

Sävytinohjelmointi

Janne Timonen

Seminaaritutkielma
HELSINGIN YLIOPISTO
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Helsinki, 2. lokakuuta 2015

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Janne Timonen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Sävytinohjelmointi			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
Seminaaritutkielma	2. lokakuuta 2015	3	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
Tiivistelmä.			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
avainsana 1, avainsana 2, avainsana 3			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Ohjelmoitavat sävyttimet	1
2.1	Sävyttimien historia	1
2.2	Kärkipistesävyttimet	2
2.3	Geometriasävyttimet	2
2.4	Pikseli-/fragmenttisävyttimet	2
3	Korkean tason sävytinkielet	2
4	Sävyttimien pääsy muistiin	2
4.1	Sävytinrekisterit	2
4.2	Tekstuurikartat	2
	Lähteet	2

1 Johdanto

Sävyttimet ovat ohjelmia, joiden tehtävänä grafiikkaliukuhihnalla on *sävyttää*, eli tuottaa tietyillä tavoilla dataa kuvaksi. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi jonkin objektin piirtämistä sijainnin mukaan, per-pikseli -värinmäärittystä, pinnanmuotojen simulointia tai muita erikoistehostemaisia keinoja. Sävytin ottaa syötteenään yhden elementin, ja tuottaa siitä muunnoksena tulokseksi nollasta useaan dataelementtiä [Gre14].

Eräs edelläkävijöitä sävyttimien saralla oli tietokoneanimaatioelokuviin tunnettu Pixar-yhtiö kehittämällään *RenderMan*-kielellä, jota käytettiin muun muassa Toy Story -elokuvan tuottamiseen.

2 Ohjelmoitavat sävyttimet

Ohjelmoitavat sävyttimet antavat mahdollisuuden muokata vapaasti kuvaan liittyviä attribuutteja reaaliaikaisesti käyttäen hyväksi sävyttimille rakennettuja algoritmeja. Yksi sävytinvaihe ottaa syötteenään vastaan edellisen tulosteen, joten jokainen vaihe voi jatkaa seuraavan datan työstämistä, kun on saanut edellisen työn valmiiksi. Vaihtoehtoinen geometriasävytin, joka voi luoda jopa uusia geometriaprimitiivejä, antaa tuloksensa kärkipistesävyttimelle, joka työstettyään datan antaa tulokset pikselisävyttimelle.

2.1 Sävyttimien historia

Ennen ohjelmoitavia sävyttimiä grafiikkaa tuotettiin käyttämällä hyväksi näytönohjaimien (GPU) kiinteää liukuhihnaa (Fixed-Function Pipeline) (tätä ennen laskenta tehtiin prosessorissa (CPU), mikä oli hidasta). Kehittäjä saattoi siis antaa raskaat laskutyöt näytönohjaimelle hoidettavaksi kiinteällä liukuhihnalla, mutta itse sen suorittamiin funktioihin ei voinut puuttua kuin parametrien avulla. Kiinteä liukuhihna näytönohjaimessa nopeutti laskentaa, ja toi mukanaan mahdollisuuksia luoda standardioperaatioiden rajoissa efektejä (e.g. Goraud-sävytys).

Myöhemmin tulivat ensimmäiset *ohjelmoitavaa renderointiliukuhihnaa* tukevat näytönohjainpiirit, joissa kiinteän liukuhihnan pystyi korvaamaan omilla vapaasti ohjelmoitavilla sävyttimillä. Ensimmäiset sävytinmallit tulivat ainoastaan alemman tason konekielillä ohjelmointia. Sen lisäksi, että kehittäjien täytyi luoda sävyttimen konekielellä, täytyi sävytin luoda lisäksi usein erikseen sekä OpenGL- että Direct3D-rajapinnoille johtuen näiden kahden suosituimman rajapinnan konekielten poikkeavuuksista. Myöhemmin verteksi-, eli kärkipiste-, ja pikselisävyttimet alkoivat yleistyä. Sävyttimien käyttö grafiikkaliukuhihnalla mahdollistaa rinnakkaistamisen erittäin hyvin. [AMH02]

Nykyään grafiikkapiireillä voidaan kiinteät muunnokset ja valaistuksen laskenta korvata käyttämällä ohjelmoitavia sävyttimiä, joka vapauttaa,,

Sävyttimien käyttö mahdollistaa myös hyvin rinnakkaisuuden käytön, kun muunnoksia tehdään suurille datamäärille kerrallaan, esimerkiksi kaikille ruudun pikseleille. Moderneille grafiikkapiireillä onkin useita sävytinliukuhihnoja rinnakkaisuusmahdollisuuksien hyödyntämiseksi.

2.2 Kärkipistesävyttimet

Kärkipistesävytin, tai *verteksisävytin*, ajetaan kerran jokaista monikulmion, tai usein kolmion, kärkipistettä kohden. Kärkipistesävytin ottaa syötteenään kärkipisteen *attribuuttitiedon*, joka sisältää muun muassa kyseisen kärkipisteen sijainnin x-y-z -koordinaatistossa malli- tai maailma-avaruudessa, sekä pinnan normaalivektorin. Tulostena kärkipistesävytin antaa kärkipisteen, joka on käynyt läpi valaistus- ja muunnosvaiheet, ja joka ilmaistaan nyt normalisoidussa kuvausavaruudessa. Vähintään kärkipistesävyttimen tulee siis antaa tuloksena kärkipiste uniformina tietona. [Puh08]

Yleisesti siis kärkipistesävytin muokkaa monikulmion kärkipisteen, normaalin, tekstuurikoordinaattien ja paikan arvoja.

2.3 Geometriasävyttimet

Geometriasävyttimet on kärkipiste- ja pikselisävyttimiin verrattuna uudempi.

2.4 Pikseli-/fragmenttisävyttimet

Pikselisävytin on graafinen funktio, joka laskee muunnoksia per-pikseli -periaatteella, eli muunnokset voidaan tehdä jokaiselle yksittäiselle pikselille, tai muulle fragmentille, erikseen.

3 Korkean tason sävytinkielet

Ohjelmoitavien sävyttimien alkuaikoina oli sävyttimien luomiseen mahdollista käyttää vain alemman tason konekieliin pohjautuvia sävytinkieliä.

4 Sävyttimien pääsy muistiin

4.1 Sävytinrekisterit

4.2 Tekstuurikartat

Lähteet

[AMH02] Akenine-Möller, Tomas ja Haines, Eric: *Real-Time Rendering*. A K Peters/CRC Press, 2. painos, 2002.

- [Gre14] Gregory, Jason: *Game Engine Architecture*. A K Peters/CRC Press, 2. painos, 2014.
- [Nvi03] Nvidia: *The Cg Tutorial*. http://http.developer.nvidia.com/CgTutorial/cg_tutorial_chapter01.html, 2003.
- [Puh08] Puhakka, Antti: *3D-grafikka*. Talentum, 1. painos, 2008.