

Teknillinen korkeakoulu
Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

Pekka Orponen (puh. 5246), Ilkka Niemelä (puh. 3290)

T-79.4201 Hakuongelmat ja -algoritmit (4 op)
Tentti 3.3.2007 klo 10–13

Merkitse jokaiseen vastauspaperiin:

- Nimi, tutkinto-ohjelma, opiskelijanumero
- Teksti: “T-79.4201 Hakuongelmat ja -algoritmit 3.3.2007”
- Tarkastettavaksi jättämiesi vastauspapereiden kokonaismäärä

1. Tarkastellaan seuraavaa NP-täydellistä SOLMUPEITE (engl. VERTEX COVER) -ongelmaa:

SYÖTE: Suuntaamaton verkko (graafi) $G = (V, E)$.

TEHTÄVÄ: Määritä mahdollisimman pieni sellainen G :n solmujoukko $C \subseteq V$, että se peittää jokaisesta G :n kaaresta ainakin toisen pään, so. jos $\{u, v\} \in E$, niin joko $u \in C$ tai $v \in C$ tai molemmat.

Esitä pseudokoodimuodossa simuloituun jäädytykseen perustuva ratkaisutapa annetun verkon hyvien solmupeitteiden etsimiseen. Kuvaa erityisen selkeästi: (a) mitä ovat menetelmäsi tarkastelemat ehdokasratkaisut ja niiden välinen naapuruusrelaatio, (b) mikä on tarkasteltujen ehdokasratkaisujen kustannusfunktio, (c) miten valitaan ehdokasratkaisusta käsin seuraavaksi tarkasteltava naapuriratkaisu ja (d) miten valitaan laskennan ensimmäinen aloitusratkaisu. Jäädytysaikataulun yksityiskohdat eivät ole tämän tehtävän kannalta tärkeitä, kunhan periaate on esitetty oikein. (Esim. jokin yksinkertainen geometrinen, so. vakiokertoinen, jäädytyskaava kelpaa hyvin.)

2. a) Anna Boolean piiri, joka laskee oikealla taulukossa annetun Boolean funktion $f(x_1, x_2, x_3)$.

b) Kuvaa, miten Min Conflict Heuristic (MCH) -algoritmi rajoiteohjelmointiongelman (constraint satisfaction problem) ratkaisemiseksi toimii ja simuloi ko. algoritmia kolme paikallisen haun askelta, kun syötteenä on seuraava rajoiteohjelmointiongelma:

$$\langle C(x, y), C(y, z), C_1(z, x); x \in \{1, 2, 3\}, y \in \{1, 2, 3\}, z \in \{1, 2, 3\} \rangle$$

missä $C = \{(1, 2), (1, 3), (2, 3)\}$.

x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	0
1	1	0	1
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	1	1

3. a) Ilmaise ehto “ $x + 5 \geq 0$ tai $x + 15 \leq 0$ ” joukkona lineaarirajoitteita (linear constraints), kun $-1000 \leq x \leq 1000$.

b) Tarkastellaan seuraavaa lineaariohjelmointiongelmaa (linear programming problem):

$$\begin{aligned} \max \quad & x_1 + 2x_2 \text{ s.t.} \\ & x_1 - 5x_2 \geq 7 \\ & -x_1 + x_2 \leq -3 \\ & x_1 \geq 0 \end{aligned}$$

Muunna ongelma standardimuotoon ja anna ko. muodossa olevalle ongelmalle yksi käypä ratkaisu (basic feasible solution).

4. Esitä, miten A*-algoritmia voitaisiin käyttää tehtävän 1 SOLMUPEITE-ongelman täsmälliseen ratkaisemiseen, so. annetun verkon pienimmän mahdollisen kokoisen solmupeitteen systemaattiseen hakemiseen. A*-algoritmin yksityiskohtia ei tarvitse toistaa, mutta sen sijaan tulee kuvata huolellisesti: (a) miten määräytyvät A*-algoritmin tarkasteleman hakugraafin solmut ja kaaret, (b) mikä on haun aloitusolmu ja mitä ovat sen maalisolmut, ja (c) miten määräytyvät hakugraafin kaarien kustannukset. Esitä myös jokin haun suuntaamiseen mahdollisesti käyttökelpoinen epätriviaali admissiibeli (engl. admissible) etäisyysheuristiikka $h(x)$. (“Epätriviaali” tarkoittaa tässä, että heuristiikan tulee poiketa jollain mielenkiintoisella tavalla triviaalista arviosta $h(x) \equiv 0$.)

Pisteytys: Kukin tehtävä 10p, yhteensä 40p.

PLEASE TURN OVER