

Aalto-yliopisto  
Perustieteiden korkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma

**Paikkatiedon hyödyntäminen  
älypuhelinohjelmistoissa:  
sovelluskehittäjän näkökulma**

**Kandidaatintyö**

**15. toukokuuta 2013**

**Toni Karttunen**

<b>Tekijä:</b>	Toni Karttunen
<b>Työn nimi:</b>	Paikkatiedon hyödyntäminen älypuhelinohjelmistoissa: sovelluskehittäjän näkökulma
<b>Päiväys:</b>	15. toukokuuta 2013
<b>Sivumäärä:</b>	42
<b>Pääaine:</b>	Ohjelmistotuotanto ja -liiketoiminta
<b>Koodi:</b>	T3003
<b>Vastuuopettaja:</b>	Ma professori Tomi Janhunen
<b>Työn ohjaaja(t):</b>	Tutkija Joanna Bergström-Lehtovirta (Tietotekniikan tutkimuslaitos HIIT)
<p>Tämä kandidaatintyö tarkastelee paikkatiedon hyödyntämistä älypuhelinohjelmistoissa sovelluskehittäjän näkökulmasta. Nykyaiset älypuhelinkäyttöjärjestelmät mahdollistavat paikkatietoa hyödyntävien sovellusten toteuttamisen suhteellisen helposti. Paikkatiedolla on monia sovelluskohteita älypuhelinsovelluksissa, kuten mobiilimainonta, sijaintitietojen jakaminen, paikallistietojen hakeminen ja navigointi. Paikkatiedon käytöllä voidaan parantaa älypuhelinohjelmistojen käytettävyyttä ja antaa sovellusten käyttäjille relevantteja hakutuloksia käyttäjän sijainnin perusteella.</p> <p>Suurimpina ongelmina paikkatiedon käytössä älypuhelinohjelmistoissa ovat yksityisyysdensuojaongelmat, jotka johtuvat osittain sovelluskehittäjien halusta kerätä mahdollisimman paljon tietoa sovellusten käyttäjistä mainonnan räätälöintiä varten. Osa ongelista johtuu myös sovellusten käyttäjien tekemistä valinnoista paljastaa sijaintinsa liian avoimesti muille sovellusten käyttäjille.</p> <p>Tähän kandidaatintyöhön kuuluu yhtenä osana demosovellus, joka pyrkii löytämään ratkaisuja yksityisyysongelmiin. Se myös esittelee Googlen, Applen ja Foursquaren paikkatietorajapintojen eroja. Demosovellukselle suoritettujen testien perusteella tarkastelluista rajapinnoista Google Maps ja Google Places tarjoavat sovelluskehittäjille tasalaatusinta tietoa. Applen ja etenkin Foursquaren tarjoaman tiedon laatu vaihtelee niin suuresti eri paikkakuntien ja etsittävän tiedon tyypin välillä, että ennen kyseisten rajapintojen käyttöä sovellusten kehittämisessä on syytä tarkastaa, onko kyseisten rajapintojen laatu riittävän hyvä sillä maantieteellisellä alueella ja siinä hakukategoriassa, johon liittyviä tietoja sovelluksessa halutaan esittää.</p> <p><b>Avainsanat:</b> Paikkatieto, mobiilisovellukset, ohjelmisto, ohjelmistokehitys, älypuhelin, yksityisyys</p> <p><b>Kieli:</b> Suomi</p>	

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>5</b>
<b>2 Tausta</b>	<b>6</b>
2.1 Paikkatieto . . . . .	6
2.2 Paikkatiedon saatavuus älypuhelimissa . . . . .	6
2.2.1 Käyttöjärjestelmävalmistajien tarjoamat rajapinnat . . . . .	6
2.2.2 Muita rajapintoja . . . . .	8
<b>3 Paikkatieto älypuhelinohjelmistoissa</b>	<b>9</b>
3.1 Paikkatiedon käyttökohteita älypuhelinovelluksissa . . . . .	9
3.1.1 Yleistä . . . . .	9
3.1.2 Mainonta . . . . .	9
3.1.3 Sijaintitietojen jakaminen . . . . .	10
3.1.4 Navigointi ja paikallistietojen haku . . . . .	10
3.1.5 Huomautusten antaminen maantieteellisen alueen rajojen perusteella	12
3.1.6 Pelit ja muu viihdekäytyö . . . . .	12
3.2 Paikkatiedon käyttöön liittyvät hyödyt . . . . .	13
3.3 Paikkatiedon käyttöön liittyvät ongelmat . . . . .	14
3.3.1 Yleistä . . . . .	14
3.3.2 Sovellusten suunnitteluun ja toteutukseen liittyvät ongelmat . . .	15
3.3.3 Käyttäjien toiminnan aiheuttamat ongelmat . . . . .	16
3.3.4 Ongelmien ratkaisuja . . . . .	17
<b>4 Demo-ohjelma</b>	<b>22</b>
4.1 Yleistä . . . . .	22
4.2 Yksityisyys . . . . .	23
4.3 Ohjelman toteutuksessa käytetyt rajapinnat . . . . .	25
4.3.1 Yleistä . . . . .	25
4.3.2 Testimenetelmä . . . . .	27
<b>5 Tulokset</b>	<b>28</b>

5.1	Yksityisyyden suoja . . . . .	28
5.1.1	Havaintoja demo-ohjelmasta . . . . .	28
5.1.2	Havaintoja kirjallisuudesta . . . . .	29
5.2	Rajapintojen vertailu . . . . .	29
5.2.1	Yleistä . . . . .	29
5.2.2	Paikkojen hakua koskevat testitulokset . . . . .	30
5.2.3	Karttapohjia koskevat testitulokset . . . . .	32
5.2.4	Muita havaintoja . . . . .	33
<b>6</b>	<b>Johtopäätökset</b>	<b>34</b>
<b>Lähteet</b>		<b>35</b>
<b>A</b>	<b>Demo-ohjelma</b>	<b>42</b>

# 1 Johdanto

Tämä kandidaatintyö käsittelee paikkatiedon hyödyntämistä älypuhelinhjelmistojen suunnittelussa. Nykyaikaisten älypuhelinten käyttötöjärjestelmät tarjoavat ohjelmistokehittäjille valmiita rajapintoja, jotka yksinkertaistavat paikkatietoa hyödyntävien sovellusten kehittämistä. Paikkatiedon avulla voidaan esimerkiksi muokata sovelluksen käyttöliittymää ja sovelluksen esittämää sisältöä.

Pääasiallisena tutkimuskysymykseniä on selvittää, millä tavoin paikkatietoa on mahdollista hyödyntää älypuhelinhjelmistojen suunnittelussa. Lisäksi tutkielmassa selvitetään, mitä ongelmia paikkatiedon käyttöön liittyy ja mitä positiivisia puolia paikkatiedon käytöllä on käyttäjien näkökulmasta. Työssä selvitetään myös lyhyesti yleisimpien älypuhelinkäyttötöjärjestelmien uusimpien versioiden (Google Android 4.2 Jelly Bean, Apple iOS 6, Research In Motion Blackberry 10 ja Microsoft Windows Phone 8) tarjoamia rajapintoja paikkatiedon käyttöä varten.

Aihetta tarkastellaan pääosin tavallisen ns. kolmannen osapuolen (third-party) sovelluskehittäjän näkökulmasta. Paikkatiedon käyttöön liittyviä hyötyjä ja ongelmia tarkastellaan myös sovellusten käyttäjien näkökulmasta, koska sovelluskehittäjän on tärkeää ymmärtää, millaisista sovelluksista käyttäjät pitävät ja miksi he eivät halua käyttää tietynlaisia sovelluksia. Käyttötöjärjestelmä- ja puhelinvalmistajien näkökulma jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Näin ollen esimerkiksi sitä, miten älypuhelinten käyttötöjärjestelmä- ja laitevalmistajat suorittavat fyysisestä maailmasta tallennetun paikkatietodatan muuntamisen sellaiseen muotoon, jossa kolmannen osapuolen sovelluskehittäjät voivat sitä hyödyntää, ei tarkastella. Aihetta on rajattu myös siten, että aiheen laskennallisemmat puolet jätetään tarkastelun ulkopuolelle; esimerkiksi paikkatietohakutulosten lajittelun parhaiten soveltuvien algoritmien valintaa ei tarkastella tässä kandidaatintyössä.

Tutkimus suoritettiin pääosin kirjallisuustutkimuksena. Lisäksi tutkielmaa varten toteutettiin pieni demo-ohjelma, joka esittelee muutamia kirjallisuuskatsauksessa käsiteltyjä paikkatiedon käyttökohteita käytännön tasolla. Demo-ohjelma esittää ratkaisuja yksityisyden suojaan liittyviin paikkatiedon käytön ongelmiin. Demo-ohjelmaa koskevassa työn luvussa perehdytään myös kolmen eri yrityksen paikkatietorajapintojen eroihin.

Tutkimuksessa havaittiin, että yksityisyysdusojaongelmat ovat merkittävin este paikkatietopalveluiden suosion kasvulle. Demo-ohjelmaa toteutettaessa havaittiin, että Googlen paikkatietorajapintojen laatu on yleisesti ottaen parempi kuin Applen ja Foursquaren paikkatietorajapintojen laatu.

Työssä esitellään ensin paikkatiedon perusominaisuudet ja selvitetään paikkatiedon saatavuutta yleisimmillä älypuhelinkäyttötöjärjestelmillä. Luvussa 3 kerrotaan paikkatiedon käyttötavoista älypuhelinhjelmistoissa sekä siitä, mitä hyötyjä ja ongelmia paikkatiedon

käyttöön edellä mainituissa ohjelmistoissa liittyy. Tämän jälkeen esitellään kandidaatin työtä varten toteutettu demosovellus ja siitä tehtyjä havaintoja. Lopuksi esitellään tutkimustuloksiin perustuvia suosituksia paikkatiedon käytölle älypuhelinsovellusten suunnittelussa.

## 2 Tausta

### 2.1 Paikkatieto

Paikkatieto on maantieteelliseen sijaintiin perustuva tietoa. Älypuhelimet ja muu joka-paikan tietotekniikka (ubiquitous computing) ovat tehneet paikkatiedon käytöstä arkipäiväästä. Gartner ennustaa, että paikkatietopalveluilla on vuoteen 2014 mennessä 1,4 miljardia käyttäjää [56].

Nykyisillä älypuhelimilla on monia keinoja paikkatiedon hankkimiseen. Ne voivat esimerkiksi hyödyntää tietoa matkapuhelinverkon soluista ja tehdä matkapuhelinmastojen signaalin saapumisajan mittaan perustuvia trilateraalimittaustauksia. Kenties tunnetuin puhelimissa käytettävä paikannusjärjestelmä perustuu Yhdysvaltain puolustusministeriön The NAVSTAR Global Positioning System -satelliittijärjestelmään (GPS). Jotkin uudet älypuhelimet, kuten Apple iPhone 5 tukevat myös venäläistä GLONASS-satelliittijärjestelmää [9]. Edellä mainittujen menetelmien lisäksi nykyaiset älypuhelimet osaavat selvittää sijaintinsa myös Internet Protocol -osoitteiden (IP) tai langattomien lähiverkkojen sijaintien perusteella. [46; 72]

### 2.2 Paikkatiedon saatavuus älypuhelimissa

#### 2.2.1 Käyttöjärjestelmävalmistajien tarjoamat rajapinnat

Sovelluskehittäjät voivat hyödyntää paikkatietoa monin eri tavoin. Tavallisimpia nykyisten älypuhelinkäyttöjärjestelmien sovelluskehittäjille tarjoamia paikkatietotoimintoja ovat sijaintikoordinaattien määrittäminen, karttojen esittäminen, kiinnostavien paikkojen (point of interest) etsiminen, osoitetietojen muuntaminen sijaintikoordinaateiksi ja toisinpäin (geocoding ja reverse geocoding) sekä tietyn alueen rajaan ylittämisenstä huomauttamien (geofencing).

Androidissa tärkeimmät paikkatietoon liittyvät toiminnot löytyvät LocationManager-luokasta, joka mahdollistaa muun muassa käyttäjän viimeisimmän sijainnin määrittämisensä, jaksottaisien sijaintipäivitysten rekisteröimisen sekä haluttujen toimintojen laukaisemisen, kun käyttäjä saapuu tietylle etäisyydelle ennalta määritystä sijainnista. Kartta-toiminnot voi lisätä Android-sovelluksiin Google Maps -ohjelmointirajapinnan Android-

version avulla. [30]

Applen iOS-käyttöjärjestelmä tarjoaa sovelluskehittäjille hyvin samankaltaiset paikka-tietorajapinnat kuin Android; käyttäjän sijainnin määrittämiseen, sijaintikoordinaattien muuntamiseen osoitetiedoiksi sekä muiden keskeisten toimintojen toteuttamista varten on Core Location -sovelluskehys ja kartat voi esittää käyttäjälle Map Kit -sovelluskehynsen avulla. Apple uudisti Map Kit -sovelluskehystä melko paljon iOS-käyttöjärjestelmän versiossa 6. Suurimpana muutoksesta oli Googlen toimittamien karttapohjien ja muun paikka-tietodatan korvaaminen Applen omilla kartoilla, joiden tiedot ovat peräisin TomTomilta, Open Street Mapilta ja useista muista lähteistä. [4; 6; 3]

Windows Phone 8:ssa on kaksi erilaista rajapintaa paikkatietosovellusten toteuttamiseen. Microsoft suosittelee näistä vaihtoehdosta Windows Phone Runtime Location -rajapinnan käyttöä, koska sillä on hyvä yhteensovivuus Windows 8 -pöytätietokonekäyt-töjärjestelmän kanssa ja se tukee paremmin lyhytaikaista paikkatiedon keräämistä. Li-säksi edellä mainitun rajapinnan positiivisena puolen on, että se tukee sekä laitteisto-läheistä ”natiivia” koodia että Common Language Runtimessa toimivaa koodia. Toisena vaihtoehtona Microsoft tarjoaa sovelluskehittäjille .NET Location -rajapintaa, jonka positiivisena puolen on, että se toimii myös vanhemmissa Windows Phone 7.1-laitteissa. Kartat voi lisätä Windows Phone 8 -sovelliuksiin Microsoftin Maps-ohjelmostirajapinnan avulla. [51; 50]

Blackberry 10-käyttöjärjestelmä tarjoaa sovelluskehittäjille useita erilaisia tapoja paikkatietosovellusten toteuttamiseen: sovelluksia voi toteuttaa Blackberryn oman Native SDK:n Cascades-koodikirjastolla, Blackberry SDK for Adobe AIR:lla ja paketoimalla Android-sovelluksia Blackberry-sovelluksiksi [60]. Androidille alun perin ohjelmoitujen sovellusten hyödyntämisessä Blackberryn käyttöjärjestelmällä on tosin sellainen ongel-ma, että jotkin toiminnot, kuten reittiohjeiden etsiminen ja osoitetietojen muuntaminen sijaintikoordinaateiksi eivät toimi [59]. Blackberry mainostaa myös HTML5 WebWorksia yhtenä tapana kehittää sovelluksia uudelle käyttöjärjestelmälle [61]. Edellä mainituis-ta rajapinnoista monipuolisim on Native SDK:n Cascades-kirjasto, jonka paikkatietoraja-pinnat perustuvat Qt Mobility-rajapintoihin. Cascades tarjoaa vastaanlaiset rajapinnat yleisimpien paikkatietosovellusten toimintojen toteuttamiseen kuin useimpien kilpailevien käyttöjärjestelmien paikkatietorajapinnat. Siitä löytyy myös joitakin erikoisuksia, joita ei ole kaikissa muissa käyttöjärjestelmissä, kuten mahdollisuus saada tietoja siitä, mistä satelliiteista puhelimen satelliittipaikannustiedot ovat peräisin ja miten kyseiset satelliitit liikkuvat [64]. Androidissakin on tosin samankaltainen rajapinta satelliittidatan hyödyn-tämiseen. Lisäksi Blackberry on myös panostanut jonkin verran paikkatietosovellusten väliseen vuorovaikutukseen: sovelluskehittäjä voi hyödyntää tietoa muissa sovelluksissa tallennetuista käyttäjän suosikkipaikoista My Places -sovelluskehynsen avulla [65]. [62]

Jotkin käyttöjärjestelmä- ja laitevalmistajat, kuten Google, Microsoft ja Nokia tarjoavat

myös muiden kuin oman ohjelmisto- tai laitteistoalustansa käyttäjille mahdollisuuden hyödyntää paikkatietorajapintojaan älypuhelinohjelmistojen kehityksessä [32; 54; 53].

Nykyään useat älypuhelinsovellukset toteutetaan ainakin osittain webteknologioilla. World Wide Web Consortium (W3C) on luonut HTML5- ja JavaScript-pohjaisten paikkatietosovellusten kehitystä tukemaan suosituksen Geolocation-ohjelmostirajapinnasta [74]. Webteknologioilla älypuhelinsovelluksia toteutettessa karttapohjina voi käyttää esimerkiksi Google Mapsia tai Nokian Here-karttoja [32; 54].

Hess et al. [43] havaittivat kuuden suositun älypuhelinmallin GPS-antureita vertaillessaan, että vertailtujen älypuhelinmallien GPS-mittaustarkkuudet olivat melko samankaltaisia. Jotkut älypuhelimet antoivat kuitenkin tiedon sijaintikoordinaateista vasta pitkän viiveen (noin 15 sekuntia) jälkeen, eivätkä ne pystyneet lähetämään tietoja sijaintikoordinaateista niin tihein väliajoin, että kyseisille älypuhelimille tehtyjä paikkatietosovelluksia olisi voinut suositella käytettäväksi esimerkiksi reaalialkaisessa nopeatempoisten urheilulajien seurannassa. Toisaalta parhaat tutkimuksessa mukana olleet laitteet soveltuivat verrokkilaitteena olleen erillisen GPS-mittalaitteen korvaajiksi kilpapurjehduksen seurannassa. Voidaan siis todeta, että vaikka kaikki tarkasteltavat käyttöjärjestelmät periaatteessa tukevat paikkatietosovellusten toteuttamista, joidenkin älypuhelinmallien tekniset ominaisuudet asettavat rajoitteita paikkatietosovellusten hyödyllisyydelle.

## 2.2.2 Muita rajapintoja

Käyttöjärjestelmävalmistajien tarjoamien rajapintojen lisäksi paikkatieto-ohjelmistojen toteuttamiseen on tarjolla myös lukuisia muita rajapintoja. Osa näistä rajapinnoista on erikoistunut jonkun tietyyn toiminnon, kuten karttapohjien tarjoamiseen tai sijaintikoordinaattien muuntamiseen osoitetiedoiksi, kun taas jotkin toiset rajapinnat tarjoavat monipuolisempia toimintoja. Näiden rajapintojen käyttö voi olla hyödillistä, mikäli käyttöjärjestelmän tarjoamat paikkatietorajapinnat eivät esimerkiksi toimi ilman verkkoyhteyttä tai jos ne eivät tarjoa riittävän monipuolista ja laadukasta tietoa.

OpenStreetMap tarjoaa ohjelmistokehittäjille mahdollisuuden käyttää karttapohjiaan ja tietoja kiinnostavista paikoista. OpenStreetMapin tarjoamia karttatietoja on mahdollista sisällyttää sovellukseen siten, että sovellus toimii myös ilman verkkoyhteyttä. [55] OpenStreet Map -karttojen käytön helpottamiseksi on olemassa useita kolmansien osapuolien tarjoamia ohjelmostirajapintoja, kuten MapBox SDK, jonka avulla voi toteuttaa sovelluskohtaisesti rääätälöityjä karttoja [49]. OpenStreetMapin lisäksi myös esimerkiksi Esri ArcGIS tarjoaa ohjelmistokehittäjille mahdollisuuden lisätä älypuhelinsovelluksiin rääätälöityjä karttoja [18].

GeoNames-tietokannan avulla ohjelmistokehittäjät voivat muuntaa osoitetietoja sijaintikoordinaateiksi ja toisinpäin, mikäli käyttöjärjestelmävalmistajien tarjoamat osoitetieto-

ja sijaintikoordinaattimuunnosrakennukset eivät toimi riittävän hyvin tai mikäli sovelluksen pitää toimia ilman verkkoyhteyttä [27].

Perinteisten paikkatietohakupalveluiden lisäksi useat sosiaalisen median palvelut antavat ohjelmistoehittäjille mahdollisuuden etsiä tietoja kiinnostavista paikoista sijaintikoordinaattien tai osoitetietojen perusteella.

## 3 Paikkatieto älypuhelinohjelmistoissa

### 3.1 Paikkatiedon käyttökohteita älypuhelinosovelluksissa

#### 3.1.1 Yleistä

Paikkatietoa hyödyntävät sovellukset voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään sen perusteella, kuinka pitkääkäisesti ne keräävät paikkatietoa. Pitkääkäisesti tietoa kerääviin ohjelmistoihin kuuluvat muun muassa navigaattoriohjelmistot, urheilijan liikkumisreittejä seuraavat ohjelmistot sekä maantieteellisten alueiden rajojen ylitystä seuraavat ohjelmistot. Tilapäisesti paikkatietoa käyttäviin ohjelmistoihin kuuluvat esimerkiksi monet hakupalvelut, joissa hakutulokset lajitellaan käyttäjän sijainnin perusteella sekä monet sosiaalisen median palvelut, joissa käyttäjä voi lisätä tilapäivitykseen tiedon siitä, missä käyttäjä on tilapäivitystä suorittaessaan.

#### 3.1.2 Mainonta

Gartner ennustaa mobiilimainonnan liikevaihdon yltävän maailmanlaajuisesti 11,6 miljardiin Yhdysvaltain dollariin vuonna 2013 [57]. Paikkatiedon avulla älypuhelinosovellusten kehittäjät voivat esittää sovelluksissaan mainoksia, joissa on painotettu paikallisten yritysten tuotteita ja palveluita. Mainosten rääätälöinti on sovelluskehittäjien kannalta hyödyllistä, koska rääätälöidyt mainokset tuottavat yleensä sovelluskehittäjille enemmän rahaa kuin rääätälöimättömät mainokset [47].

Leontiadis et al. [47] havaittivat 250 000 Android-sovellusta analysoidessaan, että jopa 73 prosenttia tutkituista sovelluksista oli ilmaisia. Tutkimuksen mukaan 77 prosenttia viidestäkymmenestä suosituimmasta Android-sovelluksesta sisälsi mainoksia. Tutkijat päättelivät, että koko Android-ekosysteemin liiketoimintamalli perustuu suurelta osin mainosrahoitteisiin ilmaissovelliuksiin.

Älypuhelinosovelluksissa usein käytettävillä mainosverkostoilla on monia sidosryhmiä: sovelluskehittäjä, joka saa rahaa mainosten sisällyttämisestä sovellukseen, sovelluksen käyttäjä, jolle mainoksia näytetään, mainosverkosto, joka maksaa sovelluskehittäjille rahaa mainoksiin näytämisestä sekä yritykset, jotka ostavat mainostilaan sovelluksiin mainos-

verkoston kautta. Tunnettuja älypuhelinsovelluksissa käytettäviä mainosverkostoja ovat muun muassa Googlen omistama AdMob ja Apple iAd [28; 7].

### **3.1.3 Sijaintitietojen jakaminen**

Useat sosiaalisen median palvelut, kuten Facebook, Foursquare, Instagram ja Flickr antavat käyttäjilleen mahdollisuuden lisätä tilapäivityksiin ja valokuviin tiedon siitä, missä käyttäjä on tilapäivitystää kirjoittaessaan tai valokuvaa ottaessaan [41]. Joissakin palveluissa käyttäjä voi myös selata tallennettuja kuvia, tapahtumia ja muita paikkatietoa sisältäviä asioita karttanäkymässä. [42] Yhtenä paikkatietoa hyödyntävänä sosiaalisen median alalajina ovat seuranhakupalvelut, kuten Badoo, joiden älypuhelinsovellukset pyrkivät löytämään kiinnostavia ihmisiä käyttäjän lähialueelta [13].

Sosiaalisen median lisäksi myös monissa urheilusovelluksissa, kuten Sports Trackerissa ja Endomondossa käyttäjä voi jakaa sijaintitietonsa (esimerkiksi pyöräilyreittinsä) muille ihmisille [68; 17].

Sijainnin määritystoimintoa voi käyttää myös kadonneiden ihmisten ja tavaroiden etsimiseen. Älypuhelimille on olemassa useita paikkatietoa hyödyntäviä ihmisten etsimiseen tarkoitettuja sovelluksia, kuten AT & T FamilyMap, Apple Find My Friends, Google Latitude ja Glympse [48]. Kadonneiden ja varastettujen älypuhelinten etsimiseen on myös olemassa joitakin ohjelmia paikkatietoa hyödyntäviä ohjelmia, esimerkiksi Prey Anti-Theft ja Find My iPhone [21; 5]. Yritykset voivat myös rakentaa omia paikkatietoa hyödyntäviä älypuhelinhjelmistoja henkilöstö- ja laitteistoresurssiensa seurantaan: esimerkiksi kuljetusalan yritys voi kehittää ohjelmiston, joka näyttää työntekijöiden reaalialaikaisen sijainnin kartalla työntekijöiden käytöön annetun älypuhelinhjelmiston lähetämän reaalialaikaisen paikkatietodatan perusteella.

### **3.1.4 Navigointi ja paikallistietojen haku**

Kaikkien tässä tutkielman massassa tarkasteltujen älypuhelinkäyttöjärjestelmien valmistajat tarjoavat puhelinten käyttäjille karttaohjelmiston. Käyttöjärjestelmävalmistajien tekemiä karttaohjelmistoja voi tyypillisesti käyttää paikkojen ja reittiohjeiden etsimiseen kartalta osoitetietojen perusteella. Joidenkin käyttöjärjestelmävalmistajien tekemiä karttaohjelmistoja voi käyttää myös autonavigaattorina. Käyttöjärjestelmävalmistajien ohjelmisto-kaupoissa on myös saatavilla lukuisia muita kartta- ja navigaattoriohjelmistoja, joista monet sisältävät johonkin erikoistarkoitukseen tehtyjä karttoja, kuten julkisen liikenteen karttoja, veneilijöille tehtyjä merikarttoja tai jonkin tietyn maantieteellisen alueen erikoiskarttoja.

Koska kaikilta tarkasteltavien käyttöjärjestelmien valmistajilta on saatavissa tavallisim-

mat käyttötarpeet täytyvä älypuhelinhjelmisto, sovelluskehittäjien ei ole kovinkaan järkevää kehittää vastaavanlaisia sovelluksia, paitsi siinä tapauksessa, että käyttöjärjestelmävalmistajan tarjoamat kartta- ja navigointiohjelmistot eivät ole riittävän hyvälaatuisia. Koska laadukkaiden karttojen kehittäminen vaatii suuret resurssit, useimpien sovelluskehittäjien lienee järkevämpää keskittyä toteuttamaan joihinkin tiettyihin erikoistarkoituksiin suunniteltuja kartta- ja navigointiohjelmistoja. iOS:lle ja Blackberrylle sovelluksia tekevien sovelluskehittäjien kannattaa myös toteuttaa ilman verkkoyhteyttä toimivia karttasovelluksia, koska näiden käyttöjärjestelmävalmistajien tekemät karttasovellukset eivät toimi ilman verkkoyhteyttä. Yhtenä keinona kilpailla käyttöjärjestelmävalmistajien omien karttasovellusten kanssa on toteuttaa sovelluksia, jotka yhdistelevät käyttöjärjestelmävalmistajan paikkatietorajapintojen tarjoamaa dataa muista lähteistä peräisin olevan paikkatiedon kanssa.

Jotkin sosiaalisen median palvelut, kuten Yelp tarjoavat suuren määrään paikkatietoon yhdistettyjä yhteystietoja, aukioloaikatietoja ja käyttäjien kirjoittamia arvosteluita ravintoloista, kaupoista, nähtävyysistä ja muista yrityksistä ja ne muistuttavat näin ollen perinteisiä yrityshakemistoja [44]. Monet tällaiset verkkopalvelut tarjoavat tallentamiaan paikkatietoja myös sovelluskehittäjien käyttöön; esimerkiksi Foursquarella, Yelpillä ja Facebookilla on monipuoliset sovelluskehittäjien käytettävissä olevat paikkatietorajapinnat [22; 76; 20]. Tämän tutkielman kokeellisessa osuudessa on tutkittu Foursquaren paikkatietorajapintojen käyttöä älypuhelinsovelluksessa.

Nykyaikaiset älypuhelimet tarjoavat paikkatiedon lisäksi ohjelmoijien käytettäväksi myös monenlaista muuta sensoridataa, kuten gyroskoopin, kiihtyyvyysanturin ja mikrofonin. Näiden sensorien avulla paikkatietoa hyödyntävien ohjelmistojen on mahdollista rääätä löidä mobiilihakupalveluiden tarjoama sisältö käyttötilanteen mukaan. Iwata et al. yhdistelivät tutkimuksessaan älypuhelimen GPS-anturin, kiihtyyvyysensorin ja käyttäjän henkilökohtaisen profiilin (lähinnä osoitetiedot) tietoja sekä aikatietoja ja päättelivät sen perusteella, millaisessa tilanteessa tutkimuksessa toteutetun testiohjelmiston koekäytäjät olivat. Edellä mainittujen tietojen perusteella koehenkilölle esitettiin tilanteesta riippuen kartta- ja valikkonäkymän yhdistelmä tai pelkkä valikkonäkymä tiedonhakua varten. Nämymien sisältöä oli myös muokattu tilanteen perusteella: vapaapäivinä keskipäivän aikaan kaupungilla oleskeltaessa kartta- ja valikkonäkymien yhteisnäkymässä korostettiin ostoksilla käyntiin ja viihteenliittyviä aktiviteetteja, kun taas arkipäivinä annettiin enemmän painoarvoa julkisen sektorin virastoille ja joukkoliikenteelle. Tutkimuksessa havaittiin, että koehenkilöt pystyivät yleensä löytämään useita sensoridatan muotoja yhdistelevää testiohjelmistoa käyttäessään halutunlaista sisältöä pienemmällä määrellä toimenpiteitä kuin tavallista Googlen verkkohakutoimintoa tai Googlen karttapalvelua käyttämällä. [45]

Viime vuosina on tutkittu melko paljon niin sanottuja lisätyn todellisuuden (augmented

reality) sovelluksia, joissa lisätään reaalimaailmasta peräisin olevaan näkymään (tavallisesti puhelimen kameran videokuvaan) koneellisesti tuotettua tietoa, kuten tietoa lähialueen nähtävyysistä tai ruokapaikoista. Tunnettuja lisätyn todellisuuden sovelluksia ovat esimerkiksi Metaio Junia, Layar ja Wikitude. [66]

Sääsovellukset kuuluvat vanhimpiin paikkatietoa hyödyntäviin mobiilisovelluksiin. Weather Channel on tarjonnut palveluita mobiililaitteille jo vuodesta 1999 [70] eli paljon ennen nykyisten kosketusnäytöllisten älypuhelinten markkinoille tuloa. Sääsovellukset hyödynnävät paikkatietoa lähinnä paikallissäätioiden etsimiseen käyttäjän sijainnin perusteella. Sovelluskehittäjät voivat lisätä paikallissäätioidet omiin sovelluksiinsa esimerkiksi Yahoo Weatherin RSS-syötteen tai Weather Undergroundin säärajapinnan avulla [75; 73].

### **3.1.5 Huomautusten antaminen maantieteellisen alueen rajojen perusteella**

Jotkin älypuhelinsovellukset seuraavat käyttäjän sijaintia jatkuvasti ja huomauttavat, kun käyttäjä ylittää jonkin ennalta määrityn alueen rajan. Tämä toiminto tunnetaan nimellä geofencing [1]. Esimerkiksi iPhonen Muistutukset-ohjelmassa käyttäjä voi pyytää ohjelmaa muistuttamaan häntä tärkeän sähköpostiviestin lähettämisestä työpaikalle saavuttaessa [10]. Tätä toiminta voidaan käyttää moniin muihinkin tarkoituksiin, kuten huomauttamaan käyttäjää lähialueella olevista liikenneruuhiista, tietöistä ja lähialueelle saapuneista käyttäjän ystävistä.

### **3.1.6 Pelit ja muu viihdekäyttö**

Paikkatietoa hyödynnetään myös joissakin peleissä. Suomalaisen Grey Arean kehittämä Shadow Cities -peli muuntaa käyttäjän ympäristössä sijaitsevat kadut pelikentäksi [40]. SCVNGR-ohjelman käyttäjät voivat luoda muille käyttäjille tutustumiskierroksia ja paikkatiereen perustuvia pelejä. Perinteisiin paikkatietoa käyttäviin peleihin kuuluvat myös geokätkentäpelit. Suositussa paikkatietosovellus Foursquaressa käyttäjät kilpailevat muiden Foursquare-käyttäjien kanssa siitä, kuka kirjautuu useimmin esimerkiksi tiettyyn ravintolaan tai muuhun paikkaan. Useimmin 60 päivän aikana tiettyyn paikkaan kirjautunut käyttäjä valitaan kyseisen paikan virtuaaliseksi pormestariksi [48]. Foursquare jakaa myös aktiivisille käyttäjille monenlaisia kunniamerkkejä. [41]

Kamerapuhelimet ja useat digitaalikamerat tallentavat tiedon kuvauspaikan sijaintikoodinaateista kuvatiedoston metatietokenttiin. Tätä metatietoihin tallennettua paikkatietoa voidaan käyttää älypuhelinten valokuvaus- ja kuvankäsittelyohjelmistoissa esittämään kuvauspaikat kartalla ja auttamaan käyttäjää löytämään haluttu kuva sen kuvauspaikan perusteella. Tietoa kuvauspaikkojen sijaintikoodinaateista voidaan hyödyntää myös siirrettäessä kuvia älypuhelimesta sosiaaliseen mediaan. [42]

Pelien ja valokuvaussovellusten lisäksi viihdesovelluksiin voidaan lukea digitaaliset kau-punkioppaat, museo-oppaat ja muut vastaavat sovellukset. Kaupunkiopassovellus voi esimerkiksi näyttää käyttäjän sijaintipaikan lähellä olevat nähtävyydet kartalla tai lajitella nähtävyyshaun tulokset sen perusteella, kuinka kaukana nähtävyydet ovat käyttäjän sijainnista. Museo-opassovellukset voivat tarjota käyttäjän sijaintikoordinaattien perusteella tietoa käyttäjän ympärillä olevista esineistä (olettuen, että älypuhelin pystyy antamaan riittävän tarkkaa sijaintitietoa sisätiloissa liikuttaessa).

### 3.2 Paikkatiedon käyttöön liittyvät hyödyt

Osoitetietojen, hakusanojen ja muun tekstin syöttäminen on yleensä melko hidasta kosketusnäytöllisillä laitteilla. Tästä johtuen esimerkiksi Apple iOS Human Interface Guidelines suosittelee, että älypuhelinohjelmistojen tulisi mielellään välittää pyytämästä käyttäjää syöttämään suuria määriä tekstiä [8]. Sovelluskehittäjät voivatkin parantaa sovellustensa käytettävyyttä suunnittelemalla sovellukset siten, että ne selvittävät käyttäjän sijainnin automaattisesti pyytämättä käyttäjää kirjoittamaan osoitetietojaan. Tuntemattomissa paikoissa tarkan osoitteen selvittäminen ilman paikkatieto-ohjelmiston apua voi olla myös melko hidasta. Harvaan asutuilla alueilla puhelimen antama paikkatieto voi lisäksi antaa tarkemman kuvan käyttäjän sijainnista kuin katuosoite.

Monille paikkatietosovellusten käyttäjille tärkeää on sosiaalinen näkökulma: he haluavat tietää, missä heidän ystävänsä, lapsensa tai vanhat sukulaisensa liikkuvat ja kenen seurassa. Osa paikkatietopalveluiden käyttäjistä haluaa myös löytää palveluiden kautta uusia ystäviä. Jotkut paikkatietopalveluiden käyttäjät käyttävät esimerkiksi Foursquarea myös kertoakseen ystävilleen, että he ovat saapuneet turvallisesti perille määränpäähäänsä. [48; 72]

Uusien tuttavuuksien löytämisen lisäksi myös uusien mielenkiintoisten paikkojen löytäminen ja matkojen suunnittelu on monille paikkatietosovellusten käyttäjille tärkeä syy käyttää sovelluksia [72]. Joillekin paikkatietopalveluiden käyttäjille tärkeä osa palveluiden käyttöä on pitää kirja mielenkiintoisista paikoista, joissa he ovat käyneet tai haluavat käydä tulevaisuudessa. [48]

Mobiililaitteiden ohjelmistoja käytetään usein lyhyiden taukojen (microbreaks) kuluttamiseen [71]. Jotkut Lindqvist et al.:n [48] Foursquare-aiheiseen tutkimukseen vastanneet henkilöt kertoivatkin käyttävänsä palvelua tylsän joutoajan kuluttamiseen. Samassa tutkimuksessa havaittiin, että etenkin sellaiset Foursquaren käyttäjät, jotka olivat käytäneet palvelua suhteellisen vähän aikaa pitivät tärkeänä syynä palvelun käytölle myös sen pelillisiä ominaisuuksia, kuten merkkien (badges) keräämistä ja Foursquare-paikkojen pormestariuksien hankkimista.

Osalle paikkatietopalveluiden käyttäjistä olennainen hyötyväkökohta on myös mahdolli-

suus markkinoida omaa yritystä tai yhdistystä palvelun kautta. [48] Yritykset ja yhdistykset voivat myös saada tietoa siitä, mihin asioihin käyttäjät ovat tyytyväisiä ja mitä he toivoisivat muutettavan jollain tavoin. Toisaalta monet käyttäjät arvostavat mahdollisuutta kommentoida ja arvioida paikkoja, joissa he kävät [44].

Tsai et al. mukaan [72] miehet sekä perheelliset ihmiset pitävät paikkatietopalveluita keskimäärin hyödyllisempinä kuin naiset sekä henkilöt, joilla ei ole lapsia. Myös Brushin, Krummin ja Scottin [16] mukaan miehet ja vuokralla asuvat henkilöt jakoivat sijaintinsa mieluummin kuin omistusasunnossa asuvat henkilöt ja naiset. Tsai et al. mukaan miesten ja perheellisten ihmistenkin mielestä paikkatiedon käytön hyödyt eivät tosin ole suurempia kuin paikkatiedon käyttöön liittyvät ongelmat. Tsai et al.:n tutkimuksen mukaan suurimpia käyttäjien kokemia paikkatiedon käytön hyötyjä ovat ihmisten löytäminen häätilanteissa helpommin ja mahdollisuus seurata omien lasten sijaintia. Myös sijaintiin perustuvan tiedon löytäminen, sukulaisten seuraaminen sekä mahdollisuus tarkistaa, ettei muilla ihmisillä on kaikki hyvin koettiin hyvinä syinä paikkatiedon käytölle.

### 3.3 Paikkatiedon käyttöön liittyvät ongelmat

#### 3.3.1 Yleistä

Paikkatiedon käyttöön älypuhelinsovelluksissa liittyy valitettavasti myös joitakin ongelmia. Merkittävin paikkatietopalveluiden käyttöön liittyvä ongelma on yksityisyysden suojan heikkous. Yksityisyysteen liittyvät ongelmat voi jakaa kahteen luokkaan: käyttäjien toimista aiheutuviin ongelmiin sekä sovellusten suunnittelun ja toteutukseen liittyviin ongelmuihin.

Tsai et al. [72] tutkivat 89:ää paikkatietosovellusta, joista 63 oli saatavilla mobiililaitteisiin. Tutkimuksen mukaan suurimpia paikkatiedon käytön riskejä ovat kodin sijainnin paljastuminen, tirkistelijät, muiden ihmisten mahdollisuus päästää osaksi käyttäjän yksityiseksi kokemaa tilaa ja mahdollisuus, että ei-toivotut henkilöt pystyvät halutessaan pääsemään tapaamaan paikkatietopalvelun käyttäjää. Myös Brushin, Krummin ja Scottin [16] suorittamassa tutkimuksessa eräs koehenkilö oli huolestunut siitä, että hänen paikkatietojaan katsomalla oli mahdollista saada selville, milloin hän oli kotona ja milloin hän oli poissa kotoa.

Tsai et al. [72] mukaan vähemmän olennaisia paikkatiedon käytön ongelmia ovat viranomaisten mahdollisuus jäljittää käyttäjiä, mainostajien mahdollisuus hyödyntää käyttäjän sijaintia, muiden ihmisten mahdollisuus löytää käyttäjää hänen halutessa olla yksin, pomojen mahdollisuus vakoilla alaisiaan, omien aktiviteettien paljastaminen ja muiden ihmisten mahdollisuus arvostella käyttäjää sen perusteella, missä hän liikkuu. Hennen, Szongottin ja Smithin [42] mukaan monet ihmiset ovat huolestuneita siitä, mikäli muut

ihmiset voivat huomata heidän tekemisiään seuraamalla heidän tekevän jotain sopimattonta tai laitonta. Jotkin ihmiset voivat olla myös huolestuneita muiden ihmisten mahdollisuudesta seurata myös heidän täysin normaaleja aktiviteettejaan. Julkisesti saatavilla olevan tiedon kohdalla ongelmana on myös, että esimerkiksi työnantajat ja vakuutusyhtiöt saattavat päästä käsiksi tietoihin, joita paikkatietopalvelun käyttäjä ei haluaisi heille paljastaa.

### **3.3.2 Sovellusten suunnitteluun ja toteutukseen liittyvät ongelmat**

Tsai et al.:n [72] tutkimuksessa tutkituista paikkatietosovelluksista 34 prosentilla ei ollut yksityisyysensuojaselostetta ja 24 prosentilla ei ollut minkäänlaisia yksityisyysasetuksia. Paikkatietoa hyödyntävien sosiaalisten medioiden ja mobiilimainonnan ongelmana on, että palveluiden kannattaa taloudellisesta näkökulmasta tarkastellen yleensä kerätä käyttäjistä mahdollisimman paljon tietoa, mutta toisaalta liiallinen tiedon kerääminen voi vaarantaa käyttäjien yksityisyadden. Leontiadis et al.:n [47] tutkimuksen mukaan ongelmana on ohjelmistokehittäjien ja mainostajien näkökulmasta, että mainostajien toiminnan hankaloittaminen yksityisyysasetuksia parantamalla voi pahimmillaan johtaa mainosrajoitteisen ilmaisohjelmistomarkkinan tuhoutumiseen. Leontiadis et al. selvittivät, kuinka usean tyypissiä erikoiskäyttöoikeuksia, kuten pääsyä paikkatietoon tai puhelimen tallentamiin kuviin Android-sovellukset vaativat. Ilmaiset Android-ohjelmat pyytävät keskimäärin 2-3 lisälupaa saman kategorian maksullisiin ohjelmiin verrattuna. Tähän saattaa olla syynä, että suosittu AdMob-mainosverkosto vaatii kohdennettuja mainoksia tarjotakseen mahdollisuuden käyttää verkkoyhteyttä, paikkatietoa ja laitteen yksilöllistä tunnistetta eli yhteensä kolmea eri käyttöoikeutta. Tutkimuksen mukaan yli seitsemän kymmenestä ilmaisesta Android-sovelluksista pyytää pääsyä käyttöjärjestelmän vaaralliseksi luokittelemaan tietoon kuten paikkatietoon ja tekstiviisteihin. Maksullisten sovellusten kohdalla vastaava luku on 41 prosenttia. Monet sellaiset ilmaiset sovellukset, joiden ei luulisi kategoriansa perusteella tarvitsevan paikkatietoa, pyytävät lupaa käyttää käyttäjän sijaintia. Tutkimuksen mukaan esimerkiksi 33 prosenttia ilmaisista sarjakuvista pyytää tietoa käyttäjän sijainnista, kun taas maksullisten sovellusten kohdalla luku on vain yksi prosentti. 62 prosenttia maksullisista paikkatietoon pääsyä pyytävistä sovelluksista sisällytti tutkimuksen mukaan Android-sovelluskaupassa olevaan kuvauskseensa jonkin paikkatietoon liittyvän sanan, kun taas ilmaisista paikkatietoon pääsyä pyytäneistä sovelluksista vain 32 prosenttia teki samoin. Ylimääräisten käyttöoikeuksien pyytäminen ei kuitenkaan vaikuta heikentävän sovellusten suosiota merkittävästi; itse asiassa suositut sovellukset pyytävät hieman useammanlaisia lupia kuin muut sovellukset keskimäärin.

Paikkatietopalveluiden käyttäjät tallentavat palveluihin paljon henkilökohtaista tietoa. Tästä johtuen palvelut ovat houkutteleva kohde verkkorikollisille, jotka pyrkivät etsimään

palveluista tietoturva-aukkoja. Alkukesän 2010 aikana ohjelmoija Jesper Andersen onnistui saamaan selville 875 000 San Francisccon alueella tapahtunutta Fousquare-paikkoihin kirjautumista, vaikka palvelun käyttäjät olivat asettaneet osan kirjautumisista näkymään vain omille Foursquare-ystävilleen [67]. Myös Brushin, Krummin ja Scottin tutkimuksen koehenkilöstä osa oli huolissaan, että henkilöt, joiden ei pitäisi päästää käsiksi heidän sijaintitietoihinsa, saattaisivat kuitenkin päästää niihin käsiksi [16]. Paikkatietopalveluiden kehittäjien onkin kiinnitettävä tulevaisuudessa entistä enemmän huomiota palveluiden tietoturvaan.

Kuten jo aiemmin paikkatiedon käyttötapoja tarkasteltaessa todettiin, älypuhelimet tallentavat valokuvien metatietoihin tiedon kuvauspaikan GPS-koordinaateista. Kuvien metatietoihin tallennetaan tavallisesti automaattisesti myös kuvan ottamisaika ja joissain tapauksissa myös kuvan ottajan nimi. Kuvan metatietoihin saatetaan myös lisätä uusia Metadata Working Group Regions Schema ja Microsoft Photo Region –määrittelyjä käytäen tieto kuvassa esiintyvien henkilöiden kasvojen sijainnista ja henkilöiden nimet. [42] Myös jotkin muut älypuhelinsovellukset, kuten muistiinpanojen teko-ohjelma Evernote tallentavat älypuhelimella luotuihin dokumentteihin käyttäjän tarkat sijaintikoordinaatit [19]. Mikäli kuvien tai muiden tiedostojen jakamistoiminnon älypuhelinsovellukseensa toteuttava sovelluskehittäjä ei poista kuvista arkaluontoisia metatietoja ennen tiedostojen siirtoa verkkopalveluihin, on käyttäjien yksityisyys vaarassa.

Hess et al. [43] havaitsivat älypuhelimien paikkatiedon mittaustarkkuuksia selvittäessään, että yhtenä negatiivisena puolenä paikkatiedon käytöllä on myös puhelimen akkukeston heikkeneminen.

### **3.3.3 Käyttäjien toiminnan aiheuttamat ongelmat**

Käyttäjät saattavat jakaa tietojaan suuremmalle ihmisiin julkisesti, kuin heidän olisi järkevä tehdä yksityisyytensä kannalta. Tätä tietoa voidaan käyttää väärin monin tavoin. Vuonna 2012 herätti kohua Girls Around Me -iPhone-ohjelma, joka antoi tirkistelijöille mahdollisuuden tarkkailla lähialueella liikkuvia naisia yhdistelemällä tietoa julkisista Facebook- ja Foursquare-profileista. Kohun seurauksena Fousquare päätyi estämään ohjelman kehittäjää käyttämästä paikkatietoa tarjoavia rajapintojaan ja ohjelman kehittäjä joutui vetämään ohjelmansa pois App Store -ohjelmistokaupasta [15]. Paikkatiedon käytön riskeistä varoittamaan tehty Please Rob Me -palvelu auttoi murtovarkaita saamaan selville, milloin Foursquare-kirjautumisensa julkisesti Twitterissa jakaneet ihmiset olivat poissa kotoaan [16].

Käyttäjät eivät välttämättä myöskään jaksa tai halua käyttää paikkatietopalveluiden käytön opetteluun niin paljoa aikaa ja vaivaa, kuin heidän kannattaisi käyttää yksityisyyden suojan näkökulmasta asiaa tarkastellen. Toisaalta jotkut paikkatietosovellukset

saattavat tehdä yksityisyysasetusten muokkaamisesta niin hankalaa, ettei keskimääräisen käyttäjän ole mahdollista oppia sovellusten yksityisyysasetusten käyttöä järkeväällä työmäärellä. Lindqvist et al. [48] havaittivat Foursquare-palvelun käyttöä tutkiessaan, että noin puolet tutkituista henkilöistä oli huolestuneita yksityisyyden suojaastaan. Huolestuneimpia olivat käyttäjät, jotka eivät tunteneet palvelun toimintaa kovinkaan hyvin ja jotka eivät ymmärtäneet kunnolla, kuinka yksityisyyden suoja voi kontrolloida palvelun yksityisyysasetuksia käyttämällä. Henkilöt, joilla oli selkeä käsitys siitä, kuinka Foursquare toimii ja kuinka omia yksityisyysasetuksia voi muuttaa, eivät olleet yhtä huolestuneita yksityisyyden suojaastaan. Vaikka monet käyttäjät olivat huolestuneita yksityisyyden suojaansa heikkoudesta, yllättävästi 58 prosenttia kyselytutkimukseen vastanneista kuitenkin hyväksyi Foursquare-ystävikseen henkilötä, joita he eivät tunteneet reaalimaailmassa.

Käyttäjät voivat aiheuttaa omilla toimillaan ongelmia itsensä lisäksi myös muille henkilöille. Paikkatietosovelluksen käyttäjä saattaa esimerkiksi ilmoittaa olevansa ystävänsä kanssa jossain tietyssä paikassa, vaikka ystävä on kertonut muille henkilöille olevansa esimerkiksi työpaikallaan tai kotona. Hennen, Szongottin ja Smithin [42] mukaan tällaiset tilanteet, joissa käyttäjä aiheuttaa ongelmia muille ihmisiille kuin itselleen ovat hankalia, koska niihin ei ole oikeastaan muita ratkaisuja kuin ongelmien selvittäminen jälkkikäteen oikeustitse. Käyttäjän ystävä voi toki etukäteen pyytää, ettei hänen sijaintiaan kerrottaisi muille ihmisiille, mutta hänellä ei kuitenkaan ole mitään varsinaisia teknisiä suoja-keinoja sijaintipäivityksen jakamisen estämiseksi. Yhdenä ongelma paikkatiedon käytössä on lisäksi, että käyttäjien käsitys tiedon harmillisuudesta tai harmittomuudesta saattaa muuttua ajan kuluessa [42].

### 3.3.4 Ongelmien ratkaisuja

Yksityisyyden suoja voidaan parantaa teknisillä ja ei-teknisillä suojaeinoilla. Tekniisiin keinoihin kuuluvat esimerkiksi paikkatietosovellusten yksityisyysasetukset, älypuhelinkäyttöjärjestelmien tarjoamat yksityisyysasetukset sekä paikkatiedon esittäminen muodossa, josta yksittäisiä käyttäjiä on hankalaa tunnistaa. Ei-teknisiin keinoihin kuuluvat muun muassa käyttäjien päätös olla paljastamatta sijaintiaan arkaluontoiseksi koetun painan läheisyydessä tai sijainnin jakaminen muille ihmisiille vasta jostain tietystä paikasta pois lähtiessä.

Paikkatietosovellusten yksityisyysasetuksissa käyttäjä voi tyypillisesti valita, ketkä kaikki henkilöt voivat saada tiedon hänen sijainnistaan. Käyttäjän pitää esimerkiksi hyväksyä jokin toinen käyttäjä ystäväkseen paikkatietosovelluksessa ennen kuin käyttäjän sijainti näkyy tälle toiselle käyttäjälle. Joidenkin paikkatietopalveluiden käyttäjät voivat myös halutessaan jakaa tietonsa haluamilleen verkostoille, kuten tietyn maantieteellisen alueen asukaille, yrityksen työntekijöille tai jonkin järjestön jäsenille. Käyttäjällä saattaa

olla myös mahdollisuus lisätä haluamiaan ihmisiä mustalle listalle, jonka jäsenet eivät saa nähdä hänen henkilötietojaan. [72] Ongelmana on kuitenkin, että jotkin käyttäjät haluavat lisätä paikkatietosovelluksissa ystävikseen myös henkilöitä, joita he eivät tunne reaalimaailmassa. Lindqvist et al. [48] ehdottavatkin, että Foursquaren ja vastaavien muiden palveluiden yksityisyysystä voisi parantaa antamalla käyttäjälle mahdollisuus erotella oikeat ystävät Internet-tuttavista.

Joissakin sovelluksissa käyttäjä voi valita, onko hänen sijaintiaan mahdollista seurata reaalialassa vai pitääkö hänen itse kirjautua johonkin paikkaan. Lindqvist et al.:n [48] tutkimuksen mukaan käyttäjän oma-aloitteinen kirjautuminen paikkoihin on yksityisyys- ja turvallisuusnäkökulmasta parempi ratkaisu. Joissakin sovelluksissa, kuten Flickrissa käyttäjä voi estää sijaintinsa näkymisen tiettyjen paikkojen (esimerkiksi kodin) läheisyydessä [42] tai kertoa pelkästään summittaisen sijaintinsa muille käyttäjille.

Yksityisyysasetuksissa on usein ongelmana, että käyttäjät eivät välttämättä löydä niitä helposti. Sovellukset kannattaa suunnitella siten, että yksityisyysasetuksiin pääsee sovelluksen aloitusnäkymästä ilman valikkojen kahlaamista. [72] Kuten aiemmassa mobiilimainontaa koskevassa alaluvussa 3.3.2 todettiin, sovelluskehittäjät eivät kuitenkaan välttämättä halua tehdä yksityisyyden suojan kontrolloimisesta helppoa, koska se heikentäisi mainosrahoitteisten sovellusten kehittäjien tulonhankintamahdollisuuksia.

Yhtenä mahdollisena ratkaisuna paikkatiedon käytön ongelmien on myös, että sovellukset tarkastaa ennen niiden markkinoille pääsyä jokin luotettu taho, kuten käyttöjärjestelmävalmistaja. Tällaisen tarkastusprosessin ongelmana on kuitenkin, että tarkastusprosessissa saatetaan hylätä sovelluksia, jotka eivät ole vahingollisia ja toisaalta jotkin vahingolliset sovellukset saattavat läpäistä tarkastuksen. Toisena yleisesti käytettynä keinona on kertoa ohjelman asennuksen tai ensimmäisen käynnistyksen yhteydessä käyttäjälle, millaisia oikeuksia ohjelma haluaa käyttää. Tällaisen menettelyn heikkoutena on, että käyttäjän voi olla hankala arvioida, millaisiin tarkoituksiin sovellus haluaa käyttää pyydettävä oikeuksia. Mikäli sovellukset kysyvät säännöllisesti (esimerkiksi jokaisen asennuskerran yhteydessä) lupaa joidenkin oikeuksien käyttöön, käyttäjät eivät välttämättä enää kiinnittää huomiota tärkeimpiin varoituksiin. Jatkuva varoitusdialogien esittäminen myös hidastaa sovellusten käyttämistä. [14]

Uusimmat älypuhelinkäyttöjärjestelmät pyrkivät auttamaan käyttäjää paikkatietosovellusten yksityisyyden suojan parantamisessa kertomalla, milloin jokin sovellus haluaa käyttää paikkatietoa. Lisäksi eri käyttöjärjestelmillä on erilaisia keinoja paikkatiedon käytön estämiseen.

Applen iOS-käyttöjärjestelmä antaa käyttäjälle mahdollisuuden estää joko kaikkia tai vain tiettyjä sovelluksia käytämästä paikkatietoa hyväkseen. Käyttäjä voi myös tarkastella paikkatiedon käytön historiatietoja, joista ilmenee, mitkä sovellukset ovat käyttä-

neet paikkatietoa äskettäin ja mitkä sovellukset ovat käyttäneet paikkatietoa viimeisten 24 tunnin aikana. Koska iOS-laitteen käyttäjä voi milloin tahansa estää sovellusta käyttämästä paikkatietoa, kyseiselle käyttöjärjestelmälle sovelluksia tehtäessä ohjelmistokehittäjän on varauduttava siihen, että sovelluksen mahdollisuudet käyttää paikkatietoa muuttuvat kesken ohjelman suorituksen. Sovelluskehittäjä voi reagoida paikkatiedon käyttöä koskevien oikeuksien muutoksiin CLLocationManagerDelegate-protokollan ilmentymämetodien avulla. iOS-ohjelmat joutuvat kysymään lupaa paikkatiedon käyttöön ensimmäisellä ohjelman käyttökerralla. Mikäli ohjelma ei toimi ollenkaan ilman paikkatiedon käyttöä, ohjelmistokehittäjän pitää kertoa siitä ohjelman Info.plist-tiedostossa. [4]

Android-käyttöjärjestelmä näyttää uuden sovelluksen asennuksen yhteydessä käyttäjälle listan niistä oikeuksista, joita ohjelma haluaa käyttää. Käyttäjä ei voi valita, mitä oikeuksia hän haluaa antaa kullekin ohjelmalle, vaan ohjelmalle on joko annettava kaikki oikeudet, joita se pyytää tai käyttäjän on oltava asentamatta ohjelmaa ollenkaan. Käyttäjä voi estää kerralla kaikkia sovelluksia käyttämästä paikkatietoa. Ohjelmistokehittäjän on kerrottava sovelluksensa manifest-tiedostossa, mitä oikeuksia sovellus haluaa käyttää. Mikäli sovellus yrittää käyttää sellaisia oikeuksia, joita ei ole listattu manifest-tiedostossa, käyttöjärjestelmä nostaa SecurityException-poikkeuksen. [29; 14] Androidille on tosin saatavilla joitakin kolmannen osapuolen ohjelmistokehittäjien tekemiä sovelluksia, kuten Permissions Denied, joiden avulla käyttäjä voi estää yksittäisiä sovelluksia käyttämästä tiettyjä oikeuksia [69].

Windows Phone 8:lle paikkatietosovellusta toteuttavan ohjelmistokehittäjän on lisättävä sovelluksen manifesti-tiedostoon tieto siitä, että sovellus haluaa käyttää paikkatietoa hyödykseen. Mikäli sovellus yrittää päästää käsiksi paikkatietoon, mutta sen manifestissa ei ole merkintää paikkatiedon käytöstä, Microsoft ei hyväksy sovellusta myytäväksi sovelluskauppaansa. Käyttäjät voivat tarkastella Microsoftin ohjelmistokaupassa ennen ohjelmien lataamista, mitä oikeuksia kukin ohjelma haluaa käyttää. Ohjelmat pyytävät lisäksi ennen ensimmäistä paikkatiedon käyttökertaa käyttäjältä lupaa paikkatiedon käytölle. [52] Windows Phone 8 tarjoaa käyttäjille myös mahdollisuuden estää paikkatiedon käyttö kaikilta sovelluksilta kerralla.

Blackberry 10-laitteissa paikkatietopalvelut ovat oletuksena pois päältä ja käyttäjän pitää laittaa ne ensin päälle Blackberry-laitteen asetusohjelmassa. Mikäli Blackberry 10-käyttöjärjestelmälle tehty sovellus haluaa hyödyntää paikkatietoa, sovelluskehittäjän on lisättävä tieto paikkatiedon käytöstä sovelluksen BAR-tiedostoon. Mikäli ohjelma yrittää käyttää paikkatietoa kertomatta sen käytöstä BAR-tiedostosta, käyttöjärjestelmän ohjelmointirajapinta ilmoittaa sovellukselle virhetilanteesta. Ohjelmat voivat käyttää paikkatietoa vasta, kun sovelluksen käyttäjä on antanut sovellukselle luvan paikkatiedon käytölle. Käyttäjä voi estää kutakin sovellusta käyttämästä niitä oikeuksia, joita hän ei pidä tarpeellisina. Android-sovelluksista Blackberry-sovelluksiksi muunnetuissa sovelluksissa ei

takin ole mahdollista estää yksittäisiä sovelluksia käyttämästä paikkatietoa. [62; 63; 58]

Yksi tyypillisimmistä ei-teknisistä keinoina yksityisyiden suojaasta huolehtimiseen on Lindqvist et al. mukaan arkaluontoisiin paikkoihin (esimerkiksi oma koti ja ystävien kodit) kirjautumisen välttäminen. Jotkin käyttäjät suojelevat yksityisyyttään Foursquaressa kirjoittautumalla paikkoihin vasta sieltä lähtiessä. [48] Arkaluontoisten paikkojen läheisyydessä tallennettujen tietojen poistaminen voidaan toki tehdä myös automaattisesti, mikäli käyttäjä kertoo paikkatietosovellukselle, missä paikoissa tallennetut tiedot pitää jättää julkaisematta [42; 72]. Brush, Krumm ja Scott [16] tutkivat koehenkilöiden suhtautumista yksityisyiden suojaansa, kun heidän sijaintiaan seurattiin pitkäkestoisesti. 21 koehenkilöä 31:stä suostui jakamaan tietonsa julkisesti, kunhan heidän kotinsa lähistöllä tallennetut sijaintitiedot poistettiin (alueen säteen keskiarvo oli 622 metriä ja moodi 500 metriä). Yksi henkilö halusi poistaa työpaikan lähellä tallennetut tiedot ja toinen tytöystävänsä kodin lähellä tallennetut tiedot. Yksi koehenkilö ei halunnut valita yksityisyytensä suojelemiseksi kodin lähellä tallennettujen sijaintitietojen poistamista, koska sijaintitietojen poistossa suurimmaksi alueen säteeksi oli mahdollista valita enintään kilometrin säteellä kodista olevat paikat. Tämä saattoi johtua siitä, että harvaan asutuilla alueilla kilometrin etäisyys kodista ei välttämättä riitä suojaamaan käyttäjän yksityisyttä riittävän hyvin. Tiheään asutuissa suurkaupungeissa kilometrin säteellä jostakin paikasta voi asua kymmeniä tuhansia tai satoja tuhansia ihmisiä, joten paikkatietosovelluksen käyttäjän henkilöllisyyttä ja tarkkaa asuinpaikkaa on todennäköisesti melko hankalaa selvittää. Mikäli paikkatietosovelluksen yksityisyysasetuksiin toteutetaan mahdolisuus poistaa arkaluontoisten paikkojen läheisyydessä tallennettuja tietoja, sovelluksen on annettava käyttäjälle mahdolisuus valita itse, kuinka laajalta alueelta tiedot halutaan poistaa. Kodin läheisyydessä tallennettujen tietojen poistaminen ei ole kuitenkaan kaikissa tapauksissa hyvä ratkaisu yksityisyysongelmiin, koska esimerkiksi monissa kaupungeissa käyttäjät saattavat käydä usein kotinsa lähistöllä olevien talojen katutasossa olevissa kivijalkakaupoissa ja kahviloissa. Mikäli käyttäjiä ehdotetaan poistamaan kaikki kodin läheisyydessä tallennetut tiedot automaattisesti, paikallisten asukkaiden suosiossa olevat kaupat, kahvilat ja muut yritykset saattavat jääädä paikkatietopalveluissa liian vähälle huomiolle matkailijoiden suosimien paikkoihin verrattuna.

Edellä mainittujen sijaintiperustaisten säätöjen lisäksi sovelluksiin on mahdollista toteuttaa kellonaikoihin perustuvia yksityisyysääntöjä [72]. Mikäli paikkatietopalvelun käyttäjä lähtee säännöllisesti töihin esimerkiksi kello kahdeksan arkiaamuina ja tulee kotiin kello neljän aikaan iltapäivällä, hän voi pyrkiä estämään muita henkilötä saamasta selville kotinsa sijaintia sallimalla sijaintinsa jakamisen paikkatietopalveluissa esimerkiksi pelkästään arkipäivisin puoli yhdeksän ja puoli neljän välisenä aikana. Käyttäjä voi myös joissain sovelluksissa hallita yksityisyttää antamalla pelkästään kertakäyttöisiä lupia paikkatiedon käytölle tai asettamalla säännön, jonka perusteella paikkatietopalvelun lu-

pa hyödyntää paikkatietoa umpeutuu automaattisesti ennalta määritellyn ajan kuluttua [72].

Paikkatietosovellusten yksityisyyyden suojaa voi parantaa tiedon anonymisoimella ja tiedon muuttamisella epätarkempaan muotoon. Brushin, Krummin ja Scottin [16] tutkimuksen koehenkilöistä 42 prosenttia oli valmiita jakamaan tietonsa anonymisoidussa muodossa julkisesti, mutta vain oli halusi jakaa tietonsa 7 prosenttia julkisesti nimensä kanssa. Tutkimuksen koehenkilöiden mielestä paras tapa tiedon anonymisointiin oli useiden käyttäjien tiedon sekoittaminen siten, että yksittäisten käyttäjien sijaintia oli hankala määrittää. Toiseksi ja kolmanneksi suosituimpia tapoja yksityisyyyden parantamiseen olivat tallennettujen tietojen poistaminen käyttäjän kodin tai muiden arkaluontoisten paikkojen läheisyydessä ja satunnaiskohinan lisääminen käyttäjästä tallennettuun paikkatietoon. Useiden käyttäjien tiedon sekoittamisessa on tietojen poistamiseen ja kohinan lisäämiseen verrattuna hyvänen puolena, että useiden käyttäjien tiedoista sekoitettu tieto voi edelleen olla hyödyllistä paikkatietopalveluiden kehittäjille, kun taas poistetuista tai kohinaa sisältävistä tiedoista ei ole kovin paljoa hyötyä palveluiden kehittäjille. Pieni määrä koehenkilöistä piti parhaana yksityisyydensuojamekanismina sijaintidatan diskretointia eli muuntelua siten, että sijaintitiedot sijoitettiin ruudukkoon, jonka kukin ruutu vastasi useita mahdollisia sijaintitietoja. Yksikään koehenkilö ei pitänyt parhaana yksityisyydensuojamekanismina sijaintitietojen jakamista siten, että sijaintipäivityksen aika annettiin epätarkkana tai viiveellä. Tutkimuksen mukaan yksityisyydensuojariskien alentaminen tiedon muuttamisella epätarkempaan muotoon vaikuttaa käyttäjien mielipiteisiin paikkatiedon riskeistä siinä määrin, että heidän mielestään paikkatiedon käytöstä saatavat hyödyt ovat suurempia kuin paikkatiedon käytöön liittyvät riskit.

Puhelimella tallennettuja valokuvia ja muita tiedostoja verkkopalveluissa ja muilla tavoin jaettaessa ohjelmistokehittäjän yleensä syytä poistaa tiedostojen metatiedoista arkaluontoiset tiedot, kuten valokuvan kuvauspaikan sijaintikoordinaatit. Poikkeuksena ovat tietysti sellaiset käyttötapaukset, joissa käyttäjä nimenomaan haluaa jakaa sijaintinsa muille ihmisiille. Mikäli käyttäjä haluaa lisätä sijaintipäivitykseensä tietoja muistakin ihmistä kuin itsestään, yksi Hennen, Szongottin ja Smithin [42] tutkimuksessa mainittu tehotekniikka yksityisyyyden suojan parantamiseen on antaa näille muille sijaintipäivitykseen lisätylle ihmisiille ilmoitus tiedon jakamisesta esimerkiksi sähköpostilla. Paikkatietopalvelut voivat parantaa yksityisyyyden suojaansa myös näytämällä palvelun käyttäjille listan kaikista henkilöistä, jotka ovat tarkastelleet heidän sijaintitietojaan [72].

Käyttäjät voivat myös parantaa yksityisyyttää käyttämällä muunneltua Android-käyttöjärjestelmän MockDroid-versiota, jonka avulla käyttäjä voi antaa tietyille ohjelmille puutteellista tai väärää dataa. Sovelluskehittäjien kannalta MockDroidin käytön hyötyvä on, että he voivat testata sovelluksiaan helposti normaalista poikkeavia syöttöteitä käytäen. Toisaalta joitakin ohjelmistokehitystyökaluja käytettäessä sovelluskehit-

täjän on mahdollista simuloida haluamiaan sijainteja, joten MockDroidin käyttö ei ole välttämättä kaikille sovelluskehittäjille kovinkaan hyödyllistä. Ongelmana MockDroidissa ja muissa sen kaltaisissa puutteellista tai vääränlaista dataa sovelluksille antavissa ohjelmistoissa on, että ne saattavat rajoittaa sovellusten toiminnallisuutta. [14]

Osa älypuhelinsovelluksista käyttää paikkatietoa lähinnä mainosten esittämiseen käyttäjälle. Leontiadis et al. [47] ehdottavat, että mainonnan aiheuttamien yksityisyysongelmien välttämiseksi sovelluksen mainoskomponentille sekä sovellukselle itselleen annettavat tiedot erotettaisiin toisistaan. Tässä menetelmässä on kuitenkin ongelmana sovelluskehittäjän näkökulmasta, että Brushin, Krummin ja Scottin [16] tutkimuksen koehenkilöstä vain 25 prosenttia halusi antaa sijaintitietonsa mainostajien käyttöön. Tätä ongelmaa voi Leontiadisin mukaan yrittää estää antamalla käyttäjän hankkia joko ilmainen mainosrahoitteinen sovellus tai maksullinen sovellus, joka ei esitä käyttäjille mainoksia.

Käyttäjien pelkojen hälventämiseksi sovellusten olisi syytä kertoa käyttäjien yksityisten tietojen käyttötavoista yksityisyydensuojaselosteessa ja antaa käyttäjille ohjeita yksityisyden suojansa parantamiseen. Valitettavasti monet yksityisyydensuojaselosteet ovat kuitenkin niin vaikeaselkoisia, että suuri osa käyttäjistä ei halua tai jaksa lukea niitä.

Parhaistakaan käyttäjien käyttöön annettavista suojaeinoista ei tosin ole hyötyä, mikäli paikkatietopalvelut tai käyttäjien käyttämät laitteet tallentavat käyttäjistä tietoa kertomatta siitä heille mitään. Apple sai runsaasti negatiivista julkisuutta, kun ilmeni, että sen valmistamat puhelimet tallensivat käyttäjän paikkatietohistorian pysyvästi puhelimen muistiin laitteen koko käyttöajalta [11].

## 4 Demo-ohjelma

### 4.1 Yleistä

Paikkatietorajapintojen vertailua ja yksityisyydensuojamenetelmien tutkimista varten toteutettiin demo-ohjelma Apple iOS-käyttöjärjestelmälle. Ohjelma voidaan käänräää kolmeksi erilaiseksi versioksi, joista jokainen käyttää eri paikkatietorajapintoja: valittavana ovat Googlen, Applen ja Foursquaren paikkatietorajapinnat. Ohjelman avulla käyttäjä voi käyttää ohjelmaa lähialueella tai neljällä eri testipaikkakunnalla sijaitsevien mielenkiintoisten paikkojen etsimiseen. Foursquaren rajapintoja hyödynnettäessä käyttäjä voi myös kirjautua ohjelman kautta Foursquare-paikkoihin.

Vertailun kohteeksi otettiin Googlen ja Applen paikkatietorajapinnat, koska Googlessa ja Appella on älypuhelinkäyttöjärjestelmässä selkeästi suurin markkinaosuuus. On toki syytä huomauttaa, että Googlen paikkatietorajapintojen Android- ja iOS-versioiden tarjoaman paikkatietodatan laadussa ja määrässä voi olla joitakin eroja, joten iOS-

käyttöjärjestelmälle toteutettu demo-ohjelma ei välttämättä anna viimeisen päälle tarkkaa kuvaaa Googlen paikkatietorajapintojen laadusta sen omalla Android-käyttöjärjestelmällä. Foursquaren paikkatietorajapinnat otettiin demo-ohjelmaan mukaan, koska niihin avulla oli mahdollista esitellä yksityisyysensuojamekanismien toimintaa tilanteessa, jossa käyttäjä haluaa jakaa sijaintinsa Foursquarella. Lisäksi Foursquaren rajapintoja käytettäessä voitiin selvittää, onko käyttäjien tuottamaan tietoon perustuvan paikkatietopalvelun tarjoaman tiedon laadussa tai määrässä eroja kahden eri yrityksen (Googlen ja Applen) suurilta osin itse tuottaman tai muita yrityksiltä ostaman paikkatietodatan laatuun ja määrään verrattuna.

## 4.2 Yksityisyys

Demo-sovelluksessa on pyritty kiinnittämään huomiota käyttäjän yksityisyyden suojelemiseen suunnittelemalla ohjelmalle turvalliset oletusasetukset, toteuttamalla selkeät yksityisyysasetukset sekä ohjeet siitä, kuinka käyttäjä voi hallita yksityisyysyhtiään yksinkertaisin keinoin.

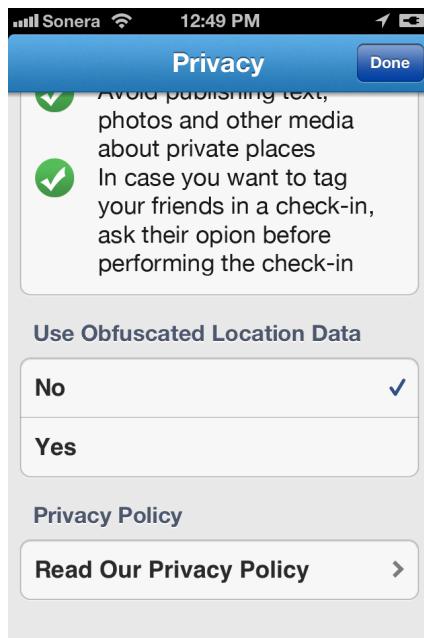
Yksityisyyden suojan parantamiseen pyrkivistä toiminnoista suurin osa löytyy demo-ohjelman kaikista versioista. Foursquaren paikkatietorajapintoja hyödyntävään ohjelman versioon toteutettiin myös joitain yksityisyyden suojan parantamiseen tähtääviä lisätoimintoja, joita ei löydy kahdesta muusta demosovelluksesta. Nämä lisätoiminnot pyrkivät parantamaan käyttäjän yksityisyyden suojaan käyttäjän halutessa kirjautua Foursquare-paikkoihin.

Toteutettu demo-ohjelma pyrkii ratkaisemaan kirjallisuuskatsauksessa mainittuja yksityisyyden suojaan liittyviä ongelmia usein keinoin. Koska Lindqvist et al.:n [48] tutkimuksen mukaan epäilevimmän paikkatiedon käyttöön suhtautuvia ovat ne käyttäjät, jotka eivät ymmärrä, kuinka sovellukset toimivat ja kuinka käyttäjä voi parantaa yksityisyysyhtiään sovellusten yksityisyysasetuksilla, demo-sovellus sisältää ohjeita siitä, kuinka sitä käytetään ja millaisilla valinnoilla käyttäjä voi parantaa yksityisyysyhtiään. Sekä yksityisyysohjeisiin että ohjelman käyttöohjeisiin pääsee käsiksi ohjelman aloitusnäytön yläreunassa olevien painikkeiden kautta (kuvat 1 ja 2).

Sovelluksessa on myös kiinnitetty huomiota käyttäjän kannalta turvallisiin oletusasetuksiin. Sovellus ei esimerkiksi pyydä oletusasetuksia käytettäessä käyttöjärjestelmältä tarkinta mahdollista tietoa sijainnista, vaan oletussijaintitarkkuudeksi on valittu noin sadan metrin kokoinen alue, joka tarjoaa sovellukselle riittävästi tietoa relevanttien hakutulosten näyttämistä varten, mutta ei vaaranna käyttäjän yksityisyysyhtiää liian paljoa. Käyttäjän sijaintitiedoista ei myöskään tallenneta lokia pysyväismuistiin, jotta hakkerit tai varkaat eivät pystyisi helposti selvittämään käyttäjän sijaintihistoriaa sovelluksen tallentamien tietojen perusteella. Sovelluksen kautta Foursquare-paikkoihin kirjauduttaessa sovellus



Switch between  
the Info, Map  
and Text Views



Kuva 1: Käyttöohjeet.

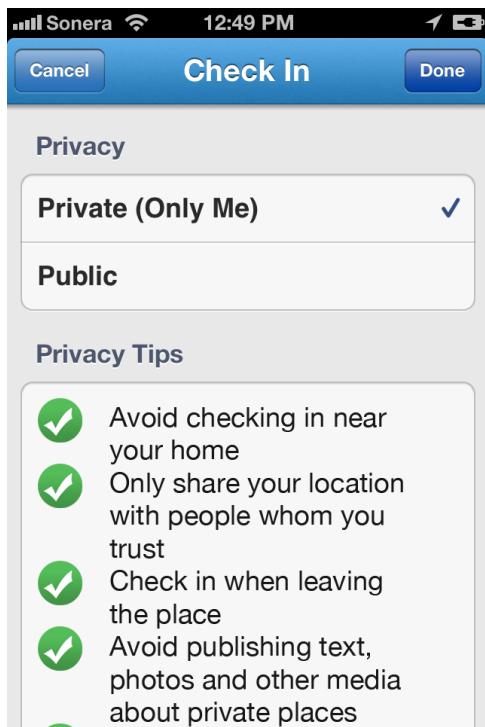
Kuva 2: Yksityisyysnäkymä.

käyttää oletuksena tiukinta mahdollista Foursquaren yksityisasetusta, joka ei paljasta käyttäjän sijaintia muille Foursquaren käyttäjille.

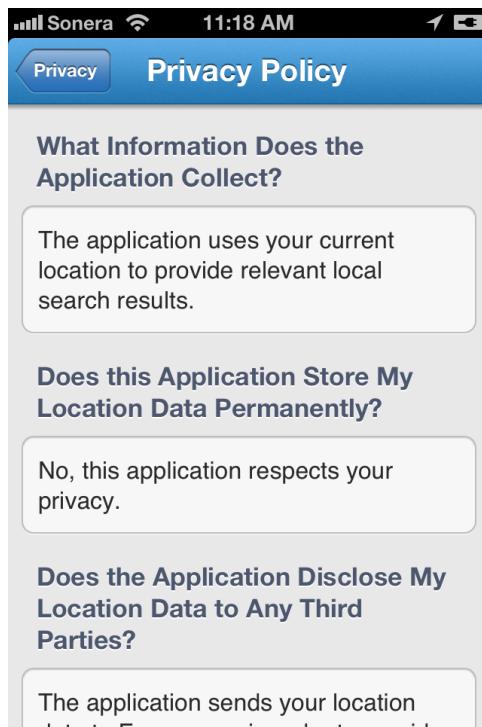
Yksityisyysasetusten löytäminen pyrittiin tekemään käyttäjälle mahdollisimman helpoksi, koska Tsai et al. [72] mukaan hankalasti löydettävät yksityisyysasetukset ovat huomattava ongelma. Kaikkiin yksityisyysasetuksiin ja -ohjeisiin pääsee käsiksi ohjelman aloitusnäytöllä olevaa Privacy-painiketta koskettamalla. Yksityisyysasetusten avulla käyttäjä voi antaa paikallishakua suoritettaessa Foursquarelle, Googlelle tai Applelle hieman todellisuudesta poikkeavat sijaintikoordinaatit, joiden arvoa on muutettu lisäämällä sijaintikoordinaattien arvoihin satunnaisluku. Oletusasetuksia käytettäessä ohjelma antaa paikkatietopalveluille käyttäjän todelliset sijaintikoordinaatit eikä muunneltuja sijaintikoordinaatteja, koska virheellisten sijaintikoordinaattien käyttö saattaa huonontaa hakutulosten laatuua.

Foursquare-paikkoihin kirjauduttaessa ohjelma esittää käyttäjälle mahdollisuuden valita, kuinka laajalle ihmisiin hän haluaa jakaa sijaintinsa (kuva 3). Lisäksi käyttäjälle esitetään ohjeita siitä, kuinka hän voi parantaa yksityisyysyttäään yksinkertaisin keinoin. Käyttäjää ehdotetaan esimerkiksi välttämään kotinsa läheisyydessä oleviin paikkoihin kirjautumista ja kirjautumaan Fourquare-paikkoihin vasta sieltä lähdettäessä, jotta muiden ihmisten olisi vaikeampaa selvittää käyttäjän reaalialaista sijaintia. Lindqvist et al.:n [48] mukaan monet Foursquare-käyttäjät suojelevat yksityisyysyttäään edellän mainituin keinoin, mutta toisaalta osa käyttäjistä heikentää omaa yksityisyden suojaansa kertomalla kotinsa tai muiden arkaloontoisten paikkojen sijainnin julkisesti Foursquarella.

Ohjelmassa on lisäksi yksityisyysuojaseloste, joka pyrkii kertomaan selkeästi käyttä-



Kuva 3: Foursquare-paikkaan kirjautuminen.



Kuva 4: Sovelluksen yksityisyysdensojaseloste.

jien ymmärtämällä kielellä, kuinka käyttäjiltä saatuja tietoja käytetään (kuva 4).

## 4.3 Ohjelman toteutuksessa käytetyt rajapinnat

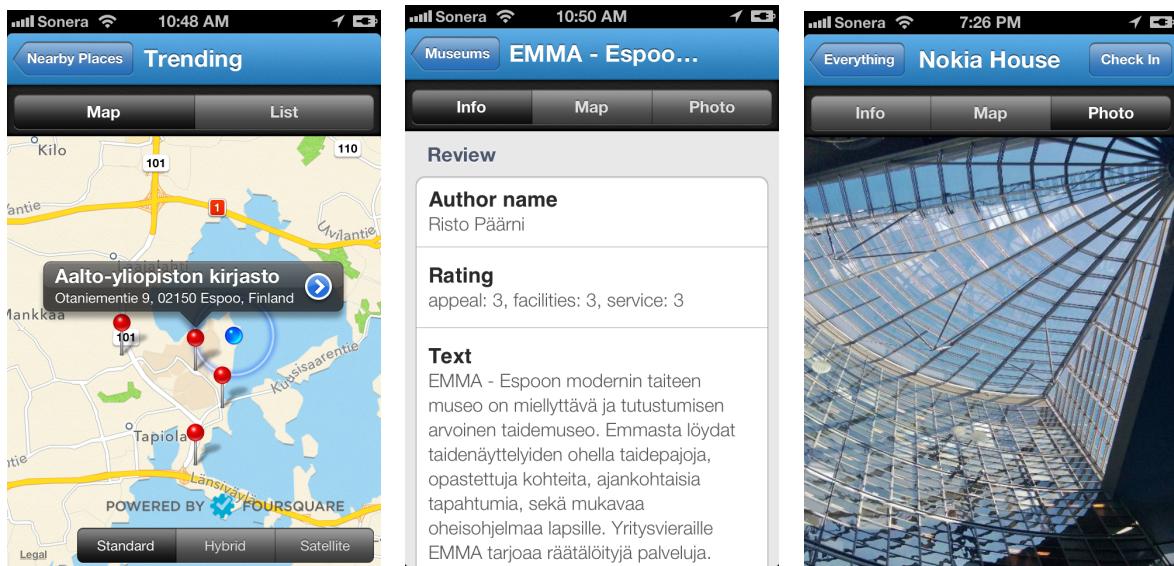
### 4.3.1 Yleistä

Demo-ohjelmassa käytettyjen rajapintojen tarjoajista Apple ja Google tarjoavat sovelluskehittäjille kokonaisratkaisuja: sovelluskehittäjän on mahdollista saada sekä karttapohjat että tiedot kiinnostavista paikoista samalta yritykseltä. Foursquare tarjoaa sovelluskehittäjien käyttöön pelkästään tietoja kiinnostavista paikoista; Foursquaren paikkatietodataa käytettäessä karttapohjat on hankittava joltain muulta yritykseltä tai järjestölta. Demo-ohjelman Apple- ja Foursquare-versiot käyttävät karttoina Applen MapKit-sovelluskehyn tarjoamia karttoja. Ohjelman Google-versio käyttää Google Maps SDK for iOS:n tarjoamia karttoja. Tiedot kiinnostavista paikoista etsittiin Apple-versiossa Apple Local Search -rajapinnan ja Google-versiossa Google Places -rajapinnan avulla. Foursquaren paikkatietorajapintojen käyttöön käytettiin Ba-Z Communication -yrityksen kehittämää rajapintaa [12], koska Foursquarella ei ollut tarjolla virallista rajapintaa iOS-käyttöjärjestelmälle [23]. Käyttäjän sijainnin paikantamiseen ohjelma käyttää Applen Core Location -sovelluskehystä.

Google Places-rajapinta palauttaa vastaukset käyttäjän tekemiin kyselyihin Java-

Script Object Notation (JSON) tai Extensible Markup Language -muodossa (XML) [39]. Foursquare palauttaa kyselyjen tulokset JSON-muodossa [24]. Apple Local Search -rajapinta palauttaa hakutulokset NSArray-tietorakenteena [6].

Demo-ohjelman graafisessa käyttöliittymässä ei ole Google Places -rajapinnan ja Foursquaren rajapinnan osalta kaikkia niiden tarjoamia tietoja, koska niitä on todella paljon. Ohjelma esittää näiden rajapintojen tiedoista pelkästään perustiedot ja sellaiset tiedot, jotka erottavat kunkin palvelun kilpailijoistaan, kuten Foursquaren tarjoamat tiedot paikkojen suosituimmuudesta (kuva 5) ja Googlen tarjoamat käyttäjäarvostelut (kuva 6). Ohjelma kuitenkin tulostaa konsoliin kaikki edellä mainitulle rajapinnoille suoritettujen kyselyiden tulokset. Apple Local Search -rajapinta tarjoaa kustakin paikasta niin vähän tietoa, että kaikki kyseisen rajapinnan esittämät tiedot on esitetty ohjelman graafisessa käyttöliittymässä.



Kuva 5: Foursquare tarjoaa tietoja paikoista, jotka ovat suosittuja ohjelman käytöhetkellä.

Kuva 6: Google Places-rajapinnan kautta on mahdollista lukea arvosteluita paikoista.

Kuva 7: Foursquaren ja Googlen rajapintojen kautta on saatavissa jonkin verran valokuvia.

Googlen ja Foursquaren rajapintoja käytettäessä on mahdollista rajata hakutuloksia kategorian mukaan. Foursquaren rajapintaa käytettäessä hakutuloksia on mahdollista rajaata myös sen mukaan, mitkä paikat ovat ohjelman käytöhetkellä suosittuja Foursquaren käyttäjien keskuudessa. Appen paikallishakua käytettäessä hakutulosten rajaaminen tapahtuu antamalla rajapinnalle hakusanaksi mikä tahansa merkkijono, joka kuvailee tietoa käyttäjää haluavaa hakea.

#### 4.3.2 Testimenetelmä

Rajapintojen laatu tutkittiin hakemalla tietoa neljän eri paikkakunnan alueelta. Testialueiksi valittiin Espoon Otaniemi (koordinaatit:  $60.186933^\circ$ ,  $24.827261^\circ$ ), Saksassa sijaitseva Schönberg ( $54.392899^\circ$ ,  $10.374110^\circ$ ), Yhdysvaltojen itärannikolla sijaitseva Pittsburgh ( $40.440625^\circ$ ,  $-79.995886^\circ$ ) sekä Kiinassa sijaitseva Suzhoun kaupunki ( $31.207516^\circ$ ,  $120.613403^\circ$ ). Testialueet valittiin siten, että paikkatietorajapintojen laadusta saatiin tietoa eri kokoisissa kaupungeissa ja eri puolilla maailmaa. Testialueen halkaisijaksi valittiin noin kuuden kilometrin laajuisen alue.

Testikategorioiksi valittiin ruokapaikat ja sairaalat. Ruokapaikat valittiin testikategoriaksi, koska niiden etsiminen älypuhelimilla on niin arkipäiväistä, että esimerkiksi sovelluskehittäjien on hyödyllistä tietää, kuinka monipuolista tietoa ruokapaikoista on tarjolla yleisesti käytettyjen paikkatietorajapintojen avulla. Toiseksi testikategoriaksi valittiin sairaalat, koska Tsai et al. [72] mukaan paikkatietopalveluiden käyttäjien mielestä häättäavun saaminen kuuluu hyödyllisimpiin paikkatiedon käyttötarkoituksiin. Foursquarea testattaaessa käytettiin Foursquaren valmiiksi määrittelemiä kategorioita *Food* ja *Hospitals*. Google Places -rajapinnan osalta käytettiin Googlen valmiiksi määrittelemiä paikkatyyppejä *food* ja *hospital*. Google Placesin tarjoamista useista hakutypeistä valittiin käytettäväksi *Nearby Search*. Koska Applen paikkatietohakurajapinta ei tue valmiiksi määriteltyjä kategorioita, Applen kohdalla testit suoritettiin käyttämällä itse määriteltyjä hakusanoja *Food* ja *Hospitals*.

Testiohelman tallentamista tiedoista selvitettiin kunkin paikkakunnan ja kategorian osalta löytyneiden paikkojen lukumäärä sekä löydettyjen paikkojen tarkempien tietojen (puhelinnumerot, verkkosivuston osoite ja valokuvat) lukumäärä. Verkkoosoitteiksi laskettiin vain yritysten omien verkkosivujen osoitteet, ei esimerkiksi Foursquare- tai Google+-sivujen osoitteita. Lisäksi kirjattiin havaintoja muista mahdollisesti saatavilla olevista tiedoista. Googlen ja Applen karttarajapintojen osalta tehtiin lisäksi silmämääräisiä havaintoja karttapohjien laadusta.

Rajapintojen testaus suoritettiin 24.4.2013. Testauksessa käytettiin iOS-käyttöjärjestelmän versiota 6.1.3. Foursquaren rajapinnasta käytettiin versiota 2 ja Google Maps iOS SDK:sta versiota 1.2.0. Google Places -rarapinnasta ei ollut saatavilla versionumerotietoa rajapintaa esittelevällä verkkosivustolla [36].

## 5 Tulokset

### 5.1 Yksityisyyden suoja

#### 5.1.1 Havaintoja demo-ohjelmasta

Demo-ohjelma pyrki vähentämään yksityisyysongelmia monin keinoin. Parhaiten onnistunut yksityisyydensuojaeino oli turvallisten oletusasetusten suunnittelu. Muissa toteutetuissa yksityisyydensuojaeinoissa havaittiin sen sijaan selkeitä ongelmia demo-ohjelmaa käytettäessä.

Käyttäjälle Foursquare-paikkaan kirjautumisen yhteydessä ja yksityisyysnäkymän yläosassa näytettäväät ohjeet antavat käyttäjälle hyödyllistä tietoa yksityisyyden suojan parantamisesta, mutta toisaalta ne vievät varsin paljon tilaa ohjelman käyttöliittymässä. Jokaisella ohjelman käyttökerralla esitettäväissä yksityisyysohjeissa on lisäksi sama ongelma kuin liian usein esitettäväissä varoituskäytävissä: kun käyttäjät ovat nähneet ne riittävän monta kertaa, he eivät kiinnitä niihin enää huomiota. Lisäksi toteutetuissa yksityisyysohjeissa on niin paljon tekstiä, että kiireiset mobiililaitteiden käyttäjät eivät välittämättä ehdi lukemaan niitä. Ohjeita voisi parantaa siten, että ne sopeutuisivat käyttökontekstiin ja ohjelma valitsisi kontekstin perusteella näytettäväksi pelkästään kaikkein relevanteimmat ohjeet. Ohjelma voisi esimerkiksi pyytää käyttäjää määrittelemään ensimmäisellä käynnistykerralla sellaiset paikat, joissa käyttäjän sijaintia ei saisi jakaa muille ihmislle. Tämän tiedon perusteella ohjelma voisi näyttää tarvittaessa käyttäjälle varoituksen hänen aikoessaan kirjautua arkaluontoisen paikan lähellä olevaan Foursquare-paikkaan, mutta kyseistä ohjetta ei näytettäisi muissa tilanteissa. Sekä yksityisyysohjeita että käyttöohjeita voisi esitellä käyttäjälle ohjelman ensimmäisen käynnistykseen yhteydessä, jotta käyttäjät oppisivat ohjelman peruskäytön ja yksityisyysasetusten muokkaamisen mahdollisimman nopeasti.

Ohjelmassa kokeiltiin myös tavallista helppolukuisemman ja selkeämpän yksityisyydensuojaselosten käyttöä. Toteutetusta yksityisyydensuojaselosteesta tuli kuitenkin sen verran suurpiirteinen, ettei se välittämättä kelpaisi oikean paikkatietosovelluksia valmistavan yrityksen lakimiehille.

Todellisesta sijainnista poikkeavan sijainnin antaminen paikkatietopalveluille ei hei-kentänyt hakutulosten laatua kovin paljoa. Mikäli käyttäjä kuitenkin halusi kirjautua Foursquare-paikkoihin, hänen todellinen sijaintinsa oli mahdollista saada selville Foursquare-paikkojen sijaintien perusteella. Todellisuudesta poikkeavan sijainnin antaminen käyttöjärjestelmävalmistajille ei ole kovinkaan hyödyllistä, koska ne pystyvät halutessaan selvittämään laitteen todellisen sijainnin. Väärennetyn paikkatiedon tarjoamisen demo-ohjelmassa käytetylle Googlen rajapinnoille ei ole myöskään kovin järkevää,

koska Google Maps iOS SDK selvittää kuitenkin käyttäjän todellisen sijainnin voidakseen esittää käyttäjän sijainnin kartalla.

### **5.1.2 Havaintoja kirjallisuudesta**

Suurimpia paikkatiedon käytöön liittyviä yksityisyysongelmia ovat arkaluontoisten paikkojen sijainnin paljastuminen, tirkistelijät, ei-toivottujen henkilöiden mahdollisuus päästä tapaamaan sijaintinsa paljastanutta käyttäjää sekä muiden ihmisten mahdollisuus päästä osaksi käyttäjän henkilökohtaista tilaa. Lisäksi hankalana ongelmana on sovelluskehittäjän näkökulmasta, että sovelluskehittäjän kannattaisi taloudellisen hyödyn maksimoimiseksi hankkia sovellustensa käyttäjistä mahdollisimman paljon tietoa, mutta toisaalta liiallinen tiedon kerääminen voi vaarantaa käyttäjien yksityisyyden. Suuria määriä henkilökohtaisia tietoja kerättäessä sovelluskehittäjien on myös erittäin tärkeää huolehtia sovellustensa tietoturvasta.

Sovelluskehittäjät voivat parantaa käyttäjien yksityisyyden suojaaa esimerkiksi laatimalla sovelluksilleen selkeät yksityisyysasetukset, yksityisyydensuoja- ja jaseloosten sekä antamalla käyttäjille ohjeita yksityisyyden suojan parantamiseksi. Sovelluskehittäjät voivat myös tarjota käyttäjille mahdollisuuden poistaa arkaluontoisten paikkojen lähistöllä tallennetut sijaintitiedot automaattisesti tai manuaalisesti. Kirjallisuuskatsauksen perusteella myös satunnaiskohinan lisääminen paikkatieloon, useiden käyttäjien paikkatielojen sekoittaminen keskenään ja väärän tai puutteellisen tiedon antaminen sovelluksille ovat tehokkaita keinoja yksityisyyden suojelemiseen. Demo-ohjelmaa käytettäessä kuitenkin havaittiin, ettei sijaintitietojen muuntelu satunnaiskohinaa niihin lisäämällä ole kovin tehokas keino käyttäjien yksityisyyden suojelemiseen. Demo-ohjelman käytöstä saatujen havaintojen ristiriitaisuus kirjallisuuskatsauksen tietojen kanssa saattoi johtua siitä, että vaikka kirjallisuuskatsauksessa käsitelty Brushin, Krummin ja Scottin [16] tutkimus pyrki mallintamaan paikkatiedon käytön ongelmia matkapuhelimissa, se toteutettiin puhelinten sijaan erillisillä mittalaitteilla, joten tutkimuksen tekijät eivät voineet havaita oikean älypuhelinsovelluksen toteutuksessa ilmenneitä syitä, joiden perusteella väärän sijaintitiedon käyttöä ei voida pitää kovin hyvänä yksityisyydensuojakeinona oikeissa älypuhelinsoveluksissa.

## **5.2 Rajapintojen vertailu**

### **5.2.1 Yleistä**

Kaikki demo-ohjelmassa käytetyt paikkahakurajapinnat pyrkivät tarjoamaan etsitystä paikoista ainakin yksinkertaisimmat perustiedot: nimen, osoitteenviiteen, sijaintikoordinaatit, puhelinnumeronsivun ja verkkosiviston osoitteenviiteen. Näiden tietojen lisäksi Foursquare- ja Google

Places -rajapinta tukevat monenlaisten muiden tietojen, kuten valokuvien ja arvosteluiden esittämistä. [25; 37; 38; 6]

Foursquare rajoittaa tunnin aikana suoritettavien rajapintaan kohdistuvien kyselyjen määrään 500 kyselyyn jokaista sovelluksen käyttäjää kohden, mikäli sovelluksen käyttäjät kirjautuvat sovelluksen kautta Foursquareen OAuthilla. Jos käyttäjät eivät kirjaudu sovelluksen kautta Foursquareen, venues-kategoriaan kohdistuvien paikkahakukyselyiden määrä on rajoitettu 5 000 kyselyyn sovellusta kohden tunnissa ja muiden kyselyiden määrä on rajoitettu 500 kyselyyn. [26]

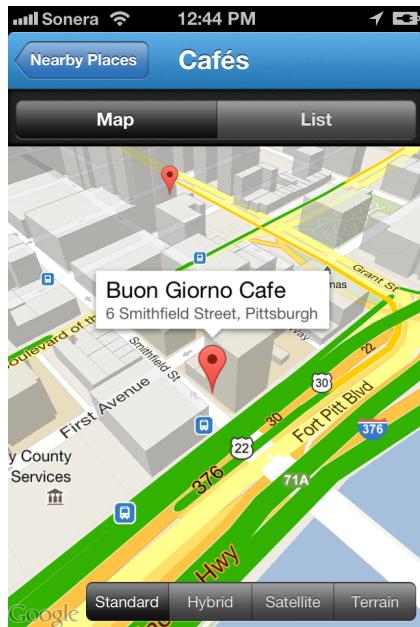
Google ei aseta rajoituksia Maps-rajapintansa käytölle mobiilisovelluksissa, jotka käytävät käyttävät rajapintaa Googlen tekemien natiivirajapintojen kautta. JavaScript-pohjaisissa sovelluksissa Google Maps -rajapinnan käyttö on rajoitettu 25 000 kyselyyn päivässä. [33] Googlen paikkatietohakurajapintaa käytettäessä on huomioitava, että hakutulokset saa esittää vain Googlen karttapohjia käyttäen eli sovelluskehittäjän ei ole mahdollista käyttää esimerkiksi Applen karttapohjia Googlen paikkatietohakua käytetäessä [35]. Googlen paikkahakutiedot ovat saatavilla 44 eri maassa ja karttapohjat 209 maassa [34].

Apple Local Search -rajapinnassa on rajoitteena, ettei se toimi Japanissa ja Venäjällä [2]. Applella ei ole virallisesti dokumentoituja käyttömäärärajoituksia paikkatietorajapintojen käytölle.

Sekä Applen että Googlen karttarajapinnat tarjoavat ohjelmistokehittäjien käyttöön normaalin katunäkymän, satelliittinäkymän ja edellä mainittujen näkymien tietoja yhdistelevän hybridinäkymän [6]. Googlen karttapohjista löytyy myös maastonäkymä, joka kuvaa maanpinnan korkeuseroja. Katunäkymää reilusti suurennettaessa Googlen karttanäkymä muuttuu joidenkin suurten kaupunkien alueella kolmiulotteiseksi. Googlen kartat pystyvät myös esittämään reaalialkaisia tietoja vilkkaasti liikennöityjen teiden liikenneruuhkista muuttamalla tien väriä kartalla liikenteen vilkkauden muuttumisen perusteella (kuva 8). [31]

### 5.2.2 Paikkojen hakua koskevat testitulokset

Tutkittavina olleiden paikkahakurajapintojen tarjoaman tiedon määrässä oli selkeitä eroja. Google löysi kaikilta tarkastellulta maantieteellisiltä alueilta kohtuullisen hyvän määräni hakutuloksia. Apple löysi myös kohtuullisen hyvän määräni hakutuloksia, mutta monet löydetyt paikat eivät sijainneet sillä maantieteellisellä alueella, josta niitä haettiin. Foursquaren tarjoamien hakutulosten määrässä on suuria eroja eri kategorioiden ja maantieteellisten alueiden välillä. Foursquare löysi Otaniemestä ja Pittsburghista erittäin paljon ruokapaikkoja, mutta toisaalta se löysi Suzhousta vain kolme ruokapaikkaa. Foursquare ei myöskään löytänyt yhtään sairaalaa Schönbergistä ja Suzhousta. Toisaalta Foursqua-



Kuva 8: Googlen karttojen kolmiulotteinen katunäkymä. Näkymän oikeassa alalaidassa olevien teiden väri kertoo, kuinka ruuhkaista niiden liikenne on.

re löysi kuitenkin Pittsburghista yhtä paljon sairaaloita kuin Google ja Apple yhteensä. Foursquaren tarjoaman tiedon vaihetut johtuvat oletettavasti lähinnä palvelun käyttäjien määärän vaihtelusta eri maantieteellisillä alueilla. Lisäksi Foursquare-paikkojen määrään vaikuttaa suuressa määrin todennäköisesti se, että Foursquaren kaltaisen sosiaalisen median käyttäjät eivät välittämättä halua kertoa olevansa sairaalassa. Lindqvist et al.:n [48] tutkimuksen mukaan Foursquare-käyttäjistä merkittävä osa pyrkii välittämään ikäviksi tai noloiksi koettuihin paikkoihin kirjoittautumista.

Testien tarkemmat tulokset on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Taulukoissa on listattu kunkin paikkakunnan kohdalta löydettyjen paikkojen, puhelinnumeroiden ja verkkosoitteiden lukumäärä sekä mahdolliset muut testiohjelmaa käytettäessä tehdyt huomiot. Testien tuloksista voi päätellä, että Apple tarjoaa yhdellä hakukyselyllä korkeintaan kymmenen ja Google kahdenkymmenen paikan tiedot. Foursquare rajoittaa yhdellä hakukyselyllä tarjottavien paikkojen määän noin kolmeenkymmeneen hakutulokseen.

Taulukko 1. Ruokapaikkoja koskevat hakutulokset.

Rajapinta	Paikka	Määrä	Puhelinnumero	Verkkosoite	Lisätietoja
Apple	Otaniemi	10	10	9	-
	Schönberg	10	8	2	-
	Pittsburgh	10	10	9	-
	Suzhou	10	5	1	-

<b>Foursquare</b>	Otaniemi	31	17	6	4 kuvaaa
	Schönberg	10	3	2	-
	Pittsburgh	30	27	23	2 kuvaaa
	Suzhou	3	0	0	-
<b>Google</b>	Otaniemi	20	20	20	48 kuvaaa
	Schönberg	20	20	18	13 kuvaaa
	Pittsburgh	20	20	20	89 kuvaaa
	Suzhou	20	11	12	-

Taulukko 2. Sairaaloita koskevat hakutulokset.

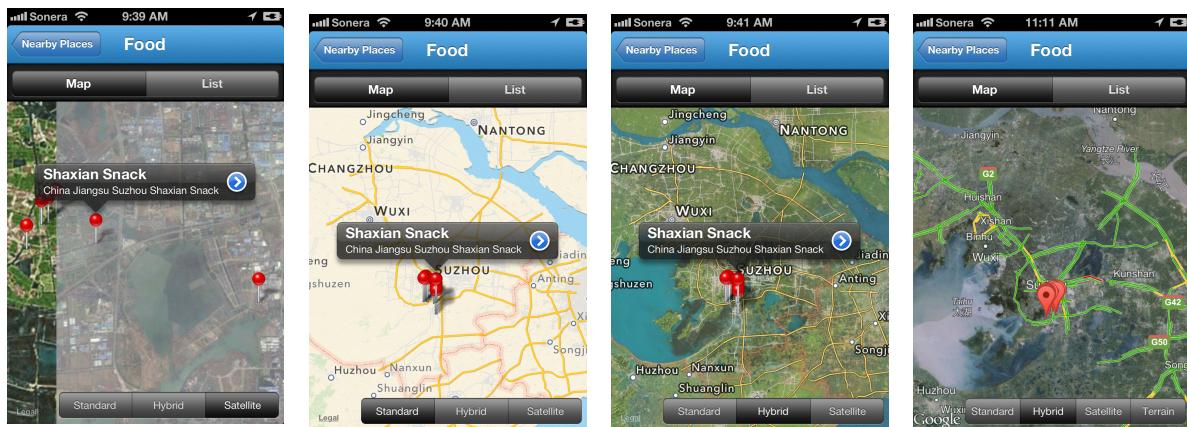
Rajapinta	Paikka	Määrä	Puhelin-numero	Verkkoosoite	Lisätietoja
<b>Apple</b>	Otaniemi	2	2	0	Saman paikan tiedot listattu kahteen kertaan
	Schönberg	10	1	0	Yksikään listatuista paikoista ei sijainnut sillä alueella, josta tietoja haluttiin saada
	Pittsburgh	10	4	6	-
	Suzhou	10	10	4	-
<b>Foursquare</b>	Otaniemi	3	2	1	-
	Schönberg	0	0	0	-
	Pittsburgh	30	9	2	-
	Suzhou	0	0	0	-
<b>Google</b>	Otaniemi	6	6	6	2 kuvaaa
	Schönberg	2	2	1	-
	Pittsburgh	20	20	19	15 kuvaaa
	Suzhou	20	16	2	-

### 5.2.3 Karttapohjia koskevat testitulokset

Googlen karttapohjat näyttivät testipaikkakunnilla yleisesti ottaen hieman enemmän yksityiskohtia kuin Applen karttapohjat samoilla alueilla. Useimpien kaupunkien osalta karttapohjien laatu oli yksityiskohtien määrästä lukuun ottamatta varsin samankaltainen. Kiinassa sijaitsevaa Suzhoun kaupunkia koskeissa kartoissa oli kuitenkin suuria eroja. Applen satelliittikartan kuva oli testialueella varsin huonolaatuinen (kuva 9). Li-

säksi Applen karttaa loitonnettaessa huomattiin, että suurikokoinen Taihu-järvi puuttui Applen kartan perusnäkymästä kokonaan, vaikka se löytyikin Applen satelliitti- ja hybridikarttanäkymistä (kuvat 10 ja 11). Toisaalta Applen satelliitti- ja hybridikarttanäkymien kuva oli kyseisessä paikassa huomattavasti yksityiskohtaisempi kuin Googlen karttojen vastaava näkymä (kuvat 11 ja 12).

Googlen kartoissa oli testipäivänä saatavilla jokaisella paikkakunnalla tietoja muutaman suurimman tien ruuhkaisuusasteesta. Liikennetietoja oli eniten saatavilla Pittsburghin alueen kartoissa. Googlen karttojen kolmiulotteinen katunäkymä oli käytettävissä pelkäästään Pittsburghin alueella.



Kuva 9: Applen satelliittikarttanäkymä Suzhoun kaupungissa.

Kuva 10: Loitonnettu Applen kartan perusnäkymä Suzhoussa.

Kuva 11: Loitonnettu Applen kartan hybridinäkymä Suzhoussa.

Kuva 12: Loitonnettu Googlen kartan hybridinäkymä Suzhoussa.

#### 5.2.4 Muita havaintoja

Testiohjelmaa käytettäessä huomattiin, että Foursquaren hakutulosten joukossa saattoi olla tietyistä kategorioista tietoa etsittäessä melko paljon sellaisia paikkoja, joiden ei tulisi kuulua kyseisen kategorian hakutuloksiin. Esimerkiksi hotelleja Otaniemen alueella etsittäessä Foursquaren rajapinnan kautta löyti enemmän tietoa ihmisten kodeista kuin oikeista hotelleista. Tähän ongelmaan saattaa olla syynä se, että Foursquare antaa käyttäjille pisteitä paikkoihin kirjautumisesta ja tietojen lisäämisestä Foursquareen. Tästä johtuen jotkut käyttäjät lisäävät Foursquareen tietoja kaikenlaisista paikoista miettimättä sitä, ovatko nämä tiedot hyödyllisiä muille palvelun käyttäjille ja Foursquaren paikkatietodataa käyttäville sovelluskehittäjille. Foursquarea paikkatietosovelluksessaan hyödytävä sovelluskehittäjä saattakin joutua kehittelemään jonkin menetelmän huonolaatuismille hakutuloksille oli tyypillistä, että niihin oli kirjautunut useim-

miten melko pieni määrä käyttäjiä ja niissä oli puutteelliset osoitetiedot. Ohjelmistokehittäjän kannattaakin harkita Foursquaren tarjoamien hakutulosten suodattamista sen perusteella, sisältyykö hakutulokseen kunnolliset osoitetiedot ja kuinka moni käyttäjä on kirjautunut paikkoihin aiemmin.

Appen paikallishakurajapintaa käytettäessä ongelmaksi muodostui silloin tällöin se, ettei hakutuloksia ollut mahdollista rajata kategoroiden perusteella. Appen paikallishaku antoi esimerkiksi Helsingissä museoita hakusanalla *Museums* etsittäessä tulokseksi erään Museokadulla sijaitsevan yrityksen tiedot, vaikka käyttäjä olisi halunnut saada tietoja pelkästään museoista.

## 6 Johtopäätökset

Tässä kandidaatintyössä tarkasteltiin paikkatiedon hyödyntämistä älypuhelinhjelmistoissa. Suurimpina ongelmoina paikkatiedon käytössä älypuhelinhjelmistoissa ovat yksityisyysdusojaongelmat, jotka johtuvat osittain sovelluskehittäjien halusta kerätä mahdollisimman paljon tietoa sovellusten käyttäjistä mainontatarkoituksia varten. Osa ongelmista johtuu myös sovellusten käyttäjien tekemistä valinnoista paljastaa sijaintinsa liian avoimesti muille sovellusten käyttäjille.

Demosovellukselle suoritettujen testien perusteella tarkastelluista rajapinnoista Google Maps ja Google Places tarjoavat sovelluskehittäjille tasalaatusinta tietoa. Appen ja etenkin Foursquaren tarjoaman tiedon laatu vaihtelee niin suuresti eri paikkakuntien ja etäisyyden tiedon tyypin välillä, että ennen kyseisten rajapintojen käyttöä sovellusten kehittämisessä on syytä tarkastaa, onko kyseisten rajapintojen laatu riittävä sillä maantieteellisellä alueella ja siinä hakukategoriassa, johon liittyviä tietoja sovelluksessa halutaan esittää.

Demo-ohjelman käytöstä saatujen tulosten soveltuvuutta rajoittaa se, että rajapintoja testattiin vain Apple iOS-käyttöjärjestelmällä. Laajemman kokonaiskuvan saamiseksi demosovellus kannattaisi toteuttaa myös muille yleisimmille älypuhelinkäyttöjärjestelmille. Testipaikkakuntien määrä oli melko pieni ( $n = 4$  kappaletta). Lisäksi on huomautettava, että paikkatiedon määrää tutkittiin vain kahden eri kategorian osalta. Demo-ohjelman yksityisyystoimintoja testasi vain yksi henkilö eli ohjelman kehittäjä. Tulevaisuudessa vastaavia toimintoja kannattaisi testata suuremmalla käyttäjämäärellä.

## Lähteet

- [1] Alasdair Allan. *Geolocation in iOS: Mobile Positioning and Mapping on iPhone and iPad*. O'Reilly Media, San Rafael, CA, Yhdysvallat, 2012. ISBN 978-1-4493-0844-5 (painettu), 978-1-4493-0843-8 (elektroninen).
- [2] Apple Inc. News and Announcements for Apple Developers: New Search API in Map Kit Now Available. [Verkkosivu], 28.1.2013. Saatavissa <https://developer.apple.com/news/?id=1282013a>. Viitattu 9.4.2013.
- [3] Apple Inc. Maps - Attribution. [Verkkosivusto], 7.11.2012. Saatavissa <http://gspa21.ls.apple.com/html/attribution.html>. Viitattu 23.4.2013.
- [4] Apple Inc. Core Location Framework Reference. [Tekninen dokumentaatio], 12.10.2011. Saatavissa [http://developer.apple.com/library/ios/documentation/CoreLocation/Reference/CoreLocation\\_Framework/CoreLocation\\_Framework.pdf](http://developer.apple.com/library/ios/documentation/CoreLocation/Reference/CoreLocation_Framework/CoreLocation_Framework.pdf). Viitattu 23.4.2013.
- [5] Apple Inc. Find My iPhone. [Verkkosivu], 21.3.2013. Saatavissa <https://itunes.apple.com/us/app/find-my-iphone/id376101648?mt=8>. Viitattu 11.4.2013.
- [6] Apple Inc. Map Kit Framework Reference. [Tekninen dokumentaatio], 28.1.2013. Saatavissa [https://developer.apple.com/library/ios/documentation/MapKit/Reference/MapKit\\_Framework\\_Reference/MapKit\\_Framework\\_Reference.pdf](https://developer.apple.com/library/ios/documentation/MapKit/Reference/MapKit_Framework_Reference/MapKit_Framework_Reference.pdf). Viitattu 23.4.2013.
- [7] Apple Inc. iAd. Advertising like you've never seen. Or touched. [Verkkosivu], 2013. Saatavissa <https://developer.apple.com/iad/>. Viitattu 15.4.2013.
- [8] Apple Inc. iOS Human Interface Guidelines. [Ohjesäännöstö], 17.12.2012. Saatavissa <http://developer.apple.com/library/ios/documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/MobileHIG.pdf>. Viitattu 10.3.2013.
- [9] Apple Inc. iPhone Tech Specs. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa <http://www.apple.com/iphone/specs.html>. Viitattu 10.3.2013.
- [10] Apple Inc. iPhone-käyttöopas iOS 6-ohjelmistolle. [Käyttöopas], 2012. Saatavissa [http://manuals.info.apple.com/fi\\_FI/iphone\\_kayttoopas.pdf](http://manuals.info.apple.com/fi_FI/iphone_kayttoopas.pdf). Viitattu 10.3..2013.
- [11] Charles Arthur. iPhone keeps record of everywhere you go. [Verkkosivu]. The Guardian, 20.4.2011. Saatavissa <http://www.guardian.co.uk/technology/2011/apr/20/iphone-tracking-prompts-privacy-fears>. Viitattu 11.4.2013.

- [12] Ba-Z Communication Inc. Foursquare API v2 for iOS. [Verkkosivu]. GitHub, 30.1.2013. Saatavissa <https://github.com/baztokyo/foursquare-ios-api>. Viitattu 23.4.2013.
- [13] Badoo Software Ltd. Badoo - Meet New People, Chat, Socialize. [Verkkosivu], 28.3.2013. Saatavissa <https://itunes.apple.com/us/app/badoo-meet-new-people-chat/id351331194?mt=8>. Viitattu 11.4.2013.
- [14] Alastair R. Beresford et al. MockDroid: Trading Privacy for Application Functionality on Smartphones. *Proceedings of the 12th Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, HotMobile '11, sivut 49–54, New York, NY, USA, 2011. ACM. ISBN 978-1-4503-0649-2. doi: 10.1145/2184489.2184500. URL <http://doi.acm.org/10.1145/2184489.2184500>.
- [15] British Broadcasting Corporation. Privacy backlash over Girls Around Me mobile app. [Verkkosivu], 2.4.2012, päivitetty 2.4.2012 kello 17.49. Saatavissa <http://www.bbc.co.uk/news/technology-17582975>. Viitattu 9.3.2013.
- [16] A.J. Bernheim Brush, John Krumm ja James Scott. Exploring End User Preferences for Location Obfuscation, Location-Based Services, and the Value of Location. *Proceedings of the 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing*, Ubicomp '10, sivut 95–104, New York, NY, Yhdysvallat, 2010. ACM. ISBN 978-1-60558-843-8. doi: 10.1145/1864349.1864381. URL <http://doi.acm.org/10.1145/1864349.1864381>.
- [17] Endomondo. [Verkkosivu]. Saatavissa <http://www.endomondo.com/>. Viitattu 11.4.2013.
- [18] Esri. ArcGIS: Mapping and Spatial Analysis for Our World. [Verkkosivu]. Saatavissa <http://www.esri.com/software/arcgis>. Viitattu 23.4.2013.
- [19] Evernote Corporation. Evernote. [Verkkosivu], 2013. Saatavissa <http://evernote.com/evernote/>. Viitattu 25.2.2013.
- [20] Facebook Inc. Facebook Developers [Verkkosivu]. Saatavissa <http://developers.facebook.com/>. Viitattu 8.4.2013.
- [21] Fork Ltd. Prey Anti-Theft. [Verkkosivu], 26.1.2013. Saatavissa [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.prey&feature=search\\_result#t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5wcmV5I10..](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.prey&feature=search_result#t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5wcmV5I10..) Viitattu 11.4.2013.
- [22] Foursquare Labs, Inc. Foursquare API [Verkkosivu], 2013. Saatavissa <https://developer.foursquare.com/>. Viitattu 8.4.2013.

- [23] Foursquare Labs, Inc. App Frameworks and Libraries. [Verkkosivu], . Saatavissa <https://developer.foursquare.com/resources/libraries>. Viitattu 23.4.2013.
- [24] Foursquare Labs, Inc. Responses & Errors. [Verkkosivu], . Saatavissa <https://developer.foursquare.com/overview/responses>. Viitattu 23.4.2013.
- [25] Foursquare Labs, Inc. API Endpoints. [Verkkosivu], . Saatavissa <https://developer.foursquare.com/docs/>. Viitattu 7.4.2013.
- [26] Foursquare Labs, Inc. Rate Limits. [Verkkosivu], . Saatavissa <https://developer.foursquare.com/overview/ratelimitsd>. Viitattu 7.4.2013.
- [27] GeoNames. The GeoNames Geographical Database. [Verkkosivu]. Saatavissa <http://www.geonames.org/>. Viitattu 10.4.2013.
- [28] Google Inc. Build a Great App Business with AdMob. [Verkkosivu], . Saatavissa <http://www.google.com/ads/admob/>. Viitattu 15.4.2013.
- [29] Google Inc. Android Open Source Project: Security Overview. [Verkkosivusto], . Saatavissa <http://source.android.com/tech/security/index.html#the-android-permission-model-accessing-protected-apis>. Viitattu 15.4.2013.
- [30] Google Inc. Location and Maps. [Verkkosivu], . Saatavissa <http://developer.android.com/guide/topics/location/index.html>. Viitattu 24.4.2013.
- [31] Google Inc. Google Maps API: Map Objects. [Verkkosivu], . Saatavissa <https://developers.google.com/maps/documentation/ios/map>. Viitattu 25.4.2013.
- [32] Google Inc. Google Developers: Google Maps API. [Verkkosivu], 9.4.2013. Saatavissa <https://developers.google.com/maps/>. Viitattu 10.4.2013.
- [33] Google Inc. Google Maps API: FAQ. [Verkkosivu], 14.3.2013. Saatavissa <https://developers.google.com/maps/faq>. Viitattu 10.4.2013.
- [34] Google Inc. Map Coverage. [Verkkosivu], . Saatavissa [http://gmaps-samples.googlecode.com/svn/trunk/mapcoverage\\_filtered.html](http://gmaps-samples.googlecode.com/svn/trunk/mapcoverage_filtered.html). Viitattu 25.4.2013.
- [35] Google Inc. Google Maps API: Google Maps/Google Earth APIs Terms of Service. [Verkkosivu], 13.12.2012. Saatavissa <https://developers.google.com/maps/terms>. Viitattu 25.4.2013.
- [36] Google Inc. Google Places API. [Verkkosivu], 17.1.2013. Saatavissa <https://developers.google.com/places/>. Viitattu 23.4.2013.

- [37] Google Inc. Google Places API: Place Details. [Verkkosivu], 14.3.2013. Saatavissa <https://developers.google.com/places/documentation/details>. Viitattu 10.4.2013.
- [38] Google Inc. Google Places API: Place Photos. [Verkkosivu], 14.3.2013. Saatavissa <https://developers.google.com/places/documentation/photos>. Viitattu 10.4.2013.
- [39] Google Inc. Google Places: Place Search. [Verkkosivu], 16.4.2013. Saatavissa <https://developers.google.com/places/documentation/search>. Viitattu 23.4.2013.
- [40] Grey Area. Shadow Cities: Your city is a game. You're a mage. [Verkkosivu], 2011. Saatavissa <http://www.shadowcities.com/>. Viitattu 20.4.2013.
- [41] Derek L. Hansen, Ben Shneiderman ja Marc A. Smith. Chapter 2 - Social Media: New Technologies of Collaboration. Teoksessa *Analyzing Social Media Networks with NodeXL*, sivut 11 – 29. Morgan Kaufmann, Boston, MA, Yhdysvallat, 2011. ISBN 978-0-12-382229-1. doi: 10.1016/B978-0-12-382229-1.00002-3. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123822291000023>.
- [42] Benjamin Henne, Christian Szongott ja Matthew Smith. SnapMe If You Can: Privacy Threats of Other Peoples' Geo-Tagged Media and What We Can Do about It. *Proceedings of the Sixth ACM Conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks*, WiSec '13, sivut 95–106, New York, NY, Yhdysvalat, 2013. ACM. ISBN 978-1-4503-1998-0. doi: 10.1145/2462096.2462113. URL <http://doi.acm.org/10.1145/2462096.2462113>.
- [43] Basil Hess et al. Evaluation of Fine-Granular GPS Tracking on Smartphones. *Proceedings of the First ACM SIGSPATIAL International Workshop on Mobile Geographic Information Systems*, MobiGIS '12, sivut 33–40, New York, NY, Yhdysvalat, 2012. ACM. ISBN 978-1-4503-1699-6. doi: 10.1145/2442810.2442817. URL <http://doi.acm.org/10.1145/2442810.2442817>.
- [44] Amy Hicks et al. Why People Use Yelp.com: An Exploration of Uses and Gratifications. *Computers in Human Behavior*, 28(6):2274 – 2279, 2012. ISSN 0747-5632. doi: 10.1016/j.chb.2012.06.034. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563212001951>.
- [45] Mayu Iwata et al. A Location-Based Content Search System Considering Situations of Mobile Users. *Procedia Computer Science*, 5(0):426 – 433, 2011. ISSN 1877-0509. doi: 10.1016/j.procs.2011.07.055. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050911003802>. The 2nd International Conference on Ambient

Systems, Networks and Technologies (ANT-2011) / The 8th International Conference on Mobile Web Information Systems (MobiWIS 2011).

- [46] Anthony LaMarca ja Eyal de Lara. *Location Systems: An Introduction to the Technology behind Location Awareness*. Morgan and Claypool Publishers, San Rafael, CA, Yhdysvallat, 2008. ISBN 978-1598295825. doi: 10.2200/S00115ED1V01Y200804MPC004.
- [47] Ilias Leontiadis et al. Don't Kill My Ads! Balancing Privacy in an Ad-Supported Mobile Application Market. *Proceedings of the Twelfth Workshop on Mobile Computing Systems & Applications*, HotMobile '12, sivut 2:1–2:6, New York, NY, Yhdysvallat, 2012. ACM. ISBN 978-1-4503-1207-3. doi: 10.1145/2162081.2162084. URL <http://doi.acm.org/10.1145/2162081.2162084>.
- [48] Janne Lindqvist et al. I'm the Mayor of My House: Examining Why People Use Foursquare - a Social-Driven Location Sharing Application. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '11, sivut 2409–2418, New York, NY, Yhdysvallat, 2011. ACM. ISBN 978-1-4503-0228-9. doi: 10.1145/1978942.1979295. URL <http://doi.acm.org/10.1145/1978942.1979295>.
- [49] MapBox. MapBox: Design Custom Maps. [Verkkosivu]. Saatavissa <http://mapbox.com/>. Viitattu 10.4.2013.
- [50] Microsoft Corporation. Location for Windows Phone 8. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/ff431800\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/ff431800(v=vs.105).aspx). Viitattu 23.4.2013.
- [51] Microsoft Corporation. Maps and navigation for Windows Phone 8. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [http://msdn.microsoft.com/en-US/library/windowsphone/develop/jj207045\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-US/library/windowsphone/develop/jj207045(v=vs.105).aspx). Viitattu 23.4.2013.
- [52] Microsoft Corporation. How to get the phone's current location for Windows Phone 8. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/jj206956\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/jj206956(v=vs.105).aspx). Viitattu 23.4.2013.
- [53] Microsoft Corporation. Bing Maps Is for You. Build Mobile Applications. [Verkkosivu]. Saatavissa <http://www.microsoft.com/maps/developers/mobile.aspx>. Viitattu 10.4.2013.
- [54] Nokia Oyj. Nokia Here for Developers. [Verkkosivu], 2013. Saatavissa <http://developer.here.com/>. Viitattu 10.4.2013.
- [55] OpenStreetMap. Using OpenStreetMap. [Verkkosivu], 13.4.2013. Saatavissa [http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Using\\_OpenStreetMap](http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Using_OpenStreetMap). Viitattu 15.4.2013.

- [56] Christy Pettey ja Laurence Goasduff. Gartner Identifies 10 Consumer Mobile Applications to Watch in 2012. [Verkkosivu]. Gartner, Inc, 10.2.2011. Saatavissa <http://www.gartner.com/newsroom/id/1544815>. Viitattu 10.3.2013.
- [57] Christy Pettey ja Rob van der Meulen. Gartner Says Worldwide Mobile Advertising Revenue to Reach \$ 11.4 Billion in 2013. [Verkkosivu]. Gartner, Inc, 17.1.2013. Saatavissa <http://www.gartner.com/newsroom/id/2306215>. Viitattu 12.4.2013.
- [58] Research In Motion. BlackBerry 10 SDK for Adobe AIR - Application permissions. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [https://developer.blackberry.com/air/documentation/bb10/accessing\\_secure\\_apis\\_1524628\\_11.html](https://developer.blackberry.com/air/documentation/bb10/accessing_secure_apis_1524628_11.html). Viitattu 12.4.2013.
- [59] Research In Motion. Mapping Support. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [http://developer.blackberry.com/android/apisupport/apisupport\\_mapping\\_support.html](http://developer.blackberry.com/android/apisupport/apisupport_mapping_support.html). Viitattu 23.4.2013.
- [60] Research In Motion. BlackBerry 10 SDK for Adobe AIR API Reference 3.1.2 Gold. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa <http://developer.blackberry.com/air/apis/bb10/>. Viitattu 23.4.2013.
- [61] Research In Motion. HTML5 WebWorks - API Reference - Topics. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa <https://developer.blackberry.com/html5/api/>. Viitattu 23.4.2013.
- [62] Research In Motion. Cascades for BlackBerry 10 - Location. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [https://developer.blackberry.com/cascades/documentation/device\\_platform/location/](https://developer.blackberry.com/cascades/documentation/device_platform/location/). Viitattu 23.4.2013.
- [63] Research In Motion. BlackBerry Native SDK - App permissions. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [http://developer.blackberry.com/native/documentation/bb10/com.qnx.doc.native\\_sdk.devguide/com.qnx.doc.native\\_sdk.devguide/topic/c\\_appfund\\_accessing\\_restricted\\_functionality.html](http://developer.blackberry.com/native/documentation/bb10/com.qnx.doc.native_sdk.devguide/com.qnx.doc.native_sdk.devguide/topic/c_appfund_accessing_restricted_functionality.html). Viitattu 12.4.2013.
- [64] Research In Motion. Cascades for BlackBerry 10 - Getting satellite information. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [https://developer.blackberry.com/cascades/documentation/device\\_platform/location/satelliteinfo.html](https://developer.blackberry.com/cascades/documentation/device_platform/location/satelliteinfo.html). Viitattu 23.4.2013.
- [65] Research In Motion. Cascades for BlackBerry 10 -Sharing a location. [Verkkosivusto], 2013. Saatavissa [http://developer.blackberry.com/cascades/documentation/device\\_platform/location/sharing.html](http://developer.blackberry.com/cascades/documentation/device_platform/location/sharing.html). Viitattu 23.4.2013.

- [66] Kyle Roche. *Pro iOS 5 Augmented Reality*. Apress, New York, NY, Yhdysvallat, ensimmäinen painos, 2011. ISBN 978-1-4302-3912-3 (nid.), 978-1-4302-3913-0 (elektroninen). doi: 10.1007/978-1-4302-3913-0.
- [67] Ryan Singel. White Hat Uses Foursquare Privacy Hole to Capture 875K Check-Ins. [Verkkosivu]. Wired, Condé Nast, 29.6.2010. Saatavissa <http://www.wired.com/threatlevel/2010/06/foursquare-privacy/>. Viitattu 9.3.2013.
- [68] Sports Tracking Technologies Ltd. Sports Tracker. [Verkkosivu], 2011. Saatavissa <http://www.sports-tracker.com/>. Viitattu 11.4.2013.
- [69] Stephen Ericson. Permissions Denied. [Verkkosivusto], 24.9.2012. Saatavissa [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stericson.permissions.donate&feature=search\\_result#t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5zdGVyaWNzb24ucGVybWlzc21vbnMuZG9uYXR1I10..](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stericson.permissions.donate&feature=search_result#t=W251bGwsMSwxLDEsImNvbS5zdGVyaWNzb24ucGVybWlzc21vbnMuZG9uYXR1I10..) Viitattu 15.4.2013.
- [70] The Weather Channel. The Weather Channel Surpasses 100 Million App Downloads Across Smartphones and Tablets. [Verkkosivu] The Weather Company, 15.1.2013. Saatavissa <http://press.weather.com/press-releases/the-weather-channel-surpasses-100-million-app-downloads-across-smartphones-and-tablets/>. Viitattu 10.3.2013.
- [71] Jenifer Tidwell. *Designing Interfaces*. O'Reilly Media, Sebastopol, CA, Yhdysvallat, toinen painos, 2010. ISBN 978-1-4493-7970-4 (nid.), 978-1-4493-7972-8 (elektroninen).
- [72] Janice Y. Tsai et al. Location-Sharing Technologies: Privacy Risks and Controls. In *Research Conference on Communication, Information and Internet Policy (TPRC)*, 2009 (päivitetty helmikuussa 2010).
- [73] Weather Underground. A Weather API Designed for Developers. [Verkkosivu], 2013. Saatavissa <http://www.wunderground.com/weather/api/>. Viitattu 7.3.2013.
- [74] World Wide Web Consortium (W3C). Geolocation API Specification. [Verkkosivu], 10.5.2012. Saatavissa <http://www.w3.org/TR/geolocation-API/>. Viitattu 9.5.2013.
- [75] Yahoo Inc. Yahoo! Developer Network: APIs & Tools, Yahoo Weather RSS Feed. [Verkkosivu], 2013. Saatavissa <http://developer.yahoo.com/weather/>. Viitattu 10.3.2013.
- [76] Yelp. Yelp for Developers: Technical Overview [Verkkosivu]. Saatavissa <http://www.yelp.com/developers/documentation>. Viitattu 8.4.2013.

## A Demo-ohjelma

Demo-ohjelman lähdekoodi on saatavilla osoitteessa <https://github.com/tonikarttunen/LocationAwareAppProject>.

Ohjelmalla ajettujen testien tulosdata on saatavilla osoitteessa [https://github.com/tonikarttunen/Paikkatietosovelluksen\\_testidata](https://github.com/tonikarttunen/Paikkatietosovelluksen_testidata).