

# Koneoppiminen radiologisessa kuvantamisessa

**Jussi Tohka**

**A.I Virtanen Instituutti, UEF**

**Jussi.tohka@uef.fi**

KYS

7.2.2020



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Sisältö

- KUBIAC hanke
- Tekoäly ja koneoppiminen
- Koneoppiminen radiologisessa kuvantamisessa
- Konvoluutioverkot
- Ymmärrettävä tekoäly (XAI)



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# KUBIAC hanke

- Innovaatiopotentialin kasvattaminen kuva-analyysiosaamista kehittämällä - kuva-analyysikeskus KUBIAC (ESR S21770)
- Tekoäly-pohjaisten kuva-analyysimenetelmien luomat mahdollisuudet, ja toisaalta niiden haasteet.
- Kuva-analyysimenetelmien kehittämisen huippuosaajien tarve on kasvanut voimakkaasti.
- Kehittäjien ja hyödyntäjien kumppanuudesta syntyisi uudenlaiseen osaamiseen pohjautuvaa liiketoimintaa, ja tämän avulla voitaisiin paremmin ennakoida muuttuvia osaamistarpeita.



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# KUBIAC hanke

Pilotti 3: Tekoälyyn pohjautuva aneurysman detektio magneettiresonanssiangiografia (MRA)-kuvista yhteistyössä KYS:n kuvantamiskeskuksen kanssa

[www.uef.fi/kubiac](http://www.uef.fi/kubiac)

<https://blogs.uef.fi/kubiac/>



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

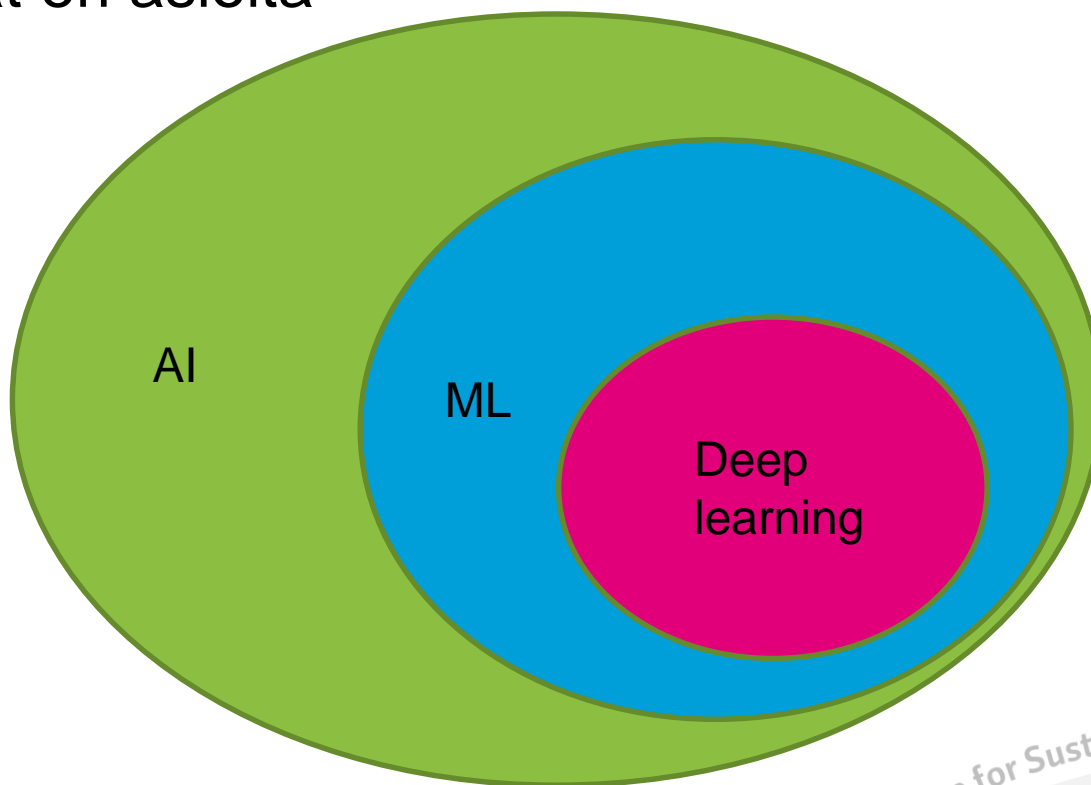
Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

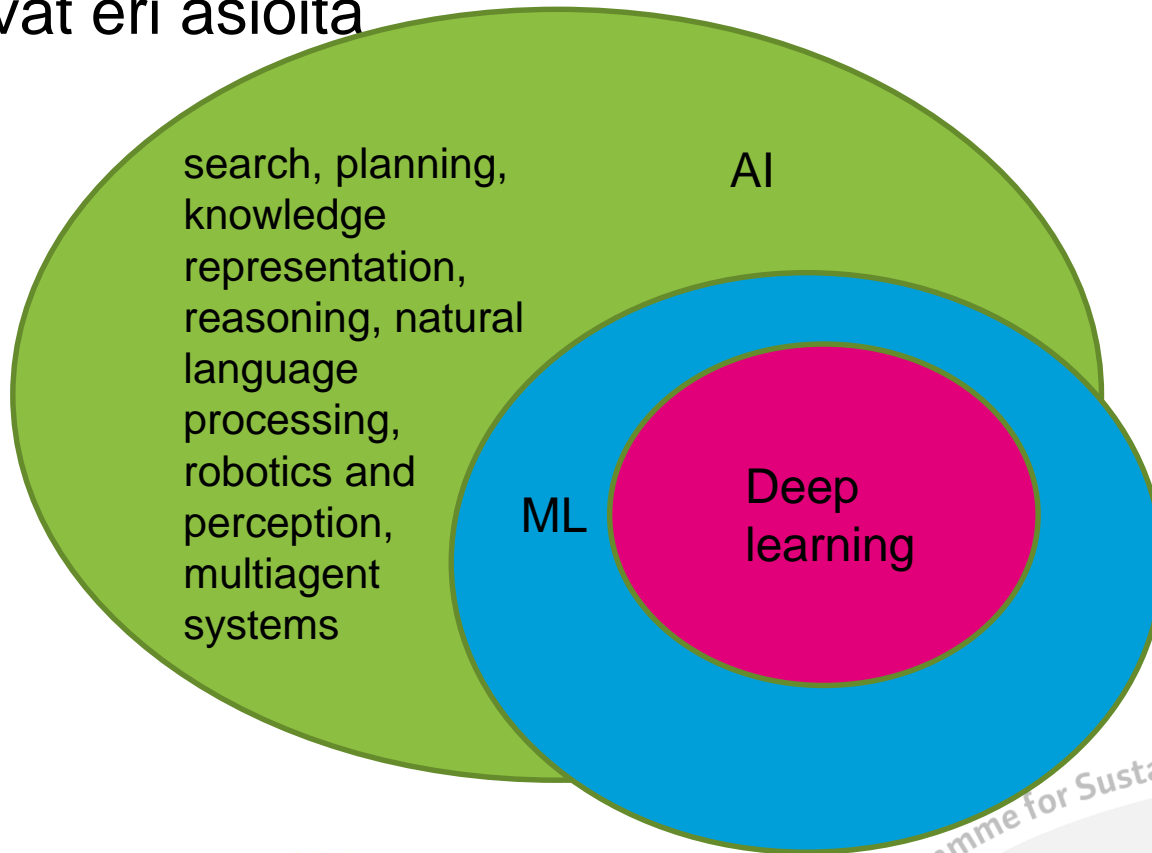
# Tekoäly (AI) ja koneoppiminen (ML)

- Termejä käytetään kuin ne tarkoittaisivat samaa, mutta ne ovat eri asioita



# Tekoäly (AI) ja koneoppiminen (ML)

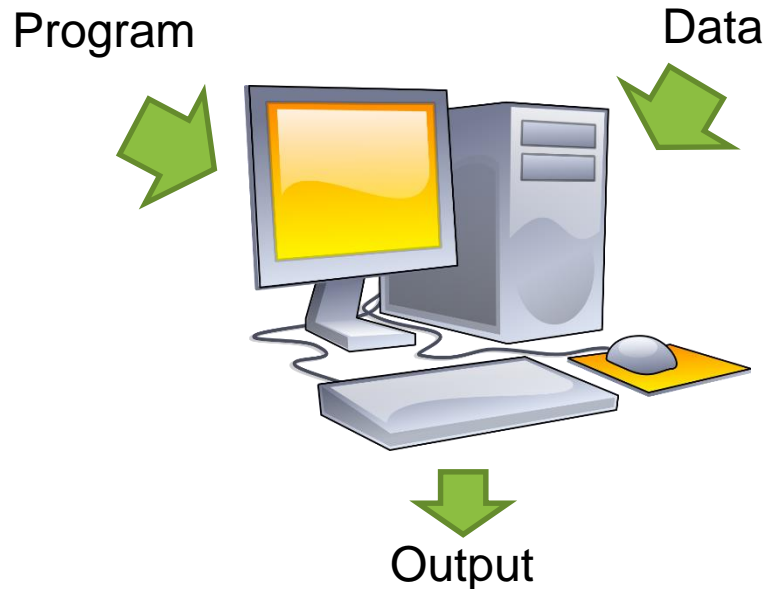
- Termejä käytetään kuin ne tarkoittaisivat samaa, mutta ne ovat eri asioita



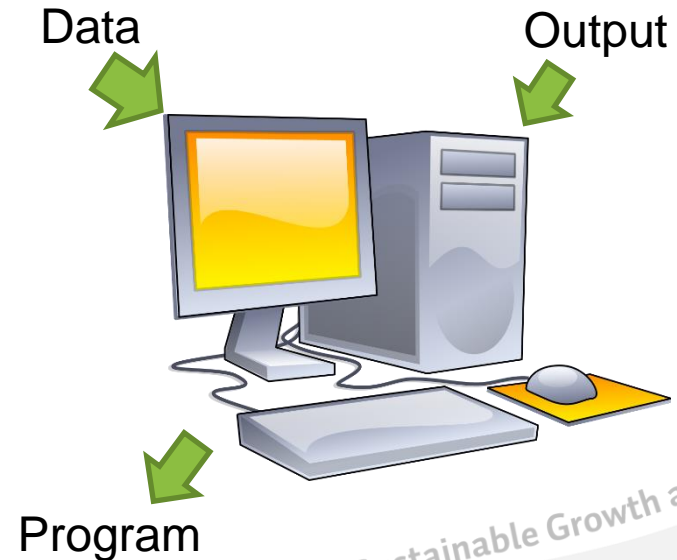
# Koneoppiminen

- Koneoppimisalgoritmi rakentaa matemaattisen mallin näytedataan perustuen (opetusdata), jonka avulla se voi tehdä ennusteita näytedatan ulkopuolisesta datasta

## Perinteinen ohjelmointi



## Koneoppiminen



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

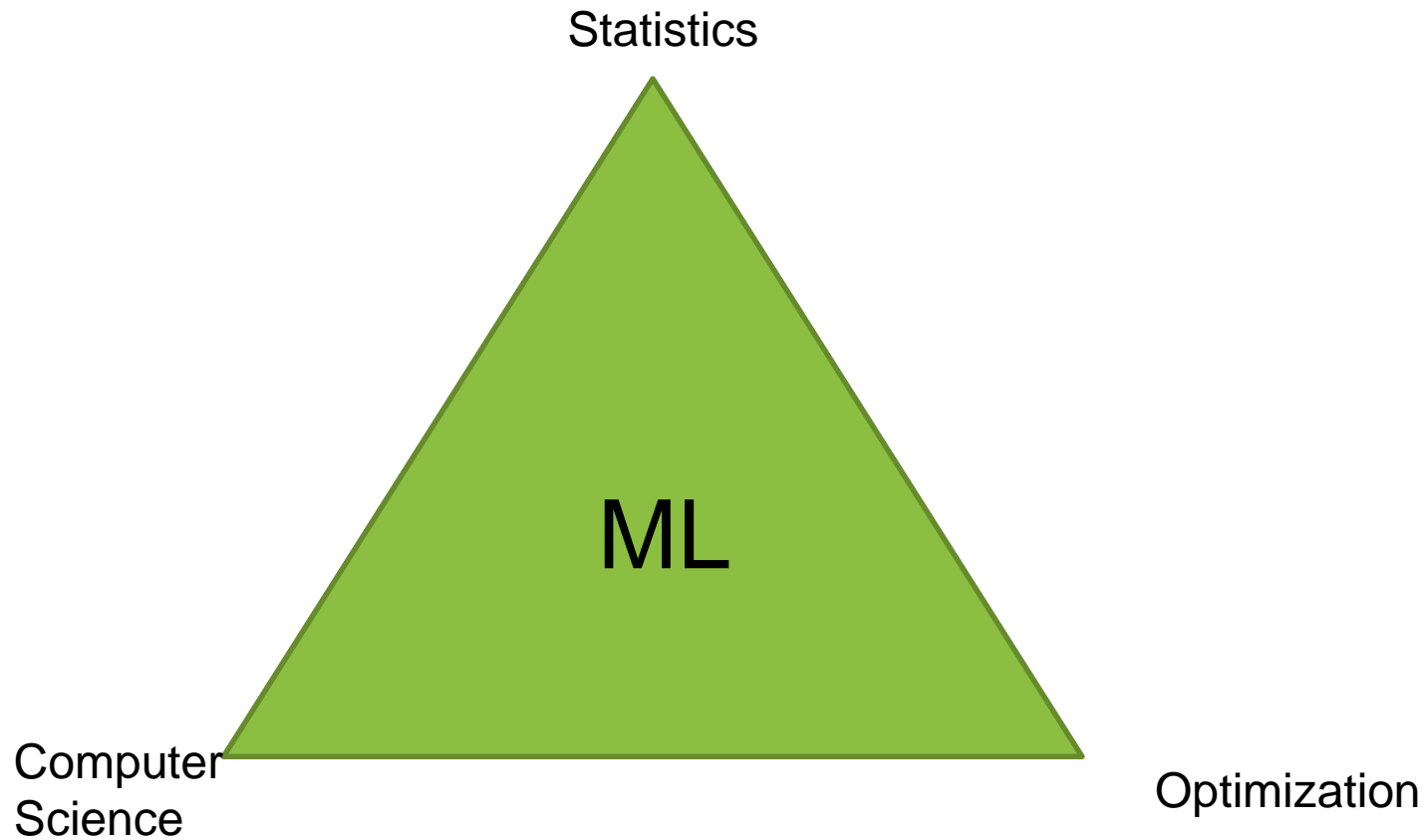
# Koneoppiminen

- Data ja tulos numeerisia (ei syvällistä ymmärrystä mistä data tulee)
- Esimerkki: Sähköpostin suodatus:
  - Opetusdata: oikeita posteja ja spammia
  - Postit esitetään numeerisina vektoreina ”bag-of-words”;
  - Koneoppimisalgoritmi oppii kuvauksen ”bag-of-words” esityksestä -> {oikea-posti, spam}
  - Kuvausta voidaan soveltaa mihin tahansa sähköpostiin





# Koneoppiminen



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Koneoppiminen radiologisessa kuvantamisessa

- Diagnoosin avustaminen
- Ennusteiden tekeminen (aikainen diagnoosi, prognoosi)
- Kvantitaatio
- Kuvan laadun parantaminen



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Koneoppiminen radiologisessa kuvantamisessa

- “There are complex technological, regulatory, and medicolegal obstacles facing the implementation of machine learning in radiology that will definitely preclude replacement of the radiologist by these algorithms...”
- “today's generation of radiologists will be replaced not by ML algorithms, but by a new breed of data science-savvy radiologists”

Chan, Siegel, “Will machine learning end the viability of radiology as a thriving medical specialty?” Br J Radiol 2019

Yleisesti voidaan sanoa että koneoppimisalgoritmit ovat parhaimmillaan siellä missä ihmisillä vaikeuksia (segmentointi, CXR14 (ks <https://lukeoakdenrayner.wordpress.com/2018/01/24/chexnet-an-in-depth-review/> ), etc...)



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Koneoppiminen radiologisessa kuvantamisessa

- 46 FDA hyväksyttyä radiologista AI sovellusta
- 20 näistä CT-kuviin
- Tekoäly ei useinkaan kovin älykästä, syvät neuroverkot puuttuvat vielä
- <https://www.acrdsi.org/DSI-Services/FDA-Cleared-AI-Algorithms>



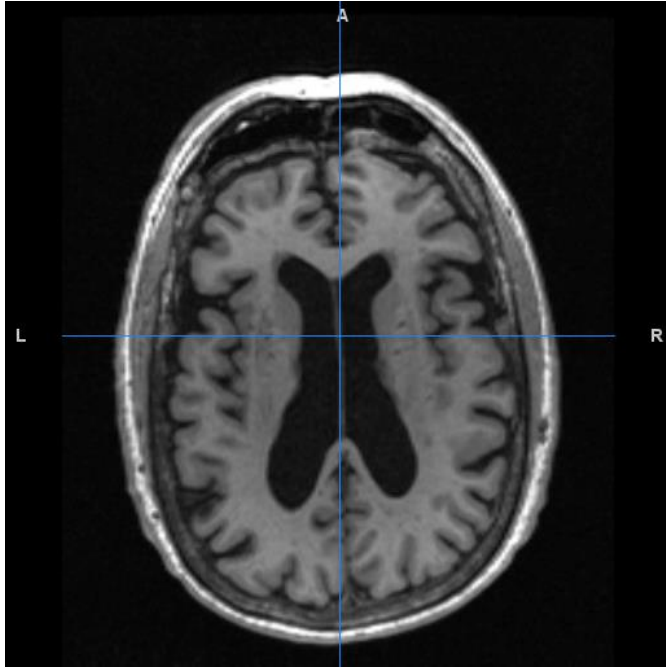
# Diagnoosin avustaminen

## Kolme sovellusta aivoverenvuodon tunnistamiseen:

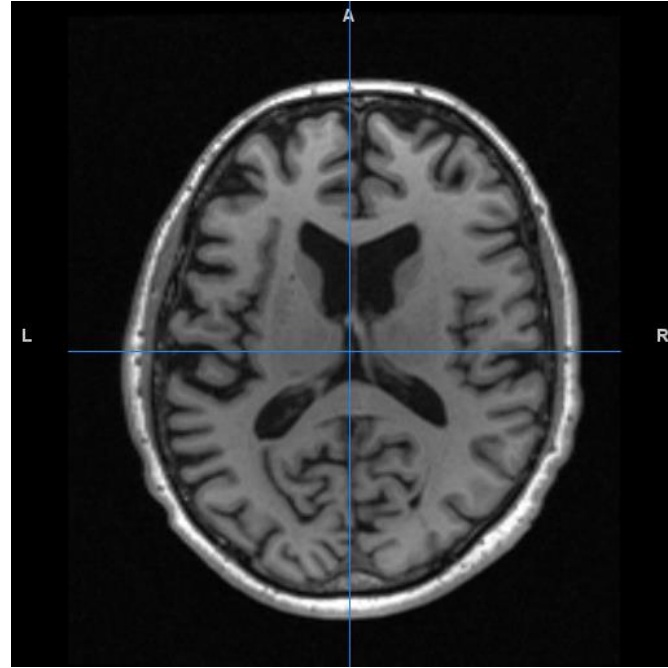
- <https://www.zebra-med.com/solutions/triage/intracranial-hemorrhag>
- <https://maxq.ai/wp-content/uploads/2019/11/RadiANT-Demo-Accipio-Ix.mp4>
- <https://www.aidoc.com/>



# Ennusteiden tekeminen: MCI-to-AD



MCI, male, 82 y



MCI, male, 74 y



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

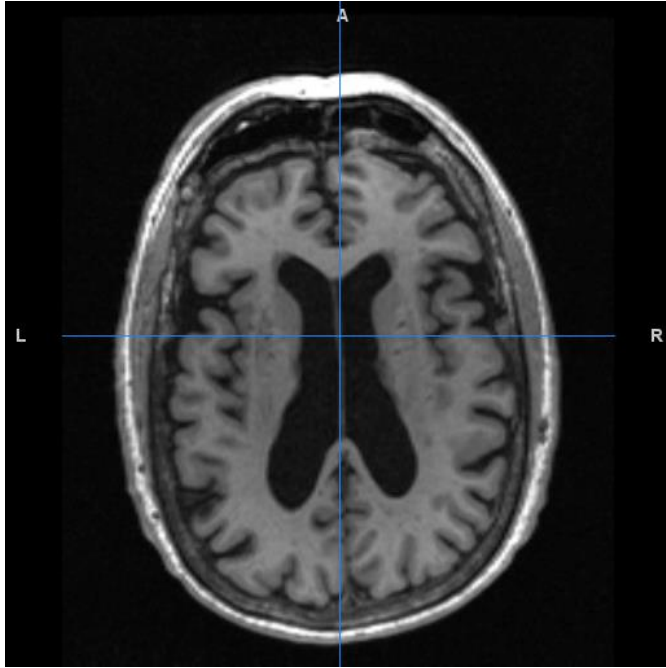
Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020

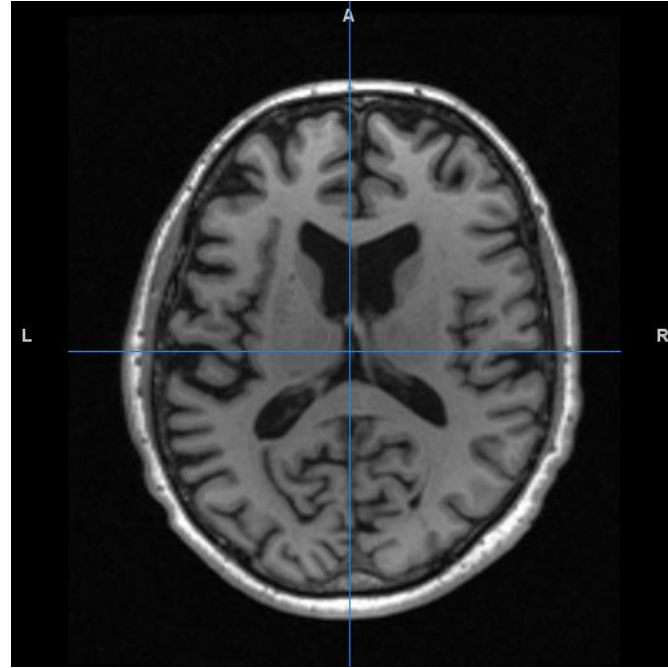


European Union  
European Social Fund

# Ennusteiden tekeminen: MCI-to-AD



Stable MCI after 2 years,  
male, 82 y



MCI to dementia within  
2 years, male, 74 y



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

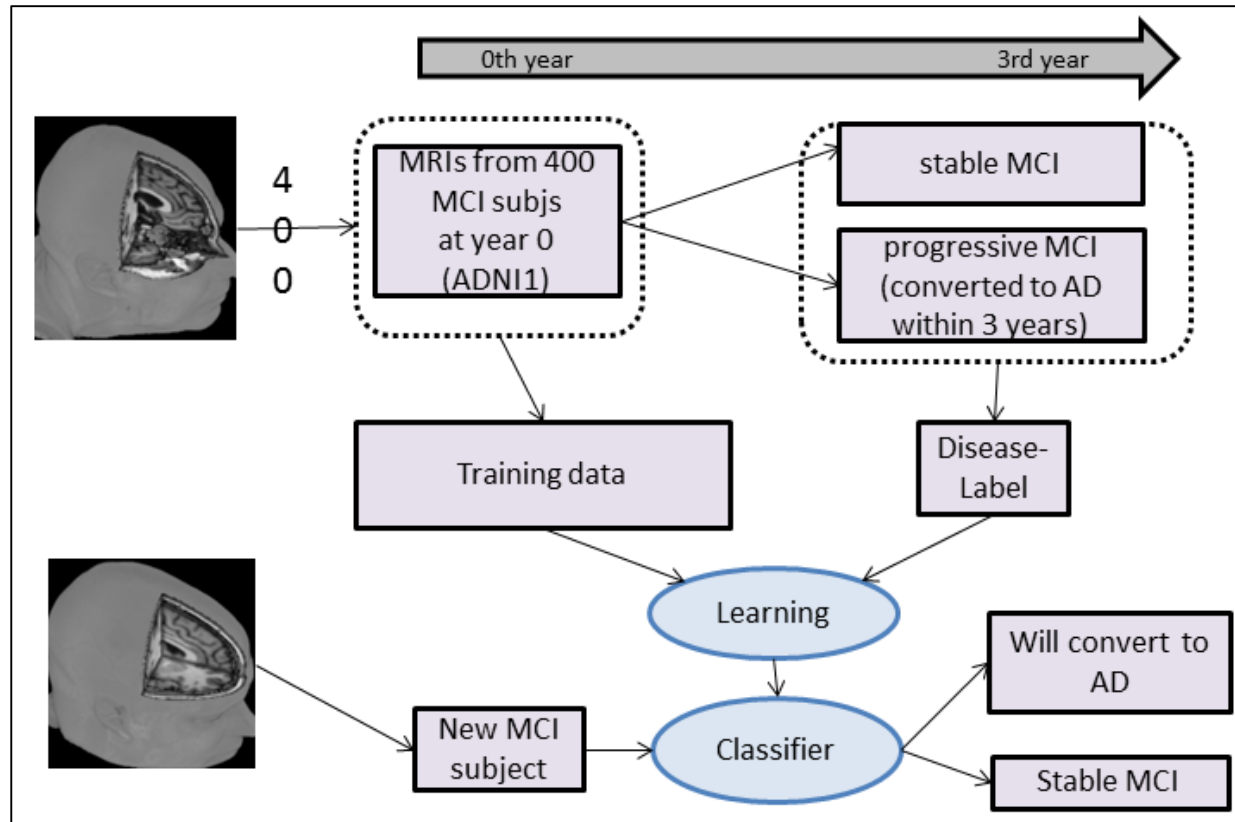
Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Ennusteiden tekeminen: MCI-to-AD



Moradi et al. 2015



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

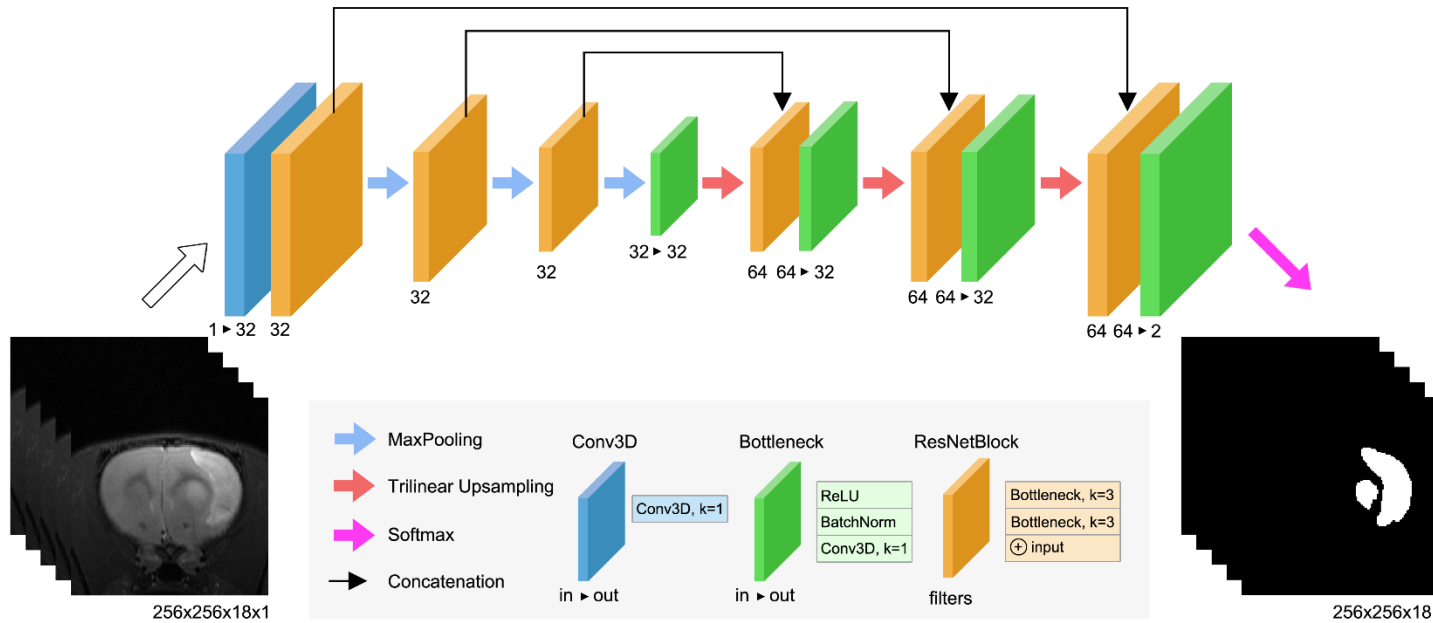
Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund



# Kvantitaatio



RatLesNETv2, Valverde et al. MLMI 2019, ArXiv 2020



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

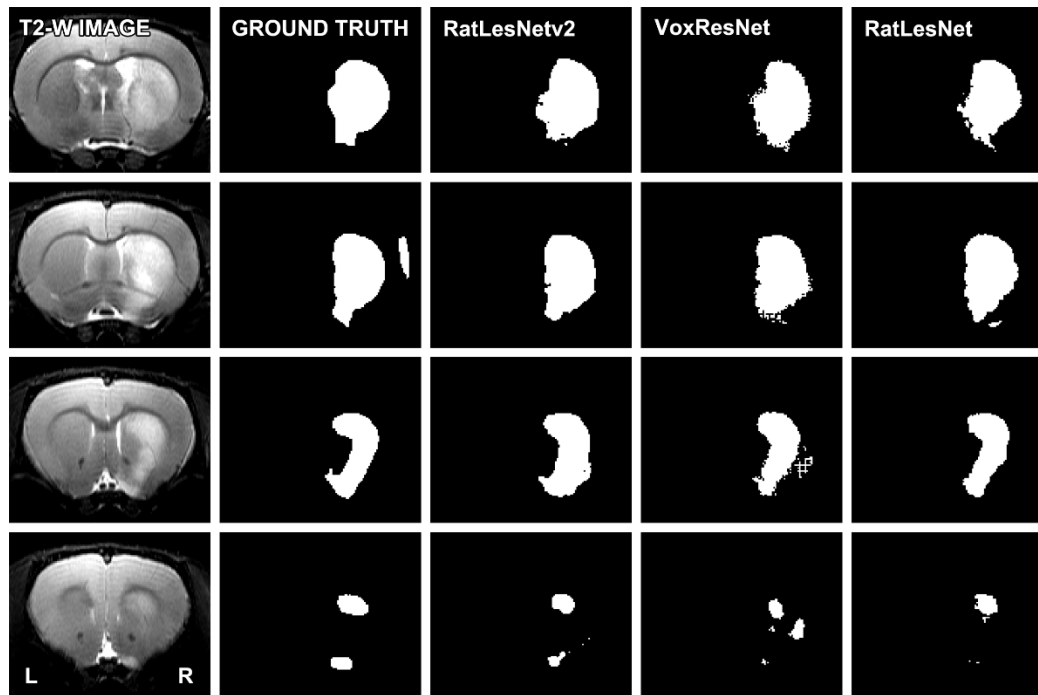
Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Kvantitaatio



RatLesNetv2: Ihmistason segmentaatiotarkkuus (Dice 0.84).  
Opetusjoukko 48 voluumia, testijoukko 868 voluumia  
Valverde et al. MLMI 2019, ArXiv 2020



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

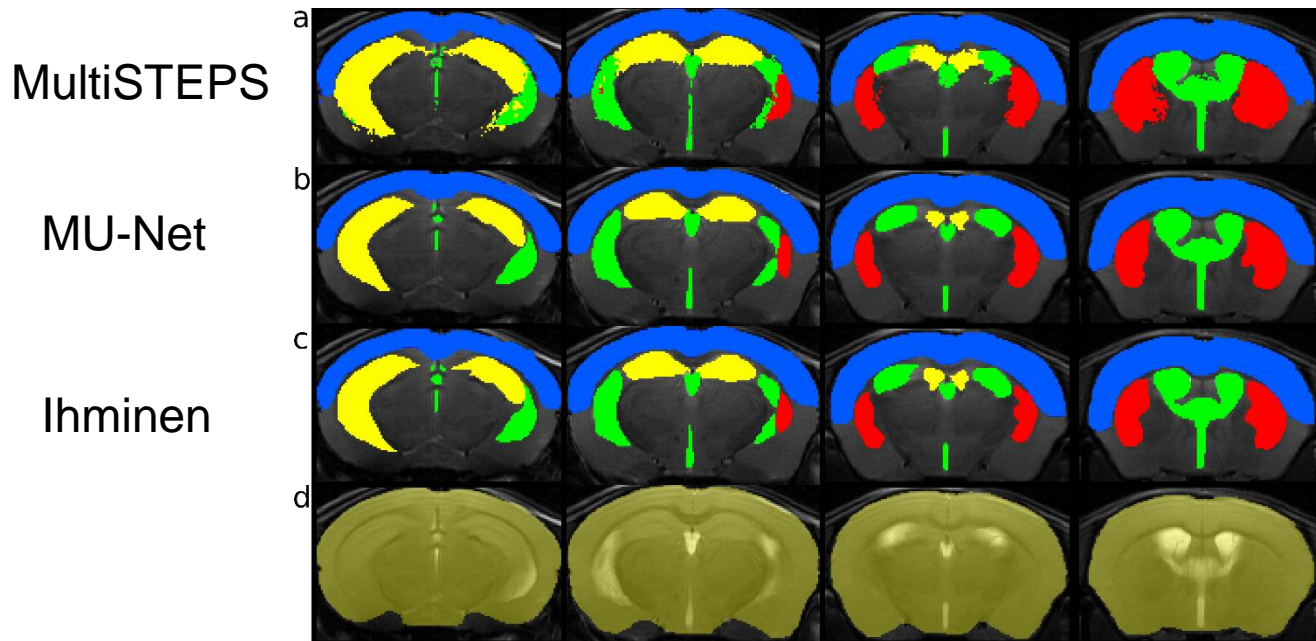
Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Kvantitaatio



MU-Net: Ihmistason segmentaatiotarkkuus (Dice 0.91 – 0.98).  
Opetusjoukko 124 voluumia, testijoukko 1782 voluumia  
De Feo et al. ArXiv 2020



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

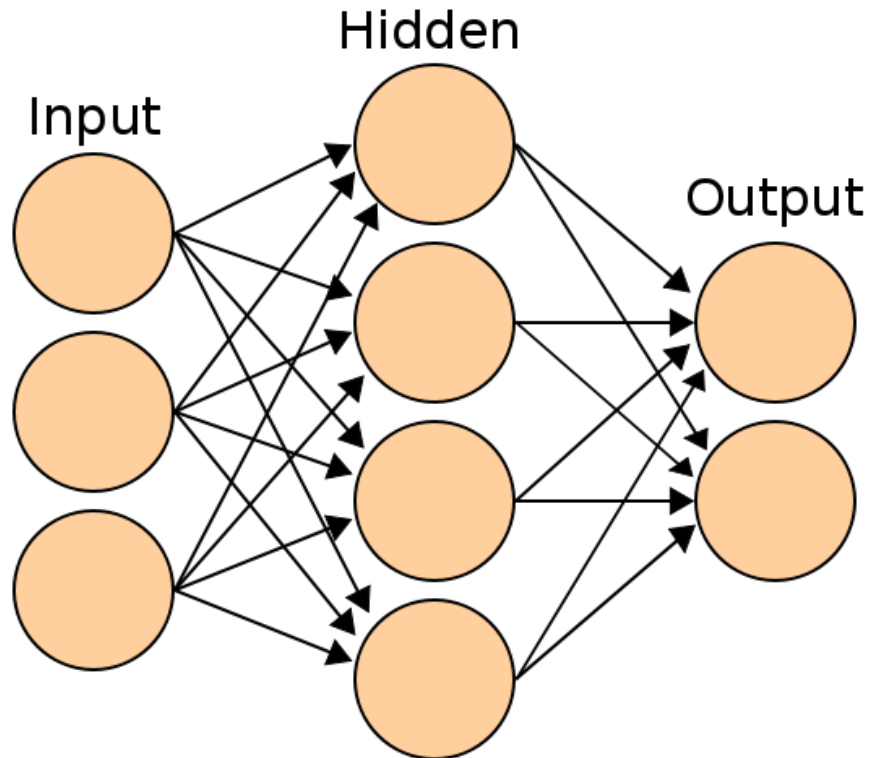
Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund

# Syväoppiminen

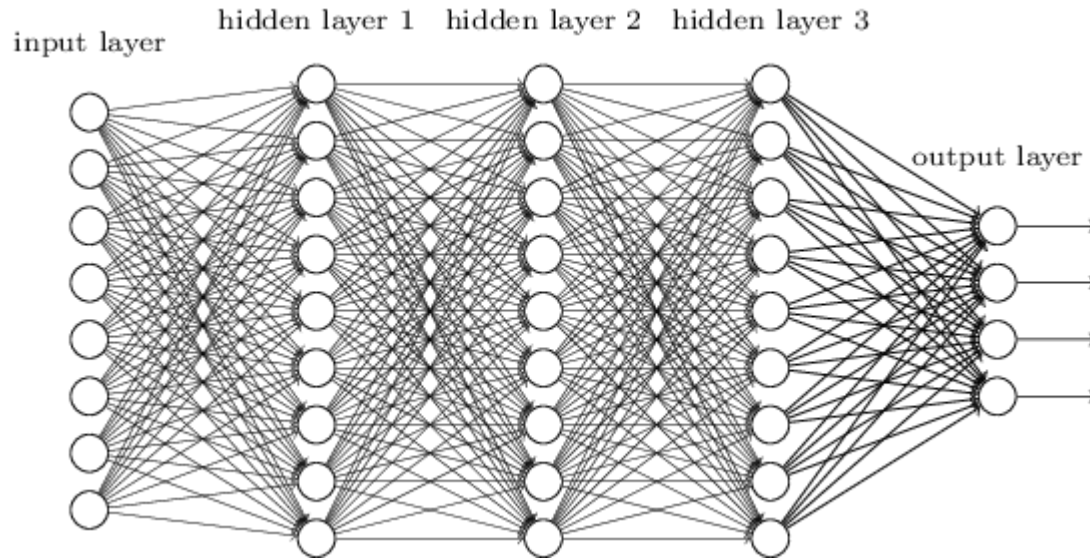
- Matala neuroverkko



# Syvät neuroverkot

Enemmän tasoja, enemmän parametreja,  
optimointi mahdollista GPU-laskennan avulla

Frameworks: Tensorflow, PyTorch



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND

21



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

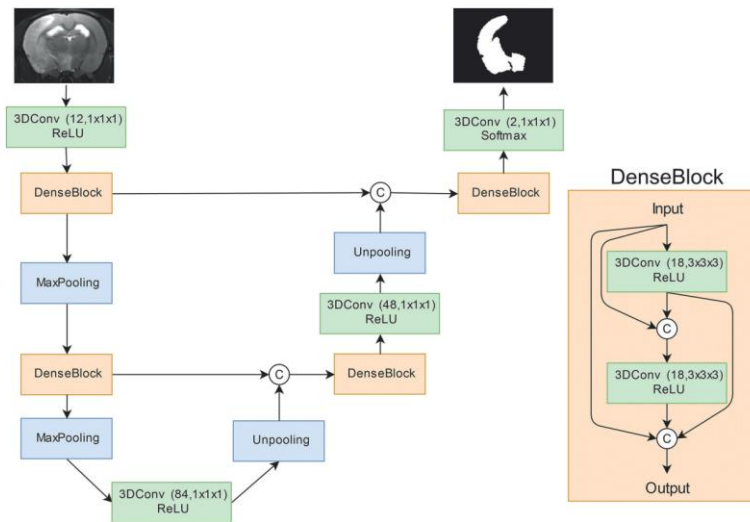
Leverage from  
the EU  
2014–2020



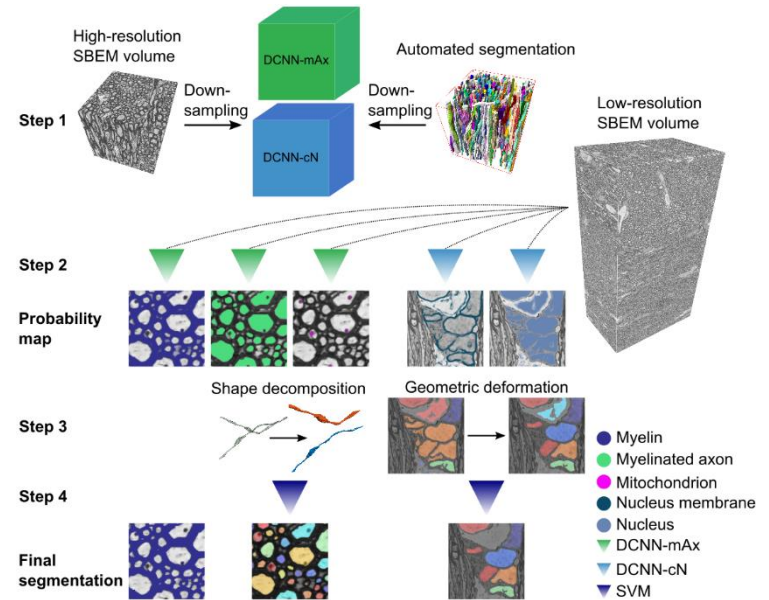
European Union  
European Social Fund

# Konvoluutioverkot

- Painojen kopiointi, hyödyllistä kuva-analyysissä



Valverde et al. 2019



Abdollahzadeh et al. 2019

<https://ujjwalkarn.me/2016/08/11/intuitive-explanation-convnets/>

## Ymmärrettävä tekoäly (Explainable AI, XAI)

- Tekoälyjärjestelmät ja neuroverkot ovat monimutkaisia, niissä on monta tasoa, ja miljoonia parametreja.
- Esimerkki: CheXnet (Rajpurkar 2017) on 121 (parametrien määrää ei ilmoitettu) tasoinen verkko keuhkokuumeen tunnistamiseksi röntgenkuvista.
- Ihmisen on vaikea ymmärtää mihin verkon päätös perustuu.
- XAI on tekoälytutkimuksen alue joka pyrkii tuottamaan järjestelmiä joiden ratkaisut asiantuntijat pystyvät ymmärtämään.



## Loppupäätelmät

- Koneoppimisalgoritmi rakentaa matemaattisen mallin näytedataan perustuen (opetusdata), jonka avulla se voi tehdä ennusteita näytedatan ulkopuolisesta datasta
- Radiologisessa kuvantamisessa: Diagnoosin avustaminen, ennustaminen, kvantitaatio (segmentaatio)
- <https://www.fda.gov/medical-devices/workshops-conferences-medical-devices/public-workshop-evolving-role-artificial-intelligence-radiological-imaging-02252020-02262020> (Feb 25 and 26)



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND

24



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Programme for Sustainable Growth and Jobs

Leverage from  
the EU  
2014–2020



European Union  
European Social Fund