

МОБИЛЕН РОБОТ ЗА ОТКРИВАНЕ НА ПОЖАР

С. Станков¹, С. Иванов¹

¹Технически Университет - Габрово

MOBILE ROBOT FOR FIRE DETECTION

S. Stankov¹, S. Ivanov¹

¹Technical University of Gabrovo

Abstract

Fires can occur under different circumstances and some fire systems may be inefficient to detect them. In the following paper is presented a robot that uses AI (Artificial Intelligence) for detecting fires. The mobile robot is based on Jetson Nano board of NVIDIA and can detect the fires using neural networks that process the images from its camera. The robot can be used as a base for algorithms evaluation for building of autonomous fire extinguisher.

Keywords: DNN, Artificial Intelligence, Fire Detection

ВЪВЕДЕНИЕ

Ранното откриване и локализиране на възникнали пожари е от голямо значение на съвременното общество. За целта са създадени множество сензори и системи, които имат своите предимства и недостатъци. За жалост голяма част от детекторите им липсва интелигентност за разграничаване на пожар от обекти, генериращи висока температура. В настоящия доклад е представен робот, разработван с идеята да се използва за откриване на пожари. При него се използват достиженията в съвременното развитие в областта на изкуствения интелект. Разработеният робот използва елементна база, използвана и при други експериментални роботизирани платформи с изкуствен интелект, като същевременно и се отличава от тях по своята конструкция и възможност за надграждане с допълнителни функции.

СЪЩЕСТВУВАЩИ РОБОТИЗИРАНИ ПЛАТФОРМИ С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Развитието и напредъкът в областта на т.нар. „дълбоки невронни мрежи“ (DNN – Deep Neural Networks) и широкото им приложение в системите за машинно зрение

предопределя и възможността DNN мрежите да се използват в мобилната роботика. Като управляващи системи в мобилните роботи, използващи изкуствен интелект, намират приложение специализирани графични ускорители или 32 битови високопроизводителни микропроцесорни платформи.

Към настоящия момент са създадени множество мобилни роботи на базата на Jetson Nano AI на NVIDIA. Платформата Jetbot [1] поддържа множество сензори и в нея могат да се разполагат, обучават и използват различни модели на невронни мрежи за паралелно разпознаване на обекти. На фиг. 1 е представен робота Jetbot на SparkFun.



Фиг. 1. Jetbot платформа на SparkFun

Разработената версия на Jetbot предоставя възможностите на машинно обучение от NVIDIA с огромна система от периферни модули. Jetbot използва JetsonNano модула, който поддържа библиотеки за изкуствен интелект като TensorFlow, Caffe, MXNet, като може да работи с множество невронни мрежи паралелно за обработка на данни и извършване на конкретни действия.

На фиг. 2 е представен робот Leo Rover, реализиран на базата на RaspberryPi и микроконтролер STM32F4. Той предоставя уеб интерфейс за управление и 5 MP камера за визуализация при откриване на обекти и препятствия [2].



Фиг. 2. LeoRover платформа

Изчислителните възможности на RaspberryPi платката, използвана при робота дава възможност да се реализират алгоритми с използване на изкуствен интелект.

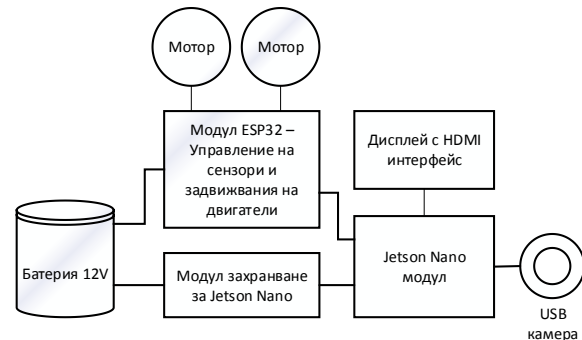
Отчитайки тенденциите при създаването на подобни системи е направен и изборът на компоненти за нуждите на разработеният мобилен робот.

ХАРДУЕР НА РАЗРАБОТЕНАТА СИСТЕМА

За реализиране на алгоритми с използване на изкуствен интелект, като основна управляваща система на робота е избрана платформата JetsonNano. Към JetsonNano се свързват HDMI дисплей, USB камера както и разработена за целта управляваща платка, контролираща движенията на робота. Тази управляваща платка използва WiFi модул ESP32 и притежава и набор от периферни сензори, свързани към него, които могат да предават информация към JetsonNano платформата по сериен интерфейс. Захранването на цялата система се осигурява от 12V батерия, като допълнително има и регула-

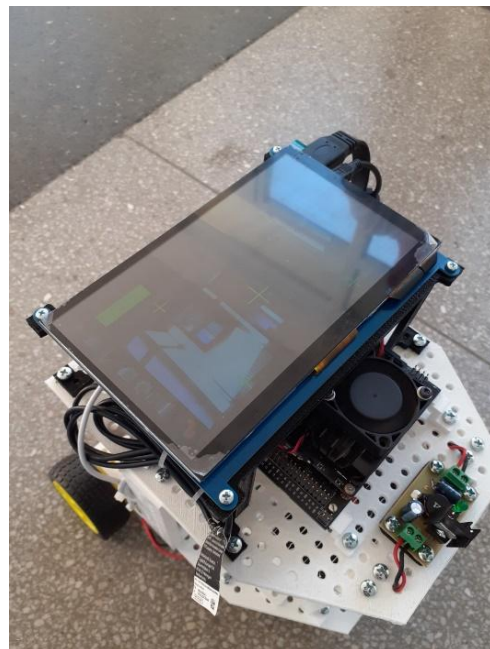
тор на 5V напрежение, нужно за захранване на JetsonNano, HDMI дисплея и USB камерата.

На фиг. 3 е представена блоковата схема на реализираното управление на робота.



Фиг. 3. Блокова схема на роботизираната платформа

Използваните в конструкцията мотори позволяват мобилният робот да има сравнително висока скорост за такива системи на равна повърхност. Самата конструкция е създадена с помощта на 3D принтиране и се отличава с ниска маса и възможност за добавяне на допълнителни модули и разширения. На фиг. 4 е представен завършеният вид на робота.



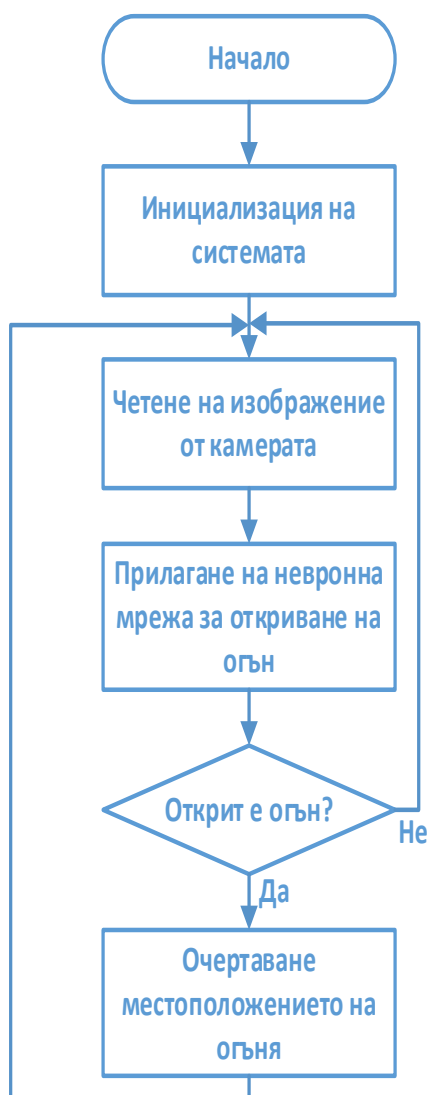
Фиг. 4. Роботизирана платформа с Jetson Nano модул

УПРАВЛЕНИЕ НА МОБИЛНИЯ РОБОТ

Цялостното управление на робота се извършва от JetsonNano модула, който изпраща команди за движение в дадена посока към ESP32 модула. В резултат на това се

включват двигателите, за да извършат преместване в зададената посока. Към ESP32 модула е свързан ултразвуков сензор, който сигнализира при доближаване на препятствие и се прекратява движението в указаната посока. Освен ултразвуков сензор към робота са включени температурен сензор и два сензора за осветеност. Допълнително е предвидена възможност за разширения, като има входно-изходна рейка, към която могат да се свързват крайни изключватели, инфрачервени и други сензори.

Комуникацията между JetsonNano и модула с ESP32 се осъществява посредством USB, като се изгражда виртуален сериен порт. Обменът на данни се извършва, съгласно специално разработен за целта протокол, като JetsonNano се явява главното устройство и то инициира комуникационния обмен.



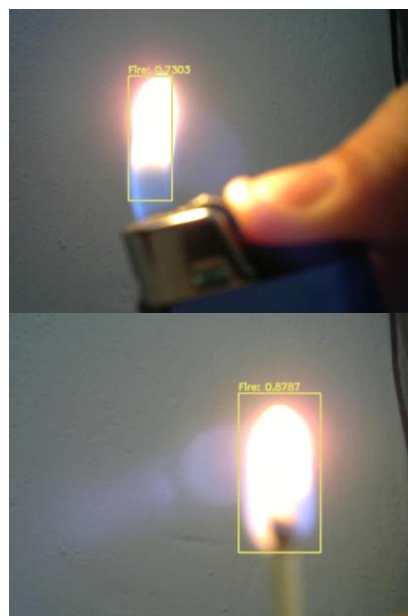
Фиг. 5. Алгоритъм на работа

АЛГОРИТЪМ ЗА ОТКРИВАНЕ НА ОГЪН

В JetsonNano за нуждите на настоящата разработка е вградена невронна мрежа с YoLo [3] архитектура, която допълнително е обучена с набор изображения на огън. По този начин, тя има възможност да открива пожар с висока степен на достоверност – над 70% при направените тестове.

За тестване на точността от работата на невронната мрежа за откриване на огън е реализиран алгоритъм, при който първоначално се зарежда изображение, получено от USB камерата, което се подава на невронната мрежа и тя връща местоположението на огъня, ако е открито такова, както и процента на сигурност дали това наистина е огън. Алгоритъмът на работа за откриване на огън е показан на фиг. 5.

Описаният алгоритъм е интегриран в цялостното управление на роботизираната платформа. При своето изпълнение, той успява да локализира огън от различни източници. Резултати от работата на имплементираната в JetsonNano невронна мрежа са показани на фиг. 6.



Фиг. 6. Резултати при откриване на огън

За точното локализиране на пожар са добавени в софтуера и възможности за цифрова обработка на получените от камерата изображения. При тази обработка програмата се стреми огънят да бъде позициониран в центъра на изображението, като това се постига като се управляват двигателите

и роботът се движи напред към източника на огън. Ако пожарът се намира в левия или десният край на изображението, то ESP32 модулът получава команди да завие наляво или надясно, така че огънят винаги да бъде в средата на изображението.

Целта на реализираното по този начин управление е да може роботът да се използва като база за тестване на алгоритмите на работа на една бъдеща роботизирана система за гасене на пожар, която след като открие източника на огън да отиде в близост до него и да го угаси, посредством включен в нейната структура пожарогасител.

Снимки на работа в действие с добавената функционалност за автоматично приближаване на източника на огън са показани на фиг. 7.



Фиг. 7. Изглед през камерата на робота

В допълнение може да се добави, че използвайки функциите на библиотеката

OpenCV, роботът може да разграничава реален източник на огън от огън, който е изобразен статично върху снимка или друга повърхност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният робот може да се използва като база при създаването на роботизирани пожарогасителни системи, които автономно да откриват и потушават възникнали пожари в жилищни и офис сгради, както и в складове и производствени помещения. Алгоритмите, разработени за управление на робота, както и проведените тестове по откриване на огън напълно потвърждават възможността да бъдат създадени автономни роботизирани пожарогасителни системи, в които да намерят приложение съвременните достижения в областта на изкуствените невронни мрежи и разпознаването на обекти в изображения.

REFERENCE

- [1] NVIDIA, SparkFun JetBot AI Robot Kit (2020) <https://www.nvidia.com/en-us/autonomous-machines/embedded-systems/jetbot-ai-robot-kit/>
- [2] Kell ideas sp. z o. o., Leorover (2020) https://www.leorover.tech/?gclid=Cj0KCQjw09HzBRDrARIsAG60GP-tuSMccvEm72dooMN6BEUBULxI1GhPO8q3Po0FqNceZ1V4F9tQGtgaAiJ-EALw_wcB
- [3] Redmon, J., and A. Farhadi. YOLOv3: An Incremental Improvement, (2018) <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>