

Postavte si svého robota – roboti ve výuce (část 1)

Zahajovaný seriál má za cíl usnadnit výuku robotiky na školách, zejména její praktickou konstrukční složku. První díl nového seriálu má úvodní charakter. Seznamuje s historií vzniku robotů a s rozvojem robotiky jako dynamicky se rozvíjejícího oboru. Prezentuje zkušenosti s její výukou v motivačním předmětu *roboti* bakalářského programu Kybernetika a robotika (KYR) na Elektrotechnické fakultě ČVUT v Praze a s využitím stavebnice Lego Mindstorms NXT.

Úvod

Robot je stroj pracující s určitou mírou samostatnosti, který vykonává určené úkoly předepsaným způsobem a při různé míře interakce s okolním světem a se zadavatelem. Robot je schopen své okolí vyhodnocovat prostřednictvím svých senzorů, zasahovat do něj, popř. si o něm vytvářet „vlastní představu“ – model. Svým vnímáním může nejenom poznávat své okolí, ale může také vyhodnocovat svůj vliv na ně a tak využívat zpětnou vazbu. Robot je fyzickou realizací obecnějšího pojmu agent.

R.U.R. a exkurze do etymologie

Současné české slovo *robot* je odvozeno od staročeského *robotiti* (dělat) a to pochází z praslovanského *rob* ve významu poddaný či otrok. Slovo *robota* se za feudalismu používalo ve významu nucené práce. Pro zajímavost uvedme, že proniklo i do středověké latiny v podobě *robotas facere* (robotovat) a do staroněmeckého *robot* ve stejném významu. Od tohoto základu je odvozeno i staročeské *roba* (služka) nebo současná slova *vyrábět*, *výroba* apod. [1]. Pro stroj (umělého dělníka) poprvé použil slovo *robot* spisovatel Karel Čapek v divadelní hře R.U.R. (*Rossum's Universal Robots*). Poradil mu je jeho bratr Josef Čapek, když se ho Karel ptal, jak umělou bytost pojmenovat. Původně zamýšlený název *labor* zněl autorovi příliš papírově.

Robotika byla poprvé v praxi využita teprve v 50. letech dvacátého století, kdy byl patentován „statický průmyslový manipulátor“, první varianta robotového ramena. Jeho velmi komplikovaní následovníci jsou dnes běžným vybavením továren, kde provádějí i velmi složité mechanické úkony.

Trocha historie

Po celá staletí je většina lidstva odsouzena k celoživotní tvrdé a vyčerpávající fyzické práci. Nejlépe je to patrné při návštěvě některého z muzeí průmyslové revoluce (19. století). Po celodenní dřině mohla být člověku útechou fantazie, ve které se dostával do světa bytostí a strojů, které pracovaly za něj samy – automaticky. Byl to svět létajících koberců, džinů, golemů, homunkulů a jiných fan-

tazijních bytostí. S rozvojem společnosti se začaly tyto sny postupně uskutečňovat. Potřeba automaticky vykonávané práce obvykle vedla ke konstrukci zařízení naprosto nepodobných člověku, ale snaha vyrobit umělého člověka – „robota“ – provází a zřejmě bude provázet člověka ještě dlouhou dobu. S vývojem techniky měly první napodobeniny člověka (popř. zvířete) podobu mechanickou. Známý jsou mechanické napodobeniny člověka – androidi švýcarských mistrů Piera a Henryho Drozů z 18. století. Jejich automat – písař – byl schopen psát perem několik vět a velmi dobře napodoboval člověka. Vývoj mechanizace, automatizace a robotizace byl postupný. Za jedno z nejstarších zařízení, které ulehčovalo lidem práci a zvyšovalo produktivitu, lze uvést tkalcovský stav, i když jeho první modely nejsou příliš podobné těm dnešním.

Myšlenkou na „robota“ se zabýval už Leonardo da Vinci. V 50. letech dvacátého století se našly jeho nákresy z konce 15. století, které obsahují detailní podoby mechanického rytíře, tedy jakéhosi středověkého humanoida. První robot, který byl použitelný pro práci, vyrobili v roce 1926 ve firmě Westinghouse. Jmenoval se Televox, fungoval jen podle předem daných příkazů a zvládal pouze jednoduché úkony.

Rychlý rozvoj robotiky

V roce 1948 a 1949 spatřily světlo světa první elektronické roboty druhé generace, které už fungovaly autonomně. Sestrojil je William Grey Walter z bristolského Burden Neurological Institutu ve Velké Británii a jmenovaly se Elmer a Elsie. Dokázaly rozeznávat intenzitu okolního světla a svůj pohyb korigovat podle okolních objektů a překážek. První číslicově programovatelný autonomní robot se objevil v USA v roce 1961. Jmenoval se Unimate a jeho původcem byl George Devol. Později se uplatnil při výrobě automobilových částí v General Motors. Ostatně automobilový průmysl byl a je jedním z průkopníků robotizované výroby.

V roce 1964 byly otevřeny laboratoře umělé inteligence na Massachusettském technickém institutu (MIT), Stanfordském výzkumném institutu (SRI) a dalších institucích v USA. Zabývají se (mimo jiné) využí-

tím umělé inteligence v robotice. V roce 1968 byl v SRI postaven mobilní robot Shakey, vybavený strojovým viděním. Roku 1977 uvedla evropská firma Asea na trh své velmi zdařilé roboty. Roboty koncepce *Selective Compliant Articulated Robot Arm* (SCARA) jsou vyráběny od roku 1979. Průmyslové roboty se stávají běžným prostředkem automatizace manipulačních operací především v automobilovém průmyslu. Masivně jsou používány při svařování plamenem, elektrickým obloukem a při bodovém svařování. Jsou používány k nanášení barev a všude tam, kde jsou manipulační operace pro člověka nebezpečné a zdraví škodlivé. Počáteční předstih USA ve výzkumu, ale hlavně ve využití robotů později přebralo Japonsko.

Po roce 1980 začaly být první průmyslové roboty vybavovány počítačovým viděním, senzory hmatu a dalšími prvky, které do té doby byly předmětem výzkumu v oboru umělé inteligence. Roku 1995 se objevil první chirurgický robotický systém pro minimálně invazivní chirurgii. V roce 1997 byl na Marsu vysazen robot Sojourner. Zhruba ve stejném období byly položeny základy mezinárodním organizacím *Federation of International Robot-soccer Association* (FIRA) a RoboCup, které organizují soutěže robotů ve fotbale. Jejich posláním je především urychlit výzkum v robotice. RoboCup si dokonce ve své preambuli klade za cíl, aby robotický tým porazil lidský tým – mistra světa v roce 2050, v regulérním fotbalovém zápase. V roce 2000 předvedla firma Honda svého humanoidního robota Asima a firma Sony nabídla své zoodi nazvané Aibo.

Asimovovy zákony robotiky

Exkurzi do historie lze uzavřít citováním základních zákonů robotiky, jak je formuloval spisovatel Issac Asimov již v roce 1950 v knize *Já robot* (anglicky *I, Robot*):

- robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby člověku bylo ublíženo,
- robot musí uposlechnout příkazů člověka, kromě případů, kdy tyto příkazy jsou v rozporu s prvním zákonem,
- robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy tato ochrana je v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.

Tyto zákony, přestože jsou sepsány spisovatelem sci-fi literatury, by měl čtít každý výzkumník v oboru robotiky. Je však otázka, do jaké míry budou tyto zákony v budoucnosti respektovat výrobci robotů. Pro roboty určené pro armádu jsou tyto zákony přinejmenším modifikovány.

Redakční úvod

V našem časopise právě zahajujeme seriál *Postavte si svého robota – roboti ve výuce, jehož cílem je podpořit použití robotů ve výuce na odborných školách.*

Stále častěji se na školách (někdy i základních, ale častěji na středních a vysokých) lze setkat s různými stavebnicemi, z nichž je možné postavit robot nebo jiný mechanismus. Se svými výtvoři se potom studenti zúčastňují různých soutěží (např. Kyber Robot na TU v Liberci, Robosoutěž na FEL ČVUT v Praze aj. – www.robosoutez.cz). Bylo by nespravedlivé považovat tyto stavebnice jen za pouhé hračky. Jejich použití ve výuce motivuje žáky a studenty k zájmu o technické obory, rozvíjí jejich tvořivost a technický cit. Získávají motivaci ke studiu souvisejících oborů, např. elektroniky, teorie řízení, sensoriky, logiky a programování. Přiznejme si, že stavba robotu vlastní konstrukce a soutěžení je pro studenty zajímavější než např. experimenty s regulátory (i když i s nimi se při práci s roboty lze setkat).

Velmi rozšířenou se stává stavebnice Lego Mindstorms. Její použití evokuje otázky, studenti a učitelé potřebují detailnější informace a výměnu zkušeností. To je důvod, proč se redakce časopisu Automa rozhodla pro vydání tohoto seriálu.

Autory seriálu jsou Ing. Lenka Mudrová (lenka.mudrova@gmail.com) a Ing. Martin Hlinovský, Ph.D. (martin.hlinovsky@fel.cvut.cz), který na Elektrotechnické fakultě ČVUT v Praze vyučuje předmět *roboti* a se stavebnicemi Lego Mindstorms má mnoho zkušeností. V první části seriálu bude postupně popsáno technické vybavení (hardware) stavebnice, porovnána její starší verze NXT s novou verzí EV3, uvedeny jejich výhody, nevýhody a možnosti použití. Popsány budou programovací jazyky (NXT-G, NXC, LeJOS a další). Na jednoduchých příkladech bude vysvětlen postup programování a použití základních senzorů ze sady NXT, popř. EV3. Dále bude popsáno použití podprogramů, řešení paralelních úloh a komunikace mezi roboty pomocí Bluetoothu. Ve druhé, aplikační části seriálu budou popsány typické úlohy stavby robotů ze stavebnice Lego Mindstorms – zadání a návody ke stavbě robotů i k řešení programového vybavení v různých programovacích jazycích. Půjde především o úlohy sledování černé čáry, řízení a balancování dvoukolového vozítka typu segway, balancování s míčkem, soutěž v přetlačování (sumo), bludiště, sbírání míčků, mobilní most, aktivní pérování automobilu, využití pokročilých senzorů a manipulátor (seznámení s kinematikou a konstrukcí). Autoři seriálu i redakce časopisu jsou připraveni průběžně reagovat na dotazy čtenářů i na diskusi a zveřejňovat je na tištěných stránkách časopisu i na webu www.automa.cz.

Ladislav Šmejkal

ročné základní předměty (matematická analýza, lineární algebra, fyzika apod.) jsou sice pro vzdělání v oboru elektrotechniky nezbytné a pro kariéru velmi užitečné, ale v době, kdy je studenti absolvují, si to obvykle ještě neuvědomují. Často až na konci studijní etapy zjistí, k čemu úvodní předměty vlastně byly – a občas i litují, že se je dříve neučili lépe. Chybují i učitelé, když nedokážou studenty dostatečně zaujmout a poskytují jim odpovědi dříve, než přijdou jejich otázky.

Jedním z prostředků k nápravě je právě zavedený předmět *roboti*. Není to tradiční univerzitní kurz, ale předmět motivační. V jeho názvu je úmyslně použita životná forma slova robot, aby se tím zdůraznila tvořivost a hravost studentů a jejich partnerský vztah k technice. V jejich rukou roboti „ožívají“ a studenti se stávají jejich „stvořiteli“. Studenti pracují v malých týmech. Přínosem je i skutečnost, že nenuceným tréninkem spolupráce v týmu získají důležitou dovednost užitečnou pro praxi. Každý tým navrhne a realizuje jednoduchého autonomního mobilního robota vlastní koncepce, který je schopen splnit zadané úlohy. Ke konstrukci směřjí použít jen prvky stavebnice Lego Mindstorms s využitím programů NXT-G, NXC, LeJOS atd. Vyvrcholením jejich úsilí v předmětu je závěrečná soutěž robotů nazvaná Robosoutěž (viz např. [2]), v níž vyhraje ten nejlepší a nejrychlejší. Robosoutěž je velmi oblíbená i mezi odbornou veřejností. Proto byla od roku 2009 zpřístupněna i pro středoškolské týmy. Letos v ní dokonce zvítězil tým středoškoláků.

Účel seriálu

S popularitou soutěže roste zájem i o stavebnice Lego Mindstorms, požívají si je i jiné odborné školy (střední školy, učiliště i technické univerzity). Použití stavebnice evokuje otázky, potřebu podrobnějších informací a potřebu výměny zkušeností. To je důvodem zveřejnění tohoto seriálu v odborném časopise Automa, který je distribuován na mnohé odborné střední i vysoké školy. Jeho cílem je poskytnout potřebné informace o stavebnici Lego Mindstorms, především o řídicí kostce Lego NXT a o možnostech jejího programování, a sdělit zkušenosti s jejím použitím a příslušné rady. Autoři seriálu i redakce časopisu jsou připraveni reagovat na dotazy čtenářů a na diskusi.

Literatura:

- [1] HOLUB, J. – LYER, S.: *Stručný etymologický slovník jazyka českého*. Praha, SPN, 1978.
- [2] ŠMEJKAL, L.: *Robosoutěž na pražské technice vyhráli středoškoláci*. Automa, 2014, č. 3, s. 73.

Ing. Martin Hlinovský, Ph.D.
(martin.hlinovsky@fel.cvut.cz),
Ing. Lenka Mudrová
(lenka.mudrova@gmail.com),
FEL ČVUT v Praze

Poznámka ke gramatice

Robot je neživý objekt (obvykle stroj) a v češtině je slovo robot chápáno jako neživotné a je skloňováno podle vzoru hrad – množné číslo *roboty*. Pro „inteligentní“ roboty podobné člověku se ve vědeckofantastické literatuře běžně používá životné skloňování podle vzoru pán – množné číslo *roboti*. Tuto zvyklost postupně přejímá i technická terminologie. Neživotné skloňování zůstává vždy pro všechny průmyslové a jiné „člověku nepodobné“ roboty (např. pro kuchyňské roboty).

Roboty, výuka na školách a Lego Mindstorms NXT

Robotika jako vědecká a technická disciplína se zabývá roboty, jejich konstrukcí, výrobou a užitím. Úzce souvisí s elektronikou, mechanikou, mechatronikou a programováním. Je rychle se rozvíjejícím oborem. Nelze se tedy divit, že se stále častěji objevuje i ve studijních osnovách mnohých středních a vysokých škol. Důvodem je nejenom potřeba seznámit studenty s novým a perspektivním oborem, ale i snaha probudit jejich zájem o techniku obecně, rozvíjet jejich tvořivost, konstruktérské myšlení a technický cit. Osvědčuje se kombinovat teoretickou výuku

s konstruováním a soutěžení studentských výtvorů. Jedním z osvědčených mechanických prostředků pro podporu výuky je počítačově řízený model Lego Mindstorms NXT, který lze významnou měrou využít k účinnému vzdělávání mladé generace v tomto odvětví. Je ukázkou nejnovější techniky výukových robotů. Řídicí kostka LEGO® NXT je mikropočítačovým „mozkem“ mechanické stavebnice. Obsahuje důmyslné senzory a základní software s jednoduchým programováním pomocí skládání programových bloků (*drag and drop*).

Zkušenosti na Fakultě elektrotechnické ČVUT

Na Fakultě elektrotechnické (FEL) ČVUT v Praze je od školního roku 2009/2010 v rámci nového bakalářského programu Kybernetika a robotika (KYR) v prvním semestru studia studentům nabízen povinný předmět A3B99RO Roboti. Participují na něm katedra řídicí techniky, katedra kybernetiky a katedra měření. Jde o zcela nový typ předmětu. Obsahuje minimum přednášek (jen s výkladem bezprostředně nezbytné teorie) a maximum laboratorní práce. Reaguje na skutečnost, že začátek studia technických oborů obvykle bývá obtížný a studenty spíše odrazuje. Ná-