

**СТЕРЕОСКОПИЧНА ОБРАБОТКА ОТ USB КАМЕРИ ЗА  
ИЗМЕРВАНЕ В АВТОМАТИЗИРАНИ СИСТЕМИ.****Петър Панайотов<sup>\*</sup>, Горан Горанов***Технически университет - Габрово, България**Кореспондиращ автор: jimp@abv.bg***STEREOSCOPIC PROCESSING FROM USB CAMERAS FOR  
MEASUREMENT IN AUTOMATED SYSTEMS.****Petar Panayotov<sup>\*</sup>, Goran Goranov***Technical University of Gabrovo, Gabrovo**Corresponding author: jimp@abv.bg***Abstract**

*Stereoscopy enables the projection of three-dimensional depth achieved by combining two-dimensional images. Human vision, including depth perception, is a complex set of processes that begins with acquiring visual information through the eyes, leading to the brain's processing of this information to make sense of it. One of the key functional abilities of humans is estimating the distance to a given object. This article presents a mathematical model for calculating the distance to an object using two digital cameras, with applications in automation.*

**Keywords:** USB camera, stereovision, automatization, PC software

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Измерването на разстоянието до даден обект е от съществено значение при автоматизирани системи използващи много на брой сензори. В повечето случаи сензорите разположени по дадена машина откриват наличието на даден обект или измерват параметри на обекта като температура, налягане, влажност и т.н. Много често в автоматиката се налага измерване на разстоянието до засечения обект. [1,2,3,4] В зависимост от материала, от който е изработен даден обект се подбират подходящи сензори за разстояние. При необходимост от измерване на разстоянието до метални обекти биха могли да се използват индуктивни или капацитивни сензори, които изменят индуктивността или капацитета на вътрешните си схеми в зависимост от близостта на дадения метален обект до тях. Тези сензори могат да се използват за измерване на малки разстояния и работят само с метални обекти, които имат магнитни свойства.

При необходимост от измерване на разстояние до диелектрични обекти например от пластмаса или гума могат да се използват оптични или ултразвукови сензори. При оптичните сензори измерването на разстоянието се основава на принципа на триангулацията. Лазерният светодиод излъчва светлина, която достига до обекта. Приемникът на сензора (фотодиодна линия) отчита позицията на отразената светлина от обекта. Ъгълът на падане се променя в зависимост от разстоянието и по този начин позицията на лазерната точка върху приемника. Фотодиодната линия се чете от вграден микроконтролер. Контролерът изчислява точно ъгъла от разпределението на светлината върху линията на фотодиода и след това изчислява разстоянието до обекта. Ултразвуковите сензори измерват надеждно безконтактно разстояние в определен диапазон, независимо от условията на околната среда, като например наличието на прах.

И двата вида сензори имат приложение при различни видове материали. Използването на оптични сензори се прилага при материали с добра отразителна способност а ултразвуковите при непорести материали.

Измерването на разстояние с две камери може да бъде универсален сензор, който не се влияе от вида на материала или неговите свойства.

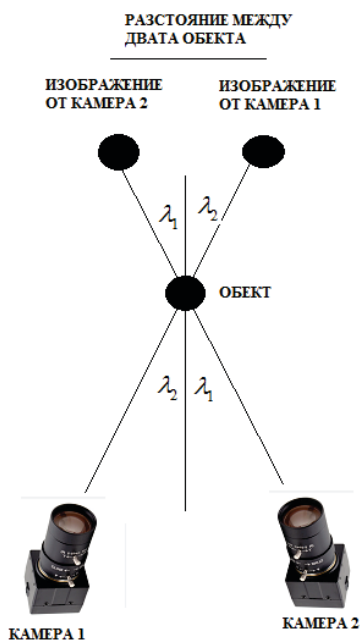
## ИЗМЕРВАНЕ НА РАЗСТОЯНИЕ С USB КАМЕРИ

Принципа при измерване на разстояние до даден обект с помощта на USB камери се основава на метода стереовижън [5,6,7,8]. Използването на две еднакви камери на определено разстояние една от друга и фокусирани в една точка ще даде два различни ъгъла на дадено изображение. На фиг.1 е показан принципа за измерване на разстояние от камера до даден обект въз основа на изместването на две изображения заснети от различен ъгъл.

$$\text{Distance} = F \sin(\lambda_1) + F \sin(\lambda_2) \quad (1)$$

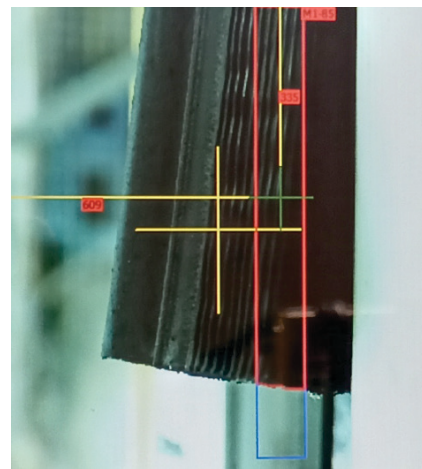
където

F-Фокусно разстояние  
 $\lambda_1, \lambda_2$  - ъгъл на камерата



Фиг.1 Принципно схема за измерване на разстояние от камера до даден обект

Изображенията от двете камери ще дадат информация в растерна матрица. За да може да се измери разстояние до даден обект най-напред е необходимо да се определи търсеният обект. Необходимо е обработка на всеки пиксел от даденото изображение за да може да се определят границите на търсения обект. На фиг.2 е показано засичане на обект и неговата форма. Софтуера, който обработва пикселите от дадено изображение определя освен границите на обекта и неговият център на тежестта.

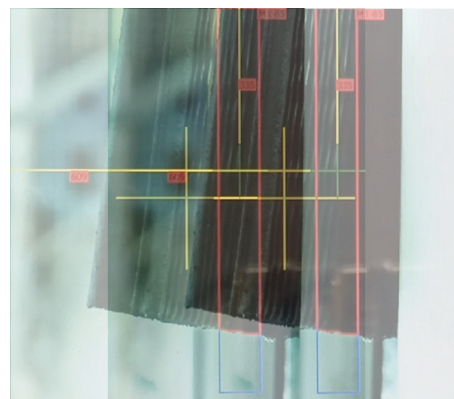


Фиг.2 Засичане на обект от софтуера за обработка

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, y_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2)$$

където

$m_i, (x_i, y_i)$  - масата и координатите на дадения обект.



Фиг.3 Наслагване на изображенията от две камери

В този случай определянето на фокусното разстояние  $F$ , се свежда до намиране на разстоянието между двата центъра на тежестта на засечения обект от двете USB камери. За да бъде правилно определен центъра на тежестта е необходимо настройките на софтуера за откриване на обект да бъдат еднакви за двете камери. Точката на пресичане на зрителните полета на двете камери определя дефазирването на заснетия обект. Когато обекта се намира на разстояние съвпадащо с пресечната точка на зрителните полета, дефазирването е равно на нула т.е двата центъра на тежестта съвпадат и двете изображения се наслагват точно едно върху друго. При приближаване на обекта от точката на пресичане на зрителните полета, двете изображения ще се дефазират с отрицателен знак и разстоянието между двата центъра ще стане отрицателно число. Аналогично при отдалечаване от точката на пресичане на зрителните полета, дефазирването приема положителни стойности. По този начин към определена константа се прибавят или изваждат изчислените разстояния и получените резултати определят точно разстоянието на даден обект до камерата.

## МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПОЗИЦИЯТА НА ДАДЕН ОБЕКТ В ПРОСТРАНСТВОТО

Този метод предлага допълване на предложения метод, като се използват шест броя камери групирани по двойки за да се определят координатите на даден обект в пространството. Един обект е напълно определен в пространството от шест степени на свобода. Движенията на триизмерните тела имат обикновено шест степени на свобода. Когато на движението на едно твърдо тяло не са наложени никакви ограничения, това тяло може да заема произволно положение в пространството. То се нарича свободно и може да извършва максимално възможните 6 независими движения в пространството – три трансляции по всяка една от осите (дължина, широчина и височина) и три ротации около същите оси. Тъй като използваният софтуер трябва да работи като сензор обекта може да се възприеме като точка в пространството, която е определена само от три степени

на свобода или три трансляции по всяка една от осите. За целта могат да бъдат използвани три двойки камери за намиране на разстоянията от даден обект до съответните двойки камери. Трите стойности биха дали трите координати на центъра на тежестта на даден обект. Този метод може да бъде използван за засичане на различни обекти с различен обем, при които дадена страна може да съвпадне с размера на друга страна на обект с различен обем.

## ВНЕДРЯВАНЕ НА МЕТОДА В АВТОМАТИЗИРАНИ СИСТЕМИ

Тъй като камерите работят във видео режим и засичането става с непрекъсната скорост е необходим контролер, който да чете всички параметри изчислени от софтуера за обработка на изображенията и да ги предаде към входно изходното устройство на машината или PLC модула. За връзка с контролера могат да бъдат използвани различни видове протоколи и начин на предаване на данни. Най често срещания метод за прехвърляне на данни в индустриални системи е протокола MODBUS TCP/IP. Това е протокол за прехвърляне на данни по Ethernet, като всички параметри се записват в регистри и могат да бъдат прочетени от много устройства свързани в мрежа. За целта е разработен програмируем логически контролер на базата на ESP32 микроконтролер, който може да бъде конфигуриран за работа с MODBUS протокол фиг. 4.



**Фиг.4** Контролер за комуникация с компютър за обработка на данни от софтуер за стерео виждане

Контролерът притежава входно изходни модули, чрез които управлява данните от софтуера за обработка на изображения. По този начин се предават правилно данните за измереното разстояние до даден обект към главното управляващо устройство на самата машина.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработения метод на базата на стерео картина предлага универсален сензор за измерване на разстояние до даден обект, като елиминира всички недостатъци на гореизброените сензори за определяне на разстояние. При този метод не е от значение вида на материала, неговата отражателна способност или звукопоглещането, което е проблемно при използване на ултразвукови сензори. Предложения метод може да бъде използван и в много други области извън индустриалната автоматизация, като например засичане на скоростта на автомобили или внедрен при автономно движещи се товарни колички за определяне на разстояние до зададени обекти. Предложения метод ще бъде внедрен при измерване на дължината на автомобилни уплътнения. В зависимост от разстоянието на камерата до сниманата повърхност в досега използвания софтуер се налага ръчно въвеждане на стойност, която определя действителната дължина на профила в зависимост от броя пиксели засечени от камерата. С помощта на този метод софтуера автоматично може да изчисли на какво разстояние се намира от дадения обект и да преконфигурира своите настройки. Недостатък е необходимостта от мощен хардуер и наличието на компютър, което прави системата трудна за инсталиране в машини имащи ограничено пространство. Друг недостатък поради спецификата на камерите е, че системата може да работи само в светлата част от деня или на осветени места.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Evgeniy Y. Omelchenko; Evgeniy V. Voronov; Sergey S. Enin, Development of Machine Vision System for Tracking Crane Mechanisms, 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2019.8867687
- [2] Handong Zhang; Gang Wang; Yuwan Cen., Summary of Distance Measurement Based on Vision in Localization Technology, 2006 CES/IEEE 5th International Power Electronics and Motion Control Conference, DOI: 10.1109/IPEMC.2006.4778349
- [3] Maoliang Yin; Qiao Zhang; Wenfu Bi; Mengyang Zhang; Ying Zhang; Changchun Hua, 2023 IEEE 13th International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER), Electronic ISSN: 2642-6633
- [4] Marin Zhilevski; Petar Mutashki; Mikho Mikhov, A Robotic Camera for Surveying of Sewer Collectors, 2023 4th International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES), DOI: 10.1109/CIEES58940.2023.10378832
- [5] Yasir M Mustafah, Rahizall Noor, Hasbullah Hasbi, Amelia Wong Azma, Stereo Vision Images Processing for Real-time Object Distance and Size Measurements, 2012 International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCE), Electronic ISBN:978-1-4673-0479-5
- [6] Y. M. Mustafah, A. W. Azman and M. H. Ani, Object Distance and Size Measurement Using Stereo Vision System, Advanced Materials Research Vols. 622-623 (2013) pp 1373-1377, doi:10.4028 /www.scientific.net/AMR.622-623.1373
- [7] M. Milkhalsky; J. Sitte, Active motion vision for distance estimation in autonomous mobile robots, IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics, 2004. DOI: 10.1109/RAMECH.2004.1438066
- [8] Boulbaba Guedri; Naji Guedri; Rached Gharbi., A New Approach for Real-Time Camera-Object Distance Measurement Through Computer Vision, 2023 IEEE Third International Conference on Signal, Control, and Communication (SCC), Electronic ISBN:979-8-3503-2639-0.