

Niko Mononen

**Systemaattinen kirjallisuuskartoitus luovasta
ohjelmoinnista opetuskontekstissa**

Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

28. tammikuuta 2018

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Tekijä: Niko Mononen

Yhteystiedot: niko.m.mononen@student.jyu.fi

Ohjaaja: Ville Isomöttönen

Työn nimi: Systemaattinen kirjallisuuskartoitus luovasta ohjelmoinnista opetuskontekstissa

Title in English: A systematic mapping study of creative programming in teaching context

Työ: Pro gradu -tutkielma

Suuntautumisvaihtoehto: Tietotekniikka

Sivumäärä: 40+13

Tiivistelmä: Luovuutta löytyy meistä jokaisesta ja luovuus on myös päätös, jonka jokainen meistä voi tehdä. Syksyllä 2016 Suomessa otettiin käyttöön uusi peruskoulun opetussuunnitelma, joka sisältää suunnitelmia hyödyntää ohjelmointia eri oppiaineissa. Myös yliopistoilta odotetaan yhä enemmän panostuksia luovuuden vaalimiseen ja edistämiseen tekniikan opiskelijoiden keskuudessa. Luovalla ohjelmoinnilla tarkoitetaan sitä, että ohjelmoinnin avulla pyritään ilmaisemaan itseä taiteellisesti tai tuomaan esille ideoita. Luovan ohjelmoinnin hyödyntämistä opetuksessa käsittelevistä artikkeleista ei ole aiemmin tehty kartoitusta. Tämän tutkielman tavoitteena on systemaattisen kirjallisuuskartoituksen avulla kartoittaa millaisissa tutkimuksissa sekä foorumeilla ja minkälaisilla työkaluilla luovaa ohjelmointia opetuksen kontekstissa on tutkittu. Tutkimuksen tuloksista selviää, että luovaa ohjelmointia opetuskontekstissa käsittelevät julkaisut ovat enimmäkseen empiirisiä- ja kokemuksellisia tutkimuksia, ne leviävät laajasti eri tieteenaloille ja aihetta tutkitaan kaikenikäisten opetuksessa.

Avainsanat: systemaattinen kirjallisuuskartoitus, luovuus, ohjelmointi, luova ohjelmointi, opetus

Abstract: We all have creativity within us and creativity is also a decision that every one of us can do. In the autumn of 2016, a new curriculum for elementary school was introduced in Finland, which includes plans to use programming in different subjects. Universities are also expected to invest more and more in fostering and promoting creativity among techno-

logy students. Creative programming means that programming is intended to express itself artistically or to bring forth ideas. There hasn't been done mapping study of the articles that deals with the use of creative programming in teaching context. The purpose of this thesis is through a systematic literature review to find out in what kind of research there is, where it has been published and which tools has been used in the studies that deals with creative programming in the context of the teaching. The results of this research show that publications dealing with creative programming in the teaching context are mostly empirical and experimental studies, spread widely in different disciplines and the topic is studied in teaching of all ages.

Keywords: systematic mapping study, creativity, programming, creative programming, teaching

Kuviot

Kuvio 1. Kirjallisuuskartoitus prosessi (Petersen ym. 2008)	11
Kuvio 2. Hyväksytyjen artikkelien tyypit ja niiden määrän kehitys vuosittain	21
Kuvio 3. Hyväksytyjen artikkelien tyypit ja niiden määrät vuosittain	22
Kuvio 4. Hyväksytyjen artikkelien määrät julkaisufoorumin ja vuoden mukaan.....	23
Kuvio 5. Artikkeleissa esiintyneiden työkalujen ja teemojen määrät vuosittain	25
Kuvio 6. Artikkeleissa esitettyjen kohderyhmien osuus vuosittain	26
Kuvio 7. Artikkeleissa esitettyjen kontekstien kehitys vuosittain	28
Kuvio 8. Artikkeleissa esitettyjen kontekstien osuus vuosittain	29

Taulukot

Taulukko 1. Artikkelien tyyppien luokittelu (Wieringa ym. 2006).....	13
Taulukko 2. Käytetyt hakulausekkeet	16
Taulukko 3. Julkaisufoorumien luokittelussa käytetyt tunnisteet	19
Taulukko 4. Tutkielmassa käytetty artikkelien tyyppien luokittelu	19
Taulukko 5. Kymmenen yleisintä työkalua ja teemaa	24

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	LUOVA ILMAISU.....	3
	2.1 Mitä luovuus on?	3
	2.2 Luova opetus	5
	2.3 Ohjelmointi oman ilmaisun välineenä.....	6
3	SYSTEMAATTISET KIRJALLISUUSKATSAUKSET OHJELMISTOTUOTAN- NON ALALLA	10
	3.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	10
	3.2 Systemaattinen kirjallisuuskartoitus	10
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	14
	4.1 Tutkimuskysymyksen määrittely	14
	4.2 Tietolähteet	15
	4.3 Hakutermit ja -lausekkeet	15
	4.4 Valintakriteerit	17
	4.5 Aineiston hallinta	18
	4.6 Aineiston luokittelu	19
5	TULOKSET JA ANALYYSI.....	21
6	POHDINTA	30
	LÄHTEET	32
	LIITTEET.....	36
	A Hyväksytyt artikkelit	36
	B Julkaisuforumien lyhenteet	40
	C Artikkeleista avainsanoitetut työkalut ja teemat	43

1 Johdanto

Tutkijat ova yleisesti sitä mieltä, että luovuutta löytyy meistä jokaisesta ja luovuus on myös päätös, jonka jokainen meistä voi tehdä (Ogunleye 2015). Syksyllä 2016 Suomessa otettiin käyttöön uusi opetussuunnitelma (Opetushallitus 2014), joka sisältää suunnitelmia hyödyntää ohjelmointia eri oppiaineissa. Myös yliopistoilta odotetaan yhä enemmän panostuksia luovuuden vaalimiseen ja edistämiseen tekniikan opiskelijoiden keskuudessa (Liu ja Schonwetter 2004).

Ohjelmointi on myös yksi tapa ilmaista itseä taiteellisesti, tuoda esiin omia tunteita tai ilmaista mielipiteitä. Ohjelmoimalla voidaan luoda perinteisesti taiteeksi miellettyjä asioita kuten videoita, musiikkia, mainoksia, kuvia, tarinoita ja animaatioita. Perinteisten taiteellisten asioiden lisäksi myös robottieja, pelejä ja erilaisia prototyyppisiä voidaan ohjelmoida luovasti sekä tuoda niiden avulla omia tunteita ja mielipiteitä esiin (Pepler ja Kafai 2005).

Vaikka luovuutta halutaan painottaa tekniikan opetuksessa, niin aiheesta on tehty melko vähän tutkimusta. Aiheesta ei myöskään ole aiemmin tehty systemaattista kirjallisuuskartoitusta. Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää systemaattisen kirjallisuuskartoituksen avulla, millaisissa tutkimuksissa sekä foorumeilla ja minkälaisilla työkaluilla luovaa ohjelmointia on tutkittu opetuksen kontekstissa.

Luvussa kaksi käsitellään luovuuden käsitettä, eli sitä mitä luovuus on ja mitkä asiat luovuuteen vaikuttavat. Toisessa alaluvussa käsitellään miten luovuutta huomioidaan ja tuetaan opetuksessa. Kolmannessa alaluvussa kerrotaan ohjelmoinnista itseilmaisun välineenä.

Luvussa kolme käsitellään systemaattista kirjallisuuskartoitusta tietotekniikan alalalla. Luvussa esitetään Kitchenhamin sekä Chartersin (2007) ja Pertersenin ym. (2008) malleja systemaattisen kirjallisuuskartoituksen tekemiseen, joiden pohjalta tämän tutkielma on tehty.

Luvussa neljä esitetään tämän tutkielman tutkimussuunnitelma. Alaluvuissa käsitellään Kitchenhamin ja Petersenin systemaattisen kirjallisuuskartoituksen malleihin perustuen tutkimuskysymyksen määrittely, tutkielmassa käytettävät tietolähteet, hakutermien ja valintakriteerien määrittely sekä hakuaineiston hallinta ja luokittelu.

Luvussa viisi esitetään systemaattisesta kirjallisuuskartoituksesta saadut tulokset ja viimeisessä luvussa pohditaan tutkielmasta saatuja tuloksia sekä miten niitä voisi hyödyntää jatkossa ja mahdollisesti parantaa.

2 Luova ilmaisu

”Miksi ihminen katsoo taivaalle ja miettii mikä saa tähdet loistamaan ja maan pyörimään? Mikä saa yhden seuraamaan toista työn teossa ja sitten rakentamaan työkalun tekemään tietyn tehtävän helpommaksi? Mikä saa jonkun muun yhdistämään värejä ja istumaan ulkona saadakseen kuvia auringonlaskusta? Mistä ideat tulevat? Asia, joka erottaa meidät muista maan olennoista on meidän kykymme keksiä ja olla luova... Me olemme ainoat olennot jotka kykenevät spontaaniin keksimiseen, tekemään jotakin tyhjästä, ajattelemaan jotakin ja tekemään sen todeksi. Se on lajimme ylpeys ja se voi myös johdattaa lajimme tuhoon. Se on luovuuden voima.” (Petty 2001, sivu 1).

2.1 Mitä luovuus on?

Luovuuteen liittyvien tutkimusten juuret yltävät 1930-luvulle. Luovien tutkimusten konteksteja on tutkittu 1930-luvulla ja luovuuden käsitteen kriteerejä on käsitelty jo 1950-luvulla (Runco ja Jaeger 2012). Milloin luovuuden käsite määriteltiin?

Luovuuden käsite on aikoinaan erotettu keskustelun ja väittelyn kautta muista kilpailevista ajatuksista kuten mielikuvitus, omaperäisyys, nerous, taitavuus, vapaus ja yksilöllisyys (Kaufman ja Sternberg 2010, kappale 1).

Monet luovuuden määritelmät koostuvat kolmesta komponentista (Kaufman ja Sternberg 2007, s. 55–58; 2010, s. xiii; Mumford ja Gustafson 1988, s. 27). Luovien ideoiden tulee edustaa jotakin erilaista, uutta tai innovatiivista. Luovat ideat ovat laadukkaita ja tarkoituksenmukaisia tehtävän suorittamiseen tai ne ovat jonkinlainen uusi keino suorittaa tehtävä.

Luovuutta on monenlaista ja Taylor jakaa sen hierarkkisesti viiteen tasoon: ilmaisevaan, tekniseen, kekseliäiseen, innovatiiviseen ja emergenttiseen luovuuteen (Taylor 1975). Ilmaiseva luovuus on kyky kehittää uniikkeja ideoita välittämättä niiden laadusta. Teknistä luovuutta on pätevyys luoda hieman erilaisia tuotteita. Kekseliäs luovuus on kyky kehittää vanhoille tavaroille uusia käyttötapoja ja keksiä uusia tapoja nähdä vanhoja asioita uudelleen nerokkaalla tavalla. Innovatiivista luovuutta on kyky paneuta perustavanlaatuisiin asioihin tai kyky ajatel-

la niin sanotusti laatikon ulkopuolelta ja muodostaa uusia innovatiivisia ideoita. Hierarkkian korkein taso on emergenttinen luovuus ja sillä tarkoitetaan kykyä sisäistää abstrakteimmat ajatukselliset periaatteet tai oletukset nykyisen tietämyksen taustalta. Emergenttisestä luovuudesta voidaan mainita esimerkkinä Alber Einsteinin työ suhteellisuusteorian parissa (Liu ja Schonwetter 2004).

Cannatella (2004, s. 59) mainitsee artikkelissaan luovuuden olevan olennainen osa ihmisluontoa biologisesti, fyysisesti ja psykologisesti. Clarkson (2005, s. 6) listaa luovuuteen usein liitetyksi piirteiksi divergentin ajattelun, sulkeutuneisuuden, itsetunnon, epäselvyyksien kestämisen, riskinottovalmiuden, emotionaalisen joustavuuden, kyvyn sisäistää mielikuvia ja jopa neuroosin ja psykoosin.

Tutkijat ovat yleisesti sitä mieltä, että luovuutta löytyy meistä jokaisesta ja luovuus on myös päätös, jonka jokainen meistä voi tehdä. Luovat piirteet voivat olla niin hienovaraisia, että henkilö itse voi olla tietämätön omasta luovasta toiminnastaan (Ogunleye 2015).

Luovuuteen sisältyy luova prosessi tai luovaa toimintaa. Luovaa prosessia on kuvattu monella tapaa ja Liu ja Schonwetter (2004) toteavat artikkelissaan niiden koostuvan käytännössä neljästä vaiheesta: valmistelusta, luomisesta, pohdinnasta ja vahvistuksesta. Valmisteluvaiheessa määritellään, muotoillaan ja uudelleenmääritellään jokin ongelma tai kysymys. Luomisvaihetta voidaan kuvata myös aivoriihenä ja sen tarkoituksena on saada luotua ongelmalle mahdollisimman monta ratkaisua. Pohdintavaiheessa tarkoituksena on rentoutua ja jättää asia hautumaan, jotta ihmisen alitajunta pääsee työstämään ratkaisuja. Vahvistusvaiheessa analysoidaan ja arvioidaan kehitettyjä ideoita, sekä suunnitellaan ja toteutetaan jatkotoimia.

Luovaan prosessiin liittyy vahvasti myös motivaatio (Teresa M Amabile 1983, 357–376). Motivaatiota on kahden tyyppistä: sisäistä (luonnollista) ja ulkoista (T. Amabile 1987) (Ryan ja Deci 2000, 68–78). Sisäinen motivaatio määritellään motivaationa lähteä tekemään jotakin asiaa, koska se on mielenkiintoista, tyydyttävää, mukaansatempaavaa tai haastavaa. Ulkoisella motivaatiolla puolestaan tarkoitetaan tavoitteen saavuttamista, kuten jonkin palkinnon tai tunnustuksen saamista.

Luovat kyvyt esiintyvät siis arkielämässä kokeilemisena ja testaamisena, keksimisena, tutkimisena ja mielikuvituksena. Luovuuteen näyttäisi kuuluvan olennaisesti se, että uskaltaa

tehdä jotain itseä tyydyttävää, uutta ja omaperäistä.

2.2 Luova opetus

Liu ja Schonwetter (2004) nostavat artikkelissaan esille, että yliopistoilta odotetaan yhä enemmän panostusta luovuuden vaalimiseen ja edistämiseen tekniikan opiskelijoiden keskuudessa. He jatkavat, että tekniikan ammattilaisilta vaaditaan osaamista tunnistaa, vahvistaa ja ratkaista ongelmia yksin tai ryhmässä. Heidän tulisi osoittaa myös omaperäistä ja kriittistä ajattelua, luovuutta sekä innovaattisuutta omissa menetelmissään.

Yksi tärkeä edellytys luovuudelle on mahdollisuus päästä kokeilemaan monia erilaisia vaihtoehtoja. Luova työskentely tarkoittaa sitä, että lopputulosta ei välttämättä tiedetä työtä aloittaessa, vaan tekijöitä pitää rohkaista tutkimaan tilannetta ja ympäristöä (Resnick ym. 2005).

Luovaan prosessiin vaikuttaa henkilökohtaiset- ja tilannetekijät (Liu ja Schonwetter 2004). Tilannetekijöillä kuten mielialalla, motivaatiolla ja keskittymisellä voi olla vähemmän haitallinen vaikutus, kuin henkilökohtaisilla tekijöillä, kuten osaaminen ja asenne. Liu ja Schonwetter listaavat artikkelissaan yleisiä tekijöitä, jotka estävät luovaa prosessia ja esittävät niihin ratkaisuja. Luovaa prosessia estäviä tekijöitä ovat muun muassa tuntemattoman ja epäonnistumisen pelko, hermostuminen, haluttomuus leikkiä asiolla ja osaamattomuus päästää irti jostakin asiasta.

Luovaan prosessiin vaikuttavat sisäisten tekijöiden lisäksi myös oppimisympäristö (Apiola, Lattu ja Pasanen 2012). Oppimisympäristö on tila, joka tukee oppimista (Lattu ym. 2003). Lattu ym. määrittelevät tutkielmassaan, että oppimisympäristö on oppijan opiskelemisen ja oppimisen tekijä. Näitä tekijöitä on paljon ja ne kattavat oppijan persoonan, sekä sosiaalisen ja fyysisen ympäristön. Oppimisympäristö voi myös houkutella tai ohjata oppilasta tekemään tiettyjä tekoja. Oppimisympäristö voi olla avoin tai suljettu riippuen siitä, kuinka paljon oppija pystyy vaikuttamaan oppimisprosessiin. Avoimessa oppimisympäristössä oppijalle on annettu mahdollisimman paljon vaikutusvaltaa omaan oppimiseensa ja suljetussa oppimisympäristössä taas ympäristötekijät, eli usein opettaja hallitsee oppimisprosessia.

Treffinger (1995) esittää luovan oppimisen mallin, joka mukailee luovaa prosessia ja on-

gelmanratkonnin systemaattista polkua (Liu ja Schonwetter 2004). Mallin avulla ohjaajat voivat stimuloida ja kehittää opiskelijoiden luovuutta. Malli koostuu kolmesta hierarkkisesta tasosta:

- oppiminen ja ajatustyökalujen käyttö
- oppiminen ja systemaattisen ongelmanratkonnin harjoittaminen käytännössä
- oikeiden ongelmien kanssa työskentely.

Liu ja Schonwetter (2004) avaavat artikkelissaan näitä kolmea tasoa. Ajatustyökalujen käytöllä tarkoitetaan, että oppilaille esitellään ja heitä opetetaan käyttämään ajatustyökaluja kuten analogista ajattelua, aivoriieheä, ajatusten kartoittamista, ominaisuuksien listausta, muoto-opillista synteesiä ja luonnollisia suhteita tai yhteyksiä. Toisella tasolla opettaja antaa oppilaille mahdollisuuksia oppia ja harjoitella systemaattisia askeleita tai prosesseja tehokkaaseen ongelmanratkontaan. Toinen taso laajentaa ensimmäistä tasoa tuomalla rakenteellisen menetelmän ongelmien ratkaisemiseen. Kolmannen tason tarkoitus on kehittää oppilaiden kykyä ja tehokkuutta oikean elämän ongelmien ja haasteiden kanssa.

Oikean elämän ongelma voi olla esimerkiksi robotin ohjelmoiminen tekemään jonkinlainen tehtävä. Robottien käyttämisestä tietotekniikan opetuksessa on olemassa monia positiivisia kokemuksia ympäri maailman (Apiola, Lattu ja Pasanen 2012). Monissa tapauksissa robottien kanssa työskentely näyttäisi motivoivan ja tarjoavan haasteita opiskelijoille (Apiola, Lattu ja Pasanen 2012). Apiola ja kollegat olettavat robottirakennussarjojen olevan myös hyvä kohdealue ongelmien havaitsemiseen ja avoimien ongelmien ratkaisemiseen.

2.3 Ohjelmointi oman ilmaisun välineenä

Ohjelmointi on tietotekniikan kehityksen mahdollistama digitaalinen väline, jolla on mahdollista ilmaista itseä perinteisenä miellettyjen luovien asioiden, kuten kuvataiteen tai musiikin lisäksi.

Ensimmäiset henkilökohtaiset tietokoneet ilmestyivät jo 1960-luvulla (Allan 2001, kappale 2). Jo siitä lähtien harrastelijat ovat alkaneet tutkimaan ja rakentelemaan niitä (Allan 2001, kappale 2.7). Henkilökohtaiset tietokoneet yleistyivät 1970-luvulla mikroprosessorien kehity-

tymisen myötä (Allan 2001, kappale 3). Kun henkilökohtaiset tietokoneet alkoivat yleistyä kodeissa ja yrityksissä, niitä alettiin käyttämään myös itseilmaisun välineenä. Esimerkiksi tietokonevirukset alkoivat yleistyä 1980-luvun puolivälistä alkaen (Mishra 2010, kappale 2).

Tietokonevirukset ovat yleensä haitallisia, mutta on myös olemassa lähinnä vitsejä, ärsytystä aiheuttavia ja taiteellisia sekä mielipiteitä ilmaisevia tietokoneviruksia varsinkin henkilökohtaisten tietokoneiden alkuajoilta (Hyppönen 2016). Tietokonevirusten lisäksi myös esimerkiksi erilaisten tietokoneohjelmien suojausten murtajat lisäsivät omia taiteellisia tekeleitään, kuten musiikkia ja kuvia heidän tekemisiinsä ohjelmiin (Reunanen 2014; guneyasar 2013). Näiden krakkerien¹ piireistä kehittyivät myöhemmin ensimmäiset demoscene²-ryhmät joihin kuuluvat olivat kiinnostuneet nimenomaan näistä itse luoduista taiteellisista teoksista (Reunanen 2014; Gruetzmacher 2012, kappale 2.3).

Demoscene on suuri ja toisistaan riippumaton joukko ihmisiä eri puolilta maailmaa, jotka tykkäävät käyttää tietotekniikkaa luovalla ja rakentavalla tavalla. He haluavat painottaa, että tietotekniikka on myös yksi väline tuoda esiin tunteita, tyylejä ja näyttää osaamistaan tai ilmaista mielipiteitään (Gruetzmacher 2012, kappale 2.2). Demosceneen kuuluvat henkilöt tykkäävät luoda pieniä tietokoneohjelmia, joita kutsutaan demoiksi ja ne esimerkiksi näyttävät grafiikkaa ja musiikkia reaaliajassa. Joskus demosceneen kuuluvat henkilöt tekevät demoja pienemmissä ryhmissä ja kilpailevat toisiaan vastaan erilaisissa lähiverkkotapahtumissa, joita järjestetään ympäri vuoden (Wikipedia 2016a; International Scene Organization ry 2012). Suomen suurin lähiverkkotapahtuma on Assembly (Assembly Organizing 2016), jossa demoscene on osa tapahtumaa.

Tietokoneiden ja internetin kehityksen myötä, erilaisten digitaalisten välineiden käytöstä on tullut meille arkipäivää. Nuoret käyttävät tieto- ja viestintäteknologiaa vapaa-ajallaan pääosin huvitteluun, mutta osa nuorista käyttää teknologiaa esimerkiksi opiskellakseen oman kiinnostuksensa ja harrastuneisuutensa motivoimana ohjelmointia (Kaarakainen, Kivinen ja Tervahartiala 2013).

1. Krakkeri tai kräkkeri (engl. cracker joka pohjautuu sanasta crack, murtaa) on henkilö, joka murtautuu johonkin tietojärjestelmään ilman järjestelmästä vastaavan tahon lupaa. Myös tietokoneohjelmien kopiosuojausten murtajia kutsutaan krakkereiksi.

2. Demoscene (engl. demoscene) on tietokoneharrastajien alakulttuuri, jossa keskitytään ohjelmoimaan tietokoneelle näyttäviä visuaalisia näytös- tai esittelyohjelmia. Ohjelmointisuorituksen lisäksi ohjelmien oleellisia osia ovat lisäksi musiikki ja graafinen toteutus.

Tietotekniikan ja siihen liittyvän elektronisen laitteiston kehittymisen myötä myös digitaaliset välineet kuten ohjelmistot ovat kehittyneet. Esimerkiksi graafiset ohjelmointiympäristöt mahdollistavat yhä useammalle kevyen lähestymistavan tutustua ohjelmoinnin perusteisiin. Graafiset ohjelmointiympäristöt tekevät paljon alhaisen tason työtä ohjelman käyttäjän puolesta, jotta käyttäjä voi keskittyä omaan ideansa toteuttamiseen (Haeberli 1988). Haeberli havainnollistaa artikkelissaan ohjelmistoympäristöjä kerrosleipinä, jossa ohjelmisto tarjoaa leivän ja ohjelmoija voi lisätä joitakin täytteitä. Leivän tarjoaja on tehnyt suuren osan päätöksistä jo valmiiksi, ja jos käyttäjä ei halua käyttää tarjottua leipää, hänen täytyy etsiä uusi leivän tarjoaja. Graafisia ohjelmointiympäristöjä on kuitenkin kehitetty paljon ja moneen erilaiseen tarkoitukseen, kuten esimerkiksi kouluttamiseen, multimedian luomiseen, videopelien tekemiseen, analysointiin, automatisointiin ja simulointiin (Wikipedia 2016b).

Syksyllä 2016 Suomessa otettiin käyttöön uusi opetussuunnitelma (Opetushallitus 2014) ja se sisältää myös suunnitelmia hyödyntää ohjelmointia eri oppiaineissa. Esimerkiksi alakoulun luokilla 3-6 perehdytään muutamien oppiaineiden kontekstissa ohjelmoinnin alkeisiin visuaaliseen ohjelmointiympäristön avulla (Opetushallitus 2014, s. 157). Oppilaille pyritään myös opettamaan monipuolista tiedonhankintaa ja tiedon tuottamista, sekä tietolähteiden monipuolista hyödyntämistä tutkivan ja luovan työskentelyn pohjana (Opetushallitus 2014, s. 284). Uuden opetussuunnitelman myötä kaikille opiskelijoille tarjotaan hyvät edellytykset käyttää digitaalisia välineitä entistä luovemmin.

Digitaalisten teknologioiden innovaatio kasvaa vauhdilla ja sitä myös pyritään yhä enemmän ruokkimaan ja tukemaan. Hackathon on tapahtuma missä ohjelmoijat ja muut ohjelmistokehityksessä mukana olevat kokoontuvat lyhyeksi ajaksi yhteen työskentelemään tiiviissä ohjelmointiprojekteissa. Osallistujia rohkaistaan kokeilemaan asioita ja tuomaan esille omia luovia ideoitaan. Hackaton -tapahtumat voivat olla myös kilpailupainotteisia. Hackaton tapahtumien yleistymisen myötä niistä on tullut tehokas tapa rohkaista digitaalisten teknologioiden innovaatioon musiikissa, avoimessa datassa, muodissa ja monella muulla alueella (Briscoe ja Mulligan 2014).

Avointa dataa on nykyään paljon saatavilla ja myös julkishallinnot ympäri maailmaa ovat alkaneet avaamaan tietovarastojaan (Jetzek, Avital ja Bjorn-Andersen 2014). Avoimella datalla pyritään luomaan uusia innovaatioita tarjoamalla tietoa niiden sisällöksi. Avoimen da-

tan julkaisemisella organisaatiot tavoittelevat myös taloudellista ja sosiaalista hyötyä (Chan 2013; Jetzek, Avital ja Bjorn-Andersen 2014). Avointa dataa hieman sivuten myös monet pelit tehdään avoimiksi, eli ne sisältävät rajapintoja joita hyödyntäen pelaajayhteisö voi tuoda luovuttaan esiin (Xiao ym. 2011). Pelien muokkaamista kutsutaan modaamiseksi (El-Nasr ja Smith 2006) ja se voi olla esimerkiksi omien tarinoiden kertomista, pelin grafiikan tai mallien muokkaamista, karttojen tekemistä tai erilaisten uusien pelitilojen tai sääntöjen ohjelmoimista.

3 Systemaattiset kirjallisuuskatsaukset ohjelmistotuotannon alalla

Systemaattinen kirjallisuuskartoitus (engl. systematic mapping study) ja systemaattinen kirjallisuuskatsaus (engl. systematic literature review) ovat toisen asteen tutkimusta eli tutkimustiedon tutkimista. Ne ovat rakenteeltaan hyvin samanlaiset, mutta niissä on erilaiset tavoitteet. Erilaisten tavoitteiden vuoksi kerättyä aineistoa analysoidaan myös eri tavalla (Kitchenham ja Charters 2007; Petersen, Vakkalanka ja Kuzniarz 2015).

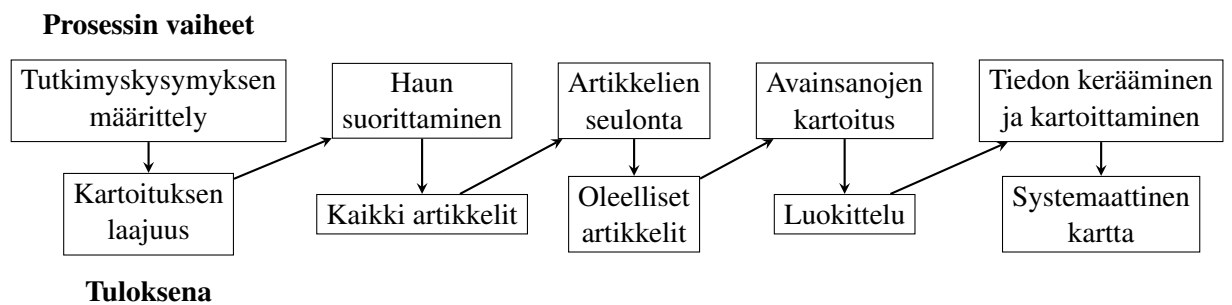
3.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tiivistelmä tietyn aihepiirin aiempien tutkimusten olennaisesta sisällöstä. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tehokas tapa testata hypoteeseja, esittää tutkimusten tuloksia tiiviissä muodossa ja arvioida tutkimustulosten johdonmukaisuutta (Salminen 2011, s. 9).

3.2 Systemaattinen kirjallisuuskartoitus

Systemaattiset kirjallisuuskartoitukset on suunniteltu antamaan tutkimusalueesta yleiskuvan luokittelemalla ja laskemalla tutkimuksia katsauksessa määriteltyjen luokitteluryhmien perusteella. Systemaattisissa kirjallisuuskartoituksissa etsitään tutkimusalueen kirjallisuutta, jotta voidaan selvittää mitä aiheita on jo käsitelty ja missä tutkimuksia on julkaistu (Petersen, Vakkalanka ja Kuzniarz 2015, kappale 2.1). Systemaattisen kirjallisuuskartoituksen avulla saadaan selville myös tutkimusalueen mahdolliset tutkimattomat alueet, jolloin niihin voidaan kohdistaa tulevia systemaattisia- ja primääritutkimuksia (Kitchenham ja Charters 2007, s. 5; Salminen 2011, s. 9). Systemaattinen kirjallisuuskartoitus perustuu etukäteen määriteltyyn tutkimusprotokollaan. Käytetty protokolla esitetään ja tutkimuksen vaiheet raportoidaan. Tutkimusprotokollan esittäminen ja vaihdeiden raportointi tekee systemaattisesta kirjallisuuskartoituksesta läpinäkyvän ja toistettavan (Petersen, Vakkalanka ja Kuzniarz 2015).

Kitchenhamin ja Chartersin (2007) mukaan systemaattisessa kirjallisuuskartoituksessa on pieniä eroja systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Kirjallisuuskartoituksen tutkimuskysymykset ovat yleensä laajempia ja niitä on yleensä enemmän. Tutkimuskysymysten perusteella muodostetut hakusanat ovat vähemmän kohdennettuja ja ne tuottavat todennäköisesti paljon hakutuloksia. Myös tiedonkeräysprosessi on laajempi systemaattisissa kirjallisuuskartoituksissa. Prosessia voisi kuvata tarkemmin luokittelu- tai lokerointiprosessina. Tämän prosessin tavoitteena on luokitella julkaisut tarpeeksi kattavasti, jotta tutkimuskysymyksiin pystytään vastaamaan ilman että se olisi liian aikaavievä prosessi. Kirjallisuuskartoituksen analyysivaiheessa koostetaan yhteenveto julkaisuista poimituista tiedoista, jolla vastataan tutkimuskysymyksiin. Systemaattisessa kirjallisuuskartoituksen analyysivaiheessa esitetään kokonaismääriä ja yhteenvetoja kehittyneiden analyysitekniikoiden kuten meta-analyysin tai kuvailevan synteessin sijaan. Kitchenmanin ja Chartersin mielestä myös julkaisujen luokittelujen perusteella tehdyt graafiset esitykset voivat olla tehokas raportointimenetelmä.



Kuvio 1. Kirjallisuuskartoitus prosessi (Petersen ym. 2008)

Petersen ym. (2008) julkaisivat oman mallinsa systemaattisesta kirjallisuuskartoituksesta aiempien mallien ja omien kokemustensa perusteella. Malli on esitetty kuviossa 1 ja siitä näkyy kirjallisuuskartoitusprosessin eri vaiheet:

1. tutkimuskysymyksen määrittely
2. haun suorittaminen
3. artikkelien seulonta
4. avainsanojen muodostaminen tiivistelmistä
5. tiedon kerääminen ja kartoitus.

Petersenin ym. esittämässä systemaattisen kirjallisuuskartoituksen mallissa jokaisella prosessin vaiheella on välitulos ja lopuksi prosessin tuloksena on systemaattinen kartta.

Systemaattisessa kirjallisuuskartoituksessa avainsanoitus on tapa vähentää luokittelun määrittelyyn tarvittavaa aikaa ja ottaa aikaisemmat julkaisut huomioon (Petersen ym. 2008). Avainsanoitus tehdään kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa käydään kaikkien artikkelien tiivistelmät läpi ja etsitään avainsanoja ja konsepteja, jotka heijastavat tutkimuksen tuloksia. Samalla saadaan selville myös tutkimuksen konsepti. Kun avainsanat ja konseptit on saatu selville, artikkelien avainsanat yhdistetään ja luodaan korkeatasoinen ymmärrys tutkimuksen luonteesta. Jos artikkelin tiivistelmä on niin huonolaatuinen, että siitä ei saada tarkoituksenmukaisia avainsanoja, niin voidaan myös käydä artikkelin johdanto ja tulokset läpi. Kun viimeiset avainsanat on saatu määriteltyä, ne voidaan lokeroida ja käyttää luokituksina systemaattisessa kartoituksessa.

Petersen ym. esittämän artikkelien tutkimustyyppien luokittelun on kehittänyt (Wieringa ym. 2006) ja se on esitetty taulukossa 1. Artikkelien tyyppien luokittelulla saadaan selville minkälaista tutkimusta aiheesta on tehty.

Taulukko 1. Artikkelien tyyppien luokittelu (Wieringa ym. 2006)

Luokka	Kuvaus
Validointitutkimus	Tutkitut tekniikat ovat uusia ja niitä ei ole vielä toteutettu käytännössä. Käytetyt tekniikat ovat esimerkiksi kokeita, jotka on tehty laboratoriossa.
Toteutustutkimus	Tekniikoita toteutetaan käytännössä ja tekniikoiden toteutusta arvioidaan. Toteutetun tekniikan hyötyjä ja haittoja arvioidaan ja tunnistetaan mahdollisia alan ongelmia.
Ratkaisuehdotus	Johonkin ongelmaan on ehdotettu ratkaisu. Ratkaisu voi olla joko uusi tai se kehittää merkittävästi nykyistä tekniikkaa. Mahdolliset edut ja ratkaisun sovellettavuus on esitetty pienellä esimerkillä tai hyvillä perusteilla.
Filosofinen tutkimus	Nämä tutkimukset ovat luonnoksia uusista tavoista tarkastella nykyisiä asioita järjestämällä aiheen taksonomia tai käsitteellinen kehys uudelleen.
Mielipideartikkelit	Nämä tutkimukset ilmaisevat henkilökohtaisen mielipiteen, että onko jokin tietty tekniikka hyvä tai huono, tai miten asiat pitäisi tehdä. Ne eivät ota huomioon aiheeseen liittyviä tutkimuksia tai tutkimusmenetelmiä.
Kokemukselliset tutkimukset	Kokemukselliset tutkimukset kertovat mitä ja miten jotakin on tehty käytännössä. Ne ovat myös tekijän henkilökohtaisia kokemuksia.

4 Tutkimuksen toteutus

Kitchenhamin ja Chartersin julkaisussa (2009) kerrotaan systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta ja systemaattisesta kirjallisuuskartoituksesta. Systemaattisessa kirjallisuuskartoituksessa tutkimusprosessin kuvaaminen on tärkeä osa tutkimusta. Tässä työssä kyseessä on systemaattinen kirjallisuuskartoitus, joka suoritetaan Petersenin ym. (2008), Petersenin, Vakkalankan sekä Kuzniarzin (2015) ja Kitchenhamin ym. (2009) esittämiä ohjeita mukaillen.

4.1 Tutkimuskysymyksen määrittely

Kitchenhamin mukaan tutkimuskysymysten määrittelemine on tärkein osa systemaattista tutkimusta, sillä ne ohjaavat koko systemaattisen tutkimuksen prosessin muodostumista (Kitchenham ja Charters 2007, kappale 5.3). Petersenin ym. (2008) mukaan systemaattisen kirjallisuuskartoituksen avulla on tarkoitus saada yleiskuva tutkimusalueesta ja selvittää tutkimusalueen tutkimusten määrä sekä niiden tyypit ja tulokset. Usein halutaan myös kartoittaa, että kuinka paljon tiettyinä ajankohtina tutkimuksia on julkaistu erilaisten kehityssuuntauksien kartoittamiseksi. Toinen tavoite voi olla kartoittaa millä foorumeilla tutkimuksia on julkaistu.

Petersen ym. (2008) esittämät tavoitteet heijastuvat tämän tutkielman tutkimuskysymyksissä. Tutkielman tarkoituksena on tarkastella ja kartoittaa tutkimuksia, joissa käsitellään luovaa ohjelmointia opetuskontekstissa. Kartoituksen avulla on tarkoitus luoda yleiskuva siitä milloin ja missä aihetta on tutkittu sekä minkälaisia tutkimuksia aiheesta on olemassa. Tutkimusaineiston avulla pyritään vastaamaan tutkimuksen tavoitteesta johdettuihin tutkimuskysymyksiin:

1. Milloin ja missä julkaisufoorumeilla luovaa ohjelmointia on käsitelty?
2. Minkä tyyppisiä tutkimuksia aiheesta on tehty?
3. Millaisissa opetuskonteksteissa luovaa ohjelmointia on hyödynnetty? Tämän kysymyksen tavoitteena on kartoittaa minkä ikäisillä, missä tilanteessa ja millä työkaluilla luovaa ohjelmointia on käsitelty.

4.2 Tietolähteet

Tutkimukseen valittiin tietokantoja niiden aihealueiden ja saatavuuden perusteella. Tietokantoihin tehtiin aluksi koehakuja joiden avulla saatiin käsitys siitä, millaisia julkaisuja missäkin tietokannassa on ja mitä tietokantoja kannattaa käyttää.

Tutkimuksessa käytettiin seuraavia tietokantoja: ACM Digital Library, CiteSeerX, Google Scholar, IEEE Xplorer, ISI Web of Science ja ScienceDirect. Google Scholar arkistoi sisältöä myös muista tietolähteistä.

4.3 Hakutermit ja -lausekkeet

Hakulausekkeet johdettiin sanoista ”creative coding”, ”creative programming”, ”programming creatively” ja ”coding creatively”. Jos tietolähteeseen oli mahdollista tehdä edistyneempiä hakuja, niin käytettiin myös tarkentavia sanoja ”creativity + hacker” , ”teaching” ja ”student”.

Hakutermit ja -lauseet arvioitettiin ohjaajalla ennen tutkimuksen tekemistä. Näin varmistettiin, että hakusanoilla saadaan halutunlaisia hakutuloksia ja siten pystytään vastaamaan tutkimuskysymyksiin.

Haut tutkimuksessa käytettyihin tietolähteisiin tehtiin 28.2.2017. Ensimmäinen haku tehtiin ACM-tietokannan kokotekstien kokoelmaan. Alustavien hakujen perusteella ACM-tietokannan hakutoiminnolla ei ole mahdollisuutta yhdistää ”student” ja ”teaching” sanoja muiden hakusanojen kanssa, joten ne jätettiin hakulausekkeesta pois. Google Scholar-tietokantaan oli mahdollista tehdä edistyneitä hakuja. Hakulausekkeesta saatiin tutkimuskysymyksen mukainen ja se rajasi hakutuloksia hyvin. Tämän tutkielman puitteissa hakutuloksia oli silti liikaa, joten hakua rajattiin koskemaan vain viimeisen viiden vuoden aikana julkaistuja artikkeleita. IEEE-tietokannan hakutoiminto ei tukenut tarkentavia hakuheitoja. Haku rajattiin Google Scholarin mukaisesti vuodesta 2012 eteenpäin. ISI-tietokannan hakutoiminto oli rajattu etsimään vain aiheesta ja otsikosta. Esimerkiksi artikkelien tiivistelmästä ei voinut hakusanoilla hakea.

Taulukko 2. Käytetyt hakulausekkeet

ACM Digital Library	
Hakulause	("creative coding" "creative programming" "programming creatively" "coding creatively")
Haku kohdistettu	Mikä tahansa kenttä
CiteSeerX	
Hakulause	text:(("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively" OR ("creativity" + "hacker") AND ("student" OR "teaching")) AND abstract:(("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively" OR ("creativity" + "hacker")) AND ("student" OR "teaching"))
Haku kohdistettu	Tiivistelmä ja leipäteksti
Google Scholar	
Hakulause	((("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively" OR ("creativity * hacker")) AND ("student" OR "teaching"))
IEEE Xplorer	
Hakulause	((("Abstract":("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively") OR "Document Title":("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively") OR "Index Terms":("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively") AND ("student" OR "teaching"))))
Haku kohdistettu	Tiivistelmä, otsikko ja hakusanat
ISI Web of Science	
Hakulause	TOPIC: (((("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively" OR ("creativity" + "hacker")) AND ("student" OR "teaching"))) OR TITLE: (((("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively" OR ("creativity" + "hacker")) AND ("student" OR "teaching"))))
Haku kohdistettu	Aihe ja otsikko
ScienceDirect	
Hakulause	TITLE-ABSTR-KEY(("creative coding" OR "creative programming" OR "programming creatively" OR "coding creatively" OR ("creativity" + "hacker")) and (student or teaching))
Haku kohdistettu	Otsikko, tiivistelmä ja avainsanat

4.4 Valintakriteerit

Ennen artikkeleiden läpikäyntiä systemaattisessa kirjallisuuskartoituksessa määritellään artikkeleille tarkat hyväksymis- ja hylkäyskriteerit. Valintakriteerien perusteella pystytään arvioimaan, mitkä hakutulokset ovat tutkimuksen kannalta olennaisia (Petersen ym. 2008, kapale 2.3). Hyväksymis- ja hylkäyskriteerit ovat kirjallisuuskartoituksessa tärkeässä osassa ja niissä tulee selkeästi määritellä, mitkä hakutulokset otetaan mukaan tutkimukseen ja mitkä hylätään.

Tämän tutkielman tarkoitus on kartoittaa minkälaista tutkimusta luovasta ohjelmoinnista opetuskontekstissa on tehty, joten tärkein kriteeri on artikkelin saatavuus. Tutkielman työmäärän puitteissa hakutuloksista hyväksytään vain viimeisen viiden vuoden aikana julkaistut artikkelit. Tutkielmassa käytetyt valintakriteerit ovat seuraavat:

Hyväksymiskriteerit:

- Akateeminen artikkeli
- Artikkeli on digitaalisessa muodossa
- Artikkeli on saatavilla kokonaisena
- Julkaistu Suomen tai Englannin kielellä
- Julkaistu viimeisen viiden vuoden aikana
- Tiivistelmästä tai artikkelista ilmenee nopealla silmäilyllä, että se käsittelee luovaa ohjelmointia opetuskontekstissa

Hylkäyskriteerit:

- Kirjat
- Muu kuin akateeminen artikkeli
- Artikkeli ei käsittele luovaa ohjelmointia opetuskontekstissa
- Artikkeli ei ole saatavilla digitaalisessa muodossa
- Artikkelit, jotka eivät ole saatavilla maksuttomasti
- Artikkeli ei ole saatavilla kokonaan
- Artikkeli ei ole suomen- tai englanninkielinen
- Artikkeli on jo hyväksytty toisesta tietolähteestä

Hyväksymiskriteereistä luovan ohjelmoinnin käsittely opetuskontekstissa osoittautui vaikeaksi määrittää pelkän tiivistelmän perusteella, joten se muutettiin sisältämään artikkelin nopea silmäily.

4.5 Aineiston hallinta

Tutkimuksen luonteen vuoksi aineistohallintaan valittiin Sqlite-tietokanta. Aineiston käsittely tietokannassa ja sen luokittelu on tehty tiedostoon kirjoitetuilla SQL-lausekkeilla. Tietokanta koostuu tutkielman vaiheita myötäilevistä tauluista. Tietokantaan tallennettiin kaikista hakutuloksista saatavilla olleet perustiedot, kuten tekijät, julkaisuvuosi ja lyhenne. Hakutulosten kanssa samassa taulussa on myös hyväksymis- ja hylkäämiskriteereistä johdetut sarakkeet. Näihin sarakkeisiin tallennettiin 0 tai 1 riippuen siitä, että täyttyykö kyseinen kriteeri vai ei. Tutkielman edetessä otettiin käyttöön myös numero 2 merkitsemään, että kriteeri täyttyy osittain. Tällöin artikkeli esimerkiksi käsittelee luovaa ohjelmointia sivuten.

Jokaiselle luokitukselle on myös omat tietokantataulut. Hakutulokset ja luokittelut yhdistetään toisiinsa tietokannan ja hakutuloksen järjestyksen avulla. Erilliset taulut luokituksille mahdollistavat sen, että yhdellä hakutuloksella voi olla monta luokittelua. Hakutuloksella voi esimerkiksi olla monta kohderyhmää.

Koska aineisto on kokonaisuudessaan tietokannassa, niin aineisto on korrekti ja sitä on helppo kartoittaa. Tietokantaan voidaan tehdä monimutkaisiakin kyselyitä ja tietoa voidaan samalla muokata tarvittavaan muotoon. Tutkielman tuloksissa esitettyjen kuvaajien ja taulukoiden aineisto muodostetaan bash-skriptillä, joka tekee tarvittavat kyselyt tietokantaan, muokkaa tietokannasta haetun tiedon vaadittuun muotoon sekä muodostaa kuvaajissa ja taulukoissa käytetyt tiedostot.

4.6 Aineiston luokittelu

Hyväksytyjen artikkelien julkaisufoorumit luokitellaan taulukon 3 mukaisesti. Julkaisuforumien luokittelu kertoo minkä tyyppisissä foorumeissa artikkeleita on julkaistu tutkimuskysymystä 1 varten. Luokittelussa hyödynnettiin kansallista tasoluokituspalvelua¹ ja foorumien omia verkkosivuja.

Taulukko 3. Julkaisuforumien luokittelussa käytetyt tunnisteet

Tunniste	Kuvaus
proc	Konferenssissa julkaistu artikkeli
journal	Journalissa julkaistu artikkeli
symposium	Symposiumissa julkaistu artikkeli
workshop	Konferenssin tai symposiumin työpajassa julkaistu artikkeli
magazine	Lehdessä julkaistu artikkeli
thesis	Jossakin laitoksessa julkaistu tutkielma
unpublished	Julkaisematon artikkeli tai luonnos

Petersenin ym. esittämä artikkelien tyyppien luokittelu on annettu taulukossa 1. Luokittelu painottuu teknisiin artikkeleihin ja siksi se ei sellaisenaan sovi käytettäväksi tässä tutkielmassa. Luokittelusta saatiin paremmin tämän tutkielman kohdealueen aihepiiriin sopiva yhdistämällä validointitutkimus, toteutustutkimus ja ratkaisuehdotus empiiriseksi tutkimukseksi. Luokkia on tällöin neljä ja niiden avulla pystytään kuvaamaan aihealueen erityyppiset artikkelit tutkimuskysymystä 2 varten. Tässä tutkielmassa käytetty artikkelien luokittelu on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Tutkielmassa käytetty artikkelien tyyppien luokittelu

Luokka	Kuvaus
Empiiriset artikkelit	Empiirisessä artikkelissa tehdään tutkimusta jostakin asiasta ja esitetään siitä saatuja tuloksia
Käsitteelliset artikkelit	Käsitteellinen artikkeli tarkastelee jotakin asiaa ja pyrkii kuvaamaan sitä aiempien tutkimusten avulla
Mielipideartikkelit	Mielipideartikkeli esittää jonkin henkilökohtaisen näemyksen asiasta
Kokemukselliset artikkelit	Kokemukselliset artikkelit kertovat mitä ja miten jotakin on tehty

1. <http://www.julkaisufoorumi.fi>

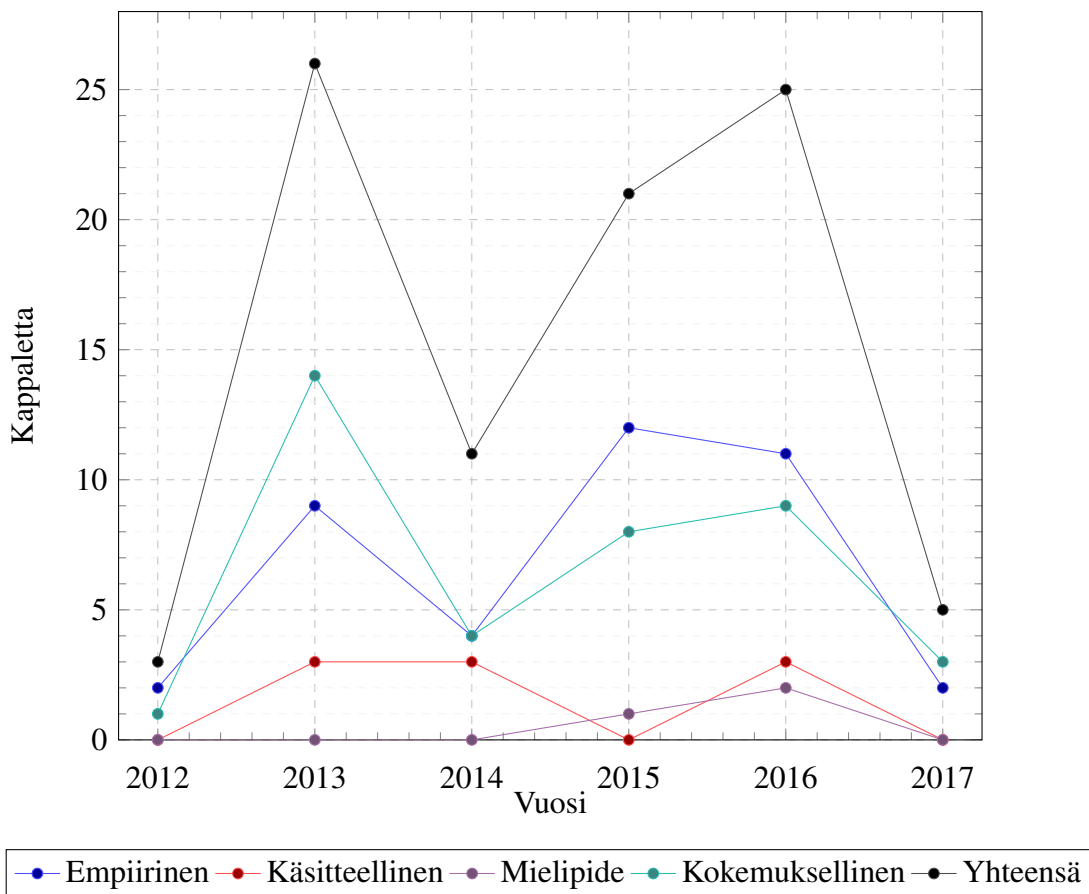
Petersenin ym. (2008) esittämää avainsanoituista mukaillen hyväksytyt artikkelit luetaan läpi ja niiden sisältö avainsanoitetaan kolmella eri kategorialla:

- Artikkelissa esitetyt kohderyhmät
- Tilanteet, joissa luovaa ohjelmointia on käsitelty
- Esitetyt työkalut ja teemat

Artikkelien avainsanoitus näiden kolmen kategorian mukaisesti antaa yleiskäsityksen artikkelien sisällöstä ja vastaa tutkimuskysymykseen 3.

5 Tulokset ja analyysi

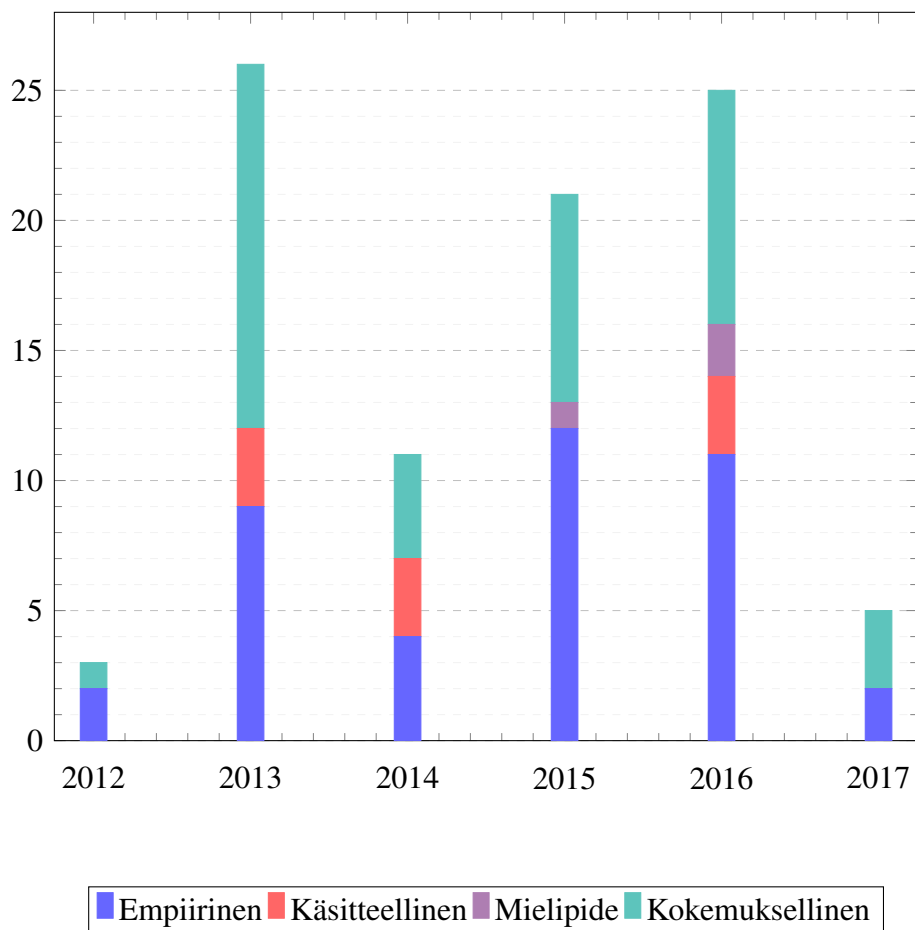
Hakutuloksia oli yhteensä 884. Hyväksymis- ja hylkäämiskriteerien mukaisesti hakutuloksista hyväksyttiin suoraan 88 artikkelia. Hakutuloksista 25 artikkelia oli vaikea hylätä tai hyväksyä ilman artikkelin tarkempaa tarkastelua, joten hyväksymis- ja hylkäämiskriteerejä tarkennettiin sisältämään artikkelin silmäily. Tarkemman tarkastelun jälkeen hyväksytyjä artikkeleita oli lopulta 91. Taulukko kaikista hyväksytyistä artikkeleista on liitteessä A.



Kuvio 2. Hyväksytyjen artikkelien tyypit ja niiden määrien kehitys vuosittain. Vuoden 2017 osalta tulokset ovat alustavia. Kirjallisuushaku tehty 28.2.2017.

Kuviossa 2 on esitetty hyväksytyjen artikkelien tyypit ja niiden kehitys vuosittain. Kuviossa 3 on esitetty selvemmin artikkelien tyyppien suhteet vuosittain. Kuvaajista voidaan nähdä, että empiiriset- ja kokemukselliset artikkelit ovat selvästi yleisempiä, kuin käsitteelliset- sekä mieliipideartikkelit. Alkuvuoden 2017 kehitys on myös linjassa aiempien vuosien suhteiden

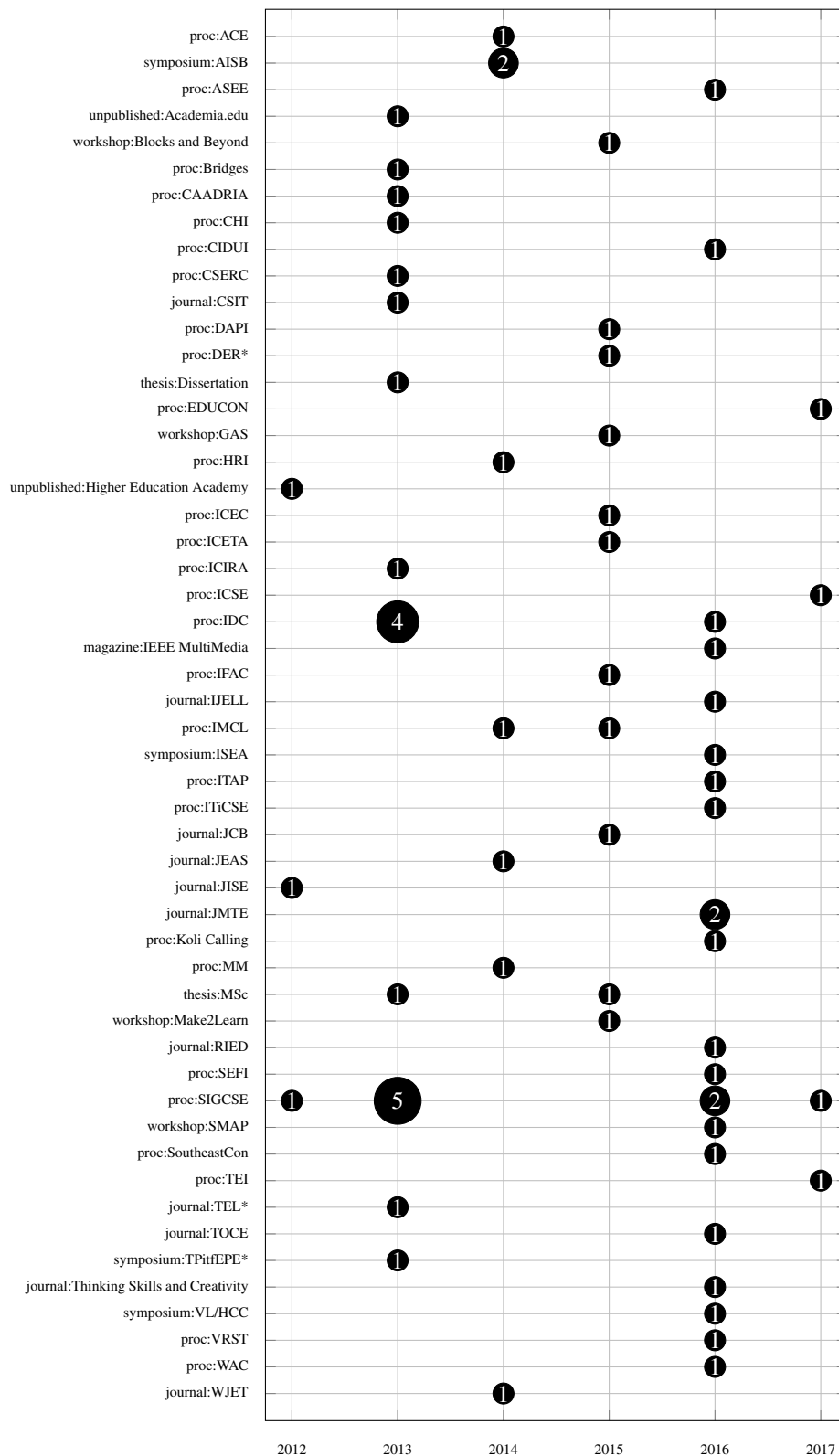
kanssa. Empiiristen ja kokemuksellisten artikkelien sisällössä oli laajaa vaihtelua suunnitelmallisista systemaattisista tutkimuksista pienimuotoisiin kurssikyselyihin.



Kuvio 3. Hyväksytyjen artikkelien tyypit ja niiden määrät vuosittain. Vuoden 2017 osalta tulokset ovat alustavia. Kirjallisuushaku tehty 28.2.2017.

Hyväksytyt artikkelit jakautuvat laajasti eri julkaisufoorumeille, kuten pallokaaviosta (engl. bubbleplot) kuviossa 4 ilmenee. Vuonna 2013 julkaisut olivat keskittyneet kahteen isompaan julkaisufoorumiin: SIGCSE ja IDC, mutta sen jälkeen julkaisut jakoutuivat tasaisesti ja laajasti eri julkaisufoorumeille. Tästä voidaan päätellä, että aihetta on käsitelty monella eri tutkimusalalla ja tämä liittyy mahdollisesti nykyiseen kehitykseen vaalia ja kehittää luovuutta eri alojen opetuksessa.

Kuviot 2,3 ja 4 vastaavat tutkimuskysymyksen 1 ja 2.



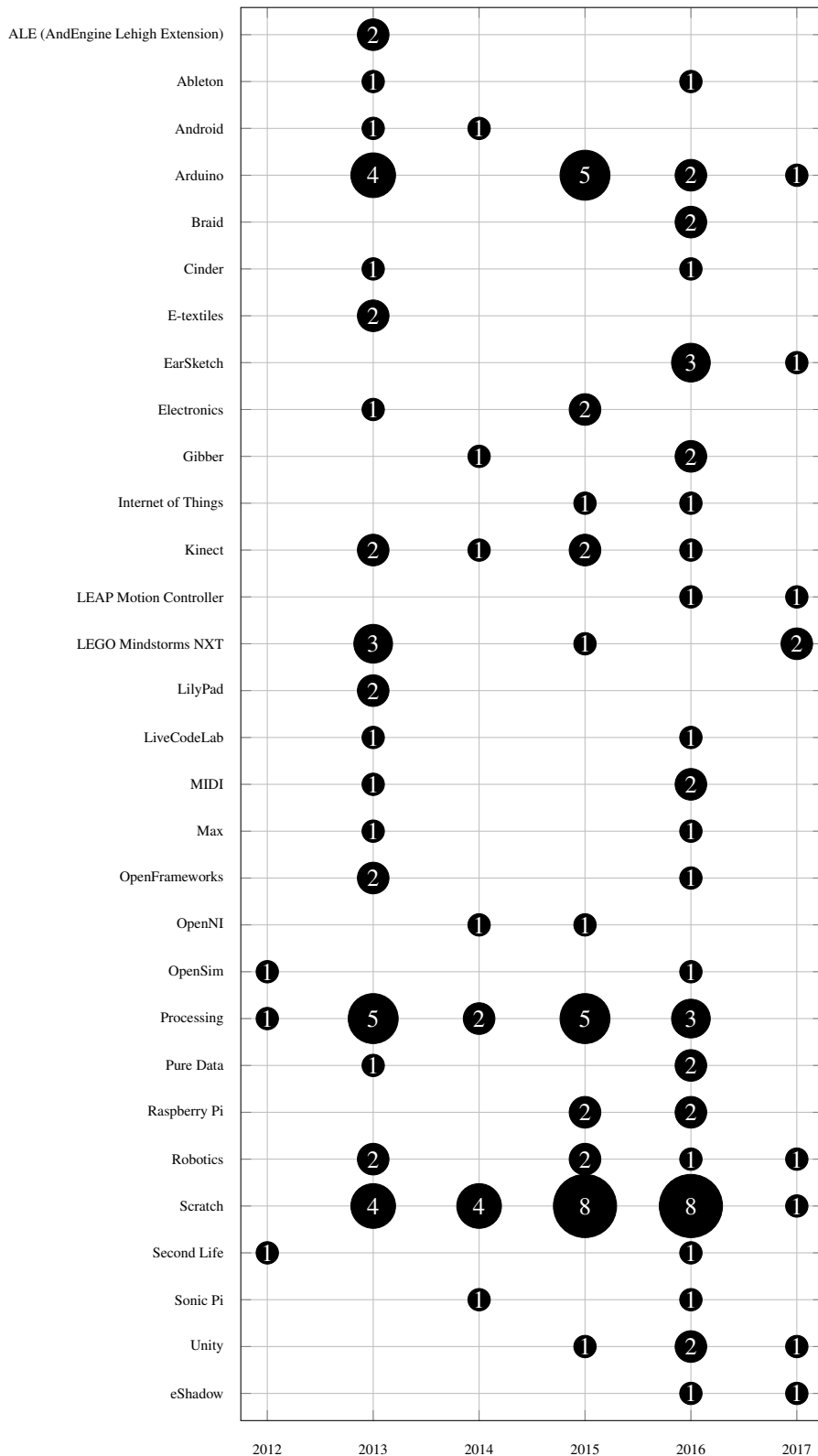
Kuvio 4. Hyväksytyjen artikkelien määrät foorumin ja julkaisuvuoden mukaan. Vuoden 2017 osalta tulokset ovat alustavia. Kirjallisuushaku tehty 28.2.2017. Julkaisuforumien lyhenteiden selitykset ovat liitteessä B.

Artikkelien jakautuminen laajasti eri julkaisufoorumeille näkyy myös artikkeleissa esiintyneiden työkalujen ja teemojen avainsanoituksista. Kymmenen yleisintä avainsanaa on listattu taulukossa 5 ja kaikki artikkeleista poimitut avainsanat liitteessä C.

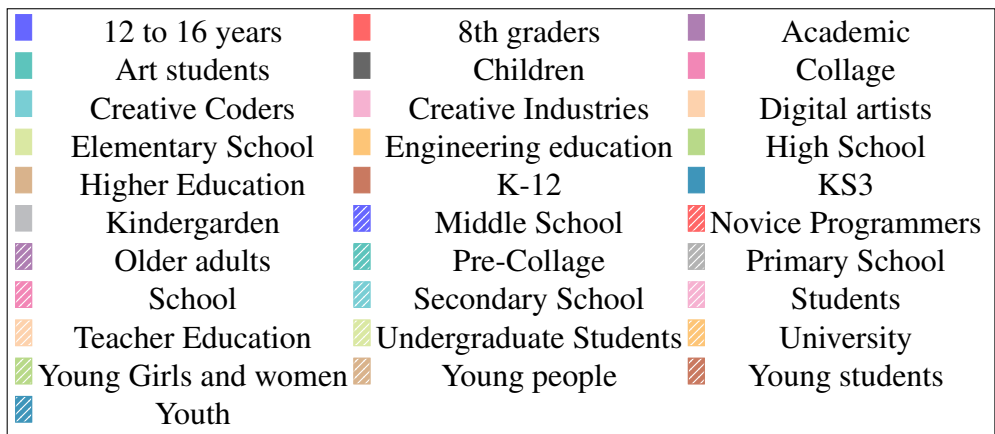
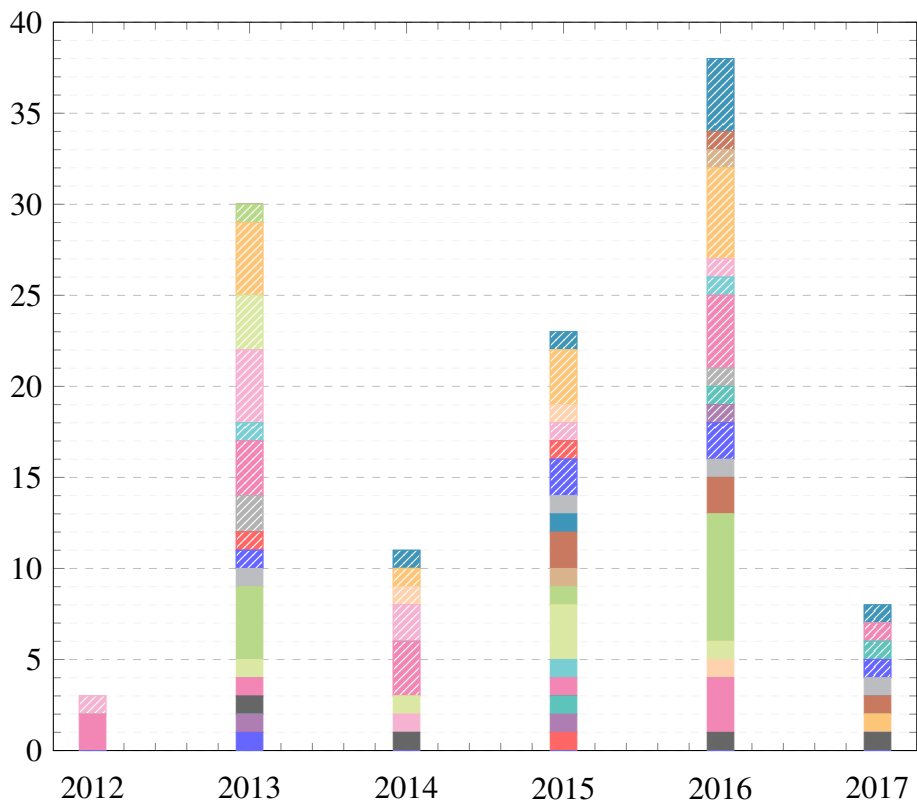
Taulukko 5. Kymmenen yleisintä työkalua ja teemaa

Nimi	Määrä	%
Scratch	25	10.16%
Processing	16	6.5%
Arduino	12	4.88%
Kinect	6	2.44%
LEGO Mindstorms NXT	6	2.44%
Robotics	6	2.44%
EarSketch	4	1.63%
Raspberry Pi	4	1.63%
Unity	4	1.63%
Electronics	3	1.22%

Yleisimmät avainsanat Scratch ja Processing ovat nuorille suunniteltuja monipuolisia graafisia ohjelmointikieliä. Arduino on puolestaan avoin kehitysalusta ja ohjelmointiympäristö. Näiden kolmen artikkeleissa eniten esiintyneimmän työkalun lisäksi avainsanoista löytyy myös muun muassa musiikin tekemiseen, 3D-mallintamiseen, pelien ohjelmointiin, robottien rakentamiseen, avoimeen datan hyödyntämiseen sekä animaatioiden ja taiteen tekemiseen käytettäviä työkaluja. Avainsanoista löytyy myös virtuaalimaailmoja kuten OpenSim ja Second Life. Artikkeleissa yli kaksi kertaa esiintyneet avainsanat vuosittain on esitetty kuviossa 5. Kuvioista näkyy, että kolme yleisintä avainsanaa esiintyy tasaisesti vuosittain ja muiden kohdalla vuosittainen vaihtelu on suurta. Tähän todennäköisesti vaikuttaa uusien työkalujen kehitys ja niiden toimivuuden kokeileminen käytännössä. Artikkeleissa useampana vuotena esiintyneiden työkalujen, kuten Microsoftin Kinectin ja erilaisten robottien voidaan olettaa olevan käytännössä toimivia tai oppilaiden ja opettajien helposti lähestyttäviä. Avainsanojen laajasta kirjosta voi päätellä, että luovaa ohjelmointia tutkitaan monenlaisissa aineissa ja eri kohderyhmissä. Aihetta tutkivien ja esimerkiksi aiheesta kiinnostuneiden opettajien kannattaisi siis etsiä tutkimuksia myös oman alan ulkopuolelta.



Kuvio 5. Artikkeleissa esiintyneiden työkalujen ja teemojen määrät vuosittain. Kuviossa esitetään vain useammassa artikkelissa esiintyneet työkalut ja teemat. Vuoden 2017 osalta tulokset ovat alustavia. Kirjallisuushaku tehty 28.2.2017.



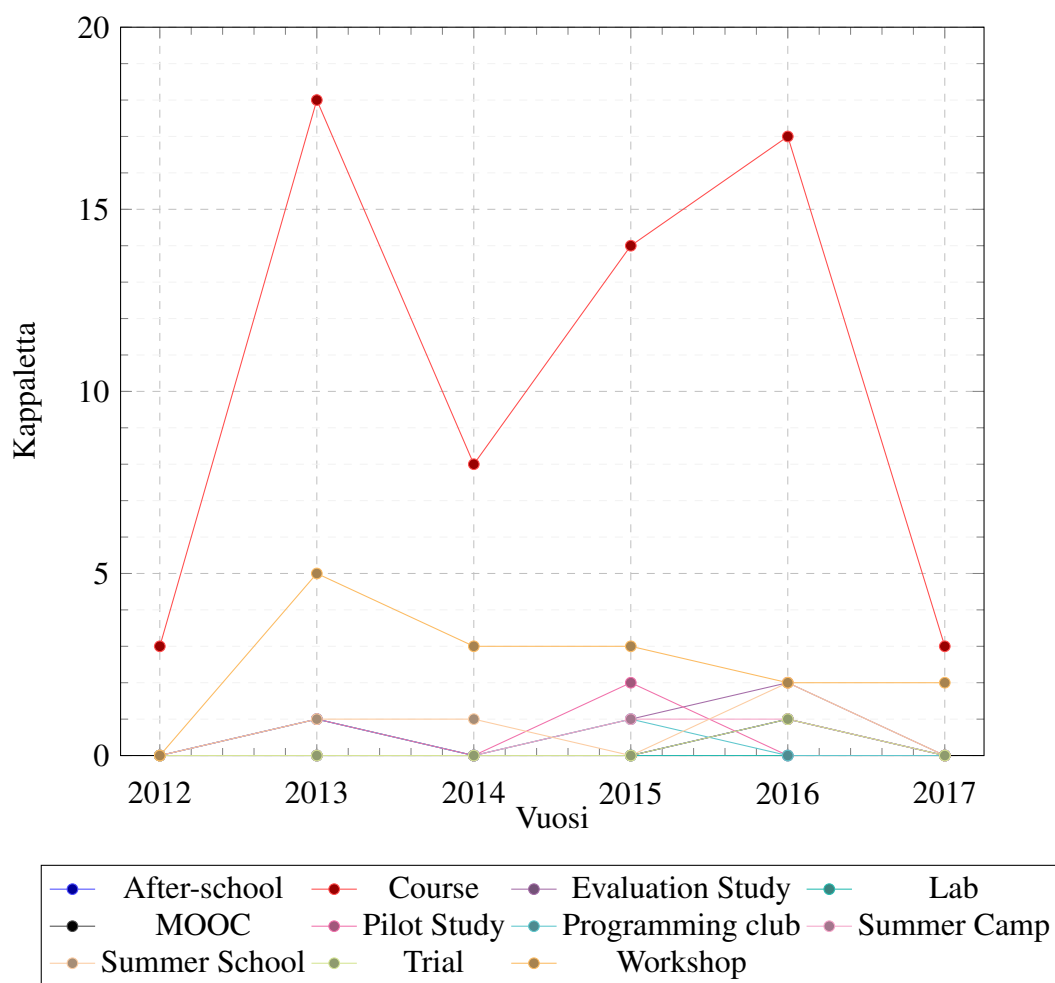
Kuvio 6. Artikkeleissa esitettyjen kohderyhmien osuus vuosittain. Vuoden 2017 osalta tulokset ovat alustavia. Kirjallisuushaku tehty 28.2.2017.

Artikkeleissa esitetyt opetuksen kohderyhmät vuosittain on esitetty kuviossa 6. Kuviossa käytetyt kohderyhmät on esitetty sellaisinaan, kun ne on artikkelissa esitetty. Artikkeleita on julkaistu monessa eri maassa ja jokaisessa maassa on oma koulutusjärjestelmänsä, joten tämän tutkielman puitteissa ei ole mielekästä lähteä prosessoimaan niitä. Kuvioista näkee

kuinka luovaa ohjelmointia käsitellään hyvin monenlaisissa kohderyhmissä ja kohderyhmien osuuksien vuosittainen vaihtelu on huomioitavan arvoinen asia.

Yleiset koulutuksen käsitteet kuten ”School” , ”High School”, ”Collage” ja ”University” toistuvat useampana vuotena. Monet artikkelit käsittelevät luovaa ohjelmointia yleisellä tasolla, eivätkä ota kantaa opiskelijan opintosuuntauksiin. Luovan ohjelmoinnin opetuksen kohderyhmiä esiintyi artikkeleissa aivan lastentarhasta yliopiston jatko-opiskeluun asti ja vanhuksetkin oli mainittu yhdessä artikkelissa. Aihetta tutkitaan siis kaiken ikäisten keskuudessa.

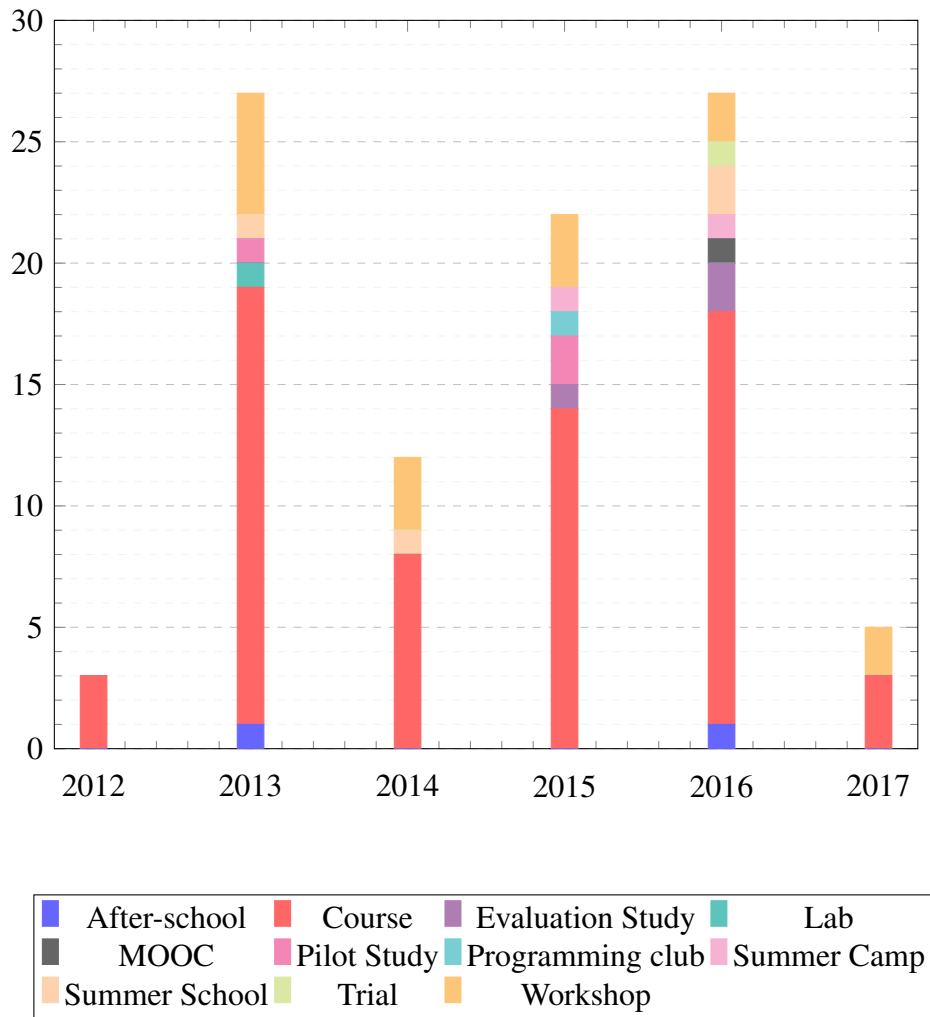
Artikkeleissa esitettyjen avainsanoitettujen työkalujen ja teemojen laajaa kirjoa myötäillen kuviossa näkyy, että luovan ohjelmoinnin opetuksen vaikutusta oppimiseen tutkitaan monenlaisissa kohderyhmissä. Kuten avainsanoituksesta selviää, niin luovaa ohjelmointia voi tehdä hyvin monella eri työkalulla ja teemalla, joista toiset ovat yksittäiselle opiskelijalle mielenkiintoisempia kuin toiset. Tähän vaikuttaa moni eri tekijä kuten ikä, opintojen suuntautuminen sekä luovuuteen vaikuttavia tekijöitä mukaillen osaaminen ja mieltymykset.



Kuvio 7. Artikkeleissa esitettyjen kontekstien kehitys vuosittain. Vuoden 2017 osalta tulokset ovat alustavia. Kirjallisuushaku tehty 28.2.2017.

Luovan ohjelmoinnin kontekstien kehitys vuosittain on esitetty kuviossa 7 ja niiden vuosittaiset osuudet näkyvät selvemmin kuviossa 8. Kuvioiden ja kohderyhmäjakauman perusteella voidaan sanoa, että suurin osa luovan ohjelmoinnin tutkimuksesta keskittyy eri ikäisille opiskelijoille suunnatuille kursseille. Kurssikontekstin jälkeen artikkeleissa eniten esiintyneitä opetuksen konteksteja ovat työpajat ja erilaiset uudet luovaa ohjelmointia hyödyntävien metodien tutkimukset.

Kuviot 5,6,7 ja 8 vastaavat tutkimuskysymykseen 3.



Kuvio 8. Artikkeleissa esitettyjen kontekstien osuus vuosittain. Vuoden 2017 osalta tulokset ovat alustavia. Kirjallisuushaku tehty 28.2.2017.

6 Pohdinta

Tutkimustuloksista selviää, että luovaa ohjelmointia on tutkittu monella eri tutkimusalalla ja monessa eri kohderyhmässä. Suurin osa artikkeleista on empiiristä ja kokemuksellista tutkimusta ja ne keskittyvät luovan ohjelmoinnin tutkimiseen ja käyttämiseen eri ikäryhmien koulukursseilla. Artikkeleista tehdyn työkalujen ja teemojen avainsanoituksesta näkyy luovuuteen liittyvä mielekkyys. Esimerkiksi tässä tutkielmassa löytyneistä artikkeleista elektronisia tekstiilejä käsittelevät tutkimukset oli suunnattu enemmän tytöille ja naisille.

Artikkelien määrä on viiden viimeisen vuoden aikana pysynyt suurinpiirtein samalla tasolla, mutta julkaisut ovat vuoden 2013 jälkeen laajentuneet monelle eri julkaisuforumille kahden ison sijasta. Aihetta siis tutkitaan monella eri tieteenalalla, koska se lienee kiinnostava. Luovasta ohjelmoinnista kiinnostuneiden tutkijoiden ja esimerkiksi opettajien tulisi etsiä artikkeleita myös oman tieteenalan ulkopuolelta. Esimerkiksi opettajat voivat hyödyntää tutkielmassa tehtyä työkalujen ja teemojen avainsanoitusta suunnitellessaan luovaa ohjelmointia hyödyntävän kurssin sisältöä.

Tutkielmassa tehdyn systemaattisen kirjallisuuskartoituksen tuloksista näkyy tutkimussuunnitelmassa määriteltyjen avainsanojen vaikutus hakutuloksiin. Monessa luovaa ohjelmointia käsittelevässä artikkelissa ei välttämättä käytetä juuri ”luova ohjelmointi” termiä, minäkä vuoksi ne jäävät tämän tutkielman hakutulosten ulkopuolelle. Tutkielmassa tehtyä systemaattista kartoitusta voisi laajentaa käyttämällä eri tavalla muotoiltuja hakulausekkeita ja käyttää esimerkiksi erilaisia luovaa ohjelmointia kuvaavia hakusanoja tai synonyymeja.

Tutkielman työmäärän puitteissa tehty hakutulosten rajaaminen vuodesta 2012 eteenpäin karsii aiempia aihealueen tutkimuksia. Tutkielmassa saatujen tulosten mukaan ennen vuotta 2012 tehdyt tutkimukset näyttäisivät keskittyvän muutamalle isolle foorumille, joten olisi mielekästä tutkia myös aiempia tutkimuksia ja selvittää, onko asia todella niin.

Tutkielmassa tehty artikkelien tyyppien luokitus on hyvin korkeatasoinen, ja sitä voisi käsitellä tarkemmin. Esimerkiksi kaikki erilaiset empiiriset tutkimukset on koottu yhden luokan alle, vaikka empiiristä tutkimusta on hyvin erilaista. Toiset tutkielmat ovat hyvin systemaattisia ja toisissa on tehty pienimuotoista empiiristä tutkimusta.

Luovaa ohjelmointia käsittelevät tutkimukset keskittyvät enimmäkseen eri koulutusasteiden kursseihin. Aihealueella on tilaa erilaisille tutkimuksille, jotka käsittelevät koulukurssien ulkopuolella tapahtuvaa opetusta, kuten kesäkoulut ja -leirit, MOOC-kurssit ja erilaiset koulun jälkeiset tapahtumat.

Lähteet

Allan, Roy A. 2001. *History of the Personal Computer: The People and the Technology*. Allan Publishing. ISBN: 0968910807.

Amabile, Teresa M. 1983. "The social psychology of creativity: A componential conceptualization." *Journal of personality and social psychology* 45 (2): 357.

Amabile, TM. 1987. "The motivation to be creative", *Buffallo, NY: Bearly Limited*.

Apiola, Mikko, Matti Lattu ja Tomi A. Pasanen. 2012. "Creativity-Supporting Learning Environment—CSLE". *Trans. Comput. Educ.* (New York, NY, USA) 12, numero 3 (heinäkuu): 11:1–11:25. ISSN: 1946-6226. <http://doi.acm.org/10.1145/2275597.2275600>.

Assembly Organizing. 2016. "Assembly". Viitattu 28. elokuuta 2016. <http://www.assembly.org/>.

Briscoe, Gerard, ja Catherine Mulligan. 2014. "Digital innovation: The hackathon phenomenon". *London: Creativeworks London Work Paper 6*.

Cannatella, Howard. 2004. "Embedding creativity in teaching and learning". *The Journal of Aesthetic Education* 38 (4): 59–70.

Chan, Calvin ML. 2013. "From open data to open innovation strategies: Creating e-services using open government data". Teoksessa *System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on*, 1890–1899. IEEE.

Clarkson, Austin. 2005. "Educating the Creative Imagination: A Course Design and its Consequences." *Online Submission* 1 (2).

Gruetzmacher, Thomas "tomaes". 2012. "PC Demoscene FAQ". 26. kesäkuuta. Viitattu 28. elokuuta 2016. <http://tomaes.32x.de/text/faq.php>.

guneyasar. 2013. "Keygen Music". The Internet Archive. 6. maaliskuuta. Viitattu 28. elokuuta 2016. https://archive.org/details/keygen_201511.

- Haeberli, Paul E. 1988. "ConMan: A Visual Programming Language for Interactive Graphics". *SIGGRAPH Comput. Graph.* (New York, NY, USA) 22, numero 4 (kesäkuu): 103–111. ISSN: 0097-8930. <http://doi.acm.org/10.1145/378456.378494>.
- Hypponen, Mikko. 2016. "The Malware Museum". The Internet Archive. 5. helmikuuta. Viitattu 28. elokuuta 2016. <https://archive.org/details/malwaremuseum>.
- International Scene Organization ry. 2012. "Scene.org Awards - About: What is the demoscene?" Viitattu 28. elokuuta 2016. <http://awards.scene.org/info.php>.
- Jetzek, Thorhildur, Michel Avital ja Niels Bjorn-Andersen. 2014. "Data-driven innovation through open government data". *Journal of theoretical and applied electronic commerce research* 9 (2): 100–120.
- Kaarakainen, Meri-Tuulia, Osmo Kivinen ja Katja Tervahartiala. 2013. "Kouluikäisten tietoteknologian vapaa-ajan käyttö". http://ruse.utu.fi/pdfrepo/kaarakainen_ym.pdf.
- Kaufman, James C, ja Robert J Sternberg. 2007. "Resource review: creativity". *Change* 39 (4): 55–58.
- . 2010. *The Cambridge handbook of creativity*. Cambridge University Press.
- Kitchenham, B., ja S Charters. 2007. "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering". <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.154.1446%5C&rep=rep1%5C&type=pdf>.
- Kitchenham, Barbara, O. Pearl Brereton, David Budgen, Mark Turner, John Bailey ja Stephen Linkman. 2009. "Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review". Special Section - Most Cited Articles in 2002 and Regular Research Papers, *Information and Software Technology* 51 (1): 7–15. ISSN: 0950-5849. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584908001390>.
- Lattu, Matti, ym. 2003. "The school from the teacher's perspective: The teaching space of eleven change-oriented teachers".
- Liu, Zhiqiang, ja Dieter J Schonwetter. 2004. "Teaching creativity in engineering". *International Journal of Engineering Education* 20 (5): 801–808.

- Mishra, Umakant. 2010. *An Introduction to Computer Viruses*. Tekninen raportti. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1916631.
- Mumford, Michael D, ja Sigrid B Gustafson. 1988. "Creativity syndrome: Integration, application, and innovation." *Psychological bulletin* 103 (1): 27.
- El-Nasr, Magy Seif, ja Brian K. Smith. 2006. "Learning Through Game Modding". *Comput. Entertain.* (New York, NY, USA) 4, numero 1 (tammikuu). ISSN: 1544-3574. <http://doi.acm.org/10.1145/1111293.1111301>.
- Ogunleye, James. 2015. "Evergreen creativity". Teoksessa *KIE handbook of creativity*, toimittanut Fredricka K. Reisman, nide 3. IE Conference Publications. <http://www.kiecon.org/Creativity%20Book%202015.pdf>.
- Opetushallitus. 2014. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf.
- Peppler, K, ja Y Kafai. 2005. "Creative coding: Programming for personal expression". *Retrieved August 30 (2008): 314*.
- Petersen, Kai, Robert Feldt, Shahid Mujtaba ja Michael Mattsson. 2008. "Systematic Mapping Studies in Software Engineering", (Italy), EASE'08: 68–77. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2227115.2227123>.
- Petersen, Kai, Sairam Vakkalanka ja Ludwik Kuzniarz. 2015. "Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update". *Information and Software Technology* 64:1–18. ISSN: 0950-5849. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584915000646>.
- Petty, Chris. 2001. "Creativity". *Trek, The magazine of the University of British Columbia* Spring 2001. Viitattu 24. tammikuuta 2017. <http://www.library.ubc.ca/archives/pdfs/trek/>.
- Resnick, Mitchel, Brad Myers, Kumiyo Nakakoji, Ben Shneiderman, Randy Pausch, Ted Selker ja Mike Eisenberg. 2005. "Design principles for tools to support creative thinking". *Carnegie Mellon University*.

- Reunanen, Markku. 2014. "How Those Crackers Became Us Demosceners". Teoksessa *WiderScreen 1–2/2014: Skenet – Scenes*, toimittanut Markku Reunanen Antti Silvast, nide 1–2/2014. Filmiverkko ry, 15. huhtikuuta. Viitattu 28. elokuuta 2016. <http://widerscreen.fi/numerot/2014-1-2/crackers-became-us-demosceners/>.
- Runco, Mark A., ja Garrett J. Jaeger. 2012. "The Standard Definition of Creativity". *Creativity Research Journal* 24 (1): 92–96. <http://dx.doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>.
- Ryan, Richard M, ja Edward L Deci. 2000. "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being." *American psychologist* 55 (1).
- Salminen, Ari. 2011. "Mikä kirjallisuuskatsaus?", *Opetusjulkaisu* 62, Julkisjohtaminen 4. http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf.
- Taylor, Irving A. 1975. "An emerging view of creative actions". Teoksessa *Perspectives in creativity*, 297–325. Aldine Chicago.
- Treffinger, Donald J. 1995. "Creative problem solving: Overview and educational implications". *Educational Psychology Review* 7 (3): 301–312.
- Wieringa, Roel, Neil Maiden, Nancy Mead ja Colette Rolland. 2006. "Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: a proposal and a discussion". *Requirements Engineering* 11 (1): 102–107. ISSN: 1432-010X. <http://dx.doi.org/10.1007/s00766-005-0021-6>.
- Wikipedia. 2016a. "Demoscene". 4. elokuuta. Viitattu 28. elokuuta 2016. <https://en.wikipedia.org/wiki/Demoscene>.
- . 2016b. "Visual programming language". 16. elokuuta. Viitattu 28. elokuuta 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_programming_language.
- Xiao, Xiao, Michael S. Bernstein, Lining Yao, David Lakatos, Lauren Gust, Kojo Acquah ja Hiroshi Ishii. 2011. "PingPong++: Community Customization in Games and Entertainment". Teoksessa *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, 24:1–24:6. ACE '11. Lisbon, Portugal: ACM. ISBN: 978-1-4503-0827-4. <http://doi.acm.org/10.1145/2071423.2071453>.

Liitteet

A Hyväksytyt artikkelit

Vuosi	Otsikko	Tekijät	Tyyppi	Avainsanat
2012	Creative coding and visual portfolios for CS1	Ira Greenberg, Deepak Kumar, Dianna Xu	Empiirinen	Processing
2012	Increasing student performance through the use of Web services in introductory programming classrooms: results from a series of quasi-experiments	Hosack, Bryan, Lim, Billy, Vogt, W Paul	Empiirinen	Web Services, NetBeans, Eclipse, .NET
2012	Open virtual worlds for open learning	Allison, Colin, Miller, Alan	Kokemuksellinen	Second Life, OpenSim
2013	A Design and Development of Robotics Integrated Curriculum Based on Storytelling for Elementary School Student	Sung, Ji-Hun, Sung, Young-Hoon, Moon, Wae-Shik", editor="Lee, Jangmyung, Lee, Min Cheol, Liu, Honghai, Ryu, Jee-Hwan	Kokemuksellinen	LEGO Mindstorms NXT, Adobe Flex
2013	A Review of the applicability of robots in education	Omar Mubin, Catherine J. Stevens, Suleman Shahid, Abdullah Al Mahmud., Jian-Jie Dong	Käsitteellinen	Robotics, LEGO Mindstorms NXT
2013	A Study of Teachers' and Students' Perceptions on Using Robots to Learn Programming	Arif, Shehla	Empiirinen	LOGO, LEGO Mindstorms NXT
2013	A curriculum for teaching computer science through computational textiles	Qiu, Kanjun, Buechley, Leah, Baffi, Edward, Dubow, Wendy	Empiirinen	Modkit, LilyPad, Arduino, ProtoSnap, E-textiles
2013	Codeable objects: computational design and digital fabrication for novice programmers	Jacobs, Jennifer, Buechley, Leah	Empiirinen	Grasshopper, Logo, Scratch, Turtle Art, Design Blocks, TinkerCad, Processing, FlatCAD, Codeable Objects
2013	Computer Vision and Augmented Reality Technologies in Experimental Architectural Design Education at the AA	R. Stouffs, P. Janssen, S. Roudavski, B. Tunçer	Kokemuksellinen	Max, MSP, Quartz Composer, Rhino Grasshopper, Scratch, Kinect, OpenFrameworks, Cinder, Processing, Ableton, Augmented Reality
2013	Computing creativity: divergence in computational thinking	Bennett, Vicki E., Koh, KyuHan, Repenning, Alexander	Empiirinen	Game Desing
2013	DIGITAL FABRICATION AGAINST EARLY SCHOOL DROPOUT. EDUCATION PROGRAM AT FABLAB ASTURIAS.	Tesconi, Susanna, Arias, Lucia	Kokemuksellinen	Inkscape
2013	Designing ScratchJr: support for early childhood learning through computer programming	Louise P. Flannery, Brian Silverman Playful, Elizabeth R. Kazakoff, Marina Umaschi Bers, Paula Bontá, Mitchel Resnick	Kokemuksellinen	ScratchJr
2013	Designing creative activities for children: the importance of collaboration and the threat of losing control	Giannakos, Michail N., Jaccheri, Letizia	Empiirinen	Scratch, Arduino
2013	Digital culture creative classrooms (DC3): Teaching 21st century proficiencies in high schools by engaging students in creative digital projects	David Tinapple, John Sadauskas, Loren Olson	Kokemuksellinen	Digital Classroom Kit, Adobe Photoshop, LiveCodeLab, Processing, Makerbot Replicator, 3D printer, MIDI, Gigapan camera, Kinect, Electronics, GoPro, Arduino
2013	Fostering the Creative Development of Computer Science Students in Programming and Interaction Design	Deller James Ferreira	Kokemuksellinen	
2013	Game of Exams: Creating a gamified learning platform to teach university curriculum in programming	Vestad, Erlend Larsen	Empiirinen	Meteor.js, Handlebars

2013	Integrating fantasy role-play into the programming lab: exploring the 'projective identity' hypothesis	Scott, Michael James, Ghinea, Gheorghita	Empiirinen	GameStar Mechanic, Space Mission: Ice Moon
2013	LabVIEW based e-learning portal for virtual mass transfer operations laboratory	Agarwal, Amrita, Uppaluri, Ramgopal, Verma, Anil	Kokemuksellinen	LabVIEW
2013	Life's a Game and the Game of Life: How Making a Game out of It Can Change Student Behavior	Decker, Adrienne, Lawley, Elizabeth Lane	Kokemuksellinen	Gamification
2013	Mechatronics Education at Aalto University	Kiviluoma, Panu, Kuosmanen, Petri	Kokemuksellinen	Robotics
2013	Paper Dolls in Cyberspace: Visual Hacking and Representation in the Teaching of Computer Programming	Carlin, Tracy Anne	Empiirinen	Processing, Hacking
2013	Read, Write, Play: An Educational Mobile Gaming Platform	Jennifer Bayzick, Bradley Askins, Sharon Kalafut, Michael Spear	Kokemuksellinen	ALE (AndEngine Lehigh Extension)
2013	Reading mobile games throughout the curriculum	Bayzick, Jennifer, Askins, Bradley, Kalafut, Sharon, Spear, Michael	Kokemuksellinen	ALE (AndEngine Lehigh Extension)
2013	Reconfiguring pedagogy: Technology/Society/Teaching	Williamson, Ben	Käsitteellinen	
2013	Reversing Learning Loss Through the Arts in Afterschool and Summers	Antoni, Gigi, Nutik, Rickie, Rasmussen, Amy, Partnerships, Chicago Arts	Käsitteellinen	
2013	STEAM-Powered Computing Education: Using E-Textiles to Integrate the Arts and STEM	Kylie Pepler	Kokemuksellinen	E-textiles, LilyPad, Arduino, i*CATch, Fabrikat, Aniomagic
2013	Teaching Computer Science to Young Children through Creativity: Lessons Learned from the Case of Norway	Giannakos, Michail N., Jaccheri, Letizia, Proto, Roberta	Empiirinen	Scratch
2013	Turtles for tessellations	Feijs, Loe MG, Hu, Jun, others	Kokemuksellinen	Turtle graphics, Mathematica, Processing, Terrapin, Illustrator, CorelDraw, Oogway
2014	Computers and Creativity: a Roadmap	Jon McCormack, Mark d'Inverno	Käsitteellinen	
2014	Design and Programming in Processing: the Creative Industries and Curriculum	Makarenko, Ekaterina Y	Käsitteellinen	Processing
2014	From Technomania to the School of Things: Taking Control of Your Own Game	Akbal, Mert, Zehle, Soenke, Schmitz, Michael	Empiirinen	Scratch, GIMP, Blender, Makey Makey
2014	Gibber: Abstractions for Creative Multimedia Programming	Roberts, Charles, Wright, Matthew, Kuchera-Morin, JoAnn, Höllerer, Tobias	Kokemuksellinen	Gibber
2014	Initial phases of design-based research into the educational potentials of NAO-robots	Majgaard, Gunver, Brogaard Bertel, Lykke	Empiirinen	NAO Robot
2014	Learning from live coding music using Sonic Pi: collaborations between computer scientists, teachers, artists, and young adolescent learners	Pam Burnard, Franziska Florack, Alan F. Blackwell, Sam Aaron with Carrie Anne Philbin, Jane Stott	Kokemuksellinen	Sonic Pi
2014	On the Future of Computers and Creativity	Jon McCormack, Mark d'Inverno	Käsitteellinen	
2014	Student Engagement in digital storytelling with Scratch in classroom settings	GLEZOU, Katerina	Empiirinen	Scratch
2014	The ALICE experience: A learning framework to promote gaming literacy for educators and its refinement	N. Moumoutzis, M. Christoulakis, A. Pitsiladis, G. Sifakis, G. Maragkoudakis, S. Christodoulakis	Kokemuksellinen	Scratch
2014	The effect of scratch environment on student's achievement in teaching algorithm	Tekerek, Mehmet, Altan, Tuğba	Empiirinen	Scratch
2015	Analog synthesizers in the classroom: How creative play, musical composition, and project-based learning can enhance STEM standard literacy and self-efficacy	Howe, Christopher David	Empiirinen	Werkstatt, Arduino, Processing
2015	Collaborative learning using pocket labs	T. Klinger, C. Madritsch	Empiirinen	Raspberry Pi, Multisim, myDAQ, NI ELVISmx, RaspiCam
2015	Concurrency for Creative Coding	Loonstra, Arnaud	Empiirinen	ZeroMQ
2015	Design exploration through interactive prototypes using sensors and microcontrollers	Narahara, Taro	Kokemuksellinen	Arduino, Electronics, OpenNI, Processing, Kinect
2015	Designing Creative Programming Experiences for 15 Years Old Students	Papavasopoulou, Sofia, Giannakos, Michail N, Jaccheri, Letizia	Empiirinen	Scratch
2015	Developing Creative Behavior in Elementary School Students with Robotics	Nemiro, Jill, Larriva, Cesar, Jawaharlal, Mariappan	Empiirinen	Robotics

2015	Digital art application development: A project to increase motivation in systems development courses for bachelor students in computer engineering	Karlsen, Anniken, Bye, Robin T	Kokemuksellinen	Unity, Processing
2015	Explorations in musical tinkering	Rosenbaum, Eric (Eric Ross)	Empiirinen	MelodyMorph, PicoCricket, MaKey MaKey, PicoBoard, Scratch, Drawdio
2015	If art education then critical digital making: Computational thinking and creative code	Aaron D. Knochel, Ryan M. Patton	Mielipide	Processing, Scratch
2015	Low-cost platforms used in control education: An educational case study	Irigoyen, Eloy, Larzabal, Ekaitz, Priego, Rafael	Kokemuksellinen	Arduino, Kinect, Raspberry Pi, LEGO Mindstorms NXT, Skybot, Boe-Bot, ProtoBot, Dwengo Board
2015	Mathematics+ Computer Science= True	Hast, Anders	Kokemuksellinen	Animation
2015	Measuring learning in an open-ended, constructionist-based programming camp: Developing a set of quantitative measures from qualitative analysis	Deborah A. Fields, Lisa C. Quirke, Janell Amely	Empiirinen	Scratch
2015	Musical expertise as a scaffold for novice programming	Benton, Thomas Jonathan	Empiirinen	Scratch
2015	Prototyping Smart Devices: Teaching Interactive Electronics and Programming In Industrial Design	Silvan, LINN	Empiirinen	Internet of Things, Arduino, Processing, Electronics, Makerspaces
2015	Quacking Javascript - Webmaking using Javascript to promote student engagement and constructivist learning approaches at KS3	Michael Chesterman	Empiirinen	Codecademy, Dreamweaver, Thimble
2015	Serious game development as a creative learning experience: lessons learnt	Garneli, Varvara, Giannakos, Michail N., Chorianopoulos, Konstantinos, Jaccheri, Letizia	Empiirinen	Scratch
2015	The Transformative Potential of Making in Teacher Education: A Case Study on Teacher Training Through Making and Prototyping	Susanna Tesconi, Lucía Arias	Kokemuksellinen	Arduino
2015	The programmers' collective: fostering participatory culture by making music videos in a high school Scratch coding workshop	Fields, Deborah, Vasudevan, Veena, Kafai, Yasmin B	Kokemuksellinen	Scratch
2015	Towards automated assessment in game-creative programming courses	Emília Pietriková, Ján Juhár, Jana Šťastná	Kokemuksellinen	Arena Platform, Git
2015	When sharing computer science with everyone also helps avoiding digital prejudices.	Duflot, Marie, Quinson, Martin, Masegla, Florent, Roy, Didier, Vaubourg, Julien, Viéville, Thierry	Kokemuksellinen	Scratch, Snap, IniRobot
2015	"I want my robot to look for food": Comparing Kindergarten's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces	Amanda Strawhacker, Marina U. Bers	Empiirinen	LEGO WeDo, Creative Hybrid Environment for Robotic Programming, Robotics
2016	Applying Validated Pedagogy to MOOCs: An Introductory Programming Course with Media Computation	Falkner, Katrina, Falkner, Nickolas, Szabo, Claudia, Vivian, Rebecca	Empiirinen	Processing.JS
2016	Can Designing Self-Representations through Creative Computing Promote an Incremental View of Intelligence and Enhance Creativity among At-Risk Youth?	Ina Blau, Nurit Benolol	Empiirinen	Scratch
2016	Classifying the tools of contextualized programming education and forms of media computation	Lukkarinen, Aleks, Sorva, Juha	Empiirinen	
2016	Computational Art: Introducing High School Students to Computing via Art	Wood, Zoe J, Muhl, Paul, Hicks, Katelyn	Empiirinen	Processing
2016	Computer Programming Education and Creative Arts	Chun, Bryan WaiChing, Lam, Pong, Soon, Winnie	Mielipide	
2016	Creative Coding and Intercultural Projects in Higher Education: a Case Study in Three Universities / Codificación creativa y proyectos interculturales en Educación Superior: Un estudio de caso en tres universidades	José-Manuel Sáez-López, Yoshiro Miyata, María-Concepción Domínguez-Garrido	Empiirinen	Scratch, Voice Thread, Edmodo
2016	Creative Computation in High School	Xu, Dianna, Cadle, Aaron, Thompson, Darby, Wolz, Ursula, Greenberg, Ira, Kumar, Deepak	Empiirinen	Processing

2016	Creative Programming Experiences for Teenagers: Attitudes, Performance and Gender Differences	Papavaslopoulou, Sofia, Giannakos, Michail N, Jaccheri, Letizia	Empiirinen	Arduino, Robotics, Scratch
2016	EarSketch: A STEAM-Based Approach for Underrepresented Populations in High School Computer Science Education	Magerko, Brian, Freeman, Jason, Mcklin, Tom, Reilly, Mike, Livingston, Elise, Mccoid, Scott, Crews-Brown, Andrea	Empiirinen	EarSketch, Reaper
2016	EarSketch: An Authentic, STEAM-Based Approach to Computing Education	Moore, Roxanne, Edwards, Mr Douglas, Freeman, Jason	Kokemuksellinen	EarSketch
2016	Educational design of live coding environments for the browser	Roberts, Charlie, Allison, Jesse, Holmes, Daniel, Taylor, Benjamin, Wright, Matthew, Kuchera-Morin, JoAnn	Kokemuksellinen	Braid, Scratch, MIDI, Gibber, ShaderToy, LiveCodeLab, NexusUI, Lich.js, Flaxus, Sonic Pi
2016	Game Technology in the Music Classroom: A platform for the design of music and sound	Brown, Andrew R	Kokemuksellinen	Stencil, GameSalad, Unity, Scratch, Alice, FMod, Miles, Wwise, Max, Ableton, Logic, Pure Data, MIDI
2016	Inception: a creative coding environment for virtual reality, in virtual reality	Fischer, Michael H	Empiirinen	Virtual reality, CaveCAD, 3D Modeling, HTC Vive
2016	Iterative composition, coding and pedagogy: A case study in live coding with EarSketch	Freeman, Jason, Magerko, Brian	Kokemuksellinen	EarSketch
2016	Learning to code: from procedural puzzle-based games to creative programming	Romero, Margarida, Davidson, Ann-Louise, Cucinelli, Giuliana, Ouellet, Hubert, Arthur, Kate	Käsitteellinen	Scratch, Blockly, Raspberry Pi
2016	Liber Ludens: Games, Play and Learning	Burn, Andrew	Käsitteellinen	Second Life, Kinect, Machinima, Virtual world, Nintendo Wii, Videogames
2016	Make space for the Pi	Bruce, Rebecca F, Brock, J Dean, Reiser, Susan L	Kokemuksellinen	Raspberry Pi, Arduino, Galileo, Beaglebone Black, Internet of Things, WebIOPi
2016	Metaphors of code-Structuring and broadening the discussion on teaching children to code	Dufva, Tomi, Dufva, Mikko	Käsitteellinen	
2016	Mind Mapping Tools for Creative Programming Design I	Wang, Tzone-I, Kuo, Yu-Lin	Empiirinen	CSL-Platform
2016	Ninja code village for scratch: Function samples/function analyser and automatic assessment of computational thinking concepts	G. Ota, Y. Morimoto, H. Kato	Kokemuksellinen	Ninja Code Village, Scratch, Minecraft, The Foos
2016	Playful creation of digital stories with eShadow	A. Moraiti, N. Moutoutzis, M. Christoulakis, A. Pitsiladis, G. Stylianakis, Y. Sifakis, I. Maragoudakis, S. Christodoulakis	Empiirinen	eShadow, Unity, LEAP Motion Controller
2016	Programming Music Camp: Using Web Audio to Teach Creative Coding	Allison, Jesse, Holmes, Daniel, Berkowitz, Zachary, Pfalz, Andrew, Conlin, William, Hwang, Nick, Taylor, Benjamin	Kokemuksellinen	Gibber, Tone.js, Braid
2016	Scaffolding Digital Game Design Activities Grouping Older Adults, Younger Adults and Teens	Margarida RomeroEmail author-Hubert Ouellet	Kokemuksellinen	Scratch
2016	Tech-Savvy Girls: Learning 21st-Century Skills Through STEAM Digital Artmaking	Liao, Christine, Motter, Jennifer L, Patton, Ryan M	Kokemuksellinen	OpenSim, Adobe Flash
2016	Technology and the Arts: Educational Encounters of the Third Kind	Kelliher, Aisling	Mielpide	Processing, OpenFrameworks, Cinder, Pure Data
2017	Experience and Ownership with a Tangible Computational Music Installation for Informal Learning	Xambó, Anna, Drozda, Brigid, Weisling, Anna, Magerko, Brian, Huet, Marc, Gasque, Travis, Freeman, Jason	Empiirinen	LEGO Mindstorms NXT, PICAXE, Scratch, Arduino, EarSketch, TuneTable
2017	FCJ-209 Indigenous Knowledge Systems and Pattern Thinking: An Expanded Analysis of the First Indigenous Robotics Prototype Workshop	Abdilla, Angie, Fitch, Robert	Kokemuksellinen	LEGO Mindstorms NXT, Robotics

2017	Integrating Computer Science into Music Education	Peterson, John, Haynes, Greg	Kokemuksellinen	Euterpea, Nuterpea
2017	Teaching Software Testing Concepts Using a Mutation Testing Game	Benjamin Clegg, Jose Miguel Rojas, Gordon Fraser	Kokemuksellinen	Code Defenders
2017	Using new media arts to enable project-based learning in technological education	N. Moutoutzis, M. Christoulakis, A. Pitsiladis, I. Maragoudakis, S. Christodoulakis, M. Menioudakis, J. Koutsabesi, M. Tzoganidis	Empiirinen	eShadow, Unity, LEAP Motion Controller

B Julkaisuforumien lyhenteet

Lyhenne	Nimi	Tunniste
ACE	Advances in Computer Entertainment Technology	proc
AISB	AISB Symposium on Computational Creativity	symposium
ASEE	American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition	proc
Academia.edu	Academia.edu	unpublished
Blocks and Beyond	IEEE Blocks and Beyond Workshop	workshop
Bridges	Bridges: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture	proc
CAADRIA	Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia	proc
CHI	SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems	proc
CIDUI	Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació	proc
CSERC	Computer Science Education Research Conference	proc
CSIT	CSI Transactions on ICT	journal
DAPI	International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions	proc
DER*	International Conference for Design Education Researchers	proc
Dissertation	Dissertation	thesis

EDUCON	IEEE Global Engineering Education Conference	proc
GAS	IEEE/ACM International Workshop on Games and Software Engineering	workshop
HRI	ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction	proc
Higher Education Academy	Higher Education Academy	unpublished
ICEC	International Conference on Entertainment Computing	proc
ICETA	International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications	proc
ICIRA	International Conference on Intelligent Robotics and Applications	proc
ICSE	International Conference on Software Engineering Companion	proc
IDC	International Conference on Interaction Design and Children	proc
IEEE Multi-Media	IEEE MultiMedia	magazine
IFAC	International Federation of Automatic Control Proceedings Volumes	proc
IJELL	Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning	journal
IMCL	International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning	proc
ISEA	International Symposium on Electronic Art	symposium
ITAP	International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population	proc
ITiCSE	ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education	proc
JCB	The Journal of Creative Behavior	journal

JEAS	Journal of Engineering and Applied Sciences	journal
JISE	Journal of Information Systems Education	journal
JMTE	Journal of Music, Technology & Education	journal
Koli Calling	Koli Calling International Conference on Computing Education Research	proc
MM	ACM International Conference on Multimedia	proc
MSc	Master thesis	thesis
Make2Learn	Workshop of Making as a Pathway to Foster Joyful Engagement and Creativity in Learning	workshop
RIED	Revista Iberoamericana de Educación a Distancia	journal
SEFI	European Society for Engineering Education Annual Conference	proc
SIGCSE	ACM Technical Symposium on Computer Science Education	proc
SMAP	International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization	workshop
SoutheastCon	IEEE SoutheastCon Annual Conference	proc
TEI	International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction	proc
TEL*	Journal Of Technology for Education and Learning	journal
TOCE	Transactions on Computing Education	journal
TPitfEPE*	International Symposium Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering	symposium
Thinking Skills and Creativity	Thinking Skills and Creativity	journal
VL/HCC	IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing	symposium

VRST	ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology	proc
WAC	Web Audio Conference	proc
WJET	World Journal on Educational Technology	journal
iJET	International Journal of Emerging Technologies in Learning	journal

*-merkityillä julkaisufoorumeilla ei ole virallista lyhennettä ja ne on lyhennetty tilan säästämiseksi.

C Artikkeleista avainsanoitetut työkalut ja teemat

Nimi	Määrä	%
Scratch	25	10.16%
Processing	16	6.5%
Arduino	12	4.88%
Kinect	6	2.44%
LEGO Mindstorms NXT	6	2.44%
Robotics	6	2.44%
EarSketch	4	1.63%
Raspberry Pi	4	1.63%
Unity	4	1.63%
Electronics	3	1.22%
Gibber	3	1.22%
MIDI	3	1.22%
OpenFrameworks	3	1.22%
Pure Data	3	1.22%
ALE (AndEngine Lehigh Extension)	2	0.81%
Ableton	2	0.81%
Android	2	0.81%

Braid	2	0.81%
Cinder	2	0.81%
E-textiles	2	0.81%
Internet of Things	2	0.81%
LEAP Motion Controller	2	0.81%
LilyPad	2	0.81%
LiveCodeLab	2	0.81%
Max	2	0.81%
OpenNI	2	0.81%
OpenSim	2	0.81%
Second Life	2	0.81%
Sonic Pi	2	0.81%
eShadow	2	0.81%
.NET	1	0.41%
3D Modeling	1	0.41%
3D printer	1	0.41%
Adobe Flash	1	0.41%
Adobe Flex	1	0.41%
Adobe Photoshop	1	0.41%
Alice	1	0.41%
Animation	1	0.41%
Aniomagic	1	0.41%
Arena Platform	1	0.41%
Augmented Reality	1	0.41%
Beaglebone Black	1	0.41%
Blender	1	0.41%
Blockly	1	0.41%
Boe-Bot	1	0.41%

CSL-Platform	1	0.41%
CaveCAD	1	0.41%
Code Defenders	1	0.41%
Codeable Objects	1	0.41%
Codecademy	1	0.41%
CorelDraw	1	0.41%
Creative Hybrid Environment for Robotic Programming	1	0.41%
Design Blocks	1	0.41%
Digital Classroom Kit	1	0.41%
Drawdio	1	0.41%
Dreamweaver	1	0.41%
Dwengo Board	1	0.41%
Eclipse	1	0.41%
Edmodo	1	0.41%
Euterpea	1	0.41%
FMod	1	0.41%
Fabrikit	1	0.41%
FlatCAD	1	0.41%
Flaxus	1	0.41%
GIMP	1	0.41%
Galileo	1	0.41%
Game Desing	1	0.41%
GameSalad	1	0.41%
GameStar Mechanic	1	0.41%
Gamification	1	0.41%
Gigapan camera	1	0.41%
Git	1	0.41%
GoPro	1	0.41%

Grasshopper	1	0.41%
HTC Vive	1	0.41%
Hacking	1	0.41%
Handlebars	1	0.41%
Illustrator	1	0.41%
IniRobot	1	0.41%
Inkscape	1	0.41%
LEGO WeDo	1	0.41%
LOGO	1	0.41%
LabVIEW	1	0.41%
Lich.js	1	0.41%
Logic	1	0.41%
Logo	1	0.41%
MSP	1	0.41%
MaKey MaKey	1	0.41%
Machinima	1	0.41%
Makerbot Replicator	1	0.41%
Makerspaces	1	0.41%
Makey Makey	1	0.41%
Mathematica	1	0.41%
MelodyMorph	1	0.41%
Meteor.js	1	0.41%
Miles	1	0.41%
Minecraft	1	0.41%
MobMuPlat	1	0.41%
Modkit	1	0.41%
Multisim	1	0.41%
NAO Robot	1	0.41%

NI ELVISmx	1	0.41%
NetBeans	1	0.41%
NexusUI	1	0.41%
Ninja Code Village	1	0.41%
Nintendo Wii	1	0.41%
Nuterpea	1	0.41%
Oogway	1	0.41%
PICAXE	1	0.41%
PicoBoard	1	0.41%
PicoCricket	1	0.41%
Processing.JS	1	0.41%
ProtoBot	1	0.41%
ProtoSnap	1	0.41%
Quartz Composer	1	0.41%
RaspiCam	1	0.41%
Reaper	1	0.41%
Rhino Grasshopper	1	0.41%
STK (The Synthesis ToolKit)	1	0.41%
ScratchJr	1	0.41%
ShaderToy	1	0.41%
Skybot	1	0.41%
Snap	1	0.41%
Space Mission: Ice Moon	1	0.41%
Stencyl	1	0.41%
Terrapin	1	0.41%
The Foos	1	0.41%
Thimble	1	0.41%
TinkerCad	1	0.41%

Tone.js	1	0.41%
TuneTable	1	0.41%
Turtle Art	1	0.41%
Turtle graphics	1	0.41%
Videogames	1	0.41%
Virtual reality	1	0.41%
Virtual world	1	0.41%
Voice Thread	1	0.41%
Web Services	1	0.41%
WebIOPi	1	0.41%
Werkstatt	1	0.41%
Wwise	1	0.41%
XNA	1	0.41%
ZeroMQ	1	0.41%
i*CATch	1	0.41%
iOS	1	0.41%
myDAQ	1	0.41%