



Liikenne- ja
viestintäministeriö

Tietojen käsittely älypuhelimissa

Liikenne- ja viestintäministeriön

visio

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

toiminta-ajatus

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

arvot

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö



Julkaisun nimi
Tietojen käsittely älypuhelimissa

Tekijät
Ville Antila, Teknologian tutkimuskeskus VTT
Jouko Hyväkkä, Teknologian tutkimuskeskus VTT
Jussi Liikka, Teknologian tutkimuskeskus VTT
Arttu Lämsä, Teknologian tutkimuskeskus VTT

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä
Liikenne- ja viestintäministeriö

Julkaisusarjan nimi ja numero

Liikenne- ja viestintäministeriön
julkaisuja 6/2014

ISSN (verkkajulkaisu) 1795-4045
ISBN (verkkajulkaisu) 978-952-243-385-5
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-385-5>
HARE-numero

Asiasanat

Älypuhelin, käyttöjärjestelmä, yksityisyyden suoja, Android, iOS, Windows Phone, Tietojen käsittely

Yhteyshenkilö

Tomi Lindholm, LVM
Laura Tarhonen, LVM

Muut tiedot

Tiivistelmä

Selvityksen tarkoituksena on selvittää älypuhelinlaitteiden tietojen käsittelyä.

Selvitys jakaantuu kahteen osaan; tekniseen analyysiin ja case-analyysiin.

Teknisessä osassa kuvataan eri älypuhelinlaitteiden sovellusten kehittäjille tarjoamia tietoja. Case-analyysissä tarkastellaan tarkemmin muutamia sovelluksia, niiden hyödyntämiä tietolähteitä ja tiedon välitystä.

Selvityksessä tulee esiin käyttöehtojen ja käyttöoikeuksien selkeyden merkitys käyttäjän näkökulmasta. Osa sovelluksista lähettää tarkempaa ja laitteen yksilöivää tietoa verkkoon, mikä on kerrottu sovelluksen käyttöehdoissa, mutta on epäselvää onko tämä kaikissa tapauksissa tarpeellista tai huomaako käyttäjä tällaista tapahtuvan.



Publiceringsdatum
7.4.2014

Publikation
Behandling av data i smarta telefoner

Författare
Ville Antila, Teknologiska forskningscentralen VTT
Jouko Hyvääkä, Teknologiska forskningscentralen VTT
Jussi Liikka, Teknologiska forskningscentralen VTT
Arttu Lämsä, Teknologiska forskningscentralen VTT

Tillsatt av och datum
Kommunikationsministeriet

Publikationsseriens namn och nummer
Kommunikationsministeriets
publikationer 6/2014

ISSN (webbpublikation) 1795-4045
ISBN (webbpublikation) 978-952-243-385-5
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-385-5>
HARE-nummer

Ämnesord

Smarttelefon, plattform, operativsystem, integritetsskydd, Android, iOS, Windows Phone, databehandling

Kontaktperson
Tomi Lindholm, Laura Tarhonen
Kommunikationsministeriet

Rapportens språk
Finska

Övriga uppgifter

Sammandrag

Utredningens mål är att kartlägga databehandlingen i smarttelefoner. Utredningen har två delar: teknisk analys och fallstudie.

I den tekniska delen beskrivs de data, som smarttelefonernas plattformar erbjuder åt användarna av tillämpningarna. I fallstudien granskas närmare några tillämpningar, deras datakällor samt dataförmedling.

Utredningen visar att användarvillkoren och användarrättigheterna bör vara klara för användaren. En del av tillämpningarna sänder noggrannare data och information om telefonen till nätet. Detta finns beskrivet i tillämpningens användarvillkor, men det är oklart, om användaren lägger märke till det.

Date
7 April 2014

Title of publication
Information processing in mobile devices

Author(s)
Ville Antila, VTT Technical Research Centre of Finland
Jouko Hyväkkä, VTT Technical Research Centre of Finland
Jussi Liikka, VTT Technical Research Centre of Finland
Arttu Lämsä, VTT Technical Research Centre of Finland

Commissioned by, date
Ministry of Transport and Communications

Publication series and number

Publications of the Ministry of
Transport and Communications
6/2014

ISSN (online) 1795-4045
ISBN (online) 978-952-243-385-5
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-385-5>
Reference number

Keywords

Mobile device, operating system, privacy protection, Android, iOS, Windows Phone,
information processing

Contact person
Tomi Lindholm, Laura Tarhonen
Ministry of Transport and Communications

Language of the report
Finnish

Other information

Abstract

This report describes information processing in mobile devices.

Report is divided into two parts; technical analysis and case analysis.

Technical analysis describes information sources that are available for software developers.

In case analysis, a few mobile applications are examined more closely and how the applications can use the available information sources.

Report highlights need for clear and understandable privacy policies for application users.

Some applications may send data that uniquely identifies the device. The data being sent is described in the applications privacy policy. However, users may not always realise what kind of unique information is being sent to the network.

Esipuhe

Käyttäjien taskussa kulkevat älypuhelimet ovat monimutkaisia ekosysteemejä täynnä lukuisia erillisiä applikaatioita ja sensoreita. Älypuhelimet keräävät rikasta tietoa käyttäjistään ja toisista sovelluksista tehokkaasti ja monesti myös niin etteivät käyttäjät ole täysin tietoisia tietojen keruusta. Käyttäjien kannalta tällä kehityksellä on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Yhtäältä palvelut pystytään räätälöimään jokaisen käyttäjän omien mieltymysten mukaan, mikä tarjoaa mahdollisimman suurta helppoutta ja mukavuutta käyttökokemukseen. Toisaalta käyttäjä ei monestikaan pysty päättämään mitä tietoja päätelaitteet ja sovellukset keräävät, ja suostumusten hallinta on usein hyvin vaikeaa, ellei suorastaan mahdotonta.

On selvää, että jatkossa tarvitaan uudenlaisia työkaluja ja pelisääntöjä, jotta pystytään varmistamaan sekä uusien palveluiden kehittämis- ja käyttömahdollisuudet että yksityisyyden suojan toteutuminen käyttäjän kannalta kohtuullisella tavalla. Tämä työ on luonteeltaan erittäin haasteellista ja pitkäjänteistä, ei vähiten sen vuoksi, että lopulta näiden pelisääntöjen olisi oltava kansainvälisiä tai ainakin Euroopan kattavia. Liikenne- ja viestintäministeriö teetti työn pohjaksi teknisen selvityksen eri älypuhelimien keräämistä tiedoista ja käyttäjien mahdollisuudesta suojata omia tietojaan. Kyse on siis ensimmäisestä - itsessään varsin vaatimattomasta - askeleesta tällä tiellä.

Selvityksessä kartoitetaan kolmen eri älypuhelinialustan kautta esimerkiksi ladattavien sovellusten tietojenkeruun logiikkaa, käyttöehtojen ja käyttöoikeuksien selkeyden merkitystä käyttäjille sekä esitetään konkreettisia toimia, joilla yksittäiset käyttäjät voivat suojata tietojaan.

Liikenne- ja viestintäministeriö kiittää Teknologian tutkimuskeskusta (VTT) ja erityisesti Jussi Liikkaa erinomaisesta yhteistyöstä selvityksen toteuttamisessa.

Helsingissä 7.4.2014

Laura Tarhonen
Neuvotteleva virkamies

Tomi Lindholm
Neuvotteleva virkamies

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	3
2.	Tutkimusasetelma ja tutkimuskysymykset.....	3
2.1	Tutkimuskysymykset	3
3.	Tutkimusmenetelmän kuvaus	3
3.1	Tekninen analyysi.....	3
3.2	Case-analyysi	3
4.	Tutkimusympäristö.....	4
4.1	Tutkimusympäristön kuvaus	4
4.2	Tutkimuksessa käytetyt mobiililaitteet	5
4.2.1	iOS.....	5
4.2.2	Android.....	5
4.2.3	Windows Phone.....	6
5.	Mobiilialustojen tekninen analyysi.....	7
5.1	iOS ja iPhone 5S	7
5.1.1	Apple ID ja iTunes App Store	7
5.1.2	Ohjelmointirajapinta ja sovellusten käyttöoikeudet	7
5.1.3	Haasteet ja mahdolliset uhat	10
5.1.4	Tausta-ajo.....	11
5.1.5	Saatavilla olevat anturit ja paikkatiedot sekä niiden käyttömahdollisuudet.12	
5.1.6	Muut tietolähteet ja niiden käyttömahdollisuudet.....	13
5.1.7	Minkälaisia edellytyksiä tai mahdollisuuksia käyttöjärjestelmät asettavat sovellusten keskinäiselle tietojen vaihtamiselle	13
5.1.8	Minkälaiset edellytykset käyttöjärjestelmät antavat sovelluksille välittää niissä käsiteltävää tietoa edelleen hyödyntäen data- ja vastaavia yhteyksiä joko sovelluksen tarjoajan pilvipalveluun tai muille käyttäjille	14
5.2	Android.....	15
5.2.1	Google-tili	15
5.2.2	Ohjelmointirajapinta ja sovellusten oikeudet.....	15
5.2.3	Haasteet ja mahdolliset uhat	18
5.2.4	Tausta-ajo.....	18
5.2.5	Saatavilla olevat anturit ja paikkatiedot sekä niiden käyttömahdollisuudet.18	
5.2.6	Muut tietolähteet ja niiden käyttömahdollisuudet.....	19
5.2.7	Minkälaisia edellytyksiä tai mahdollisuuksia käyttöjärjestelmät asettavat sovellusten keskinäiselle tietojen vaihtamiselle	19
5.2.8	Minkälaiset edellytykset käyttöjärjestelmät antavat sovelluksille välittää niissä käsiteltävää tietoa edelleen hyödyntäen data- ja vastaavia yhteyksiä joko sovelluksen tarjoajan pilvipalveluun tai muille käyttäjille	19
5.3	Windows Phone.....	21
5.3.1	Microsoft-tili ja Windows Phone –kauppa.....	21
5.3.2	Windows Phone ohjelmointirajapinta ja sovellusten käyttöoikeudet.....	22
5.3.3	Haasteet ja mahdolliset uhat	23
5.3.4	Tausta-ajo.....	24
5.3.5	Saatavilla olevat anturit ja paikkatiedot sekä niiden käyttömahdollisuudet.24	
5.3.6	Muut tietolähteet ja niiden käyttömahdollisuudet.....	24
5.3.7	Minkälaisia edellytyksiä tai mahdollisuuksia käyttöjärjestelmät asettavat sovellusten keskinäiselle tietojen vaihtamiselle	25
5.3.8	Minkälaiset edellytykset käyttöjärjestelmät antavat sovelluksille välittää niissä käsiteltävää tietoa edelleen hyödyntäen data- ja vastaavia yhteyksiä joko sovelluksen tarjoajan pilvipalveluun tai muille käyttäjille	25
5.4	Tietolähteiden vertailu (Android/iOS/WP)	25
6.	Esimerkkisovellusten analyysi.....	27
6.1	Facebook.....	27
6.1.1	Android.....	28
6.1.2	iOS.....	29

6.1.3	Windows Phone.....	30
6.1.4	Verkkoliikenteen analyysi	31
6.2	Subway Surfers.....	31
6.2.1	Android.....	32
6.2.2	iOS.....	32
6.2.3	Windows Phone.....	33
6.2.4	Verkkoliikenteen analyysi	33
6.3	Kompassi	35
6.3.1	Android.....	35
6.3.2	iOS.....	36
6.3.3	Windows Phone 8.....	36
6.3.4	Verkkoliikenteen analyysi	37
7.	Tulosten merkitys ja vaikutusten pohdinta.....	39
8.	Yhteenveto.....	39
9.	Lähdeluettelo.....	41
Liite 1	Tietolähteet käyttöjärjestelmittäin.....	42
	iOS 7 / iPhone 5S	42
	Android	43
	Windows Phone 8	45

1. Johdanto

Nykyiset älypuhelinlustat voivat kerätä hyvin rikasta tietoa älypuhelimien käyttäjän käyttäytymisestä ja puhelimeen tallennetuista tiedoista. Sovellukset pystyvät hyödyntämään eri älypuhelinlustojen tarjoamia tietoja, joten alustat ovat ratkaisevassa roolissa käyttäjän yksityisyyden suojan kannalta.

2. Tutkimusasetelma ja tutkimuskysymykset

Tässä kappaleessa käydään läpi tutkimusasetelma ja tutkimuskysymykset.

2.1 Tutkimuskysymykset

- Mitä rajapintoja älypuhelinlustat tarjoavat sovellusten kehittäjille?
- Mitä viestintätietoja (puhelut, viestit, sähköpostit) ja sijaintitietoa sovellukset voivat hyödyntää?
- Mitä muita puhelin- tai tabletilaitteen tarjoamia tietoja sovellukset voivat hyödyntää?
- Minkälaisia edellytyksiä tai mahdollisuuksia alustat asettavat sovellusten keskinäiselle tietojen vaihtamiselle?
- Minkälaiset edellytykset käyttöjärjestelmät antavat sovelluksille välittää niissä käsiteltävää tietoa edelleen hyödyntäen data- ja vastaavia yhteyksiä joko sovelluksen tarjoajan pilvipalveluun tai muille käyttäjille?

3. Tutkimusmenetelmän kuvaus

Selvityksen analyysimenetelmät jakaantuvat kahteen osaan; tekniseen analyysiin ja case-analyysiin.

3.1 Tekninen analyysi

Tekninen analyysi suoritettiin tutustumalla älypuhelinlustojen valmistajien tarjoamiin kehitystyökaluihin ja ohjelmointirajapintojen dokumentaatioihin.

Alustakohtaiset kehitystyökalut ja dokumentaatio ovat saatavilla seuraavissa osoitteissa:

Android: <http://developer.android.com/>

iOS: <https://developer.apple.com/>

Windows Phone: <http://developer.windowsphone.com/>

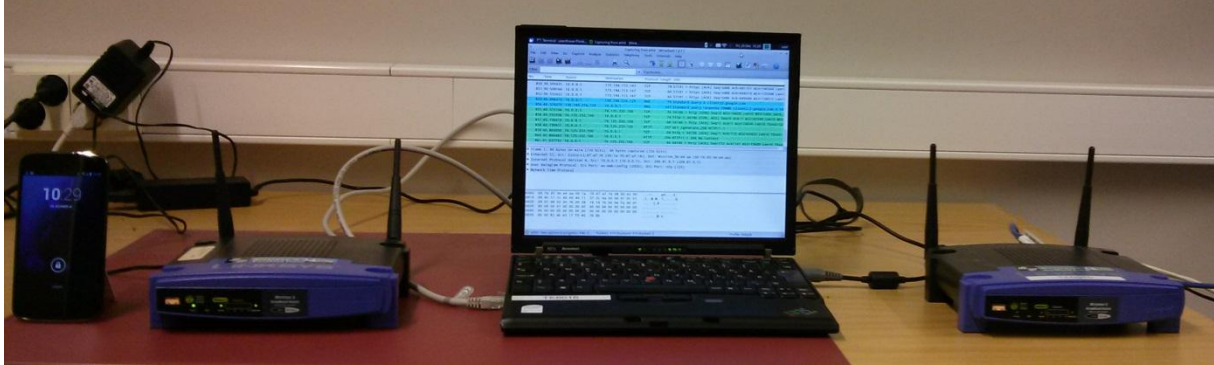
3.2 Case-analyysi

Case-analyysissä tarkasteltiin tarkemmin muutamia erityyppisiä sovelluksia kolmelle eri älypuhelinlustalle. Sovellukset asennettiin, niitä käytettiin hetki ja tämän jälkeen ne poistettiin laitteesta. Case-analyysissä hyödynnettiin verkkoliikenteen tarkkailuun soveltuvaa tutkimusympäristöä, mikä on kuvattu kappaleessa 4. Analyysissä kirjattiin ylös sovellusten vaatimat käyttöoikeudet, sekä käytiin läpi nauhoitetut verkkoliikenteen lokitiedot.

4. Tutkimusympäristö

Mobiililaitteiden ja –sovellusten verkkoliikenteen tarkkailua varten rakennettiin siihen tarkoitettu tutkimusympäristö (Kuva 1), joka mahdollistaa kaiken mobiililaitteesta lähtevän ja siihen WLAN-yhteyden kautta tulevan verkkoliikenteen tarkkailun.

4.1 Tutkimusympäristön kuvaus



Kuva 1 Toiminnassa oleva tutkimusympäristö.

Tutkimusympäristö koostui WLAN-piirin omaavasta älypuhelimesta, kahdesta WLAN-tukiasemasta ja kannettavasta tietokoneesta. Liikenne älypuhelimesta internetiin kulki seuraavien välivaiheiden kautta:

1. Älypuhelin kytkeytyi ensimmäiseen WLAN-tukiasemaan Wifi-yhteyden kautta.
2. Kyseinen tukiasema oli kytketty kannettavaan tietokoneeseen Ethernet-liitännän kautta.
3. Kannettava tietokone välitti verkkoliikenteen eteenpäin toiseen tukiasemaan Wifi-yhteyden kautta.
4. Toinen tukiasema oli kytketty internetiin.

Kannettavalle tietokoneelle oli asennettu Xubuntu 12.04¹ käyttöjärjestelmä sekä Wireshark-sovellus² verkkoliikenteen tarkkailua varten.

¹ <http://xubuntu.org/>

² <http://www.wireshark.org/>

4.2 Tutkimuksessa käytetyt mobiililaitteet

Kuvassa 2 on esitetty tutkimuksessa käytetyt mobiililaitteet ja niiden käyttöjärjestelmien versionumerot.



Kuva 2 Tutkimuksessa käytetyt mobiililaitteet

4.2.1 iOS

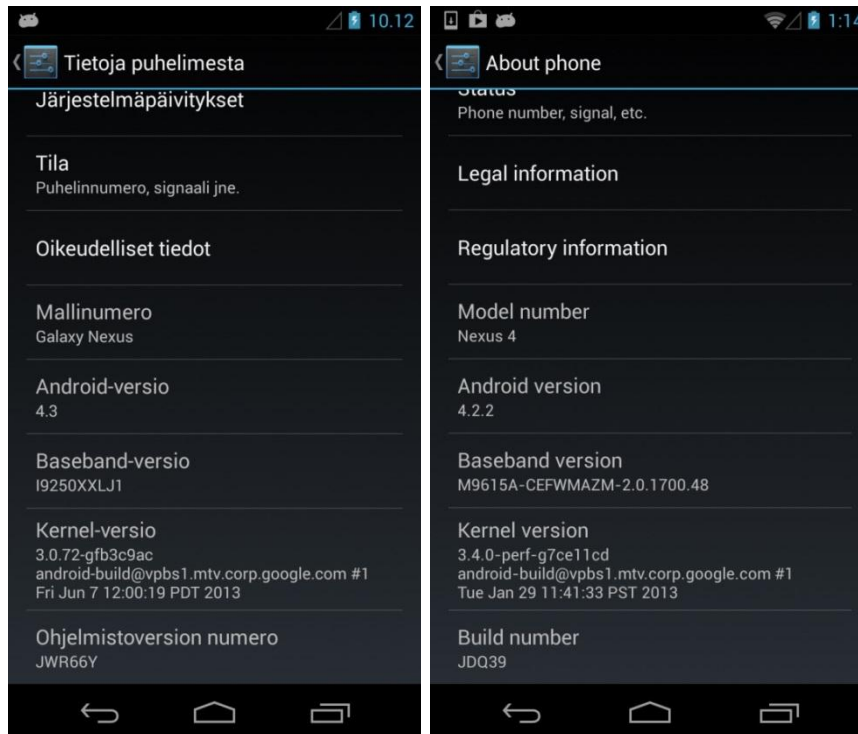
iOS-alustan tutkimuksen tekemiseen teknisen analyysin osalta (kappale 6) käytettiin iPhone 4 -älypuhelinia. Kuvassa 3 on esitetty tarkemmin laitteen tekniset tiedot. Tämän lisäksi selvityksen osioon 5.1. käytettiin saatavilla olevia tietoja iPhone 5S -laitteesta.

About	
Version	7.0.4 (11B554a)
Carrier	Sonera 15.5
Model	MC603KS/A
Serial Number	87052AFYA4S
Wi-Fi Address	24:AB:81:7E:3A:29
Bluetooth	24:AB:81:7E:3A:28
IMEI	01 254200 490307 3
ICCID	8935 8011 3023 0230 059
Modem Firmware	04.12.09

Kuva 3 Selvitykseen käytetyn iPhone 4 -älypuhelimien tekniset tiedot.

4.2.2 Android

Selvityksessä tutkittiin Android -alustaa käyttäen sekä Samsung Galaxy Nexus- että LG Google Nexus 4 -laitteita. Laitteiden tarkemmat tekniset tiedot on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4 Samsung Galaxy Nexus (vas.) – ja LG Google Nexus 4 (oik.) -älypuhelimien tekniset tiedot.

4.2.3 Windows Phone

Windows Phone alustan tutkimiseen käytettiin Nokia Lumia 920 -älypuhelimia. Kyseinen laite käyttää Windows Phone 8.0 -alustaa. Kuvassa 5 on esitetty tarkemmat tiedot laitteesta.



Kuva 5 Selvitykseen käytetyn Nokia Lumia 920 -älypuhelimien tekniset tiedot.

5. Mobiilialustojen tekninen analyysi

Tässä kappaleessa kuvataan eri älypuhelinlujstojen tarjoamia ominaisuuksia teknisestä näkökulmasta.

5.1 iOS ja iPhone 5S

iOS on Apple Inc. -yhtiön³⁴ kehittämä käyttöjärjestelmä älylaitteille kuten iPad, iPhone ja iPod Touch. Tässä kappaleessa esitämme lyhyen yhteenvedon iOS käyttöjärjestelmän teknisistä mahdollisuuksista ja mahdollisista uhista liittyen käyttäjän tietojen ja toiminnan analysoimiseksi käyttäjän tietämättä. Analyysi perustuu tutkimuksen ajankohdan aikaan uusimman puhelimen, iPhone 5S⁵ – laitteen kautta saataviin tietoihin (saatavilla olevat tietolähteet).

5.1.1 Apple ID ja iTunes App Store

iOS:n iTunes App Store – sovellus vaatii kirjautumisen sisään iTunes – tilitiedoilla (Apple ID). Ilman kyseistä tiliä, ei laitteeseen voi asentaa uusia sovelluksia. Apple ID vaaditaan myös jotta puhelimen voi varmuuskopioida esimerkiksi iCloud – palvelun kautta. iCloud – palvelun kautta voidaan laitteen sovellukset ja käyttäjän tiedot varmuuskopioida taustalla tietyin väliajoin, esimerkiksi kun laite on WLAN yhteydessä. Usein iTunes/Apple ID:tä luodessa tiliin liitetään myös luottokortti. Luottokortti vaaditaan jos laitteeseen asennetaan maksullisia sovelluksia tai sovelluksien kautta ostetaan maksullisia lisäpalveluita (in-app purchases).

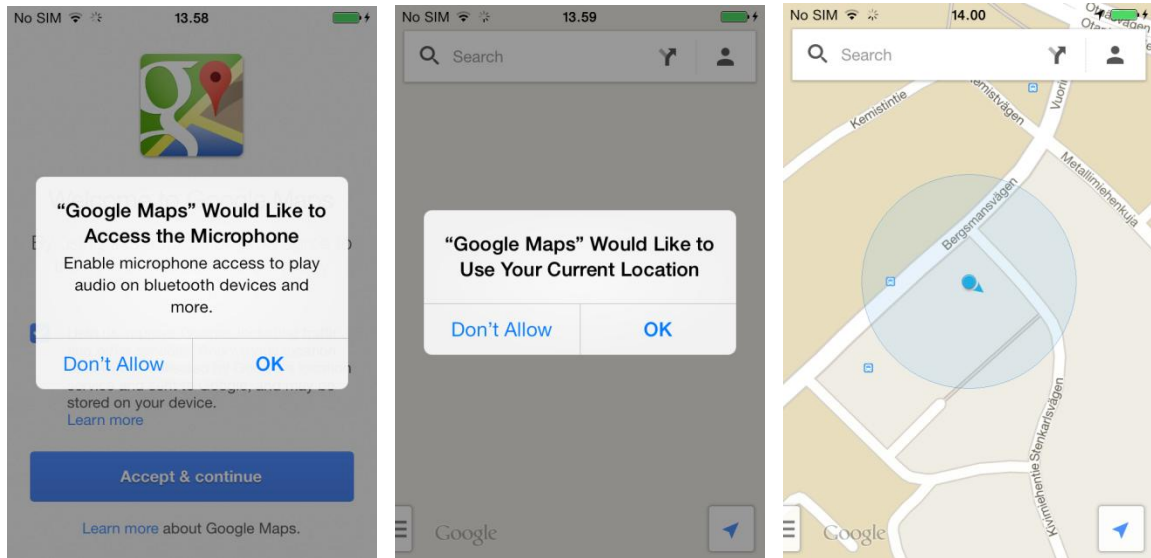
5.1.2 Ohjelmointirajapinta ja sovellusten käyttöoikeudet

Asennettaessa sovelluksia iPhone -puhelimeen tai iPad:iin iTunes App Store:sta käyttäjälle ei näytetä vakiomuotoista listaa oikeuksista joita sovellus käyttää. Sen sijaan käyttöjärjestelmä voi pyytää käyttäjää sallimaan (tai kieltämään) sovelluksen pääsyn esimerkiksi paikkatietoon, kun sovellus tätä tietoa tarvitsee. Tämä voidaan tehdä siis joka kerta kun sovellus pyytää kyseistä tietoa. Esimerkiksi kun avataan karttasovellus, käyttöjärjestelmä kysyy lupaa käyttää laitteen mikrotonia (ääniohjauksen mahdollistamiseksi) sekä paikkatietoa (Kuva 6 alla).

³ http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Inc.

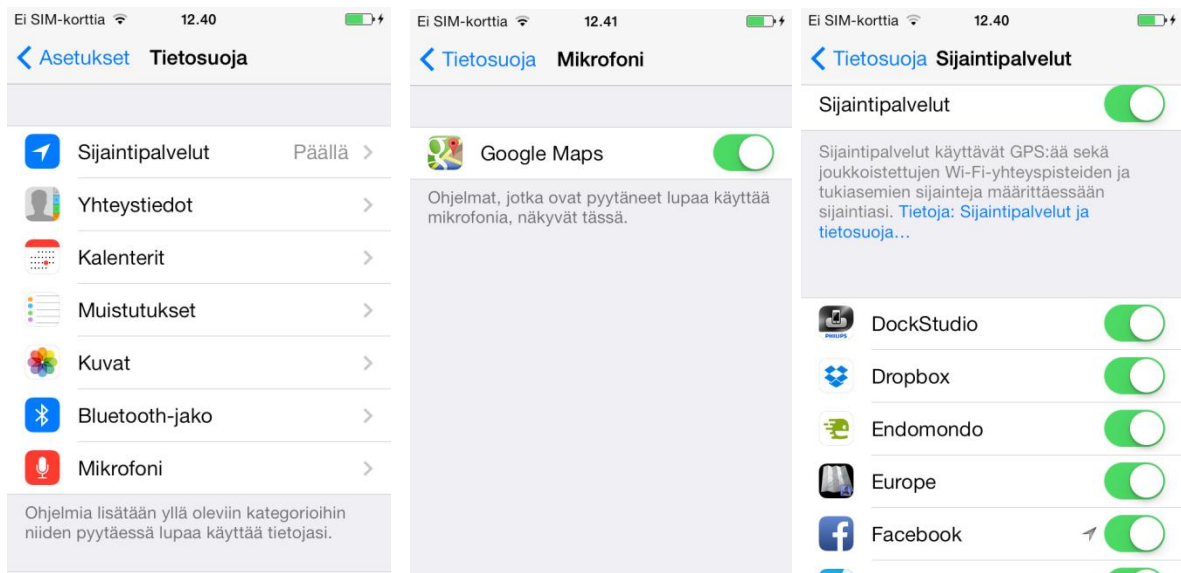
⁴ <http://www.apple.com/>

⁵ <http://www.apple.com/iphone-5s/>



Kuva 6 Sovellus pyytää lupaa mikrofonin ja paikkatiedon käyttämiseen (Huom. ruudunkaappauksissa käyttöjärjestelmän kieli on englanti)

Sovellukset voivat käyttöjärjestelmän kautta näyttää käyttäjälle ilmoituksia (notifications) esimerkiksi uusista viesteistä. Näiden ilmoitusten näyttämistä käyttäjä voi säädellä *Asetuksista*. Käyttöjärjestelmä voi pyytää käyttäjältä hyväksyntää jos sovellus pyytää pääsyä paikkatietoon, kontakteihin, kalenteriin, muistutuksiin, kuviin, Bluetooth yhteyteen, mikrofonin, tai liikkeentunnistukseen. Lisäksi sovellus voi pyytää lupaa käyttää käyttäjän lisäämiä tilejä kuten Facebook – tai Twitter–tiliä, useimmiten hakeakseen käyttäjän perustiedot rekisteröintiä varten. Käyttäjä voi myös aktiivisesti estää sovelluksen pääsyn näihin tietoihin *Asetuksista*, alla näkyvässä kuvassa (Kuva 7) ruudunkaappaus näkymästä.

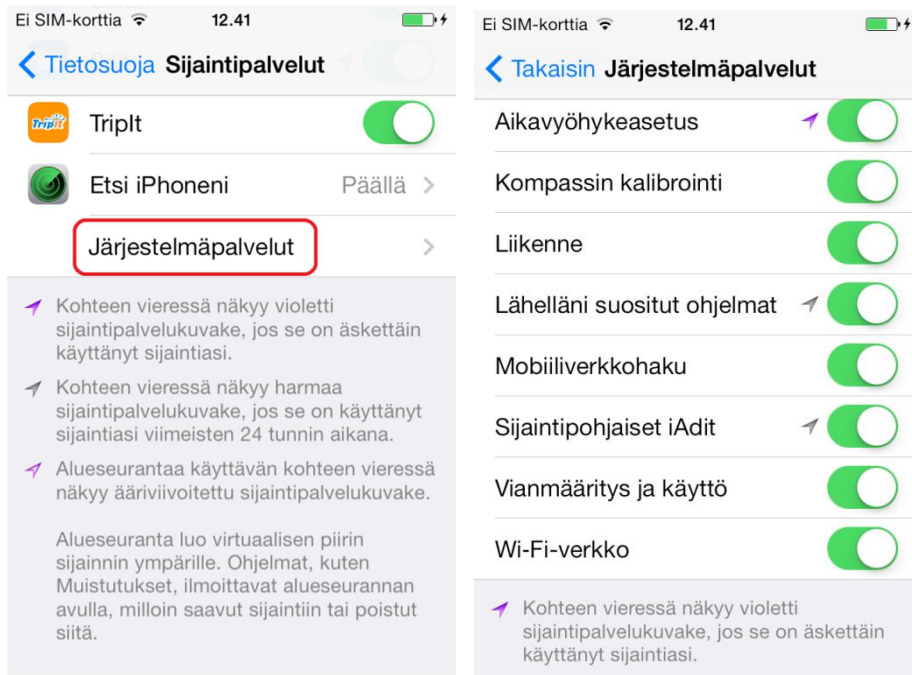


Kuva 7 Tietosuoja-asetukset ja lista paikkatietoa hyödyntävistä sovelluksista

Tietyt sovellukset pyytävät käyttäjää rekisteröitymään sovelluksen käyttäjäksi käyttäen esimerkiksi hänen Facebook-tiliään. Sovellus hakee Facebookin kautta käyttäjän perustiedot, kuten nimen, iän ja sähköpostiosoitteen. Nämä tiedot eivät liity iOS – käyttöjärjestelmään ja haettujen tietojen laajuus riippuu sovelluksesta.

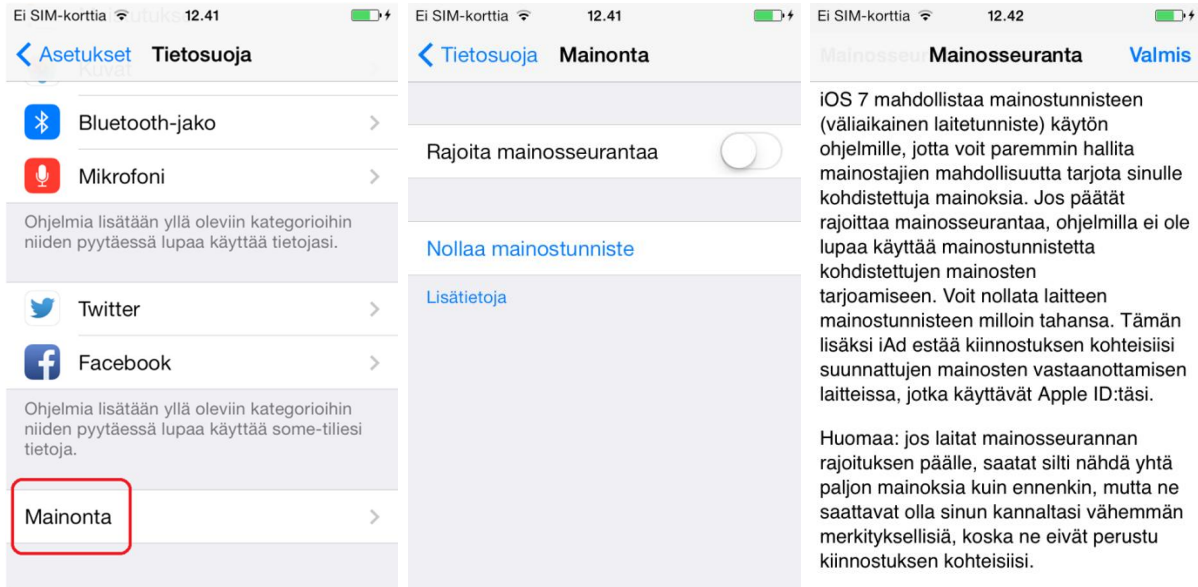
Näiden palveluiden lisäksi sovellusten on mahdollista päästä käsiksi muihinkin tietoihin laitteen käyttöjärjestelmän kautta. Mahdolliset tietolähteet on listattu kappaleessa 5.4, taulukossa Taulukko 2.

Käyttöjärjestelmä itsessään pitää sisällään tiettyjä palveluita joita tarjotaan kolmansille osapuolille. Näitä on esimerkiksi sijaintipohjaiset iAdit, eli kohdennetut mainokset. Näiden kohdennettujen mainoksien valikko löytyy kahdestakin erillisestä paikasta laitteen *Asetuksissa*. Järjestelmäpalveluiden asetukset määrittävät mitä oikeuksia käyttöjärjestelmän palveluilla on. Alla olevat ruudunkaappaukset esittelevät valikon sijainnin ja sisällön.



Kuva 8 Järjestelmäpalveluiden valikko

Erillinen Mainonta (Advertising) – valikko määrittelee voidaanko kyseiseen laitteeseen lähettää kohdennettua mainontaa, tai tarkemmin: voivatko laitteeseen asennetut sovellukset hyödyntää kohdennettua mainontaa. Kohdennetun mainonnan voi asettaa pois päältä, jolloin mainontaa näyttävät sovellukset eivät saa käyttää esimerkiksi laitteen paikkatietoa. Tällöinkin sovellukset voivat näyttää mainoksia, mutta ne eivät välttämättä ole yhtä hyvin kohdennettuja juuri kyseiselle käyttäjälle. Alla olevat ruudunkaappaukset esittävät erillisen Mainonta – valikon sijainnin ja sisällön.



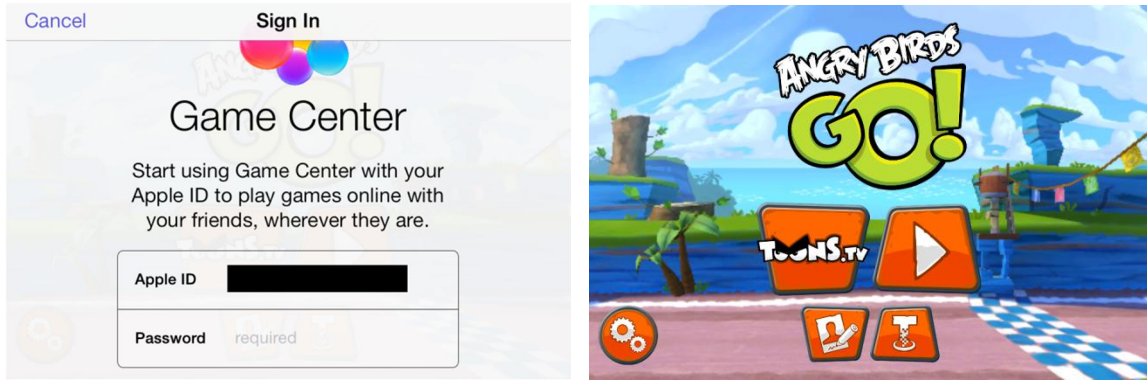
Kuva 9 Mainonta ja mainosseuranta valikko (iAdit)

5.1.3 Haasteet ja mahdolliset uhat

Koska iOS käyttöjärjestelmässä ei ole standardoitua listaa oikeuksista joita sovellus käyttää, on sovellusten arvioiminen ulkoisesti ennen asennusta käyttäjälle hankalaa. Toiseksi, sovellukset voivat pyytää oikeutta hakea käyttäjätietoja sosiaalisen median palveluista kuten Facebook, joka lisää riskiä käyttäjätietojen mahdolliseen leviämiseen laitteen ja käyttäjän tiedostamien palvelujen ulkopuolelle.

Toisaalta, koska käyttöjärjestelmä kysyy käyttäjän lupaa vasta silloin kun kyseinen sovellus pyytää lupaa päästä käsiksi näihin tietoihin on käyttäjällä mahdollisuus valita ja vaikuttaa siihen mitä tietoja sovellus saa käyttää ja milloin (verrattuna siihen että lupa kysyttäisiin vain asennus vaiheessa). Useimmat ihmiset asentavat sovelluksen riippumatta sen vaatimista käyttöoikeuksista, jos he sovelluksen tarvitsevat, jopa lukematta listaa sen vaatimista käyttöoikeuksista.

Useimmat sovellukset vaativat ainakin Internet-yhteyden sallimisen. Varsinkin ilmaiset sovellukset käyttävät Internet-yhteyttä mainoksien näyttämiseen. Tämän takia päällepäin hyvin yksinkertaiset sovellukset kuten "taskulamppu" voivat käyttää laitteen Internet-yhteyttä. Lisäksi iOS:n peleillä on mahdollisuus päästä käsiksi käyttäjän pelitiliin. Pelitilin tarkoituksena on mahdollistaa pelien myymien (immateriaalisten) hyödykkeiden kuten krediittien maksuliikenteen keskitetyn hallinnoinnin. Internet yhteyden ja pelitilin lisäksi jotkin ilmaisohjelmat pyytävät pääsyä käyttäjän paikkatietoon jotta voisivat kohdentaa näytettäviä mainoksia paremmin.



Kuva 10 Ilmaispeli Angry Birds Go! - käyttöjärjestelmä pyytää käyttäjää ensin kirjautumaan käyttäen Applen pelitiliään (Game Center). Ilman pelitiliä peliä voi pelata "vieraana" (Guest) (Huom. ruudunkaappauksissa käyttöjärjestelmän kieli on englanti)

5.1.4 Tausta-ajo

Toisin kuin esimerkiksi Androidissa, iOS järjestelmässä vain tietyt sovellukset voivat pysyä käynnissä "taustalla", eli silloinkin kun sovelluksen käyttöliittymä ei ole aktiivisesti näkyvillä. Taustalla ajettavien sovellusten tyypit on listattu alla olevassa taulukossa (Taulukko 1). Tausta prosessi ei siis voi käsitellä mitä tahansa tietoa, vaan kyseessä pitää olla tietty käyttötarkoitus.

Tämä lisää osaltaan käyttäjän tietoutta siitä mitä tietoja sovellukset voivat käyttää hyväkseen ja missä tilanteessa. Älypuhelin ero (käyttäjän näkökulmasta) perinteisiin tietokoneisiin kulminoituu ainakin osittain siihen kuinka sovelluksia käsitellään ja hallinnoidaan. Älypuhelimia käytettäessä käyttäjät antavat käyttöjärjestelmän päättää hyvin pitkälti siitä mikä saa ja voi olla käynnissä "taustalla" eli käyttäjältä näkymättömissä. Tästä näkökulmasta katsottuna iOS – käyttöjärjestelmän sovellusten toiminta voidaan sanoa olevan suhteellisen selkeä ja läpinäkyvä laitteen käyttäjälle.

Taulukko 1 Tausta-ajo sovellukset iOS käyttöjärjestelmässä ⁶

Tyyppi	Selitys
Audio	Sovellus toistaa äänimateriaalia käyttäjälle tai nauhoittaa ääntä ollessaan taustalla. Tämä sisältö pitää sisällään äänen tai videon suoratoiston (streaming) käyttäen Applen AirPlay teknologiaa. Esimerkki tällaisesta sovelluksesta on Spotify.
Paikkatiedon kuuntelu	Sovellus on tietoinen tämän hetkisestä paikkatiedosta vaikka olisi taustalla. Esimerkiksi navigointi – ja urheilusuoritusten tallentamiseen tarkoitetut sovellukset, kuten Sports Tracker käyttävät tätä ominaisuutta.
VoIP	Sovellus tarjoaa mahdollisuuden soittaa ja vastaanottaa puheluja käyttäen Internet yhteyttä. Esimerkki tällaista sovelluksesta on

⁶ Lähde:

https://developer.apple.com/library/ios/documentation/iphone/conceptual/iphoneosprogrammingguide/ManagingYourApplicationsFlow/ManagingYourApplicationsFlow.html#//apple_ref/doc/uid/TP40007072-CH4-SW20

	Skype.
"Newsstand" lataukset	Sovellus on "Newsstand" – sovellus joka lataa ja prosessoi aikakauslehtien tai sanomalehtien sisältöä taustalla.
Ulkoisten apulaitteiden kanssa kommunikointi	Sovellus toimii tai liittyy olennaisena osana ulkoiseen laitteeseen jonka tarvitsee jatkuvan yhteyden laitteiden välillä (käyttää iOS:n External Accessory rajapintaa).
Bluetooth yhteyden ylläpito	Sovellus toimii ulkoisen Bluetooth – laitteen kanssa joka tarvitsee ylläpitää jatkuvaa yhteyttä laitteiden välillä (käyttää iOS:n Core Bluetooth rajapintaa). Esimerkiksi auton hands-free ominaisuuden kanssa yhteensopivat sovellukset käyttävät tätä ominaisuutta.
Bluetoothin yli datan jakaminen	Sovellus tukee Bluetooth - kommunikaatiota oheislaitetilassa (peripheral mode) iOS:n Core Bluetooth rajapinnan kautta. Tämän ominaisuuden käyttö vaatii käyttäjän luvan. Esimerkiksi Internet yhteyden jakaminen Bluetooth yhteyden avulla käyttää tätä ominaisuutta.
Datan lataus taustalla	Sovellus lataa ja prosessoi dataa verkon yli tasaisin väliajoin. Monet sovellukset jotka tarjoavat käyttäjälle esimerkiksi uutiskoosteita lataavat uutta sisältöä taustalla.
Etäilmoitukset (Remote Notifications)	Sovellus voi laitteeseen lähetetyn ilmoituksen perusteella prosessoida tai hakea lisätietoja verkon yli. Tämän ominaisuuden tarkoituksena on että sovellus voi välittömästi esittää uutta tietoa käyttäjälle kun tämä avaa lähetetyn ilmoituksen (Remote Notification). Viestintäsovellukset kuten Whatsapp ja Facebook Messenger vastaanottavat viestejä taustalla ja voivat prosessoida tätä tietoa taustalla ennen kuin käyttäjä avaa sovelluksen uudestaan.

5.1.5 Saatavilla olevat anturit ja paikkatiedot sekä niiden käyttömahdollisuudet

Alla on listattuna iPhone 5S puhelimessa olevat anturit ja paikkatietoa tarjoavat tietolähteet. Sen lisäksi listaan on analysoitu tietolähteen käyttömahdollisuuksia, näistä voidaan johtaa arvio tietojen arkaluontoisuudesta.

- *Tukiasematunniste* (CellID, MNC, MCC, LAC)
 - Voidaan yhdistää maantieteelliseen paikkaan (tukiaseman sijaintitieto) käyttäen avoimia tietolähteitä kuten: www.opencellid.org
- *GPS koordinaatit* (pituuspiiri, leveyspiiri, korkeus)
 - Käyttäjän tarkka paikkatieto
- *Liikeanturointi* (gyroskooppi, kiihtyvyyssanturit)
 - Voidaan prosessoida ja analysoida käyttäjän sen hetkistä toimintaa (esim. kävely, juoksu, paikallaanolo)
- *Magnetometri*

- Yhdessä edellä mainittujen tietojen kanssa voi antaa lisätietoa käyttäjän toiminnasta
- *Valaistusanturi, etäisyysanturi*
 - Kts. yllä mainittu käyttömahdollisuus
- *Kamera, mikrofoni*
 - Voidaan nauhoittaa ja analysoida käyttäjän toimintaa
- *TouchID – sormenjälkisensori*
 - Analysoi ja tallentaa käyttäjän sormenjäljen (käytetään puhelimen lukituksen avaamiseen)

5.1.6 Muut tietolähteet ja niiden käyttömahdollisuudet

Tässä kappaleessa listataan muut laitteen tietolähteet joilla voi olla potentiaalisia käyttömahdollisuuksia tai jotka voidaan yhdistää muuhun tietoon luoden tarkempaa kuvaa käyttäjän toiminnasta tai yksityisistä tiedoista. Nämä tietolähteet on listattu alla olevassa listassa.

- *Lähellä olevat Bluetooth-laitteet, lähellä olevat WLAN-laitteet*
 - Yhdessä edellä mainittujen tietojen kanssa voi antaa lisätietoa käyttäjän toiminnasta
 - Voi antaa lisätietoa paikasta
- *Tiedostojen käsittely*
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän muihin tietoihin laitteella
- *Kontaktitiedot*
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän kontaktitietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle
- *Kalenteritiedot (muistutukset, tapaamiset)*
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän kalenteritietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle
- *Laitteen profiilitiedot*
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän profiilitietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle

5.1.7 Minkälaisia edellytyksiä tai mahdollisuuksia käyttöjärjestelmät asettavat sovellusten keskinäiselle tietojen vaihtamiselle

iOS sovellukset voivat vaihtaa tietoa keskenään käyttäen URL skeemoja. Sovellus voi rekisteröityä vastaanottamaan tietyn URL skeeman mukaisia viestejä. Esimerkiksi sovellus joka haluaa että tietty paikannimi näytetään kartalla voi käyttää sopivaa URL:ää avaamaan karttasovelluksen jossa kyseinen paikka näytetään (esim. jos sovellus haluaa näyttää Helsingin sijainnin Applen karttasovelluksessa, voi sen tehdä käyttäen seuraavaa URL:ia: <http://maps.apple.com/?q=helsinki>).

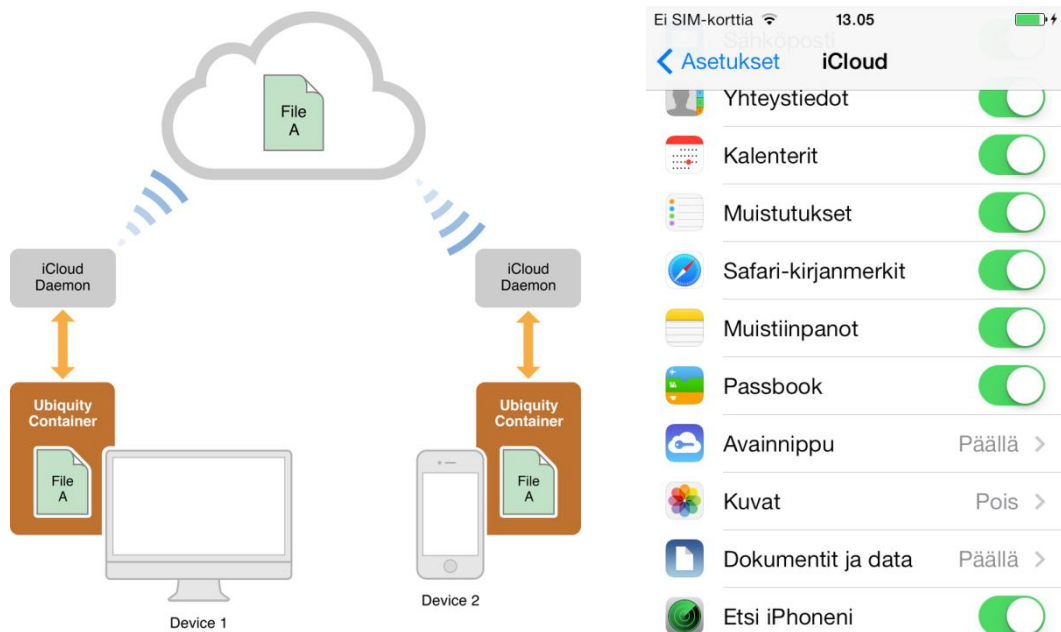
Sovellukset voivat rekisteröityä vastaanottamaan tietynlaisia URL:itä (esimerkiksi: `myurlscheme://esimerkki/osoite?data1=0123456&data2=esimerkki+teksti`). Näiden avulla sovellukset voivat vaihtaa mitä tahansa tietoa keskenään, kunhan se on koodattu sallittuun URI – muotoon⁷.

⁷ <http://www.ietf.org/rfc/rfc3986.txt>

5.1.8 Minkälaiset edellytykset käyttöjärjestelmät antavat sovelluksille välittää niissä käsiteltävää tietoa edelleen hyödyntäen data- ja vastaavia yhteyksiä joko sovelluksen tarjoajan pilvipalveluun tai muille käyttäjille

iOS käyttöjärjestelmässä verkkoyhteyden käyttäminen sovelluksessa ei vaadi erillistä lupaa (käyttäjän hyväksyntää), eli suurin osa sovelluksista voi käyttää verkkoyhteyttä lähettääkseen tietoja puhelimesta ulkoiselle palvelimelle, kuten pilvipalveluun. Tämä siis voi tapahtua käyttäjän tietämättä. Antamalla sovellukselle oikeuden päästä käsiksi tiettyihin tietoihin aiheuttaa riskin siitä että kyseiset tiedot voivat siirtyä laitteen ja tämän tietyn sovelluksen ulkopuolellekin. Sovelluskaupat, kuten Applen iTunes App Store, vaativat tiettyjä tietosuojakäytäntöjä siellä olevilta sovelluksilta.

iOS käyttöjärjestelmä antaa mahdollisuuden käyttää Applen iCloud – pilvipalvelua tiedonjakamiseen eri (Applen) laitteiden välillä. Eli esimerkiksi jos sama sovellus on asennettuna iPhone – laitteeseen, iPad:iin sekä MacBook tietokoneelle, sama sovellus voi jakaa tietoa näiden laitteiden välillä käyttäen iCloud – viitekehystä. Alla oleva kuva havainnollistaa käytännön toteutuksen ja esittelee iPhone Asetuksista löytyvän iCloud – valikon.



Kuva 11. Vasemmalla: Tiedoston jakaminen eri sovellusinstanssien (ja eri laitteiden) välillä käyttäen iCloud – pilvipalvelua. Oikealla: iPhone puhelimen iCloud valikko, valikosta voi valita iCloud pilvipalveluun tallennettavat tiedot ja tiedostot

iOS 7:ssä (kirjoitushetkellä uusin versio) AirDrop ominaisuus antaa mahdollisuuden lähettää, jakaa ja vastaanottaa kuvia, dokumentteja, URL osoitteita ja muuta dataa lähellä olevien laitteiden kanssa (AirDrop käyttää tiedonsiirtoon WLAN ja Bluetooth - yhteyttä). Tämä ominaisuus on täysin suljettu sovelluksen kehittäjiltä joten mahdollisuus tämän ominaisuuden väärinkäyttöön on epätodennäköistä.

5.2 Android

Android on Linux pohjainen älypuhelimille ja tableteille tarkoitettu käyttöjärjestelmä, jonka ensimmäinen versio julkaistiin syyskuussa 2008. Android-versioiden lukumäärä kirjoitushetkellä, joulukuussa 2013, oli 43 kpl ja uusin versio oli 4.4.2. Samana ajankohtana Android versioiden käyttäjajakauma oli seuraava:

- Versioita 2.2. – 2.3. myydään yhä ja niitä on edelleen aktiivisessa käytössä yli 25 % kaikista Android-laitteista
- Yleisin versio 4.1. - 4.3., kutsumanimeltään "Jelly Bean", on käytössä 55 % Android laitteista
- Uusin versio, 4.4., on käytössä noin 1 % Android-laitteista

Eri käyttöjärjestelmäversioiden eroja ei ole tarkoituksenmukaista käydä tässä läpi yksityiskohtaisesti. Jos ajatellaan tietojen käsittelyä älypuhelimissa, jo Android 1.0–versiosta lähtien on ollut tuettuna mm. tietoliikenneyhteydet, kamera, sensorit, paikannus jne. Lähialueen kommunikointi NFC (Near Field Communication) on ollut tuettuna Android-versiosta 2.3 lähtien.

5.2.1 Google-tili

Android-laitteen käyttöönoton yhteydessä luodaan uusi Google-tili tai syötetään olemassa oleva. Vain olemassa olevalla Google-tilillä on mahdollista käyttää Googlen palveluita kuten Gmail, Google+, Maps, YouTube, Google Play jne. Viimeksi mainittu on Googlen digitaalinen sisältöpalvelu, josta on mahdollista hankkia esim. elokuvia, kirjoja, musiikkia ja Android-sovelluksia. Google-tilin avulla laite ja käyttäjä tunnistetaan Googlen palveluissa automaattisesti ja esimerkiksi Google Play -sisältö mukautuu käyttäjän profiiliin mukaisesti. Myös muita digitaalisia sisältöpalvelujen tarjoajia, kuten vaikkapa Amazon Appstore for Android, on mahdollista käyttää edellyttäen, että laitteen asetuksista on erikseen valittu "*salli asennus tuntemattomista lähteistä*".

5.2.2 Ohjelmointirajapinta ja sovellusten oikeudet

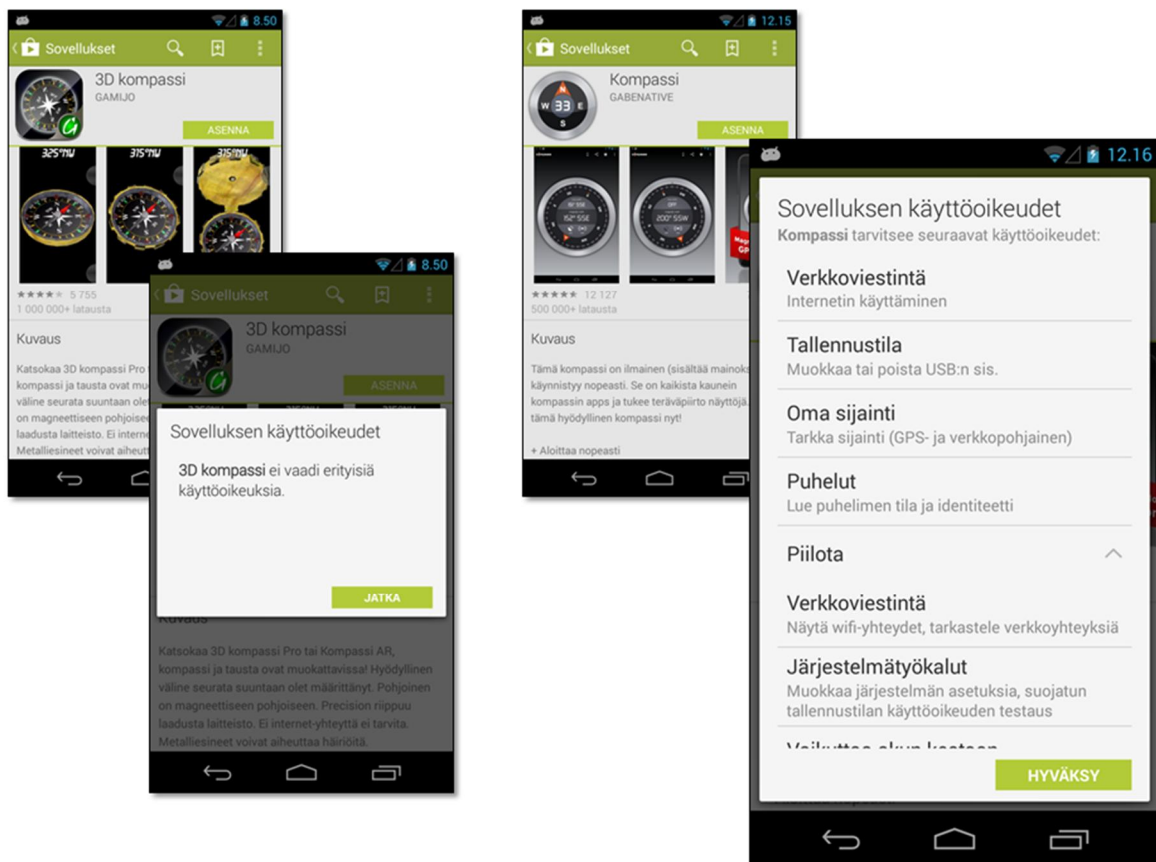
Jokainen yksittäinen Android-sovellus toimii omassa, tiukasti rajoitetussa virtuaalikoneessaan pääsemättä suoraan käsiksi käyttöjärjestelmän tai muiden sovellusten tietoihin. Android-sovellus koostuu yhdestä tai useammasta komponentista, joita ovat:

- Toiminnot (Activities)
Toimintaa edustaa yhden ruudun käyttöliittymä. Esimerkiksi viestisovelluksella voi olla yksi toiminta, joka näyttää listan saapuneista viesteistä ja toinen toiminta, joka on viestin muokkaamista varten. Vaikka eri toiminnot muodostavat yhtenäisen käyttökokemuksen ko. viestisovellukselle, jokainen toiminta on oma erillinen kokonaisuutensa. Yksittäistä toimintaa voi käyttää mikä tahansa muukin sovellus kuin vain esimerkin viestisovellus.
- Palvelut (Services)
Palvelu on komponentti, jolla ei ole omaa käyttöliittymää ja joka suorittaa taustajona erilaisia tarvittavia toimintoja. Esimerkkinä toimii vaikkapa tiedostojen lataaminen verkosta - häiritsemättä varsinaisen sovelluksen käyttökokemusta.
- Sisällön tarjoajat (Content providers)
Sisällön tarjoajat hallinnoivat käyttäjän jakamia tietoja, kuten esimerkiksi yhteystietoja tai kalenterin sisältöä. Muilla sovelluksilla on näihin jaettuihin tietoihin pääsy myönnettyjen käyttöoikeuksien mukaisesti.
- Lähetysten vastaanottajat (Broadcast receivers)

Vastaanottaja on komponentti, joka reagoi järjestelmätason viesteihin, kuten näyttö on sammutettu, akku on vähissä jne.

Erityispiirre Android-käyttäjärjestelmässä on, että mikä tahansa sovellus voi käyttää toisen sovelluksen komponenttia. Komponentti voi olla asennettu erikseen tai se voi olla jo valmiina osana käyttäjärjestelmää. Android-käyttäjärjestelmässä on noin 200 virallista ohjelmointirajapintaa (Application Programming Interface, API), joilla voidaan käsitellä laitteen ja käyttäjärjestelmän eri ominaisuuksia. Esimerkkinä voidaan mainita *android.bluetooth*, joka tarjoaa rajapinnan tiedonvälitykseen Bluetooth-tekniikan avulla. Googlen palveluihin on em. lisäksi vielä noin 50 rajapintaa, esimerkkeinä Drive API ja YouTube Data API.

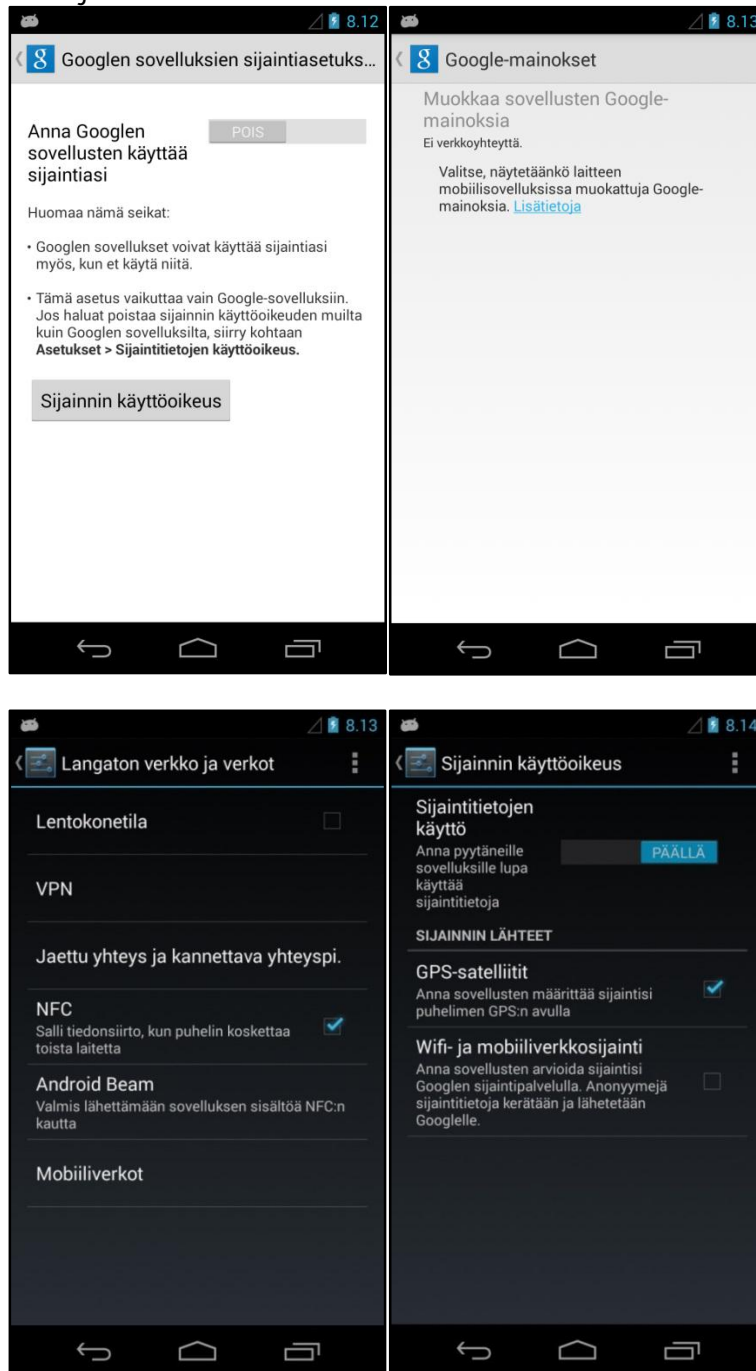
Lähtökohtaisesti Android-sovelluksella on käyttäjärjestelmän puolesta vain ehdottoman tarpeellinen toiminta sallittua ja laajempi toiminta sallitaan vain, jos asennusvaiheessa käyttäjä on myöntänyt pyydetyt käyttöoikeudet (permissions). Tällä hetkellä listattuna on yli 100 sellaista toimintaa, joka vaatii käyttäjän hyväksynnän. Käyttöoikeuksien myöntäminen vaaditaan toimintoihin kuten Internetin, kameran ja mikrofonin käyttäminen, tekstiviestien lukeminen, kirjoittaminen ja lähettäminen jne. Sen sijaan esimerkiksi anturien (kiihtyvyyds- yms.) tiedot kuuluvat normaaliin toimintaan eivätkä siis vaadi erityistä käyttäjän hyväksyntää. Seuraavassa kuvassa on esitetty esimerkkeinä kaksi kompassi-sovellusta; toinen kompassi ei tarvitse erityisiä käyttöoikeuksia laisinkaan ja toinen vaatii huomattavan laajat oikeudet, mukaan lukien järjestelmän asetusten muuttamisen ja verkkoviestinnän.



Kuva 12 Käyttöoikeuksien eroja kahden samankaltaisen sovelluksen välillä.

Käyttöoikeuksien laajuutta on jossain määrin mahdollista muokata laitteen asetuksista myös laitetta käytettäessä. Muokausmahdollisuus liittyy mm. paikkatiedon jakamiseen,

NFC:n käyttöön sekä tietojen synkronointiin Googlen palveluissa kuten Gmail, Google Currents, Google Play, Google-kuvat, Kalenteri, Selain, Yhteystiedot jne. Seuraavassa kuvassa on esimerkkejä laitteen asetuksista.



Kuva 13 Esimerkkejä Android-laitteen asetuksista.

Sovellusten on mahdollista päästä käsiksi erilaisiin tietoihin laitteen käyttöjärjestelmän kautta. Mahdolliset tietolähteet on listattu kappaleessa 5.4, taulukossa Taulukko 2.

5.2.3 Haasteet ja mahdolliset uhat

Merkittävä uhka muodostuu haittaohjelmistoista. Trend Micron mukaan⁸ Androidille on nykyään jo yli miljoona haittaohjelmaa. Näistä 75 % on selkeästi haitallisia (jossa sovellus esimerkiksi soittaa käyttäjän tietämättä maksulliseen numeroon) ja 25 % sellaisia, jotka eivät varsinaisesti tee haittaa, mutta yrittävät esimerkiksi houkutella käyttäjää kyseenalaisille sivustoille. F-Securen raportissa⁹ erilaisia haittaohjelmaperheitä oli yhteensä 259 kpl. Näistä 252 oli Androidille ja loput 7 Symbianille. Toistaiseksi yhtään haittaohjelmaa ei ole raportoitu muilta alustoilta (Blackberry, iOS, Windows Phone).

Haittaohjelmilla on hyvät toimintaedellytykset Android-alustalla johtuen mm.:

- o tausta-ajon ominaisuuksista: yksittäisellä komponentilla on mahdollisuus käynnistyä automaattisesti esimerkiksi laitteen käynnistyksen yhteydessä tai ajastuksen mukaan ja suoritus voi jatkua ilman erityisiä rajoituksia käyttäjän huomaamatta.
- o Toisin kuin Apple ja Microsoft, Google ei tarkista sovelluksia sovelluskaupassaan. Sovellukset ovat digitaalisesti allekirjoitettuja, mutta haittaohjelmat käyttävät hyväkseen esimerkiksi suosittujen ohjelmien ikonia, värejä ja nimeä. Esimerkkinä toimii suosittu viestintäsovellus BBM¹⁰.

Androidin markkinaosuus jatkaa kasvamistaan mobiilikäyttöjärjestelmissä, ollen hieman alle 80 % tällä hetkellä¹¹. Ei ole näköpiirissä, että haittaohjelmien lukumäärä kääntyisi laskuun ainakaan lähitulevaisuudessa.

5.2.4 Tausta-ajo

Android, toisin kuin iOS tai Windows Phone, tukee moniajtoa ja sovellusten ajamista taustalla ilman erityisiä rajoituksia. Yksittäinen sovelluksen komponentti voi vapaasti jatkaa suoritustaan taustalla itsenäisesti, vaikka varsinainen sovellus suljettaisiin. Sovelluksia ei itse asiassa "suljeta", vaan sovellukset siirtyvät tausta-ajoon, jos sovelluksen näkymästä siirrytään esimerkiksi toisen sovelluksen näkymään/toimintoon. Jos käyttöjärjestelmän on suljettava prosesseja järjestelmän resurssien vähyyden vuoksi, niin taustalla suoritettavia osia suljetaan ensimmäisenä.

5.2.5 Saatavilla olevat anturit ja paikkatiedot sekä niiden käyttömahdollisuudet

- Liikeanturointi (gyroskooppi, kiihtyvyyssanturit)
 - o Voidaan prosessoida ja analysoida käyttäjän sen hetkistä toimintaa (esim. kävely, juoksu, paikallaanolo)
- Magnetometri
 - o Yhdessä edellä mainittujen tietojen kanssa voi antaa lisätietoa käyttäjän toiminnasta
- Etäisyysanturi

⁸ <http://www.zdnet.com/malicious-apps-mobile-malware-reaches-1-million-mark-7000021371/>

⁹ http://www.f-secure.com/static/doc/labs_global/Research/Mobile_Threat_Report_Q3_2013.pdf

¹⁰ <http://nakedsecurity.sophos.com/2013/10/21/fake-blackberry-bbm-apps-still-in-google-play-store-one-month-after-failed-official-release/>

¹¹ <http://www.engadget.com/2014/01/29/strategy-analytics-2013-smartphone-share/>

- Kts. yllä mainittu käyttömahdollisuus
- Kamera, mikrofoni
 - Voidaan nauhoittaa ja analysoida käyttäjän toimintaa
- Lämpötila, ilmanpaine, suhteellinen kosteus, valaistus
 - Voi antaa lisätietoa käyttäjän toiminnasta
 - Voi antaa lisätietoa paikasta
- GPS koordinaatit (pituuspiiri, leveyspiiri, korkeus)
 - Käyttäjän tarkka paikkatieto
- Tukiasemapaikannus
 - Voidaan yhdistää maantieteelliseen paikkaan (tukiaseman sijaintitieto)

5.2.6 Muut tietolähteet ja niiden käyttömahdollisuudet

- Lähellä olevat Bluetooth-laitteet, lähellä olevat WLAN-laitteet
 - Yhdessä edellä mainittujen tietojen kanssa voi antaa lisätietoa käyttäjän toiminnasta
 - Voi antaa lisätietoa paikasta
- Tiedostojen käsittely
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän muihin tietoihin laitteella
- Kontaktitiedot
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän kontaktitietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle
- Kalenteritiedot (muistutukset, tapaamiset)
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän kalenteritietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle
- Laitteen profiilitiedot
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän profiilitietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle

5.2.7 Minkälaisia edellytyksiä tai mahdollisuuksia käyttöjärjestelmät asettavat sovellusten keskinäiselle tietojen vaihtamiselle

Android-sovellukset voivat vaihtaa tietoa keskenään hyvin monipuolisesti, vaikka sovelluksia ajetaan omissa eristetyissä prosesseissaan. Androidin erityispiirre on, että yksittäiset sovellukset koostuvat komponenteista, jotka ovat omia kokonaisuuksiaan ja joita muutkin sovellukset voivat kutsua. Yksinkertaisena esimerkkinä virtuaalinen näppäimistö: yksittäinen sovellus pyytää näppäimistöä aktivoitumaan ja näppäimistö komponenttina palauttaa käyttäjän syötteen sovellukselle. Tietojen vaihto ei koske vain käyttöjärjestelmän komponentteja vaan kaikkia Android-alustalla ajettavia sovelluksia tai sovellusten osia. Ilman lupaa tämä ei kuitenkaan ole mahdollista; yksittäinen sovellus voi pyytää esimerkiksi puhelutietoja, mutta toiminta aktivoituu vain, jos käyttöoikeus on myönnetty sovellusta asennettaessa.

5.2.8 Minkälaiset edellytykset käyttöjärjestelmät antavat sovelluksille välittää niissä käsiteltävää tietoa edelleen hyödyntäen data- ja vastaavia yhteyksiä joko sovelluksen tarjoajan pilvipalveluun tai muille käyttäjille

Android-käyttöjärjestelmä tukee sisällön jakamista (Content Sharing). Yksittäiset sovellukset voivat, ilman omaa erillistä toteutusta, jakaa tiedon pilvipalveluihin kuten DropBox, Google Drive ja SkyDrive. Sisällön jakamisen kohteena voi olla myös sähköposti jne. Edellytyksenä on verkkoyhteys.

Versiosta Android 4.0 lähtien on ollut tuettuna Wi-Fi P2P (Wi-Fi peer-to-peer), jolla on mahdollista kommunikoida suoraan Android- tai muiden laitteiden kesken ilman Internet-

yhteyttä tai tukiasemaa. Edellytys on, että laitteet tukevat Wi-Fi Direct standardia. Edelleen samasta versiosta lähtien on ollut tuettuna Googlen Android Beam, jossa kommunikointikanavana on NFC. Se mahdollistaa nopean lähialueen tiedonsiirron kirjanmerkeille, yhteystiedoille, YouTube-videoille jne. Edellytyksenä on, että Android-laitteessa on NFC-toiminnallisuus.

5.3 Windows Phone

Windows Phone on Microsoftin kehittämä älypuhelinkäyttöjärjestelmä. Järjestelmästä on olemassa useita eri versioita, Windows Phone 8 (Windows Phone OS 8.0), Windows Phone 7.5 (Windows Phone OS 7.1) ja Windows Phone 7 (Windows Phone OS 7.0). Windows Phone versiot (7.5 ja 7.0) eivät pysty suorittamaan Windows Phone 8 ohjelmia, mutta uusin Windows Phone 8 pystyy ajamaan vanhemmille versioille kehitettyjä ohjelmia. Tällä hetkellä uusin version on Windows Phone 8, joten tässä selvityksessä keskitytään sen ominaisuuksiin.

Windows Phone ohjelmia asennetaan Windows Phone -kaupan kautta. Yrityksillä on mahdollisuus asentaa ohjelmistoja omille työntekijöilleen suoraan ilman Windows Phone -kauppaa. Lisäksi ohjelmistokehittäjät voivat asentaa omia ohjelmistojaan ohjelmistokehitykseen rekisteröidyille laitteille. Nämä muut edellä mainitut asennustavat rajataan tämän selvityksen ulkopuolelle, ja keskitytään vain ohjelmistojen asentamiseen tavallisen käyttäjän näkökulmasta.

5.3.1 Microsoft-tili ja Windows Phone –kauppa

Microsoft-tili (vanhalta nimeltään Windows Live ID) tarvitaan Windows Phonen käyttämiseen. Se on sähköpostiosoitteen ja salasanan yhdistelmä. Microsoft-tili mahdollistaa erilaisten palveluiden, kuten Outlook.com, Skype, Skydrive ja Windows Phone -kaupan käyttämisen. Samaa Microsoft-tiliä voi käyttää esimerkiksi Windows 8 PC:llä ja Xboxilla. Asetukset, valokuvat ja muut tiedostot voi pitää niiden kesken ajan tasalla synkronoituna.

Windows Phone -kauppa on sovelluskauppa, minkä kautta käyttäjät voivat asentaa ohjelmistoja Windows Phone -laitteisiin. Windows Phone sovellukset on allekirjoitettu digitaalisilla sertifikaateilla. Digitaalisen allekirjoittamisen tarkoituksena on estää ohjelmistojen luvaton muokkaaminen ja nk. haittaohjelmistojen tekeminen. Digitaalinen allekirjoitus varmistetaan ohjelman asennusvaiheessa.

Päästäkseen sovelluskauppaan, sovelluksille on asetettu teknisiä vaatimuksia. Sovelluksilta vaaditaan esimerkiksi, että ne käynnistyvät 5 sekunnissa ja, että ne eivät estä laitteen normaalia toimintaa. Sovellukset eivät saa estää käyttäjää vastaamasta puheluihin tai lähettämästä tekstiviestejä. Tällaisilla rajoituksilla pyritään takaamaan laitteen käyttökokemus ja sovellusten luotettavuus.

5.3.2 Windows Phone ohjelmointirajapinta ja sovellusten käyttöoikeudet

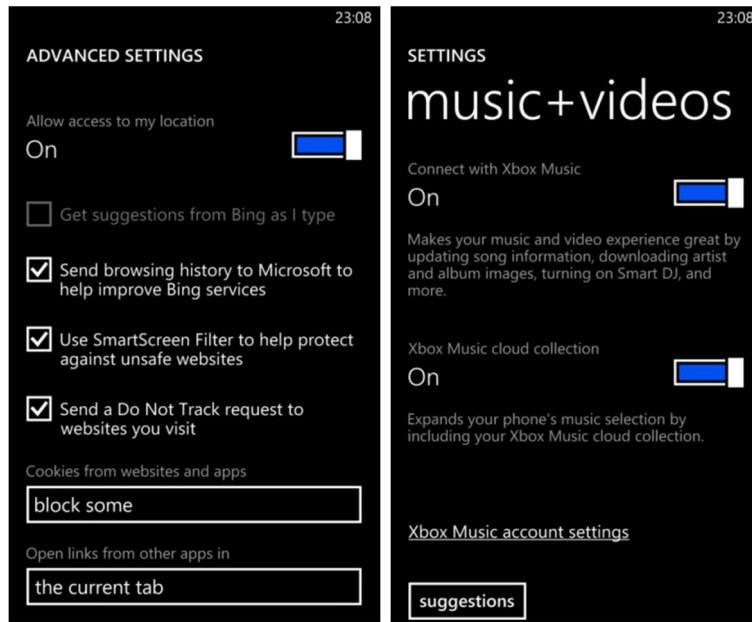
Windows Phone -sovellukset toimivat nk. hiekkalaatikossa, missä sovellusten käyttöoikeuksia erilaisiin laitteen ominaisuuksiin on rajoitettu. Ohjelman asennusvaiheessa käyttöjärjestelmä näyttää ohjelman vaatimat oikeudet käyttäjälle. Käyttäjän on hyväksyttävä nämä käyttöoikeudet ennen ohjelmiston käyttämistä. Mikäli oikeuksia ei hyväksy, ohjelman asennus keskeytyy. Esimerkkejä tällaisista oikeuksista ovat kontaktitietojen lukeminen tai verkkoyhteyksien ottaminen. Windows Phone järjestelmän tietolähteet on listattu kappaleessa 5.4, taulukossa Taulukko 2.

Esimerkiksi Kompassi-sovellus pyytää oikeudet laitteen kompassin käyttämiseen, mutta lisäksi se haluaa lukea laitteen tunnisteen, käyttäjän tunnisteen, käyttää paikannuspalveluita, lukea käyttäjän mediatiedostoja ja käyttää verkkoyhteyksiä (kuva 14).



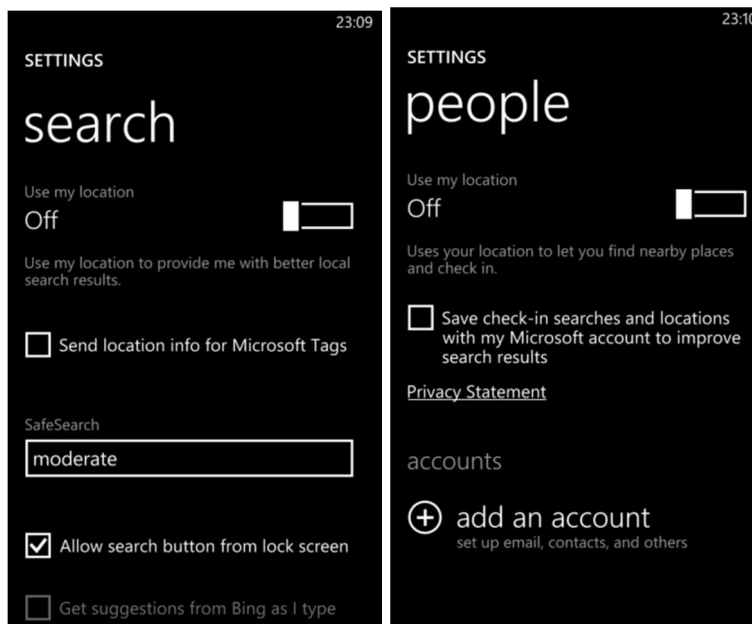
Kuva 14 Kompassi-sovelluksen vaatimat oikeudet

Windows Phone mahdollistaa joidenkin sovellusten kohdalla asetusten muokkaamisen, esimerkiksi näistä on esitetty kuvissa 15 ja 16. Esimerkiksi Internet Explorer -selaimen asetuksista voidaan hallita mm. paikkatietoihin pääsyä ja selailuhistorian lähettämistä Microsoftille.



Kuva 15 Internet Explorer -selaimen asetusten hallinta (vasemmalla) sekä musiikki- ja videoasetukset (oikealla).

Kuvassa 16 esitetyssä Ihmiset-valikossa käyttäjä voi mm. sallia tai evätä paikkatiedon lähettämisen Microsoftin Bing-palveluun¹².



Kuva 16 Hakuasetukset (vasemmalla) ja Ihmiset-alavalikko asetuksissa (oikealla)

5.3.3 Haasteet ja mahdolliset uhat

Windows Phone 8 ei tarjoa keskitettyä sovellusten käyttöoikeuksien hallintaa, mutta sovellusten toimimista tausta-ajossa voi rajoittaa puhelimen asetusten kautta.

¹² <http://www.windowsphone.com/en-gb/legal/wp8/windows-phone-privacy-statement>

5.3.4 Tausta-ajo

Windows Phone tukee sovellusten rajoitettua tausta-ajoa. Sovellusten on mahdollista suorittaa toimintoja taustalla, käyttäen tausta-agentteja (Background Agent). Agentteja on kahta eri tyyppiä, periodillisia ja resursseja paljon kuluttavia. Periodilliset on tarkoitettu käytettäväksi silloin, kun halutaan laitteen suorittavan jokin lyhytkestoinen tehtävä tasaisin väliajoin. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi laitteen paikkatiedon lähettäminen palvelimelle tai pienten datamäärien lähettäminen. Resursseja paljon vaativia tehtäviä ovat esimerkiksi suurten videotiedostojen siirtäminen palvelimelle.

Tausta-agenteille on asetettu rajoituksia mm. muistinkäytön ja maksimisuoritusajan suhteen. Vain tietyt tehtävät on mahdollista suorittaa tausta-ajona.

Sallittuja tausta-tehtäviä ovat esimerkiksi:

- Paikkatiedon hakeminen
- Verkkokommunikaatio

Ei-sallittuja ovat esimerkiksi:

- Kamera
- Väriinamoottori
- Radio
- Sensorit

Lisäksi on huomattava, että tausta-ajoa ei aina suoriteta, riippuen laitteen tilasta. Laitte voi jättää suorittamatta taustatehtäviä, mikäli esimerkiksi laitteen akun varaustila on vähäinen tai saatavilla ei ole Wifi-yhteyttä. Suoritusaikaa on rajoitettu siten, että periodilliset tehtävät saavat kestää maksimissaan 25 sekuntia ja resursseja paljon kuluttavat tehtävät maksimissaan 10 minuuttia.

5.3.5 Saatavilla olevat anturit ja paikkatiedot sekä niiden käyttömahdollisuudet

Oheessa on listattu Windows Phone laitteessa (Nokia Lumia 920) olevat anturit ja paikkatietoa tarjoavat tietolähteet.

- GPS koordinaatit (pituuspiiri, leveyspiiri, korkeus)
 - Käyttäjän tarkka paikkatieto
- Liikeanturointi (gyroskooppi, kiihtyvyyssanturit)
 - Voidaan prosessoida ja analysoida käyttäjän sen hetkistä toimintaa (esim. kävely, juoksu, paikallaanolo)
- Magnetometri
 - Yhdessä edellä mainittujen tietojen kanssa voi antaa lisätietoa käyttäjän toiminnasta
- Kamera, mikrofoni
 - Voidaan nauhoittaa ja analysoida käyttäjän toimintaa

5.3.6 Muut tietolähteet ja niiden käyttömahdollisuudet

- Lähellä olevat Bluetooth-laitteet, lähellä olevat WLAN-laitteet
 - Yhdessä edellä mainittujen tietojen kanssa voi antaa lisätietoa käyttäjän toiminnasta
 - Voi antaa lisätietoa paikasta
- Tiedostojen käsittely
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän muihin tietoihin laitteella
- Kontaktitiedot

- Voi päästä käsiksi käyttäjän kontaktitietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle
- Kalenteritiedot (muistutukset, tapaamiset)
 - Voi päästä käsiksi käyttäjän kalenteritietoihin ja siirtää ne laitteen ulkopuolelle

5.3.7 Minkälaisia edellytyksiä tai mahdollisuuksia käyttöjärjestelmät asettavat sovellusten keskinäiselle tietojen vaihtamiselle

Windows Phone rajoittaa sovellusten keskinäistä tiedonvaihtoa. Lähtökohta on se, että sovellukset eivät pääse lukemaan muiden sovellusten tietoja suoraan.

Sovellusten on mahdollista lukea käyttäjän mediatiedostoja, kuten kuvia ja videoita, mutta eri applikaatioiden sisäiseen dataan, ne eivät pääse käsiksi.

Tietojen vaihtaminen on kuitenkin mahdollista käyttäen verkkoyhteyksiä.

5.3.8 Minkälaiset edellytykset käyttöjärjestelmät antavat sovelluksille välittää niissä käsiteltävää tietoa edelleen hyödyntäen data- ja vastaavia yhteyksiä joko sovelluksen tarjoajan pilvipalveluun tai muille käyttäjille

SkyDrive on Microsoftin omistama pilvipalvelu, johon applikaatiot voivat ladata ja hakea tiedostoja. Palvelun käyttöön on olemassa ohjelmistorajapinta, jota Windows Phone -sovellukset voivat käyttää. Windows Phone 8 -alustalle on tarjolla myös HTTP- ja socket-ohjelmistorajapinnat, jotka mahdollistavat tiedon välityksen WLAN-yhteyden ja matkapuhelinverkon kautta palvelimille.

5.4 Tietolähteiden vertailu (Android/iOS/WP)

Alla olevassa taulukossa on vertailtu keskenään eri tietolähteiden käyttömahdollisuuksia, julkisten ja dokumentoitujen rajapintojen kautta eri käyttöjärjestelmien välillä (Android (4.2.2/4.3) / iOS 7 / Windows Phone 8).

Taulukko 2. Tietolähteitten vertailu käyttöjärjestelmittäin

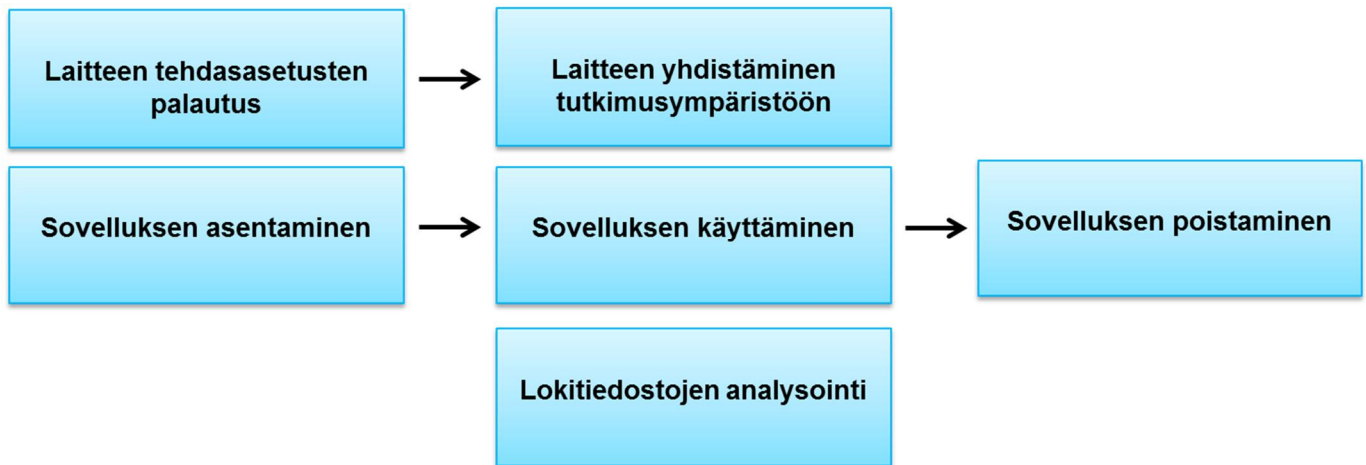
Tietolähde (saatavilla = x)	Android	iOS	WP	Kommentit
Vastaanotetut puhelut	x	-	-	
Soitetut puhelut	x	-	-	
Vastaamattomat puhelut	x	-	-	
Hylätyt puhelut	x	-	-	
Lähetetyt tekstiviestit	x	-	-	
Vastaanotetut tekstiviestit	x	-	-	
Lähetetyt MMS-viestit	x	-	-	
Vastaanotetut MMS-viestit	x	-	-	
Lähetetyt sähköpostiviestit	-	-	-	
Vastaanotetut sähköpostiviestit	-	-	-	
Vastaanotetun datan määrä	x	-	x	WP8: Tällä hetkellä ei toteutettu
Lähetetyn datan määrä	x	-	x	kts. yllä oleva kommentti
Sovellusten välinen kommunikointi, lokaali	x	x	-	

Pistokkeet (socket), TCP	x	X	X	
HTTP	x	X	X	
Käynnissä olevat sovellukset	x	-	-	
Laitteeseen asennetut sovellukset	x	-	-	
Sovellusluokat (kartat, pelit, hyöty...)	-	-	-	
Tiedostojen käsittely	x	X	X	
Kontaktitiedot	x	X	X	WP8: Vain lukuoikeus
Kalenteritiedot (muistutukset, tapaamiset)	x	X	X	kts. yllä oleva kommentti
Akun tila, varaus, lataustiedot	x	X	X	
Lähellä olevat laitteet (Bluetooth-skannaus)	x	X	X	
Lähellä olevat WLAN-laitteet (skannaus)	x	-	X	iOS: ei mahdollista iOS 5 versiosta eteenpäin
Puhelimen tiedot	x	X	-	
Moniajon / tausta-ajon mahdollisuus	x	X	X	WP8 ja iOS: Rajoitettu tausta-ajo, vain tietyille tehtäville, kuten esimerkiksi audio ja periodilliset päivitykset tietyin väliajoin
Kuvaruutukaappaus	(x)	X	-	
Kieliasetukset	x	X	X	
Puheentunnistus	x	-	X	
Käyttäjän media	x	X	X	
Käyttäjän profiili(t), tallennetut tilit	x	X	-	
Tukiasematunniste (CellID, MNC, MCC, LAC)	x	X	-	iOS: MNC ja MCC osa julkista API:a, Cell ID ja LAC ei
GPS (lat, long, altitude...)	x	X	X	
Kiihtyvyyssanturit	x	X	X	
Magnetometri	x	X	X	
Gyroskooppi	x	X	X	
Orientaatio	x	X	X	
Valaistusanturit	x	-	-	
Kompassi	x	-	X	
Lämpötila-anturi	x	-	-	
Etäisyysanturi	x	-	-	
Kamera	x	X	X	
Mikrofoni	x	X	X	
NFC	x	-	X	

6. Esimerkkisovellusten analyysi

Selvityksessä käytiin tarkemmin läpi muutama esimerkkisovellus. Nämä sovellukset valittiin, koska niiden ajateltiin olevan kohtuullisen suosittuja, ja saatavilla kaikille kolmelle käyttöjärjestelmälle.

Yleiskuvaus eri analyysivaiheista on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17 Esimerkkisovellusten analyysi

Aluksi suoritettiin laitteen tehdasasetusten palautus. Mobiililaitte yhdistettiin tutkimusympäristöön ja verkkoliikennettä tarkkailtiin noin tunnin verran tekemättä laitteella mitään. Tarkoituksena oli selvittää mitä tietoa laite lähettää heti käynnistyksen jälkeen. Tämän jälkeen siirryttiin seuraavaan vaiheeseen, missä tarkkailtiin sovelluskohtaista verkkoliikennettä.

Jokaisesta sovelluksesta tarkastettiin niiden vaatimat asennusvaiheen käyttöoikeudet. Seuraavaksi sovelluksille suoritettiin seuraavat toimenpiteet niin, että kohteena oleva mobiililaitte oli yhdistettynä verkkoliikenteen tarkkailuun tarkoitettuun tutkimusympäristöön.

1. Sovelluksen asennus
2. Sovelluksen käyttäminen lyhyen aikaa
3. Sovelluksen sulkeminen
4. Sovelluksen poistaminen laitteesta

Näiden toimenpiteiden jälkeen tarkastettiin verkkoliikenteen lokitiedostot, ja niistä pyrittiin selvittämään mitä tietoa ohjelman mahdollisesti lähettävät käyttäjästä tai laitteesta eri vaiheiden aikana.

6.1 Facebook

Facebook on tunnettu sosiaalisen median palvelu, jonka käyttöön on saatavilla siihen tarkoitettu mobiilisovellus kaikille kolmelle vertailussa olevalle älypuhelinlustralle. Sovelluksen kehittäjä Androidille ja iOS:lle on Facebook¹³¹⁴, Windows Phonelle Microsoft¹⁵.

¹³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.facebook.katana&hl=en>

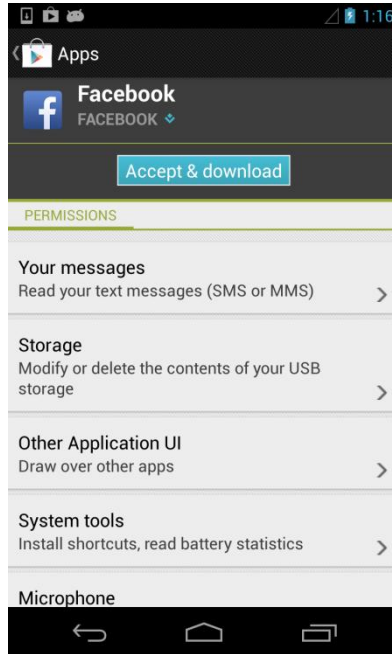
6.1.1 Android

Asennusvaiheessa Facebook-sovellus kysyy käyttöoikeuksia seuraaviin tietolähteisiin:

- Muiden sovelluksien käyttöliittymät – piirrä muihin sovelluksiin
- Mikrofoni – tallentaa ääntä
- Puhelut – Lue puhelimen tila ja identiteetti, soittaa puhelinnumeroihin suoraan
- Henkilötietosi – Lisää tai muokkaa kalenteritapahtumia ja lähetä sähköpostia vieraille ilman omistajien lupaa, lue kalenteritapahtumia ja luottamuksellisia tietoja, lue omia yhteystietoja
- Omat viestit – Lue tekstiviestejä (teksti ja multimedia)
- Tallennustila – Muokkaa tai poista USB:n sis.
- Kamera – Ota kuvia ja videoita
- Oma sijainti – Likimääräinen sijainti (verkkopohjainen), tarkka sijainti (GPS- ja verkkopohjainen)
- Verkkoviestintä – Internetin käyttäminen, muodosta ja katkaise Wifi-yhteys
- Omat tilit – Lisää tai poista tilejä, luo tilejä ja aseta salasanoja
- Järjestelmätyökalut – Asentaa pikakuvakkeita, lue akkutilastoja
- Sovelluksiesi tiedot – Käynnissä olevien sovellusten noutaminen
- Sosiaaliset tietosi – Kirjoita puhelulokiin, lue puhelutietoja, muokkaa yhteystietoja
- Synkronointiasetukset – Lue synkronointiasetuksia, ota synkronointi käyttöön ja poista se käytöstä
- Tilapalkki – Laajentaa/tiivistää tilarivin
- Taustakuva – Aseta taustakuva, säädä taustakuvan kokoa
- Vaikuttaa akun kestoon – Estä puhelinta menemästä virransäästötilaan, hallitse värinää
- Ääniasetukset – Muuta ääniasetuksia
- Verkkoviestintä – Hae tietoja internetistä, lataa tiedostoja ilmoittamatta, muuta verkkoyhteyksiä, näytä Wifi-ominaisuudet, tarkastele verkkoyhteyksiä
- Omat tilit – Etsi tilejä laitteelta
- Järjestelmätyökalut – Lähetä tärkeä lähetys, suojatun tallennustilan käyttöoikeuden testaus
- Sovelluksiesi tiedot – Käynnissä olevien sovellusten järjesteleminen, suorita laitteen käynnistyessä

¹⁴ <https://itunes.apple.com/en/app/facebook/id284882215?mt=8>

¹⁵ <http://www.windowsphone.com/en-us/store/app/facebook/82a23635-5bd9-df11-a844-00237de2db9e>

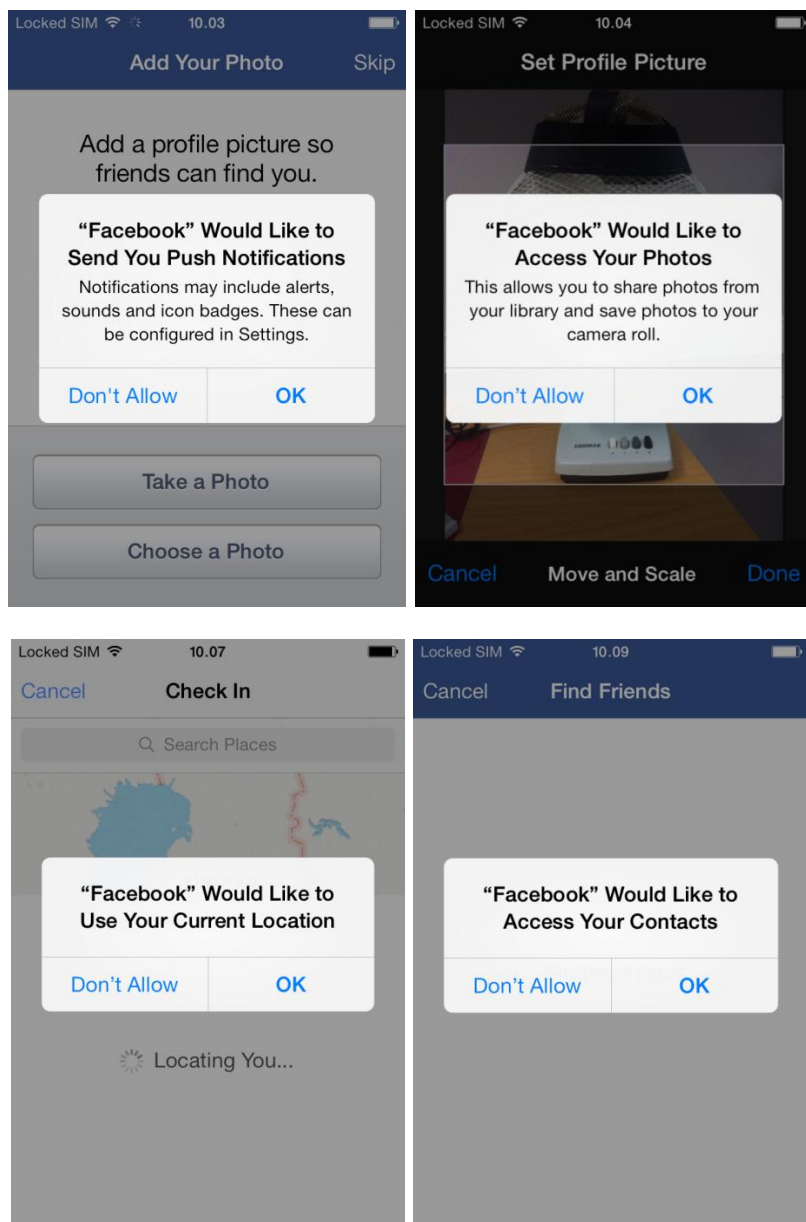


Kuva 18 Käyttäjälle esitetty näkymä käyttöoikeuksista Facebook-sovelluksen asennusvaiheessa.

Asennuksen jälkeen sovellusta käytettäessä käyttäjältä ei erikseen enää kysytä lupaa mainittujen tietolähteiden käyttöön.

6.1.2 iOS

iOS-käyttöjärjestelmää käyttävään iPhone 4:ään asennettiin myös vastaava Facebook-sovellus. iOS ei sovelluksen asennusvaiheessa kysy lupaa tietolähteiden käyttöoikeuksiin vaan sitä kysytään käyttäjältä sovelluksen käytön aikana. Esimerkkejä luvankysymysdialogeista on esitetty kuvassa 19.



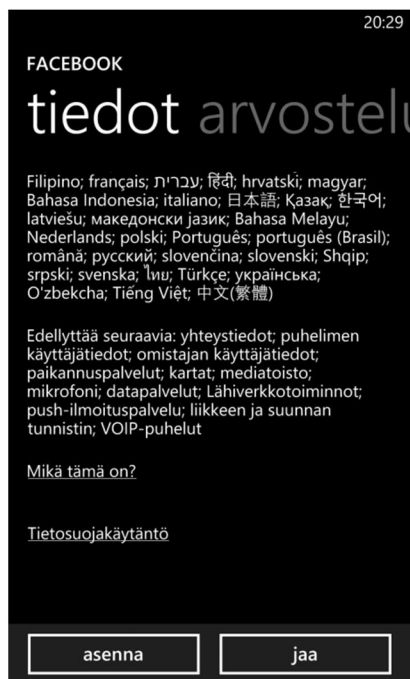
Kuva 19 iOS:n Facebook-sovelluksen käyttöoikeusdialogeja.

6.1.3 Windows Phone

Windows Phone esittää sovelluksen käyttöoikeuksia sovelluskaupassa olevassa sovelluksen kuvauksessa. Tähän liittyvä näkymä on esitetty kuvassa 20. Edellytettäväksi käyttöoikeuksiksi listataan

- yhteystiedot
- puhelimen käyttäjätiedot
- omistajan käyttäjätiedot
- paikannuspalvelut
- kartat
- mediatoisto
- mikrofoni
- datapalvelut

- lähiverkkotoiminnot
- push-ilmoituspalvelu
- liikkeen ja suunnan tunnistin
- VOIP-puhelut



Kuva 20 Näkymä Facebook-sovelluksen asennusvaiheesta, jossa käyttäjälle esitetään sovelluksen edellyttämää käyttöoikeuksia.

Windows Phonen sovelluskaupasta löytyy Facebook-nimellä useita eri kehittäjien sovelluksia. Tätä selvitystä varten valittiin Microsoftin kehittämä sovellus.

6.1.4 Verkkoliikenteen analyysi

Facebook-sovellus lähetti laitteen paikkatiedot verkkoon. Tämä saattoi liittyä lähellä olevien paikkojen nimien hakemiseen. Lähes kaikki liikenne Facebookin palvelimille oli salattu.

6.2 Subway Surfers

Subway Surfers on tanskalaisen Kiloo-yrityksen kehittämä peli¹⁶, jossa pelihahmo liikkuu nopeatempoisesti liikkuvia junia sisältävässä ympäristössä. Peli on saatavilla kaikille kolmelle selityksessä esillä olleelle matkapuhelinalustalle.

¹⁶ kiloo.com/games/subway-surfers



Kuva 21 Subway Surfers –pelin iOS-versio

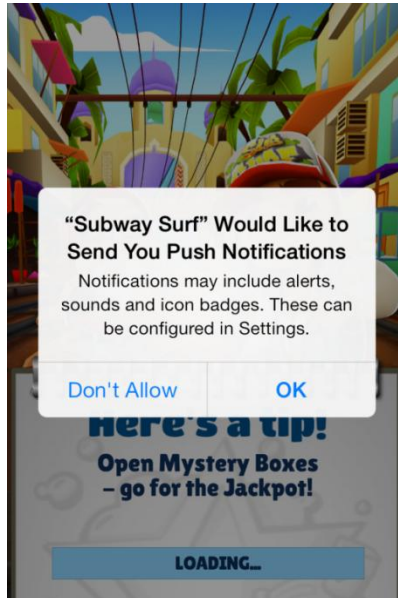
6.2.1 Android

Subway Surfers –peli on saatavilla Android-laitteille Play-sovelluskaupasta. Asennusvaiheessa käyttäjälle kerrotaan sovelluksen tarvitsevan seuraavia käyttöoikeuksia:

- Verkkoviestintä – Internetin käyttäminen
- Tallennustila – Muokkaa tai poista USB:n sis.
- Puhelut – Lue puhelimen tila ja identiteetti
- Sovelluksiesi tiedot – Käynnissä olevien sovellusten noutaminen
- Omat tilit – Etsi tilejä laitteelta
- Verkkoviestintä - Google Playn käyttöluvatarkistus, Google Playn laskutuspalvelu, hae tietoja internetistä, näytä Wifi-yhteydet, tarkastele verkkoyhteyksiä
- Järjestelmätyökalut – Suojatun tallennustilan käyttöoikeuden testaus
- Vaikuttaa akun kestoon – Estä puhelinta menemästä virransäästötilaan, hallitsee värinää

6.2.2 iOS

Subway Surfers asennettiin iPhone 4-laitteeseen Applen AppStoresta.



Kuva 22 Subway Surfers -sovelluksen käyttöoikeusdialogi push-viesteistä.

Peliä käynnistettäessä sovellus kysyy käyttäjältä lupaa lähettää ns. push-viestejä. Nämä viestit kulkevat IP-dataverkon kautta ja viestejä käytetään esimerkiksi äänen ja tekstin välittämiseen käyttäjän laitteelle¹⁷. Tähän liittyvä viestiruutu on esitetty kuvassa 22. Muita käyttöoikeusdialogeja käyttäjälle ei esitetty sovelluksen käynnistämisen ja itse pelitilanteeseen siirtymisen välillä.

6.2.3 Windows Phone

Subway Surfers asennettiin myös Windows Phone 8:aa käyttävään laitteeseen sovelluskaupasta. Sovelluskaupan tiedoissa mainitaan, että sovellus edellyttää oikeuksia seuraaviin tietoihin:

- puhelimen käyttäjätiedot
- mediatoisto
- datapalvelut
- liikkeen ja suunnan tunnistin

Pelin käynnistyksessä tai sen jälkeen käyttäjältä ei kysytä lupaa käyttöoikeuksiin.

6.2.4 Verkkoliikenteen analyysi

Subway Surfers lähettää peliin liittyvien tietojen lisäksi tietoja verkkoon. Kuvassa 23 on Subway Surfers –sovelluksen lähettämiä tietoja esillä Wireshark –sovelluksessa.

¹⁷ <http://www.engadget.com/2008/06/09/iphone-push-notification-service-for-devs-announced/>

733	56.260039	10.0.0.1	216.52.203.13	HTTP	1053	POST
736	56.285666	10.0.0.1	216.52.203.13	HTTP	353	POST
1398	71.131804	10.0.0.1	216.52.203.13	HTTP	1053	POST
6148	88.967422	10.0.0.1	94.231.108.212	HTTP	79	POST
6726	109.189808	10.0.0.1	94.231.108.212	HTTP	323	POST
6978	175.029489	10.0.0.1	216.52.203.13	HTTP	1462	POST

```

Host: data.tlurry.com\r\n
Accept-Encoding: gzip, deflate\r\n
Content-Type: application/octet-stream\r\n
Content-Length: 999\r\n
Accept-Language: en-us\r\n
Accept: */*\r\n
Connection: keep-alive\r\n
User-Agent: subwaysurfers/1.17.0 CFNetwork/672.0.8 Darwin/14.0.0\r\n

```

0320	64 2e 77 69 72 65 64 2e 65 6e 64 00 08 36 39 39	d.wired. end..699
0330	35 35 35 38 34 00 17 6d 65 6d 6f 72 79 2e 75 73	55584..memory.us
0340	65 64 2e 77 69 72 65 64 2e 73 74 61 72 74 00 08	ed.wired .start..
0350	36 30 36 39 34 35 32 38 00 18 6d 65 6d 6f 72 79	60694528 ..memory
0360	2e 75 73 65 64 2e 61 63 74 69 76 65 2e 73 74 61	.used.ac tive.sta
0370	72 74 00 09 31 32 33 37 33 31 39 36 38 00 16 62	rt..1237 31968..b
0380	61 74 74 65 72 79 2e 63 68 61 72 67 69 6e 67 2e	attery.c harging.
0390	73 74 61 72 74 00 01 30 00 0f 64 69 73 6b 2e 73	start..0 ..disk.s
03a0	69 7a 65 2e 74 6f 74 61 6c 00 0b 31 34 35 33 36	ize.tota l..14536
03b0	33 31 30 37 38 34 00 14 62 61 74 74 65 72 79 2e	310784.. battery.
03c0	63 68 61 72 67 69 6e 67 2e 65 6e 64 00 01 30 00	charging .end..0.

Frame (1053 bytes) Reassembled TCP (1267 bytes)

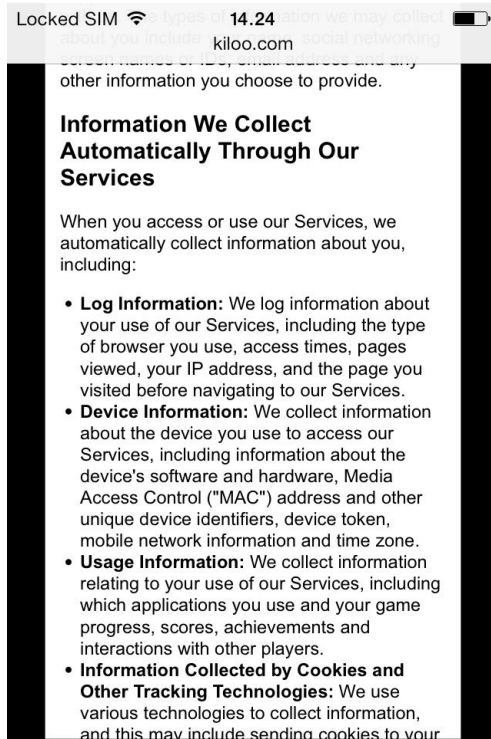
Kuva 23 Subway Surfers -sovelluksen lähettämää tietoa Wireshark -sovelluksessa

Laitteesta lähetetään mm. seuraavia tietoja:

- Aikaleima
- Laitteen tyyppi ja arkkitehtuuri
- Käyttöjärjestelmän versionumero
- Muistin käyttö
- Levytilan käyttö
- Prosessorin kuormitusaste
- Akun varaustila ja jäljellä oleva latausaika
- Laitteen kieli ja aikavyöhyke

Edellä mainitut lähetettävät tiedot on mainittu sovelluksen käyttöehdoissa¹⁸. Kuvassa 24 on ote sovelluksen käyttöehdoista.

¹⁸ <http://kiloo.com/privacy/>



Kuva 24 Ote sovelluksen käyttöehdoista

6.3 Kompassi

Kolmanneksi sovellukseksi tutkimukseen otettiin jokaiselle alustalle kaksi kompassisovellusta. Kaikille alustoille ei ollut helposti saatavilla samoja sovelluksia, joten selvitykseen valittiin samankaltaisten toiminnallisuuden sisältävät sovellukset.

6.3.1 Android

Android-alustalle asennettiin kaksi kompassisovellusta; 3D kompassi (Gamijo) ja Kompassi (Turtlerun). Kuvankaappaukset näistä sovelluksista on esitetty kuvassa 25.



Kuva 25 3D kompassi (vas.) ja Kompassi (oik.)

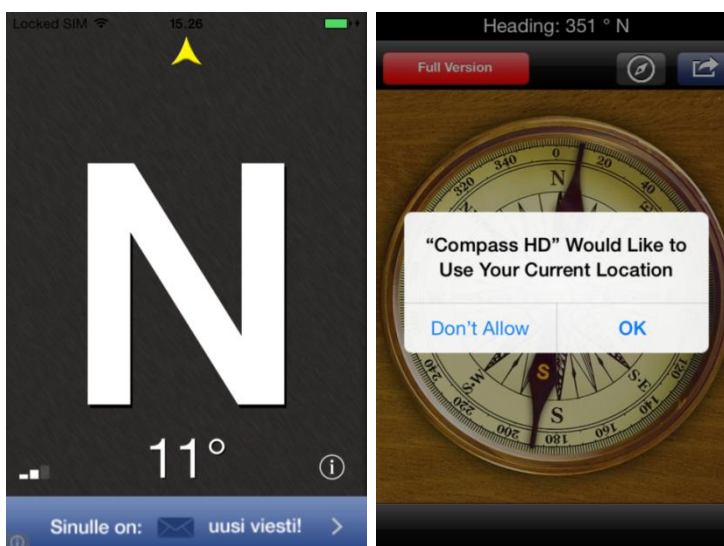
Asennusvaiheessa 3D kompassi (Gamijo) ei vaadi erityisiä käyttöoikeuksia.

Kompassi-sovellus sen sijaan tarvitsee käyttöoikeudet seuraaviin tietolähteisiin:

- Verkkoviestintä – Internetin käyttäminen
- Tallennustila – Muokkaa tai poista USB:n sis.
- Oma sijainti – Tarkka sijainti (GPS- ja verkkopohjainen)
- Puhelut – Lue puhelimen tila ja identiteetti
- Verkkoviestintä – Näytä Wifi-yhteydet, tarkastele verkkoyhteyksiä
- Järjestelmätyökalut – Suojatun tallennustilan käyttöoikeuden testaus
- Vaikuttaa akun keston – Estä puhelinta menemästä virransäästötilaan, hallitse värinää

6.3.2 iOS

iPhone 4 -älypuhelimeen asennettiin kaksi kompassisovellusta Applen Appstoresta; Compass° ja Free HD Compass. Kuvankaappaukset näistä sovelluksista on esitetty kuvassa 26.



Kuva 26 Compass° (vas.) ja Free HD Compass (oik.)

Käynnistettäessä Compass° ei kysy lupaa tietolähteiden käyttämiseen, sen sijaan Free HD Compass kysyy lupaa käyttää paikkatietoa.

6.3.3 Windows Phone 8

Windows Phone 8:lle valittiin sovelluskaupasta kaksi kompassisovellusta; Kompassi (Dadny Inc) ja Compass Free (eyacker.com). Sovellusten kuvankaappaukset on esitetty kuvassa 27.



Kuva 27 Kompassi (vas.) ja Compass Free (oik.)

Sovelluskaupassa Kompassi-sovellukset kerrotaan tarvitsevan käyttöoikeuksia seuraaviin tietolähteisiin:

- kompassi
- puhelimen käyttäjätiedot
- omistajan käyttäjätiedot
- paikannuspalvelut
- valokuva-, musiikki- ja videokirjastot
- datapalvelut
- liikkeen ja suunnan tunnistin

Compass Free edellyttää seuraavia käyttöoikeuksia:

- kompassi
- puhelimen käyttäjätiedot
- omistajan käyttäjätiedot
- valokuva-, musiikki- ja videokirjastot
- datapalvelut
- liikkeen ja suunnan tunnistin

Käyttöoikeuksissa ainoana erona sovellusten välillä on se, että Kompassi-sovellus tarvitsee oikeuden myös paikannuspalvelujen käyttöön.

6.3.4 Verkko liikenteen analyysi

3D Kompassi (Gamijo) ei lähettänyt tietoja verkkoon.

Kuvassa 28 on esitetty Kompassi (Turtlerun) –sovelluksen lähettämiä tietoja purettuna selväkieliseksi verkkoliikenteen lokitiedoista. MAC-osoite¹⁹ ja IMEI-tunniste²⁰ on merkitty kuvassa 28 punaisella.

¹⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Mac_address

```

content={
  "body":{
    "launch":[ {"date":"2014-01-20","session_id":"75089B58602082FC1A5C65B52FD17B11","time":"13:01:33"}]
  }, "header":{
    "access_subtype":"Unknown",
    "appkey":"501d27a752701528d5000004",
    "app_version":"1.3.8",
    "resolution":"768*1184",
    "version_code":"138",
    "device_model":"Nexus 4",
    "timezone":2,
    "device_name":"mako",
    "mc":"c4:43:8f:6a:43:4a",
    "carrier":"","
    "device_board":"MAKO",
    "device_manufacturer":"LGE",
    "os":"Android",
    "package_name":"com.eliferun.compass",
    "cpu":"ARMv7 Processor rev 2 (v7l)",
    "sdk_version":"4.6.2",
    "device_id":"356489054616763",
    "device_brand":"google",
    "access":"Wi-Fi",
    "country":"US",
    "os_version":"4.2.2",
    "idmd5":"fbe4b4621ef5c055d379cdd394c5bd2",
    "sdk_type":"Android",
    "device_manuid":"JDQ39",
    "language":"en",
    "channel":"googleplay",
    "device_manutime":1360362168000
  }}

```

Kuva 28 Kompassi -sovelluksen verkkoon lähettämiä tietoja lokitiedoista

Kompassi-sovellus lähettää yleisiä laitetyyppikohtaisia tietoja kuten:

- Aikaleima
- Sovelluksen versionumero
- näytön ruudun resoluutio
- Laitteen malli, tyyppi ja arkkitehtuuri
- Käyttöjärjestelmän versionumero
- Laitteen kieli
- Verkkoyhteyden tyyppi

Yleisen laitetyyppikohtaisen tiedon lisäksi sovellus lähettää MAC-osoitteen ja laitteen IMEI-tunnisteen. Edellä mainittuja tietoja on mahdollista käyttää laitteen yksilölliseen tunnistamiseen (kuva 28).

Compass (Tim O's Studios) -sovellus lähettää verkkoon laitetyyppikohtaisia tietoja, kuten:

- Laitteen malli
- Ruudun resoluutio

Free HD Compass (Imaginatr) -sovellus lähettää laitetyyppikohtaisia tietoja, kuten:

- Laitteen malli ja tyyppi
- Näytön resoluutio
- Ruudun orientaatio
- Kieliasetukset

Kompassi (Dadny Inc) käyttää Google Maps APIa ja lähettää laitteen paikkatiedot verkkoon.

²⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/International_Mobile_Equipment_Identity

Compass Free (eyacker.com) hakee mainoksia verkosta ja lähettää samalla laitteen mallin sekä tyyppin verkkoon.

7. Tulosten merkitys ja vaikutusten pohdinta

Osa sovelluksista pyytää enemmän käyttöoikeuksia, kuin mitä ohjelman toiminnot vaatisivat. Esimerkkinä tällaisesta tapauksesta ovat erilaiset kompassi-sovellukset.

Osa sovelluksista lähettää palvelimille myös tarkempaa ja laitteen yksilöivää tietoa, kuten MAC-osoitteen tai IMEI-tunnisteen.

Teknisesti valveutuneelle älypuhelimien käyttäjälle selvityksessä ei ilmennyt sinänsä merkittävää uutta tietoa, joka ei olisi aihepiirejä käsittelevissä internetpalveluissa ja tietotekniikka-alan julkaisuissa jo ilmennyt. Kuitenkin monien sovellusten kohdalla kappaleita 6 tehtäessä ei helposti selvinnyt mitä kaikkea tietoa käyttäjästä kerätään todellisuudessa ja minne. Tiedonkeruusta on mainintoja sovellusten käyttöehdoissa, mutta todellisuudessa harva käyttäjä lukee niitä tarkasti läpi mm. käyttöehtotekstin runsaan määrän vuoksi. Kappaleessa 6 myös mainittiin tietojen lähettäminen mainospalveluihin. Älypuhelimien käyttäjälle ei välttämättä ole selvillä se seikka, että sovellus voi lähettää tietoja muuallekin kuin sovelluksen kehittäjän palveluun vaikka asia olisikin kerrottu edellä mainitussa käyttöehdoissa.

Myös sovellusten asennusvaiheessa esitetyt käyttöoikeudet tietolähteisiin voivat joissain tilanteissa vaikuttaa vaikeaselkoisilta. Sovelluksen kohdalla voi olla maininta tarvittavista oikeuksista esimerkiksi "puhelimien käyttäjätietoihin". Pystyykö käyttäjä helposti selvittämään mitä kaikkea tämä tietolähde sisältää?

8. Yhteenveto

Tässä selvityksessä tarkasteltiin kolmen eri älypuhelinlajustan (Android, iOS ja Windows Phone) tarjoamia tietoja sovellusten kehittäjille.

Selvitys jakaantui kahteen osaan; tekniseen analyysiin ja case-analyysiin. Teknisessä analyysissä kuvattiin millaisia tietolähteitä eri älypuhelinlajustat tarjoavat sovellusten kehittäjille. Case-analyysissä selvitettiin tarkemmin kolmen eri sovelluksen vaatimia oikeuksia ja millaista tietoa ne mahdollisesti lähettävät tietoverkkoon. Osa verkkoliikenteestä oli salattua ja sen sisällön selvittäminen ei ollut mahdollista selvityksessä kuvatulla tutkimusympäristöllä. Käyttäjän kannalta salattu liikenne on siinä mielessä positiivista, että verkkoliikenteen urkinta ei onnistu ilman erikoisosaamista. Toisaalta salatun liikenteen sisältö kokonaisuudessaan on vain palveluntarjoajan tiedossa ja näin olleen käyttäjä ei voi tietää, mitä tietoja laitteelta palveluntarjoajalle siirtyy.

Älypuhelinlajustojen sovellukset pystyvät hyödyntämään useita erilaisia tietolähteitä, joita ovat esimerkiksi paikkatieto, erilaiset anturit (kiihtyvyys, magnetometri, valoisuus), kamera, mikrofoni tai laitteen kalenteri- ja kontaktitiedot. iOS-järjestelmässä useiden tietolähteiden käyttö vaatii käyttäjän hyväksyntää sovelluksen ajon aikana. Android- ja Windows Phone-järjestelmissä tietolähteiden käyttö täytyy hyväksyä ohjelmien asennusvaiheessa.

Case-analyysissä käytiin läpi kolme eri sovellusta. Osa sovelluksista pyytää enemmän käyttöoikeuksia, kuin mitä näiden sovellusten toimintojen olettaisi tarvitsevan. Tutkituista sovelluksista tämä tuli esille kompassi-sovelluksessa, joka käytti puhelimen

tietoja hyvin laajasti. Kolmen eri sovelluksen case-analyysin perusteella jotkin sovellukset lähettävät käyttäjää ei yksilöivää tietoa, kuten laitteen malli, käyttöjärjestelmän versio tai kieliasetukset palvelimille. Osa sovelluksista lähettää palvelimille myös tarkempaa ja laitteen yksilöivää tietoa, kuten MAC-osoitteen tai IMEI-tunnisteen. Selvityksen yhteydessä analysoitujen sovellusten tapauksessa kaikki nämä lähetettävät tiedot oli listattu näiden sovellusten käyttöehdoissa.

Vaikka sovelluksen tarvitsemat käyttöoikeudet on mainittu kyseisen sovelluksen asennusvaiheessa, käyttäjälle voi olla vaikeaa hahmottaa miten sovellus tietoa oikeasti hyödyntää tai minne tietoja lähetetään. Jos sovellus haluaa oikeuden hakea käyttäjän paikkatietoa ja käyttää verkkoyhteyttä, käyttäjän on vaikeaa selvittää mihin sovellus tätä tietoa käyttää. Sovellus saattaa esimerkiksi hakea verkosta vain suosituksia lähellä sijaitsevista palveluista tai lähettää paikkatietoa verkon kautta sovelluksen tekijän palvelimelle, jonne paikkatieto tallennetaan.

Yksittäisen käyttäjän mahdollisuudet suojata tietojansa ovat rajalliset. Käyttäjä voi yrittää tarkistaa mitä käyttöoikeuksia sovellukset vaativat asennusvaiheessa, ja mikäli sovellus vaatii liian laajoja käyttöoikeuksia, tarkistaa löytyisikö vastaavaa toimintaa sisältävää sovellusta vähemmällä käyttöoikeuksilla. Esimerkiksi case-analyysissa toinen kompassisovelluksista ei vaatinut mitään erityisiä käyttöoikeuksia, kun taas toinen kompassisovellus vaati useita erilaisia käyttöoikeuksia. Tietoturvan kannalta parasta olisikin, että käyttäjä asentaa vain sovelluksia joita tarvitsee ja jotka vaativat mahdollisimman vähän käyttöoikeuksia. Sovellusten luotettavuutta voi yrittää arvioida selvittämällä sovelluksen valmistajan, käyttäjäarviot sekä sovelluksen asennusmäärät. Esimerkiksi sosiaalisen median palvelun tapauksessa suositeltavinta on asentaa palvelun tarjoajan tekemä versio asiakasohjelmasta tuntemattomamman tekijän sijaan. Kannattanee myös harkita tarkkaan millaista tietoa älypuhelimessa säilyttää. Onko kaikkea henkilökohtaista tietoa pakko säilyttää älypuhelimessa? Esimerkiksi käyttäjän itse ottamat valokuvat voisi siirtää tietyin väliajoin muualle ja poistaa ne älypuhelimesta.

Olisi myös hyödyllistä selvittää minkälaisen käsityksen käyttäjä saa sovelluksen toiminnasta käyttöehtojen perusteella ja kuinka yleistä käyttöehtojen lukeminen on. Käyttöehdot sisältävät yksityiskohtaisemman tiedot siitä, mitä tietoja sovelluksen tarjoaja mahdollisesti kerää palvelimelle ja miten tietoa hyödynnetään.

9. Lähdeluettelo

1. <http://xubuntu.org/>
2. <http://www.wireshark.org/>
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Inc.
4. <http://www.apple.com/>
5. <http://www.apple.com/iphone-5s/>
6. https://developer.apple.com/library/ios/documentation/iphone/conceptual/iphoneosprogrammingguide/ManagingYourApplicationsFlow/ManagingYourApplicationsFlow.html#//apple_ref/doc/uid/TP40007072-CH4-SW20
7. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3986.txt>
8. <http://www.zdnet.com/malicious-apps-mobile-malware-reaches-1-million-mark-7000021371/>
9. http://www.f-secure.com/static/doc/labs_global/Research/Mobile_Threat_Report_Q3_2013.pdf
10. <http://nakedsecurity.sophos.com/2013/10/21/fake-blackberry-bbm-apps-still-in-google-play-store-one-month-after-failed-official-release/>
11. <http://www.engadget.com/2014/01/29/strategy-analytics-2013-smartphone-share/>
12. <http://www.windowsphone.com/en-gb/legal/wp8/windows-phone-privacy-statement>
13. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.facebook.katana&hl=en>
14. <https://itunes.apple.com/en/app/facebook/id284882215?mt=8>
15. <http://www.windowsphone.com/en-us/store/app/facebook/82a23635-5bd9-df11-a844-00237de2db9e>
16. <http://killoo.com/games/subway-surfers>
17. <http://www.engadget.com/2008/06/09/iphone-push-notification-service-for-devs-announced/>
18. <http://killoo.com/privacy/>
19. http://en.wikipedia.org/wiki/Mac_address
20. http://en.wikipedia.org/wiki/International_Mobile_Equipment_Identity

Liite 1 Tietolähteet käyttöjärjestelmittäin

iOS 7 / iPhone 5S

Taulukko 3 iOS 7 / iPhone 5S tietolähteet

iOS7 / iPhone 5S Tietolähteet	Tietolähde	Viitekehys / luokka
Viestintä	Vastaanotetut puhelut	(tallennettu käyttöjärjestelmän sisäiseen tietokantaan, ei dokumentoitu)
	Soitetut puhelut	- -
	Vastaamattomat puhelut	- -
	Hylätyt puhelut	- -
	Lähetetyt tekstiviestit	-
	Vastaanotetut tekstiviestit	-
	Lähetetyt MMS-viestit	-
	Vastaanotetut MMS-viestit	-
	Lähetetyt sähköpostiviestit	-
	Vastaanotetut sähköpostiviestit	-
	Vastaanotetun datan määrä (*1)	(ei dokumentoitu)
	Lähetetyn datan määrä (*1)	(ei dokumentoitu)
	Sovellusten välinen kommunikointi, lokaali	(URL:ien välityksellä)
Sovellusten tietoliikennemahdollisuudet	Pistokkeet (socket), TCP	CoreFoundation/CFSocket
	Bonjour/Zeroconf	CFNetwork/CFNetServices
	HTTP	CFNetwork/CFHTTPMessage
Laitteen ominaisuudet	Käynnissä olevat sovellukset (*1)	(ei dokumentoitu)
	Laitteeseen asennetut sovellukset (*1)	-
	Sovellusluokat (maps, utility...)	-
	Tiedostojen käsittely	Foundation/NSFileManager
	Kontaktitiedot	AddressBook/ABPerson
	Kalenteritiedot (muistutukset, tapaamiset)	EventKit
	Akun tila, varaus, lataustiedot	UIKit/UIDevice
	Lähellä olevat laitteet (Bluetooth-skannaus)	CoreBluetooth
	Lähellä olevat WLAN-laitteet (skannaus) (*3)	-
	Puhelimen tiedot	UIKit/UIDevice
	Moniajon / tausta-ajon mahdollisuus (*4)	(useita mahdollisia)
	Kuvaruutukaappaus (*5)	UIKit

	Kieliasetukset	CoreFoundation/CFLocale
	Puheentunnistus	-
	Käyttäjän media	AssetsLibrary
	Käyttäjän profiili(t), tallennetut tilit	Accounts/ACAccount
Anturit ja paikkatieto	Tukiasematunniste (CellID, MNC, MCC, LAC) (*2)	CoreTelephony
	GPS (lat, long, altitude...)	CoreLocation
	Kiihtyvyyssanturit	CoreMotion/CMAccelerometerData
	Fyysinen aktiiviteetti (kävely, juoksu yms.)	CoreMotion/CMMotionActivity
	Magnetometri	CoreMotion/CMMagnetometerData
	Gyroskooppi	CoreMotion/CMGyroData
	Orientaatio	CoreMotion/CMDeviceMotion
	Valaistusanturit	-
	Kompassi	-
	Lämpötila-anturi	-
	Etäisyysanturi	-
	Kamera	AVFoundation
	Mikrofoni	AVFoundation
	NFC	
*1 ei julkista API:a mutta mahdollista saada ei-julkisen API:n kautta		
*2 MNC, MCC osa julkista API:a, CellID ja LAC mahdollista saada ei-julkisen API:n kautta		
*3 ei mahdollista iOS 5:sta eteenpäin		
*4 Rajoitettu tausta-ajo, vain tietyille sovelluksille, kuten esimerkiksi äänitys tai musiikin kuuntelu ja taustalla tapahtuvat päivitykset tietyin väliajoin		
*5 OpenGL:ää (grafiikka-kirjastoa) käytäville sovelluksille, kuten peleille ruudunkaappaus tehdään käyttäen OpenGL rajapintaa		

Android

Taulukko 4 Android-käyttöjärjestelmän tietolähteet

Android tietolähteet	Tietolähde	Viitekehys / luokka
Viestintä	Vastaanotetut puhelut	android.provider.CallLog
	Soitetut puhelut	android.provider.CallLog
	Vastaamattomat puhelut	android.provider.CallLog
	Hylätyt puhelut	android.provider.CallLog
	Lähetetyt tekstiviestit	android.provider.CallLog
	Vastaanotetut tekstiviestit	android.provider.CallLog
	Lähetetyt MMS-viestit	android.provider.CallLog
	Vastaanotetut MMS-viestit	android.provider.CallLog

	Lähetetyt sähköpostiviestit	-
	Vastanotetut sähköpostiviestit	-
	Vastaanotetun datan määrä	android.net.TrafficStats
	Lähetetyn datan määrä	android.net.TrafficStats
	Sovellusten välinen kommunikointi, lokaali	mm.: android.content.Intent
Sovellusten tietoliikennemahdollisuudet	Pistokkeet (socket), TCP	java.net.Socket
	http	org.apache.http.*
Laitteen ominaisuudet	Käynnissä olevat sovellukset	android.app.ActivityManager
	Laitteeseen asennetut sovellukset	android.content.pm.PackageManager
	Sovellusluokat (kartat, pelit, hyöty...) (*1, 2)	.
	Tiedostojen käsittely	android.os.storage.*
	Kontaktitiedot	android.provider.Contacts
	Kalenteritiedot (muistutukset, tapaamiset)	android.provider.CalendarContract
	Akun tila, lataustiedot yms. (*3)	android.os.BatteryManager
	Lähellä olevat laitteet (Bluetooth-skannaus)	android.bluetooth.BluetoothManager
	Lähellä olevat WLAN-laitteet (skannaus)	android.net.wifi.WifiManager
	Puhelimen tiedot	android.os.Build
	Moniajon / tausta-ajon mahdollisuus	(useita mahdollisia)
	Kuvaruutukaappaus	pl.polidea.asl.IScreenshotProvider
	Kieliasetukset	java.util.Locale
	Puheentunnistus	android.speech.RecognitionService
	Käyttäjän media	android.provider.MediaStore
	Käyttäjän profiili(t), tallennetut tilit	android.accounts.Account
Anturit ja paikkatieto	Tukiasematunniste (CellID, MNC, MCC, LAC) (*2)	android.telephony.CellIdentityGsm
	GPS (lat, long, altitude...)	android.location.LocationManager
	Kiihtyvyyssanturit	android.hardware.Sensor
	Magnetometri	android.hardware.Sensor
	Gyroskooppi	android.hardware.Sensor
	Orientaatio	android.hardware.Sensor
	Valaistusanturit	android.hardware.Sensor
	Kompassi	android.hardware.Sensor
	Lämpötila-anturi	android.hardware.Sensor
	Etäisyysanturi	android.hardware.Sensor
	Kamera	android.hardware.Camera
	Mikrofoni	android.media.AudioRecord
	NFC	android.nfc.NfcManager

*1 sovelluskehittäjän valitsema ja ilmoittama, voi vaihtua päivityksen yhteydessä	
*2 Google Play API:n avulla	
*3 Poistettu Android 4.4 alkaen, perusteena yksityisyys.	

Windows Phone 8

Taulukko 5 Windows Phone 8 tietolähteet

Windows Phone 8 tietolähteet	Tietolähde	Viitekehys / luokka
Viestintä	Vastaanotetut puhelut	-
	Soitetut puhelut	-
	Vastaamattomat puhelut	-
	Hylätyt puhelut	-
	Lähetetyt tekstiviestit	-
	Vastaanotetut tekstiviestit	Windows.Phone.Networking.NetworkOperators.SMSInterceptor
	Lähetetyt MMS-viestit	-
	Vastaanotetut MMS-viestit	-
	Lähetetyt sähköpostiviestit	-
	Vastaanotetut sähköpostiviestit	-
	Vastaanotetun datan määrä (*3)	Windows.Networking.Connectivity.DataUsage/NetworkUsage
	Lähetetyn datan määrä (*3)	Windows.Networking.Connectivity.DataUsage/NetworkUsage
	Sovellusten välinen kommunikointi, lokaali	-
Sovellusten tietoliikennemahdollisuudet	Pistokkeet (socket), TCP	Windows.Networking.Sockets.StreamSocket
	UDP	Windows.Networking.Sockets.DatagramSocket
	HTTP	System.Net.* (System.Net.WebClient)
	Käynnissä olevat sovellukset	-
Laitteen ominaisuudet	Laitteeseen asennetut sovellukset (*2)	Windows.Phone.Management.InstallationManager
	Sovellusluokat (maps, utility...)	-
	Tiedostojen käsittely	Windows.Storage.*
	Kontaktitiedot (*R)	Windows.Phone.PersonalInformation.*
	Kalenteritiedot (muistutukset, tapaamiset) (*R)	Microsoft.Phone.UserData.Appointments
	Akun tila, varaus, lataustiedot	Windows.Phone.Devices.Power.Battery
	Lähellä olevat laitteet (Bluetooth-skannaus)	Windows.Networking.Proximity.PeerFinder

	Lähellä olevat WLAN-laitteet (skannaus)	Windows.Networking.Proximity.PeerFinder
	Laitteen profiilitiedot	
	Moniajon / tausta-ajon mahdollisuus (*4)	Microsoft.Phone.BackgroundAgent
	Kuvaruutukaappaus (*1)	-
	Kieliasetukset	System.Globalization.CultureInfo
	Puheentunnistus	Windows.Phone.Speech.Recognition.SpeechRecognizer
	Käyttäjän media	Microsoft.Xna.Framework.Media.MediaLibrary
	Käyttäjän profiili	
Anturit ja paikkatieto	Tukiasematunniste (CellID, MNC, MCC, LAC)	-
	GPS (lat, long, altitude...)	Windows.Devices.Geolocation.Geolocator
	Kiihtyvyyssanturit	Windows.Devices.Sensors.Accelerometer
	Magnetometri	Windows.Devices.Sensors.Compass
	Gyroskooppi	Windows.Devices.Sensors.Gyrometer
		Windows.Devices.Sensors.Inclinometer
	Orientaatio	Windows.Devices.Sensors.OrientationSensor
	Valaistusanturit	-
	Kompassi	Windows.Devices.Sensors.Compass
	Lämpötila-anturi	-
	Etäisyysanturi	-
	Kamera	Windows.Phone.Media.Capture.AudioVideoCaptureDevice
	Mikrofoni	Windows.Phone.Media.Capture.AudioVideoCaptureDevice
	NFC	Windows.Networking.Proximity.*

*R, vain luku

*2 APIa ei ole tarkoitettu tavallisille sovellusten kehittäjille, vaatii OEM oikeudet

*3 Tällä hetkellä ei implementoitu ja heittää poikkeuksen WP8

*4 Rajoitettu tausta-ajo, vain tietyille tehtäville, kuten esimerkiksi audio ja periodilliset päivitykset tietyin väliajoin