

Avaruusjakoon perustuvat tietorakenteet tietokonegrafiikassa

LuK-tutkielma, Timo Heinonen, 20. joulukuuta 2016

- ▶ Kirjallisuuskatsaus
- ▶ Työn päämäärä:
 - ▶ Esitellä säteenseurannan rooli tietokonegrafiikassa
 - ▶ Esitellä tietorakenteita, joiden avulla säteenseurantaa voidaan nopeuttaa
 - ▶ Vertailla tietorakenteita keskenään

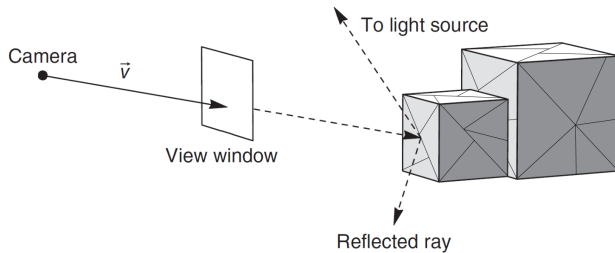
Tärkeimmät lähteet

- ▶ Klassikot
 - ▶ Appel, A. (1968). *Some techniques for shading machine renderings of solids*
 - ▶ Fuchs, H., Kedem, Z. M., ja Naylor, B. F. (1980). *On visible surface generation by a priori tree structures*
- ▶ Oppikirjat
 - ▶ Janke, S. J. (2015). *Mathematical Structures for Computer Graphics*
 - ▶ Hughes, J. F. et al. (2013). *Computer graphics: principles and practice*
 - ▶ Samet, H. (2005). *Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures*
- ▶ Tutkimusta tietorakenteiden vertailusta
 - ▶ Havran, V. (2000). *Heuristic Ray Shooting Algorithms, väitöskirja*
 - ▶ Wald, I. (2004). *Realtime Ray Tracing and Interactive Global Illumination, väitöskirja*
 - ▶ Thrane, N. ja Simonsen, L. O. (2005). *A comparison of acceleration structures for gpu assisted ray tracing, pro gradu -työ*

Käsitteitä

- ▶ ***hahmontaminen*** (engl. *rendering*): luo kolmiulotteisesta maisemasta kaksiulotteisen kuvan
- ▶ ***maisema*** (engl. *scene*): joukko geometrisesti määritellyjä *objekteja*, esimerkiksi hahmo, rakennus, puu..., ja valonlähteitä
- ▶ ***monikulmio*** (engl. *polygon*): objektit on usein jaettu pienempiin osiin, useimmiten kolmioihin hahmontamisen helpottamiseksi
- ▶ ***säteenseuranta*** (engl. *ray tracing*): hahmontamistekniikka, joka mallintaa valonsäteiden kulkua maisemassa. Tuottaa erittäin realistisia kuvia

Käsitteitä



Kuva: Säteenseuranta [?]

Säteenseuranta on hidasta

- ▶ Säteenseurannassa jokaista pikseliä kohti on ammuttava säde maisemaan ja testattava sen yhteentörmäystä jokaiseen monikulmioon
- ▶ $O(mn)$ yhteentörmäystestiä, missä m on kuvan pikselien, ja n maiseman monikulmioiden määrä
- ▶ Yhteentörmäysten selvittämiseen voi kulua jopa 95% koko laskenta-ajasta [?]
- ▶ Työtä voidaan siirtää esiprosessointivaiheeseen muodostamalla maisemasta hierarkkinen tietorakenne

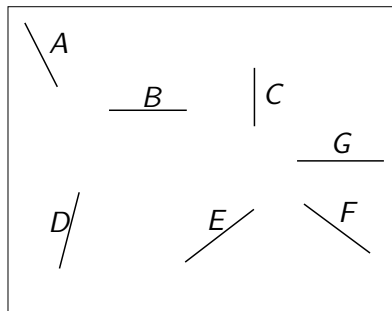
Monsterit yliopisto



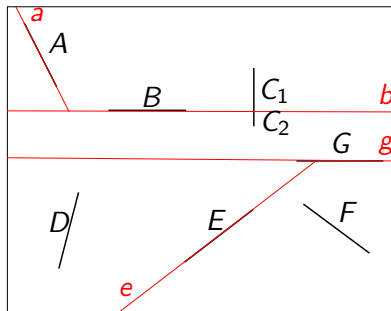
Kuva: [http:](http://www.nerdist.com/wp-content/uploads/2013/06/monsters1.jpg)

[//www.nerdist.com/wp-content/uploads/2013/06/monsters1.jpg](http://www.nerdist.com/wp-content/uploads/2013/06/monsters1.jpg)

BSP-puu



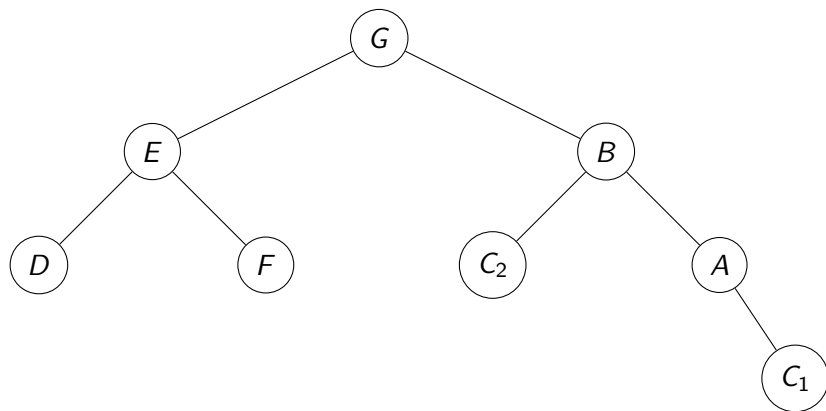
(a) Joukko monikulmioita tasossa



(b) Taso neljän jaon jälkeen

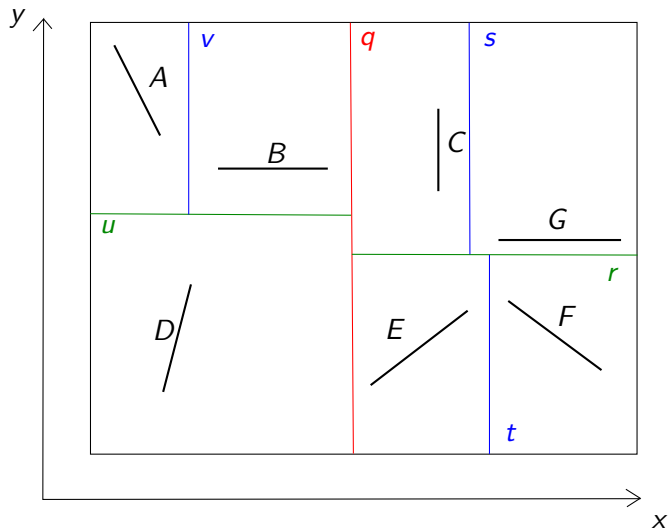
Kuva: Tason jakaminen

BSP-puu

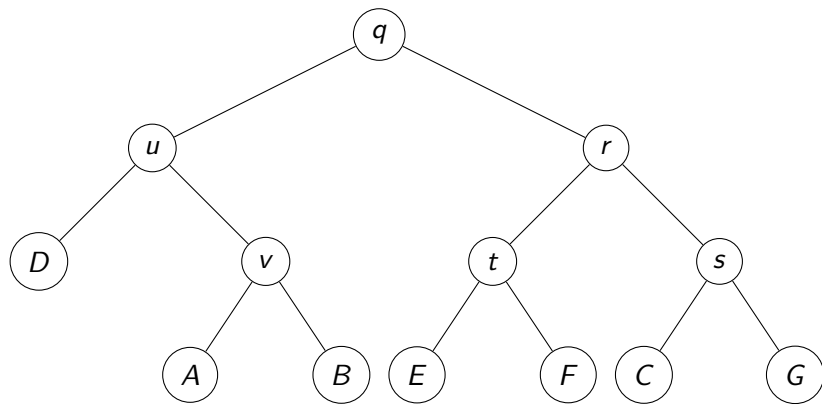


Kuva: Tasosta muodostettu BSP-puu

kd-puu

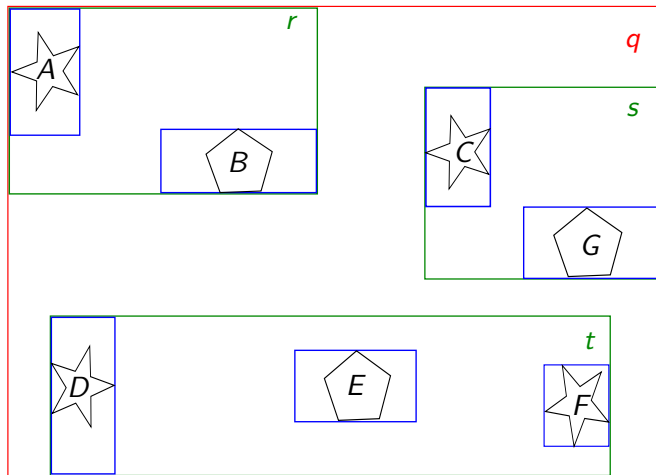


Kuva: Taso jaettuna kuusi kertaa koordinaattiakselien suuntaisesti



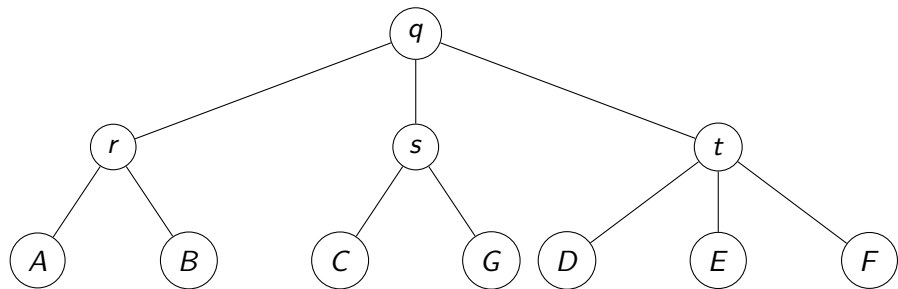
Kuva: Tasosta muodostettu kd-puu

Rajaavat tilat



Kuva: Objektijoukko jaettuna rajaaviin tiloihin

BVH, Bounding Volume Hierarchy



Kuva: Objektijoukosta muodostettu BVH-puu

Tietorakenteiden vertailua

- ▶ Tietorakenteet on alustettava huolellisesti, jotta niistä olisi mahdollisimman paljon hyötyä
- ▶ Ongelmia:
 - ▶ BSP- ja kd-puissa monikulmioiden määrän lisääntyminen
 - ▶ BVH:ssa liian löyhät rajaavat tilat
- ▶ Tietorakenteiden käyttö säteenseurannassa on hyvin samankaltaista
 - ▶ Mikäli maisemaan ammuttu säde osuu tietorakenteen solmun määrittämään avaruuden osaan, jatketaan tarkastelua solmun lapsiin

Tietorakenteiden vertailua

- ▶ Eräässä vertailussa kd-puu toi suurimman nopeutuksen hahmontamiseen ja BVH pienimmän [?]
- ▶ Toisaalta toisessa vertailussa BVH:n avulla saavutettiin yhdeksänkertainen nopeutus kd-puuhun verrattuna [?]
- ▶ Parasta tietorakennetta ei pystytä osoittamaan, sillä käytännössä tietorakenteen tuoma hyöty riippuu maisemasta, laitteistosta, implementaatiosta ja sovelluksesta
- ▶ Keskimäärin yhteentörmäystestien määrä: $O(n) \rightarrow O(\log n)$

Viitteet