

IoT-alustojen vertailu: Google Cloud Platform ja Amazon Web Services



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Kevät, 2018

Sami Orkola

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Visamäki, Hämeenlinna

| | | |
|------------------------|--|-------------------|
| Tekijä | Sami Orkola | Vuosi 2018 |
| Työn nimi | IoT-alustojen vertailu: Google Cloud Platform ja Amazon Web Services | |
| Työn ohjaaja /t | Tommi Lahti, Lauri Salminen | |

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla kahta pilvipalvelun tarjoajaa Google Cloud Platformia ja Amazon Web Serviceä ja erityisesti niiden IoT-alustoja. Työn toimeksiantajana toimi Hämeen ammattikorkeakoulun Älykkäät palvelut -tutkimusyksikkö.

Teoriaosuudessa esitellään yleisesti Internet of Thingsiä ja pilvipalveluita sekä perehdytään tarkemmin kahden vertailtavan alustan palveluihin. Teoriatietoa kerättiin useista eri kirjoista, internetlähteistä sekä tutkimusraporteista.

Työn käytännön osuudessa alustojen eroja vertailtiin pääosin niiden ominaisuuksien perusteella sekä tutkimalla erilaisia käyttäjäkokemuksia. Vertailun tuloksia havainnollistettiin taulukon avulla. Opinnäytetyön tuloksena oli se, että alustojen erot ovat hyvin pienet, vaikkakin joitain eroavaisuuksia löytyy. Alustoja valitessa tulee kuitenkin ottaa huomioon mihin tarkoitukseen niitä ollaan ottamassa, sillä jotkut ominaisuudet korostuvat toisiaan enemmän.

Avainsanat Esineiden internet, pilvipalvelut, verkkopalvelut

Sivut 23 sivua, joista liitteitä 1 sivua

Degree Programme in Business Information Technology
Visamäki, Hämeenlinna

| | | |
|--------------------|--|------------------|
| Author | Sami Orkola | Year 2018 |
| Subject | Comparison of IoT platforms: Google Cloud Platform and Amazon Web Services | |
| Supervisors | Tommi Lahti, Lauri Salminen | |

ABSTRACT

The goal of the Bachelor's thesis was to compare two cloud computing providers Google Cloud Platform and Amazon Web Service, and especially their IoT platforms. The work was commissioned by the Häme University of Applied Sciences Älykkäät palvelut –research unit.

In the theory section, the Internet of things and cloud services are presented in general and a more detailed report is given on the two comparable platforms. The theoretical information was collected from a variety of books, internet sources and research reports.

In the practical part of the work, the platforms were compared mainly by their features and by examining different user experiences. The main results of the comparison were showcased by using a table. The result of the thesis was that the cloud platforms are very similar, although some minor differences can be found.

Keywords Internet of Things, Cloud services, web services

Pages 23 pages including appendices 1 pages

SANASTO

| | |
|------|--|
| IoT | Internet of things, Esineiden internet |
| IaaS | Infrastructure as a Service, infrastruktuuri palveluna |
| PaaS | Platform as a Service, alusta palveluna |
| SaaS | Software as a Service, ohjelmisto palveluna |

SISÄLLYS

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | INTERNET OF THINGS | 2 |
| 2.1 | Mitä on IoT? | 2 |
| 2.2 | Internet of thing hyödyt..... | 2 |
| 2.3 | Teknologiapino | 3 |
| 3 | PILVIPALVELUT..... | 5 |
| 3.1 | Pilvipalveluiden edut..... | 5 |
| 3.2 | Pilvipalvelu mallit | 5 |
| 4 | AMAZON WEB SERVICES | 6 |
| 5 | GOOGLE CLOUD PLATFORM..... | 11 |
| 5.1 | Muut alustat | 14 |
| 6 | ALUSTOJEN VERTAILU..... | 16 |
| 6.1 | Turvallisuus..... | 16 |
| 6.2 | Liitettävyys | 16 |
| 6.3 | Tietokannat | 17 |
| 6.4 | Laitehallinta | 17 |
| 6.5 | Prosessointi ja toimintojen hallinta | 17 |
| 6.6 | Taulukon Laadinta | 18 |
| 7 | YHTEENVETO..... | 19 |
| | LÄHTEET | 20 |

Liitteet

Liite 1 vertailutaulukko

1 JOHDANTO

Monet eri yritysten tarjoamat pilvipalvelut ovat nopeimmin kasvavia kokonaisuuksia tämän hetken tietotekniikka markkinoilla. Tekniikan kehittyessä eteenpäin lähes kaikki palvelut ovat saatavilla sähköisessä muodossa ja erilaiset pilvipalvelualustat ovat kaikkien mielessä, jotta kehityksessä pysytään mukana.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää ja havainnollistaa mitä eroja on Googlen tarjoamalla Google Cloud sekä Amazonin Amazon Web Services alustalla. Alustojen vertailu kohdistuu molempien yritysten IoT-palveluihin. Vertailun tuloksia esitetään taulukkomatriisin avulla.

Työn toimeksiantaja toimii Hämeen ammattikorkeakoulun Älykkäät palvelut -tutkimusyksikkö jonka tehtävänä on luoda ja toteuttaa yhteistointaverkoston kanssa kohdennettuja kehitysaktiviteetteja aluekehityksen tarpeisiin. (HAMK, n.d.)

Älykkäiden palveluiden tavoitteena on kilpailukyvyyn lisääminen sekä lähi-alueen elinkeinostrategian lisääminen. Tutkimusyksikön ensisijaiset hankkeet ovat työllisyyteen vaikuttavia konkreettisia kehityshankkeita. Yksityisiin ja julkisiin organisaatioihin on läheinen suhde, jota pidetään yllä soveltavalla ja kehittäväällä tutkimuksella. Älykkäät palvelut ovat myös mukana elinkeinoelämän kehitystuessa luomalla uusia mahdollisuuksia ja vastamalla erilaisiin muutossaasteisiin. (HAMK, n.d.)

2 INTERNET OF THINGS

Internet of things on yksi tämän hetken puhutuimpia aiheita. Suuret organisaatiot arvioivat sen markkina-arvoksi kymmeniä triljoonia dollareita tulevien vuosien kuluessa. Samaan aikaan markkinoille julkaistaan lukuisia toisiinsa yhdistettäviä laitteita, joten ei ole ihme miksi asia on kaikkien huulilla. (Peter Waher 2015, 18)

Internet of Thingsin huhutaan olevan uusi internetin vallankumous. Esineet ja laitteet ovat älykkäämpiä ja pystyvät tekemään päätöksiä muiden yhteydessä olevien laitteiden kanssa. Internet of Things mahdollistaa monien eri tietotekniikkojen integroinnin toisiinsa. (Internet of Things 2017.)

2.1 Mitä on IoT?

Monilla termeillä kutsuttu esineiden internet on teknologia joka mahdollistaa yhteyden tavaroiden kuten, autojen, televisioiden ja kodinkoneiden välillä. Kaiken ollessa yhteydessä internettiin laitteen ja palvelut voivat viestiä keskenään. Moni olettaa IoT:n olevan uusi teknologia, mutta näin ei ole. Alun perin konsepti IoT:lle on lähtöisin M2M kommunikaatiosta, jota käytetään kahden puhelimen välisessä yhteydessä. Samaa konseptia käytetään IoT:ssa mutta puhelinten sijaan ihminen ja laite ovat yhteydessä internettiin. Tämä teknologia mahdollistaa esimerkiksi kodin eri laitteiden hallinnan käyttäen yhtä samaa sovellusta. Kiteytettynä IoT on alusta joka auttaa käyttäjää yhdistämään tärkeimmät laitteensa. (Internet of Things.)

2.2 IoT:n hyödyt

Kun puhutaan esineiden internetin hyödyistä, tulee ensimmäisenä mieleen neljä tärkeintä:

- Etävalvonta, etähallinta, optimointi ja etäpäivitykset
- Ennakoiva huoltopalvelu ja analytiikka
- Uusi datapohjainen palveluliiketoiminta
- Älykäs tehdas ja autonomiset tuotteet

Pilvipalveluiden mukana tuomat edut ovat mullistaneet etähallinnan ja etäoptimoinnin, sillä niiden avulla voidaan analysoida kaikkea varastoitua dataa, niin reaaliaikaista kuin historiallistakin. Sensoreista tulee apuvälineitä ihmisille sekä tuotteet pystyvät oppimaan itse. (Collin & Saarelainen 2016.)

Laitteiden ollessa kytkettynä internetiin ja jakamassa dataa pilvipalveluihin voidaan niiden dataa analysoida. Suurella määrällä dataa ylläpitäjille muodostuu tarkka kuva käytettyjen laitteiden tilasta. Jos esimerkiksi käytetty laite ei toimi niin kuin pitää, voidaan tutkia laitteen dataa, jos sitä on

käytetty vaikkapa väärin. Dataa tutkimalla voidaan myös huomata, jos laite on fyysisen huollon tai päivityksen tarpeessa. Laitteita valmistava yritys voi luoda myynnin jälkeisiä palveluita esimerkiksi etäoptimointia perustuen kerättyihin tietoihin. Analytiikka sekä datan seuranta asiakkaan tuotteissa auttaa ymmärtämään heidän tarpeitaan paremmin. (Collin & Saarelainen 2016.)

Päivitykset ovat laitteille tärkeitä ja ne mahdollistavat niiden sulavan toiminnan. Kaikille laitteille ei aina voi ajaa päivityksiä silloin kuin se olisi valmistajalle parasta. Etäpäivitykset antavat tähän hyvän ratkaisun, sillä ne voidaan käytännössä ajaa silloin kuin käyttäjä haluaa. (Collin & Saarelainen 2016.)

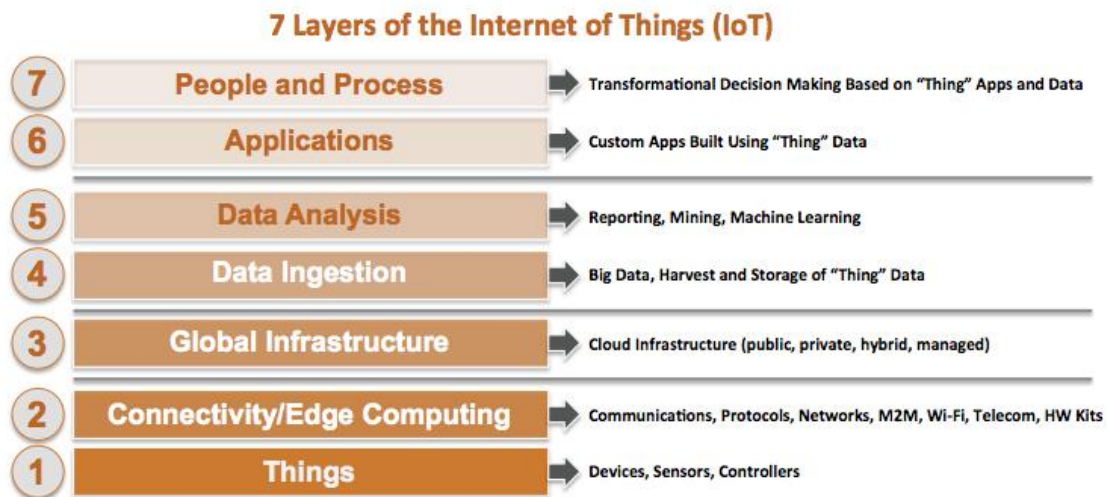
Ennakoiva huoltoon kohdistuu suuret odotukset, sillä ne ovat tärkeässä osassa, kun puhutaan laitteiden käyttöasteesta. Laitteiden ollessa huollettuja ne pysyvät kunnossa ja välttävät odottamattomilta katkoksilta. (Collin & Saarelainen 2016.)

Tuotantolaitoksella jossa kaikki koneet ja laitteet on liitetty samaan verkkoon ja analytiikka järjestelmään kutsutaan älykkääksi tehtaaksi. Laitteiden yhteys mahdollistaa laitteiden toiminnan keskenään työvaiheiden aikana. Uusia tuotteita halutaan markkinoille aiempaa nopeammin ja pieniä eriä on vaikea tuottaa tehokkaasti. Älykäs tehdas mahdollistaa, että tuotteita voidaan suunnitella entistä tarkemmin asiakkaan tarpeen mukaan pienemmillä kustannuksilla. (Collin & Saarelainen 2016.)

2.3 Teknologiaapino

Infrastruktuuria voidaan kuvata teknologiaapinon muodossa, jonka tarkoituksena on esittää mistä kaikista kokonaisuuksista IoT ratkaisu koostuu. Teknologiaapinoista on monia eri versioita. (Collin & Saarelainen 2016)

IoT-teknologiaapino on alun perin syntynyt älypuhelinien leviämisestä maailmanlaajuisesti. Anturit lähettävät tietoja pilveen, jonka avulla raportit, tietojen analysointi ja sovellukset tuottavat tärkeää informaatiota. Tätä informaatiota on puolestaan hyödynnettävä ihmisen käyttäytymisen mukaan (esimerkiksi reitin optimoinnissa tai huollon ajoituksessa).



Kuva 1. Teknologiaapino (AssetScan 2016.)

3 PILVIPALVELUT

Yleisesti ottaen pilvipalvelut tarkoittavat palvelinten, muistin, tietokantojen, analytiikan sekä monien muiden tarjoamista internetin välityksellä. Oli kyse sitten kuvien jakamisesta tuhansien käyttäjien välillä tai tärkeän liiketoiminnan suorittamista verkossa, pilvipalvelut tarjoavat nopean pääsyn käsiksi joustaviin ja edullisiin IT-resursseihin. (Amazon n.d.)

3.1 Pilvipalveluiden edut

Pilvipalvelut mahdollistavat käyttäjien lisäävän resursseja työmäärän mukaan joka johtaa siihen, että perinteistä IT-adminia ei tarvita hoitamaan kyseistä tehtävää. Yritykset pystyvät myös skaalaamaan laskentatehoa tarpeen mukaan jonka avulla voidaan välttää massiiviset laite investoinnit, omaan infrastruktuuriin. Pilvipalvelut laskuttavat myös vain sen mukaan kuinka paljon asiakas käyttää palveluita, joten maksat vain sen verran kuin käytät. (Cloud computing n.d)

3.2 Pilvipalvelumallit

IaaS

Infrastruktuuri palveluna sisältää pilvipalveluiden perusratkaisut, pääsyn verkko toimintoihin, tietokoneet (virtuaaliset tai omistettu) sekä tallennustilan datalle. IaaS tarjoaa korkean tason joustavuutta sekä hallinnan käytössä oleville IT-resursseille joita monet IT-osastot ja kehittäjät käyttävät tänäkin päivänä. (AWS 2017.)

PaaS

Alusta palveluna poistaa organisaatioiden tarpeen hallita kohde- infrastruktuurin (yleensä laitteisto ja käyttöjärjestelmät) ja auttaa siten keskittymään sovellusten käyttöönottoon ja hallintaan. Tämä nostaa työskentelyn tehokkuutta sillä esimerkiksi asioista kuten, resurssien hankinta, kapasiteetin suunnittelu sekä ohjelmistojen ylläpito ja korjaus ei tarvitse huolehtia. (AWS 2017.)

SaaS

Ohjelmisto palveluna tarjoaa valmiin tuotteen jota palvelun tarjoaja ajaa ja ylläpitää. Useimmiten kun puhutaan ohjelmistosta palveluna, viitataan loppukäyttäjäsovelluksiin (end-user applications). SaaS:n tarjonnan avulla ei tarvitse ajatella miten palvelua ylläpidetään tai miten taustalla olevaa infrastruktuuria hallitaan, vaan voidaan keskittyä siihen, miten itse sovellusta halutaan käyttää. Yleinen esimerkki SaaS-sovelluksesta on web-pohjainen sähköposti, jota voi käyttää sähköpostin lähettämiseen ja vastaanottamiseen koskematta servereihin sekä käyttöjärjestelmään jolla sovellus pyörii. (AWS 2017.)

4 AMAZON WEB SERVICES

Amazonilla on pitkä historia työskentelystä hajautettujen IT-infrastruktuurien kanssa. Vuoteen 2005 mennessä Amazon oli käyttänyt yli kymmenen vuotta ja miljoonia dollareita rakentamaan ja hallinnoimaan laajamittaista, luotettavaa ja tehokasta tietotekniikkaa infrastruktuuria, joka on yksi maailman suurimmista online-vähittäiskauppan alustoista. (AWS 2017.)

Amazon käynnisti Amazon Web Service palvelun, jotta muut organisaatiot voisivat hyötyä Amazonin kehittämistä järjestelmistä sekä niistä saadusta kokemuksesta. Palvelu tarjoaa laskentatehon, tietokannat, tallennustilan, sisällönhoitamisesta ja muun tarpeellisen yritysten kasvuun ja auttamiseen. AWS on toiminut vuodesta 2006, ja se palvelee tänä päivänä yli miljoonaa asiakasta ympäri maailmaa. (AWS 2017.)

Security

Tietoturvaluus on yksi tärkeimpiä prioriteetteja AWS:n tarjoamassa pilvipalvelussa. Pilvipalveluiden tietoturvassa on paljon samanlaisuuksia kuin paikallisten tilojen ratkaisussa paitsi ilman tilojen ja laitteiden tuomia kustannuksia. Fyysisten palvelimien ja tallennuslaitteiden hallinnan sijaan tietoturvasta vastaavat ohjelmistopohjaiset suojaus työkalut joiden avulla voidaan seurata informaation kulkua pilven sisällä ja ulkopuolella. Sillä alustaa voidaan skaalata käyttäjän tarpeiden mukaan, kulkevat ne käsikädessä myös tietoturvan kanssa joka laskee kokonaiskustannuksia. (AWS 2017.)

AWS:n pilvipalvelu mahdollistaa jaetun vastuun mallin jossa AWS hallinnoi tietoturva pilvessä ja käyttäjä on vastuussa pilvestä. Tämä tarkoittaa, että käyttäjällä pysyy päätäntävalta, miten oman sisällön tietoturva hallitaan. AWS tarjoaa neuvoja ajankohtaisista asioista, ja mahdollisuuden työskennellä AWS: n kanssa, tietoturvaongelmien löytyessä. (AWS 2017.)

Tarjolla on satoja työkaluja ja ominaisuuksia, joiden avulla voidaan täyttää vaadittavat tietoturvatavoitteet vaativimmissakin tapauksissa. AWS:n tarjoamiin työkaluihin liittyviä avainsanoja ovat: network security, configuration management, access control, and data encryption. (AWS 2017.)

AWS Securityn hyödyt

- **Pidä tietosi turvallisena:** AWS-infrastruktuurilla on vahvat suojaustoimet sekä se turvaa yksityisyyttä. Kaikki tiedot tallennetaan erittäin turvallisiin AWS-datakeskuksiin.
- **Täyttää vaatimustenmukaisuusvaatimukset:** AWS hallinnoi kymmeniä yhteensopivuusohjelmia sen infrastruktuurissa. Tämä tarkoittaa, että noudatetut segmentit on jo saatu päätökseen.
- **Säästä rahaa:** Kustannukset pienenevät käyttämällä AWS-datakeskuksia. Ylläpitää korkeimpia turvallisuustasoja ilman, että käyttäjän tarvitsee hallita omaa laitosta
- **Nopeasti skaalautuva:** Tietoturva skaalautuu pilvipalvelun käytön mukaan. Koosta riippumatta AWS-infrastruktuuri on suunniteltu pitämään tiedot turvallisina.

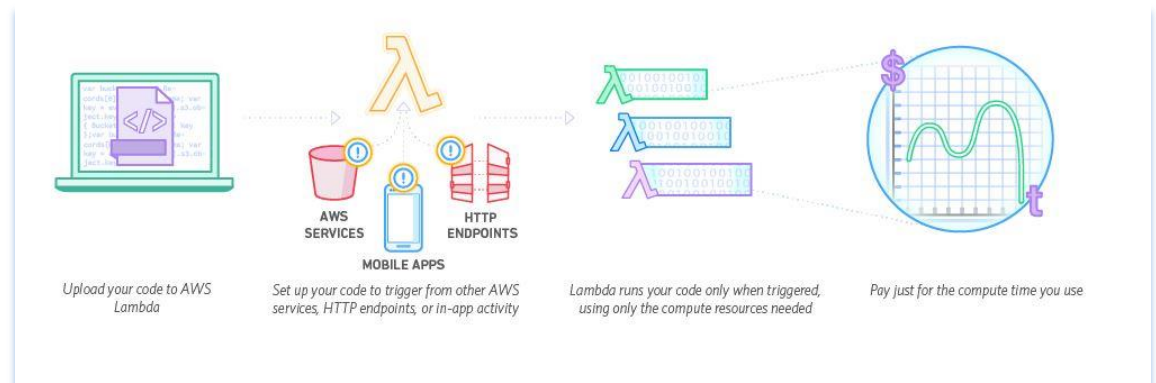
AWS IoT alusta

AWS IoT Core on ylläpidetty pilviympäristö jonka avulla yhdistetyt laitteet ovat helposti ja turvallisesti vuorovaikutuksessa sovellusten ja muiden laitteiden kanssa. Alusta tukee miljardeja laitteita ja triljoonia viestejä ja voi käsitellä ja reitittää nämä AWS:n päätepisteisiin luotettavasti ja turvallisesti. AWS IoT: n avulla sovellukset voivat seurata ja kommunikoida kaikkien laitteiden kanssa koko ajan, vaikka niitä ei olisi edes kytketty. (AWS 2017.)

IoT-alustan avulla on helppoa hyödyntää AWS:n tarjoamia palveluita, kun rakennetaan IoT-sovelluksia jotka keräävät, käsittelevät, analysoivat ja hyödyntävät yhdistettyjen laitteiden tuottamaa dataa. (AWS 2017.)

AWS Lambda

AWS Lambda mahdollistaa koodin suorittamisen ilman palvelimien määritystä tai hallintaa. Kustannuksia tulee vain silloin kun koodia ajetaan, ei muuten. Lambdan avulla koodia voi käyttää käytännöllisesti katsoen minkä tyyppisissä sovelluksissa tai backend-palveluissa tahansa ilman minkäänlaista ylläpitoa. Sovellus vaatii vain koodin lähettämisen ja Lambda hoitaa kaiken tarvittavan eli ajaa ja skaalaa koodisi käytettäväksi. Lambda avulla koodi on ajettavissa automaattisesti tai sitä voidaan kutsua mistä tahansa verkko tai mobiilisovelluksesta. (AWS 2017.)



Kuva 2. AWS Lambda toiminta (AWS 2017.)

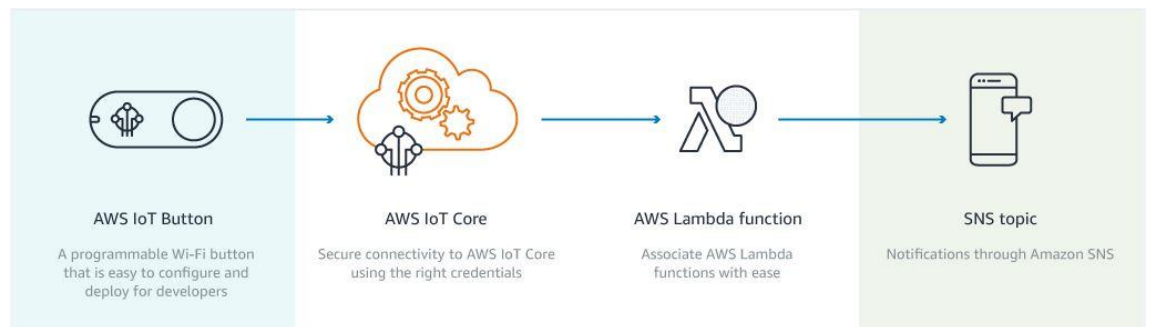
AWS Greengrass

AWS Greengrass on ohjelmisto, jonka avulla voi käyttää paikallisen laskennan, viestinnän ja datan välimuistiin yhdistettyjä laitteita suojatusti. Ohjelmisto mahdollistaa myös AWS Lambda funktioiden käyttämisen, laitteen tietojen synkronoimisen ja turvallisen kommunikoinnin muiden laitteiden välillä, vaikka internet yhteyttä ei olisi saatavilla. (AWS 2017.)

AWS Lambdan avulla Greengrass mahdollistaa, että omat IoT-laitteet voivat reagoida nopeasti paikallisiin tapahtumiin, toimia ajoittaisin yhteyksin ja minimoida kustannukset, jotka koskevat IoT-tietojen lähettämistä pilveen. (AWS 2017.)

AWS IoT Button

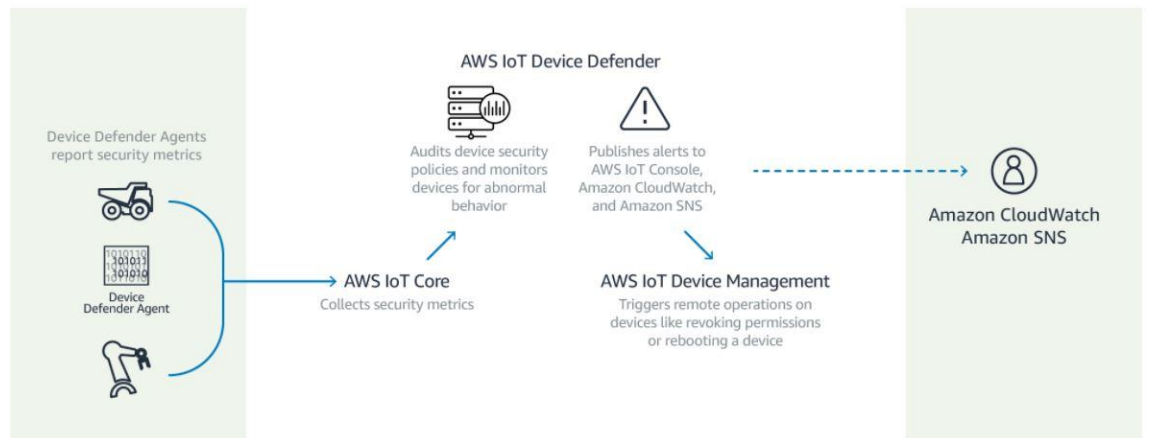
AWS IoT Button on ohjelmoitava painike, joka perustuu Amazon Dash Button laitteistoon. Tämä yksinkertainen Wi-Fi-laite on helppo määrittää ja se on suunniteltu kehittäjille, jotta he pääsisivät alkuun Amazon Web Services palveluiden kanssa kirjoittamatta laitekohtaista koodia. Käytännössä laitteen avulla voi koodata painikkeen logiikan pilvessä ja määrittää sen nappia klikkaamalla laskemaan tai seuraamaan kohteita, soittamaan tai varoitamaan kun jokin aloittaa tai lopettaa jotain, tilaamaan palveluita tai jopa antamaan palautetta. Esimerkiksi voit nappia painamalla avata auton, avata autotallin oven, soittaa taksin, seurata kodin tuotteiden käyttöä tai hallita kodin laitteita etänä. (AWS 2017.)



Kuva 3. AWS IoT Button toiminta (AWS 2017.)

AWS IoT Device Defender

AWS IoT Device Defender on palvelu, joka auttaa suojaamaan IoT-laitteita. AWS IoT Device Defender tarkistaa jatkuvasti laitteisiin liittyvät suojausmenetelmät varmistaakseen, että ne eivät poikkea turvallisuuden parhaista käytännöistä. Tietoturvakäytännöt ovat joukko teknisiä kontrolleja, joita laitteet seuraavat, jotta tiedot pysyvät turvallisina, kun ne kommunikoivat muiden laitteiden ja pilven kanssa. AWS IoT Device Defenderin avulla on helppo ylläpitää ja valvoa tietoturvakäytäntöjä, kuten laitteen identiteetin varmistaminen, laitteiden tunnistaminen ja valtuuttaminen sekä laitteen tietojen salaaminen. Jos käytännöistä löytyy aukkoja, jotka voivat aiheuttaa turvallisuusriskin ohjelmisto lähettää siinä tapauksessa hälytyksen. (AWS 2017.)



Kuva 4. AWS IoT Device Defenderin toiminta (AWS 2017.)

AWS IoT Analytics

AWS IoT Analytics on palvelu, jonka avulla on helppo ajaa komplekseja analyysejä massiiviselle määrälle laite dataa ilman, että tarvitsee huolehtia kustannuksista ja monimutkaisuudesta, joita tyypillisesti tarvitaan oman IoT-analytiikkatason rakentamiseen. IoT Analytics on kätevä tapa analysoida internetin tietoja ja saada käsitys entistä parempien ja tärkeimpien päätösten tekemiseksi internetsovelluksista ja koneoppimisen käyttötapa-
pauksissa. (AWS 2017.)

IoT-laitteista saatu data on erittäin rakenteetonta, minkä vuoksi sitä on vaikea analysoida käyttämällä perinteisiä analyysi- ja liiketoimintatyökaluja, jotka on suunniteltu rakenteellisten tietojen käsittelyyn. IoT-data tulee laitteista, jotka tallentavat melko huomattavia asioita (kuten lämpötilaa, liikettä tai ääntä) ja näiden laitteiden datassa voi usein olla huomattavia aukkoja, vioittuneita viestejä ja vääriä lukemia, jotka on puhdistettava ennen kuin analyysi voidaan suorittaa. (AWS 2017.)



Kuva 5. AWS IoT Analyticsin toiminta (AWS 2017.)

5 GOOGLE CLOUD PLATFORM

Google Cloud Platform on Googlen tarjoama pilvipalvelualusta, joka tarjoaa turvallisen, suorituskykyisen, globaalin, kustannustehokkaan ja jatkuvasti kehittyvän ympäristön vaativimpiinkin pilvipalveluratkaisuihin.

Security

Tarkastellessa Google Cloud Platformin turvallisuutta on tärkeää muistaa, että tämä on yksi alue, jota on kehitetty jo kauan ennen Google Cloud platformin perustamista. Alusta hyödyntää 15 vuoden ajan kehitettyä tietoturvamallia joka pohjautuu palveluihin kuten Gmail ja Google haku. Google työllistää tällä hetkellä yli 500 kokopäiväistä tietoturva-alan ammattilaista. (Kinsta 2018.)

Google Cloud Platformin tarjoamia ominaisuuksia

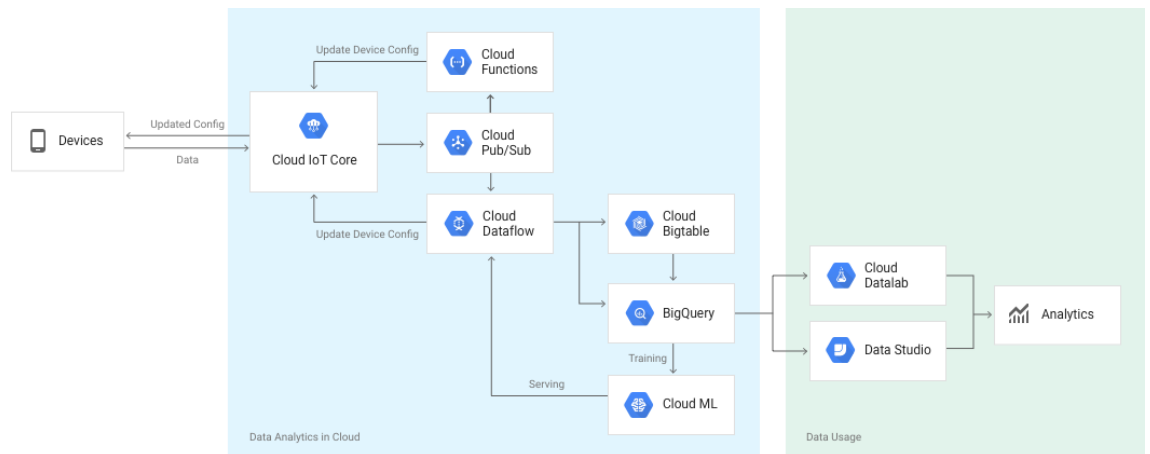
- Kaikki data joka kulkee Googlen, asiakkaiden ja tietokeskusten välillä salataan, samoin kuin kaikki Cloud Platform -palveluiden välillä tapahtuva liikenne. Pysyviin levyihin tallennetut tiedot salataan 256-bittisen AES: n avulla ja jokainen salausavain myös salataan säännöllisesti vaihtuvilla pääavaimilla.
- Googlella on suhteet maailman suurimpien palveluntarjoajien kanssa, mikä auttaa parantamaan tietojen turvallisuutta, sillä data liikkuu vähemmän julkisen internetin puolella.
- Google-sovelluksen ja tallennuspinon kerrokset edellyttävät, että muista komponenteista tulevat pyynnöt todennetaan ja hyväksytään.

Cloud IoT Core

Cloud IoT Core on palvelu, jonka avulla voi helposti ja turvallisesti yhdistää, hallita ja vastaanottaa tietoja miljoonista maailmanlaajuisesti hajallaan olevista laitteista. Cloud IoT Core yhdistettynä muihin palveluihin Google Cloud IoT -alustalla tarjoaa täydellisen ratkaisun IoT-tietojen keräämiseen, käsittelyyn, analysointiin ja visualisointiin reaaliaikaisesti paremman toiminnan tehokkuuden tukemiseksi. (Google Cloud.)

Cloud IoT Core tukee tavallisia MQTT- ja HTTP-protokollia, joten olemassa olevia laitteita voidaan käyttää vähäisin ohjelmistomuutoksin. Google Cloud IoT Core toimii Googlen palvelimattomalla infrastruktuurilla, joka skaalautuu automaattisesti reaaliaikaisten muutosten mukaan ja

noudattaa tiukkoja teollisuusstandardeja sekä tietoturvaprotokollia, jotka suojaavat käsiteltäviä tietoja. (Google Cloud.)



Kuva 6. Cloud IoT Core osana pilvipalveluratkaisua.

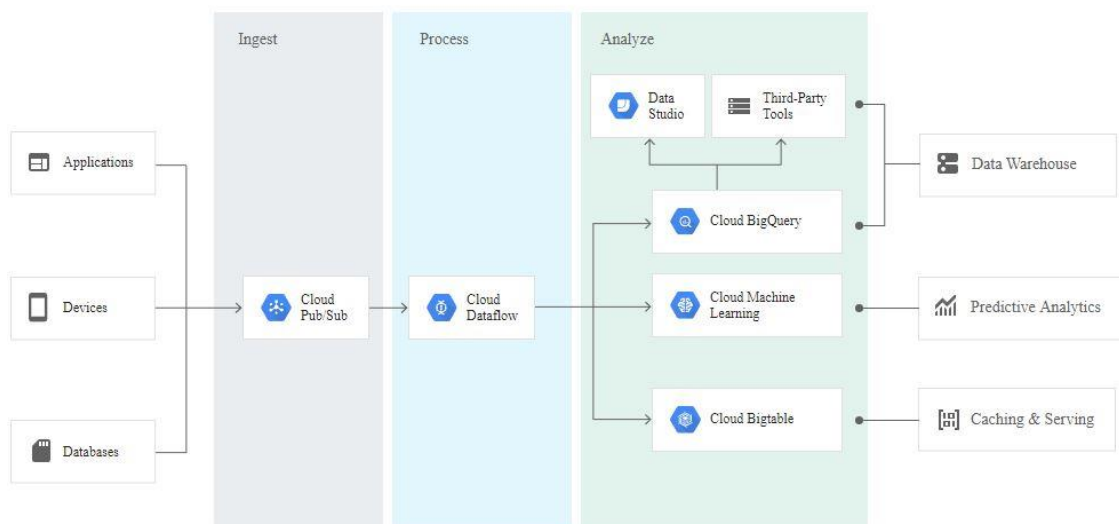
Google Cloud Functions

Cloud functionsin avulla voidaan kirjoittaa yksinkertaisia ja yksitoimisia funktioita, joilla voidaan esimerkiksi ohjalla yhteydessä olevia laitteita. Kirjoitetut funktiot ajetaan, kun niihin liittyvä tapahtuma käynnistetään. Koodi toteutetaan täysin hallinnoitussa ympäristössä, joten esimerkiksi palvelimien hallinta ei ole tarpeellista. (Google n.d)

Cloud-funktioiden kirjoituskieli on Javascript ja niiden toteutus tapahtuu Node.js ympäristössä, Google Cloud alustalla. Cloud funktioita voidaan ajaa myös tavallisessa ja siirrettävässä Node.js ympäristössä mikä tekee testauksesta helppoa. (Google n.d)

Google Cloud Pub/Sub

Palvelu tuo organisaatioiden sisällä tapahtuvaan viestintään skaalautuvuutta, luotettavuutta ja joustavuutta sillä se tarjoaa many-to-many asynkronista viestintää, joka irrottaa lähettäjän ja vastaanottajan toisistaan, mikä takaa turvallisen viestinnän sovellusten välillä. Käytännössä palvelu hakee tapahtumavirtoja yhdistetyistä palveluista ja vie ne Cloud Dataflown käsiteltäväksi. Google Cloud Pub/Sub auttaa kehittäjiä integroimaan ulkoisia sekä Google Cloud alustalla olevia palveluita nopeammin. (Google n.d)



Kuva 7. Datat kerääminen Cloud Pub/Sub avulla.

Google Cloud Dataflow

Cloud Dataflow on yhtenäinen ohjelmointimalli ja ylläpidetty palvelu lukuisten dataprosessimallien kehittämiseen ja toteuttamiseen. Tietovirta sisältää SDK:t määriteltäessä tietojenkäsittelyn työkulkuja ja Cloud Platformin ylläpitämän palvelun jossa nämä työkulut suoritetaan Google Cloud Platformin resursseilla, joita ovat esimerkiksi Compute Engine ja BigQuery. (Google n.d)

Google Cloud Sql

Cloud SQL on tietokantapalvelu, jonka avulla on helppo asentaa, ylläpitää, hallita ja hallinnoida relaatio MySQL-tietokantoja pilvessä. Cloud SQL tarjoaa suurta suorituskykyä, skaalautuvuutta ja mukavuutta. Google Cloud Platform -palvelun ylläpitämä Cloud SQL tarjoaa tietokantainfrastruktuurin sovelluksille, jotka toimivat missä tahansa. (Google n.d)

Cloud SQL-data salataan, työskennellessä Googlen sisäisissä verkoissa tai tallentaessa tietokantoihin, tilapäisiin tiedostoihin ja varmuuskopioihin. Jokainen Cloud SQL -instanssi sisältää verkon palomuurin, jonka avulla voi hallita verkkoyhteyttä tietokantaan. (Google n.d)

Google Bigtable

Cloud Bigtable on Googlen NoSQL Big Data -tietokantapalvelu. Se on sama tietokanta, joka tukee monia Googlen keskeisiä palveluita, kuten Haku, Analytics, Maps ja Gmail. (Google n.d)

Bigtable on suunniteltu käsittelemään massiivista määrää dataa alhaisella latenssilla ja suurella suorituskyvyllä, joten se on erinomainen valinta sekä toiminnallisille että analyttisille sovelluksille, kuten internetvideoille, käyttäjien analytiikalle ja taloudellisen tiedon analysoinnille. (Google n.d)

Google BigQuery

Massiivisten tietojen tallentaminen ja kysely voi olla aikaa vievää ja kallista ilman oikeaa laitteistoa ja infrastruktuuria. Google BigQuery on tietovarasto, joka ratkaisee tämän ongelman tarjoamalla erittäin nopeat SQL-kyselyt käyttämällä Googlen infrastruktuurin prosessointitehoa. Tiedon ollessa BigQueryssa Googlen Cloud Platform suorituksen vaatimista resursseista. Tietojen saatavuutta voi muuttaa liiketoiminnan tarpeiden mukaan, esimerkiksi antaa muille mahdollisuus tarkastella tai kysellä tietoja tietokannasta. (Google n.d)

Google Cloud Datalab

Cloud Datalab on tehokas vuorovaikutteinen työkalu, jonka avulla voidaan tutkia, analysoida, muunnella ja visualisoida tietoja ja rakentaa koneoppimismalleja Google Cloud Platformissa. Se toimii Google Compute Engineissa ja liitetään helposti useisiin pilvipalveluihin. Cloud Datalab tukee tällä hetkellä Python, SQL ja JavaScript ohjelmointikieliä. Palvelu on avointa lähdekoodia, joten sitä voidaan kehittää halutessaan vastaamaan omiin tarpeisiin. (Google n.d)

Google Data Studio

Google Data Studion avulla tiedot voidaan muuttaa informatiivisiksi ja käyttäjäystävällisiksi raporteiksi, jotka ovat helppolukuisia, helppoja jakaa ja täysin muokattavissa. Dataa voidaan hakea alustan palveluista kuten Google BigQuery, Google Cloud SQL, and MySQL. (Google n.d)

5.1 Muut alustat

Muita mainitsemisen arvoisia pilvipalvelualustoja ovat markkinoiden isoja tekijöitä IBM Cloud ja Microsoftin Azure.

IBM Cloud on innovatiivinen alusta joka yhdistää PaaS ja SaaS mallit ja tuo useita helposti integroitavia palveluita joilla voidaan edistää yrityksen kehitystä ja toimintaa.

Microsoft Azure tarjoaa joukon palveluita, jotka on suunnattu kehittäjille ja IT-alan ammattilaisille. Azure tukee useita suuressa suosiossa olevia Microsoftin ohjelmia ja sekä useita avoimen lähdekoodin teknologioita kuten Red Hat ja Debian.

6 ALUSTOJEN VERTAILU

Alustoja on tarjolla useita, mutta tässä työssä keskitytään vertaamaan kahden suuren palvelun tarjoajan Googlen ja Amazonin IoT-alustoja. Alustoja vertaillaan viiden eri ominaisuuden mukaan joita ovat: turvallisuus, liitettävyys, tietokannat, laitehallinta ja prosessointi. Vertailua havainnollistetaan taulukon avulla, jossa molempien alustojen ominaisuudet on arvioitu numeraalisesti.

6.1 Turvallisuus

Cloud IoT Coren tietoturva perustuu pitkälti Googlen tarjoamien muiden palveluiden tietoturvamalliin, jota on kehitetty useita vuosia. Laitteiden osalta tärkeimpiä ominaisuuksia ovat laitteen ja käyttäjän todentaminen yksityisten avaimien avulla. Cloud IoT Core käyttää digitaalisen allekirjoituksen perustuvaa tunnistusta joita ovat RSA ja Elliptic Curve algoritmit. (Google n.d)

Avainten minimi pituus Cloud IoT Coressa on 112 bittiä, mutta esimerkiksi RSA:n tapauksessa se on jo 2048 bittiä. Elliptic Curven tapauksessa pituus on 128 bittiä. (Google n.d)

Amazonin puolella laitteiden turvallisuudesta vastaa AWS IoT Device Defender. Jokaisella yhdistetyllä laitteella tulee olla oikeudet järjestelmään ja kaikki IoT Coreen menevä ja tuleva liikenne on oltava salattuna Transport Layer Securityn mukaan. Salaus on hyvin samanlainen kuten Cloud IoT Coren puolella ja tukee useita menetelmiä kuten RSA ja ECDSA.

6.2 Liitettävyys

Cloud IoT Core on liitettävyydeltään laaja ja se mahdollistaa miljoonien laitteiden yhdistämisen. IoT Core tukee MQTT ja HTTP protokollia, joten laitteita voidaan yhdistää ilman suurempaa ohjelmointia. Google tarjoaa useita ohjeita ja dokumentteja, joiden avulla asiaan perehtyminen onnistuu kokemattomaltakin käyttäjältä

AWS IoT Core on liitettävyydeltään erittäin laaja ja takaa miljardien laitteiden yhdistämisen pilveen. Samoin kuten Cloud IoT Core, Amazon tukee niin http kuin MQTT protokollia. Laitteet toimivat myös keskenään huolimatta siitä käyttävätkö ne samoja protokollia. Amazon tarjoaa useita 10 minuutin mittaisia opetus videoita erilaisten palveluiden käyttämiseen. Ohjeet löytyvät myös vielä laajemmin kirjallisena perustoiminnoista lähtien. (AWS. n.d)

6.3 Tietokannat

Tietokantojen osalta Cloud IoT Core käyttää Cloud Bigtablea, joka on tarkoitettu suuren työmäärän hallitsemiseen. Bigtable mahdollistaa myös ulkoisten tietokantojen integroimisen. Palvelu tukee myös avoimen lähdekoodin Apache Hbase APIa joka helpottaa kehittämistä. Cloud Bigtablea käytetään myös Googlen omissa palveluissa kuten Search, Analytics, Maps, ja Gmail. Google. (Google n.d)

Amazon DynamoDB vastaa AWS IoT Coren tietokantaratkaisuista. DynamoDB on NoSQL tietokanta palvelu, joka tukee perinteistä relaatiotietokanta mallia sekä dokumenttipohjaista jonka avulla JSON dokumentteja voidaan viedä suoraan tietokantaan. DynamoDb:ssä voidaan myös hyödyntää AWS Lambdassa tehtyjä tapahtumanlaukaisimia. (AWS n.d)

6.4 Laittehallinta

Cloud IoT Coren laitehallinta mahdollistaa, että yksittäisiä laitteita voidaan hallita ja konfiguroida turvallisesti. Hallinta onnistuu konsolin avulla tai ohjelmoimalla. Laittehallinta vahvistaa laitteen identiteetin ja tarjoaa laitteen todennuksen, yhteyttä luodessa. Alusta myös ylläpitää loogista kokoonpanoa yhdistetyistä laitteista joka mahdollista laitteiden etäkäytön pilvestä.

Amazonin osalta laitehallinta tapahtuu AWS IoT Device Management palvelussa, joka tarjoaa työkalut laitteiden turvallisesta hallinnasta etäkäyttöön ja valvomiseen. Laittehallinta mahdollistaa laitteiden rekisteröimisen yksittäin tai ryhmänä sekä niiden oikeuksien hallinnan. Laitteiden hallinta tapahtuu palvelusta löytyvän IoT Device Management konsolin avulla. (AWS n.d)

6.5 Prosessointi ja toimintojen hallinta

Google Cloud Platformissa prosessointi ja toimintojen hallinta tapahtuu Cloud Functions palvelussa, jonka avulla voidaan luoda erilaisia tapahtumia esimerkiksi, kun jokin määritetty asetus täyttyy. Tuhannet yhdistetyt laitteet voivat striimata dataa samanaikaisesti ja niistä saadun tiedon mukaan toimintoja tapahtuu.

AWS Greengrassiin yhdistetyt laitteet voivat suorittaa tapahtumia oman datansa pohjalta ja sitä kautta suorittaa AWS Lambda palvelussa tehtyjä funktioita tarpeen mukaan. AWS Lambdan avulla yhdistetyt laitteet pysyvät ajan tasalla ja päivitettyinä. Greengrass mahdollistaa myös laitteiden toiminnan offline-tilassa ja yhteyden ollessa saatavilla synkronoi tarvittavat tiedot laitteelle.

6.6 Taulukon Laadinta

Tämän tutkimuksen tuloksia vertaillaan taulukon avulla. Alustojen osa-alueet on arvosteltu asteikolla 1-5. Osa-alueen laajuuden ollessa vähäinen saisi se taulukon mukaan pisteitä 1. Osa-alueen ollessa laaja saisi se pisteitä 3. Mikäli alustan osa-alue olisi erittäin laaja saisi se pisteitä 5. Alustoja on arvosteltu puhtaasti niiden ominaisuuksien perusteella eikä pisteytyksessä ole otettu huomioon, miten ne toimivat käytännössä. Osa-alueiden pisteytys perustuu kerättyyn faktatietoon. Alustojen vertailu taulukko löytyy liitteenä työn lopusta.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli verrata kahta pilvipalvelualustaa ja erityisesti niiden IoT-alustoja. Koska kilpailu on kovaa, alustat ovat monilta osin hyvin samankaltaisia vaikka eroavaisuuksiakin löytyy. Vaikka Amazon onkin tällä hetkelle selkeä markkinajohtaja se ei tarkoita, että Google olisi tällä osa-alueella huomattavasti jäljessä.

Vertailun tulos oli, että kummatkin näistä IoT-alustoista ovat laajoja ja hyviä monilla osa-alueilla. Alustan valinta riippuu paljolti siitä, minkälaiseen käyttötarkoitukseen niitä halutaan ottaa. Valintaan vaikuttaa kuitenkin myös hinnoittelu joka on yksilöllinen jokaisella kokonaisuudella. Loppujen lopuksi molemmat alustat ovat hyviä ja varteenotettavia vaihtoehtoja IoT-ratkaisujen kehityksessä. Tutkimus eteni aikatauluun nähden hyvin ja tarvittavat vaiheet saatiin käsiteltyä ilman suurempia ongelmia.

Tuloksista voidaan todeta, että alustojen perusominaisuuksien vertailu on hyvä lähtökohta, mutta laajempi ja tarkempi käytäntöön perustuva vertailu voisi tuoda paljon enemmän tietoa kumpi alusta olisi parempi valinta IoT-johtoiseen työskentelyyn.

Tulevaisuudessa käsiteltyjen osa-alueiden lisäksi olisi hyvä miettiä myös tarkemmin hinnoittelua ja mahdollisia kustannuksia, jotka ovat itsessään laajoja osa-alueita sillä lähes jokainen palvelu on hinnoiteltu erikseen.

LÄHTEET

AssetScan (2016) Utilizing the Industrial Internet of Things to Monitor Critical Machinery. Haettu 7.2.2018 osoitteesta <http://assetscan.com/blog/utilizing-the-industrial-internet-of-things-to-monitor-critical-machinery>

AWS (n.d.) AWS IoT Device Management Haettu 15.2.2018 osoitteesta <https://aws.amazon.com/iot-device-management/?p=tile>

Amazon (n.d.) What is Cloud Computing? Haettu 21.1.2018 osoitteesta <https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/>

AWS (2017) Overview of Amazon Web Services. Haettu 21.1.2018 osoitteesta <https://d1.awsstatic.com/whitepapers/aws-overview.pdf>

Cloud computing (n.d.). Haettu 21.1.2018 osoitteesta <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/cloud-computing>

Collin J. & Saarelainen A. (2016) Teollinen internet. Alma Talent Oy Haettu 15.2.2018 osoitteesta [https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.hamk.fi/teos/BAFBIXCTEB#kohta:II\(\(20\)OSA\(\(20\)Teollisen\(\(20\)internetin\(\(20\)hy\(\(f6\)dvt\(\(20\):5\(\(20\)Teollisen\(\(20\)internetin\(\(20\)sovellusalueita\(\(20\):Et\(\(e4\)valvon-nasta\(\(20\)et\(\(e4\)p\(\(e4\)ivivityksiin\(\(20\):Et\(\(e4\)hal-linta\(\(20\)ja\(\(20\)k\(\(e4\)yt\(\(f6\)n\(\(20\)et\(\(e4\)optimointi\(\(20\)](https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.hamk.fi/teos/BAFBIXCTEB#kohta:II((20)OSA((20)Teollisen((20)internetin((20)hy((f6)dvt((20):5((20)Teollisen((20)internetin((20)sovellusalueita((20):Et((e4)valvon-nasta((20)et((e4)p((e4)ivivityksiin((20):Et((e4)hal-linta((20)ja((20)k((e4)yt((f6)n((20)et((e4)optimointi((20)

Google (n.d.) Device Security. Haettu 15.2.2018 osoitteesta <https://cloud.google.com/iot/docs/concepts/device-security>

Google (n.d.) CLOUD IOT CORE. Haettu 28.1.2018 osoitteesta <https://cloud.google.com/iot-core/>

Google (n.d.) CLOUD FUNCTIONS. Haettu 28.1.2018 osoitteesta <https://cloud.google.com/functions/>

Google (n.d.) CLOUD PUB/SUB. Haettu 28.1.2018 osoitteesta <https://cloud.google.com/pubsub/>

Google (n.d.) CLOUD DATAFLOW. Haettu 28.1.2018 osoitteesta <https://cloud.google.com/dataflow/>

Google (n.d.) CLOUD BIGTABLE. Haettu 31.1.2018 osoitteesta <https://cloud.google.com/bigtable/>

Google (n.d.) GOOGLE BIGQUERY. Haettu 31.1.2018 osoitteesta <https://cloud.google.com/bigquery/>

Google (n.d.) CLOUD DATALAB. Haettu 31.1.2018 osoitteesta

<https://cloud.google.com/datalab/>

Google (n.d.) GOOGLE DATA STUDIO. Haettu 31.1.2018 osoitteesta

<https://cloud.google.com/data-studio/>

Internet of Things (n.d.). Haettu 16.1.2018 osoitteesta

https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39794694/IOT.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1516104682&Signature=%2FkyuOmAS9PiaX0MYuFTDoN2%2Fa0k%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DInternet_of_Things.pdf

Internet of Things (2017) Embedded Future Supply Chains for Industry 4.0: An Assessment from an ERP-based Fashion Apparel and Footwear Industry. Haettu 16.1.2018 osoitteesta

https://www.researchgate.net/profile/Thashika_Rupasinghe/publication/317041889_Internet_of_Things_IoT_Embedded_Future_Supply_Chains_for_Industry_40_An_Assessment_from_an_ERP-based_Fashion_Apparel_and_Footwear_Industry/links/59eee840aca272029ddf93fb/Internet-of-Things-IoT-Embedded-Future-Supply-Chains-for-Industry-40-An-Assessment-from-an-ERP-based-Fashion-Apparel-and-Footwear-Industry.pdf

Peter Waher. (2015) Learning Internet of Things. Haettu 15.2.2018 osoitteesta

<https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/reader.action?docID=1935707&query=>

HAMK (n.d.) ÄLYKKÄÄT PALVELUT -TUTKIMUSYKSIKÖ. Haettu 16.1.2018 osoitteesta

<http://www.hamk.fi/tyoelamalle/tutkimusyksikot/alykkaat-palvelut/Sivut/default.aspx>

Kinsta (n.d.) Google Cloud vs AWS in 2018 Haettu 6.2.2018 osoitteesta

<https://kinsta.com/blog/google-cloud-vs-aws/>

Vertailu taulukko

Alustojen vertailu

Pisteytyksen selitys
1 = Ominaisuus ei ole laaja
3 = Ominaisuus on laaja
5 = Ominaisuus on erittäin laaja

| Ominaisuudet | Google Cloud Platform | Amazon Web Services |
|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Turvallisuus | 5 | 5 |
| Liitettävyyys | 4 | 5 |
| Tietokannat | 4 | 3 |
| laitehallinta | 4 | 4 |
| Prosessointi ja toimintojenhallinta | 4 | 5 |