

## BLIA-MAS Laborator 05

### Cuprins:

- a. CSP
- b. Algoritmul lui Waltz

### CSP-Constraint Satisfaction Problem Problema Satisfacerii Restrictiilor (Constrangerilor)

Intr-o problema CSP, stările sunt definite de seturi de valori ale variabilelor și testul de final specifică un set de constrângeri cărora valorile trebuie să se supună. De exemplu, problema celor 8 regine poate fi văzută ca o problema CSP în care variabilele reprezintă locațiile fiecărei regine: valorile posibile sunt pătratelele mesei de șah; și constrângerile starea în care două regine nu se pot afla pe aceeași linie, coloană sau diagonală. O soluție la o problema CSP specifică valorile tuturor variabilelor astfel încât constrângerile să fie satisfăcute.

Avem mai multe tipuri de constrângeri. Constrângerile care se ocupă de valorile unei singure variabile se numesc constrângeri unare. Constrângerile binare corespund perechilor de variabile. Constrângerile în problema celor 8 regine sunt toate binare. Constrângerile de nivel înalt implică trei sau mai multe variabile.

Fiecare variabilă  $V_i$  are un domeniu  $D_i$  care reprezintă posibilele valori pe care le poate lua variabila. Domeniul poate fi discret sau continuu. De exemplu, în problema cu cele 8 regine, fie  $V_1$  linia pe care o va ocupa prima regină în prima coloană, și fie  $V_2$  cea de-a doua linie ocupată de ce-a de-a doua regină în a doua coloană. Domeniile pentru  $V_1$  și  $V_2$  sunt  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ . O constrângere de ne-atacare care leagă pe  $V_1$  și  $V_2$  poate fi reprezentată printr-un set de perechi de valori permise pentru  $V_1$  și  $V_2$ :  $\{(1,3), (1,4), (1,5), \dots, (2,4), (2,5), \dots\}$  și așa mai departe. Împreună constrângerile de ne-atacare dintre  $V_1$  și  $V_2$  guvernează 22 din cele 64 de combinații posibile. Folosind enumerarea, orice CSP discret poate fi redus la un CSP binar.

În continuare vom aplica un algoritm de uz general unui CSP. În starea inițială vom avea toate variabilele neasignate. Operatorii vor asigna câte o valoare fiecărei variabile, din setul de valori posibile. Testul final va cerceta dacă toate variabilele au asignată o valoare și constrângerile sunt satisfăcute. Aproximativ toți algoritmi CSP generează succesori prin alegerea valorilor pentru o singură variabilă pentru fiecare nod. De exemplu, în problema celor 8 regine, cineva poate asigna un pătrat pentru prima regină la nivelul 0, pentru cea de-a doua regină la nivelul 1, ș.a.m.d. Aceasta conduce la un spațiu al soluțiilor de dimensiune  $\prod_i |D_i|$ , sau  $8^8$  în problema celor 8 regine. O căutare în adâncime va examina toate aceste posibilități. Deoarece CSP include sub formă unor cazuri speciale câteva probleme NPC precum 3SAT, în cel mai rău caz vom avea complexitate exponențială. În cazul problemelor generale, putem folosi avantajul structurii problemei pentru a elimina o bună bucată din spațiul de căutare. Principala sursă a structurii în

spatiul problemei, in CSP, o reprezinta testul final care este descompus intr-un set de constrangeri pentru variabile, si nu este o “cutie neagra”.

Se pune problema intelegerii unui desen format din linii ce reprezinta obiecte cu fete plane. Aceasta revine la a determina care sunt liniile extreme ce separa obiectele, deci a determina ce obiecte si ce contururi de obiecte se gasesc in imagine. Aparent, numarul de combinatii posibile poate fi enorm, dar, in realitate acest numar se reduce datorita restrictiilor naturale existente in lumea obiectelor fizice. Aceste restrictii naturale pot fi utilizate pentru a limita interpretarile posibile ale unui desen format din linii [Clowes,1971;Montanari,1974;Waltz,1975].

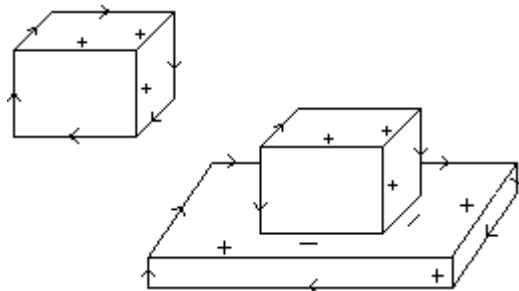
Waltz [1975] a propus un algoritm pentru etichetarea consistenta a desenelor formate din linii. Acesta este un algoritm de satisfacere a restrictiilor in care partea de cautare este eliminata. Algoritmul produce o etichetare consistenta a desenului numai pe baza restrictiilor naturale existente intr-un astfel de desen.

Etichetarea liniilor unui desen:

- Obiecte poliedre (linii de contur = linii drepte)
- Obiecte cu unghiuri triedre (se intalnesc 3 plane posibile)
- Liniile de demarcare (intre 2 plane sau 1 plan, fata obiectului si fond – perete sau aer)

Etichetarea cu 3 tipuri de linii:

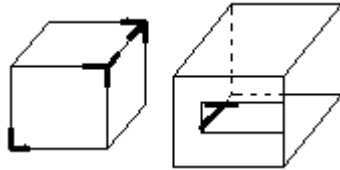
- Convexe +
- Concave –
- Extreme



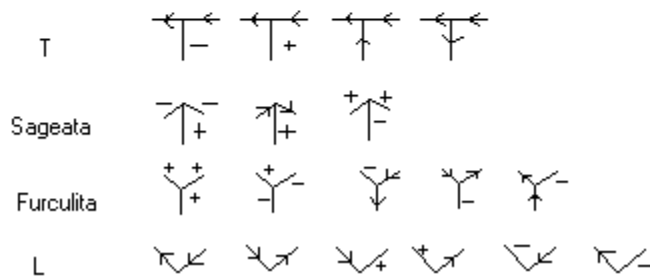
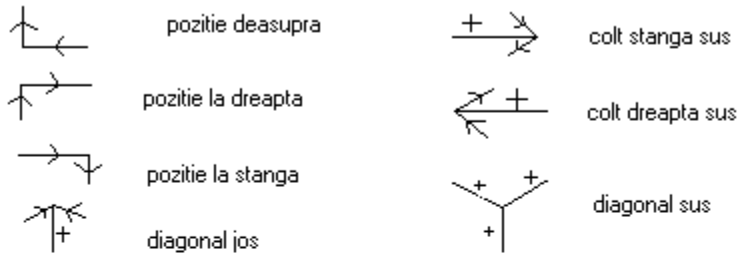
Tipurile de varfuri posibile

- 4 tipuri de varfuri
  - varf de tip L
  - varf de tip Y sau furculita

- varf de tip
- varf de tip T



- N linii =>  $4^N$  etichetari posibile
- Varf de tip L => 2 linii => 16 etichetari posibile
- Varf de tip Y, , T => 3 linii => 64 etichetari posibile
- $64*3+16=208$  etichetari posibile



### Algoritm

1. pentru fiecare varf din desen executa  
asociaza lui X,  $V_X$ , multimea de etichete posibile a lui X (in functie de tipul lui X)
2. pentru fiecare varf X din **diagrama (diag)** executa **propaga (X,diag)**

3. daca exista in diag cel putin un varf cu etichetare vida atunci diagrama imposibila  
intoarce insucces
4. daca exista in diag cel putin un varf cu mai multe etichetari atunci  
***determina\_solutie(diag)***
5. altfel afiseaza diagrama  
intoarce succes

sfarsit

propaga(x,diag)

1.  $N \leftarrow |V_X|$  (numarul de etichetari ale lui X)
2. pentru fiecare valoare V din  $V_X$  executa  
pentru fiecare varf Y la X din diag executa  
daca nu exista nici o valoare V in etichetarile lui Y (pe conexiunea  
X si Y)  
atunci elimina V din  $V_X$

3.  $N' \leftarrow |V_X|$

4. daca  $N < N'$

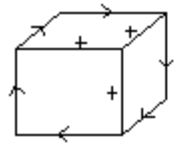
atunci pentru fiecare varf Y legat la X executa ***propaga(Y,diag)***

sfarsit

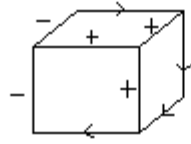
determina\_solutie(diag)

1. alege un varf X cu mai multe etichetari
2. pentru fiecare etichetare E a lui X executa
  - 2.1  $diag1 \leftarrow$  diag cu X avand numai etichetarea E
  - 2.2 determina\_solutie(diag1)
  - 2.3 daca exista un varf cu etichetare vida in diag1  
atunci diagrama imposibila  
intoarce insucces
3. daca nu exista varfuri cu etichetari multiple  
atunci afiseaza diag  
intoarce succes

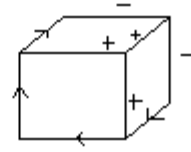
sfarsit



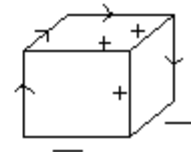
pluteste



stanga



spate

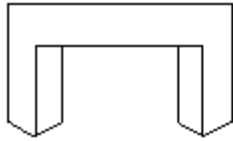


pe masa

lipit de perete

figuri imposibile

din punct de vedere al cerintelor problemei



imposibila de-a binelea

