

EINO UIKKASEN
TEKOÄLYESITELMÄ
”MITÄ TEKOÄLY ON
JA MITÄ SE EI OLE”

Eino Uikkanen



- Työura tieto- ja viestintätekniikan alalla (=ATK, IT, ICT, ...)
- Harrastukset laulu, geodesia ja tekoäly
- Motto: kaikki on vähintäänkin mielenkiintoista
- Sähköposti: eino.uikkanen@iki.fi
- Tekoälysisu: www.einouikkanen.fi/AI/

Tästä esityksestä

- Esityksessä ei esitellä yksittäisiä tekoälysovelluksia, vaan siinä pyritään antamaan kuulijalle yleisellä tasolla kuva siitä, mitä tekoäly on – ja mitä se ei ole.
- Merkinnällä "Extra:" varustettuja kalvoja ei käydä läpi vakioesitelmässä, vaan niihin tutustuminen jätetään kuulijan oman aktiivisuuden varaan.
- Elävässä esityksessä ei kuulijan välttämättä tarvitse lukea kalvojen tekstejä; luennoitsija puhuu kaiken ja vähän päällekin.
- Tähän kalvosarjaan löytyy linkki Eino Uikkasen tekoälyisivulta www.einouikkanen.fi/AI/



Tämä kuva ja valtaosa esityksen muista kuvista on luotu [DALL·E 3](#) –kuvanluontisovelluksella.

Esityksen sisältö

- Esityksen taustan, tavoitteiden ja sisällön esittely
- Tekoälyn määritelmiä
- Neuroverkot
 - Neuroverkko, tekoälyn sydän ja moottori
 - Kuinka neuroverkon laskenta toimii?
 - Extra: Neuroverkkotekniikka vs. sääntöpohjaiset ratkaisut
- Generatiiviset tekoälysovellukset
 - Keskustelevat tekoälysovellukset
 - Keveitä kokeiluja keskustelevilla tekoälysovelluksilla
 - Kuvia tulkitsevat ja luovat tekoälysovellukset
 - Ohjeita generatiivisten tekoälysovellusten käyttöön
- Tekoälyn uhkia ja mahdollisuuksia
- Loppukeskustelu – kysymyksiä?, ajatuksia?





TEKOÄLYN MÄÄRITELMIÄ

Tekoälyjen luokittelu

Tekoälyt luokitellaan usein kolmeen luokkaan:

- **Kapea eli heikko tekoäly** tekee sille määriteltyjä rajattuja tehtäviä. Kapealla tekoälyllä ei ole ihmisen älyn kaltaista älyä, tietoisuutta tai omaa tahtoa. Kaikki nykyiset tekoälyt ovat kapeaa tekoälyä.
- **Yleinen tekoäly eli vahva tekoäly** vastaa ihmisen älykkyyttä. Yleistä tekoälyä ei ole vielä kyetty luomaan.
- **Supertekoäly.** Tekoälyä, joka ylittää ihmisen älykkyyden, kutsutaan supertekoälyksi. Supertekoälyä ei ole vielä kyetty luomaan.



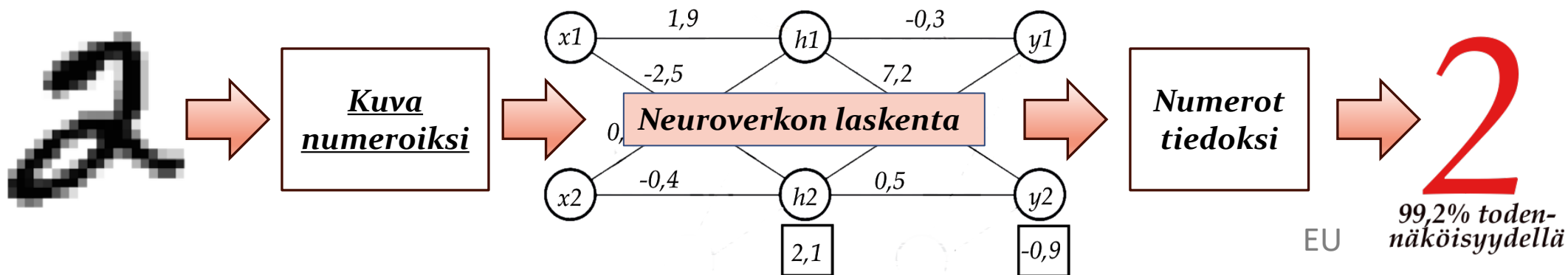
In English:

- *Artificial Narrow Intelligence (ANI)*
- *Artificial General Intelligence (AGI)*
- *Artificial Super Intelligence (ASI)*

NEUROVERKKO,
TEKOÄLYN SYDÄN
JA MOOTTORI

Neuroverkko, tekoälyn sydän ja moottori

- Keinotekoinen neuroverkko on tekoälyn toiminnan perusta, eräänlainen laskentakehikko, joka laskee tekoälylle annetusta lähtötiedosta tekoälyn tuottamat tulostiedot. Neuroverkossa kaikki tieto on numeerista ja kaikki operaatiot matemaattisia operaatioita.
- Neuroverkko suunnitellaan ja koulutetaan aina tiettyä tekoälyn tehtävää varten.
- Kun neuroverkko on valmis suorittamaan sille koulutettua tehtävää, käyttää tekoälysovellus sitä seuraavasti:
 - Tekoälyn lähtötieto, esimerkiksi teksti, ääni tai kuva muutetaan numeeriseen muotoon ja syötetään sisään neuroverkkoon.
 - Neuroverkko suorittaa saamallaan numeerisella syötteellä sarjan laskutoimituksia, jotka perustuvat neuroverkon sisältämiin lukuihin eli laskentaparametreihin. Laskennan lopputuloksena syntyy neuroverkon määrittämä tulostieto.
 - Lopuksi neuroverkon suorittaman laskennan tulos muutetaan selväkieliseen muotoon, esimerkiksi tekstiksi, ääneksi tai kuvaksi. Tämä on tekoälyn vastaus annettuun syötteeseen.

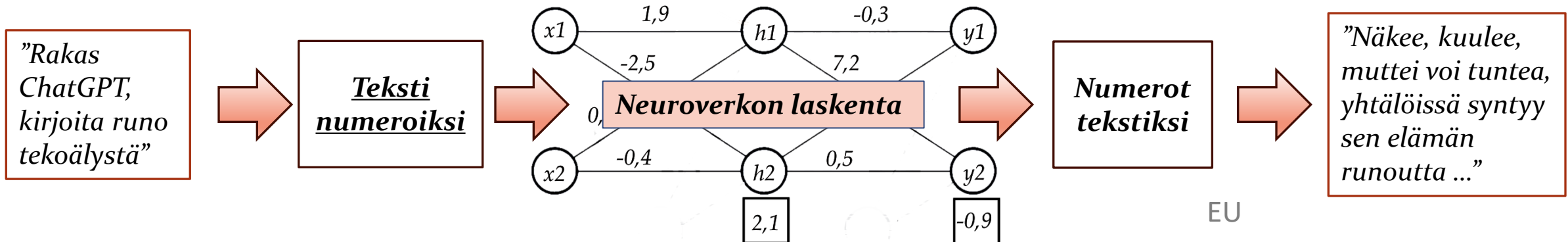


Esimerkkejä neuroverkon tehtävistä

Lähtötieto / kehoite	Tehtävä
Valokuva ihmisestä	Tee arvio henkilön iästä ja sukupuolesta
Äänitiedosto linnunlaulusta	Tee arvio linnun lajista
Laboratoriotuloksia, röntgenkuva	Tee diagnoosi
Kehoteteksti kuvan luontiin	Luo kuva

Yllä esitettyjen esimerkkineuroverkkojen tehtävät ovat selkeitä ja helposti ymmärrettäviä. Generatiivisten tekstiä tuottavien tekoälysovellusten tehtävä sen sijaan ymmärretään helposti väärin, sillä niissä neuroverkon tehtävä on laskea todennäköisin jatko annetulle kehoitteelle, ei antaa oikeaa vastausta tai järkevää kommenttia syötetekstiin:

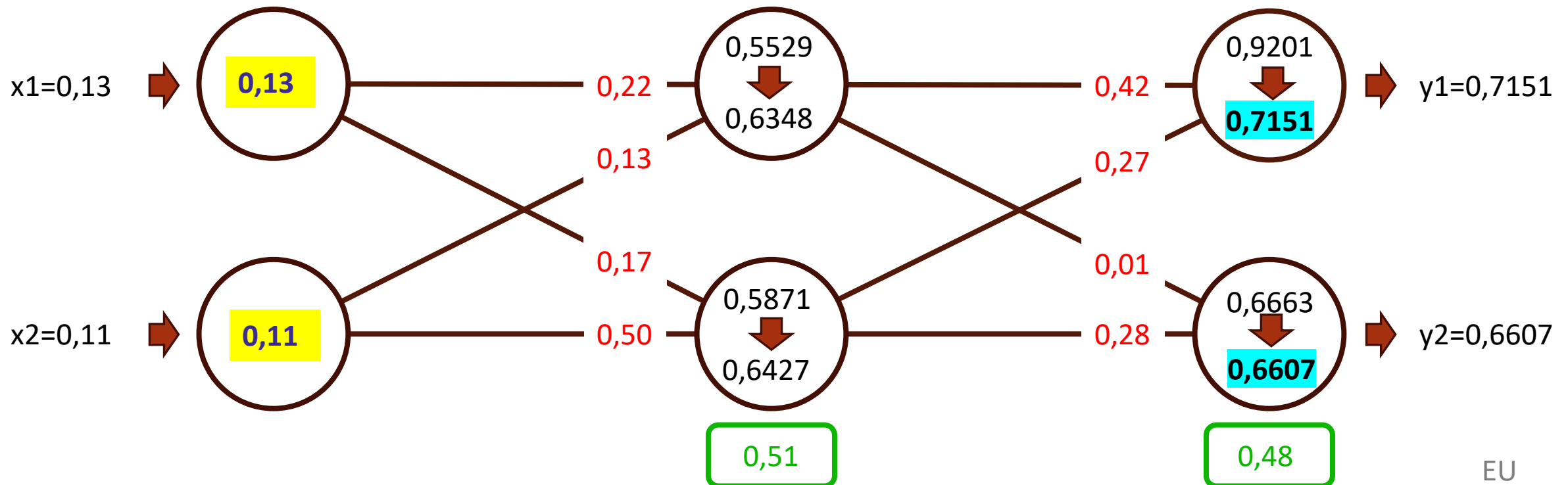
Lähtötieto / kehoite	Tehtävä
Kehote generatiiviselle tekoälysovellukselle	Luo todennäköinen jatko annetulle kehoitteelle



KUINKA NEUROVERKON
LASKENTA TOIMII

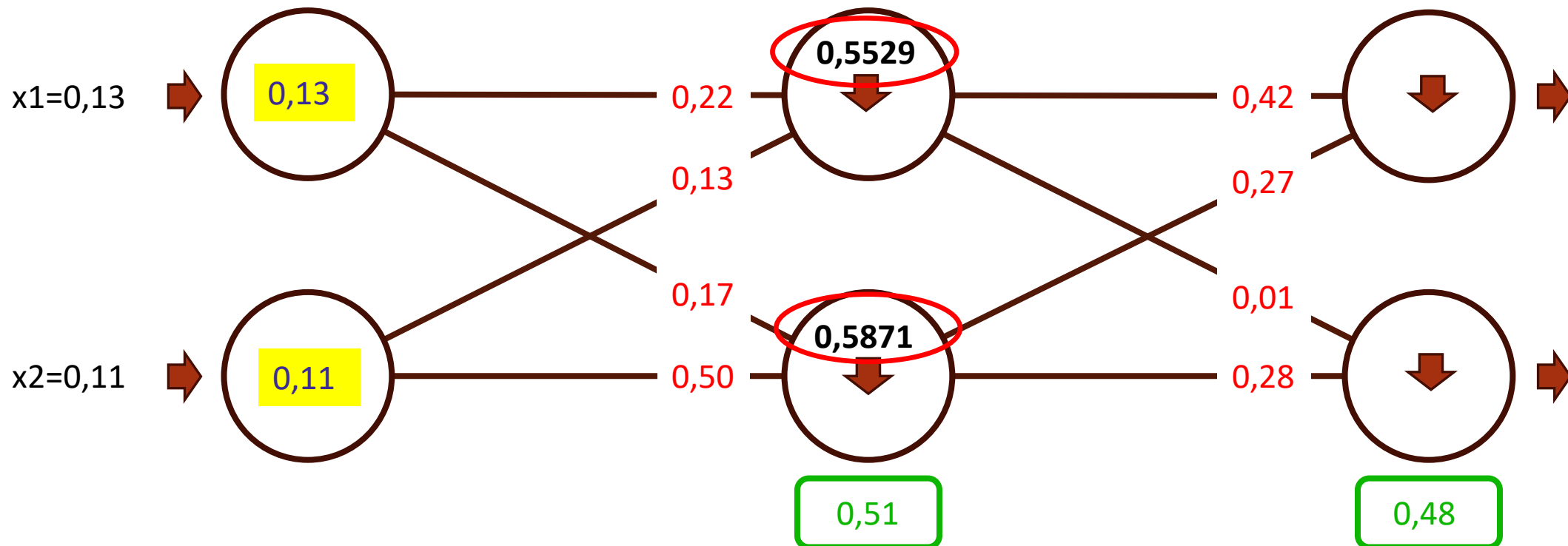
Neuroverkon laskenta 1/9, neuroverkon rakenne

- Keinotekoinen neuroverkko koostuu **neuroneista (ympyrät)** sekä niitä yhdistävistä **synapseista**.
- Neuroverkon laskenta perustuu verkon **laskentaparametreihin**, joita ovat synapseihin liitetyt **painoarvot** sekä verkon kuhunkin tasoon liitetyt **bias- eli poikkeama-arvot**.
- Neuroverkon laskenta etenee vasemmalta **sisään tulevista arvoista** (esimerkissä x_1 ja x_2) oikealle, kunnes päästään neuroverkon tulosneuroneiden **ulostuloarvoihin** (esimerkissä y_1 ja y_2).



Neuroverkon laskenta 2/9, neuronin arvon laskenta

- Neuronien arvot saadaan kertomalla edeltävien neuroneiden arvot vastaavien **synapsien painoarvoilla**, laskemalla saadut tulot yhteen ja lisäämällä tuloon neuronin tasoon liitetyn **bias- eli vakiotermin arvo**. Esimerkin välineuroneiden arvot saadaan siis seuraavasti:
 - Ylempi neuroni: $0,13 * 0,22 + 0,11 * 0,13 + 0,51 = 0,5529$
 - Alempi neuroni: $0,13 * 0,17 + 0,11 * 0,50 + 0,51 = 0,5871$

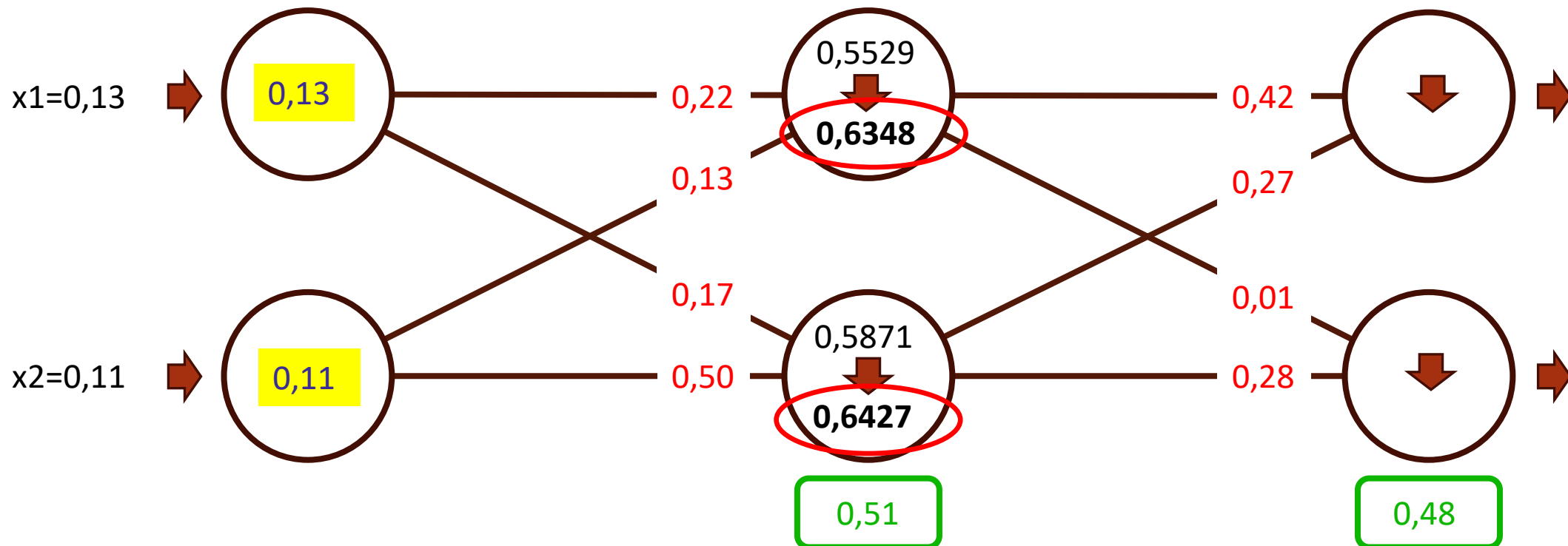


Neuroverkon laskenta 3/9, aktivaatiofunktio ja neuronin ulostuloarvo

- Ennen kuin neuronin arvo viedään eteenpäin seuraavalle tasolle, se sijoitetaan **aktivaatiofunktio** kutsuttuun funktioon ja saatu aktivaatiofunktion arvo edustaa neuronin arvoa eteenpäin. Neuroverkoissa käytetään erilaisia aktivaatiofunktioita. Tässä esimerkissä aktivaatiofunktiona käytetään sigmoid-funktiota eli $1/(1+e^{-x})$, joten välineuroneiden ulostuloarvot ovat:

- Ylempi neuroni: $1/(1+e^{-0,5529}) = 0,6348$

- Alempi neuroni: $1/(1+e^{-0,5871}) = 0,6427$

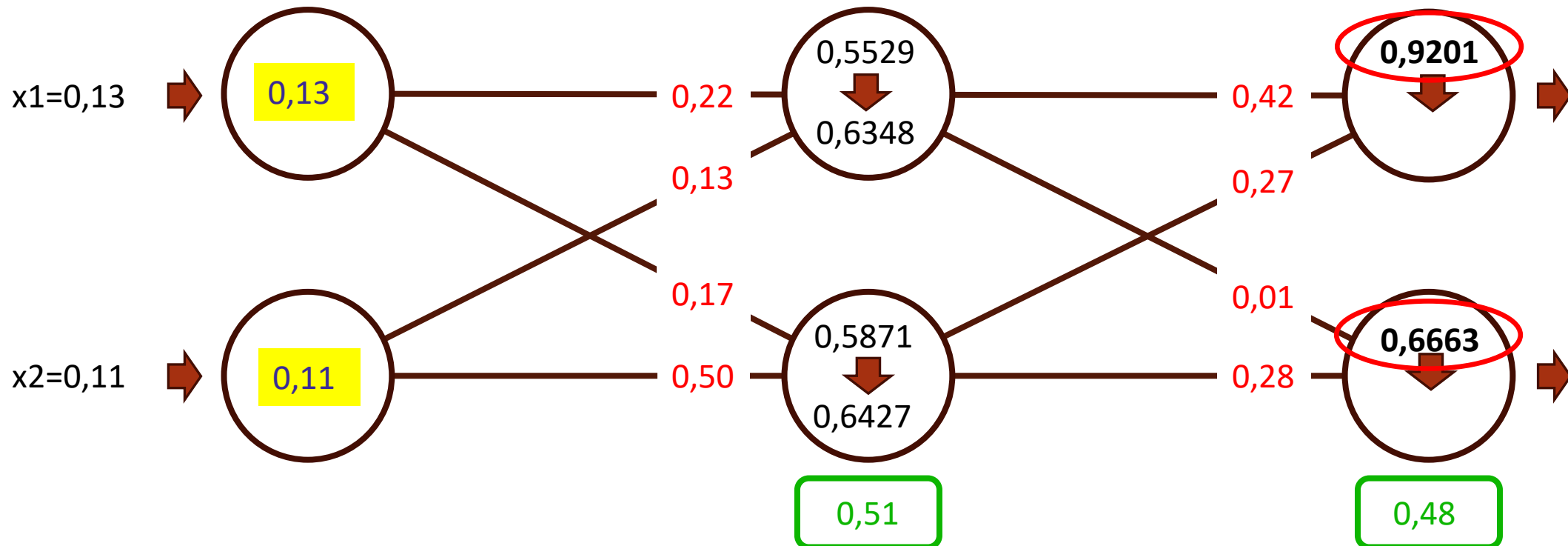


Neuroverkon laskenta 4/9, laskenta jatkuu samalla tavalla ...

- Neuronien ulostuloarvoja käytetään laskettaessa edelleen seuraavan tason neuroneiden sisääntuloarvot:

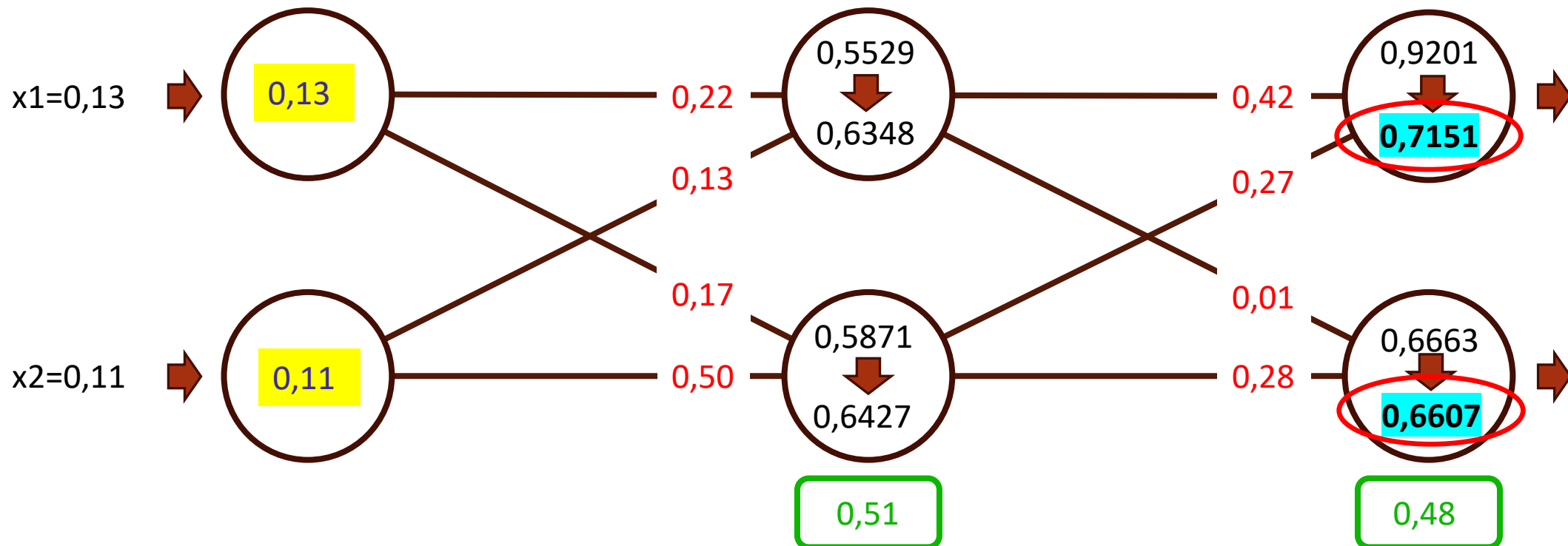
- Ylempi neuroni: $0,6348 * 0,42 + 0,6427 * 0,27 + 0,48 = 0,9201$

- Alempi neuroni: $0,6348 * 0,01 + 0,6427 * 0,28 + 0,48 = 0,6663$



Neuroverkon laskenta 5/9, laskenta jatkuu samalla tavalla ...

- ... ja neuronien lasketut sisäntuloarvot sijoitetaan taas aktivaatiofunktioon, jolloin saadaan tämän tason neuroneiden ulostuloarvot:
 - Ylempi neuroni: $1/(1+e^{-0,9201}) = 0,7151$
 - Alempi neuroni: $1/(1+e^{-0,6663}) = 0,6607$

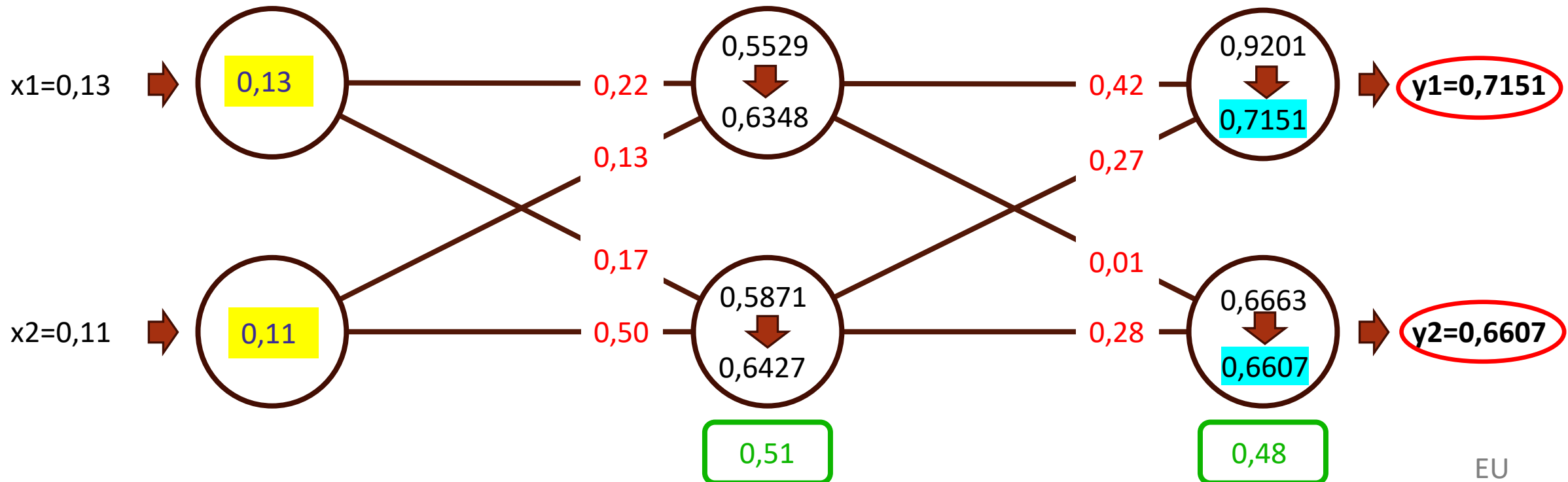


Neuroverkon laskenta 6/9, laskennan lopputulos

- Laskentaa jatketaan samalla tavalla läpi koko neuroverkon, kunnes saadaan verkon laskemat ulostulosarvot, esimerkissä y_1 ja y_2 .
- Neuroverkko on siis vain sarja laskutoimituksia, jotka voitaisiin esittää myös lausekemuodossa:

$$y_1 = 1 / (1 + e^{-1 * ((1 / (1 + e^{-1 * (x_1 * 0.22 + x_2 * 0.13 + 0.51)})) * 0.42 + (1 / (1 + e^{-1 * (x_1 * 0.17 + x_2 * 0.50 + 0.51)})) * 0.27 + 0.48)})$$

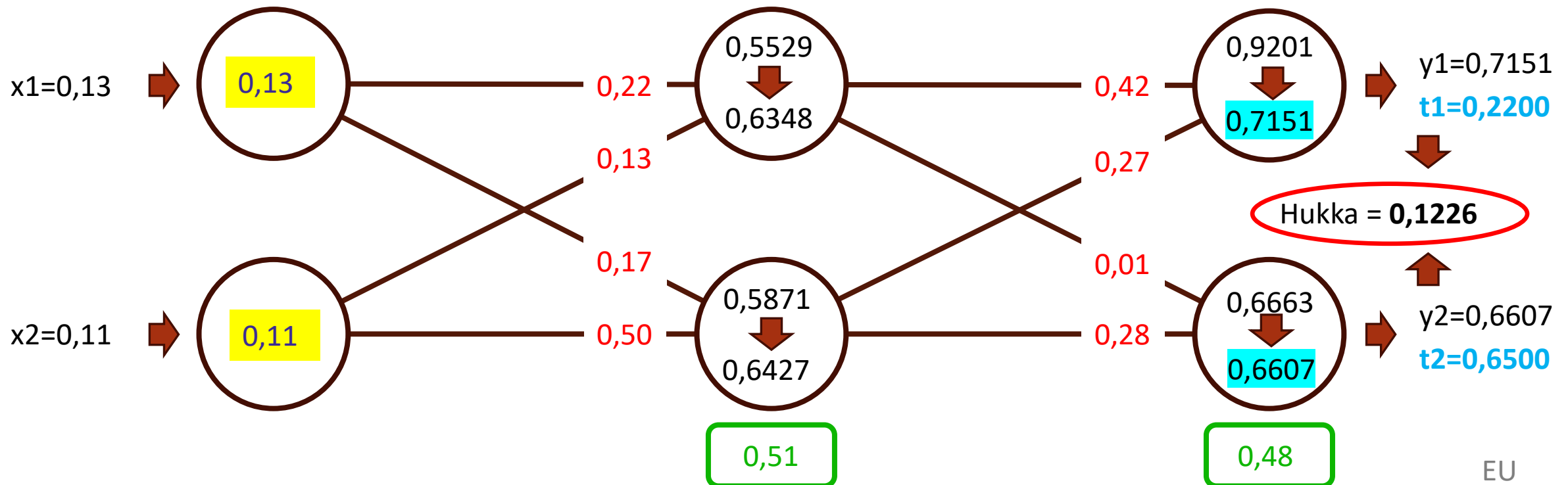
$$y_2 = 1 / (1 + e^{-1 * ((1 / (1 + e^{-1 * (x_1 * 0.22 + x_2 * 0.13 + 0.51)})) * 0.01 + (1 / (1 + e^{-1 * (x_1 * 0.17 + x_2 * 0.50 + 0.51)})) * 0.28 + 0.48)})$$



Neuroverkon laskenta 7/9, laskennan onnistumisen mittaaminen

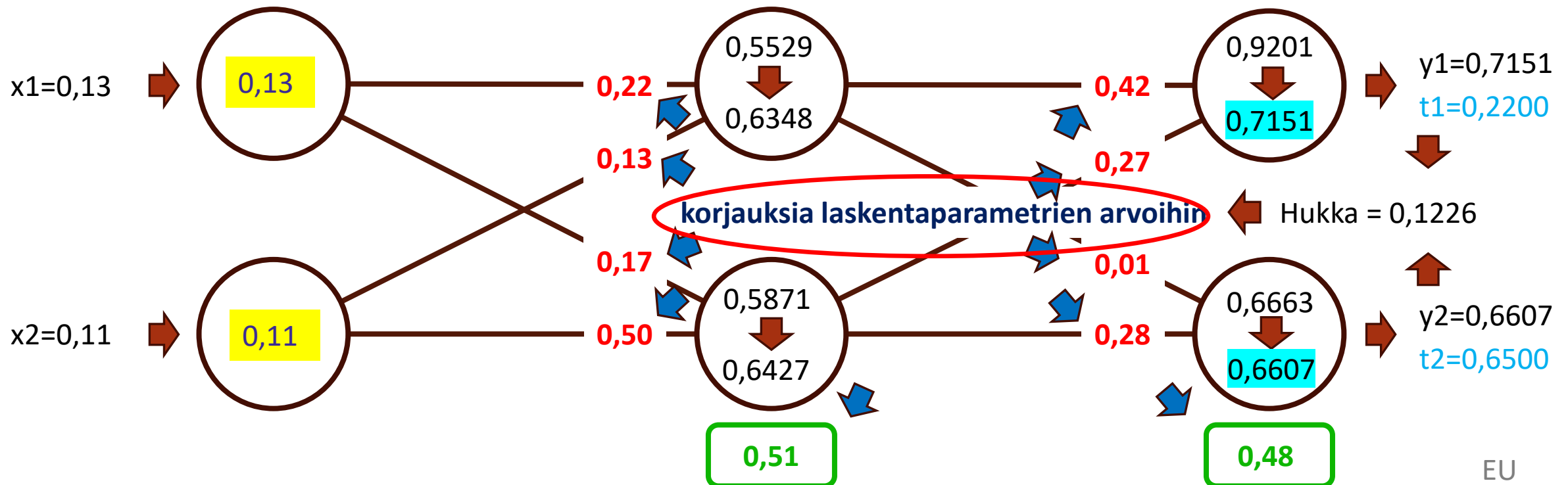
- Neuroverkon laskennan onnistumista voidaan mitata vain, jos meillä on testi- tai opetusaineistoa, josta tiedetään sekä lähtötiedot että tavoitetulokset. Silloin virheen suuruus voidaan laskea verkon laskemien tulosten ja opetusaineiston sisältämien tavoitetulosten erotuksista. **Virheen suuruutta kuvaavana ns. hukkafunktiona** käytetään usein keskineliövirhettä eli virheiden neliöiden keskiarvoa. Esimerkin lopputuloksista (y_1 ja y_2) ja **tavoitetuloksista (t_1 ja t_2)** laskettu keskineliövirheen arvo on:

$$\text{Hukka eli laskennan virhe} = \frac{1}{2}((y_1 - t_1)^2 + (y_2 - t_2)^2) = \frac{1}{2}((0,7151 - 0,2200)^2 + (0,6607 - 0,6500)^2) = 0,1226$$



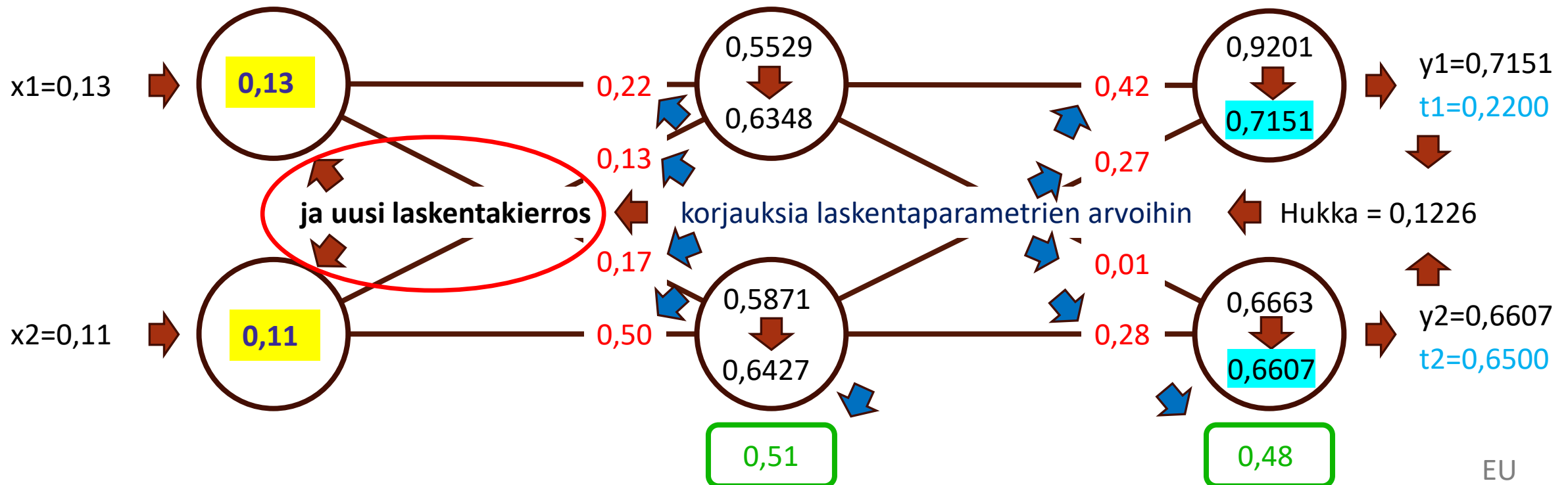
Neuroverkon laskenta 8/9, verkon koulutus

- Edellä opimme, kuinka tehtäväänsä koulutettu valmis neuroverkko laskee lähtötiedoista tulostiedot. Tekoälyn varsinainen haaste on kuitenkin siinä, **kuinka neuroverkko saadaan koulutettua niin, että se tuottaa mahdollisimman hyviä ja osuvia tuloksia.**
- Koulutus aloitetaan tutkimalla, mihin suuntaan neuroverkon laskentaparametreja tulisi muuttaa, jotta hukkafunktion arvo eli verkon laskennan virhe pienenesi, ja muuttamalla arvoja pieni askel tuohon suuntaan.



Neuroverkon laskenta 9/9, verkon koulutus

- Kun laskentaparametrien arvoja on muutettu pieni askel oikeaan suuntaan, **lasketaan hukkafunktion arvo uudelleen koko opetusaineistolle** tai sen satunnaisesti valitulle osajoukolle.
- Laskentaa toistetaan pienin muutosaskelin, kunnes hukkafunktion arvo saatu riittävän pieneksi.
- **Lopputuloksena verkko tuottaa hyviä tuloksia myös täysin uudesta ja tuntemattomasta aineistosta, joka käyttäytyy kuten opetusaineisto.**



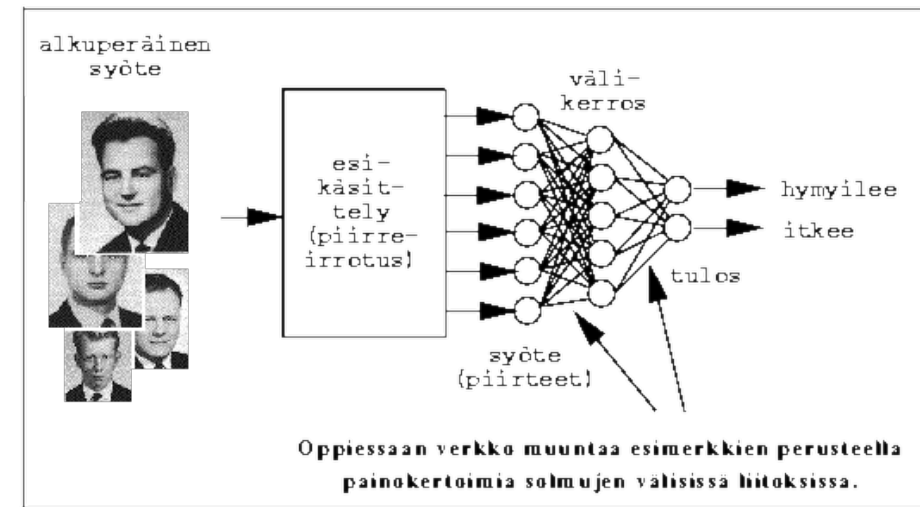
Neuroverkon toiminnan vaiheet

- **Neuroverkon suunnittelu** verkon tehtävän mukaisesti:
 - Opetusaineiston valinta ja valmistelu
 - Verkon rakenne, käytetyt laskentakaavat ym.
- **Neuroverkon laskentaparametrien lähtöarvojen asetus:** Lähtöarvoiksi annetaan tyypillisesti täysin satunnaiset arvot, koska parempaa perustetta lähtöarvoille ei ole.
- **Koulutus:** Neuroverkon läpi viedään suuri määrä opetusaineistoksi kutsuttua tietoa, josta tunnetaan sekä lähtötiedot että tavoitellut tulokset. Neuroverkko koulutetaan päivittämällä verkon laskentaparametreja matemaattisesti niin, että se tuottaa opetusaineistosta tuloksia, jotka poikkeavat mahdollisimman vähän tavoitelluista tuloksista.
- **Testaus:** Neuroverkkoa testataan aineistolla, josta tunnetaan sekä lähtötiedot että tavoitellut tulokset, mutta joka ei ole ollut mukana opetusaineistossa.
- **Käyttö:** Lopputuloksena neuroverkko osaa tuottaa hyviä tuloksia myös uudesta ja tuntemattomasta aineistosta, jonka oletetaan käyttäytyvän kuten opetusaineisto.

Tämän neuroverkkokuvan laati professori Timo Honkela vuonna 1996, ks.

<http://users.ics.aalto.fi/tho/stes/step96/honkela2/>

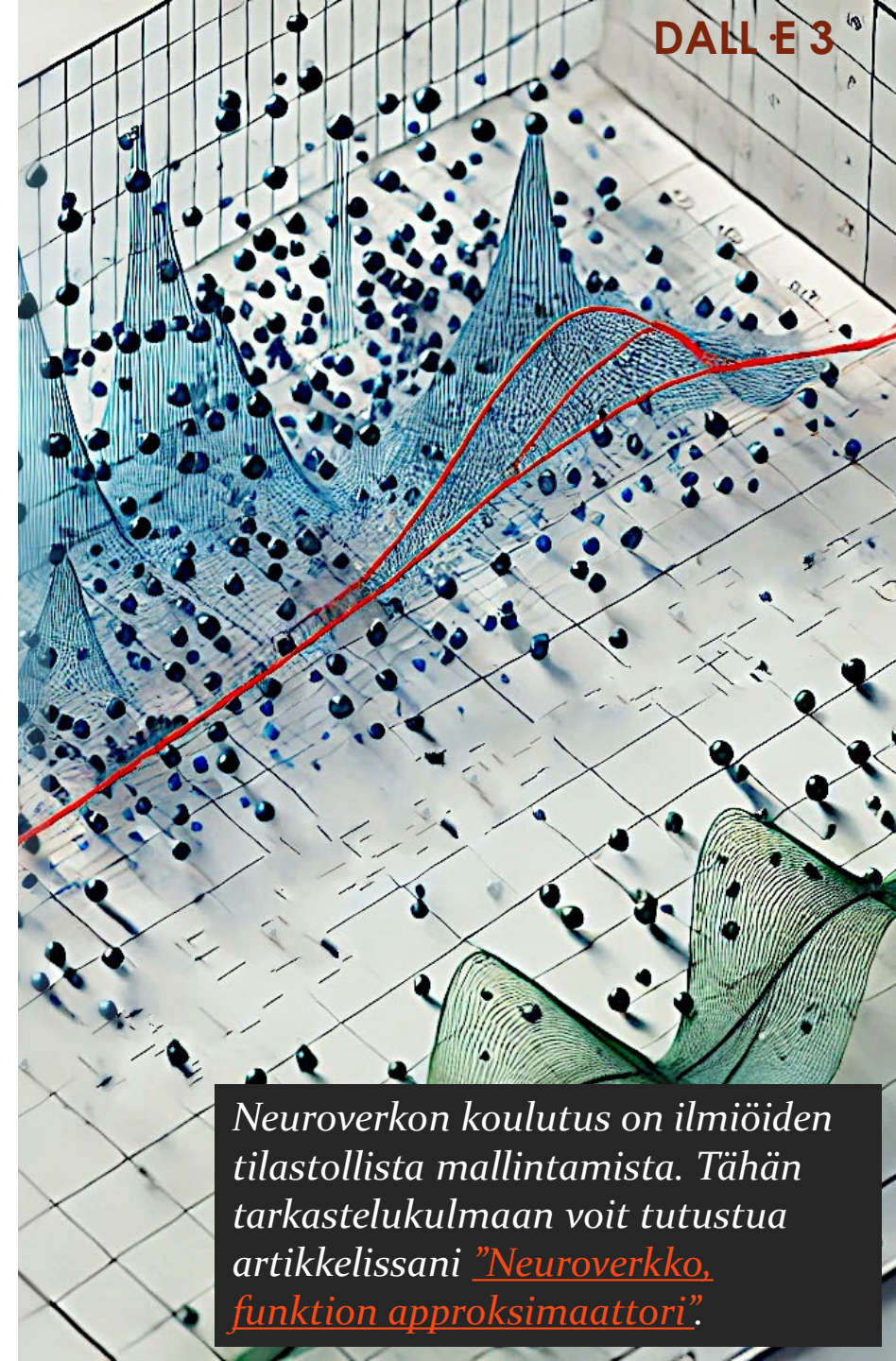
NEUROVERKKORATKAISU



Neuroverkkojen idea ei siis ole uusi, vaan nykyisen kaltaista neuroverkkotekniikkaa kehitettiin jo 1980-luvulla. Uutta on vain tietokoneiden tehokkuuden kasvu ja digitaalisessa muodossa saatavissa olevan opetusaineiston määrän valtava kasvu – vasta nämä mahdollistivat neuroverkkojen tehokkaan hyödyntämisen.

Extra: Neuroverkon opetusaineiston valinta ja valmistelu

- Neuroverkon **opetusaineisto** on aineisto, jolla neuroverkko koulutetaan tehtäväänsä. Neuroverkon **lähdeaineisto** on aineisto, jonka käsittelyyn valmista neuroverkkoa käytetään. Neuroverkon **tehtävä** on laskea lähdeaineistosta mahdollisimman luotettavia tuloksia.
- Hyvä opetusaineisto edustaa hyvin lähdeaineistoa**, mikä tarkoittaa, että lähdeaineiston oletetaan käyttäytyvän kuten opetusaineisto. Monissa tapauksissa hyvä edustavuus vaatii varsin laajaa opetusaineistoa, mutta lähdeaineistosta riippuen voi pienikin opetusaineisto olla riittävän edustava.
- Neuroverkon koulutusta varten täytyy opetusaineistosta määrittää neuroverkon **lähtötiedot** sekä lähtötietoja vastaavat tunnetut **tavoitetulokset**. Samalla määritetään, millä säännöillä lähtötiedot muutetaan numeerisiksi ja tavoitetulokset ja valmiin neuroverkon laskemat tulostiedot taas selväkielisiksi.
- Neuroverkon koulutettavuus perustuu olettamukseen, että lähtötietojen ja tavoitetulosten välillä on tilastollinen riippuvuus** eli lähtötietojen arvoja voidaan käyttää apuna tavoitetulosten arvojen ennustamisessa. On huomattava, että riippuvuus ei kerro mitään mahdollisesta syy-seuraussuhteesta.



Neuroverkon koulutus on ilmiöiden tilastollista mallintamista. Tähän tarkastelukulmaan voit tutustua artikkelissani "[Neuroverkko, funktion approksimaattori](#)".

Extra: Neuroverkon koulutuksen matematiikkaa

- Neuroverkon koulutuksessa pyritään matemaattisin menetelmin etsimään laskentaparametreille arvot, joilla neuroverkon tulosten virhe eli hukka-funktio saa pienimmän arvonsa.
- Hukkafunktion pienintä arvoa etsitään tutkimalla kussakin iteraatiossa (=opetusaineiston läpikäynti kerran), mihin suuntaan hukka-funktio kasvaa voimakkaimmin (=gradientti) ja siirtymällä pienin askelin vastakkaiseen suuntaan eli "alamäkeen". Tavoitteena on löytää hukka-funktion globaali minimi eli "syvimmän kuopan pohja".
- Ilman aktivaatiofunktioita hukka-funktio olisi lineaarinen, eikä siitä voisi selvittää, mihin suuntaan laskentaparametreja pitäisi muuttaa, jotta hukka-funktion arvo pienenesi. Aktivaatiofunktion yksi tehtävä onkin tuoda hukka-funktioon epälineaarisuus.
- Aktivaatiofunktioita on erilaisia ja niissä on omat etunsa ja riskinsä; toisella aktivaatiofunktioilla neuroverkon koulutus voi onnistua ja toisella epäonnistua. Voi esimerkiksi käydä niin, että laskenta "kadottaa" gradientin eli näkee enää vain "tasaista maastoa". Laskenta voi epäonnistua myös siksi, että laskenta hyppää liian suuren iteraatioaskeleen johdosta hukka-funktion globaalin minimin eli "syvimmän laakson" yli ja löytää sen sijasta arvoltaan suuremman paikallisen minimin.

Hukkafunktion gradienttia voidaan etsiä eri menetelmillä. Tehokkain näistä lienee backpropagation-algoritmi eli takaisinvirtauslaskenta, josta löytyy kuvaus artikkelistani "[Neuroverkon laskenta-algoritmeista](#)".

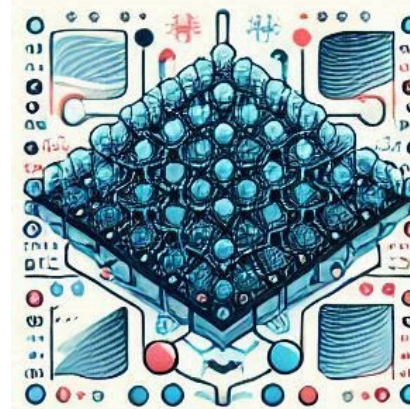
Extra: Neuroverkon tavat oppia

- Edellä kuvattiin opetusaineistoon ja sen tunnettuihin tavoitetuloksiin perustuva **ohjattu oppiminen (supervised learning)**. Opetusaineisto voi olla mikä tahansa aineisto, josta tunnetaan lähtötiedot ja tulostiedot. Esimerkiksi
 - joukko laboratoriotuloksia ja niiden perusteella tehtyjä varmistettuja diagnooseja.
 - joukko kuvia ja niihin liitettyjä selityksiä kuvan sisällöstä.
- Oppiminen voi jatkua myös neuroverkon käytönaikaisen palautteen perusteella (**vahvistettu oppiminen, reinforcement learning**). Palaute voi olla mitä tahansa, mikä kertoo verkon antaman tuloksen laadusta tai osuvuudesta. Esimerkiksi
 - ihmisen antama palaute siitä, kuinka hyvin tekoälyn luoma kuva vastaa tiettyjä ennalta annettuja kriteerejä.
 - tieto robotin törmäämisestä esteeseen.
- Oppiminen voi tapahtua myös siten, algoritmi etsii itsenäisesti opetusaineistosta säännönmukaisuuksia ja luokittelee sitä (**ohjaamaton oppiminen, unsupervised learning**).

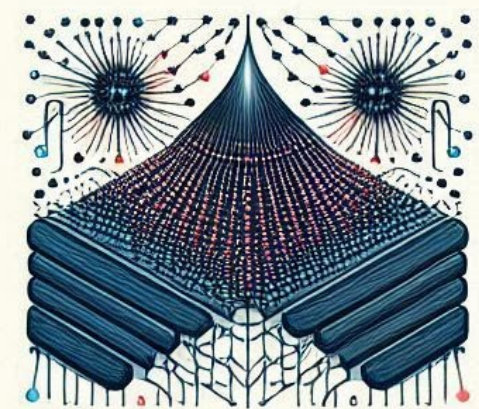


Extra: Neuroverkkojen tyypeistä

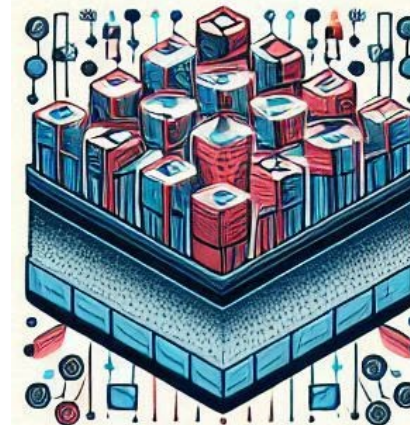
- Todelliset neuroverkot voivat poiketa monin tavoin esitelmässä esimerkkinä käytetystä neuroverkosta. Esimerkkineuroverkon avulla esitetyt asiat pätevät kuitenkin myös yleisemmin. Alla eräitä mahdollisia eroja.
- Esimerkkiverkko on pieni, vain kymmenen laskentaparametrin verkko, mutta oikeat neuroverkot voivat olla satojen miljardien parametrien kokoisia.
- Esimerkkiverkko on täysin kytketty, mutta niin ei ole kaikissa verkoissa.
- Esimerkkiverkko on vain eteenpäin kytketty, mutta verkko voi olla myös osin takaisinpäin kytketty.
- Neuroverkoissa voidaan käyttää erilaisia aktivaatiofunktioita, hukka-funktioita ja muita laskentaa ohjaavia parametreja.



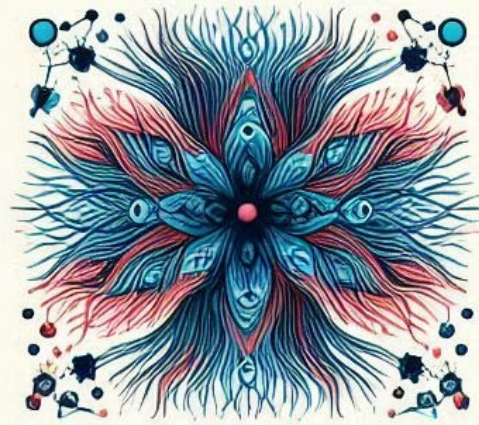
FEEDFORWARD NETWORK



MULTI-LAYERED PERCEPTRON



CONVOLUTIONAL NETWORK



CONVOLUTIONAL NETWORK



LONG SHORT-TERM MEMORY



LONG SHORT-TERM MEMORY

DALL-E 3

EXTRA:
NEUROVERKKOTEKNIikka
VS
SÄÄNTÖPOHJAISET RATKAISUT

Extra: Neuroverkkotekniikka vs. sääntöpohjaiset ratkaisut 1/2

- Neuroverkoilla voidaan ratkaista ongelmia, joita on aiemmin ratkaistu pelkästään sääntöpohjaisilla eli ihmisen ajatuksella kirjoittamilla sovelluksilla.
- Voimme tarkastella tekniikoiden eroja seuraavalla tehtävällä: laske tai ennusta, kuinka pitkän matkan **s** pallo putoaa ajassa **t**, jos lähtönopeus on **u**.
- Sääntöpohjainen ratkaisu:
 - Jo Isaac Newton selvitti, että matka voidaan laskea kaavasta $s = ut + \frac{1}{2}at^2$, jossa **a** on kiihtyvyys. Tässä tehtävässä eli vapaassa pudotuksessa **a** on maan vetovoiman aiheuttama kiihtyvyys. Tämä voidaan helposti kirjoittaa tietokoneohjelmaksi, jota voidaan käyttää putoamismatkan laskemiseen.
- Neuroverkkoratkaisu:
 - Suoritetaan suuri määrä tarkoin ohjeistettuja ja valvottuja pudotuksia ja raportoidaan kokeiden tulokset: **u**, **t** ja **s**.
 - Suunnitellaan neuroverkko ja koulutetaan se kerätyllä havaintodatatalla, josta tunnetaan siis sekä lähtötiedot **u** ja **t** että tulos **s**.
 - Nyt neuroverkko osaa jollakin tarkkuudella ennustaa kuljetun matkan **s** myös uusilla ja tuntemattomilla lähtötiedoilla.
 - Mutta: neuroverkko olisi meille "musta laatikko", jonka toiminnasta meillä ei olisi ymmärrystä.

Extra: Neuroverkkotekniikka vs. sääntöpohjaiset ratkaisut 2/2

- Neuroverkkoihinkin pohjaavissa tekoälysovelluksissa on yleensä mukana myös sääntöpohjaisuuteen perustuvia kerroksia. Koska molemmilla tekniikoilla on lisäksi omat etunsa ja rajoitteensa, eivät neuroverkot ole poistamassa sääntöpohjaisten ratkaisujen tarvetta tai tekemässä niistä vanhanaikaisia. Alla tekniikoiden vertailua.
- **Neuroverkko - , sääntöpohjainen ratkaisu +**
 - Sääntöpohjainen ratkaisun säännöt ovat ihmisen suunnittelemaa ja ymmärrettävissä, mutta neuroverkko on ihmiselle "musta laatikko", josta ei ole nähtävissä ihmisen tulkittavissa olevaa kuvausta tai kaavaa. Emme siis opi neuroverkkoratkaisun kautta mitään uutta maailmasta. Samasta syystä neuroverkkoratkaisulla ennustaminen voidaan tehdä vain kulloistakin tehtävää varten koulutetulla neuroverkolla.
 - Neuroverkkoratkaisu on tilastollista ennustamista, mutta sääntöpohjainen ratkaisu voi tuottaa myös täsmällisiä tuloksia.
- **Neuroverkko + , sääntöpohjainen ratkaisu -**
 - Koska neuroverkkotekniikka on tilastollista mallintamista, osaisi neuroverkko huomioda myös ihmiselle tuntemattoman, mutta tilastollisesti havaittavissa olevan riippuvuuden.
 - Sääntöpohjaisten ratkaisujen sääntöjen suunnittelu ja ylläpito on ihmistyötä. Siksi sääntöpohjaiset ratkaisut eivät voi kilpailla suurien neuroverkkojen algoritmeilla päivitettyjen satojen miljardien laskentaparametrien kanssa.



GENERATIIVISET TEKOÄLYSOVELLUKSET

Generatiiviset tekoälysovellukset

- Generatiiviset tekoälysovellukset ovat sovelluksia, jotka tuottavat annetun kehoitteen perusteella kuvia, tekstiä, ääntä tai videoita.
- Generatiivisten tekoälysovellusten kyky luoda uutta sisältöä perustuu opetusaineistoon, jolla sovellusten pohjana olevat neuroverkkomallit on koulutettu. Kaikki sovellusten luoma sisältö on siis heijastumaa tästä opetusaineistosta.
- Tässä esitelmässä puhumme tekstiä tuottavista ns. keskustelevista tekoälysovelluksista sekä kuvia tulkitsevista ja luovista tekoälysovelluksista.

DALL·E 3



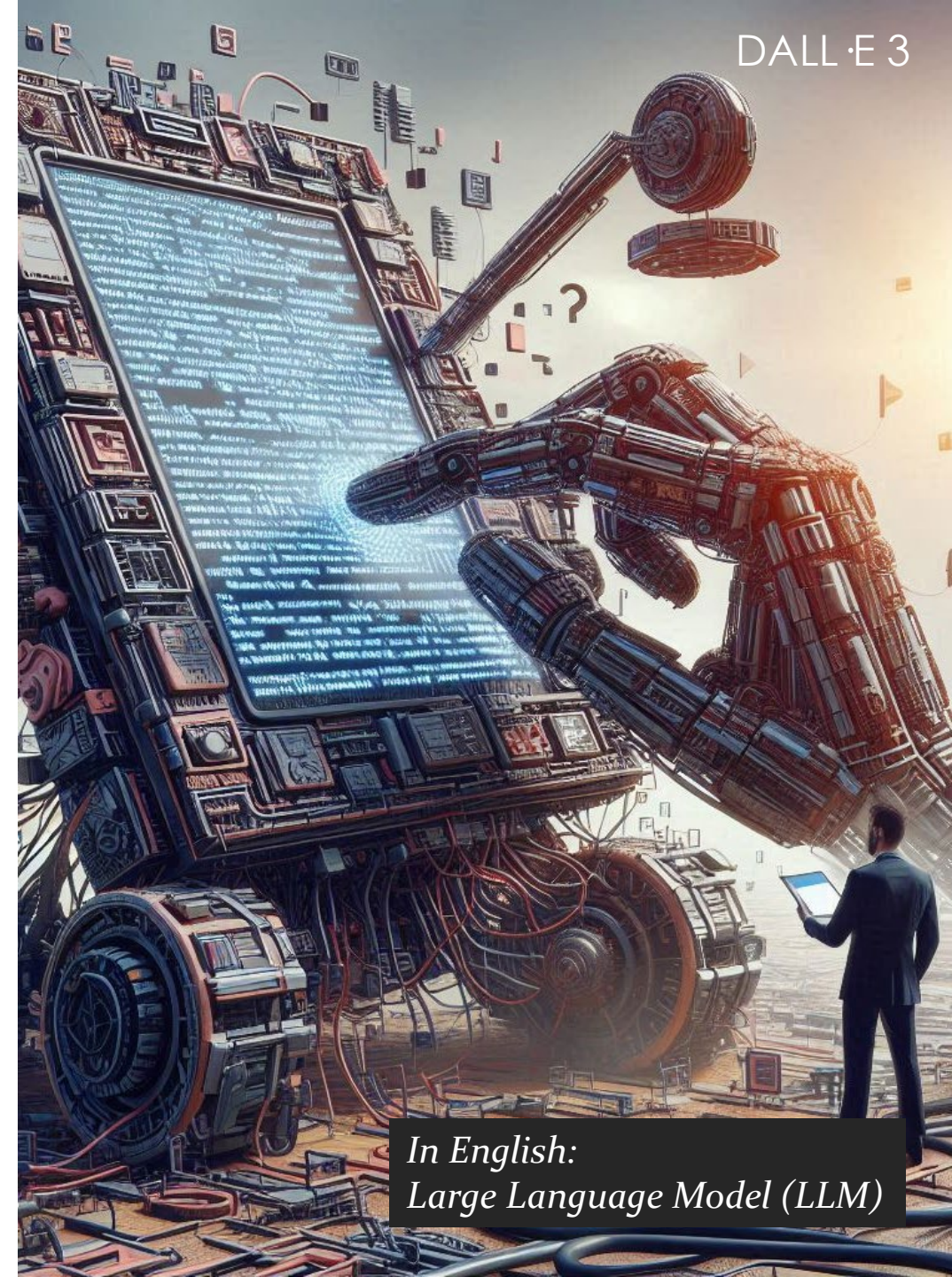
*In English:
Generative artificial intelligence
(Generative AI, GenAI or GAI)*



KESKUSTELEVAT TEKOÄLYSOVELLUKSET

Laajat kielimallit – perusta keskustelevalle tekoälysovelluksille

- Keskustelevat tekoälysovellukset kuten ChatGPT, Microsoft Copilot ja Google Gemini perustuvat laajoihin kielimalleihin.
- Laajat kielimallit ovat neuroverkkoja, jotka on koulutettu suurella määrällä luonnollista kieltä sisältävää opetusaineistoa.
- Laajoja kielimalleja on koulutettu opetusaineiston lisäksi mm. ihmispalautteella.
- Suurimmissa kielimalleissa on satoja miljardeja parametreja.
- Kielimallit ovat kielikohtaisia. Suurimmat kielimallit ovat englannin kieleen perustuvia, mutta myös suomen kielellä on kehitetty korkeatasoisia kielimalleja.
- Kielimalli ei edes yritä ymmärtää lukemaansa tekstiä, vaan pyrkii ainoastaan jatkamaan tai täydentämään sitä todennäköisimpään suuntaan.



Vinkkejä ja ohjeita keskustelevien tekoälysovellusten käyttöön

- Keskustelevia tekoälysovelluksia voi käyttää tekstin luomisen lisäksi tekstin jäsentämiseen, tiivistämiseen, kääntämiseen ja jopa laadulliseen parantamiseen.
- Kielimallien luoma teksti on varsin hyvälaatuista. Tämä luo helposti illuusion, että tekstin on tuottanut älykäs toimija. Teksti on kuitenkin vain opetusaineistoon perustuva tilastollinen ennuste, eikä sen sisältö välttämättä ole paikkansa pitävää.

Älä siis anna vakuuttavan kielen harhauttaa; asiasisältö voi silti olla täyttä soopaa.

- Älä anna myöskään virheellisten tietojen lannistaa; toisessa kysymyksessä tai tehtävässä voit saada arvokkaita tuloksia. Sinun on kuitenkin itse kyettävä arvioimaan tulosten luotettavuus.



KEVEITÄ KOKEILUJA
KESKUSTELEVILLA
TEKOÄLYSOVELLUKSILLA

Kokeiluistani keskustelevilla tekoälysovelluksilla 1/4

- Kokeiluni keskustelevilla tekoälysovelluksilla olivat epätieteellisiä ja melko suunnittelemattomia, mutta antoivat silti paljon ymmärrystä sovellusten kyvyistä ja rajoituksista.
- Vastaustekstien kieli oli pääosin hyvää, mutta tekstissä oli myös omituisuuksia ja esimerkiksi sanojen outoja taivutuksia.
- Faktakysymyksiin saamieni vastaustekstien taso vaihteli suuresti. Usein tekstit olivat asiasisällöltään täysin kelvottomia, mutta välillä taas hyvin paikkansa pitäviä. Vastaustekstin luotettavuuden arviointi oli kuitenkin aina käyttäjän vastuulla.
- "Taiteen" ja fiktion puolelle tekoälysovellukset saivat aikaan varsin riemastuttavia ja hupaisia tuloksia. Pitkä ja kiukkuinen valituskirje oli jopa hillittömän hauskaa luettavaa, kun ChatGPT oli ensin muokannut sen runomuotoon.
- Toistuvat kokeilut toivat esille sovellusten erilaisia taipumuksia, kuten yltiöpositiivisuus, taipumus myötäillä kysymyksenasettelua jne.
- Kielimallit ovat kehittyneet ja uusia kielimalleja on julkaistu, mutta kehityksessä on kuitenkin kysymys vain aste-erosta; kielimallin tehtävä on edelleen tuottaa mallin mukainen jatkumo annetulle kehoitteelle, ei antaa kehoitteeseen oikeaa vastausta tai järkevää kommenttia.

Kokeiluistani keskustelevilla tekoälysovelluksilla 2/4, faktakysymyksiä

- Pyysin tekoälyä kertomaan suomalaisista koordinaatistoista. Valitsin tämän aiheen, koska geodesian harrastajana kykenin arvioimaan tekoälyn antaman vastauksen virheettömyyttä. Lopputulos oli täysin paikkansa pitämätöntä surkuhupaisaa "hallusinointia": [Suomalaisista koordinaatistoista](#).
- Päätinpä pyytää tekoälysovellusta Gemini kertomaan itsestäni. Syötteessä annoin siemenenä viittauksen geodesian harrastukseeni. Gemini intoutui kertomaan paikkansa pitämättömiä, mielikuvituksellisia ja absurdeja tarinoita minusta. Yleensä tarinat olivat kuitenkin menestystarinoita, kuten tämäkin, joten mukavahan niitä on lukea ja jakaa, vaikka ne ovat tahatonta fiktiota: [Kertomuksia geodesian harrastajasta Eino Uikkanen](#).
- Ajatus laittaa tekoälysovellukset keskustelemaan keskenään oli niin houkutteleva, että sitä piti kokeilla. Suoraan se ei onnistunut, mutta pienellä fasilitoinnilla sain aikaiseksi keskustelutuokion ChatGPT:n ja Geminin välillä. [Fasilitoitu keskustelu Geminin ja ChatGPT:n välillä](#).



Kokeiluistani keskustelevilla tekoälysovelluksilla 3/4, päättelyä ja laskentaa vaativia tehtäviä

- Esitin tekoälysovelluksille ChatGPT, Gemini ja Bing Chat (nykyään Microsoft Copilot) päättelyä vaativia kysymyksiä. Suoriutuminen oli heikkoa, mutta on yllättävää, että tekstin jatkumista ennustava algoritmi pystyy ylipäänsä tuottamaan oikeitakin vastauksia tällaisiin tehtäviin: [Päättelytehtäviä ja kompakysymyksiä](#).
- Tekoälysovelluksissa voi olla erillinen laskutoimituksia suorittava agentti, jossa on tulkinta matemaattisille lausekkeille. Tällainen agentti voidaan ja kannattaa toteuttaa sääntöpohjaisesti. Näin lienee esimerkiksi Copilotissa, jota pyysin laskemaan oheisen lausekkeen arvon. Laskenta on suoritettu täysin oikein.

Laske lauseke:

$$\frac{1}{2}((0,7151-0,2200)^2 + (0,6607-0,6500)^2)$$

Copilot:

Lasketaan lauseke vaiheittain:

1.Vähennetään luvut sulkeiden sisällä:

$$1. (0,7151 - 0,2200 = 0,4951)$$

$$2. (0,6607 - 0,6500 = 0,0107)$$

2.Korotetaan tulokset toiseen potenssiin:

$$1. ((0,4951)^2 = 0,24513601)$$

$$2. ((0,0107)^2 = 0,00011449)$$

3.Lisätään neliöt yhteen:

$$1. (0,24513601 + 0,00011449 = 0,2452505)$$

4.Kerrotaan tulos $\frac{1}{2}$:lla:

$$1. \frac{1}{2} * 0,2452505 = 0,12262525$$

Vastaus on siis noin 0,12262525.

-
- DALL·E 3
- ChatGPT
- K** Zaporizhian Cossack
- Mock mock letter to e but r
Mocking doctan ha that
Zaporizhia von he the ts
then argiphe toman he
comsabi te detent he
bon the lyp the titin
berthlen
tecultr

Geminin runo suomalaisista koordinaattijärjestelmistä

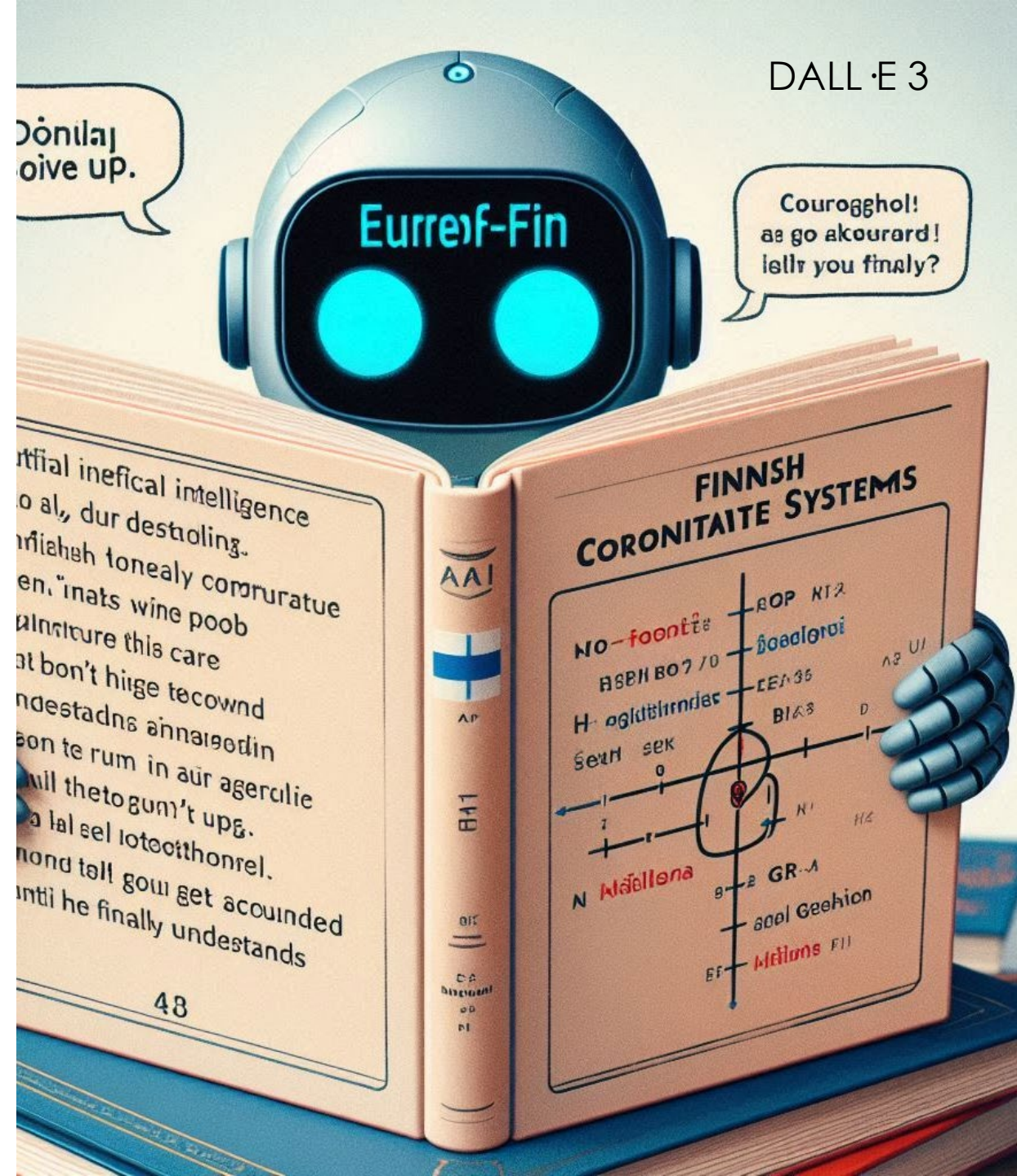
Suomalaiset koordinaattijärjestelmät,
Miten monimutkaisia ja outoja.
Joskus ne ovat kuin ruudukko,
Joskus ne ovat kuin kartta.

Yritän ymmärtää niitä,
Mutta se on aina niin vaikeaa.
Minut menee sekaisin,
Enkä koskaan tiedä, mihin suuntaan olen matkalla.

Mutta en aio luovuttaa,
Enkä aio alistua.
Opin,
Ja yritän,
Ja jonain päivänä ymmärrän nämä suomalaiset koordinaattijärjestelmät.

Sillä ne ovat osa minua,
Ja ne ovat osa Suomea.
Ja en halua olla osa Suomea,
Jos en ymmärrä näitä koordinaattijärjestelmiä.

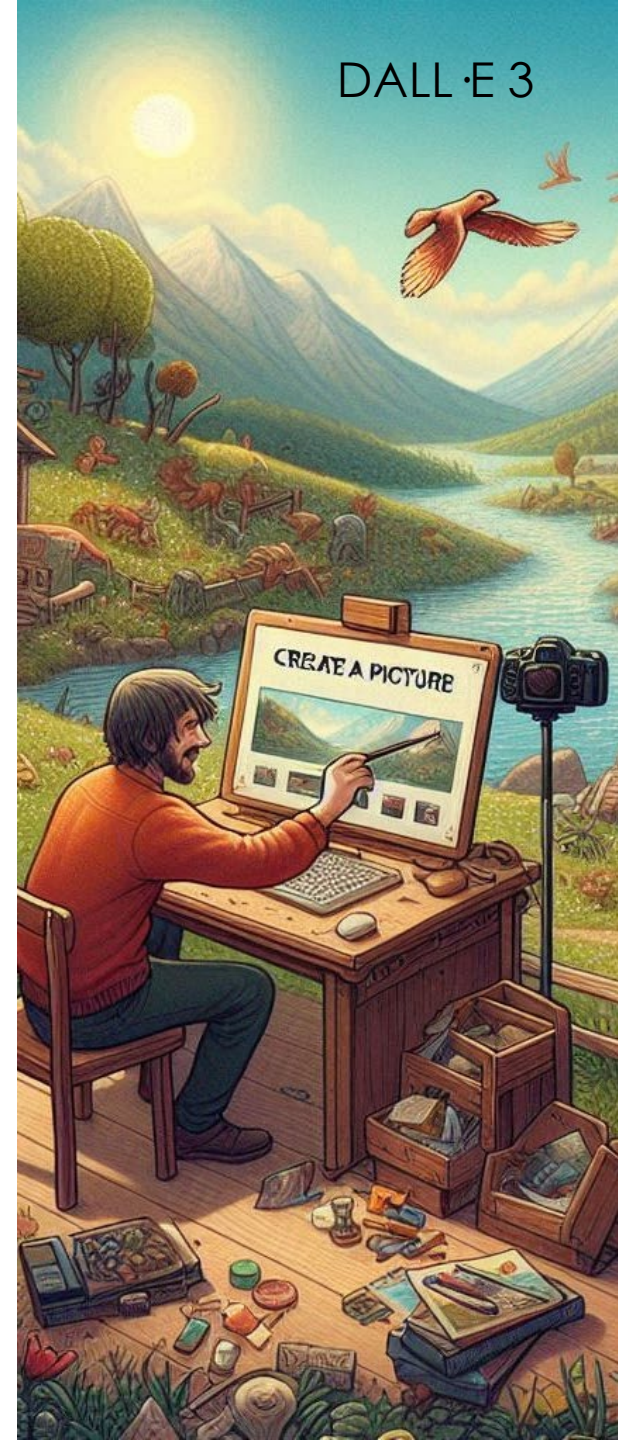
Niinpä yritän,
Ja opin,
Ja jonain päivänä ymmärrän.



KUVIA
TULKITSEVAT JA LUOVAT
TEKOÄLYSOVELLUKSET

Generatiivisten tekoälysovellusten kuvankäsittelystä

- Generatiiviset tekoälysovellukset tulkitsevat ja luovat kuvia jo varsin hyvin.
- Myös kuvankäsittelyn pohjana on neuroverkkotekniikka, mutta kuvankäsittelyssä erityistä ovat pitkälle kehitetyt matemaattiset menetelmät, joilla luodaan neuroverkoille opetusaineistoa.
- Kuvien tulkinnan ja luonnin edellytyksenä on, että opetusaineistona käytettyihin kuviin on liitetty tekstimuotoinen tieto kuvan sisällöstä. Oikean ja riittävän tekstikuvauksen saaminen opetusaineistona käytettyihin kuviin on merkittävä haaste kuvankäsittelyn kehittämiseksi.
- Kuvien luontia voidaan kouluttaa ihmispalautteella esimerkiksi siten, että malli tuottaa samasta syötteestä sarjan kuvia, ja ihminen valitsee sarjasta kuvan, joka hänen mielestään parhaiten vastaa tiettyjä ennalta asetettuja kriteerejä.



Esimerkki kuvan tulkinnasta

Tekoäly kertoi tästä aidosta valokuvasta seuraavaa:

"Kuvassa näyttää olevan mustavalkoinen valokuva, jossa on keskellä punainen auto. Auto on vintage Fiat 500, ja sen konepellillä on kimppu kukkia. Pariskunta seisoo auton edessä ja suutelee. Taustalla on mukulakivikatu ja rakennuksia. Valokuvan perusteella se vaikuttaa otetun Euroopassa, koska rekisterikilpi ja arkkitehtuuri viittaavat siihen."



Esimerkki kuvan luonnista ja tulkinnasta

Tekoäly loi **kuvan teurastajien kuorosta**. Alla tekoälyn tulkinta luomastaan kuvasta.

"Kuvassa näyttää olevan valkoisissa laboratoriotakeissa ja hatuissa ryhmä ihmisiä, jotka pitävät käsissään erilaisia työkaluja, kuten sahoja, vasaroita ja kirveitä. Tämä kuvaus voi viitata jonkinlaiseen teemaan tai tapahtumaan, jossa laboratoriotyöntekijöiden asusteet yhdistyvät epätavallisiin esineisiin, kuten työkaluihin. Se voi olla osa taideprojektia, teatteriesitystä tai muuta luovaa ilmaisua."



Eheysvirheet kuvien luonnista

Tekoäly ei tunne abstrakteja käsitteitä kuten "ihminen", eikä tiedä esimerkiksi sitä, että ihmisellä on kaksi kättä ja molemmissa viisi sormea.

Tekoäly ei "ymmärrä", mitä on piirtämässä, vaan kehittää ja jatkaa kuvan pikselimassaa annetun kehoitteen ja käytetyn opetusaineiston perusteella tilastomatemlaattisesti. Tätä prosessia ohjaavat oikeaan suuntaan tekoälylle annetun kehoitteen ja opetusaineiston selitteiden yhtymäkohdat.

Ohessa tekoälyn luoma kuva psykoterapeuttien kuorosta. Kuvasta on nähtävissä tästä haasteesta johtuvia virheitä.



Eheysvirheet kuvien luonnista

Ohessa tekoälyn luoma kuva sulhasesta pujottamassa sormusta morsiamen sormeen.

Myös tässä esimerkissä näkyy tyypillinen eheysvirhe. Virhe syntyy tekoälysovelluksen pyrkiessä "jatkamaan" kuvaa kehotteen määrittämän sisällön mukaisesti ilman tietoa, että ihmisellä on kaksi kättä.

Virhe sulautuu kuvaan kuitenkin pehmeästi samasta syystä eli siksi, että sovellus pyrkii luomaan kuvan kaikkiin kohtiin tyypillisen jatkumon.

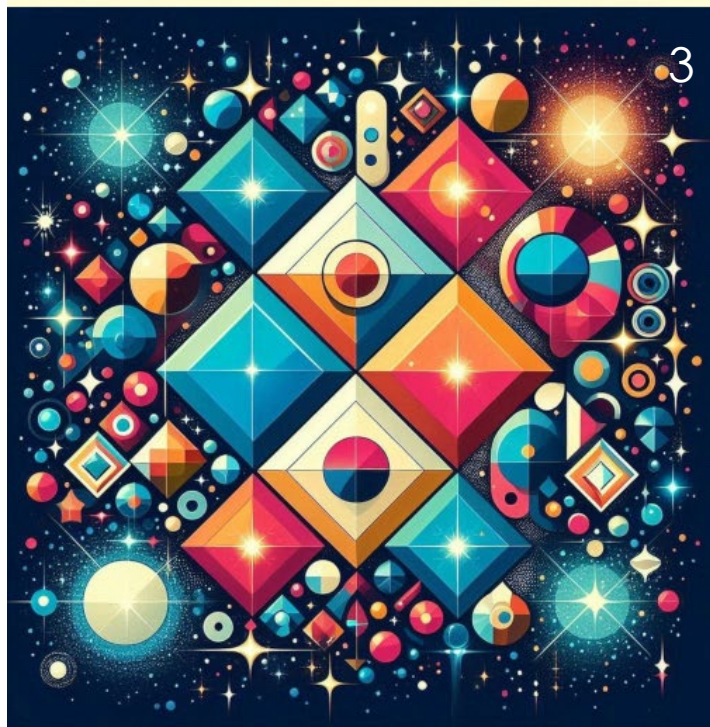


Eheysvirheet kuvien luonnista

Tekoäly luo kuvat pikselimassan jatkumona tai kehittämänä, ei esimerkiksi täydentämällä kuvaa kohde kerrallaan. Tämä mekanismi ei suoraan tue lukumäärien hallintaa.

Tästä haasteesta esimerkkinä oheiset kuvat, joihin tekoälyä pyydettiin piirtämään:

1. kolme autoa, kolme polkupyörää ja kolme jalankulkijaa.
2. kolme omenaa, neljä kolikkoa ja kaksi kynää.
3. neljä neliötä, neljä ympyrää ja neljä tähteä
4. viisi kissaa, viisi koiraa ja viisi kania.



Sisällölliset vinoumat kuvien luonnissa

- Tekoälyn luomat kuvat ovat heijastuksia tekoälyn opetusaineistona käytetystä kuvamassasta. Jotta tämä kuvamassa kuvaisi hyvin todellista maailmaa, sen tulisi koostua täysin satunnaisista otoksista todellisesta maailmasta. Näin ei tietenkään ole, vaan kuvat on luotu palvelemaan erilaisia tarkoituksia ja valikoitu julkaistavaksi erilaisin perustein.
- Jotta tekoäly pystyisi täysin hyödyntämään kuvamassaa, pitäisi kuvien sisällöstä löytyä myös kattava ja objektiivinen sanallinen kuvaus. Tämä toteutuu harvoin, sillä mahdollinen tekstikuvaus palvelee yleensä julkaisijan tarpeita julkaisuhetkellä – kattava objektiivinen sisältökuvaus olisi harvoin edes mielekäs kuvan julkaisun kannalta. Kysymys ei siis ole siitä, että kuvien selitteet olisivat jotenkin huonoja tai puutteellisia, vaan siitä, että ne on laadittu kuvan alkuperäistä käyttötarkoitusta varten, ei tekoälyn opetusaineistoksi.
- Nämä seikat aiheuttavat tekoälyn luomissa kuvissa vinoumia todelliseen maailmaan nähden.



Sisällölliset vinoumat kuvien luonnissa

Vinoumia aiheuttaa mm. se, että **julkaistavaksi valitaan kuvia, jotka esittävät kuvauskohteen kannalta keskeisimpiä, tunnetuimpia, edustavimpia tai kiinnostavimpia puolia.**

Opetusaineistossa nämä valikoidut kohteet edustavat tekoäylle kuitenkin kattavaa kokonaisuutta.

Kun tekoäly luo kuvia esimerkiksi Helsingistä, se pyrkii sitkeästi saamaan kuviin Helsingin tuomiokirkon tai jopa useamman.

Oheisten kuvien kehoitteissa pyydettiin kuvia Helsingin eri kaupunginosista eri vuosina. Yhdenkään kehoitteessa ei mainittu Tuomiokirkkoa.



DALL·E 3



Sisällölliset vinoumat kuvien luonnissa

Tekoäly piirsi kuvan ”**Palomiehet viettämässä kesälomaa rannalla**”.

Jos opetusaineiston kuvan selitteessä mainitaan palomies, on henkilö todennäköisesti palomiehen varusteissa ja tehtävissä. Jos taas palomies on vapaalla vaikkapa lomakuvassa, ei ehkä mainita, että kyseessä on palomies, koska se ei ole kuvan kannalta oleellista.

Kuvan absurdius on seuraus tästä opetusaineiston vinoumasta käsitteen ”palomies” suhteen.

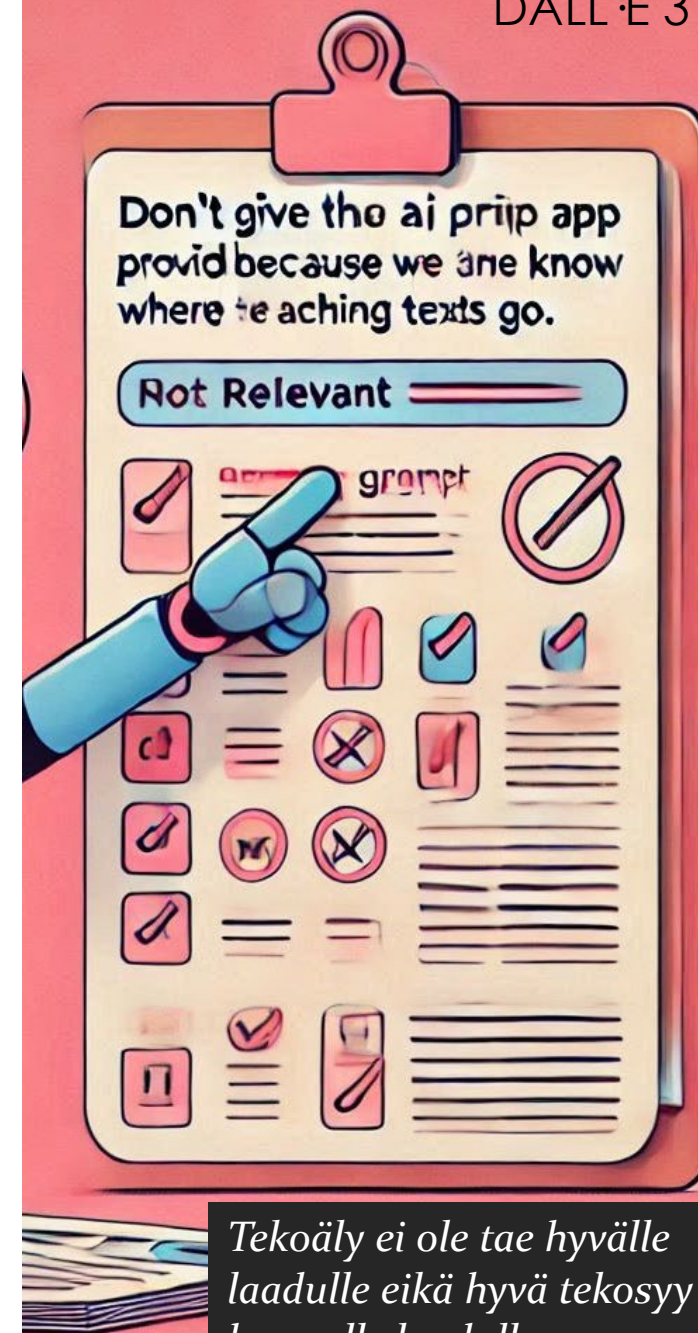
Samaa vinoumaa voi ilmetä muissakin vastaavissa käsitteissä kuten eri ammateissa, etnisissä ryhmissä jne.



OHJEITA
GENERATIIVISTEN
TEKOÄLYSOVELLUSTEN
KÄYTTÖÖN

Generatiivisten tekoälysovellusten käytöstä

- Älä anna tekoälysovellukselle luottamuksellista tietoa, sillä emme tiedä, mihin kehotetekstit lopulta menevät.
- Jos julkaiset tekoälysovelluksella tuotettua materiaalia, liitä tieto siitä materiaaliin.
- Mitä paremman tarttumapinnan kehote antaa opetusaineistoon, sitä osuvampi tulos. Tähän vaikuttavat mm. kehotetekstin sisältö, yksityiskohtaisuus, sanavalinnat ja tyyli.
- Vaikka käytät tunnettujen tekoälysovellusten kanssa suomenkielisiä kehoitteita, käyttävät sovellukset jotakin englannin kielen kielimallia. Käännös englannin kieleen ja takaisin saattaa tuottaa epätarkkuutta tekoälyn tuotoksiin.
- Tekoälyn tuotosten vinoumat, joita oli helppo esitellä kuvaesimerkein, koskevat myös tekstimuotoisia tuotoksia. Vinoumia ja eheysvirheitä ei voi hyvälläkään kehoitteella täysin välttää.
- Muista, että tekoälyllä ei ole enempää älyä kuin separaattorilla – keskustele ohjelmoidun koneen kanssa.



Tekoäly ei ole tae hyvälle laadulle eikä hyvä tekosyy huonolle laadulle.

TEKOÄLYN UHKIA
JA
MAHDOLLISUUKSIA

Tekoälyn uhkia? – tekoäly ottaa ylivallan ihmisestä?

- Kuten edellä opimme, ei tekoälyllä ole minuutta, tahtoa tai minkäänlaista omaa pyrkimystä ylivaltaan, vaan se on matematiikkaan perustuva ihmisen määrittämä ja hallitsema kone. Ei ole myöskään mitään mekanismia, jolla tekoäly voisi väitetyt ylivallan ottaa.
- Tässä syystä tehdyt ehdotukset tekoälyn kehittämisen keskeyttämiseksi ovat perusteettomia. Lisäksi keskeytys lopettaisi vain vastuullisten toimijoiden tekoälykehittämisen ja antaisi etumatkaa ei-vastuullisille toimijoille.



Tekoälyn uhkia? – erehdyksiä, osaamattomuutta, väärinkäyttöä?

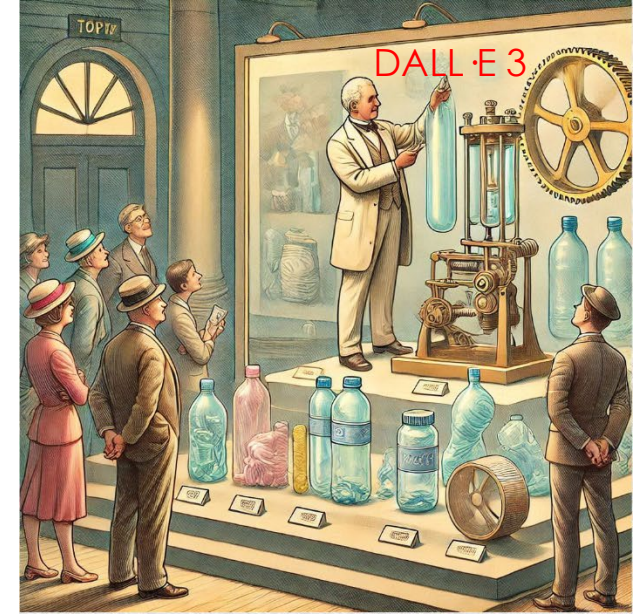
- Tekoäly voi erehtyä
 - Kyllä, tekoäly voi erehtyä ja aivan varmasti erehtyykin, sillä neuroverkkopohjainen tekoäly tarjoaa tilastollisesti todennäköisiä, ei täsmällisiä tuloksia. Oleellista eräissä sovelluksissa onkin, erehtyykö tekoäly enemmän vai vähemmän kuin ihminen.
- Tekoälyä voidaan käyttää osaamattomasti
 - Kyllä, tekoäly on tehokas työkalu, ja sen käyttöön liittyy riskejä, jotka on tunnettava ja hallittava.
- Tekoälyä voidaan käyttää tietoisesti väärin
 - Kyllä, tietoinen väärinkäyttö on jo tätä päivää, mutta kaikkea voidaan käyttää väärin. Tekoälyä voidaan käyttää tehokkaasti ja usein pienellä riskillä huijauksiin, disinformaation levittämiseen, tekijänoikeuksien rikkomisiin jne.



Extra: Neuroverkkopohjaisen tekoälyn käytön riskeistä voit lukea lisää artikkelistani [Neuroverkon käytön riskeistä](#)

Tekoälyn uhkia? – generatiivisen tekoälyn vaikutus kuvalliseen ja sanalliseen ilmaisuun?

- Generatiivinen tekoäly on epätasapuolinen tai tuottaa näkemyksiä, jotka eivät ole yleisesti hyväksyttäviä.
 - Kyllä, mutta tekoäly heijastaa sille annettua opetusaineistoa. Tekoäly itse on vain matematiikkaa ilman näkemyksiä ja mielipiteitä.
- Generatiiviset tekoälysovellukset pelkistävät ja kaventavat ilmaisua.
 - Kyllä; generatiiviset tekoälysovellukset suosivat tyypillisimpiä ilmaisuja, eivät kuvaavimpia, nasevimpiä tai tarkimpia ilmaisuja. Tämä johtaa väistämättä ilmaisun kaventumiseen.
- Generatiivisten tekoälysovellusten käytön helppoudesta, nopeudesta ja edullisuudesta johtuen julkaistaan suuria määriä tarkastamattomia ja heikkolaatuisia tuotoksia. Tämä heikkolaatuisten tuotosten virta syrjäyttää tai peittää massallaan ihmisen tuotoksia sekä generatiivisella tekoälyllä tehtyjä tuotoksia, jotka on tuotettu harkiten ja vastuullisesti.
 - Kyllä, tämä alkaa jo näkyä erilaisissa julkaisukanavissa.



Kuinka generatiivisen tekoälyn tuotokset nähtiin syksyllä 2022



Kuinka generatiivisen tekoälyn tuotokset aletaan usein nähdä nyt

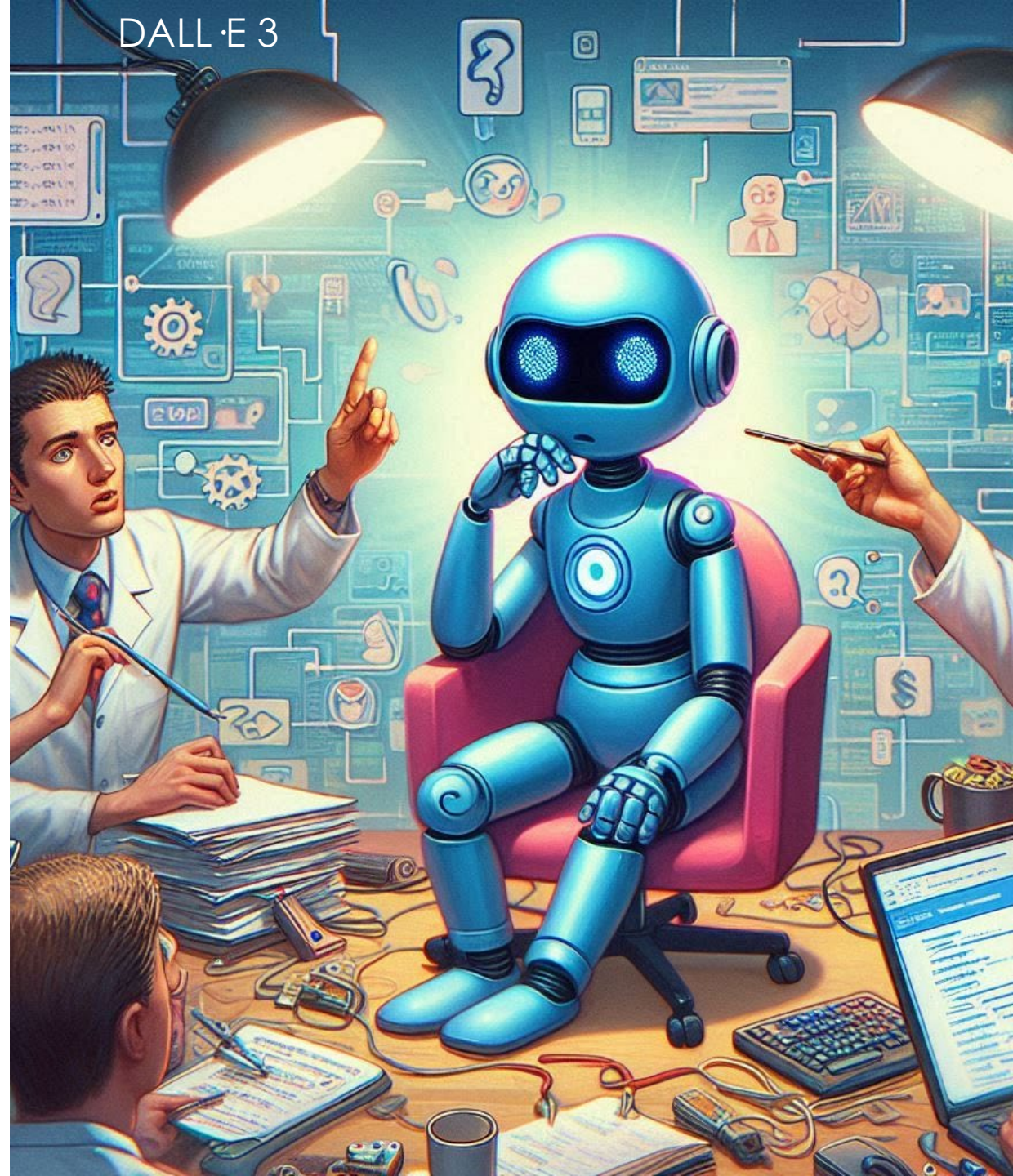
Tekoälyn uhkia? – hallitsemmeiko muutoksen?

- Valmistautumattomuus tekoälyn tulemiseen
 - Suuret odotukset tekoälyn kyvykkyydestä saattavat johtaa siihen, että tekoälyä pyritään soveltamaan myös kohteisiin, joissa tekoäly ei ole oikea tai paras ratkaisu.
 - Myös hyvät ja toimivat tekoälyratkaisut saattavat aiheuttaa niin nopeita muutoksia, ettei ympäristö ehdi mukautua muutokseen.
- Tekoälyn hyötyjen epätasainen jakautuminen
 - Tekoälyn tuoman muutoksen suuruus ja nopeus aiheuttanee tilanteita, joissa jotkut ryhmät saavat tekoälystä merkittäviä hyötyjä samalla, kun toisiin ryhmään kohdistuu enemmän tekoälyn tuomia haittoja tai menetyksiä.



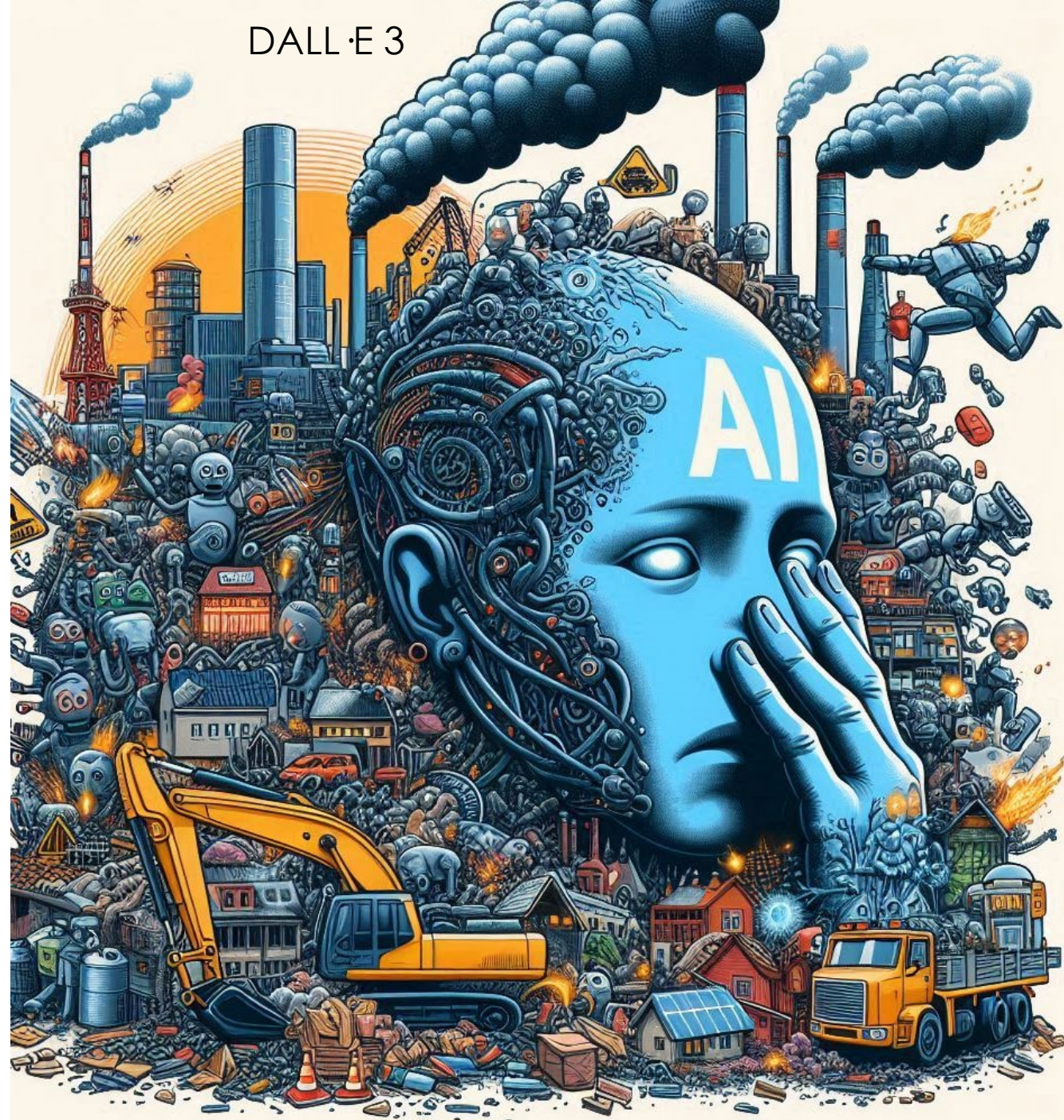
Tekoälyn uhkia? – jäljitettävyyden puute

- Tekoälyn tuottaman tiedon jäljitettävyyden ja läpinäkyvyyden puute on merkittävä ongelma.
- Ongelmaa pyritään lieventämään mm. **selittävällä tekoälyllä (Explainable AI eli XAI)**, jossa AI-algoritmi selittää, kuinka se saavutti tuloksensa.
- Kattavan lähde- ym. kuvauksen aikaansaaminen tekoälyn tuottamasta tiedosta on kuitenkin mahdotonta neuroverkon mustan laatikon ongelmasta johtuen; tuotos perustuu neuroverkon jopa satojen miljardien laskentaparametrien arvoihin ja näiden merkitystä on mahdotonta ymmärtää, vaikka arvot olisivat tiedossa.



Tekoälyn uhkia? – tekoälyn energian tarve

- Tekoälyn käyttö ja erityisesti suurten neuroverkkojen kuten laajojen kielimallien koulutus kuluttavat huomattavia määriä energiaa. Tämä on merkittävä ongelma tilanteessa, jossa pitäisi kaikin keinoin taistella ilmastonmuutosta vastaan.
- Voimme toki toivoa, että tekoäly auttaa meitä toisaalla eri keinoin ilmastonmuutoksen torjunnassa niin, että energiainvestointi tekoälyyn maksaa itsensä takaisin myös ympäristömme hyvinvoinnilla mitaten.



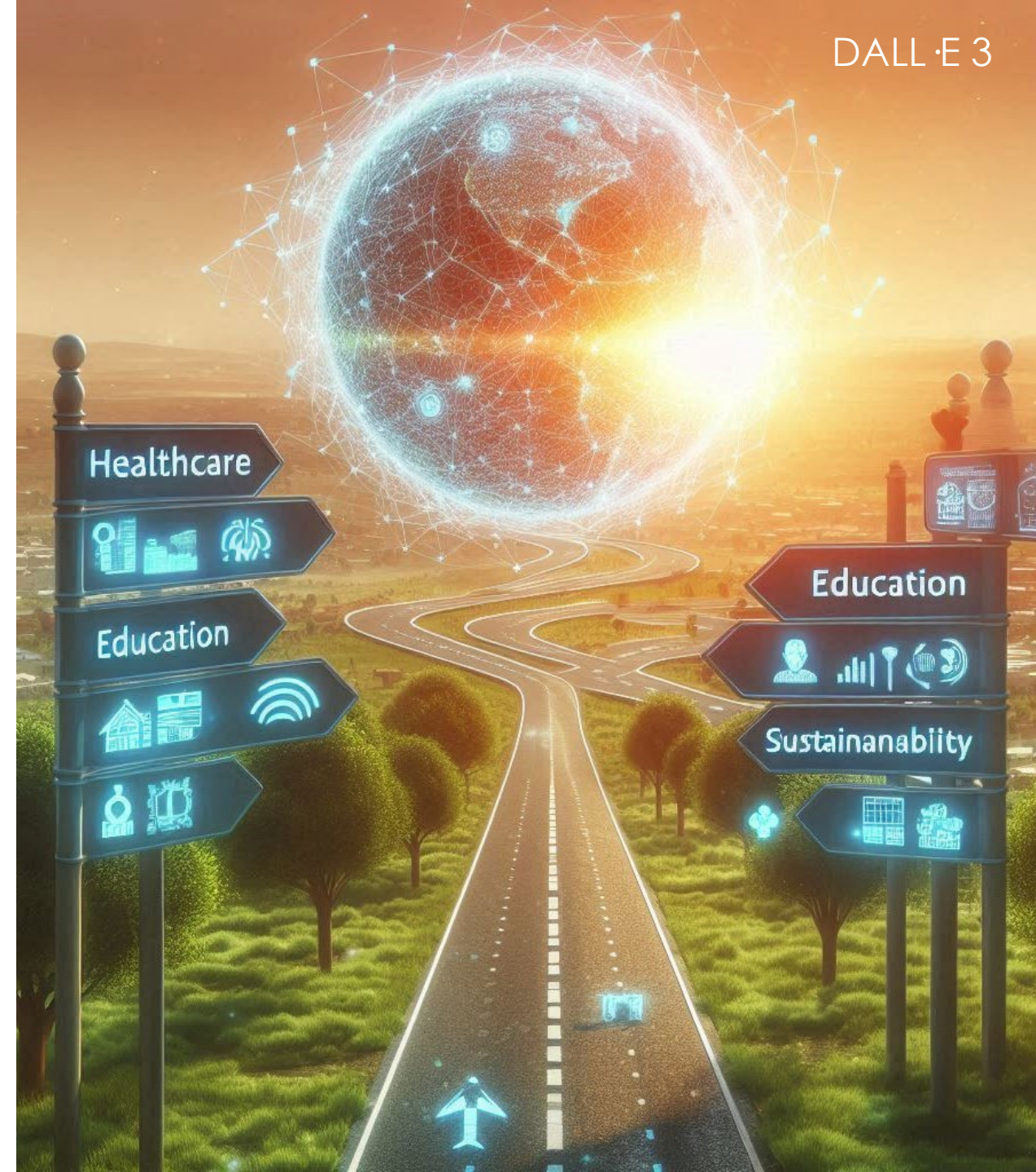
Tekoälyn säätely

- Eri tahot ovat heränneet siihen, että tekoälyn tuottamien riskien hallinta vaatii säätelyä. EU on tarttunut tekoälyn riskeihin tekoälysäädöksellään [EU AI Act](#).
- Tekoälyn säätely kulkee kuitenkin väistämättä tekoälyn teknisen kehityksen jäljessä ja on selvää, että säätelyn valmistelu ja soveltaminen on raskasta ja haastavaa.
- Tekoälyn säätely on myös tasapainoilua tekoälyn kehittämismahdollisuuksien ja sen tuottamien riskien välillä.



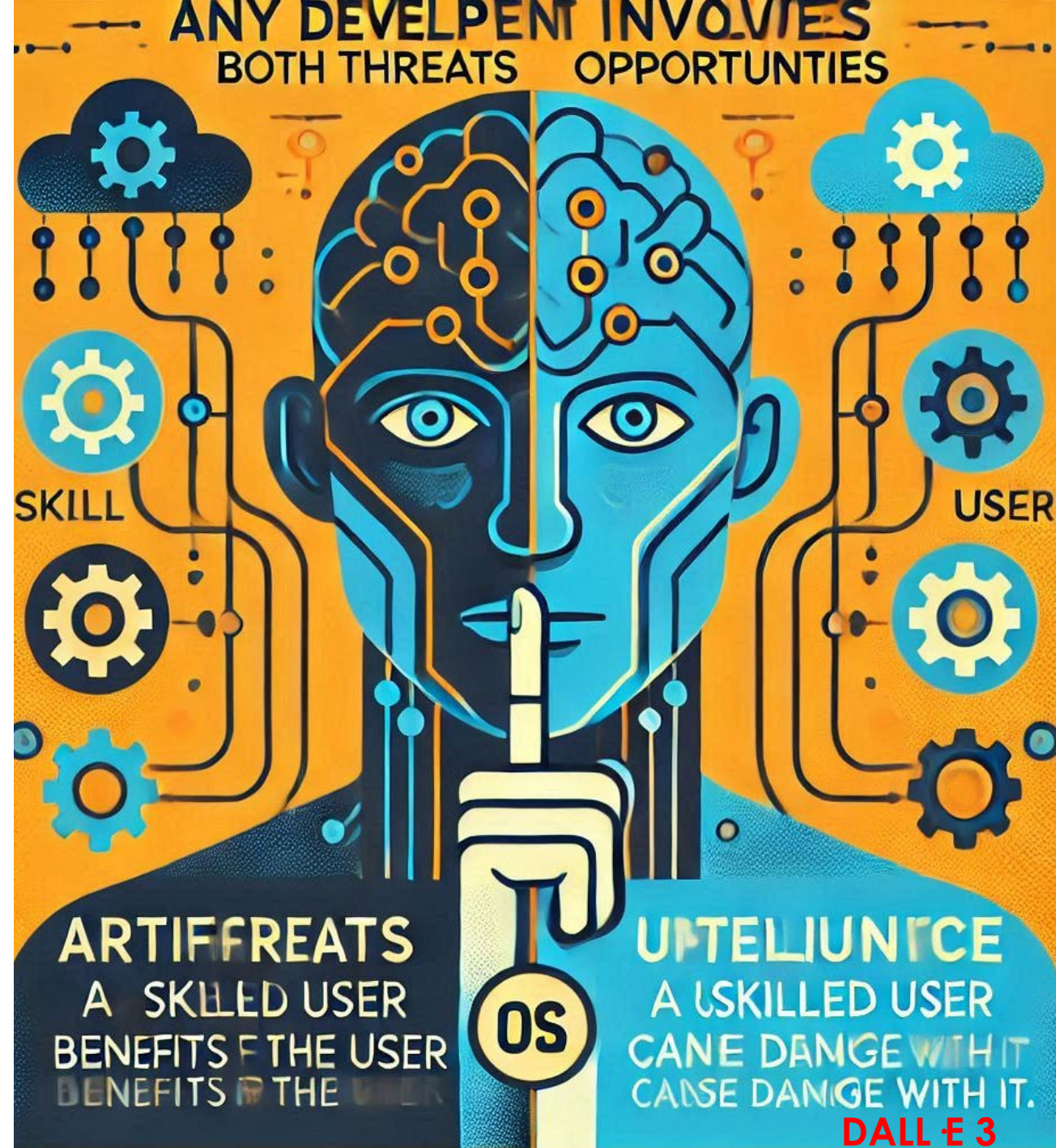
Tekoälyn mahdollisuuksista

- Tekoälyn tulevaisuuden mahdollisuuksia tuskin osaamme täysin edes kuvitella. Voinemme kuitenkin odottaa, että tekoäly tulee auttamaan meitä merkittävästi terveydenhuollossa, ruoantuotannossa, ilmastonmuutoksen torjunnassa, ympäristönsuojelussa, logistiikassa, tuottavuuden parantamisessa jne.
- Tekoälyn mahdollisuuksia arvioitaessa on hyvä ymmärtää, että ne eivät perustu minkäänlaiseen uuteen älyyn, vaan tekoälyn kykyyn mallintaa ennennäkemättömän tehokkaasti ilmiöiden välisiä riippuvuuksia.



Yhteenvetona tekoälyn uhkista ja mahdollisuuksista

- Kaikkeen kehitykseen liittyy sekä uhkia että mahdollisuuksia. Molempia pitää pyrkiä tunnistamaan ja molemmista pitää keskustella.
- Tekoäly on työkalu, jonka käytöstä on vastuussa käyttäjä. Taitava käyttäjä hyötyy työkalusta, taitamaton käyttäjä voi aiheuttaa sillä vahinkoa.
- Tekoäly on joka tapauksessa osa meidän kaikkien arkea, ja voittajia ovat ne, jotka osaavat varautua siihen hyvässä ja pahassa.





LOPPUKESKUSTELU:
KYSYMYKSIÄ, KOMMENTTEJA?

WWW.EINOUIKKANEN.FI/AI/

EINO.UIKKANEN@IKI.FI