

ELOGOS
ELECTRONIC JOURNAL FOR PHILOSOPHY/94 ISSN 12110442

Jaromír Křemen: Neformální sémantický "procesor" lidského vědomí a formální procesor.

Klíčová slova: Umělá inteligence, vědomí, model, systém, gnozeologická infinitnost, symbolický jazyk, designát, nejistota, inference, konotace, mentální operace, symbolické operace, fyzické operace.

Abstract:

The paper deals with a model which is a finite representation of gnoseological infinite reality. The natural mental model and the artificial model built up by exact sciences are compared with each other. Further, the paper deals with properties of language as an objective tool of representation of the knowledge creating model; with two different types of assigning semantics to the symbolic language construction; with knowledge uncertainty put into the language construction and with uncertainty laying between the language construction and a communicator. Mental, symbolic and physical operations with objects are discussed.

Umělá inteligence si vytkla za cíl lidské schopnosti vnímání reálného světa, tvorby poznatků o něm a inteligentního zpracovávání těchto poznatků, přesunout z lidského vědomí na vnější medium (počítačovou paměť) a zpracování svěřit algoritmickeému procesoru počítače.

Problematika umělé inteligence pak spočívá především v hledání formulací lidských inteligentních sémantických postupů v takové podobě, aby mohly být vyjádřeny jako (syntakticky chápané) operace nad jazykovými konstrukty uměle vytvořeného jazyka proveditelné na algoritmickeém procesoru.

Lidské inteligentní postupy a jejich počítačová nápodoba.

Přestože činnost lidského vědomí zůstává zatím z větší části neznámá a je předmětem intenzivního studia, lze formulovat některé důležité poznatky o ní. K tomu účelu je třeba definovat nebo aspoň přesněji podat některé pojmy, tvořící stavební pilíře soustavy zmíněných poznatků.

Model omezení gnozeologické infinitnosti.

Rozumným předpokladem se zdá být uznání gnozeologické infinitnosti reálného světa, tedy předpoklad, že objekty reálného světa jsou z gnozeologického hlediska nevyčerpatelné. Předpoklad můžeme formulovat tak, že v poznávání nějaké části reálného světa (objektu, jevu, činnosti atp.) neexistuje fáze, kdy už všechny smysluplné otázky jsou zodpovězeny a není možno formulovat žádnou další rozumnou otázku týkající se oné části reálného světa.

Modelem (rozumějme znalostním, kognitivním modelem) dané části reálného světa budeme rozumět soubor relevantních poznatků o ní, bez ohledu na to v jakém jazyce jsou formulovány. Jsou-li formulovány v matematickém jazyce hovoříme obvykle o matematickém modelu.

Model (kognitivní) je vždy vytvořen tak, že obsahuje pouze konečný počet rysů a souvislostí rozpoznaných na dané části reálného světa, jimž byla věnována pozornost při jeho tvorbě, formulovaných v nějakém vhodném jazyce. Model tedy může poskytovat odpovědi jen na jistý konečný počet smysluplných otázek. Představuje konečnou reprezentaci dané části reality, jistým způsobem zjednodušené. Gnozeologická infinitnost byla při jeho vytváření redukována. Tuto redukci lze provést dvěma rozdílnými způsoby odpovídajícími modelu přirozenému a modelu umělému vybudovanému exaktním vědeckým přístupem.

Model přirozený a umělý.

Člověk je vybaven schopností vytvářet si přirozené (kognitivní) modely reálného světa ve svém vědomí, svými inteligentními mentálními postupy s nimi operovat a využívat jich pro nejrůznější cíle. Děje se tak nejen v běžném životě, ale i při odborné a vědecké práci.

Pro přirozené (kognitivní) modely je charakteristická jejich volná pohyblivost (nefixovanost, nezakotvenost) v lidském vědomí co do zaměření pozornosti, hlediska i obsahu a rozsahu. Způsobílost lidské (heuristické) inference pracovat s takto pohyblivými modely, dává lidskému vědomí schopnost intuice, invence, nalézání zcela nových pohledů, souvislostí a řešení. Charakteristické je, že při invenční a kreativní činnosti člověka se modely

nápady vynořují ve velice mlhavé a neurčité formě a jsou postupně zostřovány jejich smysluplné a cíl naplňující rysy. Ve kterékoli fázi je možný návrat a pokračování díla vhodnějším směrem. Tato činnost je oslabována neschopností si pamatovat všechny dosažené výsledky zejména méně propracovaného a rozsáhlejšího díla, neboť ve vědomí se prolíná pamatování a zpracování pamatovaného (jeví se nám to jako slabina, může to však být součást nedostižných schopností lidského intelektu).

Objevuje se zde tedy potřeba vnější paměti pro takto tvořícího člověka. Sdělování do vnější paměti však nutně vyžaduje jazyk, v němž by sdělování probíhalo. Ten však je tím obtížnější zkonstruovat, čím vágnější a neurčitější je představa díla, navzdory tomu, že jakýsi vnitřní jazyk lidského vědomí existuje a uvnitř vědomí funguje. O tomto jazyce víme pramálo. Počítačová nápodoba této oblasti lidské činnosti je zatím velice nesnadná. Jen ve velice jednoduché podobě se s ní setkáme v syntetických typech expertních systémů. Kvalitativní rozdíl mezi činností vědomí a vnějšího napodobujícího prostředí

počítače je, že vědomí pracuje s volnými (nefixovanými) modely takřka libovolně vágními, zatímco vnější nástroj vždy vyžaduje pracovat s modelem fixovaným, tedy systémem, přičemž nejistotu či vágnost dovedeme matematickými prostředky popsat. Fixace spočívá v pevné jazykové reprezentaci modelu. Nemáme žádné jazykové prostředky pro popis nefixovaných modelů. Ty zůstávají tajemstvím principu činnosti lidského vědomí. Rovněž nedovedeme konstruktivně popsat zrod nového nápadu.

Přirozená cesta poznání vede k tomu, že dnešní člověk chápe svět jako jistou sestavu entit reálného světa (předmětů, jevů, činností atp.), které mají pro člověka některé vlastnosti a vztahy na první pohled patrné, další z nich zná člověk méně důvěryhodně, atd. až o dalších a dalších neví nic jistého. Infinitnost potenciálních poznatků o

reálném světě člověku mizí v mlhavé perspektivě nejistoty, neznalosti a nepovšimnutí. Toto je tedy princip redukce gnozeologické infinitnosti uplatněný při tvorbě modelu přirozeným lidským způsobem.

Exaktní vědy, aby vůbec mohly vzniknout, se musely vypořádat s vágností přirozených modelů a přirozeného jazyka. Vytvořily jiný, specifický umělý přístup k poznání i zápisu poznatků, a tedy k modelu, který za těchto okolností budeme nazývat umělým. Vybudovaly metodiku pro vytvoření přesně co do zaujatého hlediska, obsahu, a rozsahu definovaného (vymezeného) modelu upevněného vůči všem jejich změnám. Takto upevněný, fixovaný model chápeme jako systém. Nejistota byla pro účely exaktní vědy vypuzena mimo model. Je mezi modelem (tj. přesně formulovaným tvrzením o dané části reality) a odpovídající částí reality, plně v kompetenci člověka, aby zvážil, do jaké míry věří ve správnost modelu a do jaké míry je schopen ji verifikovat.

Metodika budování umělého modelu (systému) spočívá v:

Abstrakci, jejímž cílem je formulace modelu na základě dobře definovaných projevů reálného světa atributů.

Formalizaci postavené na umělém formálním jazyce umožňujícím přesně co do kvality i kvantity popsat vztahy mezi atributy.

Výběru "základních" a dobře definovaných inferencí z plejády lidských heuristických inferencí, nalezení jejich syntaktických schematizovaných "ekvivalentů" a vestavění jich do budovaného formálního jazyka. Nesmírně složitá lidská heuristická inference se ve službách exaktní vědy ujala jen v syntaktických schematizacích svých nejjednodušších složek: indukci, dedukci a analogii založené na izomorfismu syntaktických složek uvažovaných modelů.

Tři pohyby modelu.

U modelu (libovolné části reálného světa) tvořeném v lidském vědomí můžeme rozeznat tři druhy pohybu.

1. První z nich je způsoben inherentní vlastností lidského intelektu neustále bezděčně měnit hledisko, šíři a hloubku náhledu na předmětnou oblast v reálném světě, což jsme označili jako pohyblivost či nefixovanost modelů v lidském vědomí.
2. Druhý spočívá v inferenci. Tu lidský intelekt může provádět (a běžně tak činí) současně s prvním pohybem. Pokud inference probíhá v jiném prostředí než v lidském vědomí, tedy vnějším, a tedy nutně jazykovém (na př. na počítači), musí být první pohyb zastaven-fixován. Inference tedy pak musí probíhat v systému.
3. Třetí je pohyb pozorovaný v předmětné oblasti reálného světa a bývá obvykle předmětem zájmu člověka (dynamika, kinematika atp.), zkoumání a popisu. Seriozní zkoumání tohoto pohybu vyžaduje, aby oba předešlé pohyby byly zastaveny-fixovány. Na př. dynamický systém popisující jevy reálného světa je tedy systémem se zafixovanou inferencí, pokud předmětem zkoumání není právě inference.

Symbolický jazykový aparát objektivní nástroj vyjadřování poznatků.

Pro popis reálného světa tj. záznam (reprezentaci) znalostí o něm, používáme různé symbolické (tj. tvořené symboly) jazykové konstrukce: schémata, grafy, geometrické konstrukce, řetězce symbolů matematických, logických, chemických a jiných formulí,

a tak pod. i řetězce textu přirozeného jazyka. Někdy se o jazykových konstruktech mluví jako o abstraktních objektech.

Symbolické jazykové konstrukce slouží člověku jako objektivní nástroj pro oporu jeho jistoty, že již jednou učiněná poznání za znamenání jazykovými konstrukcemi se neztratí, jsou fixována a mohou pak sloužit pro nástup k dalšímu poznání, jeho postupnému precizování a sdělování dosaženého poznání.

Některé symbolické jazykové aparáty mají inherentně vestavěnou syntaktickou inferenci (indukci, dedukci, syntaktickou analogii postavenou na izomorfizmu) umožňující a usnadňující budování soustav poznatků a odvozování dalších, jiné jazykové aparáty inherentně vestavěnou syntaktickou inferenci nemají, ale v případě formálních jazyků ji lze často dodatečně doplnit např. prohledávání aplikované na grafy, asociativní inference (matching) v sémantických sítích atp., užívané v metodách umělé inteligence. Inference může být cílově řízena znalostní a zkušenostní intuicí (či ve vyspělejší fázi erudicí) člověka nebo automatizovaně vhodnou řídicí strategií.

Poznamenejme, že přirozený jazyk vestavěnou formální inferenci nemá, lidské usuzování (odvozování, inference) se odehrává na vnitropsychickém čistě sémantickém základě. Sémantická inference člověka není založena na principu operací se symboly. Lidské inteligentní invenční a usuzovací procesy probíhají na zatím nepostižitelném množství úrovní (nebo v kontinuu ?), jež můžeme rozdělit do dvou tříd:

na ty, jež mohou probíhat v přirozeném jazyce a jsou jím popsitelné (spíš intelektuálně nižší usuzovací a poznávací činnost),

na ty, jež probíhají v tzv. vnitřním jazyce lidského vědomí, o němž hovoří psychologové, které lze přirozeným jazykem vyjádřit jen zčásti a velmi obtížně (spíš intelektuálně vyšší invenční činnosti kreativní a poznávací).

Definovanost symbolických jazykových konstrukcí.

Základ zmíněné jistoty, kterou symbolický jazykový aparát člověku dává (a objektivitu tohoto aparátu), spočívá v tom, že symbolické jazykové konstrukce samy jsou dobře definované. Rozumíme tím, že ke každé konstrukci se dá dospět respektováním jistého přesně specifikovaného předpisu.

K tomu účelu budeme předpokládat, že existuje konečná množina elementárních stavebních prvků primitivních symbolů, označme ji G a konečná množina (jednoznačných) operací U . Aplikováním operací v jisté konečné posloupnosti se dá vytvořit požadovaná jazyková konstrukce patřící do konečné množiny G jazykových konstrukcí. Mezi ně patří obecně i symboly z G . Operace probíhají nad G . Konečné množiny G, U v dané souvislosti můžeme chápat jako konečnou algebru (G, U) .

Jazykové konstrukce musejí splňovat podmínku tzv. správně vytvořených konstrukcí, což je předepsáno buď tzv. pravidly formace nebo definuje-li se jazyk gramatikou, je to dáno odvozovacími pravidly.

Pojem operace nám nemusí připadat vždy v souvislosti s konkrétním jazykem vhodný. Za vhodnější můžeme podle okolností považovat pojem pravidlo, relace, zobrazení apod. Uvážíme-li, že obecně má operace nějakou aplikační podmínku (která musí být splněna, aby bylo možno operaci aplikovat), lze (jeli to v dané situaci vhodné) operaci s její aplikační podmínkou chápat jako pravidlo. Pojem nární operace je zase speciálním případem $(n+1)$ ární relace.

Definovanost jazykových konstrukcí je čistě syntaktickou záležitostí a je dána precizní důsledností jejich tvorby.

Konečnost symbolických jazykových konstrukcí.

Má-li člověk využívat jazykovou konstrukci pro zápis svých poznatků, vnímat ji a pracovat s ní, je třeba, aby konstrukce byla konečná, tj. byla tvořena konečným počtem elementárních stavebních prvků-symbolů.

Konečnost každé z konstrukcí je dána konečností množin G a $\mathcal{U}$ a konečným, ne však vždy předem známým počtem (počet může být určen dosažením nějaké dané podmínky) aplikací operací z $\mathcal{U}$ při tvorbě konstrukce a je rovněž záležitostí pouze syntaktickou.

Příklad symbolického jazykového aparátu a jeho výstavby z daných množin G a $\mathcal{U}$.

Orientovaný graf: Množina G je tvořena sjednocením dvou disjunktních množin H a U :

$G = H \cup U$ Množina $\mathcal{U}$ sestává z jediného prvku (operace zde zobrazení)

$w: H \times U \rightarrow U \times U$ Orientovaným grafem nazýváme uspořádanou trojici $E = \langle H, U, w \rangle$, prvky h množiny H nazýváme orientovanými hranami grafu E , prvky u množiny U uzly grafu E a zobrazení w incidencí grafu E . Incidence w přiřazuje každé hraně h uspořádanou dvojici uzlů

$\langle u, u \rangle$.

Množina G se vytvoří aplikací w postupně na všechny hrany h v nějakém pořadí vhodném pro způsob generování grafu z hlediska řešení dané úlohy.

Formální procesor

Víme, že algoritmický procesor provádí operace se slovy sestávajícími z binárních symbolů

| 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 |

Tato slova můžeme chápat jako kódy symbolů tvořících nějaký jazyk a operace můžeme chápat jako operace se symboly. Jazykovým konstruktům sestaveným ze symbolů i symbolům samotným se často říká abstraktní objekty na př. binární orientovaný graf, geometrická konstrukce ve 2D nebo 3D, řetězec symbolů, číslo atp.

Můžeme si tedy představit, že algoritmický procesor

nad konečnou množinou jazykových konstruktů,

provádí konečný počet typů operací (množinový průnik

dvou geometrických těles, generování dalšího uzlu grafu

atp.), že tedy algoritmický procesor pracuje nad nějakou konečnou algebrou $(G, \mathcal{U})$, kde G je výše uvedená množina jazykových konstruktů, a $\mathcal{U}$ je množina výše uvedených operací.

Přiřazení významu symbolickému jazykovému aparátu.

Nejdříve je třeba věnovat pozornost jednomu důležitému pojmu, a tím je designát (nebo též denotát). Budeme jím rozumět (kognitivní) model entity reálného světa

(objektu či jevu, nebo chceme li nějaké situace, činnosti atd.) vytvořený v lidském vědomí, je muž se obvykle říká vnitřní kognitivní model subjektu.

Pro každou entitu reálného světa, které věnujeme pozornost, si ve vědomí tvoříme odpovídající přirozený model. Víme, že dotyčnou entitu můžeme chápat z nesčetné řady hledisek a s různou hloubkou a šíří, s rozpoznáním a uvažováním různých souvislostí a vztahů (souhrnně řekneme kontextů). Každý subjekt může zaujmout k dané entitě své subjektivní stanovisko, designát je tedy takto velice nepřesně vymezen. Jeli třeba designát vymezit-definovat přesně, je třeba vybrat entitu elementárního charakteru, za kterou se považuje elementární projev reality zvaný příznak (atribut) o němž samém nesmějí vzniknout žádné pochyby v zaujatém hledisku či hloubce a šíři náhledu. V realitě rozpoznané a akceptované kontexty se vyjádří přesně definovanými vztahy mezi atributy. Vše ostatní z reality, co není definováno účelově vybranými atributy a vztahy mezi nimi, se ignoruje. Tento krok musela učinit hned při svém zrodu každá exaktní matematizovaná věda. Např. ve fyzice jsou takovými atributy pro studium makrosvěta: hmotnost, dráha, čas atp., kontexty jsou zde matematicky popsány fyzikální zákony rozpoznané mezi těmito atributy.

Jistá jazyková konstrukce má dán svůj význam přiřazením designátu:

Entita

Vnitřní model - Jazykový konstrukt.

v realitě

designát

Přiřazení designátu jednotlivým jazykovým konstrukcím se děje dvěma způsoby:

1. Rigorózně, pak obvykle mluvíme o interpretaci (ve smyslu její obvyklé definice v logické sémantice). Designát v tomto případě musí být dobře definovatelný, tedy umělý model (atributově popsáný). Do této třídy designátů patří i svět čísel abstrahovaný původně z reálného světa. Objektivnost a jednoznačnost definice designátu a přesnost a jednoznačnost interpretace zaručuje objektivní chápání významu (tj. nezkreslené subjektivními hledisky) dané jazykové konstrukce každým účastníkem komunikace.

2. S jistou mírou vágnosti, tedy i subjektivity a pak místo o interpretaci budeme mluvit o přiřazení významu konotací. Designát se zde vztahuje na entitu nazíranou a chápanou přirozeným lidským způsobem vytvářejícím designát jako její přirozený model. V tomto případě nelze stanovit zcela určující a objektivizující definici designátu. Rozdíl ve významu (tj. v šíři, hloubce, zaujatém hledisku, kontextech atp. uvažovaných u designátu) dané jazykové konstrukce (např. řetězci OTEC) jednotlivými subjekty se měří sémantickým diferencíálem na základě speciálních testů.

Vágnost přiřazení významu konotací je svázána s vlastnostmi přirozeného vnitřního modelu v lidském vědomí.

Naproti tomu v porovnání s případem rigorózní interpretace na př. řetězce HYDROSTATICKÝ TLAK musí být sémantický diferencíál nulový.

Nevyhraněné chápání významu jazykové konstrukce, přiřazeného konotací není jediným "místem" vágnosti jazykově zapsané znalosti. Jelikož je často třeba pro nedostatek přesné znalosti zapsat či sdělovat znalost nepřesnou, mají některé jazyky

přímo pro tento účel tvořeny jisté jazykové konstrukce mající zpřesňující funkci např. v přirozeném jazyce: asi ano, snad, přibližně, s jistotou 60 % apod. Znepřesnění tohoto druhu tj. popis nejistoty prostředky jazyka, lze použít i ve spojení s atributovým popisem designátu v umělém jazyce. Pro případnou inferenci je však třeba definovat zákonitosti podle nichž bude určena míra nejistoty odvozeného závěru,

Víme, že nejistotě poznatků se nemůžeme bránit, pokud se ne chceme omezit na velice skrovný okruh hluboce probádaných oblastí reálného světa. Zdá se tedy, že pro zlepšení přesnosti komunikace, ať už s jiným subjektem či se strojem, potřebujeme nejistotu omezit v konotaci (konotaci přiblížit rigorózní interpretaci) a přesunout ji do jazykově popsané nejistoty. Tato snaha vede k atributovému popisu designátů. Na druhou stranu cítíme těžkopádnost komunikace postavené na atributovém vyjádření designátu. Je to daň, kterou platíme za to, že každý z účastníků komunikace bude daný jazykový konstrukt spojovat s designátem stejného úhlu pohledu, obsahu, rozsahu a případně i stejné míry neurčitosti.

Operace s objekty a operace s modely.

Operace se skutečnými reálnými objekty označíme jako operace fyzické (obrábění výrobků, uspořádání objektů v přípravě k experimentu, pečení buchty atp.).

U fyzických operací lze jejich výsledek často s jistotou mírou důvěry předvídat či aspoň tušit, nikoli však přesně zaručit

exaktně definovat. Je zde faktor gnozeologické infinitnosti, tedy uplatnění nekonečně mnoha nepoznaných vlivů na výsledek operace. Opatřením směřujícím k téměř dokonalé predikci (limitně k definovatelnosti) výsledků operace je např. úzkostlivé dodržování technologického postupu, podmínek opakovatelnosti experimentu, atp., splnitelné vždy jen do určitých mezí, nikoli exaktně.

Fyzické operace lze sice aplikovat v nějaké cílevědomé sekvenci, ale nemůžeme ji považovat za algoritmus, neboť výsledky operací nejsou v tomto případě exaktně dány, jsou vždy jen přibližné, ležící v jistých tolerancích. Pokud se výsledky z tolerancí odchýlí, děláme výzkum příčin a hledáme nápravu.

Mentální operace s objekty jsou ve skutečnosti operace s poznatky o oněch objektech, tedy operace s (kognitivními) modely těch objektů. Mentální operace probíhající v lidském vědomí se odehrávají, jak už bylo řečeno, na sémantické úrovni a "procesor" lidského vědomí je umí vykonávat. Jak je zřejmé z předcházejícího výkladu, výsledky těchto operací nejsou exaktně určeny a v lepším případě je lze formulovat v přirozeném z principu vágním jazyce, případně doplněným náčrtem.

Mentální operace jsou u člověka obvykle doprovázeny nějak souvisejícími operacemi fyzickými, přemýšlí v mentálních a provádí fyzické operace.

Aby operace s modely byly exaktně definovány, je třeba je přepsat do vhodného umělého jazyka, říkáme formalizovat. Při výstavbě umělého jazyka se mimo jiné definují operace (tedy výsledky operací) v něm zavedené na př. množinový průnik rovinných útvarů v jazyce geometrie 2D nebo těles v jazyce geometrie 3D, skládání řetězců symbolů, logická konjunkce, určení následujícího uzlu v grafu atp.

Zmíněný přepis do formálního jazyka jsme však schopni udělat jen v případě, že modely i mentální operace umíme v umělém jazykovém prostředí popsat, tedy vyjádřit soustavou symbolů. Teď můžeme navázat na výrok významného amerického vědce v oboru umělé inteligence

Newella: "existence soustavy symbolů je nutnou a postačující podmínkou pro existenci inteligentní činnosti", rozumějme nápodoby této činnosti popsatelné ve formálním jazyce.

Ty mentální operace, které umíme jazykově popsat se stávají operacemi se symboly, u některých autorů se zkráceně mluví o "hře se symboly".

U operací s modely popsány (reprezentovanými) umělými jazyky lze definovat výsledky exaktně jako výsledky operací s finitními jazykovými konstrukty. Záruka exaktního definování všech použitých operací (jejich výsledků) umožňuje pak sestavit algoritmus, jeli třeba a mentální operace je možno napodobovat (simulovat) v jejich odpovídající syntaktické schematizaci na algoritmickém stroji.

Různé hry s figurami, kartami atp. mají exaktně definovány operace, a je proto nutno je zařadit mezi operace se symboly (nikoli mezi operace fyzické, tyto hry chápeme jako materializaci formálních systémů), tedy na úroveň operací s formalizovanými poznatky o reálném světě. Zde je důvod, proč se při výkladu principů umělé inteligence často užívá her místo formalizovaných poznatků o reálném světě.

Literatura:

[1] Kerlinger, F. N. Pethazur, E. J.: Multiple regression in behaviorial research. New York, Holt Rinehart Winston, 1973.

[2] Maršálková, L. Mikšík, O.: Metodológia a metody psychologického výskumu. SPN Bratislava 1990.

[3] Bechtel, W. Abrahamsen, A.: Connectionism and the Mind. Basil Blackwell, Inc., Cambridge, Messachusetts, USA, 1991.

Adresa autora:

(c) Doc.Ing.Jaromír Křemen,CSc,
fakulta stavební ČVUT,
Thákurova 7, 166 29 Praha 6.
Czech Republic