

Jani Hantula

Peligrifiikan kehittyminen

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

1. toukokuuta 2018

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Jani Hantula

Yhteystiedot: jani.m.hantula@jyu.fi

Työn nimi: Peligrafiikan kehittyminen

Title in English: Development of video game graphics

Työ: Kandidaatintutkielma

Sivumäärä: 31+0

Tiivistelmä: Videopelien grafiikat kehittyvät jatkuvasti. Alun muutamista pikseleistä ja tekstiseikkailuista päästiin 70- ja 80-luvun 2-ulotteisiin pikseligrafiikoihin, joista taas kehitys on vienyt pitkälle 3-ulotteisuuteen, lähes fotorealistisiin maailmoihin, eikä kehitykselle näy vielä kukaan loppua. Kehityksen pääsuuntana on fotorealismi, eli oikeaa maailmaa vastaavat peligrafiikat, joka lähenee samalla kun grafiikkalaitteisto kehittyy. Vaikka peligrafiikka kehittyy koko ajan paremmaksi, jotkut pelinkehittäjät valitsevat silti peliensä grafiikoiksi esimerkiksi 8-bittiset retro-grafiikat tai tyyllitellyt ja yksinkertaiset polygoni-grafiikat uusimpien fotorealististen grafiikoiden sijaan. Tässä kandidaatintutkielmassa selvennetään peligrafiikan historiaa ja kehittymistä sekä pohditaan tulevaisuuden suuntaa.

Avainsanat: peligrafiikka, grafiikka, peli, videopeli, kehittyminen

Abstract: Video game graphics are developing continuously. From the first graphics made with couple of pixels and text adventures, to the 70's and 80's 2 dimensional pixel graphics, to deep into 3 dimensional, almost photorealistic worlds, and there is still no end in sight. The main direction of development is photorealism, graphics that look exactly like their real world counterparts. Even though game graphics are developing to even better, some game developers still choose to use 8-bit graphics or low poly graphics instead of the newest photorealistic graphics. This bachelor's thesis will give insight about history and development of game graphics and some speculation about the future.

Keywords: game graphics, graphics, game, video game, development

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	GRAFIIKKA JA VIDEOPELIT	3
	2.1 Videopelit.....	3
	2.2 Grafiikka	4
3	PELIGRAFIIKAN KEHITTYMINEN	7
	3.1 Alku	7
	3.2 Pikseligrafiikka	8
	3.2.1 70-luvulta kulta-aikaan	9
	3.2.2 Videopelialan romahdus.....	10
	3.2.3 Romahduksesta 90-luvulle	11
	3.3 3D-grafiikan nousu.....	12
	3.4 Kohti nykyaikaa	14
4	NYKYAIKA JA TULEVAISUUS	16
	4.1 Grafiikan kehitys.....	16
	4.2 Fotorealismi	17
	4.3 Graafiset tyylit	18
	4.4 Mobiilipelit ja VR.....	19
	4.5 Grafiikka tulevaisuudessa	20
5	YHTEENVETO	22
	VIITTAUKSET	24
	KIRJALLISUUTTA	27

1 Johdanto

Ihmiset ovat tuottaneet grafiikkaa aikakautensa alusta asti, ja sen tuottaminen jatkuu myös nykyaikana; alun yksinkertaisista luolamaalauksista on kehitytty todella pitkälle, mutta periaatteet ovat hyvin pitkälti vielä samat. Yksi uusimmista muodoista on tietokoneella luotu grafiikka. Kuten aikaisemminkin luotua grafiikkaa, sitä käytetään viihdyttämiseen, tiedon käsittelyyn, suunnitteluun, taiteeseen, jne. (Salomon, 2011).

Pieni osa tietokonegrafiikkaa on peligrafiikka, joka on kehittynyt vuosikymmenien aikana huomattavasti; vain muutamien pikselien tenniskentistä, lähes fotorealistiisiin maailmoihin. 1950-luvun alussa alkunsa saaneet peligrafiikat olivat hyvin yksinkertaisia, oskilloskoopilla esitettyjä pikseleitä. Myöhemmin mikroprosessorit alkoivat kuitenkin kehittyä nopeasti ja pian suorittimien koot ja hinnat laskivat mahdollisiksi hankkimisen myös muillekin kuin varakkaille osapuolille. Mikroprosessorien yleistymisen seurauksena kehittäjien määrä nousi huomattavasti, ja muutamista pikseleistä päästiin nopeasti paljon tarkempaan pikseligrafiikkaan. Peligrafiikka jätti kuitenkin rajoitteidensa takia paljon mielikuvituksen varaan, antaen vain suuntaa yksinkertaisilla grafiikoilla pelin sisällöstä (Perron & Wolf 2009). Näin mahdollistettiin kuitenkin videopeleihin ensimmäistä kertaa muistettavat hahmot, tarkemmat maailmat sekä monia uusia pelimekaniikkoja. Pikseligrafiikan jälkeen päästiin uuteen ulottuvuuteen, kun 3-ulotteiset peligrafiikat mullistivat 1980-luvulla. Siitä lähtien sekä 2- , että 3-ulotteiset peligrafiikat ovat kehittyneet huomattavasti eteenpäin. Mutta niin kuin ensimmäisissä peleissäkin, nykyajan peligrafiikkakin kehittyy käsikädessä grafiikkalaitteiston kanssa. 1950-luvulla grafiikkaan vaadittiin todella kalliita grafiikkasuorittimia, eikä muilla kuin yliopistoilla ja yrityksillä ollut varaa kehittää grafiikkaa taikka pelejä, mutta nykyään grafiikkasuorittimet ovat jo kaupallisesti kaikkien hankittavissa. Grafiikkasuorittimet ovat myös parantuneet niin paljon, että lähes fotorealista 3-ulotteista grafiikkaa voidaan tuottaa reaaliajassa (Wolf, 2008), sen sijaan, että ne tuotaisiin valmiina tallenteista.

Videopelit ja peligrafiikka ovat käyneet läpi monta eri virstanpylvästä ja niiden

määrä lisääntyy joka vuosi. Nykyajan peligrafiikat ovat jo melko lähellä sitä, mitä peligrafiikoiden on haluttu olevan alusta asti. Peligrafiikat tulevat jatkamaan kehitystään vielä pitkään ja tulevaisuuden mahdollisuudet ovatkin mitä uskomattomimpia. Yksi kehityssuunnista on fotorealismi. Peligrafiikoita kehittävät ja tekevät henkilöt ovat alusta asti halunneet luoda täysin fotorealistisia peligrafiikoita, mutta mikään peli ei ole päässyt vielä ”oikeaan” fotorealistisuuteen (Masuch & Röber, 2005). Tulevaisuudessa tehokkaiden grafiikkalaitteistojen avulla fotorealismi on luultavasti mahdollista ja se on luultavasti loppu yhdelle peligrafiikan suunnalle. Toinen suunnista on virtuaalitodellisuus, joka on vasta erittäin aluillaan oleva idea. Sen mahdollisuudet ylettyvät peleistä ulos aina arkkitehtuuriin ja lääketieteen asti. Kuten De Paolis ja Mongelli (2016) kertovat, että virtuaalitodellisuudella voitaisiin toteuttaa maailmanperintökohteita tai historiassa olleita, jo tuhoutuneita rakennelmia ja monumentteja. Tulevaisuuden pelit voisivat siis sisältää peligrafiikoiltaan virtuaalitodellisuuteen luodun, fotorealistisen mukaelman todellisuuden historiallisista sijainneista.

Tässä kandidaatintutkielmassa käydään läpi perusteet siitä, mitä videopelit ja peligrafiikka ovat ja niiden historiaa. Aluksi käydään läpi hieman ”videopeli”-termin määritelmää, sekä tutustutaan grafiikkaan ja sen alempiin osioihin, tietokonegrafiikkaan ja peligrafiikkaan. Seuraavaksi siirrytään peligrafiikan kehityskaareen ja sen tärkeimpiin kohtiin. Kolmantena asiana käydään läpi nykyaikaista peligrafiikkaa ja tulevaisuuden mahdollisia kehityssuuntia. Lopuksi tutkielmassa on yhteenveto läpikäytyistä asioista, sekä viite- ja lähdeluettelo. Perustana käytetään aikaisemmin tehtyä tutkimusta videopeleistä, grafiikasta ja niiden historiasta.

2 Grafiikka ja videopelit

Videopelit kuuluvat, pelien ja leikkien kanssa, viihteen alaluokkiin, mutta erot peleihin ja leikkeihin tulevat interaktiivisen peligrafiikan myötä. Videopelien ja peligrafiikan kehittyminen on ollut vuosikymmenien pituinen jakso ja se jatkuu edelleen.

Tässä kappaleessa selvennetään mitä videopelit ovat, mistä ja milloin ne ovat tulleet, sekä grafiikan osuus videopeleissä.

2.1 Videopelit

Wolfin (2001) mukaan termi "videopeli" on vaikea määritellä, sillä siihen kuuluu niin monia eri osa-alueita. Jaettuna osiin, perusidea on helpompi käsittää, mutta yhdistettyä käsitettä voidaan soveltaa hyvinkin paljon, vaikeuttaen näin myös sen ymmärtämistä.

"Peli" sisältää yleensä ainakin konfliktit, säännöt, pelaajan kyvyt ja lopputuloksen (Wolf, 2001). Konfliktit ovat pelin osapuolten välisiä tapahtumia, esimerkiksi kahden pelaajan vuorovaikutus. Säännöt kertovat, mitä pelissä saa ja ei saa tehdä. Pelaajan kyvyt vaihtelevat ihmisten mukaan, näitä ovat esimerkiksi taidot, strategiat ja tuuri. Viimeisenä on pelin lopputulos, kuten voittaminen tai häviäminen. Pelin ominaisuuksia on näiden neljän lisäksi muitakin ja ne vaihtelevat paljon, joten mahdollisia pelejä on lähes ääretön määrä. Tämä vaikuttaa myös pelien ja leikkien rajoihin. Leikit ovat vapaampia kuin pelit, mutta pelien säännöt vaihtelevat niin paljon, että pelien ja leikkien välillä ei ole joskus huomattavaa eroa. Myös Salen ja Zimmermannin (2004) kertovat pelien ja leikkien rajoista; pelit ja leikit saattavat sisältää toisiaan ja pelien tärkeä elementti on leikki.

"Video" on yleensä helpompi määrittää kuin "peli", vaikka siitäkin on monia eri tulkintoja teknologioiden, resoluutioiden ym. suhteen. Yksinkertaisimmillaan sillä kuitenkin tarkoitetaan jonkin tapahtuvan elektronisesti laitteella, käyttäen visuaalista näyttölaitetta ulostulona. Videopelien tapauksessa visuaalisuus ja interaktiivinen

grafiikka saadaan näyttölaitteen kautta, toisin kuin normaaleissa peleissä, joissa visuaalisuus on fyysisessä muodossa tai kuvitellaan itse. Videotakin voidaan kuitenkin soveltaa ja kuten Wolf (2001) kirjoittaa, videolla voidaan tarkoittaa pelkästään CRT-teknologialla toimivia laitteita tai monia eri laajennettuja määrittelyjä. Yleisin määrittely ottaa kuitenkin kaikki videopelit huomioon, teknologiasta huolimatta.

Videopelit syntyivät pelien ja leikkien kaltaisina vuosikymmeniä sitten, jo 1950-luvulla. Ensimmäisiin videopeleihin kuuluu lautapeli digitaalisia versioita, mutta kiistanalaisesti ensimmäisenä oikeana, interaktiivisena videopelinä pidetään vuonna 1958 kehitettyä *Tennis for Two* -peliä tai vuonna 1962 kehitettyä *Spacewar!* -peliä. Muun muassa Wolf (2003) kertoo *Spacewar!*:n olevan yleisesti hyväksytty ensimmäiseksi videopeliksi, mutta esimerkiksi Rutter ja Bryce (2006) kertovat päinvastoin, *Tennis for Two*:n olevan yleisesti pidetty ensimmäisenä videopelinä. Ensimmäiselle videopelille ei vielä ole varmaa nimeä ja siitä on monia eri mielipiteitä, sillä termin tulkitsemisen perusteella se vaihtelee.

Myöhemmin 60-luvulla kehitettiin pelejä kuten *Three Dimensional Tic-Tack-Toe*, mutta pelien menestyskausi alkoi kuitenkin vasta 70-luvun puolella, ensimmäisen pelikonsolin *Magnavox Odyssey* ja pelin *Pong* julkaisuista. Tästä alkoi videopelien nousu suosituksi viihteen muodoksi. Suosion kasvettua myös kehitystahti kasvoi, ja pian erilaisia pelikonsoleita ja videopelejä olikin tarjolla suuria määriä. Erityisesti kolikkopelien määrä oli erittäin suuri. Myös tietokoneiden kehitys ja yleistyminen, sekä aina tehokkaampien pelikonsolien kehittäminen vaikuttivat pelien yleistymiseen. Parin viime vuosikymmenen aikana pelien osuus viihdealalla on noussut jopa elokuvien ja musiikin tasolle ja samalla myös kiinnostus videopelien historiaan ja sen tutkimiseen on kasvanut (Wolf, 2008).

2.2 Grafiikka

Grafiikalla tarkoitetaan kaikkea visuaalista tuotantoa, kuten perinteisiä kuvia ja maalauksia, jolla halutaan esittää jotakin tarkoituksellista informaatiota (Staley, 2014). Videopeleihin liittyy vahvasti tietokonegrafiikka, jolla tarkoitetaan tietokoneella luo-

tua grafiikkaa. Tietokonegrafiikan peruselementtinä on pikseli, jolla tarkoitetaan näytöllä näkyviä pisteitä, yleensä neliöitä tai ympyröitä (Salomon, 2011). Pikselien määrä näytöllä saadaan näytön resoluution mukaan. Nykyajan yleisimpiin kuuluvalla resoluutiolla, 1920 kertaa 1080 pikseliä, on 1920 vaakatasossa olevaa pikseliä ja 1080 pystytasossa olevaa pikseliä, eli yhteensä yli 2 miljoonaa pikseliä. Jos sitä verrataan ensimmäisiin näyttölaitteiden resoluutioihin, pikselien määrä on tuhansia kertoja suurempi, joka tarkoittaa huomattavasti tarkempaa kuvaa, sillä suurempaan määrään pikseleitä voidaan sisällyttää enemmän yksityiskohtia.

Peligrafiikalla tarkoitetaan kaikkea videopeliin kuuluvaa, näytöllä olevaa grafiikkaa, jolla voidaan kertoa ja ohjeistaa pelaajalle monia eri asioita. Ensimmäisenä esimerkkinä; mitä ja miten pelataan. Ilman peligrafiikkaa ei olisi videopelejä. Peligrafiikalla saadaan luotua pelin elementtejä, kuten pelaaja, viholliset tai tehtävät, jonka mukaan peliä pelataan. Esimerkkinä yksinkertainen jalkapallo-videopeli; peligrafiikalla näytetään omat pelaajat, vastustajan pelaajat, pallo sekä maalit. Näiden grafiikoiden avulla pelaaja tietää minkälainen peli on kyseessä ja kykenee siten pelaamaan kyseistä videopeliä. Toisena esimerkkinä on tarinan ja tunteiden välittäminen. Alun muutamilla pikseleillä ei välttämättä saatu tunteita välitettyä, mutta myöhemmissä vaiheissa, tarkemmat peligrafiikat hahmoissa, ilmeissä ja eleissä ovat mahdollistaneet paremmat mahdollisuuden päästää pelaaja sisään pelin tarinaan ja välittää hahmojen tunteita. Kolmantena esimerkkinä on elämyksien luominen. Pelaajalle voidaan näyttää mahtavia maisemia, kiinnostavia näköaloja, joilla luodaan uusia elämyksiä.

Graafisella ulkoasulla on ristiriitainen merkitys peleissä. Masuch ja Röber (2005) kertovat, että pelaajien mukaan peleissä tärkeintä on hauskuus, eikä peligrafiikalla ole niin suurta roolia, mutta painottavat kuitenkin näön olevan tärkein aisti ihmisellä. Myös Feldmanin (2001) mukaan grafiikoilla on paljon merkitystä, sillä yksinkertaiset, muutaman pikselin laatikot ovat tylsiä sen sijaan, että ruudulla liikkuu graafisesti hyvin suunniteltu hahmo. Pelaajien mielestä graafisella ulkoasulla ei siis näyttäisi olevan niin paljon merkitystä kuin muilla osa-alueilla, mutta pelialalla työskentelevien ja pelialaa tutkivien henkilöiden mielestä grafiikalla olisi suuri

osuus peleissä. Tämä voi johtua siitä, että kaikki pelaajat eivät välttämättä kiinnitä niin paljon huomiota graafiseen ulkoasuun, kun huomio kiinnittyy enemmän pelattavuuteen ja hauskanpitoon.

3 Peligrafiikan kehittyminen

Peligrafiikka on kehittynyt paljon alun pikseleistä lähes fotorealismiin. Kehityksen suurimpana vaikuttajana on ollut alustat, joille pelejä on kehitetty, mutta myös kehittäjien kekseliäisyydellä on ollut osansa peligrafiikoiden kehityksessä.

Tässä kappaleessa käydään läpi videopelien, videopelilaitteiden ja peligrafiikan suurimpia virstanpylväitä alusta nykyaikaan asti.

3.1 Alku

Kuten Rutter ja Bryce (2006) kirjoittavat, vuoden 1958 peliä *Tennis for Two* pidetään ensimmäisenä videopelinä. Se oli ensimmäinen interaktiivisella grafiikalla toteutettu peli, jonka kehittäjä William Higinbotham suunnitteli pelin vain tunneissa. Pelissä käytettiin näyttölaitteena oskilloskooppia, jossa näkyi tenniskenttä sekä pallo sivulta päin, muutamalla pikselillä kuvattuna. Pallolla oli myös perässään juova, jolla selvennettiin pallon liikettä. Grafiikat toteutettiin vain muutamilla pikseleillä, mutta 50-luvulla se oli mahtava näyte siitä, mihin tietokoneet pystyvät.

60-luvun alussa, Massachusettsin teknillisessä korkeakoulussa Steve Russell ja "Tech Model Railroad Club" -kerhon jäsenet kehittivät pelin *Spacewar!*, jossa taisteltiin avaruudessa kahdella aluksella. Avaruusaluukset olivat jo useiden pikselien kokoisia, ne ampuivat näkyviä ammuksia, taustalla oli tähtiä ja keskellä suurempi tähti, jolla oli jopa yksinkertainen animointi. Peligrafiikat olivat kehittyneet *Tennis for Two*:sta ja muista aikaisemmista peleistä jo paljon tarkemmiksi. Pelin pelaaminen onnistui kuitenkin vain huoneen kokoisilla tietokoneilla, joita siihen aikaan oli vain yliopistoilla, koska pelin laskenta ja grafiikka olivat todella raskaita verrattuna laitteiston tehoihin.

Seuraavalla vuosikymmenellä tapahtui suuria mullistuksia pelihistoriassa. Atarin kehittämä videopeli *Pong* aloitti arcade-pelien aikakauden. *Pong* oli jo prototyyppi versiostaan asti todella suuri menestys ja jatkoi menestystään pelihalleissa (Glancey,

1996). Toisena mullistuksena oli ensimmäinen kaupallinen videopelikonsoli, *Magnavox Odyssey*, jonka myötä ihmisillä oli ensimmäistä kertaa mahdollisuus tuoda videopelit omiin koteihinsa. Se ei kuitenkaan markkinointinsa takia ollut helposti löydettävissä, sillä se oli myynnissä vain Magnavoxin omissa liikkeissä (Wolf, 2012). Kaikki konsolin pelit olivat mekaniikoiltaan samankaltaisia, koska *Magnavox Odyssey* pystyi tuottamaan näytölle vain kolme neliötä ja viivan. Erilaisuutena ”peleissä” graafisesti oli ainoastaan näytölle asetettava kalvo, jolla sai vaihdettua ”eri” videopeliin, kuten jalkapalloon, tennikseen tai jääkiekkoon, joten peligrafiikan osalta ei kuitenkaan päästy vielä kovinkaan pitkälle (Wolf, 2012). *Odyssey*n seuraajat, kuten *Odyssey 200* ja *Coleco Telstar* olivat vain hieman parempia graafisesti ja pelitkin olivat hyvin samankaltaisia kuin aikaisemmin.

3.2 Pikseligrafiikka

Pikseligrafiikkaa on käytetty videopeleissä alusta asti. Se on kehittynyt hyvin nopeasti laitteistojen rajojen kanssa ja kehittyy edelleen tänäkin päivänä.

Pikseligrafiikkaa on videopeleissä kahta eri lajia; perinteistä 2D-grafiikkaa sekä 2.5D-grafiikkaa. Perinteisellä 2D-grafiikalla tarkoitetaan yhtä tasoa, jossa kaikki graafinen toteutus tapahtuu. Sitä käytettiin pääsääntöisesti ensimmäisistä peleistä 80-luvulle asti, kunnes teknologian kehitys mahdollisti paremman alustan peligrafiikalle. 2.5D-grafiikka on harppaus kohti 3D-grafiikkaa. Perinteisen 2D-grafiikan yhden tason sijaan pystyttiin käyttämään useita tasoja ja liikuttamaan niitä eri nopeuksilla. Näin peleihin saatiin lisää syvyyttä ja tilaa pystyttiin kuvaamaan paremmin.

Pikseligrafiikassa yksi keskeisimmistä termeistä on ”sprite”. Sprite-grafiikalla tarkoitetaan graafista objektia, kuten pelaajaa tai vihollisia, jotka pystyvät kulkemaan itsenäisesti ruudulla (Feldman, 2001). Ne voivat olla eri kokoisia ja näköisiä, animoituja ja staattisia, joiden suunnittelun rajoitteena on oikeastaan vain laitteiden rajoitteet. Näiden rajoitteiden takia suunnittelu videopelien alkuaikoina oli haastavaa verrattuna nykyaikaan. Vähäisen muistin ja näytöntarkkuuden vuoksi sprite-grafiikat olivat alussa todella yksinkertaisia ja monia spritejä uudelleenkäytettiin

peleissä eri värisinä.

3.2.1 70-luvulta kulta-aikaan

70-luvulla tapahtui tärkeitä asioita teknologian ja videopelien saralla. Näytöt ja laitteistot olivat parantuneet alkuajoista huomattavasti. Mikroprosessorien myötä laskentatehoa saatiin paljon pienempiin tiloihin, joten tarkemman peligrafiikan tuottamiseen ei enää tarvittu huoneen kokoista laitetta. Monet yritykset alkoivat kehittämään tietokoneita ja pelikonsoleita ja kilpailivat keskenään niiden paremmuudesta, jolloin myös videopeli markkinoista tuli todella kilpailuhenkinen. Kilpailun seurauksena monet yritykset luopuivat alasta kokonaan (Salomon, 2011).

Arcade-pelihallit nousivat suureen suosioon Pohjois-Amerikassa, Euroopassa ja Aasiassa. Videopelit alkoivat levitä Pohjois-Amerikasta maailmalle ja Wolf (2008) kertookin arcade-pelien olevan tärkein muoto, jolla videopelit saatiin suuren yleisön tietoon ja pelattavaksi. Leviämisen seurauksena monet viihdeyritykset alkoivat investoida pelialalle ja uusia, graafisesti jo monimuotoisempia arcade-pelejä kehitettiin useita. 70-luvun loppupuolen ja 80-luvun alun peleistä löytyikin jo värit, parempaa grafiikkaa, sekä tunnistettavia ja jopa historiaan jääneitä hahmoja, kuten *Space Invaders*, *Pac-Man* ja *Donkey Kong*. Vuonna 1980 nähtiin myös ensimmäinen videopeli oikealla 3D-grafiikalla, *Battlezone*. Siirryttiin "arcade-pelien kulta-aikaan", jolloin videopeleistä tuli osa populaarikulttuuria ja kehitys niin teknologian kuin suunnittelun puolella kiihtyi.

Pelikonsolien markkinoilla kilpailu kasvoi huomattavasti. Monet eri valmistajat tekivät omia pelikonsoleitaan, mutta *Atari VCS* (myöhemmin *Atari 2600*) nousi kuitenkin muiden pelikonsolien yläpuolelle. Atarin pelikonsolissa oli ominaisuuksina värilliset peligrafiikat, äänet ja vaihdettavat pelikasetit, joita tekemällä myös muut pelinkehittäjät saivat kehittää videopelejä pelikonsolille. Videopelit olivat perinteiseen tyyliin 2-ulotteisia, mutta grafiikat olivat tarkempia. Tunnetuimpia pelejä olivat muun muassa *Breakout*, *Space Invaders*, *Missile Command* ja *Pitfall*.

Pelikonsolien lisäksi 70-luvun lopun uudet kotitietokoneet, kuten *Apple II*, *TRS-80*,

Commodore PET ja *Atari 800* toimivat pelinkehitysalustoina, mutta ne olivat Pohjois-Amerikan ulkopuolisille kuluttajille kalliita. Niille kehitettiin kuitenkin useita videopelejä, joista *Atari 800:n* ja erityisesti *Apple II:n* pelit olivat graafisesti pidemmälle kehittyneitä, jopa enemmän pikseleitä, eli tarkkuutta, kuin pelikonsoleilla. Atari ei kuitenkaan sallinut muiden kehittäjien ohjelmia ja kärsi pienestä määrästä ohjelmia Appleen verrattuna (Glancey, 1996). Tietokoneiden rooli videopelien markkinoilla alkoi kehittymään yhä suuremmaksi.

Graafisesti parannuttiin muutamista pikseleistä jo huomattavasti. Peleistä erotti jo erilaisia vihollisia, hahmoja ja niillä oli myös animaatioita. Laitteiden tehot olivat kuitenkin vielä hyvin rajoitetut ja peligrafiikoiden suunnitteluun kului paljon aikaa, jotta ne saataisiin näyttämään halutuilta. Yksi suurimmista harppauksista oli myös vektorigrafiikan ensimmäinen kokeilu (Wolf, 2008).

3.2.2 Videopelialan romahdus

Videopelialan romahduksen aikana koettiin suuria muutoksia. Suurimmat muutokset koettiin Yhdysvalloissa, jossa videopelien kehitys ja kilpailu suurimmaksi osaksi tapahtui. Ennen romahdusta suuressa suosiossa olevat arcade-pelihallit eivät enää kyenneet ylläpitämään pelihalleja pienempien tuottojen takia, ja niitä suljettiin tuhansia (Wolf, 2012). Myös pelien laatu oli heikentynyt, sillä pelejä tehtiin erittäin paljon ja halvalla. Useat videopeliyritykset ja pelikonsolien valmistajat jättivät alan kokonaan tai menivät konkurssiin. Videopeliala näytti laskevan koko ajan, mutta tulevaisuuden uuden nousun aiheuttajat olivat jo tuloillaan. Uusia laitteita olivat muun muassa *Commodore VIC-20 ja 64*, *IBM PC*, *Famicom*, joka tunnetaan myös nimellä *Nintendo Entertainment System* ja *Master System*.

Romahduksen aikana grafiikan saralla kokeiltiin uusia tekniikoita. Pelinkehittäjät yhdistivät perinteisen, käsinpiirretyn animaation peleihin, jonka tunnetuimpana esimerkkinä on *Dragon's Lair*(1983). Peli oli visuaalisuudeltaan animaation laatuista, mutta samalla interaktiivisuus myös jouduttiin tiputtamaan muutamiin vaihtoehtoihin. Animaatiomaisen grafiikan lisäksi myös 3-ulotteisia polygoneja käytettiin

ensimmäistä kertaa Atarin *I, Robot*(1983) -pelissä. Peli kuitenkin epäonnistui markkinallisesti abstraktiivisuutensa ja epätavallisen pelattavuutensa takia, ja tästä syystä myös 3-ulotteiset polygonit unohdettiin aina 80-luvun loppuun asti (Wolf, 2003). Vaikka uusia grafiikoita oli kokeiltu, pysyivät perinteiset 2-ulotteiset, pikseligrafiikalla toteutetut videopelit edelleen yleisimpänä.

3.2.3 Romahduksesta 90-luvulle

Romahduksen jälkeen uutta vauhtia videopelialalle antoi *Nintendo Entertainment System*. Yhdysvalloissa romahdus oli ollut todella paha, mutta Euroopassa pelaajat pelasivat usein myös tietokoneilla, jotka eivät videopelialasta irrallisina kärsineet pahasti romahduksesta. Myös Japanissa videopelialalla meni hyvin romahduksenkin aikana, sillä Nintendon *Famicom* valloitti Japanin markkinat ja sille luotiin useita uusia pelejä. *Famicom*in julkaisu Yhdysvalloissa (nimellä *Nintendo Entertainment System*) suuren pelikirjastonsa kanssa oli myös suuri menestys ja nostikin videopelialan Yhdysvalloissa takaisin jaloilleen. Muutkin kuin Nintendo saivat kehittää laitteelle pelejä, mutta Nintendon tiukemman kehityslisenssin vuoksi pelit pysyivät laadukkaina, välttämällä näin romahdukseen johtavat ongelmat (Wolf, 2012). Nintendon menestys rohkaisi myös muita yrityksiä jatkamaan videopelialan kilpailua ja uusia laitteita kehitettiin jatkuvasti. Arcade-pelihallit eivät kuitenkaan menestyksen seurauksena palautuneet enää ennalleen, sillä ne eivät enää pystyneet kilpailemaan uusien laitteiden kanssa (Wolf, 2012). Arcade-pelihallien oli aika väistää ja antaa tilaa uudelle, pelikonsolien aikakaudelle.

Tietokoneetkin olivat uudella sukupolvellaan mukana videopelialan pelastajina. Tietokoneilla oli muitakin käyttötarkoituksia kuin videopelit, joten niiden kehitys oli jatkunut entisellään ja jopa vielä vähän nopeampana. Uudet tietokoneet pystyivät samaan kuin *NES* ja olivat grafiikoiltaan ja pelivalikoimaltaan lähes yhtäläisiä. Varsinkin *Commodore 64* ja *ZX Spectrum* olivat todella haluttuja videopelilaitteena, sillä niille tuotettujen videopelien grafiikat olivat alan kärkiluokkaa. Vaikka uusia tietokoneita ja pelikonsoleita kehitettiin jatkuvasti, jatkoi *Commodore 64* suosittuna videopelilaitteena vielä vuosia julkaisunsa jälkeen, aina 90-luvun vaihteeseen asti. 90-

luvulle siirryttäessä tapahtui myös tietokoneiden sukupolven vaihdos ja PC siirtyi tietokoneiden johtajaksi.

Grafiikan osalta harppaus oli suuri. Uusien, tehokkaiden ja kehittyneiden laitteiden vuoksi vanhat pelit alkoivat näyttämään yhä enemmän vanhahtavilta (Wolf, 2003). Laitteissa oli aina vain tehokkaampia suorittimia ja jopa erillinen suoritin tai piiri grafiikalle, joten tarkkuus nousi ja grafiikasta saatiin paljon realistisempaa. Monissa peleissä oli graafiikkaa taustalla, useita värejä ja animaatioita, sekä hahmot olivat tarkkoja ja selkeitä. Grafiikan tuomat mahdollisuudet vaikuttivat pelien kehitykseen, sillä aikaisemmin pelkästään hauskanpitoon tehtyjen pelien lisäksi tehtiin enemmän persoonallisia hahmoja ja tarinoita (Rubin, 2003). Hyvinä esimerkkeinä toimivat *The Legend of Zelda*, sekä *Super Mario Bros.*, joissa molemmissa oli muistettavat, persoonalliset hahmot ja tarinat.

16-bittisien laitteiden, kuten *Super Nintendo Entertainment System* ja *Sega Genesis*, tulo 80-luvun lopulla antoi pelinkehittäjille mahdollisuuden käyttää yhä useampia ja suurempia sprite-grafiikoita, useampia animaatioita, satoja eri värejä, tapoja käyttää taustoja, jne. Grafiikalle asetettiin taas uusi standardi, niin kuin romahduksen jälkeenkkin, johon vanhat laitteet eivät millään enää pystyneet. Uusien pelien hahmot ja maisemat olivat jo todella helppo erottaa ja ne olivat mukana myös visuaalisena apuna pelimekaanikoissa ja vahvistamassa tarinan kerrontaa.

3.3 3D-grafiikan nousu

3D-grafiikalla tarkoitetaan graafisia objekteja, jotka ovat koodattu tietokoneen muistiin 3-ulotteisina ja niitä voi pyöritellä ja tarkastella eri kuvakulmista (Wolf, 2001). Ero 2-ulotteisuuteen on hyvin selkeä, sillä 2D-grafiikka on vain tasainen levy grafiikkaa. Järvinen (2002) kertookin 3-ulotteisen ympäristön luovan todella voimakkaan tai ainakin monimutkaisemman tilantunteen verrattuna 2-ulotteisuuteen. Erityisesti videopeleissä kolmas ulottuvuus on erittäin suuri muutos. Pelaajille avautuu täysin erilaisia maailmoja ja pelimekaniikoita, sekä pelinkehittäjillä on enemmän mahdollisuuksia ilmaista haluttuja asioita peleissä. Osa muutoksesta kohdistui myös peli-

grafiikan suunnitteluun ja sen uusiin haasteisiin.

3D-grafiikan ensimmäiset testaukset tapahtuivat jo 70-luvulla, mutta vasta 80-luvun lopulla saatiin oikeaa 3D-grafiikkaa polygonien muodossa (Perron & Wolf 2009). 3D-grafiikalla toteutetut videopelit olivat aluksi hyvin yksinkertaisia ja toteutuksen tavoitteena olikin vain saada pelit näyttämään 3-ulotteisilta, sillä se oli paljon vaikuttavamman näköistä kuin 2-ulotteisuus. Suurin osa peleistä ei edes käyttänyt mitään 3-ulotteista grafiikkaa vain 3-ulotteisuus saatiin skaalaamalla sprite-grafiikkaa, kuten *Wing Commander*-pelissä. Toinen keino saada 3-ulotteisuutta oli kuvakulman muuttaminen; isometrisellä projektiolla saatiin luotua tuntu 3-ulotteisuudesta, vaikka ruudulla olevat grafiikat olivat täysin 2-ulotteisia. Hyviä esimerkkejä isometrisestä projektiosta ovat pelit *SimCity* ja *Diablo*. Tehokkaammat laitteet kuitenkin muuttivat käytäntöjä hieman, sillä 3D-grafiikoiden tuottaminen helpottui ja ne toimivat peleissäkin jo paljon sulavammin.

90-luvulla asiat muuttuivat täysin, kun kotitietokoneiden ja pelikonsolien kehittyneet laitteistot mahdollistivat 3D-grafiikan laskemisen reaaliajassa. 3D-grafiikoiden käyttö suuntautui peleissä ensimmäisenä seiniin, sillä ne olivat huomattavasti hahmoja ja objekteja yksinkertaisempia, ja hahmot olivat yleensä vielä toteutettu sprite-grafiikalla. Peleissä 3D-grafiikoiden edelläkävijöinä toimivat FPS-pelit (First Person Shooter), kuten *Wolfenstein 3D* ja *Doom*, ja seikkailupeli *Myst*. Niiden graafiset tyyli-
lit olivat kuitenkin hyvin erilaiset; FPS-pelien 3D-grafiikka oli reaaliaikaista, sprite-grafiikalla toteutetuilla hahmoilla ja *Mystin* 3D-grafiikka valmiiksi renderöityä, eli pelillisesti se ei ollut 3-ulotteinen, vain koostui 2D-kuvista. Kuitenkin nämä ja monet muut pelit aloittivat 3D-grafiikan aikakauden todella alkaneeksi (Wolf, 2003). 3D-grafiikan vahvistamiseen vaikutti myös grafiikkasuorittimien julkaisu 90-luvun lopulla.

Seuraava suuri virstanpylväs oli *Quake*. Se oli ensimmäistä kertaa täysin 3D-grafiikalla toteutettu videopeli ja siitä lähtien 3D-grafiikkaa on käytetty onnistuneesti lähes jokaisessa peligenressä (Masuch & Röber, 2005). *Quaken* maailma näytti lähes samalta kuin aikaisemmissakin FPS-peleissä, mutta suuren eron aikaisempiin peleihin teki 3-ulotteiset viholliset, tavarat, yms. 3D-mallit olivat hyvin yksinkertaisia, mutta ani-

maatioiden kanssa grafiikat olivat videopelien parhaimmista. 3D-grafiikat toivat kuitenkin myös ongelmia; 3D-maailmojen monimutkaisuus ja tavaroiden löytäminen vaikeutui ja kuten Magy & Yan (2006) kertovat, vähemmän pelanneet henkilöt eksyivät helposti pelien maailmoihin tai eivät löydä tärkeitä tavaroita.

3D-grafiikat olivat olleet jo pitkään käytössä, mutta kun 32-bittiset suorittimet yleistyivät pelilaitteissa ja tietokoneille saatiin erilliset grafiikkasuorittimet, eli näyttöohjaimet, kehittyivät 3D-grafiikatkin mukana. Varsinkin kotitietokoneilla kehitys oli erittäin nopeaa ja se rakensi tietä uusille 3D-grafiikan mahdollisuuksille (Salomon, 2011). Suuria muutoksia oli paljon; peleihin saatiin esimerkiksi valoja, varjoja, varjostimia (eng. "shader") ja eri tasoisia tekstuureja (esimerkiksi "bump map"). Pikkuhiljaa hahmojen 3D-mallitkin paranivat, ja sisälsivät jo satoja, myöhemmin tuhansia polygoneja. 3D-grafiikka siirtyi taas lähemmäs fotorealismia.

3.4 Kohti nykyaikaa

Nykyaikaan siirryttäessä kilpailu pelikonsoleista on vähentynyt. 2000-luvulle asti valmistajia oli useita, mutta nykyään varmat pelikonsolien valmistajat ovat laskeneet jo kolmeen; Nintendo, Sony ja Microsoft. Kilpailu on kuitenkin ollut edelleen tiukkaa, sillä samoja pelejä vertaillaan eri laitteilla jatkuvasti; laitteiden eri suoritusnopeuksista johtuen peligrafiikat ovat samoissakin peleissä hieman erilaiset.

Laitteistot ovat kehittyneet huomattavasti ja videopelien ja peligrafiikkaan tuli huomattavasti uusia ominaisuuksia. Pelikonsolien viidennen sukupolven (esim. *Playstation*, *Saturn* ja *Nintendo 64*) uutuuksiin kuuluvat: CD-levyt kasettien tilalle, suuremmat resoluutiot ja uusi värisyvyys miljoonilla väreillä (24-bit true color). Kuudennen sukupolven (esim. *Playstation 2* ja *Xbox*) uutuudet olivat lähinnä vain suorittimien, näyttöohjaimien ja muistien paranemista, jotka paransivat kaikkea aina peligrafiikasta sisältöön. Kuudennen sukupolven laitteille pystyttiin tuottamaan jo todella hienoakin peligrafiikkaa, mutta seuraavat sukupolvet saivat nekin näyttämään vanhahtavilta.

Sukupolvien edistyessä graafisten ominaisuuksien määrä on lisääntynyt huomatta-

vasti ja saman sarjan videopelit eri sukupolvissa näyttävätkin joskus täysin erilaisilta. Järvinen (2002) kertoo *Grand Theft Auto* -sarjan olevan hyvä esimerkki muutoksesta; ensimmäiset osat olivat ylhäältä päin kuvattuja 2D-grafiikalla toteutettuja videopelejä, mutta sarjan kolmannesta osasta lähtien 3D-grafiikalla toteutettuja. Järvinen (2002) jatkaa kertomalla muutoksen olevan teknologisen edistyksen lomassa myös suuri kokemuksellinen ero. Graafiset valinnat videopeleissä ovat siis olleet erittäin tärkeitä, ei pelkästään hämmästyttämisessä vain myös pelimekaniikoissa ja pelikokemuksessa.

Tässä vaiheessa peligrafiikan historiaa, videopeleihin pystyttiin kehittämään peligrafiikat hyvin monella eri tyylillä; monet pelit yrittivät saavuttaa fotorealismia, mutta enemmän tyylitelty, taiteelliset tai abstraktit grafiikat eivät olleet vielä täysin unohdettuja (Wolf, 2003). Aikaisemmin pelit olivat olleet hyvin samantyyliisiä, mutta omaperäisiä pelejä alkoi ilmestymään markkinoille entistä enemmän. Varsinkin pienemmät pelistudiot valitsivat tyylikseen jonkin muun fotorealismia sijaan, sillä sen kehittäminen oli huomattavasti halvempaa. Raha ei kuitenkaan ollut ainoa syy fotorealismia välttämiseen, sillä graafisen tyylin valitsemalla kehittäjät saivat enemmän vapautta ilmaista itseään, tehdä peleistään omalaatuisia ja erottua markkinoilla toisista peleistä. Myös tukea tarinaan tai visuaalista apua pelaajalle pystyttiin antamaan tyyliteltyjen grafiikoiden avulla helpommin, sillä realismin rajoitteet eivät olleet enää esteenä.

4 Nykyaika ja tulevaisuus

Nykyajan videopeliala on kymmenien vuosien kehityksen tulosta. Laitteistot ovat kehittyneet niin pitkälle, että videopeleissä voidaan käyttää hyvin useita erilaisia graafisia tyylejä; realistista 3D-grafiikkaa, eri aikakausien pikseligrafiikkaa, taiteellista grafiikkaa, minimaalista grafiikkaa, yms. Videopeleille tämä tarkoittaa lähes rajattomia mahdollisuuksia grafiikan saralla ja peligrafiikoita onkin nykyään hyvin montaa eri tyyliä.

Videopeliala on kasvanut todella suureksi, verrattavissa elokuva-alaan ja musiikki-alaan. Videopelejä löytää lähes mistä vain ja niitä voi myös pelata lähes missä vain; nopeiten kasvanut alusta on ollut mobiililaitteet, kuten älypuhelimet ja tabletit, mutta videopelejä löytyy konsoleista, tietokoneista, televisioista ja jopa lentokoneista-kin. Videopelien kehittämisen mahdollisuudet ovat kasvaneet ja samalla myös uusia haasteita on syntynyt.

Tässä kappaleessa perehdytään nykyajan videopeleihin ja peligrafiikkaan, sekä vilkaistaan hieman tulevaisuuteen.

4.1 Grafiikan kehitys

Videopelien peligrafiikka on nykyaikana parhainta tietokoneilla ja ne ovat myös kehityksen kärjessä. Vaikka uusimman, kahdeksannen sukupolven pelikonsolit kykenevät jo 4K-resoluutioon, eivät ne silti saavuta tietokoneita tehoissaan, sillä tietokoneiden kehitys on nopeampaa ja uusia, tehokkaampia laitteistoja voisi ostaa jopa monta kertaa vuodessa. Kärkipaikan tietokoneille antaa muun muassa monta kertaa tehokkaammat näytönohjaimet, sekä muut laitteistot, jotka ylittävät pelikonsolien vastaavien ominaisuudet. Tehojen erojen takia, peligrafiikatkin ovat tietokoneilla yleensä paremmat ja peleihin voidaan sisällyttää parempia tekstuureja, varjostimia, valoja ym., joihin pelikonsolit eivät kykene tarvittavan sulavasti. Uudet graafiset ominaisuudet tulevat myös yleensä ensimmäisenä tietokoneille ja myöhemmin, paremmin optimoituina myös pelikonsoleille.

Kehityksen yksi suurimmista osa-alueista on laskennan optimointi. Fernando, Harris, Wloka ja Zeller (2004) kertovat optimoinnin muuttuneen, sillä suorittimen syklien vähentäminen on muuttunut pullonkaulojen löytämiseen ja tuhoamiseen. Uusien graafisten ominaisuuksien ja pelien kehittämisessä syntyy usein tilanteita, jolloin menetelmiä täytyy optimoida. Optimointi täytyy tehdä sekä suorittimille, että näyttönohjaimille, jotta laskennan määrää saadaan vähennettyä. Fernando ym. (2004) esittävät artikkelissaan useita keinoja vähentää laskennan tarvetta näyttönohjaimilla. Peligrafiikan optimoinnissa liiallinen optimointi saattaa kuitenkin laskea peligrafiikan laatua, mutta usein tietokoneella olevat videopelit sisältävätkin grafiikan säätämiseen tarkoitettua valikkoa.

4.2 Fotorealismi

Fotorealismi on ollut pelinkehittäjien haaveena ensimmäisistä peleistä asti, mutta nykyään se alkaa olla jo lähes mahdollista. 80-luvulla yhden fotorealistisen kuvan renderöintiin meni aikaa tunteja tai jopa päiviä (Masuch & Röber, 2005), mutta nykyajan kehittyneillä 3D-työkaluilla ja pelimoottoreilla peleihinkin saadaan jo lähes fotorealista grafiikkaa. Rajana on edelleen kuitenkin laskentatehon puute; fotorealistisessa peligrafiikassa on hyvin paljon grafiikkaa suorittimille laskettavaksi, vaikeimpana asiana interaktiivisuus ja sen vaatima reaaliaikaisuus. Vaikka fotorealismiin pääsy on pitkälti kiinni laskentatehoista, yritykset kilpailevat silti pelimoottoreista, joilla saadaan parhaimman näköistä fotorealista grafiikkaa aikaan (Masuch & Röber, 2005). Fotorealismi kuitenkin lähenee koko ajan, samalla kuin laskentatehot nousevat, ja sen paikka yhtenä suosituimpana graafisena tyylinä on varma ainakin niin pitkälle kuin kehitystä grafiikassa tapahtuu.

Fotorealismien alakategorioihin kuuluu televisualismi ja illuusionismi; televisualismilla haetaan takaa televisiolähetysten tyylistä peligrafiikkaa, kun taas illuusionismilla luodaan epärealistisista maailmoista ja asioista realistisia (Järvinen, 2002). Näitä molempia käytetään nykyään paljon. Urheilu- ja autopelit, kuten *Gran Turismo*-sarjan ja *NHL*-sarjan pelit, kuuluvat yleisimpiin televisualismia käyttäviin peleihin, ja niiden tyyliin kuuluukin realistisen näköiset autot, hahmot ja animaatiot

ja monia eri kamerakulmia. Illuusionismista voidaan ottaa esimerkiksi *Final Fantasy*-sarjan uusin osa *Final Fantasy XV*, jonka maailma sisältää paljon fantasiaa, mutta graafisena tyylinä käytetään fotorealismia.

4.3 Graafiset tyylit

Nykyajan videopeleissä käytetään useita erilaisia graafisia tyylejä. Tyylien luokittelu on kuitenkin hieman haastavasti sovellettavissa; Järvinen (2002) jakaa ne kolmeen kategoriaan; fotorealismiin, karikatyyriin ja abstraktionismiin, kun taas Masuch ja Röber (2005) vain kahteen; fotorealistisiin ja ei-fotorealistisiin. Kategorioista huolimatta samojen kategorioiden tyylit eivät kuitenkaan ole välttämättä lähellekkään samanlaisia, joten eri luokitteluja löytyy useita. Aikaisemmassa luvussa käytiin läpi fotorealismia, joten tässä luvussa graafisista tyyleistä käydään läpi vain ei-fotorealistisia tyylejä.

Yksi tunnetuimmista ja käytetyimmistä tyyleistä on "Cel-Shading" (Masuch & Röber, 2005). Se jäljittelee sarjakuvamaista grafiikkaa ja sitä kutsutaankin joskus myös sarjakuvagrafiikaksi. Siinä hahmot ja objektit renderöidään vain muutamalla värillä, yksinkertaisilla varjoilla ja mustilla ääri viivoilla. Cel-Shading on ollut pitkään suosittu tyyli videopeleissä, sillä sen avulla saadaan myös vähennettyä videopeliin tarvittavaa laskentatehoa yksinkertaisempien tekstuuri- ja materiaalien yms. takia. Laskentatehon väheneminen ei kuitenkaan ole ainut syy valita Cel-Shadingia. Cel-Shadingin pioneerissa, *Jet Set Radiossa*, käytettiin Cel-Shadingia tuomaan peliin pop-taiteen tyyliä (Masuch & Röber, 2005) ja samalla hieman graffitin tyylistä grafiikkaa (Järvinen, 2002).

Toinen tunnettu tyyli on abstrakti grafiikka. Abstraktilla tyylillä on tehty pelejä jo 70-luvulta asti, sillä sen ajan laiterajoitteiden kanssa oli helpompi tehdä abstraktia grafiikkaa. Esimerkkejä on useita, kuten *Pong*, jossa tennismailojen sijaan on abstraktit, laatikkomaiset mailat. Siihen aikaan oli mahdotonta saada täysin realistisia grafiikoita ja lähes kaikki oli abstraktia. Mutta vaikka nykyään mahdollisuuksia parempaan grafiikkaan on useita, jotkut valitsevat silti abstraktin tyylin pelilleen. Esi-

merkkinä *Geometry Wars*, jossa pelaajan alus ja viholliset ovat geometrisia kuvioita avaruusaluksien sijaan.

Suuresta määrästä tyylejä huolimatta, joitakin pelejä on vaikea lajitella tyyleihin ilman uuden tyylin keksimistä. Myös samoja elementtejä käyttävät pelit ovat joskus täysin erilaisia (Järvinen, 2002) Esimerkkinä *Ōkami*, joka on graafiselta tyyliltään muistuttaa japanilaista taidetta ja Ukiyo-e:ta, eli puupiirroksia. Se muistuttaa hieman tyyliltään Cel-Shadingia, mutta eroaa siitä kuitenkin sen verran, että se voisi olla oma yhtäläillä oma tyylinsä. Toisena esimerkkinä vaikeasti lajiteltavaan peliin on *Journey*, jonka tyyli on sekoitus montaa eri tyyliä. Pelistä löytyy vähän Cel-Shadingia, vähän minimalismia, vähän abstraktia, jne. *Journey*n osalla grafiikkalla on todella suuri merkitys sillä pelin narratiivissa ei ole sanoja. Grafiikka on kuitenkin hyvin suunniteltu ja sillä ohjeistetaan pelaajaa sekä välitetään tarinaa ja tunteita pelaajalle. Tulevaisuudessa tyylejä tulee olemaan yhä enemmän ja lajittelu muuttuu entistäkin vaikeammaksi.

Videopelejä tullaan kehittämään useilla graafiisilla tyyleillä aina. Peligrafiikan kehittyminen tapahtuu oikeastaan täysin fotorealismien parissa, mutta tyylejä syntyy koko ajan lisää, joten suuren määrän takia, kaikkia tyylejä on mahdotonta käydä läpi ja lajitella. Tyylien mahdollisuudet ovat rajattomat, sillä niiden kehityksen rajoina toimivat vain pelinkehittäjien mielet.

4.4 Mobiilipelit ja VR

Uusimpia tulokkaita videopelialalla ovat mobiilipelaaminen ja VR, eli virtuaalitoellisuus. Niiden tulo on lisännyt erilaisia vaihtoehtoja peligrafiikoille; mobiililaitteissa hieman rajoitetummat tehot rajaavat peligrafiikkaa, mutta vaikka VR-laitteita käytetään myös tietokoneilla, on niillä hieman sama ongelma tehonpuutteiden kanssa. Kaikkia uusimpia pelejä ei tule VR-laitteille, mutta suuristakin peleistä on tehty VR-versioita, kuten *Fallout 4* ja *Doom(2016)*.

Mobiilipelit ovat yleensä hieman yksinkertaisimpia grafiikoiltaan, monesti sarjaku- vamaisia tai abstrakteja. Näin mobiilipeleistä saadaan hyvännäköisiä, sekä sujuvasti

toimivia. Aluksi mobiilipelit olivatkin todella yksinkertaisia, sillä ennen älypuhelimia, puhelinten tehot eivät riittäneet parempaan. Älypuhelimet ja niiden tehokkaammat prosessorit kuitenkin muuttivat markkinat aivan täysin ja nykyään mobiililaitteille saa jo 3D-grafiikalla toteutettuja pelejä.

VR-laitteilla hyvään grafiikkaan vaaditaan paljon tehoja. VR tarkoittaa peligrafialle sitä, että se pitää saada toimimaan kahdella näytöllä samaan aikaan. Jos VR:lle yritettäisiin saada parhainta fotorealistista grafiikkaa, sen sujuvaksi saamiseen tarvittaisiin todella tehokas tietokone, jota ei välttämättä vielä edes voida tehdä. Vaikka grafiikat ovat yksinkertaisia, saattavat ne näyttää VR-laitteilla hieman paremmilta, sillä immersion tunne on suurempi. VR:n tulevaisuus on kuitenkin auki ja kuten De Paolis ja Mongellikin (2016) kertovat VR:n maailmat tulevat olemaan immersion kannalta todella lähellä realismia.

4.5 Grafiikka tulevaisuudessa

Tulevaisuuden laitteilla kaikki graafiset tyylit on mahdollista toteuttaa. Fotorealismien saavuttamisen jälkeen grafiikan kehittyminen hyvin luultavasti loppuu, mutta tyylien kehitys tulee jatkumaan vielä sen jälkeenkin. Masuch ja Röber (2005) arvioivatkin tulevaisuudessa fotorealististen videopelien täyttävän markkinat ja pelaajien haluavan jotain erilaista ja uutta. Näin uusien peligrafikoiden kehittyminen ei tule lakkaamaan, kun fotorealismi saavutetaan.

Fotorealismien saavuttaminen on tulossa lähitulevaisuudessa. Sen seurauksena peleistä saadaan täysin oikean maailman mukaisia ja silloin varsinkin VR tulee olemaan todella suuressa osassa. Koko maailma voidaan digitalisoida ja VR-laitteiden avulla voi nähdä maailmaa samalla tavalla kuin matkustaessa, mutta kuitenkin kotisohvalta käsin (De Paolis & Mongelli, 2016). Peleistä saattaa tulla jopa niin realistisia, että ne ovat jo vaikeita erottaa oikeasta maailmasta.

Tulevaisuudessa myös omien laitteiden tarve saattaa vähentyä, sillä pilvipalvelut, jotka toimivat pelikonsoleina, lisääntyvät. Pilvipalveluilla voidaan suorittaa pelit tehokkailla tietokoneilla ja servereillä ja lähettää se sitten videona tietokoneille, jotka

eivät pysty suorittamaan korkea laatuista peligrafiikkaa (Shea, Liu, Ngai & Cui, 2013). Uusia pilvipalveluita peleille kokeillaan nykyään jatkuvasti ja ne alkavat toimia jo todella hyvin. Suurimpana ongelmana on vielä toistaiseksi viive tietokoneiden ja palvelun välillä, joka vaikuttaa pelaamiseen huomattavasti; pelaajan haluat toiminnot tulevat myöhässä ja myös kuva saattaa tulla myöhässä.

5 Yhteenveto

Peligrafiikan kehitys on kulkenut pitkän tien. Muutamista pikseleistä koostuvista peleistä on päästy jo erittäin pitkälle fotorealismiin ja loputtomaan määrään erilaisia tyylejä. Kehityksen aikana on kokeiltu monia eri tekniikoita ja teknologioita, toteutustapoja ja suunnitelmia, yms., joilla pelinkehittäjät ovat vieneet peligrafiikan aina äärimmilleen.

Kehityksen perustana on ollut aina laitteiston kehittyminen. Videopelit ja niiden peligrafiikat vaativat tietokoneelta paljon laskentatehoja, joten peligrafiikan paraneminen vaatii aina ensin laitteiston kehityksen. Laitteisto on kuitenkin kehittynyt nopeasti ja enää muutamiin pikseleihin ei tarvita huoneen kokoista laitteistoa. Laitteiston kehittyminen on myös tuonut videopelit suurelle yleisölle, mikä aiheutti myös kehittäjien määrän kasvun sekä koko videopeli alan nousun yhdeksi maailman suurimmista aloista. Tulevaisuuden laitteistot tulevat avaamaan paljon erilaisia mahdollisuuksia videopelialalle, sekä uusille kehittäjille.

Peligrafiikoiden erilaiset mahdollisuudet vaikuttavat huomattavasti videopelien kehittämiseen ja tuottamiseen. Ennen tehokkaita tietokoneita peligrafiikat olivat aina saman tyyliä, pikseligrafiikkaa abstrakteilla hahmoilla, mutta nykyaikana mahdollisuuksia on niin paljon, että kukaan ei pysty käymään kaikkia läpi. Nykyajan videopeleissä näkee niin monia eri tyylejä, että niiden lajittelu on joskus todella haastavaa. Tyylejä kehittyä koko ajan lisää, sillä videopeleille valitaan graafinen tyyli, joka tukee peliä, ja halutun tyylin puuttuessa se suunnitellaan itse. Uusien tyylien kehittyminen ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö vanhojakin graafisia tyylejä käytettäisi. Pelinkehittäjillä on siis erittäin paljon vapautta graafisen tyylin suunnittelussa ja toteutuksessa, ja se näkyy selvästi videopelien laajassa kirjossa.

Kehityksen yksi lopuista on tulossa lähitulevaisuudessa. Yksi suurimmista haaveista pelinkehittäjillä on ollut fotorealismi, ja sitä on yritetty tavoitella jo ensimmäisistä peleistä saakka. Nykyajan laitteistot ja pelimoottorit kykenevät jo todella lähelle fotorealismia ja muutamien vuosien aikana täysi fotorealismi ei välttämättä ole

enää vain pelinkehittäjien haave. Fotorealismien saavuttaminen tarkoittaa kuitenkin kehityksen loppua, mutta vain fotorealismien saralla. Muita kehityksen haaroja ovat graafiset tyylit, jotka tulevat kehittymään vielä fotorealismien saavuttamisen jälkeenkin. Peligrafiikoiden kehityksen tie on siis loputon, koska uusia haaroja syntyy aina vain lisää.

Johtopäätöksenä tutkielmassa päädyttiin siihen, että peligrafiikoiden kehittyminen on antanut pelinkehittäjille huomattavasti lisää vapautta ja mahdollisuuksia pelinkehityksessä, mutta myös haasteita. Pelinkehittäjillä on huomattavasti enemmän resursseja toteuttaa halutunlaisia pelejä tarinoineen, tunteineen ja immersioineen. Haasteina ovat oikeanlaisen, videopeliä tukevan tyylin valitseminen, sekä uudet suunnittelun haasteet graafisesti monimuotoisissa videopelimaailmoissa.

Viittaukset

Tennis for Two. William Higinbotham, 1958.

Spacewar!. Steve Russell, Peter Samson, Martin Graetz & Wayne Witaenem, 1962.

Pong. Atari, Inc., 1972.

Space Invaders. Taito Corporation, 1978.

Pac-Man. Namco, 1980.

Donkey Kong. Nintendo, 1981.

Battlezone. Atari, Inc., 1980.

Breakout. Atari, Inc., 1976.

Missile Command. Atari, Inc., 1980.

Pitfall. Activision, 1982.

Dragon's Lair. Rick Dyer & Don Bluth, 1983.

I, Robot. Atari, Inc., 1984.

The Legend of Zelda. Nintendo (osittain Capcom, Vanpool & Grezzo), 1986.

Super Mario Bros.. Nintendo, 1985.

Wing Commander. Origin Systems, Inc., 1990.

SimCity. Maxis, 1989.

Diablo. Blizzard North, 1996.

Wolfenstein 3D. id Software, 1992.

Doom. id Software, 1993.

Myst. Cyan, Inc., 1993.

Quake. id Software, 1996.

Grand Theft Auto. Rockstar North, 1997.

Gran Turismo. Polys Entertainment, Cyberhead (mukana vain ensimmäisessä), sarjan ensimmäinen peli 1997.

NHL. Alussa kehittäjänä Park Place Productions, myöhemmin Electronic Arts, sarjan ensimmäinen peli 1991.

Final Fantasy. Square, Square Enix, sarjan ensimmäinen peli 1987.

Final Fantasy XV. Square Enix, 2016.

Jet Set Radio. Smilebit, 2000.

Ōkami. Clover Studio, 2006.

Journey. Thatgamecompany, 2012.

Fallout 4. Bethesda Game Studios, 2015 (VR 2017).

Doom(2016). id Software, 2016 (VR 2017).

Odyssey. Magnavox, 1972.

Odyssey 200. Magnavox, 1975.

Telstar. Coleco, 1976.

Atari VCS (Atari 2600). Atari, Inc., 1977 (1982 marraskuusta lähtien Atari 2600).

Apple II. Apple Computer, Inc., 1977.

Atari 800. Atari, Inc., 1979.

Commodore VIC-20. Commodore International, 1980.

Commodore 64. Commodore International, 1982.

IBM PC. IBM, 1981.

Famicom/Nintendo Entertainment System. Nintendo, 1983 (julkaisu nimellä *Nintendo Entertainment System* 1985).

Master System. Sega, 1985.

ZX Spectrum. Sinclair Research, 1982.

Super Nintendo Entertainment System. Nintendo, 1990.

Sega Genesis. Sega, 1988.

Playstation. Sony, 1994.

Saturn. Sega, 1994.

Nintendo 64. Nintendo, 1996.

Playstation 2. Sony, 2000.

Xbox. Microsoft, 2002.

Kirjallisuutta

- De Paolis, L.T. & Mongelli, A., 2016. *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* Springer International Publishing, Switzerland.
- Feldman, A., 2001. *Designing Arcade Computer Game Graphics*. Wordware Publishing, Inc. Los Rios Boulevard, Plano, Texas.
- Fernando, R., Harris, M., Wloka, M. & Zeller, C., 2004. *Programming Graphics Hardware*. NVIDIA Corporation, Eurographics.
- Glancey, P., 1996. *The Complete History of Computer and Video Games*. EMAP, United Kingdom.
- Järvinen, A., 2002. *Gran Stylissimo: The Audiovisual Elements and Styles in Computer and Video Games*. Proceedings of Computer Games and Digital Cultures Conference, Tampere University, Tampere.
- Masuch, M. & Röber, N., 2005. *Game Graphics Beyond Realism: Then, Now, and Tomorrow*. Otto-von-Guericke University Magdeburg, Games and Graphics Research Group, Institute for Simulation and Computer Graphics, Magdeburg.
- Magy, S.E. & Yan, S., 2006. *Visual Attention in 3D Video Games*. Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Perron, B. & Wolf, M., 2009. *The Video Game Theory Reader 2*. Routledge, New York and London.
- Rubin, J., 2003. *Great Game Graphics... Who Cares?* Talk at GDC 2003.

- Rutter, J. & Bryce, J., 2006. *Understanding Digital Games*. SAGE Publications, London, Thousand Oaks, New Delhi.
- Salen, K. & Zimmerman, E., 2004. *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Salomon, D., 2011. *The Computer Graphics Manual*. Springer, London.
- Shea, R., Liu, J., Ngai, E. & Cui, Y., 2013. *Cloud Gaming: Architecture and Performance*. IEEE Network, Volume 27, Issue 4, July-August 2013.
- Staley, D. 2014. *Computers, Visualization and History: How New Technology Will Transform Our Understanding of the Past*. Routledge, Taylor & Francis Group, London and New York.
- Wolf, M., 2001. *The Medium of the Video Game*. University of Texas Press, Austin.
- Wolf, M., 2003. *The Video Game Theory Reader*. Routledge, London.
- Wolf, M., 2008. *The Video Game Explosion: A History from PONG to Playstation® and Beyond*. Greenwood Press, Westport, Connecticut, London.
- Wolf, M., 2012. *Before the Crash: Early Video Game History*. Wayne State University Press, Detroit.