

## ROBOTO ROBOTINO<sup>®</sup> NAUDOJIMAS MECHATRONIKOS SPECIALISTŲ RUOŠIMUI

Saulius Bosevičius<sup>1</sup>, Arūnas Lipnickas<sup>2</sup>

*Kauno technologijos universitetas*

*El. paštas: <sup>1</sup>bosevicius@gmail.com; <sup>2</sup>arunas.lipnickas@ktu.lt*

**Santrauka.** Nagrinėjamas robotas Robotino<sup>®</sup>, kuris efektyviai gali būti pritaikytas mechatronikos specialistų ruošimui. Išnagrinėtos techninės roboto charakteristikos. Pateiktos galimos valdymo strategijos. Atliktas infraraudonųjų spindulių atstumo jutiklių eksperimentas bei gauta įtampos priklausomybė nuo atstumo. Pagal gautus duomenis MatLab programa sudarytas algoritmas, kuris padeda robotui vengti kliūčių, pasitaikiusių kelyje. Panaudojęs VGA vaizdo kameros teikiamus duomenis algoritmas gali sekti užduotąją spalvinę trajektoriją.

**Reikšminiai žodžiai:** robotas, mechatronika, vaizdo analizė.

### Įvadas

Šiuolaikiniai robotai vis sparčiau pradkami naudoti pramonėje, buityje ir kasdieniniame gyvenime. Atsižvelgiant, kad robotų pritaikymo sritis plati ir nuolat plečiama, tai ir patys robotai kuriami skirtingi. Jie geba matyti, girdėti, bendrauti su žmonėmis, bei sekti įvairius kintančius parametrus (Robot 2010). Geba valdyti patalpas, ieškoti nurodytų daiktų bei juos perkelti į nurodytą vietą. Padeda žmonėms valdyti sudėtingą techniką, vykdyti pavojingas užduotis, kur negali patekti žmogus. Robotai taip pat gali būti panaudojami kaip teritorijų sargai ar pramogų šaltiniai. Kadangi jų naudojimas plinta sparčiai, todėl reikia lygiagrečiai ruošti specialistus, kurie gebėtų aptarnauti robotus. Šiuo metu aukštosiose mokyklose naudojama mokomoji įranga yra senstelėjusi ir nebetinka dėstomų technologijų įsisavinimui. O esami laboratoriniai stendai turi labai ribotas galimybes – leidžia atlikti vos kelis tyrimus.

Ruošiant šiuolaikinius mechatronikos specialistus, reikalinga parūpinti ne tik naujausios literatūros, bet ir universalias mokymo priemones iš tokių sričių, kaip: mechanikos, elektronikos ir valdymo. Šioms mokymo sritims demonstruoti puikiai tinka Festo kompanijos gaminy – autonominis, mobilus robotas Robotino<sup>®</sup> (1 pav.).

Darbe nagrinėjamas robotas Robotino<sup>®</sup>, analizuojamos galimybės jį panaudoti mechatronikos specialistų ruošime ir tiriamos techninės roboto charakteristikos.

### Robotas Robotino<sup>®</sup>

Su šiuo robotu galima siekti įvairiapusių mokymo tikslų (Education and Research... 2010), pvz., susipažinti su

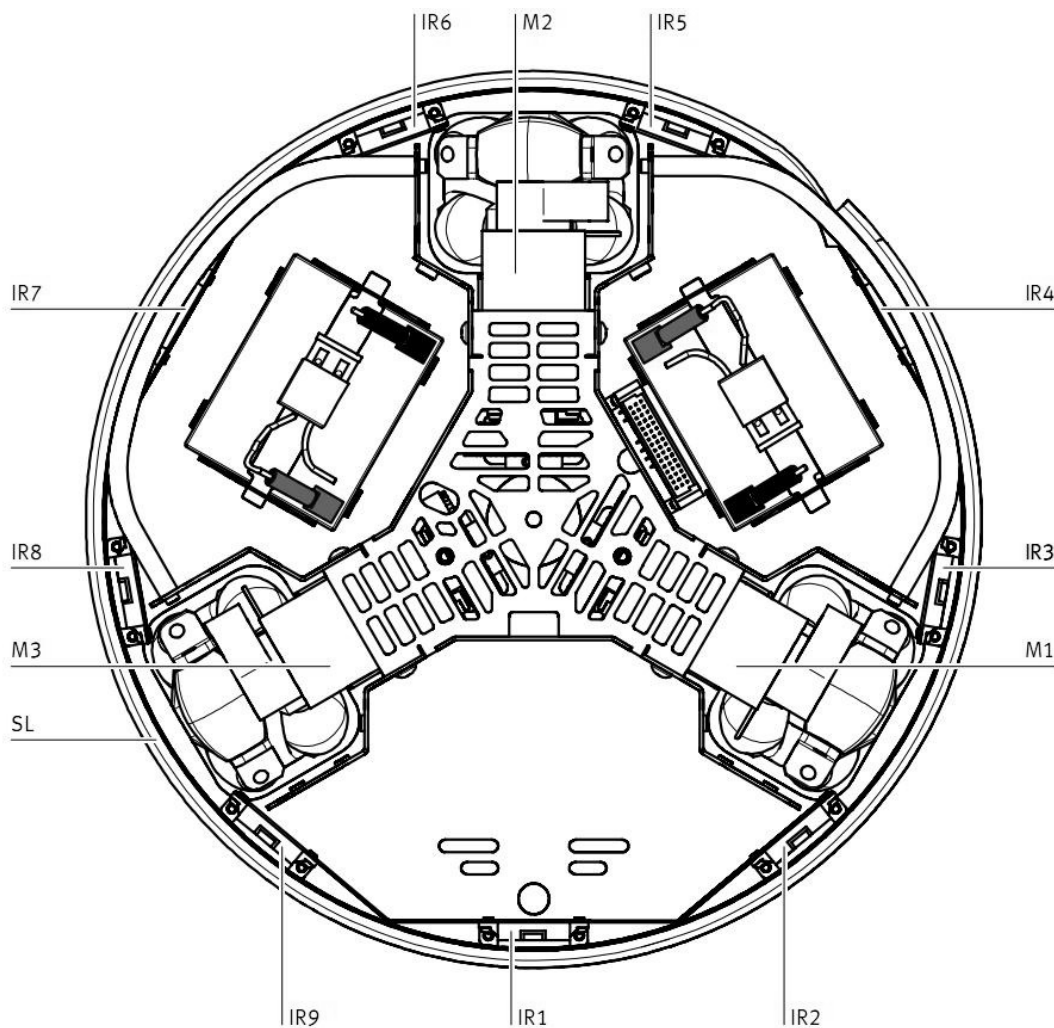
mechanine konstrukcija, elektriškai valdomomis pavaromis ir jų valdymu, elektrinių pavarų pagrindais, įvairaus tipo jutikliais, vaizdo kamera, vaizdo apdorojimu ir panaudojimu bei autonominės navigacijos kūrimu.



1 pav. Robotas Robotino<sup>®</sup>

Fig. 1. Robot Robotino<sup>®</sup>

Vienu robotu galima demonstruoti visą mechatronikos mokslo srities darbų spektrą, bei lengvai realiuoju laiku stebėti vykstančius elektrinius / mechaninius procesus, koreguoti valdymo algoritmus ir taisyti programos fragmentus. Šis robotas yra kompaktiškas, užima nedaug vietos, nereikalauja specialistų aptarnavimo bei tinka naudoti nedidelėse laboratorijose. Mobilaus roboto aukštis – 215 mm, skersmuo – 370 mm ir tesveria 12 kg.



2 pav. Roboto vaizdas iš viršaus: IR1,... IR9 – infraraudonųjų spindulių atstumo jutikliai; M1, M2, M3 – varikliai; SL – smūgio jutiklis

Fig. 2. View from the top of the robot: IR1,..., IR9 – infrared distance sensors; M1, M2, M3 – motors; SL – shock sensor

Robotas Robotino<sup>®</sup> susideda iš rinkinio įvairių jutiklių, VGA vaizdo kameros su USB sąsaja, galingo mikrokompiuterio. Turi bekryptę trijų ratų važiuoklę, galinčią bet kuriuo metu koreguoti judėjimo kryptį. Robotą juosia smūgio jutiklis, avariniu atveju robotas automatiškai stabdomas. Erdvėje orientuotis padeda devyni infraraudonųjų spindulių atstumo jutikliai, bei įmontuota VGA vaizdo kamera. 2 pav. pavaizduotas smūgio ir infraraudonųjų spindulių atstumo jutiklių bei variklių išdėstymas.

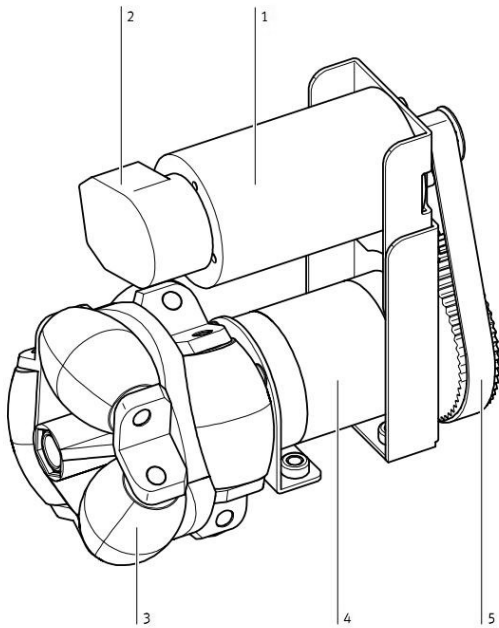
Komplekte esančiu metalo jutikliu galima ieškoti metalinių daiktų ar sekti metalinę juostą. Robote esančiame mikrokompiuteryje, su jame įdiegta „Linux“ operacine sistema, galima vykdyti programas realiuoju laiku. Taip pat, valdymas dar gali vykti per nutolusį terminalą. Tačiau naudojantis nuotoliniu valdymu atsiranda ryšio

vėlinimo problemos, sukeliančios informacijos mainų sulėtėjimą.

Roboto valdymo algoritmai gali būti įgyvendinti naudojantis gamintojo siūloma *Robotino view* programa, tačiau ji skirta nesudėtingoms užduotims įgyvendinti ir tinka pirminiam susipažinimui su roboto valdymu. Aukštesnio lygio ir sudėtingesni valdymo algoritmai turi būti rašomi C, C++, Java, NET, Matlab, Simulink, Labview programavimo kalbomis.

### Judėjimo valdymas

Roboto važiavimo pavara susideda iš trijų variklių, trijų inkrementinių enkoderių, trijų nekryptinių ratų, trijų reduktorių. Jų išsidėstymą galime pamatyti 3 pav. Visi trys ratų mechanizmai išsidėstę žvaigždės forma, vienas kito atžvilgiu pasukti 120° kampu (3 pav.).



**3 pav.** Elektrinė pavarą: variklis (1), enkoderis (2), ratai (3), reduktorius (4), diržas (5)

**Fig. 3.** Electric actuator: engine (1), encoders (2), wheels (3), gear (4), belt (5)

Iš anksto žinant tikslią roboto judėjimo trajektoriją, galima robotui užduoti greitį bei judėjimo trukmę, kurios metu robotas judės reikiama kryptimi. Tačiau, dėl įvairių aplinkos poveikių, tokių kaip slidus paviršius ar nepastebėta kliūtis, robotas gali nuvažiuoti didesnę arba mažesnę atstumą. Po nustatyto laiko keičiama roboto judėjimo kryptis ir toliau juda pagal naujus užduotus parametrus (laiką, greitį).

Kitas būdas judėti užduota trajektorija yra pasinaudojimas enkoderiais. Pagal enkoderių impulsų skaičių, žinant ratų diametrą, galima apskaičiuoti nuvažiuotą atstumą. Pasiekus numatytą skaičių impulsų (apskaičiuotą atstumą), keičiama roboto judėjimo kryptis. Atsiradęs praslydimas tarp ratų ir kelio įveda paklaidas, kurios važiavimo atstumui didėjant auga.

Abu šie būdai nėra tikslūs, nes nenaudoja papildomo grįžtamojo ryšio ar kitokios informacijos apie nueitą kelią. Pakliuvus po ratais skysčiui, smulkioms kliūtims (smėliui ar kitokioms dalelėms) ar tiesiog atsiradus nelygiam paviršiui, ratai gali praslysti, tokiu būdu gaunami klaidingi duomenys apie atstumą ir robotas pravažiuos trajektoriją ne visiškai tiksliai. Siekiant gauti tikslesnį judėjimą, galima papildomai prijungti GPS (visuotinės padėties nustatymo sistema) imtuvą arba, pasinaudojus turima VGA vaizdo kamera, sudaryti optinį grįžtamąjį ryšį. Naudojantis GPS galima užduoti tikslias judėjimo koordinates. VGA vaizdo kamera galima sekti užduotąją trajektoriją (pvz., spalvotą juostą). Suderinus tinkamą

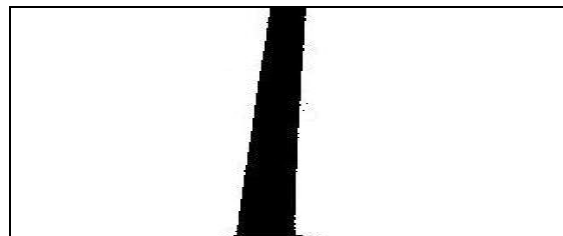
VGA vaizdo kameros padėtį, gaunamas vaizdas panašus į pateiktą 4 pav. Spalvotos juostos aptikimas taikomas automobilių pramonėje, perspėjant vairuotoją apie nukrypimą iš savo eismo juostos. Taip pat pritaikoma statant automobilį į stovėjimo vietą, kad atstumas iki baltos ženklavimo linijos būtų vienodas.



**4 pav.** Juostos vaizdas matomas spalvota VGA vaizdo kamera  
**Fig. 4.** View of strip in the color image recorded by VGA video camera

Gautas iš VGA vaizdo kameros vaizdas (4 pav.), kad būtų paprasčiau išskirti reikiamą objektą (pvz., šiuo atveju juodą juostą), paverčiamas nespalvotu. Pasinaudojus papildomomis spalvų apdorojimo funkcijomis, gali būti pašalinti fone esantys triukšmai ir atspalviai.

Nespalvotas vaizdas (5 pav.) supaprastina objekto išskyrimą iš aplinkos, o apdorotas vaizdas tikslingiau panaudojamas roboto judėjimo valdymui.

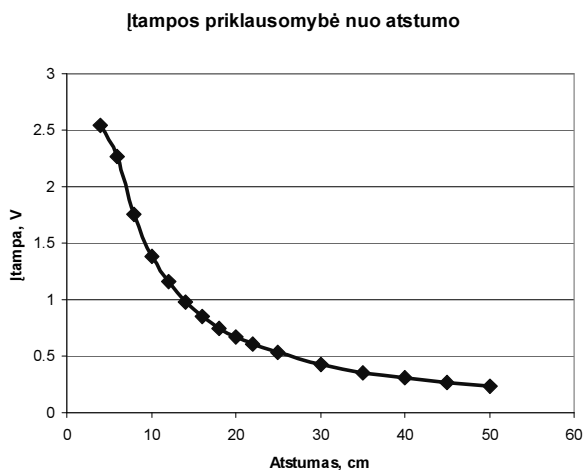


**5 pav.** Naudojant spalvų apdorojimo funkcijomis gaunamas binarinis vaizdas

**Fig. 5.** Binary image after used color-processing functions

### Kliūčių aptikimas

Kliūčių aptikimui panaudojami integruoti infraraudonųjų spindulių atstumo jutikliai, kurie juosia robotą sudarydami 40° kampus vienas su kitu (2 pav.). Iširdami jutiklio diapazoną, bei gautų verčių priklausomybę nuo atstumo, galima žinoti tikrąjį (metrinį) atstumą iki kliūties. Naudojant liniuotę ir atitraukiant baltą plokštelę, kas 2 cm buvo matuota įtampos vertė. Gauti duomenys pateikti 6 pav. Tačiau tai nėra tikslūs duomenys, kadangi jie gali kisti priklausomai nuo apšvietimo, objekto spalvos, paviršiaus struktūros, drėgnumo ir kitų sąlygų. Todėl tai yra tik apytiksliai duomenys valdymo algoritmui sudaryti.



**6 pav.** Jutiklio įtampos priklausomybė nuo atstumo  
**Fig. 6.** Sensor voltage dependence on the distance

Aplinkai stebėti tinka robote esanti VGA vaizdo kamera. Apdorojus iš jos gautus duomenis, galima užprogramuoti robotą taip, kad jis tinkama trajektorija apvažiuotų kliūtį. Tačiau norint gauti tikslesnius duomenis naudojama kombinuotu metodu, t. y. kuomet naudojami infraraudonųjų spindulių jutikliai bei VGA vaizdo kamera. VGA vaizdo kamera galima pastebėti smulkesnius objektus bei objektus esančius toliau, o infraraudonųjų spindulių jutiklių pagalba lengviau padėti robotui orientuotis, koks atstumas yra iki kliūties bei sekti kliūtis artėjančias iš bet kurios roboto pusės, net ir iš nugaros ar šono.

## Išvados

Robotas Robotino® – paprasta, patogi priemonė ruošti mechatronikos specialistus. Studentai programuodami robotą, išmoksta pritaikyti mechanikos, elektronikos ir informatikos žinias. Pagrindiniai roboto privalumai: nedidelė kaina, paprasta eksploatacija, gaunamas iš kompanijos Festo geras aparatūrinis ir programinis roboto palaikymas.

## Literatūra

- Education and Research Robots: Robotino®. 2010 [interaktyvus]. Festo Didactic [žiūrėta 2010 10 27]. Prieiga per internetą: <<http://www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/education-and-research-robots-robotino>>.
- Robot. 2010 [interaktyvus]. Wikipedia: the free encyclopedia [žiūrėta 2010 10 27]. Prieiga per internetą: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Robot>>.

## ROBOT ROBOTINO® FOR MECHATRONICS SPECIALISTS TRAINING

S. Bosevičius, A. Lipnickas

Abstract

In this paper the robot Robotino® is presented as effective device for mechatronics specialists training. The technical characteristics of the robot are described and analyzed. Various programming and control strategies are presented. Infrared distance sensor is experimentally evaluated and the voltage dependence on the distance is obtained. For the tracking by color line the information from VGA camera was used.

**Keywords:** mobile robot, mechatronics, image analysis.