

Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Diplomová práce

2009

Ing. Hana Sirůčková

Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Katedra logiky

Diplomová práce

Ing. Hana Sirůčková

Problémy komunikace s počítačem v přirozeném jazyce

Communication problems with the computer in natural
language

Praha 2009

Vedoucí práce: Doc. PhDr. Petr Jirků, CSc.

Úvodem děkuji Doc. PhDr. Petrovi Jirků, CSc. za pomoc a cenné rady, které mi pomáhaly překonávat problémy, s nimiž jsem se během práce setkala.

Čestné prohlášení:

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem vyznačila prameny, z nichž jsem pro svou práci čerpala, způsobem ve vědecké práci obvyklým.“

.....

V Praze dne 17. 12. 2009

1. Úvod	1
2. Přirozený jazyk	2
2.1 Struktura jazyka	3
2.2 Informace, funkce jazyka	4
3 Porozumění jazyku	7
2.4 Analýza textu	10
2.5 Smysl, význam, obsah	12
3. Problémy s porozuměním přirozenému jazyku	15
3.1 Univerzálnost přirozeného jazyka	16
3.2 Rozmanitost přirozeného jazyka	18
3.3 Nepravidelnost přirozeného jazyka	20
3.4 Sémantické problémy	21
3.4.1 Synonymie	22
3.4.2 Homonymie	23
3.4.3 Metafory	25
3.4.4 Vágnost	25
3.5 Kontext	26
3.6 Neúplná informace	28
4. Umělé jazyky	30
4.1 Teoretické předpoklady	33
4.2 Srovnání s přirozeným jazykem	35
4.3 Strojový překlad	37
5. Reprezentace znalostí	40
5.1 Výroková logika	41
5.2 Predikátový počet	42
5.3 Intenzionální logiky	43
5.4 Sémantické sítě	46
5.4.1 Rozčleněné sítě	51
5.4.2 Strukturované dědičné sítě	53
5.4.3 Nedokonalosti v reprezentaci znalostí sémantickými sítěmi	55
5.5 Rámce	56
5.6 Produkční systém	61
6. Závěr	64
Seznam použité literatury	65

1. Úvod

Jazyk existuje ve společnosti především jako prostředek sdělování myšlenek, prostředek umožňující měnit a ovlivňovat obsahy vědomí jiných lidí. Naše ucho zaslechne nepravidelný, všelijak přerušovaný proud zvuků, naše oko zahlédne řetěz písmen, a to samo za určitých podmínek způsobí, že se v našem vědomí cosi změní. Něco jsme se dozvěděli, ať už je to sám obsah sdělení, v němž byly pro nás nové údaje, nebo alespoň to, že ten a ten mluvčí vyslovil ten a ten názor. Jak pracuje mechanismus tohoto ovlivňování našeho vědomí řadou zvuků nebo písmen, jak dochází k tomu, že člověk nějakému sdělení porozumí, jakými postupy člověk svá sdělení vytváří?

Porozumění přirozenému jazyku patří zřejmě mezi nejsložitější úlohy umělé inteligence. Problém spočívá v tom, že přirozený jazyk slouží ke komunikaci mezi inteligentními bytostmi, které jsou vybaveny přibližně stejným modelem světa. Sdělovaná věta je fragmentem modelu osoby sdělující, který zapadá do modelu osoby zprávu přijímající. Zbytek se doplní kontextem z modelu. Je-li model příjemcův dostatečně bohatý a mechanismus pro doplnění z kontextu příslušně vyvinutý, stačí krátká věta k porozumění složitým projevům světa.

Lidé se však potřebují dorozumívat nejen mezi sebou. Aby se člověk dorozuměl i se stroji, aby s nimi našel společnou řeč, musí nejprve dokonale porozumět vlastnímu jazyku. Ještě nic neobohatilo lingvistiku tak, jako zpracování lidského jazyka pro potřeby dorozumění s počítačem. Vždyť stroj odhalí všechny nedokonalosti a nelogičnosti, které se v průběhu spontánního vývoje řeči zafixovaly.

Porovnání přirozených jazyků s jazyky umělými, vytvořenými pro ty či ony účely v logice, matematice nebo jinde, pomáhá právě odhalit, co je pro přirozený jazyk charakteristické, a co je tedy také charakteristické pro lidské vědomí, pro člověka jako takového.

2. Přirozený jazyk

Možnosti definovat jazyk jsou různé – jazyk je znakový systém, pomocí kterého se popisují věci, akce, myšlenky a stavy nebo také je to nástroj, který lidé používají pro vyjádření svých představ reality a pro jejich následné sdělení jiným lidem. Význam jazyka pro komunikaci je klíčový. Komunikací je myšlen přenos informací mezi dvěma a více jejími účastníky. Jazyk je chápán jako určitý kód, do kterého je informace jedním účastníkem zakódována a druhým účastníkem dekodována.

Jazyk je úzce spjat s vlastním vnímáním světa, s jeho reprezentací. Svět a objekty v něm se poznávají jeho prostřednictvím, každé poznávání je vázáno na jazyk, jímž se vypovídá o té části světa, která se zkoumá. Jelikož funkcí jazyka je komunikace a dorozumívání, mohlo díky němu vzniknout bezpočet zárodků lidských společností, které společně poznávaly svět a jejich okolí svým jedinečným způsobem. Formovaly tak v průběhu času svoji kulturu. Vyšší úroveň komunikace je potřebná k předávání zkušeností, které jedinec ve svém životě získá z jeho vlastní interakce s prostředím. Mluví-li se o přirozeném jazyku, dá se na něj nahlížet jako na nástroj, kterým se člověk dokáže dorozumívat s ostatními a který je podmínkou pro život ve společnosti. Žádný jiný komunikační prostředek není člověku tak vlastní, s žádným jiným neumí tak dobře pracovat, jako s přirozeným jazykem. Proto není překvapením, že se jej člověk snaží využít pro komunikaci s počítačem. Přirozený jazyk se však systematickému uchopení vzpírá, některé jeho vlastnosti představují pro systematický popis značný oříšek.

Stáří přirozeného jazyka je sporné. Otázka také je, co je možné už považovat za jazyk a co ještě ne. Kompromisem se došlo k stáří okolo 50 tis. let. Po celou dobu se jazyk vyvíjel a rozptyloval. Dnes existuje nepřeberné množství jazyků – přesný počet je velmi těžké určit, protože je obtížné, nebo téměř nemožné, určit přesnou hranici mezi dvěma jazyky. Hlavním problémem je nářečí, kdy jsou hranice mezi pojmenovanými jazykovými skupinami nutně subjektivní. To platí především u příbuzných jazyků, ale také dlouhodobé sousedství jinak velmi rozdílných jazyků může vést k vymazání hranic alespoň některých jazykových jevů a vzniku místních přechodových variant nářečí.

2.1 Struktura jazyka

Obecný systém jazyka se dá rozložit na syntax, sémantiku a pragmatiku. Syntax zahrnuje souhrn veškerých povolených znaků a jejich kombinací, dále jejich stavbu ve vyšší celky. Zkoumá jakým způsobem se ze základních termínů tvoří složené výrazy (výroky). Existují obecná pravidla pro skladbu vět, jejichž užití je však do různé míry individuální, nicméně vystavěné na stejných základech. Sémantika zkoumá významy základních termínů a jejich kombinací (výroků, textů). Způsoby individuálního užití jazyka a osobního vztahu k němu, stejně jako jedinečným výkladem významů, se zabývá pragmatika. Studuje vztah uživatelů jazyka k znakům a jejich užití. Vysvětlení syntaxe, sémantiky a pragmatiky na příkladu semaforu: Pravidla pro rozsvěcení světel semaforu: červená – oranžová – zelená je syntax. Přiřazení významů: červená – stát, oranžová - připravit, zelená – jet, to je sémantika. A skutečné chování účastníků silničního provozu je pragmatika.

Svého významu může věta ve výpovědi nabývat také z kontextu. Výpověď: „Včera vůbec nepřišla“ nezahrnuje explicitní konstatování, že se jedná o určitou osobu. Kontext však tuto osobu zmiňuje a proto nebylo třeba jméno do věty zahrnout. Syntax jej zde umožnila vynechat. S tímto už také souvisí výše zmíněná sémantika. Právě ona zjišťuje, jakého významu výpověď nabývá. Avšak co se stane, když kontext není znám? V takovém případě výpověď vyjadřuje informaci o tom, že nějaká neurčitá entita (může to být žena, samice dikobraza či kočka...) minulý den nepřišla (někam). Sémantika, zkoumající význam, se však nesoustředí jen na význam celé výpovědi (vět). Obdobně jako syntax i ona má konstruktivní složky, které jsou schopny věty i slova rozkládat na dílčí, významově autonomní celky.

Aktuální členění je členění věty na základ (východisko, téma) a ohnisko (jádro, réma). Ohnisko v typickém případě následuje za základem a nese intonační centrum. Aktuální členění neovlivňuje jen kontextovou kombinatoriku vět, ale taky jejich vlastní sémantiku, jejich pravdivostní podmínky.

O tom svědčí existence známých příkladů dvojic vět, z nichž jedna může být pravdivá i v situaci, kdy druhá (plně) pravdivá není:

- Na Slapy jezdí většinou Pražáci.

Pražáci jezdí většinou na Slapy.

- Po večerech pracuji na své disertaci.

Na své disertaci pracuji po večerech.

Tzv. volný slovosled je volný jen v tom smyslu, že není vázán rozložením větných členů. Zpravidla je ale vázán tím, že odpovídá aktuálnímu členění, přesněji řečeno, stupnici (nebo hierarchii) výpovědní dynamičnosti. Česká věta zpravidla začíná vlastním tématem, za ním jsou další části tématu (časové a místní kulisy, slabá zájmena a jiná slova referující k entitám), pak následují části rématu (ohniska) – nejdřív sloveso, pak další části a nakonec vlastní ohnisko (nositel intonačního centra, nejdynamičtější člen věty).

2.2 Informace, funkce jazyka

Jazyk je nástroj k získávání a sdělování informací. Informace je pojem, s nímž se každý člověk setkává téměř denně. Je to jev univerzální, pevně spjatý nejen s každodenním životem člověka a společnosti, ale i s živou přírodou a bývá spojován i s přírodou neživou.

S informací souvisí užší pojem znalosti. Informace je objektivní zatímco znalost je ryze subjektivní. Přijímá-li subjekt informaci, může si ji nějakým způsobem upravit, zvážit, co z ní přidá do své zásoby znalostí, jak přitom informaci modifikuje apod. Znalost (a její formální zachycení) se liší od vnějšího světa svou subjektivní povahou, takže je třeba počítat i s rozdílem mezi znalostmi vlastními různým subjektům, pracovat se vztahem mezi nimi (znalosti, přesněji řečeno hypotézy subjektu A o tom, co ví nebo se domnívá subjekt B apod.)

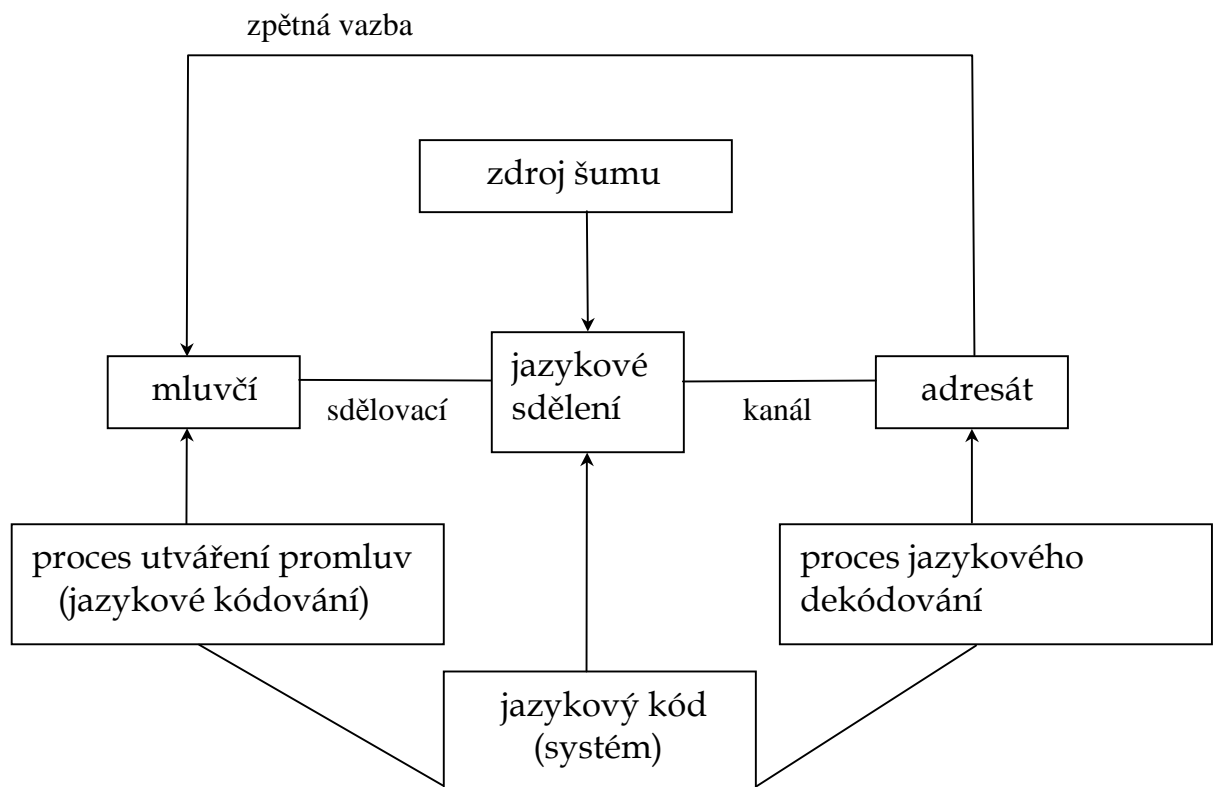
Znalosti jsou získávány jednak přímo – pozorováním objektů a jevů reálného světa, jednak nepřímo – odvozováním. Primární je vždy přímé pozorování. Každé získávání znalostí je vázáno na jazyk, jímž se vypovídá o té části světa, která se poznává. V běžném životě se obvykle používá k vyjádření znalostí přirozeného jazyka. Ten však odráží kulturně historické podmínky

svého vývoje a jeho krása a bohatost je zaplácena složitostí, nepravidelnostmi, výjimkami, nejednoznačnostmi atd. Proto se pro popis znalostí v úzce vymezeném oboru poznávání skutečností používají umělé jazyky, které jsou jednoznačné a úsporné. Umělými jazyky jsou např. jazyk matematických formulí, jazyk chemických značek, programovací jazyky, jazyk schémat elektrických obvodů atd.

Při formulaci svých výpovědí mluvčí předpokládá, že sdílí určitou zásobu znalostí s posluchačem. Tato zásoba není nahodilou množinou (mentálních) objektů. Ale je hierarchizována, neboť některé z těchto jednotek jsou v daném okamžiku více v popředí, aktivovanější (předchozím textem, situačním kontextem, nebo všeobecnou znalostí účastníků promluvy), některé jsou pouze v pozadí. Aby učinil své výpovědi srozumitelnějšími, mluvčí si vybírá pro začátek promluvy právě ony aktivované prvky. Potom teprve přidává, co chce doplnit k posluchačově zásobě znalostí, nebo jak chce, aby byly už uložené informace modifikovány. Tento rozdíl se odráží ve výpovědi v rozdílu mezi základem (o čem je výpověď) a ohniskem (co mluvčí říká o základu). Například rozdíl v dosahu kvantifikátorů ve větě „Každý v této místnosti zná alespoň dva jazyky“ (ve významu, že ne nutně každý zná stejné dva jazyky) proti „alespoň dva jazyky zná každý v této místnosti“ (s preferovaným čtením, že jsou tu dva jazyky, které zná každý v této místnosti – tedy stejné dva jazyky). Podobný rozdíl ve významu je však i ve větách bez kvantifikátorů, jako např. „Studuji lingvistiku v neděli.“ (... protože jsem příliš zaměstnána administrativní prací během týdne) se liší od „V neděli studuji lingvistiku“ (ve významu: co dělám o nedělích, je studium lingvistiky).

Jazyk je určitý kód, do nějž je informace mluvčím zakódována a adresátem dekodována. Proces jazykového kódování je založen na výběru jazykových jednotek, který je motivován sdělným záměrem. Proces dekodování se chápe jako zpracování informace posluchačem. Jeho úspěšné fungování je podmíněno totožností kódu obou účastníků komunikace a totožností představ, které oba o pojmenovaném univerzu jevů mají. Tam, kde tato shoda chybí, dochází k nedorozumění – šumu. Šum, který narušuje proces dekodování, tedy nemusí mít povahu pouze fyzikální, ale může spočívat i v obecných sémantických, psychologických a věcných předpokladech přenosu informace, jimiž jsou např. neznalost jazyka nebo některých jeho složek, zvl. slovních významů, nesprávné

užití termínů, nezřetelné syntaktické členění promluv atd. Komunikační schéma je znázorněno na obr. č. 1.



Obr. č. 1

Pokud se chce komunikovat s počítačem, musí se mu do paměti vložit znalosti. Vedle znalosti faktů je třeba věnovat pozornost i znalosti heuristické (z řec. Heuriskein, nacházet, objevovat), tedy strategiím, kterých inteligentní bytost využívá při aplikaci svých znalostí (právě přítomnost heuristické znalosti odlišuje systémy založené na bázi znalostí od systémů založených na bázi dat). V posledních letech rozvoje umělé inteligence je právě otázka, jak používat znalost, považována za základní otázku inteligentního chování počítačových systémů. Souvisí to s rozvojem expertních systémů. V expertním systému je vedle znalosti faktů a heuristické znalosti zabudována inferenční procedura nebo jiná metoda pro řešení problémů. O expertních systémech se hovoří jako o systémech založených na znalostech, protože kvalita jejich fungování závisí výrazně na využití faktické znalosti a heuristických pravidel.

2.3 Porozumění jazyku

Při komunikaci s druhým člověkem se předpokládá oboustranná znalost objektivního systému jazyka, ze kterého protějšek dokáže odvodit správnou množinu významů pojmu, který se užil. Z této množiny pak dovede vybrat ten význam, který byl zamýšlen v použitém pojmu. Zkrátka se předpokládá, že posluchač rozumí. Ovšem při snaze o komunikaci s "uměle inteligentním" strojem, se naráží na problém v tom smyslu, že jeho umělé "vědomí" nemá podobný systém reprezentací pojmů. Jeho vztah pojmů k reprezentovaným objektům je vztahem "prázdných znaků", přímo zastupujících objekty - chybí mu právě ta složka významů, která je pro naše chápání světa zásadní. Stroj nadaný umělou inteligencí tedy může s pojmy chladnokrevně kalkulovat, avšak pokud nebude znát jejich význam, nikdy nebude moci porozumět obsahu rozhovoru. Nabízí se možnost tento stroj "naučit" významu tak, že mu ke každému znaku bude dodána patřičná série asociací. Avšak tento postup narazí opět na problém, jelikož žádný učitel by nebyl schopen podat stroji tento objektivní systém jazyka, který sám nezná. Další úskalí spočívá v tom, jak se jazyk úzce pojí s vlastním vnímáním člověka a jak hluboko je zakořeněn v jeho mysli. Lidé sami nedokáží objektivně popsat ani vlastní užívání jazyka, natož jeho obecný systém. Jazyk je od mozku neoddělitelný tak, jako je mozek neoddělitelný od člověka. Jeho vědomé užívání probíhá na základě nevědomých procesů. Na podobná úskalí patrně narážel již Leibniz, který byl jedním z prvních, kteří se pokusili o sestavení "myslícího stroje". Jeho idea byla formalizovat jazyk v celé jeho šíři, aby jej mohl podrobit kalkulu, který měl simulovat myšlení, avšak zároveň být efektivnější, než myšlení samotné.

Existuje mnoho problémů, které se všechny týkají dosažení toho, aby počítač rozuměl zprávám vkládaným do něj z vnějšího světa. Ať už je stroj, který má získávat informace ze svého okolí, udělán jakkoli, musí v nějakém smyslu tomuto okolí „rozumět“, tj. musí být nějak schopen vyčlenit sémantický obsah z té zprávy, s níž se setká, zvláště pak z její čistě syntaktické struktury. Problém porozumění lze zobrazit na příkladu problému počítačového vidění. V mnoha ohledech v zásadě týž jako problém strojového rozumění přirozenému jazyku. Např. obrázek, na němž jsou dospělý muž a dítě na houpačce. Některým aspektům této scény se rozumí na základě jejich formy, ačkoli i toto rozumění závisí na dřívějším přijetí jistého pojmového rámce,

nějakého souboru konvencí. Tyto konvence jsou syntaktické v tom smyslu, že slouží jako kritéria dovolující nám rozlišit oprávněně přípustné obrázky od obrázků nesmyslných. Obrázku s houpačkou se rozumí rovněž na základě sémantických klíčů. Např. se ví, že postava dospělého, která je dole, je těžší než dítě, které sedí nahoře na opačném konci. A toto poznání je odjinud než z formy obrázku, neboť zahrnuje znalosti aspektů reálného světa.

Rozumění jazyku, ať člověkem či strojem, se tomu podobá. Jsou nějaká kritéria a gramatika, která dovolují říci, jestli řetězec slov je gramatický nebo negramatický. To je čistě syntaktický soud. Na druhé straně může být věta gramatická, i když jsou potíže se zjištěním, co znamená, tj. jak ji rozumět. Že se jí rozumí znamená, že je možné vytvořit příběh, v němž má smysl, tj. když se může ukázat na nějaký kontextový rámec, v němž věta má smysl. Musí se vzít v úvahu znalost reálného světa, a to nejen pouze k tomu, aby se smysl věty učinil jednoznačným, nýbrž k tomu, aby věta vůbec nějaký smysl měla.

Zatímco sémantika přirozených jazyků spočívá v přiřazování pojmů, tj. exaktně nedefinovatelných abstraktních objektů jazykovým výrazům, jde u jazyků formálních o jasně definované přiřazení jedněch objektů jiným objektům, tj. výrazům příslušného formálního jazyka. V tom smyslu se hovoří o interpretaci jazyka, která je vždy dána nějakou množinou objektů – universem diskurzu, denotačním zobrazením přiřazujícím denotáty základním jazykovým elementům a interpretačními pravidly umožňujícími interpretaci komponovaných jazykových výrazů. Do jaké míry se sémantika formálního jazyka přibližuje sémantice jazyků přirozených, to z velké části závisí na míře zjednodušení, jímž je skutečné lidské vnímání a myšlení formálně modelováno.

Všechny úvahy o jazyku jako nástroji modelování musí být rovněž formulovány v nějakém jazyce. Je proto třeba rozlišit jazyk, který je předmětem úvah neboli předmětný (objektový) jazyk a jazyk samotných úvah o předmětném jazyce, který v daném případě sehrává úlohu metajazyka.

Jedním z výzkumných projektů automatického zpracování přirozeného jazyka je vybudovat systém, který by převedl vstupní text na adekvátní reprezentaci znalostí a na druhé straně převedl vybranou reprezentaci znalostí do tvaru věty v přirozeném jazyce. Jedním z prvních experimentálních systémů

tohoto druhu (s velmi omezeným světem) byl Winogradův systém SHRDLU, model robota, který manipuluje s různými objekty. SHRDLU byl následován mnoha experimentálními systémy často označovanými jako zodpovídání dotazů nebo, jako automatické porozumění. Ty jsou založeny na velice různých typech reprezentace znalostí, ale všechny nutně obsahují dva prvky spojené s přirozeným jazykem: analýzu a syntézu (generování) jazyka. Úlohy generativní procedury jsou 1) vybrat, co říct, a 2) vybrat, jak to říct v daném přirozeném jazyce.

Dalším problémem porozumění je skladba – některé jazykové výrazy a konstrukce se na první pohled zdají být významově stejné, obsahově totožné, při jejich podrobnějším studiu se však zjistí, že nelze jejich úplnou podobnost potvrdit.

- „Karel prodává auta s nadšením.“ vs. Poněkud diskutabilní „Od Karla se kupují auta s nadšením.“ (Připojení členu s nadšením ukazuje, že akce prodávání a kupování nejsou vždy zaměnitelné, a nejde tedy o čistě synonymní konstrukce.)

- „Nakrájel salám na pět kusů. vs. Nakrájel ze salámu pět kusů.“ (U druhé z obou vět si lze představit pokračování: „ a ještě mu kus salámu zbylo.“, u první nikoli.)

- „Na Moravě se mluví česky.“ vs. „Česky se mluví na Moravě.“ (Věty se liší pouze pořadím slov, ale jen první z nich může být označena jako pravdivá ve světě, v němž žijeme. Česky se totiž také mluví v Čechách.)

- „Mnoho lidí čte málo knih.“ vs. „Málo knih čte mnoho lidí.“ (Druhá věta vypadá, jako kdyby mluvila o pár bestsellerech.)

Porozumění také závisí na kontextu. Pokud je v novinách napsáno: „kritika českého poslance Evropského parlamentu byla ostrá“, není bez znalosti užšího kontextu zřejmé, zda ostrou kritiku pronesl český poslanec, nebo zda někdo českého poslance ostře kritizoval. Podobně z pronesené věty „Michal se chce oženit s Američankou“, se nevyrozumí, zda jde o konkrétní americkou dívku, nebo že jde o to, že Michalova vyvolená by měla být amerického původu.

2.4 analýza textu

Zpracovat přirozený jazyk znamená převést povrchový tvar jeho výrazů (jednoduchý nebo komplexní, jako je věta) do některého druhu (formální) reprezentace. Tato reprezentace, jestliže má sloužit jako báze pro systémy automatického porozumění, musí vzít v úvahu mnoho hledisek nepřímo obsažených ve výrazu. Je důležité pracovat s rovinou jazykového významu. Tato rovina neobsahuje víceznačnosti, koncept významu v tomto smyslu může být zkonstruován jako lingvistický protějšek Carnapovy intenzionální struktury. V tomto pojetí může rovina významu s odstraněnou víceznačností sloužit jako podklad pro vyvozování důsledků a k dalším procesům, které ji obohacují o informace odvozené z mimojazykových zdrojů. Podobně může rovina významu sloužit jako výchozí bod pro přechod k formálním systémům logiky nebo k systému reprezentace znalostí.

Cílem každého systému pro zpracování přirozeného jazyka (jakkoli komplexního) je zpracovat vstupní text v přirozeném jazyce (souvětí, větu, odstavec, ...) a přiřadit mu určitou strukturu ve výstupním jazyce, ať už je to určitý druh reprezentace její syntaktické nebo syntakticko-sémantické struktury, logické reprezentace, reprezentace znalostí nebo jakýkoli jiný druh formální reprezentace, který slouží jako základ pro sémantickou interpretaci, popřípadě pro další porovnávací (překladové) procedury (jako ve strojovém překladu nebo v koncových systémech databází nebo znalostních systémů). Je třeba říci, že analýza je proces, během kterého by měly být vyřešeny nejednoznačnosti.

Problém je především se sémantickou a pragmatickou analýzou. Hlavní otázka jsou metody odstranění sémantické nejednoznačnosti vstupních textů.

Je potřebné vytvořit speciální jazyk S , který by měl tyto vlastnosti:

1. Když má text T napsaný v přirozeném jazyce smysl, musí mu v jazyce S odpovídat nějaký text Q .
2. Když text T nemá smysl, nesmí mu v jazyce S odpovídat žádný text.
3. Když texty T_1 a T_2 mají stejný smysl, zobrazí se v jazyce S jedním textem Q , nebo dvěma různými texty Q_1 a Q_2 , tak že Q_1 a Q_2 jsou přeložitelné navzájem formálním způsobem pomocí zobrazovacích pravidel nacházejících se v S .

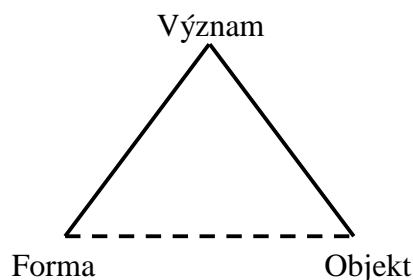
Jakýkoli systém se dá pochopit jako celkový souhrn prvků, ve kterém jsou všechny prvky tak úzce navzájem spjaty, že ve vztahu k ostatním podmínkám a jiným soustavám vystupují jako jeden celek.

Zkoumá-li se systém jako celek, je nezbytné vydělovat z něj postupně analyticky jeho jednotlivé části a ptát se, jaké souvislosti a vztahy mezi nimi existují, přičemž však je nesprávné chápat jednotlivé části bez jejich souvislosti s celkem. Při zkoumání kteréhokoli systému se tedy zavádějí kategorie celku a části. Definovat informační systém není snadné. Chápe-li se velmi široce, pak je jím každý souhrn prvků, který jako celek slouží k získávání, uchovávání a předávání informací.

Dá se asi logicky předpokládat, že omezení na určitou dost úzkou tematickou oblast komunikace může, podobně jako třeba u strojového překladu, podstatně snížit náročnost analýzy a syntézy přirozeného jazyka. Kam až se ale dá v tomto zjednodušování dojít? Je například možné vytvořit efektivní aplikace opírající se jen o přiřazení určitého smyslu jednotlivým slovům? Je to možné - alespoň pokud lze předpokládat, že uživatel takové aplikace bude respektovat její předem daná omezení (tzn. nebude se např. snažit z rezervačního systému získat informaci o počasí).

2.5 Smysl, význam, obsah

Vnímání objektů v okolí přináší množství informací, které je charakterizují: jejich tvary, barvy, velikosti, struktury, pohyb a mnohé další. Jazyk přináší podstatná zjednodušení - všechny aspekty dané věci shrne do jednoduchého pojmu (nebo jeho rozšíření, např. květina či kvetoucí květina), se kterými se dá dobře manipulovat. Jazyk dokáže objekty lidského myšlení „uchopit“ a popsat. Vzhledem k omezeným kapacitám paměti je pak příhodné, když se entita s mnoha myšlenými charakteristikami zastoupí vlastním jednoduchým znakem (pojmem). Ty se pak též dají skládat do hierarchií, tříd atd. Znak se neváže přímo na objekt, který zastupuje, nýbrž (podle modelu sémiotického trojúhelníku) teprve na „myšlenku“ objektu samotného. Model sémiotického trojúhelníku je na obr. č. 2



Obr. č. 2

1. Vztah *formy* a *významu*: znak (forma) **označuje** (symbolizuje) něco, tj. význam.
2. Vztah *formy* a *objektu*: znak (forma) **zastupuje** (reprezentuje) něco, tj. objekt
3. Vztah *významu* a *objektu*: užitím znaku **se míní** něco, se poukazuje na objekt. Při každém užití znaku se zapojuje vědomí člověka a aktivuje se tedy složka významu.

Toto schéma znázorňuje strukturu jazykového znaku a vyjadřuje spojení světa jazyka, psychiky a vnější reality. Na nezávislost znaku (formy) na objektu ukazují m.j. i odlišná označení pro stejné věci v různých jazycích. Objekt sám nepodmiňuje své pojmenování, které se však zakládá na společenské konvenci, zvyku označovat jej tímto jménem. Pro jazykové pojmenování je dále důležitá klasifikace a kvalifikace. Klasifikace je spíše objektivním zařazováním entity (nebo její formy) do nějaké existující kategorie či třídy, zatímco kvalifikace je jejím subjektivním ohodnocením, vyjadřující osobní postoj k ní.

Vymezení pojmu význam - zjednodušeně to je jazyková strukturace (mimojazykového, kognitivního nebo ontologického) obsahu. Dá se definovat i na základě identity významu dvou výrazů. Termín význam lze tedy vymezit operativně: týž význam mají dva výrazy zaměnitelné ve všech kontextech kromě metajazykových. Dvě věty mají týž význam, liší-li se jen tím, že v pozici, kde věta A obsahuje výraz a, obsahuje věta B výraz b, přičemž a a b jsou výrazy elementární nebo komplexní, třeba i syntaktické vazby, ale významově identické.

Identičnost výrazů:

- v kontextech extenzionálních lze volně zaměnit kterékoli výrazy označující též objekt: výraz autorka Babičky a Božena Němcová jsou zaměnitelné ve větách jako Božena Němcová byla česká spisovatelka.
- v kontextech intenzionálních nestačí pro zaměnitelnost výrazů jejich výše uvedená extenzionální shoda, tak např. ve větě „Autorka babičky byla nutně česká spisovatelka“ není taková záměna možná bez změny pravdivostních podmínek (protože existují možné světy, ve kterých Božena Němcová není českou spisovatelkou). I v takovýchto kontextech však lze zaměňovat výrazy intenzionálně shodné, jako kuň-oř, brzo-brzy, adverbium-příslovce.
- v kontextech hyperintenzionálních (zejm. v tzv. větách o domněnkách) stačí uvedená intenzionální shoda u výrazů elementárních (slov), nikoli však u komplexních: z výroku „Myslím, že Karel prodává auta na Sumatře“ neplyne názor, že tam od něho auta (už) kupují. Kritérium zaměnitelnosti syntaktických spojení ukazuje, že tyto vazby nejsou plně synonymní. Liší se svým významem (i když často odpovídají témuž obsahu)
- v kontextech metajazykových, jako např. „adverbium je jiný výraz pro příslovce“, stejně jako „Slovo adverbium začíná samoláskou“, nejsou obecně zaměnitelné žádné dva různé výrazy.

Třídění vět podle významu je jemnější než jejich třídění podle intenze v Carnapovském slova smyslu. Nestačí chápat význam věty jako propozici (viz kapitola 5.3). Nestačí ani pracovat se zobrazením z kartézského součinu možných světů a indexů do pravdivostních hodnot, kde index se interpretuje jako soubor označovaných objektů (z hlediska referenční sémantiky). Tento index má totiž složitou strukturu, jednotlivým výrazům ve větě obsaženým mohou být jako označované „objekty“ přiřazeny i relace, i samy jednotky jazykové, intenzionální atd. Je třeba respektovat univerzálnost přirozeného jazyka, i to, že obsahuje svůj vlastní metajazyk a tedy také možnost paradoxů. K tomu právě slouží významová rovina, množina tektogramatických zápisů vět. Nelze ji ztotožňovat se sémantickou reprezentací v logickém smyslu slova. Neobsahuje víceznačnosti a může tedy být předmětem sémantické interpretace, ale tuto interpretaci lze zachytit jen jako složitou operaci překladu z významové roviny do formálního jazyka intenzionální logiky, který lze chápat jako explicitní zachycení obsahu označovaného jazykovými výrazy.

Takto chápaný pojem významu je ovšem poměrně úzký. Potřebuje doplnění zejména ve dvou směrech:

1. Význam je vázán jen na jazykový systém, bez přímého vztahu ke konkrétním objektům. Např. slovo stůl označuj koncept odpovídající třídě stolů, v intenzionální logice vlastnosti „být stolem“. V konkrétních výpovědních událostech (výskytech vět) může ovšem toto slovo odkazovat (referovat) k jednotlivým stolům. Může se tedy od významu věty odlišit smysl jejich výskytů a mluvit o smyslu určitého užití věty jako významu věty spojeném se specifikací objektů, ke kterým referují výrazy v ní obsažené.
2. Vedle tohoto doslovného smyslu je ovšem třeba počítat i s tím, že posluchač si z užití věty vyvodí (i bez vědomého uvažování) i něco víc, protože bere v úvahu vedle jazykového systému jak běžné konverzační zvyklosti, tak i podmínky dané situací promluvy. Toto vyrozumívání lze chápat jako více nebo méně elementární vyvozování důsledků. Může být modelováno pravidly inference, při kterých nejde tolik o logické důsledky (o vyvozování jedněch výroků z druhých, obsahově odlišných), nýbrž spíš jen o vyrovnávání některých nadbytečných jemných distinkcí spojených se složitostmi jazykové strukturační významu.

Rozlišení mezi významem a smyslem na základě uvedených kritérií pomáhá nejen z hlediska teoretického (např. při zpracování složitých otázek sémantiky vět o domněnkách), ale i k tomu, aby bylo možné empiricky zjistit, které významové distinkce je třeba zachytit na tektogramatické rovině. Zjištění elementárních jednotek této roviny a operací vytvářejících z nich jednotky komplexní dává výhodné východisko jak pro reprezentaci znalostí, tak i pro zpracování automatické syntaktické analýzy: je totiž dobré vědět předem, jaký má být výstupní jazyk analýzy, jaké distinkce má analýza zjistit. Rovina sestavená s uplatněním uvedeného vymezení významu a kritérií, je výhodným podkladem pro různé aplikace, i když se v mnoha prakticky zaměřených systémech takto rovina objevuje jen zčásti, se značnými zjednodušeními, která jsou dána zřeteli hospodárnosti, rychlosti apod.

3. Problémy s porozuměním přirozenému jazyku

Obecný jazyk by se dal charakterizovat jako jistá norma, druh společenské dohody o podobě kódování sdělovaných informací. Užíváme však pouze jeho části, které jsou ovlivněny například prostředím, ve kterém jsme vyrůstali či žijeme. Vliv má také soubor vlastních znalostí a jde-li o komunikaci, pak i náš záměr v ní. Prostředí formuje člověka nejen souborem poznatků, které z něj získá, ale i typickým způsobem užívání jazyka v něm. Soubor vlastních znalostí může ovlivnit komunikaci tím, že mluvčí má o zmiňované věci znalosti nebo se k ní váže svým postojem, zatímco posluchač tento kontext nezná, popřípadě vůbec neví o čem mluvčí mluvil. Povzdechnutí: „To už je tolik hodin!“ neodkazuje nijak přímo na skutečnost, že mluvčí aktuálně nestíhá autobus - pokud to není posluchači známo, nemá jak tuto informaci, z takto prostého sdělení, získat. Záměr v komunikaci následně určuje strategii, se kterou mluvčí seznamuje posluchače, prostřednictvím svého sdělení, s obsahem svých myšlenek. Záměrů může být celá řada a použití jazyka v nich bude také rozdílné: od pečlivého popisu po klamání, záměrné uvádění nepravd či vkládání významů pojmů do nekorektních kontextů.

Při popisu sémantiky věty je třeba rozlišovat mezi tím co patří k významové rovině zkoumaného jazyka a tím, co patří ke struktuře jazyka a může být popsáno na základě znalosti toho kterého jazyka, a těmi jevy, k jejichž popisu už patří znalost světa, mimolingvistická zkušenost. Při interpretaci výskytů vět v promluvě, při porozumění diskurzu, je ovšem běžné, že k řešení víceznačnosti vět musí posluchač často uplatňovat nejen svou znalost daného jazyka, ale i znalosti věcné.

Chybný, znalostem světa odporující význam by bylo možné vyloučit zavedením podrobné soustavy sémantických rysů podstatných jmen, i když by se tím vlastní lingvistická analýza překročila. Tři vlastnosti jsou typické pro lidskou řeč, pro přirozený jazyk. Každý lidský jazyk je univerzální, rozmanitý a nepravidelný. Univerzálnost je jedna ze zřetelných výhod přirozeného jazyka, naproti tomu další dvě charakteristické vlastnosti přirozeného jazyka jsou obvykle považovány za jeho nevýhody.

3.1 Univerzálnost přirozeného jazyka

Jazyk se ukázal být nejlepším prostředkem mezilidské komunikace. Je tomu tak, protože přirozený jazyk je univerzální. Nezáleží na tom, co se chce vyjádřit – vždy se k tomu najdou vhodné prostředky, nebo se dají vytvořit způsobem, který daný jazyk umožňuje. Jazyk je otevřený systém nabízející tvůrčí možnosti svého stálého doplňování. Nicméně v zásadě je to systém, ne náhodně sestavená množina jednotek a pravidel.

Není třeba dokládat, že jestliže má být studováno a simulováno chování inteligentních bytostí, jazykové chování patří na první místo. Nejen z tohoto důvodu a pro kognitivní procesy v jeho pozadí, ale také pro své komunikační schopnosti, neboť nejpřirozenější prostředek pro komunikaci člověka se strojem je ten, který je přirozený pro lidi – přirozený jazyk. Při teoretickém zkoumání, jak zachytit znalosti člověka o světě, je jistě primárně důležité snažit se poznat zákonitosti lidského vědomí a strukturu lidské paměti. Přirozený jazyk zde hraje centrální úlohu, protože umožňuje sledovat, jak je vědomí strukturováno a jak funguje.

Uvažuje-li se o přirozeném jazyku v souvislosti s reprezentací znalostí, vyniká tu zvláště univerzálnost přirozeného jazyka. Stavba přirozeného jazyka zajišťuje právě díky této univerzálnosti možnost zaznamenat jakkoli mnohotvárné informace. Přirozeným jazykem lze vyjádřit jakýkoli obsah, popř. s vytvořením nových (jedno- nebo víceslovných) pojmenování, která jsou v souladu s jeho gramatickou stavbou. Jistě lze namítnout, že v mluvnické stavbě jednotlivých jazyků jsou jevy, které v jiných jazycích chybějí. Ale ani takové rozdíly nebrání přeložitelnosti z jednoho jazyka do druhého – i když si různé jazyky významově neodpovídají docela přesně, mohou daný obsah vždy nějakými prostředky vyjádřit. Co vyjadřuje jeden jazyk pádovou koncovkou, na to má druhý třeba předložku. Tam, kde je to zapotřebí vypomůže „nedostatkům“ mluvnické stavby slovní zásoba.

Naproti tomu formální jazyky jsou v tomto smyslu omezené, byť vytvořené na vědeckém základě a tedy dokonalejší z hlediska pravidelnosti, jednoznačnosti apod. Využije-li se při reprezentaci znalostí vše, co bylo zjištěno při studiu hloubkové struktury přirozeného jazyka a s čím je třeba pracovat ve

významových zápisech vět, pak lze dospět k soustavě zbavené nepravidelností i homonymií a synonymií. Takto vzniklá soustava zápisů nebude vytvářena ad hoc na základě jednotlivých situací, a nebude jí hrozit nutnost přebudování, jakmile se najde příklad situace složitější, než byly ty, s nimiž se dosud pracovalo. Vždyť lze předpokládat, že uspořádání informací v paměti člověka má blízko k jejich jazykové hloubkové struktuře, tedy k významovým zápisům vět.

Zatím však v experimentálně budovaných systémech převládají přístupy, které takový univerzální podklad postrádají a soustřeďují se na určitou specifickou (velmi úzce vymezenou) množinu situací. Při budování aparátu zachycujícího soubor znalostí nutný pro porozumění situaci se autoři omezují na rysy spjaté s jazykovým vyjádřením právě těchto specifických situací. Naproti tomu, vyjde-li se ze struktury přirozeného jazyka, pak se ovšem musí vyrovnat s jeho nepravidelnostmi, i s nejasnými formulacemi dosavadních lingvistických zjištění.

K univerzálnosti patří také to, že přirozeným jazykem se může mluvit i o tomto jazyce samém, nejen o jevech mimo něj. Přirozený jazyk obsahuje i výrazy, které označují samy sebe nebo samy o sobě něco vypovídají. Pro studium významů vět je však tato možnost spojena se značnými obtížemi. Např. „Tato věta je pravdivá“ – už od antiky se logika snaží odstranit takovéto paradoxy, kdy výrok není ani pravdivý ani nepravdivý. Taková možnost je v umělých formálních jazycích logiky úmyslně vylučována, aby tak bylo možné odstranit paradoxy ke kterým vede. Ani v jiných ohledem nejsou umělé jazyky nikdy tak univerzální, jako je jazyk přirozený: obsahují vždy jen prostředky vhodné pro určitou oblast vyjadřování, pro jejíž popis byly vytvořeny. Tato oblast je vždy omezená. Formální jazyky logiky se dlouho pohybovaly jen v oblastech vymezených matematickými jevy. Teprve s rozvojem intenzionální logiky došlo k vytvoření jazyka vybaveného prostředky k vyjádření nejen jednotek a vztahů matematických, extenzionálních, ale také k vyjádření vztahů spojených např. s rozdíly času, s modalitami (možnost, nutnost, podmíněnost) a zejména s rozdíly ve vědomí různých mluvčích.

Univerzálnost je tedy jednou ze zřetelných výhod přirozeného jazyka. Jazyky umělé se s lidskou řečí po této stránce nemohou měřit a je zřejmé, že podmínkou k tomu, aby mohly získat obecnost blížící se univerzální uplatnitelnosti přirozeného jazyka, je pokrok poznání struktury tohoto univerzálního prostředku, který umožní přenést do umělých jazyků ty vlastnosti lidské řeči, které jsou s její univerzálností nutně spjaty.

3.2 Rozmanitost přirozeného jazyka

Každý lidský jazyk je rozmanitý, je v několika ohledech mnohonásobně rozrůzněn, jeho jednotliví mluvčí ho neužívají stejně, ovládají různé jeho varianty a v různých situacích uplatňují ty nebo ony jeho aspekty. Především tu jde o rozrůznění místní a funkční. Čeština patří k jazykům, ve kterých jsou tato dvě rozrůznění mimořádně úzce propojena. Čeština už dávno není v situaci, která je typická pro jazyky s nedlouhou literární tradicí. Ty mívají zcela jasné rozrůznění na řadu místních nářečí, přičemž nářečí centrální je zpravidla základem spisovné variety (útvary jazyka se speciální komunikační funkcí) daného jazyka šíří se na úkor nářečí jiných.

Místní rozmanitost

V průběhu dlouhého vývoje spisovného jazyka nastávají různé změny, které základní situaci všelijak komplikují, ať už jde o přesuny kulturního centra z jedné oblasti do druhé, o přerušení ve vývoji spisovného jazyka nebo o to, že nářečí (i okrajová) se mezi sebou sblížují, že vznikají nadnářeční útvary jako zejména tzv. interdialekty (užívané na území několika blízkých nářečí a vyznačující se především těmi rysy, které jsou většinou těchto nářečí společné).

Místní rozrůznění jazyka se v takových podmínkách kombinuje s rozvrstvením funkčním: jednotlivé variety jazyka totiž mají menší nebo větší prestiž. Záleží na tom, na jak rozsáhlém území se jich užívá. Prestiž je odstupňována i podle toho, v jakých funkcích, v jakých typech sdělovacích situací ta či ona varieta obvykle slouží – díky svým kulturním funkcím má spisovný jazyk zpravidla vyšší prestiž než variety jiné.

Ve vývoji češtiny byla z tohoto hlediska velmi závažná ta okolnost, že v Čechách byla nářečí značně nivelizována už ve středověku, díky historickým faktorům i prestiži pražského centra. Přitom však vývoj spisovného jazyka byl v pobělohorské době přerušen, z většiny kulturních funkcí byla čeština na dlouho vytlačena, a když se jich pak v době národního obrození znovu ujímala, byl za základ spisovného jazyka vzat starší spisovný jazyk, nikoli nově rozvinutý jazyk hovorový. Ten totiž byl tehdy v podstatě omezen na území Čech, a potřeba jednoty celého národa, tehdy ještě i se zřetelem na předpokládanou jednotu se Slovenskem, vedla právě k obnovení spisovné češtiny předbělohorské.

Funkční rozmanitost

Rozvrstvení funkční, a zejména jeho jemnější aspekty týkající se stylů (slohů), považují někteří lingvisté za záležitost sémantickou (významovou), ale tento názor při bližším rozboru neobstojí. Rozdíly ve stylu jsou jistě nositelem informace – podle toho, zda mluvčí užívá tvarů hovorových nebo knižních, slov z běžné slovní zásoby nebo z jazyka odborného, může jistě posluchač poznat mnoho o povaze promluvy samé i o individuálních vlastnostech mluvčího. Nejde tu však o informaci ztvárněnou do podoby jazykového významu, nýbrž jen o to že poznatky o řeči a mluvčím mohou pramenit i z vnějších rysů jeho projevu.

Rozrůznění jazyka na jednotlivé variety je jistě pro možnost exaktního popisu nevýhodou, není to však rozhodující překážka pro zpracování jazyka podobné tomu, jaké je možné u jazyků umělých. Jdou-li jednotlivé variety odlišit jednu od druhé, může se začít tím, že se zpracuje jedna z nich.

3.3 Nepravidelnost přirozeného jazyka

Výrazy češtiny neodpovídají jednoznačně svým významům, stavba lidské řeči není zdaleka tak průhledná jako struktura jazyků formálních.

Na různých rovinách jazykové stavby dochází k tomu, že jedné jazykové formě odpovídají dvě různé funkce. V každém přirozeném jazyce velká řada nepravidelností týkajících se jak vztahů mezi jeho významy, tak vztahů mezi jeho výrazy, i bez přímého zřetele k vzájemnému přiřazení významů a výrazů.

Nepravidelností čistě tvarových je v češtině mnoho. Jazyky některých jiných typů mají tvarových nepravidelností méně. Složitý vývoj spisovných jazyků a kulturních tradic vede často k tomu, že k vnitřním nepravidelnostem přirozených jazyků přibývají ještě různé komplikace vnější. Je známo, že přirozený jazyk má z tohoto hlediska oblasti různé: gramatika sama se zvenčí ovlivnit nedá, pokud nejde o jev už tak jako tak rozkolísaný.

Nepravidelnosti ve stavbě přirozených jazyků jsou zřejmě jednou z příčin toho, že při popisu těchto systémů lze v nich vždy rozeznat oblasti či vztahy centrální a jevy víceméně periferní. Ve slovní zásobě jsou jednak pravidelné slovotvorné procesy, jednak i pravidelně se opakující významové vztahy mezi lexikálními jednotkami, které alespoň zčásti vnášejí do jinak roztržitěné slovní zásoby řád. Vedle toho jsou v jazyce stovky a tisíce jednotlivých výrazů, které z tohoto řádu tak či onak vybočují, buď svým tvarem, nebo svým významem, nebo obojím, jsou jen prvky lexikálního inventáře, bez vícestranného zapojení do soustavy. Ještě dále na okraji jsou ovšem tzv. frazeologická spojení jako „věci vzaly nový obrat“ kde význam celého složeného výrazu není podle jinak platných pravidel češtiny složen z významů jednotlivých členů, nebo „křížem krážem“, kde druhý člen se vlastně ani mimo tento obrat v českém jazyce vůbec nevyskytuje. Takové jevy jsou v přirozeném jazyce nevyhnutelné, nehrají však nejpodstatnější roli v jeho struktuře.

A tak se koneckonců dá doložit, že ve svém jádru je i přirozený jazyk daleko pravidelnější, než by se zdálo podle jevů, které jsou vidět na jeho povrchu. Přirozený jazyk nejen že má svou strukturu, ale je to struktura tím pravidelnější, čím hlouběji se postoupí v rozboru jazyka, neboť tímto rozbořením se právě jednotlivé vnější a povrchové nepravidelnosti postupně odhalují jako

jevy pro daný jazyk, pro jeho jádro nikoli charakteristické, jako jevy okrajové. S takovými nepravidelnostmi je třeba se vypořádat, a je to také možné. I když se musí jedna vedle druhé zaregistrovat, popsat, nesmějí zakrýt pohled na pravidelnosti, které jsou ve stavbě jazyka přítomny. Podstatné vlastnosti lidské řeči nejsou v přímém vztahu k tomu, že v ní např. existuje mnoho různých skloňovacích vzorů nebo slovesných tříd, mnoho víceznačných tvarů a frazeologických odchylek. Důležitější je, že při popisu a rozboru jazykové stavby je tím více pravidelností, čím více se vzdalujeme od povrchových stránek jazyka a přibližujeme se k významové struktuře.

3.4 Sémantické problémy

Jazyk je systém interaktivní, který pracuje jako prostředek mezilidského kontaktu. Systém jazyka se neustále vyvíjí, doznává větších nebo menších změn. Některá slova se vytrácejí z oblasti jazykové komunikace, nová slova vznikají. Mnohá slova, která dlouhodobě slouží komunikačním účelům získávají nové lexikální významy a některé staré významy ztrácejí. Tyto změny obvykle vedou ke změnám fonetické a gramatické podoby slova. Při vši složitosti a problematičnosti vývoje lexikálního systému obecně platí, že počet lexikálních významů je v daném historickém okamžiku u jednotlivých zavedených slov jazyka vždy relativně přesně vymezený. Lexikální význam lexému (ohebného i neohebného, jednoslovného i víceslovného) je odraz skutečnosti psychicky zpracovaný ve vědomí uživatelů daného jazyka a jazykově ztvárněný formou lexému i jeho vztahem k jiným jednotkám onoho jazyka a také konkretizací v jistých kontextech jeho projevů. Sémantické vztahy v jazyce nevznikají pouze náhodně, ale jsou často i důsledkem jeho vývoje. Vznikají jazykové problémy jako jsou homonymie, kdy jeden pojem má více významů a synonymie, kdy naopak jeden význam se dá říci více pojmy. Dále to je metafora, u které dochází k přenášení významů na základě podobnosti a vágnost, kdy výrazy nejsou jednoznačně definovány.

Ačkoli je zde více těžkých problémů, k jejichž překonání je třeba určitého úsilí, klíčový je fakt, že neexistuje jednoznačný vztah mezi výrazem jazyka (například lexikální jednotkou nebo strukturou, jako je třeba část souvětí nebo

věta) a jeho významem. Struktura přirozeného jazyka je v tomto smyslu velmi vzdálená průhlednosti formálních jazyků.

3.4.1 Synonymie

Synonyma jsou slova nebo slovní spojení se vzájemně stejným nebo podobným významem, která lze za určitých okolností zaměňovat. Dodávají jazyku bohatství, umožňují jemné odstínění významů v závislosti na kontextovém a stylistickém zbarvení.

Úplná synonyma jsou ta, která mají zcela totožný význam a lze je volně zaměnit ve všech kontextech, kromě ustálených obrátů. Takových synonym je ovšem velice málo. Např.: hezký – pěkný, chlapec – hoch, zde – tady, přeprava – transport.

Daleko běžnější jsou synonyma neúplná, jejichž významy jsou navzájem blízké, ale nikoli totožné. Částečná synonyma se liší kontextovým a stylovým užitím, obsahem i rozsahem významu, původem, frekvencí užití – např. červený – rudý, práce – roboty, málokdy – zřídka, restaurant – hostinec, binom – dvojčlen. Synonymy jsou také výrazy nářeční a slangové, které doplňují neutrální výraz – např. chlapec – ogar.

Synonymní jsou ty věty, které mají nejen stejné pravdivostní podmínky, ale sdílejí aspoň jeden význam. Aby tomu tak bylo, musejí dvě věty splňovat poměrně silná kritéria: musejí mít shodnou tektogramatickou strukturu, včetně shody hodnot funktorů a gramatémů u odpovídajících si členů dvojice, shodného aktuálního členění a ovšem i shody lexikálních významů. Mohou se tedy lišit jen tím, že v odpovídajících si pozicích mají synonymní výrazové prostředky.

Operativní kritérium pro zjištění synonymie výrazových prostředků záleží v tom, že každé dvě věty (s jakýmkoli lexikálním a morfologickým obsazením) lišící se právě jen danou výrazovou opozicí, mají stejné pravdivostní podmínky. To znamená, že neexistuje situace, při které by jedna z obou vět byla použita pravdivě a přitom užití druhé by bylo nepravdivé, pokud ovšem nejde o užití citační. Důkaz neexistence ovšem možný není, takže tvrzení o synonymii má

vždy povahu hypotézy, ale najde-li se situace dokládající různost pravdivostních podmínek, je hypotéza o synonymní povaze testované opozice vyvrácena.

Možné řešení synonymie je, že se vytvoří seznamy synonymních termínů pro jednotlivé pojmy a využijí se pro výběr jednoho preferovaného termínu a odkazování od nepreferovaných termínů na preferované. Synonyma nejsou sémanticky relevantní a mohou být vypuštěna.

3.4.2 Homonymie

Homonymum je slovo, které má stejnou podobu jako slovo jiného významu i původu. Homonyma představují slova významem odlišná, ale jejich forma je stejná či podobná. Vznik homonym bývá nahodilý, třeba odvozením slov od podobných základů nebo přijímáním cizích jazyků. Příklady homonym: kolej, kohout, baterie. Přirozené jazyky jsou homonymní na řadě různých úrovní – od jednotlivých slov po delší úseky textů.

Od homonym se liší slova polysémní. Zatímco u homonym je formální shoda v podstatě náhodná, jednotlivé významy nemají vzájemnou souvislost, různé významy mnohoznačných slov souvislost mají a vznikly posunem základního významu na základě podobnosti. Např. oko, křídlo, hřeben. Hranice mezi homonymií a polysémií nemusí být vždy jednoznačná. V širším pojetí se za homonyma považují i slova, jejichž významy sice původně vznikla na základě podobnosti, ale v současnosti již není vzájemná souvislost zřejmá – např. prát

Řešení homonymie je pomocí upřesnění významu homonym nebo vyřazení homonym ze slovníku. Další možnost je využití kontextu. Na význam homonyma se usuzuje z analýzy textu, který obklopuje homonymní výraz. Např. slovo „oko“. Ocitá-li se v nulovém kontextu, tzn. je-li sémanticko-gramatický kontext, jehož se účastní, tvořen slovem samotným postrádajícím další slovní doprovod, a nevstupuje-li do komunikačního kontextu, pak lze tomuto slovu přiřadit význam „zrakový orgán“. Avšak pokud už tam bude kontext, může to být „oko na punčoše“, „paví oko“ nebo „někdo na někoho hodil oko“, což už se zrakovým orgánem nemá moc společného.

Naskytá se otázka, jak se tohoto problému zbavit – jestli by bylo možné podat úplný numerický výčet významů jednotlivých slov. Významy jednotlivých slov jazyka v nulovém kontextu, i když nikoli pouze v tomto kontextu, se pokouší popsat v co možná největší úplnosti výkladový slovník. Další nástroj velmi užitečný pro jakýkoli druh automatického zpracování přirozeného jazyka je automatický slovník.

Pro automatické zpracování přirozeného jazyka je výhodné včlenit co nejvíce gramatických informací do slovníku, protože jakmile je provedeno vyhledání ve slovníku, vybraná lexikální jednotka s sebou nese mnoho hodnotných informací, které mohou být výhodně použity v dalších krocích zpracování věty.

K vytvoření takových velkých a bohatých slovníků nestačí obrátit se k existujícím slovníkům. Jedna z cest, jak obsáhnout potřebné množství dat, je vytvořit velké korpusy (soubory textů), obsahující některou základní gramatickou (morfologickou i syntaktickou) informaci spojenou s jednotlivými jednotkami korpusu, např. slovními výskyty. V ČR se touto činností zabývá Ústav českého národního korpusu na Filosofické fakultě UK.

Korpus je soubor počítačově uložených textů, který primárně slouží k jazykovému výzkumu. K práci s korpusy slouží speciální vyhledávací program. S jeho pomocí je možné vyhledávat slova a slovní spojení v kontextu a zjistit jejich frekvenci v korpusu i původní textový zdroj. Umožňuje i další zpracování nalezeného (např. abecední třídění apod.).

3.4.3 Metafory

Metafora je jazyková a rétorická konstrukce spočívající v přenášení významu na základě vnější nebo vnitřní podobnosti. Metafory mohou využívat různých druhů podobností – týkající se tvaru, struktury, funkce, místa, rozsahu nebo množství. Příklady metafor: déšť hvězd, topit se v penězích, prorážet hlavu zdí, zub pily, kapka štěstí, hlava rodiny, čelo postele.

Metafora je tradičně pokládána za rétorickou figuru, sloužící ke zkrášlení řeči. Tuto schopnost metafor dít projevu uhlazenost i vzletnost lze pokládat za vlastnost stylistické funkce. Stylistická vlastnost metafor se nemůže zredukovat historizujícím pohledem na dekorativnost, tzn. metafora v těchto souvislostech se nemůže chápat pouze jako prostředek, který zvyšuje ladnost a půvab řeči, ale také jako prostředek ke zvýšení působivosti řeči na posluchače. Tato funkce lze nazývat emocionální funkcí metafor.

Metafora vyvolává v mysli čtenáře řetěz asociací, které mohou korespondovat s psychickými procesy, jež původně stály na počátku autorské tvůrčí činnosti.

Od metafor se odlišuje metonymie, což je přenášení významu na základě jiné souvislosti než podobnosti – např. srdce vzplálo láskou, lesk slávy

3.4.4 Vágnost

Od homonymie, o které se mluvilo v oddílu 3.4.2, je třeba odlišovat vágnost, která je vlastní významovým jednotkám každého jazyka. Vágnost je běžným fenoménem praktického života, který je však v teoretické oblasti zpravidla považován za nežádoucí. Obecně lze problém vágnosti charakterizovat jako problém vymezení hranic nějakého pojmu, pokud lze ovšem vůbec nějaké takové hranice nalézt. Vágní pojem připouští případy, o kterých nelze rozhodnout, zda pod něj spadají, nebo nespadají.

Vágní výrazy jsou nepřesné, mlhavé. Při jejich užití nelze jednoznačně rozhodnout, zda a do jaké míry se na určitý objekt vztahují. Tuto vlastnost mají zvláště tzv. klasifikátorské pojmy (dlouhý, široký, krásný). Vágnost je odstranitelná definováním jejich významu.

Z nepravidelností týkajících se významů samých je nejzřetelnější jejich vágnost, totiž skutečnost, že významy zpravidla v přirozeném jazyce nejsou přesně ohraničeny, exaktně definovány. Význam slova obvykle má jen z některé stránky jasné kontury, jinde jeho hranice nejsou přesně stanoveny. Např. význam slova *my* zahrnuje mluvčího (to je vždy dáno) a někoho jiného – to už zůstává vágní: ve větě „*My* jsme si minulý týden koupili pračku“ jde patrně o rodinu mluvčího, zatímco ve větě „*My* si přece rozumíme“ jde spíš o mluvčího a posluchače – ale to se vyrozmívá jen z kontextu.

Vágnost je běžná nejen u významů slov, ale také u významů mluvnických. Např. přítomný čas slovesa zahrnuje ve svém významu vždy současnost. Ve větách jako „*Sestra* studuje medicínu“ vyjadřuje ovšem přítomný čas slovesa děj trvajícím několik let, zatímco třeba ve větě „*Sestra* jde do kuchyně“ jde patrně o děj trvajícím jen zcela krátce, ale takové rozdíly už významem slovesného času v češtině rozlišeny nejsou. Další příklad jsou bramborové a švestkové knedlíky – pouze znalost kulinářství dovoluje obsahově interpretovat první konstrukci jako „knedlíky udělané z brambor“ a druhou jako „knedlíky plněné švestkami“.

3.5 Kontext

Kontext významně ovlivňuje porozumění přirozenému jazyku. Dokáže změnit smysl vět. Když se řekne jedna věta, tak se jí na základě kontextu dá rozumět různě. Když se například řekne: „*Dnes* je pěkný den“ tak by se na první pohled zdálo, že je to naprosto neutrální věta, ale má mnoho různých podob. Dá se to chápat, jako že je dneska venku opravdu pěkné počasí. Ale tato věta se dá použít, i když je venku nepěkně jako ironie. A nemusí se tato věta týkat pouze počasí – když to řekne někdo, komu se tento den podařilo vše co chtěl, tak je to vyjádření nanejvýš úspěšného dne, ale srovnejme to třeba se studentem, který tuto větu prohlásí po neúspěšné zkoušce... Tedy pro plné pochopení jedné věty se musí znát spousta souvislostí – v jakém kontextu se daná věta vyskytla.

Další příklady závislosti významu na kontextu:

- V místnosti stojí zelený stůl a židle. (Tato věta se dá chápat několika způsoby. Z tvaru slova židle totiž není jasné, zda se jedná o jednu nebo několik židlí, navíc také věta jasně nevyjadřuje, zda také židle je zelená, či zda autor této věty o barvě židlí nemluví.)

- Na recepci se dostavil i ředitel banky roku. (Tato věta může hovořit jak o řediteli banky, která byla vyhlášena nejlepší bankou roku, tak i o člověku, jenž byl v daném roce poctěn titulem nejlepšího ředitele banky.)

Poznání, že kontextový rámec je podstatný pro rozumění přirozenému textu, bylo poprvé využito v tzv. dotazovacích-odpovídajících systémech. Např. BASEBALL - systém odpovídající otázkám o baseballu nebo STUDENT - jež dokázal řešit algebraické slovní úlohy. Je jasné, že rozumění musí být v nejrealističtějších situacích vzájemné. V kontextu komunikace mezi člověkem a strojem se chce, aby počítač rozuměl, a tak mohl něco udělat, např. zodpovědět nějaký dotaz, řešit matematickou úlohu. Odpovědi dávané programy BASEBALL a STUDENT nemají dostatečný interpretační rozsah, aby byly problematické. Nedá se předpokládat nějaká zajímavá konverzace s nimi. Mezi jiným, což je velmi významné, tyto programy nekladou otázky.

Prvním programem, který umožnil tuto druhou stranu komunikace mezi člověkem a strojem, byla Weizenbaumova ELIZA (Myslím, že není třeba představovat, detailněji je popsána v [26]). ELIZA je program sestávající převážně z obecných metod pro analýzu vět a částí vět, lokalizující tzv. klíčová slova v textech, sestavování vět ze zlomků jiných vět atd. Jinými slovy řečeno, neměla v sobě zabudován žádný kontextový rámec či univerzum rozpravy. Ten se dával až „scénářem“. V jistém smyslu byla ELIZA herečkou ovládající sadu technik, ale nemající co vlastního říct. Scénářem by pak byla sada pravidel, která by herečce umožnila improvizovat na základě poskytnutého materiálu.

První rozsáhlý scénář, který ELIZA měla, byl scénář dovolující jí parodovat nedirektivního psychoterapeuta při počátečním psychiatrickém rozhovoru. Tento scénář dovolil dočasně nechat stranou problém, jak dát počítači nějakou databázi znalostí o reálném světě. Psychiatr nakonec může reagovat na pacientovu poznámku: „Maminka mi sebrala plyšového medvídku“ tím, že řekne: „Povězte mi víc o vašich rodičích“, aniž by např. vůbec něco věděl o plyšových medvídcích. Aby mohl svou odpověď vytvořit, musel program

vědět, že „maminka“ znamená „matku“ a že „pacientka“ mu něco říká o svých rodičích. Z toho, co jí řekla pacientka, získávala více informací než jen toto, a to s tím cílem, že by se jí některé mohly později hodit. Přesto by se o ní dalo říci, že vůbec něčemu „rozumí“ jen v nejslabším možném smyslu. ELIZA nicméně vyvolávala u lidí, kteří s ní hovořili, velmi pozoruhodnou iluzi, že jim rozumí. Lidé, kteří velmi dobře věděli, že rozprávějí se strojem, brzy tento fakt zapomínali.

3.6 Neúplná informace

Má-li se chápání počítačů skutečně podobat lidské paměti, je třeba, aby zvládly i uvažování z neúplné, nekonzistentní a nejisté informace. V některých systémech v oblasti umělé inteligence se pracuje s tzv. uzavřenými světy, tj. světy v nichž jsou známy všechny jejich objekty a relace mezi nimi. Člověk se však naopak setkává s otevřenými světy. Procedury a inferenční pravidla, které pracují s otevřenými světy jsou zcela jiného druhu než procedury, zabývající se světy uzavřenými, proto je zkoumání těchto problémů velmi důležité, má-li napodobit inteligentní chování člověka.

SCHOLAR je program, který se pokouší realizovat některé inferenční strategie pro otevřené světy. Jeho znalosti jsou kódovány v sémantické síti (pojem sémantické sítě je rozebrán v kapitole 5.4). Jednou z jeho datových bází jsou informace o geografii (znalosti běžného jedince o geografii jsou neúplné, nekonzistentní a nejisté, proto se tento okruh dobře k danému účelu hodí). Praktická aplikace systémů SCHOLAR je použití jako vyučovacího stroje metodou sokratovského dialogu. (Pokusem rozšířit myšlenky systému SCHOLAR na dokonalejší systém je SOPHIE, která modeluje roli učitele v laboratoři, kde student transformuje své teoretické znalosti elektroniky do jejich experimentálního a intuitivního pochopení. Student opravuje chybně fungující zařízení, provádí měření, ptá se na specifické důsledky těchto měření či na obecné otázky, příp. na radu, jak má pokračovat. SOPHIE ho může přimět k úvaze, jakých chyb se dopustil, posuzuje, zda některá měření nejsou zbytečná a zda jeho hypotézy jsou s nimi konzistentní.)

Strategie, kterých člověk užívá k uvažování ze své neúplné znalosti, jsou podloženy srovnávacími procesy zajišťujícími, zda dva pojmy jsou stejné nebo

různé. SCHOLAR má dva takové procesy, zvané srovnávání na nadřazenost, tj. řešení otázky „Může X být Y“, a srovnávání na nadčást, tj. zodpovídají otázky : „Může X být část Y?“ Oba procesy jsou opět procesy hledání průniku po řetězech hran reprezentujících nadřazenost nebo vztah části a celku. Tyto procesy se opírají o hodnoty přiřazené hranám spojujícím jednotlivé uzly.

4. Umělé jazyky

Umělé jazyky jsou různého druhu. Od jazyků sloužících k dorozumívání v jednotlivých oborech (např. matematika, logika, biologie) přes počítačové jazyky až po jazyky určené ke komunikaci širokých vrstev – univerzální jazyky např. volapük, esperanto, které v zjednodušené podobě imitují systémy přirozeného jazyka, popř. formálního jazyka, v nichž se má odstranit vágnost a víceznačnost přirozeného jazyka. Jazyk umělý postrádá přirozený vývoj jazyka přirozeného, byl vykonstruován na předem vymyšlených základech. Zatímco přirozený jazyk je ve svém vývoji spontánní, umělý jazyk se nevyvíjí nebo jeho vývoj určují předem dané hranice, odvozené z umělých pravidel. Porovnání přirozených jazyků s jazyky umělými, vytvořenými pro ty či ony účely v logice, matematice nebo jinde, pomáhá právě odhalit, co je pro přirozený jazyk charakteristické, a co je tedy také charakteristické pro lidské vědomí, pro člověka jako takového.

Plnohodnotná domluva bez pomocné „berle“ společné znalosti jazyka je téměř nemyslitelná. Dorozumívání na poli setkání dvou (a více) odlišných jazyků je problém, který se dá rozumně vyřešit jen naučením dalšího jazyka. Tyto jazykové překážky však trápí myšlení lidstva již řadu staletí. Proto by bylo lepší, kdyby se používal jen jeden univerzální jazyk. Ale který?

Jazyk, úzce spjatý s kulturou, je součástí národního dědictví a každý národ je na něj patřičně hrdý. Je tedy pochopitelné, že žádný národ se svého jazyka nechtěl jen tak vzdát. Proto se objevila myšlenka jazyka, který by se opíral o základy většího množství řečí.

Po celý středověk (ale i novověk) se za univerzální jazyk vzdělání považovala latina. V určitých odvětvích vědy je tomu tak doposud (například botanika, medicína...). K vykonstruovaným umělým jazykům patří volapük, předchůdce esperanta. V souvislosti s pronikáním angličtiny do mezinárodních vztahů je také důležité zmínit Basic English - projekt Charlese Kay Ogdena, který podstatně zjednodušuje angličtinu redukcí slovní zásoby (především sloves) a úpravou pravidel. V současné době se spíše rozmáhá komunikace v angličtině nebo její zjednodušené formě, což se pojí s rozvojem informačních technologií, který do světa proniká z anglicky hovořícího prostředí. V tomto

odvětví se již anglický jazyk stal určitým standardem. S technologií je spjat obchod, s nímž se zase úzce pojí politika. Angličtina tak postupně stále častěji proniká do života obyčejných lidí jako „světový jazyk“. Toto je postup, kdy přirozený jazyk sám prostupuje do mezinárodní komunikace.

Nejznámější umělý jazyk je esperanto, které vymyslel ruský lékař Ludvík Lazar Zamenhof a zveřejnil jej v roce 1887. Jeho ideou bylo vymyslet jazyk, který by byl snadno osvojitelný a mohl odstranit jazykové bariéry, ve kterých viděl příčiny častých sporů mezi lidmi odlišných národů. Je to jazyk, který měl přispět k všeobecnému míru a napomoci při mezinárodních stycích. Jako takový musel být lehce naučitelný a zároveň se měl zakládat na tradicích množství odlišných národních jazyků. Zamenhof si tak zkrátka „vypůjčil“ pro svůj jazyk to nejlepší, co v ostatních našel.

Aby se esperanto stalo dobře přístupným, bylo třeba zredukovat slovní zásobu. Zamenhof přišel s koncepcí pravidelných předpon a přípon, které dovolily snížit množství slovních kořenů. Slovní zásobu přejímal především ze západních jazyků, které tehdy byly na školách po celém světě vyučovány. Esperanto se stalo široce používaným jazykem, ačkoliv nedosáhlo na stupeň univerzálně užívaného, mezinárodního jazyka.

Dalším velmi známým umělým jazykem je Newspeak. Jde o fikci z Orwellova románu 1984. Newspeak byl oficiální jazyk Oceánie vytvořený pro ideologické potřeby Angsocu (anglického socialismu). V roce 1984 téměř ještě nikdo nepoužíval newspeak jako jediný prostředek dorozumění ani v hovorové ani v psané řeči. Psaly se v něm úvodníky Timesů, ale to bylo náročné umění, které ovládali jen odborníci. Předpokládalo se, že newspeak nakonec nahradí oldspeak (současný spisovný jazyk) někdy v roce 2050.

Newspeak měl sloužit k dokonalejší kontrole veřejnosti. Tato reforma jazyka se odehrává na pozadí společnosti řízené diktaturou, která chce co nejintenzivněji kontrolovat dění ve společnosti, zasahovat do života člověka a co nejvíce ho vzdálit svobodě tím, že mu pocit potřeby svobody zcela vymýtí z myšlení. Ke svobodě patří i přirozený jazyk a jeho volné užití.

„Newspeak nebyl vytvořen pouze k vyjadřování světonázorových myšlenkových postupů vlastních oddaných stoupencům Angsocu, nýbrž proto, aby znemožnil všechny jiné způsoby myšlení. Záměr byl ten, že až si newspeak všichni jednou provždy osvojí a oldspeak bude zapomenut, stane se kacírské myšlení – to jest myšlení, které se odchyluje

od zásad Angsocu – doslova nemyslitelné, aspoň v té míře, v níž je myšlení závislé na slovech. Slovní zásoba newspeaku byla vytvořena tak, aby poskytovala přesné a často velmi propracované výrazivo pro každý pojem, který by člen Strany chtěl slovně vyjádřit, a přitom vylučovala všechny ostatní významy a také možnosti dospět k nim nepřímými metodami. Toho se dosáhlo částečně vytvořením nových slov, ale hlavně eliminací slov nežádoucích a všech jejich neortodoxních významů.“ [19]

Pokud by se podařilo ovládnout a kontrolovat jazyk, podařilo by se proniknout i do myšlení člověka (které je na něm stavěno). Tím, že neexistují výrazy, které by popsaly nežádoucí myšlení, je téměř nemožné nežádoucím směrem uvažovat. Obdobně tomu je v principu zjednodušování slov a odstraňování jazykové pestrosti vyjadřování. Nejde jen o synonyma, ale i o antonyma. Jaké oprávnění má slovo, které je jen protikladem jiného slova? Slovo obsahuje protiklad už samo v sobě. Např. slovo „dobrý“. K čemu je k němu slovo „špatný“? „Nedobrý“ docela stačí - je dokonce lepší, protože je přesný protiklad, což to druhé není. Nakonec se bude celý pojem dobra a zla vyjadřovat jen jedno jediné slovo s různými předponami. Takové radikální seškrtání možností vyjadřovat se mělo vnést do duše lidu pokojnost, poslušnost systému a chtělo zamezit jedinečnosti, stejně jako omezit přílišné a tedy i nežádoucí přemýšlení.

Newspeak se lišil od většiny ostatních jazyků tím, že se jeho slovní zásoba zmenšovala, místo aby se rok od roku rozšiřovala. Redukce slovní zásoby se stala sama sobě cílem. Žádnému slovu nebylo dovoleno přežít, pokud bylo možné se bez něj obejít. Každá redukce byla úspěch, čím menší prostor pro výběr, tím menší pokušení přemýšlet. Newspeak nebyl naplánován proto, aby se rozsah myšlení zvětšil, nýbrž aby se zmenšil a tomu účelu nepřímo sloužilo maximální okleštění výběru slov. Na konci zářila naděje, že artikulovaná řeč bude vycházet zhrdla, aniž se na ní budou podílet vyšší mozgová centra.

Tím, jak je jazyk úzce spjat s myslí, je myšlení doslova citlivě závislé na pestrosti jazyka. Je vcelku jedno, zda-li se ona pestrost odstraní chirurgicky, nebo se postupně vytratí vlivem zjednodušování, které se dnes často vyskytuje. Dnešní doba je plná titulků, obrázků a rychlých zpráv, komunikace nepřímou formou sílí a zjednodušuje se. Na barvitost vyjadřování přestávají být kladeny nároky, zatímco stoupá potřeba jednoznačnosti, stručnosti a hlavně rychlosti.

4.1 Teoretické předpoklady

Umělý jazyk je konstruován na základě jazyků přirozených, udržuje si většinu jejich vlastností, ale zároveň se od nich liší větší logickou propracovaností, jednoznačností termínů i vztahů mezi nimi a prostotou. Snahy o vytvoření umělého jazyka nadnárodní povahy, který by umožnil univerzální dorozumění, spolehlivé uchování informace a racionální komunikaci, jsou starého data a sahají až k období antiky. Zatímco v minulosti však převládalo úsilí o jednotnost, univerzálnost takového jazyka, snaží se soudobá věda o vytvoření dílčích, speciálních jazyků, které by vyjadřovaly potřeby přesně vymezených konkrétních oblastí.

Modelování umělého jazyka, jehož hlavní funkcí je konzistentní a jednoznačný přepis obsahu za účelem strojového zpracování, obsahuje tyto složky:

- 1) věcnou a logickou analýzu předmětné oblasti, jejímuž popisu má umělý jazyk sloužit,
- 2) lingvistickou analýzu terminologie příslušné oblasti, vymezení obsahu a rozsahu základních termínů – deskriptorů, logickou a lingvistickou analýzu sémantických vlastností deskriptorů a jejich vzájemných vztahů,
- 3) vymezení formálních vlastností kódu (systému pravidel umělého jazyka) a sdělení (konkrétních realizací kódu v určité zprávě) vzhledem k způsobu zápisu a k účelu zpracování.

Vhodná volba umělého jazyka jako schématu pro vyjadřování a uchovávání znalostí je pochopitelně rozhodující pro efektivitu deduktivních a komunikačních schopností systému i pro paměťové nároky na výpočetní techniku.

Jednotlivá schémata pro reprezentaci znalostí lze posuzovat z celé řady hledisek, např.

- z hlediska vyjadřovacích schopností,
- z hlediska využitelnosti zachycených znalostí v deduktivním či inferenčním procesu,
- z hlediska požadavku sémantického sdružování znalostí (tj. požadavku, aby údaje týkající se jediného objektu byly umístěny v paměťovém médiu „blízko“ sebe, a to spolu s informací o vzájemných souvislostech). Požadavek

sdužování znalostí vyplývá z potřeby rychlého vybavování znalostí, ale i z potřeby vytvářet hierarchii pojmů. Tato hierarchie pak umožňuje vyvozovat ve směru od obecného ke speciálním a naopak, odvozovat na základě analogií apod.,

- z hlediska možností jednoduše rozšiřovat a modifikovat zachycené znalosti (požadavek modularity).

Požadavek sémantického sdužování znalostí je protichůdný k požadavku modularity schématu reprezentace. Při řešení úlohy se zkoumá nějaký objekt a tento objekt zůstává po určitou dobu hlavním předmětem zájmu. Znalosti o ostatních objektech jsou dočasně nevyužívány. Jako by se pozorost zaostřovala jen na určitou část dostupných znalostí, odkazující jen k některým objektům světa, které spolu však nějak souvisejí. Proto se chce, aby různé znalosti týkající se stejného faktu byly vzájemně sduženy. Tím se značně usnadňuje zpracování znalostí, zejména se zrychluje vyhledání údajů v daném stavu úlohy relevantních.

Další možností, kterou poskytuje sdužování objektů je jejich zařazení do tříd a uspořádání objektů a tříd do hierarchií. Objekty a třídy v hierarchii níže postavené, tj. speciálnější, mohou získat některé své vlastnosti děděním od objektů a tříd hierarchicky vyšších, nemusí být tedy explicitně vyjádřeny.

V konkrétním případě je vždy nutné volit jistý kompromis mezi oběma požadavky, který však může mít nejen podobu hybridní reprezentace v rámci jediné úlohy, ale i hybridní architektury znalostního systému s ryzími reprezentacemi specializovaných modulů. Myšlenku sdužování podobných znalostí využívá reprezentace pomocí sémantických sítí a rámců (viz kapitoly 5.4 a 5.5). Příkladem modulární reprezentace znalostí jsou produkční systémy a jazyky predikátové logiky 1. řádu (viz kapitoly 5.2 a 5.6)

4.2 Srovnání s přirozeným jazykem

Přirozený jazyk je živý, je ovlivněn vývojem, neustále se mění, kdežto umělý jazyk by měl být co nejvíce jednoduchý, bez víceznačnosti... V přirozených jazycích je poměrně vysoká nadbytečnost sdělení, zatímco umělé jazyky jsou z hlediska přenosu ekonomičtější a tím i choulostivější vůči vlivům zkreslení a šumu nejrůznější povahy.

Umělé jazyky se navzájem mezi sebou značně liší, a tedy také jejich vztahy k přirozenému jazyku jsou různé. K umělým jazykům patří i mezinárodní jazyky jako esperanto, vytvořené proto, aby v mezinárodním styku nahradily jazyky přirozené a přispěly tak v rozhodné míře k řešení problémů spojených s jazykovou růzností. Tímto cílem je právě dáno, že esperanto a jeho „příbuzní“ sdílejí základní vlastnosti přirozených jazyků, protože mají sdílet i jejich funkci. Jejich tvůrci se ovšem snažili, aby tyto jazyky neobsahovaly složitost, která je vlastní jazykům přirozeným. Zejména se to týká oblastí „povrchovějších“, ne ovšem jen pravopisu, ale i tvarosloví a přístupnějších rysů větné stavby. Hlubší složky esperanta a podobných jazyků, zejména významová stavba věty, sdílejí ovšem mnohé z nepravidelností jazyků přirozených: volnost slovosledu je tu podobná jako ve slovanských jazycích, různé funkce pádů odpovídají také zde jednotlivým větným členům jako je podmět, předmět, přívlastek.

V souvislosti s reprezentací znalostí (viz kapitola 5) vyniká u přirozeného jazyka univerzálnost. Stavba přirozeného jazyka zajišťuje právě díky této univerzálnosti možnost zaznamenat jakkoli mnohotvárné informace. Formální jazyky jsou v tomto smyslu omezené, byť vytvořené na vědeckém základě a tedy dokonalejší z hlediska pravidelnosti, jednoznačnosti apod.

Přirozený jazyk obsahuje i výrazy, které označují samy sebe nebo samy o sobě něco vypovídají. Pro studium významů vět je však tato možnost spojena se značnými obtížemi. Ani v jiných ohledech nejsou umělé jazyky nikdy tak univerzální, jako je jazyk přirozený: obsahují vždy jen prostředky vhodné pro určitou oblast vyjadřování, pro jejíž popis byly vytvořeny. Tato oblast je vždy omezená.

Univerzálnost je tedy jednou ze zřetelných výhod přirozeného jazyka. Jazyky umělé se s lidskou řečí po této stránce nemohou měřit a je zřejmé, že

podmínkou k tomu, aby mohly získat obecnost blížíící se univerzální uplatnitelnosti přirozeného jazyka, je pokrok poznání struktury tohoto univerzálního prostředku, který umožní přenést do umělých jazyků ty vlastnosti lidské řeči, které jsou s její univerzálností nutně spjaty.

Mezi přirozenými jazyky a umělými jazyky jsou další rozdíly. Lze to vidět v monofunkčnosti umělého jazyka, který je zaměřen výhradně na funkci čistě sdělovací, komunikativní. V přirozeném jazyce se uplatňuje ještě řada funkcí dalších – apelativní (přesvědčovací, direktivní), výrazová (expresivní) atd.

Další z rozdílů spočívá v tzv. asymetrickém dualismu znaku přirozeného jazyka. Asymetrií se zde rozumí nerovnoměrnost vztahu mezi složkou označujícího a označovaného – jednomu významu odpovídá více forem (synonymie) a jedné formě více významů (homonymie). Uměle konstruovanému jazyku je naopak vlastní důsledná symetrie – každé formě odpovídá zvláštní, přesně vymezený význam.

Rozdíl je také ve stupni explicitnosti vyjádření sémantických vztahů mezi slovy a větami (popř. mezi jinými prvky). Zatímco v přirozeném jazyce jsou tyto vztahy často nevyjádřeny a rozumějí se z kontextu, má umělý jazyk k tomuto účelu zvláštní prostředky ať už v podobě gramatických slov převzatých z běžného jazyka nebo v podobě schematických indexů. Např. dvě vedle sebe stojící věty nebo dva odstavce textu bez explicitně vyjádřené návaznosti mohou mít spojitost prostě souřadnou, příčinnou, důvodovou, časovou (předcházení, následnost), podmínkovou atd. Umělý jazyk musí tuto víceznačnost, která může být zdrojem nejrůznějších interpretací, odstranit a jasně ukázat, který z potenciálně existujících významů je jedině platný.

Další rozdíl spočívá v nutnosti přesného vymezení vztahů mezi deskriptory (základními termíny) v umělém jazyce. Deskriptory se tak seskupují do tříd přesně vymezeného rozsahu a obsahu, které se jednoznačně podřazují jiným deskriptorům s obecnějším významem. S touto jednoznačností souvisí i omezená možnost dvojího pojmenování téhož jevu, a to nejen pokud jde o běžnou synonymii, ale i pokud jde o opisné pojmenování. (Např. výrazy „jazyk“, „tento jazyk“, „výše uvedený systém“, pokud se vtaňují k témuž jevu předmětné oblasti, nejsou zde přípustné.) Běžné vyjadřování naopak

k synonymii a perifrázi často utíká, aby tak odstranilo monotónnost a zvýšilo slohovou pestrost a poutavost sdělení.

4.3 Strojový překlad

Řeč už tisíce let umožňuje lidem, aby se navzájem domluvili a zároveň je různost jazyků největší překážka lidské komunikace. Člověk se sice může naučit jazyk cizího národa, ale naučit se cizí řeč skutečně dobře je dosti obtížné. A nikdy se také nedokáže naučit více než jen nepatrné procento všech jazyků. Výhodou jediného jazyka by bylo, že by docházelo k lepšímu šíření informací, protože překladem se může původní informace dosti deformovat. Velmi záleží na osobě překladatele, který nevědomky do překladu vtiskuje svoje postoje.

Původní představa u strojových překladů byla, že vysoce kvalitního překladu mohou dosáhnout stroje vybavené dostatečně podrobnými syntaktickými pravidly, velkým slovníkem a dostatečně rychlé, aby mohly prozkoumat oboustranný kontext těch několika nejednoznačných slov. Počítače však stále nedávají vysoce kvalitní překlady. Dalo by se říci, že stále ještě nejsou dostatečně podrobná syntaktická pravidla nebo dostatečná rychlost, aby se mohlo dosáhnout žádoucího cíle. Opravdová otázka však zní, zda taková dostatečnost je vůbec možná. Stačila by nějaká sada syntaktických pravidel, jakkoli podrobných, a nějaká výpočetní rychlost a nějaká velikost slovníku k tomu, aby připravila vysoce kvalitní překlad? Všeobecně se přijímá, že odpověď na tuto otázku je záporná.

Strojový překlad není jen o přeložení jednotlivých slov, musí respektovat pravidla syntaxe a sémantiky, aby se nemohlo stát, že by výsledkem překladu byly podobné příklady:

Výběrové řízení → Selective driving

Škoda mluvit → Damage to speak

Odpočívej v pokoji → Relax in the living room

Tažní ptáci → Pulling birds

Trávicí ústrojí → Poisoning mechanism

Seděla na mezi → She was sitting on between

Na překlad se musí pohlížet jako na proces, který zahrnuje dvě odlišné, ne však od sebe zcela oddělitelné složky: textu, který se má přeložit, se musí rozumět a má se vytvořit text v cílovém jazyce. Tento problém se ukáže téměř ve své plné složitosti, pokud cílový jazyk bude stejný jako jazyk zdrojový. Pochopení byť i jediné věty může v sobě zahrnovat propracovaný kontextový rámec.

Dva přístupy k překladu:

1) První z nich je založen na myšlence, že překlad je ve své podstatě věcí kompromisu. Tento přístup je nazýván překlad dohadováním a sestává ze tří modulů a to analýzy, generování a dohadování. „Dohadovací“ modul obdrží reprezentaci vstupní věty v převodním jazyce a posílá ji ke generátoru, aby našel možný zdroj pro překlad, tedy reprezentaci výstupní věty v převodním jazyce. Tyto možné zdroje mají obvykle některé vlastnosti navíc (hodnoty nebo kategorie), které nejsou obsaženy v reprezentaci vstupní věty, nebo jim některé vlastnosti vstupní reprezentace chybí. Úlohou dohadovacího modulu je rozhodnout, zda se tyto rozdíly dotýkají významu nebo ne. Jestliže ne, pak může být překlad generován z vybraného zdroje. Jestliže rozdíly mají vliv na význam, dohadovací modul by měl problém vyřešit ohodnocením záznamů předchozího textu, popř. jinými prostředky.

2) Druhá strategie je překlad pomocí příkladů. Tento systém je založen na modelu, jehož parametry byly zjištěny automaticky z rozsáhlého korpusu dvojjazyčných textů. Systém hledá nejpravděpodobnější větu pro danou vstupní větu. Použitý překladový model se chová výborně pro lokální závislosti. Systém rovněž umožňuje jednoduché lingvistické transformace v krocích analýzy a syntézy, jejichž účelem je usnadnit statistické kroky tím, že se závislosti převedou na lokální. Výhoda tohoto přístupu je, že překladové parametry jsou automaticky odvozeny z korpusu, ovšem se všemi riziky s tím spojenými.

Překlad pomocí příkladů je založen na korpusu přeložených vět („příkladů“) a uchyluje se k výpočtům pro zpracování těch vět, které se nevyskytují v korpusu. Když vstupní věta přesně odpovídá některé této struktuře, překlad je okamžitý. Jestliže je nalezena jen částečná shoda, určí se, kterou z částí vstupu zatím ještě nelze přeložit. Hlavním problémem tohoto přístupu je, jak definovat odpovídající podobnostní metriky. Jiným problémem (jak pro výzkum, tak pro

praktické aplikace) je fakt, že překlad pomocí příkladů předpokládá použití velmi velkých databází, které mohou být sestaveny pouze ručně.

5. Reprezentace znalostí

Reprezentací znalostí se rozumí zobrazení struktury problémového prostoru do sémantické paměti počítačového systému. Jendou z otevřených otázek v oblasti reprezentace znalostí je způsob, jakým mají být adekvátně zachyceny mezivětné vztahy, přesněji vztahy mezi různými tvrzeními v celém souboru. Často se pracuje s představou všeobsáhlé sémantické sítě, která zahrnuje všechny relace v dané oblasti. Pak je problém, jak zachytit nezbytnou segmentaci na jednotlivé relace, různé dosahy působnosti kvantifikátorů, negace a jiných operátorů. Lze však vycházet ze zápisu jednotlivých vět, jak jsou za sebou ve vstupním textu. Počítá se s tím, že celkový soubor zápisů znalostí má být sestaven automaticky na základě vstupního textu majícího obvyklou podobu, v jaké je člověk zvyklý se vyjadřovat. Pak je třeba tvrzení (významové zápisy) získaná z jednotlivých vět navzájem spojit do jednotné soustavy.

Jde tu především o dvě otázky:

1) Různá tvrzení týkající se téhož typu objektů (např. jídla v restauraci i při oslavě narozenin) je nutné navzájem propojit. Musejí být zachyceny nejen relace ve větách vyjadřované, ale i vztahy povahy především lexikální, zejm. mezi pojmy širšími (nadřazenými) a užšími (podřazenými).

2) Věty (přesněji řečeno jejich výskyty) jdoucí za sebou v textu bývají mezi sebou propojeny odkazovacími vztahy. Zájmena jako *ten*, *on* se často vztahují k předmětům dříve v textu zmíněným, a mají-li formulovat obecná pravidla pro identifikaci příslušného antecedentu, je nutné zachytit společnou zásobu informací mluvčího a posluchače i změny, kterými tato zásoba prochází během rozhovoru, nebo v průběhu textu, a zejména změny v hierarchii aktivace jednotlivých prvků této zásoby. Aktivovaný prvek může vystupovat jako „daná“ informace. Doklady toho, že aktuální členění věty, které s touto hierarchií souvisí musí být ve významovém zápisu zachyceno, lze rozšířit i o argumenty týkající se dosahu působnosti operátoru negace. Na aktuálním členění závisí i určení, k jakému antecedentu se vztahuje odkazovací zájmeno.

Postup od jednotlivých vět vstupního textu přes jejich významové zápisy (a zachycení společné zásoby informací s hierarchií aktivace prvků) k celkové soustavě reprezentace znalostí je tedy možný a má své výhody.

5.1 Výroková logika

Výrokový počet vychází z některých prvků přirozeného jazyka důležitých zejména pro jazyk matematiky. Výrokový počet je soustavou s vyjadřovacími možnostmi značně omezenými, která má velmi daleko do univerzálnosti přirozeného jazyka. S pomocí výrokového počtu se dá zachytit např. ta skutečnost že z výroku „Prší a stmívá se“ vyplývá jak platnost výroku „Prší“, tak platnost výroku „Stmívá se“.

Prostředky výrokového počtu nejsou však dost bohaté na to, aby mohly vyjádřit složité vztahy uvnitř jednotlivých výroků (tedy uvnitř českých vět, které zpravidla nejsou jednočlenné, nýbrž obsahují vedle přísudku i podmět, předmět, příslovečné určení a další větné členy).

V logice hraje v chápání sémantiky ústřední roli tzv. Fregeho princip kompozicionality. Podle tohoto principu je význam složeného výrazu plně determinován významy jeho složek a způsobem jejich složení. Tento princip je zcela obecný, vztahuje se na libovolné typy výrazů. Není však možné ztotožnit význam jazykového výrazu s extenzí, se souborem entit tímto výrazem označovaných. Už v samotné výrokové logice jsou jednoduché příklady, které ukazují, že v přirozeném jazyce je Fregeho princip při extenzionálním chápání sémantiky neudržitelný.

Frege se pokoušel vyřešit tento problém tak, že učinil extenzi výrazu závislou na syntaktickém kontextu, v němž se výraz vyskytuje. Přesněji, význam výrazu je v jeho pojetí ztotožněn s extenzí ve standardních kontextech, avšak v nestandardních kontextech je význam totožný s intenzí. Z formálního hlediska to znamená, že každému výrazu v daného jazyka je přiřazen nový výraz, koncept výrazu v , jehož extenzí je intenze výrazu v .

Výrokový počet je ovšem důkladně zpracován po stránce matematické, formální (pokud jde o zjišťování důsledků výroků určitého tvaru, rozporů mezi výroky apod.). Různé systémy mající tvar výrokového kalkulu mohou být

dobře ukládány do počítače a počítač pak může automaticky zjišťovat, zda platnost určitého složitého výroku vyplývá z platnosti výroku jiného nebo zda jsou oba výroky v rozporu – tzn. může platit jen jeden z nich. Pro počítačové zpracování přirozeného jazyka se však musí hledat jazyky bohatší.

5.2 Predikátový počet

Nejběžněji užívaným formálně logickým prostředkem pro reprezentaci znalostí je predikátový počet a jeho různé obměny. Bylo už mnohokrát doloženo, že predikátový kalkul prvního stupně je pro řadu cílů umělé inteligence i pro teoretické účely příliš slabý a že logika má k dispozici systémy daleko bohatší, přesto však predikátový počet zůstává základním východiskem a je spojen s určitými výhodami především v tom, že jeho sémantika je důkladně zpracována a umožňuje poměrně jednoduché vyvozování důsledků, kontrolu bezespornosti dílčích systémů apod. I sémantické sítě a podobné prostředky často budují právě na predikátové logice.

Predikátovým počtem je možné už zachytit věty jako „Všechny prvky množiny A mají vlastnost P“ nebo „Některý prvek množiny A je ve vztahu R (větší, menší, předchází, následuje atd.) vůči každému prvku množiny B“ aj. Matematické zpracování predikátového počtu je také v rozsáhlé míře k dispozici, tedy lze říci, že počítače takovému jazyku dobře „rozumějí“. Do výrazného bohatství a univerzálnosti přirozeného jazyka však i zde hodně schází. Chybějí tu prostředky pro vyjádření složitějších vztahů mezi výroky a skutečností. Dá se v predikátovém počtu např. vyjádřit, že „Praha je velké město“, ale naráží se na obtíže při vyjádření obsahu takových vět, jako „Před několika sty lety byla Praha menší, než jsou dnes Pardubice“, „Praha nemusí být největším českým městem“. Pro vyjádření vztahů mezi přítomností, minulostí a budoucností a také pro vyjádření možnosti a nutnosti zase vznikají logiky modální.

Ještě hlubší jsou obtíže spojené s větami jako „Kdyby Sparta včera vyhrála, dostala by se do finále“, a zejména „Můj bratr se domnívá, že naši sousedé si koupili od jedné vdovy chatu za tři sta tisíc“. Pro přesné zachycení obsahu takových vět je už nutné pracovat s růzností situací, „možných světů“, a na to predikátová logika nestačí. První z obou vět je třeba rozložit na tvrzení o tom, že pro možnou (myslitelnou, jazykem vyjádřitelnou) situaci lišící se od situace

nyní dané právě jen tím, že včerejší zápas Sparty dopadl opačně, platí, že Sparta je ve finále. Pro druhý příklad je důležité, že zpráva o bratrově domněnce může být více nebo méně přesná. Vždyť bratr může např. vědět, že vdova chatu prodala za dvě stě padesát, ale padesát tisíc bylo třeba zaplatit komusi za zprostředkování apod. Podobně se dá říci, že platí-li v určité situaci věta „Karel prodává televizory“ nemusí ještě být (v téže situaci) pravda, že „Od Karla se kupují televizory“.

Predikátový počet i se svými různými variantami a doplňky zůstává v oblasti extenzionální logiky, ve které nelze plně adekvátně vyjádřit např. modality (nutnost, možnost) nebo sémantiku vět o domněnkách a dalších tzv. postojových výroků. Pro tyto účely totiž není možné pracovat jen s jednolitým obrazem světa, nýbrž je třeba rozlišovat různé situace, tzv. možné světy, pro které určitý výrok může mít různé pravdivostní hodnoty.

Od logiky extenzionální, soustředěné na jediný možný svět (ten, který považujeme za skutečný, aktuální) se z uvedených důvodů přechází k logice intenzionální. V intenzionální logice, ve které se berou v úvahu různé možné světy a pravdivostní hodnoty výroků se relativizují k podmnožinám možných světů a také k tzv. referenčním indexům (já, ty, zde, tento atd.).

5.3 Intenzionální logiky

Pro zachycení různých takových obsahových komplikací, jaké jsou příklady v kapitole 5.2, je třeba ve formálních jazycích logiky zachycovat nejen rozsah platnosti jednotlivých výroků, ale musí být nalezeny i prostředky zachycující obsah výroků a pojmů. Proto se budují logiky intenzionální (využívající teorie modelů a tzv. sémantiky možných světů).

Za extenzionální korelát individuální konstanty lze považovat objekt v odrazu vnějšího světa, extenzionálním korelátem predikátu o n argumentech je n -ární relace (unární relace se tu chápe jako třída) a výroku odpovídá pravdivostní hodnota $(1,0)$.

Naproti tomu intenzionálními koreláty jsou u individuální deskripce – koncept, u predikátu vztah (unárním vztahem je vlastnost) a u výroku – propozice, tj. funkce z možných světů do pravdivostních hodnot. Tato funkce se často chápe jako parciální, neboť u některých výroků jejich smysl, určité

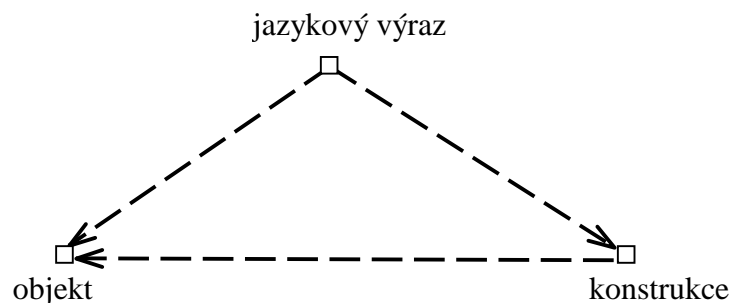
podmnožině daných světů, nepřisuzuje ani pravdivost, ani nepravdivost. Např. výroky, jejichž presupozice nejsou v daném možném světě splněny – větu „Moje děti lyžují“ (i její negativní protějšek „Moje děti nelyžují“) může smysluplně vyslovit jen někdo, kdo děti má. „Můj bratr se žení“ nemůže smysluplně pronést jedináček, „Francouzský král je holohlavý“ nemůže být smysluplně použita se zřetelem ke světu a období, kdy je Francie republikou. Existují i věty, které v žádném výskytu nejsou smysluplné.

Nestačí však jen rozlišování platnosti vět podle možných situací (a jejich jednotlivých rysů), nýbrž je třeba zachycovat i význam (smysl) jednotlivých vět, tedy mít i prostředky ještě jemnější. Jen takové jemné rozlišení všech významových rozdílů v přirozeném jazyce existujících umožní skutečně modelovat porozumění jazyku. Bez úplného vystižení těchto rozdílů by systém pro porozumění nemohl vystihnout univerzálnost lidské řeči.

Jedním z detailně propracovaných systémů intenzionální logiky je tzv. transparentní intenzionální logika (TIL), ve které jazykové výrazy vyjadřují konstrukce. Konstrukce konstruují objekty, které jsou příslušnými jazykovými výrazy denotovány. Provést sémantickou analýzu jazykového výrazu pak znamená určit konstrukci, která je tímto výrazem vyjádřena. Dvě konstrukce jsou ekvivalentní, když konstruují tentýž objekt.

Tento rys umožňuje považovat TIL za vhodný podklad procedurálních koncepcí reprezentace znalostí.

Vztah mezi objektem, konstrukcí a jazykovým významem je v systému TIL vyjádřen na obr. č. 3



Obr. č. 3

Objektem je koncept – tzn. procedura umožňující identifikovat určitý objekt v univerzu.

Dvojice (i,k) , $i \in I$, $k \in K$, tj. možný svět spolu s kontextem užití, se nazývá referenční bod. Model pro jazyk J je pak fregovská interpretace indexovaná referenčním bodem. Potom pro třídu modelů jazyka J lze použít obvyklé definice logicky pravdivých tvrzení: Tvrzení je logicky pravdivé, když je pravdivé ve všech (výše definovaných) modelech pro jazyk J . Z intenzionálního pohledu tedy pravdivostní hodnoty každého tvrzení pro jednotlivé indexy a možné světy slouží jako jeho extenze. Intenze je pak funkce, která libovolnému možnému světu a indexu přiřazuje pravdivostní hodnotu, přesněji, pravdivostní hodnotu, kterou tvrzení v daném světě nabývá.

I zde ovšem zůstává otevřena otázka vztahu mezi konstrukcí ve smyslu TILu a jazykovým významem. Podobně jako významy vět, člení také větám odpovídající konstrukce sémantickou matérii jemněji, než to činí propozice, tzn. téže propozici (intenzi výroků) může odpovídat více konstrukcí, podobně jako jí může odpovídat více větných významů. V přirozeném jazyce je situace komplikována tím, že existují řetězce synonymie a homonymie, takže dva výrazy často mají jeden význam společný, ale jinými významy se liší.

Referujícím výrazům ve větě je třeba přiřadit (na základě kontextu, situace daného výroku) referenci, tj. nejen intenzionální objekty, které denotují, ale také obrazy objektů extenzionálních (z určitých možných světů), ke kterým odkazují. Tak lze dospět od abstraktního významu věty jako jednotky jazyka ke konkrétnímu smyslu výskytu věty v promluvě (ke smyslu výpovědní události). Např. o tom, zda výrok „Radili mu, aby tam nechodil“ je pravdivý, si může udělat úsudek jen ten, kdo ví, o kterých osobách a o kterém místě i časovém intervalu se v daném výskytu mluví.

Je zřejmé, že popis jazykového významu se nemůže omezit jen na sémantiku ve smyslu známé sémiotické trichotomie, ale že musí brát v úvahu i jevy vysloveně pragmatické. Některé z nich jsou totiž přímo zahrnuty do jazykové strukturace významu (slovesné časy, modality, výše uvedené referenční indexy), jiné jsou relevantní pro určování reference substantivních frází apod. V tomto posledním bodě je třeba pracovat s hierarchií aktivace objektů ve společné zásobě znalostí mluvčího a posluchače, která se během promluvy ovšem mění.

5.4 Sémantické sítě

Sémantická síť vznikla někdy v 50. letech původně jako nástroj usnadňující strojové překlady textů, resp. analýzu textu, který má být přeložen. Brzy se ukázalo, že je použitelná obecněji jako způsob reprezentace znalostí. Vznikla totiž jako reprezentace významu jazyka, a jazyk do značné míry odráží způsob myšlení a paměti člověka. Na rozdíl od jazyka predikátové logiky, v němž se dají dobře vyjádřit logické operace jako disjunkce, konjunkce, negace a kvantifikace, se v sémantických sítích uplatňují relační struktury. V sémantických sítích jsou znalosti reprezentovány pomocí objektů (entit) a orientovaných relací (binárních či víceargumentových) mezi nimi. Sémantické sítě mají přirozenou grafovou reprezentaci – každý uzel grafu odpovídá jistému objektu a každá hrana odpovídá binární relaci (víceargumentovou relaci lze vždy převést na množinu relací binárních.). Podrobněji jsou sémantické sítě popsány v literatuře [6].

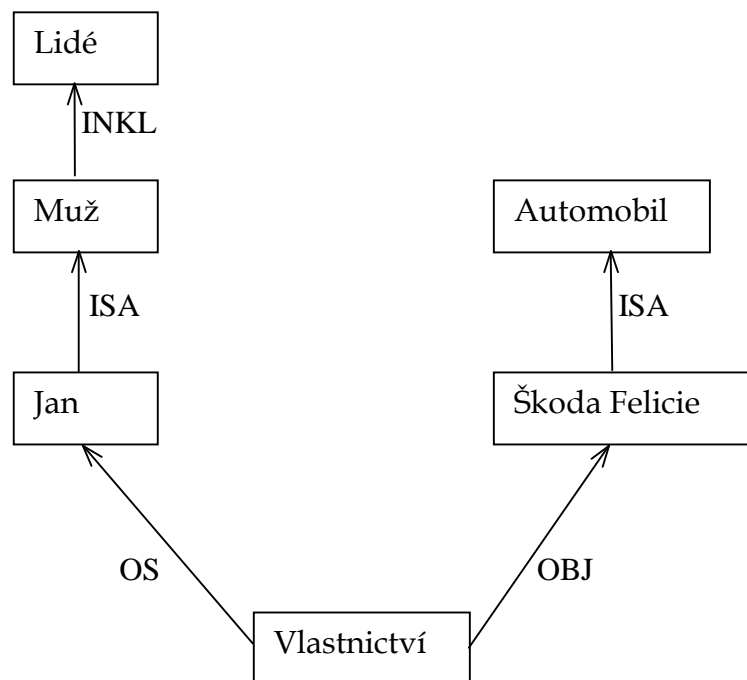
Sémantické sítě se konstruují z vět v přirozeném jazyce pomocí predikátové logiky 1. řádu. Používají se na zviditelnění reprezentačních prostředků, umožňujících explicitní reprezentaci asociativních vazeb mezi reprezentovanými položkami. Lze v nich velmi dobře vyjadřovat vztahy množinové inkluze a příslušnosti množině, lze zde reprezentovat jedinečné i obecné pojmy. Rozlišuje se mezi typem (např. zaměstnanec) a instancí typu (např. Petr Horáček). Vztahy množinové inkluze a příslušnosti ke třídě umožňují efektivně reprezentovat taxonomické (hierarchické) uspořádání objektů. Lze přímočaře provádět odvozování specializací (informace se v taxonomii přenášejí od obecnějších typů ke speciálnějším) či generalizací (od speciálnějších typů k obecnějším). V jediné sémantické síti mohou být znalosti asociovány z mnoha různých hledisek. To umožňuje vytvářet bohaté vnitřně strukturované komplexy znalostí s vysokou efektivitou vyhledávání relevantní informace.

Výhodou je vhodnost takových struktur pro zpracování počítačem: s každým uzlem může být sdružen soubor dat a procedur potřebných k zacházení s příslušným pojmem a soustava odkazů na jiné uzly. Charakteristickým znakem sémantických sítí je jejich asociativní povaha,

nevýhodou však je to, že pro adekvátní zachycení kvantifikace a negace je třeba zavést řadu speciálních úprav.

V grafické reprezentaci uzly zachycují objekty (a popř. činnosti apod.), zatímco vztahy mezi nimi jsou zachycovány ohodnocenými hranami. Výhodou tohoto reprezentačního schématu proti schématu logickému je především to, že se tu nabízí řada organizačních principů, na jejichž základě může být zásoba znalostí strukturována: objekty jsou hierarchizovány podle hlediska obecnosti (např. vztah mezi pojmy „programátor“ a „osoba“), na základě vztahu části a celku („stůl“ má nohy, desku), z hlediska typů a výskytu (pan Jan Novák patří mezi programátory, osoby mužského pohlaví, atd.) i v rámci kontextu. Hierarchiím se říká ISA (z angl. „...is a...“).

Příklad velmi jednoduché sémantické sítě je uveden na obr. č. 4.



Obr. č. 4

Tato síť popisuje skutečnosti, že Jan vlastní osobní automobil značky Škoda. Predikát vlastnit má v tomto případě dva argumenty: osobu, která vlastní (binární relace k pojmu vlastnictví označená zkratkou „OS“), a předmět, který je vlastněn („OBJ“). V síti je zachycena i hierarchie pojmů prostřednictvím relací

typu ISA. Relace INKL označuje množinovou inkluzi, v sémantických sítích velmi často používanou.

Nedostatkem schématu sémantických sítí je skutečnost, že nejsou vybaveny adekvátní formální sémantikou a rovněž neexistuje ustálená standardní terminologie.

Typy entit a relací mezi nimi definuje vždy konstruktér sítě, který při jejich volbě není nijak předem omezen. Sémantické sítě byly navrženy pro poměrně úzce specializovaná pole působnosti a znalost v nich obsaženou, většinou ve formě malých, navzájem odtržených výroků, nebylo třeba vzhledem k jejímu malému rozsahu nijak zvlášť organizovat. To ovšem nestačí pro systémy, které by se měly blížit k modelu porozumění textu. Sémantické sítě jsou výsledkem úsilí najít reprezentaci znalostí, která by jednak zajistila, aby v ní každý fakt byl snadno nalezen, tj. aby byl mj. reprezentován jenom na jednom místě, jednak aby všechna fakta týkající se některého předmětu byla i v reprezentaci dána do jasné souvislosti a aby každou novou informací bylo možno „začlenit“ do kontextu dosavadních znalostí.

Je třeba počítat s různými typy vztahů mezi jednotlivými prvky sítě. Především jde o vztahy mezi pojmy, které lze charakterizovat zejména jako vztahy druhové nadřazenosti (např. živočich – obratlovec – savec – šelma – kočka). Tyto vztahy se někdy nazývají paradigmatické a vytvářejí celé řady. Vedle toho je třeba zachytit vztahy povahy kombinatorické, např. v síti reprezentující cestování budou zachyceny vztahy této události k tomu, kdo cestuje, k místu, kam se cestuje, k místu, odkud se cestuje, k době, kdy cesta začala, popř. kdy skončí, k dopravnímu prostředku, jímž se cestuje apod. Dopravní prostředky budou ovšem také součástí sítě pro dopravní scénu, domy v této dopravní scéně zase součástí další sítě pro bydlení atd. Jednotlivé „scénáře“ pro jednotlivé úseky skutečnosti jsou tedy v síti vzájemně propojeny. Síť se tak stává nesmírně složitým útvarem a je důležitým problémem z hlediska efektivnosti systémů, jak učinit síť co nejpřehlednější a jak sestavit proceduru vyhledávání v síti tak, aby toto vyhledávání zabralo co nejméně času.

Vedle těchto dvou základních typů vztahů mezi prvky sítě je třeba ještě rozlišovat mezi obecným pojmem a jeho jednotlivými specifickými projevy. Je

rozdíl mezi typem a jednotlivinou – např. jeden člověk se může projevovat jako otec a manžel, ve svém povolání, v různých údobích svého života apod.

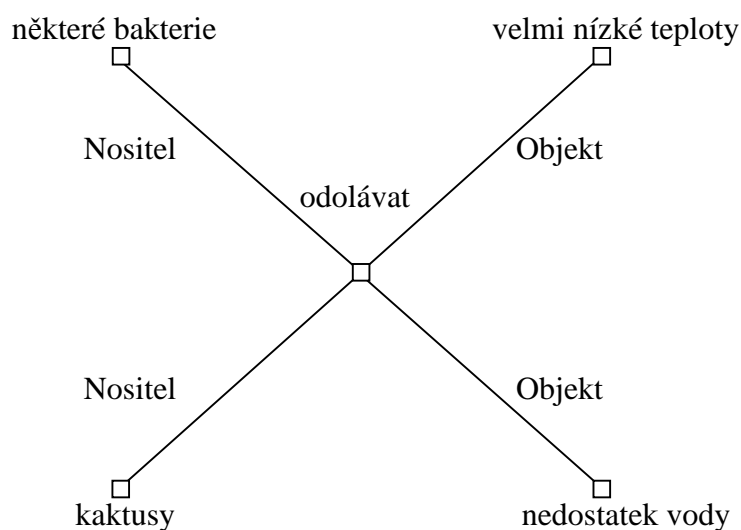
Sémantické sítě lze též chápat jako médium pro integraci schopností v tom smyslu, že informace uložená v téže síti může být dostupná řadě různých procedur, provádějících nejrůznější úlohy (např. omezení na příslušnost k množině uložené v síti může být užitečné jak k porozumění přirozenému jazyku, tak k logické dedukci). Síť může sloužit též jako prostředek komunikace mezi procesy. Např. překlad přirozeného jazyka vytvoří popis vstupní věty, popř. otázky v síti. Procedura pro zodpovídání otázek zpracuje tento popis od odpovědi zakódované v síti, která zase slouží jako vstup generátoru vět v přirozeném jazyce. Všechny tyto mezistruktury mohou být zkoumány procedurami pro analýzu diskurzu, které mají za cíl vybudovat model dialogu v rámci sítě.

Pomocí sémantických sítí se autoři nejen pokoušejí v jediném mechanismu kombinovat schopnost ukládání znalosti, nýbrž též modelovat asociační spojení vyskytující se u člověka, která umožňují dospět k některé znalosti od znalostí jiných. Je ovšem možné modelovat tyto dva aspekty oddělenými mechanismy. Lze např. vytvořit seznam faktů vyjádřených v nějaké reprezentaci a doplnit ho rejstříkem asociačních spojení mezi jednotlivými fakty. Sémantické sítě se však často pokoušejí o jedinou reprezentaci, jež již samotným způsobem reprezentace faktů udává automaticky příslušné asociační spojení. Možnost takové reprezentace lidské paměti je ovšem neprokázaná hypotéza. Lze si představit, že žádná taková jednotná reprezentace není možná.

Za jednu z předností zachycení struktury znalostí pomocí sémantických sítí se z počátku považovalo to, že síť umožňuje abstrahovat od hranic vět, které obsahují informaci dodávanou do zásoby znalostí. Např. doplňuje-li se soubor údajů, v němž je už zachyceno, že Praha je hlavní město ČR, o informace uložené ve větě „V Praze sídlí Karlova univerzita“, bude zachycení v síti stejné, i kdyby tyto informace byly dodány jedinou větou „Hlavním městem ČR je Praha, kde sídlí Karlova univerzita“.

Při doplnění dalších informací o Praze by se doplňovaly další uzly do sítě, popř. vytvářely nové hrany k již zavedeným uzlům. Brzy se však ukázalo, že

v mnoha případech je třeba důsledněji respektovat jakou jazykovou formu ta či ona informace měla. Jinými slovy, jednoduché sémantické sítě neobsahovaly všechny relevantní prvky zaznamenávané informace. Nejde jen o takové triviální možnosti mylné interpretace, které by vznikly, kdyby se uvedeným způsobem propojovaly výroky jako např. „Některé bakterie odolávají velmi nízkým teplotám“ a „kaktusy odolávají nedostatku vody“ do podoby sítě schematicky znázorněné na obr. č. 5.



Obr. č. 5

Na základě takové sítě by systém mohl např. na otázku „Co odolává velmi nízkým teplotám?“ ovšem odpovědět chybně, jako by proti mrazům byly odolné kaktusy. Takové matení jednotlivých doplnění téhož slovesa lze odstranit zavedením zvláštních uzlů pro každý jednotlivý vztah (i událost apod.) typu odolávat – záznam významu tohoto slovesa se přitom nemusí ve všech nově vzniklých částech sítě opakovat. Stačí mít jeden uzel pro tento význam a vést hrany se zvláštním označením od tohoto významu k zápisům všech jeho výskytů. Podobně i zápis pojmu bakterie jako takového a zápisy jednotlivých výskytů slova bakterie v částech sítě mohou být rozlišeny do zvláštních (ale navzájem propojených) uzlů.

Jsou však i případy, kdy ani tento postup nestačí. To se týká především zápisu tzv. kvantifikátorů (určení jako mnoho, některý, všichni) a jiných

operátorů (jako je např. zápor), kdy je pro význam výroku relevantní, které prvky stojí v dosahu působnosti takového operátoru (a jejich význam je tímto operátorem ovlivněn). Tyto jevy úzce souvisejí s aktuálním členěním věty, které musí být zachyceno ve významovém zápisu věty, a tedy i v sémantické síti, má-li tato síť správně reprezentovat strukturu zásoby znalostí a rozlišovat mezi různými významy (popř. jejich intenzemi, tj. propozicemi). Proto se počítá s rozčleněním sítě na jisté úseky, které jsou podstatě vymezeny hranicemi vstupní věty obsahující danou informaci, a ve kterých je tím nebo oním způsobem vyznačeno i aktuální členění dané věty – rozčleněné sítě...

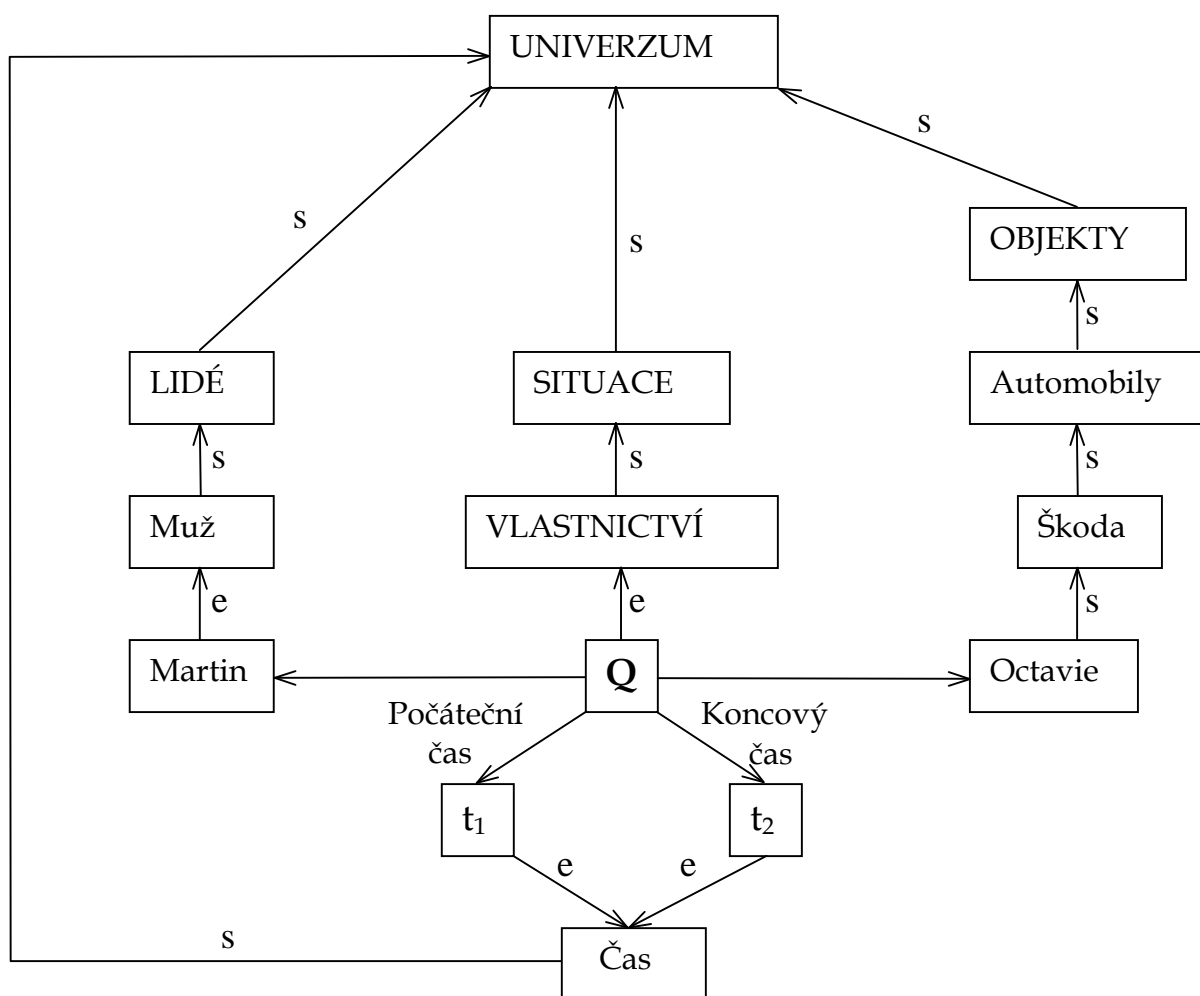
Sémantické sítě vzbuzují zájem především pro svůj vyjadřovací potenciál, o němž se věří, že může zakódovat každý fakt či koncept kódovatelný v jiných formálních systémech a že tedy může síť sloužit jako společné médium reprezentace různých druhů znalostí. Znalosti uložené v síti jsou deklarativní a jsou použitelné pro potřebu některé aktivity jenom tehdy, existuje-li nějaká vnější procedura k jejich vybavování a aplikaci. Ta by měla ztělesňovat znalosti a manipulaci informací v síti a může mít i přístup k jiným informačním zdrojům. Z hlediska použití informace obsažené v síti jsou sémantická síť i tyto procedury vzájemně závislými partnery. Proto je vždy u sítí důležité uvažovat současně procedury pro manipulaci s nimi.

5.4.1 Rozčleněné sítě

Rozčlenění je dalším rozšířením pojmu sítě, které jí dodává novou dimenzi expresivní a organizační síly. V rozčleněné síti jsou definovány pojmy prostor a průhled do sítě. Každý uzel nebo hrana sítě mohou patřit do jednoho nebo několika prostorů, sjednocení několika prostorů je průhled. Znamená to, že při každé práci se sítí se vždy vybírá jen její určitá část.

Většina operací na rozčleněných sítích se provádí jenom na některém průhledu, takže výsledek je stejný, jako by se síť skládala jenom z uzlů a hran onoho průhledu. V průhledu je tedy přístupná jenom informace obsažená v některém z jeho prostorů. Považuje-li se celá síť za soubor výroků, je možno se dívat na prostory jako na množiny výroků. Množiny výroků vyjádřené prostorem či průhledem je možno chápat jako jediný výrok.

Síť se opět skládá z uzlů reprezentujících objekty a hran reprezentujících instance binárních relací. Tento model sítí umožňuje, aby některé hrany byly ohodnoceny. Je-li hrana ohodnocena písmenem e, reprezentuje náležitost k množině, je-li označena s, reprezentuje inkluzi množin. Viz obr. č. 6.



Obr. č. 6

Na obr. č. 6 stojí nejvýše uzel UNIVERZUM, označující množinu všech objektů. V ní jsou obsaženy množiny lidí (LIDÉ), situací (SITUACE) a

fyzikálních objektů (OBJEKTY). Množina lidí obsahuje množinu mužů, jejímž prvkem je Martin. Na obrázku je též prvek Q množiny vlastnění (VLASTNICTVÍ). Komponenty této množiny jsou svázány vztahy tzv. sémantického pádu, jímž se řeší problém n-árních relací. Sémantický pád je v podstatě vztah mezi situací a jejími účastníky. Na obrázku je Martin konatelem situace Q, automobil Octavie je jejím objektem, t_1 a t_2 její počáteční a koncový okamžik.

Už samotné ohodnocení hran písmeny e a s umožňuje taxonomizovat pojmy v síti hierarchickým způsobem. Význam takové taxonomie je primární v problémech zodpovídání dotazů kdy znalost, zda prvek patří či nepatří k nějaké množině, má centrální význam. Další hodnota této taxonomie spočívá v úspornosti kódování znalostí. Vlastnost, která se vztahuje na všechny prvky množiny, nemusí být udána pro každý prvek zvlášť.

Je-li v síti kódováno, že každý prvek množiny S má vlastnost P, plyne z toho, že nemá-li vlastnost P, není v S. Tím je vlastně dáno omezení na příslušnost k množině. Takováto omezení jsou velmi důležitá při zpracování přirozeného jazyka k zamítnutí nesmyslných, syntakticky korektních interpretací vět. Proto se pro mnoho množin situací zavádí tzv. delineační, která pojmenovává a omezuje účastníky situací z dané množiny.

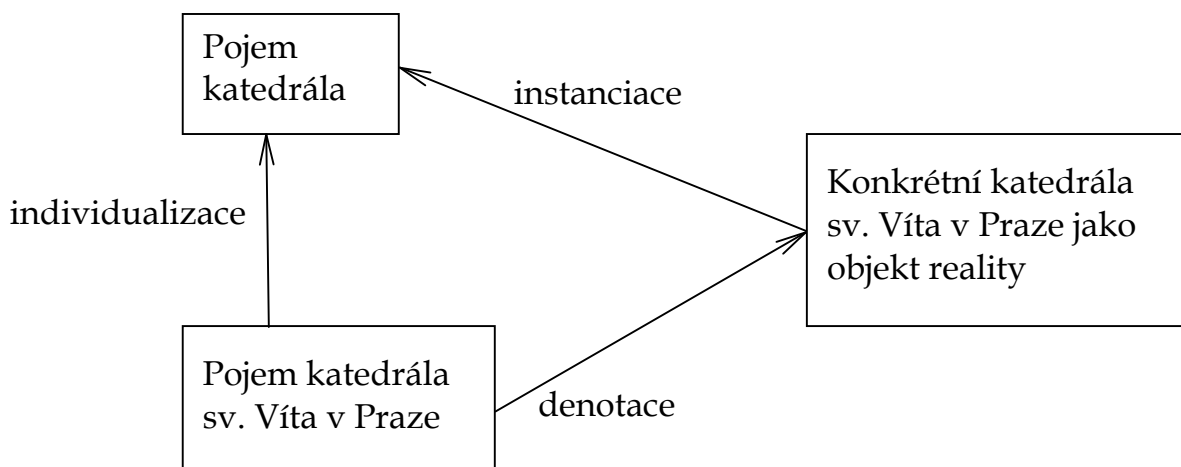
5.4.2 Strukturované dědičné sítě

Tento typ sítí přináší organizaci reprezentace znalostí strukturovanější, především v tom, že i koncepty (pojmy) jako základní elementy sítě mají svou vlastní vnitřní strukturu odrážející intenzionální strukturu. Intenzionální popisy mohou být uvedeny do vzájemného vztahu jak prostřednictvím své vnitřní struktury, tak i nepřímo, přes odpovídající extenze.

Strukturovaná dědičná síť je graf, sestávající z uzlů reprezentujících fyzické nebo konceptuální objekty a hran, které popisují vztahy mezi těmito objekty. Používá se mechanismů dědičnosti, čímž je možné vyhnout se potřebám data duplikovat. Smysl konceptů vyplývá z vazeb na jiné koncepty a informace je uložena právě a především v podobě těchto typových vazeb.

Zdůrazňují vztahy dědičnosti reprezentované vazbami ISA mezi koncepty. Výsledná síť je označována jako generalizace nebo zahrnující hierarchie. Podporuje pravidla dědičnosti pro přenášení vlastností. Protože definice jsou pravdivé z definice, informace v těchto sítích je považována (alespoň teoreticky) za nezbytně správnou – taková síť je vlastně jedna velká definice.

Základní jednotkou dědičné sítě jsou koncepty, tj. formální objekty, které reprezentují objekty (intenzionální objekty, ne přímo extenzionální objekty), atributy a vztahy modelované oblasti. Lze přitom rozeznat dva typy konceptů: generické (reprezentující třídu objektů tím, že popisují charakteristické rysy prototypu třídy) a individuální (které vznikají individualizací). Tyto vztahy mezi koncepty navzájem a objektem ve vnějším světě lze znázornit takto – př. obr. č. 7.



Obr. č. 7

Základním principem strukturovaných dědičných sítí je požadavek, že je třeba zachytit jak vnitřní strukturu každého konceptu, tak koncept jako celek. K tomu slouží dvě formální jednotky: 1) popis rolí reprezentujících strukturní části konceptu a jejich konkrétní obsazení, 2) strukturní popis pro zachycení strukturujících vztahů mezi těmito částmi. Role reprezentují různé druhy atributů, částí apod., o kterých se předpokládá, že patří k objektům ve vnějším světě, např. ruka má prsty jako své části, nějaký předmět má barvu jako svůj

atribut, nějaká činnost má různé účastníky (činitel, nositel vlastnosti, recipient, cíl apod.). Každá role má dvě části: určitou entitu, která se stane hodnotou atributu v instanci konceptu, a funkční roli, kterou tato entita hraje v konceptuálním komplexu. Vedle toho je pro každou roli specifikováno několik rubrik, kterými lze roli charakterizovat. Některé z těchto rubrik mohou přitom odkazovat k jinému konceptu.

Vztah mezi koncepty navzájem, rovněž mezi rolemi a mezi strukturními popisy zachycuje dědičnost. Sem patří především taxonomická hierarchie ve vztahu mezi individuálním konceptem a obecnějším generickým konceptem. Tento vztah je rekurzivní. Nemusí jít vždy jen o relaci ISA, někdy vznikne specifický koncept z obecnějšího konceptu tím, že se nějaká část strukturního popisu omezí, rovněž vlastnosti se nedědí nedotčené, ale mohou být do určité míry modifikovány.

5.4.3 Nedokonalosti v reprezentaci znalostí sémantickými sítěmi

Sítě obvykle odrážejí jednoduché pojmové hierarchie a nepředstavují znalosti složitě připojené asociativními vztahy, které se předpokládají u lidské paměti.

Ukazuje se potřeba vyvinout sémantiku sémantických sítí – vyjasnit tedy nejen, co jsou uzly a hrany, ale též význam jejich konfigurací. Např. vytvoří-li se uzel a vede se od něj nadpojmová hrana k „pojmu“ TELEFON a modifikační hrana k „pojmu“ ČERNÝ, znamená to, že se zavedl pojem černého telefonu, nebo se tvrdí něco o vztahu černosti a telefonu, tj. že (všechny, některé) telefony jsou černé?

Jsou nejasnosti kolem toho, co je to „pojem“ a „pojmový uzel“, jsou odlišné významy hran. Např. hrany popisující účastníky situace jsou hranami strukturními, definičními, samy o sobě nemají žádný smysl, zatímco ostatní hrany jsou hranami aserčními, realizujícími tvrzení o pojmech reprezentovaných uzly, z nichž vycházejí. Ve zmíněném příkladu o telefonu je třeba popsanou strukturu interpretovat jako intenzionální reprezentaci pojmu černého telefonu, považují-li se obě hrany za definiční. Považuje-li se

nadpojmová hrana za definiční a zbývající za aserční, je nutno strukturu chápat jako výrok, že telefony jsou černé. Další potíže vznikají při reprezentaci tvrzení vyjádřených složitými větami a tvrzení obsahujících kvantifické tvary.

Problémem sémantických sítí je nemožnost efektivně reprezentovat předpokládané (default) vlastnosti. Je-li v síti reprezentován fakt, že Škoda Fabie má karburátor, nastane problém, když se jedná o konkrétní Škodu Fabia HKA 76-81, která má vstřikování paliva. Prostřednictvím dědění se totiž odvodí oba, vzájemně se vylučující fakty. Práci s defaultovými položkami umožňují reprezentace pomocí rámců.

5.5 Rámce

Rámce jsou dalším schématem reprezentace znalostí, které se používají k popisování objektů v bázi znalostí. Jsou to struktury pro reprezentaci stereotypních situací a odpovídajících stereotypních činností. Inspirují se lidskou schopností na základě zkušeností si utvářet rámcové myšlenkové struktury. Rámce se pokoušejí reprezentovat obecné znalosti o třídách objektů, znalosti pravdivé pro většinu případů, tedy se počítá s tím, že mohou existovat objekty, které porušují některé vlastnosti popsané v obecném rámci.

Stejně jako u sémantických sítí jsou informace sdružovány podle podobné sémantiky. Rámce sestávají z položek, které slouží k popisu jednotlivých vlastností objektu. Položky hrají roli aspektů stereotypních situací a jsou v průběhu činnosti daného systému naplňovány svými konkrétními hodnotami. Položky každého rámce se dělí na závazné (ty musí být povinně vyplněny, aby bylo možno považovat za vyplněný rámec jako celek) a doplňkové (které upřesňují informaci v rámci, ale které nejsou nezbytné).

Velmi důležitou předností rámců je to, že jednotlivým doplňkovým položkám lze přiřadit předpokládané (default) hodnoty. Tím je umožněno vyšetřovat tyto položky jen tehdy, kdy je to zapotřebí, tj. když nastává ve znalostech nesouhlas, a jinak se jimi nezabývat.

Příklad jednoduchého rámce, určeného k zachycení informace o pacientovi:

Rámec Pacient

Obecnější pojem: Zaměstnanec

Jméno: text

Adresa: text

Pracovní zařazení: text předpoklad: řidič

Diagnóza: text

Věk: přirozené číslo

Hmotnost: reálné číslo

BMI index: reálné číslo – hmotnost/výška v m²

V tomto případě sestává rámec z 9 položek, u každé z nich je určeno, jakého typu je informace, která se může stát hodnotou uvažované položky. Např. položky Jméno, Adresa, Pracovní zařazení nesou textovou informaci, zatímco položky Věk, Hmotnost nebo BMI index jsou vyjadřovány číselnou informací. Některé položky obsahují doplňkovou informaci, např. položka Pracovní zařazení je předvyplněna předpokládanou hodnotou řidič, neboť většinu pacientů uvažované firmy tvoří řidiči. Pouze tehdy, není-li pacient řidičem, je nutno obsah položky měnit. Položka BMI index je doplněna procedurálním návodem, určujícím postup výpočtu hodnoty této položky. Položka Obecnější pojem obsahuje odkaz na hierarchicky výše umístěný rámec. Vyplněním alespoň některých položek obecného rámce vzniká jeho instance. Práce se systémy založenými na rámcích spočívá převážně ve vytváření instancí rámců.

Rámce bývají hierarchicky uspořádány. Obdobně jako u sémantických sítí lze i u množiny rámců uvažovat více hierarchií (podle různých hledisek). Reprezentace znalostí založená na rámcích se považuje za alternativu reprezentace sémantickými sítěmi. Rámec se považuje za základní, prototypovou strukturu uloženou v paměti a vytvářející jakousi „kostru“, kterou člověk změnou jednotlivostí přizpůsobuje skutečnosti, když se setká s novou situací.

Rámce se liší od sémantických sítí – rozdíl mezi nimi je především v tom, že sémantickou sítí se rozumí struktura, kde jsou zavedené uzly „zaplněny“ určitými prvky (ohodnoceny, popsány) hned při jejich zavádění, zatímco rámec má volná místa pro jednotlivá doplnění slovesa apod. přidávají další informace

o pojmu, který už v sémantické síti je nějakým uzlem reprezentován, se musí zavést nový uzel pro tuto doplňující informaci spolu se hranou spojující tento uzel s uzly v síti již zavedenými.

Rozdíl mezi sémantickými sítěmi a rámci:

Rámce jsou zapisovat pomocí tabulek – rámec sloužící k popisu osobního auta Škoda Fabia.

JMÉNO RÁMCE: Škoda Fabia

Položky:

ČÍSLO RÁMCE: 1

IS-a: osobní auto

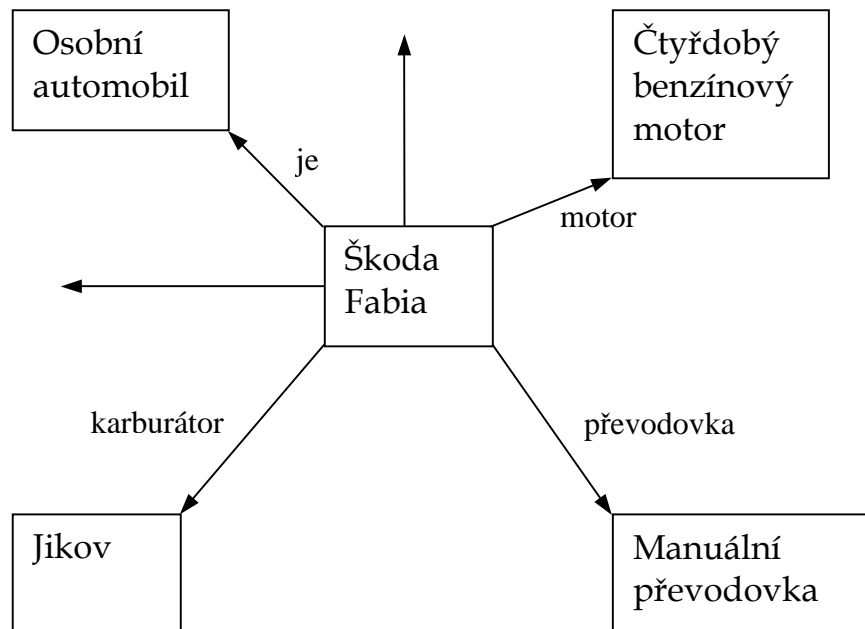
MOTOR: čtyřdobý benzínový

PŘEVODOVKA: manuální

KARBURÁTOR: Jikov

... atd.

Popis položky se skládá z jejího jména a z hodnoty. Jména položek odpovídají hranám sémantické síti, jejich hodnoty uzlům sítě. Uvedený rámec je jen jiným zápisem sémantické sítě viz obr. č. 8.



Obr. č. 8

Pokud by rámce neposkytovaly něco navíc, nebyly by důvody nahradit jimi sémantické sítě. Jednotlivé položky však mohou být dále členěny a tak lze zaznamenávat další informace o popisované vlastnosti objektu. Položky se dělí na fasety. Protože položky jsou dále členěny, stává se původní hodnota položky pouze jednou z faset. Její jméno je „hodnota“ položky a do této fasety se uloží příslušný údaj. Vzniku nekonzistence při dědění hodnoty zabrání přidání fasety „předpokládaná hodnota“. Ta může být vyplněna buď děděním, nebo může být zadána.

Existence předpokládaných hodnot dovoluje vyšetřovat položky pouze tehdy, když nastává ve znalostech nesouhlas. Tento způsob odpovídá představám o inteligentním chování. Také lidé velkou většinu skutečností, na základě kterých se v životě rozhodují, neověřují, pouze je na základě zkušeností předpokládají. Pouze když dojde k nesouhlasu s nějakým ověřeným poznatkem revidují se předpoklady. Například u auta, ve kterém bylo večer půl nádrže benzínu se předpokládá, že benzín je stále v nádrži a neověřuje se to.

Popis na příkladu se vstupem do místnosti. Když má člověk vstoupit do místnosti, tak má jistá očekávání – vybírá si tedy rámec pro svou představu místnosti, s volnými položkami pro stěny, strop, podlahu, okna, dveře. Některé z těchto položek už předem zaplňuje. Po vstupu do místnosti analyzuje scénu a postupně jednotlivé volné položky zaplňuje konkrétními údaji.

Podobně při poslechu nějaké věty si posluchač dosazuje jisté defaultové charakteristiky pro objekty, o nichž mluvčí ve větě hovoří, aniž je blíže specifikuje a aniž je posluchač konkrétně zná: např. řekne-li „Náš malý Tomáš četl knihu“, posluchač si automaticky přestaví knihu v Tomášově mateřštině, pokud nebyla zmínka o cizím jazyce.

Při použití rámců se hned při prvním zavedení uzlu pro pojem vybuduje rámec pro tento pojem s prázdnými místy pro podmět (konatele) této činnosti, její předmět, nástroj, kterým se provádí, čas a místo jejího provádění, a popř. i další. Tato místa se postupně zaplňují na základě informací přicházejících do systému po přečtení dalších vět vstupního textu.

Někdy se termínu rámec používá pro celé složité, ale víceméně stereotypní situace či události a na základě takové „modelové“ situace pak systém automaticky rozebírá vstupní text, který popisuje nějakou určitou činnost. Srovnává výsledek svého rozboru s modelovým scénářem a na základě tohoto srovnání je schopen zodpovídat i dotazy na jednotlivosti, které byly v popisu určité konkrétní situace jen naznačeny.

Rámce se rozdělují na dva typy: scénáře a plány, přičemž oba typy se skládají z posloupnosti primitivních dějů účastnících se konceptuální závislosti.

Scénáře popisují standardní situace skutečnosti, plány pak standardní posloupnost lidských akcí v určitém případě. Příkladem scénáře je „návštěva restaurace“: jednu z dílčích scén lze popsat posloupností primitivních dějů: příchod do restaurace, vyhledání volného stolu, příchod ke stolu, usazení.

Plán obsahuje příčinné a důsledkové vztahy mezi scénáři. Skládá se z množiny možných důsledků dějů, tedy ze scénářů, které vedou k určitému cíli. Na této myšlence pak pracuje i dedukční procedura při vyhledávání odpovědi na zadanou otázku po příčině nějakého děje. Jestliže je posloupnost scénářů příchod do restaurace – předložení jídelního lístku – výběr jídla – přinesení jídla číšníkem – konzumace jídla – placení účtu – odchod, a v textu, který systém rozebral, host předložené jídlo jen ochutná a hned odejde, pak na otázku, proč host odešel bez placení, předloží systém jako možnou příčinu, že jídlo bylo nekvalitní.

Problém je, že se zůstává pouze u úzce vymezeného „světa diskurzu“ (jako je zmíněná scéna v restauraci, nebo v samoobsluze, nebo srážka aut na ulici apod.). Je snadné si představit, k jakým komplikacím se dospěje, pokud by se měl svět diskurzu rozšířit a určit posloupnost rámců i scénářů pro činnosti a situace obecnější.

5.6 Produkční systém

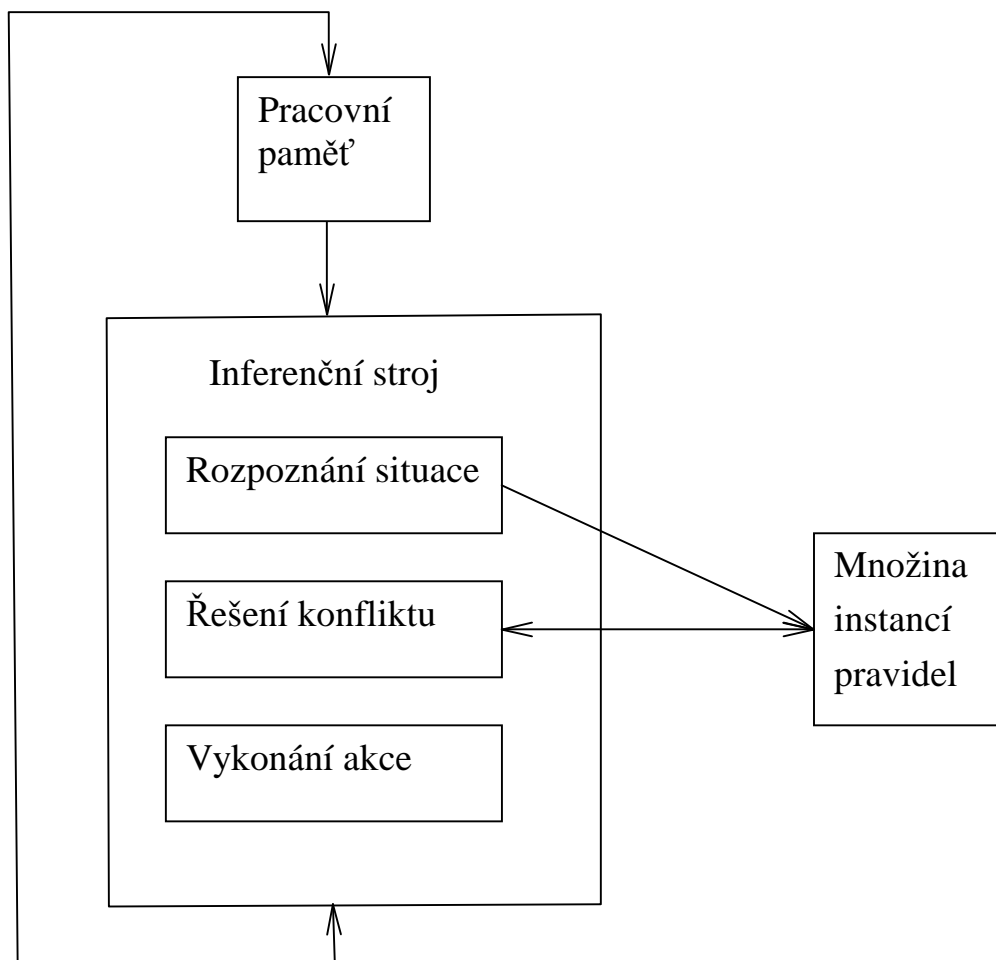
K formálně orientovaným systémům uplatňovaným v oblasti reprezentace znalostí patří dále produkční systémy. Mají podobu souborů tzv. produkčních pravidel (dvojic tvaru „podmínka-akce“) operujících na souboru dat.

Produkční systém je tvořen třemi částmi. Jsou to:

- Soubor produkčních pravidel tvaru Situace → Akce. Situační část pravidla popisuje podmínku, za které může být pravidlo použito. Pravidla jsou uložena v paměti produkčních pravidel. Produkční pravidlo má tvar „Jestliže je splněna podmínka x, pak je vhodná akce“.
- Soubor dat, ve které jsou uložena jak počáteční data, tak i data odvozená. Tato část paměti popisuje okamžitý stav řešené úlohy. V souboru dat se zjistí, zda je podmínka splněna, a uplatnění pravidla pak spočívá v provedení akce, která může soubor dat pozměnit. Soubor dat může mít tvar prostého seznamu, popř. pole nebo jiné paměťové struktury. Tato část paměti popisuje okamžitý stav řešené úlohy.
- Inferenční stroj (interpret pravidel) porovnává data v pracovní paměti s produkčními pravidly, vybírá pravidla vhodná k vykonání a provede příslušnou akci. Je to algoritmus, který rozhoduje, kdy má být které pravidlo uplatněno.

Produkční systémy pracují obvykle v cyklu

Rozpoznávání situace → Vykonání akce, viz obr. č. 9.



Obr. č. 9

V kroku „rozpoznávání situace“ jsou levé strany pravidel porovnávány s aktuálním stavem báze dat a jsou vybírána všechna aplikovatelná pravidla. Mají-li pravidla proměnné, jsou jim přiřazeny konkrétní hodnoty, tj. vytvoří se instance pravidel. Výsledkem tohoto kroku je soubor instancí pravidel, která mohou být v daném stavu aplikována. Protože se však uvažuje sériový způsob práce inferenčního stroje, může být aplikováno pouze jedno pravidlo. Inferenční stroj vybere tedy z možných kandidátů jediné pravidlo a provede jeho akční část. Volba pravidla, které je provedeno se nazývá řešení konfliktu. Tím se většinou modifikuje pracovní paměť a tak se vytvoří nové podmínky pro první krok dalšího cyklu. Popsaný způsob práce produkčního systému se nazývá přímé řetězení.

Protože jsou pravidla vybírána na základě dat v pracovní paměti, nazývá se tato metoda také odvozování řízené daty. Cyklus se zastaví tím, že už není žádné další pravidlo, které by daným stavem pracovní paměti bylo aktivováno.

Nejčastěji používané techniky na řešení konfliktu jsou sestaveny jako kombinace tří dílčích strategií: strategie preference specifického pravidla, neopakování pravidla a preference novějších dat.

a) strategie preference specifického pravidla vybírá pravidlo, které kombinuje větší počet podmínek kladených na pracovní paměť. Přitom se vychází z toho, že specifičtější pravidlo odráží více charakteristik konkrétní situace, a tudíž má větší naději, že bude vhodné.

b) Strategie neopakování pravidla vylučuje ta pravidla, která byla v předchozím cyklu aplikována na stejná data. Tím se zabraňuje jedné z možností, jak by se systém mohl dostat do nekonečného cyklu.

c) Preference novějších dat vychází z předpokladu, že data, která byla uložena později do pracovní paměti popisují údaje, jejichž zpracování je důležitější.

Podle omezení na tvar pravidel a podle sémantiky přisouzené produkčnímu systému se dostane konkrétní tvar odvozování.

K výhodám produkčních systémů patří především jejich modulárnost: jednotlivá produkční pravidla lze dodávat, rušit nebo pozměňovat, aniž se tím naruší některá jiná pravidla. Změna jednoho produkčního pravidla může způsobit změnu v chování systému jako celku, ale nemá přímý vliv na ostatní pravidla, protože aplikace těchto pravidel závisí pouze na obsahu aktivovaného seznamu kontextů. Na druhé straně tato modularita systému může vést k některým nepříznivým důsledkům, protože u rozsáhlých systémů přísné zachování principu modularity vede k neefektivnímu provádění programu. Při formulaci produkčních pravidel je nutné dodržovat přísné podmínky pro jejich tvar, což vede k jisté uniformitě struktury souboru dat. Tato uniformita usnadňuje porozumění celému systému, i když algoritmy inferenčního stroje jsou pak méně průhledné, než by tomu bylo při použití programovacího jazyka.

Výhodnými aplikacemi reprezentace znalostí ve formě produkčních pravidel jsou proto takové oblasti, kde se zásoba znalostí skládá z mnoha faktů, na sobě nezávislých, a kde řídicí mechanismus lze oddělit od reprezentace znalostí.

6. Závěr

Ve své práci se snažím poukázat na to, jak je pochopení přirozeného jazyka složité. A ačkoli jej používáme každý den, není snadné jej jednoduše popsat natož jej přesně matematicky definovat. Ale pokud se chceme bavit s počítačem v přirozeném jazyce, tak je nutné mít nějaký systém, který převede přirozený jazyk do příkazu počítače. Prostředníkem by mohly být umělé jazyky, které by byly jednoduché a zbaveny nejednoznačností a přitom by byly dostatečně univerzální.

Práce kromě úvodu a závěru obsahuje čtyři kapitoly. Ve druhé kapitole se snažím popsat, co to vlastně přirozený jazyk je, odkud se bere informace. Jaké jsou komplikace v porozumění přirozenému jazyku, problémy, které mají s porozuměním stroje na rozdíl od lidí, u nichž se předpokládá standardní chápání světa, je vyjádřeno ve třetí kapitole.

Ve čtvrté kapitole je nastíněna snaha o vyřešení problémů z třetí kapitoly zavedením umělých jazyků a v páté kapitole jsou rozebrány možnosti reprezentace znalostí.

Literatura:

- [1] Balíková M., Štrosa P., Vřešťálová D.: Dotazování v přirozeném jazyce, Národní knihovna ČR, Praha 2007
- [2] Berka K., Doležel L., a kolektiv: Teorie informace a jazykověda, Československá akademie věd, Praha 1964
- [3] Berka P.: Tvorba znalostních systémů, VŠE v Praze, Praha 1994
- [4] Cejpek J.: Informace, komunikace a myšlení, Úvod do informační vědy, Karolinum, Praha 1998
- [5] Hajičová E., Panevová J., Sgall P.: Úvod do teoretické a počítačové lingvistiky, I. svazek – Teoretická lingvistika, Karolinum, Praha 2002
- [6] Hajičová E., Wachs T.: Reprezentace znalostí v systémech umělé inteligence, UK, Praha 1984
- [7] Haverlík I.: Obzory kybernetiky, Malá moderná encyklopédia, Obzor, Bratislava 1981
- [8] Hyhlíková V.: Informační analýza dokumentu, UVTEI, Praha 1984
- [9] Jirků P., Mařík V.: Reprezentace znalostí, Automatizace 1988, 31, č. 10, SNTL
- [10] Konar A.: Artificial Intelligence and Soft Computing, CRC Press, New York 1999
- [11] Kout J., Hejný T., Kléma J.: Inteligentní řízení a rozhodování v distribučních sítích, Automa, 11/2004, FCC Public
- [12] Kovář B.: Obsahová analýza dokumentu, Metodický leták, UVTEI, Praha 1974
- [13] Kraus J.: Přirozený jazyk v informačních systémech, Metodický leták, UVTEI, Praha 1974
- [14] Lopatková M., O homonymii předložkových skupin češtině (Co umí počítač?), Karolinum, Praha 2003
- [15] Mařík M., Štěpánková O., Lažanský, J. a kolektiv: Umělá inteligence (2), Academia, Praha 1997
- [16] Mařík V., Štěpánková O., Lažanský J., a kolektiv: Umělá inteligence (5), Academia, Praha 2007
- [17] Mařík V., Štěpánková O., Lažanský J., a kolektiv: Umělá inteligence (1), Academia, Praha 1993
- [18] McCawley J. D.: Everything that Linguists have Always Wanted to Know about Logic, The University of Chicago Press 1981
- [19] Orwell, G.: 1984, Levné knihy KMa, Praha 2000
- [20] Pavelka J., Anatomie metafor, Blok, Brno 1982

- [21] Sgall P., Jirků P., Contributions to Functional Syntax, Semantics, and Language Comprehension, Logical and Linguistic Aspects of Computer-Based Inference Processes, Academia, Praha 1984
- [22] Sgall P., Hajičová E., Piřha P.: Učíme stroje česky, Panorama, Praha 1982
- [23] Sgall P.: Využitie lingvistických metod vo VTEI, UVTEI, Bratislava 1984
- [24] Sgall P. a kolektiv: Úloha lingvistiky při zpracování informací, UVTEI, Praha 1977
- [25] Sgall P. a kolektiv: Úvod do syntaxe a sémantiky, Academia, Praha 1986
- [26] Weizenbaum J.: Mýtus počítače, Vize 97, Praha 2002
- [27] Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming, Oxford Science publications, Oxford 1993-1998
- [28] Sborník přednášek ke specializovanému kursu pro informační pracovníky soustavy VTEI, Obsahová analýza dokumentu a syntetické zpracování informací, Dům techniky ČSVTS Praha, Praha 1980
- [29] Český národní korpus, <http://www.korpus.cz/>