

**Niko Kahilainen**

**Bottien havaitseminen massiivisissa verkkoroolipeleissä  
pelaajahahmon käytösanalyysin avulla**

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

14. toukokuuta 2019

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

**Tekijä:** Niko Kahilainen

**Yhteystiedot:** niko.s.kahilainen@student.jyu.fi

**Ohjaaja:** Antti-Jussi Lakanen

**Työn nimi:** Bottien havaitseminen massiivisissa verkkoroolipeleissä pelaajahahmon käyttösanalyysin avulla

**Title in English:** Bot detection in Massively Multiplayer Online Role-Playing Games with player character's behaviour analysis

**Työ:** Kandidaatintutkielma

**Sivumäärä:** 18+0

**Tiivistelmä:** Monessa massiivisessa verkkoroolipelissä on ongelmana pelaamisen automatisointi eli niin kutsuttu bottaaminen. Bottaaminen aiheuttaa pelissä lukuisia ongelmia, kuten inflaatiota pelin taloudessa ja oikeiden pelaajien turhauttamista. Botit ja oikeat pelaajat kuitenkin käyttäytyvät pelissä eri tavoin, joten pelin lokidataa tutkimalla on mahdollista erotella botit oikeista pelaajista.

**Avainsanat:** Massiivinen monen pelaajan verkkoroolipeli, Massiivinen verkkoroolipeli, botti, havaitseminen, käytösanalyysi

**Abstract:** Many Massively Multiplayer Online Role-Playing Games have a problem with player automating their gameplay, usually called botting. Botting can cause multiple problems in the game, such as inflation in the game's economy, and frustrating real players. However, since bots and real players behave differently in the game, by examining the game logs it is possible to distinguish bots from real players.

**Keywords:** Massively Multiplayer Online Role-playing Game, MMORPG, bot, detection, behaviour analysis

## **Kuviot**

Kuvio 1. Käytösanalyysin yleisimmät vaiheet .....	7
---	---

## Sisältö

1	JOHDANTO .....	1
2	MASSIIVISISTA VERKKOROOLOIPELEISTÄ JA BOTEISTA .....	3
2.1	Massiiviset verkkoroolipelit .....	3
2.2	Pelinsisäinen talous ja valuutta verkkoroolipeleissä .....	4
2.3	Botit massiivisissa verkkoroolipeleissä .....	4
3	BOTTIEN HAVAITSEMINEN KÄYTÖSANALYYSIN AVULLA .....	6
3.1	Käytösanalyysin periaate .....	6
3.2	Käytösanalyysissä esiintyviä vaiheita .....	7
3.2.1	Datan hankinta .....	7
3.2.2	Datan esiprosessointi .....	8
3.2.3	Diskriminoivien muuttujien päättely .....	8
3.2.4	Koneoppiminen ja evaluointi .....	8
3.2.5	Itseiterointimekanismi .....	9
3.3	Vaihtoehtoisia käytöspohjaisia havaitsemiskeinoja .....	9
4	YHTEENVETO .....	11
	LÄHTEET .....	12

# 1 Johdanto

Massiiviset verkkoroolipelit (engl. *Massively Multiplayer Online Role-Playing Game, MMORPG*) ovat verkossa pelattavia moninpelejä, jotka poikkeavat perinteisistä moninpeleistä laajemmalla samanaikaisella pelaajamäärällä. Massiivisissa verkkoroolipeleissä voi olla jopa tuhansia pelaajia pelaamassa samalla palvelimella. Pelaajat ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa yhteisessä pelimaailmassa, esimerkiksi suorittamalla pelinsisäisiä tehtäviä, keräämällä resursseja, ja osallistumalla erilaisiin sosiaalisiin toimintoihin pelistä riippuen. Pelaajat kehittävät hahmojansa vahvemmiksi ja keräävät vaurautta sekä tavaroita näiden toimintojen kautta.

Useassa massiivisessa verkkoroolipelissä on noussut ongelmaksi pelaamisen automatisointi eli bottaaminen (Hilaire, Kim ja Kim 2010). Botti on kolmannen osapuolen ohjelma, joka ohjaa pelaajahahmoa ilman ihmisen syötettä. Botteja voidaan käyttää siten arvokkaiden pelinsisäisten resurssien keräämiseen ja pelaajahahmojen kehittämiseen tehokkaammin, kuin mitä ihmispelaajan on mahdollista. Yleisin käyttö botteille on pelivaluutan kerääminen ja myyminen pelin harmailla markkinoilla oikeaa rahaa vasten. Tästä ilmiöstä käytetään yleensä englanninkielistä termiä *gold farming*, ja se on valtaosassa massiivisissa verkkoroolipeleissä kielletty pelinkehittäjän toimesta. Bottien haittoihin kuuluu tämän lisäksi esimerkiksi oikeiden pelaajien turhautumista, ja inflaation ilmeneminen pelin taloudessa (Woo ym. 2011).

Massiivisten verkkoroolipelien luonteen takia bottien havaitseminen voi olla hankalaa. Valtaavan pelaajamäärän takia manuaalinen havaitseminen, jossa ihminen etsii pelistä botteja oikeiden pelaajien seasta, on hidasta ja epäkäytännöllistä (Thawonmas, Kashifuji ja Chen 2008). Lisäksi erilaisten havaintokeinojen kehittyessä bottien kehittäjät pyrkivät ohittamaan nämä toteutetut keinot. Kyseessä on siis jatkuva kissa ja hiiri - leikki, jonka hoitamiseen pelinkehittäjä usein omistaa oman kehitystiimensä. Vaikka miltei jokainen massiivinen verkkoroolipeli tarjoaa pelaajille mahdollisuuden ilmiantaa toisia pelaajia mahdollisista sääntörikkomuksista, ei tämäkään keino välttämättä kata kaikkia botteja. Täten ongelman ratkaisemiseksi tarvitaan automaatiota.

Tämän tutkielman tavoitteena on tutkia bottien havainnointia massiivisissa verkkoroolipe-

leissä pelaajahahmon käytösanalyysin näkökulmasta. Koska botit ja oikeat pelaajat käyttäytyvät eri tavoin, on mahdollista tutkia pelin tuottamaa lokidataa, ja päätellä onko kyseessä oikea pelaaja vai botti. Massiivisissa verkkoroolipeleissä on mahdollista kirjata talteen pelaajien kaikki palvelimelle näkyvät toiminnot, kuten esimerkiksi hahmon liikkuminen pelimaailmassa, tehtävän suorittaminen, viholliseen hyökkääminen, ja pelaajien välinen vaihtokauppa. Kirjatun datan perusteella luodaan koneoppimisella malli, joka osaa erottaa oikean pelaajan ohjelman ohjaamasta botista. Luotu malli sovelletaan sitten pelipalvelimelle, jossa se jatkuvasti analysoi pelaajien toimintoja.

Mallin luomisessa on kuitenkin se ongelma, että sillä voi olla tarvetta muuttua pelin eliniän myötä. Massiivisilla verkkoroolipeleillä on tapana kehittyä elinikensä aikana lisäosien sekä sisältö- ja tasapainopäivitysten muodossa, joten malliin on syytä soveltaa jonkinlaista itsestä iteraatiota mallin automaattisen päivityksen myötä. Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi ohjaamatonta oppimista, jossa malli oppii itsenäisesti klusteroimaan pelaajia heidän toimintojensa perusteella.

On myös syytä ottaa huomioon, että yhtä mallia ei voi soveltaa pelistä toiseen. Pelien keskeisimmät toiminnot voivat erota toisistaan hyvinkin merkittävästi, tai niistä ei voida luoda vastaavaa lokidataa. Eri peleissä pelaajien ja bottien käytös voi olla erilaista, joten onkin viisaampi puhua viitekehuksesta bottien havaitsemiselle varsinaisen havaitsemiskeinon sijasta.

Tutkielman luvussa 2 avataan massiivisten verkkoroolipelien ja bottien käsitteitä tarkemmin. Seuraavaksi luvussa 3 tutkitaan pelaajien käytöksen analysointia, sekä verrataan sitä muihin käytössä oleviin bottien havaitsemiskeinoihin. Lopuksi luvussa 4 kootaan yhteen tutkielman keskeisimmät johtopäätökset.

## 2 Massiivisista verkkoroolipeleistä ja boteista

Tässä luvussa määritellään tarkemmin mitä massiiviset verkkoroolipelit ovat, ja käydään niiden historia lyhyesti. Lisäksi tässä luvussa käydään myös läpi mitä botit ovat, mitä ne tekevät ja miksi ne ovat ongelma massiivisissa verkkoroolipeleissä.

### 2.1 Massiiviset verkkoroolipelit

Massiivisissa verkkoroolipeleissä voi olla jopa tuhansia pelaajia pelaamassa samaan aikaan yhteisessä pelimaailmassa. Massiivisissa verkkoroolipeleissä pelaaja luo pelaajahahmon (engl. *avatar*), jolla pelaaja on vuorovaikutuksessa virtuaalisessa peliympäristössä muiden pelaajien kanssa verkon kautta.

Downey (2014) on jakanut virtuaalisten maailmojen historian ja kehityksen kolmeen sukupolveen.

- Ensimmäinen sukupolvi (1978 - 1984) koostui erilaisista tekstipohjaisista Multi-User Dungeoneista, eli MUDeista. MUDit olivat ensimmäisiä pelejä, joissa useampi pelaaja pystyi jakamaan saman virtuaalisen tilan, olemaan toistensa kanssa vuorovaikutuksessa, sekä toiminaan kohti yhteistä maalia verkon kautta.
- Toinen sukupolvi (1985 - 1996) keskittyi tekniikan kehityksen lisäksi pelaajien pelityyliin ja tottumusten oppimiseen, sekä liiketoimintamallien kehitykseen. Merkittäviä pelejä tältä aikajaksolta ovat vuonna 1985 julkaistut Habitat, jossa ensimmäistä kertaa käytettiin avataria pelaajan visualisointiin pelimaailmassa, sekä vuonna 1996 julkaistu Meridian59, joka oli yksi ensimmäisistä 3d-grafiikoita hyödyntäviä verkkoroolipelejä.
- Kolmannen sukupolven (1997 - nykyaika) aikana massiiviset verkkoroolipelit astuivat valtavirtaan. Tietokoneiden laskentatehon kasvaessa ja pelien noustessa pienistä harrasteprojekteista jopa satojen miljoonien dollareiden tuotannoiksi kyettiin luomaan laajempia pelimaailmoja ja pelikokemuksia. Tähän aikaan tuli myös esille genrestä nykyisin tuttu termi MMORPG, kun Ultima Online julkaistiin vuonna 1997.

## 2.2 Pelinsisäinen talous ja valuutta verkkoroolipeissä

Massiivisissa verkkoroolipeissä on suuressa osassa pelaajien luoma pelinsisäinen talous. Pelistä riippuen pelaajat keräävät valuuttaa ja erilaisia resursseja esimerkiksi keräämällä niitä pelimaailmasta, suorittamalla tehtäviä, päihittämällä tietokoneen ohjaamia vihollisia ja pelaajien välisellä vaihtokaupalla. Näitä resursseja voidaan käyttää uusien varusteiden tai tavaroiden luomiseen tai ostamiseen. Massiivisten verkkoroolipelien talouden on todettu josakin määrin seuraavan kuvioita reaali maailmasta (Castronova ym. 2009). Pelin terveellisen talouden ylläpitämiseksi ja inflaation estämiseksi on pelinkehittäjien syytä tasapainottaa arvokkaampien tavaroiden saantia, sekä luoda keinoja kuluttaa valuutta pois taloudesta (engl. *gold sink*).

Massiivisten verkkoroolipelien valuutalla ja tavaroilla on myös havaittu olevan arvoa pelin ulkopuolella (Kwon ym. 2017). Koska pelaajat saattavat joutua omistamaan kuukausia, ellei jopa vuosia hahmojensa kehittämiseen pelissä, jotkut pelaajat ovat valmiita käyttämään oikeaa rahaa kehityksen nopeuttamiseksi. Täten miltei kaikkiin massiivisiin verkkoroolipeihin on syntynyt harmaa talous, jossa pelinsisäisiä resursseja, valuuttaa, pelitilejä tai palveluita myydään oikeaa rahaa vasten. Tämä ilmiö tunnetaan englanninkielisillä termeillä *real money trading*, *RMT* tai *real world trading*, *RWT* (Kwon ym. 2017).

## 2.3 Botit massiivisissa verkkoroolipeissä

Botit massiivisessa verkkoroolipelissä on kolmannen osapuolen ohjelma, joka ohjaa pelaajahahmoa ilman ihmispelaajan syötettä. Botit voidaan konfiguroida suorittamaan erilaisia toimintoja, kuten liikkumiseen paikasta toiseen ja hyökkäysten käyttämiseen. Käytännössä massiivisissa verkkoroolipeissä botteja käytetään pelaajahahmon kehittämiseen, sekä laajamittaiseen valuutan tai resurssien keräämiseen myymistä varten. Botit aiheuttavat turhautumista oikeille pelaajille, ja laajamittaisella bottaamisella valuutan keräämiseksi on negatiivisia vaikutuksia pelin ekonomialle (Woo ym. 2011). Nämä tekijät voivat huomattavasti lyhentää pelin elinikää, joten pelinkehittäjien on syytä kehittää keinoja bottien havaitsemiseksi.

Poiketen muista huijausmenetelmistä peleissä, botit massiivisissa verkkoroolipeissä pyrki-



vät noudattamaan pelin sääntöjä. Tällä tarkoitetaan sitä, että botit eivät pyri rikkomaan pelin eri mekaniikoita esimerkiksi liikkumalla tai hyökkäämällä nopeammin, kuin mitä peli normaalisti sallisi. Lisäksi koska botit pyrkivät käyttäytymään ihmismäisesti pelin sääntöjen ja mekaniikkojen puitteissa, bottaamisen havaitsemiseen tai estämiseen ei välttämättä voida käyttää perinteisen huijaukseneston keinoja (Thawonmas, Kashifuji ja Chen 2008).

### **3 Bottien havaitseminen käytösanalyysin avulla**

Tässä luvussa pohditaan bottien havaitsemista massiivisissa verkkoroolipeleissä käytösanalyysin avulla. Lisäksi tässä luvussa avataan havaitsemiseen tarvittavia käsitteitä.

#### **3.1 Käytösanalyysin periaate**

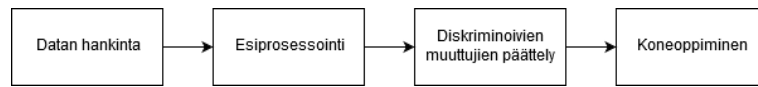
Massiivisissa verkkoroolipeleissä on mahdollista kirjata palvelimella tapahtuvat pelaajien toimet. Toimia voi olla lukuisia, esimerkiksi pelaajahahmon liikerata, hyökkääminen, tavaran tai kyvyn käyttäminen, ja sosiaaliset toimet, kuten pelaajien väliset viestit ja vaihtokaupat. On kuitenkin huomioitava, että tapahtumat ovat pelikohtaisia, joten toimintoja ei voi välttämättä yleistää pelistä toiseen.

Massiivisissa verkkoroolipeleissä pelaajilla on mahdollista suorittaa lukuisia erilaisia toimintoja. Oikeiden pelaajien ja bottien käytöksissä on kuitenkin huomattu selviä eroavaisuuksia eri näkökulmista. Oikea pelaaja käyttäytyy monipuolisemmin, ja botit vuorostaan toistavat samoja toimintoja jatkuvasti (Kang ym. 2016). Lisäksi oikeat pelaajat osallistuvat erilaisiin sosiaalisiin toimiin enemmän kuin botit (Kang ym. 2016). Toistuvan luonteensa takia botit on mahdollista erottaa oikeista pelaajista vertailemalla hahmojen käytöstä.

Koska käytösanalyysi on palvelimen puolella tapahtuvaa analysointia, se soveltuu bottien havaitsemiseen lukuisista syistä. Datan kerääminen ja analyysi tapahtuu pelipalvelimen puolella, sillä ei ole vaikutusta pelaajan asiakasohjelman suorituskykyyn. Se on myös luontaisesti ei-tunkeileva, sillä pelaajan tietokoneelta ei skannata mahdollisesti arkaluontoista tietoa. Skannauspohjaisia havaitsemiskeinoja ja huijauksenestoja on kritisoitu vakoiluohjelmiksi, esimerkiksi Blizzardin Warden-ohjelmiston tapauksessa (McSherry 2005).

Koska bottien havaitsemisessa on kyseessä luokitteluongelma oikean pelaajan ja ohjelman ohjaaman botin välillä, voidaan ongelmaan soveltaa koneoppimista. Bottien havaitsemiseen voidaan käyttää ohjattua ja ohjaamatonta oppimista, joista ohjattu oppiminen soveltuu paremmin yksittäisen pelaajahahmon tai botin luokittamiseen, ja ohjaamaton laajempien bottiverkostojen havaitsemiseen (Kotkov, Pandey ja Semenov 2018).

## 3.2 Käytösanalyysissä esiintyviä vaiheita



Kuvio 1. Käytösanalyysin yleisimmät vaiheet

Käytösanalyysissä on tarkoituksena analysoida pelaajahahmon toimintoja useasta näkökulmasta. Pelaajahahmon toiminnasta halutaan tietää mahdollisimman monipuolisesti tietoa, sillä yksittäiseen ominaisuuteen keskittymisessä on riski, että bottien kehittäjät keksivät keinon sivuuttaa havaitsemisen. Esimerkiksi pelkästään pelaajahahmon liikerataan ja välietappihin (engl. *waypoint*) pohjautuvalla analyysillä on riski koitua toimimattomaksi, mikäli botin logiikkaan toteutetaan satunnaisuutta. Mitterhofer ym. (2014) tutkivat bottien havaitsemista tällä keinolla.

Käytösanalyysi koostuu useasta vaiheesta, ja toteutuksesta riippuen vaiheissa voi myös olla erilaisuuksia. Seuraavissa alaluvuissa esitellään neljä eniten esiintynyttä välivaihetta käytösanalyysissä, sekä lisäksi itsenäistä mallin uudistamista itsenäisen iteraation avulla.

### 3.2.1 Datan hankinta

Bottien havaitsemiseen käytösanalyysin avulla tarvitaan oikeaa lokidataa pelistä, josta botteja halutaan havaita. Ihanteellisessa tilanteessa datasetti sisältää lokidataa oikeista pelaajista ja pelaajien kehittämistä boteista. Bottien havaitsemiseen massiivisissa roolipeleissä liittyvässä tutkimuksesta valtaosa käyttää yksityisiä, joko itse tuotettuja datasettejä, tai pelin kehittäjiltä saatuja datasettejä (Kotkov, Pandey ja Semenov 2018). Itse tuotettujen datasettien kohdalla on kuitenkin riski, että datasetti ei välttämättä vastaa oikean pelin olosuhteita, josta harhaiseen malliin. Lisäksi mallin opettamista varten oikeat pelaajat ja botit tulisi olla merkittäviä.

Yksi julkisesti saatavilla oleva datasetti on olemassa Aion-pelistä (*Game Bot Detection - Hacking and Countermeasure Research Lab* 2019). Kyseinen datasetti sisältää 88 päivän ajalta pelin kaikki pelilokit. Datasetissä 48739 pelaajaa pelasi enemmän kuin 3 tuntia, ja näistä pelaajista 7702 on tunnistettu boteiksi manuaalisesti pelinkehittäjän toimesta.

### 3.2.2 Datan esiprosessointi

Esiprosessoinnissa datasettiä muokataan ja prosessoidaan haluttuun muotoon, vaikkapa muuttamalla pelaajan toiminnot aikasekvenssiksi, tai toimintojen summamääräksi tietyllä aikavälillä. Lisäksi datassa voi olla myös erilaisten virheiden takia puuttuvaa tai muuten virheellistä dataa, joka prosessoidaan myös (Bernardi ym. 2017).

Bottien ja pelaajien luokittelun lisäksi datasta voidaan luokitella pelaajia erilaisten pelityyliin mukaan. Koska massiivissa verkkoroolipeleissä voi suorittaa lukuisia toimintoja taistelusta resurssien keräämiseen, pelaajien keskeisimmät pelityylit voivat vaihdella paljonkin. Täten voi olla syytä luokitella pelaajat ensin esimerkiksi taistelukeskeisiin ja keräilykeskeisiin pelaajiin. Choi ym. (2016) jaottelivat ensin pelaajat heidän pelityyliensä perusteella, ja loivat jokaiselle pelityylille oman havaitsemismallin. Tämä jaottelu johti parempiin havaitsemistuloksiin yhteen globaaliin havaitsemismalliin verrattuna. Tao ym. (2018) jaottelivat datan pelissä suoritettavien aktiviteettien perusteella, luoden mallin jokaiselle aktiviteetille, ja Kang ym. (2013) tutkivat kahden tai useamman pelaajan muodostaman ryhmän (engl. *party*) tuottamaa dataa.

### 3.2.3 Diskriminoivien muuttujien päättely

Kun data on korjattu ja muutettu haluttuun muotoon, voidaan datasta alkaa päättämään oikeita pelaajia ja botteja erottavia tilastoja. Tässä vaiheessa on tavoitteena selvittää, millä muuttujilla tai toimilla on eniten eroa oikean pelaajan ja botin välillä, ja karsia pois muuttujat, jolla ei ole merkitystä mallin opettamista varten (Bernardi ym. 2017). Lisäksi koska massiiviset verkkoroolipelit luovat valtavasti lokidataa, voidaan tämän vaiheen ja esiprosessoinnin ohella vähentää analysoitavaa dataa, vähentäen rasiusta pelipalvelimelta (Chung ym. 2013) ja parantamalla mallin suorituskykyä (Kang ym. 2016).

### 3.2.4 Koneoppiminen ja evaluointi

Kun datasetti on kerätty ja prosessoitu, voidaan datasetin avulla luoda malli, joka osaa luokitella oikean pelaajan ja botin. Osa datasetistä valitaan mallin opetusdataksi, ja osa mallin testausdataksi. Lähdekirjallisuudessa valtaosa hyödynsi ohjattua oppimista, joka yksitellen

luokitteli pelaajan joko oikeaksi pelaajaksi tai botiksi. Esimerkiksi Chung ym. (2013) hyödynsivät tukivektorikonetta (engl. *Support vector machine, SVM*), ja Bernardi ym. (2017) hyödynsivät monikerroksista perseptroniverkkoa (engl. *Multilayer perceptron network, MLP network*).

Mallin tarkkuutta testataan aiemmin määritellyllä testausdatalla. Mallin arvosteluun käytetään perinteisten koneoppimismenetelmien tapaan täsmällisyyttä (engl. *accuracy*), tarkkuutta (engl. *precision*), herkkyyttä (engl. *recall*), ja F1-arvoa. Luonnollisesti tavoitteena on luoda mahdollisimman tarkka malli, joka osaa luotettavasti erottaa botin ihmisistä. Vääriä positiivisia, eli tilanteita, jossa oikea pelaaja on luokiteltu botiksi tulisi luonnollisesti välttää. Tässä vaiheessa voidaan lisäksi testata erilaisia luokittimia, tai ominaisuuksia tai ominaisuussarjoja, mikäli datasta ei ole aiemmin diskriminoivia ominaisuuksia käsitelty parhaan tuloksen saamiseksi

### **3.2.5 Itseiterointimekanismi**

Koska massiivisilla verkkoroolipeleillä on tapana muuttua ja kehittyä elinikänsä aikana, ja koska botitkin kehittyvät enemmän ja enemmän ihmismäisiksi, on syytä soveltaa havaitsemiseen jonkinlaista itsenäistä iteraatiota. Tao ym. (2018) kehittivät järjestelmäänsä osan, joka osaa itsenäisesti uudistaa sen malleja. Kyseinen järjestelmä osaa kerätä uuden datasetin, jossa on oikeat pelaajat ja botit eroteltu. Bottidatan kohdalla järjestelmä jakaa botit kolmeen kategoriaan; koulutusdatasta tuttuihin botteihin, tunnetuista boteista muokkaantuneisiin botteihin, ja tuntemattomiin botteihin, joita ei olla vielä havaittu. Uuden datan perusteella järjestelmä suorittaa joko lyhyen tai pitkän termin itse-iteraation, jossa se kouluttaa järjestelmän osia uudestaan käyttämällä opetusdatana uutta ihmisdataa ja bottidataa, johon on lisätty aikaisempi bottidata ja uusi bottidata.

## **3.3 Vaihtoehtoisia käytöspohjaisia havaitsemiskeinoja**

Bottien havaitsemista käytöksen perusteella voidaan myös suorittaa ilman koneoppimista. Platzer ym. (2011) tutkivat pelaajien ja bottien hyökkäyssekvenssejä, ja hyödynsivät Levenšteinin etäisyyksiä bottien havaitsemiseen. Platzerin ym. (2011) teoria perustuu siihen,

että botit käyttäisivät samoja hyökkäyksiä tai kykyjä samassa järjestyksessä tiettyä vihollista vastaan. Testausta varten käytettiin sekä tekijöiden itse kehittämiä botteja, että julkisesti saatavilla olleita botteja. Vaikka botit konfiguroitiin käyttäytymään mahdollisimman ihmismäisesti, Levenšteinin etäisyyden avulla huomattiin selkeä ero oikean pelaajan ja ihmisen hyökkäyssekvenssien monipuolisuudessa.

## 4 Yhteenveto

Tässä tutkielmassa tutkittiin bottien havaitsemista massiivissa verkkoroolipeleissä pelaajahahmon käytösanalyysin perusteella. Botit aiheuttavat lukuisia ongelmia massiivissa verkkoroolipeleissä, joten pelinkehittäjien on syytä kehittää keinoja bottien havaitsemiseen. Bottien havaitseminen on kuitenkin ongelmallista valtavan pelaajamääränsä takia. Lisäksi botit pyrkivät käyttäytymään ihmismäisesti pelin sääntöjen puitteissa, joten perinteisen huijauksen menetelmiä ei voi välttämättä ongelmaan soveltaa.

Oikeiden pelaajien ja bottien käytöksessä on kuitenkin huomattu eroavaisuuksia. Esimerkiksi bottien tavoitteena on yleensä joko kehittää pelaajahahmoa tai kerätä pelinsisäistä valuutaa mahdollisimman tehokkaasti, joten ne toistavat samoja toimia jatkuvasti, kun taas oikea pelaaja osallistuu pelin tarjoamaan sisältöön monipuolisemmin.

Massiivisissa verkkoroolipeleissä on mahdollista tallentaa pelaajien toimintoja pelipalvelimella. Tätä dataa hyödyntäen on mahdollista rakentaa koneoppimisella malli, joka osaa erottaa botin oikeasta pelaajasta pelaajahahmon käytöksen perusteella.

Lähdekirjallisuudessa käytettiin joko itse tuotettuja datasettejä, tai pelinkehittäjiltä saatuja oikeita botteja ja pelaajia sisältäviä datasettejä. Näistä dataseiteistä kuitenkin vain yksi on julkisesti saatavilla, joten tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista nähdä enemmän julkisia datasettejä.

## Lähteet

Woo, Kyungmoon, Hyukmin Kwon, Hyun-chul Kim, Chong-kwon Kim ja Huy Kang Kim. 2011. “What Can Free Money Tell Us on the Virtual Black Market?” Teoksessa *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2011 Conference*, 392–393. SIGCOMM ’11. Event-place: Toronto, Ontario, Canada. New York, NY, USA: ACM. ISBN: 978-1-4503-0797-0, viitattu 1. maaliskuuta 2019. doi:10.1145/2018436.2018484. <http://doi.acm.org/10.1145/2018436.2018484>.

Bernardi, Mario Luca, Marta Cimitile, Fabio Martinelli ja Francesco Mercaldo. 2017. “A time series classification approach to game bot detection”. Teoksessa *Proceedings of the 7th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics - WIMS '17*, 1–11. Amantea, Italy: ACM Press. ISBN: 978-1-4503-5225-3, viitattu 16. helmikuuta 2019. doi:10.1145/3102254.3102263. <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3102254.3102263>.

Castronova, Edward, Dmitri Williams, Cuihua Shen, Rabindra Ratan, Li Xiong, Yun Huang ja Brian Keegan. 2009. “As real as real? Macroeconomic behavior in a large-scale virtual world”. *New Media & Society* 11, numero 5 (heinäkuu): 685–707. Viitattu 2. maaliskuuta 2019. doi:10.1177/1461444809105346. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1461444809105346>.

Choi, YeonJun, SungJune Chang, YongJun Kim, HunJoo Lee, WookHo Son ja SeongIl Jin. 2016. “Detecting and monitoring game bots based on large-scale user-behavior log data analysis in multiplayer online games”. *The Journal of Supercomputing* 72, numero 9 (syyskuu): 3572–3587. ISSN: 1573-0484, viitattu 2. helmikuuta 2019. doi:10.1007/s11227-015-1545-2. <https://doi.org/10.1007/s11227-015-1545-2>.

Chung, Yeounoh, Chang-yong Park, Noo-ri Kim, Hana Cho, Taebok Yoon, Hunjoo Lee ja Jee-Hyong Lee. 2013. “Game Bot Detection Approach Based on Behavior Analysis and Consideration of Various Play Styles”. *ETRI Journal* 35 (6): 1058–1067. ISSN: 2233-7326, viitattu 24. maaliskuuta 2019. doi:10.4218/etrij.13.2013.0049. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4218/etrij.13.2013.0049>.



Downey, Steve. 2014. "History of the (Virtual) Worlds". *The Journal of Technology Studies* 40, numero 2 (toukokuu). ISSN: 1541-9258, viitattu 25. maaliskuuta 2019. doi:10.21061/jots.v40i2.a.1. <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JOTS/v40/v40n2/downey.html>.

*Game Bot Detection - Hacking and Countermeasure Research Lab*. 2019. Viitattu 3. huhtikuuta. <http://ocslab.hksecurity.net/Datasets/game-bot-detection>.

Hilaire, S., H. Kim ja C. Kim. 2010. "How to deal with bot scum in MMORPGs?" Teoksessa *2010 IEEE International Workshop Technical Committee on Communications Quality and Reliability (CQR 2010)*, 1–6. Kesäkuu. doi:10.1109/CQR.2010.5619911.

Kwon, H., A. Mohaisen, J. Woo, Y. Kim, E. Lee ja H. K. Kim. 2017. "Crime Scene Reconstruction: Online Gold Farming Network Analysis". *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* 12, numero 3 (maaliskuu): 544–556. ISSN: 1556-6013. doi:10.1109/TIFS.2016.2623586.

Kang, Ah Reum, Jiyoung Woo, Juyong Park ja Huy Kang Kim. 2013. "Online game bot detection based on party-play log analysis". *Computers & Mathematics with Applications* 65, numero 9 (toukokuu): 1384–1395. ISSN: 08981221, viitattu 21. tammikuuta 2019. doi:10.1016/j.camwa.2012.01.034. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0898122112000442>.

Kang, Ah Reum, Seong Hoon Jeong, Aziz Mohaisen ja Huy Kang Kim. 2016. "Multimodal game bot detection using user behavioral characteristics". *SpringerPlus* 5, numero 1 (huhtikuu): 523. ISSN: 2193-1801, viitattu 30. tammikuuta 2019. doi:10.1186/s40064-016-2122-8. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2122-8>.

Kotkov, Denis, Gaurav Pandey ja Alexander Semenov. 2018. "Gaming Bot Detection: A Systematic Literature Review". Teoksessa *Computational Data and Social Networks*, toimittanut Xuemin Chen, Arunabha Sen, Wei Wayne Li ja My T. Thai, 11280:247–258. Cham: Springer International Publishing. ISBN: 978-3-030-04647-7 978-3-030-04648-4, viitattu 17. helmikuuta 2019. doi:10.1007/978-3-030-04648-4\_21. [http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-04648-4\\_21](http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-04648-4_21).

McSherry, Corynne. 2005. *A New Gaming Feature: Spyware*, lokakuu. Viitattu 26. maaliskuuta 2019. <https://www.eff.org/deeplinks/2005/10/new-gaming-feature-spyware>.

Platzer, C. 2011. "Sequence-based bot detection in massive multiplayer online games". Teoksessa *2011 8th International Conference on Information, Communications & Signal Processing*, 1–5. Singapore: IEEE, joulukuu. ISBN: 978-1-4577-0031-6 978-1-4577-0029-3 978-1-4577-0030-9, viitattu 16. helmikuuta 2019. doi:10.1109/ICICS.2011.6174239. <http://ieeexplore.ieee.org/document/6174239/>.

Tao, Jianrong, Jiarong Xu, Linxia Gong, Yifu Li, Changjie Fan ja Zhou Zhao. 2018. "NGUARD: A Game Bot Detection Framework for NetEase MMORPGs". Teoksessa *Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*, 811–820. KDD '18. New York, NY, USA: ACM. ISBN: 978-1-4503-5552-0, viitattu 30. tammikuuta 2019. doi:10.1145/3219819.3219925. <http://doi.acm.org/10.1145/3219819.3219925>.

Thawonmas, Ruck, Yoshitaka Kashifuji ja Kuan-Ta Chen. 2008. "Detection of MMORPG bots based on behavior analysis". Teoksessa *Proceedings of the 2008 International Conference in Advances on Computer Entertainment Technology - ACE '08*, 91. Yokohama, Japan: ACM Press. ISBN: 978-1-60558-393-8, viitattu 11. maaliskuuta 2019. doi:10.1145/1501750.1501770. <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1501750.1501770>.