

Statisztikai eljárások a mintafelismerésben és a gépi tanulásban

Varga Domonkos
(I.évf. PhD hallgató)

2014 május



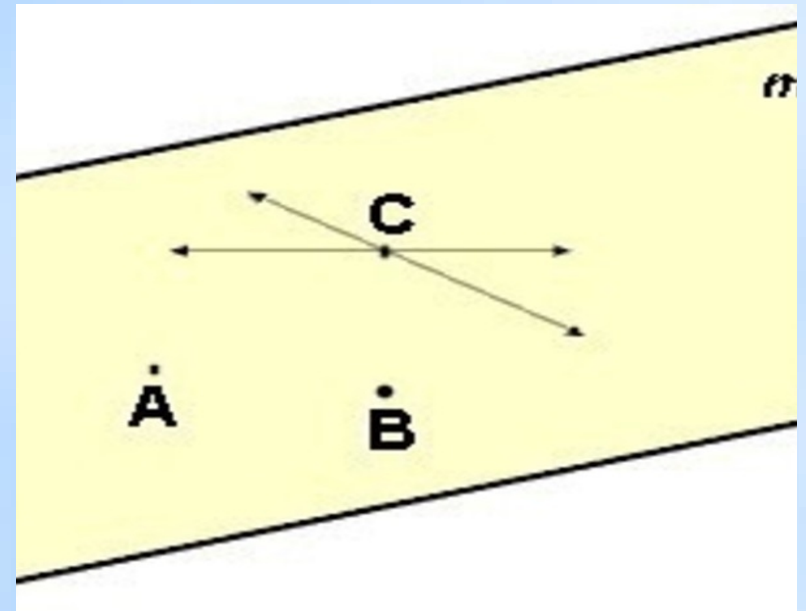
A prezentáció felépítése

- 1) Alapfogalmak
- 2) A gépi tanulás, mintafelismerés alkalmazási területei
- 3) A gépi tanulás és a mintafelismerés módszertana
- 4) Egyszerű példa: kézzel írott számok felismerése
- 5) Bonyolultabb példa: kézjelABC felismerése videofolyamban
- 6) A gépi tanulásnál és mintafelismerésnél alkalmazott statisztikai eljárások

1) Alapfogalmak

mit értünk gépi tanuláson, mintafelismerésen?

(elnézést azoktól akiknek ez nyilvánvaló,
de több szakmának szól az előadás)

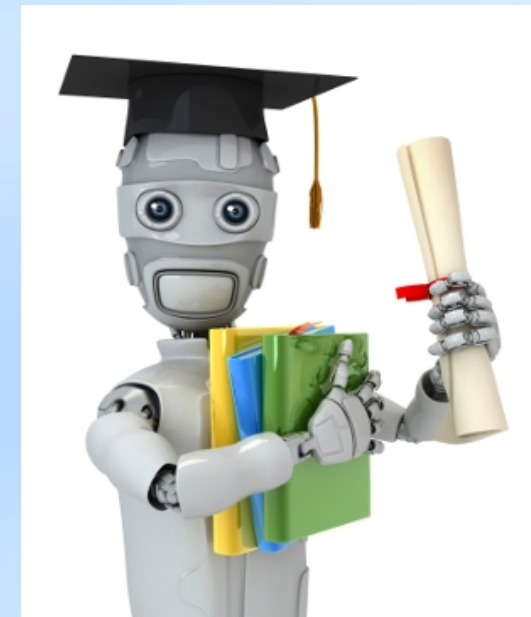


Alapvető fogalmak hozzávetőleges definíciója

Gépi tanulás: a mesterséges intelligenciának az az ága mely olyan algoritmusok tervezésére, fejlesztésére és tanulmányozására koncentrál, melyek tanulni tudnak az adatokból.

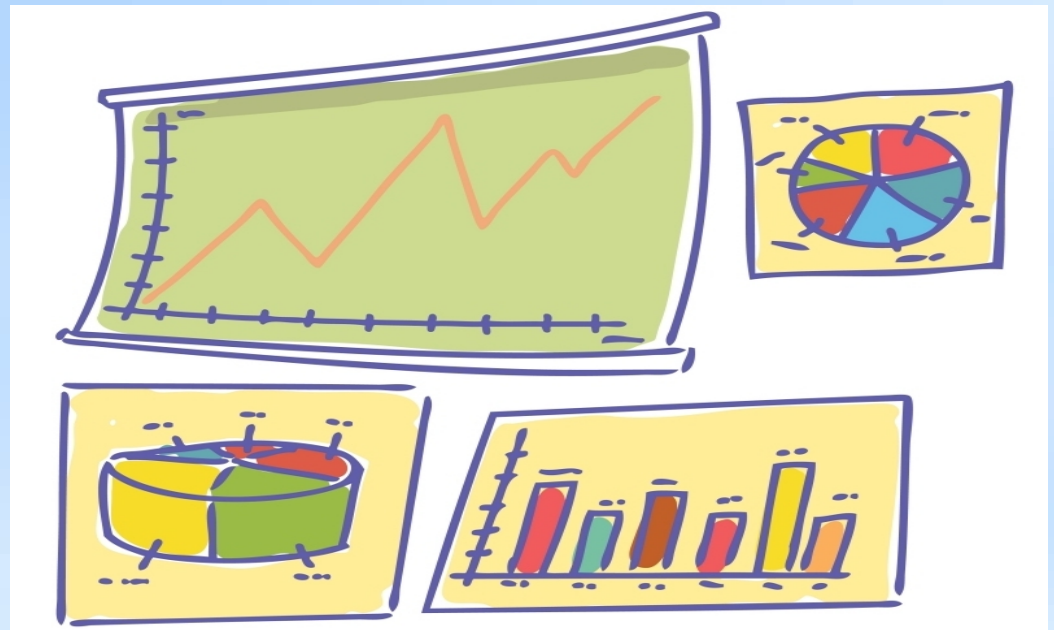
A **minta** ellentéte a káosznak, olyan gyengén definiált entitások, melyekhez nevet lehet rendelni.

A **minta** egy absztrakt objektum, mérések egy olyan halmaza, mely egy fizikai objektumot ír le.

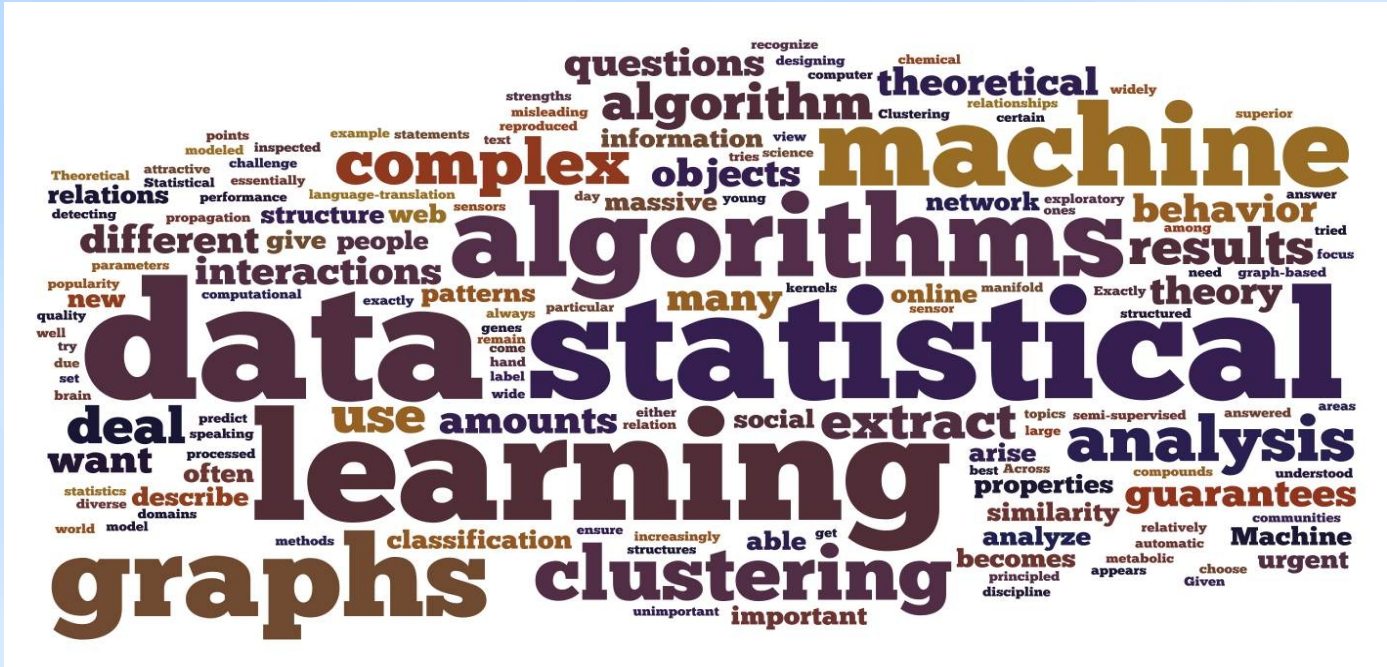


A mintafelismerésben és a gépi tanulásban nem az a nehézség, hogy kiválasszuk azokat a módszereket, ahol a statisztikát alkalmazzuk, hanem az ellentéte; azoknak az eljárásoknak a megmutatása, ahol nem alkalmazzuk a statisztikai módszereket.

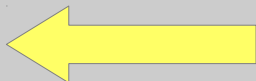
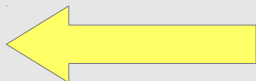
Jelen prezentációban nem választom szét a gépi tanulás és a mintafelismerés fogalmát



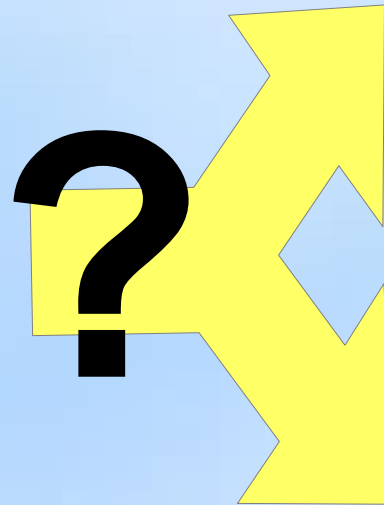
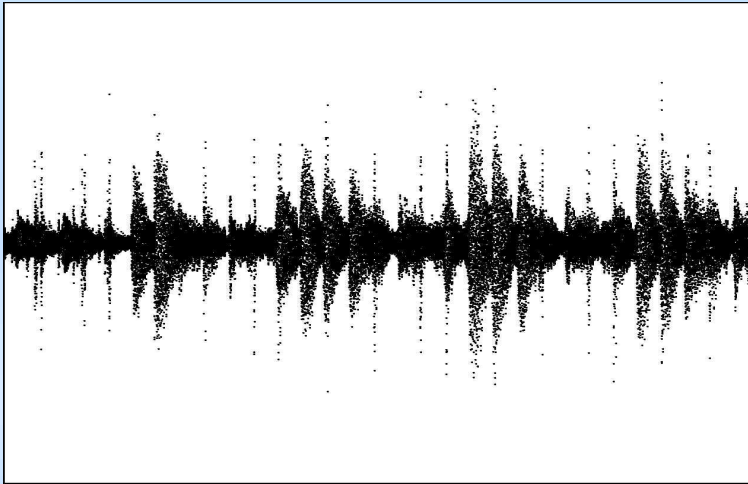
2) A gépi tanulás, mintafelismerés alkalmazási területei



A mintafelismerés jellegzetes alkalmazásai

Alkalmazási terület	Jellegzetesség
bioinformatika	DNA, genetikai minták
adatbányászat	értelmes minták keresése
dokumentumok osztályozása	internet keresés, szemantikus kategóriák(pl. sport, politika ...)
ipari automatizálás	nyomtatott áramkörök, selejtes darabok kiszűrése stb.
biometrikus felismerés	arc, ujjlenyomat, jogosultság 
beszéd felismerés	hanghullámok analízálása
távérzékelés	multispektrumos képfeldolgozás, mezőgazdaság, űrkutatás
multimédia adatbázis keresés	akciók, mozdulatok, tevékenységek 
orvosi diagnosztika	Röntgen felvételek átvizsgálása (pl.: rákos elváltozások felderítése ...)

Beszédfelismerés



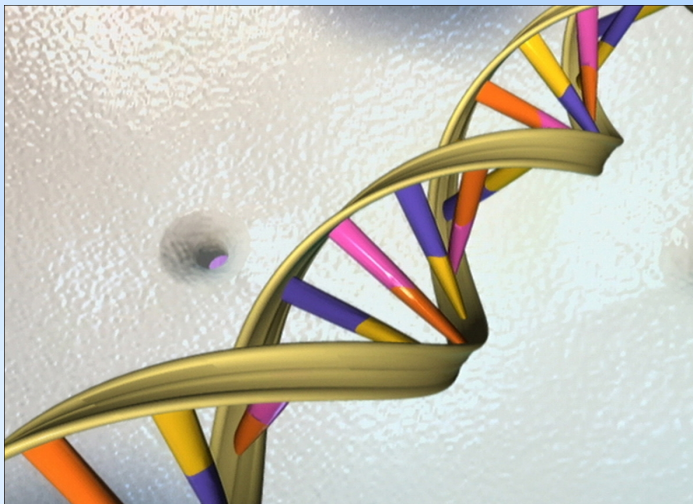
hanghullámok
analizálása



Biológia/Genetika/Orvostudomány



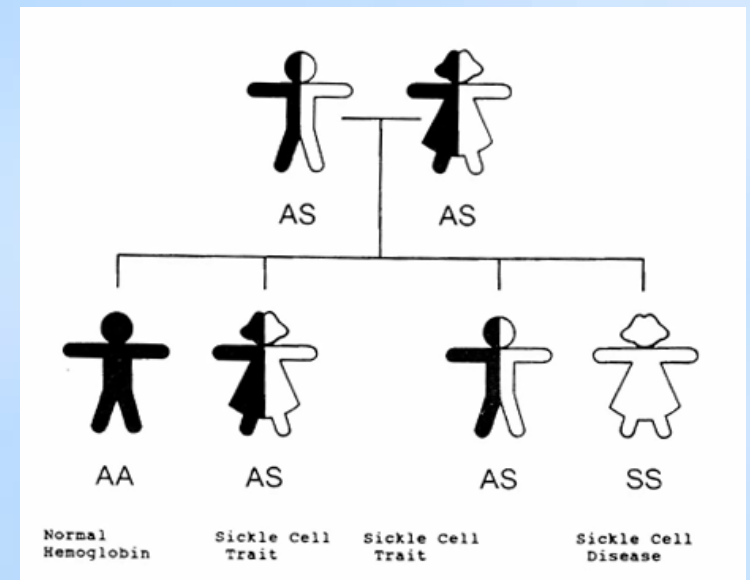
betegségek, Röntgenfelvételek



géntérképezés

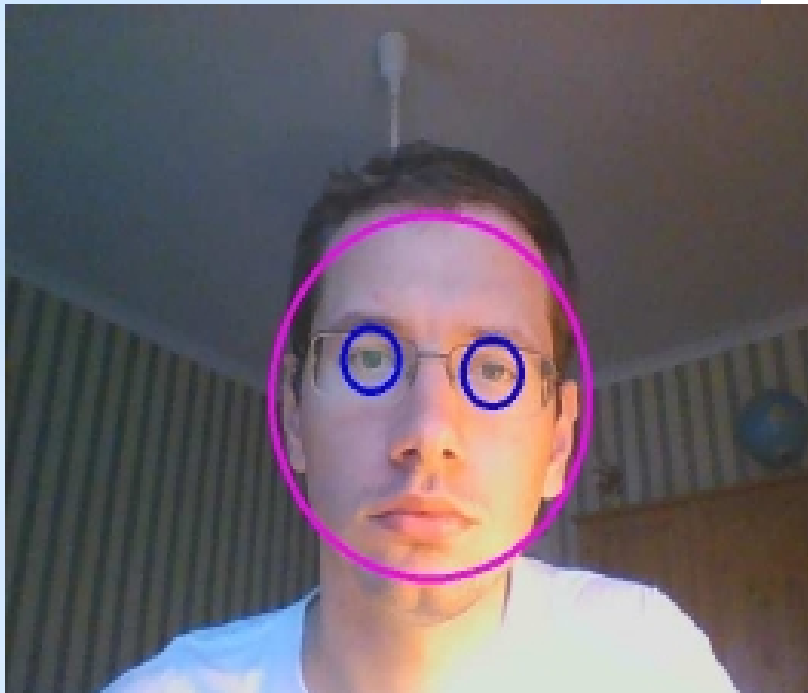
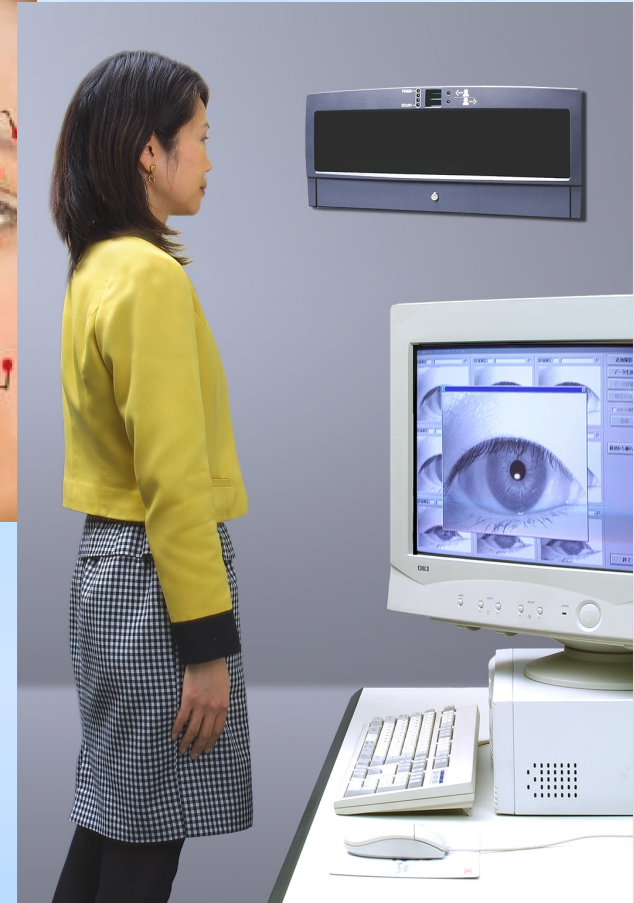


génmanipuláció



öröklődés

Bionikus azonosítás



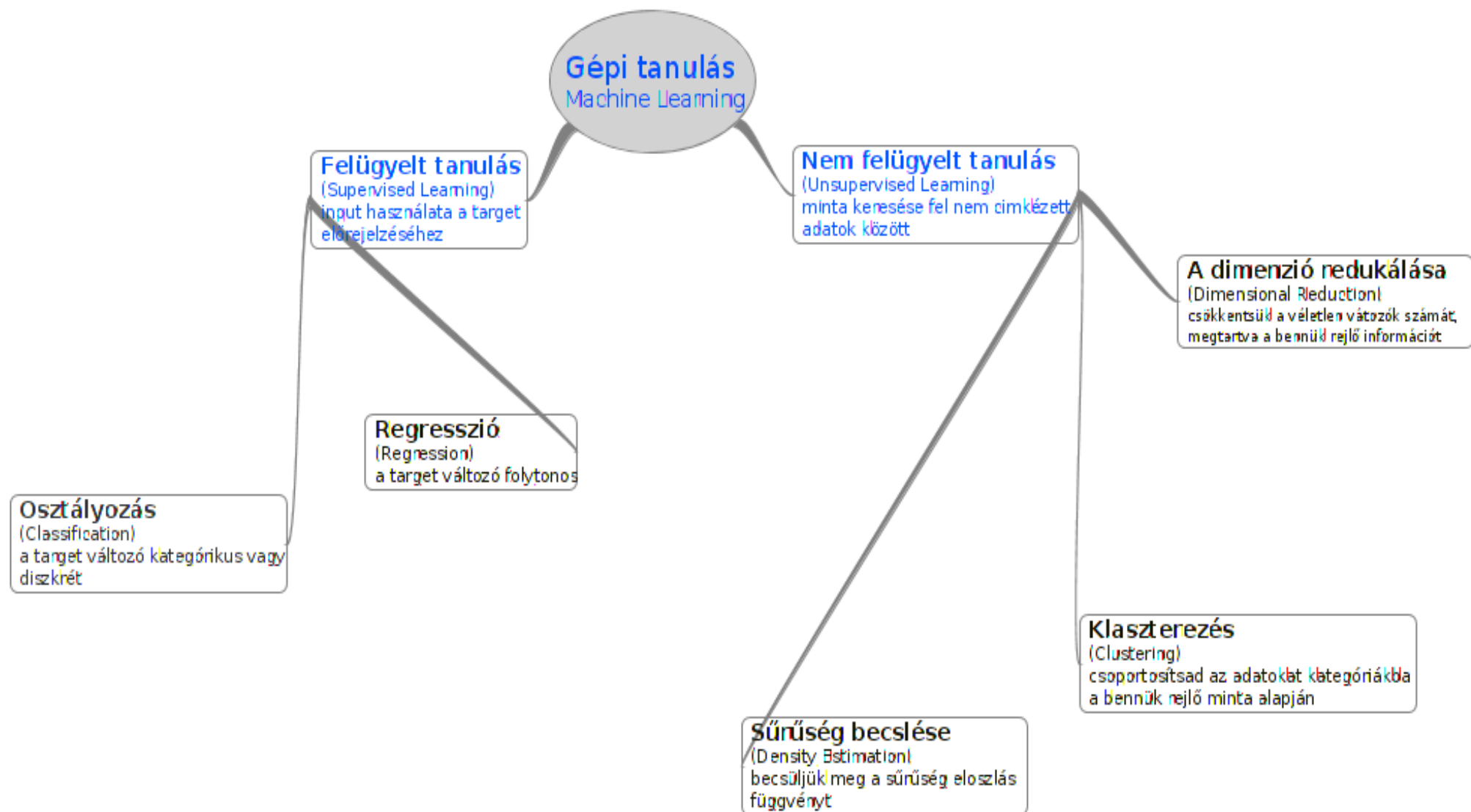
írisz
ujjlenyomat
arc jellegzetességei

...

3) A gépi tanulás és a mintafelismerés módszertana

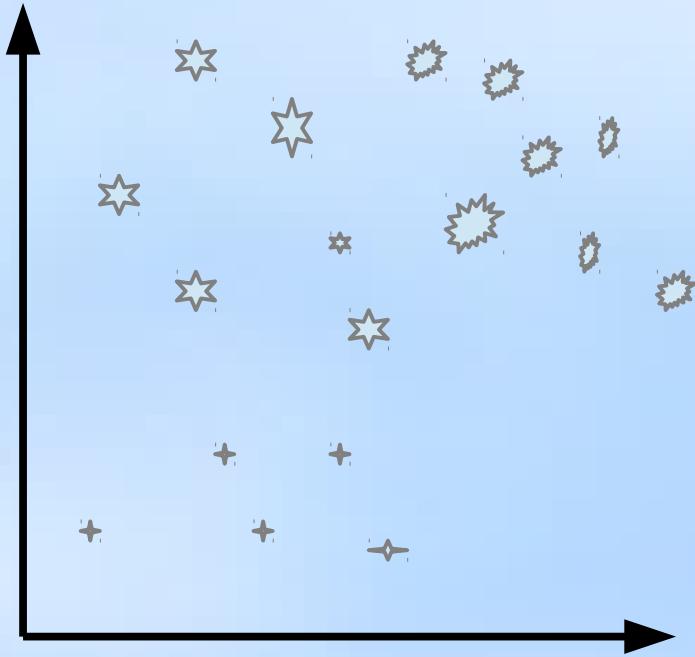


A gépi tanulás felosztása

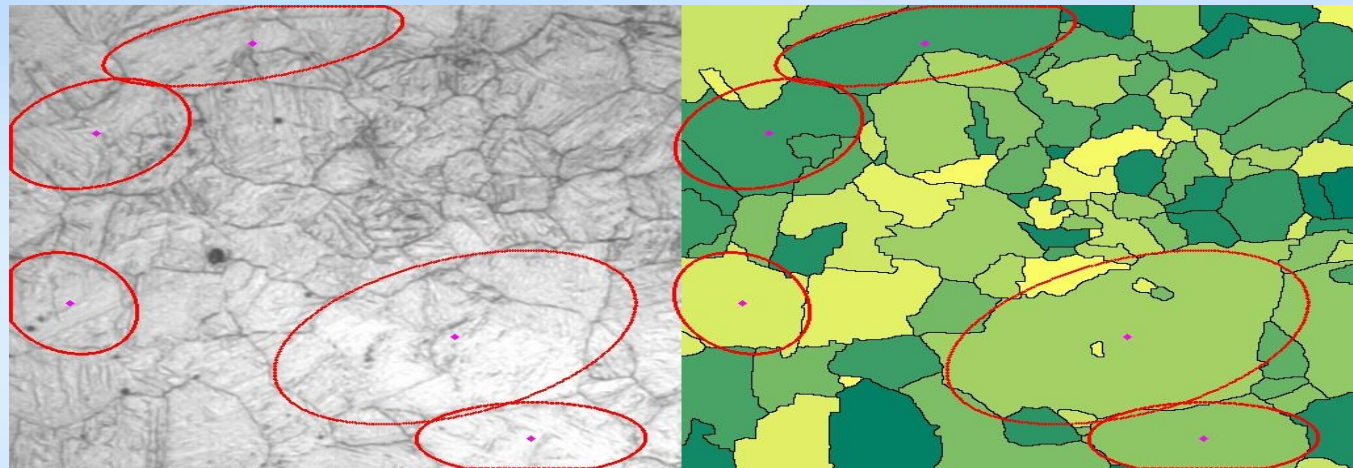


Nem felügyelt tanulás (egyszerűsített) vázlata

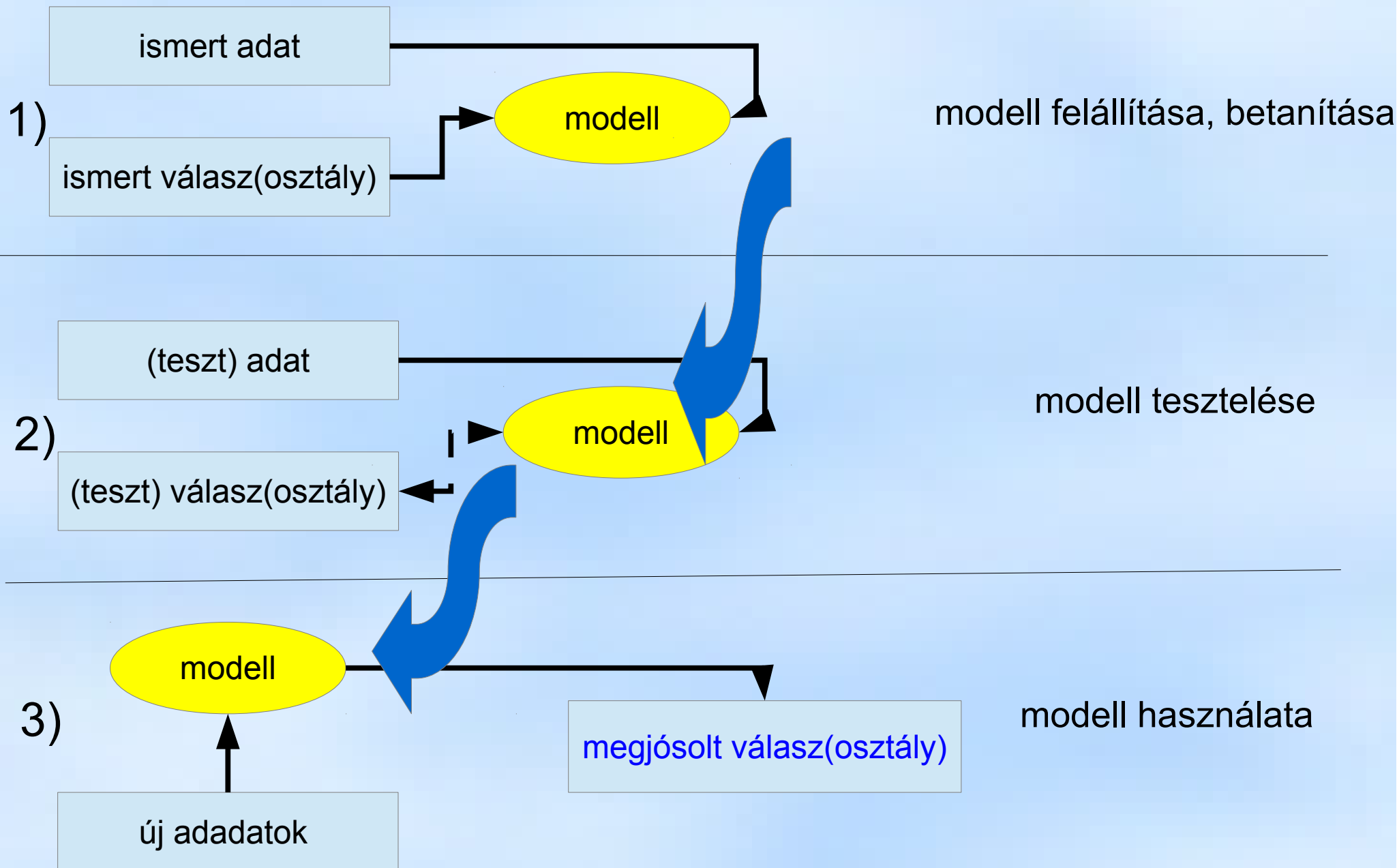
Feladat: rejtett struktúra megkeresése
nem címkézett adatok között
(nincs előre adott hiba vagy
jutalom egy-egy potenciális
megoldáshoz)



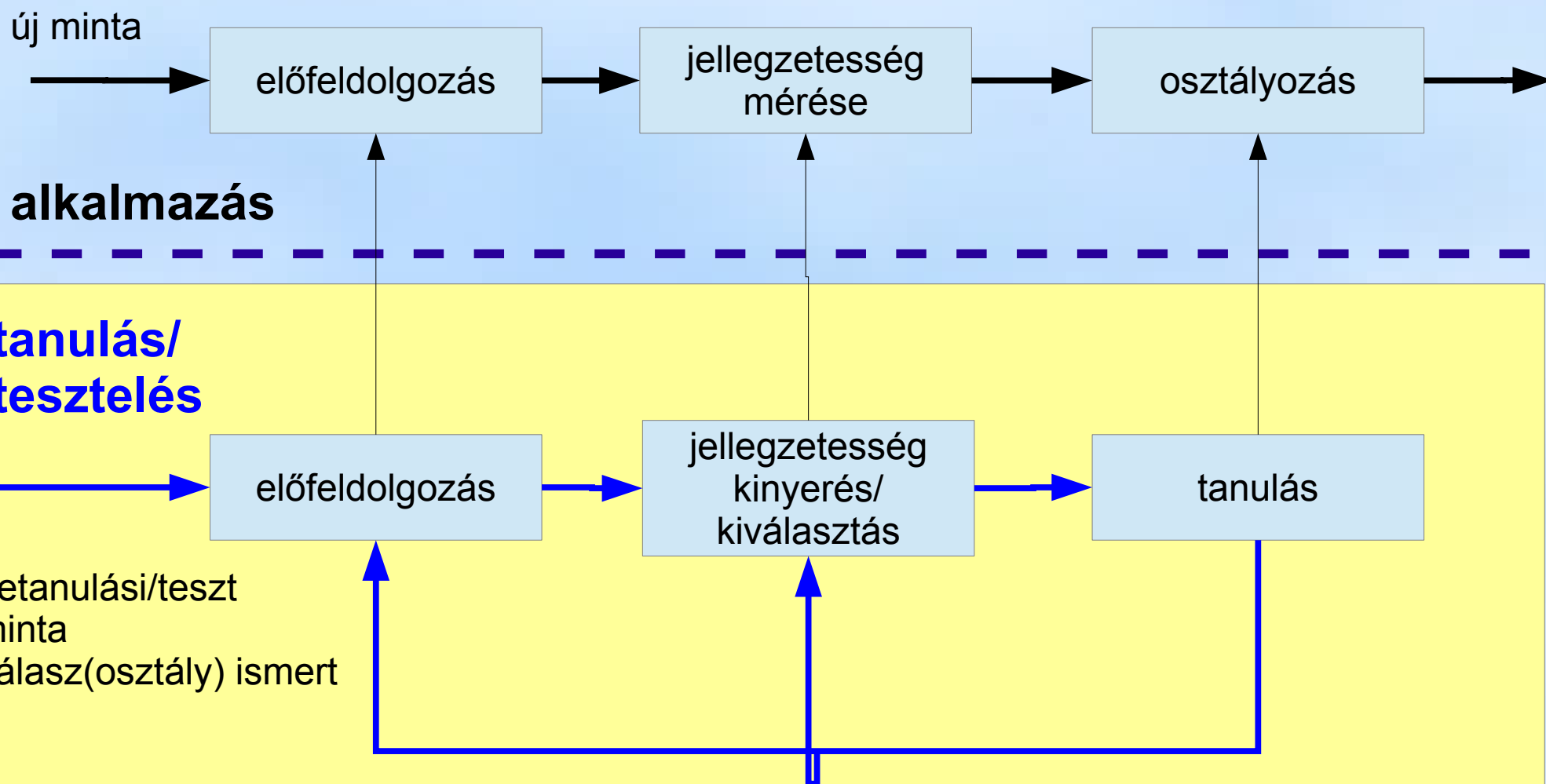
Pédául: minták keresése sokdimenziós
genetikai adatokban,
dimenzióredukálás
vagy
képek szegmentálása orvosi
diagnosztikához



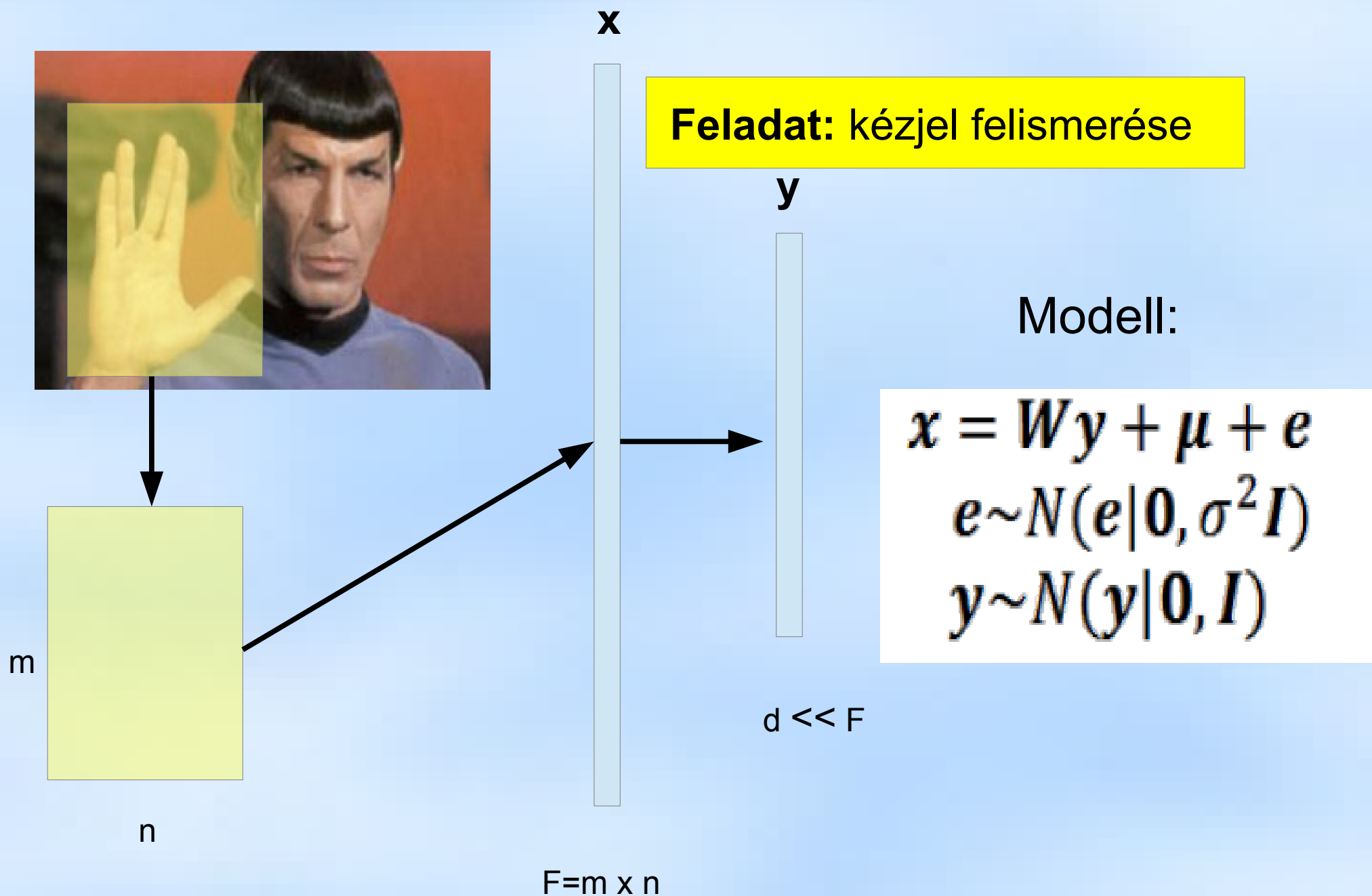
Felügyelt tanulás (egyszerűsített) lépései



A statisztikai mintafelismerés módszere (tanulás, tesztelés, alkalmazás)



A statisztikai mintafelismerés modellje



4) Egyszerű példa

a példa célja az elméleti módszertanban ismertetett fogalmak gyakorlati bemutatása

Feladat: **kézzel írt számok felismerése**

1 2 3 4 5

Jel: az ideális szám

Zaj: kézzel írva, pixeles kép



Szám jellemző vektorának kiválasztása

a) Hu nyomatékos jellemzés, 9 dimenzió
(hasonló a tehetetlenségi nyomatékokhoz)

b) Kontúr mint komplex számok Fourier
transzformált kb. 60 dimenzió



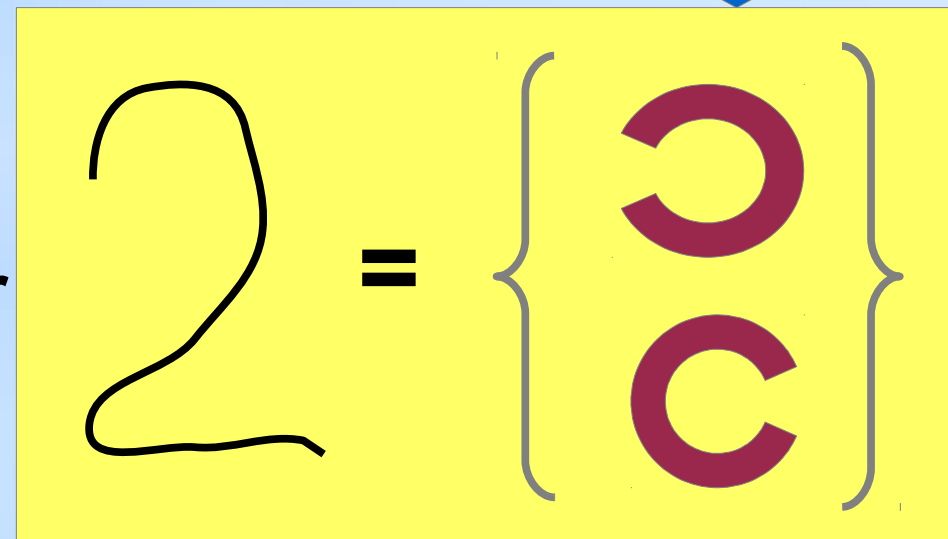
·
·
·

vagy

egyszerű kétdimenziós vektor

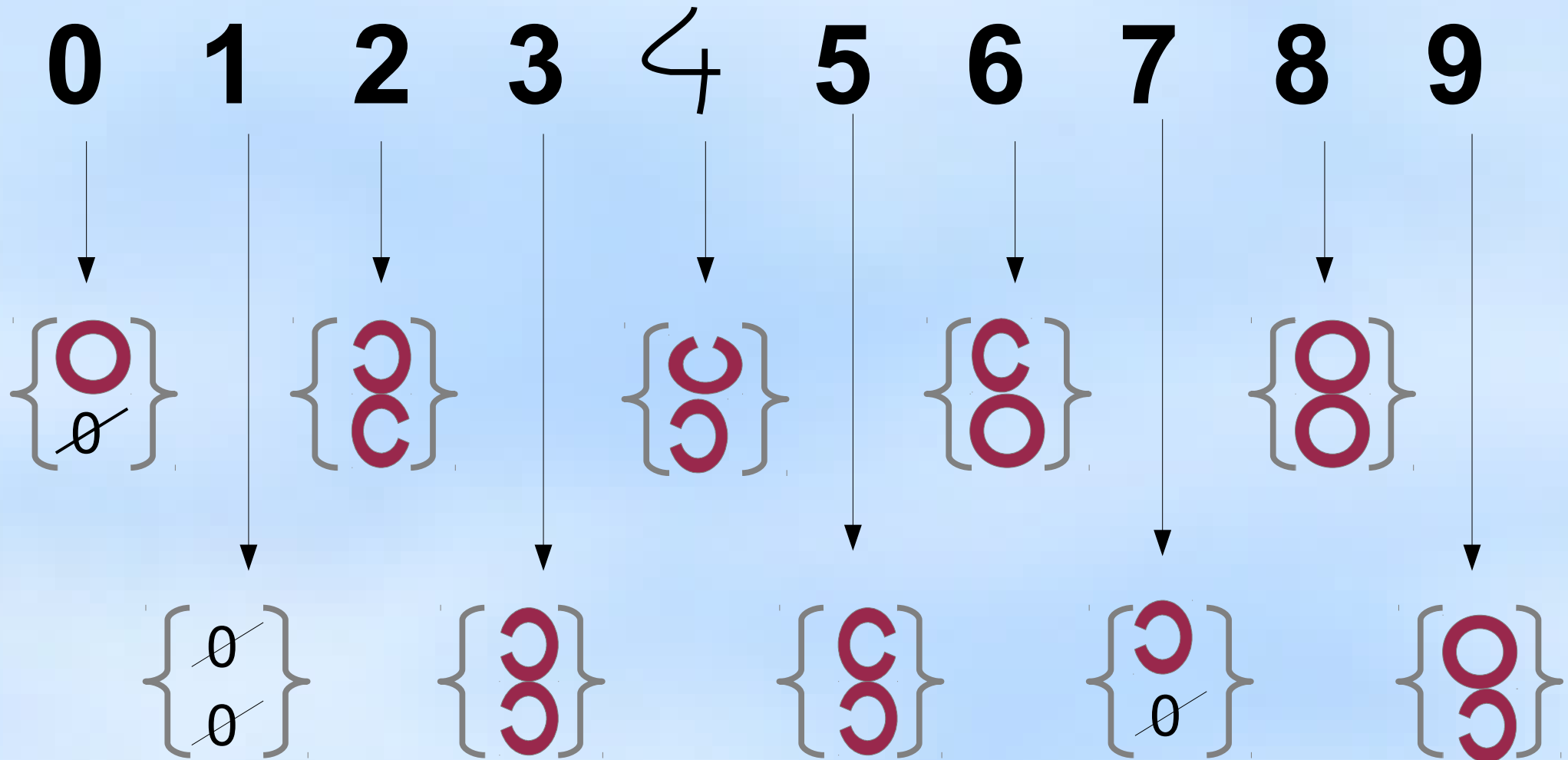
lényeg; mire hasonlít?

feature vector



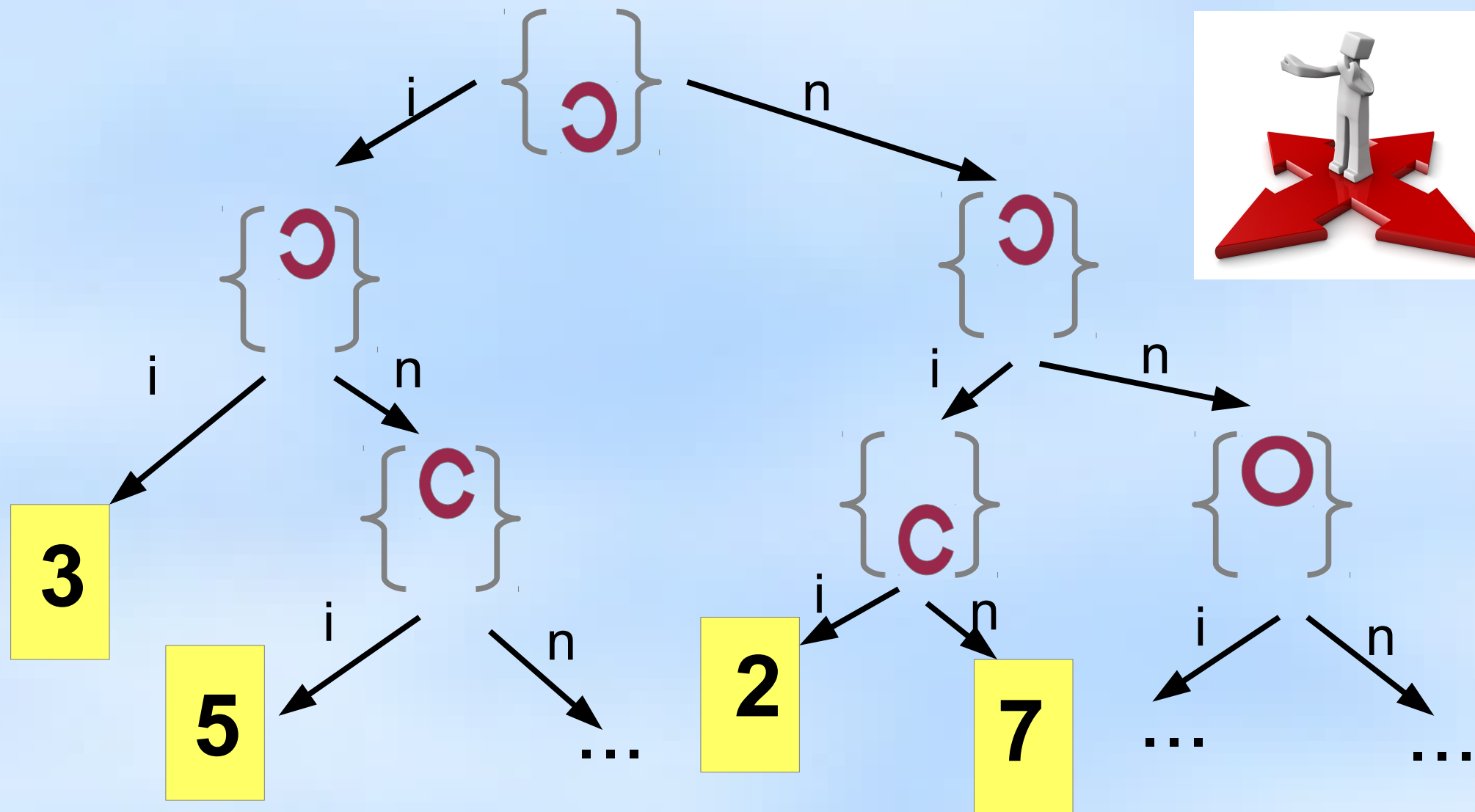
Szám jellemző vektorának generálása

     ~~0~~ ← szükséges jelek



Döntési fa felépítése (statisztikai!)

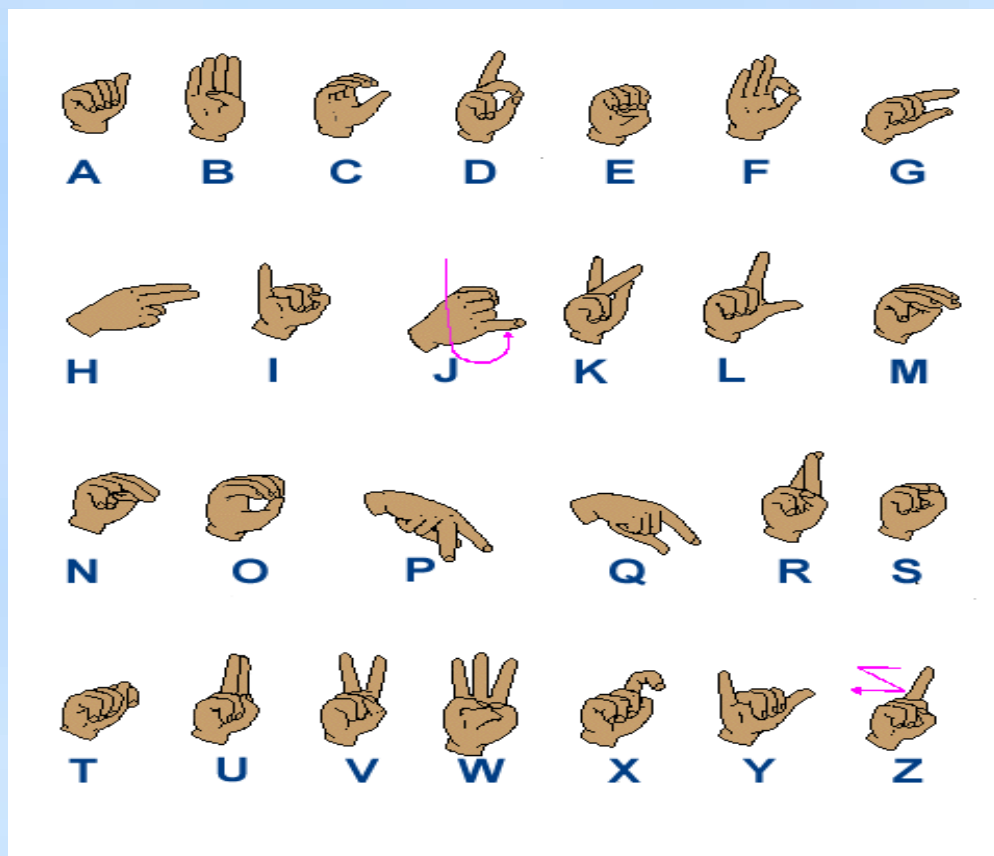
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



5) Bonyolultabb példa: kézjelABC felismerése videofolyamban

a példa célja az elméleti módszertanban ismertetett fogalmak mélyebb bemutatása

kézjelABC



A programfejlesztés környezete



képkockák kiemelése/feldolgozása/visszahelyezése

Fejlesztés:

(Rapid Application Development)

Matlab

Matlab Pattern Recognition Open Tools

Matlab Data Analysis

R statisztikai software

túlnyomóan statisztika software

Alkalmazás:

(moduláris, robusztus, gyors)

C++

OpenComputerVision

CUDA(NVidia), OpenCL

R statisztikai software

OpenPatterRecognition

Open Multiple View Geometry

Open Neural Network etc.

mind a fejlesztésnél, mind az alkalmazásnál csak nyílt forráskódú rendszerek

A betanítás/alkalmazás lépései

Betanítás folyamata:

több emberrel a kézjelek bevitele
Fourier leírók generálása
osztályok hozzárendelése

Az alkalmazás folyamata:

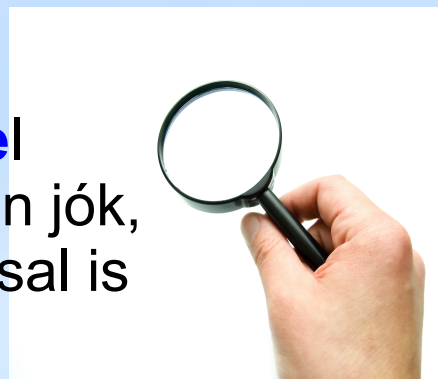
videofolyam figyelése
bőrdetektálás, időbeli szegmentálás
képkeret kivétele a videofolyamból
térbeli szegmentálás
kontúr kinyerése
kontúr ábrázolása komplex koordináta rendszerben



most nem
tárgyaljuk

Fourier leírók kinyerése osztályozás SVM módszerrel

(fejlesztés során; a leírók olyan jók,
hogy egyszerűbb osztályozással is
működik a rendszer)



Fourier leírók alkalmazása



képi kontúrkinyerés

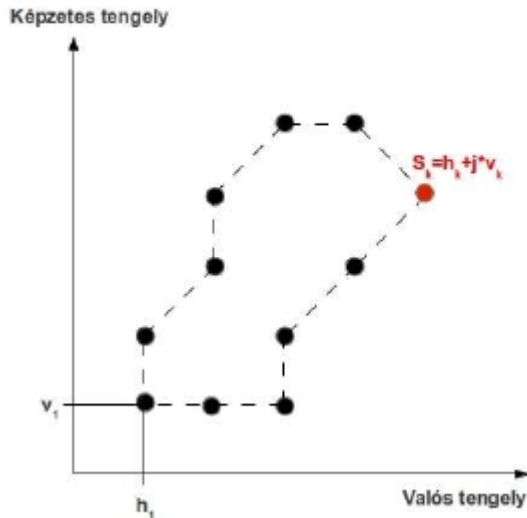
$$A_i = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} S_k \exp\left(\frac{-2\pi j i k}{K}\right), \quad i = 0, 1, \dots, K-1.$$

Fourier transzformáció

$$S_k = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^{K-1} A_i \exp\left(\frac{2\pi j i k}{K}\right), \quad k = 0, 1, \dots, K-1.$$

inverz Fourier transzformáció

$$\hat{S}_k = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^{P-1} A_j \exp\left(\frac{2\pi j i k}{K}\right), \quad k = 0, 1, \dots, P-1.$$

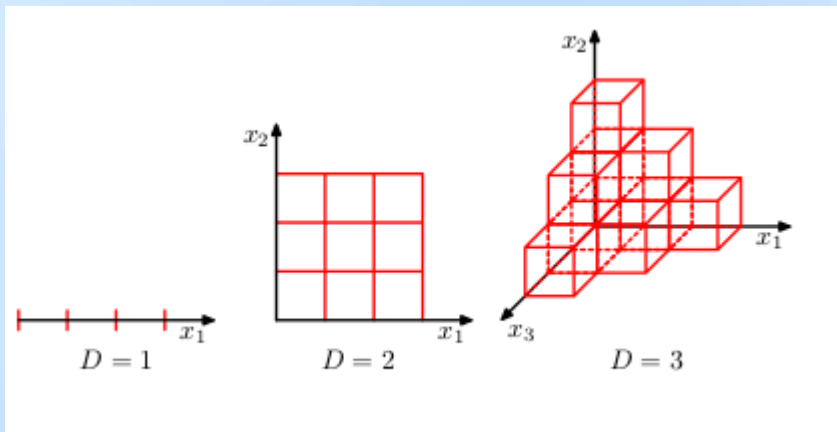


koordinátarendszer

alakzat reprezentációja P~60 dimenzióban

$$F_k = \frac{|A_{k+2}|}{|A_1|},$$

A magasabb dimenziók „átka”



$$y(\mathbf{x}, \mathbf{w}) = w_0 + \sum_{i=1}^D w_i x_i + \sum_{i=1}^D \sum_{j=1}^D w_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^D \sum_{j=1}^D \sum_{k=1}^D w_{ijk} x_i x_j x_k.$$

naív megközelítés;
hamar korlátokba ütközünk

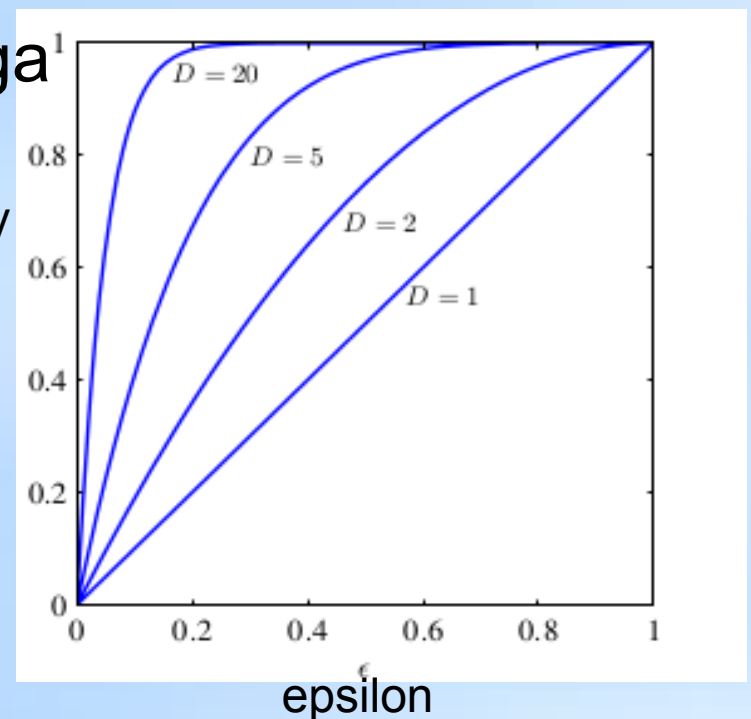
magasabb dimenziós gömb tulajdonsága

$$V_D(r) = K_D r^D$$

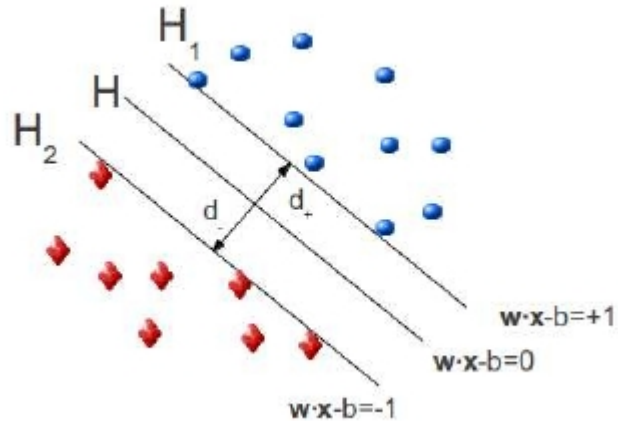
$$\frac{V_D(1) - V_D(1-\epsilon)}{V_D(1)} = 1 - (1-\epsilon)^D$$

D=dimenziószám

térfogatarány

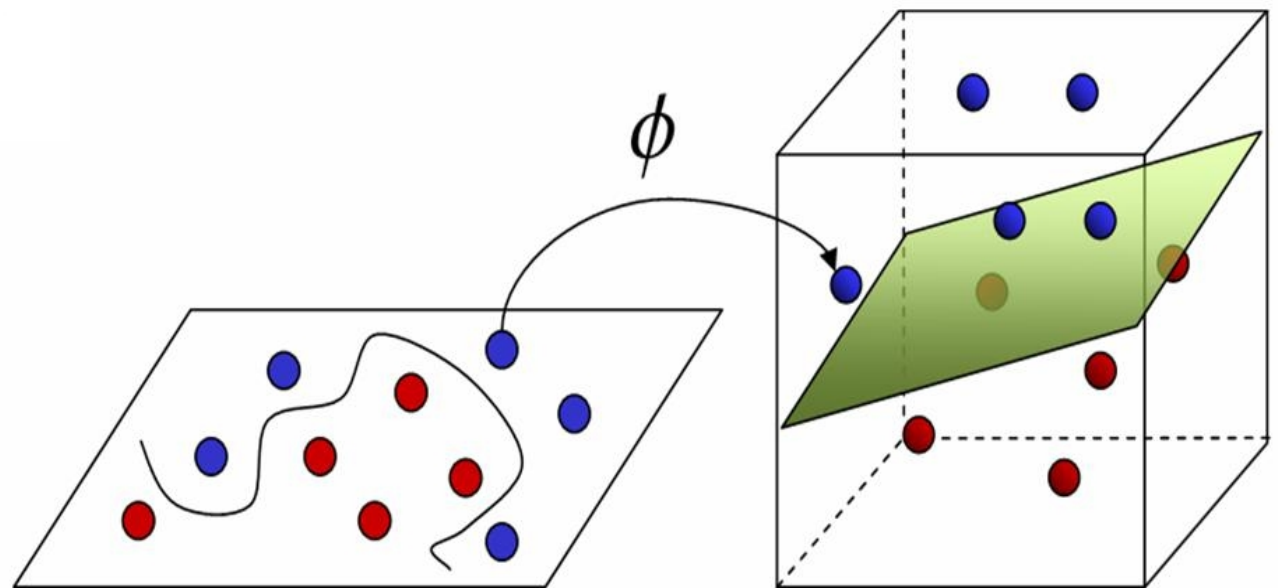


A Support Vector Machine elve



margin fogalma

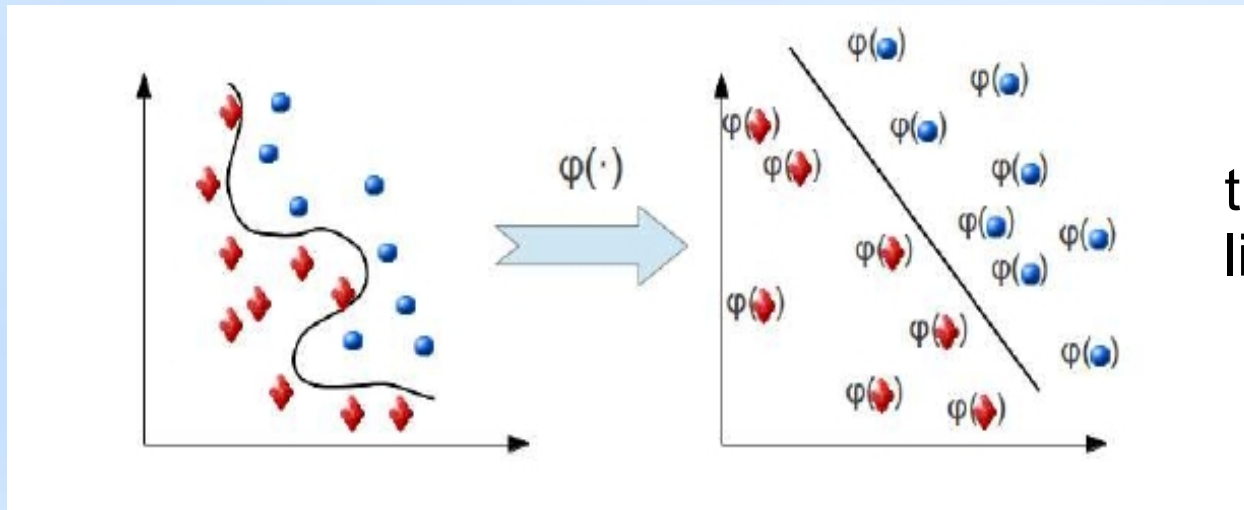
**SVM; magasabb dimenzóba
transzformálás**



input tér

jellemző (feature) tér

SVM transzformálás, gyakori kerneltípusok



transzformálás
lineárisan szétválaszthatóvá

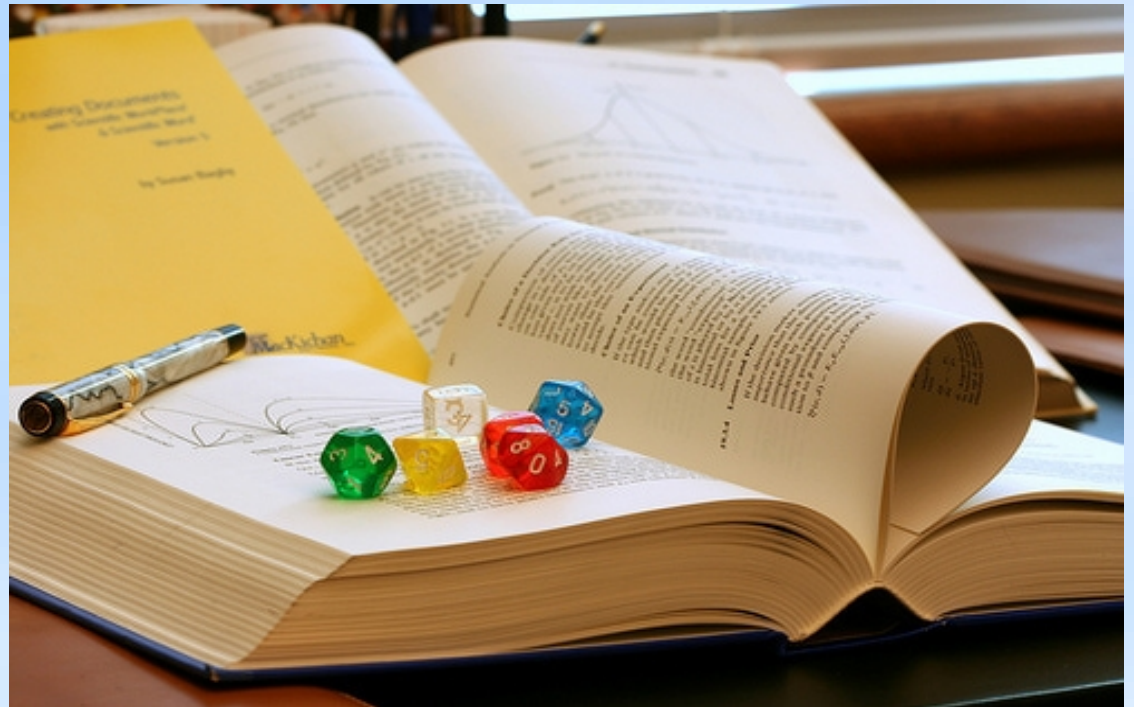
SVM típusa	Kernel típusa	Megjegyzés
Polinomiális, homogén	$(x^T x_i)^p$	p a priori definiált
Polinomiális, inhomogén	$(x^T x_i + 1)^p$	p a priori definiált
Radiál bázisfüggvény	$\exp(1/(2\sigma^2)\ x - x_i\ ^2)$	σ^2 szélesség a priori definiált
Két rétegű perceptron	$\tanh(\beta_0 x^T x_i + \beta_1)$	Mercer's tétel β_0 és β_1 -re

gyakori kerneltípusok

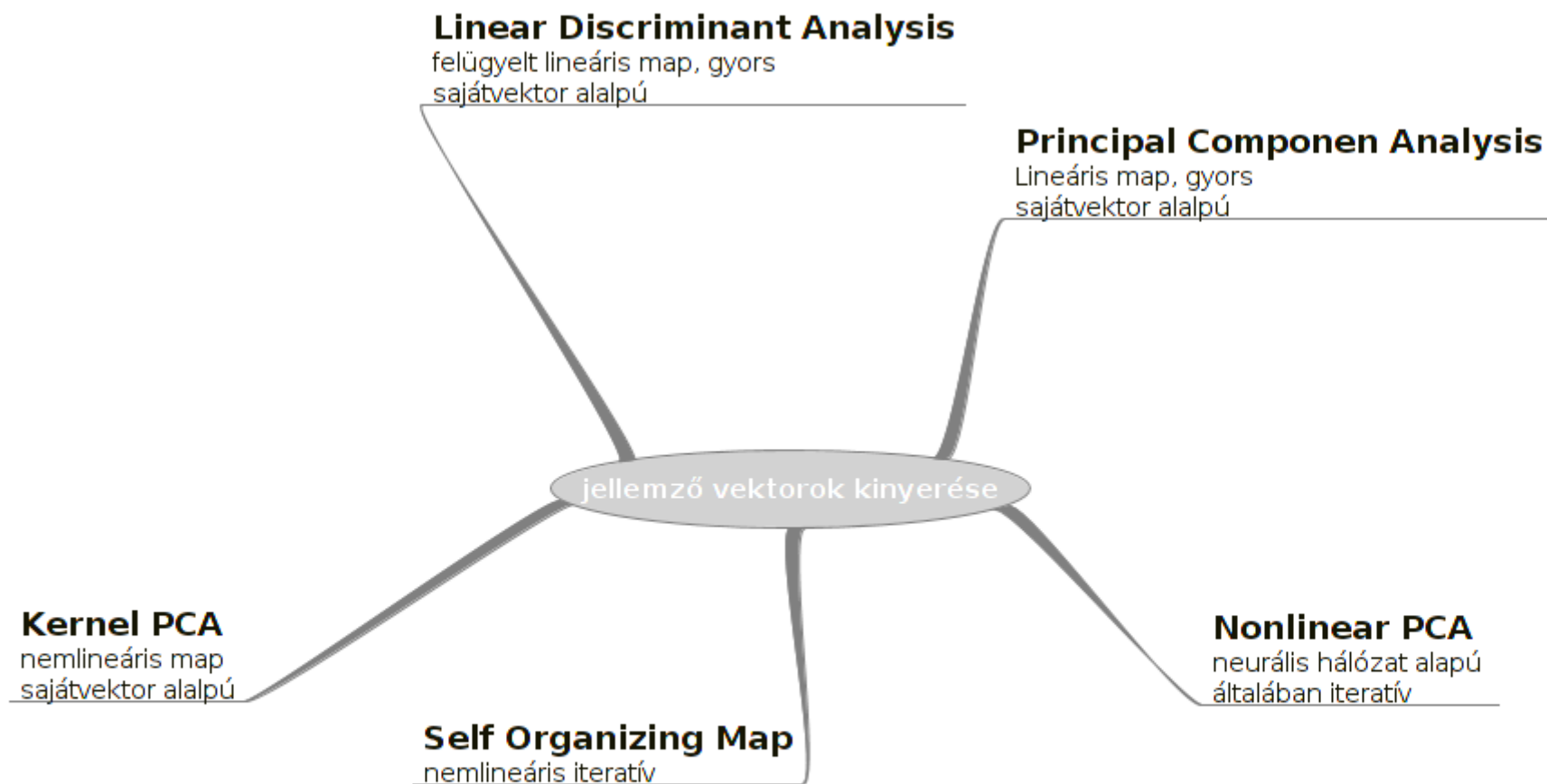
6) A gépi tanulásnál és mintafelismerésnél alkalmazott statisztikai eljárások

három alapvető területen:

jellegzetes vektorok kinyerése
nem felügyelt tanítás
felügyelt tanítás



A jellemző vektor kinyerésének módszerei



Nem felügyelt tanítási módszerek(clustering):

Clustering algoritmusok

```
graph TD; C((Clustering algoritmusok)) --- F[Fuzzy K-means]; C --- M[Mutual Neighbourhood]; C --- CL[Complete-Link (CL)]; C --- MD[Mixture Decomposition]; C --- SL[Single Link (SL)]; C --- K[K-means]; C --- MST[Minimum Spanning Tree(MST)];
```

Fuzzy K-means

hasonló a K-means eljárásához, kivéve hogy egy tagsági függvényt is rendel a mintákhoz

Minimum Spanning Tree(MST)

definiálni kell az inkonzisztens ágot, az algoritmus törli az inkonzisztens ágakat

K-means

meg kell adni K-t és a kezdeti cluster középpontokat, ellipsoid alakú cluster-ekre is alkalmas Mahalanobis távolsággal

Single Link (SL)

hierarchikus clustering eljárás mely egy közelségi(proximity) mátrix alapján dendogramot vagy fa struktúra kimenetet ad

Mutual Neighbourhood

a szomszédság mértékét is definiálni kell Mutual Neighborhood Value(MNV) alapján történik a hozzárendelés

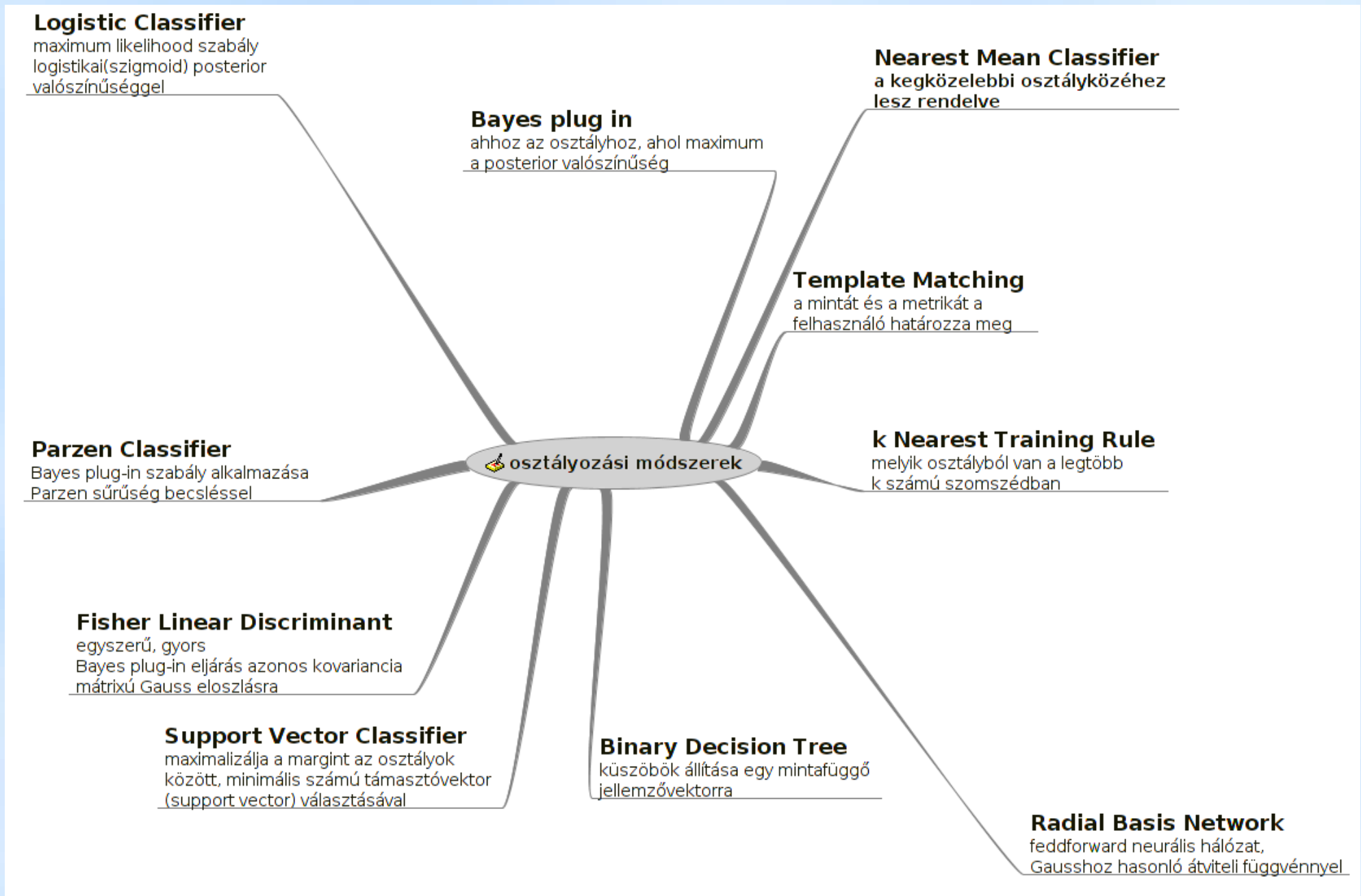
Complete-Link (CL)

hasonló az SL eljárásához, heurisztikus megoldásra van szükség a működéséhez

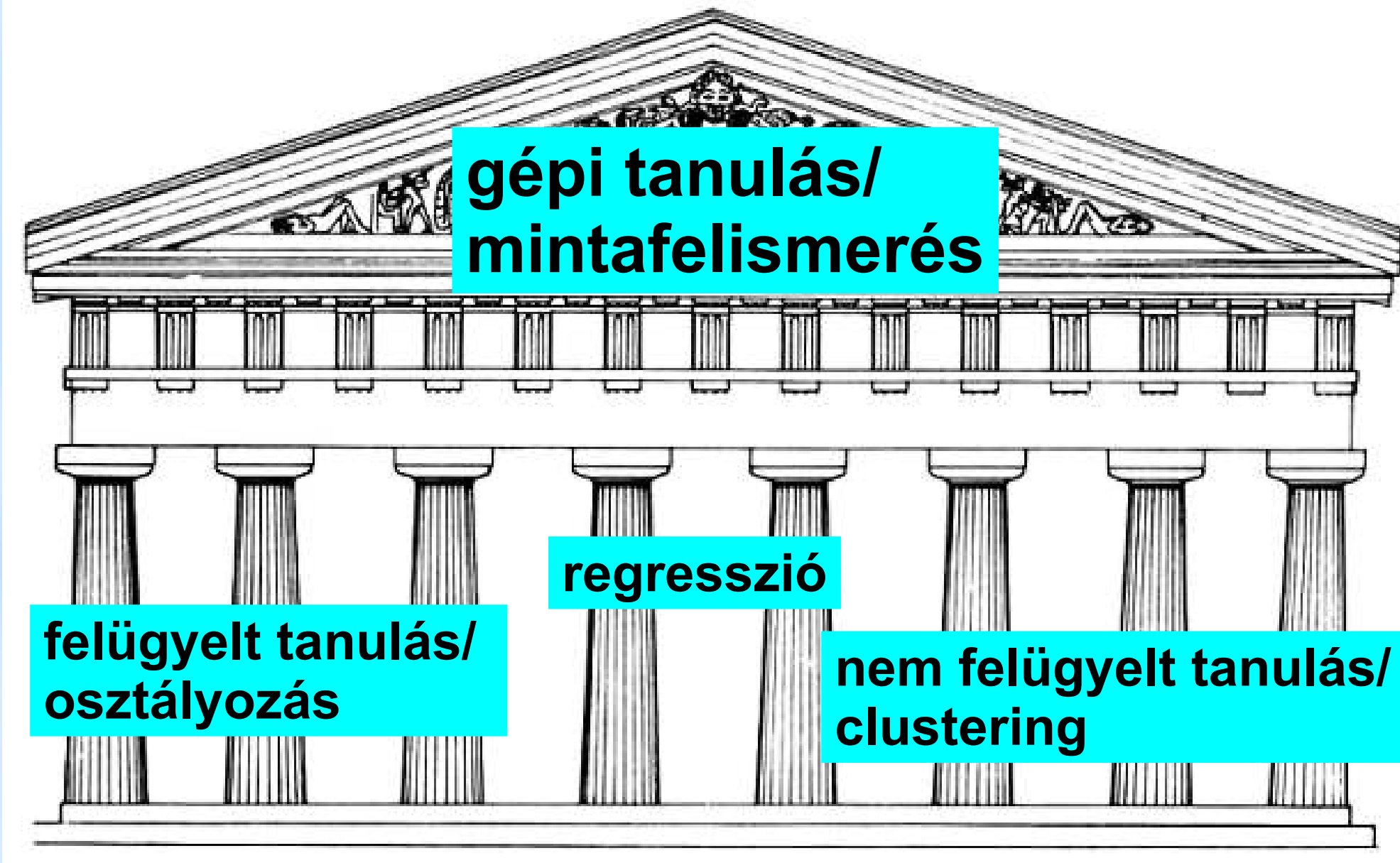
Mixture Decomposition

feltételezett sűrűségek alapján történik a K subcluster meghatározása és ezekhez rendeljük iteratíván a mintákat

Felügyelt tanulási módszerek (osztályozás):



Gépi tanulás tárgyalása statisztika nélkül nem lehetséges



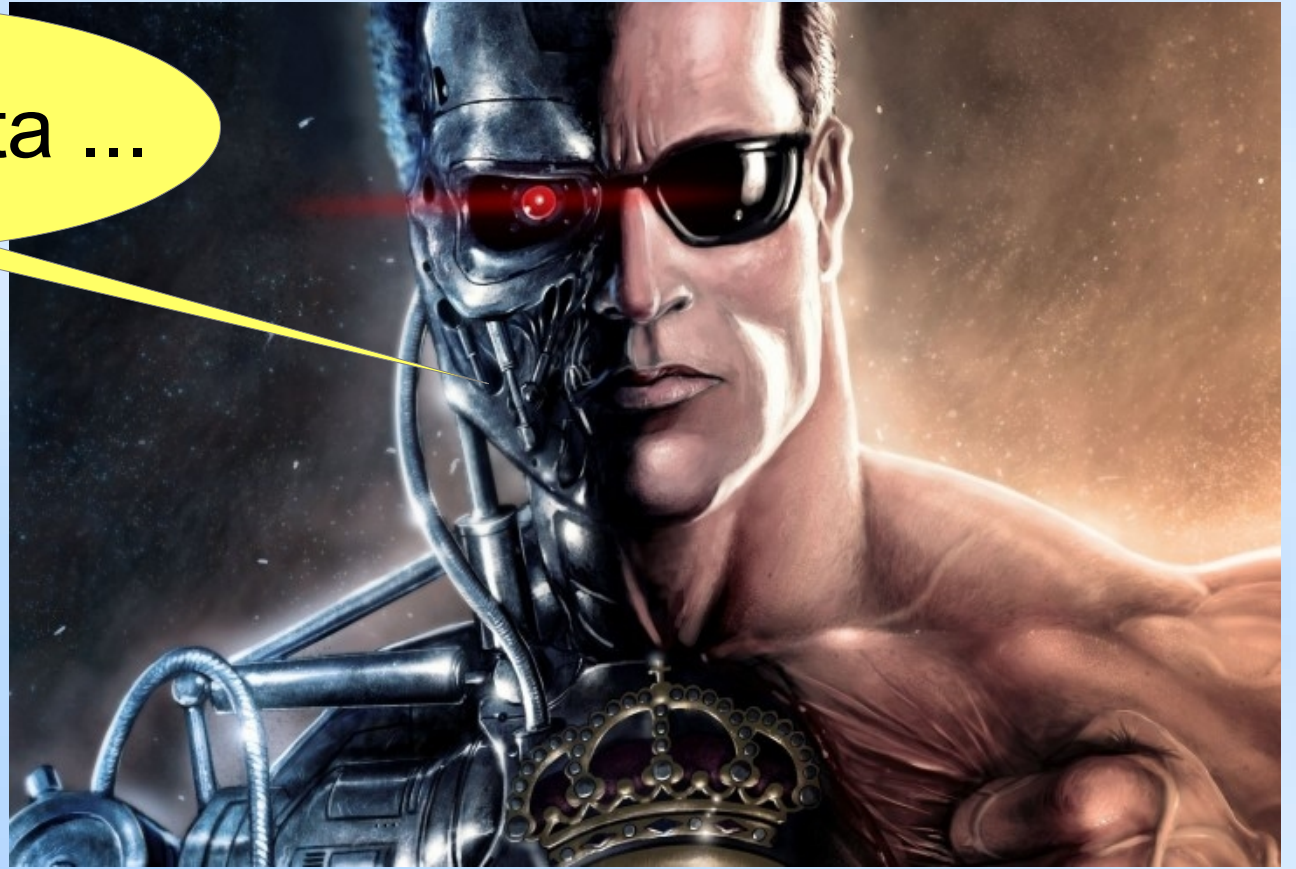
**gépi tanulás/
mintafelismerés**

regresszió

**felügyelt tanulás/
osztályozás**

**nem felügyelt tanulás/
clustering**

Hasta la vista ...



Köszönöm a figyelmet.