

NÄYTELUKU

ANTTI MERILEHTO

TEKOÄLY

MATKAOPAS JOHTAJALLE

Alma Talent 2018 • Helsinki

Copyright © 2018 Alma Talent Oy ja Antti Merilehto

ISBN: 978-952-14-3334-4

ISBN: 978-952-14-3335-1 (sähkökirja)

ISBN: 978-952-14-3336-8 (verkkokirja)

Kansi: Sanna-Reeta Meilahti

Taitto: Taru Tarvainen

Paino: BALTO print 2018 Liettua

Anna palautetta kirjasta: *protoimitus@almamedia.fi*

SISÄLLYS

JOHDANTO	7
OSA 1 – TEKOÄLYN PERUSTEET	13
Strösselitekoäly	15
Peruskäsitteet	17
Algoritmi.....	17
Tekoäly.....	17
Koneoppiminen	19
Neuroverkko.....	20
Syväoppiminen	20
Timo Taikuri	21
Heikko tekoäly	23
Koneoppiminen	27
Oppiminen datan avulla	33
Netflixin suosittelu	35
Ihmisen rooli koneoppimisessa.....	37

Kolme askelta koneoppimisen hyödyntämiseen	41
Neuroverkot ja syväoppiminen	45
Keinotekoiset neuroverkot.....	47
Syväoppiminen	56
Sovelluskohteita	60
Miksi tekoälyn aika on nyt?	63
Tekoälyn talvi	69
Suuruuden ekonomia	75
Yritysostot kuumemittarina	85
Eksponentiaalinen kasvu	89
Go-peli ja Alpha Go	93
DeepMind ja AlphaGo	95
AlphaGon teknologia	98
Legendaarinen ottelu ja siirto 37.....	105
AlphaGo Zero	109
Kiinalainen huone	111
Etsi kuvasta... kissa	115
Lääketieteen kuvien analysointi syväoppivan konenäön avulla	120
Tosi lyhyt hardware-luku	123
Paljonko on paljon dataa?	127
YouTuben suosittelumoottori	135

OSA 2 – TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN	139
Chatbotti terapeutina	141
Cherry Sprite – tekoälyn kehittämä juoma	145
Keskustelufoorumien moderointi	149
Paha tekoäly	153
Älykipsi	157
Robotti ruohonleikkaajana	159
GDPR, Black Box ja tietämisen ongelmat	163
Kannattaako palkata Chief AI Officer?	167
Kokeilevan kulttuurin luominen on johdon tärkein tehtävä	173
Koneoppimisen hitaat ja nopeat hyödyt	177
Väärän ennusteen kustannukset	179
Tekoälyportfolio	183
Miten aloittaa?	185
Suomen asema tekoälyn hyödyntäjänä	191
Kiitokset	194
Lähteet ja hyvää jatkolukemista	195



JOHDANTO

Olympiastadionin remontti valmistuu hyvällä tuurilla vuoden 2019 aikana. Kuvitellaan, että seuraavana kesänä mennään porukalla katsomaan jalkapallomatsia. Otetaan tarkkoina kavereina edulliset paikat aivan stadionin piippuhyllyltä, ylimmältä riviltä. Täältä ainakin näkee pelin kokonaiskuvan mukavasti. Hyvissä ajoin ennen ottelun alkua stadionin kenttähoitaja tuo vesiletkun keskelle kenttää.

Ensimmäisellä minuutilla vesiletkusta tulee yksi pisara. Toisella minuutilla kaksi, kolmannella neljä, neljännellä 8, sitten 16, sitten 32, 64 pisaraa ja niin edelleen. Veden virtaus letkusta kasvaa eksponentiaalisesti.

Reilu puoli tuntia ensimmäisen pisaran jälkeen yksi porukastamme huomaa, että stadionin nurmi on peittynyt vedellä, ja pohdii, voiko märällä nurmella lainkaan pelata palloa. Samaan aikaan porukan nälkäisin päättää lähteä hakemaan hodareita aulan kioskilta ja tiedustelee, ottaako joku muukin hodarin ja millä mausteilla.

Nyt kysymys kuuluu: ehtiikö nälkäinen kaveri palata takaisin paikoilleen hodareiden kanssa ennen kuin koko stadion on täytynyt vedellä, jos kioskilla on normaali muutaman ihmisen jono? Ei ehdi. Hiukan stadionin koosta riippuen jopa me piippuhyllyllä istuvat siirrymme uimaan noin neljäkymmentä minuuttia sen jälkeen, kun ensimmäinen pisara tipahti vesiletkusta nurmen pintaan.

Ekspontiaalista kasvua on todella vaikea käsittää. Tekoäly on yksi kasvun moottoreista.

Tämä kirja on matka tekoälyn ja koneoppimisen maailmaan. Yleensä liiketoimintaa käsitteleviä kirjoja kirjoittavat joko kyseistä aihetta syvällisesti tutkineet jakaakseen osaamistaan tai konsultoinnilla elantonsa tienaat myydäkseen palveluitaan. Itse en kuulu kumpaankaan ryhmään.

Syksyllä 2016 minua pyydettiin moderoimaan keskustelu Slush-tapahtumaan. Aiheena oli tekoälyn liiketoiminta ja keskustelijoina kolme tekijää eri kasvuvaiheissa olevista yrityksistä, jotka hyödyntävät tekoälyä liiketoiminnassaan.

Keskusteluun valmistautuessani aloin opiskella tekoälyn viimeaikaisia muutoksia ja sitä, miten ne ovat vaikuttaneet liike-elämään. Lähdin opettelemaan näitä asioita vailla minkäänlaista kokemusta esimerkiksi koodaamisesta. Olen viime vuodet toiminut maajohtajana yrityksessä, jonka ydinosamista on algoritmeihin perustuvan mainonnan optimointi. Tämä on antanut minulle näköalapaikan siihen tiedontasoon ja syventymiseen, jota suomalaisyrityksissä on tekoälystä ja koneoppimisesta sekä niiden arkisista sovelluksista. Havahduin, kun käsitin, millainen kuilu



Suomen ja muun maailman välillä on uuden teknologian soveltamisessa liiketoimintaan.

Laskentatehon ja datan määrän kasvun ansiosta tekoäly on viime vuosina kehittynyt todella nopeasti. Tekoälytutkimusta on kuitenkin tehty jo yli 60 vuotta ja monessa kohtaa on törmätty ylisuuriin lupauksiin. Liian monta kertaa eri tahot ovat julistaneet, että aivan pian koneiden oppimiskyky ohittaa ihmisen oppimiskyvyn.

Tämän kirjan tarkoitus ei ole maalata tulevaisuudenvisioita siitä, mikä on mahdollista viiden tai kymmenen vuoden säteellä. Kuten kirjan nimikin sanoo, tämä on matkaopas johtajille. Matkaoppaasta luetaan ne asiat, jotka itseä kiinnostavat, ja sen jälkeen sovelletaan luettua matkakohteessa. Samoin on tämän kirjan kanssa. Matkaopas-metaforaan sopii myös hyvin se, että kun teksti päättyy painetuksi paperille, se on jo osin vanhentunutta. Uusin tieto tekoälystä on tällä hetkellä tutkimuspapereissa, luentoina YouTubessa, yritysten blogeissa, hajaantuneena eri puolille verkkoa.

Tarkoituksenani onkin koota kompaktiin kokoon kirjoitushetken viimeaikaisin tieto siitä, mitä tekoäly on, mitä yritykset ympäri maailmaa tekoälyn kanssa tekevät, miten ne sitä hyödyntävät ja mitkä sen vaikutukset liiketoimintaan ovat. Kirja pureutuu tekoälyn lähiaikojen kehitykseen ja liiketoimintaan liittyviin sovelluksiin. Tekoälyn ja sen tuomien muutosten laajemmat vaikutukset yhteiskuntaan, sosiaalisiin rakenteisiin ja työn muutokseen on sen sijaan jätetty teoksen ulkopuolelle.

Tämä kirja on kirjoitettu liiketoiminnan näkökulmasta. Johtavana ajatuksena on perusteiden hahmottaminen ja käytännön näkökulma. Lukeminen ei vaadi ymmärrystä koneoppimisen tieteestä eikä teknologiasta, sillä fokus on liiketoiminnan edistämässä. Vaikka teknistä osaamista ei lukijalta oleteta, olen kirjoittanut kirjan seuraavin lähtöoletuksin:

- Tunnet liiketoimintaa ja todennäköisesti olet nyt tai aiemmin ollut tulosvastuullisessa positiossa.
- Tavoitteenasi on kehittää yrityksesi tai organisaatiosi kykyä hyödyntää teknologioita.
- Haluat datan avulla kehittää liiketoimintaa, jotta se vastaisi jatkuvasti muuttuviin asiakastarpeisiin.

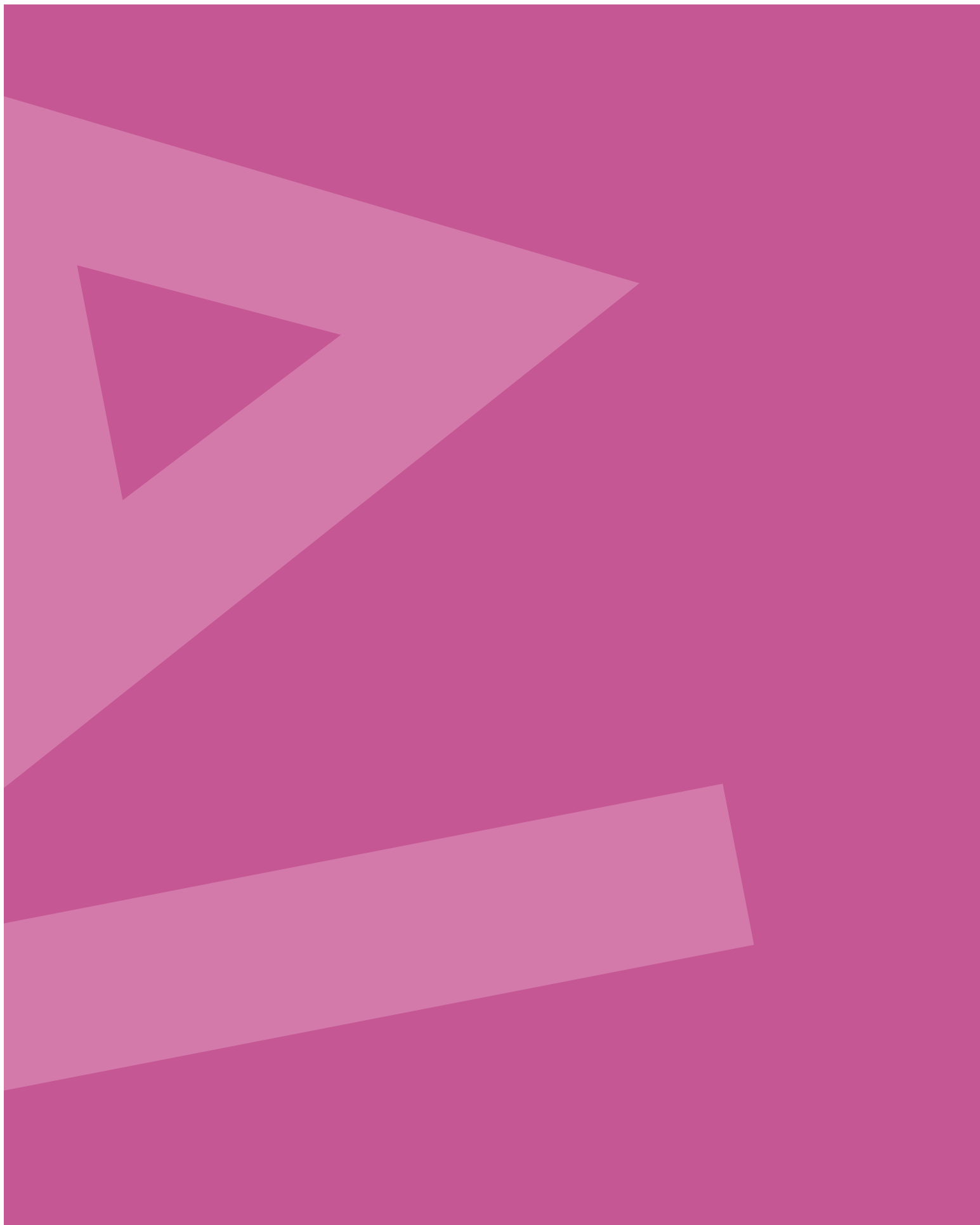
Eräs esilukijoistani huomautti, että monet kirjan esimerkeistä käsittelevät Googlen kehittämää teknologiaa. Tähän on kaksi syytä. Työskentelin itse aiemmin Googlella, ja sitä kautta talo ja sen tavat ovat minulle tuttuja. Toisaalta Google on tekoälytutkimuksen puolella edelläkävijä ja monilla sen kehittämällä tekoälyratkaisuilla on suoria kuluttajapuolen sovelluksia. Mainostaakseen edistystä näissä palveluissa, kuten Google Mapsissa tai Google Translate-käännöspalvelussa, Google jakaa runsaasti tietoa ja esimerkkejä myös sellaisille tiedonjanoisille, joilla ei ole tutkintoa tietojärjestelmätieteestä.

Oma kokemukseni on, että Amazonin AWS:n, Microsoftin Azuren tai IBM Watsonin käyttäjät ovat usein hiukan enemmän asioihin vihkiytyneitä koodaajia, ja siksi näiden tuotteiden markki-



nointimateriaali on myös suunnattu tälle yleisölle. Kaikilla edellä mainituilla alustoilla on kuitenkin myös helposti käytettäviä rajapintoja, joilla koneoppimisen malleja voidaan ottaa käyttöön nopeasti.

Kirjan lopusta löytyvät ne sivustot ja kirjat, joita tämän matkaoppaan kokoamisessa on käytetty. Hyödynnä niitä, kun haluat syventää ymmärrystäsi tekoälystä. Sivulta tekoalymatkaopas.fi löydät linkkejä, kuvia ja videoita matkaa rikastamaan.



OSA 1

TEKOÄLYN PERUSTEET

STRÖSSELI- TEKOÄLY

Kun tekoälyn viimeisin hype alkoi, monet firmat julistivat olevansa ”driven by AI”, tekoälyvetoisia. Se kuitenkin tuntui olevan monelle Intel Inside -tyylinen tarra; jotain, joka oli helppo lätkäistä olemassa olevan tuotteen tai palvelun kylkeen houkuttelemaan asiakkaita ja sijoittajia.

Koska meille ihmisille on paljon helpompaa hahmottaa asioita tarinoiden kautta, olen pitkään kuljettanut mukani laatikkoa, jonka päällä on tarra: ”Kehnojen metaforien laatikko”. Vaikka kertomani esimerkki tai vertaus ei istuisi kuulijan arkeen, metaforan avulla on helpompi hahmottaa asioita ja yhdistää ne omaan todellisuuteen kuin pelkkien faktojen kautta.

Annan esimerkin. Mansikkakakku, johon on käytetty suonenjokelaisia mansikoita, on aivan jumalaista, etenkin jos eletään heinäkuuta ja makeat mansikat ovat kypsimmillään. Mansikoita on muussattu pariin kerrokseen kakun väliin, ja kuorrutuksena on reilusti kermavaahtoa. Komeus on koristelu kaikkein kauneim-

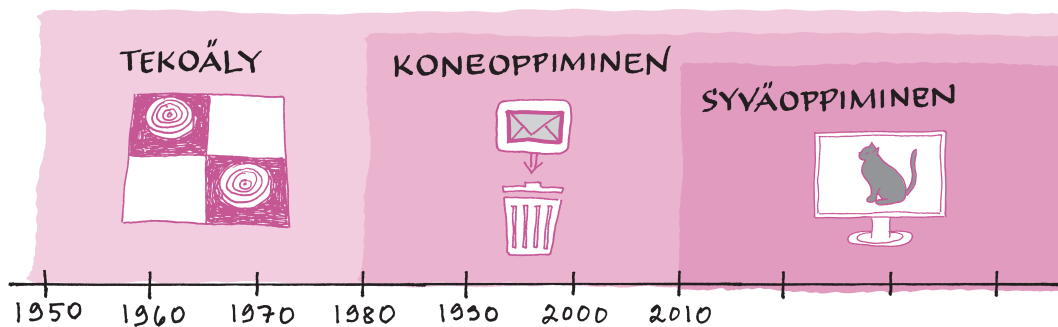
pien mansikoiden puolikkailla. Ei kun kahvit kylkeen! Siitä ei mansikkakakku parane.

Jos vastaavan kakun tekee banaanitäytteellä ja sirottelee päälle mansikkaströsseliä, kyseessä ei ole mansikkakakku, vaikka strösselipurkin kyljessä lukee *mansikka*. Juuri tällaista strösselitekoälyä on nähty viime aikoina reippaasti. Varsinkin matalan kynnyksen sovellusten parissa, joista mainonnan optimointi on yksi räikeimmistä esimerkeistä.

Tästä päästään tekoälyn määrittelyyn; siihen, mitä tekoäly on ja mitä se ei ole.



PERUS- KÄSITTEET



ALGORITMI

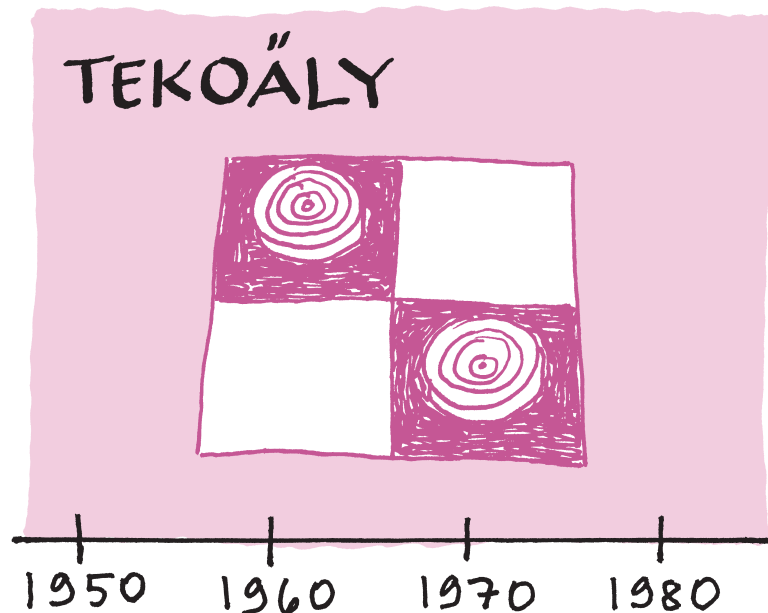
Algoritmi on yksityiskohtainen kuvaus tai ohje siitä, miten tehtävä tai prosessi suoritetaan.

TEKOÄLY

Koneen suorittamaa toimintaa, joka ihmisen tekemänä olisi älykäs-
tä. Tekoäly ei kuitenkaan rajoitu ihmisen tasoon. Toimintoja ovat
muun muassa päättely, oppiminen, ennakointi, päätöksenteko,
näkö ja kuulo.

Heikko tekoäly kykenee ratkaisemaan yhtä tehtävää, johon se
on opetettu, esimerkiksi tunnistaa konenäön avulla syöpäkasvai-
mia kuvista. Käytännössä kaikki nykyinen tekoäly on heikkoa te-
koälyä.

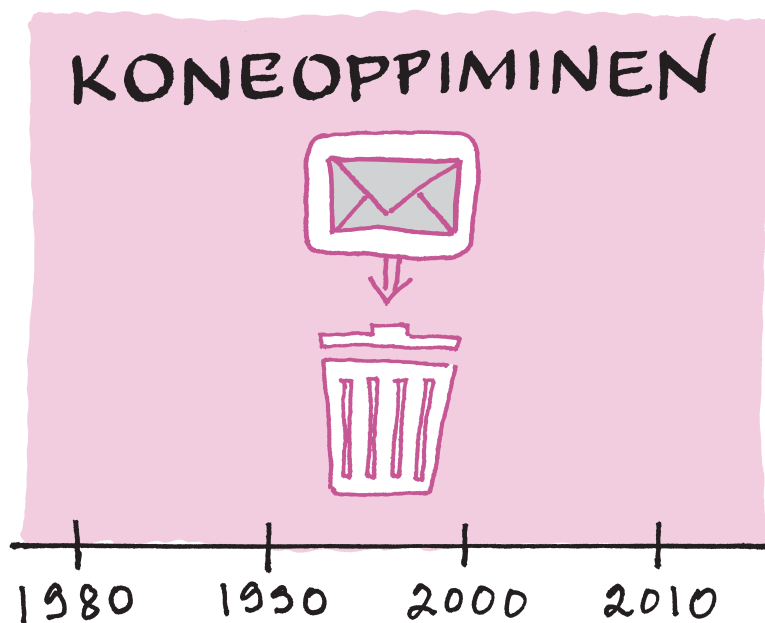
Vahva tekoäly ratkoo laajaa skaalaa erilaisia ongelmia, ajaa
autoa, ymmärtää kieliä ja kokkaa. Käytännön esimerkki olkoon
Star Warsista tuttu C-3PO. Vahvaa tekoälyä ei tiettävästi ole vielä
kehitetty.



KONEOPPIMINEN

Koneoppimisessa koneelle ei ole määritelty toimintaohjetta jokaisesta erillistä tilannetta varten, vaan kone oppii itsenäisesti datasta. Suurin osa tekoälyn sovelluksista on koneoppimista.

- Ohjattu oppiminen: koneelle annetaan oikea vastaus opetusdatassa.
- Ohjaamaton oppiminen: kone päättelee asioita datassa olevien säännönmukaisuuksien ja suhteiden pohjalta.
- Vahvistusoppiminen: koneelle annetaan palautetta siitä, kuinka onnistuneesti se toimii eri tilanteissa ilman, että annetaan oikeita vastauksia.

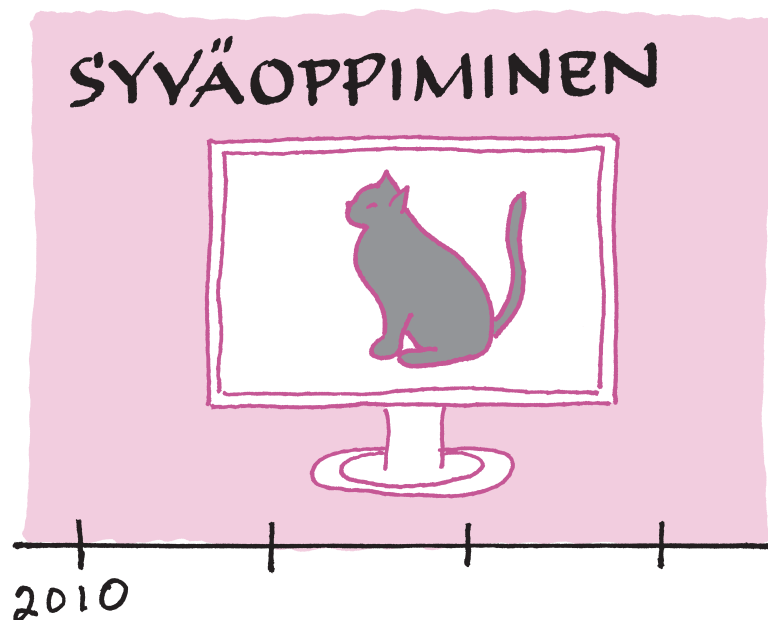


NEUROVERKKO

Neuroverkko koostuu joukosta neuroneita, yksinkertaisia prosessoreita, jotka on kytketty toisiinsa ja joiden välillä tapahtuu kommunikaatiota.

SYVÄOPPIMINEN

Syväoppiminen on syvien neuroverkkojen optimointia haastavien ongelmien ratkaisemiseksi.



TIMO TAIKURI

Timo Taikuri oli 1980-luvulla suosittu hahmo Pikku Kakkosessa. Kaikki lapset monokulttuurisessa Suomessa tunsivat Timo Taikurin. Hänen hienot taikatemppunsa olivat ala-astetta käyvälle pojalle suuri kummastuksen aihe: ”Miten kukaan voi ottaa tyhjästä laatikosta apinan kuvan?” Kun ikää tuli lisää, eivät Timo Taikurin temput enää hätkäyttäneet – varsinkaan, jos luki niiden taustat kirjastosta lainatusta *Nuoren taikurin oppaasta*. Sinänsä ihan hienoista silmänkääntötempuista oli tullut arkisia.

Väitän, että olemme samassa tilanteessa tekoälyn kanssa juuri nyt. Suomalainen, työssä käyvä ja verkossa asioita hoitava ihminen ei voi välttyä kohtaamasta tekoälyä päivittäin. Joka kerta, kun maksat kortilla, lähimaksulla tai kenties Apple Pay -sovelluksella, luottokorttiyhtiö pyöräyttää käyntiin petoksenesto-ohjelman, jonka vaikuttava aine on tekoäly.

Jos olet avannut Facebookin ja katsonut omaa feediäsi, olet ollut tekoälyn vaikutuspiirissä. ”Kuka hyötyy?” on tärkeä kysymys digitaalisten palveluiden kanssa toimiessa. Facebookin tavoitteena on saada käyttäjä viettämään mahdollisimman paljon aikaa pal-

velussa, jotta todennäköisyys klikata mainoksia kasvaa. Ja mainostuotot ovat tärkeitä Facebookille: vuoden 2017 kolmannella neljänneksellä mainoksia klikattiin yli kymmenen miljardin dollarin edestä.

Googlekin haluaa sinun klikkaavan mainoksia, mutta täsmälleen päinvastaisella tavalla kuin Facebook. Googlen tavoitteena on, että vietät mahdollisimman vähän aikaa sen hakusivulla. Siksi sivusta on tehty mahdollisimman yksinkertainen. Google pyrkii tarjoamaan parhaan mahdollisen asiakaskokemuksen niin, että jatkossakin teet haut Googlen kautta; näin mainostajilla on kannustin maksaa entistä suurempia hintoja mainoksista, jotka johtavat niiden omiin kaappoihin. Arvasit oikein, taustalla on tekoäly.

Lempiesimerkkini tekoällyn vaikutuksista arjessa on Spotifyn suosituslista. Homma vaikuttaa silkalta taikuudelta. Saan kuultavakseni biisejä, joita olen viimeksi kuunnellut cd-levyiltä yli 15 vuotta sitten. Spotifyn kyky löytää minua kiinnostavia kappaleita on hämmästyttävä.



HEIKKO TEKOÄLY

Alkuperäiset tekoälykehittäjät pyrkivät kehittämään koneita, jotka ajattelevat ja päättävät kuten ihmiset. Alkuvuosien toiveet hiipuivat nopeasti, vaikka ne edelleen palaavat kummittlemaan toiveina nopeasti saavutettavasta laajasta tekoälystä, *Artificial General Intelligence*stä, AGI:stä.

Kun yleistä, kaikenkattavaa tekoälyä ei ole pystytty kehittämään, tutkijat ovat suunnanneet mielenkiintonsa hyvin kapeiden ongelmien ratkaisemiseen, kapeaan älykkyyteen.

Kaikki tällä hetkellä käytössä oleva tekoäly on kapeaa tai heikkoa tekoälyä, *Artificial Narrow Intelligence*ä, ANI:ä. Termi kapea kuvaa sitä, että kyseinen tekoäly suoriutuu sille määritellystä yksittäisestä tehtävästä erittäin hyvin, mutta ei pysty laajentamaan osaamistaan muille alueille.

Erikoistuminen johonkin tiettyyn alueeseen ei sinänsä ole ongelma. Olennaista on kuitenkin ymmärtää, että kapeat tekoälyt on suunniteltu kapeiksi, joten ne toimivat vain tuolla rajatulla alueel-

la. Heikko tekoäly ei pysty dynaamisesti mukautumaan uuteen tilanteeseen. Prosessiohjausta parantava tekoäly ei aja autoa, eikä eri kasvilajeja luokitteleva kuvatunnistus vastaa asiakaspalvelun kysymyksiin.

Heikon tekoälyn kehitys on ollut pääsuuntaus myös liiketoiminnassa, koska sillä voidaan keskittyä ratkaisemaan yksi selkeä ongelma kerrallaan. Rajaamalla kehitysprojekti yhteen kapeaan projektiin kerrallaan on pystytty tuomaan kaikki käytettävissä oleva ihmisen ja organisaation tieto projektiin. Näin on saatu mahdollisimman iso vaikutus.

Samaan aikaan tutkijat eri puolilla maapalloa pyrkivät hahmottamaan, mikä on seuraavaksi mahdollista. Jotta koneet saavuttaisivat ihmisen kaltaisen älykkyyden, on ratkaistava ainakin kaksi merkittävää asiaa: itsenäinen oppiminen ja siirto-oppiminen (transfer learning).

Itsenäinen oppiminen tai ohjaamaton oppiminen tarkoittaa koneen kykyä oppia itse, ilman ihmisen apua. Go-pelistä kertovassa jaksossa puhutaan syvävahvistusoppimisesta (deep reinforcement learning), jota AlphaGo-tekoäly käyttää. Projektissa tavoitteena on, että kone voi itseään vastaan pelaamalla tutkia eri strategioita halutun tavoitteen saavuttamiseksi. Siirto-oppiminen on mahdollista vain, mikäli järjestelmässä on olemassa mekanismi yleistämiseen. Ja yleistäminen taas on osittain ratkaistu syvissä neuroverkoissa. Näissä verkoissa tietoa ei ole ennalta merkitty, kuten varhaisemmissa tekoälyn sovelluksissa, esimerkiksi asiantuntijajärjestelmissä tai muissa logiikkapohjaisissa, symbolisissa

tavoissa. Neuroverkot voivat hankkia tietoa itsekseen tietyllä osa-alueella, mutta eivät pysty yleistämään sitä.

Vaikka koneet oppisivat itsestään ja kykenisivät soveltamaan oppimaansa, niiden toiminta ei silti ole järkevää. Paljon käytetty esimerkki on paperiliitinten määrän maksimointi. Jos koneelle annetaan tavoitteeksi ainoastaan tuottaa suurin mahdollinen määrä paperiliittimiä, se voi oppia itse ja soveltaa oppimaansa tehokkaasti. Tavoitteen maksimoinnin lopputuloksena on kuitenkin maailma, jossa jäljellä on ainoastaan klemmareita valmistavia koneita ja paperiliittimiä. Ihmiset ja kaikki muu elollinen on käytetty paperiliitinten energiaksi ja raaka-aineeksi.¹

Mistä koneet voivat saada tervettä järkeä?

Ihmisen aivojen arkkitehtuuri voi olla hyvä paikka etsiä ratkaisua ongelmaan. Terve järki syntyy yhdistämällä uusia kokemuksia jo olemassa oleviin muistoihin. Meidän on siis kyettävä yhdistämään aistien välittämää informaatiota ja kytkemään havaintomme aiempaan tietoon. Samalla tavalla tekoälyllä on oltava jonkinlainen reaaliaikainen yhteys aineelliseen koettuun maailmaan.

Neurotieteiden ja tekoälyn yhteinen tutkimus vaikuttaa olevan reitti laajempaan yleiseen tekoälyyn. Silti laajojen tekoälyjen arvellaan olevan vielä vuosikymmenien päässä. Asiaa kysyttiin Oxfordin ja Yalen yliopistojen tekemässä kyselytutkimuksessa, jossa haastateltiin 352 tekoälytutkijaa. Kyselyyn osallistuneet tutkijat olivat julkaisseet tutkimuspapereita alan kahdessa tärkeimmässä konferenssissa vuonna 2015.

Kyselyyn vastanneiden tutkijoiden mukaan koneet ovat ihmistä parempia kaikissa tehtävissä vuoteen 2062 mennessä 50 prosentin todennäköisyydellä. Paljon kuitenkin tapahtuu sitä ennen:

- Koneet kääntävät vieraita kieliä vuoteen 2024 mennessä.
- Kirjoittavat ihmistä paremmin lukioesheitä vuoteen 2026 mennessä.
- Ajavat kuorma-autoja paremmin kuin ihminen vuoteen 2027 mennessä.
- Toimivat myyjinä vähittäismyyntityössä vuoteen 2031 mennessä.
- Ovat parempia suorittamaan kirurgisia leikkauksia vuoteen 2053 mennessä.
- Kaikkien nykyisten töiden automaation tutkijat ennustivat tapahtuvan 120 vuoden kuluttua.

Mielenkiintoinen sivujuonne on se, että Aasiasta tutkimukseen vastanneet ennustivat muutoksia tapahtuviksi paljon aikaisemmin kuin Pohjois-Amerikasta vastanneet tutkijat.²

Mikäli tekoälyn tietoisuuden kehittyminen ja tulevaisuuden ennusteet kiinnostavat, kannattaa ehdottomasti tutustua Pentti O. A. Haikosen kirjaan *Tietoisuus, tekoäly ja robotit*. Se on kattava teos aiheesta.