



OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU

# **Tekoälyn käyttö videopelien NPC-hahmoissa ja sen vaikutus pelaajan immersioon**

Oulun yliopisto  
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta  
Tietojenkäsittelytiede  
LuK-tutkielma  
Teemu Holappa  
10.5.2022

## Tiivistelmä

Tietokoneiden ja videopelien kehittyessä pelaajat vaativat jatkuvasti enemmän peleiltä ja pelikokemukselta. Vaikuttavien grafiikoiden lisäksi pelaajat vaativat peleiltä myös miellyttäviä kokemuksia ja tilanteita. Tietokoneen ohjaamat hahmot eli non-player-characterit (NPC) ovat suuressa roolissa miellyttävän pelikokemuksen ja immersion luonnissa. Tekoälyn kehitys onkin tuonut uusia ulottuvuuksia ja mahdollisuuksia NPC-hahmojen käyttäytymiseen.

Tutkielman aiheena oli tekoälyn käyttö videopelien NPC-hahmoissa ja sen vaikutus pelaajan immersion. Rajaus tehtiin NPC-hahmoihin, sillä aikaisemmat tutkimukset ovat useasti tutkineet aihetta esimerkiksi oppivien agenttien näkökulmasta. Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena.

Tutkielmassa huomattiin, että tekoälyn käyttö NPC-hahmoissa on suurimmaksi osaksi keskittynyt NPC-hahmojen käytöksen uskottavuuteen. NPC-hahmoista on pyritty tekemään tekoälyllä ihmisen kaltaisia ja on huomattu, että tekoälyn avulla niistä voidaan tehdä persoonallisia. Persoonalliset NPC-hahmot ovat pelaajan immersion kannalta tärkeitä ja onnistuneella toteutuksella ne voivat vaikuttaa useaan pelaajan immersion vaikuttavaan asiaan. Tutkimusta NPC-hahmojen äänien ja tekoälyn yhdistämisestä oli vielä melko rajallisesti, mutta äänien vaikutus pelaajan immersion oli huomattu tutkimuksissa. Jatkotutkimus NPC-hahmojen äänien luonnista tekoälyllä olisikin hyödyllistä. Tutkielmassa huomattiin myös, että pelaajan immersion parantaminen NPC-hahmojen tekoälyllä vaatii tekoälyn laadukasta toteutusta. Hyvin toteutettuna tekoäly tukee pelaajan immersiota, mutta huonosti toteutettuna tekoäly vaikuttaa immersion negatiivisesti. Jatkotutkimuksessa olisi hyödyllistä selvittää milloin tekoälyn omaava NPC-hahmo on oppinut sopivan verran pelaajan immersion kannalta.

### *Avainsanat*

Tekoäly, videopelit, NPC-hahmot, immersio

### *Ohjaaja*

Väitöskirjatutkija, Henri Bomström

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	2
1. Johdanto.....	4
2. Aiempi tutkimus .....	6
2.1 Tekoäly .....	6
2.2 NPC-hahmot .....	7
2.3 Immersio .....	8
3. NPC-hahmojen tekoälyn vaikutus pelaajan immersioon .....	10
3.1 Immersion merkitys videopeleissä.....	10
3.2 Aistipohjainen immersio .....	10
3.3 Haastepohjainen immersio.....	12
3.4 Mielikuvituspohjainen immersio .....	13
4. Yhteenveto.....	15
Lähteet.....	17

# 1. Johdanto

NPC-hahmoissa on käytetty todella kauan tekoälyä, mutta sen laatu ja ennalta arvattavuus on ollut vaihtelevaa (Millington & Funge, 2009, s. 7). Kuitenkin tutkimuskohteena tekoäly videopeleissä on vielä melko uusi ja pinnalle noussut ilmiö. Videopeliteollisuuden arvo on noussut viimeisen viiden vuoden (2015–2020) sisällä noin 65 miljardia Yhdysvaltain dollaria ja vuoteen 2023 mennessä arvon on kaavailtu nousevan vielä vajaa 50 miljardia (WePC, 2020). Pelaajat siis vaativat jatkuvasti enemmän myös pelikokemukselta, eikä vain peliltä itsessään. Myös tietokoneiden jatkuvasti kehittyvä laskentateho edesauttaa sitä, että lähivuosina mahdollisuudet tekoälyn käytölle videopeleissä lisääntyvät (Charles, 2003). Nareyek (2004, s. 60) on myös maininnut, että nykyään kehittäjillä on enemmän prosessorin syklejä käytettävänä tekoälylle. Hän on myös maininnut, että tämä saattaa johtua siitä, että näytönohjainten nopeudet ovat kehittyneet paljon nopeampaa kuin prosessorien, joka taas vapauttaa paljon resursseja esimerkiksi tekoälylle (Nareyek, 2004, s. 60).

Tässä tutkielmassa käsitellään sitä, miten tekoälyn käyttö videopelien NPC-hahmoissa vaikuttaa pelaajan immersioon. Tutkimusongelmana toimii kysymys siitä ”Miten tekoälyn käyttö videopelien NPC-hahmoissa vaikuttaa pelaajan immersioon?”. Tutkielma rajattiin NPC-hahmoihin, sillä aiemmat tutkimukset ovat pääsääntöisesti oppivien agenttien näkökulmasta, jättäen NPC-hahmot vähemmälle huomiolle. Tutkielmassa myös tutkitaan muutamaa tekoälyn oppimismenetelmää ja sitä, mitä niiden avulla voidaan saavuttaa NPC-hahmoissa ja kuinka tämä vaikuttaa pelaajan immersioon.

Aiemmassa kirjallisuudessa on todistettu, että nykyaikaisen tekoälyn avulla voidaan parantaa NPC-hahmojen käyttäytymistä ja niistä voidaan luoda älykkäämmän tuntuksia ja tätä kautta pelikokemuksesta mukavampi ja miellyttävämpi pelaajalle (Yannakakis & Togelius, 2018, ss. 23–25). Tekoälyn avulla NPC-hahmoista voidaan myös saada inhimillisen ja aidomman tuntuksia, joka taas vaikuttaa pelaajan pelikokemukseen ja sitä kautta immersioon (Asensio ym., 2014, s. 7282). Aiempaa kirjallisuutta tutkimuskysymyksen aihealueista (NPC-hahmot, tekoäly ja immersio) löytyy hyvin, mutta tutkimusta näiden yhdistämisestä on vielä rajallisesti. Aiempaa kirjallisuutta löytyi myös hyvin kahden aihealueen yhdistämisestä, mutta useasti kolmas aihealue oli jätetty tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkielmasta saa hyvän kuvan tutkimuskysymyksen tilanteesta ja mahdollisista jatkotutkimusmahdollisuuksista. Immersioaspekti on myös monesti aiemmissa tutkimuksissa jätetty tutkimuksen ulkopuolelle, joten tämän tutkimuksen tulokset muodostavat aiheesta helpommin ymmärrettävän pohjan jatkotutkimukselle.

Tutkielman tutkimusmenetelmä on kirjallisuuskatsaus. Tutkielman lähteet ovat valittu tieteellisten julkaisujen pohjalta, mutta myös muita lähteitä on käytetty tieteellisten lähteiden ja tutkielmassa esitettyjen väitteiden tueksi. Tieteellisten lähteiden hakukoneina on käytetty pääsääntöisesti Google Scholaria, IEEE Xplore ja Oula-Finnaa. Suurin osa lähteistä on löydetty Google Scholarista, joka oli tutkielman pääasiallinen hakukone.

Tutkielmassa huomattiin, että tekoälyllä voidaan vaikuttaa erityisen hyvin NPC-hahmojen käytökseen ja taitotasoon. Suurin osa aiemmista tutkimuksista NPC-hahmojen tekoälystä tutkivatkin aihetta NPC-hahmon inhimillisen uskottavuuden ja taitotason näkökulmasta. Huomattiin myös, että NPC-hahmojen äänien luonti tekoälyllä on jäänyt melko vähälle ja tekoälyn käyttö videopelien äänissä on paneutunut enemmän pelien yleiseen äänimaailmaan, jättäen NPC-hahmot vähemmälle huomiolle. Aiempi tutkimus

esittää kuitenkin hyvin, mitkä aistipohjaiset tekijät vaikuttavat pelaajan immersioon, mutta NPC-tekoälyä on sovellettu näihin tekijöihin vielä melko vähän.

Tutkielman aluksi luvussa 2 käsitellään tekoälyn eri osa-alueita, käyden ensin läpi mitä tekoäly käsitteenä sisältää. Tämän jälkeen käsitellään kirjallisuudessa useasti toistuvat NPC-hahmoissa käytetyt tekoälyn oppimismenetelmät. Nämä oppimismenetelmät ovat koneoppiminen ja vahvistusoppiminen. Tekoälyn osa-alueiden käsittelyn jälkeen käydään läpi mitä NPC-hahmoilla tarkoitetaan ja mitä se käsitteenä pitää sisällään. Luvun 2 lopussa käsitellään vielä, mitä immersioilla tarkoitetaan. Luvussa 3 tarkastellaan ja pohditaan pelaajan immersioon vaikuttamista NPC-tekoälyllä. Pohdinta tukeutuu kolmeen immersion alityyppiin (Ermi & Mäyrä, 2005, s. 48). Luvussa 4 kootaan aiheesta ja löydöksistä yhteenveto ja pohditaan lopputulosta, johon päädyttiin.

## 2. Aiempi tutkimus

Tässä luvussa avataan tutkielman kannalta tärkeiden ja olennaisten käsitteiden teoriataustaa ja tarkoitusta. Luku 2.1 esittelee tekoälyn käsitteenä, jonka jälkeen luvussa 2.2 esitellään NPC-hahmojen taustaa. Lopuksi luku 2.3 esittelee immersion käsitteenä.

### 2.1 Tekoäly

Tekoälyksi (engl. artificial intelligence, AI) kutsutaan tietojenkäsittelytieteen osa-aluetta, joka pyrkii ymmärtämään, mutta myös luomaan älykkäitä entiteettejä (engl. entity), kuten koneita ja ohjelmia. Tekoälyn tarkoitus on pyrkiä suorittamaan tehtäviä ihmisen kaltaisesti, eli sen pitää ajatella ja toimia inhimillisesti ja rationaalisesti. Tekoälyn tasoa voidaan mitata Turingin testillä, jonka tekoäly läpäisee, jos kysymyksiin vastauksista ei voida tietää onko kyseessä tekoälyn vastaus vai ihmisen vastaus. Inhimilliseen ajatteluun sisältyy myös tekoälyn oppiminen. (Russell & Norvig, 2010, ss. 1–5.) Oppimistapoja tekoälyssä on monia erilaisia, joilla kaikilla on omat vahvuutensa ja yksi ja ainut oppimismenetelmä ei ole se paras valinta kaikkiin käyttötarkoituksiin.

Oppivasta tekoälystä puhuttaessa tarkoitetaan ohjelmia, jotka oppivat, muuttavat ja mukauttavat automaattisesti käytöstään vastaamaan paremmin tehtävän vaatimuksia (Alpaydin, 2016, ss. 24–25). Oppiva tekoäly hyvin toteutettuna mahdollistaa esimerkiksi tietokoneiden kasvojen- ja puheentunnistuksen, mutta ehtona näiden toteutumiseksi on se, että ihmisen täytyy osata selittää ja ohjelmoida tietokoneelle vaihe kerrallaan se, miten ihminen tunnistaa kasvoja tai puheen (Alpaydin, 2016, s. 19). Ihmiset tunnistavat kasvoja tiedostaen ja tiedostamattaan, jonka takia emme välttämättä osaa selittää yksityiskohtaisesti, miten me sen teemme (Alpaydin, 2016, s. 23). Tekoälyn oppivuuden saavuttamisen kannalta onkin elintärkeää, että tajuumme yksityiskohtaisesti, miten teemme tiettyjä asioita, vaikka ne tapahtuisivatkin alitajunnallisesti ja kuin itsestään. Kun on saatu tarpeeksi selkeä ja tarkka tieto mielen toiminnasta, voidaan sen jälkeen esittää teoria myös tietokoneelle. Kun sovelluksen tuloste on sama kuin ihmisen päätös tai vaikkapa vastaus samalla lähtötilanteella niin todetaan, että tekoäly on onnistunut ja ajattelee inhimillisesti (Russell & Norvig, 2010, s. 3).

Koneoppimisella (engl. machine learning) tarkoitetaan tietokoneen ohjelmointia siten, että optimoidaan oppimismallin suorituskykyä, käyttämällä apuna esimerkkitietoa tai aiempaa kokemusta. On siis tehty malli, jolle on määritetty jotkin parametrit ja itse oppiminen tapahtuu, kun ohjelmaa suoritetaan koulutusdatan tai aiemman kokemuksen avulla, tavoitteena saada haluttu tulos tai tapahtuma. Malli voi olla ennakoiva, eli se voi tehdä ennusteita tulevaisuudesta tai deskriptiivinen, eli se saa tietoa datasta, tai se voi olla näitä molempia. Matemaattisia malleja rakentaessa koneoppimisessa käytetään apuna tilastotieteitä, koska ydintehtävä on tehdä päätelmiä jostain tietystä otoksesta ja tähän tilastotieteet soveltuvat mainiosti. (Alpaydin, 2020, s. 3.) Koneoppimisen tavoite on siis löytää datasta merkittäviä kaavoja ja sääntöjä (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014, s. 7). Alpaydinin (2020, s. 4) mukaan tietotekniikan rooli koneoppimisessa on kaksitahoinen. Ensin koulutusvaiheessa tarvitaan tehokkaita algoritmeja optimointiongelman ratkaisemiseksi ja valtavan datamäärän tallentamiseen ja prosessointiin. Toiseksi sitten, kunnes malli on oppinut niin sen esitysmuodon ja päättelyalgoritmin täytyy myös olla tehokkaita. Hän on myös sanonut, että joissain sovelluksissa oppimis- tai päättelyalgoritmin tehokkuus, eli sen tila ja aikavaativuus, voivat olla yhtä tärkeitä kuin sen ennustava tarkkuus. (Alpaydin, 2020, s. 4.)

Vahvistusoppiminen (engl. reinforcement learning) on puolestaan tapa ohjelmoida oppiva kohde eli agentti oppimaan palkintojen ja rangaistuksien avulla, ilman tarvetta määrittellä miten kyseinen tehtävä tehdään (Kaelbling ym., 1996, s. 1). Vahvistusoppimisessa agentti aloittaa suorittamaan tehtävänsä ilman ennakkotietoja tai tiettyä tavoitetta ja saa näiden sijasta palautetta pitkin matkaansa ympäristöstään ja mahdollisen hyvän tavoitteen saavutettuaan agentti saa palkinnon, mutta virheitä tehdessä puolestaan nuhteita. Palkintojen määrä vaihtelee eri ympäristöissä, esimerkiksi tavallisessa shakkipelissä palkinnon tai nuhteet voi saada vasta pelin loputtua riippuen tuloksesta, mutta vaikkapa ryömimisen opettelussa kaikki liike eteenpäin voidaan laskea edistykseksi. (Russell & Norvig, 2010, s. 830.) Agentin on siis opittava yrityksen ja erehdyksen kautta ratkaisemaan kohtaamansa ongelma (Kaelbling ym., 1996, s. 1).

## 2.2 NPC-hahmot

NPC-termillä tarkoitetaan tietokoneen ohjaamia hahmoja eli toisin sanoen hahmoja, joita ei ohjaa kukaan ihmispelaaja. NPC-hahmoja on ollut jo ennen videopelejä esimerkiksi pöytäroolipeleissä (engl. tabletop role-playing game), joissa pelaajat ovat pelinohjaajan (engl. dungeon master) ohjaamia NPC-hahmoja. Nykyisin NPC-hahmoja eivät ole pelkästään rajattu roolipeleihin, vaan niitä löytyy laajalti monen eri genren peleistä (engl. role playing games, RPG). (Warpefelt, 2016, s. 31.)

Warpefelt (2016, s. 31) on tuonut esille kysymyksen siitä, mitkä kaikki hahmot voidaan luokitella niin sanotuiksi NPC-hahmoiksi ja mitkä ei. Bartle (2004) jakoi tietokoneen ohjaamat hahmot hirviöihin ja NPC-hahmoihin, jonka mukaan NPC:t ovat entiteettejä, jotka näyttävät pelaajilta ja ajattelisivat olevansa pelaajia, jos heille annettaisiin tekoäly. Warpefelt (2016, s. 31) on puolestaan esittänyt toisen näkökulman käyttäen esimerkkinä NPC-hahmoja, joita on nykyisin muun muassa tieteisfiktio (SciFi) peleissä, jotka eivät ole pelaajien ohjaamia, eivät näytä yhtään pelaajahahmoilta, eivätkä myöskään ajattelisi siten, vaikka saisivatkin tekoälyn. Yannakakis ja Togelius (2018, s. 92) taas ovat puolestaan kutsuneet NPC-hahmoiksi kaikkia rooleja, joita ihmispelaajat eivät voi tai eivät halua ottaa. Pelien NPC-hahmojen roolit ja määrät eroavat myös siten pelikohtaisesti, että yleisesti yksin pelattavissa RPG-peleissä kaikki muut paitsi yksi hahmo ovat NPC-hahmoja ja pelaaja sitten täyttää tämän yhden hahmon roolin, mutta esimerkiksi monen pelaajan ammutapeleissä (engl. first person shooter, FPS) kaikki roolit täyttää ihmispelaaja ja NPC-hahmoja ei ole vaan ihmispelaajat pelaavat toisiaan vastaan (Yannakakis & Togelius, 2018, s. 92). Yannakakis ja Togeliuksen (2018, s. 93) mukaan myös yleisesti ottaen NPC-hahmojen pelin sisäiset mahdollisuudet ovat kapeammat ja rajallisemmat kuin ihmispelaajien.

NPC-hahmojen käyttötarkoitus ja roolit eri peleissä vaihtelevat. Niiden tavoite voi olla joko pyrkiä voittamaan pelaaja tai vain parantamaan pelaajan pelikokemusta. Tämä johtaa tietenkin siihen, että eri tavoitteeseen pyrkivät NPC:t ja niiden tekoäly pitää ohjelmoida eri tavalla. Voittoa tavoittelevat NPC:t löytyvät monesti peleistä, joissa pelaaja voi käyttää vaikkapa eri vaikeustason NPC-vastustajia erilaisina testialustoina ja NPC:t voivat tekoälyn avulla haastaa pelaajia. Voittoa tavoittelevat NPC:t pelaavat peleissä esimerkiksi rooleja, joita ihmispelaajat eivät pelaisi tai eivät haluaisi pelata ja tällaisten NPC-hahmojen tavoite on tasoittaa peliä. Esimerkkinä voittoa tavoittelevista NPC-hahmoista voisi käyttää vaikkapa tietokoneen ohjaamia pelaajia ajopeleissä (engl. racing games), joissa tietokoneen ohjaamat eri tasoiset vastustajat pyrkivät voittamaan pelaajan ja haastavat tällä tavoin pelaajaa parempiin suorituksiin. Pelikokemusta parantavat NPC:t sen sijaan pyrkivät olemaan uskottavia ihmisen kaltaisia hahmoja ja useimmiten tällaisten hahmojen tehtävä on toimia esimerkiksi apuna, kertoa tarinaa tai

näyttää tunteita pelaajalle. Tällaisia NPC-hahmoja löytyy paljon RPG-peleistä. (Yannakakis & Togelius, 2018, s. 93.)

## 2.3 Immersio

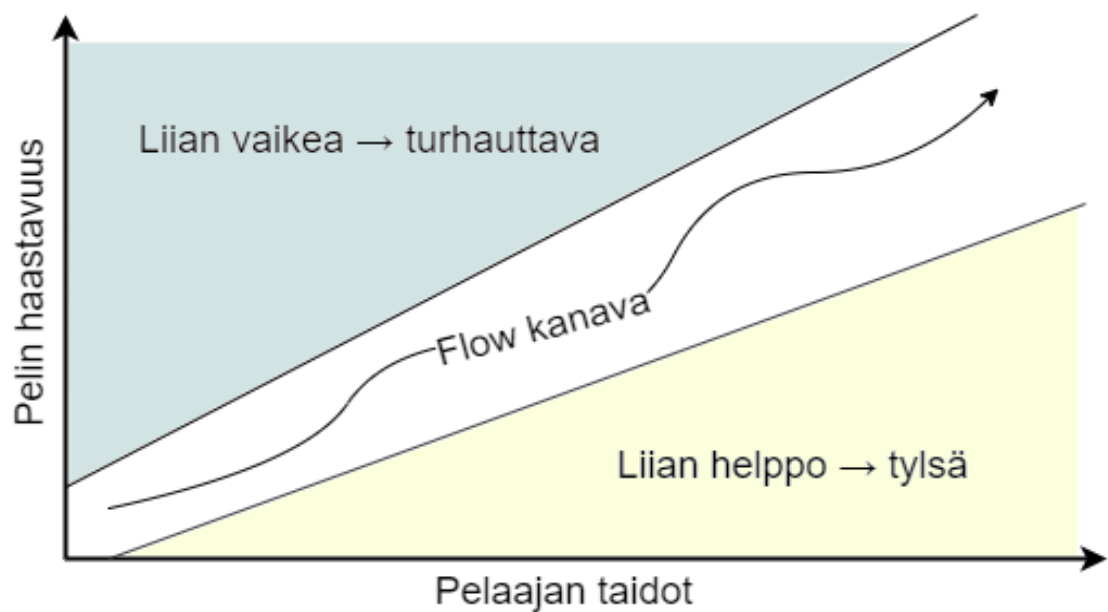
Yksi isoimmista tekijöistä pelien miellyttävyyden kannalta on immersio, jonka pelaaja voi saavuttaa hyvän pelikokemuksen seurauksena. Monesti pelit ovat niin puoleensavetäviä, että pelaaja syventyy peliin niin vahvasti, että ei huomaa ympärillään tapahtuvia asioita, esimerkiksi sitä kuinka kauan hän on viettänyt aikaa pelin parissa tai vaikkapa sitä, jos hänen nimeään on kutsuttu. Tällaisissa tilanteissa suurin osa pelaajan huomiosta keskittyy peliin, ja jotkut ovat myös kuvailleet tilannetta siten, että he olivat ikään kuin pelin sisällä ja osa peliä. (Jennett ym., 2008, s. 641.) Immersiolla tarkoitetaan siis sitä, miten pelaaja pystyy syventymään peliin tavalla, jolla hän unohtaa jopa oikeassa elämässä hänen ulkopuolelleen tapahtuvat asiat (Zhang & Fu, 2015, s. 2).

Jennett ym. (2008, ss. 642–643) ovat tuoneet esille kolme eri immersion tasoa. Ensimmäinen niistä on ”alkuun pääseminen” (engl. engagement). Tähän vaiheeseen päästäkseen pelaajan pitää käyttää aikaa, vaivaa ja huomiota siihen, että oppii pelaamaan peliä ja oppii pelissä käytettävät näppäimet. Pelin ja sen näppäimien kanssa siis pitää päästä tutuksi. Toinen immersion vaihe on ”pohdiskelu” (engl. engrossment). Tässä vaiheessa pelaaja on jo syventynyt peliin siten, että pelin tapahtumat vaikuttavat suoraan hänen tunteisiinsa ja pelissä käytettävät näppäimet ovat jo tuttuja ja tulevat jo lihasmuistista, eikä siihen tarvitse enää keskittyä. Tässä vaiheessa pelaaja on jo vähemmän tietoinen siitä mitä hänen ympärillään pelin ulkopuolella tapahtuu. Kolmas ja korkein immersion taso on ”täysi immersio” (engl. total immersion). Tällä immersion vaiheella tarkoitetaan sitä, että pelaaja on täysin syventynyt peliin ja unohtaa täysin ulkopuolisen maailman. Tässä vaiheessa pelaaja voi olla niin syventynyt peliin, että unohtaa kyseessä olevan vain peli. Korkein taso eli ”täysi immersio” on kuitenkin harvinainen, kun taas alemmat tasot ovat melko yleisiä. (Jennett ym., 2008, ss. 642–643.)

Ermi & Mäyrä (2005, s. 48) ovat tuoneet puolestaan esille SCI-mallin (Sensory, Challenge-Based, Imaginative) eli mallin aisti-, haaste- ja mielikuvituspohjaisista immersioista. Nämä immersiot käsittelevät enemmän sitä, mitkä tekijät vaikuttavat syvän immersion luomiseen, eikä niinkään immersion eri syvyyksien tasoja. Aistipohjaisella immersioilla tarkoitetaan sitä, miten ihminen immersoittuu eri aistien kautta peliin. Aistipohjaiseen immersion vaikuttaa esimerkiksi se millaiset musiikit pelissä on ja miten ne sopivat pelin sen hetkiseen ympäristöön ja tunnelmaan. Myös pelin grafiikoiden laatu vaikuttaa aistipohjaiseen immersion. Haastepohjaisella immersioilla tarkoitetaan sitä, kuinka laaja-alaisesti peli haastaa pelaajaa ja onko haasteita esimerkiksi kaiken tasoisille pelaajille. Haastepohjainen immersio on vaikea saavuttaa, jos pelaajalle ei löydy tarpeeksi haastavia haasteita pelistä, mutta toisaalta myös kaikki pelit eivät pyrikään olemaan haastavia. Tällaisesta pelistä hyvä esimerkki on Sims 2 (Electronic Arts, 2004), joka pyrkii sulkemaan kilpailun pelaajien väliltä pois ja pelin hahmot ovat lelumaisia. Mielikuvituspohjaisella immersioilla tarkoitetaan sitä, kuinka pelaaja voi huomata eri mahdollisuuksia pelissä ja käyttää mielikuvitustaan. Tällainen immersio on vahvinta RPG-peleissä ja peleissä, jotka ovat vahvasti juonipainotteisia. Tällaisten pelien eri hahmot ja tarinat tuovat pelaajille erilaisia mahdollisuuksia, joita he voivat huomata ja antaa mahdollisuuden pelaajille käyttää mielikuvitustaan. (Ermi & Mäyrä, 2005, s. 48.) Mielikuvituspohjainen immersio kattaa sen kun pelaaja pääsee käyttämään mielikuvitustaan, eläytymään pelin hahmojen kanssa tai ihan vain nauttimaan pelin fantasiasta.



Näiden kolmen immersion (aisti-, haaste- ja mielikuvituspohjainen immersio) toteutuminen mahdollistaa pelaajalle täyden immersoitumisen ja miellyttävän pelikokemuksen (Calvillo-Gámez ym., 2015, s. 42). Csikszentmihalyi (1990, s. 74) on tuonut esille näkökulman Flow-tilasta (Kuva 1). Hänen mukaansa flow-tilassa oleva henkilö keskittyy tekemäänsä niin vahvasti, että hän on ikäänkuin irrottautunut ympäristöstään ja kaikki keskittyminen on vahvasti tekemisessä. Jennett ym. (2008, s. 642) ovatkin verranneet flow-tilaa pelaajan immersoitumiseen, sillä molemmissa pelaaja syventyy peliin niin vahvasti, että hän saattaa jopa unohtaa ympäristönsä täysin. Csikszentmihalyi (1990, s. 74) on tuonut myös esille näkökulman siitä, että jos pelin haastavuus ja pelaajan taidot ovat yhteydessä toisiinsa ja molemmat ovat sopivalla tasolla niin pelaajan pelikokemus kulkee ”flow-kanavaa” pitkin.



Kuva 1. Csikszentmihalyin (1990) Flow channel-näkökulma havainnollistettuna

Kuvasta 1 voi hyvin nähdä, miten pelin vaikeutta voidaan hiljalleen nostaa pelaajan kehittyessä ja peli pysyy jatkuvasti pelaajalle mielenkiintoisena, eikä tylsistytä, mutta peli ei myöskään ole liian vaikea. Kuvaaja kuvaakin sitä, miten sopiva pelin haastavuus ehkäisee pelaajan turhautumista tai tylsistymistä. (Zohaib, 2018, s. 2.)

### 3. NPC-hahmojen tekoälyn vaikutus pelaajan immersioon

Tässä luvussa pohditaan ja keskustellaan, miten NPC-hahmojen tekoäly vaikuttaa pelaajan immersioon. Tekoälyn avulla NPC-hahmoissa ei voida niinkään vaikuttaa pelin suorituskykyyn, vaan enemmänkin pelaajan tunteisiin ja tuntemuksiin pelin edetessä. Tässä kappaleessa pohditaan kuinka tekoäly vaikuttaa pelien haastavuuteen, yleiseen tunnelmaan ja pelaajan tunnetiloihin. Käsittelyn tueksi on valittu Ermin & Mäyrän (2005, s. 48) kolme ”immersiota” eli tekijää, jotka olivat aisti-, haaste-, ja mielikuvituspohjaiset immersiot. Seuraavissa luvuissa on käsitelty immersio kerrallaan, kuinka tekoäly NPC-hahmoissa vaikuttaa siihen.

#### 3.1 Immersion merkitys videopeleissä

Videopelin suosion kannalta yksi suurimmista tekijöistä on sen luoma immersio pelaajalle. Immersion saavutettuaan pelaaja tietoisesti sivuttaa ajatuksen siitä onko peli täysin realistinen vai ei. Pelien tavoitteena onkin olla uskottavia, eikä niinkään täysin realistisia. Uskottavuuden saavuttamiseen vaikuttavat moni asia, kuten pelin ympäristö, siellä kohdatut tapahtumat, hahmot ja niiden kanssa mahdollisesti käydyt kanssakäymiset. Monissa peleissä kuitenkin pelin uskottavuus kytkeytyy vahvasti NPC-hahmoihin ja niiden toimintaan. (Ochs ym., 2009, s. 281.) Tang ym. (2020, s. 386) ovatkin sanoneet, että tekoälyn käytön tarkoitus videopeleissä on pääosin luoda pelaajalle verrattain immersoivia paikkoja ja tapahtumia, joihin pelaajat voivat immersoitua.

Pelaajan immersoitua pelaajan pelikokemus paranee niin, että pelaaminen on positiivinen ja palkitseva kokemus. Tätä lisää myös se, jos pelin vaikeustaso on juuri oikea ja pelaaja saavuttaa flow-tilan (Kuva 1). Pelit tosin voivat olla myös immersoivia, vaikka pelaaja ei niiden avulla saavuttaisikaan flow-tilaa (Seah & Cairns, 2008, s. 56). Hyvän pelikokemuksen myötä pelaaja saattaa esimerkiksi suositella peliä muille, ja tätä kautta pelin kehittäjät hyötyvät. Positiivisella immersion luonnilla on siis vahva positiivinen merkitys pelin suosioon.

#### 3.2 Aistipohjainen immersio

Aistipohjainen immersio muodostuu pelaajan immersoitumisesta äänien, niiden soveltuvuuden ja esimerkiksi grafiikkojen pohjalta (Ermi & Mäyrä, 2005, s. 48). Näistä tekijöistä ääniin ja niiden soveltuvuuteen voidaan vaikuttaa tekoälyllä ja tätä onkin tutkittu melko paljon. Kuitenkaan tutkimusta NPC-hahmojen kontekstista ei ole vielä kovinkaan paljoa. Pelien musiikkien generointia on tehty proseduraalisesti generoimalla (engl. Procedural Content Generation, PCG) ja siitä löytyy tutkimusta, mutta nimenomaan NPC-hahmojen näkökulmaa huomioon ottavaa tutkimusta esiintyy rajallisesti. Yang ja Nazir (2022, s. 3) sanoivat kuitenkin, että syväoppimisen myötä tekoälyn käyttö musiikin luonnissa lisääntyy nopeasti. He myös sanoivat, että musiikin luomiseen tekoälyn avulla on alettu kiinnittämään enemmän huomiota vasta muutama vuosi sitten ja, että se eroaa tyypillisen tekoälyn luonnista siten, että musiikkia luovan tekoälyn luojalla täytyy olla tietotaitoa musiikista, jotta tekoälystä tulisi hyvä (Yang & Nazir, 2022, s. 1). Myös Garner ja Jordanous (2016, s. 1) sanoivat, että PCG:ssä monesti hieman unohdetaan musiikit ja äänet ja keskitytään paljon muihin käyttökohteisiin vaikkakin esimerkiksi NPC-hahmojen äänillä olisi suuri potentiaali syventää pelaajan

immersoitumista entisestään luomalla NPC-hahmoista entistä mielenkiintoisempia hahmoja juuri äänien avulla.

Tutkimus pelimusiikin luonnista tekoälyllä on lisääntynyt viime vuosina huomattavasti. Esimerkiksi Plans & Morelli (2012, s. 1) sanoivat 10 vuotta sitten, että adaptiiviset musiikit PCG:n avulla eivät ole yleistyneet sen takia, että on halvempaa maksaa normaaleille säveltäjille, kuin maksaa jollekin äänien koodaamisesta. Pelaajat kuitenkin vaativat jatkuvasti enemmän peleiltä ja pelikokemukselta, joten tämä säästämisajatus on 10 vuoden aikana jäänyt ja ajatellaan, että adaptiivisilla musiikeilla voidaan saavuttaa enemmän positiivisia kuin negatiivisia asioita. Yang ja Nazir (2022, s. 6) olivat sitä mieltä, että hyvät äänet pelissä tarkoittavat onnistunutta peliä. He ovat myös sanoneet, että hyvät musiikit ovat todella tärkeä osa-alue pelin onnistumisen kannalta ja esimerkiksi oppimispeleissä hyvät taustamusiikit tehostavat oppimista, kun taas suurimmassa osassa peleistä äänet ovat luomassa pelistä houkuttelevampaa ja koukuttamassa pelaajaa. Plut ja Pasquier (2019, s. 9) tulivat tutkimuksessaan siihen tulokseen, että adaptiivisilla musiikeilla pelien musiikeista voidaan tehdä entistä vaikuttavampia. Heidän tutkimuksessaan musiikit pyrittiin valitsemaan siten, että ne vastaavat pelaajan olotilaa ja tutkittiin miten se vaikuttaa heidän pelikokemuksensa (Plut & Pasquier, 2019, s. 8). Yang ja Nazir (2022, s. 20) sanoivatkin, että tekoälyllä luodulle adaptiiviselle musiikille on videopeleissä todella paljon käyttöä ja siitä saataan hyvin toteutettuna suurta hyötyä pelaajan pelikokemukseen ja immersioon.

Hoover ym. (2015) tekivät myös tutkimuksen, jossa Super Mario Bros pelin äänet luotiin pelikentän palasien mukaisesti. Jokaiselle pelikentän palaselle määritettiin tietty ääni ja tämän jälkeen pelin alkuperäinen pelikenttä muutettiin äänien listaksi, jonka perusteella tekoäly sitten yritti tehdä samanlaisen pelikentän. Tutkimuksessa käytettiin neuroevoluutiota (engl. neuroevolution), joka voidaan mieltää vahvistusoppimisen oppimisparadigmaksi. Palautteen malli sai sen mukaisesti, että vastasiko ääni ja kyseinen kentän palanen toisiaan kuten piti vai ei. Hoover ym. (2015, ss. 5–6) huomasivat tutkimuksessaan sen, että käytetty valmis oppimismalli ei ollut parhain mahdollinen tähän tehtävään ja he sanoivatkin, että jos asiaa tutkitaan pidemmälle, niin olisi suotavaa tehdä kokonaan tähän tarkoitukseen räätälöity tekoälyn avulla pelikenttiä luova työkalu. Hoover ym. (2015, s. 6) olivat sitä mieltä, että kyseistä lähestymistapaa voitaisiin soveltaa myös muihinkin kuin tasohyppely-peleihin (engl. platform game). Heidän mukaansa esimerkiksi ensimmäisen persoonan ammuntapeleissä voitaisiin äänien luontiin käyttää ympäristön elementtejä kuten esimerkiksi sitä kuinka kapea jokin pelaajan kulkema polku on tai kuinka vähän tai paljon pelaajan lähellä on mahdollisia suojapaikkoja. Tällaisilla adaptiivisilla äänillä pelaajan immersoitumista voitaisiin lisätä, sillä pelaajan näkemä ympäristö vastaisi ääniä, joita pelaaja kuulee. (Hoover ym., 2015.)

Musiikkien lisäksi NPC-hahmojen äänten on osoitettu vaikuttavan pelaajan aistipohjaiseen immersioon merkittävästi. Immersoitumista voidaan lisätä entisestään luomalla näistä äänistä pelitilanteeseen, tapahtumiin ja tunnelmaan sopivia. Peleistä löytyy paljon esimerkkitalanteita, joissa NPC-hahmo esimerkiksi käskee pelaajaa liikkumaan hiljaa ja huomaamattomasti tai antaa pelaajalle ohjeita käyttämään esimerkiksi tiettyä esinettä. Nämä tilanteet ovat kuitenkin pelin tekijöiden suunnitteleamia ja täten odotettavissa, koska ne ovat pelin tarinan mukaisia. Tällaisissa tilanteissa NPC-hahmon äänet ovat ennalta ohjelmoituja, vaikkakin pelaajalle tilanne näyttäytyy luontevana. (Garner & Jordanous, 2016, s. 1.) Immersiota parantaisi kuitenkin se, jos NPC-hahmojen äänet olisivat luontevia ja muuttuvia myös tilanteissa, jotka eivät ole odotettavissa tai eivät esimerkiksi ole lineaarisen tarinan mukaisia. Tällaisia tilanteita on

paljon esimerkiksi avoimen pelimaailman (engl. open world) peleissä, joissa pelaaja voi avoimesti tutkia ympäristöään.

Tutkimus tekoälystä videopelien kontekstissa on keskittynyt laajalti siihen, miten peleihin voitaisiin tehdä musiikkeja tai miten pelikenttiä voitaisiin esimerkiksi generoida tekoälyn avulla. Tutkimus aistipohjaisen immersion ja NPC-tekoälyn näkökulmasta on jäänyt vähemmälle, mutta aihealueella on paljon tarjottavaa jatkotutkimukselle ja tutkimuksia kyseisestä aiheesta tehdään varmasti lähivuosina. Tämän tutkimuksen aihealuetta lähin laajasti tutkittu aihealue on proseduraalinen generointi. PCG tutkimusta pelikenttien luonnista tekoälyn avulla on jo laajasti, mutta NPC-hahmojen sisällyttäminen jatkotutkimuksessa voisi olla hyödyllistä aihealueen kannalta.

### 3.3 Haastepohjainen immersio

Tekoälyn käytön on näytetty voivan parantaa haastepohjaista immersiota ja sen kautta pelikokemusta. Haastepohjaiseen immersioon videopeleissä voidaan vaikuttaa tekoälyllä siten, että NPC:t ja muut pelin tietokoneohjatut hahmot voivat oppia reaaliajassa ja adaptoitua pelaajan päätöksiin tai esimerkiksi yksittäisen pelaajan pelityyliin. (Tang ym., 2020, s. 386). Reaaliajassa oppimisella mahdollistetaan tekoälyn skripteissä (engl. script) piilevien heikkouksien korjaaminen, joita pelaaja saattaa käyttää hyödykseen (Spronck ym., 2004, s. 1). Tällä tavoin voidaan mahdollistaa haastava, mutta voitettavissa oleva vastustaja tietokoneen ohjaamasta hahmosta riippumatta siitä onko kyseessä aloitteleva vai taitava pelaaja (Spronck ym., 2004, s. 1). Reaaliajassa oppivaa tekoälyä hyödyntämällä voidaan myös parantaa videopelien viihdearvoa ja nimenomaan haastepohjaista immersiota, koska pelin sisäiset vastustajat saadaan haastamaan pelaajaa juuri sopivan verran, mutta eivät ole myöskään mahdottomia voittaa (Spronck ym., 2004, s. 5).

Pelaajan näkökulmasta reaaliaikainen oppiminen näkyy siten, että pelin haaste pysyy jatkuvasti sopivan haastavalla tasolla, joka taas johtaa siihen, että pelaajan pelikokemus on immerstiivinen (Kuva 1), koska pelaaja ei tylsisty tai turhaudu peliin. Reaaliajassa oppivat hahmot myös mahdollistavat pelaajalle yksilöllisen pelikokemuksen ja pelaaja voi esimerkiksi valita yksilölliset taktiikat vastustajan eri ominaisuuksien mukaisesti. (Tang ym., 2020, s. 387.) Sopivan haasteen myötä pelaaja myös mahdollisesti kehittää omia taitojaan, joka taas immersoi pelaajaa entisestään ja tekee pelaajan pelikokemuksesta entistä paremman (Muñoz-Avila ym., 2013, s. 40). Tang ym. (2020, s. 387) ovat kuitenkin sanoneet, että tekoäly ei saa olla liian taitava tai ei ainakaan yli puolet pelaajan taitotasosta, koska muuten pelaaja menettää kiinnostuksensa peliä kohtaan liian korkean vaikeustason myötä. Mateas (2003, s. 7) totesikin, että tekoälyn keskeinen tehtävä on luoda pelaajalle kokemus ja, että tekoälyn tehtävä ei ole vain suorittaa jokin tehtävä vaan suorittaa se tyylillä.

Tekoälyn ohjaamien pelihahmojen taitojen kehittämisestä on tehty paljon tutkimusta ja viime aikoina tehdyissä tutkimuksissa vahvistusoppiminen on laajalti käytetty oppimismenetelmä. Esimerkiksi OpenAI:n (OpenAI ym., 2019) luoma Dota 2-peliä (Valve Corporation, 2013) pelaava tietokonevastustaja käyttää vahvistusoppimista oppimismenetelmänään. Kyseinen botti (engl. bot) voitti vuonna 2019 sen hetkisen Dota 2- maailmanmestaruusjoukkueen ja tämän lisäksi huhtikuussa vuonna 2019 kolmen päivän ajan kaikilla pelaajilla oli mahdollista pelata kyseistä tekoälyä vastaan. Näiden kolmen päivän aikana tekoäly voitti 7 257 pelistä 7215 ja hävisi vain 42. Vaikka kyseisessä tutkimuksessa luotiinkin vain todella hyvä tietokonevastustaja niin se myös näyttää sen, miten pelien hahmoja voidaan kehittää tekoälyllä, joita voitaisiin sitten

käyttää esimerkiksi auttamaan pelaajaa tai haastamaan pelaajaa. Pelihahmo voidaan kehittää todella taitavaksi, mutta kyseisestä hahmosta voitaisiin käyttää uudelle tai ei niin taitavalle pelaajalle esimerkiksi opetuksen alkupuolella ollutta versiota ja kehittyneemmän pelaajan vastustajana jo pidemmällä opetuksessa olevaa versiota. Kyseisen pelin ammattilaiset ovatkin sanoneet, että he oppivat paljon katsomalla tekoälyvastustajien pelaamista ja niiden tekemiä päätöksiä. (Berner ym., 2019.)

### 3.4 Mielikuvituspohjainen immersio

Mielikuvituspohjainen immersio tukeutuu vahvasti NPC-hahmoihin ja näissä käytettyyn tekoölyyn. Se on vahvasti juonipainotteinen ja tämän takia pelin tarina vaikuttaa tähän suuresti. Pelin tarinaa ja NPC-hahmojen käytöstä voidaan räätälöidä pelaajalle mielekkäämmäksi muun muassa erilaisilla hakualgoritmeilla. Nämä algoritmit eivät itsessään ole vielä tekoälyä, mutta niiden optimisoinnissa voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi vahvistusoppimista. Tällä tavoin tarinaa ja NPC-hahmojen käytöstä siihen liittyen voidaan muokata pelaajan päätöksiä sekä valintojen perusteella ja näin immersioida pelaajaa uniikilla pelikokemuksella. Uskottavasti simuloidut NPC-hahmojen tunteet ja sosiaaliset suhteet ovatkin todella kriittinen osa pelin immersion luomista. (Ochs ym., 2009, ss. 281–282.) Hakualgoritmeja käytetään myös NPC-hahmojen liikkumisessa ja tekoälyn avulla näitä hakualgoritmeja voidaan optimoida. Optimisoinnin avulla NPC-hahmojen käytös on aidon tuntuista, eivätkä ne esimerkiksi juokse jatkuvasti seiniä päin tai vaikkapa jää dialogissa jumiin yhteen lauseeseen ja pilaa näin pelaajan immersiota. (Yannakakis & Togelius, 2014, s. 323.)

Jos NPC-hahmot käyttäytyvät ilmeisen odottamattomalla tai typerällä tavalla niin pelikokemus ja immersio kärsii huomattavasti (Charles, 2003, s. 5). Ochs ym. (2009, ss. 281–282) toivat myös esille kaksi ulottuvuutta NPC-hahmojen johdonmukaisuudesta, jotka auttavat pelin immersiossa. Heidän mukaansa immersion parantamiseksi voidaan tekoälyn avulla luoda NPC-hahmojen käytöksestä ja päätöksistä johdonmukaisia niiden aikaisemman käytöksen kanssa. Tällainen NPC käyttäytyy johdonmukaisesti aiempien tapahtumien, mieltymystensä ja esimerkiksi ansaitun tiedon perusteella, mutta myös hänelle määriteltyjen persoonallisuuden piirteiden mukaisesti. Immersiota voidaan parantaa myös luomalla tekoälyn avulla NPC-hahmojen tekemisistä ja päätöksistä johdonmukaisia nykyisen ympäristönsä kanssa. NPC:n täytyy siis reagoida siihen, mitä ympärillä tapahtuu ja jos vaikka pelaaja yhtäkkiä lyö häntä niin täytyy NPC:n reagoida siihen jotenkin, esimerkiksi puolustamalla itseään. Kun nämä kaksi johdonmukaisuuden ulottuvuutta yhdistetään, saadaan NPC, joka toimii johdonmukaisesti aikaisemman käytöksensä kanssa, mutta ottaa myös huomioon nykyisen ympäristönsä. Tällöin pelaajan ja NPC-hahmojen välille syntyy suhteita, jotka vaikuttavat suoraan heidän välisiin keskusteluihinsa ja NPC-hahmojen käytökseen. (Ochs ym., 2009, ss. 281–282.)

Tekoälyn avulla voidaan myös määritellä miten eri persoonallisuuden piirteet vaikuttavat hahmon tunteisiin ja sitä kautta päätöksiin. Esimerkiksi NPC-hahmot, jotka ovat persoonallisuudeltaan ekstroverttejä ovat useammin iloisia. Tällä voidaan lisätä NPC-hahmojen uskottavuutta, koska NPC:t reagoivat eri tapahtumiin persoonallisemmin (Ochs ym., 2009, s. 283). Tekoälyn avulla NPC-hahmoista voidaan myös tehdä kannustavampia ja vastaamaan älykkäämmin pelaajan tarpeita ja mieltymyksiä. Tällaisilla NPC-hahmoilla voitaisiin laajentaa pelaajakuntaa myös siten, että myös ne ihmiset, jotka eivät ole pelanneet ikinä tai ovat pelanneet vain muutamia kertoja innostuisivat pelaamisesta. Heidän mieltymyksensä voivat olla todella erilaiset kuin esimerkiksi paljon pelanneen, joten NPC-hahmojen käytöksen adaptoituminen pelaajakohtaisesti voisi toimia kannustavasti kaikenlaisille pelaajille. (Charles, 2003, s. 4.)

Hyvä esimerkki NPC-tekoälyn avulla saavutetusta mielikuvituspohjaisen immersion paranemisesta on Fraserin ym. (2018) tutkimus siitä, miten NPC-hahmojen adaptiivinen käytös vaikuttaa pelaajan pelikokemukseen ja immersioon. Tutkielmassaan Fraser ym. (2018) muuttivat normaalia NPC-kanssakäymistä siten, että pelaaja puhui mikrofonin kautta ja äänestä tunnistettiin pelaajan äänensävy, jonka perusteella NPC-hahmo sitten reagoi takaisin pelaajalle. NPC-hahmolle oli määritetty arvo, joka kuvasti niiden tunnetta. Arvolle oli myös määritetty raja-arvot, joiden ylittyessä pelaaja sai vasta haluamansa tiedon NPC-hahmolta, muuten NPC-hahmo reagoi pidättyväisesti. Tutkimuksen jälkeen tehdyistä kyselyistä näkyi selvästi se, että pelaajat immersoituiivat peliin huomattavasti paremmin tunteiden vaikuttaessa kanssakäymiseen kuin niiden ollessa pois päältä. (Fraser ym., 2018.)

## 4. Yhteenveto

Tutkielman tarkoituksena oli tutkia sitä, miten tekoäly videopelien NPC-hahmoissa vaikuttaa pelaajan immersioon. Tutkimuskysymyksenä toimi kysymys: ”Miten tekoäly videopelien NPC-hahmoissa vaikuttaa pelaajan immersioon?” ja tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta. Vaikka aihealueita (NPC-hahmot, tekoäly ja immersio) on tutkittu paljon erikseen, kaikkia näitä osa-alueita yhdistävää tutkimusta esiintyy rajallisesti. Lähestymistapana tutkielmassa käytettiin Ermin ja Mäyrän (2005, s. 48) kolmea immersiota: aisti-, haaste- ja mielikuvituspohjainen immersio. Tutkielman myötä voidaan sanoa, että hyvin toteutettuna NPC-tekoäly parantaa pelaajan pelikokemusta ja syventää immersiota, mutta huonosti toteutetun NPC-tekoälyn myötä immersio voi kärsiä tai jopa rikkoutua kokonaan.

NPC-tekoälyn vaikutukset haaste- ja mielikuvituspohjaiseen immersioon huomattiin selvästi, mutta aistipohjaiseen immersioon vaikuttavien tekijöiden ja NPC-tekoälyn yhdistäminen on harvinaisempaa. NPC-hahmojen äänistä löytyi jonkin verran tutkimusta, mutta suurin osa tutkimuksista olivat esimerkiksi musiikkien luonnista PCG:n avulla. Tutkielmassa huomattiin se, että NPC-tekoälyn suurimmat sovelluskohteet immersion kannalta ovat NPC-hahmojen käytös, niiden persoonallisuuden ominaisuudet ja taitotason kehittäminen. Tekoälyn avulla NPC-hahmoista saadaan inhimillisen ja aidon tuntuista ja NPC-hahmojen taitotaso voidaan säätää pelaajalle sopivaksi, jotta pelaajan mielenkiinto ja immersio säilyvät. Aidon tuntuiset NPC-hahmot myös luovat pelaajalle immersoivia tilanteita.

Haastepohjaisen immersion kannalta suurin tekoälyn sovelluskohta on NPC-hahmojen taitotaso ja sen mukautuminen pelaajalle sopivaksi. Liian vaikean tai liian helpon pelikokemuksen myötä pelaajan immersio kärsii, mutta NPC-hahmojen taitotason ollessa pelaajalle sopiva, pelaaja voi saavuttaa flow-tilan (Kuva 1), jota Jennett ym. (2008, s. 642) ovat verranneet immersoitumiseen. Tekoälyn avulla NPC-hahmo saadaan säädettyä auttamaan tai haastamaan pelaajaa juuri sopivasti siten, että peli on voitettavissa, mutta ei ole myöskään turhauttavan vaikea ja tällä tavoin parannettua pelaajan immersoitumista. Tekoäly myös mahdollistaa NPC-hahmojen taitojen kehittymisen pelin edetessä. Tämä mahdollistaa pelaajalle sopivan haastavan pelikokemuksen myös hänen omien taitojensa kehittyessä.

Mielikuvituspohjaisen immersion kannalta tärkein asia NPC-tekoälyssä on se, että NPC-hahmo toimii aidon tuntuisesti. Pelaajan immersio kärsii heti, jos hän huomaa, että NPC-hahmo ei käyttäydy aidosti ja esimerkiksi juoksee jatkuvasti päin seinää (Yannakakis & Togelius, 2014, s. 323). Tähän voidaan vaikuttaa hakualgoritmien optimisoinnilla, mutta NPC-hahmojen käytöksestä ja päätöksistä voidaan tehdä johdonmukaisia ja persoonallisia käyttämällä tekoälyä. Tällä tavalla NPC-hahmot ovat pelaajalle mielenkiintoisia ja pelaaja voi muodostaa suhteita niiden kanssa (Ochs ym., 2009, ss. 281–282). Tekoälyn avulla voidaan myös määritellä se, miten NPC-hahmon persoonallisuuden piirteet vaikuttavat sen tunteisiin ja päätöksiin. Voidaan myös määritellä, miten pelaajan päätökset ja tekemiset vaikuttavat NPC-hahmon tunteisiin, sekä pelaajan ja NPC-hahmon välisiin suhteisiin. Tämä vaikuttaa suoraan mielikuvituspohjaiseen immersioon, sillä NPC-hahmot ovat uskottavia ja reagoivat asioihin persoonallisemmin ja uskottavasti (Ochs ym., 2009, s. 283). Persoonallisilla NPC-hahmoilla voitaisiin huomioida myös laajasti koko pelaajakunta kokeneista pelaajista vasta-alkajiin. Eri tasoisten pelaajien mieltymykset NPC-hahmoista voivat olla todella vaihtelevat (Charles, 2003, s. 4). Vasta-alkajalle voisi olla immersoivaa, jos NPC-

hahmo esimerkiksi kannustaisi häntä, kun taas kokeneella pelaajalla immersio voisi kärsiä siitä. Mielikuivituspohjainen immersio tukeutuu vahvasti NPC-hahmon uskottavuuteen, johon voidaan vaikuttaa tekoälyllä. Laadukkaalla tekoälyllä voidaan siis parantaa immersiota, mutta huonosti tehdyllä tekoälyllä voi puolestaan olla negatiivinen vaikutus immersioon.

Tekoälyä on ennenkin käytetty aistipohjaisen immersion yhteydessä, mutta NPC-hahmot ovat monesti jääneet vähemmälle huomiolle. On kuitenkin huomattu, että NPC-hahmojen ääniä voidaan luoda tekoälyn avulla adaptiivisesti pelin edessä ja parantaa tällä tavalla pelaajan aistipohjaista immersiota. Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että NPC-hahmojen äänillä ja niiden soveltuvuudella pelin tilanteeseen on suuri merkitys pelaajan aistipohjaiseen immersioon. Vaikka immersioon vaikuttavat tekijät ovat tiedostettu, tekoälyn käyttöä NPC-hahmojen äänien luonnissa on vielä melko vähän. PCG:n avulla tehdystä musiikista ja äänistä on tutkimusta melko laajasti, mutta tutkimus NPC-hahmojen äänien luonnista on vielä jäänyt melko vähälle. NPC-hahmojen äänet ovat jääneet vähemmälle huomiolle osaksi sen takia, että pelien muissakin äänissä on vielä todella paljon tutkittavaa ja lähivuosina varmasti myös tutkimus NPC-hahmoista ja niiden äänistä tulevat lisääntymään. Äänien luonti tekoälyn avulla on ajankohtainen myös avoimen maailman pelien jatkuvan lisääntymisen takia. Avoimen maailman peleissä äänimaailma on vaikea luoda, koska pelin tapahtumat eivät ole täysin lineaarisia.

Tutkielmassa käytettiin suurimmaksi osaksi Google Scholaria. Tämän lisäksi tutkielmassa käytettiin myös IEEE Xplore ja Oula Finnaa, mutta suurin osa lähteistä on etsitty Google Scholaria käyttämällä. Tutkielman haasteena voidaan pitää sen tarkkaa rajausta NPC-hahmoihin. Aihealue on vielä melko tuore ja tämän takia tutkimusta juuri kyseisestä tarkasti rajatusta aiheesta on melko vähän.

Jatkotutkimukselle tutkielma antaa kuvan siitä, miten tekoälyn käyttö videopelien NPC-hahmoissa vaikuttaa pelaajan immersioon. Aistipohjainen immersio on laajalti tutkittu aihe ja siihen vaikuttavat tekijät tiedetään, mutta tekoälyn soveltamista näiden tekijöiden parantamiseksi ei ole vielä hirveästi tehty. Jatkotutkimus näiden tekijöiden parantamisesta tekoälyllä olisikin hyödyllistä. Haaste- ja mielikuivituspohjaisen immersion tutkimuksessa on myös huomattu, että tekoälyn käytön ongelmat pätevät sen tasossa. Tekoälyllä luodun vastustajan ollessa liian huono tai liian hyvä, pelaajan immersio kärsii. Jatkotutkimuksessa voisi olla hyödyllistä tutkia, että milloin tekoäly on oppinut juuri sopivan verran. Tällaisella NPC-tekoälyllä voitaisiin varmistaa pelaajan immersion paraneminen.



## Lähteet

- Alpaydin, E. (2016). *Machine learning: the new AI*. MIT press.
- Alpaydin, E. (2020). *Introduction to machine learning (Fourth edition.)*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Asensio, J. M. L., Peralta, J., Arrabales, R., Bedia, M. G., Cortez, P., & Peña, A. L. (2014). Artificial intelligence approaches for the generation and assessment of believable human-like behaviour in virtual characters. *Expert Systems with Applications*, 41(16), 7281-7290.
- Bartle, R. A. (2004). *Designing virtual worlds*. New Riders.
- Berner, C., Brockman, G., Chan, B., Cheung, V., Dębiak, P., Dennison, C., ... & Zhang, S. (2019). Dota 2 with large scale deep reinforcement learning. *arXiv preprint arXiv:1912.06680*.
- Calvillo-Gámez, E. H., Cairns, P. & Cox, A. L. (2015). Assessing the Core Elements of the Gaming Experience. In *Game user experience evaluation* (pp. 37-62). Springer, Cham.
- Charles, D. (2003). *Enhancing gameplay: Challenges for artificial intelligence in digital games*
- Csikszentmihalyi, M., & Csikszentmihaly, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience* (Vol. 1990). New York: Harper & Row.
- Dota 2. [Videopeli]. (2013). Valve Corporation. <https://www.dota2.com/home>
- Ermi, L., & Mäyrä, F. (2005). Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion. *Worlds in play: International perspectives on digital games research*, 37(2), 37-53.
- Fraser, J., Papaioannou, I., & Lemon, O. (2018, November). Spoken conversational ai in video games: Emotional dialogue management increases user engagement. In *Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents* (pp. 179-184).
- Garner, T., & Jordanous, A. (2016). Emergent perception and video games that listen: applying sonic virtuality for creative and intelligent NPC behaviours.
- Hoover, A. K., Togelius, J., & Yannakis, G. N. (2015). Composing video game levels with music metaphors through functional scaffolding. In *First computational creativity and games workshop. ACC*.
- Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T., & Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International journal of human-computer studies*, 66(9), 641-661.

- Kaelbling, L. P., Littman, M. L. & Moore, A. W. (1996). *Reinforcement learning: A survey*. Journal of artificial intelligence research, 4, 237-285.
- Mateas, M. (2003, November). *Expressive AI: Games and Artificial Intelligence*. In DiGRA Conference.
- Millington, I. & Funge, J. (2009). *Artificial intelligence for games*. CRC Press.
- Muñoz-Avila, H., Bauckhage, C., Bida, M., Congdon, C. B. & Kendall, G. (2013). *Learning and Game AI*. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum fuer Informatik.
- Ochs, M., Sabouret, N., & Corruble, V. (2009). Simulation of the dynamics of nonplayer characters' emotions and social relations in games. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 1(4), 281-297.
- OpenAI, Berner, C., Brockman, G., Chan, B., Cheung, V., Debiak, P., ... Zhang, S. (2019). *Dota 2 with Large Scale Deep Reinforcement Learning*. Haettu 10.4.2022 osoitteesta <http://arxiv.org/abs/1912.06680>
- Plans, D., & Morelli, D. (2012). Experience-driven procedural music generation for games. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 4(3), 192-198.
- Plut, C., & Pasquier, P. (2019, August). Music Matters: An empirical study on the effects of adaptive music on experienced and perceived player affect. In *2019 IEEE conference on games (cog)* (pp. 1-8). IEEE.
- Russell, S. & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach (Third edition. Global edition.)*. Harlow: Pearson Education.
- Seah, M. L., & Cairns, P. (2008). From immersion to addiction in videogames. *People and Computers XXII Culture, Creativity, Interaction* 22, 55-63.
- Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). *Understanding machine learning: From theory to algorithms*. Cambridge university press.
- Sims 2. [Videopeli]. (2004). Electronic Arts. <https://www.ea.com/games/the-sims/the-sims-2>
- Spronck, P. Sprinkhuizen-Kuyper, I. & Postma, E. (2004, November). *Difficulty scaling of game AI*. In Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Games and Simulation (GAME-on 2004) (pp. 33-37).
- Tang, C., Wang, Z., Sima, X., & Zhang, L. (2020, October). Research on Artificial Intelligence Algorithm and Its Application in Games. In *2020 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture (AIAM)* (pp. 386-389). IEEE.
- Warpefelt, H. (2016). *The Non-Player Character: Exploring the believability of NPC presentation and behavior*. (Doctoral dissertation, Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University).

- WePC. (2020). *Video Game Industry Statistics In 2020*. Haettu 30.11.2020 osoitteesta <https://www.wepc.com/news/video-game-statistics/>
- Yang, T., & Nazir, S. (2022). A comprehensive overview of AI-enabled music classification and its influence in games. *Soft Computing*, 1-15.
- Yannakakis, G. N. & Togelius, J. (2018). *Artificial intelligence and games*. Cham: Springer.
- Yannakakis, G. N., & Togelius, J. (2014). A panorama of artificial and computational intelligence in games. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 7(4), 317-335.
- Zhang, J. & Fu, X. (2015). The influence of background music of video games on immersion. *Journal of Psychology & Psychotherapy*, 5(4).
- Zohaib, M. (2018). Dynamic difficulty adjustment (DDA) in computer games: A review. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2018.