

Käsiterakenteet ja sosiaaliset verkostot oppimispelien tutkimuksessa

HARRI KETAMO

harri.ketamo@samk.fi
Satakunnan ammattikorkeakoulu

MARKO SUOMINEN

marko.suominen@tut.fi
Tampereen teknillinen yliopisto

KRISTIAN KIILI

kristian.kiili@tut.fi
Tampereen teknillinen yliopisto

Tiivistelmä

Tässä artikkelissa tarkastellaan pelejä oppimisen tutkimuksen välineinä. Siinä missä perinteiset menetelmät eivät havaitse pelattaessa tapahtuvaa oppimista, oppimispelit mahdollistavat oppijan jatkuvan seurannan ja siitä kertyvän datan tallennuksen. Tätä dataa voidaan käsitellä erilaisten laskennallisten menetelmien avulla. Esimerkkeinä peliympäristössä tapahtuvasta oppimisen tutkimuksesta käytetään 1) käsiterakenteissa tapahtuvien muutosten mallinnukseen ja analysointiin kehitettyä menetelmää sekä 2) sosiaalisten verkostojen analysointiin kehitettyä menetelmää. Molemmissa osatutkimuksissa tutkimusaineisto on kerätty Oppivat otukset -pelisarjan avulla. Oppivat otukset -peleillä voidaan tarkastella reflektiota läpi koko pelaamisprosessin, mikä tuo uudenlaisen lähestymisen käyttäytymisen mittaamiseen. Erityisesti kerätävän datan yksityiskohtaisuus antaa mahdollisuuden monimutkaisten laskennallisten menetelmien hyödyntämiseen. Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että opetuspeleissä pitäisikin olla vuorovaikutuksen suhteen erilaisia osioita, jotka toisaalta vaativat aktiivisuutta mutta toisaalta antavat tilaa ajatuksille. Sosiaalisten verkostojen mallinnusta voidaan soveltaa pelitutkimusta laajemminkin yhteyksissä, kuten esimerkiksi lasten henkilökohtaisen turvallisuuden parantamisessa.

Hakusanat: *opetuspelit, oppiminen, sosiaaliset verkostot*

Abstract

Educational games enable virtual observations and continuous data recordings during gameplay. This kind of data can be analyzed with various computational research methods. In this article, educational games are discussed as research instruments. The examples of game supported educational research are 1) a method that is constructed to model and analyze changes in a learner's mental conceptual structure and 2) a method developed especially for social network analysis in classroom gameplay. In both studies, the research material has been collected with the AnimalClass game series, which enables tracking and recording gameplay in detail. The detailed data enables the use of complex computational methods in data analysis. According to the results of this study, we can claim that educational games should on the other hand require active participating in the gameplay and on the other hand, encourage the learner to think reflectively. The social networks research methods demonstrated in this study can also be applied to other contexts, such as the pupils' personal security when using the internet.

Keywords: *educational games, learning, social networks*

Johdanto

Pelaaminen on luonnollinen osa lasten ja nuorten toimintaa. Perinteisesti vanhemmat ja opettajat ovat pystyneet muodostamaan käsityksen lasten taidoista, oppimisesta tai sosiaalisista verkostoista tarkkailemalla lasten näkyvää toimintaa. Verkkoympäristöissä tällainen seuraaminen muodostuu vanhemmalle tai opettajalle lähes mahdottomaksi. Toisaalta verkkoympäristö tarjoaa tutkijoille uudenlaista, hyvinkin yksityiskohtaista dataa pelaajien käyttäytymisestä. Tämän

vuoksi on ollut tarpeen kehittää menetelmiä ja sovelluksia virtuaalisen käyttäytymisen, oppimisen ja sosiaalisten verkostojen selvittämiseksi.

Konstruktiivisen oppimiskäsityksen mukaan ihmiset muodostavat aktiivisesti käsitystään ympäröivästä maailmasta vuorovaikutuksessa ympäristön ja muiden ihmisten kanssa (Mayer 2004; Resnick 1989; Phillips 1997; Papert 1999; Dewey 1938). Tässä prosessissa tärkeiksi tekijöiksi nähdään käsiterakenteet sekä akkommodaatio ja assimilaatio. Käsiterakenteet koostuvat yksinkertaistettuna käsitteistä

ja niiden välisistä suhteista. Erityisen tärkeää on tiedostaa, että ei ole olemassa yleismaailmallista käsite-rakennetta, vaan jokaisella on oma yksilöllinen käsite-rakenteensa. Assimilaatiolla tarkoitetaan henkilön käsite-rakenteissa tapahtuvaa, aikaisempia käsityksiä tukevaa vahvistumista, kun taas akkommodaatio nähdään muun muassa uusien käsitteiden ja ilmiöiden tuomisena rakenteeseen. Vahva akkommodaatio tapahtuu tilanteessa, jossa henkilö joutuu muuttamaan aikaisempia käsityksiään asioista tai ilmiöistä, mikä puolestaan edellyttää käsite-rakenteen voimakasta uudelleenjärjestelyä. Tätä prosessia kutsutaan käsitteelliseksi muutokseksi (mm. Merenluoto & Lehtinen 2004; Vosniadou 2007).

Oppimispelissä pelaaja kohtaa joukon toisiaan seuraavia haasteita pyrkies- sään kohti tavoitteitaan. Oppiminen nähdäänkin jatkuvana ja rakentavana prosessina, jossa aiemmat kokemukset ruokkivat uusia. Ratkaistuista haasteista muodostuu tavallaan välineitä ymmärtää ja käsitellä tulevia haasteita. Reflektio voidaankin määritellä merkityksen muodostamisprosessiksi, jossa pelaaja kriittisesti tarkastelee kokemuksiaan ja suhteuttaa niitä omiin käsite-rakentei- siinsa. Reflektio on siis työkalu havaitun datan muuttamiseksi merkitykselliseksi tiedoksi. Pelin tarjoaman palautteen laatu korostuu, koska pelaajan pitää pystyä hahmottamaan tekojensa seuraukset pelimaailmassa. Pelimaailma ei kuitenkaan ole yksinään optimaalinen tai riittävä ympäristö kognitiivisesti merkityksellisen palautteen antamiseen, minkä vuoksi käsitteelliseen muutokseen tähtäävässä pelaamisessa tulisi huomioida myös reaali maailman sosiaalinen dialogi (mm. Merrienboer & Kirschner 2007; Foko & Amory 2008).

Schönin (1983) mukaan reflektio voidaan jakaa pelin aikana tapahtuvaan (reflection-in-action) ja pelin jälkeen tapahtuvaan reflektioon (reflection-on-action). On syytä huomata, että syvälinen reflektio ei ole itsestään selvä ilmiö. Selkeän palautteen lisäksi reflektio vaatii aina aikaa ja kiinnostusta analysoida kokemuksia mielessään. Reflektiota voidaan tukea erilaisilla metodeilla joko pelin aikana tai pelisession jälkeen. Myös sosiaalisen vuorovaikutuksen on havaittu tukevan reflektiota. Kokemuksien jakaminen synnyttää reflektiivistä ajattelua ja laajentaa kokemuksia avaamalla uusia näkökulmia. Oppimistuloksiin vaikuttaa reflektion laatu, joka voi vaihdella spontaanin tulkinnan ja analyttisen pohdinnan välillä (Rodgers 2002). Deweyn (1938) mukaan reflektioprosessiin kuuluu aina

muodostettujen hypoteesien, teorioiden tai strategioiden testaaminen – näin reflektiosta muodostuu syklinen prosessi, joka tehostaa oppimista.

Reflektiivinen ajattelu on välttämätöntä käsitteelliselle muutokselle. Huoles- tuttavaa on, että reflektion merkitys oppimisessa on viimeaikoina hämärtynt (Xie et al. 2008). Tässä artikkelissa pyrimme osoittamaan, miten pelien käyttö tutkimusvälineinä auttaa käsitteellisen muutoksen tutkimusta. Tarkastelemme reflektiota ensin käsitteellisesti, minkä jälkeen raportoimme tutkimustulok- sia reflektion ja oppimisen yhteydestä *Oppivat otukset* -matematiikkapelissä. Oppimisen ja motivaation välistä yhteyttä on pyritty osoittamaan, mutta ei ole aukotonta todistusta sille, että motivaatio automaattisesti aikaansaisi oppimis- tuloksia (mm. Rao et al. 2000; Lapointe et al. 2005; Mason & Scrivani 2004). Toi- saalta motivaatiotekijöiden on havaittu vaikuttavan siihen, kuinka herkästi oppija havaitsee ristiriidat aikaisemman käsitteistönsä ja uuden kokemuksen välillä (Merenluoto & Lehtinen 2004). Tällaiset kognitiiviset konfliktit nähdään välttä- mättöminä käsitteellisessä muutoksessa. Tässäkin tutkimuksessa motivaation yhteys oppimistuloksiin nousee selvästi esiin, mutta niiden syy-seuraussuhteita ei tässä yhteydessä tarkastella.

Internetin sisältöjä, linkkiavaruutta ja informaatiovirtoja on tutkittu, mallin- nettu ja analysoitu verkostoina jo pitkään. Sosiaalista käyttäytymistä ei kuiten- kaan ole tutkittu samassa laajuudessa. Tämä saattaa johtua siitä, että käytöksen mallinnus mitattavaan ja analysoitavaan muotoon on haastavaa. Yleisimmin verkkokäyttäytymisen tutkimus liittyy tietoturvaan, erityisesti tietoturvaa uhkaa- vien hyökkäysten tunnistamiseen (mm. Mukkamala et al. 2006; Kuo et al. 2005). Yleisellä tasolla virtuaalisista sosiaalisista verkostoista tiedetään, että lapset toimivat verkko-ympäristössä yleensä lasten kanssa ja aikuiset toisten aikuisten kanssa (mm. Del Valle et al. 2007). Ikä ei kuitenkaan vaikuta virtuaalisten sosiaali- sen verkostojen kokoon tai laatuun (mm. Cho et al. 2007; Roberts et al. 2008). Tässä tutkimuksessa perinteisiä verkostanalyysijä on laajennettu monimut- kaista mallinnusta hyödyntäen käytöksen analysoinnin suuntaan. Menetelmä lainaa ideoita käytöksen tallentamisen (mm. Bowling et al. 2006; Houlette 2003) ideoista, vaikkakin käytöksen tallentaminen viittaa yleensä liikkeiden tai muun yksinkertaisen ja helposti havaittavan käytöksen tallentamiseen.

Tutkimusmenetelmä

TUTKIMUSTEHTÄVÄ

Tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella pelien käyttöä välineinä oppimisen tutkimuksessa. Pelit mahdollistavat oppijan jatkuvan seurannan ja seurannasta kertyvän datan tallennuksen. Tätä dataa voidaan käsitellä erilaisten laskennallisten menetelmien, kuten tiedon louhinnan, avulla.

Esimerkkeinä peliympäristössä toteutettavasta oppimisen tutkimuksesta käytetään 1) käsiterakenteissa tapahtuvien muutosten mallinnukseen ja analysointiin kehitettyä menetelmää sekä 2) sosiaalisten verkostojen analysointiin kehitettyä menetelmää. Näiden osatutkimusten tarkemmat tutkimusongelmat sekä tutkimusprosessin kulku kuvataan osatutkimusten tulosten yhteydessä.

AINEISTONKERUU

Tutkimuksen aineisto (N=736) on kerätty *Oppivat otukset* -pelisarjan ennakkopelikampanjan yhteydessä 17.9.–1.10.2007. Tällöin pelaajilla oli mahdollisuus kokeilla matematiikan, englannin kielen ja musiikin opiskeluun tarkoitettuja pelejä. Ennakkopeleihin osallistui yhteensä 736 oppilasta ja opettajaa. Parhaiten menestyneet pelaajat palkittiin, mikä osaltaan vaikutti tutkimustuloksiin.

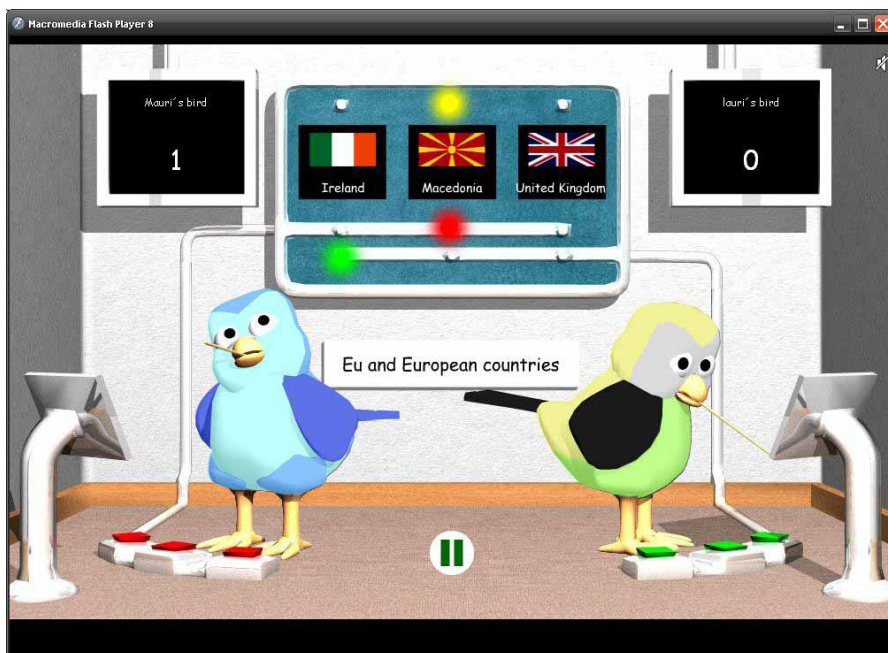
Ensimmäisessä osatutkimuksessa käytettävissä oleva aineisto rajautui 181 pelaajaan, sillä reflektiotapauksia ei voitu todentaa riittävällä tarkkuudella. Tämä johtui muun muassa siitä, että lähtötasoltaan riittävän hyvät oppilaat eivät tehneet virheitä pelin aikana ja tällöin virheitä ei luonnollisesti korjattukaan. Toinen pääsyy koehenkilön poisjättöön oli se, että koehenkilön käsiteverkon tila oli sekava läpi koko pelin. Tällöin algoritmi ei havainnut reflektiota, vaan tulkitsi kaikki muutokset epäjohtonmukaiseksi ”kohinaksi”. Tämä raja-
aus on osaltaan vaikuttanut tuloksiin, minkä vuoksi tulevissa tutkimuksissa tullaan kehittämään tehokkaampi ja vikasietoisempi analyysimenetelmä. Toisessa osatutkimuksessa pystyttiin hyödyntämään koko otos, sillä sosiaalisten verkostojen mallinnus voitiin toteuttaa irrallaan käsitteellisestä mallinnuksesta.

MATERIAALIT

Tutkimusinstrumenttina käytettiin *Oppivat otukset* -pelisarjaa (mm. Ketamo & Suominen 2008; Kiili & Ketamo 2007). *Oppivat otukset* -peleissä oppilas ryhtyy opettamaan ja valmentamaan virtuaalista lemmikkiään. Pelin juoni ja toiminnallisuudet on rakennettu oppisisältöjen ja reflektiivisen ajattelun varaan. Tällä pyritään tukemaan oppilaiden käsitteellisen ajattelun kehittymistä ja tuottamaan sisällöllisesti palkitsevia pelikokemuksia ulkoisten palkkioiden sijaan. Pedagogisina perusajatuksina peleissä ovat tekemällä oppiminen ja tutkiva oppiminen. Peleissä oppilas voi mitata taitojaan ja kilpailla toisia vastaan virtuaalilemmikin suojissa. Jos virtuaalilemmikki osaa asiat ja menestyy, on se pelaajan ansiota. Jos taas virtuaalilemmikki ei menesty, voi pelaaja halutessaan syyttää siitä virtuaalilemmikkiä. Pelissä on kaksi päätilaa: 1) luokkahuone (kuva 1), jossa oppilas aktiivisesti opettaa virtuaalilemmikkiään tekemällä kysymyksiä ja arvioimalla



Kuva 1. Oppivien otusten luokkahuone.



Kuva 2. Oppivien otusten kilpailutila.

lemmikin vastauksia ja 2) kilpailu (kuva 2), jossa oppilas voi seurata virtuaalilemmikkinsä menestymistä, kun se kilpailee oppilaan valitseman vastustajan kanssa tietovisassa.

Teknisesti Oppivien otusten tekoäly pohjautuu semanttiseen todennäköisyysverkostoon, joka perustuu Bayesilaiseen mallinnukseen (mm. Reye 2004; Kim et al. 2007; Lucas 2005). Tekoäly mahdollistaa moniulotteisten käsitteellisten rakenteiden ja riippuvuussuhteiden opettamisen. Toisaalta mallinnus mahdollistaa näiden rakenteiden ja riippuvuussuhteiden laskennallisen analysoinnin. Käsitteellistä oppimista on käytetty aikaisemminkin opetuspelien yhteydessä, mutta lähinnä deduktiivisen logiikan puitteissa (mm. Biswas et al. 2005). Tekijät eivät ole Oppivien otusten lisäksi tietoisia muista induktiiviseen logiikkaan perustuvista oppivista peleistä. Oppivat otukset -pelit mallintavat pelaajan opettaman käsiteverkoston niin, että sitä pystytään analysoimaan tilastollisten menetelmien lisäksi muun muassa erilaisten tiedon louhinnan menetelmien avulla.

Yksi Oppivien otusten mielenkiintoinen ominaisuus on väärin opettamisen mahdollisuus. Tekoäly ei ota mitään kantaa opetuksen totuusarvoon, vaan toteuttaa käsitteellistä oppimista juuri sellaisena kuin pelaaja haluaa. Tutkimuksellisen arvon lisäksi pelaajat ovat löytäneet tälle ominaisuudelle oman sovelluksensa: useat oppilaat ovat halunneet opettaa umpityhmän lemmikin, siis sellaisen, joka vastaa aina väärin. Tällaisen virtuaalilemmikin opettaminen on mahdollista, mutta vaatii suuremman työmäärän kuin täydellisen lemmikin opettaminen. Tästä syystä henkilöt, jotka ovat opettaneet umpityhmiä lemmikkejä, ovat itse kuitenkin saavuttaneet parempia oppimistuloksia kuin oletuksen mukaisesti pelanneet oppilaat. Tässä havainnossa konkretisoituu yksi pelien opetuksellinen vahvuus, toiminnan vapaus.

I) Käsitteellisen muutoksen mallinnus ja analyysi

TUTKIMUSONGELMAT JA MENETELMÄT

Tutkimuksen aineisto (n=181) on kerätty Oppivat otukset -pelisarjan ennakkopelikampanjan yhteydessä. Alkuperäisestä otoksesta (N=736) suurin osa jouduttiin hylkäämään, koska reflektiotapauksia ei voitu todentaa riittävällä tarkkuudella.

Tässä tutkimuksessa reflektiivistä ajattelua tarkastellaan Schönin (1983) esittämän jaon mukaisesti pelin aikana tapahtuvana reflektiona ja pelin jälkeen tapahtuvana reflektiona. Pelin aikana tapahtuvaa reflektiota tarkastellaan vielä tarkemmin kolmessa osassa:

1. Miten reflektio ilmenee ja kuinka voimakasta se on pelin aikana tapahtuvan aktiivisen tekemisen aikana (luokkahuone)?
2. Miten reflektio ilmenee ja kuinka voimakasta se on pelin aikana, kun pelimekaniikka pyrkii kannustamaan reflektiiviseen ajatteluun (kilpailu)?
3. Miten reflektio ilmenee ja kuinka voimakasta se on pelin jälkeen?

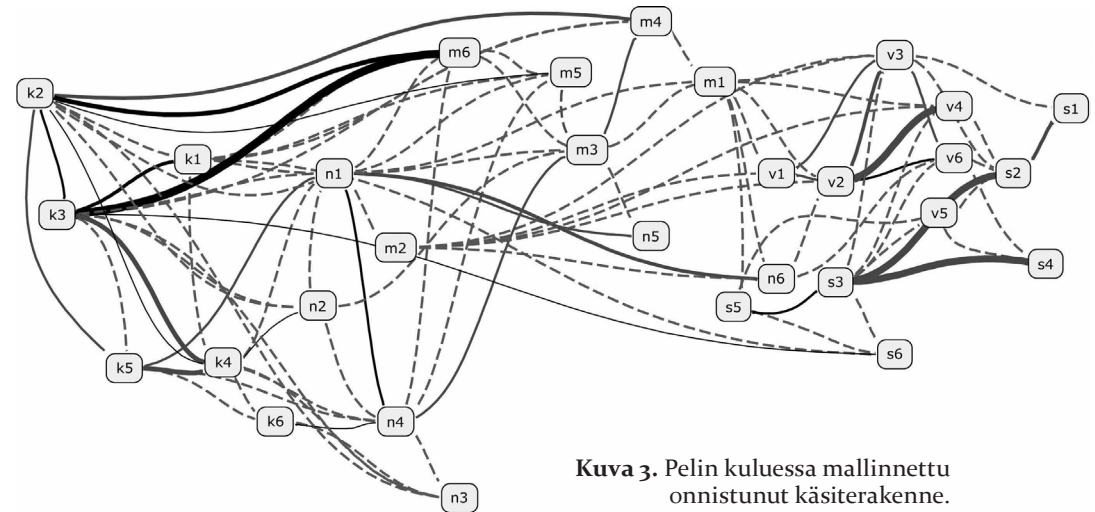
Tässä tutkimuksessa reflektio määritellään käsiteverkoston radikaaliksi muutokseksi. Toisin sanoen reflektion ilmentymiä ovat pelaajan toimet, jotka ovat ristiriidassa käsiteverkon senhetkisen tasapainotilan kanssa ja jotka yhdessä seuraavien toimien kanssa johtavat käsiteverkon tasapainotilan muutokseen. Reflektiokohtien

analysointi toteutettiin tähän tehtävään suunnitellun, neurolaskentaan perustuvan algoritmin avulla. Havaitut muutokset sijoitettiin aikajanelle tutkimusongelmien määrittelemiin vaiheisiin. Reflektio katsottiin tauon aikaansaamaksi, mikäli muutos käsiterakenteessa oli tapahtunut viisi minuuttia uudelleenkirjautumisen jälkeen. Toisin sanoen oppilas oli saanut tässä ajassa suoritettua käsiterakenteen muutokseen johtaneen opetusprosessin. Tässä tutkimuksessa reflektio katsottiin kilpailutilanteen aikaansaamaksi, mikäli muutos käsiterakenteessa oli tapahtunut viisi minuuttia kilpailun aloittamisen jälkeen. Tästä ajasta kilpailu itse vei yhdestä kahteen minuuttia, joten muutoksen toteuttamiseen jäänyt aika oli todellisuudessa vain kolmesta neljään minuuttia. Loput muutostapahtumat kirjattiin opetustilanteen itsensä aiheuttamiksi.

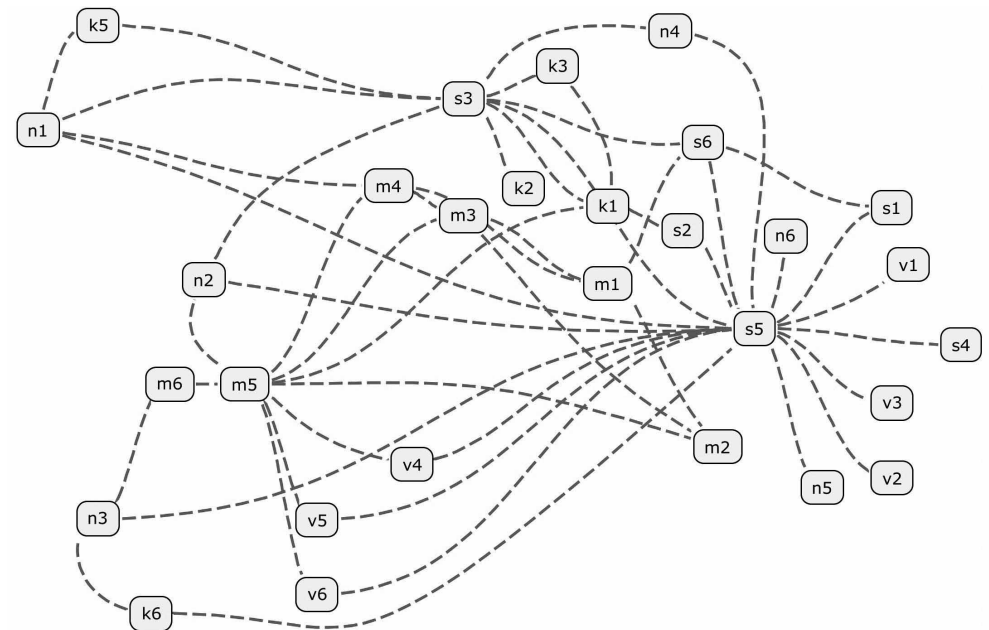
PÄÄTULOKSET

Reflektiivistä ajattelua voitiin todentaa läpi koko pelin, kaikissa pelivaiheissa ja pelitiloissa. Lisäksi ilmiön esiintymisessä oli suurta hajontaa koehenkilöiden välillä. Kuvassa 3 on esitetty yhden pelaajan käsitteellinen rakenne siten, että solmut edustavat opetettuja käsitteitä ja solmuja yhdistävät käyrät käsitteiden välisiä relaatioita. Katkoviivalla esitetyt relaatiot ovat tyypiltään "ei kuulu joukkoon"- tai "on etäällä"-relaatioita. Harmaat yhtenäiset käyrät osoittavat "kuuluu joukkoon"- tai "ovat lähikäsitteitä"-relaatioita. Mustat käyrät kertovat käsitteellisestä muutoksesta.

Oppimistulosten näkökulmasta kuvan 3 pelaaja menestyi pelissä varsin hyvin. Tätä tukevat myös useat käsitteellistä muutosta osoittavat relaatiot. Heikoiten Oppivat otukset -peleissä ovat menestyneet ne oppilaat, jotka ovat tyytyneet opettamaan vain yksipuolisia relaatioita ja joiden opetusprosesseissa ei havaittu käsitteelliseen muutokseen viittaavia toimia (kuva 4). Kuvien 3 ja 4 käsitteverkostoja voidaan hyödyntää laskennallisten muutosten tarkemmassa analyysissä. Kuvan 3 esittämä käsitteerakenteen visualisointi konkretisoi menestyksenkään pelaamisen kaksi havaittavaa verkostopiirrettä: monipuolisen relaatioiden käytön sekä muutokset. Kuvan 4 relaatorakenne on silminnähden yksipuoleinen ja suppea, ja kuten tallennettu käsitteerakennekin antaa ymmärtää, ei kyseinen pelaaja ole saavuttanut mainittavia oppimistuloksia pelin kuluessa.



Kuva 3. Pelin kuluessa mallinnettu onnistunut käsitteellinen rakenne.



Kuva 4. Pelin kuluessa mallinnettu heikko käsitteellinen rakenne.

Yleisesti voidaan todeta, että pelikertojen välillä olleet tauot edesauttoivat parhaiten reflektiivistä ajattelua. Reflektiotapausten suhteellisista osuuksista 54 % oli tapahtunut tauon jälkeen. Voidaan olettaa, että välituntikeskustelut kavereiden kanssa tai opettajien kanssa käydyt palautekeskustelut ovat osaltaan nostaneet erityisesti tätä osuutta. Tauon merkitys reflektion aikaansaamiseksi oli kiistaton verrattuna muihin tapauksiin ($t > 10$, $df = 360$, $p = 0,000$).

Kilpailun jälkeen tapahtuneiden reflektiotapausten suhteellinen osuus oli 28 % ja vain luokkatilanteen aikaansamien reflektiotapausten suhteellinen osuus oli 18 %. Kilpailun merkitys reflektion aikaansamiselle oli tilastollisesti merkitsevällä tasolla suurempi kuin pelkän luokkatilanteen ($t = -3,448$, $df = 360$, $p < 0,001$). Mielenkiintoinen havainto kilpailun motivoivasta vaikutuksesta oli muun muassa se, että voiton tai tasapelin yhteys reflektiotapausten lukumäärään ($r = 0,518$ / $r = 0,529$) oli huomattavasti suurempi kuin tappiollisten kisojen yhteys reflektiotapausten lukumäärään ($r = 0,351$).

II) Sosiaalisten verkostojen mallinnus ja analyysi

MENETELMÄ

Tutkimukseen ei asetettu hypoteeseja tai pääongelmaa. Sosiaalisia verkostoja haluttiin lähestyä tiedon louhinnan hengessä aineistosta käsin. Jäsentämällä, luokittelemalla sekä yhteyksiä ja syy-seuraussuhteita muodostamalla empiirisestä aineistosta pyrittiin rakentamaan laaja yleiskuva pelaajien sosiaalisista verkostoista. Tutkimus on toteutettu laskennallisilla menetelmillä. Tutkimuksessa sosiaaliset verkostot on visualisoitu XML Topic Map (XTM) -teknologiaa hyödyntäen sekä analysoitu neurolaskentaan perustuvilla, erityisesti tätä tutkimusta varten kehitetyillä menetelmillä.

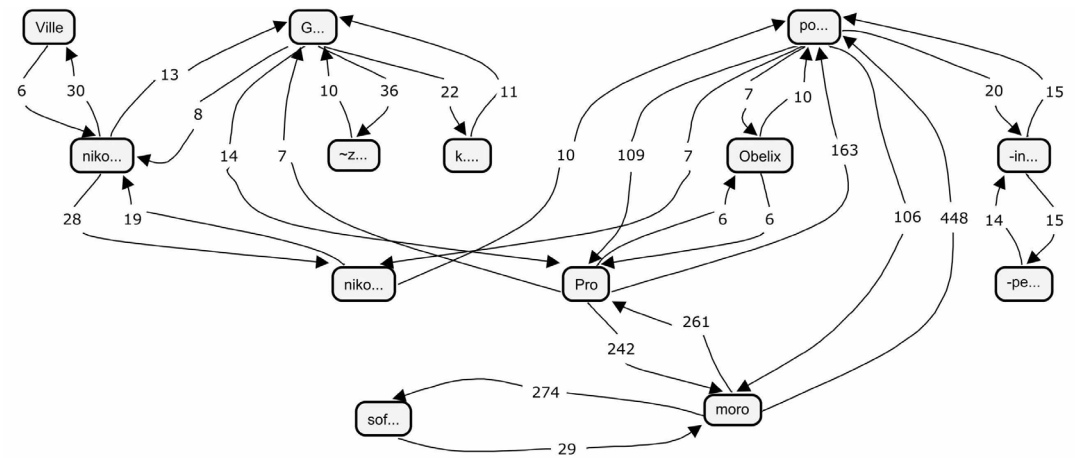
Tutkimuksen aineisto ($n=736$) on kerätty Oppivat otukset -pelisarjan ennakkopelikampanjan yhteydessä. Tutkimuksessa keskitytään Oppivien otusten haasteiden (kilpailun) muodostamiin sosiaalisiin verkostoihin. Kun oppilas haastaa toisen oppilaan, muodostuu heidän välilleen yhdensuuntainen relaatio. Kun edellä haastettu oppilas puolestaan haastaa

edellisen haastajansa, muodostuu näiden välille kahdensuuntainen relaatio. Relaatioiden voimakkuus riippuu siitä, kuinka paljon kilpailuja pelaajat käyvät.

TULOKSET

Kun pelaamista lähestytään relaatioiden avulla sosiaalisena verkostona, voidaan pelitapahtumaan muodostaa yhteisöllinen näkökulma. Näkökulma on lähellä perinteistä sosiogrammia, mutta merkittävästi laajempi: kun sosiogrammia käytetään usein luokan sosiaalisten suhteiden selvittämiseen, pystytään pelien sosiaalisilla verkostoilla selvittämään kyseisen pelimaailman suhteita sekä tekemään sosiaaliseen käytökseen perustuvia tilastollisia ennustuksia. Toki opettajalle voidaan tarjota reaaliaikaisia sosiogrammeja hänen luokkansa verkostoista. Näiden avulla opettaja voi seurata, onko pelimaailmassa esimerkiksi sellaista kiusaamista tai poissulkemista, jota opettaja ei muuten pysty havaitsemaan. Tutkimuksen aineistosta voidaan nostaa esiin seuraavia yleisiä teemoja:

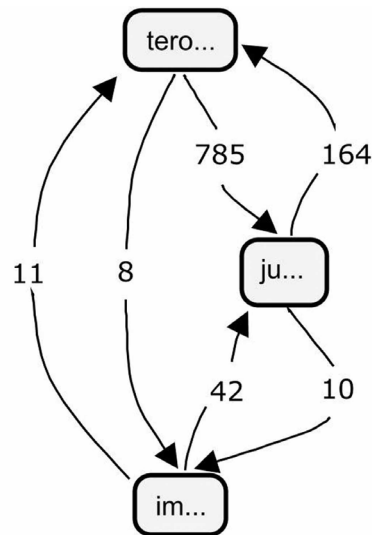
1) Koko aineistoa hallitseva verkosto muodostui tuloslistan kärjessä olevien henkilöiden ja heidän haastajiensa välille. Erityinen huomio kiinnittyi noin 20:n



Kuva 5. Tuloslistan kärjessä olevien henkilöiden verkoston osa.

eniten pisteitä keränneen pelaajan verkostoon, jossa keskinäiset kahdensuuntaiset relaatiot olivat hyvin vahvoja (kuva 5, s. 96). Lisäksi jokaiseen pelaajaan liittyi useita voimakkaita yhdensuuntaisia relaatioita. Tämä ei sinänsä ole yllättävää, sillä kilpailun voitto perustui suureen pistemäärään, ja pisteitä pystyi hankkimaan parhaiten haastamalla listan kärkeä. Yllättävää oli, että pelin voittoon tähdenneiden verkostot näkyivät näinkin selkeinä. Kuuluminen tähän pääklusteriin ennusti huomattavalla tarkkuudella hyvin tehtyä opetusta tai valmennusta ja sitä kautta hyvää menestystä myös itse pelissä.

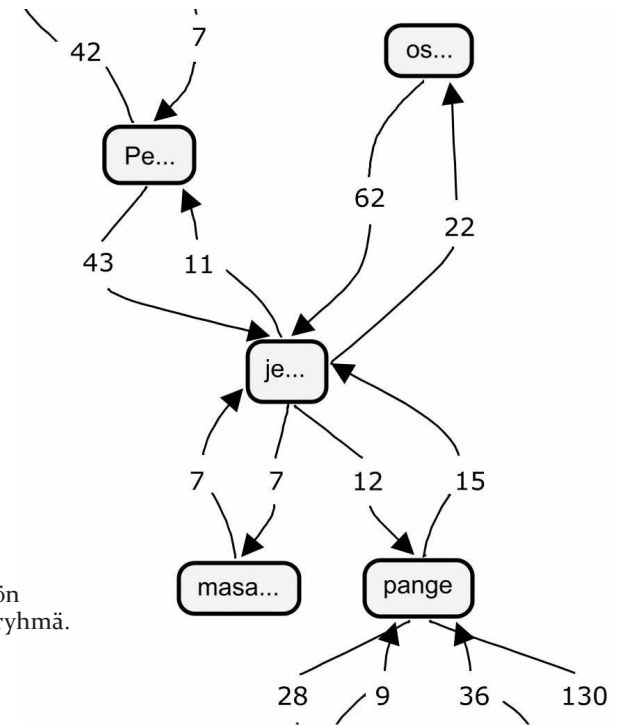
2) Toinen sosiaalisten verkostojen pääryhmä, tai tarkemmin pääryhmät, muodostuivat luokkien oppilaiden tai kaveriporukoiden kesken (kuva 6). Näiden ryhmien hallitsevana piirteenä oli ryhmän tiiviys. Näissä ryhmissä oli huomattavan paljon kahdensuuntaisia voimakkaita relaatioita, mutta vain vähän yhdensuuntaisia relaatioita ryhmästä ulos. Jos tähän tutkimukseen ei olisi liittynyt vahvaa kilpailullista elementtiä, nämä kaveripiirien ryhmät olisivat varmasti olleet hallitsevia.



Kuva 6. Kaveriporukan muodostama verkosto.

3) Koko aineistossa noin 65 % pelitapahtumista oli kahdensuuntaisia. Toisaalta vain hieman alle puolelta pelaajista löytyi kahdensuuntaisia relaatioita. Tämä tarkoittaa, että suurin osa pelaajista pelasi pelejä yksilösuorituksena. Yksilösuorittajista yli 80 % pelasi tuloslistan kärkeä vastaan ja vain alle 20 % poimi vastustajia satunnaisesti.

4) Normaalin sosiaalisen verkoston käsite on tämän tutkimuksen perusteella erittäin laaja. Itse asiassa, jos normaaliuden käsitteen piiriin laskettaiisiin kaikki sellainen toiminta, jota löytyy yli yhdessä prosentissa aineistosta, ei aineistosta löydy poikkeavaa toimintaa. Harvinaisimmat sosiaaliset verkostot



Kuva 7. Keskushenkilön ympärille rakentunut ryhmä.

tässä yhteydessä voidaan jakaa kahteen pääryhmään: keskushenkilön ympärille rakentuneisiin ryhmiin (kuva 7) ja yksisuuntaisiin relaatioihin perustuviin satunnaisverkostoihin.

Keskushenkilön ympärille rakentuneilla ryhmillä tarkoitetaan tilannetta, jossa ryhmän muodostavat jäsenet a, b, c ja d. A:lla on kahdensuuntainen relaatio muiden jäsenten (b, c, d) kanssa, mutta muilla jäsenillä ei ole edes yhdensuuntaisia relaatioita keskenään. Tällaisia ryhmiä aineistossa oli alle 5 % ja nämä tapaukset selittyvät todennäköisesti sillä, että keskushenkilöllä on kavereita esimerkiksi toisilla paikkakunnilla ja nämä kaverit eivät tunne toisiaan.

Yksisuuntaisiin relaatioihin perustuvilla satunnaisverkostoilla tarkoitetaan tilannetta, jossa keskushenkilö vain satunnaisesti poimii vastustajia listasta sen kummemmin piittaamatta, keitä he ovat. Tämä käytös selittyy täysin sillä, että nämä henkilöt ovat halunneet kokeilla peliä ja ehkä motivoituvat kilpailua enemmän pelin muusta sisällöstä, kuten opettamisesta. Tällaisia verkostoja oli myös alle 5 % aineistosta.

Yhteenveto

Tässä artikkelissa esiteltiin kaksi tutkimusta, joissa tarkasteltiin käsitteellistä muutosta ja sosiaalisten verkostojen muodostumista oppimispe-lympäristössä. Virtuaaliympäristöt mahdollistavat uudenlaisen lähestymistavan käyttäytymisen mittaamiseen. Peleistä voidaan kerätä hyvin yksityiskohtaista pelikäyttäytymiseen liittyvää dataa, jonka avulla päästään kiinni toimintoihin ja käyttäytymismalleihin, jotka saattavat olla jopa pelaajalle itselleen tiedos- tamattomia. Lisäksi peliympäristössä tutkimuksen aiheuttama kokeellisen kontrollin tunne voi olla pienempi kuin perinteisissä koeasetelmissä, mikä osaltaan saattaa vaikuttaa positiivisesti tutkimuksen niin sanottuun ekologiseen validiteettiin.

Käsitteellisten tapahtuman muutoksen tutkimuksen keskeisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että reflektiivinen ajattelu vaatii aikaa ja tilaa ajatuksille. Keskustelu kavereiden kanssa joko pelitapahtuman jälkeen tai sen kuluessa, esimerkiksi kilpailun lomassa, edistää oman toiminnan reflektointia. Voidaan todeta, että opetuspeleissä pitäisikin olla vuorovaikutuksen suhteen erilaisia osioita, jotka toisaalta vaativat aktiivisuutta mutta toisaalta antavat tilaa ajatuksille. Tämän perusteella voidaan olettaa, että myös ne opetuspelit, joissa on vain nopeaa toimintaa, voivat tukea käsitteellistä muutosta, jos niihin liitetään pelin jälkeistä, ajattelua vaativaa toimintaa. Tilan tarjoaminen ajattelulle ei kuitenkaan yksin riitä, vaan pelien pitäisi tarjota myös virikkeitä reflektiiviseen ajatteluun.

Pelaajien sosiaalisia verkostoja mallintavassa tutkimuksessa keskityttiin varsin suljettuun pelimaailmaan, jossa pelaajat pystyivät halutessaan toimimaan täysin anonymisti. Tämä mahdollisti kohtuullisen uskottavan verkkokäyttäytymisen mallin muodostamisen. Toisin sanoen koehenkilöillä ei ollut syytä toimia tai uskotella toimivansa jonkin roolin mukaisesti. Normaali käyttäytyminen on tässä tutkimuksessa laaja käsite, ja tulevan tutkimuksen kannalta olennaisempaa epänormaalia verkkokäyttäytymistä ei vielä kiistattomasti pystytty osoittamaan. Nyt aloitettua menetelmäkehitystä tullaan jatkamaan, ja menetelmää pyritään soveltamaan pelitutkimusta laajemmissa yhteyksissä, kuten lasten henkilökohtaisen turvallisuuden parantamisessa. Kun mahdolliset pahassa tarkoituksessa

verkkoympäristöissä toimivat voidaan tunnistaa jo sosiaalisen käytöksen perusteella, tuo tämä menetelmä huomattavan lisän nykyisille sanastoon perustuville analyyseille. Toki tässä tulee huomata sama lähtökohta tulosten tulkin- nalle kuin sanastopohjaisissa analyyseissä: havainto poikkeavasta on vain havainto, ei todiste. Havainto voi yhtä hyvin selittyä esimerkiksi henkilön heikoilla sosiaa- lisilla taidoilla, eikä se välttämättä liity rikollisiin pyrkimyksiin.

Tällaisten uusien menetelmien avulla pelaajien toiminnasta saadaan yksityis- kohtaisia malleja, joiden varaan voidaan kehittää innovatiivisia sovelluksia. Tutkimuksissa käytettyjen menetelmien avulla voidaan rakentaa vaikkapa opet- tajan työtä tukevia työkaluja, jotka tuovat tietoa esimerkiksi oppimistuloksista, oppilaiden virhekäsityksistä ja sosiaalisista suhteista. Tällaisten työkalujen avulla opettaja pystyy entistä paremmin toteuttamaan rooliaan tutkivana opettajana, joka rikkaan mutta tiivistetyn tiedon avulla voi kehittää omaa opetustaan ja arvioida luokan sosiaalista ilmapiiriä. Vaikka artikkelin tutkimukset tehtiin opetuskontekstissa, esitettyjä menetelmiä ja ideoita voidaan soveltaa hyvinkin laajasti eri konteksteissa. Lisäksi menetelmät mahdollistavat laajojen aineistojen keräämisen, mikä on käyttäytymistieteissä ollut haastavaa niin aikataulujen kuin resurssienkin puitteissa.

Pelikäyttäytymisen tutkiminen sisältää kuitenkin joukon eettisiä kysymyksiä ja haasteita. Olennaisin kysymys on, voidaanko pelissä tapahtuvasta käytöksestä tehdä suoria johtopäätöksiä suhteessa pelaajan reaali- maailman käytökseen ja jos voidaan niin missä määrin. Oppimispeleissä saavutetut ja todennetut oppimistu- lokset ovat hyvin yhdenmukaisia reaali- maailmaan nähden, mutta FPS-tyyppisessä (first-person shooter) ammuskelupeleissä todennetulla käytöksellä ei todennäköi- sesti ole kovinkaan säännönmukaista yhteyttä reaali- maailman käytöksen kanssa. Toinen kysymys liittyy yksityisyyteen. Missä määrin pelaajan käytöstä on sopi- vaa mallintaa, ja miten pelaajalle taataan riittävä yksityisyydensuoja? Yksi tapa välttää tämä riski on se, ettei tutkimuksesta kerro henkilörekisteriä, vaan kaikki aineisto on identifioitu muilla tavoin. Tämä puolestaan on tutkimusmenetelmä- linen ongelma, sillä jos koehenkilöä ei tunnusteta, ei voida olla varmoja, onko aineistossa useita saman henkilön ilmentymiä tai ovatko jotkin aineiston ilmen- tymät esimerkiksi tietokoneohjelmien pelibottien aikaansaannosta.

Kirjallisuus

Biswas, Gautam, Krittaya Leelawong, Daniel Schwartz & Nancy Vye (2005). Learning by Teaching. A New Agent Paradigm for Educational Software. *Applied Artificial Intelligence* 19:3-4, 363-392.

Bowling, Michael, Johannes Furnkranz, Thore Graepel & Ron Musick (2006). Machine learning and games. *Machine Learning* 63, 211-215.

Cho, Hichang, Geri Gay, Barry Davidson & Anthony Ingrassia (2007). Social networks, communication styles, and learning performance in a CSCL community. *Computers & Education* 49, 309-329.

Del Valle, S. Y., J. M. Hymanb, H. W. Hethcote & S. G. Eubank (2007). Mixing patterns between age groups in social networks. *Social Networks* 29, 539-554.

Dewey, John (1938). *Experience and education*. New York: Collier Books & Macmillan.

Foko, Thato & Alan Amory (2008). Social Constructivism in Games Based Learning in The South African Context. Proceedings of Ed-Media 2008 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications. Vienna, Austria, 30 June - 4 July 2008. Chesapeake, VA: AACE, 5757-5764.

Ketamo, Harri & Marko Suominen (2008). Learning-by-Teaching in Educational Games. Proceedings of Ed-Media 2008 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications. Vienna, Austria, 30 June - 4 July 2008. Chesapeake, VA: AACE, 2954-2963.

Kiili, Kristian & Harri Ketamo (2007). Exploring the Learning Mechanism in Educational Games. *Journal of Computing and Information Technology* 15:4, 319-324.

Kim, Kyoung-Min, Jin-Hyuk Hong & Sung-Bae Cho (2007). A semantic Bayesian network approach to retrieving information with intelligent conversational agents. *Information Processing & Management* 43:1, 225-236.

Kuo Yen-Hung, Yueh-Min Huang, Juei-Nan Chen & Yu-Lin Jeng (2005). Extended Real-Time Learning Behavior Mining. Proceedings of Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2005). Kaohsiung, Taiwan, 5-8 July 2005, 440-441.

Lapointe, Judith, Frederic Legault & Seth J. Batiste (2005). Teacher interpersonal behavior and adolescents' motivation in mathematics. A comparison of learning disabled, average, and talented students. *International Journal of Educational Research* 43, 39-54.

Lucas, Peter J. F. (2005). Bayesian network modelling through qualitative patterns. *Artificial Intelligence* 163:2, 233-263.

Mason, Lucia & Luisa Scrivani (2004). Enhancing students' mathematical beliefs: an intervention study. *Learning and Instruction* 14, 153-176.

Mayer, Richard (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist* 59, 14-19.

Merenluoto, Kaarina & Erno Lehtinen (2004). Number concept and conceptual change: towards a systemic model of the processes of change. *Learning and Instruction* 14:5, 519-534.

Merriënboer, Jeroen J. G. & Paul A. Kirschner (2007). *Ten steps to complex learning. A systematic approach to four-component instructional design*. London: Lawrence Erlbaum Associates.

Mukkamala, Srinivas, Dennis Xu & Andrew H. Sung (2006). Intrusion Detection Based on Behavior Mining and Machine Learning Techniques. *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin & Heidelberg: Springer, 619-628.

Papert, Seymour (1999). *Logo Philosophy and Implementation*. Logo Computer Systems Inc.

Phillips, Denis C. (1997). How, why, what, when, and where. Perspectives on constructivism in psychology and education. *Issues in Education* 3, 151-194.

Resnick, Lauren B. (1989). Introduction. Teoksessa Lauren B. Resnick (toim.): *Knowing, learning and instruction. Essays in honor of Robert Glaser*. Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum, 1-24.

Reye, Jim (2004). Student Modelling based on Belief Networks. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 14, 63-96.

Rao, Nirmala, Barbara E. Moely & John Sachs (2000). Motivational Beliefs, Study Strategies, and Mathematics Attainment in High and Low-Achieving Chinese Secondary School Students. *Contemporary Educational Psychology* 25, 287-316.

Roberts, Sam G. B., Ruth Wilson, Pawel Fedurek & R. I. M. Dunbar (2008). Individual differences and personal social network size and structure. *Personality and Individual Differences* 44, 954-964.

Rodgers, Carol (2002). Defining Reflection. Another Look at John Dewey and Reflective Thinking. *Teachers College Record* 104:4, 842-866.

Schön, Donald A. (1983). *The reflective practitioner. How professionals think in action*. New York: Basic Books.

Vosniadou, Stella (2007). Conceptual change approach and its re-framing. Teoksessa Stella Vosniadou, Aristides Baltas & Xenia Vamvakoussi (toim.): *Re-Framing the Conceptual Change Approach in Learning and Instruction*. Advances in Learning and Instruction Series. Oxford: Elsevier Press, 1-15.

Xie, Ying, Ke Fengfeng & Priya Sharma (2008). The effect of peer feedback for blogging on college students' reflective learning processes. *Internet and Higher Education* 11:1, 18-25.