



Kam směřuje umělá inteligence?

Prof. Ing. Vladimír Mařík, DrSc.

Umělá inteligence je vědní disciplína zaměřená na konstrukci systémů, které při své činnosti projevují takové chování, které bychom považovali u člověka za projev jeho inteligence. Vývoj přináší stále nové a nové poznatky, které se úspěšně prosazují v praxi. A to zejména v úlohách, v nichž „hrubá síla“ i výkonné výpočetní techniky již nestačí na kvalifikované rozhodnutí v dostatečně krátkém čase. Výzkum v této vědní disciplíně se v posledních letech soustřeďuje do několika oblastí, v nichž je praktická využitelnost nejsilnější motivací.



Udělení čestného doktorátu ČVUT p. Dr. Schoichiro Toyodovi, strůjci celosvětového úspěchu Toyoty za podporu spolupráce ČVUT-Toyota dne 16. 5. 2006 (zleva: V. Mařík, S. Toyoda, rektor ČVUT prof. Ing. Václav Havlíček, CSc.

Jednou z těchto oblastí je např. oblast získávání, reprezentace a využívání znalostí. Znalosti jsou něco více než pouhá fakta: Populárně řečeno, jsou to obvykle návody, jak z jedné faktů vyvozovat fakta jiná. Znalosti lze získávat jejich přebíráním od expertů v dané oblasti či automatickým zpracováním rozsáhlých souborů dat s využitím metod strojového učení. Výzkum strojového učení neboli algoritmů postupného, iterativního přizpůsobování struktury a parametrů daného systému (či souboru znalostí) měnícím se podmínkám, patří k hlavním trendům současné umělé inteligence. Velmi často se opírá o algoritmy inspirované přírodou, jakou jsou např. neuronové sítě, genetické algoritmy či tzv. algoritmy „umělého života“ simulující samoorganizující se společenství biologických entit. Výzkum se soustřeďuje i na kategorizaci

znalostí a jejich organizaci do sémantických struktur podle stupně jejich obecnosti a příbuznosti. Takovéto struktury podporují hlubší porozumění smyslu i jednoduchých zpráv či povelů a tvoří nedílnou podporu při vyhledávání relevantních informací v prostředí celosvětového webu či v průmyslové komunikační síti.

V nedávné minulosti byly v Gerstnerově laboratoři ČVUT FEL vyvinuty např. učící se systémy specializované na předzpracování a tzv. dolování dat (tj. induktivní získávání znalostí z rozsáhlých souborů dat), které jsou užívány na řadě pracovišť v EU. Vstupem systému mohou být např. údaje o telefonním provozu v lokální ústředně, z nichž lze např. usoudit, že „pokud hovor přichází z oblasti C před 7.00 hod ráno, jde většinou o požadavek servisního zásahu – pak je s vysokou pravděpodobností nejlepším řešením přepnout hovor automaticky operátorovi technického servisu.“

Jinou úlohou, nazývanou datawarehousing, bývá průběžné zaznamenávání či zobrazování až několika desítek klíčových integrovaných údajů na obrazovce operátora složitého systému, např. jaderné elektrárny, spolu s doporučeným rozhodnutím, jak postupovat, pokud se v údajích vyskytne odchylka od normálního stavu. I zde patřilo ČVUT mezi první týmy v Evropě, které představily své řešení.

Zajímavé experimenty proběhly i v rámci simulace „umělého života“ s desítkami a stovkami navzájem komunikujících jednotek.

Velmi aktuálním klíčovým trendem je výzkum vysoce distribuovaných systémů schopných samostatně a zcela nezávisle lokálně rozhodovat a řídit, ale majících možnost interakce s ostatními autonomními jednotkami v případě potřeby (např. při výskytu nečekané závady, při nedostatku zdrojů, či pokud svoji úlohu nezvládají). Skupina autonomně operujících jednotek, tzv. agentů, sdílejících globální cíle, tvoří dohromady tzv. multiagentní systém. Agenti v rámci tohoto systému, opírajícího se o vhodnou softwarovou platformu, mezi sebou nejen komunikují speciálním jazykem, ale též se dohadují, vyjednávají opti-

mální strategie z pohledu celé skupiny či z pohledu zaměřeného jen na vlastní „profit“. Noví agenti, reprezentující např. nově přidaná zařízení, se jednoduše zapojují do činnosti celé multiagentní komunity tím, že přihlásí a sdělí svoje úlohy a kapacity ostatním.

Skupina agentních technologií Gerstnerovy laboratoře pod vedením doc. Michala Pěchoučka dlouhodobě dosahuje výsledků, patřících v dané oblasti ke světové špičce. Skupina vyvinula multiagentní platformu A-globe umožňující simulovat činnost nejrůznějších multiagentních systémů, a to i v případě, že část agentů je dočasně komunikačně nedostupná. Mezi základní služby poskytované platformou patří např. schopnost registrovat agenty, zabezpečení infrastruktury pro komunikační a dohadovací procesy, monitorování komunikačního provozu atd. A-Globe umožňuje jednoduše realizovat simulace agentů reprezentujících statické objekty (budovy, stroje) i objekty dynamické povahy (vozidla, přepravníkové pásy atd.) Dnes ji experimentálně využívá např. US Air Force Research Laboratory.

Multiagentní přístup a stejné či podobné multiagentní platformy je možné použít pro nejrůznější úlohy. V Gerstnerově laboratoři byla např. vyvinuta architektura multiagentního systému pro plánování a rozvrhování výroby (např. pro americkou firmu Cadence, pro Modelárnu LIAZ Liberec či pro Gedas ČR/ŠKODA AUTO), prototyp systému pro řízení humanitárních operací či pro řízení letového provozu velkého množství bezpilotních



Vizualizace výsledku multiagentního dynamického plánování – řízení provozu bezpilotních prostředků.



Katedrální robot při procházce Stromovkou v rámci popularizace vědy pro mládež.

letounů (financováno US Air Force Research Lab), pro komplexní diagnostiku závad automobilů (Denso) či pro organizaci retranslace televizního signálu pod vodní hladinou prostřednictvím skupiny podmorských robotů (ve spolupráci s Florida IHMC pro výzkumné centrum amerického námořnictva ONR).

Další oblastí soustředěného zájmu je oblast robotiky. Ve světě se přechází od výzkumu vlastností a schopností individuálních robotů ke kolektivní či kolaborativní robotice, tedy ke zkoumání principů kooperace skupiny robotů či smíšené skupiny robotů a lidí, což je typické např. pro záchranářské operace. Intenzivně se zkoumají rozhraní pro efektivní komunikaci člověk-stroj, tedy především systémy komunikace v přirozené řeči, systémy zpracování obrazové či taktické informace. Robotika je dnes především chápána jako laboratoř nových řešení, jako motivační prostředí pro celou řadu úloh, které na první pohled přímo s robotikou nesouvisí. Podněcuje tak např. výzkum v oblasti zpracování biomedicínských snímků i v oblasti technologií biometriky pro identifikaci osob či pro vývoj pomůcek pro osoby se sníženými schopnostmi. Někteří odborníci dokonce očekávají, že intenzivní robotický výzkum povede k zásadnímu průlomu v technikách programování (to je např. názor nositele Nobelovy ceny za fyziku Roberta B. Laughlina).

I Tým mobilní robotiky Gerstnerovy laboratoře vedený Ing. Liborem Přeučilem, CSc. se zaměřuje na výzkum kolaborativní robotiky. S využitím multiagentní platformy A-globe zvládl např. úlohu kolaborativní lokalizace, kdy si agenti vzájemně vyměňují a upřesňují informace o své poloze a překážkách kolem nich a sdílejí lokálně postupně vytvářenou globální mapu prostředí. Roboti jsou schopni vyjednávání o rozdělení úloh, dovedou se vyhnout překážkám i sami sobě. Veškeré své chování optimalizují z pohledu dosažení globálního cíle.

I Ve velmi úspěšném, mezinárodně uznávaném Centru strojového vnímání, vedeném prof. Václavem Hlaváčem, jsou vyvíjeny špičkové, mnohdy zcela unikátní systémy zpracování vizuální informace, např. systémy detekce pohybu člověka z videosekvencí (pro firmu Honeywell), systémy všesměrového vidění pro potřebu robotiky a specializované diagnostiky (např. potrubních systémů) či systémy zpracování biometrických dat, rozpoznávání obličejů apod.

I Významná část projektů Centra je zaměřena na interakci automobilu budoucnosti s prostředím. Skupina pod vedením doc. Jiřího Matase vyvíjí algoritmy rozpoznávání silničních značek a SPZ v reálném čase pro firmu Toyota či detekuje a rozpoznává obličej pro firmu Hitachi.

I V oblasti zpracování biomedicínských snímků bylo dosaženo mimořádně zajímavých výsledků např. při detekci registraci obrazů rentgenového a MR tomografu a také při detekci karcinomu děložního hrdla.

Umělá inteligence se nadále profiluje jako silně interdisciplinární vědní disciplína. Je motivována filosofickými úvahami o symbióze člověka a stroje, nejmodernějšími inforatickými technologiemi od vestavěných aplikací až po internet a mobilní komunikace a neobejde se bez dalšího intenzivního výzkumu v matematice a logice. Moderní umělá inteligence musí reagovat na požadavky praxe, inspirované mnohdy odvážnými vizemi informační společnosti, ale vždy se opírá o solidní teoretický základ. Proto se jí mohou úspěšně zabývat jen silně interdisciplinární týmy, v nichž hrají klíčovou roli také matematici. Ani na ČVUT se nelze bez špičkových matemati-

ků, jakými jsou prof. Mirko Navara či prof. Pavel Pták prostě obejít.

Umělá inteligence se čím dál tím více profiluje jako samostatná silně interdisciplinární vědní disciplína na rozhraní počítačových věd, kybernetiky a telekomunikací. Přestavuje důležitou součást moderní informatiky. V mnohých směrech trendy informatiky dokonce určuje. A ČVUT při tom rozhodně nestojí stranou.

KATEDRA KYBERNETIKY FEL ČVUT

Katedra kybernetiky Fakulty elektrotechnické ČVUT je významným českým vědeckopedagogickým pracovištěm v oblasti umělé inteligence. Úzce spolupracuje s průmyslovou praxí, v současné době řeší cca 15 projektů EU a řadu projektů financovaných průmyslem (např. firmami Honeywell, Rockwell Automation, Hitachi, Toyota, Volkswagen, Denso) či institucemi obranného a bezpečnostního zaměření. Výzkum se koncentruje do dvou laboratoří – Gerstnerovy laboratoře (vede prof. Vladimír Mařík) a Centra strojového vnímání (vede prof. Václav Hlaváč).

Od roku 2000 katedra nese označení Centrum excellence EU, v roce 2006 pak získala prestižní Evropskou cenu za informační technologie pro společnost (European IST Prize).

Přenos výsledků katedry kybernetiky (cyber.felk.cvut.cz) do praxe zabezpečuje Centrum aplikované kybernetiky (www.c-a-k.cz) a tři spin-off firmy (www.certicon.cz, www.eyedea.cz,



Příklad rekonstrukce třírozměrného modelu z nekalibrovaných fotografií. Vlevo jedna ze 100 fotografií z běžného digitálního fotoaparátu použita k vytvoření modelu, vpravo pohled na 3D model z místa pro pozorovatele nedostupného, bílé plošky jsou větve stromu.