Lähettäjän viite: Lausuntopyyntö E 62/2021 vp / Aihe: Mitä tekoäly on?
Lausunnon pyytäjä: Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta

E 62/2021 vp / Lausuntopyyntö

Kiitän mahdollisuudesta antaa lausunto alla kuvatusta asiakokonaisuudesta:

> Tulevaisuusvaliokunta on yhdistänyt alla olevan 4 asian käsittelyn:
> Asia: E 62/2021 vp Valtioneuvoston selvitys: Komission tiedonanto: Tiedonanto eurooppalaisesta lähestymistavasta tekoälyyn
> Asia E 48/2021 vp Valtioneuvoston selvitys: Komission tiedonanto: 2030 digitaalinen kompassi: eurooppalainen lähestymistapa digitaalista vuosikymmentä varten
> Asia: E 86/2021 vp Valtioneuvoston selvitys: Ennakkovaikuttaminen: Euroopan unionin datasäädös
> Asia: U 28/2021 vp Valtioneuvoston kirjelmä eduskunnalle komission ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi tekoälyn harmonisoiduksi sääntelyksi (Artificial Intelligence Act)

Minulle kohdistettu erityiskysymys kuuluu: **Aihe: Mitä tekoäly on?**

Tekoäly nähdään yhtenä merkittävimmistä teknologisista muutosvoimista. Aiheeseen liitetään yhtäältä suuria toiveita esimerkiksi talouden kasvusta, ympäristön muutosten hallinnasta sekä lääketieteen ja muiden alojen tieteellisistä läpimurroista, mutta toisaalta uhkakuvia massatyöttömyydestä, eriarvoistumisesta, valvontayhteiskunnasta ja jopa perustavaa laatua olevasta uhasta ihmiskunnalle. On siis syytä yrittää selvittää, mitä tekoäly on.

Tekoälyn historia tieteenalana ulottuu 1950-luvulle. Tutkijat asettivat tavoitteeksi ihmisen kaltaiseen päättelyyn, järkeilyyn ja toimintaan pystyvien keinotekoisten (artificial) järjestelmien rakentamiseen. Vasta kehitettyjen tietokoneiden yhdistäminen kehittyviin kognitiotieteisiin, perinteiseen logiikkaan, lingvistiikkaan ja muihin tutkimusaloihin arveltiin tuottavan keinotekoista älykkyyttä suhteellisen piankin. Tie kohti tavoitetta osoittautui kuitenkin pidemmäksi ja vaikeammaksi kuin liki 70 vuotta sitten luultiin (AI 100, 2021). Matkan varrella maalia on siirretty – ihmisen kaltainen älykkyys on edelleen kaukana, mutta pitkälti tekoälytutkimuksen ansiosta meillä on hakukoneita, joiden ansiosta tieto on helpommin saatavilla kuin koskaan, lähes itsenäisesti ajavia autoja ja nopeaa rokotekehitystä vastaamassa pandemioiden uhkiin.

Tekoälyä on hyvin vaikea määritellä, eikä yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää tiedeyhteisön piirissä olekaan pystytty muodostamaan. Perusongelma on se, että luonnollista älykkyyttäkään ei ole onnistuttu määrittelemään yleispätevästi. Seuraava määritelmä on käyttökelpoinen: **tekoäly on keinotekoinen järjestelmä, joka kykenee oppimaan ympäristöstään ja muuttamaan toimintaansa oppimisen perusteella.** Purkamalla määritelmää hieman pääsemme syvemmälle sen sisältöön. Keinotekoisen järjestelmän ydin on nykyratkaisuissa tietokoneohjelma, mutta tulevaisuudessa se voi olla muutakin. Ohjelma toimii tietokoneessa, ja se voi saada tietoa ympäristöstä antureiltaan, esimerkiksi kameralla. Se voi vaikuttaa ympäristöönsä, esimerkiksi suoraan ohjaamalla robottia tai välillisesti avustamalla ihmistä päätöksenteossa. Oppiva tekoälyohjelma muuttaa itse säätöarvojaan tai koodiaan niin, että sen tuottamat tulokset palvelevat paremmin sille annettua tavoitetta. Ympäristö ja toiminta voi olla puhtaasti digitaalinen, tai konkreettinen kuten tehdas tai autotie.

Tekoäly voidaan karkeasti jakaa suppeaan (heikkoon) ja yleiseen (vahvaan) tekoälyyn. Edellinen on se, mitä käytännössä on nyt pystytty toteuttamaan, jälkimmäinen taas on tavoite, johon voidaan pitemmällä tähtäimellä pyrkiä. Vahva tekoäly on myös paljon esillä tieteiskirjallisuudessa ja -elokuvissa. Näitä ei ole syytä ylenkatsoa, koska niiden avulla päättäjät, kansalaiset ja tutkijat voivat pohtia haluttuja ja ei-toivottuja kehityssuuntia. Toinen tapa jaotella tekoälyä on esitetty Tekoälyn kokonaiskuva ja kansallinen osaamiskartoitus -selvityksen loppuraportissa (2019), jossa tekoäly jäsennetään kymmeneksi osaamisalueeksi data-analyysistä robotiikkaan.

Toinen tapa jaotella tekoäly osa-alueisiin on jakaa se tieteellisten koulukuntien mukaan datapohjaiseen, symboliseen ja ”kehollistettuun” (embodied AI) tekoälyyn. Taulukko 1 (Ailisto 2018) kuvaa tämän jaottelun.

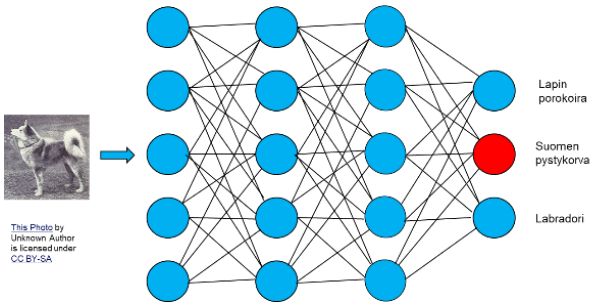
Taulukko 1. Tekoälyn koulukunnat ja menetelmät

<table>
<tr><th colspan="5">Tekoälyn koulukunnat ja menetelmät
(kaikkia menetelmiä ei luetella, vain keskeiset esimerkit)</th></tr>
<tr><th colspan="3">Datapohjaiset menetelmät
~ ”Connectionistic” –koulukunta</th><th>Symbolinen tekoäly
~Klassinen koulukunta</th><th>”Kehollistettu tekoäly”
~Embodied AI</th></tr>
<tr><td>Ohjattu oppiminen</td><td>Ohjaamaton oppiminen</td><td>Muut</td><td>Semantiikka, ontologiat</td><td rowspan="8">Korostaa liikkumisen ja ”älyn” yhteyttä</td></tr>
<tr><td>Lineaarinen regressio</td><td>PCA, LCA</td><td rowspan="7">Geneettiset algoritmit</td><td>Edellisiin perustuva logiikka</td></tr>
<tr><td>Neuroverkot</td><td>Neuroverkot</td><td>Haku (search)</td></tr>
<tr><td>Tukivektorikoneet SVM</td><td>SOM</td><td>Suunnittelu (Planning)</td></tr>
<tr><td>Logistinen regresessio</td><td>Poikkeavuuksien havaitseminen</td><td rowspan="2">Päätöspuut, asiantuntijajärjestelmät</td></tr>
<tr><td>Lineaarinen erotteluanalyysi LDA</td><td>GAN-verkot</td></tr>
</table>

Nyt käytössä olevat tekoälyratkaisut perustuvat hyvin suurelta osin ns. koneoppimiseen. Koneoppiminen on datapohjainen menetelmä ja sillä tarkoitetaan algoritmeja, jotka kykenevät oppimaan datasta ja parantamaan toimintaansa. Koneoppiminen toteutetaan tietokoneohjelmilla. Koneoppiminen kuitenkin poikkea perinteisestä ohjelmoinnista, jossa kaikki muutokset tekee ohjelmoija miettien yksityiskohtaisesti, miten ohjelman on reagoitava eri tilanteissa. Koneoppivalle algoritmille ohjelmoija luo mekanismin, jonka avulla se oppii datasta, muokaten – tietyissä suppeissa rajoissa – itse itseään.

Koneoppiminen soveltuu erityisen hyvin aikasarjojen ennustamiseen ja hahmontunnistukseen. Aikasarja voi olla esimerkiksi Suomen sähkönkulutus ensi viikon aikana, hahmontunnistuksesta hyvä esimerkki on hienoisen poikkeaman havaitseminen potilaan röntgenkuvasta.

Koneoppivien menetelmien kenttää hallitsevat nyt keinotekoiset neuroverkot, ja erityisesti ns. syvät neuroverkot. Keinotekoinen neuroverkko on etäisellä tavalla ihmisen aivosoluja muistuttava laskentamalli, joko on toteutettu tietokoneohjelmana. Neuroverkko koostuu suuresta määrästä alkeellisia laskentaosasia, ”neuroneja”, jotka liittyvät toisiin neuroneihin (kuva 1). Neuronit on järjestetty kerroksiksi, jotka muodostavat eräänlaisen putken tai liukuhihnan, jossa edellisen kerroksen ulostulo on seuraavan syöte. Käytössä neuroverkon alkupäähän syötetään data, esimerkiksi koiraa esittävän kuvan pikselit, ja syöte etenee kerros kerrokselta liukuhihnan läpi tuottaen toisessa päässä toivottavasti halutun tuloksen, esimerkiksi tunnistuksen kuvan aiheesta: ”tämä on suomenpystykorva”.



Kuva 1. Neuroverkko kuvantunnistuksessa

Neuroverkon varsinainen ydin on opetusalgoritmi, joka opetusvaiheen aikana muokkaa kussakin alkeellisessa laskentaosasessa (neuronissa) olevia kertoimia vähitellen niin, että neuroverkko antaa oikeita tuloksia. Opetusvaiheessa neuroverkolle syötetään opetusdataa, esimerkiksi kuvia eri rotuisista koirista ja samalla kerrotaan, mikä on oikea tulos. Opetuksen aikana neuroverkon tunnistustarkkuus kasvaa ja se kykenee tunnistamaan oikein myös syötteitä, joita se ei ole koskaan aiemmin saanut, esimerkissämme uuden kuvan koirasta. Syväoppivaksi tai sy-

väksi neuroverkkoa sanotaan, kun siinä olevien neuronien ja kerrosten määrä on hyvin suuri, esimerkiksi satojatuhansia tai miljoonia neuroneja. On syytä huomata, että koneoppiminen tuottaa tilastollisesti hyviä tuloksia (esim. 95% vastauksista oikein), mutta sen antama tulos ei ole absoluuttinen totuus.

Neuroverkoilla on saavutettu näyttäviä tuloksia viimeisten kymmenen vuoden aikana, esimerkiksi kuvien tunnistamisessa ja luonnollisen kielen tuottamisessa. Edistykseen voidaan nähdä neljä syytä:

- tietokoneiden kasvanut laskentateho mahdollistaa suuremmat ja siksi paremmin toimivat neuroverkot,
- hyvälaatuista dataa on saatavissa runsaasti neuroverkkojen opettamiseen,
- neuroverkkojen ohjelmointityökalut ovat kehittyneet erittäin paljon, jolloin ne ovat muidenkin kuin alan tutkijoiden hyödynnettävissä,
- algoritmit ovat kehittyneet tutkimuksen ansiosta paremmiksi.

Nykyiset tekoälyjärjestelmät ovat datapohjaisia. Tällä tarkoitetaan sitä, että ne oppivat datasta, siis tavallaan ohjelmoivat itseään datan pohjalta. Siksi laadukkaan ja runsaan datan saatavuus on niille välttämätöntä.

On vielä syytä korostaa, että nykyisillä tekoälyohjelmilla ei ole minkäänlaista tietoisuutta eikä todellista ymmärrystä käsittelemästään informaatiosta. Informaatio ja data on tekoälyohjelmalle vain numeroita, joita se käsittelee algoritminsa ohjaamana. Tekoälyohjelmat ovat tästä huolimatta suuri edistysaskel tavallisiin tietokoneohjelmiin verrattuna ja niiden tuottamat hyödyt ja aiheuttamat muutokset monilla talouden ja yhteiskunnan alalla ovat hyvin suuria.

Oulussa lokakuun 25 päivänä 2021



Heikki Ailisto
Tutkimusprofessori, TkT
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Viitteet

AI 100 2021 Michael L. Littman, Ifeoma Ajunwa, Guy Berger, Craig Boutilier, Morgan Currie, Finale Doshi-Velez, Gillian Hadfield, Michael C. Horowitz, Charles Isbell, Hiroaki Kitano, Karen Levy, Terah Lyons, Melanie Mitchell, Julie Shah, Steven Sloman, Shannon Vallor, and Toby Walsh. “Gathering Strength, Gathering Storms: The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100) 2021 Study Panel Report.” Stanford University, Stanford, CA, September 2021. Doc: http://ai100.stanford.edu/2021-report. Accessed: September 16, 2021.

Ailisto 2018 Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus. Väliraportti Ailisto, Heikki; Heikkilä, Eetu; Helaakoski, Heli; Neuvonen, Anssi; Seppälä, Timo Pysyvä osoite Valtioneuvoston julkaisuarkistossa http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-549-5