

# Varjud

Mark Fishel (fishel@ut.ee)

24. oktoober 2005



# Eelmine kord

---

- Tekstuurid
- Filtreerimine
- Bump mapping
- Environment mapping



# See kord

---

- Varjude põhimõte
- Varjude projitseerimine
- Z-puhvri varjud
- Stencil shadow volumes



# Vari

---

- Punkt on varjus  $\equiv$  punkti ja valgusallika vahel on mingi objekt
- Alati rääkime varjust mingi valgusallika suhtes
- Kui punkt pole valgustatud ühtegi valgusallika poolt, jääb ainult keskkonna valgustus (ambient light) ja objekti enda säramine (emissive light)



# Brute-force meetod

---

$$I = k_a \cdot A + E + \sum_i S_i \cdot L_i \left( k_d \cdot \mathbf{n}^T \mathbf{l}_i + k_s \cdot (\mathbf{r}_i^T \mathbf{v})^n \right)$$

- $S_i = 0$  kui punkt on varjus  $i$ -nda valgusallika suhtes
- vastasel korral  $S_i = 1$

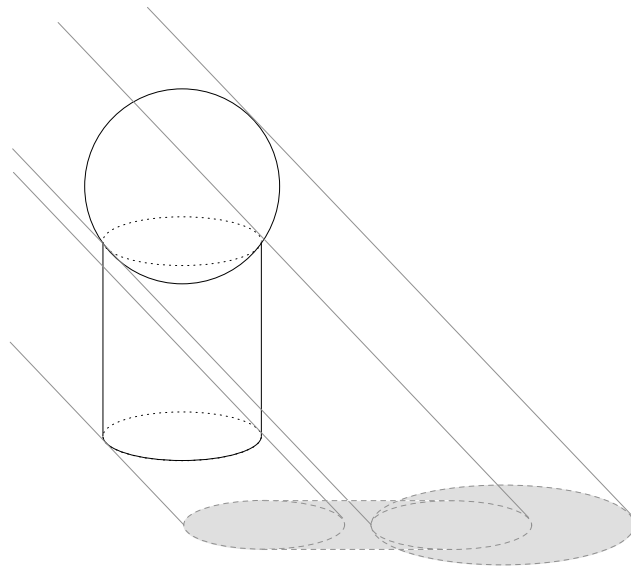
Globaalsed valgustuse mudelid arvutavad  $S_i$  otseselt. Kuna  $S_i$  väärtust on suhteliselt raske kätte saada, on olemas mitu kompromiss-meetodit.



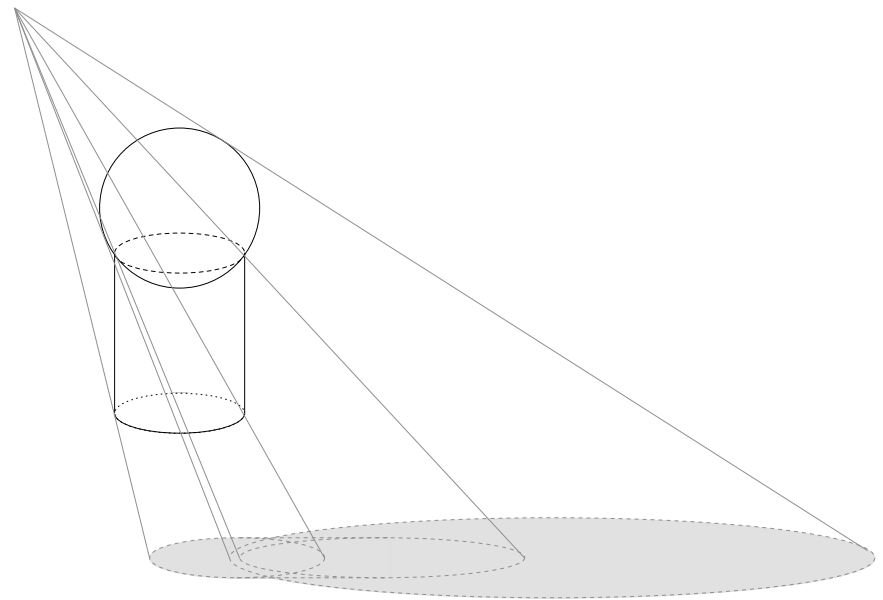
# Objektide projitseerimine

---

suundallikas:



punktallikas:



- Kiire ja efektiivne
- Töötab ainult lamedate pindadega



# Polügoonide projitseerimine

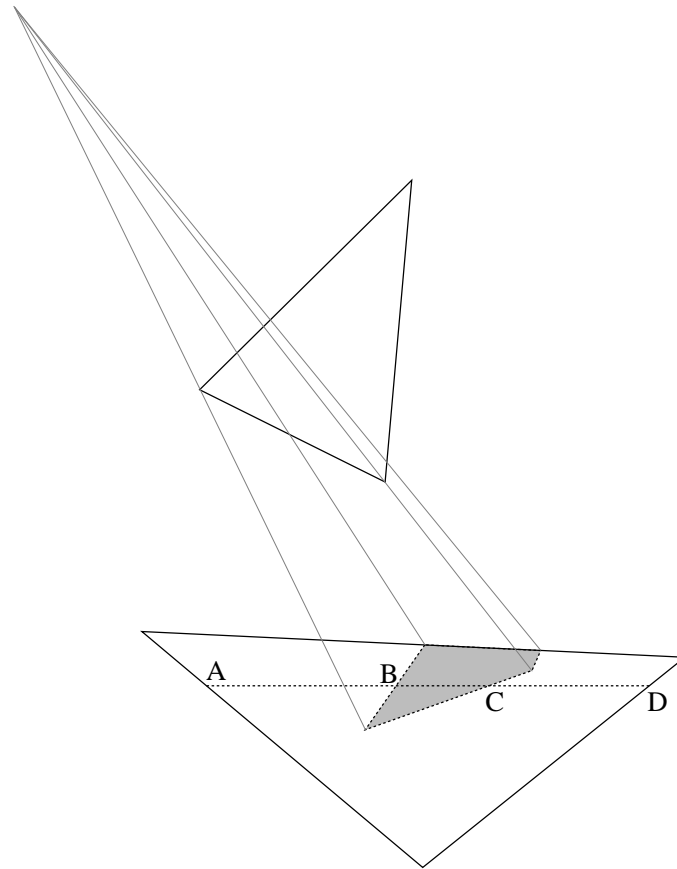
---

- Olgu polügoon  $A$  polügooni  $B$  varjus
- Projitseerime polügooni  $B$  polügooni  $A$  tasandile
- Kasutame scan-line algoritmi
- Arvestame polügooni  $B$  projektsiooni et joonistada polügooni  $A$  valgustatud või varjus olevat ala



# Polügoonide projitseerimine

---





# Polügoonide projitseerimine

---

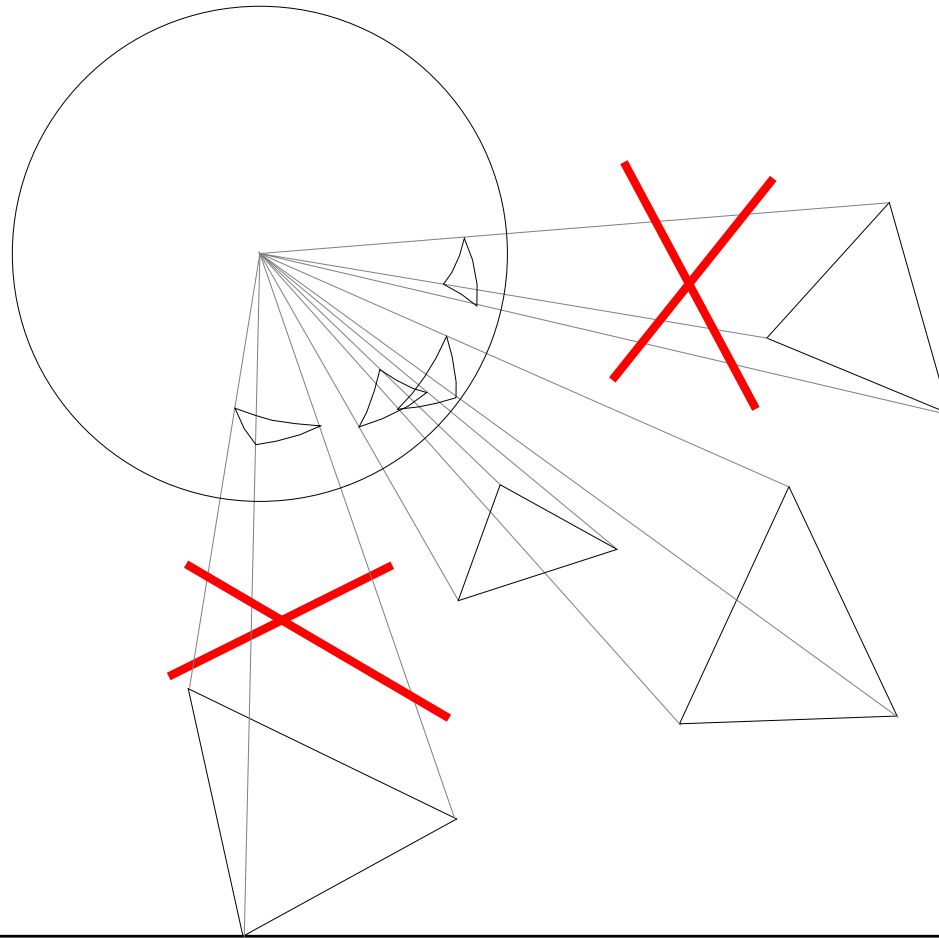
Antud kujus nõuab  $n(n - 1)$  projitseerimist. Booknight ja Kelley (1970) optimeeritud variant:

- Projitseerime kõik polügoonid sfäärile, mille keskpunkt langeb kokku valgusallika asukohaga
- Polügoone mille projektsioonid ei lõigu pole vaja üksteise peale projitseerida



# Polügoonide projitseerimine

---



# Z-puhvri varjud



# Z-puhvri varjud

---

- Paigaldame kaamerat valgusallika asukohta
- “renderdame” stseeni z-puhvrisse
- Paigaldame kaamerat vaataja asukohta
- Igas punktis
  - Võrdleme punkti kaugust z-puhvri väärtusega
  - Kui punkti kaugus on suurem, järelikult mingi objekt on valgusallika ja praeguse punkti vahel
  - Kui kaugused on võrdsed, valgusallikas paistab punkti peale



# Z-puhvri varjud

---

Teine nimetus – shadow mapping.

- Varju tekitavatest objektidest koostatakse tekstuur, mida projitseeritakse varjus olevate objektide peale
  - Projitseeritud tekstuurid
- Kõverad varjud kõverate pindade peal



# Z-puhvri varjud

---

Peamine puudus:

- Sakilisuus

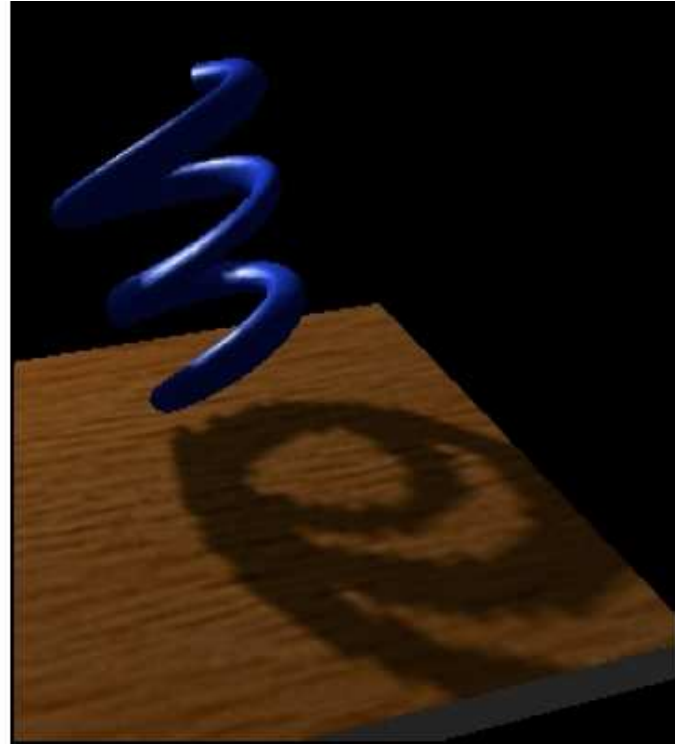
Selle vähendamiseks:

- Suurendada valguse z-puhvri detailsust
- Rakendada tekstuurimise filtreerimist



# Z-puhvri varjud

---



# Z-puhvri varjud

---

Kuidas töödelda stseeni mitme valgusallikaga:





# Z-puhvri varjud

---

Kuidas töödelda stseeni mitme valgusallikaga:

\*-ülesanne 1



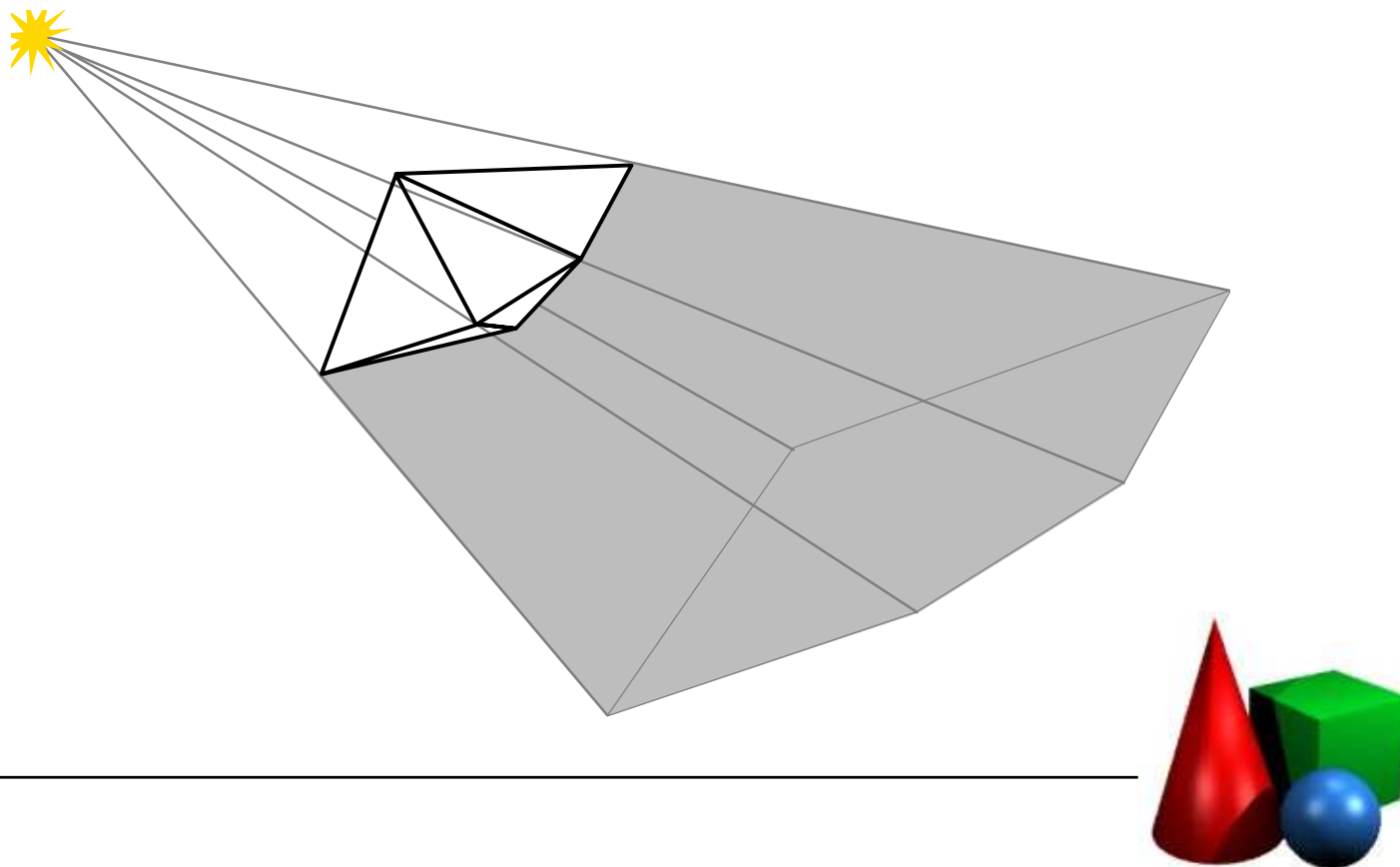
# Stencil Shadow Volumes



# Stencil Shadow Volumes

---

Ruumala objekti “taga” valgusallika suhtes – *varju mahuti* (shadow volume).



# Stencil Shadow Volumes

---

- Tahkude normaalid on suunatud mahutist välja
- Iga tahk on ( $\mathbf{n}^T \mathbf{v} > 0$ ? eesmine : tagumine)
- Selleks et määrata kas punkt on varjus
  - Vaatleme kõik varjude mahutite tahud punkti ja vaataja vahel
  - Määrame igale tahule väärtuse +1 kui on eesmine ning -1 kui on tagumine
  - Liidame väärtused mahutite arvuga mis sisaldavad vaatajat
  - Kui lõpuks väärtus pole 0, punkt on varjus



# Stencil Shadow Volumes

---

Teostus Stencil puhvri abil

- Renderdame varjude mahutid Stencil puhvrissse
- Algväärtus = mitu mahuti sees on vaataja
- Eesmise tahkude renderdamisel suurendame stekslite väärtused 1 võrra
- Tagumiste tahkude renderdamisel vähendame stekslite väärtused 1 võrra
- Stseeni renderdamisel piksel on varjus kui vastav steksel pole 0



# Stencil Shadow Volumes

---

Eelis:

- Kuigi varjud on rasteriseertud, sakilisust ei ole

Puudus:

- Mahutite genereerimine on keeruline



# Stencil Shadow Volumes

---

Kuidas töödelda stseeni mitme valgusallikaga:



# Stencil Shadow Volumes

---

Kuidas töödelda stseeni mitme valgusallikaga:

\*-ülesanne 2





# Küsimused?

