

A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

A TUDOMÁNY EVOLÚCIÓJA: A VALÓS ÉS A VIRTUÁLIS VILÁGOK



Csabai István

ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék / WIGNER FK

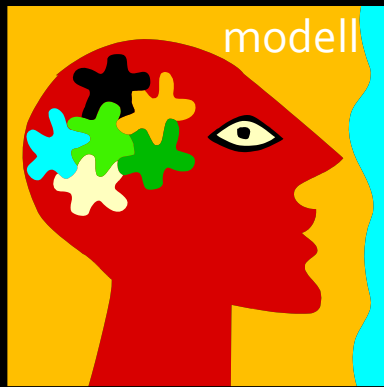
EMBER AZ UNIVERZUMBAN UNIVERZUM AZ EMBERBEN

A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

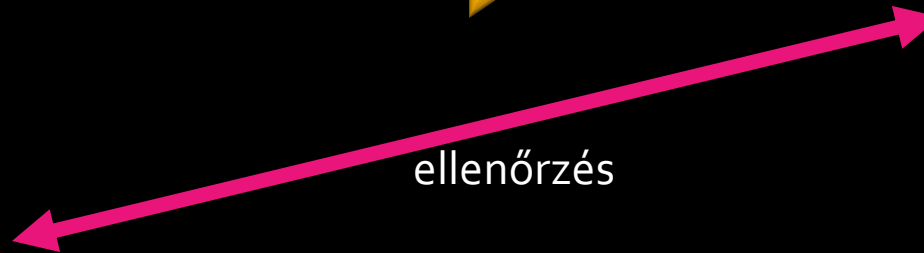
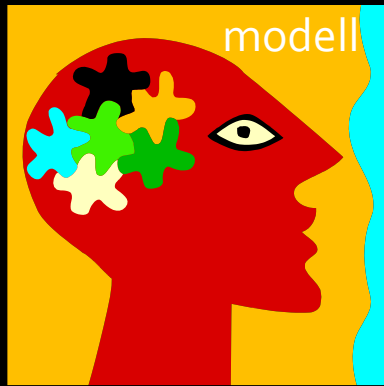
A TUDOMÁNY EVOLÚCIÓJA: A VALÓS ÉS A VIRTUÁLIS VILÁGOK



A tudomány evolúciója: korai idők

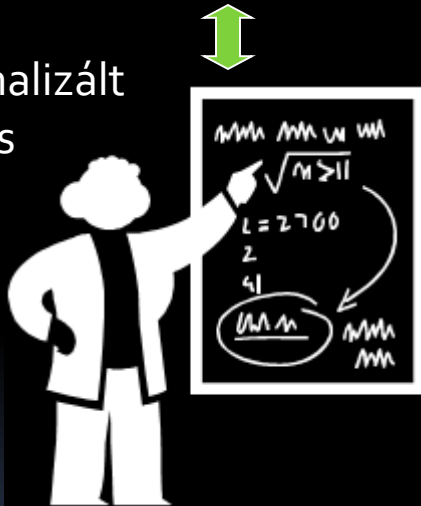


A tudomány evolúciója: a múlt

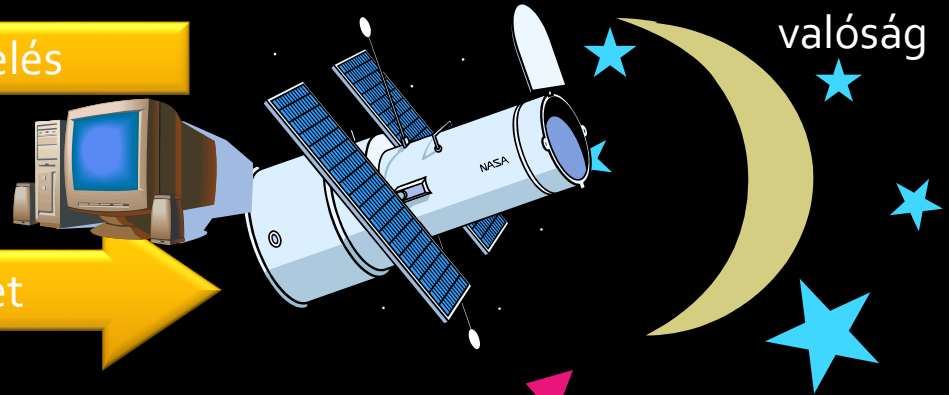
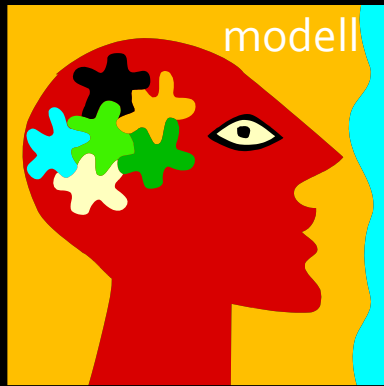


jóslat

formalizált
leírás

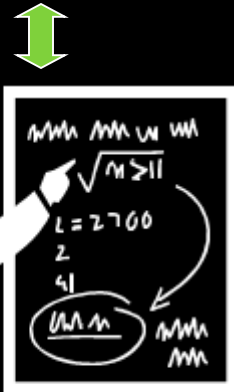


A tudomány evolúciója : a jelen

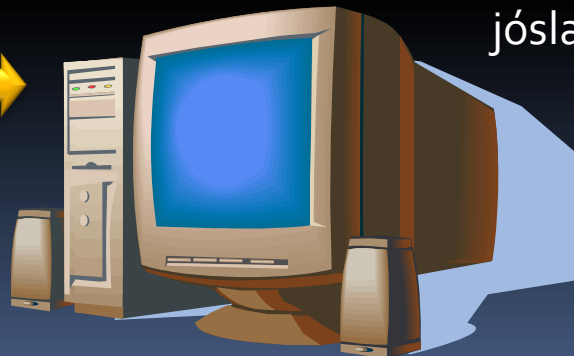


valóság

formalizált
leírás

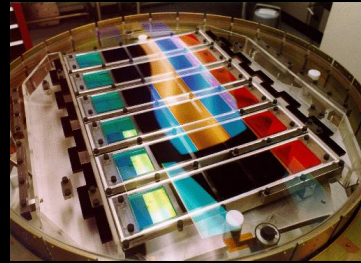
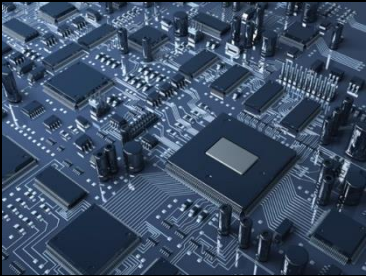


virtuális valóság



jóslat

Exponenciális növekedés



Elektronika



Detektorok



Adatok

VALÓS UNIVERZUM

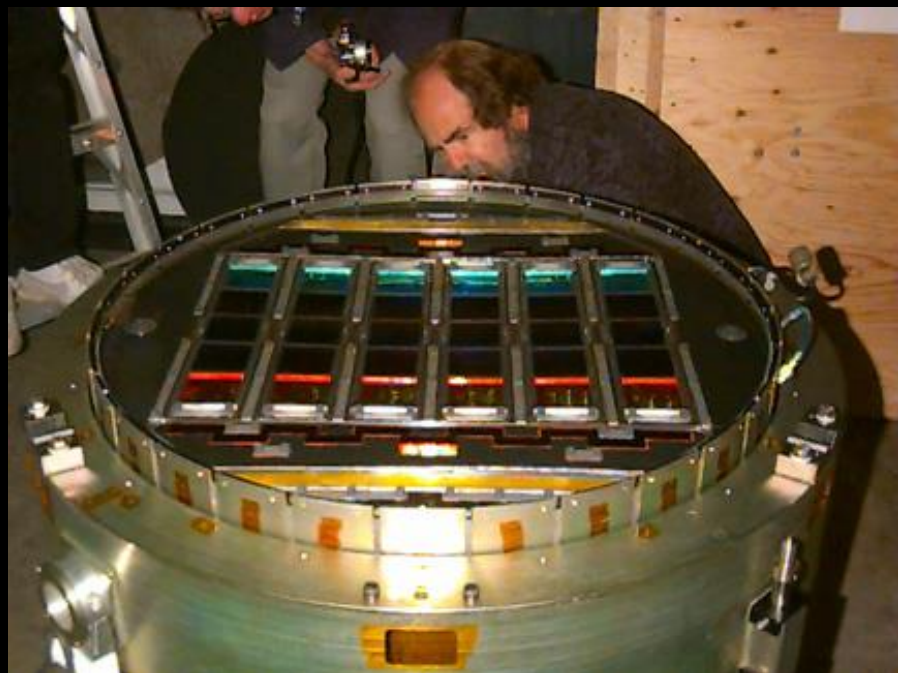
A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

A TUDOMÁNY EVOLÚCIÓJA: A VALÓS ÉS A VIRTUÁLIS VILÁGOK

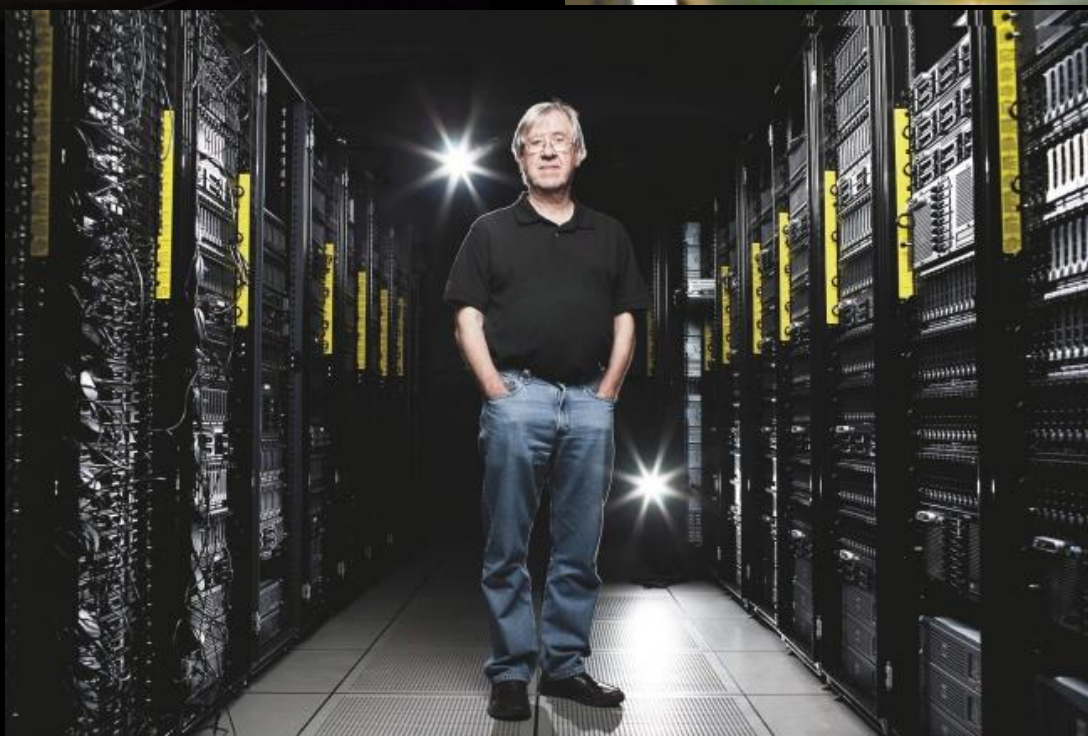


2.5m

120Mp

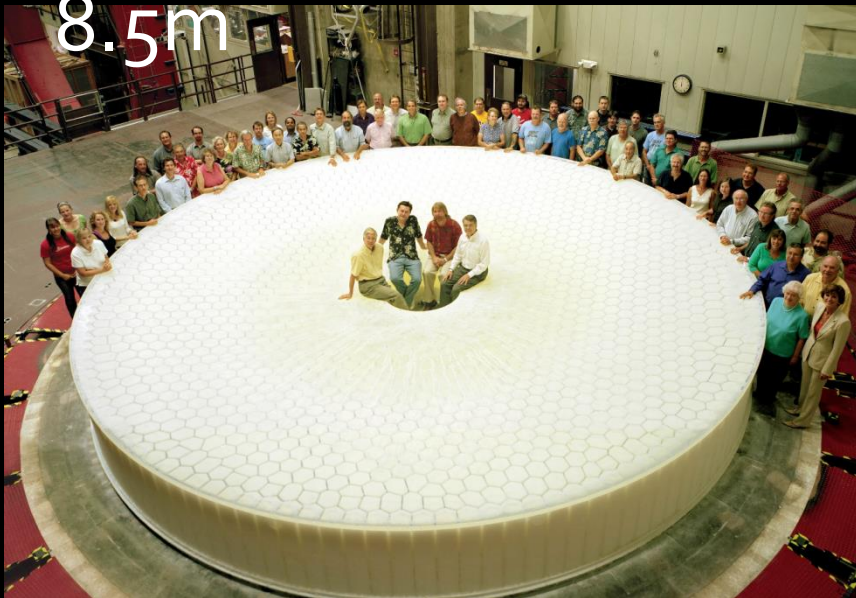


SDSS



10TB

8.5m



3.2Gp

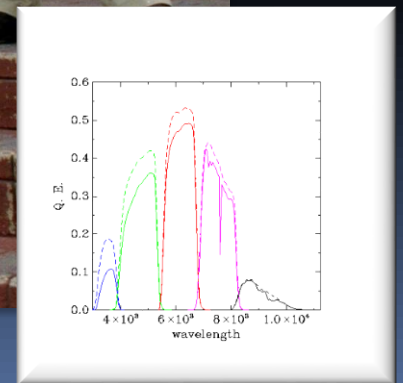
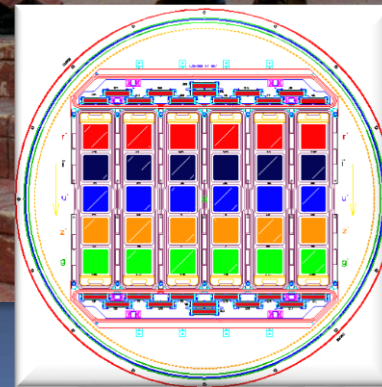
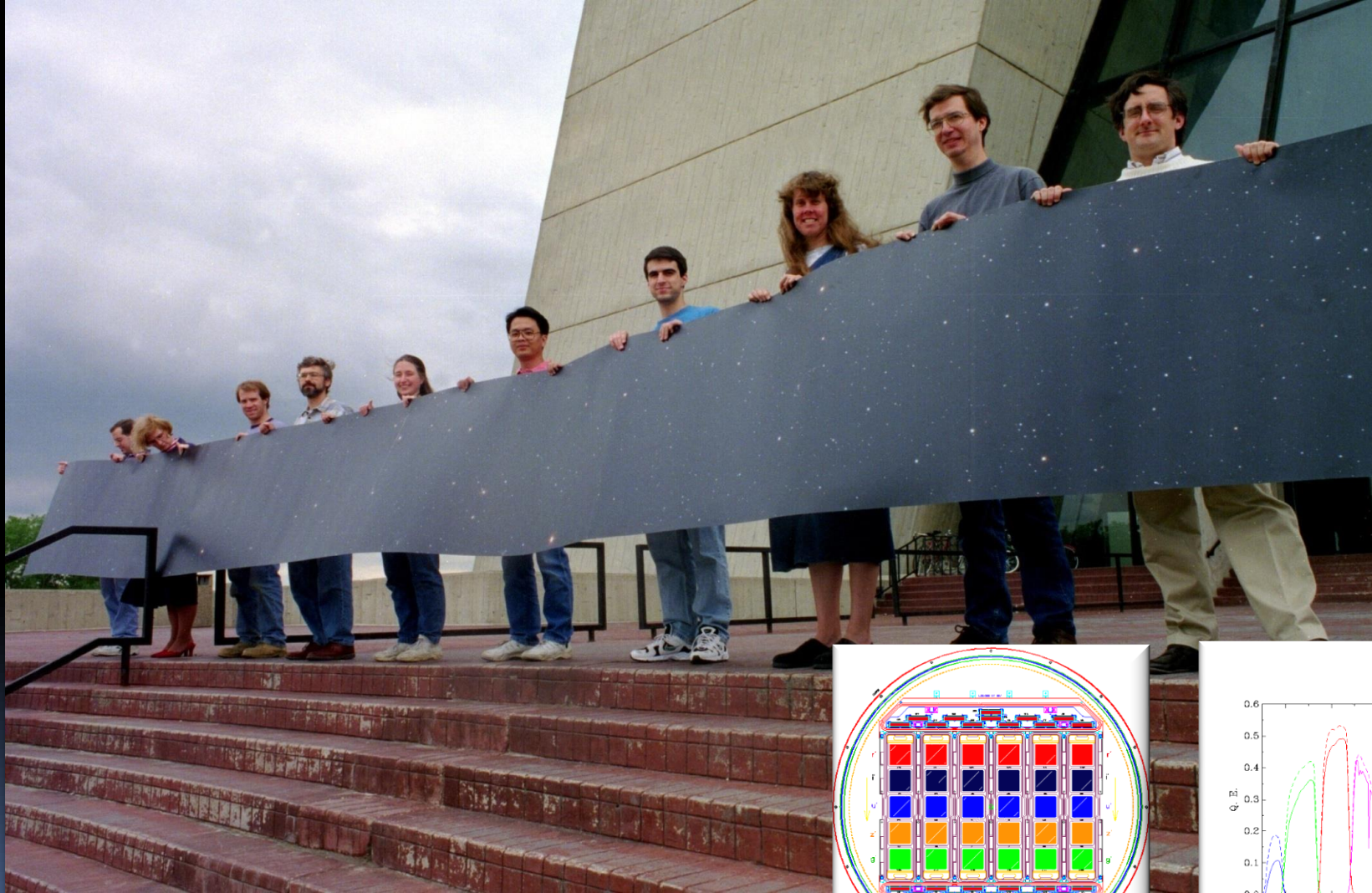


LSST

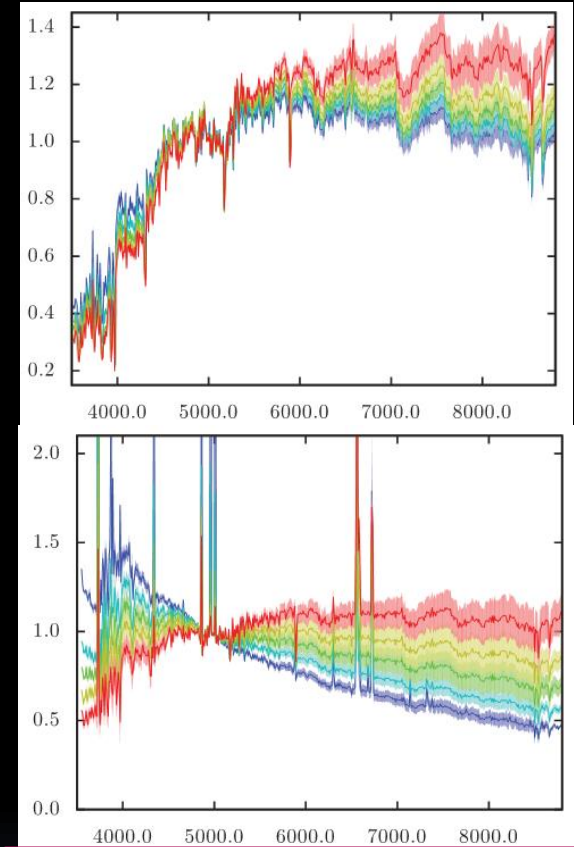


15TB/night!

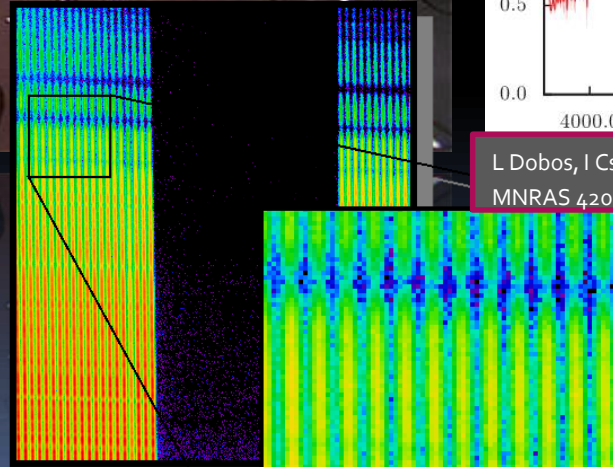
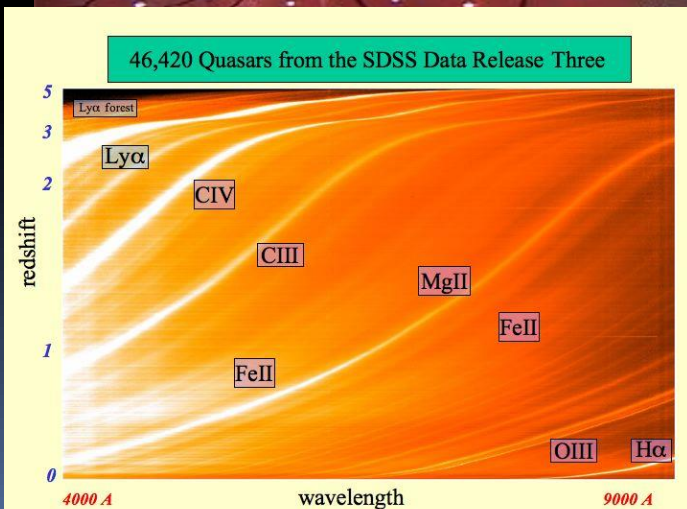
2.5 terapixeles kép – 300 millió galaxis – 5 optikai sáv



640 üvegszál- 1 millió spektrum



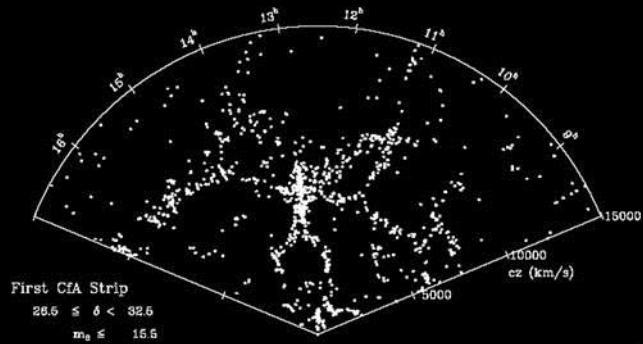
L Dobos, I Csabai, CW Yip, T Budavári, V Wild, AS Szalay
MNRAS 420 (2), 1217-1238(2012)



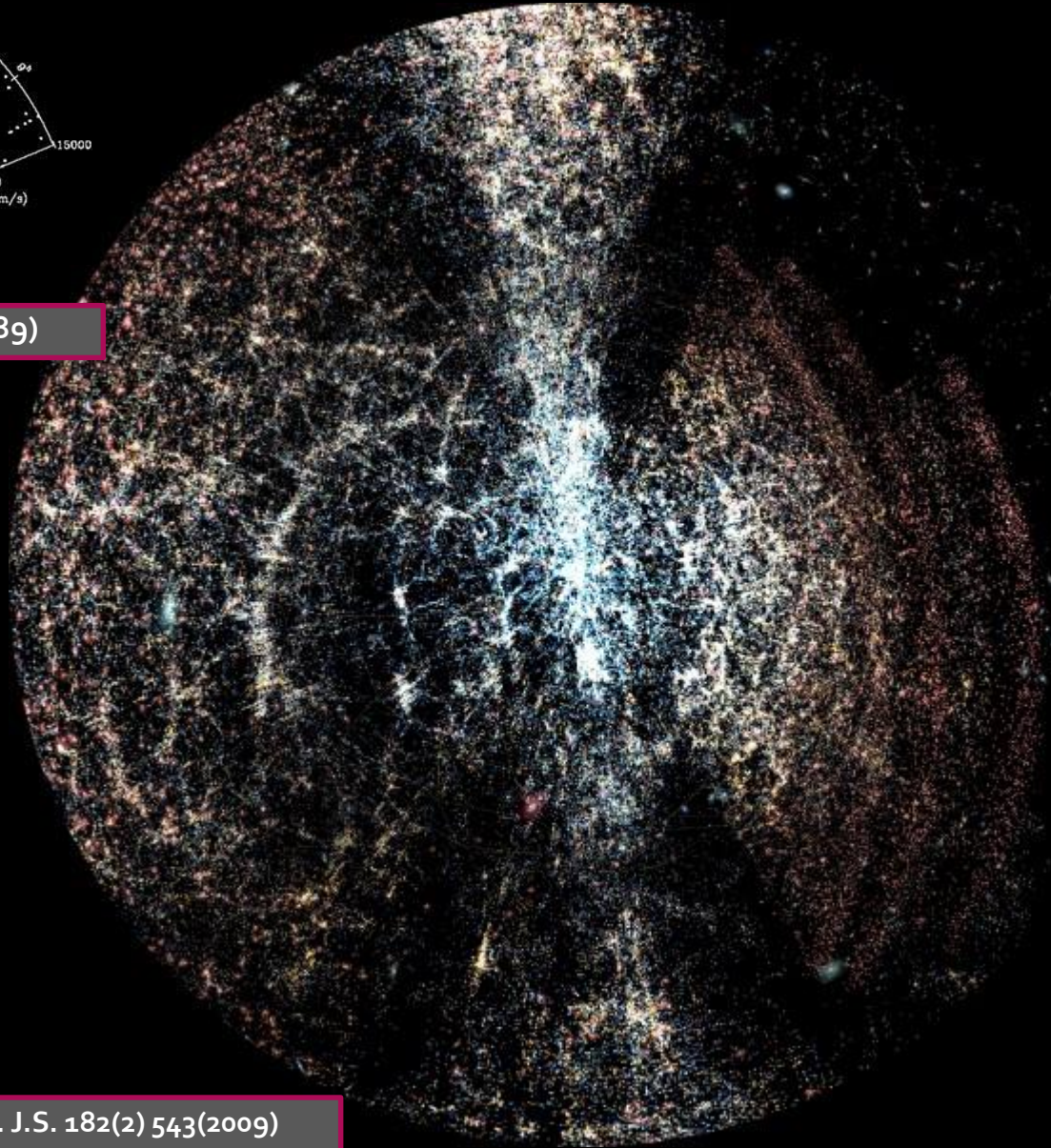
DP Schneider + SDSS collab. Astr. J. 130 (2), 367 (2005)

KOZMIKUS HÁLÓ

CfA: 1100 galaxies



SDSS: 1M galaxies

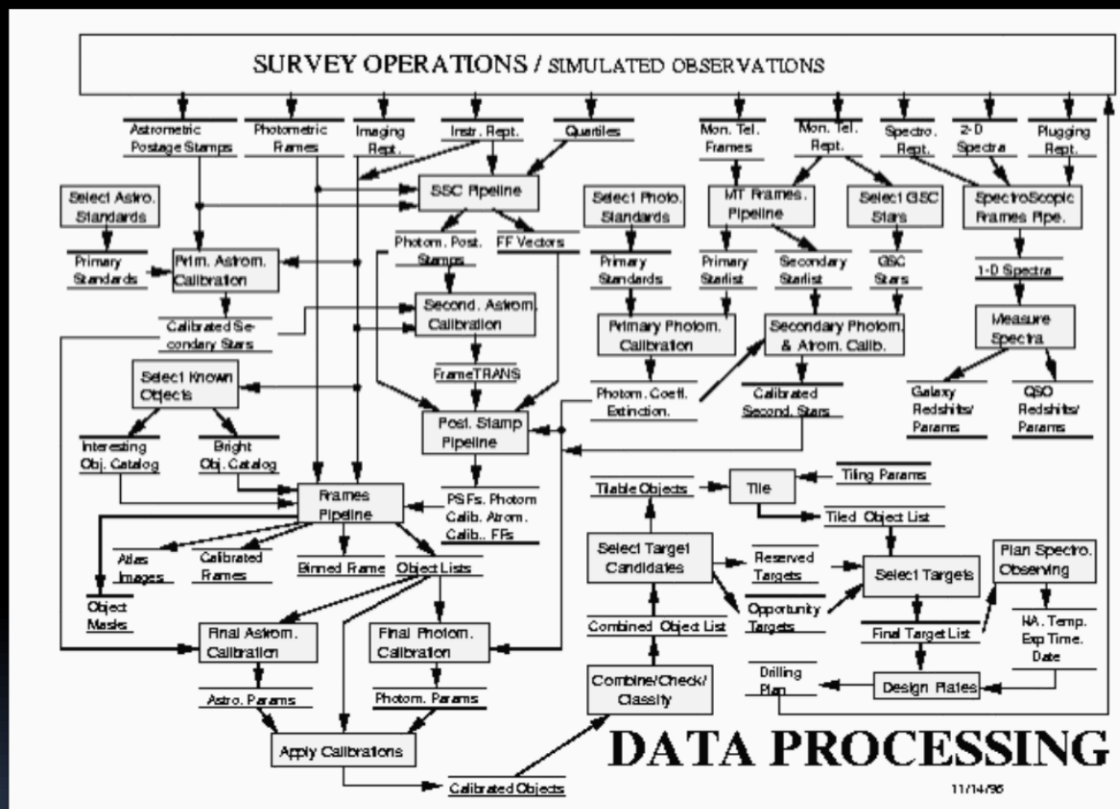


MJ Geller, JP Huchra, Science 246, 897 (1989)

KN Abazajian + SDSS collab. Astr. J.S. 182(2) 543(2009)

Adatfeldolgozási kihívás

- Automatikus "pipeline"
 - Több mint 150 ember-évnyi fejlesztés
 - Első nagyprojekt ahol a szoftver fejlesztésre fordítódott az erőforrások nagyobbik hányada
- Nagy adattömeg
 - Több mint 300 millió objektum, egyenként 300+ paraméter
 - Közel 100 TB nyers adat, 10 TB katalógus, 2.5 terapixel
 - PUBLIKUS ADATBÁZIS (VO)



The sloan digital sky survey: Technical summary
 DG York + SDSS collab. The Astron. J. 120 (3), 1579 (2000)

PZ Kunszt, AS Szalay, I Csabai, AR Thakar;
 ADASS IX 216, 141(2007)

The screenshot shows the Sloan Digital Sky Survey / SkyServer website. The header includes the SDSS logo and navigation links: Home, Tools, Schema, Projects, Astronomy, SDSS, Contact Us, Download, Site Search, Help. The main content area features a 'Welcome to the DR6 site!' message and a 'For Astronomers' section. The footer contains 'SkyServer Tools', 'Science Projects', 'Info Links', and 'Help' sections.

Csillagászati kérdések – csillagászati adathalmazon

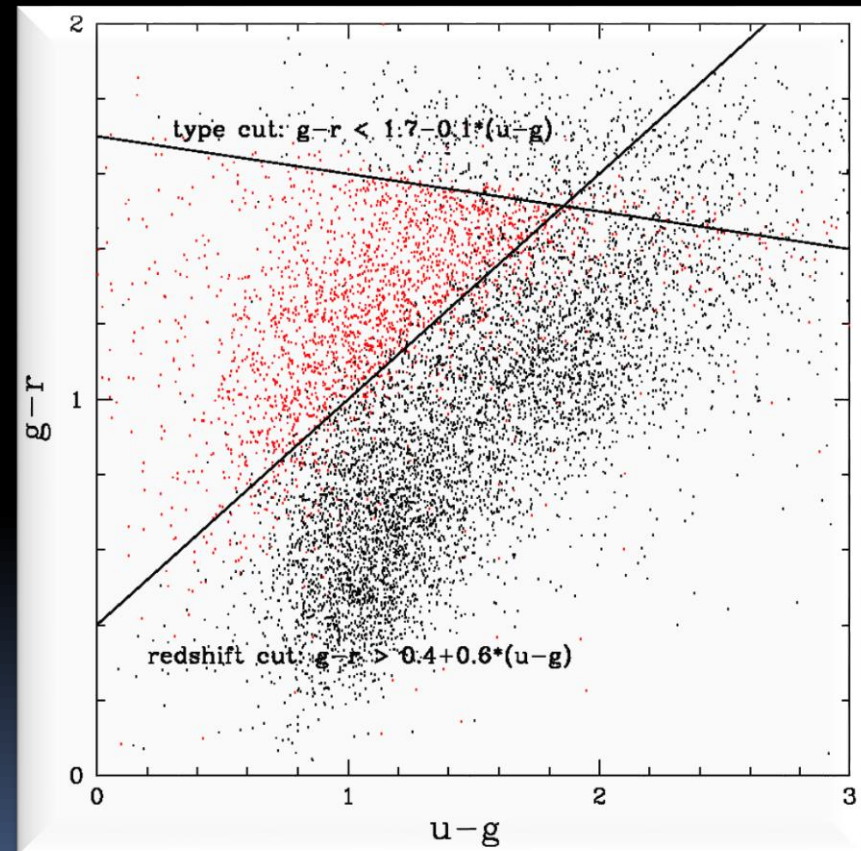
Csillag/galaxis szeparáció
Kvazár target kiválasztás

"vágások"

Sok dimenziós
poliéderek

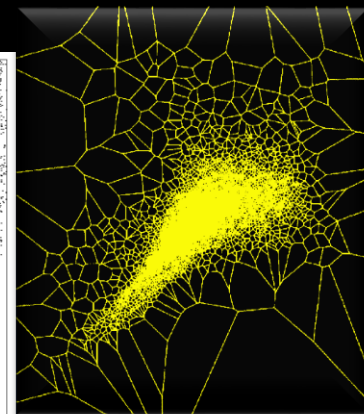
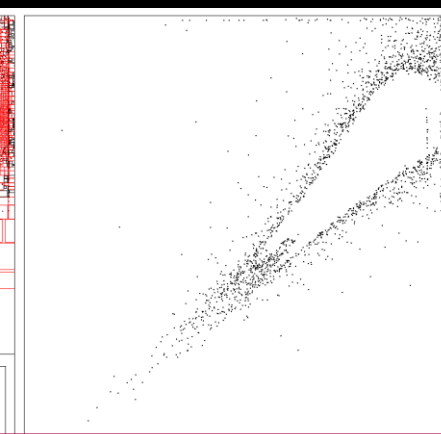
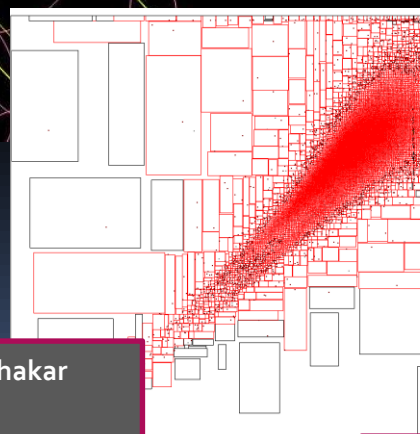
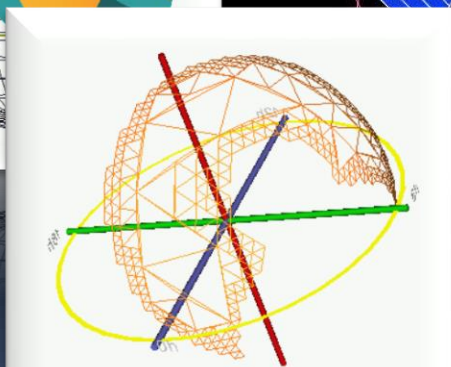
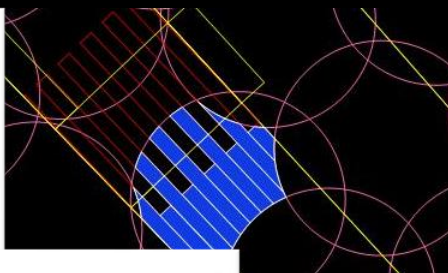
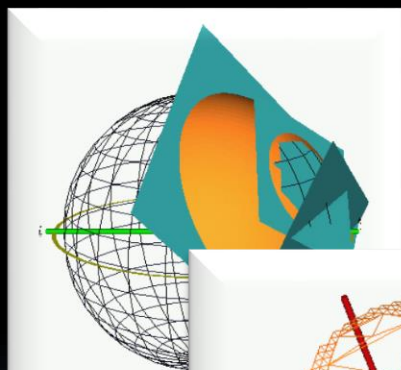
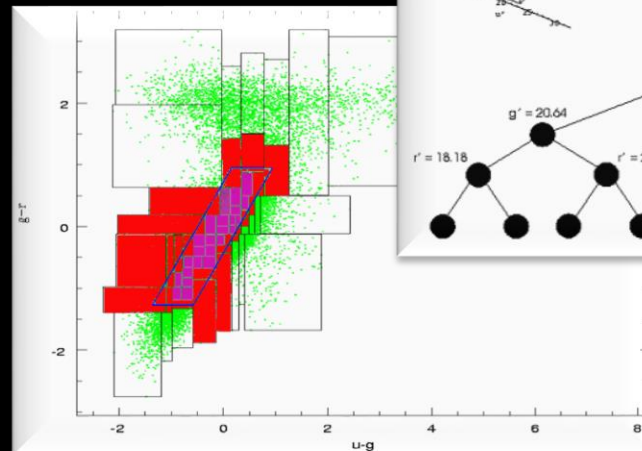
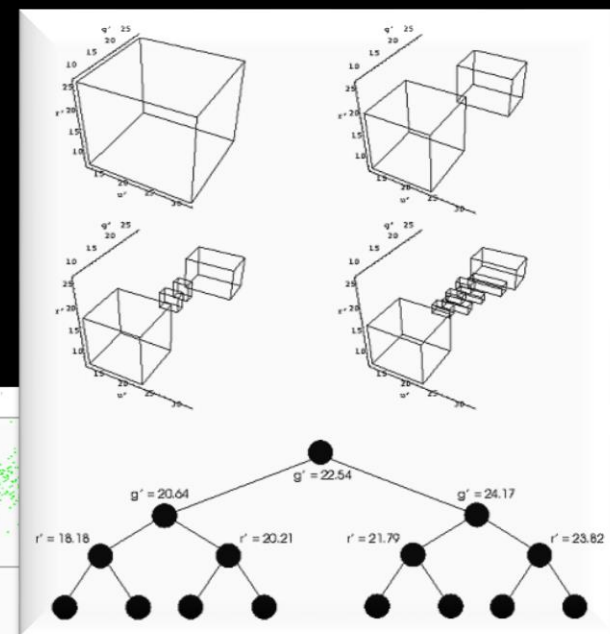
Skyserver: évente több mint 1 millió lekérdezés

```
petroMag_i > 17.5 and (petroMag_r > 15.5 or petroR50_r > 2)
and (petroMag_r > 0 and g > 0 and r > 0 and i > 0) and (
(petroMag_r - extinction_r) < 19.2 and (petroMag_r -
extinction_r < (13.1 + (7/3) * (dered_g - dered_r) + 4 * (dered_r
- dered_i) - 4 * 0.18)) and ((dered_r - dered_i - (dered_g -
dered_r)/4 - 0.18) < 0.2) and ((dered_r - dered_i - (dered_g -
dered_r)/4 - 0.18) > -0.2) and ((petroMag_r - extinction_r +
2.5 * LOG10(2 * 3.1415 * petroR50_r * petroR50_r)) < 24.2))
or ((petroMag_r - extinction_r < 19.5)
and ((dered_r - dered_i - (dered_g - dered_r)/4 - 0.18) > (0.45 -
4 * (dered_g - dered_r))) and ((dered_g - dered_r) > (1.35 +
0.25 * (dered_r - dered_i)))) and ((petroMag_r - extinction_r
+ 2.5 * LOG10(2 * 3.1415 * petroR50_r * petroR50_r)) < 23.3)
)
```



Indexelés, adatbázisok

- Az adat nem fér el a memóriában
- A háttértár elérése nagyságrendekkel lassabb
 - Pl. SDSS adatok átolvasása ~1 nap



AS Szalay, J Gray, G Fekete, P Kunszt, P Kukol, A Thakar
MSR-TR 123 (2005)

T Budavari, L Dobos, AS Szalay, G Greene, J Gray, AH Rots
ASP Conf. Ser. 376, 559 (2007)

I Csabai, L Dobos, M Trencsényi, G Herczegh, P Józsa, N Purger, T
Budavári, AS Szalay Astr. N. 328 (8), 852 (2007)

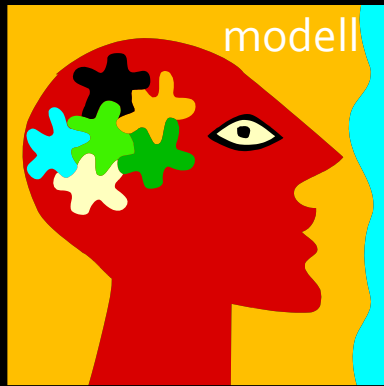
VIRTUÁLIS UNIVERZUM

A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

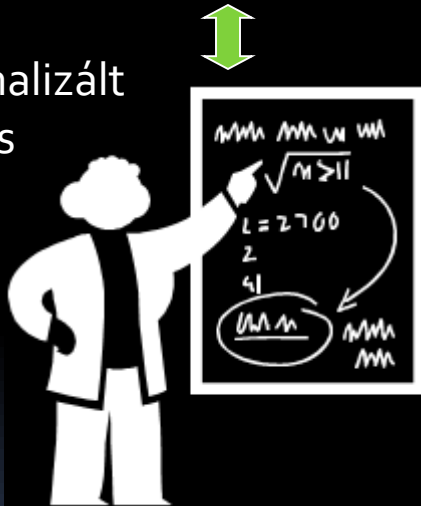
A TUDOMÁNY EVOLÚCIÓJA: A VALÓS ÉS A VIRTUÁLIS VILÁGOK



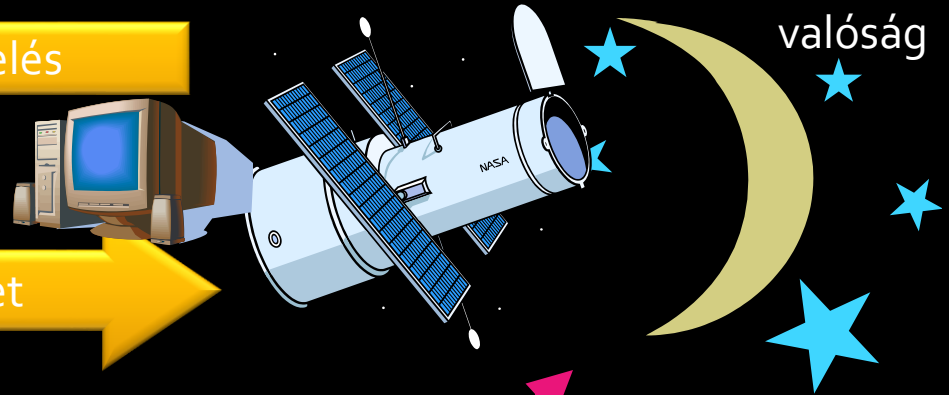
„Virtuális valóság”



formalizált
leírás



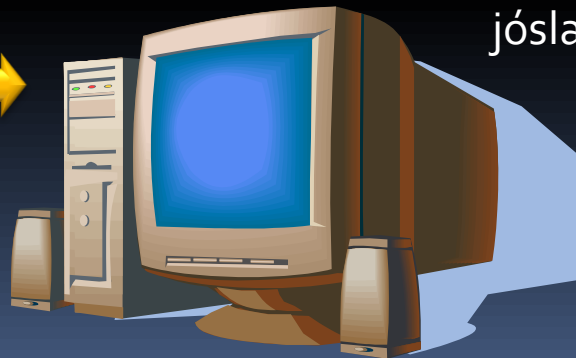
műszerek



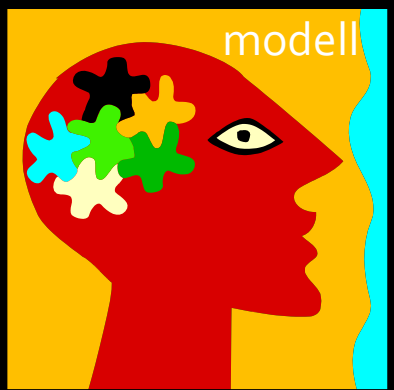
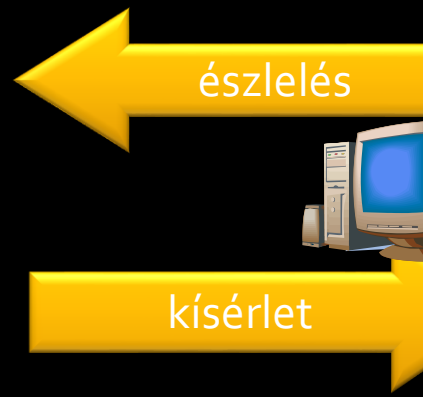
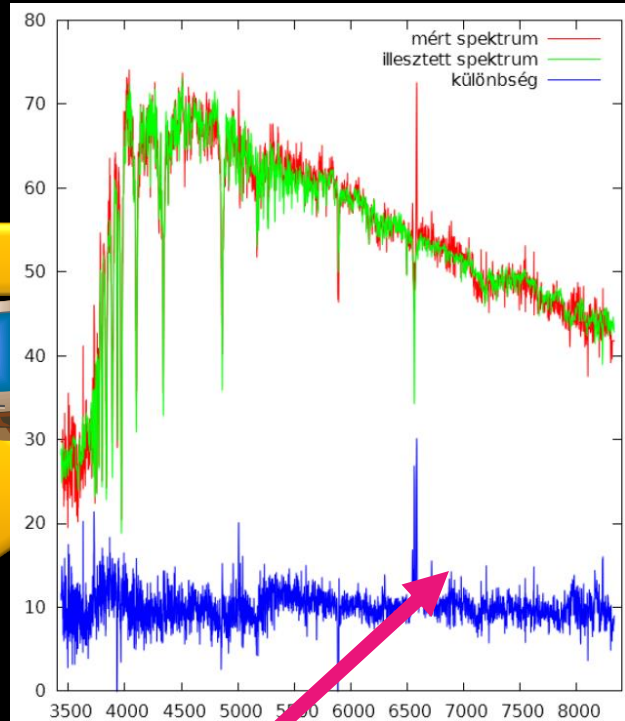
elenőrzés

virtuális valóság

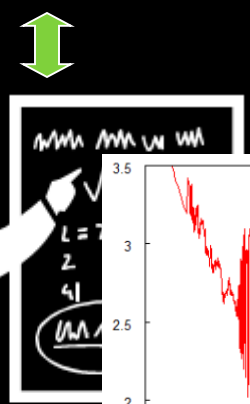
jóslat



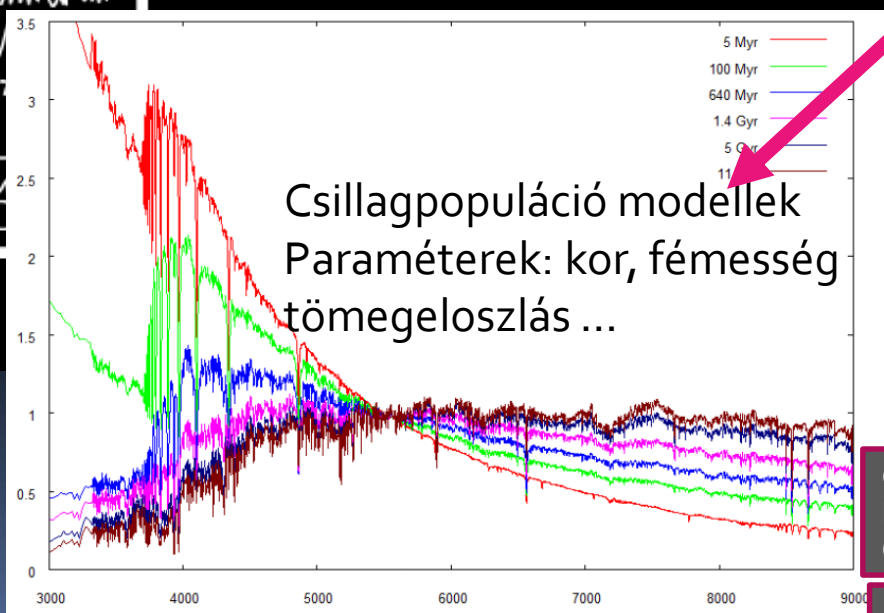
valóság



formalizált leírás



ellenőrzés

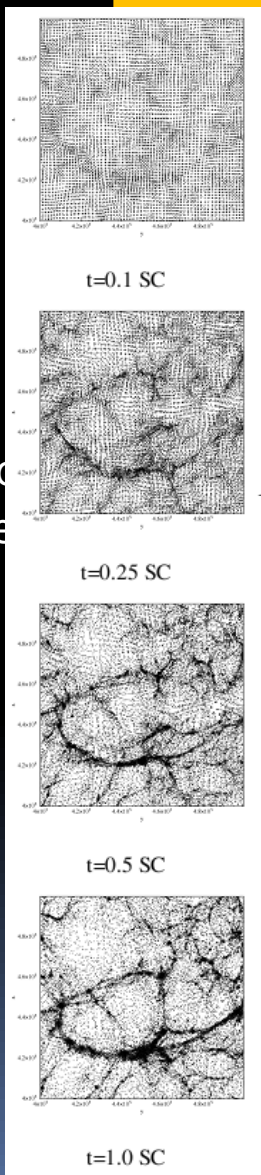


virtuális valóság

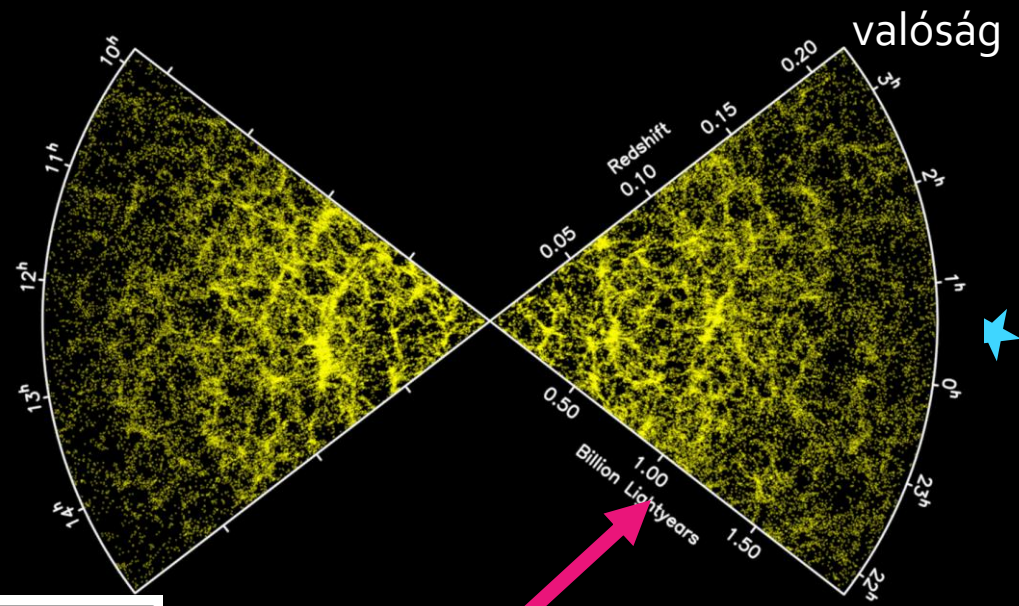
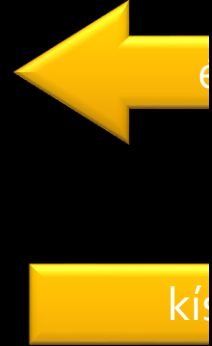
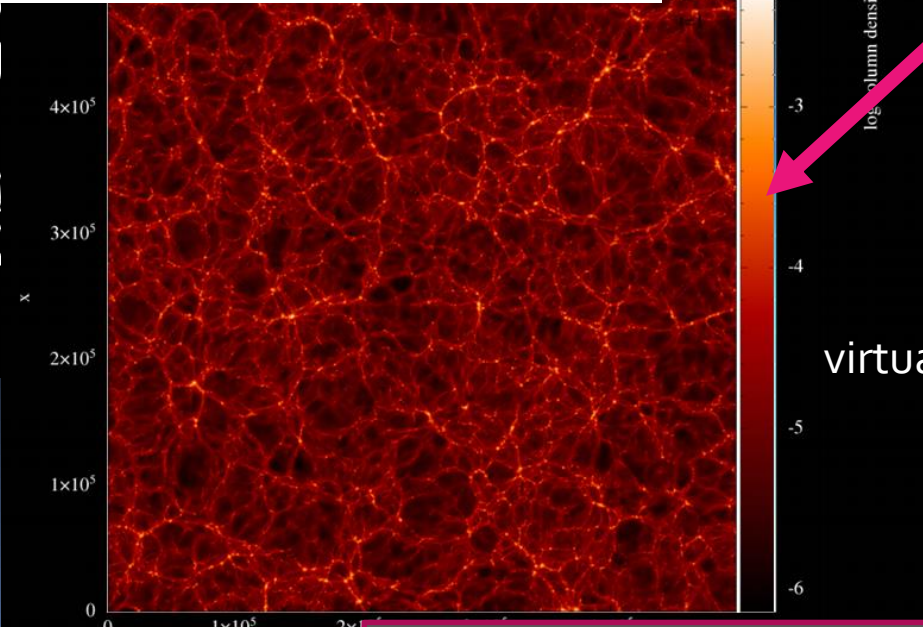
CW Yip, AS Szalay, RFG Wyse, L Dobos, T Budavári, I Csabai; The Astrophysical Journal 709 (2), 780 (2010)

L Dobos, I Csabai, CW Yip, T Budavári, V Wild, AS Szalay; MNRAS 420 (2), 1217-1238(2012)

D Ribli, szakdolgozat ELTE (2014)



$$H(a) = \frac{\dot{a}}{a} = H_0 \sqrt{\Omega_{\Lambda,0} + \Omega_{m,0} \cdot a^{-3} + \Omega_{sug,0} \cdot a^{-4} + (1 - \Omega_m - \Omega_\Lambda) \cdot a^{-2}}$$



ellenőrzés

virtuális valóság

valóság

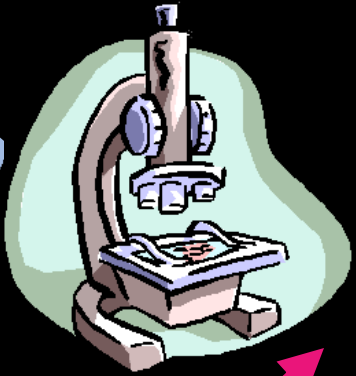
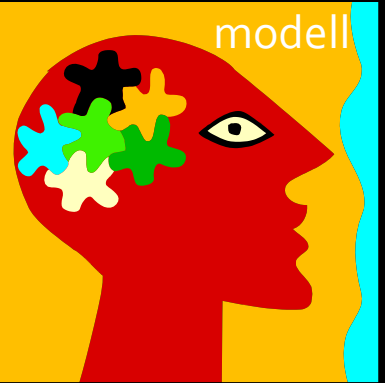
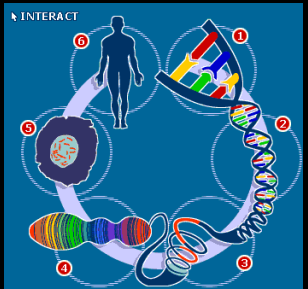
Valódi Univerzum – Virtuális Univerzum



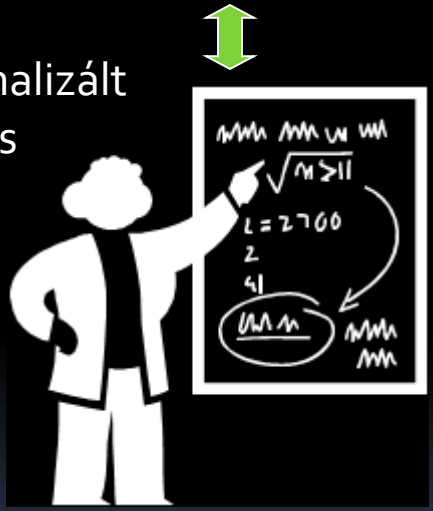
Nem csak a csillagászat: genomika, környezettudományok, társadalomtudományok ... Egyre komplexebb kérdések

műszerek

valóság

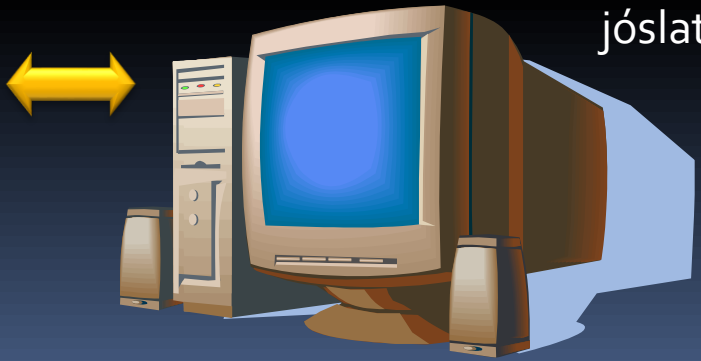


formalizált leírás

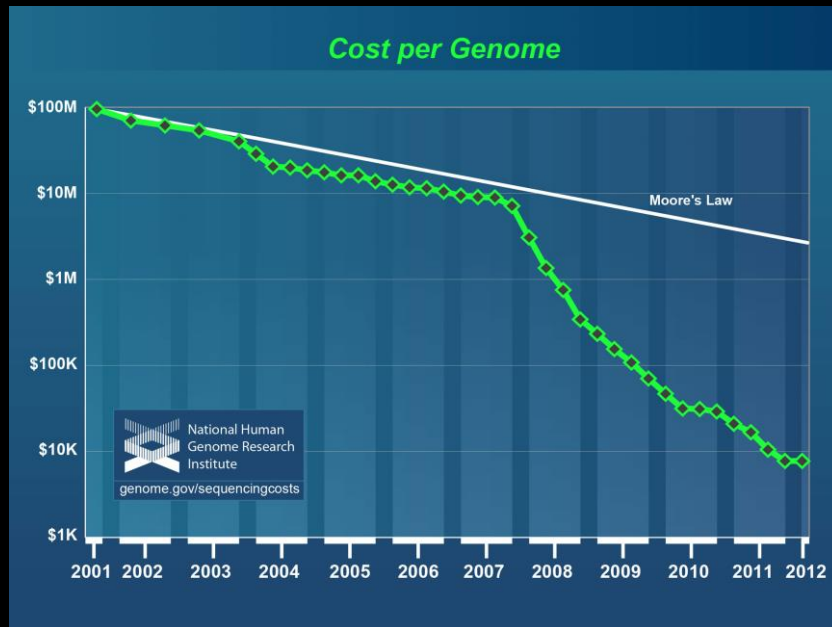


virtuális valóság

jóslat



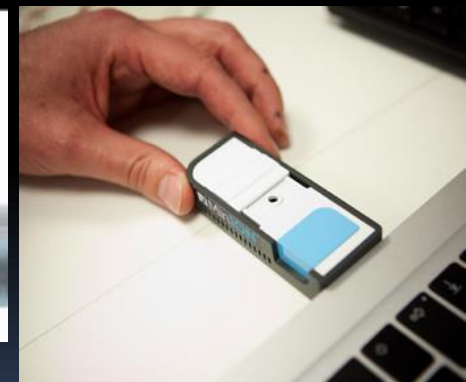
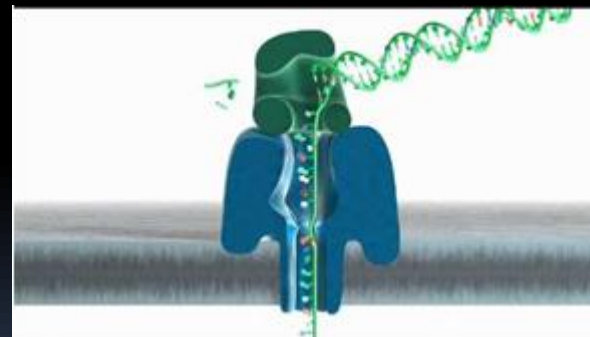
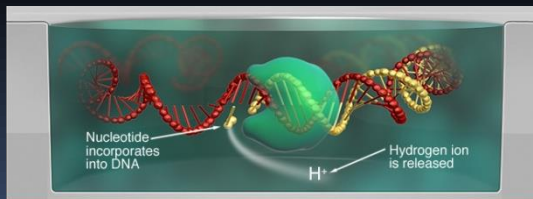
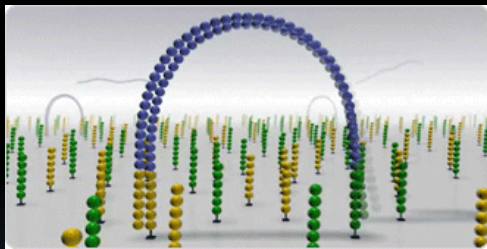
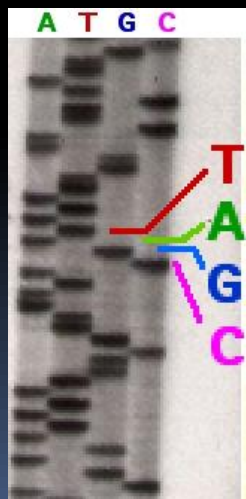
A genomika Moore-törvénye



CCD!

- X Prize, 100 genom, 30 nap, \$10k - törölve
- Microarray
- Tömegspektrográfia
- Digitális mikroszkópia
- ...

Oxford Nanopore
100Mb, \$900



J Molnár, Á Póti, O Pipek, M Krzystanek, N Kanu, C Swanton, GE Tusnady, Z Szallasi, I Csabai, D Szüts. *Genes Genomes Genetics*, g3.114.013482(2014)

S.Spisak, K.Lawrenson, Y.Fu, I.Csabai, ... M. Freedmann. *Nature Medicine* doi:10.1038/nm.3975 (2015)

HGP 1990-2003: 2.7 milliárd USD / Ma: 1000 USD

- SDSS spektrumok: 1 millió darab 3000 dimenziós vektor
- Microarray vizsgálatunk: 207 darab 54675 dimenziós vektor

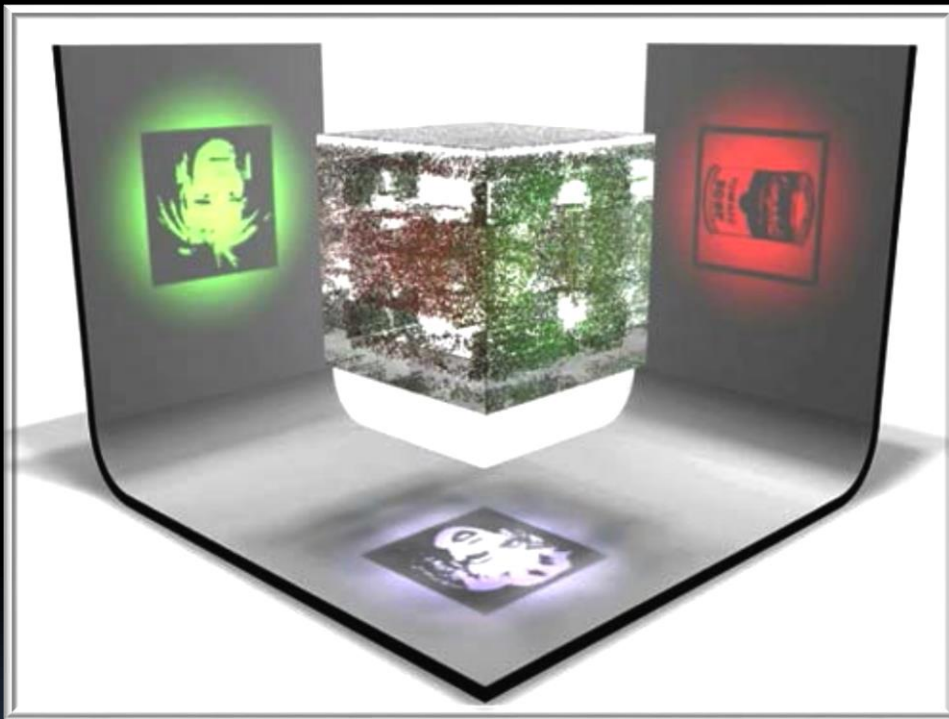


Dimenzióredukció, tömörítés

Remény: a háttérben lévő fizikai törvények miatt az adatok nem töltik ki egyenletesen a teret. Alterekre/hiperfelületekre korlátozódnak. Ezért érthetjük meg egyáltalán a világot!

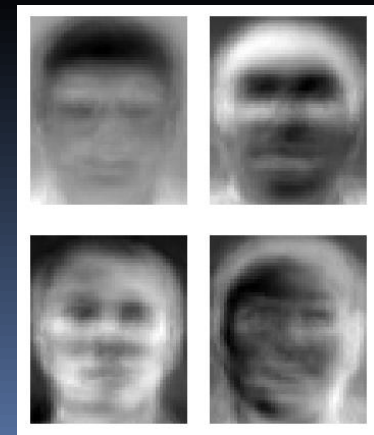
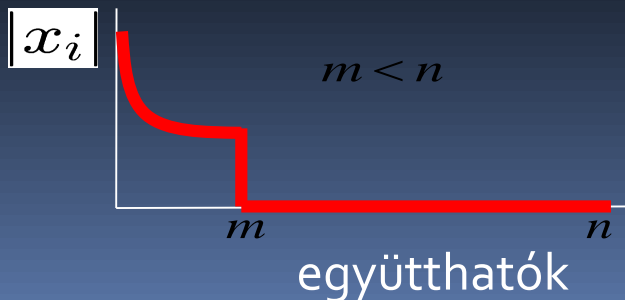
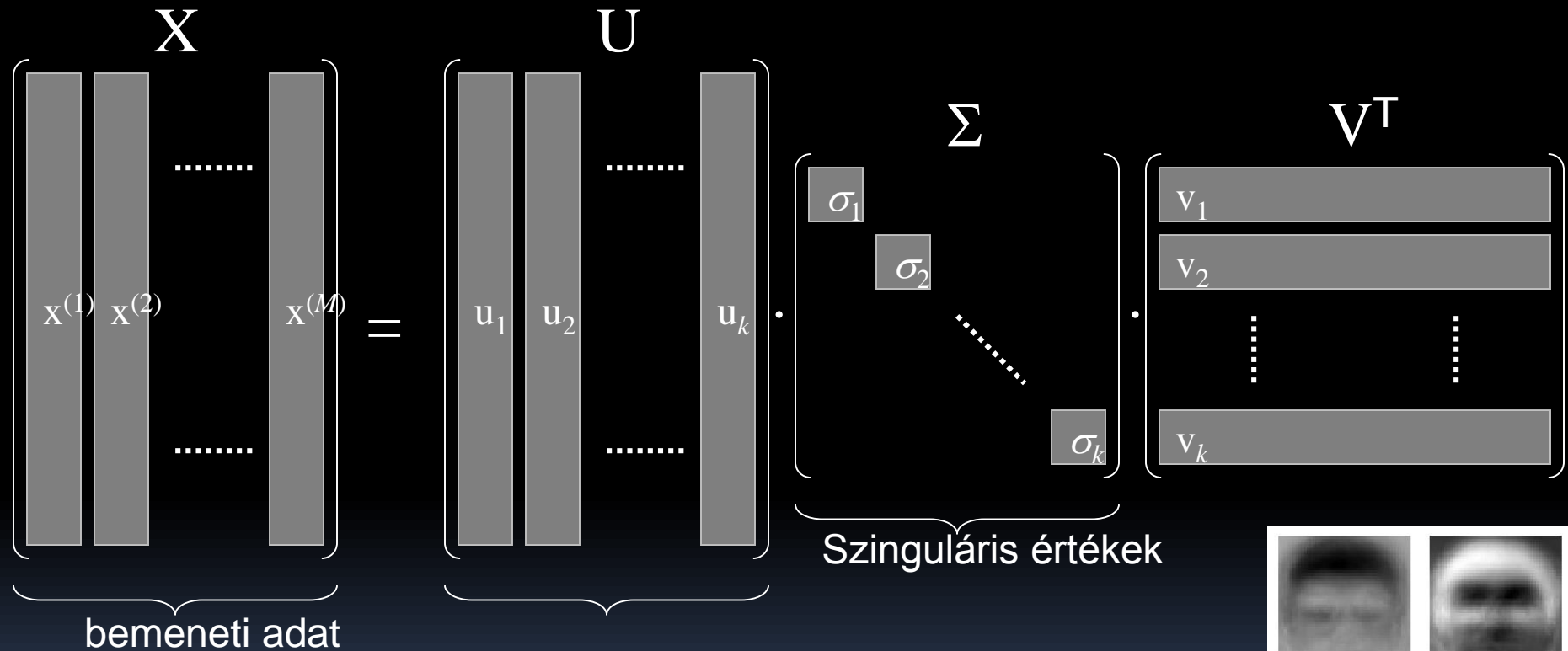
Hogy fér be az Univerzum az ember fejébe?

Dimenzió redukció

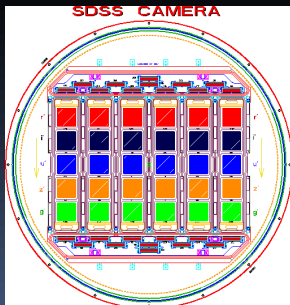


„Okos” vetítés: PCA - SVD

$$X = U\Sigma V^T$$



„Mért vetületek”



u

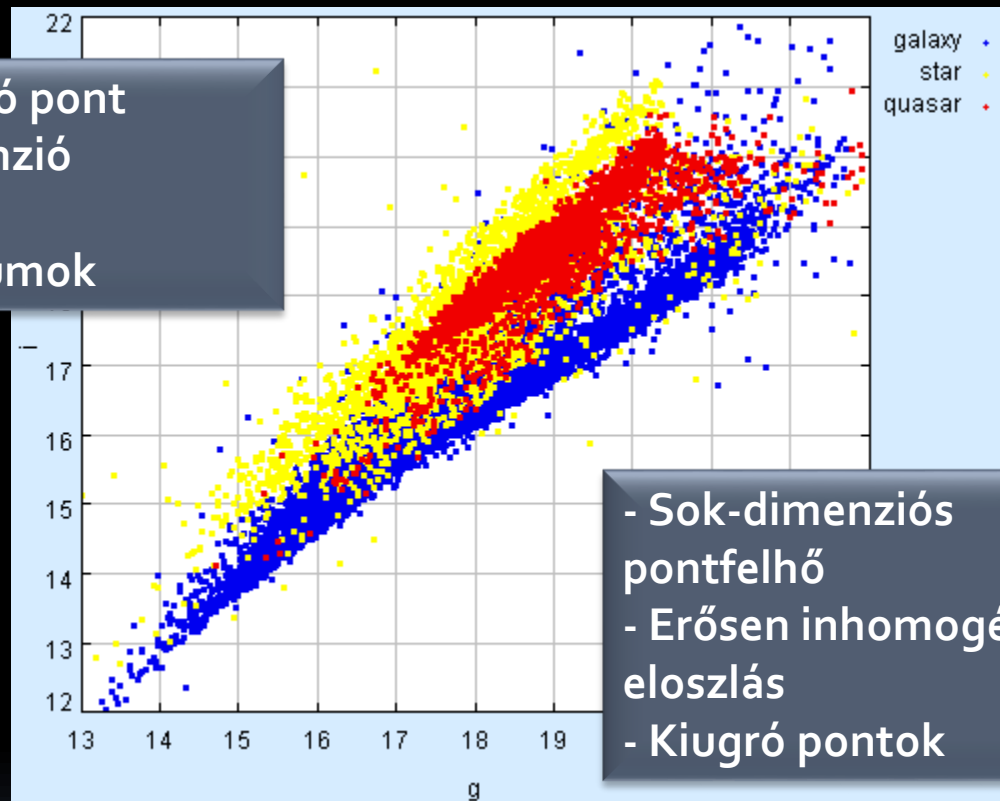
g

r

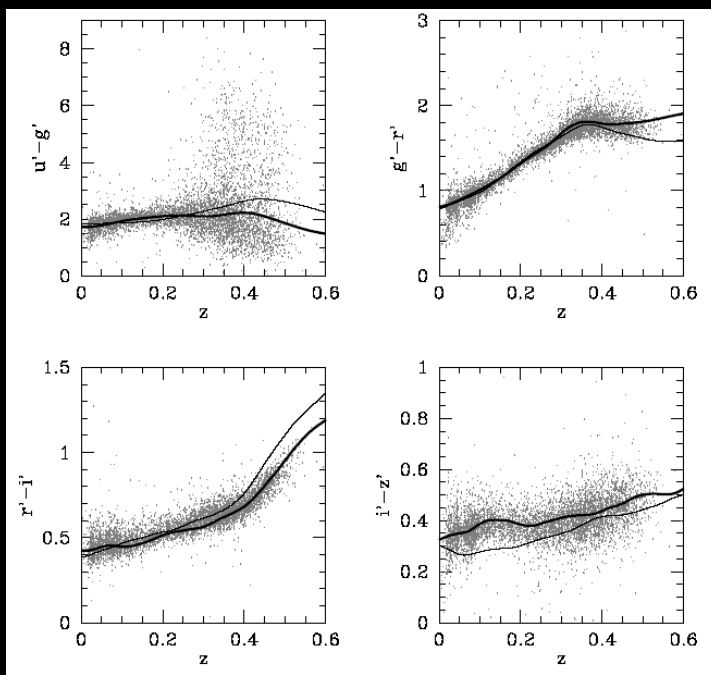
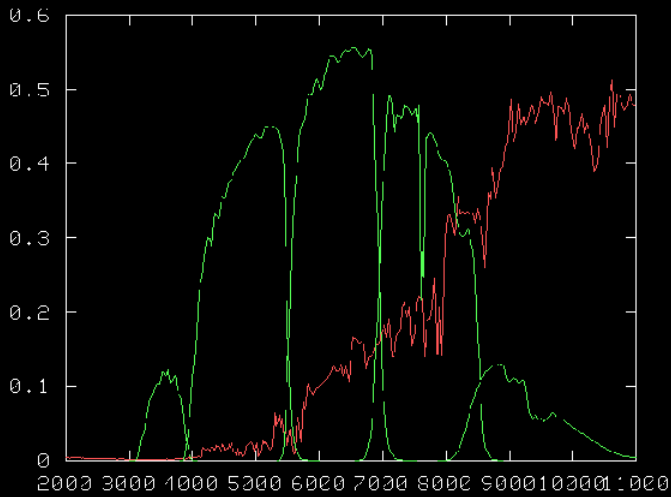
i

z

270 millió pont
5+ dimenzió
+képek
+spektrumok



- Sok-dimenziós pontfelhő
- Erősen inhomogén eloszlás
- Kiugró pontok



GALAXIS
SPEKTRUM

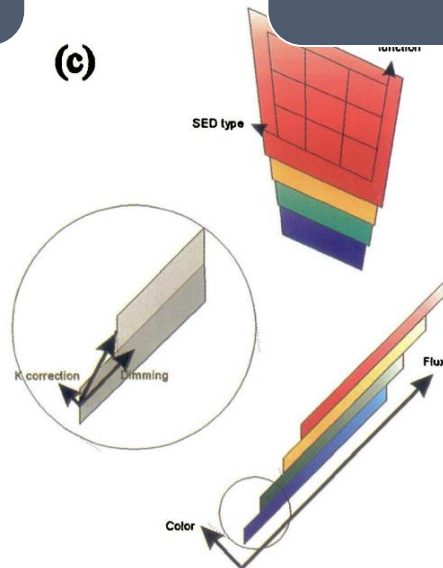
MAGNITÚDÓK,
SZÍNEK

SZÍNSZŰRŐK

VÖROSELTOLÓDÁS

Fotometrikus vöröseltolódás
Komplex inverz probléma
Mesterséges neuronhálózatok /
Adatbányászati technikák

Csillagok metallicitásának
becslése



AJ Connolly, RG Kron, I Csabai, DC Koo, JA Munn, AS Szalay; Astr. J, 110, 2655 (1995)

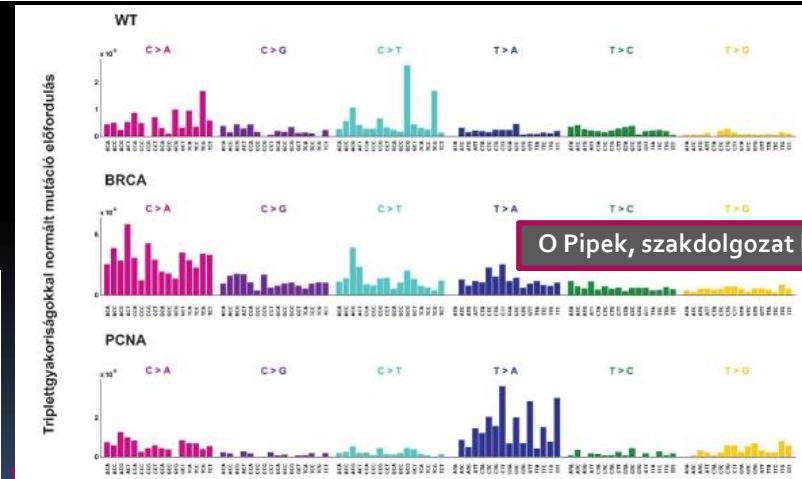
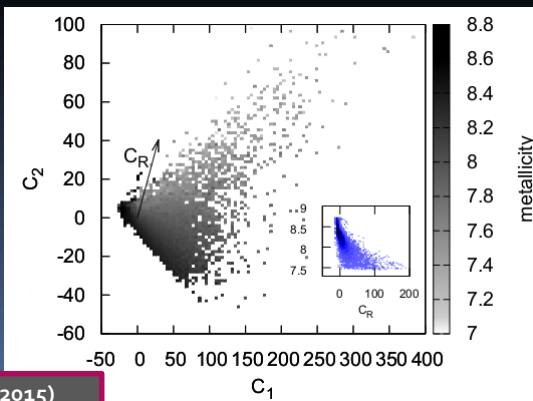
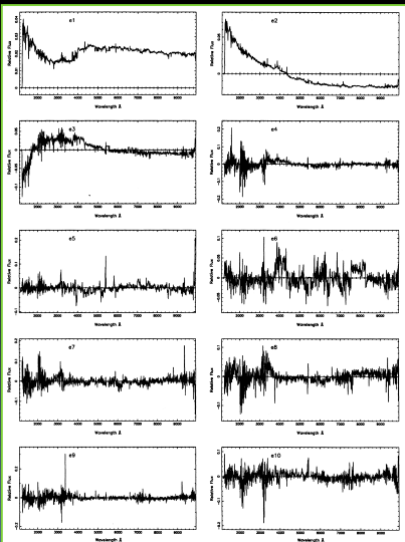
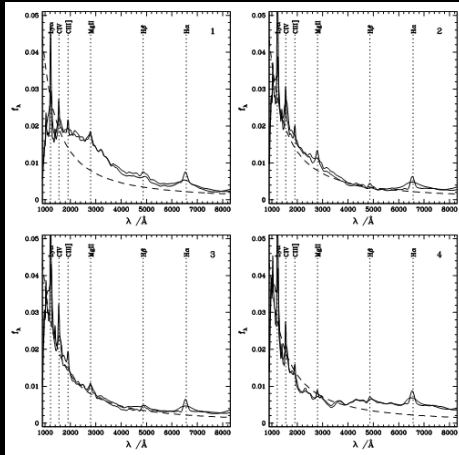
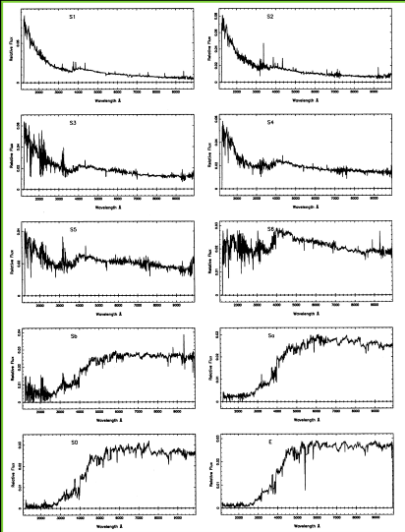
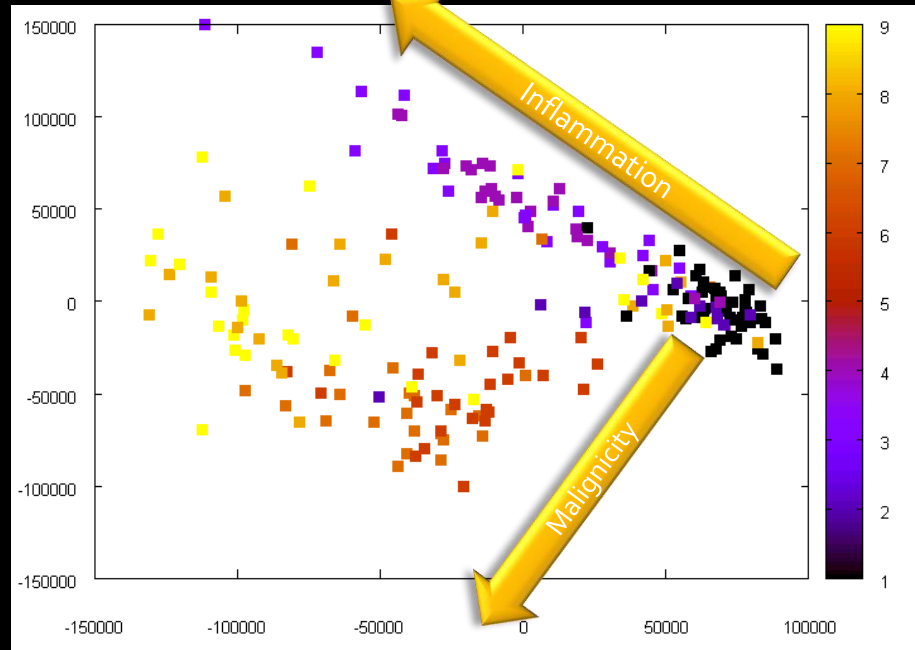
I Csabai, AJ Connolly, AS Szalay, T Budavári Astr. J. 119 (1), 69(2000)

I Csabai + SDSS collab. Astr. J. 125 (2), 580 (2003); SDSS DR1-DR12 (2002-2015)

G Kerekes, I Csabai, L Dobos, M Trencsényi Astr. N. 334 (9), 1012-1015(2013)

Dimenzió redukció: alkalmazások

CRC 2
CRC 1
AD2
AD1
IBD2
IBD1
NEG



O Pipek, szakdolgozat ELTE (2014)

T Budavári, I Csabai + SDSS collab.; Astr. J. 122 (3) 1163(2001)

I Csabai, AJ Connolly, AS Szalay, T Budavári; Astr. J. 119 (1), 69 (2000)

Z Györy, AS Szalay, T Budavári, I Csabai, S Charlot; Astron. J. 141 (4) 133 (2011)

S Spisák, A Kalmár, O Galamb, B Wichmann, F Sipos, B Péterfia, I Csabai, I Kovalszky, S Semsey, Z Tulassay, B Molnár; PloS one 7 (10), e46215(2012)

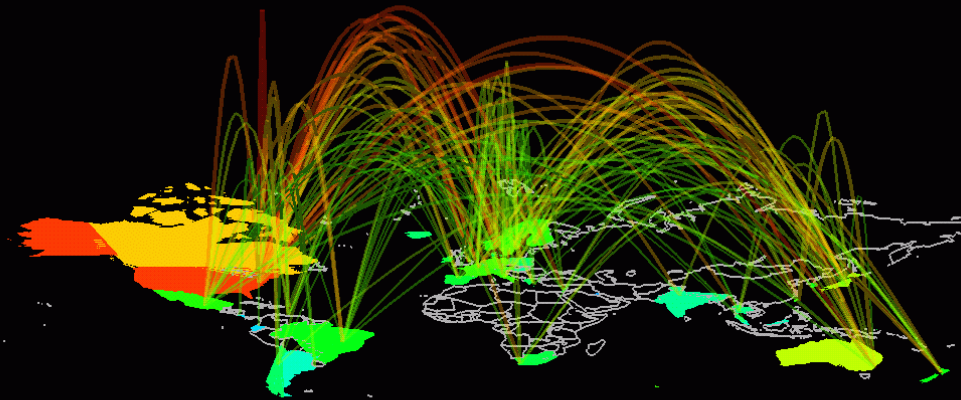
R. Beck, L. Dobos, I. Csabai; in prep. (2015)

Emberi Univerzumok

**KOMMUNIKÁCIÓS, SZOCIÁLIS ÉS
PÉNZÜGYI HÁLÓZATOK**

Internet

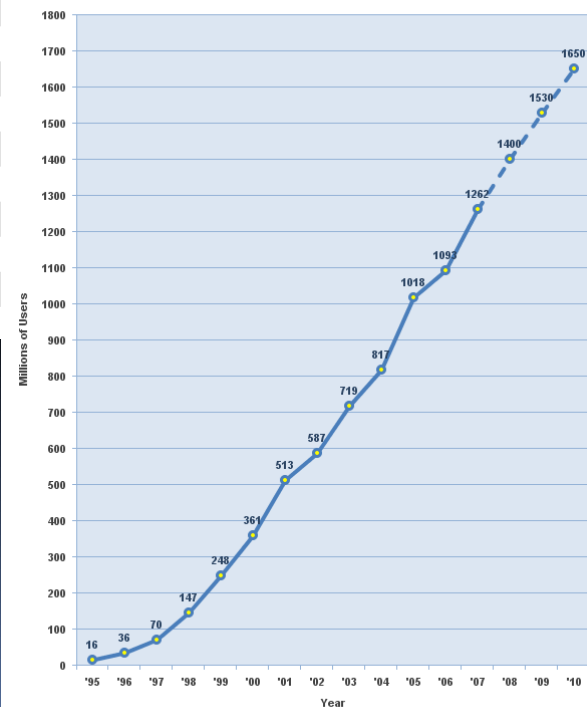
- Ember alkotta, de nincs meg a "tervrajz"
- "Csillagászati" számú komplex nem-lineárisan kölcsönható elem
- Természettudományos módszerek kellene
 - Észlelés/kísérlet
 - Modell
 - Jobbat tervezni
- Jövő internet: self-aware, self-managing, self-healing ...



Countries	Total IPs	Last Updated
240	3,030,462,896	2009-07-31 15:20:58

Total IPs	Country
1,478,842,181	UNITED STATES
234,262,365	UNITED KINGDOM
207,440,422	CHINA
176,463,582	JAPAN
108,273,367	GERMANY
81,241,704	FRANCE
77,261,386	CANADA
72,907,648	KOREA, REPUBLIC OF
43,472,356	ITALY
42,894,254	NETHERLANDS
38,451,977	AUSTRALIA
31,906,592	BRAZIL
26,969,719	RUSSIAN FEDERATION

Internet Users in the World
Growth 1995 - 2010

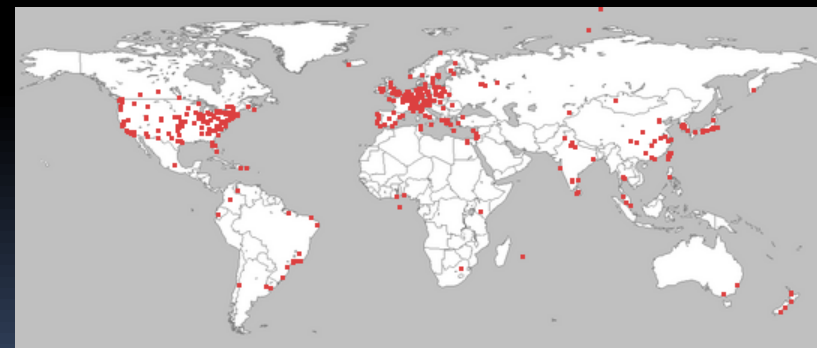
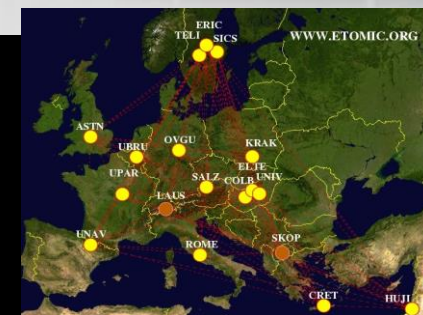


Network Measurement VO

ETOMIC/Sonoma/Spotter



- GPS szinkronizáció
- Speciális precíz időmérés (~60 ns , Endace DAG 3.6 GE card / ARGOS FPGA)
- Mérésvezérlő rendszer
- Központi adatbázis
- Nemzetközi nagykollaborációk: Evergrow, Planetlab, Moment, Onelab, Novi, XIFI
- Ipari partnerek



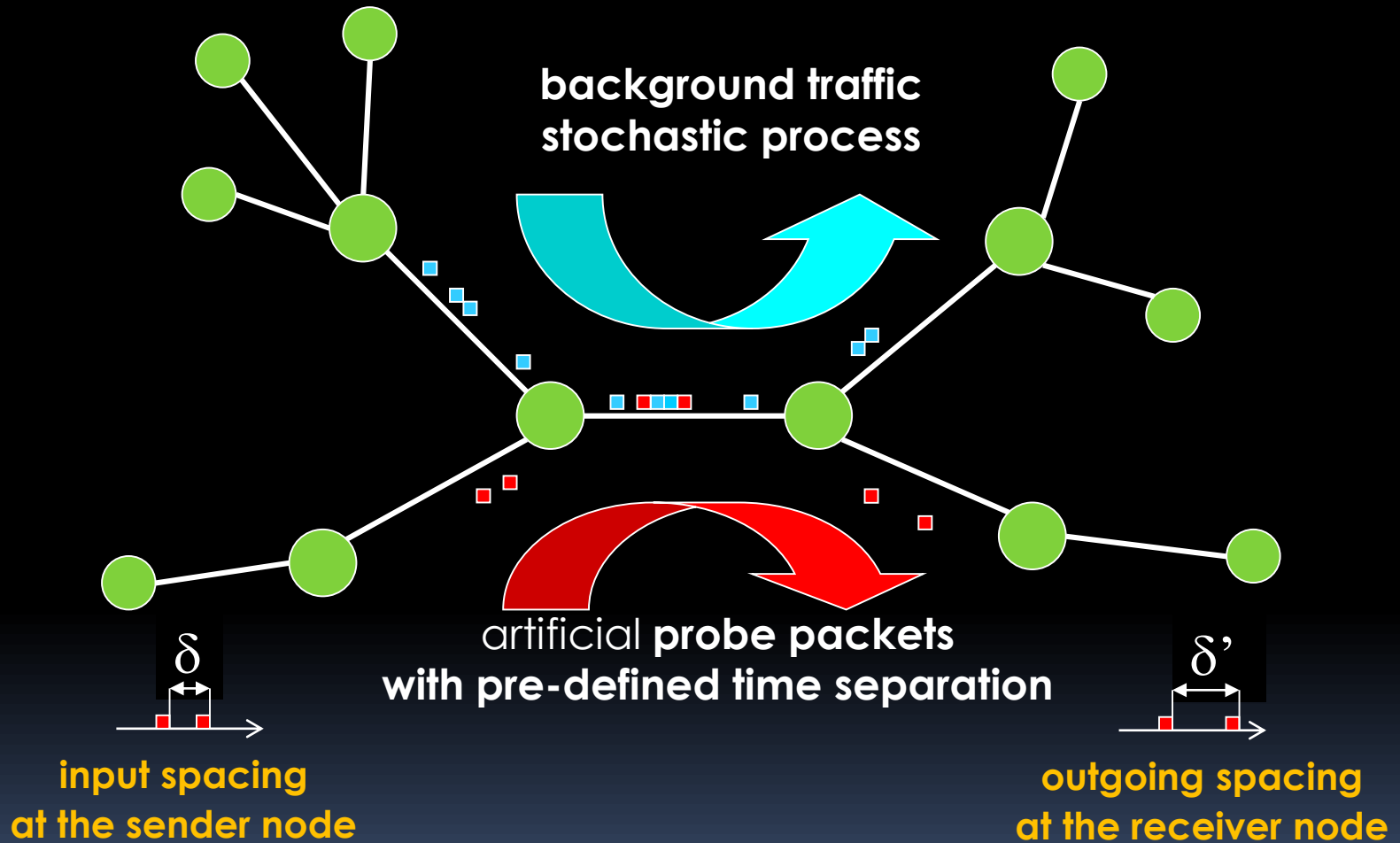
S Laki, P Mátray, P Hága, T Sebők, I Csabai, G Vattay; INFOCOM, 2011 Proceedings IEEE, 3173-3181 (2011)

P Matray, I Csabai, P Haga, J Steger, L Dobos, G Vattay; Proc. ACM workshop on Mining network data, 23-28 (2007)

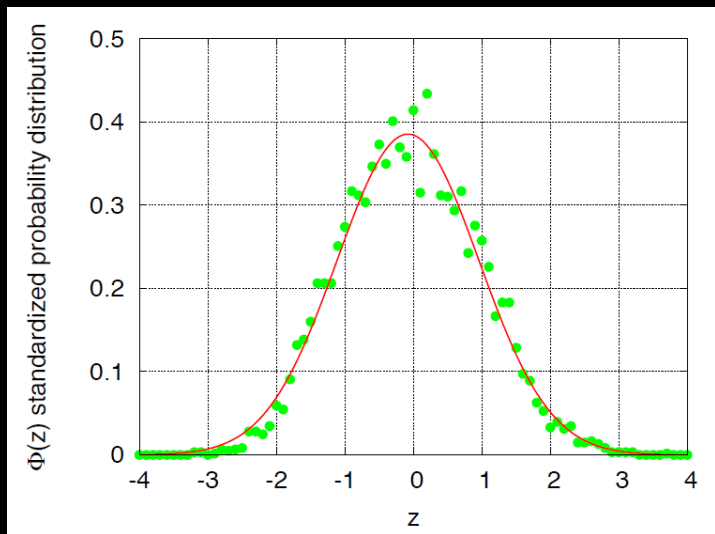
D Morato, E Magana, M Izal, J Aracil, FJ Naranjo, P Astiz, U Alonso, I Csabai, P Hága, G Simon, J Stéger, G Vattay; TRIDENTCOM, 283-289 (2005)

J Szüle, L Dobos, I Csabai, G Vattay; TRIDENTCOM, 137, 65 (2014)

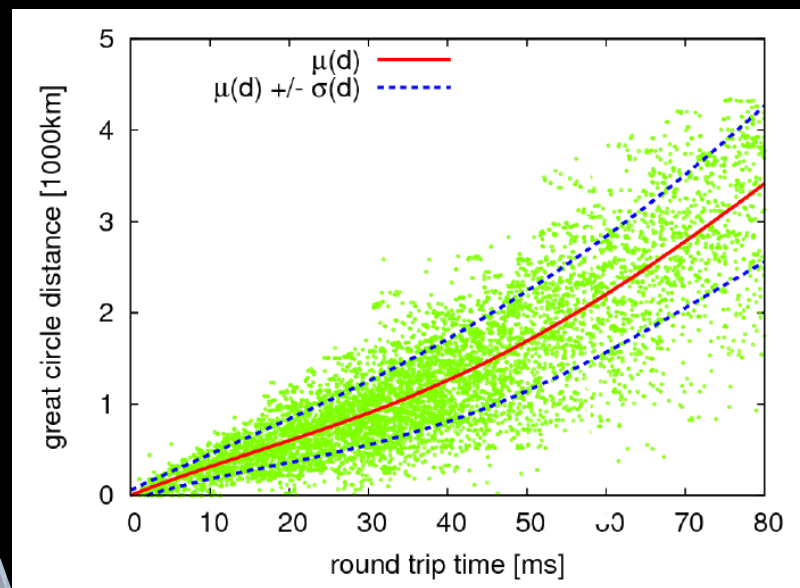
Hálózat tomográfia – vépont-végpont mérések



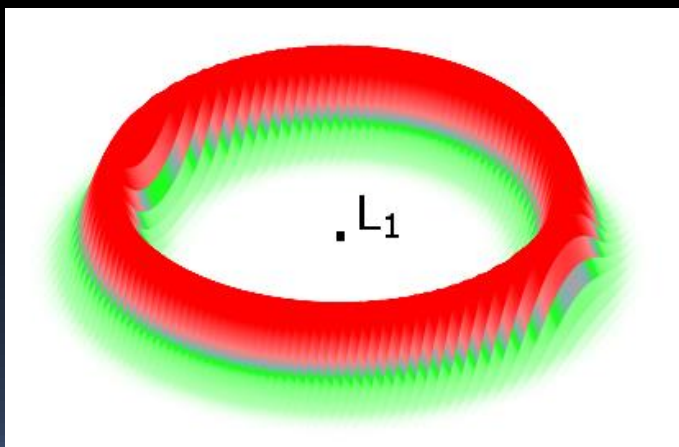
Geolokalizáció



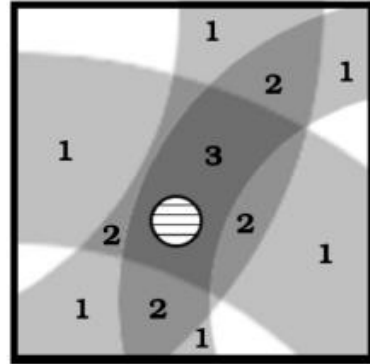
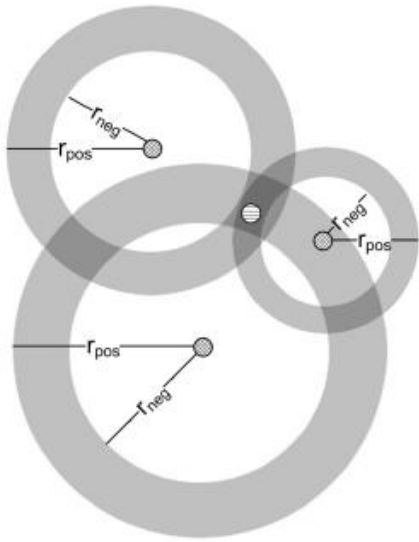
Csomagkésleltetési idő eloszlás





Késleltetési idő – távolság modell

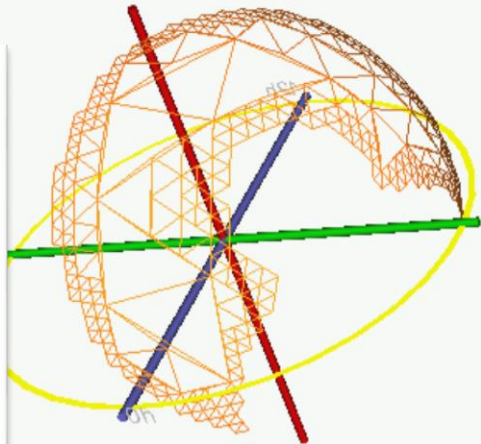
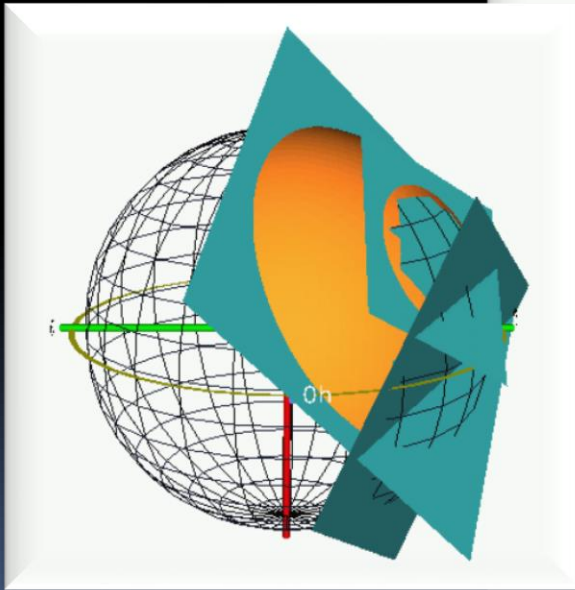


Mátray Péter, PhD, ELTE Informatikai Kar (2014)

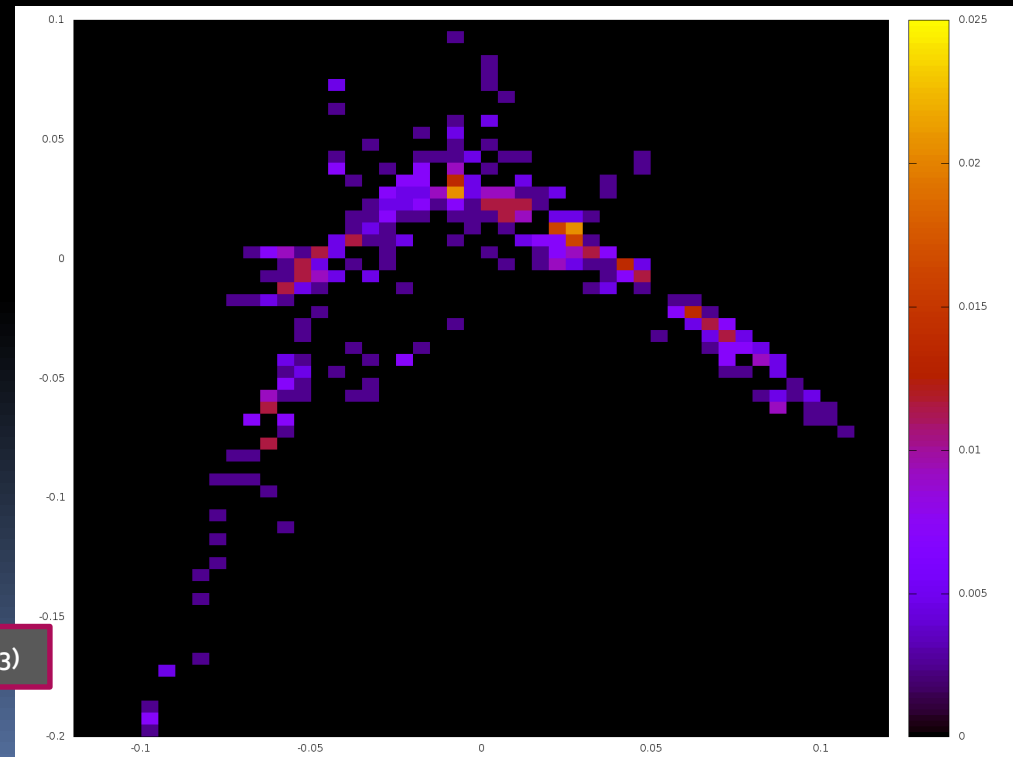
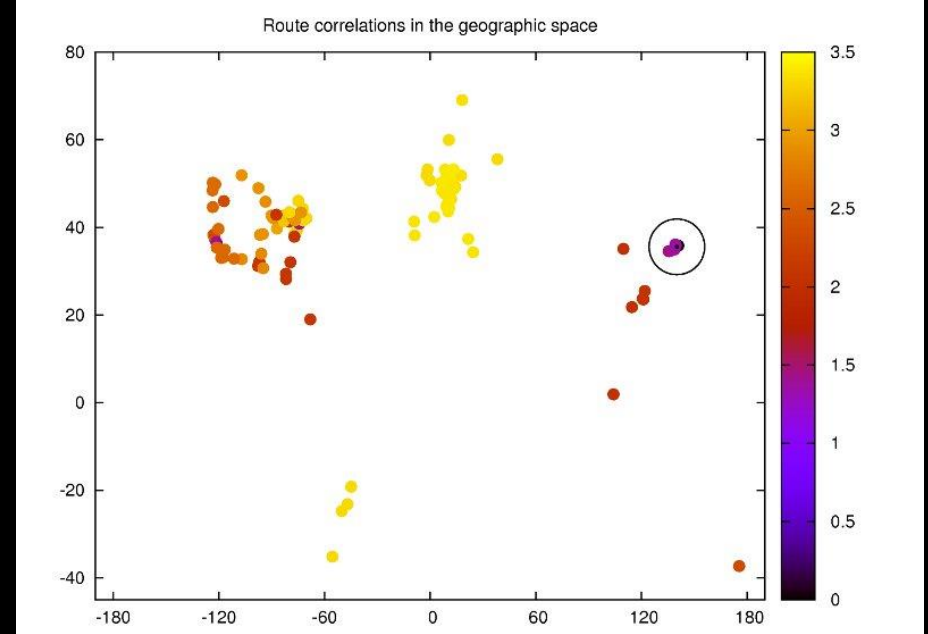
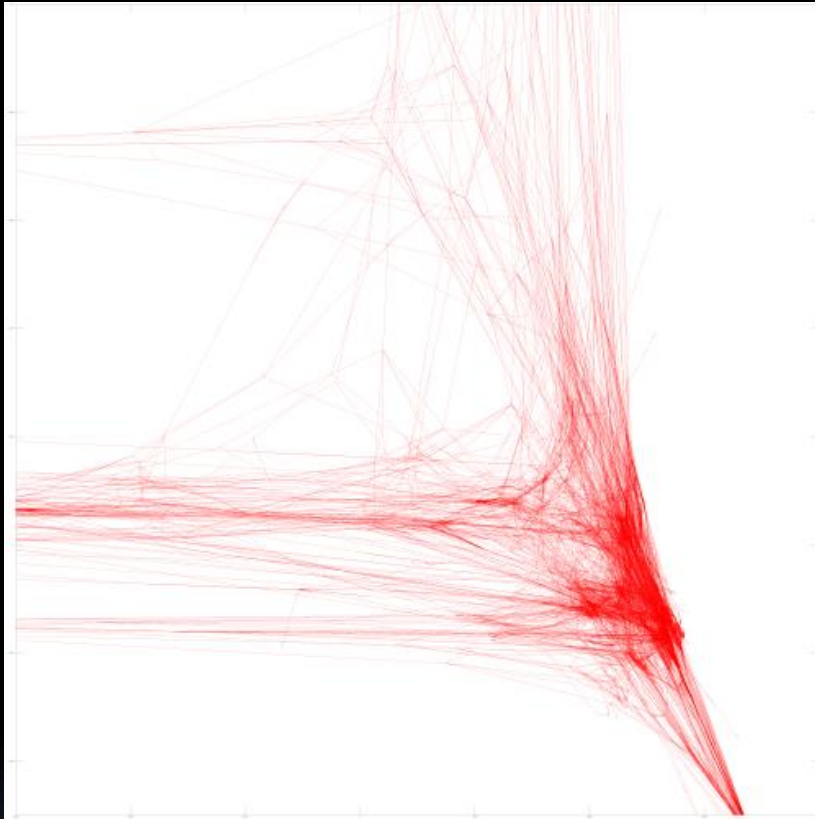


 Target node
 Landmark node

Csillagászati indexelés újrahasznosítás:
 HTM index library + SQL Server integráció
 Gyors gömbi poliéder manipulációk:
 gyorsabb geolokalizáció

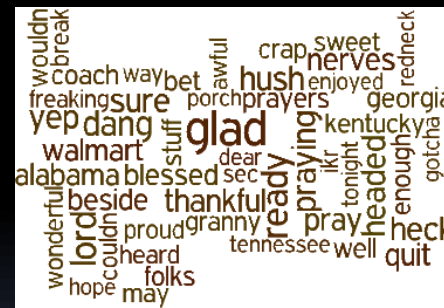
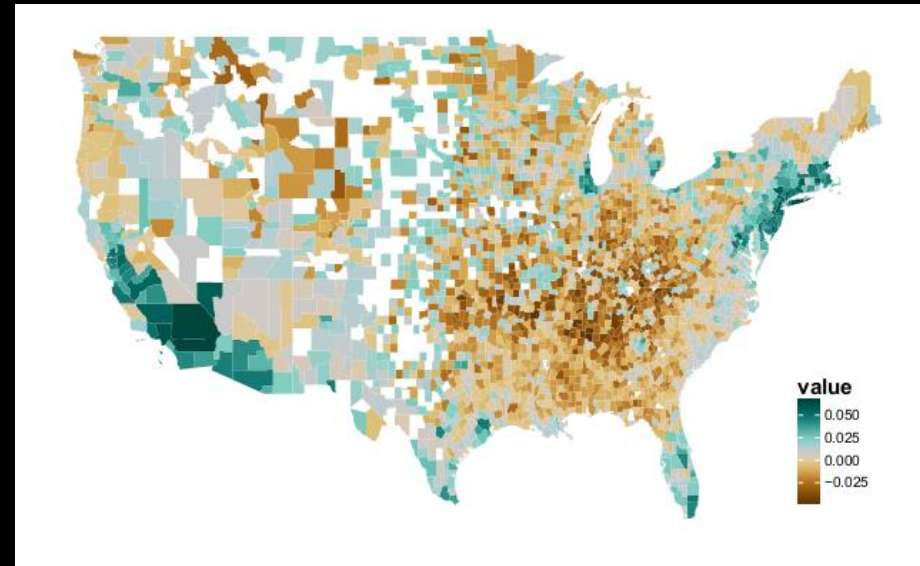


Hálózat PCA



D Kondor, P Mátray, I Csabai, G Vattay; *Physica A* 392 (18), 4160-4171 (2013)

Szociális hálózatok: TwitterDB

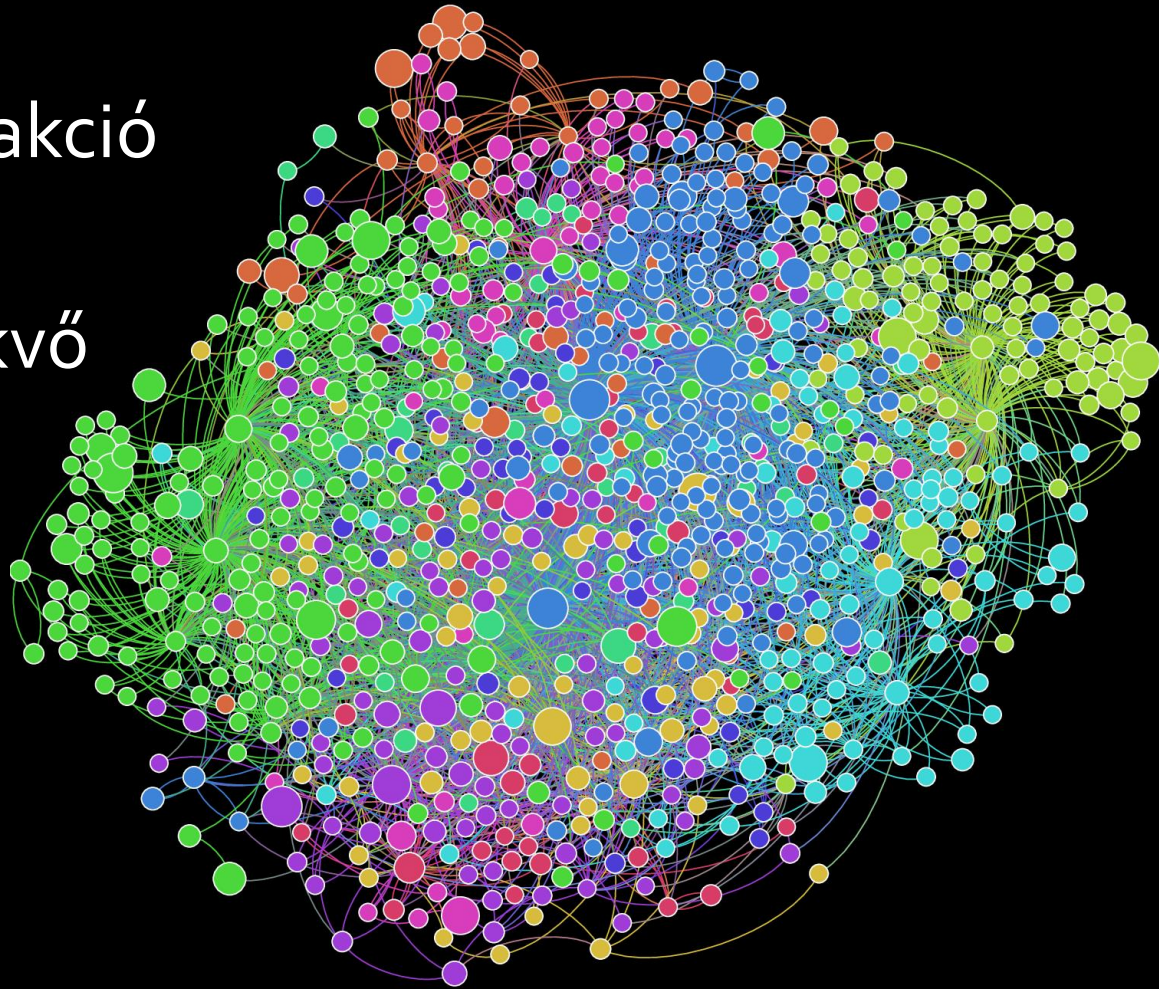


Using Robust PCA to estimate regional characteristics of language use from geo-tagged Twitter messages; D Kondor, I Csabai, L Dobos, J Szule, N Barankai, T Hanyecz, T Sebok, Z Kallus, G Vattay; IEEE CogInfoCom) (2013)

Bokányi Eszter, diplomamunka, ELTE TTK (2015)

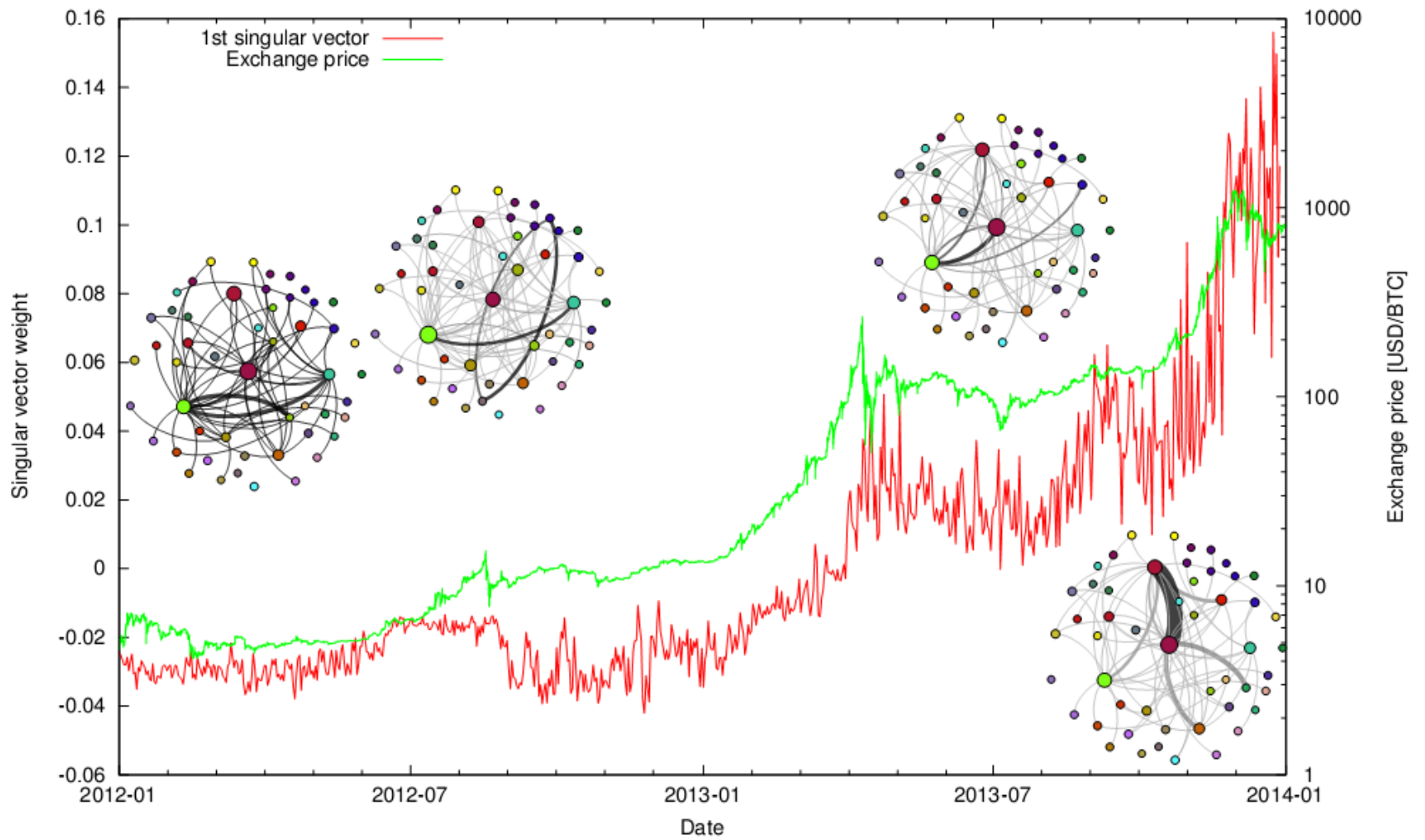
Bitcoin pénzügyi hálózat

- Összes (50M) tranzakció ismert
- Dinamikusan növekvő irányított hálózat
- Adatbázis
- Dimenzióredukció



Strong random correlations in networks of heterogeneous agents; I Kondor, I Csabai, G Papp, E Mones, G Czibalmos, MC Sándor
Journal of Economic Interaction and Coordination 9 (2), 203-232 (2014)

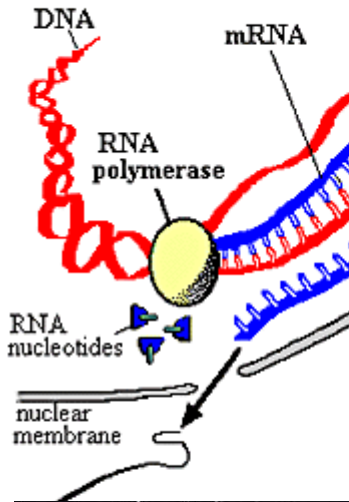
Do the rich get richer? An empirical analysis of the BitCoin transaction network; D Kondor, M Pósfai, I Csabai, G Vattay; PloS one 9 (2), e86197 (2014)



Inferring the interplay of network structure and market effects in Bitcoin; D Kondor, I Csabai, J Szüle, M Pósfai, G Vattay; New Journal of Physics, accepted (2014)

1. Transcription

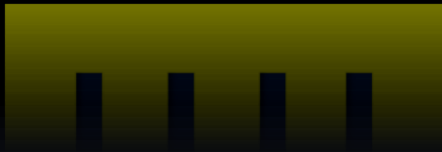
Az Univerzum komplex rendszer
A galaxisok komplex rendszerek
A humán genom komplex rendszer
A társadalom komplex rendszer
A gazdaság komplex rendszer
Az Internet komplex rendszer
...



2. Translation

A komplex valóság leírásához komplex modellek (**virtuális valóságok**) kellene

A komplex modellek felállításához/validációjához sok-sok adat és hatékony eszközök kellene "Datascope"



Diákok
PhD hallgatók
Kollégák



SOTE, MTA TTK, MTA Wigner
Universidad Autonoma de Madrid
Universidad Publica de Navarra
Ericsson Research
Tel Aviv University
Johns Hopkins University
Ericsson, 3Dhistech
Harvard Children's Hosp.,
Stanford Univ., DTU
NKTH TECHO8:3dhisto8,
KMR_12-1-2012-0216
NAP 2005/ KCKHA005, Polányi
TAMOP: Futurlct
OTKA-103244, OTKA-114560
OTKA 7779
EU ICT OneLab2 IP #224263
EU FIRE NOVI #257867
EIT KIC
EU H2020 COMPARE #643476

CARS THAT
PARK THEMSELVES
WILL SOON WANT TO
DRIVE THEMSELVES
AND THEN
HARVEST OUR BODIES FOR ENERGY

