

JOHDATUS TEKÖÄLYYN

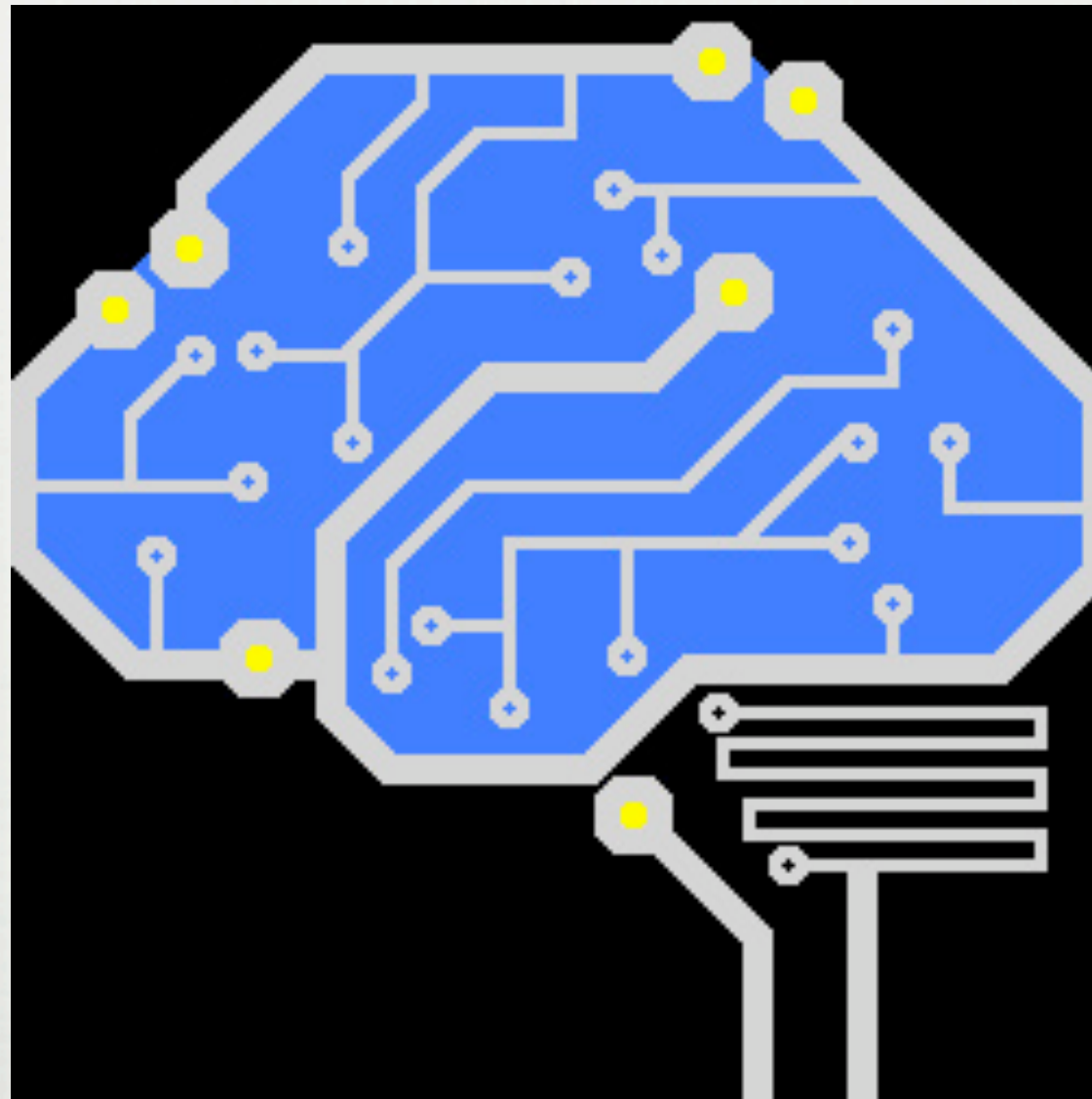
TEEMU ROOS



HELSINGIN YLIOPISTO

(KALVOT MUOKATTU PATRIK HOYERIN LUENTOMATERIAALISTA)

KONEOPPPIMINEN



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 OHJELMOJA KIRJOITTAÄ TARKAT SÄÄNNÖT JONKUN ONGELMAN RATKAISUUN, OHJELMOJA OHJEISTAA TIETOKONETTA OPPIMAAN ESIMERKEISTÄ
- MONISSA TAPAUKSISSA TIETOKONEOHJELMA VOI TÄLLÖIN OPPIA RATKAISEMAAN JOTAIN TEHTÄVÄÄ PAREMMIN KUIN OHJELMOJA 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?

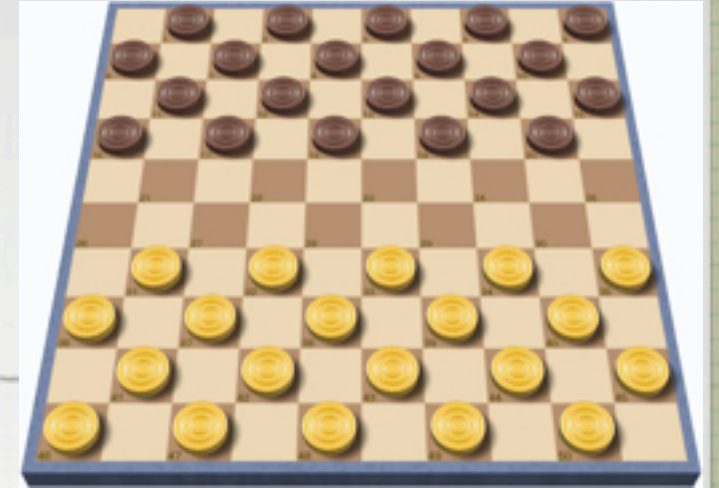
ESIMERKKI I

- MITEN OHJELMOIDA TIETOKONETTA PELAAMAAN ESIM RISTINOLLAA?

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

- VAIHTOEHTO 1: KATSO KOKO PELIPUU LÄPI, VALITSE OPTIMAALISESTI (VAIN HYVIN YKSINKERTAiset PELIT!)
- VAIHTOEHTO 2: OHJELMOJA KIRJOITTAÄ SÄÄNNÖT, TYYYLIIN '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 VOITTAA 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

ASETELMA

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

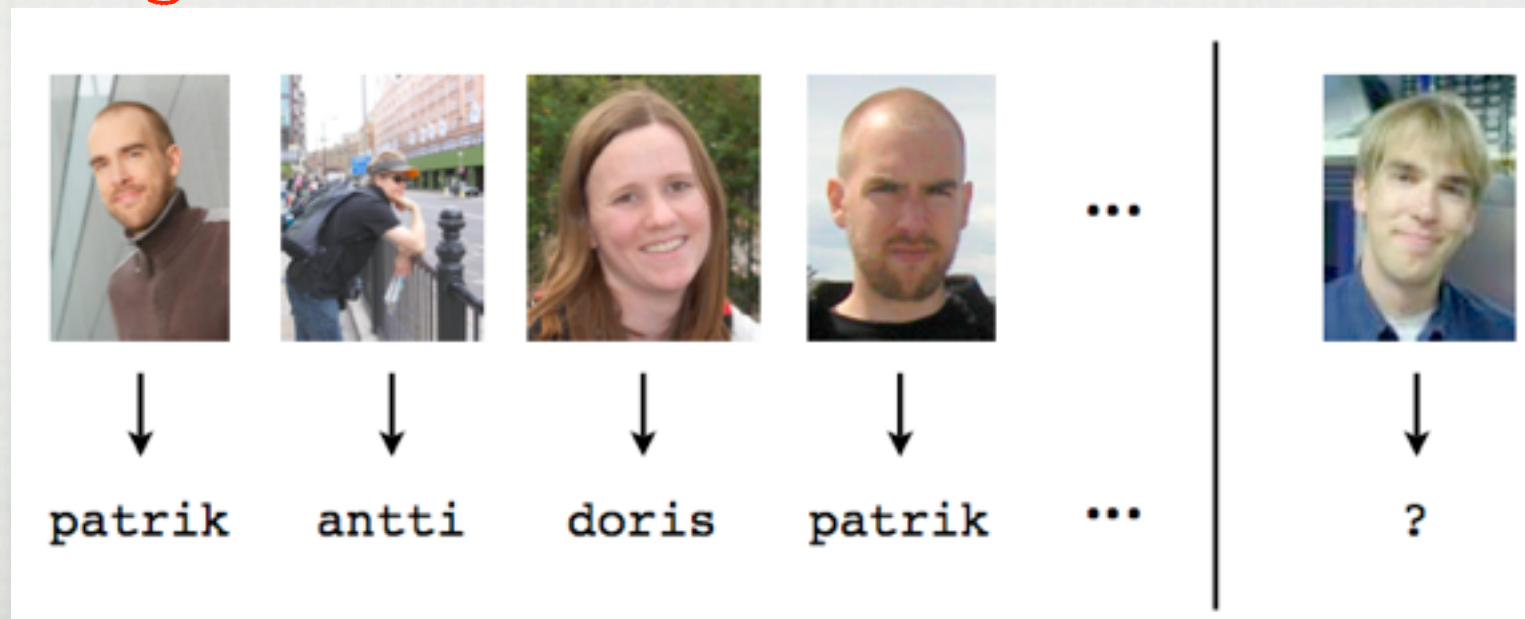
SIISPÄ TÄYTYY EROTTAA:

- ☐ 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 KIRJOITTAASÄÄNTÖJÄ: 'JOSTUMMALYHYTTUKKA, JOSKUSILMÄLASIT, ISONENÄ, NIINSEONMIKKO'~~ (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:

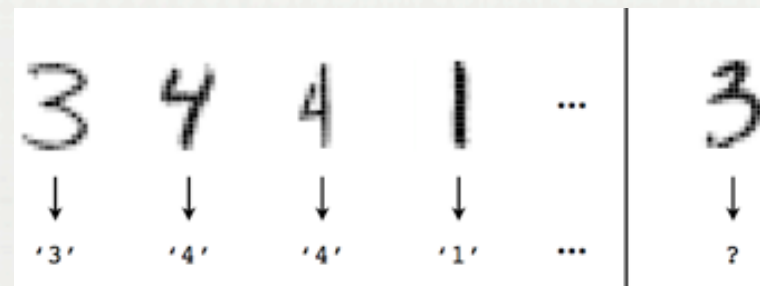
- ☐ ~~OHJELMOJA ANTAA VALMIIN SANAKIRJAN.~~ (SANAT MUUTTUU!)
- ☐ EDELLISET HAKULAUSEKKEET KÄYTETÄÄN ESIMERKKKEINÄ!

HAKUTULOSTEN JÄRJESTÄMINEN:

- ☐ ~~OHJELMOJA KIRJOITTAU TARKAN KAAVAN JOLLA PISTEYTETÄÄN SANAN ESIINTYMISMÄÄRÄ, LINKKIEN MÄÄRÄ, Y.M. JA SITTEU JÄRJESTETÄÄN PISTEIDEN MUKAAN.~~ (MISTÄ OHJELMOJA TIETÄÄ MITEN ERI SIVUN OMINAISUUDET PITÄISI PAINOTTAU?)
- ☐ 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:



[HTTP://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=ATMKO7OTU9U](http://www.youtube.com/watch?v=ATMKO7OTU9U)

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
			3		4	3		
Jack	1			4		1	5	1
Bill				?	4	1		?
Lucy			2	1	1		5	
John	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: englanti ▼

K44nn4

Tietojenk4sittelytieteen opinnot antavat erinomaisen pohjan ty4skentelylle kaikkialla, miss4 kehitet44n tai sovelletaan tietotekniikkaa.

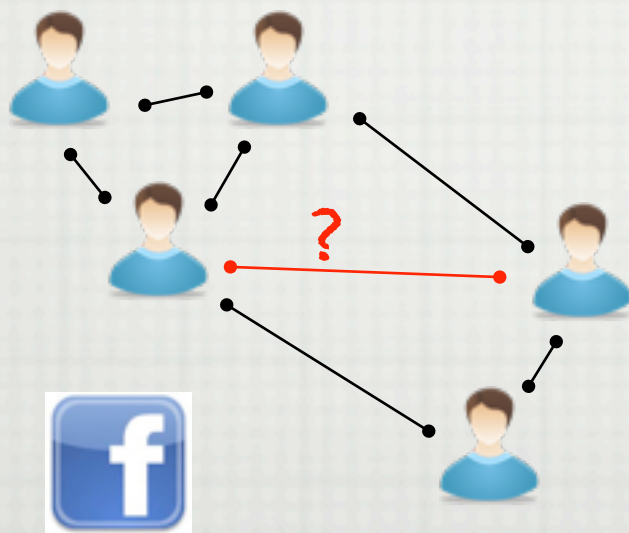
K44nn4s (suomi > englanti)

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'?

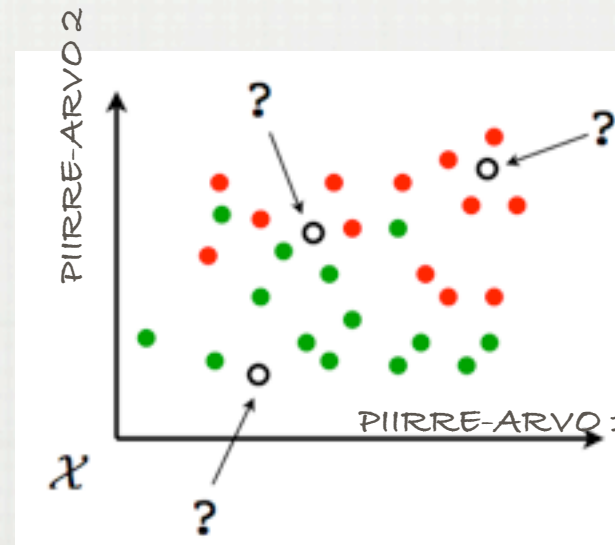
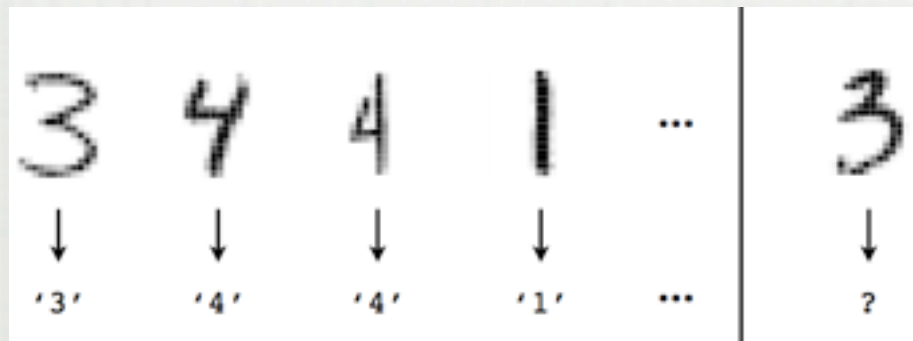


KONEOPPIMISEN LAJIT

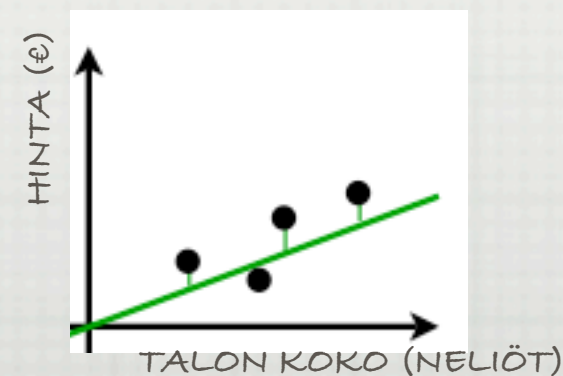
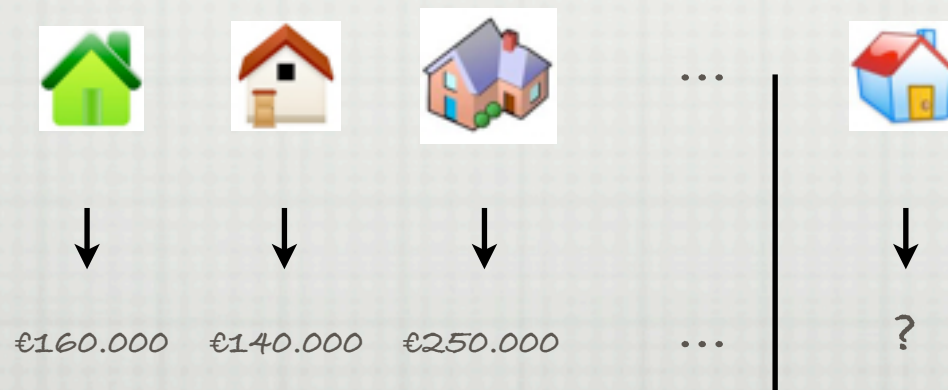
□ OHJATTU OPPIMINEN:

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

LUOKITTELU (DISKREETTI ' Y):



REGRESSIO (JATKUVA ' Y):

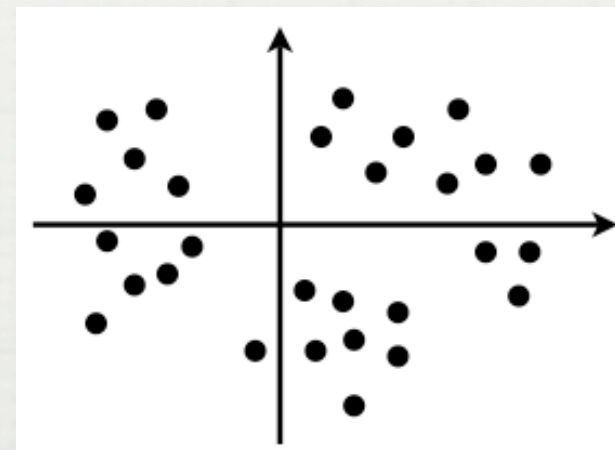
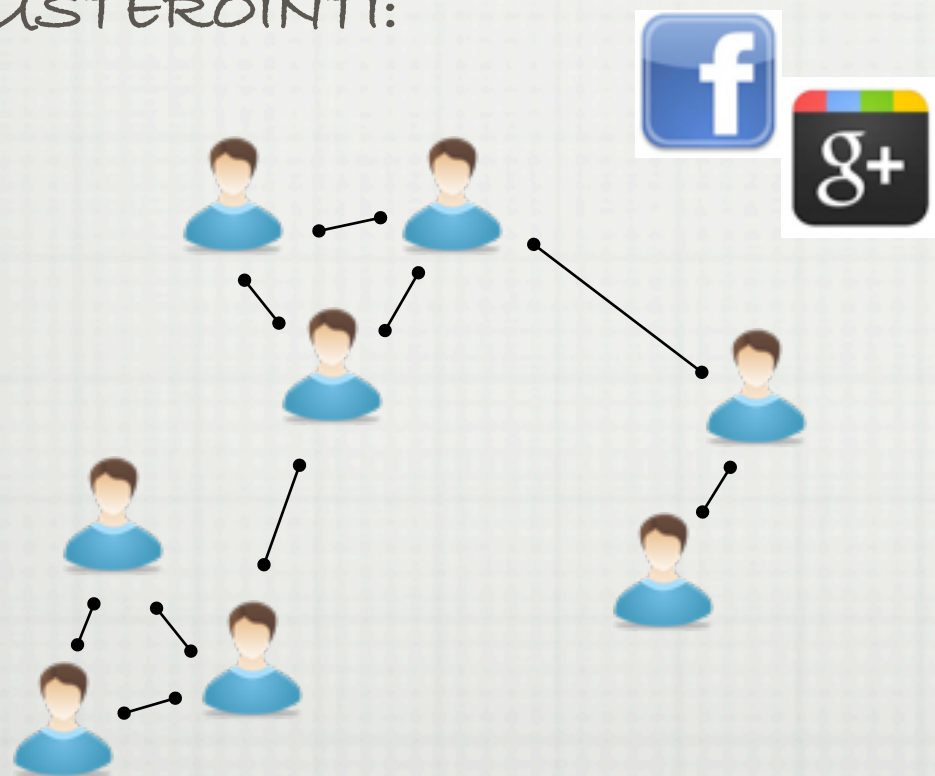


KONEOPPIMISEN LAJIT

□ OHJAAMATON OPPIMINEN:

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

KLUSTEROINTI:

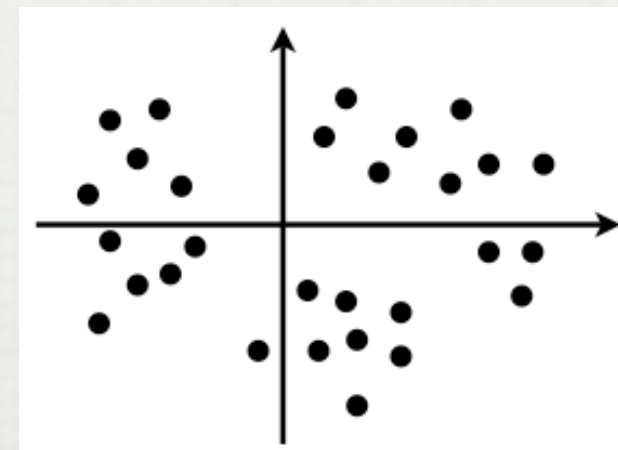
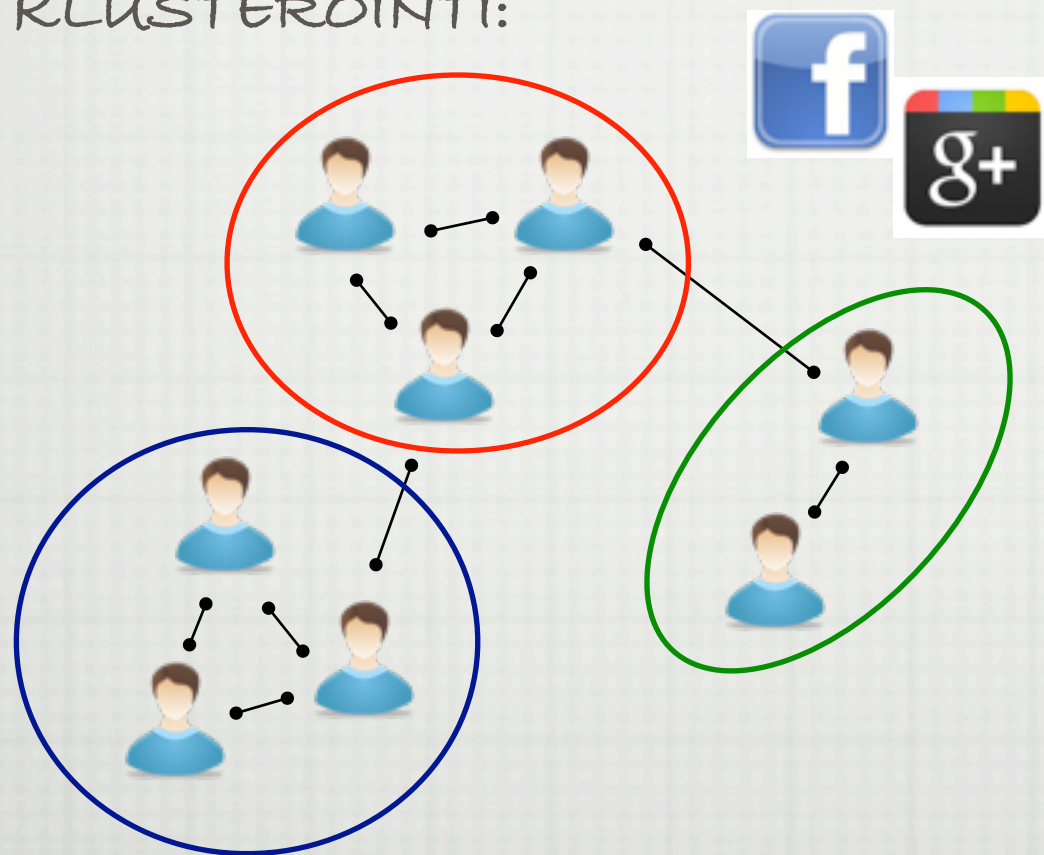


KONEOPPIMISEN LAJIT

☐ 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 JOKAISELLE KUVALLE ON ANNETTU LUOKKA 0-9. ENSIMMÄISET 5000 KPL KÄYTETÄÄN OPETUSDATANA, SEURAAVAT 1000 KPL TESTIDATANA.



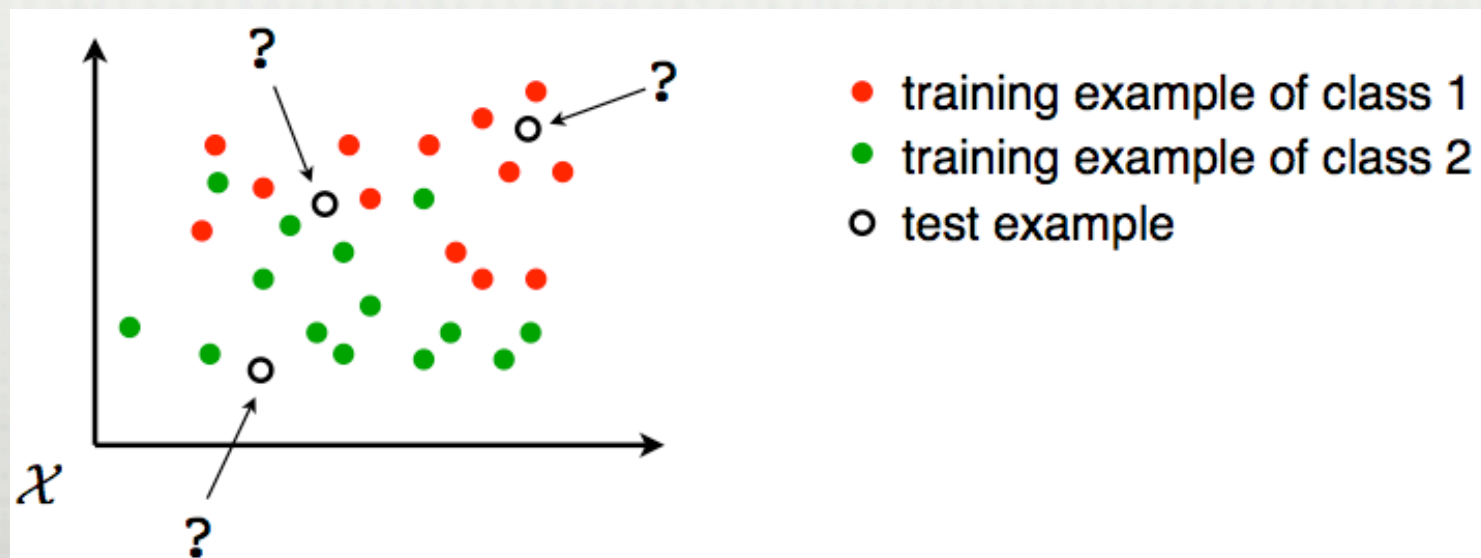
LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

'YKSINKERTAISIN MAHDOLLINEN' LUOKITTELIJA.

□ TOIMINTA:

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

□ HAVAINNOLLISESTI SIIS NÄIN:



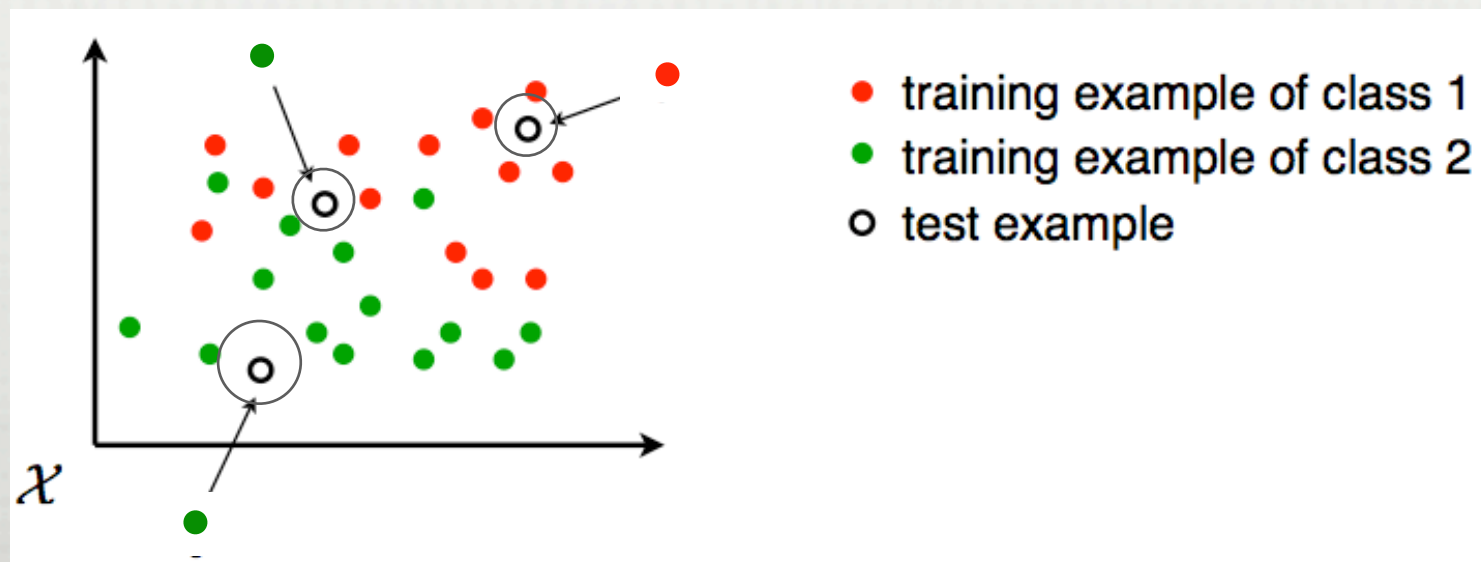
LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

'YKSINKERTAISIN MAHDOLLINEN' LUOKITTELIJA.

□ TOIMINTA:

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

□ TOINEN ESIITYS 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	1	7	9	1	1	8	5	7	5	0	6	6	0	4	1	2	3	4	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

LÄHIMMÄN NAAPURIN LUOKITIN

□ TOINEN ESIITYS 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	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

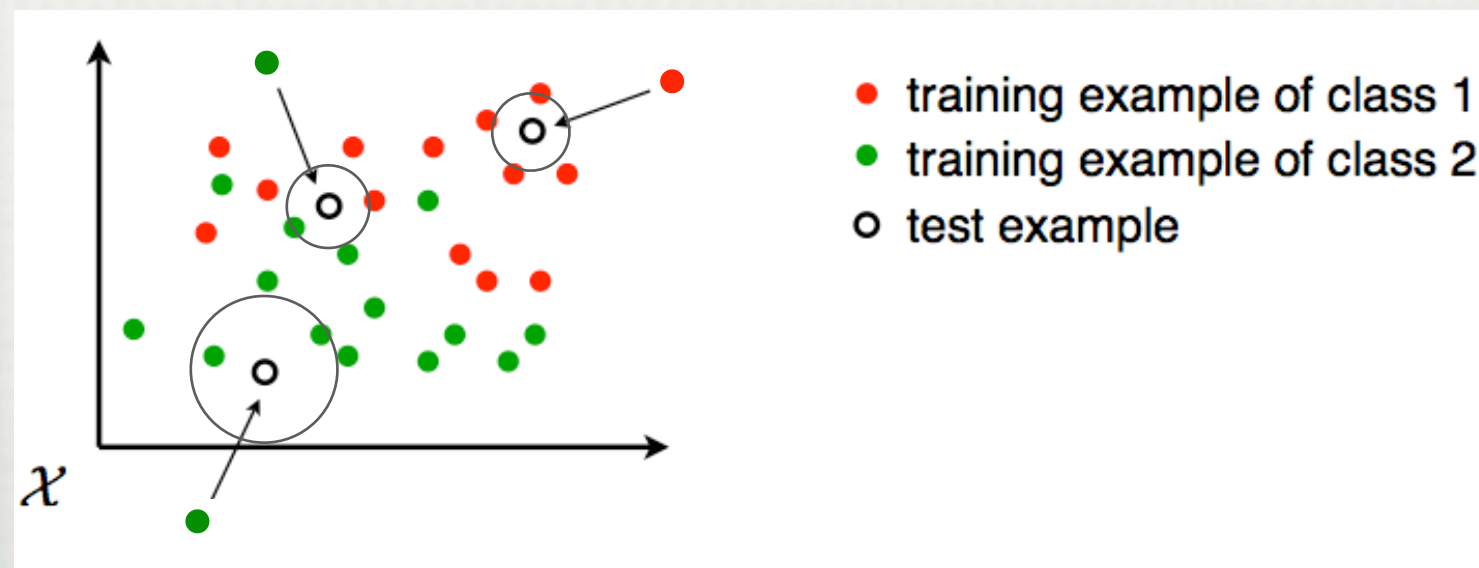
1	1	7	9	1	1	8	5	7	5	0	6	6	0	4	1	2	3	4	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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)

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

JOKAISELLE 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)

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

ASETA TODENNÄKÖISYYS $P(i)=0.1$

JOKAISELLE PIIRTEELLE J (TÄSSÄ: 784 PIKSELIÄ)

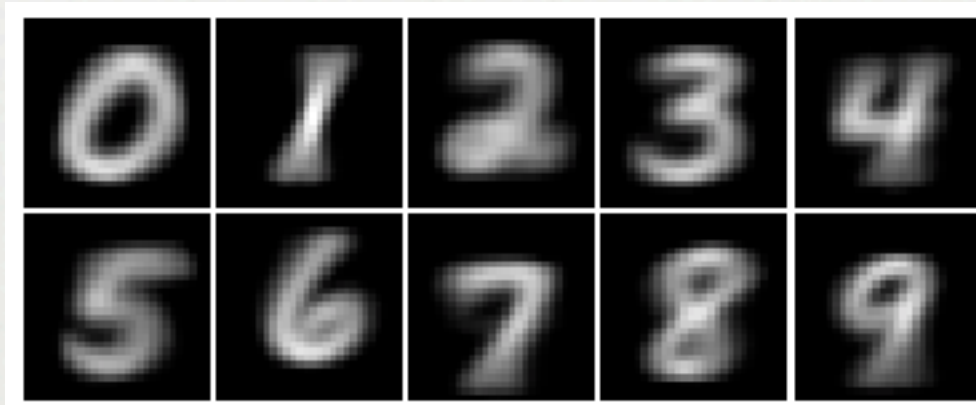
$P(i) = P(i) * P(J=j|i)$ (ELI TULO HAVAITTujen

PIKSELIENTODENNÄKÖISYYKSISTÄ, ANNETTUNA LUOKKA)

PALAUTA LUOKKA i JOLLA SUURIN TODENNÄKÖISYYS.

'NAIVE BAYES' -LUOKITIN

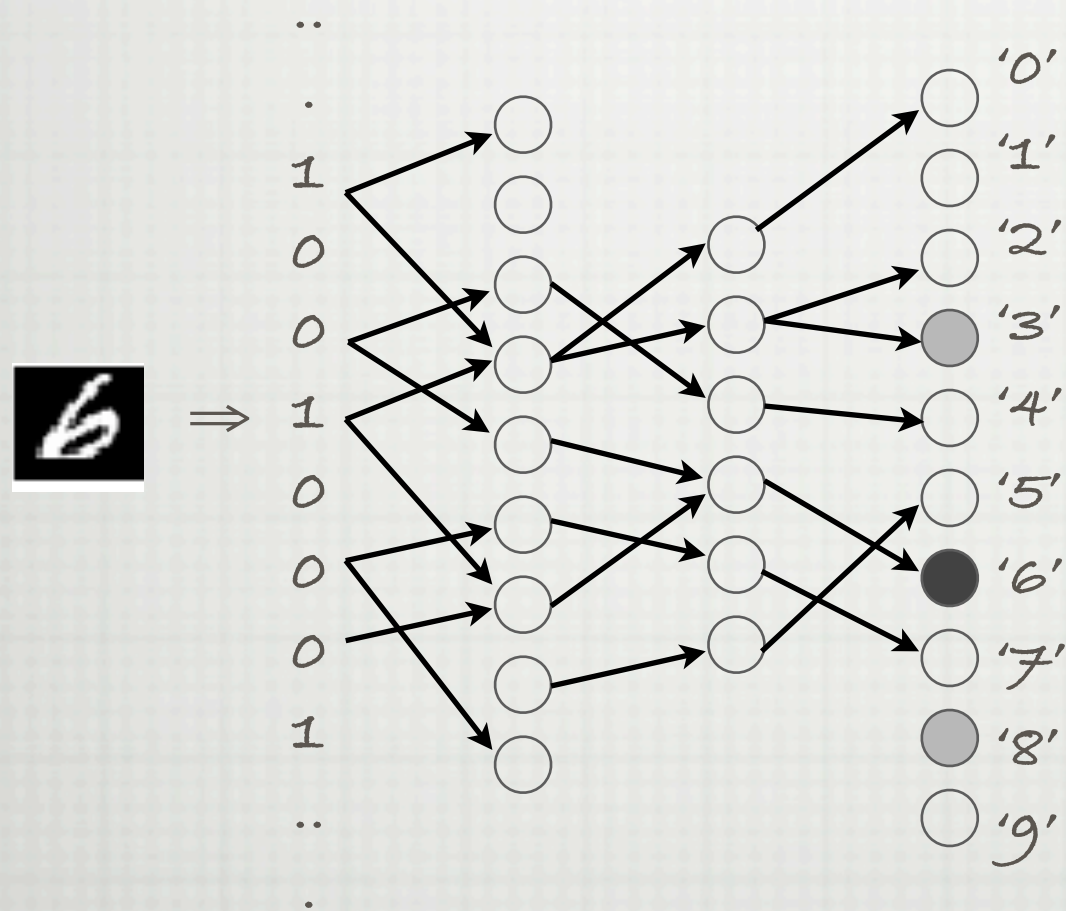
- JOKAISEN LUOKAN, JOKAISEN PIKSELIN TODENNÄKÖISYYET VOIDAAN ESITELLÄ YKSINKERTAISESTI NÄIN (HARMAASÄVY = TODENNÄKÖISYYS ETTÄ PIKSELI ON 'PÄÄLLÄ' KYSEISEN LUOKAN KUVILLA)



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

NEUROVERKKO

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



JOKAINEN 'SOLU' LASKEE

PAINOTETUN SUMMAN

TULOISTAAN, JA LÄHETTÄÄ
ETEEPÄIN EPÄLINEAARISEN
FUNKTION SIITÄ SUMMASTA

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

YHTEENVETO

- KONEOPPIMISTA KANNATTAA 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 VIDEO (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
 - VIDEOITA, TEHTÄVIÄ, TENTTI, OHJELMOINTITEHTÄVIÄ
 - OPINTOPISTEITÄ TARJOLLA, KATSO LAITOKSEN SIVULTA (OPISKELUN KUTISET)