

ROBOTNAČKA PRE IMAGINE LOGO

PETROVIČ PAVEL

Abstrakt

Korytnačia grafika je rozšírenou metaforou pre výuku programovania. Comenius Logo a Imagine Logo sú na Slovensku najrozšírenejšími nástrojmi tejto paradigmy. Naším cieľom je podnietiť záujem o moderné technológie ešte ďalej a to stelesnením korytnačky do fyzickej podoby robota - Robotnačky. V priebehu posledných troch rokov bolo vyvinutých niekoľko prototypov v spolupráci KZVI FMFI UK a firmy Microstep-MIS. Terajšia práca je zameraná najmä na vývoj open-source softvéru pre túto učebnú pomôcku. Príspevok predstavuje činnosť a riadenie robota z prostredia Imagine Loga a využitie robota na vyučovaní matematiky, fyziky a informatiky.

Kľúčové slová

Robotika, Open-source, Imagine Logo, Robotnačka

1 Úvod

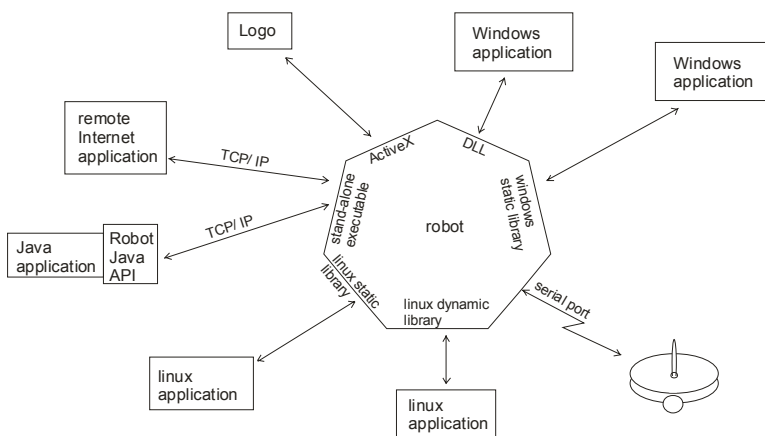
Technologický pokrok v poslednom tucte rokov viedol k postupnému zlacňovaniu jednočipových počítačov a mikroprocesorov, ktoré sú jadrom mnohých dovtedy nevídaných zariadení a riadiacich systémov, od mobilných telefónov so zabudovaným počítačom, cez autonómne inšpekčné, či výrobné robotické systémy [1, 2, 3], až po najnovšie robotické stavebnice LEGO, ktoré sú dobre známe i u nás. Jedným z najpopulárnejších je rada procesorov Atmel AVR vyvinutých v prvej polovici 90 rokov na NTH v Nórsku a rýchlo expandujúca na trhu po ich uvedení v roku 1997. Tento rozvoj otvára nové možnosti na konštruovanie zariadení, ktorých funkčnosť je obmedzená viac našou fantáziou ako technologickými bariérami. Je len otázkou času, kým sa tieto technológie dostanú na bežné vyučovanie rôznych predmetov vo forme nových učebných pomôcok, ktoré prispievajú k zlepšeniu didaktického hľadiska vyučovacieho procesu a to zvlášť:

- zvýšením motivácie študentov,
- zvýšením názornosti vyučovania,
- zmenou spôsobu učenia z pasívneho na aktívne,
- uplatnením projektového vyučovania,
- motivovaním študentov k tvorivému a exploratívnemu mysleniu.

Považujeme za zodpovedné uplatňovať nové technológie, hoci aj v ich prvotných podobách, na vyučovaní, aby technici v spolupráci s pedagógmi a didaktikmi hľadali najvhodnejšie formy a konkrétne implementácie moderných učebných pomôcok. Domnievame sa, že tento postoj je zodpovednejší ako čakať na „overené technológie“, ktoré nakúpime z „civilizovaného sveta“.

Jadrom autonómneho kresliaceho robota, Robotnačky (obrázok 1) je teda procesor Atmel AT89S8252 s programom uloženým v pamäti typu FLASH napísaným v jazyku C. Dve kolieska s rozvorom 180mm a priemerom 50mm riadia dva krokové motory MICROCON SL17, a všetky komponenty sú napájané 6V batériou so životnosťou niekoľko hodín kreslenia (3.3 Ah). Výška robota je 70mm, vonkajší priemer 210mm, hmotnosť približne 2kg. Na otočenie o 360 stupňov motory musia urobiť 2880 krokov a dĺžka dráhy zodpovedajúcej najmenšiemu kroku je približne 0,2 mm. Robot sa programuje cez paralelný kábel, ale keďže je s počítačom spojený cez virtuálny sériový port nad rádiovým Bluetooth (BT) spojením, užívateľ i programátor vystačí s predprogramovaným riadiacim softvérom, ktorý prijíma a vykonáva navigačné príkazy prijaté z éteru. Batéria bezdrôtového robota sa automaticky dobíja na stanici lokalizovanej a dosiahnutej za pomoci kamerového systému. Robot bol vyvinutý skupinou nadšencov robotickej komunity v Bratislave za výdatnej podpory firmy Microstep-

MIS. Dnes je to hotový produkt, pripravený na experimentálne nasadenie do vybraných škôl. Tento článok popisuje vlastnosti a použitie softvéru vyvinutého pre Robotnačku v.2 aj na vyučovanie matematiky, fyziky a informatiky.



Obr. 1. Robotnačka, verzia 2 (vľavo) a nasadenie komponentu „robot“ v rôznych aplikáciách (vpravo).

2 Objektový komponent „Robot“

Riadiaci softvér pre Robotnačku na strane PC je naprogramovaný v C++, ale vo forme knižnice je jeho funkcie možné volať z ľubovoľného jazyka, vrátane jazykov Java a Imagine Logo. Na obrázku 1 vpravo sú načrtnuté možnosti nasadenia komponentu v rôznych typoch aplikácií. V tejto stati stručne opíšeme použitie komponentu v Imagine Logu. Po úspešnom vytvorení objektu a pripojení sa k robotu cez BT sériový port:

```
new "oleobject [comname Robot.RobotCtrl.1 name r]
r'connect "com4 0
```

môžeme vysielat' riadiace príkazy ako keby sme riadili korytnačku (a tak možno vytvoriť triedu pre korytnačí objekt, ktorý bude zároveň riadiť robota a sledovať pohyby korytnačky po obrazovke):

```
r'pu r'bk 1000
r'lt 720 ; zodpovedá 90°
r'pd r'fd 1000
```

Na rozdiel od paradigmy Loga je pomocou robota možné kresliť i kružnicové oblúky takmer ľubovoľného polomeru – nastavením rozličných konštantných rýchlostí na obe kolieska robota, napríklad na príkaz:

```
r'fdspeed 10 40
```

sa robot začne pohybovať vpred, pričom jeho ľavé koliesko sa bude pohybovať štvrtinovou rýchlosťou v porovnaní s jeho pravým kolieskom. Teda dĺžka kružnicového oblúku prejdeneho pravým kolieskom (l_2) bude 4-krát väčšia, ako dĺžka kružnicového oblúku ľavého kolieska (l_1). Úlohou žiakov je zistiť, aký bude polomer kružnice nakreslenej robotom:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= 2\pi (r - 90) & l_2 &= 2\pi (r + 90) & l_2 &= 4 l_1 \\
 2\pi (r + 90) &= 8\pi (r - 90) \\
 r + 90 &= 4r - 360 \\
 r &= 150 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Podobne, príkaz:

```
r'bkspeed 50 50
```

spôsobí, že sa robot začne pohybovať polovičnou rýchlosťou vzad, alebo na príkaz:

```
r'lttspeed 10 40
```

začne Robotnačka kresliť kružnicu s polomerom 54mm, pričom ľavé koliesko sa pohybuje po kružnici smerom vzad a práve koliesko po väčšej sústrednej kružnici smerom vpred:

$$180 = r_1 + r_2 \quad r_2 = 4 r_1$$

$$180 = 5 r_1$$

$$r_1 = 36, \quad r_2 = 144 \quad r = (r_2 - r_1) / 2 = (144 - 36) / 2 = 54 \text{ mm}$$

A napokon príkaz:

```
r'rtspeed 0 50
```

spôsobí, že sa robot začne otáčať polovičnou rýchlosťou vzad okolo svojho ľavého kolieska.

Rýchlostné príkazy je možné obmedziť počtom krokov (príkazy r'fdx r'bck, r'ltx, r'rtx) a kresliť tak kružnicové výseky presnej dĺžky. Z pohybov sa vypočítava presná poloha robota, ktorú získame operáciou

```
r'pos 0
```

 alebo

```
r'pos 1
```

 ak chceme vynulovať súradnicovú sústavu.

Robot je vybavený 6 senzormi, ktoré mu umožňujú zabrániť spadnutiu zo stola, alebo rozlíšiť farbu papiera (len čierna a biela) – napríklad robot môže zastať potom ako sa dostane nad nejaký geometrický útvar. Hodnoty senzorov je možné zistiť operáciou:

```
r'getsensors
```

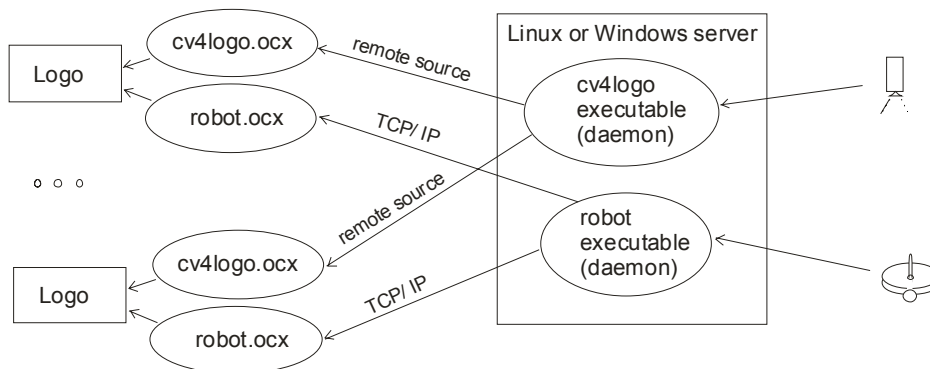
alebo je možné naprogramovať podmienku, pri ktorej splnení robot prestane vykonávať príkaz a zastaví motory, napríklad po príkaze:

```
r'condition 0 63 0
```

už robot nespadne zo stola, alebo po príkaze:

```
r'condition 16 0 16
```

robot sledujúci čiernu čiaru zastane na mieste, kde z čiar vyjde. Jednotlivé hodnoty zodpovedajú senzorovým maskám XOR, OR a AND.



Obr. 2. Využitie komponentu robot na zdieľanie jedného robota v lokálnej sieti.

Na obrázku 2 je znázornené využitie komponentu robot na zdieľanie jedného robota skupinou študentov v jednej triede, alebo na ľubovoľnú vzdialenosť prostredníctvom siete Internet. Každý používateľ má vlastnú inštanciu objektu a prihlási sa pod svojim menom. Namiesto pripojenia sa na sériový port sa pripojí na inštanciu objektu na serveri, ktorá posiela všetky požiadavky od klientov ďalej na robota a naspäť. Aby nedochádzalo ku kolízii, používateľ môže zapnúť „režim výhradného prístupu“ po dobu, kedy chce vylúčiť komunikáciu iných užívateľov. Tí majú možnosť zaslať mu

správu v prípade, že blokuje robota prídlho alebo neoprávnene. Administrátor s heslom má právo odobrať výhradný prístup. Použitie objektu v sieti vyzerá takto:

Server:

```
new "oleobject [comname Robot.RobotCtrl.1 name r]
r'connect "com4 0      print r'server "on
```

Klient:

```
new "oleobject [comname Robot.RobotCtrl.1 name n]
n'user "John "turtle      print n'connect "192.168.145.146 0
print n'exclusive "on
```

Iný klient/administrátor:

```
print r'message "John "Please\ John\ I\ wish\ to\ access\ the\ robot
r'kickout "admin-password
r'server "off
```

Použitie ostatných príkazov, kalibrácia, nastavenie parametrov, konfigurácia užívateľov a ďalšie funkcie sú podrobne popísané v dokumentácii projektu, ktorý je open-source a jeho autori sú prístupní námetom, vylepšeniam a konštruktívnym pripomienkam. Komponent je koncipovaný všeobecne so zámerom na riadenie ďalších robotických platforiem s kompatibilným protokolom.

2 Diskusia a námety pre ďalšie projekty

Hardvérová implementácia logovskej korytnačky je názornou učebnou pomôckou pre hodiny matematiky, fyziky a informatiky. Na hodinách matematiky sa robot využíva na konštrukčnú geometriu. Je definovaná sada základných operácií (podobná štandardnej konštrukčnej geometrii, ale predsa len odlišná). Úlohou žiaka je nájsť správny postup konštrukcie, zadať ho do programu pomocou vizuálneho rozhrania a otestovať svoje riešenie na skutočnom výstupe z robota. V rámci fyziky robot žiakom na konkrétnych príkladoch a pohybových slovných úlohách demonštruje princípy mechaniky a dynamiky. Použitie na hodinách informatiky – najmä v spojení s obrazovým komponentom – umožňuje praktické implementácie rozličných algoritmov – hľadanie cesty v bludisku, konštrukcia konvexného obalu mnohouholníkov, najmenšej kostry, všetkých námetov korytnačej grafiky, vrátane rekurzíe. V súčasnosti je (alebo veľmi čoskoro by mala byť) k dispozícii sada pracovných listov pre učiteľov a žiakov pre niekoľko vyučovacích hodín tak, aby sa učiteľ mohol na hodinu pripraviť bez hlbšieho poznania alebo programovania zariadenia. Robot samotný je k dispozícii na požičanie, resp. zakúpenie u výrobcu (robotickej komunity www.robotika.sk). Systém výukových projektov je otvorený všetkým záujemcom, ktorí môžu pridávať vlastné nové projekty a prostredníctvom [www-stranky robotickej komunity](http://www-stranky.robotickej.komunity) ich môžu zdieľať s nami a s vami.

Literatúra

- [1.] KORTENKAMP, D., BONASSO, R.P., Murphy R.: Artificial Intelligence and Mobile Robots. MIT Press, 1998, ISBN 0-262-61137-6.
- [2.] Murphy, R. Introduction to AI Robotics, MIT Press, 2000, ISBN 0-262-13383-0.
- [3.] Nehmzow, U., Mobile Robotics: A Practical Introduction, Springer 2000, ISBN 1-85233-173-9.

Kontaktná adresa

Mgr. Pavel PETROVIČ

Katedra aplikovanej informatiky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK,
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, e-mail ppetrovic@acm.org