T-111.4310 Vuorovaikutteinen tietokonegrafiikka
Tentti 14.12.2011

Vastaa kolmeen tehtävistä 1-4 ja tehtävään 5.

1. Selitä lyhyesti mitä seuraavat termit tarkoittavat tai minkä ongelman algoritmi ratkaisee (1p/vastaus)
   (a) Puoliavaruus (engl. half space)
   (b) Alfa-kanava rasterigrafiikassa
   (c) Hermiten käyrä
   (d) Piilopintojen poisto (engl. hidden surface removal)
   (e) Frustum
   (f) Yhdensuuntaisprojektio (engl. parallel projection)

2. (a) Muodosta 3D-muunnokset matriisimuodossa (2p)
   (i) siirto vektorin $(1, 3, 2)$ verran,
   (ii) kierto kulman θ verran y-akselin ympäri,

   Tunnista geometrinen objekti, kun $\mathbf{x}$ kuuluu siihen (1p)

   (iii) $\mathbf{x} = \mathbf{a} + t(\mathbf{b} - \mathbf{a}), \quad 0 \leq t.$

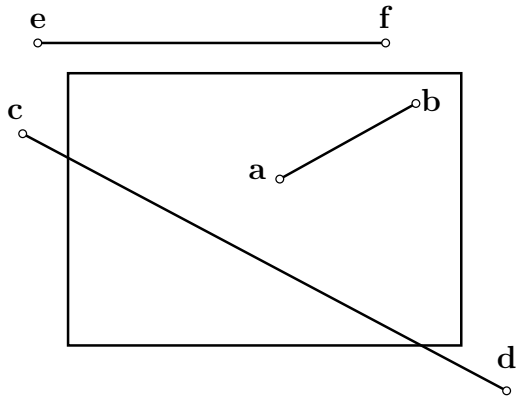
   Tunnista homogeenisilla koordinaateilla operoiva muunnos (1p)

   (iv)
   $$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

   (b) Kuvaa menetelmä ympyrän ja koordinaattiakseleiden suuntaisen laatikon leikkauksen testaamiseksi 2D:ssä. Käytä kuvia apuna. (2p)

3. (a) Mallinna pyramidi kulmapiste-sivu-esityksenä (engl. vertex-face) käyttäen kolmioita. Piirrä kuva tilanteesta. (2p)
   (b) Mitä hyötyä on monikulmioilla mallinnettujen kappaleiden pintaa esittävien monikulmioiden määrittelystä siten että kulmapisteet kiertävät vastapäivään edestä katsottuna? Selitä lyhyesti (1p)
   (c) Mitä sävytystekniikoita käyttäisit realistisen ulkonäön tuottamiseksi pyramidin mallia piirrettäessä, olettaen että halutaan simuloida oikeaa pyramidia tehtävän (a) yksinkertaisella geometrialla? Lyhyt kuvaus tekniikoista ja niiden parametrien määrittelystä riittää. (3p)

4. (a) Kuvaa kuinka joko Cohenin-Sutherlandin aluekoodeja käyttävä algoritmi tai Cyrusin-Beckin algoritmi leikkaa janat suorakaiteen sisälle ao. tilanteessa? (3p)



   (b) Kuvaa lyhyesti käyttäen omaa esimerkkitapausta ja havainnollistavaa piirrosta Sutherlandin ja Hodgmanin monikulmionleikkausalgoritmin toiminta yhden leikkaustason tapauksessa. Tuloksen muodostamisen periaate riittää. (1p)

   (c) Mihin monikulmion tai janojen leikkausalgoritmeja tarvitaan tietokonegrafiikassa? Kuvaa lyhyesti pari esimerkkiä. (2p)

Kirjoita essee jostakin seuraavista aiheista. (6p)

5. (a) Vektorigrafiikka

   (b) Katselutilanteen määrittely 3D-vektorigrafiikassa

   (c) Käyrien mallintaminen

T-111.4310 Vuorovaikutteinen tietokonegrafiikka
Arvostelusta & palautetta 14.12.2011

1. 1p jos oikein, 1/2p jos melkein oikein, 0p väärin. Pyöristetään alaspäin. Kohdittain

   (a) Hypertason (eli suoran, tason, jne.) toisella puolella oleva osa avaruudesta.

   (b) Värikanavan tyyppinen arvo, jota voidaan käyttää määrittelemään miten värit yhdistetään kun kun kuvat laitetaan päällekkäin. Esimerkiksi läpinäkyvyys ja läpikuultavuus toteutetaan alfa-kanavan avulla.

   (c) Formaalisti polynomikäyrä, joka interpoloi ohjauspisteet ja saa ohjauspisteissä määritellyt derivaatan arvot. Riitti vähän epätäsmällisempikin vastaus kunhan derivaattojen rooli tms. tuli esiin.

   (d) Menetelmiä, joilla poistetaan kuvasta pinnat, joiden ei pitäisi näkyä siinä. Esimerkiksi maalarin algoritmi ja syvyyspuskuri. Muutkin vastaukset kävivät, kunhan termin yleisyys kävi ilmi.

   (e) Matemaattisesti kahden yhdensuuntaisen tason väliin jäävä kartion tai sylinterin osa. Grafiikassa yleensä katkaistu pyramidi, joka sisältää näkyvät 3D-objektit. Riitti mainita tämä katseluun liittyvä frustum, jota oikeastaan haettiinkin.

   (f) Projektio, jossa pisteet projisoidaan tasolle yhdensuuntaisia projektiosäteitä pitkin. Projektion, joka säilyttää suorien yhdensuuntaisuuden. Perspektiiviprojektion rajatapaus, jossa projektiokeskus on äärettömän kaukana. Joku em. tyyppinen vastaus riitti.

2. (a) (i)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

   (ii) Tähän kävi myös 3×3-matriisi. Miinusmerkki voi olla myös toisen sinin edessä (vaihtaa kiertosuuntaa), mutta ei kosinissa (muuttaa peilaukseksi)

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

   (iii) Puolisuora (tai säde) pisteestä $\mathbf{a}$ pisteen $\mathbf{b}$ suuntaan (eli suuntavektori on $\mathbf{b} - \mathbf{a}$).

(iv) Perspektiiviprojektio tasolle $z = 1$.

(b) Tämän tehtävän voi tulkita kahdella tavalla. Joko primitiivit ovat täytettyjä tai eivät. Tarkoitus oli tutkia kiekon ja sisäosansa sisältävän suorakaiteen leikkausta, kuten breakout-pelissä, mutta sanamuodon takia myös ratkaisu pelkästään reunat sisältävillä objekteille kävi. Riitti että kuvaus toimi loogisesti.

Yksi helpohko ratkaisu on seuraava. Muodostetaan suorakaiteen ympärille toinen suorakaide, joka saadaan kasvattamalla suorakaiteen reunoja ympyrän säteen verran. Jaetaan tämä suorakaide 9 osaan jatkamalla alkuperäisen suorakaiteen reunaviivoja laajennettuun suorakaiteeseen. Luokitellaan ympyrän keskipiste joihinkin näistä osista. Jos keskipiste on laajennetun suorakaiteen ulkopuolella, niin ei leikkausta. Jos keskipiste on laajennetun suorakaiteen sisäpuolella pysty- tai vaakasuuntaan, niin leikkaavat. Jos keskipiste on nurkkapalassa ja keskipisteen etäisyys vastaavaan alkuperäisen suorakaiteen nurkkaan on pienempi kuin ympyrän säde, niin leikkaavat.

3. (a) Vastauksesta piti näkyä, että kulmapisteet ja sivut esitetään erillisinä taulukkoina ja että sivut annetaan kulmapistetaulukon indekseinä. Geometrian piti lisäksi olla oikein, mutta kolmioiden kiertosuuntiin ym. ei puututtu.

(b) Takasivun poisto. Jokin muu perusteltu syy hyväksyttiin (esim. winged-edge malli). Kiertojärjestyksen perusteella tiedetään kumpi puoli monikulmiosta on suljetusta mallista ulospäin.

(c) Kolme erilaista perusteltua tekniikkaa. Esimerkiksi teksturointi, valaistus, kuhmutus. Yhden tekniikan selittämisestä yksityiskohtaisemmin pystyi saamaan 2 pistettä.

4. (a) Cohenin-Sutherlandin algoritmissa piti tulla esille jako alueisiin, aluekoodien käyttö, leikkaaminen reunasuora kerrallaan ja päätepisteiden luokittelu leikkauksen jälkeen (että voidaan välttää hyvissä tapauksissa leikkauksia). Pikahyväksyntä (ab) ja -hylkäys (ef). Jos joku näistä asioista jäi epäselväksi, niin vähennettiin pisteitä.

Cyrusin-Beckin algoritmin tapauksessa piti selvitä että leikkaus tehdään reunasuora kerrallaan, leikkaus rajoittaa parametriväliä ja että leikkauspisteet lasketaan vasta kun on leikattu kaikilla suorilla.

(b) Kuljetaan monikulmion kärkipisteet järjestyksessä. Säilytetään sisäpuoliset ja poistetaan ulkopuoliset kärkipisteet. Kun ylitetään reuna lisätään reunanylityspiste (clip vertex). Tehtävässä kysyttiin yhden leikkaustason tapausta, ei suorakaidetta.

(c) Tässä haettiin monimutkaisempien leikkausalgoritmien sovelluksia, mutta myös primitiivien leikkausten sovellukset kelpasivat. Algoritmeille sovelluksia: Primitiivien leikkaaminen näyttöalueelle ennen piirtoa. Monikulmioiden pilkkominen BSP-puun generoinnissa. Näkyvän alueen laskenta. Leikkaustestit. Aukileikkauskuvat ym. (1p / olennaisesti erilainen sovellus)

5. Esseiden arvioinnissa on kiinnitetty huomiota aiheen hallintaan ja esseen laajuuteen. Arviointi perustuu kokonaiskuvaan esseestä asteikolla 6: kiitettävä, 5: erittäin hyvä, 4: hyvä, 3: tyydyttävä, 2: välttävä, 1: jotain aiheeseen liittyvää paperilla. Kiitettävään esseen pitää muodostaa ehjä hyvin kirjoitettu kokonaisuus aiheesta, erittäin hyvässä saa olla pieniä puutteita kieliasussa/selkeydessä tai pieniä asiavirheitä, hyvässä sai olla hieman enemmän virheitä. Tyydyttävä voi olla suppea esitys aiheesta, joka on kuitenkin esseemuodossa. Olennaista oli loogisesti etenevä ja perusteleva argumentointi jossa käsitellään riittävän laajasti aihetta. Esitettyjen faktojen lukumäärää ei erikseen laskettu, eikä se ole esseen tarkoituskaan.