

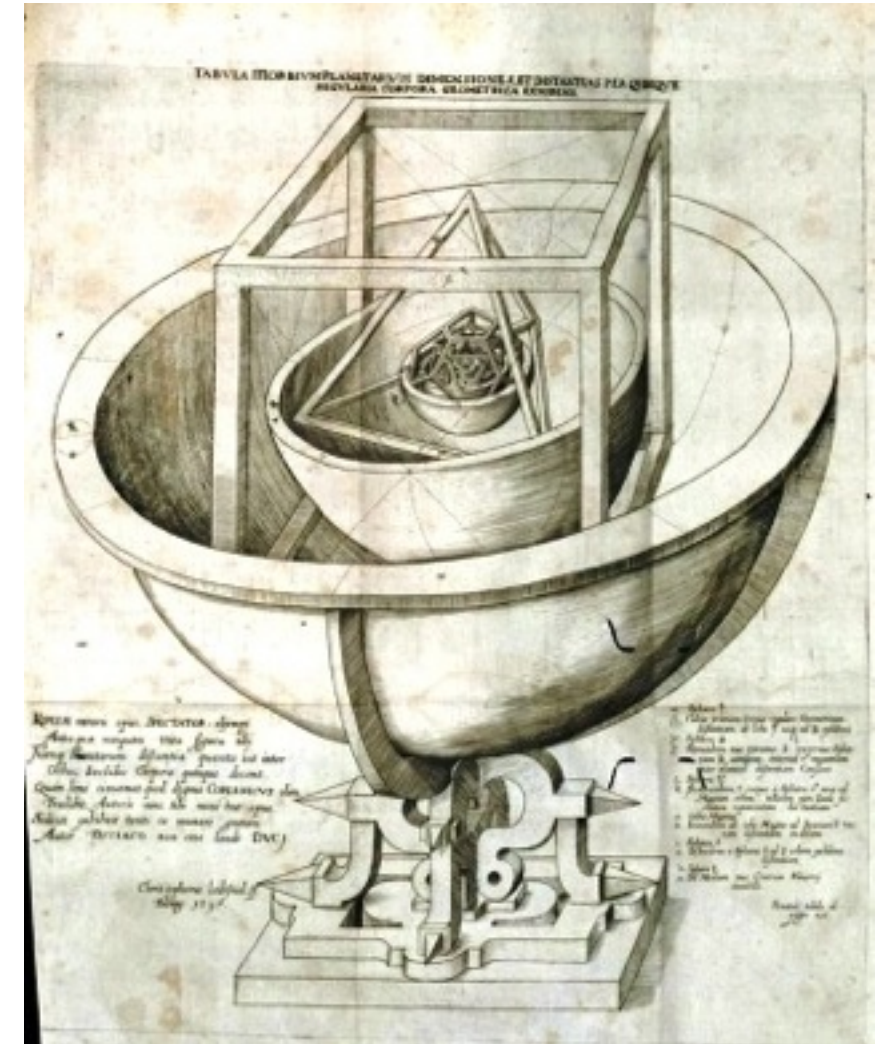
Struktúratanulás

Statisztikai tanulás az idegrendszerben

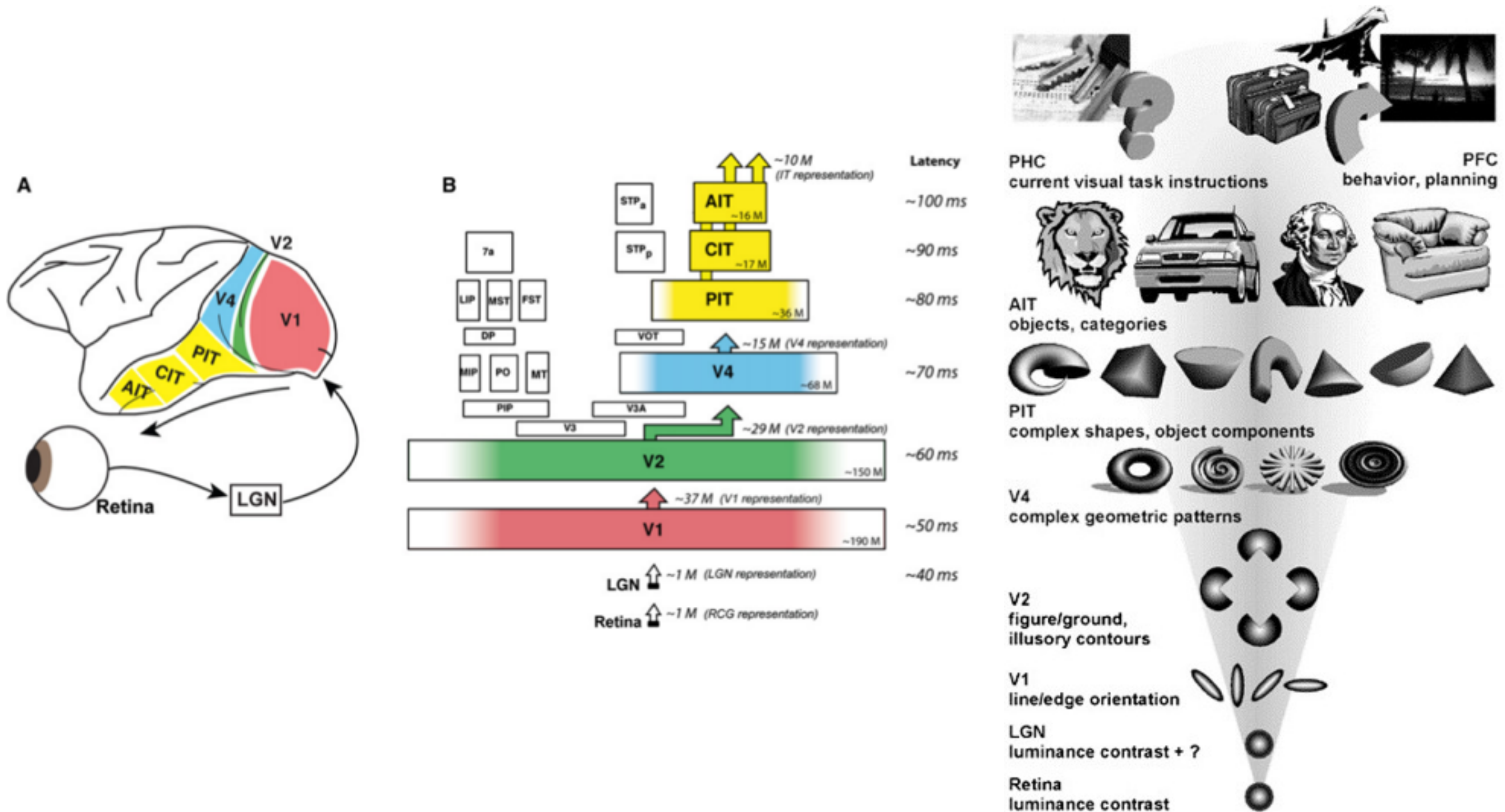
Bányai Mihály
ELTE TTK, 2014. április 14.

Szervezőelvek keresése

- Unsupervised learning
- Változók és paraméterek megfelelő száma, funkcionális kapcsolatok alakja
- Kortikális reprezentáció struktúrája (mentális modell)
 - Elméleti idegtudomány: fiziológiai méréssel összehasonlítható predikciók
 - Kognitív tudomány: pszichofizikai méréssel összehasonlítható predikciók
 - Machine learning: statisztikai modellek mért adatok magyarázatára
 - Idegrendszeri adatelemzés: ML
- Helmholtz (Ibn al-Haytham): unconscious inference

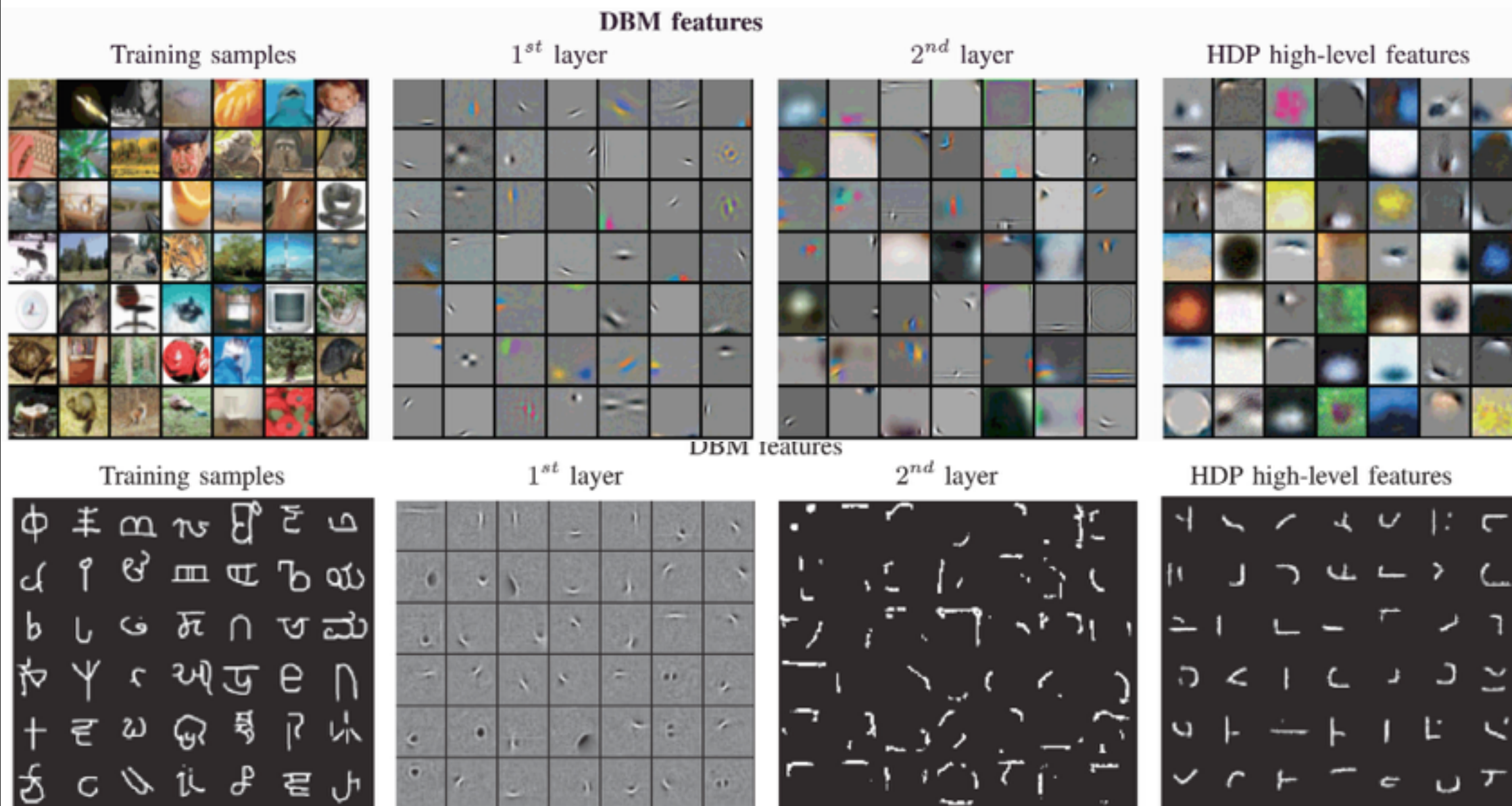
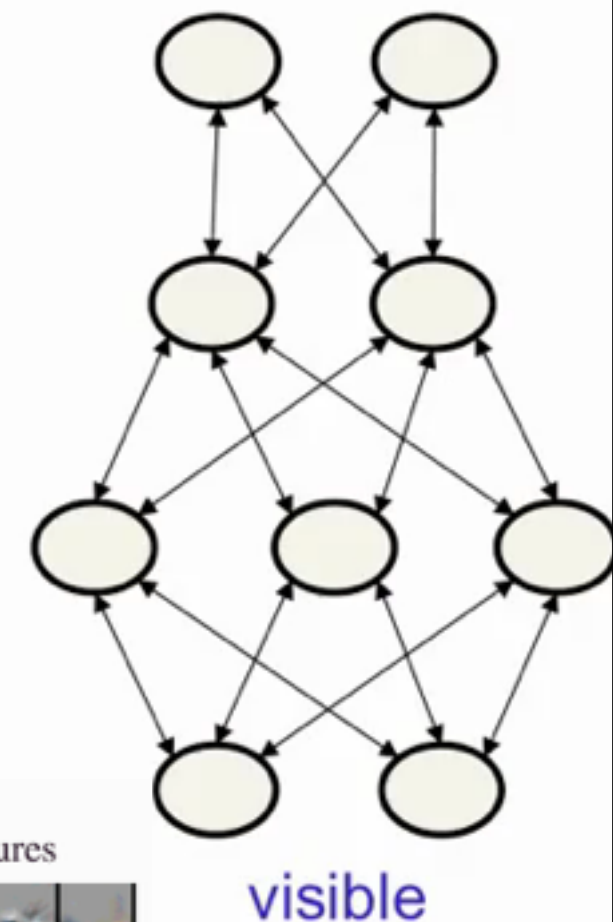


Hierarchy of visual processing



Hierarchical models

- Boltzmann machine with layered units: Deep BM
- Each layer stores a different level of features

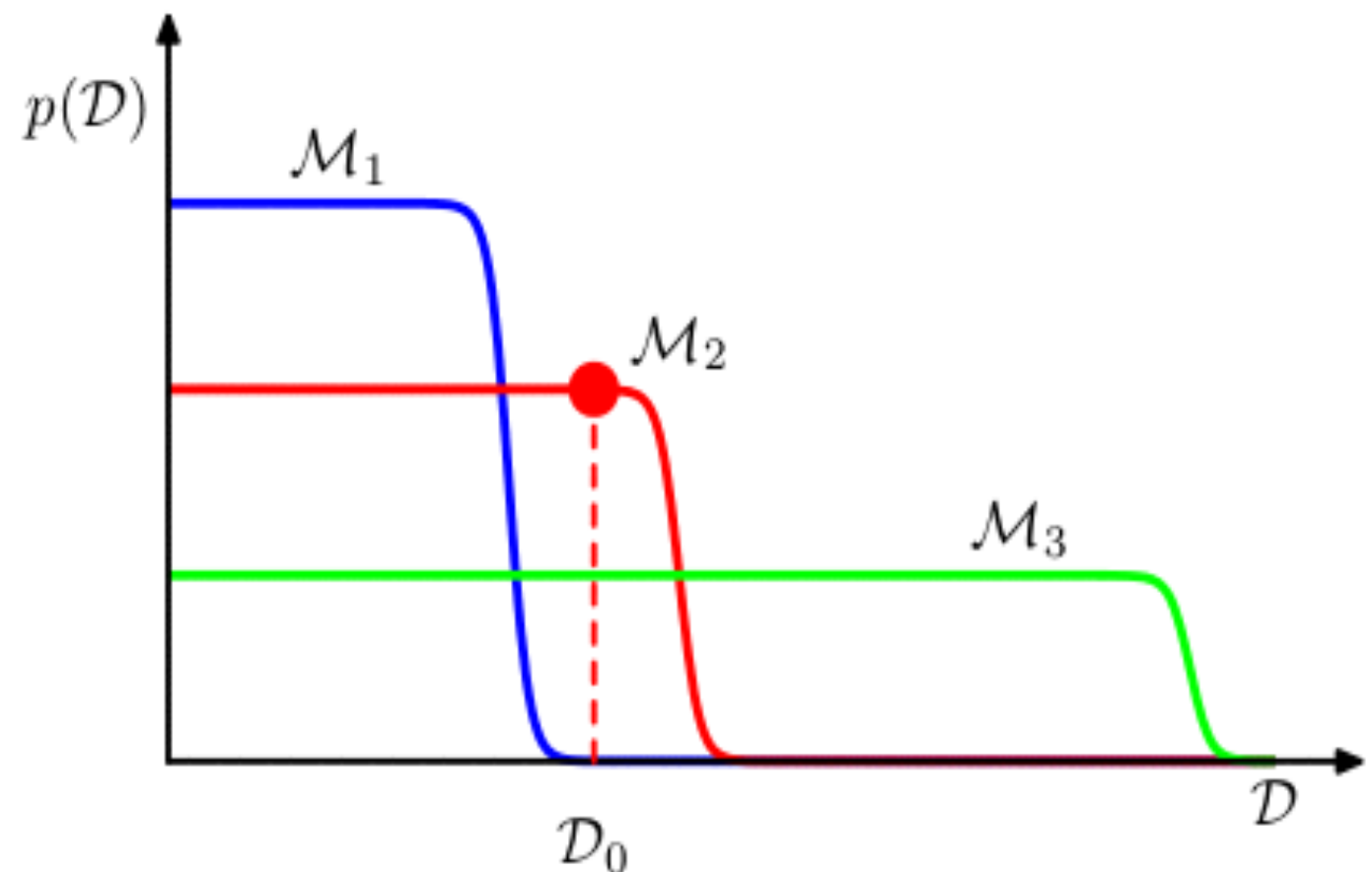


Statisztikai modellek összehasonlítása

- Komplexitás és illeszkedés egyensúlya
- Ockham borotvája
- Teljes hierarchikus modell illesztése
 - poszterior eloszlás becslése a modellek tere fölött
 - Prior modelleloszlás
- Becslések a magasabb szintek paramétereire
 - Illesztett likelihood – túlillesztést preferálja
 - Marginal likelihood (evidence)
 - Becslések evidence-re: AIC, BIC

Evidence mint modelljóság

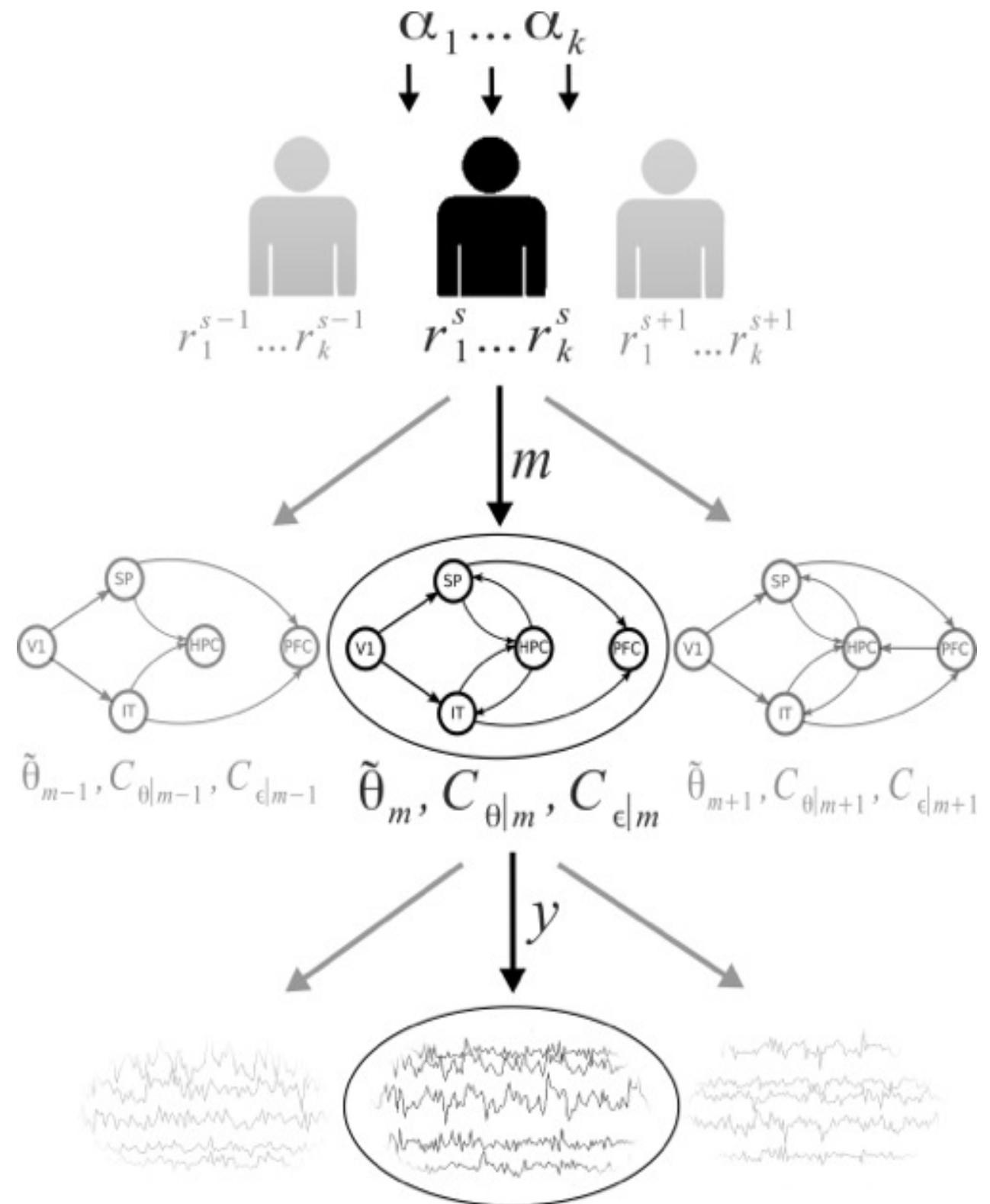
- Az adatok valószínűsége egy modellstruktúrára kondicionálva, a paramétereket kiintegrálva
- Átlagosan milyen valószínűségű az adat
- Komplex modell:
nagyon sokféle adathalmazt ír le nemnulla valószínűséggel, de mindegyiket kisebbel
- Egyszerű modell:
nagy valószínűséggel ír le kevés adathalmazt



$$p(\mathcal{D} | M) = \int p(\mathcal{D} | \theta, M) p(\theta | M) p(\theta)$$

Hierarchikus modellek

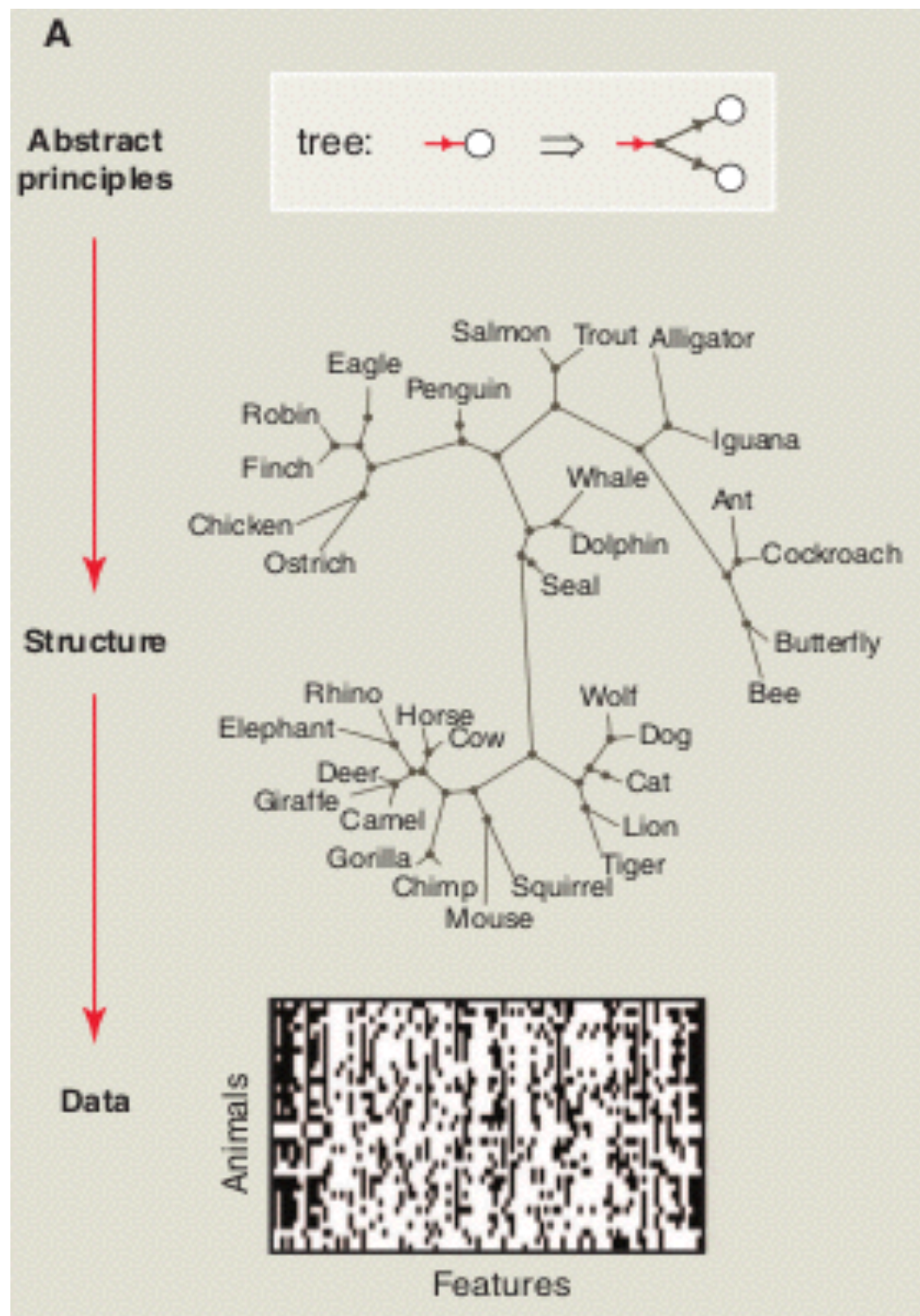
- Struktúra → paraméterek → változók
- Prior eloszlás a modellek halmaza fölött
- Paraméterek becslése inverzióval – numerikus módszerek, VB
- Számításigényesebb, kevesebb feltételezés



Modellterek felfedezése

- Milyen térben keressük a legjobb modellt?
- Network discovery
 - Nincs előre beépített tudás
 - A számítási komplexitás nagyon nagy lehet
 - Ha nem metrikus a tér, nehéz bejárni
- Előre definiált halmazok
 - A hierarchia felső szintjén
 - Hipotézisvizsgálat lehetséges
 - Ki lehet számolni
- No input – high throughput – no output

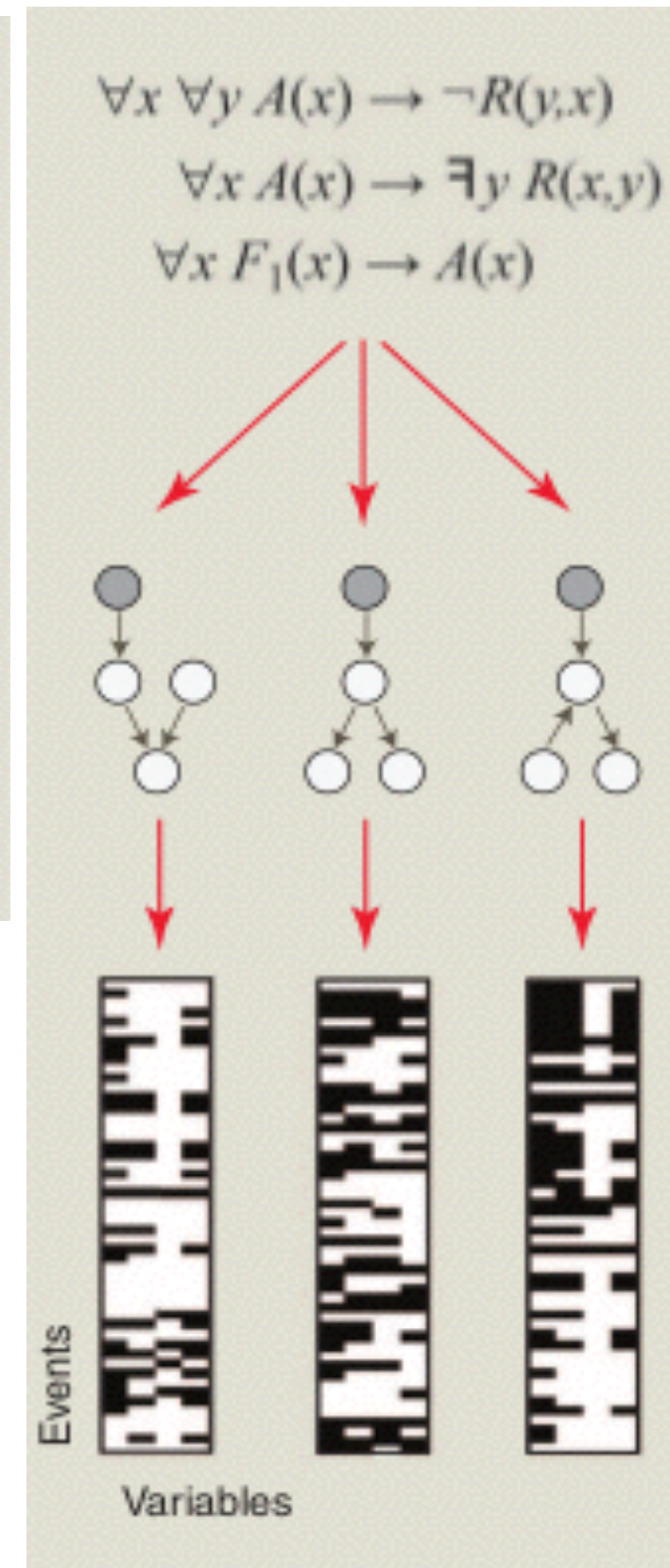
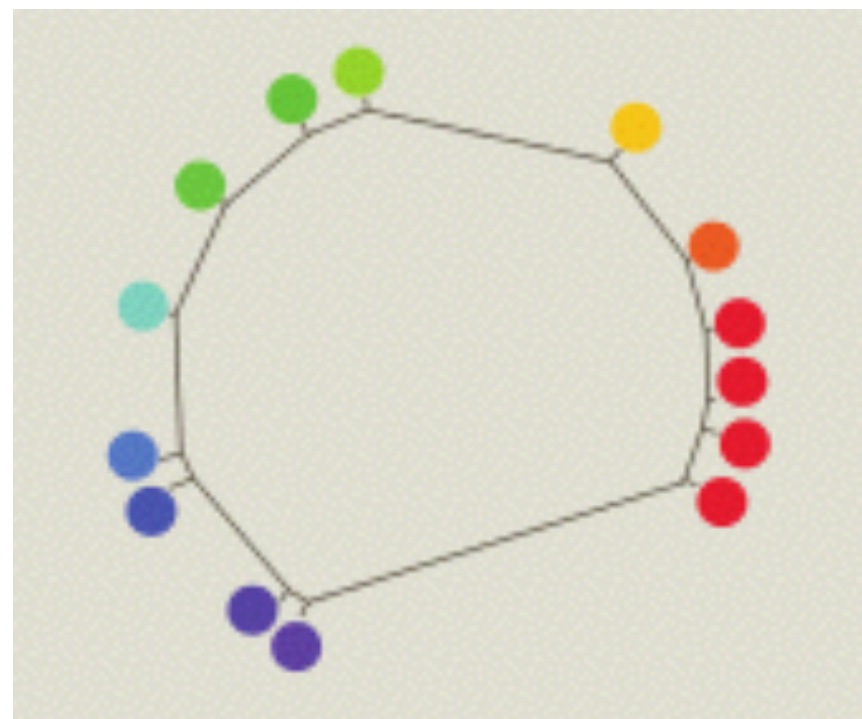
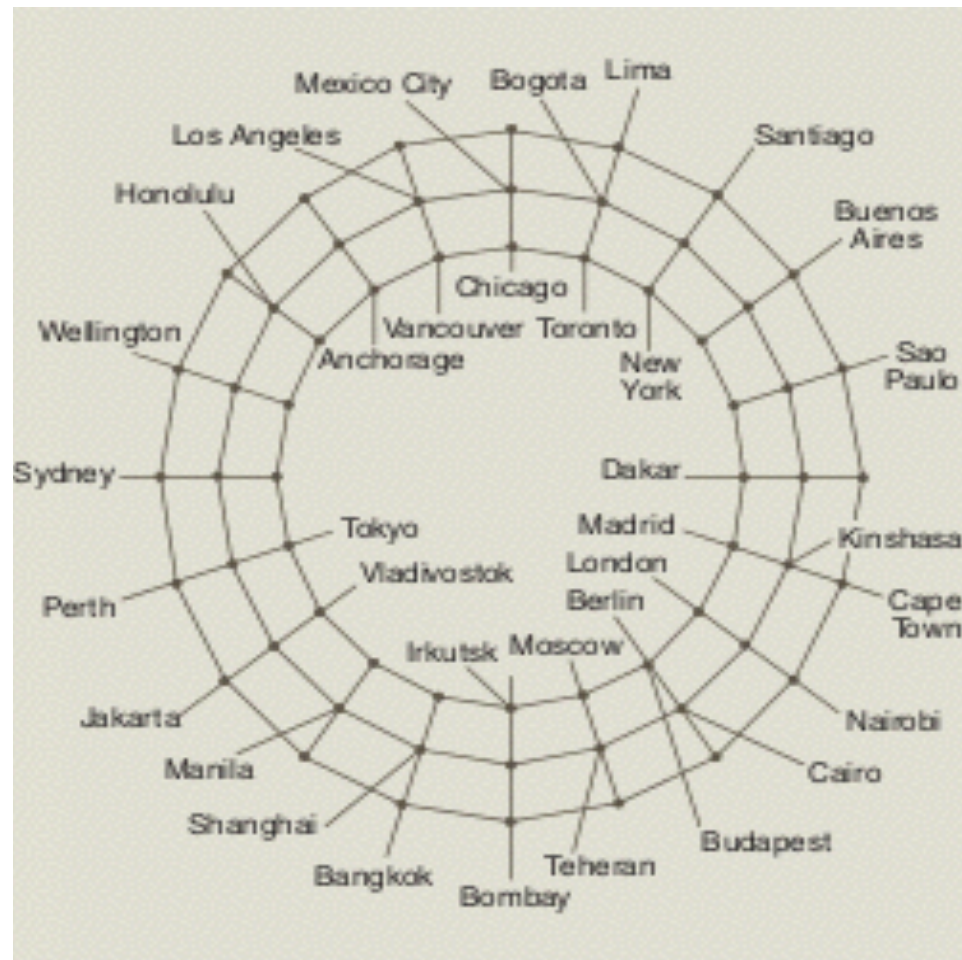
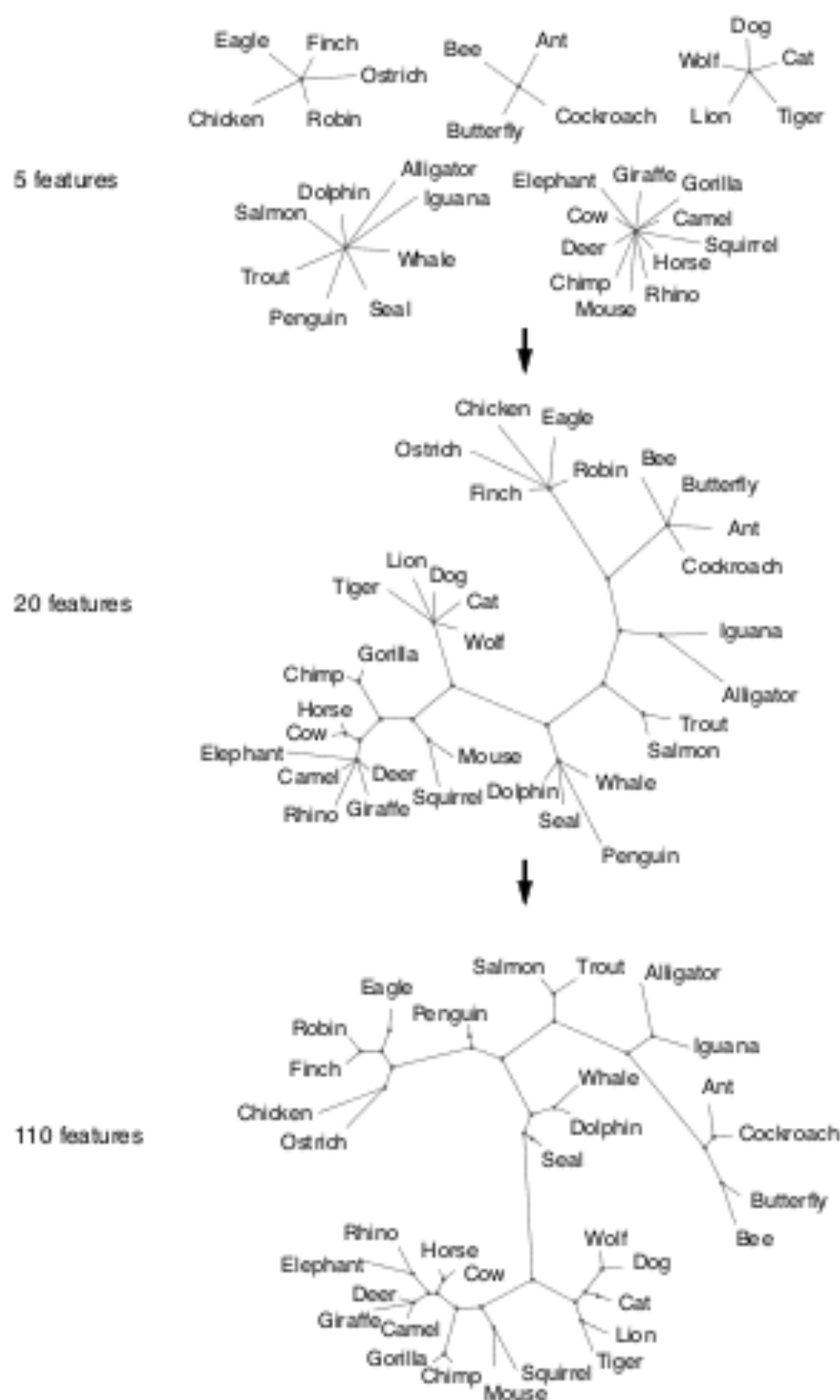
Általános adatrepresentáció tanulása



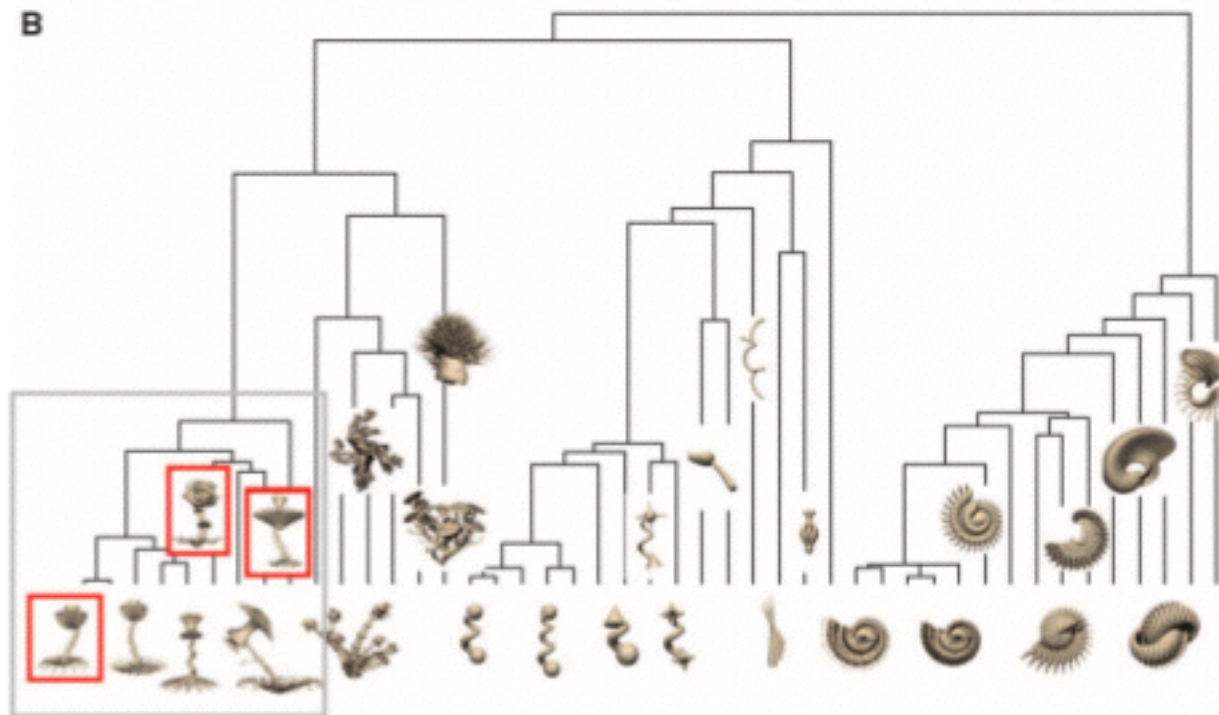
- Felépítés
 - Objektum-tulajdonság adatmátrix
 - Gráfstruktúra a hasonló tulajdonságok alapján
 - Gráfstruktúrát generáló növesztési szabály
- Matematikai forma
 - Generálási szabályok felett egyenletes prior
 - Struktúrák felett kisebb elemszámot preferáló prior
 - Minél nagyobb súlyú él van a pontok között, annál hasonlóbb a tulajdonságvektoruk

$$p(F, S | D) \propto p(D | S) p(S | F) p(F)$$

Példák strukturális inferenciára



Emberi taxonómiaépítés predikciója



Joshua Tenebaum

- Egyes objektumok megfigyelése alapján kell kikövetkeztetni azt a struktúrát, ami jól megjeleníti az objektumok közti viszonyokat
- Gyerekek nyelvtanulási folyamata
- Nagyon kevés mintából jó következtetések levonása
- Jellemző struktúra a fa, de általános gráf is lehet

Kauzális következtetés

- A probabilisztikus keretben nincs róla szó
- Kezelhető, de ki kell egészíteni a jelölésrendszerrel
- (Becsült) eloszlásokból lehet következtetni a kauzális viszonyokra a változók között
- Irányított gráf keresése