

Markus Turunen

Pesäpallon pelimekaniikan määrittely

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

27.4.2014

Tekijä Otsikko	Markus Turunen Pesäpallon pelimekaniikan määrittely
Sivumäärä Aika	48 sivua 20.4.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Ohjelmistotekniikka.
Ohjaajat	Lehtori Miikka Mäki-Uuro Tuntiopettaja Antti Laiho
<p>Suomalaisesta pesäpallosta ei ole vielä tehty tietokonepeliä. Työn tarkoituksena oli määrittää tietokonepeli suomalaisesta pesäpallosta ja tehdä määrittelyä vastaava prototyyppi pelin pelimekaniikasta.</p> <p>Taustatutkimusten tarkoitus oli tukea pelin suunnitteluprosessia ja selvittää tarvittavia teknisiä ratkaisuja. Tutkimuksessa kartoitettiin suomalaisesta ja amerikkalaisesta pesäpallosta tehtyjä tutkimuksia sekä selvitettiin julkaistuja baseball-pelejä ja urheilupelien markkinoita. Taustatutkimuksissa selvitettiin myös pelisuunnitteluteoriaa sekä pesäpallon fysiikkaa ja Unity-pelimoottorin mahdollisuuksia ja ohjelmistoarkkitehtuuria.</p> <p>Työssä laadittiin taustaselvityksessä kerätyn tiedon pohjalta pesäpallon määrittely ja ohjelmoitiin pelimekaniikkaa demonstroivia toimintoja. Pelattavan prototyypin avulla testattiin pelimekaniikan pelattavuutta ja teknistä toteutettavuutta.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi pesäpallon määrittelydokumentti ja prototyyppi. Tehty prototyyppi on toiminut pohjana Metropolia Ammattikorkeakoulun innovaatioprojektissa, jossa opiskelijat ovat jatkaneet pelin kehittelyä.</p> <p>Tehty työ lisäsi ymmärrystä, kuinka pelaajakeskeistä pelisuunnittelua sovelletaan pelituotantoprojektissa. Pelisuunnittelun lisäksi työssä opittiin Unity-objektien komponenttien dynaamista käyttöä sekä soveltamaan PhysX-fysiikkasimulaatiota pelikoodissa.</p>	
Avainsanat	pelisuunnittelu, pesäpallo, pelaajakeskeinen suunnittelu

Author Title	Markus Turunen Game Mechanics Design for Finnish Baseball
Number of Pages Date	48 pages April 20 th 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information Technology
Specialisation option	Software Engineering
Instructor(s)	Miikka Mäki-Uuro: Principal Lecturer Antti Laiho: Lecturer
<p>There has been no computer game published about the Finnish baseball. The objective of the present study was to design a computer game about Finnish baseball, and create a prototype to demonstrates the defined game mechanics.</p> <p>The purpose of the study was to support the game design process and find the necessary technical solutions. The research included studies about Finnish and American baseball games, and studies about published computer and video games, as well as sports game markets. Research about game design theory, biomechanical physics of the baseball, possibilities of the Unity game engine and software architecture was also included.</p> <p>During the study the game design was defined based on the results of the research. The main components of the game mechanics were programmed to test the playability and the feasibility of the game design.</p> <p>The outcome of the study was a game design definition and a prototype of the game. The game prototype has been utilized at the Metropolia University of Applied Science student innovation projects for further game design and game implementation.</p> <p>This study explains how to implement player centric game design in the game production project. In addition to game design, also dynamic allocation of Unity object components, and utilization of PhysX physics simulation as a part of the game code are covered in the study.</p>	
Keywords	game design, Finnish baseball, player centric game design

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tehtävän kuvaus	2
3	Taustaselvitys	3
3.1	Pelisuunnittelun teoriaa	3
3.2	Pelimarkkinat	5
3.3	Liiketoimintamallit	6
3.4	Pesäpallosta tehtyjen pelien kartoitus	7
3.5	Arvioidut pesäpallopelit	8
3.6	Suomalaisen pesäpallon lyhyt historia	13
3.7	Pesäpallopelin toiminnallinen kartoitus	14
3.8	Työssä käytetyt ohjelmointiprosessit ja suunnittelumallit	18
3.9	Unity-ohjelmointi	20
3.10	Unity-fysiikkamoottori	21
4	Pesäpallopelin määrittely ja prototyypin toteutus	24
4.1	Pesäpallopelin konsepti	24
4.2	Joukkueen taitotason määrittely	26
4.3	Pelin pelattavuuden määrittely	28
4.4	Prototyypin toteutus	31
4.5	Kentän toteutus	32
4.6	Pallon toteutus	34
4.7	Lyöntitapahtuma	36
4.8	Syöttötapahtuman toteutus	39
4.9	Joukkueen taitotasojen toteutus	40
4.10	Tekoäly	40
5	Tulosten arviointi	42
5.1	Työn tavoitteiden saavuttamisen arviointi	42
5.2	Tulosten sovellusmahdollisuuksien ja taloudellisen merkityksen arviointi	42
5.3	Tehtävän asettelun ja projektin arviointi	43
5.4	Pohdinta	44
6	Yhteenveto	45
	Lähteet	46

Lyhenteet

AAA-peli	Peliteollisuuden määrittelemä elokuvateollisuutta vastaava kokoluokka, joka määräytyy pelin budjetin mukaan. AAA-pelin budjetti on yli 100 miljoonaa dollaria.
EA	Electronic Arts. Amerikkalainen julkaisija ja peliyhtiö.
EU	Euroopan unioni.
FDD	Ominaisuuskeskeinen kehitys (Feature Driven Development) on iteratiivinen ja inkrementaalinen ohjelmistokehitysprosessi, jossa tulokset pyritään priorisoimaan asiakkaan kannalta tärkeisiin ominaisuuksiin.
MLB	MLB (Major League Baseball) on amerikkalainen baseball-sarja.
MLBPA	MLBPA (Major League Baseball Player Association) on MLB-sarjassa pelaavien ammattipelaajien liitto.
MVC	MVC-arkkitehtuuri (model-view-controller) on ohjelmistoarkkitehtuurityyli, jossa ohjelma jaetaan kolmeen osaan: malliin, näkymään ja käsittelijään.
NABBP	NABBP (National Association of Baseball Players) oli ensimmäinen organisaatio, joka hallinnoi amerikkalaista pesäpalloa.
NES	Nintendo Entertainment System. Pelikonsoli.
PhysX	Nvidia-yhtiön omistama fysiikkamoottoritekniikka, jossa fysikaalista simulaatiota lasketaan grafiikkakortin prosessoreilla. PhysX sisältää kiinteän kappaleen simulaation sekä neste-, kaasu- ja partikkelisimulaatiot.
TDD	Testivetoinen ohjelmistokehitys (TDD) on ohjelmistojen kehittämismenetelmä, jonka perusajatuksena on automatisoidun yksikkötestin kirjoittaminen etukäteen ennen sen testaaman toiminnallisuuden implementointia.

1 Johdanto

Kesällä 2013 Metropolia Ammattikorkeakoulu oli mukana EU-rahoitteisessa Game Cluster -hankkeessa, jossa opiskelijat suunnittelivat ja toteuttivat erilaisia pelejä. Game Cluster -hankkeen tavoitteena on edesauttaa uusien yritysten ja työpaikkojen syntymistä pelialalle sekä kehittää ja laajentaa olemassa olevan peliklusterin toimintaa. [Etelä-Suomen EAKR -ohjelma 2007–2013.]

Metropolia Ammattikorkeakoulu suunnitteli koulutuksen laajentamista pelialan koulutukseen. Tässä yhteydessä kartoitettiin mahdollisia pilot-hankkeita tukemaan pelialan opetusta. Työni oli Metropolia Ammattikorkeakoulun Leppävaaran kampuksella tehtävä kesätyö, ja lehtori Antti Laihon ehdotuksesta tehtäväkseni tuli selvittää pesäpallon pelin soveltuvuutta tietokonepeliksi.

Suomalaista pesäpallosta ei ole vielä tehty tietokonepeliä. Pesäpallo on pelinä monipuolinen, joka mahdollistaa monia lähestymistapoja ja teknisiä ratkaisuja peliympäristöissä. Pesäpallolla on selkeät säännöt ja pelikenttä, mikä varmistaa sen, että peliä ei tarvitse kokonaan keksiä tyhjästä. Suunniteltava pesäpallopeli on tarkoitus julkaista, mutta peli tullaan toteuttamaan useassa vaiheessa.

Tämä insinööriyö käsittelee omaa osuuttani tästä kokonaisuudesta, joka oli pelin suunnittelu ja ohjelmiston esituotanto. Insinööriyössä käydään läpi tehtävän määrittely ja taustatutkimus, käsitellään pelin määrittely ja prototyypin toteutus sekä tarkastellaan tuloksia ja pohditaan niiden merkitystä.

Minulle tehtävä oli haastava, mutta samalla ainutlaatuinen tilaisuus luoda uusi peli, jota ei ole vielä koskaan toteutettu. Suunnittelussa pyrin tarkastelemaan asioita objektiivisesti. Oli kiinnostavaa tutustua oman ajatusmaailmani ulkopuolella olevaan ihmisryhmään ja heidän intohimoiseen urheilupelien maailmaan. Tämä dokumentti on tarkoitettu kaikille niille, jotka ovat kiinnostuneita oppimaan lisää uuden urheilupelin suunnittelusta. Työ antaa samalla ehkä uudenlaisen näkökulman urheilupelin suunnittelussa, kun yritän ymmärtää urheilupelien pelaajien maailmaa pelisuunnittelun näkökulmasta.

2 Tehtävän kuvaus

Insinööriyön tarkoituksena oli määrittää peli suomalaisesta pesäpallosta, ja tehdä määrittelyä vastaava prototyyppi pelimekaniikasta peliteollisuudessa laajasti käytetyllä Unity-pelimootorilla. Tehtäväni oli tutkia pesäpalloa ja julkaistuja pesäpallopelejä sekä suunnitella ja määrittellä niiden pohjalta uusi suomalaiseen pesäpalloon perustuva peli. Tavoitteena oli myös toteuttaa pelistä tekninen prototyyppi ja tutkia teknisiä toteutusmahdollisuuksia.

Työ oli itsenäisesti toteutettava tutkimusluontoinen tehtävä. Työ tehtiin pääsääntöisesti yksin noudattaen joustavia työaikoja. Jokaiselle viikolle oli etukäteen sovittu tavoite, ja tavoitteille oli viikoittaiset katselmoinnit. Työaika oli 34 tuntia viikossa, ja toteutusvaiheelle oli varattu kolme kuukautta aikaa.

Työn alussa oli nähtävillä, että toteutusvaiheelle varattu aika ei tule riittämään koko pelin toteuttamiseen. Määritimme työn asettajan kanssa keskeisimmät ominaisuudet, joihin työssä tuli keskittyä. Ominaisuudet ja niiden prioriteetit on kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Peliprojektin ominaisuuksille sovitut prioriteetit

Ominaisuuden nimi	Prioriteetti
Määrittely	Korkea
Pelattavuus	Korkea
Käyttöliittymä	Matala
Tekoäly	Keskitaso
Audiovisuaalisuus	Matala

3 Taustaselvitys

Tässä luvussa käsitellään työn taustatutkimuksia ja tietopohjaa. Luvun alussa käsitellään pelisuunnittelun teoriaa ja nykyaikaisia pelimarkkinoita. Seuraavaksi tarkastellaan pesäpalloa fysiikan näkökulmasta ja lopuksi esitellään pesäpallopelin toteutuksessa tarvittavia teknisiä ratkaisuja ja valittuja ohjelmointimenetelmiä.

3.1 Pelisuunnittelun teoriaa

Peli on aktiviteetti kahden tai useamman riippumattoman päätöksentekijän kanssa, jossa tavoitellaan päämääriä rajoitetun kontekstin sisällä [Neuman 1944: 85]. Peli on systeemi, jossa pelaajat ryhtyvät keinotekoiseen konfliktiin, jota määrittävät säännöt ja jonka päämääränä on mitattava lopputulos [Zimmerman, 2003].

Pelitutkimuksen alkuna voidaan pitää Von Neumannin ja Morgensternin teosta *Theory of Games and Economics*. Tutkimus tutki tilannetta, jossa kaksi henkilöä pelaa nollasummapeliä. Tutkimuksen matemaattiset strategia-analyysit loivat pohjan peliteorian matemaattiselle käsittelylle. [Neuman 1944: 85.] Tämä nollasumma-analyysi ei kuitenkaan vastaa tilannetta, jossa pelaajalla on rationaalinen päätösvalta tilanteesta, koska nollasumma-analyysit olivat inspiroituneet pokerista [Järvinen 2008:21].

Yritystoiminnan näkökulmasta pelisuunnittelun pääasiallinen tehtävä on Gajatri Studios -yhtiön pääsuunnittelijan Juha Huhtakallion [2012] mukaan tuottaa peli, joka tuottaa taloudellista arvoa liiketoiminnalle ja viihdearvoa kuluttajalle. Pelin viihdearvon riippuu täysin tuotteen kohderyhmän odotusarvosta tuotetta kohtaan. Pelin ostajan näkökulmasta pelisuunnittelun tarkoitus on luoda pelaajalajille viihdyttävä kokemus, jossa luodaan pelaajia haastava päämäärän mukainen ympäristö ja sen rajoitteet. Pelin viihdearvo riippuu asiakastyytyväisyydestä ja asiakkaiden määrästä. Costikyan [2002] mukaan peli on taidetta, jonka muoto määrittyy vasta kokemuksen yhteydessä.

Aki Järvisen väitöskirjan *Games without Frontiers Theories and Game studies and Design* mukaan pelimekaniikat määrittävät sen, millä välineillä pelaaja pystyy toimimaan pelin kanssa. Järvisen mukaan pelisysteemi koostuu komponenteista, ympäristöstä, säännöistä, informaatiosta, käyttöliittymästä, pelaajasta ja kontekstista. Kaikilla peleillä on säännöt, ja tämä on Järvisen mukaan tosi kaikissa peleissä. Säännöt määrittelevät fyysiset rajoitteet ja mitä pelaajan on mahdollista tehdä peliympäristössä. Jär-

visen peliteorian mukaan käytöstä ohjataan pelisysteemillä, mutta pelaajat tekevät toiminnot ja valinnat merkityksellisiksi. [Järvinen 2008: 39-40.]

Pelisuunnittelun lähtökohdaksi valittiin pelaajakeskeinen suunnittelu. Kirjan *Player-Centred Game Design: Player Modelling and Adaptive Digital Games* [Darryl ym. 2005] mukaan pelaajakeskeinen suunnittelu on pelisuunnittelua, jossa otetaan pelaajien tarpeet huomioon, kun suunnitellaan viihdetuotetta. Jokainen pelaaja on erilainen, ja jokaisella pelaajalla on omat tottumuksensa pelin rytmitykseen ja pelattavuuteen pelin sisällä. Peli siis suunnitellaan kohdeyleisöään varten ottaen huomioon kohdeyleisönsä mieltymykset. Darrylin mukaan pelaajakeskeinen suunnittelu on jo osa moderneja pelimarkkinoita, koska investoijat käyttävät rahaa ja markkinatutkimuksia pelin testaukseen. Useimmat pelaajakeskeiset lähestymistavat ottavat pelaajat mukaan kehitysprosessiin alpha- ja beta-testauksessa. [Darryl ym. 2005: 1.]

Käyttäjakeskeisestä suunnittelusta on tehty paljon tutkimusta yritysohjelmistoissa, mutta ideat ja teoriat, jotka vastaavat tietokonepelisuunnittelua, ovat vasta rakentumassa. Useimmat evaluointitutkimukset on tehty tarkkailemalla pelaajaa ja kysymällä sarja kysymyksiä, joilla kartoitetaan käyttäjän mielipiteet esimerkiksi pelattavuudesta, tarinasta, mekaniikasta ja käytettävyydestä. [Darryl ym. 2005: 3.]

Pelin onnistumisen kannalta on tärkeää ymmärtää kohdeyleisön tarpeet [Baur ym. 2012]. Jotta kohdeyleisöä voitaisiin ymmärtää, on syytä kartoittaa suosittujen pesäpallopielien historiaa ja tehdä taustatutkimusta urheilupeleistä, pelien faniyleisöstä ja heidän arvomaailmastaan. Selvitysten pohjalta on mahdollista rakentaa määritellylle kohdeyleisölle mahdollisimman kiinnostava virtuaalipeli.

Brendan Dwyerin [2009] mukaan urheilupelien kuluttajat ovat sitoutuneet joukkueeseen ja sen pelaajiin, ja tämä sitoutuminen näkyy myös virtuaalipelien kulutustottumuksissa. Pelikohdeyleisön arvomaailmassa aidot joukkueet ja välineiden realistinen käyttäytyminen ovat pelin yleisölle tärkeitä. Yksi myynnillinen tekijä on välineiden tavaramerkit ja joukkueiden tunnuksat, joiden käytöstä täytyy sopia tekijänoikeuksien omistajien kanssa. Immateriaalioikeuksien omistaja voi toimia myös pelin rahoittajina tai pelin markkinoijana kohdeyleisölle. Suomalaisen pesäpallon kannattajaryhmä on suhteellisen pieni, mikä voi rajata mahdollisen pelin kaupallista kannattavuutta.

3.2 Pelimarkkinat

Markus Mäen mukaan pelimarkkinat voidaan jakaa kolmeen osaan. Ensimmäinen ryhmä on AAA-pelit. Peliteollisuuden määrittelemän mukaan AAA-luokan pelit vastaavat kooltaan elokuvateollisuutta. Kokoluokka määräytyy pelin budjetin mukaan. AAA-pelin budjetti on yli 100 miljoonaa dollaria. AAA-pelit ovat pääsääntöisesti joko konsoli- tai PC-pelejä. AAA-pelien tuotto voi olla onnistuessaan Remedyn toimitusjohtajan Markus Mäkisen mukaan miljoonia dollareita. Kova kilpailu maailman markkinoista ja kuluttajien tottumukset ovat nostaneet tuotantokustannuksia sellaiseen tasoon, että ainoastaan suurimmilla julkaisijoilla, kuten EA:lla tai Activision Blizzardilla on varaa kustantaa peliin vaadittava tuotanto. Tällaisia tuotteita edustaa esimerkiksi Bethesdan Skyrim, Activision Blizzardin Call of Duty -sarja tai Naughtydogin Last of us. [Mäki 2014.]

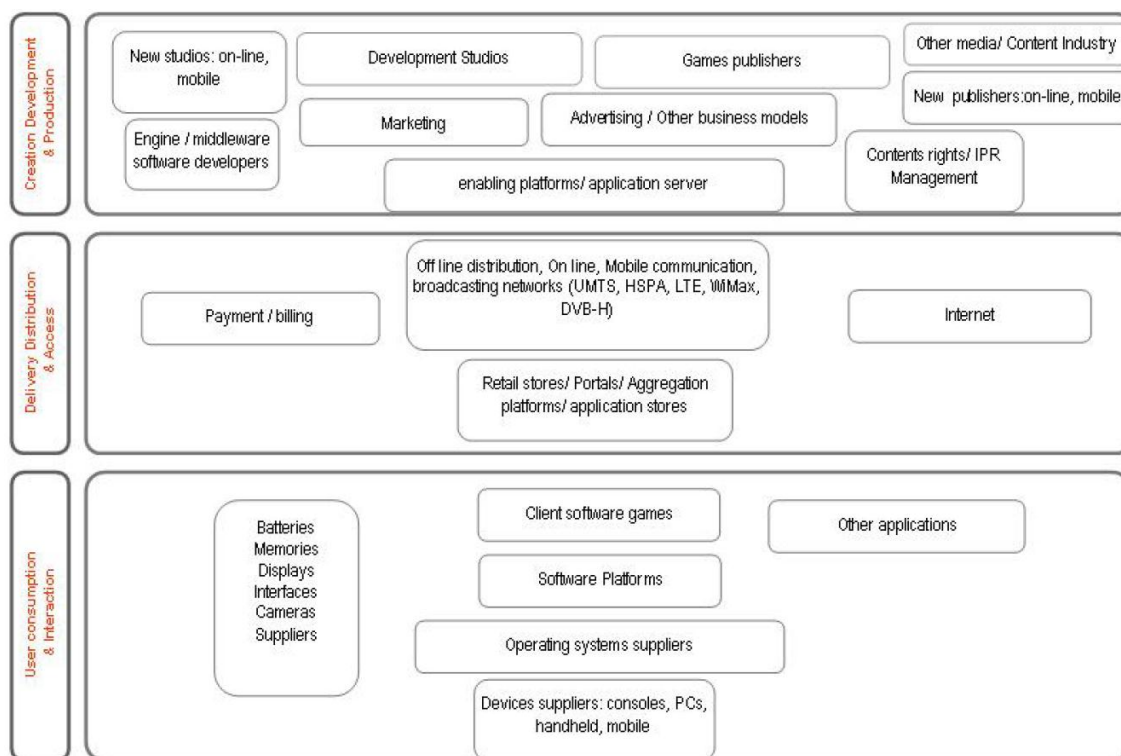
Toisen ryhmän muodostavat itsenäiset digitaalijakelijat. Tämän keskisuuren markkinan muodostavat pienyritykset, jotka markkinoivat tuotteitaan Internetin avulla. Indiejulkaisujen kilpailuvaltti verrattuna AAA-tuotteisiin on pienemmän budjetin vuoksi joustavuus. Pienyhtiö voi tehdä kokeellisempia tuotteita, jotka voivat uusilla ideoillaan houkutella kuluttajat niiden pariin. Myös halvempi hinta madaltaa tuotteiden ostopäätöstä. Tämänkaltaisia tuotteita ovat esimerkiksi Klei Entertainmentin Don't Starve, Drinkboxin Quackamelee tai Galactic caffeine Stanley's Parabel. Tuote voidaan tarjota kuluttajille myös verkkokauppojen kuten Valven Steam, tai EA:n Orgins, Ubisoftin Uplay tai Sony'n Playstation network tai Microsoftin Xboxlive-palvelun kautta. Nämä verkkokaupat ovat mahdollistaneet entistä pienemmät pelijulkaisut eli niin sanotut pienyritysten pelimarkkinat. [Mäki 2014.]

Kolmas ryhmä on laitesidonnaiset mobiilimarkkinat. Google Play -kaupan tai Applen Appstoren kautta voidaan myydä tai jakaa tuotteet suoraan kuluttajille. Mobiilimarkkinoilla on kovan kilpailun takia syntynyt myös uudenlaisia markkinointitapoja, jossa kuluttajalle tarjotaan peli ilmaistuotteena, mutta pelit sisältävät mainoksia ja mikrotransaktioita. Pelin sisältöä voidaan siis myydä pala kerrallaan. [Mäki 2014.]

3.3 Liiketoimintamallit

Olssonin ja Sidenblomin [2010:39] mukaan pelien liiketoimintamallit voidaan jakaa kuuteen pääluokkaan, jotka ovat vähittäismyynti, digitaalinen jakelu, palvelutilaus, pelaajalta pelaajalle -kauppa, mikrotransaktio ja mainostuloiset pelit.

Stewartin ja Misuracan [2012] mukaan peliohjelmisto muodostaa ekosysteemin, jossa on useita rooleja ja liiketoimintamalleja. Ekosysteemin rakennetta kuvataan kuvassa 1.



Kuva 1. Peliohjelmiston ekosysteemin rakenne [Stewart, Misuraca 2012.]

Uusin ilmentymä mikrotransaktiomallista on malli, jossa peli on ilmainen, mutta pelaamisen tarvittavia resursseja on tehty maksullisiksi. Tätä mallia kutsutaan Free to play -peliksi. [Weidemann 2014:12-14.] Näiden Free to play -pelien pelaamisen tarvittavia resursseja on ulkoistettu rahalla ostettavaksi tuotteiksi. Pelit voivat olla äärimmäisen tuottoisia, koska pelin tuotto ei rajoitu ainoastaan tuotteen ostoon. Esimerkki tästä on Supercellin Clash of Clans peli [Härmä 2013]. Free to play -liiketoimintamallia on kritisoitu, koska se luo epätasa-arvoa pelaajien välille ja hidastaa pelissä etenemistä [Bains ym 2013]. Mallia on kritisoitu pelaajien taholta, koska kaupallistaminen saattaa

pilata hyvästäkin peli-ideasta hauskuuden liian kaupallisuuden takia. Esimerkki tästä on EA:n Dungeon Keeper -mobiiliversio, jossa pelin interaktiiviset osat ja pääasiallinen tekeminen eli rakentamisen päätöksenteko oli laitettu hinnan taakse. [Villapaz 2014.]

3.4 Pesäpallosta tehtyjen pelien kartoitus

Pesäpallopelien historia kulkee käsi kädessä konsolien kehityksen kanssa. Parempi teknologia on yleensä mahdollistanut näyttävämpää työtulosta teknisten rajoitteiden vähitellen vähentyessä. Toisaalta hienempi grafiikka ja teknologia on kasvattanut pelien kehittämisen kustannuksia. Baseball-peleissä on kysymys merkittävästä liiketoiminnasta. Amerikkalaisella pesäpallolla on paljon faneja, jotka ostavat peliin liittyvää lisenssitavaraa. Pesäpallolla on faneja vähemmän kuin esimerkiksi jalkapallolla.

Urheilupelien historiassa vain muutama peli on pelillisistä ansioistaan onnistunut menestymään, koska urheilupeleillä on usein lisenssipelien huonon laadun ja ennakkoluulojen maalaama maine. Tutkimalla amerikkalaisesta pesäpallosta tehtyjen pelien historian menestyjiä ja epäonnistujia voidaan kartoittaa, mitkä asiat ovat olleet avain menestykseen ja millaisia pelit ovat olleet eri aikoina.

Menestysmittarina pelille voidaan käyttää myyntilukuja. Myyntiluku kertoo, kuinka moni ihminen on ollut innostunut pelistä niin paljon, että on ollut valmis maksamaan siitä. Tässä mittarissa virhemahdollisuutena voidaan pitää sitä, että hyvin myyneissä peleissä voi kyseessä olla enemmänkin onnistunut mainonta, markkinointistrategia tai bändi. Menestys ei kerro pelin laadusta, vaikka usein hyvin myyneet pelit ovat yleensä tuoneet hyvin viihdearvoa myös kuluttajille.

Pesäpallosta tehtyjä pelejä arvioitiin hakemalla tietoja eri aikoina julkaistuista baseball-peleistä ja pelien kaupallisesta menestyksestä. Pelien arvostusta tarkasteltiin lukemalla kriitikkojen peliarvosteluja. Pelejä analysoitiin katsomalla peleistä nauhoitettuja videoita sekä pelaamalla Internetistä ladattavia demoja ja ilmaisia baseball-pelejä.

3.5 Arvioidut pesäpallopelit

Seuraavassa listassa käsitellään tutkittuja pesäpallopelejä. Kartoituksen tarkoitus oli selvittää, millaisia amerikkalaisia pesäpallopelejä aiemmin on tehty.

Baseball, 1961, IBM

Ensimmäinen tunnettu pesäpallopele IBM 1620 tietokoneelle. Julkaisija oli IBM.

Homerun, 1987, Atari

Homerun oli ensimmäinen videopeli amerikkalaisesta pesäpallosta Atarille. Peli julkaistiin Atari 2600 -konsolille. Alkeellinen tekniikka ja juuri ja juuri toimiva ohjattavuus eivät mahdollistaneet kovinkaan ihmeellistä pelattavuutta, mutta koska peli oli ensimmäinen, se on silti mainitsemisen arvoinen. Julkaisija oli Atari.

Pete Rose Baseball, 1988, Absolute Entertainment

Pete Rose Baseball oli ehkä Atari ajan paras pesäpallopele. Peli julkaistiin Atari 2600 ja 7800 -konsoleille. Pelissä oli aikaansa nähden vahva grafiikka yhdistettynä toimivaan pelattavuuteen. Mielestäni peli oli todella paljon edellä aikaansa. Julkaisija oli Atari. Kuvassa 2 kuvakaappaus Pete Rose Baseball -pelistä.



Kuva 2. Pete Rose Baseball -peli ©Namco

World Championship Baseball, 1983, Mattel

World Championship Baseball oli harvinaisella konsolilla julkaistu hyvä pesäpallopele, jossa oli modernin pelin ominaisuuksia kuten yksinpele, säädettävä vaikeusaste, ulkopelaajien asettelu, vääräsyöttövirheet ja pomppivat pallot. Yksikään vastaavan ajan pesäpallo ei pystynyt tarjoamaan parempaa pelattavuutta. Harvinaisen Intellivision-konsolinsa takia pelillä ei ollut paljon yleisöä. Julkaisija oli Mattel.

R.B.I Baseball, 1988, Namco

R.B.I Baseball pelillä oli MLBPA-lisenssit, jotka mahdollistivat oikeiden joukkueiden käytön. Jokaisella joukkueen jäsenellä oli vahvuudet ja heikkoudet, jotka antoivat aikaansa nähden pelattavuuteen realismia. Tämä NES-konsolille julkaistu peli on pesäpallopelipiireissä peliklassikko. Julkaisija oli Namco. Kuvassa 3 on R.B.I Baseball -pele.



Kuva 3. R.B.I Baseball -pele ©Namco

Baseball Stars, 1989, SNK

Baseball Stars -pelin laatu ei ollut täydellinen, mutta hyvä pelattavuus ja animaation laatu takasivat pelille paikkansa historiassa. Tässä pelisarjassa ei ollut lisenssiä aitoihin pelaajiin, mutta pelaaja pystyi nimeämään itse oman joukkueensa pelaajat. Pelin jatkoosaa Baseball Stars II (1991) pidetään ehkä parhaimpana NES-konsolin pelinä. Julkaisija oli SNK.

Base Wars, 1991, Konami Ultragames

Base Wars -pelissä kyborgit pelaavat pesäpalloa avaruudessa. NES-konsolille tehty peli on outo yhdistelmä asioita. Kun pelissä tapahtuu palo, robotit jopa tappelevat keskenään. Peli on kuin urheilu- ja toimintapelin yhdistelmä: erikoinen toteutus pesäpallopelien historiassa. Kuvassa 4 on kuvakaappaus Base Wars -pelistä. Julkaisija oli Konami.



Kuva 4. Base Wars -peli ©Ultragames

Sports Talk Baseball, 1992, Sega

Sports Talk Baseball oli Sega Genesis -alustalle julkaistu peli. Julkaisija oli Sega.

Extra Innings, 1992, Sony Imagesoft

Extra innings otti tyyliseen erottua tyyllittelemällä grafiikkansa sarjakuvamaiseksi. Pelissä oli yksinkertaiset pelimekaniikat, jotka oli helppo omaksua. Pelissä on kuvitteelliset joukkueet ja hilpeä tunnelma. Peli julkaistiin Super Nintendo Entertainment System -konsolille. Julkaisija oli Sony Imagesoft. Kuvassa 5 on Extra Innings -peli.



Kuva 5. Extra Innings -peli ©Sony Imagesoft

Super Baseball 2020, 1993, SNK

Super Baseball 2020 -pelissä robotit ja ihmiset pelaavat keskenään pesäpalloa avaruudessa kuten Space Wars -pelissä. Tästä Super NES- ja Sega Genesis -konsoleille sekä peliautomaateille julkaistun pelin tyylistä joko pitää tai ei. Julkaisija oli SNK. Kuvasessa 6 Super Baseball 2020 -peli.



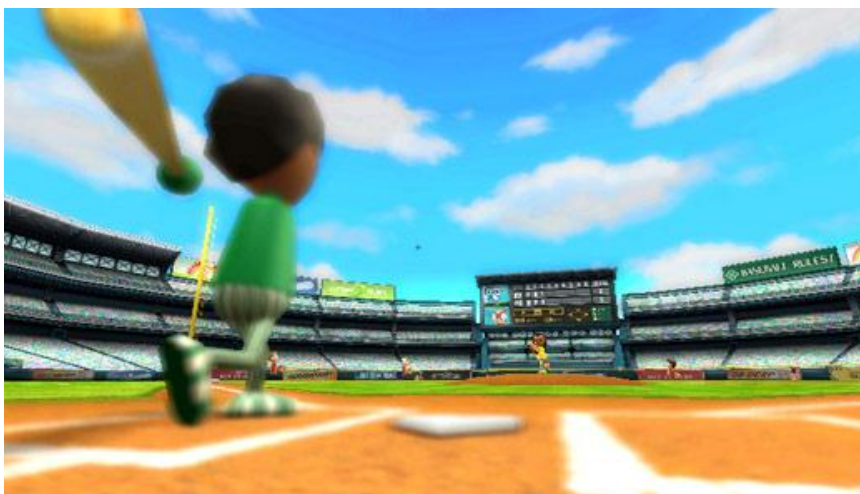
Kuva 6. Super Baseball 2020 -peli ©SNK

MLB The show, 2006-2014, Sony Computer Entertainment San Diego

MLB The show on Sony'n julkaisema pelisarja. Ensimmäinen MLB-sarjan peli on julkaistu 2006 ja sarjan uusin peli on julkaistu 2014. Se oli raskaan sarjan pesäpallo-peli 3D-grafiikoilla. Peliin julkaisut Sony Computer Entertainment San Diego -studio kehittää pääsääntöisesti MLB- ja NBA-lisenssi-pelejä. Peli on hieman vaikeampi oppia kuin monet muut listan pesäpallo-pelit, mutta sen pelillisuus on pitänyt pesäpallofanien kiinnostuksen yllä. Tämä Sony PlayStation -alustoille julkaistu pelisarja on saanut hyvin positiivisia arvosteluja.

Wii Sports, 2006, Nintendo

Wii Sports on myydyin Nintendo Wii -konsolille julkaisuista urheilupeleistä. Wii-konsoli tuli tunnetuksi innovatiivisen liikeohjaimensa takia. Wii Sports -minipelikokoelman baseball-minipeli on yksinkertainen, mutta liikeohjattavuus antaa urheilupelille aivan uudentyyppisen merkityksen, kun lyönnin onnistuminen riippuukin omasta liikemotoriikasta ja taidosta. Myyntilukujensa perusteella peli on ollut suosittu. Julkaisija oli Nintendo. Kuvassa 7 Wii Sports -pesäpallominipeli.



Kuva 7. Wii Sports -pesäpallominipeli ©Nintendo

MLB Baseball 14

MLB Baseball 14 -peliä ei ole vielä julkaistu. Tästä vielä julkaisemattomasta pesäpallo-pelistä kerrottiin CNN-utisartikkelissa. CNN:n mukaan MLB aikoo lisenssi-traditiosta poiketen kehittää oman videopelin MLB-pesäpallosta. Peliin on tarkoitus olla klassisen Nintendon R.B.I Baseballin uudelleenlämmittely. Kuvassa 8. on kuvakaappaus tulevan MLB-pelin uutisartikkelin videosta. [Sanche 2014.]



Kuva 8. Kuvakaappaus tulevan MLB-pelin uutisartikkelin videosta ©MLB [Sanche: 2014].

3.6 Suomalaisen pesäpallon lyhyt historia

Pesäpallon tapaisia pelejä on pelattu Euroopassa jo kauan. Aikaisin maininta varsinaisesta baseball-pesäpallosta löytyy Yhdysvalloista 1791 Pittsfield-lausunnossa, jossa kiellettiin pelin pelaaminen kahdeksankymmenen jaardin säteellä kaupungintalosta. Näitä pelejä pelattiin aikoinaan erilaisilla säännöillä ja saatavilla olevilla välineillä.

Moderneilla säännöillä ensimmäinen joukkuepeli baseball-peleistä pelattiin New Yorkin Knickerbockerin klubilla syyskuussa 1845. Klubin kerhoon johtoon kuuluivat Doc Adams ja Alexander Carthwright, jotka kirjoittivat amerikkalaisen pesäpallon säännöt New Yorkissa kesällä 1839. Myöhemmässä vaiheessa nämä pienkerhot rupesivat pelaamaan keskenään otteluita, joista myöhemmin muodostui National Association of Baseball Players (NABBP). NABBP oli ensimmäinen organisaatio, joka hallinnoi ja järjesti kisoja klubien kesken. Vuoteen 1865 mennessä siihen kuului 100 klubia. Sisällissodan aikana sotilaat Yhdysvalloissa pelasivat pesäpalloa yhdessä, jolloin muodostui yhtenäisemmät säännöt pesäpallosta. [Ward ym. 1994.]

Suomen pesäpalloliiton mukaan amerikkalaisesta pesäpallosta ja kriketistä inspiroitu-
nut Lauri Tahko Pihkala kehitti amerikkalaisesta pelistä muunnelman, joka tunnetaan Suomessa nimellä pesäpallo. Muunnelman tarkoituksena oli saada paljon enemmän toimintaa pelikentälle. Takarajan lisääminen peliin toi peliin mukaan enemmän takti-
kointia. Ensimmäinen pesäpallo-ottelu pelattiin 14.11.1920. [Pesäpalloliitto. Historia.]

Suomalainen pesäpallo on vakiinnuttanut asemansa, ja suomalaista pesäpalloa pelataan Suomen lisäksi jonkin verran myös Ruotsissa, Virossa, Japanissa, Australiassa, Saksassa, Itävallassa ja Sveitsissä. [Pesäpalloliitto. Kansainvälinen pesäpallo.]

Pesäpalloliiton mediasalkku sivulla julkaisemien vuoden 2012 tilastojen mukaan Superpesis-pelien katsojamäärä oli yhteensä 300000 katsojaa. Superpesis sai 300 tuntia televisioaikaa ja 130000 TV-katsojaa. Luvut on pyöristetty kahden numeron tarkkuuteen. [Pesäpalloliitto. Mediasalkku 2012.]

Pesäpalloliiton pesisnuorten verkkosivujen mukaan Suomessa on lähes 700 joukkuetta nuorten sarjoissa ja lähes 12000 alle 16-vuotiasta lisenssipelaajaa. Vuosittain pesis-kouluihin osallistuu 8000 nuorta. [Pesäpalloliitto. Pesisnuoret.]

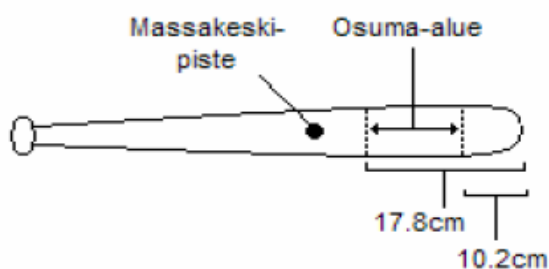
3.7 Pesäpallopelin toiminnallinen kartoitus

Työn tarkoituksena ei ollut luoda realistista pesäpallopeliä. Taustaselvityksessä tavoitteena oli saada tietoa aidon pesäpallopelin parametreista fyysikaalista pelisimulaatiota varten.

Lähtökohtana käytettiin pesäpallopelin sääntöjä, koska niissä on määritelty tarvittavia mittoja, materiaaleja ja materiaalien ominaisuuksia. Pelin kohdeyleisö on varmasti erittäin tietoisia aidon pesäpallon käyttäytymisestä. Realistinen fysiikan mallinnus virtuaalipelissä voi lisätä pesäpallofanien arvostusta mahdollista peliä kohtaan. Suomalaisen pesäpallon viralliset säännöt on kuvattu Mika Helmisen [2009:5] Pesäpallon säännöt -dokumentissa.

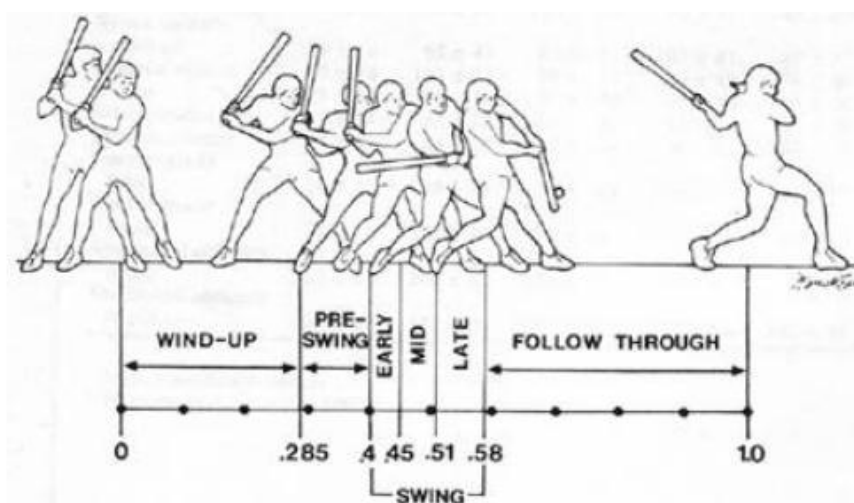
Realistista mallinnusta varten haettiin tutkimuksia pesäpallon fysiikasta. Väitöskirjatutkimuksessaan Fortenbaugh [2011] tutki baseball-lyönnin biomekaniikkaa ja lyöjän vartalon eri osien vaikutusta pallon lähtönopeuteen. Suomalaisesta pesäpallosta Jyväskylän yliopiston biomekaniikan laitoksella on tehty pesäpallon peruslyönnin liikeanalyysi, jossa tutkittiin biofysikaalisesta näkökulmasta pesäpallon liikeratoja. Kulmalan väitöskirjatutkimuksen tarkoitus oli selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat mailan nopeuteen ja pallon lähtönopeuteen. Kulmala tarkastelee lyönnin tekniikkaa, vartalon asentoa sekä mailanopeuksia, liikeratoja ja ajoituksia. [Kulmala 2011.]

Kulmalan mukaan pallon lähtönopeuteen vaikuttavat mailan nopeus osumahetkellä sekä osuman tarkkuus. Pallon osumakohdalla on mailan nopeuden ohella vaikutusta lähtönopeuteen. Pallon lähtönopeus riippuu pallon mailan osumakohdan kiertoradan säteestä ja kulmanopeudesta. Lähtönopeuden optimoimiseksi lyönnissä tulee osua palloon mailan poikittaissuunnassa keskelle mailaa ja mailan pituussuunnassa mailan osuma-alueelle. Silloin liike-energia siirtyy palloon optimaalisesti. [Kulmala 2011.] Kuva 9 esittää mailan optimaalisen osuma-alueen.



Kuva 9. Mailan optimaalinen osuma-alue [Crisco ym. 2002 Kulmala 2011 mukaan].

Mailan hitausmomentti koostuu mailan massasta, pituudesta ja painosta sekä käsiotteen sijainnista. Vertailtaessa mailoja, sellainen maila, jolla on suurempi hitausmomentti, antaa pallolle suuremman nopeuden. Myös mailan elastisuus vaikuttaa pallon lähtönopeuteen. Esimerkiksi alumiinimailan elastisuus on parempi kuin puumailan elastisuus. [Kulmala 2011.] Saffer analysoi amerikkalaisen pesäpallon liikettä vuonna 1993. Kuvassa 10 näkyy hänen analyysinsä perusteella määrittämät pesäpallolyönnin vaiheet. [Saffer ym. 1993.]



Kuva 10. Liikeanalyysi baseball-lyönnistä [Shaffer ym. 1993].

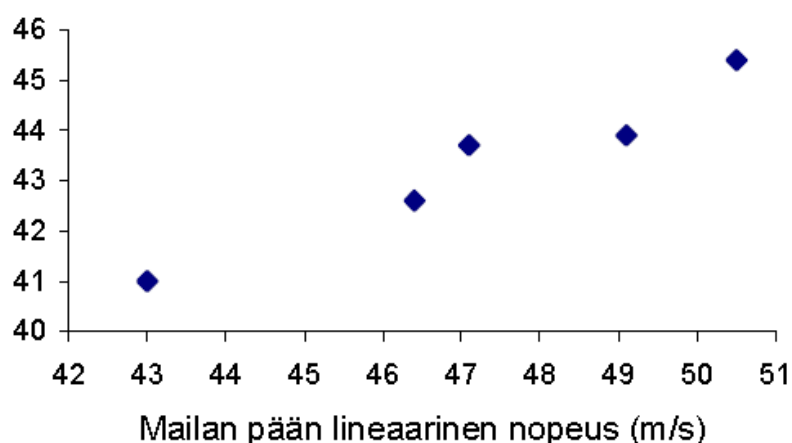
Kulmalan mukaan lyönnin voimakkuus määräytyy hyvän osuman lisäksi lähinnä mailan nopeudesta. Kulmalan mittauksissa mailan pään suurin lineaarinen nopeus 47,2 m/s ajoittui keskimäärin 0,015 s ennen osumaa. Mittauksissa pallon keskimääräinen lähtönopeus oli 43,4 ms/s (155,9 km/h). Taulukossa 2 kuvataan mailan ja pallon maksimaaliset nopeudet. Kuvassa 11 kuvataan pallon lähtönopeuden riippuvuus mailan pään lineaarinopeudesta. [Kulmala 2011.]

Taulukko 2. Mailan ja pallon maksimaaliset nopeudet sekä suluissa ajoitus ennen osumaa [Kulmala 2011].

	lyöjä 1	lyöjä 2	lyöjä 3	lyöjä 4	lyöjä 5	KA
mailan suurin kulmanopeus käsiin nähden (°/s)	1468 (-0.010 s)	1387 (-0.005 s)	1708 (-0.030s)	997 (-0.020 s)	1282 (-0.020 s)	1368 (-0.017 s)
mailan pään suurin lineaarinen nopeus (m/s)	43.0 (-0.015 s)	47.1 (-0.010 s)	50.5 (-0.020 s)	46.4 (-0.015 s)	49.1 (-0.015 s)	47.2 (-0.015 s)
pallon lähtönopeus tutkalla (m/s ja km/h)	41.0 147.8	43.7 157.2	45.4 163.6	42.6 153.5	43.9 157.9	43.3 155.9
pallon lähtönopeus liikeanalyysillä (m/s ja km/h)	42.1 151.6	44.4 160.9	*	*	44.9 161.6	

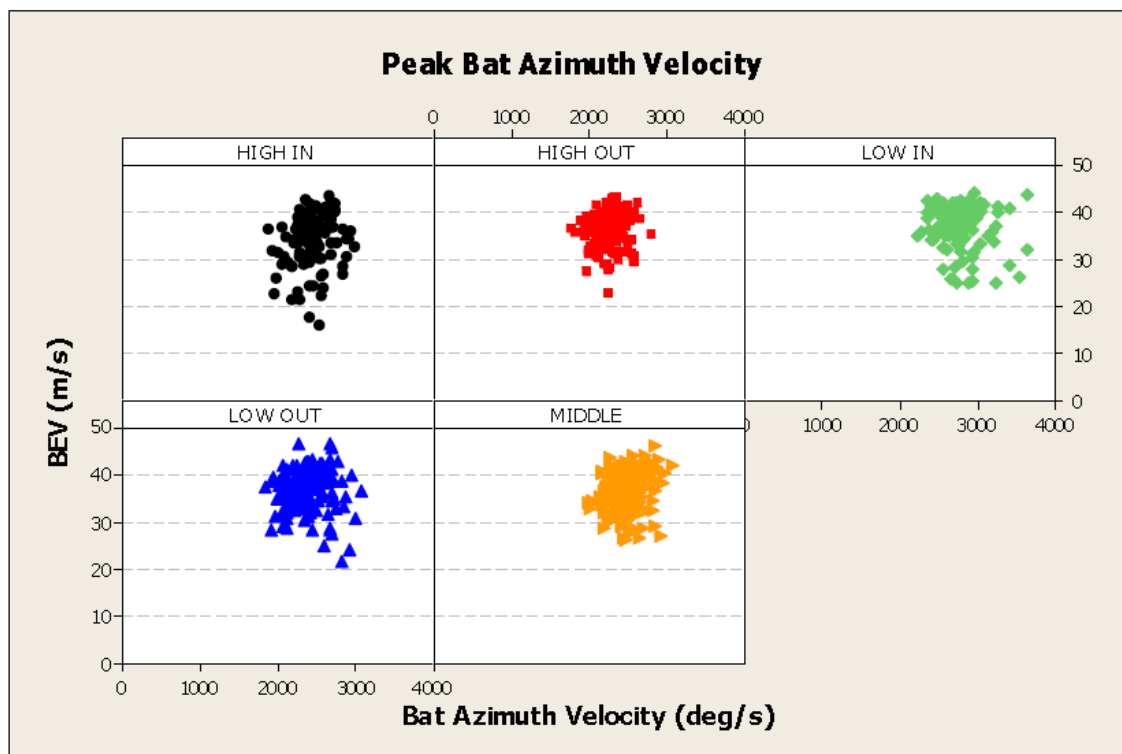
* Digitointi epäonnistunut pallon jäädessä osumishetkellä pimentoon syöttäjän taakse.

Pallon lähtönopeus (m/s)



Kuva 11. Pallon lähtönopeuden riippuvuus mailan pään lineaarinopeudesta [Kulmala 2011].

David Fortenbaugh on väitöskirjassaan *Biomechanics of baseball* tehnyt vastaavia mittaustutkimuksia amerikkalaisesta pesäpallosta. Fortenbaugh teki erilaisia liikeanalyyskejä liikeanturien avulla. Laskennallisen analyysin avulla hän pyrki selvittämään, miten kehon eri osien liikkeet ja lyöntitekniikat vaikuttavat mailan pään suurimpaan lineaariseen nopeuteen. Kuvassa 12 on kuvattu baseball-mailan kulmanopeuden ja mailan pään nopeuden mittaustuloksia. [Fortenbaugh 2011.]

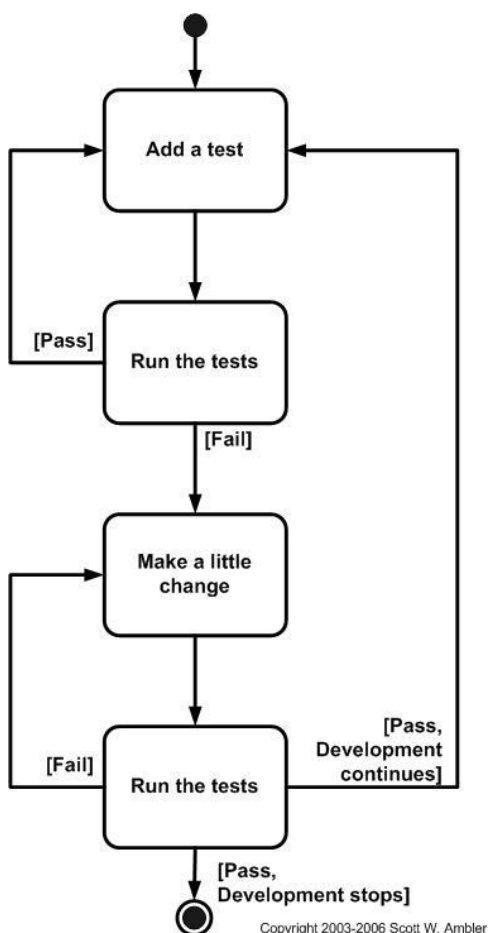


Kuva 12. Baseball-mailan kulmanopeuden (Bat Azimuth Velocity) ja mailan pään nopeuden (Bat-end Velocity BEV) mittaustuloksia [Fortenbaugh 2011:107].

Kulmalan ja Fortenbaughin mittaustulosten perusteella voidaan päätellä pesäpallossa ilmenevien voimien ja nopeuksien suuruusluokat. Tutkimusten perusteella pelaajan lyömän pallon lähtönopeuden maksimiarvoksi asetettiin pelissä 45 m/s. Tutkimuksessa *How to hit home runs: Optimum baseball bat swing parameters for maximum range trajectories* [Sawicki ym. 2003] on käsitelty baseball-lyöntiin ja pallon lentoon liittyviä fysiikkalaisia parametreja. Tutkimuksessa esitettyjen parametrien avulla voidaan arvioida realistisemmat arvot pelin fysiikkamoottorin parametreille.

3.8 Työssä käytetyt ohjelmointiprosessit ja suunnittelumallit

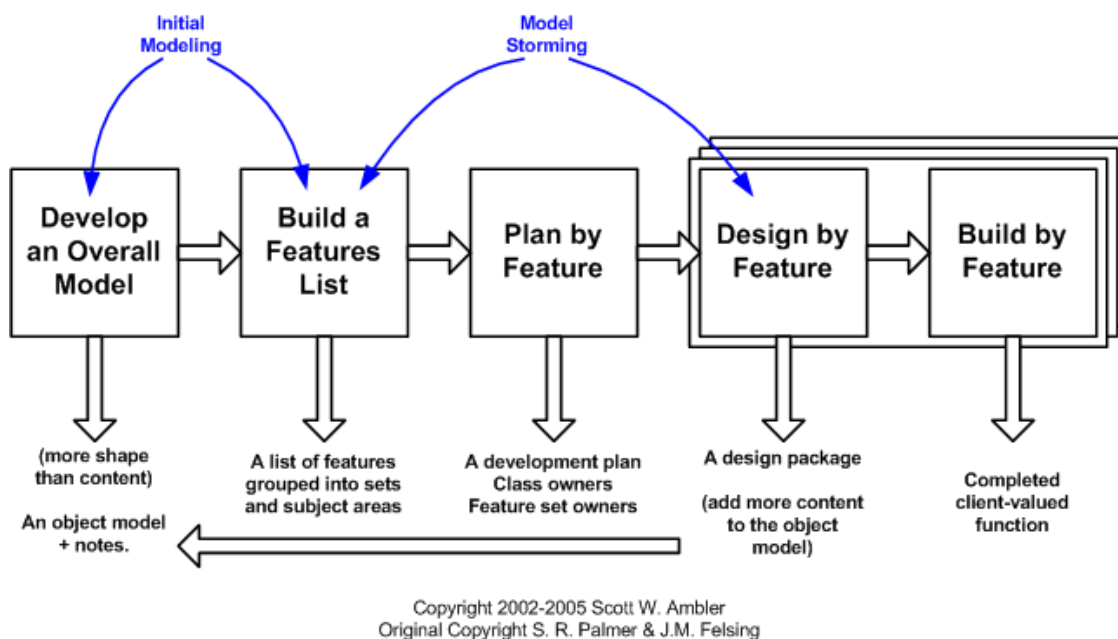
Testivetoinen ohjelmistokehitys (TDD = Test Driven Development) on Amblerin [Ambler] Introduction to test driven development -mukaan kehittämismenetelmä, jonka perusajatuksena on testin määrittäminen ennen testattavan toiminnallisuuden toteutusta. Testitapauksia kehitetään vastaamaan vaatimuksia ja ohjelmistoa testataan määritettyä testiä vasten. Jos testiä ei läpäistä, muokataan kehitettävää ohjelmaa, kunnes se läpäisee testin. Kuvassa 13 esitetään testivetoisen kehityksen prosessi. [Ambler.]



Kuva 13. Testivetoisen kehityksen prosessi [Ambler].

Ominaisuuskeskeisellä kehityksellä (FDD = Feature Driven Development) pyritään priorisoimaan tulokset asiakkaan kannalta tärkeisiin ominaisuuksiin. Ominaisuuskeskeinen kehitys on luonteeltaan iteratiivista ja inkrementaalista. Menetelmä yhdistelee monia ketterien menetelmien käytäntöjä. Ominaisuus keskeisessä kehityksessä luodaan tuotteelle päämäärä ja tuotteeseen liittyvä ominaisuuslista. Ominaisuuslistasta laaditaan

tarvittavat luokkakaaviot, jotka sitten jaotellaan pienempiin tehtäviin, joiden päämääränä on rakentaa itse tuote. Kuvassa 14 kuvataan ominaisuuskeskeisen kehityksen prosessi. [Pressman 2010:86-87.]

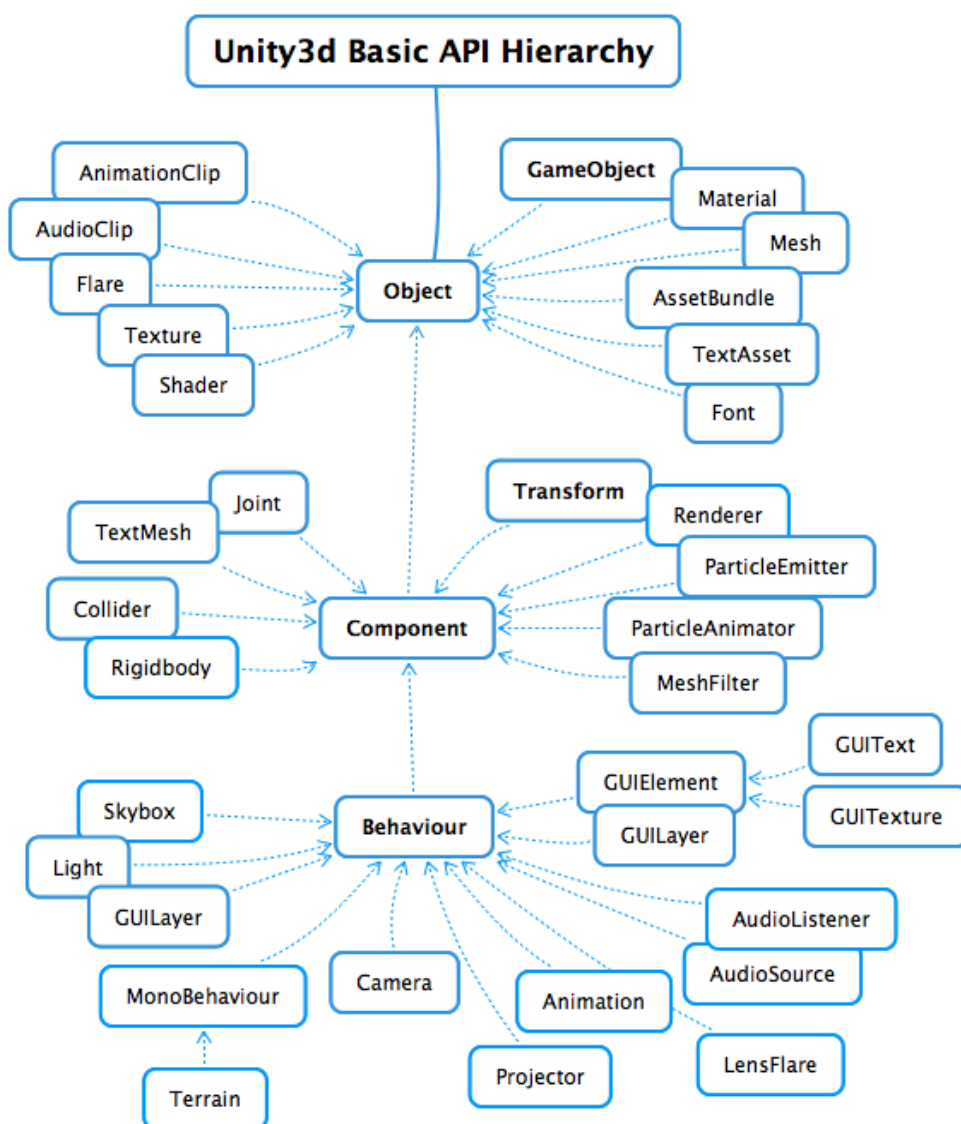


Kuva 14. Ominaisuuskeskeisen kehityksen prosessi [Pressman 2010:87].

MVC-arkkitehtuuri (model-view-controller) on ohjelmistoarkkitehtuurityyli, jossa ohjelma jaetaan kolmeen osaan: malliin, näkymään ja käsittelijään. MVC-arkkitehtuurin mukaisesti koodin käyttöliittymä erotetaan pelilogiikasta. Koodissa kaikki toiminnallisuus on komponentteina ja metodeina. Työssä käytettiin MVC-arkkitehtuuria. Toiminnallisuus ei ole kovakoodattua, vaan kaikki parametrit tulevat käyttäjän tai editorin asettamista arvoista tai dynaamisesta pelitilanteesta. Työssä pyrittiin käyttämään myös Gamman suunnittelumalleja. Erich Gamma käsitteli suunnittelumalleja väitöskirjassaan, ja julkaisi ne kirjassa nimeltä Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software [Gamma ym. 1984.] Insinööriytössään Esa Knaapi [2013] on tarkastellut Gamman suunnittelumallien soveltamista ja esitellyt niistä yksinkertaistetut C#-koodiesimerkit.

3.9 Unity-ohjelmointi

Unity-ohjelmointi perustuu objekteihin ja objektihierarkiaan. Objektit voivat periä tarvittavat komponentit. Useimmat objektit ovat peliobjekteja (GameObject), jotka perivät transformaatiokomponentin. Esimerkiksi pallo luodaan peliobjektina, joka perii Transform- ja Renderer-komponentit. Palloon voidaan lisätä uusia komponentteja, kuten Rigidbody ja Collider, joilla palloon voidaan lisätä dynaamiset käyttäytymismallit. Objektiin voidaan myös lisätä komponentiksi skriptejä, joilla objektin käyttäytymistä voi ohjata ohjelmallisesti. Kuvassa 15 on kuvattu Unity-rajapinnan hierarkkista rakennetta [Kimkijeung.com 2010].



Kuva 15. Unity 3D -ohjelmointirajapinnan hierarkkia [Kimkijeung.com. 2010.]

Unity-objektien manipulointi perustuu objektien transformaatioon. Jokaisella objektin ilmentymällä on 4x4-matriisilla määritelty transformaatiopositio, joka määrittää objektin sijainnin, rotaation ja skaalan. Objektien siirto käsitellään vektoreina ja rotaatio kvaternioilla. [Unity 2013.] Parrentin [2008: 501-502] mukaan kvaterniot ovat kompleksilukujen neliökomponentin laajennus, jossa yhden imaginääriakselin $i:n$ sijaan on käytössä kolme ei reaalista akselia. Objektin siirto tapahtuu `transform.Translate`-funktiolla, jolle annetaan parametrina kolmiulotteinen vektori. Objektin rotaatio tapahtuu `transform.Rotate`-funktiolla, jolle annetaan parametriksi kvaterniot. Tarvittaessa perinteiset kulmat muunnetaan kvaternioiksi `Quaternion.Euler`-funktiolla. [Unity 2013.]

Ohjelmoitaessa peliä tai komponentin skriptejä voidaan ohjelmassa hakea tai kutsua myös minkä tahansa toisen objektin komponenttia. `GetComponent`-funktio palauttaa kysytyyn komponentin. Toisen objektin komponenttien hakeminen mahdollistaa pelin aikaiset dynaamiset haut, esimerkiksi lähimmän pelaajan hakemisen. Ohjelmassa voidaan myös kutsua toisen objektin komponenttia, skriptiä tai skriptin metodeja. Lähimpänä oleva pelaaja voi esimerkiksi poimia ja heittää pallon.

Unityssa suositaan julkisia muuttujia, koska julkisten muuttujien parametreja voi muuttaa myös ajonaikaisesti editorista käsin. Tämä helpottaa testausta, vaikka julkisten muuttujien käyttö rikkookin vahvan kapseloinnin periaatteita. Game Development Magazine artikkelissa *50 Tips for Working Unity* esitellään hyviä käytäntöjä Unity-ohjelmointiin [Tulleken 2013]. Insinööriyössään *Implementation of cross-platform strategy multiplayer based on Unity 3D* Igor Galochkin [2013] on selvittänyt Unity-pelimoottorin käyttöä eri pelialustoilla.

Unity-ohjelmointiin voidaan käyttää joko Java Scriptiä tai Microsoftin kehittämää C#-ohjelmointikieltä. Tehty ohjelma käännetään pelimoottorin kääntäjän avulla ajoympäristön alustakohtaiseksi suorituskoodiksi. Työssä käytettiin C#-ohjelmointikieltä.

3.10 Unity-fysiikkamoottori

Fysiikkamoottorin päätehtävät ovat törmäystarkastelu, animaatiosteemin päivittäminen sekä muutosten välittäminen rajapinnalle. Törmäystarkastelussa tutkitaan simulaatioon kuuluvien kappaleiden pintoja ja tutkitaan, milloin kappaleet osuvat toisiinsa. Kun

kappaleiden pintojen välillä havaitaan törmäys, lasketaan annettujen fysikaalisten ominaisuuksien perusteella kappaleiden tilassa tapahtuvat muutokset.[Laine 2007.]

Työssä käytettiin fysikaaliseen mallinnukseen Unity-pelimoottoriin integroitua PhysX-pelimoottoria. Pelimoottoriin integroitu fysiikkamoottori on optimoitu suorittamaan reaaliaikaista laskentaa. Vaihtoehtoisia teknologioita ovat esimerkiksi Bullet 3D tai Havok, jotka ovat proseduurialaisia fysiikkamoottoreita. Tässä työssä, suhteutettuna työhön varattuihin resursseihin ja aikaan, olisi vaihtoehtoisen fysiikkamoottorin käyttäminen ollut kohtuuttoman työläs prosessi verrattuna valmiiksi integroituun PhysX-ratkaisuun.

PhysX-fysiikkamoottorin käyttö on rajattu Nvidian grafiikkakorteille. Sekä PhysX-fysiikkamoottori että lähdekoodi olivat alkujaan Ageijan. Nvidia osti Ageijan helmikuussa 2008. Moottori ja kehitystyökalut ovat ilmaisia Windowsin ja Linuxin käyttäjille. Tämä väliohjelmisto mahdollistaa dynaamisten simulaatioiden luomisen valmiin rajapinnan kautta, jolloin ohjelmistotuottajien ei tarvitse koodata omia fysiikkamoottoreitaan. PhysX on tuettu useimmilla pelialustoilla.

PhysX- fysiikkamoottorin toimintaa ja ohjelmointirajapintaa on kuvattu tarkemmin verkossa julkaistussa kehittäjille suunnatussa käsikirjassa PhysX by NVidia [2013].

Fysiikkamoottori sopii huonosti tilanteisiin, jossa objekti halutaan siirtää täsmällisesti johonkin paikkaan. Pelissä on usein myös tilanteita, joissa ei haluta, että objekti käyttäytyy fysiikkamoottorin mukaisesti. Siksi moottorissa on parametri IsKinematic. Tämä parametri mahdollistaa sen, että fysiikkasimulaatioiden sijaan kappaletta voidaan kontrolloida skriptien avulla ohjelmallisesti. [Unity 2013.]

Jäykän kappaleen (Rigid body) dynamiikka on 3D-fysiikan pääkomponentti, mikä mahdollistaa fysikaalisen käyttäytymisen objektille. Jäykkä kappale ei muuta törmäyksessä muotoaan. Kappale, johon on liitetty jäykkä kappale, reagoi välittömästi voimiin. Voimia voi olla useita, esimerkiksi tuuli ja gravitaatio. Jos yksi tai useampi törmäys kohdistuu kappaleeseen, objekti liikkuu törmäysten mukaisesti huomioiden myös muut samanaikaisesti vaikuttavat voimat. Törmäykset prosessoidaan PhysX-moottorissa Nvidian dokumentaatioiden mukaan CUDA-arkkitehtuurissa grafiikkakortilla. [Unity 2013.]

Computer Animation Algorithms & Techniquesin [Parent 2008:246] mukaan kiinteän kappaleen simulaatiossa voimia voidaan laittaa tietokoneen sääntöjen määrittämien parametrien laskettavaksi. Tämänkaltaisessa animaatiotavassa perinteisen animaation näkökulmasta menetetään kontrollia, mutta saavutetaan liikkeen realistisuutta. Pääkomponentit jäykän kappaleen simulaatiossa ovat voimat, kuten gravitaatio, viskositeetti, törmäykset, absoluuttinen positio ja käyttäjän määrittämät vektorivoimat, joihin kuuluu esimerkiksi tuuli.

Jäykän kappaleen simulaatiosykli

1. Objektin lähtötilanteen positio, lineaarinen nopeus, kulmanopeus sekä lineaarinen momentti ja massa.
2. Lasketaan voimat kuten tuuli, painovoima ja viskositeetti.
3. Lasketaan kiihtyvyydet objektin massoista.
4. Lasketaan muutokset objektin positioon nopeuteen ja momenttiin.

Parentin mukaan törmäävien kappaleiden simulaatiossa on kaksi ongelmaa, joita fysiikkamoottorin pitäisi osata ratkaista: tunnistaa törmäystapahtuma ja laskea sopiva vastine törmäyksille. Törmäykset käsitellään Unity-pelimootorissa colliderien avulla. Objektille asetetaan primitiivi tai polygoniverkko, joka vastaa kappaleen muotoa. Törmäystarkastelussa lasketaan simulaatioon kuuluvien kappaleiden pintojen etäisyyttä ja tutkitaan, milloin kappaleet osuvat toisiinsa. Kun kappaleiden pintojen välillä havaitaan törmäys, lasketaan törmäysvoimat. Objekteille määritettyjen fysikaalisten ominaisuuksien perusteella fysiikkamoottori laskee kappaleiden tilassa tapahtuvat muutokset. Kimmoisuus (Bounciness) kertoo, kuinka paljon objekti säilyttää liike-energiaansa dynaamisissa törmäyksissä. [Parent 2008:258-259.]

Partikkelisysteemi on animaatiotekniikka, jossa käytetään tuhansia itsenäisiä ohjelmallisesti ohjattuja hiukkasia, joita kutsutaan partikkeleiksi. Partikkelisysteemejä käytetään visuaalisissa tehosteissa kuten tuli pöly, sumu, vesi, hiukset, pilvet, suuret kansajoukot ja räjähdyskset. Partikkelit ovat luonteeltaan kaoottisia. William Reevesin [1983] mukaan partikkeli määritellään kolmella säännöllä: partikkelit eivät törmää toisiinsa eivätkä partikkelit luo varjoja partikkeleihin eivätkä partikkelit heijasta valoa.

Parentin [2008:242] mukaan partikkelisysteemin partikkeleille toistetaan seuraavat toimenpiteet jokaisessa ruudussa:

1. Partikkelit jotka syntyvät ruudun aikana generoidaan.

2. Uusille partikkeleille asetetaan attribuutit.
3. Määritellyn elinajan ylittävät partikkelit terminoidaan.
4. Jäljelle jääneet partikkelit animoidaan ja varjostimien parametrit päivitetään.
5. Partikkelit renderöidään.

Computer animation algorithms and techniquesin mukaan partikkelit generoidaan käyttäen prosesseja, joiden alkukohdat tunnetaan, mutta lopputulosta ei. Käyttäjä määrittää siis säännöt, millä distribuutiolla generoidaan satunnainen määrä partikkeleita. Distribuutio voi olla normaalijakauman mukainen tai käyttäjän määrittämä. [Rich, 2008.]

4 Pesäpallopelin määrittely ja prototyypin toteutus

Tässä osiossa tarkastellaan pesäpallopelin määrittelyä ja kuvataan prototyypin toteutusta vaihe vaiheelta. Määrittelyosan tarkoituksena on määrittää tutkimusten pohjalta uusi pesäpallopeleli. Työssä esitettyjä kuvia ei ole syytä ajatella lopullisena pesäpallopelelinä, vaan ne ovat luonnoksia, joiden tarkoituksena on hahmottaa pelin toimintaa. Suunnittelun tavoitteena on luoda peli, jossa olisi pesäpallon molempien kenttävuorojen kiinnostavuus ja myös strategista ulottuvuutta. Määriteltä peliä ja sen toiminnallisuuksia on kuvattu vaihe vaiheelta. Kustakin toiminnallisuudesta on kuvattu määrittely ja prototyypin toteutus. Määriteltä peli noudattaa pesäpallopelin sääntöjä, joten niitä ei ole tarpeen toistaa määrittelydokumentissa.

4.1 Pesäpallopelin konsepti

Pelin tavoitteet ja säännöt tulevat suoraan suomalaisesta pesäpallosta. Tarkoituksena on, että suomalaista pesäpalloa tunteva pelaaja osaa pelata peliä. Peli noudattaa oletusarvoisesti kussakin tilanteessa pesäpallon sääntöjä. Siksi pelin määrittelyssä ei toisteta pesäpallon sääntöjä. Määrittelyssä keskitytään kuvailemaan ja tarkentamaan, kuinka pelaaja pelaa pesäpalloa tässä pelissä.

Tarkastelluissa baseball-peleissä sisävuoropeli, ja pelin lyöntiosio on usein toteutettu hyvin, ja interaktio pallon kanssa on hauskaa. Sisäpelissä pelaaja ei voinut vaikuttaa kentän taktisiin valintoihin. Keskeisin ongelma oli kuitenkin ulkokenttävuoro. Tarkastelluissa baseball-peleissä ulkokenttävuorossa pelaajalla on vain vähän tekemistä. Ulko-

vuorossa pelissä ainoastaan syötetään palloa lyöjälle, ja lyönnin jälkeen pelaaja katselee passiivisena, kun palloa heitetään läpi kentän.

Suunnittelun lähtökohtana on luoda peli suomalaisesta pesäpallosta sovitettuna digitaaliseen mediaan. Konseptivaiheen johtavana ajatuksena on määritellä peli, jossa olisi pesäpallon molempien kenttävuorojen kiinnostavuus sekä pesäpallon taktinen luonne.

Crawfordin [2003] hauskuuden määritelmän mukaan hauskuus tulee peliin osallistumisesta. Kentällä pelattava pesäpallo on sosiaalinen peli, jossa urheilijoiden yhteistyö ja koordinaatiokyky palkitaan voitolla. Virtuaalituotteessa on vaikeaa saavuttaa tätä kentällä pelattavan pelin fyysistä ja sosiaalista hauskuutta stimuloivaa kokemusta.

Sisävuoropelattavuuden lähtökohdaksi valittiin taito ja vauhti. Sisäpelistä haluttiin saada mahdollisimman interaktiivinen toimintapeli, jossa tärkeässä osassa on interaktio pallon kanssa, sekä taktinen arvio, miten joukkue saadaan etenemään kentällä. Haasteena tässä on tavoitella fyysisen toiminnan ja taidon tunnetta ja onnistumisesta palkitsevaa vauhdintuntua kosketusnäytöllä tai hiirellä.

Ulkokenttävuorolla pelissä on ongelmana pelivuoron odottaminen. Prototyypin varten mietittiin, mitä pelaaja voisi tehdä ulkokenttävuoron aikana. Työssä päädyttiin siihen, että pesäpallon strateginen elementti löytyy ulkokentässä ja että ulkokenttäpeli voisi muistuttaa reaaliaikaista strategiapeliä. Ajatus oli toteuttaa ulkokenttäpeli niin, että se olisi joukkueen peluuttamista valmentajan silmin.

Valittu konsepti toteuttaa vaatimuksen pelistä, jossa olisi molempien kenttävuorojen kiinnostavuus ja strategista ulottuvuutta. Konseptissa pelaaja sitoutetaan peliin pelaajan luoman joukkueen kautta, jota pelaaja valmentaa ja kehittää joukkuetta peli peliltä. Tutkitut baseball-pelit olivat tyyliltään joko realistisia, sarjakuvamaisia tai futuristisia urheilupelejä. Pelattavuuden tavoitteeksi valittiin fyysikaltaan realistinen peli. Pelin toteutuksessa olisi varmistettava, että pelissä on riittävästi pelaajan mielenkiintoa ylläpitävää interaktiivista toimintaa.

4.2 Joukkueen taitotason määrittely

Pesäpallo on luonteeltaan joukkuepeli. Pelissä haluttiin luoda joukkueelle myös strateginen ulottuvuus. Joukkuejäsenet voisivat olla yksilöitä heikkouksineen ja vahvuuksineen. Johtamisen tarkoituksena on yksilöidä pelaajia, ja antaa heille persoonallisia rooleja joukkueessa. Pelaajan pitää arvioida, kuinka paljon hän panostaa pelissä joukkuejäsentensä eri vahvuusiin, jotka taas vaikuttavat joukkueen kokonaismenestykseen.

Pelaaja aloittaa pelin valitsemalla itselleen joukkueen. Joukkue voi olla pelaajan itselleen luoma oma joukkue tai ohjelmallisesti määritelty valmis joukkue. Ennen pelin aloitusta pelaaja voisi kustomoida joukkueen jäseniensä ulkonäköä ja määrittää joukkueen peliasun värejä ja symboleita, tai jopa ostaa lisensoituja joukkuetunnuksia. Jos peli toteutetaan lisenssipelinä, niin joukkueet voivat olla myös virallisia joukkueita. Virallisten tunnusten ja joukkueiden käyttö vaatii lisenssisopimukset.

Pelissä pesäpallojoukkue koostuu yhdeksästä jäsenestä, joilla on yksilöllisesti määritelty vahvuudet ja heikkoudet. Asioita, jotka ovat pelaajan hallittavissa, kuten pallon lyönti, ei kannata arpoa. Määritellyn pelimekaniikan perusidea on, että mukana on kuitenkin hallittu määrä satunnaisuutta. Tuurielementti on otettu mukaan tuomaan enemmän jännitystä ja mielenkiintoa. Pelissä pelaajien yksilölliset ominaisuudet määritellään taitotasoina. Taitotasot määrittävät todennäköisyyttä, jolla pelaaja onnistuu kyseisissä taidoissa. Ominaisuuksien taitotaso määritellään asteikolla 1 – 10. Suurempi taitotaso vastaa parempaa todennäköisyyttä pelaajan eduksi.

Pelaajien yksilöllisiä taitoja kuvataan neljällä ominaisuudella, joita ovat lyönti, koppi, nopeus ja heittotarkkuus.

Lyönti: Lyönti sisältää lyöntivoiman ja lyöntitarkkuuden. Lyöntivoima määrittää pelaajan maksimaalisen aloitusvoiman, jonka pelaaja voi palloon kohdistaa, ja lisäksi se vaikuttaa siihen, millä tarkkuudella pelaajan lyöntivoima on kontrollissa. Palloa lyötäessä pelaajan käyttämälle lyöntivoimalle arvotaan satunnainen virhe, mikä skaalataan kääntäen verrannollisesti pelaajan taitotasoon lyönnissä. Lyönnin taitotaso sisältää myös lyöntitarkkuuden. Taitava pelaaja taitotasolla 10 voi lähes täysin määrätä, minne pallo päättyy osuessaan. Taitotasolla 1 pallo menee lähes miten sattuu. Lyönnin ajoitus on puhtaasti pelaajan taidosta kiinni.

Koppi: Kun pallo lyödään tai palloa heitetään pelaajalta toiselle, ulkokenttäpelaajan kopin taitotaso määrittää, kuinka todennäköisesti ulkokenttäpelaaja saa pallosta kopin. Taitotasolla 10 pelaaja nappaa pallon lähes varmasti. Taitotasolla 1 pelaaja ei juuri koskaan saa palloa kiinni suoraan ilmasta. Taitotaso on suoraan verrannollinen todennäköisyys sille, onnistuuko pallon nappaaminen ilmasta syötössä tai lyönnissä, mutta taitotaso ei vaikuta maassa olevan pallon poimimiseen.

Nopeus: Nopeus vaikuttaa pelaajan perusnopeuteen. Nopeuden taitotaso määrittää, kuinka ripeästi pelaaja liikkuu kentällä. Nopeudesta on hyötyä sekä sisä- että ulkovuorolla. Taitotaso 5 vastaa urheilijoiden keskimääräistä juoksunopeutta. Taitotaso 1 on erittäin huonokuntoinen liikkuja, ja nopeuden taitotaso 10 vastaa pikajuoksijan nopeutta.

Heittotarkkuus: Kun pallo on pelin ulkokentässä hallinnassa, voidaan pallo syöttää pelaajalta toiselle. Heittotarkkuus määrittää, kuinka onnistuneita tai pitkiä syöttöjä pelaaja voi tehdä. Heittotarkkuuden taitotaso määrittää sen, kuinka tarkasti syöttö lähtee kohteeseensa. Heitolle arvotaan suunta- ja etäisyysvirhe kääntäen verrannollisesti heittäjän syöttötaitoon. Heittotarkkuutta käytetään myös syöttäjän syöttäessä palloa. Jos syötössä on liikaa virhettä, tämä johtaa väärään syöttöön.

Pelaajan luodessa joukkuetta on joukkueen jäsenillä pelin alussa satunnaiset taitotasot näissä neljässä ominaisuudessa. Peli on suunniteltu siten, että kaikilla joukkueen jäsenillä on keskimäärin samat kokonaistaidot, mutta vaihtelevilla vahvuuksilla ja heikkouksilla. Alussa luotu satunnainen kokonaistaitotaso on keskimäärin puolet taidon maksimiarvosta esimerkiksi 10 %:n tarkkuudella, mutta yksittäinen taito voi vaihdella esimerkiksi 50 %. Kun joukkueen jäsentä käytetään pelikentällä, niin pelaaja saa kokemuspisteen, joita voi käyttää parantamaan pelaajan valitsemaa taitotasoa. Tämän kautta joukkueen jäsenet oppivat paremmiksi pelaajiksi, ja pelaajat voivat erikoistua eri rooleihin. Joukkueen jäsenten taitoja voi tarkastella tai päivittää taitotasonäkymässä. Taitotasonäkymän luonnos on kuvattu kuvassa 16.



Kuva 16. Luonnoskuva joukkueen jäsenen taitotasonäkymästä.

4.3 Pelin pelattavuuden määrittely

Pelin kulku noudattelee pesäpalloa. Pelin aloittaja määritetään pelaamalla erä hutunkeittoa. Hutunkeitossa pelaaja päättää, mistä kohtaa ja millaisella otteella pelaaja tarttuu mailaan. Valittu ote määrittää korkeuden, jonka käsi peittää alleen, ja samalla paikalla, mistä vastustajan on aloitettava seuraava otteensa. Pelin aloittaa se, joka saa mailan päädystä kiinni. Hutunkeiton voittaja päättää, meneekö hänen joukkueensa ensin sisä- vai ulkovuoroon. Vuoron valinta esitetään yksinkertaisella valintapäätöksellä.

Sisävuorossa pelaajan tavoitteena on lyömällä saada mahdollisimman monta pistettä ennen sisävuoron päättymistä. Pelissä pelaaja voi vaihdella näkymiä lyöntivuorossa. Pelaaja voi valita ensimmäisen persoonan tai kolmannen persoonan kameran, tai pelaaja voi valita taktisen näkymän. Peliin voidaan lisätä myös lisäkamera, jolla peliä voi katsoa kuin urheilulähetystä.

Ennen lyöntiä pelaaja määrittää lyöntisuunnan. Lyönnin suunta määritellään pelaajalle näytettävällä suuntavektorilla, jonka suuntaa pelaaja voi säätää kosketusnäytöllä, näppäimistöllä, hiirellä tai ohjaimella. Lyöntivoima määrittää lyönnin pituuden.

Kun syötetty pallo lähtee ilmaan, pelaaja yrittää osua palloon oikealla hetkellä. Kosketusnäytöllä pelaaja lyö palloa siten, että hän tekee sormieleen. Jos pelaaja ei osu palloon, ei tule lyöntiä. Jos pelaaja osuu, lasketaan lyönnin kulma ja voima viivan kulmasta ja pituudesta. Näpäytyksessä pelaaja tekee hyvin lyhyen sormieleen. Tietokoneella vastaava liike tehdään hiirellä, PS- ja XBOX- konsoleissa analogisella sauvaohjaimella, ja Wii-konsolissa lyöntiliikkeellä. Kuvassa 17 esitetään luonnos kosketusnäytön lyöntitapahtumasta, jossa käytetään kolmannen persoonan kameraa.



Kuva 17. Luonnoskuva lyöntitapahtumasta kosketusnäytöllä.

Kun palloon on osuttu ja pallo on ilmassa, peli palaa taktiseen näkymään. Pelaaja voi milloin tahansa päättää, kuka joukkueen jäsen voi lähteä juoksemaan tai olla juoksematta, jopa ennen lyömistä. Taktisessa näkymässä pelaaja voi klikkaamalla valita joukkueen jäsenet, jotka pelaaja lähettää juoksemaan. Juokseminen pelissä on automaatt-

tista hahmon vauhdista riippuen. Pelaaja voi juoksun lopussa laittaa juoksijan luisumaan mahalleen, jolloin juoksija voi kurottaa pesälle pääsyä. Mikäli luisu tehdään liian aikaisin, juoksija joutuu nousemaan ylös, mikä hidastaa merkittävästi juoksuosuutusta.

Ulkovuorossa pelaajan tavoitteena on ottaa lyödyt pallot kiinni ja polttaa vastustajan pelaajat hyvin suunnitelluilla syötöillä ja heitoilla. Ulkovuoron alussa pelaaja päättää strategisesti sijainnit, mihin joukkueen pelaajat sijoitetaan kentällä. Ulkokentällä pelaaja voi siirrellä pelaajien asemaa valitsemalla pelaajan ja siirtää sen paikalle. Pesäpallossa on vakiopaikat tietyille syötön vastaanottajille, mutta pelaaja voi päättää joukkueensa jäsenien sijoittelun ulkokentällä. Ennen pallon syöttöä lyöntiä varten pelaaja voi määrittää joukkueen pelaajan heittämään pallon toiselle kenttäpelaajalle. Tällä voidaan polttaa kärkkyviä vastapuolen pelaajia. Heiton tarkkuus määräytyy heittävän joukkueen jäsenen heittotarkkuuden taitotasosta. Kuvassa 18 on luonnoskuva ulkovuorosta.



Kuva 18. Luonnoskuva ulkovuorosta.

Kun pelaajan syöttäjä syöttää pallon lyöntiä varten, määrittyy syötön tarkkuus syöttäjän heittotarkkuuden taitotasosta. Tarkkuus lisää todennäköisyyttä, tuleeko syötöstä oikea vai väärä. Kun pallo lyödään kentälle, palloa lähimpänä oleva pelaaja yrittää ottaa pallon kiinni. Kopin onnistuminen riippuu koppitaitotasosta ja todennäköisyydestä. Pallo otetaan haltuun, kun pallosta saadaan koppi tai pallo poimitaan maasta. Jos palloa hallussaan pitävälle pelaajalle annetaan uusi sijainti, niin pelaaja liikkuu pelikentällä juoksemalla. Pelaaja voi myös syöttää pallon toiselle pelaajalle. Syöttö tapahtuu valitsemalla toinen pelaaja. Pallon voi heittää myös haluttuun suuntaan valitsemalla suunta ja heitto. Lähin pelaaja lähtee hakemaan palloa. Pelaaja voi myös määrätä joukkueen pelaajan, joka hakee pallon.

Virallisessa pesäpallossa pelataan kaksi neljän vuoroparin jaksoa, ja jos tilanne on tasan kahden vuoroparin jälkeen, pelataan yhden vuoroparin mittainen supervuoropari. Pesäpallopelissä pelaaja voi valita, montako vuoroparia pelataan. Pelin voi myös tallettaa kesken pelin, ja talletettua peliä voi jatkaa myöhemmin. Eniten vuoropareja voittanut joukkue voittaa pelin.

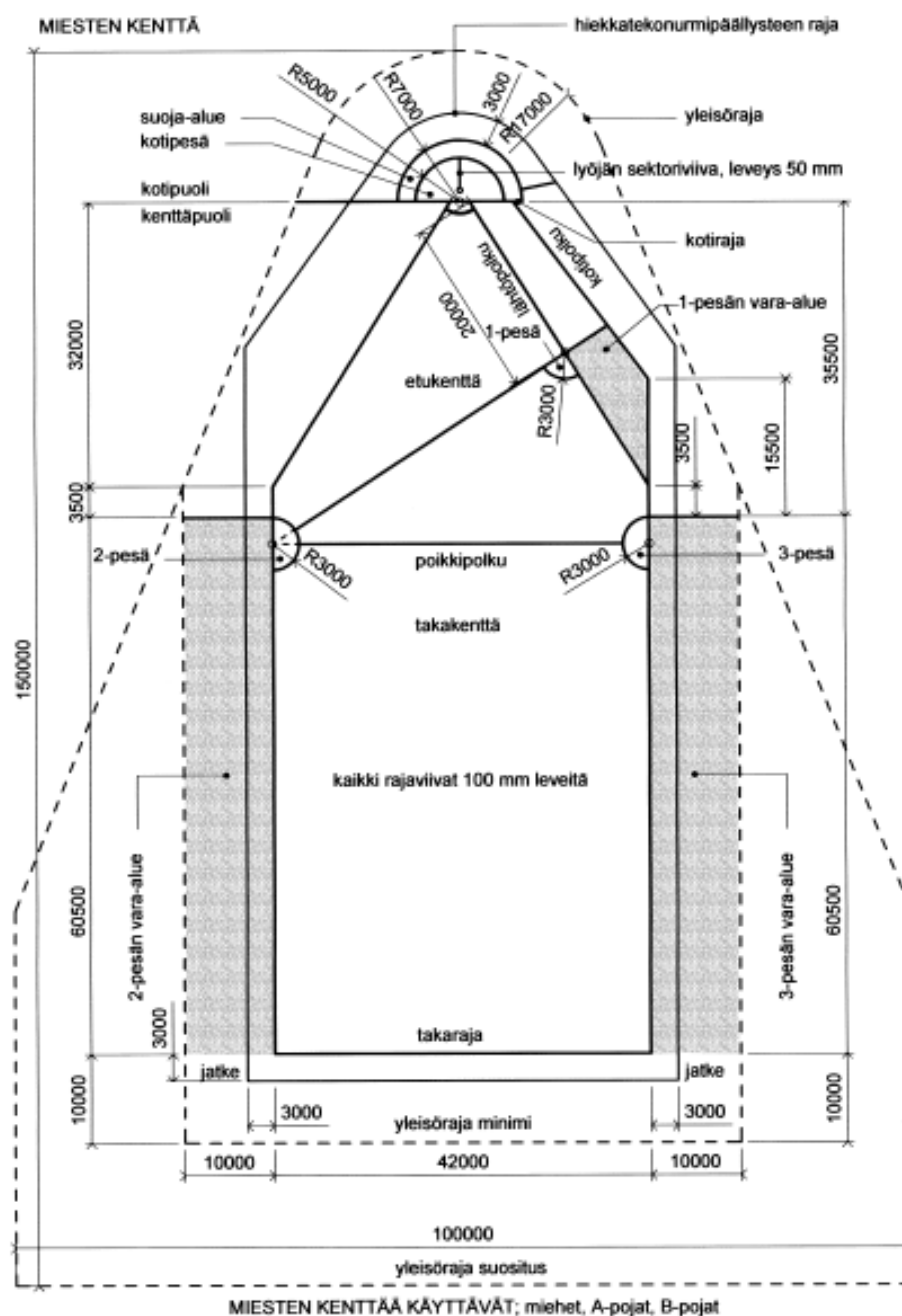
4.4 Prototyypin toteutus

Pelin prototyyppi toteutettiin määrittelyn pohjalta ominaisuuskeskeisesti. Pelin toiminnallisuudet määritettiin toteutettaviksi ominaisuuksiksi. Toteutettaville ominaisuuksille laadittiin pelattavuuden pohjalta käyttötapaustestit, jotka hyväksyttävän toteutuksen tulisi läpäistä. Ominaisuuksien pohjalta määritettiin tarvittavat luokat ja palvelut, sekä luokkien välinen kommunikaatio. Toteutettavat ominaisuudet ohjelmoitiin prototyyppiin yksi kerrallaan viikon mittaisina kehitysjaksoina. Prototyypin tarkoituksena oli tutkia, ovatko määritellyt pelimekaniikat toimivia ja teknisesti toteutettavissa.

Ohjelmiston laadunvarmennuksessa sovellettiin testivetoista ohjelmistokehitystä. Testit toteutettiin manuaalisesti käymällä läpi järjestelmällisesti määritellyt testit kustakin prototyypin versiosta. Teknisen testauksen lisäksi työssä pyrittiin analysoimaan pelaajakeskeisestä näkökulmasta myös pelin hauskuutta ja pelattavuutta. Analysointiin käytettiin projektin ulkopuolisia vapaaehtoisia ihmisiä, jotka pääsivät testaamaan peliä vapaamuotoisesti. Testien jälkeen käytiin palautekeskustelu, jossa testaaja arvioi käyttäjäkokemustaan. Pelin pelattavuutta kehitettiin saadun palautteen perusteella.

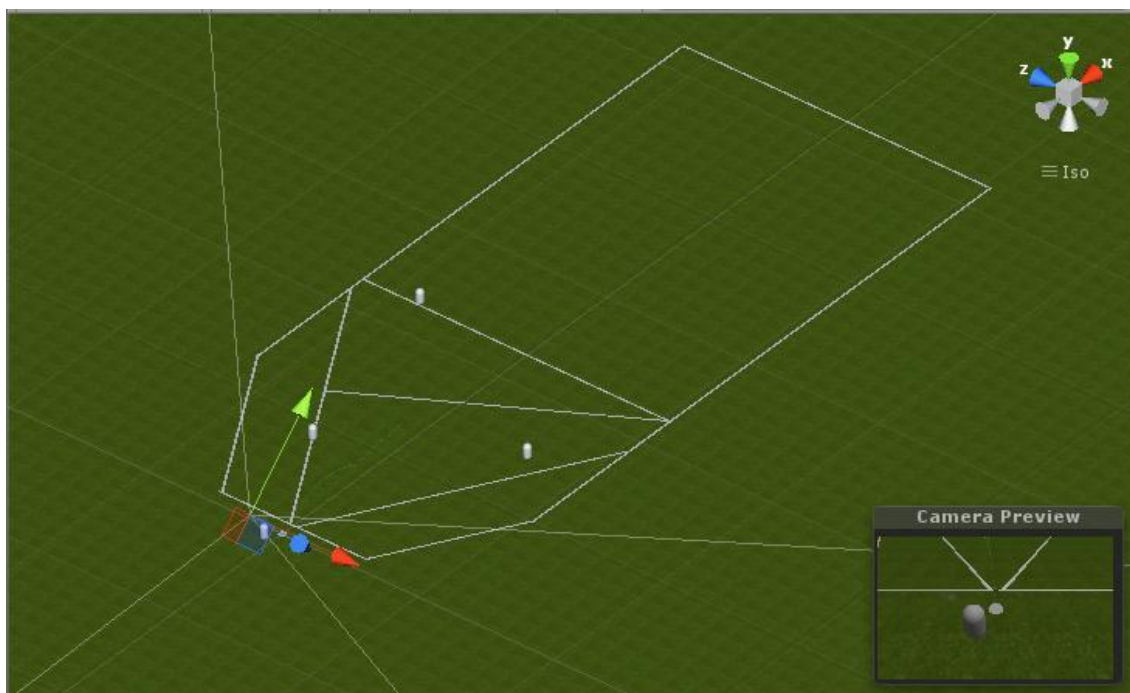
4.5 Kentän toteutus

Pesäpallon säännöt [Helminen 2009:5] -dokumentissa on määritetty pesäpallokentän viralliset mitat. Kuvassa 19 on pesäpallokentän pelikentän piirustus, jota käytettiin referenssinä pelin pelikentän mallintamiseen. Pilotissa Unity-yksiköksi valittiin metri. Tämä helpottaa pelin objektien skaalaamista Unity-yksiköiksi.



Kuva 19. Pesäpallokentän piirustus [Helminen 2009:5]

Tullekenin ohjeiden mukaisesti laitettiin pelin maailma lattiatasoon $Y=0$. Tämän avulla vältetään hahmotusongelmia, kun määritetään lokaalitason ja maailmatason avaruutta. [Tulleken 2012.] Kuvassa näkyy mittakaavaan piirretty pesäpallo kenttä. Kentän tarkoituksena on toimia pelin pelimekaniikan demonstraatioalustana. Kuvassa 20 on kuvattu pesäpallokentän toteutus prototyypissä.

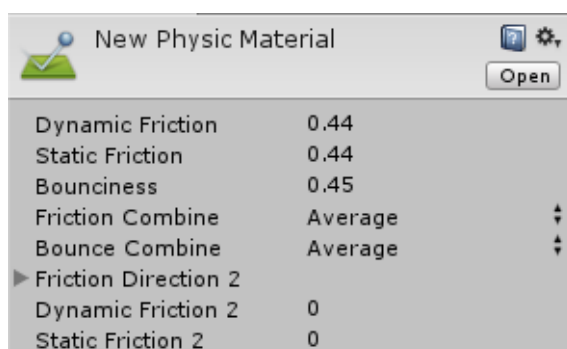


Kuva 20. Pesäpallokentän toteutus prototyypissä

Prototyypin kannalta visuaalisella tyyllillä ja teemalla ei ole merkitystä, mutta julkaisussa tyylin on hyvä olla yhdenmukainen ja konstantti. Koska pelimekaniikka on erillään teemasta, voi pelikentän visuaalisen teeman ja tyylin määrittää itsenäisesti. Pilotissa kentällä on ruohotekstuuri, joka on valokuvatekstuuri, jota on muokattu toistumaan su-lavasti pelissä. Lopullisessa pelissä tulee olemaan hiekkakenttä. Maiseman suunnitte-lussa kannattaa huomioida julkaisualustojen tekniset rajoitteet, jotka näkyvät eniten mahdollisten tekstuurien tarkkuudessa ja polygonien määrässä.

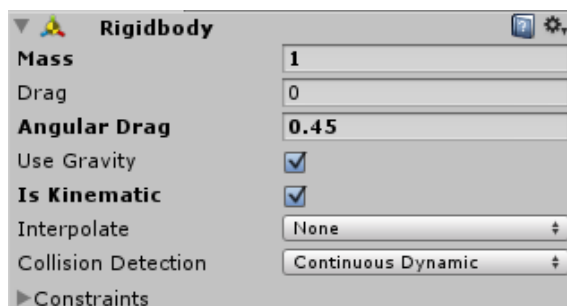
4.6 Pallon toteutus

Pallon toteutuksessa lähtökohdaksi otettiin aito pesäpallo. Pesäpallon sääntöjen [Helminen 2009] mukaan pallon tulee olla ympärysmitaltaan 21,6 - 22,2 cm, pallon painon tulee olla 160 - 165 g (miesten pallo). Tutkimustietoja soveltaen toteutettiin Unity-moottoriin oma fysiikkamateriaali pesäpallolle. Jotta pallo käyttäytyisi luonnollisesti myös kenttään osuessaan, asetettiin materiaalin kitkaksi ja kimmokertoimeksi 0.44. Kuvassa 21 kuvataan pallon fysiikkamateriaali.



Kuva 21. Pallon fysiikkamateriaali.

PhysX-fysiikkamoottorissa massan yksikkö ja arvo voidaan määrittellä vapaasti. Massan arvolla on merkitystä, jos kaksi erilaista kappaletta törmäävät toisiinsa. Drag-arvo määrittää ilmanvastuksen ja Angular Drag pyörimisvastuksen. Pyörimisvastus vaikuttaa pallon pysähtymiseen kentällä. Pelissä pallon ei aina tarvitse noudattaa fysiikan lakeja. Vaikka fysiikkamoottori tarjoaa helpon tavan luoda luonnollisesti käyttäytyvä pallo, pitää pallolle kirjoittaa myös koodi, joka määrittää pallon pelattavuuden. Ohjelmakoodiin voidaan lisätä pallon fysiikkamoottoria manipuloivia skriptejä, joilla parannetaan pelattavuutta. Kuvassa 22 kuvataan jäykälle kappaleelle määritettäviä parametreja.



Kuva 22. Jäykälle kappaleelle määritettäviä parametreja.

Pallolle on määritelty kaksi skriptiä. Alkutilassa pallo on epäkinemaattinen, koska sen oletetaan olevan pallon syöttäjän hallussa. Prototyypissä pallo on paikallaan. Lopullisessa pelissä olisi tarkoitus, että myös pallon syöttö visualisoitaisiin. Kun syöttäjä syöttää pallon, kytketään fysiikkamoottori päälle. Pallo laukaistaan ilmaan y-akselissa fysiikkamoottorissa ilmaan impulsiivisella voimalla. Syötön korkeus ja suunta riippuvat syöttömekaniikasta saaduista parametreista tai tekoälyn algoritmeista. Jos pelaaja onnistuu lyönnissä, niin lyöntiin liittyvä Force-skripti käsittelee ja laskee lyöntimekaniikasta määrittävien parametrien impulssivoiman ja käskyyttää fysiikkamoottoria laukaisemaan pallon. Kun pelaaja löytää pallon maasta, ThrowBall-skripti kytkee fysiikkamoottorin pois päältä ja laittaa pallon seuraamaan pelaajaa. ThrowBall-skriptin tarkoitus on toimia ulkokentällä olevan pallon kuljetusta ja heittoa hallinnoivana skriptinä.

Pallon visuaalinen ulkoasu on toteutettu kuvatekstuurilla. Teksturointi toteutetaan sijoittamalla pallon pinnalle projisoitu kuva. Prototyypin palloa varten on normaalista valokuvasta ensin muokattu Adoben Photoshop työkalulla pallokoordinaatiomuutosta noudatteleva tekstuuri. Kuvan 23 esimerkissä on kuva pesäpallotekstuurista ja esikatselukuva teksturoidusta pallosta.



Kuva 23. Kuva pesäpallotekstuurista ja esikatselukuva teksturoidusta pallosta

4.7 Lyöntitapahtuma

Lyöntitapahtumalla tarkoitetaan pallon interaktiivista lyöntiä. Alkuperäinen idea oli, että pelaaja määrittäisi ensin lyöntisuunnan, ja sitten olisi interaktiivinen osio, jossa palloa lyötäisiin piirtämällä ruudulle lyöntiä kuvaava viiva. Tästä piirretystä viivasta määritettäisiin lyönnin kulma, ja viivan pituudesta lyönnin voima.

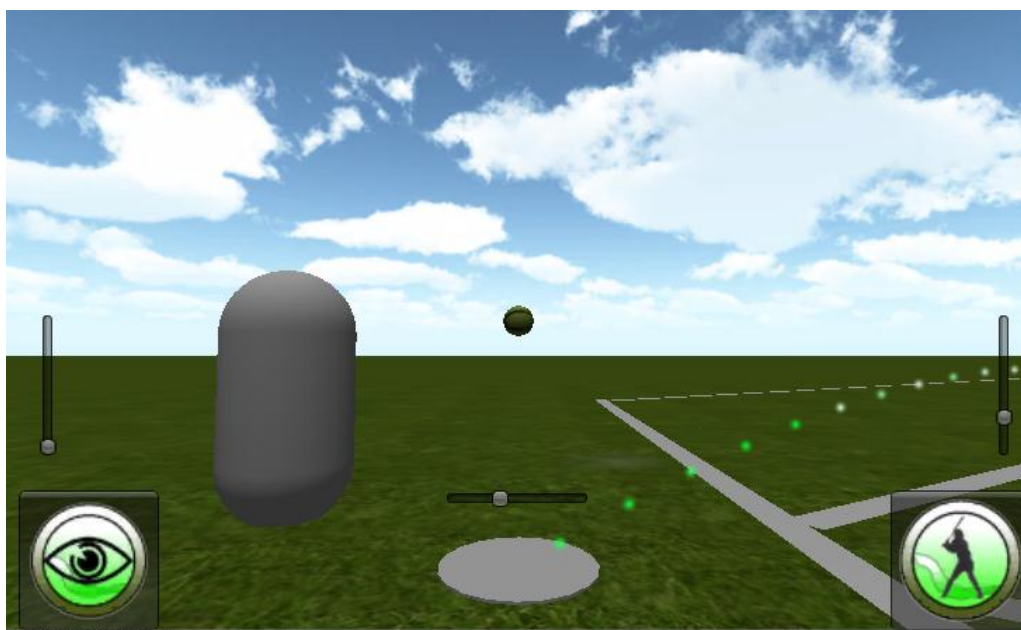
Lyöntiä yritettiin toteuttaa fysikaalisella mailalla, jossa lyönnin fysiikka laskettaisiin PhysX collider -törmäystapahtuman kautta. Pelattavuuden ongelmaksi muodostui se, että fysikaalisella mailalla on erittäin vaikeaa osua oikein. Suurimmat ongelmat ovat käyttöliittymän tarkkuus ja mailan lyöntikulman määrittely, mutta lyönnin tarkkuuteen vaikuttaa myös fysiikkamoottorin törmäyskuuntelijan epätarkkuus. Tarjolla olevat ratkaisut eivät ole vielä tarpeeksi kehittyneitä käsittelemään virheettömästi tämänkaltaista interaktiivista pelattavuutta.

Prototyyppiä varten tehtiin parametreilla säädettävä lyöntimekaniikka. Säätimien avulla pelaaja voi säätää lyönnin fysikaaliset voimaparametrit. Vasemmalla olevalla säätimellä säädetään voimaa, keskellä olevalla säätimellä säädetään lyönnin suunta ja oikealla olevalla säätimellä säädetään lyönnin korkeus. Mobiilialustalla olisi voitu käyttää kosketusnäytön tietoja määrittämään pallon voimavektori. Tätä mobiiliominaisuutta ei kuitenkaan ollut mahdollista testata, koska hankkeessa käytetystä Unity-alustasta puuttui mobiililisenssi, ja työasemassa mobiilikontrollit eivät olleet aktiivisia.

Pelaajalle pitää antaa Aki Järvisen mukaan riittävästi informaatiota pelattavuudesta, jotta pelaaja ymmärtäisi pelissä olevan olennaisen informaation [Järvinen: 2008.] Prototyyppiin tarvittiin indikaattori kuvaamaan pelaajalle pallon lyöntisuuntaa ja lentorataa. Prototyypissä tämä indikaattori luotiin partikkelisysteemillä. Lyönnin parametrit määrittivät suuntavektorin, jonka avulla generoitiin gravitaatiota noudattavia pisteitä. Generoidut partikkelit näkyvät pelaajalle pallon lentorataa simuloivina pisteinä, joiden avulla pelaajan on helppo päätellä, minne pallo päätyy. Kuvassa 24 on pesäpallon lyöntinäkö, jossa partikkelipisteet näkyvät vihreinä pisteinä. Ongelmana tässä indikaatorissa oli se, että partikkelit eivät noudata kovin tarkasti pallon fysiikkaa. Tässä projektissa ei tarvittu partikkeleita räjähdyskseen tai visuaalisiin tehosteisiin, vaikka visualisointivaiheessa niiden avulla pystyttäisiin simuloimaan tehokkaasti osumisia esimerkiksi hiekkapölyllä.

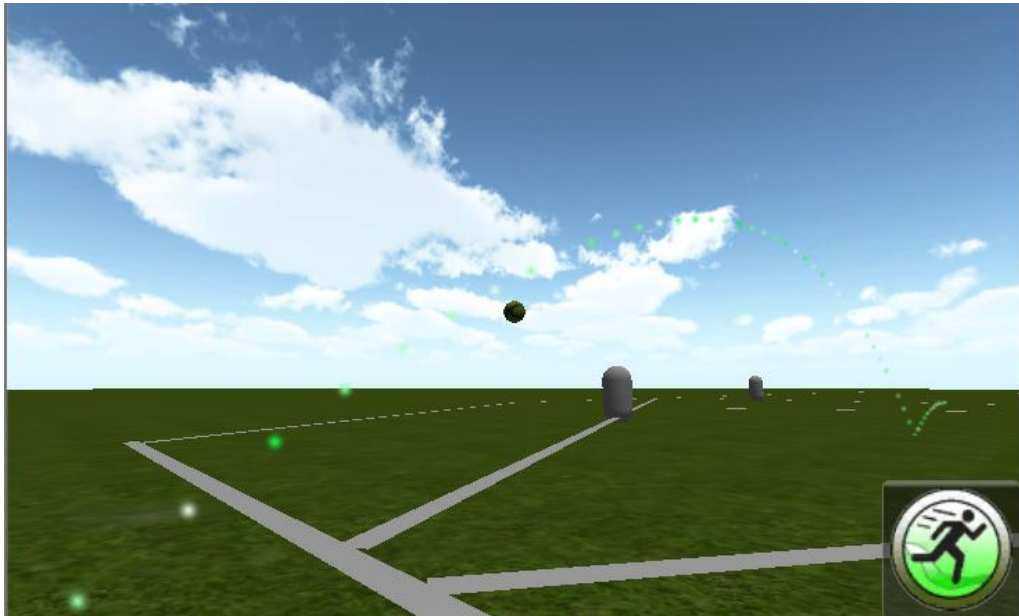
Prototyypissä joukkueen pelaajia kuvataan kapseliobjekteilla. Objektin Collider-komponentti määrittää, osuuko kappale johonkin. Prototyypissä näkyvällä kapselilla on saman muotoinen Collider-komponentti. Varsinaisessa pelissä kapselit korvataan animoiduilla 3D-hahmoilla, ja myös Collider-komponentti voi olla tarkemmin määritelty.

Prototyypissä pelaaja voi vaihtaa kuvakulmaa. Prototyypissä kuvakulmia on kaksi, joita voi vaihdella silmänapista. Kun silmänapista painetaan, vaihdetaan kuvakulmaa ensimmäisen persoonan ja isometrisen taktisen näkymän välillä. Kuvassa 24 kuvataan pesäpallon lyöntinäkyä ensimmäisen persoonan kamerasta.



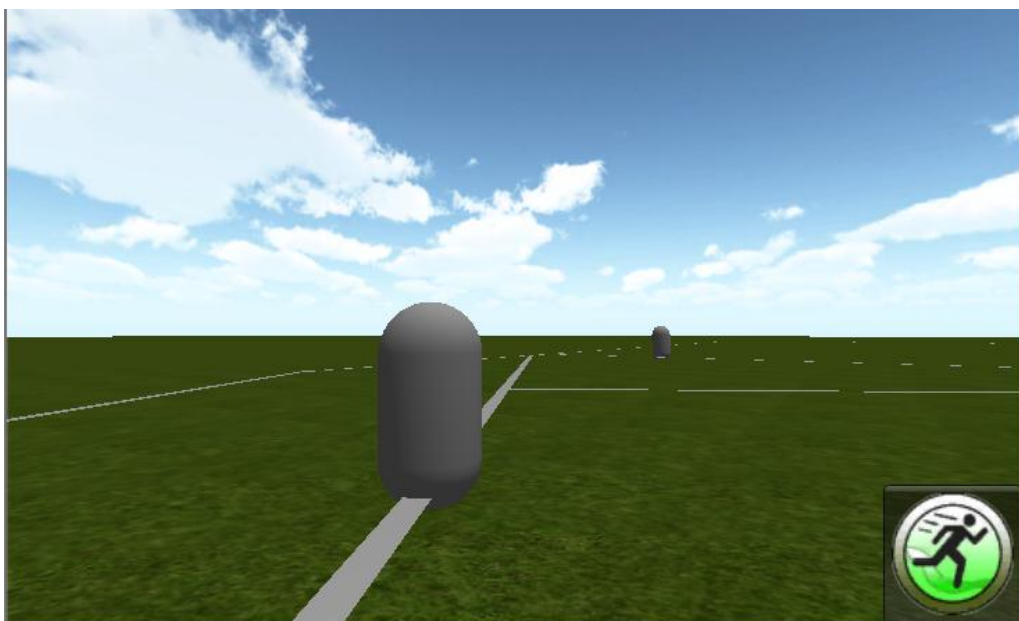
Kuva 24. Pesäpallon lyöntinäkyä

Pelaaja käynnistää lyönnin lyöntinapista. Prototyypissä syöttö tapahtuu automaattisesti. Kun syöttö on tapahtunut, pallolle annetaan impulsiivinen voima, joka lähettää pallon liikkeelle. Pallon lentoradan laskenta, pomppiminen ja vieriminen lasketaan fysiikkamoottorilla annettujen parametrien mukaan automaattisesti. Kuvassa 25 esitetään pallon lentoa lyönnin jälkeen ensimmäisen persoonan kamerasta katsottuna.



Kuva 25. Pesäpallon lento lyönnin jälkeen

Kun lyönti on tapahtunut, ja lyönti on riittävän hyvä, pelaaja voi lähettää lyöjän juoksemaan. Juokseminen tapahtuu painamalla juoksunappia. Prototyypissä kamera-ajo seuraa juoksijaa pesälle. Mikäli pelaaja tahtoo edetä lisää saavuttuaan pesälle, hän voi painaa juoksunappia uudelleen, jolloin pelaaja lähtee juoksemaan seuraavalle pesälle. Kuvassa 26 kuvataan pesäpallon juoksunäkymää ensimmäisen persoonan kamerasta.

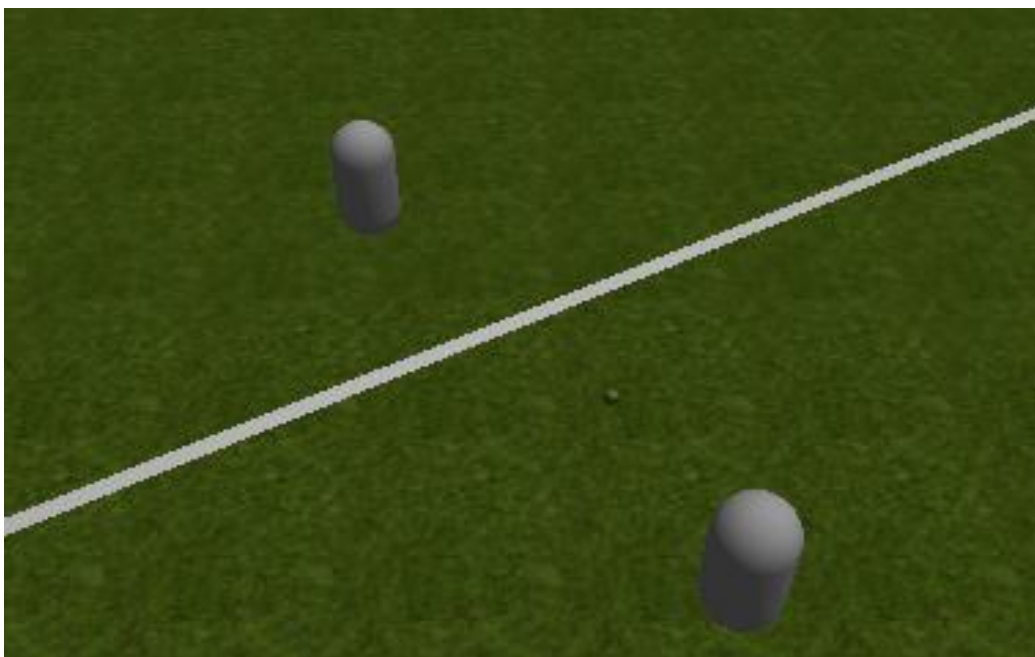


Kuva 26. Pesäpallon juoksunäkymä

4.8 Syöttötapahtuman toteutus

Syöttötapahtumalla tarkoitetaan pesäpallossa tilannetta, jossa pallo on ulkovuoron hallinnassa, ja pallo voidaan syöttää tai heittää pelaajalta toiselle. Tutkituissa baseball-peleissä ulkovuoro on yleensä pelattu syöttäjällä ja muu kentällä tapahtuva peli on ollut automatisoitua. Suomalaisessa pesäpallossa syöttäjän rooli on pienempi. Määrittelyssä ulkovuoron peliin lisättiin taktisuutta. Peruspelimekaniikan käyttö on helppo oppia, mutta taktinen pelaaminen on vaikeampaa. Taktista pelaamista on päätös, syöttääkö pallon suoraan kotipesälle vai yrittääkö polttaa jonkun ulkokenttäpelaajan heittämällä pallon toiselle kenttäpelaajalle?

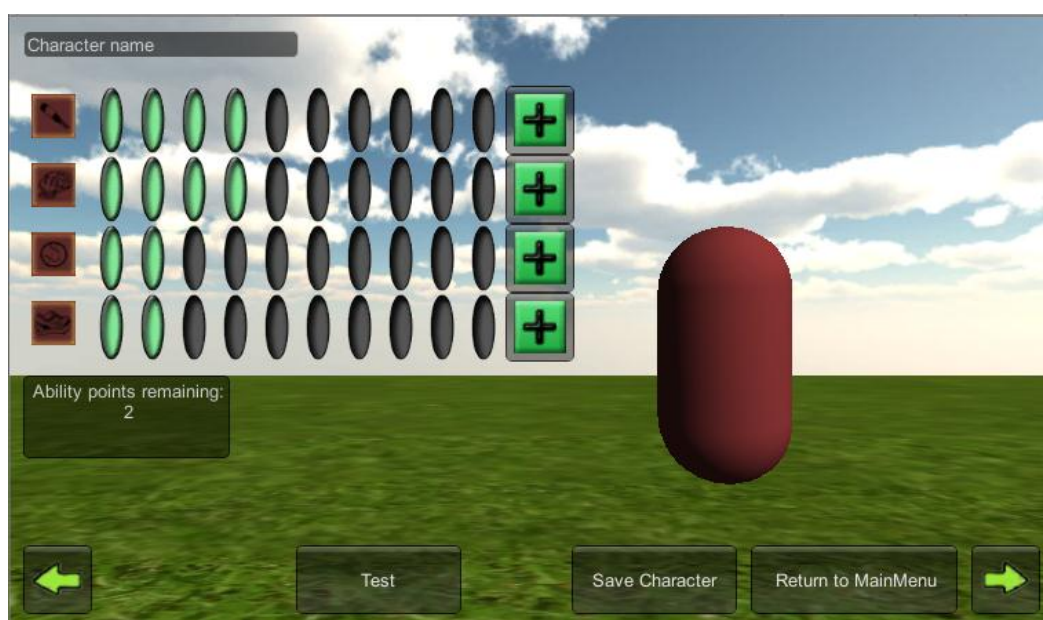
Prototyypissä pelaaja pystyy syöttämään pallon pelaajalta toiselle klikkaamalla pelaajaa. Prototyyppiin lisättiin funktio, jolla pallo voidaan heittää senhetkisestä positiosta kohti toisen pelaajan senhetkistä positiota. Pelaajien sijainneista voidaan laskea heiton suuntavektori ja etäisyys, joista saadaan tarvittava heittokulma ja heittovoima. Prototyypissä heitto toteutettiin yksinkertaistettuna. Kun pallo on jonkun pelaajan hallussa, sen pelaajan törmäyskuuntelija ei ole päällä. Vasta kun pallo on seuraavan pelaajan hallussa, vaihdetaan törmäyskuuntelijan tilaa. Tällä ratkaisulla vältetään tilanne, jossa heittävä pelaaja olisi pallon tiellä. Kuvassa 27 on kuva heittotilanteesta.



Kuva 27. Kuva heittotilanteesta

4.9 Joukkueen taitotasojen toteutus

Prototyypissä toteutettiin erillinen käyttöliittymä joukkueen taitotasojen hallintaan. Käyttöliittymän vasemmassa yläkulmassa on tekstikenttä, jossa joukkueen pelaajan voi nimetä. Joukkueen pelaajan taitotasot näytetään käyttöliittymässä symbolein. Taitotasot ovat lyönti, koppi, heittotarkkuus ja nopeus. Pelikonseptissa ajatuksena on, että joukkueen jäsen saa lisäpisteen kustakin pelatusta pelistä. Käyttöliittymässä pelaaja voi sijoittaa joukkueen pelaajan saamia pisteitä haluamalleen ominaisuudelle. Pisteet sijoitettuaan pelaaja ei voi enää muuttaa taitotasot. Hahmo talletetaan Save Character -toiminnolla. Kuvassa 28 on kuvattu prototyyppi joukkueen jäsenen taitotasonäkymästä.



Kuva 28. Prototyyppi joukkueen jäsenen taitotasonäkymästä

4.10 Tekoäly

Artificial Intelligence a Modern approach [Russel 2010] -kirjan mukaan järkevä tekoäly tekee järkeviä johtopäätöksiä havaintojensa perusteella. Peliin haluttiin luoda tekoäly, joka tekee rationaalisia päätöksiä pesäpallopelaajien tapaan pelitilanteesta riippuen. Pesäpallopelissä tekoälyä voidaan käyttää esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin. Minne syötän pallon, eli missä palloa tarvitaan pelitilanteesta riippuen? Mitä reittiä pallo syöte-

tään kohteeseen? Minne pallo kannattaa lyödä pelikentälle? Milloin pelaajan kannattaa lähteä juoksemaan? Kuka yrittää ottaa koppia pallosta?

Russelin [2010] mukaan tietokone kykenee oikein ohjelmituna voittamaan maailman parhaimmatkin shakinpelaajat, mutta viihdetuotteen tarkoitus ei ole olla ylivoimaisen älykäs. Jotta tekoäly ei olisi liian ylivoimainen ihmiseen nähden, tarvitaan myös keino- tekoista tyhmyyttä [Mäki 2014.] Tietokoneelle on siis annettava mahdollisuus virhepäätelmään. Pelin vaikeusaste voisi määrittää virhepäätösten ja järkevien päätösten suhdetta. Tavoitteena on saada reilu vastustaja pelaajalle.

Prototyypissä toteutettiin ensin yksinkertainen funktio, joka kertoo, kuka pelaajista on lähimpänä palloa. Funktio käy läpi ulkokenttäpelaajien transformaatiopositiot, laskee etäisyydet ja antaa tulokseksi pelaajan, joka on lähimpänä palloa.

Lähin pelaaja ei ole aina riittävä ratkaisu. Jos pallosta mitattaisiin vain ja ainoastaan se, missä pallo on kullakin hetkellä, niin lyötyä palloa lähtisi hakemaan lähimpänä oleva etukenttäpelaaja riippumatta siitä, kuinka kauas pallo on menossa. Oikeassa pelissä ihminen ennakoii pallon tulevaa liikerataa, ja pallon kohdetta lähinnä oleva pelaaja pyrkii liikkumaan sinne, minne pallo on menossa.

Prototyypissä tekoäly toteutettiin laskennallisella pallolla. Yksinkertaista päättelyä ja pallon lentoradan laskentaa varten luotiin toinen laskennallinen pallo. Tämä näkymätön fysikaalinen pallo on täsmälleen samanlainen kuin alkuperäinen pallo, mutta se on määritetty törmäämään ainoastaan maan kanssa. Kun pelaajan valitsemit laukaisuparametrit ovat tiedossa, laukaistaan tämä laskennallinen pallo ennen varsinaista palloa. Laskennallista palloa käytetään laskemaan olettaen, kuka pelaajista on lähinnä pallon tulevaa kohdetta. Kun oikea pallo on lyöty ja osuu ensimmäisen kerran maahan, päivitetään tieto pallon lähimmästä pelaajasta oikean pallon sijainnin perusteella.

5 Tulosten arviointi

5.1 Työn tavoitteiden saavuttamisen arviointi

Työn tarkoituksena oli määrittää peli suomalaisesta pesäpallosta, ja tehdä määrittelyä vastaava prototyyppi pelimekaniikasta.

Työn lopputuloksena syntyi pesäpallon pelin määrittelydokumentti ja prototyyppi, jolla voitiin demonstroida ideoituja pelimekaniikkoja. Työn lopputulos täytti asetetut vaatimukset. Tehty työ lisäsi myös ymmärrystä, kuinka pelaajakeskeistä pelisuunnittelua sovelletaan pelituotantoprojektissa. Työssä opittiin soveltamaan hierarkiasta ohjelmistoarkkitehtuuria osana pelikoodia sekä mallintamaan pesäpallon pelin fysiikkaa pelattavuuteen sovellettuna.

Työn tuloksen keskeisin arvo on pelikonseptissa ja uuden pelin määrittelyssä. Projektissa luodut alustavat prototyypit näyttävät lupaavilta pelin aluilta. Työssä toteutetun prototyypin pohjalta peliä lähdettiin kehittämään eteenpäin Metropolia Ammattikorkeakoulun innovaatioprojektissa. Tulevien projektien päämääränä on julkaista peli suomalaisesta pesäpallosta. Pelikonseptin käyttökelpoisuutta voitaisiin arvioida toteutetun valmiin pelin yhteydessä.

5.2 Tulosten sovellusmahdollisuuksien ja taloudellisen merkityksen arviointi

Työn tuloksia voidaan soveltaa koulutuksessa. Oman työni jälkeen projekti siirrettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun opiskelijaryhmän innovaatioprojektiksi, jossa neljän opiskelijan ryhmä työsti lähdekoodin pohjalta peliä eteenpäin. Ensimmäisen projektin tarkoitus on kehittää luontevaa tekoälyä. Tulevien projektien tarkoitus on kehittää peli julkaistavaan muotoon.

Pesäpallopeli ei luultavasti saavuta kansainvälistä suosiota. Työn taloudellinen arvo on siinä, että kaupallisena projektina ei olisi kovinkaan todennäköisesti tehty peliä suomalaisesta pesäpallosta. Oppilastyönä tehtävä työ mahdollistaa myös projekteja, joita ei muuten tehtäisi. Pesäpallo on kansallispeli ja toivon, että peli aikanaan valmistuu. Jul-

kaistava peli ja sen tulevat versiot voisivat toimia mainosprojektina, jossa mainostetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun peli-alan koulutusosaamista.

Jos haluaisimme arvioida pelin kaupallista potentiaalia, niin tutkimusten mukaan urheilupelejä hankkivat yleensä lajin harrastajat, jotka ymmärtävät pelin sisällön ja metapelin ja pystyvät nauttimaan lajin sisäisistä taktiikoista ja ratkaisuista pelin sisällä. Vaikka suomalaista pesäpalloa pelataan jonkin verran myös muissa maissa, niin suurin fani-kunta rajoittuu pääasiassa Suomeen. Luulen, että oikein toteutettuna pesäpallo-peli voisi saada jonkin verran näkyvyyttä kotimaisilla markkinoilla. Peli tulisi pitää tarpeeksi pelattavana, ja pelin kehityksessä tulisi panostaa pesäpallo-pelin pelaajien mielestä tärkeisiin asioihin. Peli voisi olla välipalaviihdyke pesäpallofaneille.

5.3 Tehtävän asettelun ja projektin arviointi

Nykyaikaisten pelien kehittäminen ovat isoja projekteja. Olisi epärealistista olettaa, että yksi ihminen pystyisi toteuttamaan kolmessa kuukaudessa kokonaisen julkaistavan tuotteen. Tähän suhteutettuna sain suhteellisen paljon aikaiseksi.

Projektin yhtenä tavoitteena oli tutkia mobiilipelattavuutta. Ongelmana oli Metropolia Ammattikorkeakoulun Unity-ympäristö, josta puuttuivat mobiililisenssit. Unity on lisensoitu siten, että Pro-lisenssillä voi julkaista kaupallisia ohjelmia, mutta ohjelman kääntäminen Android- tai iPhone-kohdelaitteelle vaatii lisälisenssit. Ongelma ratkaistiin siten, että työnantajani kanssa sovin, että työstäisin pelin PC-versiona.

Minulle hanke oli myös uuden oppimista. Työn alussa en tuntenut Unity-pelimoottorin tapaa käsitellä törmäystapahtumia ja tein useita asioita liian monimutkaisesti. Hankkeen edetessä osaaminen lisääntyi, ja opin tekemään koodia sujuvasti. Olisin halunnut toteuttaa interaktiivisen lyöntimekaniikan, mutta sen toteutus jäi seuraaville projekteille. Toteutus olisi vaatinut enemmän resursseja, koska pelimoottorin perustoiminnallisuudet on luotu perinteisiä toimintapelejä ajatellen. Jälkikäteen ajateltuna lyöntimekaniikan toteuttaminen olisi ollut huomattavasti helpompaa kosketusnäytölle. Kosketusnäytössä kontrolliin olisi voinut kirjoittaa, osuuko vastaanotettu vektori pallon kohdalle, ja osuman kulmasta olisi voinut määrittää voimavektorin.

Perinteisen urheilun säännöt eivät välttämättä sovellu virtuaalipeleihin. Sääntöjen mukainen pesäpallo rajoitti jonkin verran pelin suunnittelumahdollisuuksia. Minulla ei ollut projektin yhteydessä mahdollisuutta toteuttaa uusia mielenkiintoisia peliajatuksia, koska ne olisivat vaatineet sääntöjen muuttamista. Pesäpallon kehittämisessä olisi voinut ottaa mukaan enemmän lajin asiantuntijoita, jolloin pelisuunnitteluun olisi saatu mukaan enemmän pesäpallon pelaajien hiljaista tietoa pelistä, ja peliin olisi voinut samalla löytyä uusia näkökulmia.

Projektin aikana opin paljon pesäpallon historiasta ja fysiikasta sekä pelimoottorin hierarkkisesta rakenteesta, ja kuinka sitä pystyy soveltamaan pelimekaniikkaan ja osaksi luokkapohjaista koodausta.

5.4 Pohdinta

Suomalaista pesäpalloa on tutkittu yllättävän vähän. Tieteellistä tutkimusta oli saatavilla, mutta vain rajatuista aiheista. Olisin voinut siirtää tutkimuksen painopistettä itse peliin ja käydä pesäpallo-otteluissa, haastatella pesäpallon harrastajia sekä kerätä mielipiteitä pesäpallopelistä, mutta aikaa oli rajallisesti, ja tämä ei ollut ohjelmoinnin kannalta kiinnostava osuus tutkimuksessa. Yritin taustaselvityksellä lisätä tietojani urheilupelaajien maailmasta, mutta koin, että on vaikeaa luoda hauskaa ja viihdyttävää peliä itselleni vieraalle kohderyhmälle.

Tulevalle pelille suuri haaste on saada pelille näkyvyyttä ja saada pelille pelaajia. Markkinoilla on suuri määrä erilaisia pelejä, ja jopa menestyvillä urheilupelisarjoilla, kuten MLB-sarja, on haasteita myydä uudet pelijulkaisut. Tulevalle pelille tulisi luoda persoonallinen visuaalinen ilme, jota valittaessa tulisi huomioida kohdeyleisö. Pelin ilme voisi olla sarjakuvamainen tai realistinen. Tyyli voisi olla hyvin suomalainen, joka perustuisi joko Superpesiksen joukkueisiin, tai se voisi olla vaikka tyylielty Kalevala-pesäpallo. Kerlowin [2004:284] mukaan tarinat ovat tehokkain keino viestiä asioita, joko sanallisesti tai visuaalisesti. Urheilupeliin voisi tuoda tarinallisia elementtejä, ja laajentaa hyvillä tarinoilla pelin mahdollista kohdeyleisöä myös urheilupelien ulkopuolelle. Pixarin Lasseterin [1987] mukaan hanke on onnistunut, kun hahmot ja tarina tulevat tärkeämmiksi kuin toteutustekniikka.

Työssä olisi voitu varata enemmän aikaa 3D-mallinnukseen, jolloin prototyyppiin olisi voitu lisätä pelihahmoja ja peliympäristöä. Teemalla ei ole kuitenkaan pelimekaniikan kannalta suurta merkitystä, joten ne voidaan toteuttaa myöhemmin. Abstraktin pelimekaniikan käyttö antaa mahdollisuuden toteuttaa peli mihin tahansa teemaan. Teeman puuttuminen on kuitenkin haaste pelimekaniikan suunnittelussa, koska teema helpottaa hahmottamaan mahdollisia pelimekaniikkoja. Teeman toteutus voisi olla visuaalisen alan opiskelijoiden innovaatioprojekti.

6 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli määrittää peli suomalaisesta pesäpallosta ja tehdä määrittelyä vastaava prototyyppi pelimekaniikasta. Tutkimuksessa kartoitettiin pelisuunnittelun teoriaa, suomalaisesta ja amerikkalaisesta pesäpallosta tehtyjä tutkimuksia sekä selvitettiin julkaistuja baseballpelejä ja urheilupelien markkinoita.

Aineiston pohjalta pesäpallopeli määritettiin ominaisuuskeskeisesti. Määrittelyssä määriteltiin pelikonsepti ja toiminnallisuus. Määrittelyä testattiin prototyypillä, jota kehitettiin testivetoisesti. Prototyyppi toteutettiin Unity-pelimoottorilla hyödyntäen PhysX-fysiikkamoottoria.

Työn lopputuloksena syntyi pesäpallopelin määrittelydokumentti ja pelattava prototyyppi, jolla voitiin demonstroida ideoitujen pelimekaniikkojen pelattavuutta ja teknistä toteutettavuutta. Tehty prototyyppi on toiminut pohjana Metropolia Ammattikorkeakoulun innovaatioprojektissa, joissa opiskelijat ovat jatkaneet pesäpallopelin kehittelyä.

Tulevassa kehitystyössä olisi hyvä kehittää pelille pelaajien taktikointia simuloivaa tekoälyä. Pelille tulisi luoda myös visuaalinen tyyli ja teema, joka soveltuisi sekä eri joukkueita kannattaville faneille että satunnaiselle pelaajalle.

Lähteet

Ambler, Scott. Introduction to test driven development. Verkkodokumentti. <www.agiledata.org/essays/tdd.html>. Luettu 9.10.2013.

Bains, P., DeLucci, T. 2013. Gaming Roundup: What's Wrong With Free-to-Play?. Verkkodokumentti. <www.tor.com/blogs/2013/08/gaming-roundup-whats-wrong-with-free-to-play>. Luettu 17.4.2014.

Baur, W., Baker, K., Cook, M., Greenwood, E., Heinsoo, R., Logue, N., McComb, C., Stackpole, M., Walsh, W. 2012. Complete Kobold Guide to Game Design. OpenDesing LLC. MA. USA.

Crawford, Chris. 2003. Chris Crawford on Game Design. Peachpit. USA.

Costikyan, Greg. 2002. I Have No Words & I Must Design: Toward a Critical Vocabulary for Games, Proceedings of Computer Games and Digital Cultures Conference, ed. Frans Mäyrä. Tampere: Tampere University Press, Copyright: authors and Tampere University Press.

Darryl, C., McNeill, M., McAlister, M., Black, M., Moore, A., Stringer, K., Kücklich, J., Kerr, A. 2005. Player-Centred Game Design: Player Modelling and Adaptive Digital Games. University of Ulster. Northern Ireland.

Dwyer, Brendan. 2009. Fantasy sport consumer behavior: An analysis of participant attitudes and behavioral intention. Väitöskirja. University of Northern Colorado.

Etelä-Suomen EAKR -ohjelma 2007–2013 Teemahankkeet Digitaaliset sisällöt ja sähköiset palvelut. 2013. Verkkodokumentti. <http://www.etela-suome-neakr.fi/easydata/customers/eakr/files/rahoitetut_teemahankkeet/digitaaliset_sisallot_projekttilistaus_9.7.2013.pdf>. Luettu 24.4.2014.

Fortenbaugh, David. 2011. The Biomechanics of the Baseball Swing. University of Miami.

Galochkin, Igor. 2013. Implementation of cross-platform strategy multiplayer based on Unity 3D. Der Technischen Universität München. Germany.

Gamma, E. Helm, R. Johnson, R. Vlissides, J. 1994. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Pearson Education. USA.

Helminen Mika. 2009. Pesäpallon Säännöt. Verkkodokumentti. <http://pesis-fi-bin.directo.fi/@Bin/51a6d9619d5f641ac18a24f84b16f5aa/1398083841/application/pdf/160393/Pesapallon_pelisaannot_2014.pdf>. Luettu 17.4.2014.

Huhtakallio, Juha. 2012. Luennot Metropolia Ammattikorkeakoululla 30.12.2012. Espoo.

Härmä, Aleksanteri. 2013. The success factors of the finnish mobile game industry: a strategic overview. Bachelor's thesis. Turku University of Applied Sciences.

Järvinen, Aki. 2008. Games without Frontiers Theories and Methods for Gamestudies. Väitöskirja. University of Tampere.

Kimkijeung.com. 2010. Unity 3D Basic API Hierarchy. Verkkodokumentti. <<http://kimkijeung.com/>>. Luettu 25.4.2014.

Kerlow, Isaac. 2004. Art of 3D computer animation and effects Third Edition. John Wiley & Sons Inc. New Jersey.

Kulmala, Juha. 2006. Pesäpallon peruslyönnin liikeanalyysi. Kandidaattityö. Jyväskylän yliopisto.

Laine, Ville. 2007. Dynamiikan simulointi 3D-animaatiossa. Insinööriyö. Lahden Ammattikorkeakoulu.

Lasseter, John. 1987. Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer animation. Artikkel. Computer Graphics, Volume 21, Number 4, July 1987.

Markus Mäki. 2014. Gaming Trends. Luento. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Nystrom, Bob. Game Programming Patterns. Verkkodokumentti. <http://gameprogrammingpatterns.com>. Luettu 17.4.2014.

Olsson, B., Sidenblom, L. 2010. Business Models for Video Games. Master thesis. Department of Informatics. Lund University.

Parent, Rich. 2008. Computer Animation Algorithms & Techniques Second Edition. Elsevier Inc. Massachusetts.

Pesäpalloliitto. Historia. Verkkodokumentti. <<http://www.pesis.fi/pesapalloliitto/historia>>. Luettu 17.4.2014.

Pesäpalloliitto. Kansainvälinen pesäpallo. Verkkodokumentti. <http://www.pesis.fi/pesapalloliitto/linkkivinkit/kansainvalinen_pesapallo/>. Luettu 25.4.2014.

Pesäpalloliitto. Materiaalisalkku. Verkkodokumentti. <<http://www.pesis.fi/superpesis/materiaalisalkku/>>. Luettu 25.4.2014.

Pesäpalloliitto. Pesisnuoret. Verkkodokumentti. <<http://www.pesis.fi/pesisnuoret/>> Luettu 25.4.2014.

PhysX by NVidia. 2013. Verkkodokumentti. <<https://developer.nvidia.com/sites/default/files/akamai/physx/Manual/Index.html>>. Luettu 25.4.2014.

Pressman, Roger. 2010. Software Engineering a Practitioner's Approach 7th edition McGrawHill, Inc. Massachusetts.

Reeves, William. 1983. Particle Systems A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects. Artikkel. Computer Graphics, Volume 17, Number 3, July 1983.

Russell, S., Norvig, P. 2010. Artificial Intelligence A Modern Approach Third Edition. Pearson Education Inc. New Jersey.

Sanche, Jason. 2014. MLB takes a swing at the video game business. Verkkodokumentti. <<http://money.cnn.com/2014/04/23/technology/innovation/baseball-video-game/index.html>>. Luettu 23.4.2014.

Sawicki, G. Hubbard, M. Stronge, W. 2003. How to hit home runs: Optimum baseball bat swing parameters for maximum range trajectories. Verkkodokumentti. <<http://baseball.physics.illinois.edu/AJP-Nov03.pdf>>. Luettu 23.4.2014.

Shaffer B., Jobe F.W., Pink M. & Perry J. 1993. Baseball batting: an electromyographic study. Clinical Orthopaedics and Research.

Stewart, J., Misuraca, G. 2012. Digital Games for Empowerment and Inclusion D1 Annex 2, European Union, JRC-IPTS.

Tulleken, Herman. 2012. 50 Tips for Working with Unity (Best Practices). Verkkodokumentti. <<http://devmag.org.za/2012/07/12/50-tips-for-working-with-unity-best-practices/>> .Luettu 24.4.2014.

Unity. 2013. Reference Manual. Verkkodokumentti. <<https://docs.unity3d.com/Documentation/Components/index.html> >. Luettu 25.4.2014.

Von Neuman, J., Morgenstern, O.1944: Theory of Games and Economics Behavior. Princenton University Press. Iso-Britannia.

Ward, G. Burns, K. Baker, K. 1994. Baseball: An Illustrated History, including The Tenth Inning. Alfred A. Knopf Inc.

Weidemann, Teurt. Free to Play Games Virtual Economies. Verkkodokumentti. <http://kapitalrejsen.dk/sites/kapitalrejsen.dk/files/dokumenter/f2p_Teutday.pdf>. Luettu 17.4.2014.

Villapaz, Luke. 2014. Dungeon Keeper Review Controversy: EA Responds To Accusation Of Rating Manipulation In Google Play Store. Verkkodokumentti. <<http://www.ibtimes.com/dungeon-keeper-review-controversy-ea-responds-accusation-rating-manipulation-google-play-store>>. Luettu 17.4.2014.