

Säde Latikka

Sosiaalisesti älykkäät agentit opetuspeleissä

Tietotekniikan Kandidaatintutkielma

29. huhtikuuta 2022

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Säde Latikka

Yhteystiedot: sahlatik@student.jyu.fi

Ohjaaja: Sanna Juutinen

Työn nimi: Sosiaalisesti älykkäät agentit opetuspeleissä

Title in English: Socially intelligent agents in educational games

Työ: Kandidaatintutkielma

Opintosuunta: Tietotekniikka

Sivumäärä: 21+0

Tiivistelmä: Tässä tutkielmassa tutkitaan sosiaalisesti älykkäitä agenteja ja niiden käytön potentiaalia opetuspeleissä. Potentiaalia selvitetään ensin tutkimalla opetuspelien ominaisuuksia ja käytön vaikutuksia sekä niiden motivaation näkökulmaa ja tutkimalla seuraavaksi videopeleissä käytettävien älykkäiden agenttien piirteitä ja soveltamista opetuspeleihin erityisesti tunteiden mallintamisen avulla. Sosiaalisesti älykkäiden agenttien osalta tutkielma selvittää niiden erityispiirteitä, käytön vaikutuksia, haasteita ja opetuskäytön tarkoitukseen kohdistuvassa suunnittelussa huomioon otettavia аспекteja.

Avainsanat: opetuspelejä, agentti, sosiaalisesti älykäs agentti

Abstract: This thesis explores socially intelligent agents and the potential for their use in educational games. The potential is explored by first examining the characteristics and effects of educational games and their motivational aspect, and then by examining the features of intelligent agents used in video games and their application in educational games, especially through emotional modeling. In the case of socially intelligent agents, the thesis examines their specific characteristics, the effects of their use, the challenges and the aspects to be taken into account in their design for the purpose of educational use.

Keywords: educational game, agent, socially intelligent agent

Termiluettelo

Opetuspeli	Peli, joka on suunniteltu opettamaan jotain tietoa tai taitoa
Agentti	Tekoälyn ohjaama tietokoneohjelman osa
Sosiaalisesti älykäs agentti	Agentti, jolla pyritään mallintamaan sosiaalisen älykkyyden piirteitä

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	OPETUSPELIT	2
	2.1 Tutkimukset ja käyttö	3
	2.2 Motivaatio	3
3	AGENTIT	5
	3.1 Tarkoitus	6
	3.2 Tunteiden mallinnus	6
4	SOSIAALISESTI ÄLYKKÄÄT AGENTIT	8
	4.1 Käyttö opetuspeleissä	8
	4.2 Vaikutus	9
	4.3 Haasteet	10
5	SOSIAALISESTI ÄLYKKÄIDEN AGENTTIEN SUUNNITTELU	11
	5.1 Tavoitteet opetuspeleissä	11
	5.2 Keinot	12
6	YHTEENVETO	14
	LÄHTEET	15

1 Johdanto

Tutkielmassa selvitetään sosiaalisesti älykkäiden agenttien potentiaalia toimia osana opetuspelejä, joiden tarkoituksena on opettaa oppilaalle jotain tietoa tai taitoa. Opetuspelejä ja pelioppimista on sovellettu paljon eri ympäristöissä tapahtuvaan oppimiseen, joista esimerkkeinä Pho ja Dinscore (2015) mainitsevat muun muassa kasvatus- ja työpaikkakoulutukset ja sosiaalisen median. Opetuspelien käyttöä opetuksen välineinä yleisesti perustellaan niiden motivoivalla ja opetettavaan aiheeseen mielenkiintoa herättävällä vaikutuksella.

Tekoälyä käyttäviä ohjelmoituja agenteja (engl. agent) käytetään yhä laajemmin erilaisilla tietotekniikan ja tekoälyn sovellusalueilla pienistä järjestelmistä suurempiin ja monimutkaisempiin järjestelmiin (Jennings ja Wooldridge 1998). Sosiaalisesti älykäs agentti eli SIA (engl. Socially Intelligent Agent) on älykäs agentti, jolle on pyritty mallintamaan ihmisen älykkyyden kaltaisia piirteitä, kuten empatiaa ja uskottavuutta. Tällaisia agenteja sovelletaan esimerkiksi käyttäjän sosiaalisten taitojen kehittymisen tukemiseen tai vuorovaikutuksen mallintamiseen. Opetuskäytössä sosiaalisesti älykkäät agentit voivat tukea oppilasta ottamalla huomioon oppilaiden tunnetilat ja kognitiiviset tasot kuitenkin vaikuttamatta negatiivisesti opetuspelien motivoivaan vaikutukseen.

Tutkielma käy läpi luvussa 2 opetuspelien piirteitä ja niiden opetusikäytön vaikutuksia, sekä nostaa esille erityisesti motivaation näkökulman. Luvussa 3 käydään läpi yleisesti tekoälyä hyödyntäviä agenteja ja älykkäitä agenteja, niiden piirteitä ja tarkoitusta opetuspelien kontekstissa ja niiden tunteiden mallintamisen näkökulmaa. Luvussa 4 kuvaillaan sosiaalisesti älykkäiden agenttien piirteitä ja käyttötarkoitusta sekä yhdistetään motivaation ja tunteiden merkitykset sosiaalisesti älykkäiden agenttien käytön vaikutuksiin ja haasteisiin. Luvussa 5 selvitetään sosiaalisesti älykkäiden agenttien suunnittelun piirteitä ja agenttien toiminnan tavoitteiden saavuttamisen keinoja opetuspelien kontekstissa.

2 Opetuspelit

Kasvatustieteet ja koulutus ovat tieteen aloina paljon tutkittuja. Oppimisen tehokkuutta mitataan erilaisilla testeillä ja tutkimuksilla ja oppimistehokkuuden kasvattaminen on jatkuva tutkimuskysymys. Eräänä keinona oppimisen kehittämiseen on tuotu opetuspelit ja niiden käyttö opetuksen välineinä kasvaakin jatkuvasti. Dowell (2007) kuvaa oppimisen tapahtuvan suurimmaksi osaksi kokemuksen kautta ja tämä kokemuksen kautta tapahtuva oppimista hän kuvaa jatkuvaksi, spontaaniksi ja rajattomaksi. Pelit voivat luonnollisesti opettaa pelaajalle asioita kokemuksen kautta, joten opetuspelien myötä kysymys onkin, mitä niiden avulla halutaan opettaa ja mitä ne todellisuudessa opettavat.

Felicia (2009) kuvaa European Schoolnet's Games in Schools projektin myötä syntyneessä artikkelissaan opetuspelien piirteitä ja vaikutuksia. Pelien on havaittu kehittävän esimerkiksi kognitiivisia, eli tiedon käsittelyn taitoja, motorisia, eli kehon liikkeiden hallinnan taitoja ja avaruudellisen hahmottamisen taitoja. Pelit myös auttavat samalla digitaalisten taitojen kehittymistä. Felicia (2009) mainitsee peleillä voivan opettaa yksinkertaisia faktoja ja perusteita, mutta myös haastavampaa ongelmanratkaisua sekä mallintaa käytännössä hankalasti toteutettavia kuvituksia.

Pelikasvattajan käsikirjassaan Harviainen (2013) tuo esille ajatuksia ja perusteluja pelien opetuskäytöstä. Hänen mukaansa pelit voivat olla joillekin oppilaille oppimisen tapana motivoivia, pelit mahdollistavat erilaisen oppimisympäristön, joka on useimmille nuorille tuttu, monet oppimispeleistä ovat ilmaisia ja opetuksessa pelien käytöllä on potentiaali olla antoisaa ja monipuolista. Oppimispeleistä on lisäksi paljon tarjontaa.

Näiden pelien tulee opetuskäytössä olla opetukseen sopivia ja oppimisen kannalta on tärkeää huomioida, että peli varmasti opettaa haluttua asiaa. Opetuspelejä käyttävä opettaja voi saavuttaa nämä tavoitteet perehtymällä käytössä oleviin välineisiin, niiden rajoitteisiin ja siihen, mitä niillä voi välittää tarvittaessa mukailleen niitä kohderyhmänsä mukaan (Whitton 2009). Oppimispelin antama kokemus on tärkeää opetuspelin pelattavuuden, opettavuuden ja myös oppilaiden motivaation kannalta. Jos peli ei ole motivoiva, oppilaiden kiinnostus ja sen myötä myös pelin opetustehokkuus laskee.

2.1 Tutkimukset ja käyttö

Opetuspelien vaikutusta ja niiden eri opetustehokkuutta lisääviä keinoja on tutkittu paljon, sillä opetuspelien halutaan olevan mahdollisimman tehokkaita ja opetustavoitteiden mukaisia. Perrotta ym. (2013) kiteyttävät julkaisussaan pelioppimisen ja opetuspelien käytön tutkimustuloksia, jotka osoittavat pelien voivan vaikuttaa positiivisesti ongelmanratkaisutaitoihin ja tiedon keräämisen taitoihin. Lisäksi suurin osa tutkimustuloksista näytti videopelien vaikuttavan oppilaiden motivaatioon ja vuorovaikutukseen positiivisesti. Perrotta ym. (2013) nostavat myös esille, että vaikka opetuspelien ja näiden aspektien välillä tutkimuksissa havaittiin positiivinen yhteys, aiheeseen liittyvä kirjallisuus ei edistä vielä riittävää ymmärrystä siihen vaikuttavista mekanismeista.

Dowell (2007) tuo ilmi mahdollisia syitä pelioppimistarkoitukseen käytettävien pelien toimimiseen opetuskäytössä. Opetuspeleissä oppilaat voivat edetä omaan tahtiin samalla aktiivisesti vuorovaikuttaen aktiviteetin kanssa. He voivat harjoitella peleissä taitoja tutkien ja keräten tietoa samalla ympäristöstä ja he voivat toimia yhteistyössä muiden kanssa. Opetuspelit hyödyntävät monia opetuksen keinoja, kuten vuorovaikutusta ja yhteistyötä. Nämä opetuspelien hyödyntämät keinot tulisi ottaa huomioon niitä suunniteltaessa, jotta opetuspelit olisivat mahdollisimman toimivia.

2.2 Motivaatio

Pelien motivoiva luonne ja vaikutus on ilmiönä mielenkiintoinen erityisesti opetuspelien osalta. Motivoidun oppijan voi kuvata olevan innostunut ja kiinnostunut aiheesta ja keskittyneen siihen (Garris, Ahlers ja Driskell 2002). Druckman (1995) mainitsee pelien näyttävän lisäävän tehokkaasti opiskelijoiden motivaatiota ja heidän välistä vuorovaikutustaan, vaikka selvyyttä tämän johtamisesta tehokkaampaan oppimiseen on vielä vähän.

Opetuspelit eivät kuitenkaan ole luonnostaan motivoivia, vaan niiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon oppilaiden mielenkiinnon ylläpito. Artikkelissaan Paras (2005) tuo esille, että motivoidakseen oppilasta oppimaan tulee pelin kannustaa oppilasta tiedon hankkimiseen ja tähän tavoitteeseen vaikuttaa uteliaisuutta ja mielenkiintoa ylläpitävä suunnittelu, johon kuuluu muun muassa vuorovaikutus, palautteen anto ja tavoitteiden selkeys. Dekkers ja Donatti

(1981) havaitsivat meta-analyysissään pelin pituuden kasvaessa niiden oppimistehokkuuden laskevan, joten pelin kesto on myös yksi suunnittelun osalta huomioon otettava aspekti.

Plass, Homer ja Kinzer (2015) tuovat esille artikkelissaan saavutusmotivaation näkökulman opetuspeleissä, jonka voi kiteyttää kolmeen osaan. Ensimmäkin pelien tulee kertoa oppilaille, mitä he voivat tehdä ja toiseksi mitä heidän tulee tehdä onnistuakseen. Näin oppilaat voivat tuntea itsevarmuutta onnistumisestaan ja jatkaa epäonnistumisista eteenpäin. Kolmanneksi pelin tulisi antaa pelaajalle tarkoitus ja tämän myötä myös motivaatio tehtävän suorittamiseen. Pelaajan haluun oppia on puolestaan monta teoreettista näkökulmaa, jotka keskittyvät heidän arvoihinsa, mielenkiinnon kohteisiinsa ja tavoitteisiinsa.

Motivaatioteoriat voivat osaltaan auttaa suunnittelemaan oppijoiden motivaatiota tukevia pelejä, mutta suunnitteluperiaatteiden yleistämistä rajoittaa opetuspelien kohdeyleisö, oppimistarkoitus ja mekaniikka (Plass, Homer ja Kinzer 2015). Saman suunnittelun ei voi yleistää toimivan jokaisessa opetuspelissä samalla tavalla.

3 Agentit

Monet modernit videopelit sisältävät erilaisia tekoälyä käyttäviä ohjelmoituja toimijoita, jotka voivat toimia vuorovaikutuksessa pelaajan tavoin toiminnan alueensa eli ympäristönsä kanssa. Kunanusont, Lucas ja Pérez-Liébana (2017) ilmaisevat näiden agenttien kehittäminen ihmisten ongelmanratkaisutaitojen tasolle olevan tekoälyn päämäärä. Agentit käsitteenä on moniulotteinen ja useista näkökulmista selitettävä. Wooldridge ja Jennings (1995) artikkelissaan kuvaavat agenttien ominaisuuksia, joiden pohjalta on muodostettu yhä laajemmin käyttöön otettu agentin määritelmä, jonka Padgham ja Winikoff (2005) kiteyttävät artikkelissaan sanoin (suomennos minun):

”Agentti on tietokonesysteemi, joka on sijoitettu johonkin ympäristöön ja on kykenevä itsenäisiin toimintoihin ympäristössään saavuttaakseen suunnitellun tavoitteensa.”

Wooldridge (2009) esittää näkemyksen agentin ja älykkään agentin väliselle erolle, joka on älykkään agentin tarve olla lisäksi itsenäinen, sosiaalinen, proaktiivinen ja reaktiivinen. Itsenäisyydellä hän tarkoittaa agentin omaavan kontrollin ja voivan toimia ilman ihmisen väliintuloa, sosiaalisella kyvykkyydellä hän tarkoittaa agentin kykyä kommunikoida muiden agenttien ja mahdollisesti ihmisten kanssa, proaktiivisuudella hän viittaa agentin kykyyn tehdä aloitteita kohti tavoitetta ja reaktiivisuudella agentin kykyyn tehdä havaintoja ympäristöstään ja vastata niihin.

Agentin ja älykkään agentin käsitteellä on kontekstista riippuen vahvempi ja tarkempi määritelmä. Wooldridge ja Jennings (1995) mainitsevat, että jotkut tutkijat lisäävät aiemmin esiteltyihin piirteisiin näkökulman siitä, että agentit pyrkivät kuvaamaan piirteitä ja konsepteja, joita ihmiset omaavat, kuten tarkoitusta, tietoa ja uskomusta sekä tunteita. Esimerkiksi Bates ym. (1994) tuovat artikkelissaan erityisesti esille agenttien tunteiden kuvaamisen tärkeyden, kun tavoitteena on luoda uskottavia ja immersiota luovia agenteja, joiden kanssa ihminen voi olla merkityksellisessä vuorovaikutuksessa.

3.1 Tarkoitus

Kirjassaan Padgham ja Winikoff (2005) perustelevat agenttien käytön hyödyllisyyttä peleissä niiden piirteillä, joista autonomia, reaktiivisuus ja proaktiivisuus aiheuttaa sen, että agentin voi luottaa pyrkivän saavuttamaan tavoitteensa ja mukautuvan ympäristöönsä itsenäisesti. Heidän mukaansa agentit ovat hyödyllisiä erityisesti haastavissa ja dynaamisesti muuttuvissa ympäristöissä, joissa virheiden mahdollisuus on suuri. Reaktiivisuuden ja proaktiivisuuden myötä agentit toimivat ongelmanratkaisutilanteissa hyvin ihmisten kaltaisesti, minkä vuoksi agentteja sovelletaan myös tilanteissa, joissa halutaan korvata ihminen agentilla.

Agenttien tarkoitus ja piirteet riippuvat videopelien osalta paljon niiden genrestä, jolla tarkoitetaan pelaajien vuorovaikutuksen tapaa ja peliin asetettuja sääntöjä (Safadi, Fonteneau ja Ernst 2015). Tämä tulee ottaa huomioon erityisesti agenttien suunnittelussa ja kehittämisessä tiettyyn tarkoitukseen.

3.2 Tunteiden mallinnus

Plass, Homer ja Kinzer (2015) tuovat esille videopelien tunnesuunnittelun, jolla viitataan pelatessa tunnereaktioita aiheuttaviin suunnitteluratkaisuihin, jotka johtavat samalla oppimiseen. Heidän mukaansa tunteita aiheuttavaa suunnittelua voi soveltaa kaikilla pelisuunnittelun elementeillä ja tutkimustulokset näyttävät viittaavan positiivisten tunteiden laajentavan kognitiivisten resurssien soveltamisalaa. Artikkelissaan he myös viittaavat pelaajan tunnetiloihin reagoivien agenttien vaikuttavan oppimiseen. Myös Lester, Towns, Fitzgerald ym. (1998) esittävät näkemyksen, jonka mukaan todenmukaiset ja aktiivisesti vuorovaikuttavat pedagogiset agentit voisivat visuaalisilla ilmaisuillaan auttaa oppilaita ongelmanratkaisussa ja samalla vahvasti motivoida oppilaita.

Vuorovaikuttavien ja uskottavien agenttien tunteiden mallinnuksesta on esitetty useita näkemyksiä. Tunteita herättävien agenttien on oltava uskottavia, jotta niiden kanssa vuorovaikuttavat pelaajat voivat kokea aidoilta ja merkittävilä tuntuvia reaktioita. Bates ym. (1994) yhdistävät agenttien mallinnukseen näkemyksen hahmojen uskottavuudesta, jota on sovellettu paljon eri taidelajeissa, kuten elokuvissa ja kirjallisuudessa. Heidän mukaansa tekoälyä luovien tutkijoiden tavoitteena on luoda agentteja, jotka tuntuvat aidoilta ja jotka vaikuttavat

tuntevan ihmisten kokemia tunteita.

Tunteet vaikuttavat ihmisen käyttäytymiseen ja samalla myös päätöksentekoon, joten tunnereaktioiltaan realististen agenttien suunnittelijat haluavat ottaa myös käyttäytymisen ja päätöksenteon näkökulmat huomioon älykkäiden agenttien suunnittelussa. Laureano-Cruces ym. (2012) tuovat esille reaktiivisen eli ympäristön vaikutuksen johdosta esiin nousevan käyttäytymisen. Tämänkaltaisten dynaamisten tunnereaktioiden ja käyttäytymismallien analysointi, suunnittelu ja luominen on aikaa vievää, sillä älykkään agentin suunnittelijan tulee olla tietoinen agentin ympäristössä tapahtuvista ja tunnereaktioita aiheuttavista fyysisistä ärsykkeistä.

4 Sosiaalisesti älykkäät agentit

Sosiaalisesti älykkäillä agenteilla yleisesti viitataan sellaisiin agentteihin, joilla pyritään mallintamaan ihmisten sosiaalisen älykkyyden piirteitä. Tällaisien agenttien tarkoituksena ei ole ainoastaan toimia tarkkailijana, vaan toiset agentit, myös ihmiset, huomioon ottavina toimijoina, jotka voivat olla vuorovaikutuksessa (Dautenhahn 1998).

Kun agenteista halutaan mahdollisimman älykkäitä ja ihmisten kaltaisia, on sosiaalisen älykkyyden huomioimisella suuri rooli. Sosiaalisen älykkyyden hypoteesi kuvaa ihmisen ihmisen älykkyyden kehittyneen ratkaisemaan sosiaalisia ongelmia ennen muiden ongelmien ratkaisua (Byrne 1996). Ilmiönä sosiaalinen älykkyys on moniulotteinen, joten sosiaalisesti älykkäiden agenttien mallinnuksessa pyritään keskittymään sen tiettyihin aspekteihin, kuten esimerkiksi Dautenhahn (1998) keskittyy sosiaalisesti älykkäitä agentteja käsittelevässä kirjassaan niiden ruumiillistuman, empatian, elämäkerran ja narratiivin eli tarinan kerronnan piirteisiin.

4.1 Käyttö opetuspeleissä

Sosiaalisesti älykkäitä ja vuorovaikuttavia agentteja voidaan hyödyntää monilla eri sovel-lusalueilla, esimerkiksi terveydenhoidossa (Michaud ja Théberge-Turmel 2002) ja organi-saatioissa (Edmonds 1997), joissa agentit voivat esimerkiksi tukea sosiaalisten taitojen ke-hittymistä ja mallintaa organisaatioissa ja yhteisöissä tapahtuvaa vuorovaikutusta. Conati ja Klawe (2002) tuovat esille artikkelissaan sosiaalisesti älykkäiden agenttien käytön mahdol-lisuuksia opetuspeleissä. Heidän mukaansa sosiaalisesti älykkäät agentit voi nähdä peleissä aktiivisina toimijoina, joiden toiminta keskittyy stimuloimaan oppilaiden vuorovaikutusta pelin kanssa ottaen samalla huomioon oppilaan kognitiiviset tasot ja tunnereaktiot.

Opetuspelien kontekstissa Johnson, Rickel, Lester ym. (2000) kuvaavat sosiaalisesti älyk-käiden ja pedagogisien agenttien käytön luoneen uuden paradigman: kasvokkain tapahtu-van opettavan vuorovaikutuksen älykkäiden, todenmukaisten ja itsenäisten agenttien kanssa. Heidän mukaansa tällaiset agentit voivat opetuspeleissä tuoda uusia mahdollisuuksia, esi-merkiksi kiinnittää eleillään oppilaan huomion käsiteltävään asiaan, demonstroida tehtäviä

ja vastata oppilaalle tunnetilat huomioon ottaen ja näin motivoida oppilaita samalla kasvattaen opetusympäristön vuorovaikutuksellisuutta.

Esimerkkinä sosiaalisesti älykkäiden agenttien käytöstä opetuspeleissä Johnson, Rickel, Lester ym. (2000) esittelevät artikkelissaan kolme Pohjois-Carolinan osavaltion yliopiston IntelliMedia-aloitteen luomaa opetuspelejä, joista yksi on ”Herman the Bug”. Pelin tarkoituksena on opettaa oppilaille älykkään agentin johdolla kasvitieteellistä anatomiaa ja fysiologiaa. Pelissä toimiva puhelias Herman-agentti antaa oppilaille ohjeita ongelmanratkaisuun ja seuraa oppilaan toimintoja samalla antaen selityksiä ja vinkkejä. Herman-agentti kykenee tekemään paljon erilaisia toimintoja, kuten uimista, kalastusta, kävelyä ja lentämistä ja reagoi erilaisilla fyysisillä liikkeillä pelaajan toimintoihin. Herman myös vaihtaa taustamusiikkia vastaten oppilaan etenemiseen pelissä.

4.2 Vaikutus

Conati ja Klawe (2002) tuovat esille, että vaikka videopeleillä on potentiaali toimia opettamisen välineinä, ei empiiristen tutkimustulosten mukaan opetuspelit usein näytä käynnistävän oppimiselle tarpeellista konstruktivistista päättelyä. Eräs keino, jonka he myös esittävät artikkelissaan, on sosiaalisesti älykkäiden agenttien soveltaminen opetuspeleihin. Heidän mukaansa agenttien täytyy omata ja muodostaa itse malleja pelin aktiviteeteista ja aktiviteetin myötä syntyvistä tunnereaktioista sekä tehdä näiden perusteella älykkäitä päätöksiä toimintansa puolesta edistääkseen yhteistyötä ja oppimista. Näin agentit voivat tukea oppilaiden kognitiivisia taitoja, kuten konstruktivistista päättelyä ja näin myös oppimista.

Johnson, Rickel, Lester ym. (2000) korostavat artikkelissaan erityisesti agenttien visuaalisia ilmaisuja kommunikaation keinona, sillä myös sanaton viestintä on tärkeä osa ihmisten välisellä luonnollisella vuorovaikutustalla. Tällaisten ilmaisujen avulla agentti voi esimerkiksi kiinnittää paremmin oppilaan huomion opeteltavaan aiheeseen ja demonstroida oppilaille myös monimutkaisempia tehtäviä. Agenttien hyödyntämällä sanattomalla viestinnällä voidaan heidän mukaansa näin parantaa opetusympäristön vuorovaikutuksellisuutta ja oppilasta motivoivaa vaikutusta.

Sosiaalisesti älykkäillä agenteilla voi olla myös vaikutuksia oppimistavoitteiden ulkopuo-

lelta. MAarell-Olsson ym. (2021) huomasivat tutkimuksessaan, että tällaiset agentit voivat vähentää pitkäaikaissairaiden oppilaiden tunnetta eristyneisyydestä ja näin parantaa heidän vuorovaikutustaan ja osallistumistaan kouluympäristönsä ja ystäviensä kanssa ja näin parantaa heidän yleistä elämänlaatuaan.

4.3 Haasteet

Ihmisen ja älykkään agentin väliseen vuorovaikutukseen liittyy huolia ja myös opetuskäytön haasteita. Tulk Jesso, Kennedy ja Wiese (2020) esittävät näkemyksen artikkelissaan liian uskottavasta tekoälystä, joka voi olla haitallinen silloin, kun käyttäjät eivät enää huomaa vuorovaikuttavansa agentin kanssa. Heidän mukaansa sosiaalisia agenteja ja niiden suunnittelua tulee vielä tutkia ja näissä tutkimuksissa tulee vielä selvittää käyttäjien halua vuorovaikuttaa sosiaalisten agenttien kanssa ja tähän vaikuttavia sosiaalisen agentin fyysisiä ja käyttäytymissellisiä piirteitä.

Opetuspeleissä älykkäiden systeemien soveltaminen voi vastata yksilön tarpeisiin, mutta opetuksessa tapahtuva vuorovaikutus on monimutkainen ilmiö, jota on hyvin hankala mallintaa (Cooper, Brna ja Martins 1999). Siksi myös opetuskäytön osalta sosiaalisesti älykkäitä agenteja ja niiden toimintamalleja tulee vielä tutkia. Haasteena sosiaalisesti älykkäiden agenttien käytössä ja suunnittelussa on ottaa huomioon opettamisen ja oppimisen ilmiöt, kuten aiemmin esitellyt tunteet ja motivaatio, jotta agentit voivat hyödyntää niitä mahdollisimman tehokkaasti ja tukea oppimista parhaimmalla tavalla.

5 Sosiaalisesti älykkäiden agenttien suunnittelu

Sosiaalisesti älykkäiden agenttien suunnittelu on tärkeä osa niiden opetusikäytön tehokkuuden varmistamista. Agenttien suunnitteluun on yleisesti esitetty useita malleja, joiden tavoitteena on luoda uskottavia, toimivia ja tarkoituksenmukaisia agenteja (Padgham ja Winikoff 2005; Wooldridge ja Jennings 1995). Näissä malleissa pyritään luomaan agenttien toimintaa ja päätöksentekoa ohjaavia algoritmeja.

Opetuspeleissä olevat älykkäät agentit voivat demonstroida empaattisia ominaisuuksia omaamatta kuitenkaan empatiaa tai oppilaan ymmärrystä ja näin vastata oppilaan oppimistarpeisiin (Cooper, Brna ja Martins 1999). Sosiaalisesti älykkäiden agenttien suunnittelussa tulee ottaa huomioon niiden tarkoitus, esimerkiksi opetustehokkuuden parantaminen ja suunnitella niiden toiminnot ja piirteet tavoitteiden mukaisesti.

5.1 Tavoitteet opetuspeleissä

Artikkelissaan Conati ja Klawe (2002) taustoittavat sosiaalisesti älykkäiden agenttien tehtäviä ja tarkoitusta opetuspeleissä. Niiden tarkoituksena on auttaa oppilaita pelin aikana ja tukea heidän konstruktivistista oppimistaan ja pohdintaa. Sosiaalisesti älykkäiden agenttien tulee myös jäsentää ja välittää oppilaille yhteistyövuorovaikutusta. He tuovat esille myös sosiaalisesti älykkäiden agenttien tarvitsemat piirteet näiden tavoitteiden saavuttamiseen: niiden täytyy omata malleja pelin aktiviteeteista, pelin mahdollisesti oppilaalle aiheuttavista tunnetiloista ja tehokkaasta yhteistyövuorovaikutuksesta. Agentin tulee myös pystyä mallintamaan pelaajan ominaisuuksia, kuten kognitiivisia ja metakognitiivisia taitoja, tunnetiloja ja yhteistyövuorovaikutuksen tilaa. Näiden mallien myötä agenttien tulee voida tehdä älykkäitä päätöksiä siitä, miten ja milloin toimia tavoitteiden mukaisesti vaikuttamatta kuitenkaan samalla negatiivisesti pelaajan motivaatioon ja peliin sitoutumiseen.

Koska oppijan tunteilla ja tunnereaktioilla on suuri rooli oppimisessa ja oppimispelien toiminnassa, tulee myös tunnenäkökulma ottaa huomioon sosiaalisesti älykkäiden agenttien suunnittelussa. Elliott, Rickel ja Lester (1999) tuovat esille, että pedagogiset agentit ovat opettavaisempia, jos ne pystyvät ymmärtämään ja näyttämään itse tunteita. He asettavat tun-

nenäkökulman osalta neljä tavoitetta agenttien piirteille: agenttien tulee näyttää välittävän oppilaista ja heidän kehittymisestään, ottaa huomioon oppilaiden tunteet, välittää vastavuoroisesti oppilaille opetettavasta aiheesta innostumisen tunteita ja omata itse myös mielenkiintoisen persoonallisuuden, jotta oppilas voi pitää vuorovaikutuksestaan agentin kanssa.

Lester, Towns, Fitzgerald ym. (1998) korostavat artikkelissaan sosiaalisesti älykkäiden agenttien visuaalisten tunnereaktioiden suunnittelua ja niiden roolia oppilaiden motivoimiseen ja oppimisen tukemiseen. Heidän mukaansa älykkäät agentit voivat ohjata ja kannustaa oppilaita emotionaalisen käyttäytymisen, kuten tunnetiloista aiheutuvien ilmeiden ja eleiden avulla. On tärkeää huomioida, että agenttien emotionaalisten reaktioiden tulee olla tarkoituksenmukaisesti suunniteltuja ja reaaliajassa koordinoituja ollakseen uskottavia, toimivia ja tehokkaita.

5.2 Keinot

Sosiaalisesti älykkäiden agenttien toiminta pyritään toteuttamaan käyttäen erilaisia malleja, jotka kertovat agentille, kuinka eri tilanteissa niiden tulee toimia, jotta niille asetetut tavoitteet täyttyvät. Yleisesti agentin toiminnan viitekehyksen tulee koostua osista, jotka ensin havaitsevat oppilaan tekemät toiminnot ja sitten viestivät näistä eteenpäin agentille, joka puolestaan viitekehjensä mukaan reagoi toimintoon. Esimerkiksi Elliott, Rickel ja Lester (1999) esittävät artikkelissaan Steve-agentin, joka saa oppilaan tekemät toiminnot ja niiden seuraukset viesteinä ja reagoi sille asetetun persoonallisuuden mukaan. Agentin persoonallisuus puolestaan koostuu sille asetetusta tavoiteviitekehyksestä ja tunnetilasta.

Conati ja Klawe (2002) esittävät sosiaalisesti älykkäiden agenttien suunnitteluun niiden toiminnan määräävän oman arkkitehtuurin, joka yleisen toiminnan viitekehyksen idean tavoin koostuu eri osista. Osat keräävät ja ylläpitävät tietoa oppilaan pelin aikana tekemistä toiminnoista ja päätöksistä ja näin agentti pystyy reagoimaan ja toimimaan personoidusti oppilaan ominaisuuksien mukaisesti. Oppilaiden ominaisuuksien pohjalta tehtävien mallien luomiseen he esittävät Bayesin verkkojen todennäköisyyspohjaisen päättelykehyksen, joka ottaa huomioon arkkitehtuurin keräämän tiedon oppilaan kognitiivisista ja metakognitiivisista taidoista, yhteistyöstä ja tunteista. Näiden pohjalta agentin tekemän toiminnon päättää toimin-

togeneraattori, joka perustuu päätösteoreettiseen päätöksentekomalliin, jonka pyrkimyksenä on maksimoida toiminnon hyöty.

Visuaalisten tunnereaktioiden mallinnukseen Lester, Towns, Fitzgerald ym. (1998) esittävät artikkelissaan tunnekinesteettisen käyttäytymisen sekvensoinnin viitekehyksen, joka koostuu kolmesta prosessin vaiheesta: tunnekäyttäytymisen tilasta, johon liittyvät visuaaliset eleet ja ilmeet, puhekäyttäytymisen tilasta, johon kuuluu emotionaalisesti tarkoitukselliset ja kinesteettisesti ilmaistut puhetoiminnot ja koko kehon tunnekäyttäytymisen tilasta, joka ensin valitsee sopivan pedagogisen puhetoiminnon ja sitten kokoaa sopivan visuaalisen käyttäytymisen ja näin dynaamisesti suunnittelee kehon tunnekäyttäytymisen.

6 Yhteenveto

Sosiaalisesti älykkäillä agenteilla on lähdekirjallisuuden mukaan potentiaali toimia opetuspelien osana tehostaen oppimista. Ne voivat ottaa huomioon oppilaan kognitiiviset ja metakognitiiviset tasot sekä vuorovaikutuksen tilan ja näin tukea oppilaan oppimista ja pelissä etenemistä. Käytännössä sosiaalisesti älykkäät agentit voivat pelin aikana esimerkiksi kiinnittää oppilaan huomion opeteltavaan asiaan, demonstroida tehtäviä ja ohjata oppilasta pelin aikana. Toimiakseen mahdollisimman tehokkaasti ja ollakseen uskottavia, tulee agenttien lisäksi ottaa huomioon oppilaan tunnetilat ja -reaktiot sekä kyetä itse ilmaisemaan tunnetiloja visuaalisilla ilmeillä ja eleillä.

Motivaation ja tunteiden merkityksellä on tärkeä rooli oppimisessa ja hyvin suunnitellut sosiaalisesti älykkäät agentit voivat ottaa myös nämä huomioon. Toimiakseen tarkoituksenmukaisesti ja tehokkaimmalla tavalla, tulee sosiaalisesti älykkäiden agenttien olla tarkoitukseen suunniteltuja ja niiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon niiden käyttötarkoitus, pelin vuorovaikutuksen piirteet sekä kohdeyleisö. Suunnittelulle ja toiminnan toteuttamiselle on esitetty erilaisia malleja, mutta näiden mallien soveltumista eri konteksteihin tulee vielä tutkia.

Lähteet

Bates, Joseph, ym. 1994. "The role of emotion in believable agents". *Communications of the ACM* 37 (7): 122–125.

Byrne, Richard W. 1996. "Machiavellian intelligence". *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews* 5 (5): 172–180.

Conati, Cristina, ja Maria Klawe. 2002. "Socially intelligent agents in educational games". Teoksessa *Socially Intelligent Agents*, 213–220. Springer.

Cooper, Bridget, Paul Brna ja Alex Martins. 1999. "Effective affective in intelligent systems—building on evidence of empathy in teaching and learning". Teoksessa *International Workshop on Affective Interactions*, 21–34. Springer.

Dautenhahn, Kerstin. 1998. "The art of designing socially intelligent agents: Science, fiction, and the human in the loop". *Applied artificial intelligence* 12 (7-8): 573–617.

Dekkers, John, ja Stephen Donatti. 1981. "The integration of research studies on the use of simulation as an instructional strategy". *The Journal of Educational Research* 74 (6): 424–432.

Dowell, J. Richard. 2007. "Digital games and learning gains".

Druckman, Daniel. 1995. "The educational effectiveness of interactive games". Teoksessa *Simulation and gaming across disciplines and cultures: ISAGA at a watershed*, 178–187. Sage Publications.

Edmonds, Bruce. 1997. "Modelling socially intelligent agents in organisations". Teoksessa *AAAI Fall Symposium on Socially Intelligent Agents*.

Elliott, Clark, Jeff Rickel ja James Lester. 1999. "Lifelike pedagogical agents and affective computing: An exploratory synthesis". Teoksessa *Artificial intelligence today*, 195–211. Springer.

Felicia, Patrick. 2009. "Digital games in schools: Handbook for teachers".

- Garris, Rosemary, Robert Ahlers ja James E Driskell. 2002. “Games, motivation, and learning: A research and practice model”. *Simulation & gaming* 33 (4): 441–467.
- Harviainen, J. Tuomas. 2013. “Oppimispelit” [kielellä Finska]. Teoksessa *Pelikasvattajan käsikirja*, toimittanut J. Tuomas Harviainen, Mikko Meriläinen ja Tommi Tossavainen, 68–70. Finland: Mediakasvatus- ja kuvaohjelmakeskus. ISBN: 978-952-6696-05-8.
- Jennings, Nicholas R, ja Michael Wooldridge. 1998. “Applications of intelligent agents”. Teoksessa *Agent technology*, 3–28. Springer.
- Johnson, W Lewis, Jeff W Rickel, James C Lester ym. 2000. “Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments”. *International Journal of Artificial intelligence in education* 11 (1): 47–78.
- Kunanusont, Kamolwan, Simon M Lucas ja Diego Pérez-Liébana. 2017. “General video game ai: Learning from screen capture”. Teoksessa *2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2078–2085. IEEE.
- Laureano-Cruces, AL, DA Acevedo-Moreno, M Mora-Torres ja J Ramirez-Rodriguez. 2012. “A reactive behavior agent: Including emotions into a video game”. *Journal of applied research and technology* 10 (5): 651–672.
- Lester, James C, Stuart G Towns, Patrick J Fitzgerald ym. 1998. “Achieving affective impact: Visual emotive communication in lifelike pedagogical agents”. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)* 10:278–291.
- MAarell-Olsson, Eva, Thomas Mejtoft, Sofia Tovedal ja Ulrik Söderström. 2021. “Opportunities and challenges of using socially intelligent agents: increasing interaction and school participation for children suffering from a long-term illness”. *The International Journal of Information and Learning Technology*.
- Michaud, François, ja Catherine Théberge-Turmel. 2002. “Mobile robotic toys and autism”. Teoksessa *Socially Intelligent Agents*, 125–132. Springer.
- Padgham, Lin, ja Michael Winikoff. 2005. *Developing intelligent agent systems: A practical guide*. John Wiley & Sons.

- Paras, Brad. 2005. "Game, motivation, and effective learning: An integrated model for educational game design".
- Perrotta, Carlo, Gill Featherstone, Helen Aston ja Emily Houghton. 2013. "Game-based learning: Latest evidence and future directions". *Slough: NFER*.
- Pho, Annie, ja Amanda Dinscore. 2015. "Game-based learning". *Tips and trends*.
- Plass, Jan L, Bruce D Homer ja Charles K Kinzer. 2015. "Foundations of game-based learning". *Educational psychologist* 50 (4): 258–283.
- Safadi, Firas, Raphael Fonteneau ja Damien Ernst. 2015. "Artificial intelligence in video games: Towards a unified framework". *International Journal of Computer Games Technology* 2015.
- Tulk Jesso, Stephanie, William G Kennedy ja Eva Wiese. 2020. "Behavioral cues of humanness in complex environments: How people engage with human and artificially intelligent agents in a multiplayer videogame". *Frontiers in Robotics and AI*, 155.
- Whitton, Nicola. 2009. *Learning with digital games: A practical guide to engaging students in higher education*. Routledge.
- Wooldridge, Michael. 2009. *An introduction to multiagent systems*. John wiley & sons.
- Wooldridge, Michael, ja Nicholas R Jennings. 1995. "Intelligent agents: Theory and practice". *The knowledge engineering review* 10 (2): 115–152.