

T-110.1100 Johdatus tietoliikenteeseen ja
multimediatekniikkaan

Tietokonegrafiikka

Tapio Takala / Lauri Savioja
Teknillinen korkeakoulu
Mediatekniikan laitos



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 1



Oppimistavoitteet

- Tietokonegrafiikan peruskäsitteistön tunteminen
- Kyky keskustella alan laitteista esim. näytönohjaimista
- Tietokoneanimaation peruskäsitteitä
- Näkemys nykyisiin tietokonegrafiikan mahdollisuuksiin



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 2



Sisältö

- Historiaa, sovelluksia
- Syöttö- ja näyttölaitteita
- 2D ja 3D grafiikka
- Muutamia teknisiä aiheita
 - Z-puskuri
 - Antialiasointi
 - Teksturoidi
- Grafiikan tehokkuus
- Tietokoneanimaation perusteita
- Videosimerkkejä



Mitä on tietokonegrafiikka ?

- Visuaalisen informaation käsittelyä tietokoneella
- Perinteinen kolmijako
 - kuvan tuottaminen (tietokonegrafiikka)
 - kuvan käsittely (image processing)
 - kuvan tunnistaminen, kuva-analyysi
- Vuorovaikutteinen (interactive) grafiikka
 - Käyttäjä voi vaikuttaa kuvan syntymiseen tai kuvan kautta vaikuttaa muuhun toimintaan



Grafiikan käytön kehittyminen

- Alkuaikoina 50-luvulla vain tutkimus- ja sotilaskäytössä
- 60-luvulla hyötykäyttöön, suunnittelu (lentokoneet, mikropiirit) ja koulutus (lentosimulaattorit)
- 70-luvulla laajempaa teollista, esim. Videopelit, esitysgrafiikka (esim. Sääkartat)
- 80-luvulla laitteet halpenivat, mikrot, pelit, desktop publishing
- 90-luvulla tehokkaita erikoisprosessoreita, VR, www
- 2000-luku, grafiikka vakiona myös kotikäytössä, virtuaalinäyttelijät elokuvissa, multimodaalisuus, jne...



TERVEISTEIDEN TUTKIMUSKESKUS

T-110.1110 / 5



Mihin käytetään

- CAD
 - piirtämisen automatisointi, kuvien arkistointi
 - mekaaninen teknologia
 - muotoilu ja mitoitus
 - kinematiikka ja dynamiikka (FEM)
 - valmistuksen suunnittelu (CAM) ja tuotannon ohjaus
 - elektroniikka
 - systeemi- ja piirikaaviot
 - looginen ja sähköinen analyysi
 - panetut piirit (VLSI)
 - arkkitehtuuri ja rakennustekniikka
 - kartoitus, GIS, maastomallit
 - rakennussuunnittelu, sähkö- ja LVI-suunnittelu



TERVEISTEIDEN TUTKIMUSKESKUS

T-110.1110 / 6



Mihin käytetään (jatkuu)

- Esitysgrafiikka, havainnollistaminen
 - Tietoaineiston olennaisten piirteiden korostaminen
 - kuva kertoo enemmän kuin 1000 sanaa
 - kuvan esittämiseen tarvitaan miljoona sanaa
 - ongelmia
 - N-ulotteisen datan esittäminen
 - kiinnostavien pisteiden tunnistaminen
 - tilastokuvat, vertailut, trendit, ääriarvot, kriittiset pisteet
 - ajoitusdiagrammit, projektikaaviot
 - tieteellinen visualisointi
 - mittaustuloksen esittäminen
 - systeemien ja ilmiöiden mallintaminen ja simulointi
 - fysiikka, geologia, meteorologia, astronomia, kemia, jne.



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 7



Mihin käytetään (jatkuu)

- Taide- ja graafinen teollisuus
 - Teollinen muotoilu, vaatesuunnittelu
 - sisustusarkkitehtuuri
 - kuvataide, taiteilijan uusi media / uusia työkaluja
 - kirjapainot vs. elektroninen sanomalehti
 - elokuva ja video
 - videopelit, viihde
 - kokeellinen taide, multimediainstallaatiot



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 8



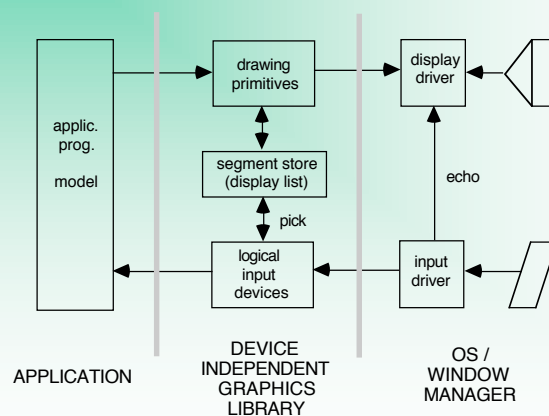
Mihin käytetään (jatkuu)

- Käyttöliittymät
 - Yksinkertaistaa tekstinäytön käyttöä, kursori
 - WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointers)
 - laitteiden ja laitosten ohjaus ja valvonta
 - koulutus: lento- ja autosimulaattorit, avaruuslentojen suunnittelu, teollisuuslaitokset (ydinvoimalat)
- Kuvankäsittely
 - kuvien ehostaminen
 - piirteiden korostaminen ja luokittelu
 - sisällön tunnistaminen
 - konenäkö
 - kuvien venytys (warping, morphing)



Grafiikkajärjestelmä

- Sovellus – Laiteriippumaton osa – työasema
- Input – Output



Väri

- Tyypillisen esitystapa kolmekomponenttinen puna-viher-sini (RGB)
- Paperitulosteissa CMYK (cyan – magenta – yellow – black)
- Taiteilijan intuitiivinen värimalli HSV (hue – saturation – value)
- Alpha-kanava läpinäkyvyydelle

<http://fi.wikipedia.org/wiki/RGB>



Graafiset näyttölaitteet

- Näyttöjen ominaisuuksia
 - Hetkellinen näyttö / pysyvä kuva (hardcopy)
 - Eri tekniikoita
 - kuvaputki (CRT), nestekide (LCD), plasma ...
 - tarkkuus (resoluutio)
 - koko näytön pisteiden määrä (esim. 800 x 600)
 - pisteiden määrä / pituusyksikkö (esim. 300 dpi)
 - värit mustavalkea -> 8...256 väripaletti ->täysväri (2^{24})
 - viivakuvat / rasteripinnat
 - virkistystaajuus
 - ergonomia: käyttöasento, välkkyvyys, värikontrasti, jne.



Syöttölaitteita

- Näppäimistö
- Hiiri
- Joystick
- Trackball / spaceball
- Data-hanska
- Valokynä
- Kosketusnäyttö
- Piirtotabletti
- Ratti
- Paikannuslaitteet
- Videokamera



TEKNIILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 13



2D ja 3D

- 2D
 - normaali piirtäminen ja esitysmateriaali
 - käyttöliittymät
 - kevyttä, helppoa
 - kuvankäsittely
 - tasot (layers) lisäävät dimensioita
- 3D
 - oikea maailma
 - pelit + leffat
 - geometriset mallit, valaistus
 - raskaampaa, hieman vaikeampaa
 - projisoitava 2D näyttölaitteille

http://en.wikipedia.org/wiki/3D_computer_graphics



TEKNIILLINEN KORKEAKOULU

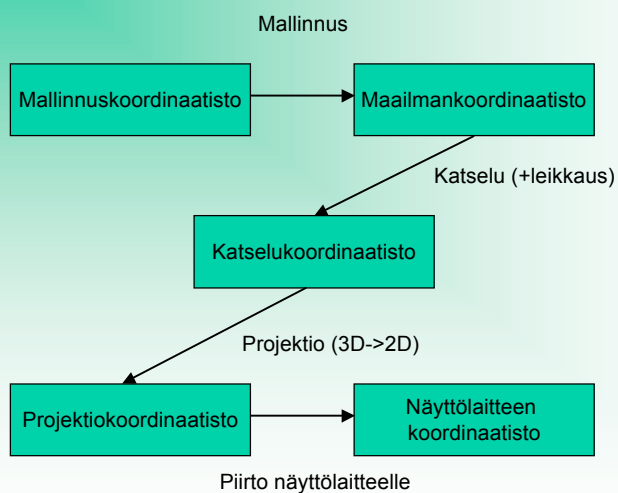
T-110.1110 / 14



Kuvan tuottaminen 3D-mallista

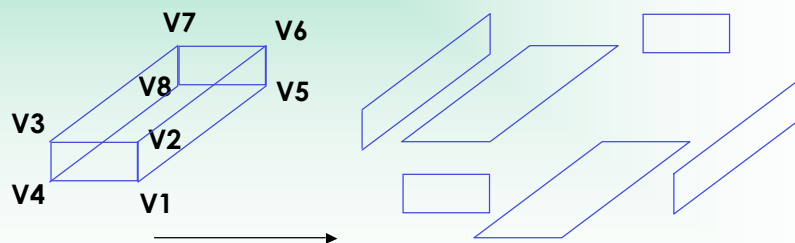
http://education.siggraph.org/resources/cgsource/instructional-materials/slide-sets/data/1991_shutterbug/

3D -> 2D



Käsitteitä

- Pixel
- Vertex – Edge - Polygon



TEKNIILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 17



Z-puskuri

- Kuvassa pitää kunkin pixelin kohdalla näkyä aina lähinnä kameraa oleva esine kussakin suunnassa.
- Maalarin algoritmi – piirtojärjestys määrätään etukäteen
- Z-puskuri – tallennetaan syvyysinformaatio piirretyistä pixeleistä

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Z-puskurointi>

```
for each polygon P
  for each pixel (x, y) in P
    compute z_depth at x, y
    if z_depth < z_buffer(x, y) then
      set_pixel(x, y, color)
      z_buffer(x, y) <= z_depth
```



TEKNIILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 18



Valaistusmallit

- Peiliheijastus – diffuusiheijastus – ambientti valo [demo]

<http://www.cs.princeton.edu/~min/cs426/classes/light.html>

- Lokaalit mallit – pinnat eivät vaikuta toisiinsa

- per polygon - flat
- per vertex – Gouraud
- per pixel - Phong

http://en.wikipedia.org/wiki/3D_rendering

- Globaalit mallit – kaikki vaikuttaa kaikkeen

- säteenseuranta: kiiltäville pinnoille
- radiositeetti: sisätiloille
- ei reaaliaikaisia

http://en.wikipedia.org/wiki/Global_illumination



TEKNIINEN TUTKIMUSKESKUS

T-110.1110 / 19



Teksturointi

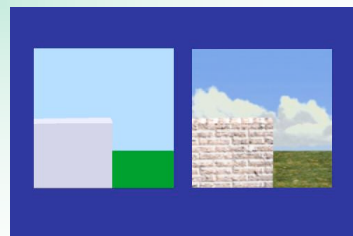
- Materiaalien pintaominaisuudet

- väri
- tekstuuri

<http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/mapping/surface0.htm>

- Tekstuuri

- 2D kuva – bittikartta, joka levitetään päällystettävälle pinnalle
- vrt. tapetointi
- kuviointi
- pinnan muoto
 - bump map
 - displacement map
- Environment map
- 3D tekstuuri - kuvanveisto



TEKNIINEN TUTKIMUSKESKUS

T-110.1110 / 20



Antialiasointi

- Aliasoituminen rasterikuvien ongelma
- Johtuu liian pienestä näytteenottotaajuudesta
- Näkyy
 - portaittaisina viivoina
 - tekstuurien hajoamisena
- Kuinka käsitellään osittain läpinäkyvät pinnat ?

www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/aliasing/alias2a.htm



TERVEYSTIETEIDEN TUTKIMUSKESKUS

T-110.1110 / 21



Grafiikan tehokkuus

- Piirtoteho kolmioita (tai pikseleitä) sekunnissa (fill rate)
- Mallien koko
 - monikulmioiden määrä
 - materiaalit
 - tekstuurit
 - läpinäkyvyydet
- Valaistusmallit



TERVEYSTIETEIDEN TUTKIMUSKESKUS

T-110.1110 / 22



Tietokoneanimaatio

- Frame buffer - double buffering
- Avainkuvat (keyframes)
 - Interpolointi
 - 2D vs. 3D
- Kinematiikka (suora ja käänteinen)
- Fysikaalinen mallintaminen
- Biologinen mallintaminen
 - yksilö
 - ryhmä
 - kasvit
- Käyttäytymismallit ja keinoelämä

www.tml.hut.fi/Opinnot/T-111.030/2005/gallery/compositions



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 23



<http://www.genarts.com/karl/>

Evolved Virtual Creatures

Karl Sims



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

T-110.1110 / 24

