

Antti Tikkakoski

TEKOÄLYN SUUNNITTELU VUOROPOHJASEEN STRATEGIAPELIIN

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tradenomi
Tietojenkäsittely
Kevät 2013



| | |
|---|--|
| Koulutusala Tradenomi | Koulutusohjelma Tietojenkäsittely |
| Tekijä(t) Antti Tikkakoski | |
| Työn nimi Tekoölyn suunnittelu vuoropohjaiseen strategiapeliin | |
| Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Peliohjelmointi | Ohjaaja(t) Matti Härkönen, Arto Karjalainen |
| | Toimeksiantaja |
| Aika Kevät 2013 | Sivumäärä ja liitteet 30 |
| <p>Opinnäytetyönä suunnittelin tekoölyjärjestelmä vuoropohjaiselle Pc-strategiapelille. Tekoöly hyödyntää moderneja ohjelmistosuunnittelun- sekä pelitekoölytekniikoita. Tekoölyn on haastava, mutta reilu ihmispelaajaa kohtaan. Tekoöly ei turvaudu huijaukseen perustuviin ratkaisuihin pelissä.</p> <p>Pelin tekoöly perustuu priorisointijärjestelmään, missä tekoöly on jaettu pelivuoron vaiheiden mukaisiin alajärjestelmiin. Nämä alajärjestelmät tulevat käyttämään useita perinteisiä tekoölytekniikoita, kuten äärellisiä tilakoneita. Näiden alajärjestelmien yksityiskohtaiseen toteutukseen ei kuitenkaan puututa tämän opinnäytteen puitteissa, vaan opinnäytteen toteutusosio keskittyy priorisointipohjaisen strategisen tekoölyjärjestelmän suunnitteluun pelille. Priorisointipohjaisessa järjestelmässä kaikille tekoölyn toiminnoille on määritelty numeerinen prioriteettiarvo, johon vaikuttavat sekä pelin tapahtumat että tekoölyn persoonallisuus. Numeerisen prioriteettiarvon perusteella tekoöly valitsee toimintonsa jokaisella pelivuorolla. Valinnan jälkeen tekoölyn alajärjestelmät huolehtivat näiden toimintojen toteutuksesta.</p> <p>Myös tekoölyn käytännön toteutuksen piti alun perin kuulua opinnäytetyöhön. Tästä osasta jouduttiin luopumaan liian tiukan aikataulun sekä peliprojektin uudelleensuunnittelun johdosta. Uudelleensuunnittelun vuoksi opinnäytetyön aikana ei ollut toimivaa peliä, jolla tekoöly olisi voitu toteuttaa. Opinnäytetyön tuloksena syntyi kuitenkin suunnitelma, joka ottaa huomioon pelisuunnitelmaan tehdyt muutokset ja tarjoaa pohjan tekoölyn toteutukselle.</p> | |
| Kieli | Suomi |
| Asiasanat | Tekoöly, strategiapeli, pelisuunnittelu |
| Säilytyspaikka | <input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto |



| | |
|---|--|
| School Business | Degree Programme Business Information Technology |
| Author(s) Antti Tikkakoski | |
| Title Designing Artificial Intelligence for Turn-Based Strategy Game | |
| Optional Professional Studies Game programming | Instructor(s) Matti Härkönen, Arto Karjalainen |
| | Commissioned by |
| Date Spring 2013 | Total Number of Pages and Appendices 30 |
| <p>This thesis is a design for an artificial intelligence, or AI, system for a turn based, Pc strategy game. The AI takes advantage of modern software designs and game AI technologies. The AI is a challenging but fair opponent to human players. The AI does not resort to solutions based on cheating.</p> <p>AI in the game is based on a priorities system where the AI is divided into subsystems based on phases during a single turn. These subsystems use several traditional game AI technologies such as finite state machines. The practical part of this thesis, however, does not focus on the detailed implementation of these subsystems but on the design of the priorities based strategic AI of the game. In a priorities based AI system, every action of an AI has a numeric base value that is influenced by both in-game events and the personality of the AI. This numeric value determines the value of each action and guides the AI on deciding the best action. Once the action has been decided on, the subsystems handle the practical implementation.</p> <p>The actual implementation of this AI system was also part of the original plan for the thesis. This part had to be left out because of a schedule that was too tight and a redesign of the game. Because of the redesign, there was no actual game for which to implement the AI during the thesis process. A result of the thesis was however an AI design that takes into account the changes made to the game design and provides a base for the actual AI system.</p> | |
| Language of Thesis | Finnish |
| Keywords | artificial intelligence, strategy game, game design |
| Deposited at | <input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences |

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 YLEISEN TEKOÄLYN JA PELITEKOÄLYN SUHDE TOISIINSA | 2 |
| 3 TEKOÄLYN SUUNNITTELU PELEIHIN | 3 |
| 3.1 Virtuaalipelaaja-agentti | 3 |
| 3.2 Pelihahmoagentti | 3 |
| 3.3 Älykäs agentti | 4 |
| 4 TEKOÄLYN OHJELMOINTI | 6 |
| 4.1 Natiiviohjelmointi | 6 |
| 4.2 Skriptiohjelmointi | 6 |
| 5 TEKOÄLYKONSEPTEJA PELEISSÄ | 8 |
| 5.1 Äärellinen tilakone | 8 |
| 5.2 Sumea tilakone | 9 |
| 5.3 Viestipumppu | 9 |
| 5.4 Hyötypohjainen päätöksenteko | 10 |
| 6 TEKOÄLY STRATEGIAPELEISSÄ | 11 |
| 6.1 Reaaliaikaiset strategiapelit | 11 |
| 6.2 Vuoropohjaiset strategiapelit | 12 |
| 6.3 Strategiapelitekoälytekniikat | 12 |
| 7 INTERPLANETARY PELIN ESITTELY | 13 |
| 7.1 Pelin kulku | 13 |
| 7.2 Raporttinäkymä | 14 |
| 7.3 Yleisnäkymä | 15 |
| 7.4 Rakennusnäkymä | 18 |
| 7.5 Tähtäysnäkymä | 19 |
| 7.6 Toimintanäkymä | 21 |
| 8 INTERPLANETARYN TEKOÄLYN ALUSTAVA SUUNNITELMA | 22 |
| 8.1 Priorisointiin perustuva strateginen tekoäly | 22 |
| 8.2 Hyökkäystekoäly | 22 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 8.2.1 Kohteiden valinta | 23 |
| 8.2.2 Asejärjestelmien valinta | 23 |
| 8.2.3 Hyökkäyksen simulointi | 24 |
| 8.3 Puolustustekoäly | 25 |
| 8.4 Tiedustelutekoäly | 25 |
| 8.5 Rakennustekoäly | 26 |
| 8.5.1 Rakennusten sijoitus | 26 |
| 8.5.2 Resurssienhallinta | 27 |
| 8.6 Tutkimustekoäly | 27 |
| 8.7 Projektitekoäly | 28 |
| 8.8 Tehtävälista | 28 |
| 9 POHDINTA | 29 |
| LÄHTEET | 30 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on tekoälyn kehittäminen vuoropohjaiselle Pc-strategiapelille. Opinnäytetyön tavoitteena on alustavan tekoäly toteutussuunnitelman tuottamien Interplanetary-pelille. Aihe on valittu oman mielenkiinnon ja peliprojektin tarpeiden vuoksi. Interplanetary on Kajak Games-osuuskunnan sisällä toimivan, nelihenkisen Team Jolly Roger-ryhmän peliprojekti. Interplanetary on samalla neljän ja puolen vuoden koulutuksen ja useiden pienempien peliprojektien kulminaatiopiste sekä laukaisualusta omalle yritystoiminnalle pelialalla.

Interplanetary on vuoropohjainen strategiapeli Pc:lle, joka kehitetään käyttäen Unity3D -pelinkehitysympäristöä ja -pelimoottoria. Unity3D:n niin sanotun "moni alusta" pelimoottorin avulla pelin on tarkoitus toimia Microsoft Windows-, Apple OsX- ja Linux-käyttöjärjestelmillä. Kehitystiimin tavoitteena on saada Interplanetary myyntiin vuoden 2013 loppuun mennessä Valve Software:n Steam-palveluun.

Interplanetaryssä kaikki pelaajat suorittavat oman vuoronsa samanaikaisesti. Kun kaikki pelaajat ovat valmiita, pelaajien toimet suoritetaan yhtä aikaa pelissä. Interplanetary:n tapahtumapaikkana on aurinkokunta, johon on kehittynyt kaksi tai useampi älykästä sivilisaatiota, kukin omalle planeetalleen aurinkokunnassa. Kauan sitten nämä sivilisaatiot ajautuivat konfliktiin aurinkokunnan rajallisten resurssien hyödyntämisestä ja ovat sotineet keskenään siitä asti. Pelaajan tavoitteena on ohjata omaa sivilisaatiotaan selviytymään ja varmistaa että naapurisivilisaatiot eivät selviydy.

Työn tavoitteena oli suunnitella pelille tekoäly, jonka ei tarvitse turvautua huijaamiseen. Tekoälyn on tarkoitus pelata peliä samoilla tiedoilla kuin pelaaja ja tarjota pelaajalle samalla haastava vastus.

2 YLEISEN TEKOÄLYN JA PELITEKOÄLYN SUHDE TOISIINSA

Yleiskielessä tekoälyllä tarkoitetaan yleensä tietojenkäsittelytekoälyä ja tekoälytutkimusta. Näiden tavoitteena on kehittää oikeasti älykkäitä tietojärjestelmiä, jotka kykenevät itsenäiseen päättelyyn ja ongelman analysointiin niille annetuilla työkaluilla, ilman valmiiksi syötettyjä malleja tai ratkaisuja. (Ahlquist & Novak 2008, 4)

Tämä tekoälytutkimus jaetaan yleensä kahteen päähaaraan: Vahvaan ja heikkoon tekoölyyn, joilla kummallakin on erilaiset tavoitteet. Vahva tekoäly yrittää kopioida ihmisen ajatusprosessin toimintaa, kun taas heikko tekoäly pyrkii ratkomaan reaali maailman ongelmia tekoälyteknikoiden avulla. Molemmat tutkimushaarat pyrkivät kuitenkin etsimään parhaan mahdollisen ratkaisun ongelmiansa, huolimatta siitä kuinka paljon laskentatehoa tämän ratkaisun löytäminen vaatii. Pelitekoälyllä päinvastaisesti on yleensä hyvin rajoitettu määrä laskentatehoa käytettävissä omaan ongelmanratkaisuunsa. (Buckland 2005, xix)

Pelitekoälyllä tarkoitetaan yleensä pelissä esiintyvien hahmojen käyttäytymistä pelaajaa kohtaan ja erityisesti älykkäältä näyttävää käytöstä. Pelin tekoälystä voidaan kuitenkin puhua myös esimerkiksi pelin animaatio- tai törmäystunnistusjärjestelmien yhteydessä, jos nämä järjestelmät käyttävät tekoälyteknikoita apunaan. Tästä johtuen pelitekoälyn määrittelemineen on jokseenkin haastavaa, sillä jokaisella pelinkehittäjällä on yleensä omanlaisensa määritelmä siitä mikä on ja mikä ei ole pelin tekoälyä. (Schwab 2004, 4)

Nykyaikaisissa peleissä käytetään useita tietojenkäsittelytieteen tekoälyteknikoita ja malleja, koska yksi tapa saada peli tai pelihahmot näyttämään älykkäiltä on yksinkertaisesti tehdä niistä älykkäitä. Pelit käyttävät todella paljon myös suoraa tilannekohtaista ohjelmointia, skriptausta, jolla pelin toimintaa ohjataan todella tarkasti. Tällöin käytössä ei ole varsinaista tekoälyä, vaan pelinkehittäjän tarkasti määrittämät ohjeet siitä miten peli tai pelihahmo toimii. Pelin tekoäly on saavuttanut tavoitteensa, jos pelissä oleva hahmo käyttäytyy älykkäästi pelaajan näkökulmasta. Pelaajalle ei ole merkitystä sillä millä tavalla peli saavuttaa tämän tavoitteen. Peli voi käyttää oikeita tekoälyteknikoita, tai ohjelmoijan komentoja. Hyvä tekoäly peleissä on yleensä yhdistelmä näitä molempia. (Ahlquist & Novak 2008, 4)

3 TEKOÄLYN SUUNNITTELU PELEIHIN

Peleissä käytetyt tekoälyt jakaantuvat yleensä kahteen pääryhmään: virtuaalipelaajiin ja pelihahmoihin. Virtuaalipelaajat korvaavat ihmispelaajan esimerkiksi strategiapeleissä, kuten shakissa ja käyttävät yleensä samoja toimintoja pelissä kuin pelaaja. Pelaaja ei havainnoi näitä virtuaalipelaajia pelissä suoraan, vaan pelaaja havaitsee niiden vaikutuksen pelin sisällä. Esimerkiksi shakissa virtuaalinen pelaaja liikuttaa omia pelinappuloitaan laudalla. (Ahlquist & Novak 2008, 11)

Pelihahmolla tarkoitetaan pelin sisällä esiintyvää hahmoa, jolla on jokin merkitys pelaajalle. Pelaaja voi yleensä vähintäänkin havaita pelihahmon. Useimmiten pelaaja voi myös vaikuttaa hahmoon esimerkiksi käskemällä tai keskustelemalla hahmon kanssa pelin sisällä. Näitä pelitekoälyn päätyyppejä kutsutaan myös nimillä pelihahmoagentti ja virtuaalipelaaja-agentti. Nykyiset reaaliaikaiset ja vuoropohjaiset strategiapelit käyttävät yleensä molempia agenttityyppejä. (Ahlquist & Novak 2008, 11)

3.1 Virtuaalipelaaja-agentti

Strategiapeleissä on yleensä yksi tai useampi virtuaalipelaaja-agentti, jonka tehtävänä on toimia ihmispelaajan vastustajana. Nämä virtuaalipelaaja-agentit antavat pelissä komentoja yksiköille, jotka ovat omalla tekoälyllään varustettuja pelihahmoagentteja. Virtuaalipelaaja voi esimerkiksi käskä yksiköitään hyökkäämään ihmispelaajan tukikohtaan. Tällöin yksiköt lähtevät liikkumaan kohti ihmispelaajan tukikohtaa oman tekoälynsä varassa etsien reitin pelikartan maastossa ja perillä alkavat itsenäisesti hyökkäämään ihmispelaajan yksiköitä ja rakennuksia vastaan. Tällaisessa tapauksessa virtuaalipelaaja-agentti antaa vain käskyn, pelihahmoagentit päättävät sen jälkeen itsenäisesti miten käsky toteutetaan. (Ahlquist & Novak 2008, 13)

3.2 Pelihahmoagentti

Myöhemmin pelit alkoivat käyttää pelihahmoagentteja pelaajan vastustajina. Ensimmäiset pelihahmoagentit eivät olleet juuri Tetris-palikkaa älykkäämpiä, mutta ne olivat kuitenkin sel-

västi pelihahmoja, joita vastaan pelaaja pelasi. Näiden hahmoagenttien käytös oli yleensä varsin yksinkertaista ja mekaanista, jolloin pelaaja oppi yleensä varsin nopeasti millainen hahmoagentin käytösmallin on sekä mallin heikkoudet. Samalla kun videopelit ovat kehittyneet, pelihahmoagentit ovat myös kehittyneet kokoajan monipuolisemmiksi ja ihmismäisemmiksi. Nykyään pelihahmoagenttien kykyjä on tarkoituksella rajoitettava, jotta ihmispelaaja voi vielä voittaa. (Ahlquist & Novak 2008, 14)

3.3 Älykäs agentti

Tekoälyn päätarkoitus peleissä on luoda älykkäitä, vaikuttavia tekoälyagentteja huolimatta siitä, mikä agentin tehtävä on. Nämä agentit toimivat sekä vastustajina että liittolaisina pelaajalle, mutta niiden toiminnan on joka tapauksessa näytettävä älykkäältä pelaajan näkökulmasta. Tältä pohjalta agenteilta voidaan odottaa seuraavia perusominaisuuksia: (Ahlquist & Novak 2008, 24)

- Tekoälyagenttien on reagoitava ympäristönsä muutoksiin. Jos pelaaja tulee vihamielisen agentin näkökenttään, pelaaja odottaa agentin hyökkäävän. Jos pelaaja hyökkää virtuaalipelaaja-agentin tukikohtaan, pelaaja odottaa, että agentti pyrkii puolustamaan tukikohtaansa.
- Agentti osaa ratkaista itsenäisesti ongelmia. Pelaaja odottaa pelihahmoagenttien osaavan itsenäisesti navigoida pelimaailmassa eksymättä tai paikalleen jumiutumatta.
- Agentti osaa valita oikean reaktion tilanteeseen ja omaa useita vaihtoehtoisia reaktioita tilanteeseen. Jos agentti toistaa aina saman reaktion, pelaaja kyllästyy ja oppii hyödyntämään tätä toistoa agentin tekoälyssä agenttia vastaan.
- Pelin tyypistä riippuen agentin voidaan odottaa omaavan useamman kuin yhden käytösmallin. Esimerkiksi pelaaja voi odottaa agentin kykenevän keskustelemaan sekä pelaajan että toisten hahmoagenttien kanssa. Keskustelun lisäksi pelaaja voi odottaa agentin kykenevän myös taisteluun.

- Agentti osaa ennakoida pelaajan toimia riittävän hyvin. Tätä ennakointia ei kuitenkaan saa tehdä liian tehokkaaksi. Vihollishahmo, joka osuu liikkuvaan pelaajaan joka laukauksella, ei ole haastava, vaan täysin epäreilu vastustaja.
- Agentin on oltava haastava, mutta ei ylivoimainen. Tekoälyagenttien on tarkoitus tarjota pelaajalle haastetta, eikä murskata pelaajaa armotta. Pelaajan täytyy pystyä edelleen voittamaan huolimatta siitä, että tekoälystä voidaan teknisesti, helposti tehdä myös täysin ylivoimainen.

4 TEKOÄLYN OHJELMOINTI

Tekoälyjen toteutuksessa käytetyt ohjelmointikielet ovat kehittyneet samaa tahtia kuin pelien käyttämät pelimoottoritkin. Ensimmäisissä peleissä tekoäly oli yleensä ohjelmoitu suoraan peliin, kaikkien muiden pelimoottorin komponenttien mukaan. Tämä oli alkuaikoina vielä toimiva ratkaisu, koska pelien koko lähdekoodi oli suhteellisen pieni, ja tekoälyn täytyi tulla toimeen rajallisilla resursseilla. Koska pelit olivat vielä pieniä ja suhteellisen yksinkertaisia, tekoälyyn voitiin tehdä pieniäkin muutoksia joiden jälkeen koko pelin lähdekoodi voitiin vielä kääntää uudelleen nopeasti. Merkittävämpi syy ohjelmoida tekoäly pelin lähdekoodin oli kuitenkin tehokkuus. Pelit ovat alusta asti käyttäneet kaikki resurssit mitä tietokoneista on saatu irti, ja erityisesti kotitietokoneiden alkuaikoina resursseja ei ollut paljon, joten tekoälyn tehokkuus oli merkittävä tekijä tekoälyn kehityksessä. (Ahlquist & Novak 2008, 17)

4.1 Natiiviohjelmointi

Samalla kun modernit pelimoottorit ovat kehittyneet entistä tehokkaammiksi ja monipuolisemmiksi, niiden lähdekoodin koko, monimutkaisuus ja sen kääntämiseen tarvittava aika ovat kasvaneet vielä nopeammin. Tästä johtuen nykyaikana ei ole kannattavaa ohjelmoida pelin tekoälyä suoraan pelin lähdekoodiin. Jokainen muutos ja muutoksen testaus vaatisi monia minutteja tai jopa tunteja vaativan käänösprosessin, kun pelin lähdekoodi käännettäisiin muutosten jälkeen taas tietokoneen ymmärtämään muotoon. Koska pelin ohjelmoinnin tehokkuus ei ole nykyään samanlainen ongelma kuin aiemmin, nykyaikaisten pelien tekoäly sekä koko pelimekaniikan ohjelmointi on yleensä toteutettu niin sanotuilla komentosarjakielillä eli skriptikielillä. (Ahlquist & Novak 2008, 20)

4.2 Skriptiohjelmointi

Skriptikielet ovat helpommin luettavia, yksinkertaistettuja ohjelmointikieliä. Pelit voivat käyttää joko omaa tai jo olemassa olevaa skriptikieltä, kuten XML tai Lua. Huolimatta pelissä käytetystä skriptikielestä, ajatus on sama. Pelimoottoriin on ohjelmoitu skriptikielen tulkki, joka kykenee pelin ajon aikana lukemaan tätä skriptiä ja ohjamaan pelin tapahtumia tai tekoälyä

sen pohjalta. Skriptin tulkinta tapahtuu yleensä ajon aikana, jolloin sitä voidaan muuttaa melkein lennosta ja vaikutus näkyy pelissä välittömästi. Tämä on kuitenkin hitaampaa kuin tekoälyn ohjelmoiminen suoraan pelimoottoriin, koska peli käsittelee jokaisen skriptissä olevan komennon tulkin lävitse. Tulkki taas kertoo konekielellä toimivalle pelimoottorille mitä sen kuuluu tehdä. (Ahlquist & Novak 2008, 21)

Skriptit voivat olla "käännettyjä" tai "tulkattuja" riippuen projektin tarpeista. Tulkatut skriptit ovat selkokielisiä tekstitiedostoja, joita pelimoottorin tulkki lukee rivin kerrallaan. Tämä tulkkaus voi kuitenkin hidastaa pelimoottorin suorituskykyä joissain tilanteissa. Tämän lisäksi selkokieliset skriptit ovat alttiina pelaajien tekemälle muuntelulle. Myös skriptit voidaan tämän vuoksi joutua kääntämään konekieliseen muotoon ennen niiden suoritusta pelissä. Tämä käännös on kuitenkin merkittävästi nopeampi kuin pelimoottorin kääntäminen, koska skriptit ovat kuitenkin huomattavasti pienempiä kuin koko pelimoottori. Skriptit ovat myös täysin pelimoottoria varten kehitettyjä ja täten skriptit ja niiden kääntäminen voidaan tehdä erittäin tehokkaasti. (Buckland 2005, 250)

Tekoälyn ja pelimekaniikan toteutus skriptikielellä vaatii kuitenkin enemmän aikaa pelimoottorin kehityksessä, koska jokaiselle skriptikielessä olevalle komennolle täytyy ohjelmoida vastine pelimoottoriin jotta skripti kykenee ohjaamaan pelimoottoria. Toisaalta skriptikieli voidaan myös suojata virheilä pelimoottorin puolella, jolloin skriptissä oleva virhe ei pääse aiheuttamaan virheitä pelimoottorissa. (Ahlquist & Novak 2008, 21)

Suurin osa pelien käyttämisestä skriptikielistä on yleensä tekstipohjaisia. Tällöin skriptit ovat ihmisen luettavassa muodossa tekstitiedostossa, mutta ovat alttiina ennen kaikkea kirjoitusvirheille. Skriptin toiminta voi myös olla hankala hahmottaa, jos skripti on liian iso. Tämä vuoksi nykyaikaisissa pelissä käytetään myös niin sanottua graafista skriptausjärjestelmää. Nämä järjestelmät tarjoavat graafisen käyttöliittymän tekstipohjaisen skriptijärjestelmän tilalla. Kehittäjä käyttää graafisen käyttöliittymän tarjoamia kuvakkeita ja valikoita määrittäessään skriptin tapahtumia tekstin kirjoittamisen sijaan. Graafinen skriptaus on käyttäjäystävällisempää kuin tekstipohjainen skriptaus, mutta samalla jälleen hitaampaa ja monimutkaisempaa toteuttaa ohjelmoijan näkökulmasta. (Ahlquist & Novak 2008, 22)

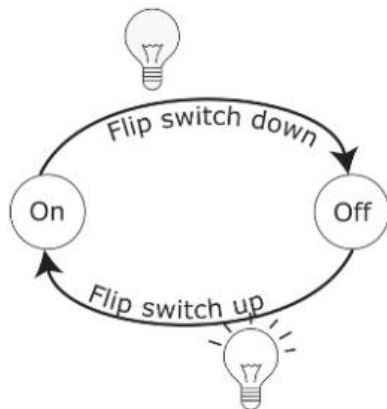
5 TEKOÄLYKONSEPTEJA PELEISSÄ

5.1 Äärellinen tilakone

Äärellinen tilakone, Finite State Machine, on yksi kaikkein käytetyimmistä tietorakenteista pelien tekoälyn ohjelmoinnissa. Perinteinen äärellinen tilakone sisältää yleensä kolme pääelementti tyyppiä. Kaikki mahdolliset tilat missä tilakone voi olla, siirtymisehdot tilasta toiseen, sekä varsinaiset siirtymistoiminnot. Äärellinen tilakone on aina vain yhdessä tilassa kerrallaan. Äärelliset tilakoneet ovat yksi vanhimmista pelien tekoälykonseptista, mutta ne ovat edelleen ajankohtaisia niiden yksinkertaisuuden ja helpon hallittavuuden ansoista. (Bourg, Seemann 2004, 165)

Äärelliset tilakoneet ovat nopeita ja helppoja ohjelmoida. Ne auttavat luonnostaan purkamaan ongelman pienempiin, helpommin hallittaviin ja ymmärrettäviin osiin. Tämä auttaa myös virheiden etsintää, koska virhe voidaan nopeasti rajata sen hetkiseen tilaan missä virhe tapahtuu. Äärelliset tilakoneet käyttävät hyvin vähän laskentatehoa, koska äärellinen tilakone on aina vain yhdessä tilassa, joilla on selkeät siirtymisehdot toisiin tiloihin. (Buckland 2005, 43)

Kuviossa valokatkaisin on hyvin yksinkertainen äärellinen tilakone. Valokatkaisimella on kaksi tilaa: "On" ja "Off". Käyttäjä vaihtaa tiloja katkaisijalla. Katkaisija on aina vain yhdessä näistä kahdesta tilasta ja voi vaihtaa tilaa vain vastakkaiseen tilaan, kuin missä katkaisija tällä hetkellä on. (Buckland 2005, 44)



Kuvio 1. Valokytkin äärellisenä tilakoneena. (Buckland 2005, 44)

5.2 Sumea tilakone

Sumea tilakone, Fuzzy State Machine, on laajennus äärellisen tilakoneen hyvin musta valkoiselle toimintalogiikalle, missä tilakone on aina vain yhdessä tilassa. Sumeat tilakoneet hyödyntävät sumean logiikan ajatusta, missä reaali maailman ongelmia voi olla vaikea soveltaa tietokoneen binääriseen toimintamalliin. Sumeat tilakoneet voivat olla useassa eri tilassa yhtä aikaa ja sisältävät tilan aktivointikyynnyksen äärellisen tilakoneen tarkan siirtymisehdon sijaan. Sumeiden tilakoneiden käyttö on lisääntynyt pelissä, koska perinteiset äärelliset tilakoneet tahtovat olla varsin ennustettavia toiminnassaan ja tämä tekee niistä vähemmän haastavia pelaajalle joka oppii nopeasti tekoälyn toimintamallin. Tämä arvaamattomuus on kuitenkin myös sumeiden tilakoneiden suurin heikkous, koska se tekee niiden suunnittelusta ja testauksesta äärellisiä tilakoneita haastavampaa ja enemmän aikaa vievää. (Schwab 2004, 281)

5.3 Viestipumppu

Viestipumppu välittää nimensä mukaisesti viestejä ja on tällä tavalla pikemminkin aputoiminto, kuin varsinainen osa tekoälyn toimintaa. Viestipumppu on silti kriittinen osa modernin pelimoottorin toimintaa. Viestipumpun ajatuksena on toimia viestinvälittäjänä pelin eri toimintojen ja luokkien välillä, mukaan lukien tekoälyn eri osa-alueet. (Schwab 2004, 311)

Tekoälyn täytyy yleensä pystyä kommunikoidaan melkein kaikkien pelin muiden järjestelmien kanssa tavalla tai toisella. Tämä voidaan toteuttaa yhdistämällä tekoäly konkreettisesti jokaiseen pelin järjestelmään. Tätä ei kuitenkaan pidetä yleensä hyvänä käytäntönä, koska tämä antaa yhdelle järjestelmälle pelissä kohtuuttoman laajan pääsyn muihin järjestelmiin. Tämä vapaa pääsy eri järjestelmiin tekee tekoälyn omasta järjestelmästä kohtuuttoman monimutkaisen, koska sen on käsiteltävä kaikkien näiden järjestelmien syötteitä. Tämä luo myös tarpeettoman hankalia riippuvuuksia tekoälyn ja siihen yhdistettyjen järjestelmien välille. Jos tekoälyn toimintaa muutetaan, myös näitä muita järjestelmiä voidaan joutua muuttamaan. (Schwab 2004, 312)

Viestipumppu on viestintäjärjestelmä pelimoottorin sisällä, joka välittää viestejä pelimoottorin eri järjestelmien välillä. Viestipumpun tarvitsee tietää vain viestien vastaanottaja. Viestipumpun ei tarvitse päästä käsiksi eri järjestelmien toimintoihin, koska nämä järjestelmät itse

reagoivat niille osoitettuihin viesteihin. Edellä mainittujen syiden vuoksi viestipumppu soveltuu erityisen hyvin tekoälyn käyttöön. Tällöin tekoäly lähettää vain viestipumpulle viestin mihin järjestelmään tekoäly haluaa vaikuttaa, tai miltä järjestelmältä tekoäly haluaa tietoja. (Schwab 2004, 311)

5.4 Hyötypohjainen päätöksenteko

Hyötypohjainen päätöksenteko tarkoittaa tekoälyn päätöksentekojärjestelmää, missä kaikille tällä hetkellä tekoälylle mahdollisille toiminnoille on laskettu hyötyarvo. Tämän hyötyarvon perusteella järjestelmä voi suositella seuraavaa päätöstä tekoälylle. Hyötypohjainen järjestelmä soveltuu parhainten tilanteisiin missä tekoälyn on tehtävä päätös useista vaihtoehdoista, joissa ei ole ilmeistä parasta vaihtoehtoa. Kaikille tekoälyn toiminnoille on määritelty oma perusarvonsa, mihin lisätään tekoälyn tarpeiden mukainen painotus. Tämä tekee järjestelmästä myös helposti laajennettavan, koska uusille toiminnoille on vain määriteltävä niiden perusarvot. Tämän jälkeen järjestelmä voi ottaa myös uudet toiminnot huomioon, ilman koko järjestelmän päivittämistä. (Mark, 2012)

6 TEKOÄLY STRATEGIAPELEISSÄ

Strategiapeljä pidetään yleisesti kaikkein haastavimpina peleinä tekoälylle, koska pelit sisältävät yleensä valtavasti yksiköitä, taloudenhallintaa, teknologian kehitystä sekä ennalta suunnittelua. Tekoälyn täytyy myös pystyä toimimaan puutteellisilla tiedoilla, koska strategiapelit sisältävät yleensä pelaajalle tai tekoälylle tuntemattomia elementtejä. Esimerkiksi pelikentällä oleva sumu, joka peittää alleen muita elementtejä ja tekee näistä tuntemattomia. Toisten pelaajien tukikohdat ja armeijan tarkka koostumus ovat perinteisesti myös tuntemattomia tekijöitä, joihin tekoälyn on osattava reagoida ilman tarkkaa tietoa. Jos peli on reaaliaikainen strategiapeli, tekoälyn täytyy tehdä tämä kaikki vieläpä melkein reaaliajassa. Klassiset strategiapelit kuten shakki tai go taas sisältävät hyvin vähän tuntemattomia elementtejä, koska tekoäly voi yksinkertaisesti laskea siirrot ja niiden seuraamukset. (Schwab 2004, 97)

6.1 Reaaliaikaiset strategiapelit

Reaaliaikaiset strategiapelit sijoittavat pelaajan tai tekoälyn yleensä armeijan komentajan tai valtakunnan päämiehen rooliin. Tämä tekee tekoälyn suunnittelusta strategiapelille erityisen haastavaa, koska tekoälyn on hallittava useita asiakokonaisuuksia, joiden on toimittava yhdessä. Näiden ongelmien vuoksi strategiapelien tekoälyt ovat perinteisesti huijanneet jollain osa-alueella, kuten esimerkiksi taloudenhallinnassa, missä tekoälypelaajalla on saattanut olla rajattomat resurssit. Tekoäly on myös saattanut nähdä koko pelikartan alusta asti. Näillä heikommilla tekoälyillä on yleensä varsin yksinkertainen, itseään toistava pelirutiini, jonka pelaaja oppii varsin nopeasti. Ihmispelaajat eivät yleensä pidä tästä, koska pelaajat oppivat nopeasti hyödyntämään näitä heikkouksia tekoälyssä. Tämä tekee tekoälystä liian helpon vastustajan joka ei tarjoa haastetta. Nykyaikaisissa strategiapeleissä näkeekin jo paljon enemmän rehellisesti pelaavia tekoälyjä, koska nämä tekoälyt yleensä osaavat yksinkertaisesti pelata paremmin. (Schwab 2004, 112)

6.2 Vuoropohjaiset strategiapelit

Vuoropohjaiset strategiapelit käyttävät yleensä samanlaisia tekoälyjärjestelmiä kuin reaaliaikaiset strategiapelit, mutta nimensä mukaisesti pelit ovat vuoropohjaisia jolloin tekoälyllä on enemmän aikaa tehdä päätöksiä. Yleensä tekoälypelaajat laskevatkin omaa vuoroaan valmiiksi taustalla, samalla kun ihmispelaaja pelaa omaa vuoroansa. Näin ihmispelaajan ei tarvitse odottaa kohtuuttoman kauan tekoälypelaajien vuoroja. Vuoropohjaisten strategiapeliin tekoäly keskittyy yleensä enemmän suuren mittakaavan strategiseen päätöksentekoon, koska pelissä olevilla yksiköillä on yleensä hyvin vähän, jos ollenkaan, omaa älyä. Jos vastakkaisten osapuolien yksiköt törmäävät toisiinsa pelikartalla, seurauksena on yleensä taistelu. Taistelussa molempien yksiköiden attribuutit tarkistetaan ja voittaja valitaan niiden perustella. Varsinaista tekoälyn hallitsemia, pelaajalle näkyvää, taistelua ei tapahdu ollenkaan. (Schwab 2004, 214)

6.3 Strategiapelitekoälytekniikat

Strategiapelit käyttävät perinteisiä äärellisiä tilakoneita, mutta pelityypille yleisten tuntemattomien elementtien ansoista sumeat tilakoneet toimivat yleensä paremmin. Tilakoneiden käyttö myös pitää tekoälyn rakenteen riittävän selkeänä. Tilakoneiden lisäksi strategiapelit käyttävät yleensä viestipumppuja, koska tekoäly sisältää useita pienempiä alajärjestelmiä ja kaikkien näiden järjestelmien on viestittävä keskenään. Samalla kaikkien järjestelmien ei kuitenkaan haluta tarkistavan koko ajan kaikkia muita järjestelmiä ja haaskaavan laskentatehoa tähän. Strategiapelin tekoäly hajautetaan yleensä hierarkkisesti jaettuun osiin joista kukin hoitaa omaa osa-alueensa, mutta on samalla yhteydessä korkeamman tason päätekoälyyn joka hallinnoi koko pelin kattavaa strategiaa. (Schwab 2004, 105)

7 INTERPLANETARY PELIN ESITTELY

Interplanetary on kahden tai useamman pelaajan pelattava vuoropohjainen strategiapeli. Peli tulee sisältämään kaksi erilaista pelitilaa: Yksinpelin tekoälypelaajia vastaan, sekä verkon yli toimivan moninpelin. Moninpelissä voi olla mukana myös tekoälypelaajia ihmispelaajien lisäksi.

Interplanetaryn taustatarinassa kaukaiseen aurinkokuntaan on kehittynyt useita älykkäitä sivilisaatioita, jotka ovat tietoisia toistensa olemassaolosta. Sivilisaatioiden teknologian taso on varsin tasaisesti kehittynyt, jolloin aurinkokunnan resurssien hyödyntäminen on tullut mahdolliseksi. Kilpailu näiden resurssien hyödyntämisestä johtaa konfliktiin näiden sivilisaatioiden välillä, mutta avaruuslaivastojen rakentamiseen ei kuitenkaan yhdelläkään sivilisaatiolla ole mahdollisuutta. Täten sotaa käydään planeetoille rakennettavilla massiivisilla asejärjestelmillä, jotka kykenevät ampumaan toisille planeetoille.

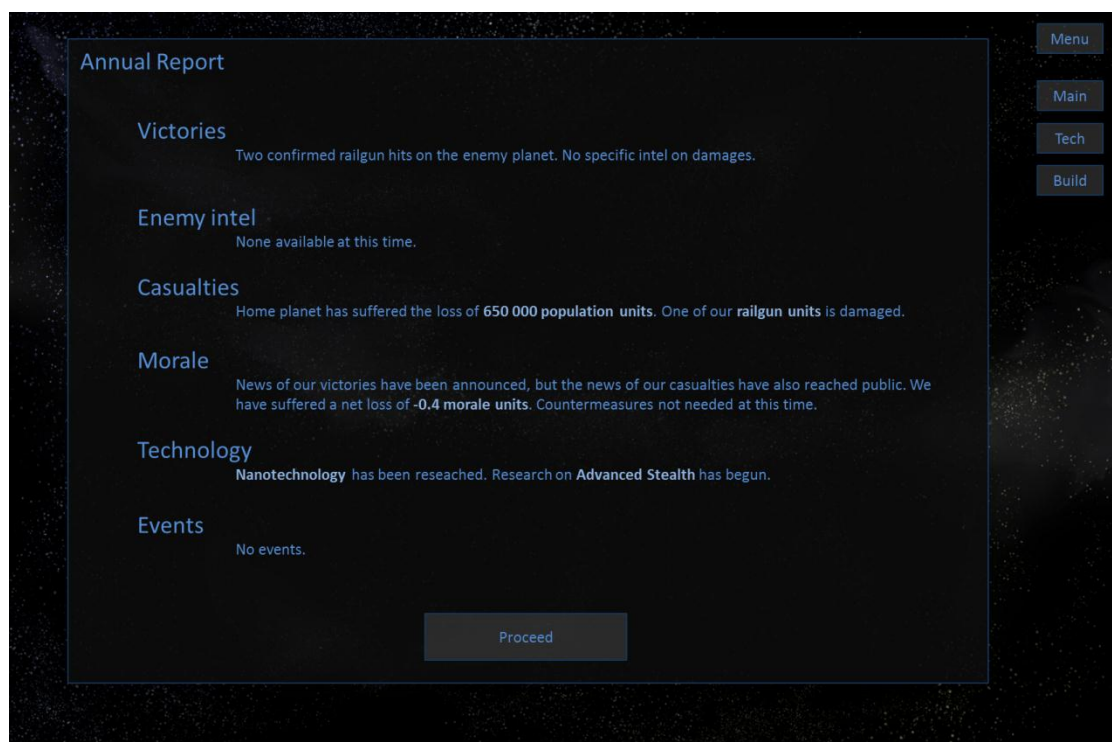
7.1 Pelin kulku

Pelaajan näkökulmasta katsottuna peli etenee viidessä näkymässä, joista neljän välillä pelaaja voi vaihtaa vapaasti. Raporttinäkymässä pelaaja saa tietää edellisen vuoron tapahtumista sekä oman tilanteestaan vuoron alussa. Raportti sisältää myös tiedustelun keräämän tiedon vihollisesta. Yleisnäkymässä pelaaja näkee koko aurinkokunnan ja voi tutkia sen sisältöä, sekä tarkentaa näkymää omalle tai vihollisplaneetalle. Rakennusnäkymässä pelaaja voi rakentaa uusia rakennuksia omalle planeetalleen, sekä hallinnoida teknologioiden tutkimusta. Tähtäysnäkymässä pelaaja voi tähdätä käytettävissä olevia asejärjestelmiä vihollisplaneetoille.

Viides toimintanäkymä aktivoituu, kun pelaaja päättää vuoronsa ja kaikki muut pelaajat ovat myös valmiita. Toimintanäkymässä pelaajaa seuraa kuinka hänen puolustusjärjestelmänsä torjuvat hyökkäyksiä. Pelaaja näkee myös hänen oman hyökkäyksensä vaikutukset, jos pelaajan tiedustelutaso on riittävän korkea. Tämän vaiheen aikana pelaaja ei voi enää vaikuttaa peliin, vaan ainoastaan seurata omiaan ja muiden pelaajien tekosia.

7.2 Raporttinäkymä

Kuviossa 2 oleva raporttinäkymä on ensimmäinen näkymä, minkä pelaaja tulee näkemään jokaisen vuoron alussa. Raportti kertoo pelaajalle mitä edellisen vuoron aikaan on tapahtunut. Raportin tiedot kootaan sekä pelaajan omalta planeetalta että pelaajan tiedustelun tason mukaan myös vihollisplaneetoilta. Kuvion esimerkkiraportti kertoo miten hyvin pelaajan hyökkäys on onnistunut, mitkä olivat pelaajan tappiot, mikä vaikutus tällä on ollut pelaajan planeetan asukkaiden moraliin sekä mitä uutta teknologiaan on tutkittu. Raportissa on myös paikat vihollisista kerätyille tiedustelutiedolle sekä pelissä esiintyville satunnaistapahtumille.



Kuvio 2. Interplanetaryn raporttinäkymän mallikuva.

Pelin tekoäly ei tule näkemään varsinaista raporttia vuoronsa alussa ollenkaan, koska tekoäly kerää tietonsa suoraan eri alajärjestelmiltä. Sekä pelaajalle koottu raportin että tekoälyn saaman tiedon määrä on hyvin riippuvainen pelaajan tiedustelun tasosta verrattuna toisiin pelaajiin.

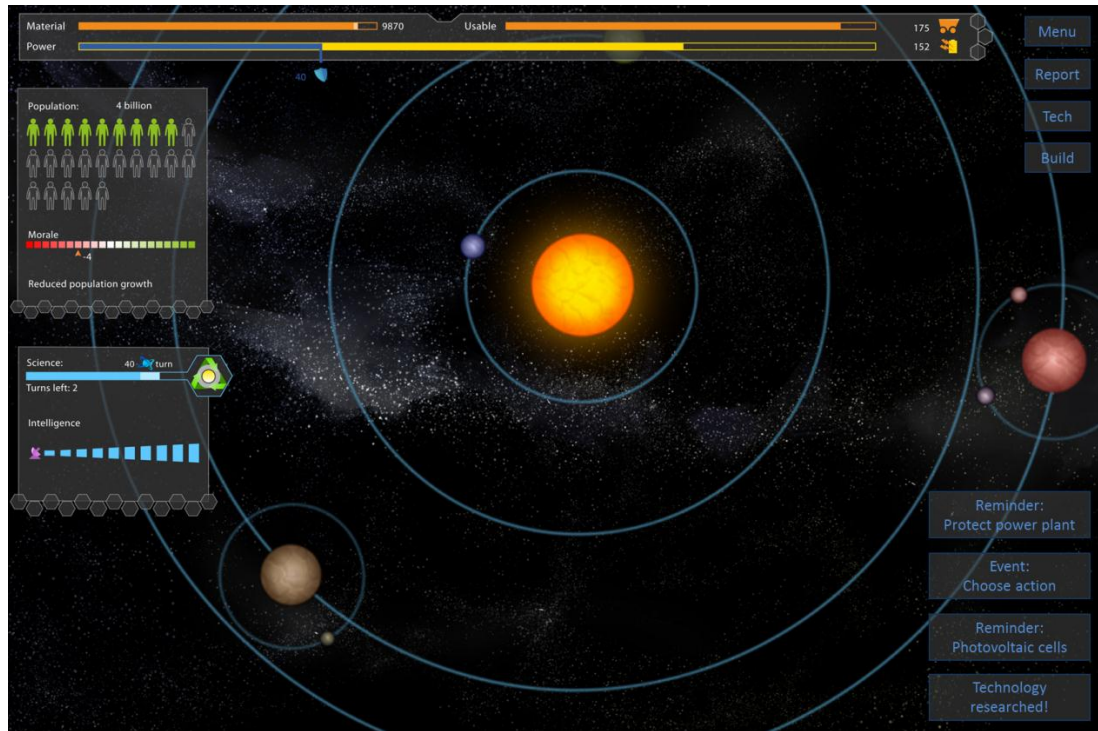
Interplanetaryn tiedustelupelimekaniikka pohjautuu pelaajan ja tiedustelun kohteena olevan vastustajan tiedustelupisteiden erotukseen. Pelaajan kaupungit tuottavat tiedustelupisteitä tietyn perusmäärän per vuoro. Kaupunkien lisäksi pelaaja voi rakentaa tiedustelurakennuksia ja projekteja, jotka kasvattavat pelaajan tiedustelupisteiden määrää. Nämä pisteet eivät kerry

joka vuorolla, vaan jokainen tiedustelupisteitä tuottava pelielementti tuottaa kertaluontoisen korotuksen pisteisiin. Tiedustelupisteet eivät myöskään vähene, kuin siinä tapauksessa että tiedustelurakennus tuhoetaan jolloin tämän rakennuksen tuottamat pisteet katoavat. Kaupunkien tuottamat pisteet ovat riippuvaisia kaupungin väkiluvusta. Kaupunkeja ei voi pelissä varsinaisesti tuhota, mutta niiden väkiluku voi tippua niin alas että kaupunki muuttuu hyödyttömäksi tuotannon kannalta.

Pelaajan tiedustelupisteiden erotus verrattuna vastustajan tiedustelupisteisiin määrittää kuinka paljon tietoa pelaaja voi saada vastustajasta. Jokaisella pelielementillä, jonka vastustaja voi tiedustelulla nähdä, on ennalta määritelty minimiarvo tiedustelupisteiden erotuksessa. Jos pisteiden erotus on suurempi kuin tämä arvo, pelielementti on näkyvä vastustajalle. Esimerkiksi, jos pelaajan tiedustelupisteiden määrä on 150 ja vastustajan pisteiden määrä on 100. Pelaajalla on 50 pisteen etu suhteessa vastustajaan, jolloin kaikki vastustajan rakennukset joiden tiedustelun minimiarvo on alle 50 näkyvät pelaajalle vastustajan planeetalla. Planeetalle lähemmäs sijoitetut rakennukset laskevat tätä minimiarvo suhteessa rakennusten määrään ja keskinäisiin etäisyyksiin.

7.3 Yleisnäkyvä

Kuviossa 3 on pelaajan yleisnäkyvä aurinkokuntatasolla. Tässä näkymässä pelaaja näkee suurimman osan aurinkokunnasta, mukaan lukien omansa sekä vastustajan planeetan. Pelaaja näkee myös käytettävissä olevat peliresurssit: materiaali, energia, populaatio, moraalit, tutkimus sekä tiedustelu. Kuviossa 4 näkyvät oikealla ylhäällä myös pelivuoron eri vaiheiden välillä vaihtavat napit, sekä oikealla alhaalla, pelin tai pelaajan asettamia muistutuksia tärkeistä asioista tällä vuorolla.



Kuvio 3. Interplanetary yleisnäkymän mallikuva aurinkokuntatasolla.

Kuviossa 4 on pelin yleisnäkymä planeettatasolla, missä pelaaja voi tarkastella omia kaupunkejaan sekä eri rakennuksia. Yleisnäkymän taso on vapaasti pelaajan hallittavissa aurinkokuntatasolta planeettatasolle.



Kuvio 4. Interplanetary yleisnäkymän mallikuva planeettatasolla

Interplanetaryssä on kuusi pelaajien käytettävissä olevaa resurssia, jotka määrittelevät mitä pelaajat voivat vuoroillaan tehdä. Materiaali on planeetalla olevien luonnonvarojen yhteinen indikaattori. Pelaajat käyttävät materiaalia pääasiassa rakentamiseen, mutta myös jonkin verran energiantuotantoon sekä hyökkäys- ja puolustuskäyttöön. Jokaisella planeetalla on rajallinen määrä luonnonvaroja, jotka vähenevät joka kerta kun pelaaja kerää niitä kaivoksilla käyttöönsä. Kaivosteknologian taso määrittelee kuinka tehokkaasti nämä luonnonvarat saadaan hyödynnettyä, mutta lopulta ne loppuvat. Tällöin pelaajan on tultava toimeen sillä mitä hänellä on, tai rakennettava siirtokuntia muille aurinkokunnan planeetoille. Siirtokunnat tarjoavat tasaisen materiaalin tuotannon, niin kauan kuin siirtokuntaplaneetan luonnonvarat riittävät. Kaupungit tuottavat pienen määrän materiaalia itsenäisesti tarjoten näin pelaajalle aloitusresurssit, kun pelaajalla ei vielä ole omia kaivoksia.

Kaupungit tuottavat myös pieniä määriä energiaa, toista merkittävää tuotantoresurssia. Suurin osa energian tuotannosta tulee kuitenkin erityisistä energiantuotantorakennuksista. Pelaajalla on joka vuoron alussa rajallinen määrä energiaa, jonka pelaaja ohjaa erilaisiin käyttötaroituksiin kuten hyökkäykseen tai puolustukseen. Myös energiantuotannossa pelaajan teknologiantaso määrittelee, kuinka tehokasta tuotanto on. Jotkin energian tuotantomuodot, kuten ydinvoima, voivat myös käyttää pienen määrän materiaalia energian tuottamiseen joka vuoro. Vastavuoroisesti aurinkovoimalat eivät kuluta materiaalia energian tuotannossa, mutta niiden tuotantokapasiteetti on myös pienempi.

Populaatioresurssi on kunkin pelaajan planeetan kaupunkien yhteenlaskettu väliluku ja samalla pelaajan sivilisaation kuntomittari. Jos pelaajan populaation kokonaismäärä tippuu alle kymmeneen prosenttiin populaation huippulukemista, pelaaja häviää pelin. Kaikki planeetan populaatio on sijoitettuna ympäri planeettaa sijoitettuihin kaupunkiin. Kaupungit tuottavat lisää populaatioita hitaalla, tasaisella tahdilla. Pelaajat voivat pelissä kehittää projekteja, jotka parantavat tätä tuotantoa tai tarjoavat kertaluontoisen korotuksen populaatioon. Pelaajat eivät voi itse sijoittaa kaupunkejaan, vaan ne sijoitellaan tasaisesti pelaajien planeetoille pelin alkaessa. Onnistuneet hyökkäykset kaupunkeja kohtaan vähentävät kaupunkien populaatioita ja hidastavat tai pysäyttävät kaupungeissa tapahtuvaa tutkimusta ja projektien rakennusta.

Hyökkäykset kaupunkeja kohtaan laskevat myös planeetan asukkaiden moraalialla, mikä hidastaa kaikkea toimintaa planeetalla. Moraali kasvaa onnistuneilla hyökkäyksillä vihollisia kohtaan, sekä onnistuneella hyökkäysten torjunnalla. Pelaaja voi myös rakentaa propagandarakennuksia ja projekteja, joilla moraalialla voidaan nostaa keinotekoisesti.

Tutkimusta, eli tutkimuspisteitä tuottavat sekä kaupungit väkilukunsa mukaan että erilliset tutkimusrakennukset. Jokaisella tutkittavalla teknologialla pelissä on määritelty hintansa tutkimuspisteissä. Kun tämä hinta on saavutettu, teknologia on tutkittu. Kaupungeista ja tutkimusrakennuksista saadut pisteet lisätään edellisiin pisteisiin, kunnes teknologian hinta saavutetaan. Tämän jälkeen pelaajan tutkimuspisteiden kokonaismäärästä vähennetään teknologian hinta ja seuraavan teknologian tutkiminen alkaa.

Interplanetaryn tekoäly hyödyntää edellä esiteltyjä resursseja samoilla säännöillä kuin ihmis-pelaajakin. Tekoälyn persoonallisuus määrittelee sen miten paljon tekoäly asettaa painoarvoa esimerkiksi tiedustelulle tai tutkimukselle. Tekoälyn persoonallisuus määrittelee myös rajat sille kuinka paljon tekoäly panostaa esimerkiksi tiedusteluun. Tällä vältetään tilanteita missä tekoäly panostaa järjettömän määrän resurssejaan esimerkiksi tiedusteluun pysyäkseen aina 100 % toisia pelaajia edellä.

7.4 Rakennusnäky

Kuviossa 5 olevassa rakennusnäkyssä pelaaja sijoittaa käytettävissä olevia rakennuksiaan planeetan pinnalle. Käytettävissä olevat rakennukset ja niiden sijoittamista koskevat säännöt riippuvat pelaajan tutkimista teknologioista. Pelaaja voi esimerkiksi sijoittaa rakennuksia mereen, jos tähän tarvittava teknologia on tutkittu. Rakennuksia sijoitettaessa pelaajan tulee ottaa huomioon muun muassa puolustuslaitteiden kantama sekä mahdollisuus että rakennus voi tuhoutuessaankin aiheuttaa vahinkoa, kuten esimerkiksi ydinvoimala. Rakennuksien sijoittelussa tulee myös huomioida, että lähelle toisiaan sijoitetut rakennukset ovat helpommin vastustajan tiedustelun löydettävissä sekä houkuttelevampi kohde vastustajan aluevaikutus aseille.

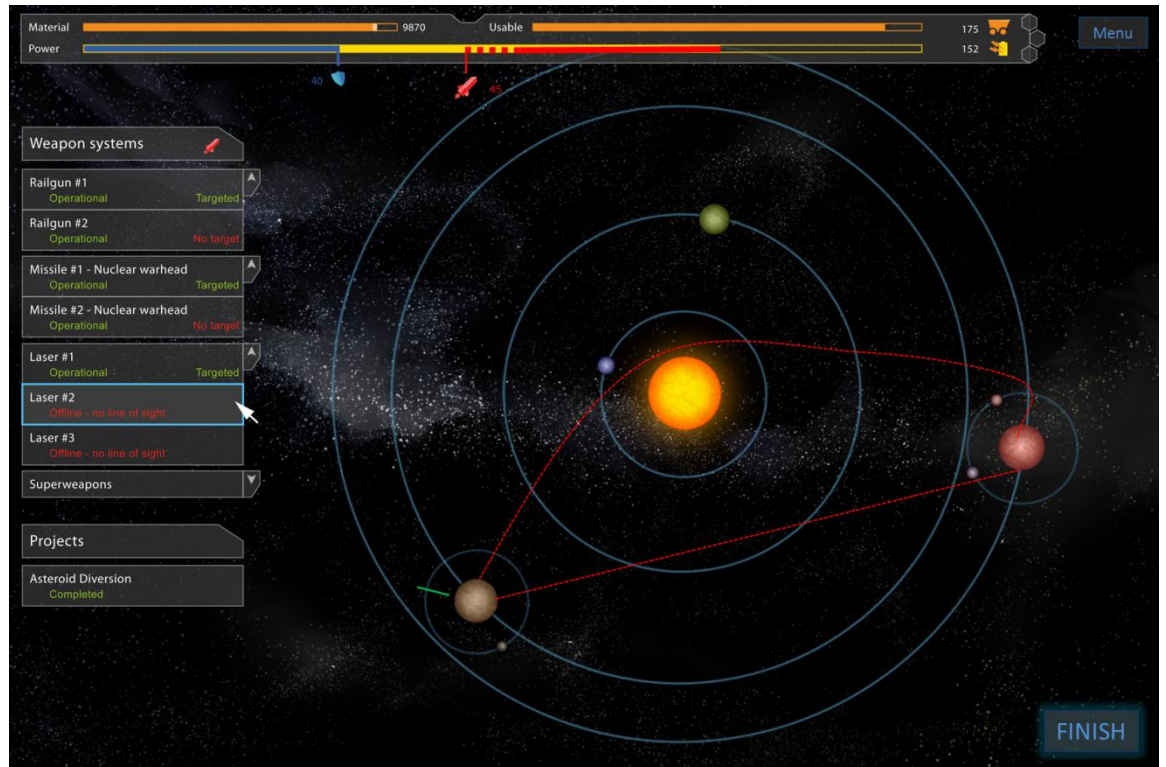


Kuvio 5. Interplanetary rakennusnäkömman mallikuva planeettatasolla

Tekoäly ottaa nämä samat asiat huomioon omien rakennustensa sijoittelussa ja tekoälyn persona määrittelee miten tekoäly omat rakennuksensa sijoittaa. Esimerkiksi aggressiivinen tekoäly pyrki hajauttamaan rakennuksensa, koska tekoäly panostaisi puolustukseen vähemmän kuin hyökkäykseen. Aggressiivinen tekoäly haluaisi paitsi vaikeuttaa vastustajan tiedustelun toimintaa, myös minimoida vastustajan aseiden vaikutusta.

7.5 Tähtäysnäköm

Kuviossa 6 näkyy pelaajan tähtäysnäköm, joka on viimeinen aktiivinen näköm jonka pelaaja vuoronsa aikana näkee. Tähtäysnäkömässä pelaaja valitsee, mitkä käytettävissä olevat asejärjestelmät hyökkäävät toimintavaiheessa, sekä kuinka paljon energiaa jätetään puolustusjärjestelmille. Pelaaja voi tähdätä aseensa vapaasti ympäri kohdeplaneettaa ja toivoa osumaa, tai valita tiedustelun paljastamia kohteita. Aseen tyypistä riippuen, ase saattaa vaatia suoran näköyhteyden kohteeseen, kuten laserpohjaiset aset. Tähtäys suoritetaan aurinkokunnan ollessa pysähdyksissä, mutta kun toimintavaihe alkaa planeetat lähtevät liikkeelle kiertoradoillaan. Tämän vuoksi pelaajan on osattava ennakoida kohteen sijainti, jos ase osuu kohteeseen ei ole välitön kuten esimerkiksi laserilla.



Kuvio 6. Interplanetary tähtäysnäkyvän mallikuva

Tekoälyllä on jälleen samat säännöt aseiden suhteen kuin pelaajalla, mutta tekoäly käyttää simulaatiota oman hyökkäyksensä suunnitteluun. Tekoäly myös laskee kohteiden oikeat sijainnit aseiden osuessa niihin, joten tekoäly pystyisi käytännössä osumaan aina kohteeseensa. Tämä ei kuitenkaan ole reilua pelaajan näkökulmasta, joten tekoälyn tarkan simulaation tuloksiin lisätään tarkoituksella virheitä jotta peli pysyy reiluna. Näiden virheiden määrää vähennetään, kun tekoälyn vaikeustasoa nostetaan kunnes ylimmällä tasolla tekoälyllä ei ole keinotekoisia esteitä.

Kaikki pelaajien käytettävissä olevat puolustusjärjestelmät ovat itsenäisiä ja aktivoituvat automaattisesti, jos ne pystyvät torjumaan tai heikentämään hyökkäystä omalla kantamallaan. Pelissä on erityyppisiä puolustusjärjestelmiä torjumaan erityyppisiä hyökkäyksiä. Esimerkiksi ohjustorjunta torjuu nimensä mukaisesti ohjuksia, mutta on hyödytön laseraseita vastaan. Puolustusjärjestelmien tehokkuus riippuu paitsi niiden teknologian tasosta, myös käytettävissä olevasta energia määrästä. Jokainen puolustuslaitteen aktivointikerta, tai torjuttu hyökkäys, käyttää pelaajan jäljellä olevaa energia määrää. Tämä energiamäärä on se mitä jäi jäljelle kaiken rakentamisen ja asejärjestelmien käytön jälkeen. Jos energia loppuu kesken, yksikään puolustusjärjestelmä ei enää toimi.

7.6 Toimintanäkymä

Toimintanäkymä aktivoituu, kun kaikki pelaajat ovat merkinneet vuoronsa valmiiksi. Tämä viimeinen vaihe vuorossa on passiivinen pelaajan näkökulmasta. Pelaaja vain seuraa, kuinka hänen puolustus ja hyökkäysjärjestelmänsä toimivat käytännössä räjähdysten ja mahtipontisen musiikin tahdissa. Tekoälylle toimintanäkymällä ei ole merkitystä, koska kaikki on jo tapahtunut tekoälyn näkökulmasta. Toimintanäkymä on vain ihmispelaajille tarkoitettu, visuaalinen palkinto pelin pelaamisesta. Tekoäly on vain töissä.

8 INTERPLANETARYN TEKOÄLYN ALUSTAVA SUUNNITELMA

Tämä on alustava suunnitelma Interplanetary:n priorisointiin perustuvalla tekoälyjärjestelmälle. Inteplanetaryssä virtuaalipelaaja-agenttien on tarkoitus tarjota yhdelle tai useammille ihmispelaajille vastustaja, joka ei huijaa pelissä vaan tarjoaa haastavan mutta rehellisen vastuksen. Näiden virtuaalipelaaja-agenttien toiminta perustuu priorisointijärjestelmään, jonka on tarkoitus ohjata agenteja käyttäytymään "älykkään näköisesti" huolimatta siitä miten tämä käytös on käytännössä saavutettu. Priorisointi järjestelmä on perusajatukseltaan samankaltainen päätöksentekojärjestelmä, kuin hyötöpohjainen järjestelmä.

8.1 Priorisointiin perustuva strateginen tekoäly

Priorisointiin perustuva strateginen tekoäly on itse asiassa vain taulukko, joka sisältää kaikkien pelin osa-alueiden prioriteettiarvon jonka perusteella kyseisen osa-alueen toiminto valitaan strategisen tekoälyn tehtävälisille. Kun toiminto valitaan tehtävälisille, kyseisen toiminnan prioriteetti laskee. Strateginen tekoäly käy tätä prioriteettitaulukkoa läpi, kunnes kaikki vuorolla käytettävissä olevat materiaali- ja energiaressurssit on käytetty. Jokaisen vuoron alussa, strategisentekoälyn eri alajärjestelmät laskevat omat tarpeensa ja muuttavat strategisen tekoälyn prioriteettitaulukoin arvoja näiden tarpeiden mukaan. Kun kaikki alajärjestelmät ovat laskeneet omat tarpeensa ja lisänneet ne prioriteettitaulukkoon, strateginen tekoäly käy tämän taulukkoa lävitse ja siirtää eri alajärjestelmien tarpeita tehtävälisille, joka lopulta määrää mitä tekoäly vuorollaan tekee.

8.2 Hyökkäystekoäly

Hyökkäystekoälyn tehtävänä on laskea paras mahdollinen hyökkäysteho käytettävissä olevilla resursseilla, sekä valita hyökkäyskohteet perustuen tiedustelutietoon ja kohteiden strategiseen arvoon. Tämä laskelma ottaa huomioon käytettävissä olevat asejärjestelmät ja niiden käytöstä saatavan hyödyn, eli toiselle pelaajalle aiheutetut vahingot käytännössä. Mahdollinen vahinko määrä lasketaan simuloimalla hyökkäys asejärjestelmillä ja kirjaamalla tästä simulaatiosta saadut hyökkäyksen tulokset eri asejärjestelmille.

8.2.1 Kohteiden valinta

Hyökkäyssimulaatiossa tekoäly merkitsee tunnetut kohteet vihollisplaneetalta, jotka on saatu tiedustelutietojen perusteella. Näille kohteille määritellään arvot niiden strategisen ja taktisen merkityksen mukaan ja kohteet järjestetään tämän mukaan. Kohteella on perusarvo, joka on määritelty pelisuunnitelman mukaan kehittäjien toimesta. Jos useat kohteet ovat riittävän lähellä toisiaan, näille kohteille lasketaan kerroin niiden etäisyyden perusteella toisistaan. Tätä käytetään ohjamaan tähtäystä aiheuttamaan mahdollisimman paljon tuhoa, tähtäämällä aluevaikutus aseet useiden kohteiden keskelle mahdollisimman tehokkaasti. Tämän aluevaikutuksen laskemiseen käytetään kaikkien aluevaikutusaseiden keskiarvoa.

Tämän lisäksi kohteiden arvoon vaikuttavat niiden mahdolliset puolustusjärjestelmät. Kohteen arvo laskee sen mukaan kuinka raskaasti se on puolustettu. Siihen miten paljon kohteen arvo laskee, vaikuttaa tekoälyn persoonallisuus. Esimerkkinä: aggressiivinen tekoäly pyrkii tuhomaan kohteen puolustavaa innokkaammin, huolimatta puolustuksesta.

8.2.2 Asejärjestelmien valinta

Tekoäly käy läpi käytettävissä olevat asejärjestelmät ja niiden mahdollisuudet hyökätä, kun tekoälyllä on kohteet tiedossa. Esimerkiksi laseraseet tarvitsevat suoran näköyhteyden kohteisiin, kun taas kiskotykit ja ohjukset voivat ampua myös epäsuorasti.

Tämän jälkeen tekoäly käy kohdelistan läpi ja merkitsee jokaiselle kohteelle siihen tähtäävät asejärjestelmät, tavoitteena kohteen tuhoaminen. Jokaiselle mahdolliselle kohteelle pelissä, paitsi kaupungeille, on määritelty osumapisteeet joiden loppuessa kohde tuhoutuu. Jos kohde selviytyy hyökkäyksestä, kohteen osumapisteeet palautuvat seuraavalla vuorolla mutta tämä korjaus vie vahingon mukaisesti energiaa ja materiaalia. Kaupunkeja ei sinällään voi tuhota, mutta niiden asukasmäärät voivat tippua liian alhaisiksi jolloin kaupunki on "kuollut" ja täten

pelaajalla hyödytön. Aseiden aiheuttaman vahinko riippuu niiden tyypistä sekä mahdollisesta aluevaikutuksesta. Esimerkiksi laseraseilla ei ole aluevaikutusta, vaan aseiden aiheuttama vahinko keskittyy yhteen kohteeseen. Kiskotykeillä tai ohjuksilla taas on aluevahinko, joka on voimakkain alueen keskipisteessä ja laskee tästä ulospäin mentäessä suoraviivaisesti.

Näiden lisäksi lasketaan mahdollisten puolustusjärjestelmien vaikutus hyökkäykseen. Koska puolustus toimii "yksi hyökkäys, yksi torjunta" periaatteella, lasketaan jokaiselle puolustusjärjestelmälle tietty määrä aktivoituvia jotka "kuluttavat" hyökkäyksiä. Näiden kertojen määrä määräytyy tekoälyn persoonan mukaisesti. Aggressiivinen tekoäly laskee enemmän kertoja puolustuksen murtamiseen kuin puolustava tekoäly. Jos käytävissä olevat asejärjestelmät loppuvat ennen kuin kaikille kohteille on määritetty asejärjestelmä tuhoamaan, merkitään loput kohteet tällä hetkellä saavuttamattomaksi ja tilataan lisää asejärjestelmiä nostamalla aggressiivisen rakennuksen prioriteettia. Jos materiaali tai energia loppuvat järjestelmiltä, nostetaan myös näiden tuotanto prioriteetteja.

Jos kaikki kohteet on merkitty ennen kuin kaikki asejärjestelmät on käytetty, tekoälyn persoonallisuus määrittää mitä tehdään seuraavaksi. Aggressiivinen tekoäly valitsee satunnaisia kohteita vihollisplaneetalta ja merkitsee loput asejärjestelmät näihin. Puolustava tekoäly säästää näiden järjestelmien energian puolustukseen.

8.2.3 Hyökkäyksen simulointi

Asejärjestelmästä riippuen simulointi etenee pääpiirteissään seuraavasti: Ensimmäisenä tarkistetaan tarvitseeko ase näköyhteyden kohteeseen. Jos näköyhteys tarvitaan, tarkistetaan törmäykset aseiden sijainnin ja kohteen välillä. Aseella on näköyhteys, jos törmäyksiä ei ole. Tällöin asetta voidaan käyttää.

Jos asejärjestelmä ei tarvitse näköyhteyttä, kuten kiskotykki, etsintä tapahtuu kohteen tulevan sijainnin eikä tämän hetkisen sijainnin perustella kuten näköyhteysaseilla. Simulaation laskee aseiden osumapisteen, ottaen huomioon planeettojen liikkeitä ja niiden aiheuttamat painovoima muutokset, siltä ajalta kun ammus on liikkeessä. Tämän simulaation aiheuttamaa tekoälyn

ylivoimaista tarkkuutta heikennetään vaikeustason mukaan lisättävällä satunnaisella lisäyksellä tekoälyn tarkkaan laskemaan aseenkulmaan ja -tehoon.

Tämän simulaation pohjalta syntyy lista, missä kohteet on järjestetty tärkeysjärjestykseen ja kullekin kohteelle on merkitty asejärjestelmät sen tuhoamiseksi. Tämän lista on taktisen tekoälyn toivelista, jonka tarvitsemat resurssit varataan alustavasti käyttöön. Jos strateginen päätekoäly tarvitsee enemmän resursseja, tältä toivelistalta poistetaan kohteita alhaalta ylöspäin. Nämä puuttuvat resurssit nostavat kyseisen resurssin tuotanto prioriteettia.

8.3 Puolustustekoäly

Koska planeetoiden puolustusjärjestelmät toimivat itsenäisesti ja niiden toiminta on riippuvaista vain saatavilla olevasta energiasta, puolustustekoälyn tehtävän on tehdä laskelma kuinka paljon energiaa tarvitaan puolustukseen. Puolustustekoäly tekee tiedustelutietojen perusteella laskelman kuinka paljon energiaa tarvitaan arvokkaimpien kohteiden suojeluun. Tämä laskelma perustuu tiedustelulta saatuun tietoon vihollisen asejärjestelmistä sekä tekoälyn persoonan mukaan laskettuihin puolustusten aktivointikertoihin. Tähän laskelmaan lisätään tekoälyn persoonan mukainen yleinen puolustuslisä, joka varataan muiden kuin korkearvoisten kohteiden suojeluun. Puolustustekoäly määrittelee myös uusien puolustuslaitteiden sijoittelun kartalle perustuen tekoälyn persoonaan sekä kaupunkien ja rakennusten tarpeisiin.

8.4 Tiedustelutekoäly

Tiedustelutekoäly ohjaa sekä puolustus- että hyökkäysteknologioiden tutkimusta perustuen siihen kuinka tehokkaita tai tehottomia hyökkäys ja puolustus ovat. Tiedustelun omia tarpeita uusille tiedustelu rakennuksille/projekteille ohjaa tekoälyn pyrkimys pitää oma tiedustelutase aina korkeammalla kuin vastustajan. Sen kuinka paljon korkeammalla tekoäly pyrkii tiedustelua pitämään, määrittää tekoälyn persoonallisuus. Tiedustelutekoälyn tarkkailee myös oman planeettansa moraalialia ja tarvittaessa rakentaa propagandarakennuksia.

Tiedustelutekoälyllä on myös mahdollisuus kerätä pitkäaikaista tietoa toisten pelaajien käytöksestä ja rakentaa täten kuva siitä miten toinen pelaaja käyttäytyy. Tiedustelutekoälyllä olisi myös mahdollisuus pitää kirjaa kaikista pelin tapahtumista mitä tekoälyn oma tiedustelu taso on sille paljastanut ja suunnitella toimintaansa tämän mukaan. Tämä johtaisi kuitenkin jälleen täysin ylivoimaiseen tekoälyyn, jonka laskentakapasiteettia tai muistia ihmispelaaja ei pystyisi koskaan vastamaan. Tämän vuoksi tätä ominaisuutta ei välttämättä aktivoida kuin vaikeimmalla vaikeustasolla jolla tekoälyltä otetaan kaikki rajoitukset pois, jos sittenkään.

8.5 Rakennustekoäly

Rakennustekoälyn tehtävän on konkreettisesti sijoittaa muiden tekoälyjen tilaamat rakennukset pelikartalle. Hyökkäys- ja puolustustekoälyt merkitsevät alueen mihin haluavat uuden rakennuksensa, perustuen omiin tarpeisiinsa. Tähän valintaan vaikuttaa molempien tekoälyjen tavoite saada järjestelmät sijoitettua mahdollisimman kattavasti ympäri planeettaa, sekä tekoälyn persoonan määrittelemä hajautettu tai tiheä rakennusten sijoittelu. Tämän jälkeen rakennustekoäly etsii tältä alueelta optimaalisen sallitun sijoituspaikan. Muun tyyppiset rakennukset rakennustekoäly sijoittaa omavaraisesti tekoälyn persoonan mukaan.

8.5.1 Rakennusten sijoitus

Kaikkien rakennusten sijoittelua ohjaa pelikarttaan merkityt sallitut ja kielletyt alueet. Esimerkiksi mereen ei voi sijoittaa rakennuksia pelin alussa. Päätekoälyn persoona määrittelee millä perusteilla rakennustekoäly sijoittaa rakennuksia. Aggressiivinen persoona hajauttaa rakennuksia, koska puolustukseen panostus on vähäisempää ja puolustava persoona vastaavasti pyrkii keskittämään rakennukset puolustuslaitteiden ympäristöön. Tämän lisäksi sijoittamista ohjaa muun muassa konkreettinen törmäystunnistus, jotta rakennuksia ei sijoiteta päällekkäin.

8.5.2 Resurssienhallinta

Rakennustekoäly myös tarkkailee koko planeetan rajallisten resurssien määrää ja tilaa uutta teknologiaa sekä rakennuksia tarvittaessa. Päätekoälyn persoona määrittelee jälleen mitä nämä raja-arvot käytännössä ovat. Jos resurssit uhkaavat loppua, rakennustekoäly tilaa siirtokuntia ammuttavaksi muille planeetoille ja asteroideille.

8.6 Tutkimustekoäly

Tutkimus perustuu tutkimuspisteisiin, joita pelaajan kaupungit tuottavat joka vuorolla perustuen kaupungin väkilukuun. Pelaaja voi rakentaa myös erityisiä tutkimuspäivityksiä kaupunkeihin, jotka lisäävät näiden tutkimuspisteiden tuotantoa sekä tutkimusrakennuksia planeetan pinnalle. Jokaisella teknologialla on oma tutkimuspiste rajansa, joka on saavutettava jotta teknologia saadaan tutkittua. Nämä pisteet kasvavat joka vuoro, kunnes teknologian pisteraja on saavutettu. Tämän jälkeen pisteet nollataan ja uuden teknologian tutkimus alkaa. Vain yksi teknologia voi kerrallaan olla tutkittavana. Jos tutkittava teknologia vaihdetaan kesken tutkimuksen, pisteet nollataan.

Tutkimusta ohjaa tiedustelusta saatu tieto vihollisen hyökkäys- ja puolustusjärjestelmistä sekä omien hyökkäys- ja puolustusjärjestelmien tarpeet. Tutkimuksella on oma prioriteettilistansa, missä työn alla olevalla tutkimuksella on aina priorisointibonus suhteessa muihin tutkimuksiin. Näin tutkimuskohde vaihtuu, jos samaa tutkimusta kaivataan useamman kerran, jolloin sen prioriteetti nousee riittävän korkealle. Tutkimuksella on omat sisäiset prioriteetti arvot kaikille eri tutkimusosa-alueille kuten hyökkäys, puolustus, tiedustelu, tutkimus ja infrastruktuuri. Näillä arvoilla on oletuspainotukset perustuen tekoälyn persoonaan. Nämä painotukset muuttuvat sen mukaan mille osa-alueelle tarvitaan uutta teknologiaa. Tämä tieto tulee tiedustelulta perustuen eri osa-alueiden tehokkuuteen. Jokaisen osa-alueen sisällä tutkimus etenee suoraviivaisesti heikommasta teknologiasta parempaan.

Tutkimus voi nostaa omaa prioriteettiaan, jos tutkimuskohteet vaihtuvat koko ajan eikä yhtään tutkimuskohdetta valmistu. Tämä toimii merkinä siitä että tutkimusta ei tapahdu tarpeeksi nopeasti. Tutkimusäly voi myös tilata omia tutkimusrakennuksiaan nopeuttaakseen tutkimusta.

8.7 Projektitekoäly

Jokaisella kaupungilla on aina projekti työn alla. Projektit määräytyvät tekoälyn persoonan mukaan, sekä hyökkäys- ja puolustustekoälyjen tarpeiden mukaan. Kun niin sanottujen ”Game ender” projektien rakentaminen alkaa, nämä projektit ilmoittavat tästä myös toisille pelaajille ja merkitsevät kartalta suurpiirteisen alueen missä projekti on rakenteilla. Tämä tehdään jotta toiset pelaajat saavat mahdollisuuden pysäyttää projektin ennen sen valmistumista.

Jokaisella kaupungilla on asukasmäärään mukainen määrä projektipaikkoja, joissa projekteja voidaan rakentaa. Projekteja voidaan pysäyttää pommittamalla kaupunkia, jolloin kaupungin asukasluku ja täten projektipaikkojen määrä vähenee. ”Game ender” projekteilla on oma rakennuksensa, jota pommittamalla projektia voidaan hidastaa tai pysäyttää kokonaan.

8.8 Tehtävälista

Kun strateginen tekoäly on koonnut tehtävälistan tälle vuorolle, on jäljellä enää tämän listan läpi käyminen ja valittujen tehtävien suorittaminen. Jokainen listalla oleva tehtävä on jo valmiina sen tilanteen tekoälyalajärjestelmän omalla listalla. Esimerkiksi hyökkäystekoälyn listalla on kaikki kohteet valmiiksi laskettuna vain odottamassa tietoa mihin näistä kohteista saatiin energiaa ja materiaalia.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön alkuperäinen tavoite oli tuottaa sekä tekoälyn suunnitelma että käytännön toteutus. Valitettavasti käytännön toteutusta ei ehditty toteuttaa, koska Interplanetary peliprojekti aloitettiin käytännössä alusta uudelleen syksyllä 2012, kun tiimissä tehtiin päätös vaihtaa peli 2D ympäristöstä 3D ympäristöön. Samalla myös pelimoottori päätettiin vaihtaa omasta XNA-pohjaisesta pelimoottorista Unity3D pelimoottoriin. Tämä peliympäristön ja pelimoottorin vaihto yksinään ei vielä olisi ollut ongelma opinnäytetyön käytännön osuuden kannalta, mutta tarve tehdä alihankintatyötä opintotukien loppumisen johdosta osoittautui tuhoisaksi Interplanetaryn kehitysaikataululle. Ilman peliä, opinnäytetyö oli pakko rajata pelkkään tekoälyn suunnitelmaan.

Tekoälysuunnitelma sinänsä onnistui varsin hyvin, vaikka opinnäytteen aikataulu venyi. Opinnäytteenä syntyi suunnitelma, joka tarjoaa hyvän pohjan aloittaa tekoälyn kehitys, kunhan Interplanetaryn toteutus saadaan kunnolla käyntiin kevään 2013 aikana. Suunnitelmaa tehdessä ratkaistiin monia tekoälyn toimintaongelmia, jotka olisivat vieneet huomattavasti aikaa, jos niitä olisi ryhdytty ratkomaan varsinaisen ohjelmointityön aikana. Suunnitelma auttoi myös selvittämään muutamia pelimekaniikan ongelmakohtia, kuten tiedustelun toiminta, kun näille ongelmille jouduttiin pohtimaan tekoälylle toimiva ratkaisu.

Opinnäytetyötä voidaan pitää onnistuneena tekoälysuunnitelmana. Kuitenkin vasta valmis peli ja pelaajien mielipide tekoälyn toiminnasta on lopullinen arvio siitä onnistuiko priorisointipohjainen virtuaalipelaaja-agentti tarjoamaan pelaajille älykkään näköisen sekä haastavan mutta reilun vastustajan.

LÄHTEET

Ahlquist, J. & Novak, J. 2008. Game Development Essential: Game Artificial Intelligence. Thomson Delmar Learning.

Bourg, D. M. & Seemann, G. 2004. AI for Game Developers. O'Reilly Media.

Buckland M. 2005. Programming game AI by example. Worldware Publishing, Inc.

Mark, D AI Architectures: A Culinary Guide (GDMag Article). 2012.

<http://intrinsicalgorithm.com/IAonAI/2012/11/ai-architectures-a-culinary-guide-gdmag-article/> (Luettu 20.2.2013)

Schwab, B. 2004. AI Game Engine Programming. Charles River Media.

