

# Amazon Alexa Raspberry Pi -ympäristössä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinnan korkeakoulukeskus,  
tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Kevät 2021

Aleksa Lintula

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

---

<b>Tekijä</b>	Aleksa Lintula	<b>Vuosi</b> 2021
<b>Työn nimi</b>	Amazon Alexa Raspberry Pi -ympäristössä	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Lasse Seppänen	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena oli tutustua Raspberry Pi-tietokoneeseen ja asentaa siihen Amazonin virtuaaliassistentti Alexa ja testata sen toimintoja Raspberry Pi-ympäristössä.

Raspberry Pi:n asennus tapahtui Raspberry Pi Imagerin ja Alexan asennus Amazonin tarjoaman Alexa-asennuskriptin avulla. Työssä käytiin läpi myös mitä ovat Internet of Things ja tekoäly ja miten ne liittyvät Alexaan. Opinnäytetyössä ei syvennytty Alexan edistyneempiin toimintoihin.

Työn lopputulos oli toimiva Raspberry Pi -tietokone, johon oli asennettu virtuaaliassistentti Alexa, jonka kanssa pystyi keskustelemaan.

**Avainsanat** Raspberry Pi, Amazon Alexa, virtuaaliassistentti, raspbian.

**Sivut** 41 sivua.

Degree Programme in Business Information Technology

Hämeenlinna University Centre

---

<b>Author</b>	Aleksa Lintula	<b>Year</b> 2021
<b>Subject</b>	Amazon Alexa on Raspberry Pi	
<b>Supervisors</b>	Lasse Seppänen	

---

ABSTRACT

The topic of the thesis was to get acquainted with the Raspberry Pi computer and install Amazon's virtual assistant Alexa on it and test its functions in the Raspberry Pi environment.

The main purpose was to install Raspberry Pi and Amazon Alexa, as well as to talk about Alexa's skills and functions. The installation was carried out using the Alexa installation script provided by Amazon and Raspberry Pi Imager software. The thesis also includes what Internet of Things and artificial intelligence are and how they relate to Alexa. This thesis did not delve into Alexa's more advanced functions.

The result of the thesis was a working Raspberry Pi computer with virtual assistant Alexa, that you can talk to.

**Keywords** Raspberry Pi, Amazon Alexa, virtual assistant, raspbian.

**Pages** 41 pages.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	INTERNET OF THINGS .....	3
3	RASPBERRY PI .....	5
4	AMAZON ALEXA.....	8
5	TEKOÄLY.....	12
5.1	Tekoälyn eri tyypit.....	13
5.2	Neuroverkot .....	14
5.3	Koneoppiminen .....	16
5.4	Hakualgoritmit.....	17
6	TEKOÄLYN EETTISYYS.....	20
7	AENNUKSET JA KÄYTTÖÖNOTTO .....	24
7.1	Raspberry Pi:n asennus .....	24
7.2	Amazon Alexan asennus .....	27
8	TOIMINNALLISUUS ALEXASSA .....	32
9	YHTEENVETO .....	35
	LÄHTEET .....	37

## Sanasto

Raspberry Pi= yhden piirilevyn tietokone.

Amazon Alexa= Amazonin virtuaalinen ja henkilökohtainen assistentti.

Virtuaaliavustaja= Ohjelmisto, joka suorittaa toimintoja käyttäjän komentojen mukaan.

Tekoäly= Tietokoneen suorittamaa ihmisen ajattelua mukailevaa toimintaa.

Neuroverkot= Ihmisaivojen toimintaa ja matemaattista logiikkaa yhdistelevä laskennan malli.

SDK= Software Development Kit. Paketti, joka sisältää ohjelmistokehitykseen tarvittavat työkalut.

Skripti= Tiedosto, joka sisältää ja suorittaa useita komentoja samalla kertaa helpottaen pitkien komentosarjojen syöttöä.

Terminaali= Ohjelma, joka luo tekstipohjaisen käyttöliittymän tietokoneen ja ihmisen väliseen kommunikointiin komentojen avulla.

SSH-yhteys= Secure Shell. Salattuun tietoliikenteeseen tarkoitettu protokolla, joka mahdollistaa etäyhteyden luomisen toiseen tietokoneeseen.

Algoritmi= Ohje, miten prosessi suoritetaan ratkaisun saavuttamiseksi.

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kootaan Raspberry Pi -tietokone ja ohjelmoidaan Amazon Alexa siihen ja testataan sen puheohjausta. Tarkoituksena on asentaa ja testata Alexan erilaisia toimintoja, lisätä niitä ja miettiä sen erilaisia hyötyjä ja haittoja.

Opinnäytetyöhön valittiin Raspberry Pi -tietokone sen alhaisen hinnan, helpon saatavuuden, helppokäyttöisyyden ja pienen koon vuoksi. Se on myös vastaavanlaisia tuotteita laajemmassa käytössä, joka takaa sille paremman tuen. Virtuaaliassistentiksi valikoitiin Alexa, koska kirjoittajalla on ollut siitä enemmän käyttökokemusta muihin virtuaaliassistentteihin verrattuna. Alexan etuja ovat myös oma puhelinsovellus, jonka avulla on mahdollista kontrolloida älylaitteita ja niiden ominaisuuksia.

Opinnäytetyössä käydään myös läpi mikä on tekoäly ja selvitetään sen hyödyt ja haitat. Tekoäly on kasvava tulevaisuuden teknologia, jota kehitellään jatkuvasti paremmaksi ja sitä yritetään soveltaa yhä useammassa käyttökohteissa. Tekoälyominaisuuksille on suuri kysyntä useilla eri ammatillisilla alueilla, esimerkiksi lääketieteessä.

Opinnäytetyössä annetaan täsmällisiä toimintaohjeita Raspberry Pi -laitteiston kokoamiseen ja käyttöönottoon. Ensin työn alussa esitellään, mikä on Raspberry Pi -tietokone, mikä on Alexa ja hieman tietoa niiden synnystä ja käyttötarkoituksista.

Kun Raspberry Pi on koottu ja Amazon Alexa on saatu asennettua puheohjauksineen ja todettu toimivaksi, esitetään esimerkein mitä toimintoja puheohjauksen avulla pystytään lisäämään ja suorittamaan. Kerrotaan tietoa myös siitä, miten Alexan puheohjaus toimii ja minkälaisia toimintoja se sisältää ja miten käyttäjät voivat hyötyvät niistä.

Lopuksi pohditaan, kuinka projekti onnistui, ja saavutettiinko projektin työlle asetetut tavoitteet.

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- Mikä on Raspberry Pi ja miten se toimii?
- Mikä on Amazon Alexa?
- Miten Amazon Alexa asennetaan Raspberry Pi:hin?
- Minkälainen on Amazon Alexan toiminnallisuus Raspberry Pi:ssä?

## 2 INTERNET OF THINGS

Internet of Things (IoT) eli Esineiden internet on kiinteä osa tulevaisuuden internettiä. Sillä on mahdollista vaikuttaa ihmisten jokapäiväiseen elämään. Esineiden internet viittaa fyysisiin laitteisiin, jotka ovat yhteydessä internettiin ja keräävät kuin myös jakavat tietoja, esimerkiksi älykkäät kodinkoneet. IoT-termiä käytetään pääasiassa laitteista, joiden ei oleteta olevan yhteydessä internettiin. Melkein mikä tahansa laite voi olla IoT-laite, jos sen pystyy yhdistämään internettiin. (Morgan, 2014)

Älykkäät kodinkoneet ovat IoT-laitteita, laitteet kykenevät olemaan yhteydessä henkilön puhelimeen ja lähettämään ilmoituksia, esimerkiksi huollon tarpeesta tai auki jääneestä ovesta, jota Kuva 1 havainnollistaa. (Power, n.d.)





*Kuva 1. Esineiden Internet, laitteet yhteydessä toisiinsa (Experian, 2016).*

Internetin tarjoamat yhteydet ja mahdollisuudet ovat käytännössä loputtomat, eikä niitä pysty ymmärtämään täysin vielä tänä päivänä. Internettiä käytetään jokapäiväisessä arjessa monilla eri laitteilla, milloin tahansa, jolloin siihen liittyy myös monia haasteita. Kun miljardit laitteet on kytketty toisiinsa, pitäisi aina varmistaa, että omat tiedot ovat turvassa ja suojattuna. Esineiden internet antaa yrityksille mahdollisuuksia kasvamiseen, joka myös lisää tietoturvaohjelmia, esimerkiksi suojaamaton IoT-laite on altis monille eri uhille. (Morgan, 2014)

Esineiden internetin mahdollistavia teknologioita on ollut monia, kuten esimerkiksi kehittyneet verkkoteknologiat, jotka helpottavat sensoreiden yhdistämistä toisiinsa sekä pilveen. Edistysaskeleet koneoppimisessa ovat nopeuttaneet ja helpottaneet datan talletusta pilveen. Neuroverkkojen kehitys on auttanut luonnollisen kielen käsittelyn kehityksessä ja sen tuomisessa IoT-laitteille virtuaaliassistenttien kuten Amazon Alexa muodossa, näin tehden laitteista halvempia ja samalla kuluttajia kiinnostavia sekä heille hyödyllisiä. (Oracle, n.d.)

Organisaatiot, jotka käyttävät anturilaitteita hyötyvät eniten Esineiden internetistä. Kuljetusalalla IoT-laitteita voidaan soveltaa reittien uudelleen laskentaan saatavilla olevien kuljetusvälineiden, kuljettajien ja sääennusteiden mukaan, sekä kuljetuksen lämpötilan monitorointiin ja seurantaan (ruoka, lääkeaineet, kasvit). Vähittäismyynti voi käyttää IoT-laitteita varastohallintaan, joka parantaa asiakaskokemusta, optimoi toimitusketjuja ja vähentää toiminnallisia kuluja. Terveystieteiden piirissä IoT-laitteita voidaan hyödyntää esimerkiksi apuvälineiden tarkan sijaintitiedon seurantaan, jolla varmistetaan apuvälineiden oikea käyttö. Kyetään myös pitämään tarkkaa kirjanpitoa apuvälineiden määrästä ja saatavuudesta. Raspberry Pi voidaan luokitella IoT-laitteeksi, koska se on yhteydessä internetiin. (Oracle, n.d.)

### 3 RASPBERRY PI

Raspberry Pi:n kehitys lähti liikkeelle vuodesta 2006. Cambridgen tietoteknillisessä korkeakoulussa olivat opiskelijoina tuolloin Eben Uton, Rob Mullins, Jack Lang ja Alan Mycroft jotka olivat huomanneet opiskelijoiden tietotekniikan perustaitojen osaamisen puutteen. 1990-luvun hakijat osasivat paljon enemmän käyttöjärjestelmien perusteista kuin 2000-luvun hakijat. He halusivat luoda halvan ja helppokäyttöisen alustan, jolla voidaan opettaa tietotekniikan perusteita ja ohjelmointia. Alkuperäinen arvio laitteiden myynnille oli noin kymmenen tuhatta kappaletta, mutta Raspberry Pi osoittautui suosituimmaksi ja nyt sitä on myyty kaikkialla maailmassa miljoonittain. Raspberry Pi:n säätio on Britanniassa sijaitseva koulutusjärjestö. Säätiön päätarkoitus on kehittää lasten ja aikuisten koulutusjärjestelmää, erityisesti tietotekniikkaan liittyviin aloihin. Raspberry Pi -tietokoneesta on useita eri versioita, Taulukko 1 esittää muutamaa eri Raspberry Pi:n malleja eri hintoineen ja ominaisuuksineen. Vuonna 2012 julkaistiin ensimmäinen Raspberry Pi -laite ja vuonna 2021 julkaistiin viimeisin malli, joka kantaa nimeä Pi 400. (Aqarwal. T, n.d.; Andrew K. Dennis, 2016)

Raspberry Pi kortin tyyppi	Raspberry Pi malli A+	Raspberry Pi 2 malli B	Raspberry Pi 3 malli B	Raspberry Pi 4 malli B
Julkaisupäivä	2014	2015	2016	2020
Hinnasto	n. 35€	n. 45€	n. 45€	n. 65€
Ethernet portti	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Proessorin nopeus	700MHz Single core processor	900MHz Quad core processor	1.2GHz Quad-core processor	2.4GHz Quad-core processor
Wi-Fi	Ulkoisella USB lisälaitteella	Ulkoisella USB lisälaitteella	Sisäänrakennettu kortille	Sisäänrakennettu kortille
Bluetooth LE	Ulkoisella USB lisälaitteella	Ulkoisella USB lisälaitteella	Sisäänrakennettu kortille	Sisäänrakennettu kortille
RAM muistin määrä	256 MB SDRAM of 400MHz	1 GB SDRAM of 400MHz	1 GB SDRAM of 400MHz	1/2/4 GB SDRAM of 400MHz

GPIO	40 Pin	40 Pin	40 Pin	40 Pin
USB 2.0	1 x USB Port	4 x USB Port	4 x USB Port	4 x USB Port
Tehonkulutus ja käyttöjännite	Virta 1.8A ja jännite 5V	Virta 1.8A ja jännite 5V	Virta 2.5A ja jännite 5V	Virta 2.5A ja jännite 5V

Taulukko 1. Raspberry Pi:n eri malleja (Agarwal. T, n.d.).

Suurempikokoisten kiintolevyjen sijaan Raspberry Pi:ssä hyödynnetään SD-muistikorttia laitteen tallennustilana ja näin mahdollistetaan laitteen pienempi koko ja matalampi hinta. Virrankulutus on vähäistä muistikorttia käyttäen verrattuna pöytäkoneissa käytettäviin kiintolevyyn tai SSD-levyyn. Raspberry Pi on yhden piirilevyn minitietokone, jossa käytetään mobiililaitteiden prosessoria. Mobiililaitteille suunnitellut prosessorit ovat tarpeeksi halpoja ja tehokkaita, jotta niitä voitiin alkaa käyttää, myös tällaisessa ns. työpöytäkäytössä. Pienen kokonsa ansiosta Raspberry Pi ei välttämättä tarvitse tuulettimia jäähdytykseen, vaan pärjää ilman niitä. Raspberry Pi:n käyttömahdollisuudet ovat laajat, sen pystyy liittämään HDMI-kaapelilla televisioon tai tietokonenäyttöön, sen voi myös sijoittaa tarpeen mukaan seinälle tai jopa ulos ja se pystyy käyttämään tietokonehiirtä ja näppäimistöä. Raspberry Pi:lle ei pysty asentamaan Microsoft Windows-käyttöjärjestelmää, mutta sille on tarjolla monia muita Linux-käyttöjärjestelmiä. Kuva 2 esittää Raspberry Pi 3 -mallia B, joka valittiin käyttöön, koska se on ennestäänkin tuttu laite. (Aqarwal. T, n.d.; Andrew K. Dennis, 2016)

Raspberry Pi:n avulla kaikki opiskelijat ja muut siitä kiinnostuneet henkilöt voivat oppia ohjelmoimaan kielillä kuin Python ja Scratch. Raspberry Pi:tä käytetään pääasiassa Internetin selaamiseen, videoiden toistamiseen, peleihin ja laskentataulukoiden luomiseen. Raspberry Pi:n sovellukset liittyvät suurimmaksi osaksi digitaalisiin projekteihin, sääasemiin, infrapunakameroihin ja Raspberry Pi -projekteihin. (Aqarwal. T, n.d.; Andrew K. Dennis, 2016)



*Kuva 2. Raspberry Pi 3 malli B (Vadelma Pii, n.d.).*

## 4 AMAZON ALEXA

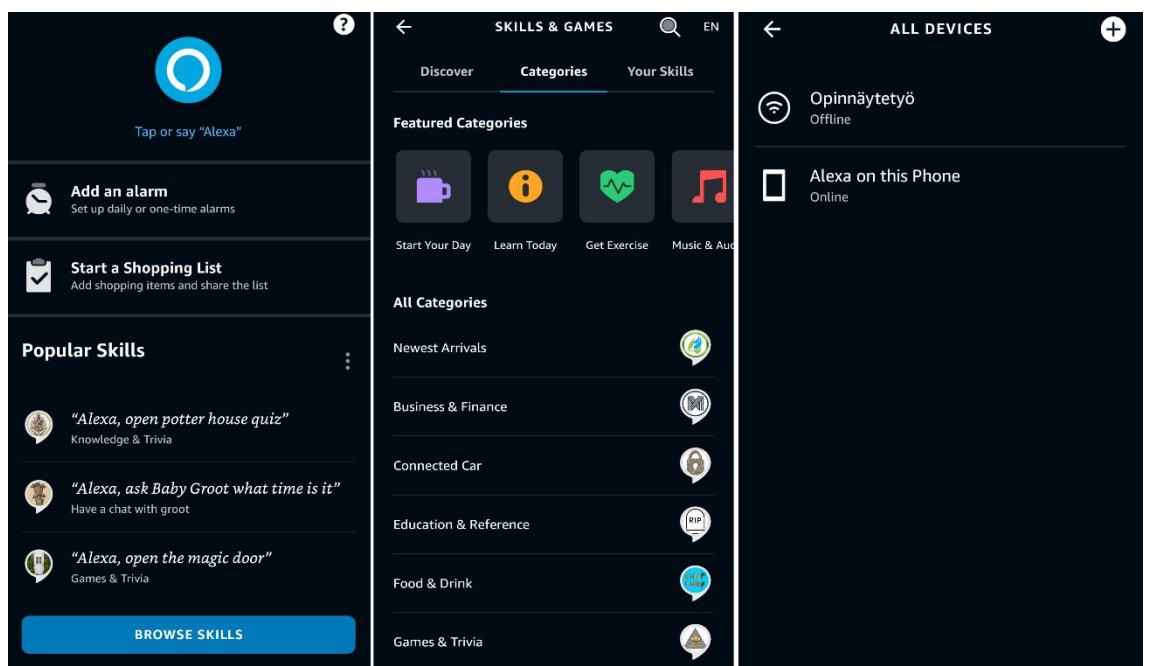
Alexa on Amazonin virtuaalinen ja henkilökohtainen assistentti, joka kehitettiin vuonna 2014. Suurimmat kilpailijat Amazonin virtuaaliassistentille ovat Applen Siri ja Googlen oma assistentti. Amazon Alexa tarjoaa käyttäjille mahdollisuuden kertoa virtuaaliassistentille komentoja, ohjata sen kautta muita älytuotteita, kuunnella musiikkia, luoda tehtävälistoja, tehdä ostoksia ja paljon muuta. Kuva 3 on esimerkki kahdesta Echo-älykaiuttimesta, jossa Alexa toimii ja se voi myös toimia muissakin yhteensopivissa laitteissa. Sen kykenee asentamaan myös tietokoneille, esimerkiksi Raspberry Pi -laitteille (Reisinger, n.d.).



*Kuva 3. Amazon Echo-kaiuttimia (Philips, n.d.)*

Amazon Alexa sai nimensä, kun suunnittelutiimi mietti nimeä, joka olisi samalla ainutlaatuinen ja helppo sanoa ympäri maailmaa. He saivat vaikutteita nimen päätökseen myös Star Trekestä, jossa sarjan miehistö kutsui tekoälyä vain ”Tietokoneeksi”. Nimeen vaikutti myös referenssi Aleksandrian kirjastoon, jota pidettiin aikoinaan ”kaiken tiedon” hallitsijana. (Panchal, 2018)

Virtuaaliassistenttien yleinen ongelma ymmärtää täydellisesti käyttäjien komentoja ja reagoida niihin toivotulla tavalla on havaittavissa myös Alexaassa. Näitä ongelmia on mahdollista kuitenkin korjata ajan myötä pilvipalveluun perustuvan toimintamallin ansiosta ja Alexan, kuten muidenkin virtuaalisten assistenttien älykkyyttä kyetään parantamaan koneoppimisen kehittyessä. Amazon kehittää Alexalle jatkuvasti uusia ominaisuuksia ja erilaisia taitoja, jotka tekevät Alexasta paljon tehokkaamman. Amazonin lisäksi myös kolmannen osapuolen kehittäjät kykenevät tarjoamaan erilaisia taitoja, jotka toimivat virtuaalisena laajenuksena Alexan ominaisuuksiin. Taidot voivat liittyä moniin eri toimialoihin, kuten esimerkiksi viihde, sosiaalinen media, urheilu ja uutiset. Käyttäjä voi lisätä rajattomasti taitoja Alexaan, tällä hetkellä niitä on tarjolla yli 3000 erilaista. (Reisinger, n.d.)



Kuva 4. Alexa (beta) - puhelinsovellus.

Alexan puhelinsovelluksen pystyy lataamaan App Storesta ja Google Play-kaupasta. Sovellus ei ole välttämätön Alexan toiminnallisuuden kannalta, mutta se helpottuu ominaisuuksien ja asetusten hallinnassa. Alexan puhelinsovellus (Kuva 4) listaa kaikki ladatut taidot, joten niitä pystyy nopeasti selata ja nähdä, mitä komentoja on käytössä. Taidot ovat saatavilla

ilmaiseksi puhelinsovelluksessa tai Amazon Alexan verkkosivuilta. Puhelinsovelluksen avulla voi yhdistää oman Spotify käyttäjätilin ja kuunnella sen kautta musiikkia, on myös mahdollista luoda omia tapahtumia ja muistutuksia. Virtuaaliassistentti pitää myös ajan tasalla muistuttamalla, mitä tapahtumia käyttäjällä on Google kalenterissa tulossa (Reisinger, n.d.).

Vuodesta 2021 Amazon Alexa tukee 8 eri kieltä: englanti, saksa, ranska, japani, italia, hindi, espanja ja portugali. Englannin kielellä Alexa tarjoaa tukea jopa viidellä eri aksentilla, ranskan kielellä kahdella aksentilla ja espanjan kielellä kolmella aksentilla (Summalinguae, 2021).

Alexan hyötyihin kuuluu sen langaton käytettävyys puhekomennoilla, tietojen nopea saatavuus, esimerkiksi kysymällä missä lähimmät ravintolat sijaitsevat, muiden älylaitteiden ohjaaminen sen kautta ja hälytysten kuin myös muistutuksien luominen puhekomennoilla. On myös mahdollista luoda rutiineja, jossa yksi tietty äänikomento, esimerkiksi "Alexa, I'm home" suorittaa useita eri tehtäviä, kuten valojen sytytys, kahvinkeitin käynnistys ja musiikin soittaminen (Kimkomando, 2018). Alexan langattomasta käytettävyydestä hyötyvät henkilöt, joilla on liikuntarajoitteita tai näkörajoitteita, puhekomennot helpottavat Alexan käytettävyyttä huomattavasti näiden henkilöiden arkielämässä, esimerkiksi muiden älylaitteiden ohjaaminen, kuten valojen sytyttäminen ja sammuttaminen voi olla hankalaa henkilöille, joilla on liikunta- ja näkörajoitteita. Alexalla on kuitenkin muutamia puutteita sen toiminnassa. Se vaatii internetyhteyden ja tuotteet, jotka sisältävät Alexan täytyy olla verkkovirrassa kiinni. Voidaan myös kiistellä, onko Alexa tietoturvallinen ja rikkooko se yksityisyyttä kuuntelemalla käyttäjänsä puhetta etsien herätesanaa aktivointiinsa. Alexa ja Amazon kertovat Alexan kuuntelevan käyttäjää vasta herätesanan jälkeen. (Amazon, n.d.)

Viimeisiin päivityksiin kuuluivat useamman kielipaketin lisäys, useamman eri kielen reaaliaikainen kääntäminen, Amazon Sidewalk ja Alexa

Guard Plus. Alexa pystyy nyt toistamaan käännetyt lauseet puheena tai näyttämään ne tekstimuodossa laitteen näytöllä ja Alexa Guard käyttää kaiuttimia kuunnellakseen esimerkiksi palovaroittimia ja hälyttämään omistajalleen vaarasta (Prospero, 2020). Amazon Sidewalk lisää bluetoottiin kantamaa hyödyntäen pientä osaa langattoman verkon taajuuksista, jolloin älylaitteet voivat kommunikoida toistensa kanssa kauemmankin matkan päästä. Amazon ei ole julkistanut Alexalle kirjoitushetkeen mennessä suurempia muutoksia tai päivityksiä. On kuitenkin todennäköistä, että Amazon aikoo päivittää jo olemassa olevia ominaisuuksia, kuten Alexan äänensävyä ja -painoa sekä sanastoa, jolloin se keskustelee luonnollisemmin ihmisen kanssa. Viime aikoina Amazon on keskittynyt luomaan Alexa-tuotteita, jotka pystyvät ottamaan mukaansa, eivätkä ole vain ainoastaan käytössä oman kodin sisällä, joten voisi olettaa seuraavan Alexa-tuotteen olevan jokin muu kuin kotilaite. (Archer, 2021)

On hyvä huomioida kuitenkin Alexan dataan liittyvät ongelmat. Amazon ei ole kertonut miten ja mitä dataa se kerää, ja mitä se tekee kerätyillä datoilla. Mitä enemmän Alexa-tuotteita, sitä enemmän tiedonkeruuta. Siitä huolimatta Alexa on yhä tämänhetkisten markkinoiden suosituin virtuaaliassistentti. (Archer, 2021)



## 5 TEKOÄLY

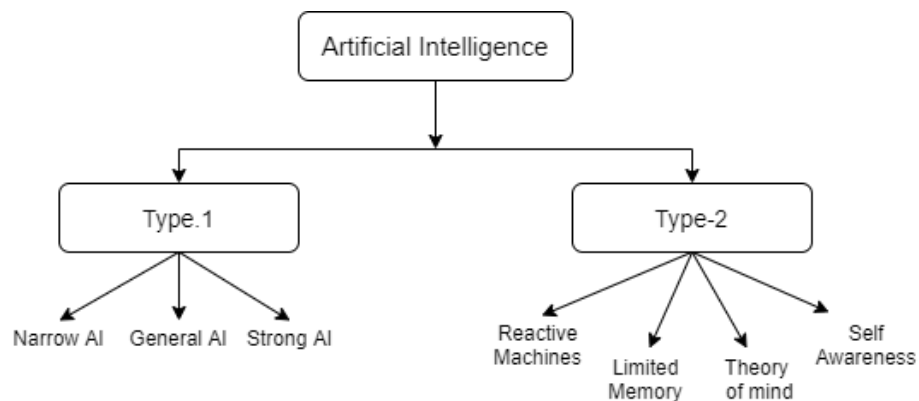
Tekoäly eli AI määritetään koneen kyvyn mukaan, miten se käyttää päätelyä, suunnittelemista, oppimista ja luomista. Tekoäly voi kattaa mitä tahansa Googlen hakualgoritmeista jopa kodin älylaitteisiin. (SAS, n.d.; Borana, 2016)

1950-luvun varhaiset tekoälytutkimukset tutkivat symbolisia menetelmiä sekä ongelmanratkaisua. 1960-luvun aikana Yhdysvaltain puolustusministeriö kiinnostui aiheesta ja aloitti kehittämään tietokoneita, jotka kykenivät jäljittelemään ihmisen päätelykykyä. Tämän varhaisen tutkimuksen ansiosta on kyetty kehittämään kaavamaisista päätelyä sekä automatisointia, jotka ovat näkyvillä nykyaikaisissa tietokoneissa. Tähän lukeutuvat myös erilaiset älykkäät hakujärjestelmät ja päätöksenteossa auttavat järjestelmät, joiden avulla on mahdollista täydentää ja parannella ihmisen omia kykyjä. (SAS, n.d.; Borana, 2016)

Tekoäly kehitys keskittyy tarjoamaan monia etuja erilaisille toimialoille, kuten esimerkiksi terveydenhuoltoon, teollisuuteen ja pankkitoimintaan. Tekoälyn tärkeys on kasvanut huomattavasti vuosi vuodelta ja sillä on monenlaisia hyötyjä; tekoäly pystyy suorittamaan suuria määriä tehtäviä ilman väsymystä, tiedon jakaminen toiseen koneeseen on helposti kopioitavissa, päätökset perustavat aina faktoihin, se pystyy parantelemaan jo olemassa olevan tuotteen ominaisuuksia ja sillä on syvempi ymmärrys neuroverkoista, jonka ansiosta virtuaaliassistenttien käyttö on mahdollista. Tekoälyyn liittyy hyvien puolien lisäksi myös erilaisia haittoja; kykenemättömyys selittää päätöksenteon logiikkaa, nykyinen kehitys on yhä siinä vaiheessa, jossa tekoäly ei ymmärrä, milloin tiettyyn ongelmaan ei ole ratkaisua, toiminnalliset häiriöt voivat johtaa tekoälyn tuottamaan vääränlaisia ratkaisuja ja koska se ei pysty selittämään päätöksiään. Tekoälyyn luottaminen on yhä riskialtista. (SAS, n.d.; Borana, 2016)

## 5.1 Tekoölyn eri tyypit

Tekoäly voidaan jakaa eri tyyppeihin, jotka perustuvat tekoölyn eri kykyihin ja toiminnallisuuksiin. Kuva 5 havainnollistaa tekoölyn jakautumista sen tyyppeihin, jotka kertovat sen kyvyistä. Tekoölyn tyyppi-1 kertoo tekoölyn kyvyistä, heikko tekoäly (Narrow AI), yleinen tekoäly (General AI) ja vahva tekoäly (Strong AI). (Javatpoint, n.d.a)



Kuva 5. Tekoölyn eri tyypit.

Heikko tekoäly on tekoölyn tämänhetkinen taso eli se pystyy suorittamaan tehtäviä, joihin se on koulutettu. Virtuaaliset assistentit, kuten Amazon Alexa edustavat heikkoa tekoälyä, koska niiden toiminnallisuus on rajoitettua. Puheen ja kuvan tunnistaminen, verkkokauppasivustojen ostoehdotukset ja itse ajavat autot ovat hyviä esimerkkejä heikosta tekoälystä. (Javatpoint, n.d.a)

Yleinen tekoäly pystyy suorittamaan tehtäviä yhtä tehokkaasti kuin ihminen ja siitä pyritään luomaan ihmistä älykkäämpi ja itsenäisempi ajattelija. Tämä on tekoölyn seuraava askel, jota ei ole kyetty vielä saavuttamaan. Tekoälyä ollaan kehittämässä heikosta tekoälystä yleiseen tekoölyyn, mutta se vaatii paljon työtä, joka voi viedä vielä vuosia ennen kuin saamme tuloksia. (Javatpoint, n.d.a)

Vahva tekoäly on taso, jossa tekoäly on ihmistä älykkäämpi, jolloin se voi suorittaa mitä tahansa tehtäviä paremmin kuin ihminen. Vahva tekoäly on yhä teoreettinen käsite, jossa tekoäly pystyisi tehdä päätöksiä, ajatella, ratkoa, oppia, suunnitella ja kommunikoida itsenäisesti. (Javatpoint, n.d.a)

Tekoälyn tyyppi-2 jakautuu neljään eri toiminnallisuuteen. Reagoivat koneet ovat yleisempiä tekoälyjärjestelmiä, jotka keskittyvät sen hetkisiin tilanteisiin, jolloin se ei ole tallettanut aikaisempaa dataa tai oppinut siitä. Rajallisen muistin tekoälyjärjestelmä pystyy tallettamaan aikaisempaa dataa ja oppimaan siitä toisin kuin reagoivat koneet, mutta vain rajoitetun ajan. Mielen teorian mukaan tekoälyn tulee ymmärtää ihmisten tunteita, uskomuksia ja miten olla vuorovaikutuksessa ihmisten kanssa, mutta tämä tapahtuisi, jos koskaan saavutamme vahvan tekoälyn tason. Itsetietoinen tekoäly viittaa myös vahvaan tekoälyn tasoon, jossa koneilla olisi oma tietoisuus, omat tunteet ja ne olisivat älykkäämpiä kuin ihmiset. Mielen teoria ja itsetietoisuus ovat tekoälyn tyyppejä, jotka ovat vielä hypoteettisia käsitteitä. (Javatpoint, n.d.a)

## 5.2 Neuroverkot

Neuroverkot ovat matemaattisia malleja, joiden toiminta ja rakenne pohjautuvat aivojen toimintaan. Neuroverkko koostuu neuroneista, samalla lailla kuin ihmisen aivot koostuvat neuroneista ja neuronit ovat yhteydessä toisiinsa verkkojen eri kerroksissa. Tekoälyssä neuroverkot yrittävät jäljitellä ihmisaivojen neuroneita, jolloin neuroverkot auttavat tietokoneita käyttäytymään, ymmärtämään ja tekemään päätöksiä ihmisten tavoin. Neuroverkon neuronit tunnetaan myös nimillä ”nodes” tai solmut. (Javatpoint, n.d.b)

Neuroverkon hyötyihin kuuluvat useamman tehtävän suorittaminen samanaikaisesti ja se tallentaa datan verkkoon, ei tietokantaan. Se pystyy myös työskentelemään keskeneräisen tiedolla ja sietämään vikoja. Hyviin puoliin kuuluu myös muistin jakautuminen. Neuroverkon ongelmia ovat

oikeanlaisen verkkorakenteen varmistaminen, ongelmien näyttäminen, verkon keston tuntemattomuus ja tuntematon käyttäytyminen. Se on myös riippuvainen laitteistosta. (Javatpoint, n.d.b)

Neuroverkoissa on syötekerros (input layer), tulostuskerros (output layer) ja piilotettu kerros (hidden layer). Jokaisessa kerroksessa on satoja neurooneita, joihin algoritmi yhdistyy, kun se yrittää saada tuloksia. Algoritmi muuntaa yhteyksiä niin kauan kunnes se ratkaisee, miten haluttu tulos saadaan. (Brenner, 2018)

Painot ovat myös tärkeä käsite puhuttaessa neuroverkoista. Painot ovat joukko mukautuvia parametreja, joita säätämällä neuroverkko oppii ja alkaa saavuttaa haluttuja tuloksia. Neuroverkot vaativat toimiakseen suuria määriä painoja ja niitä voi olla pelkästään yhdessä verkossa satoja miljardeja. Painojen suuren määrän vuoksi neuroverkot ja niiden optimointi vaativat suuren määrän tehoa tarvittavaan laskentaan. Myös opetusdataa tarvitaan suuri määrä. (Elements of Ai, n.d.)

Vahvasti yksinkertaistettuna esimerkkinä voidaan kuvitella pieni ruudukko, johon maalataan raksi tai ympyrä täyttäen ruudukon ruutuja värillä. Tämän jälkeen ruuduille annetaan arvoja 1, 0 tai -1, eli niille annetaan painot. Rasti ja ympyrä erotetaan toisistaan painojen eri summan avulla, eli painot tulee jakaa ruuduille niin, että ympyrän ja rastin värjäämien ruutujen yhteissuma eroaa toisistaan. (Elements of Ai, n.d.)

Nykyaikaisissa neuroverkoissa käytetään konvoluutiokerroksia, jotka ovat hieman edistyneempiä. Konvoluutiokerroksien avulla on mahdollista tunnistaa värjättyjen ja värjäämättömien pikseleiden lisäksi myös esimerkiksi pikseleiden värit. Ne mahdollistavat myös tiettyjen muotojen tunnistamisen ja osaavat etsiä niitä mistä tahansa kuvan alueelta, joka mahdollistaa verkkojen opetuksen vähemmällä määrällä opetusdataa.

Konvoluutiokerroksia käytetään usein neuroverkkojen alimmilla tasoilla, jotka käsittelevät suoraan syötettyjen kuvien pikseleitä. (Elements of Ai, n.d.)

### 5.3 Koneoppiminen

Koneoppiminen ja syväoppiminen ovat tekoälyn ymmärtämisen ja kehittämisen kannalta tärkeitä osa-alueita. Koneoppiminen käyttää algoritmeja tietojen oppimiseen, hankkimiseen ja lopuksi se analysoi niistä saamiaan tietoja, joiden avulla se pystyy toimimaan ennustettavasti. Hakusuositukset ja puheentunnistus ovat esimerkkejä koneoppimisesta hyödyntävästä tekoälystä, esimerkiksi se voi analysoida käyttäjän hakuhistoriaa algoritmeilla, joka voi näkyä käyttäjälle kohdistettuna mainontana hänen viimeaikaisten kiinnostuksiensa mukaan. (Gupta, 2019)

Koneoppiminen voidaan jakaa kolmeen yleisempään menetelmään. Valvotussa oppimisessa koneita opetetaan dataan lisättyjen tunnistetietojen avulla. Valvomattomassa oppimisessa puolestaan koneille syötetään datajoukkoja, joihin ei ole lisätty tunnisteita ja kone pyrkii etsimään niistä toistuvia kuvioita ja yhtäläisyyksiä. Vahvistavassa oppimisessa taas on kysymys koneen oppimisesta sen omien virheiden kautta. Kone analysoi omia yrityksiään, niiden tuloksia ja niiden sisältämiä virheitä ja päättää lopuksi mikä tavoista tuottaa parhaan lopputuloksen. (Microsoft, 2018)

Syväoppiminen on osa koneoppimista, joka jäljittelee ihmisen aivoja ja miten ne prosessoivat tietoa. Syväoppiminen hyödyntää usean kerroksen neuroverkkoja, jossa jokainen kerros lisää informaatiota näin muodostaen datasta erittäin tarkan. Syväoppimisen tavoitteena on ratkaista sille annettuja ongelmia luomalla sopiva algoritmi käyttäen neuroverkkoja hyödykseen. Yksi tunnetuimmista alueista, joissa hyödynnetään syväoppimista, on puheentunnistuspalvelut, kuten Siri, Alexa sekä Google Assistant (Tjoa, 2013). Se käyttäytyy melkein samalla tavalla kuin koneoppiminen, mutta koneoppiminen tarvitsee tehtävän suorittamiseen ohjausta, kun taas

syväoppiminen pystyy suorittamaan tehtäviä ilman ohjausta eli se pystyy oppimaan itsestään. (Gupta, 2019)

#### 5.4 Hakualgoritmit

Koneoppiminen ja syväoppiminen käyttävät hakualgoritmeja hyödykseen tiedon keräämisessä. Hakualgoritmin avulla voidaan etsiä tiettyä dataa muun datan joukosta ja jokainen algoritmi käyttää hakuavainta tiedonhaun yhteydessä. Hakualgoritmin käyttö voi myös vaikuttaa sovelluksen tiedonhaun nopeuteen ja hitauteen. On olemassa erilaisia hakualgoritmeja, joiden suorituskyvyt vaihtelevat sen mukaan mihin dataan niitä käytetään. (Techopedia, n.d.)

Kaikista yksinkertaisin algoritmi on lineaarinen hakualgoritmi, mutta suosituin on binäärinen algoritmi (Techopedia, n.d.). Linearisessa hakualgoritmissa haku suoritetaan kohde kerrallaan järjestyksessä alusta loppuun, kunnes vastaavuus löydetään. Jos vastaavuutta ei löydy, tiedonhaku jatkuu läpi käytävän datan loppuun asti. (Tutorialspoint, n.d.b)

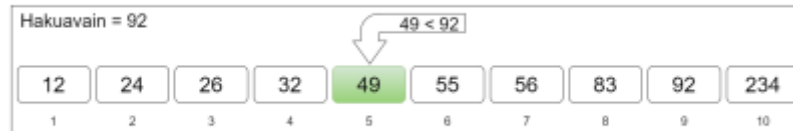
Binääristä hakualgoritmia kykenee käyttämään pelkästään järjestettyjen listojen ja taulukkojen kanssa. Binäärisessä hakualgoritmissa määritetään ensin datan laajuus. Kuvassa 6 järjestetty data on esitetty visuaalisessa muodossa. (Tutorialspoint, n.d.a)

Hakuavain = 92									
12	24	26	32	49	55	56	83	92	234
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Kuva 6. Käsiteltävä data ja haettava arvo.

Tämän jälkeen määritetään datan keskikohta kuvan 7 mukaisesti ja lähdetään liikkeelle siitä. Mikäli keskimäinen arvo on suoraan haettu, se

palautetaan hakutuloksena. Jos keskimäinen arvo ei kuitenkaan vastaa haettua määritetään, onko keskimäinen arvo pienempi vai suurempi kuin haettava arvo. (Tutorialspoint, n.d.a)



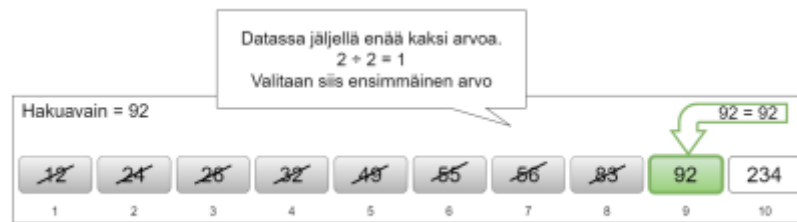
Kuva 7. Binäärinen algoritmi valitsee keskimäisen arvon ja määrittää onko se pienempi vai suurempi kuin hakuavain.

Mikäli arvo on pienempi, voidaan kaikki keskikohtaa edeltävä data jättää huomiotta, koska data on järjestettyä. Jos keskimäinen arvo on puolestaan suurempi, sen jälkeen tulevaa dataa ei käsitellä. Kun puolet datasta on saatu rajattua pois, toistetaan datan puolitus jäljellä olevalle datalle ja tarkastellaan uudestaan keskimäistä arvoa ja määritetään, onko keskimäinen arvo sama, suurempi vai pienempi kuin haettu arvo. Kuvassa 8 havainnollistetaan alkuperäisen datan puolittumista ja uuden keskimäisen arvon määrittämistä. (Tutorialspoint, n.d.a)



Kuva 8. Puolitetusta datasta valitaan keskimäinen arvo ja verrataan sitä hakuavaimen.

Tämä toistuu, kunnes haettava arvo löytyy kuvan 9 mukaisesti tai data loppuu kesken. (Tutorialspoint, n.d.a)



Kuva 9. Binäärinen hakualgoritmi löytää halutun arvon.

Binäärinen algoritmi on siis nopeampaa suurien, järjestettyjen datamäärien kanssa, koska se ei käy kaikkea materiaalia läpi, vaan rajaa sitä tehokkaasti pienemmäksi (Tutorialspoint, n.d.a).



## 6 TEKOÄLYN EETTISYYS

Etiikka on filosofinen ala, jossa yritetään vastata siihen, mikä on oikein tai väärin ja mikä on hyvää tai paha. Etiikassa on 3 eri alalajia. Meta-etiikka tutkii eettisen tiedon mahdollisuuksia ja etiikkaa teoreettisena käsitteenä. Normatiivinen etiikka tutkii moraalisesti oikean toimintatavan määrittämisen keinoja. Soveltava etiikka tutkii mitkä ovat henkilön vastuut ja oikeudet tietyissä tilanteissa. (Rusanen, Nurminen, Raisanen, Tarkoma, Halmetoja, n.d.)

Tekoälyn etiikkaan kohdistuu suurimmaksi osaksi robotit ja muut keinotekoisesti älykkäät laitteet. Sen ongelmia voidaan jaotella kolmeen ryhmään niiden vaikutusajankohdan perusteella. Välittömään ajankohtaan luetaan tähän hetkeen kuuluvat ongelmat esimerkiksi yksityisyydestä tai turvallisuudesta, keskipitkän aikavälin ongelmiin voidaan lukea esimerkiksi lääketieteeseen ja koulutukseen liittyvät tekoälyn ongelmat ja pitkän aikavälin ongelmat liittyvät tekoälyn kehityksen ja toteutuksen päämääriin yhteisössä. (Rusanen, Nurminen, Raisanen, Tarkoma, Halmetoja, n.d.)

Tekoälyn vastuussa pidetään yleensä organisaatiota, sen laillisena ja eettisenä velvollisuutena on ottaa vastuu tekoälyn tekemistä virheistä. Voidaan kuitenkin väitellä, kuka on oikeasti vastuussa tekoälyn tekemistä virheistä. Vaikka tekoäly ei tekisi suoranaisesti virhettä, se on yhä vastuussa virheestä, jos sen olisi voinut estää tapahtumasta. Suurempi paha on tehdä virhe, kuin taas jättää se huomioimatta, mutta niiden laiminlyönti on silti moraaliselta kannalta väärin. Silti kukaan ei voi olla vastuussa kaikista virheistä, mitä ei tee, mukaan lukien tekoälyn omaavat koneet. Jokainen on vastuussa asioista, jotka on tietoisesti päättänyt tehdä tai jättänyt tekemättä. Laillisesti organisaatiolla on vastuu, mutta kenellä on vastuu moraalisesti? (Rusanen, Nurminen, Raisanen, Tarkoma, Halmetoja, n.d.)

Tekoälyn etiikan ainoa ongelma ei ole se kuka on lopuksi vastuussa seurauksista. Yhdeksi ongelmista voi nostaa myös läpinäkyvyyden. Koska tekoälyn toiminta on monimutkaista, on lähes mahdotonta kertoa, kuinka tekoäly on päätenyt lopputulokseen, eli sen päätely ei ole läpinäkyvää. Mikäli tekoälyn annetaan tehdä päätöksiä, rikotaanko silloin ihmisoi- keutta, jonka mukaan ihmisen tulee saada tietää, kuinka ratkaisuun on päädytty ja onko siihen mahdollista vaikuttaa? Voidaan myös kyseenalais- taa, onko tekoäly moraalisesti oikein. Jos jonkin asian toiminnasta ja vai- kutuksista ei tiedetä, on moraalinen vastuu pitää se teljettynä. Onko tieto- pohja tekoälyn toiminnasta, sen päätelystä ja lopputuloksista tarpeeksi vahva? Jos tekoälyn läpinäkyvyyteen puolestaan voisi vaikuttaa, toisiko lä- pinäkyvyyden lisääminen mukanaan uusia ongelmia, jotka liittyvät teko- älyn toiminnan manipuloinnin helppouteen? (Rusanen, Nurminen, Raisa- nen, Tarkoma, Halmetoja, n.d.)

Voidaan nostaa esiin kysymyksiä myös liittyen turvallisuuteen. Voiko teko- älyn avulla luoda turvallisuutta? Kuinka se tehdään? Jos esimerkiksi päädy- tään luomaan järjestelmiä ihmisten tarkkailuun turvallisuuden lisää- miseksi, vaarantaako se ihmisten yksityisyyden ja lisääkö jatkuva tarkkailu vain turvattomuuden tunnetta? Entä kuinka tekoälyn tulisi kohdella yksi- löitä? Onko yhdenvertainen vai oikeudenmukainen lähestymistapa oikea vai ovatko molemmat yhtä oikeita tapoja? Kumpaa tavoista suositaan mis- säkin tilanteessa? (Rusanen, Nurminen, Raisanen, Tarkoma, Halmetoja, n.d.)

Amazon ja kaikki muut yhtiöt, jotka tuottavat virtuaaliassistentteja vanno- vat assistenttien aktivoituvan vain ja ainoastaan herätesanan kuultuaan, jolloin ne eivät siis kuuntele keskusteluita salaa ilman aktivoitumista. On kuitenkin ollut muutamia tapauksia, joissa Alexa on nauhoittanut keskus- teluita. Nämä tapaukset ovat luokiteltu vahingoiksi, jossa Alexa on kuullut herätesanaansa muistuttavan sanan ja aktivoitunut. (Shulevitz, 2018)

Vuoden 2017 lopussa Amazon oli myynyt yli 40 miljoonaa älykaiutinta koteihin ja vuonna 2021 tutkimusyhtiö Ovum ennustaa virtuaaliavustajia olevan yhtä paljon kuin ihmisiä on maapallolla. Amazon ei ole paljastanut minikälaista dataa se kerää, ja mitä se tekee kerätyillä datoilla, joka on aiheuttanut epäilyksiä sen yksityisyydestä. Tämän takia voidaan epäillä yrityksen vakoilevan yksilöiden internethakuja tai jopa ostohistoriaa tai sen nauhoitettavan yksityisiä keskusteluita. (Shulevitz, 2018)

Nykypäivänä Alexa toimii yhä palvelijana, mutta tulevaisuudessa Alexa voi olla paljon muutakin. Tekoälyn kehittyessä pidemmälle tulevaisuudessa virtuaaliassistentit luultavasti saavat enemmän toiminnallisuuksia käyttöönsä, jolloin Alexa voisi toimia jopa esimerkiksi terapeuttina. Koska Alexa on tietokone, eikä ihminen, niin sille on helpompi puhua asioista tuntematta häpeää. Yksi ongelmista siinä on, että kielet ovat yhä tulkinvaraisia kontekstiltaan Alexalle ja sillä kuin muillakin virtuaaliassistentteilla on pitkä matka niiden täydelliseen ymmärtämiseen. (Shulevitz, 2018)

Jotta Alexa voisi toimia terapeuttina, sen tulisi ehkä kyetä ymmärtämään myös tunteita. Jos Alexa koskaan oppisi havaitsemaan tunteet äänensävyyssä ja sen seurauksena tuottamaan tunteita itse, se voisi mahdollistaa empatian ymmärryksen ja ilmaisun. Virtuaaliassistentit voisivat tulevaisuudessa ymmärtää käyttäjien mielialaa ja reagoida empaattisesti näin luoden jonkinlaisen syvän suhteen käyttäjän ja ohjelman välille. Ihmisten tunteiden ymmärtäminen vaatisi kehittyneempää tekoälyä, mutta ihmisten tunteet ovat hyvin monimutkaisia ja niiden ymmärtäminen yhtä monimutkaista. Jokainen ihminen on yksilö, kukaan ei ole samanlainen, jokainen kokee ja ymmärtää tunteet eri lailla kuin toiset. Tunteiden monimutkaisuuden takia on epävarmaa, pystyykö mikään virtuaaliassistentti tunnistamaan tunteita saatikka ymmärtämään niitä kokonaisuudessaan. (Shulevitz, 2018)

Alexa voisi periaatteessa toimia terapeuttina tulevaisuudessa, koska se on ohjelmoitu puhumaan ihmisen tavoin, antaen sille persoonan ja silloin sitä on helpompi kohdella ihmisenä kuin koneena. Tällä hetkellä se ei ole mahdollista, koska tekoäly ei ole kehittynyt niin pitkälle, sen kyky tunnistaa tunteita on toistaiseksi olematonta, tekoälyn eettiselle ongelmille ei ole ratkaisuja ja Alexan sekä Amazonin tapa käsitellä yksityistietoja on loppupeleissä hyvin arvaamatonta. (Shulevitz, 2018).

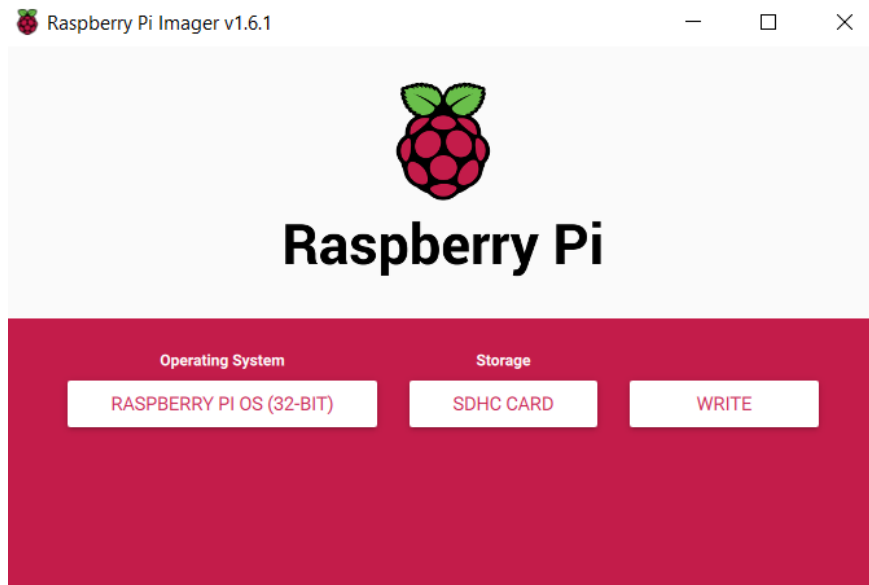
## 7 ASENNUKSET JA KÄYTTÖÖNOTTO

Raspbian-käyttöjärjestelmän pystyy asentamaan monella eri tavalla. Tässä opinnäytetyössä käyttöjärjestelmä asennettiin Raspberry Pi Imager ohjelman avulla, se olisi myös voitu asentaa manuaalisesti, mutta prosessin helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi käytettiin Raspberry Pi Imager ohjelmaa. Lopputuloksen kannalta ei ole väliä asennetaanko Raspberry Pi -käyttöjärjestelmä manuaalisesti tai Imager-ohjelmaa käyttäen. Molempia asennustapoja varten tarvitaan tietokone, jossa on SD-kortin lukija. Raspberry Pi:lle on olemassa muitakin ilmaisia käyttöjärjestelmiä kuin Raspbian, mutta Amazon tukee Alexan asennusta Raspbian-käyttöjärjestelmälle. Raspbian-käyttöjärjestelmän lisäksi Amazon Alexan asennus vaatii (Raspberry, n.d.):

- Raspberry Pi 3 tai 4 mallin
- Minimissään 8GB kokoisen SD-kortin
- Mikrofonin
- Äänentoistolaite
- Tietokonehiiri ja näppäimistö
- Näyttö tai SSH-yhteys
- Internetyhteys

### 7.1 Raspberry Pi:n asennus

Raspberry Pi Imager-sovellus ladataan ja asennetaan tietokoneelle, jossa on SD-kortin lukija. Sovelluksen pystyy lataamaan Raspberry Pi:n omilta sivuilta, osoitteesta: <https://www.raspberrypi.org/>. Laitetaan minimissään 8GB SD-kortti tietokoneen lukijaan ja käynnistetään Raspberry Pi Imager-sovellus. Kun Imager-sovellus käynnistetään, kuvan 10 mukainen ikkuna avautuu, jossa voidaan valita haluttu käyttöjärjestelmä (Raspberry Pi OS 32-bit) ja mille tallennuslaitteelle käyttöjärjestelmän halutaan asentaa. Asennuksessa menee muutama minuutti, jonka valmistuttua SD-kortti voidaan poistaa tietokoneesta. (Raspberry, n.d.)



*Kuva 10. Raspberry Pi Imager.*

SD-kortti liitetään Raspberry Pi -laitteeseen. Ensimmäinen käynnistys voi kestää pari minuuttia, kun Raspberry Pi valmistelee käyttöjärjestelmää. Järjestelmän valmistuttua avautuu näytölle Raspbian-työpöytäkymä, jossa se toivottaa käyttäjän tervetulleeksi ja samalla järjestelmä pyytää määrittämään maan, kielen, uuden salasanan ja käytettävän internetyhteyden. Määritysten jälkeen Raspberry Pi käynnistää itsensä uudelleen ottaakseen uudet asetukset käyttöön. Uudelleenkäynnistyksen jälkeen kannattaa varmistaa käyttöjärjestelmän ja sen komponenttien ajantasaisuus, se tehdään käynnistämällä terminaali ja antamalla seuraavat komennot:

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get upgrade
```

Näiden komentojen suorittamisen jälkeen Raspberry Pi on valmiina käyttöön otettavaksi.

SSH-yhteys voi helpottaa Raspberry Pi:n käyttöä, mutta se ei ole pakollista. SSH-yhteyden avulla on mahdollista ajaa terminaalikomentoja Raspberry Pi:n terminaalissa toisen tietokoneen välityksellä. Yhdistetään Raspberry Pi -laite samaan verkkoon etäyhteyttä ottavan tietokoneen kanssa. Raspberry Pi:n konfiguraatioasetuksista "Interfaces"-välilehdeltä aktivoidaan SSH-yhteys. Tämän jälkeen otetaan muistiin Raspberry Pi:n ip-osoite, joka saadaan näkyville syöttämällä seuraava komento terminaalissa:

```
hostname -I
```

Mikäli etäyhteyden ottoon käytetään Windows 10-käyttöjärjestelmää SSH-asiakasohjelmaa ei ole välttämättä otettu käyttöön oletuksena. Asiakasohjelma otetaan käyttöön polusta: Asetukset → Sovellukset → Sovellukset ja ominaisuudet → Valinnaiset ominaisuudet → OpenSSH Client. Jos asiakasohjelma ei ole asennettu, se asennetaan. Avataan etäyhteyttä ottavalla tietokoneella terminaali ja syötetään seuraavat komennot:

```
SSH pi@ip-osoite
```

Komennon IP-osoite korvataan Raspberry Pi:n ip-osoitteella. Komennon syöttämisen jälkeen terminaali pyytää Raspberry Pi:lle asetettua salasanaa ja sen syöttämisen jälkeen, etäyhteys on luotu ja voidaan ajaa komentoja Raspberry Pi:n terminaalissa käyttäen toista tietokonetta.

## 7.2 Amazon Alexan asennus

Asennus tehtiin Amazonin tarjoamien virallisten ohjeiden avulla (Amazon Alexa, n.d.). Ennen kuin Amazon Alexan asennus aloitetaan Raspberry Pi:lle pitää luoda Amazon developer-käyttäjätunnukset, joiden kautta Raspberry Pi voidaan rekisteröidä tuotteeksi, joka käyttää Alexan puheohjausta. Kuvan 11 mukaisessa rekisteröinnissä pitää kirjoittaa tuotteen tiedot, näistä kohdista tärkeimpiä ovat:

- Tuotteen nimi ja sen ID
- Tuotteen tyyppi: Device with Alexa built-in
- Tuotteen kategoria: Other
- Kuinka käytät tuotetta: Hands-free
- Käytätkö tuotetta mainontaan: ei
- Käytätkö tuotetta yritystoiminnassa: ei



## Product information



Tell us about what you're building. Providing accurate information will help provide access to right resources. You can edit this information at any time.

Product information  
Tell us about your Product

Product name \*

Aleksan opinnäytetyö

Product ID \*

RaspberryAlexa

Please select your product type. \*

**Application with Alexa built-in**  
A standalone app. This includes apps on the web, Android, Kindle, iOS, FireTV, AppleTV, etc.

**Device with Alexa built-in**  
Physical product with the potential to have buttons, knobs, a touch screen, etc. Examples are speakers, headsets, televisions, set top boxes, appliances, etc. Includes Alexa Mobile Accessories.

**Alexa Gadget**  
An accessory that connects to a compatible Echo device via Bluetooth. For example, an animatronic that moves a motor in response to sound, or lights up if a notification arrives. [Learn More](#)

Kuva 11. Raspberry Pi:n rekisteröinti (Amazon Alexa, n.d.).

Tuotteen rekisteröinnin jälkeen, sille pitää luoda turvallisuusprofiili, joissa pyydetään samanlaisia tietoja. Tämän jälkeen välilehdellä "Other devices and platforms" annetaan Asiakas ID-nimi, jonka jälkeen se generoi Asiakas ID-tunnuksen, ja tunnus ladataan *config.json*-tiedostona. Tämä tiedosto lisätään Raspberry Pi */home/pi/* tiedostopolkuun. Tietojen kirjaamisen jälkeen hyväksytään sopimusehdot ja nyt Amazon Alexa on rekisteröity Raspberry Pi:hin ja sen voi ottaa käyttöön.

Seuraava askel on ladata SDK-konfiguraatioskriptit Raspberry Pi:lle GitHubista. Skriptin on tarkoitus asentaa kaikki vaadittavat riippuvuudet laitteelle. Avataan terminaali ja kirjoitetaan seuraavat komennot:

```
cd/home/pi/
```

```
wget https://raw.githubusercontent.com/alexa/avs-device-sdk/master/tools/Install/setup.sh
```

```
wget https://raw.githubusercontent.com/alexa/avs-device-sdk/master/tools/Install/genConfig.sh
```

```
wget https://raw.githubusercontent.com/alexa/avs-device-sdk/master/tools/Install/pi.sh
```

Kun skriptit on ladattu, pystytään ajamaan asennusskripti. Ajetaan *setup.sh*-skripti käyttäen *config.json*-tiedostoa ja laitteen sarjanumeroa parametreinä:

```
sudo bash setup.sh config.json [-s 1234]
```

Skriptin syöttämisen jälkeen, asennuksen aikana ilmestyy kaksi käyttöehtosopimusta, jotka hyväksytään. Asennus saattaa kestää yli 20 minuuttia ja sen asennettua pitäisi ilmestyä terminaaliin viesti, jossa kerrotaan asennuksen onnistumisesta. Tämän jälkeen Alexa voidaan käynnistää komennolla:

```
sudo bash startsample.sh
```

Viesti ilmestyy terminaaliin, jossa näkyy osoite ja vahvistuskoodi Alexan aktivoimiseen. Osoite avataan selaimessa ja kirjaudutaan Amazon developer-tunnuksilla, jonka jälkeen syötetään vahvistuskoodit. Tämän jälkeen terminaaliin ilmestyy viesti, jossa ilmoitetaan Alexan aktivoinnista. Nyt Alexan kanssa voi keskustella.

Tätä opinnäytetyötä tehdessä *setup.sh* ei toiminut tarkoitetulla tavalla. Asennusskriptin ladattua hetken aikaa terminaaliin ilmestyi seuraavanlainen virheviesti:

```
Fatal error: curl/curl.h: No such file or directory
#include <curl/curl.h>
```

Asennusskripti oli asentanut jonkin version *curl*-riippuvuudesta, mutta se ei suostunut toimimaan oikein. Ratkaisu tähän ongelmaan löytyi keskustelufoorumilta nimimerkiltä phonnik, joka ehdotti libcurl4-asennusta tällä komennolla (phonnik, 2020):

```
sudo apt-get install libcurl4-openssl-dev
```

Libcurl4:n asennettua asennuskripti ajettiin uudelleen, jolloin se lähti asentamaan niin kuin pitäisikin. Asennus jäi kuitenkin jumiin 90 % kohdalla, Amazonin sivut varoittavat tästä ongelmasta ja ohjeistavat laitteen sammuttamiseen ja jäähdyttämiseen hetken aikaa, jonka jälkeen voi kokeilla ajaa asennuskriptin uudestaan (Amazon Alexa, n.d.). Useammasta kokeilusta huolimatta tämä ei auttanut, vaan lataus yhä pysyi jäätyneenä 90 % kohdalla. Erään käyttäjän kommentti opasti SDK-kokoamisen manuaalisesti ongelman korjaamiseksi (NewUser-1826fd97-f73c-48b4-8d16-c387face0b27, 2020). SDK:n kokoaminen manuaalisesti tapahtuu komennoilla:

```
cd /home/pi/build
cmake /home/pi/avs-device-sdk \
  -DSENSORY_KEY_WORD_DETECTOR=ON \
  -DSENSORY_KEY_WORD_DETECTOR_LIB_PATH=/home/pi/third-
party/alexa-rpi/lib/libsnsr.a \
-
DSENSORY_KEY_WORD_DETECTOR_INCLUDE_DIR=/home/pi/third
-party/alexa-rpi/include \
  -DGSTREAMER_MEDIA_PLAYER=ON \
  -DPORTAUDIO=ON \
  -DPORTAUDIO_LIB_PATH=/home/pi/third-
party/portaudio/lib/.libs/libportaudio.a \
  -DPORTAUDIO_INCLUDE_DIR=/home/pi/third-
party/portaudio/include

make

cd ..
```

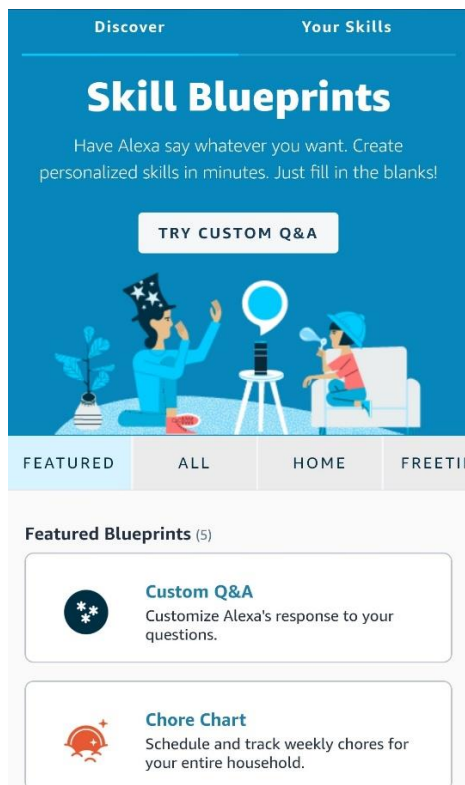
Tämän jälkeen asennuskripti ajettiin uudestaan ja se asensi Alexan onnistuneesti Raspberry Pi -laitteelle. (Amazon Alexa, n.d.)

## 8 TOIMINNALLISUUS ALEXASSA

Raspberry Pi:hin asennettu Alexa toimii terminaalin kautta ja näkyy pelkkänä koodina, eikä sillä ole käyttöliittymää. Alexa toimii Raspberry Pi:ssä lähes samoin tavoin kuin Amazonin virallisissa tuotteissa, mutta siinä on muutamia poikkeuksia, kuten soittojen ja viestin tekeminen ei ole mahdollista, yhteyden muodostaminen toiseen Alexa-tuotteeseen ei onnistu, muiden älylaitteiden kontrollointi mahdotonta ja Raspberry Pi:lle asennettuja äänikomentoja vastaanottava kirjasto pitää päivittää 120 päivän välein. Tällöin myös Raspberry Pi täytyy linkittää uudelleen. Suurimmaksi osaksi Alexan ääniohjaukseen Raspberry Pi:ssä kuuluu sen perustoiminnot, kysymyksiin vastaaminen, erilaiset pelit ja viihdyttäminen. (GitHub, n.d.)

Opinnäytetyötä tehdessä, Alexan ääniohjausta testattiin Raspberry Pi:llä yleisillä komennoilla, kuten kellonajan kysymisellä "Alexa, what is the time?" ja uutisten tiedustelulla "Alexa, get the latest news" sekä sitä pyydettiin kertomaan vitsejä "Alexa, tell a joke". Alexalta voi myös pyytää ohjeistusta sen omista toiminnallisuuksista "Alexa, help me get started" ja se kertoo myös ajoittain omatoimisesti vinkkejä toimintojen käyttämiseen. Testattiin myös Alexan pelitaitoja triviaan muodossa "Alexa, open Trivia Battle" ja muita hauskoja toimintoja, kuten interaktiivisia tarinatuokioita "Alexa, open the magic door".

Alexaa testattiin myös lisäämällä sille oma kysymys ja siihen vastaus käyttäen Alexa (Beta)-sovellusta. Kysymyksen lisääminen tapahtuu avaamalla sovelluksen, jonka jälkeen klikkaat "More"-välilehteä ja valitset "Blueprints". Avautuu kuvan 12 mukainen näkymä.



Kuva 12. Omien kysymyksien ja vastauksien luominen Alexaan.

Tätä kautta on mahdollista lisätä Alexalle monia mukautettuja taitoja, joista valittiin testausta tehdessä ”Custom Q&A”. Avautuu kuvan 13 mukainen näkymä, jossa on omat kenttensä sekä kysymykselle, että vastaukselle. Täydennetään haluttu kysymys kysymyskenttään ja vastauskenttään kirjoitetaan vastaus mitä Alexalta halutaan saada syötettyä kysymystä kysyttäessä. Keskimmäiseen tekstikenttään on myös lisätä vaihtoehtoinen tapa kysyä sama kysymys. Sovellus automaattisesti tallentaa kirjoitetut tekstit ja toiminto astuu voimaan välittömästi.

**How to use**

*Write the questions you want to ask and the answers you want Alexa to say. When you're ready, ask Alexa your questions exactly as you wrote them.*

Tips: 1. You can customize the questions below, add your own, or start from scratch. 2. Alexa is still learning names of people and long phrases, so use simple words and keep it short. 3. If your questions match common Alexa commands (e.g. "Alexa, what's up?"), your personalized answer will become the new default response.

When you say: "Alexa, what's up?" ✕

*Add another way to ask this question*

Alexa will say:

The sky.

[+ ADD Q&A](#)

Kuva 13. "Custom Q&A" näkymä Alexa (Beta)-sovelluksessa.

Kaikkia edistyneempiä ominaisuuksia ei pystytty testaamaan Alexalla, koska tarvittavaa laitteistoa ei ollut saatavilla. Tästä syystä esimerkiksi valaisimien tai älykkäiden kodinkoneiden kontrollointia ei käyty läpi tässä opinnäytetyössä.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä käytiin läpi Raspberry Pi:n ja Amazon Alexaan liittyvät käsitteet ja saatiin opinnäytetyössä asetetuille tutkimuskysymyksille vastaukset. Raspberry Pi on yhden piirilevyn minitietokone ja sen käyttämiseen tarvitsee vain vähintään 8GB SD-kortin, laturin, näppäimistön, tietokonehiiren ja näytön. Siihen asennettiin skripteillä Amazonin virtuaalinen avustaja Alexa, joka suorittaa toimintoja käyttäjän komentojen mukaan. Alexan toiminnallisuus Raspberry Pi:ssä on samanlainen kuin muissa tuotteissa, joissa on Alexan puheohjaus asennettuna, lukuun ottamatta paria ominaisuutta.

Raspberry Pi on helposti käyttöönotettava tietokone, joka sopii hyvin aloittelijalle käyttöön. Siihen on helppo asentaa käyttöjärjestelmä SD-kortin avulla ja sitä voi muun muassa käyttää koodauksen opetteluun, digitaalisena kuvakehyksenä tai robottien ohjaamiseen. Laitteelle on tarjolla ilmaisia käyttöliittymiä, mistä valita haluamansa ja se on myös edullinen kasata käyttöön kuin mitä isompi pöytäkone. Asia mihin kannattaa kiinnittää huomiota on siihen liitettävän SD-kortin muistin koko, sillä liian pieni muisti voi hidastaa koneen toimintaa.

Alexa on tämänhetkisten markkinoiden suosituin puheohjauksella toimiva virtuaaliassistentti, jonka päämäärä on helpottaa ihmisten elämää. Alexan asennus Raspberry Pi:lle on yksinkertaista tehdä, mutta asennuksessa saattaa kestää pitkään. Asennuksen yhteydessä voi ilmetä pari ongelmaa, mutta niiden ratkaisuun löytyy usein apua hakemalla tietoa internetistä. Alexan kanssa keskusteleminen oli selkeää ja se ymmärsi komentoja ongelmitta. Kaikkia ominaisuuksia ei pystynyt käyttämään Raspberry Pi:ssä, mutta enemmän ominaisuuksia sai näkyville Alexa (Beta)-puhelinsovelluksen kautta ja Alexa toimi hyvin myös puhelinsovelluksena. Joidenkin ominaisuuksien käyttö on rajoitettua tietyissä maissa, mutta tämä voi muuttua tulevaisuudessa.



Opinnäytetyössä tehdyt asiat voi suorittaa myös käyttäen muita virtuaaliassistentteja, kuten Google Assistant, Cortana tai jopa Siri. Alexan toiminnot käytiin yleisellä tasolla läpi, koska toimintoja on paljon ja niiden testaamiseen menisi kauan eikä opinnäytetyötä tehdessä ollut käytössä välineitä, jotka olisivat mahdollistaneet toimintojen laajemman testaamisen. Opinnäytetyön vieminen tästä pidemmälle on mahdollista, keskittymällä yksilöä kiinnostavaan aiheeseen tai toiminnallisuuteen, esimerkiksi älykodin kontrollointiin.

Alexa on hyvin kätevä ja hyödyllinen virtuaaliassistentti, joka helpottaa jokapäiväistä arkea. Sillä on pääsy valtavaan määrään tietoa, joka on saatavilla puhekomentojen avulla, milloin vain. Alexa on myös kätevä, koska siihen pystyy yhdistämään muutkin kodin älylaitteet ja ohjaamaan niitä Alexan kautta. On vielä epäselvää, mihin kaikkeen Alexa voi kyetä tulevaisuudessa. Siihen liittyy myös huolia yksityisyydestä sekä paljon eettisiä ja moraalisia kysymyksiä, joihin vastaaminen voi olla hyvin vaikeaa. Tällä hetkellä ongelmat eivät kuitenkaan ole vielä ajankohtaisia ja teknologian kehittyessä niihin voidaan löytää ratkaisuja, jolloin Alexasta voisi tulla muutakin kuin pelkkä ääni kaiuttimessa.

## LÄHTEET

Agarwal.T, (n.d.). Different Types of Raspberry Pi Boards Models and Its Uses

Haettu 23.01.2020 osoitteesta <https://www.efxkits.us/different-types-of-raspberry-pi-boards-its-application/>

Amazon Alexa (n.d.). Set Up the AVS Device SDK on Raspberry Pi with a Script

Haettu 8.5.2020 osoitteesta: <https://developer.amazon.com/en-US/docs/alexa/avs-device-sdk/raspberry-pi-script.html>

Amazon (n.d.). When is Alexa Listening?

Haettu 13.5.2021 osoitteesta: <https://www.amazon.com/is-alexa-always-listening/b?ie=UTF8&node=21137869011>

Archer, J (2.1.2021). Alexa in 2021: Here's what to expect.

Haettu 14.5.2021 osoitteesta: <https://www.tomsguide.com/features/what-to-expect-from-alexa-in-2021>

Borana. J (2016). Applications of Artificial Intelligence & Associated Technologies

Brenner, M (23.1.2018). Artificial Neural Networks: What Every Marketer Should Know

Haettu 18.5.2021 osoitteesta: <https://marketinginsidergroup.com/content-marketing/artificial-neural-networks-every-marketer-know/>

Dennis. A (2016). *Raspberry Pi Computer Architecture Essentials*  
Yhdistynyt Kuningaskunta: Packt.

Elements of Ai, (n.d.). Neuroverkot

Haettu 19.5.2021 osoitteesta: <https://course.elementsofai.com/fi/5>

Experian. (18.5.2016). 12 tips to safeguard the Internet of Things

Haettu 5.3.2020 osoitteesta <https://www.experian.com/blogs/insights/2016/05/12-tips-to-safeguard-security-from-the-internet-of-things/>

GitHub (n.d.). Alexa-rpi. Päivitetty 4.12.2019.

Haettu 13.5.2021 osoitteesta: <https://github.com/Sensory/alexarpi#license>

Gupta. N (31.7.2019). Difference between Artificial Intelligence, Machine learning, and deep learning

Haettu 8.5.2020 osoitteesta <https://hackernoon.com/difference-between-artificial-intelligence-machine-learning-and-deep-learning-1pcv3zeg>

Innoneur, (n.d.). Intelligence Enabled Solutions

Haettu 6.5.2021 osoitteesta <https://www.innoneur.com/services/intelligence-enabled-solutions/>

Javatpoint, (n.d.a). Types of Artificial Intelligence

Haettu 7.5.2020 osoitteesta <https://www.javatpoint.com/types-of-artificial-intelligence>

Javatpoint, (n.d.b). Artificial Neural Network Tutorial

Haettu 18.5.2021 osoitteesta: <https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network>

Kimkomando, (6.10.2018). 6 pro Alexa skills you'll use every day

Haettu 13.5.2021 osoitteesta: <https://www.komando.com/kims-column/6-pro-alexaskills-youll-use-every-day/495201/>

Microsoft, (25.7.2018). Tekoälyn perusteet: koneoppiminen, työn tulevaisuus ja hyvä vai paha tekoäly

Haettu 18.5.2021 osoitteesta: <https://news.microsoft.com/fi-fi/2018/07/25/tekoalyn-perusteet-koneoppiminen-tyon-tulevaisuus-ja-hyva-vai-paha-tekoaly/>

Morgan, J. (13.5.2014). A Simple Explanation Of 'The Internet Of Things'

Haettu 5.3.2020 osoitteesta <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#23df65821d09>

NewUser-1826fd97-f73c-48b4-8d16-c387face0b27 (14.5.2020). Re: AVS Device SDK fails at 95% Raspberry Pi 3 B+ building CXX Object SampleApp [Kysymys foorumilla].

Haettu 8.5.2021 osoitteesta: <https://forums.developer.amazon.com/questions/225434/avs-device-sdk-fails-at-95-raspberry-pi-3-buildi.html?childToView=226697#answer-226697>

Oracle, (n.d.). What Is IoT?

Haettu 7.5.2021 osoitteesta <https://www.oracle.com/in/internet-of-things/what-is-iot/>

Panchal, P. (27.10.2018). Re: What is the story behind the name of Alexa.com? [Kysymys keskustelufoorumilla].

Haettu 5.3.2020 osoitteesta <https://www.quora.com/How-did-Amazons-voice-assistant-get-the-name-Alexa>

Philips, (n.d.). Hue toimii kätevästi ääniohjauksella Alexan kanssa

Haettu 18.02.2020 osoitteesta <https://www2.meethue.com/fi-fi/friends-of-hue/amazon-alexa>

phonnik (23.12.2020). Re: fatal error: curl/curl.h: File or directory not found [Suljettu ongelma GitHubissa].

Haettu 8.5.2021 osoitteesta: <https://github.com/alexa/avs-device-sdk/issues/1850#issuecomment-750477633>

Power, (n.d.). Älykkäät kodinkoneet helpottavat arkea!

Haettu 6.5.2021 osoitteesta: <https://www.power.fi/artikkelit/tieto-ja-tekniikka/alykkaat-kodinkoneet-helpottavat-arkea/>

Prospero, M (24.9.2020). Alexa Guard Plus gives Abode security systems a huge boost

Haettu 14.5.2021 osoitteesta: <https://www.tomsguide.com/news/alexa-guard-pro-gives-abode-security-systems-a-huge-boost>

Raspberrypi, (n.d.). Raspberry Pi OS

Haettu 8.5.2021 osoitteesta: <https://www.raspberrypi.org/software/>

Reisinger, D. (n.d.). Who (or What) Is Alexa? We Explain Amazon's Digital Assistant

Haettu 10.02.2020 osoitteesta <https://www.tomsguide.com/us/amazon-alexa-faq,review-4016.html>

Rusanen. A, Nurminen. J, Raisanen. S, Tarkoma. S, Halmetoja. S (n.d.).

Welcome to the Ethics of AI!

Haettu 20.5.2021 osoitteesta: <https://ethics-of-ai.mooc.fi/>

SAS, (n.d.). Artificial intelligence, What it is and why it matters

Haettu 20.02.2020 osoitteesta [https://www.sas.com/en\\_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html](https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html)

Shulevitz. J (Marraskuu 2018). ALEXA, SHOULD WE TRUST YOU?

Haettu 19.5.2021 osoitteesta: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2018/11/alexa-how-will-you-change-us/570844/>

Summalinguae, (21.4.2021). Language Support in Voice Assistants Compared

Haettu 7.5.2021 osoitteesta: <https://summalinguae.com/language-technology/language-support-voice-assistants-compared/>

Techopedia, (n.d.). Search Algorithm

Haettu 18.5.2021 osoitteesta: <https://www.techopedia.com/definition/21975/search-algorithm>

Tjoa. S (Kesäkuu 2013). Introduction to deep learning

Tutorialspoint, (n.d.a). Data Structure and Algorithms Binary Search

Haettu 18.5.2021 osoitteesta: [https://www.tutorialspoint.com/data\\_structures\\_algorithms/binary\\_search\\_algorithm.htm](https://www.tutorialspoint.com/data_structures_algorithms/binary_search_algorithm.htm)

Tutorialspoint, (n.d.b). Data Structure and Algorithms Linear Search

Haettu 18.5.2021 osoitteesta: [https://www.tutorialspoint.com/data\\_structures\\_algorithms/linear\\_search\\_algorithm.htm](https://www.tutorialspoint.com/data_structures_algorithms/linear_search_algorithm.htm)

Vadelma Pii, (n.d.). Raspberry Pi 3 Model B+ – tietokone

Haettu 04.02.2020 osoitteesta <https://hki.vadelmapii.com/tuote/raspberry-pi-3-model-b-tietokone/>