

zprostředkovat obousměrný překlad mezi více než pěti sty páry jazyků. Z hlediska našich komunikačních možností jde o skutečnou revoluci: vůbec poprvé v dějinách lidstva si prakticky kdokoliv může bezplatně a během kratičké chvílky pořídit přibližný překlad takřka jakéhokoliv textu z kteréhokoliv jazyka.

Přístupů ke strojovému učení existuje celá řada, ale mezi ty nejúčinnější a nejpозoruhodnější patří ten, jenž se opírá o využití umělých neuronových sítí – tedy systémů, které fungují na těchže elementárních operačních principech jako lidský mozek. Mozek sestává až ze sta miliard nervových buněk, jež jsou provázány mnoha biliony spojů – k sestrojení výkonného systému strojového učení stačí však i mnohem primitivnější struktura umělých neuronů.

Jednotlivé neurony fungují tak trochu jako hračky s vyskakovacími figurkami, s jakými si tak rády hrají malé děti. Když dítě zmáčkne čudlík, vyskočí z hračky nějaká zábavná postavička – třeba nějaké zvířátko nebo oblíbený kreslený hrdina. Pokud knoflík takové hračky stisknete jen velmi zlehka, nic se nestane. Pokud zmáčknete o něco silněji, reakce zůstane nulová. Jakmile však vyvinete sílu, která překročí určitou prahovou hodnotu, postavička vyletí jako čertík z krabičky. Neuron funguje v zásadě stejně, tedy až na to, že jeho pomyslné aktivační tlačítka obvykle spíná kombinace několika vstupů.

Neuronovou síť si můžete představit jako podlahu, na které jsou tyto hračky vyskládané v řadách za sebou, jako nějaký rafinovaně provázaný mechanismus z kreslených grotesek. Nad aktivačním tlačítkem každé hračky je nachystaný velký mechanický prst. Hračky jsou nastavené tak, že z nich po stisknutí tlačítka nevyskočí žádná postavička, ale namísto toho uvedou v chod některé z mechanických prstů, které jsou připravené nad hračkami z následující řady. Klíčovým faktorem, díky němuž se neuronová síť dokáže učit, je okolnost, že velikost síly, s jakou každý prst působí na příslušné tlačítko, se dá přenastavovat.

Abyste mohli neuronovou síť naučit nějakou dovednost, musíte nejprve neuronům z první řady poskytnout nějaká předem vyhodnocená data. Dejme tomu, že jim budete předkládat třeba obrázky ručně psaných písmen. Vložená data uvedou v chod část mechanic-

kých prstů, které začnou v následující řadě tisknout tlačítka různě velikou silou v závislosti na své kalibraci. Tím se aktivuje část dalších neuronů, které zase spustí tlačítka v následující řadě, a tak dále. Výstup – neboli odpověď – se získává z poslední řady neuronů. V našem případě bude výstupem binární kód zastupující konkrétní písmeno abecedy, jež by mělo odpovídat tomu, které bylo na vstupním obrázku. Stroj ke správné odpovědi nedojde hned napoprvé, má však k dispozici mechanismy porovnávání a zpětné vazby. Výstup se porovná s předem známou správnou odpovědí, což spustí automatickou recalibraci všech mechanických prstů, v důsledku čehož se změní sekvence aktivovaných neuronů. Pokud má síť k dispozici tisíce předem vyhodnocených obrázků, na nichž se může takovým způsobem procvičovat a neustále recalibrovat sílu, kterou vyvíjejí jednotlivé mechanické prsty, začne se jí dařit čím dál častěji přicházet se správnou odpovědí. V okamžiku, kdy se ve svých odpovědích přestane dál zlepšovat, dosáhne síť stavu, kdy si příslušnou dovednost účinně osvojila.

Tak tedy vypadá hrubá podstata principu, díky němuž neuronová síť dokáže rozpoznávat obrázky či mluvená slova, překládat různojazyčné texty a vykonávat celou řadu dalších úkonů. Na konci celého procesu stojí program (ve své podstatě vlastně soupis veškerých finálních kalibrací, které rozhodují o tom, jak velkou silou mechanické prsty působí na aktivační tlačítka jednotlivých neuronů), který se dá použít k nakonfigurování nových neuronových sítí. Každá z nich pak bude schopna automaticky generovat odpovědi na základě nových dat.

Umělé neuronové sítě se zrodily ve druhé polovině čtyřicátých let, kdy se s nimi začalo poprvé experimentovat. V oblasti rozpoznávání vzorců\* se využívají již hezkou řádku let, za poslední roky se však zásluhou celé řady přelomových objevů jejich výkon skokově

\* V orig. „pattern recognition“. Někdy se překládá též jako „rozpoznávání obrazců“ či „rozpoznávání vzorců“. Obecně jde o vyhledávání pravidelných schémat v rozmanitých souborech dat; v užším smyslu může jít např. o rozpoznávání vizuálních předloh, mluvené řeči atp. (Pozn. překl.)

zvýšil. Týká se to zejména sítí, které využívají rozložení neuronů do většího počtu vrstev, což je technologie, pro kterou se vžil název „hluboké učení“ (deep learning). Systémy hlubokého učení již našly uplatnění například v hlasové asistenční službě Siri od společnosti Apple, kde obstarávají funkci rozpoznávání řeči. Očekává se, že by tyto technologie mohly výrazně uspořádat rozvoj celé řady oblastí, kde významnou roli hraje analýza a rozpoznávání vzorců. Vědci z univerzity ve švýcarském Luganu například roku 2011 vyvinuli na základě principu hlubokého učení neuronovou síť, která dokázala správně identifikovat více než 99 % obrazových materiálů z objemné databáze dopravních značek. Dosáhla tak vyšší přesnosti než lidští experti, kteří s tímto systémem soupeřili. Výzkumníci z Facebooku zase vyvinuli experimentální systém, sestávající z devíti vrstev umělých neuronů, který dokáže s přesností 97,25 % stanovit, zda se na dvojici fotografií nachází jedna a tatáž osoba – a to i za situace, kdy se světelné podmínky liší a obličeje jsou nesteréjně natočené. Lidští pozorovatelé pro srovnání dosahují přesnosti 97,53 %.<sup>9</sup>

Geoffrey Hinton z Torontské univerzity, jenž patří k předním odborníkům na tuto problematiku, vyzdvihuje zejména skutečnost, že technologie hlubokého učení „má úžasnou škálovatelnost. Postavte větší a rychlejší model, a můžete si být jisti, že bude fungovat lépe“. Jinak řečeno: i kdybychom ponechali stranou pravděpodobná budoucí vylepšení na úrovni jejich operačních principů, dá se téměř s jistotou očekávat, že systémy strojového učení založené na sítích hlubokého učení se budou dál a dál překotně rozvíjet už jen v důsledku Moorova zákona.

„Velká data“ a chytré algoritmy, jež jdou s tímto fenoménem ruku v ruce, čím dál více proměňují prostředí, v němž lidé pracují. Zaměstnavatelé (a zejména pak velké korporace) dnes sledují myriády metrických a statistických dat o pracovních výkonech a sociálních návycích svých zaměstnanců a přikládají těmto datům čím dál větší váhu. Podkladem k přijímání, propouštění, ohodnocování a povyšování pracovníků se rostoucí měrou stává takzvaná „personální analytika“ (people analytics). Objem dat, která se o jednotlivých zaměstnancích a jejich pracovních aktivitách shromažďují, takřka vy-

ráží dech. Některé společnosti digitálně evidují každický úhoz na klávesnici každého ze svých zaměstnanců. Elektronická pošta, záznamy o telefonických hovorech, dotazy vyhledávané na webových stránkách, údaje o otevírání jednotlivých souborů, o položkách vyhledávaných v databázích či třeba o tom, na jak dlouho si kdo odskočil na toaletu – to jsou jen některá z nepřeberného množství dat, jež společnosti mohou o svých zaměstnancích shromažďovat, ať už s jejich vědomím, nebo bez něj.<sup>11</sup> Veškerá tato data se obvykle sbírají a vyhodnocují za účelem efektivnějšího firemního vedení a lepší evaluace výkonu zaměstnanců. To ovšem neznamená, že se pro ně časem nenajde i nějaké další využití – například pro vývoj softwaru, který umožní valnou část vykonávané práce automatizovat.

Ve znalostním sektoru přinese revoluce „velkých dat“ s největší pravděpodobností hned dvě zásadní změny. Nashromážděná data mohou za prvé vést k přímé automatizaci nemalého počtu činností, a tím i ke zrušení podstatné části pracovních pozic. Jestliže by si člověk mohl teoreticky vzato osvojit novou práci tím, že by si pročetl manuál po svých předchůdcích a následně si procvičoval příslušné instrukce na konkrétních úkonech, pak mohou s obdobnou strategií mnohdy slavit úspěch i chytré algoritmy. Některé kroky k tomu ostatně již směřují. Společnost Google si například v listopadu roku 2013 nechala patentovat systém, jenž má sloužit k automatickému generování personalizovaných e-mailů a odpovědí na sociálních sítích.<sup>12</sup> Princip činnosti tohoto systému je následující: v prvním kroku provede software analýzu vámi odeslané elektronické pošty a příspěvků, které jste zveřejnili na sociálních sítích. Na základě tohoto vyhodnocení pak za vás může automaticky odpovídat na došlé e-maily, tweety či blogové příspěvky, přičemž odpovědi budou psány stylem a tónem, který je vám vlastní. Nedá moc práce si představit, že podobné systémy mohou časem sloužit k automatizaci valné části běžné elektronické komunikace.

Dalším příkladem, umožňujícím učinit si představu o tom, kudy se nejspíš bude ubírat cesta automatizace na základě „velkých dat“, jsou samořídící auta, představená společností Google v roce 2011. Konstruktoři z Googlu se nevydali cestou robotů, kteří by mohli