

# BUDOUCNOST UMĚLÉ INTELIGENCE VZESTUP STROJŮ

*Zdědí roboti zemi? Ano, ale budou to naše děti.*

Marvin Minsky

Mytologičtí bohové dovedli svými božskými silami oživit neživé. Podle Bible, 2. kapitoly knihy Genesis, stvořil Bůh člověka z prachu země a „vdechl mu v chřípí dech života. Tak se stal člověk živým tvorem.“ Podle řecké a římské mytologie uměla bohyně Venuše oživit sochy. Slitovala se nad sochařem Pygmalionem, jenž se beznadějně zamiloval do svého díla, splnila mu jeho nejrůznější přání a proměnila sochu v krásnou ženu, Galateu. Bůh Vulkán, kovář bohů, dovedl dokonce vytvořit z kovu armádu mechanických sluhů a pak je oživil.

Dnes jsme jako Vulkán, vytváříme ve svých laboratořích stroje, jež vdechují život nikoli prachu země, nýbrž oceli a křemíku. Ale povede to k osvobození lidského rodu, nebo k jeho zotročení? Stačí si dnes projít novinové titulky a získáme dojem, že tato otázka je již vyřešena: lidský rod bude brzy překonán svým vlastním výtvořem.

## **Konec lidstva?**

Titulek v *New York Times* mluví za vše: „Vědci se obávají, že stroje přechytračí člověka.“ Vůdčí osobnosti v oboru umělé inteligence se sešly na konferenci Asilomara v Kalifornii, aby vážně diskutovaly o tom, co se stane, až stroje definitivně získají převahu. Jako ve scéně z nějakého hollywoodského filmu pokládali delegáti zkoumavé otázky jako: Co když bude robot stejně inteligentní jako vaše manželka?

Jako přesvědčivý důkaz této robotické revoluce uváděli lidé Predator, bezpilotní letoun, který nyní napadá se smrtící přesností teroristy v Afghánistánu a Pákistánu; auta, jež se sama řídí; a nejpokročilejšího robota světa pojmenovaného

ASIMO, který umí chodit, běhat, vystupovat po schodech, tančit, a dokonce servírovat kávu.

Eric Horvitz z Microsoftu, organizátor konference, komentoval její vzrušnou atmosféru takto: „Technologové přicházejí s téměř náboženskými vizemi, a jejich myšlenky jistým způsobem souzní se samotnou myšlenkou Vykoupení.“ (Vykoupení je, když pravověrní vstoupí při druhém příchodu Spasitele na nebesa. Kritikové nazvali ducha Asilomarské konference „vykoupení nerdů“.)

Během téhož léta se zdálo, že tutéž apokalyptickou představu šíří všechny filmy, které dominovaly plátnům kin. Ve filmu *Terminator Salvation* bojuje nepořádaná skupina lidí s obrovskými mechanickými nestvůrami, jež převzaly vládu nad Zemí. Ve filmu *Transformers: Pomsta poražených* používají futurističtí roboti z vesmíru lidi jako pěšáky a Zemi jako bojiště svých mezihvězdných válek. Ve filmu *Náhradníci* lidé raději prožívají svůj život jako dokonalí, krásní, nadlidští roboti, než aby čelili realitě svých vlastních stárnoucích, rozkládajících se těl.

Soudě podle titulků a filmových plakátů se konec lidstva neodvratně blíží. Badatelé v oboru umělé inteligence se vážně ptají: Budeme jednoho dne muset tancovat za mřížemi a naše robotické výtvořiny nám budou házet buráky, jak to my děláme medvědům v zoologických zahradách? Nebo se staneme domácími mazlíčky svých výtvořin?

Při bližším pohledu však nevypadá vše tak dramaticky. Jistěže bylo během posledního desetiletí dosaženo úžasných průlomů, věci však je třeba vidět v souvislostech.

Predator, osmimetrový bezpilotní letoun, pálicí z nebe smrtonosné střely na teroristy, ovládá joystickem člověk. Je to nejspíše mladý veterán videoher, který sedí pohodlně před počítačovou obrazovkou a vybírá cíle. Člověk, nikoliv Predator, dává pokyn k palbě. A auta, jež se řídí sama, nečiní nezávislá rozhodnutí, když při jízdě sledují horizont a točí volantem; řídí se mapou GPS uloženou v paměti. Takže děsiví, plně autonomní, vědomí a vražední roboti jsou stále otázkou vzdálené budoucnosti.

Řadu těch senzačnějších předpovědí, jež na asilomarské konferenci zazněly, sice halasně roztrubovala média, ovšem vědci pracující na každodenním výzkumu umělé inteligence byli většinou rezervovanější a opatrnější. Na otázku, za jak dlouho budou stroje tak chytré jako my, měli překvapivě různorodé odpovědi, v rozsahu od dvaceti do tisíce let.

Musíme tedy rozlišovat mezi dvěma typy robotů. První je dálkově řízen člověkem nebo zkonstruován tak, aby podobně jako magnetofon reagoval na

předepsané pokyny či program. Tito roboti již existují a píše se o nich v novinách. Pomalu pronikají do našich domovů a také na bitevní pole. Bez člověka činičího rozhodnutí však jsou většinou nepotřebným haraburdím. Takže by se neměli zaměřovat s druhým typem robotů, kteří jsou skutečně autonomní, dokážou sami myslet a nepotřebují žádný vstup od lidí. A právě takové roboty se však vědcům v posledních padesáti letech stále nedaří vyrobit.

### Robot Asimo

Výzkumníci umělé inteligence často poukazují na robota firmy Honda zvaného ASIMO (Advanced Step in Innovative Mobility) jako na hmatatelnou ukázkou revolučního pokroku, jehož bylo v robotice dosaženo. Je 130 cm vysoký, váží 36 kg a připomíná malého chlapce v přilbě s černým hledím a batohem. Asimo je skutečně pozoruhodný: dovede přesvědčivě chodit, běhat, chodit po schodech a mluvit. Umí chodit po místnosti, sbírat hrnky a podnosy, plnit některé jednoduché příkazy, dokonce rozeznává některé obličejce. Má dokonce značnou slovní zásobu a umí hovořit různými jazyky. Asimo je výsledkem dvaceti let usilovné práce desítek vědců firmy Honda, kteří vyrobili obdivuhodný technický výtvar.

Jako moderátor naučných programů pro kanál *BBC/Discovery* jsem měl dvakrát příležitost se s Asimem na různých konferencích osobně setkat. Když jsem si s ním potřásl rukou, reagoval zcela lidsky. Když jsem mu zamával, hned zamával také. A když jsem jej požádal, aby mi opatřil džus, otočil se, vydal se ke stolku s občerstvením, a jeho pohyby byly až děsivě lidské. Asimo se skutečně tak podobá živému člověku, že když hovořil, skoro jsem očekával, že sejme přilbu a ukáže se chlapec šikovně skrytý uvnitř. Umí dokonce tančit lépe než já.

Na první pohled to vypadá, že je Asimo inteligentní, schopný reagovat na pokyny od lidí, konverzovat a chodit po místnosti. Realita je však zcela jiná. Když jsem před televizními kamerami předváděl vzájemnou interakci s Asimem, byl každý pohyb, každý detail pečlivě připraven ve scénáři. Natočit s Asimem jednoduchou pětiminutovou scénku trvalo ve skutečnosti asi tři hodiny. A i k tomu byl potřeba tým lidí, kteří po každé scéně na svých laptotech horečně robota přeprogramovali. Ačkoli k vám Asimo mluví v různých jazycích, je to ve skutečnosti magnetofon přehrávající uložené zprávy. Prostě papouškuje, co člověk naprogramoval. Asimo je sice rok od roku propracovanější, není ale schopen nezávislé myšlenky. Každé slovo, každé gesto, každý krok musí být servisním týmem pečlivě nacvičen.

Po natáčení jsem se bavil s jedním z vynálezců Asima, a ten otevřeně připustil, že Asimo má přes své pozoruhodně lidské pohyby a akce inteligenci hmyzu.

Většina jeho pohybů musí být předem pečlivě naprogramována. Je schopen chodit zcela lidským způsobem, jeho cesta se však musí pečlivě naplánovat, aby nezakopl o nábytek, protože ve skutečnosti neumí rozpoznat předměty v místnosti.

Pro srovnání, i šváb je schopen rozpoznat předměty, obcházet překážky, hledat potravu a partnera, unikat nepřátelům, plánovat složité únikové cesty, skrývat se ve stínu, mizet ve škvírách, to vše během několika sekund.

Thomas Dean, badatel v oboru umělé inteligence z Brown University, připustil, že nemotorní roboti, které staví, jsou „právě ve stádiu, kdy tak tak dovedou projít chodbou a nenadělat velké šrámy v omítce“. Jak později uvidíme, naše nejvýkonnější počítače v současnosti sotva dovedou simulovat činnost myšičích neuronů, a i to jen po několik sekund. Bude vyžadovat mnoho desetiletí těžké práce, než roboti budou tak chytří jako myš, králik, pes nebo kočka, a pak opice.

## Dějiny AI (umělé inteligence)

Kritikové někdy poukazují na úkaz, že každých třicet let odborníci na umělou inteligenci tvrdí, že superinteligentní roboti už jsou za dveřmi. Když pak dojde na lámání chleba, všechno je jinak.

V padesátých letech, když se po druhé světové válce začaly zavádět elektronické počítače, ohromovali vědci veřejnost představami strojů schopných provádět úžasné výkony: sbírat kostky, hrát dámu, dokonce řešit algebraické příklady. Vypadalo to, že skutečně inteligentní stroje jsou opravdu za dveřmi. Veřejnost byla ohromena; a brzy se vyrojily články v časopisech vzrušeně předpovídající časy, kdy robot bude v každé kuchyni, bude vařit večeři a uklízet v bytě. Roku 1965 prohlásil průkopník oboru Herbert Simon: „Během dvaceti let budou stroje schopny dělat vše, co umí člověk.“ Pak se ale přihlásila skutečnost. Šachové stroje neuměly porazit lidského hráče a uměly jen hrát šachy, nic jiného. Tito raní roboti dokázali provést jen jeden jednoduchý úkol.

Ve skutečnosti bylo v padesátých letech dosaženo v AI skutečných průlomů, protože se však pokrok velmi přeceňoval a dostávalo se mu nereálné reklamy, nastal zvrat. Roku 1974, za všeobecné kritiky, vlády USA a Británie omezily financování. Pro AI nastala první zima.

Paul Abrahams, badatel v oboru AI, dnes jen kroutí hlavou, když se ohlíží za těmi opojnými časy padesátých let, kdy byl studentem na MIT a vše se zdálo možné. Vzpomíná: „Je to jako by se skupina lidí rozhodla postavit věž až na Měsíc. Každý rok pyšně poukazují na to, oč vyšší už je věž, než byla loni. Jediný problém je, že Měsíc není o nic blíž.“

V osmdesátých letech nadšení pro AI opět vrcholilo. Tentokrát nalil Pentagon miliony dolarů do projektů, mezi nimiž bylo chytré vozidlo, které se mělo pohybovat za nepřátelskými liniemi, provádět průzkum, zachraňovat americké vojáky a vracet se na základnu, a to vše zcela samo. Japonská vláda dokonce podpořila ambiciózní projekt počítačových systémů páté generace, financovaný vlivným japonským ministerstvem mezinárodního obchodu a průmyslu. Cílem projektu páté generace bylo mimo jiné vyrobit počítač schopný mluvit běžným jazykem, s plnou schopností uvažování, dokonce předjímající naše přání, a to vše v devadesátých letech.

Chytré vozidlo bohužel nedokázalo nic jiného než se ztratit. A projekt páté generace byl po halasném rozjezdu bez vysvětlení ukončen. Řečnění opět předběhlo realitu. Ve skutečnosti bylo v osmdesátých letech dosaženo v AI reálných výsledků, protože však byl pokrok opět příliš bombasticky oslavován, došlo k druhému zvratu, pro AI nastala druhá zima, kdy finanční podpora opět vyschla a rozčarování lidé hromadně opouštěli obor. Stalo se bolestně zřejmým, že něco není v pořádku.

Když v roce 1992 výzkumníci v oboru AI uspořádali oslavu na počest filmu *2001: Vesmírná odysea*, ve kterém počítač zvaný HAL 9000 zachvátí zuřivost a vraždí mužstvo vesmírné lodi, měli z toho spíše smíšené pocity. Film natočený roku 1968 předpovídá, že roku 1992 budou roboti volně hovořit s člověkem téměř o všem a také velet kosmické lodi. Bohužel bylo evidentní, že i ti nejpokročilejší roboti mají co dělat, aby svou inteligencí stačili broukům.

Roku 1997 se podařil počítači firmy IBM Deep Blue historický průlom, když s převahou porazil šachového velmistra Garriho Kasparova. Deep Blue byl technický skvost, prováděl 11 miliard operací za sekundu. Avšak místo aby otevřel stavidla záplavě výzkumů AI a zahájil novou éru, udělal pravý opak. Jen zdůraznil primitivnost výzkumu umělé inteligence. Po úvaze bylo mnohým jasné, že Deep Blue neumí myslet. Byl skvělý na šachy, při testu na IQ by však získal nula bodů. Po tomto vítězství promlouval k tisku jen poražený Kasparov, protože Deep Blue neuměl mluvit vůbec. Výzkumníci si začali neochotně uvědomovat, že hrubý výpočetní výkon se nerovná inteligenci. Pracovník AI Richard Heckler říká: „Dneska si můžete za 49 dolarů koupit šachové programy, jež porazí každého kromě světových velmistrů, ale nikdo si nemyslí, že jsou inteligentní.“

Jak však Mooreův zákon chrlí každých osmnáct měsíců novou generaci počítačů, bude dříve či později starý pesimismus minulé generace postupně zapomenut a přijde nová generace bystrých nadšenců a do oboru, který se nacházel

v útlumu, vnese nový optimismus a energii. Třicet let po nástupu poslední zimy AI pokročily počítače natolik, že nová generace výzkumníků AI opět pronáší nadějně předpovědi o budoucnu. Konečně nastal čas umělé inteligence, říkají její přívrženci. Tentokrát opravdu. Do třetice všeho dobrého. Jestliže však mají pravdu, budou lidé brzy překonaným druhem?

## Je mozek digitální počítač?

Matematikové si nyní uvědomují, že základním problémem je, že před padesáti lety udělali zásadní chybu, když si představovali mozek jako analogii velkého digitálního počítače. Dnes je bolestně zjevné, že tak tomu není. Mozek nemá žádný čip Pentium, žádný operační systém Windows, žádný aplikační software, žádný procesor, žádné programování, žádné podprogramy, jako má moderní digitální počítač. Architektura digitálních počítačů je ve skutečnosti zcela odlišná od architektury mozku, což je jakýsi učící se stroj, soubor neuronů, jenž se přepojuje pokaždé, když se naučí něco nového. (PC se však neučí vůbec. Váš počítač je dnes právě tak hloupý, jako byl včera.)

Existují minimálně dva přístupy k modelování mozku. První, tradiční postup shora dolů, je přistupovat k robotům jako k digitálním počítačům, a programovat všechna pravidla inteligence od samého začátku. A digitální počítač lze zase redukovat na tzv. Turingův stroj, pomyslné zařízení popsané velkým britským matematikem Alanem Turingem. Turingův stroj se skládá ze tří základních součástí: vstup, procesor na zpracování dat a výstup. Všechny digitální počítače jsou založeny na tomto jednoduchém modelu. Cílem tohoto přístupu je vytvořit CD-ROM, na kterém jsou zakódována všechna pravidla inteligence. Vložíme-li takový disk do počítače, ten náhle oživne a stane se inteligentním. Tento bájný CD-ROM tudíž obsahuje všechny software potřebný k vytvoření inteligentního stroje.

Náš mozek však nemá vůbec žádné programy ani software. Náš mozek je neuronová síť, složitá změť neuronů, které neustále samy mění zapojení.

Neuronové síť se řídí Hebbovým pravidlem: pokaždé, když je učiněno správné rozhodnutí, je dané neuronové spojení posíleno. To se stane jednoduše změnou síly jistých elektrických spojení mezi neurony pokaždé, když úspěšně provede úkol. (Hebbovo pravidlo lze vyjádřit starou otázkou: Jak se hudebník dostane do Carnegie Hall? Odpověď: musí cvičit, cvičit, cvičit. Pro neuronovou síť platí, že cvičení vede k dokonalosti. Hebbovo pravidlo také vysvětluje, proč je tak obtížné zbavit se zlovyků – to proto, že neuronová dráha zlovyku je tak dobře zprůchodněná.)

Neuronové sítě jsou založeny na přístupu odspoda nahoru. Místo aby se narmily všemi pravidly inteligence, učí se stejně, jako se učí kojeneček – naráženími do překážek, získáváním zkušeností. Místo aby je někdo naprogramoval, učí se neuronální sítě postaru, prostřednictvím „školy tvrdých nárazů“.

Neuronové sítě mají oproti digitálním počítačům zcela rozdílnou architekturu. Jestliže odstraníte jediný tranzistor z centrálního procesoru, počítač přestane fungovat. Jestliže však odstraníte velké kusy lidského mozku, stále je schopen fungovat, a jiné jeho části převezmou úkoly těch chybějících. U počítače je také možné přesně určit, kde „myslí“: v centrálním procesoru. Skenování lidského mozku však jasně ukazuje, že naše myšlení je rozprostřeno po velkých částech mozku. Různé sektory se rozsvítí v přesném pořadí, jako by si myšlenky přehazovaly sem a tam jako pingpongový míček.

Digitální počítače jsou schopny počítat téměř rychlostí světla. Lidský mozek je naopak neuvěřitelně pomalý. Nervové impulzy putují nemožně nízkou rychlostí asi 300 km/hod. Mozek to však více než vynahrazuje tím, že je do velké míry paralelní, to znamená, že současně pracuje sto miliard neuronů, z nichž každý provede nepatrnou část výpočtu, a každý je přitom spojen s deseti tisíci jiných neuronů. Kdyby závodily, superrychlý jednoduchý procesor by zůstal daleko za superpomalým paralelním procesorem. (To souvisí se starou hádankou: Jestliže jedna kočka sežere jednu myš za jednu minutu, jak dlouho trvá milionu koček sežrat milion myší? Odpověď: jednu minutu.)

Mozek navíc není digitální. Tranzistory jsou hradla, jež mohou být buď otevřená, nebo zavřená, což reprezentuje jednička nebo nula. Neurony jsou též digitální (je tam vzruch nebo není), dovedou však také být analogové, přenášet jak spojitě signály, tak diskrétní.

### Dva problémy s roboty

Vzhledem k tomuto evidentnímu omezení počítačů ve srovnání s lidským mozkem lze pochopit, proč počítače nejsou schopny plnit dvě úlohy, které lidé vykonávají bez většího úsilí: rozpoznávat obrazy („pattern recognition“) a používat selský rozum. Tyto dva problémy po minulé půlstoletí vyřešení odolávaly. Je to hlavní důvod, proč nemáme robotické uklízečky, sluhy ani sekretářky.

První problém je rozpoznávání obrazů. Roboti vidí mnohem lépe než člověk, nerozumí však tomu, co vidí. Když robot vstoupí do místnosti, přemění to, co vidí, ve změt bodů. Potom je zpracuje a rozpozná soubor úseček, kruhů, čtverců a obdélníků. Pak se robot pokouší srovnat tuto změt, jednu věc po druhé, s předměty uloženými ve své paměti – což je mimořádně pracná úloha dokonce

i pro počítač. Po mnoha hodinách výpočtů robot může ztotožnit tyto čáry s židlemi, stoly a lidmi. Když naproti tomu vejde do místnosti člověk, rozpozná židle, stoly a lidi ve zlomku sekundy. Naše mozky jsou fakticky stroje na rozpoznávání obrazů.

Za druhé robotům chybí schopnost přirozeného uvažování, zdravý rozum. Roboti slyší mnohem lépe než člověk, nerozumějí však tomu, co slyší. Podívejme se na následující výroky:

- Děti mají rády sladkosti, ale nikoli tresty
- Provázek můžeme táhnout, nikoli však tlačit
- Pomocí tyče lze strkat, nikoli však táhnout
- Zvířata neumí mluvit ani nerozumějí anglicky
- Z točení se lidem zamotá hlava

Pro nás je každé z těchto tvrzení věcí zdravého rozumu. Nikoli však pro roboty. Neexistuje žádná taková logická úvaha ani žádný řádek programu, který dokazuje, že za provázek se tahá, netlačí se do něj. Pravdivost těchto „zřejmých“ tvrzení jsme se naučili ze zkušenosti, nikoli proto, že nám je někdo naprogramoval do paměti.

Problém s přístupem shora dolů je, že by k napodobení lidského myšlení bylo prostě zapotřebí příliš mnoho řádků programu pro zdravý rozum. Pro zápis pravidel normálního uvažování vlastního šestiletému dítěti by například bylo třeba několika set milionů řádků programu. Hans Moravec, bývalý ředitel laboratoře umělé inteligence na univerzitě Carnegie Mellon, konstatuje: „Programy AI dodnes neobsahují ani střípek přirozeného rozumu – lékařský diagnostický program by mohl například předepsat antibiotika rozbitému bicyklu, protože mu chybí model pro lidi, nemoci nebo bicykly.“

Někteří vědci jsou však stále pevně přesvědčeni, že jedinou překážkou pro zvládnutí selského rozumu je hrubá síla. Věří, že nový Projekt Manhattan, podobný programu sestavení atomové pumpy, by jistě problém zdravého rozumu vyřešil. Roku 1984 byl zahájen intenzivní program, jenž měl vytvořit „encyklopedii mysli“. Nesl název CYC a měl být vrcholným úspěchem v oblasti umělé inteligence. Jeho cílem bylo zakódování všech tajemství selského rozumu do jediného programu. Avšak ani po několika desetiletích tvrdé práce se projektu CYC své cíle splnit nepodařilo.

Cíl programu CYC byl prostý: zvládnout do roku 2007 „sto milionů věcí, přibližně tolik, kolik ví průměrný člověk o světě“. Tento termín, stejně jako mnoho

především, vypršel, ale úspěch se nedostavil. Každý z milníků, vytýčených inženýry CYC, přišel a minul, aniž by se vědci sebemeně přiblížili k ovládnutí podstaty inteligence.

### Člověk versus stroj

Měl jsem jednou příležitost změřit své síly s robotem, a to v soutěži s dílem Tomase Poggia z MIT. Roboti sice nerozeznají jednoduché obrazy jako my, Poggio však dovedl vytvořit počítačový program schopný fungovat stejně rychle jako člověk v jedné specifické oblasti: „okamžité rozpoznání“. Toto je naše zázračná schopnost poznat předmět ještě dříve, než si jej uvědomíme. (Okamžité rozpoznání byl důležitý faktor naší evoluce, protože naši předkové měli jen zlomek sekundy na to, aby poznali, že v houští se skrývá tygr, ještě než si to plně uvědomili.) Bylo to poprvé, co v určitém specifickém testu zrakového rozpoznání robot pravidelně dosahoval lepšího skóre než člověk.

Soutěž mezi mnou a strojem byla jednoduchá. Seděl jsem v křesle a upřeně se díval na obyčejnou počítačovou obrazovku. Pak se na monitoru na zlomek sekundy mihl obrázek, a mým úkolem bylo stisknout co nejrychleji jedno ze dvou tlačítek, podle toho, jestli jsem na obrázku viděl zvíře nebo ne. Musel jsem se rozhodnout co nejrychleji, ještě než jsem měl možnost obrázek plně vstřebat. Počítač se měl také rozhodnout ohledně stejného obrázku.

Bylo docela zahanbující, že po mnoha bleskurychlých testech to šlo stroji a mně přibližně stejně. Občas to však šlo stroji významně lépe než mně, a já zůstával pozadu. Stroj mě porazil. (Jedinou útěchou mi bylo, když mi řekli, že počítač odpoví správně v 82 procentech případů, zatím co lidé dosahují v průměru jen 80 procent.)

Klíčem k Poggiovu stroji je, že se učí u matky přírody. Mnoho vědců si začíná uvědomovat pravdivost rčení: „Kolo už bylo vynalezeno, tak proč ho nenapodobit?“ Když se robot dívá na obraz, snaží se ho obvykle rozdělit na skupiny čar, kruhů, čtverců a jiných geometrických útvarů. Poggiův program však je jiný.

Vidíme-li nějaký obraz, zaznamenáme asi nejdřív obrysy různých předmětů, pak různé rysy těchto předmětů, pak stínování v rámci těchto rysů atd. Obraz si tedy rozdělíme na mnoho vrstev. Jakmile počítač zpracuje jednu vrstvu obrazu, spojí ji s další vrstvou, a tak dále. Tímto způsobem, krok za krokem, vrstvu po vrstvě, napodobuje hierarchický způsob, jímž náš mozek zpracovává obrazy. (Poggiův program není schopen takových zdánlivě samozřejmých výkonů v rozpoznávání obrazů, jako je prostorová vizualizace předmětů, rozpoznávání tisíců předmětů z různých úhlů atd., představuje však v rozpoznávání obrazů velký milník.)

Později jsem měl možnost vidět v akci jak přístup shora dolů, tak přístup zdola nahoru. Nejdříve jsem navštívil Středisko umělé inteligence Stanfordské univerzity a tam se setkal s robotem STAIR („Stanford Artificial Intelligence Robot“), užívajícím přístup shora dolů. STAIR je asi 120 cm vysoký, s obrovským mechanickým ramenem, jež se může otáčet a sbírat předměty se stolu. STAIR je také pohyblivý a umí chodit po kanceláři nebo po bytě. Robot má 3D kameru, jež se zaměří na předmět a pošle 3D obraz do počítače, jenž pak řídí mechanické rameno, které předmět uchopí. Roboti takto manipulují předměty od šedesátých let, a jsou k vidění třeba v detroitských automobilkách.

Zdání však klame. STAIR umí mnohem víc. Na rozdíl od robotů v Detroitu nemá STAIR předepsaný postup. Pracuje sám. Když jej například požádáte, aby vám podal pomeranč, umí analyzovat soubor předmětů na stole, srovná je s tisíci obrazů uloženými ve své paměti, pak identifikuje pomeranč a sáhne po něm. Dovede také přesněji určit předměty tak, že je uchopí a otočí.

Abych jej vyzkoušel, přeházela jsem soubor předmětů na stole, a pak jsem se díval, co se stane, když o jeden z nich požádám. Viděl jsem, že STAIR správně analyzoval nové uspořádání a pak sáhl po správném předmětu. Konečným cílem je dosáhnout, aby se STAIR orientoval v bytě nebo kanceláři, sbíral různé předměty a nástroje a manipuloval s nimi, a dokonce zjednodušeným jazykem hovořil s lidmi. Tak bude schopen dělat všechno, co by v kanceláři svedl poslíček. STAIR je příkladem přístupu shora dolů: vše je do něj naprogramováno od samého počátku. (STAIR sice umí rozpoznat předměty z různých úhlů, má však ještě svá omezení ohledně počtu předmětů, jež umí rozeznat. Byl by ochromen, kdyby měl vyjít ven a poznávat náhodné předměty tam.)

Později jsem měl možnost navštívit New York University, kde Yann LeCun experimentuje s naprosto odlišným konceptem, zvaným LAGR („Learning applied to ground robots“). LAGR je příkladem přístupu zdola nahoru: musí se naučit vše od počátku, narážet do věcí. Je velký jako menší golfové vozítko a má dvě barevné stereoskopické kamery, které obhlížejí krajinu a identifikují předměty před sebou. Pak se pohybuje mezi těmito předměty, opatrně se jim vyhýbá, a každým průchodem se učí. Je vybaven GPS a má dva infračervené senzory, jež zaznamenávají předměty před ním. Obsahuje tři výkonné čipy Pentium a je napojen na gigabitovou ethernetovou síť. Šli jsme do blízkého parku a tam robot LAGR mohl bloumat kolem různých překážek, jež se mu postavily do cesty. Pokaždé, když podnikl další průchod, dařilo se mu vyhýbat překážkám lépe.

Důležitý rozdíl mezi LAGR a STAIR je, že LAGR je zvláště přizpůsoben tomu se učit. Pokaždé když LAGR do něčeho narazí, předmět obejde a naučí se příště

se tomuto předmětu vyhnout. Zatímco STAIR má v paměti uloženy tisíce obrazů, LAGR nemá v paměti žádné, ale místo toho si v paměti vytváří mapu všech překážek, s nimiž se setkal, a při každém průchodu tuto mapu neustále zpřesňuje. Na rozdíl od auta bez řidiče, jež je naprogramováno a sleduje dráhu předem určenou GPS, se LAGR pohybuje sám, bez jakýchkoli instrukcí od člověka. Řeknete mu, kam má jít, a vydá se na cestu. Roboti, jako jsou tito, se jednou objeví na Marsu, na bojišti i v domácnosti.

Nadšení a úsilí těchto výzkumníků na mě na jedné straně udělalo dojem. V hloubi duše věří, že kladou základy pro umělou inteligenci a že teprve začínáme chápat, jak jejich práce jednou ovlivní společnost. Díky svému odstupu si však také uvědomuji, jak dlouhá ještě bude jejich cesta. Dokonce i švábi umějí identifikovat předměty a naučí se je obcházet. Jsme stále ještě ve stadiu, kdy i nejposlednější výtvořky matky přírody překonávají naše nejinteligentnější roboty.

## BLÍZKÁ BUDOUCNOST (ODE DNEŠKA DO R. 2030)

### Expertní systémy

Dnes má mnoho lidí doma jednoduché roboty vysávající koberce. Existují také robotičtí bezpečnostní hlídači, kteří procházejí v noci budovou, robotičtí průvodci a robotičtí tovární dělníci. Roku 2006 se odhadovalo, že v domácnostech a budovách je 950 000 průmyslových robotů a 3 540 000 servisních robotů. V nejbližších desetiletích by se oblast robotiky mohla rozvinout v několika směrech. Tito roboti však nebudou vypadat jako ti ze sci-fi filmů.

Největší dopad by se mohl projevit v tom, co se nazývá expertní systémy, softwarové programy, jež mají v sobě zakódovány znalosti a zkušenosti lidského tvora. Jak jsme viděli v poslední kapitole, jednoho dne bychom mohli hovořit s internetem na své nástěnné obrazovce a bavit se s přátelskou tváří robotického lékaře nebo robotického právníka.

Tato oblast se nazývá heuristika, to znamená, že se řídí formálním, na pravidlech založeným systémem. Potřebujeme-li si naplánovat dovolenou, budeme hovořit k tváři na nástěnné obrazovce a sdělíme jí naše požadavky na dovolenou: dobu trvání, místo pobytu, jaké hotely, cenový rozsah. Expertní systém již bude znát naše preference z předchozích zkušeností; zkontaktuje hotely, aerolinky atd., a pak nám navrhne nejlepší možnosti. Avšak místo abychom s ním hovořili uvolněným, hovorovým jazykem, budeme muset užívat zcela formální, stylizovaný jazyk, jemuž rozumí. Takový systém může rychle vyřídít mnoho užitečných

formalit. Jen mu zadáte pokyny, a systém zařídí rezervaci v restauraci, ověří adresu obchodů, objedná nákup potravin nebo hotových jídel, rezervuje letenku atd.

Právě díky pokrokům v heuristice během posledních desetiletí máme dnes celkem jednoduché vyhledávací programy. Jsou však dosti primitivní. Každý pozná, že jedná se strojem a nikoliv s člověkem. V budoucnu však budou roboti tak pokročilí, že se budou zdát téměř jako lidé, budou fungovat plynule, a rozlišovat jemné rozdíly.

Snad nejpraktičtější využití bude v lékařské péči. Když se v současnosti například necítíte dobře, musíte čekat i hodiny v čekárně ambulance, než se dostanete k lékaři. V blízké budoucnosti prostě přistoupíte k nástěnné obrazovce a pohovoříte s robotickým lékařem. Budete moci změnit podobu a dokonce osobnost robotického lékaře, jež vidíte, a to pomocí tlačítka. Přátelská tvář na obrazovce vám položí sérii jednoduchých otázek: Jak se cítíte? Kde to bolí? Kdy se bolest objevila? Jak často to bolí?

Pokaždé budete mít na vybranou z několika jednoduchých odpovědí. Nebudete odpovídat psaním na klávesnici, ale hlasem.

Každá vaše odpověď zase vyvolá další otázky. Po takové sérii otázek bude robotický doktor schopen stanovit vaši diagnózu založenou na nejlepších zkušenostech světových lékařů. Robotický doktor bude též zkoumat data z vaší koupelny, vašich šatů, vašeho nábytku, jež průběžně sledovaly vaše zdraví prostřednictvím DNA čipů. Mohl by vás také požádat, abyste si prohlédli tělo přenosným MRI skenerem, a data se pak vyhodnotí na superpočítačích. (Některé primitivní verze těchto heuristických programů již existují, například WebMD, chybí jim však nuance a plné využití možností heuristiky.)

Většina návštěv u lékaře se tímto způsobem dá vyloučit. Odlehčilo by se tak zdravotnickému systému. Jestliže bude problém vážný, robotický lékař doporučí, abyste byl přijat do nemocnice, kde vám poskytnou intenzivní péči živí lékaři. I tam však uvidíte programy umělé inteligence, v podobě robotických sester, jako Asimo. Tyto robotické ošetřovatelky nejsou skutečně inteligentní, umějí se však pohybovat z jednoho pokoje do druhého, podat pacientům správné léky a věnovat se jejich ostatním potřebám. Mohou se pohybovat po kolejkách v podlaze, nebo nezávisle jako Asimo.

Robotická ošetřovatelka již existuje, je to robot RP-6, používaný v nemocnicích, jako je UCLA Medical Center. Je to v podstatě televizní obrazovka umístěná na mobilním počítači, pohybujícím se po kolečkách. Na obrazovce vidíte obličej skutečného lékaře, jenž může být na míle daleko. Robot nese kameru, a díky ní lékař vidí, na co se robot dívá. Je tu také mikrofon, takže lékař může s pacientem

hovořit. Lékař může na dálku pohybovat robotem pomocí joysticku, komunikovat s pacienty, sledovat podávání léků atd. Ročně je ve Spojených státech přijato na jednotky intenzivní péče 5 milionů pacientů, avšak kvalifikaci pro péči o kriticky choré pacienty má pouze 6000 lékařů, a tak by roboti jako tento mohli pomoci s řešením této krize v intenzivní péči, kdy jeden lékař pečuje o mnoho pacientů. V budoucnu by podobní roboti mohli být i samostatnější, schopní autonomně se pohybovat a komunikovat s pacienty.

Tato technologie je nejrozvinutější v Japonsku. Země utrácí tolik peněz na roboty, aby vyřešila nastávající krizi v lékařské péči. Při zpětném pohledu nepřekvapuje, že Japonsko je jednou z velmocí v oboru robotiky, a to z několika důvodů. Za prvé, v šintoistickém náboženství se věří, že v neživých předmětech sídlí duchové. A to i v mechanických předmětech. Na Západě děti při pohledu na roboty patrně křičí hrůzou, zvláště když viděly tolik filmů o zuřících smrtících strojích. Japonské děti však vidí roboty jako laskavé duchy, hravé a prospěšné. V Japonsku není neobvyklé uvidět při vstupu do obchodního domu robotického recepčního, jak vás vítá. Třicet procent všech komerčních robotů na světě se nachází právě v Japonsku.

Za druhé Japonsko čelí demografické katastrofě. Země má nejrychleji stárnoucí obyvatelstvo. Porodnost poklesla na 1,2 dítěte na rodinu a přistěhovalectví je zanedbatelné. Podle některých demografů to je jako pozorovat vlakové neštěstí ve zpomaleném záběru: jeden demografický vlak (stárnoucí obyvatelstvo a klesající porodnost) se v nastávajících letech brzy srazí s druhým (malé přistěhovalectví). (Stejná železniční katastrofa by nakonec mohla nastat i v Evropě.) Nejvíce to pocítí zdravotnictví, kde by se ošetřovatelka podobná robotovi Asimo mohla velice hodit. Takoví roboti by se dokonale hodili pro některé práce v nemocnici, mohli by chodit pro léky, starat se o jejich podávání nebo sledovat pacienta čtyřiadvacet hodin denně.

## POLOVINA STOLETÍ (2030–2070)

### Modulární roboti

V polovině století by náš svět mohl být plný robotů, my si jich ale ani nevšimneme. To proto, že většina robotů patrně nebude mít lidskou podobu. Budou před námi skrytí, hrát si na hady, hmyz nebo pavouky, a vykonávat nepříjemné, ale nezbytné práce. Budou to modulární roboti, schopní změnit svůj tvar v závislosti na svém úkolu.