Adatbányászat: Adatfeltárás

3. fejezet

Tan, Steinbach, Kumar

Bevezetés az adatbányászatba

előadás-fóliák

fordította

Ispány Márton

Mi az adatfeltárás?

Az adatok előzetes feltárása (vizsgálata) segít jellemzőinek jobb megértésében.

- Az adatfeltárás alapvető motivációi
  - Segíti a helyes módszer kiválasztását az előfeldolgozásnál és az elemzésnél.
  - Lehetővé teszi az emberi képességek felhasználását a mintázatok felismerésében.
    - Az ember az elemző szoftverek által nem felismert mintázatokat is megtalálhatja.
- Összefügg a feltáró adatelemzéssel (EDA)
  - A módszer John Tukey statisztikustól származik.
  - Alapvető irodalom: Tukey, Exploratory Data Analysis
  - Online bevezetés: Chapter 1, NIST Engineering Statistics Handbook

  http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/index.htm

Az adatfeltárás módszerei

- Az EDA-ban ahogy Tukey eredetileg definiálta:
  - A hangsúly a vizualizáción van.
  - A klaszterosítást és eltérés keresést a feltárási módszerekbe sorolja.
  - Az adatbányászatban a klaszterosítás és eltérés keresés az érdeklődés központjában van és nem csupán a feltárás egy része.
- Az adatfeltárásban az alábbiakra fókuszálunk:
  - Leíró statisztikák.
  - Megjelenítés, grafikus eszközök.
  - OLAP: közvetlen analítikus feldolgozás.

Az írisz adatállomány

- Sok adatfeltárási módszert szemléltethetünk az írisz növénnyel kapcsolatos adatokkal.
  - Letölthető: UCI Machine Learning Repository http://www.ics.uci.edu/~mlearn/MLRepository.html
  - Douglas Fisher statisztikustól származik
  - Három virág alfaj (osztályok):
    - Setosa
    - Virginica
    - Versicolour
  - Négy (folytonos) attributum
    - Levél szélesség és hosszúság
    - Szirom szélesség és hosszúság

Virginica. Robert H. Mohlenbrock. USDA NRCS. 1995. Délnyugati lápos növényzet. Terep kalauz növényfajtákhoz. Northeast National Technical Center, Chester, PA. A USDA NRCS Wetland Science Institute engedélyével.

Leíró statisztikák

- A leíró statisztikák olyan mutató számok, amelyek az adatok tulajdonságait összegzik, tömörítik.
  - Ezek a tulajdonságok lehetnek gyakoriságok, helyzet, szóródás és alakmutatók.
    - Példák: helyzet mutatók: átlag, medián, módusz
szóródás mutatók: variancia, std. dev.
  - A legtöbb leíró statisztika az adatállomány egyszeri átfésülésével számolható.

Gyakoriság és módusz

- Egy attributum érték gyakorisága annak száma, hogy az érték hányszor fordul elő az adatállo-mányban.
  - Például a ,,nem'' attributum esetén egy reprezentatív mintánál a nők relatív gyakorisága 50% körül van.
- Egy attributum módusza a leggyakoribb attributum érték.
- A gyakoriság és a módusz fogalmát általában kategórikus (diszkrét) attributumoknál használják.

Percentilisek, kvantilisek

- Folytonos attribútumra a percentilis (kvantilis) fogalma a hasznosabb.

- Egy sorrendi vagy különbségi skálán mért X attribútum és egy *p* 0 és 100 közötti szám esetén a *p*-edik percentilis az az x_p érték, amelynél az X-re megfigyelt értékek p%-a kisebb.

- Például az 50%-os percentilis (medián) az az $x_{50\%}$ érték, amelynél az attribútum értékek 50% kisebb.

Helyzet mutatók: átlag és medián

- Az átlag a legáltalánosabban használt mutató rekordok (pontok) egy halmazának helyzetére.
- Az átlag nagyon érzékeny a kiugró értékekre.
- Ennek kivédésére a mediánt vagy a nyírott átlagot használják.

$$átlag(x) = \bar{x} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} x_i$$

$$medián(x) = \begin{cases} x_{(r+1)} & ha \quad m = 2r+1 \\ \frac{1}{2}(x_{(r)} + x_{(r+1)}) & ha \quad m = 2r \end{cases}$$

Példa

Tid	Refund	Marital Status	Taxable Income	Cheat
1	Yes	Single	125K	**No**
2	No	Married	100K	**No**
3	No	Single	70K	**No**
4	Yes	Married	120K	**No**
5	No	Divorced	10000K	**Yes**
6	No	NULL	60K	**No**
7	Yes	Divorced	220K	**NULL**
8	No	Single	85K	**Yes**
9	No	Married	90K	**No**
10	No	Single	90K	**No**

Átlag: 1090K

Nyírott átlag (min és max nélkül): 105K

Medián: (90+100)/2 = 95K

Szóródás mutatók: terjedelem, variancia

- A terjedelem a maximum és a minimum eltérése.
- A variancia (standard deviáció) egy ponthalmaz szóródásának legelterjedtebb mérőszáma.

$$\mathrm{var}(x) = s_x^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})^2$$

- Mivel a variancia szintén érzékeny a kiugró értékekre ezért más mérőszámokat is használnak.

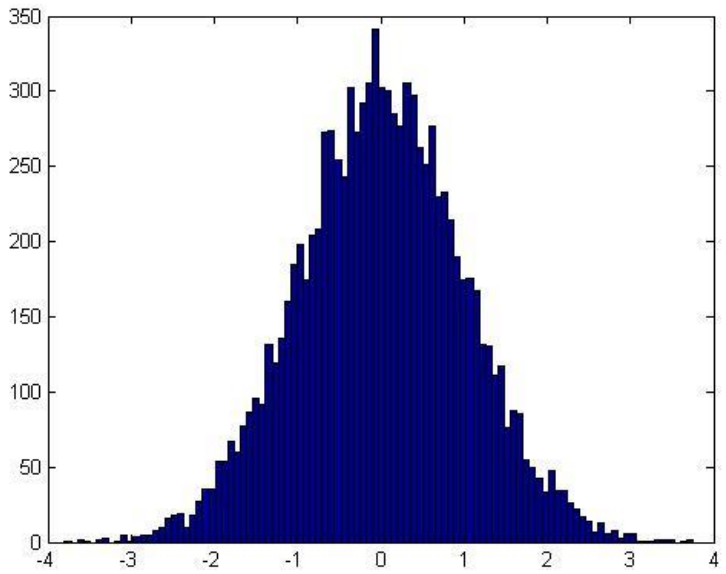
$$AAD(x) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}|x_i - \bar{x}|$$ Átlagos abszolút eltérés

$$MAD(x) = medián\left(|x_i - \bar{x}|, i = 1, \mathrm{K}, m\right)$$ Medián abszolút eltérés

$$IQR(x) = x_{75\%} - x_{25\%}$$ Interkvartilis terjedelem

Normális eloszlás

- $\phi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$

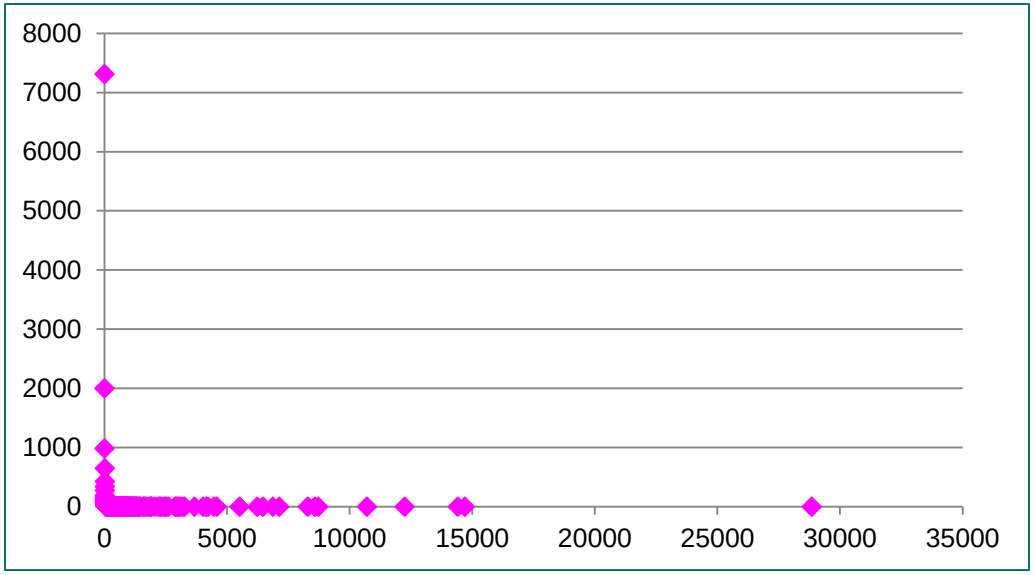


Egy histogram

- Az a nevezetes eloszlás, amely számos változót jellemez és központi szerepet játszik a valószínűségszámításban és a statisztikában.
  - A központi határeloszlás tételben is megjelenik
- Teljesen jellemzi a μ várható érték és a σ szórás.

Nem minden normális eloszlású

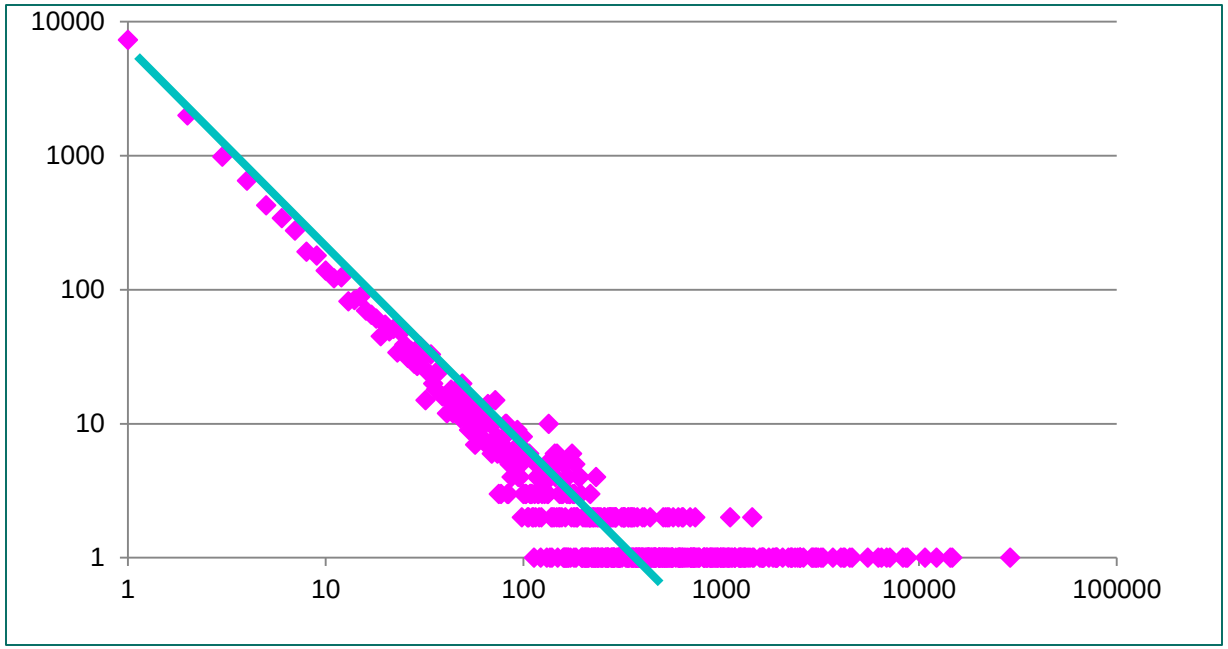
- A szavak száma az előfordulásuk gyakoriságának függvényében



- He ez normális eloszlást követne, akkor nem fordulhatna elő 28K gyakoriságú szó

Hatvány-eloszlás

- A szavak eloszlását akkor érthetjük meg ha a log-log grafikont vesszük

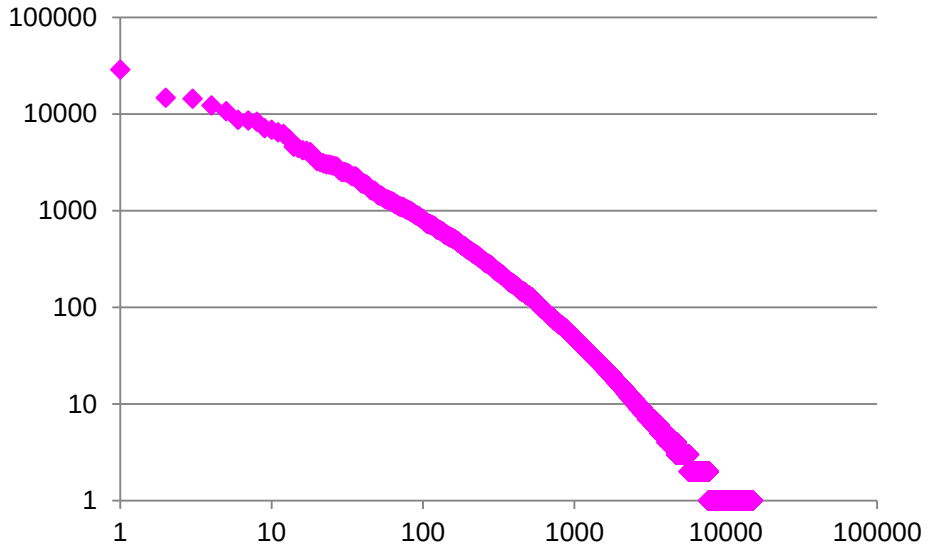


- Lineáris kapcsolat a log-log koordinátarendszerben

$$p(x = k) = k^{-a}$$

Zipf törvény

- A hatvány-eloszlást log-log koordinátarendszerben egy lineáris kapcsolatként lehet megfigyelni a rang-gyakoriság grafikonon

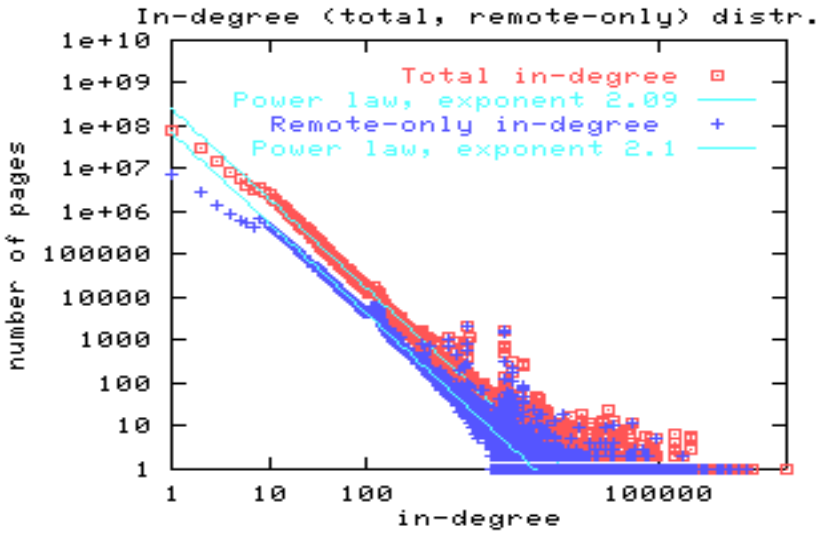


- $f(r)$:Gyakorisága az r-th leggyakoribb szónak

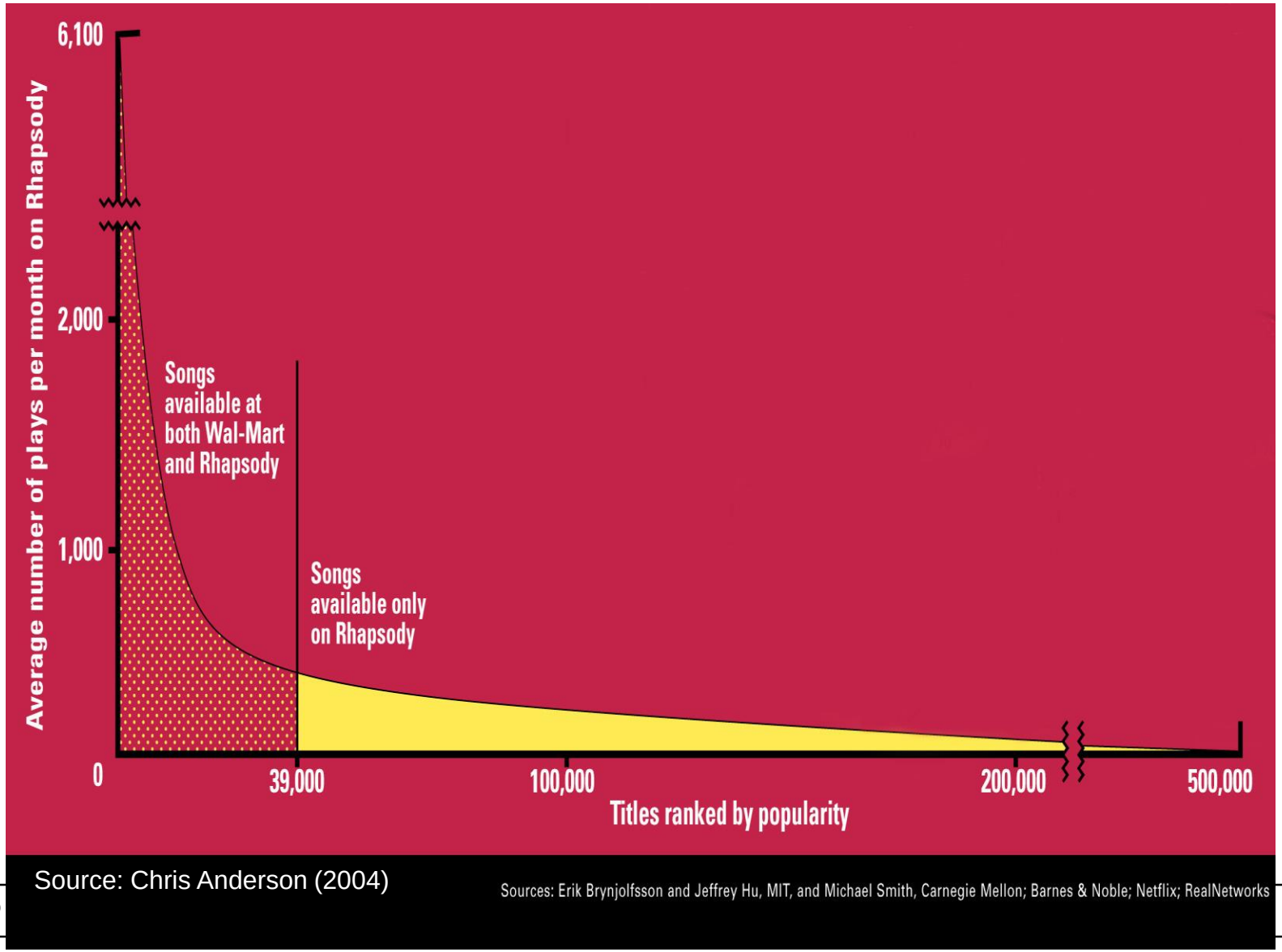
$$f(r) = r^{-\beta}$$

Hatvány-eloszlás mindenhol

- Bejövő és kimenő linkek web-lapokon, barátok száma közösségi hálózatokban, szavak gyakorisága, fájlok mérete, városok nagysága, jövedelem eloszlás, termékek vagy filmek népszerűsége
  - Az emberi tevékenység lenyomatai?
  - Egy szabály, amely mindent megmagyaráz?
  - A gazdagabb egyre gazdagabb lesz



A hosszú farok



Source: Chris Anderson (2004)

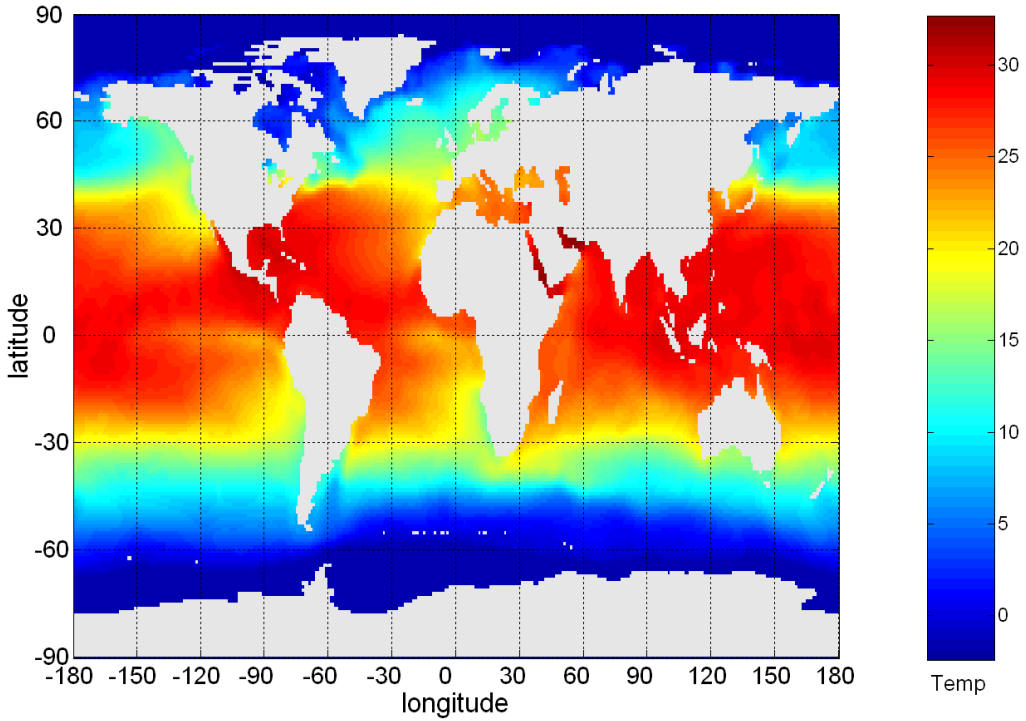
Megjelenítés

Megjelenítés az adatoknak vizuális vagy táblázatos formában való átalakítása a célból, hogy az adatok jellemzői és a közöttük lévő kapcsolat vizsgálható és elmondható legyen.

- Az adatok megjelenítése az adatfeltárás egyik legerősebb, leglátványosabb és legvonzóbb eszköze.
  - Az embernek jól kifejlett képessége, hogy képileg megjelenített nagy tömegű információt elemzzen.
  - Általános mintázatokat, trendeket észlelhetünk.
  - Kiugró értékeket és szokatlan mintázatokat találhatunk.

Példa: Tengerfelszín hőmérséklete

- Az alábbi ábra a tengerek felszínének hőmérsékletét mutatja 1982 júliusában
  - Mintapontok (rekordok) tízezreit összegeztük egy ábrában.



Reprezentáció

- Az információ vizuális formába való leképezése.
- Az objektumok, azok attributumai és a közöttük lévő kapcsolatok grafikus elemekre, pl. pontokra, vonalakra, alakzatokra, színekre való leképezése.
- Példa:
  - Objektumokat gyakran pontokkal ábrázolunk.
  - Az attributum értékek ábrázolhatóak a pontok koordinátáival vagy más jellemzőivel, pl. szín, méret, alak.
  - Ha a pozíciót tekintjük, akkor a pontok közötti kapcsolatok, pl. csoportokat alkotnak-e vagy egy pont kiugró-e, már könnyen észrevehető.

Elrendezés

- Vizuális elemek elhelyezése egy képernyőn.
- Nagyban befolyásolja, hogy milyen könnyű az adatainkat megérteni.
- Példa:

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

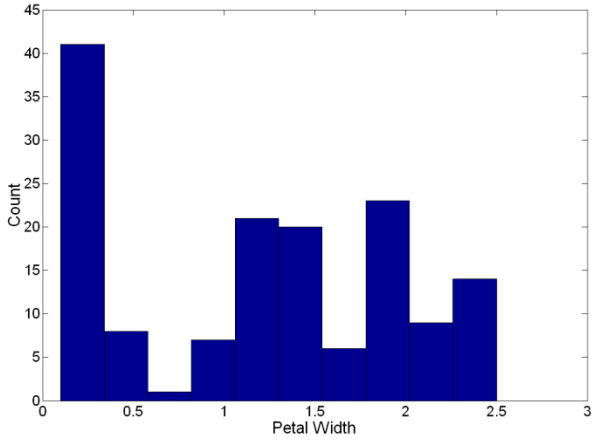
	6	1	3	2	5	4
4	1	1	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0	0
6	1	1	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0	0
5	0	0	0	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1

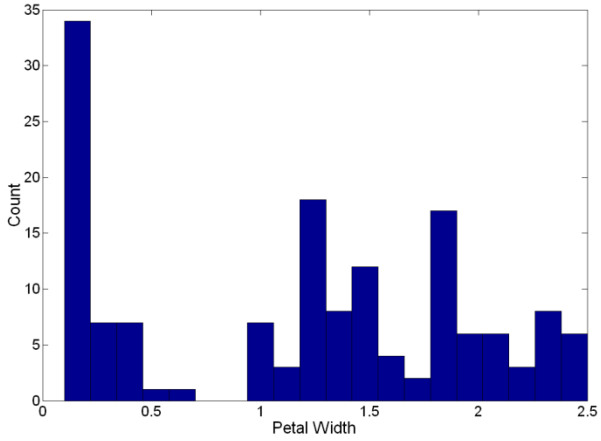
Szelekció

- Egyes objektumok és attributumok elhanyagolása.
- A szelekció magába foglalhatja attributumok egy részhalmazának kiválasztását.
  - Gyakran használunk dimenzió csökkentést, hogy a dimenziót kettőre vagy háromra redukáljuk.
  - Más megközelítés: vegyünk attributum párokat.
- A szelekció magába foglalhatja objektumok egy részhalmazának kiválasztását.
  - A képernyő egyes részei túl sok pontot tartalmaznak.
  - Vegyünk mintát de ügyeljünk arra, hogy a ritkás területeken megtartsuk a pontokat.

Megjelenítési módszerek: hisztogramok

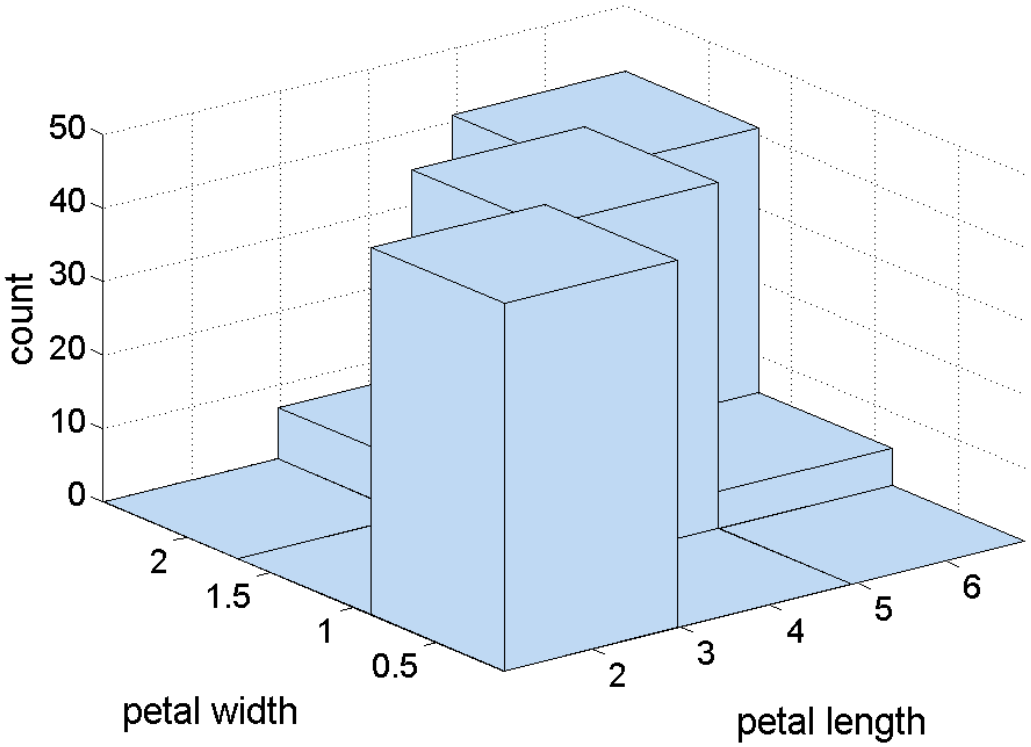
- Hisztogram
  - Egy változó értékeinek eloszlását mutatja.
  - Osszuk az értékeket diszjunkt intervallumokba és ábrázoljuk a gyakoriságokat egy oszlopgrafikonon.
  - Az oszlopok magassága az intervallumba eső objektumok száma.
  - A hisztogram alakja függ a beosztás finomságától.
- Példa: Szirom szélesség (10 illetve 20 beosztással)





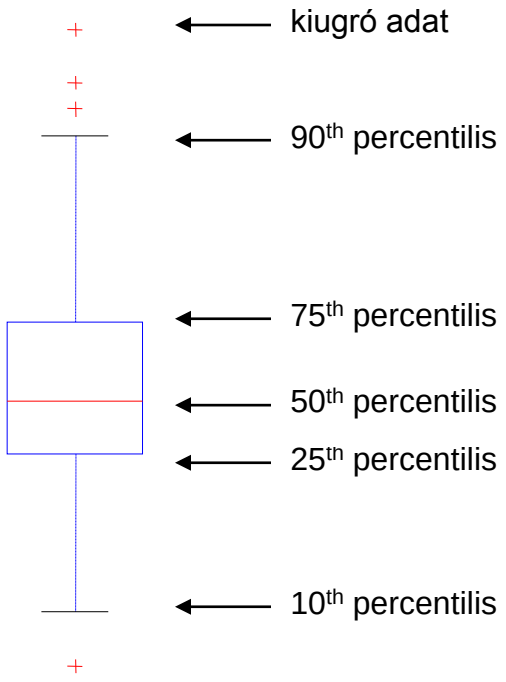
Kétdimenziós hisztogramok

- Két attributum értékeinek együttes eloszlását mutatja.
- Példa: szirom szélesség és szirom hosszúság
  - Mit mond ez nekünk?



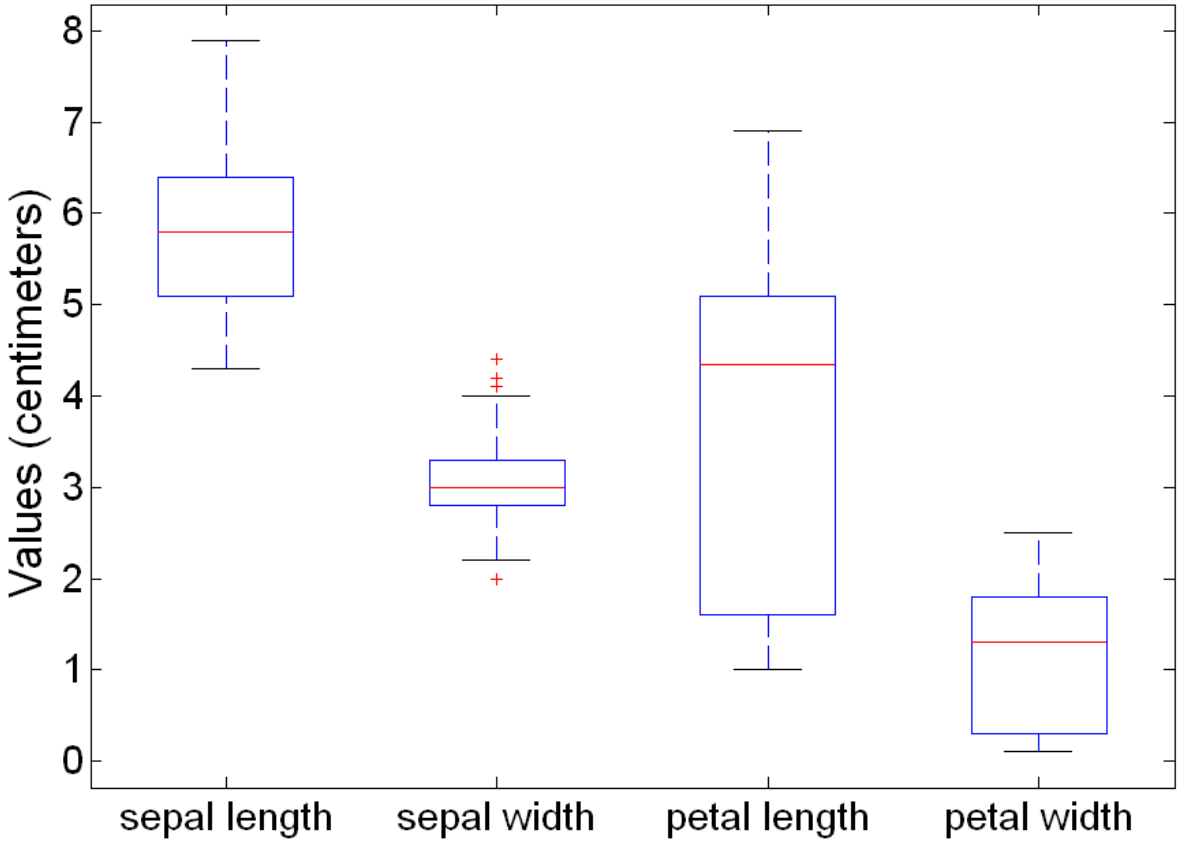
Megjelenítési módszerek: doboz ábra

- Doboz ábra
  - J. Tukey javasolta
  - Az adatok eloszlása szemléltetésének egy másik módja
  - A következő ábra a doboz ábra fő alkotó részeit mutatja



Példa doboz ábrákra

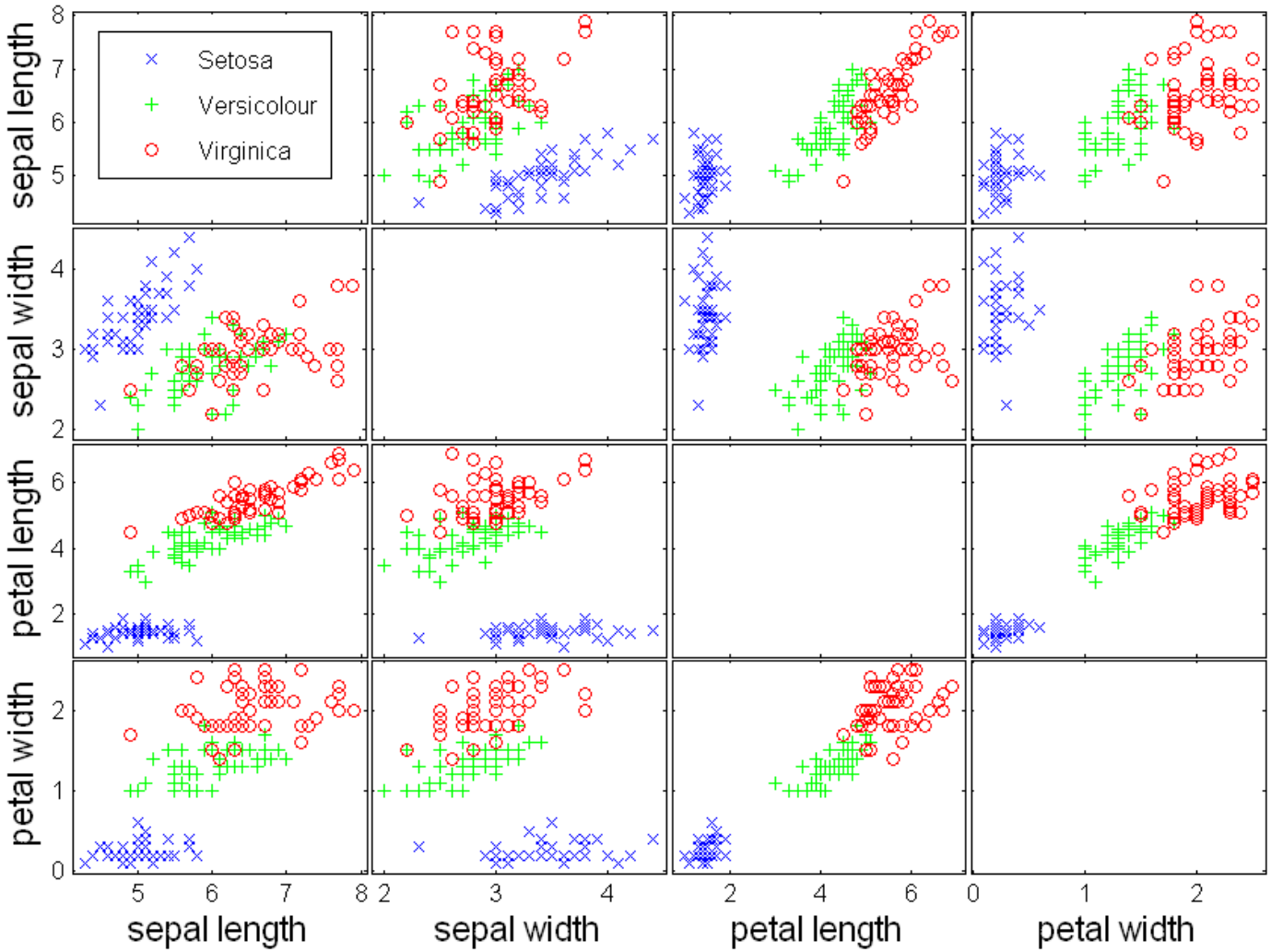
- Attributumok összehasonlítására használható.



Megjelenítési módszerek : pontdiagram

- Pontdiagram
  - Az attributum értékek pontokat határoznak meg a síkban (térben).
  - A leggyakoribb a kétdimenziós pontdiagram de használnak háromdimenziós pontdiagramot is.
  - Gyakran további attributumokat is meg kell jeleníteni, erre használhatjuk a méret, az alak vagy a szín markereket.
  - Sokszor hasznos pontdiagramok egy mátrixát elkészíteni, amely több attributum pár kapcsolatát összegzi kompakt módon.
    - Lásd a következő oldali példát.

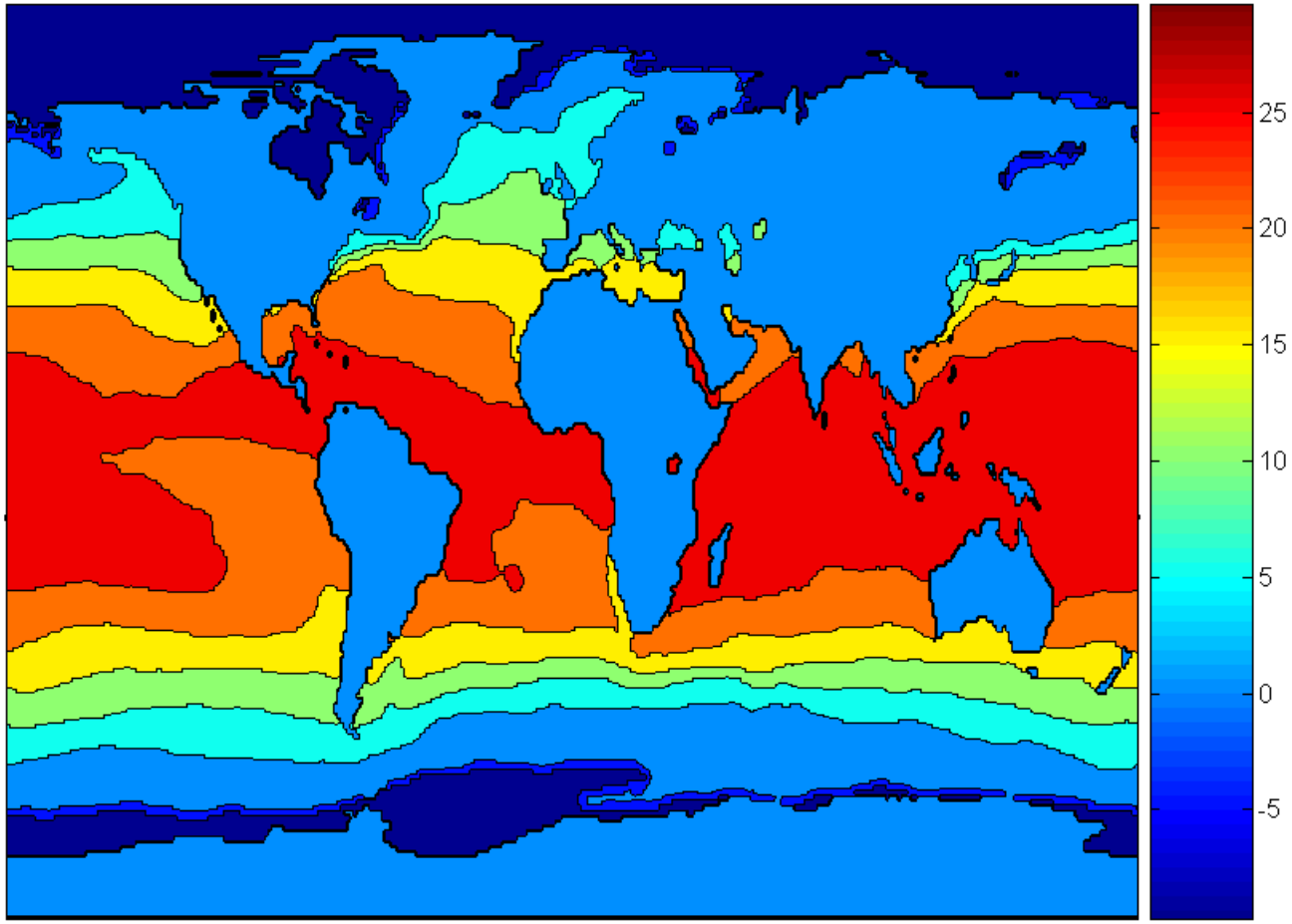
Írisz attributumok pontdiagramjai



Megjelenítési módszerek : kontúrábra

- Kontúr ábra
  - Hasznos amikor egy folytonos attributumot mérünk egy térbeli rácson.
  - A síkot tartományokra bontjuk a hasonló értékek alapján.
  - A kontúr vonalak, amelyek az egyenlő értékeket kötik össze, alkotják ezeknek a tartományoknak a határait.
  - A legismertebb példa a tengerszint feletti magasság domborzati térképeken.
  - Szintén megjeleníthetünk így hőmérsékletet, csapadékot, légnyomást stb.
    - Egy példa látható a következő oldalon.

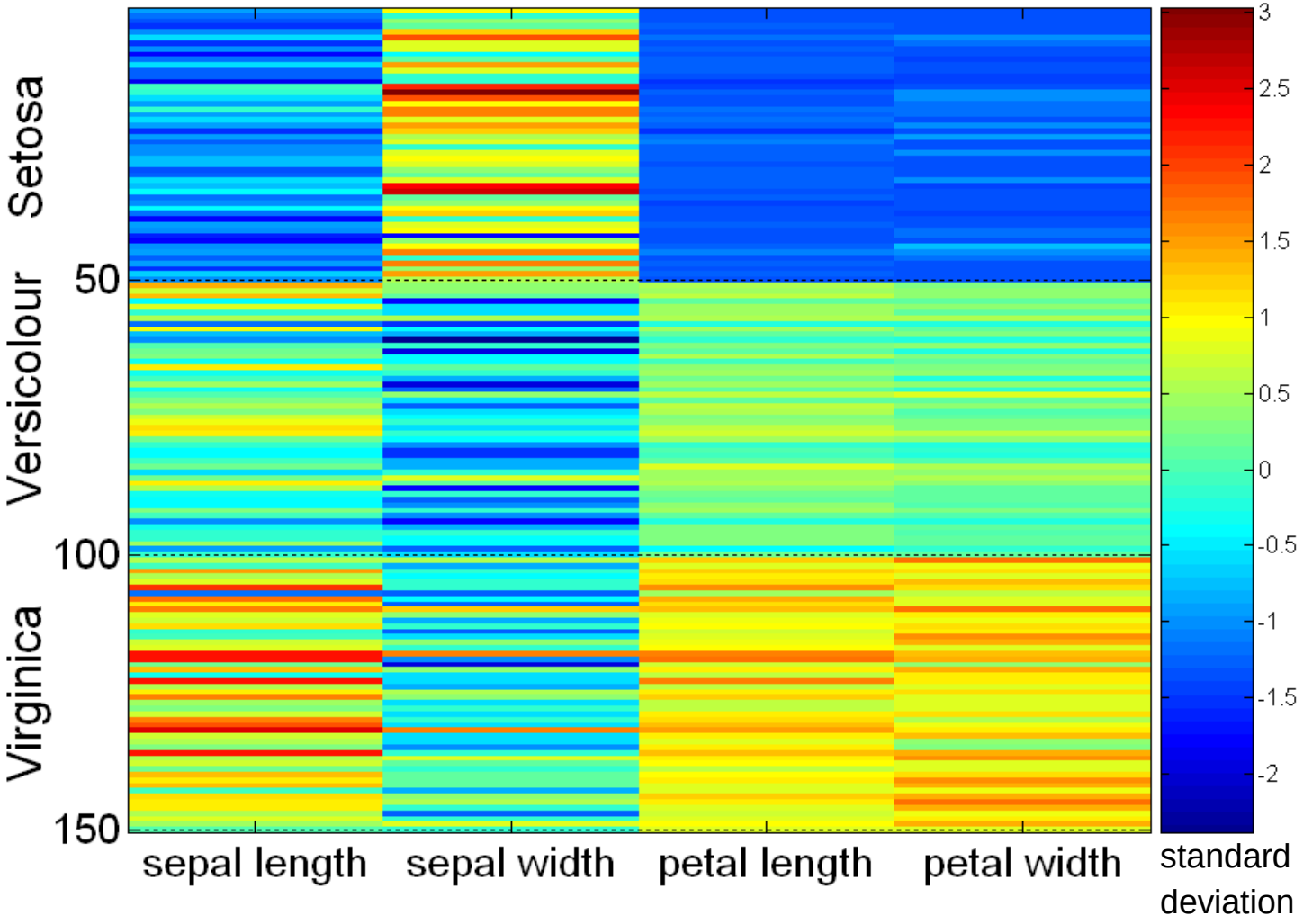
Példa kontúr ábrára: SST, 1998 dec



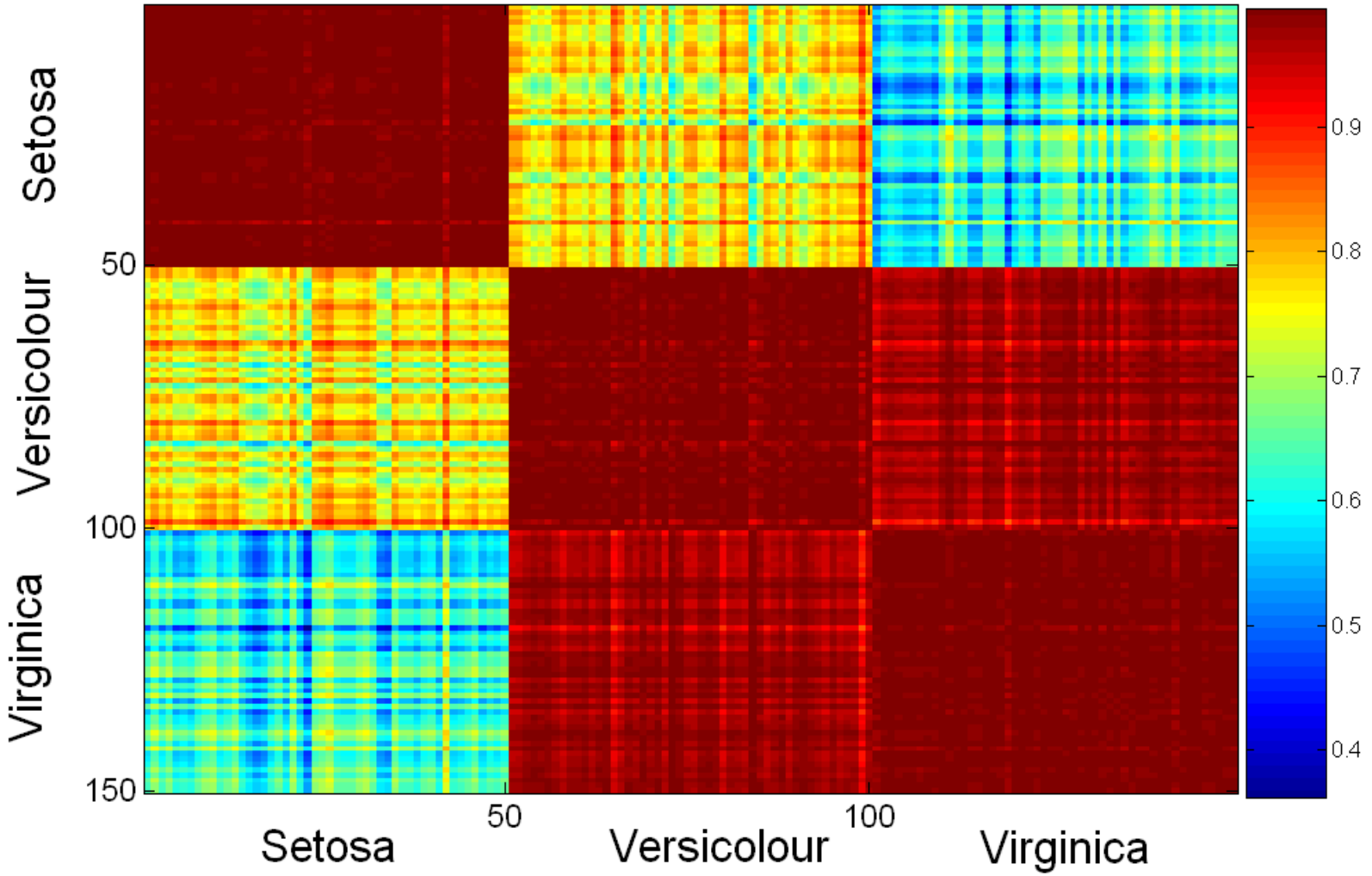
Megjelenítési módszerek : mátrix ábra

- Mátrix ábra
  - Egy teljes adatmátrixot jeleníthetünk meg vele.
  - Hasznos amikor az objektumok egy osztályozó változó szerint vannak rendezve.
  - Általában az attributumokat normalizálni kell, hogy megelőzzük azt, hogy egy attributum dominál jon.
  - A hasonlóság és távolságmátrix ábrája szintén hasznos az objektumok közötti kapcsolatok megjelenítésére.
  - A következő két oldalon található példa mátrix ábrára.

Az írisz adatmátrix megjelenítése



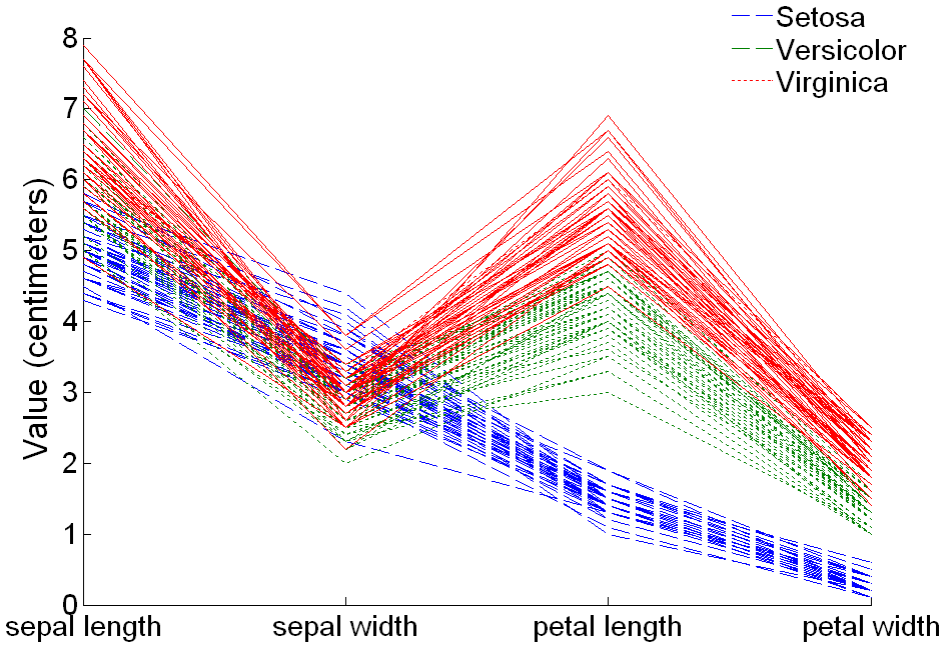
Írisz korrelációs mátrix

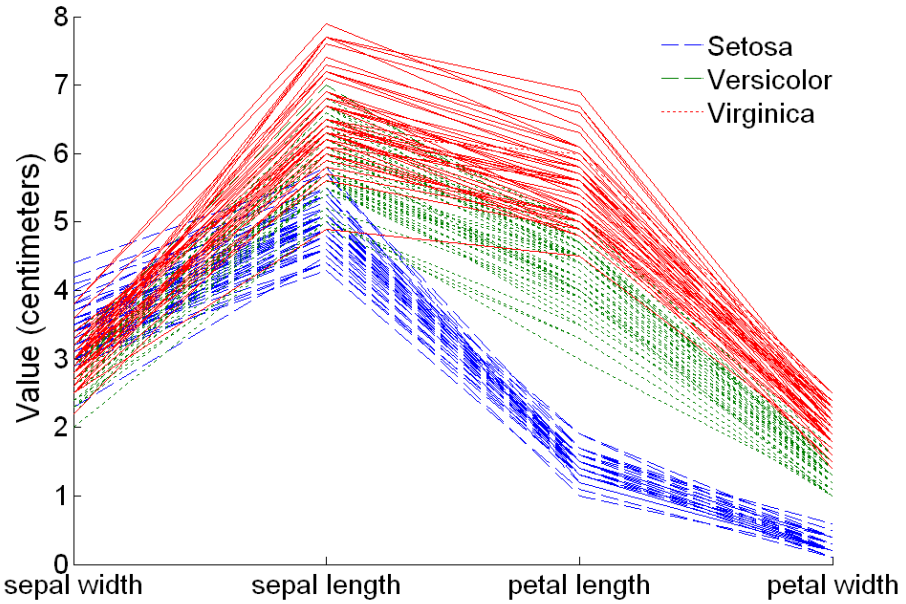


Megjelenítési módszerek: párhuzamos tengelyek

- Párhuzamos tengelyek
  - Magas dimenziós adatok attributum értékeinek megjelenítésére szolgál.
  - Merőleges koordinátatengelyek helyett használjunk párhuzamosakat.
  - Minden objektum attributum értékeit a megfelelő koordinátatengelyen egy pontként ábrázolva a pontokat vonallal kötjük össze.
  - Minden objektumot egy vonal reprezentál.
  - Gyakran a vonalak teljesen vagy egyes attributumok mentén csoportosulnak az objektumok különböző csoportjaira utalva.
  - Ennek felimerésére előbb rendezzük az attributumokat.

Párhuzamos tengelyek: írisz adatok

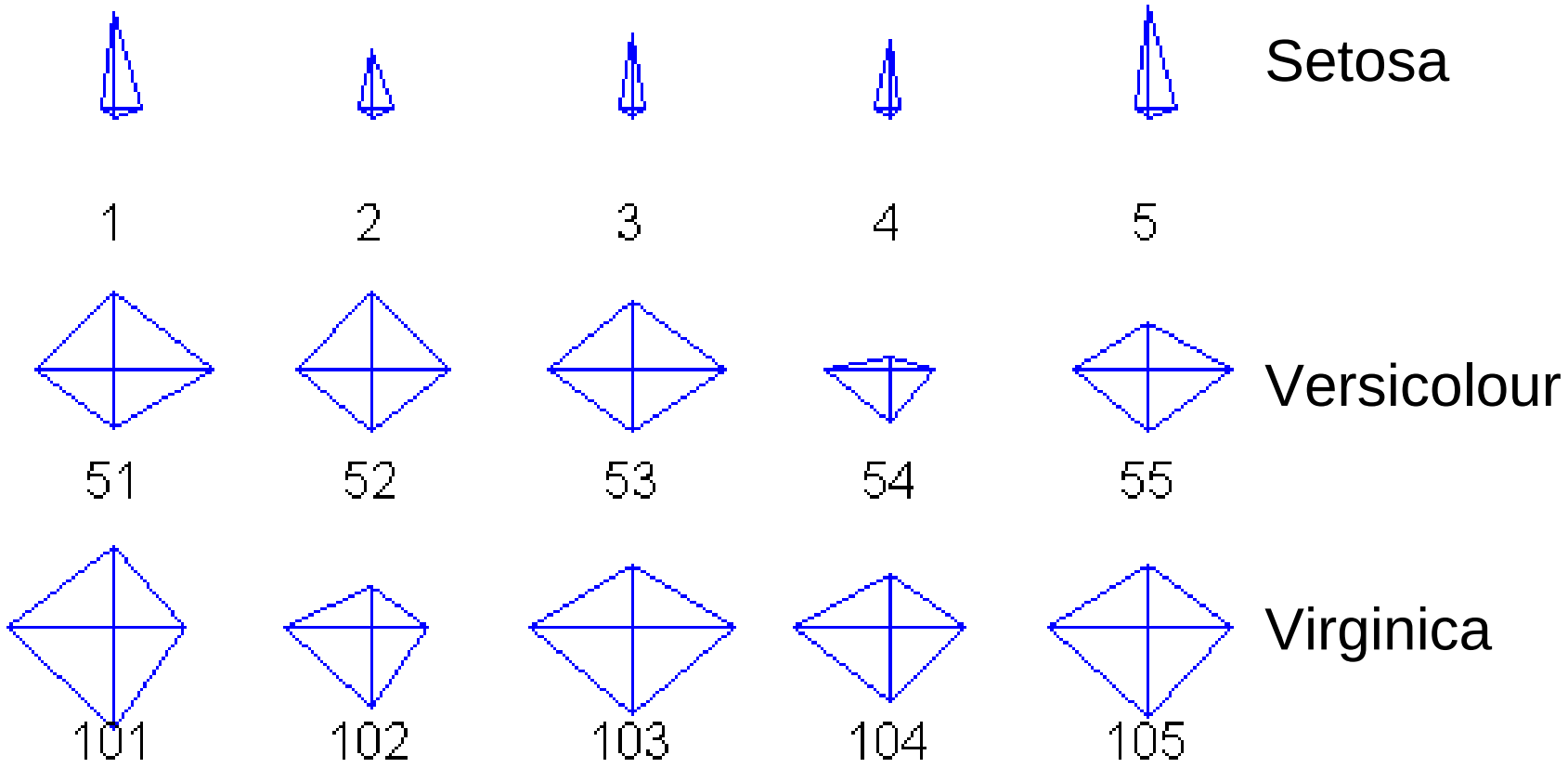




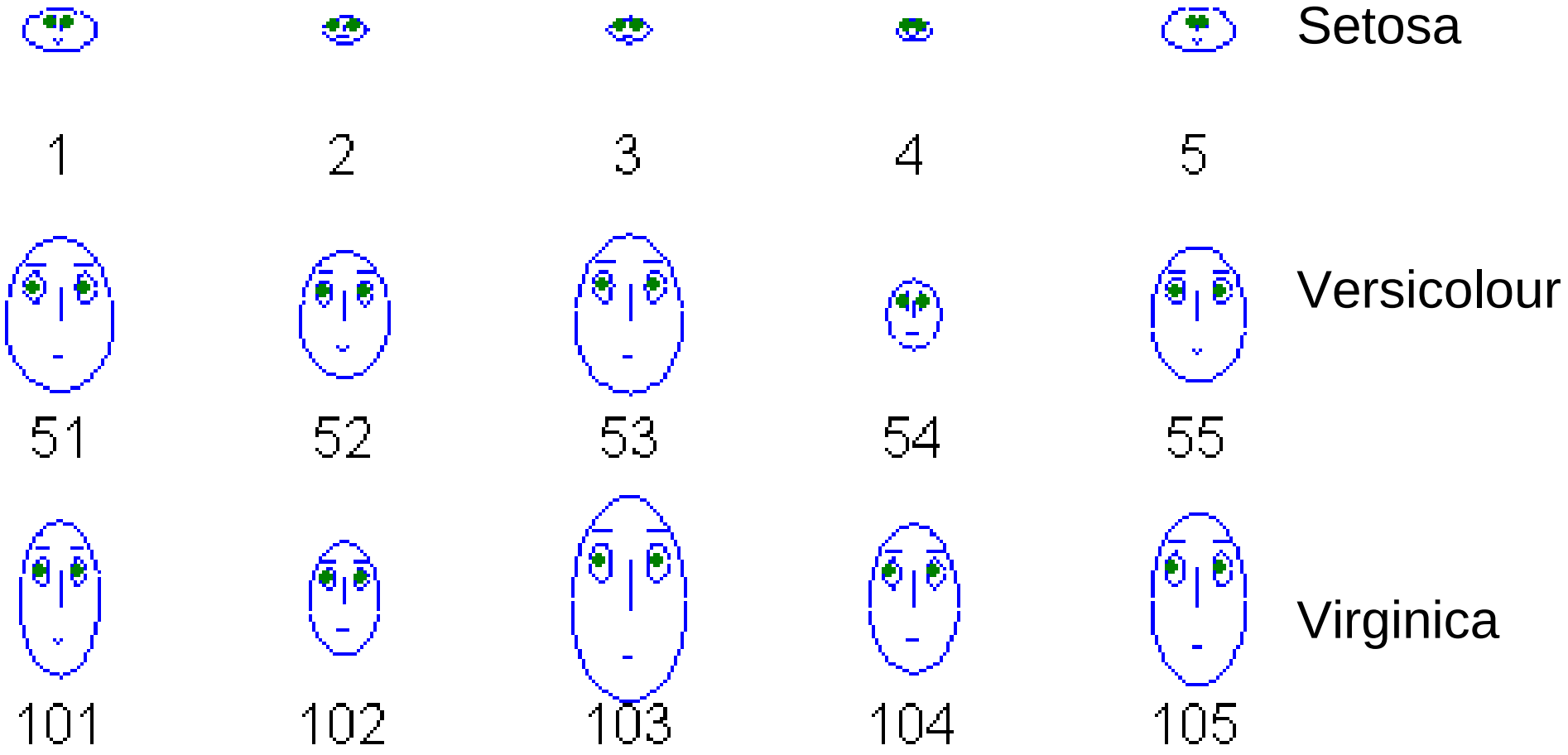
További megjelenítési módszerek

- Csillag ábra
  - A párhuzamos koordinátákhoz hasonló azzal az eltérés-sel, hogy a koordináták egy centrumból sugarasan indulnak.
  - Egy objektum értékeit összekötő vonalak egy poligont alkotnak.
- Chernoff arcok
  - A módszer Herman Chernoff-tól származik.
  - Az attributumokhoz az arc egy-egy jellemzőjét kapcsoljuk.
  - Minden egyes attributum érték a megfelelő arc-jellemző megjelenését határozza meg.
  - Mindegyik objektum egy külön arc lesz.
  - Az emberek arcfelismerési képességére támaszkodik.

Az írisz adatok csillag ábrája



Chernoff arcok az írisz adatokra



OLAP

- A közvetlen analítikus feldolgozás (OLAP: On-Line Analytical Processing) módszerét E. F. Codd, a relációs adatbázisok atyja javasolta.
- A relációs adatbázisok az adatokat táblákban, míg az OLAP többdimenziós tömbökben tárolja.
  - Az adatok ilyen tárolása már korábban létezett a statisztikában és más területeken.
- Számos olyan adatelemzési és adatfeltárási módszer van, amely ezzel az adattárolási móddal könnyebbé válik.

Többdimenziós tömbök létrehozása

- A táblázatos adatok többdimenziós tömbökké való átalakításának két fő lépése.
  - Először határozzuk meg mely attributumok lesznek a dimenziók és mely attributum lesz a cél attributum, amelynek értékei a többdimenziós tömb elemei lesznek.
    - A dimenzió attributumoknak diszkréteknek kell lenniük.
    - A cél attributum általában a darabszám vagy egy folytonos változó, pl. egy tétel költsége.
    - Előfordulhat, hogy egyáltalán nincs cél attributum csak olyan objektumok darabszáma, melyeknek ugyanazok az attributum értékei.
  - Másodszor számoljuk ki a többdimenziós tömb minden elemének értékét a célattributum értékeinek összegzésével, vagy az összes olyan objektum összeszámolásával, amely attributum értékei megfelelnek az adott elemnek.

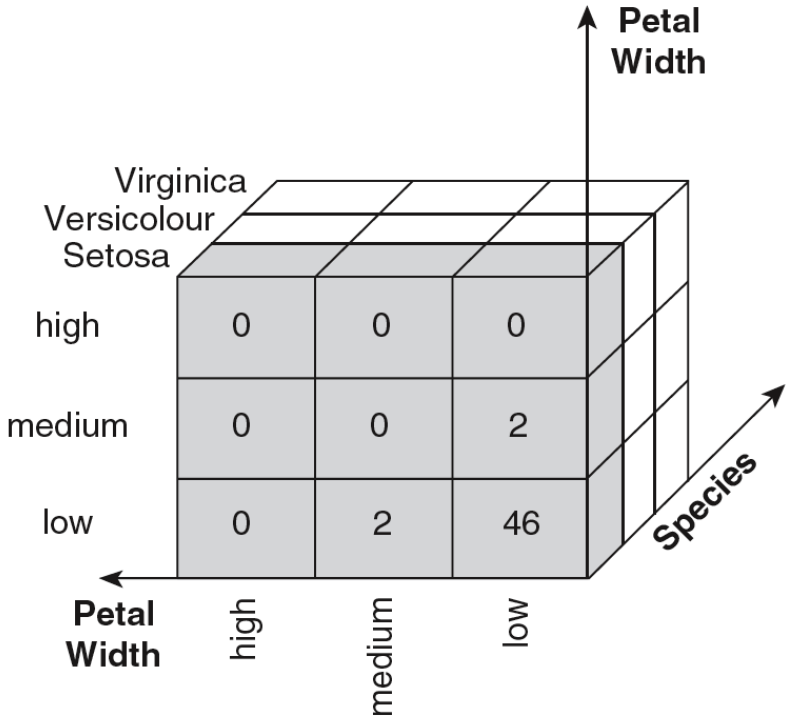
Példa: Írisz adatok

- Megmutatjuk, hogy a virág szélesség és hosszúság és az alfaj attributumok hogyan alakíthatóak át többdimenziós tömbbé.
  - Először diszkretizáljuk a virág szélességet és hosszúságot az alábbi értékek szerint: *low*, *medium* és *high*
  - A következő táblázatot kapjuk – a Count (db) új változó

Petal Length	Petal Width	Species Type	Count
low	low	Setosa	46
low	medium	Setosa	2
medium	low	Setosa	2
medium	medium	Versicolour	43
medium	high	Versicolour	3
medium	high	Virginica	3
high	medium	Versicolour	2
high	medium	Virginica	3
high	high	Versicolour	2
high	high	Virginica	44

Példa: írisz adatok (folytatás)

- A virág szélesség és hosszúság és alfaj változók minden egyes egyértelmű rekordja a tömb egy eleme.
- Egy ilyen elemhez hozzárendeljük a megfelelő darabszámot.
- Az ábra mutatja az eredményt.
- Minden nem meghatározott elem 0.



Példa: írisz adatok (folytatás)

- A többdimenziós tömb szeleteit az alábbi kereszt-táblák mutatják.
- Mit mondanak ezek a táblák?

		Width		
		low	medium	high
Length	low	46	2	0
	medium	2	0	0
	high	0	0	0

		Width		
		low	medium	high
Length	low	0	0	0
	medium	0	43	3
	high	0	2	2

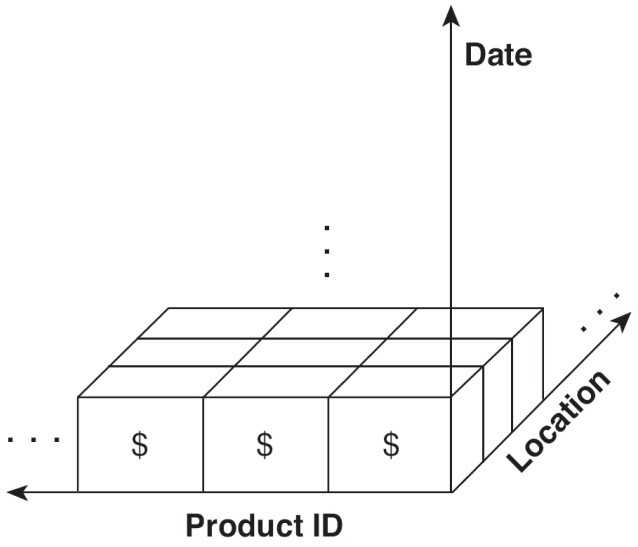
		Width		
		low	medium	high
Length	low	0	0	0
	medium	0	0	3
	high	0	3	44

OLAP műveletek: adatkocka

- Az OLAP alapvető művelete az adatkocka létrehozása.
- Az adatkocka az adatoknak a többdimenziós megjelenítése az összes lehetséges összesítésükkel.
- Az összes lehetséges összesítés alatt azokat az összesítéseket értjük, melyeket úgy kapunk, hogy kiválasztjuk dimenziók egy részhalmazát és az összes többire összegzünk.
- Például ha az alfaj dimenziót választjuk az írisz adatoknál és az összes többi dimenzió mentén összegzünk, akkor az eredmény egy egydimenziós tömb lesz 3 elemmel, ahol az elemek az egyes alfajba tartozó virágok számát mutatják.

Példa adatkockára

- Tekintsünk egy olyan adatállományt, ahol a rekordok termékek boltokban különböző időpontokban eladott mennyisége.
- Ezek az adatok egy 3 dimenziós tömbbel reprezentálhatóak.
- A kétdimenziós összegzések száma 3 (3 alatt 2), az egydimenziós összegzések száma 3 és 1 db nulla-dimenziós összegzés van (ez a teljes összeg).



Példa adatkockára (folytatás)

- Az alábbi ábra a kétdimenziós összegzések egyikét mutatja két egydimenziós összegzéssel és a teljes összeggel együtt.

product ID \ date	Jan 1, 2004	Jan 2, 2004	...	Dec 31, 2004	total
1	$1,001	$987	...	$891	$370,000
⋮	⋮			⋮	⋮
27	$10,265	$10,225	...	$9,325	$3,800,020
⋮	⋮			⋮	⋮
total	$527,362	$532,953	...	$631,221	$227,352,127

OLAP műveletek: szeletelés és kockázás

- A szeletelés cellák egy olyan csoportjának a kiválasztását jelenti a teljes többdimenziós tömbből, amelyet értékeknek egy vagy több dimenzió menti rögzítésével kapunk.
- A kockázás cellák egy olyan részhalmazát jelenti, amelyet attributum értékek egy tartományának megadásával kapunk.
  - Ez ekvivalens azzal, hogy a teljes tömbből egy résztömböt választunk ki.
- A gyakorlatban mindkét művelet együttjárhat bizonyos dimenziók menti összegzéssel.

OLAP műveletek: göngyölítés és lefúrás

- Az attributum értékek gyakran hierarchikusan szerveződnek.
  - Minden dátumhoz tartozik év, hónap és nap.
  - A helyhez tartozik kontinens, ország, megye és település.
  - A termékek különféle osztályokba sorolhatóak, pl. ruházat, elektronika, bútor.
- Ezek az osztályok gyakran beágyazódnak egymásba és fát alkotnak (taxonómia)
  - Az év hónapokból, a hónap napokból áll.
  - Az ország megyéket, a megyék városokat tartalmaz.

OLAP műveletek: göngyölítés és lefúrás

- Ez a hierarchia teszi lehetővé a göngyölítés és lefúrás műveleteket.
  - Az eladási adatokat összegezhetjük (göngyölíthetjük) az összes dátumra egy hónapon belül.
  - Megfordítva egy olyan adattábla esetén, ahol az idő dimenzió hónapokra van bontva, a havi eladásokat bonthatjuk napi szintre (lefúrás).
  - Hasonlóan göngyölíthetünk vagy lefúrhatunk a hely vagy a termék azonosító mentén.