

## 6.1. Reprezentácia problému

Hneď za rozumom by mala u človeka nasledovať schopnosť uvedomiť si, že ho stratil; ale bláznovstvo je nezlučiteľné s týmto poznaním.

(Jean de La Bruyère: Charaktery)

### 6.1.1. Reprezentácia pomocou stavového priestoru

Reprezentácia stavovým priestorom zahŕňa dva druhy entít:

1. stavy - údajové štruktúry, ktoré popisujú úlohu v danom stave riešenia
2. operátory - pre transformáciu úlohy z jedného stavu do ďalšieho

Dobrym príkladom pre ilustráciu je "hra 8": vo väčšom štvorci je umiestnených 8 štvorčekov označených číslami 1 až 8, ktoré možno posúvať horizontálne a vertikálne - obr.6.1.

2	1	6
4		8
7	5	3

1	2	3
8		4
7	6	5

Obr. 6.1 Hra 8 - počiatočná konfigurácia

Obr. 6.2 Hra 8 - cieľová konfigurácia

Cieľom je pretransformovať počiatočnú konfiguráciu na cieľovú - obr. 6.2. Stav je daný konfiguráciou štvorčekov, môže byť reprezentovaný maticou 3x3. Operátory, zodpovedajúce možným ťahom, môžu byť definované zvlášť pre každý štvorček 1 až 8. Avšak výhodnejšie je uvažovať prázdny štvorček ako objekt, ktorý treba posúvať a definovať operátor vzhľadom ňam. V tejto formulácii sú možné iba štyri operátory:

- UP (hore) - pohyb prázdneho štvorčka hore o 1 pozíciu
- DOWN (dole) - pohyb prázdneho štvorčka dole o 1 pozíciu
- LEFT (doľava) - pohyb prázdneho štvorčka doľava o 1 pozíciu
- RIGHT (doprava) - pohyb prázdneho štvorčka doprava o 1 pozíciu

Samozrejme, v určitých stavoch sa niektoré operátory nedajú aplikovať (nie je možný pohyb mimo veľkého štvorca). Množina všetkých dosiahnuteľných stavov sa nazýva stavový priestor - tu má veľkosť  $9!/2 = 181\,440$  (existuje  $9!$  možných konfigurácií, ale iba polovica z nich je dosiahnuteľná z danej počiatočnej konfigurácie - ku každej konfigurácii existuje zrkadlovo súmerná nedosiahnuteľná konfigurácia).

Definované štyri operátory vytvárajú množinu parciálnych funkcií na stavovom priestore -- každý operátor, aplikovaný na daný stav, vráti presne jeden nový stav. V zložitejších prípadoch môžu operátory obsahovať premenné a operátor môže byť inštalovaný viacerými spôsobmi, pričom každá inštalácia vráti jeden nový stav; takéto operátory sa potom nazývajú operátorové schémy (operator schemata).

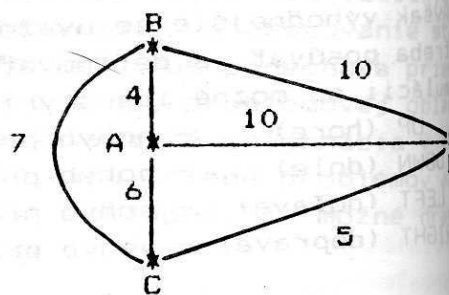
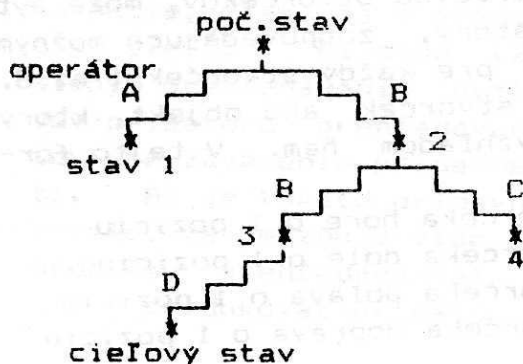
Úplná definícia úlohy stavového priestoru spočíva v definovaní usporiadanej trojice  $(S, O, G)$ , kde

$S$  - množina počiatkových stavov

$O$  - množina operátorov

$G$  - množina cieľových stavov (definovaná napr. nejakými predikátmi).

**Riešenie problému** - konečná postupnosť aplikácií operátorov, ktoré zmenia počiatkový stav na cieľový. Stavový priestor môže byť znázornený orientovaným grafom (uzly-stavy, hrany-operátory), riešením je potom cesta z koreňového (počiatkového) uzla do cieľového uzla. Podľa obr. 6.3 je riešenie: dvakrát aplikovať operátor B a potom operátor D. Samozrejme, cieľových stavov môže byť viac, pričom ku každému môže existovať viac ciest. Preto je samozrejماً aj úloha nájsť cestu minimálnej ceny (hrany sú ohodnotené) z počiatkového do cieľového uzla. Najznámejšou úlohou tohto typu je problém obchodného cestujúceho - je daná množina miest, ktoré treba navštíviť, a vzdialenosti medzi každou dvojicou miest. Treba nájsť minimálnu cestu, začínajúcu aj končiacu v meste A tak, aby každým mestom prechádzala presne raz. Vzorový príklad je na obr. 6.4, stav je definovaný zoznamom doteraz nenavštívených miest. Príslušný graf je na obr. 6.5.



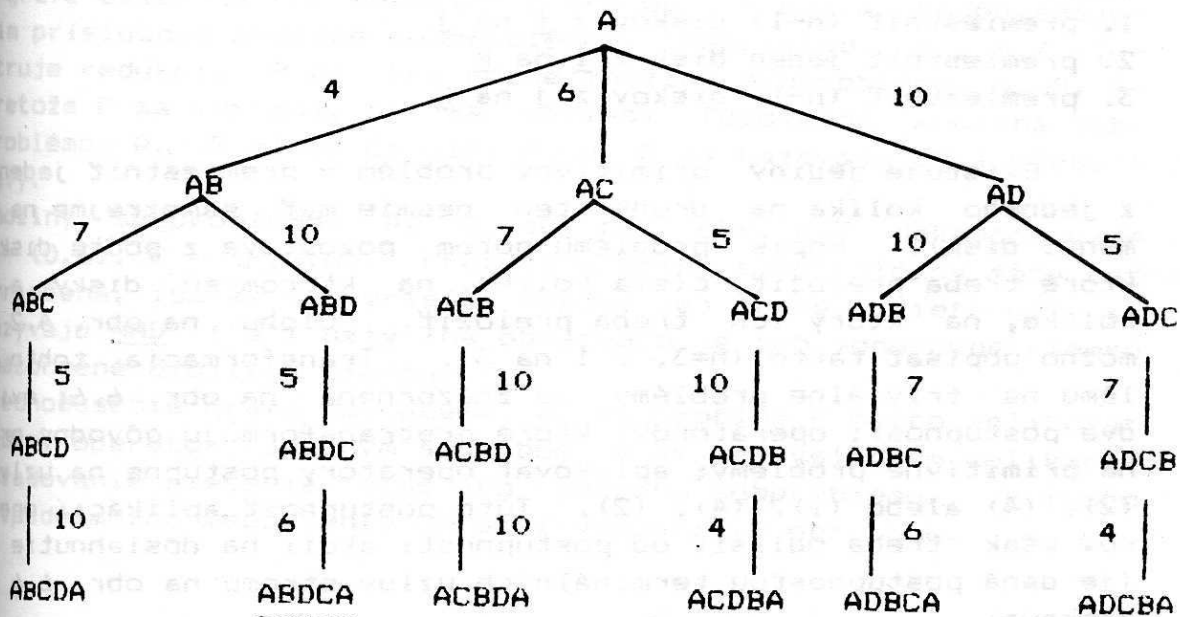
Obr. 6.3 Graf stavového priestoru

Obr. 6.4 Úloha obchodného cestujúceho

Riešením je A-B-D-C-A (alebo v opačnom smere A-C-D-B-A).

Spodné dve úrovne grafu môžeme vynechať, pretože dĺžka cesty medzi  $n$  mestami je deterministicky určená prvými  $(n-1)$  mestami.

Pretože graf stavového priestoru je zvyčajne veľmi veľký, pri hľadaní riešenia je nutné generovať iba tú časť grafu, o ktorej sa predpokladá, že obsahuje riešenie.



Obr. 6.5 Graf riešenia úlohy obchodného cestujúceho

### 6.1.2. Riešenie problému redukciou problému

Pri reprezentácii redukcie problému (úlohy) je najdôležitejšou údajovou štruktúrou opis problému (problem description), alebo cieľ. Je daný opis pôvodnej úlohy, riešením je postupnosť transformácií, ktoré pretransformujú pôvodný problém na množinu subproblémov, ktorých riešenie je triviálne. Operátor môže pretransformovať jeden problém na niekoľko subproblémov, pričom na vyriešenie pôvodného problému je potrebné vyriešiť všetky subproblémy. Okrem toho, na jeden problém môže byť aplikovateľných viacero operátorov, resp. jeden operátor viacerými spôsobmi - v tomto prípade stačí riešiť jeden z možných subproblémov. Problém, ktorého riešenie je zrejmé (bezprostredné), sa nazýva primitívny (triviálny) problém (primitive problem).

Reprezentácia redukcie problému je potom definovaná trojicou:

1. popis počiatočnej úlohy
2. množina operátorov pre transformáciu problému na subproblémy