

✂ Selvitä lyhyesti, noin 20–40 sanalla tai matemaattisella määritelmällä, seuraavat käsitteet tai lyhenteet: 6p.

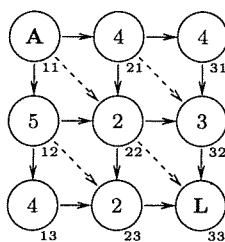
- (i) pistejakaumamalli
- (ii) epipolaaritaso ja -viivat
- (iii) invariantit piirteet
- (iv) laajennettu rajaviiva
- (v) sammutusfunktio
- (vi) optinen vuo

2. (i) Selvitä konenäköjärjestelmien suunnittelun ja toteutuksen yleisiä päälinjoja. (ii) Esitä esimerkinomaisesti yksinkertaisen, mutta riittävän kattavan ja yleisen, konenäköjärjestelmän lohkokaavio ja selitä sen kokonaisuuden ja osien tehtävät. (iii) Kerro, minkälaisia tietorakenteita ja kontrollistrategioita esimerkkisi järjestelmässä ja konenäköjärjestelmissä yleensä tarvitaan. 6p.

3. Haetaan optimaalista polkua alla olevassa kuvassa alkupisteestä **A** loppupisteeseen **L**. Kuhunkin solmuun on merkitty kyseisen solmun kautta kulkemisen kustannus. Solmujen välien kulkemisen kustannukset ovat yksi (1) yhtenäisille viivoille ja viisi (5) katkoviivoille. Solmujen vieressä näkyvät niiden  $xy$ -koordinaatit. (i) Etsi graafihakuna pienimmän kokonaiskustannuksen tuottava reitti käyttäen solmuissa kokonaiskustannuksen ennusteena  $f(n_{xy})$  siihen asti kertynyttä todellista kustannusta  $g(n_{xy})$ . Piirrä joka askeleella kuva, josta ilmenevät tulosuunnat, lasketut kustannukset ja ennusteet sekä viimeksi laajennettu solmu. (ii) Tee ja piirrä graafihaku uudestaan käyttäen nyt solmujen kokonaiskustannuksen ennusteena funktiota

$$f(n_{xy}) = g(n_{xy}) + 2((3 - x) + (3 - y)) + |x - y| .$$

Mikä vaikutus kustannusennusteella yleisesti ja tässä tapauksessa erityisesti on ratkaisuun? Kuinka käytetyn ennusteen muoto on suhteessa tulokseen? (iii) Ratkaise tehtävä uudestaan nyt kerroksittain dynaamisen ohjelmoinnin avulla. Piirrä joka askeleella kuva, josta siihen mennessä lasketut kustannukset ja tulosuunnat ilmenevät. (iv) Vertaile graafihakua ja dynaamista ohjelmointia ratkaisumenetelminä. (v) Mitä tarkoitetaan optimaalisuusperiaatteella? (vi) Missä konenäön tehtävissä graafihakua ja dynaamista ohjelmointia voidaan hyödyntää? 6p.



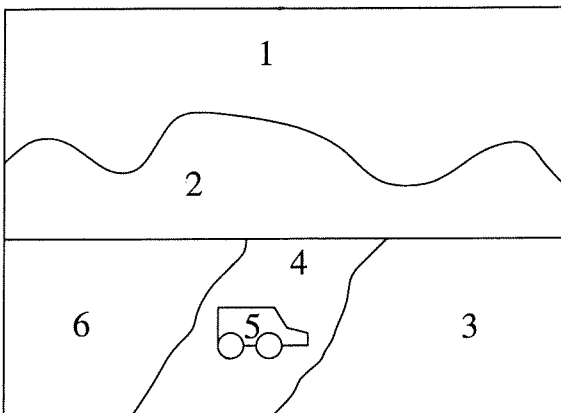
**Käännä!**

4. Tutkitaan B-splinesitysmuodon käyttöä käyrämuodon kuvaamisessa. (i) Esitä yleinen funktiomuoto, jolla B-splinkäyrän  $\mathbf{x}(s)$  kulku määräytyy ohjauspisteiden  $\mathbf{v}_i$  ja kantafunktioiden  $B_i(s)$  mukaan. (ii) Olkoon kolmannen asteen B-splinin kantafunktiot muotoa:

$$\begin{aligned} C_0(t) &= \frac{t^3}{6} \\ C_1(t) &= \frac{-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1}{6} \\ C_2(t) &= \frac{3t^3 - 6t^2 + 4}{6} \\ C_3(t) &= \frac{-t^3 + 3t^2 - 3t + 1}{6} \end{aligned}$$

Hahmottele piirroksella kantafunktioiden muodot. (iii) Osoita, että kantafunktiot summautuvat ykköseksi ja ovat ei-negatiivisia, kun  $t \in [0, 1]$ . (iv) Osoita, että kantafunktiot ovat alku- ja päätepisteissään jatkuvia kuten myös niiden derivaatat ja toiset derivaatat. (v) Olkoon kolmannen asteen B-splinin ohjauspisteet  $\mathbf{v}_1 = (1, 1)$ ,  $\mathbf{v}_2 = (3, 2)$ ,  $\mathbf{v}_3 = (4, 4)$  ja  $\mathbf{v}_4 = (6, 3)$ . Laske splinikäyrän alku-, keski- ja loppupisteiden koordinaatit annettujen ohjauspisteiden määräämällä käyränosalla, piirrä kuva ja hahmottele käyrän kulku. (vi) Luettele B-splinin edullisia ominaisuuksia käyrämuotojen kuvaamisen kannalta. 6p.

5. Alla oleva kuva on segmentoitu alueiksi 1, 2, ..., 6. Kuvaa pyritään tulkitsemaan diskreetillä relaksaatiolla kuvan vieressä annettujen sääntöjen avulla. (i) Piirrä kuvaa vastaava alueiden naapuruusgraafi. (ii) Esitä kaikki vaiheet, joiden kautta diskreetti relaksaatio löytää keskenään konsistentit merkinnät kuvan alueille. (iii) Mitä olisi seurannut, jos konsistenttia merkintää kuvan alueille ei olisi löytynyt? Mitä syitä tähän tilanteeseen olisi voinut olla? Kuinka sitten olisi toimittu? (iv) Miten säännöt f. ja g. poikkeavat luonteeltaan muista säännöistä? Mitä tapahtuisi, jos jompi kumpi niistä poistettaisiin? (v) Kuinka probabilistinen relaksaatio eroaa diskreetistä relaksaatiosta? Kuinka tämän tehtävän kuvantulkintaongelman voisi muuntaa probabilistiseksi relaksaatioksi? (vi) Missä muissa konenäön tehtävissä voidaan hyödyntää relaksaatiota? 6p.



- Auto (A) ja tie (T) ovat naapureita.
- Tie ja ruohikko (R) ovat naapureita.
- Ruohikko ja puut (P) ovat naapureita.
- Tie ja puut ovat naapureita.
- Taivas (I) ja puut ovat naapureita.
- Taivas on ylin alue.
- Auto liikkuu.