

Videopelien taitopohjainen ottelunmuodostus ja sen vaihtoehtoiset strategiat

TURUN YLIOPISTO
Tietotekniikan laitos
LuK-tutkielma
Tietojenkäsittelytiede
Kesäkuu 2024
Iida Nyman

TURUN YLIOPISTO
Tietotekniikan laitos

IIDA NYMAN: Videopelien taitopohjainen ottelunmuodostus ja sen vaihtoehtoiset strategiat

LuK-tutkielma, 22 s.
Tietojenkäsittelytiede
Kesäkuu 2024

Videopelit ovat suosittu viihteenmuoto, jotka tarjoavat interaktiivisia kokemuksia. PvP-pelit, joissa pelaajat kilpailevat toisiaan vastaan, ovat erittäin suosittuja, koska ne antavat pelaajalle dynaamisen haastetason ja sosiaalista vuorovaikutusta muiden ihmisten kanssa. Ottelunmuodostus on tärkeä osa PvP-verkkomoninpelejä, koska ne määrittelevät keiden kanssa ja keitä vastaan pelaaja pelaa.

Tässä tutkimuksessa perehdytään ottelunmuodostukseen ja siinä käytettyihin strategioihin. Perinteisin tapa toteuttaa ottelunmuodostus on yhdistää samalla taitotasolla olevat pelaajat toisiinsa luoden tasavertaisia otteluita, mitä kutsutaan taitopohjaiseksi ottelunmuodostamiseksi. Kyseinen ottelunmuodostus on hyvin riippuvainen pelaajanluokittelutavasta. Yksi hieman eroava strategia on käyttää pelaajistaa laajempaa pelaajaprofilia ja muodostaa otteluita pelkästään pelin arvioidun nautinnollisuuden perustella.

Huomattavasti taitopohjaisesta ottelunmuodostuksesta eroava periaate on sitoutumisen maksimointi, joka keskittyy pitämään peliajan mahdollisimman pitkänä manipuloiden ottelujen lopputuloksia. Tämä strategia yrittää ehkäistä pelaajien häviöputkia ja sitä kautta heidän turhautumistaan. Pelaajien häviöputkia voi myös katkaista lisäämällä ottelunmuodostukseen ihmisiä imitoivia AI-botteja, joiden on tarkoitus hävitä ihmispelaajalle. Kyseiset botit kuitenkin usein otetaan vastaan negatiivisesti, koska pelaajat haluavat vastustajikseen muita ihmisiä. Lisäksi on mahdollista parantaa myös manuaalista ottelunmuodostusta antamalla pelaajille mahdollisuus suositella toisiaan peliseuraksi.

Asiasanat: videopelaaminen, videopelit, ottelunmuodostus, taitopohjainen ottelunmuodosus

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ottelunmuodostus	5
2.1	Taitopohjainen ottelunmuodostus	5
2.2	Sitoutuminen ja tasapaino	8
2.3	Pelaajien taitotason luokittelu	9
2.4	Taitopohjaisen ottelunmuodostuksen kritiikki	11
3	Ottelunmuodostuksen näkökulmia	13
3.1	Ottelunmuodostus hauskuuden perusteella	13
3.2	Sitoutumisen maksivoiva ottelunmuodostus	14
3.3	Sosiaalisuus ja sitoutuminen	16
3.4	AI-botit	17
4	Yhteenveto	19
	Lähdeluettelo	23

Kuvat

2.1 League of Legends -pelin ottelunmuodostuksen käyttöliittymä ottelun löytymisen jälkeen.	6
---	---

1 Johdanto

Videopelaaminen on suosittu viihteenmuoto kaikenikäisten keskuudessa. Aktiivisia pelaajia arvioidaan olevan maailmanlaajuisesti yli 3 miljardia ja sen markkinakoon arvioidaan olevan noin 282 miljardia euroa. (Howarth, 2024) Niin pelejä kuin pelaajienkin on monenlaisia aina yksinkertaisista matopeleistä yksityiskohtaisiin sota-peleihin. Pelit tarjoavat elokuvien ja kirjojen tavoin tunteita herättäviä tarinoita ja mahdollisuuden elää erilaisia kokemuksia, mutta peleille on ominaista niiden interaktiivisuus. Se voi olla pelkästään tietokoneen ja ihmisen välistä, mutta parhaimillaan pelit tarjoavat alustan vuorovaikutukselle muiden ihmisten kanssa. (Prensky, 2001)

Moninpelit ovat pelejä joita voi pelata muiden ihmisten kanssa. Yksi vanhimmista videopeleistä, Atarin *Pong*, joka on yksinkertainen pöytätenniksen tapainen peli. (The Centre for Computing History, n.d.) Alunperin moninpelit vaativat molempien pelaajien olevan samassa tilassa, mutta internetin kehittymisen johdosta yleistyivät verkkomonipelit. Niitä voidaan pelata yhdessä internetin välityksellä, vaikka pelaajat olisivat eri puolilla maailmaa. Moninpeleistä erityiseen suosioon on saavuttanut pelaaja–vastaan–pelaaja eli PvP-pelit, joissa pelaajat kilpailevat toisiaan vastaan. PvP-pelien suosioon johdosta videopelaamisesta on kehittynyt oma urheilulajinsa, jota kutsutaan e-urheiluksi. E-urheilulla oli maailmanlaajuisesti noin 532,1 miljoonaa katsojaa vuonna 2022 (Gough, 2022).

Monet PvP-verkkopeleistä ovat elävän sisällön (eng. live service) pelejä, mikä tarkoittaa palveluna toimivia videopelejä. Kertaostoksen sijaan peli siis tarjoaa pe-

laajalle jatkuvia sisältöpäivityksiä. Kyseiset pelit ovat yleensä ilmaisia pelata, ja saavat tuottoa myymällä virtuaalisia hyödykkeitä, kuten erilaisia kosmeettisia tuotteita, jotka muuttavat pelin hahmojen ulkonäköä. Elävän sisällön peleille, tarpeeksi suuret pelaajamäärät ovat elinehto. (Dubois & Weststar, 2022)

PvP-verkkomoninpelien pelikokemus on suuresti riippuvainen siitä, kenen kanssa niitä pelataan. Yleensä PvP-pelit antavat mahdollisuuden pelata ystävien kanssa, mutta ne tarjoavat myös automaattisen järjestelmän otteluseuran löytämiseksi. Pelaajien yhdistämistä toisiinsa ottelua varten kutsutaan ottelunmuodostukseksi (eng. matchmaking). (Z. Chen ym., 2017) Ottelunmuodostusjärjestelmä on vastuussa siitä, millaisia moninpelikokemuksia peli tarjoaa pelaajalle. Huonosti muodostetut ottelut saattavat lannistaa pelaajia ja saada heidät lopettamaan pelaamisen, kun taas hyvin muodostetut ottelut innostavat pelaajia pelaamaan enemmän. Xue ym., 2022 Etenkin elävän sisällön peleille hyvän ottelunmuodostusjärjestelmän kehittäminen on erittäin tärkeää, sillä niiden tuottavuus on riippuvainen suuresta ja aktiivisesta pelaajakunnasta. (M. Chen ym., 2021)

Ottelunmuodostusjärjestelmän pitäisi siis miellyttää mahdollisimman hyvin pelaajia. Perinteisin tapa muodostaa ottelut on pelaajien taitotasojen perusteella niin, että ottelu olisi mahdollisimman tasavertainen. Tätä kutsutaan taitopohjaiseksi ottelunmuodostamiseksi. (Huang ym., 2019) Tällöin peli on teoriassa sopivan haastava kaikille ottelunosapuolille ja tarjoaa pelaajille dynaamisen vaikeustason. Taitopohjaiset ottelunmuodostusjärjestelmät ovat kuitenkin saaneet kritiikkiä medialta ja pelaajakunnalta, koska niiden ajatellaan tekevän peleistä korkean tason pelaajille vähemmän rentoja. (M. Chen ym., 2021)

Ottelunmuodostusjärjestelmän toteutuksessa on huomioitava monia seikkoja, kuten pelaajien maantieteellinen sijainti ja internetin nopeus. Eri puolilla valtameriä olevien pelaajien kokemus on todennäköisesti keho, jos heidät liitetään samaan otteluun. (Z. Chen ym., 2017) Tämä tutkielma kuitenkin käsittelee ottelunmuodostus-

järjestelmiä pelaajaläheisemmällä tasolla, eikä teknisimpiin vaatimuksiin paneuduta syvästi.

Ottelunmuodostuksesta ja pelaajien taidon luokittelujärjestelmistä on tehty paljon tutkimusta, koska ottelunmuodostus on niin tärkeässä osassa PvP-verkkomoninpelejä. Kilpailu on alalla kovaa, ja niin yhtiöillä kuin yksittäisillä pelinkehittäjilläkin on mielenkiintoa löytää paras mahdollinen järjestelmä parhaan pelikokemuksen saavuttamiseksi. Tutkielmassa tutustutaan syvemmin ottelunmuodostukseen ja siinä käytettäviin strategioihin seuraavien tutkimuskysymysten johdolla:

TK1: Millaisia strategioita ottelunmuodostukseen on taitopohjaisen ottelunmuodostuksen rinnalla?

TK2: Millä keinoilla ottelunmuodostusjärjestelmiä voi parantaa?

Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jota varten tehdyssä tiedonhaussa käytettiin Turun yliopiston Volter-kirjastopalvelua ja ACM-digital Libraryä. Hakusanoina käytettiin termejä "matchmak*", "gam*" ja "engagement". Sopivien hakutulosten saamiseksi oli rajattava pois artikkelit, jotka sisälsivät sanan "love". Aineistosta rajautuivat pois artikkelit, joihin ei ollut luku-oikeutta joko ilmaiseksi tai Volterin kautta. Lähdeainestoa täydennettiin pääaineiston kautta löytyneistä artikkeleista ja Google Scholarin avulla.

Tutkielman luvussa 2 kerrotaan, mitä ottelunmuodos on tarkemmin ja millä periaatteilla taitopohjainen ottelunmuodostus toimii. Esitellään myös myöhemmin olennainen termi "peliin sitoutuminen". Luvussa 3 perehdytään erilaisiin ottelunmuodostusnäkökulmiin ja periaatteisiin. Ensin käydään läpi laajemman pelaajaprofiilin hyödyntämistä ottelunmuodostuksessa neuroverkkojen avulla. Sen jälkeen tutustutaan sitoutumisen maksivoivat ottelunmuodostusjärjestelmiin, erityisesti Z. Chen ym. (2017) kehittämään EOMMiin. Lopuksi arvioidaan mahdollisia hyötyjä manuaalisen ottelunmuodostuksen parantamisesta suosittelujärjestelmien avulla. Sitten

kerrotaan miten AI-botteja voidaan käyttää ottelunmuodostusjärjestelmissä. Viimeisessä luvussa 4 pohditaan tutkimuksen lopputuloksia sekä vastatataan tutkimuskysymyksiin.

2 Ottelunmuodostus

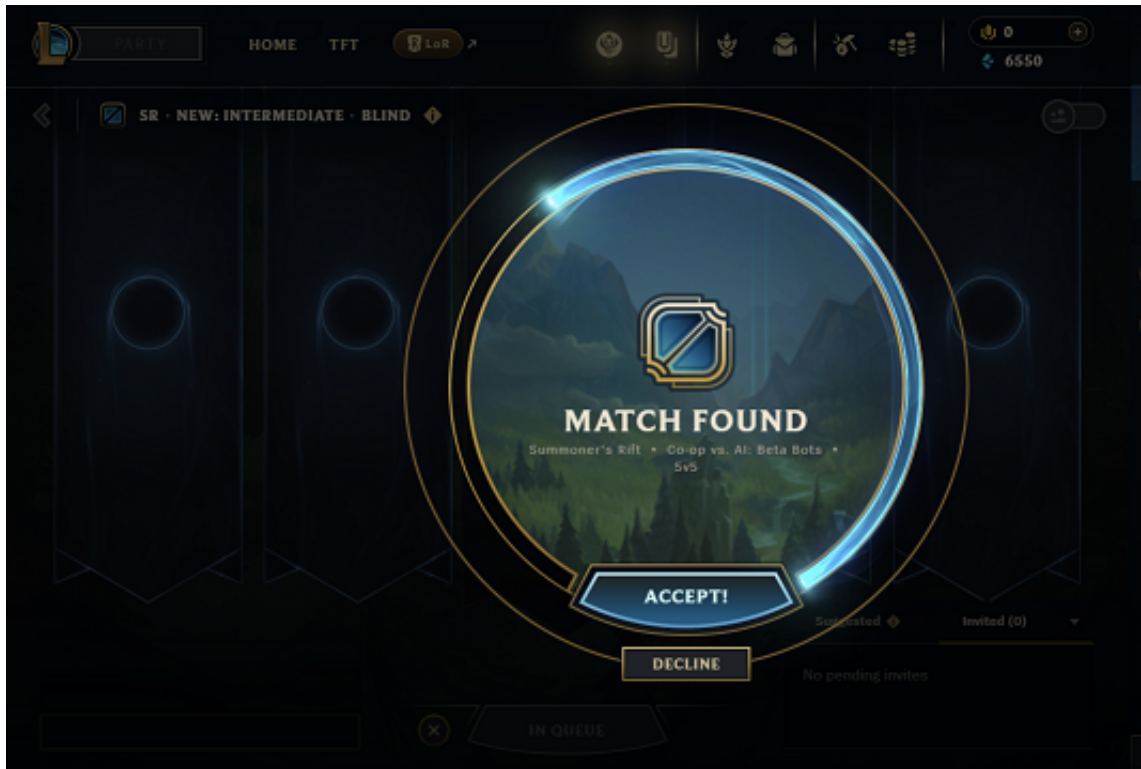
2.1 Taitopohjainen ottelunmuodostus

Pelaajien parittamista tai joukkueiden muodostamista ottelua varten kutsutaan ottelunmuodostamiseksi (eng. matchmaking). Tämä on olennainen osa verkkomoninpelejä, sillä se mahdollistaa pelaamisen tuntemattomien kanssa, ja moninpelien pelaamisen ilman valmista kaveripiiriä. Ottelunmuodostus määrittelee vastustajat ja liittolaiset, joilla on suuri vaikutus pelikokemukseen ja täten hyvä ottelunmuodostusjärjestelmä kasvattaa positiivisen kokemuksen mahdollisuutta. (Delalleau ym., 2012) (M. Chen ym., 2021)

Ottelunmuodostusprosessi on yleensä seuraava: Aluksi otteluun haluavat pelaajat liittyvät jonoon, jossa olevista pelaajista muodostetaan otteluita. Jos peli on kaksinpeli eli yksi-vastaan-yksi, pelaajista muodostetaan yksinkertaisesti vain pareja, jotka sitten kilpailevat keskenään. Pelin ollessa joukkuepeli yleensä pelaajista muodostetaan ensin riittävän suuret joukkueet, ja sitten joukkueet paritetaan keskenään. Lähes aina pelaajat priorisoidaan sen mukaan, kuinka kauan he ovat olleet jonossa. Useassa pelissä, kuten *League of Legendsissä*¹ tai *Overwatch 2:ssa*², ottelunmuodostuksen jälkeen jokaisen pelaajan on hyväksyttävä ottelu, mitä havainnollistetaan kuvassa 2.1. Jos joku pelaajista ei hyväksy ottelua, se peruuntuu ja kaikki pelaajat palaavat automaattisesti jonoon.

¹League of Legendsin kotisivu: <https://www.leagueoflegends.com/en-us/>

²Overwatch 2:n kotisivu: <https://overwatch.blizzard.com/en-us/>



Kuva 2.1: League of Legends -pelin ottelunmuodostuksen käyttöliittymä ottelun löytymisen jälkeen.

Parien tai joukkueiden valinnassa täytyy ottaa huomioon monia seikkoja. Hyvän pelikokemuksen takaamiseksi maantieteellinen sijainti ja internetin nopeus ovat tärkeitä (Z. Chen ym., 2017), jotta peli pyörisi ongelmitta. Etenkin kilpailuhenkisissä peleissä pienikin yhteyden katkeilu voi aiheuttaa paljon häiriötä, ja huono nettiyhteys saattaa näkyä pelaajan liikkumisessa outouksina tai viiveinä, jotka häiritsevät myös muita pelaajia. Pahin tapaus on tietekin, jos pelaajan yhteys palvelimesta katkeaa hetkeksi kokonaan ja hän joutuu ulos pelistä. Tämän minimoimiseksi suurimmilla peleillä on palvelimia eri puolilla maailmaa (Armitage ym., 2006). Yleensä joukkuepeleissä kommunikointi on tärkeää, joten on syytä ottaa huomioon myös pelaajien puhuma kieli (Z. Chen ym., 2017). Lisäksi joissain peleissä on tärkeää myös huomioida pelaajan rooli, esimerkiksi onko hän hyökkääjä vai puolustaja.

Edellä mainitut tekijät ovat tärkeitä, mutta ne jättävät hyvän pelikokemuksen

vielä paljolti sattuman varaan. Yksi merkittävimmistä muuttujista ottelunmuodostuksessa on pelaajien taitotaso. Peli, jonka lopputulos on epävarma, on todennäköisesti kaikille osapuolille nautinnollinen, etenkin jos pelaajilla on yhtäläinen mahdollisuus voittaa ja ottelu tuntuu reilulta (Graepel & Herbrich, 2006). Prensky (2001) kertoo pelaajien odottavan peleiltä reiluutta, millä hän tarkoittaa sitä, ettei pelaajia tapeta ilman mahdollisuutta selvitä. Näinollen pelaajat siis voivat kokea ottelun epäreiluksi, jos toisessa joukkueessa on paljon kokeneita pelaajia, ja toinen joukkue koostuu pääosin uusista pelaajista. Uusien pelaajien kokemus vastaavan ottelun aikana on todennäköisesti kuolla uudelleen ja uudelleen ilman realistista mahdollisuutta voittaa. Epäreilulta tuntuvien kokemusten välttämiseksi on siis luonnollista muodostaa ottelut niin, että pelaajien taitotasot olisivat mahdollisimman samat. Tällaista ottelunmuodostusta, jossa päästrategia on tasapainottaa pelaajien taidot kutsutaan taitopohjaiseksi ottelunmuodostukseksi (eng. skill-based matchmaking).

Pelaajat itsessään muodostavat ottelunmuodostustehtävälle haasteita. On luonnollista että moni haluaa pelata moninpelejä kavereidensa kanssa. Suurin osa PvP-peleistä mahdollistavat pelin sisäisten ryhmien muodostamisen, joita kutsutaan seurueiksi (usein eng. party tai lobby). Niiden jäsenet sijoitetaan ottelunmuodostuksessa samaan peliin ja joukkueeseen. Ne kuitenkin saattavat lisätä haasteita ottelunmuodostukseen. Palvelimien kannalta voi olla hankalaa, jos seurueen pelaajat ovat taitotasoltaan hyvin erilaisia tai pelaajat ovat eri puolilta maailmaa. Pelien pelaajamäärät eivät ole ympäri vuorokauden tasaiset, ja joskus vähemmän suosittummat ajankohdat saattavat tuottaa ongelmia hyvän ottelun löytämiseksi, koska vaihtoehtoja on vähemmän. Tämä ongelma saattaa vielä pahentua peleissä, joissa ottelunmuodostuksessa huomioidaan pelaajan rooli, koska tietyn roolin pelaajia voi olla vähemmän verrattuna suosittuihin rooleihin. (Laserface, 2023)

2.2 Sitoutuminen ja tasapaino

Videopelien kontekstissa sitoutuminen on olennainen termi. Oksanen ym. (2017) mukaan sitoutunut pelaaja on täysin uppoutunut peliin ja äärimmillään hänen ajantajunsa hetkellisesti katoaa. Pelaajan sitoutuessa peliin hän kokee nautintoa, minkä takia sitoutumista voidaan pitää mittarina pelikokemuksen laadun määrittämiseksi. Nautinnollisten pelien myyntimäärät ovat korkeammat sekä niitä pelataan pitempään ja tiheämmin. (Mayes & Cotton, 2001)

Pelin sitoutumiseen vaikuttaa moni asia, kuten sen säännöt, tavoitteet, lopputulos, palautteen saaminen ja immersivisyys (Prensky, 2001). Yksi tärkeimmistä tekijöistä on kuitenkin pelin tarjoama haaste. Pelin haastavuutta voidaan säädellä monilla tavoilla riippuen sen tyypistä. Kilpa-ajopeleissä voidaan hankaloittaa ajoratoja (Georgiou & Demiris, 2016) ja matopelissä peli vaikeutuu luonnollisesti maton pituuden kasvaessa. Suuri osa peleistä tarjoaa pelaajalle mahdollisuuden valita haastavuustason muutaman vaihtoehdon väliltä. Helpommissa haastetasoissa muun muassa vihollisilla on vähemmän elämänpisteitä tai pelaaja tekee niihin enemmän vahinkoa.

Sopivan haastavuustason säätäminen ei ole itsestään selvää. Peliin sitoutuminen yhdistetään yleensä flow-malliin ja niiden voidaan ajatella olevan sama asia. Flow'lla tarkoitetaan mielentilaa, jolloin ihminen on täysin keskittynyt johonkin ja hän tuntee olonsa vireäksi. (Csikszentmihalyi, 2008) Pelien maailmassa flow-tilan saavuttaa, kun pelin haastavuustaso vastaa pelaajan taitotason huippua. (Münnich, 2015) kertoo haasteen tason tasapainottaminen olevan tärkeää flow-tilaan pääsemiseksi, koska liian vaikea haaste pelaajan taitotasoon verrattuna aiheuttaa pelaajassa ahdistusta, kun taas liian vaisuksi jäävä haaste saattaa tylsistyttää pelaajan. Peli voi olla nautittava ilman flow-tilaan pääsyäkin, mutta tämän tilan saavuttaminen maksimoi peliin sitoutumisen. Parhaan pelikokemuksen saavuttamiseksi siis pelin

haastavuuden suhteuttaminen pelaajan taitotasoon nähden on erittäin olennaista. Tätä kutsutaan pelin tasapainoksi (eng. balance). (Riyadh ym., 2020)

PvP-verkkomoninpeleissä ottelun haastavuutta säätelee ottelunmuodostusjärjestelmä, koska PvP-pelien haastavuus riippuu pitkälti pelaajien taitotasojen erosta. Jokainen pelaaja on ainutlaatuinen, taitotasonsa, pelikokemuksensa ja käytöksensä puolesta sekä jokainen kaipaa erilaisia haasteita. Osa pelaajista sietää enemmän haastetta verrattuna toisiin pelaajiin tai jopa nauttivat vaikeista peleistä. (München, 2015; Riyadh ym., 2020) Kun peli on joukkuepeli, riittävän tasapainon saavuttaminen on vielä hankalampaa. Kahden yksittäisen pelaajan valitsemisen sijasta on muodostettava kaksi vastakkaista joukkuetta, joiden kaikki pelaajat pitäisi valita niin, että jokaisen on mahdollista uppoutua flow-tilaan. (Riyadh ym., 2020) Taitopohjaisen ottelunmuodostuksen tehokkuus siis perustuu haastavuustason oleva suurimmalle osalle pelaajista sopiva, kun vastustajat ovat samalla taitotasolla.

2.3 Pelaajien taitotason luokittelu

Tasapainoisten otteluiden muodostamiseksi pelaajien taitotasoa on arvioitava ja luokiteltava niin, että niitä voidaan vertailla keskenään. Pelaajien luokittelu on taitopohjaisten ottelunmuodostusjärjestelmien ydin eli järjestelmän tehokkuus on hyvin paljon riippuvainen siitä, millä tavalla pelaajia ja heidän taitoa mallinnetaan. PvP-pelit ovat kilpailuhenkisiä ja pelaajat haluavat tietää, miten taitavia he ovat muihin pelaajiin verrattuna. Jotta olisi helppoa muodostaa pelinsisäinen tulostaulukko, pelaajien taitotaso luokitellaan usein yhtenä lukuna. Yksinkertaisuuden vuoksi yleensä ottelunmuodostamisessa käytetään samaa taitoarviota kuin pelaajia keskenään vertailevilla tulostauluilla. (Delalleau ym., 2012) Pelaajan taidon luokittelevan luvun laskemiseen on monia eri algoritmeja, joita sovelletaan jatkuvasti sopimaan paremmin videopelien yksittäisiin tarpeisiin.

Pelaajan taitotason luokittelujärjestelmillä on pitkä historia. Arpad Elon vuonna

1978 kehittämä Elo-luku on yksi vanhimmista vieläkin käytössä olevista luokittelujärjestelmistä. Se luotiin alun perin shakkipelaajien luokittelua varten. Elo-luku on pelaajan saamien pistemäärätilastojen perusteella laskettu suuntaa antava lukuarvio pelaajan taitotasosta. Yksinkertaistettuna se perustuu odotustulokseen, joka laskeaan sekä pelaajan itsensä, että vastustajan sen hetkisten Elo-lukujen perusteella. Ottelun jälkeen luku nousee, laskee tai pysyy samana riippuen siitä, paljonko pelaaja sai pisteitä suhteessa odotusarvoon. (Elo, 1978) Elo-luvussa on omat puuttensa, joita on pyritty paikkaamaan erilaisilla sovelluksilla ja kilpailevilla luokittelusysteemeillä, kuten Glicko-luokittelusysteemi. Glicko ottaa huomioon ajan, jonka aikana pelaaja ei ole pelannut turnauksissa. Periaate on, että jos pelaajan luokitteluluku ei ole enää luotettava, jos hän ei ole pelannut turnauksissa vuosiin. (Glickman, 2016)

Elo-luku, Glicko-systeemi sekä monet muut luokittelusysteemit on kaikki suunniteltu ensisijaisesti kahden pelaajan väliseen ottelumuodostukseen. Vaikka niitä sovelletaankin myös joukkuepeleihin, ne eivät joukkueemoninpelien ominaispiirteitä huomioon. Microsoft tarttui haasteeseen kehittää joukkuepeleille suunnattu luokittelujärjestelmä, joka sai nimekseen TrueSkill. TrueSkill pohjautuu vahvasti Elo-lukuun ja ottaa vaikutteita myös muista luokittelujärjestelmistä. Suurin eroavaisuus Elo-lukuun nähden on se, että TrueSkill käyttää taitotason sijoitteluun kahta eri lukua yhden sijaan: pelaajan keskiarvoinen taitotaso ja pelaajan taitotason epävarmuusaste. Epävarmuuden tiedostaminen mahdollistaa suurten muutosten tekemiseen aikaisin arvioituun taitotasoon. Näin pelaajan taitotaso pystytään arvioimaan vähällä pelimäärällä. (Herbrich ym., 2007) TrueSkillistä on julkaistu myös kehittyneempi versio TrueSkill 2. Alkuperäinen TrueSkill käyttää joukkueiden lopputilannetta arvioimaan joukkueen pelaajien taitotasoa, mutta uudempi TrueSkill 2 hyödyntää yksittäisen pelaajan loppupisteitä määrittelemään hänen hyödyllisyyden joukkueeseen. Tämä mahdollistaa alkuperäistä TrueSkilliäkin nopeamman uusien pelaajien arviointiajan. (Minka ym., 2018)

2.4 Taitopohjaisen ottelunmuodostuksen kritiikki

Taitopohjainen ottelunmuodostus perustuu mahdollisimman tasapainoisten eli reilujen otteluiden luomiseen, joissa molempien osapuolien voittomahdollisuus olisi noin 50 % (Laserface, 2023) Tämä perustuu siihen oletukseen, että tasainen ja kilpailullinen peli tarjoaa pelaajien haluaman mieluisan pelikokemuksen. (Graepel & Herbrich, 2006) Flow-teorian pohjalta oletus tuntuu luonnolliselta, sillä epätasapainonen peli on tuskin nautinnollista häviävälle osapuolelle. Delalleau ym. (2012) kyseenalaistaa oletuksen tapauksessa, jossa molemmat ottelun osapuolet ovat niin sanottuja kämpääjiä (eng. camper) eli pelaajia jotka jäävät johonkin turvalliseen ja otolliseen paikkaan odottamaan vastustajan kävelevän sijaintiin, josta heidät on helppo väijyttää.³ Jos kaikki pelin osapuolet vain odottavat vastustajien ilmaantumista, pelistä tulee varsin tapahtumaton ja näinollen tylsä. (Delalleau ym., 2012)

Nykyaikaisissa peleissä on hankalaa muodostaa tasaisia otteluita pelkästään taitotason mukaan (Riyadh ym., 2020), koska sekä pelit että pelaajat ovat entistä monimuotoisempia ja pelimekaniikat ovat monimutkaisempia. Delalleau ym. (2012) mukaan FPS-peleissä (First Person Shooter) voi olla erilaisia karttoja, pelimuotoja, pelaajanrooleja tai joukkuekokonaisuuksia ja kaikki näistä vaativat vaihtelevissa määrin eri taitoja, kuten suunnittelu- ja analyysikykyä, tiimityöskentelyä tai hyviä refleksejä. Näiden mittaamista varten tarvitaan monimuotoista dataa pelaajista, mutta yleensä taidonluokittelu on yksiulotteista eli taitoa edustaa vain yksi luku tulostaulun muodostamista varten. (Delalleau ym., 2012) Joitain taitoja, kuten kommunikointikykyä, on vaikeaa mallintaa dataksi.

Taitopohjainen ottelunmuodostus on saanut kritiikkiä niin pelaajakunnalta kuin medialtakin. Craven (2023) selittää uutisartikkelissaan, mistä tyytymättömyys johtuu: Kun jokainen ottelu valitaan pelaajien taitotason perusteella, kaikki ottelut

³Suomenkielistä nettislangia: <https://fi.wiktionary.org/w/index.php?title=Liite:Nettislangi&oldid=4404918>

ovat haastavia ja voittoa varten vaaditaan kovaa keskittymistä. Erityisesti korkealla taitotasolla ottelut käyvät uuvuttaviksi, sillä pienimmätkin yksityiskohdat voivat olla ratkaisevia ja täten pelistä tulee kokonaisuudessaan vähemmän rento. Kun pelaaja pelaa yhden erittäin onnistuneen pelin ja hänen taitotasonsa nousee, seuraava peli on edellistä haastavampi, mikä saattaa tuntua joistain pelaajista rankaisevalta. Ei ole kuitenkaan tehty empiiristä tutkimusta siitä, kuinka iso osa pelaajista on todellisuudessa tyytymättömiä taitopohjaiseen ottelunmuodostukseen.

3 Ottelunmuodostuksen näkökulmia

3.1 Ottelunmuodostus hauskuuden perusteella

Delalleau ym. (2012) suunnittelivat ottelunmuodostamisjärjestelmän, joka poikkesi etenkin siihen aikaan tavanomaisesta taitopohjaisista järjestelmistä. He kokivat, että etenkin taitopohjaisessa ottelunmuodostuksessa pelaajien taidon mallintamisessa käytettiin liian suppeaa arviota pelaajan taitotasosta, koska modernit pelit vaativat pelaajilta moninaisia taitoja, kuten yhteistyö- ja suunnittelykykyä. Tämän takia he halusivat käyttää pelaajien mallintamisessa laajaa pelaajaprofiilia. He ylipäätään kyseenalaistivat tasapainoisen ottelun olevan pelaajalle joka tilanteessa hauskaa, vaikka suuri osa pelin nautinnollisuudesta muodostuukin sopivasta haastavuudesta. Klassisen algoritmin, joka ottaisi monet eri muuttujat mukaan olisi hankalaa, koska niiden painoarvo ja vaikutus toisiinsa on epäselvää. Delalleau ym. (2012) ratkaisivat ongelman käyttämällä ottelunmuodostuksessa apuna neuroverkkoalgoritmeja, jotka koulutetaan ennustamaan ottelun voittaja ja pelaajan nautinnon taso.

Delalleau ym. (2012) suunnittelema ottelunmuodostusjärjestelmä keskittyisi tekemään pelistä mahdollisimman hauskaa. Neuroverkkoille on kuitenkin opetettava, mitä hauskuus on ja millainen ottelu on pelaajalle nautinnollinen. Pelin hauskuus on kuitenkin subjektiivista, joten sen tarkka mallintaminen on hankalaa. He ratkaisivat ongelman yksinkertaisella tavalla: kysymällä pelaajien mielipidettä pelinsisäisellä kyselyllä. Näin neuroverkkolle voidaan kertoa, mikä peli oli kunkin pelaajan mieles-

tä hauska, ja se voi itsenäisesti opetella, mitkä tekijät hauskuuteen vaikuttavat ja miten paljon. (Delalleau ym., 2012)

Käytännössä Delalleau ym. (2012) hahmottelema ottelunmuodostusprosessi tapahtuu näin: Pelaajat liittyvät jonoon, josta heistä muodostetaan useita erilaisia otteluvaihtoehtoja. Otteluvaihtoehdot valitaan melkein satunnaisesti huomioiden kuitenkin muutama seikka, kuten nettiyhteyden vahvuus palvelimeen ja taitotasojen riittävä samantasoisuus. Sitten koneoppimisalgoritmi laskee kaikille vaihtoehdoille ottelun laadun, ja valitsee niistä parhaat.

3.2 Sitoutumisen maksivoiva ottelunmuodostus

Huomattavin taitopohjaisen ottelunmuodostuksen kanssa kilpaileva periaate on muodostaa ottelut taidon sijaan pelaajien sitoutumisen maksimoiden. Tätä strategiaa käyttää Z. Chen ym. (2017) kehittämä Engagement Optimized matchmaking eli EOMM, joka on viitekehys ottelunmuodostusjärjestelmälle. Sen suunnitteluperiaate haastaa näkemyksen ja oletuksen täysin tasapainoisen pelin olevan aina hauskin ja paras pelaajalle. Sitoutumisen maksivoivassa ottelunmuodostamisessakin käytetään apuna mallinnusta pelaajien taidosta, mutta eroaa tavalliseen taitopohjaiseen ottelunmuodostukseen kiinnittämällä huomiota myös muodostettavan ottelun ulkopuolisiin seikkoihin, erityisesti pelaajien mallinnettuun tilaan. (Z. Chen ym., 2017)

EOMMn päästrategia, sitoutumisen maksimointi, toteutetaan todellisuudessa pelistä vetäytymisen minimoimisena. Z. Chen ym. (2017) esittelevät termin *churn*, jolla he tarkoittavat pelaajan aktiivisen pelaamisen loppumista jollakin aikavälillä, esimerkiksi kun pelaaja ei ole pelannut viikkoon. Pelaajan todennäköisyyttä vaipua churniin nimitetään churn-riskiksi. Jokainen churn-tapahtuma siis merkitsee yhden pelaajan peliin sitoutumisen päättymistä joksikin aikaa, minkä perusteella sitä käytetään sitoutumisen mittarina. (Z. Chen ym., 2017)

Z. Chen ym. (2017) huomasivat viimeisten otteluiden tulosten vaikuttavan huo-

mattavasti churn-riskiin. He keräsivät dataa suositusta PvP-pelistä ja laskivat churn-riskin kolmen viimeisen pelin perusteella. Korkein churn-riski oli kolmen häviön putkella, kun taas pienimmällä riskillä oli useampi eri yhdistelmä, kuten yksi häviö, yksi tasapeli ja lopuksi yksi voitto. (Z. Chen ym., 2017) Kerätystä datasta voi huomata, että kolmen ottelun putken päättyessä tappioon, churn-riski oli aina huomattavasti suurempi kuin tasapeliin tai voittoon päättyvä putki. Esimerkiksi kahdella voitolla alkavan ja häviöön päättyvän putken churn-riski oli 4,9 %, kun taas kahdella häviöllä alkavan ja voittoon päättyvän putken churn-riski oli huomattavasti matalampi 2,6–2,7 %. (Z. Chen ym., 2017)

EOMM voidaan jakaa kolmeen osaan: taidon mallinnukseen, churnin ennustavaan malliin ja ottelunmuodostusgraafiin. Churn-riski lasketaan pelaajien taitotason ja viimeisimpien otteluiden tuloksen perusteella. Ottelunmuodostusta odottavien pelaajien jono toteutetaan EOMMissa graafina, jossa solmut ovat pelaajia, ja niiden etäisyys toisistaan on arvio pelaajien churn-riskistä. Prosessin alussa jokaiselle yksittäiselle pelaajalle lasketaan churnin todennäköisyys. Sen jälkeen pelaajista muodostetaan graafi ja lopulta ottelunmuodostustapahtuu graafiteorian menetelmällä, jota kutsutaan minimipainoiseksi täydelliseksi yhdistämiseksi. (eng. Minimum Weight Perfect Matching) Tämä menetelmä siis käytännössä pyrkii parittamaan solmut niin, että niiden etäisyys, tai tässä tapauksessa churn-riskien kokonaisarvo olisi mahdollisimman pieni. (Z. Chen ym., 2017) Eri osat mahdollistavat EOMMin muokkauksen sopivaksi pelin tarpeiden mukaan.

Z. Chen ym. (2017) testasivat EOMMia simuloidussa peliympäristössä, jossa he vertasivat EOMMia, sen vastakkaista järjestelmää, taitopohjaista ottelunmuodostusta ja täysin satunnaista ottelunmuodostusta keskenään. Testin tavoitteena oli nähdä, miten hyvin eri järjestelmät saavat pelaajat jatkamaan peliä, eli ehkäisevät churniä. EOMM suoriutui tehtävästä parhaiten, kun taas sen päinvastainen järjestelmä huonoiten. Taitopohjainen ja satunnainen järjestelmä olivat välimaastossa ja

kaikissa tilanteissa taitopohjainen ei suoriutunut satunnaista ottelunmuodostusta paremmin.

EOMMin lisäksi on muitakin ottelunmuodostusmalleja, jotka pyrkivät maksimoimaan sitoutumisen. M. Chen ym. (2021) esittivät ottelunmuodostus strategioita, jotka on suunniteltu EOMMia paremmin ottamaan ottelunmuodostusympäristön dynaamisuuden huomioon. Myös Huang ym. (2019) tutkivat sitoutumisen maksimointia ottelunmuodostuksen avulla ja totesivat, että pelaajien pelaikaa ja -tiheyttä voidaan kasvattaa kiinnittämällä huomiota heidän sitoutumiseensa

3.3 Sosiaalisuus ja sitoutuminen

Tutkitusti toisia ihmisiä vastaan pelaaminen nostattaa peliin sitoutumisen määrää sekä fysiologista kiihottumista. Tämä vaikutus on vielä suurempi, jos toiset pelaajat ovat kavereita. (Ravaja ym., 2006) Sosiaalisuus on siis olennainen osa pelikokemusta. Ravaja ym. (2006) esittävät suunnitelman manuaalisesta ottelunmuodostusjärjestelmästä, joka hyödyntää pelaajien sosiaalisia suhteita. He havainnollistivat tätä suosittelujärjestelmillä toimivaa ottelunmuodostusjärjestelmää esittämällä, miten sen voisi implemoida EA:n julkaisemaan peliin *FIFA 2020*:n erityisesti 1–vastaan–1-otteluiden muodostukseen. (Riyadh ym., 2020)

Riyadh ym. (2020) suunnittelema ottelunmuodostusjärjestelmä pohjautuisi suosittelujärjestelmiin, joiden tehtävä on antaa käyttäjälle todennäköisesti hyödyllisiä ehdotuksia (Burke, 2007), esimerkiksi kirjoja tai elokuvia. Kyseisen suosittelujärjestelmän tehtävä on suositella ihmisiä toisilleen ja siinä voidaan ajatella olevan kolme osapuolta: suosituksen saaja, suosittelija ja suosituksen kohde. (Riyadh ym., 2020)

Käytännössä pelaajille tarjottaisiin mahdollisuus suositella kavereitaan toisille kavereilleen. FIFA-pelissä on mahdollista aloittaa ottelu kavereiden kanssa ja suositeltujen pelaajien lista toimisi hyvin samalla tavalla kuin kaverilistakin. Se siis tarjoaisi lisää mahdollisia vaihtoehtoja pelikavereiksi. (Riyadh ym., 2020)

Riyadh ym. tutkimus on vielä keskeneräinen, eikä suunniteltu järjestelmä välttämättä sovellu suurimpaan osaan PvP-verkkomonipeleistä, mutta heidän tekemästä kirjallisuuskatsauksesta tulee esiin sosiaalisten siteiden vahvuus pelaajien sitoutumisen ja positiivisten pelikokemuksien lisäämisessä. (Riyadh ym., 2020) Jos pelaajien valmiita sosiaalisiaverkostoja pystyttäisiin hyödyntämään paremmin ottelumuodostuksessa, sillä saattaisi olla merkittävä vaikutus pelaajien sitoutumiseen ja koko pelin nautinnollisuuteen.

3.4 AI-botit

Ottelumuodostusjärjestelmässä voidaan käyttää hyödyksi AI-botteja. Ne ovat yleensä heikolla tekoälyllä toimivia ”pelaajia”, joiden on tarkoitus hahmotella oikeiden pelaajien käytöstä. (M. Chen ym., 2021). Moni PvP-verkkomonipeli tarjoaa pelaajille mahdollisuuden pelata pelkästään botteja vastaan, mitä usein hyödynnetään uuden roolin tai hahmon harjoitteluun. M. Chen ym. (2021) kertovat bottien käytöstä ottelumuodostusjärjestelmissä ja miten jotkut pelit, kuten *Fortnite*¹, ovat virallisesti myöntäneet bottien käytön.

M. Chen ym. (2021) selittivät, miten AI-boteilla voidaan vaikuttaa positiivisesti pelaajien sitoutumiseen. Pelaajien, jotka ovat hävinneet ottelun monta kertaa peräkkäin, churn-riski on korkea. Churn voidaan kuitenkin ehkäistä yhdistämällä pelaajan vastustajaksi botteja. Koska botit kehitetään tarjoamaan haastetta, mutta lopulta häviämään pelaajalle, pelaaja todennäköisesti voittaa ottelun niitä vastaan ja toivottaen jatkaa pelin pelaamista. Bottien avulla siis pystytään tarjoamaan pelaajalle voitto, ja täten ne ovat arvokas työkalu ottelumuodostusjärjestelmissä.

Kuitenkin M. Chen ym. (2021) toteavat bottien olevan "kaksipuoleinen miekka". Niillä voi olla positiivinen vaikutus sitoutumiseen, mutta bottien olemassaolo ärsyttää pelaajia. Yhtenä ongelmana on se ettei AI-bottien teknologia ole vielä kehitty-

¹Fortniten kotisivu: <https://www.fortnite.com/>

nyt riittävästi. Botit noudattavat toistuvaa käyttäytymismallia, joka paljastaa usein epäinhimillisyyksiä ja joka tekee peleistä toistuvia. PvP-moninpelejä pelaataan sosiaalisten tarpeiden täyttämiseksi, joten jos pelaaja tajuaa pelaavansa ihmisten sijaan bottien kanssa, se voi herättää suurta tyytymättömyyttä.

Botit yritetäänkin usein salata pelaajilta esimerkiksi tekemällä niiden nimimerkeistä mahdollisimman uskottavia, eikä pelaajille kerrota, jos vastassa on botteja. Etenkin kokeneempia pelaajia on vaikea huijata ja bottien toistuvan käytöksen takia mitä useammin pelaaja botteja vastaan pelaa, sen helpommaksi niiden tunnistaminen käy. Näin ollen mitä hienostuneempia bottien käytösmallit ja teknologia on, sitä tehokkaampia ne ovat sitoutumisen kasvattamisessa. (M. Chen ym., 2021)

4 Yhteenveto

PvP-verkkomoninpelien haastavuus ja täten merkittävä osuus niiden sitovuudesta on suurilta osin riippuvainen ottelunmuodostusjärjestelmästä, joka määrittelee keiden kanssa pelaaja pelaa ottelun. Lähes kaikki ottelunmuodostus keskittyy lopulta parhaan mahdollisen pelikokemuksen luomiseen ja pelaajan sitoutumisen maksimointiin, vaikkakin näkökulmia tämän saavuttamiseksi voi olla monia.

Taitopohjainen ottelunmuodostus on merkittävin ja klassisin tapa muodostaa otteluita. Sen päästrategia on luoda reiluja otteluita parittamalla pelaajat niin, että heidän taitotasonsa olisivat mahdollisimman samalla tasolla. Taitopohjaiset järjestelmät ovat hyvin paljon riippuvaisia siitä, miten pelaajien taitotaso on luokiteltu. Taidon luokittelujärjestelmillä on jo pitkä historia, ja uusia järjestelmiä kehitetään jatkuvasti uusia. Kuitenkin PvP-pelit ovat kehittyneet moniulotteisempaan suuntaan, minkä takia pelkän taidon käyttäminen ei välttämättä enää riitä tasapainoisten otteluiden muodostamiseen.

Tutkielman alussa esitettiin kaksi tutkimuskysymystä:

TK1: Millaisia strategioita ottelunmuodostukseen on taitopohjaisen ottelunmuodostuksen rinnalla?

TK2: Millä keinoilla ottelunmuodostusjärjestelmiä voi parantaa?

Kirjallisuuskatsauksen avulla saatujen tulosten perusteella sitoutumisen maksimoivat ottelunmuodostusjärjestelmät, kuten EOMM, ovat taitopohjaisten järjestelmien merkittävin kilpailija. Ne keskittyvät pelaajien sitoutumisen maksimointiin

suoranaisemmin muun muassa minimoimalla churn, jolla tarkoitetaan pelaajien pitkäaikaista taukoa pelistä. Churn-riski nousee huomattavasti, jos pelaaja häviää monta kertaa peräkkäin, joten EOMMin suunnitteluperiaate mahdollista usean kerran putkeen hävinnyt pelaajan saavan helpomman pelin, joka hänen olisi todennäköisempää voittaa. Toisin kuin taitopohjaiset järjestelmät, sitoutumiseen maksivoivat järjestelmät siis ottavat huomioon muitakin seikkoja, kuten pelaajan viimeisemmät lopputulokset, mutta nekään eivät kuitenkaan luovu täysin taidon huomioimisesta. Perinteisestä taitopohjaisesta ottelunmuodostuksesta voi myös erota huomioimalla laajempi pelaajaprofiili, jolla pyritään estämään tasapainoisten, mutta epänautinnollisten otteluiden muodostamista.

Tutkimuksessa löytyi keinoja tehostaa ottelunmuodostuksen mahdollisuuksia tehostaa pelin sitovuutta. Sosiaalisilla suhteilla on suuri positiivinen vaikutus pelin sitoutumiseen ja hyödyntämällä pelaajien sosiaalisia verkostoja on mahdollista kehittää entistä parempia manuaalisia ottelunmuodostusjärjestelmiä. Yksi tutkimisen arvoinen keino saavuttaa tämä olisi suosittelujärjestelmän lisääminen peleihin, jotta pelaajat voisivat pelata helposti kavereiden kaverien kanssa.

Ottelunmuodostusjärjestelmässä voidaan käyttää pelaajilta salaten AI-botteja, joiden avulla pystytään katkaisemaan pelaajien häviöputkia ja täten ehkäisemään niistä johtuvaa churnia. Bottien käytön kanssa on kuitenkin oltava varovainen, koska pelaajat haluavat ja olettavat pelaavansa muiden ihmisten kanssa. Kehittymättömän teknologian takia botit eivät onnistu huijaamaan kaikkia pelaajia ja jos pelaaja saa tietää vastustajan olevan tietokone, se voi herättää suurta tyytymättömyyttä ja vähentää motivaatiota peliin.

Taitopohjaisista ja sitoutumisen maksivoivista ottelunmuodostusjärjestelmistä ei ole tehty vertailevaa empiiristä tutkimusta. Sitoutumisen maksimoivien järjestelmien tehokkuutta on verrattu taitopohjaisiin eri tutkimuksissa, mutta vertailut ovat hyvin teoreettisia eivätkä ota huomioon pelaajien inhimillisyyttä. Nämä tut-

kimukset olettavat, että sitovampi ottelunmuodostujärjestelmä on parempi ja näin onkin ehkä pelin tuoman rahallisen voiton kannalta, mutta onko se hyvä pelaajien kannalta. Videopeliriippuvaisuus on nykyään paljon keskustelua herättävä aihe ja etenkin nuorille ja lapsille niiden tiedään olevan joksenkin addiktoivia. (Griffiths, 2008) Onko pelaajien peliajan maksimointi keinolla millä hyvänsä edes eettistä?

Taitopohjainen ottelunmuodostus on saanut julkisessa keskustelussa kritiikkiä. Ei ole kuitenkaan tehty empiiristä tutkimusta tai laajempia kyselyitä siitä, kuinka suuri osa pelaajakunnasta todellisuudessa on tyytymättömiä taitopohjaisiin järjestelmiin. Ei ole takeita siitä, että sitoutumiseen pohjautuvat järjestelmät saisivat osakseen vähemmän kritiikkiä. Kuten tutkielman alussa kerrottiin, pelaajat odottavat peleiltä reiluutta. Taitopohjainen ottelunmuodostus on lähes kiistämättä reilu, etenkin jos pelaajien taidonluokittelu on suunniteltu ottamaan huomioon kaikki pelille olennaiset asiat. Sitoutumisen maksivoivat järjestelmät enemmän tai vähemmän tinkivät reiluudesta. Jos pelaaja tietää järjestelmän olevan toisinaan epäreilu, häviöt voi olla vaikeampi hyväksyä ja voitto voi olla vähemmän palkitsevia. Tällä olisi flow-teorian mukaan negatiivinen vaikutus sitoutuvuuteen. Tämä saattaisi selittää, miksi mikään suurempi peli ei varsinaisesti myönnä käyttävänsä sitoutumisen maksivoivaa systeemiä.

Ottelunjärjestelmien tutkimusta hankaloittaa datan puute. Tutkimuksissa käytetään pitkälti simuloituja tilanteita ja matemaattisia teorioita ottelunmuodostusjärjestelmien ja mallien analysoimiseen. Lähes kaikki suuret pelit kuten *League of Legends* ja *Fortnite* pitävät ottelunmuodostusjärjestelmän yksityiskohdat salaisiksi, jättäen tiedot niistä suurilta osin pelaajien spekulointia varten. Ainoastaan tutkijat, joilla on yhteyksiä kyseisten pelien yhtiöihin voivat saada niiltä dataa ja tämä luo joksenkin eriarvoisuutta mahdollisen tutkimuksen tekemisessä.

Saatavilla olevan tiedon perusteella ei voi sanoa, mikä strategia on objektiivisesti parempi ottelunmuodostukseen. Oikeaa ja väärää vastausta ei edes ole olemassa,

sillä paras ottelunmuodostusjärjestelmä riippuu pelinkeittäjän tavoitteista ja pelin itsensä ominaispiirteistä.

Lähdeluettelo

- Armitage, G. J., Claypool, M., & Branch, P. (2006). Networking and Online Games: Understanding and Engineering Multiplayer Internet Games, 137–184. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:53838650>
- Burke, R. (2007). Hybrid Web Recommender Systems. Teoksessa P. Brusilovsky, A. Kobsa & W. Nejdl (Toim.), *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization* (s. 377–408). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9_12
- Chen, M., Elmachtoub, A. N., & Lei, X. (2021). Matchmaking Strategies for Maximizing Player Engagement in Video Games. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3928966
- Chen, Z., Su, X., Kolen, J., Aghdaie, N., Zaman, K. A., Sun, Y., & El-Nasr, M. S. (2017). EOMM: An Engagement Optimized Matchmaking Framework [Place: Ithaca, United States Publisher: Cornell University Library, arXiv.org Section: Computer Science University: Cornell University Library arXiv.org]. *arXiv.org*. Haettu helmikuuta 28, 2024, osoitteesta <https://www.proquest.com/docview/2073939118?pq-origsite=primo&sourcetype=Working%20Papers>
- Craven, J. (2023, helmikuuta). *What is SBMM in gaming and why is it so controversial?* Haettu toukokuuta 15, 2024, osoitteesta <https://www.dexerto.com/gaming/what-is-sbmm-in-gaming-and-why-is-it-so-controversial-1367022/>

- Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow: the psychology of optimal experience* (1st Harper Perennial Modern Classics ed.). Harper Perennial.
- Delalleau, O., Contal, E., Thibodeau-Laufer, E., Ferrari, R. C., Bengio, Y., & Zhang, F. (2012). Beyond Skill Rating: Advanced Matchmaking in Ghost Recon Online. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 4(3), 167–177. <https://doi.org/10.1109/TCIAIG.2012.2188833>
- Dubois, L.-E., & Weststar, J. (2022). Games-as-a-service: Conflicted identities on the new front-line of video game development [PMID: 36052017]. *New Media & Society*, 24(10), 2332–2353. <https://doi.org/10.1177/1461444821995815>
- Elo, A. E. (1978). *The rating of chessplayers, past and present*. Arco Pub.
- Georgiou, T., & Demiris, Y. (2016). Personalised track design in car racing games. *2016 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CIG.2016.7860435>
- Glickman, M. E. (2016). The Glicko system. Haettu maaliskuuta 22, 2024, osoitteesta <http://www.glicko.net/glicko/glicko.pdf>
- Gough, C. (2022). Global eSports audience size by viewer type 2025. Haettu maaliskuuta 22, 2024, osoitteesta <https://www.statista.com/statistics/490480/global-esports-audience-size-viewer-type/>
- Graepel, T., & Herbrich, R. (2006). Ranking and Matchmaking. *Game Developer Magazine*, 25–34.
- Griffiths, M. (2008). 8 - Internet and video-game addiction. Teoksessa C. A. Essau (Toim.), *Adolescent Addiction* (s. 231–267). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012373625-3.50010-3>
- Herbrich, R., Minka, T., & Graepel, T. (2007). TrueSkill(TM): A Bayesian Skill Rating System [Edition: Advances in Neural Information Processing Systems 20]. *Advances in Neural Information Processing Systems 20*, 569–576. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060106-088008>

- [//www.microsoft.com/en-us/research/publication/trueskilltm-a-bayesian-skill-rating-system/](https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/trueskilltm-a-bayesian-skill-rating-system/)
- Howarth, J. (2024, tammikuuta). How Many Gamers Are There? (New 2024 Statistics). Haettu kesäkuuta 3, 2024, osoitteesta <https://explodingtopics.com/blog/number-of-gamers>
- Huang, Y., Jasin, S., & Manchanda, P. (2019). “Level Up”: Leveraging Skill and Engagement to Maximize Player Game-Play in Online Video Games. *Information Systems Research*, 30(3), 927–947. <https://doi.org/10.1287/isre.2019.0839>
- Laserface. (2023, heinäkuuta). Matchmaking and Autofill. Haettu kesäkuuta 1, 2024, osoitteesta <https://support-leagueoflegends.riotgames.com/hc/en-us/articles/201752954-Matchmaking-and-Autofill>
- Mayes, D. K., & Cotton, J. E. (2001). Measuring Engagement in Video Games: A Questionnaire [Publisher: SAGE Publications Inc]. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 45(7), 692–696. <https://doi.org/10.1177/154193120104500704>
- Minka, T., Cleven, R., & Zaykov, Y. (2018). TrueSkill 2: An improved Bayesian skill rating system. Haettu toukokuuta 30, 2024, osoitteesta <https://www.microsoft.com/en-us/research/uploads/prod/2018/03/trueskill2.pdf>
- Münnich, S. (2015). Advanced Matchmaking for Online First Person Shooter Games using Machine Learning. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:873273/FULLTEXT01.pdf>
- Oksanen, K., Lainema, T., & Hämäläinen, R. (2017, tammikuuta). Learning from Social Collaboration: A Paradigm Shift in Evaluating Game-Based Learning. Teoksessa R. Zheng & M. K. Gardner (Toim.), *Handbook of research on serious games for educational applications*. IGI Global. Haettu maaliskuuta 22,

2024, osoitteesta <https://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-5225-0513-6.ch003>

Prensky, M. (2001, tammikuuta). Fun, Play and Games: What Makes Games Engaging. Teoksessa *Digital Game-Based Learning*. <https://marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Game-Based%20Learning-Ch5.pdf>

Ravaja, N., Saari, T., Turpeinen, M., Laarni, J., Salminen, M., & Kivikangas, M. (2006). Spatial Presence and Emotions during Video Game Playing: Does It Matter with Whom You Play? *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 15(4), 381–392. <https://doi.org/10.1162/pres.15.4.381>

Riyadh, M., Arya, A., Chan, G., & Imran, M. (2020). Enhancing Social Ties Through Manual Player Matchmaking in Online Multiplayer Games. Teoksessa C. Stephanidis, D. Harris, W.-C. Li, D. D. Schmorow, C. M. Fidopiastis, P. Zaphiris, A. Ioannou, X. Fang, R. A. Sottolare & J. Schwarz (Toim.), *HCI International 2020 – Late Breaking Papers: Cognition, Learning and Games* (s. 708–729). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60128-7_52

The Centre for Computing History. (n.d.). Atari PONG - Game Console - Computing History. Haettu kesäkuuta 3, 2024, osoitteesta <https://www.computinghistory.org.uk/det/4007/Atari-PONG>

Xue, S., Zaman, K. A.-U., Aghdaie, N., Kolen, J., & Chen, Z. (2022, toukokuuta). *Multiplayer video game matchmaking system and methods* (US11344814 (B2)). Haettu maaliskuuta 22, 2024, osoitteesta <https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20220531&DB=EPODOC&locale=&CC=US&NR=11344814B2&KC=B2&ND=1>