

ANALYSIS OF EXISTING METHODS AND USED PRINCIPLES FOR THE CONTROL OF PERIPHERAL PARAMETERS IN PEOPLE IN AN UNEQUAL SITUATION⁸

Denitsa Dimitrova, MEng, PhD student

Department of Electronics

„Angel Kanchev” University of Ruse

E-mail: drdimitrova@uni-ruse.bg

Abstract: The report covers a survey and complete analysis of the existing electronic systems in the scientific literature of various types of devices, patents and products for the visually impaired. Understanding where these systems focus and how they interact with the user to restore or replace as much as possible their vision. Based on this study, a design concept for an electronic cane control system for the blind was created. A block diagram, an algorithm of operation of an electronic system was created and a prototype of a cane for blind users was proposed by using a sensor system and signaling. The developed module is based on Arduino and has been tested in laboratory conditions. The obtained results support the thesis that the ultrasound scan of the movement of a blind person allows to avoid the existing obstacles. The simulation study proves the effectiveness of the proposed electronic system.

Keywords: ultrasonic; cane; electronic control system; blind people.

ВЪВЕДЕНИЕ

Генералният директор на Световната здравна организация Тедрос Аданом Гебрейесус определя ролята на зрението във всички етапи на живота на хората: „В свят, построен върху способността ни да виждаме, зрението – най-доминиращото от всичките ни сетива, има основна роля във всяка една страна от живота ни. Новороденото е зависимо от зрението си за да разпознае и да изгради връзка с майка си, прохождащото дете – за да установи баланс и да се научи да ходи, ученикът – за да ходи на училище, чете и учи, младият човек – за да участва в трудовия живот, възрастният – за да запази самостоятелността си“. Около 85% от информацията за околния свят, която мозъкът обработва, идва от зрителния анализатор. И това поставя зрително затруднения човек в ситуация на сензорен и информационен дефицит, тъй като другите сетива не са в състояние да компенсират намаленото или липсващо зрение (World Health Organization. (2019). World report on vision. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/328717>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 160 p., ISBN 9789241516570).

Основните причини, които могат да доведат до нарушение на зрението по реда на тяхната значимост, според проучване за България през 2020 г., са: (i) Рефракционни аномалии късогледство, далекогледство, астигматизъм, пресбиопия (44%); (ii) Катаракта (11%); (iii) Глаукома (5%); (iv) Макулна дегенерация свързана с възрастта (15%); (v) Нарушение на прозрачността на роговицата (19%); (vi) Диабетната ретинопатия (3%); (vii) Трахома; (viii) Редки очни заболявания; (ix) Травматизъм (Petkova I, Dragomirova M, Stratieva P, Ismail H, Sechkov Z. (2020), Visual health assessment report in Bulgaria, from the Retina Bulgaria website.).

Целта на изследването е да се представи анализ на съществуващи методи и използвани принципи за контрол на периферните параметри при хора в неравностойно положение.

⁸ Докладът е представен в секция Електротехника, електроника и автоматика на 27 октомври 2023 с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ МЕТОДИ И ИЗПОЛЗВАНИ ПРИНЦИПИ ЗА КОНТРОЛ НА ПЕРИФЕРНИТЕ ПАРАМЕТРИ ПРИ ХОРА В НЕРАВНОСТОЙНО ПОЛОЖЕНИЕ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Пълният анализ на съществуващите електронни системи обхваща обширно проучване в научната литература на различни и много видове устройства, патенти и продукти за хора с увредено зрение. Разбирането, къде се фокусират тези системи и как взаимодействат с потребителя, за да възстановят или заменят, доколкото е възможно, зрението им, дава представа как тези хора се борят ежедневно и колко важно е това за обществото. Държавата и научната общност е необходимо да работят в екип и да се мобилизират, така че всички заедно да допринесем за подпомагането на членовете в обществото с увреждания да живеят живота си възможно най-нормално и пълноценно.

През последните години технологиите навлязоха във всеки аспект от нашето ежедневие. Технологичното развитие в почти всяка научна област доведе до значително подобрене в качеството на живот.

А. Обобщение на най-значимите умни стикове за хора с увредено зрение, представени в международната научна литература.

В Таблица 1 е представен сравнителен анализ на най-значимите стикове.

Табл.1. Сравнителен анализ на най-значимите стикове.

Продукт	Ултразвуков стик	Гласов стик	Стик с ултразвуков и жирокопичен сензор
Микроконтролер	Arduino UNO	Arduino UNO	Arduino UNO
Обхват	150см.	от 1 до 4м.	от 1 до 3м.
GPS	-	-	-
Звукова индикация	бъзер	Гласово съобщение, бъзер	бъзер
Наличие на вибрация	-	+	+
Ултразвуков сензор	3бр.	+	+
Инфрачервен сензор	-	+	-
Сензор за вода	-	+	-
Сензор за огън	-	+	-
Фоторезистивен сензор	-	+	-
Фенерче	-	+	-
Жирокоп	-	-	+

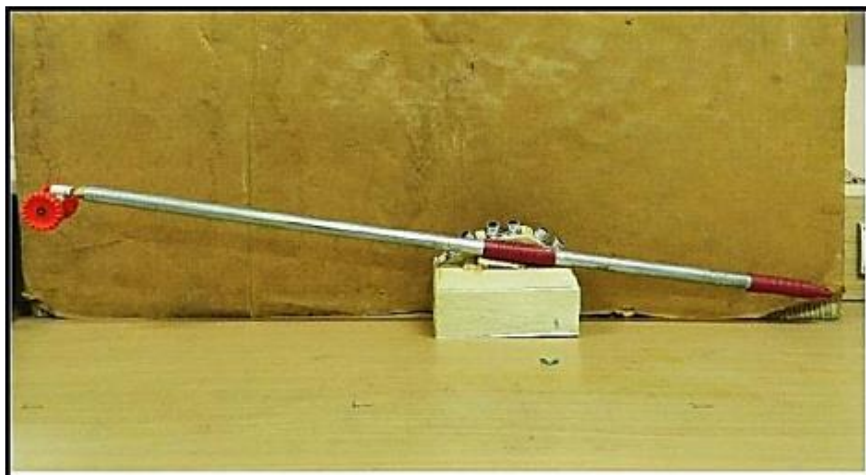
- Ултразвуков стик като помощно средство за навигация (Kumar et al, 2014)**

По подобие на разработка на C-5 лазерен стик на Бенджамин Малвърн от 1973, Кришна Кумар и др. учени са внедрили ултразвуков стик в помощ на незрящи хора. Целта на тази работа е да се замени лазерът с ултразвукови сензори, за да се избегне рискът от вредното въздействие на лазера. Този стик открива земни и въздушни препятствия.

Прототипът на това устройство (фиг. 1) се основава на лек стик, три ултразвукови сензора, модул за транс-приемник X-bee-S1, два микроконтролера Arduino UNO, три LED панела и пицео зумер.

Авторите твърдят, че това устройството осигурява навигационна помощ за незрящи хора, но резултатите показват, че това е само детектор на обекти в малък обхват. Освен това откриването на динамичен обект не е обхванато от тази техника, което може да доведе до инцидент.

За да се подобри работата, е необходимо да се дават дистанционни инструкции на потребителя за навигационна помощ, както и интегрирането на GPS, което е необходимо за определяне на позицията на потребителя.



Фиг.1. Прототипът Ultra Cane

- **Гласов стик (Kumar et al, 2017)**

Предложеният гласов стик се използва, за да помогне на хора в неравностойно положение да пресекат пътя и да стигнат до местоназначението си без никаква подкрепа. Въвежда се нова техника за четене на печатни материали с помощта на телефон с Android и служи като умен стик – по-ефективен и полезен от конвенционалните, защото помага на незрящи хора по време на разходката и осигурява алармено предупреждение при откриване на препятствие в зададения диапазон. Целта на дизайна е да осигури евтин и интелигентен стик за незрящи и частично зрящи хора (фиг. 3).



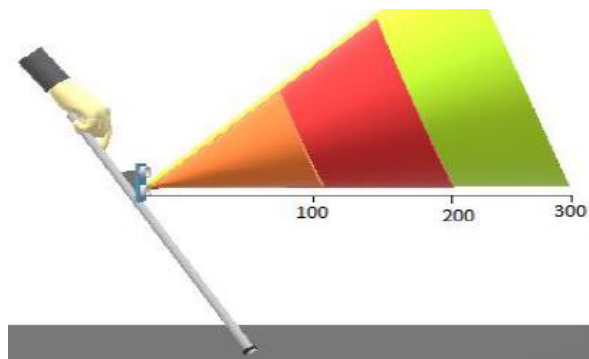
Фиг. 3. Предложената концепция на стика с позицията на сензорите

Разработеното устройство има пет сензора: ултразвуков, инфрачервен, сензор за вода, сензор за огън и светлина (LDR), които се използват за отчитане на различни условия и в зависимост от това процесорът ще актуализира данните и ще управлява изходните устройства като отговор на въздействието. Системата има четири различни изходни устройства, т.е. говорен инструктор, вибратор, зумер и фенерче, които са достъпни в различни комбинации в зависимост от различното състояние на входа.

- **Откриване на препятствия и обхват за стик с помощта на ултразвуков и жирокопичен сензор (Pratyusha N et.al, 2018)**

Системата е проектирана в Технологичен институт в Бхилай, Чатисгарх, Индия, от Н. Пратюша и други учени. Устройството включва: платка Ардуино УНО, ултразвуков сензор, жирокоп и вибрационен мотор.

Ултразвуковият сензор разширява обхвата на разпознаване на препятствията от 1m до 3m, т.е. три пъти повече от традиционния стик с незначителна грешка от 0,1%. Различни вибрационни модели отговарят на различни набори от разстояния (фиг. 4).



Фиг. 4. Разграничаване на разстояния

Диференцирането на разстоянията помага на потребителя да получи ясна представа за близостта на препятствието. Тези три зони на разстояния съответстват към 3-те различни варианта на вибрации. Много от съществуващите в момента продукти използват зумери за указване на разстоянието. Но околните звуците могат да попречат на потребителя със зрителни способности да отчете вярно предупредителния сигнал.

Вместо да добавят множество ултразвукови сензори за увеличаване на ултразвуковия конус, учените добавят жирокопичен сензор, който измерва абсолютна промяна в ъгъла на ултразвуковия сензор, като неговото отклонение се използва за изчисляване на височината на препятствието чрез тригонометрични отношения.

Б. Анализ на патентни разработки, описващи процесите на формиране на измерваните параметри.

На базата на проучване в американско, азиатско и европейско патентно ведомство са представени и систематизирани различни патентни разработки на умни стикове за незрящи хора.

- **The Ultra Cane (Sound Foresight Technology Ltd).**

Устройството е моделирано върху традиционния дълъг бял стик, като добавя два ултразвукови сензора към дръжката на устройството. Ultra Cane открива препятствия в рамките на 2m или 4m и прави това чрез излъчване на ултразвукови вълни от два сензора.

Също така открива до 1,5m височината на ниво на гърдите или главата, като дава тактилна обратна връзка на потребителя чрез два вибриращи бутона на дръжката на стика, върху палеца на потребителя. Тези бутони могат да вибрират на различни честоти и комбинацията от вибриращи бутони дава представа за разстоянието и посоката на откритите препятствия. Ultra Cane се разпространява от дружеството „Действие за слепи“. Основният недостатък на Ultra Cane е цената.

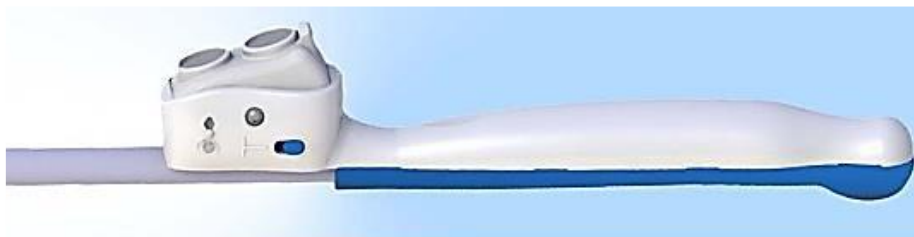


Фиг. 5. Дръжката на стик на Ultra Cane

- **Smart Cane (Партньорство между академични среди, НПО и индустрия).**

Устройството Smart Cane е електронно помощно средство за пътуване, което и открива препятствия от височината на коленете до главата. Той също използва ултразвуково определяне на обхвата за откриване на препятствия и различни тактилни вибрационни модели за предаване на информация за разстоянието. Вибрациите могат да се усетят върху цялата ръкохватка, което позволява на потребителя да хваща удобно устройството. Устройството позволява регулиране на сензорите в една от три позиции според височината и стила на захващане на потребителя, за да осигури надеждно откриване на препятствия на различни височини.

Предимства на технологията са: вградена акумулаторна батерия, навигиране на закрито и открито, както и достъпната цена.



Фиг. 6. Дръжка на Smart Cane

- **Smart Cane Phoenix (Phoenix Medical Systems).**

Smart Cane Phoenix е електронен помощник, който се поставя на върха на стандартен бял стик и предупреждава потребителя за наличието на препятствия между коленете и височината на главата. Той използва ултразвукови сензори за откриване на препятствия на разстояние от 3m и дава информация за разстоянието чрез различни вибрационни модели.

- **BAWA Cane (BAWA).**

Стикът е стриктно проектиран да открива и предупреждава потребителя за препятствия над нивото на коленете до 1,2m над кръста, обекти с размери от 25,4mm на земята и стъпала на стълбищни съоръжения или внезапни изпускания на предмети от 25,4mm. Системата изпраща предупредителни сигнали, когато ориентацията на потребителя е грешна и, ако бъде изпуснат, издава звуков сигнал, докато не бъде вдигнат.

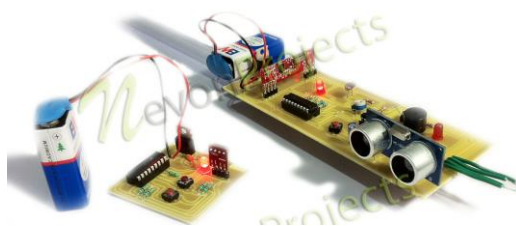
Мобилното приложение BAWA Cane гарантира, че потребителят ще стигне безопасно до местоназначението си с гласова навигация. Интегрирани са приложения за таксиметрова услуга и споделяне на превози, за подпомогне на незрящия човек да достигне дестинациите си извън пешеходното разстояние. Вграден бутон за спешно предупреждение за незабавно изпращане на SOS сигнали до роднини и медицинско лице. Има и тактилна обратна връзка на китката на потребителя.



Фиг. 8. Стик BAWA Cane

- **Ultrasonic Blind Walking Stick (NevonProjects).**

В стика е интегриран ултразвуков сензор заедно със сензор за светлина и вода. При засичане на препятствия сензорът предава данни на микроконтролера, обработва се информацията и се изчислява дали препятствието е достатъчно близо. Ако препятствието не е близо, веригата не индикира. Ако препятствието е близо, микроконтролерът изпраща сигнал и задейства зумер с различни звуци за предупреждение при различни ситуации.



Фиг.9. Ultrasonic Blind Walking Stick

Предимство на стика е различаването на светлина или тъмнина в затворено пространство и сигнализиране. Системата има интегрирана и усъвършенствана функция да помогне незрящите да намерят стика си, ако не знаят къде е. За целта се използва безжично радиочестотно дистанционно управление.

- **I-Cane Mobilo (I-Cane Social Technologies).**

I-Cane Mobilo е стик с усъвършенствана технология за откриване и навигация. Той съчетава откриване на препятствия и GPS навигация и осигурява тактилна обратна връзка. Използва се мобилното приложение „GO I-Cane“. Дръжката съдържа батерия, контролиращата електронна система и вибрираща и въртяща се стрелка.



Фиг.10. Устройството I-Cane Mobilo

Вибриращата и въртяща се стрелка, се усеща на показалеца, и показва посоката, в която да се движи, тъй като планираният маршрут е изчислен от предварително. Интегриран е радар детектор за откриване на препятствия на нивото на раменете. Ако потребителят загуби ориентацията си, приложението чрез аудиоинформация му помага да намери местоположението си.

В. Концепция за изграждане на електронна система за управление на стик за незрящи хора.

На базата на представения анализ на съществуващите методи и използвани принципи за контрол на периферните параметри при хора в неравностойно положение е разработена блокова схема на прототип на стик за незрящи хора (фиг. 11). Функциите на отделните сензори в разработваната система за управление са: (1) *Ултразвуков сензор*; (2) *Инфрачервен сензор* за измерване на топлината на обект или препятствие, както и за откриване на движението му; (3) *Сензор за вода* за откриване на наличие на вода по пътя на движение; (4) *Сензор за пламък* за избягване на директен огън или пламък; (5) *Фоточувствителен сензорен модул* – полезен през тъмната част на денонощието, като предупреждава останалите участници в движението, че се движи човек с увредено зрение, за да осигури достатъчно пространство.



Фиг. 11. Концепция за изграждане на стик за незрящи хора

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От обработената информация и извършения анализ се установи, че липсва надеждна статистическа информация за броя на лицата със зрителни нарушения в България, което възпрепятства формирането и провеждането на адекватни политики на държавата в тази сфера.

Няма цялостно и подробно разписани нормативни, документи и изградена база за технически методи, средства и стандарти за справяне със зрителните нарушения чрез промоция, превенция, лечение и рехабилитация.

След направения анализ и оценка на съществуващи патенти и методи за изграждане на стикове за незрящи хора, е предложена концепция за изграждане на стик и необходимата елементна база за оптимална работоспособност.

REFERENCES

- BAWA Cane, BAWA. URL: <https://www.bawa.tech/product/> (Accessed on 25.02.2023).
- Burton, M. J. (eds.) (2021) *The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. The Lancet Global Health Commission*, Vol. 9, ISSUE 4, pp. 489-551, April, 2021, DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30488-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30488-5)
- I-Cane Mobilo, I-Cane Social Technologies. URL: <http://www.eastin.eu/en/searches/products/detail/database-vlibank/id-E31382> <http://i-cane.org/> (Accessed on 25.02.2023).
- Kalaivani, K., Yaswin, V. R. R. (eds.) (2022). *An Artificial Eye for Blind People*. IEEE Delhi Section Conference (DELCON), 2022, pp. 1-5, DOI: 10.1109/DELCON54057.2022.9752999.

Kumar, M., Kabir, F., & Roy, S. (2017). *Low Cost Smart Stick for Blind and Partially Sighted People*. *International Journal of Advanced Engineering and Management*, 2(3), 65-68. URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01490750/document> (Accessed on 20.09.2023).

Kumar, K., Champaty, B., Uvanesh, K., Chachan, R., Pal, K., & Anis, A. (2014, July). *Development of an ultrasonic cane as a navigation aid for the blind people*. In *Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT)*, 2014 International Conference on (pp. 475-479). IEEE. URL: https://www.researchgate.net/publication/272355207_Development_of_an_ultrasonic_cane_as_a_navigation_aid_for_the_blind_people (Accessed on 20.09.2023).

Manukova, A., Kadirova, S., Remzi, B. (2016) *Investigation of electronic control system using computer vision* *Electronics - design, technology, applications*, 11, 96-98, DOI: 10.15199/13.2016.11.20

Pratyusha, N., Sharma, A., Thadani, P., Mishra, P. (2018). *Obstacle and range detection for cane using ultrasonic and gyroscopic sensor*. In *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology* 2018 (Volume 4, Issue 2, pp.2133-2138).

Shashank, Ch., Kavitha, K.V.N. (2014) *An electronic walking cane for blinds*. *International Conference on Information Communication & Embedded Systems (ICICES 2014)*, pp 1–6, India, DOI: 10.1109/ICICES.2014.7033988

Smart Cane; an affordable mobility aid, The academia-NGO-industry partnership; Assistive Technologies Group (Assistech), Indian Institute of Technology Delhi, Saksham Charitable Trust, Phoenix Medical Systems Pvt. Ltd (PMS), Wellcome Trust. URL: <http://smartcane.saksham.org/> (Accessed on 25.02.2023).

SmartCane Phoenix, Phoenix Medical Systems. URL: <https://www.phoenixmedicalsyste.ms.com/assistive-technology/smartcane/> (Accessed on 25.02.2023).

The Ultra Cane, Sound Foresight Technology Ltd. URL: https://www.ultracane.com/index.php?_route_=about_the_ultracane (Accessed on 25.02.2023).

Ultrasonic Blind Walking Stick, NevonProjects. URL: <http://nevonprojects.com/ultrasonic-blind-walking-stick-project/> (Accessed on 25.02.2023).

WEWALK - Smart White Cane, Registration No.: TR2016/15742, URL: <https://www.mordagdesign.com/en-us/patents/1909> , <https://wewalk.io/en/> (Accessed on 25.02.2023).