

Joni Tolonen

PELIMOOTTORIT ENNEN, NYT JA HUOMENNA

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2012**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Marraskuu 2012	Tekijä/tekijät Joni Tolonen
Koulutusohjelma Tietotekniikka		
Työn nimi Pelimoottorit		
Työn ohjaaja FM Joni Jämsä		Sivumäärä 21
Työelämäohjaaja Ins. Ville Autio		
<p>Tämä opinnäytetyö tutkii pelimoottoreiden nykytilaa, historiaa ja niiden tulevaisuutta. Se pyrkii kokoamaan hajanaiset lähteet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, josta tieto on helposti saatavilla.</p> <p>Vaikkakin erilaisia pelimoottoreita on nykypäivänä monenlaisia, niin isojen pelien kehittämiseen tarvitaan vielä monia kehittäjiä. Pienten mobiilipelien kehittäminen on tehty niin yksinkertaiseksi, että yksi kehittäjä tai hyvin pieni tiimi kehittäjiä voi tehdä pelin pienessä ajassa.</p>		
Asiasanat Pelimoottori, ohjelmat		

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date November 2012	Author Joni Tolonen
Degree programme Information technology		
Name of thesis Game engines		
Instructor M.Sc. Joni Jämsä		Pages 21
Supervisor B.Eng. Ville Autio		
<p>This thesis focused on video game engines and their past, present and the future. The thesis aimed at collecting all the fragmented information about video game engines to a single place, this thesis.</p> <p>Although the variety of game engines is today a wide, still developing extensive games requires many developers. Developing small mobile games has been made so simple that only one developer or a small team of developers can make the game in a short time.</p>		
Key words Game engine, programs		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 HISTORIA	2
2.1 Ensimmäinen peli	2
2.2 Pelit	3
2.3 Laitteet	4
3 YLEISTÄ PELIMOOTTOREISTA	5
3.1 Peruskäsitteitä	5
3.1.1 Vektorit	6
3.1.2 Fysiikkaa lyhyesti	6
3.2 Kehityksen haasteet	7
3.2.1 Laitteiden rajoitukset	7
3.2.2 Koodin kompleksisuus	8
3.3 Kolmiulotteinen renderöinti	8
3.2.2 Direct3D	9
3.2.2 OpenGL	10
4 PELIMOOTTOREITA	11
4.1 Quake-pelimoottori	11
4.1.1 Perus tekniikka	12
4.1.2 Käyttökohteet	12
4.2 CryEngine	12
4.2.1 Perus tekniikka	13
4.2.2 Käyttökohteet	13
4.3 Frostbite	13
4.3.1 Perus tekniikka	14
4.3.2 Käyttökohteet	14
4.4 Havok Physics	14
4.4.1 Perus tekniikka	15
4.4.2 Käyttökohteet	15
5 TULEVAISUUS	16
5.1 Pelimoottoreiden kehitys	16
5.2 Laitteet	17
5.3 Lisätty todellisuus	17
LÄHTEET	18

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tutustua pelimoottoreihin, niiden toiminnallisuuksiin, sekä siihen minkälaisia pelimoottoreita löytyy. Pelimoottorilla tarkoitetaan pelien ydintä, missä peli saa kaiken toiminnallisuuden, kuten tekoälyn, fysiikan ja toiminnallisuuden. Pelimoottori hoitaa laskennan, mikä tarvitaan grafiikan esittämiseen näyttölaitteella, mallien lataamisen ja näyttämisen.

Pelimoottorien kehitys lähti tieteellisistä tutkimuksista, joissa tutkittiin tekoälyä, kuten shakki. Ensimmäisen pelin kehittivät vuonna 1947 Thomas T. Glasmith Jr. ja Estle Ray. Pelin nimi oli Cathode Ray Tube Amusement Device joka oli ohjussimulaatio.

Nykyaikana on ilmaisia, sekä maksullisia ja erilaisilla lisensseillä olevia pelimoottoreita. Teknologia on kehittynyt nopeaa vauhtia joten pelimoottoreiden kehitys on paljon helpompaa yksinkertaisemmilla ohjelmointikielillä, tämän takia pelimoottoreita on monia ja moniin eri tarkoituksiin.

Tulevaisuudessa pelimoottorit tavoittelevat fotorealismia ja todellisuuden tunnetta, jossa jokainen yksityiskohta otetaan huomioon ja yritetään toteuttaa mahdollisimman monipuolisia pelejä. Teknologian kehittyessä vielä eteenpäin saadaan peleistäkin parempia ja todentuntoisempia.

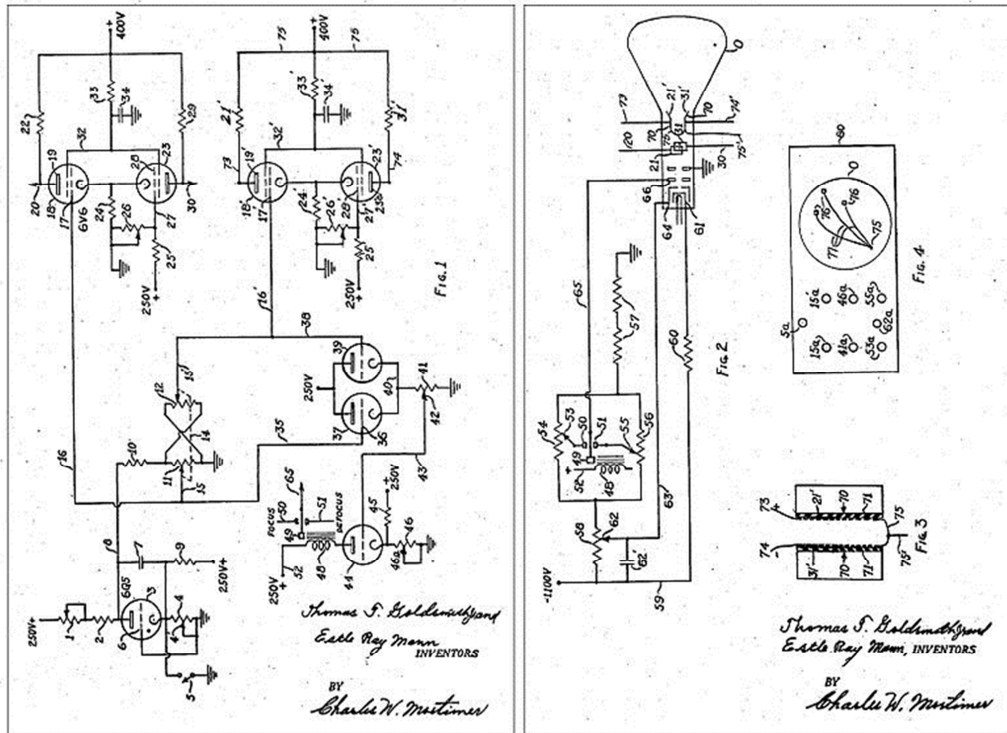
2. HISTORIA

id Software oli ensimmäinen peliyritys, joka julkaisi ensimmäisen uudelleen käytettävän pelimoottorin. id Software:n julkaisua ennen pelikehittäjät joutuivat kehittämään pelimoottorin jokaiseen peliin alusta lähtien uudelleen, johon kului huomattava määrä aikaa. id Sofwaren 3D-pelimoottori mullisti peliohjelmoijien tavan kehittää pelejä, sillä tämän jälkeen pelimoottorit alkoivat yleistyä. Vaikka id Soffware:n kehittämä pelimoottori ei ollut ensimmäinen oikea 3D-pelimoottori, niin kuitenkin peli näytti kolmiulotteiselta. Pelimoottori käytti kaksiulotteisia sektoreihin pohjautuvia sprite-grafiikkoja (Lilly 2009).

2.1 Ensimmäinen peli

Varhaisia ja yksinkertaisia tietokonepelejä alkoi syntyä 1950-luvulla ja yleensä pelit liittyivät tieteellisiin tutkimuksiin, kuten tekoälyn kehittämiseen. Siitä kuka ja milloin kehitti ensimmäisen pelin kiistellään vieläkin.

Monien mukaan ensimmäinen peli oli Vuonna 1947 kehitetty Cathode Ray Tube Amusement Device. Pelin kehittivät Thomas T. Glosmith Jr. ja Estle Ray Mann. Peli oli tehty kuvaputkella pelattavaksi analoginen peli, missä kuvaputkelle heijastettiin kuva. Kuvaa kontrolloitiin nupeilla, mitkä vaikuttivat kuvaputken valokeilan liikerataan. Peli oli tehty toisen maailmasodan tutkanäyttöjen innoittamana. Peli oli ohjussimulaatio, jossa pelaaja yrittää osua säteellä kohteeseen. (Cohen.)



KUVIO 1. Cathode ray tube amusement device:n kytkentäkaavio

2.2 Pelit

Vuonna 1971 Galaxy Game oli ensimmäinen kaupallinen videopeli, joka oli asennettuna Stanford yliopiston tiloihin. Galaxy Game oli uudelleen ohjelmoitu versio pelistä nimeltä Spacewar!. Peliin kehitys lähti huimaan nousuun 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alussa jolloin useat pelinkehittäjät hyppäsivät pelialalle. Jotkut pelinkehittäjät yksinkertaisesti kopioivat suoraan idean Space Invaders pelistä. Peleistä tuli onnistuneita kopioita, kuten Galplus, Galaga ja Galaxian. Pelit veivät Space Invaders:n hieman pidemmälle värien kanssa, sekä toivat kehittyneemmät viholliset. (Whitehead 2007; Pitts 1997.)



KUVIO 2. Galaxy Game vuonna 1971, ensimmäinen kolikkopeli

Pelien kehitys alkuaikoina oli nopeaa ja pelin kehittäminen onnistui yhdeltä ohjelmoijalta. Pelien määrä alussa oli vähäistä, koska kehittäjiä ei ollut montaa. Kuka tahansa saattoi tulla pelinkehittäjäksi, vaikkakin kirjallisuus ohjelmointiin alkuaikoina oli hyvin vähäistä ja melkein jopa olematonta. Ohjelmoinnin opiskelu tapahtui itsenäisesti kokeilemalla ja oppimalla virheiden kautta.

2.3 Laitteet

Vuonna 1966 Ralph Baer päätti jatkaa ideaansa, missä television kautta voisi pelata pelejä, minkä hän oli keksinyt vuonna 1951. Näin Ralph Baer:sta tuli ensimmäisen joka kehitti televisiolle pelin. 1972 Atari toi kolikkopelin nimeltä Pong. (Winter 1996; Honkela 1999.)

Pong pelin kehittämisen jälkeen kolikkopelit alkoivat yleistyä nopeaa vauhtia. Alussa suurin osa pelikonsoleista oli kolikkopelejä, jotka kokonsa vuoksi olivat yleensä sijoitettuna huoltoasemille, pubeihin ja kolikkopelihalleihin.

3 YLEISTÄ PELIMOOTTOREISTA

Mikä on pelimoottori ja mitä se tekee? Tämä kysymys voi joillakin herätä, sillä pelimoottoreista kuulee puhuttavan nykypäivänä monesti. Pelimoottori voi tuoda mielikuvan, että se on kuin auton moottori. On totta, että pelimoottori on kuin auton moottori. Pelimoottorin tarkoituksena on toteuttaa pelin perustehtäviä, kuten mallien lataaminen, näyttäminen ruudulla ja animointi. (Ward 2008.)

Pelimoottorin tehtäviin kuuluu teksturoida, joka pinnoittaa objektien pinnan bittikarttakuvalla. Muita tehtäviä pelimoottorilla on 3-ulotteisen kappaleen esittäminen näytöllä. 3-ulotteinen kappaletta rajoittaa polygoneista koostuva suljettu pinta, sillä polygonit ovat kappaleen tahoja (Ilmola). Jos 3-ulotteisesta kappaleesta haluaa saada tarkemman pitää polygoneja lisätä, mutta tämä aiheuttaa sen, että 3-ulotteisen kappaleen esittäminen näytöllä käy raskaammaksi näytönohjaimelle.

Pelimoottoreiden kehitys tapahtuu nykypäivänä tiimeittäin, jossa on monta kehittäjää. Jokaiselle osa-alueelle on oma kehittäjäryhmä, kuten fysiikkamoottori, äänimoottori ja niin edelleen. Kun jokainen ryhmä on saanut oman tehtävänsä valmiiksi, yhdistetään projektit pelimoottoriksi. Nykyään on tapana myös tehdä pelimoottoriin ohjelmointiympäristö. Ohjelmointiympäristön tarkoitus on helpottaa pelinkehittäjiä tekemään peliä, sillä ohjelmointiympäristössä on yleensä valmiina kaikki tarvittava pelin tekemistä varten.

3.1 Peruskäsitteitä

Termejä joita kuulee pelimoottorin yhteydessä ovat esimerkiksi API, IDE ja SDK. API tulee sanoista Application programming interface, joka tarkoittaa ohjelmointirajapintaa. Ohjelmointirajapinnan avulla ohjelmat voivat vaihtaa tietoja tai tehdä pyyntöjä keskenään. Hyvä esimerkki ohjelmointirajapinnasta on käyttöjärjestelmän rajapinta jolla ohjelmat voivat käyttää tiedostoja sekä keskusmuistia. SDK tulee sanoista Software development kit, jolla tarkoitetaan ohjelmistokehityksen työkaluja. Ohjelmistokehitystä voidaan nopeuttaa ja

helpottaa ohjelmistokehitys työkaluilla. IDE tulee sanoista Integrated Development Enviroments. IDE:llä tarkoitetaan ohjelmointiympäristöä, jossa on yhdistettynä tekstin muokkaus, debuggeri ja kääntäjä yhteen ohjelmaan. (O'Dell 2010; 3Scale 2011; IBM.)

Dynamic link library (DLL) on käyttöjärjestelmissä käytettävä tiedosto jonka avulla voidaan jakaa ohjelmakoodia ilman että annetaan lähdekoodeja. DLL pystyy käyttämään moni ohjelma yhtä aikaa, joka säästää levytilaa, kun ei tarvitse laittaa lähdekoodeja jokaiseen ohjelmaan erikseen. DLL:n etuja on pienempi resurssien käyttö, modulaarisen arkkitehtuurin edistäminen ja käyttöönoton, sekä asennuksen helpottaminen. (Microsoft 2007.)

3.1.1 Vektorit

Mitä on vektori, mitä se tekee ja miksi se on tärkeä pelimoottoreiden kannalta? Vektoreilla voidaan esittää esimerkiksi kappaleen, sijaintia, suuntaa, voimaa ja nopeutta. Vektoreiden hyvä tietämys helpottaa peliohjelmointia, joten on hyvä tietää ainakin peruskäsitteet vektoreista. (Rosen 2009.)

Pelimoottorin tehtävänä on laskea missä ja mihin kappale on menossa. Nykyajan peleissä pitää vektoreita laskettaessa ottaa huomioon, miten kappale liikkuu ja mitä vektoreita kappaleeseen vaikuttaa, kuten tuuli ja ilmanvastus. Jos objekti liikkuu epätasaisen maaston päällä niin laskuissa täytyy ottaa huomioon maaston korkeus. Vektori voidaan esittää joko kaksiulotteisena tai kolmiulotteisena.

3.1.2 Fysiikkaa lyhyesti

Jotta peleistä saataisiin mahdollisimman realistisia on objekteihin kohdistettava erilaisia voimia mitkä ihmiseenkiin kohdistuu oikeassa maailmassa. Tärkeä objektiin vaikuttavasta voimasta on tullut tutuksi pelissä nimeltä Super Mario Bros, joka on gravitaatiovoima eli painovoima. Super Mario Bros peli julkaistiin vuonna 1985. Painovoima vetää kaikkia

massallisia objekteja toisiaan kohti. Mitä isompi massa objektilla on sitä enemmän objekti vaikuttaa ympärillä oleviin objekteihin. Jos objektille annetaan tietty hetkellinen voima ylöspäin niin gravitaatiovoiman takia objekti tulee tietyn ajan kuluttua alas. (Rosen 2009.)

3.2 Kehityksen haasteet

Mitä realistisempia peleistä halutaan tehdä, sitä monimutkaisemmaksi laskukaavat erilaisille liikkeille muuttuvat ja mitä enemmän näyttölaitteella halutaan havainnollistaa pelaajalle, sitä enemmän ja haasteellisempia laskukaavoja tarvitaan toteuttamaan nämä toiminnot pelaajalle. Jotta pelimoottori toimisi sen ajan laitteilla täytyy kehittäjien olla tietoinen kuinka paljon laskentatehoa kyseisellä laitteella on. Koska oikeassa elämässä tapahtuvat tapahtumien laskukaavat ovat kompleksisia ja pitkiä, niin täytyy joskus kehittäjien hieman pyöristää ja yksinkertaistaa kaavoja, mikä välttämättä johtaa siihen, että operaatiossa tapahtuu muutosta epärealistisempaan suuntaan. (Rosen 2009).

3.2.1 Laitteiden rajoitukset

Laitteita kehitetään kokoajan olemaan halvempia ja tehokkaampia, jotta mahdollisimman monella käyttäjällä olisi vara ja halua ostaa uusi laite. Pelkästään sään ennustamiseen tarvitaan supertietokoneita, mitkä ovat kokonaisten hallien kokoisia ja kuluttavat paljon sähköä. Sähkönkulutuksen vuoksi supertietokoneita joudutaan jäähdyttämään hyvin tehokkailla laitteilla. Jotta tehonkulutusta ja samalla lämmöntuottoa saataisiin pienemmäksi yrittävät laitevalmistajat päästä pienempään viivanleveyteen komponenteissaan. Viivanleveydellä tarkoitetaan kuinka suuri on komponentin sisällä käytettävän johtimen paksuus.

Gordon E. Moore ennusti vuonna 1965, että transistoreiden lukumäärä halvasti valmistettavissa mikropiireissä tuplaantuisi joka vuosi. Vuonna 1975 Moore muutti ennustustansi, että transistoreiden määrä tuplaantuu joka toinen vuosi. Moore:n ennustus on

tähän päivään asti pitänyt paikkansa ja tutkijoiden mielestä Moore:n ennustus tulee toteutumaan vielä seuraavat kymmenen vuotta. (Moore 1975.)

Vaikka transistoreiden määrä tuplaantuu joka toinen vuosi, niin tämä ei tarkoita kuitenkaan, että tietokoneiden laskentateho tuplaantuisi. Laskentatehon lisääntymiseen vaikuttaa moni asia, kuten prosessorin nopeus, transistoreiden määrä ja moni muu asia. AMD yrittää lisätä laskentatehoa prosessoreissa 10-15% joka vuosi ja tehdä prosessoreista entistä energiatehokkaampia (Nita 2011).

3.2.2 Koodin kompleksisuus

Jotta pelimoottori simuloisi mahdollisimman paljon luonnonvoimia on laskukaavojenkin oltava samoja, mitä luonnossa käytetään, joka johtaa pakosti koodin kompleksisuuteen. Toiminnallisuuksien lisääminen pelimoottoriin lisää koodin määrää, joka myöskin johtaa siihen, että koodi on kompleksisempää.

Thomas McCabe esitteli vuonna 1967 teorian millä laskea itsenäiset polut ohjelman koodista.

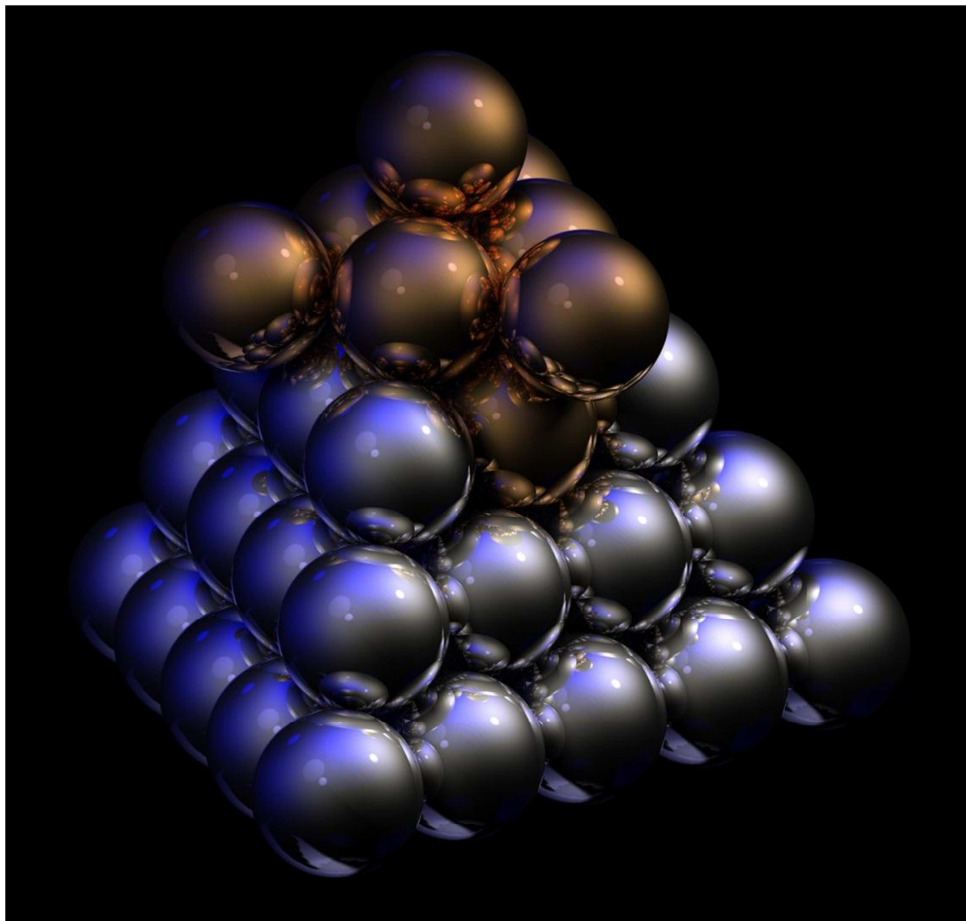
$M = E - N + X$ Kaava (1). Koodin monimutkaisuuden lasku

Kaavassa E tarkoittaa reunojen määrää, N tarkoittaa solmujen määrää ja X tarkoittaa poistumis tietueitten määrää. Mitä isompi tulos saadaan sitä monimutkaisempi on ohjelma. (Atencio 2011.)

3.3 Kolmiulotteinen renderöinti

Kolmiulotteinen renderöinti on suuri aihealue, mikä kuuluu pelimoottorin tehtäviin. Renderöinnissä näytöllä esitettävä kappaleen geometria rakennetaan, varjostetaan ja näytetään niin, että ihmisilmä luulee kappaletta kolmiulotteiseksi. Jotta kappaleen animoinnista

saataisiin realistisen näköinen pitää yksi kuva piirtää näytölle sekunnin murto-osassa ja päivittää kuvaa vähintään 300 millisekunnin välein. Kuvan päivityksen ja renderöinnin nopeuteen vaikuttaa kuinka paljon yksityiskohtia kappaleissa on mitkä näkyvät ruudulla.



KUVIO 3. Esimerkki kolmiulotteisten kappaleiden esittämisestä kaksiulotteisessa kuvassa

3.3.1 Direct3D

Direct3D on Microsoftin kehittämä ja ylläpitämä rajapinta kolmiulotteisen grafiikan reaaliaikaiseen renderöintiin. Direct3D toimii Windows käyttöjärjestelmässä, mutta myöskin Linux käyttöjärjestelmässä, mutta jotta Direct3D toimisi Linux käyttöjärjestelmässä on käytettävä kolmannenosapuolen ohjelmaa.

Direct3D on matalan tason ohjelmistorajapinta, jota pystyy käyttämään kolmioiden, viivojen, tai pisteiden piirtämiseen. Versio 8:n mukana Direct3D:n tuli tuki, joka hoitaa kaksiulotteisen grafiikan piirtämisen. Direct3D tähtää tiivistämään kommunikoinnin grafiikka ohjelman ja grafiikka laitteiden ajureiden kanssa. (Microsoft 2012.)

3.3.2 OpenGL

OpenGL on rajapinta reaaliaikaiseen kaksi- ja kolmiulotteisen grafiikan renderöintiin, joka perustuu vapaaseen lähdekoodiin. Silicon Graphics Inc kehitti OpenGL:n vuonna 1992 ja tänä päivänä OpenGL:ää hallinnoi yleishyödyllinen yhteisö. OpenGL on ainut renderöinti rajapinta mikä on pystynyt kilpailemaan Direct3D rajapinnan kanssa. OpenGL:ää ei käytetä ainostaan pelimoottoreissa, vaan se on käytössä myös tietokoneavusteisessa suunnittelussa kuten CAD ja erilaisissa graafisissa ohjelmissa. OpenGL tukee muitakin käyttöjärjestelmiä kuin Windows, kuten Linux. (The Khronos Group.)

4 PELIMOOTTOREITA

Ohjelmistojen jakaminen nykypäivänä on helppoa, joten pelimoottorinkin julkaiseminen ja jakaminen kaikille on hyvin nopeaa, tämän takia pelimoottoreita on joka alustalle ja monella eri ohjelmointikielellä tehtyjä. Pelimoottoreita saa joko vapaasti käytettäväksi tai käytettäväksi erillaisen lisenssin alla. Seuraavissa kohdissa on esiteltyä hieman yleisimpiä pelimoottoreita ja niiden tekniikoita.

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi neljä pelimoottoria, koska ne ovat eniten käytössä olevia ja tunnetuimpia. Quake-pelimoottori tuli tutuksi Quake-peleistänsä, josta sittemmin on kehitetty erillaisia modifikaatioita Quake-pelistä. Cry Engine tuli kaikille tutuksi hajoavista objekteista, kuten puun katkeaminen ja talojen rikkoutuminen. Frostbite-pelimoottori tuli kaikille tutuksi version 2 ansiosta, koska esimerkiksi talojen tuhoaminen onnistuu täysin. Hacok Physics on tullut tutuksi sen edistyneellisestä fysiikka ominaisuuksista ja moottoria käytetäänkin yli 200:ssa pelissä.

Jokaisesta pelimoottorista kerrotaan seuraavassa, miksi juuri kyseinen pelimoottori on niin hyvä, että sitä käytetään monessa pelissä. Pelimoottoreista kerrotaan eri versioiden tuomia muutoksia ja lisäyksiä, ja mahdollisesti nykyinen pelimoottorin tilanne. Pelimoottoreiden eri alustojen tuki selvitetään ja mitkä pelit käyttävät pelimoottoria.

4.1 Quake-pelimoottori

Quake engine on pääsääntöisesti John Carmack:n kehittämä, mutta Michael Abrash osallistui myöskin Quake engine:n kehitykseen. Quake engine kehitettiin vuonna 1996 ja myöhemmin Quake engine:ä jatkettiin jolloin syntyi Quake II- ja Quake III –pelimoottorit. Nykyään moottori on GNU General Public License:n (GPL) alainen, joten kuka tahansa voi ladata Quake engine:n, muokata, kopioida ja jakaa eteenpäin.

4.1.1 Perustekniikka

Vaikka teksturointi ja rasterointi olivat Abrashin mielestä tärkeitä, kuitenkin Abrash keskittyi enemmän pelkkien näkyvien objektien renderöintiin, koska grafiikkakiihdyttimet tulisivat tulevaisuudessa suorittamaan teksturoinnin ja rasteroinnin. Pelkkien näkyvien objektien renderöinti oli tärkeää, sillä Quake:n yhdessä kentässä tietokone ei olisi pystynyt piirtämään siedettävässä ajassa yhden kentän grafiikoita. Suorituskyvyn parantamiseski Abrash poisti polygonit, jotka olivat näkökentän ulkopuolella ja toisten polygonien takana. (Abrash.)

4.1.2 Käyttökohteet

Quake engine oli hyvin suosittu ja monet pelit käyttävätkin Quake engine:ä. Varsinkin kun engine julkaistiin GPL lisenssin alla, niin erilaisia versioita Quake-pelistä. Pelimoottori nimeltä GoldSrc käyttää vahvasti muokattua Quake engine:ä. GoldSrc ydin käyttää Quake engine:ä, minkä huomaa kun vertailee Half-life:n ja Quake 1:n kartan kokoajia. (Bokitch 2002.)

4.2 CryENGINE

CryENGINE:n on kehittänyt Crytek-yritys ja pelimoottori on pääsääntöisesti käytössä ensimmäisen persoonan ammutapeleissa. CryENGINE-pelimoottorista on julkaistu jo kolme versiota. Pelimoottorin piti aluksi olla vain Crytek:n teknologian esittelyä varten Nvidia:lle. Kun yritys huomasi pelimoottorin potentiaalin Crytek teki sillä pelin. CryENGINE 2 julkaistiin vuonna 2007 ja CryENGINE 3 julkaistiin vuonna 2009.

4.2.1 Perustekniikka

Kun näytönohjaimiin tuli 3.0 version tuki pikseli ja verteksi varjostuksille, Crytek julkaisi version 1.2 CryENGINE:stä. Myöhemmin Crytek julkaisi 1.3 CryENGINE:stä, jossa tuli tuki suuren dynaamisen alueen renderointiin. CryENGINE 2 tuki reaaliaikaista muokkaamista, dynaamisia valoja ja korkea laatuista 3D meri teknologiaa, edellä mainitut ovat vain muutamia esimerkkejä monista uusista tekniikoista joita CryENGINE:een tuli. CryENGINE 3 julkaistiin myöskin Playstation 3, Wii U, sekä Xbox 360 alustoille PC:n lisäksi. CryENGINE 3:ssa käytetään Advanced Modular AI System:ä, joka parantaa pelin tekoälyä. Paremman tekoälyn ansiosta peleissä viholliset kuulevat ja näkevät, joiden avulla viholliset mukautuvat pelin tapahtumiin. Koska Crytek:n mielestä hahmot ja hahmojen kasvot ovat tärkeimpiä asioita peleissä, Crytek kehitti CryEngine 3:n realistiset hahmot ja hahmojen animoinnin. (Crytek.)

4.2.2 Käyttökohteet

CryEngine 1, 2 ja 3 on käytössä monissa isoissa peleissä, jotka ovat olleet menestykkäitä pelimarkkinoilla. Far Cry on ensimmäinen peli joka kehitettiin CryEngine:llä ja jonka Crytek itse kehitti vuonna 2004. Vuonna 2007 Crytek julkaisi pelin nimeltä Crysis uudella CryEngine 2:lla joka oli tehty Windows-alustalle. CryEngine 3:n julkaisun jälkeen Crytek julkaisi Crysis pelin muille alustoille. Crytek julkaisi vuonna 2011 Crysis 2:n joka oli kehitetty CryEngine 3:lla ja Crytek on ilmoittanut julkaisevansa Crysis 3:n alkuvuonna 2013. (Crytek.)

4.3 Frostbite

Frostbite pelimoottori on EA Digital Illusions Creative Entertainment AB:n kehittämä ja on kehitetty Microsoft Windows, Playstation 3, Wii U, sekä Xbox 360 alustoille. EA Digital Illusions CE on monille tuttu Battlefield pelisarjan kehittäjänä. Frostbite julkaistiin vuonna 2008 Battlefield: Bad Company pelin yhteydessä. Vuonna 2009 EA julkaisi version 1.5 Frostbite pelimoottorista ja version 2, EA julkaisi vuonna 2011. (Battlefield 3 Media 2011.)

4.3.1 Perustekniikka

EA esitteli Frostbite:n yhteydessä High Dynamic Range Audio:n (HDR audio), mikä säätää erilaisten äänien voimakkuuden, joka antoi pelaajien kuulla tärkeimmät äänet selvemmin. Versiossa 1.5 tuli mahdolliseksi tuhota seinien lisäksi myös kokonaisia rakennuksia. Frostbite 2 pelimoottori ottaa täyden hyödyn irti DirecX 11 API:sta ja 64-bittisistä prosessoreista. Frostbite 2:ssa EA käyttää datan striimaamista suoraan kovalevyltä muistille jolloin näytöllä voisi esittää tietoa 512 megatavua jokaista sataa metriä kohden. Frostbite pelimoottorissa objektien hajottamisessa ensimmäisenä objektista poistetaan pala geometriaa, jonka jälkeen poistetusta kohdasta reunoille lisätään yksityiskohtaiset verkot, viimeisenä vaiheena on lisätä reunoille tuhoutumista esittävät tekstuurit. (Battlefield 3 Media 2011; Kihl 2010.)

4.3.2 Käyttökohteet

Frostbite pelimoottori on käytössä Battlefield peleissä vuodesta 2008 lähtien. Battlefield 3 on uusin Battlefield pelisarjoista, mutta EA on ilmoittanut julkaisevansa Battlefield 4:n vuosien 2013 ja 2014 vaihteessa, jossa EA käyttää Frostbite 2 pelimoottoria. Vuonna 2012 EA Games:n julkaisema ja Danger Close Games:n kehittämä Medal of Honor: Warfighter käyttää Frostbite 2 pelimoottoria, joka on kehitetty Microsoft Windows, Xbox 360, Playstation 3, sekä Wii U alustoille. BioWare ilmoitti syyskuussa 2012, että sen seuraava peli Dragon Age III Inquisition tullaan kehittämään Frostbite pelimoottorilla. (Eykemans 2012; Walker 2012.)

4.4 Havok Physics

Havok Physics on irlantilaisen yrityksen nimeltä Havok kehittämä pelimoottori. Havok Physics on pääsääntöisesti suunniteltu videopelejä varten. Vuonna 2007 Intel ilmoitti hankkivansa Havok yrityksen omistukseensa. Intel perusteli Havok:n hankkimista Havok:n edistyksellisyydellä ja tulevaisuuden Havok tulisi olemaan yksi avain tekijä Intel:n

visuaalisessa laskennassa ja graafisessa toiminnassa. Intel on johtavassa asemassa tietojenkäsittelyssä maailmalla. (Intel 2007.)

4.4.1 Perustekniikka

Havock Physics pelimoottori mahdollistaa reaaliaikaisen törmäyksen tunnistuksen, sekä dynaamiset jäykät kappaleet kolmessa ulottuvuudessa. Havock Physics pelimoottori toimii monilla eri pelialustoilla ja puhelimissa kuten Android 2.3:ssa. Lokakuussa Havok julkaisi tiedotteen jossa kertoi julkaisevan Windows Phone 8:lle täyden tuen. Havock Physics pelimoottorissa löytyy tekniikoita kuten virtausmekaniikka, hiusten simulointi, vaatteiden simulointi ja niin edelleen. Pelimoottori laskee simuloinnit, törmäyksen tunnistukset ja renderöinnit suoraan näytönohjaimella ja yrittää välttää isojen tietomäärien kulkemista näytönohjaimen ja prosessorin välillä. Vuonna 2009 Havok julkaisi Havok AI tekoälyn joka toi mukanaan edistyneen polunetsinnän. Polunetsinnän tarkoituksena on etsiä mahdollisimman hyvä reitti pisteestä A pisteeseen B. (Havok 2012; Shilov 2005.)

4.4.2 Käyttökohteet

Julkaisun jälkeen vuodesta 2000 Havock Physics on käytössä yli 200 eri videopelissä. Pääsääntöisesti pelimoottori on käytössä ensimmäisen persoonan ammutapeleissa ja kolmannen persoonan ammutapeleissa, mutta sitä on nähty käytettävän myöskin muissa peleissä. Viimeisin peli Havock Physics pelimoottorilla julkaistu on Guild Wars 2, joka on massiivinen monen pelaajan verkkoroolipeli, jonka kehitti ArenaNet ja julkaisi NCsoft. Peliä myytiin yli 2 miljoonaa kopiota ja parhaimmillaan pelaajia oli yhtäaikaan pelaamassa 400 000 pelaajaa. (Sinha 2012.)

5 TULEVAISUUS

Pelimoottorien kehityksessä yritetään tavoitella fotorealistisempia ja todentuntoisempia pelejä. Tietokoneiden ja konsolien tehojen kasvun myötä pelimoottoreista voi tehdä monimutkaisempia ja tehokkaampia. Fotorealismien tavoittelun haasteena on tietokoneiden ja konsolien tehojen riittämättömyys, koska mitä tarkemman ja todentuntoisemman pelistä haluaa, sitä enemmän vaaditaan laskutoimituksia ja piirtotapahtumia.

Intel kehitti 3-D Tri-Gate transistorit missä transistorit tehdään kolmiulotteisesti, jolloin tilaa piirilevyllä voidaan käyttää paremmin hyödyksi. Tulevaisuudessa tulee laitteita jotka ovat pienempiä ja tehokkaampia jolloin pelimoottoreista voidaan tehdä entistä parempia ja tehokkaampia. (Intel.)

5.1 Pelimoottoreiden kehitys

Pelimoottoreiden kehityksessä tulevaisuudessa tullaan näkemään realistisempia tuhoja, sekä tarkempaa hahmojen animointia. Tulevaisuudessa keskitytään lisäämään pienten yksityiskohtien määrää. Objektien hajoaminen tulee edistymään tulevaisuudessa huomattavasti. Tällä hetkellä veden liike ja valon heijastuminen ovat erittäin raskaita laskutoimenpiteitä, joita vasta esitellään, miten niistä voisi tehdä realistisempia. Tulevaisuudessa tullaan näkemään realistisempia veden liikkeitä ja parempia valon heijastumia.

Tekoäly on yksi pelimoottorin tärkeistä ominaisuuksista, mutta on hankala toteuttaa, koska tekoäly vaatii myös paljon laskentaa ja vie pelilaitteen tehoja sitä enemmän, mitä realistisempi tekoäly on. Kehittäjillä alkaa olemaan nykypäivänä paljon tietoa, miten jokin asia on toteutettu niin he voivat yhdistellä palikoita parhaimmista toteutuksista, mikä johtaa yhä parempiin pelimoottoreihin.

5.2 Laitteet

Laitteiden kehitys jatkuu kovaa vauhtia, sillä terveydenhuollon ja armeijan tarpeisiin kehitetään laitteita, jotka jonkin ajan kuluttua tulevat jossakin muodossa käyttäjälle. Monet teknologiaratkaisut ovatkin peräisin joko armeijan tai terveydenhuollon keksinnöistä.

Yritykset juoksevat kilpaa kehittäessä uudempia ja parempia laitteita pelaajille ja käyttäjille ja samalla peliteollisuus kehittää koko ajan uusia pelimoottoreita ja pelejä. Tulevaisuudessa mobiili pelaaminen tulee kasvamaan entisestään, kun laitteiden tehot kasvavat ja grafiikka kiihdytys yleistyy mobiililaitteissa.

5.3 Lisätty todellisuus

Vaikka lisättyä todellisuutta on tutkittu pitkään, niin on vaikea ennustaa miten lisätty todellisuus tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan ihmisten arkeen. Lisätyn todellisuuden tulevaisuuden näkymistä voi saada hieman pilkahduksista kehitteillä olevista projekteista, kuten lisätyn todellisuuden piilolinssit ja silmälasit.

Lisätyn todellisuuden piilolinssien perusideana on lisätä normaaleihin piilolinssihin pieni piiri, joka esittää käyttäjälle kuvaa. Tämän hetken tutkimuksissa piilolinssissä saadaan näytettyä vain yksi pikseli, mutta tämä on vain alkua ja tulevaisuudessa tarkoituksena olisi saada näytettyä kokonaisia kuvia. (Liuska 2012, 7-8.)

Tulevaisuudessa tullaan näkemään parempia virtuaalitodellisuuslaseja joilla käyttäjä näkee käyttöliittymän laseissa. Tällä hetkellä Google on testaillut silmälasia missä on hyvin yksinkertainen käyttöliittymä. Google aikoo tuoda Project Glass:n kehittäjille vuonna 2013. Project Glass:n ideana on tehdä käyttäjälle arkea helpottavat lasit, joista voi esimerkiksi kartan avulla etsiä kaupassa tiettyä tuotetta. (CNET 2012.)

LÄHTEET

3scale Networks S.L., 2011, What is an API? Your guide to the Internet Business (R)evolution. Www-dokumentti, Saatavissa: <http://www.3scale.net/wp-content/uploads/2012/06/What-is-an-API-1.0.pdf>. Luettu 6.11.2012.

Abrash, M. Ramblings in Realtime. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.bluesnews.com/abrash/>. Luettu 12.11.2012.

Atencio, L. 2011. Measuring Code Complexity. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.javacodegeeks.com/2011/09/measuring-code-complexity.html>. Luettu 6.11.2012.

Battlefield 3 Media. 2011. The frostbite engine history. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.bf3media.com/2011/07/14/the-frostbite-engine-history/>. Luettu 13.11.2012.

Bokitch, C. 2002. Half-Life's Code Basis. Www-dokumentti. Saatavissa: http://web.archive.org/web/20070301012630/http://collective.valve-erc.com/index.php?go=q1_or_q2. Luettu 12.11.2012.

CNET. 2012. Google Glass Explorer Edition. Www-dokumentti. Saatavissa: http://reviews.cnet.com/camcorders/google-glass-explorer-edition/4505-9340_7-35339166.html?tag=fbwp. Luettu 16.11.2012.

Cohen, D.S. Cathode-Ray Tube Amusement Device – The First Electronic Game. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://classicgames.about.com/od/classicvideogames101/p/CathodeDevice.htm>. Luettu 5.11.2012.

Crytek. CryEngine®3: The Complete Game Development Solution. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.crytek.com/cryengine/cryengine3/overview>. Luettu 13.11.2012.

Eykemans, P. A First look at Medal of Honor Warfighter. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ign.com/articles/2012/03/07/a-first-look-at-medal-of-honor-warfighter>. Luettu 13.11.2012.

Havok. 2012. Havok™ to Showcase Full Technology Suite for Windows 8, Windows RT and Windows Phone 8 at Microsoft's build 2012. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://finance.yahoo.com/news/havok-showcase-full-technology-suite-180000842.html>. Luettu 13.11.2012.

IBM. Intel Architecture Leads the Field in Microarchitecture Innovation. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.intel.com/content/www/us/en/architecture-and-technology/microarchitecture/microarchitecture-overview-general.html>. Luettu 6.11.2012.

IBM. Ohjelmistokehityksen työkalut, Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www-01.ibm.com/software/fi/rational/offerings/architecture/>. Luettu 6.11.2012.

Ilmola, M. OpenGL:n perusteet – Osa 2: 3D grafiikka. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://personal.inet.fi/koti/markus.ilmola/OpenGLosa2.pdf>. Luettu 20.11.2012.

Intel. 2007. Intel To Acquire Havok. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.intel.com/pressroom/archive/releases/2007/20070914corp.htm>. Luettu 13.11.2012.

Intel. Moore's Law Inspires Intel Innovation. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.intel.com/content/www/us/en/silicon-innovations/moores-law-technology.html>. Luettu 16.11.2012.

Kihl, R. 2010. Destruction Masking in Frostbite 2 using Volume Distance Fields. Www-dokumentti. saatavissa: <http://advances.realtimerendering.com/s2010/Kihl-Destruction%20in%20Frostbite%28SIGGRAPH%202010%20Advanced%20RealTime%20Rendering%20Course%29.pdf>. Luettu 13.11.2012.

Lilly, P. 2009. Doom to Dunia: A Visual History of 3D Game Engines. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.maximumpc.com/article/features/3d_game_engines. Luettu 4.11.2012.

Liuska, M. 2012. Augmented Reality. Opinnäytetyö. Centria Ammattikorkeakoulu. Tietotekniikan koulutusohjelma.

Microsoft. 2007. What is DLL?. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://support.microsoft.com/kb/815065>. Luettu 20.11.2012.

Microsoft. 2012. Getting Started whit Direct3D (Windows). Www-dokumentti. Saatavissa: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/hh769064\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/hh769064(v=vs.85).aspx). Luettu 21.11.2012.

Moore, G. 1975. Cramming more components onto integrated circuits. Www-dokumentti. Saatavissa: http://download.intel.com/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf. Luettu 19.11.2012.

Nita, S. 2011. AMD to Increase CPU Performance by 10-15% Every Year. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://news.softpedia.com/news/AMD-to-Increase-CPU-Performance-by-10-15-Every-Year-227065.shtml>. Luettu 19.11.2012.

O'Dell, J. 2010. A Beginner's Guide to Integrated Development Enviroments. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://mashable.com/2010/10/06/ide-guide/>. Luettu 19.11.2012.

Pitts, B. 1997. The Galaxy Game. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://infolab.stanford.edu/pub/voy/museum/galaxy.html>. Luettu 5.11.2012.

Rosen, D. 2009. Linear algebra for game developers ~part 1. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://blog.wolfire.com/2009/07/linear-algebra-for-game-developers-part-1/>. Luettu 6.11.2012.

Shilov, A. 2005. Havok Intros Havok FX Engine to Compute Physics Effects on GPUs.

Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.xbitlabs.com/news/multimedia/display/20051028224421.html>. Luettu 13.11.2012.

Sinha, R. 2012. Guild Wars 2 Reaches Two Million Units, Peak Concurrency Exceeding 400K

Players. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://gamingbolt.com/guild-wars-2-reaches-two-](http://gamingbolt.com/guild-wars-2-reaches-two-million-units-peak-concurrency-exceeding-400k-players)

[million-units-peak-concurrency-exceeding-400k-players](http://gamingbolt.com/guild-wars-2-reaches-two-million-units-peak-concurrency-exceeding-400k-players). Luettu 13.11.2012.

Suominen, J. 1999. Elektronisen pelaamisen hirstoriaa lajityyppien kautta tarkasteltuna.

Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.tuug.fi/~jaakko/tutkimus/jaakko_pelit99.html.

Luettu 4.11.2012.

The Khronos Group. OpenGL Overview. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.opengl.org/about/>. Luettu 21.11.2012.

Walker, J. 2012. Everybody Expected It – Dragon Age III: Inquisition. Www-dokumentti.

Saatavissa: [http://www.rockpapershotgun.com/2012/09/17/everybody-expected-it-dragon-age-](http://www.rockpapershotgun.com/2012/09/17/everybody-expected-it-dragon-age-iii-inquisitor/)

[iii-inquisitor/](http://www.rockpapershotgun.com/2012/09/17/everybody-expected-it-dragon-age-iii-inquisitor/). Luettu 13.11.2012.

Ward, J. 2008. What is a Game Engine?. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_.php. Luettu 6.11.2012.

WhiteHead, J. 2007. Game Genres: Shmups. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://classes.soe.ucsc.edu/cms080k/Winter07/lectures/shmups.pdf>. Luettu 5.11.2012

Winter, D. 1996. PONG-Story. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.pong-](http://www.pong-story.com/intro.htm)

[story.com/intro.htm](http://www.pong-story.com/intro.htm). Luettu 5.11.