

Mitä aivot tekevät?

Aivojen toiminta on kiinnostanut tutkijoita ja filosofiä vuosituhsia. Kun tekoälyä on kohta jo kodinkoneissakin, on varsin hämmäntävää, että tiedämme niin vähän siitä, mitä aivot tekevät ja miten ne toimivat.

Kalevala sanoo, että ”aivoni ajattelevi”, mutta mitä ajatteleminen on ja miten se tapahtuu? Ja aivot tekevät muutakin kuin ajattelevat, ne tuntevat, kontrolloivat liikkeitä ja sisäelinten toimintaa, vain muutamia mainitakseni. Onko kaikille näille toimintoille jokin yhteinen, ko-koava periaate vai ovatko aivot vain kokoelma näitä erilaisia asioita tekeviä elimiä? Toimivatko ihmisen, hiiren ja kärpäsen aivot saman yhteisen periaatteen mukaan vai ovatko ihmisaivot perustavanlaatuisesti niistä erilaiset? Olisivatko tekoälyt parempia ja turvallisempia, jos ne suunniteltaisiin samojen periaatteiden mukaan kuin millä tämä tavallinen ”luomuäly” toimii?

Neurotiede on edistynyt valtavasti viime vuosikymmenten aikana, ja ymmärrämme hermosolujen rakennetta ja toimintaa jo varsin hyvin. Hermosolut eivät kuitenkaan toimi yksin, vaan usean hermosolun muodostamina hermoverkkoina. Hermoverkkoja tutkitaan aktiivisesti, ja tämä tutkimus on viime aikoina kehittynyt suurin harppauksin. Neurotieteeltä on kuitenkin puuttunut viitekehys, joka mahdollistaisi näiden tulosten yhdistämisen aivojen toiminnan ymmärtämiseksi. Osittain tämä johtune siitä, että neurotieteilijät ovat kokeneet kysymyksen aivojen toiminnasta niin vaikeaksi ja kaukaiseksi, ettei sen lähestymistä ole katsottu mahdolliseksi olemassa olevin menetelmin. Tunnettu yhdysvaltalainen neurotieteilijä Rodolfo Llinás totesikin muutama vuosi sitten,

että ymmärrämme aivoista kaiken muun paitsi sen, miten ne toimivat.

Yhä suurempi osa neurotieteilijöistä on kiinnostunut tästä suuresta kysymyksestä, ja vakavasti otettavaa kirjallisuutta aivojen toimintaperiaatteista on alkanut ilmestyä. Esi-merkkinä tästä on kognitiivisen neurotieteen piiristä noussut ehdotus siitä, että aivot en- nakoivat, ikään kuin koko ajan arvaavat, mitä aistien kautta tuleva informaatio voisi esittää.

*"Ratkaisu arvoitukseen
aivojen toiminnasta
saattaa olla käsillä
hyvinkin pian."*

Kokemuksen myötä aivot oppivat koko ajan paremmin ja tarkemmin ennakoimaan ja tulkitsemaan ympäristöään. Pikkuvauvan, jolla on vain vähän aistinvaraista kokemusta, ennakointi on vielä karkeaa, mutta lapsuudessa aivot ovat lisääntyneen muovautuvuuden tilassa, jolloin aktiiviset, aistien stimuloimat hermosoluyhteydet vahvistuvat ja inaktiivisia karsiutuu pois.

Kokemusten tuottaman aktiivisuuden muodostamat hermoverkot järjestäytyvät aivokuorella kartoiksi, jotka vähitellen alkavat edustaa ympäristöä vähän samalla tavalla kuin kaupungin kartta edustaa kaupunkia. Kartat muodostavat hierarkkisen järjestelmän siten, että alim- milla aivokuoren tasoilla, joille aistininfor- maatio ensimmäiseksi johdetaan, kartoitettava tieto on karkeaa, mutta ylemmillä tasoilla kartoitet- tavan informaation monimutkaisuus ja yksi- tyiskohtaisuus lisääntyvät. Hierarkkisia karttoja



aivot sitten käyttävät ennakkointiin, ja onnistunut ennakkointi edelleen tarkoittaa muovautuvia kartoja. Tällainen itseorganisoituva hierarkkinen rakenne itse asiassa muistuttaa nykyään muodikkaiden syväoppivien hermoverkkojen toimintaperiaatetta.

Vaikka ennakkointi aivojen toimintaa selittävänä viitekehyksenä on vielä kiistanalainen ja avoimia kysymyksiä on paljon, nämä uudet tutkimukset ovat tärkeitä, koska ne käyvät käsiksi suureen kysymykseen siitä, miten aivot toimivat. Samalla ne herättävät uusia kysymyksiä ja hypoteeseja, joita neurotieteen eri alueilla toimivat tutkijat voivat sitten yhteistyössä ryhtyä ratkomaan. Monilla neurotieteen osa-alueilla onkin otettu viime vuosikymmenten aikana valtavia edistysaskeleita, jotka mahdollistavat aivan uudenlaisia tutkimusasetelmia aivojen toiminnan selvittämiseksi. Tunnemme periaatteet, joiden avulla hierarkkiset kartat muodostuvat, ja uutta tietoa siitä, kuinka kartoitus ja ennakkointi tapahtuu solu- ja molekyyllitasolla, julkaistaan koko ajan. Laskennallinen ja teoreettinen neurotiede tuottaa malleja, joita kokeellinen neurotiede voi testata. Räjähdyksmäisesti lisääntyvä tekoälyjen ja robottien tutkimus ja soveltaminen yhä laajemmalle yhteiskunnassa voisi myös hyötyä aivojen toiminnan paremmasta ymmärtämisestä. Toisaalta tekoäly on myös oiva apukeino aivojen toiminnan ja sairauksien tutkimiseen ja mallintamiseen.

Aivojen toiminnan ymmärtäminen avaisi aivan uudenlaisia näköaloja myös aivojen epänormaaliin toimintaan ja aivosairauksiin sekä siihen, kuinka niitä voitaisiin paremmin ehkäistä ja hoitaa. Neurologiset ja psykiatriset sairaudet yleistyvät jatkuvasti, ja niiden aiheuttama

henkinen ja taloudellinen taakka niin potilaille, heidän omaisilleen kuin koko yhteiskunnallekin on valtava, joten uusille avauksille on näillä aloilla suuri tilaus.

Ymmärrys aivojen normaalista ja epänormaalista toiminnasta on vielä puutteellista, mutta tunnelin päässä näkyy jo valoa. On perusteltua olettaa, että ratkaisu vuosituhansia vanhaan arvoitukseen aivojen toiminnasta saat-
taa olla käsillä hyvinkin pian. ■



Kuva: Juha Sarkkinen

EERO CASTRÉN, LT, tutkimusjohtaja
Neurotieteen tutkimuskeskus, HiLIFE,
Helsingin yliopisto