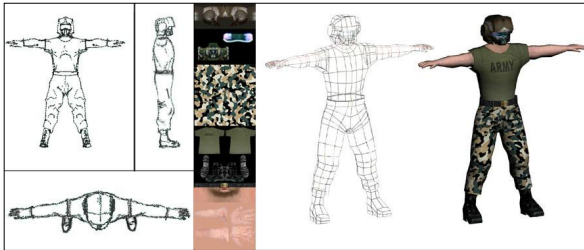


3D-mallinnus ja teksturointi tietokonepeleissä

Markus Palviainen



Johdantoa aiheeseen

- n Graafikko sekoitus taitelijaa ja teknistä tuntijaa
 - n Graafikolla oltava visuaalista näkemystä asioihin ja hänen pitäisi pystyä luomaan grafiikkaa joka ilmaisee pelin tunnelman...
 - n ... mutta toisaalta hänen täytyy tuntea paljon eri menetelmiä, niiden vahvuudet ja heikkoudet...
 - n ... ja myös pelimoottori sekä laitteisto asettavat tiettyjä rajoituksia grafiikan luomisessa, joten ne on otettava huomioon.
- n 3D-grafiikan luonti tietokoneella vaatii melko paljon teknistä tietämystä
 - n On olemassa iso joukko erilaisia tapoja luoda malleja, joilla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa.
 - n Mallin ulkokuoren tekeminen, eli teksturointi on usein ei-triviaali urakka ja vaatii monien eri menetelmien käyttöä ja hienosäätöä.

Johdantoa aiheeseen

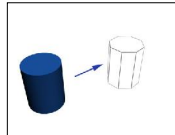
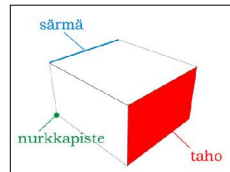
- n 3D-mallinnus
 - n Luodaan mallinnettavalle kohteelle muoto eli rautalankakehikko.
 - n Mallinnusmenetelmiä on lukuisia. Tässä esitelmässä esitellään tietokonepeleissä enemmän käytettyjä.
 - n Esitellään myös hieman mallin luomisprosessia.
- n Teksturointi
 - n Luodaan mallille ulkokuori.
 - n Sisältää kaksi vaihetta, joista ensimmäisessä luodaan tekstuurikartta ja toisessa vaiheessa asetetaan tämä mallin pinnalle.
 - n Esitellään tietokonepeleissä käytettyjä tekstuurikarttoja, sekä menetelmiä asettaa se mallin pinnalle.
- n Asioissa ei mennä teknisiin yksityiskohtiin
 - n Vaan pyritään tuomaan esille eri menetelmien vahvuuksia ja heikkouksia.

3D-mallinnus

- n Useita eri tapoja digitalisoida mallinnettava kohde
- n Mallin luominen koodaamalla
 - n Periaatteessa mahdollista luoda mitä vain. Käytännössä liian hidas tapa ja monimutkaisen mallin luominen vaikeaa.
- n 3D-mallinnusohjelmat
 - n Yleinen tapa luoda malleja.
 - n Esimerkkeinä 3D Studio Max ja Maya.
 - n Tehokkaita käyttää ja sisältävät valtavan määrän ominaisuuksia...
 - n ... ja siksi vaativat melkoisesti opetteluä.
- n Muut menetelmät
 - n Kolmiulotteinen muotoilu
 - n BSP-mallinnus
 - n Takaisinmallinnus

Mallintaminen polygoneilla

- n Polygoni muodostuu joukosta tahoja (face), tahot muodostuvat särmistä (edge) ja särmät nurkkapisteistä (vertex).
- n Polygonit esitetään nurkkapisteiden avulla
- n Polygoneilla voidaan periaatteessa approksimoida mitä tahansa esinettä.
 - n Esimerkiksi viereisessä kuvassa approksimoidaan polygonilla sylinteriä.
 - n Esineen tarkkuus riippuu käytettyjen nurkkapisteiden ja särmien määrästä.

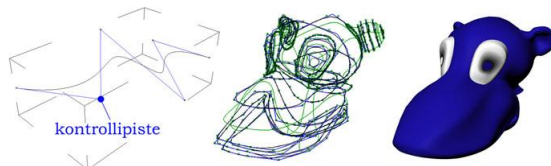


Mallintaminen polygoneilla

- n Polygonit ovat käytetyin mallinnustapa tietokonepeleissä.
- n Polygonien vahvuutena on niiden helppo muunneltavuus.
 - n Malliin on helppo tehdä lisäyksiä, poistoja ja muunnoksia.
 - n Polygonimallin rakenne on helppo hahmottaa.
- n Polygonien heikkoutena kulmikkuus ja kiinnitetty tarkkuus.
 - n Kaarevat pinnat tuottavat ongelmia.
 - n Vaihdettaessa tarkkuutta, mallista joudutaan luomaan useita erillisiä versioita. Tavallisesti lähdetään tarkimmasta mallista, jonka tarkkuutta pienennetään.
- n Laatikkomallinnus (Box Modelling)
 - n Nimensä mukaisesti lähdetään liikenteeseen yksinkertaisesta kappaleesta, kuten laatikosta, jota lähdetään laajentamaan ja muuntamaan.
 - n Varsin yleinen tapa luoda malleja.

NURBS-pinnat

- n NURBS = Non Uniform Rational Basis Spline
- n NURBS-pinnat muodostuvat joukosta kaarevia NURBS-käyriä
- n NURBS-käyrän muodon määrää joukko kontrollipisteitä (Control Vertices).



NURBS-pinnat

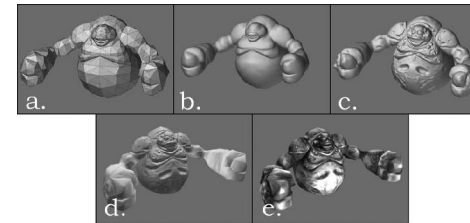
- n NURBS-pinnat soveltuvat hyvin orgaanisten asioiden mallintamiseen
 - n Ihmiset, eläimet, kasvit,...
- n NURBS-pinnoilla mallinnusta käytetään paljon filmitieteellisyydessä.
 - n Peliteollisuudessa käyttö vähäistä.
 - n Käyttökelpoisia tietokonepelien esirenderöidyissä välianimaatioissa.
- n Vahvuutena kaarevuus ja riippumattomuus tarkkuudesta.
- n NURBS-pinnoilla mallinnus on vaikeampaa mitä polygoneilla.
- n Huonona puolena myös se, että NURBS-pinnat ovat laskennallisesti raskaampia kuin polygonit.

Kolmiulotteinen muotoilu

- n Kolmiulotteinen muotoilu (3D sculpting) on mallinnustapa, jossa mallia muokataan sivellintyökaluilla samaan tapaan kuin perinteisissä piirto-ohjelmissa (esim. Adobe Photoshop).
- n Esimerkkiohjelma: ZBrush
- n Näppärä tapa luoda malliin yksityiskohtia.
- n Tehokas tapa luoda normaalikarttoja (Normal maps).
 - n Tuodaan matalatarkkuuksinen malli muotoilun tekevään ohjelmaan.
 - n Muutetaan malli hyvin tarkaksi objektiverkoksi.
 - n Luodaan työkaluilla yksityiskohtia tarkkaan malliin.
 - n Muodostetaan muutetun tarkan mallin perusteella normaalikartta, joka viedään matalatarkkuuksisen mallin päälle.

Kolmiulotteinen muotoilu

- n Esimerkki: Normaalikartan luonti
 - n (a) Matalatarkkuuksinen malli.
 - n (b) Muotoilua varten luotu tarkka malli.
 - n (c) Muotoilun lopputulos.
 - n (d) Matalatarkkuuksinen malli, johon lisätty normaalikartta.
 - n (e) Lopputulos, johon lisätty normaalikartta ja tekstuuri.



Takaisinmallinnus

- n Takaisinmallinnuksessa (Reverse Engineering) digitalisoidaan reaali maailman kappale jollain lukijalla.
 - n Laser skannerit, Optiset skannerit.
- n Digitalisoitu malli vaatii yleensä jälkikäsitteilyä mallinnusohjelmalla.



BSP-mallinnus

- n BSP (Binary Space Partitioning) = tapa organisoida dataa.
- n Monet FPS-pelit käyttävät BSP-mallintamalla tehtyjä kenttiä.
 - n Esim. Quake III ja Unreal Tournament
 - n Kentät yleensä sisätiloja.
 - n Peleihin on saatavilla kenttien tekemiseen tarkoitettuja editoreita.
- n Varsin helppo tapa luoda kenttiä.

Mallintamisen vaiheet

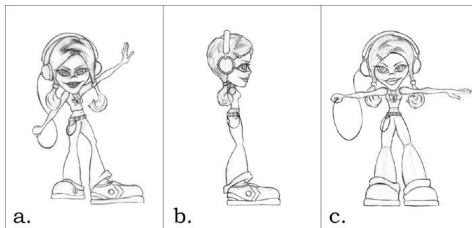
- n Mallin luominen mallinnusohjelmalla:
- n Mallin luominen lähtee luonnoskuvista ja taustamateriaalista
 - n Piirtämällä tai valokuvaamalla luodut luonnoskuvat helpottavat mallin luomista.
 - n Joistain esineistä, kuten autoista tai lentokoneista kannattaa kerätä mahdollisimman paljon taustatietoa, kuten fyysiset mitat.
- n Mallista tehdään yleensä ensin karkeampi versio, jota lähdetään tarkentamaan ja hienosäätämään
 - n Karkeampaan versioon on helpompi tehdä suurempia muutoksia.
- n Lopputuloksen tarkistelu
 - n Näyttääkö joka suunnasta hyvältä?
 - n Vangitsee kohteensa tunnelman?
 - n Ulkopuolisen arviointi.

Luonnoskuvien käyttö

- n Luonnoskuvat tukena mallinnusta tehtäessä
 - n Helpompi lähteä liikkeelle kuin tyhjältä pöydältä.
 - n Auttavat pysymään oikeissa mitoissa ja mittasuhteissa.
- n Kuvat kannattaa piirtää tai valokuvata ortogonaalisista suunnista
 - n Edestä, takaa, ylhäältä ja sivuilta
 - n Mallinnusohjelmien työskentelynäkyvät ovat samoista suunnista ja luonnoskuvat ovat yleensä työskentelynäkymän taustalla.
- n Hahmon oikea asento
 - n Poseeraava kuva kertoo hahmon persoonallisuuden, mutta ei välttämättä ole hyvä mallinnuksen apuna.
 - n Mallinnuksessa suositetaan Da Vincin –asentoa, jossa hahmon kädet on suoraan sivuilla.

Luonnoskuvien käyttö

- n Esimerkki kuvasta, jossa hahmo poseeraa, sekä mallinnuksessa käytettävistä kuvista
 - n Kuvat (b) ja (c) käyttökelpoisia mallia luodessa.



Mallien tarkkuus

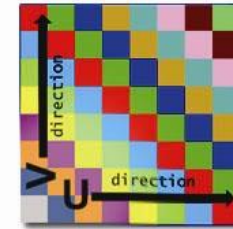
- n Kuinka tarkaksi malli tehdään, riippuu pelimoottorista ja laitteistosta
 - n Esirenderöidyissä välianimaatioissa voidaan huolettomammin käyttää suurta tarkkuutta.
- n Mallin tarkkuuteen vaikuttaa myös se, miten näkyvää osaa peliä se on
 - n Esimerkiksi monissa autopeleissä auton takaosa on varsin näkyvä osa peliä, joten sen mallintamiseen kannattaa panostaa enemmän.
 - n Pelissä taustalla tai kaukana näkyvästä oleviin kappaleisiin riittää pienempi tarkkuus.
- n Kappaleen eri osat voivat vaatia enemmän tarkkuutta
 - n Esimerkiksi ihmistä mallinnettaessa joudutaan käsiin ja naamaan käyttämään enemmän detaljeja.

Teksturointi

- n Pelkkä muoto ei riitä mallille – sillä täytyy olla myös ulkokuori
- n Teksturointi sisältää kaksi vaihetta
 - n Ensimmäisessä vaiheessa luodaan tekstuurikartta.
 - n Toisessa vaiheessa luotu tekstuurikartta sijoitetaan mallin pinnalle menetelmällä nimeltä pintakuviointi.
- n Teksturointi varsin tärkeä osa mallin luomisesta
 - n Tekstuurin sovittava hyvin malliin.
 - n Huono teksturointi voi pilata hyvänkin mallin...
 - n ... ja toisaalta hyvällä teksturoinnilla voidaan paikata matalaresoluutioiden mallin puutteita.

Tekstuurikartat

- n Esitellään muutama peleissä yleisemmin käytettävä tekstuurikartta
- n Tekstuurikartat voivat olla joko yksi-, kaksi- tai kolmiulotteisia
 - n Peleissä yleisesti käytetään kaksikulotteista karttaa joka muodostetaan kuvatedostosta
- n Tekstuurikartat muodostuvat tekstuurielementeistä eli tekseleistä (Texel)
 - n Analogia: Kuvatiedoston pikseli
 - n Kaksikulotteisessa tapauksessa U- ja V-koordinaatit ilmoittavat tekselein paikan tekstuurilavaruudessa.

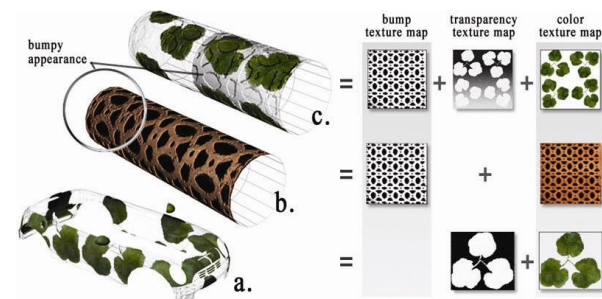


Tekstuurikartat

- n Värikartat
 - n Värikartat (Color maps) kertovat millä värillä mikäkin kohta mallia väritetään.
 - n Yleensä värikartta muodostetaan kuvatedostosta. Esimerkiksi valokuva tiiliseinästä.
- n Läpinäkyvyyskartat
 - n Läpinäkyvyyskartan (Transparency maps) harmaasävyarvot kertovat läpinäkyvyyden (musta väri on täysin läpinäkyvä).
 - n Esimerkiksi lehti voidaan mallintaa pelkällä tasolla, käyttämällä läpinäkyvyyskarttaa jossa, lehden ulkopuolinen osa on väritetty mustalla.
- n Painaumakartat
 - n Painaumakartan (Bump maps) harmaasävyarvot muodostavat kappaleen pintaan painauman muuttamatta itse mallia.
 - n Hyvä tapa lisätä yksityiskohtia ilman, että mallista tulee monimutkaisempi.

Tekstuurikartat

- n Esimerkki tekstuurikarttojen käytöstä

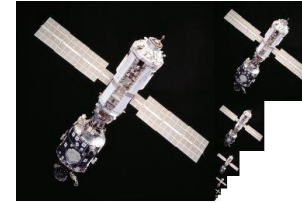


Tekstuurikarttojen luominen

- n Tietokonepeleissä luodaan yleensä kuvatiedostojen pohjalta
- n Visuaalinen ilme määrää miten luodaan
 - n Photorealistisessa ilmeessä kannattaa suosia valokuvia
 - n Sarjakuvamainen ilme voitaisiin saavuttaa piirretyillä ja maalatuilla kuvilla
- n Värikarttoihin halutaan harvoin sisällyttää ulkopuolista valaistusta
 - n Auringonvalon tai muun kirkkaan valon synnyttämät heijastukset ja varjot.
 - n Valokuvaaminen neutraalissa valaistuksessa
 - n Kuvien retusointi jälkikäteen kuvankäsittelyohjelmilla
- n Tekstuurikarttojen luonnissa otettava huomioon myös tehokkuusvaatimukset
 - n Tekstuurikarttojen koko
 - n Mipmapping ja Tiling

Mipmapping

- n Generoidaan tekstuurikartasta useita eri kokoisia versioita
- n Näytetään niitä sen mukaan, kuinka läheltä kappaletta tarkastellaan
- n Vähentää laskentaa



Tiling

- n Suuren tekstuurikartan sijasta näytetään pientä tekstuurikarttaa toistuvasti
- n Voidaan käyttää mm. ruohokenttään tai tiiliseinään.
- n Tekstuurikartan oltava reunoiltaan jatkuva, muuten se näyttää koostuvan pienemmistä neliöistä.

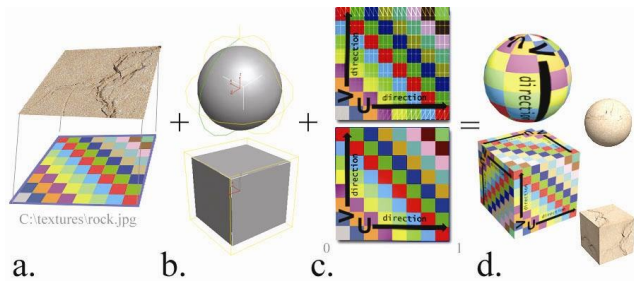


Pintakuviointi

- n Pintakuviointi (Texture mapping) on menetelmä, jolla tekstuurikartan tekstelit kuvataan mallin pinnalle
- n Tekstuurikartan kuvaus mallin pinnalle vaikea tehtävä
 - n Usein mahdoton saada täysin oikein mallin pinnalle.
- n Yleinen tapa on kuvata tekstuurikartta ensin jonkin geometrisen kappaleen ympärille ja projisoida siitä mallin päälle
 - n Taso, laatikko, pallo ja sylinteri.
 - n Mallin pintakuviointiin käytetään yleensä montaa eri geometrista kappaletta.
 - n Vaatii usein myös hienosäätöä.
 - n Monissa 3D-mallinnusohjelmissa on mahdollisuus muokata näitä geometrisiä kappaleita kuten tavallista objektia. Tätä objektia kutsutaan Gizmoksi.

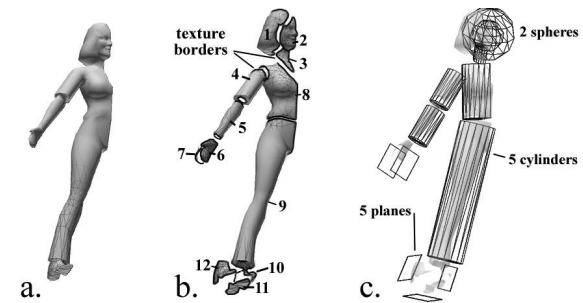
Pintakuviointi

- Esimerkki projektiosta



Pintakuviointi

- Esimerkki hahmon pintakuviinnista

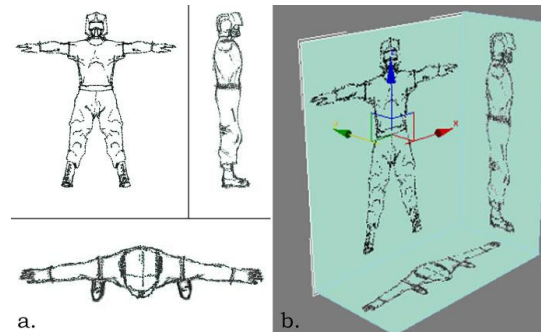


Helikopteripilotin luominen

- Luodaan helikopteripilotti luonnoskuvien perusteella ja teksturoidaan se
- Näytetään esimerkin valossa kuinka edellä käytyjä menetelmiä sovelletaan käytännössä
- Laatikkomallinnus polygoneilla
- Mallinnus ja teksturointi tehdään 3ds Max 8 -ohjelmistolla.

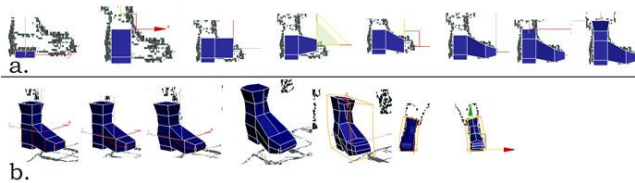
Helikopteripilotin mallinnus

- Luonnoskuvat ja niistä muodostettu kehikko mallinnusta varten



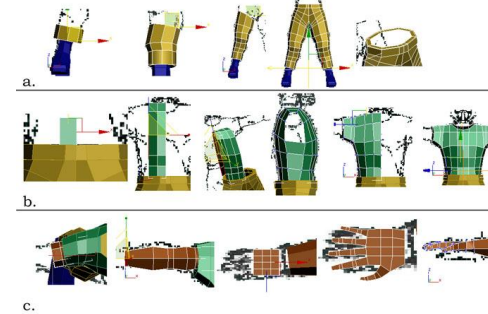
Helikopteripilotin mallinnus

- n Kengän luonti ja mallin tarkentaminen



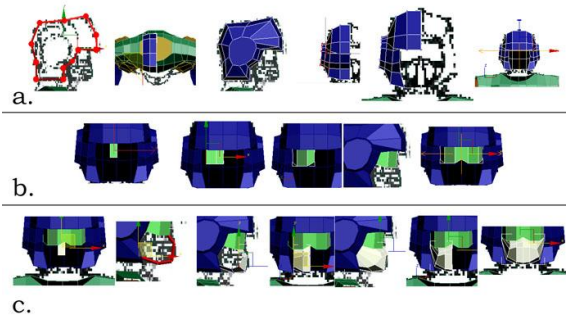
Helikopteripilotin mallinnus

- n Housujen, paidan ja käsien luonti



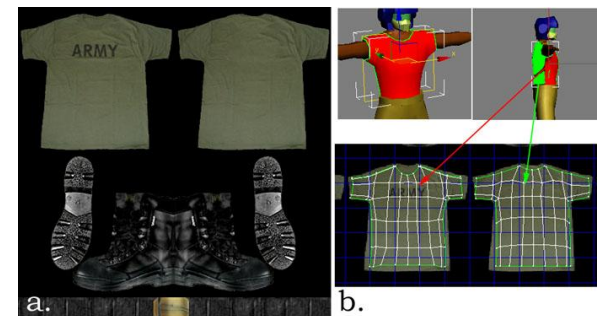
Helikopteripilotin mallinnus

- n Kypärän, visiirin ja maskin luonti



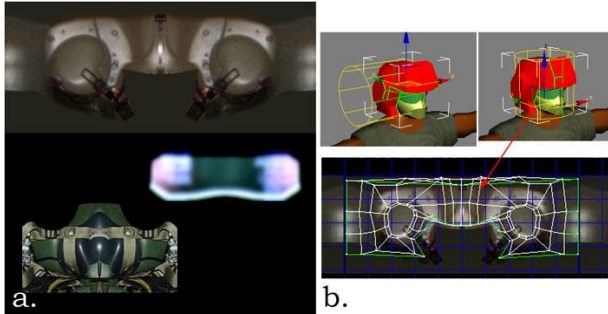
Helikopteripilotin teksturointi

- n Paidan teksturointi



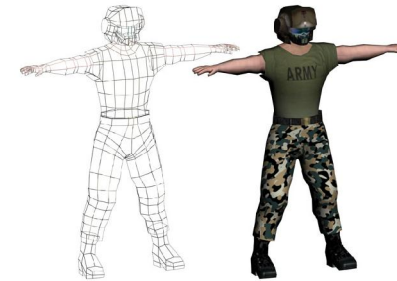
Helikopteripilotin teksturointi

n Kypärän teksturointi



Helikopteripilotin luominen

n Valmis malli



That's all folks