

# JOHDATUS TEKÖÄLYYN

TEEMU ROOS



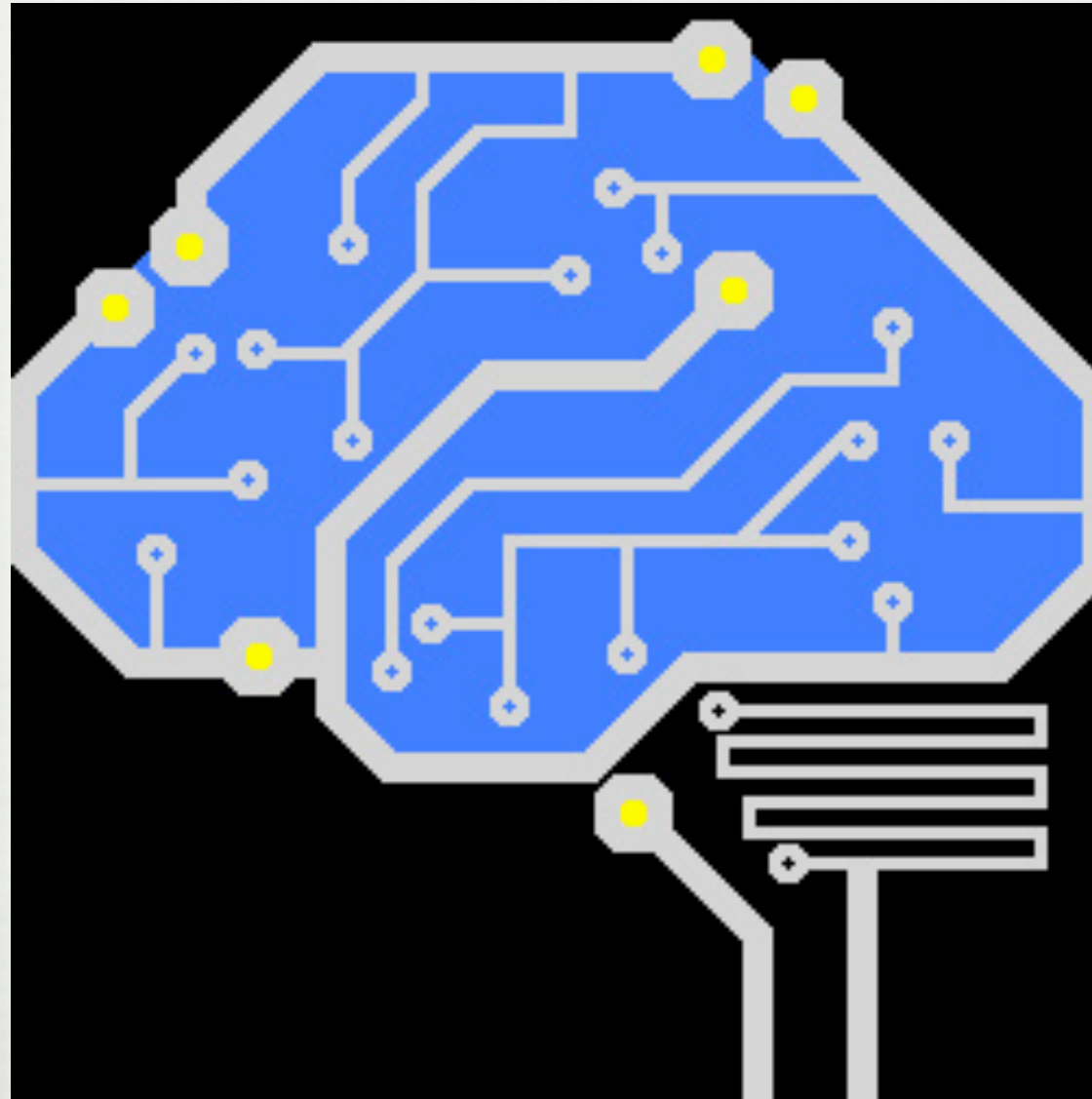
HELSINGIN YLIOPISTO

(KALVOT MUOKATTU PATRIK HOYERIN LUENTOMATERIAALISTA)



# KONEOPPIMINEN

---



LINKKI VIDEOON:

INTERVIEW WITH PROF. POGGIO FOR THE MCGOVERN INSTITUTE FACULTY PROFILE. MIT 2009-2010

# KONEOPPIMINEN

---

- \* MÄÄRITELMÄ:

- \* KONE = TIETOKONE, TIETOKONEOHJELMA

- \* OPPIMINEN = ONGELMANRATKAISUKYVYN PARANTUMINEN KOKEMUKSEN AVULLA

- \* TOISIN SANOEN...

- \* SEN SIAAN ETTÄ OHJELMOIJA KIRJOITTAI TARKAT SÄÄNNÖT JONKUN ONGELMAN RATKAISUUN, OHJELMOIJA OHJEISTAA TIETOKONETTA OPPIMAAN ESIMERKEISTÄ

- \* MONISSA TAPAUKSISSA TIETOKONEOHJELMA VOI TÄLLÖIN OPPIA RATKAISEMAAN JOTAIN TEHTÄVÄÄ PAREMMIN KUIN OHJELMOIJA ITSE OSAA!



# MIKSI KONEOPPIMISTA?

---

\* NYKYPÄIVÄNÄ ON HELPPOA JA HALPAA:

- KERÄTÄ DATAA (HALVAT SENSORIT, PALJONJO DIGITAALISTA)
- TALLENTAA DATAA (KOVALEVYTILO HALPAA)
- LÄHETTÄÄ DATAA (LÄHES ILMAISTA NETISSÄ)

\* JOTEN: KAIKKI KERÄÄVÄT SUURIA MÄÄRIÄ DATAA!

- YRITYKSET: KAUPAT (OSTOTAPAHTUMAT), HAKUKONEET (HAKULAUSEKKEET, VALINNAT), FINANSSISEKTORI (OSAKKEET, VALUUTTAKURSSIT), TEHTAAT (ERILAISET SENSORIT), SOSIAALINEN MEDIA (FACEBOOK, TWITTER, ...), KAIKKI PALVELIMET
- TIEDE: GEENISEKVENSSIT, GEENIEKSPRESSIO, HIUKKASKOKEET FYSIIKASSA, TÄHTITIEDE, ...

□ MUTTA: MITEN HYÖDYNTÄÄ SITÄ?



# ESIMERKKI I

- \* MITEN OHJELMOIDA TIETOKONETTA PELAAMAAN ESIM RISTINOLLAA?

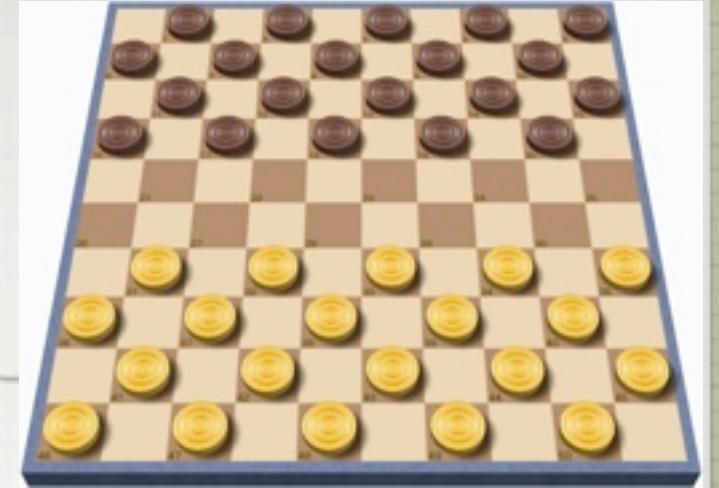
	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X
						O		O		O	O	O	O
			X		X		X	X	X	X	X	X	X

- \* VAIHTOEHTO 1: KATSO KOKO PELIPUU LÄPI, VALITSE OPTIMAALISESTI (VAIN HYVIN YKSINKERTAISET PELIT!)
- \* VAIHTOEHTO 2: OHJELMOIJA KIRJOITTAÄ SÄÄNNÖT, TYYLIIIN 'JOS VASTUSTAJALLA ON KAHDEN SUORA JA KOLMAS ON VAPAA, ESTÄ SUORA LAITTAMALLA OMA MERKKI SIIHEN', JNE (TYÖLÄSTÄ, VAIKEAA!)
- \* VAIHTOEHTO 3: TIETOKONEOHJELMA KOKEILEE ERILAISIA SÄÄNTÖJÄ, JA PELAA ITSEÄÄN (TAI MUITA) VASTAAN KOKEILLEN MILLÄ SÄÄNNÖILLÄ VOITTAÄ JA MILLÄ SÄÄNNÖILLÄ HÄVITÄÄN, OPPIEN NÄIN VOITTAMAAN ('KONEOPPIMINEN')



# ESIMERKKI I

---



- \* ARTHUR SAMUEL (50-60 LUVUILLA):
- \* TIETOKONEOHJELMA OPPII PELAAMAAN TAMMEA
- \* OHJELMA PELAA ITSEÄÄN VASTAAN TUHANSIA KERTOJA, OPPII MITKÄ POSITIOT OVAT HYVIÄ, MITKÄ HUONOJA (SEN PERUSTEELLA, KUINKA USEIN NE JOHTAVAT VOITTOON/HÄVIÖÖN)
- \* OHJELMA TULEE LOPULTA PAREMMAKSI KUIN SITÄ 'OPETTAVA' OHJELMOJA



# ASETTELMA

---

ERÄS KONEOPPIMISEN MÄÄRITELMÄ ON ETTÄ TIETOKONE PARANTAA SUORITUSKYKYÄÄN SUORITTAESSAAN JOTAIN TIETTYÄ TEHTÄVÄÄ SITÄ MUKAAN KUN SE NÄKEE ESIMERKKEJÄ.

SIISPÄ TÄYTYY EROTtaa:

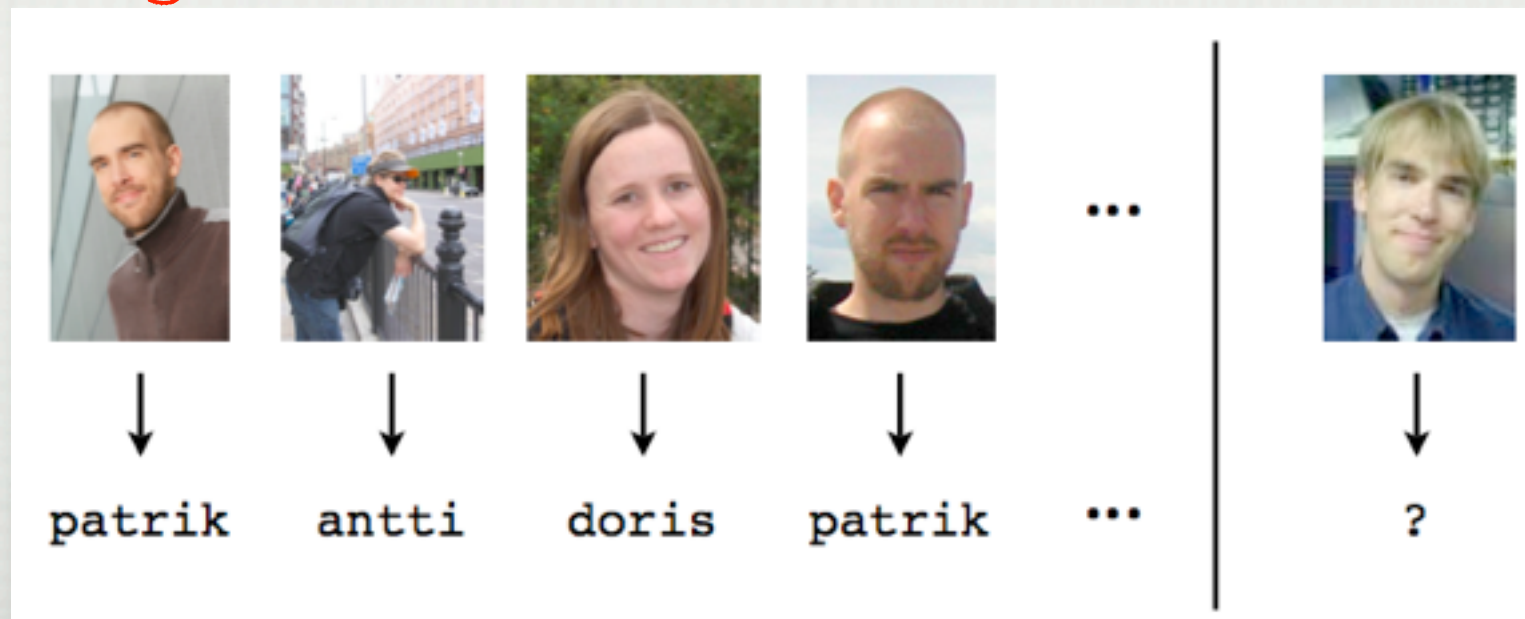
- \* TEHTÄVÄ: MITÄ KONE/OHJELMA YRITTÄÄ TEHDÄ? MINKÄ ONGELMAN SE RATKAISEE?
- \* HYVYYSMITTA: MITEN MITATAAN KUINKA HYVIN KONE/OHJELMA RATKAISEE TEHTÄVÄÄ?
- \* ESIMERKIT/DATA: MIKÄ ON SE KOKEMUSPOHJA/ESIMERKKIDATA JONKA PERUSTEELLA KONE/OHJELMA OPPII?



# ESIMERKKI 2

AUTOMAATTINEN KASVOJENTUNNISTUS (FACEBOOK, APPLE, ...):

- \* OHJELMOJA KIRJOITTAÄ SÄÄNTÖJÄ: 'JOS TUMMA LYHYT TUUKKA, JOSKUS SILMÄLASIT, ISO NENÄ, NIIN SE ON MIKKO' (EI TOIMI! MITEN TUNNISTAA 'TUKAN'? MITEN ARVIOIDA 'NENÄN' KOKO? JNE...)
- \* TIETOKONEELLE NÄYTETÄÄN (KUVA, NIMI)-ESIMERKKIPAREJA, TIETOKONE OPPII ITSE MITKÄ 'PIIRTEET' OVAT RELEVANTTEJA (VAIKEA ONGELMA, MUTTA MAHDOLLISTA JOS RIITTÄVÄSTI ESIMERKKEJÄ!)





# ESIMERKKI 3

ROSKAPOSTIN SUODATUS:

- \* ~~OHJELMOJA KIRJOITTAAN SÄÄNTÖJÄ: 'JOS SISÄLTÄÄ 'VIAGRA', NIIN SE ON ROSKAA'~~ (VAIKEAA, EIKÄ KÄYTTÄJÄLLE RÄÄTÄLÖITY)
- \* KÄYTTÄJÄ OHJEISTAA TIETOKONETTA, MITKÄ POSTIT OVAT ROSKAA, TIETOKONE OPPII ITSE LUOKITTELU-SÄÄNNÖT.

From: medshop@spam.com Subject: viagra cheap meds...	spam
From: my.professor@helsinki.fi Subject: important information here's how to ace the test...	non-spam
:	:
From: mike@example.org Subject: you need to see this how to win \$1,000,000...	?



# ESIMERKKI 4

---

## HAKULAUSEKKEIDEN ENNUSTAMINEN:

- \* ~~OHJELMOJA ANTAA VALMIIN SANAKIRJAN.~~ (SANAT MUUTTUU!)
- \* EDELLISET HAKULAUSEKKEET KÄYTETÄÄN ESIMERKKIEINÄ!

## HAKUTULOSTEN JÄRJESTÄMINEN:

- \* ~~OHJELMOJA KIRJOITTA TARKAN KAAVAN JOLLA PISTEYTETÄÄN SANAN ESIINTYMISMÄÄRÄ, LINKKIEN MÄÄRÄ, Y.M. JA SITTEEN JÄRJESTETÄÄN PISTEIDEN MUKAAN.~~ (MISTÄ OHJELMOJA TIETÄÄ MITEN ERI SIVUN OMINAISUUDET PITÄISI PAINOTTA?)
- \* TALLENNETAAN MITKÄ LINKIT VALITAAN MINKÄKIN HAKULAUSEKKEEN JÄLKEEN, JA LAITETAAN SUOSITUIMMAT SIVUT KÄRKEEN (YRITETÄÄN ENNUSTAA MITÄ KÄYTTÄJÄ HALUAA!)



# ESIMERKKI 5

KÄSINKIRJOITETTUIEN MERKKIEN TUNNISTAMINEN:



(POSTIN LAJITTELU, VANHOJEN KIRJOJEN DIGITOINTI, ...)



# ESIMERKKI 6

---

AUTOT JOTKA EIVÄT TARVITSE KULJETTAJAA:



Sebastian Thrun:  
Google's Driverless Car

© TED Conferences, LLC

"...driving itself..."



# ESIMERKKI 7

## SUOSITUSJÄRJESTELMÄT:

- \* AMAZON.COM: "JOS OSTIT TÄMÄN KIRJAN, SAATAT MYÖS OLLA KIINNOSTUNUT TÄSTÄ TOISESTA KIRJASTA"
- \* NETFLIX.COM: KÄYTTÄJÄT ARVIOIVAT ELOKUVIA, JÄRJESTELMÄ EHDOTTAÄ SEN POHJALTA KÄYTTÄJILLE UUSIA ELOKUVIA ('NETFLIX PRIZE': \$1.000.000 PALKINTO, VUODET 2006-2009)

	Seven	Fargo	Aliens	Leon	Avatar		
Linda	4	5	5	1	2		
Jack		3	4	3			
Bill	1		4	1	5	1	
Lucy			?	4	1	?	
John		2	1	1		5	
	1			1	4		5
	4				5		5
	2		3				3

[HTTP://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?  
FEATURE=PLAYER\\_DETAILPAGE&V=IMPV7OULXYW](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=impv7oulxYW)

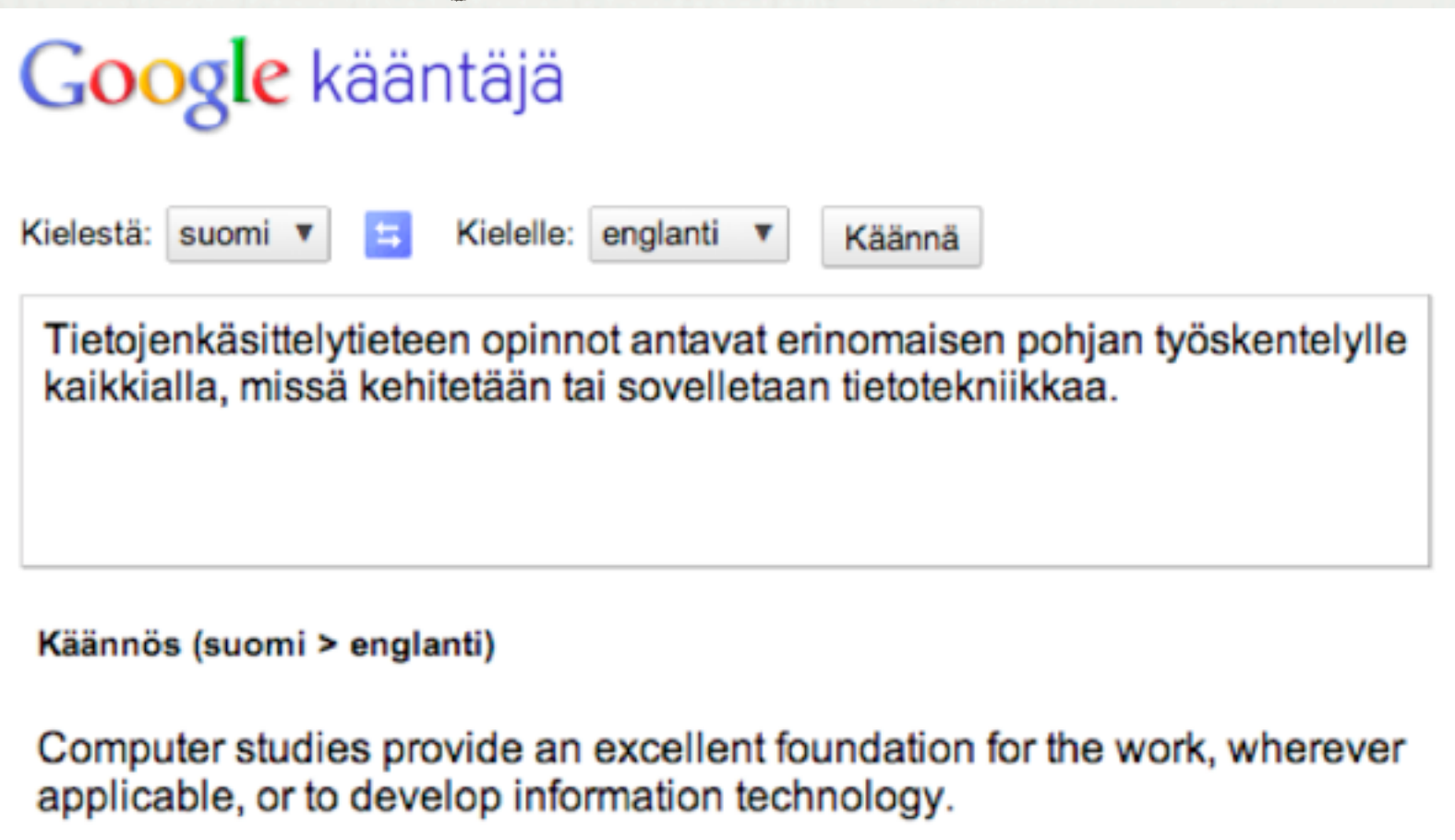


# ESIMERKKI 8

---

KONEKÄÄNTÄMINEN:

- \* PERINTEINEN TAPA: SANAKIRJA JA KIELIOPPI
- \* NYKYÄÄN (ENEMMÄN JA ENEMMÄN): TILASTOLLINEN KONEKÄÄNTÄMINEN, JOKA PERUSTUU ESIMERKKEIHIN/DATAAN



Google käänntäjä

Kielest4: suomi ▼ ↕ Kielelle: englantti ▼ K4änn4

Tietojenk4sittelytieteen opinnot antavat erinomaisen pohjan ty4skentelylle kaikkialla, miss4 kehitet4n tai sovelletaan tietotekniikkaa.

K44nn4s (suomi > englantti)

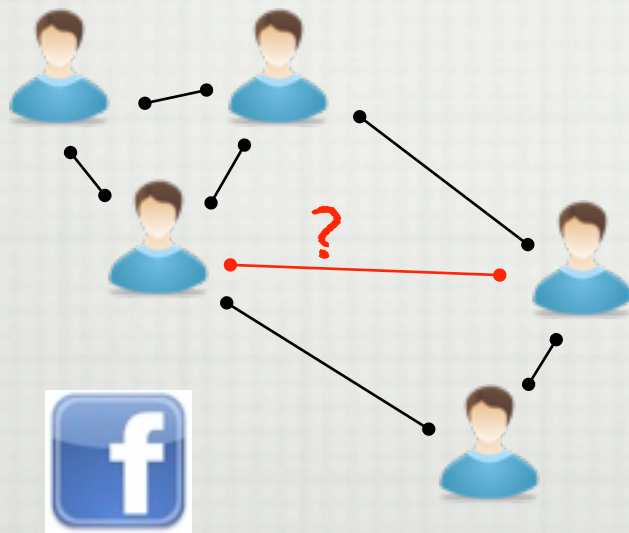
Computer studies provide an excellent foundation for the work, wherever applicable, or to develop information technology.



# ESIMERKKI 9

'KAVEREIDEN' EHDOTTAMINEN:

- \* VOIKO FACEBOOK KAVERIGRAAFIN PERUSTEELLA ARVATA TUNTEVATKO KAKSI HENKILÖÄ TOISENSA VAIKO EI?
- \* OSAAKO TWITTER ARVATA KETÄ OLISIT KIINNOSTUNUT 'SEURAAMAAN'?



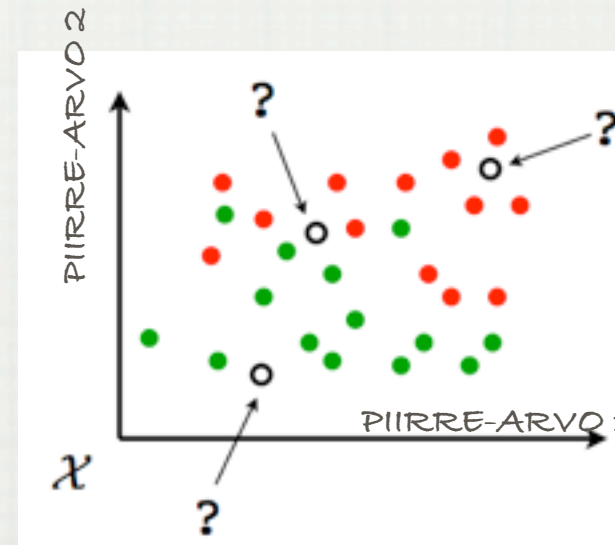
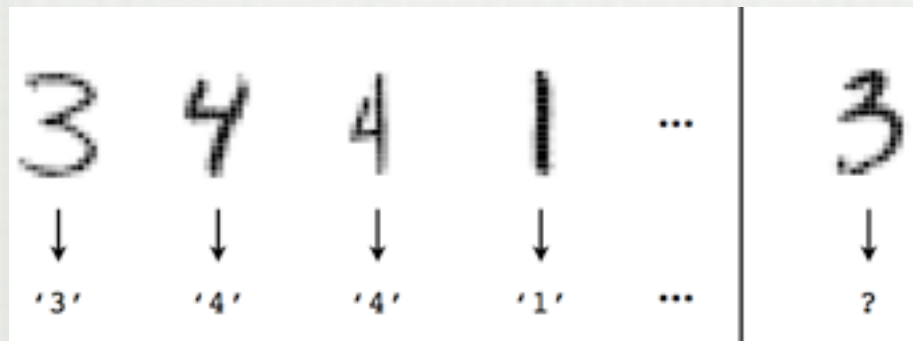


# KONEOPPIMISEN LAJIT

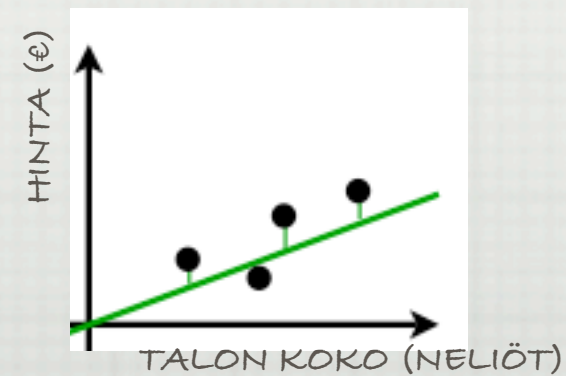
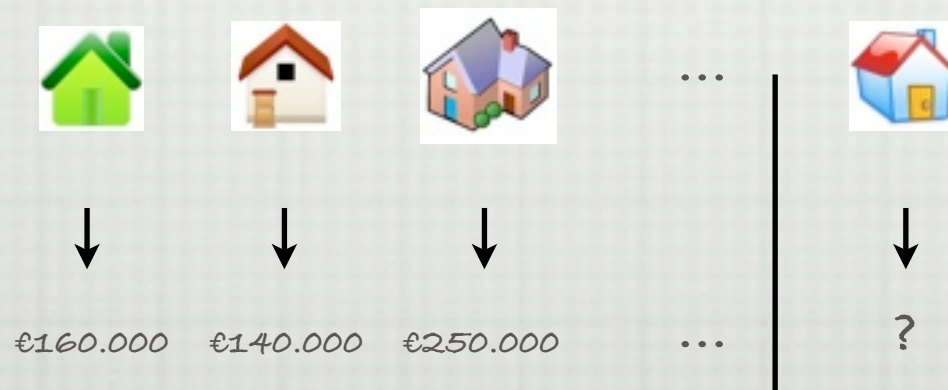
## \* OHJATTU OPPIMINEN:

- ESIMERKIT OVAT PAREJA  $(X, Y)$ , TAVOITTEENA ON OPPIA ENNUSTAMAAN  $Y$  ANNETTUNA  $X$ .

LUOKITTELU (DISKREETTI 'Y'):



REGRESSIO (JATKUVA 'Y'):



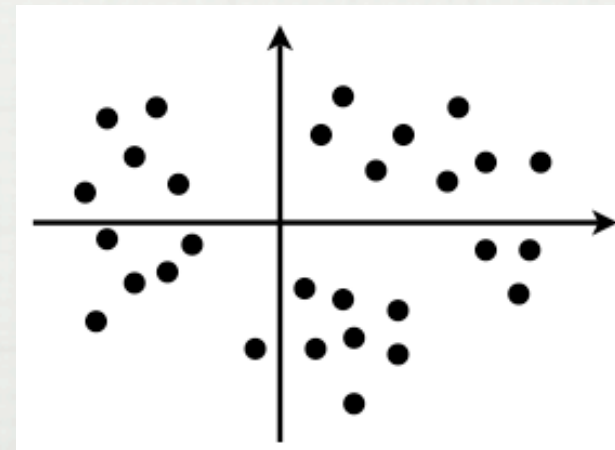
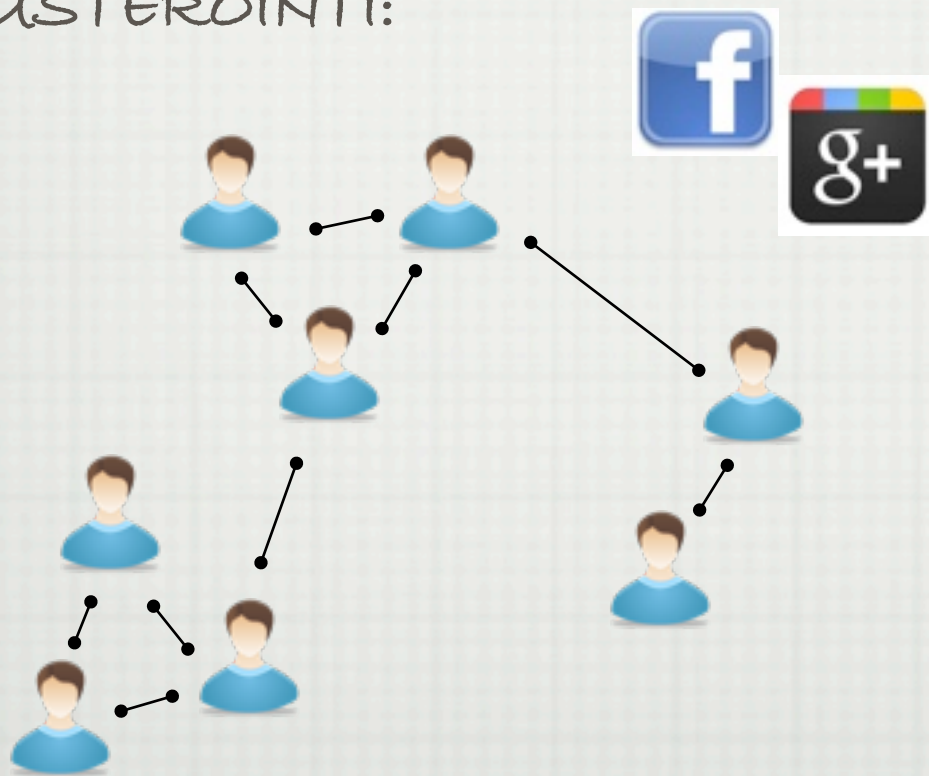


# KONEOPPIMISEN LAJIT

## \* OHJAAMATON OPPIMINEN:

- ESIMERKIT EIVÄT SISÄLLÄ 'OIKEAA VASTAUSTA' Y. SEN SIAAN TAVOITTEENA ON VAIN YMMÄRTÄÄ ANNETTU DATAJOUKKO.

### KLUSTEROINTI:



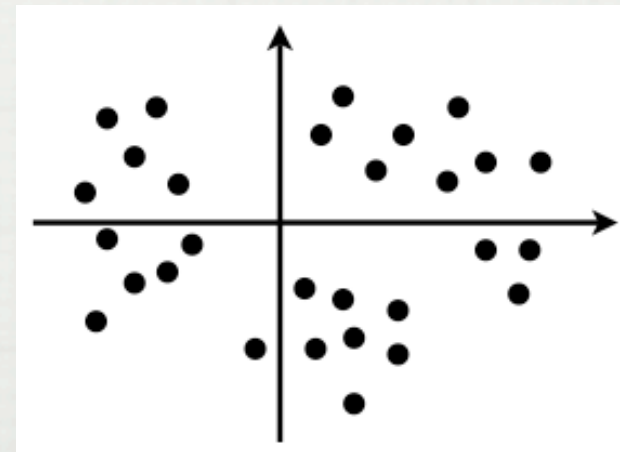
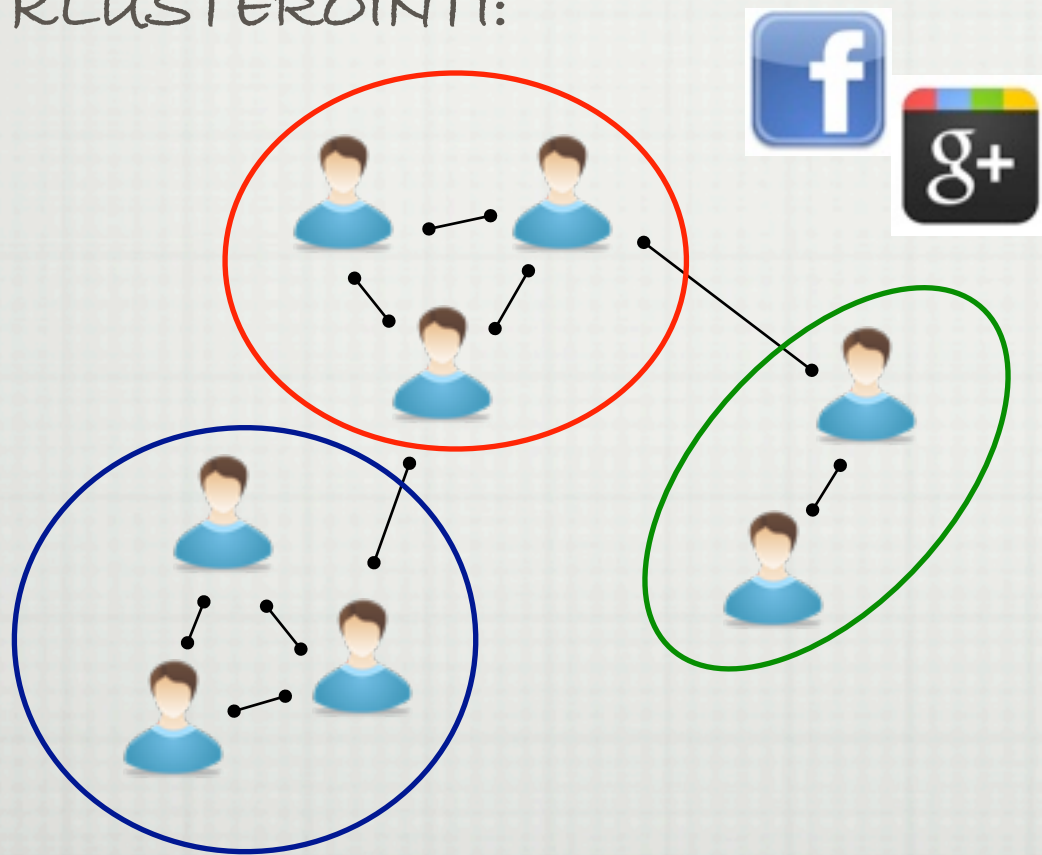


# KONEOPPIMISEN LAJIT

## \* OHJAAMATON OPPIMINEN:

- ESIMERKIT EIVÄT SISÄLLÄ 'OIKEAA VASTAUSTA' Y. SEN SIAAN TAVOITTEENA ON VAIN YMMÄRTÄÄ ANNETTU DATAJOUKKO.

### KLUSTEROINTI:





# KONEOPPIMISEN LAJIT

---



## \* VAHVISTUSOPPIMINEN:

- ANNETTUNA SYÖTE 'X', OHJELMA TULOSTAA 'Y', MUTTA SEN SIAAN ETTÄ MEILLÄ OLISI TARKKA 'OIKEA' Y, OSATAANKIN VAIN ANTAA PALAUTETTA (MAHD. VIIVEELLÄ) SIITÄ, KUINKA 'HYVÄ' OHJELMA KOKONAISUUDESSAAN OLI (ELI: 'KANNUSTETAAN, MUTTEI ANNETA MITÄÄN YHTÄ OIKEAA VASTAUSTA')

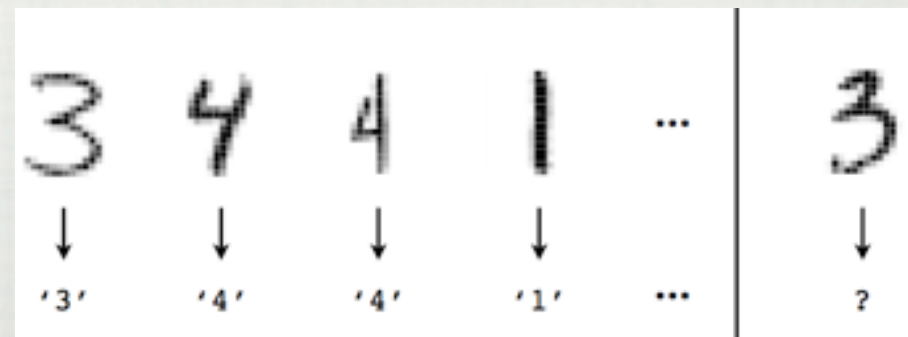
- \* KAIKKI KONEOPPIMISTEHTÄVÄT EIVÄT AINAKAAN IHAN SUORAAN MAHDU NÄIDEN YKSINKERTAISTEN OTSIKOIDEN ALLE! (ESIM: 'SEMI-SUPERVISED LEARNING', 'YHTEISÖLLISTÄ SUODATTAMISTA', 'LEARNING TO RANK', ...)



# KÄSINKIRJOITETUT MERKIT

KONEOPPIMISONGELMAN MÄÄRITTELY (ESIM.):

- \* TEHTÄVÄ: ANNETTUNA KUUSI 28 X 28 PIKSELIKUVA, LUOKITTELE SE JOHONKIN LUOKKAAN 0-9. (FUNKTION SYÖTE ON SIIS  $28 \times 28 = 784$ -PITUINEN BINÄÄRIVEKTORI, JA FUNKTION PITÄÄ PALAUTTAA JOKIN KOKONAISLUKU 0-9.)
- \* HYVYYSMITTA: KUINKA MONTA PROSENTTIA KUUSISTA KUVISTA LUOKITELLAAN OIKEIN (ELI SIIHEN LUOKKAAN MITÄ MEIDÄN ESIMERKEISSÄ ON ANNETTUNA)
- \* DATA: MNIST-KÄSINKIRJOITETUT NUMEROT, JOSSA JOKAISALLE KUVALLE ON ANNETTU LUOKKA 0-9. ENSIMMÄISET 5000 KPL KÄYTETÄÄN OPETUSDATANA, SEURAAVAT 1000 KPL TESTIDATANA.





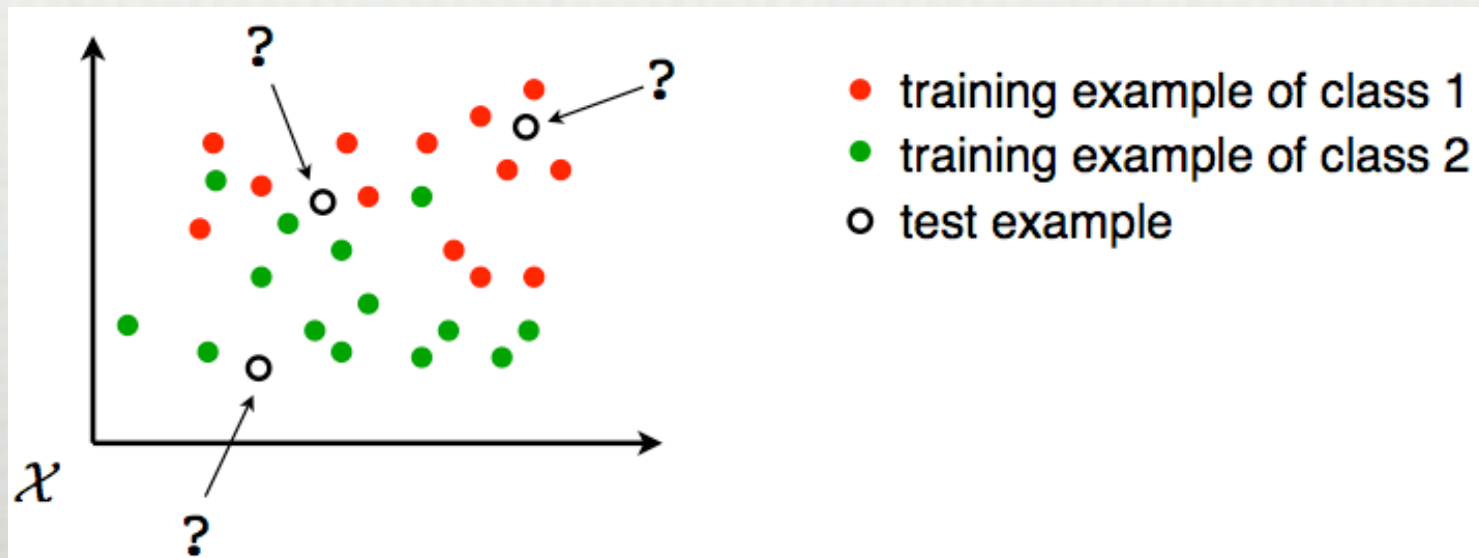
# LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

'YKSINKERTAISIN MAHDOLLINEN' LUOKITTELIJA.

\* TOIMINTA:

1. TALLENNA KOKO OPETUSDATA
2. ANNETTUNA UUSI (TESTI-) SYÖTEVEKTORI  $x$ , LÖYDÄ SITÄ LÄHIMPÄNÄ OLEVA OPETUSDATAN VEKTORI  $x^{\text{TRAIN}}$  JA PALAUTA SITÄ VASTAAVA LUOKKA  $y^{\text{TRAIN}}$ .

\* HAVAINNOLLISESTI SIIS NÄIN:





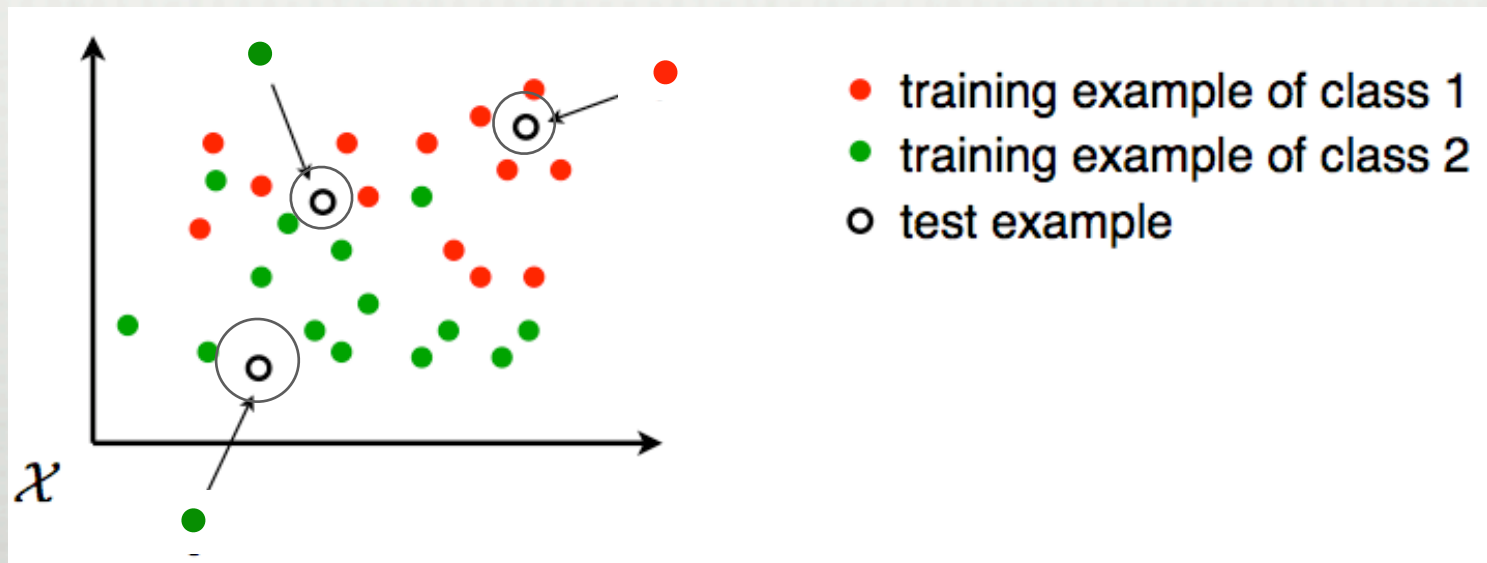
# LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

'YKSINKERTAISIN MAHDOLLINEN' LUOKITTELIJA.

\* TOIMINTA:

1. TALLENNA KOKO OPETUSDATA
2. ANNETTUNA UUSI (TESTI-) SYÖTEVEKTORI  $x$ , LÖYDÄ SITÄ LÄHIMPÄNÄ OLEVA OPETUSDATAN VEKTORI  $x^{\text{TRAIN}}$  JA PALAUTA SITÄ VASTAAVA LUOKKA  $y^{\text{TRAIN}}$ .

\* HAVAINNOLLISESTI SIIS NÄIN:





# LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

---

MERKKIEN VÄLISET ETÄISYYDET?

- \* KÄYTÄNNÖSSÄ KAHDEN BINÄÄRIVEKTORIN ETÄISYYTTÄ VOIDAAN MITATA ESIM LASKEMALLA KUINKA MONESSA KOHTAA VEKTORIT OVAT ERISUURET:

1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0

1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0

---

0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0    ⇒ 4 EROA

...TÄMÄ VASTAA SITÄ ETTÄ LAITETAAN 'MERKIT PÄÄLLEKKÄIN', JA KATSOTAAN KUINKA MONESSA KOHTAA NE EROAVAT.

- \* ONKO TÄMÄ HYVÄ ETÄISYYSMITTA? (ESIM KAKSI MELKEIN IDENTTISTÄ MERKKIÄ JOTKA EROAVAT VAIN NIIN ETTÄ TOISESSA KUVASSA MERKKI ON SIIRTYNYT PARIN PIKSELIN VERRAN SAATTAVAT TÄMÄN ETÄISYYSMITAN SUHTEEN OLLA HYVIN KAUKANA TOISISTAAN)



# LÄHIMMÄN NAAPIURIN LUOKITIN

\* TOINEN ESITYS SAMASTA ASIASTA:

OPETUSDATA (LUOKAT ANNETTU):

0 7 1 1 4 9 4 3 4 8 2 2 1 8 7 0 8 1 0 7

0 7 1 1 4 9 4 3 4 8 2 2 1 8 7 0 8 1 0 7

Uudet kuvat:

1  
1 7 9 1 1 8 5 7 5 0 6 6 0 4 1 2 3 4 4



# LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

---

\* TOINEN ESITYS SAMASTA ASIASTA:

OPETUSDATA (LUOKAT ANNETTU):

0 7 1 1 4 9 4 3 4 8 2 2 1 8 7 0 8 1 0 7

0 7 1 1 4 9 4 3 4 8 2 2 1 8 7 0 8 1 0 7

Uudet kuvat:

1  
1 7 9 1 1 8 5 7 5 0 6 6 0 4 1 2 3 4 4



# LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

\* TOINEN ESITYS SAMASTA ASIASTA:

OPETUSDATA (LUOKAT ANNETTU):

0 7 1 1 4 9 4 3 4 8 2 2 1 8 7 0 8 1 0 7

0	7	1	1	4	9	4	3	4	8	2	2	1	8	7	0	8	1	0	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Uudet kuvat:

9

)	1	7	9	1	1	8	5	7	5	0	6	6	0	4	1	2	3	4	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



# LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

\* TOINEN ESITYS SAMASTA ASIASTA:

OPETUSDATA (LUOKAT ANNETTU):

0 7 1 1 4 9 4 3 4 8 2 2 1 8 7 0 8 1 0 7

0 7 1 1 4 9 4 3 4 8 2 2 1 8 7 0 8 1 0 7

Uudet kuvat:

9  
1 1 7 9 1 1 8 5 7 5 0 6 6 0 4 1 2 3 4 4

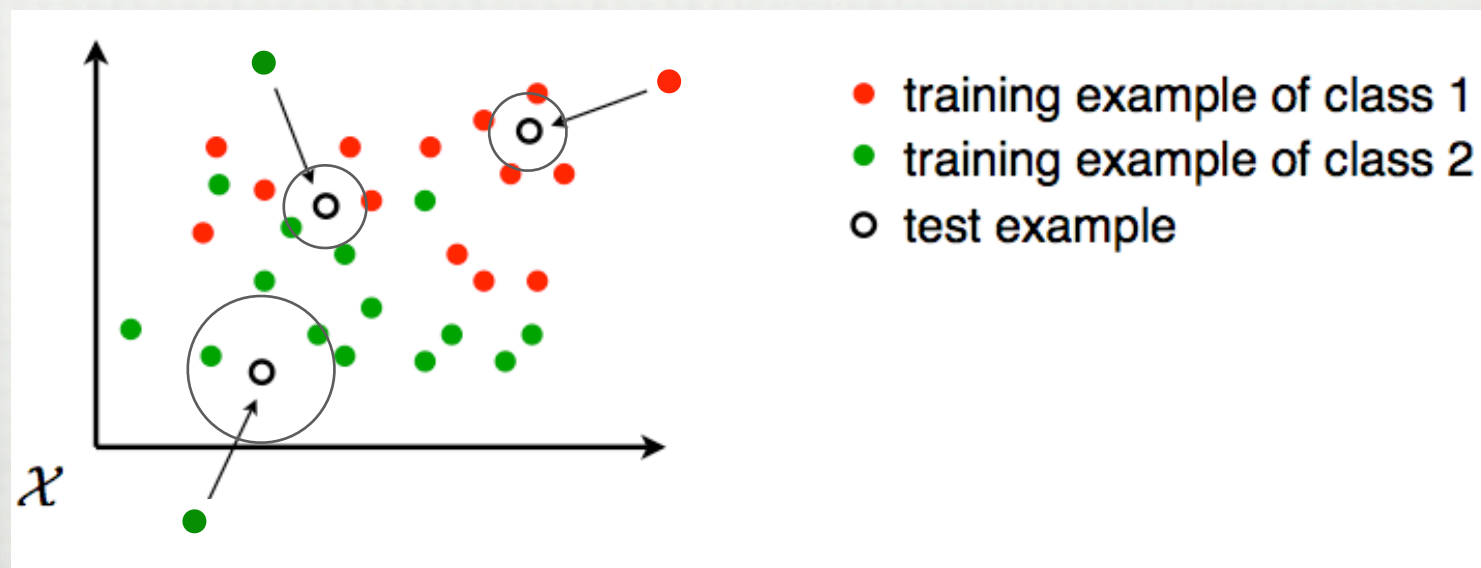
VIRHEITÄ: 7.6%

(ENSIMMÄISET 5000 MERKKIÄ OPETUSDATAA, SEURAAVAT 1000 MERKKIÄ TESTIDATAA)



# K-LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

- \* TOIMINTA: SAMOIN KUIN LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITTELIJA, MUTTA LÖYDÄ K LÄHINTÄ OPETUSDATAN ESIMERKKIÄ, JA ARVAA LUOKKA TÄMÄN PERUSTEELLA
- \* K LÄHINTÄ 'ÄÄNESTÄVÄT' MITÄ LUOKKAA EHDOTETAAN
- \* ESIM  $K=3$ :





# NAIVI-BAYES -LUOKITIN

---

KÄSITELTY JO AIEMMIN KURSSILLA ROSKAPOSTISUODATUKSEN YHTEYDESSÄ

\* TOIMINTA:

OPPIMINEN: (ANNETTUNA ISO ESIMERKKIJOUKKO KUVIA+LUOKKIA)

JOKAISALLE LUOKALLE  $i=0, \dots, 9$

JOKAISALLE PIIRTEELLE  $J$  (TÄSSÄ: 784 PIKSELIÄ)

ESTIMOI TODENNÄKÖISYYSJAKAUMA  $P(J=1|i)$  TÄLLE PIKSELILLE  
(TODENNÄKÖISYYS ETTÄ KYSEINEN PIKSELI ON 1,  
EHDOLLA, ETTÄ LUOKKA ON  $i$ )

LUOKITTELU: (ANNETTUNA UUSI KUVA)

JOKAISALLE LUOKALLE  $i=0, \dots, 9$

ASETA TODENNÄKÖISYYS  $P(i)=0.1$

JOKAISALLE PIIRTEELLE  $J$  (TÄSSÄ: 784 PIKSELIÄ)

$P(i) = P(i) * P(J=j|i)$  (ELI TULO HAVAITTUJEN

PIKSELIEN TODENNÄKÖISYYKSISTÄ, ANNETTUNA LUOKKA)

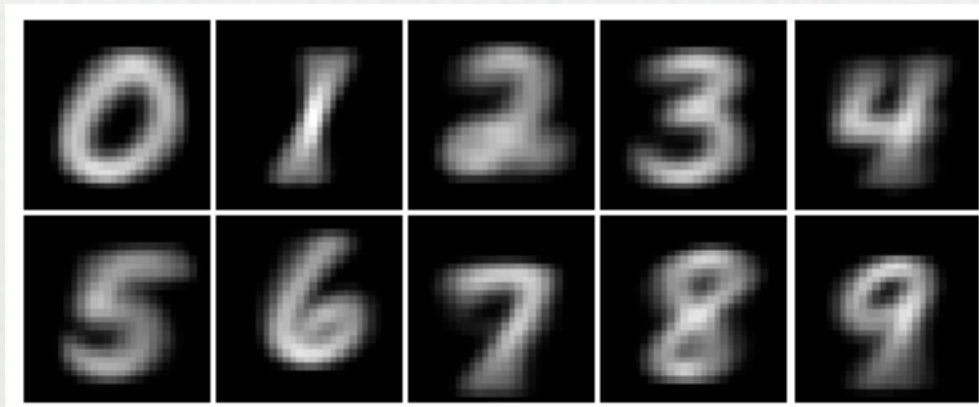
PALAUTA LUOKKA  $i$  JOLLA SUURIN TODENNÄKÖISYYS.



# 'NAIVE BAYES' -LUOKITIN

---

- \* JOKAISEN LUOKAN, JOKAISEN PIKSELIN TODENNÄKÖISYYET VOIDAAN ESITELLÄ YKSINKERTAISESTI NÄIN (HARMAASÄVY = TODENNÄKÖISYYS ETTÄ PIKSELI ON 'PÄÄLLÄ' KYSEISEN LUOKAN KUVILLA)



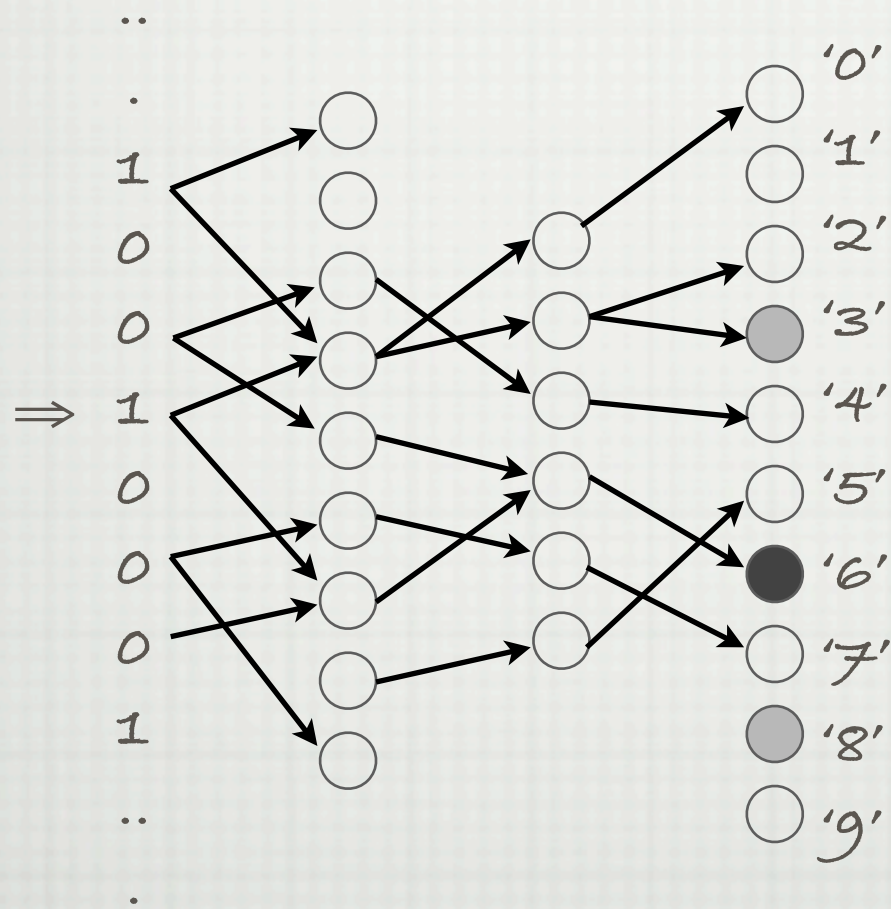
ELI TÄSSÄ SAADAAN ERÄÄNLAISET 'PROTOTYYPIT' LUOKILLE.  
LUOKKA ARVIOIDAAN SEN PERUSTEELLA, KUINKA HYVIN KUVA SOPII NÄIHIN PROTOTYYPPEIHIN.



# NEUROVERKKO

- \* MATKITAAN AIVOJEN TOIMINTAA. MONTA 'HERMOSOLUA', KUKIN PYSTYY VAIN HYVIN YKSINKERTAISEEN OPERAATIOON, MUTTA YHDESSÄ NE TEKEVÄT JOTAIN MIELENKIINTOISTA:

6



JOKAINEN 'SOLU' LASKEE

**PAINOTETUN SUMMAN**

TULOISTAAN, JA LÄHETTÄÄ  
ETEENPÄIN EPÄLINEAARISEN  
FUNKTION SIITÄ SUMMASTA

**PAINOT** OVAT ADAPTIIVISIA, JA  
SÄÄDETÄÄN NIIN ETTÄ VERKKO  
'OPPII' DATASTA



# YHTEENVETO

---

- \* KONEOPPIMISTA KANNATTAÄ KÄYTTÄÄ KUN
  - TEHTÄVÄ ON VAIKEA RATKAISTA 'MANUAALISELLA' OHJELMOINNILLA: OHJELMOIJA EI OSAA ITSE RATKAISTA TEHTÄVÄÄ, TAI EHKÄ OSAA MUTTEI KUITENKAAN PYSTY KERTOMAAN 'MITEN' SE TEHDÄÄN.
  - ESIMERKKEJÄ (DATAA) ON PALJON, JONKA PERUSTEELLA KONE VOI OPPIA ITSE SUORITTAMAAN JOTAIN TEHTÄVÄÄ
  - TARVITAAN ADAPTIIVINEN MENETELMÄ, JOKA MUKAUTUU KÄYTTÄJÄN TOTTUMUKSIIN JA TARPEISIIN
- \* ALOITA MÄÄRITTELEMÄLLÄ TEHTÄVÄ, HYVYYSMITTA, JA DATA. TÄMÄNJÄLKEEN VALITSE TEHTÄVÄÄN SOPIVA MENETELMÄ.



# MISTÄ LISÄÄ TIETOA?

---

- \* KONEOPPIMINEN, ONGELMAN MÄÄRITTELY, OHJATTU/OHJAAMATON OPPIMINEN:

ESIM: STANFORDIN KURSSIN INTRO VIDEOT (40 MIN)

[HTTP://WWW.ML-CLASS.ORG/COURSE/VIDEO/PREVIEW\\_LIST](http://www.ml-class.org/course/video/preview_list)

- \* LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITTELIJA, K-NN. ESIM:

[HTTP://CSEWEB.UCSD.EDU/~ELKAN/250B/NEARESTN.PDF](http://cseweb.ucsd.edu/~elkan/250B/nearestn.pdf)

- \* NAIVE BAYES -LUOKITIN. ESIM:

[HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/NAIVE\\_BAYES\\_CLASSIFIER](http://en.wikipedia.org/wiki/Naive_Bayes_classifier)



# KURSSIT

---

- \* 'INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING' (ENGL.)
  - PERIODI II
  - 'ALGORITMIT JA KONEOPPIMINEN'-LINJAN PAKOLLINEN KURSSI
- \* JATKOKURSSIT: 'SUPERVISED MACHINE LEARNING', 'TODENNÄKÖISYYSMALLINNUS', 'UNSUPERVISED MACHINE LEARNING', 'DATA MINING', ...
- \* MYÖS STANFORDIN YLIOPISTON KURSSI: [WWW.ML-CLASS.ORG](http://WWW.ML-CLASS.ORG)
  - VIDEOITA, TEHTÄVIÄ, TENTTI, OHJELMOINTITEHTÄVIÄ
  - OPINTOPISTEITÄ TARJOLLA, KATSO LAITOKSEN SIVULTA (OPISKELUN KUTISET)