

## Robotai

*Tadas Lipinskis*



Robotas pagalbininkas. NASA nuotrauka

Robotika yra sparčiai besivystanti mokslo ir technikos šaka, susijusi su fizika, matematika, mechanika, programavimu, elektronika ir įvairiomis technologijomis. Turbūt daug kas matė filmus „Aš robotas“ (*I Robot*) ir „Terminatorius“ (*Terminator*), ir kas neramiai, o kas ir nekantriai laukia tos dienos, kai visus namų ruošos darbus atliks robotai...

Bet ir dabar jie daug kur supa mus: ar taip jau dažnai mąstome apie tai, jog važinėjame automobiliu, prie kurio surinkimo prisidėjo robotai, geriame arbatą, kurią fasavo robotai, netgi bendraujame su robotu, kai jis paskambina priminti apie nesumokėtą telefono sąskaitą. Šiuolaikinėje literatūroje iš esmės visi mechaniniai prietaisai, kurie atlieka judesių sekas kuriam nors tikslui pasiekti, – nesvarbu, ar tuos judesius sukuria dirbtinis intelektas, ar mechanizmą nuotoliniu būdu valdantis žmogus, – vadinami robotais. Robotai jau naudojami daug kur: pramonėje, mokymo įstaigose, medicinoje, namuose. Pagal paskirtį robotus galima suskirstyti į universaliuosius ir specializuotus (Bakšys, Fedaravičius 2004).

Universalieji robotai gali daryti įvairius darbus skirtingoje aplinkoje. Tokių robotų pavyzdys – androidai, jie panašūs į žmogų ir imituoja jo judesius. Didžiausią androidų kūrimo patirtį turi Japonijos mokslininkai, neseniai pristatę naujausią savo kūrinį – [moterį androidą HRP-4C](#). Šio roboto kūne yra 30 variklių, įgalinančių robotą laisvai judėti ir atlikti įvairias užduotis. Aštuoniais varikliais roboto veide sukuriama įvairios grimasos ir taip išreiškiamos emocijos: pyktis, džiaugsmas, liūdesys. Robotui sąveikauti su aplinka padeda akyse esančios vaizdo kameros ir po oda paslėpti prisilietimo jutikliai. Robotams vis labiau panašėjant į žmones, atsirado nauja robotikos šaka, nagrinėjanti roboto ir žmogaus bendravimą ir tirianti, kaip jį padaryti kuo panašesnį į žmonių bendravimą. Jau dabar yra labai panašių į žmones robotų, tačiau juos dar nesunku atskirti. Mokslininkai teigia, jog žmogus gali atpažinti robotą vidutiniškai 10 sekundžių pabendravęs su juo.

Universaliesiems robotams taip pat galima priskirti ir visas automatines antžemines ir oro transporto priemones, pavyzdžiui, sprogmenis neutralizuojančius robotus, bepiločius lėktuvus.

Specializuoti robotai dažnai naudojami pramonėje, kur reikia sparčiai ir tiksliai atlikti tam tikrus veiksmus. Jie turi mažiausią laisvės laipsnių skaičių, reikalingą konkrečiai užduočiai atlikti. Tokio roboto pavyzdys yra [manipulatoriaus „ranka“, prilituojanti mikrograndynus prie spausdintinių plokščių](#). Jai reikalingas minimalus įvairių jutiklių kiekis ir nedidelis intelektas, nes mikrograndynai lituojami tose pačiose plokštės vietose. Nesudėtinga ir tokio roboto programa: paimti detalę iš taško A ir perkelti į tašką B.

Dar viena rūšis yra virtualieji robotai. Jie naudojami automatiniams pranešimams. Pavyzdžiui, paskambinus telefonu 1500 į TEO ir Omnitel tinklus, robotas praneša tikslų laiką ir datą. Tačiau virtualieji robotai naudojami ir daug didesnio masto užduotims atlikti – kompanija *Google* naudoja virtualiuosius robotus, naršančius po interneto puslapius ir indeksuojančius jų turinį, kuris vėliau pateikiamas *Google* paieškos sistemoje.

### **Kaip robotai juda?**

Daugelio robotų mobilumui užtikrinti naudojamos įvairios mechaninės pavaros. Antžeminiuose robotuose įtaisomos ratinės, vikšrinės pavaros, kurias suka elektros ar vidaus degimo varikliai, lėktuvuose naudojami elektros, vidaus degimo, reaktyviniai varikliai, robotams humanoidams judesius padeda atlikti valdomieji mechanizmai ar hidrauliniai mechanizmai, sujungti į sistemas. Yra ir robotų, kurie ropoja kaip šešiakojai vabalai, šliaužioja kaip gyvatės ar skraido kaip vabzdžiai. Visiems šiems judesiams atlikti naudojamos sudėtingos valdomųjų mechanizmų ar kitų mechaninių įtaisų sistemos.



1 pav. Robotas laumžirgis (Harvard Microrobotics Laboratory nuotrauka)

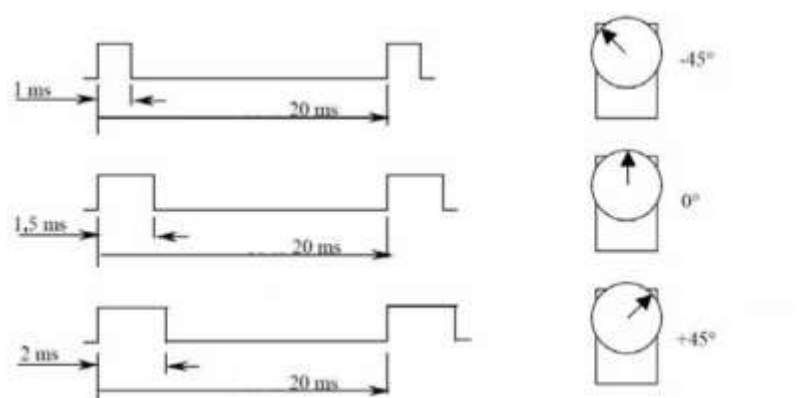
### **Robotų pojūčiai**

Robotas gali reaguoti į tuos pačius dirgiklius kaip ir žmogus – ir ne tik. Robotas turi žmogaus kiekvieno jutimo organo atitikmenį: vaizdo kamera yra roboto akis, mikrofonas – ausis, spaudimo jėgos jutikliai – lytėjimo organai, akcelerometro ir giroskopo junginys – pusiausvyros ir kūno padėties jutimo organas (vestibulinis aparatas), spektrometrinis jutiklis – nosis, ir kita. Robotas gali reaguoti ir į žmogui nepastebimus dirgiklius – ultragarsą, radioaktyvumą, magnetinį lauką.

Yra robotų ir be jutiklių, tačiau dauguma turi jų net kelias dešimtis. Robotuose, kaip ir radijo bangomis valdomuose mašinų modeliuose, plačiai naudojami valdomieji mechanizmai. Jie paprastai sudaryti iš nuolatinės srovės kolektorinio variklio, reduktoriaus, potenciometro ir dažniausiai į patį mechanizmą integruotos valdymo grandinės (2 pav.), pasukančios variklį. Valdomąjį mechanizmą valdo radijo imtuvo ar kompiuterio formuojami valdymo signalai: 1–2 ms trukmės impulsai (3 pav.), kurių periodas turi būti nuo 10 ms iki 20 ms. Prie valdomojo mechanizmo galinės ašies prijungtame potenciometre krinta įtampa, proporcinga mechanizmo posūkio kampui. Valdymo grandinė palygina vidutinę valdymo signalo vertę su potenciometre krintančios įtampos verte ir suka variklį tol, kol šios vertės sutampa, o tada ir nustatoma, kad valdomasis mechanizmas yra reikiamoje pozicijoje. Taigi padėties nustatymo jutiklis yra paprasčiausias potenciometas.



2 pav. Išardytas valdomasis mechanizmas (Seattle Robotics Society nuotrauka)



3 pav. Mechanizmo valdymo signalas

Labai tiksluose valdomuosiuose mechanizmuose naudojami optiniai koduotuvai, kurie įtaisomi ant krumpliaraičius sukančio elektros variklio. Tai gali būti jutikliai, kuriuose rutuliukas suka dvi ašis, pritvirtintas prie dantyto ratuko. Sukantis ratukui, esančiam tarp šviesos šaltinio ir fototranzistoriaus, dantukai užstoja šviesos šaltinį ir gaunami šviesos impulsai fototranzistoriumi verčiami į elektrinius impulsus. Iš impulsų skaičiaus sužinoma, kiek pasisuka ratukas. Sukimosi kryptį galima nustatyti naudojant du fototranzistorius ir stebint, kuriame iš jų srovės impulsas sukuriamas pirmiausiai.

Dažnai robotikoje naudojami ultragarsiniai atstumo jutikliai. Tokį jutiklį sudaro ultragarso šaltinis ir mikrofonas. Veikimas grindžiamas garso bangos atspindžiu nuo paviršiaus, t. y. aido reiškiniu. Šis jutiklis pasiunčia ultragarso impulsą ir laukia jo atspindžio (aido) nuo kliūties. Išmatavus laiką, per kurį išspinduliuotas signalas grįžta į mikrofoną, ir žinant garso greitį ore galima apskaičiuoti atstumą iki kliūties, nuo kurios atsispindėjo garsas. Garso bangos ore palyginti greitai slopsta, todėl tokių jutiklių veikimo atstumas yra keliasdešimt metrų. Didesniems atstumams matuoti naudojami lazeriniai jutikliai, veikiantys panašiu principu: matuojama, per kiek laiko lazerio spindulys nukeliauja iki kliūties, atsispindi ir grįžta atgal.



4 pav. LEGO Mindstorms NXT roboto ultragarsinis atstumo jutiklis (©2011 The LEGO Group, publikuojama gavus leidimą)

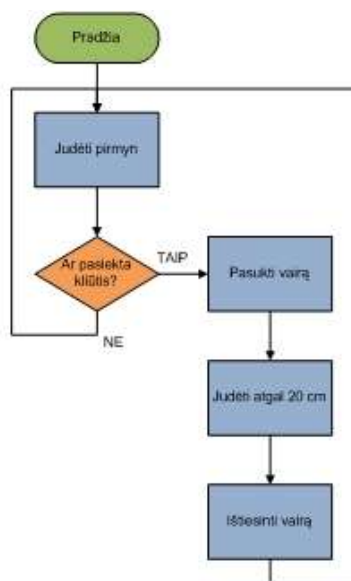
Bepiločių lėktuvų vietai erdvėje ir lėktuvą veikiančioms jėgoms nustatyti naudojami mikroelektromechaniniai akcelerometrai, giroskopai ir kompasai. Tokių jutiklių pagrindas yra miniatiūriniai, dešimčių mikrometrų eilės dydžio elektromechaniniai įtaisai, reaguojantys į prietaiso judesį. Pavyzdžiui, akcelerometre naudojamos dvi laidininko plokštelės, kurių viena yra įtaisyta nejudamai, o kita pakabinta ant silicio „spyruoklių“. Taip sudaromas mažytis kondensatorius. Visa konstrukcija yra tik kelių šimtų mikrometrų eilės. Tokią konstrukciją stumiant viena kryptimi, ant silicio „spyruoklių“ pakabinta plokštelė iš inercijos pasislenka priešinga kryptimi – keičiasi atstumas tarp plokštelių, kartu ir kondensatoriaus talpa. Matuojant talpos pokyčius galima nustatyti konstrukcijos pagreitį. Sudėtingesnė yra mikroelektromechaninių giroskopų konstrukcija. Daugelio radijo bangomis valdomų sraigtasparnių giroskopai naudojami sraigtasparniui stabilizuoti valdant jo uodegos rotorių: pagal giroskopo duomenis automatiškai nustatoma, kuria kryptimi aplink savo vertikalią ašį sukasi sraigtasparnis, ir atitinkamai pareguliuojamas uodegos rotoriaus menčių kampas tam sukimuisi sustabdyti.

Be abejo, bepiločiuose lėktuvuose ir kituose robotuose naudojamos ir vaizdo kameros. Kai kuriuose robotuose kameros naudojamos tik vaizdui perduoti roboto operatoriui, kad pastarasis matytų, ką daro. Autonomiški robotai naudoja vaizdo kameras kaip jutiklius, padedančius priimti sprendimus. Tokius robotus valdo galingi kompiuteriai pagal įvairius vaizdų apdorojimo ir interpretavimo algoritmus, galinčius išskirti kelią ir kliūtis ir apskaičiuoti judėjimo trajektoriją, aplenkiančią aptiktas kliūtis.

Naudojami ir gana primityvūs jutikliai. Pavyzdžiui, norint nustatyti, ar robotas atsitrenkė į kliūtį, nebūtina naudoti aukštų technologijų smūgio jutiklių – kartais pakanka roboto priekyje įmontuoti grandinę sujungiantį mygtuką, nuspaudžiamą robotui palietus kliūtį.

## Roboto valdymas

Iš jutiklių gaunamą informaciją robotui reikia apdoroti ir priimti sprendimus. Tam robotuose naudojami įvairios galios kompiuteriai: nuo mažyčių mikrovaldiklių iki galingų kompiuterių. Kas vyksta roboto „smegenyse“? Iš tikrųjų roboto procesorius tiesiog vykdo iš anksto parašytą programą, kuri stebi jutiklių duomenis ir priima atitinkamus sprendimus. Pabandykime įsivaizduoti, kaip tai vyksta. Tarkime, turime robotą, sukurtą panaudojant radijo bangomis valdomo mašinos modelio griaučius, tik vietoj radijo imtuvo valdymo signalus formuoja mikrovaldiklis. Modelio priekyje yra mygtukas, suveikiantis robotui atsitrenkus į kliūtį. Paprastas roboto valdymo algoritmas pavaizduotas 4 paveiksle. Pradėjus vykdyti programą robotas važiuoja tiesia trajektorija, programa dideliu dažniu tikrina, ar nesuveikęs susidūrimo su kliūtimi jutiklis (ar nenuspaustas mygtukas). Nuspaudus mygtuką srovė tiekama į mikrovaldiklio kojelę, taip programa „pamato“, jog robotas atsitrenkė į kliūtį. Suveikus šiam jutikliui išeinama iš pagrindinio ciklo ir pradama vykdyti paprogramė: pasukamas roboto vairas, pavažiuojama atgal, vairas ištiesinamas ir vėl grįžtama prie pagrindinio ciklo, t. y. važiavimo į priekį ir jutiklio rodmenų tikrinimo.



5 pav. Paprastas roboto valdymo algoritmas

Robotai valdomi laidiniu ar belaidžiu ryšiu. Valdant robotą aplinkoje, kur yra blokuojami arba blogai sklinda radijo signalai, komandos perduodamos optiniu kabeliu.

### **Literatūra:**

Bakšys B., Fedaravičius A., *Robotų technika*. Kaunas: Technologija, 2004.

Tado Lipinskio brėžiniai.

---

### **Tado Lipinskio pasiūlymai tiriamajam darbui**

#### **Nuo ko pradėti?**

Kokie pirmieji žingsniai į robotikos pasaulį? Yra daugybė veikimui paruoštų robotų, kuriuos galima programuoti, perprogramuoti ir taikyti savo tikslams. Internete yra parduotuvių, siūlančių įvairias robotų dalis: nuo jutiklių, važiuoklės elementų iki valdymo kompiuterių. Šios parduotuvės taip pat siūlo dalių rinkinius (angl. *development platform*), kuriuos galima modifikuoti ir programuoti pritaikant robotą įvairiems tikslams. Aišku, pirkti gatavą roboto dalių rinkinį mėgėjiškiems bandymams gali būti per brangu, tačiau internete galima rasti instrukcijų, kaip pačiam susirinkti ir programuoti robotą. Kaip pavyzdį galima paminėti „99 litų“ roboto projektą. Mažiau išmanančiam elektroniką pradedančiajam puiki pradžia galėtų būti „LEGO Mindstorms NXT“ robotas.

---

© Projektas *Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas*