

Извличане на характеристики на маркери за опасни вещества от цветни изображения

Метин Мустафа

***Feature extraction of placards for hazardous substances from color images:** This paper presents one the main stages of hazardous substances placards recognition, related to extraction of placard features, which are used for placards description. The procedures for placard contour recognition, specific symbols, digits and text detection, are described. The implemented procedures are tested with placard images, taken under five levels of daylight illumination. The obtained errors in typical shapes recognition, inner contour, specific symbols, digits and text detection are respectively 26, 4, 6, 18 and 16 %.*

***Key words:** placard feature extraction, shape recognition, symbols, digits and text detection*

ВЪВЕДЕНИЕ

Системата RESCUER се използва за автоматично формиране на комплексна оценка на изследваната среда чрез откриване и идентифициране на различни източници на риск (ИР), измерване на концентрацията на емисии на опасни вещества, оценяване на нивото на опасност на откритите в средата ИР в конкретните условия. Тази оценка се съставя на базата на информация от специализирани сензори за опасни вещества, монтирани върху мобилен разузнавателен робот и данни, въвеждани от оператор. Предвиден е вариант на идентифициране на ИР чрез анализ на цветни изображения на специализирани маркери, извлечени от изображения на средата. Последните се формират от видео камера, монтирана върху робота. Освен възможност за идентифицирането на ИР, разпознаването на маркерите дава възможност да се извлекат от базата данни на информационната система ERGO [8] информация за характеристиките на ИР, начина за обезвреждането му, начина за изолиране на зоната на инцидента и мерките за оказване на първа помощ на пострадали.

За разпознаване на маркерите е разработен подход за формално описание и класификация [2]. Формалните описания съдържат информация за основните характеристики на маркерите: основен цвят, форма на структурните елементи, наличие на вътрешен контур, наличие на символни и цифрови означения, наличие и вид на текст. Тези характеристики се извличат автоматично от изображения, съдържащи маркер.

Разпознаването на стилизирани знаци и надписи се използва и в задачи, като локализиране на мобилни роботи [1]. Моделите на знаците и надписите са въведени предварително, като в процеса на работа, от разпознатите знаци се извличат топологични признаци, на базата на които се определя позицията на робота.

Подобни процедури са разработени за разпознаване на пътни знаци по техни изображения [4,6,7]. Както маркерите за опасни вещества, пътните знаци са категоризирани в групи по цвят и форма. Затова и повечето процедури са разделени на два етапа: цветово сегментиране, последвано от анализ на формата. Чрез цветовото сегментиране изображението се свежда до бинарно, като за избягване на влиянието на осветеността в някои случаи се използват определени отношения на RGB компонентите [7].

Разгледани са и варианти без цветово разпознаване [5]. За описанието на пътните знаци се използват признаци, получени на базата на сиви изображения, а за класификация се използва дърво на решенията.

Други методи за разпознаване на знаци работят с описания на формата [2] или сравняване с еталони [6,7].

Методите за разпознаване на текст, свързан с пътни знаци, се основават на процедури за откриване и извличане на зоната на текста и разпознаването му с помощта на невронни мрежи [4].

Целта на доклада е да се представят методите и процедурите за извличане на следните основни характеристики във формалните описания на маркерите: форма на структурните елементи, съставляващи маркерите, втори (вътрешен) контур, специфичните символни и цифрови означения, наличие и вид на текст.

ОСНОВНИ ПРИЗНАЦИ ЗА ОПИСАНИЕ НА МАРКЕРИТЕ

Типични изображения на маркери за различни опасни вещества са представени на фиг. 1.

Маркер				
Код	2,1,1,1,1,0	1,2,0,0,0,1	4,3,1,1,1,0	1,4,1,1,1,2

Фиг. 1. Маркери за опасни вещества

Анализът на изображенията дава възможност да бъдат отделени основните признаци, на базата на които е възможно и целесъобразно да бъдат структурирани формалните описания на маркерите. Това са:

- основен цвят на маркера. В международно възприетата система [8] за изобразяване на маркерите са приети следните основни цветови фонове: червен, оранжев, жълт, зелен, син, бял и черен;
- форма на външния контур на маркера, както и форма на съставните му елементи. По този признак маркерите могат да бъдат групирани в следните основни групи: квадратна форма, два триъгълника с еднакъв цвят, два триъгълника с различни цветове, квадрат със щрихи и триъгълник с щрихи.
- наличие на вътрешен контур в изображението;
- наличието на специфични символи, разположени в горния и долния край на маркера. В маркерите се използват различни символи, част от които са представени на фиг. 1;
- наличие на надписи. Вариантите на маркерите включват: маркери без надпис; надпис от една дума; надпис на два реда и надпис на един ред с две думи.

Многомерните векторни описания имат вида: $x=(x_1; x_2; x_3; x_4; x_5; x_6)$, където: x_1 означава цвят, x_2 – форма, x_3 – вътрешен контур, x_4 – символ в горната част на маркера, x_5 – символ в долната част, x_6 – вид на надписа.

Примерно формално описание на няколко маркера е дадено на фиг. 1

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОСНОВНИТЕ ПРИЗНАЦИ В ОПИСАНИЯТА НА МАРКЕРИТЕ

Определянето на признаците става последователно, като първата стъпка е цветово сегментиране на изображението по зададени основни цветове, характерни за маркерите. В резултат на тази сегментация се получават седем бинарни изображения (седем основни цвята), върху които се прилагат следващите процедури по анализ на форма на структурните елементи, търсене на вътрешен контур, специфични символни и цифрови означения и анализ на вида на текста.

В доклада не са разгледани процедурите по цветово сегментиране и предварителните обработки за подобряване на качеството на получените бинарни изображения. Те включват филтрация, морфологични трансформации, ротации и преоразмеряване на изображението с цел ориентирането им по еднотипен начин.

Анализ на формата на структурни елементи в изображения на маркери. За отделяне на външния и вътрешния контур и на контурите на структурни елементи

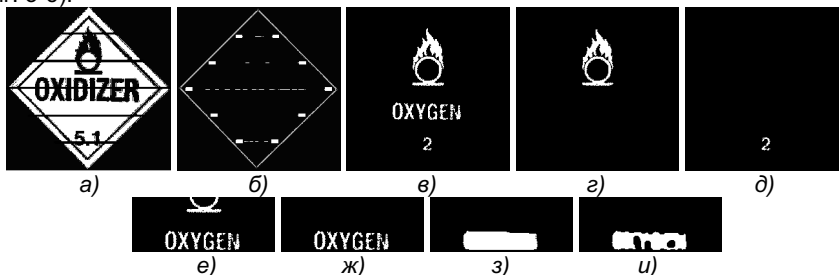
(квадрати, триъгълници и щрихи) се използва процедура за откриване на върхови точки и линейни сегменти в бинарното изображение на маркера. Откритите контури се анализират с цел да се определи съответствието им с типичните за маркерите структурни елементи (фиг. 2).



Фиг. 2 Откриване на формата на характерни структурни елементи

Анализът се извършва на базата на определяне на взаимното разположение на върховите точки и на дължините на свързващите ги линейни сегменти. В отговор процедурата връща информация за вида на откритите структурни елементи.

Откриване на вътрешен контур. За откриване на вътрешен контур се използва процедура, която въвежда определен брой хоризонтални равно отдалечени секущи прави (фиг. 3-а) в бинарното изображение на маркера и анализ на пикселите по тях. Търсят се сегменти от пиксели със стойност 1 с определена дължина, разположени близко и симетрично относно външния контур на маркера (фиг. 3-б).



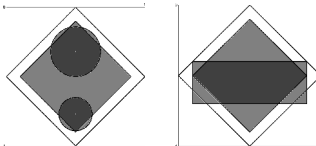
Фиг. 3 Откриване на характеристики на маркери: а) секущи прави за откриване на вътрешен контур; б) зони на търсене на вътрешен контур; в) отделяне на елементите от вътрешността на маркера; г) отделяне на зоната на горния символ; д) отделяне на зоната на долния символ; е) отделяне зоната на текста; ж) отделяне на текста; з) сливане на пиксели по редове за определяне броя на редовете на текста; и) сливане на близко разположени букви за определяне на броя на думите

Откриване на символни и цифрови означения. В рамките на маркерите символните означения в горната част и цифровите означения в долната имат определени позиции и размери, на базата на което са дефинирани две области с кръгли форми и определени центрове (фиг. 4-а). Координатите на центровете (с) и техните радиуси (r) са следните (нормирани в интервала [0; 1]): окръжност 1 – $c = [0,5 \ 0,32]$; $r = 0,18$; окръжност 2 – $c = [0,5 \ 0,80]$; $r = 0,10$.

Тъй като се работи с бинарни изображения, е подходящо тези области да се зададат като кръгли маски с дефинираните по-горе характеристики. Целта е да се определи наличието на пиксели с качество 1 в тези области. За да се премахне влиянието на други елементи от изображението на маркера, най-вече на пиксели от вътрешния контур, се използва и трета маска, която покрива само вътрешността на маркера. Тази маска представлява квадрат със страни, успоредни и по-малки от

вътрешния контур. Задава се с координатите на върховете (x,y), нормирани в интервала [0; 1]: $x = [0,5 \ 0,9 \ 0,5 \ 0,1]$; $y = [0,1 \ 0,5 \ 0,9 \ 0,5]$.

На фиг. 3 е показан резултатът от прилагането на тези маски върху бинарно изображение, съдържащо елементите на маркера. Първо се прилага маската за отделяне на вътрешните елементи на маркера (фиг. 3-в), след което върху резултантното изображение се прилагат поотделно двете кръгли маски. Получените две бинарни изображения съдържат съответно пиксели от горния символ (фиг. 3-г) и пиксели от долния символ (фиг. 3-д). Резултатът от процедурата е откриването или не на символ и цифрово означение в рамките на изображението на маркера.



Фиг. 4 Маски за отделяне на: а) зоните на символите; б) зоната на текста

Откриване на текст. На фиг. 4-б зоната на текста е представена като правоъгълник с нормирани в интервала [0; 1] параметри, които са дефинирани като: координати на горен ляв връх – [0,1 0,4]; ширина – 0,8; височина – 0,3. За отделяне зоната на текста първо се прилага вече описаната маска за отделяне на вътрешната част на маркера (фиг. 3-в), след което от изображението се отрязва тази част, съдържаща зоната на текста (фиг. 3-е). Следва процедура за определяне вида на текста (фиг. 3-ж,з,и). Резултатът от процедурата дава информация за това, дали е открит текст, дали текстът е на един или два реда, дали включва една или две думи.

РЕЗУЛТАТИ

Разработените процедури за откриване на дефинираните по-горе характеристики на маркери са тествани с изображения на маркери, снети при различни източници на осветление (естествено осветление, луминесцентно осветление и осветление с лампа с нажежаема жичка) и различни нива на интензивност на осветлението. Резултатите от теста, представени по-долу, включват изображения, снети при пет нива на естествена осветеност – 155, 240, 430, 760 и 1420 lux.

При откриване на формата на структурните елементи и вътрешния контур беше установено, че от анализираниите 50 изображения, в 37 са открити коректно структурните елементи, присъщи на маркерите. В 2 изображения има грешка при определяне на вътрешните контури на маркерите. Това се дължи на силното зашумяване на бинарното изображение, получено в резултат на недобро отделяне на пикселите с характерен за маркера цвят. За разпознаване на цветовете характеристики на маркерите е използван стандартният RGB модел и невронен класификатор, базиран на радиални базисни елементи.

При откриване на символ в горния край на маркера, в 3 от анализираниите 50 изображения са допуснати грешки при откриването на символите.

При откриване на цифрово означение в долния край на маркера, в 41 от анализираниите изображения коректно беше открито наличието на този елемент.

При откриване на текст в рамките на маркера, в 8 от изображенията не е коректно открит наличният текст, като в 3 от тях текстът изобщо не е открит, а в 5 от изображенията неправилно е определен видът на текста.

Анализът на получените резултати показва, че основен фактор за коректността на извличане на характеристиките на маркерите е качеството на получените бинарни изображения на маркера. Последното зависи основно от начина на

отделяне на пикселите от характерните седем цветови зони. В момента се работи по подобряване на процедурите за извличане на цветовите зони в изображенията на маркерите, като се очаква, че това ще доведе до съществено намаляване на грешките при отделяне на характеристиките на маркерите. Разработените процедури за класификация на описания на маркерите [2] дават коректно разпознаване при грешки в определянето на до две от характеристиките на маркера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от проведените тестове показват, че разработените процедури за отделяне на характерни признаци в изображенията на маркерите дават ефективен резултат в голям процент от анализирания изображения. Грешките при откриване на структурни елементи, вътрешен контур, символи, цифрови означения и текст, които при конкретните условия на експеримента са съответно 26, 4, 6, 18, 16 %, могат да се считат за приемливи на този етап от изследването.

Основен фактор за точността на извличане на характеристиките на маркерите е качеството на получените бинарни изображения на маркера. То зависи основно от начина на отделяне на пикселите от характерните седем цветови зони в изображенията на маркерите.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Венков, П., А Бекярски, Ш. Сехати, Стратегии за локализация и картографиране на затворена среда с роботи. Автоматика и информатика, бр. 2, 2010.

[2] Младенов, М., М. Мустафа, Разпознаване на маркери за опасни вещества посредством мобилен робот. Международна конференция Автоматика и информатика'10, София 2010.

[3] Hatzidimos, J., Automatic traffic sign recognition in digital images. Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics - ICTAMI 2004, Thessaloniki, Greece, 2004.

[4] Rahman, M. O., Rahman, Real Time Road Sign Recognition System Using Artificial Neural Networks for Bengali Textual Information Box. European Journal of Scientific Research, Vol.25 No.3 (2009), pp.478-487, 2009.

[5] Paclik, P., J. Novovicova, Road Sign Classification Without Color Information. Proceedings of the 6th Conference of Advanced School of Imaging and Computing, Lommel, Belgium, 2000.

[6] Sekanina, L., J. Torresen, Detection of Norwegian Speed Limit Signs. Proceedings of the 16th European Simulation Multiconference (ESM-2002), pp. 337-340, Darmstadt, Germany, 2002.

[7] Shneier, M., Road Sign Detection and Recognition. IEEE Computer Society International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 2005.

[8] The Emergency Response Guidebook. <http://www.ehso.com/h merg.php>

За контакти:

маг. инж. Метин Себахатин Мустафа, Катедра „Автоматика, информационна и управляваща техника“, Русенски Университет „Ангел Кънчев“, е-mail: mmustafa@uni-ruse.bg

Изследванията са подкрепени по договор № ВГ051РО001-3.3.04/28, „Подкрепа за развитие на научните кадри в областта на инженерните научни изследвания и иновациите“. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

Докладът е рецензиран.