

Ville Mönkkönen

TEKOÄLY TOIMINTAPELEISSÄ

Ohjelmistotekniikan
Kandidaatintutkielma
3.5.2005

Jyväskylän yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Jyväskylä

TIIVISTELMÄ

Mönkkönen, Ville Samuli

Tekoäly toimintapeleissä/Ville Mönkkönen

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2005.

28 s.

Kandidaatintutkielma

Tässä tutkielmassa tutkitaan toimintapeliin ei-pelaajahahmojen ihmismäistä käyttäytymistä. Ei-pelaajahahmo tarkoittaa tietokonepelin niitä hahmoja, joita ihminen ei ohjaa. Tutkimuksen tavoitteena on koota yhteen kriteereitä ihmismäiselle käyttäytymiselle, ja listata vaatimuksia hahmojen käyttäytymiselle käytännön tasolla. Tutkimuksen kohteena ovat toimintapeleistä nimenomaan ensimmäisen persoonan räiskintäpelit. Ei-pelaajahahmojen tarkastelu kohdistuu erityisesti moninpelien ei-pelaajahahmoihin eli botteihin. Tutkimuksessa ei käsitellä tekoälyn toteutusta.

Akateemista tutkimusta ei-pelaajahahmojen ihmismäisestä käyttäytymisestä ei ole juurikaan tehty, ja hahmojen tekoälyn kehitys on usein pelisuunnittelijoiden omakohtaisen näkemyksen varassa. Tämä tutkielma perustuu eri kirjallisista lähteistä koottuun tietoon. Aihetta käsitellään myös käyttäen esimerkkinä Quake-pelin bottien toimintaa. Lähteiden pohjalta on luotu kategorisointi botteille tärkeistä ominaisuuksista.

Bottien käyttäytyminen jaoteltiin kuuden kategorian alle: oppiminen ja muisti, epätäydellisyys, liikkuminen, päätösten tekeminen, ennustaminen ja sosiaalisuus. Soveltamalla esitettyjä käyttäytymisen vaatimuksia pelikohtaisesti voidaan luoda älykkäästi ja johdonmukaisesti toimiva tekoäly.

AVAINSANAT: tekoäly, pelit, toimintapelit, botti

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto.....	4
1.1 Pelien tekoäly.....	6
1.2 botti.....	7
2 Ihmismäinen käyttäytyminen.....	9
2.1 Johdanto.....	9
2.2 Ihmismäinen toiminta.....	9
2.3 Turingin testin soveltaminen.....	10
2.4 Älykkyys.....	12
2.5 Yhteenveto.....	12
3 Bottien tekoäly toimintapeleissä.....	14
3.1 Botit Quakessa.....	14
3.2 Toimintapelin botin ominaisuudet.....	15
3.2.1 Oppiminen ja muisti.....	16
3.2.2 Epätäydellisyys.....	17
3.2.3 Liikkuminen.....	18
3.2.4 Päätösten tekeminen.....	19
3.2.5 Ennustaminen.....	21
3.2.6 Sosiaalisuus.....	22
3.3 Yhteenveto.....	25
4 Yhteenveto.....	26
5 Lähdeluettelo.....	27

1 JOHDANTO

Viime vuosina on julkaistu lukuisia toimintapelejä, muun muassa Doom 3, Half Life 2, Halo 2, Unreal Tournament 2004 ja Battlefield Vietnam. Kaikkia näitä pelejä yhdistää se, että niissä on tietokoneen ohjaamia ihmisen näköisiä hahmoja. Nämä tietokoneen ohjaamat hahmot toimivat joka pelissä enemmän tai vähemmän samalla tavalla, ne yrittävät matkia ihmisen käyttäytymistä pelimaailmassa.

Kramerin (2000) mukaan *pelejä* pitää sisällään sääntöjä, tavoitteen, jatkuvasti muuttuvan kulun eli satunnaisuuden. Lisäksi hän mainitsee pelaajien yhteisen kokemuksen, tasavertaisuuden, vapauden toimia, ja sen että peli ei tapahdu reaali maailmassa. Kyseessä on klassinen tulkinta pelistä, ja se sisältää myös esimerkiksi lautapelit, sanapelit ja tietokonepelit. Tässä tutkimuksessa pelillä tarkoitetaan nimenomaan *tietokonepelejä* – peliä, joka on tosiasiaa tietokoneella ajettava ohjelma.

Toimintapeli (Action game) esiintyy Johnsonin ym. (2001) luettelossa peligenreistä. Toimintapeli kuvataan peliksi, jossa pelaaja ohjaa pelihahmoa läpi virtuaalisen maailman, joka sisältää erityyppisiä vastustajia. Merkittävin toimintapelin alatyyppejä on “ensimmäisen persoonan räiskintä” (First person shooter), jossa pelaaja näkee pelin hahmon silmin, ja käyttäen erilaisia aseita voittaa vastustajansa. Ensimmäisen persoonan räiskintöihin lukeutuvat aiemmin mainitut Doom 3, Half Life 2, Halo 2, Unreal Tournament 2004 ja Battlefield Vietnam. On huomattava, että samaan tapaan kuin elokuvagenret, peligenret eivät ole yksiselitteisiä eivätkä tarkasti määriteltyjä. Kukin peli saattaa helposti lukeutua useampaan genreen, ja toisaalta eri henkilöiden mielestä se voi kuulua eri genreihin.

Erään määrittelyn mukaan *tekoäly* tarkoittaa ihmisen ajattelun mallintamista ohjelmallisesti, tai oppivaa ongelmanratkaisuun käytettävää ohjelmaa, ks. Finlay (1996). Akateemisessa tutkimuksessa tekoälyllä on usein varsin eri merkitys kuin peleissä, siihen liitetään yleensä vaatimus oppimisesta ja ihmisen ajattelun mallintamisesta. Peleissä termiä tekoäly käytetään usein kuvaamaan kaikkia niitä

ominaisuuksia ja tekniikoita tietokonepeleissä, jotka ohjaavat pelihahmojen toimintaa. Johnson ym. (2001) määrittelevät tekoälyn tietokonepelien näkökulmasta “sellaisiksi tekniikoiksi, joiden avulla pyritään luomaan pelin elementeistä älykkäämpi, tiedostavampi ja elävämpi kuva”. Pelin tekoäly voi toki olla oppiva, mutta käsitteeseen voidaan liittää esimerkiksi reitinhaku tai päätösten teko. Pelien tekoälyä pohditaan tarkemmin kappaleessa 1.1.

Ei-pelaajahahmo (NPC, eli Non Player Character) tarkoittaa hahmoa, joka ei ole ihmispelaaja – toisinsanoen tekoälyn ohjaamia hahmoja. Termille ei ole vakiintunutta suomennosta.

Riittävän kattavaa akateemista tutkimusta ei-pelaajahahmojen ihmismäisestä käyttäytymisestä ei ole juurikaan tehty, ja pelisuunnittelijat yrittävätkin enemmän tai vähemmän arvata mikä tekisi vastustajien tekoälystä realistisemmän. Arvaukset eivät aina osu kohdalleen, josta seurauksena voi olla huono pelattavuus. Lisäksi pelitalot hukkaavat paljon resursseja keksiessään samat asiat yhä uudestaan. Aiheesta on tehnyt aiempaa tutkimusta John E. Laird tutkimusryhmineen, mutta hänen tutkimuksistaan ei riittävästi käy ilmi mitkä käytännön tekijät pelisuunnittelijan pitäisi ottaa huomioon.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mistä tekijöistä pelihahmojen ihmismäinen käyttäytyminen muodostuu, ja miten toimintapelien ei-pelaajahahmoista saataisiin ihmismäisempiä. Tutkimuksen kohteena ovat toimintapeleistä nimenomaan ensimmäisen persoonan räiskintäpelit. Ei-pelaajahahmojen tarkastelu kohdistuu erityisesti botteihin, joiden ajatellaan olevan pelaajahahmon kanssa tasa-arvoisia tekoälyn ohjaamia hahmoja. Boteista kerrotaan tarkemmin luvussa 1.2. Tutkimuksessa ei käsitellä tekoälyn tekniikoita tai toteutusta.

Tutkimuksessa kootaan pelihahmojen ihmismäisen käyttäytymisen näkökulmia kirjallisista lähteistä. Peruslähtökohtana käytetään Lairdin (2002) tutkimusta bottien ihmismäisestä käyttäytymisestä. Kappaleessa 2 analysoidaan sitä, mikä tekee tekoälystä ihmismäisesti käyttäytyvää. Tarkastelun lähtökohtana on Turingin testin

lisäksi hahmon ulospäin näkyvä älykkyys. Kappaleessa 3 annetaan muutamia käytännönläheisiä vaatimuksia toimintapelin botin käyttäytymiselle. Esimerkkinä ensimmäisen persoonan räiskintäpelistä käytetään vuonna 2000 julkaistua Quake III:a. Kappaleessa 4 esitetään yhteenveto tutkimuksessa esitetyistä asioista.

Vaikka tutkimus tarkastelee lähinnä moninpelin ei-pelaajahahmojen ihmismäistä toimintaa, soveltuvat esitetyt huomiot myös yksinpelien ei-pelaajahahmoihin silloin, jos ne ovat tasa-arvoisia hahmoja pelaajan kanssa. Tästä kerrotaan tarkemmin kohdassa 1.2.

Tutkimuksessa kuvataan bottien käyttäytymistä toimintapeleistä erityisesti ensimmäisen persoonan räiskintäpeleissä. Lähin pelityyppi, johon osia tutkimuksesta voisi soveltaa, on roolipelit. Roolipeleissä esiintyy myös ihmisen kaltaisia hahmoja, joilta saatetaan odottaa älykstä käyttäytymistä. Kuitenkin roolipelien toiminta on hyvin erilaista toimintapeleihin verrattuna. Boteilta toimintapeleissä odotetaan enemmän hyvää taktista pelisuoritusta, ja roolipeleissä enemmän sosiaalista kanssakäyntiä.

Seuraavissa kohdissa esitetään hieman taustatietoa siitä, mistä pelien tekoälyssä oikeastaan on kysymys, ja mitä botit ovat.

1.1 PELIEN TEKOÄLY

Yksi akateemisen tekoälytutkimuksen päätavoitteista on saavuttaa ihmistasoinen tekoäly. Lairdin (2002) mukaan tämä voidaan saavuttaa kehittämällä tekoäly, joka toimii monimutkaisessa, muuttuvassa ympäristössä, kuten maailmassa jossa elämme. Tekoälyn kehittäminen omassa maailmassamme vaatii robotiikan käyttämistä, joka puolestaan tuo mukaan omat matalan tason ongelmansa, kuten sensorit ja motoriikan. Lairdin mukaan tietokonepelit ovat sopiva alusta korkean tason tekoälyn tutkimukselle, koska monet pelit muistuttavat todellista maailmaa, ja tutkijoiden ei tarvitse panostaa kalliiden robottien käyttöön. Vaikka tähän mennessä pelien

tekoälyä ei ole juurikaan tutkittu akateemisesti, näyttää nyt siltä, että yhä laajenevien pelimaailmojen parista löytyy haasteita tutkijoillekin.

Miksi pelien tekoälyä halutaan kehittää? Tutkimuksessaan erilaisten tekoälytekniikoiden eroista pelaajan näkökulmasta Wood (2004) huomasi, että jos pelaaja uskoo pelaavansa älykstä tekoälyvastustajaa vastaan, hän pitää kokemusta miellyttävämpänä kuin jos hän uskoo pelaavansa tyhmää tekoälyvastustajaa vastaan. Wood päätelee, että jos pelaaja häviää vastustajalle, joka on tyhmempi kuin pelaaja itse, pelaaja turhautuu. Pelaajan mielestä hän on hävinnyt koska vastustajalla oli epäreilu etulyöntiasema. Jos sen sijaan pelaajan päihittävä vastustaja on pelaajan näkökulmasta älykäs, pelaaja yrittää seuraavalla kerralla olla ovelampi kuin vastustajansa. Woodin mukaan tämä tuo pelaajalle positiivisen kokemuksen pelistä. Tämä on toki tiedetty jo koko tietokonepelien historian ajan, ja juuri tästä syystä tekoälyä pyritään jatkuvasti kehittämään haastavampaan suuntaan. On huomattava, että pelaajalle riittää, että hahmo vaikuttaa älykkäältä. On yhdentekevää, onko hahmo oikeasti älykäs.

1.2 BOTTI

Tekoäly ohjaa pelin niiden hahmojen toimintaa, joita pelaajat eivät ohjaa. Nämä ovat niin kutsuttuja ei-pelaajahahmoja. Tavallisesti ei-pelaajahahmot ovat epätasa-arvoisia pelaajaan nähden. Niillä ei ole mahdollisuutta tehdä samoja asioita kuin pelaaja, esimerkiksi ne eivät voi poimia pelikentältä esineitä, tai aloittaa itse taisteluja. Usein niillä ei myöskään ole pelissä päämääriä, vaan ne ovat olemassa ainoastaan jotta pelaaja voisi nähdä ne pari kertaa pelin aikana. Sopiva esimerkki tästä voisi olla etana, jonka ainoa tehtävä pelissä on tulla pelaajan talleamaksi. Botit ovat tasa-arvoisia pelaajan kanssa. Niillä on täysin samat mahdollisuudet kuin ihmispelaajalla, ne voivat oma-aloitteisesti kulkea pelimaailmassa tavoitellen päämääriään. Tasa-arvoisuudesta kertoo myös se, että tekoäly usein ohjaa botteja kuin ihminenkin ohjaa hahmoaan – käyttäen esimerkiksi komentoja eteen, taakse, vasemmalle ja oikealle. Esimerkki tästä voisi olla sotilas, joka taistelee pelaajan sotilasta vastaan tai tämän puolella.

The Jargon File määrittelee *botin* tekoälyn ohjaamaksi hahmoksi tietokonepelissä, erityisesti ensimmäisen persoonan räiskinnöissä, joka käyttäytyy kuin jos ihminen ohjaisi sitä. Van Waveren (2001) kuvaa Quake-pelin bottia ohjelmaksi, joka pelaa kyseistä peliä. Bottia käytetään korvaamaan ihmispelaajia moninpeleissä. Esimerkiksi jos kaveriporukassa ei ole riittävästi ihmisiä isoa kenttää varten, voidaan mukaan ottaa muutama botti. Botit voivat myös olla samassa joukkueessa ihmispelaajien kanssa.

Alan termistö ei ole vielä vakiintunut, esimerkiksi Glende (2004) käyttää termiä uskottava agentti kuvaamaan peleissä tietokoneen ohjaamaa itsenäistä oliota joka luo jatkuvan vaikutelman tietoisuudesta, aikomuksesta ja sosiaalisesta interaktiosta. Tässä tutkimuksessa pyritään käyttämään termiä botti, sillä se on peliteollisuudessa yleisimmin käytössä.

2 IHMISMÄINEN KÄYTTÄYTYMINEN

2.1 JOHDANTO

Tässä luvussa kuvataan ihmismäisen käyttäytymisen tunnusmerkkejä. Aluksi esitellään John E. Lairdin näkemys botin ihmismäisestä käyttäytymisestä.

Seuraavaksi tutustutaan siihen, kuinka Turingin testiä voi hyödyntää ihmismäisen käyttäytymisen tutkimiseen boteilla. Lopuksi esitetään Isbisterin (1995) näkemys tietokonehahmojen havaittavasta älykkyydestä.

Miksi botin pitäisi käyttäytyä ihmismäisesti? Jos botin tarkoitus on korvata ihmisvastustaja, on vastaus yksiselitteinen. Bottia voi toki käyttää muuhunkin. Esimerkiksi aloittelevat pelaajat pelaavat botteja vastaan saadakseen tuntumaa peliin ennen kuin pelaavat oikeaa ihmistä vastaan. Tällöin on harjoitusvastuksen muistutettava ihmistä kaikin puolin. Van Waveren (2001, 5-6) muistuttaa, että koska ihmismäisen ajattelun simulointi ei ole vielä mahdollista, täytyy bottien tyytyä ihmismäisen käyttäytymisen simulointiin. Hän huomauttaa lisäksi, että botit voivat tuoda paremman pelikokemuksen ihmispelaajille, jos ihmismäistä käytöstä ei tavoitella täydellisyyteen asti. Hän ei anna tästä esimerkkiä, mutta voidaan esimerkiksi kuvitella, että ei ole suotavaa jos botti jättää pelin kiukuissaan kesken kuten ihminen saattaisi tehdä.

2.2 IHMISMÄINEN TOIMINTA

John E. Laird (2002) on tehnyt tutkimusta ihmismäisen tekoälyn luomiseksi pelien avulla. Esimerkkisovelluksena hän käyttää muun muassa Quakea, joka on tyyppiesimerkki ensimmäisen persoonan räiskinnästä. Pelissä pelaaja ohjaa ihmishahmoa sokkeloisessa kolmiulotteisessa maailmassa. Pelimaailmaa kansoittavat tietokoneen ohjaamat vastustajat, pääasiassa tasa-arvoiset tekoälyvastustajat eli botit. Lairdin mukaan ihmismäisesti käyttäytyvän botin tulee:

- Saada pelimaailmasta vain saman tiedon kuin ihminenkin saisi. Usein tekoälyvastustajalle annetaan etulyöntiasema pelaajaan nähden tarjoamalla sille

kaikki saatavilla oleva tieto. Laird tarkoittanee, että botin tulisi simuloida näköaistia ja kuuloaistia, ja pyrkiä toimimaan niiden avulla. Aiemmassa tutkimuksessaan Laird (2001) yhdistää tähän kohtaan myös pelimaailman kartan oppimisen. Botille ei tarjota valmista karttaa maailmasta, vaan se oppii näkemänsä pohjalta muistamaan missä mikäkin on ja miten minnekin pääsee.

- Osata tehdä järkeviä päätöksiä tilanteensa pohjalta. Quakessa tämä tarkoittaa esimerkiksi valintaa sen välillä, että noukkiiko botti lattialta aseensa vai ei, ja juokseeko botti karkuun vai hyökkääkö se.
- Osata jossain määrin ennustaa vastustajansa toimia. Esimerkiksi botti voi arvata minne pelaaja on matkalla, ja yrittää luoda pelaajan reitille väijytyksen.
- Toimia epätäydellisesti. Tämän suhteen Laird oli tehnyt vain epämuodollista tutkimusta muuttamalla ihmistä vastaan pelaavan botin reaktioaikaa ja osumatarkkuutta. Hän havaitsi, että ihmismäisempänä pidettiin botteja, jotka olivat yhtä hitaita ja epätarkkoja kuin oikeat ihmiset.

2.3 TURINGIN TESTIN SOVELTAMINEN

Glende (2004) on tutkinut kuinka Turingin testiä voisi soveltaa tekoälyn ohjaaman pelihahmon kehittämisessä. Turingin testi on Alan Turingin esittämä keino selvittää älykkyyttä ihmismäisen käyttäytymisen avulla. Testissä ihminen viestii toisessa huoneessa sijaitsevan koneen kanssa tekstin välityksellä. Jos huomattavan ajan jälkeen ihminen uskoo viestivänsä ihmisen kanssa, on kone läpäissyt testin. Glende on muuntanut testiä niin, että ihminen ei pelkää viestiä koneen kanssa, vaan pelaa peliä sen kanssa. Hän on johtanut muutamia ominaisuuksia jotka tekoälyn ohjaamalla hahmolla tulisi olla, jotta se voisi läpäistä testin:

- Ennustamattomuus/Ennustettavuus. Glenden mukaan ihmispelaaja saattaa toimia ennustamattomasti, esimerkiksi hyökätä kimppuun vaikka on selvästi tappiolla. Toisaalta ihmisellä on havaittavissa tiettyjä rutiineja ja toimintatapoja, joten täysin irrationaalinen toimintakaan ei ole botille suotavaa.
- Luovuus ongelmanratkaisussa. Ihminen pystyy kehittämään uusia strategioita kohdatessaan ongelman. Botille täytyy normaalisti opettaa tai ohjelmoida etukäteen kaikki strategiat mitä se tulee pelissä käyttämään, eikä se osaa keksiä uusia pelin edetessä.
- Persoonallisuus. Kaikki ihmispelaajat eivät ole samanlaisia. Glenden mukaan bottien käyttäytymisen tulisi vaihdella yksilöiden välillä.
- Tavoitehakuisuus ja itsenäisyys. Itsenäisesti toimiva botti ei pelkästään reagoi tapahtumiin, vaan asettaa tavoitteita ja pyrkii saavuttamaan ne.
- Improvisaatio ja suunnitelmallisuus. Botin tulisi kyetä luomaan suunnitelmia toimistaan, ja tarvittaessa muuttamaan niitä. Ongelmaksi muodostuu se, miten botti huomaa että suunnitelma tarvitsee muuttamista.
- Oppiminen. Glenden mukaan botin on opittava kokemuksistaan. Esimerkiksi kuollessaan tietyllä tavalla botin olisi opittava välttämään samanlaista tilannetta.

Zubekin ja Khoon (2002) mukaan ihmisen pelatessa toimintapeliä verkon välityksellä moninpelinä hän pääasiassa odottaa pelaavansa muita ihmisiä vastaan. Heidän mukaansa tästä syystä ihmistä voi huijata uskomaan, että hän pelaa ihmistä vastaan, vaikka hän pelaisikin todellisuudessa tietokoneen ohjaamaa bottia vastaan - botin ei tarvitse luoda kuvaa ihmisyydestään tyhjästä, sen tarvitsee vain ylläpitää sitä. Tämä tietysti edellyttää, että ihmiselle ei kerrota, että hän pelaa bottia vastaan. Usein se käy suoraan ilmi hahmojen nimestä, bottipelaajan nimessä voi esimerkiksi esiintyä sana "bot".

2.4 ÄLYKKYYS

Isbister (1995) tutkii tietokonehahmojen havaittavaa älykkyyttä (perceived intelligence) kartoittamalla ihmisen älykkyyttä tutkivaa kirjallisuutta. Havaittavalla älykkyydellä hän tarkoittaa, ettei hahmon välttämättä tarvitse olla oikeasti älykäs, riittää että se vaikuttaa älykkäältä. Isbister jaottelee havaittavan älykkyyden neljään kategoriaan:

- Ulkonäkö. Älykkään näköistä hahmoa saatetaan pitää älykkäänä. Tekoälyn kannalta tämä ei ole kiinnostava ominaisuus.
- Puhevihjeet (language cues). Monipuolinen sanavarasto ja selkeä ääntämys voivat luoda vaikutelman älykkyydestä. Jos botin tulee osata puhua pelaajien kanssa, tämä on tärkeä ominaisuus. Tekoälyn kannalta myöskään tämä ei ole mielenkiintoinen ominaisuus.
- Toiminta. Isbister lukee tähän kohtaan ongelmanratkaisutaidot, loogisen päättelyn, hyvän muistin ja taidon suunnitella tekemisiään.
- Sosiaaliset taidot. Hahmo voi esimerkiksi ottaa muiden hahmojen tarpeet huomioon ja osoittaa empatiaa niitä kohtaan.

2.5 YHTEENVETO

Jos jätetään huomiotta ulkonäkö ja puhekyky, voidaan Isbisterin huomioiden pohjalta sanoa, että botin ihmismäistä käyttäytymistä voidaan tarkastella toiminnan tai käyttäytymisen, sosiaalisuuden kautta. Glenden havainnoista tähän joukkoon voidaan liittää persoonallisuus, jos muut Glenden huomiot ajatellaan kuuluvaksi botin toimintaan. Puhtaasti pelin kannalta botin toiminta on mielenkiintoisin ominaisuus, lyhyesti sanottuna puhutaan taidosta pelata peliä hyvin, mutta yhtä huonosti kuin ihminenkin.

Turingin testin näkökulmasta ainoastaan sillä on väliä, minkälaisena pelaaja pitää bottia. On pidettävä mielessä, että pelaaja ei välttämättä ole kovinkaan paljon tekemisissä yksittäisen botin kanssa. Jos pelaaja näkee botin vain ohimennen pelin tuoksinassa, on sen inhimillisiin ominaisuuksiin turha haaskata aikaa. Pelit on myös usein suunniteltu niin, että pelaaja ei voi olla kovinkaan pitkään vuorovaikutuksessa botin kanssa, jotta botin tekoälyn heikkous ei paljastuisi. Jos pelaaja joutuu olemaan tekemisissä botin kanssa pitkiä aikoja, sosiaalisuus muodostuu yhä merkittävämmäksi osaksi.

3 BOTTIEN TEKOÄLY TOIMINTAPELEISSÄ

Edellisessä kappaleessa esitettiin muutamia kriteereitä ihmismäiselle ja älykkäälle käyttäytymiselle. Tässä luvussa käsitellään sitä, minkälaisia ominaisuuksia toimintapelin botilla tulee olla, jotta se täyttäisi nämä kriteerit. Aluksi esitellään lyhyesti tekoälyn erityispiirteitä toimintapeli Quakesta. Seuraavaksi esitetään kirjallisten lähteiden pohjalta näkökulmia toimintapelin botin ominaisuuksiin.

Edellisessä luvussa mainitut seikat ovat korkean tason vaatimuksia. On vaikeaa antaa yhtenäistä ehdotusta siitä, kuinka peleissä bottien tulisi toimia jotta ne voisivat täyttää esitetyt vaatimukset edes osittain. Siksi onkin järkevää ottaa lähempää tarkastelua varten yksittäinen peli esimerkkitapaukseksi. Tällaisena esimerkkitapauksena tässä luvussa käytetään ID Softwaren Quakea, erityisesti sen vuonna 2000 julkaistua Quake III -versiota. Quakea käytetään siitä syystä, että se on eräs tunnetuimmista toimintapeleistä. Lisäksi se on myös yksi harvoista, jonka suhteen on tehty akateemista tutkimusta. Quaken bottien perustoiminnallisuus vastaa hyvin pitkälle sitä, mitä bottien odotetaan tekevän useimmissa toimintapeleissä, ja erityisesti ensimmäisen persoonan räiskintäpeleissä. Joissain peleissä saatetaan painottaa enemmän tiettyjä osa-alueita, mutta perustoiminnallisuus on sama.

3.1 BOTIT QUAKESSA

Van Waveren (2001) on kuvannut pro gradu -työssään Quake III -pelin bottien toimintaa. Seuraavassa lyhyt lista Quaken bottien vaatimuksista van Waverenin tutkimuksen pohjalta. Botin tulee:

- Tarjota ihmispelaajille riittävästi haastetta. Eri tasoisille pelaajille tulisi olla eri tasoisia botteja. Vasta-alkajalle olisi siis löydyttävä helpompi vastustaja kuin pitkään pelanneelle.
- Osattava pelata peliä monilla eri säännöillä. Esimerkiksi Deathmatch, jossa kaikki pelaajat toimivat toisiaan vastaan, ja Capture The Flag, jossa pelaajien joukkueet

yrittävät löytää pelikentältä lipun ja viedä sen kotitukikohtaansa toisen joukkueen yrittäessä estää tämän.

- Osata navigoida pelimaailmassa. Botin tulee osata etsiä lyhyt polku mistä tahansa paikasta mihin tahansa. On huomattava, että botin ei välttämättä tarvitse löytää lyhyintä polkua, vaan suhteellisen lyhytkin riittää.
- Poimia pelikentältä esineitä (items). Quakessa pelikentällä voi esimerkiksi olla pelihahmon terveyttä parantavia esineitä, tai aseita ja ammuksia. Pelissä esineet poimitaan kävelemällä niiden päälle.
- Osata käyttää erilaisia aseita. Quakessa on yhdeksän eri tavoin toimivaa asetta. Esimerkiksi hanskaa (gauntlet) voi käyttää ainoastaan lähietäisyydellä, kranaatinheitin (grenade launcher) ampuu kranaatteja jotka kimpoilevat seinistä, ja sinko (rocket launcher) tekee vahinkoa myös osumapaikan läheisyydessä oleville hahmoille. Botin täytyy osata tähdätä eri aseilla eri tavoin, ja lisäksi täytyy ottaa huomioon keihin kaikkiin ase vaikuttaa. Singolla ei kannata ampu vieressä olevaa vastustajaa, eikä myöskään jos osumapaikan läheisyydessä on oman puolen hahmoja.
- Kommunikoida muiden bottien ja pelaajien kanssa. Quakessa pelaajat ja botit voivat keskustella keskenään kirjoittamalla lyhyitä tekstiviestejä reaaliajassa. Botin täytyy myös osata totella käskyjä, sekä tarvittaessa antaa käskyjä muille pelaajille.

3.2 TOIMINTAPELIN BOTIN OMINAISUUDET

Kattavaa listaa botin tekoälyn vaatimuksista ei ole mahdollista koota, sillä viime kädessä vaatimukset riippuvat itse pelistä. Seuraavassa esitetään kirjallisten lähteiden pohjalta muutamia huomioita toimintapelin bottien ominaisuuksista. Erityisesti tavoitteena on löytää sellaisia ominaisuuksia, jotka auttaisivat bottia täyttämään edellisessä luvussa esitettyjä ihmismäisen käyttäytymisen kriteerejä.

Jaan botin tekoälyn ominaisuudet kuuteen kategoriaan. Pohjana kategorisointiin käytetään Lairdin (2002) tutkimuksesta löytyviä kategorioita oppiminen, päätöksen tekeminen, epätäydellisyys ja ennustaminen. Lisään listaan kaksi kategoriaa, liikkumisen ja sosiaalisuuden. Liikkumiseen liitän erityisesti reitinhaun ja hahmon ruumiinjäsenten liikkeitä. Sosiaalisuus puolestaan käsittelee bottien ja ihmispelaajien välistä viestintää.

Jaottelussa ei oteta huomioon teknisiä vaatimuksia tekoälylle. Reaaliaikaisissa peleissä suurin tekninen vaatimus on algoritmien nopeus. Toisaalta algoritmien tulisi olla myös helposti toteutettavissa.

3.2.1 OPPIMINEN JA MUISTI

Yksi asia, jonka uusimmissa toimintapeleissä botit oppivat, on kartta. Vielä 1990-luvulla oli tavallista että botin käyttöön annettiin suoraan koko kentän kartta. Kuten Laird (2001) huomauttaa, tämä heikentää kuvaa botin ihmismäisyydestä. Van Waveren (2001) paljastaa Quaken botin keräävän tietoa näkemästään sisäiseen malliinsa pelikentästä. Tämän mallin avulla botti navigoi maailmassa. Cass (2002) kuitenkin pitää sitä, että tekoälyä autetaan tarjoamalla sille esimerkiksi pelin kartta, täysin hyväksyttävänä, jos pelaaja ei koskaan pysty huomaamaan eroa. Hän pitää tärkeämpänä sitä, että tekoäly tarjoaa pelaajalle riittävästi vastusta. Oppiminen ei välttämättä ole tarpeellista jos ihminen ei ole tekemisissä botin kanssa pitkiä aikoja.

Oppimiseen liittyy olennaisesti muistin käsite. Burke ym. (2001) kertoo psykologien erottelevan proseduraalisen muistin (procedural memory) ja deklarativisen muistin (declarative memory). Proseduraaliseen muistiin tallettavat tiedot siitä kuinka jotain tehdään, esimerkiksi kuinka pelihahmo ampuu aseella. Deklaratiiviseen muistiin tallettavat faktatiedot, esimerkiksi juuri pelimaailman eri paikkojen sijainti.

Toimintapeleissä ei juurikaan vielä käytetä proseduraalista muistia, sillä bottien odotetaan yleensä käyttäytyvän samalla tavoin jokaisella pelaajalla ja pelikerralla. Tulevaisuudessa tämän alueen oletetaan kuitenkin kehittyvän. Esimerkiksi Glende (2004) esittää, että jos tekoälyn ohjaama hahmo kuolee tietyllä tavalla, sen tulisi

oppia välttämään kuolemaan johtanutta tilannetta. Glenden mukaan botin tulisi myös kyetä oppimaan uudenlaisia strategioita. Toimintapeleissä mahdollisten pelistrategioiden määrä on kuitenkin rajallinen, pääasialliset strategiat ovat suoraan vastustajaa päin ryntääminen, selustaan kiertäminen, ja ansojen tekeminen. Mahdollisten strategioiden rajallisen määrän vuoksi uusien oppiminen ei välttämättä ole hyödyllistä.

Karttatiedon muistamisen lisäksi botit käyttävät deklaratiivista muistia Burken ym. (2001) mukaan muiden pelihahmojen tilan muistamiseen. Botti voi esimerkiksi muistaa mihin suuntaan pelaaja on matkalla, ja pelaajan kadotessa näkökentästä botti voi muistitietonsa avulla yrittää ennustaa pelaajan liikkeitä. Lisäksi botti voi muistaa mistä se on löytänyt hyödyllisiä esineitä. Yleensä peleissä esineet ilmestyvät uudelleen samoihin paikkoihin, esimerkiksi jos hahmo poimii aseensa Quaken moninpelissä, ilmestyy ase pian uudestaan samaan paikkaan. Muistinsa avulla botti voi esimerkiksi yrittää etsiä ammustäydennystä ammuksien loputtua.

3.2.2 EPÄTÄYDELLISYYS

Liian tehokkaasti toimiva botti ei luo pelaajalle hyvää pelikokemusta. Jotta botti olisi uskottava ihmismäisenä pelaajana, sitä täytyy koskea samat rajoitukset kuin oikeaakin ihmistä. Sekä Burke ym. (2001), että Laird (2002) pitävät tärkeänä, että botti ei näe seinien läpi, eikä taakseen. Pelaaja huomaa tämänkaltaisen huijauksen helposti jos hän esimerkiksi yrittää hiipiä vastustajan kimppuun takaapäin, ja vastustaja huomaa hänet välittömästi.

Burke ym. (2001) puhuvat vilpittömistä erehdyksistä (honest mistakes). Heidän mukaansa hahmon tekemät erehdykset luovat siitä inhimillisen kuvan. Erehdyksillä he tarkoittavat esimerkiksi sitä, että botti luulee vastustajan olevan eri paikassa kuin se oikeasti onkaan, tai että botti yllättyy vastustajan löytyessä eri paikasta kuin se luuli. Tähän käsitteeseen liitän myös reitinhaun erehdykset. Monesti käytettäessä tehokasta reitinhakualgoritmia se tuottaa täydellisen ratkaisun reitinhakuongelmaan, eli botti siis käyttää aina lyhyintä mahdollista reittiä kohteeseensa. Olisi luultavasti

luonnollisempaa jos botti joskus erehtyisi reitinhaussaankin, ja kävelisi umpikujaan tai ainakin käyttäisi hitaampaa reittiä.

Nykyaikaisissa toimintapeleissä aseiden toimintaan vaikuttavat useat tekijät. Luoti ei kulje maaliinsa hetkessä, vaan tietyllä nopeudella. Matkallaan sitä vetää alas vetovoima, ja sitä hidastaa ilmanvastus. Jos ammutaan liikkuvaan kaukana olevaan kohteeseen, pitää kaikki tekijät ottaa huomioon jotta luoti osuu. Ihmispelaajaa rajoittavat myös hiiren tai muun osoitinlaitteen tarkkuus ja reaktioaika. Botille tarkkaan ampuminen ei ole ongelma. Jos voidaan ennustaa liikkuvan kohteen liikerata, ja maan vetovoima ja ilmanvastus tiedetään, voidaan luoti ampua matemaattisen tarkasti kohteeseen. Näin ei tietenkään menetellä peleissä, sillä tämä tekisi vastustajista epärealistisia. Van Waverenin (2001) mukaan Quakessa käytetään kahta muuttujaa kuvaamaan botin aseenkäsittelytaitoa. Tähtäystaito (aim skill) kuvaa botin taitoa ennustaa kohteen liike ja tähdätä ennustavasti. Tähtäystarkkuus (aim accuracy) kuvaa botin taitoa tähdätä aseensa tarkasti kohteeseen. Tähän on syytä liittää myös Lairdin (2002) esittämä näkemys reaktioajasta. Hänen mukaansa ihmismäisempänä pidetään botteja joilla on inhimillisempi reaktioaika. Botin ei tulisi siis osuman saatuaan ampua takaisin yhden millisekunnin päästä, vaan odottaa pidempään.

3.2.3 LIKKUMINEN

Nareyek (2004) jakaa liikkumisen kahteen alakäsitteeseen, reitinhakuun (pathfinding) ja ohjaamiseen (steering). Reitinhaku tarkoittaa sitä, että hahmo etsii lyhyen reitin tavoittelemaansa kohteeseen välttämättä esteitä. Esteisiin lukeutuvat maaston esteet kuten puut ja talot, mutta myös toiset pelihahmot. Esimerkiksi botti voisi etsiä polun nykyisestä paikastaan tiettyyn paikkaan rakennuksen toisella puolella. Polun hakuun botti voi käyttää joko muistissaan olevaa sisäistä mallia pelikentästä, tai peli voi antaa sille täydellisen kartan kentästä. Ohjaamiseen Nareyek liittää toiminnot, jotka ohjaavat bottia reitinhaun antamien reittipisteiden välillä. Pelitekoälyn rajapintojen standardisointikomitean vuoden 2004 raportissa Nareyek ym. (2004) lukevat ohjaamistoimintoihin muun muassa esteiden väistämisen,

muodostelmassa kulkemisen, jahtaamisen ja jonottamisen, mutta myös sellaiset asiat kuin juoksemisen, hiipimisen ja piiloutumisen.

Esseessään Champandard (2001) esittää varsin erilaista jakoa kuin Nareyek. Champandardin mukaan botin liikkuminen tulisi jakaa kolmeen komponenttiin, reaktiiviseen esteiden väistämiseen (reactive obstacle avoidance), harkitsevaan reitinhakuun (deliberative path-planning) ja yhdistäjäkomponenttiin (amalgamation component). Reaktiivinen esteiden väistäminen hoitaisi botin liikkumisen pienten esteiden ohi, harkitseva reitinhaku hoitaisi isojen esteiden väistämisen, ja yhdistäjäkomponentti liittäisi kahden edellä mainitun komponentin tulokset toisiinsa. Menetelmän idea on siinä, että pienten esteiden ohittamiseen tarkoitettu komponentti ei tarvitsisi muistia esteen ohittamiseen, vaan se voisi toimia puhtaasti botin sensoreiden varassa. Isojen esteiden ohittamista varten botti keräisi jatkuvasti muistiinsa tietoa esteistä, ja poluista joita se on jo käyttänyt.

Burke ym. (2001) laskevat liikkumiseen myös hahmon ruumiinjäsenien liikuttamisen. Heidän mielestään realistisemmän kuvan hahmosta saa, jos se joutuu oikeasti liikuttamaan jalkojaan päästäkseen eteenpäin. Esimerkiksi Quakessa hahmon ruumiinjäsenten liikuttaminen on toteutettu vain animaation keinoin; jalkojen paikka määräytyy hahmon liikkeen mukaan eikä päinvastoin. Quaken botit näyttävätkin ajoittain liukuvan maata pitkin kun animaatio ei ole täysin yhtenevä hahmon liikkeen kanssa. Ruumiinjäsenten liikuttaminen tietyllä tavalla voi luoda tietynlaisen kuvan hahmosta. Esimerkiksi jalkojaan laahaava hahmo voidaan tulkita laiskaksi. Glenden (2004) vaatimus agentin persoonallisuudesta voidaan osittain täyttää jos jokaisella hahmolla on erityinen tyyliinsä ruumiinjäsenten liikuttamiseen. Ruumiinjäsenten liikuttamisessa ei kuitenkaan ole mitään eroa pelaajan ja tekoälyn ohjaamien hahmojen välillä, joten se ei vaikuta botin ihmismäisyyden arviointiin.

3.2.4 PÄÄTÖSTEN TEKEMINEN

Kappaleessa 2.1 esitettiin Glenden (2004) näkemys Turingin testin läpäisevän tekoälyn ohjaaman pelihahmon ominaisuuksista. Glenden vaatimukset suunnitelmallisuudesta, tavoitehakuisuudesta ja itsenäisyydestä voidaan toteuttaa jos

botti asettaa itselleen tavoitteita. Nareyek (2001) kirjoittaa tavoiteohjatuista (goal-directed) agenteista. Hänen mukaansa agentin täytyy pystyä hakemaan ratkaisua ongelmaan itsenäisesti, reaaliaikaisesti, puutteellisenkin tiedon avulla ja mahdollisesti yhteistyössä toisten agenttien kanssa. Mamei ja Zambonelli (2004) ovat tutkineet bottien yhteistoimintaa Quakessa. Heidän hiukkasten fysiikasta mallia ottavat bottinsa osaavat tavata yhteisessä paikassa ja piirittää vastustajansa.

Van Waverenin (2001, 65-66) mukaan Quaken botti asettaa itselleen lyhyen ja pitkän ajan tavoitteita. Botin tärkein pitkän ajan tavoite on voittaa peli. Muita pitkän ajan tavoitteita ovat esimerkiksi esineiden ja aseiden etsiminen, tietyn vastustajan päihittäminen, karkuun juokseminen ja linnoittautuminen. Tiimipelissä botti osaa myös totella tiimijohtajan antamia komentoja, ja ottaa ne yhdeksi tavoitteekseen. Lyhyen ajan tavoitteita botti käyttää saavuttaakseen pitkän ajan tavoitteita. Esimerkiksi sukeltaessaan kohti pitkän ajan tavoitettaan botti voi välillä käydä pinnalla haukkaamassa happea. Quaken botti voi ottaa suunnitelmaansa myös täysin pitkän ajan tavoitteisiin liittymättömiä lyhyen ajan tavoitteita, jos ne ovat nopeasti toteutettavissa. Van Waveren (2001, 52-56) tarkastelee myös Quaken botin päätöksentekoa. Päätääkseen mitä tavoitteita botti lähtee hakemaan, se käyttää sumeaa logiikkaa. Muun muassa jokaista kentältä löydettävää esinettä ja asetta varten botilla on tietty painoarvo, ja todennäköisyydelle käyttää tiettyä asetta on tietty painoarvo. Jokaisella botilla on omat painoarvonsa, jolloin niihin saadaan tietty määrä satunnaisuutta ja persoonallisuutta.

Lairdin (2001) kehittämän botin päätöksentekomekanismi toimii niin, että botti pilkkoo isommat tavoitteet pienempiin osiin. Esimerkiksi jos botin tavoitteena on poimia kentältä esineitä, se ensin muistelee mitä esineitä se on nähnyt, sitten se päättää hakea jonkin tietyn esineen. Seuraavaksi se tutkii onko esine siinä huoneessa missä botti on, vai onko se jossain muualla. Jos esine on muualla, botti menee siihen huoneeseen missä esine on. Tämän jälkeen botti kääntyy kohti esinettä, ja kulkee sen luo. Lairdin botti ei opi uusia toimintoja, ja säännöt sen toimintaan täytyy kirjoittaa etukäteen.

Niederberger ja Gross (2002 62-64) esittävät, että agentin täytyy ennustaa toimintaa, joka tyydyttää agentin ja ympäristön vaatimukset. Tällä he ilmeisesti tarkoittavat, että agentin täytyy suunnitella toimintansa niin, että lopputulos täyttää tietyt vaatimukset. He huomauttavat, että agentin täytyy kesken toimintansa pystyä huomaamaan milloin suunnitelmia täytyy muuttaa. Esimerkkinä tästä voi olla tapaus, jossa agentti on asettanut tavoitteekseen noutaa huoneen perältä aseensa, mutta joku toinen hahmo vie aseensa ennen agenttia. Tällöin agentin täytyy vaihtaa tavoitettaan.

Burke ym. (2001) esittävät yksinkertaisen sääntöihin perustuvan päätösmekanismiin. Jokaisesta toiminnosta täytyy määritellä milloin toiminta tapahtuu, mitä tehdään ja miten, mille se tehdään, ja kuinka pitkään. Tekoäly määrittelee mitkä toiminnot ovat toisensa poissulkevia, ja mitä voi suorittaa yhtä aikaa. Esimerkiksi juokseminen ja paikallaan seisominen eivät onnistu samanaikaisesti. Lisäksi tekoäly ratkaisee toimintojen merkityksen (relevance), eli kuinka tärkeää toiminnon toteuttaminen on. Toimintojen painoarvoja muokataan oppimista varten.

Glenden (2004) vaatimukseen kuului vaatimus persoonallisuudelle. Jos toiminnoille on mahdollista määritellä painokertoimia kuten Burken ym. mallissa, voidaan persoonallisuutta simuloida esimerkiksi määrittelemällä tietylle hahmolle isompi todennäköisyys ampua etäältä kuin läheltä. Näin saadaan vaikutelma tarkka-ampujasta. On kuitenkin mietittävä onko tämänkaltaisesta persoonallisuuden lisäämisestä mitään hyötyä, jos erot hahmojen välillä ovat pieniä. Jotta pelaaja huomaisi eron, on eri bottien pelistrategioihin muodostuttava merkittäviä eroja.

3.2.5 ENNUSTAMINEN

Jos botti voidaan saada muistamaan botin näkökentän ulkopuolella olevia asioita, olisi hyödyllistä jos se pystyisi myös ennustamaan näkökenttensä ulkopuolisia tapahtumia. Burke ym. (2001, 8-9) esittävät klassisen psykologi Piaget'n esimerkin: Jos pallo vierii ihmisen näkökentässä esteen taakse, pallo ei häviä hänelle käsitteenä. Ihminen pystyy ennustamaan pallon liikkeen ja yllättyy jos pallo ei tule esteen takaa uudelleen näkyviin. Tämänkaltaisen ennustamisen taito olisi hyödyllinen botilla.

Burke ym. (2001, 8-9) rakentavat näkökentän ulkopuolella olevan objektin paikan ennustamisen niin, että tekoäly muistaa objektin viimeksi nähdyn suunnan ja nopeuden, ja päättelee niiden perusteella nykyisen sijainnin. Kun hahmo jälleen näkee objektin, tekoäly tutkii kuinka hyvin ennustus onnistui. Jos objekti on hyvin eri paikassa kuin tekoäly oletti sen olevan, hahmo voi näytellä yllätynyttä tai pelästynyttä. Tämänkaltaista yksinkertaista ennustamismallia voidaan käyttää myös liikkuvaan kohteeseen ampumiseen.

Laird (2001) on tutkinut kehittyneempää ennustamista. Lairdin botti yrittää ennustaa vastustajiensa toimia, ja asettaa ansan jos se arvaa vastustajan tulevan tiettyyn paikkaan pelikentällä. Botti toimii niin, että näkemänsä pohjalta se pitää yllä sisäistä mallia vastustajiensa tilasta. Käyttäen hyväkseen tietoa erilaisista pelitaktiikoista ja tietoa vastustajan tilasta botti yrittää ennustaa mahdollisimman pitkälle miten vastustaja toimisi ja minne se menisi. Laird kuitenkin huomauttaa, että ennustaminen ei saisi liiaksi riippua botin itsensä käyttämistä taktiikoista, ilmeisesti jotta ennustamistekniikkaa voisi käyttää muuallakin kuin tietyssä pelissä ja tietyllä botilla. Taktiikoilla Laird tarkoittaa esimerkiksi karkuun juoksemista kun terveys (health) on vähissä, tai väijytyksen järjestämistä.

Mielenkiintoisena ideana Laird esittelee rekursiivisen ennustamisen, eli botti ennustaa kuinka vastustaja ennustaa botin liikkeitä. Tällä lailla botti voisi tehdä hämäysliikkeitä. On kuitenkin mietittävä pystyykö pelaaja havaitsemaan näin korkean tason taktiikoita nopeatempoisessa räiskintäpelissä, varsinkin jos toimivin taktiikka on poikkeuksetta suora hyökkäys.

3.2.6 SOSIAALISUUS

Zubek ja Khoo (2002) esittävät, että vastustajien taito pelata peliä olisi toissijaista kun pelaaja etsii peliseuraa. Heidän mukaansa ihmispelaaja pelaa mielellään myös itseään paljon huonompien tai taitavampien vastustajien kanssa, jos vastustaja on ihminen. Zubek ja Khoo uskovat, että ihmisvastustajia suositaan sen takia, että pelaaja uskoo ihmisen olevan oikea, tunteellinen olio. Ihmispelaaja ilkkuu vastustajiaan voittaessaan, ja kiroilee hävitessään. Botin voittamisesta ei saa

samanlaista tyydytystä kuin ihmispelaajan voittamisesta, koska pelaaja tietää että tietokone ei yksinkertaisesti välitä siitä voittaako vai häviääkö se.

Zubekin ja Khoon tutkimus käsittelee sitä, kuinka botti voitaisiin saada näyttämään tunteensa hävitessään tai voittaessaan, ja kuinka botti osaisi osallistua pelin sisäiseen keskusteluun. Useimmissa peleissä keskustelu pelaajien välillä tapahtuu ainoastaan yksinkertaisen tekstiä välittävän pikaviestinjärjestelmän avulla, joten botin täytyy osata välittää tunteita tekstin välityksellä. Zubekin ja Khoon mukaan botin ei tarvitse olla kovin taitava keskustelija, sillä pelin sisäiset keskustelut ovat usein:

- Irrallisia. Keskustelun aihe muuttuu usein, ja aina ei ole selvää kuka puhuu kenenkin kanssa.
- Kerroksellisia. Yksi henkilö voi osallistua yhtä aikaa useaan keskusteluun.
- Täynnä huonoa kielenkäyttöä ja kirjoitusvirheitä.
- Täynnä stereotyyppisiä keskustelijoita kuten rehentelijä ja huono häviäjä.

Van Waverenin (2001, 80-84) mukaan Quaken botin täytyy osata toimia myös ryhmässä. Botti ottaa vastaan käskyjä pelin sisäisen pikaviestinjärjestelmän kautta. Jos joku pelaaja pyytää: ”defend the red armor”, botti voi tulla puolustamaan aluetta jossa kyseinen esine on ja vastata: “I am on my way”. Botti osaa myös vastata yksinkertaisiin kysymyksiin kuten: “Where are you?” Seuraavassa on van Waverenin kokoama luettelo Quaken botin ymmärtämistä käskyistä. Listaa on mahdollista soveltaa muihin Quaken tyyppisiin peleihin, ja se antaa hyvän kuvan yhteistyötaidoista, joita botilta peleissä odotetaan.

- Auta jotakuta. Botti menee kohteen luo ja yrittää auttaa sitä.
- Seuraa jotakuta. Botti seuraa kohdetta ja auttaa sitä taistelussa.

- Puolusta aluetta. Botti puolustaa esimerkiksi tukikohtaa tai kentältä löytyvää asetta.
- Hae lippu. Botti hakee lipun vastustajan tukikohdasta.
- Palauta lippu. Botti palauttaa vastustajan varastaman lipun.
- Juokse tukikohtaan. Botti juoksee oman puolen tukikohtaan.
- Linnoittaudu. Botti linnoittautuu määrättyyn kohtaan kentällä.
- Partioi. Botti partioi määriteltyjen paikkojen väliä.
- Hae esine. Botti hakee määrätyn aseeneen tai esineen.
- Tapa. Botti yrittää tappaa kohteen.
- Näytä tietä jollekulle johonkin paikkaan. Ensin botti menee ohjattavan luo, ja alkaa kulkemaan kohdepaikkaa kohden odottaen välillä ohjattavaa.
- Vapauta. Botti lopettaa edellisen käskyn suorittamisen ja valitsee itse mitä tekee.
- Ala joukkueen johtajaksi. Botti alkaa antamaan tiimin muille jäsenille komentoja pikaviestinjärjestelmän välityksellä.
- Lopeta joukkueen johtajuus. Botti voi itsekin lopettaa johtajuuden, mutta myös ihmispelaaja voi määrätä botin lopettamaan.
- Liity alijoukkueeseen / eroa alijoukkueesta. Botti voi liittyä alijoukkueeseen. Koko alijoukkue tottelee sille annettuja käskyjä.

- Joukkueen johtajana ollessaan botti voi ottaa vastaan tehtävämieltyymiä muilta hahmoilta. Pelaaja voi esimerkiksi kertoa botille haluavansa olla puolustaja tai hyökkääjä.

Erilaisia näennäisen älykkäästi keskustelevia tietokoneohjelmia on ollut jo kymmeniä vuosia. Turingin testin läpäisevälle tietokoneohjelmalle luvattu Loebnerin 100 000 dollarin palkinto on kuitenkin yhä lunastamatta. Viimeaikaisia suoriutujia ovat olleet Juergen Pirnerin Jabberwock ja Richard Wallacen ALICE (Loebner 2005). Ihmisen tasolle ei bottien keskusteluissa ole mahdollista vielä päästä, mutta yksinkertainenkin keskustelu auttaa luomaan kuvaa älykkästä ja sosiaalisesta olennoista.

3.3 YHTEENVETO

Botti tarvitsee oppimista ja muistia erityisesti pelimaailman tilan ja kartan muistamiseen. Muistia voidaan tarvita myös muiden hahmojen tilan muistamiseen. Botin tulee olla inhimillisen epätäydellinen, erityisesti se ei saa tietää havaintopiirinsä ulkopuolisia tapahtumia, eikä se saa olla matemaattisen tarkka ampuja. Liikkumisesta tiedetään, että botin täytyy osata navigoida pelimaailmassa muistinsa avulla ilman, että se jumiutuu esteisiin. Botin täytyy osata asettaa itselleen päämääriä ja pyrkiä niihin itsenäisesti. Ennustaminen ei ole botille välttämätöntä, mutta sen avulla voidaan esimerkiksi saada botti luomaan ansoja muille hahmoille. Botin on myös osattava osallistua pelin sisäiseen keskusteluun.

4 YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa on esitetty muutamia näkökulmia ihmismäisestä käyttäytymisestä. Lisäksi on annettu konkreetteja vaatimuksia toimintapelien boteille, jotta ne voisivat käyttäytyä kuin jos ihminen ohjaisi niitä.

Ihmismäisestä käyttäytymistä tarkasteltiin Turingin testin ja havaittavan älykkyyden kannalta. Pelihahmon käyttäytyminen, ulkonäkö, sosiaalisuus, ja persoonallisuus ovat merkittäviä tekijöitä sen ihmismäisyyttä arvioitaessa. Tärkeää on, että botti toimii samojen pelisääntöjen ja syötteiden alaisena kuin ihmispelaajakin – se ei saa huijata. Botin persoonallisuus olisi syytä tulla ilmi koko botin olemuksessa, jotta pelaaja pystyy havaitsemaan eron. Pelissä tulisi olla riittävän paljon eri lailla pelaavia botteja.

Vaatimuksia botin käyttäytymiselle tutkittiin eri lähteiden avulla käyttäen esimerkkinä Quakea. Käyttäytyminen jaoteltiin kuuden kategorian alle: oppiminen ja muisti, epätäydellisyys, liikkuminen, päätösten tekeminen, ennustaminen ja sosiaalisuus. Ensimmäiset viisi liittyvät siihen kuinka botti pelaa peliä. Botin tulisi osata itse tehdä päätöksiä ja asettaa itselleen päämääriä pelissä, sen tulisi kyetä liikkumaan pelimaailmassa muistinsa avulla ja sen tulisi olla yhtä hyvä ja yhtä huono pelaamaan peliä kuin ihminenkin. Tärkeänä voidaan pitää sitä, että botti luo pelaajalle tunteen sosiaalisesta ja tunteellisesta vastustajasta. Siksi botin tulisi myös osallistua pelin sisäiseen keskusteluun, ja osata reagoida käskyihin ja pyyntöihin.

Mielenkiintoinen kysymys on, mitä tapahtuu jos joskus boteista onnistutaan tekemään täysin inhimillisesti käyttäytyviä? Tarvitaanko ihmispelaajia pelikavereiksi enää lainkaan? Peliseururan katoamisesta ei ehkä kuitenkaan tarvitse huolestua vähään aikaan, sillä vaikka pelien tekoäly kehittyä huimaa vauhtia, ei pelkkä ihmisen käyttäytymisen pintapuolinen mallintaminen korvaa oikeaa ihmistä. Voidaan esittää myös kritiikkiä sen puolesta, että ihmismäiset vastustajat eivät välttämättä ole pelin kannalta kaikkein mielenkiintoisimpia. Joskus voi olla hauskaa pelata täysin arvattavasti ja koneellisesti toimivaa vastustajaa vastaan.

5 LÄHDELUETTELO

- Burke R., Isla D., Downie M., Ivanov Y. & Blumberg B. 2001. Creature smarts: The art and architecture of a virtual brain. Proceedings of the Game Developers Conference, 147–166.
- Cass S. 2002. Mind games [computer game AI]. IEEE Spectrum 39(12), 40-44.
- Champanand A. 2001. Bot Navigation: Design Philosophy [online][Viitattu: 15.3.2005]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://ai-depot.com/BotNavigation/Design-Introduction.html>>
- Finlay J. & Dix A. 1996. An Introduction to Artificial Intelligence. London UCL Press, 1-239.
- Glende A. 2004. Agent design to pass computer games. Proceedings of the 42nd annual Southeast regional conference, 414-415.
- Isbister K. 1995. Perceived intelligence and the design of computer characters. [online][Viitattu: 6.3.2005]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.katherineinterface.com/lccpaper.html>>
- Johnson D. & Wiles J. 2001. Computer games with intelligence. The 10th IEEE International Conference on Fuzzy Systems, December 2001, 1355-1358.
- Kramer W. 2000. What is a Game? [online] The Games Journal [Viitattu: 2.3.2005]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.thegamesjournal.com/articles/WhatIsaGame.shtml>>.
- Laird J. 2001. It knows what you're going to do: adding anticipation to a Quakebot. Proceedings of the fifth international conference on Autonomous agents, 358-392.
- Laird J. 2002. Research in human-level AI using computer games. Communications of the ACM 45(1), 32-35.
- Loebner H. 2005. The Loebner Prize. [online][Viitattu: 29.3.2005]. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>>

- Mamei M. & Zambonelli F. 2004. Field-based Motion Coordination In Quake 3 Arena. Proceedings of the Third International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - Volume 3, 1532 – 1533.
- Nareyek A. 2004. AI in Computer Games. Queue 1(10), 58-65.
- Nareyek A., et al. 2004. The 2004 Report of the IGDA's Artificial Intelligence Interface Standards Committee [online]. International Game Developers Association [Viitattu: 2.3.2005]. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa.com):
<<http://www.igda.org/ai/report-2004/report-2004.html>>.
- Niederberger C & Gross M. 2002. Towards a Game Agent. Technical Report 377. Institute of Visual Computing, ETH Zürich.
- The Jargon File, versio 4.4.7 [online][Viitattu: 22.3.2005]. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa.com):
<<http://www.catb.org/~esr/jargon/html/B/bot.html>>
- Turing A. 1950. Computing Machinery and Intelligence. Mind, 433-460.
- van Waveren J. 2001. The Quake III Arena Bot. Pro gradu -työ, Delft University of Technology.
- Wood O. 2004. Autonomous Characters in Virtual Environments: The technologies involved in artificial life and their affects of perceived intelligence and playability of computer games. Pro gradu -työ, Department of Computer Science. University of Durham.
- Zubek R. & Khoo A. 2002. Making the Human Care: On Building Engaging Bots. Papers from 2002 AAAI Spring Symposium, 103-107.