

## 4.3.5. Sémantické siete

Pôvodne boli navrhnuté ako psychologický model Iudskej asociatívnej pamäti [1]. Sieť pozostáva z uzlov (reprezentujú objekty, pojmy, udalosti) a hrán (reprezentujú ich vzťahy). Dôležitou vlastnosťou sémantických sietí (SS) je, že všetky relevantné fakty o danom objekte (pojme) môžu byť odvodené z uzlov, ktoré sú k nemu priamo pripojené bez prehľadávania celej databázy. Prístup k relevantným faktom je možný pomocou hrán typu ISA ("je") a SUBSET ("podmnožina"), ktoré určujú vlastnosť prirodzenej hierarchie pojmov.

Interpretácia (sémantika) sémantických sietí závisí iba od programu, ktorý manipuluje nad samotnou sémantickou sieťou; neexistujú žiadne konvencie, týkajúce sa jej významu. Preto informácia získaná inferenciou nie je istotne pravdivá, platná (validná) v tom zmysle, v akom to platí pre formálnu logiku.

Ak máme reprezentovať dve tvrdenia: "Všetky drozdy sú vtáky." a "Clyde je špeciálne individuum drozda.", možno to urobiť takto

```

      isa          isa
CLYDE -----> DROZD -----> VTÁK
  
```

V tejto podobe je veľmi jednoduchá aj dedukcia (CLYDE je VTÁK), čo je umožnené tzv. dedičnou hierarchiou. Sémantické siete sú prirodzenou reprezentačnou schémou najmä v oblastiach, kde je uvažovanie založené na komplikovanej taxonómii. Okrem taxonomickej klasifikácie je často potrebné reprezentovať vlastnosti objektov. Napríklad pridaním tvrdenia "Vtáky majú krídla." vznikne sieť

```

      isa          isa          má_časť
CLYDE -----> DROZD -----> VTÁK -----> KRÍDLA
  
```

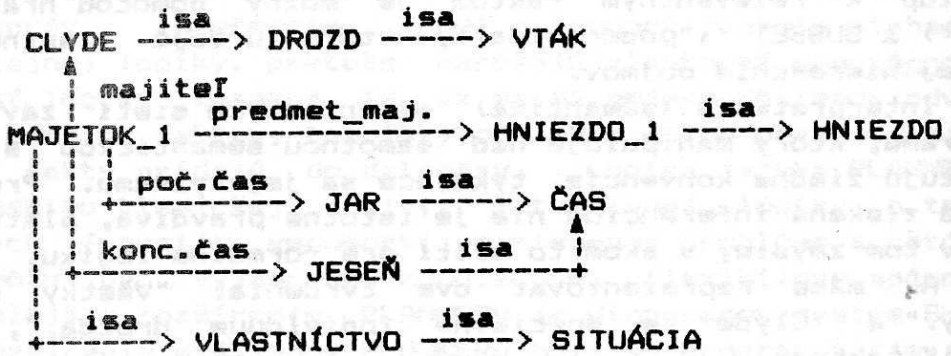
Jednoducho možno dedukovať: "Drozdy majú krídla." a "Clyde má krídla.". Využili sme pritom predpoklad, že vlastnosti uzlov na vyššej úrovni platia aj o uzloch na nižšej hierarchickej úrovni - dedičnosť vlastností; ISA spojenie sa často označuje ako spojenie dedičnej vlastnosti.

Ak chceme reprezentovať tvrdenie "Clyde má hniezdo.", môžeme to urobiť takto

```

      isa          isa
CLYDE -----> DROZD -----> VTÁK
|
| vlastní
+-----> NIEZDO_1 -----> HNIEZDO,
  
```

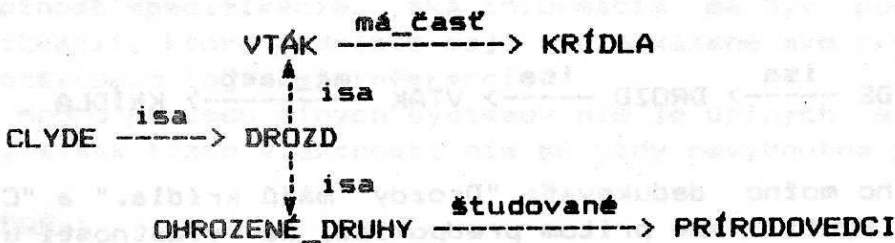
kde HNIEZDO je všeobecná trieda objektov a HNIEZDO\_1 je špecifický prípad hniezda. Takýto spôsob reprezentácie má jednu nevýhodu, ak chceme pridať tvrdenie "Clyde má hniezdo HNIEZDO\_1 od jara do jesene.", nemôžeme to urobiť. Možným riešením je použiť uzly aj na reprezentáciu situácií, akcií, množín objektov. Každý uzol môže mať viacero vychádzajúcich hrán - situačný rámec. Takto bude posledne uvedené tvrdenie reprezentované podľa obr. 4.3.



Obr. 4.3 Sémantická sieť s použitím situačných rámcov

Niektoré uzly situačného rámca môžu mať preddefinované alebo očakávané hodnoty. Na vyjadrenie rôznych stavov, akcií stačí malý počet primitívnych pojmov (napr. LIETANIE isa POHYB).

Existujú avšak ešte niektoré vážne problémy sémantických sietí. Napríklad tvrdenie "Drozd je ohrozený živočíšny druh." môžeme znázorniť sémantickou sieťou na obr. 4.4.



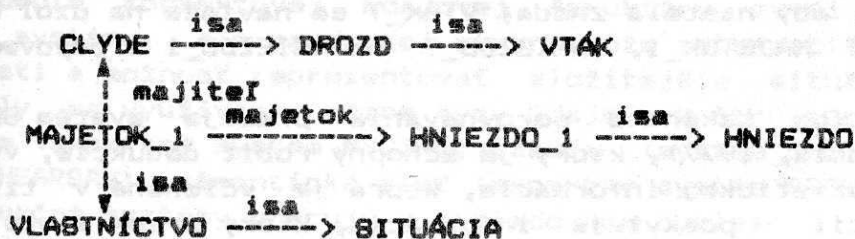
Obr. 4.4 Fragment sémantickej siete

Odtiaľ môžeme (pomocou vlastnosti dedičnej hierarchie) odvodiť tvrdenia: "Prírodovedci študujú ohrozené druhy.", "Prírodovedci študujú Clyda.", ktoré môžu, ale nemusia byť pravdivé. Zdroj tohto problému spočíva v tom, že v tomto formalizme nie sú oddelené individua a triedy individuí. Navyiac niektoré fakty platia pre triedu s tým, že platia pre všetky prvky triedy (napr.

"Drozdý sú vtáky.") a iné platia iba pre triedu samotnú (napr. "Drozdý sú ohrozený živočíšny druh.").

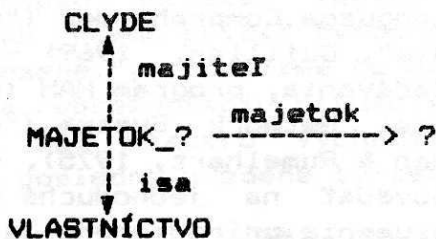
Zo systémov, ktoré boli realizované na báze sémantických sietí, možno uviesť tieto: psychologický model asociatívnej pamäti (Quillian, 1968), Teachable Language Comprehender ("systém porozumenia jazyka s možnosťou učenia", Quillian, 1969) - rieši okrem iného problém usmernenia prehľadávania, program HAM (Anderson & Bower, 1973), Active Structural Network System ("systém aktívnej štruktúrálnej siete", Norman & Rumelhart, 1975), systém SIR (Raphael, 1968) - schopný odpovedať na jednoduché otázky (jeden z prvých systémov pre porozumenie prirodzeného jazyka). R.Simon (1970) využil sémantické siete pre porozumenie prirodzeného jazyka, systém používa situačné rámce. Najprv sa vykoná syntaktická analýza vety (použitím ATN gramatiky [1]), potom sa preloží význam vety do sémantickej siete a nakoniec sa generuje odpoveď na otázku použitím sémantických sietí. Dva systémy porozumenia reči: Bolt, Beránek, Newman (1976) a SRI International (Walker, 1976) používajú sémantické siete na reprezentáciu vedomostí z problémovej oblasti. Systém TORUS umožňuje prístup k databáze v prirodzenom jazyku (Ngopolous et al., 1975), pričom príbuzné časti sémantických sietí sú usporiadané do modulov-scenárov.

Inferencia pomocou sémantických sietí - v tomto prípade neexistuje žiadna formálna sémantika, žiadna všeobecná predstava, čo daná štruktúra znamená (ako je to v prípade formálnej logiky). Význam danej sémantickej siete je daný iba povahou procedúry, ktorá narába s danou sémantickou sieťou. Bolo navrhnutých niekoľko úplne rozdielnych inferenčných mechanizmov. Väčšina z nich je založená na porovnávaní štruktúr siete (matching). Skonštruuje sa fragment siete, reprezentujúci hľadany objekt alebo danú otázku, a tento sa porovnáva s celkovou sémantickou sieťou databázy. Premenné uzly fragmentu siete sa naviažu na hodnoty uzlov databázy tak, aby bolo porovnávanie úspešné. Predpokladajme, že databáza má tvar podľa obr. 4.5.



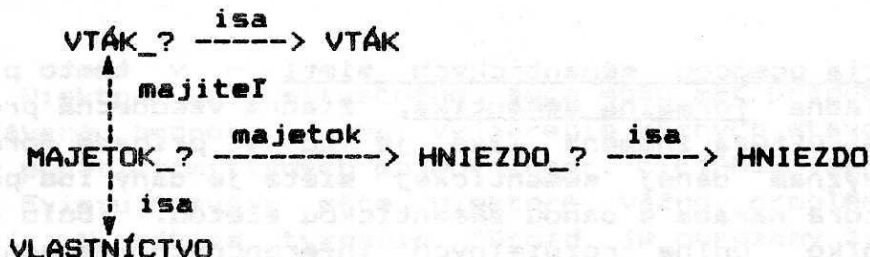
Obr. 4.5 Sémantická sieť

Hľadáme odpoveď na otázku "Čo vlastní Clyde?". Skonstruujeme fragment sémantickej siete - obr.4.6.



Obr. 4.6 Fragment sémantickej siete pre zodpovedanie otázky

Porovnaním s databázou sa nájde odpoveď: "Clyde vlastní HNIEZDO\_1." (ak by porovnávanie zlyhalo, systém by odpovedal "Clyde nevlastní nič."). Počas procesu porovnávania môžu vzniknúť štruktúry, ktoré nie sú explicitne vyjadrené v sémantickej sieti. Uvažujme otázku: "Existuje vták, ktorý vlastní hniezdo?", ktorú možno preložiť do fragmentu na obr. 4.7.



Obr. 4.7 Fragment sémantickej siete pre zodpovedanie otázky

Porovnaním tohto fragmentu s databázou nemožno dosiahnuť perfektnú zhodu, uzly **VTÁK\_?**, **HNIEZDO\_?** a **MAJETOK\_?** musia byť určené porovnaním. Procedúra dedukcie musí skonstruovať ISA spojenie od **CLYDE** k **VTÁK**, aby nastala zhoda; **VTÁK\_?** sa naviaže na uzol **CLYDE**, **MAJETOK\_?** na **MAJETOK\_1**, **HNIEZDO\_?** na **HNIEZDO\_1** a odpoveď bude "Áno, Clyde."

Na princípe takéhoto porovnávania pracuje systém **SNIFFER** (Fikes & Hendrix, 1977), ktorý je schopný robiť dedukcie, využíva aj výhodu heuristickej informácie, ktorá je včlenená v tzv. selektore funkcií - poskytuje informáciu, ktorý prvok siete sa má porovnávať prvý a ako porovnávať vybrané prvky siete, to umožňuje určité usmernenie dedukcie.

Sémantické siete sú veľmi populárne v UI, v súčasnosti sa táto myšlienka rozvíja smerom k rámcu. Samozrejme, okrem už spomenutých problémov a samotných výpočtových problémov, ktoré

vznikajú, ak je databáza príliš veľká, sú tu aj problémy typu "Čo uzol vlastne znamená?", "Existuje jednoznačný spôsob, ako reprezentovať myšlienku (ideu)?", "Ako možno reprezentovať čas (jeho plynutie)?", "Ako možno reprezentovať niečo, čo nie je fakt, ale skôr viera, presvedčenie?", "Aké platia pravidlá pre 'dedenie vlastností'?". Súčasný výskum sémantických sietí sa zaoberá týmito a podobnými otázkami.

#### 4.3.6. Produkčné systémy

Produkčné systémy (PS) boli vyvinuté autormi Newell, Simon [1] ako model ľudskej kognitívnej činnosti (ale ako prvý formuloval základnú myšlienku produkčných systémov Post v r. 1943). PS sú modulárnou schémou RV s rastúcou popularitou v UI. Databáza systému pozostáva z pravidiel - "produkčných pravidiel" vo forme dvojíc "podmienka - činnosť" tvaru

"Ak platí daná PODMIENKA, potom vykonaj danú ČINNOSŤ."

Napr. "AK stojíte pred prechodom pre chodcov a na semafore svieta zelená, POTOM prejdite cez prechod.". Vo všeobecnosti sú pravidlá samozrejme zložitejšie, ľavá strana obsahuje ľubovoľne zložitú podmienku (niekedy môže mať aj vedľajší účinok - t.j. zmení stav databázy), pravá strana môže obsahovať premenné (hodnoty sa naviažu vo fáze porovnávania), zmeniť stav databázy, zmeniť kontext, môže aj spustiť program.

Zloženie produkčného systému:

1. báza produkčných pravidiel
2. kontext - údajová štruktúra typu zásobník (obdoba krátkodobej pamäti)
3. interpretér - riadi aktivitu systému

Pre daný produkčný systém musí byť definovaný aj slovník primitív, ktorý obsahuje sémantické primitíva, funkcie a predikáty, pomocou ktorých sa vyjadrujú pravidlá a kontext.

Zavedenie kontextovej údajovej štruktúry zvýši vnútornú zložitnosť systému, ale na druhej strane môže zabezpečiť zvýšenie efektívnosti a možnosť reprezentovať zložitejšie situácie. Na tieto účely sa využívajú rôzne typy údajových štruktúr: kontextový strom (expertný systém MYCIN), tabuľa (systém pre porozumenie reči HEARSAY), sémantická sieť (expertný systém PROSPECTOR).

Produkčné systémy pracujú v nasledovnom cykle:

1. porovnávanie (matching) - produkčné pravidlá sa vyšetrí interpretérom, aby sa zistilo, podmienky ktorých pravidiel sú splnené
2. riešenie konfliktu - ak sú splnené podmienky viacerých pravidiel, vyberie sa podľa určitej stratégie jedno z nich
3. akcia - "odpáli" sa dané pravidlo