



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

ROBOTIIKAN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN KONETEKNIKKASSA

UUSIEN MOBIILITEKNOLOGIOIDEN MAHDOLLISUUDET JA HYÖDYNTÄMINEN

Tero Moisio

Opinnäytetyö
Helmikuu 2018
Automaatioteknologian koulutus
Ylempi AMK



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Automaatioteknologian koulutus, ylempi AMK

MOISIO, TERO:

Robottiikan opetuksen kehittäminen konetekniikassa
Uusien mobiiliteknologioiden mahdollisuudet ja hyödyntäminen

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Helmikuu 2018

Tämä opinnäytetyö on tehty Tampereen ammattikorkeakoululle. Työssä tutkitaan mobiilitekniikoiden käyttöönoton ja hyödyntämisen mahdollisuuksia robotiikan opiskelussa. Oppimisprosessia katsotaan laajasti ammatillisessa opetuksessa. Työssä haetaan selkeyttä, millä eri osa-alueilla mobiiliteknologioiden hyödyntämistä voidaan tehdä. Työ painottuu mobiilisisältöön, koska pääasiallisena kohteena on löytää mobiiliteknologian hyödyntämiseen johtavia uudistuksia.

Työ toteutetaan aineistoläheisenä laadullisena tutkimuksena, jossa otetaan huomioon mobiililaitteiden käyttö, robotiikka, automaatio sekä opetus. Kriteerinä on löytää olemassa olevia ratkaisuja, missä osa-alueet yhdistyvät. Etsinnän tuloksena esitellään sovellukset ja ympäristöt, jotka kuvaavat tämän hetken mahdollisuuksia. Samoin esitellään toimenpiteet, joilla mobiiliteknologia voidaan huomioida robotiikan opetuksessa.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Automation Technology

Tero Moisio
Improvement of Robotics Education
Possibilities and benefits of New Mobile Technologies

Master's thesis 44 pages, appendices 1 page
February 2018

This thesis is done to Tampere University of Applied Sciences. Aim is to study use of the mobile technology on robotics learning and education. And study where these are combined. Learning process is taken into account in wide perspective in vocational education area. And look mobile learning in automation technology and robotics education.

Thesis is done with qualitative research approach. Where use of the mobile devices, robotics, automation and education is taken into account. Criteria is to locate practical solutions where areas are combined. Main focus is in mobile technology. As results applications and environments are introduced those match to this focus. As well process how to take mobile technologies into account in robotics education.

Keywords: Robotics, mobile devices

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	AINEISTOANALYYSI, VALMIIT SOVELLUKSET JA YMPÄRISTÖT	8
2.1	Pelillistäminen	8
2.1.1	Industrial Robotics 3D -peli	8
2.2	Mobiililaitteelle optimoidut sovellukset	10
2.2.1	Automate logiikkaohjelma	10
2.2.2	DrawExpress lite	11
2.3	Sähköinen opetusmateriaali	12
2.3.1	Robotics Engineering	13
2.4	Simuloitu ympäristö.....	14
2.4.1	Matlab mobile	15
2.4.2	GNU Octave.....	15
2.4.3	Scilab, Xcos	15
2.5	Fyysinen ympäristö.....	16
2.5.1	TAMK robotiikan opetustilat.....	16
2.6	Koulun yleiset oppimisympäristöt, TAMK Tabula (Moodle)	17
2.6.1	Moodle mobile	17
2.7	Mobiilisovellusten kehittäminen.....	17
2.7.1	Sähköinen kirja.....	18
2.7.2	Multiplatform kehitys (esimerkiksi Adobe Creative)	19
2.7.3	Android Development Tools (ADT).....	19
2.7.4	Avoin lähdekoodi, ROS.org industrial.....	20
2.8	Käytännön opetukseen liittyvä mobiililaitteiden hyödyntäminen	21
3	KYSELYTUTKIMUS, OPETTAJIEN NÄKEMYS MOBIILIOPPIMISESTA 23	
3.1	Onko aihealue miettimisen arvoinen	23
3.2	Eriarvoistaako omien laitteiden hyödyntäminen oppilaita	24
3.3	Käytän pelejä osana opiskelua.....	25
4	MOBIILITEKNOLOGIOIDEN SISÄLLYTTÄMINEN OPETUKSEEN	26
4.1	Mobiililaitteiden käytön kehitys	27
4.1.1	Yleiset oppimisympäristöt	27
4.1.2	Mobiili oppimateriaali, yksilöllinen.....	28
4.1.3	Mobiili oppimateriaali, yleinen.....	28
4.1.4	Opetettavien ympäristöjen mobiilituki.....	28
4.2	Ohjelmistorobotiikkaa opetukseen	30
4.3	AR hyödyntäminen oppimisympäristöillä	31

4.4	Suosituksset ja käytäntöön soveltaminen	32
4.4.1	Esimerkkisovellukset, suosio Google Play tilastoin	32
4.4.2	Mobiililaitteiden hyödyntämisen osa-alueet	33
5	MOBIILILAITTEIDEN KÄYTTÖÖNOTTO ROBOTIIKAN OPISKELUSSA 35	
5.1	Valmistajakohtainen kehitys, ABB, web services	36
5.2	Minimaalinen mobiiliapplikaatio robottisolulle	36
5.3	ABB Robot studio, developer	37
5.4	Opetusmateriaalin hyödyntäminen mobiililaitteilla.....	38
5.5	Opetusympäristön dokumentointi mobiililaitteella.....	38
5.6	Mobiiliteknologioihin liittyvä opintokokonaisuus.....	38
6	LOPPUPOHDINTA	40
	LÄHTEET.....	42
	Liite 1. Kyselytutkimus opettajille mobiililaitteista.....	45

1 JOHDANTO

Mobiililaitteiden hyödyntäminen on yleistynyt nopeasti viime vuosina. Robotiikan alueella sitä edistää muunmuassa huvikäyttö. Esimerkkinä Lego rakennussarjoilla on tehty rakennelmia myös mobiililaitteita hyödyntäen. Teollisuuskäytössä robotiikan arkkitehtuuri on PC painotteinen. Ympäristöt ovat raskaita ja kiinteitä. Sen johdosta myös opetusympäristöt ovat raskaita, ja ne rakentuvat fyysisen robottisolun ympärille. Asiaa ovat edistäneet simuloituneet ympäristöt, jotka helpottavat teollisuusrobottien toiminnan sisäistämistä kevyemmässä PC ympäristössä. Mobiililaitteiden hyödyntäminen on kuitenkin verrattain vähäistä teollisuusrobotiikassa ja sen opetuksessa.

Mobiilit käyttöliittymät yleistyvät vauhdilla esimerkiksi datan analysoinnissa ja monitoroinnissa. Mobiili käyttöliittymä mahdollistaa liikkuvan työn, jolloin työ ei ole sidottu PC ympäristöön. Tällaisia tehtäviä voivat olla etäohjaus ja etätarkkailu. Tuotantoympäristöjä voidaan ohjata etäältä. Samoin reaaliaikaista tietoa ympäristöstä saadaan etänä globaalisti. Se erottaa fyysisen työympäristön käyttöympäristöstä. Haasteina tulevat työturvallisuus ja tietoturva. Kuinka varmistetaan fyysisen ympäristön hallinta ilman häiriöitä ja turvallisuusriskejä. Riskit puoltavat fyysistä läsnäoloa työtehtävissä, vaikkakin myös täysin automatisoituja tuotantoympäristöjä jo löytyy.

Oppimisen kannalta käytäntöä vastaava ympäristö on usein hyvä motivaattori ja se auttaa parhaiten ymmärtämään käytännön työelämän tarvitsemää osaamista. Simuloitu ympäristö pyrkii olemaan hyvin lähellä todellista fyysistä ympäristöä. Lisäksi se luo turvallisen oppimisympäristön. Virtuaalisessa ympäristössä fyysisten vahinkojen mahdollisuus jää pois. Ja parhaillaan toimenpiteet voidaan siirtää suoraan simuloituneesta ympäristöstä fyysiseen ympäristöön. Virtualisointi mahdollistaa myös esimerkiksi opetuksen pelillistämisen, mikä on yksi nykyajan opetustrendeistä. Näihin asioihin perehdytään tässä opinnäytetyössä teollisuusautomaation näkökulmasta.

Eri metodeihin tutustutaan olemassa olevien esimerkkien kautta. Samoin tutustutaan kuinka käytännössä mobiilisovellutuksen kehitys robotiikkaan on mahdollista aloittaa. Nämä esimerkit eivät ole aktiivisesta opetuskäytöstä vaan myös viihdesovellusten kautta kuvausta yleisemmin alasta.

Tässä työssä haetaan mahdollisuuksia kehittää robotiikan opetusta ja hyödyntää siinä mobiililaitteita. Tutkimustapaa kuvaa parhaiten laadullinen analyysi, jossa keskitytään hakemaan aineistosta kaikkia osa-alueita tukevaa materiaalia. Pääalueina on määritelty opetus, mobiililaitteet, mobiiliteknologia, robotiikka ja automaatio. Aineistoa haetaan tapahtumista, internet hauilla (sovellukset, järjestelmät), kirjoista ja haastatteluilla. Työssä pyritään löytämään kaikkein parhaiten kokonaisuutta tukeva materiaali, ja parhaat esimerkit esitellään tässä työssä sekä kuvataan niiden vahvuudet. Toimivien esimerkkien lisäksi kokonaisuuteen kuuluu tuotekehitysmahdollisuudet. Tuotekehitysesimerkit on otettu eri ohjelmisto-osaamisen lähtötasoista. Vaativat olettavat syvällistä ohjelmisto-osaamista ja kevyempien kanssa pääsee alkuun ilman ohjelmointiosaamista.

Laadullisen analyysin lisäksi mobiililaitteiden hyödyntämisen nykytilaa tarkennettiin kyselytutkimuksella ammatillisille opettajille. Kyselytutkimus tuo laajempaa näkökulmaa, ja sen avulla haetaan myös vahvistusta laadulliselle analyysille. Tilanteessa, jossa mobiililaitteita hyödynnettäisiin laajasti, löytyisi ympäristöjä mobiililaitteiden hyödyntämiseksi ja opettajat ottaisivat mahdollisuudet huomioon opetuksessa. Vastaavasti tilanteessa, jossa mobiililaitteita ei hyödynnetä, ympäristöjä ei löydy eivätkä opettajat olisi tietoisia hyödyntämisen mahdollisuuksista tai tarpeesta. Tämä on lähtöoletus, jota tässä työssä selvennetään ja johon etsitään vastauksia.

Kappaleessa kaksi esitellään laadullista analyysiä, ja aineistoksi on valikoitu mobiilisovelluksia sekä kehitysympäristöjä alueelle. Kappaleessa kolme perehdytään kyselytutkimukseen. Käsiteltyjä asioita aletaan selkeyttää kappaleessa neljä, jossa luodaan alustavaa jaottelua mobiililaitteiden käytön mahdollisuuksista. Kappaleessa viisi luodaan selkeämmin ehdotuksia, kuinka mobiililaitteita voidaan tuoda robotiikan opetukseen. Lopuksi kappaleessa kuusi on pohdintaa nykytilanteesta ja kehityksestä yleensä.

2 AINEISTOANALYYSI, VALMIIT SOVELLUKSET JA YMPÄRISTÖT

Tässä kappaleessa käydään läpi alueita, joissa mobiilisovellusten käyttö on mahdollista. Tarkoitus on ottaa esiin erilaiset ideat liittyen automaatioteknologiaan, robotiikkaan ja suunnitteluun. Mobiilisovellusten määrä on todella laaja, eli tarkempi syventyminen tarjontaan ei ole tässä kohtaa kannattavaa, vaan erilaisten esimerkkien avulla tuodaan esiin erilaista näkökulmaa olemassa oleviin mobiilisovelluksiin. Sovellukset on analysoitu laajasta valikoimasta, ja kukin niistä osaltaan kuvaa laajempaa aluetta mobiililaitteiden hyödyntämisen mahdollisuuksista.

2.1 Pelillistäminen

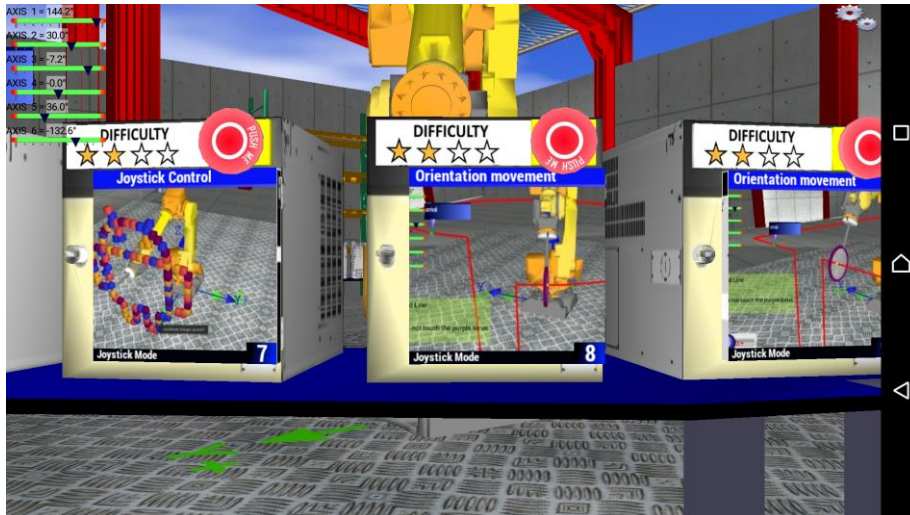
Pelillistäminen on yksi opetuksen muoto varsinkin nuorempien koulutuksessa. Ideana on tehdä oppimisesta motivoivaa sekä motivoida ihmisiä alalle. Pelillistäminen ymmärretään usein pelien elementtien tuontina muihin ympäristöihin kuten opetukseen. Tässä sillä ajatellaan opetettavan tiedon pelillistämistä eli oppimista pelin kautta. Peli voi tuoda esimerkiksi simuloituja tilanteita, joita suoritetaan. Teollisuusrobotiikkaan otan esimerkkinä yhden pelin 6-akselisen teollisuusrobotin ohjaukseen liittyen. Peli antaa käsitystä robotin liikkumisesta ja ulottuvuudesta. Sekä selventää hieman eri ohjaustapoja. Peli avaa ajatuksia älypuhelimien mahdollisuuksista.

Itse pelin kehittäminen omaan käyttöön on usein liian laaja operaatio, pois lukien tietovisa tyylliset pelit, joihin voi luoda omat kysymykset alueeseen liittyen. Opetuksen pelillistäminen on kuitenkin alue, jonka tarjontaa kannattaa seurata. Opetuksellista sisältöä peleihin on alettu miettimään vasta viime vuosina. Pelillistämisen tarkoitus on oppia viihteellisesti. Se voi toimia myös tukemassa ja havainnollistamassa opetettavaa asiaa. Opetussisällön lisäksi pelien opettavaisia vaikutuksia on tutkittu jo tietokonepeleihin liittyen.

2.1.1 Industrial Robotics 3D -peli

Industrial Robotics 3D on teollisuusrobotin ohjaukseen kehitetty peli, joka on ladattavissa Android Play sovelluskaupasta. Peli toimii hyvänä esimerkkinä pelillistämisen mahdollisuuksista. Monesti opetuksessa lähdetään tarvittavista perusasioista, ja

teollisuusrobottien kohdalla 3D laskenta on hyvinkin monimutkaista. Pelin avulla päästään suoraan kehittämään ymmärrystä käytännön toiminnasta ilman laajempaa tietämystä yksityiskohtaisesta toiminnallisuudesta. Lisäksi se ei vaadi raskaita ohjelmistoja tai niiden oppimista. Peli ei lähde syvällisemmin teknologiaan vaan keskittyy pääosin robotin liikkeiden hahmottamiseen.



KUVA 1. Industrial robots 3D mobiilipeli

Peli luo kuvaa että myös kevyempi simulointi mobiililaitteilla on mahdollista. Kokeiltaessa peli ei toiminut täysin sujuvasti, eli käytettävyydestä löytyisi parannettavaa. Toisaalta harjoituksia on reilusti ja sovellus on laaja.

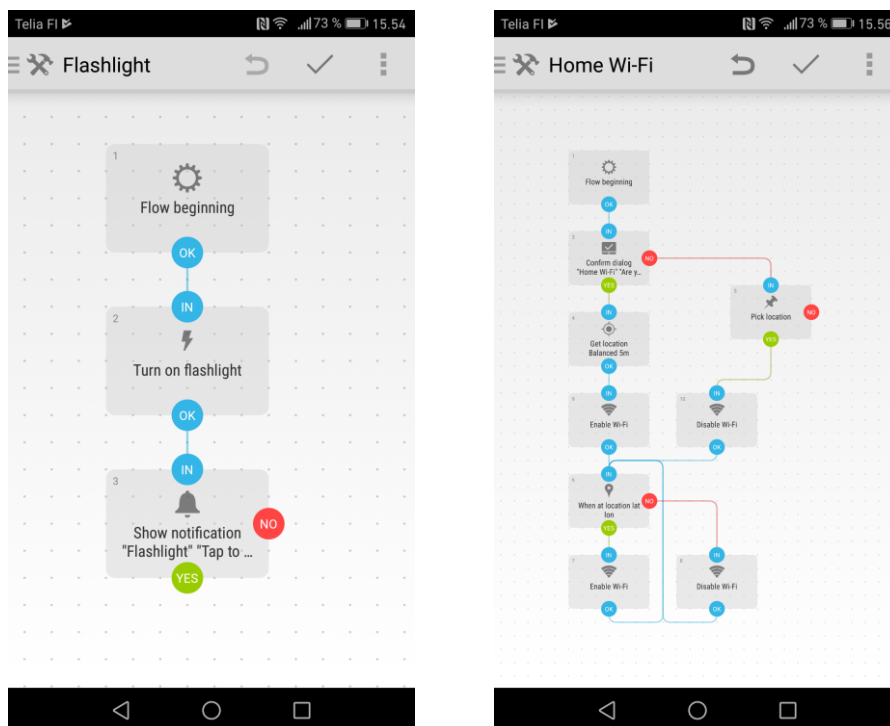
Ideaali oppimisympäristö olisi vastaava simuloitu ympäristö, jossa ohjaus olisi yhtenäinen vastaavan fyysisen ympäristön kanssa. Tällaisesta en vielä löytänyt esimerkkiä käytännössä. Peliä voi hyödyntää tukemaan oppilaiden itseopiskelua. Suoritukset voidaan hyväksyä osaksi opetusta. Peli on hyvin laaja ja sisältää eri tasoisia tehtäviä. Pelin idea tukee hyvin eri tasoisia oppijoita. Samoin opettajalle peli antaa ideoita pelillistämisestä. Voisiko pelin kaltaisia tehtäviä tuoda itse robotiikan oppimiseen? Tällöin oppilas voi valita helpompia tai haastavampia tehtäviä ja edistää omaa opiskelua oman tason ja mielenkiinnon mukaan. Tämä on monen mielestä juuri pelillistämisen idea; tuodaan peleistä vaikutteita opetukseen. Tämä peli toimii siinä hyvänä esimerkkinä. Siinä on jaoteltu eritasoisia tehtäviä, joita pelaaja voi suorittaa oman osaamisensa mukaan.

2.2 Mobiililaitteelle optimoidut sovellukset

Mobiiliympäristöt ovat aktiivinen kehitysalue. Monista tietokonesovelluksista on tullut versioita myös mobiililaitteille. Lisäksi kosketusnäytön ja muiden mobiiliteknologioiden ominaisuuksia on hyödynnetty. Monesti sovellukset kuitenkin jäävät harrasterversioiksi tai tietokonesovellusten laajennuksiksi, eivätkä ne ole pääsääntöisiä työvälineitä. Se johtaa osittain siihen, että mobiililaitteita ei oteta huomioon mahdollisuutena esimerkiksi harjoitustöitä suunniteltaessa. Seuraavassa esitellään kaksi mobiililaitteille optimoitua ohjelmaa ja kerrotaan, miksi ne ovat tärkeitä juuri mobiililaitteiden teknologian ymmärtämisen kannalta.

2.2.1 Automate logiikkaohjelma

Automate Android sovellus on hyvä esimerkki logiikkaohjelmien teosta mobiililaitteella. Sovelluksessa on luotu käytettävä käyttöliittymä logiikan tekoon. Logiikoilla ohjataan puhelimen toiminnallisuuksia kuten led salamaa ja langattomia yhteyksiä. Ohjelma ei ole suoranaisesti peli, vaan tavoitteena on mahdollistaa hyödyllisiä käyttäjäkohtaisia toiminnallisuuksia puhelimen käyttöön liittyen.



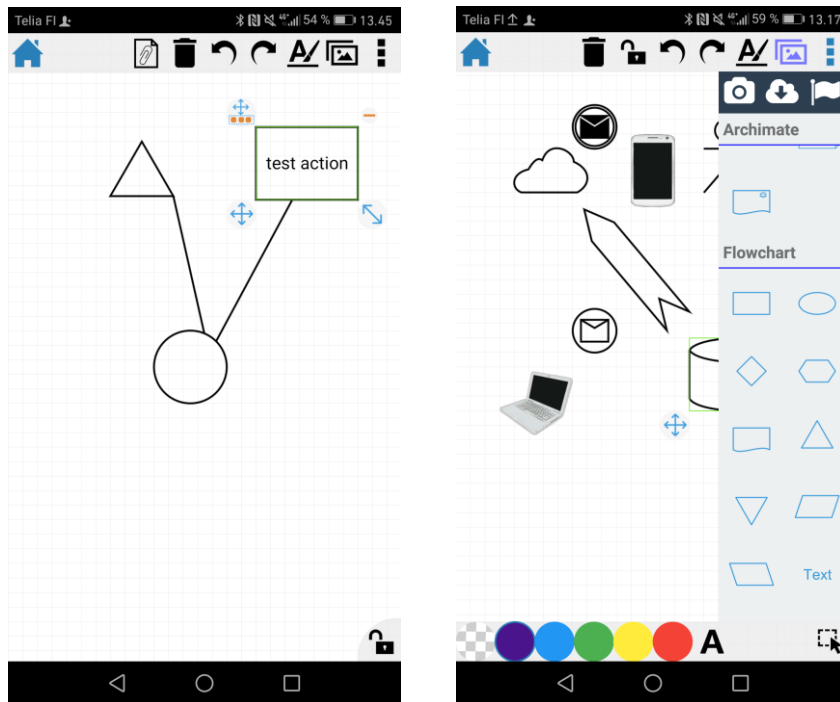
KUVA 2. Automate Android sovellus

Esimerkki kuvaa älypuhelimien ja tabletin mahdollisuuksia suunnittelussa. Vastaavanlaisia käyttöliittymiä käytetään esimerkiksi älykamoilla ja logiikkaohjelmistoilla. Itse en paikallistanut vastaavanlaisia hyötysovelluksia suoraan opiskelussa käytettäviin oppimisympäristöihin liittyen. Yksi syistä voi olla, että suunnittelutyö nähdään vielä vain tietokoneilla tapahtuvaksi työksi, eikä oppimista varten ole investoitu mobiiliympäristöihin. Tulevaisuuden näkökulmasta on uskottavaa, että esimerkin kaltaiset suunnitteluohjelmat hyötykäyttöön yleistyvät myös mobiililaitteille.

Tämä tuo osaamiseen kaksi näkökulmaa. Ensinnäkin ohjelma tuo käyttöön mobiiliteknologian, koska ohjelmalla hyödynnetään mobiililaitteen teknologioita. Toiseksi ohjelma tuo käyttöön loogisen ohjelmoinnin. Samat peruseriaatteet ovat käytössä loogisessa ja graafisessa ohjelmoinnissa, eli ohjelma tukee hyvin graafisen ohjelmoinnin oppimista sekä parantaa mobiiliteknologioiden tietoa. Rinnastettuna robotin ohjelmoinnin opetukseen tämä tuo lisää ja laajempaa osaamista sekä innovoi uusiin ideoihin. Käyttöä voi ajatella vähintään suosituksena itseopiskeluun sekä mahdollisesti alkeiden opetukseen logiikkaohjelmoinnista sekä mobiiliteknologioista.

2.2.2 DrawExpress lite

Draw express lite on kevyt suunnittelusovellus. Se mahdollistaa erilaisten järjestelmien suunnittelemista piirtämällä. Opetuksen kannalta toiminnallisuus mahdollistaisi esimerkiksi kevyet innovointityyliset harjoitukset graafisesti. Yksinkertaisuus voi monesti olla myös positiivinen seikka, kun pyritään esittämään asia mahdollisimman selkeästi. Mobiililaitteiden käyttö tämän kaltaisten sovellusten kautta edistää esitysten yksinkertaistusta, mikä osaltaan kannustaa keskittymään olennaiseen ideaan.



KUVA 3. DrawExpress suunnitteluohjelma

Ohjelma on esimerkki mobiilikäyttöliittymän mahdollisuuksista suunnittelutyössä. Se sisältää myös mindmap-tyylisen suunnittelun. Objekteja voidaan lisätä piirtofunktiolla, jotka tunnistetaan vastaamaan ohjelman sisältämiä objekteja. Oppimiskynnys ohjelman käyttöön on kohtalaisen pieni, vaikka piirtofunktioiden muistaminen voi koitua ongelmaksi. Ohjeisiin pääsee kuitenkin helposti käsiksi myös aloituksen jälkeen.

Opetuksessa tätä voi käyttää suoraan esimerkiksi suunnitteluun liittyvään harjoitustehtävään. Ohjelma tuo tutuksi yhden tärkeimmistä mobiiliteknologioista, kosketusnäytön hyödyntämisen. Robotiikan suunnittelussa tämä mahdollistaa arkkitehtuurien ja logiikan kuvaamista yksinkertaisessa muodossa ja erottaa suunnittelun valmiista malleista, eli vapauttaa ajattelua ja innovointia. Lisäksi se tuo ideoita kosketusnäytön hyödyntämisestä.

2.3 Sähköinen opetusmateriaali

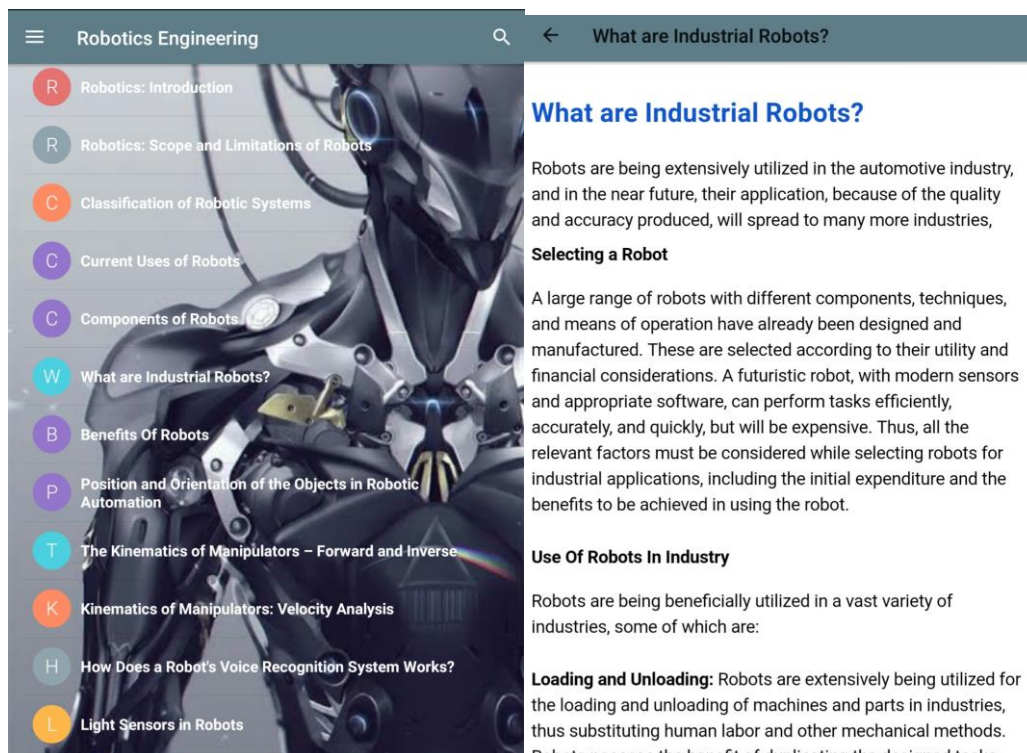
Pelillistämisen lisäksi mobiililaitteilla toimivat sähköiset opetusmateriaalit voivat edistää tiedonjakoa ja syventymistä alaan. Yksinkertaisimmillaan ne ovat kirjoja sähköisessä muodossa. Monimuotoisemmillaan ne sisältävät multimediaa, linkkejä ja toiminnallisuutta. Tällaisena voidaan pitää vaikka opetusympäristö Tabulan käyttöä mobiililaitteella, jolloin opetusmateriaali on käytössä esimerkiksi bussilla

matkustettaessa. Teoriaopetus sinällään ei ole ympäristösidonnaista, mutta sähköinen materiaali mahdollistaa hyvin linkityksen todellisiin ympäristöihin, eli se mahdollistaa teoriaopetusta laajemman käytön. Sähköisen mobiilisisällön tuottamiseen löytyy useita valmiita sovellutuksia, jotka mahdollistavat oman sisällön tuottamisen.

Laitevalmistajat tarjoavat koulutusta omille tuotteilleen sähköisesti. Vaikka materiaalit on tuotettu tietokoneympäristöön, ne voivat monesti toimia hyvin myös mobiililaitteilla. Mobiililitteiden selaimet pyörittävät hyvin tietokoneille suunnattuja selainsivuja. Lisäksi web-kehitys on monilla nykyteknologioilla mobiiliystävällistä eli suunniteltu toimimaan myös mobiililaitteiden selaimilla.

2.3.1 Robotics Engineering

Esimerkkiohjelma on sähköinen opas yleisesti robotiikasta ja selventää joitain perusasioita. Se vastaa hyvin paljon kirjaa sähköisessä muodossa, eli sisältö koostuu pääosin tekstistä. Sähköisessä oppaassa kuitenkin selailu helpottuu, ja parhaimmillaan se motivoi opiskeluun ja tiedonhankintaan.



KUVA 4. Robotics engineering mobiiliopas

Tiedonjako ja opetusmateriaali voidaan esimerkin tapaisesti muodostaa opetusmateriaaliksi omasta sisällöstä. Tämä vaatii työtä mobiilikäyttöliittymän käytettävyyden hyödyntämiseksi sekä alkuun hyvän ympäristön löytämistä materiaalin luomiseksi. Tähän tarkoitukseen liittyvät sovellukset olisi hyvä olla yhtenäisiä oppilaitoksessa, mikä helpottaisi opettajien oman opetussisällön tuottamista.

Suoraan opetukseen liittyen tämä voi toimia oheismateriaalina ja opettajille esimerkkinä siitä, millaista opetusmateriaali voisi olla mobiililaitteilla, mikäli määriteltäisiin ja otettaisiin käyttöön työkalut, joilla voidaan luoda omaa opetusmateriaalia mobiililaitteille.

2.4 Simuloitu ympäristö

Simuloitu ympäristö on tietokoneella pyörivä ohjelmisto, jossa fyysinen ympäristö on mallinnettu virtuaaliseksi. Simuloidussa ympäristössä käyttöä voidaan harjoitella vapaammin kuin fyysisessä ympäristössä. Monesti simuloitua ympäristöä käytetään rinnakkain vastaavan fyysisen ympäristön kanssa. Näin simuloidussa ympäristössä kehitetyt toimenpiteet voidaan suhteellisen helposti toteuttaa myös aidossa fyysisessä ympäristössä. Simulointi on mahdollista myös ilman fyysistä ympäristöä.

Simuloidut ympäristöt toimivat tietokoneella, mutta mahdollisesti niitä lähitulevaisuudessa nähdään laajemmin myös mobiililaitteilla. Simulointiin löytyy jo kaupallista tarjontaa kuten Robot Mentor (easy robot simulator, 2017). Vastaava opetuskäyttöön tarkoitettu ohjelma voisi hyvin pyöriä myös mobiililaitteella. Simuloidut ympäristöt ovat kuitenkin verrattain raskaita ja laajoja. Pääsääntöisesti ne ovat tällä hetkellä käytössä parantamassa ohjelmointimahdollisuuksia sekä tuotantoympäristösuunnittelua, eli ne rinnastuvat fyysisen ympäristön suunnitteluun.

Simulointiohjelmien yleistyminen mobiililaitteille voisi arvioida olevan vain ajan kysymys. Käytännössä mobiililaitteiden suorituskyky parantuu ja rajat tietokoneen ja mobiililaitteen (älypuhelin ja tabletti) välillä kaventuvat. Käyttöliittymä on kuitenkin erottava tekijä esimerkiksi älypuhelimien ja suurinäyttöisen tietokoneen välillä. Vaikka simulointi tehollisesti olisi mahdollista myös älypuhelimella, on käyttöliittymän osalta keskitettävä huomiota käytettävyyteen myös pienemmällä kosketusnäytöllä. Näin simulointiohjelmien yleistyminen älypuhelimille vaatii optimointia.

2.4.1 Matlab mobile

Matlab ja sen yhteydessä oleva simulink on yksi suurimpia simulointiin käytettyjä ohjelmistoja. Myös matlab on kehittänyt ohjelmistoaan mobiiliympäristöön. Sovelluksen idea on hyödyntää puhelimen sensoreita datan tuottamisessa Matlab projekteihin, eikä niinkään luoda PC ympäristössä vastaavaa sovellusta mobiiliympäristöön. Samaa ideaa on käytetty myös robotiikassa hyödyntäen älypuhelimien liikesensoreita robottien ohjauksessa. Älypuhelimissa on paljon kehittyneitä sensoreita sekä rajapinnat datan käyttöön, eli myös tämä lähtökohta on varteenotettava mietittäessä mobiililaitteiden hyödyntämismahdollisuuksia. Hyödynnetään älypuhelimien sensoreita erillisenä kokonaisuutena tietokoneohjelmissa ja robotiikassa.

2.4.2 GNU Octave

Octave on avoimen lähdekoodin versio matemaattisesta mallintamisesta. Se ei sisällä kuitenkaan simulointiin keskittyntä ympäristöä. Positiivisena puolena koko ympäristö on saatettu toimimaan myös mobiililaitteella, vaikkakaan silloin ympäristöä ei ole suunniteltu mobiililaitteelle, eli se voi osoittautua raskaaksi käytettäväksi mobiilivarsiona. Itse esimerkiksi en saanut kokeiluhetkellä ympäristöä pyörimään omalla Android-laitteellani. Vaikka matemaattinen mallintaminen ei ole vielä simulointia, Octave on esimerkki siitä, että myös raskaampi ympäristö kokonaisuudessaan on mahdollista saattaa toimintaan myös mobiililaitteella. Käytännössä hyvään tulokseen päästään, kun ohjelmisto on suunniteltu mobiililaitteelle. Tietokoneelle suunniteltu ohjelmisto toiminnassa älypuhelimella ei takaa käytettävää mobiilisovellusta.

2.4.3 Scilab, Xcos

Scilab on myös avoimen lähdekoodin versio matemaattisesta mallinnuksesta. Siinä on myös simulointiin Xcos-osio. Myöskään näitä en saanut mobiililaitteelle. Konsolitasolla Scilab on saatavilla toimintaan, mutta simuloinnin osalta en löytänyt esimerkkejä. Se kertoo mallinnuksen raskaudesta mikä on työläs toteuttaa käytettävästi pienempinäytöisillä mobiililaitteilla. Simulointiympäristön tuominen mobiiliympäristölle vaatii optimointia ja käytettävyyden suunnittelua.

2.5 Fyysinen ympäristö

Fyysinen eli todellinen ympäristö luo käytännön osaamista, mikä mielletään ammatillisten oppilaitosten tavoitteeksi. Käytännössä kuitenkin myös fyysiset ympäristöt eroavat toisistaan, eli opetuskäyttöön rakennettu ympäristö eroaa usein työelämässä olevista ympäristöistä. Fyysisen ympäristön miinuspuolia ovat muun muassa tilan rajallisuus. Oppimiskäytössä ryhmän koon on oltava pieni, jotta kaikki pääsevät olemaan kohtuullisesti mukana opetuksessa. Fyysinen ympäristö kuitenkin realisoi toiminnallisuuden konkreettisesti ja on lähimpänä todellista työympäristöä. Yksi esiin tullut mobilisoinnin kohde on robottisolun datan mobilisointi, joka mahdollistaisi aidon robottidatan tutkimista ja analysointia mobiilisti. Hitsausrobottiin liittyen mobiililaitetta voi hyödyntää esimerkiksi datan tarkastelussa.

Älypuhelimia on käytetty pilotointiluonteisesti teollisuusrobottien ohjaamiseen. Ohjaimia varten on kuitenkin standardit, jotka asettavat vaatimuksia ohjaimille (SFS-EN 894-3 + A1, 2009). Fyysiset oppimisympäristöt ovatkin työturvallisuuden puolesta tarkoin harkittava mobiililaitteiden käytön näkökulmasta. Niiltä osin mobiililaitteiden hyödyntäminen vaatisi robottivalmistajien panostusta ohjelmistojen mobilisointiin. Lisäksi mobiililaitteiden käyttö voidaan katsoa häiritseväksi tekijäksi todellisuutta vastaavissa oppimisympäristöissä.

2.5.1 TAMK robotiikan opetustilat

Tampereen ammattikorkeakoululla on monipuoliset laitteistot automaatioteknologian opiskeluun aina 3D tulostimista hitsausrobottiin. Lisäksi Tampereen koulut tekevät yhteistyötä mikä tulevaisuudessa on suunniteltu vieläkin laajemmaksi Tampere 3 hankkeen myötä. Tästä ei vielä voida tarkemmin sanoa kuinka yhteistyö tulee vaikuttamaan eri koulujen oppimisympäristöihin. Esimerkkeinä TAMK:n laitteistoista ovat teollisuusrobotti ABB IRB2600 ja pyörityspöytä IRBP A250 (TAMK laboratoriot, 2017).

Mobiilikäytön edistämiseksi täytyisi kartoittaa paremmin ympäristöjen laitetuki ohjelmistojen puolesta. Tietokone- ja käyttöjärjestelmävaatimusten lisäksi pitäisi selvittää ympäristöjen kehitysnäkökulmat mobiilisovellusten suhteen jakaen ympäristöt fyysisiin ja ohjelmallisiin. Ohjelmistojen osalta pitäisi jakaa tuki tietokoneiden

käyttöjärjestelmiin sekä mobiilikäyttöjärjestelmiin. Suoran mobiililaitetuen lisäksi on mahdollista mieltä esimerkiksi reaaliaikaista videokuvaa tai 360 asteen kuvaa todellisesta oppimisympäristöstä opetuksen etämahdollisuuksissa.

2.6 Koulun yleiset oppimisympäristöt, TAMK Tabula (Moodle)

Tampereen ammattikorkeakoulu käyttää laajasti Tabula oppimisympäristöä, joka pohjautuu Moodle ympäristöön. Se on web-pohjaisena sovelluksena pääosin hyvin käytettävissä myös mobiililaitteilla. Kursseilla oppilaat voivat hyvin käyttää mobiililaitteita opetuksessa tukena. Ympäristö on avoimen lähdekoodin laaja kansainvälinen projekti, joka on käytössä useissa oppilaitoksissa.

2.6.1 Moodle mobile

Moodlesta on kehitetty myös mobiilisovellus Android ja Ios -käyttöjärjestelmille (Moodle mobile, 2017). Mobiililaitteille suunnitellut sovellukset herättävät uusia ideoita mobiililaitteiden hyödyntämisessä opetuksessa. Oikeasti mobiililaitteelle suunniteltu ohjelma eriyttää selkeästi mobiilikäytön mahdollisuudet ja tuo näin käytettävyyšnäkökulman ja hyödyt eroteltuna mobiililaitteille. Sovellus keskittyy kuitenkin ympäristön tietojen hyödyntämiseen mobiililaitteella, eikä vielä tue laajemmin esimerkiksi opetussisällön tuottamista mobiiliympäristöille.

2.7 Mobiilisovellusten kehittäminen

Mobiilisovellusten kehittäminen vaatii panostusta alkuun pääsemiseksi. Työkaluja aloittamiseen on saatavilla, aloitti sitten virallisen kehitysprojektin tai harrastusmielessä sovelluskehityksen. Kehitysympäristöistä laajin laitekirjo on tällä hetkellä Android laitteille. Yksi syistä tähän on sovelluskehityksen hyvä tuki. Kehitysympäristöt ovat kaikkien ladattavissa. Samalla laaja laitekirjo aiheuttaa myös haasteen. Erilaisille laitteille ohjelmiston toiminnan takaaminen on hankalaa. Käytössä olevien laitteiden ohjelmisto voi vaihdella reilusti käytetyn käyttöjärjestelmäversion mukaan. Lisäksi laitteet omaavat erilaista suorituskykyä ja erilaisia toiminnallisuuksia. Yleisiä käyttöjärjestelmän komponentteja käytettäessä taataan kuitenkin laaja tuki ohjelmalle.

Oppimismateriaalia ajatellen pyritään sisällön esittämiseen mobiililaitteella. Tällöin ei välttämättä haluta panostaa ohjelmistokehitykseen. Tarkoitukseen löytyy paljon valmiita ympäristöjä kevyistä raskaisiin. Seuraavassa käsitellään tästä esimerkkeinä sähköinen kirja ja web-sovellus (kevyestä raskaaseen) sisällön esittämistä ajatellen. Web-sovellus mahdollistaa jo monipuolisempaa toiminnallisuutta. Parhaiten käyttöjärjestelmän palveluita hyödyntävät käyttöjärjestelmän omat sovelluskehityksen työkalut. Tästä esimerkkinä on Android käyttöjärjestelmä, joka tarjoaa kehitystyökalut avoimesti kehittäjille. Se mahdollistaa esimerkiksi teollisuusrobotin ohjaamisen älypuhelimien liikeantureilla. Tällaisen mahdollistamasta kehitysympäristöstä esimerkkinä on Robot Operating System.

2.7.1 Sähköinen kirja

Epub on elektronisiin julkaisuihin tarkoitettu dokumentin standardi. Sitä hyödyntämällä sähköinen materiaali saadaan hyvin mobiililaitteella luettavaan muotoon. Mobiililaitteilla on usein valmis lukuohjelma tiedostoja varten. Luku on usein simuloitu vastaamaan perinteisen kirjan lukua sivunkääntöineen. Se tuo lisäarvoa pelkkään dokumentin selaukseen verrattuna. Materiaalin luonti esimerkiksi word tiedostosta on kohtalaisen pieni työmäärältään. Oppimateriaalikoelussa suoritin sähköisen kirjan luonnin. Kirja oli alkuun kirjoitettu tekstinkäsittelyllä (Word). Käytännössä suurin työmäärä oli sisällysluettelon muuntaminen linkitetyksi listaksi. Tällöin sähköisen kirjan sisällysluettelo on käytettävissä sivuille siirtymisiin sisällysluettelosta. Julkaisu löytyy Smashwords -palvelusta (Kuka on Netti, Tero Moisio).

Lukemisen lisäksi sähköisen kirjan lukuohjelmat mahdollistavat kirjanmerkkien tekemistä, muistilappujen tekemistä sekä tekstin korostamista. Tämä mahdollistaa oppimateriaalin yksilöinnin samoin kuin perinteisen kirjan kanssa. Robotiikan alueelle löytyy runsaasti e-kirjoja. Tästä esimerkkinä on Introduction to Robotics (Google books, Introduction to Robotics) jo esillä olleiden kirjastopalvelujen lisäksi, joista löytyy enenevässä määrin sähköisiä kirjoja.

Mobiililaitteilla sähköisten kirjojen käytettävyys on tärkeässä roolissa. Googlen Play kirjavalikoimasta löytyy ilmaisia ja maksullisia kirjoja robotiikkaan liittyen. Ne toimivat suoraan käytettävyydeltään hyvässä lukusovelluksessa. Tältä osin ehdotus opetukseen onkin itseohjautuva oppiminen, missä opiskelijat voivat tehtävään liittyen etsiä

materiaalin, joka tukee oppimista. Opiskelijat voivat laajentaa näkemystään robotiikasta etsiessään ja esitellessään robotiikkaan liittyvää sähköistä oppimateriaalia, samalla vahvistaen kriittisyyttä, mikäli joutuvat arvioimaan luetun oikeellisuutta.

2.7.2 Multiplatform kehitys (esimerkiksi Adobe Creative)

Web-sovellus ei ole ympäristörajattu kuten natiivi ohjelma tietyllä käyttöjärjestelmällä. Web-sovellus koostuu erilaisista internetselainten tukemista teknologioista. Näitä määritellään esimerkiksi HTML5:n alle, eli halutun sovelluksen kehitykseen vaaditaan analysointia oikeanlaisesta teknologiasta sovelluksen kehitykseen. Web-sovellus voi olla netissä pyörivä sivusto mutta myös laitteelle asennettava sovellus (joka voi toimia myös offline-tilassa eli ilman internet yhteyttä). Käsite on hyvin laaja, ja näin web-sovelluksen tekoon on hankala tarjota suoraan vaihtoehtoja. Web-sovellus on yksi esimerkki multiplatform kehityksestä. Tuotos ei ole suunniteltu tietyllä laitteella tai käyttöjärjestelmällä, vaan se on tarkoitettu toimimaan useilla ympäristöillä, kuten tietokoneella tai mobiililaitteella.

Esimerkkinä kehitystyökaluista on Adobe Creative SDK, joka tarjoaa kehitysympäristön Ios-, Android- ja web-sovelluksille. Tällainen on monesti yksinkertaisempi päästä alkuun kuin natiivi kehitysympäristö. Käytettävä ympäristö määräytyy tarpeen mukaan, mikä määräytyy sovelluksen tavoitteissa ja tulevaisuudennäkymissä. Kehitykseen on monia työkaluja, mikä on myös haaste. Luotavalle materiaalille ei ole asetettu yhteisiä työkaluja ja tavoitteita, ja oman materiaalin luonti jää oman harkinnan ja aktiivisuuden varaan. Yksi harvoista koulujen käyttämistä sisällön tuottamiseksi tarkoitetuista ohjelmistoista on Microsoft Office. Moni oppilaitos tarjoaa lisenssit oppilaille kyseiseen ohjelmistoon. Office on käytettävissä myös mobiililaitteilla, mikä mahdollistaa mobiililaitteiden käytön myös näiden parissa. Se voi rajoittaa muiden työkalujen käyttöä, jotka voisivat soveltua paremmin mobiiliopiskeluun.

2.7.3 Android Development Tools (ADT)

Android development tools kehitysympäristö on vapaasti ladattavissa. Sitä pääsee käyttämään Eclipse kehitysympäristöllä. Android SDK (Software Development Kit) sisältää kehitys- ja paketointityökalut, emulaattoreita sekä mahdollisuuden testata

sovellusta suoraan laitteella. Alkuun pääseminen vaatii hyvää taustaa tietotekniikasta. Kehitykseen löytyy kuitenkin runsaasti apua laajan kehittäjäyhteisön myötä.

Suoraan mobiilikäyttöjärjestelmälle luoduille ohjelmille tarjotaan laajin tuki käyttöjärjestelmän ominaisuuksiin. Samoin toiminnan optimoimiseen on laajemmat mahdollisuudet mukaan lukien sovellusten jako julkiseen käyttöön. Negatiivisena puolena kehitys on sidottu suoraan käyttöjärjestelmälle. Kehityksessä keskitytään tukemaan suoraan käyttöjärjestelmää käyttäviä laitteita.

Ympäristö on hyvin tuettu ja helppo päästä alkuun. Se sopii teknologian opiskelijoille, jotka eivät välttämättä laajemmin keskity ohjelmoinnin opiskeluun. Samoin se sopii hyvin sisällön tuottoon. Käytännön tavoitteita robotiikan opiskelussa ei kuitenkaan tässä työssä lähdetä tarkemmin käymään läpi. Kevyt ohjelmointi on kuitenkin tulevaisuudessa yleistynyt taito.

2.7.4 Avoin lähdekoodi, ROS.org industrial

Avoimen lähdekoodin projektit luovat valmiita pohjia kehitykselle. Koodi on avoimesti nähtävillä ja mahdollistaa kehitystyön missä olemassa olevaa kehitystä voi hyödyntää. Tämä vaihtoehto sopii ohjelmistokehitystaitoisille. Avoimien lähdekoodien yhteisöissä on monesti luotu laajoja esimerkkejä mahdollisuuksista. Ympäristöjen yhteydessä toimii usein harrastajakunta ja teknologioiden mahdollisuuksia esitellään avoimesti. Nämä ovat hyvä tapa esimerkiksi esittää omaa osaamista teknologiasta avoimesti. Monet ympäristöt suuntautuvat myös mobiililaitteille suunnattuun ohjelmistoon ja mahdollistavat laiteintegraation esimerkiksi teollisuusrobotin ja älypuhelimien välillä.

ROS on lyhenne sanoista the Robot Operating System (käyttöjärjestelmä roboteille). Yhteisössä on varsin kattava kokonaisuus ohjelmistoja eri roboteille. Industrial on teollisille roboteille oleva osio. Ohjelmat ovat julkaistu BSD / Apache 2.0 lisensseillä, eli ne mahdollistavat varsin vapaan hyödyntämisen omissa sovelluksissa. Kooditason ymmärrys robotin ohjaamisesta on monesti vaikeaa, koska kaupalliset sovellutukset ovat monesti suljettuja. Valmistajien kehitysympäristöt taasen sitouttavat valmistajaan. ROS toimii yhteistyössä monien robottien kanssa.

Yksi mobiilisovelluksen yleinen käyttökohde on monitorointi. ROS käytön etuja on avoimuus, eli dataliikenteen seuraaminen läpi ketjun on mahdollista. Datavirran avaaminen tietyistä rajapinnoista mobiilisovellukselle luo mahdollisuuden perehtyä robotin toiminnan ymmärtämiseen. Samoin monitoroinnilla voidaan tarkastella mahdollisia virhetilanteita tai seurata tarkemmin robotin ohjausta. Tuloksista voi analysoida esimerkiksi mahdollisuuksia suorituskyvyn parantamiseen.

2.8 Käytännön opetukseen liittyvä mobiililaitteiden hyödyntäminen

Korkeakouluopetus painottuu teoriaan, käytännönläheisiin harjoituksiin koulun tiloissa sekä projekteihin yritysyhteistyössä yritysten kanssa. Opetus painottuu koululle (teoria ja käytäntö) sekä projektien kautta myös eri yritysten tiloihin. Nykyaikaista ammattikorkeakouluopetusta on painotettu suosimaan yritysten ja koulun yhteistyötä. Tämä näkyy myös oppimisympäristöissä. Koulun ympäristöjä pyritään hyödyntämään yritysten kanssa ja vastaavasti yritysten ympäristöjä pyritään hyödyntämään opetuksessa.

Yhteiskäyttöisten opetusympäristöjen miettiminen on ajankohtaista kun yhteistyötä on yritysten mutta myös eri koulujen välillä. Näin on mahdollisuus yhä enemmän saada monimuotoisia oppimisympäristöjä. Myös verkko-opetus on yleistyvää. Monesti osallistuminen verkko-opetukseen tai etäluennoille on mahdollista mobiililaitteen välityksellä. Myös etätehtävien mahdollistaminen mobiililaitteille on mahdollisuus. Suosimalla ohjelmistoja, jotka tukevat hyvin mobiililaitteita, edistetään omien laitteiden vapaampaa hyödyntämistä.

Kirjat ovat perinteinen tiedonjakokanava opetuksessa. TAMK:lla on kirjastossa laaja valikoima automaatioon liittyvää kirjallisuutta. Lisäksi opintokokonaisuuksiin on verkkomateriaali. Näiltä osin mobiililaitteiden käyttö on tuettu niin verkkoympäristön kautta kuin myös kirjaston palvelujen käytön kautta. Kirjaston palvelun kautta löytyivät muu muassa seuraavat kirjat: Controller design for industrial robots and machine tools (Fusaomi Nagata and Keigo Watanabe, 2013), Welding Robots. Technology, System Issues and Applications (J. Norberto Pires, Altino Loureiro, Gunnar Bolmsjö, 2006) ja Software for Automation: Architecture (The Instrumentation, Systems and Automation Society, 2005). Nämä kirjat löytyivät kun hain parhaiten tätä työtä tukevaa materiaalia. Valitettavasti en löytänyt mitään suoraan hyödynnettävää materiaalia. Löydetyt kirjat

perehtyvät osaltaan aiheeseen, mutta kaikki hyvin erillisistä lähtökohdista. Tämän johdosta hylkäsin perinteisten kirjojen käytön työni edistämiseksi.

Myös etäopetus on lähellä mobiililaitteiden hyödyntämistä opetuksessa. Alustava idea etäopetuksen tarpeelle on esillä opetushallituksen materiaalissa (Tutkittua tietoa oppimisympäristöistä, Opetushallitus). Tutkimus kertoo etäopetuksen tarpeeksi tilanteet, joissa opettajan ja oppilaan oleminen samoissa tiloissa ei ole mahdollista. Tutkimuksesta selviää, että pääosa opettajista, jotka hyödyntävät pelejä ja virtuaalimaailmoja opetuksessa, etsivät tietoa netistä. Materiaalissa kerrotaan hyvin tutkimustuloksia oppimisympäristöistä, mutta siinä keskitytään yleisesti tietotekniikkaan eikä erotella mobiililaitteiden mahdollisuuksia. (Tutkittua tietoa oppimisympäristöistä, Opetushallitus).

3 KYSELYTUTKIMUS, OPETTAJIEN NÄKEMYS MOBIILIOPPIMISESTA

Vahvistaakseni laadullisessa analyysissä esiin tulleita seikkoja, toteutin opettajille kyselyn siitä, kuinka he kokevat mobiililaitteet opetuksessa. Perimmäisinä tutkimuskysymyksinä kyselyn taustalla olivat seuraavat kolme kysymystä:

1. Onko mobiililaitteiden käytöstä yhtenäinen ymmärrys opettajien keskuudessa?
2. Hyödynnetäänkö mobiililaitteita tietoisesti opetuksessa?
3. Nähdäänkö alue tärkeänä, ja halutaanko aiheesta tarkempaa tietoa ja opastusta?

Kyselyyn sain vastaukset yhdeksältä opettajalta tulosten tarkasteluhetkellä. Kuusi vastausta sain suoraan teknisen alan ammatillisilta opettajilta. Sain kolme vastausta lisää sen jälkeen, kun laajensin kyselyä ammatilliseen opetukseen laajemmin. Kysely ei ole tilastollisesti kattava mutta antaa kuvaa tämän hetken tilanteesta.

Kysely koostui 18 väittämästä. Kyselyssä oli tarkoitus valita jokaisen väittämän kohdalla numero yhdestä viiteen sen perusteella, kuinka paljon väittämä oli totta vastaajan omalla kohdalla. Kaikki väittämät ja niihin saadut vastaukset ovat liitteessä 1. Kysely on nähtävissä myös e-lomakkeella (Älypuhelimien ja tablettien hyödyntäminen opetuksessa).

Kysely toteutettiin älypuhelimella työn aiheeseen soveltuen. Tietojen keräämiseen käytettiin kuitenkin tietokonetta. Toteutuksessa testattiin siis älypuhelimien soveltuvuutta tehtävän suorittamiseksi. Kyselyn luonti sujui hyvin. Samoin vastauksien seuranta oli sujuvaa. Dokumentointi tähän lopputyöhön hoitui kuitenkin sujuvammin tietokonetta apuna käyttäen. Seuraavissa kappaleissa esittelen kolme mielestäni tärkeintä teemaa kyselystä.

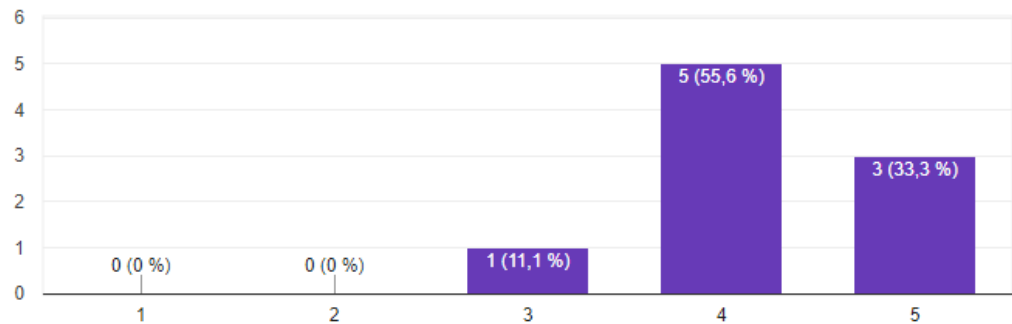
3.1 Onko aihealue miettimisen arvoinen

Tähän teemaan liittyy väittämä kyselyn lopusta: ”Tämä kysely on tehty älypuhelimella. Kyselyn aihepiiri on tärkeä nykypäivän opetuksessa”. Vastausvaihtoehdot ovat välillä 1 (eri mieltä) ja 5 (samaa mieltä). Kuvassa 5 näkyy vastausjakauma kyseiseen väittämään.

Tämä kysely on tehty älypuhelimella. Kyselyn aihepiiri on tärkeä nykypäivän opetuksessa



9 vastausta



KUVA 5. Onko mobiiliopetus aiheena ajankohtainen

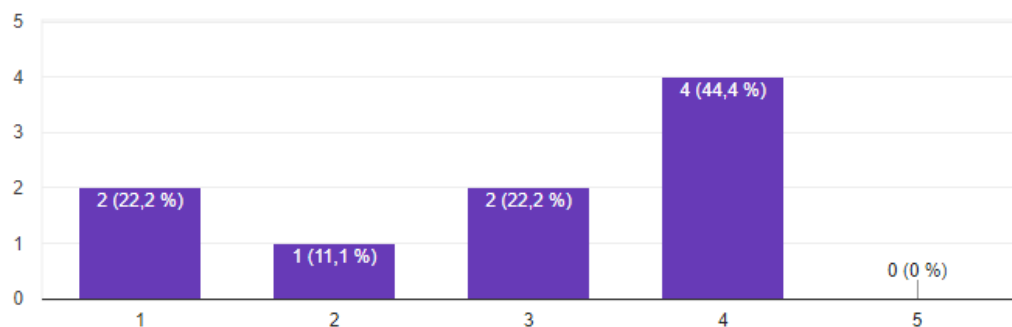
Kuten kuvasta 5 näkyy, mobiiliopetus koetaan tärkeäksi aiheeksi. Suurin osa opettajista pitää aihetta erittäin tärkeänä, joten alueen tutkimukseen ja kehitykseen on hyvä kohdentaa huomiota ja resursseja.

3.2 Eriarvoistaako omien laitteiden hyödyntäminen oppilaita

Tässä kysymyksessä haettiin mielipidettä aiheen negatiiviseen puoleen (1 = eri mieltä, 5 = samaa mieltä). Vaikka tilastollisesti melkein kaikilla nuorilla on älypuhelin, eriarvoistaako niiden hyödyntäminen opetuksessa oppilaita:

Oppilaiden omien mobiililaitteiden hyödyntäminen eriarvoistaa opiskelijoita

9 vastausta



KUVA 6. Eriarvoistaako omien laitteiden hyödyntäminen oppilaita

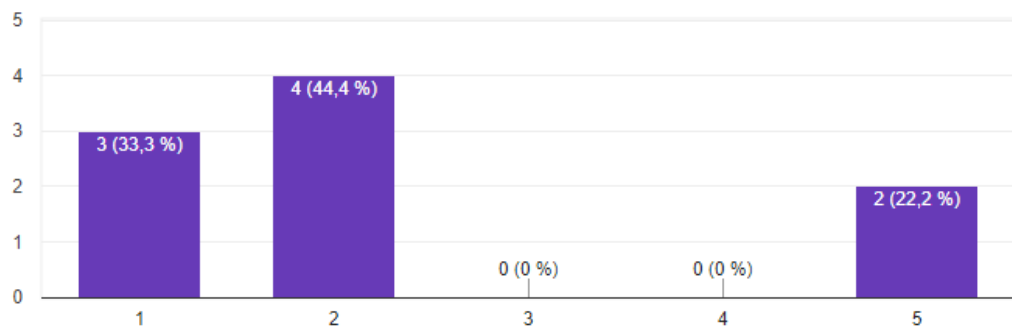
Kuten kuvasta 6 voi huomata, kysymys tuo esiin sen, että oppilaiden mahdollisuudet suorittaa mobiilioppimista tulee ottaa huomioon. Ei voida olettaa kaikilla olevan laitteita. Käytännössä kuitenkin mobiililaitteiden käyttö on laajaa, eli niiden hyödyntäminen myös opiskeluun on tärkeää.

3.3 Käytän pelejä osana opetusta

Kysymys pelien käyttämisestä osana opetusta tuo esiin ääripäät. Pelejä joko hyödynnetään paljon tai ei juuri ollenkaan, kuten kuvasta 7 voidaan huomata. Kysymyksen vaihtoehdot olivat välillä 1 (en ollenkaan) ja 5 (säännöllisesti):

Käytän pelejä osana opetusta

9 vastausta



KUVA 7. Käytän pelejä opetuksessa

Pelejä käytetään opetusmateriaalina jonkin verran. Pelin teko ja suunnittelu on kuitenkin työläs projekti. Niiden käyttö riippuu siitä, onko opetettavalle alueelle suunniteltu ja tehty sopivaa peliä.

3.4 Muut kysymykset

Edellä nostettiin tarkemmin esiin kysymykset, joiden avulla esitettiin päätelmät kyselyn tuloksista. Kaikki kysymykset ja niihin saadut vastaukset esiintyvät liitteessä 1. Ne tarkentavat edellä esitettyä hieman eri näkökulmista. Hajonta vastauksissa on aika suuri, mistä huomataan, että mobiililaitteiden hyödyntämiselle ei ole yhteistä näkemystä. Alue koetaan kuitenkin tärkeäksi. Lyhyesti kiteytettynä mobiililaitteiden käyttö tiedetään laajaksi, mutta hyödyntämistä opetuksessa ei ole vielä laajasti otettu käyttöön.

4 MOBIILITEKNOLOGIOIDEN SISÄLLYTTÄMINEN OPETUKSEEN

Tietokoneet ovat muuttuneet pöydällä pidettävistä tietokoneista älypuhelimiksi, ja sitä kautta myös niiden hyötykäyttö alkaa yleistyä. Aiemmin tabletit ja älypuhelimet luettiin tiedon kulutuslaitteiksi ja tietokoneita pidettiin kehityslaitteina. Tämä mielikuva voi johtua seikasta, mitä pidetään kehitystyönä. Esimerkiksi Microsoft kehitystyökalut vaativat nykyäänkin suorituskykyä, mihin vaaditaan tehokas tietokone (Visual Studio 2017 Product Family System Requirements). Nykyään enenevässä määrin asioita pystyy hoitamaan älypuhelimella. Samoin robotiikan alueella on tapahtunut kehitystä. Mobiili robotti tarkoittaa liikkuvaa robottia, eli se ei ole sidottu toimipaikkaan. Hyötykäyttöön luettavat robotit eivät ole ainoastaan raskaita teollisuusrobotteja. Tämä tuo uusia mahdollisuuksia ja tarpeita mobiililaitteiden hyödyntämiseen niin työkäytössä kuin opetuksessa.

Teollisuusroboteilla on vielä erilliset ohjaimet, ja toiminnot kulkevat pääosin tietokoneen välityksellä. Mobiililaitteiden käyttö niiden parissa on vielä pääosin toissijaista, vaikka teknologian puolesta esimerkiksi teollisuusrobotin ohjaus sujuu mobiililaitteen liiketunnistimilla. Käytännössä teollisuusrobotin ja mobiililaitteen yhteiskäytölle löytyy kuitenkin vähän esimerkkejä. Myös sovellukset ovat raskaita ja pyörivät pääosin tietokoneympäristössä. Opetuksen kannalta kuitenkin mobiililaitteet tarjoavat paljon mahdollisuuksia, kuten sähköiset julkaisut, verkkoympäristöjen käyttö ja videomateriaalin käyttö. Itse automaatioympäristöt keskittyvät erillisiin ohjausyksiköihin muun muassa turvallisuuden takia (koneturvallisuuden standardi, 2009). Erillinen ympäristöjen virtualisointi opetuskäyttöön esimerkiksi pelillistämisen muodossa olisi taas työlästä. Virtualisointia tapahtuukin pääosin suunnittelutyön parantamisen kautta.

Mobiililaitteet korvaavat perinteisten tietokoneiden käyttöä, ja tämä on hyvä huomioida myös opetuksessa. Kuinka käytetään tätä kehitystä mahdollisimman paljon hyväksi opetuksessa, ja mahdollistetaan laajasti oppilaiden omien mobiililaitteiden hyödyntäminen. Vahvempi integraatio automaatioympäristöjen ja mobiililaitteiden välillä lisää mahdollisuuksia hyödyntää mobiililaitteita automaation ja robotiikan alueella. Samalla tuotantoautomaatio kehittyy enemmän mobiililaitteita hyödyntävään muotoon. Esimerkkejä mahdollisuuksista löytyy jo hyvin. Lisäksi kehitys on laajemminkin havaittavissa opetuksessa. Tästä esimerkkinä TAMK:n mobiiliope

projekti, jossa tarkoitus oli parantaa opettajien työkaluja mobiililaitteiden parempaan hyödyntämiseen opetuksessa (Mobiili-ope hanke).

Itse mobiilisovelluksen kehitys on verrattain työläs operaatio, varsinkin jos ajatellaan virtualisointia ja pelillistämistä. Samoin avoimen lähdekoodin ratkaisut vaativat hyvää ohjelmointiosaamista. Yksittäisille kursseille tällaisten käyttöönotto vaatisi hyvät suunnitelmat ja mahdollisimman valmiiden esimerkkien käytön. Suoraan käyttöönotettavia esimerkkejä, jotka toisivat heti huomattavia etuja opetukseen, ei suuremmin erottunut. Ala on kuitenkin hyvin kehittyvä. Tarjontaa ja kehitystä kannattaa pitää silmällä. Etenkin simuloinnin ja virtualisoinnin osalta järjestelmät kehittyvät tuotantoautomaation suhteen. Varmasti myös mobiililaitteita tullaan hyödyntämään enemmän. Lisätty todellisuus on yksi yleistyvä teknologia, joka tuo lisää mahdollisuuksia.

4.1 Mobiililaitteiden käytön kehitys

Opetusnäkökulmasta mobiililaitteiden käytön mahdollistaminen opetuksessa vaatii asian tiedostamista. Käytön mahdollistaminen tuo monia hyötyjä. Mobiililaitteiden käyttö on yleistynyt ja laitteiden mahdollistaminen hyötykäyttöön kuten oppimiseen luo edellytyksiä laajempialaiselle oppimiselle. Yhteenvetona käyttömahdollisuudet on jaoteltu osa-alueisiin seuraavissa kappaleissa.

4.1.1 Yleiset oppimisympäristöt

Sähköiset oppimisympäristöt ovat nykyaikaa. Ympäristöjen mahdollistamien toimintojen hyödyntäminen vaatii opintojaksokohtaisesti pohdintaa siitä, kuinka hyvin opintojakso seuraa oppimisympäristön suomia mahdollisuuksia. Mobiilituki oppimisympäristölle on yksi koulujen kehitystehtävä. Tampereen ammattikorkeakoululla on hyvin mobiilisovelluksia, ja oppimisympäristöt ovat käytettäviä mobiililaitteilla internetselaimen välityksellä. Kehitettävääkin vielä on lähinnä tietoisuuden ja käytön lisäämisen kautta.

Esimerkkeinä hyödyntämisestä palautettavia tehtäviä ja niiden aikatauluja voidaan seurata mobiilisovelluksen kautta. Nämä helpottavat opiskelijoiden aikataulusuunnittelua. Oppisisältö on monesti käytettävissä mobiililaitteille. Jopa

tehtävien ja dokumenttien teko ja palautus onnistuvat, vaikkakaan eivät kaikilta osin riippuen harjoituksen laajuudesta ja käytettävistä laitteista.

4.1.2 Mobiili oppimateriaali, yksilöllinen

Tällä sektorilla on huomattavasti enemmän hajontaa mobiililaitteiden hyödyntämisen mahdollisuuksista. Opetusmateriaalit kuten videot ovat pääosin hyvin käytettävissä. Samoin yleiset tiedostoformaattit. Pääosin materiaali on kuitenkin suunniteltu tietokonekäyttöön, ja mobiilituki syntyy koska mobiililaitteet tukevat samoja formaatteja. Käytettävyys mobiililaitteella muuttuu kuitenkin huomattavasti verrattaessa vaikkapa pdf- ja epub-formaatteja. Käytettävyyden kannalta olisikin hyvä olla suosituksia opetusmateriaalin teosta mobiililaitteiden käytettävyys huomioiden.

4.1.3 Mobiili oppimateriaali, yleinen

Kattavamman ja työläämmän oppimateriaalin kasaaminen vaatii enemmän panostusta kuin mitä opintojaksokohtaisesti voidaan tehdä. Tällaiseen toivoisi panostusta mobiilikäytettävyys huomioiden. Esimerkkejä yleisistä opetusaloista ovat standardit, sähkötekniikka, fysiikka ja hydraulikka. Sähköinen materiaali voisi nykyteknologialla olla interaktiivista ja motivoivaa sekä kaksisuuntaista, eli teoriaa sekä tehtäviä ja yksinkertaista simulointia. Esimerkkinä tällaisesta kehityksestä on MOOC (Massive Open Online Courses, 2017).

4.1.4 Opetettävien ympäristöjen mobiilituki

Automaatioteknologian ja robotiikan sovellutukset ovat pääosin tietokoneympäristössä käytettäviä. Kehitystä mobiililaitteille on kuitenkin tunnistettavissa. Virtualisoinnin ja simuloinnin kehityksen myötä lähitulevaisuudessa näkisin hyödyntämismahdollisuuksien parantuvan.

Opetuksen näkökulmasta käytön parantaminen vaatii lähinnä asian huomioimista ja esillenostamista ajoittain sekä tiedonhakuja käytettyjen oppimisympäristöjen alueelta mobiilikäyttöön liittyen. Monilla ohjelmistoilla on tiedostettu mobiililaitteiden kasvu ja pyrkimys hyödyntää mobiililaitteita. Nämä seikat mahdollistavat hyödyntämisen myös opetuksessa laajemmin.

4.2 Ohjelmistorobotiikkaa opetukseen

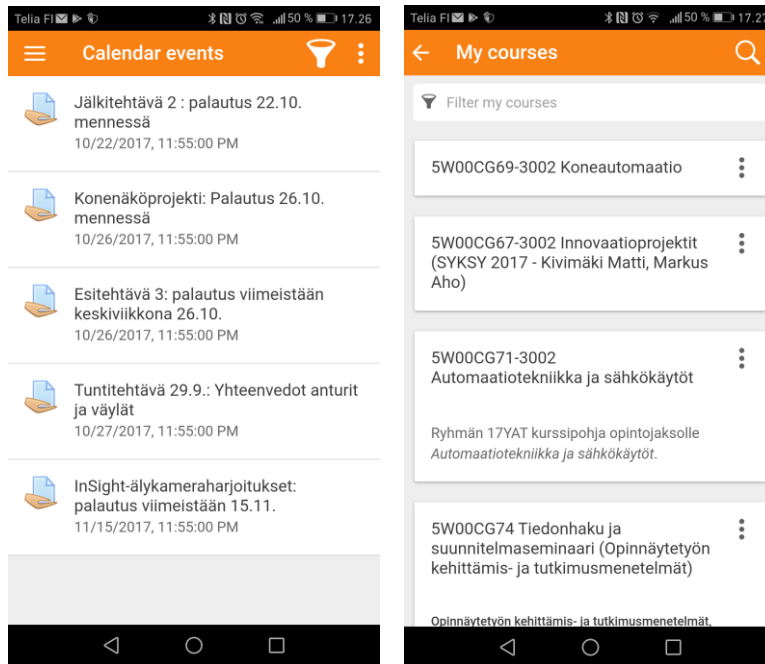
Robotiikalla viitataan perinteisesti roboteilla tehtävään työhön, missä on tarkoitus suorittaa fyysinen toimenpide konetyövoimalla automatisoidusti. Koska ohjelmistojen osuus kasvaa, on otettu käyttöön myös ohjelmistorobotiikka terminä (RPA, Robotic Process Automation. Introduction to robotic process automation, 2017). Opetuksessa tällä tarkoitetaan käytäntöä, jolla automatisoidaan esimerkiksi oppimisympäristössä suoritettavia toimenpiteitä ja integroidaan tietoa eri järjestelmien välillä. Yksilöllisissä opintopoluissa automatisointi on välttämätöntä. Perinteinen lukujärjestys on laadittu luokille opettajan toimesta. Yksilöllisessä opintopolussa oppilaalla on mahdollisuus kasata kokonaisuus entistä laajemmin omien mielenkiinnon kohteiden mukaan. Opettaja ei enää kykene muodostamaan kaikille yksilöllistä lukujärjestystä. Tässä tarvitaan ohjelmistorobotiikkaa, jolloin lukujärjestys voidaan muodostaa oppilaan valintoihin pohjautuen. Lisäksi tutkintoon vaadittavien opintojen määrää voidaan automaattisesti tarkastella valittujen opintojen pohjalta.

Yksinkertaistettuna ohjelmistorobotiikka on ohjelmistojen toiminnan automatisointia. Suuressa roolissa on integrointi eri järjestelmien välillä, missä tavoite on minimoida saman työn toistoa siirryttäessä eri järjestelmiin. Käytännön esimerkkinä opettaja haluaa, että kaikki oppilaat käyvät katsomassa tietyn opetusmateriaalin. Se tarkoittaisi, että opetusmateriaali on linkitetty oppimisympäristöön ja sinne saataisiin tieto kun oppilas on käynyt tutustumassa materiaaliin. Näin oppimisympäristölle voidaan kerätä seurantaa opintosuorituksista automaattisesti. Mikäli opetusmateriaalin ja oppimisympäristön välillä ei ole linkitystä, suorituksen tarkastus hoidetaan usein manuaalisesti, mikä vie erikseen aikaa. Prosessin näkökulmasta haetaan siis optimistista tapaa suorittaa toimenpiteet niin, että asioita ei tarvitse toistaa useissa ympäristöissä.

Monet asiat nousevat esiin vasta kun kokonaisuuteen perehdytään. Etenkin eri järjestelmien väliset toiminnot vaativat monesti huomiointia ja yhteistyötä. Tässä voisi nostaa esiin myös mobiiliohjelmistojen käytön ja tietokoneohjelmistojen käytön eroavaisuudet. Onko opetussisällön suunnittelussa otettu huomioon molemmat käyttömahdollisuudet? Opetuksen sisältö luodaan pääosin tietokoneella, eli se on yleensä paremmin testattu käyttötapa. Vaikka oppimisympäristöt tukevat mobiilikäyttöä, sen käyttö voi olla hankalaa, ellei käytön mahdollisuutta tietoisesti pidetä mukana lähtien aina

oppimisympäristöjen luonnista, missä mobiilituki voidaan järjestelmien vertailussa nostaa vaikuttavaksi ja arvioitavaksi tekijäksi.

Prosessien kehityksessä voidaan lähteä liikkeelle käyttötapauksien luonnista. Luodaan prosessi sekä opettajan että oppilaan näkökulmasta. Opettaja luo kurssin sekä siihen liittyen harjoitustehtäviä. Oppilas näkee kurssin sisällön mobiilisovelluksella. Ja palautettavat tehtävät palautuspäivämäärineen:



KUVA 8. Moodle mobile

Kuvassa 8 näkyy Moodle mobiilisovelluksen ominaisuuksia: kalenteri ja kurssinäkömä. Ne luovat mahdollisuuden päästä opintomateriaaliin mobiililaitteella myös kodin ja koulun ulkopuolella.

4.3 AR hyödyntäminen oppimisympäristöillä

Yksi mobiililaitteiden hyödyntämismahdollisuuksia on VR (Virtual Reality) eli virtuaalinen todellisuus ja AR (augmented reality) eli lisätty todellisuus. Myös 360 asteen video on yksi uusista teknologioista. Tästä esimerkkinä TAMK oli mukana kuvaamassa elokuussa 2017 avajaisjuhlakonsertin, joka järjestettiin Tampere-talossa (Suuri avajaisjuhlakonsertti). Kuvaus tehtiin käyttäen 360 asteen videota. Vastaavaa teknologiaa hyödyntäen voidaan tarkastella tuotantoympäristöä tai fyysistä oppimisympäristöä ja näin hyödyntää mobiililaitteita oppimisympäristön seurannassa. Toiminnallisuus onnistuu

pelkällä mobiililaitteella, mutta on parhaimmillaan virtuaalilaseilla, mikä voi olla älypuhelin kevyellä lisälaitteella.

Yksi TAMK:n kanssa yhteistyössä kehitetty oppimisympäristö on FMS (Fastems, flexible manufacturing solution). Fyysinen ympäristö on virtualisoitu ja näin käytettävissä myös opetukseen tietokoneen kautta. Tällaiseen ympäristöön voitaisiin lisätä 360 asteen kuvaa todellisesta ympäristöstä ja hyödyntää mobiililaitteita ympäristön havainnoinnissa. Samoin virtuaalinen ympäristö on mahdollista kehittää käytettäväksi mobiililaitteilla.

4.4 Suositukset ja käytäntöön soveltaminen

Hyödyntämisen tarpeesta pidän riittävänä tietoutta mobiililaitteiden yleistymisestä. Tämä oli tuotu esiin myös tilastokeskuksen tiedoista (Tilastokeskus, Kannettavien laitteiden käyttö) kannettavaa nettiä koskien. Pääpaino tutkimuksessa keskittyi siten olemassa oleviin mahdollisuuksiin, joita tällä hetkellä on tarjonnan kautta nähtävissä. Pohdinnassa jaottelin kokonaisuutta osiin:

- Yleiset oppimisympäristöt
- Mobiili oppimateriaali, yksilöllinen
- Mobiili oppimateriaali, yleinen
- Opetettavien ympäristöjen mobiilituki

4.4.1 Esimerkkisovellukset, suosio Google Play tilastoin

Esimerkkisovellukset on valittu kuvaamaan mahdollisuuksia. Taulukossa 1 on sovellusten käyttöindikaattoreita (17.11.2017):

TAULUKKO 1: Google Play tilasto

Sovellus	Ladattu (yli x1000)	Käyttäjien arvio	Kehittäjä
Industrial Robotics 3D	100	4,1 / 5	Jasques Robier
Automate	1000	4,5 / 5	LlamaLab
DrawExpress Diagram Lite	100	3,3 / 5	DrawExpress Inc
Robotics Engineering	50	4,5 / 5	Softecks
Matlab Mobile	500	3,8 / 5	The MathWorks Inc
Moodle Mobile	1000	3,4 / 5	Moodle Pty Ltd

Nämä tilastot eivät välttämättä anna luotettavaa kuvaa, mutta ne antavat alustavaa indikaatiota käytön laajuudesta sekä käyttäjien mielipiteistä sovellusta kohtaan.

4.4.2 Mobiililaitteiden hyödyntämisen osa-alueet

Yksi tärkeimmistä seikoista mielestäni on selkeyttää alueita, joilla mobiililaitteiden käyttöä voidaan hyödyntää opetuksessa. Työn aikana olen luonut jaottelua seuraavista osa-alueista:

- Koulun yleisen oppimisympäristön käytettävyys mobiililaitteilla
 - o Käytettävyys opiskelijan yleisten tietojen osalta (kurssit, kurssisisältö, tehtäväkalenteri, lukujärjestys)
- Oman tuotetun sisällön käytettävyys mobiililaitteilla
 - o Suositellut ohjelmistot oman sisällön tuottamiseen
 - o Suositellut tiedostoformaatit mobiilikäytettävyyden kannalta
- Saatavissa olevan opetusmateriaalin mobiilikäytettävyys
 - o Sähkösen materiaalin ja kirjojen osalta
 - o Digitaalisen opetusmateriaalin osalta
- Hankittavien oppimisympäristöjen mobiilituki
 - o Laitteiden ja ohjelmistojen mobiilituki
 - o Materiaalin käytettävyys mobiililaitteilla
 - o Mobiililaitteiden käyttö osana ympäristöä (mukaan lukien AR)
- Yleisten kommunikointisovellusten ja tiedotuskanavien hyödyntäminen
 - o Kommunikointi ryhmissä
 - o Tiedostojen jako, pilvipalvelujen mobiilikäytettävyys
 - o Opinnoista ja opiskelusta tiedottaminen (tiedon tavoitettavuus ja reaaliaikaisuus esimerkiksi luokkahuoneen muuttuessa)

Automaatioon liittyen pohdinnassa oli esillä ohjelmistorobotiikka, jota käyttämällä voidaan parantaa käytettävyyttä ja parantaa tiedon kulkua. Se nousee tärkeäksi kun koulut yhdistyvät ja opintojen suoritus vapautuu. Tällöin tiedon automaattisen kulun merkitys eri järjestelmien välillä korostuu. Se liittyy läheisesti myös mobiililaitteiden kasvavaan käyttöön ja hyötyyn. Ajasta ja paikasta riippumaton pääsy tietoon ja suoritusten teko korostuvat. Älypuhelin on usein reaaliaikaisin tapa jakaa ja saada tietoa. Ohjelmistorobotiikka on prosessi näiden kanavien kehittämiseen.

Jaottelu avaa näkökulman myös haasteeseen. Yhteisiä vaatimuksia ja ohjeita on hankala asettaa. Esimerkiksi sisällön tuottamiseen mobiililaitteille on harvoin yleistä ohjetta. Mobiiliopiskelusta on myös huonoja kokemuksia, kun laitteita on otettu käyttöön ilman tarkkaa kuvaa käytettävästä sisällöstä. Käytettävyys lisää käyttöä, mutta itse sisällön tärkeys säilyy samoin kuin käytettäessä oppikirjoja. Sähköisen sisällön vaatimuksissa harvoin on eritelty mobiilikäyttöä, eli sähköisen sisällön koetaan olevan riittävä, mikäli se on käytettävissä tietokoneelta. Aihe ei ole helppo määrittellä (EContent) eikä käytettävyydelle löydy selkeitä perusteita vaikka yleisesti sitä onkin määritelty (ISO 9241-11: Guidance on Usability). Standardin varmentaminen vaatii käytettävyyden todentamista ja käyttötapausten määrittelyn. Tällaisesta en löytänyt olemassa olevaa tutkimusta mobiiliopetuksen osalta. Oman laitteen käyttö opetuksessa on pääosin vapaaehtoista ja kokeiluluonteista, mikä voi olla syynä useisiin epäonnistumisiin mobiiliopetuksen saralla, kun ei ole hyväksytyjä sovellutuksia, vaan käytetään tarjolla olevaa valikoimaa. Lisäksi soveltuvuus arvioidaan vasta käytössä, mikä vääjäämättä tuo myös huonoja kokemuksia mobiililaitteiden käytöstä opetuksessa.

5 MOBIILILAITTEIDEN KÄYTTÖNOTTO ROBOTIIKAN OPISKELUSSA

Teollisuusrobotiikan fyysiset ympäristöt pitävät sisällään tarkat laatuksiteerit. Ohjelmistokehitys suoraan loppuympäristöön vaatisi kehitysympäristön käyttöönottoa. Rajapinnat mahdollistavat monitoroinnin mutta myös robotin ohjauksen. Suora liittyminen mobiililaitteella robottisoluun ei ole suositeltavaa ilman tarkkaa määrittelyä. Selkein lähtökohta on valmistajakohtaisen ohjelmiston, ohjemateriaalin ja yleisen robotiikkaa koskevan materiaalin hyödyntäminen. Teollisuusrobottien ohjelmointi on keskittynyt valmistajakohtaisiin ratkaisuihin, jotka sisältyvät itse ympäristöihin. PC pohjaisia simulointiohjelmia, kuten ABB Robot Studio, jo löytyy. Tämä tilanne oli työn jaottelussa mobiililaitteiden hyödyntämistä koskien opetusympäristön mobiilituki, eli tarkastellaan kuinka valmistajan tarjoamat ratkaisut tukevat mobiililaitteita. Suoraa ratkaisua ei löytynyt, mutta valmistaja tarjoaa kuitenkin ohjelmistorajapinnat myös omien ratkaisuiden käyttöönottoon.

ROS esimerkkinä tarjoaa mahdollisuuden useiden robottien ohjaamiseen. Opetuskäytössä teollisuusrobotin integroiminen ROS yhteyteen ei kuitenkaan ole suositeltavaa. Vastaavasti ympäristö soveltuu paremmin esimerkiksi palvelurobottien ohjaamiseen ja demonstrointiin. Tällaisissa ympäristöissä on mahdollista luoda kehitysympäristö, joka sisältää mobiililaitteilla suoritettavaa toiminnallisuutta kun virheellisyydestä ei aiheudu suurempia riskejä. Ympäristö on suunnattu ohjelmistonkehitykseen, eli suoranaisesti koneteknologiaan en näe käyttöönotosta suurempia etuja. Pääosin kehitysympäristöjä robotiikan alueella käytetään teknologiademoihin, joissa esimerkiksi hyödynnetään älypuhelimien antureita (kuten liikesensoria ja kameraa). Matkapuhelimen sensoreista ja niiden toiminnasta oli työssä esitelty automate sovellus sekä Matlab mobile, joilla voidaan tarkkailla ja analysoida älypuhelimien sensorien dataa. Näin voidaan esimerkiksi muodostaa malli älypuhelimien liikesensorien tarkkuudesta suhteessa tarpeeseen.

Turun AMK hyödyntää kevyempiä robotteja, kevyimpänä ehkä Lego-robotti (Robotit ja insinööriopiskelijat helpottavat erilaisissa arjen askareissa). Tällaisten ympäristöjen kanssa mobiililaitteiden hyödyntäminen on huolettomampaa. Lego-robotista löytyy esimerkki, missä älypuhelimien kameraa käytetään konenäköä kun Lego-robotilla ratkaistaan rubicin kuutio automaattisesti. Nämä olivat esillä jo aiemmin ja toimivat hyvin uusien innovaatioiden parissa.

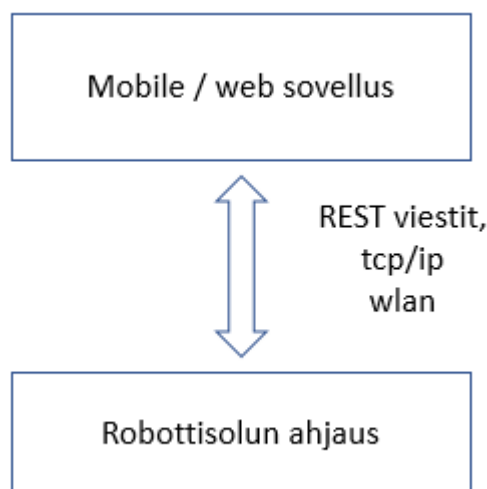
5.1 Valmistajakohtainen kehitys, ABB, web services

ABB Robot studio tuo kehitystyökalut omaan kehitystyöhön (Robot Studio Developer Center). Robotin dataan pääsy hoituu esimerkiksi web services rajapinnan kautta (Robot Web Services). RESTClient luonti on yleisesti dokumentoitu esimerkiksi Google Code sivustolla (Google RESTClient). Tällä kommunikointi robotin kanssa onnistuu suoraviivaisilla web komendoilla. Komendoille voi rakentaa käyttöliittymän, minkä kautta tietoa on helppo vaihtaa robotin ja päätelaitteen välityksellä.

Opetuskäytössä ympäristön käyttöönotto mahdollistaisi viestinnän havainnointia netin kautta robotille. Lisäksi rajapinta avaa robotin käyttämää tietorakennetta. Rajapintaa voi käyttää myös datan monitorointiin ja analysointiin. Päätelaite voi olla kevyt, esimerkiksi älypuhelin. Tämä teknologia ei myöskään vaadi raskaampaa ohjelmistokehitysympäristöä. Se vaatii kuitenkin RESTClient ohjelmoinnin sisäistämisen, minkä jälkeen on mahdollista suunnitella kevyt käyttöliittymä sisältäen kommunikoinnin robottisolun kanssa.

5.2 Minimaalinen mobiiliapplikaatio robottisolulle

Yksinkertaisin mobiiliapplikaatio robotin ohjaukseen saavutetaan tcp-ip kautta langattomalla yhteydellä (kuvio 1). Toimenpide avaa kuitenkin robotin ohjauksen langattoman verkon välityksellä, eli tietoturva ja turvallisuus on otettava huomioon. Vastaavaa on käytetty lähinnä demoamistarkoituksissa.



KUVIO 1. Yksinkertaistettu arkkitehtuuri

Vastaava on toteutettu android applikaationa, missä käytettiin kattavampaa viestintärajapintaa (Remote Monitoring and Control of Industrial Robot based on Android Device and Wi-Fi Communication). Tämä antaa kuvaa mahdollisesta käyttöliittymästä missä mobiililaitetta voi käyttää yksinkertaisena ohjaimena robotille. Kehitys mahdollistaa pohjan laajemmalle ohjelmistokehitykselle, mikäli sellainen mielletään tarpeena.

Alemman tason ohjelmoinnissa olisi suositeltavaa yhteistyö ohjelmistoteknologian koulutuksen kanssa, missä kartoitetaan ohjelmistokehityksestä tarvittava pohjatieto tukemaan työtä robotiikan parissa.

5.3 ABB Robot studio, developer

Kun opetusympäristö on jo olemassa, sitä kannattaa hyödyntää. ABB developer center tarjoaa SDK:t Robot studion kehittämiseen ja myös robotin ohjausnäytön kehitykseen. Mobiililaitteen hyödyt, joita tässä työssä on esitelty, perustuvat pääosin opetustilan ulkopuolella tapahtuvaan itseopiskeluun. Siinä hyötyä tulisi, mikäli esimerkiksi Robot studion kaltainen simulointisovellus olisi toiminnassa mobiililaitteella. Konetekniikan opetuksessa laajempien ohjelmistokehitystyökalujen käyttö voi olla haastavaa. Pääpaino on enemmän itse Robot studion käytössä sekä robotin ohjelmoinnissa tarvittaviin tehtäviin. Tähän paras tapa on käyttää suoraan valmistajan tarjoamia työkaluja.

ABB:n tarjoamat kehitysympäristöt keskittyvät suoraan tarvittavien toimintojen ohjelmointiin, ja niiden avulla robottisolu ympäristöä voidaan kehittää tehtävään sopivaksi. Robotin kontrollien ohjelmoinnin jälkeen valmistajan kehitysympäristöt ovat luontevasti seuraava taso halutessa enemmän mahdollisuuksia kustomointiin. Seuraavat tasot siirtyvät jo ohjelmistokehityksen osa-alueelle, missä tarkoitus on esimerkiksi kehittää omaa ohjelmistoa robotin ohjaukseen tai robottisolun toiminnan monitorointiin.

Opetukseen laajempi ohjelmointiosaaminen tuo etuja syvemmän osaamisen kehittämiseen. Se luo myös näkyvyyttä robottiympäristön muokattavuudesta. Samalla se avaa hankalia käsitteitä. Ohjelmointia on monessa tasossa. Ylin taso on robotin ohjelmointi siihen valmiilla yksiköllä. Toinen syvempi taso on itse ohjaimen ohjelmointi, missä muokataan robotin ohjelmointiin tarkoitettua ympäristöä. Siitä syvällisempi taso

on integrointi, missä data liikkuu robottisolun ja ulkopuolisen ohjelman välillä, kuten kommunikointina RESTClient rajapinnan kautta.

5.4 Opetusmateriaalin hyödyntäminen mobiililaitteilla

Työssä käytiin läpi käytettävää opetusmateriaalia mobiililaitteille (Luku 2.3.1). Esimerkiksi käyttöohjeiden käyttö mobiililaitteella fyysisessä ympäristössä voi tuoda etuja työskentelyyn. Käytännössä ensimmäinen vaihe on olemassa olevan materiaalin käytettävyydestä mobiililaitteilla. Tämä onnistuu esimerkiksi koulun sähköisen oppimisympäristön välityksellä tai tiedostojakona. Käytettävyyttä voidaan parantaa selventämällä mobiililaitteella hyvän käytettävyyden omaavat tiedostomuodot ja niiden lukusovellukset (Luku 2.7.1). Esimerkeissä esiteltiin aiheeseen sovelluksia ja tiedostoformaatti (Luku 2.7.1) sekä kehitysympäristö oman materiaalin luontiin (Luku 2.7.2).

5.5 Opetusympäristön dokumentointi mobiililaitteella

Myös opetustilanteiden ja harjoitusten dokumentoinnissa voidaan hyödyntää videokuvausta mobiililaitteilla. Tällöin fyysisessä tilassa tapahtunutta opetustapahtumaa voidaan tarkastella jälkepäin luokkahuoneessa tai itseopiskeluna. Vaihtoehtoisesti etukäteen kuvattua tilannetta voidaan hyödyntää alustuksessa ennen tulevaa opetustapahtumaa fyysisessä opetustilassa. Tämä mahdollistaa laajentamisen aina 360 asteen livekuvaan saakka. Tästä oli työssä mainittu (Luku 4.3) teatteritapahtuman 360 taltiointi. Teknologia mahdollistaa jo osittain virtuaalisen läsnäolon fyysisessä opetustilassa. Näin myös teoriaopetuksessa voidaan hyödyntää enemmän fyysistä oppimisympäristöä, eli fyysisessä opetustilassa kuvattua materiaalia voidaan näyttää luokkatilassa.

5.6 Mobiiliteknologioihin liittyvä opintokokonaisuus

Tässä työssä ei lähdetty tarkentamaan yksittäisten sovellusten käyttöä opetuskäytössä. Yksittäiset sovellukset ovat enemmänkin opetusta tukevia. Tarjontaa on kuitenkin runsaasti, ja kokonaisuudesta saisi robotiikan opintoja tukevan mobiiliteknologiakokonaisuuden, jossa sisältö saadaan tukemaan nykyisiä robotiikan

opintoja. Tämä toisi samalla lisähuomiota mobiiliteknologioihin laajemminkin robotiikan opetuksessa sekä oppimisympäristöjen kehityksessä.

Kosketusnäyttö on yksi keskeinen osa mobiiliteknologiaa. Tässä työssä esitetyt sovellukset hyödyntävät monipuolisesti kosketusnäytön ominaisuuksia. Näiden tiedostaminen hyödyntää innovointia kosketusnäyttöjen hyödyntämisestä, mitä käytetään laajasti automaatioteknologiassa sekä robotiikassa. Myös tämä puoltaa sitä seikkaa, että mobiiliteknologiat tukevat robotiikan kehitystä, vaikka suoranaisesti ei lähdetäkään käyttämään mobiililaitteita itse robottisolu ympäristöillä.

6 LOPPUPOHDINTA

Mobiililaitteiden hyödyntäminen opetuksessa on haasteellista. Suorat pyrkimykset voivat helposti epäonnistua. Usein ongelma johtuu siitä, että yritetään suurta muutosta ilman kattavaa suunnitelmaa, eikä ole selvää tavoitetta, kuinka mobiililaitteita käytetään kokonaisuudessaan opetukseen nähden. Lisäksi omien laitteiden hyödyntäminen opetuksessa on vapaaehtoista. Siten sen huomioiminen opetuksessa ei ole välttämättä korkealla prioriteetilla. Tässä työssä ongelmaan pureuduttiin hakemalla useita näkökulmia hyödyntämisen mahdollisuuksiin.

Teollisuusrobotin kanssa järkevä mobiililaitteen hyödyntäminen tulisi kyseeseen esimerkiksi monitorointia ajatellen. Siihen työssä esitettiin alustavasti RESTClient rajapintaa. Työn suunnittelu lähtisi kuitenkin liikkeelle tarpeen suunnittelusta, eli mobiililaitteen käyttöliittymän hahmottamisesta halutulle datalle. Tämän jälkeen rajapinnan suunnittelussa täytyisi huomioida myös tietoturva ja turvallisuus. Sellainen työ sijoittuisi enemmän ohjelmistopuolen työksi. Koneteknologiaa ajatellen ei löytynyt suoraan apua mobiililaitteen hyödyntämiseen robottisolun opetusympäristölle. Työssä haettiin myös opetusta edistäviä esimerkkejä, joissa mobiililaitteita voidaan hyödyntää robotiikan opetuksessa.

Sähköisiä kirjoja on tarjolla, mistä oli esimerkkejä työssä. Samoin oman materiaalin luonti sähköiseksi kirjaksi on mahdollista kohtalaisella työmäärällä. Matlab mobile oli esimerkkinä mobiililaitteiden antureiden analysoinnissa. Suoraan suositeltavia mobiilisovelluksia ei löytynyt, vaan esimerkein mahdollisuudet käytiin läpi. Samoin esiteltiin kanavat, joissa mahdollisuudet on hyvä huomioida, esimerkkinä valmistajan oppimisympäristöjen mobiilituki. Monet yritykset panostavat tuotekehitykseen mobiililaittealueelle, eli tarjonnan seuraaminen ja siitä keskustelu valmistajien kanssa on hyvä kanava kuulla uusista mahdollisuuksista. Kehitys tapahtuu ohjelmistonkehitysprojekteina, mikä puoltaa ohjelmistokehityksen prosessien hyödyntämistä myös koneteknologian puolella.

Kehitystyössä kevyempien robottiympäristöjen kanssa löytyy suoraan mobiililaitetukea. Esimerkkinä keveimpänä jo mainittu Lego robots. Niille on hankala nähdä suoraan käyttöä koneteknologiassa, mutta sisällöllisesti ne mahdollistavat osaamisen kehittämistä robotiikan ja mobiililaitteiden alueella. Mobiili robotti (liikkuva robotti) mahdollistaa

myös hyötyjä mobiilisovelluksille, kuten robotin seuranta ja sisätilapaikannus. Käytännössä nämä vaativat uusien oppimisympäristöjen analysointia koneteknologian alueelle. Uusia oppimisympäristöjä voidaan arvioida työssä esitellysti huomioiden myös mobiililaitetuki ja valmistajan aktiivisuus uusien teknologioiden hyödyntämisessä.

Työssä ei tarkemmin analysoitu mobiilisovelluksia koneteknologian alueella. Esimerkiksi robottihitsauksen alueella en löytänyt esimerkkejä uusien teknologioiden hyödyntämisestä. Tätä tukee Flexible automated robotic welding (joustava automaattinen robottihitsaus), jossa kerrotaan, että hitsausrobotit muodostavat neljäsoosan kaikista teollisuusroboteilla tehtävistä töistä. Silti niiden automaatio ei ole hyvällä tasolla. (MARWIN – Results in Brief). Tämä kuvaa sitä, että kehitys teollisuusroboteilla on ollut niukkaa, mikä varmasti on syynä myös mobiililaitteiden uupumiseen teollisuusrobotiikan kehitysalueella. Valmiita käyttöön otettavia ratkaisuja en alueella löytänyt. Kehityksen ja automaation myötä mahdollisuuksia mobiililaitteiden hyödyntämiseen tulee paremmin esiin.

Tutkimuksen tuloksena on eroteltavissa kaksi asiaa. Tällä hetkellä robottisoluympäristöt ovat rajattuja ympäristöjä, joihin ei laajemmin kuulu mobiililaitteet. Ohjelmointi sujuu tarkoitukseen varta vasten suunnitelluilla laitteilla. Tämä ympäristö muodostaa opetuskäytössä oppimisympäristön. Ympäristöt sisältävät kuitenkin rajapintoja, joiden välityksellä esimerkiksi mobiililaitteille voidaan kehittää tukevia sovelluksia. Toisena seikkana on robotiikan kehitys mobiililaitteiden alueelle. Tälle alueelle työssä löydettiin hyvin esimerkkejä. Kehitysympäristönä ROS tarjoaa mahdollisuudet yhdistää robottisolun ja mobiililaitteen käyttöä. Itse tuotekehitys siirtyy tässä enemmän ohjelmistoteknologian puolelle, joten suoraa käyttöönottoa konetekniikan opetukseen ei voi vielä suositella. Samoin kevyemmät robottiympäristöt erkanevat teollisuusrobottiympäristöistä. Ne mahdollistaisivat suoremmin mobiililaitteiden sisällyttämisen robotiikan oppimisympäristölle.

LÄHTEET

Adobe Creative SDK. Luettu 20.7.2017. <https://creativesdk.adobe.com>

ADT, android development tools. Luettu 20.7.2017. <https://developer.android.com/index.html>

Automate Android sovellus. Luettu 30.11.2017. <http://llamalab.com/automate/>

Controller design for industrial robots and machine tools, Fusaomi Nagata and Keigo Watanabe, ISBN 978-0-85709-462-9, 2013

DrawExpress, Luettu 11.11.2017. <http://www.drawexpress.com/>

Easy robot simulator. Luettu 30.10.2017. <http://easyrobotsimulator.com>

EContent. Luettu 10.11.2017.
<http://www.econtentmag.com/Articles/Resources/Defining-EContent/What-is-Mobile-Content-83544.htm>

Fastems flexible manufacturing solution. Luettu 30.11.2017.
<https://www.fastems.com/flexible-manufacturing-system-one-fms-one/>

GNU Octave. 30.11.2017. <https://www.gnu.org/software/octave/>

Google books, Introduction to Robotics. Luettu 11.12.2017.
https://books.google.fi/books/about/Introduction_to_Robotics.html?id=2V4aGvIGt7IC&redir_esc=y

Google RESTClient. Luettu 5.12.2017. <https://code.google.com/archive/p/rest-client/>

Industrial Robotics 3D Android sovellus. Haettu 30.11.2017.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=robotic.industrial&hl=en>

Introduction to robotic process automation, Institute for robotic process automation. Haettu 30.11.2017. <http://irpaai.com/wp-content/uploads/2015/05/Robotic-Process-Automation-June2015.pdf>

ISO 9241-11: Guidance on Usability (1998)

Kuka on Netti, Tero Moisio. Luettu 15.11.2017.
<https://www.smashwords.com/books/view/665788>

MARWIN – Results in Brief. Luettu 11.12.2017 http://cordis.europa.eu/result/rcn/147149_en.html

Massive Open Online Cources. Luettu 30.11.2017 <http://mooc.org/>

Mobiili-ope hanke. Luettu 10.11.2017.
<http://www.tamk.fi/projektit?RepoProject=K3110-15017>

Remote Monitoring and Control of Industrial Robot based on Android Device and Wi-Fi Communication. Luettu 5.12.2017.
<https://hrcaak.srce.hr/file/226854>

Robot Web Services. Luettu 5.12.2017. http://developercenter.robotstudio.com/web-service/api_reference

Robot Studio Developer Center. Luettu 5.12.2017.
<http://developercenter.robotstudio.com/>

Robotit ja insinööriopiskelijat helpottavat erilaisissa arjen askareissa. Luettu 12.1.2018.
<https://www.turkuamk.fi/fi/ajankohtaista/487/robotit-ja-insinööriopiskelijat-helpottavat-erilaisissa-arjen-askareissa/>

ROS industrial wiki. Luettu 6.6.2017. <http://wiki.ros.org/Industrial>

ROS android wiki. Luettu 6.6.2017.
<http://wiki.ros.org/ApplicationsPlatform/Clients/Android>

Scilab Xcos. Luettu 30.11.2017. <https://www.scilab.org/>

SFS-EN 894-3 + A1 Koneturvallisuus. merkinantolaitteiden ja ohjaimien suunnittelun ergonomiset vaatimukset. Osa 3: Ohjaimet, 2009

SFC-EN 60 447 Ohjausperiaatteet ihmisen ja koneen välisestä rajapinnasta

Software for Automation: Architecture, Integration, and Security. ISA (The Instrumentation, Systems and Automation Society). ISBN 1-55617-898-0. 2005.

Suuri avajaisjuhlakonsertti. Luettu 30.11.2017.
<https://www.youtube.com/watch?v=K5tW00CikH8>

TAMK laboratoriot. Luettu 29.11.2017. <http://www.tamk.fi/web/tamk/laitteisto-laboratoriot>

Tilastokeskus, Kannettavien laitteiden käyttö. Luettu 18.10.2017.
http://tilastokeskus.fi/til/sutivi/2015/13/sutivi_2015_13_2016-12-14_tau_003_fi.html

Tutkittua tietoa oppimisympäristöistä, Opetushallitus. Haettu 10.11.2017.
http://www03.edu.fi/aineistot/oppimisymparistot/tutkittua_tietoa_oppimisymparistoista_VERKKO.pdf

Verkkovirta. Luettu 29.11.2017. <http://www.amkverkkovirta.fi/>

Visual Studio 2017 Product Family System Requirements. Luettu 12.1.2018
<https://www.visualstudio.com/en-us/productinfo/vs2017-system-requirements-vs>

Welding Robots. Technology, System Issues and Applications. J. Norberto Pires, Altino Loureiro, Gunnar Bolmsjö. ISBN-10: 1-85233-953-5. 2006.

Älypuhelimien ja tablettien hyödyntäminen opetuksessa, kysely opettajille. Luettu 17.11.2017.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfmc7CkYrxQIDQBVQd7pj2QQ9nDg5I71c5TEuHRWBuaUXscVw/viewform?usp=sf_link

Liite 1. Kyselytutkimus opettajille mobiililaitteista

Vastaaja:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KA
Minnulla on työkaluja ja osaamista mobiililaitteiden hyödyntämiseen opetuksessa	2	5	2	3	4	4	5	3	5	3,67 1=Heikosti, 5>Kattavasti
Olen saanut koulutusta mobiiliopetukseen	2	4	1	3	3	2	5	3	2	2,78 1=En, 5>Kattavasti, säännöllisesti
Oppilailla on laitteet mobiiliopetuksen hyödyntämiseen	3	4	1	5	3	4	5	3	5	3,67 1=Harvalla/ei, 5=kaikilla
Käytetyssä oppimisympäristössä on mahdollisuudet mobiililaitteiden hyödyntämiseen	3	2	3	4	4	4	5	2	5	3,56 1=Huonosti, 5=Kattavasti
Koulun järjestelmät tukee oman opetusmateriaalin luontia mobiililaitteille	2	4	1	3	4	2	5	2	2	2,78 1=Heikosti, 5=Hyvin
Näen oppilaiden hyödyntävän mobiililaitteita opetettavaan asiaan liittyen	3	1	1	3	2	4	5	3	5	3 1=Harvoin, 5=Usein
Näen oppilaiden hyödyntävän mobiililaitteita yleisesti opiskeluun liittyen	2	3	1	3	2	3	5	2	5	2,89 1=Harvoin, 5=Usein
Opettavasta alasta on digitaalista materiaalia (E-kirjat jne) mitä voi hyödyntää käytettävästi mobiililaitteilla	3	4	4	2	2	2	5	3	5	3,33 1=Niukasti, 5=Kattavasti
Käytän tehtävä missä suoritukset ja palautukset on mahdollista tehdä mobiililaitteella	2	3	1	3	2	3	4	3	4	2,78 1=En, 5=Kyllä
Koen että omalle alueelle ei ole mobiiliopetusta tukevaa materiaalia ja sovelluksia	2	1	2	2	2	2	4	2	1	2 1=Eni mieltä, 5=Samana mieltä
Käytän pelejä osana opetusta	1	1	1	2	2	5	5	2	2	2,33 1=En, 5=Säännöllisesti
Mobiililaitteiden käyttö häiritsee ja monimutkaistaa opetusta	2	3	3	1	3	5	1	2	1	2,33 1=Eni mieltä, 5=Samana mieltä
Oppilaiden omien mobiililaitteiden hyödyntäminen eriarvoistaa opiskelijoita	3	4	1	4	4	4	3	2	1	2,89 1=Eni mieltä, 5=Samana mieltä
Mobiililaitte on riittävä harjoitustyön tekemiseen	2	2	1	2	4	2	3	2	2	2 1=Harvoin, 5=Pääsääntöisesti
Haluaisin enemmän tukea mobiiliopetuksen hyödyntämiseen	2	2	3	4	5	4	1	3	2	2,89 1=En, 5=Kyllä
Sidosryhmät (yritykset, laitetarjoajat) hyödyntävät mobiilisovelluksia tarjonmassaan	2	4	1	3	1	3	4	2	4	2,67 1=Eni mukaan, 5=Kattavasti
Mobiililaitteet kuuluu olennaisena osana opetettavaan alueeseen	2	3	1	1	3	4	3	2	4	2,56 1=Eni tarvetta, 5=Välttämätön
Tämä kysely on tehty älypuhelimella. Kyselyn aihepiiri on tärkeä nykypäivän opetuksessa	3	5	4	4	5	5	4	4	4	4,22 1=Eni mieltä, 5=Samana mieltä