

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknistaloudellinen tiedekunta
Tietotekniikan koulutusohjelma

Kandidaatintyö

Isto Sipilä

**YLEINEN KIRJALLISUUSKATSAUS PELITEOLLISUUTEEN
OHJELMISTOTEKNIIKAN TUTKIMUKSESSA**

Työn tarkastaja: Tekniikan tohtori Jussi Kasurinen

Työn ohjaaja: Tekniikan tohtori Jussi Kasurinen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknistaloudellinen tiedekunta
Tietotekniikan koulutusohjelma

Isto Sipilä

Yleinen kirjallisuuskatsaus peliteollisuuden ohjelmistotekniikan tutkimuksessa

Kandidaatintyö

2012

29 sivua, 1 kuva, 1 taulukko, 1 liite

Työn tarkastaja: Tekniikan tohtori Jussi Kasurinen

Hakusanat: ohjelmistotekniikka, peliteollisuus, pelin kehitys, kirjallisuuskatsaus

Keywords: software engineering, game industry, game development, review of the literature

Tässä työssä tutkitaan peliteollisuudesta tehtyä ohjelmistotekniikan tutkimusta. Työssä selvitetään kirjallisuuskatsauksen keinoin mitä on tutkittu aiemmin, ketkä ovat tutkineet ja missä on tutkittu. Löydetyistä aineistosta poimitaan oleellimmat julkaisut tarkempaan tarkasteluun. Johtopäätöksenä todetaan, että peliteollisuudesta tehty ohjelmistotekniikan tutkimus on tehty kirjallisuuskatsauksen perusteella pääosin mittaluokaltaan pientä ja määrältään vähäistä. Huomattavaa julkaisuutta tutkijapiireissä saaneita peliteollisuutta ohjelmistotekniikan näkökulmasta tutkineita henkilöitä tai tutkimuslaitoksia ei noussut esille tutkimusta tehdessä.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology Management
Degree Program in Information Technology

Isto Sipilä

General literature review of game industry in software engineering research

Bachelor's Thesis

29 pages, 1 figures, 1 tables, 1 appendices

Examiner: D.Sc. (Tech.) Jussi Kasurinen

Keywords: software engineering, game industry, game development, review of the literature

In this work, object of the study is software engineering research of game industry. By doing literature review, questions what has been researched, who has researched and where the research has been done, are answered. The most significant publications have been picked for closer look. The conclusion of this study is that software engineering research of game industry which has been done is mainly small-scale and small in volume. Researchers or research institutions, which could have earned significant publicity in the research community by their research of software engineering in game industry couldn't be named according to this study.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
1.1	TAUSTA	3
1.2	TAVOITTEET JA RAJAUKSET	3
1.3	TYÖN RAKENNE	4
2	TUTKIMUSALUE	5
2.1	PELIOHJELMISTON KEHITYSPROJEKTIN VAIHEET	5
2.2	MONIALAISUUS.....	5
2.3	PELIN TULEE OLLA VIHHDYTTÄVÄ	6
3	TUTKIMUSMENETELMÄ.....	7
3.1	TIEDONHAKU	7
3.2	VALINTAPERUSTEET	7
3.3	AINEISTON SAATAVUUS	7
4	KIRJALLISUUSKATSAUS.....	8
4.1	TUTKIMUKSIA PELIKEHITYKSESTÄ.....	8
4.2	TUTKIMUKSIA KEHITYSMALLEISTA.....	9
4.3	TUTKIMUKSIA MOBIILPELIKEHITYKSESTÄ	10
4.4	PELIKEHITYKSEN ONGELMAT.....	11
4.5	TUTKIMUSKOHTEET PELIALALLA.....	12
4.6	KIRJALLISUUS	12
4.7	VERKKOSIVUSTOT	13
5	HAVAINNOT.....	14
5.1	MITÄ ON TUTKITTU	14
5.2	KETKÄ JA MISSÄ	15
6	YHTEENVETO.....	16
	LÄHTEET.....	17
	LIITE 1. AINEISTO	21

LYHENNELUETTELO

ACM	Association for Computer Machinery
GDD	Game Design Document
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IET	Institution of Engineering and Technology
MMOG	Massively Multiplayer On-line Game
RPG	Role-playing game
RUP	Rational Unified Process
SOCES	Software Development in Creative Ecosystems
UCD	User-Centered Design
XP	Extreme Programming

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tämän työn tarkoituksena on tutkia peliteollisuudesta tehtyä ohjelmistotekniikan tutkimusta. Työ toimii taustatyönä Lappeenrannan teknillisen yliopiston ohjelmistotekniikan laitoksen SOCES-tutkimushankkeelle (Software Development in Creative Ecosystems), jonka päätavoitteina on auttaa pelialalle aikovia ymmärtämään millainen lähestymistapa pelikehitykseen tulisi ottaa, auttaa olemassa olevia toimijoita kehittämään ohjelmistoprosessejaan ja kehittää malli pelinkehitysprosessille sekä arvioida sen vahvuuksia ja riskejä.

Työssä käytetään aineistona aikaisempaa ympäri maailmaa tehtyä alan tutkimusta. Aineistona toimivat tieteelliset artikkelit ja muut alan asiantuntijoiden kirjoittamat kirjalliset julkaisut ovat peräisin useista eri lähteistä.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Työssä kartoitetaan kirjallisuuskatsauksen avulla aiemmin tehtyä tutkimusta peliteollisuudesta ohjelmistotekniikan näkökulmasta. Päämääränä on selvittää, mitä asioita peliteollisuudesta on tutkittu, kuka on tutkinut ja missä tutkimusta on tehty. Tavoitteena on myös selvittää miten ja missä mittakaavassa tutkimusta on tehty. Työlle on asetettu kolme tutkimuskysymystä: *Mitä ohjelmistotekniikan tutkimusta on tehty peliteollisuudesta? Ketkä ovat tehneet ohjelmistotekniikan tutkimusta peliteollisuudesta? Missä on tehty ohjelmistotekniikan tutkimusta peliteollisuudesta?*

Työssä keskitytään pelikehitykseen ensisijaisesti ohjelmistotekniikan kannalta tarkasteltuna. Käytännön pakosta joudutaan kuitenkin sivuamaan myös hieman joitakin peliteollisuuden muita osa-alueita, sillä pelinkehitys on monialaista työtä ja ohjelmistotekninen osuus on vain yksi osa sitä. Pelikehitykseen osallistuu tavallisesti ihmisiä lukuisilta eri aloilta ja lukuisista eri lähtökohdista.

1.3 Työn rakenne

Työn alussa toisessa pääluvussa käsitellään työn tutkimusaluetta eli peliteollisuutta. Luvussa kerrotaan peliteollisuuden erityispiirteistä, jotka vaikuttavat pelinkehitysprosessiin ohjelmistoprojektina. Kolmas pääluku esittelee työssä käytetyn tutkimusmenetelmän. Luvussa kerrotaan tiedonhakumenetelmistä, aineiston valintaperusteista ja alaan liittyvän aineiston saatavuuteen liittyvistä haasteista.

Neljäs pääluku sisältää varsinaisen kirjallisuuskatsauksen. Ensimmäisessä aliluvussa esitellään ohjelmistotekniikan tutkimuksia pelikehityksestä, toisessa aliluvussa kehitysmalleista ja kolmannessa mobiilipelikehityksestä. Neljäs aliluku käsittelee pelikehitystyön ongelmista tehtyjä tutkimuksia ja viides aliluku käsittelee julkaisuja, joissa kirjoitetaan peliteollisuudessa olevista tutkimuskohteista ohjelmistotekniikan tutkimukselle. Kuudes aliluku esittelee joitakin kirjallisia julkaisuja, joita voidaan pitää alan perusteoksina, sillä niihin on viitattu lukuisissa eri tieteellisissä julkaisuissa. Seitsemäs aliluku käsittelee pelikehittäjille suunnattuja verkkosivustoja.

Viidennessä pääluvussa esitetään työn tuloksena syntyneet havainnot ja johtopäätökset, sekä vastataan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Kuudes pääluku sisältää yhteenvedon.

2 TUTKIMUSALUE

Työn tutkimusalueena on peliteollisuus ja erityisesti sen ohjelmistotekninen puoli. Niin sanottuihin perinteisiin ohjelmistoprojekteihin verrattaessa pelikehitysprojekteissa on paljon yhteneviä piirteitä, mutta myös huomattavia eroavaisuuksia, joiden hallitseminen on tärkeää.

2.1 Peliohjelmiston kehitysprojektin vaiheet

Peliohjelmiston kehitysprojekti jaetaan perinteisestä ohjelmistoprojektista poikkeavalla tavalla yleensä kolmeen erilliseen vaiheeseen. Nämä vaiheet ovat esituotanto, tuotanto ja jälkituotanto. Esituotantovaiheessa tehdään markkinatutkimus ja selvitetään onko aiotunlainen peli kannattavaa toteuttaa. Esituotantovaiheessa laaditaan myös GDD (Game Design Document), joka on pelisuunnittelijoiden luovan työn tulos ja sisältää heidän näkemyksensä tulevan pelin sisällöstä. Tuotantovaihe sisältää implementoinnin, eli peliohjelmiston, grafiikoiden, äänien ja dokumentoinnin varsinaisen toteutuksen. Jälkituotantovaiheessa peliä testataan, mainostetaan ja markkinoidaan. [Callele, 2005] [Lee, 2006]

2.2 Monialaisuus

Pelikehitysprosessiin osallistuvat ihmiset ovat taustoiltaan hyvin erilaisia. Tyypilliseen pelikehitysprojektiin osallistuu muun muassa projektijohto, pelisuunnittelijoita, ohjelmistokehittäjiä, markkinointi henkilöstöä, graafikoita ja muusikoita. Ihmiset, jotka eivät yleensä joutuisi ammatillisesti toistensa kanssa tekemisiin, joutuvat nyt toimimaan yhdessä. Yhdistävänä tekijänä toimii yhteinen päämäärä eli taloudellisesti onnistunut tuote. Tämä osallistuvien ihmisten monimuotoisuus asettaa haasteita tiimien väliselle kommunikaatiolle. Niin sanotun yhteisen kielen löytäminen voi olla vaikeaa. [Callele, 2005] [Lee, 2006]

2.3 Pelin tulee olla viihdyttävä

Perinteisestä ohjelmistoteollisuudesta poiketen peliteollisuudessa joudutaan ottamaan huomioon yksi uniikki vaatimus: tuotteen tulee olla viihdyttävä. Tämän vaatimuksen ongelmana on se, että siitä on vaikea laatia metriikkaa, sillä esimerkiksi hauskuus on subjektiivinen kokemus. Tästä huolimatta hauskuus on olennainen osa peliä ja se tulee ottaa huomioon jokaisessa pelin kehityksen vaiheessa. [Lewis, 2011]

3 TUTKIMUSMENETELMÄ

Työlle asetettuihin tutkimuskysymyksiin vastataan laaditulla kirjallisuuskatsauksella peliteollisuudesta ohjelmistotekniikan tutkimuksessa. Kirjallisuuskatsaus on tehty käymällä käsin läpi lukuisia eri tieteellisiä julkaisuja ja alan asiantuntijoiden kirjoittamia kirjallisia julkaisuja.

3.1 Tiedonhaku

Aineiston hakeminen kirjallisuuskatsausta varten aloitettiin tekemällä sanahakuja tietokantoihin, jotka olivat ACM:n (Association for Computing Machinery) ylläpitämä ACM Digital Library ja IEEE:n (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ja IET:n (Institution of Engineering and Technology) ylläpitämä IEEE Xplore. Näiden tietokantojen lisäksi aineiston hakemiseen on käytetty Googlen tarjoamaa Google Scholar-hakupalvelua, joka etsii tieteellisiä julkaisuja lukuisista eri akateemisista lähteistä. Eri tietokannoista löytyneiden työn kannalta oleellisten julkaisujen lähdeviittauksia tutkimalla aineiston keräämistä jatkettiin ja sama toistettiin useaan kertaan.

3.2 Valintaperusteet

Tavoitteena oli löytää aihealueen kannalta oleellisimmat julkaisut. Oleellisiksi julkaisuiksi arvioitiin ne, jotka sopivat työn tavoitteisiin ja rajauksiin. Julkaisun oleellisuutta työn kannalta kasvatti myös sen että sen tekijän tunnettuus. Julkaisu, johon viitattiin muissa julkaisuissa, katsottiin merkittäväksi.

3.3 Aineiston saatavuus

Pelstudioilla ei yleisesti ole tarvetta julkaista talon sisällä käyttämiään ohjelmistotekniikan menetelmiä julkisuuteen. Tiedonhankintaa vaikeuttaa myös pelialan kilpailullisuus. Monet pelialan yritykset ovat myös pieniä, joissa työskentelee vain kourallinen työntekijöitä, eikä tämän kokoisilla yrityksillä luultavasti ole tarpeeksi aikaa ja resursseja dokumentoida ja julkaista käyttämiään menetelmiä. Esimerkiksi pelialalla käytössä olevien prosessimallien saatavuus julkisista lähteistä on rajoittunutta. [Kabashi, 2006] [Petrillo, 2008]

4 KIRJALLISUUSKATSAUS

Tässä luvussa käsitellään löytynyttä aineistoa. Tarkempaan tarkasteluun on valittu työn tavoitteiden ja rajauksien kannalta merkittävimpiä julkaisuja tutkimusaineistosta. Julkaisut esitetään ensimmäisessä viidessä aliluvussa kronologisessa järjestyksessä. Tutkimusaineisto löytyy taulukoituna kokonaisuudessaan liitteestä 1.

4.1 Tutkimuksia pelikehityksestä

Kanadalainen tutkimus [Callele, 2005] käsittelee vaatimusmäärittelyä peliteollisuudessa. Tutkijat kävivät läpi vaatimusmäärittelyä käsitteleviä ohjelmistotekniikan julkaisuja ja analysoivat raportteja, joita on julkaistu Game Developer -lehden Postmortem-kolumnissa. Tutkijat käyttivät kolmea peliä esimerkkinä havainnollistamaan löytämiään ongelmia. Kirjoittajat toteavat ongelmien olevan usein jäljitettävissä esituotantovaiheen ja tuotantovaiheen väliseen siirtymään. Suurimpana haasteena on luovan työn tuloksena syntyneiden dokumenttien siirtäminen tuotantovaiheeseen sellaisessa muodossa, jossa niitä voidaan käyttää tuotannossa ongelmitta.

[Xu, 2006] on kanadalainen tutkimus, jossa tutkittiin XP-menetelmien (Extreme Programming), kuten pariohjelmoinnin, testivetoisen kehityksen ja refaktoroinnin, käyttöä peliohjelmoinnissa. Koehenkilöinä käytettiin 12 yliopisto-opiskelijaa, joiden tehtävänä oli kehittää yksinkertainen peli. Osa koehenkilöistä työskenteli yksin käyttäen vesiputousmallin kaltaista lähestymistapaa ja osa pareina käyttäen XP-menetelmiä. Pareina työskennelleet kirjoittivat siistimpää koodia ja tutkijat ehdottavat, että XP-käytäntöjä voitaisiin hyödyntää pelikehityksessä.

Julkaisussa [Maxim, 2007] kaksi yhdysvaltalaista tutkijaa tutkivat monialaisten tiimien käyttöä pelikehityksessä. Kahden eri yliopistokurssin, pelisuunnittelukurssin ja pelianimaatiokurssin, opiskelijat laitettiin suunnittelemaan ja toteuttamaan peli yhdessä. Tutkimusraportti esittää yhteenvedon pelinkehityskurssien tuloksista ja kirjoittajien kokemuksia kehitystiimien käytöstä.

Saksalainen tutkijaryhmä on tehnyt useita verkkopelejä käsitteleviä tutkimuksia, joista esimerkiksi [Glinka, 2007] esittelee väliohjelmisto-järjestelmän (middleware), jonka tarkoituksena on tukea modernien reaaliaikaisten verkkopelien, erityisesti MMOG-pelien (Massively Multiplayer On-line Game) kehitystyötä. Julkaisussa esitellään järjestelmän rakenne ja sen proof-of-concept implementointi. Toisena esimerkkinä tutkimuksessa [Glinka, 2008] tutkijat analysoivat nykyisin käytössä olevia kehitysmenetelmiä MMOG-peleille ja esittelevät millä laajuudella alhaisen tason kehitystä voitaisiin korvata korkeamman tason lähestymistavalla käyttämällä väliohjelmistoja.

[Asuncion, 2011] on yhdysvaltalaisutkijoiden tutkimus, jossa käytetään esimerkkinä yliopiston kampusalueeseen tutustumiseen laadittuja verkkopelejä. Pelien kehityksestä vastasivat opiskelijat, jotka käyttivät kehitystyössä iteratiivista lähestymistapaa ja Scrum-menetelmää, jonka ansiosta kirjoittajien mielestä onnistuttiin välttämään pelikehityksen klassiset sudenkuopat. Ongelmaksi muodostui kuitenkin loppukäyttäjien huomioon ottaminen. Tutkijat tutustuivat UCD-menetelmiin (User-Centered Design) ja havaitsivat omia projekteja analysoidessaan, että niistä olisi ollut apua. Tutkijat ehdottavat UCD-menetelmien käyttöä niin sanottujen vakavien pelien kehitystyössä.

Suomalaista tutkimusta edustaa opinnäytetyö [Koutonen, 2011], jossa on empiirisesti tutkittu ketterien menetelmien hyödyntämistä suomalaisissa peliyrityksissä. Tiedonkeruu suoritettiin kyselytutkimuksena. Kaikille suomalaisille pelistudioille lähetettiin kyselylomake. Tutkimuksen tuloksista selviää, että ketterät menetelmät ovat laajasti käytössä suomalaisissa peliyrityksissä. Suosituimpia menetelmiä ovat Scrum ja XP, joista hyödynnetään keskeisimpiä käytäntöjä.

4.2 Tutkimuksia kehitysmalleista

Artikkelissa [Scacchi, 2004] yhdysvaltalaisutkija kirjoittaa pelikehityksen käytännöistä vapaissa ja vapaan lähdekoodin kehitysyhteisöissä. Neljään pelikehitysyhteisöön kohdistetuissa empiirisissä tutkimuksissa löydettiin ainakin viisi erityyppistä käytössä olevaa kehitysprosessia.

[Lee, 2006] on korealaisen tutkimusryhmän tutkimusraportti, joka esittelee mallin pelikehitysprosessille. Mallin perustana on käytetty ISO12207-standardia ja RUP-menetelmää (Rational Unified Process). Selvittääkseen mitä hyvältä pelikehitysmallilta vaaditaan, tutkimusryhmä teki paneelihaastatteluja viiden erikokoisen pelialan yrityksen työntekijöille. Tutkimukseen osallistuvilta yrityksiltä vaadittiin, että niissä kussakin työskentelee vähintään kymmenen pelikehittäjää ja yritykset kehittävät eri genren pelejä. Tutkijaryhmä kysyi haastateltavilta etukäteen määritellyt kysymykset ja antoivat aikaa lopuksi vapaalle keskustelulle. Tutkimusryhmä arvioi haastatteludatan avulla kehittämänsä mallia teettämällä kyselyitä toiselle koeryhmälle. Ennen varsinaisia kysymyksiä he esittelivät mallinsa ja miten sitä käytetään. Kyselyyn vastanneilta vaadittiin vähintään kahden vuoden työkokemusta alalta, sekä kokemusta projektipäällikkönä toimimisesta.

[Kabashi, 2006] on Ruotsissa valmistunut opinnäytetyö, jossa tekijät esittelevät iteratiivisen pelikehitysmallin, joka on suunniteltu pienen (1-4 henkilöä) tai keskisuuren (5-12 henkilöä) kehitystiimin käyttöön. Tekijät tutkivat kirjallisuudessa esitettyjä kehitysmalleja ja yrittivät välttää näiden heikkouksia omassa mallissaan.

4.3 Tutkimuksia mobiilipelikehityksestä

Kiinalaisen tutkijan tutkimusraportti [Zhang, 2005] esittelee tuotelinjapohjaisen lähestymistavan mobiilipelien kehitykseen kehitystyön ja ylläpidon helpottamiseksi. Kirjoittajan mukaan lähestymistapa säästää sekä aikaa että rahaa. Lähestymistapaa esiteltiin käyttämällä esimerkkinä peliteollisuudessa toteutettua tuotelinjapohjaista projektia, jossa luotiin neljän valmiin pelin kanssa tuotelinja-arkkitehtuuria.

Monikansallinen tutkijaryhmä esittelee artikkelissaan [Zhang, 2007] tutkimuksen oliopohjaisten ohjelmointitekniikoiden käytöstä mobiilialustoilla tarkastellen mm. suorituskykyä, tiedostonkokoja ja optimointia. Ryhmä käytti tutkimusaineistona viittä Java-alustalle oliopohjaisesti toteutettua RPG-peliä (Role-playing game).

[Alves, 2007] on brasilialaisen ryhmän tapaustutkimus vaatimusmäärittelystä mobiilipelin kehityksessä. Tutkittavana tapauksena on Meantime mobiilipeliyrityksen Frogman nimisen

pelin kehitystyö. Tutkimuksessa kartoitetaan ja keskustellaan vaatimusmäärittelyn haasteista mobiilipeliteollisuudessa.

Suomalainen tutkimus [Ollila, 2008] käsittelee erilaisten prototyyppien käyttöä varhaisessa vaiheessa pelikehitystyötä kehitettäessä pervasiivisia pelejä. Tutkimuksen pääpaino on mobiilipeleissä. Tutkijat antavat esimerkkejä fyysisistä prototyypeistä, nopeasta ohjelmistokehityksestä ja prototyyppien tekemiseen tarkoitettujen valmiiden ohjelmistojen käytöstä.

4.4 Pelikehityksen ongelmat

[Blow, 2004] on yhdysvaltalaisen pelikehittäjän kirjoittama artikkeli pelikehityksen ongelmista. Kirjoittaja esittelee miten pelit ovat muuttuneet vuosien saatossa entistä monimutkaisemmiksi toteuttaa. Pelikehitysprojektien kasvaminen valtaviksi ja pelien kehittyminen erittäin monimutkaisiksi aiheuttaa suuria haasteita kehitystyölle.

Brasilialaisen tutkijaryhmän tutkimukset [Petrillo, 2008] ja [Petrillo, 2009] kartoittavat pelikehitysprojekteissa kohdattuja ongelmia. Tutkijat selvittivät kirjallisuuskatsauksen keinoin yleisiä ja hyvin tunnettuja perinteisissä ohjelmistoprojekteissa esiintyviä ongelmia ja vertasivat niitä peliprojekteissa kohdattuihin ongelmiin. Pelikehitystyön ongelmiin tutkijat tutustuivat tutkimalla pääosin Gamasutra-verkkosivustolta peräisin olevia postmortem-dokumentteja. Molemmissa tutkimuksissa todetaan, että kaikki pääongelmat, jotka esiintyvät perinteisessä ohjelmistoteollisuudessa, löytyvät myös peliteollisuudesta. Näihin ongelmiin ehdotetaan helpotusta ohjelmistoteollisuudessa käytetyistä ohjelmistotuotannon menetelmistä. Jälkimmäisessä tutkimuksessa todetaan tämän lisäksi, että peliteollisuudelle ominainen ongelma on työryhmien sisällä ilmenevät kommunikaatio-ongelmat, jotka johtuvat työryhmien heterogeenisyydestä.

Yhdysvaltalaisen tutkijoiden julkaisussa [Kanode, 2009] keskustellaan ohjelmistotekniikan haasteista peliteollisuudessa. Tekijät ovat tarkastelleet alan tilaa tutkimalla alan julkaisuja ja esittelevät eri ongelmia, joita pelikehitystyössä on kohdattu. Tutkijoiden johtopäätös on, että ottamalla käyttöön perinteisiä ohjelmistotuotannon periaatteita ja käytäntöjä haasteista voitaisiin selvitä paremmin.

4.5 Tutkimuskohteet pelialalla

[Hullett, 2011] on yhdysvaltalaisen ryhmän tutkimus, jossa käyttäjiltä kerättyä tietoa jo julkaistuista peleistä aiotaan hyödyntää seuraavien pelien kehityksessä. Artikkelin varsinainen pääpaino on kuitenkin pelien data-analyysissä. Kirjoittajat kertovat, kuinka tiedonkeruuta tehdään peliteollisuudessa. Tämän ohessa tutkijat toivovat, että julkaisu esittelee aihealuetta ohjelmistotekniikan tutkijoille ja osoittaisi pelien olevan potentiaalinen tutkimuskohde.

Yhdysvaltalaisten tutkijoiden julkaisu [Lewis, 2011] esittelee ajatuksia siitä, miksi ohjelmistosuunnittelijoiden tulisi kiinnostua peliteollisuudesta. Kirjoittajat esittelevät pelikehitykseen liittyviä tutkimattomia alueita, jotka kaipaivat ohjelmistotekniikan tutkimusta. Tutkijat uskovat, että näiden alueiden tutkiminen hyödyttäisi peliteollisuuden lisäksi myös ohjelmistotekniikan tutkimusta yleisellä tasolla.

[Callele, 2011] on kanadalaisen ryhmän tutkimusraportti, jossa he esittelevät yhteenvedon omasta tutkimusohjelmastaan, jossa tutkitaan pelikehityksen haasteita erityisesti esituotantovaiheen ja tuotantovaiheen välillä. He esittelevät katsauksen akateemisiin ja kaupallisiin julkaisuihin, jotka käsittelevät vaatimusmäärittelyä pelikehityksessä. Kirjoittajat esittelevät yhteenvedon mahdollisista tutkimuskohteista, joihin heidän mielestään pitäisi suunnata jatkotutkimusta.

4.6 Kirjallisuus

[Bethke, 2003] on pelien kehitystä ja -tuottamista erittäin kokonaisvaltaisesti käsittelevä teos, johon viitataan lukuisissa tutkimusraporteissa. Kirjassa käsiteltäviä aihepiirejä ovat mm. pelinkehitysmenetelmät, pelisuunnittelu, projektinhallinta, ohjelmistotuotanto, dokumentointi, pelin julkaisu ja mitä tapahtuu julkaisun jälkeen. Toinen erittäin usein viitattu perusteos [Rollings, 2004] käsittelee samankaltaisia aihepiirejä, kuten pelisuunnittelua, projektinhallintaa, peliarkkitehtuuria ja pelikehitysmenetelmiä.

Tieteellisissä artikkeleissa viitattiin usein myös joihinkin pelisuunnittelua koskeviin teoksiin, jotka eivät suoranaisesti liity ohjelmistotekniikkaan. Ensimmäisenä esimerkkinä [Salen, 2004], johon on viitattu erittäin usein alan tutkimuksissa. Kirja käsittelee

videopelien lisäksi pelisuunnittelua yleisesti aina lautapeleistä lähtien. Toisena esimerkkinä [Rouse, 2001], jossa käsitellään pelisuunnittelua ja pelikehityksen todellisuutta kirjailijan omasta näkökulmasta. Kirjassa analysoidaan kuutta eri genren menestynyttä peliä ja niiden suunnittelua. Tämän lisäksi haastatellaan myös seitsemää erittäin kuuluisaa pelisuunnittelijaa.

4.7 Verkkosivustot

Gamasutra on vuonna 1997 perustettu verkkosivusto videopelien kehittäjille, jota ylläpitää UBM TechWeb, joka julkaisee myös Game Developer lehteä. Sivusto julkaisee alaan liittyviä uutisia ja artikkeleita, sekä tarjoaa mm. ilmoitustaulun työpaikkailmoituksille. Sivustolta löytyvään aineistoon ja artikkeleihin löytyi viittauksia työssä tarkastelluista julkaisuista. Esimerkiksi [Gregory, 2008] on alan veteraanin kirjoittaman artikkelisarjan ensimmäinen osa, joka käsittelee iteraatioiden käyttöä pelikehityksessä. Toisena esimerkkinä artikkeli [Miller, 2008], jossa esitellään kymmenen sudenkuoppaa ja kuinka välttää niitä käytettäessä Scrum-menetelmää pelin kehityksessä.

Toinen pelin kehittäjille suunnattu ja tutkimuksissa viitattu verkkosivusto on vuonna 1999 perustettu GameDev.net, joka tarjoaa samantyyppisiä palveluita kuin Gamasutra. Esimerkiksi artikkeliin [Flood, 2003], joka käsittelee pelikehitysprosessia, viitattiin useammassakin tutkimuksessa

5 HAVAINNOT

Tässä luvussa esitetään työn tuloksena syntyneitä havaintoja ja vastataan johdantoluvussa asetettuihin kolmeen tutkimuskysymykseen: *Mitä ohjelmistotekniikan tutkimusta on tehty peliteollisuudesta? Ketkä ovat tehneet ohjelmistotekniikan tutkimusta peliteollisuudesta? Missä on tehty ohjelmistotekniikan tutkimusta peliteollisuudesta?*

5.1 Mitä on tutkittu

Tehdyn kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että ohjelmistotekniikan tutkimusta peliteollisuudesta on tehty varsin niukasti. Tehty tutkimus on yleensä mittakaavaltaan pientä, eikä esimerkiksi suoraan pelialan yrityksiin ja niiden käyttämiin ohjelmistotekniikan menetelmiin kohdistettua tutkimusta ole tehty juuri nimeksikään. Tehty tutkimus kohdistuu useimmiten kapea-alaisesti joihinkin pelikehityksen osa-alueisiin. Peliteollisuudessa on huomattava määrä ohjelmistotekniikan tutkimusta kaipaavia osa-alueita, joita ei ole tutkittu juuri lainkaan. Useissa työn aikana vastaan tulleissa tutkimusartikkeleissa harmitellaan tehdyn tutkimuksen vähäisyyttä ja peräänkuulutetaan sen tarvetta. Artikkelissa [Hullet, 2011] kirjoitetaan osuvasti:

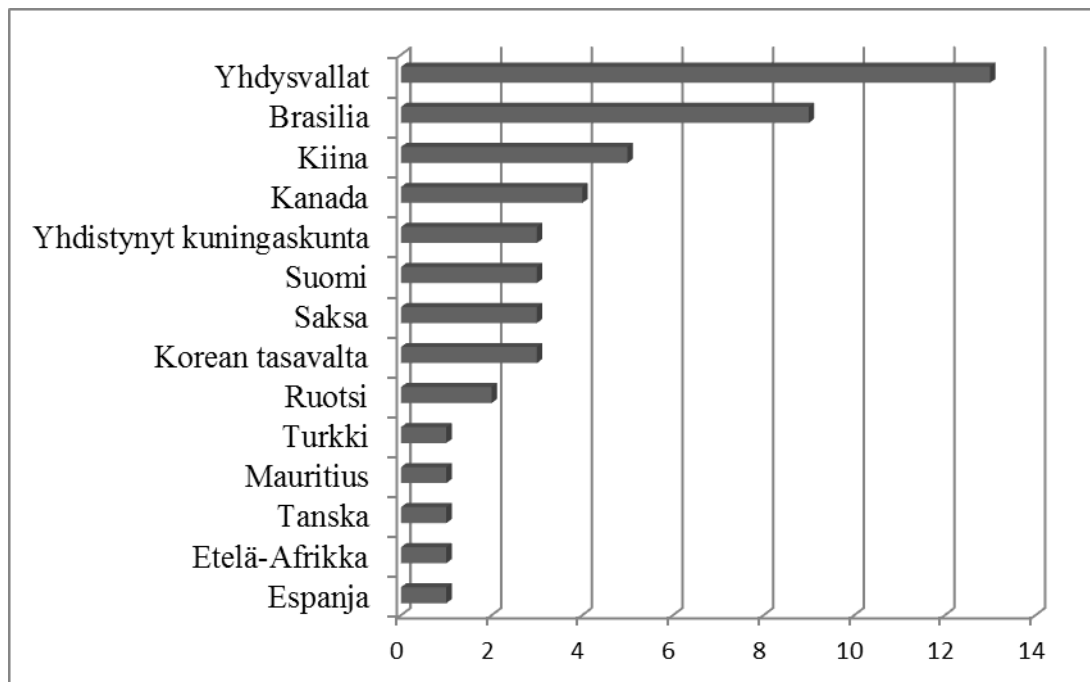
”Research communities exist for specialized aspects of game development, such as SIGGRAPH’s game track for graphics or AAAI’s Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment for game AI, but none exists for software engineering in games.”

Sopivan aineiston löytäminen osoittautui haastavaksi tehtäväksi. Tehdyn tutkimuksen vähäisyys ja tuoreus aiheuttivat ongelmia valittaessa kirjallisuuskatsaukseen sopivaa aineistoa, sillä harvaan alan tutkimukseen oli viitattu muissa julkaisuissa. Tarkempaan esittelyyn valittu aineisto on tämän vuoksi valittu enemmän sisällön perusteella kuin tutkijoiden tai tutkimuksen tunnettuuden mukaan. Tutkimuksen puutteeseen on kuitenkin selvästi havahduttu viime vuosien aikana. Orastavaa tutkimustoimintaa ohjelmistotekniikasta peliteollisuudessa on havaittavissa ja tilanteen voidaan olettaa muuttuvan parempaan suuntaan seuraavien vuosien aikana.

5.2 Ketkä ja missä

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käsitellyn aineiston perusteella on vaikea nostaa jalustalle yksittäisiä henkilöitä tai instituutioita, jotka olisivat erityisen kunnostautuneita ohjelmistotekniikan tutkimuksessa peliteollisuuden saralla. Jotkin tutkijaryhmät ovat julkaisseet useampiakin alaan liittyviä tutkimuksia, mutta toisaalta yhdenkään tutkimusryhmän tai tutkimuslaitoksen ei voida sanoa saaneen erityistä näkyvyyttä tutkijapiireissä. Jotkut pelialaa käsittelevät kirjat ovat kuitenkin saaneet huomattavaa näkyvyyttä.

Tutkimusaineistossa suurin edustus on odotetusti yhdysvaltalaisilla julkaisuilla. Hieman yllättäen Brasilia nousee listalla toiseksi ja on vahvasti edustettuna erinäisissä pelialaa koskevissa julkaisuissa. Aineiston suhteellisen vähyden vuoksi ei kuitenkaan voida vetää kovinkaan suuria johtopäätöksiä. Pelialaa koskevaa tutkimusta on selvästi tehty kohtalaisen tasapuolisesti ympäri maailmaa. Alla olevassa kuvassa 1 on palkkidiagrammi tutkimusaineistossa esiintyvien julkaisujen tekijöiden tai tutkijaryhmien kansalaisuuksista.



Kuva 1. Kansalaisuudet

6 YHTEENVETO

Tässä työssä tutkittiin peliteollisuudesta tehtyä ohjelmistotekniikan tutkimusta. Työ toimi taustatyönä Lappeenrannan teknillisen yliopiston ohjelmistotekniikan laitoksen SOCES-tutkimushankkeelle. Työssä selvitettiin kirjallisuuskatsauksen keinoin mitä on tutkittu aiemmin, ketkä ovat tutkineet ja missä on tutkittu. Aineistona käytettiin ympäri maailmaa tehtyä aiempaa alan tutkimusta ja se kerättiin verkossa toimivista tietokannoista. Löydetystä aineistosta poimittiin oleellimmat julkaisut tarkempaan tarkasteluun.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että peliteollisuudesta tehty ohjelmistotekniikan tutkimus on tehdyn kirjallisuuskatsauksen perusteella pääosin mittaluokaltaan pientä ja määrältään vähäistä. Useissa työn aikana vastaan tulleissa julkaisuissa harmiteltiin tehdyn tutkimuksen vähäisyyttä ja peräänkuulutettiin sen tarvetta. Tutkimuksen puutteeseen on selvästi havahduttu viime vuosien aikana. Kerättyä aineistoa tarkasteltaessa ei ilmennyt yksittäisiä henkilöitä tai tutkimuslaitoksia, jotka olisivat erityisesti nousseet esille tutkijapiireissä ohjelmistotekniikan tutkimuksestaan peliteollisuuden saralla. Tutkimusta on tehty ympäri maailmaa ja Yhdysvallat on odotetusti parhaiten edustettuna julkaisujen määrässä.

LÄHTEET

ACM Digital Library, <http://dl.acm.org/>

IEEE Xplore, <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp>

LUT Information Technology, Software Engineering Laboratory, SOCES-tutkimushanke, <http://www2.it.lut.fi/project/SOCES/>, viitattu 22.4.2012

Carina Alves, Geber Ramalho, Alexandre Damasceno, Challenges in Requirements Engineering for Mobile Games Development: The Meantime Case Study, *15th IEEE International Requirements Engineering Conference*, IEEE Computer Society, 2007

Hazeline Asuncion, David Socha, Kelvin Sung, Scott Berfield, Wanda Gregory, Serious game development as an iterative user-centered agile software project, *GAS '11 Proceedings of the 1st International Workshop on Games and Software Engineering*, ACM New York, NY, USA, 2011

Erik Bethke, *Game Development and Production*, Wordware Publishing, USA, 2003

Jonathan Blow, Game Development: Harder Than You Think, *Queue - Game Development, Volume 1 Issue 10, February 2004*, ACM New York, NY, USA, 2004

David Callele, Eric Neufeld, Kevin Schneider, Requirements Engineering and the Creative Process in the Video Game Industry, *Proceedings of the 2005 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering (RE'05)*, IEEE Computer Society, 2005

David Callele, Eric Neufeld, Kevin Schneider, A Report on Select Research Opportunities in Requirements Engineering for Videogame Development, *Proceedings of the 2011 Fourth International Workshop on Multimedia and Enjoyable Requirements Engineering (MERE'11)*, IEEE Computer Society, 2011

Kevin Flood, Game Unified Process, http://www.gamedev.net/page/resources/_/technical/general-programming/game-unified-process-r1940, viitattu 22.4.2012, GameDev.net, 2008

Frank Glinka, Alexander Ploss, Jens Müller-Iden, Sergei Gorlatch, RTF: A Real-Time Framework for Developing Scalable Multiplayer Online Games, *NetGames '07 Proceedings of the 6th ACM SIGCOMM workshop on Network and system support for games*, ACM New York, NY, USA, 2007

Frank Glinka, Alexander Ploss, Sergei Gorlatch, Jens Müller-Iden, High-Level Development of Multiserver Online Games, *International Journal of Computer Games Technology - Networking for Computer Games, Volume 2008, January 2008*, Hindawi Publishing Corp. New York, NY, USA, 2008

David Gregory, Building a Mindset for Rapid Iteration Part 1: The Problem, <http://www.gamasutra.com/view/feature/3645/>, viitattu 22.4.2012, Gamasutra, 2008

Kenneth Hullet, Nachiappan Nagappan, Eric Schuh, John Hopson, Data analytics for game development (NIER track), *ICSE '11 Proceedings of the 33rd International Conference on Software Engineering*, ACM New York, NY, USA, 2011

Agron Kabashi, Hassan El-Saabi, Game software processes – with Focus on the Rapid Game Process (RGP), *Master Thesis, Software Engineering, Thesis no: MSE-2006:08, June 2006*, School of Engineering, Blekinge Institute of Technology, Ruotsi, 2006

Christopher M. Kanode, Hisham M. Haddad, Software Engineering Challenges in Game Development, *6th International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG'09)*, IEEE Computer Society, 2009

Jussi Koutonen, Ketterät menetelmät peliteollisuudessa: suomalaisia pelistudioita koskeva kyselytutkimus, *Tietojärjestelmätiede, pro gradu*, Jyväskylän yliopisto, Suomi, 2011

Seung Hun Lee, Gum Hee Lee, Hyun Hoon Cho, Doo Heon Song, Sung Yul Rhew, An Empirical Model of the Game Software Development Processes, *SERA '06 Proceedings of the Fourth International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications*, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2006

Chris Lewis, Jim Whitehead, The Whats and the Whys of Games and Software Engineering, *GAS '11 Proceedings of the 1st International Workshop on Games and Software Engineering*, ACM New York, NY, USA, 2011

Bruce R. Maxim, Benjamin Ridgway, Use of Interdisciplinary Teams in Game Development, *37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, IEEE Computer Society, 2007

Paul Miller, Top 10 Pitfalls Using Scrum Methodology for Video Game Development, <http://www.gamasutra.com/view/feature/3724/>, viitattu 22.4.2012, Gamasutra, 2008

Elina M. I. Ollila, Riku Suomela, Jussi Holopainen, Using Prototypes in Early Pervasive Game Development, *Computers in Entertainment (CIE) – Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment, Volume 6 Issue 2, April/June 2008*, ACM New York, NY, USA, 2008

Fábio Petrillo, Marcelo Pimenta, Francisco Trindade, Carlos Dietrich, Houston, we have a problem...: A Survey of Actual Problems in Computer Games Development, *SAC '08 Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*, ACM New York, NY, USA, 2008

Fábio Petrillo, Marcelo Pimenta, Francisco Trindade, Carlos Dietrich, What went wrong? A survey of problems in game development, *Computers in Entertainment (CIE) - SPECIAL ISSUE: Media Arts and Games, Volume 7 Issue 1, February 2009*, ACM New York, NY, USA, 2009

Andrew Rollings, Dave Morris, Game Architecture and Design: A New Edition, New Riders Publishing, USA, 2003

Richard Rouse III, Game Design: Theory & Practice, Wordware Publishing, USA, 2001

Katie Salen, Eric Zimmerman, Rules of Play: Game Design Fundamentals, MIT Press, USA, 2004

Walt Scacchi, Free and Open Source Development Practices in The Game Community, *IEEE Software, Volume 21 Issue 1*, IEEE Computer Society 2004

Weishan Zhang, Architecturally Reconfigurable Development of Mobile Games, *Proceedings of the Second International Conference on Embedded Software and Systems (ICCESS'05)*, IEEE Computer Society 2005

Weishan Zhang, Dong Han, Thomas Kunz, Klaus Marius Hansen, Mobile Game Development: Object-Oriented or Not, *31st Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2007)*, IEEE Computer Society 2007

Shaochun Xu, Vaclav Rajlich, Empirical Validation of Test-Driven Pair Programming in Game Development, *ICIS-COMSAR '06 Proceedings of the 5th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science and 1st IEEE/ACIS International Workshop on Component-Based Software Engineering, Software Architecture and Reuse*, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2006

LIITE 1. AINEISTO

Alla olevaan taulukkoon on koottu työtä tehdessä tarkastellut julkaisut. Kolmannessa sarakkeessa mainitut instituutiot ovat niitä, joita julkaisun kirjoittajat edustavat. Neljännessä sarakkeessa on kirjoittajien kansalaisuudet. Kuudennessa sarakkeessa on joko tietokanta, josta julkaisu haettiin tarkasteltavaksi, tai hakupalvelu, jonka avulla julkaisu löydettiin. Seitsemännessä sarakkeessa ilmoitettu luku ilmaisee kuinka usein kyseiseen julkaisuun on viitattu muissa julkaisuissa. Tieto on peräisin lähteeksi merkitystä palvelusta.

Taulukko 1. Aineisto

Julkaisu	Kirjoittaja(t)	Instituutio(t)	Maa(t)	Vuosi	Lähde	Viitattu
3D Java web-based games development and deployment	A. El Rhalibi, M. Merabti, C. Carter, C. Dennett, S. Cooper, M. Ariff Sabri, P. Fergus	Liverpool John Moores University	Yhdistynyt kuningaskunta	2009	IEEE Xplore	3
A Design Goal and Design Pattern Based Approach for Development of Game Engines for Mobile Platforms	Ali Gökalp Peker, Tolga Can	Middle East Technical University	Turkki	2011	IEEE Xplore	0
A report on select research opportunities in requirements engineering for videogame development	David Callele, Eric Neufeld, Kevin Schneider	University of Saskatchewan	Kanada	2011	IEEE Xplore	0
An Empirical Model of the Game Software Development Processes	Seung Hun Lee, Gum Hee Lee, Hyun Hoon Cho, Doo Heon Song, Sung Yul Rhew	Bashan Network Co., Korea Culture & Contents Agency, Yong-in SongDam College, Soongsil University	Korean tasavalta	2006	IEEE Xplore	0
An innovation of the Game script engine development based on J2ME Multimedia mobile device	Yanhui Wu, Xiaxia Yao, Jin He	Ningbo University	Kiina	2011	IEEE Xplore	0

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

An Integrated Development Model for Character-Based Games	Marconi E. Madruga Filho, Allan J. S. Souza, Patrícia C. A. R. Tedesco, Danielle R. D. Silva, Geber L. Ramalho	Federal University of Pernambuco	Brasilia	2009	IEEE Xplore	0
An interactive event-design tool for rapid game Development	Ok-Hue Cho and Won-Hyung Lee		Korean tasavalta	2011	IEEE Xplore	0
Architecturally Reconfigurable Development of Mobile Games	Weishan Zhang	Tongji University	Kiina	2005	Google Scholar	8
ATHUS: A Generic Framework for Game Development on Ginga Middleware	Ricardo M. C. Segundo, Julio César F. da Silva, Tatiana Aires Tavares	Federal University of Paraíba	Brasilia	2010	IEEE Xplore	0
Automatic Prototyping In Model-Driven Game Development	Emanuel Montero Reyno, José Á Carsí Cubel	Technical University of Valencia	Espanja	2009	ACM Digital Library	1
Challenges in Requirements Engineering for Mobile Games Development: The Meantime Case Study	Carina Alves, Geber Ramalho, Alexandre Damasceno	Federal University of Pernambuco, Meantime Mobile Creations	Brasilia	2007	IEEE Xplore	0
Cross-Platform Mobile Phone Game Development Environment	Chen Xin	Guangdong University of Foreign Studies	Kiina	2009	IEEE Xplore	0
Data Analytics for Game Development (NIER Track)	Kenneth Hullett, Nachiappan Nagappan, Eric Schuh, John Hopson	UC Santa Cruz, Microsoft Research, Microsoft Game Studios, Bungie Studios	Yhdysvallat	2011	ACM Digital Library	1
Design and Development of 3D mobile games	M. Zameer Jhingut, Ibtihaj M. Ghoorun, Soulakshmee D. Nagowah, Raj Moloo and Leckraj Nagowah	University of Mauritius	Mauritius	2010	IEEE Xplore	1

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

Development and Deployment of Cross-Platform 3D Web-based Games	Chris Carter, Abdennour El Rhalibi, Madjid Merabti	Liverpool John Moores University	Yhdistynyt kuningaskunta	2010	IEEE Xplore	0
Empirical Validation of Test-Driven Pair Programming in Game Development	Shaochun Xu, Vaclav Rajlich	Algoma University College, Laurentian University, Wayne State University	Kanada	2006	IEEE Xplore	0
Free and Open Source Development Practices in the Game Community	Walt Scacchi	University of California	Yhdysvallat	2004	IEEE Xplore	4
From a Single- to Multi-Server Online Game: A Quake 3 Case Study Using RTF	Alexander Ploss, Stefan Wichmann, Frank Glinka, and Sergei Gorlatch	University of Münster	Saksa	2008	ACM Digital Library	5
Game Architecture and Design: A New Edition	Andrew Rollings, Dave Morris		Yhdysvallat	2003	ACM Digital Library	21
Game Design: Theory & Practice	Richard Rouse III		Yhdysvallat	2005	Google Scholar	387
Game Development and Production	Erik Bethke		Yhdysvallat	2003	Google Scholar	107
Game Development Harder Than You Think	Jonathan Blow		Yhdysvallat	2004	Google Scholar	56
Game software processes – with Focus on the Rapid Game Process (RGP)	Agron Kabashi, Hassan El-Saabi	Blekinge Institute of Technology	Ruotsi	2006	Google Scholar	0
Ginga Game: A Framework for Game Development for the Interactive Digital Television	Diego Cordeiro Barboza, Esteban Walter Gonzales Clua	Universidade Federal Fluminense	Brasilia	2009	IEEE Xplore	1

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

High-Level Development of Multiserver Online Games	Frank Glinka, Alexander Ploss, Sergei Gorlatch, Jens Müller-Iden	University of Münster	Saksa	2008	ACM Digital Library	10
Houston, we have a problem...: A Survey of Actual Problems in Computer Games Development	Fábio Petrillo, Marcelo Pimenta, Francisco Trindade, Carlos Dietrich	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasilia	2008	ACM Digital Library	0
Improving Digital Game Development with Software Product Lines	Andre W.B. Furtado, Andre L.M. Santos, Geber L. Ramalho	Federal University of Pernambuco	Brasilia	2011	IEEE Xplore	0
Is Agility out there? Agile Practices in Game Development	Fabio Petrillo, Marcelo Pimenta	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasilia	2010	ACM Digital Library	1
Java Micro Edition and Adobe Flash Lite for arcade-style mobile phone game development: a comparative study	Alex Koller, Greg Foster, Madeleine Wright	Rhodes University	Etelä-Afrikka	2008	ACM Digital Library	1
Ketterät menetelmät peliteollisuudessa: suomalaisia pelistudioita koskeva kyselytutkimus	Jussi Koutonen	Jyväskylän yliopisto	Suomi	2011	Google Scholar	0
Mobile Game Development: Object-Orientation or Not	Weishan Zhang, Dong Han, Thomas Kunz, Klaus Marius Hansen	Tongji University, Anhui Vocational College of Electronics & IT, Carleton University, University of Aarhus	Kiina, Kanada, Tanska	2007	IEEE Xplore	0
Patterns in Game Design	Staffan Björk, Jussi Holopainen		Ruotsi, Suomi	2005	Google Scholar	273
Peer-to-Peer Architecture and Protocol for a Massively Multiplayer Online Game	Madjid Merabti, Abdennour El Rhalibi	Liverpool John Moores University	Yhdistynyt kuningaskunta	2004	IEEE Xplore	2
Requirements Engineering and the Creative Process in the Video Game Industry	David Callele, Eric Neufeld, Kevin Schneider	University of Saskatchewan	Kanada	2005	Google Scholar	26

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

Research on a New Development Framework for Mobile Games	Zhitong Su, Wei Song, Jinhong Li	North China University of Technology	Kiina	2009	IEEE Xplore	0
Reuse in Digital Game Development	Beatriz Neto, Lúcia Fernandes, Claudia Werner, and Jano Moreira de Souza	Federal University of Rio de Janeiro	Brasilia	2009	IEEE Xplore	0
RTF: A Real-Time Framework for Developing Scalable Multiplayer Online Games	Frank Glinka, Alexander Ploss, Jens Müller-Iden, Sergei Gorlatch	University of Münster	Saksa	2007	ACM Digital Library	11
Rules of Play: Game Design Fundamentals	Katie Salen, Eric Zimmerman		Yhdysvallat	2004	Google Scholar	1711
Serious Game Development as an Iterative User-Centered Agile Software Project	Hazeline Asuncion, David Socha, Kelvin Sung, Scott Berfield, Wanda Gregory	University of Washington	Yhdysvallat	2011	ACM Digital Library	0
Software Engineering Challenges in Game Development	Christopher M. Kanode, Hisham M. Haddad	Kennesaw State University	Yhdysvallat	2009	Google Scholar	4
Software Engineering for Game Developers	John P. Flynt, Omar Salem		Yhdysvallat	2005	Google Scholar	25
The Whats and the Whys of Games and Software Engineering	Chris Lewis, Jim Whitehead	University of California	Yhdysvallat	2011	ACM Digital Library	0
Towards Situation-aware Cross-platform Ubi-Game Development	JungHyun Han, Hoh Peter In, and Jong-Sik Woo	College of Information and Communications Korea University, Korea Game Development and Promotion Institute Ministry of Culture & Tourism	Korean tasavalta	2004	IEEE Xplore	0
Use of Interdisciplinary Teams in Game Development	Bruce R. Maxim, Benjamin Ridgway	University of Michigan-Dearborn, College of Creative Studies	Yhdysvallat	2007	IEEE Xplore	0
Using Prototypes in Early Pervasive Game Development	Elina M. I. Ollila, Riku Suomela, Jussi Holopainen	Nokia	Suomi	2008	ACM Digital Library	2

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

What Went Wrong: A Taxonomy of Video Game Bugs	Chris Lewis, Jim Whitehead, Noah Wardrip-Fruin	University of California	Yhdysvallat	2010	ACM Digital Library	0
What Went Wrong? A Survey of Problems in Game Development	Fábio Petrillo, Marcelo Pimenta, Francisco Trindade, Carlos Dietrich	Federal University of Rio Grande do Sul	Brasilia	2009	ACM Digital Library	3