

Tommi Hietala

HTML5-KÄÄNTÖTYÖKALUJEN VERTAILU JA TESTAUS

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Luonnontieteiden ala
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Syksy 2012



Koulutusala Luonnontieteiden ala	Koulutusohjelma Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Tekijä(t) Tomi Hietala	
Työn nimi HTML5-Kääntötyökalujen vertailu ja testaus	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Peliohjelmointi	Ohjaaja(t) Matti Härkönen Toimeksiantaja Jari Haverinen
Aika Syksy 2012	Sivumäärä ja liitteet 27
<p>Opinnäytetyössä tuotettiin selvitys HTML5-pohjan kääntämisestä mobiililaitteille. Työssä kerättiin tietoa ohjelmista, jotka sopisivat parhaiten toimeksiantajan vaatimuksiin. Työ tehtiin toimeksiantona Kajaani Game Studiosille. Toimeksiantaja on aiemmin kehittänyt HTML5-pohjaisia pelejä, jotka on käännetty eri mobiilialustoille PhoneGap-työkalun avulla.</p> <p>Opinnäytetyö keskittyi työkaluihin, joiden avulla voi tehdä käännökset Android-, iOS- ja Windows Phone - mobiilikäyttöjärjestelmiin. Työkaluja vertaillaessa kiinnitettiin huomiota niiden ominaisuuksiin ja hintaan. Vertailun jälkeen työkaluista valittiin kaksi eri hintaluokista, joilla suoritettiin tarkempaa arviota ja käyttöliittymän testausta.</p> <p>Työkalujen avulla on tarkoitus päästä käsiksi JavaScript-koodin kautta älypuhelinlaitteiden ominaisuuksiin. Vertailtavilta ohjelmilta vaaditaan pääsyä eri ohjelmointirajapintoihin, kuten esimerkiksi kiihtyvyyssanturiin ja sijaintiin, koska Kajaani Game Studios on käyttänyt näitä aiemmissa peleissään. Toimeksiantaja on myös toivonut, että huomiota kiinnitettäisiin ansaintamalleihin. Tämä tarkoittaa lähinnä mahdollisuutta toteuttaa pelin sisäisiä maksuominaisuuksia työkalun avulla.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	HTML5, Mobiilipelit, Android, iOS, Windows Phone
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Business	Degree Programme Business Information Technology
Author(s) Tomi Hietala	
Title Comparison and Testing of HTML5 Building tools	
Optional Professional Studies Game Programming	Instructor(s) Matti Härkönen
	Commissioned by Jari Haverinen
Date Fall 2012	Total Number of Pages and Appendices 27
<p>This thesis deals with building a HTML5 code base to multiple mobile platforms. In this work information that would enhance this process was gathered. The work was commissioned by Kajaani Game Studios. The client has previously developed HTML5 based games which have been built on various mobile platforms using the PhoneGap tool.</p> <p>The thesis focused on the tools that enable you to build applications for Android, iOS and Windows Phone mobile operating systems. Special attention was centered on the price and features of those tools. After comparing the tools two were selected from different price categories and a much more detailed estimate was made upon those two regarding the UI and flexibility.</p> <p>The tools are meant to give access to device features through the JavaScript programming language. These programs must give access to certain JavaScript APIs, such as accelerometer and geolocation, because Kajaani Game Studios has used these in their previous games. The client has also requested that attention was paid on revenue models. This primarily refers to the possibility to arrange in-app payments with the tools.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	HTML5, Mobile Games, Android, iOS, Windows Phone
Deposited at	<input type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TAUSTAN ESITTELY	3
2.1 Älypuhelimet	3
2.1.1 iOS	4
2.1.2 Android	4
2.1.3 Windows Phone	5
2.2 HTML5 –pelinkehitys	6
2.3 Natiivi-, Web- ja Hybridi-sovellukset	6
3 TYÖKALUJEN VERTAILU	8
3.1 Vertailtavat työkalut	8
3.2 Valintakriteerit	8
3.3 Tietoa työkaluista	9
3.3.1 PhoneGap	9
3.3.2 appMobi	10
3.3.3 Marmalade	11
3.3.4 MoSync	11
3.3.5 Application Craft	13
3.3.6 FeedHenry	14
3.4 Työkalujen vertailu ja valitseminen	15
4 TYÖKALUJEN TESTAUS	17
4.1 appMobi	17
4.1.1 appHub	17
4.1.2 appMobi XDK	18
4.2 Marmalade	19
4.3 Arviointia	20
5 POHDINTA	21
LÄHTEET	23

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on löytää kustannustehokas ja toimiva tapa mobiilipelien kääntämiseen useille laitealustoille. Työssä vertaillaan erilaisia työkaluja, joiden avulla voidaan kääntää HTML5-koodipohja useille mobiilialustoille. Näistä valitaan potentiaalisimmat työkalut, joista soveltuvimmilla tehdään mahdollisuuksien mukaan testikäännökset eri alustoille. Tämän työn toimeksiantajana on Jari Haverinen Kajaani Game Studiosilta.

Työkalujen valitsemisessa otetaan myös huomioon aiempien Kajaani Game Studiosin pelien toteutustavat. Kajaani Game Studios on aiemmin kehittänyt pelejä, jotka hyödyntävät PhoneGap-työkalua. PhoneGapin avulla voidaan käyttää älypuhelisten laiteominaisuuksia JavaScript-kutsuilla. Toimeksiantaja on hyödyntänyt tätä aiemmin esimerkiksi käyttämällä peleissään laitteen sijaintia tai kiihtyvyyssanturia.

Empirian toteutuksessa vertaillaan ja testataan työkaluja ja käännetään mahdollisuuksien mukaan peli useille alustoille. Tärkeimmät mobiilialustat ovat Applen iOS, Microsoftin Windows Phone ja Googlen Android. Toimeksiantaja mainitsi myös, että kääntömahdollisuus Facebook-peliksi olisi hyvä lisä, mutta se ei ole pakollista. Kajaani Game Studios toivoi myös, että huomiota kiinnitettäisiin maksuominaisuuksien toteuttamiseen. Tällä tarkoitetaan lähinnä pelin sisäisten maksuominaisuuksien toteuttamista.

Vertailuvaiheessa vertaillaan työkaluja, jotka voisivat soveltua tehtävään. Ohjelmista kerätään tietoa valmistajien kotisivujen kautta. Tieto kerätään niin, että sen avulla ohjelmia voidaan vertailla keskenään. Lopuksi työkalut pyritään laittamaan paremmuusjärjestykseen toimeksiantajan vaatimusten mukaisesti. Vertailluista työkaluista valitaan kaksi potentiaalista ehdokasta, joille suoritetaan tarkempi testaus.

Testausvaiheessa valitut työkalut asennetaan tietokoneelle ja niiden käytettävyyttä arvioidaan tarkemmin. Tämän vaiheen aikana kuvataan ohjelman mahdollista asennus- tai käyttöönottoprosessia ja kerrotaan kuinka päästään lopputulokseen eli toimeksiantajan toimittaman pelin käyttöön puhelimesta. Ohjelmista annetaan myös yleiskuva käytettävyydestä ja niiden avulla käännetään Kajaani Game Studiosin toimittama peliprojekti.

Työkalut pyritään valitsemaan toimeksiantajan näkökulmasta. Pidän kuitenkin mahdollisena, että toimeksiantaja haluaa valita toisen ohjelman, kuin ne kaksi, joita tässä työssä testataan.

Siinäkin tapauksessa uskon, että toimeksiantajalla on saanut työkaluista hyvät pohjatiedot opinnäytetyön vertailuvaiheessa. Niiden pitäisi helpottaa valintaa, sillä näistä pohjatiedoista olen tässä opinnäytetyössä omatkin valintani tehnyt.

2 TAUSTAN ESITTELY

Opinnäytetyössä vertaillaan työkaluja, jotka pystyvät kääntämään HTML5-koodin mobiilialustoille. Työkaluohjelmilla on pystyttävä julkaisemaan peli kolmelle toimeksiantajan toivomalle mobiilialustalle. Samalla työkalun on mahdollistettava pääsy JavaScript-ohjelmointirajapintojen kautta laitteen perusominaisuuksiin, kuten esimerkiksi kiihtyvyyssanturiin tai GPS-sijaintiin.

2.1 Älypuhelimet



Kuvio 1. Älypuhelimia (Älypuhelimet kuva, 2012)

Älypuhelimet ovat puhelimia, jotka tarjoavat tavallisia puhelimia kehittyneempiä ominaisuuksia. Ne sisältävät käyttöjärjestelmän, joka tarjoaa sovelluskehittäjille standartoidun kehitysalustan. Tämä opinnäytetyö keskittyy Android-, iOS- ja Windows Phone älypuhelinikäyttöjärjestelmiin. (Phonescoop 2012.)

2.1.1 iOS

iOS on Applen kehittämä mobiilikäyttöjärjestelmä. Vuoden 2012 ensimmäisellä kvartaalilla 23% älypuhelimista sisälsi iOS –käyttöliittymän. Kirjoitushetkellä kolmannella kvartaalilla iOS-markkinaosuus oli laskenut 15%-yksikköön. Kesäkuussa 2012 Applen App Storessa oli enemmän kuin 650 000 sovellusta. (IDC 2012; Apple 2012; Ledfrog 2012.)



Kuvio 2. iOS-käyttöjärjestelmän kotinäyttö (iOS-kuva, 2012)

Pelejä iOS-käyttöjärjestelmään kehitetään käyttämällä Applen iOS-kehitysympäristöä. Kehittämiseen voidaan käyttää Objective-C, C ja C++-kieltä. Jos kehittäjä haluaa testata sovellustaan fyysisellä laitteella tai julkaista sen Applen App Storessa, kehittäjän on liityttävä iOS Developer Program –ohjelmaan, joka maksaa 99 dollaria/vuosi. (Apple b 2012.)

2.1.2 Android

Android on Open Handset Alliancen ja Googlen kehittämä mobiilikäyttöjärjestelmä. Android on avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä, jolla on suurin markkinaosuus älypuhelimissa. 2012 ensimmäisellä kvartaalilla 59% toimitetuista älypuhelimista sisälsi

Android –käyttöliittymän. Kolmannella kvartaalilla Android on saavuttanut 75%:n markkinaosuuden. (Android a 2012; IDC 2012; Ledfrog 2012.)



Kuvio 3. Android-käyttöjärjestelmän kotinäyttö (Android-kuva, 2011)

Android pelien kehitys tehdään Android Developer Tools –liitännäisellä, joka toimii Eclipsessä. Kehitys tapahtuu Java, XML, C tai C++-kielillä. Saatavilla on myös virheenetsintätyökalut ja emulaattori, jolla voi testata miten itse kehitetty sovellus toimisi laitteella ilman fyysistä laitetta. Android Developer –työkalut ovat ilmaisia, mutta sovelluksen julkaisutunnusten rekisteröiminen Google Play –sovelluskaupassa maksaa 25 dollaria. (Android b 2012; Android c 2012.)

2.1.3 Windows Phone

Windows Phone on microsoftin kehittämä mobiilikäyttöjärjestelmä. Sen markkinaosuus on tällä hetkellä marginaalinen verrattuna iOS- ja Android-käyttöjärjestelmiin, mutta sille odotetaan ainakin hidasta kasvua suurempiin lukuihin. Vuoden 2012 kolmannella kvartaalilla sen markkinaosuus oli 2%. (IDC 2012; Ledfrog 2012.)



Kuvio 4. Windows Phone –käyttöjärjestelmän kotinäyttö (Windows Phone –kuva, 2012)

Pelinkitys Windows Phonelle onnistuu Windows Phone Developer –työkalujen avulla, joka sisältää Microsoftin Visual Studio –ohjelman. Pielien kehittäminen on mahdollista esimerkiksi C#-, XML-, C- ja C++-kielillä. (Knowyourmobile 2012.)

2.2 HTML5 –pelinkitys

HTML5 on uusin versio World Wide Web:in kuvauskielestä. HTML5 kuvauskielellä voidaan tuottaa reaaliaikaista grafiikkaa <canvas> -elementillä, joka soveltuu pelien kehittämiseen. <canvas> -elementti mahdollistaa pelikehityksen javascript-ohjelmointirajapintojen kautta ilman erillisiä liitännäisiä, kuten Adobe Flash:ia tai Microsoft Silverlight:ia. (W3 2012; Seidelin 2011, 10; W3schools 2012; Brighthub 2010.)

2.3 Natiivi-, Web- ja Hybridi-sovellukset

Normaalisti sovelluksia kehitetään eri mobiilialustoille niiden valmistajien tarjoamilla työkaluilla. Nämä ovat natiiveja sovelluksia ja niillä voidaan hyödyntää puhelimen kaikkia valmistajan tarjoamia ominaisuuksia. Esimerkiksi iOS käyttöjärjestelmään voidaan kehittää

natiivi sovellus Applen tarjoamalla xCode-kehitysympäristöllä. (MobiThinking 2012; Icenium 2012.)

Web-sovellus eroaa natiivista siinä, että se toimii mobiililaitteen selaimessa ja ladataan serveriltä. Web-sovelluksia kehitetään normaalisti HTML- ja JavaScript-kielillä. Niissä koko ohjelma tai osa siitä voidaan ladata internetistä jokaisella käynnistyskerralla. (MobiThinking 2012; Icenium 2012, ApplicationCraft c 2012.)

Hybridi-sovellukset ovat samankaltaisia kuin natiivit sovellukset, mutta ne kehitetään HTML5-, JavaScript-, ja CSS-ohjelmointikielillä. Hybridi-sovellukset suoritetaan natiivissa säiliössä ja ne käyttävät laitteen selaimen moottoria kuvantaakseen HTML-koodin ja prosessoidakseen JavaScript-koodin paikallisesti. Tämä mahdollistaa laitteen ominaisuuksien käytön JavaScript-ohjelmointirajapintojen kautta ja koko näyttötilan. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi kiihtyvyyssanturi, kamera tai paikallinen tallennustila. (Icenium 2012.)

3 TYÖKALUJEN VERTAILU

Työkalujen vertailussa kootaan tietoa työkaluista. Tieto harvoin on muusta lähteestä kuin kyseinen työkalun valmistajan sivuilta. Tämä asettaa tiedon jokseenkin alttiiksi epäilyksille, sillä pääosin tieto on mainospuhetta. Näiden tietojen perustella kuitenkin valitaan varsinaiseen testivaiheeseen pääsevät työkalut ja niiden määrä.

3.1 Vertailtavat työkalut

Olen koonnut alustavan listan työkaluista hakemalla tietoa internetistä ja toimeksiantajan tarjoamien tietojen mukaan. Tieto on saatu pääasiassa kyseisten valmistajien kotisivuilta. Jokainen työkalu tarjoaa mahdollisuuden HTML5-kehitykseen ja kääntämisen natiiviksi sovellukseksi useille eri alustoille.

- PhoneGap
- Appmobi
- Marmalade
- MoSync
- Application Craft
- FeedHenry

3.2 Valintakriteerit

Pääosin työkaluihin kohdistuvat vaatimukset ovat toiminnallisia asiakasvaatimuksia, koska pohjimmiltaan toimeksiantaja tarvitsee vain ohjelmiston, joka kääntää koodipohjan eri mobiilialustoille. Työkalujen on tarjottava mahdollisuus HTML5-kehitykseen. Pääasiassa tähän riittää, että työkalulla voi kehittää vapaamuotoisia sovelluksia. Kajaani Game Studion

pelit ovat yksinkertaisia eli työkalujen ei tarvitse esimerkiksi tukea monimutkaista 3D-pelien kehitystä. Pelit on pystyttävä kääntämään natiiveiksi sovelluksiksi Android-, iOS- ja Windows Phone –mobiilikäyttöjärjestelmiin. Jos mikään yksittäinen työkalu ei tarjoa kääntämistä kolmelle edellä mainituille alustalle, eikä pärjää tyydyttävästi muilla osa-alueilla, on pohdittava mahdollisuutta kahden työkalun yhtäaikaiseen käyttöön. (Haikala 2011, 62.)

Pääpaino arvioinnissa on toiminnallisilla vaatimuksilla, mutta jos vertailu on tasaista niin arvioinnissa keskitytään myös laadullisiin vaatimuksiin kuten tehokkuuteen ja helppokäyttöisyyteen. Työkalun mahdollinen hinta tai maksulliset ominaisuudet vaikuttavat arvioon. Vertailussa menestyy työkalu, joka tarjoaa eniten ominaisuuksia ilmaiseksi tai kilpailukykyiseen hintaan. Ominaisuuksista toimeksiantaja toivoi, että vertailussa otettaisiin huomioon myös mahdollisuus mobiilimaksujen toteuttamiseen työkalun avulla.

3.3 Tietoa työkaluista

3.3.1 PhoneGap

PhoneGap on ilmainen avoimen lähdekoodin työkalu, jonka on kehittänyt Adoben ostama Nitobi Software. Sen JavaScript-ohjelmointirajapintojen kautta pääsee käsiksi seitsemän eri mobiilialustan laiteominaisuuksiin. PhoneGap-kehitystyökalua on ladattu yli miljoona kertaa ja sitä käyttää yli 400 000 sovelluskehittäjää. Sen avulla voidaan kääntää HTML5-, Javascript- ja CSS-kielillä toteutettu ohjelma mobiilialustoille. PhoneGapin nimi on muuttunut Apache Cordovaksi, mutta monessa yhteydessä sitä kutsutaan vielä PhoneGapiksi. (PhoneGap a 2012; PhoneGap e 2012; Adobe 2012; PhoneGap k 2012.)

PhoneGap tarjoaa useita ohjelmointirajapintoja eri käyttöjärjestelmille. Kolmelle tärkeimmälle alustalle on saatavilla seuraavat rajapinnat: kiihtyvyysanturi, kamera, kompassi, yhteystiedot, tiedosto, sijainti, media, verkko, ilmoitukset ja tallennustila. Näitä natiiveja toiminnallisuuksia voidaan käyttää JavaScript-kutsuilla. (PhoneGap b 2012; PhoneGap c 2012.)

PhoneGap on asetettava erikseen toimimaan jokaisen halutun julkaisualustan kanssa. Esimerkiksi Android-kehitystä varten on ladattava Eclipse, Android SDK ja ADT Plugin eli normaalit Android-kehitystyökalut. iOS-kehitystä varten tarvitaan esimerkiksi Applen Xcode

ja tietokone, jossa on Mac OS X Lion –käyttöjärjestelmä. Windows Phone kehitys vaatii Visual Studiota ja Windows Phone SDK –kehitystyökalua. Tällainen kehittäminen mahdollistaa esimerkiksi emulaattorin käytön ja virheidenetsinnän. (PhoneGap h 2012; PhoneGap i 2012; PhoneGap j 2012.)

PhoneGap Build mahdollistaa HTML5-pohjan kääntämisen eri alustoille ilman natiiveja kehitysympäristöjä ja virheidenetsinnän. Tämä ominaisuus on maksullinen, jos kehitettävä sovellus ei pohjautu avoimen lähdekoodiin tai sovelluksen kehitykseen ei kutsuta mukaan muita kehittäjiä tai testaajia. Kuitenkin yksi käännös on maksuton, mutta 9,99 \$ kuukausihinnalla voi tehdä 25 käännöstä. (PhoneGap f 2012; PhoneGap g 2012.)

Useat sovelluskehittäjät ovat hyödyntäneet PhoneGap:n tarjoamia toiminnallisuuksia, koska PhoneGap on avoimen lähdekoodin työkalu. Esimerkiksi IBM Worklight-, appMobi- ja Icenium-työkalujen kehityksessä on käytetty PhoneGapia. (PhoneGap d 2012.)

3.3.2 appMobi

appMobi mahdollistaa HTML5-pohjaisen koodin kääntämisen useisiin sovelluskauppoihin Google Play- ja Apple App Storen lisäksi. Näitä ovat Amazon App Store, Mozilla App Store, Facebook App Center ja Google Chrome Store. Sovelluksen voi myös kääntää erikseen Windows Phone 8 –alustalle appMobi-sivustolta löytyvien video-oppaiden avulla. (appMobi a 2012; appMobi b 2012.)

appMobin käyttö on lähtökohtaisesti ilmaista, mutta siitä on myös tarjolla maksullisia versioita ja palveluita. appMobi XDK-kehitystyökalun perus versiolla voi luoda ja kääntää sovelluksia ilmaiseksi. Myös virheenetsintätyökalut ja emulaattori ovat ilmaisia. JavaScript-rajapintojen kautta pääsee käsiksi GPS-, kiihtyvyyssanturi-, kamera-, kosketusele- ja värinä-laitteominaisuuksiin. Tarjolla on myös PhoneGap XDK ja erityisesti pelinkehitykseen tarkoitettu Impact XDK. (appMobi c 2012; appMobi d 2012.)

appMobi tarjoaa sovelluksen sisäisiä maksuominaisuuksia, alustariippumattomia ilmoituksia, tilastoja ja sovelluksen sisäisiä päivityksiä pilvipalvelujensa kautta. Pilvipalvelut ovat ilmaisia 10 000:een aktiiviseen kuukausittaiseen käyttäjään asti. Jokaisesta yli menevästä käyttäjästä peritään 0,10 \$. Hinta ei voi kuitenkaan olla enempää kuin mitä sovellus tuottaa. (appMobi f 2012; appMobi e 2012.)

3.3.3 Marmalade

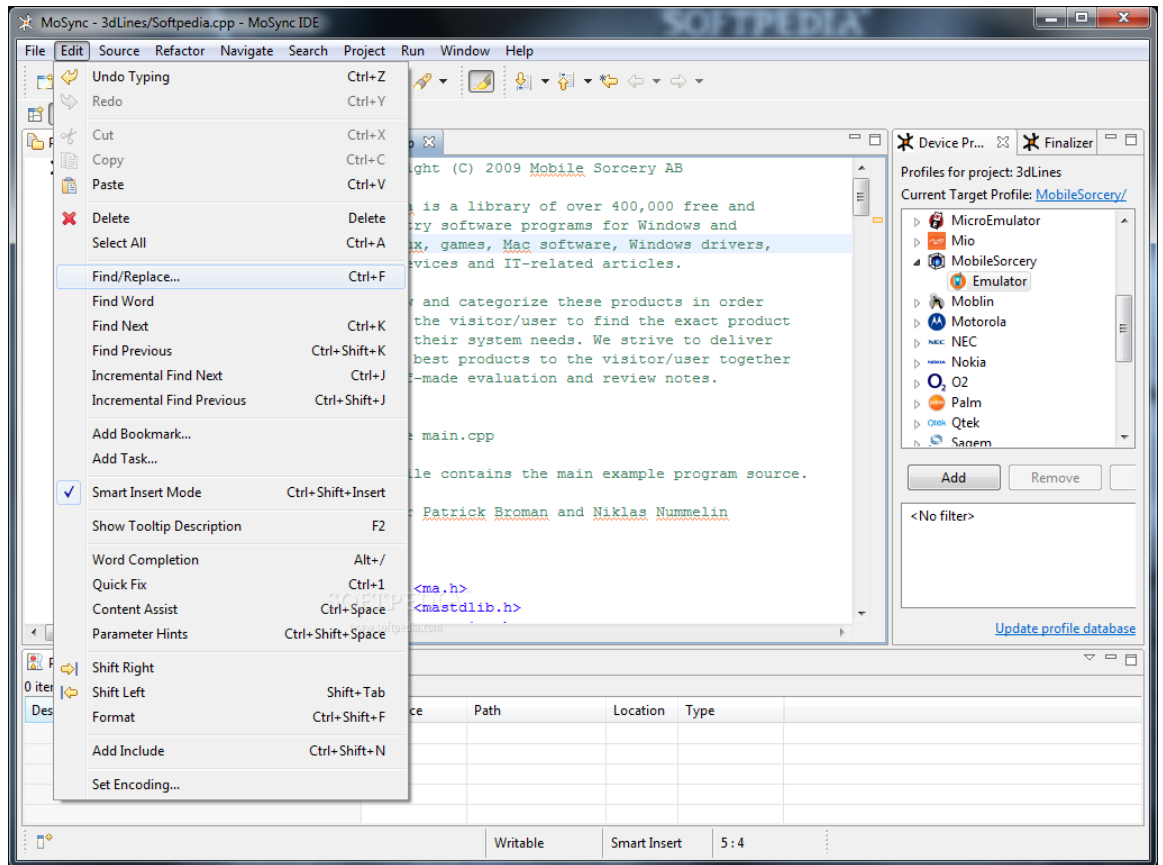
Marmalade SDK on työkalu, jonka avulla voi kehittää natiiveja sovelluksia C-, C++-, HTML5-, CSS3- ja JavaScript-kielillä. Se tukee kääntämistä natiiviksi iOS-, Android-, BlackBerry-, bada-, Windows työpöytä -, Mac OS- ja LG Smart TV –sovelluksiksi. Windows Phone 8 -tuki saadaan valmiiksi vuoden 2013 alkupuolella. (Marmalade a 2012; Marmalade b 2012; Marmalade c 2012.)

Marmalade tukee PhoneGap:in standardi ohjelmointirajapintoja iOS- ja Android-alustoille. Tähän ei tarvita erikseen molempien alustojen natiiveja kehitysympäristöjä, vaan käännökset voidaan tehdä kokonaan Marmalade-kehitysympäristön avulla. Kehitysympäristössä on tuki virheenetsinnälle ja eri laitteiden emulaattoreille. Marmalade tukee myös sovelluksen sisäisiä maksuja iOS-, ja Android-käyttöjärjestelmille IwGame-pelimoottorin kautta.(Marmalade e 2012; Marmalade f 2012; Marmalade g 2012; IwGame 2012.)

Marmalade SDK ei ole ilmainen työkalu. Sen hinta määräytyy ammattimaisuuden perusteella. Harrastelijoille hinta on 149 \$ ja pienyrityksille 499 \$. Hinnat koskevat yhtä paikkaa yhden vuoden ajan. Vakiintuneet ammattikehittäjät joutuvat kysymään hintaa erikseen. Jos yrityksen liikevaihto on alle 500 000 \$ niin se voi vapaasti valita haluamansa lisenssin. Muutoin on käytettävä ammattimaista lisenssiä. Harrastelijalisenssissä kehitettyyn sovellukseen laitetaan Marmaladen oma Splash-aloituskuva. (Marmalade d 2012; Marmalade h 2012.)

3.3.4 MoSync

MoSync on MoSync AB:n kehittämä tuotevalikoima, johon kuuluu kaksi sovelluksenkehitysohjelmaa. Näitä ovat MoSync SDK ja MoSync Reload. Molemmat työkalut ovat saatavilla Windows- ja Mac OS X –käyttöjärjestelmille, sekä lisäksi MoSync Reload on saatavilla Linux-käyttöjärjestelmään. MoSyncin JavaScript-ohjelmointirajapinta tukee mediaa ja yhteystietoja lukuunottamatta PhoneGapin rajapintojen lisäksi sensori managerointia, natiiveja käyttöliittymän osia ja push-ilmoituksia. (MoSync d 2012; MoSync e 2012; MoSync f 2012; MoSync h 2012.)



Kuvio 5. MoSync-kehitysympäristö (MoSync-kuva, 2012)

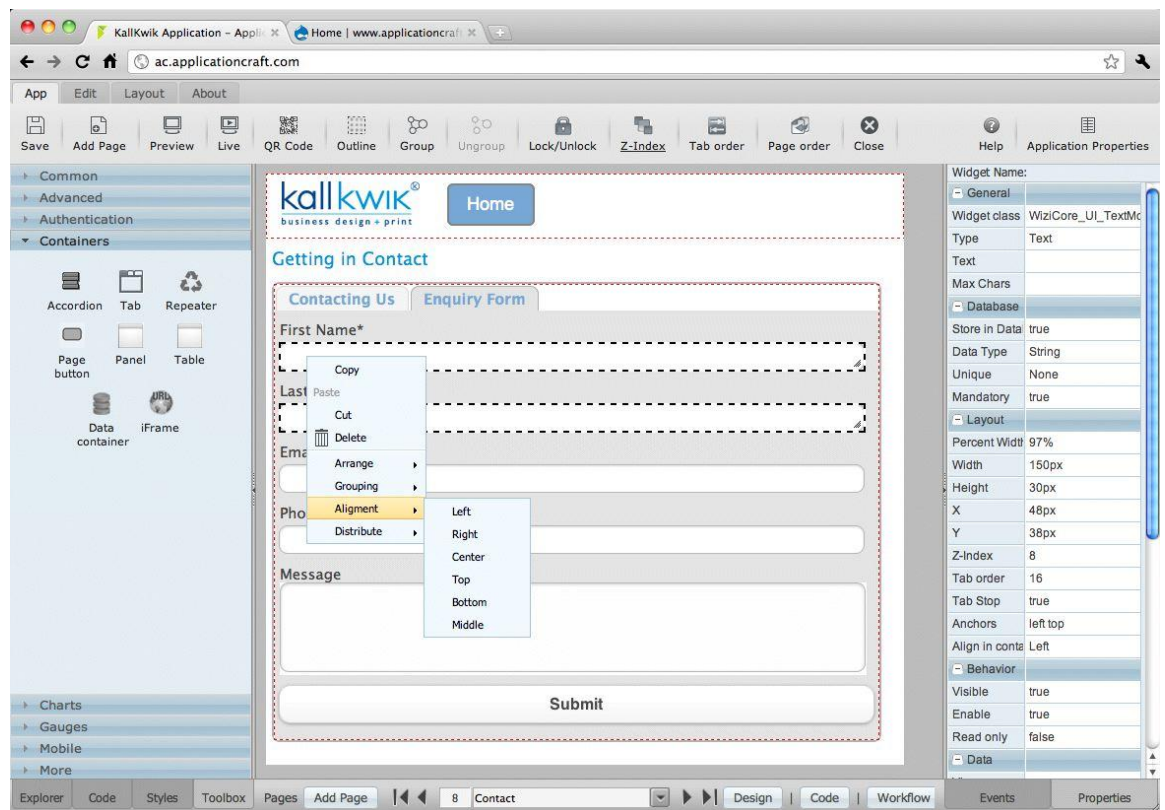
MoSync SDK on avoimen lähdekoodin työkalu, jolla voi kehittää sovelluksia HTML5/JavaScript- ja C/C++-kielillä. Se tukee koodin kääntämistä natiiviksi sovellukseksi yhdeksälle eri mobiilialustalle, joita ovat Android, BlackBerry, iOS, Java ME MIDP, Moblin, Symbian, Windows Mobile ja Windows Phone. Sovelluksen sisäiset maksuominaisuudet on toteutettava C++/C-ohjelmointirajapintojen kautta (MoSync a 2012; Mosync c 2012; MoSync j 2012.)

MoSync Reload on kohdennettu työkalu HTML5/JavaScript –kehittämiseen ja se tukee vain Android-, iOS- ja Windows Phone –käyttöjärjestelmiä. MoSync Reloadissa on tuki virheidenetsinnälle, emulaattorille ja nopealle laitetestaukselle. Kun sovellus on valmis, se voidaan kääntää MoSync SDK:in avulla kolmeen haluttuun sovelluskauppaan. (MoSync b 2012; MoSync g 2012.)

MoSync SDK:in ja MoSync Reloadin käyttö on ilmaista, jos oman sovelluksen lähdekoodi julkaistaan kaikkien saataville tai toimitetaan kaikille halukkaille. Jos sovelluksen lähdekoodista ei haluta julkista, on vaihtoehtona maksullisen lisenssin käyttöönotto. Maksullinen lisenssi maksaa 199 € vuodessa yhtäyöntekijää kohden. (MoSync i 2012.)

3.3.5 Application Craft

Application Craft on pilvessä toimiva työkalu, jolla voi kehittää sovelluksia HTML5-, JavaScript-, ja CSS-kielillä. Siinä on PhoneGap sisään rakennettuna ja se tukee kääntämistä natiiviksi sovellukseksi iOS-, Android- ja pian myös Windows Phone -alustoille. Application Craftissa on toteutettuna emulaattori eri mobiilialustoille ja virheenetsintätyökalut. (ApplicationCraft a 2012; ApplicationCraft b 2012.)



Kuvio 6. Application Craft-kehitysympäristö (ApplicationCraft –kuva, 2012)

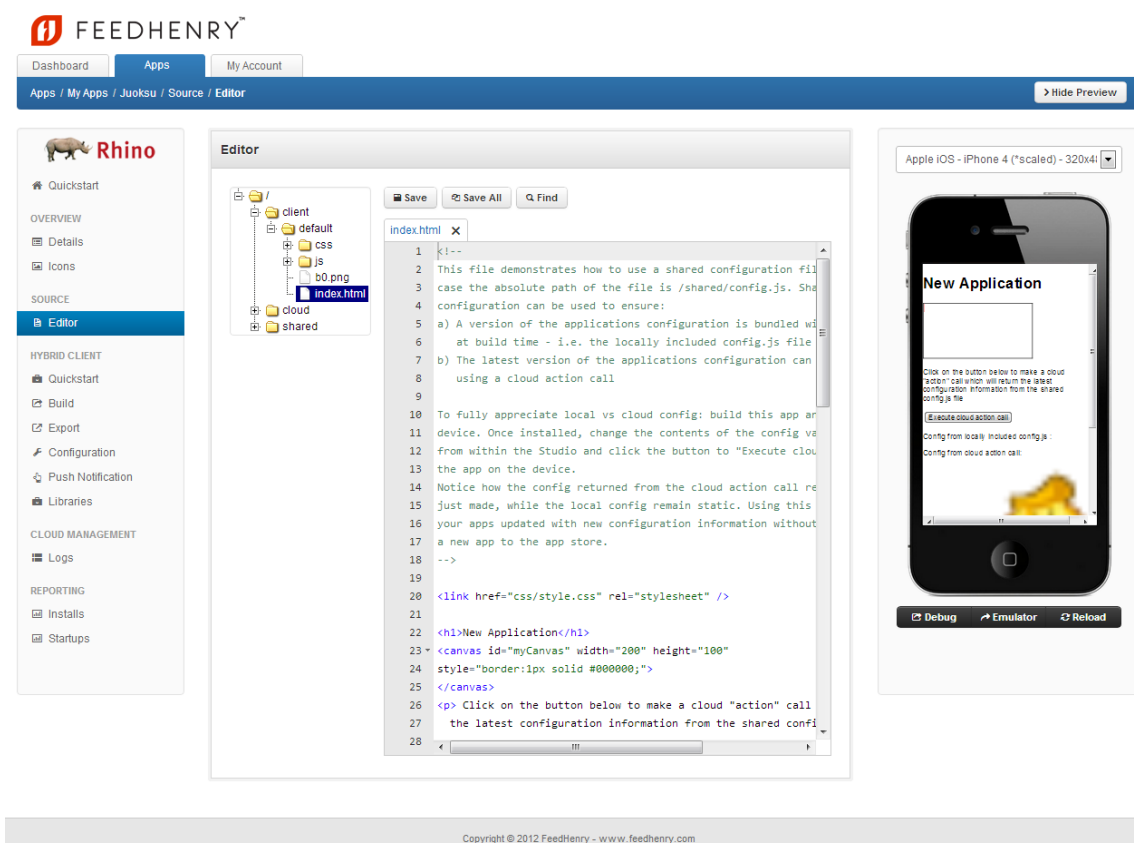
Application Craft tarjoaa ilmaista kokeilu versiota 14:stä päiväksi. Normaali versio työkalusta maksaa 14 \$ kuukaudessa tai vaihtoehtoisesti 140 \$ vuodessa. Kokeilu versiossa omaa koodia ei voi ladata pilvestä, jos haluaa kääntää sen itse PhoneGap Build –ohjelman avulla. (ApplicationCraft d 2012; ApplicationCraft f 2012.)

Application Craft tukee PhoneGapin ohjelmointirajapintojen lisäksi pääsyä yhteydentarkistukseen, laitetietoihin, puhelun soittamiseen, sähköpostin lähetykseen ja tekstiviestin lähetykseen. Myös monia muita rajapintoja on saatavilla, esimerkiksi kartan käyttöön tarjotaan useita pürto-ominaisuuksia tai sijaintimerkin asetuksia. Sovelluksen sisäisiä maksuominaisuuksia tarjotaan Android- ja iOS-käyttöjärjestelmiin Zoon yhteistyökumppanin

kautta, joten niiden yhteensopivuus sovelluskauppojen käyttöehtojen kanssa on kyseenalaista. (ApplicationCraft c 2012; ApplicationCraft e 2012; Zooz a 2012; Zooz b 2012; Arstechnica 2012.)

3.3.6 FeedHenry

FeedHenry-pilvityökalun avulla voi kehittää sovelluksia HTML5-, JavaScript- ja CSS3-kielillä iOS-, Android-, BlackBerry- ja Windows Phone 7 -alustoille. Se mahdollistaa virheiden etsinnän ja emulaattorin käytön. Ilmaisversiossa on 2 GB tallennustilaa ja 50 000 rajapintapyyntöä, kun taas premium versiossa tilaa on 5 GB ja pyyntöjä miljoona. Premium version hinta on 199 \$ kuukaudessa. FeedHenryä pitäisi voida käyttää ilmaiseksi, jos ei ole tarvetta oman koodin lataamiseen pilvestä. Asiakastuen mukaan ilmaisten kehitettävien sovellusten määrään voi tulla muutoksia, vaikkei sitä ole vielä suunnitelmassa. (FeedHenry a 2012; FeedHenry b 2012; FeedHenry c 2012; FeedHenry f 2012.)



Kuvio 7. FeedHenry-pilvityökalun ruutukaappaus

FeedHenry tarjoaa kattavasti erilaisia JavaScript-ohjelmointirajapintoja. Näitä ovat esimerkiksi kiihtyvyyssanturi, äänet, kamera, yhteystiedot, tiedosto, paikannus, kartansisällytys, sähköposti- ja viestitoiminnot, kompassi, värinä ja ilmoitukset. App Store –julkaisuoppaassa mainitaan myös sovelluksen sisäisten maksujen asettamisesta. (FeedHenry d 2012; FeedHenry e 2012.)

3.4 Työkalujen vertailu ja valitseminen

Työkaluja valitessa iso joukko karsiutui pois Windows Phone tuen puuttumisen takia. Osaan valituistakin työkaluista tuki on vasta tulossa tai sille tarjotaan vaihtoehtoista kääntämismetodia, kuten esimerkiksi appMobissa. Valituista ohjelmista PhoneGap, FeedHenry ja MoSync tukevat kääntämistä Windows Phone –alustalle tällä hetkellä. Periaatteessa voisi olettaa, että tuki löytyy kaikista sen luvanneista ohjelmistoista vuoden vaihteen jälkeen, kun tämä opinnäytetyö on valmis. Esimerkiksi Marmalade mainostaa tukevansa Windows Phonea vuoden 2013 alkupuolella.

Puolet vertailtavista työkaluista ovat tavallaan ilmaisia. PhoneGapin avulla voi tehdä kaiken itse ja ilmaiseksi, mutta kääntäminen ilman natiiveja kehitysympäristöjä maksaa 9,99\$ kuukaudessa. appMobi on myös ilmainen, mutta jos haluaa käyttää pilvipalveluita esimerkiksi sovelluksen sisäisiä maksuominaisuuksia, niin 10 000 aktiivisen kuukausittaisen käyttäjän jälkeen on maksettava rojalteja. FeedHenrykin on ilmainen, mutta maksamatta omaa projektia ei voi ladata pilvestä omalle koneelle, jolloin FeedHenry muuttuisi vertailun kalleimmaksi sovellukseksi 199 \$ hintaan.

Toiset kolme vertailtavista ohjelmista ovat Kajaani Game Studiosin käyttötarkoitukseen maksullisia. Application Craft muuttuu maksulliseksi 14:sta päivän kokeilun jälkeen, jolloin hinta on 14 \$ kuukaudessa tai kertamaksulla 140 \$ vuodessa eli alennuksella 11,66 \$ kuukaudessa. MoSync on ilmainen mikäli kehittäjä on valmis julkaisemaan lähdekoodinsa julkisesti, mutta muutoin sen hinta on 199 \$ vuodessa eli vertailun vuoksi 16,58 \$ kuukaudessa. Marmalade on vertailtavista työkaluista kallein, mikäli ei halua asettaa sovellukseensa Marmaladen Splash-aloituskuva, sillä tämä pienyrityksille suunnattu versio maksaa 499 \$ vuodessa eli 41,58 \$ kuukaudessa. Harrastelijalisenssi maksaa kuitenkin vain 149 \$ vuodessa eli 12,41 \$ kuukaudessa.

Toiminnallisilta ominaisuuksiltaan vertailtavat ohjelmat ovat jokseenkin tasavertaisia. Tässä vaiheessa niistä on kuitenkin valittava osa, joilla tarkempi testaus ja arvio suoritetaan. Todennäköisesti valitsen yhden maksuttoman ja yhden maksullisen työkalun.

Koska toimeksiantaja haluaa kiinnittää huomiota mahdollisuuteen toteuttaa sovelluksen sisäiset maksuominaisuudet työkalun avulla, rajaan ensiksi heikoimmin tällä alueella pärjäävät ohjelmat pois. Aion jättää Application Craftin pois ensimmäisenä, koska se toteuttaa sovelluksen sisäiset maksut Zooz-yhteistyökumppanin kautta, mikä todennäköisesti rikkoo sovelluskauppojen ehtoja tai toimii vain internetin kautta ladattavilla sivuilla. Jätän myös MoSyncin tuotteet pois testauksesta, sillä en löytänyt heidän dokumentaatiostaan mainintaa näiden toteutuksesta ilman C tai C++-kieliä. Maksullisista aion siis testata Marmalade-työkalua.

Toimeksiantaja on itse käyttänyt aiemmin PhoneGapia, joten aion valita appMobin tai FeedHenryn. appMobin heikkous on se, että siinä ei ole vielä suoraa tukea Windows Phone -käyttöjärjestelmälle. Epäilen kuitenkin, että tuki tullaan lisäämään myöhemmin, koska appMobilla on muuten erittäin kattava lista tuettuja sovelluskauppoja. Erikoinen hyvä puoli appMobissa on että se tukee ainoana työkaluna kääntämistä suoraan Facebook-sovellukseksi. Myös ilmaiset pilvipalvelut, joiden kautta voi toteuttaa sovelluksen sisäiset maksut ja vaikkapa päivitykset sovellukseen, ilman että käyttäjä joutuu lataamaan sovelluskaupasta uutta versiota. Nämä ovat todennäköisesti ilmaisia riittävän pitkälle Kajaani Game Studiosin tarpeisiin.

FeedHenry etu on se, että siinä on jo olemassa tuki Windows Phone -kääntämiselle. Sen heikkous on kuitenkin omaa projektia koskevat latausrajoitukset ilmaisversiossa ja erittäin kallis hinta verrattuna muihin työkaluihin maksullisessa versiossa. FeedHenryn dokumentaatiosta ei löydy mainintaa sovelluksen sisäisten maksuominaisuuksien toteutuksesta. Asiakastuen mainitsema ilmaisversion mahdollinen rajoittaminen asettaisi FeedHenryn uudelleen arvioitavaksi.

Valitsen testaukseen appMobin, koska se tukee vertailun ainoana työkaluna kääntämistä facebook sovellukseksi ja koska sen tarjoamien oppaiden avulla voi kuitenkin tehdä helposti Windows Phone -käännöksen.

4 TYÖKALUJEN TESTAUS

Jos valittua työkalua on mainostettu harhaanjohtavasti, niin tässä vaiheessa sen todellisten ominaisuuksien pitäisi paljastua. Testausvaiheessa asennan molemmat valitut työkalut tietokoneelleni ja arvioin niiden helppokäyttöisyyttä ja kehitystehokkuutta. Kirjaan eri vaiheet ylös ja kommentoin esimerkiksi asioita, jotka eivät toimi. Normaalisti ohjelmistojen testauksessa etsitään virheitä, mutta tämä testaus keskittyy lähinnä arvioimaan valittujen ohjelmistojen soveltuvuutta toimeksiantajan tarkoituksiin. Tällaista testausta voi kutsua hyväksymistestaukseksi, jossa arvioidaan kokonaista valmista tuotetta. (Haikala 2011, 205; CS 2011.)

Pyrin myös arvioimaan työkalujen käyttöliittymiä. Käyttöliittymien käytettävyyttä voidaan arvioida esimerkiksi tehokkuuden ja helpon omaksuttavuuden avulla. Testauksessa kerron myös miten työkalulla on tarkoitus oletettavasti kehittää sovellusta ja kokeilen emulaattoria. Lopulta kokeilen kääntää Kajaani Game Studiosin toimittaman testisovelluksen ainakin Android-puhelimeeni. (Stone 2005, 424.)

4.1 appMobi

4.1.1 appHub

appMobi tarjoaa internetsivuna appHub-palvelun. Sinne voi lähettää oman projektin ja kääntää sen erialustoille, kunhan ensin rekisteröityy käyttäjäksi. appHub näyttää selkeästi jokaisen kohdealustan kohdalla tarvittavat toimenpiteet, ennen kuin virallisen käännöksen voi tehdä. Siellä on myös paljon linkkejä erilaisiin oppaisiin, esimerkiksi sovellusten sisäisten maksujen toteuttamiseen tai tilastointiin. appHubissa voi seurata oman sovelluksen tilastoja ja muita tietoja.

appHub-palvelusta löytyy myös nappi jota painamalla saa esiin ohjeet sovelluksen testaamiseen suoraan laitteella. Käytännössä tämä tapahtuu niin, että testilaitteella ladataan appMobin kehittämä app-lab –sovellus sovelluskaupasta. Tämä sovellus lataa internetistä käännetyn sovelluksen ja käynnistää sen. appHubista pääsee myös nappia painamalla appMobi XDK –työkaluun, mikäli se on asennettu.

4.1.2 appMobi XDK

appMobi XDK on chrome-selaimessa toimiva sovellus. Sen kautta voi testata kehitettyä sovellusta emulaattorin avulla. Emulaattorin kautta voi testata esimerkiksi eri arvoja kiihtyvyyksanterille, datayhteyttä ja sijaintia. Painamalla Edit source code –nappia ruudun yläreunasta sovellus avaa lähdekoodin käyttäjän määrittämässä oletusohjelmassa



Kuvio 5. Ruutukaappaus appMobi XDK –työkalusta

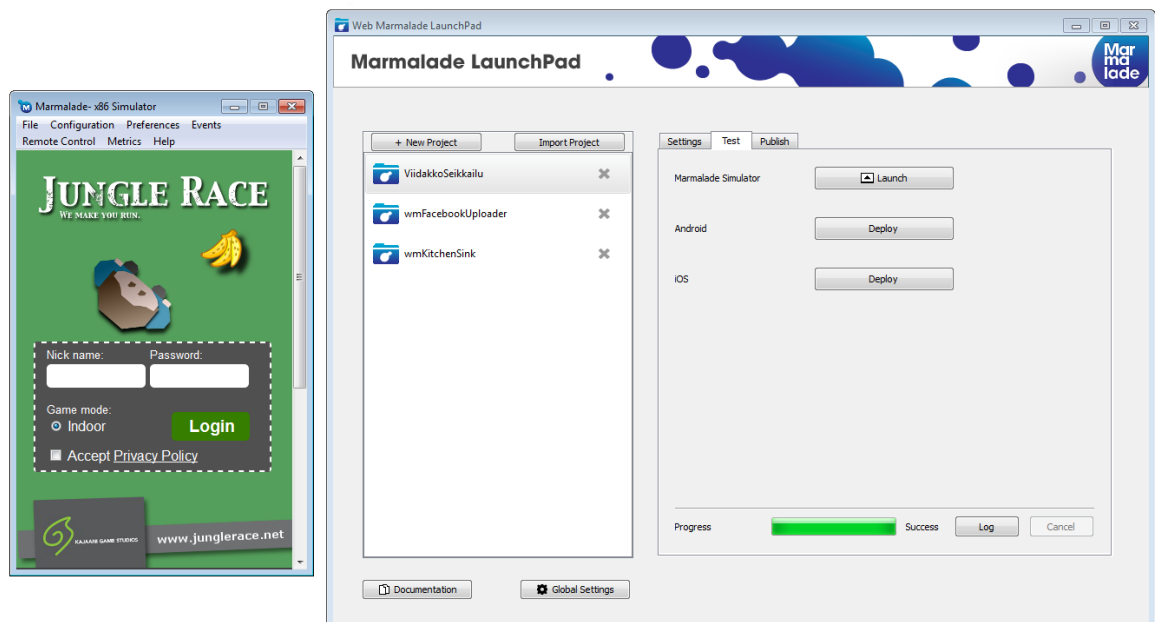
Koko käyttöliittymä on yksinkertainen ja selkeä. Etsimänsä löytää melkein heti. Oikeassa yläkulmassa on nappi, josta pääsee lukuisiin oppaisiin ja esimerkiksi JavaScript-ohjelmointirajapintojen dokumentaatioon. Ohjelma antaa myös vinkkejä ponnahdusikkunoiden avulla esimerkiksi muistinkäyttöön liittyen.

Kun omaa sovellusta haluaa testata laitteessa, voi painaa Test anywhere –nappia. Tällöin appMobi XDK lähettää kehitetyn sovelluksen käännettynä pilveen. Käynnistämällä app-labin puhelimesani ja valitsemalla haluamani sovelluksen näen sen toiminnassa pienen odottelun jälkeen.

4.2 Marmalade

Marmalade on Windows- tai Mac OS-käyttöjärjestelmään asennettava ohjelma. Itse latsin sen Windowsille. Aluksi ohjelma on asennettava ja lisenssi rekisteröitävä. Seuraavaksi käytetään Marmalade LaunchPadia halutun projektin luomiseen. Toimeksiantajan tarkoitukseen eli HTML5-kehittämiseen on käytettävä Web Marmalade LaunchPadia.

Marmaladen mukana tulleiden ohjeiden mukaan on helppoa tuoda olemassa oleva PhoneGap-projekti. Ensiksi luodaan uusi projekti Web Marmalade LaunchPadin avulla. Sitten luotuu projektikansioon tuodaan omat HTML5-, JavaScript- ja CSS3-tiedostot mukaanlukien mahdolliset kolmannen osapuolen kirjastot ja puitteet. Nämä kopioidaan projektikansiosta löytyvän data-kansion sisällä olevaan webassets-kansioon.



Kuvio 6. Ruutukaappaus Web Marmalade LaunchPadista ja emulaattorista.

Peli käynnistyy emulaattorissa heti, kun sen käynnistää, mutta Android-paketin kääntäminen epäonnistuu ensi yrittämällä. Löydän ongelmaan ratkaisun Marmaladen omilta foorumeilta. Tietokoneeseen on asennettava vanhempi Java JDK 6 eikä Java JDK 7. Sen jälkeen Android käännös onnistuu ja ohjelma avaa kansion johon sovellus on käännetty.

Siirrän sovelluksen USB-johdolla Android-puhelimeeni ja asennan sen. Sovelluksen auetessa ruudulla näkyy aluksi hetken aikaa Marmaladen luoma ilmoitus kokeilulisenssistä, joka näkyy

vain ilmaislisenssissä. Tosin myös harrastelijalisenssissä on Marmaladen aloituskuva, vaikka siinä on todennäköisesti vain Marmaladen logo. Muuten peli käynnistyy kuin emulaattorissa.

Emulaattorissa on Configuration-pudotusvalikko, jonka alla on testattavana useita laiteominaisuuksia, kuten esimerkiksi kiihtyvyyssanturi, sijainti ja kompassi. Events-pudotusvalikon alta voi testata ohjelman taustallaolo-tilaa ja siitä palautumista. Marmaladen ohjeet suosittelevat painamaan CTRL-, SHIFT- ja J-nappeja yhtäaikaan, joka aukaisee Chromen kehitystyökalut, joiden avulla voi hyödyntää esimerkiksi JavaScript-virheenetsintää.

Pääosin Marmalade on selkeä ja yksinkertainen kuten appMobi. Se näyttää ehkä liiankin yksinkertaiselta, mutta pystyy siihen minkä lupaa. Marmaladen mukana tulee kattavat ohjeet ja esimerkkisovellus, jossa esitellään laiteominaisuuksia joihin pääsee käsiksi.

4.3 Arviointia

Molemmat testatuista sovelluksista ovat nopeita käyttää. Työkalun valintaan vaikuttaa todennäköisesti ainakin se, että onko valmis käyttämään täysin selaimessa ja pilvessä toimivaa ohjelmistoa. appMobi on toisaalta nopea sovelluksen toimittamisessa laitteeseen pilven kautta testattavaksi, kun taas Marmaladella on tehtävä käännökset ja siirrettävä sovellus laitteeseen itse. Tai en ainakaan huomannut mahdollisuutta nopeampaan laitetestaamiseen Marmaladessa.

Jos Marmaladen tuleva Windows Phone –tuki toteutettaisiin samalla tavalla kuin sen iOS- ja Android-tuki on toteutettu, olisi Marmalade ehkä suoraviivaisempi kehitysympäristö kuin appMobi. appMobissa joutuu vielä näkemään hieman vaivaa Windows Phone –kääntämisen suhteen. Eri asia olisi, jos appMobi lisäisi tuen Windows Phonelle samalla tavalla kuin se tukee muita alustoja. Tästä ei ole kuitenkaan vielä mainintaa appMobin kotisivuilla.

5 POHDINTA

Oma valintani kallistuisi todennäköisesti appMobin puoleen. Sen avulla työskentely sujuu kätevästi ja käyttöliittymä on erittäin selkeä. Sovelluksen testaaminen laitteessa lennosta tehostaa kehitystyötä paljon. appMobilla on mielestäni myös toimeksiantajalle soveltuvim rahoitusmalli. Aktiivisia käyttäjiä on kerättävä huomattava määrä ennenkuin appMobin pilvipalveluista koituu kustannuksia. Tämän takia se soveltuu mielestäni hyvin vielä pienelle yritykselle.

Eri työkaluista jäi usein mieleen vain niiden heikkoudet, koska pääosin ohjelmat toteuttivat melkein kaikki vaadittavat ominaisuudet, mutta niistä puuttui yleensä yksi selkeä ominaisuus. Vertailuvaiheessakaan valinta ei perustunut isoihin asioihin ja valinnan olisi voinut helposti toisinkin. Työkalut ovat todennäköisesti näin lähellä toisiaan, koska niiden tavoitteina on pääosin tarjota samoja asioita asiakkailleen. Silti työkalun valinta voi olla kiinni yhdestä ominaisuudesta, joka löytyy yhdestä työkalusta. Tämä yksittäinen ominaisuus voi kuitenkin olla sellainen, joka olisi pian saatavilla muissakin työkaluissa.

Toivon, että tämä opinnäytetyö auttaa Kajaani Game Studiosia työkalun valitsemisessa. Pidän hyvinkin mahdollisena, että toimeksiantaja päätyy käyttämään jotain muuta ohjelmistoa kuin testaamiani tai vertailemiani. Ominaisuuksiltaan työkalut ovat kuitenkin lähellä toisiaan. Jos valitut työkalut eivät syystä tai toisesta sovi yrityksen tuotantomalliin, niin tämä opinnäytetyö ehkä pystyy näyttämään sen syyn.

Arvioisin onnistuneeni tässä työssä keräämään hyvän tiivistelmän valituista työkaluista ja hieman tarkemman arvioinnin testauksessa. Vertailuvaiheessa kerättyjen tietojen pitäisi olla käyttökelpoisia sellaisenaan, jos halutaan nopea katsaus työkalujen ominaisuuksista. Niiden avulla voi valita potentiaalisen työkalun, jos haluaa itse tutkia muitakin työkaluja tarkemmin. Testausvaiheessa saatuja tietoja voi tutkiessaan hyödyntää ja verrata toisiin työkaluihin, mikäli haluaa nopeasti erottaa ohjelmien erot.

Testausvaihe tuotti tarkempia havaintoja valituista ohjelmista, mutta itse koin etten ehtinyt panostaa tähän vaiheeseen niin paljoa kuin olisin halunnut. Tässä vaiheessa oli kuitenkin hyvä nähdä, että työkalut toimivat käytännössä, ja että käännetty peli toimii puhelimessa. Ohjelmiin olisi voinut tutustua tarkemmin ja paremmin, mutta se ei mahtunut tämän

opinnäytetyön aikatauluun. Toisaalta olisin voinut sen sijaan suorittaa testausvaiheen kaikilla työkaluilla.

LÄHTEET

Adobe

<http://www.adobe.com/aboutadobe/pressroom/pressreleases/201110/AdobeAcquiresNitobi.html> (Luettu 30.10.2012)

Android a. <http://source.android.com/about/philosophy.html> (Luettu 10.9.2012)

Android b. <http://developer.android.com/tools/index.html> (Luettu 10.9.2012)

Android c. <http://developer.android.com/distribute/googleplay/publish/register.html> (Luettu 10.9.2012)

Android-kuva

<http://static1.businessinsider.com/image/4eda864869beddb57d000001/android-ice-cream-sandwich-home-screen.png> (Luettu 18.11.2012)

Apple <http://www.apple.com/apple-events/june-2012/> (Luettu 6.9.2012)

ApplicationCraft a. <http://www.applicationcraft.com/product/> (Luettu 9.11.2012)

ApplicationCraft b. <http://www.applicationcraft.com/product/phonegap-mobile-build/> (Luettu 9.11.2012)

ApplicationCraft c. <http://www.applicationcraft.com/mobile-application/developer-center/cheat-sheet> (Luettu 14.11.2012)

ApplicationCraft d. <http://www.applicationcraft.com/legal/faqs> (Luettu 15.11.2012)

ApplicationCraft e. <http://www.applicationcraft.com/developers/documentation/product-guide/advanced-features/credit-card-payment-processing/> (Luettu 16.11.2012)

ApplicationCraft f. <http://www.applicationcraft.com/legal/faqs/> (Luettu 16.11.2012)

ApplicationCraft-kuva

http://4.bp.blogspot.com/_fKsvGF5qaYw/TxKdkrdKG8I/AAAAAAAAApQ/fjxNTcFmPsw/s1600/ide-main.jpg (Luettu 19.11.2012)

appMobi a. http://www.appmobi.com/?page_id=35 (Luettu 29.10.2012)

- appMobi b. http://www.appmobi.com/?page_id=549 (Luettu 12.11.2012)
- appMobi c. <http://dev.appmobi.com/?q=node/151> (Luettu 13.11.2012)
- appMobi d. <http://dev.appmobi.com/?q=node/27> (Luettu 14.11.2012)
- appMobi e. http://www.appmobi.com/?page_id=145 (Luettu 14.11.2012)
- appMobi f. <http://dev.appmobi.com/?q=node/135> (Luettu 14.11.2012)
- Arstechnica <http://arstechnica.com/gadgets/2012/03/new-android-market-rule-prohibits-apps-that-use-third-party-in-app-payment-services/> (Luettu 16.1.2012)
- Brighthub <http://www.brighthub.com/internet/web-development/articles/38364.aspx>
(Luettu 8.9.2012)
- CS http://www.cs.tut.fi/~testaus/s2011/luennot/OHJ-3060_2011_110-170.pdf (Luettu 1.12.2012)
- FeedHenry a. <http://www.feedhenry.com/developer/> (Luettu 9.11.2012)
- FeedHenry b. <http://docs.feedhenry.com/v2/development.html> (Luettu 16.11.2012)
- FeedHenry c. http://docs.feedhenry.com/v2/hello_world_studio.html (Luettu 16.11.2012)
- FeedHenry d. http://docs.feedhenry.com/v2/api_reference.html (Luettu 16.11.2012)
- FeedHenry e. http://docs.feedhenry.com/v2/app_store_submission_apple_ios.html
(Luettu 16.11.2012)
- FeedHenry f. <http://support.feedhenry.com/entries/21707587-is-there-a-limit-to-the-amount-of-apps-i-can-create-for-free> (Luettu 18.11.2012)
- Haikala I. & Mikkonen T. 2011 Ohjelmistotuotannon käytännöt. Hämeenlinna: Talentum Media Oy.
- Icenium <http://icenum.com/community/blog/icenum-team-blog/2012/06/14/what-is-a-hybrid-mobile-app-> (Luettu 7.11.2012)
- IDC <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS23503312> (Luettu 6.9.2012)

iOS-kuva http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/7/7d/IOS_6_Home_Screen.png
(Luettu 13.11.2012)

IwGame <http://www.drmp.com/index.php/iwgame-engine/> (Luettu 14.11.2012)

Ledfrog <http://www.ledfrog.com/blog/2012/11/idc-reports-75-percent-smartphones-running-android/> (Luettu 15.11.2012)

Marmalade a. <http://www.madewithmarmalade.com/marmaladesdk> (Luettu 30.10.2012)

Marmalade b. <http://www.madewithmarmalade.com/marmaladesdk/supported-platforms>
(Luettu 30.10.2012)

Marmalade c. http://www.madewithmarmalade.com/windows8?utm_source=fronpage-carousel&utm_medium=site-internal&utm_campaign=windows8-announce (Luettu 1.11.2012)

Marmalade d. <http://www.madewithmarmalade.com/buy> (Luettu 5.11.2012)

Marmalade e. <http://www.madewithmarmalade.com/marmaladesdk/features/unified-tooling-html5-and-c> (Luettu 5.11.2012)

Marmalade f. <http://www.madewithmarmalade.com/marmaladesdk/features/powerful-debugging> (Luettu 14.11.2012)

Marmalade g. <http://www.madewithmarmalade.com/marmaladesdk/features/marmalade-simulator> (Luettu 14.11.2012)

Marmalade h. <http://www.madewithmarmalade.com/sites/all/themes/marmalade/MarmaladeEndUserLicenceAgreement.pdf> (Luettu 18.11.2012)

Marmalade i. <http://www.madewithmarmalade.com/devnet/forum/javac-target-release-15-conflicts-default-source-release-17-8> (Luettu 19.11.2012)

MobiThinking <http://mobithinking.com/native-or-web-app> (Luettu 7.11.2012)

MoSync a. <http://www.mosync.com/sdk> (Luettu 31.10.2012)

MoSync b. <http://www.mosync.com/reload> (Luettu 31.10.2012)

- MoSync c. <http://www.mosync.com/widepage/feature-platform-support> (Luettu 31.10.2012)
- MoSync d. <http://www.mosync.com/> (Luettu 31.10.2012)
- MoSync e. <http://www.mosync.com/download> (Luettu 31.10.2012)
- MoSync f. <http://www.mosync.com/download/reload> (Luettu 31.10.2012)
- MoSync g. <http://www.mosync.com/content/using-mosync-reload> (Luettu 14.11.2012)
- MoSync h. <http://www.mosync.com/files/imports/doxygen/latest/html5/index.html> (Luettu 14.11.2012)
- MoSync i. <http://www.mosync.com/mosync-dual-licence-model> (Luettu 14.11.2012)
- MoSync j. <http://www.mosync.com/files/imports/doxygen/latest/html/index.html> (Luettu 14.11.2012)
- MoSync-kuva http://i1-win.softpedia-static.com/screenshots/MoSync_3.png (Luettu 19.11.2012)
- PhoneGap a. <http://www.phonegap.com/about> (Luettu 22.10.2012)
- PhoneGap b. <http://phonegap.com/about/feature> (Luettu 5.11.2012)
- PhoneGap c. <http://phonegap.com/2012/05/02/phonegap-explained-visually/> (Luettu 5.11.2012)
- PhoneGap d. <http://phonegap.com/2012/06/21/questions-and-myths-about-phonegap/> (Luettu 5.11.2012)
- PhoneGap e. http://docs.phonegap.com/en/2.2.0/guide_plugin-development_index.md.html#Plugin%20Development%20Guide (Luettu 14.11.2012)
- PhoneGap f. <http://build.phonegap.com/> (Luettu 14.11.2012)
- PhoneGap g. <http://build.phonegap.com/docs/phonegap-debug> (Luettu.14.11.2012)

PhoneGap h. http://docs.phonegap.com/en/2.2.0/guide_getting-started_android_index.md.html#Getting%20Started%20with%20Android (Luettu 14.11.2012)

PhoneGap i. http://docs.phonegap.com/en/2.2.0/guide_getting-started_ios_index.md.html#Getting%20Started%20with%20iOS (Luettu 14.11.2012)

PhoneGap j. http://docs.phonegap.com/en/2.2.0/guide_getting-started_windows-phone_index.md.html#Getting%20Started%20with%20Windows%20Phone (Luettu 14.11.2012)

PhoneGap k. <http://phonegap.com/2012/03/19/phonegap-cordova-and-what%E2%80%99s-in-a-name/> (Luettu 14.11.2012)

Phonescoop <http://www.phonescoop.com/glossary/term.php?gid=131> (Luettu 8.9.2012)

Seidelin J. 2011. HTML5 Games: Creating Fun with HTML5, CSS3, and WebGL. The Atrium: John Wiley & Sons Ltd.

Stone D, Jarrett C, Woodroffe M & Minocha S. 2005. User Interface Design and Evaluation. San Francisco: Morgan Kauffmann Publishers.

W3 <http://dev.w3.org/html5/spec/introduction.html#history-1> (Luettu 8.9.2012)

W3schools http://www.w3schools.com/html5/html5_canvas.asp (Luettu 8.9.2012)

Windows Phone –kuva <http://cdn-static.zdnet.com/i/story/30/40/155422/windows-phone-8-5.jpg> (Luettu 18.11.2012)

Zooz a. http://www.zooz.com/#how_it_works (Luettu 16.11.2012)

Zooz b. <http://www.zooz.com/easy-integration.html> (Luettu 17.11.2012)

Knowyourmobile

http://www.knowyourmobile.com/features/1441792/windows_phone_8_everything_you_need_to_know.html (Luettu 10.9.2012)

Älypuhelimet Kuva. <http://www.digitaltrends.com/wp-content/uploads/2011/11/geek-4-share.jpg> (Luettu 13.11.2012)