

Kolmiulotteinen tietokonegrafiikka ja valaistusmallinnus

Miko Mynttinen

Tietojenkäsittelytieteen laitos
Helsingin yliopisto

17.4.2015

Johdanto

Mitä esitelmässä käsitellään

- ▶ Valaistusmallinnus on tärkeä osa todennukaisuuteen pyrkivää tietokonegrafiikkaa.
- ▶ Kaikki näkeminen on valon heijastumista.
- ▶ Epärealistiset valot ja varjot paljastavat helposti näkymän keinotekoisuuden.

Johdanto

Esitelmän rakenne

Kolmiulotteisen tietokonegrafiikan perusteet

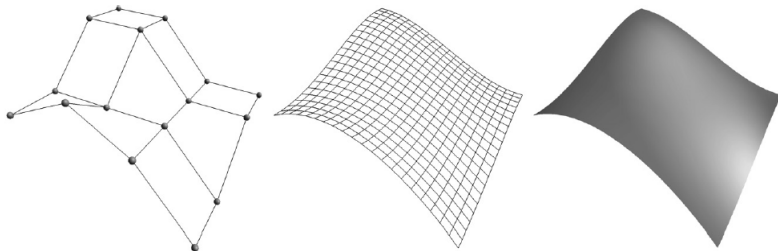
Miten tietokonegrafiikkaa tuotetaan?

Phongin valaistusmalli

Bui Tuong Phongin kehittämän valaistusmalli ja valaistussyhtälö.

Kolmiulotteinen tietokonegrafiikka

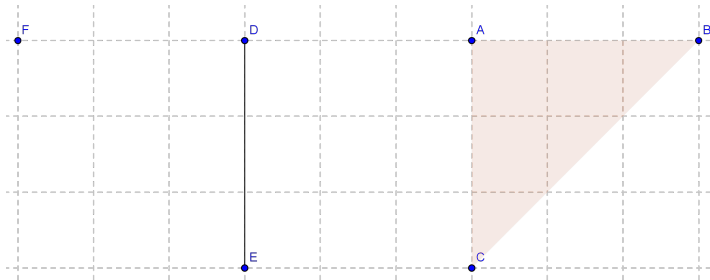
- ▶ Tietokonegrafiikka on kuvien tuottamista tietokoneella.
- ▶ Kolmiulotteinen tietokonegrafiikka pohjautuu kolmiulotteisiin malleihin tai yhtälöihin.



Kuva: Bézier-pinta. [AMHH08]

Mallinnus

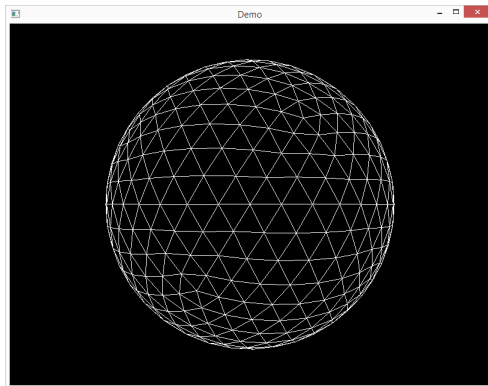
Piirtoprimitiivit



Kuva: Pisteet, viivat ja kolmiot ovat piirtoprimitiivejä.

Mallinnus

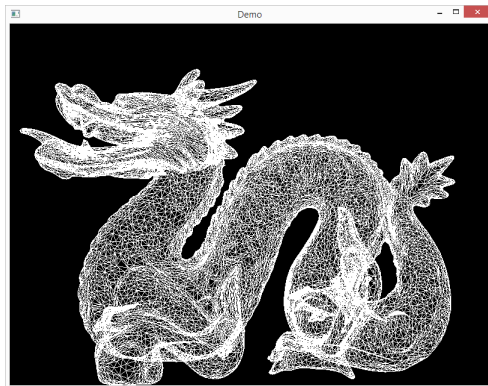
Monikulmioverkot, yleisin tapa mallintaa kappaleita



Kuva: ~ 4000 kolmiota.

Mallinnus

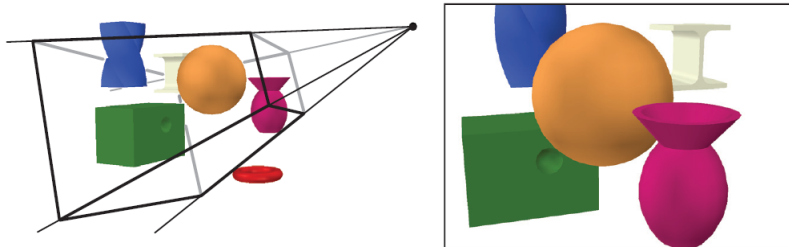
Monikulmioverkot, yleisin tapa mallintaa kappaleita



Kuva: ~ 300000 kolmiota.

Renderöinti

Määritelmä



Kuva: Virtuaalinen kamera. [AMHH08]

Renderöinti tarkoittaa kuvan tuottamista kolmiulotteisesta mallista.

Renderöinti

Geometriavaihe

Geometriavaiheessa määritetään renderöitävät mallit ja projisoidaan ne kaksiulotteiselle tasolle.

- ▶ Mallien kääntö, skaalaus ja siirto.
- ▶ Perspektiiviprojektio.
- ▶ Näkymän rajausta.

Renderöinti

Rasterointivaihe

Rasterointivaiheessa määritetään pikselien värit.

- ▶ Näkyvyyden määrittäminen.
- ▶ Pikseleiden värin määrittäminen väripuskuriin.
- ▶ Väripuskurin kopiointi näytölle tai tiedostoon.

Phongin valaistusmalli

Määritelmä

Valaistusmalli

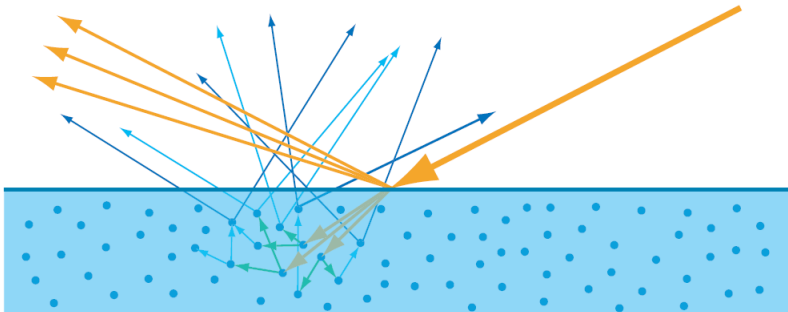
Valaistusmalli mallintaa valon käyttäytymistä.

Phongin valaistusmallin komponentit

- ▶ Ambientti valo.
- ▶ Diffuusisti heijastunut valo.
- ▶ Spekulaarisesti heijastunut valo.

Phongin valaistusmalli

Valon heijastuminen

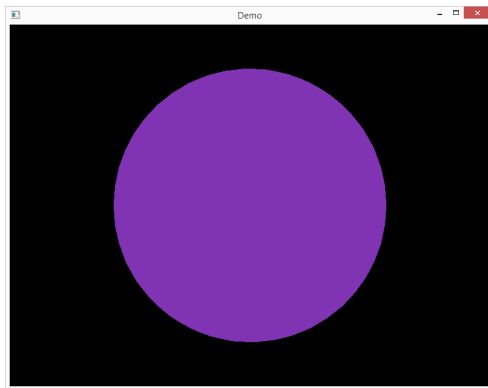


Kuva: Valon heijastuminen pinnasta. [AMHH08]

Phongin valaistusmalli

Ambientti valo

Mallintaa valon heijastumista pintojen välillä.

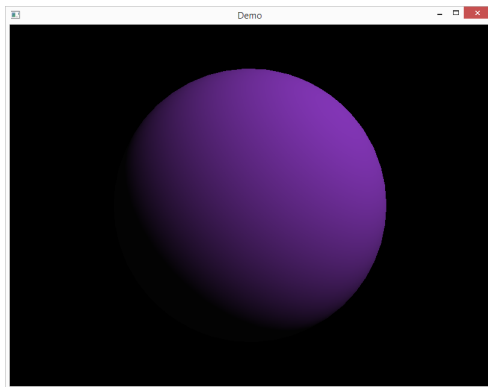


Kuva: Pelkkä ambientti valo.

Phongin valaistusmalli

Diffuusisti heijastunut valo

Mallintaa kaikkiin suuntiin heijastunutta valoa.

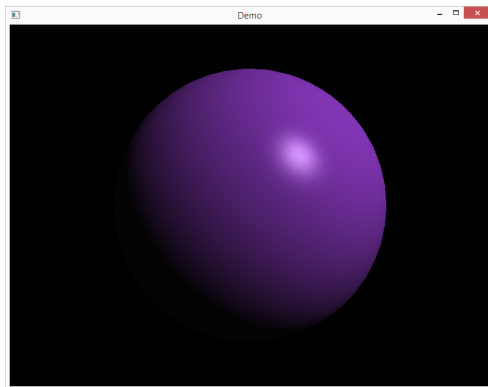


Kuva: Ambientti ja diffuusisti heijastunut valo.

Phongin valaistusmalli

Spekulaarisesti heijastunut valo

Mallintaa näkymän katsojan suuntaan heijastunutta valoa.



Kuva: Ambientti, diffuusisti ja spekulaaresesti heijastunut valo.

Phongin valaistusmalli

Valaistusyhtälö

Valaistusyhtälö

Valaistusyhtälö määrittää pinnan pisteeseen osuvan valon voimakkuuden.

Phongin valaistusyhtälö

$I_t = \text{ambientti termi} + \text{diffuusi termi} + \text{spekulaari termi}.$

Phongin valaistusmalli

Valaistusyhtälö

Ambientti termi

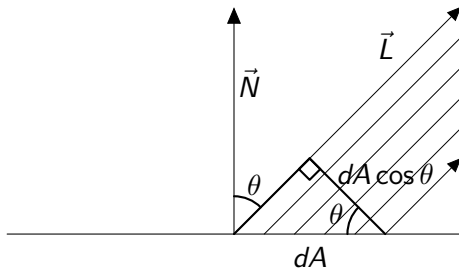
$I_a = k_d I_p$, missä k_d on pinnan diffuusin heijastumisen kerroin ja I_p pintaan osuvan valon voimakkuus.

Phongin valaistusmalli

Valaistusyhtälö

Diffuusi termi

$I_d = k_d I_p \vec{N} \cdot \vec{L}$, missä k_d on pinnan diffuusin heijastumisen kerroin ja I_p pintaan osuvan valon voimakkuus.



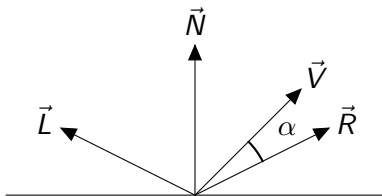
Kuva: Lambertin kosinilaki.

Phongin valaistusmalli

Valaistusyhtälö

Spekulaari termi

$I_s = k_s I_p (\vec{V} \cdot \vec{R})^n$, missä k_s on pinnan spekulaarin heijastumisen kerroin, n vaimennuspotenssi ja I_p pintaan osuvan valon voimakkuus.



Kuva: Spekulaarisen heijastumisen suuntavektorit.

Yhteenveto

- ▶ Valaistus on tärkeää.
- ▶ Luonto ohjaa.
- ▶ Phongin valaistusmalli on yksinkertainen ja tehokas.

Loppu

Kiitos. Kysymyksiä?



Akenine-Moller, Thomas, Haines, Eric ja Hoffman, Naty:
Real-Time Rendering.

A. K. Peters, Ltd., Natick, MA, USA, 3. painos, 2008.