

## GNOZEOLOGICKÝ STATUS VÝPOČTOVÝCH TEÓRIÍ MYSLANIA (Poznámka k téme umelá inteligencia)

JOZEF KELEMEN, Katedra teoretickej kybernetiky Matematicko-fyzikálnej fakulty UK, Bratislava

### Úvod

„Ak sa v spoločnosti objaví nejaká technická potreba, táto pohýňa vedu vpred väčšmi, než desiatky univerzít.“ [7] Dnešné snahy o spoznanie fenoménu inteligencie, poznávania či myslenia z takých hľadísk, ktoré by zaručili, že získané poznatky sa budú dať zúžitkovať pri ďalšom rozvoji využívania výpočtovej techniky, sú potvrdením platnosti týchto Engelsových slov. Niektoré, predovšetkým inžinierske, ale aj vedecko-poznávacie snahy tohto druhu sú dnes označované názvom „umelá inteligencia“ [angl. *artificial intelligence*, rusky *iskusstvennyj intellekt*], ktorý je do takej miery rozšírený, že vnucujúca sa diskusia o jeho vhodnosti či nevhodnosti je zbytočnou rovnako ako pokusy o zavedenie nejakého nového (možno vhodnejšieho) názvu.

Rozhodne však nie sú zbytočné diskusie o podstate snáh, ktoré názov *umelá inteligencia* zastrešuje. Môžu totiž do istej miery ovplyvniť orientáciu špecializovaných výskumov, ktoré sa na mnohých pracoviskách u nás práve rozbiehajú.

Cieľom tohto článku je špecifikovať charakter a zmysel jedného druhu úsilií o spoznanie ľudských kognitívnych aktivít v rámci umelej inteligencie. Nekladíme si za cieľ úplnú a vyčerpávajúcu analýzu témy naznačenej v nadpise. Náš cieľ bude v plnej miere dosiahnutý, ak si čitateľ-filozof vytvorí na základe tejto state predstavu o zameraní výskumu tých odborných kruhov, ktoré vychádzajú z presvedčenia, že „...umelá inteligencia je štúdiom inteligencie použitím výpočtových ideí a metód“. (28, s. IX) V článku sa pokúšame o čiastočné upresnenie tejto tézy. Hoci nás kontext na niektorých miestach prinúti zaujať stanovisko aj k odlišným chápaniam umelej inteligencie, než aké prezentujeme a zastávame, nie je cieľom tohto článku kritika týchto názorov, ani ich vzájomné porovnávanie.<sup>1</sup>

### Historické pozadie

Vedecké teórie sú, ako je známe, výslednicou logickej a historickej metódy výskumov. Uvedomenie si historického vývoja názorov, predstáv a teórií pred-

<sup>1</sup> Súčasné smery rozvoja umelej inteligencie sú dosť heterogénne. Okrem smeru, ktorého základnú orientáciu približuje tento článok, je rozšírené najmä chápanie umelej inteligencie ako rýdzo inžinierskej disciplíny, cieľom ktorej je vytváranie programov pre počítače, na základe ktorých by tieto vykonávali činnosti, ktorých efekty by sa v istej viacej či menej limitovanej oblasti aktivity nedali navonok rozoznať od inteligentnej činnosti človeka. Namiesto poznávania sa tu siahá k istému druhu mikry, *poznávanie* podstaty sa nahrádza *napodobňovaním* povrchu. Druhý, široko rozšírený smer, sa ubera cestou *rekonštrukcie* (obyčajne technickej) nervovej sústavy (mozgu). O oboch smeroch sa v ďalšom texte ešte zmienime a urobíme na ich margo niekoľko kritických poznámok.

metu nášho záujmu môže byť tým základom, na ktorom stavajúc možno urobiť extrapoláciu do budúcnosti.

Ak hľadáme zmienky o pokusoch človeka spoznať svoju schopnosť myslieť a poznávať, či o jeho snahách explicitne vyjadriť princípy nadobúdania či komunikácie poznatkov, nájdeme ich už v prácach Platóna a Aristotela. Gluškov (9) spája vznik prvých úvah o „umelom rozume“ a o možnosti „formalizácie“ myšlienkových procesov s menom Aristotela. Podľa Dreyfusa (6) Platón bol prvým, kto dal téme „umelá inteligencia“ epistemologický charakter. Príznačné je, že záujem o problematiku, ktorú dnes nazývame umelá inteligencia, bol v každom historickom období podmienený rovnako úrovňou vied a techniky, ako aj dominujúcimi filozofickými názormi, ak aj nie období, tak aspoň jednotlivých mysliteľov (napr. Descarta alebo Leibniza), ktorí sa touto témou zaoberali. Je teda historicky do istej miery zákonité, že technický pokrok, zaznamenaný približne v polovici nášho storočia, v súčinnosti s niektorými v tom čase sa rozvíjajúcimi (predovšetkým scientisticky zameranými) filozofickými smermi priviedol k renesanci tejto témy, poskytnúc nové dimenzie jej rozvoja a vytvoriac spoločenskú objednávku, o ktorej sme sa zmienili na začiatku predchádzajúcej kapitoly.<sup>2</sup>

Prvými konkrétnymi výsledkami novej aktivity sú napríklad Rosenblattov *perceptrón* (21), čo je technicky realizovaný Mc Cullochov a Pittsov model neutrónovej siete (15, s. 115—137) alebo Shannonov pokus (22, s. 356—375) o vytvorenie programu, ktorý by umožňoval počítačom hrať šachy. V podobe známej Turingovej práce (26, s. 433—460), považovanej mnohými za prvý seriózný príspevok k oblasti umelej inteligencie, sa objavuje i prvá kontemplácia o podmienkach, kritériách a hraniciach vytvorenia „mysliaceho“ počítača.

Výber predchádzajúcich publikácií nebol náhodný. Nimi boli totiž iniciované dva základné smery rozvoja umelej inteligencie, ktoré vychádzajú v podstate z materialistického presvedčenia, že myslenie je prejavom objektívne existujúcich a poznávateľných procesov a štruktúr. Podstatný rozdiel medzi nimi vzniká v dôsledku rozličnej voľby úrovni, na ktorých sa materiálna podstata hľadá, čiže ako následok rozdielneho chápania „materiálnosti“ spomenutých procesov a štruktúr. Je potrebné vždy skúmať, či v pozadí proklamovaného materializmu stojí mechanizmus, či rôzne formy naivného materializmu alebo materializmus dialektický.

Výskumy, ktoré začal Rosenblatt, sú orientované na neurofyziológickú úroveň. Anochin (3, s. 96) napríklad píše: „... k poznaniu základných vlastností prirodzeného (...) intelektu je nevyhnutné ideové prezborenie celej súčasnej neurofyziológie, vypracovanie nových metodologických postupov“. Pre takýto druh snáh je príznačný takýto postup: Jav stojaci v centre nášho výskumu redukujeme či dekomponujeme na súbor iných navzájom viac či menej súvisiacich javov, ktorých teoretický opis (modely) vieme vytvoriť. Potom pristúpime ku spätnej syntéze modelu pôvodného javu, vychádzajúc z opisov parciálnych javov. Pri redukcii alebo dekompozícii však môže dôjsť k eliminácii takých zložiek pôvodne skúmaného javu, ktoré sú

<sup>2</sup> Problémy umelej inteligencie privádzajú pomerne často k nutnosti zaoberať sa problematikou významu (sémantiky) rôznych jazykových prostriedkov. Pri tom sa využívajú výsledky výskumov, dosiahnuté v rámci filozofického skúmania tejto témy, napríklad koncepcie Tarského, Wittgensteina či Montaguea. Podrobnejšiu diskusiu o sémantických aspektoch umelej inteligencie v tom chápaní, aké predstavujeme v tomto článku, možno nájsť v našej práci. [13]

preň charakteristické, redukcia alebo dekompozícia ich však nezachováva. Takto eliminované javy sa pri spätnej syntéze už neobjavia, poznanie prvotného javu teda môže ostať ochudobnené práve o tie zložky, ktoré sú z hľadiska jeho kvalitatívnej určenosti rozhodujúce.

Aby sme sa opísanej chybe vyhlí, je užitočné si uvedomiť, že realita je jednotou materiálnych javov a objektov, ktoré sú do istej miery hierarchicky rozvrstvitelné (fyzikálne, chemické, biologické, psychické, spoločenské, historické atď. javy). Ak je skúmaný jav postavený v tejto hierarchii vyššie ako javy, na ktoré ho chceme redukovať či rozložiť, pokus o spätnú syntézu postavený na báze javov hierarchicky nižších môže naraziť na seriózne a principiálne ťažkosti. Vo svojej dobe v súvislosti práve s myslením upozornil na tento fakt už Engels: „Nepochybne raz redukujeť myslenie experimentálnou cestou na molekulárne a chemické deje v mozgu; ale bude týmto vyčerpaná podstata myslenia?“ [8]

Hľadanie „tajomstva“ myslenia na neurofyziologickej úrovni fungovania nervovej sústavy vyplýva — podľa nášho názoru — zo zjavne mechanistického chápania tézy o materiálnej podstate psychických procesov, z ich redukcie na fyziologické procesy. Lepšou aproximáciou skutočného stavu vecí sa nám preto zdá byť chápanie myslenia ako spoločensko-psychickej kvality. Metaforicky povedané: Nie mozog myslí, ale človek pomocou mozgu. Citovaný Shannonov pokus a Turingove úvahy dali popud k budovaniu umelej inteligencie na takomto základe. O rôznych smeroch, v ktorých sa idea spätosti psychológie a umelej inteligencie rozvíjala, možno získať (aspoň neúplný) obraz z kníh Newella a Simona [1], Puškina [1] alebo Pospelova a Puškina [1].

Od vzniku psychologicky orientovaného smeru rozvoja umelej inteligencie sa výpočtová technika a psychológia pokladali za dva jej základné piliere. Cieľom výskumov bolo postaviť na nich most, ktorý by otvoril cestu od reality psychických procesov k „mysliacim“ počítačom. Veľmi stručne sme históriu týchto snažení načrtli v [2, s. 205—213]. Podrobnejší prehľad poskytuje napríklad Simon [23, s. 363—396]. Tu zaujmeme stanovisko iba k jednému príkladu tohto „priamočiareho“ postupu od myslenia ku počítačom.

Amosovove vymedzenie intelektu ako aparátu, „...ktorý optimálne riadi zložité systémy tak, že manipuluje s ich modelmi“ [2, s. 810—815], síce poskytuje možnosť predpokladať, že modely aj manipulácie dokáže reprodukovať, ale necháva úvahy o tejto možnosti a s ňou spojených ťažkostiach v oblasti jej technickej realizácie prostriedkami výpočtovej techniky, teda v oblasti inžinierskej. Budí to dojem, ako by sme už vedeli, čo chceme realizovať, akoby bolo problémom iba zodpovedať otázku *ako*. Citované vymedzenie však v skutočnosti vystihuje z podstaty intelektu pravdepodobne iba málo. Iba dáva do istého vzťahu pojmy, spomedzi ktorých mnohé ešte len čakajú na svoje naplnenie poznaním podloženým obsahom!

Sloman [24] vidí perspektívu v opačnom postupe. Považuje za užitočné, ak sa odborníci z oblasti psychológie, lingvistiky či filozofie oboznámia s princípmi tvorby programov a so základmi programovacích jazykov a na ich báze sa pokúsia formulovať svoje teórie. Teda: od počítačov ku psychológii atď.

V nasledujúcich častiach tejto stati ukážeme tretiu možnosť zúžitkovania existencie počítačov pri poznávaní myslenia. Z potrieb exaktného spoznania možností a spôsobov využívania výpočtovej techniky vyrástla disciplína — *matematická informatika* (angl. *computer science*) — skúmajúca problematiku

abstraktných procesov spracovávaní symbolickej informácie abstraktnými zariadeniami (rôznymi modelmi počítačov) pomocou aparátu matematiky. Pokúsime sa načrtnúť, ako možno túto disciplínu používať pri spoznávaní myslenia a poznávania a ktoré aspekty týchto fenoménov je odôvodnené jej prostriedkami skúmať. Metodologická výhoda takéhoto postupu v porovnaní s predchádzajúcimi dvoma môže byť v tom, že umožňuje rovnaký odstup od počítača i od mysliaceho človeka, zdôrazniac iba ten ich spoločný aspekt, že sú oba médiami spracúvajúcimi symbolickú informáciu.

### Matematika a výpočty

Cieľom tejto kapitoly je ukázať vzťah matematiky a matematickej informatiky. Matematika na tom stupni svojho vývoja, na ktorom je dnes, predstavuje jazykový prostriedok opisu niektorých stránok reality. „Jedným zdrojom neurčitosti je nedostatočnosť jazyka. Pozorujeme variácie významu, aj keď ich nemôžeme verbalizovať nejakým rozhodujúcim, vhodným spôsobom. A tak nedokážeme votkať do sledu myšlienok to, čo vnímame v zábleskoch. Sme odkázaní na klamnú totožnosť opakovaného slova“, upozorňuje Whitehead [27, s. 55] a pokračuje: „Metóda algebry predstavuje najväčší objav, ktorý čiastočne vyvažuje nedostatočnosť jazyka.“ Vďaka svojej deduktívnej výstavbe umožňuje matematika do značnej miery upresňovať pojmy iných disciplín. „Preklad“ pojmov rôznych disciplín do jazyka matematiky je podstatou jej súčasných početných aplikácií. Samotná teoretická práca v oblasti matematiky spočíva v zdokonaľovaní jazyka.

Podrobnejšie štúdium pojmu *výpočet* ostávalo, hoci je to možno paradoxné, pre matematikov dosť dlho málo dôležitým či zaujímavým. „Pojem funkcie je matematický a je nezávislý od pojmu výpočet; význam pojmu algoritmus je výpočtový, efekt algoritmu je výpočet funkcie“, píše Allen. [1, s. XIII] A hoci výskumom funkcií sa matematici zaoberajú dobré dve storočia, až približne od začiatku druhej tretiny nášho storočia sa začali zaoberať problematikou algoritmov a problematikou abstraktných procesov.

Centrálnou témou výskumom sa však výpočty stali až v súvislosti s nutnosťou programovať počítače. Počítače možno chápať ako zariadenia realizujúce procesy spracovávaní symbolickej informácie; programy, to sú zápisy procesov, za tým účelom vytvorených tzv. programovacích jazykoch. „Možno, že najdôležitejším objavom indukovaným vznikom počítačov bude poznanie, že algoritmy ako objekty štúdia sú neobyčajne bohaté na zaujímavé vlastnosti a ďalej, že algoritmický pohľad je veľmi užitočný spôsob organizácie vedomostí vôbec.“ [14, s. 88—96]

Štúdium *algoritmov*, alebo v trochu všeobecnejšom chápaní *výpočtov*, priviedlo ku vzniku a prudkému rozvoju matematickej informatiky. Vychádzajúc zo základného rozčlenenia procesu spracovávaní informácie v zmysle schémy *vstupné informácie — výpočtový proces — výstupná informácia*, možno pomerne zreteľne sledovať jednotlivé základné etapy vývoja matematickej informatiky. Spočiatku sa pozornosť sústreďovala predovšetkým na hľadanie vhodných prostriedkov opisu *výpočtových procesov*, na ich matematizáciu a formálny výskum. Na istom stupni spoznania výpočtových procesov sa stal zrejším ich súvis so štruktúrami, v ktorých sa vstupné, resp. výstupné informácie uchovávali — so *štruktúrami údajov*. Ich výskum predstavuje druhú základnú etapu rozvoja matematickej informatiky. V období zatiaľ poslednej, tretej etapy sú v popredí problémy spojené s nájdením formalizmov, ktoré by umož-

ňovali výskum výpočtových procesov a štruktúr údajov ako jedinej celistvej entity — *typu údajov*. V súvislosti s týmito výskumami sa počas histórie matematickej informatiky objavovali nové pojmy, stanovovali sa vzájomné súvislosti medzi nimi a vznikala postupne jazyk orientovaný primárne na opis poznatkov o výpočtoch. Tomuto jazyku budeme hovoriť *jazyk výpočtov*.

Pojmy matematickej informatiky sú vyjadrené v drvivej väčšine v jazyku matematiky. Môže to vyvolať dojem, akoby matematická informatika bola časťou matematiky. Medzi jazykom výpočtov a jazykom matematiky je však podstatný rozdiel, k uvedomeniu si ktorého je treba mať na zreteli, že jazyk výpočtov má svoj vlastný konceptuálny aparát, svoje lingvisticko-semiotické prostriedky, že sa postupne vytvára jeho logická štruktúra. Matematika predstavuje pre jazyk výpočtov iba formalizovaný jazyk. Je štvrtým atribútom, ktorý od jazykových prostriedkov vyžadujú Rastrigin a Markov (20, s. 140), ak majú tieto plniť tú funkciu, ktorú jazyku výpočtov pripíšeme v nasledujúcej časti, funkciu prostriedku vytvárania teoretických modelov.

### Výpočtové modely a výpočtové teórie

Prikláňame sa k tomu (v súčasnej filozofii vedy dosť rozšírenému) názoru, podľa ktorého úloha špeciálnych vied spočíva v podstate vo vytváraní konceptuálnych modelov predmetu ich výskumu. Nechceme tým, samozrejme, redukovať proces vedeckého poznania ako celok na modelovanie, gnozeologický obraz nechceme stotožňovať s modelom. Budeme sa však v ďalšom zaoberať modelovaním ako súčasťou poznávacieho procesu, ktorého ďalšie dimenzie (historickú, motivačnú, heuristickú, sociálnu, ideologickú atď.) necháme bokom.

Jadro modelovania spočíva vždy vo vyjasnení vzťahu *originál—model*. Konceptuálne [teoretické] modely sú vytvárané vždy použitím prostriedkov nejakého jazyka (upozorňujeme, že termín jazyk používame vo význame, aký sme pripísali jazyku výpočtov v závere predchádzajúcej kapitoly). Voľba jazyka teda vždy priamo vplýva na charakter vzťahu *originál—model*, pretože apriorne stanovuje, ktoré aspekty modelovaného originálu budú v modeli zdôraznené a ktoré potlačené. Implicitne určuje teda jazyk modelovania isté hranice opisu skutočnosti, ktorý je možné jeho prostriedkami vytvoriť.

*Výpočtovými modelmi* budeme nazývať tie modely, ktoré sú vytvorené v jazyku výpočtov. O vzťahu tohto jazyka k jazyku matematiky sme už hovorili. Tu iba dodávame, že sa tento vzťah prenáša aj do vzťahu medzi výpočtovými a matematickými modelmi a že z jeho charakteru vyplýva, že má zmysel hovoriť o výpočtových modeloch a o matematických modeloch ako o dvoch spätých, ale samostatných prostriedkoch opisu reality. V tejto súvislosti sa opäť odvolávame na už citovaný článok D. Knutha (14): „Súčasný trend umožňuje predvídať deň, keď computer science a matematika budú ob existovať ako uctievané disciplíny, slúžiace analogickým, ale rozdielnym úlohám...“

S pojmom *výpočtový model* sme sa vo filozofickej literatúre marxistickej orientácie stretli u Spasova (25, s. 141), podľa ktorého „... ak nám počítanie ako materiálny proces umožňuje prostredníctvom analógie usudzovať o iných materiálnych procesoch, stáva sa modelom, ktorý pre jeho charakter nenazveme ani znakovým, ani ideálnym, ale napríklad len výpočtovým“. Vychádzajúc z povahy jazyka výpočtov, ponúka sa možnosť konštituovať výpočtové modelovanie ako metódu rovnocennú s ostatnými metódami modelovania (o ktorých sa možno dočítať napríklad v [5]).

Ak chceme výpočtové modely včleniť do kontextu ostatných druhov modelov, treba si uvedomiť najmä tieto dve skutočnosti:

1. jazyk výpočtov umožňuje opísať procesy spracúvania vstupnej informácie do požadovanej výstupnej informácie; opis procesu plní teda istú *funkcionálnu* úlohu,

2. jazyk výpočtov umožňuje opísať vnútornú *štruktúru* týchto procesov.

Jazyk výpočtov teda umožňuje vytvárať funkcionálne i štrukturálne adekvátne modely tých stránok modelovanej skutočnosti, ktoré javia procesuálny charakter. Výpočtové modely teda plnia úlohu *funkcionálno-štrukturálnych modelov*, opisujúcich procesuálne stránky modelovanej reality. Ich prediktívna schopnosť je určená prediktívnou schopnosťou jazyka výpočtov a vďaka spätosti tohto jazyka s jazykom matematiky má deduktívny charakter. Spočíva v možnosti vytvárania nových propozícií vo vnútri modelu cestou formálno-deduktívnych postupov. Takto získané nové propozície môžu poskytovať explanačné tých stránok modelovanej reality, ktoré pri zostavovaní modelu neboli (alebo ani nemohli byť) pozorované. Takto plnia výpočtové modely svoju explanačnú funkciu. Pripomíname, že explanačné sa dotýkajú opäť procesuálnej stránky reality, čomu treba venovať pri empirickej konfrontácii s realitou patričnú pozornosť, aby sa predišlo eventuálnym unáhleným záverom o adekvátnosti modelov.

To, čo sme doteraz povedali o výpočtovom modelovaní, umožňuje nám zaujať stanovisko k Dreyfusovej kritike umelej inteligencie, ktorá je prezentovaná v [6], i k úvahám Slomana [24] o význame počítačov napríklad pre filozofiu.

Skepsa vyjadrená Dreyfusom pramení podľa nášho názoru okrem iných príčin aj v nedostatočnom rozlišovaní medzi modelovaním *pomocou počítača* (teda tak, že to, čo by sme mali skúmať v skutočnosti, skúmame na programoch počítača, ktoré predstavujú model) a *výpočtovým* modelovaním v zmysle, ktorý nadobúda tento pojem v našom článku. Kritizuje názor, že formalizácia myslenia v podobe programov pre počítače je možná. S takouto kritikou, samozrejme, môžeme súhlasiť, nedávame jej však širšiu platnosť, než ona v skutočnosti má. Nie je totiž kritikou tézy, že formálny výskum myslenia použitím jazyka výpočtov je možný a vedecky plodný.

Na druhej strane Sloman pokladá programy počítačov za najperspektívnejší prostriedok modelovania, ktorý ponúka súčasnosť pracovníkom v rozličných oblastiach spoločenských vied. Jazykom modelovania však chápe v podstate programovacie jazyky. V súvislosti s týmto si treba uvedomiť, že jazyk výpočtov je oveľa širší než jazyk pre zápis programov. Umožňuje napríklad predikovať *nemožnosť* počítačovej realizácie niektorých procesov či algoritmickú *neriešiteľnosť* niektorých problémov. K takýmto predikciám programovacie jazyky použité byť nemôžu.

Ak teoretické modely reality dosiahnu istý stupeň úplnosti a preukážu schopnosť poskytovať adekvátne vysvetlenia modelovaných javov, môžu poslúžiť ako východisko syntézy teórií, v ktorých nadobúda poznanie istý stupeň úplnosti. *Výpočtovými teóriami* budeme nazývať teórie vznikajúce na báze výpočtových modelov.

Deskriptívna funkcia výpočtových teórií plynie priamo z deskriptívnej funkcie, ktorú plnia výpočtové modely — tieto teórie budú zachytávať procesuálnu stránku reality (v takomto zmysle je potrebné chápať aj ich idealizačnú

funkciu]. Ich explanačná a prediktívna funkcia je tiež analogická príslušným funkciám výpočtových modelov.

S prediktívnou funkciou výpočtových teórií úzko súvisí potreba (praktickej) verifikácie získaných propozícií, predovšetkým konfrontácia propozícií výpočtovej teórie danej časti reality s propozíciami teórií iného charakteru, ktorých predmetom je (približne) tá istá časť reality. Veď teórie vysvetľujúce pomocou rôznych jazykových prostriedkov tú istú časť skutočnosti, mali by poskytovať do istej miery neprotirečivé propozície. Tým netvrdíme, že nie je možné vytvárať v tom istom jazyku aj diametrálne odlišné teórie tej istej časti reality. Stačí si uvedomiť úlohu poznávacieho subjektu, narábajúceho v procese poznávania so subjektívnymi prostriedkami ako abstrakcia, idealizácia či zovšeobecňovanie. Neprotirečivé, prípadne zhodné vysvetlenia istých výsekov skutočnosti, získané rôznymi teóriami, však nepochybne zvyšujú validitu týchto teórií a objektivizujú charakter dosiahnutých propozícií. Zmienku o vzťahu niektorých modelov vytvorených v rámci umelej inteligencie k psychologickým modelom a náčrt niekoľkých spôsobov potvrdzovania propozícií výpočtových teórií myslenia psychologickými teóriami možno nájsť v [12].

Ďalším zreteľahodným aspektom prediktívnej funkcie výpočtových teórií je to, že propozície sú v rámci nich získavané formálno-deduktívnymi postupmi. Z toho plynie podobnosť prediktívnej funkcie výpočtových a matematických modelov a teórií. Chceli by sme upozorniť na nevyhnutnosť konfrontácií propozícií so skutočnosťou, pretože hrozia všetky tie nebezpečenstvá, ktoré sa vyskytujú pri matematickom modelovaní, o ktorých sa možno dočítať napríklad v [11, s. 110 a ďalšie].

### Kognitívna kompetencia

Doteraz sme sa venovali predovšetkým otázkam metodologickej povahy s cieľom načrtnúť princípy toho druhu modelovania, ktorý sa v rámci snáh v oblasti umelej inteligencie začína používať. Teraz sa pokúsime objasniť predmet teoretických výskumov myslenia, inteligencie či poznávania, ktoré ku syntéze výpočtových teórií týchto javov používajú prostriedky výpočtového modelovania.

„Ak (...) pristúpime k rozboru poznania“, píše Spasov [25, s. 50], „musíme konštatovať, že nie všetko má v tomto zložitom jave filozofický charakter; čiže sledovať jeho mnohostranný význam nie je úlohou iba filozofie.“ Ten istý autor je o stranu ďalej ešte konkrétnejší: „Hoci nezabúdame na súvislosť medzi najvšeobecnejšími a konkrétnejšími výskumami, všetky stránky poznávacieho procesu nezaraďujeme do gnozeológie ako filozofickej vedy.“

Zistenia podobného druhu dávajú vo svojich priamych dôsledkoch filozoficky zdôvodnenú možnosť, ba nutnosť skúmať poznávanie z aspektu špeciálnych vied, ich metódami a prostriedkami. Odrážajú súčasne aj realitu vývoja vedeckého poznávania, ktorý priviedol postupne k vyčleneniu sa z filozofie disciplín ako (formálna) logika či psychológia. V dnešných úsiliach o výskum poznávania a myslenia, ktoré spadajú do oblasti umelej inteligencie [o jednom druhu hovorí tento článok], možno vidieť pokračovanie tohto historického procesu.

Zatiaľ čo marxistická gnozeológia dáva odôvodnenie existencie výpočtových teórií myslenia a poznávania, psychológia je nápomocná pri stanovovaní predmetu teórií tohto druhu.

Puškin [19, s. 33] vidí úlohu psychológie ako vednej disciplíny v objasňovaní „...zákonitostí tvorby a fungovania mozgových informačných modelov vonkajšieho prostredia, ktoré zabezpečujú správanie sa zvierat a ľudí“. Pojem *mozgový informačný model* pritom chápe ako „vnútorný analóg objektov vonkajšieho prostredia“. Živočích a najmä ľudia si tento vnútorný informačný model prostredia, v ktorom žijú, počas svojho ontogenetického psychického vývoja neustále prispôbujú meniacim sa vonkajším i vnútorným podmienkam. „Schopnosť modelovať okolité prostredie možno považovať za rovnako reálnu ako schopnosť stavby tkaniva na základe genetického kódu. Táto vlastnosť informačného modelovania je tiež základnou a nevyhnutnou pre zaistenie života a činnosti subjektu“, píše Pospelov a Puškin. [18, s. 13]

Informačnú podstatu myslenia dnes prijímajú mnohí psychológovia a využívajú tento predpoklad ako východisko svojich výskumov. V práci Gurovej [10, s. 19] napríklad čítame: „Tvrdenie, že špecifikum reálneho procesu myslenia rovnako ako aj iných prejavov psychiky človeka spočíva v sémantickom spracovaní informácie, opierajúcej sa o predmetný odraz skutočnosti, nevyvoláva pochybnosti a ukazuje sa byť skôr axiómou než istotou, vyžadujúcou dôkazy.“ A keďže niektorí autori, napríklad Cickovskij [4], vyšetrujú z dialektikomaterialistických pozícií podstatu informácie, sú náchylní myšlienke vyčleniť ako špecifický druh informácie tzv. *psychickú informáciu* a chápu psychológiu ako oblasť zaoberajúcu sa fenomenologickým opisom toho, čo odlišuje ľudskú psychiku od iných foriem informácie, je azda oprávnené hovoriť o istom špecifickom druhu procesov, ktoré psychickú informáciu spracúvajú, o *psychických informačných procesoch*. Keďže však možno takúto triedu vyčleniť, možno ju aj skúmať, t. j. snažiť sa exaktným spôsobom stanoviť jej charakteristiku vzhľadom na procesy stojace mimo tejto triedy.

V oblasti umelej inteligencie upozornil na úzku spätosť entít, ktoré tu nazývame psychická informácia resp. psychické informačné procesy, Minsky. [16] Jeho náčrt teórie tzv. rámcovej reprezentácie poznatkov silne stavia na predpoklade, že poznatky deklaratívneho a procedurálneho charakteru, ako aj procesy spracovávania oboch druhov poznatkov, je potrebné opisovať a skúmať ako celistvú entitu.

Existujú isté dôvody, pre ktoré spomedzi všetkých psychických aktivít človeka vymedzíme opäť podtriedu tzv. *kognitívnych aktivít*. Sú to:

1. Dôvod *historický*, ktorý je vyjadrením historického záujmu o kognitívne aktivity človeka (logika, jazyk, myslenie). Už sme spomínali, že v dnešných snahách umelej inteligencie vidíme pokračovanie týchto výskumov.

2. Dôvod *pragmatický* vyplýva z uvedomenia si aplikačného aspektu potenciálnej výpočtovej teórie myslenia (napríklad v robotike v súvislosti s vytváraním tzv. *kognitívnych robotov*, ale aj v mnohých iných oblastiach, napríklad v pedagogike, medicíne a pod.).

3. Dôvod *metodologický* vyplýva z toho, že kognitívne aktivity človeka sa podarilo pomerne presne a zreteľne separovať v rámci výskumov kognitívnej psychológie.

Predchádzajúci zoznam dôvodov nepovažujeme za úplný, skôr sa nám zdá byť postačujúcim k tomu, aby sme mohli argumentovať v prospech vyčlenenia triedy *kognitívnych procesov* z triedy všetkých psychických procesov. O kognitívnych procesoch predpokladáme, že spracúvajú tzv. *kognitívnu informáciu*.

Kognitívne procesy sa v súčinnosti s ostatnými psychickými procesmi

navonok prejavujú v kognitívnej aktivite každého človeka. Tieto prejavy sú rôzne u rôznych jednotlivcov, závisia od mentálneho veku jednotlivca, od sociálno-kultúrneho prostredia, v ktorom žije, od jazyka, ktorým sa dorozumieva, od prítomnosti rôznych nekognitívnych psychických procesov či stavov (motivačné faktory, emocionálne stavy, ...) a aj od fyziologického stavu organizmu jednotlivca. Nazveme ich *kognitívnu performanciou*. V jej pozadí je odôvodnené predpokladať (predovšetkým na základe interkulturálnych výskumov a na základe skúseností napríklad z lingvistiky, ktoré prvý nadobudol Chomsky) istú *kognitívnu kompetenciu*, t. j. každému mentálne zdravému človeku „vrodenu“ spôsobilosť byť procesorom kognitívnej informácie, čiže byť schopný spracovávať kognitívnymi procesmi kognitívnu informáciu. Kompetencia teda nezahŕňa v sebe nijaké konkrétne poznatky a ich spracovávanie, ale iba informačné predpoklady k tomu, aby bol človek schopný poznatky nadobúdať, uchovávať (pamätať si ich) a spracovávať ich (t. j. dochádzať na ich základe k novým poznatkom).

Vzhľadom na práve načrtnutú charakterizáciu kognitívnej kompetencie pokladáme za oprávnené považovať ju za predmet výskumov umelej inteligencie a snažiť sa o vytváranie výpočtových modelov a teórií kognitívnej kompetencie.<sup>3</sup>

## Záver

Aké sú možnosti a hranice spoznania reality myslenia a inteligencie prostredníctvom výpočtových teórií?

Pri hľadaní odpovede na túto pomerne často kladenú a skutočne naliehavú otázku je potrebné si uvedomiť predovšetkým to, že výpočtové teórie kognitívnej kompetencie nespádajú do oblasti psychológie. Psychológia ako veda o človeku sa pri svojich výskumoch sústreďuje predovšetkým na myslenie vo vzťahu k mysliacemu subjektu. V centre jej pozornosti stojí mysliaci človek, nie myslenie vo svojom vzťahu k istým nevyhnutným informačným predpokladom. V prípade výpočtových teórií kognitívnej kompetencie sa kladie dôraz práve na procesuálnu stránku týchto nevyhnutných informačných predpokladov myslenia či inteligencie. Pritom výpočtovým teóriám je ex definitio irelevantné, či sa kompetencia realizuje človekom alebo strojom. Ich propozície sú nezávislé od realizačných médií.

Treba mať neustále na zreteli, že predmet výpočtových teórií myslenia získame po veľmi odvážnych abstrakciách ľudskej myšlienkovkej činnosti. Preto stanovenie vzťahu medzi výsledkami výskumu v tomto smere a medzi realitou ľudského myslenia predstavuje zdroj problémov, ktoré bude potrebné samostatne riešiť. Propozície výpočtovej teórie kognitívnej kompetencie nebudú propozíciami o ľudskom myslení. Preto sme sa aj snažili o zavedenie niektorých viac-menej nových termínov, ktoré nenavodzujú tak priamočiaro prítomnosť človeka. Upozorňujeme ešte raz, že naše termíny *kognitívna informácia* či *kognitívna kompetencia* nie sú synonymami termínov *poznatok* či *myslenie* alebo *poznávanie*.

<sup>3</sup> Aby sme ustrážili paralelu s Chomského lingvistickými výskumami do konca, poznamenávame, že v prípade kognitívnej kompetencie nám ide o vytvorenie jej opisu, analogického opisu jazykovej kompetencie pomocou generatívnej gramatiky. Snahou je vytvoriť teórie, akými sú teórie formálnych jazykov, vytvorené na báze definície jazykov generatívnymi gramatikami. Aj význam výpočtových teórií kognitívnej kom-

1. ALLEN, J. R.: *Anatomy of LISP*. Mc Graw Hill, New York, 1978.
2. AMOSOV, N. M.: Algoritmus intelektu a možnosti jeho reprodukcie. *Filozofický časopis* 1981, č. 5.
3. ANOCHIN, M. K.: Filosofskij smysl problemy jestestvennogo i iskusstvennogo intellekta. *Voprosy filosofii* 1973, č. 6
4. CICKOVSKIJ, V.: Reguljacija, informacija, soznaniye. *Voprosy filosofii* 1973, č. 5.
5. ČERNÍK, V. — FARKAŠOVÁ, E. — VICENÍK, J.: *Teória poznania. Pravda, Bratislava, 1980.*
6. DREYFUS, H. L.: *What Computers Can't Do*. Harper and Row, New York, 1972.
7. ENGELS, F.: List V. Borgiusovi (25. január 1894) In: Marx, K. — Engels, F.: *Spisy*. zv. 39, Bratislava.
8. ENGELS, F.: *Anti-Djuring*. In: Marks, K. — Engels F.: *Sočinenije* [izd. 2-e], tom 20, Moskva.
9. GLUŠKOV, V., M.: *Kibernetika i iskusstvennyj intellekt*. In: *Kibernetika i dialektika*, Nauka, Moskva, 1978.
10. GUROVA, L. L.: Intuicija i logika v psichičeskoj strukture rešenij zadač. In: *Semantika, logika i intuicija v myslitel'noj dejatel'nosti čeloveka*, Pedagogika, Moskva, 1979.
11. JAGLOM, I. M.: *Matematičeskije struktury i matematičeskoje modelirovanije*. Sovetskoje radio, Moskva, 1980.
12. KELEMEN, J.: *Cognition and Computation — An Essay on Artificial Intelligence*. *Studia psychologica* 23, 1981, č. 3.
13. KELEMEN, J.: *Three Computational Problems Concerning Knowledge*. *Computers and Artificial Intelligence* 1, 1982, č. 2.
14. KNUTH, D. E.: *Computer Science a jej vzťah k matematike. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie* 21, 1976, č. 2.
15. MCCULLOCH, W. S. — PITTS, W.: *A logical calculus of the ideas immanent in nerval nets*. *Bull. Math. Biophys.*, vol. 5, 1943.
16. MINSKY, M. L.: *A framework for representing knowledge*. In: *The Psychology of Computer Vision* (P. H. Winston, Ed.), McGraw Hill, New York, 1975.
17. NEWELL, A. — SIMON, H. A.: *Human Problem Solving*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1972.
18. POSPELOV, D. A. — PUŠKIN, V. N.: *Myšlení a automaty*. Academia, Praha, 1978.
19. PUŠKIN, V. N.: *Psychologie a kybernetika*, SPN, Praha, 1974.
20. RASTRIGIN, L. A. — MARKOV, V. A.: *Kibernetičeskije modeli poznaniya*. Riga 1975.
21. ROSENBLATT, F.: *Principles of Neurodynamics*. Spartan Books, New York, 1962.
22. SHANNON, C.: *Programming a digital computer for playing chess*. *Philosophy Magazine* 41, 1950.
23. SIMON, H. A.: *Information processing models of cognition*. *Ann. Rev. Psychol.* 30, 1979.
24. SLOMAN, A.: *The Computer Revolution in Philosophy: Philosophy, Science and Models of Mind*. The Harvester Press, Hassocks, 1978.
25. SPASOV, D.: *Analýza poznania*. Pravda, Bratislava, 1973.
26. TURING, A. M.: *Computer machinery and intelligence*. *Mind* 59, 1950.
27. WHITEHEAD, A. N.: *Analýza významu*. In: *Matematika a dobro a jiné eseje*. Praha, 1970.
28. WINSTON, P. H. — BROWN, R. F. H. (eds.): *Artificial Intelligence: an MIT Perspective*, vol. I. MIT Press, Cambridge [Mass], 1979.

petencie by sme prirovnali k významu, ktorý majú teórie formálnych jazykov pre poznanie niektorých aspektov prirodzených jazykov a napríklad pre vytváranie umeľých (napríklad programovacích) jazykov.