

ISSN 1311-3321 (print)
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)
ISSN 2603-4123 (on-line)

UNIVERSITY OF RUSE “Angel Kanchev”
РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ “АНГЕЛ КЪНЧЕВ”

BSc, MSc and PhD Students & Young Scientists
Студенти, докторанти и млади учени

PROCEEDINGS

Volume 60, book 3.3.

Electrical Engineering, Electronics and Automation
&
Communication and Computer Technologies

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том 60, серия 3.3.

Електротехника, електроника и автоматика
&
Комуникационна и компютърна техника

Ruse
Русе
2021

Volume 60 of PROCEEDINGS includes the papers presented at the scientific conference RU & SU'21, organized and conducted by University of Ruse "Angel Kanchev" and the Union of Scientists - Ruse. Series 3.3. contains papers reported in the Electrical Engineering, Electronics and Automation & Communication and Computer Technologies sections.

Book	Code	Faculty and Section
Agrarian and Industrial Faculty		
1.1.	FRI-ONLINE-1-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	FRI-ONLINE-1-MR	Maintenance and Reliability
	FRI-ONLINE-1-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	FRI-ONLINE-1-EC	Ecology and Conservation
	FRI-ONLINE-1-ID	Industrial Design
1.2.	WED-ONLINE-SSS-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	WED-ONLINE-SSS- MR	Maintenance and Reliability
	WED-ONLINE-SSS-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	WED-ONLINE-SSS-EC	Ecology and Conservation
	WED-ONLINE-SSS-ID	Industrial Design
Faculty of Mechanical and Manufacturing Engineering		
2.1.	FRI-ONLINE-1-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
2.2.	WED-ONLINE-SSS-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
Faculty of Electrical Engineering Electronics and Automation		
3.1.	FRI-ONLINE-1-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
3.2.	FRI-ONLINE-1-CCT	Communication and Computer Technologies
3.3.	THU-ONLINE-SSS-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
	THU-ONLINE-SSS-CCT	Communication and Computer Technologies
Faculty of Transport		
4.1.	FRI-2.209-1-TMS	Transport and Machine Science
4.2.	FRI-2.204-SITSTL	Sustainable and Intelligent Transport Systems, Technologies and Logistics
4.3.	WED-ONLINE-SSS-TMS	Transport and Machine Science
Faculty of Business and Management		
5.1.	FRI-ONLINE-1-EM	Economics and Management
5.2.	FRI-ONLINE-1-LIPC	Linguoculturology, Intercultural and Political Communication
5.3.	THU-ONLINE-SSS-EM	Economics and Management
5.4.	FRI-ONLINE-1-ESIS	European Studies and International Security
8.2.	FRI-ONLINE-1-SW	Social Work
Faculty of Natural Sciences and Education		
6.1.	FRI-ONLINE-1-MIP	Mathematics, Informatics and Physics
6.2.	FRI-ONLINE-1-PP	Pedagogy and Psychology
6.3.	FRI-ONLINE-1-LL	Linguistics and Literature
	FRI-ONLINE-1-AS	Art Studies
6.4.	FRI-ONLINE-1-ERI	Education - Research and Innovations

6.5.	THU-ONLINE-SSS-FM	Financial Mathematics
	THU-ONLINE-SSS-PP	Pedagogy and Psychology
Faculty of Law		
7.1.	FRI-ONLINE-1-LS	Law Studies
7.2.	FRI-ONLINE-1-NS	National Security
7.3.	MON-ONLINE-SSS-L	Law Studies
Faculty of Public Health and Health Care		
8.1.	FRI-ONLINE-1-HP	Health Promotion
8.3.	FRI-ONLINE-1-HC	Health Care
8.4.	FRI-ONLINE-1-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
8.5.	THU-ONLINE-SSS-HP	Health Promotion
	FRI-ONLINE-SSS-HC	Health Care
	THU-ONLINE-SSS-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
Quality of Education Directorate		
9.1.	FRI-ONLINE-QHE	Quality of Higher Education
Razgrad Branch of the University of Ruse		
10.1.	FRI-LCR-1-CT(R)	Chemical Technologies
10.2.	FRI-LCR-1-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
10.3.	TUE-ONLINE-SSS-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
	TUE-ONLINE-SSS-CT(R)	Chemical Technologies
Silistra Branch of the University of Ruse		
11.1.	FRI-ONLINE-DPM(S)	Didactics, Pedagogy and Methodology of training in...
	FRI-ONLINE-LTLHF(S)	Linguistics; Theory of Literature and History; Philosophy
	FRI-ONLINE-ELENSTS(S)	E-Learning; Electrical; Technical Sciences
11.2.	FRI-ONLINE-SSH(S)	Humanities
	FRI-ONLINE-SSS-PPTM(S)	Pedagogy, Psychology, and Teaching Methodology
	FRI-ONLINE-SSS-TS(S)	Technical Sciences

The papers have been reviewed.

ISSN 1311-3321 (print)

ISSN 2535-1028 (CD-ROM)

ISSN 2603-4123 (on-line) Copyright © authors

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.

The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



PROGRAMME COMMITTEE

- **Prof. Amar Ramdane-Cherif**
University of Versailles, France
- **Assoc. Prof. Manolo Dulva HINA**
ECE Paris School of Engineering, France
- **Prof. Leon Rothkrantz**
Delft University of Technology, Netherlands
- **Assoc. Prof. Antonio Jose Mendes**
University of Coimbra, Portugal
- **Prof. Ville Leppanen**
University of Turku, Finland
- **Assoc. Prof. Marco Porta**
University of Pavia, Italy
- **Prof. Douglas Harms**
DePauw University, USA
- **Prof. Zhanat Nurbekova**
L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur Sultan, Kazakhstan
- **Prof. Mirlan Chynybaev**
Kyrgyz State Technical University, Bishkek, Kyrgyzstan
- **Prof. Ismo Hakala, PhD**
University of Jyväskylä, Finland
- **Prof. Artur Jutman, PhD**
Tallinn University of Technology, Estonia
- **Prof. RNDr. Vladimir Tvarozek, PhD**
Slovak University of Technology in Bratislava, Bratislava, Slovakia
- **Assoc. Prof. Ing. Zuzana Palkova, PhD**
Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, Slovakia
- **Andrzej Tutaj, PhD**
AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland
- **Prof. Valentin NEDEFF Dr. eng. Dr.h.c.**
“Vasile Alecsandri” University of Bacău, Romania
- **Cătălin POPA, PhD**
“Mircea cel Bătrân” Naval Academy, Constantza, Romania
- **Prof. dr Larisa Jovanović**
Alfa University, Belgrade, Serbia
- **Prof. dr hab. Edmund LORENCOWICZ**
University of Life Sciences in Lublin, Poland
- **Assoc. Prof. Ion MIERLUS - MAZILU, PhD**
Technical University of Civil Engineering, Bucharest, Romania
- **Prof. Dojčil Vojvodić PhD**
Faculty of Philosophy, University of Novi Sad, Serbi
- **Assoc. Prof. Alexandrache Carmen, PhD**
Department of Teacher Training, “Dunarea de Jos”, Galati University, Romania
- **Prof. Alberto Cabada**
University of Santiago de Compostela, Faculty of Mathematics, Santiago de Compostela, Spain
- **Kamen Rikev, PhD**
Institute of Slavic Philology, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Poland

- **Anna Klimentova, PhD**
Constantine the Philosopher University of Nitra, Slovakia
- **Prof. Ricardo Gobato, PhD**
Secretariat of State of Parana Education and Sport (SEED/PR), Laboratory of Biophysics and Molecular Modeling Genesis
- **Prof. Fatima Rahim Abdul Hussein, PhD**
University of Misan, College of Basic Education, English Department, Iraq
- **Prof. Emilija Gjorgjeva, PhD**
Goce Delchev University - Shtip, Nord Macedonia
- **Prof. Igor Kevorkovich Danilov, DSc**
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia
- **Prof. Aleksander Valentinov Sladkowski, DSc**
Silesian University of Technology, Poland
- **Prof. Vera Karadjova, PhD**
“St. Kliment Ohridski” University – Bitola, Faculty of tourism and hospitality – Ohrid, Republic of North Macedonia
- **Prof. Aleksandar Trajkov, PhD**
“St. Kliment Ohridski” University - Bitola, Faculty of tourism and hospitality – Ohrid, Republic of North Macedonia
- **Prof. Petar Pepur, PhD**
University of Split, Croatia
- **Prof. Korhan Arun, PhD**
Namik Kemal University, Tekirdağ, Turkey
- **Prof. Yuliya Yorgova, PhD**
Burgas Free University, Bulgaria
- **Jelena Stankovic, PhD**
University of Nis, Serbia
- **Jovica Stankovic, PhD**
University of Nis, Serbia
- **Prof. Gerhard Fiolka, PhD**
University of Fribourg, Switzerland
- **Prof. Haluk Kabaalioglu, PhD**
Yeditepe University, Turkey
- **Prof. Silva Alves, PhD,**
University of Lisbon, Portugal
- **Hanneke van Brugge, DHC mult**
Appeldoorn, The Netherlands
- **Prof. Elena Torina**
Tula State Pedagogical University "L. N. Tolstoy", Tula, Russia
- **Prof. Violeta Jotova**
Direction Pediatrics at St. Marina University Hospital - Varna, Bulgaria, Chair ESPE Postgraduate Qualification Committee
- **Prof. Tanya Timeva, MD, PhD**
Obstetrics and Gynecology Hospital "Dr. Shterev", Sofia, Bulgaria
- **Prof. Kiril Stoychev, PhD,**
Institute of Metal Science, Equipment and Technologies “Acad. A. Balevsci” with Hydroaerodinamics centre – BAS, Bulgaria
- **Assoc. Prof. Mark Shamtsyan, PhD**
Technical University, Saint Petersburg, Russia

- **Assoc. Prof. Oleksii Gubenia, PhD**
National University of Food Technologie, Kiev, Ukraine
- **Prof. Olexandr Zaichuk, DSc**
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepropetrovsk, Ukraine
- **Prof. Eugene Stefanski, DSc**
Samara University, Russia
- **Assoc. Prof. Tatiana Strokovskaya, PhD**
International University of Nature “Dubna”, Dubna, Russia
- **Prof. DSc. Petar Sotirow**
Maria Curie-Sklodowska University of Lublin, Poland
- **Prof. Papken Ehasar Hovsepian**
Sheffield Hallam University, Sheffield, UK
- **Accos. Prof. Krassimir Dochev Dochev, PhD**
University of Portsmouth School of Engineering, UK
- **Mariana Yordanova Docheva, PhD**
University of Portsmouth School of Engineering, UK
- **Assoc. Prof. Ivan Antonov Lukanov, PhD**
University of Botswana, Faculty of Engineering and Technology, Gaborone, Botswana
- **Assoc. Prof. Petko Vladev Petkov, PhD**
Research Associate Cardiff University, UK
- **Prof. Stepan Terzian DSc**
Bulgarian Academy of Science, Bulgaria
- **Prof. Gabriel Negreanu, PhD**
University Politehnica of Bucharest, Romania

ORGANISING COMMITTEE

◆ **ORGANIZED BY: UNIVERSITY OF RUSE (UR) AND UNION OF SCIENTISTS (US) - RUSE**

◆ **ORGANISING COMMITTEE:**

• **Chairperson:**

Prof. DTSc. Hristo Beloev, DHC mult., Academician of Bulgarian Academy of Sciences - Rector of UR, Chairperson of US - Ruse

• **Scientific Secretary:**

Prof. Diana Antonova PhD, Vice-Rector Research, dantonova@uni-ruse.bg, 082/888 249

• **THEMATIC FIELDS:**

- **Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Sciences and Veterinary Medicine**
- **Maintenance and Reliability**
- **Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment**
- **Ecology and Conservation**
- **Industrial Design**
Assoc. Prof. Plamen Manev, pmanev@uni-ruse.bg, 082 888 485
- **Didactics, Pedagogy and Methodology of training in...; (16.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Diana Zhelezova-Mindizova, PhD, dmindizova@uni-ruse.bg
- **Linguistics; Theory of Literature and History; Philosophy; (16.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Todorka Georgieva, DcS, tgeorgieva@uni-ruse.bg
- **E-Learning; Technical Sciences; (16.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Evgenia Goranova, PhD, egoranova@uni-ruse.bg
- **Chemical Technologies (05-06.11., Razgrad)**
- **Biotechnologies and Food Technologies (05-06.11., Razgrad)**
Assoc. Prof. Tsvetan Dimitrov, PhD, conf_rz@abv.bg, 0887 631 645
- **Mechanical Engineering and Machine-building Technologies**
Prof. Ivelin Ivanov, PhD, ivivanov@uni-ruse.bg, +359 82 888 472
- **Electrical Engineering, Electronics and Automation**
Assoc. Prof. Boris Evstatiev, PhD, bevstatiev@uni-ruse.bg, 082 888 371
- **Communication and Computer Systems**
Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD, giivanova@uni-ruse.bg, 082 888 855
Pr. Assist. Ivanka Tsvetkova, PhD, itsvetkova@uni-ruse.bg, 082 888 836
- **Transport and Machine Science**
Assoc. Prof. Simeon Iliev, PhD, spi@uni-ruse.bg, 082 888 331
- **Sustainable and intelligent transport systems, technologies and logistics**
Prof. Velizara Pencheva, PhD, vpencheva@uni-ruse.bg, 082 888 558, 082 888 608

- **Economics and Management**
Pr. Assist. Miroslava Boneva, PhD, mboneva@uni-ruse.bg, 082/888 776
Pr. Assist. Elizar Stanev, PhD, eastanev@uni-ruse.bg, 082/888 557
- **European studies and International Security**
Prof. Vladimir Chukov, DSc, vlachul@gmail.com, +359 82 825 667
Assoc. Prof. Mimi Kornazheva, PhD, mkornazheva@uni-ruse.bg, +359 82 825 667
- **Linguoculturology, Intercultural and Political Communication**
Prof. Juliana Popova, PhD, jppopova@uni-ruse.bg, +359 82 888 255
Pr. Assist. Hristina Sokolova, PhD, hsokolova@uni-ruse.bg, +359878537015
- **Mathematics, Informatics and Physics**
Prof. Tsvetomir Vasilev, PhD,
tvasilev@uni-ruse.bg, 082/888 475
- **Education – Research and Innovations**
Assoc. Prof. Emilia Velikova, PhD,
evelikova@uni-ruse.bg, 0885 635 874
- **Pedagogy and Psychology**
Assoc. Prof. Bagryana Ilieva, PhD,
bilieva@uni-ruse.bg 082 888 219
- **History, Ethnology and Folklore**
Pr. Assist. Reneta Zlateva, PhD
rzlateva@uni-ruse.bg, 082/888 752
- **Linguistics, Literature and Art Science**
Assoc. Prof. Velislava Doneva, PhD,
doneva_v@uni-ruse.bg, 0886 060 299
- **Health Promotion**
Assoc. Prof. Stefka Mindova, PhD,
smindova@uni-ruse.bg, 0882 895 149
- **Social Work**
Assoc. Prof. Silvia Krushkova, PhD, skrushkova@uni-ruse.bg, 0882517554
Pr. Assist. Ana Popova, PhD, apopova@uni-ruse.bg, 0889 874219
- **Medical and Clinical Diagnostic Activities**
Prof. Nikola Sabev, DSc,
nsabev@uni-ruse.bg, 0882 123 305
- **Health Care**
Pr. Assist. Tsveta Hristova, PhD,
tshristova@uni-ruse.bg, 0878 389 793
- **Law**
Assoc. Prof. Elitsa Kumanova, PhD,
ekumanova@uni-ruse.bg, 0884 980 050
- **National Security**
Assoc. Prof. Milen Ivanov, DSc,
poligon@abv.bg, 082 888 736
- **Quality of Higher Education**
Prof. Ivanichka Serbezova, PhD, iserbezova@uni-ruse.bg
Daniela Todorova, dtodorova@uni-ruse.bg, 082 888 378

• **REVIEWERS:**

Assoc. Prof. Krasimira Shtereva, PhD

Assoc. Prof. Ognyan Dinolov, PhD

Pr. Assist. Ivanka Tsvetkova, PhD

Assoc. Prof. Orlin Petrov, PhD

Assoc. Prof. Aleksandar Ivanov, PhD

Assoc. Prof. Aneliya Ivanova, PhD

Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD

Assoc. Prof. Desislava Baeva, PhD

Pr. Assist. Elitsa Ibriamova, PhD

Assist. Prof. Pavel Zlatarov, MSc

ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONICS AND AUTOMATION

Content

1. **THU-SSS-EEEE-01** 12
Harmonics - Damage from their Presence in Electrical Networks
Bogdan Yordanov, Orlin Petrov
2. **THU-SSS-EEEE-02** 16
Development of a Quadcopter Based on the Raspberry Pi Platform
Krasen Kunchev, Martin Dejanov
3. **THU-SSS-EEEE-03** 22
Comparative Investigation of the Electrical Performances of two Types Photovoltaic-Thermal Collectors
Mitko Nikolov, Konstantin Koev

COMMUNICATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES

Content

1.	THU-SSS-CCT-01 An Interactive System for Learning How To Determine Investment Efficiency <i>Angel Popgeorgiev, Elitsa Ibryamova</i>	28
2.	THU-SSS-CCT-02 Web-based Learning Environment on Multithreaded Programming <i>Antonio Panayotov, Georgi Georgiev</i>	34
3.	THU-SSS-CCT-03 Web-based System for Implementing the Process of Applying for Freelance Projects <i>Maria Hristova, Galina Ivanova</i>	40
4.	THU-SSS-CCT-04 Implementation of 2X2, 3X3, AND 4X4-BIT Multipliers with Half-Adders and Full Adders in LOGISIM <i>David Dimitrov, Adriana Borodzhieva</i>	47
5.	THU-SSS-CCT-05 Implementation of Convolutional Encoders In LOGISIM <i>Viktor Velikov, Adriana Borodzhieva</i>	58
6.	THU-SSS-CCT-06 PHOTOGRAFIK – Innovative Online Platform for Photography Service Management <i>Tolga Kantarov, Galina Ivanova</i>	69
7.	THU-SSS-CCT-07 Reward Value Effects on Q-Learning Agents <i>Martin Kaloiev</i>	75
8.	THU-SSS-CCT-08 Mobile Application for Organising Events <i>Ventsislav Rusanov, Elitsa Ibryamova</i>	80
9.	THU-SSS-CCT-09 An Approach to Testing Knowledge with a Strategy Game <i>Stanislav Simeonov, Elitsa Ibryamova</i>	86
10.	THU-SSS-CCT-10 Educational Calculator Introducing Arithmetic Operations with 2, 3, 4-Digit Binary Numbers <i>David Dimitrov, Aneliya Ivanova</i>	92
11.	THU-SSS-CCT-11 Visual Odometry Methods and Algorithms for Control of a Robotic Platform <i>Georgi Georgiev, Rosen Daskalov, Diyana Kinaneva, Georgi Hristov, Plamen Zahariev</i>	102
12.	THU-SSS-CCT-12 Analysis of the Capabilities of the Software Product Acronis true image 2021 <i>Vladislav Hinkov</i>	109

13.	THU-SSS-CCT-13 Intelligent Human Computer Interaction (HCI) - Hand Gesture Recognition <i>Ivan Ralev</i>	115
14.	THU-SSS-CCT-14 Transport Network For 5G <i>Ivelin Penkov, Elena Ivanova</i>	121
15.	THU-SSS-CCT-15 An Overview of the Steganography Methods and Steganography Algorithms <i>Petar Stoilov, Georgi Hristov, Plamen Zahariev</i>	128
16.	THU-SSS-CCT-16 Computer-Based Tools for Implementing Encoders and Decoders of Hamming Codes <i>Elizabet Petkova, Adriana Borodzhieva</i>	137
17.	THU-SSS-CCT-17 Development and Research of Training Software Supporting the Discipline Computer Graphics Systems <i>Denis Ahmed, Elitsa Ibryamova</i>	148
18.	THU-SSS-CCT-18 Development of 2D Mobile Game <i>Pavel Razhgev, Elitsa Ibryamova</i>	153
19.	THU-SSS-CCT-19 Game Approach to the Study of Cultural and Historical Heritage <i>Nikolay Gospodinov, Georgi Krastev</i>	159

HARMONICS - DAMAGE FROM THEIR PRESENCE IN ELECTRICAL NETWORKS ¹

Bogdan Yordanov – PhD Student

Department of Power supply and electrical equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359896988764
E-mail: byordanov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Orlin Petrov, PhD

Department of Power supply and electrical equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 301
E-mail: opetrov@uni-ruse.bg

Abstract: *The report presents the possible damages from the presence of harmonics in the electrical networks- from what is generated, how and on which elements in the networks affect the impact. It is shown that their thermal effect and their direct impact in the form of electromagnetic interference. They cause current and voltage distortion at a frequency multiple of the mains supply frequency. This leads to a deterioration in the quality of electricity supplied to consumers. Some other problems often occur in their operation.*

Keywords: *harmonic, total harmonic distortion, thermal impact, power factor, telecommunication interference*

ВЪВЕДЕНИЕ

Голяма част от консуматорите в електрическите мрежи притежават нелинейни характеристики. Най-често това биват: честотни управления за различни задвижвания и механизми uninterruptible power supply - UPS; инвертори; всички видове адаптери, драйвери и електронни захранвания; и други. Всички те представляват една не малка и неизбежна част от електрическите консуматори в нашето ежедневие. Взети заедно те хармонично натоварват мрежата (Website – wikibooks, 2016.). А именно – внасят смущения в нея. По този начин те пречат на различните видове комуникационни и контролни средства.

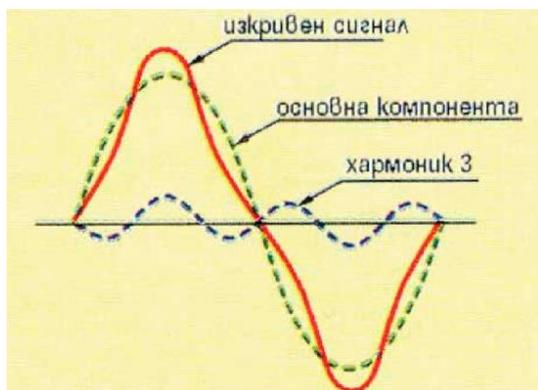
ИЗЛОЖЕНИЕ

Хармониците причиняват увеличаване на тока, респективно спадове на напрежението, в съпротивленията на електрическите вериги. Те се наслагват върху синусоидата на захранващото напрежение и деформират синусоидалната му форма. Това води до влошаване качеството на електрическата енергия подавана към потребителите, което често води до редица проблеми при експлоатацията им (Research of harmonic pollution in electrical power networks, 2016) .

Това изкривяване на тока и напрежението е с честота кратна на честотата на мрежовото захранване (за България това е 50Hz). На практика се оказва, че най-вредни са „замърсяванията” внесени от нечетните хармоници (трети, пети, седми...). На фиг. 1 е показана графика как се променя формата на захранващото напрежение спрямо основната компонента от влиянието на трети хармоник, а на фиг. 2 е показана графика само на вече променената му форма. Изследванията показват, че именно третия хармоник внася най-големи изкривявания. Влиянието на останалите нечетни хармоници отново е съществено, но не е с

¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Електротехника, електроника и автоматика с оригинално заглавие на български език: ХАРМОНИЦИ – ВРЕДИ ОТ НАЛИЧИЕТО ИМ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ МРЕЖИ.

такава значителна сила. Нивото на хармониците се дава в проценти. Тук се въвежда: тотално хармонично изкривяване (на англ. total harmonic distortion - THD). От друга страна то се разглеждат като THDU (формула 1) и THDI (формула 2). Или изкривяване по напрежение и ток. Колкото по-висок е процента на хармонично изкривяване, толкова замърсяването и респективно натоварването на мрежата е по-голямо.

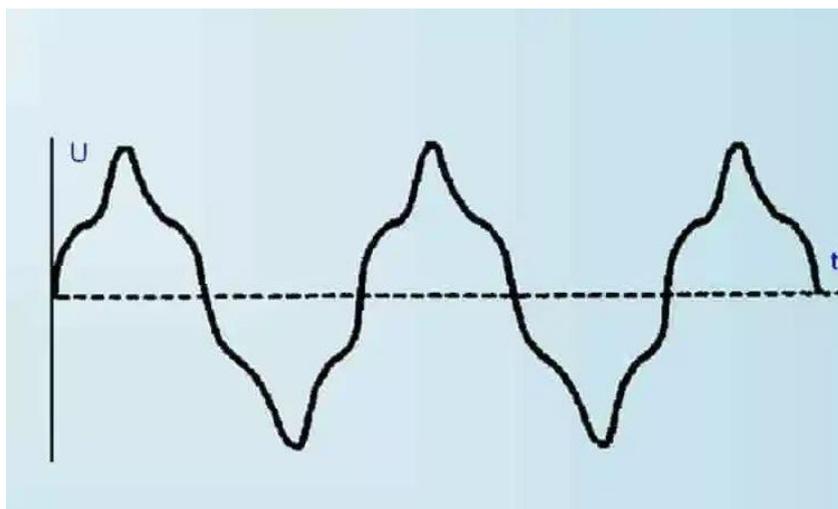


Фиг. 1. Влияние на трети хармоник върху синусоида на захранващото напрежение

$$\text{THD}_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\text{THD}_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \cdot 100\% \quad (2)$$

Наличието на тези високи честоти (над 50Hz) внесени от хармониците водят до значителна промяна в ефективните стойности на електрическите величини: капацитет, индуктивност, импеданс. От тук и силно се влияе номиналното напрежение при импулсните захранвания. Вредите причинени от хармониците могат да се представят в две основни групи. Вреди свързани с: термично въздействие или механично въздействие и директно влияние (Magazine Engineering Review, 2014).



Фиг. 2. Влияние на трети хармоник върху синусоида на захранващото напрежение

Първа група – вреди причинени от термично въздействие. Те се явяват най-често като повишаване на температурата в: кондензаторите; токопроводимите и тоководещи части на консуматорите – трансформатори, двигатели, генератори. Причините за това им въздействие могат да бъдат следните (Mechanization, electrification and automation of mines.2010):

- понижен фактор на мощността. В несинусоидални системи (каквито са тези с наличие на хармоници) фактора на мощността не е равен на $\cos \varphi$. На практика се получава, че при

наличие на нелинеен товар генериращ или консумиращ нелинеен ток, пълния фактор на мощността ще бъде винаги по-малък от $\cos \varphi$. Това се вижда от формула 3.

$$PF = \frac{\cos \varphi}{I \cdot (1 + THD_I)} \quad (3)$$

- претоварване на нулевият проводник в монофазни мрежи. Това се причинява отново под въздействие на хармониците. Тези, които са кратни на три, образуват системи с нулева последователност, които се генерират единствено при монофазни консуматори. Докато при балансирани трифазни консуматори векторите на тези хармоници се дефазират по между си така, че взаимно се изравняват. А при монофазните мрежи токовете генерирани от кратните на три хармоници се векторно се сумират в неутралата и са с трикратна амплитуда.

- повишаване на температурата (Magazine Engineering Review, 2007) в магнитопроводите на различните машини. Магнитният хистересис за тези машини се повишава, тъй като токовете с висока честота причинети от хармониците завишават загубите от вихрови токове. Тези загуби зависят от квадрата на ефективната стойност на тока (т.е. от хармониците). Повишават се и диелетричните загуби, страничен ефект наблюдаван най-вече при кондензаторите. Термичният ефект на несинусоидален периодичен ток I е сума от термичните ефекти на всеки от хармониците – формула 4.

$$I_2 R_t = I_{12} R_t + I_{22} R_t + \dots + I_n R_t \quad (4)$$

Изразено с големината на захранващото напрежение – формула 5.

$$\left(\frac{U_2}{R}\right) t = \left(\frac{U_{12}}{R}\right) t + \left(\frac{U_{22}}{R}\right) t + \dots + \left(\frac{U_n}{R}\right) t \quad (5)$$

- повишаване на загубите в проводниците. Дължи се отново на високата честота на токовете протичащи през тях. (Comparative analysis of harmonic distortions from variable frequency induction motor drives, 2013) Ефекта който се наблюдава се нарича – повърхностен скин ефект. По този начин не може да се използва ефективно цялото сечение на проводника, сърцевината остава неизползваема.

Втора група – директно влияние под формата на електромагнитни смущения. Те от своя страна или се генерират от положени в близост силови кабели или се предават в мрежите тип TN-C. Такъв път са голяма част от мрежите в България и тенденцията е да се преминава към TT. Превенция към генерирането от съседни кабели е използването на комуникационни кабели, които са снабдени с екрани, или поне екранна оплетка. Също силовите кабели да бъдат екранирани и заземени в двата си края, или да са поставени в метални тръби, които също да са заземени в двата си края и др. Докато при смущенията породени в мрежите TN-C смущенията се пораждат от хармониците и токовете от тях протичащи в PEN проводника. Там протичат едни паразитни токове, които консуматорите си предават по между, си и пречат на всякакъв вид комуникации. За това е важно превантивно където позволява тези мрежи да бъдат заземени с цел понижаване на потенциала и намаляване на тези токове. Този вид влияние може да доведе до разстройване на релейните защиты, това от своя страна да доведе до големи поражения и аварии.

Друго интересно явление е резонансът при наличие на хармоници. Той се наблюдава при паралелно свързване на индуктивност, капацитет, активен товар и източник на напрежение. Реално индуктивността или на практика бобината има активно съпротивление, но в сравнение с индуктивността L , която тя генерира е пренебрежимо малко за това не се разглежда и пресмята. Идентична е ситуацията и с капацитета или на практика кондензатора; активното съпротивление на практика консуматор с чисто активен характер (Magazine Engineering Review, 2014).

При дадена честота, резонансната честота на индуктивността и капацитета са равни. Получава се така наречения паралелен резонанс или наричан още анти-резонанс. И така по отношение на захранването тази LC група става с многократно по-голямо съпротивление.

При честота на нелинейните токове близка до тази на активния товар, той ще създаде голям пад на напрежение в точката му на присъединяване. Това би довело до огромно изкривяване на напрежението на източника със съответно негативните последствия описани по-горе в статията.

ИЗВОДИ

За постигане на поставените високи изисквания към качеството на електроснабдяването в днешно време и подобряване характеристиките при ежедневна експлоатация на инсталациите се предлагат редица решения като: отстраняване на хармониците по ток както и намаляване на смущенията в захранващото напрежение породени от тях. За тази цел е препоръчително употребата на технически средства за смекчаване, а по възможност и елиминиране, на неимуеуемо породилите се хармонични замърсявания.

В противен случай ако не се взимат никакви мерки за компенсиране и елиминиране на появилите се хармоници в електроснабдителната мрежа, то загубите ще бъдат големи. Както тези на произведена и неефективно използвана електроенергия, а и тези от появили се проблеми и дефекти в електрообзавеждането.

REFERENCES

Website – wikibooks 02.03.2016. (Accessed on 20.05.2021).

<https://bg.wikibooks.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B8>

Website – Yonelco 04.2020. <http://www.yonelco.com> (Accessed on 20.05.2021).

Harmonics in electric power networks - part 1, Magazine Engineering Review - Issue 1, 2014.

<https://www.engineering-review.bg/bg/harmonici-v-elektroenergiinite-mrezhi-chast-1/2/2412/> (Accessed on 20.05.2021).

Harmonics in the power supply networks Magazine Engineering Review - Issue 6, 2007.

<https://www.engineering-review.bg/bg/harmonici-v-elektrozahranvashtite-mrezhi/2/773/> (Accessed on 20.05.2021).

Mechanization, electrification and automation of mines. (2010) YEARBOOK of the University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Volume 53, St. III.

Petrov, O., Petrova, P., Ruseva, V., (2016). *Research of harmonic pollution in electrical power networks for lighting, caused by modern ledsources.*

Hristova M., Ruseva V., Dimov D., (2013). *Comparative analysis of harmonic distortions from variable frequency induction motor drives*, The 4th International Symposium on Sustainable Development (ISSD2013) "ENERGY ISSUES AND SOLUTIONS" (1), Sarajevo.

THU-SSS-EEEE-02

DEVELOPMENT OF A QUADCOPTER BASED ON THE RASPBERRY PI PLATFORM ²

Krasen Kunchev– Student

Department of Automatics and Mechatronics,
University of Ruse “Angel Kanchev”
tel.: +359 89 649 3099
e-mail: kra98@abv.bg

Princ. Assist. Martin Dejanov, PhD

Department of Automatics and Mechatronics
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 747
e-mail: mdejanov@uni-ruse.bg

Abstract: *The usage of drones in the industry, research and hobby has increased during the last years. In the world of academia (that includes this project) quadcopters present a perfect test bench for a research. Many fields like robotics and automatics use them to solve some specific problems. The research area of quadrotors is toward the implementation of new control techniques, new control and machine learning algorithms. Autonomous drones are the main trend in modern research area. To be able to implement this sophisticated algorithms, a more computation intensive hardware is necessary with as small as possible form-factor. This project sets its objectives on the construction of a quadcopter using development board Raspberry pi 3B used as a companion computer and a flight controller (FC) at the same time. The implementation of a FC is on the basis of a sensor board Emlid Navio 2. The FC is implemented as a software process started in a real-time OS provided by the manufacturer of sensor board. At first a general look is taken to the parts that form the quadcopter, the construction of the system, the software components that are used to implement the flight controller and a free, open-source control ground station that is used to monitor the system. The configuration and testing of the proposed system capabilities is investigated in a real environment. In a conclusion it could be said that the system is stable, has smaller form-factor and has the ability to perform more complex tasks.*

Keywords: *Quadcopters, Raspberry Pi, Emlid, companion computers, Mission Planner*

INTRODUCTION

With the advancement of technology and reduced electronic device prices, it is becoming more and more common the use of these devices both for hobbyists and for professionals, often replacing the need of human labor (Azevedo, 2014). Between these devices, a group called quadcopters is increasingly being the subject of studies and being used for many different kinds of tasks (Mapping & Surveying, Real estate photography, Disaster zone mapping, Crop spraying). They are a specific type of multirotor helicopters aircrafts with four rotors which generates lift with moving wings as opposed to fixed-wing aircrafts. In general, hobbyists use quadcopters for leisure purposes (e.g. aeromodelling) or simple experiments, like First-Person-View while flying through real-time video transmission (Iqbal, 2014). There are many commercial quadcopters on the market (DJI Phantom, Freefly Alta 8, Flyabilty Elios 2) with different sizes and capabilities but not all of them have a development features. In the world of academia quadcopters present a perfect test bench for a research and for study. To extend the capabilities of drone application in different areas some manufacturers of hardware and software components developed platforms which give the researchers possibilities to experiment with their algorithms. These kinds of platforms for example are the following: KIT-HGDRONEK66 (NXP Semiconductor, 2021), QualcommFlightPro (Qualcomm Developer Network, 2021), STMicroelectronics development kit (DigiKey Electronics, 2021), Hummingbird quadrotor helicopter (Researchgate, 2021) and others. Some of the platforms not only include controllers but integrate more sophisticated computers inside them. As for researchers, quadcopters

² The paper is presented on 20.05.2021 in Student Scientific Session Electrical Engineering, Electronics and Automation with original title DEVELOPMENT OF A QUADCOPTER BASED ON THE RASPBERRY PI PLATFORM.

might be used in many different kinds of tasks like autonomous product delivering or reaching special places to perform specific tasks (delivers consumer goods and foods, fly over forest paths to look for fallen trees or lost hikers, fly in areas where a GPS signal is restricted such as inside and between buildings, mapping and photogrammetry). The ‘heart’ is a device that is capable of handling both flight stability and data exchange between it and a host, responsible for giving the flight guidelines or retrieving flight data. This thing is called flight controller (FC) and is the means by which a pilot controls the direction and altitude of an aircraft in flight. Primary flight controls are required to safely control an aircraft during flight. The controllers that are used with quadcopters are just as important as the quality and capabilities as the quadcopters themselves. Without a fly controller the quadcopter is practically useless. Lets give some examples of flight controllers: HOBBYPOWERKK2.15 (HobbyKingOnline,2021),DJINAZA-MV2 (DJI-OfficialWebsite,2021), TauLabs Sparky 2.0 32bit Flight Controller (HobbyKingOnline,2021) and more. The possibilities of using some advanced features in quadcopters is restricted to only stabilize the system in the environment and give possibilities to the flight pilot to operate it. If we want some kind of more sophisticated features, like autonomy, or the quadcopter to perform more complex tasks, the usage of flight controller only is not enough. Flight controllers are a special kind of controllers that are dedicated to specific task – impement the stability of the quadrotor. Types of computers named “companion” computers are used in a combination with FC to perform more complex tasks. These computers can be in addition to the flight controller hardware or can be implemented in a single platform (if the FC is implemented by software). As a rule of thumb “companion” computes are development platforms with hardware enhancements and with a small form-factor appropriate for solving more complex tasks (ODroid, Arduino family, NVidia TX1, Raspberry Pi). They have in most cases operation system (OS) that is Linux based, so the advanced algorithms can run in an appropriate environment. Vision and navigation algorithms are the most popular once used in this area. On the other hand there are many ready to use vision and navigation algorithm implementations for the Linux platforms. A kind of system like those mentioned above is a Raspberry Pi development board. This platform, combined with the sensor board Navio2 implements a flight controller. The flight controller is a software proess that runs in a multitask operating system. It occupies less space then the standard flight controllers with companion computers and the communication between companion computer and FC is quicker because they reside on the same operating system and share the same memory.

EXPOSITION

Development of a quadcopter system - Hardware

This article will be focused on the construction of a quadcopter using Rasberry pi (Fig.1) and Emlid Navio 2 (Fig.2). The company called Emlid creates an autopilot board (similar to more common boards like Pixhawk or APM) with all its features (IMU, preasure sensors, pwm input and output ports, etc.) but with the flexibility of software implemented autopilot started on a computer with a Linux like OS. The software is started on a Linux like OS called “Raspbian” that is modified by the manufacturer of sensor board “Navio2” with the addition of real-time capability. The paper focuses on the construction of a quadcopter with the two boards.

The Raspberry Pi is a low cost, small sized computer and is a little device that enables people explores computing capabilities. It’s like a computer and has more intensive computation capabilities than a standard microcontroller. As a rule of thumb the FC are made by the microcontrollers with the reduced capabilities and inability to start parallel proesses.

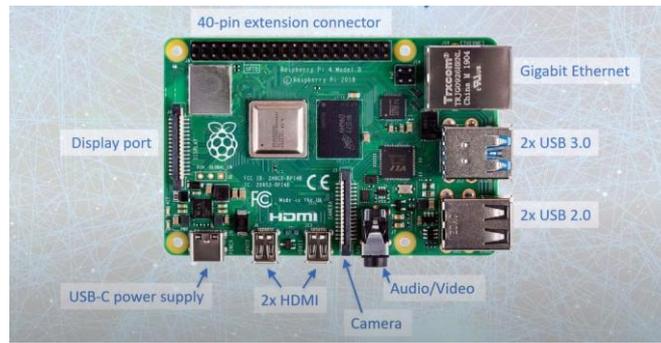


Fig.1 Image of Raspberry Pi 3

The Navio2 Autopilot Kit for Raspberry Pi 2/3 is designed both to your own custom robotic projects and as a platform for Linux version of APM (ArduPilot) Navio2 eliminates the need in multiple controllers onboard making development easier and increasing robustness. It provides all sensors for creating a powerfull flight controller with a Raserry Pi running PX4 software: dual IMU (inertial measurement unit) for orientation and motion sensing, a barometer for precise altitude control , GNSS (Global Navigation Satellite System) receiver for GPS positioning and extension ports (UART) for telemetry radio.

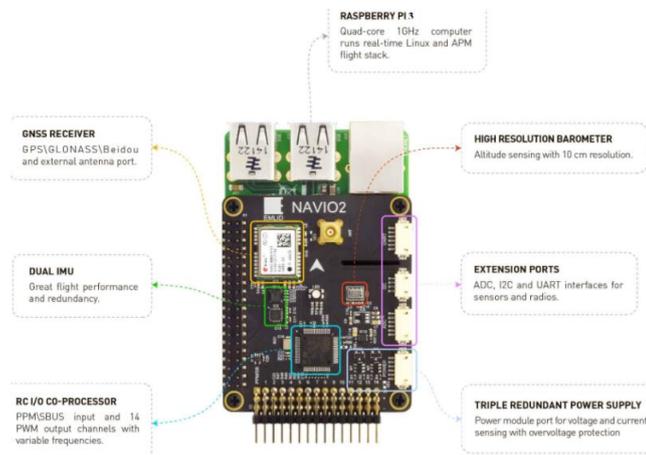


Fig.2 Image of Emlid Navio 2

Furthermore, this combination provides compatibility for Robot Operating System (ROS). This hardware is the lightest and most compact stack for our application. This combination Navio2 mounted on a Raspberry Pi is not only used as a FC but is also used as a Companion Computer capable of completing more complex tasks.



Fig.4 ReadytoSky S500 Quadcopter Frame Stretch



Fig.5 Racerstar BR2212 1000KV 2-4S Brushless Motor For RC Models

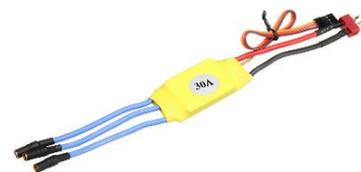


Fig.6 2/4/6pcs RC ESC 30A Brushless Speed Control 2S



Fig.7 ZIPPY Compact 2200mAh 3S 35C Lipo Pack



Fig.8 Turnigy iA6C PPM/SBUS 8CH 2.5G AFHDS 2A Telemetry Receiver

Other hardware components that are used in the project include: Drone frame by Readytosky S500 Quadcopter Frame shown on fig. 3, 4 brushless motors by Racerstar BR2212 1000KV 2-4S fig. 5, 4 speed controllers RC ESC 30A Brushless Speed Control 2S shown on fig. 6, a battery pack by ZIPPY Compact 2200mAh 3S 35C Lipo Pack shown on fig.7 and a telemetry receiver - Turnigy iA6C PPM/SBUS 8CH 2.5G AFHDS 2A shown on fig.8.

On Fig.10 all the components are mounted to the quadcopter frame. The arrows indicate the direction of rotation and the motors. The connection between Navio 2 board, battery and speed controllers and telemetry module is shown on fig.9.

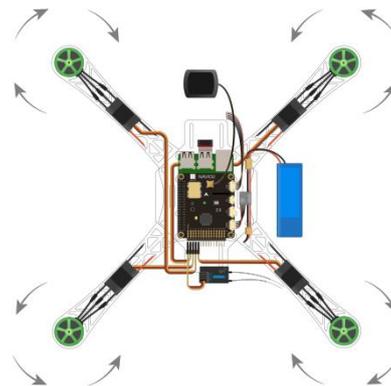
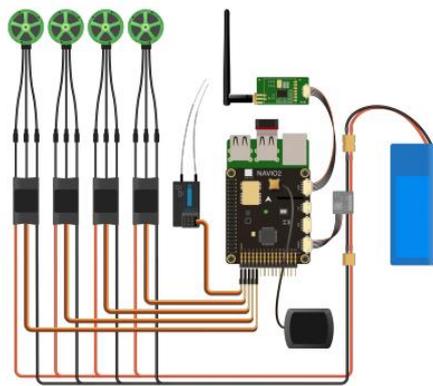


Fig.9 The connection between components Fig.10 Quadcopter components mounted on the frame

Development of a quadcopter system - Software

As it is said in the paper the software installed on the raspberry pi is a modified version of “Rasbian” preinstalled with ArduPilot and ROS and also comes with DroneKit and GStreamer. These features made the preconfigured OS image a perfect development platform. Another point that must be noted is that the OS image provided by Emlid has a real-time kernel (PREEMPT_RT). The most important characteristic here is the max latency which indicates the longest time it might take your Raspberry Pi to respond to an event. It can be said that the kernel provides much lower latency using this kind of kernel and make it more suitable for usage in time-sensitive embedded systems like this. In the paper the program that acts as a FC is the open source autopilot software system called ArduPilot. The ArduPilot Project (Ardupilot developer guide) provides an advanced, full-featured and reliable autopilot capable of controlling autonomously different kinds of vehicles like airplanes, gliders, multirotor drones, helicopters, sailboats, powered boats, submarines, ground vehicles and even Balance-Bots. Here the autopilot is started as a program in a raspberry pi OS environment. Another thing that must be done before we can use the quadrotor is the possibility to connect to it. The emlid board has a build-in functionality to use standard RC radio modules. The raspberry pi has an embedded wifi module that should be used to communicate with the quadrotor and to get the telemetry. There are two types of possible communications between the quadrotor and the user: the first is by using a standard WiFi router and another is to use the raspberry pi as an access point. In the



Fig.13 Image of Mission Planner

CONCLUSION

This paper sets its objectives on the construction of a quadcopter using development board Raspberry pi 3B used as a companion computer and a flight controller (FC) based on a sensor board Navio 2. The FC is implemented as a software process started in a real-time OS with a preempted kernel. The hardware and software components are presented. At first a general look is taken to the parts that form the quadcopter, the construction of the system, the software components that are used to implement the flight controller and software components used for monitoring and configuration called ground control station (GCS). The configuration and testing of the proposed system and its capabilities is investigated in a real environment. In the paper only FC capabilities are tested and the possibilities to implement some more advanced fetures. In a conclusion it could be said that the system is stable, has small form-factor and has the ability to perform more complex tasks.

REFERENCES

- Arnau, M. & Jones, C. (2015) Model Based Control of Quadcopters published at AUTOMATIC CONTROL LABORATORY (LA) Station 11 CH-1015 LAUSANNE.
- “Ardupilot developer guide”, <https://ardupilot.org/dev/index.htm>, (Accessed on 10.05.2021).
- Digi-Key Electronics-From Prototype to Production, <https://www.digikey.com/> (Accessed on 20.05.2021).
- DJI - Official Website, <https://www.dji.com/bg> (Accessed on 10.05.2021).
- Eichelberger, M., Tanner, S., Wattenhofer, R. & Kogel, L. (2018) Seamless Drone Replacement published at Distributed Computing Group Computer Engineering and Networks Laboratory ETH Zurich.
- Engel, P. Ribas, R. and Azevedo, F. (2014) Complete system for quadcopter control published at UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL INSTITUTO DE INFORMÁTICA CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO.
- Golan, O., Ashwin, E., Granader, Y., McClintock, S., Day, K., Leggett, V., & Baron-Cohen, S. (2010). Enhancing emotion recognition in children with autism spectrum conditions: An intervention using animated vehicles with real emotional faces. *Journal of autism and developmental disorders*, 40(3), 269-279.
- HobbyKing Online, <https://hobbyking.com/> (Accessed on 10.05.2021).
- NXP® Semiconductor, <https://www.nxp.com/> (Accessed on 10.05.2021).
- Qualcomm Developer Network (QDN), <https://developer.qualcomm.com/>(Accessed on 11.05.2021).
- Researchgate, <https://www.researchgate.net/> (Accessed on 13.05.2021).
- Ubaya, H. & Iqbal, M. (2014) First Person View on Flying Robot For Real Time Monitoring published at Department of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University South Sumatera, Indonesia.
- Walter.J Fakih.M, and Grüttner.K (2014) Hardware-Based Real-Time Simulation on the Raspberry Pi published at OFFIS – Institute for Information Technology, Oldenburg, Germany joerg.walter@offis.de

COMPARATIVE INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL PERFORMANCES OF TWO TYPES PHOTOVOLTAIC-THERMAL COLLECTORS³

Mitko Nikolov – Student

Department of Electric Power Supply and Electrical Equipment,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 899 305391
E-mail: mitko0995@abv.bg

Assoc. Prof. Konstantin Koev, PhD

Department of Electric Power Supply and Electrical Equipment,
Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082 888/ 201, 661
E-mail: kkoev@uni-ruse.bg

Abstract: *The paper reviews two types of thermal photovoltaic hybrid modules with liquid fluid – a flat plate and a vacuum tube collector. Their possibilities to use in a located area in the continental climate region are analysed. The mean values of ambient and modules temperatures and solar irradiance are measured. The values of electrical energy efficiency of the chosen thermal photovoltaic modules are calculated for measured temperatures. The results show an effective conversion of the solar energy.*

Keywords: *Solar energy, Photovoltaic modules, Thermal photovoltaic hybrid modules, Flat plate collector, Vacuum tube collector, Energy efficiency*

ВЪВЕДЕНИЕ

Ефективното използване на слънчевата енергия може да се реализира чрез подходящи технически решения. Такива са колекторите за преобразуване енергията на слънчевата радиация в топлинна или електрическа. Произвеждат се и комбинирани преобразуватели - термофотоволтаични, които съчетават свойствата на двата основни вида колектори. Комбинираната конструкция повишава ефективността и подобрява характеристиките на фотоволтаичните елементи чрез намаляване на работната им температура (Tiwari, G. & Dubey, S., 2010). По този начин се удължава експлоатационния им срок.

Изследвано е изменението на електрическия к.п.д. на два вида колектори - термофотоволтаичен с течен флуид и обикновен фотоволтаичен, за типичен летен период, в условията на умерено-континентален климат (Nicolov, M. & Koev, K., 2019). Получените резултати показват, че к.п.д. на хибридният колектор е по-голям от този на обикновения фотоволтаичен, а разликата достига до 1 %.

Съвременна конструкция на термофотоволтаичен панел с вакуумни тръби и течен флуид, с подобрени характеристики, е разработена от (Naked Energy).

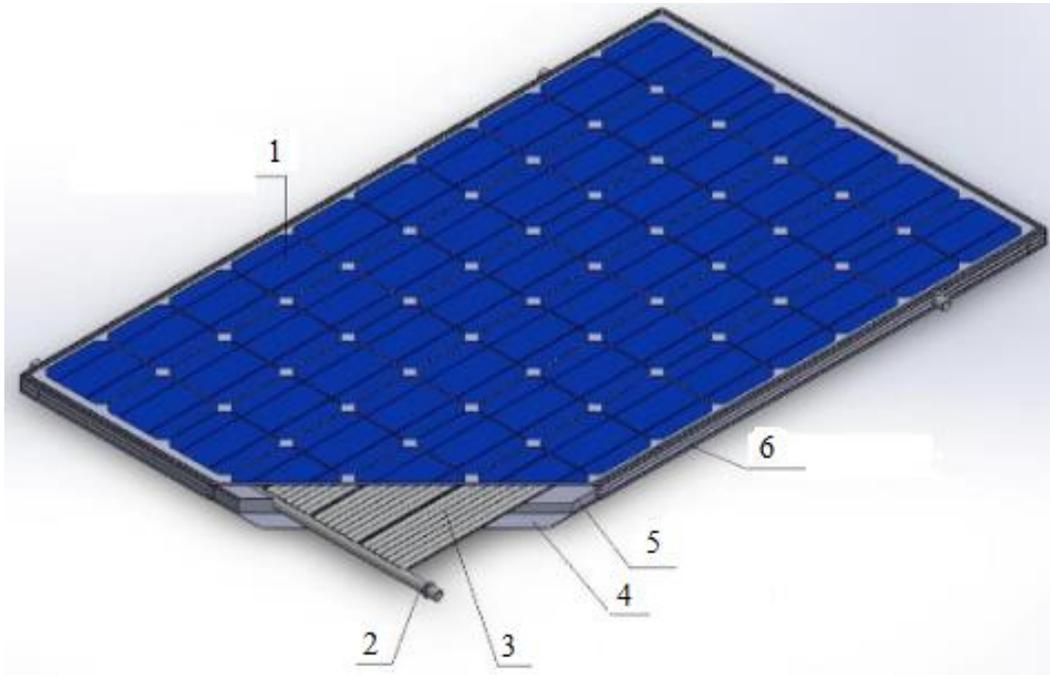
В доклада е представено сравнително изследване на електрическия к.п.д. на термофотоволтаични колектори – с и без вакуумни тръби. Анализирани са възможностите за приложение в район с умерено-континентален климат.

³ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция „Електротехника, електроника и автоматика” с оригинално заглавие на български език: СРАВНИТЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ДВА ТИПА ТЕРМОФОТОВОЛТАИЧНИ КОЛЕКТОРИ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Характеристики на изследваните термофотоволтаични колектори

Изследвани са два колектора – плосък поликристален комбиниран, с флуид пропилен гликол CPVT60P250 – фиг.1 (Crane Ltd.) и с вакуумни тръби Virtu PV/T vacuum tube collector, фиг.2 (Naked Energy).



Фиг.1. Конструкция на термофотоволтаичен панел – общ вид: 1- фотоволтаичен модул (photovoltaic module - solar PV cells); 2 – вход/изход за флуида (fluid inlet/outlet); 3 – топлообменник (heat exchanger - absorber); 4 – алуминиев гръб (aluminium back); 5 – топлоизолация (вата) (insulation (whole)); 6 – алуминиева рамка (aluminium frame).

Топлофизичните характеристики на плоския колектор са подходящи за работата му и при ниски температури през зимния период (Nicolov, M. & Коев, К., 2019). Такива са климатичните условия и на разглеждания район.

Максималната електрическа мощност на плоските PV/T-панели е 250 W, а топлинната – 890 W. Стойностите на тези и други показатели са определени при интензитет на слънчевата радиация $G = 1000 \text{ W/m}^2$ и температура на околната среда $T_a = 25^\circ\text{C}$ (Crane Ltd.).

Вакуумните тръби 2 на термофотоволтаичния панел (фиг.2) са изработени от боросиликатно стъкло. То ограничава в голяма степен топлинните загуби в околната среда. Това позволява колекторът да работи при по-ниски температури и при по-голям интервал на изменение на температурата на околната среда, в сравнение с други конструкции.

Във вакуумните тръби са разположени високоефективни монокристални фотоволтаични елементи във вид на ленти, чиято задна част е покрита със специален слой, който ограничава загубите на енергия. Под фотоволтаичните ленти е разположен плосък алуминиев/меден абсорбер за акумулиране на топлинната енергия. В абсорберите са вградени медни тръбички, в които протича флуидът, и чрез тях вакуумните тръби се свързват към системата за оползотворяване на топлинната. Изводите на фотоволтаичните клетки са изведени чрез подходящ конектор, близо до медните тръбички. Флуидът е воден разтвор на гликол, с обем за една вакуумна тръба 0,15 л. Ако модулът се състои от 6 вакуумни тръби, общият обем на флуида в системата е 1,7 л.



Фиг. 2. Конструкция на термофотоволтаичен модул с вакуумни тръби – общ вид: 1-монтажна основа (montage base); 2 – вакуумна тръба (vacuum tube); 3 – фиксиращ профил (fixing profile); 4 – оградящ елемент (board element).

Максималната топлинна мощност на колекторите с вакуумни тръби е 275 W, за модел с рефlector (PV/T), който се монтира въшно надлъжно на стъклените тръби така, че да не засенчва фотоволтаичните клетки, и 215 W за модел без рефlector (PV/T HD). Електрическата мощност е 70 W и 55 W за модел PV/T HD (Naked Energy UK).

Колекторите с вакуумни тръби са подходящи за монтаж на всеки вид покрив, а също вертикално на фасадите на сградите. Абсорберът на по-мощния модел, заедно с фотоволтаичните клетки, е монтиран под фиксиран ъгъл 35°, а за другия модел PV/T HD е предвидена възможност за промяна ъгъла на абсорбера: 20°, 0° и -20°. При този модел не се използва рефlector, което позволява по-плътното подреждане на вакуумите тръби и увеличаване на полезната площ. Двата вида колектори с вакуумни тръби, за разлика от плоските модули, не изискват разстояние между фотоволтаичните клетки, защото те са с малка ширина, и няма опасност от засенчване.

Изследване на ефективността на PV/T-колектори

Условията на работа и техническите характеристики на хибридните колектори определят конкретните стойности на коефициентите на полезно действие (к.п.д.) – общия, електрическия и топлинния (Tiwari, G. & Dubey, S., 2010). К.п.д. на PV-модулите η_{PV} може да се определи чрез характерни температури T по формулата:

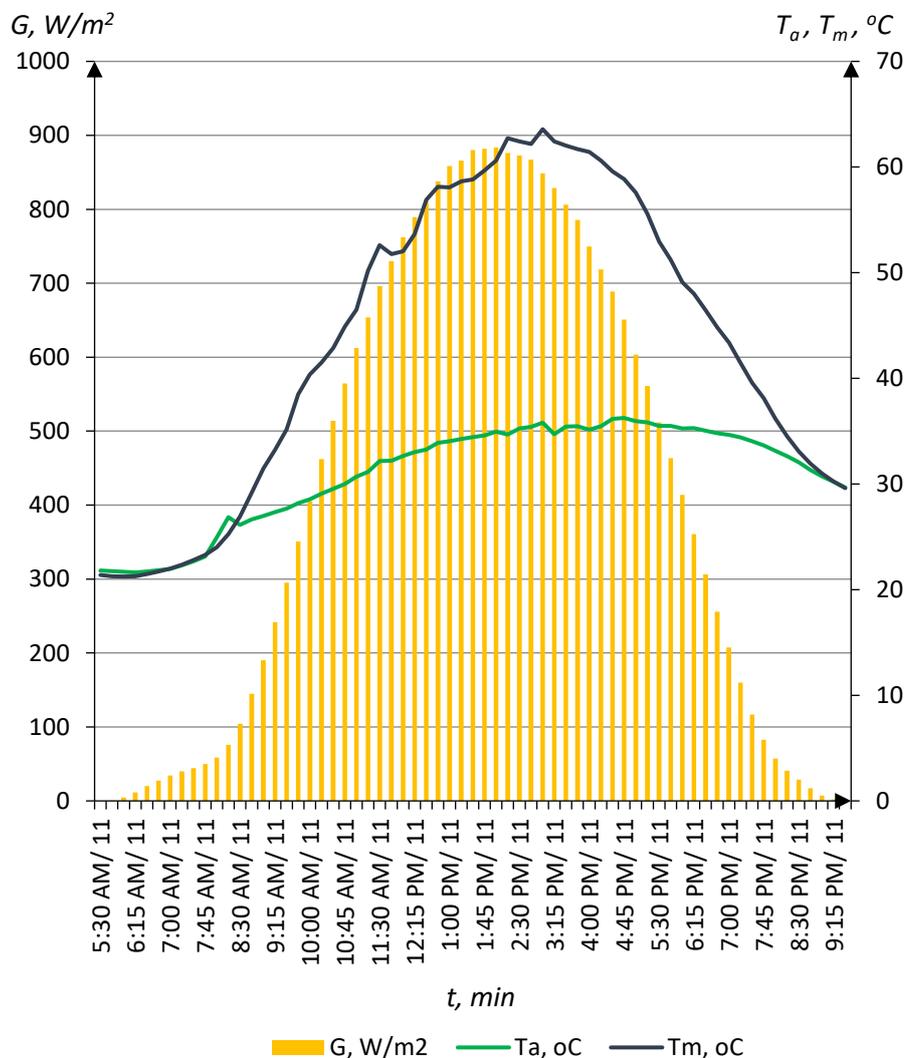
$$\eta_{PV} = \eta_{PVref} \cdot [1 - \beta_0 \cdot (T_{PV} - T_{PVref})], \quad (1)$$

η_{PVref} - к.п.д. на PV-модулите, при определени условия – температурата на модулите $T_{PVref} = 25^\circ\text{C}$ и интензитет на слънчевата радиация $G = 1000 \text{ W/m}^2$; T_{PV} – температурата на колекторите, при конкретните условия, $^\circ\text{C}$; β_0 – температурният коефициент на колекторите, даден от производителя, $\%/^\circ\text{C}$.

Коефициентът β_0 показва с колко процента намалява стойността на мощността на PV-колектора, при повишаване на температурата му с 1°C (Duffie, J. A. & Beckman, W. A., 2013, Tiwari, G. & Dubey, S., 2010).

Изследването се провежда за района на гр. Русе, който се характеризира с умерено-континентален климат. Зимният период е студен, с температури -20°C и по-ниски. Лятото е горещо, с температури $(+20\dots+40)^\circ\text{C}$ и по-високи (WeatherOnline). Използват се данните от измервателна станция за мониторинг на параметрите на изградена фотоволтаична централа на покрива на промишлен обект (SMA).

Температурите на околната среда и на термофотоволтаичните модули, както и интензитета на слънчевата радиация, са измерени през типичен летен ден (11 юли). Тези данни, заедно с допълнителна информация от каталозите на производителя (Naked Energy), се използват за изчисляване стойностите на к.п.д. (електрически) на PV/T-колектора с вакуумни тръби по формула (1). Стойностите на к.п.д. за плоския колектор са представени в (Nicolov, M. & Коев, К., 2019). Резултатите от измерванията са показани на фиг.3, а от изчисленията – на фиг.4.

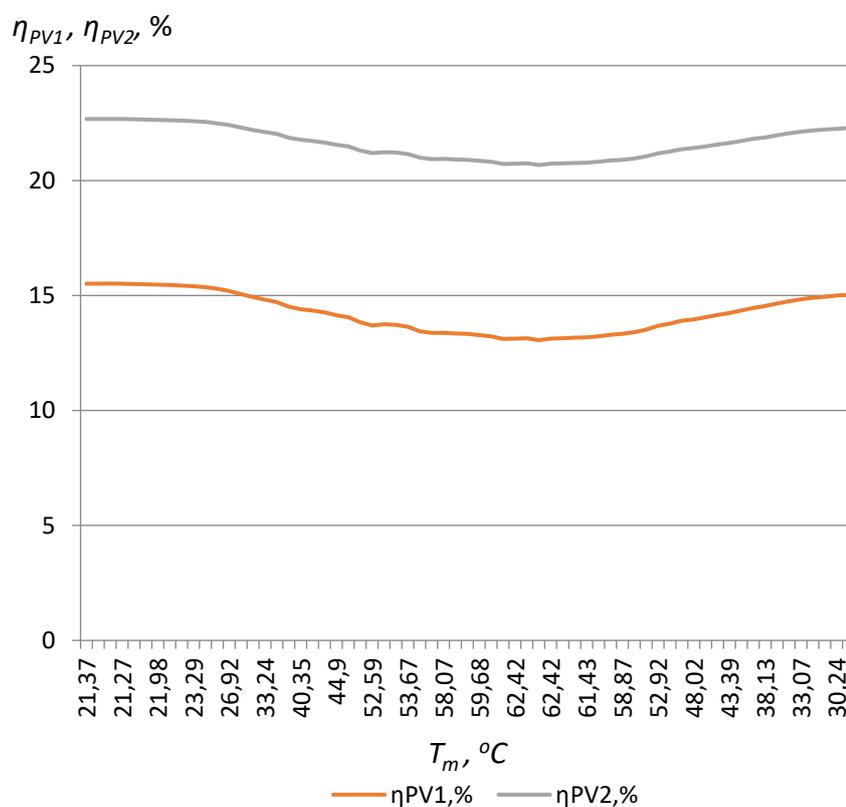


Фиг.3. Изменения на интензитета на слънчевата радиация (G), температурата на околната среда (T_a) и температурата на панелите (T_m) през 15 min за типичен летен ден.

Изменението на интензитета на слънчевата радиация G на фиг.3 е с характерна форма и се дължи на денонощното движение на Земята около оста си. Подобни са измененията на

температурите на модулите T_m и на околната среда T_a . Причината е, че температурите се определят от интензитета G .

В измененията на величините, представени на фиг.3, се забелязват и разлики - в амплитудите, в минималните стойности и в моментите на максималните стойности. Температурните максимуми са регистрирани по-късно („изостават“) от този на интензитета G , а стойностите на температурите не спадат до 0, както G . Тези особености се дължат на разликите в топлинните капацитети на панелите и на покрива на сградата, върху който те са монтирани. Стойностите на капацитетите са правопрпорционални на обема на съоръженията и се определят от характеристиките на конструктивните материали. Фотоволтаичните модули са с много по-малки размери и обем в сравнение с обема на въздуха в околната среда, т.е. топлинният капацитет на панелите е по-малък от този на въздуха. По тази причина скоростта на изменение и амплитудата на температурата на модулите T_m са по-големи от тези за температурата на околната среда T_a . Причините са тъмният цвят на фотоволтаичните клетки на колекторите и големият им коефициент на поглъщане на слънчевата радиация (Duffie, J. A. & Beckman, W. A., 2013).



Фиг.4. Изменения на електрическите коефициенти на полезно действие (к.п.д.) на PV/T-плосък колектор (η_{PV1}) и на PV/T-колектори с вакуумни тръби (η_{PV2}) през 15 min за типичен летен ден

Анализът на графиките на фиг.4 показва, че електрическият к.п.д. на PV/T-плоски колектори, за най-горещите часове от летния период на годината, е по-малък с (7,16,....,7,62) %, в сравнение с PV/T-колектори с вакуумни тръби. Това е голяма разлика, която зависи от метеорологичните условия и от характеристиките на сравняваните модули. В периода с най-високи температури к.п.д. за двата вида колектори е най-малък, но при PV/T-колектори с вакуумни тръби стойността му не спада под 20%. При тези колектори, получената топлинна енергия от слънчевата радиация е по-голяма, което повишава общия к.п.д. на системата. Той

се определя като сума от електрическия и топлинния к.п.д. на PV/T-модулите (Tiwari, G. & Dubey, S., 2010).

ИЗВОДИ

Хибридните PV/T-коллектори с вакуумни тръби са по-подходящи от PV/T- плоски панели, в район с изразен умерено-континентален климат. Една от причините е, че се понижава температурата на PV-елементите, особено в часовете с най-висока температура на околната среда. По този начин се повишава к.п.д. на тези елементи и се създават условия за по-дълъг период на експлоатация. Електрическият к.п.д. е (20,74,..., 22,67) %, за разглеждания период от годината в анализирания район. Други причини за приложението на PV/T-коллектори с вакуумни тръби са техните отлични характеристики и възможност за монтаж на всички покриви и фасади.

REFERENCES

Crane Ltd. URL: https://crane-bg.com/files/pvt_module_broshura.pdf. (Accessed on 20.05.2021).

Duffie, J. A. & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. Fourth Edition, John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Naked Energy, UK . URL: <https://www.nakedenergy.co.uk/> (Accessed on 20.05.2021).

Nicolov, M. & Koev, K., (2019). Investigation the possibilities to use photovoltaic-thermal panels. 58 th Science Conference of Ruse University - SSS, Bulgaria, Proceedings of the University of Ruse - 2019, volume 58, book 3.4, 21-27. URL: <http://conf.uni-use.bg/bg/docs/sns/2019/EEA.pdf> (**Оригинално заглавие:** Николов, М., К. Коев, 2019. Изследване възможностите за приложение на термофотоволтаични панели. 58-а научна конференция на Русенски университет – Студентска научна сесия. Сборник научни доклади, т. 58, кн. 3.4, 21-27.)

SMA. URL: <https://www.sma.de/>. (Accessed on 20.05.2021).

Tiwari, G. & Dubey, S. (2010). *Fundamentals of photovoltaic modules and their applications*. Cambridge: Royal Society Of Chemistry.

WeatherOnline. URL: www.weatheronline.co.uk. (Accessed on 20.05.2021).

THU-SSS-CCT-01

AN INTERACTIVE SYSTEM FOR LEARNING HOW TO DETERMINE INVESTMENT EFFICIENCY⁴

Angel Popgeorgiev, Bachelor Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 88 512 4442
E-mail: angeelll@abv.bg

Princ. Assist. Elitsa Ibryamova, PhD

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082 888-827
E-mail: EIbryamova@ecs.uni-ruse.bg

***Abstract:** It's inevitable to avoid risk when a company has to undertake significantly larger investment projects. For a business to grow, its financial decision-makers have to be very certain and confident in their judgment, skills, and knowledge. This paper affirms the need for financial analysis software in business and proposes a desktop software solution that can aid the education of financial decision-makers and others. The described software solution uses data analysis tools such as Pandas, NumPy, the Python programming language. It is designed to be used with large data set and provides an interactive financial analysis workplace with visual presentation. Such desktop software can also expose students of finances to the idea of managing and utilizing large investment data sets.*

***Keywords:** Efficiency, Investment, Capital Budgeting, Cash Flow, Net Present Value, Internal Rate Of Return, Discounted Payback Period, Business Analysis, Large Data Set, Desktop Software Solution*

INTRODUCTION

A company during its lifespan eventually has to consider undertaking large investment capital projects so that its business can grow and expand. Significant financial planning is required to make a well-informed decision about which projects to approve and pursue. The company's financial decision-makers have to determine the investment efficiency of capital projects. Therefore, it is important for financial decision-makers, such as investors and business analysts, to understand and apply the investment efficiency measurements that are part of the capital budgeting management process.

What Is Capital Budgeting: Capital budgeting is a financial management tool that can be used to measure a project's potential risks and expected long-term return on investment. Companies must carefully consider the capital investment that a project requires and the amount of value expected to determine whether it is worth pursuing (Capital Budgeting: Definition, Importance and Different Methods, 2021).

Why Is Capital Budgeting Important: It lowers the risk that a company takes after the projects it undertakes are done with the analysis capital budgeting process done and it will be possible to demonstrate that a project can be a worthwhile investment. The completed capital budgeting process provides a financial plan because it requires a significant amount of planning to understand how much money the firm needs for the investment. This helps clarify the investment decisions, which is essential for any successful company to know which projects to pursue now and which should be put on hold (Verbeck, 2020).

Why Is Understanding Capital Budgeting Important To Business: Capital budgeting creates accountability and measurability of potential projects. Any business that seeks to invest in a

⁴ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: ОБУЧИТЕЛНА СИСТЕМА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА ИНВЕСТИЦИИТЕ.

project without understanding the risks and returns will be held as irresponsible by its shareholders. Furthermore, with no way of measuring effectiveness of investments, a business would have little chance of surviving in the competitive marketplace (Pinkasovitch, 2021). Therefore, financial decision-makers must learn and understand how to apply the capital budgeting measurement process to be confident in their decisions and demonstrate the effectiveness of investment. Creating an interactive software system to aid and ease their learning process will help them build the required confidence which will be of great benefit to any business.

Relevance to Business Analytics: Business analysts have to use a set of software applications to build statistical models to make educated predictions about business problems. Such organizations collect and manage large sets of data that need to be analyzed. The business analytics process is a seven step process (Hargreaves, 2013). A software application can be created to assist analysts at step three (analyze) and step four (predict). A necessary requirement for such a software application is to operate on a large data set. Satisfying this requirement would allow such a system to be used by a business analyst or expose financial students to the idea of managing a large data set.

Capital Budgeting Methods - Investment Efficiency Measurements: The three most commonly used capital budgeting valuation methods that can be used to determine whether a project is promising and worthwhile are:

- Net present value (NPV)
- Internal rate of return (IRR)
- Discounted payback period (DPP)

Businesses use these valuation methods to either accept or reject investment projects. The most favorable method among business analysts is the net present value (NPV), although the internal rate of return (IRR) and discounted payback period (DPP) are often used under certain circumstances. Financial decision-makers can have the most confidence in their analysis when all three methods indicate a positive value (Pinkasovitch, 2021).

Net Present Value: The net present value (NPV) represents the difference between the present value of cash inflows and outflows. A positive NPV, means that a profit will be generated overtime, while a negative NPV means losing money. NPV can be calculated using the following formula (Net Present Value, 2020):

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_o \quad (1)$$

where C_t - cash flow during the period t ; C_o - total initial investment costs; r - discount rate; t - number of time periods.

Internal Rate Of Return: Calculation of internal rate of return (IRR) allows for an investment to see if it will be profitable without a discount rate. It is calculated by finding a rate at which NPV equals 0. Mathematically this looks like (Tamplin, 2021):

$$0 = NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+IRR)^t} - C_o \quad (2)$$

where parameters are the same as in formula (1) except the rate r is now IRR. Calculation of such rate manually requires a lot of trial and error guesswork and even experience by the financial decision-maker. This can be avoided, if the software relieves the user from this guesswork. That way it will guarantee that a financial decision-maker knows the IRR measurement of investment.

Discounted Payback Period: The payback period is a measurement that can estimate the length of time it takes for an investment to generate enough cash inflows to recover the initial investment. The ordinary payback period does not factor in the time value of money - present value. However, similarly to NPV, the discounted period does. Therefore it is more accurate and it can be calculated using the following formula (Discounted Payback Period | Formula, Example, Analysis, Conclusion, n.d.):

$$DPP = W + \frac{B}{F} \quad (3)$$

where W - last period before the net discounted cash flow goes into investment recovery; B - remaining balance of the initial investment to be recovered; F - Total amount of discounted cash flows after the recovery period.

EXPOSITION

Analysis Of Existing Software Solutions: An online search was concluded to discover existing capital budgeting solutions on the Internet. Only a few of them were able to simultaneously calculate the three common investment efficiency methods. Unfortunately, these systems were incomplete and lacking further explanation. Most other solutions that exist are specific to calculate only one of the efficiency methods at a time. All software solutions found were designed to calculate only a single investment's cash flows. Most of them share very similar characteristics such as:

- They are designed for quick single use in an input form, built using web technologies (HTML, CSS, JavaScript or server-sided logic like PHP)
- Some provide an explanation of the formula below the input form.
- The forms provide fields for initial investment, discount rate, calculate button and buttons to add and remove periods.
- Results display solely the measurement value with no way to compare more than one investment.

These solutions are not advanced web systems that work with big data because they do not use the advanced software technologies to process big data (Stefanova and Draganov, 2019). They are clearly unsuitable for big data processing. The business analysis needs big data processing systems.

Requirements And Goals: Based on the online search, such software application must adhere to the following requirements to be competitive with the existing systems:

- Simple, intuitive and easy-to-use interface.
- Display results in a clean and straightforward manner.
- Ability to add or remove the periods of investment.

In addition to the aforementioned requirements, the interactive system for learning how to determine the investment efficiency described in this paper, will also adhere to the following goals:

- Allow the user to import or export the inputted data using a data interchangeable format.
- Capability to processing large data sets as required by the business analysis field.
- It must provide means to compare more than one investment, preferably a way to display the most promising and favorable investments.
- It must come with an explanation and examples of the capital budgeting methods.
- It has to provide a visual representation of the investment's cash flows over the periods.

Designing An Interactive System: Considering the data driven nature of the business analysis field, the requirement to save or load large data sets and the computational amount hints that developing a desktop software application would be an ideal choice. The user of the application also has to manipulate different investment cash flows, including their lengths and discount rate. A use case diagram of the necessary functionality can be seen in Fig. 1 below. A detailed diagram of the typical workflow using the proposed interactive system can be viewed in Fig. 2.

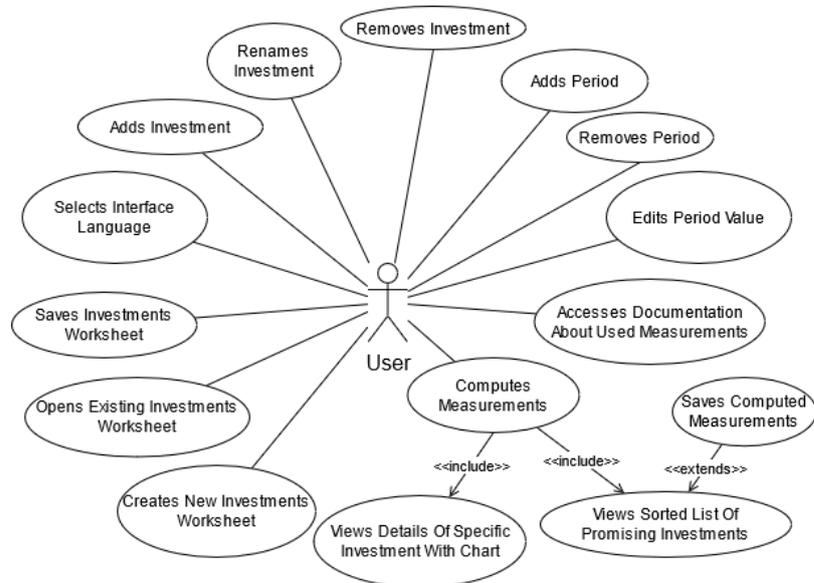


Fig. 1. Use case diagram of the necessary functionality from user perspective.

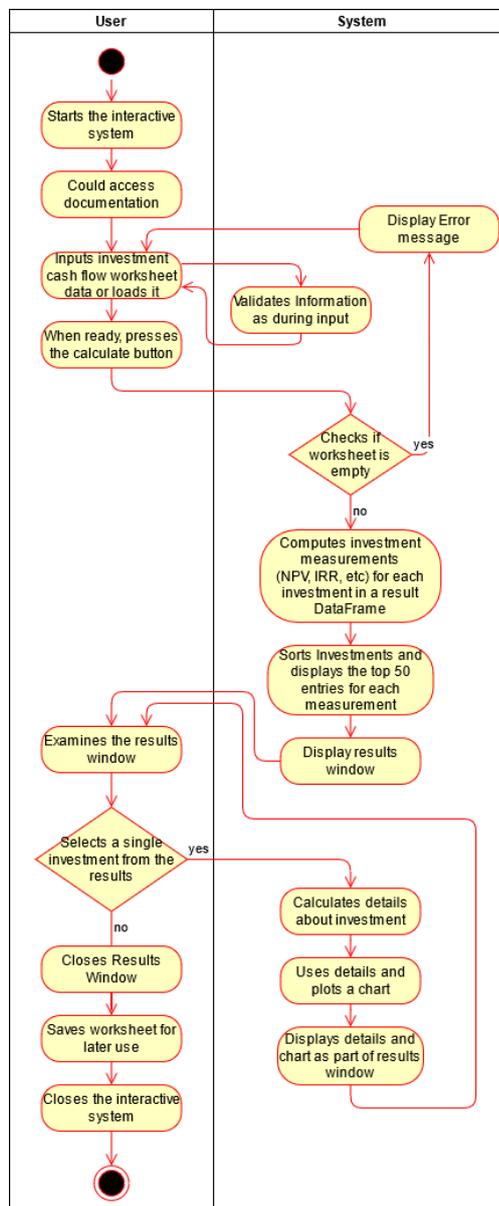


Fig. 2. Activity diagram of the typical workflow using the application

Implementing An Interactive System: Implementing the software system into an actual product requires the use of appropriate developing tools. The *Python 3* programming language was chosen because it is widely used both for developing desktop applications and within the field of data science and data analysis. To achieve faster speeds than raw python and being able to work with data sets known to business analysts the two *SciPy* (Scientific Python) libraries *NumPy* and *Pandas* were used. The graphical user interface is backed up by the official python Qt6 bindings called *PySide6*. The graphing functionality extended is provided by the scientific graphing library *pyqtgraph*. These stable and mature libraries and the familiarity of python 3 in the business analysis field make the python programming language an excellent choice.

Internally, the interface has to directly edit a *Pandas DataFrame* using the Model/View concept by developing an appropriate model. This creates an important interface to directly manipulate *Pandas DataFrame* almost natively using Qt6. Externally, the interface (see Fig. 3) provides a tidy, straightforward, and attractive working experience.



Fig. 3. Re-sized main window showing the investment worksheet.

The user can save or load into following file formats: *.csv; *.json or *.xlsx file. When calculations start a progress bar is shown, giving information back to the user about the computational process. Afterward, the user is presented with the sliced view of the data set showing the top investments of all measurements. The user is able to sort the view according to the measurement to compare all investments against. An interactive chart and details are provided for the selected investment where the user is able to analyze it in depth, see Fig. 4.



Fig. 4. The results display depicting the top investments, details and visual interactive chart.

Tests And Results: The implemented software application was tested with hypothetical investments using randomly generated numbers within an appropriate probable range. Samples of

these numbers can be seen in Fig. 3 and Fig 4. This was used to test the reliability of the software and to measure the computation time. The calculation speeds of these hypothetical investments are: 3 seconds for 1000 investments with 12 periods; 36 seconds for 10,000 investments with 12 periods; 6 minutes and 32 seconds for 100,000 investments with 12 periods.

CONCLUSION

The presented software solution is an interactive system for learning how to determine the investment efficiency that combines the strong points of the existing solutions, solves their shortcomings and provides an attractive and tidy learning workplace. Such interactive solutions can aid the education of young financial decision-makers helping them gain the required understanding and confidence in their skill set. Combining the language and tools business data analysis use, a product foundation is created that can be adapted and extended as needed by business analysts.

REFERENCES

- Designingbuildings.co.uk. (2020). Net Present Value. [online] Available at: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Net_Present_Value [Accessed 16 May 2021].
- Hargreaves, C., (2013). The 7-step Business Analytics Process. [online] National University of Singapore - Institute of Systems Science. Available at: <https://www.iss.nus.edu.sg/community/newsroom/news-detail/2016/06/24/the-7-step-business-analytics-process> [Accessed 17 May 2021].
- Indeed.com. (2021). Capital Budgeting: Definition, Importance and Different Methods. [online] Available at: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/capital-budgeting> [Accessed 16 May 2021].
- Pinkasovitch, A., (2021). An Introduction to Capital Budgeting. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/articles/financial-theory/11/corporate-project-valuation-methods.asp> [Accessed 16 May 2021].
- Stefanova, S. and Draganov, I., (2019). Comparison between advanced software technologies for creating web systems working with Big Data. Proceedings of the 20th International Conference on Computer Systems and Technologies, pp.269-272.
- Study Finance. (n.d.) Discounted Payback Period | Formula, Example, Analysis, Conclusion. [online] Available at: <https://studyfinance.com/discounted-payback-period/> [Accessed 17 May 2021].
- Tamplin, T., (2021). Internal Rate of Return Formula | How to Calculate IRR. [online] Finance Strategists. Available at: <https://www.financestrategists.com/finance-terms/irr/irr-formula/> [Accessed 16 May 2021].
- Verbeck, T., (2020). Why Capital Budgeting Is Important for Your Business. [online] Fast Capital 360. Available at: <https://www.fastcapital360.com/blog/importance-of-capital-budgeting-in-business/> [Accessed 16 May 2021].

WEB-BASED LEARNING ENVIRONMENT ON "MULTITHREADED PROGRAMMING"⁵

Eng. Antonio Panayotov – MSc Student

Department of Computer Systems and Technologies,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Tel.: +359 89 339424

E-mail: antonio.panayotov97@gmail.com

Assoc. Prof. Georgi Georgiev, PhD

Department of Computer Systems and Technologies,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Phone: +359 82 888 744

E-mail: gtgeorgiev@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper reviews existing learning management systems and presents an optimal web based system that consolidates lessons, exercises and tests. The system aims to facilitate understanding and support the acquisition of lasting knowledge and skills in the field of multithreaded programming.*

***Keywords:** Distance Education, Distance Learning, E-Learning, Learning Management Systems, Multithreaded Programming*

ВЪВЕДЕНИЕ

Нарастващата роля на онлайн обучението изисква ученици, студенти и преподаватели да се приспособят към нов стил и нова среда на провеждане на занятията. Това понякога може да се окаже предизвикателство поради много причини. При живата връзка всичко се случва интуитивно и естествено – разговорът между хората очи в очи, работа с познатите химикалки и тетрадки, бялата/черната дъска, работата поотделно с всеки обучаван. Лабораторните условия и академичната атмосфера в учебните заведения спомагат за цялостната учебна нагласа. За съжаление, това са част от недостатъците на онлайн обучението.

Дистанционното обучение (distance education, distance learning) е обучение на ученици, които невинаги могат да присъстват физически в училище (Honeyman, M., & Miller, G., 1993).

Дистанционното обучение има присъщи предимства и недостатъци. За да се преодолеят недостатъците, е препоръчително то да се използва като **допълнение**, а не като заместител на традиционното обучение. В идеален случай, то може да бъде по-скоро полезно, но най-полезно е тогава, когато замества **невъзможността** от живо присъствие. Предимствата се състоят в бързия и лесен достъп до учебното съдържание, съучениците/колегите, преподавателите и виртуалните зали за провеждане на занятия. Интернет бавно измества значението на преподавателите и библиотеките, защото достъпът до учебни материали е „на един клик разстояние”. Самоподготовката е улеснена. Всички нужни учебни материали могат да се достъпят чрез мобилно устройство; липсва неудобството от пренасяне на всички учебници и тетрадки, когато учещият има желание да прочете или провери нещо в даден момент – това става за секунди. Преподавателите също имат ползи. Те могат да обновяват своето учебно съдържание лесно, редактирайки конкретния файл. Не е необходимо да се коригират или принтират нови листи, или преиздават цели книги. Съществуват немалко приложения „инструменти”, подпомагащи обучението, които могат лесно да се предоставят на обучаемите за дистанционно ползване.

⁵ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 г. в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: УЕБ БАЗИРАНА СРЕДА ЗА ОБУЧЕНИЕ ПО ТЕМАТА „МНОГОНИШКОВО ПРОГРАМИРАНЕ”.

Дистанционното обучение има и други предимства – спестява разходи и благоприятства за по-чиста околна среда. В публикацията “Cost Effectiveness and Cost Efficiency in E-learning” (Hjeltnes, T., & Hansson, B., 2005) се изтъква ефективността на разходите при дистанционното обучение, установена чрез проучвания. От обществена перспектива, при него не съществуват географски препятствия, преподавателите потенциално притежават повече време за изследвания, а обучаващите се преценяват колко време да прекарват в усвояване на материала; от институционална – образователните институции спестяват разходи за поддръжка на помещенията. Поради по-голямата достъпност се разширява възможността за записване на повече студенти, което от своя страна носи приходи на учебното заведение. Проучване на Open University – „Towards Sustainable Higher Education: Environmental Impacts of Campus-Based and Distance Higher Education Systems“ (Roy, R., 2005) установява, че онлайн курсовете спестяват 90% от енергийната консумация и произвеждат 85% по-малко емисии въглероден диоксид на студент в сравнение със стандартните университетски курсове.

Разработката “Уеб базирана среда за обучение по темата ‘Многонишково програмиране’” е подходяща за дистанционно обучение, бидейки достъпна за потребителя през мобилно устройство, таблет или персонален компютър по всяко време. Темата “Многонишково програмиране” има връзка с особеностите при работата на съвременните операционни системи, а реализацията на алгоритмите в приложението - с особеностите на програмните езици. Фактът, че системата е уеб базирана я прави приложима за дистанционна форма на обучение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Официалното название на динамичните уеб базирани платформи за обучение е Learning Management Systems (LMS) – Системи за управление на обучението.

Система за управление на обучението (LMS) е софтуерно приложение за администриране, документиране, проследяване, докладване, автоматизация и провеждане на образователни курсове, програми за обучение или програми за обучение и развитие (Ellis, R., 2009).

Съществуващи решения

Moodle е една от най-известните LMS. Съкращението Moodle означава Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (модулна обектно-ориентирана динамична учебна среда). Написана е на PHP и е безплатна.

TalentLMS е силно конфигурируема LMS. Използва се от хиляди организации, някои от които: cPanel, Delonghi, Acquia и University of Arizona. Предлага се като търговска облачна услуга, с безплатен (ограничен до 5 потребителя и 10 курса) и платени планове.

Tovuti LMS е известна платена облачно базирана LMS, използвана от малки и големи предприятия. Интегрирана е с множество платформи за уеб конферентна връзка, като BigBlueButton, Zoom и др.

Adobe Captivate Prime е онлайн система за управление на обучението (LMS), разработена от Adobe. Използва се от малки и големи компании. Системата е платена, но има безплатен пробен период от 30 дни. Може изцяло да се конфигурира за нуждите на компанията.

Google Forms е безплатно уеб приложение за създаване на формуляри (проучвания или тестове). Единственото изискване е потребителя, създаващ проучването или теста да има Google акаунт.

Изводи от разгледаните решения

Много от системите изискват платен лиценз, чието закупуване невинаги представлява възможен сценарий. Сложните системи са често неподходящи за малки цели, поради сложността им и цената им. Също така, разгледаните системи са универсални и не са

фокусирани върху конкретна тема. Липсва уеб базирана система, която едновременно разглежда темата „многонишково програмиране“, предоставя инструмент (приложение с потребителски интерфейс) за упражнение върху известни алгоритми и поддържа базови функции на една LMS – потребители, тестове, статистика, т.е. цялостна среда за обучение с готово съдържание, от която всеки може да се възползва.

Цел и задачи

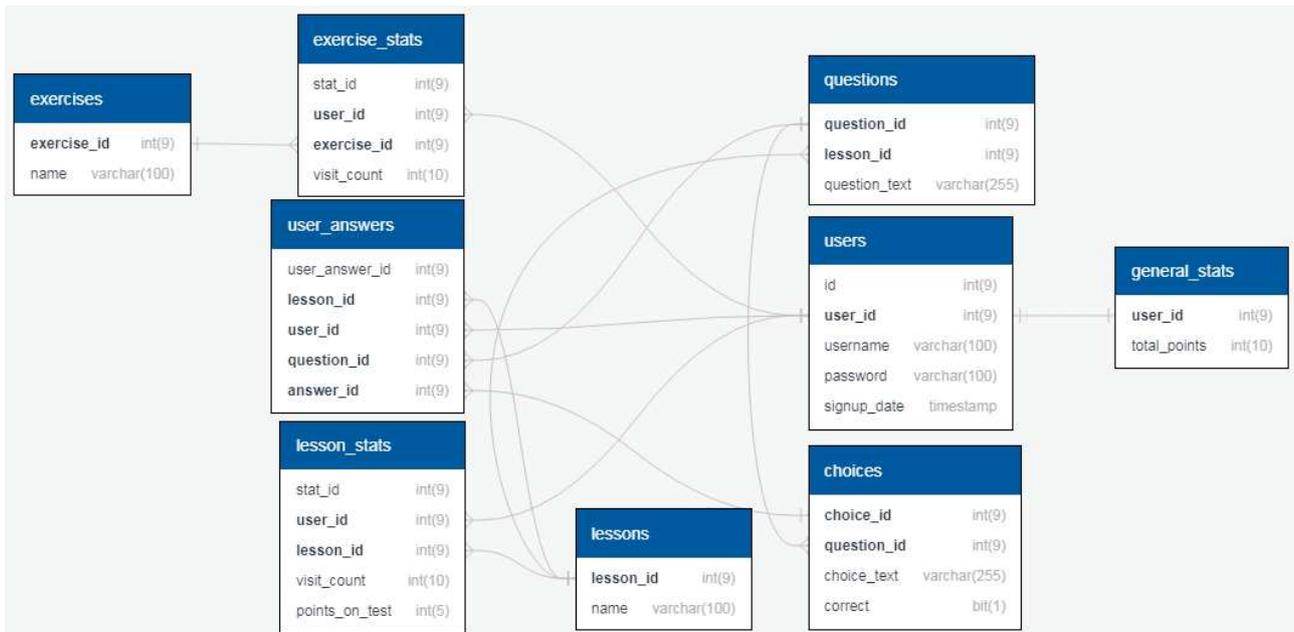
Целта е да се разработи уеб базирана среда с обучителна насоченост, която да консолидира уроци, упражнения и тестове по темата „Многонишково програмиране“. Това определя нуждата от достоверни и актуални информационни източници; средство (изпълнимо приложение), ръководещо процеса на упражненията и тестове към всеки урок с елемент на състезание (събиране на точки и съответно стремеж за изпреварване на останалите потребители). Тази среда ще спомогне за усвояването на знания по темата „Многонишково програмиране“. За да бъде полезна, тя трябва да се реализира основните функции на една LMS.

Задачите, чиито решения ще постигнат целта са:

- Да се реализира интуитивен потребителски интерфейс – да бъде ненатоварващ – прост и лесен за навигация;
- Системата да е преносима, т.е. да е независима както хардуерно, така и на ниво операционна система, за да е достъпна за по-широка аудитория;
- Дизайнът на интерфейса да е „responsive“, т.е. да се приспособява към различни размери на екрана;
- Да се включат теми от съществено значение в раздел “Уроци”;
- Да се поддържа регистрацията и вход на потребители;
- Да се създаде база данни, съдържаща потребителски данни и данни за тестовете;
- Достъпът до базата данни да е сигурен – заявките към нея да са параметризирани;
- Всеки регистриран потребител да има възможност да прави тест по всяка тема, събирайки точки, които отключват достъп до нови тестове;
- Да има прозорец, част от интерфейса, показващ статистическите данни на потребителя;
- Да има раздел “Класация”, където всеки потребител да може да види базова информация за други регистрирани потребители, вкл. и събраните от тях точки;
- Да има раздел „Контролен панел”, с помощта на когото администраторът да може да добавя и изтрива въпроси, както и да преглежда отговорите на тестовете на всеки потребител.
- Да се опишат няколко основни примера от съществено значение в областта на многонишковото програмиране в раздел “Упражнения”;
- Упражненията да бъдат подпомогнати от приложение с потребителски интерфейс, илюстриращо фундаментални проблеми в сферата на многонишковото програмиране с цел затвърждаване на знанията.

Логически модел

На фиг. 1. е показан реляционният модел на базата данни. Съществуват релации 1:1 (едно към едно) и 1:M (едно към много).



Фиг. 1. Релационен модел на базата данни

Архитектура

За целта е избран клиент-сървър модел с три йерархични слоя: презентационен, приложен (логически) и даннов (за обработка на данни), т.е. архитектурата е **трислойна (three-tier)**. Сървърът е отговорен за динамичното генериране и предоставяне на част от информацията, което по определение прави уеб страницата динамична.

Връзката между клиента и сървъра, както и между сървъра и базата данни е двупосочна. Клиентът изпраща заявки към сървъра чрез своя интернет браузър (потребителския интерфейс), след което сървърът ги изпраща към базата данни. Базата данни връща отговор към сървъра, предоставяйки заявените данни, които от своя страна ги връща към клиента. Презентационният слой е реализиран посредством езиките HTML и CSS; Логическият слой – посредством JavaScript и PHP; Данновият слой – посредством MySQL. Чрез потребителския интерфейс потребителите задействат логиката на системата. JS се изпълнява в браузъра на клиента, докато PHP се изпълнява на сървъра. Базата данни съхранява входните данни на потребителите, тяхната статистика, въпросите и отговорите от тестовете, както и отговорите на потребителите за всеки въпрос, които администраторът на системата може да проверява. СУБД MySQL управлява всички инструкции на базата данни.

На фиг. 2. е показана архитектурата на системата.



Фиг. 2. Архитектура на системата

Реализация

Администраторът на системата има достъп до контролен панел, където може да добавя и изтрива въпроси, и да преглежда подробна статистика за всеки потребител: брой посещения за всеки урок и упражнение, брой точки от всеки тест, както и дадените от него отговори на въпросите от тестовете.

На фиг. 3. е представен модулът за добавяне, а на фиг.4. – за изтриване на въпроси.

Фиг. 3. Контролен панел – добавяне на въпроси

ID на урока	Заглавие на урока	ID на въпроса	Текст на въпроса	Изтриване
1	Въведение. Основни понятия	5937045	Кое от следните твърдения НЕ е вярно?	Изтрий
1	Въведение. Основни понятия	23423	Какво означава многоишковост?	Изтрий
1	Въведение. Основни понятия	2336	От кого е въведено понятието "нишка"?	Изтрий
2	Процеси и нишки	5011	Какво си взаимодействия само чрез осигурени от системата механизми за комуникация?	Изтрий

Фиг. 4. Контролен панел – изтриване на въпроси

На фиг. 5. е показана статистиката на потребител "admin".

Статистика на потребител 'admin' с ID '5685023'			
Име на урока	Брой посещения	Точки от теста	Отговори на теста
Въведение. Основни понятия	2	3	Прегледай
Проблеми и алгоритми	6	0	Прегледай
Взаимна блокировка (мъртва хватка/deadlock)	3	0	Прегледай
Процеси и нишки	4	2	Прегледай
Взаимно изключване и синхронизация	1	0	Прегледай

Фиг. 5. Отговори на потребител "admin" от теста „Процеси и нишки”

На фиг. 6. е показана таблицата с отговорите, дадени от потребителя "admin" за всеки въпрос от избрания тест, както и дали даден отговор е верен или грешен.

Отговори на потребител 'admin' от теста 'Процеси и нишки'		
Заглавие на въпроса	Отговор	Верен?
Какво си взаимодействия само чрез осигурени от системата механизми за комуникация?	Нишките	X
Какво наричаме процес?	Програма в етап на изпълнение от многозадачна операционна система.	✓
Как се нарича свойството на многозадачната операционна система да превключва между процеси?	Превключване на контекста (context switching)	✓

Фиг. 6. Отговори на потребител "admin" от теста „Процеси и нишки”

На фиг. 7. е представена част от теста върху темата „Процеси и нишки”, а на фиг. 8. – изглед от мобилна резолюция на част от урока „Въведение. Основни понятия”.

ПРОЦЕСИ И НИШКИ - ТЕСТ

Въпрос № 1 : Какво си взаимодействия само чрез осигурени от системата механизми за комуникация?

Процесите

Нито едно от двете

Нишките

Въпрос № 2 : Как се нарича свойството на многозадачната операционна система да превключва между процеси?

Превключване на контекста (context switching)

Превключване на приоритетите (priority switching)

Превключване на процесите (process switching)

Фиг. 7. Част от теста върху темата „Процеси и нишки”

Уеб базирана среда за обучение
на тема "Многонишково програмиране"

Начало Уроци Упражнения

Класация Контролен панел

ВЪВЕДЕНИЕ. ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ

Темата засяга фундаментална част от работата на съвременните операционни системи - управлението на процеси. Една операционна система трябва да разпределя ресурси за процеси, да им позволява да споделят и обменят информация, да предава ресурсите на всеки процес от други процеси и да синхронизира състоянието им с другите процеси. За целта ОС трябва да поддържа структура от данни за всеки процес, която описва състоянието и ресурсите, които заема. Чрез нея ОС упражнява контрол върху процеса.

Статистика	
Точки:	0
Дата на регистрация:	2021-05-25 13:17:24
Брой посещения:	1

Фиг. 8. Част от урока „Въведение. Основни понятия” – мобилна версия

ИЗВОДИ

Разработката „Уеб базирана среда за обучение по темата ‘Многонишково програмиране’” е подходяща за учебни цели и може да се използва за проверка знанията на студентите по темата „Многонишково програмиране”. Класацията на потребителите по точки разкрива общата картина на конкуренцията и има за цел да стимулира стремеж за изпреварване на останалите, което става с повече учене. Така всеки потребител може да си постави цел, която да следва. Колкото повече са регистрираните потребители и наличните въпроси, толкова по-предизвикателен ще бъде целия процес. Възможността на администратора да следи броя посещения на всеки потребител спомага за представата му, колко редовен е всеки от тях, а преглеждането на отговорите им – за това, къде те имат пропуски, както при контролна работа в присъствена форма на обучение.

Инструментът за онагледяване на многонишково програмиране може да се използва като допълнение. Нивото на интерактивност в приложението допринася за нужното разсейване от теорията чрез практически упражнения и задържане интереса на обучаемите към тематиката.

REFERENCES

- Honeyman, M., & Miller, G. (1993). Agriculture distance education: A valid alternative for higher education? URL: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED366794.pdf>
- Hjeltnes, T., & Hansson, B. (2005). Cost Effectiveness and Cost Efficiency in E-learning. URL: http://www2.tisip.no/quis/public_files/wp7-cost-effectiveness-efficiency.pdf
- Roy, R. (2005). Towards Sustainable Higher Education: Environmental impacts of campus-based and distance higher education systems. URL: https://www.researchgate.net/publication/237455722_Towards_Sustainable_Higher_Education_Environmental_impacts_of_campus-based_and_distance_higher_education_systems
- Ellis, R. (2009). A Field Guide to Learning Management Systems. URL: https://web.archive.org/web/20140824102458/http://www.astd.org/~media/Files/Publications/LMS_fieldguide_20091

WEB-BASED SYSTEM FOR IMPLEMENTING THE PROCESS OF APPLYING FOR FREELANCE PROJECTS⁶

Maria Hristova – Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: s173004@stud.uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 086-888-855
E-mail: giivanova@uni-ruse.bg

***Abstract:** The freelancing market on the territory of the Republic of Bulgaria is growing. Web-based platform for freelancers are needed to support the development of professionals who practice freelance services. Using specialized web-based platform for freelancer will help employers who offer freelance projects to find suitable candidates. The paper presents a design process of an special online platform for freelancers, which can help freelancers in the country to apply and work on real projects published by employers. The platform is designed in Bulgarian language and will promote the spread of freelance services within the Republic of Bulgaria.*

***Keywords:** freelance, web-based platform, software design, freelancer, freelance projects*

ВЪВЕДЕНИЕ

С развитието на технологиите и икономиката в новите условия, пазарът на труда драстично се промени. В световен мащаб все по-голям дял заема ГИГ икономиката (Huws, U., 2017), която се появи като форма на предоставяне на краткосрочни гъвкави онлайн професионални взаимоотношения и услуги от независими работници и предизвиква съществуващите бизнес модели и практики за управление на труда (Wood, A. J., 2019). Много се говори за разрушителния потенциал на дигитализацията и икономиката на споделяне на пазари на труда. Но все повече ще се обсъждат и предимствата на този нов вид заетост в онлайн платформите. Дали това е нова форма на самостоятелна заетост или нова форма на експлоатация? Колко работници го правят? Кои са те? Дали е техен основен източник на доходи или допълнение към други видове работа? Каква е реалността на тяхната работа и живот? И какви са последиците от тези нови реалности у нас и в чужбина? (Healy, J., 2017).

На тези въпроси тепърва ще се търсят отговори, но трябва да се отчете, че пазарът на фрилансиг услугите се развива все по-бързо и една от причините за това е, че Интернет платформите са идеалната среда за свързване на независими лица предлагащи услуги и купувачи на тези услуги – работодателите. Това се дължи и на нарастващия интерес към свободната практика (Akhmetshin, E. , 2018), където съответните заети лица имат свобода да разпределят времето си и имат избор за какви проекти, за колко време и за кого работят. Разбира се тук трябва да се отчетат и съответните проблеми с изграждането на взаимно доверие и нуждата от подобряване на комуникацията в тези бизнес взаимоотношения (Green, D., 2018). Осъществяването на този вид бизнес взаимоотношения изисква представяне на двете страни в онлайн пространството. Работодателят трябва да публикува проект за работа с ясни условия: очакваната продължителност, финансови детайли и информация за опита на търсения специалист. От другата страна самите фрилансър специалисти трябва също да имат

⁶ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: УЕБ БАЗИРАНА ПЛАТФОРМА ЗА ПОДПОМАГАНЕ НАМИРАНЕТО И КАНДИДАТСТВАНЕТО ЗА РАБОТА ПО ПРОЕКТИ НА СВОБОДНА ПРАКТИКА.

възможност да представят себе си със съответна бизнес визитка и с нея да кандидатстват за най-подходящите за тях проекти. Това налага необходимостта от развиване на уеб-платформи за подпомагане намирането и кандидатстването за работа по проекти на свободна практика.

В България също се отчита нарастващ интерес към иновативните бизнес модели (Kunev, S., & Antonova, D., 2014) (Antonova, D., Kunev, S., Venelinova, N., & Kostadinova, I., 2020) и все повече се увеличава дялът на фрилансър услугите. Проектирането и създаването на уеб-базирана платформа за фрилансери на български език ще подпомогне развитието на български специалисти, които практикуват фрилансинг услуги и ще улесни работодателите в България, които предлагат проекти на свободна практика в намирането на подходящи кандидати за работа по тях.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Проектът има за цел да разработи онлайн платформа, която да насърчи разпространението на фрилансинг услуги в Република България, както и да се предостави възможност на фрилансърите в страната да кандидатстват и работят върху реални проекти, публикувани от български работодатели.

Предизвикателствата пред разработката са свързани с това да се предостави възможност за по-лесна и бърза комуникация между работниците на свободна практика с клиентите нуждаещите се от техните иновативни услуги. Целта е да се улесни процесът на публикуване на проект от страна на работодателя и процесът на създаването на профилна визитка от страна на фрилансера, както и процесът на кандидатстване с помощта на предварително заложен в системата кратки препоръчителни стъпки от действия, които да насочват потребителите.

Описание на процеса на проектиране и създаване на платформата

В процеса на проектиране е направен анализ на съществуващи решения на английски език на платформи подпомагащи намирането и предлагането на работа на свободна практика и са обобщени следните изисквания към такива платформи:

- Платформите трябва да са общодостъпни, за да се осигури популяризиране на фриланс услугите.

- Уеб-платформите следва да предлагат допълнителна информация (подсказки) при попълване на профилната визитка на всеки участник (фрилансър) и всички тези данни да се запазват в един общ формуляр, който е достъпен за преглед от клиенти и други фрилансери. Трябва да се осигури възможност за редактиране на тези данни, при необходимост с течение на времето.

- Да се предлагат функционалности за категоризиране на обявите/проектите, което улеснява търсенето на подходяща обява/проект.

- Платформите трябва да дават възможност за оценка и коментар на клиента, относно времето, качеството на работа и предложените офертите.

- Да се предлагат функционалности за преглед на състоянието (активен/неактивен) на даден проект/обява след договаряне с клиент. При изтичане на даден проект/обява, да се сигнализира със съобщение „недостъпна обява“.

- Да се предлагат възможности за запазване на проекти, които предизвикват интерес, с което ще се улеснява процеса на избор и кандидатстване по бъдещ проект.

- Необходимо е да се предвидят помощни екипи (администратори), които да поддържат функционирането на платформите и своевременно да помагат при възникване на проблеми.

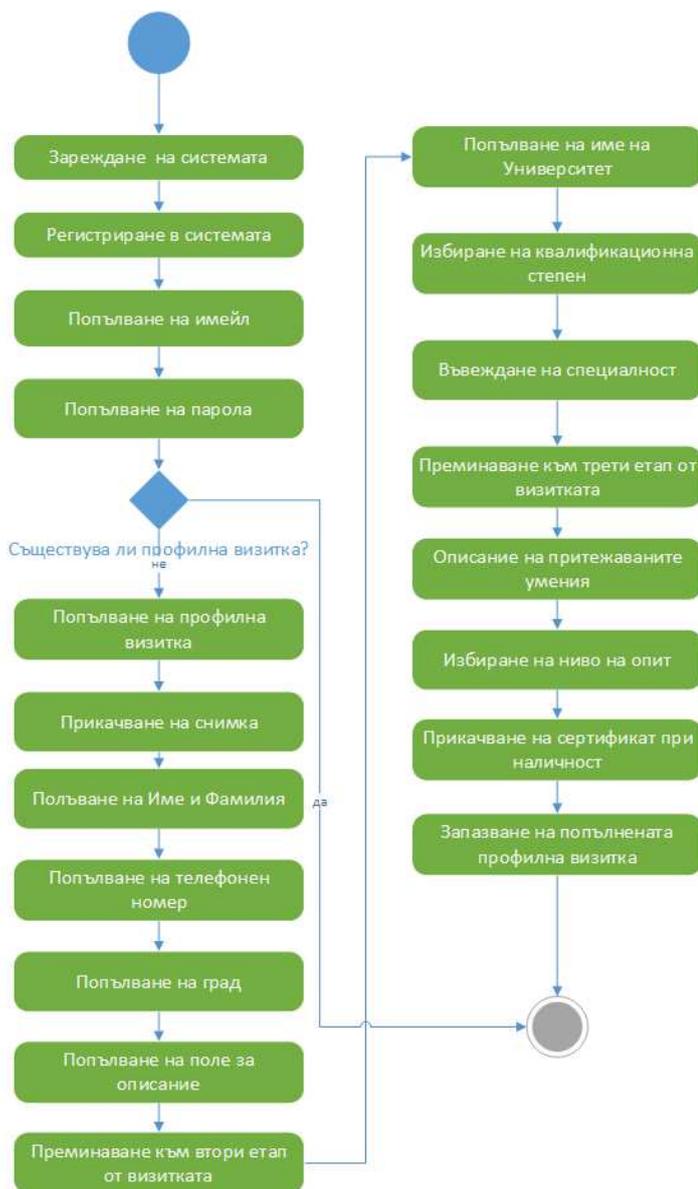
Предимства на предлаганото решение

- Уеб-платформата е общодостъпна и има съвременен интерфейс;
- В настоящата уеб базирана платформа се обособяват следните основни потребители: Фрилансър – лице създаващо персонална профилна визитка, с възможност за кандидатстване по проекти чрез подаване на оферти с условия спрямо възможностите, които притежава; Работодател/Клиент- лице притежаващо право за качване на проект за работа, преглеждане на оферти и наемане на лица за

реализиране на проектите; Администратор - лице, което има административни права за управление на уеб платформата.

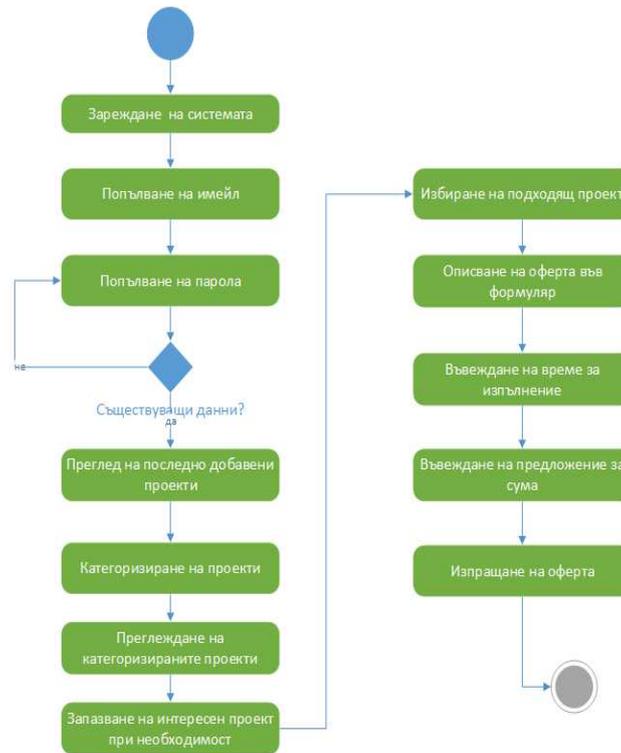
- Запазва необходими данни за изграждане на профилна визитка на фрилансъра
- Поддържа актуални за кандидатстване обяви/проекти;
- Предлага възможност за изпращане на оферти от фрилансъри за определена обява;
- Дава възможност на работодателя за публикуване на неограничен брой обяви;
- Съхранява и визуализира изпратените от фрилансъра оферти;
- Поддържа актуална база от данни за всички публикувани обяви и оферти и съответните действия по тяхното изпълнение.

На Фиг. 1 е представена UML диаграма (Rumbaugh, J., 2005) на дейности за регистрация на фрилансър и попълване на профилна визитка.



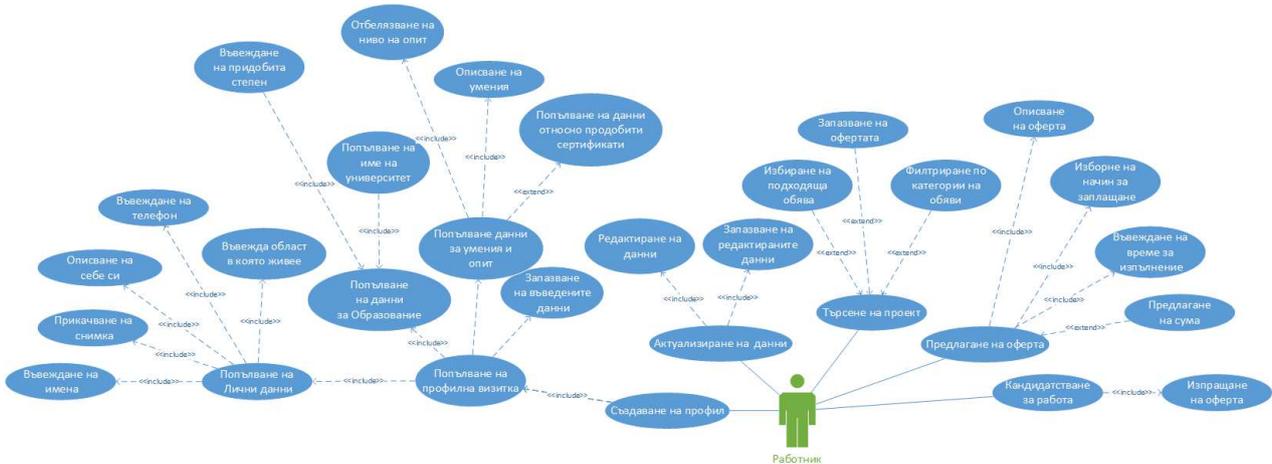
Фиг. 1. Диаграма за процесите на попълване на профилна визитка

На Фиг. 2 е представена диаграма на дейности с етапите за кандидатстване по обявен проект.



Фиг. 2. Диаграма на етапите за кандидатстване по обявен проект

На Фиг. 3, Фиг. 4 и Фиг. 5 са представени UML диаграми (Sengupta, S., 2006) на случаи на употреба на трите типа потребители в платформата: фрилансър, работодател и администратор.



Фиг. 3. Диаграма на случаите на употреба на фрилансър



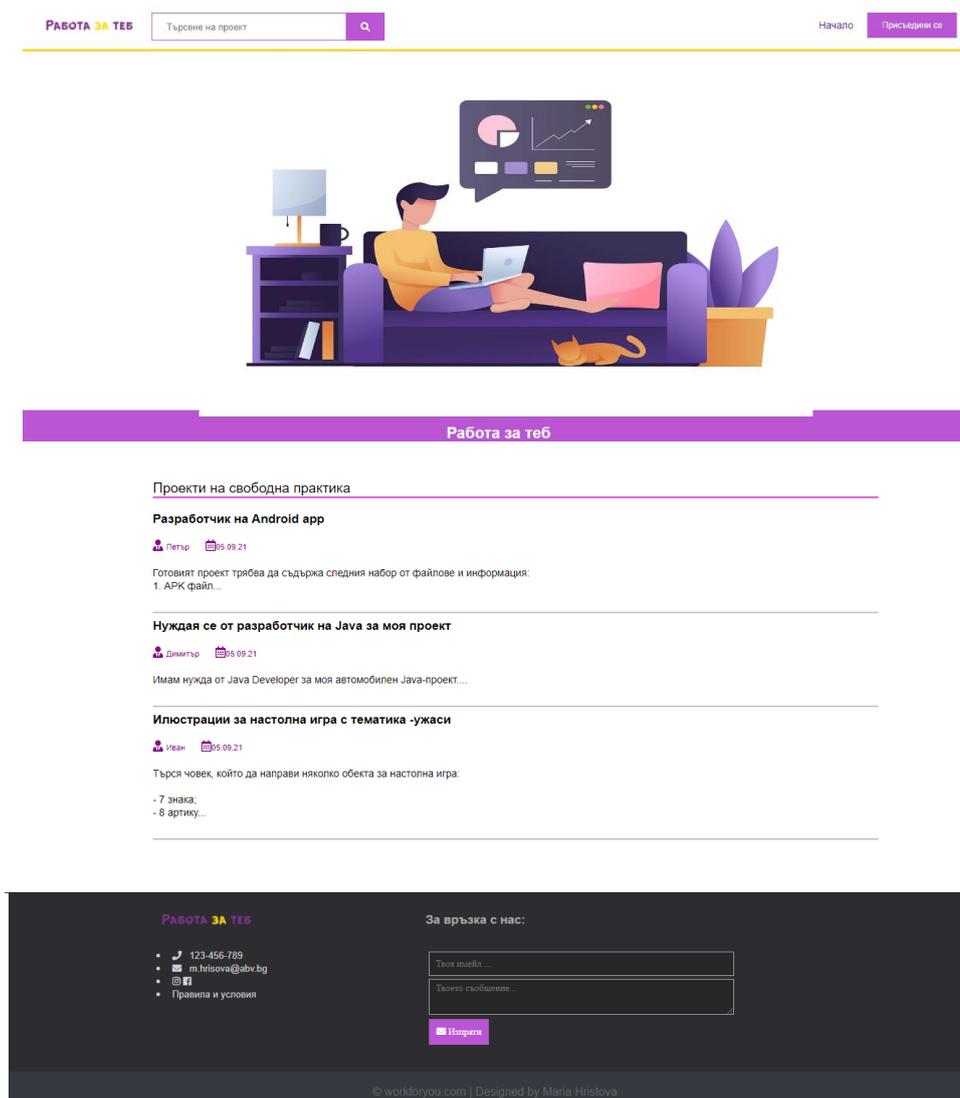
Фиг. 4. Диаграма на случаите на употреба на работодател



Фиг. 5. Диаграма на случаите на употреба на администратор на платформата

Интерфейс на платформата

Платформата е реализирана със съвременен интерфейс представен на Фиг. 6.



Фиг. 6. Интерфейс на началната страница на платформата

На Фиг. 7 и Фиг. 8 са представени форма за създаване на профилна визитка на фрилансър и и пример за апликация с оферта и условия за кандидатстване.

РАБОТА ЗА ТЕБ Търсене на проект

Начало

Профилна визитка

Регистрирай се като попълниш профилната визитка

Входни данни Контакти Образование Опит

1 — 2 — 3 — 4

Основна информация:

Имейл

Парола

Фиг. 7. Профилна визитка на фрилансър

Разработчик на Android app

3 участници 00лв-фиксирана цена на човек Не повече от 2 месеца 05.09.21

Готовият проект трябва да съдържа следния набор от файлове и информация:

1. APK файл, подписан с името на приложението (след като APK е инсталиран на устройството, името трябва да бъде запазено)
2. AAB файл с надпис на името на приложението
3. Ключ за APK и AAB
4. Ключова информация (пароли, псевдоними)
5. ID на пакета / име на пакета
6. Номер на версията и номер на компилация на приложението
7. Пълен изходен код или изходен код

Kotlin, Java, Android native android, Android App Development, Mobile App Development Висок опит

Условия

Опишете вашите условия тук*

Описание на условията:

Изпращане

Фиг. 8. Апликация с оферта и условия за кандидатстване

ИЗВОДИ

Предложената веб-платформа предоставя възможност детайлно да се оформи профила на всяко регистрирано лице като фрилансър, чрез въвеждане на реални данни и запазването им под формата на бизнес визитка. Наличието на база от данни с такава информация би подпомогнало бъдещите работодатели, които използват системата, за да публикуват фриланс проекти, в избора на правилния специалист с необходимия натрупан опит.

Системата предоставя бърз и удобен начин за регистриране на работодатели и публикуване на нови обяви чрез специално проектиран за това модул, в който се обработват и изпратените от фрилансъра оферти за тези обяви. Системата проследява всички обяви и

съответните действия свързани с преглеждането на проектите и подаването на оферти, с което да се гарантира мониторинг на коректността на всяка изпълнена сделка.

Реализирането на платформата от една страна ще поощри развиване на потенциала на лица, които съчетават в себе си креативност, иновативност и модерни дигитални решения и ще подпомогне усъвършенстването на техните умения за реализиране на различни проекти на свободна практика. От друга страна платформата ще подпомогне популяризирането на регистрирани в системата фрийдансърски на свободна практика сред фирмите от територията на страната ни. Благодарение на предложената платформа, на фирмите или физическите лица (работодателите) ще бъде предоставен голям избор от висококачествени и вискателни специалисти-фрийдансърски, на които ще могат да разчитат и при други бъдещи проекти.

REFERENCES

Huws, U., Spencer, N. H., Syrdal, D. S., & Holts, K. (2017). *Work in the European gig economy*. *SELL*, 62(59), 54.

Wood, A. J., Graham, M., Lehdonvirta, V., & Hjorth, I. (2019). *Good GIG, bad GIG: autonomy and algorithmic control in the global gig economy*. *Work, Employment and Society*, 33(1), 56-75.

Healy, J., Nicholson, D., & Pekarek, A. (2017). Should we take the GIG economy seriously? *Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work*, 27(3), 232-248.

Akhmetshin, E. M., Kovalenko, K. E., Mueller, J. E., Khakimov, A. K., Yumashev, A. V., & Khairullina, A. D. (2018). *Freelancing as a type of entrepreneurship: Advantages, disadvantages and development prospects*. *Journal of Entrepreneurship Education*, 21(2), 1528-2651.

Green, D. D. (2018). *Fueling the gig economy: A case study evaluation of upwork. com*. *Manag Econ Res J*, 4(2018), 3399.

Antonova, D., Kunev, S., Venelinova, N., & Kostadinova, I. (2020). *Smart Grid-based Conceptual Model of Virtual Infrastructures for Developing Innovation Capability of Danube macroregion*. In 2020 Fifth Junior Conference on Lighting (Lighting) (pp. 1-5). IEEE.

Kunev, S., & Antonova, D. (2014). *Approbation of Methodological Approach for Innovation Activeness of Small and Medium-sized Enterprises in a Dynamic Environment (Following the Example of Machine-building sector in Ruse region, Bulgaria)*. *Analele Universitatii'Eftimie Murgu'Resita. Fascicola II. Studii Economice*.

Rumbaugh, J., I. Jacobson, G. Booch (2005). *The Unified Modeling Language Reference Manual*, Second Edition, Addison-Wesley.

Sengupta, S., & Bhattacharya, S. (2006). *Formalization of UML use case diagram-a Z notation based approach*. In 2006 International Conference on Computing & Informatics (pp. 1-6). IEEE.

THU-SSS-CCT-04

IMPLEMENTATION OF 2X2, 3X3, AND 4X4-BIT MULTIPLIERS WITH HALF-ADDERS AND FULL ADDERS IN LOGISIM⁷

David Dimitrov – Student

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 878 629 312
E-mail: nubrisss@abv.bg

Assist. Prof. Adriana Borodzhieva, PhD

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Telecommunications
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 734
E-mail: aborodzhieva@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper presents various circuits for 2x2, 3x3, and 4x4-bit multipliers, implemented and tested in Logisim, and explains how they work. The multipliers are constructed using logic gates for building the half-adders and full adders in the structure of the multipliers. The work is related to the Teamwork Project in the course “Digital Circuits” for students-bachelors of the specialty “Computer Systems and Technologies”.*

***Keywords:** Multipliers, half-adders and full adders, Logisim, digital electronics.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Във всеки български университет, където се обучават студенти-бакалаври по електро-специалности, се изучава дисциплината „Цифрова схемотехника“ като част от схемотехниката на електронни устройства. Тя изучава прилагането на методи, средства и решения при създаването и изследването на линейни и нелинейни процеси в електронните схеми, както и методите и схемите за генериране, преобразуване и изследване на влиянието на импулсни сигнали в електронните вериги. Дисциплината е основополагаща и въвеждаща в обширния свят на електрониката (Dimitrov, D., Borodzhieva, A., 2020). В действащата към момента учебна програма по дисциплината „Цифрова схемотехника“ (<http://ecet.ecs.uni-ruse.bg/else/>, 2021), включена като задължителна в учебния план на специалността „Компютърни системи и технологии“, в темата „Аритметични схеми“ се изучават само полусуматори, пълни едноразрядни суматори и многоразрядни комбинационни суматори, но не е обхванато изучаването на субтрактори, както и схеми за умножение на бинарни числа. През следващата учебна година се предвижда актуализиране на учебната програма, като вече се включи и изучаването на схемите за умножение на двубитови, трибитови и четирибитови числа, изградени на базата на полусуматори и пълни едноразрядни суматори, които са обект на разглеждане в настоящия доклад.

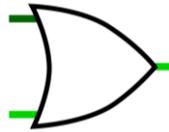
ИЗЛОЖЕНИЕ

Logisim

Logisim (Фиг. 1) е логически симулатор, който позволява проектирането и симулирането на логически схеми. Разпространява се безплатно. Кодът му е Java-базиран. Използва се най-

⁷ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 г. в секция „Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие на български език: РЕАЛИЗАЦИЯ НА УМНОЖИТЕЛИ НА 2-БИТОВИ, 3-БИТОВИ И 4-БИТОВИ ЧИСЛА С ПОЛУСУМАТОРИ И ПЪЛНИ ЕДНОРАЗРЯДНИ СУМАТОРИ В LOGISIM.

често от студенти, тъй като програмата позволява изучаването на основните логически елементи и тяхното взаимодействие. За разлика от повечето симулатори, Logisim позволява на потребителя да редактира веригата по време на симулация. Програмата не изисква инсталация и има символични технически изисквания (<http://www.cburch.com/logisim/>, 2021), (Dimitrov, D., Borodzhieva, A., 2020).



Фиг. 1. Лого на симулатора Logisim
Снимка: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logisim-icon.svg>

Суматори

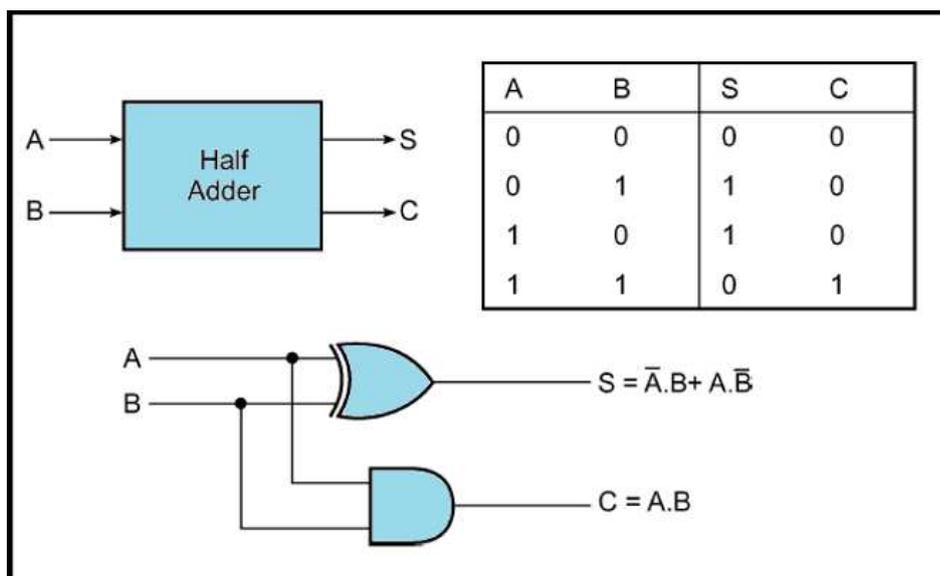
Суматорът е комбинационна логическа схема, която извършва събиране на две числа. Използват се при аритметичните логически устройства и от процесорите на различни цифрови устройства. Вземат участие при изчисляването на адреси, индекси на таблици, оператори. Най-често срещаните суматори работят с двоични числа (Tsonev, V., 2003), (Todorova, Sv., Ruseva, Y., 2008), (Borodzhieva, A., 2019), (Borodzhieva, A., Stoev, I., Mutkov, V., 2019), (Borodzhieva, A., Stoev, I., Tsvetkova, I., Zaharieva, S., Mutkov, V., 2020).

Полусуматори

Полусуматорът има два входа (A и B) и два изхода (S и C). Необходимостта от два изхода се обосновава от факта, че сумата може да има преносен бит. Следователно, изходните данни на полусуматора са сумата S на две еднобитови числа (A и B) и преноса от събирането им C . Полусуматорът може да бъде използван като компонент за играждане на пълен суматор. На Фиг. 2 са изобразени блоковата схема, таблицата на истинност и логическата схема на полусуматор, изградена чрез един XOR логически елемент (за сумата S) и един AND логически елемент (за преноса C) на базата на изходните функции на полусуматора (Borodzhieva, A., 2019):

$$S = A \oplus B = \bar{A}.B \vee A.\bar{B} \quad (1)$$

$$C = A.B \quad (2)$$

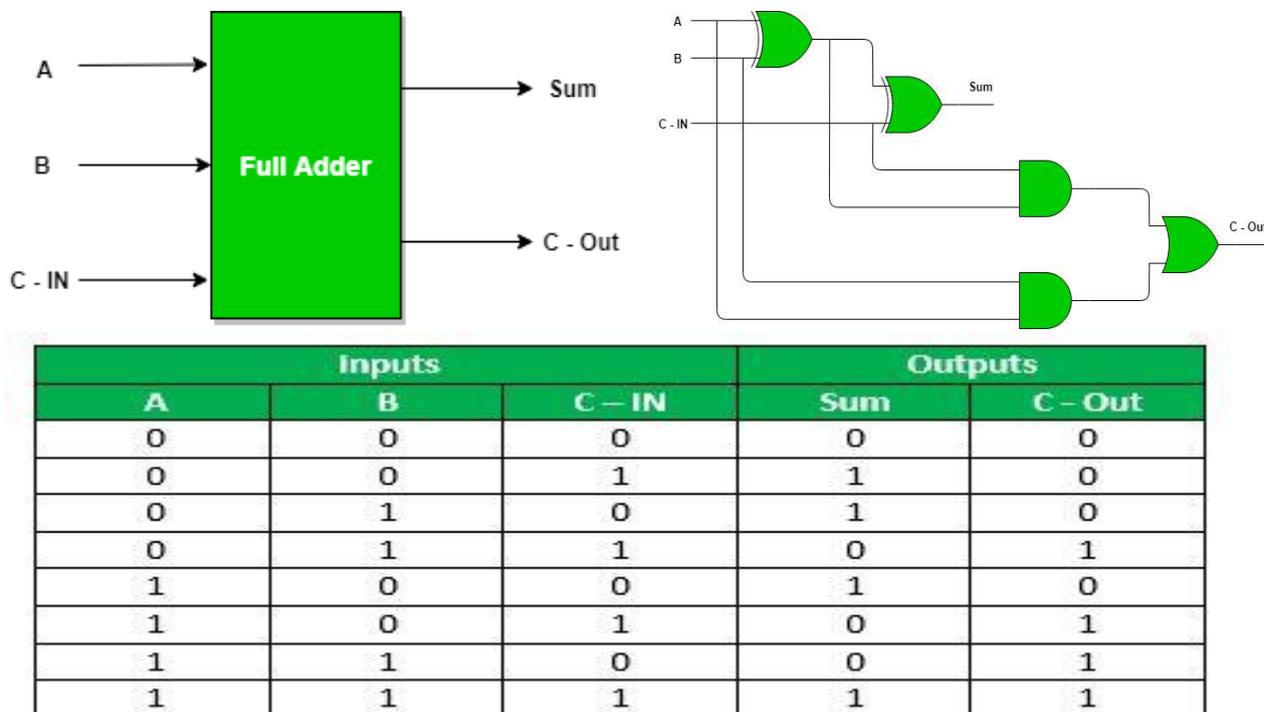


Фиг. 1. Блокова схема, таблица на истинност и логическа схема на полусуматор
Снимка : <https://www.electronicengineering.nbcafe.in/half-adder-and-full-adder-circuit/>

Пълнен суматор

Пълният едноразряден суматор се отчита преноса от сумирането на преходните разряди и се изработва пренос към следващите разряди. Използва се за сумиране на многоразрядни числа. Чрез последователно свързани пълни суматори се реализира многоразряден суматор.

На Фиг. 3 са изобразени блоковата схема, таблицата на истинност и логическата схема на пълнен едноразряден суматор.



Фиг. 2. Блокова схема, таблица на истинност и логическа схема на пълнен суматор

Снимка: <https://www.geeksforgeeks.org/full-adder-in-digital-logic/>

Пълният едноразряден суматор (Фиг. 3) има три входа, A , B и C_IN , и два изхода S и C_OUT . За построяването на схемата се използват изходните функции на суматора и техните преобразувания, както следва (Borodzhieva, A., 2019):

$$\begin{aligned}
 S &= \bar{A}.\bar{B}.C_IN \vee \bar{A}.B.\bar{C}_IN \vee A.\bar{B}.\bar{C}_IN \vee A.B.C_IN \\
 &= \bar{A}.(\bar{B}.C_IN \vee B.\bar{C}_IN) \vee A.(\bar{B}.\bar{C}_IN \vee B.C_IN) = \\
 &= \bar{A}.(B \oplus C) \vee A.(B \oplus C_IN) = (A \oplus B) \oplus C_IN
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 C &= A.B \vee A.C_IN \vee B.C_IN = \\
 &= A.B \vee A.C_IN.(B \vee \bar{B}) \vee B.C_IN.(A \vee \bar{A}) = \\
 &= A.B \vee A.B.C_IN \vee A.\bar{B}.C_IN \vee A.B.C_IN \vee \bar{A}.B.C_IN = \\
 &= A.B.(1 \vee C_IN \vee C_IN) \vee C_IN.(A.\bar{B} \vee \bar{A}.B) = A.B \vee C_IN.(A \oplus B)
 \end{aligned} \tag{4}$$

Изрази (3) и (4) обясняват структурната схема, предложена на Фиг. 3. Структурните схеми на Фиг. 2 (за полусуматора) и на Фиг. 3 (за пълния едноразряден суматор) се използват като градивни елементи при изграждането на схемите за умножение, представени в доклада.

Двоично умножение

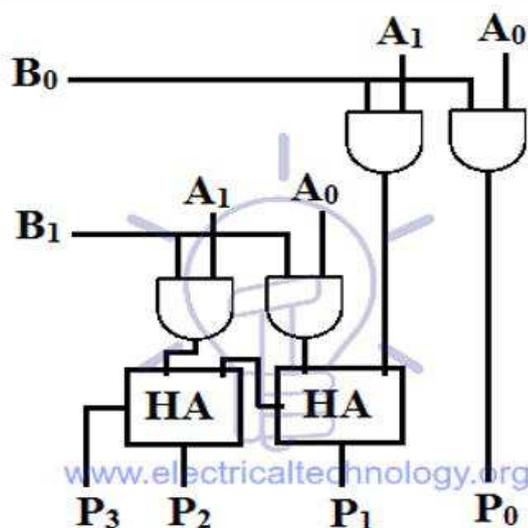
Двоичното умножение много прилича на обичайния метод на умножение на цели числа. Първо, трябва да се умножи всяка цифра от едно двоично число с всяка цифра от другото двоично число. След това се извършва операцията двоично сумиране на така наречените „частични произведения“ (partial products), за да се получи крайния резултат за произведението.

Двоичен двубитов умножител (2 x 2)

Този умножител може да работи с две числа с дължина (размер) 2 бита, т.е. множимото и множителят могат да бъдат от 2 бита. „Битовият“ размер на произведението ще бъде сумата от „битовия“ размер на двата входа, т.е. $2 + 2 = 4$. На Фиг. 3 е представена блокова схема на двоичен двубитов умножител, изградена на базата на два полусуматора (НА, half-adder) и на 4 AND логически елементи за намирането на четирите частични произведения. На Фиг. 5 е илюстриран принципът на действие на двоичен двубитов умножител, с което се обяснява построяването на схемата на умножителя (Фиг. 4).

Както бе пояснено, еднобитовите суматори могат да бъдат полусуматори и пълни суматори. Разликата между полусуматора и пълния суматор е, че полусуматорът събира само две числа, а пълният суматор събира три числа, отчитайки преноса от предишното събиране. В този случай, обаче, е нужно използването само на полусуматори, защото числата, които трябва да се събират, са само по две.

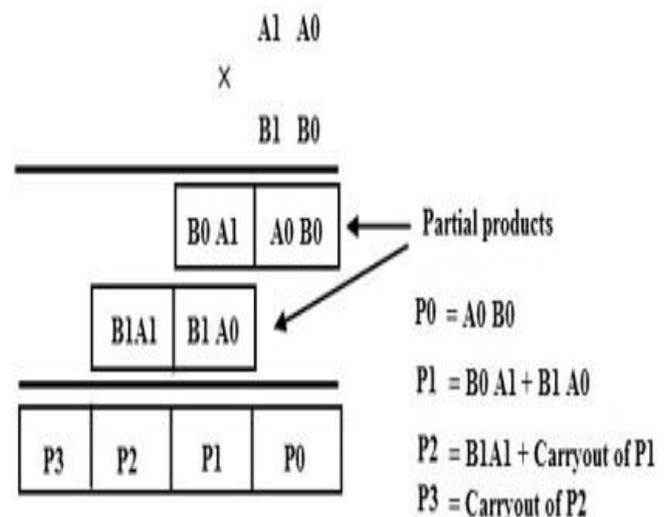
Нека числата A и B са съответно от вида A_1A_0 и B_1B_0 . Най-младшият бит на произведението P_0 се явява точно произведението B_0A_0 , което се реализира само с един AND логически елемент. За реализирането на следващия бит от произведението P_1 е необходимо първо да се определят частичните произведения B_0A_1 и B_1A_0 , след което те да се съберат чрез използването на един полусуматор (сумиращ само две числа, без отчитане на преходен пренос). В резултат от действието на този полусуматор се получава сумата, явяваща се бит P_1 , и пренос, който трябва да се отчете при следващото сумиране. Този пренос заедно с частичното произведение B_1A_1 се сумират чрез втори полусуматор (тъй като отново се изисква сумирането само на две числа) и се получават сума и пренос, явяващи се съответно битовете P_2 и P_3 на произведението.



Фиг. 4. Блокова схема на двоичен двубитов умножител

Снимка:

<https://www.electricaltechnology.org/2018/05/binary-multiplier-types-binary-multiplication-calculator.html>



Фиг. 5. Принцип на действие на двоичен двубитов умножител

Снимка:

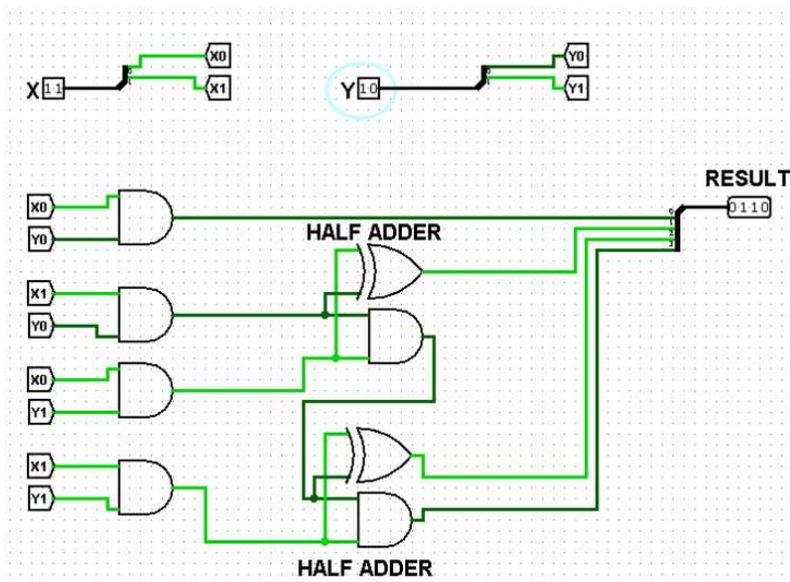
<https://technobyte.org/multiplier-2-bit-3-bit-digital/>

Реализация на двоичен двубитов умножител в Logisim

Въз основа на Фиг. 2, Фиг. 4 и Фиг. 5, и на направения анализ в предходния раздел, в доклада е предложена реализация на двоичния двубитов умножител в средата Logisim (Фиг. 6) на базата на два полусуматора (half-adder) и на четири AND логически елементи, за реализацията на частичните произведения. В горната част на схемата (Фиг. 6) е реализирано подаването на битовете на двата операнда, като за целта са използвани многобитови входни пинове (X и Y), които чрез сплитери са разделени на съставните им битове (X1, X0 и Y1, Y0) с цел използването им в схемата, при реализирането на частичните произведения. Четирите бита на произведението се визуализират чрез изходния четирибитов пин RESULT, като за целта отново е използван елемент от типа „сплитер“, с цел обединяването им (в случая, от гледна точка на изхода).

На схемата от Фиг. 6 е визуализирано умножението на двубитовите числа 11 (X) и 10 (Y), чийто десетични еквиваленти са 3 и 2, като резултатът от тяхното умножение е 6, представено в бинарна форма като 0110 (RESULT).

На схемата от Фиг. 6 са отбелязани и двата полусуматора, построени на базата на структурната схема от Фиг. 2, с цел по-голяма нагледност на предложеното решение в Logisim.



Фиг. 6. Реализация на двоичен двубитов умножител чрез полусуматори

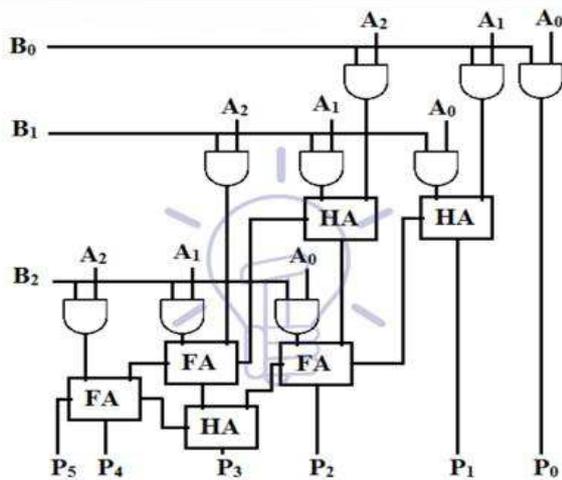
Двоичен трибитов умножител (3 x 3)

Този умножител може да умножи две числа с максимална дължина от 3 бита. „Битовият“ размер на произведението ще бъде сумата от „битовия“ размер на двата входа, т.е. $3 + 3 = 6$. Максималният обхват на произведението е $7 \times 7 = 49$, което също може да се използва за определяне на максималната дължина на произведението (в случая са необходими 6 бита за записване на числото 49 в двоичен формат: 110001). За определянето на произведението на 3 x 3-битов умножител се използват 9 частични произведения.

На Фиг. 7 е представена блокова схема на двоичен трибитов умножител, изградена на базата на три полусуматора (НА, half-adder), три пълни едноразрядни суматори (ФА, full adder) и на 9 AND логически елементи за намирането на деветте частични произведения. На Фиг. 8 е илюстриран принципът на действие на двоичен трибитов умножител, с което се обяснява построяването на схемата на умножителя (Фиг. 7).

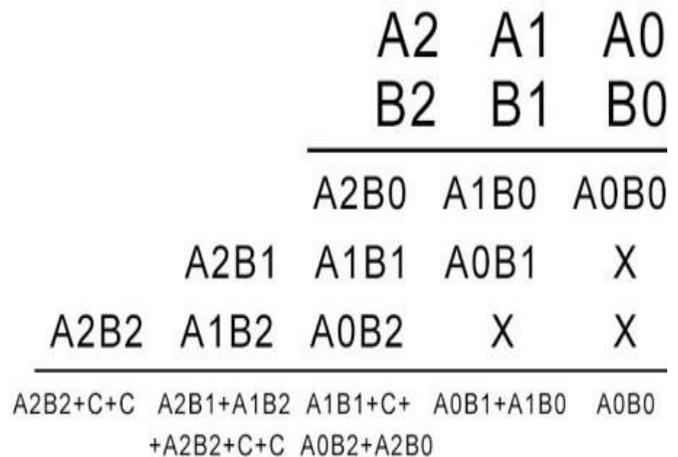
Нека числата A и B са съответно от вида $A_2A_1A_0$ и $B_2B_1B_0$. Най-младшият бит на произведението P_0 се явява точно произведението B_0A_0 , което се реализира само с един AND логически елемент. За реализирането на следващия бит от произведението P_1 е необходимо първо да се определят частичните произведения B_0A_1 и B_1A_0 , след което те да се съберат чрез използването на един полусуматор (сумиращ само две числа, без отчитане на преходен

пренос). В резултат от действието на този полусуматор се получава сумата, явяваща се бит P_1 , и пренос, който трябва да се отчете при следващото сумиране. Този пренос трябва да се събере заедно с частичните произведения B_0A_2 , B_1A_1 и B_2A_0 , като за целта е необходимо да се използват един полусуматор (за определяне на сумата B_0A_2 и B_1A_1) и един пълен суматор (за сумиране на сумата на полусуматора, преноса от предходния полусуматор и на частичното произведение B_2A_0). По този начин чрез сумата на този суматор се получава бит P_2 на произведението. Поясненията на схемата могат да се продължат по аналогичен начин. За получаването на бит P_3 на произведението се използват отново полусуматор и един пълен суматор. И най-накрая, чрез един пълен суматор се получават сума и пренос, явяващи се съответно битовете P_4 и P_5 на произведението.



Фиг. 7. Блокова схема на двоичен трибитов умножител
Снимка:

<https://www.electricaltechnology.org/2018/05/binary-multiplier-types-binary-multiplication-calculator.html>



Фиг. 8. Принцип на действие на двоичен трибитов умножител
Снимка:

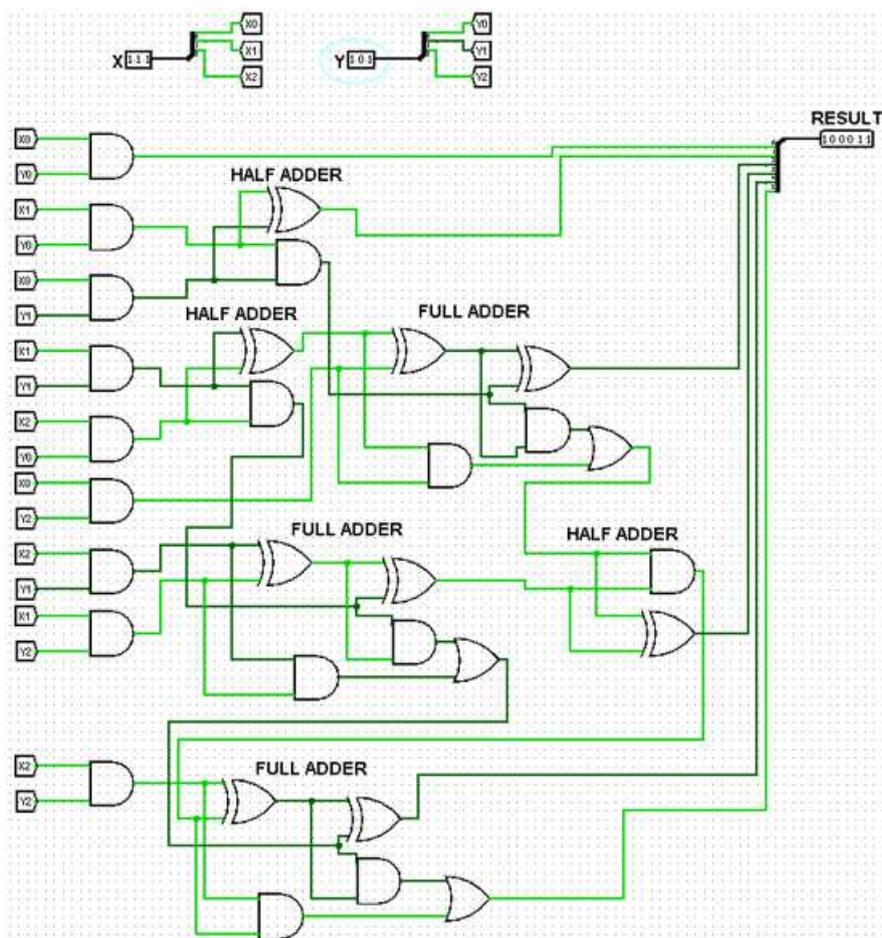
<https://technobyte.org/multiplier-2-bit-3-bit-digital/>

Реализация на двоичен трибитов умножител в Logisim

Въз основа на Фиг. 2, Фиг. 3, Фиг. 7 и Фиг. 8, и на направения анализ в предходния раздел, в доклада е предложена реализация на двоичния трибитов умножител в средата Logisim (Фиг. 9) на базата на три полусуматора (half-adder), три пълни суматора и на девет AND логически елементи, за реализацията на частичните произведения. В горната част на схемата (Фиг. 9) е реализирано подаването на битовете на двата операнда, като за целта са използвани многобитови входни пинове (X и Y), които чрез сплитери са разделени на съставните им битове (X_2, X_1, X_0 и Y_2, Y_1, Y_0) с цел използването им в схемата, при реализирането на частичните произведения. Шестте бита на произведението се визуализират чрез изходния шестбитов пин RESULT, като за целта отново е използван елемент от типа „сплитер“, с цел обединяването им (в случая, от гледна точка на изхода).

На схемата от Фиг. 9 е визуализирано умножението на трибитовите числа 111 (X) и 101 (Y), чийто десетични еквиваленти са 7 и 5, като резултатът от тяхното умножение е 35, представено в бинарна форма като 100011 (RESULT).

На схемата от Фиг. 9 са отбелязани трите полусуматора, построени на базата на структурната схема от Фиг. 2, както и трите пълни суматора, построени на базата на структурната схема от Фиг. 3, с цел по-голяма нагледност на предложеното решение в Logisim.



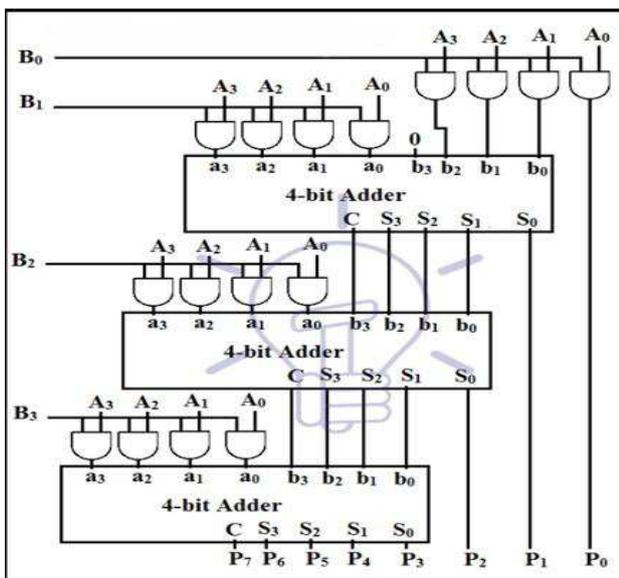
Фиг. 9. Реализация на двоичен трибитов умножител чрез полусуматори и пълни едноразрядни суматори

Двоичен четирибитов умножител (4 x 4)

Този умножител може да работи с четирибитови двоични числа и дава 8-битово произведение в резултат, защото „битовият“ размер на произведението ще бъде сумата от „битовия“ размер на двата входа, т.е. $4 + 4 = 8$. Най-голямото число, което може да изчисли такъв умножител, е $15 \times 15 = 225$, което също може да се използва за определяне на максималната дължина на произведението (в случая са необходими 8 бита за записване на числото 225 в двоичен формат: 11100001). За определянето на произведението на 4 x 4-битов умножител се използват 16 частични произведения.

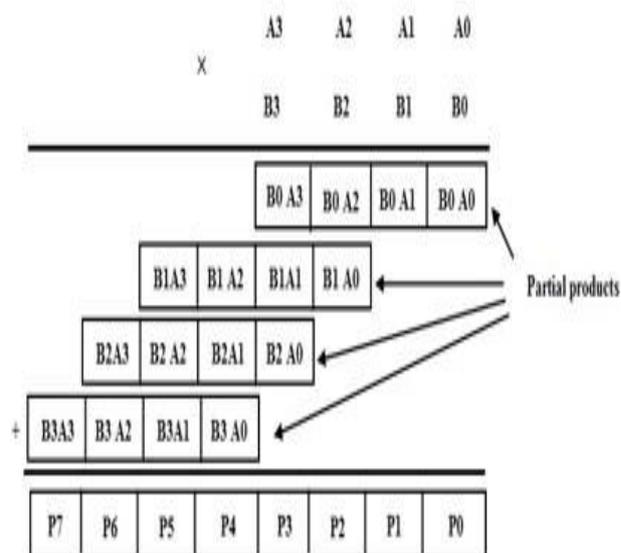
На Фиг. 10 е представена блокова схема на двоичен четирибитов умножител, изградена на базата на 16 AND логически елементи за намирането на 16-те частични произведения и на три четириразрядни суматора, тъй като построяването на такъв умножител на базата на полусуматори (HA, half-adder) и пълни едноразрядни суматори (FA, full adder) по аналогия на Фиг. 4 и Фиг. 7, е доста трудна задача. На Фиг. 11 е илюстриран принципът на действие на двоичен четирибитов умножител, с което се обяснява построяването на схемата на умножителя (Фиг. 10). На Фиг. 11 би трябвало частичните произведения на втори, трети и четвърти ред, да са изместени с едно надясно, което е отчетено при анализа по-долу!

Примерна логическа схема на двоичен четирибитов суматор, използван като градивен елемент при построяването на умножителя, е показана на Фиг. 12. Този суматор може да събере две двоични четирибитови числа. Реализираният в този доклад четирибитов суматор се различава от представения на Фиг. 12, по това, че първият суматор е построен като полусуматор, а не като пълен едноразряден суматор. Решението за това се дължи на факта, че преди това не е наличен пренос, което дава възможността да се спестят три логически елемента.



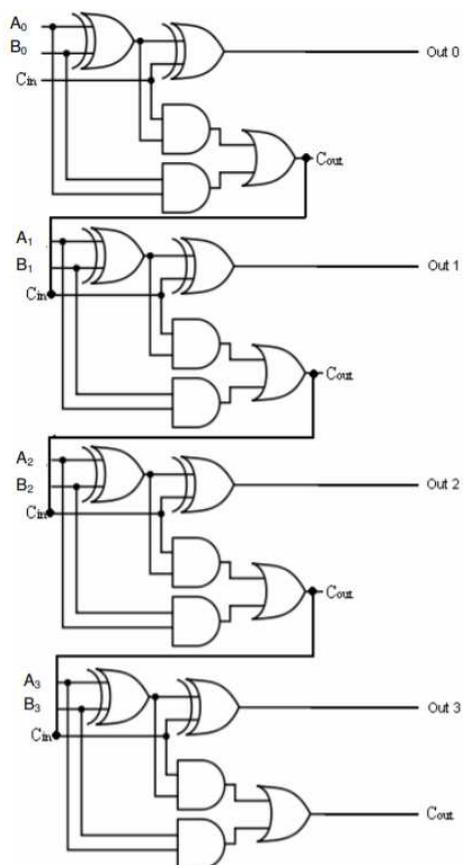
Фиг. 10. Блокова схема на двоичен четирибитов умножител

Снимка: <https://www.electricaltechnology.org/2018/05/binary-multiplier-types-binary-multiplication-calculator.html>



Фиг. 11. Принцип на действие на двоичен четирибитов умножител

Снимка: <https://www.electronicshub.org/binary-multiplication/>

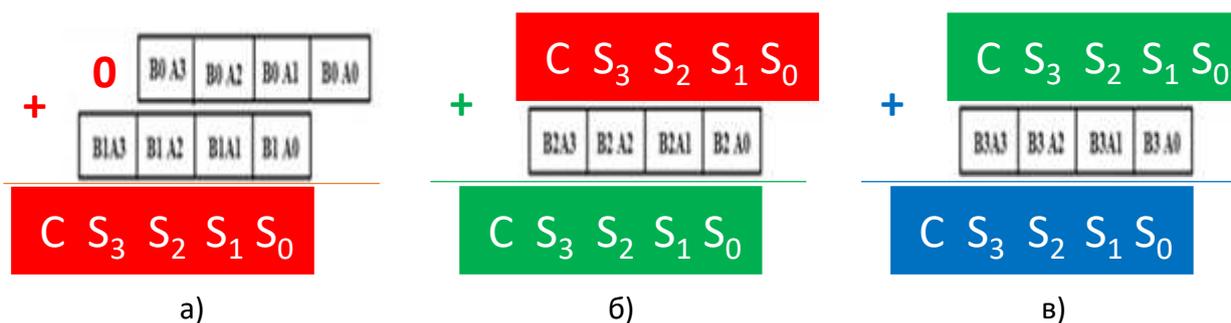


Фиг. 12. Логическа схема на двоичен четирибитов пълен суматор

Снимка: http://www.pueron.org/pueron/inovazioniproekti/Sreda_CYPRESS/Primer5_4bitov_Sumator.pdf

Нека числата A и B са съответно от вида $A_3A_2A_1A_0$ и $B_3B_2B_1B_0$. Най-младшият бит на произведението P_0 се явява точно произведението B_0A_0 , което се реализира само с един AND логически елемент.

На входовете на първия четирибитов суматор (Фиг. 10, горният суматор) постъпват двата операнда, съответно с битове (от старши към младши) B_1A_3, B_1A_2, B_1A_1 и B_1A_0 (първи операнд) и $0, B_0A_3, B_0A_2$ и B_0A_1 , (втори операнд) (Фиг. 13 а). Най-младшият бит на сумата S_0 формира битът P_1 от произведението. Преносът и останалите битове на сумата, C, S_3, S_2 и S_1 , служат за втори операнд на втория четирибитов суматор (Фиг. 10, **средният суматор**), а за първи операнд служат частичните произведения B_2A_3, B_2A_2, B_2A_1 и B_2A_0 (Фиг. 13 б). Най-младшият бит на сумата S_0 формира битът P_2 от произведението. Преносът и останалите битове на сумата, C, S_3, S_2 и S_1 , служат за втори операнд на третия четирибитов суматор (Фиг. 10, **долният суматор**), а за първи операнд служат частичните произведения B_3A_3, B_3A_2, B_3A_1 и B_3A_0 (Фиг. 13 в). В резултат, на изходите на този последен четирибитов суматор се получават съответно преноса и сумата C, S_3, S_2, S_1 и S_0 , които се явяват битовете P_7, P_6, P_5, P_4 и P_3 от произведението (Фиг. 10).



Фиг. 13. Принцип на действие на трите четирибитови суматори – входни и изходни величини

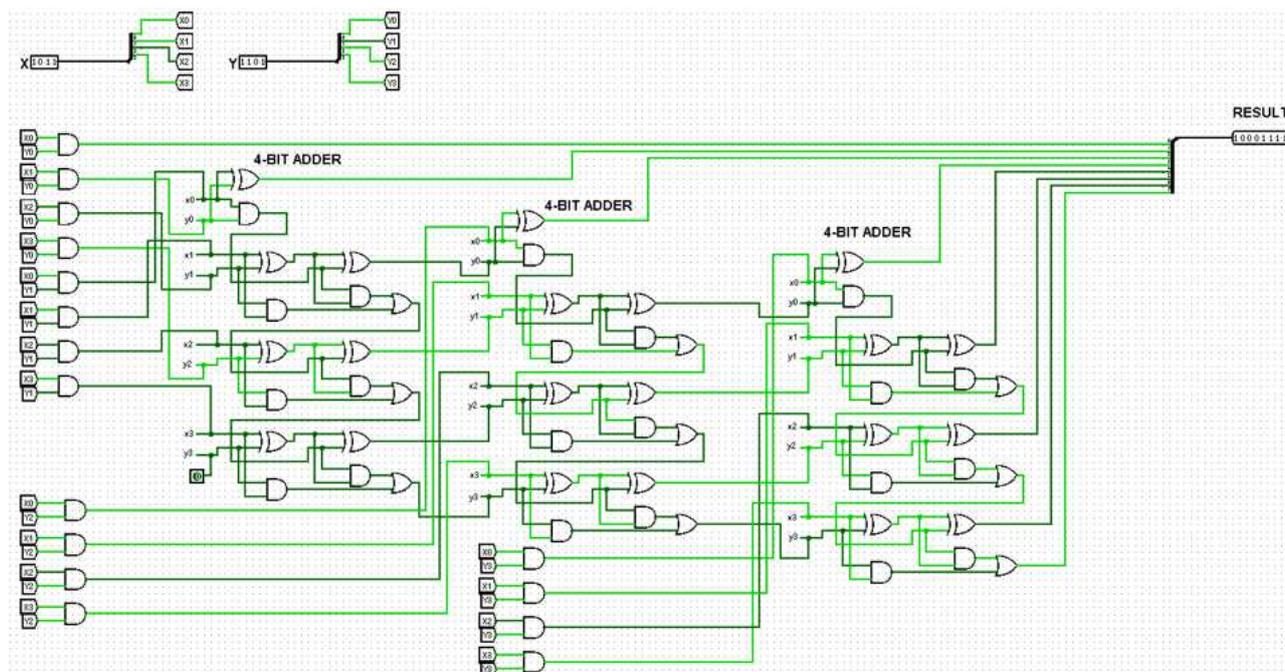
Реализация на двоичен четирибитов умножител в Logisim

Въз основа на Фиг. 2, Фиг. 3, Фиг. 10, Фиг. 11, Фиг. 12 и Фиг. 13, и на направения анализ в предходния раздел, в доклада е предложена реализация на двоичния четирибитов умножител в средата Logisim (Фиг. 14) на базата на четирибитовите суматори (Фиг. 12), построени като един полусуматор (Фиг. 2) и три пълни суматора (Фиг. 3), свързани в каскада, и на 16 AND логически елементи, за реализацията на частичните произведения. В горната част на схемата (Фиг. 14) е реализирано подаването на битовете на двата операнда, като за целта са използвани многобитови входни пинове (X и Y), които чрез сплитери са разделени на съставните им битове (X_3, X_2, X_1, X_0 и Y_3, Y_2, Y_1, Y_0) с цел използването им в схемата, при реализирането на частичните произведения. Осемте бита на произведението се визуализират чрез изходния осембитов пин RESULT, като за целта отново е използван елемент от типа „сплитер“, с цел обединяването им (в случая, от гледна точка на изхода).

В схемата на Фиг. 14 първите частични произведения (първи ред от частичните произведения на Фиг. 11) се получават чрез умножаване на Y_0 с X_3, X_2, X_1, X_0 . Вторите частични произведения (втори ред от частичните произведения на Фиг. 11) се образуват чрез умножаване на Y_1 с X_3, X_2, X_1, X_0 . Третите частични произведения (трети ред от частичните произведения на Фиг. 11) се образуват чрез умножаване на Y_2 с X_3, X_2, X_1, X_0 . И накрая, четвъртите частични произведения (четвърти ред от частичните произведения на Фиг. 11) се образуват чрез умножаване на Y_3 с X_3, X_2, X_1, X_0 . Тези частични произведения са реализирани с AND логически елементи, както е показано на Фиг. 14. След това тези всички частични произведения се събират с помощта на четирибитовите суматори, както е пояснено по-горе. Накрая се получава 8-битовото произведение на двете двоични числа.

На схемата от Фиг. 14 са отбелязани трите четириразрядни суматори (Фиг. 12), построени като един полусуматор (Фиг. 2) и три пълни суматора (Фиг. 3), свързани в каскада, с цел по-голяма нагледност на предложеното решение в Logisim.

На схемата от Фиг. 14 е визуализирано умножението на четирибитовите числа 1011 (X) и 1101 (Y), чийто десетични еквиваленти са 11 и 13, като резултатът от тяхното умножение е 143, представено в бинарна форма като 10001111 (RESULT).



Фиг. 14. Реализация на двоичен четирибитов умножител чрез три четирибитови суматори в Logisim

ИЗВОДИ

Суматорите и умножителите са едни от основните компоненти в редица цифрови устройства. Тяхната реализация с логически елементи и задълбоченото изучаване на техния принцип на действие дават една солидна основа на бъдещите инженери в сферата на електрониката.

Logisim е един изключително удобен инструмент, подходящ за синтез и анализ както на малки и основополагащи учебни схеми, така и на големи проекти. Използването му в учебния процес по дисциплината „Цифрова схемотехника“ за студентите от специалност „Компютърни системи и технологии“ спомага за по-лесното усвояване на изучавания материал и повишаване на интереса и мотивировката на обучаваните студенти от специалност „Компютърни системи и технологии“ в Русенския университет „Ангел Кънчев“.

БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът отразява резултати от работата по проект No 2021 – ФЕЕА – 03 „Проектиране, FPGA-имплементиране и изследване на цифрови комуникационни устройства“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

Tsonev, V. (2003). *Pulse and Digital Devices. Notes*. University of Ruse “Angel Kanchev”. (Оригинално заглавие: Цонев, В. Импулсни и цифрови устройства. Записки, Русенски университет „Ангел Кънчев“, 2003.)

Todorova, Sv., Ruseva, Y. (2008). *Synthesis and Analysis of Logic Circuits*. University of Ruse “Angel Kanchev”. (Оригинално заглавие: Тодорова, Св., Й. Русева. Синтез и анализ на логически схеми. Русенски университет „Ангел Кънчев“, 2008.)

Borodzhieva, A. (2019). *Pulse and Digital Circuits. Laboratory Workshop with Modern Circuit Solutions – FPGA (part 1)*. Ruse; Academic Publishing House “University of Ruse“, 100 pages; ISBN: 978-954-712-783-8. (Оригинално заглавие: Бороджиева, А. Импулсна и цифрова схемотехника. Лабораторен практикум със съвременни схемни решения – FPGA (част 1). Русе; Академично издателство „Русенски университет“; 2019 г.; 100 страници; ISBN: 978- 954-712-783-8.)

Dimitrov, D., Borodzhieva, A. (2020). Implementation of Code Converters of Decimal Digits from BCD Codes to Seven-Segment Display Code in Logisim. 59th Science Conference of Ruse University – SSS, Bulgaria, 2020 (in Bulgarian). (*Оригинално заглавие: Димитров, Д., Бороджиева, А. Реализация на кодови преобразуватели на десетичните цифри от BCD код в седем-сегментен код в Logisim, Научни трудове, Том 59, серия 3.4., Електротехника, електроника и автоматика & Комуникационна и компютърна техника, Русе, 2020, стр. 117 – 128, ISSN 1311-3321.*), <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/sns/2020/EEA.pdf>

Borodzhieva, A., Stoev, I., Mutkov, V. (2019). Active Learning Methods Applied in the Course "Digital Electronics" on the Topic "Arithmetic Circuits Using FPGA Design". 29th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE) 2019, 4-6 September 2019, University of Ruse, Ruse, Bulgaria, Conference Proceedings, pp. 310 – 313, ISBN: 978-1-7281-3221-1.

Borodzhieva, A., Stoev, I., Tsvetkova, I., Zaharieva, S., Mutkov, V. (2020). Computer-Based Education in the Course “Digital Electronics” Teaching the Topic “Adders-Subtractors”. 43rd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2020, 28 September – 02 October 2020, Opatija, Croatia, Computers in Education, Proceedings, pp. 790 – 795, ISBN: 1847-3946 / pp. 705-710, ISBN: 978-953233099-1, Electronic ISSN: 2623-8764, doi: 10.23919/MIPRO48935.2020.9245149.

<http://ecet.ecs.uni-ruse.bg/else/> (Accessed on 15.05.2021)

<https://technobyte.org/multiplier-2-bit-3-bit-digital/> (Accessed on 15.05.2021)

<https://www.electronicshub.org/binary-multiplication/> (Accessed on 15.05.2021)

https://www.electronics-tutorials.ws/combinational/comb_7.html (Accessed on 15.05.2021)

http://www.pueron.org/pueron/inovazioniproekti/Sreda_CYPRESS/Primer5_4bitov_Sumator.pdf (Accessed on 15.05.2021)

<https://www.electricaltechnology.org/2018/05/binary-multiplier-types-binary-multiplication-calculator.html> (Accessed on 15.05.2021)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Adder_\(electronics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Adder_(electronics)) (Accessed on 15.05.2021)

IMPLEMENTATION OF CONVOLUTIONAL ENCODERS IN LOGISIM⁸

Viktor Velikov – Student

Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: v.velikov00@abv.bg

Assist. Prof. Adriana Borodzhieva, PhD

Department of Telecommunications
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 734
E-mail: aborodzhieva@uni-ruse.bg

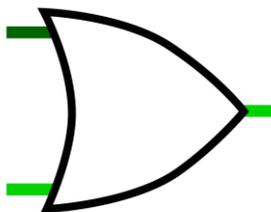
Abstract: *The paper presents various options for designing a convolutional encoder in Logisim and explains how it works. The construction is presented by flip-flops and XOR logic gates, by flip-flops and NAND logic gates, as well as their implementations with integrated circuits from the 74xx library of Texas Instruments. The work is related to the Teamwork Project in the course “Digital Circuits” for students-bachelors of the specialty “Computer Systems and Technologies”.*

Keywords: *Encoding, Convolutional encoders, Logisim, integrated circuits.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Дисциплината „Цифрова схемотехника“ има за цел да запознае студентите от специалност „Компютърни системи и технологии“ с основните въпроси на цифровата електроника, свързвайки функционалните възможности на цифровите елементи с тяхната микроелектронна база и представяйки приложението им при изграждане на импулсни и цифрови устройства. Знанията, придобити по дисциплината, се използват по дисциплините, включени в учебния план на специалността, които се изучават в следващите семестри (e-Learning Shell, ecet.ecs.uni-ruse.bg/else, 2021).

Logisim (Фиг. 1) е образователен инструмент за проектиране и реализиране на логически схеми. Програмата позволява изучаването на основните компоненти, изграждащи логически вериги. Също така предоставя възможност за свързване на много малки вериги в една голяма, като по този начин могат да се представят дори цели процесори (www.cburch.com/logisim, 2021).



Фиг. 1. Logisim. Снимка: Carlburch, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Logisim-icon.svg>

⁸ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 г. в секция „Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие на български език: РЕАЛИЗАЦИЯ НА КОНВОЛЮЦИОНЕН КОДЕР В LOGISIM.

Конволюционният кодер се характеризира с три параметъра: **1)** скорост на кодиране $R_c = k/n$, където k е броят на постъпващите на вход битове за един такт от абстрактното автоматно време, а n броят на битовете в изходната кодова дума; **2)** дължина на кодовото ограничение L , която представя броя на тригерите в структурата на кодера; **3)** набор от генераторни полиноми, описващи структурата на кодера (Borodzhieva, A., Aliev, Y., Ivanova, G., 2017), (Borodzhieva, A., 2017). Основен обект на разглеждане в (Borodzhieva, A., Aliev, Y., Ivanova, G., 2017), (Borodzhieva, A., 2017) е конволюционен кодер със скорост на кодиране $R_c = 1/2$, дължина на кодовото ограничение $L = 3$ и с два генераторни полиноми $g_1 = 111$ и $g_2 = 101$, където се описва синтеза и реализацията на кодера с TTL интегрални схеми (Borodzhieva, A., 2017) и имплементацията на кодера с тригери и XOR логически елементи в Logisim без оглед на реализацията му с интегрални схеми (Borodzhieva, A., Aliev, Y., Ivanova, G., 2017). В доклада по-долу се разглежда конволюционен кодер със скорост на кодиране $R_c = 1/2$, дължина на кодовото ограничение $L = 3$ и с два генераторни полиноми $g_1 = 011$ и $g_2 = 101$, като са представени четири схемни решения: **1)** реализация с тригери и XOR логически елементи без интегрални схеми; **2)** реализация с тригери и NAND логически елементи без интегрални схеми; **3)** реализация с тригери и XOR логически елементи с интегрални схеми от библиотека 74xx; **4)** реализация с тригери и NAND логически елементи с интегрални схеми от библиотека 74xx. Конволюционният кодер предава съобщението по един бит в даден момент (бит по бит). На входовете на суматорите по модул 2 постъпват битове от предходните моменти, в зависимост от това с кои тригери са свързани те (web.mit.edu/6.02/www/s2009/handouts/labs/lab5.shtml, 2021).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Постановка на задачата

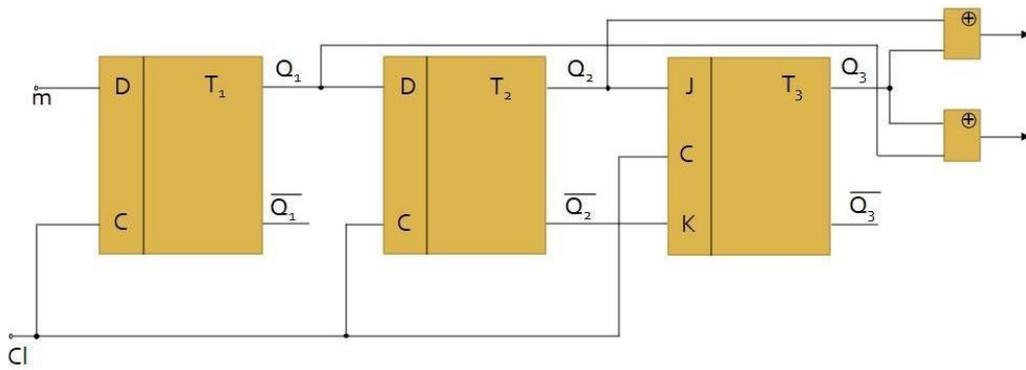
Разработката, представена по-долу, е свързана с работата по проект и в екип по дисциплината „Цифрова схемотехника“ за студенти от ОКС „Бакалавър“ от специалност „Компютърни системи и технологии“. Екипите получават задание, представено по-долу, като данните на сив фон са различни за всеки екип (съобщението за кодиране е някоя от главните латински букви $A...Z$, използваният код може да бъде 8-битовият EBCDIC или 7-битовият ASCII код, а генераторите се задават измежду 011, 101, 110 и 111). По-долу се разглежда следния пример:

Да се кодира съобщението I (главна латинска буква), представено в 8-битовия EBCDIC код, като се използва конволюционен кодер със скорост на кодиране $R_c = 1/2$, с дължина на кодовото ограничение $L = 3$ и с генератори 011 и 101. Задачата да се реши таблично и да се начертае схемата на конволюционния кодер (Фиг. 2). Да се запишат съобщението за кодиране и получените кодови символи в двоичен и шестнадесетичен формат.

На Фиг. 2 е представен конволюционен кодер със скорост на кодиране $R_c = 1/2$, с дължина на кодовото ограничение $L = 3$ и с генератори 011 и 101. В структурата на кодера се съдържат 3 на брой тригери, като първите два е указано да са D тригери, а третият JK тригер. На входа на първия тригер се подава съобщението m бит по бит. С всеки такт битовете на съобщението преминават последователно през всички тригери на кодера. На входовете на първия елемент „сума по модул 2“ (XOR) се подават правите изходи на втория и третия тригер, а на входовете на втория XOR логически елемент – правите изходи на първия и третия тригер. По този начин се получават двата бита на изходната кодова дума. Функциите на възбуждане на елементите памет и изходните реакции на кодера могат да се представят във вида:

$$D_1 = m, D_2 = Q_1, J_3 = Q_2, K_3 = Q_2 \quad (1)$$

$$u_1 = Q_2 \oplus Q_3, u_2 = Q_1 \oplus Q_3 \quad (2)$$



Фиг. 2. Схема на конволюционен кодер със скорост на кодиране $R_c = 1/2$, с дължина на кодовото ограничение $L = 3$ и с генератори 011 и 101

Прието е конволюционните кодери да работят с двоични данни. В случая съобщението е представено в EBCDIC код. За получаването на двоичния му вид се използва Таблица 1 ([https://www.ecet.ecs.uni-ruse/bg/else](https://www.ecet.ecs.uni-ruse.bg/else)).

Таблица 1. Extended Binary Coded Decimal Interchange Code (EBCDIC)

EBCDIC																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0_	NUL 0000 0	SOH 0001 1	STX 0002 2	ETX 0003 3	SEL 0004 4	HT 0009 5	RNL 0008 6	DEL 007F 7	GE 0008 8	SPS 0009 9	RPT 0010 10	VT 000B 11	FF 000C 12	CR 000D 13	SO 000E 14	SI 000F 15
1_	DLE 0010 16	DC1 0011 17	DC2 0012 18	DC3 0013 19	RES ENP 0014 20	NL 0085 21	BS 0008 22	POC 0018 23	CAN 0018 24	EM 0019 25	UBS 0026 26	CU1 001C 27	IFS 001C 28	IGS 001D 29	IRS 001E 30	IUS ITB 001F 31
2_	DS 0032 32	SOS 0033 33	FS 0034 34	WUS 0035 35	BYP INP 0036 36	LF 000A 37	ETB 0017 38	ESC 001B 39	SA 0040 40	SFE 0041 41	SM SW 0042 42	CSP 0043 43	MFA 0044 44	ENQ 0005 45	ACK 0006 46	BEL 0007 47
3_			SYN 0016 50	IR 0051 51	PP 0052 52	TRN 0053 53	NBS 0054 54	EOT 0004 55	SBS 0056 56	IT 0057 57	RFF 0058 58	CU3 0014 59	DC4 0014 60	NAK 0015 61		SUB 001A 63
4_	SP 0020 64	RSP 00A0 65										.	<	(+	
5_	& 0026 80											S	*)	:	~
6_	- 002D 96	/ 002F 97										:	%	>	?	
7_											0060	003A	0023	0040	0027	003D
8_		a 0061 128	b 0062 129	c 0063 130	d 0064 131	e 0065 132	f 0066 133	g 0067 134	h 0068 135	i 0069 136						± 00B1 143
9_		j 006A 144	k 006B 145	l 006C 146	m 006D 147	n 006E 148	o 006F 149	p 0070 150	q 0071 151	r 0072 152						
A_		~ 007E 160	s 0073 161	t 0074 162	u 0075 163	v 0076 164	w 0077 165	x 0078 166	y 0079 167	z 007A 168						
B_	^ 005E 176											[005B 186] 005D 187			
C_	{ 007B 192	A 0041 193	B 0042 194	C 0043 195	D 0044 196	E 0045 197	F 0046 198	G 0047 199	H 0048 200	I 0049 201	SHY 00AD 202					
D_	} 007D 208	J 004A 209	K 004B 210	L 004C 211	M 004D 212	N 004E 213	O 004F 214	P 0050 215	Q 0051 216	R 0052 217						
E_	\ 005C 224	NSP 2007 225	S 0053 226	T 0054 227	U 0055 228	V 0056 229	W 0057 230	X 0058 231	Y 0059 232	Z 005A 233						
F_	0 0030 240	1 0031 241	2 0032 242	3 0033 243	4 0034 244	5 0035 245	6 0036 246	7 0037 247	8 0038 248	9 0039 249						EO
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Съобщението, което трябва да се кодира, е буквата *I*. В Таблица 1 не се вижда нейният двоичен код. За да се получи, първо трябва да се намери шестнадесетичният ѝ код. Той се получава от наименованията на реда и колоната, в които е разположен търсеният символ (буквата *I*). Първият символ на шестнадесетичния код се определя от реда, в който се намира съобщението *I*, в случая *C*, а вторият – от колоната, в която се намира съобщението *I*–9. Шестнадесетичният формат на съобщението е *C9*. За получаване на двоичния код, двата символа се разглеждат поотделно. Както се вижда от Таблица 2, *C* в двоичен вид е *1100*, а *9* е *1001*. От тук следва, че съобщението, което трябва да се кодира, е *1100 1001*.

Таблица 2. Представяне на кодовете в двоична, десетична и шестнадесетична бройна система

DEC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BIN	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Таблично представяне

В Таблица 3 е представена работата на конволюционния кодер в табличен вид. Както се вижда, в момента t_0 , регистърът все още е в нулирано състояние и по тази причина на изходите се получават нули, а на входа на кодера се подава първият бит от съобщението. В следващия момент от време, на входа постъпва вторият бит от съобщението, в първия тригер от регистъра вече е записан подаденият на входа в предходния момент бит. От тук следва, че при сумиране по модул 2 на първия изход на кодера ще се получи 0, а на втория изход ще се получи 1. Принципът на работа в следващите моменти е аналогичен. При настъпване на t_7 , на входа се подава последния бит, от този момент до t_{11} се подават само нули, причината за това е, че в регистъра все още има записана информация, която да се „изчисти“, а той трябва да бъде установен в нулирано състояние.

Таблица 3. Таблично представяне на кодирането

№	Съобщение, бит m	Състояние на регистъра s_1, s_2, s_3			Изходна кодова дума u_1, u_2	
t_0	1	0	0	0	0	0
t_1	1	1	0	0	0	1
t_2	0	1	1	0	1	1
t_3	0	0	1	1	0	1
t_4	1	0	0	1	1	1
t_5	0	1	0	0	0	1
t_6	0	0	1	0	1	0
t_7	1	0	0	1	1	1
t_8	0	1	0	0	0	1
t_9	0	0	1	0	1	0
t_{10}	0	0	0	1	1	1
t_{11}	0	0	0	0	0	0

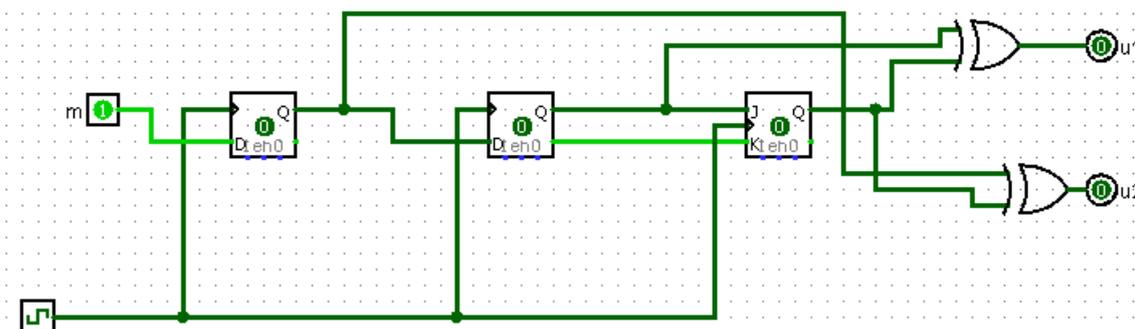
От Таблица 3 може да се видят и изходните символи. Те се получават като се вземат последователно u_1 и u_2 , от всеки ред. В двоичен вид те са: 0111 0111 0110 1101 1011. За

представянето им в шестнадесетичен вид, може да се използва отново Таблица 2, от която се получава: 776DB.

Реализация на конволюционния кодер в Logisim

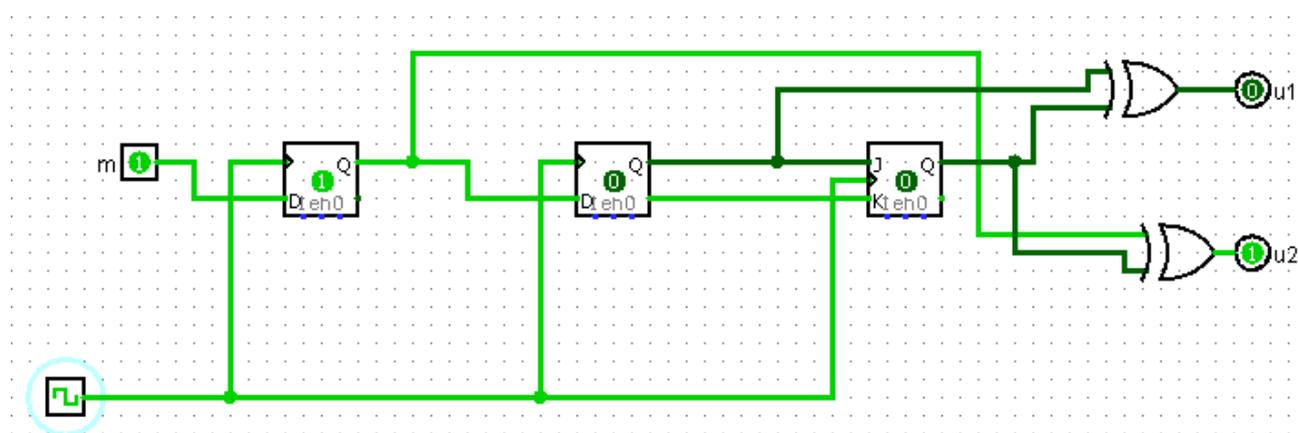
1) Реализация на изходните функции на кодера с XOR логически елементи

За построяването на кодера в Logisim с D и JK тригери и логически елементи „сума по модул 2“ се използват зависимости (1) и (2), като реализираната в Logisim схема на кодера от Фиг. 2 е показана на Фиг. 3 и Фиг. 4, за два последователни момента от време. При тестването ѝ се установява потвърждаване на написаното в Таблица 3. На входа се подава първият бит, регистърът е нулиран, на входовете на двата логически елемента „сума по модул 2“ се подават нули, следователно и на изходите се получават нули (Фиг. 3).



Фиг. 3. Реализация на разглеждания конволюционен кодер с логически елементи „сума по модул 2“ в начално състояние

При постъпване на преден фронт на тактовия сигнал, битът m постъпва в регистъра (в първия тригер), а на входа се подава следващият информационен бит. На входовете на първия логически елемент „сума по модул 2“ се подават правите изходи на втория и третия тригер, следователно на изхода се получава 0, а на втория изход се получава 1, защото в първия тригер има записана единица, която се подава на единия от входовете на втория елемент „сума по модул 2“, заедно с нулата от третия тригер.



Фиг. 4. Реализация на разглеждания конволюционен кодер с логически елементи „сума по модул 2“ в следващия момент от време t_1

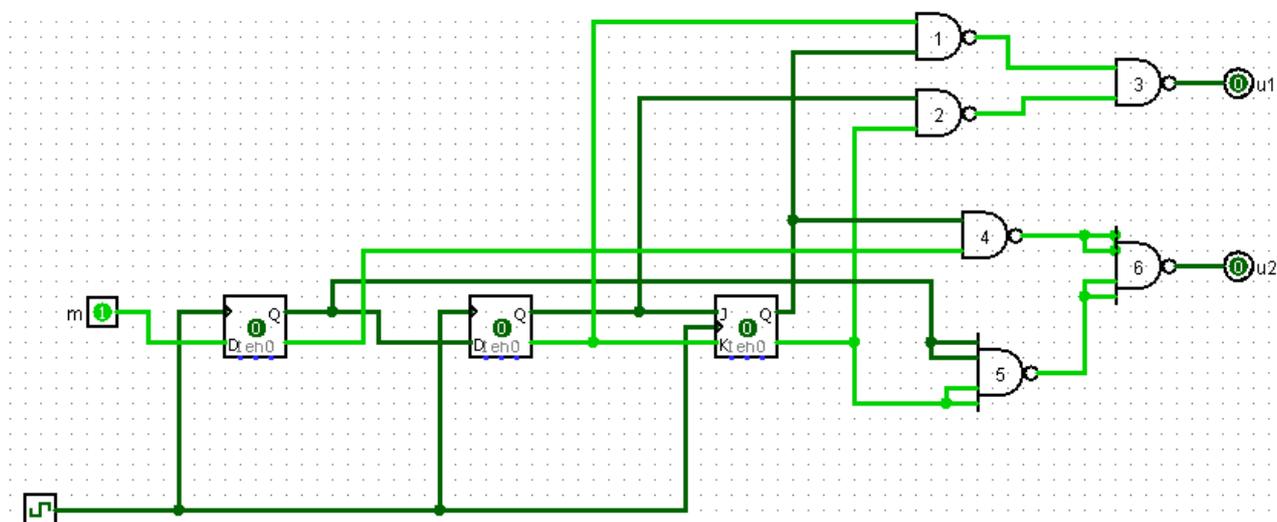
При подаване на следващи импулси на тактовия вход, последователно постъпват следващите битове на съобщението, а когато те свършат, се подават нули, докато регистърът не бъде установен в началното нулево състояние.

2) Реализация на изходните функции на кодера с NAND логически елементи

В заданието е указана елементната база за реализиране на конволюционния кодер:
1) една интегрална схема SN 7474 (синхронен D тригер с асинхронни приоритетни \bar{S} и \bar{R} входове, 2 броя в 1 корпус); **2)** една интегрална схема SN 7472 (синхронен JK тригер с асинхронни приоритетни \bar{S} и \bar{R} входове); **3)** една интегрална схема SN 7400 (четири двувходови NAND); **4)** една интегрална схема SN 7410 (три тривходови NAND); **5)** една интегрална схема SN 7420 (два четириходови NAND).

За построяването на кодера в Logisim с D и JK тригери и логически елементи „И-НЕ“ (NAND), с цел използване на указаната елементна база, е необходимо преобразуването на изходните функции в базис И-НЕ, като се използват зависимости (3). Реализираната в Logisim схема на кодера от Фиг. 2 е показана на Фиг. 5. Всяка инверсия в зависимости (3), съдържаща два или три елемента, се представя чрез отделен И-НЕ елемент. При тестването на схемата се потвърждава написаното в Таблица 3.

$$u_1 = \overline{\overline{Q_2} \cdot \overline{Q_3} \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_3}}, u_2 = \overline{\overline{Q_1} \cdot \overline{Q_3} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_3}} \quad (3)$$



Фиг. 5. Реализация на разглеждания конволюционен кодер с логически елементи „И-НЕ“ в начално състояние

Принципът на работа на тази схема е същият, като на предходната. Единствената разлика е, че логическите елементи „сума по модул 2“ са заменени с И-НЕ такива. За да се получават същите стойности, на мястото на всеки XOR елемент стоят три NAND елемента. На входовете на елемент 1 се подават инверсията на втория тригер и правият изход на третия тригер. На входовете на елемент 2 се подават правият изход на втория тригер и инверсията на третия тригер. На входовете на елемент 3 се подават изходите на елементи 1 и 2. Стойността на изхода му е първият кодов символ u_1 . На входовете на елемент 4 се подават инверсията на първия тригер и правият изход на третия тригер. Елементи 5 и 6 са четириходови (с оглед на указаната елементна база), но се използват като двувходови. На два от входовете на елемент 5 се подава правият изход на първия тригер, а на останалите два – инверсията на третия тригер, базирайки се на зависимостта $\overline{Q_1 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_3} \cdot \overline{Q_3}} = \overline{Q_1 \cdot \overline{Q_3}}$. На два от входовете на елемент 6 се подават изходът на елемент 4, а на другите два – изходът на елемент 5. На изхода на елемент 6 се получава стойността на втория кодов символ u_2 . В четирите таблици по-долу (Таблица 4...Таблица 7) са представени съединенията (връзките), необходими за изграждане на схемата от Фиг. 5.

Таблица 4. Свързване на ИС 7474

ИС1	T1	1 ₁	\bar{R}_1	$\perp/+E_c$	
-----	----	----------------	-------------	--------------	--

SN7474		4₁	\bar{S}_1	$+E_c$	
		3₁	C_1	Cl	
		2₁	D_1	m	m
		5₁	Q_1	1 ₄ , 2 ₄	
		6₁	\bar{Q}_1	10 ₃	
	T2	13₁	\bar{R}_2	$\perp/+E_c$	
		10₁	\bar{S}_2	$+E_c$	
		11₁	C_2	Cl	
		12₁	D_2	Q_1	5 ₁
		9₁	Q_2	4 ₃	
		8₁	\bar{Q}_2	1 ₃	
		7₁	\perp	\perp	\perp
		14₁	$+E_c$	$+E_c$	$+E_c$

Таблица 5. Свързване на ИС 7472

ИС2 SN7472	T3	2₂	\bar{R}_3	$\perp/+E_c$	
		13₂	\bar{S}_3	$+E_c$	
		12₂	C_3	Cl	
		3₂	J_1	J_2	4 ₂
		4₂	J_2	J_3	5 ₂
		5₂	J_3	Q_2	9 ₁
		9₂	K_1	K_2	10 ₂
		10₂	K_2	K_3	11 ₂
		11₂	K_3	\bar{Q}_2	8 ₁
		8₂	Q_3	2 ₃ , 9 ₃	
		6₂	\bar{Q}_3	5 ₅ , 4 ₄ , 5 ₄	
		1₂	NA		
		7₂	\perp	\perp	\perp
		14₂	$+E_c$	$+E_c$	$+E_c$

Таблица 6. Свързване на ИС 7400

ИС3 SN7400	ЛЕ1	1₃	x ₁	\bar{Q}_2	8 ₁
		2₃	x ₂	Q_3	8 ₂
		3₃	y	ЛЕ ₁₀	13 ₃

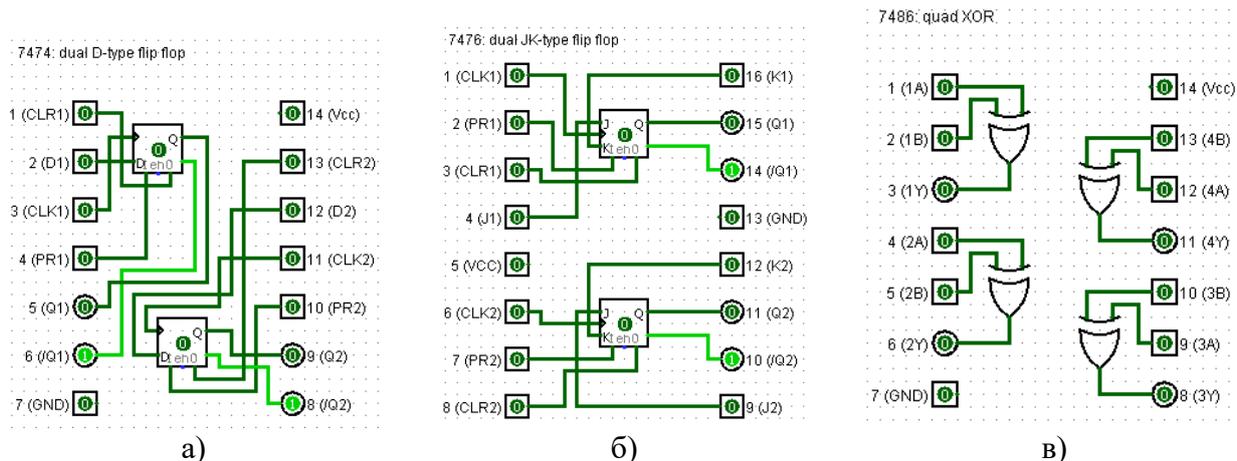
	ЛЕ2	4 ₃	x ₁	Q ₂	9 ₁	
		5 ₃	x ₂	\bar{Q}_3	6 ₂	
		6 ₃	y	ЛЕ ₂₀	12 ₃	
	ЛЕ3	13 ₃	x ₁	ЛЕ ₁₀	3 ₃	
		12 ₃	x ₂	ЛЕ ₂₀	6 ₃	
		11 ₃	y	ЛЕ ₃₀	u ₁	
	ЛЕ4	10 ₃	x ₁	\bar{Q}_1	6 ₁	
		9 ₃	x ₂	Q ₃	8 ₂	
		8 ₃	y	ЛЕ ₄₀	13 ₄ , 12 ₄	
			7 ₃	⊥	⊥	⊥
			14 ₃	+E _c	+E _c	+E _c

Таблица 7. Свързване на ИС 7420

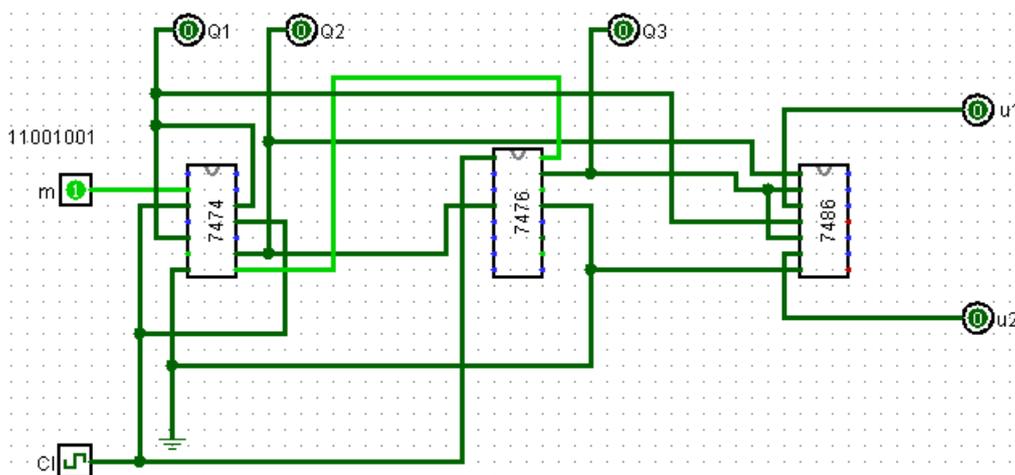
ИС4 SN7420	ЛЕ5	1 ₄	x ₁	Q ₁	5 ₁	
		2 ₄	x ₂	Q ₁	5 ₁	
		4 ₄	x ₃	\bar{Q}_3	6 ₂	
		5 ₄	x ₄	\bar{Q}_3	6 ₂	
		6 ₄	Y	ЛЕ ₅₀	10 ₄ , 9 ₄	
	ЛЕ6	13 ₄	x ₁	ЛЕ ₄₀	8 ₃	
		12 ₄	x ₂	ЛЕ ₄₀	8 ₃	
		10 ₄	x ₃	ЛЕ ₅₀	6 ₄	
		9 ₄	x ₄	ЛЕ ₅₀	6 ₄	
		8 ₄	Y	ЛЕ ₆₀	u ₂	
			3 ₄	NA		
			11 ₄	NA		
			7 ₄	⊥	⊥	⊥
			14 ₄	+E _c	+E _c	+E _c

3) Реализация на изходните функции на кодера с XOR логически елементи, с интегрални схеми от библиотека 74xx

За построяването на кодера в Logisim с D и JK тригери и логически елементи „сума по модул 2“, с интегрални схеми от библиотека 74xx, се използват зависимости (1) и (2). С оглед на наличните в интернет интегрални схеми (<https://74x.weebly.com/blog/library-of-7400-logic-for-logisim>, 2021), при реализацията са използвани следните интегрални схеми: 1) SN 7474 (2 броя D тригери, Фиг. 6 а); 2) SN 7476 (2 броя JK тригери, Фиг. 6 б); 3) SN 7486 (4 броя XOR логически елементи, Фиг. 6 в). За тригерите е реализирана версия със S и R приоритетни входове, което в случая не налага подаване на сигнали на тези входове, тъй като тригерите първоначално ще са нулирани, а впоследствие ще могат да се използват директно като D или JK тригери). Реализираната в Logisim схема на кодера от Фиг. 2 е показана на Фиг. 7 с интегрални схеми от библиотека 74xx. При тестването ѝ се потвърждава написаното в Таблица 3.



Фиг. 6. Структура на използваните интегрални схеми от библиотека 74xx:
а) SN 7474; б) SN 7476; в) SN 7486

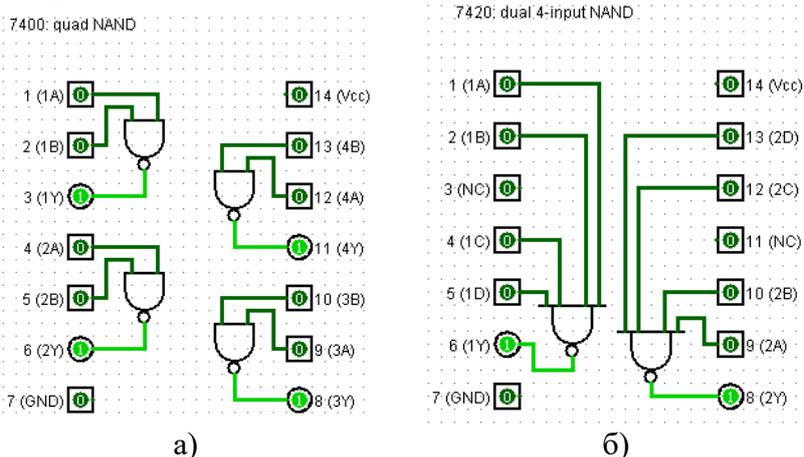


Фиг. 7. Реализация на разглеждания конволюционен кодер с логически елементи „сума по модул 2“, с интегрални схеми от библиотеката 74xx, в начално състояние

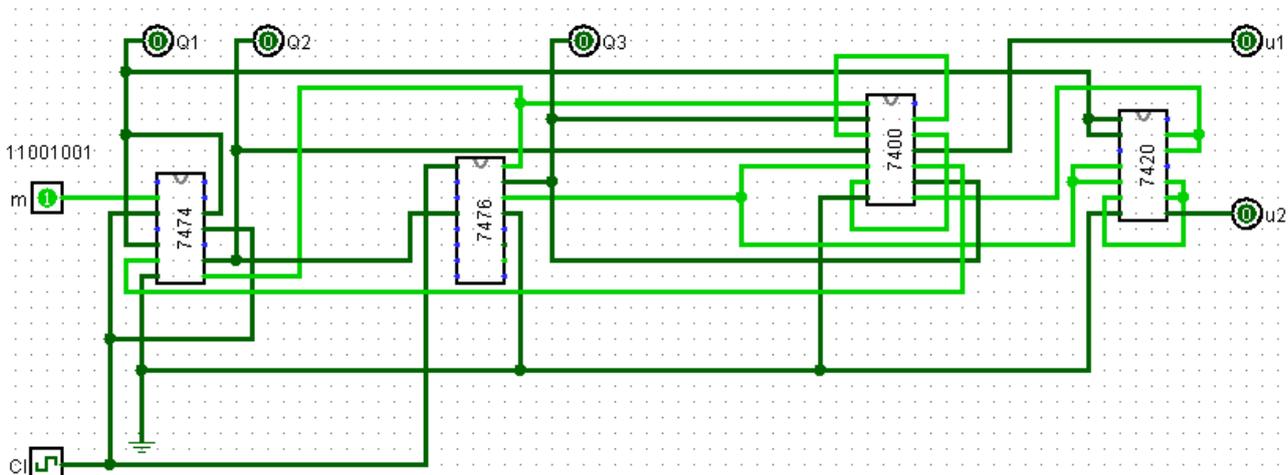
При изграждането на схемата е необходим само един JK тригер и два XOR елемента, затова някои крачета са оставени свободни. Чрез Q1, Q2 и Q3 са представени състоянията на тригерите. В случая на входа е подаден първият бит от съобщението, регистърът е нулиран и на изхода се получават нули. Това е началното състояние.

4) Реализация на изходните функции на кодера с NAND логически елементи, с интегрални схеми от библиотека 74xx

За построяването на кодера в Logisim с D и JK тригери и логически елементи „И-НЕ“, с интегрални схеми от библиотека 74xx, се използват зависимости (3). С оглед на наличните в интернет интегрални схеми (<https://74x.weebly.com/blog/library-of-7400-logic-for-logisim>, 2021), при реализацията са използвани следните интегрални схеми: 1) SN 7474 (2 броя D тригери, Фиг. 6 а); 2) SN 7476 (2 броя JK тригери, Фиг. 6 б); 3) SN 7400 (4 броя двувходови NAND логически елементи, Фиг. 8 а); 4) SN 7420 (2 броя четириходови NAND логически елементи, Фиг. 8 б). Реализираната в Logisim схема на кодера от Фиг. 2 е показана на Фиг. 9 и Фиг. 10, за два последователни момента от време, с интегрални схеми от библиотека 74xx. При тестването ѝ се потвърждава написаното в Таблица 3.

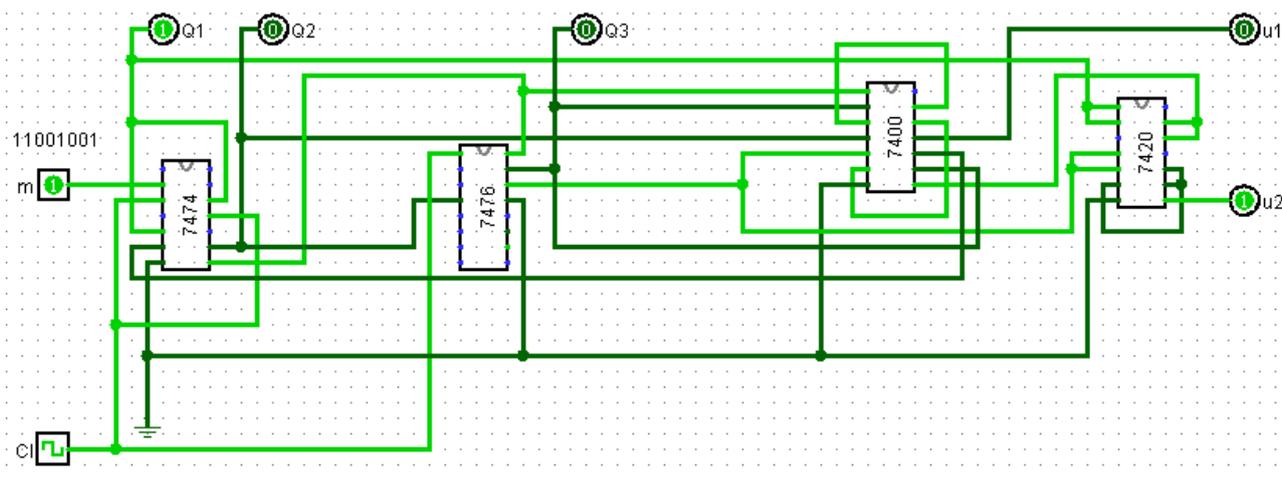


Фиг. 8. Структура на използваните интегрални схеми от библиотека 74xx:
а) SN 7400; б) SN 7420



Фиг. 9. Реализация на разглеждания конволюционен кодер с логически елементи „И-НЕ“, с интегрални схеми от библиотеката 74xx, в начално състояние

Тук разликата от предходната фигура (Фиг. 7) е във втората част на схемата. Интегралните схеми SN 7400 и SN 7420 заменят SN 7486. Те са изградени от И-НЕ логически елементи. Описанието на схемата е същото, като на тази от Фиг. 5, с единствената разлика, че елементите са „скрити“ в интегралните схеми. На Фиг. 10 е показан конволюционният кодер в момента t_1 . На входа е подаден вторият бит от съобщението, на изхода Q1 има 1, което означава, че в първия тригер има записана единица. Другите два тригера са в състояние 0. От тук следва че при сумиране по модул 2 на първия изход трябва да има нула, а на втория – единица. Това доказва, че интегралните схеми SN 7400 и SN 7420 наистина „вършат работата“ на SN 7486.



Фиг. 10. Реализация на разглеждания конволюционен кодер с логически елементи „И-НЕ“ в следващия момент от време t_1 , с интегрални схеми от библиотеката 74xx

БЛАГОДАРНОСТ

Докладът отразява резултати от работата по проект No 2021 – ФЕЕА – 03 „Проектиране, FPGA-имплементиране и изследване на цифрови комуникационни устройства“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

ИЗВОДИ

Конволюционните кодери имат голяма ефективност при кодиране и декодиране на информация. Поради тази причина те намират много голямо приложение в комуникационната техника.

От своя страна, Logisim е много добър образователен инструмент, чрез който може да се изгражда и тества работоспособността на различни цифрови схеми, от малки до много големи. Именно чрез него в доклада е представен и принципа на кодиране на съобщение чрез един конволюционен кодер, изграден по 4 различни начина.

REFERENCES

- Borodzhieva, A., 2017. Synthesis and Implementation of Convolutional Encoders with TTL Integrated Circuits. Scientific conference of RU & SU '17 "Industry 4.0. Business environment. Quality of life.", Ruse, 27 – 28.10.2017, Proceedings of the University of Ruse – 2017, Volume 56, Book 3.2, Communication Systems and Network Technologies, pp. 23 – 30, ISSN 1311-3321 (*Оригинално заглавие: Бороджиева, А., 2017. Синтез и реализация на конволюционни кодери с TTL интегрални схеми. Научна конференция на РУ & СУ '17 „Индустрия 4.0. Бизнес среда. Качество на живот.“ Русе, 27–28.10.2017 г., Научни трудове на Русенския университет – 2017, Том 56, серия 3.2, Комуникационни системи и мрежови технологии, 23 – 30 стр., ISSN 1311-3321.*)
- Borodzhieva, A., Aliev, Y., Ivanova, G. (2017). Modeling and Simulation of Convolutional Encoders Using Logisim for Training Purposes in the University of Ruse. Second International Scientific Conference "Industry 4.0", 13-16.12.2017, Borovets, Bulgaria, Proceedings, Volume 1: Dominant Technologies in "Industry 4.0", Technological Basis of "Industry 4.0", pp. 177 – 180, ISSN (Print) – 2535-0153, ISSN (Online) – 2535-0161.
<https://www.ecet.ecs.uni-ruse/bg/else> (Accessed on 05.05.2021).
<http://www.cburch.com/logisim/> (Accessed on 05.05.2021).
web.mit.edu/6.02/www/s2009/handouts/labs/lab5.shtml (Accessed on 05.05.2021).
<https://74x.weebly.com/blog/library-of-7400-logic-for-logisim> (Accessed on 05.05.2021).

PHOTOGRAFIK – INNOVATIVE ONLINE PLATFORM FOR PHOTOGRAPHY SERVICE MANAGEMENT ⁹

Tolga Kantarov – Student

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: s183013@stud.uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD

Department of Computing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 086-888-855
E-mail: giivanova@uni-ruse.bg

***Abstract:** In recent years, there has been an increase in demand for photographic services for various personal or professional events. Web-based photo engagement management platforms can make it easier for photographers and clients to organize and track all accompanying photo engagement activities. Such platforms created especially for the needs of photographers who are engaged in various events are still not popular in Bulgaria.. The author of this report is a professional in the field of photography. The presented paper describes an author's prototype of a specialized platform for managing photographic engagements. The process of designing and creating an online platform for managing photographic engagements is described, which will help photographers in organizing and tracking their professional engagements.*

***Keywords:** photograph, software platform, software engineering, Agile, Scrum*

ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години се отчита нарастване на търсенето на фотографски услуги за различни събития от личен или професионален характер. В (Kotsev, A., 2019) е представено интересно дисертационно изследване на тенденции в развитието на българската рекламна фотография в периода 2000-2017 .

Уеб-базираните платформи за управление на фотографски ангажименти могат да улеснят фотографите и клиентите в организирането и проследяването на всички съпътстващи дейности свързани с фотографските ангажименти. В България все още не са популярни подобни платформи създадени специално за нуждите на фотографите, които се ангажират по различни събития.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Авторът на настоящия доклад се занимава професионално в областта на фотографията. В представения труд се описва и предлага авторски прототип на специализирана платформа за управление на фотографски ангажименти. Описан е процесът на проектиране и създаване на проект на онлайн платформа за управление на фотографски ангажименти, която да подпомага фотографите в организирането и проследяването на професионалните им ангажименти.

Описание на процеса на проектиране и създаване на платформата

В процеса на проектиране е направен анализ и са обобщени следните функционални и нефункционални изисквания към платформата за фотографски ангажименти:

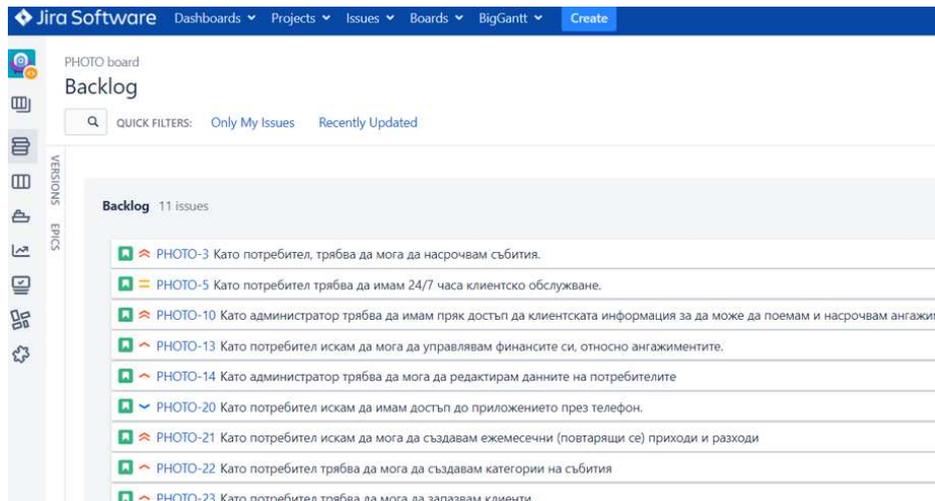
- Да се съхранява информация за ангажименти и клиенти в база от данни;

⁹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: PHOTOGRAFIK – ОНЛАЙН ПЛАТФОРМА ЗА ФОТОГРАФСКИ АНГАЖИМЕНТИ.

- Да се осигури функционалност за поддържане на календари за събития;
- Да се предоставят възможности за следене на приходите и разходите;
- Да се проследяват подаръчни ваучери;
- Да се управляват клиентски профили;
- Да се проектира и създаде функционалност за проследява налична фотографска техника;
- Да се поддържа модул за комуникация между клиент и фотограф;
- Да се осигури възможност за изпращане на уведомления в платформата и по e-mail;
- Надеждност и сигурност на данните;
- Responsive дизайн за мобилни устройства;
- Вписване в системата чрез двуфакторна автентикация;
- Лесна поддръжка и разширяване на функционалностите.

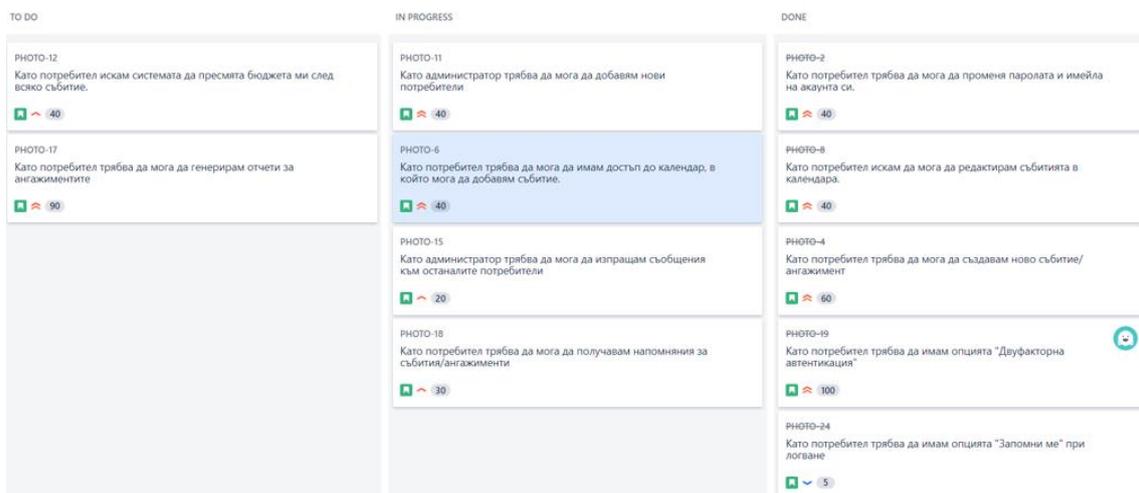
Гъвкави методологии и средства за разработване на софтуерното решение

В процеса на проектиране е използвана интегрираната среда JIRA (Garcia, A. L., 2020) и е следвана гъвкавата методология Agile Scrum за разработване на софтуерни проекти (Bhavsar, K., 2020). На Фиг. 1 е представен продуктовият списък с потребителски истории (backlog), създаден в JIRA.



Фиг. 1. Продуктов списък (backlog) с потребителски истории създаден в JIRA

На Фиг. 2 е представен примерен спринт (Alhazmi, A., 2018) с потребителски истории от процеса на гъвкава разработка на софтуерното решение.



Фиг. 2. Примерен спринт от процеса на гъвкава разработка на софтуерното решение

Потребителските истории в проекта (Ahmed, A. R., 2017) са приоритизирани с използване на методите Planning Poker (Zhang, Z., 2017) и MoSCoW (Saher, N., 2018), представени на Фиг. 3

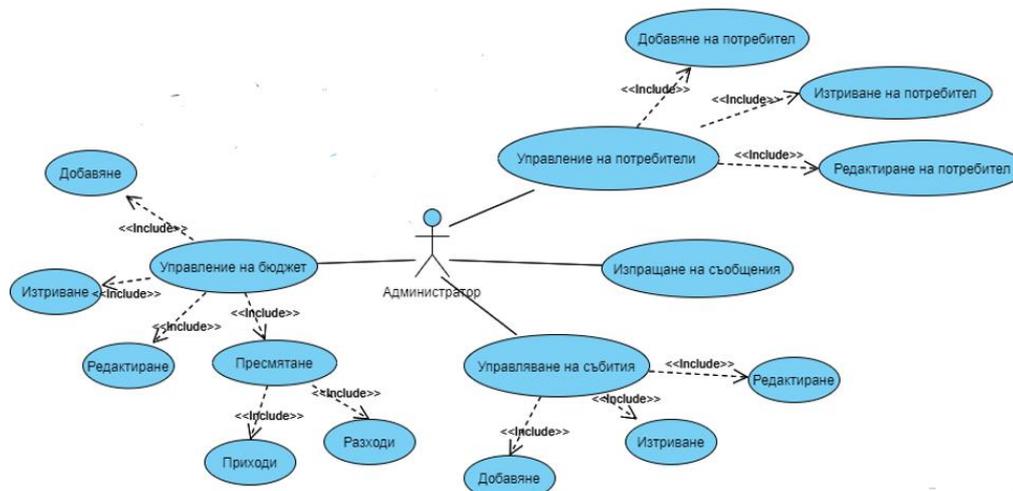


Фиг. 3. Приоритизиране на потребителските истории с Planning poker и MoSCoW

Платформата предоставя възможност за работа на два типа потребители: администратор и потребител (фотограф). Диаграмите на двата типа потребители са представени на Фиг. 4 и Фиг.5.

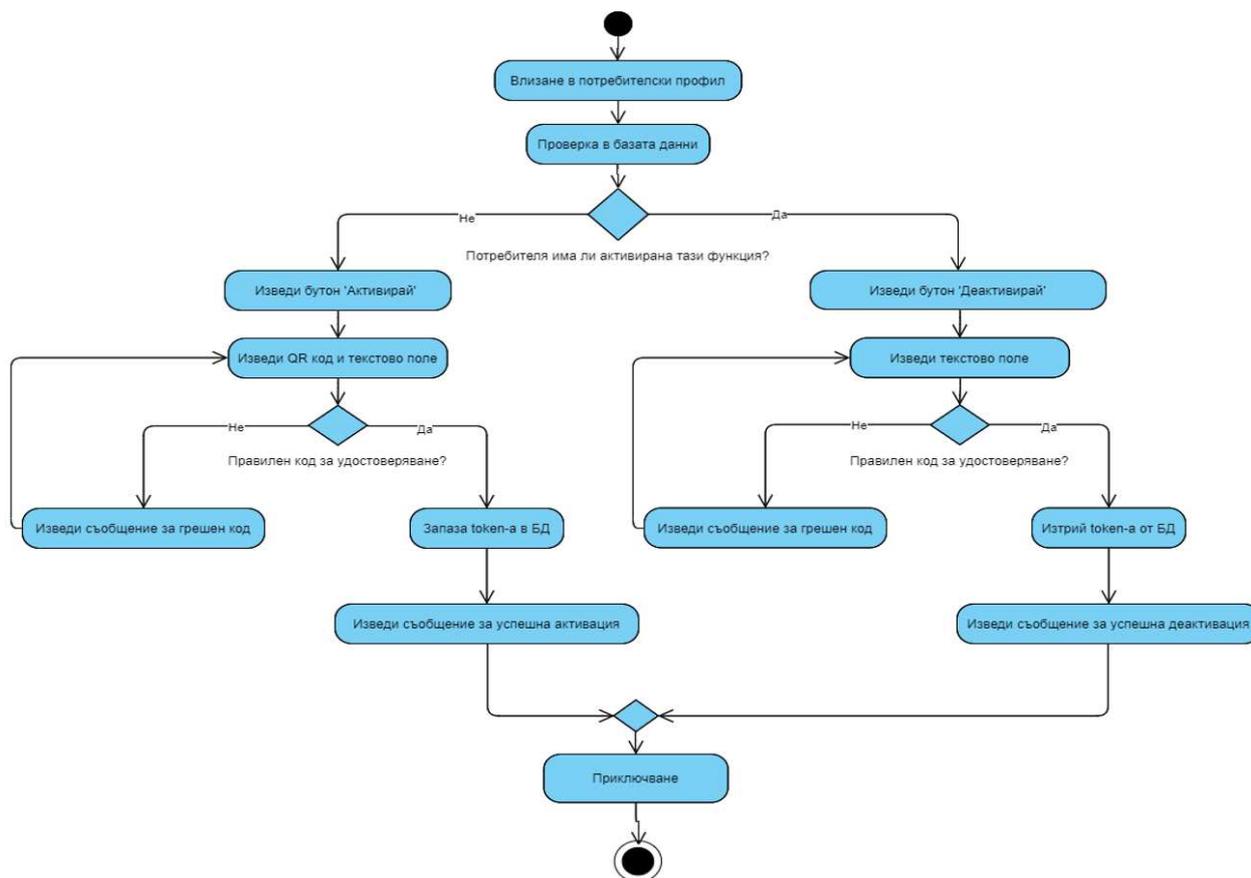


Фиг. 4. UML диаграма на случаите на употреба на потребител (фотограф)



Фиг. 5. UML диаграма на случаите на употреба на администратор

Процесът на вписване на потребителите в системата се осъществява по представения алгоритъм в диаграмата на дейностите на Фиг. 6.



Фиг. 6. Алгоритъм за вписване на потребители в системата

Прототип на платформата

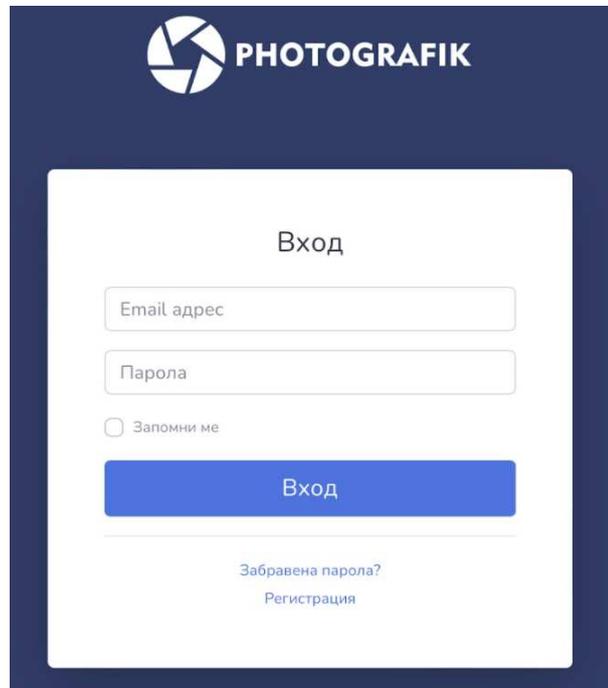
Прототипът на платформата е реализиран с използване на : PHP, MySQL, AJAX, jQuery, Bootstrap и др.

Реализирани са следните функционалности:

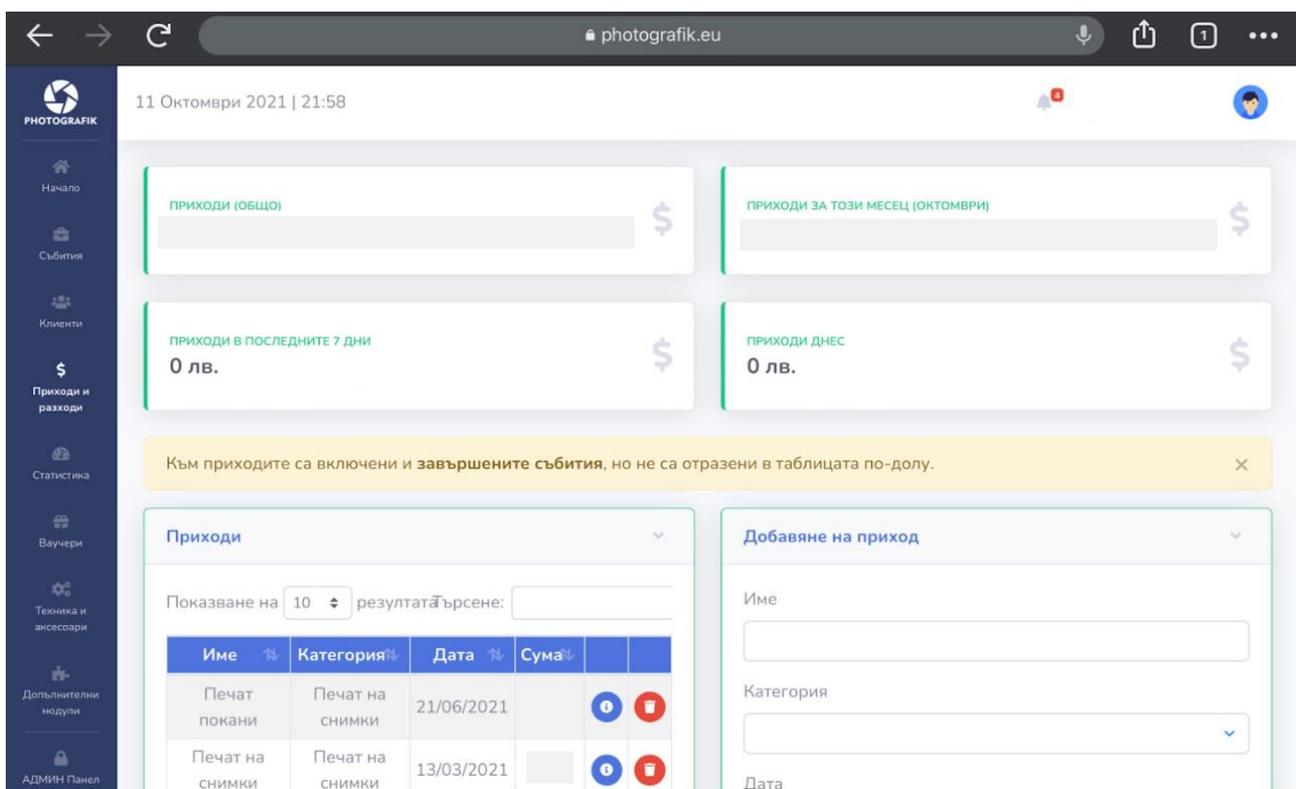
- Създаване на фотографски ангажименти;
- Напомняне за предстоящи ангажименти - уведомления в самата система и/или по имейл;
- Календар с ангажименти и календар с приходи и разходи;
- Статистика за ангажименти;
- Начален екран с кратка информация за текущия месец - приходи, разходи, предстоящи ангажименти, съобщения;
- Управление на категории ангажименти и редактиране на ангажименти;
- Управление на клиенти;
- Управление на разходи/приходи;
- Създаване и управление на подаръчни ваучери;
- Публичен модул (за клиенти) за проверка на валидност на ваучер;
- Възможност за следене и управление на потребителски сесии;

- Възможност за двуфакторна автентикация при вписване на потребител;
- Възможност за смяна на парола и други потребителски данни;
- Създаване и редактиране на потребители в административен модул;
- Изпращане на уведомления към потребители.

На Фиг. 7. и Фиг. 8 са представени интерфейс на началния екран за вписване в платформата и интерфейс от административния модул на платформата.



Фиг. 7. Интерфейс на началния екран за вписване в платформата



Фиг. 5. Интерфейс от административния модул на платформата

ИЗВОДИ

Уеб-базираната платформа PhotoGrafik за управление на фотографски ангажименти ще улесни и подпомогне фотографите и клиентите в организирането и проследяването на всички съпътстващи дейности свързани с фотографските ангажименти.

Проектът е в процес на разработка, като се предвижда добавяне на нови функционални възможности и модули:

- Създаване на албуми със снимки и възможност за споделяне с клиент - интеграция с Google Cloud Storage;
- Подобрени статистики - седмични, месечни статистики и др.;
- Подобен административен модул - възможност за по-подробно управление на потребители, роли, права, системни настройки и т.н..
- Модул за управление на инвентар;
- Модул за клиентски акаунти - възможност за следене на статус на ангажименти, ваучери и т.н.;
- Подобрени напомняния;
- Модул за съобщения между клиенти и фотографи;
- Portfolio Builder - модул чрез който фотографа ще може да създава публично портфолио и ще има избор между различни дизайни;
- Модул за онлайн разплащания.

Предвижда се след завършване на проекта платформата да се предостави за използване от други фотографи в България.

REFERENCES

Kotsev, A., (2019). *Trends in the development of Bulgarian advertising photography in the period 2000-2017* (Оригинално заглавие: Тенденции в развитието на българската рекламна фотография в периода 2000-2017 , Doctoral dissertation, New Bulgarian University.

Garcia, A. L., da Rocha Miguel, I., Eugênio, J. B., da Silva Vilela, M., & Marcondes, G. A. B. (2020). *Scrum-Based Application for Agile Project Management*. J. Softw., 15(4), 106-113.

Bhavsar, K., Shah, V., & Gopalan, S. (2020). *Scrum: an agile process reengineering in software engineering*. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), 9(3), 840-848.

Alhazmi, A., & Huang, S. (2018). *A decision support system for sprint planning in Scrum practice*. In SoutheastCon 2018 (pp. 1-9). IEEE.

Ahmed, A. R., Tayyab, M., Bhatti, S. N., Alzahrani, A. J., & Babar, M. I. (2017). Impact of story point estimation on product using metrics in Scrum development process. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 8(4), 385-391.

Zhang, Z. (2017). *The Benefits and Challenges of Planning Poker in Software Development: Comparison Between Theory and Practice* (Doctoral dissertation, Auckland University of Technology).

Saher, N., Baharom, F., & Romli, R. (2018). *A review of requirement prioritization techniques in Agile software development*.

REWARD VALUE EFFECTS ON Q-LEARNING AGENTS¹⁰

Martin Kaloev – PhD Student

Department of EEA

University of Ruse “Angel Kanchev”

E-mail: kaloev_92@mail.ru

***Abstract:** One of the great advances in the field of artificial intelligence is the creation of general artificial intelligence (AGI). Or artificial intelligence allowing an agent to perform tasks of human complexity. This is due to the development of neural networks that implement in practice the concepts described by adaptive programming. Adaptive programming is a set of algorithms and methods describing the relationships between actions and states. Artificial intelligence of this type plays an important role in the modern world, in the areas like targeted advertising; digital assisted trade; robotics; transport and others. What all these agents have in common is the ability to learn from observed processes and interact with users. This article discusses the work of such an agent. The focus of the studie is the relationship between the change in the policy used by the agent and the change in the value of the rewards received from an action. The agent's task is to solve a two-dimensional spatial problem using a greedy epsilon policy. The algorithms used by the agent are an algorithm for determine the quality of actions, a sarsa algorithm and algorithms for evaluation quality of the policy.*

***Keywords:** Adaptive programing, Agents, State , Reward*

INTRODUCTION

An adaptive program is one that changes its behavior base on the current state of its environment. This notion of adaptivity is formalized, and a logic for reasoning about adaptive programs is presented. The logic includes several composition operators that can be used to define an adaptive program in terms of given constituent programs. There several papers in a recent years that show development in the use of adaptive programming.

[S.Manju,2011] Q-Learning is a learning enhancement technique that works by learning a value-action function that provides the expected utility of taking an action in a given state and following a fixed policy thereafter. One of the strengths of Q-Learning is that it is able to compare the expected utility of available actions without requiring an environmental model. [Beakcheol Jang, 2019] Q-training can be one of the most applicable representative approaches to enhancing training and one of the non-policy strategies. Since the advent of Q-training, many studies have described its use in enhancing training and artificial intelligence problems. There is legal information on how these powerful algorithms can be used and incorporated into the overall artificial intelligence workflow. [Volodymyr Mnih,2019] However, reinforcement learning presents several challenges in terms of in-depth training. First, the most successful deep learning applications to date require large amounts of manually tagged training data. RL algorithms, on the other hand, must be able to learn from a scalar redirection signal, which is often sparse, noisy and amusing. The delay between actions and the resulting rewards, which can be thousands of times long, seems particularly daunting compared to the direct link between inputs and objectives found in supervised learning.[Sergio Rozada,2021] Value functions are essential for dynamic programming and learning enhancement, but their accurate evaluation suffers from the curse of dimensionality, which causes the development of practical algorithms for value-function (VF) evaluation. Several approaches have been proposed to overcome this problem, from nonparametric circuits that aggregate states or actions to parametric approximations of states and VF actions through, for example, linear estimates or deep neural networks. Accordingly, several high-dimensional problems can be well approximated by a low-ranking internal structure.

¹⁰ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие: REWARD VALUE EFFECTS ON Q-LEARNING AGENTS

EXPOSITION

Tests and experiments

The experiment described in this article examines how changing the values of rewards affects an agent's behavior. The test is the creation of a virtual maze, which is solved by the agent simulating the movements of a robot. The shape of the maze changes dynamically for each successfully solved test. The changes make the maze more complex or simpler. The decisive test agent uses adaptive programming methods to evaluate the steps he takes in the maze and to choose the most optimal path. Methods such as Bellman's formulas for estimating states or the Sarsa algorithm, also known as the state, actions, reward algorithm. The purpose of the test is to check whether the change in action rewards changes the path chosen by the agent. Action values change as the reward for a step taken increases or decreases, and the reward for breaking the maze rules also changes.

Formulas

The algorithms used in the test are algorithms from adaptive programming. These algorithms evaluate the quality of the steps and create a list that contains the highest quality steps [Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, 2014]. Formula (1) shows a variant of Bellman's algorithm for evaluating the quality of a step compared to the previous steps and the next step with the maximum possible reward. An alternative notation of the formula is seen in formula (2). Another algorithm for agents using adaptive programming is the SARSA algorithm or state, action, reward algorithm shown in formula (3). It is important to note that in order to check all possible lists of steps the agent goes through non-optimal steps. This approach is called greedy research policy. Additional formulas for evaluating the steps can be seen in formula (4 and 5). The quality and assessment of how greedy the chosen policy is is measured by formula (6).

	$Q(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha \left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t) \right)$	(1)
--	---	-----

Bellman algorithm for evaluation of quality, where Q stands for quality.

	$Q(s_t, a_t) = (1 - \alpha) * Q(s_t, a_t) + \alpha \left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) \right)$	(2)
--	--	-----

Alternative version of the same formula.

	$Q(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha (r_t + \gamma Q(s_{t+1}, a_{t+1}) - Q(s_t, a_t))$	(3)
--	---	-----

Sarsa algorithm.

	$v(s) = \mathbb{E}[R_{t+1} + \gamma v(S_{t+1}) \mid S_t = s]$	(4)
--	---	-----

	$q_\pi(s, a) = \mathbb{E}_\pi[R_{t+1} + \gamma q_\pi(S_{t+1}, A_{t+1}) \mid S_t = s, A_t = a]$	(5)
--	--	-----

	$TDerror(s) = V^\pi(s) - \sum_{s'} T(s, \pi(s), s') [r(s, \pi(s), s') + \gamma V^\pi(s')]$	(6)
--	--	-----

Examples and models of the labyrinths used

Figures 1 to 3 show applied models of the maze. In the experiment, empty squares are allowed or legal steps, while solid squares are walls in the maze and their passage is considered a violation. The reward for passing through legal squares is always higher than the reward for breaking the walls of the maze. This is to encourage the agent not to break the rules of the maze.

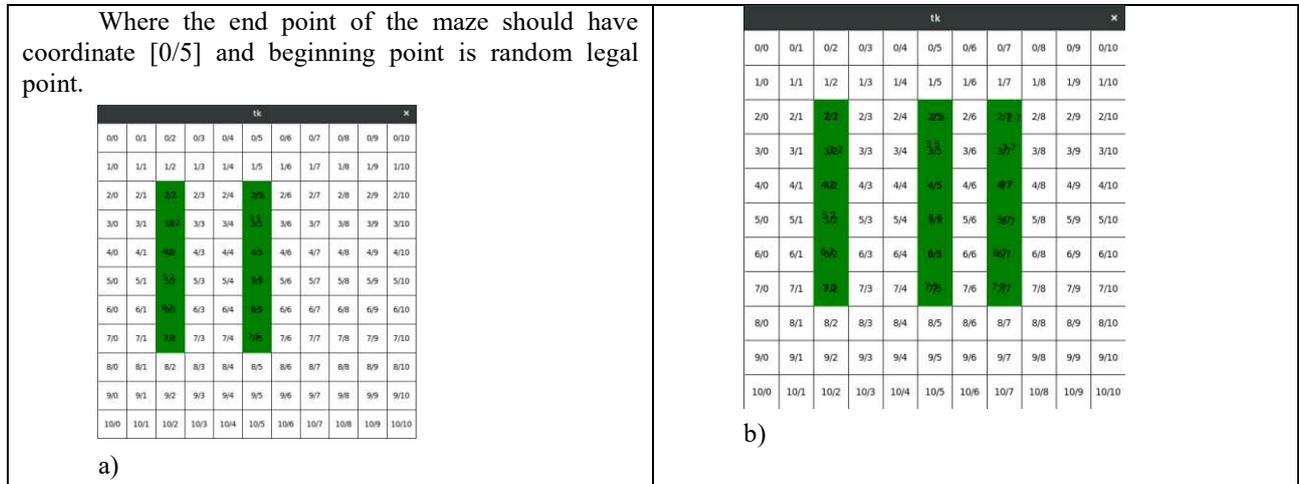


Fig.1.a) very simple maze with 2 walls b) very simple maze with 3 walls

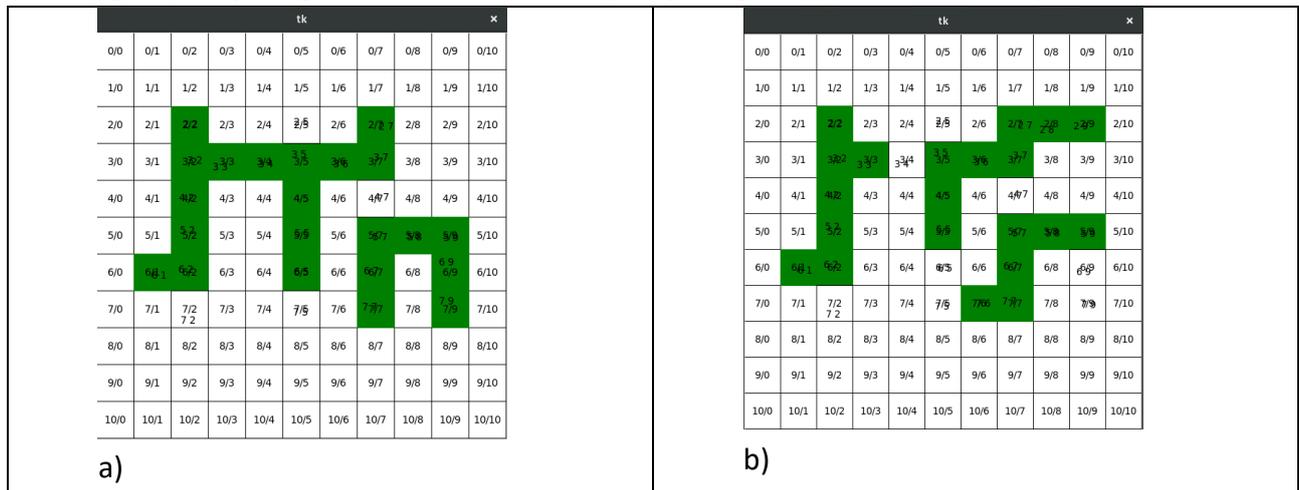


Fig.2 a) medium complex maze example 1 b) medium complex maze example 2

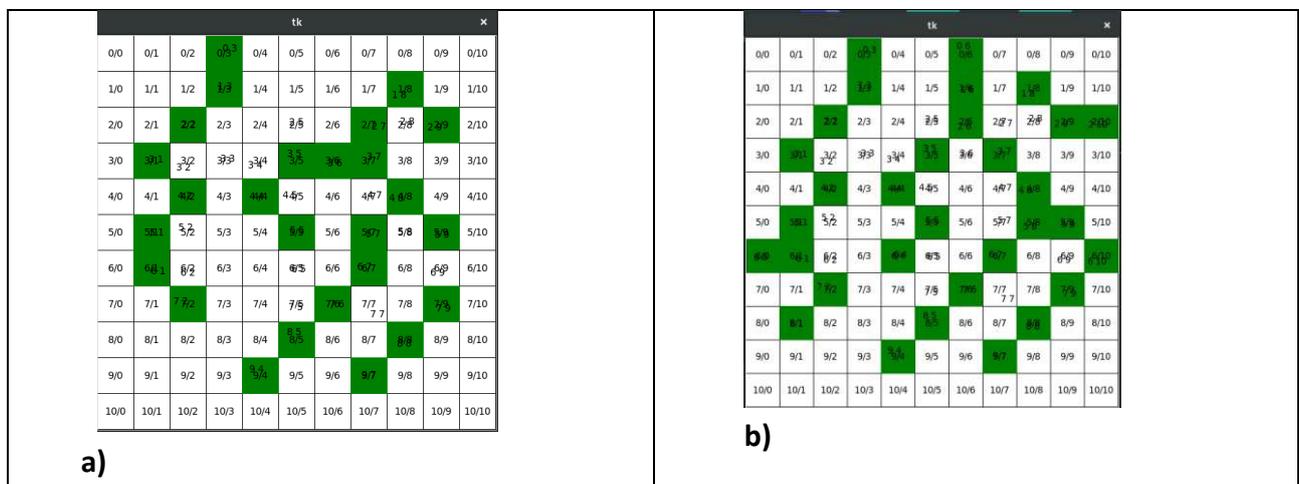


Fig.3. a) and b) very complex maze with multiple choices where breaking the walls is expected

Results

Infinite cycle results

Interest result is obtained when using rewards for a step taken by the agent with a positive value. If each action of the agent is rewarded with a positive value, it passes into an infinite cycle and a final solution is never reached.

Results and analysis of the models

The table 1 shows the results that show which factors play the biggest role in whether the rules of the virtual maze will be violated or not. The factors that are observed are - the complexity of the maze, the discrepancy between the value of the step and the value of the penalty for violating the rules of the maze, the number of squares forming a continuous wall in the maze.

Table.1.Results summary

complexity of the maze (more than half squares are covered in wals)	discrepancy between the value of the step and the value of the penalty for violating the rules of the maze(value of step < 3x value of penalty)	the number of squares forming a continuous wall in the maze.(more than 12 conected squares)
54% chance agent to break the maze	68% chance agent to break the maze	86% chance the agent to break the maze

Optimization

A possible way to optimize an agent is proposed by solving the equation shown in formula (7). This equation takes into account the factors that have the greatest role in the occurrence of a breakthrough and violation of the rules of the maze. The equation can be interpreted as: A breakthrough in the maze will occur if the agent receives less punishment for violating the rules of the maze than he would receive when crossing a road of too great a length. All algorithmic and sample test and code can be found in the repository created for the project to the article [repository,2021].

$f_w \begin{cases} T, [\sum_{n=1}^{Vp} + Rp] > [\sum_{n=1}^{Nw} + Rw] \\ F, [\sum_{n=1}^{Vp} + Rp] < [\sum_{n=1}^{Nw} + Rw] \end{cases}$	(7)
--	-----

CONCLUSION

The article analyzes the change in the behavior of an agent when changing the values of actions. Answers to questions about why rewards often have a negative value instead of a positive one. The moments in which the agent violates the rules of the given task are considered and analyzed. A solution for the specific problems of a problem derived in an equation and a software library is proposed.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper is supported by project 21-FEEA-01 “Intelligent computer systems: research of their evolution, application, and management”, funded by the Research Fund of the “Angel Kanchev” University of Ruse.

REFERENCES

Ms.S.Manju,Dr.Ms.M.Punithavalli, (2011), *An Analysis of Q-Learning Algorithms with Strategies of Reward Function*, International Journal on Computer Science and Engineering

Beakcheol Jang, Myeonghwi Kim, (2019), *Q-Learning Algorithms: A Comprehensive Classification and Applications*, IEEE Access PP(99):1-1

Volodymyr Mnih, Koray Kavukcuoglu, David Silver, Alex Graves, Ioannis Antonoglou, Daan Wierstra, Martin Riedmiller, (2019), *Playing Atari with Deep Reinforcement Learning*, Cornell University

Sergio Rozada, Victor Tenorio, Antonio G. Marques, (2021), *Low-rank State-action Value-function Approximation*, Cornell University

Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, (2014), *Reinforcement Learning: An Introduction*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts

URL: https://github.com/MartinKalojev/reward_changing_ai_quality_robotics

MOBILE APPLICATION FOR ORGANISING EVENTS¹¹

Ventsislav Rusanov – Student

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 895 321 659
E-mail: vencislav_98@abv.bg

Elitsa Ibryamova, PhD

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082-888-827
E-mail: eibryamova@ecs.uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper presents a developing process of a mobile application for organizing and announcing events. The current circumstances for the need to create this application are considered. It shows why we might need such an application and what problems it can solve in the daily life of people.*

***Keywords:** Mobile application, Communication, Events management, Notifications, Covid-19*

ВЕВЕДЕНИЕ

Идеята за приложението възниква основно след навлизането на Корона вируса (Covid-19) или по-точно след обявяването на извънредна обстановка, когато бяха наложени мерки и режими с цел опазване на здравето. Аптеките и магазините започнаха да се препълват с купувачи, които изкупуваха лекарства и стоки от първа необходимост. Това доведе до несигурност и паника, което накара хората да чакат дълго време на опашки, надявайки се, когато дойде техният ред все още да има наличност на това, което им е нужно. От друга страна, струпването на хора на едно място, особено без да се спазва определена дистанция предизвикваха проблеми с наложените мерки за сигурност. Липсата на тези места лесно и бързо да информират заинтересованите си клиенти кога е свършила наличността на някой продукт или лекарство, както и кога получават нова доставка се оказва сериозна пречка за спазването на противоепидемичните мерки (Galanakis, C., & al. (2021)). Основният проблем е, че липсва опростен и достъпен начин за споделяне на актуална информация в реално време.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Актуалност на проблема

Комуникацията между младите хора в днешно време е улеснена – по-голяма част от тях използват социални мрежи и имат специален начин за обмяна на информация помежду си. Оказва се, че няма много удобни решения, когато се налага едно лице да извести голяма група хора от различни възрасти и различни умения за използване на комуникационните технологии.

Социалните мрежи и приложенията за „чат“ не са адекватно решение, защото се използват и за най-различни други действия. В много случаи важни новини са изпускани, защото са изместени от по-нови, но несъществени новини. За решаване на проблема е нужно решение, което предоставя начин на дадено заведение, магазин или каквато и да е организация или човек да информира голяма група хора.

¹¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: МОБИЛНО ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА СЪБИТИЯ

Електронни пощи

Електронните пощи са удобни за целта - въвеждат се адресите на потребителите и се изпраща електронно писмо към тях (Gilbert, N. (2021), The Radicati Group. (2020)). Начинът на комуникация е надежден и съобщението се доставя бързо, а други потребители не могат да го видят, изтрият или изместят с коментари.

Ограничението на електронните пощи обаче е, че трябва предварително да се знае електронния адрес на получателя. Освен това, чрез електронните пощи се изпращат множество фалшиви писма с цел измама, кражба на данни или пари. Възрастните хора не винаги могат да разграничат злонамерените съобщения и лесно да се заблудят. От тази гледна точка, електронните пощи не са неподходящи за организиране на събития и известяване на голяма група хора.

Facebook и Facebook Events

Facebook Events на социалната платформа Facebook предоставя отлично решение на проблема. Организации, фирми или частни лица могат да създават събития, към които потребителите да се записват и да получават известия от организаторите.

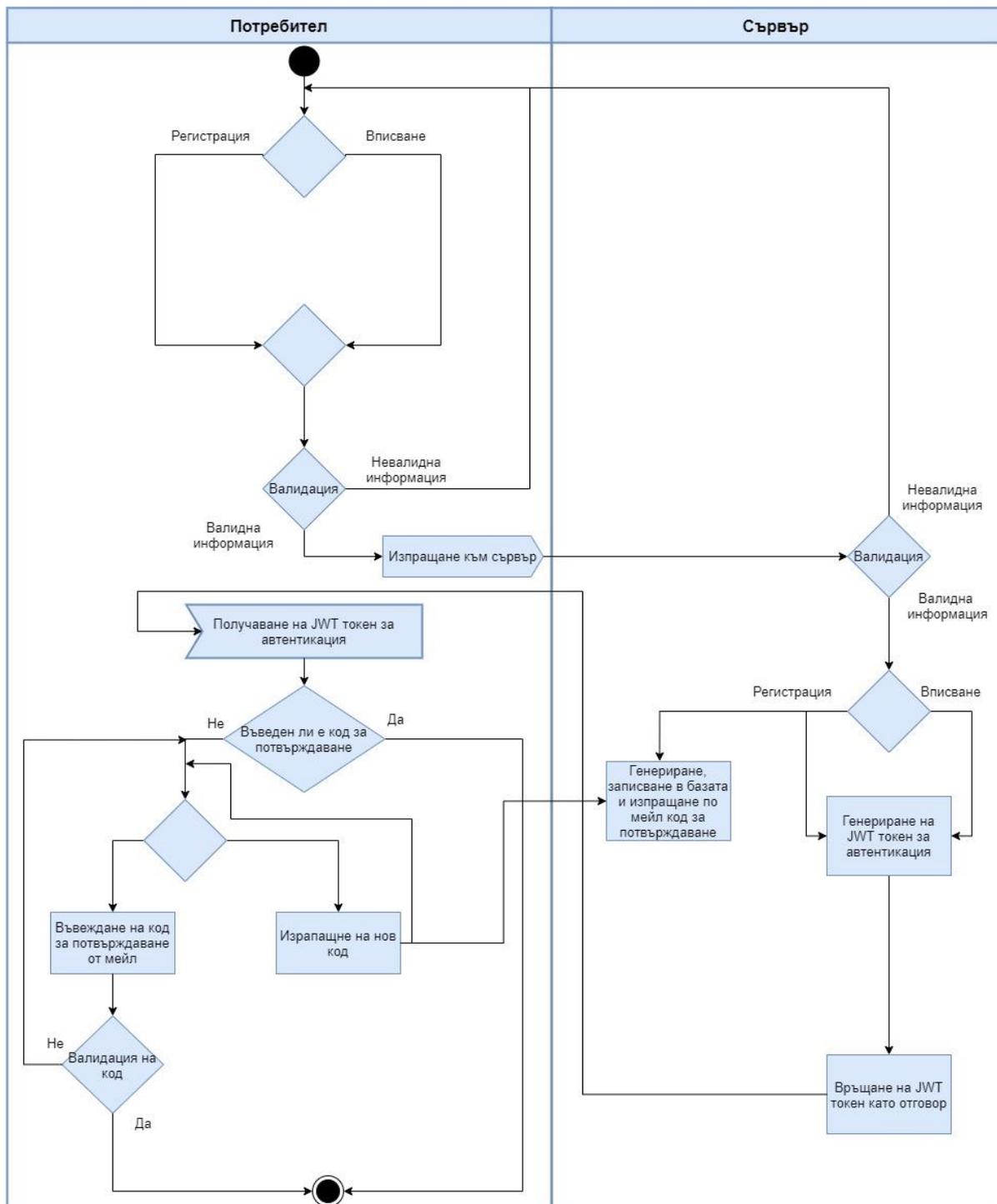
Проблемът на платформата е, че тя е основно социална мрежа. Потребителят трябва да има задължително регистрация, за да използва услугата Events. Това води до отключване на различни под-платформи и получаването на известия от специфични източници като платформи за продажби и социални известия. Намирането на необходимата информация се усложнява и е възможно хора, които не са наясно с технологиите, да се объркат от всички услуги на голямата платформа.

Разработване на мобилно приложение за организиране на събития

С нарастване на удобството от използване на мобилните технологии и тяхната достъпност от гледна точка на цена и технически параметри, почти всеки в днешно време разполага с умен телефон (смартфон) (Ofcom. (2020)). Разработени са хиляди мобилни приложения, които подобряват ежедневието на хората, но по време на пандемията COVID-19 са предложени иновативни програми, които имат значително улесняват хората в извънредни ситуации. Например, различни софтуерни и цифрови приложения вече са на разположение, за да предоставят по-добри услуги по цифров път (Vaishya, R., & al. (2021)). Едно от най-големите предимства на смартфоните е, че те имат възможност да получават известия в реално време. Мобилният телефон е неизменен аксесоар и през повечето време се намира в близост до собственика си. Следователно, ако е получено известие, то ще бъде видяно в рамките на няколко минути. Имайки това в предвид се стига до извода, че най-лесният и бърз начин за комуникация с хората е чрез мобилните устройства.

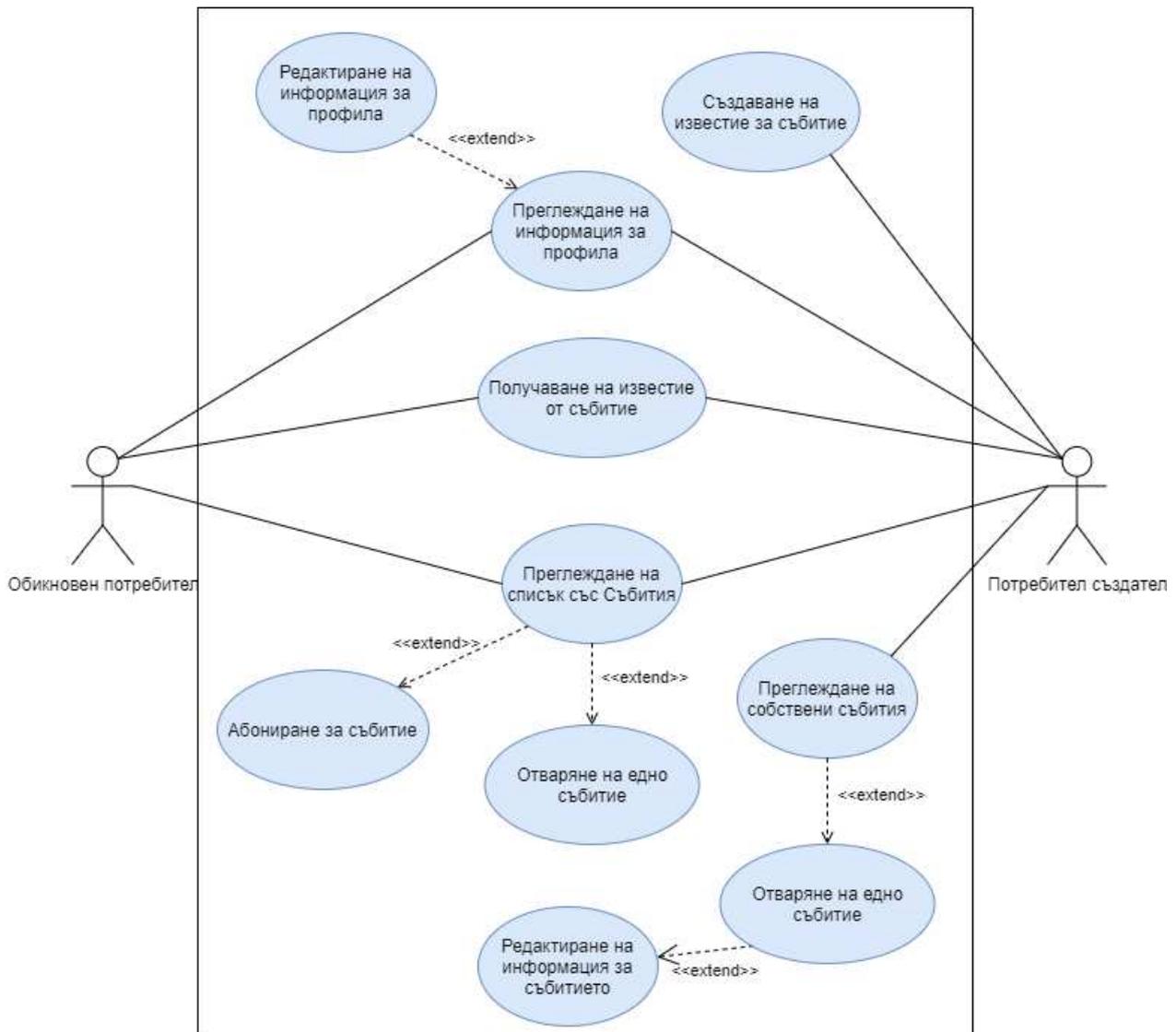
Идеята на този проект, вземайки под внимание масовото разпространение на мобилните устройства и удобството от известията, е да се създаде мобилно приложение, което да предоставя на потребителите удобен начин за разглеждане и абониране към събития. От друга страна, да позволява на организаторите на събитията да имат възможност да преглеждат абонираните се потребители, както и да изпращат известия до тях. Удачно е приложението да има максимално опростен интерфейс и базови функционалности, които да не объркат потребителите.

Изисква се след инсталиране на приложението, потребителят да създаде личен профил. На Фиг. 1. е представена диаграма на действията, които един клиент е необходимо да предприеме при регистрация или вписване в програмата. След успешно регистриране или вписване в приложението, потребителят има възможност да разглежда списък със „събития“, които други потребители (организатори) са създали.



Фиг. 2. Диаграма на действията при регистриране/ вписване

На Фиг. 2) е показана диаграма, описваща пълните възможности на програмата, предоставени на регистрираните потребители.

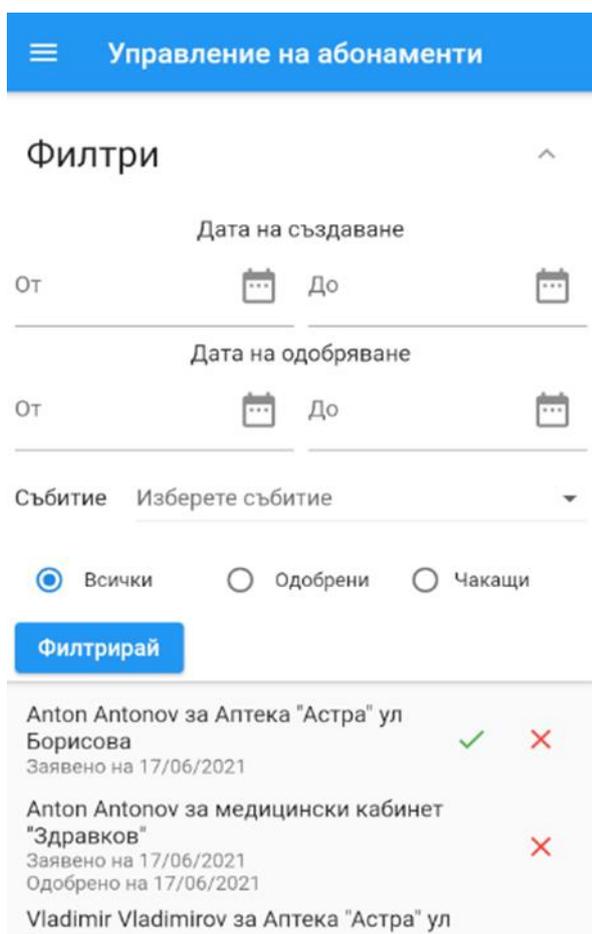


Фиг. 3. Диаграма на случаите на употреба

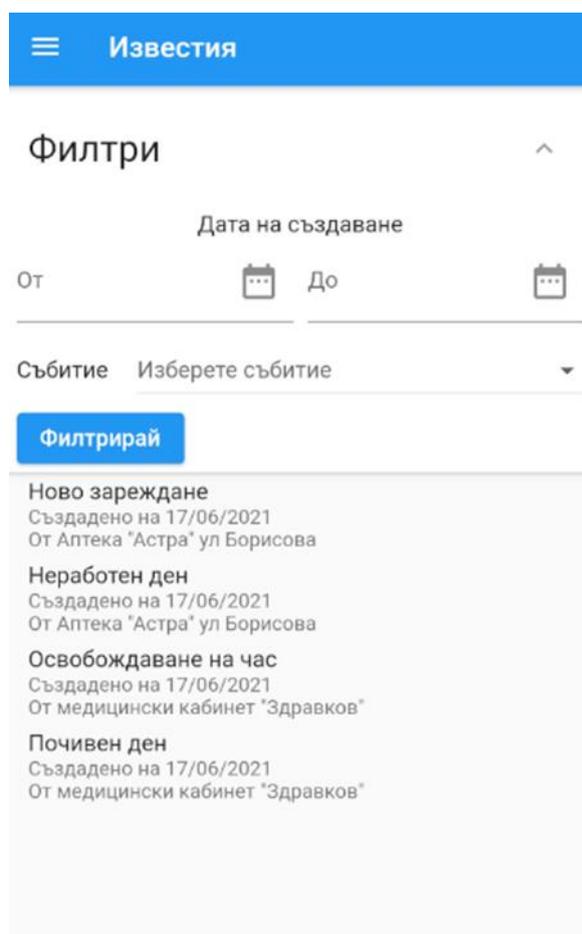
За „събитие“ в този случай се приема всяка информация, която може да е в интерес на други хора. Това например може да е известие от дадена аптека, която да съобщава за получаване на лекарства или за свършена наличност; но може и да е известие от лекарски кабинет, съобщаващ за освободен час или за зает час, както и за почивни дни (Фиг. 3).

Разглеждайки списъка със „събития“, потребителят има възможност да изисква абонамент от създателя на „събитието“ и да получава известия след одобрение от негова страна. Също така може да се отказва от получаване на съобщения към дадено „събитие“. Освен списък със „събития“, програмата има и списък с известия, откъдето човек може да преглежда вече получени такива (Фиг. 4).

Не се налага организаторите да помнят адреси на потребители, а направо създават известие към някое „събитие“. След това автоматично се изпраща съобщение към мобилните устройства на потребителите, които имат абонамент за него. По този начин и двете страни се улесняват до голяма степен. Потребителите не трябва да отиват до някое място, за да се абонират за получаване на известия и информация, а създателите не трябва да пазят списък с адреси на отделни потребители.



Фиг. 4. Екран за списък с абонаменти



Фиг. 5. Екран за списък с известия

Програмната реализация е осъществена с помощта на езиците за програмиране C# и Dart, СУБД Microsoft SQL Server, а потребителският интерфейс е реализиран чрез програмния пакет Flutter. Разработени са програмни модули, които позволяват получаване и редактиране на информация през интернет протокола за защитена комуникация HTTPS. Реализирани са програмни модули, които позволяват изпращането на известия към мобилни устройства, използвайки междуплатформената система на Google- Firebase Cloud Messaging 6,13.

За да може потребителят да използва приложението, той трябва:

- Да има инсталиран Google Play Store или Apple App Store;
- Да е разрешил получаване на известия от приложението от настройките на телефона;
- Мобилното устройство да е на Android 7.0 Nougat или по-високо.

ИЗВОДИ

Разработено е приложение, предоставящо на потребителите си възможност за организиране на събития и изпращане на полезна и актуална информация към потребителите в реално време. Проектът има изчистен и естетически издържан интерфейс, който позволява удобно и лесно управление от страна на потребителите.

Приложението предоставя на организаторите опростен начин за избор на абонати, които да получават известия към дадените „събития“, както и възможност за изпращане на информация в реално време към всички заинтересовани потребители.

БЛАГОДАРНОСТ

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

- Galanakis, C., Rizou, M., Aldawoud, T. M.S., Ucak, I., & Rowan, N. J. (2021) Innovations and technology disruptions in the food sector within the COVID-19 pandemic and post-lockdown era. In: Trends in Food Science & Technology, Volume 110, 2021, Pages 193-200, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.002>.
- Gilbert, N. (2021) Number of Email Users Worldwide 2021/2022: Demographics & Predictions. <https://financesonline.com/number-of-email-users/> (Accessed on 21.06.2021)
- Ofcom. (2020). Adult Media Usage and Attitudes 2020. (https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/196458/adults-media-use-and-attitudes-2020-full-chart-pack.pdf) (Accessed on 21.06.2021)
- The Radicati Group. (2020). Email Statistics Report, 2015-2019. The Radicati Group. <https://www.radicati.com/wp/wp-content/uploads/2015/02/Email-Statistics-Report-2015-2019-Executive-Summary.pdf> (Accessed on 21.06.2021)
- Vaishya, R., Javaid, M., Khan, I. H., Vaish, A., & Iyengar, K. P. (2021). Significant role of modern technologies for COVID-19 pandemic. *Journal of Industrial Integration and Management*, 6(2). <https://doi.org/10.1142/S242486222150010X>

THU-SSS-CCT-09

AN APPROACH TO TESTING KNOWLEDGE WITH A STRATEGY GAME ¹²

Stanislav Simeonov – Student

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 876 334 228
E-mail: svsimeonov98@gmail.com

Elitsa Ibryamova, PhD

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082-888-827
E-mail: eibryamova@ecs.uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper presents an approach to design and develop a strategy game that combines different concepts for developing strategic thinking, memory training, and knowledge testing. However, the game is a type of strategy, but not the traditional one. It combines several different types of games in itself - strategy, platform, quiz, logic, and endurance. The project is designed for all age groups, and the main idea is that it is aimed mainly at students for informal knowledge testing. It is possible to ask an unlimited number of questions at random.*

***Keywords:** 3D graphics, Game learning, Strategy game; Test knowledge; Game engine, Godot*

ВЕВЕДЕНИЕ

Ето нещо, любимо на всички ученици, студенти и хора във всички времена – играта! Включването на игри в обучението е не само забавно и развиващо социални умения, но днес може да бъде интерактивно и наистина чудесен инструмент за учене. Една важна част от смисленото обучение е именно намирането на интерактивни дейности за класната стая, които са свързани с ежедневието. Но това не означава, че е предназначена само за учащите. Играта има за цел да подобри възможно най-много от всеки (Stefanova, S.& Zheliazkova, I. (2003)). Основната идея на проекта е да се разработи игра от тип „стратегия“, която съчетава различни концепции за развитие на стратегическото мислене, трениране на паметта и тестване на знания. За целта се проектират и разработват отделни компоненти, обединени в интересна и нетипична среда за игра и неформално тестване на знания.

Проектиране на предлаганото решение

Играта-стратегия е замислена да е едновременно забавна и образователна. Потребителят несъзнателно да развива различни умения, преминавайки през няколко типа игри. За изпълнение на горепосоченото услови са формулирани следните по-важни изисквания към обучаващата игра:

- притежава елементи на предизвикателство;
- предоставя забавен начин за усвояване и тестване на нови знания;
- подобрява уменията за вземане на решения;
- изисква добро ниво на концентрация.

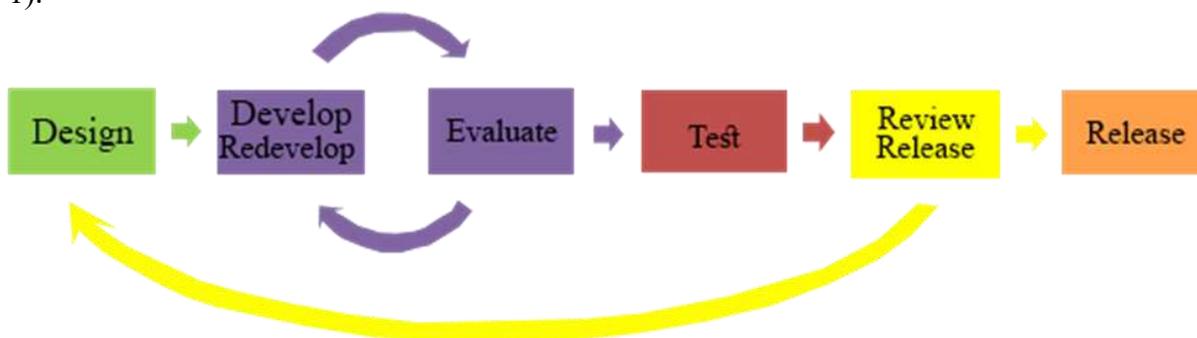
Контекстът на употреба на проекта е представен на Табл. 1. Играта е предвидена да е десктоп приложение, което предоставя повече възможности при разработване и е насочена към хора над 12 години с минимален опит в компютърните игри.

¹² Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: ПОДХОД ЗА ТЕСТВАНЕ НА ЗНАНИЯ С ИГРА-СТРАТЕГИЯ

Табл. 1 Контекст на употреба на играта

Общо описание на приложението:	Компютърна игра, десктоп приложение, от тип „игра-стратегия“;
Потребители:	Всички, но най-вече ученици и студенти ;
Възрастов диапазон:	Над 12 години;
Изисквани умения:	Базов опит в компютърните игри.

След възникването на идеята, започна планирането на играта: какво трябва да съдържа и как да бъде реализирана. Последствие се разработиха отделните графики, цялостните сцени и герои, логика на програмата и всичко нужно на проекта. По време на създаването се тества прототип на играта и се проведе проучване, спрямо което се направиха промени по проекта. И накрая, когато се прецени, че играта е завършена, се прие, че тя е готова за експлоатация (Фиг. 1).



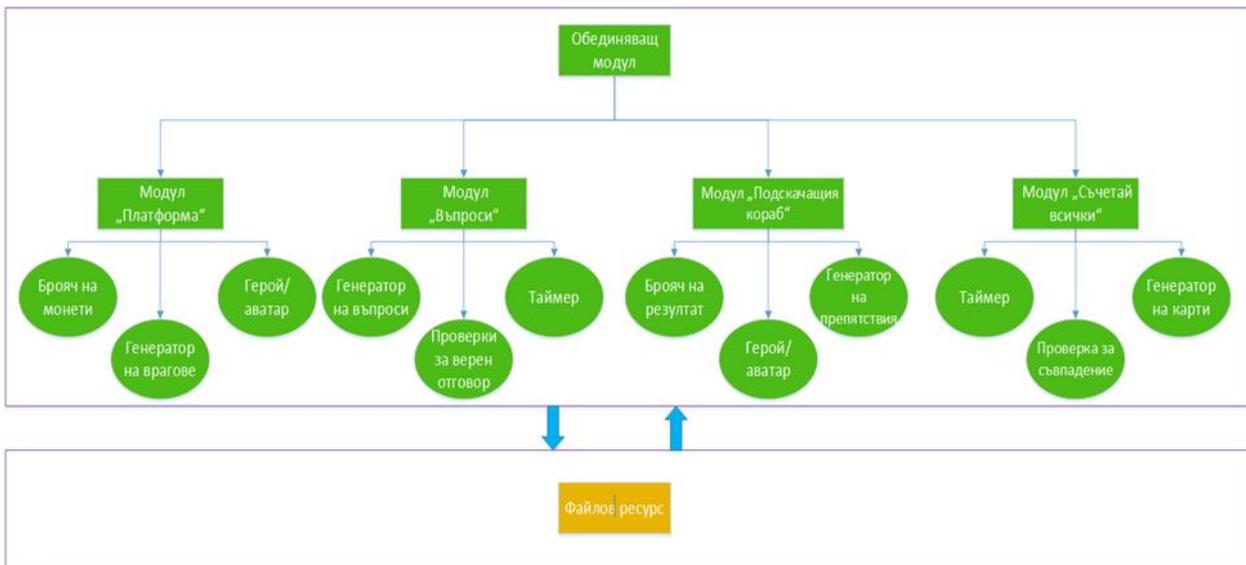
Фиг. 6 Етапи на създаване на играта



Фиг. 7 Трислойна архитектура

Архитектура на приложението

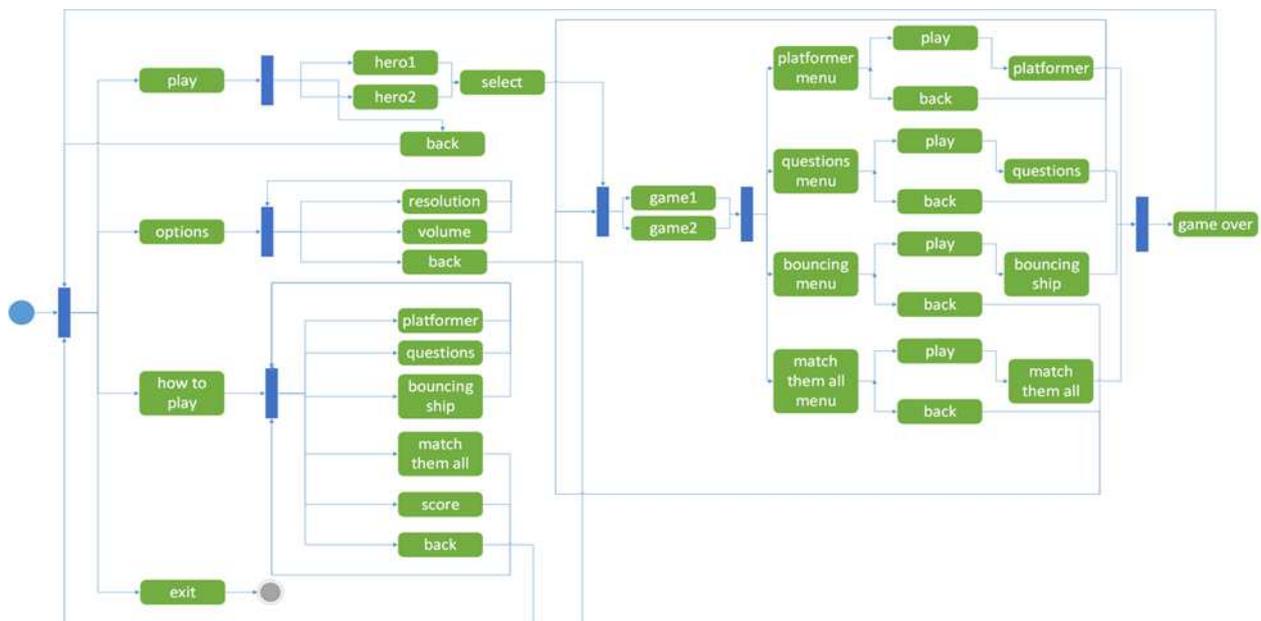
Архитектурата на играта-стратегия е класическа трислойна архитектура (Фиг. 2). Диаграмата представя различните части на програмата, взаимодействието между тях и софтуера, който е ползван за изграждането им. На Фиг. 3 е показана по-подробна архитектура, включваща описание на петте основни модула. Четири от тях са самите игри и един - обединяващ. Чрез последния произволно се генерира и подпомага избора на някой от игровите модули. От друга страна, той отговаря и за визуализиране на постоянно обновяващия се прогрес и резултат на играта.



Фиг. 8 Архитектура на играта

Функционален модел на обучаващата игра

На Фиг. 4 е представена диаграмата на дейностите, описваща как различните сцени си взаимодействат и възможните връзки между тях. След отваряне на приложението пред потребителя се визуализира главното меню. От там той има избор какво действие да предприеме: да започне игра, да отвори менюто с опции, да отвори менюто с инструкции за потребителя или да затвори приложението. Използвайки менютата потребителят преминава през различните етапи на играта и достига до своята цел.



Фиг. 9 Диаграма на дейностите, показваща как различните сцени си взаимодействат и връзките между тях

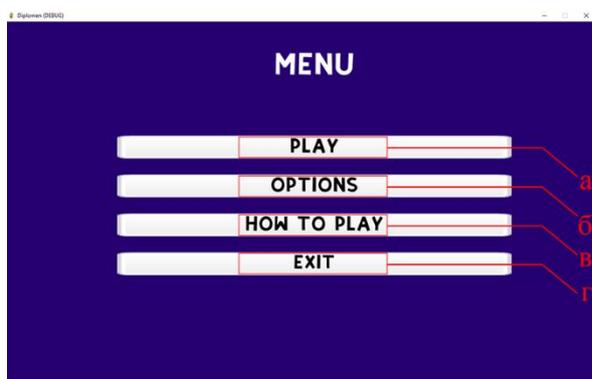
Реализация на приложението

Имайки предвид задачите и изискванията, които трябва да бъдат спазени, е желателно играта да бъде разработена като десктоп приложение. Също така трябва да се помисли и за изграждането на интерфейса и цялостният дизайн на игрите, както и за музикалното оформление, което да допринесе за цялостното изживяване.

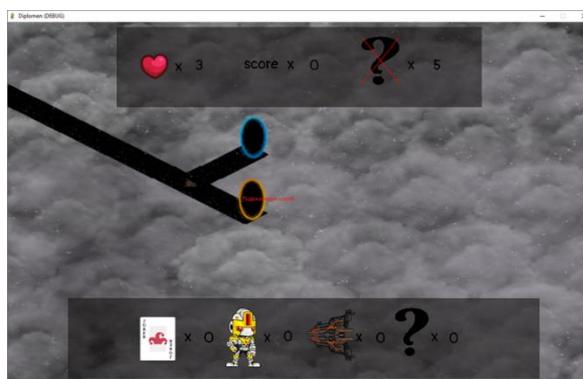
При реализацията на играта са използвани следните програмни технологии:

- **Godot** е многофункционален енджин за игри с различни платформи за създаване на 2D и 3D игри от единен интерфейс. Той предоставя изчерпателен набор от общи инструменти, така че потребителите могат да се съсредоточат върху правенето на игри. Готовите програми могат да бъдат експортирани с едно кликване към редица платформи, включително основните платформи за настолни компютри (Linux, macOS, Windows), както и мобилни (Android, iOS) и веб-базирани (HTML5) приложения.
- **Adobe Photoshop CS6** е мощна програма за графично редактиране, която позволява да се създават и манипулират изображения за печат. Този софтуер е почти неограничен във възможността да манипулира изображения.
- **Audacity** е безплатен, междуплатформен софтуер за редактиране на звук с отворен код. Програмата е налична за Windows, GNU/Linux, macOS и други Unix-базирани операционни системи.

Играта не изисква никаква предварителна регистрация. Нужно е единствено да се стартира изпълнимия файл (с разширение .exe), след се визуализира основното меню (Фиг. 5).



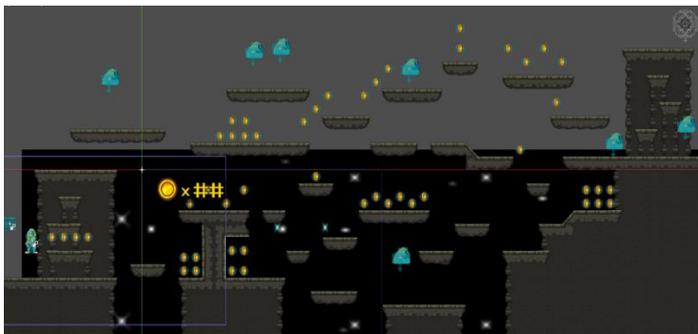
Фиг. 10 Основното меню на играта



Фиг. 11 Първоначалното състояние на генерирания път

Менюто има 4 опции : а) При натискане на бутон „PLAY“ (Фиг. 5.а) се започва игра, и потребителят е препратен към сцената за избор на герой; б) При натискане на бутон „OPTIONS“ (Фиг. 5.б) се отваря настройките на играта, откъдето може да се променят звука и резолюцията на екрана; в) При натискане на бутон „HOW TO PLAY“ (Фиг. 5.в) се отваря менюто за инструкции, в които подробно са описани различните модули и как се играе на тях; г) При натискане на бутон „EXIT“ (Фиг. 5.г) играта се затваря.

Потребителят има право на избор между две (от четирите) игри. Генерирането на двете възможности се осъществява на случаен принцип (Фиг. 6). За да избере игра, играчът трябва да натисне един от двата „портала“. Когато мишката е върху „портал“, се изписва коя е играта. На екрана се показва и прогреса на играча в различните модули. В горния край са показани: три живота в играта „Платформа“, резултат равен на 0(което се обновява след премината игра) и има право на 5 грешки в играта „Въпроси“. В долния край са показани колко пъти всяка една от игрите е била премината .



Фиг. 12 Картата на едно от нивата на играта „Платформа“



Фиг. 13 Геймплей на играта „Платформа“

Играта „Платформа“ има за цел да се достигне от точка А до точка Б чрез предварително създадена карта (Фиг. 7.). Събират се монети, които не са задължителни, но увеличават резултата. Има повече от един маршрут, по който може да се премине (Фиг. 8.). Тук играчът трябва да реши дали иска да събере повече монети, да мине по по-кратък или по-безопасен път. Тази игра развива мисленето в непознати ситуации, вземането на решения и рефлексите.



Фиг. 14 Геймплей на играта „Въпроси“



Фиг. 15 Геймплей на играта „Съчетай всички“

Генерира се въпрос на случаен принцип (Фиг. 9). Той се визуализира на екрана заедно с 4 възможни отговора (един, от който верен). Последователно се задават пет въпроса, непосредствено след всеки един се визуализира и правилния отговор. Играчът има право на 5 грешки, след което играта приключва. Грешките се запазват докато цялостната игра не приключи. Няма значение колко пъти е преминавано през този модул, грешките се натрупват. В този компонент се развива усвояването на нови знания и се подпомага тренирането на паметта.

На фиг. 10 е представен модулът „Съчетай всички“. Разбъркват се 54 карти (4 x 13). Играчът трябва да намери колкото се може повече двойки карти за 60 секунди. Играта развива зрителната памет под напрежение и концентрацията.

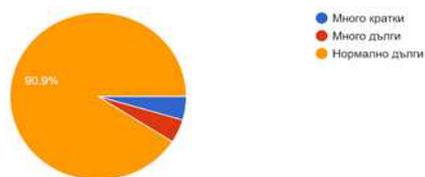
Последният модул е „Подскачащия кораб“. Това е „безкрайна“ игра, в която потребителят се стреми да стигне най-далеч. Необходимо е единственото, играчът да натиска клавиша за празно място на клавиатурата в подходящия момент. Тук се развиват мисленето в непознати ситуации, рефлексите и концентрацията.

Резултати от проведената анкета

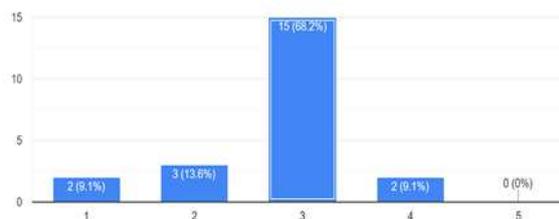
Дефинирани са въпроси към потребителите на играта, които се отнасят за естетическия вид на интерфейса, удобството и лесното при използване, както и за препоръки към разработчика. Проведено е проучване сред 22 студента, изучаващи дисциплината „Компютърни графични системи“ (Stefanova, S. (2010)) с цел подобряване на играта. Част от резултатите са представени на фиг. 11. Зададени са още и следните въпроси: Добре ли са

обяснени правилата? Какво мислите за продължителността на игрите? Как бихте оценили графиката на игрите? Харесва ли ви дизайна на играта? Харесва ли ви статистиката извеждана в играта? Лесно ли се ориентирахте как се играе? Харесаха ли ви даваните точки и бонуси? Бихте ли играли отново? Искате ли да може да се връщате към началния екран по всяко време? Да има бутон НАЗАД. Лесно ли свикнахте с контролите на игрите? Как бихте определили играта? Какво бихте променили? Какво Ви хареса най-много? Какво Ви хареса най-малко? Намерихте ли бъгове и какви?

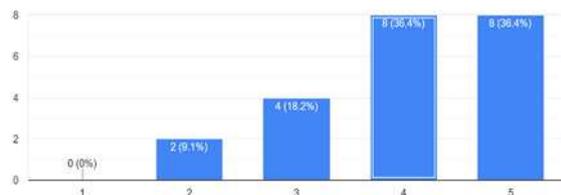
Какво мислите за продължителността на игрите?
22 responses



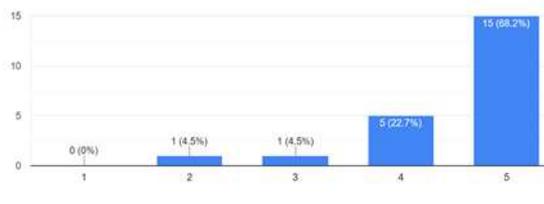
Ниво на сложност:
22 responses



Харесва ли ви дизайна на играта?
22 responses



Лесно ли се ориентирахте как се играе?
22 responses



Фиг. 16 Част от резултати от анкетата

ИЗВОДИ

В дипломния проект е реализирана „игра-стратегия“, която съдържа пет модула (4 игри + 1 обединяващ). Всеки един от игровите модули е разработен с различно предназначение. Игрите дава възможност за: тестване на знания; подобряване на стратегическото мислене; трениране на паметта; развиване на рефлексите..

БЛАГОДАРНОСТ

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Stefanova, S. (2010) Computer graphics systems. Ruse, RU “A. Kachev” Press, ISBN 978-954-712-499-8.. (Оригинално заглавие: Стефанова, С. (2010). Компютърни графични системи. Русе, Печатна база при РУ "Ангел Кънчев", ISBN 978-954-712-499-8).

Stefanova, S.& Zheliazkova, I. (2003) "A Technology for Learning by Means of an Intelligent Animation Environment", 170-174, vol.40, book 1.2, 2003.

EDUCATIONAL CALCULATOR INTRODUCING ARITHMETIC OPERATIONS WITH 2, 3, 4-DIGIT BINARY NUMBERS¹³

David Dimitrov – Student

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 878 629 312
E-mail: nubrisss@abv.bg

Assoc. Prof. Aneliya Ivanova, PhD

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Computer Systems and Technologies
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 827
E-mail: aivanova@uni-ruse.bg

***Abstract:** The report describes an approach to improving the connections between two courses taught in parallel to students in Computer Systems and Technology, namely Computer Organization and Digital Electronics. The proposed training calculator is designed to illustrate how the basic arithmetic operations are performed by the processor on a very low hardware level – logic gates. The training calculator will complement the existing virtual laboratory on Computer Organization, since its simulators perform the arithmetic operations on a register level. Using the calculator the students will be able to analyze how the arithmetic operations are executed by the smallest building blocks of the processor. The calculator will benefit the students in one more perspective – in Computer Organization course the focus is put mostly to iterative algorithms for multiplication and division, but in the calculator these operations are represented only by the use of combinational logic. Addition and subtraction operations are also implemented. The calculator simulates addition, subtraction, multiplication and division with 2-, 3- and 4-bit operands.*

***Keywords:** Educational Calculator, Simulation, Binary Arithmetic, Combinational Multiplier, Combinational Divider, Logisim Based Simulations, Teaching Computer Organization*

ВЪВЕДЕНИЕ

Проектирането и анализът на цифрови устройства имат основополагащ характер при подготовката на компютърни специалисти (Bhuyan, M. H., S. Khan, M. Z. Rahman, 2018) и като всяка друга инженерна дисциплина изискват усвояване на теоретични концепции и прилагането им за решаване на конкретни практически задачи.

Безспорно изучаването на принципа на работа на тези устройства се осъществява най-ефективно с помощта на симулации, които онагледяват по най-добрия начин структурата на едно цифрово устройство, връзките между съставлящите го елементи и реакцията му при подаване на определени входни сигнали (Paradimitriou, A., 2012).

Съгласно учебния план студентите от специалност "Компютърни системи и технологии" изучават паралелно дисциплините „Цифрова схемотехника“ и „Организация на компютъра“.

В първата дисциплина студентите работят с концепции на ниво транзистор, тригер, базов логически елемент, докато във втората се разглежда структурата и начина на работа на процесора, в частност извършването на аритметически операции, но от перспективата на изпълнителна логика – регистри, многоразрядни суматори и управляваща логика - комбинационни схеми и базови логически елементи.

¹³ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие на български език: „Учебен калкулатор за изследване на аритметични операции с 2, 3 и 4-разрядни двоични числа“.

Замисълът на учебния план е студентите да изградят връзка между познанията, които придобиват относно начина на работа на най-малките градивни елементи на компютъра и знанията относно как работят основните му изпълнителни и управляващи компоненти.

Разработката, предмет на този доклад се опитва да реши този проблем с помощта на симулатор, който показва как разглежданите алгоритми и блокове за аритметически операции се реализират на едно по-ниско ниво – базов логически елемент.

ЦЕЛ НА РАЗРАБОТКАТА

Да се създаде учебен калкулатор от тип симулатор, който да онагледява изпълнението на четирите основни аритметически операции с помощта на базови логически елементи и връзките между тях. Калкулаторът трябва да позволява въвеждане на входни стойности и да извежда стойностите, получени на изходите на съответните синтезирани блокове.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Избор на среда за реализация на решението

За реализация на учебния калкулатор е използвана учебната среда за проектиране и симулиране работата на цифрови логически устройства Logisim (Logisim Official Webpage, 2021). Изборът на тази среда е продиктуван от следните съображения:

- Средата е предназначена за потребители, които тепърва навлизат в спецификата на проектиране на логически схеми.
- Потребителският интерфейс е достатъчно достъпен, а изчертаването на връзките достатъчно опростено, за да се улесни изучаването на основните концепции на логическите схеми.
- Средата позволява да се изградят по-сложни схеми от вече създадени модули докато се стигне дори до схема на учебен процесор.
- За разлика от повечето симулатори, Logisim позволява на потребителя да редактира веригата по време на симулация, което дава по-голяма възможност на студентите да експериментират с разработваните схеми.
- Средата се разпространява безплатно и не изисква инсталация.
- В конкретния случай студентите са запознати с Logisim от курса по цифрова схемотехника и това ще им даде възможност по-бързо да се ориентират в схемите на учебния калкулатор.

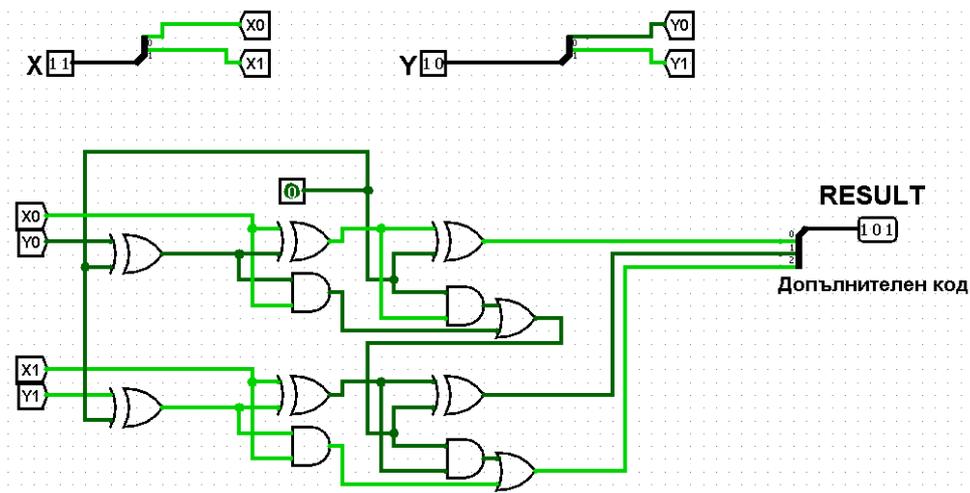
Набор операции на калкулатора

Учебният калкулатор в пилотната си версия ще онагледява основните аритметически операции, които се изпълняват в компютъра, а именно – събиране, изваждане, умножение и деление. Както добре е известно, честотата на поява на тези операции е точно в порядъка, в който те са изброени, като най-често изпълняваната операция е събирането. Тъй като целта на разработката е да се онагледят как на най-ниско ниво (базов логически елемент) се реализират аритметичните операции в процесора, калкулаторът ще имплементира изпълнението на тези операции с двоични числа.

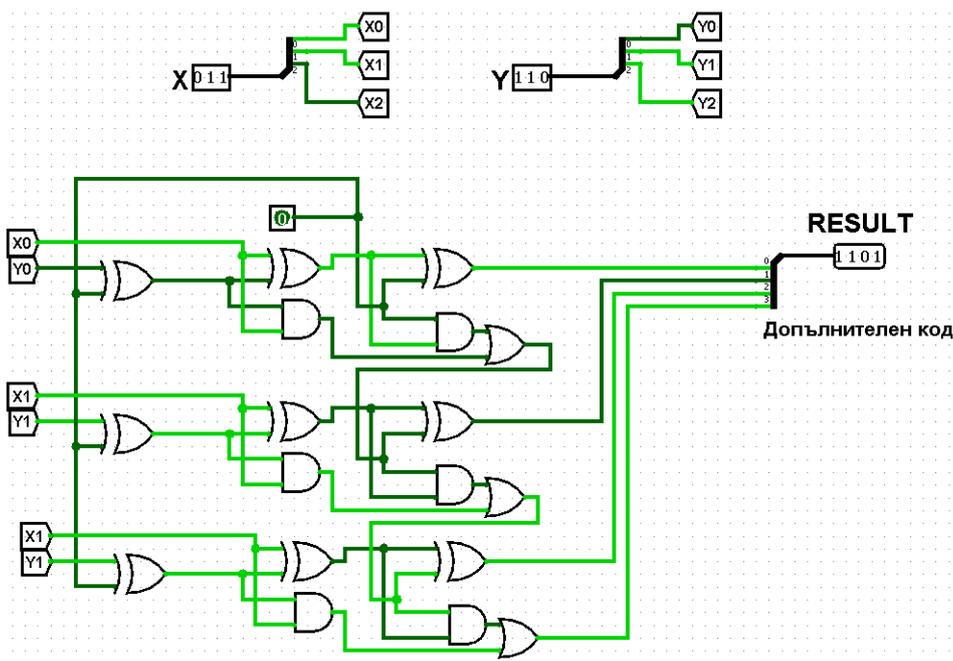
Операции събиране и изваждане

Тези две аритметични операции са разгледани заедно, тъй като тяхната апаратна реализация е сходна, благодарение на използването на двоични кодове за представяне на числа със знак. Допълнителният код е най-широко разпространената форма на представяне на положителни и отрицателни числа с фиксирана запетая. С негова помощ алгебричното събиране и изваждане на числата се свежда до аритметично събиране на техните кодове, което може да бъде извършено с обикновен суматор. При това автоматично се получава и кодът на знака на резултата.

Разработени са няколко схеми, симулиращи събиране и изваждане на дву-, три- и четири разрядни двоични операнди (фиг. 3 – 8), за да могат студентите да проследят извършването на тези операции първо от по-простите, а след това да преминат към по-сложните схеми и така постепенно да надграждат знанията си. По същата причина е избрано да бъдат синтезирани отделно схеми за събиране и такива за изваждане на двоични числа в допълнителен код.



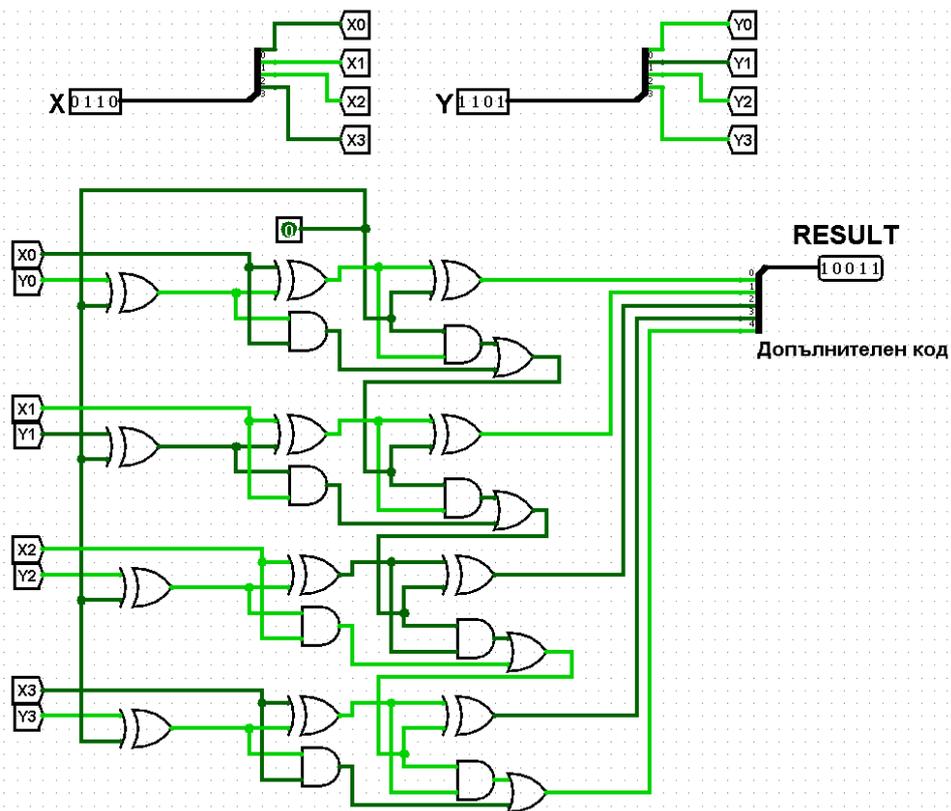
Фигура 3. Операция „Събиране“ с двуразрядни двоични числа



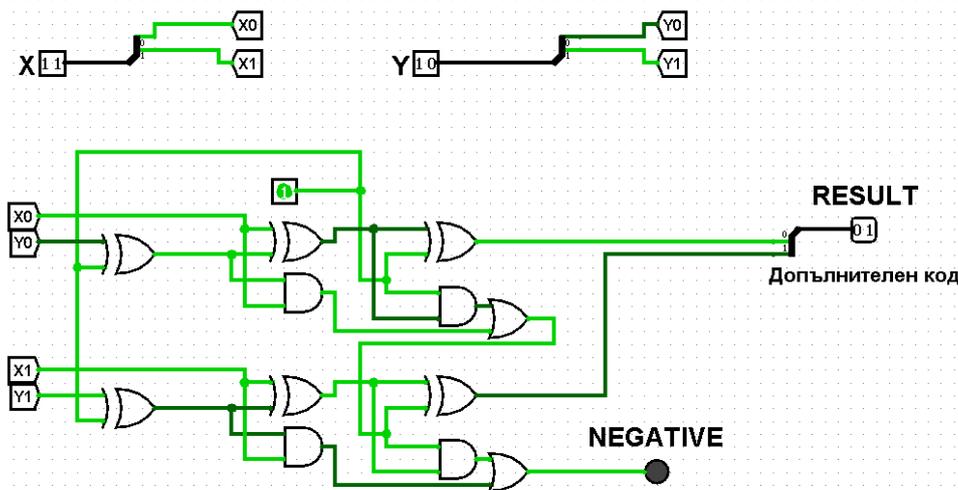
Фигура 4. Операция „Събиране“ с триразрядни двоични числа

В схемите за операция „събиране“ входният пренос играе ролята на код на операцията и е с фиксирана стойност „0“, а изходният пренос формира най-старшият разряд на резултата. При схемите за операция „изваждане“ входният пренос също играе ролята на код на операцията и е с фиксирана стойност „1“, а сигналът, формиращ се като изходен заем, служи за индикатор на отрицателен резултат. На фиг. 7 и 8 се вижда активното му състояние.

Като форма на самостоятелно задание, на студентите може да се даде задача да синтезират схема, която да извършва и двете операции – чрез възможност за промяна на кода на операцията и свързване на изходите така, че да могат да извеждат както сбора, така и разликата на двоичните операнди със съответните им знаци.



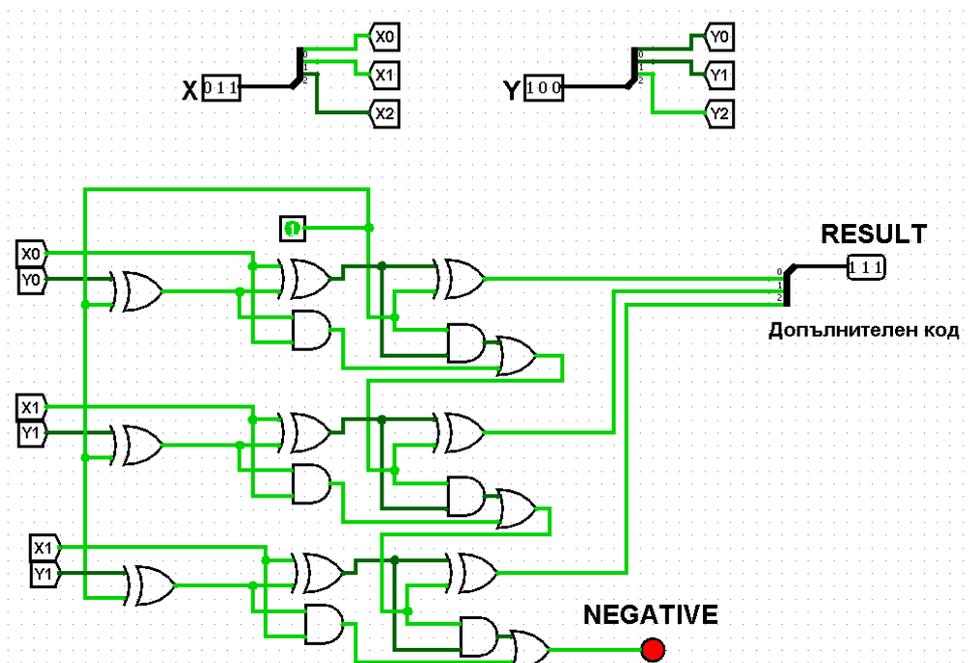
Фигура 5. Операция „Събиране“ с четириразрядни двоични числа



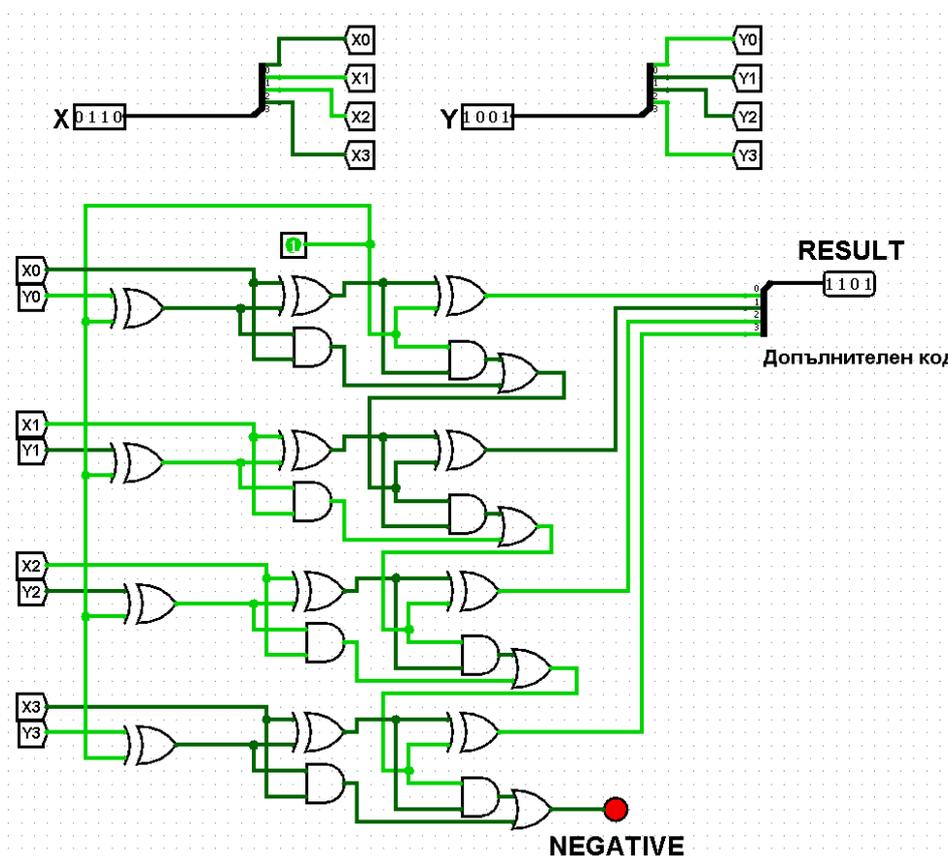
Фигура 6. Операция „Изваждане“ с двуразрядни двоични числа

Операция умножение

Студентите от специалност Компютърни системи и технологии изучават различни методи за двоично умножение, идентични или близки до описаните в (Holdsworth, B., R.C. Woods, 2003) – два от „дългите“ методи с циклично изместване и събиране, техни модификации за ускорено умножение, умножение с използване на таблична ROM памет, съдържаща готови двоични произведения, както и един от познатите „бързи“ методи, реализиран изцяло с комбинационна логика, а именно – умножителят на Браун. Симулаторите от виртуалната лаборатория по Организация на компютъра онагледяват цикличните методи за умножение и техните модификации, но симулатор на комбинационен умножител все още не е разработен.



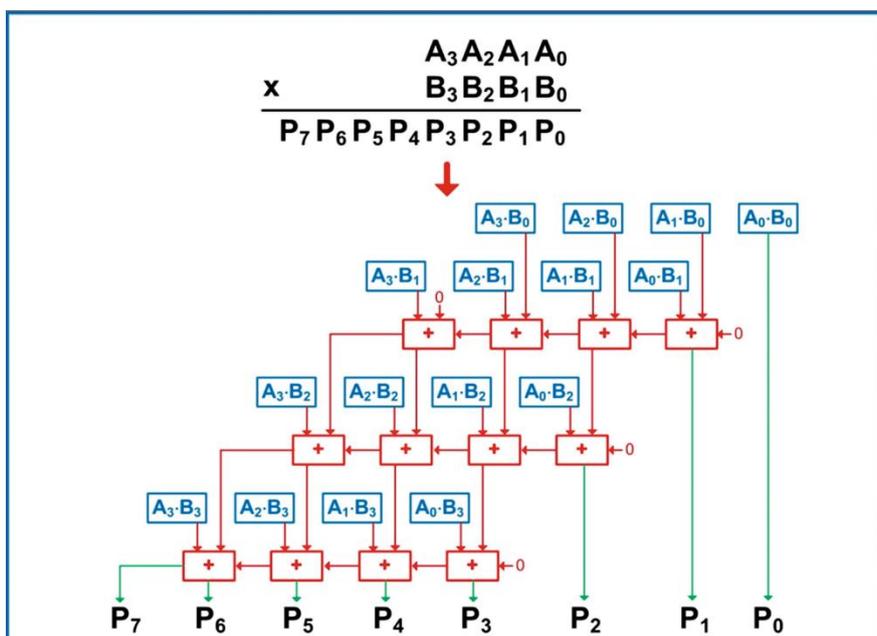
Фигура 7. Операция „Изваждане“ с триразрядни двоични числа



Фигура 8. Операция „Изваждане“ с двуразрядни двоични числа

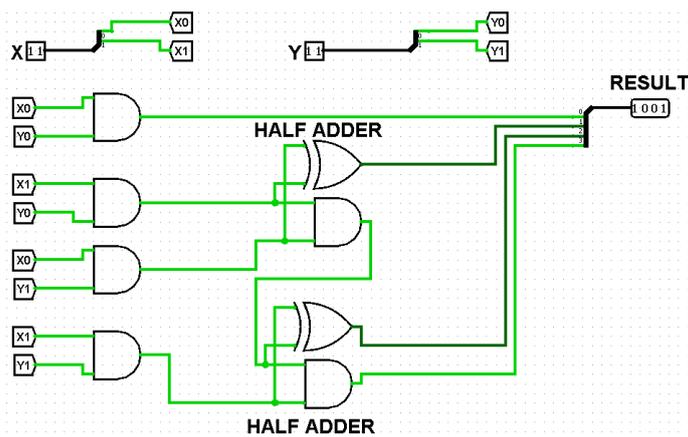
По тази причина в учебния калкулатор операцията умножение е имплементирана въз основа на принципа на умножител от този тип, като за еталон е използвана предложената в (LaMeres, B. J., 2017) схема на комбинационен умножител на четириразрядни двоични числа без знак (фиг. 10). Най-фундаменталната разлика между цикличните методи за умножение и комбинационния умножител е, че при цикличните методи сумата на частичните произведения трябва да се съхранява и актуализира по време на изпълнение на операцията, докато при комбинационния умножител се формират поразрядни частични произведения $A_i B_j$ (фиг. 9),

които се подават към система от каскадно свързани суматори, на чиито изходи се получава произведението на двата операнда А и В. Тази реализация на комбинационен умножител има един недостатък – закъснението, което се поражда от каскадно свързаните суматори, но за сметка на това е сравнително нагледна и разбираема за изучаване от студентите.



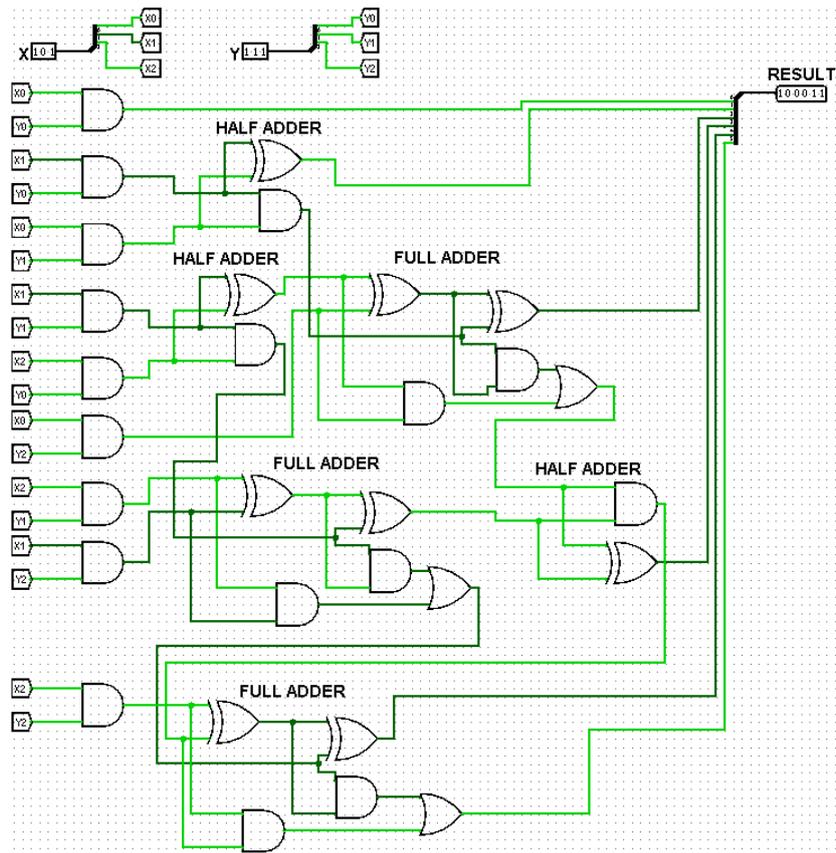
Фигура 9. Комбинационен умножител на двоични числа с дясно фиксирана запетая

И тук, както при операциите събиране и изваждане, е синтезирана първо схема на двуразряден комбинационен умножител (фиг. 10), след което се преминава към схеми с три- и четириразрядни операнди (фиг. 11, 12). Схемите демонстрират умножение на числа с дясно фиксирана запетая без знак. Суматорите са представени на ниво базов логически елемент, за да се добие ясна представа как се реализира тази операция от най-малките градивни елементи на изчислителните устройства на процесора.

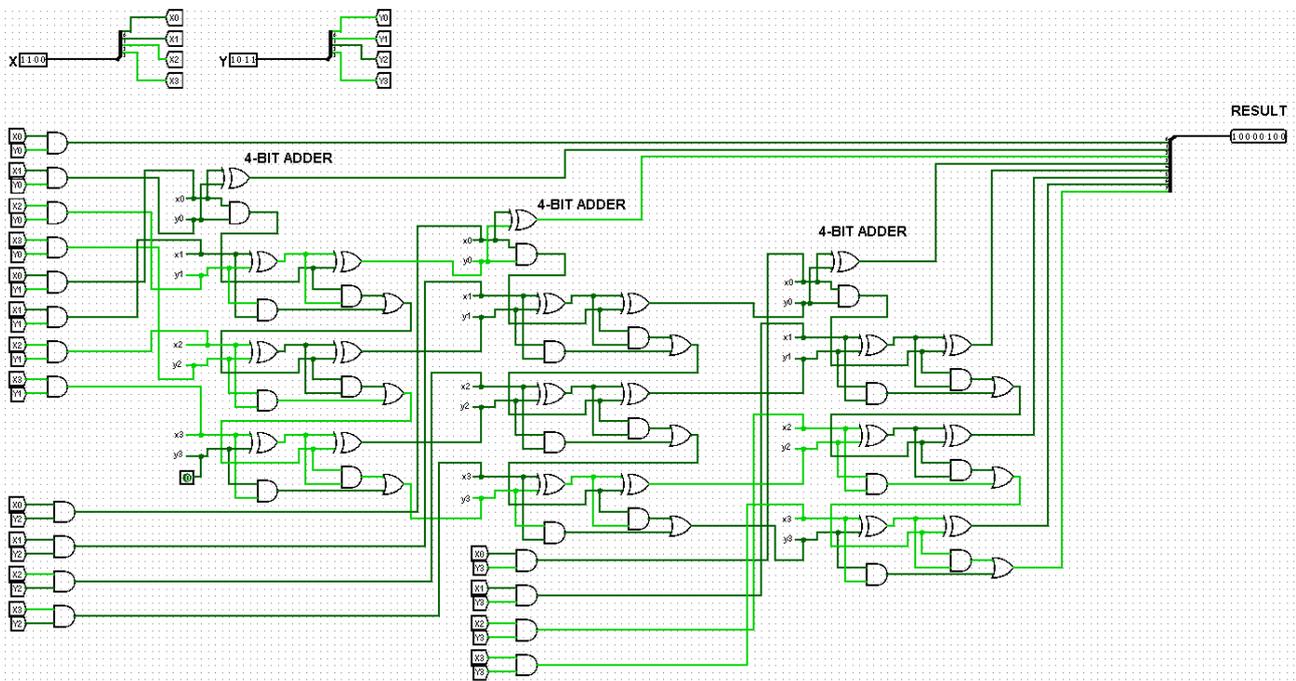


Фигура 10. Операция „Умножение“ с двуразрядни двоични числа

Разбираемо е решението максималният брой на разрядите на операндите да бъде 4, а то е продиктувано от обстоятелството, че при по-голяма разрядност на последните, схемите ще станат твърде сложни за проследяване и анализ.



Фигура 11. Операция „Умножение“ с триразрядни двоични числа



Фигура 12. Операция „Умножение“ с триразрядни двоични числа

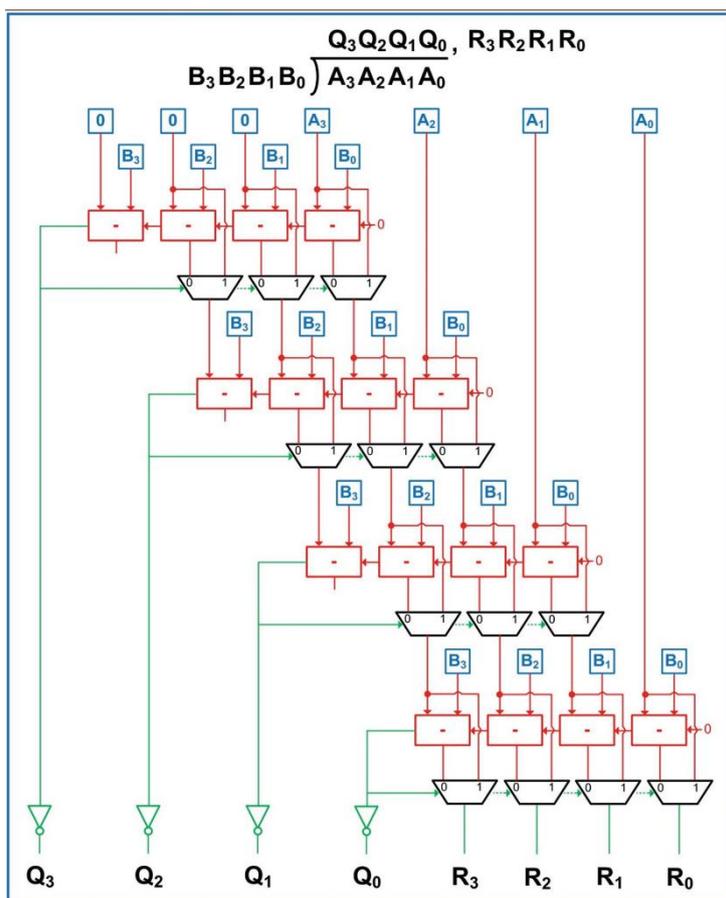
Операция деление

Машинното деление е операция, която, подобно на умножението, също може да се реализира по няколко метода – циклично деление с изваждане и изместване (като изваждането, разбира се, се осъществява чрез събиране на двоични кодове), ускорени модификации на цикличното деление и деление, реализирано изцяло с комбинационна логика. Като недостатък на учебното съдържание в курса по Организация на компютъра може да се посочи, че не се

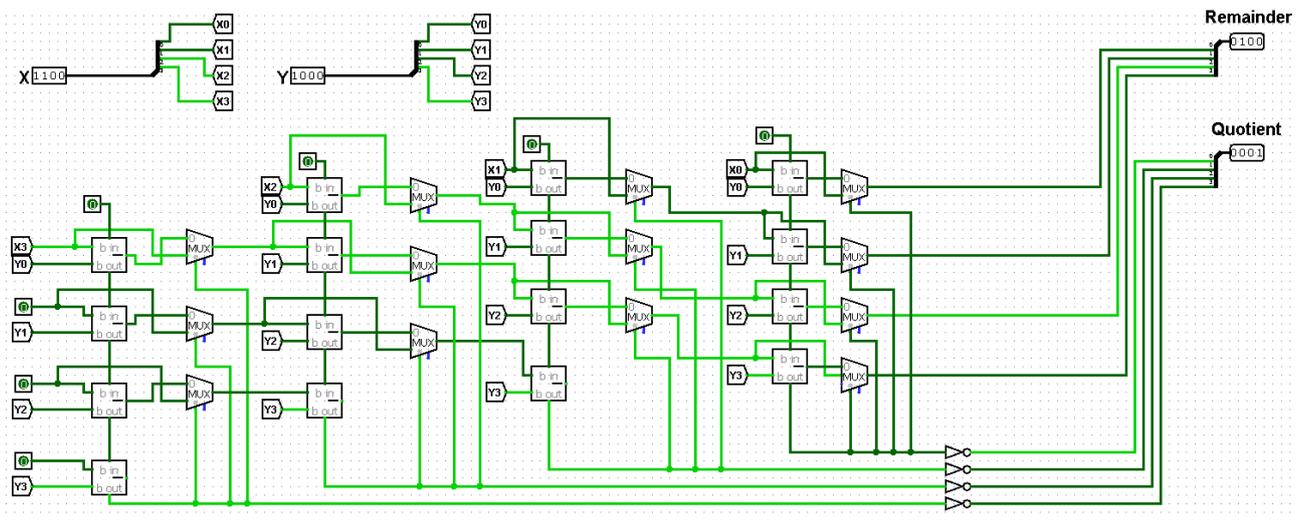
разглежда работата на комбинационен делител, няма и разработен симулатор на такъв във виртуалната лаборатория на курса. Както и при операцията „умножение“, това обстоятелство диктува избора на еталонна схема, по която да се разработи операцията „деление“ в калкулатора.

При цикличните методи за деление е налице необходимостта да се съхранява стойността на текущия остатък, получен след поредното изваждане на делителя, като от знака на този остатък се определя и поредната цифра на частното. Комбинационният делител, дискутиран в (LaMeris, B. J., 2017) реализира подхода с итеративното изваждане на делителя, но изцяло по комбинационен път чрез система от каскадно свързани едноразрядни субтрактори (на практика суматори, реализиращи операция изваждане) и мултиплексори. Разрядите на делителя се подават към всяко стъпало на каскадно свързаните субтрактори, а мултиплексорите определят кои разряди от делимото ще участват при формирането на разликите. Ако сигналът за заем от дадено стъпало е със стойност „0“, то текущият остатък е положителен и съответната цифра на частното е „1“, което се постига с инвертори, свързани към всеки изход Q_i , формиращ частното Q . Изходният заем от първото стъпало се подава към система от мултиплексори, за да се пропуснат получените разлики към следващото стъпало, като необходимо условие това да се случи е този заем да е със стойност „0“. В противен случай разликата е била отрицателна, делителят не се съдържа в конкретния сегмент от делимото и към долното стъпало се прехвърлят разрядите на делимото, участвали в горното стъпало без най-старшия, като се подава поредният разряд на делимото към най-младшия субтрактор. Тази система интерпретира изместването наляво на остатъците при цикличното деление.

На фиг. 14 е показана схемата, реализираща операция „деление“ в калкулатора. Тъй като се счита, че студентите вече са усвоили операцията „изваждане“, субтракторите са представени като блокове, а схемата е разработена директно с 4-разрядни операнди.



Фигура 13. Комбинационен делител на двоични числа с дясно фиксирана запетая



Фигура 14. Операция „Деление“ с четириразрядни двоични числа

ИЗВОДИ

Представеният учебен калкулатор позволява да се види механизма на изпълнение на четирите основни аритметически операции на ниво базов логически елемент.

За да бъде калкулаторът полезен в максимална степен, са разработени схеми за обработка на 2, 3 и 4-разрядни числа, като тази стратегия е избрана с цел да се получи едно естествено надграждане – като се започне от по-елементарни схеми и постепенно се премине към по-сложните. Максималният брой разряди е 4 поради обстоятелството, че при по-голяма разрядност връзките между елементите стават повече и много трудно се проследяват.

В схемите на операционните блокове за аритметични операции, разглеждани в дисциплината "Организация на компютъра" базовите логически елементи се разглеждат като част от управляващата част на съответния аритметичен блок. С помощта на тази разработка студентите ще могат да видят как тези елементи участват и в операционната част на блока.

Разработката ще бъде полезна на студентите не само при изучаването на "Цифрова Схемотехника" и "Организация на компютъра", но и на "Технология на проектирането" - три паралелно преподавани дисциплини от учебния план на специалност "Компютърни системи и технологии", което засилва приемствеността между тях.

БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът отразява резултати от работата по проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“..

REFERENCES

Bhuyan, M. H., S. Khan, M. Z. Rahman. (2018). Teaching Digital Electronics Course for Electrical Engineering Students in Cognitive Domain. The International Journal of Learning 10 (1).

Papadimitriou, A. (2012). An Innovative Approach in Teaching Digital Electronics at Technical High Schools. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 9, September 2012.

Logisim Official Website. (2021). URL: <http://www.cburch.com/logisim> (Last visited 29.06.2021).

LaMeres, B. J. (2017). Introduction to Logic Circuits & Logic Design with VHDL. Springer International Publishing Switzerland, ISBN 978-3-319-34194-1, DOI 10.1007/978-3-319-34195-8.

Holdsworth, B., R.C. Woods. (2003). Digital Logic Design, Fourth Edition. Elsevier Ltd., ISBN 978-0-7506-4582-9, DOI <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-4582-9.X5000-8>.

THU-SSS-CCT-11

VISUAL ODOMETRY METHODS AND ALGORITHMS FOR CONTROL OF A ROBOTIC PLATFORM¹⁴

Eng. Georgi Georgiev, PhD Student

Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: 082 888 353
E-mail: gdgeorgiev@uni-ruse.bg

Eng. Rosen Daskalov, PhD Student

Department of Transport,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: 082 888 605
E-mail: rosen@sincars.de

Assist. Prof. Diyana Kinaneva, PhD

Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: 082 888 353
E-mail: dkyuchukova@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Georgi Hristov, PhD

Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: 082 888 663
E-mail: ghristov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Plamen Zahariev, PhD

Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: 082 888 663
E-mail: pzahariev@uni-ruse.bg

***Abstract:** This paper examines the applications of modern mobile robots. An overview of the different types of robots according to their type of movement is presented. Attention is paid to the way the robots perceive the input data from the outside world through their sensing systems and how the autonomous decisions can be made on the basis of this input data. The paper presents also how the robots can calculate their trajectory in space and provides information on a method for training of a mobile robot to recognize objects, as well as a way to program the robot to perform certain actions, according to the recognized object.*

***Keywords:** Robots, ROS, Artificial intelligence, Computer vision*

ВЪВЕДЕНИЕ

Роботите са машини с автоматично управление, които автономно изпълняват определени задачи с помощта на електронен хардуер и програмирани инструкции. Това, което различава съвременната концепция за роботика, от това което се е разбирало в миналото е възможността съвременните роботи сами да вземат решения чрез изкуствен интелект, а да не следват

¹⁴ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА РОБОТИЗИРАНА ПЛАТФОРМА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА КОМПЮТЪРНО ЗРЕНИЕ

определен предварително зададен алгоритъм. Съвременните роботи се срещат във всякакви форми, като например хуманоидни роботи, изследователски роботи, домашни роботи, дроне и много други. Могат да бъдат различени от конвенционалните роботи по възможността си да се движат автономно и същевременно да са достатъчно „интелигентни“ да реагират и да вземат решения на база възприятието, което имат за околната среда. Роботите трябва да имат източник на входни данни, механизъм за възприятие на тези входни данни и начин за вземане на решение на база тези данни. Необходимостта от усещане и адаптиране към непознатата среда изисква мощна система за възприятие. В днешно време има роботи, които могат да ходят, да тичат, да скачат, като истински живи същества. Съществуват няколко типа мобилни роботи: с колела, с крака, летящи, използващи компютърно зрение, използващи изкуствен интелект и т.н. Тези различни типове роботи обединяват знания от различни сфери, като механика, електроника и компютърни науки.

В наши дни мобилната роботика е една от най-бързо разрастващите се области на научните изследвания. Поради своите способности мобилните роботи могат да заменят хората в много области. Приложенията включват надзор, патрулиране, спасителни операции, разузнаване, индустриална автоматизация, строителство, развлечения, музейни обиколки, мисии в екстремни условия, транспорт, медицински грижи, както и много други индустриални и неиндустриални приложения. Мобилните роботи могат да се движат автономно (в промишлено предприятие, лаборатория и т.н.), т.е. без човешка намеса. Роботът е автономен, когато самият той има способността да определя действията, които трябва да бъдат предприети за изпълнение на дадена задача, като използва система за възприятие. Освен това, роботът се нуждае от познавателен блок или система за управление, за да координира всички подсистеми, от които е изграден.

Основите на мобилната роботика се състоят от областите на движение, възприятие, познание и навигация. Проблемите с движението се решават чрез разбиране на механизма и с прилагане на подходи от кинематиката, динамиката и теорията на управлението. Възприемането включва анализ на входните сигнали чрез компютърно зрение и сензорни технологии. Опознавателната част на системата е отговорна за анализа на входните данни от сензорите и предприемането на съответните действия за постигане на целите на мобилния робот. Навигацията изисква познаване на алгоритмите за планиране, теорията на информацията и изкуствения интелект (Rubio, 2019).

Тази статия обхваща мобилните роботи и как мобилен робот може да се движи в реалния свят, за да изпълни целите си без взаимодействие с оператор. За да се разбере основата, трябва да се отбележи, че при мобилните роботи трябва да се наблюдават и интегрират няколко технологични области за правилната работа на робота: системата за движение и кинематика, система за възприятие (сензори), система за локализация и навигационна система. Всички тези системи трябва да бъдат интегрирани чрез контролен блок, така че работата или казано с други думи, мисията на мобилния робот да се извършва по съгласуван начин.

ИЗЛОЖЕНИЕ

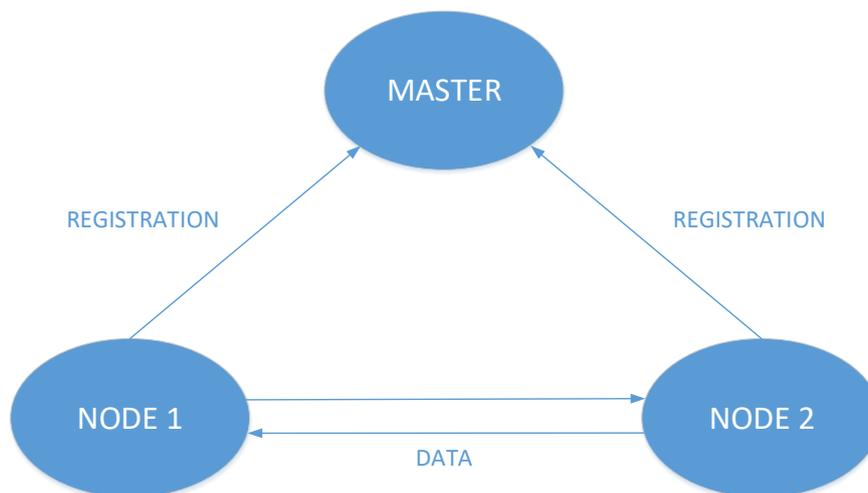
Анализ на операционна система за програмиране на роботи

Разработването на цялостна роботизирана платформа изисква куп софтуерни инструменти, драйвери, софтуери за симулация, софтуери за компютърно зрение и др. Вместо всеки път да се подготвят специални операционни системи с интегриран необходимия набор от софтуер, масово се използва мета операционната система за роботи, разработена от Станфордската лаборатория за изкуствен интелект през 2007 година – ROS (Операционна система за роботи). Тази мета операционна система може да се инсталира върху вече инсталирана Линукс-базирана или Windows система. Подходяща платформа за инсталиране на ROS са и едночиповите микрокомпютри, като например Raspberry Pi или Asus Tinker Board.

ROS обединява различни процеси обвързани с различни устройства или сензори. Като това обединяване става чрез предаване на съобщения на различни теми. Отделните устройства

представяват възли, които могат да публикуват съобщения или да се абонират за съобщения на дадена тема.

Възлите са основния елемент от РОС, те управляват работата на устройствата и компютърните алгоритми, като всеки възел отговаря за отделна задача. Възлите могат да комуникират помежду си чрез теми или услуги (Фиг. 1). РОС е съставена от пакети, като всеки един пакет е създаден да извършва един тип задача и може да се съставява от няколко възли.



Фиг. 1. Модел на свързаност между отделни възли при обмяна на информация

Темите са потоци от данни използвани за обмяна на информация между възлите. Използват се за честата обмяна на еднотипни съобщения, като например входните данни от даден сензор или желаната скорост на въртене на мотор. Всяка тема се регистрира с уникално име и с предварително дефиниран тип на съобщенията. Възлите могат да се свържат към някоя тема, като има два варианта: да публикуват съобщения или да получават съобщения. Един възел не може едновременно да публикува и да получава съобщения на една и съща тема (Koubaa, 2021). Няма ограничения към броя на различните възли, които са публикуват или получават съобщения по една тема.

Комуникацията чрез използването на услуги представлява модела клиент-сървър. В този режим, един възел (сървърът) регистрира услугите в системата. По-късно всеки друг възел може да пита и да получи отговор. За разлика от темите, услугите позволяват двупосочна комуникация, тъй като заявката може също да съдържа данни.

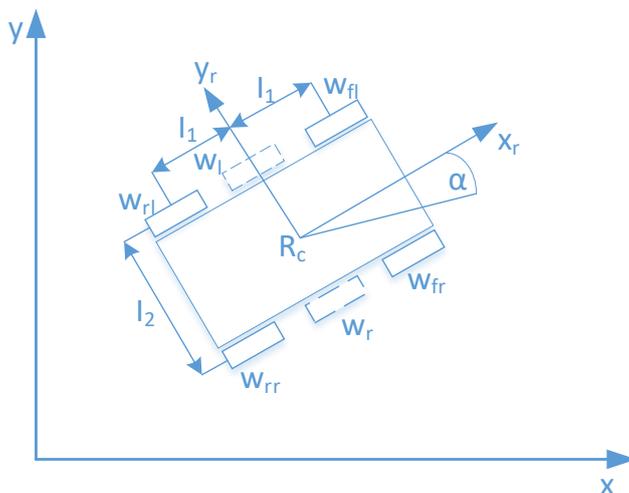
Движение на роботизирана платформа в пространството

Въз основа на измерванията на въртенето на колелетата може да се определи позицията и ориентацията на робота, това се нарича директна кинематика. ROSbot е четириколесен мобилен робот с отделно задвижване за всяко колело, но за да се опрости кинематичното изчисление, ще се третира като двуколесен. Две виртуални колела (маркирани като W_L и W_R на схемата) ще имат ос, преминаваща през геометричния център на робота. По този начин може да се използва по-опростен кинематичен модел на диференциален колесен робот (Kucuk, 2006). Името "диференциал" идва от факта, че роботът може да променя посоката си, като променя относителната скорост на въртене на колелата си и не изисква допълнително движение на кормилното управление. Схемата на робота е представена на фигура 2.

Където R_c е геометричния център на робота, x_c и y_c са съответно центровете по осите x и y , x_r и y_r са локалните оси на робота, α е ъгловата позиция на робота, W_{fl} , W_{fr} , W_{rl} , W_{rr} , W_l и W_r са колелетата на робота, а l_1 и l_2 са разстоянията между центъра на робота и предните и задните колела и разстоянието между левите и десните колела.

Мобиленят робот има някои ограничения. Той може да се движи само в x - y равнината и има 3 DOF (степен на свобода). Въпреки това не всички степени на свобода могат да бъдат контролирани, което означава, че роботът не може да се движи във всяка посока на своите локални оси (например не може да се движи настрани). Такава задвижваща система се нарича

нехолономна. Когато количеството контролируеми степени на свобода е равно на общия брой степени на свобода, тогава роботът може да се нарече холономичен. За да се постигне това някои мобилни роботи са изградени с помощта на омни колела или механични колела и благодарение на векторното движение те могат да променят позицията си, без да променят своята посока (ориентация).



Фиг. 2. Схема на колела на роботизирана платформа

Позицията на робота се определя от константен списък (x_c, y_c, α) . Задачата на директната кинематика е да изчисли нова позиция на робота (x_c, y_c, α) след време δt , вземайки предвид следните параметри: V_R и V_L , като това са линейните скорости на дясното и лявото виртуални колела. В случая ъгловата скорост ω и ъгловата позиция ϕ на всяко от виртуалните колела ще е равна на средната стойност на реалните колела.

$$\phi W_L = \frac{\phi W_{FL} + \phi W_{RL}}{2}$$

$$\phi W_R = \frac{\phi W_{FR} + \phi W_{RR}}{2}$$

$$\omega W_L = \frac{\omega W_{FL} + \omega W_{RL}}{2}$$

$$\omega W_R = \frac{\omega W_{FR} + \omega W_{RR}}{2}$$

Линейната скорост на всяко от виртуалните колела е равна на:

$$v_R = \omega W_R * r$$

$$v_L = \omega W_L * r$$

Където r е радиуса на колелото. Може да се определи ъгловото положение и скорост на робота чрез:

$$\alpha = (\phi W_r - \phi W_L) \frac{r}{l_2}$$

$$\dot{\alpha} = \frac{d\alpha}{dt}$$

След това се определя x и y компонентите на векторите на скоростта на робота:

$$\dot{x}_c = \left(v_L + \dot{\alpha} \frac{l_2}{2} \right) \cos \alpha$$

$$\dot{y}_c = \left(v_L + \dot{\alpha} \frac{l_2}{2} \right) \sin \alpha$$

За да се получи позицията:

$$x_c = \int_0^t \dot{x}_c dt$$

$$y_c = \int_0^t \dot{y}_c dt$$

Стартовата позиция се приема за (0,0).

Управлението на моторите става чрез изпращането на команди за движение чрез съобщения от типа *geometry_msgs/Twist*. След което взела за управление на мотора използва данните от това съобщение за да го управлява. Съобщението *geometry_msgs/Twist* представя скоростта в свободното пространство и съдържа две полета:

- *Vector3 linear* – което представлява линейната част на скоростта (м/с)
- *Vector3 angular* – което представлява ъгловата част на скоростта (рад/с)

За управление на робота в x-y пространството ще се използват x компонентата на вектора на линейната скорост и z компонентата на вектора на ъгловата скорост.

Обучение на роботизирана платформа за разпознаване на обекти

В текущия случай за определяне посоката и скоростта на движение ще се използват обекти намиращи се пред робота или по-конкретно пътни знаци. За да разпознае обект, роботът трябва да използва своята система за зрение и възприятие. Тя се базира на характеристики на изображението, като точки, линии, цветове на ръбовете и техните позиции (de Leeuw, 2020). Обработката на разпознаването на обекти се състои от две стъпки. Първата е обучаването на робота, като това става чрез излагане пред него на обекта, който трябва да бъде разпознаван, запазването му като изображение и извличането на набор от характерни точки в изображението, които да бъдат запазени като шаблон. Системата може да разпознава едновременно много на брой обекти.

Втората стъпка е действителното разпознаване на обектите в реална среда, което ще се извършва постоянно по време на работа на робота. Всеки кадър от камерата му се анализира за характерни точки и се сравнява с набора от данни в паметта. Ако достатъчен брой характерни точки съвпадат, значи обектът е разпознат.

Всеки един обект може да бъде вкаран за разпознаване, но колкото повече ъгли и контрастни цветове има, толкова по-лесно ще бъде разпознаването му (Amit, 2020). За да бъде обучен робота да разпознава даден обект, а също и за последващото му разпознаване се използва *find_object_2d* взела от *find_object_2d* пакета. Като входни данни се използва *astra_launch* пакета, като това представлява пакет с необходимите драйвери за камерата, с която е оборудван робота, извличащ изображение от нея.

За обучение на робота да разпознава обекти се използва следната команда:

```
roslaunch test_pkg test_4.launch use_gazebo:=false teach:=true recognize:=false
```



Фиг. 3. Графичен интерфейс на софтуер за разпознаване на обекти

При зареждането на този пакет и стартирането на възлите в него се зарежда графичен интерфейс (Фиг. 3), в който се вижда видео потока от камерата и библиотека със запазените до момента обекти.

Чрез избиране на опция: Edit -> Add object from scene... се визуализира нов прозорец (Фиг. 4), в който се виждат характерните точки прихванати в изображението, като целта е така да бъде поставен обекта в кадъра, че да има максимален брой характерни точки.



Фиг. 4. Характерни точки на разпознат обект

След като бъде добавен даден обект към библиотеката, той получава уникален идентификационен номер. Чрез този номер се описва в програмния код при засичането на кой обект, какво действие да бъде предприето.

```
#define STOPSIGN 13

switch (id)
{
case STOPSIGN:
    set_vel.linear.x = 0;
    set_vel.angular.z = 0;
    break;
...
}
```

Фиг. 5. Код за извършване на определено действие при разпознаване на обект

На фигура 5 се вижда извадка от кода, където 13 е идентификатора на знакът „СТОП“. Задава се име на променлива за този идентификатор с име “STOPSIGN” и когато този обект бъде засечен се задава линейната и ъгловата скорост на робота да бъде равна на нула. По аналогичен начин се процедира и при знаците за десен завой и за ограничение на скоростта, като техните променливи имат други имена и стойностите на линейната и ъгловата скорост са различни.

ИЗВОДИ

Роботиката като цяло и в частност мобилната роботика ще продължават да се развиват през следващите години. Все по-голямо приложение в роботите ще намират компютърното зрение и изкуствения интелект. В настоящия доклад бе представена една от многобройните възможности на мобилните роботи, а именно разпознаването на обекти чрез компютърно зрение и предприемането на действия на тяхна база от страна на робота. Постигантото в този доклад позволява бъдещо интегриране на допълнителни системи за възприятие на роботизираната платформа, което да доведе до пълна автономност на системата.

ACKNOWLEDGMENT

This publication is developed with the support of Project BG05M2OP001-1.001-0004 UNITE, funded under Operational Programme “Science and Education for Smart Growth”, co-funded by the European Union by the European Structural and Investment Funds and Project 2021-RU-02 “Design and development of a multifunctional prototype of an Urban concept vehicle with the possibility to implement and evaluate algorithms for autonomous navigation”, financed under the Scientific and Research Fund of the University of Ruse “Angel Kanchev”.

REFERENCES

- Amit, Y., Felzenszwalb, P., & Girshick, R. (2020). Object detection. *Computer Vision: A Reference Guide*
- de Leeuw, W., Rieke, M., Rosier, C., Wielenga, T., & Grammatico, S. (2020, September). A multi ROSbot laboratory setup for experimenting autonomous driving maneuvers. In *2020 28th Mediterranean Conference on Control and Automation*
- Koubaa, A. (2021). *Robot Operating System (ROS)*, Springer
- Kucuk, S., & Bingul, Z. (2006). *Robot kinematics: Forward and inverse kinematics*. INTECH Open Access Publisher.
- Rubio, F., Valero, F. and Llopis-Albert, C. (2019) ‘*A review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications*’, *International Journal of Advanced Robotic Systems*.

ANALYSIS OF THE CAPABILITIES OF THE SOFTWARE PRODUCT ACRONIS TRUE IMAGE 2021¹⁵

Eng. Vladislav Hinkov, PhD student

Department of computing

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: +359 884 260 685

E-mail: vhinkov@uni-ruse.bg

Abstract: *The paper reviews the various functionalities, for backup and recovery, of ready-installed operating systems, or individual directories, or only some files, using the software product “Acronis True Image 2021”.*

Keywords: *Backup, recovery, Acronis, software*

ВЪВЕДЕНИЕ

В работното ежедневие на системния администратор в една организация, важна роля играе, начина по който той се грижи за архивирането на готовите операционни системи, инсталирани и конфигурирани на различни устройства, от крайните потребителски, до сървъри осигуряващи критични услуги за цялата организация. Има различни начини за архивиране, на цели системи, само на системни файлове, или само на потребителски данни, това зависи от ресурса с който се разполага, и различните потребности. За да се направи определен архив са нужди специализирани хардуер и софтуер. Хардуера обикновено представлява сървърен дисков масив, на който да се съхранява информацията. Този масив е изолиран в специално сървърно помещение, като е препоръчително да бъде колокирано на отдалечено и безопасно място. Софтуера е мозъка на системата. Чрез него се изгражда цялостния механизъм (Backup Plan), по който работи архивирането на данните, кога, къде, как да се разпредели в масива, каква компресия да се приложи на архивите и т.н. Има много различни софтуерни продукти за тази цел, но в този доклад, ще разгледаме един от лидерите в този сегмент „Acronis true image 2021“.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследване на функционалностите при Acronis True Image 2021

Acronis True Image е решение, което обединява надеждно архивиране с усъвършенстван антимальуер. По този начин се получава защита срещу едни от най-честите заплахи, като кибератаки, случайно изтриване, повреда на диска и кражба.

Основните функции на Acronis True Image включват:

- Локално архивиране: Гъвкавите архиви ви позволяват да архивирате това, което искате, от пълни системни изображения до отделни файлове - в хранилището, което искате.
- Шифровано архивиране в облак: Архивите в облак и други базирани на облака функции позволяват защита извън сайта, лесно възстановяване и достъп навсякъде.
- Защита на киберсигурността: Интегрираните наградени антимальуерни възможности защитават както вашето устройство, така и архивни данни от рансъмуер, криптоджакинг и други кибер заплахи.

¹⁵ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие ANALYSIS OF THE CAPABILITIES OF THE SOFTWARE PRODUCT ACRONIS TRUE IMAGE 2021

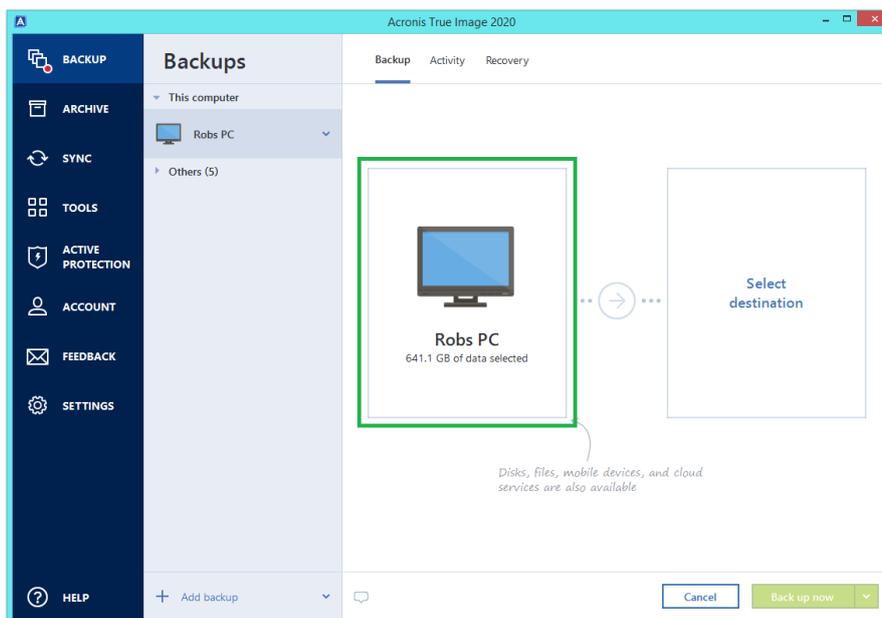
Поддържани системи при архивиране с Acronis True Image 2021



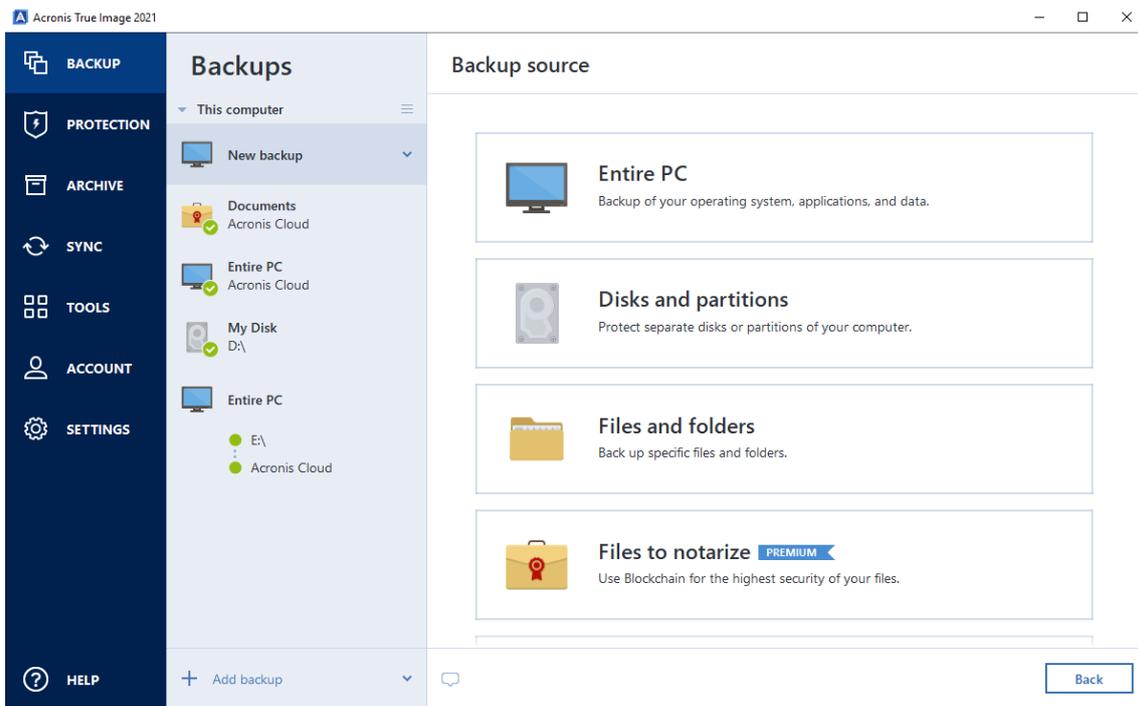
Фиг. 15. Поддържани системи

Локално архивиране

Гъвкавостта при правене на резервни копия позволяват да се архивира това, което ни трябва, от пълни системни изображения до отделни файлове, в хранилището което сме избрали.

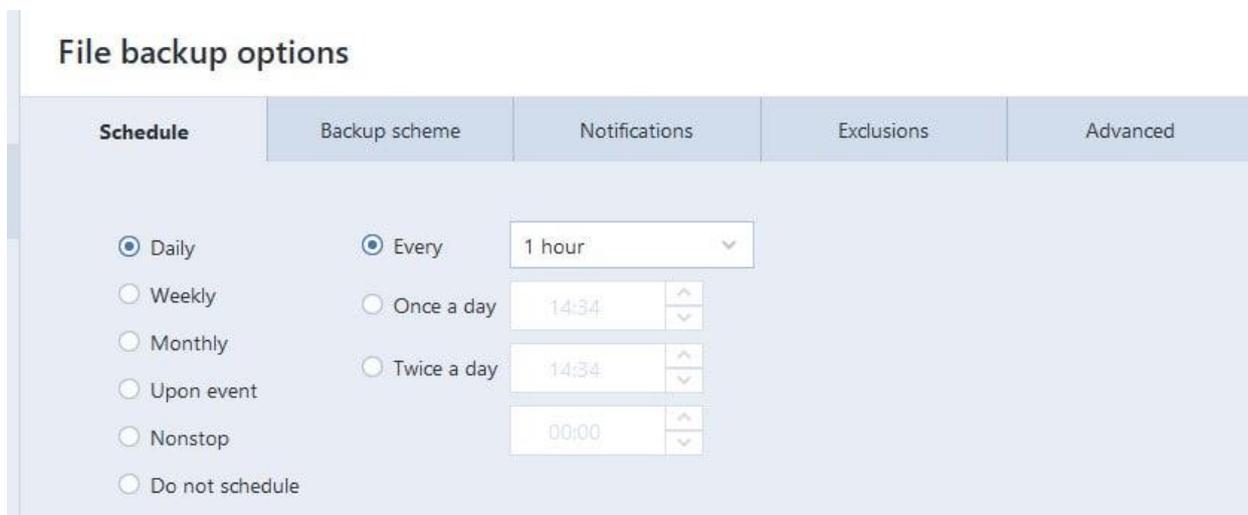


Фиг. 16. Управление на локално архивиране



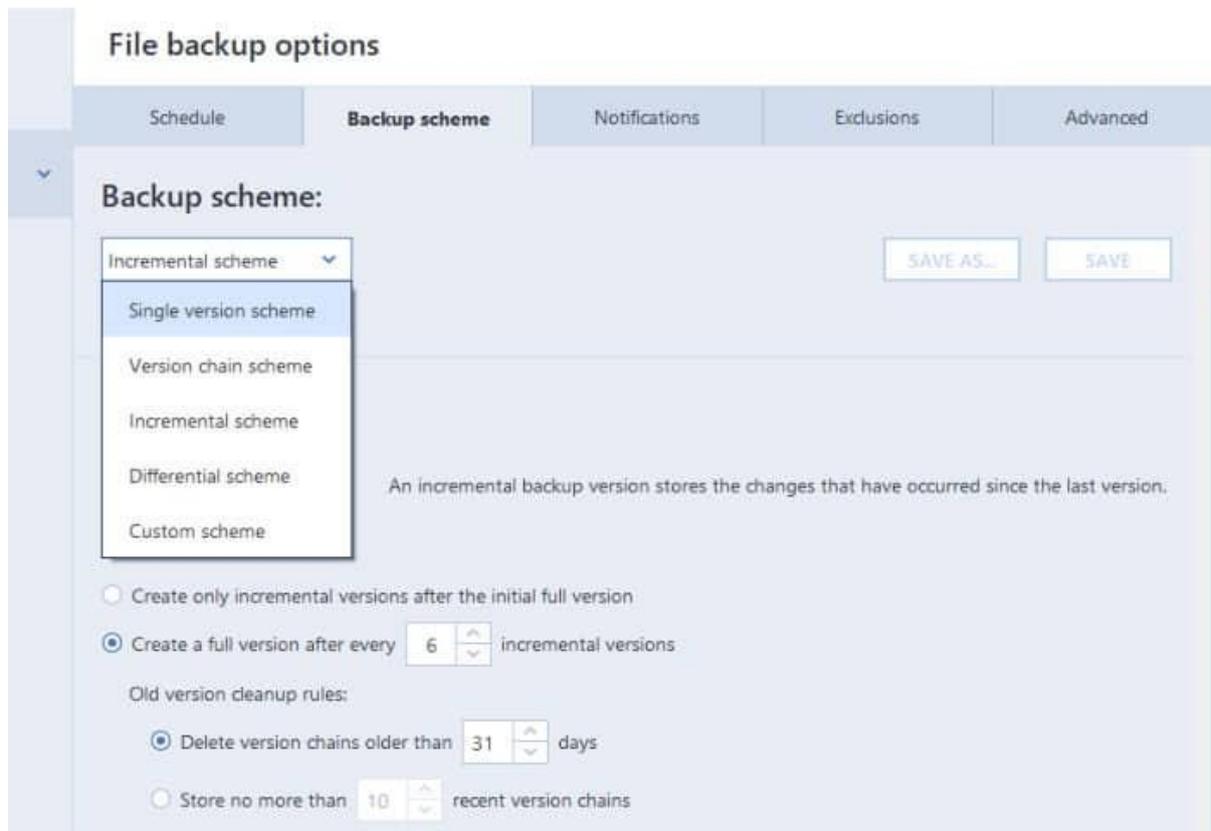
Фиг. 17. Интерфейс за избор на какво да се архивира

След като файловете за архивиране са избрани и дестинацията е готова, можем да зададем опциите за архивиране, като могат да се включват опции за настройка на график, избор на схема за архивиране, известия и конфигуриране на опции за сигурност, включително и опция за нон стоп архивиране в реално време.



Фиг. 18. Интерфейс за настройка на график

Преминавайки към раздела схема за архивиране, можем да видим, че Acronis ни дава много фин контрол върху начина, по който се прави действителното архивиране, това означава, че можем да контролираме определени опции, като винаги да запазваме първоначалния пълен архив завинаги, както и колко инкрементални резервни копия трябва да бъдат направени преди изпълнява се друг пълен архив.



Фиг. 19. Избор на схема за архивиране

Услуги за архивиране в облак

Acronis True Image е една от най-богатите на функции, услуги за архивиране в облак. Той обхваща цялата основна функционалност, която може да се очаква, като включва и широк спектър от други функции, от разширени инструменти за сигурност до неща, по-обща за доставчиците на хранилище в облака, като синхронизиране на файлове.

По отношение на основните функции за архивиране в облак, Acronis True Image позволява да се стартират архивите по график, непрекъснато или задействани от различни събития, като стартиране или изключване на системата, потребителски влизания или когато е свързано външно устройство.



Фиг. 6. Управление на процесите

Възможности за киберсигурност на Acronis True Image 2021

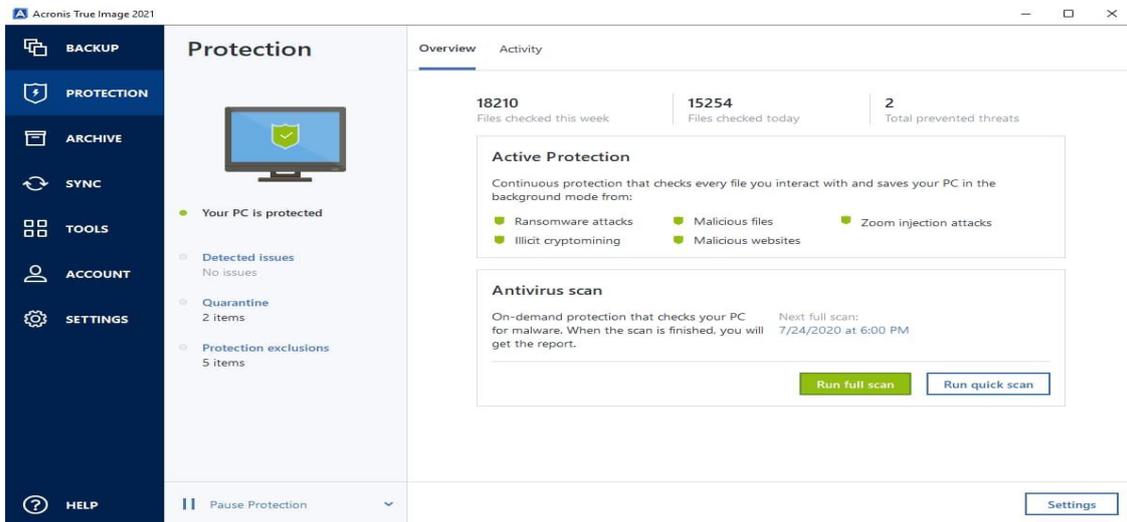
Acronis True Image 2021 е единственото решение за лична киберзащита, което предоставя уникална, интегрирана комбинация от доказана технология за архивиране и киберсигурност, която спира дори най-новите заплахи.



Фиг. 7. Acronis Cyber Protect Cloud

Основни функционалности:

- Защита в реално време.
- Оценка на уязвимост - Идентифицира слабостите в сигурността на операционната системата и приложенията.
- Антивирусно сканиране при поискване - Проверка състоянието на защитата на данните по всяко време.
- Уеб филтриране (само за Windows) - Защита от злонамерени уебсайтове.
- Защити за видеоконференция (само за Windows) – Защита на Zoom, Cisco WebEx и Microsoft Teams разговори срещу подозрителни дейности и любопитни очи.



Фиг. 8. Управление на киберсигурността

ИЗВОДИ

Архивирането на системите в една организация е сложен и жизнено важен процес, който не бива да бъде подценяван. Подборът на качествен и сигурен хардуер и софтуер е от съществено значение за качествено и цялостно изпълнение на процесите, като се вземе под внимание и добре подбраният график, по който да се работи. В днешно време, като се има в предвид, че повечето официална кореспонденция и документация е дигитализирана, е абсолютно наложително, да се води качествен архив на системите и документите, най-вече в

критичните административни звена на организацията. Също така е необходимо да се обърне внимание на сигурността на самите архиви, по възможност те да са криптирани и много добре защитени, за да се избегне изтичане на данни. Препоръчително е архивните сървъри, да са поставени зад защитна стена, която да гарантира тяхната сигурност и защита от външна недобронамерена намеса. От друга страна, съвременните облачно базирани системи, предлагат комплексни услуги, като гарантират качествено архивиране и сигурност, но при този вариант и крайната цена е по-висока.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Acronis Cyber Protect Home Office Review , <https://www.pcmag.com/reviews/acronis-true-image> (Accessed on 20.05.2021).

Acronis True Image 2021 Review, <https://www.bestbackupreviews.com/reviews/acronis-true-image-2021-review/> (Accessed on 20.05.2021).

Acronis Cyber Protect Home Office, <https://www.g2.com/products/acronis-true-image/reviews> (Accessed on 20.05.2021).

What is Acronis True Image 2021, <https://windowsreport.com/acronis-true-image-2021-review/> (Accessed on 20.05.2021).

Acronis True Image 2021 review, <https://billbennett.co.nz/acronis-true-image-2021-review/> (Accessed on 20.05.2021).

Acronis Cyber Protect Home Office, <https://www.cloudwards.net/review/acronis-true-image-cloud/> (Accessed on 20.05.2021).

How to create Acronis Backup Image, <https://www.layerstack.com/resources/tutorials/How-to-create-Acronis-Backup-Image> (Accessed on 20.05.2021).

Acronis Cyber Protect Review, <https://www.pcmag.com/reviews/acronis-cyber-protect> (Accessed on 20.05.2021).

Acronis Cyber Protect Home Office, <https://www.acronis.com/en-us/homecomputing/thanks/acronis-true-image-2021-reviewers/> (Accessed on 20.05.2021).

INTELLIGENT HUMAN COMPUTER INTERACTION (HCI) - HAND GESTURE RECOGNITION¹⁶

Eng. Ivan Ralev, PhD Student

Department of Computer Systems and Technologies,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Tel.: +359 897 552223

E-mail: iralev@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper describes the techniques for hand gesture recognition. It is divided into three sections. The first describes gesture types and presents the different ways to detect them. The second describes the software packages processing them. The third offers options where it can find application.*

***Keywords:** HCI, hand gesture recognition, techniques for detection*

ВЪВЕДЕНИЕ

Human computer interaction (HCI) (човеко-машинният интерфейс) описва начинът за комуникация между потребителя (човека) и изчислителната машина (например компютър, таблет или друго). Класически пример за това са мишката и клавиатурата. Интелигентният HCI обхваща устройствата и начина за комуникация, чрез които взаимодействието с машината да се извършва по естествен начин наподобяващ комуникацията между отделните хора, например чрез жестове, гласови команди, отчитане на емоции и мозъчни вълни. Сензорно-базираната човеко-машинна комуникация има широка област на приложение. Характеризира се с използването на поне един физически сензор за осъществяването на комуникация, като сензорите могат да бъдат както много примитивни, така и много сложни (Krastev, G., Dineva, V., 2016). Изследването и интереса към управлението на компютър, чрез жестове от ръце не е ново, но в миналото се е използвало предимно в специализирано производство и лаборатории, но в днешно време навлиза и намира приложение в ежедневната работа с компютър на всеки потребител. Поради това е необходимо да се познават начините и устройствата, с които се засича и разпознава определен жест, какви видове са самите жестове, с какъв софтуер се обработват, за да може впоследствие да се използват като средство за управление или информация и не на последно място в каква сфера на дейност може да намери приложение. Важно е и да се отчетат предимствата и недостатъците на методите и използваните технологии за засичането и обработката на жестове, за да може един специалист решил да се занимава с това да може да подбере най-добрия за него хардуер, софтуер и алгоритъм.

ВИДОВЕ ЖЕСТОВЕ ОТ РЪКА

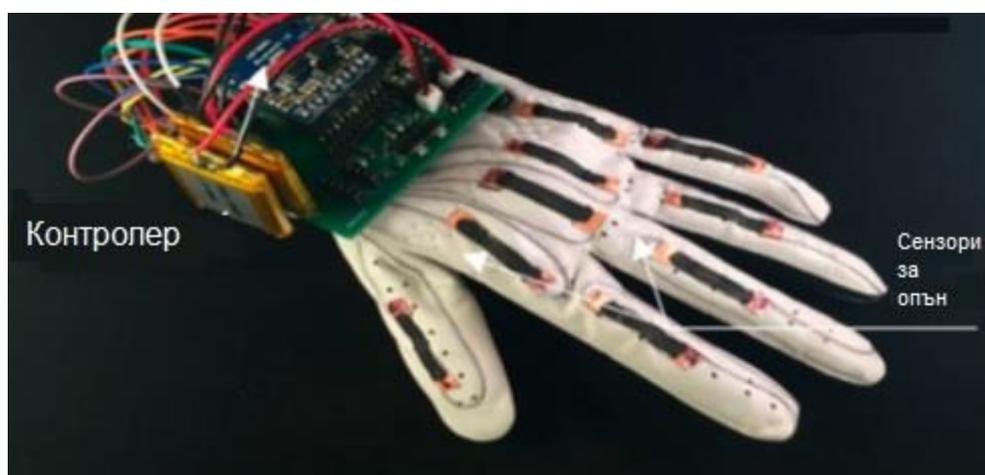
Преди да се премине към описанието на техниките за прихващане и обработка на жест е необходимо да се изясни какво точно представлява жеста и какви видове има. Жеста представлява определена поза, движение, положение на ръката, дланта и пръстите, което може да се разграничи и разпознае спрямо друго такова. Той може да представлява неподвижна поза на ръката, дланта и пръстите, но може и да представлява съвкупност от такива, както и определено тяхно движение. Според това се делят на статични и динамични. Софтуерът за разпознаване на жестове разполага с предварително създадена база от знание за вида и изпълнението за жестовете, в която след засичане прави сравнение, но може и да използва алгоритми за самообучение.

¹⁶ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 г. в секция „Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие на български език: ИНТЕЛИГЕНТЕН ЧОВЕКО МАШИНАЕН ИНТЕРФЕЙС ЧМИ – РАЗПОЗНАВАНЕ НА ЖЕСТОВЕ ОТ РЪКА.

ХАРДУЕР И ТЕХНИКИ ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ЗАСИЧАНЕ НА ЖЕСТОВЕ ОТ РЪКА

Начините да бъде прихванат определен жест, които са най-разпространените може да се разделят в три групи: използване на ръкавица, която има сензори, използване на компютърно зрение (различни видове камери) и засичане на мозъчни вълни (най-често, чрез електроенцефалограма).

Използването на ръкавица със сензори представлява в най-общия случай ръкавица от определен материал, като в нея са поставени сензори следящи положението на ръката в пространството, определящи даден пръст в какво положение е – свит, полусвит, изпънат, дали ръката се движи или само отделна част от нея. Контролерът управляващ и приемащ данни от сензорите може да е вграден в нея или да е отделно, като връзката може да бъде кабелна или безжична. Контролера на ръкавицата може само да отчита данни от сензорите и да ги праща към компютър или сам да ги обработва разпознавайки какъв жест е направен. Този начин на засичане осигурява на програмиста по-добра възможност да добавя свои собствени жестове, тъй като има унифицираност на стойностите от отделните сензори. Цената на тези устройства е висока и затова са разпространени повече в лаборатории и специфични производствени места (Munir Oudah, Ali Al-Naji and Javaan Chahl, 2020).



Фиг.1 Ръкавица със сензори отчитаща жест

Компютърното зрение е най-разпространеният начин за засичане на жест. При него се използва компютърна камера. Камерата може да бъде стандартна уеб, 3D, записваща в дълбочина, използваща инфрачервен датчик, стереоскопична или друга технология. Най-евтиният вариант от към хардуер е да се използва уеб камера. Един от начините е да се анализира цвета на кожата и така да се определи жеста, но може и да се поставя ръкавица с цветни маркери и те да се обработят. При този метод се анализира 2D изображение и обикновено това става пиксел по пиксел. Има създадени алгоритми, които се опитват да преобразуват 2D в 3D изображение и по този начин да може да се разшири набора от жестове, като се обработва и в дълбочина. Когато се използват камери записващи в 3D, в дълбочина, използваща инфрачервен датчик, стереоскопична, изображението което се изследва съдържа повече информация за ръката в пространството и жестовете, които могат да принадлежат към множеството допустими и осъществими такива е много по-богато. Недостатък е че цената на тези устройства е много по-висока, както и има много зависимости от околната среда и условия. Такива са разстоянието на ръката от камерата, температурата на помещението (особено, когато се използва инфрачервен датчик), фона около и зад нея, осветеността, скоростта на изпълнение на жеста и други.

Освен чрез цветово разпознаване, извършвано чрез отчитане цвета на кожата или поставяне на ръкавица с цветни маркери други разпространени техника са: скелетно разпознаване, разпознаване на движение, разпознаване в дълбочина, 3D модел на

разпознаване, разпознаване по външен вид и други. Различните техники имат сходни методи и в някои случаи се препокриват или един се съдържа в друг.

При разпознаването по външен вид (фиг.2) от целия кадър заснет от камера се избира така наречената област на интерес. В случая с разпознаване на жест от ръце е необходимо да се направи следното: първо се проверява има ли заснета ръка, за това може да се направи проверка по цвят на кожа, след като е установено, че има ръка се използват алгоритми, които обработват кадъра и премахват фона зад ръката и така получения обработен кадър съдържа единствено областта на интерес, която се обработва за установяване на съвпадение за определен жест. При този метод се използват стандартни уеб камери.

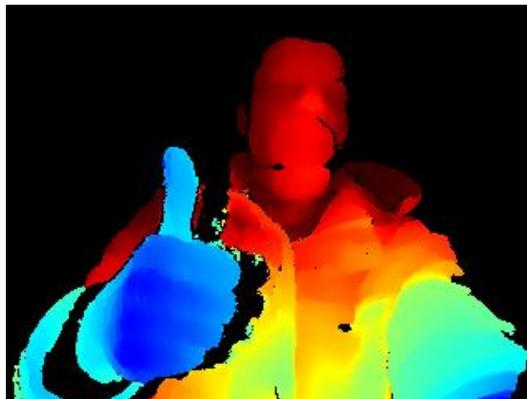


Фиг. 2 Разпознаване по външен вид

Друг метод е разпознаване на база на движение, като в същността си представлява сравняване на няколко кадъра, заснемащи жеста. Във всеки един от тях първо се разпознава дали има ръка, като най-често използвания метод е чрез сравнение по цвят на кожа, след това се изолира задния фон, затруднение е това да се направи при динамично променящ се такъв и за справяне с този проблем се променя осветеността, за да може по-лесно да се сравнява по цвят на кожа. При този метод може да се използват стандартни уеб камери (Munir Oudah, Ali Al-Naji and Javaan Chahl, 2020).

Скелетно базираното разпознаване използва различни алгоритми, за да определи дадено изображение като част от човешкото тяло и да постави някакъв маркер на всяка става, т.е. част при която може да има някакво движение в определена посока. Разстоянията между тези точки се представят като вектори и по този начин може да се определи конкретен жест. За входно устройство се използват специализирани камери на Kinect или Intel RealSense. Съществува и разработен софтуер улесняващ това разработване и на програмиста ще му е необходимо само да го интегрира със своето приложение. Пример за това е Skeleton Tracking SDK BY CUBEMOS (<https://www.intelrealsense.com/skeleton-tracking/>).

Разпознаване базирано на дълбочина използва специализирани камери, записващи изображението в дълбочина, а самото разпознаване на жест става като на така подаденото такова се приложат съответните алгоритми.



Фиг. 3 Изображение заснето от камера записваща в дълбочина

При разпознаване базирано на 3D модел на ръката може да се използва обикновена камера или специализирана. Когато се използва обикновена се прилагат алгоритми стремящи се да преобразуват 2D в 3D модел. Може да се използват и няколко такива разположени по определен начин. Полученото 3D изображение впоследствие се обработва и при него могат да се използват значително по-голям брой жестове спрямо при 2D сканирането.

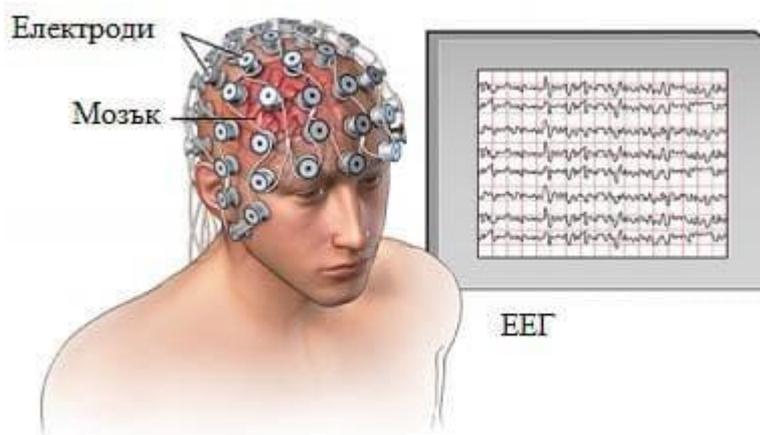
Разпознаването базирано на обучение използва неврони мрежи. Може да се използват различни камери, като разнообразието на жестове е най-голямо спрямо описаните до тук техники.

Интересен подход за засичане на жестове, чрез компютърно зрение е използването на контролера Leap motion (фиг.4), който на активната си страна разполага с две монохроматични инфрачервени камери и три инфрачервени светодиода, посредством, които се извършва проследяването на обектите в работното му поле (Krastev, G., Dineva, V., 2017). Устройството работи с декартова координатна система (дясно ориентирана). Координатите са в mm, а началото на системата е средата на устройството. (Krastev, G., M. Andreeva, 2015)



Фиг. 4 Leap motion

Извършваната работа от невроните в човешкия мозък, когато той иска или си представи извършването да дадено движение могат да се свържат с така наречените моторни образи (двигателни образи), които се делят на μ (7–13 Hz) и β (13–30 Hz) ритми, които са измерими както при здрави, така и при хора с някакво заболяване по двигателния апарат. Чрез измерването и обработката на тази информация може да се отчетат жестове, които човек си представя, че ще извърши. Най-често това засичане става чрез електроенцефалограма (<https://medpedia.framar.bg/физиология/електроенцефалография>) (фиг.5). При този метод се изисква скъпоструваща и не много удобна за пренасяна техника, както и обработката трябва да става за изключително кратко време, тъй като в противен случай това ще доведе до отегчение и неудобство в потребителя. Към този момент това не е разпространен и популярен метод за прихващане на жестове (Joytirmou Rabha, Debasis Samanta, Pabitra Mitra, Monalisa Sarma).



Фигура 5. Електроенцефалограма (ЕЕГ)

СОФТУЕРНИ ПАКЕТИ ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ЖЕСТОВО РАЗПОЗНАВАНЕ

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) (<https://opencv.org/about/>) е доста разпространен пакет с помощта, на който начинаещ програмист може да използва в свой проект жестово управление. Поддържаните езици са: C++, Python, Java и MATLAB, като работи и под Windows, Linux, Android и Mac OS. Има ръководства и примери за интегриране със средата Eclipse, както и много голямо количество споделен код, който след редактиране и допълване може да се използва. Работи с обикновени веб камери, но количеството жестове, които разпознава са много малко. Може да се интегрира и за работа с камери записващи в дълбочина, но самия процес на програмиране се усложнява.

Intel RealSense SDK 2.0 (<https://www.intelrealsense.com/sdk-2/>) е пакет, който се използва с камерите на интел, например SR300, D400 и други. Поддържаните езици са C, C++, C#, Matlab, Python, Node.js. Версия Intel® RealSense™ SDK 2016 R2 поддържа и JAVA. Поддържаните операционни системи са Windows, Linux, Android, MacOS. Може да се използва и с LabView, Open3D, OpenCV, OpenVino, PCL, ROS/ROS 2, Unity, UnrealEngine. Разпознаваемите жестове посредством ръце са четиринадесет на брой.

Интел предлагат и пакет базиран на скелетно разпознаване наречен Skeleton Tracking SDK, разработен за работа с предлаганите от тях камери записващи в дълбочина. Поддържа C, C++, C# и Python, а като операционни системи Windows и Linux.

СФЕРИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ

Разпознаването на жестове като средство за комуникация с компютърната техника може да намери приложение в почти всяка дейност на човек. Могат да се изброят като най-популярни следните:

- При умните мобилни телефони и планшети, където, обикновеният потребител го е срещал може би най-често, тъй като чрез жест може да управлява конкретно приложение, например игра.

- При игровите конзоли, като има разработени различни спортни игри за Nintendo, в които управлението се извършва безконтактно като се следят ръцете на играча. В компютърните игри то е намерило своето място и се е доказало като необходимост за повишаване на удовлетвореността на потребителя.

- В медицината има разработени системи, в които хирурга или друго медицинско лице, чрез жестове от ръце може да управлява информацията, която се появява на екран за пациента. Този начин на работа допринася за стерилизацията и намалява времето за дезинфекция в помещението при смяна на екипите, тъй като не е имало физически допир до монитор, клавиатура или друго физическо устройство. Интересни са и разработките за дистанционна операция. Пример за това са устройствата на DA VINCI Robotic Surgical System (<https://www.davincisurgery.com/>). При тях хирурга може да се намира на голямо разстояние от пациента, като той управлява роботизирана система извършваща самата операция. Това управление се извършва физически, сензорно или безконтактно.

- Много полезно и перспективно е и използването на системи разчитащи езика, чрез жестове използван от глухонемите хора. Едно такова приложение ще облекчи общуването с тях от човек не познаващ съответната използвана артикулация.

- Система, при която човек посредством жест управлява някакъв вид робот ще позволи замената на хората в опасни производства или по време на авария в съоръжение, в което е рисково или просто няма възможност за достъп.

- При метода на отчитане на жест, чрез ЕЕГ е възможно управлението на екзоскелет или роботизиран крайник посредством мисълта на човек и така ще може да се даде възможност на хора с проблеми в опорно-двигателната, мускулна или нервна система да водят пълноценен начин на живот.

- Управлението, чрез жестове може да се използва за автоматизиране на системите в дома. В последните десетина години има много разработки и стават популярни така наречените умни домове (smart home). Човек може да си стои легнал на дивана пред телевизора

и с определен жест на ръката може да сменя телевизионните канали, да контролира нивото на звука и т.н.

- В системите за виртуална реалност потребителя може да си постави само съответните очила и пред камера, чрез ръкавица със сензори или шлем да извършва управлението, което ще разшири и облекчи от апаратни изисквания създаването на симулатори за конкретни области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разпознаването на жестове е актуална и набираща популярност област. Всеки човек имащ интерес да се занимава с нея предварително трябва да се запознае с необходимия хардуер за такова засичане, софтуера необходим за обработка, методите и начина на работа и да избере най-подходящия език за програмиране, с който да реализира проекта си. За начинаещ програмист може би е най-добре да започне с OpenCV с обикновена уеб камера, а след това да се насочи към камери записващи в дълбочина или такива с SDK ползващ скелетно базирано разпознаване. Методът, който ще се избере зависи и до голяма степен от вида и типа на жестовете, които ще се използват.

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Krastev, G., Dineva, V. (2016). Human-machine interface with Peregrine glove. Journal of the Union of Scientists Ruse, vol. 13, b. 1, p. 48-55.

Krastev, G., Dineva, V. (2017) Human-machine interface with Leap Motion. Notices of the Union of Scientists, vol. 14, ser. 1. Ruse, 2017, p. 38-46.

Krastev, G., M. Andreeva (2015) Software Tool for Experimental Study Leap Motion. International Journal of Computer Science & Information Technologies (IJCSIT), 2015, No vol.7 No6

Munir Oudah, Ali Al-Naji and Javaan Chahl, (2020). Hand Gesture Recognition Based on Computer Vision: A Review of Techniques, Journal of Imaging

Joytirmoy Rabha, Debasis Samanta, Pabitra Mitra, Monalisa Sarma, (2017). Classification of Motor Imagery Based EEG Signals Using Sparsity Approach, International Conference on Intelligent Human Computer Interaction, Intelligent Human Computer Interaction, pp 47-59

Da Vinci , <https://www.davincisurgery.com/> accept on 22.04.2021

Intel RealSense SDK 2.0 , <https://www.intelrealsense.com/sdk-2/> accept on 22.04.2021

Software for Intel® RealSense™ Technology, <https://www.intelrealsense.com/software-for-intel-realsense/> accept on 22.04.2021

Електроенцефалография, <https://medpedia.framar.bg/физиология/електроенцефалография> accept on 22.04.2021

OpenCV, (<https://opencv.org/about/> accept on 22.04.2021

Skeleton Tracking SDK, <https://www.intelrealsense.com/skeleton-tracking/> accept on 22.04.2021

TRANSPORT NETWORK FOR 5G¹⁷

Ivelin Penkov - Student

Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel: +359 8832 99 777
E-mail: s173563@stud.uni-ruse.bg

Principal Assistant Elena Ivanova, PhD

Department of Telecommunications,
“Angel Kanchev” University of Ruse
E-mail: epivanova@uni-ruse.bg

***Abstract:** Transport networks for 5th generation networks are essential for end customers. Given the ultra-high speed, no technical problem is solved. The construction of the route and the choice of devices must take into account many different parameters, such as reliability, price, terrain, climatic features, region and cargo. MINI-LINK 6352 is one of the devices that supports these conditions. The process of design and implementation of mobile transport networks are presented in the article as part of Northern Bulgaria.*

***Keywords:** mmW, mWave, RAN, E-band*

ВЪВЕДЕНИЕ

При всяка промяна на поколението на GSM, mW транспорт е бил и винаги е готов да посрещне нуждите за капацитета и всяко друго търсене. През последните 20 години microwave(mW) технология непрекъснато се развива, за да отговори на изискванията. През 1996 г. mW НОР обикновено поддържа 34Mbps, докато днес, продуктите имат способността да поддържат над 1Gbps в традиционни ленти и над 10Gbps с E-Band.

Безжичната транспортна бариера от 100 Gbps вече е прекъсната чрез комбиниране на E-band комбиниран с MIMO технология. Чрез тази технология, бяха постигнати 139Gbps над 1.5 км, с висока наличност и ниска латентност в канал от 2,5 GHz. Очаква се капацитетът от 100 Gbps да бъде търговски достъпен през следващите 5–8 години.

MW решения предлагат голям капацитет, ниска латентност и икономически ефективен транспорт като добро допълнение към влакнесто-оптичната мрежа.

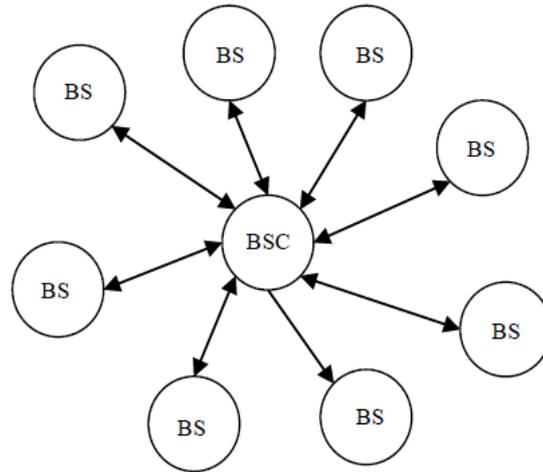
ИЗЛОЖЕНИЕ

Избор на мрежова топология

За реализиране на текущият проект е избрана топология от тип “Звезда”. В топология от тип звезда, всички връзки работят по независим начин, където трафика / капацитета на връзките не се влияят взаимно. По този начин, надеждността и общият капацитет на мрежата се увеличава в сравнение с топологията от тип Верига. Освен това, капацитетът може да бъде разширен чрез добавяне на повече връзки към базовите станции, които се нуждаят от повече ресурси. Един от основните недостатъци на този тип мрежова конфигурация е, че тя включва голям брой антени на едно място. Освен това, високият брой маршрути в даден момент намалява наличността на канали.

¹⁷ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 г. в секция „Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие на български език: ТРАНСПОРТА МРЕЖА ЗА 5G.

Проектиране на мобилна транспортна мрежа



Фиг. 1 Мрежова топология тип Звезда

Честотното отстояние между два съседни канала е 250MHz (по изискване на ITU-International Telecommunication Union). При всяка една от крайните точки на РР линия имаме 2 честоти, които могат да се нарекат ниска и висока. В случай, че имаме повече от една антена на един и същ обект, при настройване на оборудването трябва да се вземе предвид, че на едно място не може да има и ниски и високи честоти, т.е. или се настройват само ниски, или само високи честоти. Тогава говорим за „ниска” и „висока” базова станция.

За да избегнем интерференцията между съседни канали, определяме следните честотни канали на линиите:

Таблица 1 Честотно оразмеряване

РРЛ	Разстояние между каналите (MHz)	Честота на предаване в крайна т.А, (MHz)	Честота на приемане в крайна т.А, (MHz)	Честота на предаване в крайна т.Б, (MHz)	Честота на приемане в крайна т.Б, (MHz)
РРЛ1	250	71250	81250	81250	71250
РРЛ2	250	72000	82000	82000	72000
РРЛ3	250	72750	82750	82750	72750
РРЛ4	250	73500	83500	83500	73500

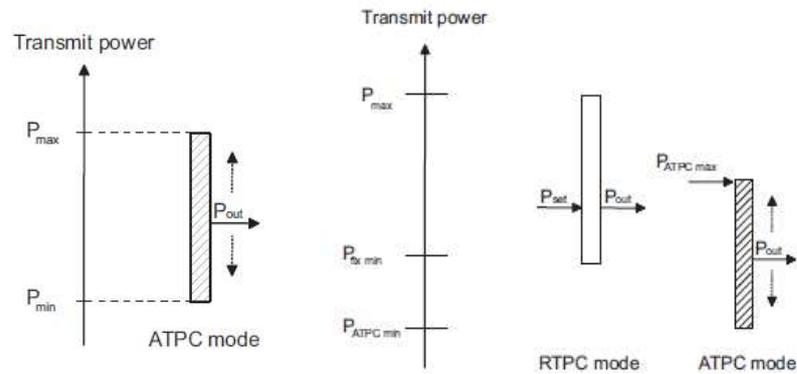
Затихване

Няколко влияния могат да доведат до загуба на сигнал, когато двата терминала на радио връзката са в пряка видимост. Ако системната Los е близо до земята с големи по размер препятствия или хълмове, загубите на препятствия могат да станат важни, въпреки че линията на видимост не е закрыта. Ако има някакви промени във фактора на радиуса на Земята поради пречупване, пътят може да бъде обект на дифракция / пречупване.

Условията за разпространение, като атмосферни премени и отражения, дължащи се на земята / водата, могат да причинят вариации на получения сигнал. Това явление се нарича Затихване (Fading).

Адаптивна модулация - контрол на обратната връзка

ATPC - Adaptive Transmit Power Control е система за контрол на обратната връзка, която временно увеличава изходната мощност на предавателя по време на периоди на влошаване на трасето (fade), като по този начин елиминира (или поне намалява) неблагоприятните ефекти от влошените параметри на трасето. ATPC предлага незабавни и дългосрочни предимства за оператора на връзката, включително намалена средна консумация на енергия, разширено оборудване MTBF и по-ниски дългосрочни нива на RF смущения [6].



Фиг. 2 Контрол на предавателната мощност

Радио-изходната мощност може да се контролира във фиксиран или адаптивен режим. Във фиксиран режим, изходната мощност P_{out} варира от минимално ниво $P_{fix min}$ до максимално ниво P_{max} . Стойността P_{set} се задава ръчно на стъпки от 1dB, локално или отдалечено от системата за управление.

В адаптивен режим функцията за автоматично управление на мощността на предаване (ATPC) се използва за автоматично управление на изходната мощност, P_{out} . В резултат мощността се регулира непрекъснато, така че да се поддържа минимално входно ниво зададен от крайния терминал. При нормални условия на трасето, ATPC поддържа изходната мощност на намалено ниво, което води до по-ниско ниво на смущения в радио мрежата.

Квадратурно амплитудна модулация

Напредъкът в областта на технологията за модулация и кодиране (корекция на грешки) оказва силно влияние върху увеличаването на капацитета на Радиорелейните връзките. Днес модулационни схеми до 512-QAM се използват широко за магистрални / инфраструктурни мрежи, а модулацията до 128-QAM все повече се използва за връзки за достъп. Новото оборудване може да се справи с модулационни формати до 4096-QAM.

Съвременните безжични мрежи често изискват и се нуждаят от по-голям капацитет. За фиксиран размер на канала, увеличаването QAM нивото на модулация, увеличава капацитета на връзката. Нарастването на капацитета при ниски нива на QAM е значително; но при висок QAM, увеличаването на капацитета е много по-малко.

От 1024QAM до 2048QAM се получава 10,83% увеличение на капацитета.

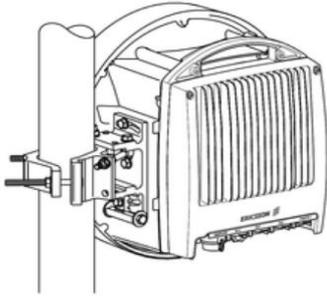
От 2048 QAM до 4096 QAM се получава 9,77% увеличение на капацитета.

Кръстосана поляризация

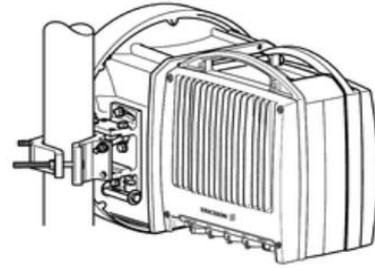
Електромагнитните вълни се движат в 3D пространство по права линия с ортогонални и трептящи електрически и магнитни полета. Условието е полетата да са ортогонални едно на друго, както и посоката на разпространение. По този начин равнина, която е перпендикулярна на посоката на разпространение, ще съдържа всички електромагнитни полета, така че е достатъчно да ги опишете в тази равнина.

За дадена вълна някой от полевите компоненти (магнитни или електрически) може да се колебае, например по вертикалната ос, което изисква другият полев компонент да трепти по хоризонталната ос.

Повечето вълни участващи в радиорелейните връзки се движат по земната повърхност, може да се говори за вертикално или хоризонтално поляризиращи вълни, което означава, че електрическото поле се колебае съответно във вертикална или хоризонтална посока. Разбира се вълната може да бъде поляризирана във всяка посока, но по-важното е, че всяка поляризация може да бъде разделена на двата компонента, които образуват ортогоналната основа.



Фиг. 3 Антена с едно RAU (1+0)



Фиг. 4 Антена с две RAU (XPIC 2+0)

За изчисление на времето за прекъсване в XPIC системата се използва ITU-R метод. За изчисление на времето за прекъсване в XPIC системата се използва ITU-R метод.

Първо изчисляваме XPD_0 :

$$XPD_0 = \begin{cases} XPD_g^{+5} & \text{for } XPD_g \leq 35 \\ 40 & \text{for } XPD_g > 35 \end{cases} \quad (1)$$

Където XPD_g е гарантираният от производителя минимален XPD при отворена позиция, както на предавателя, така и за приемната антена.

След това изчисляваме multipath activity factor, η :

$$\eta = 1 - e^{-0,2(R)^{0,75}} \quad (2)$$

За една предавателна антена Q може да се изчисли като:

$$Q = -10 \log \left(\frac{0.7\eta}{R} \right) \quad (3)$$

R е *multipath fade occurrence factor*. Може да се изчисли като $P_0 / 100$, съответстващ на процента от времето P_0 (%) надвишаващо $A = 0$ dB в средно най-лошия месец.

Използвайки Vigants, коефициентът на затихване се изчислява, като се използва основният уравнение на прекъсване повлияно от атмосферните условия:

$$R = 2.5 \times 10^{-6} c f d^3 \quad (4)$$

Изчислете параметъра C от:

$$C = XPD_0 + Q \quad (5)$$

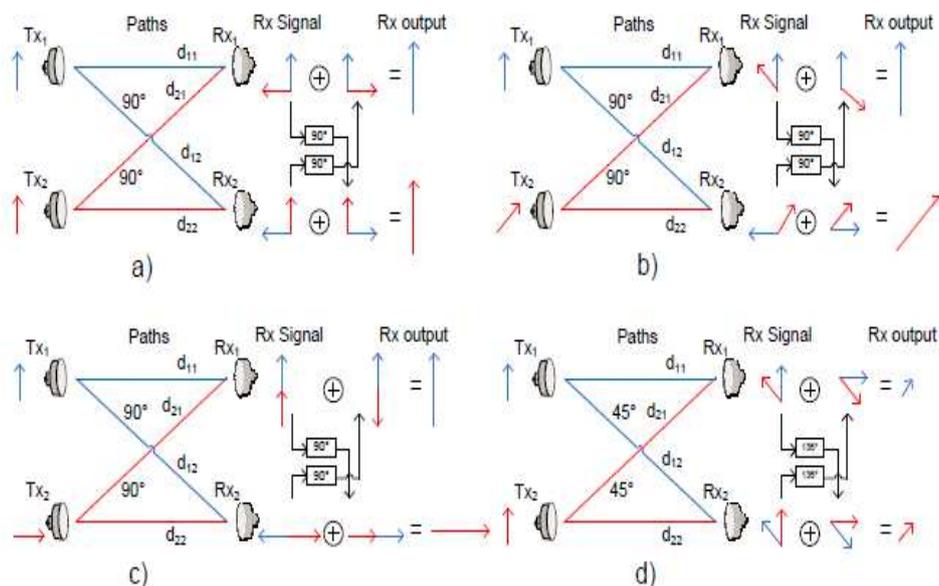
Общата интерференция на загуби и смущения с и без XPIC се изчислява от :

$$IFM = \begin{cases} C - C_0/I & \text{without XPIC} \\ C - C_0/I + XPIC & \text{with XPIC} \end{cases} \quad [13]. \quad (6)$$

Системите с множество входове и изходи (MIMO)

Системите с множество входове и изходи (Multiple-Input Multiple-Output MIMO) са тези, които имат (както подсказва името) повече от един вход и изход, приема се, че и Tx, и Rx имат множество антени, работещи в една и съща честотна лента. Има голям интерес към изследванията на безжични MIMO технологии за последното десетилетие, предизвикано от новаторска работа на Джонатан Уинтърс и Джерард Дж. Фоскини през 1992г.

В MIMO системите предавателят изпраща множество потоци от множество предавателни антени. Предавателните потоци минават през матричен канал, който се състои от множество пътища между множество предавателни антени на предавателя и множество приемачи антени на приемника. След това приемникът получава получените вектори на сигнала от множеството приемни антени и декодира получените вектори на сигнала в първоначалната информация.



Фиг. 5 Разделянето на потоците от сигнали в 2x2 LoS MIMO

Системите MIMO осигуряват редица предимства пред комуникацията с една антена. Чувствителността към загуби се намалява от пространственото разнообразие, осигурено от множество пространствени пътеки. При определени условия на околната среда изискванията за мощност, свързани с комуникацията с висока спектрална ефективност, могат да бъдат значително намалени чрез избягване на компресионната област на свързаната с теоретичната информация.



Фиг. 6 Карта на радиорелейните трасета в град Силистра

ИЗВОДИ

Много оператори се сблъскват с необходимостта да актуализират своята backhaul мрежа, за да отговорят на изискванията на капацитета за разпространението на 5G. Капацитетът на RAN в 5G мрежа, особено в градска / крайградска среда, увеличава нуждата от оборудване за обратно пренасяне, способно да обработва многогигабитов трафик по рентабилен начин. С ограниченията в традиционните честотни ленти, непрекъснато се увеличава вниманието към E-Band. Технологията е доказана успешно в няколко държави в продължение на няколко години и все повече ще е необходима за увеличаване на капацитета в градските обекти, заедно с комбинации от многолентови бустери (MBB) в крайградски обекти.

Постоянното развитие на безжичния backhaul през последните 40 години е отговор на непрекъснатото адаптиране към изискванията на услугите, активирани в по-новите поколения мобилни технологии. Ключът към увеличаване на капацитета за предишните поколения на backhaul е достъпът до нови честотни ленти, по-широки честотни ленти и по-високи модулационни схеми. Развиването по този път от днешните 10Gbps връзки до 100Gbps би изисквало десетократно увеличение на честотната лента на канала. Това не е устойчиво за големи внедрявания със 100Gbps връзки, дори с достъп до прекомерен спектър над 100GHz. Благодарение на това, новите ефективни от спектъра технологии като LoS MIMO ще играят ключова роля в комерсиализацията на бъдещи връзки от точка до точка с ултра висок капацитет. MIMO технологията ще умножи ефективността на спектъра, като същевременно поддържа или подобрява системата, позволявайки по-ефективни спектъра връзки с голям капацитет.

Радиорелейната мрежа продължава да бъде основен начин за връзка между около над 50% от всички сайтове през 2021г.

БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът отразява резултати от работата по проект No 2021 – ФЕЕА – 03 „Проектиране, FPGA-имплементиране и изследване на цифрови комуникационни устройства“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

- Ericsson Microwave Towards 2020
A1 Bulgaria: <https://www.a1.bg/5g>
Ericsson Microwave Backhaul | October 2017
Ericsson Microwave Outlook | October 2019
Microwave and Millimeter-wave for 5G Transport, ETSI White Paper No. 25, First edition – February 2018, Renato Lombardi
Adaptive Automatic Transmit Power Control- Michail Triantafyllidis, Master's Thesis
Siemens, Training Documentation, Digital MW Radio System Performance Calculations and Network Planning
Availability and Fade Margin Calculations for 5G Microwave and Millimeter-Wave Anyhaul Links, Nokia Software, Cloud Core, Budapest Technology Center; H-1083, Bókay János utca 36-42, Budapest, Hungary
ITU-R P.676-6, “Attenuation by Atmospheric Gases,” 2005
ITU-R P.838-3, “Specific Attenuation Model for Rain for Use in Prediction Methods,” 2005
ITU-R P.837-4, “Characteristics of Precipitation for Propagation Modeling,” 2003
ITU-R P.840-3, “Attenuation Due to Clouds and Fog,” 1999
Line-of-Sight MIMO for Microwave Links Adaptive Dual Polarized and Spatially Separated Systems Master of Science Thesis in Communication Engineering Tryggvi Ingason Liu Haonan

THU-SSS-CCT-15

AN OVERVIEW OF THE STEGANOGRAPHY METHODS AND STEGANOGRAPHY ALGORITHMS¹⁸

Eng. Petar Stoilov, PhD Student

Department of Telecommunications,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone.: +359 88 79 79 174
E-mail: pstoilov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Georgi Hristov, PhD

Department of Telecommunications,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 663
E-mail: ghristov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Plamen Zahariev, PhD

Department of Telecommunications,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 663
E-mail: pzahariev@uni-ruse.bg

***Abstract:** Steganography is a science focused on the information protection by hiding the secret data in different types of public media, mainly images and videos. This paper presents an overview of the different steganography methods and algorithms. The first part of the paper presents a brief analysis on the steganography principles and characteristics, as well as a comparison between the cryptography and the steganography. The next part of the paper presents the principles of the pure, secret and public steganography and includes a comparison of the different steganography types. The paper continues with an overview of the different algorithms and methods for implementation of the steganography in the IP networks and in the communication protocols. The paper is then finalized by a brief discussion and conclusions.*

***Keywords:** steganography, cryptography, data protection and privacy, network steganography*

INTRODUCTION

The term steganography refers to a technique that aims to hide the communication between two interlocutors. The term is composed precisely of the Greek words στεγανός (steganos-) (covered) and γραφία (grafeia-) (writing). Unlike encryption, which allows you to encrypt a message, so as to make it incomprehensible if you do not have a key to decipher it, steganography aims to keep the very existence of the message away from prying eyes, by hiding it. Traces of steganography already existed in ancient Greece, when Herodotus narrated two examples in his Stories, but the first recorded use of the term was in 1499 by Johannes Trithemius in his “Steganographia, a treatise on cryptography and steganography”, disguised as a book about magic. Initially the author decided not to print it and even destroyed large parts of it, believing that they should never have seen the light of day, but the text continued to circulate in the form of a provisional draft and was published posthumously in 1606.

In digital steganography, electronic communications can include steganographic encoding within a transport layer, such as a document file, an image file, a program or a protocol. Multimedia files are ideal for steganographic transmission because of their large size. For example, a sender might send a harmless image file and adjust the color of one pixel in a hundred to match an alphabetic character. The change is so subtle that someone is unlikely to notice it unless they are specifically looking for it.

¹⁸ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 г. в секция „Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие: AN OVERVIEW OF THE STEGANOGRAPHY METHODS AND STEGANOGRAPHY ALGORITHMS.

Today steganography therefore presents itself as an ideal tool for the creation of secret communication channels, which can be used in sophisticated scenarios of espionage, computer crime and violation of privacy of both public and private subjects.

EXPOSITION

How is Steganography different from Cryptography

At their core, both have almost the same goal, which is protecting a message or information from the third parties. However, they use a totally different mechanism to protect the information.

Cryptography changes the information to ciphertext which cannot be understood without a decryption key. So, if someone were to intercept this encrypted message, they could easily see that some form of encryption had been applied. On the other hand, steganography does not change the format of the information, but it conceals the existence of the message.

Table 1. Comparison between Steganography and Cryptography

	STEGANOGRAPHY	CRYPTOGRAPHY
Definition	It is a technique to hide the existence of communication	It's a technique to convert data into an incomprehensible form
Purpose	Keep communication secure	Provide data protection
Data Visibility	Never	Always
Data Structure	Doesn't alter the overall structure of data	Alters the overall structure of data
Key	Optional, but offers more security if used	Necessary requirement
Failure	Once the presence of a secret message is discovered, anyone can use the secret data	If you possess the decryption key, then you can figure out original message from the ciphertext

Steganography categories

As it is known there is much communication between people and organizations through the use of the phone, the computer communications, radio, and of course all of these communication should be secure. There are basically three Steganography types:

- Pure Steganography
- Secret key Steganography
- Public key Steganography

The secret message is hidden in a cover image directly without using any key. This form of steganography is the simplest and weakest. The success of this hidden communication depends upon the assumption that the attackers are not aware this cover contains the secret message.

Pure Steganography is a Steganography system that doesn't require prior exchange of some secret information before sending message; therefore, no information is required to start the communication process: the security of the system thus depends entirely on its secrecy. In most applications, pure Steganography is preferred, since no stego-key must be shared between the communication partners,

although a pure Steganography protocols don't provide any security if an attacker knows the embedding method.

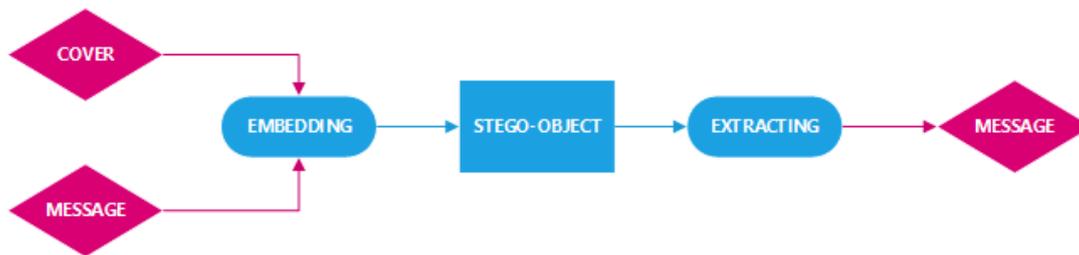


Fig. 1. Pure steganography principles

Using secret key, the secret message is embedded into cover image and extracted out of the stego image. Both the receiver and transmitter have common agreed upon these keys in this type of steganography. The keys can be separately shared between both the receiver and the transmitter using some particular channel prior to the real transmission begins. Higher security is the strength of this system. Parties other than the intended receiver cannot recover the secret message or will require very high computational time and capacity to retrieve the secret message applying some brute force methods. The robustness of this system lies with the secrecy of the keys and the hardest part in this type of steganography is how to share the keys between the transmitter and the receiver with maintaining their secrecies.

A secret key Steganography system is similar to a symmetric cipher, where the sender chooses a cover and embeds the secret message into the cover using a secret key. If the secret key used in the embedding process is known to the receiver, he can reverse the process and extract the secret message. Anyone who doesn't know the secret key should not be able to obtain evidence of the encoded information.

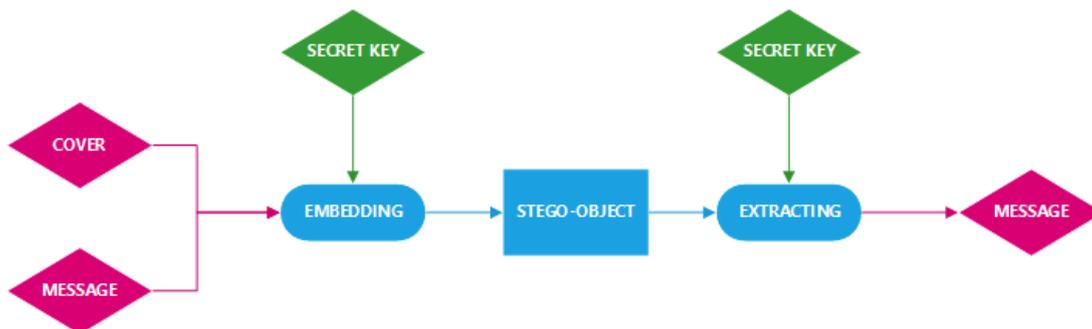


Fig. 2. Secret steganography principles

To hide the secret information, this method of steganography uses a pair of public key and private key. In order to be capable to extract the hidden information, the parties other than the intended receivers need to know both the private key and public key used for embedding and the encryption algorithms used. Therefore, this method is robust.

Public key Steganography does not depend on the exchange of a secret key. It requires two keys, one of them private (secret) and the other public: the public key is stored in a public database, whereas the public key is used in the embedding process. The secret key is used to reconstruct the secret message. One way to build a public key Steganography system is to use a public key crypto system. The sender and the receiver can exchange public keys of some public key cryptography algorithm before imprisonment. Public key Steganography utilizes the fact that the decoding function in a Steganography system can be applied to any cover, whether or not it already contains a secret message. The public key Steganography relies on the fact that encrypted information is random enough to hide in plain sight. The sender encrypts the information with the receiver's public key to obtain a random-looking message and embeds it in a channel known to the receiver, thereby replacing

some of the natural randomness with which every communication process is accompanied. Assume that both the cryptographic algorithms and the embedding functions are publicly known.

The receiver who cannot decide a priori if secret information is transmitted in a specific cover will suspect the arrival of message and will simply try to extract and decrypt it using his private key. If the cover actually contained information, the decryption information is the sender's message.

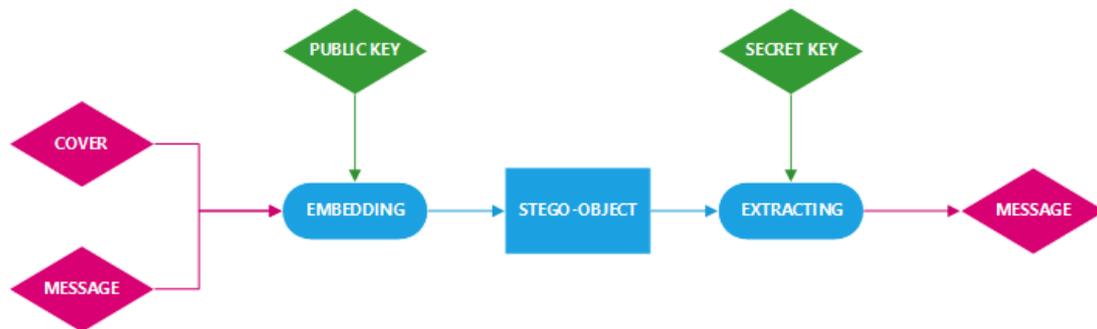


Fig. 3. Public steganography principles

Steganography types

Depending on the nature of the cover object (actual object in which secret data is embedded), steganography can be divided into five types, as shown below:

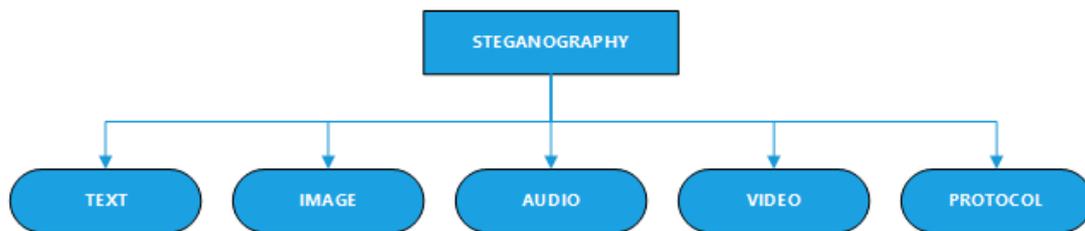


Fig. 4. Steganography types

Text Steganography

Text Steganography is hiding information inside the text files. It involves things like changing the format of existing text, changing words within a text, generating random character sequences or using context-free grammars to generate readable texts. Various techniques used to hide the data in the text are:

- Format Based Method
- Random and Statistical Generation
- Linguistic Method

Image Steganography

Hiding the data by taking the cover object as the image is known as image steganography. In digital steganography, images are widely used cover source because there are a huge number of bits present in the digital representation of an image. There are a lot of ways to hide information inside an image. Common approaches include:

- Least Significant Bit Insertion
- Masking and Filteringsdf
- Redundant Pattern Encoding
- Encrypt and Scatter
- Coding and Cosine Transformation

Audio Steganography

In audio steganography, the secret message is embedded into an audio signal which alters the binary sequence of the corresponding audio file. Hiding secret messages in digital sound is a much more difficult process when compared to others, such as Image Steganography. Different methods of audio steganography include:

- Least Significant Bit Encoding
- Parity Encoding
- Phase Coding
- Spread Spectrum

Video Steganography

In Video Steganography you can hide kind of data into digital video format. The advantage of this type is a large amount of data can be hidden inside and the fact that it is a moving stream of images and sounds. You can think of this as the combination of Image Steganography and Audio Steganography. Two main classes of Video Steganography include:

Network Steganography (Protocol Steganography)

It is the technique of embedding information within network control protocols used in data transmission such TCP, UDP, ICMP etc. You can use steganography in some covert channels that you can find in the OSI model. For Example, you can hide information in the header of a TCP/IP packet in some fields that are either optional.

Steganography Techniques

Spatial Domain

The secret messages are embedded in the cover file directly. In the spatial domain, the least significant bits (LSB) are replaced with bits from the secret message.

Noticing the slight difference of colors is not easy. This method exploits the natural weakness of Human Visual System (HVS) therein. This method can be used in grayscale image and color image by changes some the 8-bit of image's data in the grayscale image so that the alteration of image's is not perceptible for human eyes.

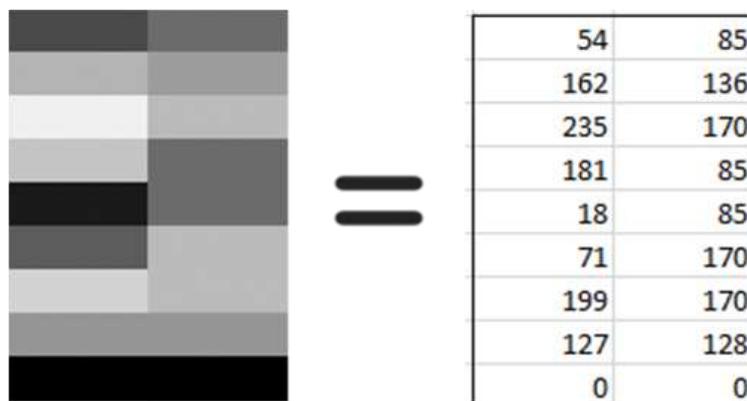


Fig. 5. LSB in greyscale images

Also, when using RGB image the least significant bit of each color components can be used. Therefore, the potential capacity for hiding secret data in a RGB image is triple of the image which has the same size in the grayscale format.

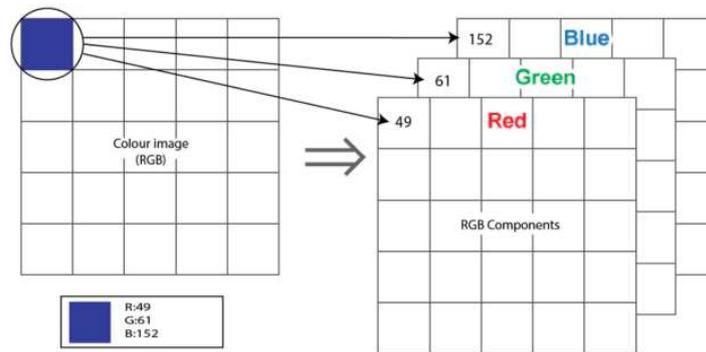


Fig. 6. LSB in RGB images

Advantages of the LSB technique are that the original image degradation is not easy to detect and hiding capacity is more, which means more information can be stored in an image object. Disadvantage of spatial domain of LSB technique is the robustness is low therefore the hidden information can be destroyed by attacks.

Frequency Domain

Discrete Cosine Transform Technique (DCT)

DCT is mathematical function that transforms digital image data from the spatial domain to the frequency domain. In this type, after transforming the image in frequency domain, the secret data is embedded in the least significant bits of the medium frequency components and it is specified for lossy compression.

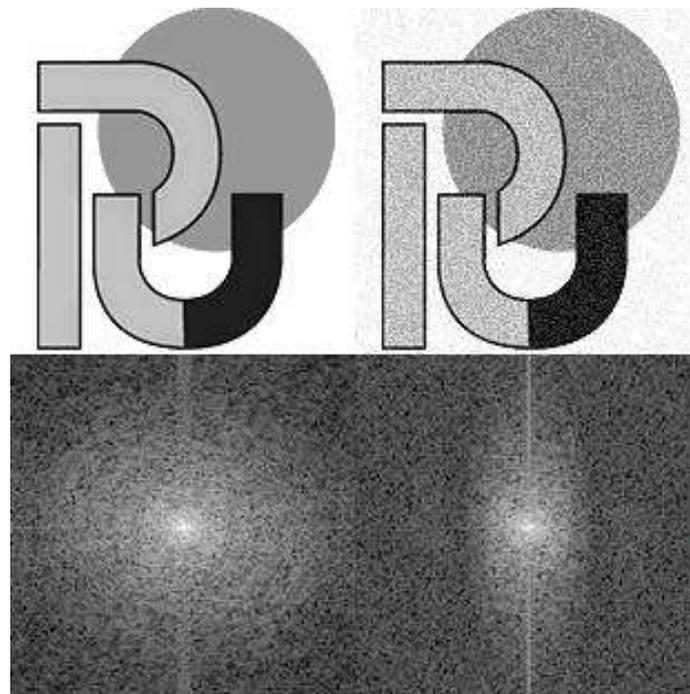


Fig. 7. Discrete Cosine Transform Technique

Discrete Wavelet Transform Technique (DWT)

There are different techniques to implement steganography namely least significant bit (LSB), discrete cosine transform (DCT) and discrete wavelet transform (DWT) technique. There are two types of domains in which steganography is implemented, spatial domain and frequency domain. In spatial domain, processing is applied directly on the pixel values of the image whereas in frequency domain, pixel values are transformed and then processing is applied on the transformed coefficients.

LSB technique is implemented in spatial domain while DCT & DWT technique are implemented in frequency domain. In least significant bit (LSB), each pixel of an image transformed into the binary value and data is hidden into the least significant position of the binary value of the pixels of the image in such a manner that, it doesn't destroy the integrity of the cover image, but this scheme is sensitive to a variety of image processing attacks like compression, cropping etc. The discrete cosine transforms (DCT) & discrete wavelet transform (DWT) are mathematical function that transforms digital image data from the spatial to the frequency domain. In DCT, after transforming the image in frequency domain, the data is embedded in the least significant bits of the medium frequency components and is specified for lossy compression while in DWT, secret messages are embedded in the high frequency coefficients resulted from Discrete Wavelet Transform and provide maximum robustness.

Steganography Algorithms

LSB (Least significant bit) - In this algorithm, the least significant bits of the cover media digital data are used to conceal the message. The simplest of the LSB steganography techniques is the LSB replacement. LSB replacement steganography flips the last bit of each of the data values to reflect the message that needs to be hidden. Consider an 8-bit grayscale bitmap image where each pixel is stored as a byte representing a gray scale value.



Fig. 8. LSB algorithm

DCT (Discrete Cosine Transform) - DCT coefficients are used for JPEG compression. It separates the image into parts of differing importance. It transforms a signal or image from the spatial domain to the frequency domain. It can separate the image into high, middle and low frequency components.

DWT (Discrete Wavelet Transform) - The wavelet transform describes a multi-resolution decomposition process in terms of expansion of an image onto a set of wavelet basis functions. DWT has its own excellent space frequency localization property. The DWT splits the signal into high and low frequency parts. The high frequency part contains information about the edge components, while the low frequency part is split again into high and low frequency parts. The high frequency components are usually used for steganography since the human eye is less sensitive to changes in edges.

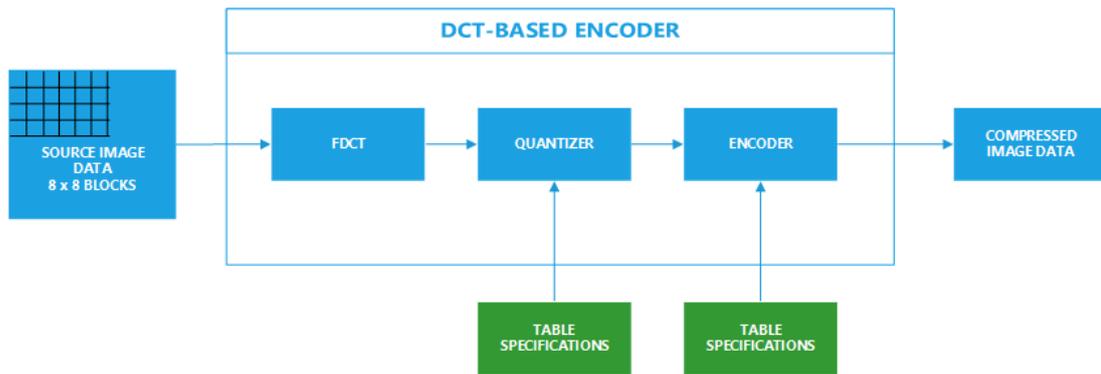


Fig. 9. DCT Algorithm

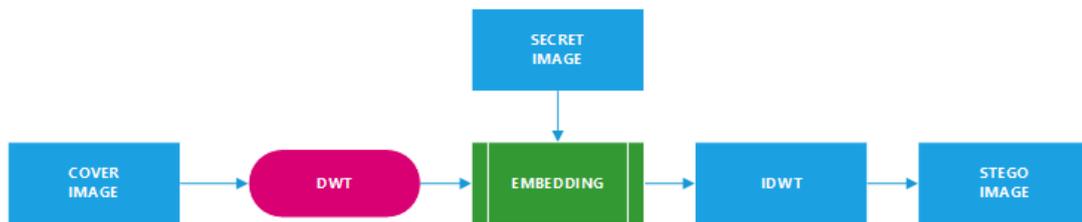


Fig. 10. DWT algorithm

CONCLUSION

Steganography is the art and science of writing hidden messages in such a way that no one, apart from the sender and the intended recipient, suspects the existence of the secret message. Steganography is becoming increasingly common and secure with the methods currently being developed.

The most appropriate steganography method can be selected by considering several variables, such as the size of the data to be embedded, the security requirements, the environment, which the data is going to be sent, etc. If the system requires a higher level of security, the steganography method can be used in combination with a cryptography mechanism.

Nowadays, the digital world is overwhelmed with multimedia content - images, audio and video files. The digital images are now everywhere due to low-cost end-user devices, like smartphones, digital cameras, etc. Steganography is mainly used to protect the sensitive data exchange in the communication processes of intelligence or law enforcing agencies and the military forces. Furthermore, the bank and the financial sectors can employ this technology for remote user authentication with a key sharing protocol.

ACKNOWLEDGMENTS

This paper is supported by the National Scientific Program "Information and Communication Technologies for a Single Digital Market in Science, Education and Security (ICTinSES)", financed by the Ministry of Education and Science of Bulgaria.

The work presented in this paper is completed as partial fulfilment of Project 2021 – FEEA-03 “Design, FPGA implementation and investigation of digital communication devices”, financed under the Scientific and Research Fund of the University of Ruse “Angel Kanchev”.

REFERENCES

Chen Ming, Zhang Ru, NiuXinxin, Yang Yixian, “Analysis of Current Steganography Tools: Classifications & Features”, International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP'06), IEEE-0-7695-2745-0/06 © 2006.

Hamid.A.Jalab, A.A Zaidan, B.B Zaidan, "New Design for Information Hiding with in Steganography Using Distortion Techniques", International Journal of Engineering and Technology (IJET)), Vol 2, No. 1, ISSN: 1793-8236, Feb (2010), Singapore

K.B. Shiva Kumar, K.B. Raja, R.K. Chhotaray, Sabyasachi Pattnaik, "Coherent Steganography using Segmentation and DCT", IEEE-978-1-4244-5967-4/10/\$26.00 ©2010.

J.R. Krenn, "Steganography and Steganalysis", January 2004. Deshpande Neeta, Kamalapur Snehal, Daisy Jacobs, "Implementation of LSB Steganography and its Evaluation for Various Bits", 2004.

K Suresh Babu, K B Raja, Kiran Kumar K, Manjula Devi T H, Venugopal K R, L M Patnaik, "Authentication of Secret Information in Image Steganography".

NedaRaftari and Amir Masoud

Eftekhari Moghadam, "Digital Image Steganography Based on Assignment Algorithm and Combination of DCT-IWT", Fourth International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, 2012.

A.A.Zaidan, A.W. Naji, Shihab A. Hameed, Fazidah Othman and B.B. Zaidan, " Approved Undetectable-Antivirus Steganography for Multimedia Information in PE-File ",International Conference on IACSIT Spring Conference (IACSIT-SC09) , Advanced Management Science (AMS), Listed in IEEE Xplore and be indexed by both EI (Compendex) and ISI Thomson (ISTP), Session 9, P.P 425-429.

A.A.Zaidan, B.B.Zaidan, M.M.Abdulrazzaq, R.Z.Raji, and S.M.Mohammed," Implementation Stage for High Securing Cover-File of Hidden Data Using Computation Between Cryptography and Steganography", International Conference on Computer Engineering and Applications (ICCEA09), Telecom Technology and Applications (TTA), indexing by Nielsen, Thomson ISI (ISTP), IACSIT Database, British Library and EI Compendex, Vol.19, Session 6, p.p 482-489.

Mahmoud Elnajjar, A.A Zaidan, B.B Zaidan, Mohamed Elhadi M.Sharif and Hamdan.O.Alanazi ," Optimization Digital Image Watermarking Technique for Patent Protection", Journal of Computing (JOC), Vol.2, Issue 2, ISSN: 2151-9617, P.P 142-148 February 2010, Lille, France.

COMPUTER-BASED TOOLS FOR IMPLEMENTING ENCODERS AND DECODERS OF HAMMING CODES¹⁹

Elizabet Petkova – Student

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Telecommunications
University of Ruse “Angel Kanchev”
E-mail: s173214@stud.uni-ruse.bg

Assist. Prof. Adriana Borodzhieva, PhD

Faculty of Electrical Engineering, Electronics and Automation
Department of Telecommunications
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888 734
E-mail: aborodzhieva@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper presents different computer-based tools, such as MS Excel, Logisim, ISE Project Navigator, etc., for implementing encoders and decoders of Hamming codes. Circuits of an encoder and a decoder of (10,6) Hamming codes are proposed in the paper. They are built and tested in Logisim for different input combinations. Then, the circuits are built in ISE Project Navigator for programming the FPGA-based laboratory board used in the educational process. The materials will be used in the course “Coding in Telecommunication Systems” for students-bachelors of the specialty “Internet and Mobile Communications”.*

***Keywords:** Hamming codes, Telecommunication systems, MS Excel, Logisim, ISE Project Navigator, Simulation.*

ВЪВЕДЕНИЕ

При цифровите комуникации често се появяват грешки в процеса на предаването на данните от предавателя към приемника поради шум или смущения от околната среда. Тези грешки могат да се превърнат в сериозен проблем за постигане на точност и производителност на системата. Следователно се изисква да се подобри надеждността на предаването на данни. За да се подобри надеждността, от съществено значение е да се открият и коригират грешките. Следователно трябва да се използва някакъв вид кодиране за контрол на грешките с цел откриване и коригиране на грешките. При това кодиране, към информационните битове (битовете за данни) се добавя един или повече допълнителни битове (контролни битове, битове по четност, битове за паритет) по време на предаването на данните. Тези допълнителни битове помагат да се открият и/или коригират грешките. Битовете за данни заедно с контролните битове образуват кодовата дума (Ryan, W. E., Lin, S., 2009), (Sklar, B., 2002).

Една от възможностите за проверка на информационния поток за грешки и дори тяхното коригиране е да се кодира цифровата информация. Има много кодове и методи, използвани при работа с различни данни. Така нареченият код на Хеминг е класически модел, който се превръща в отправна точка за създаване на по-сложни начини за намиране и елиминиране на грешки, възникващи при предаването на данни. Кодовете на Хеминг са перфектни кодове, т.е. те постигат възможно най-високата скорост за кодове с тяхната дължина на блока и минимално разстояние от три. Кодовете на Хеминг могат да открият до двубитови грешки или да коригират еднобитови грешки, без да откриват некоригирани грешки. За разлика от това, простият код по четност не може да коригира грешки и може да открие само нечетен брой сгрешени битове. Кодирането е процес, при който съобщенията се преобразуват в комбинации от символи. Процесът по възстановяване на съобщението се нарича декодиране. Поради

¹⁹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция „Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие на български език: КОМПЮТЪРНО-БАЗИРАНИ СРЕДСТВА ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА КОДЕРИ И ДЕКОДЕРИ НА КОДОВЕ НА ХЕМИНГ.

простотата на кодовете на Хеминг, те са широко използвани в компютърната памет, компресиране на данни и други приложения на телекомуникациите (Choudhury, D. R., Podder, K., 2015).

Публикацията разглежда различни компютърно-базирани средства, като MS Excel, Logisim и ISE Project Navigator, за реализиране и изследване на кодове на Хеминг, като в доклада са представени резултати от тяхното тестване с различните средства. Обект на разглеждане в публикацията е един от съкратените кодове на Хеминг – код (10, 6). Материалите ще се използват в учебния процес по дисциплината „Кодиране в телекомуникационните системи“, включена като избираема в учебния план на специалността „Интернет и мобилни комуникации“ в Русенски университет „Ангел Кънчев“ (<http://ecet.ecs.uni-ruse.bg/else>).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Кодове на Хеминг

В компютърните науки и телекомуникациите, кодовете на Хеминг са семейство от линейни кодове за коригиране на грешки. Кодовете на Хеминг могат да открият до двубитови грешки или да коригират еднобитови грешки, без да откриват некоригирани грешки. За разлика от това, простият код по четност не може да коригира грешки и може да открие само нечетен брой битове при грешка. Кодовете на Хеминг са перфектни кодове, т.е. те постигат възможно най-високата скорост за кодове с тяхната дължина на блока и минимално разстояние от три. Richard W. Hamming изобретява кодовете на Хеминг през 1950 г. като начин за автоматично коригиране на грешки, въведени от четците на перфорирани карти. В оригиналната си статия Хеминг разработва общата си идея, но специално се фокусира върху кода на Хеминг (7, 4), който добавя три контролни бита към четири бита данни (Borodzhieva, A., 2021), (Choudhury, D. R., Podder, K., 2015).

В математически аспект, кодовете на Хеминг са клас двоични линейни кодове. За всяко цяло число $r \geq 2$ има код с дължина на блока $n = 2^r - 1$ и дължина на съобщението $k = 2^r - r - 1$. Следователно, скоростта на кодовете на Хеминг е $R = k/n = 1 - r/(2^r - 1)$, която е най-високата възможна за кодове с минимално разстояние от три (т.е. минималният брой битови промени, необходими за преминаване от която и да е кодова дума към която и да е друга кодова дума, е три) и дължина на блока $2^r - 1$. Матрицата за проверка по четност на код на Хеминг се конструира чрез изброяване на всички колони с дължина r , които са ненулеви. Матрицата за проверка по четност има свойството, че всеки две колони са линейно-независими.

Поради ограничения излишък, който кодовете на Хеминг добавят към данните, те могат да откриват и коригират грешки само когато степента на грешки е ниска. Такъв е случаят с компютърната памет (обикновено RAM), където битовите грешки са изключително редки и кодовете на Хеминг се използват широко, а RAM с тази система за корекция се нарича ECC RAM (ECC памет, Error-Control Coding). В този контекст често се използва разширен код на Хеминг с един допълнителен бит по четност. Разширените кодове на Хеминг постигат разстояние на Хеминг от четири, което позволява на декодера да различава кога възниква най-много една еднобитова грешка и кога възникват всякакви двубитови грешки. В този смисъл, разширените кодове на Хеминг са кодове за коригиране на единична грешка и откриване на двойна грешка, съкратено като SECDED (single-error correcting and double-error detecting) (Borodzhieva, A., 2021), (Choudhury, D. R., Podder, K., 2015).

Общ алгоритъм

Следният общ алгоритъм генерира код за коригиране на една грешка (single-error correcting, SEC) за произволен брой битове. Основната идея е да се изберат битовете за коригиране на грешки (контролните битове), така че индекс-XOR (сума по модул 2, изключващо ИЛИ) на всички позиции на битовете, съдържащи 1, да е 0. Използват се позиции 1, 10, 100 и т.н. (в двоичен вид) като контролни битове, което гарантира, че е възможно да се установят контролните битове, така че индекс-XOR на цялото съобщение да е 0. Ако получателят получи низ с индекс-XOR 0, може да заключи, че не е имало повреда, в противен случай index-XOR показва индекса на повредения бит (Choudhury, D. R., Podder, K., 2015).

Алгоритъм може да бъде изведен от следното описание:

1. Битовете се номерират, започвайки от 1: бит 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и т.н.
2. Номерата на битовете се записват като двоични числа: 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111 и т.н.
3. Всички битови позиции, които са степени на двойката (имат един единствен бит 1 в двоичната форма на тяхната позиция), са контролните битове (битове по четност, битове за паритет, parity bits): 1, 2, 4, 8 и т.н. (1, 10, 100, 1000)
4. Всички други битови позиции, с две или повече единици (бит 1) в двоичната форма на тяхната позиция, са битовете за данни (data bits).
5. Всеки бит за данни е включен в уникален набор от 2 или повече контролни бита, което се определя от двоичната форма на неговата битова позиция.
 1. Битът по четност 1 обхваща всички позиции на битовете, които имат **първият** най-малко значещ бит (най-младшият бит) установен в 1: бит 1 (самият контролен бит), 3, 5, 7, 9 и т.н.
 2. Битът по четност 2 обхваща всички позиции на битовете, които имат **вторият** най-малко значещ бит установен в 1: битове 2-3, 6-7, 10-11 и т.н.
 3. Битът по четност 4 обхваща всички позиции на битовете, които имат **третият** най-малко значещ бит установен в 1: битове 4-7, 12-15, 20-23 и т.н.
 4. Битът по четност 8 обхваща всички позиции на битовете, които имат **четвъртият** най-малко значещ бит установен в 1: битове 8-15, 24-31, 40-47 и т.н.
 5. По принцип, всеки контролен бит обхваща всички битове, където побитовото И на позицията на бита по четност и позицията на бита е ненулево.

Ако байт от данни за кодиране е 10011010, тогава думата от данни (използвайки _ за представяне на битовете по четност) ще бъде 1 001 1010, а кодовата дума е 011100101010.

Изборът на паритета, четен или нечетен, е без значение, но същият избор трябва да се използва както за кодиране, така и за декодиране (Choudhury, D. R., Podder, K., 2015).

Това общо правило може да се покаже визуално (таблица 1), като в червен правоъгълник е оградена частта от таблицата, която ще се използва при съставянето на уравненията за кодиране и за декодиране за разглеждания в доклада код на Хеминг (10, 6), имащ 10-битови кодови думи, от които 6 са битовете на данните (d1, d2, d3, d4, d5, d6, съответно на позиции, 3, 5, 6, 7, 9 и 10), а 4 са контролните битове (p1, p2, p4, p8, съответно на позиции 1, 2, 4 и 8).

Таблица 1. Визуализация на общия алгоритъм за генериране на код на Хеминг

Bit position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Encoded data bits	p1	p2	d1	p4	d2	d3	d4	p8	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	p16	d12	d13	d14	d15	
Parity bit coverage	p1	x		x		x		x		x	x		x		x		x		x		
	p2		x	x			x	x			x				x	x			x	x	
	p4				x	x	x	x					x	x	x	x					x
	p8								x	x	x	x	x	x	x						
p16																x	x	x	x	x	

Синтез и анализ на код на Хеминг (10, 6)

Въз основа на описания общ алгоритъм за генериране на код на Хеминг в предходния раздел и информацията в таблица 1 (оградената с червен правоъгълник част), могат да се запишат уравненията за кодиране (1), позволяващи изчисляването на контролните битове чрез използване на операция XOR (сума по модул 2, изключващо ИЛИ) на определена комбинация от битовете на данните, както и уравненията (2) за изчисляване на синдрома, който показва дали има сгрешен бит, и ако има такъв, съответно синдромът показва номера на сгрешения бит.

$$\begin{aligned}
 p_1 &= d_1 \oplus d_2 \oplus d_4 \oplus d_5 \\
 p_2 &= d_1 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_6 \\
 p_4 &= d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \\
 p_8 &= d_5 \oplus d_6
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 c_1 &= p_1 \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_4 \oplus d_5 \\
 c_2 &= p_2 \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_6 \\
 c_4 &= p_4 \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \\
 c_8 &= p_8 \oplus d_5 \oplus d_6
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Информацията за номера на сгрешения бит трябва да се използва за коригирането му чрез операция инвертиране, като за целта битовете на синдрома се подават на входовете на един 4-входов дешифратор и в зависимост от стойността на синдрома се получава активен сигнал само на един от изходите, съответстващ на номера на сгрешения бит. Например, при синдром 011, указващ, че е сгрешен трети бит, синдромът се преобразува в активен сигнал (сигнал 1) на третия изход на дешифратора. Впоследствие, този сгрешен бит трябва да се инвертира (за да се коригира), като за целта се използва отново логически елемент XOR на базата на двете основни зависимости, описващи функцията XOR ($0 \oplus a = \bar{0} \cdot a \vee 0 \cdot \bar{a} = a$ и $1 \oplus a = \bar{1} \cdot a \vee 1 \cdot \bar{a} = \bar{a}$).

Десетте изходни функции на дешифратора се описват с уравнения (3), а уравнения (4) представят уравненията за декодиране, въз основа на които се определят битовете на кодовата дума след корекция (отляво, коригираната кодова дума) на базата на изходите на дешифратора и на битовете на кодовата дума преди корекция (отдясно, приетата кодова дума):

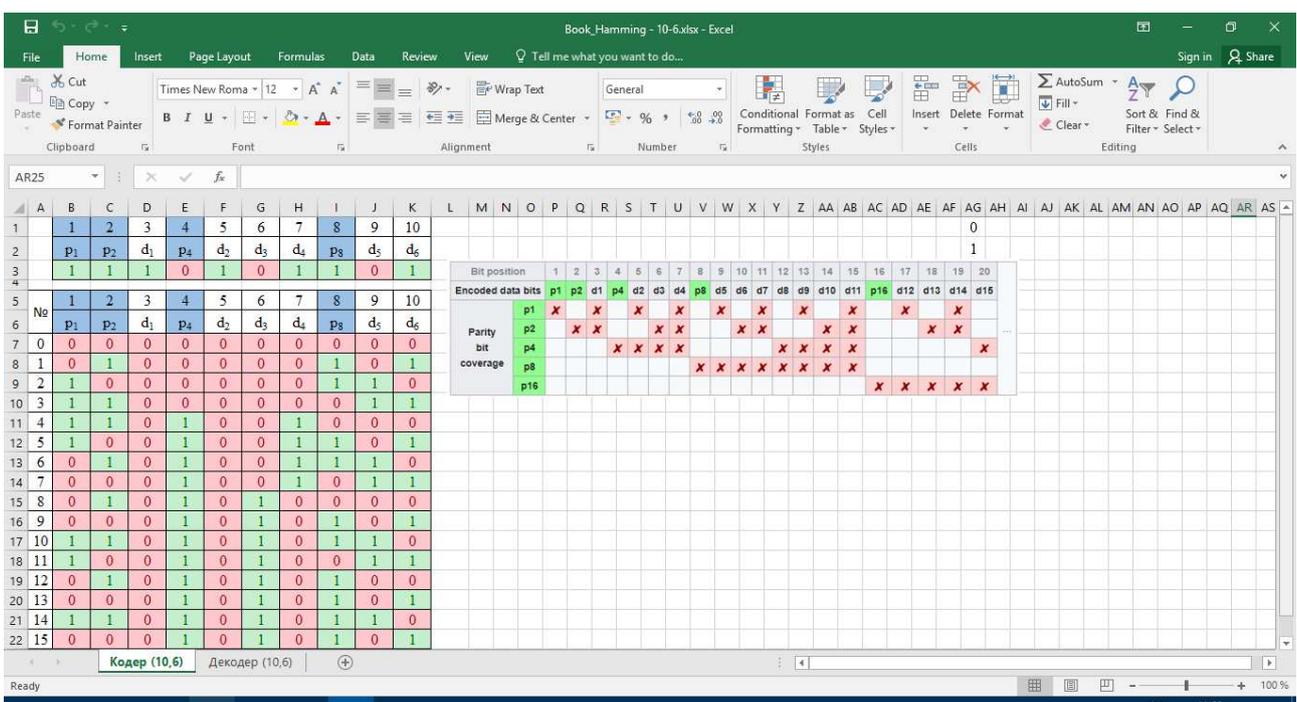
$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \bar{c}_8 \cdot \bar{c}_4 \cdot \bar{c}_2 \cdot c_1, Y_2 = \bar{c}_8 \cdot \bar{c}_4 \cdot c_2 \cdot \bar{c}_1, Y_3 = \bar{c}_8 \cdot \bar{c}_4 \cdot c_2 \cdot c_1, Y_4 = \bar{c}_8 \cdot c_4 \cdot \bar{c}_2 \cdot \bar{c}_1, Y_5 = \bar{c}_8 \cdot c_4 \cdot \bar{c}_2 \cdot c_1, \\
 Y_6 &= \bar{c}_8 \cdot c_4 \cdot c_2 \cdot \bar{c}_1, Y_7 = \bar{c}_8 \cdot c_4 \cdot c_2 \cdot c_1, Y_8 = c_8 \cdot \bar{c}_4 \cdot \bar{c}_2 \cdot \bar{c}_1, Y_9 = c_8 \cdot \bar{c}_4 \cdot \bar{c}_2 \cdot c_1, Y_{10} = c_8 \cdot \bar{c}_4 \cdot c_2 \cdot \bar{c}_1
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 p_1 &= p_1 \oplus Y_1, p_2 = p_2 \oplus Y_2, d_1 = d_1 \oplus Y_3, p_4 = p_4 \oplus Y_4, d_2 = d_2 \oplus Y_5, \\
 d_3 &= d_3 \oplus Y_6, d_4 = d_4 \oplus Y_7, p_8 = p_8 \oplus Y_8, d_5 = d_5 \oplus Y_9, d_6 = d_6 \oplus Y_{10}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

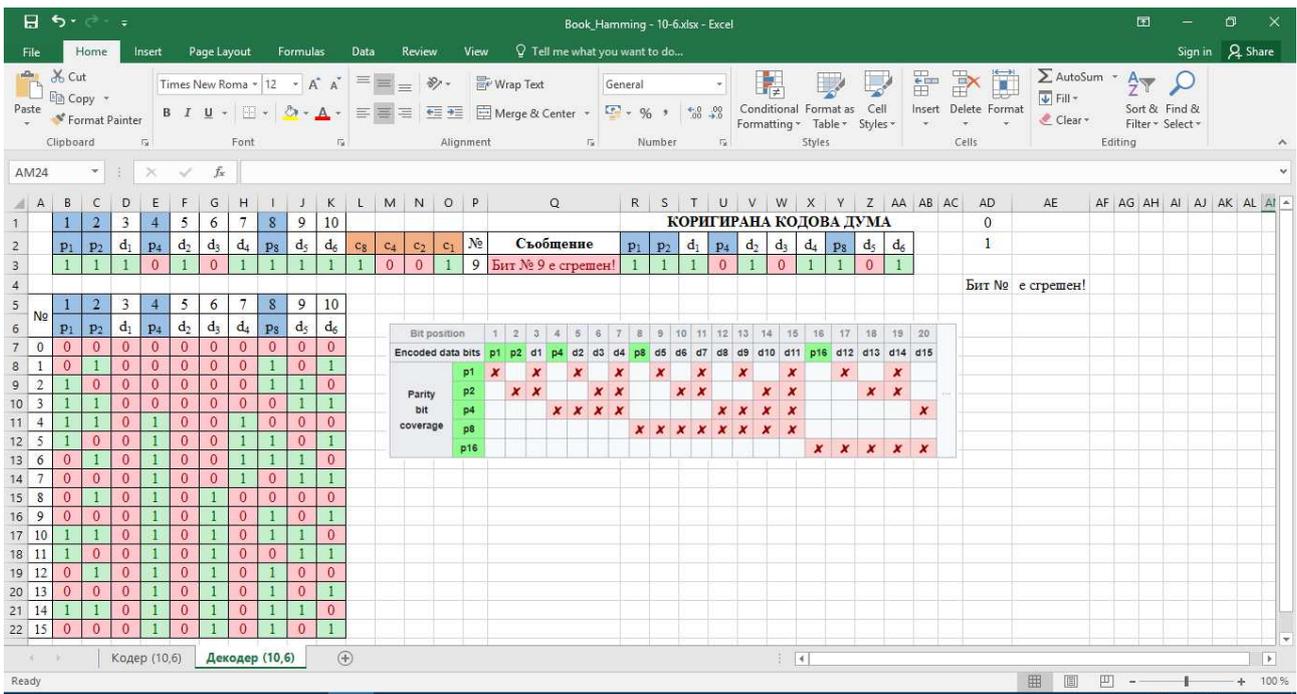
Реализация на кодер и декодер на код на Хеминг (10, 6) в MS Excel

Въз основа на описания общ алгоритъм за генериране на кодове на Хеминг и на синтезираня в предходния раздел код на Хеминг (10,6), имащ 10-битови кодови думи, от които 6 са битовете на данните (d1, d2, d3, d4, d5, d6, съответно на позиции, 3, 5, 6, 7, 9 и 10), а 4 са контролните битове (p1, p2, p4, p8, съответно на позиции 1, 2, 4 и 8), са разработени модул за кодиране (кодер) и модул за декодиране (декодер) на кода на Хеминг (10, 6), представени съответно на Фиг. 1 и Фиг. 2.

При реализация на двата модула се използвани следните инструменти: 1) Валидиране на данните (Data Validation), при което битовете на данните (d1, d2, d3, d4, d5, d6, съответно на позиции 3, 5, 6, 7, 9 и 10) в модула за кодиране (Фиг. 1) и битовете на приетата кодова дума (p1, p2, d1, p4, d2, d3, d4, p8, d5, d6) в модула за декодиране (Фиг. 2) се избират чрез падащо меню с две възможни стойности 0 и 1 (Фиг. 3 а); 2) условно форматиране (Conditional Formatting) с цел визуализиране на нулите и съобщението за сгрешен бит „на светло червен фон с тъмно червен текст“ и единиците и съобщението за липса на грешка „на зелен фон с тъмно зелен текст“ (Фиг. 3 б), което прави информацията по-лесно четима и улеснява работата на потребителите. На Фиг. 2 а е представен случай, при който деветият бит е сгрешен и впоследствие инвертиран с цел коригирането на грешката, а на Фиг. 2 б е показан случай, при който приетата кодова дума е без грешка.



Фиг. 1. Реализация на кодер на код на Хеминг (10, 6) в MS Excel

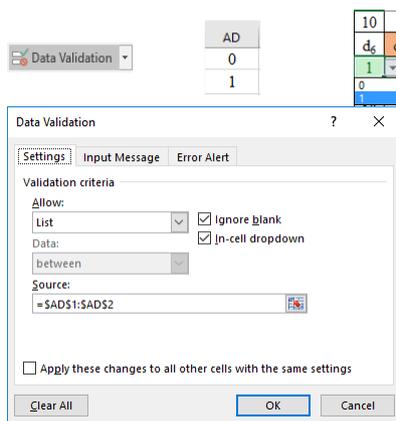


а)

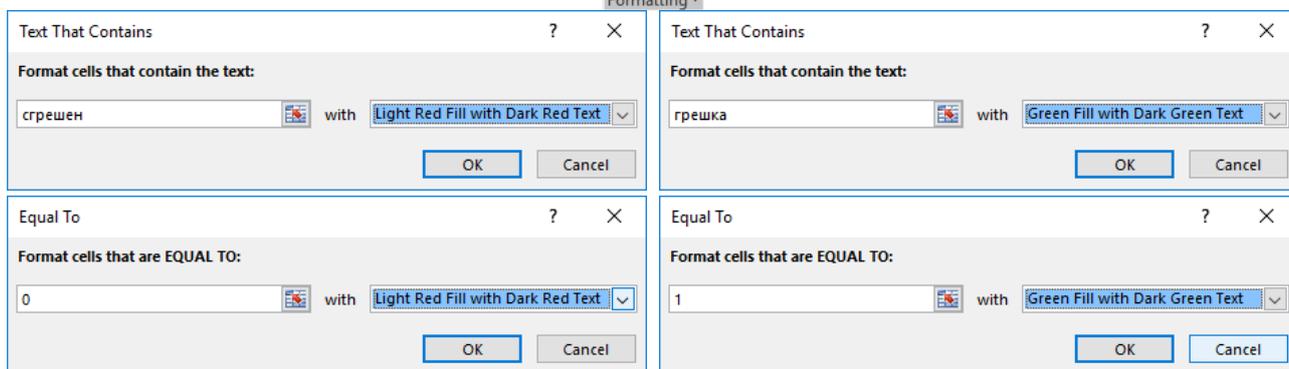
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	КОРИГИРАНА КОДОВА ДУМА																
p ₁	p ₂	d ₁	p ₄	d ₂	d ₃	d ₄	p ₈	d ₅	d ₆	c ₈	c ₄	c ₂	c ₁	№	Съобщение	p ₁	p ₂	d ₁	p ₄	d ₂	d ₃	d ₄	p ₈	d ₅	d ₆	
1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	Няма грешка	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1

б)

Фиг. 2. Реализация на декодер на код на Хеминг (10, 6) в MS Excel: а) при сгрешен бит № 9; б) при правилно предадена кодова дума (няма грешка)



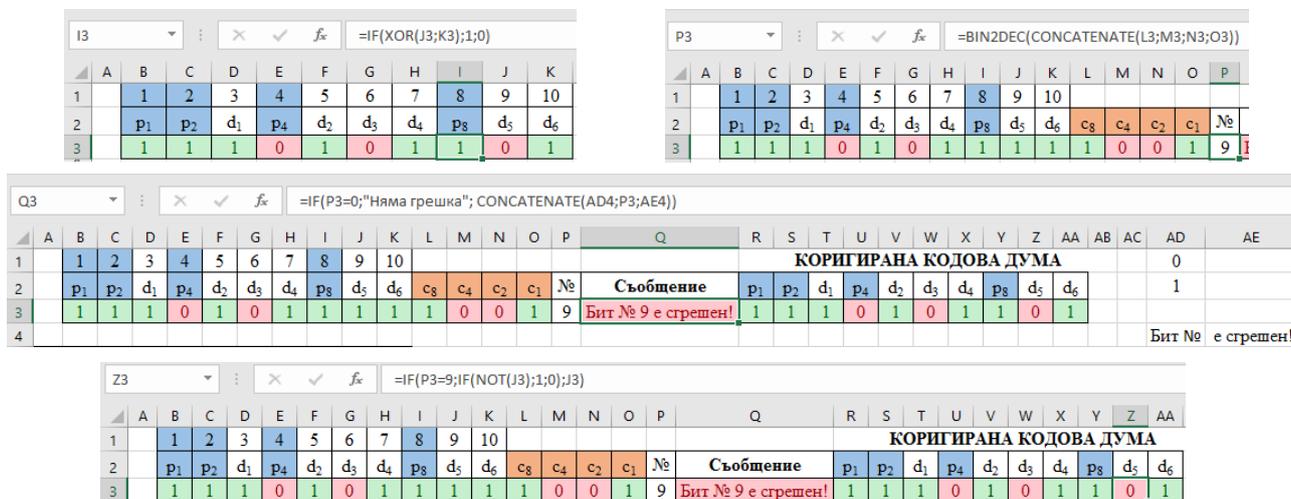
a)



b)

Фиг. 3. Инструменти, използвани при реализацията на модулите в MS Excel: а) валидиране на данни и избор на стойност от падащо меню; б) нагледно визуализиране на информацията

При реализацията на модулите в MS Excel, са заложили уравнения (1) за определяне на контролните битове в модула за кодиране (Фиг. 1) и уравнения (2) за изчисляване на битовете на синдрома (с8с4с2с1), като впоследствие синдромът се преобразува от двоично в десетично число чрез вградената функция BIN2DEC и се получава информация за номера на сгрешения бит, който после се инвертира. Някои от формулите, които са използвани, при изграждане на модулите за кодиране и декодиране, могат да се видят на Фиг. 4.

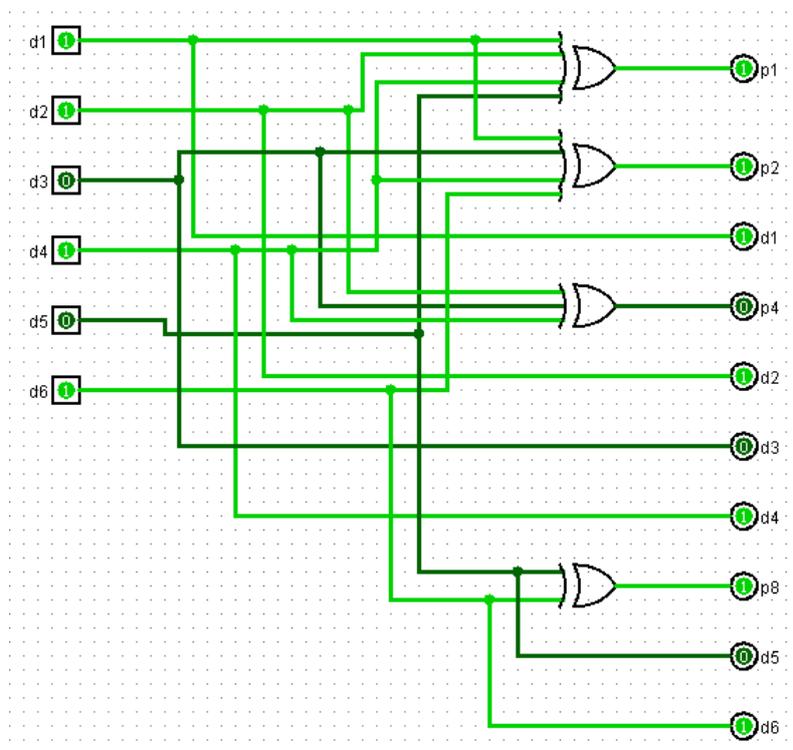


Фиг. 4. Някои от формулите, използвани при изграждане на модулите за кодиране и декодиране в MS Excel

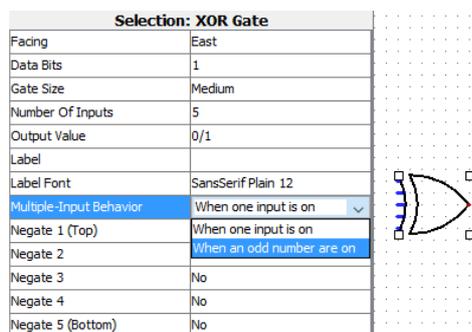
Реализация на кодер и декодер на код на Хеминг (10, 6) в Logisim

Думата от данни (информационните битове) се прилага като вход във веригата на кодера, която извършва операции XOR на дадената дума от данни и по този начин необходимите битове за паритет се генерират от генератора на паритет. Битовете за четност и битовете за данни заедно образуват кодовата дума (Choudhury, D. R., Podder, K., 2015).

От Таблица 1 се вижда, че разглежданият кодер ще има 6 входни пина – d1, d2, d3, d4, d5 и d6. На Фиг. 5 е начертана схемата на кодера на код на Хеминг (10, 6) в Logisim (<http://www.cburch.com/logisim/>). Кодовата дума съдържа и още 4 контролни бита (за проверка) – p1, p2, p4 и p8. Характерно за кода на Хеминг е, че на позиции I, II, IV, VIII, XVI се слагат тези контролни битове p1, p2, ..., p_x, а на останалите позиции се поставят данните d1, d2, ..., d_x. Входните пинове се свързват по Таблица 1 с логически елемент XOR (сума по модул 2, изключващо ИЛИ), и за по-голямо удобство са използвани четиривходови, тривходови и двувходов логически елементи (а не само двувходови). При построяването на схемата, параметърът „Multiple-Input Behavior” на XOR логическия елемент трябва да се установи на стойност “When an odd number are on”, което дефинира поведението на елемента при множество входове (повече от 2) – в този случай се указва изходът да се активира, когато нечетен брой на входовете са в състояние 1 (Фиг. 6).



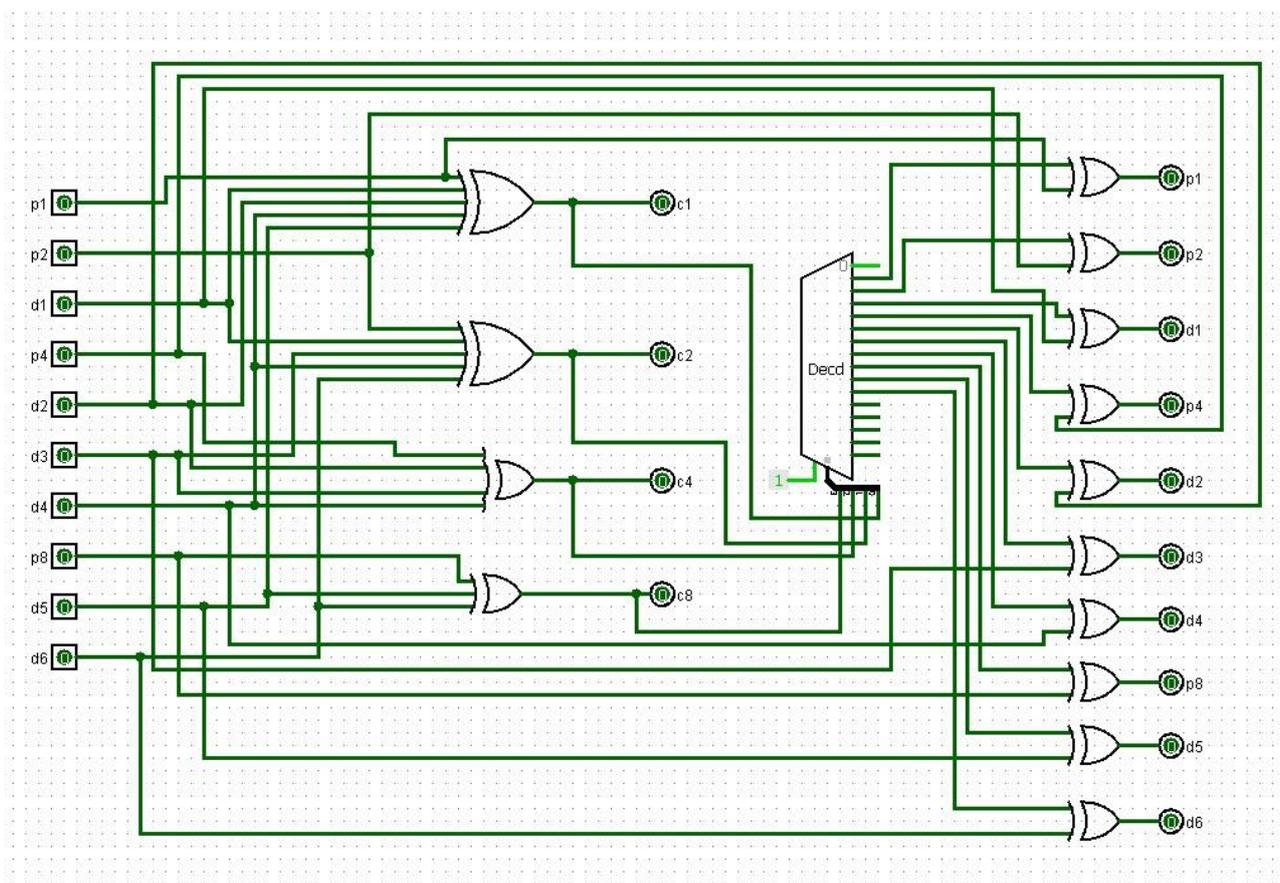
Фиг. 5. Реализация на кодер на код на Хеминг (10, 6) в Logisim



Фиг. 6. Настройка на параметрите на многовходов XOR логически елемент в Logisim

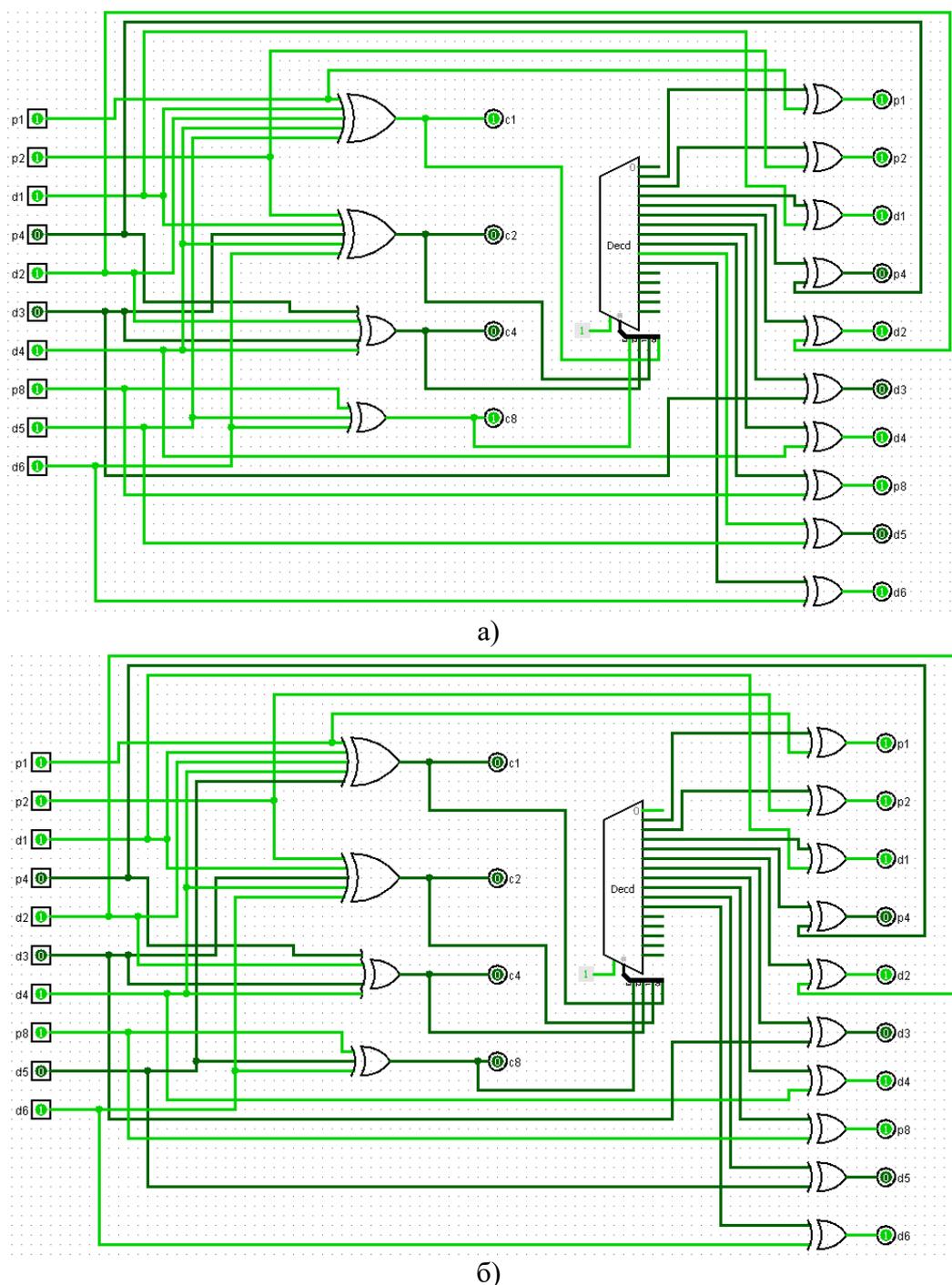
За описване на принципа на работа на кодера на код на Хеминг (10, 6) се прилагат уравнения (1) за определяне на контролните битове и въз основа на уравнения (1) се изчисляват p_1, p_2, p_4, p_8 .

На Фиг. 7 е изобразена схемата на декодер на код на Хеминг (10, 6). В декодиращата вериги, приетата кодова дума се прилага като вход. След това се изчисляват контролните битове. Тези контролни (проверяващи) битове откриват грешката в кодовата дума, изчислявайки синдрома, който показва дали има сгрешен бит и ако има, кой бит е грешен, декодерът също така коригира грешния бит. В (Borodzhieva, A., 2021) се разглеждат три схемни решения на декодера по отношение на частта от схемата за код на Хеминг (7, 4), която коригира сгрешения бит (частта след дешифратора). Първото решение съдържа демултиплексори, второто решение се основава на допълнителна логика, която описва принципа на действие на демултиплексора, а последното трето решение се реализира единствено с използването на XOR логически елементи, което се оказва най-простото и икономическо изгодно. Затова в настоящия доклад е избрано третото решение за построяване на декодера на код на Хеминг (10, 6).



Фиг. 7. Реализация на декодер на код на Хеминг (10, 6) в Logisim

Схемата на декодера (Фиг. 7) е тествана за различни входни комбинации, като на Фиг. 8 а е представен резултатът в случай, че приетата кодова дума е правилна, т.е. валидната кодова дума 1110101101 се подава като входни сигнали на веригата. Синдромът е 0000, което показва, че няма грешки. На Фиг. 8 б, деветият бит на валидната кодова дума 1110101101 е инвертиран, т.е. сгрешен, и грешната кодова дума 1110101111 се подава като входни сигнали на веригата. Синдромът е 1001, което показва, че деветият бит е грешен, и следва да се инвертира, за да се извърши корекция на грешката. Вижда се, че само деветият изходен сигнал на дешифратора е активен (1) и това ще доведе до инвертирането на приетия девети бит, защото по-горе беше посочено, че $1 \oplus a = \bar{1} \cdot a \vee 1 \cdot \bar{a} = \bar{a}$.

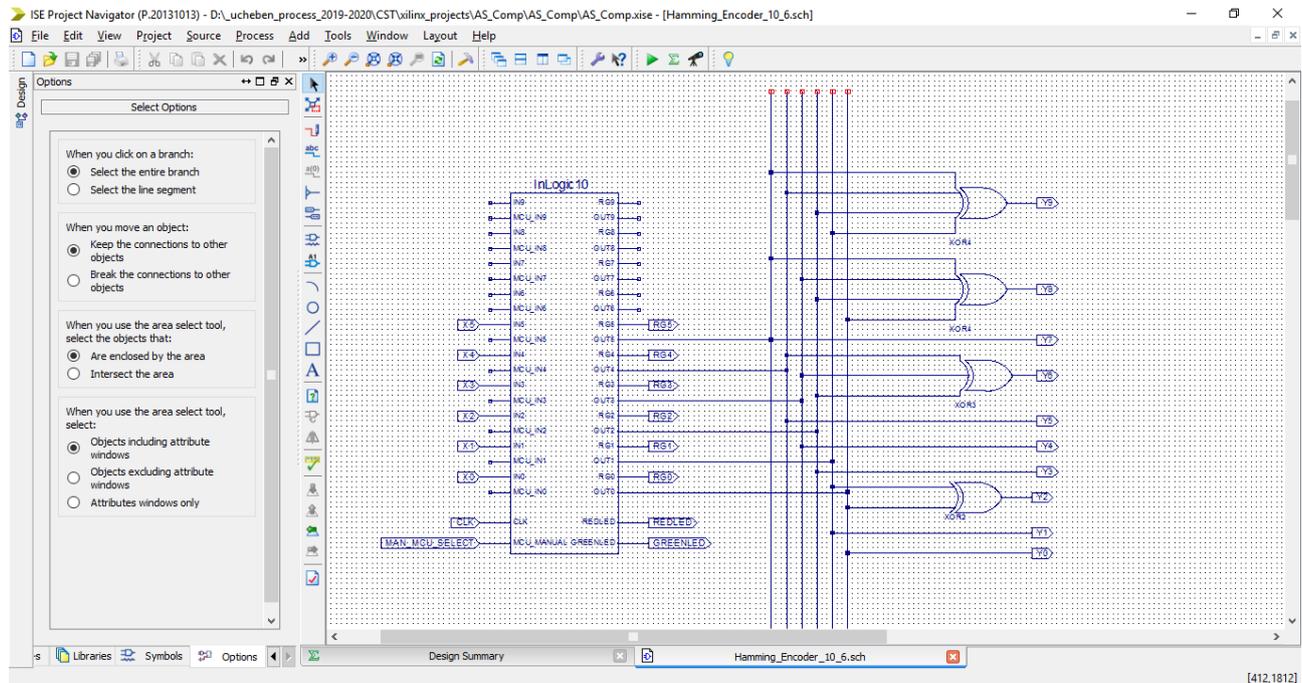


Фиг. 8. Тестване на декодера на код на Хеминг (10, 6) в Logisim: а) правилно приета кодова дума (синдром 0000); б) грешно приета кодова дума (синдром 1001, сгрешен девети бит) и нейната корекция от декодера

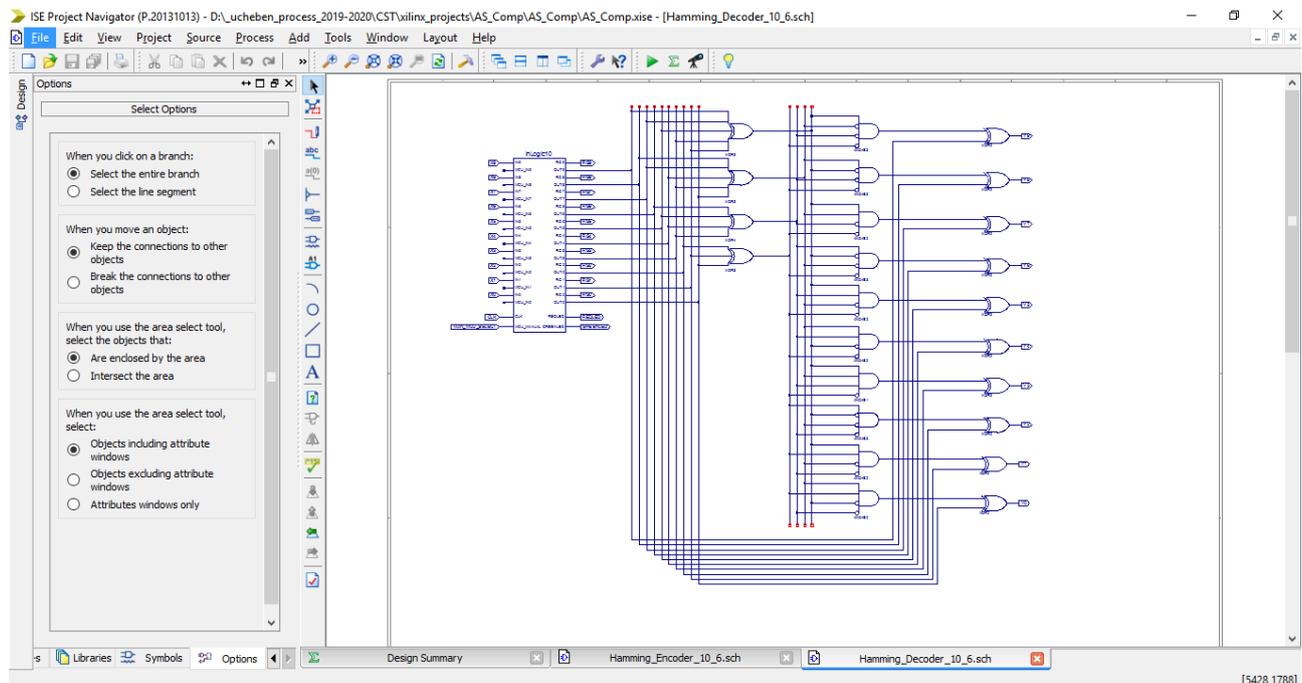
За описване на принципа на работа на декодера на код на Хеминг (10, 6) се прилагат уравнения (2) за определяне на битовете на синдрома, показващи позицията на сгрешения бит, както и уравнения (3), които описват изходните функции на дешифратора (необходими най-вече при реализацията на декодера в ISE Project Navigator, поради отсъствието на вграден дешифратор, който да се използва и необходимостта от реализацията на изходните функции на дешифратора с AND логически елементи), и уравнения (4), които описват процеса на корекция на сгрешения бит въз основа на зависимостите, описващи XOR логическия елемент ($0 \oplus a = \bar{0}.a \vee 0.\bar{a} = a$ и $1 \oplus a = \bar{1}.a \vee 1.\bar{a} = \bar{a}$).

Реализация на кодер и декодер на код на Хеминг (10, 6) в ISE Project Navigator

Представените схеми на кодер (Фиг. 5) и декодер (Фиг. 7) на код на Хеминг (10, 6) са използвани при програмирането на FPGA-базирания лабораторен макет, който се използва в учебния процес по различни дисциплини, изучаващи цифрови схеми. На базата на схематичното представяне на кодера и декодера в средата ISE Project Navigator (<https://www.xilinx.com/>), съответно Фиг. 9 и Фиг. 10, се генерират bit файлове, с чиято помощ се програмира лабораторния макет. Както беше посочено, тук (Фиг. 10) се прилагат уравнения (3), които описват изходните функции на дешифратора, които са необходими, поради отсъствието на вграден дешифратор в ISE Project Navigator.



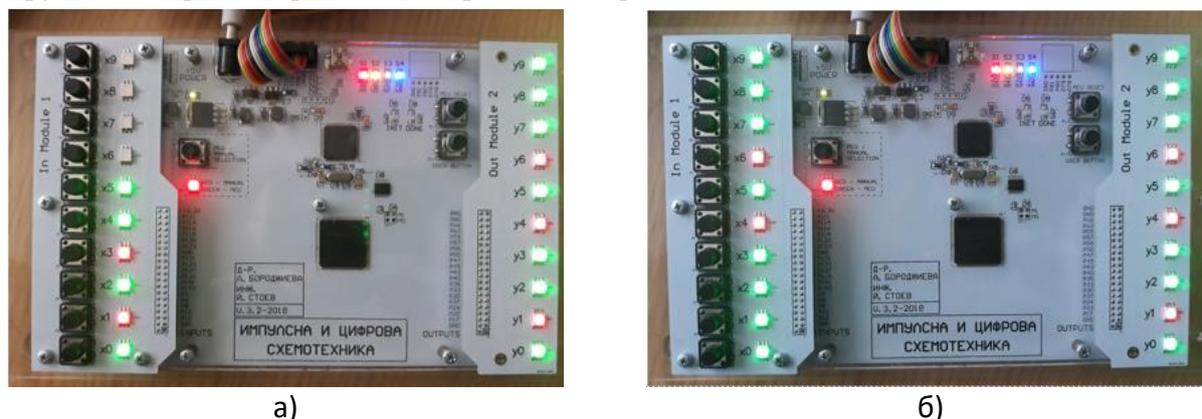
Фиг. 9. Реализация на кодер на код на Хеминг (10, 6) в ISE Project Navigator



Фиг. 10. Реализация на декодер на код на Хеминг (10, 6) в ISE Project Navigator

Снимки от тестването на реализираните кодер и декодер на код на Хеминг (10, 6) след програмиране на FPGA-базирания лабораторен макет чрез създадените bit файлове от средата

ISE Project Navigator са представени на Фиг. 11 в следните случаи: а) за кодера; б) за декодера при сгрешен и коригиран девети бит. Примерите са същите като в MS Excel и Logisim, с цел сравняване на резултатите. Вижда се, че резултатите от трите компютърно-базирани инструменти за реализиране на кодера и декодера напълно съвпадат.



Фиг. 11. Тестване на реализираните кодери и декодери на код на Хеминг (10, 6) след програмиране на FPGA-базирания лабораторен макет чрез създадения bit файл от средата ISE Project Navigator: а) кодери; б) декодери, при сгрешен и коригиран девети бит

ИЗВОДИ

Публикацията представя различни компютърно-базирани инструменти, като MS Excel, Logisim и ISE Project Navigator, за реализиране на кодери и декодери на кодове на Хеминг. В статията са предложени схеми на кодери и декодери на код на Хеминг (10, 6). Схемите са изградени и тествани в Logisim за различни входни комбинации. След това схемите са построени в ISE Project Navigator за програмиране на FPGA-базирания лабораторен макет, използван в учебния процес. Материалите ще бъдат използвани по дисциплината „Кодиране в телекомуникационни системи“ за студенти-бакалаври от специалността „Интернет и мобилни комуникации“ в Русенския университет.

БЛАГОДАРНОСТ

Докладът отразява резултати от работата по проект No 2021 – ФЕЕА – 03 „Проектиране, FPGA-имплементиране и изследване на цифрови комуникационни устройства“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

- Borodzhieva, A. (2021). Project-Based Learning Approach Applied in the Course “Coding in Telecommunication Systems”. 17th International Scientific Conference “eLearning and Software for Education” (eLSE 2021), 22-23 April 2021, Bucharest, Romania (in the press).
- Ryan, W. E., Lin, S. (2009). Channel Codes. Classical and Modern. Cambridge University Press, pp. 710, ISBN-13 978-0-511-64182-4 eBook (NetLibrary).
- Sklar, B. (2002). Digital Communications. Fundamental and Applications (Second Edition). Prentice Hall PTR.
- Choudhury, D. R., Podder, K. (2015). Design of Hamming Code Encoding and Decoding Circuit Using Transmission Gate Logic. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 02, Issue: 07 | Oct-2015, e-ISSN: 2395 -0056, p-ISSN: 2395-0072.
- <http://ecet.ecs.uni-ruse.bg/else> (Accessed on 10.05.2021).

THU-SSS-CCT-17

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF TRAINING SOFTWARE SUPPORTING THE DISCIPLINE COMPUTER GRAPHICS SYSTEMS²⁰

Denis Ahmed– Student

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 89 7206 077
E-mail: denis.ahmed98@gmail.com

Elitsa Ibryamova, PhD

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082-888-827
E-mail: eibryamova@ecs.uni-ruse.bg

Abstract: *The paper presents a developing process of training software supporting the discipline "Computer Graphics Systems." The software provides an interactive and convenient learning method in parallel with the learning materials related to computer graphics systems. The application is designed to stimulate interest in learners to continue their development in this direction. Specialized software development allows the user to experiment and create basic materials and apply different types of lighting to build a clearer idea of the interaction of materials with the environment in which they are located.*

Keywords: *3D graphics, Lighting, Materials, Textures, e-Learning, Training software, Graphics Systems, Godot, Game engine*

ВЕВЕДЕНИЕ

През последните години се наблюдава сериозно навлизане на 3D графиката във всяка една работна сфера. В началото тази технология основно се използва в четири направления: реклама, анимация, симулация на техника и игри. В днешно време всеки един продукт преди да бъде пуснат на пазара, всяка една сграда да бъде построена и като цяло всеки един проект преди да бъде изграден/създаден той бива тестван и визуализиран в 3D среда. По този начин компаниите спестяват милиони от потенциални грешки. С развитието на компютърната техника се създават нови възможности за създаването на по-точни визуализации и симулации на триизмерния свят. Въпреки предоставения графичен интерфейс във всеки един софтуер за 3D визуализация, от един специалист се изисква да може да използва програмен код, за да създаде симулациите. Програмирането позволява да се прилагат специфични и разнообразни инструменти, като се прескочат софтуерните ограничения на дадена програма, постигайки коренно различни резултати.

Множеството възможности за реализация в тази насока предизвикват объркване при студентите от гледа точка на това от къде да започнат своето обучение. С цел изграждане на основите за създаване на 3D приложения, в учебната програма е заложена дисциплината „Компютърни графични системи“ (Stefanova, S. (2010)). Материята е сложна за начинаещите и възникват редица трудности в процеса на обучение. Една от тях е, че теорията се представя без реална визуализация, което затруднява изключително много студентите. Това води и до загуба на интерес от страна на аудиторията, която не може да разбере, къде да използва тези знания.

В търсене на решения на проблемите възникват въпроси, на които трябва да се отговори, за да се улесни преподаването и изучаването на предмета:

²⁰ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационна и компютърна техника с оригинално заглавие на български език: СЪЗДАВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОБУЧИТЕЛЕН СОФТУЕР В ПОМОЩ НА ДИСЦИПЛИНАТА „КОМПЮТЪРНИ ГРАФИЧНИ СИСТЕМИ“

- Как да се представи теорията с крайна визуализация на материала?
- Какви проекти да се демонстрират на аудиторията за да придобият реална представа за мащаба и възможностите на 3D визуализацията?
- Как да се стимулира програмирането и разработката на триизмерни обекти и сцени?
- На какво трябва да се наблегне, за да се положат добри основи за изграждането на добър 3D специалист?

Необходимо е първоначално да се обобщят и анализират проблемите и възникналите въпроси. Анализът сочи, че голяма част от студентите, искащи да се занимават под някаква форма с това, не знаят от къде да започнат и какво трябва да знаят, за да поставят началото на своите 3D кариери. В доклада ще се разгледа процеса на създаване на софтуер, който да подпомага студентите при изучаване на 3D компютърна графика. В зависимост от интереса на потребителя програмата ще предоставя възможност за разглеждане и тестване на задачите от учебният материал.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Проектиране на предлаганото решение

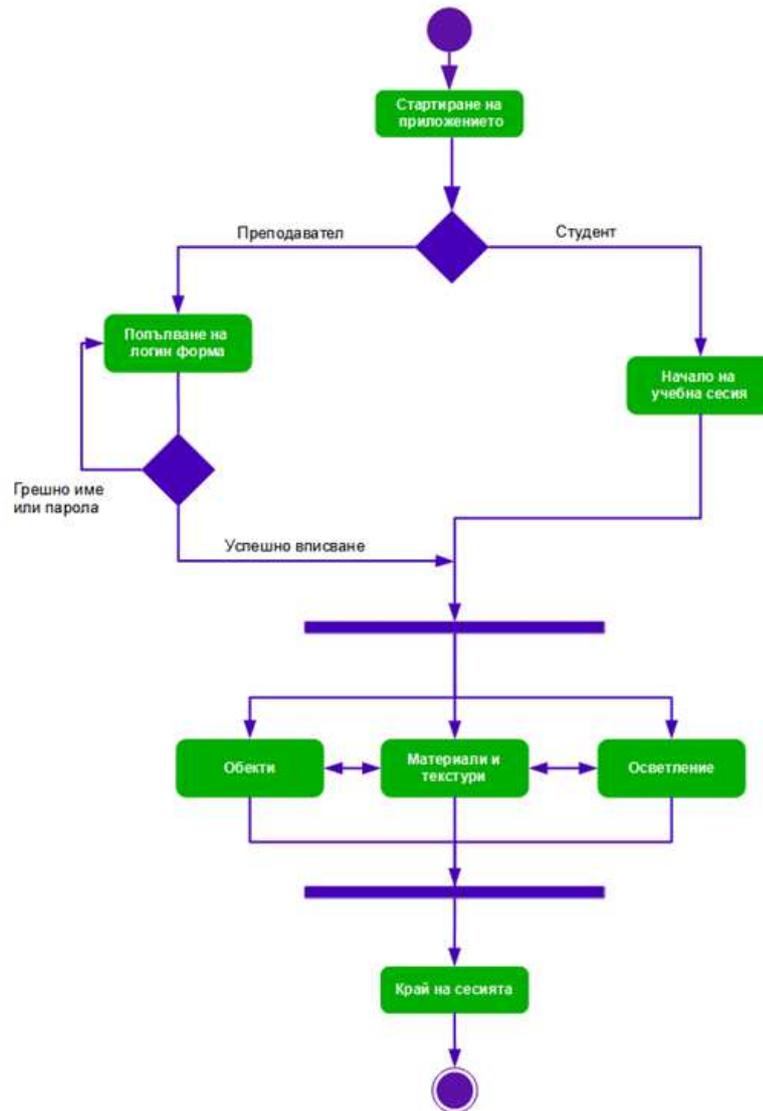
На база на гореизложените проблеми, като решение може да бъде предложено разработването на софтуер от тип електронен учебник, която да може да се използва успоредно с учебния материал. Той трябва да предоставя визуализация на крайният резултат на заданията, които студентите трябва да изпълнят, с подробни обяснение подпомагащи за изграждането на базисни познания в компютърната графика. Програмата трябва да направи материала по-достъпен и интересен за потребителите, предоставяйки възможност да създават уникални материали по свой избор.

Функционален модел

Функционалният модел на програмата се построява на база на формулираните изисквания към приложението и дефинираният контекст на употреба. На Фиг. 1 е представена диаграма на дейностите в обучителния софтуер. Приложението може да се стартира от два различни типа потребители. В първият случай студент или ученик отваря програмата и е приветстван от заглавна страница с кратка информация относно софтуера. След преминаването на началният екран студентът има възможност да избере една от трите категории за своята учебна сесия: обекти (mesh), материали и текстури, или осветление. За потребители, които никога не са работили с компютърни графични системи, е разработена възможност за минаване през отделните категории стъпка по стъпка. Предвижда се студентът или ученикът да е придобил нужните знания, за да се справи на изпит или контролно, след тестване на отделните компоненти в софтуера успоредно с осмисляне на дадения учебен материал. Обучителният софтуер представя визуално и разбираемо базисни познания в компютърната графика, което цели да засили интереса на обучаващите се по дисциплината „Компютърни графични системи“.

Реализация на приложението

Формулираните изисквания към софтуера изискват той да бъде разработен като десктоп приложение, което да може да визуализира триизмерни обекти с различни материали и текстури. Това налага да се изберат технологии за десктоп приложение с подходяща графична система, които да подсиgurят необходимата функционалност на софтуера с удобен и разбираем потребителски интерфейс (Stefanova, Sv., Manev, S. & Ivanov, I. (2003))



Фиг. 17 Диаграма на дейностите в обучителния софтуер

Избор на технологии за реализация на приложението

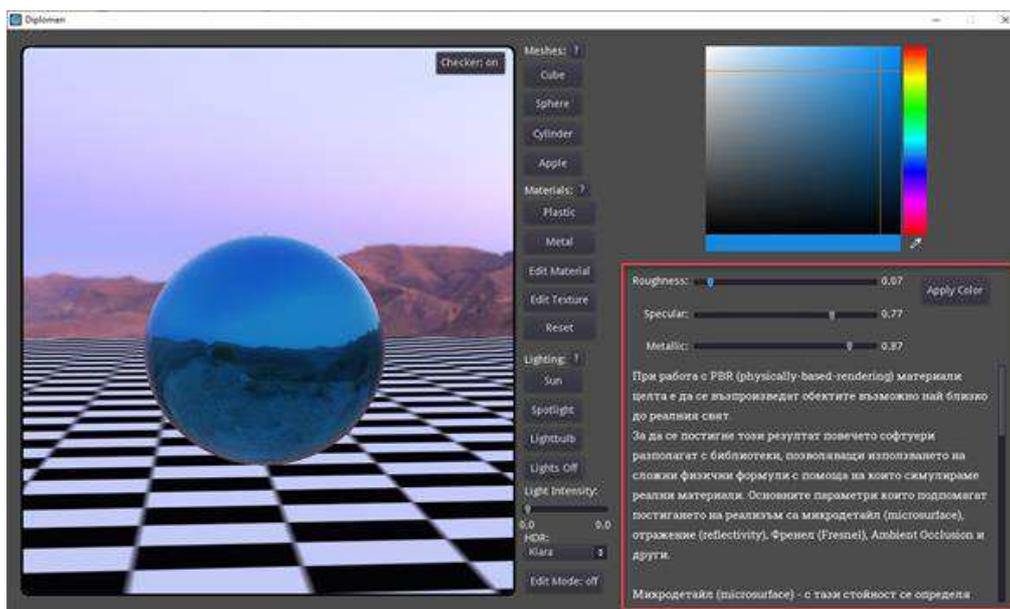
- **Godot** - е игрови двигател с отворен код, предоставящ възможност на потребителите си да създават 2D и 3D игри. Той притежава голям набор от инструменти, което позволява на програмиста да се концентрира върху функционалността на програмата си без да се налага да изгражда компонентите от нулата. Проектите, които се разработват в софтуера, могат без проблем да се експортират за всички платформи – Web, Android, iOS, Linux, MacOS, Windows (Thorn A. (2020)).
- **GD Script** е език за програмиране от високо ниво. Синтаксисът на езика е сходен с този на Python и е основният език за програмиране в Godot. Той е изключително гъвкав и удобен за разработка на програми и игри (Halladay K. (2019)).
- **Zbrush** е софтуер за дигитална скулптура, който комбинира 3D и 2.5D моделиране, текстуриране и рисуване. Използва се за създаване на 3D обекти с висока резолюция в игровата и филмовата индустрия. В случая под резолюция се има предвид сложност на геометрията, където един модел може да достигне до 50+ милиона полигона.
- **Substance Painter** е софтуер за разработване на текстури за 3D обекти. Стилът на работа в програмата наподобява на Photoshop, където се използват слоеве (Layers) с разлика в това, че се работи изцяло в 3D.

- **Photoshop** е софтуер за редактиране на растерни графики, разработен от Adobe inc. Програмата е индустриален стандарт за всяка една професия, занимаваща се с дигитално изкуства и графична обработка. Методът на работа позволява обработката на графики, използвайки слоеве, маски и поддържа различни цветови модели като RGB, CMYK, CIELAB и др. Photoshop поддържа свои собствени формати .PSD и .PSB, които позволяват на потребителя да запази проекта си без да губи направени промени по графиката.
- **3DS Max** е програма за създаване на 3D модели, анимации и изображения. Съдържа голям набор от инструменти за моделиране, също така притежава и широк спектър от plug-ins, улесняващи използването на софтуера. Предпочитана програма е от много студия за създаване на реклами и архитектурни визуализации.

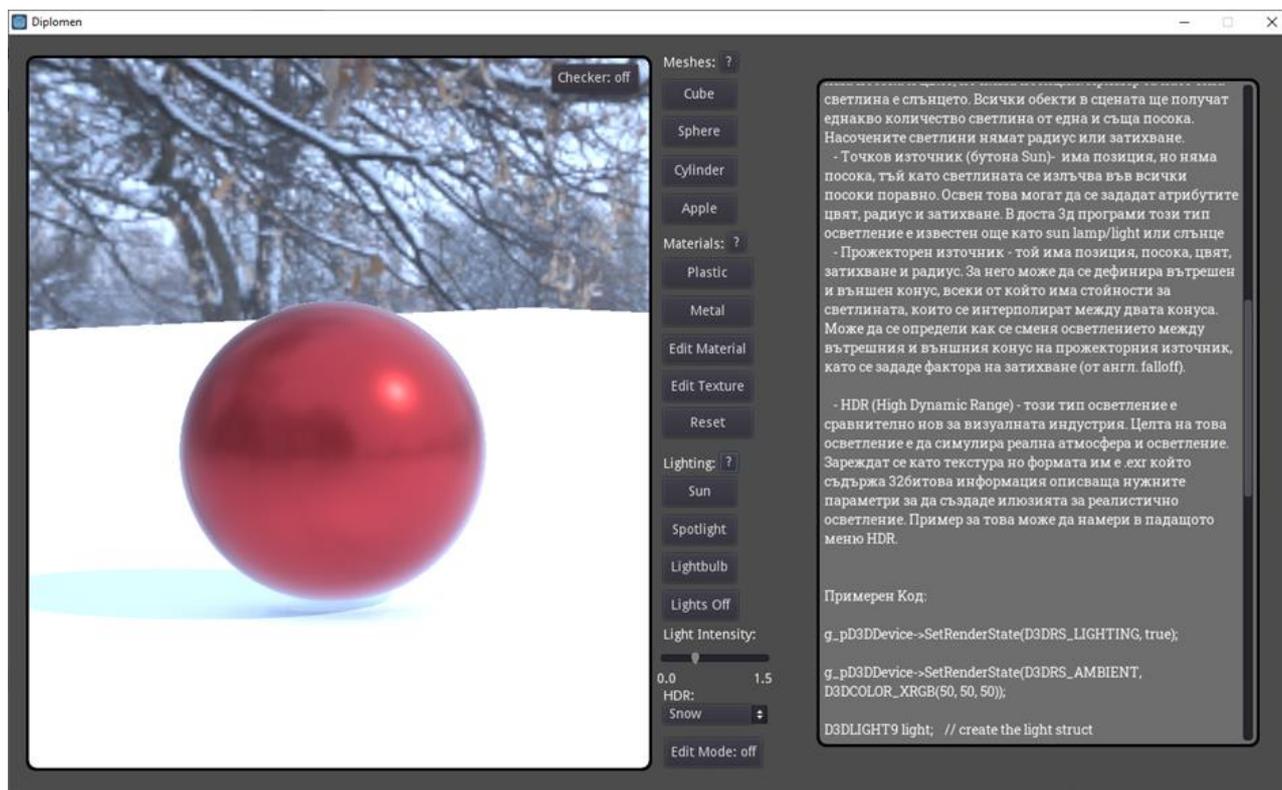
Обща концепция на програмата

Студентите и учениците, които имат желание да развият своите знания в сферата на компютърните графични системи и/или изучават предмет, изискващ от тях да имат базови познания за една 3D среда, могат да използват приложението, за да започнат своето развитие. Софтуерът предоставя възможност да се разгледат три основни категории: обекти (mesh), материали и осветление. Всеки един модул включва подробно обяснение за базовите му стойности и принципи при реална реализация. Също така е предоставен и код, който студентите имат възможност да копират и доразвият. Генерират се различни видове прости и сложни геометрични обекти в сцената. В модула за материали и текстури се предоставя възможност на потребителя да създаде собствен материал, като променя цвета и PBR стойностите му. При образуване на материала, за да се генерират реалистични резултати, се използват величини от реалния свят: Roughness (контролира грубостта на материала), Specular (отразителността) и Metallic (металния ефект). Върху избрания обект може да се приложат и разнообразни текстури (Фиг. 2).

Студентите имат възможност да добавят различни типове осветление, както и да задават типа на атмосферата в сцената (HDR – High Dynamic Range) (Фиг. 3). При всеки тип осветление може да се контролира интензитета на светлината. Комбинирайки всички модули потребителите придобиват по-ясна представа, как съвкупността от геометрия (обект), материал и осветление си взаимодействат и изграждат един виртуалния свят. Преподавателят по дисциплината има предоставена възможност да редактира обясненията и примерния код, за да може информацията да е синхронизирана с предмета и заданията.



Фиг. 18 Генерирана сфера с редактирани стойности на материала



Фиг. 19 Приложено снежно HDR

ИЗВОДИ

В доклада се предлага един подход за създаване на обучителен софтуер за подпомагане на студенти, изучаващи дисциплината „Компютърни графични системи“. Програмата е разработена като десктоп приложение, което позволява визуализиране на графика с високо качество и плавна промяна на параметрите на осветеност, материали и текстури. С помощта Photoshop и Godot е разработен интерфейса на софтуера и взаимодействието на отделните компоненти в програмата. Повечето от моделите и текстурите са авторски и тяхната реализация е осъществена с професионалните софтуери Zbrush, Substance painter и 3ds Max.

БЛАГОДАРНОСТ

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

- Halladay K. (2019) Writing Shaders in Godot. In: Practical Shader Development. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4457-9_18
- Stefanova, S. (2010) Computer graphics systems. Ruse, RU “A. Kachev” Press, ISBN 978-954-712-499-8.. (Оригинално заглавие: Стефанова, С. (2010). Компютърни графични системи. Русе, Печатна база при РУ "Ангел Кънчев", ISBN 978-954-712-499-8).
- Stefanova, Sv., Manev, S. & Ivanov, I. (2003) "Game Engine Importance in Contemporary Computer Games Development", XVII SAER, стр. 182-185, 2003.
- Thorn A. (2020) Introducing Godot: Why Migrate?. In: Moving from Unity to Godot. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5908-5_1

DEVELOPMENT OF 2D MOBILE GAME ²¹

Pavel Razhgev– Student

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 893 881 503
E-mail: pasi_notgoblin@abv.bg

Elitsa Ibryamova, PhD

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: 082-888-827
E-mail: eibryamova@ecs.uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper presents the developing process of a mobile 2D game, made in Godot Game Engine. The player can move only in two dimensions in it, left-right and up-down. In this type of game, the action is simple, there are scenes and obstacles that the player must pass to reach the end, and the character is easy to control. The application itself is exported to a mobile device with an Android operating system.*

***Keywords:** 3D graphics, Lighting, Materials, Textures, e-Learning, Training software, Graphics Systems, Godot, Game engine*

ВЕВЕДЕНИЕ

Платформените игри възникват в началото на 80-те години, но и до ден днешен са актуални и предпочитани без значение дали се играят като мобилни или десктоп приложения (Vucer, J. (2019)), дали се използват за обучение или забавление (Ibryamova, E.& Stefanov, G. (2020)). Докладът разглежда създаването на балансирана и забавна мобилна игра, която да развива рефлексни и сензорни умения. Проектът да е предназначен за различни възрастови групи, като препоръчителната минимална възраст е 7 години. Играта съдържа няколко нива, които да са с различна продължителност и сложност. За целта ще се разгледа началния етап на проектиране и цялостната разработена програма.

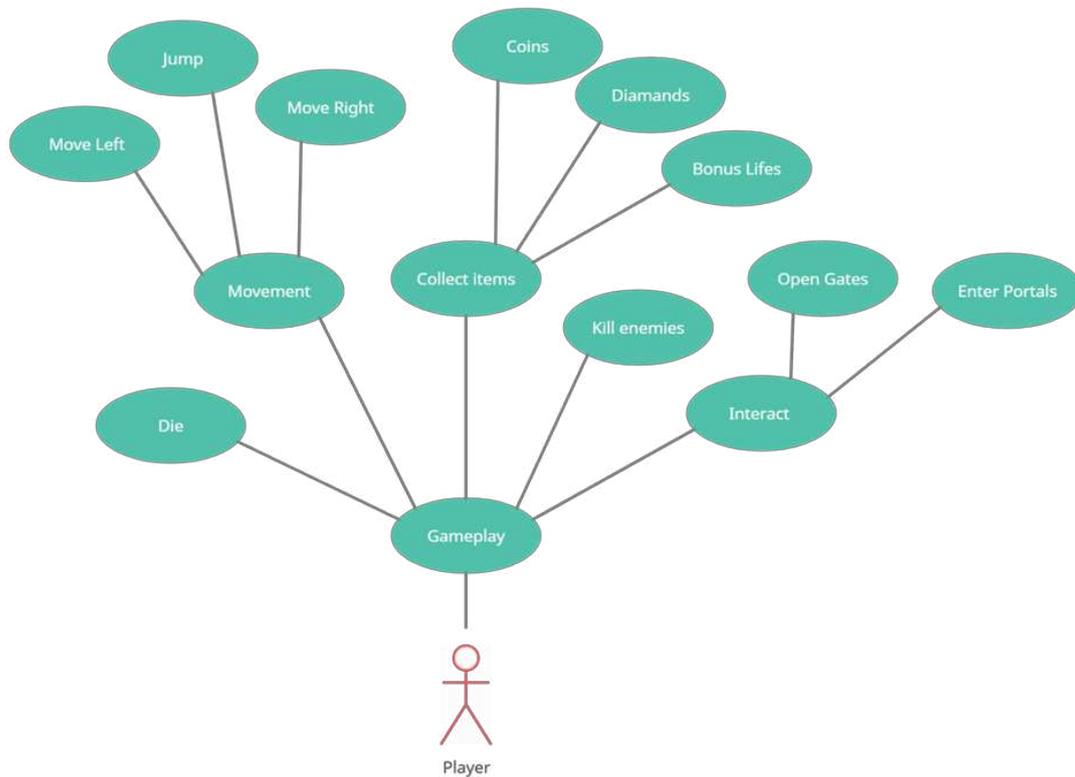
ИЗЛОЖЕНИЕ

Функционален модел

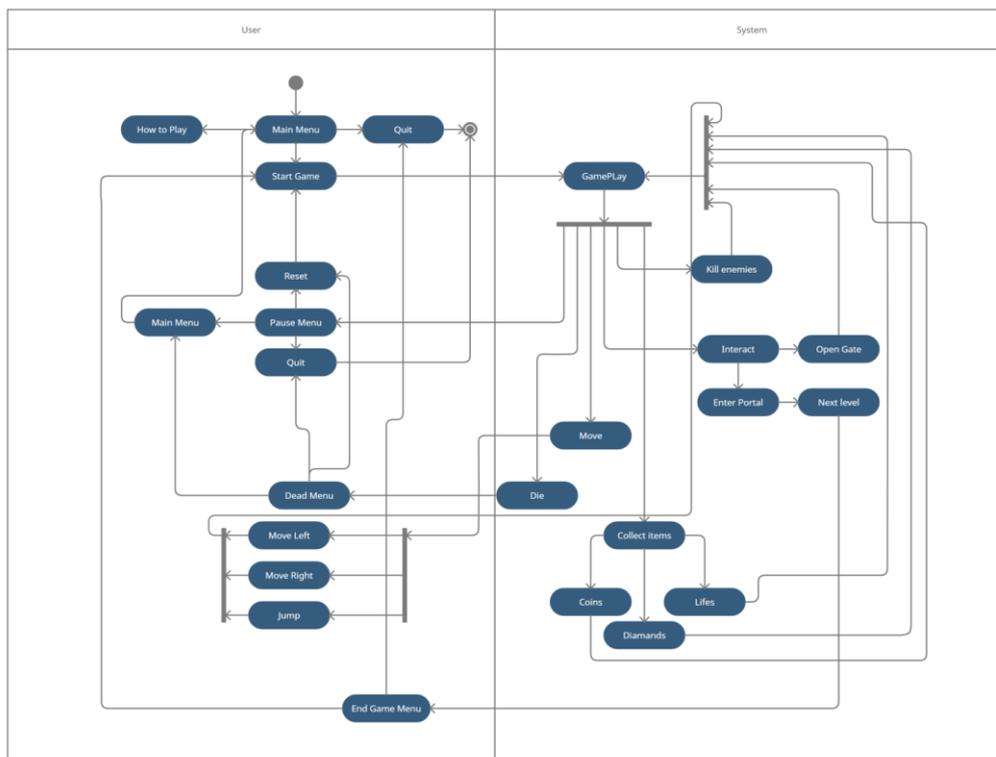
В диаграмата случаите на употребата (Фиг. 1) са представени функционалностите на приложението. Тя показва всичките възможни действия, които играчът може да направи в нивата. Например, във всяко ниво той има възможност да се движи наляво и надясно, да скача, да събира предмети като монети, диаманти и бонус животи, да убива врагове, да умре, да отваря врати и да преминава през портали.

В диаграмата на дейности (Фиг. 2) е показан по-подробно целият процес на играта. Процесите са разделени на такива, които се извършват от потребителя и изпълнявани от системата. Например, всички менюта (Main menu, Pause menu, Death menu и Endgame menu) плюс бутоните, които играчът използва за предвиждане и за пауза, са в User (Потребителската) част на диаграмата. В частта на System са всички действия, които се случват в геймплея като: движение наляво и надясно, скачане, събиране на предмети като монети, диаманти и бонус животи, убиване на врагове, умирање на героя, отваряне на врати и преминаване през портали.

²¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция Комуникационни и компютърни системи и технологии с оригинално заглавие на български език: РАЗРАБОТВАНЕ НА 2D МОБИЛНА ИГРА



Фиг. 21 Диаграма на случаите на употреба



Фиг. 20 Описание на действията, които протичат в играта

Реализация на приложението

Изборът на технологии за реализация на приложението, и в частност game engine, е една от важните стъпки при започване на реализацията на играта (Stefanova, Sv., Manev, S. & Ivanov, I. (2003)). Godot е междуplatformен и безплатен game engine с отворен код, издаден по лиценза на MIT. Средата работи на множество операционни системи като Linux, macOS, BSD и Microsoft Windows. Godot има свой собствен вграден скриптов език, GDscript ,

динамичен тип програмен език на високо ниво, който е синтактично подобен на Python. Но за разлика на Python, GDscript е оптимизиран за създаване графични сцени и може да въведе стриктно деклариране на променливи. Много други алтернативни скриптові езици като Lua, Python и Squirrel са тествани преди да се реши да се създаде новият език GDscript, който да позволява по-добра оптимизация и интеграция на редактора.

За реализация на играта е избран Godot game engine, поради поддръжката на удобния за програмиране език (GDscript). Той позволява лесно ориентация в програмната среда. Голямо предимство е, че Godot engine позволява да се използват други програмни езици като C++ и C#. Също така Godot е един от най-добрите game engine за разработка на 2D игри. Изпълнимият файл на Godot е малко на 60mb и не изисква инсталация. Същевременно многоплатформеният енжин позволява да играта да се експортира и на Windows, и на Android операционна система.

Обща концепция на програмата

В главното меню първата опция, която може да се избере е Указания към играта („How to play“). В тази секция са показани бутоните, които играчът ще използва за скачане, движение наляво и надясно, и пауза бутон. Също така са обяснени и различните означения в играта (фиг. 3). На първия ред в ляво се виждат кои предмети се събират от играча като: *пари*, които дават по 100 точки; *диаманти* - 100 точки, и бонус живот – *сърца*, които носят 500 точки. На втория ред в ляво са показани лошите герои, които могат да убият играча и на третия ред е представен порталът, който трябва да премине, за да завърши нивото. Ако се съберат и петте диаманта, тогава иконката (ромб) в дясно си променя цвета, за да подскаже на играча кой бутон да избере, за да премине на следващо ниво. На Фиг. 3 вдясно е показан бутон, който играчът трябва да натисне, за да отвори вратата. Има три бутона с червен, зелен и син цвят, като правилният бутон за преминаване към следващо ниво е с различен цвят при различните етапи.



Фиг. 22 Указания към играта

На Фиг. 4 са дадени екрани от първо ниво. То е структурирано, така че играчът да се запознае с стандартните механики на играта, като избягване на врагове, събиране на предмети и скачане на платформи. В горния десен ъгъл са показани оставащо време, броят на събраните диаманти, оставащи животи и общия брой точки. Ако таймерът изтече, играчът почва да губи по 100 точки на всяка секунда, в която не е пресякъл портала. Има врата в края на всяко ниво. Потребителят, за да разбере на кой бутон трябва да стъпи и да я отвори, трябва да събере петте диаманта или да налучка.



Фиг. 4 Екрани от първо ниво на играта



Фиг. 5 Екрани от второ ниво на играта

Във второто ниво (Фиг. 5) се добавят стандартните механики на играта и сгради, които играчът трябва да изкачи, за да събере всички предмети в тях. В нивото също за пръв път се среща сърцето предмет, при събиране на което играчът получава плюс един живот и 500 точки. Също преди вратата се среща вторият тип враг, който е по-опасен от първия поради простата причина, че като играчът се доближи до него, той започва да го гони.



Фиг. 6 Екрани от трето ниво на играта

Третото ниво (Фиг. 6) е представено като лабиринт. В него играчът трябва да се ориентира накъде да тръгне, както и да се справи със стандартните механики на играта. Нивото съдържа скрити тунели, които трябва да разкрият, като се влезе в тях (вижда се разликата между двата екрана на Фиг. 6).



Фиг. 7 Екрани от четвърто ниво на играта

На Фиг. 7 се разглежда четвърто ниво, което е представено в небето и съдържа най-много платформи от предишните нива. Ако играчът случайно падне от платформите, той ще загуби всичките си жизни. В нивото се намират също облаци, които скриват героя и той по-трудно прескача от платформа на платформа.

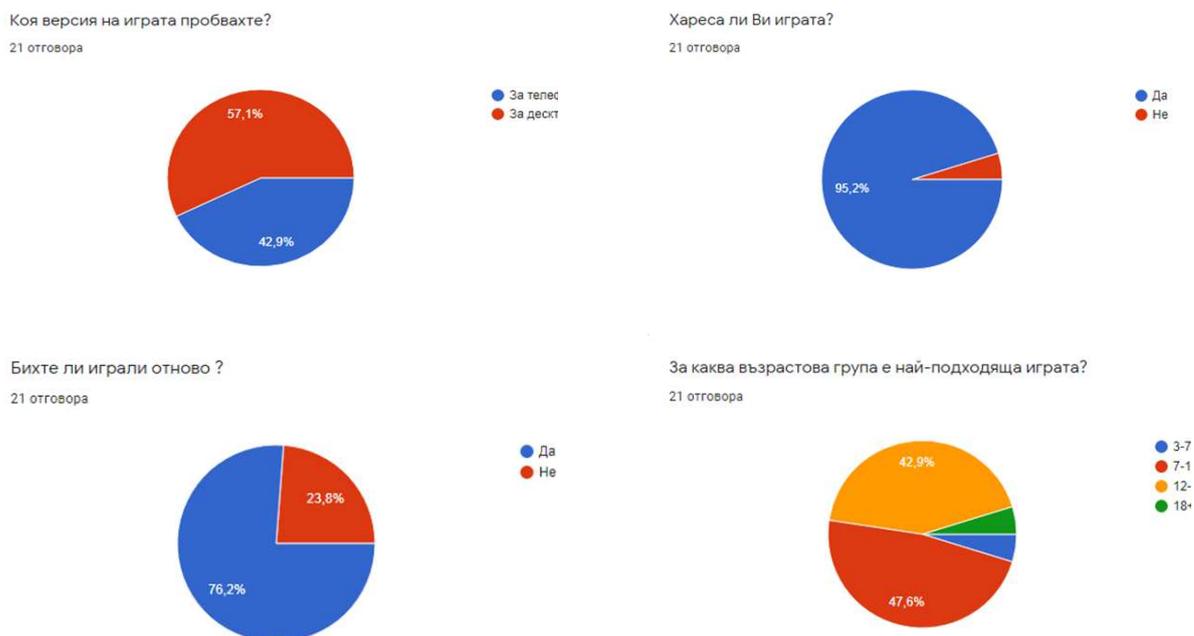


Фиг. 8 Екрани от пето ниво на играта

Петото ниво е и последно в играта (Фиг. 8). То е най-голямото в сравнение с другите и затова на играчът му се дават 6 минути, за да го завърши, за разлика от стандартните 3 минути при другите нива. Продължителността му се дължи на комбинирането на всички механики от предишните нива. Като за начало нивото изглежда като първо с платформите си и многото дървета. След това се появяват сградите, които се срещат във второ ниво. После се показва лабиринт, подобен като този в трето ниво и след като се излезе от лабиринта, се срещат платформи като в четвърто, с които се стига до края на нивото.

Резултати от тестването на системата

Проведе се анонимна анкета между студентите от четвърти курс специалност „Компютърни системи и технологии“, на които им се предостави възможност да тестват играта на техните мобилни телефони и/или на личните си компютри. Попълнилият анкетата участници са 21. Формулираните въпроси са 17 и отзивите са твърдо положителни. Част от резултатите са представени на Фиг. 9.



Фиг. 9 Резултати от проучване мнението на потребителите

ИЗВОДИ

В доклада се разглежда процеса на проектиране и разработка на мобилна 2D игра, състояща се от пет нива. Графиката и всички спрайтове на играта са авторски. Проектирани и вградени в играта са: *герой*, който играчът управлява; два типа *врагове*; *предмети*, които да се

събират; *предмети*, които въздействат на героя; различни *терени* за всяко от петте нива; цялостен *интерфейс* на играта.

Важно е да се отбележи, че се събират и запазват данни в процеса на играене. В края на играта се показва статистика, колко точки е събрал играчът и колко пъти е умрял. Освен това по време на игра, в горния десен ъгъл на сцената, се изваждат следните данни: събрани точки (пари); животи, които има играча и колко време остава до завършване на текущото ниво; и броят на събраните диаманти.

БЛАГОДАРНОСТ

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Bycer, J. (2019). Game Design Deep Dive: Platformers, 2019 by CRC Press, ISBN 9780367211387

Ibryamova, E.& Stefanov, G. (2020). Developing and Implementing a Labyrinth Game for Self-Assessment. IN: Proceedings of the 21st International Conference on Computer Systems and Technologies '20, Ruse, Bulgaria, ACM, 2020, pp. 106–110, ISBN 9781450377683.

Stefanova, S., Manev, S. & Ivanov, I. (2003) "Game Engine Importance in Contemporary Computer Games Development", XVII SAER, стр. 182-185, 2003.

THU-SSS-CCT-19

GAME APPROACH TO THE STUDY OF CULTURAL AND HISTORICAL HERITAGE²²

Nikolay Gospodinov – PhD Student

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 888 345 830
E-mail: ngospodinov@uni-ruse.bg

Prof. Georgi Krastev

Department of Computer Systems and Technologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Phone: +359 82 888-672
E-mail: geork@uni-ruse.bg

***Abstract:** Cultural and historical heritage is an integral part of our lives. It helps us understand our past and unites us as a nation. Preservation of cultural and historical heritage is one of the most important and challenging tasks facing humanity. The purpose of this paper is to introduce the game approach as an alternative learning tool that will ensure the preservation and promotion of cultural and historical heritage, which will help people strive to establish their national identity.*

***Keywords:** Preservation, Cultural heritage, Historical heritage, Game approach*

ВЪВЕДЕНИЕ

Понятието културно наследство обхваща не само материалните, но и нематериалните ценности като духовни връзки и традиции, културните маршрути и пейзажи и природните ландшафти. Променят се критериите за автентичност и методите за опазване, използване и управление на наследството (Jafar Roughi, 2017).

Проблемите на културно-историческото наследство ангажират вниманието на все по-широки обществени среди (Thurley, S., 2005). В медийното и общественото пространство се водят пространни дебати, които показват нарастващата активност на съзряващото гражданско общество, за формиращата се ценностна система, за засилващия се патриотизъм и стремеж към отстояване на националната идентичност.

Една от последните тенденции при обучението в областта на културно-историческото наследство е използването на образователни компютърни игри и игрови елементи (Stoianova, M., 2017). Компютърните игри от тип пъзел са популярни не само като средство за развлечение, но и като привлекателни учебни инструменти. Ученето, основано на пъзели, има много предимства за развитието на сложни трансверсални умения. Това е относително ново изследователско поле (Elizabeth A, 2016). В последните години интересът към обучение, базирано на образователни компютърни игри нараства лавинообразно. Изследванията са в различни посоки – технологични, психологически, педагогически (Elizabeth A, 2016, Ibrayanova, E, 2020).

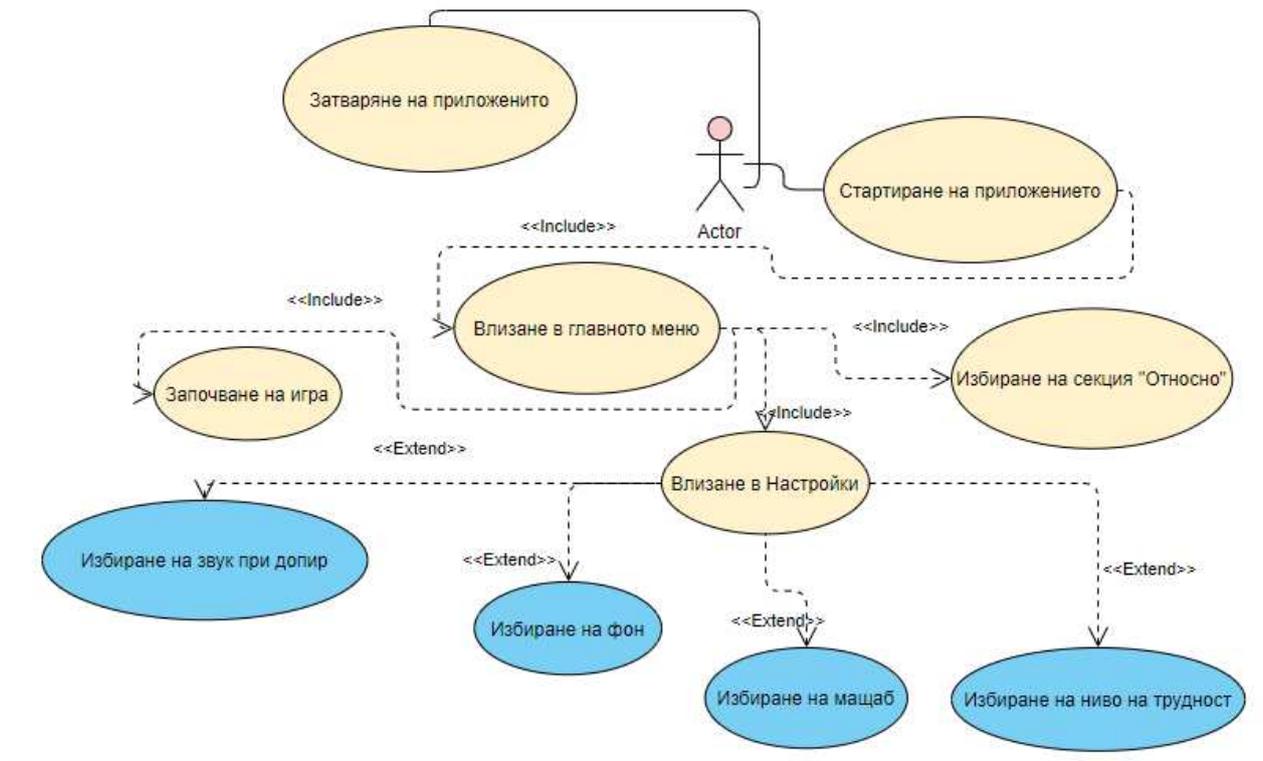
В доклада се описва процесът на разработване на пъзел игра в областта на културно-историческото наследство, като се има предвид контекста на обучението и профила на крайния потребител. Разработката е предназначена за мобилни устройства с операционна система Андроид, като са използвани програмните езици Java и XML.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Функционални изисквания

²² Докладът е представен на студентската научна сесия на 20.05.2021 в секция „Комуникационни и компютърни системи и технологии“ с оригинално заглавие на български език: ИГРОВИ ПОДХОД ЗА ИЗУЧАВАНЕ НА КУЛТУРНО-ИСТОРИЧЕСКО НАСЛЕДСТВО.

Функционалните възможности на системата са представени чрез диаграмата на случаите на употреба на фиг. 1.



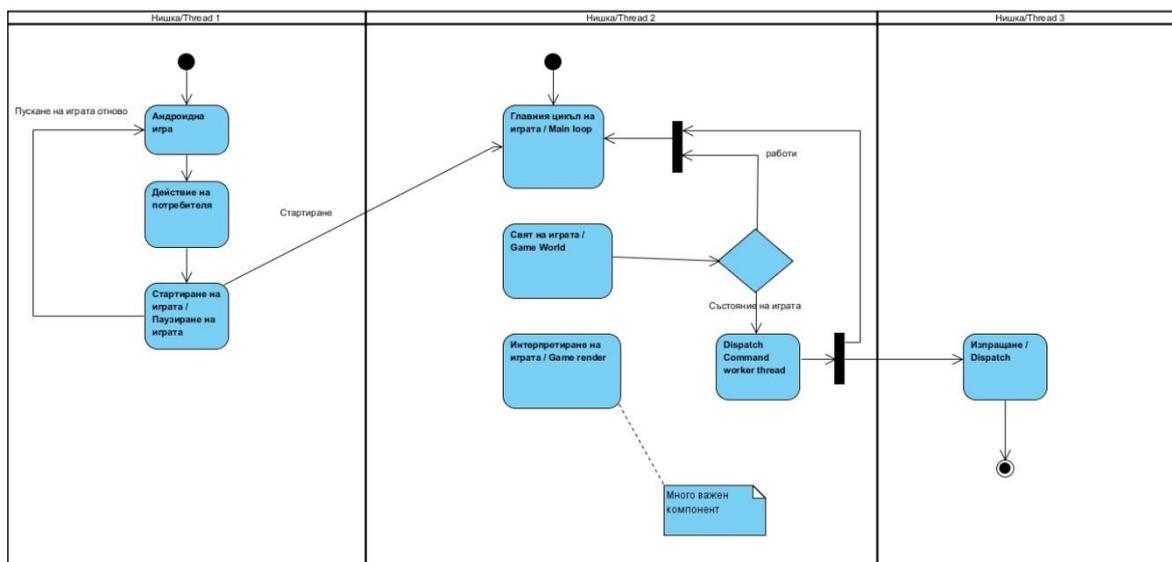
Фиг. 1. Диаграма на случаите на употреба

Както се вижда на диаграмата потребителя има две опции пред себе си:

- Да избере да играе. След като натисне бутона “Play Game”, играча влиза в главното меню на играта. Играча трябва да си избере пъзел, който иска да нареди, и да избере една от четирите опции пред себе си: да започне да го реди; да влезе в настройките на играта; да влезе и да види информацията за играта; да излезе от играта.
- Да излезе от играта.

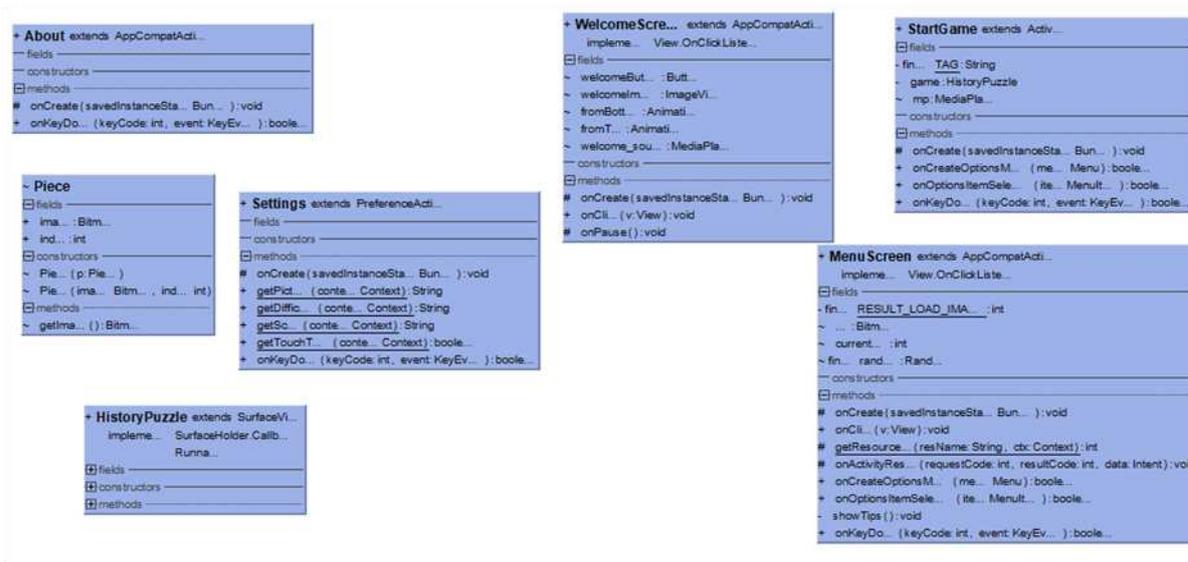
Логически модел

Работата на системата може да се опише най-общо чрез диаграмата на дейностите от фиг.2. За по-ефикасно използване на ресурсите на ОС Андроид при даден процес са използвани нишки. Приложението е съставено от три порецеса (дейности): Процес на стартиране на приложението в следствие на потребителско действие. Процес на експлоатация на приложението и процес на прекратяване на приложението в следствие на потребителско действие. При процеса на стартиране на приложението в следствие на потребителско действие се създава главната нишка на процеса. При процеса на експлоатация всичко което се случва на екрана се обновява от главната нишка (UI). Тук се използват и всички ресурси, които ще използваме. Важен момент при процеса на прекратяване на приложението е освобождаването на всички ресурси, които е използвал за да могат да бъдат използвани от други програми.



Фиг. 2. Диаграма на дейностите

Диаграмата на класовете се използва за описване на статичната структура на разработеното приложение (фиг. 3). Чрез нея се описват класове, обекти, пакети и връзките между тях. Всеки клас може да е разделен на три хоризонтални части, в които влизат съответно име заедно с атрибутите стереотипи, атрибути и операции.



Фиг. 3. Диаграма на класовете

Програмен инструментариум

За разработване на играта се използват два програмни езика -XMLи Java. Това позволява на прог ариста да разграничи интерфейса и функционалността на програмата, което е изключително полезно когато се налага да се модифицира само едната част без да бъде засегната другата.

Android Studioе официалната интегрирана среда за разработка (IDE)на приложения за Android, базирана на IntelliJ IDEA ndroid Studi определя още повече функции, които повишават производителността ви при изграждането на приложения за Android (<https://developer.android.com>).

Помощни инструменти и библиотеки

За създаването на мобилното приложение са използвани помощни инструменти за оразмеряване и компресиране на предоставените изображения. Използван е метод за компресия с загуба (JPEG компресиране).

Освен помощни инструменти за оразмеряване и компресиране на изображенията, са използвани набор от библиотеки за реализацията на мобилното приложение. В таблица 1 са дадени част от използваните библиотеки и тяхното предназначение.

Таблица 1. Използвани библиотеки

№	Име	Информация
1	Intent	Представява абстрактно описание на операция, която трябва да се извърши.
2	Bitmap	Използва се за обработка на растерни изображения.
3	MediaPlayer	Използва се за управление възпроизведено видео/аудио файлове
4	Activity	Това е Дейност. Представява фокусирано действие, което потребителя може да направи.
5	View	Представява основния градивен елемент на компонентите на потребителския интерфейс.

Текстури и текст

Пространството в играта е изградено от обекти, всеки от които има своя текстура – изображение, което го представлява в игралната среда (Krastev, G. & Teodosieva, M., 2007). Изображенията и информацията за историческите локации се използват с разрешението на авторите (Hristov, G., 2017, Zahariev, P., 2017). Материалите са предоставени от проект ROBG-9 „Древноримско културно наследство Интерактивна среда за визуализация на трансграничната зона между България и Румъния – АРХИВ“, съфинансиран от Европейския съюз чрез Европейски фонд за регионално развитие по програма INTERREG VA Румъния-България.

Всяко едно от изображенията представлява културно-исторически артефакт (Таблица 2). Всяко едно от изображенията е съпроводено с информационен текст на три езика – Английски, Български и Румънски. Информационния текст съдържа следната информация:

- Кратко описание на културно-историческия артефакт.
- Материал от който е изработен културно-историческия артефакт и неговия размер.
- Местоположение.

За заснемане на изображенията е използвана висококачествена техника и качеството на изображенията е от най-високо ниво.

Таблица 2. Технически данни на изображението

№	Изображение	Наименование на български език	Резолюция (в пиксели)
1		Портрет на богинята Афродита	4000 x 6000

2		Статуя на Гликон	6000 x 4000
3		Слънчев часовник	3851 x 5737
4		Релеф с Дионис	6000 x 4000
5		Пантера	6000 x 4000
6		Скулптурна група на боговете Фортуна и Понтос	6000 x 4000
7		Едикула с двойно представяне на богинята Немезида	4000 x 6000
8		Портрет на мъж	4000 x 6000
9		Глава на лъв	6000 x 4000

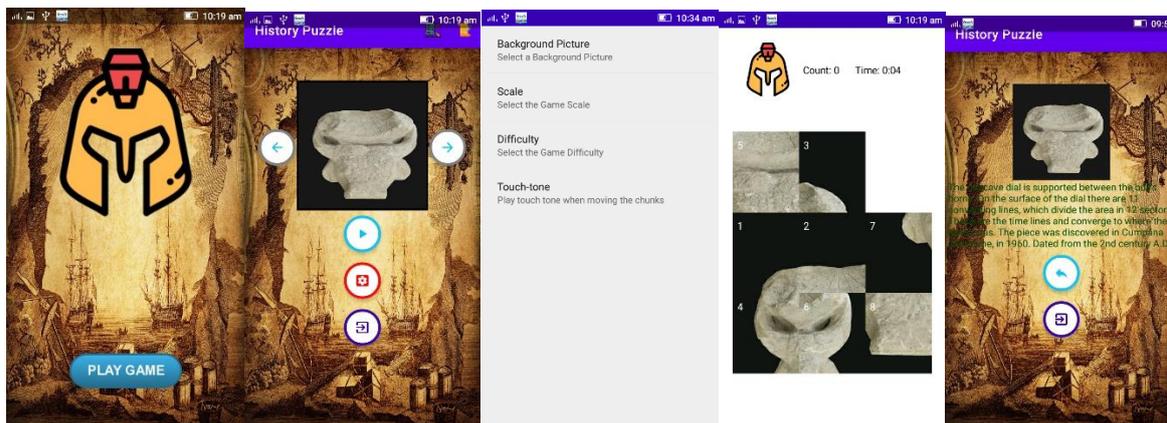
10		Глава на мъж	6000 x 4000
11		Статуя на нимфа	6000 x 4000
12		Чаша	6000 x 4000
13		Глава на император Каракала	4000 x 6000
14		Оброчна плоча	5315 x 6496
15		Оброчна плоча на тракийски конник	4000 x 6000

Потребителски интерфейс на мобилното приложение

Приложенията има опростен интерфейс (фиг. 4). Това го прави достъпно за повече хора, независимо от тяхната възрастова разлика. То е изградено от различни дейности, включващи: Стартиращ екран, Главно меню, Игрови свят.

Всеки играч избира съответен артефакт, за който иска да научи повече. След като нареди частите на този артефакт, той печели награда, а именно ценна информация за него, с която играча обогатява своите знания в областта на културно-историческото наследство.

Тъй като приложението, цели да достигне не само до деца, но и възрастни, са създадени различни нива на трудност, които да привлекат вниманието им.



Фиг. 4. Потребителски интерфейс на приложението

ИЗВОДИ

Изграждането на игрови модел за изучаване на културно-историческото наследство е не само забавен начин за научаване на нови знания, а и един от начините да запазим и популяризираме културно-историческото наследство. Създавайки този модел гарантираме, че културно-историческите артефакти ще радват и интригуват, не само днешното поколение, а и идните поколения. Чрез използването на образователни игри принципите на обучение могат да бъдат реализирани успешно и да доведат до по-висока мотивация и по-добри резултати.

В следващите изследвания предстои да се направи пилотно тестване на прототипа и изследване на технологичната и педагогическата му ползваемост.

БЛАГОДАРНОСТИ

Снимките и информацията за историческите местоположения и обекти в публикацията са използвани с разрешението на авторите. Материалите са предоставени от проект ROBG-9 "Интерактивна визуализация на древноримското културно наследство в трансграничния регион между България и Румъния - ARCHIVE", съфинансиран от Европейския Съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие в рамките на Програмата Interreg V-A Румъния-България.

Този доклад се публикува с подкрепата на проект 21-ФЕЕА-01 „Интелигентни компютърни системи: изследване на тяхното развитие, приложение и управление“, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Elizabeth A. Boyle, Thomas Hainey, Thomas M. Connolly, Grant Gray, Jeffrey Earp, Michela Ott, Theodore Lim, Manuel Ninaus, Claudia Ribeiro, João Pereira (2016), An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games, *Computers & Education*, Volume 94, 2016, Pages 178-192, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>.

Hristov, G., J. Raychev, D. Kyuchukova and P. Zahariev (2017), "Development of educational games using 3D models of historical locations, objects and artefacts," 27th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), 2017, doi: 10.1109/EAEEIE.2017.8768721.

Ibryamova, E., G. Stefanov (2020). Developing and Implementing a Labyrinth Game for Self-Assessment, *Proceedings of the 21st International Conference on Computer Systems and Technologies '2020*, Publisher: ACM, pp. 106–110, ISBN: 9781450377683

Jafar Roughi (2017). *Definition Of Cultural Heritage Properties and Their Values by the Past*. Doctorate of Research from the University of Naples Federico II, Italy.

Krastev, G., M. Teodosieva (2007). Data Structures Used on Creating Games for Mobile Information Devices, *University of Ruse, Proceedings*, Vol. 46, b. 3.2. (Оригинално заглавие:

Кръстев, Г., М. Теодосиева (2007). Структури от данни, използвани при програмиране на игри за мобилни информационни устройства. Научни трудове Русенски университет, т. 46, сер, 3.1.)

Stoyanova, M., Tuparova, D., Samardzhiev, K. (2017), Gamification in 11th grade mathematics lessons – One possible interactive approach, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 545, pp. 41-53. 2017, <http://www.springer.com/gp/book/9783319503394>

Thurley, S (2005). Into the future. Our strategy for 2005-2010. In *Conservation Bulletin [English Heritage]* (49). Retrieved from <https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/conservation-bulletin-49/cb4926-27.pdf/>

Zahariev, P., G. Hristov, N. Bencheva, M. Iliev and Y. Ruseva (2017), Preservation and popularisation of the ancient Roman cultural heritage using the modern information and communication technologies, 27th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), 2017, doi: 10.1109/EAEEIE.2017.8768720.

Android for Developers <https://developer.android.com/> , Accessed on 20.05.2021

UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“

UNION OF SCIENTISTS - RUSE



**61-TH ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE
OF UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV“
AND UNION OF SCIENTISTS – RUSE**

OCTOBER 2022

INVITATION

**Ruse, 8 Studentska str.
University of Ruse
Bulgaria**

PROCEEDINGS
Volume 60, Series 3.3

Electrical Engineering, Electronics and Automation
&
Communication and Computer Technologies

Under the general editing of:
Assoc. Prof. Galina Ivanova, PhD
Assoc. Prof. Ognyan Dinolov, PhD
Assoc. Prof. Krasimira Shtereva, PhD
Assist. Prof. Ivanka Tsvetkova, PhD

Editor of Volume 60:
Prof. Diana Antonova, PhD

Bulgarian Nationality
First Edition

Printing format: A5
Number of copies: on-line

ISSN 1311-3321 (print)
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)
ISSN 2603-4123 (on-line)

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.
The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



PUBLISHING HOUSE
University of Ruse "Angel Kanchev"