

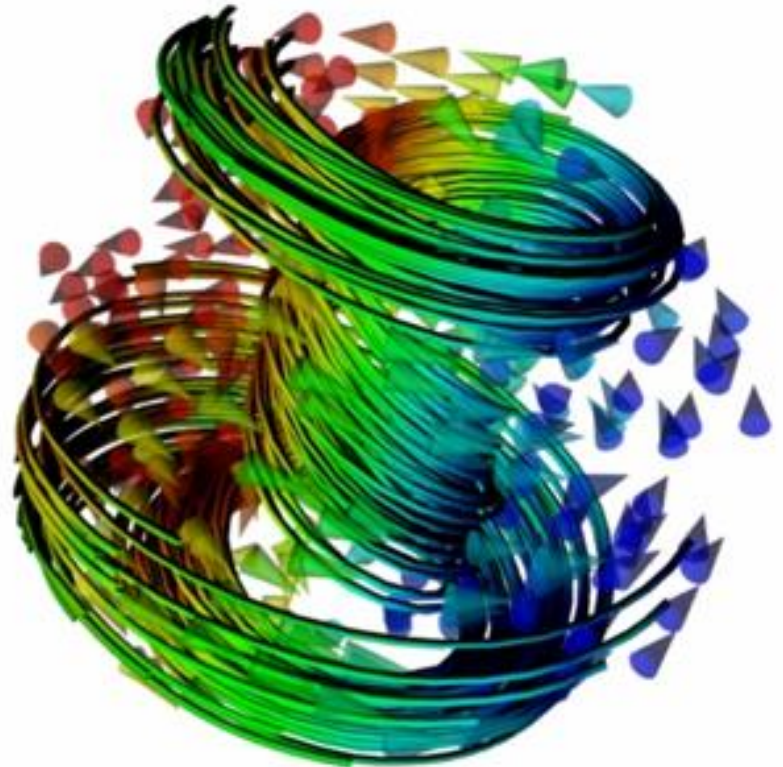
www.cehwiedel.com

Vizualizace

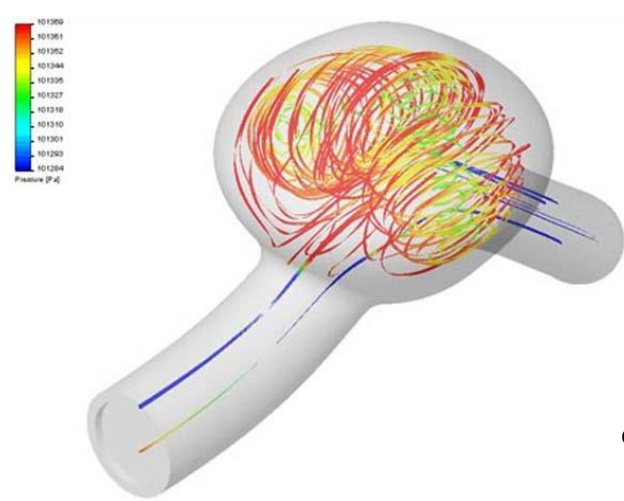
PV251

Barbora Kozlíková

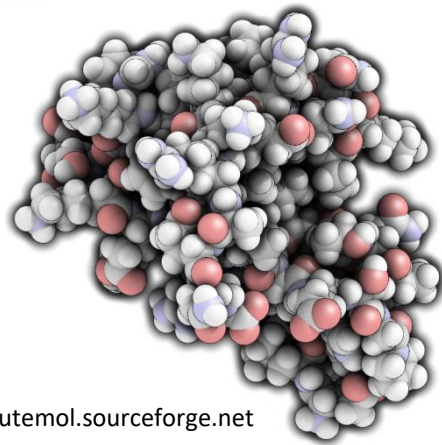
Jaro 2017



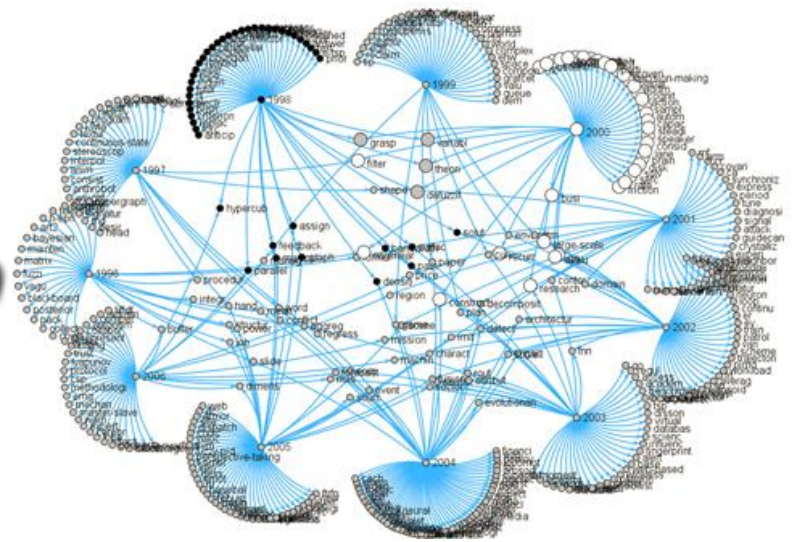
code.enthought.com



www.flometrics.com

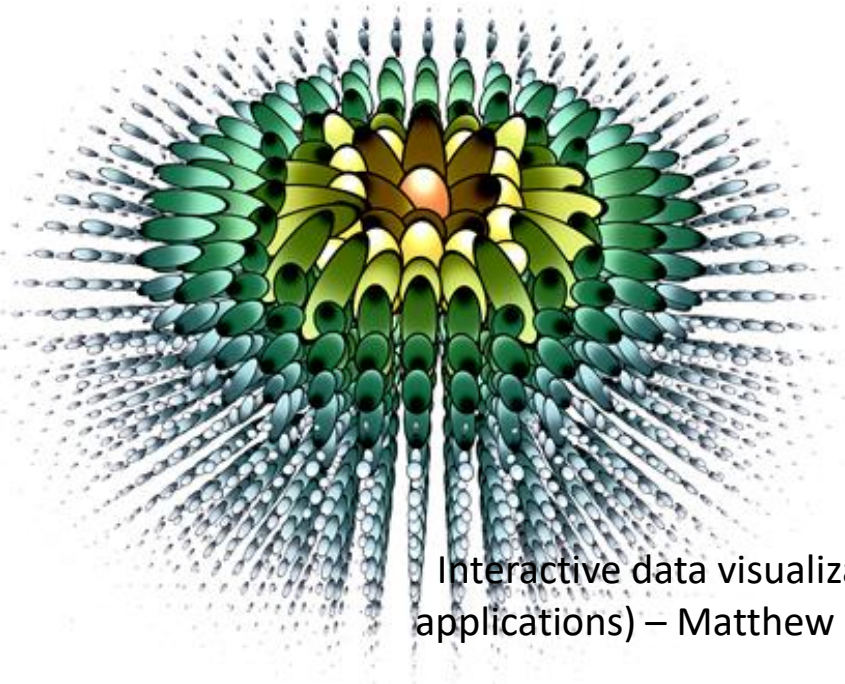


qutemol.sourceforge.net



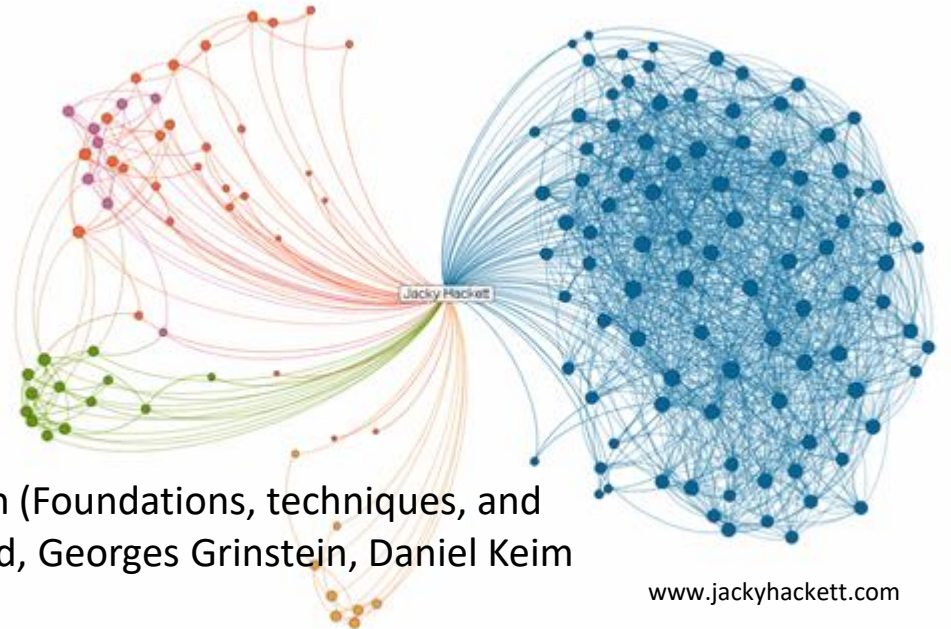
informationandvisualization.de

1. Úvod do vizualizace



Interactive data visualization (Foundations, techniques, and applications) – Matthew Ward, Georges Grinstein, Daniel Keim

visservices.sdsc.edu



www.jackyhackett.com

Visualization lectures – Eduard Gröller, Helwig Hauser

Co je vizualizace?

- Způsob zobrazení informace použitím grafické reprezentace



Co je vizualizace?

- „Transformation of symbolic into geometric“
[McCormick et al., 1987]
- „... finding the artificial memory that best supports our natural means of perception.“
[Bertin, 1967]
- „The use of computer-generated, interactive, visual representations of data to amplify cognition.“
[Card, Mackinlay, Shneiderman, 1999]

Co je vizualizace?

- „The purpose of computing is **insight**, not numbers“ [R. Hamming, 1962]
- „...to form a mental vision, image, or picture of something not visible or present to the sight, or of an abstraction; to make visible to the mind of imagination“ [Oxford Engl. Dict., 1989]
- **Tool** to enable a **User** insight into **Data**



Cíl předmětu

- Proces lidského vnímání a zpracování informace
- Typy zobrazovaných dat a způsoby reprezentace
- Vizualizační a interakční techniky
- Porovnání technik
- Návrh „efektivních“ vizualizací
- A mnoho dalšího ...



Obsah dnešní úvodní přednášky

- Důležitost vizualizace
- Historie
- Vizualizace dnes
- Vztah vizualizace a ostatních oborů
- Proces vizualizace
- Lidské vnímání



Proč vytváříme vizualizaci?

- Rozhodovací procesy
- Pohled na data v kontextu
- Podpora výpočtů
- Prezentace myšlenky
- Inspirace
- ...

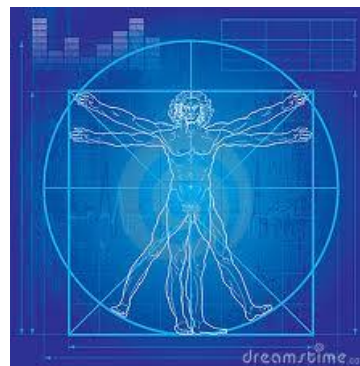
[video](#)



Tři hlavní funkce vizualizace

- **Uložení informace**

- Fotografie, blueprints, ...

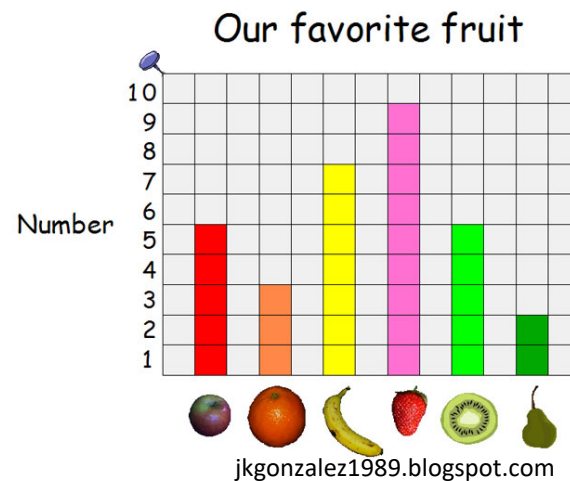


- **Analýza informace**

- Zpracování dat, vyhodnocení, interakce

- **Předání informace**

- Sdílení dat, spolupráce, zvýraznění důležitých aspektů dat



Proč je vizualizace důležitá?

- Jedním z hlavních lidských smyslů je **zrak**
- Setkáváme se s ní neustále (noviny, mapy, předpověď počasí, burza, statistiky, plakáty, reklama, ...)
- Zlepšení rozhodovacích procesů, pochopení souvislostí



Proč je vizualizace důležitá?

| Set A | | Set B | | Set C | | Set D | |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 10 | 8.04 | 10 | 9.14 | 10 | 7.46 | 8 | 6.58 |
| 8 | 6.95 | 8 | 8.14 | 8 | 6.77 | 8 | 5.76 |
| 13 | 7.58 | 13 | 8.74 | 13 | 12.74 | 8 | 7.71 |
| 9 | 8.81 | 9 | 8.77 | 9 | 7.11 | 8 | 8.84 |
| 11 | 8.33 | 11 | 9.26 | 11 | 7.81 | 8 | 8.47 |
| 14 | 9.96 | 14 | 8.1 | 14 | 8.84 | 8 | 7.04 |
| 6 | 7.24 | 6 | 6.13 | 6 | 6.08 | 8 | 5.25 |
| 4 | 4.26 | 4 | 3.1 | 4 | 5.39 | 19 | 12.5 |
| 12 | 10.84 | 12 | 9.11 | 12 | 8.15 | 8 | 5.56 |
| 7 | 4.82 | 7 | 7.26 | 7 | 6.42 | 8 | 7.91 |
| 5 | 5.68 | 5 | 4.74 | 5 | 5.73 | 8 | 6.89 |

Summary Statistics
 $\mu_X = 9.0$ $\sigma_X = 3.317$
 $\mu_Y = 7.5$ $\sigma_Y = 2.03$

Linear Regression
 $Y^2 = 3 + 0.5 X$
 $R^2 = 0.67$

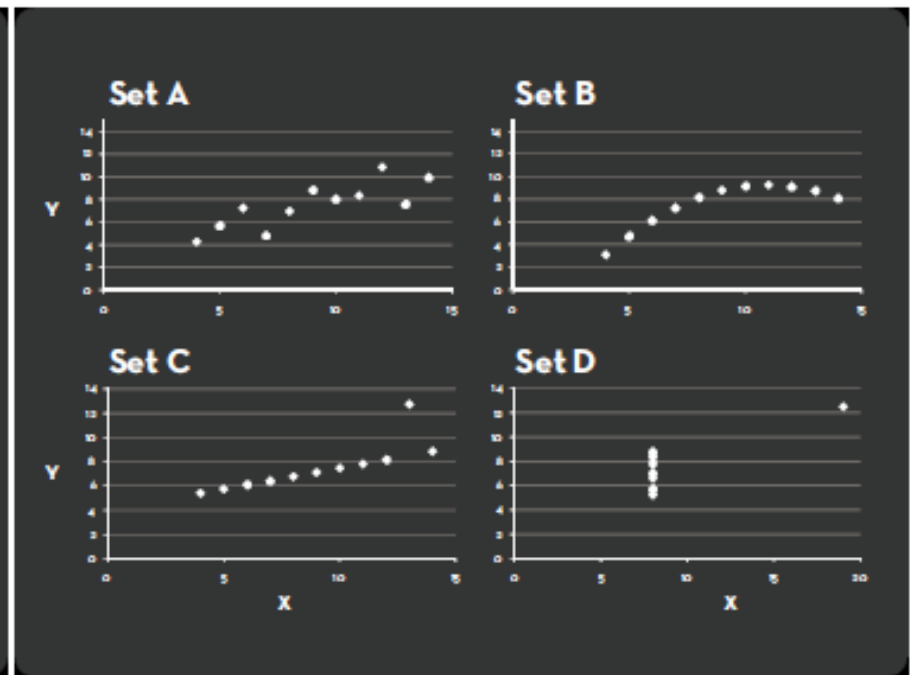
[Anscombe 73]

Jakým způsobem tato data nejlépe reprezentovat?

Proč je vizualizace důležitá?

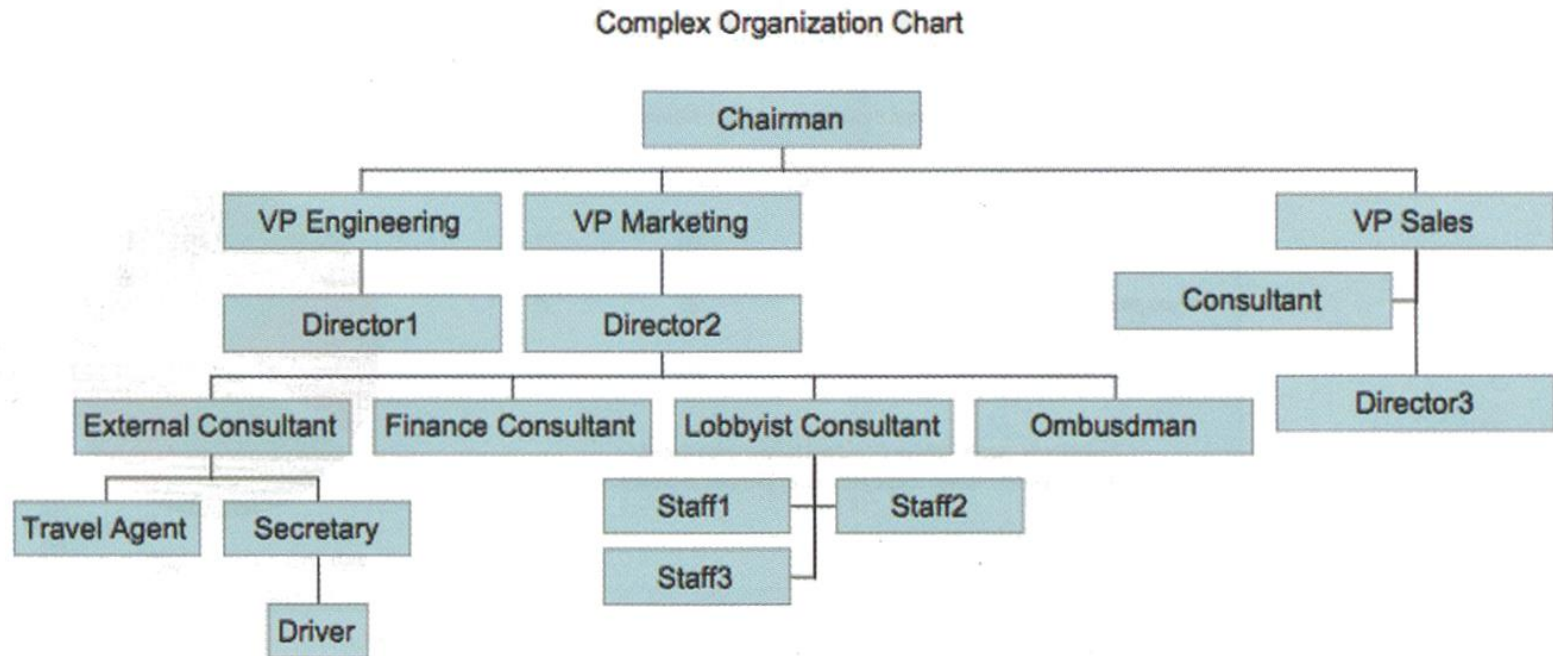
| Set A | | Set B | | Set C | | Set D | |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| 10 | 8.04 | 10 | 9.14 | 10 | 7.46 | 8 | 6.58 |
| 8 | 6.95 | 8 | 8.14 | 8 | 6.77 | 8 | 5.76 |
| 13 | 7.58 | 13 | 8.74 | 13 | 12.74 | 8 | 7.71 |
| 9 | 8.81 | 9 | 8.77 | 9 | 7.11 | 8 | 8.84 |
| 11 | 8.33 | 11 | 9.26 | 11 | 7.81 | 8 | 8.47 |
| 14 | 9.96 | 14 | 8.1 | 14 | 8.84 | 8 | 7.04 |
| 6 | 7.24 | 6 | 6.13 | 6 | 6.08 | 8 | 5.25 |
| 4 | 4.26 | 4 | 3.1 | 4 | 5.39 | 19 | 12.5 |
| 12 | 10.84 | 12 | 9.11 | 12 | 8.15 | 8 | 5.56 |
| 7 | 4.82 | 7 | 7.26 | 7 | 6.42 | 8 | 7.91 |
| 5 | 5.68 | 5 | 4.74 | 5 | 5.73 | 8 | 6.89 |

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------|
| Summary Statistics | Linear Regression | |
| $\mu_X = 9.0$ $\sigma_X = 3.317$ | $Y^2 = 3 + 0.5 X$ | |
| $\mu_Y = 7.5$ $\sigma_Y = 2.03$ | $R^2 = 0.67$ | [Anscombe 73] |



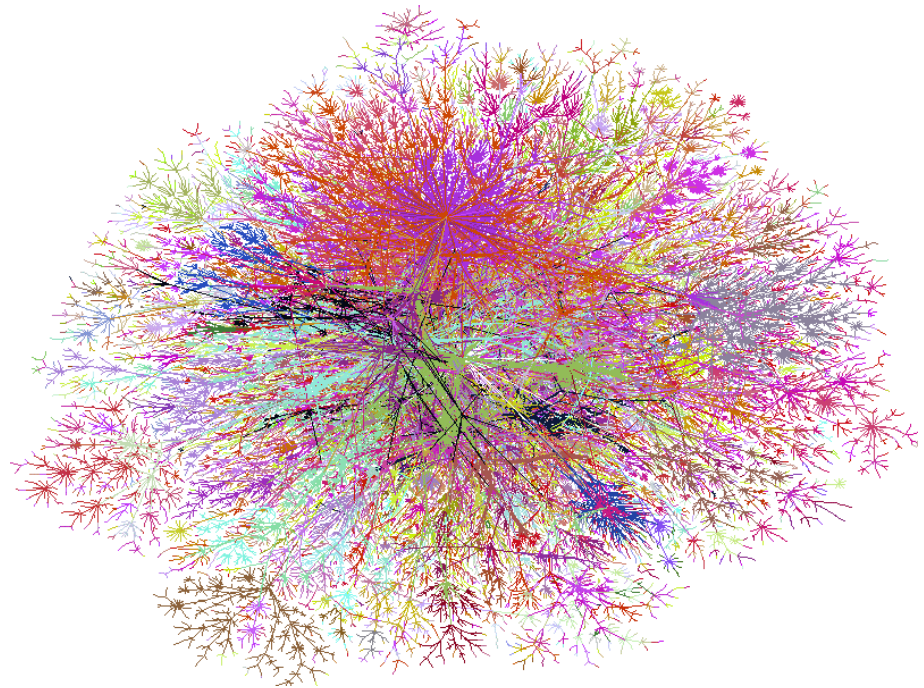
Proč je vizualizace důležitá?

- Složité struktury vyjádřené jednoduše a srozumitelně



Proč je vizualizace důležitá?

- V roce 2002 se objevilo 5 exabytů nových informací
- V roce 2006 už to bylo 161 exabytů
- Nutnost takové množství dat zpracovávat

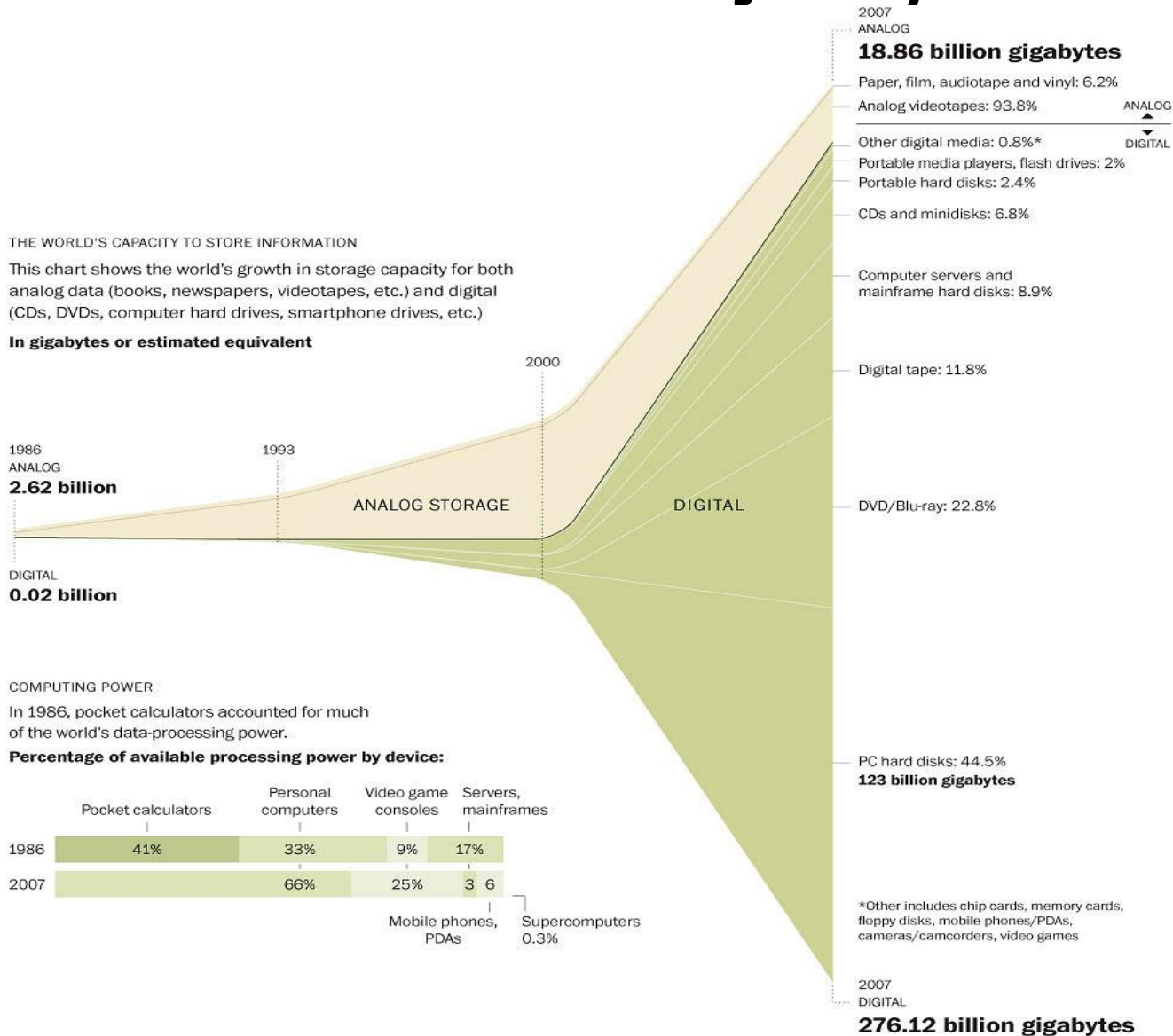


“Současné” objemy dat

THE WORLD'S CAPACITY TO STORE INFORMATION

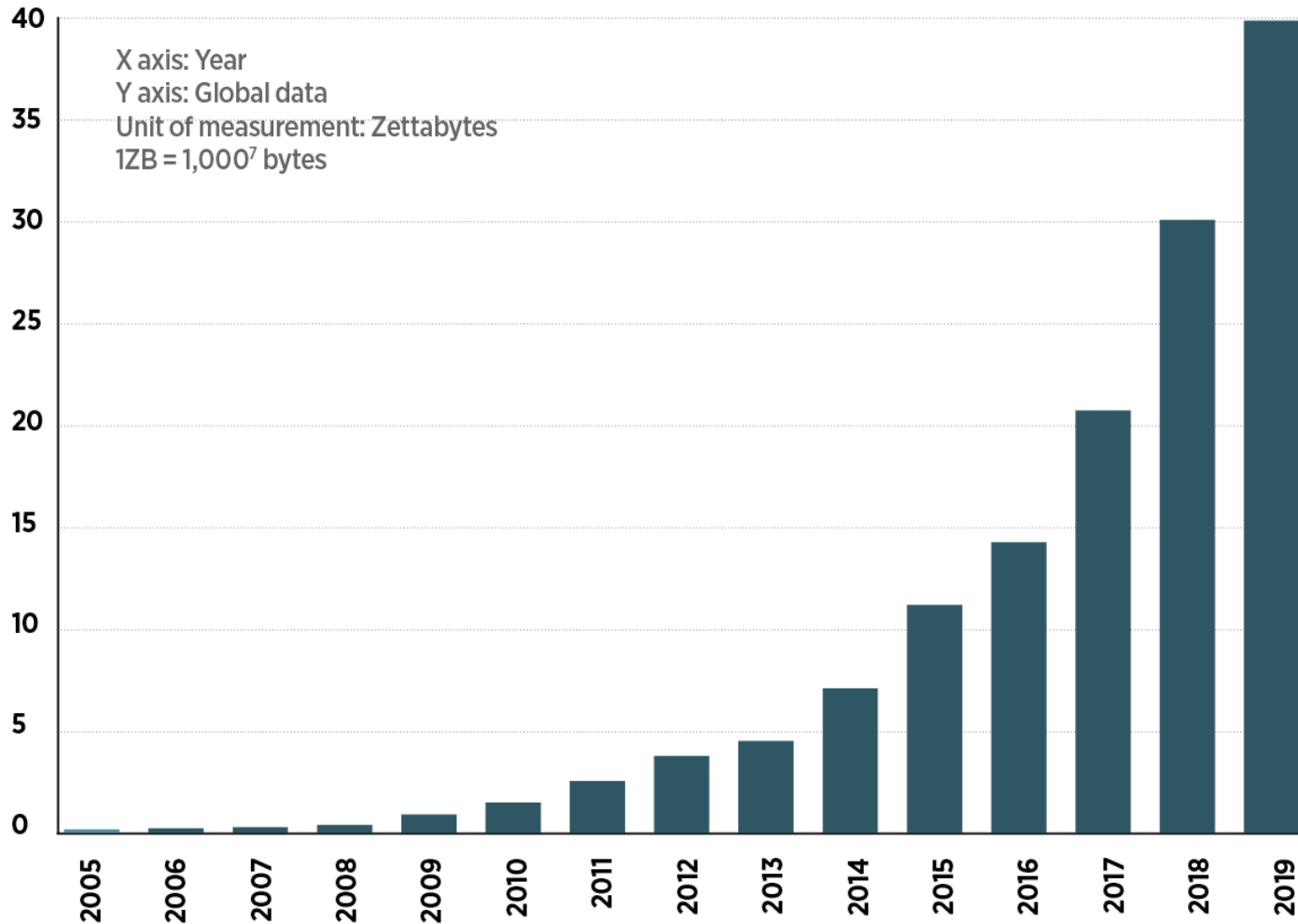
This chart shows the world's growth in storage capacity for both analog data (books, newspapers, videotapes, etc.) and digital (CDs, DVDs, computer hard drives, smartphone drives, etc.)

In gigabytes or estimated equivalent



“Současné” objemy dat

DATA GROWTH

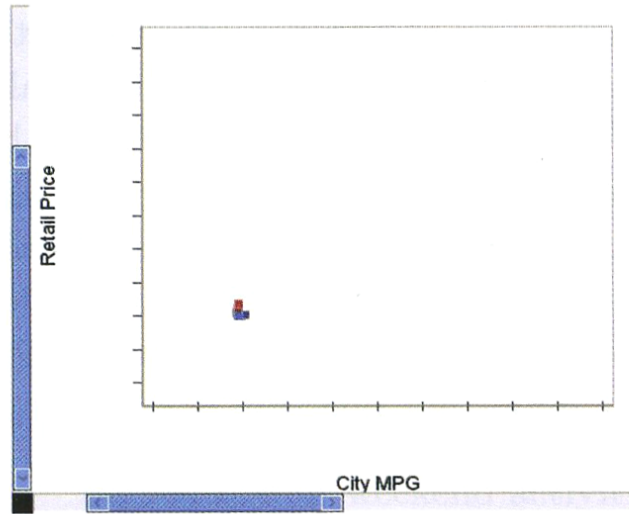


Note: Post-2013 figures are predicted. Source: UNECE

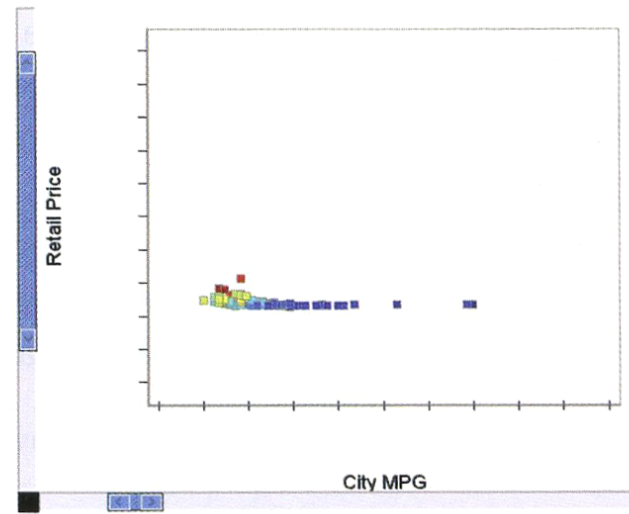
Cíle výzkumu vizualizace

- **Pochopit**, jak vizualizace zprostředkovává informaci
 - Co vlastně lidé vnímají?
 - Jak vizualizace koresponduje s myšlenkovým procesem člověka?
- **Vyvinout principy a techniky** efektivní vizualizace
 - Zlepšit vnímání
 - Zesílit vztah mezi vizualizací a myšlenkovým procesem

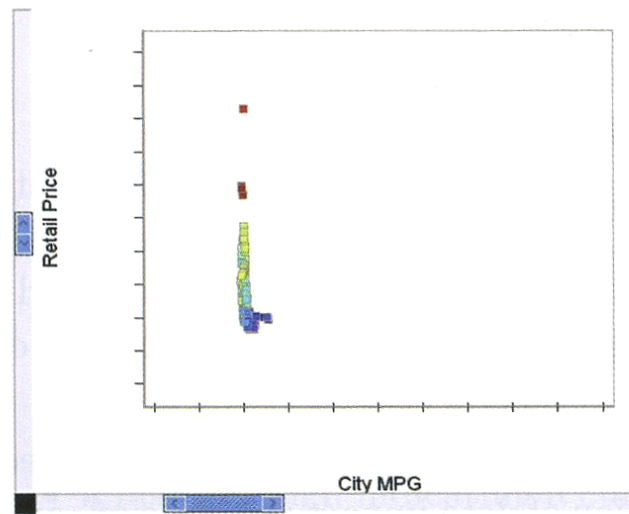
Co způsobí špatné zobrazení?



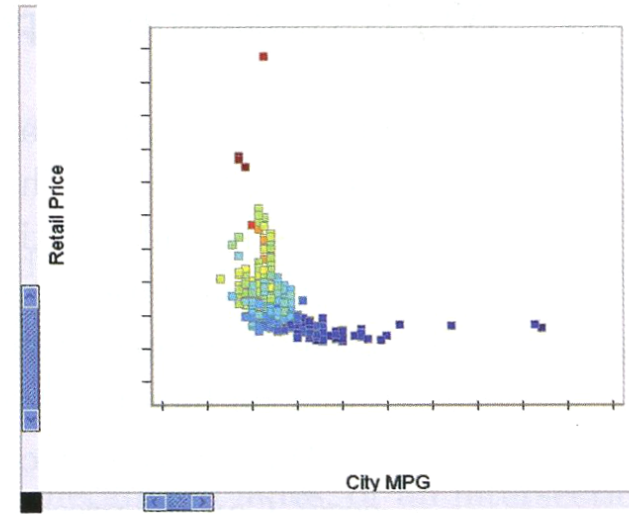
(a)



(b)



(c)



(d)

Historie

- Vizualizace je velmi stará disciplína
- První vizualizace na základě intuice – první grafické ilustrace
- Vizualizace jako samostatná vědní disciplína vznikla před více než 20ti lety
- První vědecké konference věnované vizualizaci v roce 1990



Historie

- Komunikace obrázkovou formou vznikla dávno před psaným vyjádřením informace



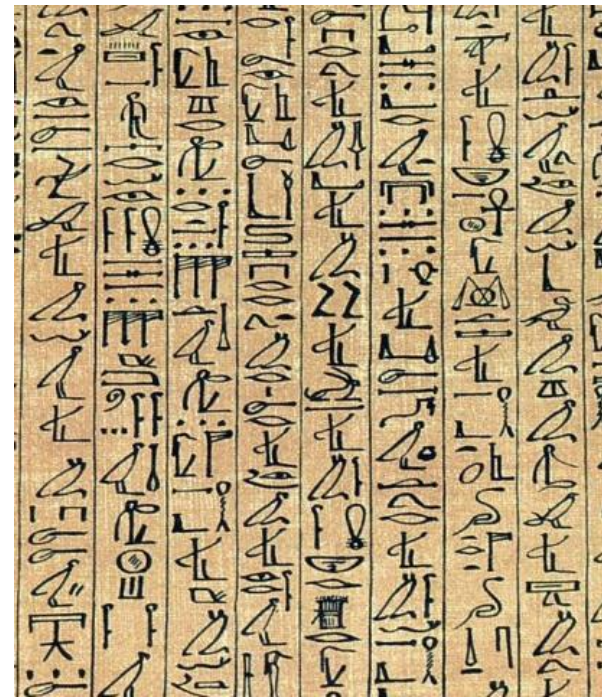
Lascaux, Francie, 15 000 až 13 000 př. n. l.

Historie

- Obrázková forma se přenesla do prvních systému písma – Mezopotámie, Egypt, ...



Kish limestone tablet – nejstarší psaný dokument (3500 př. n. l.)



Hieroglyfy (3000 př. n. l.)

Historie

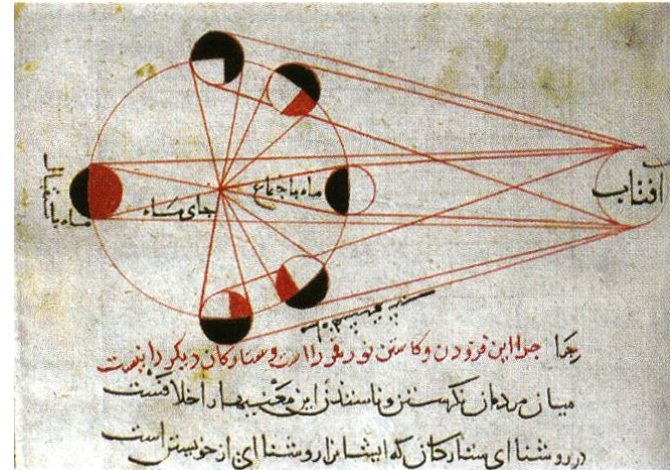
- Vznikaly převážně z nutnosti – obchodní cesty, náboženství, komunikace
- Zejména mapy



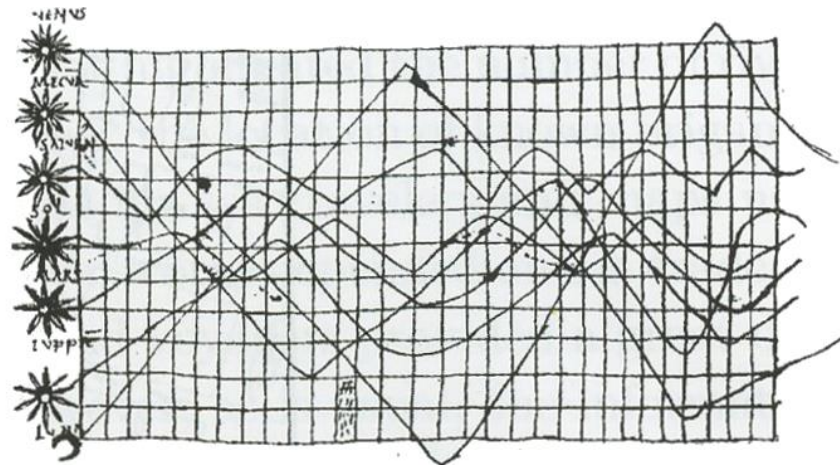
Peutingerova mapa Římské říše

Historie

- Měsíční fáze (r. 1030)

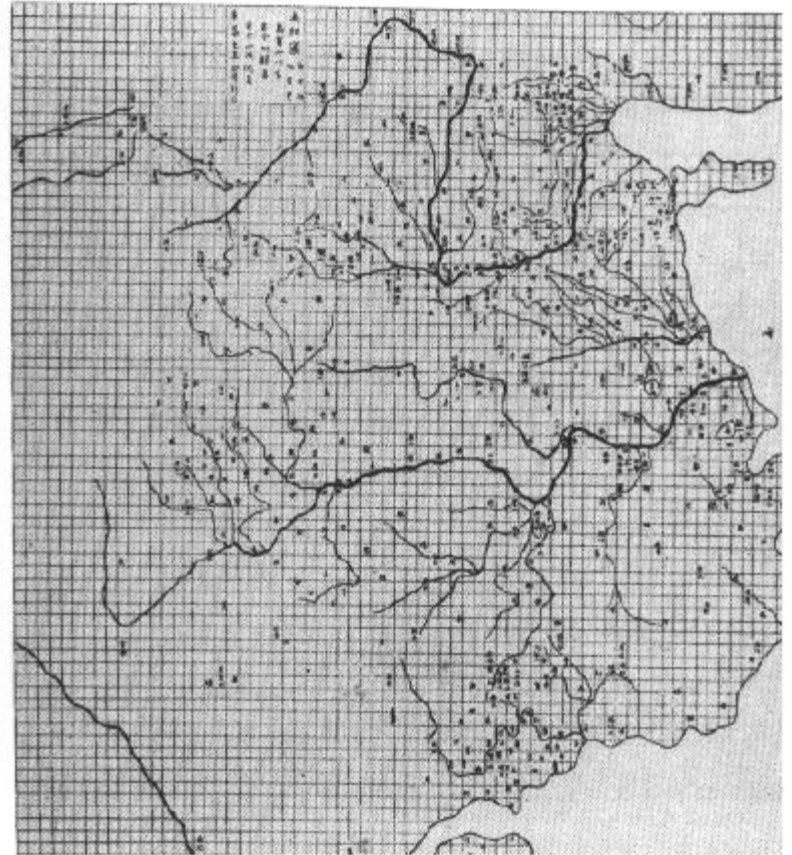


- Pohyb planet

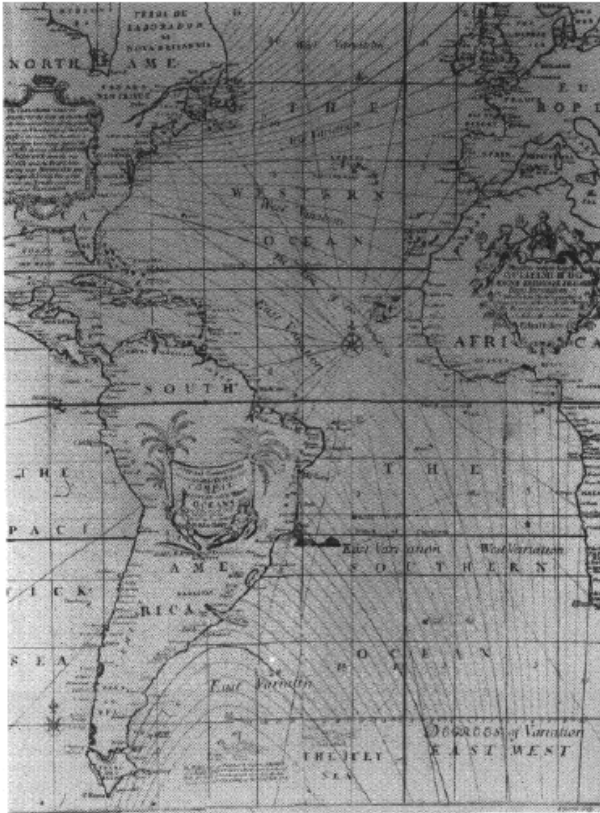


Historie

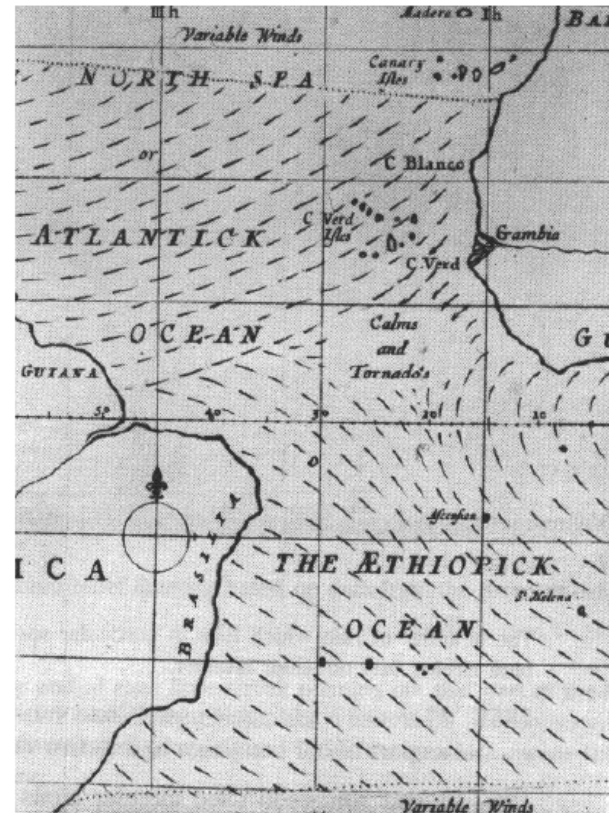
- Čína, 1137
- První geografická mapa využívající kartézské souřadnice
- Mřížka, kde čáry představují zeměpisnou šířku a délku



Historie (v kartografii)



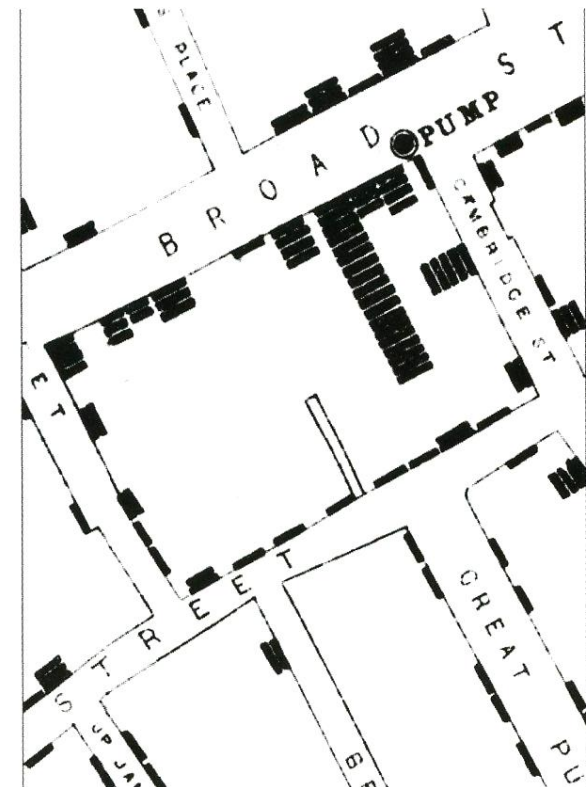
Izočáry zobrazující
odchylky kompasu



Vizualizace větrů

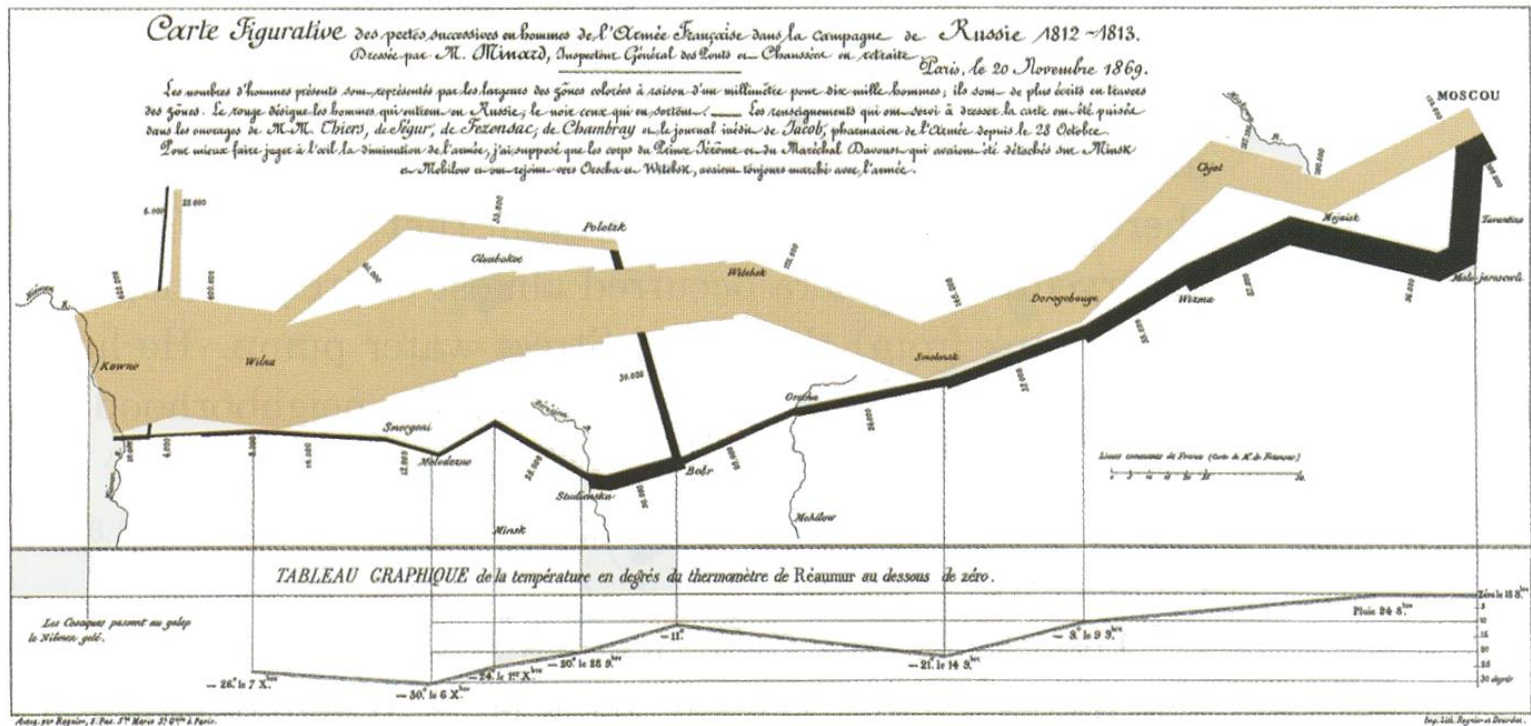
Historie

- V roce 1663 při epidemii cholery v Londýně pomohla vizualizace odhalit příčinu nákazy
- <http://www.imdb.com/title/tt2061801/>
- John Snow - On the Mode of Communication of Cholera
- http://en.wikipedia.org/wiki/The_Ghost_Map



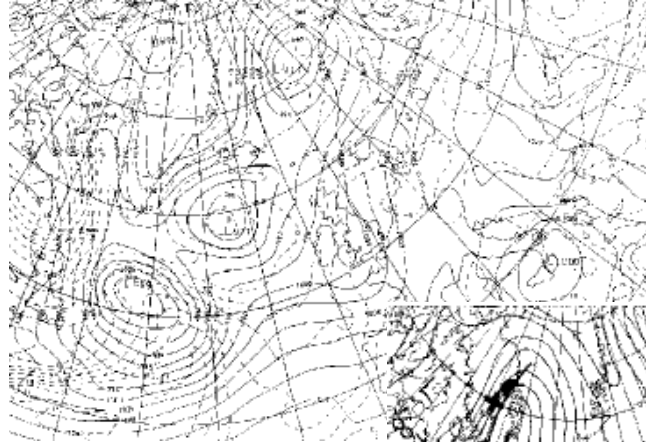
Historie

- Napoleonovo tažení na Moskvu – zvýraznění ztrát

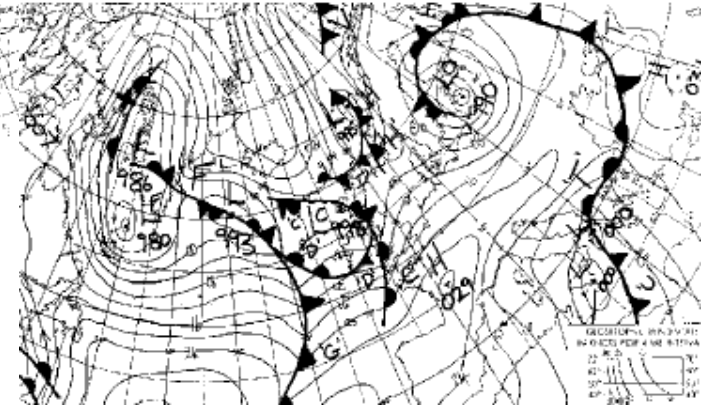


Meteorologie

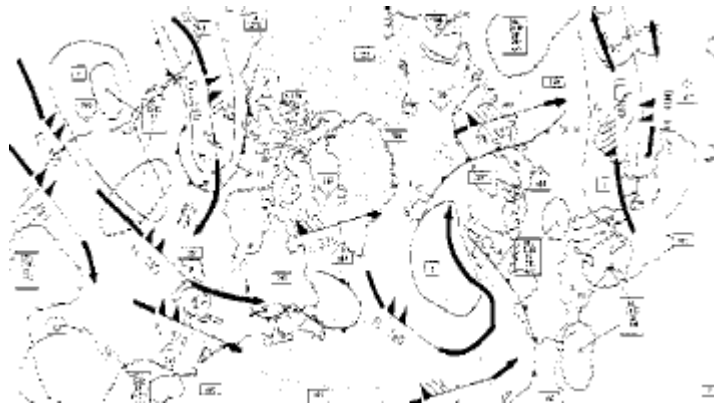
Zobrazení tlaku



Fronty

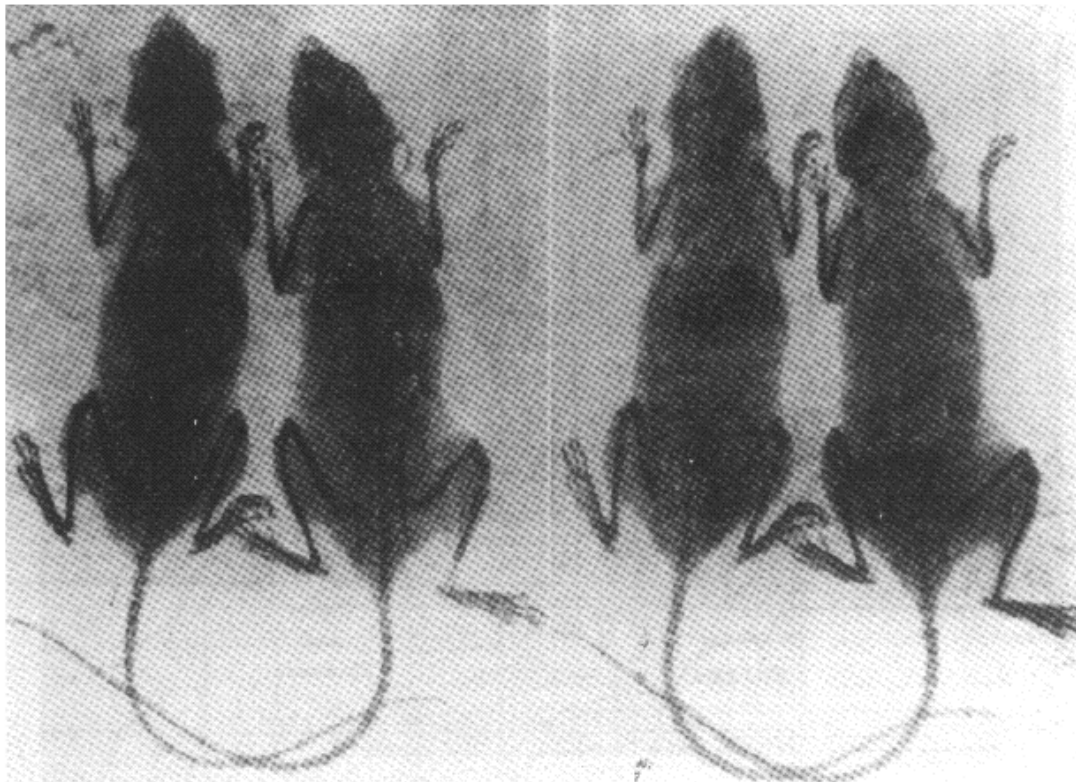


Mapa pro piloty



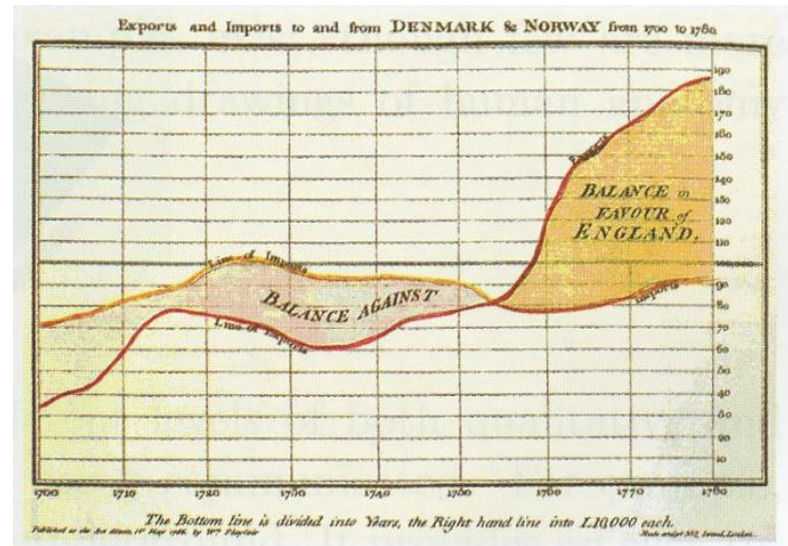
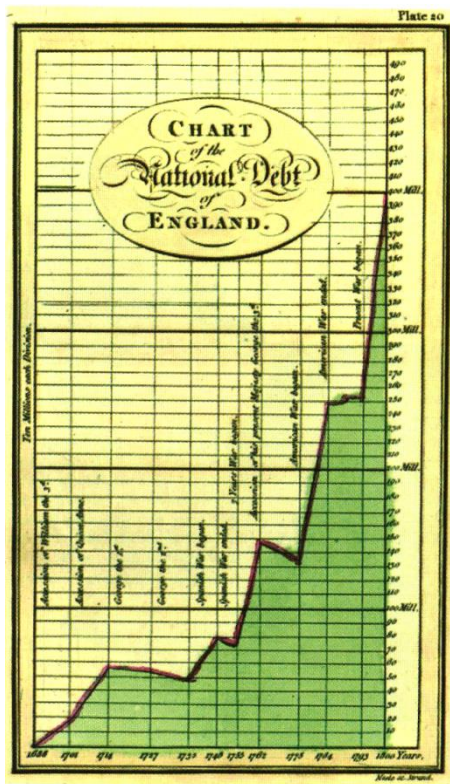
Vizualizace v medicíně

- Rentgenové paprsky (Wilhelm Röntgen, 1895)
- Stereoskopické rentgenové obrázky (1896)



Business grafika

- Vynesení informace ve dvou osách

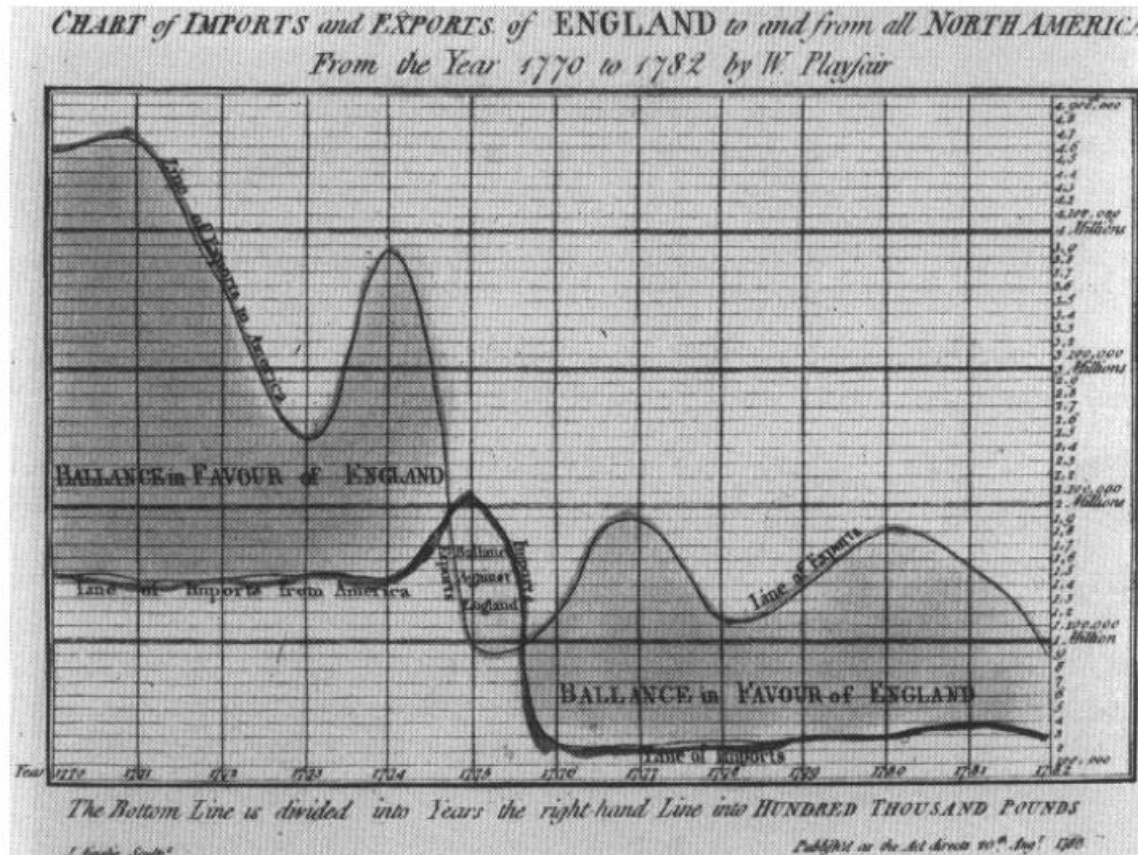


Vývoj obchodní bilance mezi Anglií a Norskem/Dánskem (1786)

Vývoj národního dluhu Anglie (William Playfair)

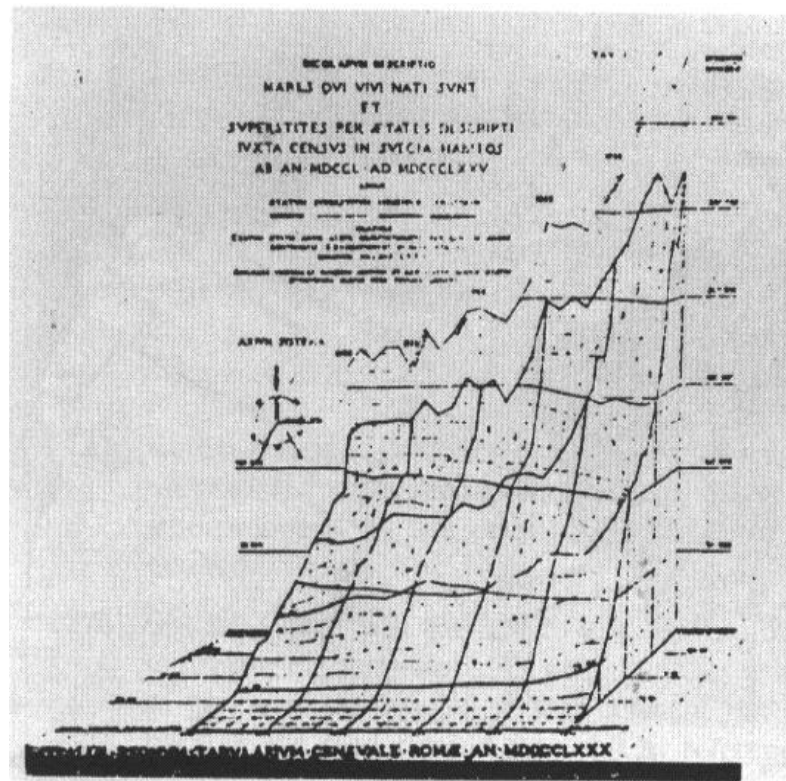
Business grafika

- W. Playfair: import/export USA-Anglie, 1770-1782



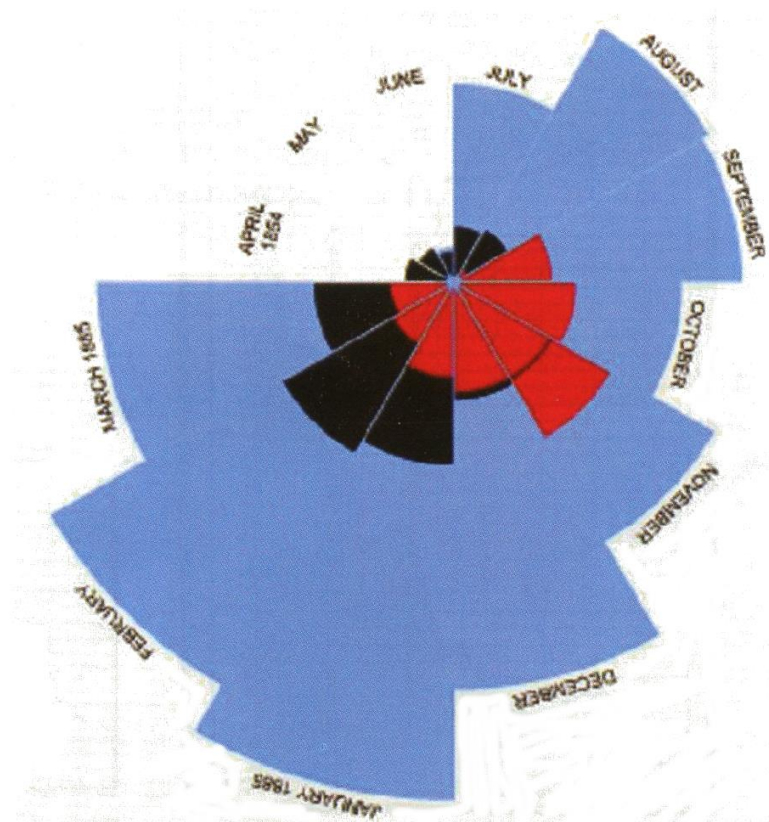
Vývoj populace

- Velikost populace ve Švédsku 1750 – 1785
- Osy představují rok a věkové kategorie



Historie

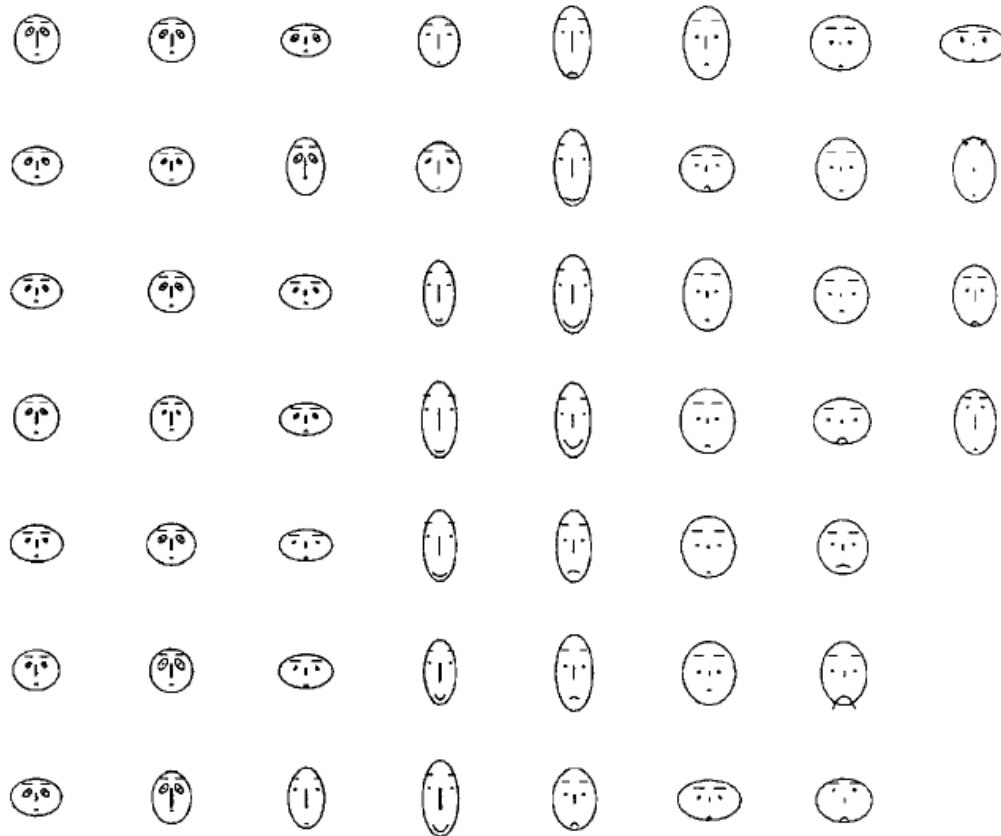
- Graf znázorňující měsíční úmrtnost v armádě v období 04/1854 až 05/1855 (Florence Nightingale)
- Modrá – nemoc
- Červená – zranění
- Černá - ostatní



Vizualizace „dnes“

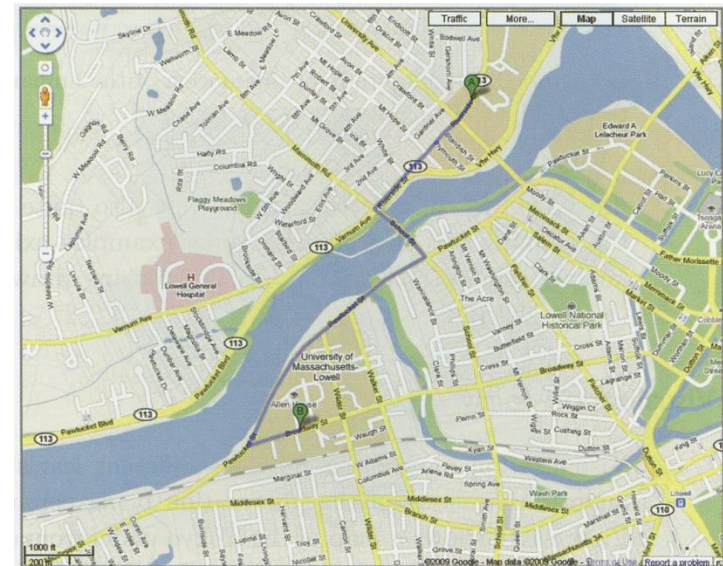
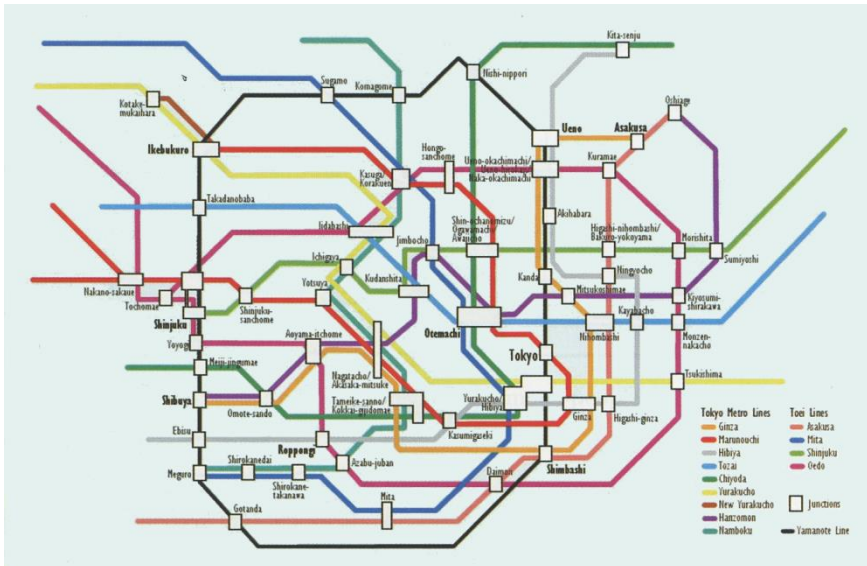
- Chernoffovy obličejce, 1973
 - Vlastnosti dat kódovány do geometrických znaků

tváře



Vizualizace dnes

- Vizualizace poskytuje různé úrovně pohledu na informaci – z kvalitativního i kvantitativního hlediska
- Příklad – mapa linek metra vs. přesná mapa



Vizualizace dnes

- Data lze vizualizovat zcela přesně

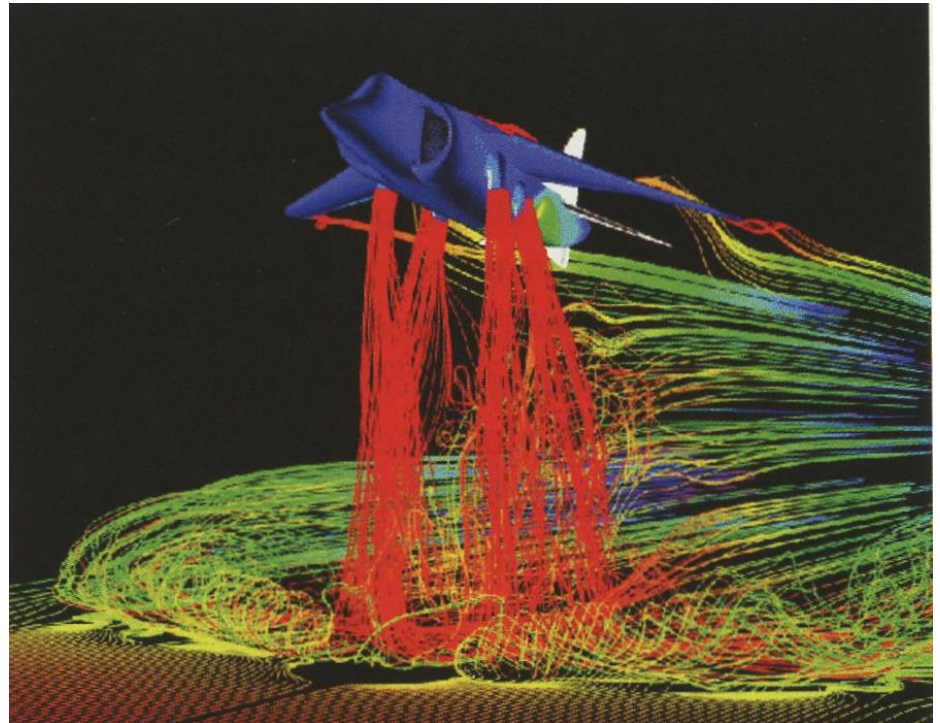
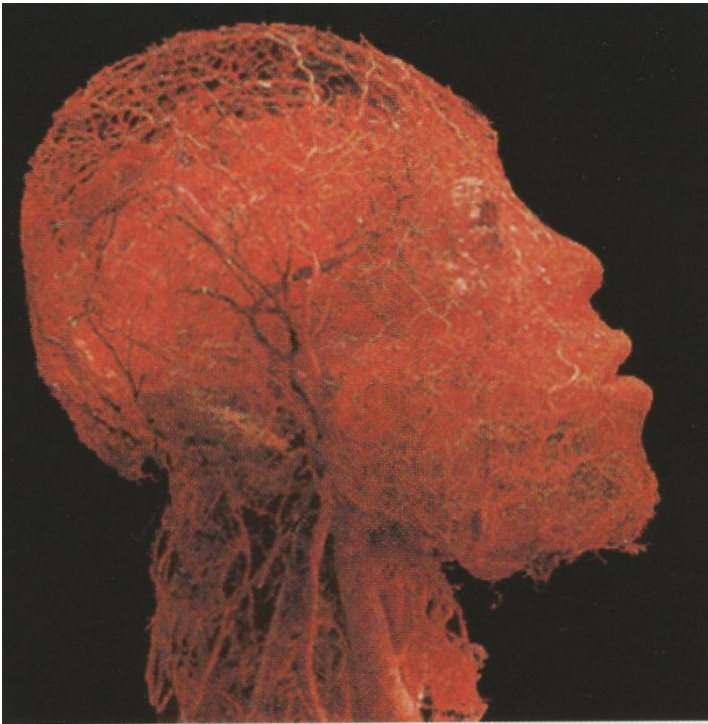
\$11,956,584,748,608.58

- Rychlá identifikace problému



Vizualizace dnes

- Široká škála vstupních objektů
- Vysoká míra interaktivity s uživatelem

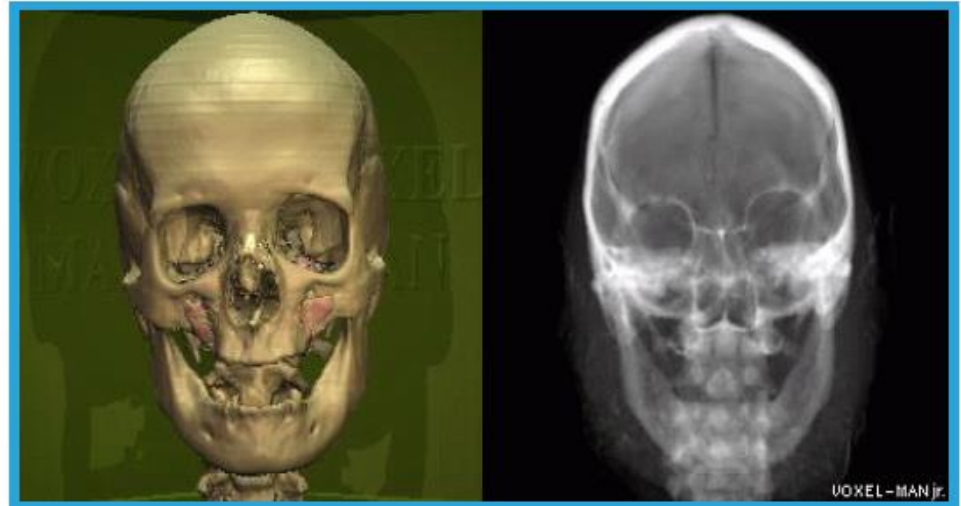
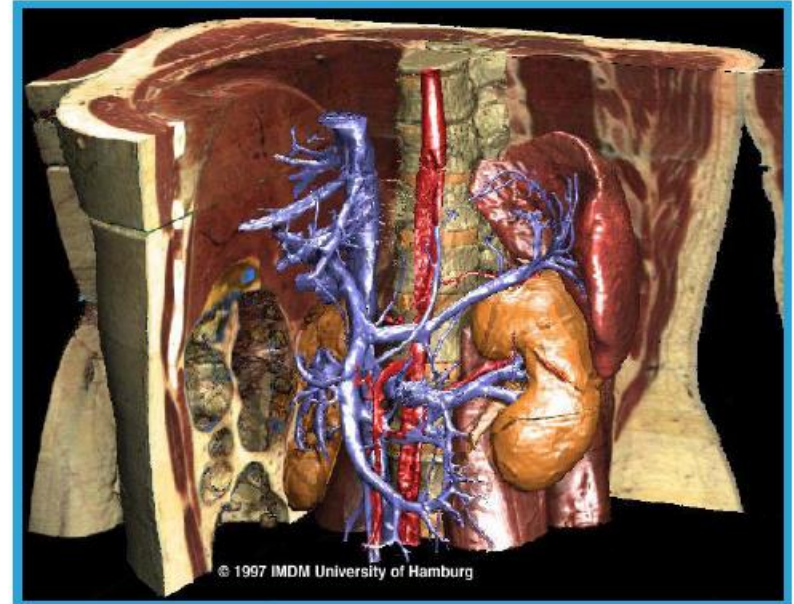


Vizualizace dnes

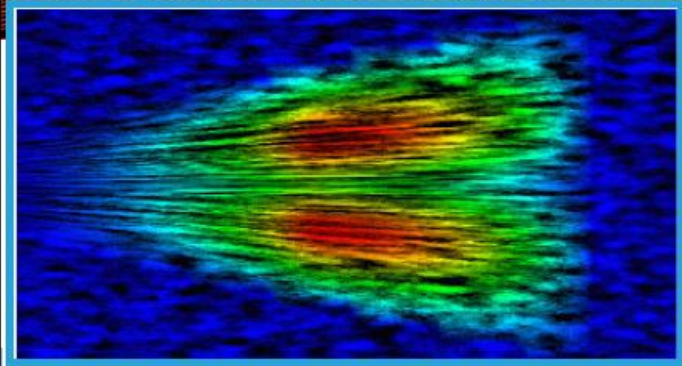
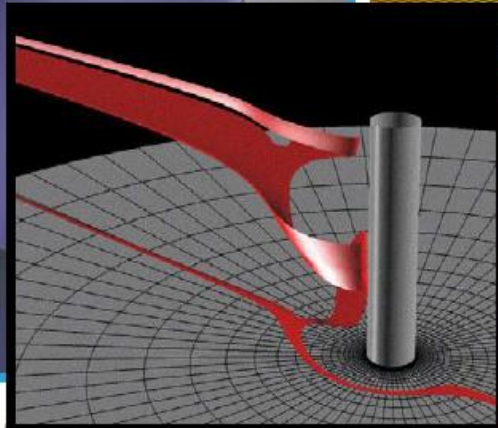
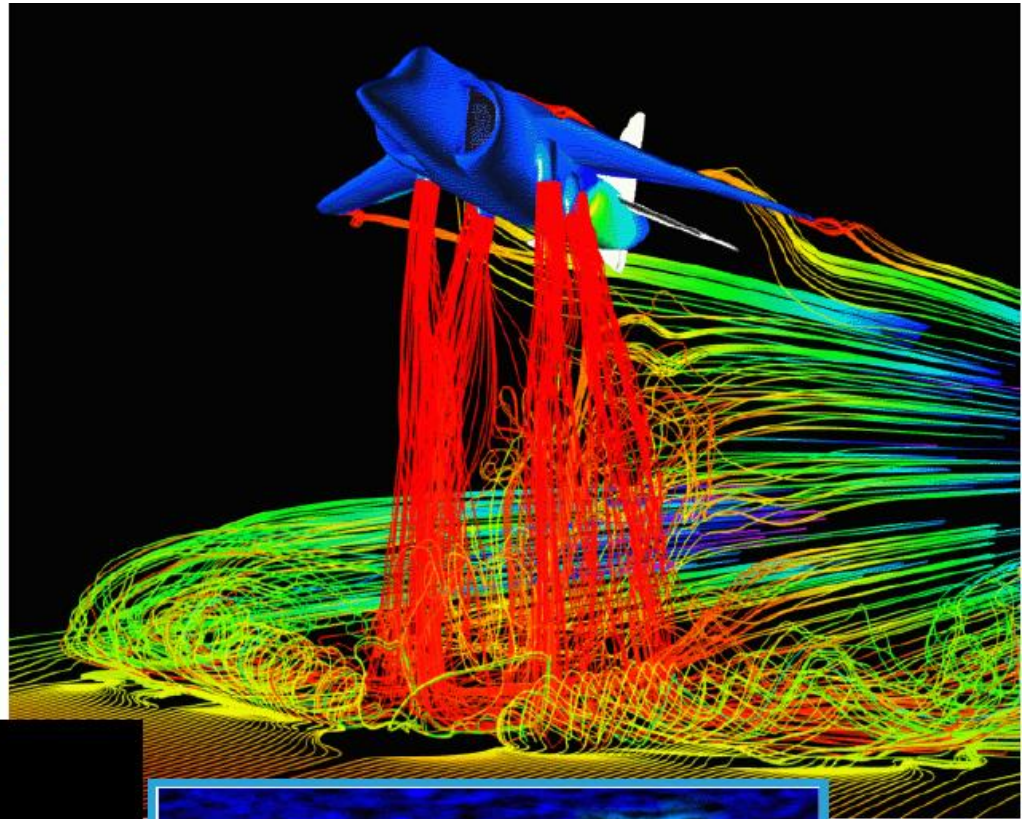
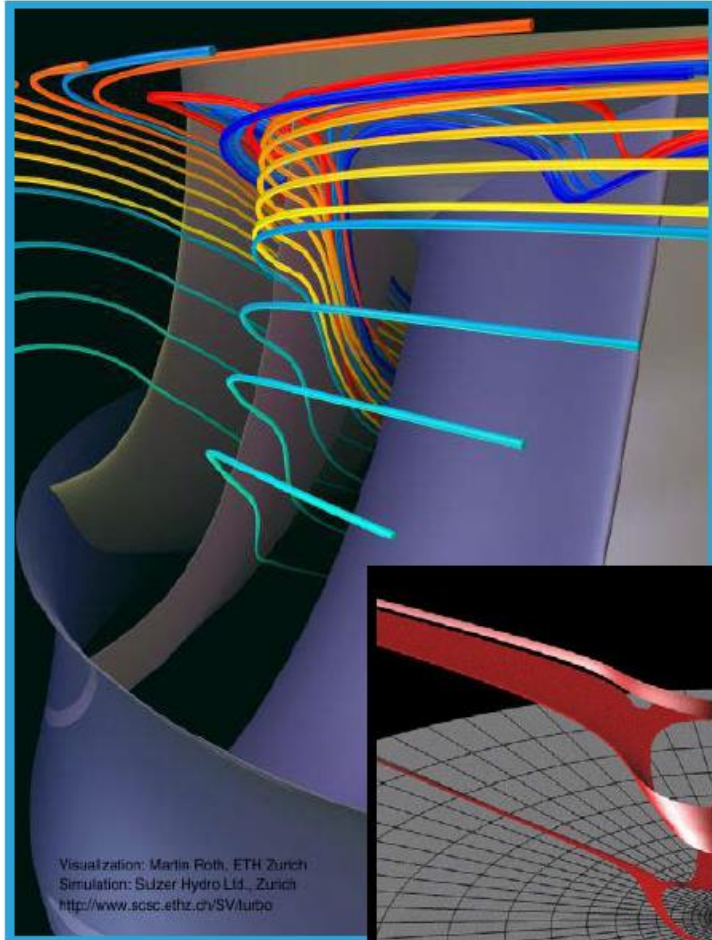
- Medicínská data (MedVis, VolVis)
- Flow data (FlowVis)
- Abstraktní data (InfoVis)
- GIS data
- Historická data (archeologie)
- Mikroskopická data (molekulární fyzika)
- Makroskopická data (astronomie)
- Obrovské datové sady

...

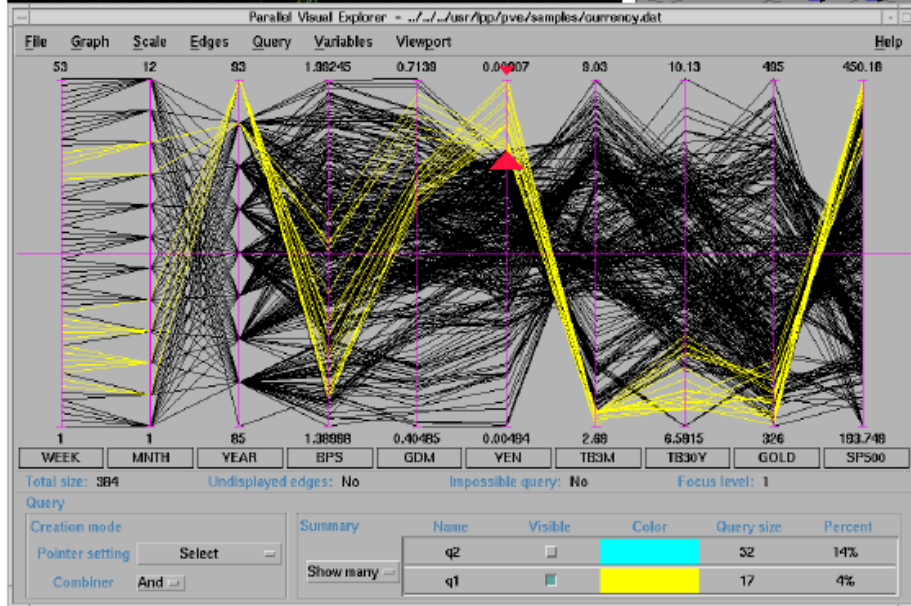
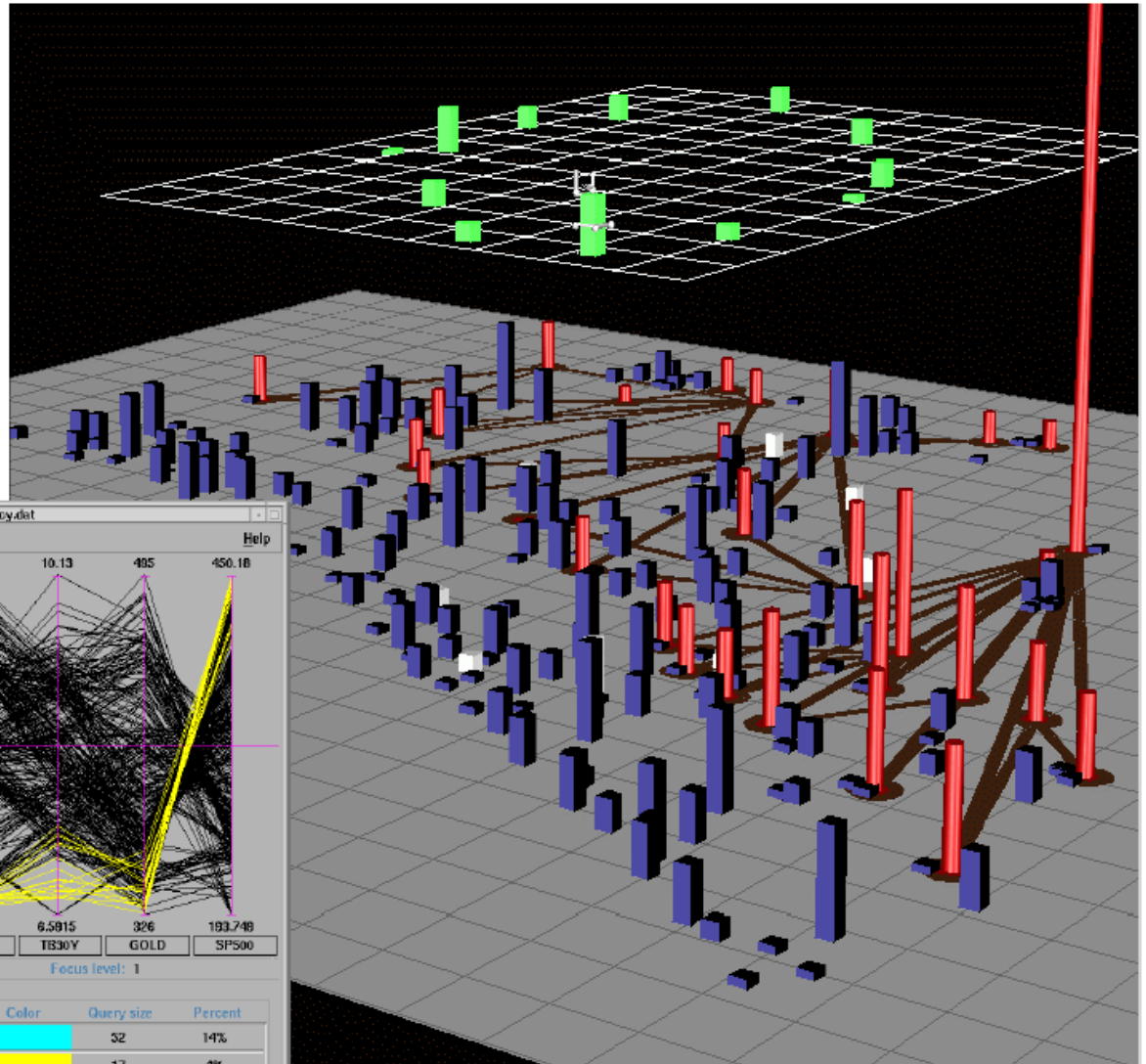
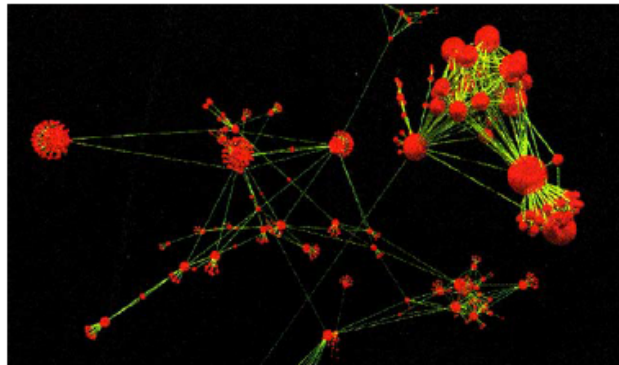
Medicínská data



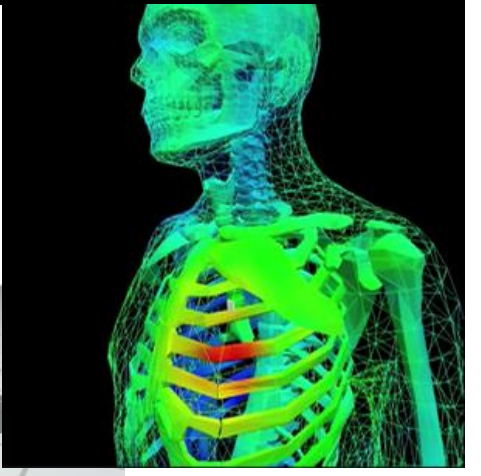
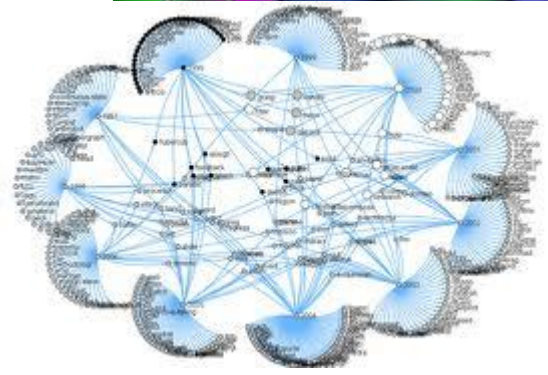
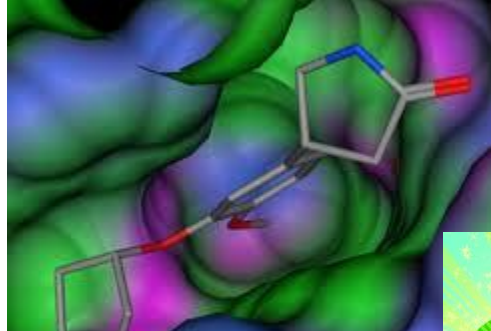
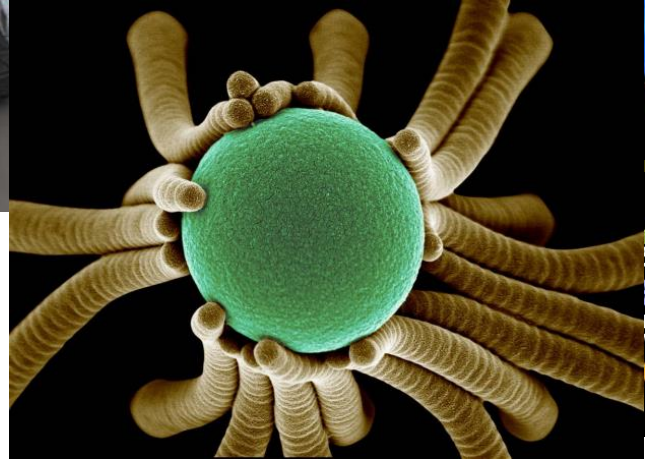
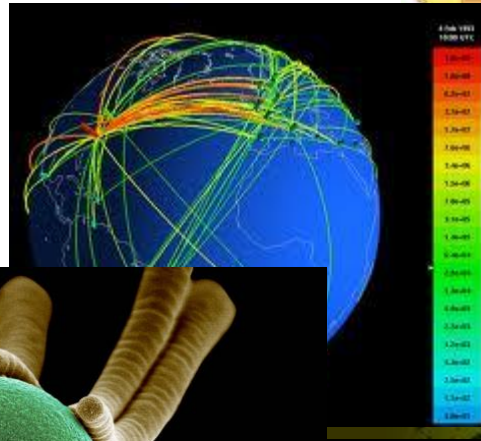
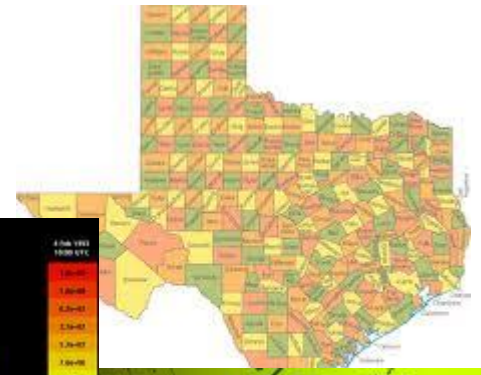
Flow data



Abstraktní data



Vizualizace dnes



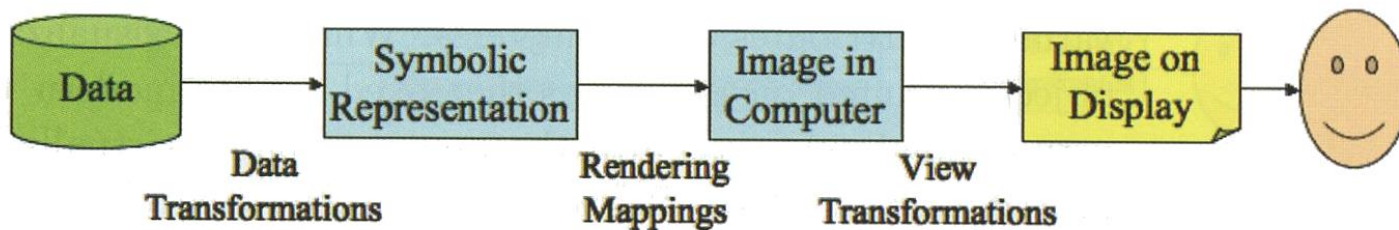
Vizualizace vs. počítačová grafika



- Počítačová grafika – cílem realismus, umění, zábava
- Vizualizace – cílem efektivita sdělení informace

Proces vizualizace

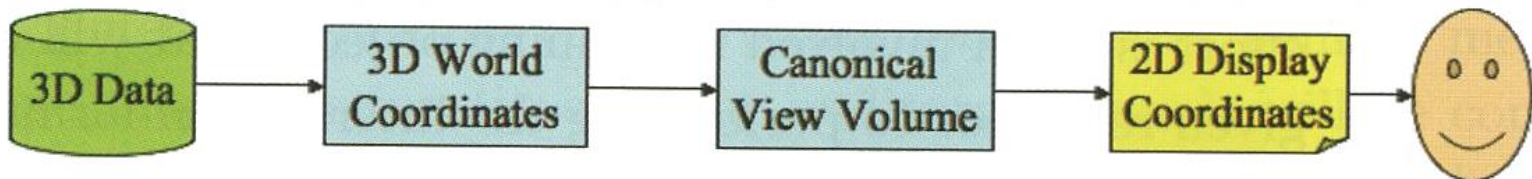
- Analýza vstupních dat
- Analýza výstupních požadavků
- Mapování dat na obrazovku



- Umožnění interaktivní manipulace

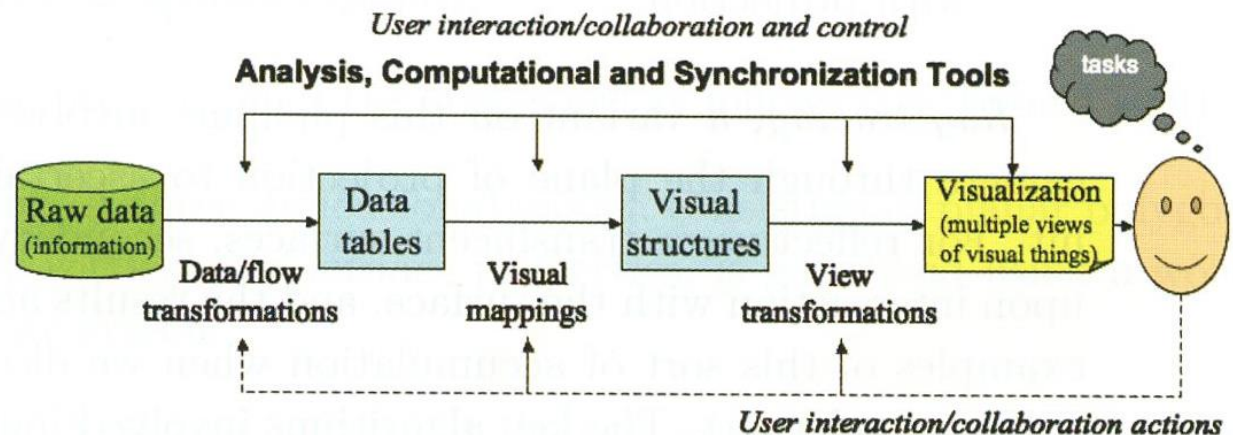
CG Pipeline

- Modeling
- Viewing
- Clipping
- Odstranění skrytých částí
- Projekce
- Rendering



Visualization pipeline

- Získání dat
- Výběr a zpracování dat
- Mapování dat
- Nastavení parametrů scény
- Rendering



Získání dat

- Měřením (CT/NMR)
- Simulací (flow simulace)
- Modelováním
- ...

Výběr a zpracování dat

- Filtrování – např. vyhlazování (potlačení šumu)
- Převzorkování – např. do mřížky o jiném rozlišení)
- Odvození dat - např. získání gradientu, zakřivení
- Interpolace dat – např. lineární, kubická
- ...

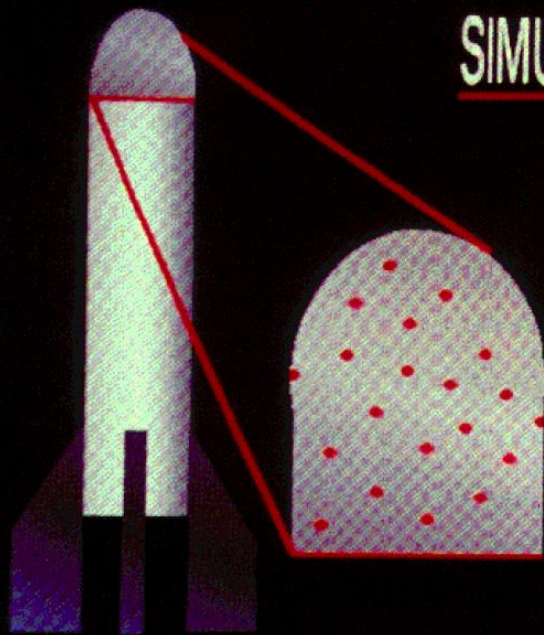
Mapování dat

- Data jsou mapována do renderovatelné podoby (např. na geometrii)
 - Výpočet izopovrchů
 - Mapování na glyfy, ikony
 - Výpočet rozložení do grafu
 - Určení atributů voxelových dat (barva, průhlednost, ...)
 - ...

Generování obrázků

- Využití principů počítačové grafiky
 - Výpočet viditelnosti
 - Výpočet osvětlení
 - Alpha blending (míchání průhledných objektů)
 - Animace
 - ...

SIMULATION DATA



Geometry: Surface Splines

Sampling Points:

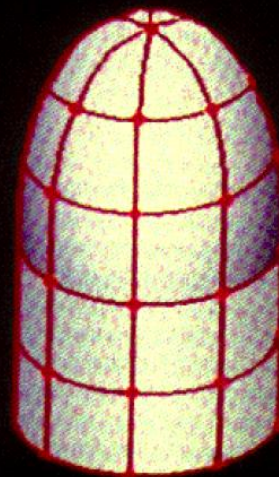
X, Y, Z

Temperature

Pressure

(irregular in space, time)

DERIVED DATA

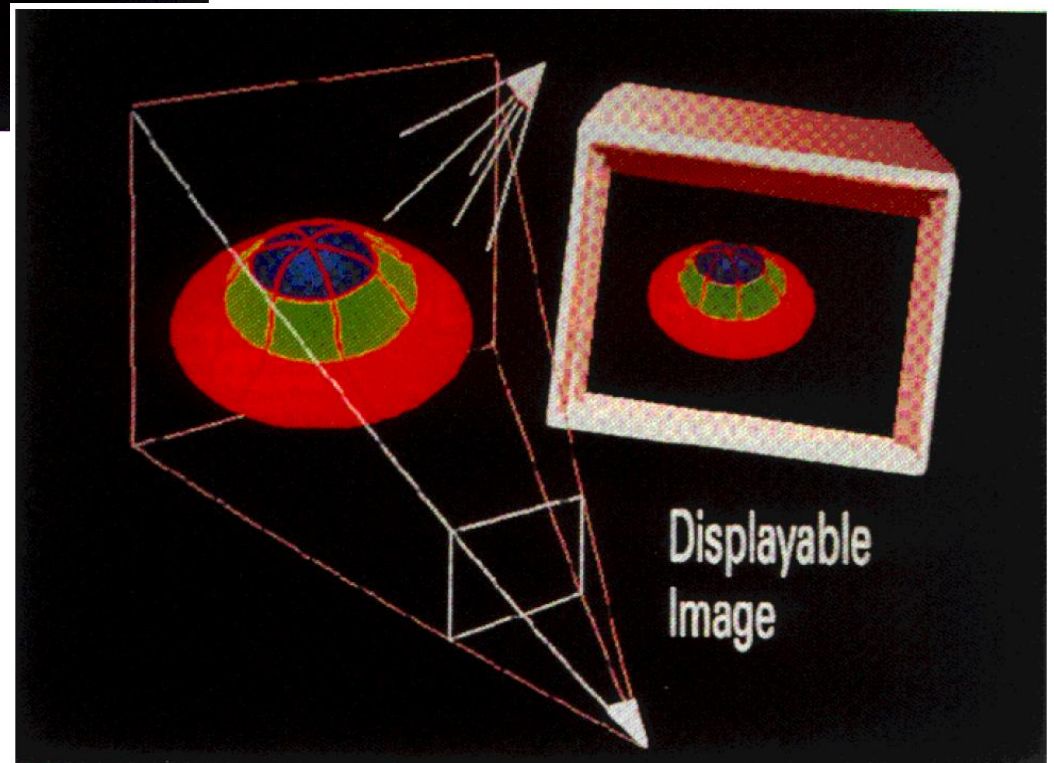
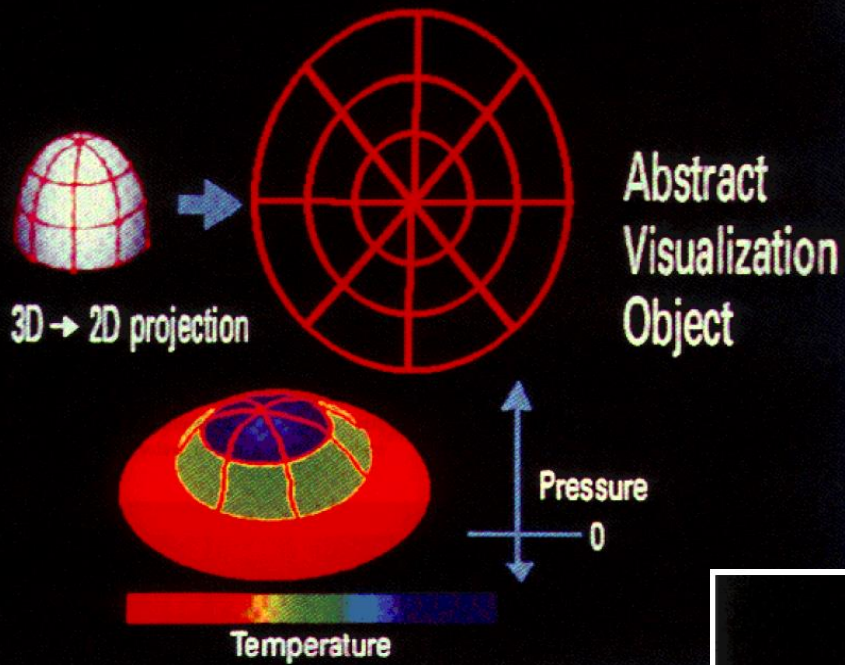


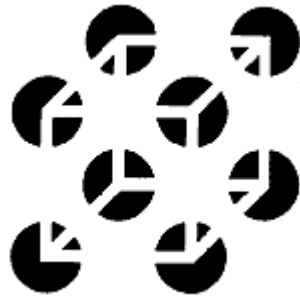
Geometry: Polygonal Patches
(Vertices at X, Y, Z)

Data at Vertices:

Temperature, Pressure

(Regular in Time)





cat.rulez.cz



www.yorksir.estranky.cz

Lidské vnímání a zpracování informace



www.quertime.com



apsychtextbk.wikispaces.com

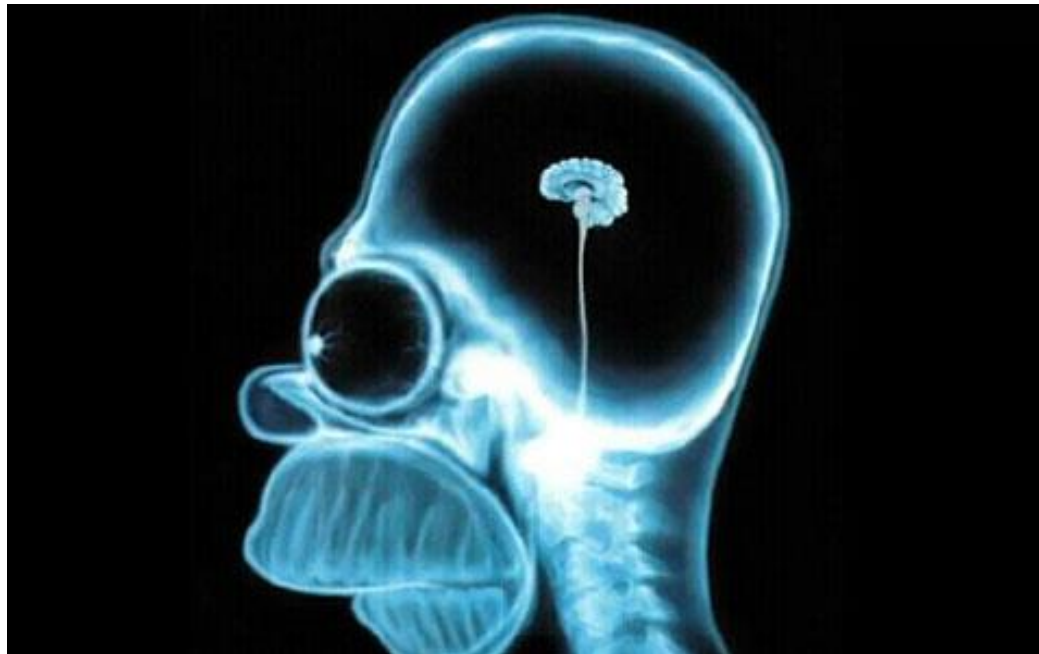
Lidské vnímání

- Proces poznávání, organizace (sbírání a ukládání informací) a interpretace informace (na základě předchozích zkušeností)
- Využívá všechny lidské smysly, zrak a sluch jsou „nejdůležitější“

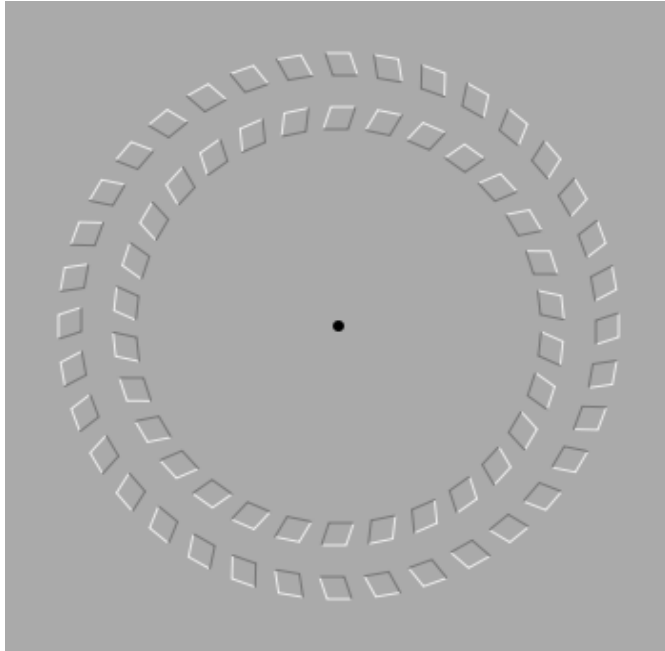


Lidské vnímání

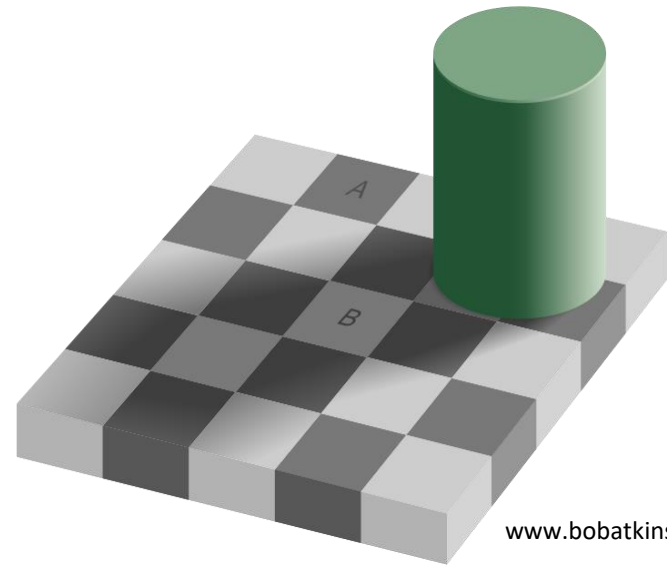
- Proces interpretace okolního světa a formování jeho vnitřní reprezentace
- Dezinterpretace – chybou vnímání nebo cílená



Cílená dezinterpretace - optické klamy



library.thinkquest.org



www.bobatkins.com

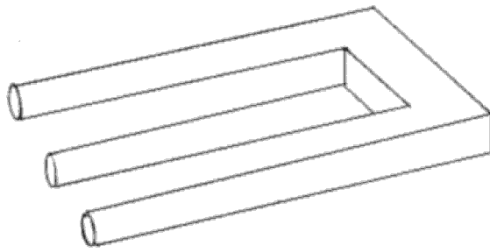


www.roumazeilles.net

Optické klamy



opticalillusionpictures.net



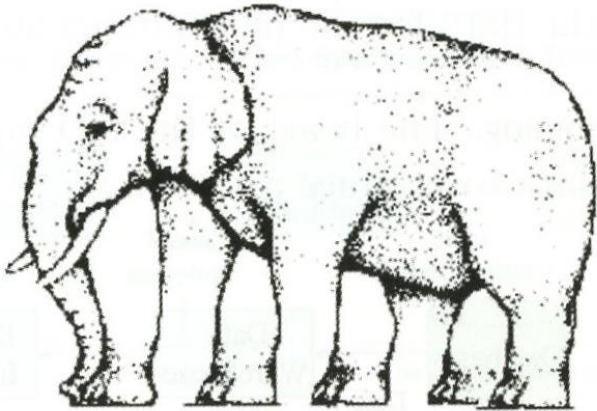
listverse.com



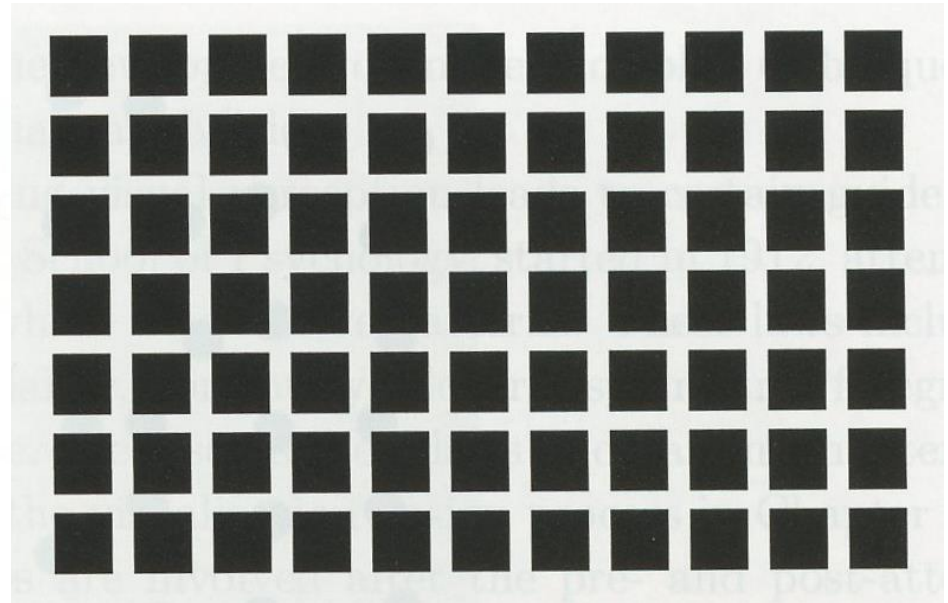
3d-pictures.feedio.net

Lidské vnímání

- Omezené schopnosti lidského zraku



thinkoutsidetheboxtoday.com



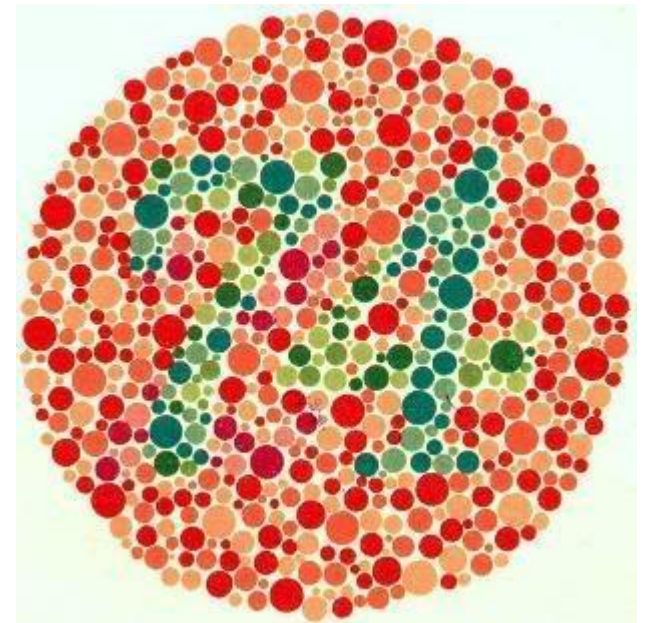
www.brainist.com

Lidské vnímání

- Uživatelé interagují s vizualizací podle toho, co vidí a jak si to interpretují
- 8% mužů je má problémy s vnímáním barev



www.neitzvision.com



www.healthtap.com

Vnímání v kontextu vizualizace

www.streetartutopia.com

- Barva
- Textura
- Pohyb



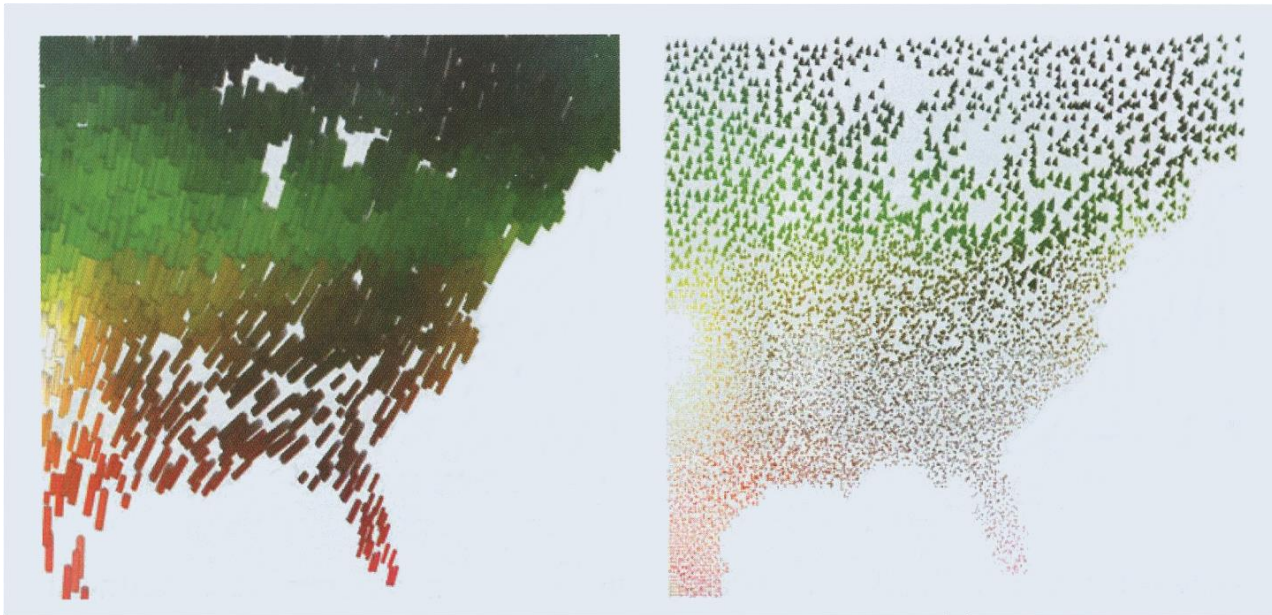
cz.123rf.com



blog.experimentsinmotion.com

Barva

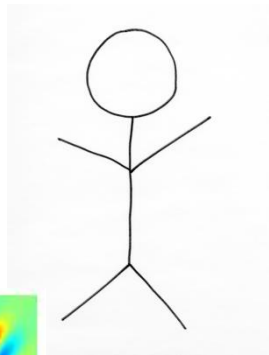
- Vyvážení barev - uniformní rozložení barvy v celé použité škále
- Rozlišitelnost - v dané diskrétní kolekci barev je každá barva stejně dobře odlišitelná od ostatních
- Flexibilita - barvy lze vybírat z jakéhokoliv místa barevného prostoru



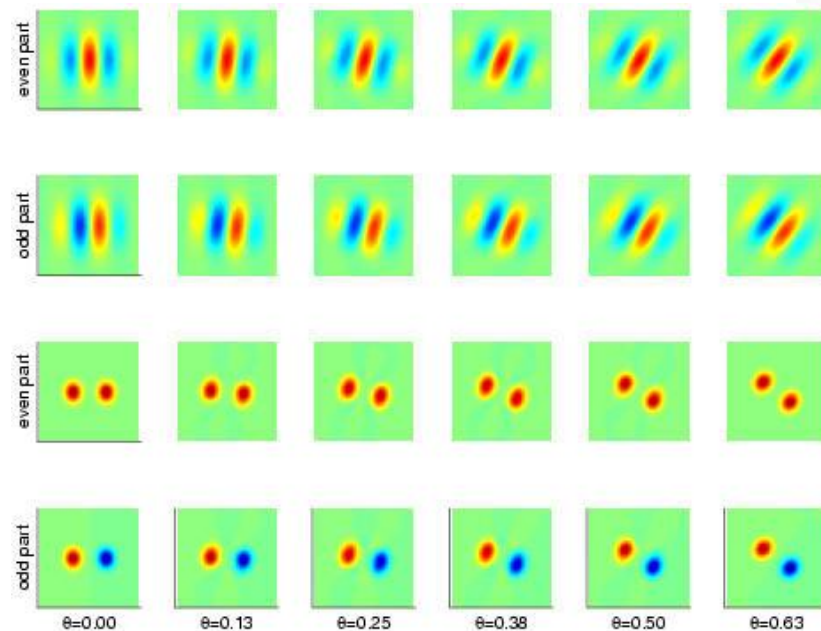
Healey a Enns – historický záznam klimatu na východě USA. Barva = teplota, jas = rychlost větru, orientace = srážky, velikost = oblačnost, hustota = frekvence mrazů

Textura

- Pravidelnost, kontrast, velikost, hrubost
- Grinstein et al. (mapování multidimenzionálních dat na postavičku)

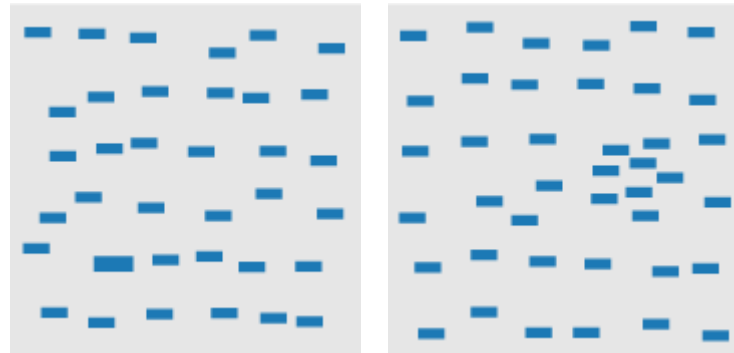


- Ware a Knight –
Gabor filters
(změna orientace,
velikosti a kontrastu
na základě 3 nezávislých
datových atributů)



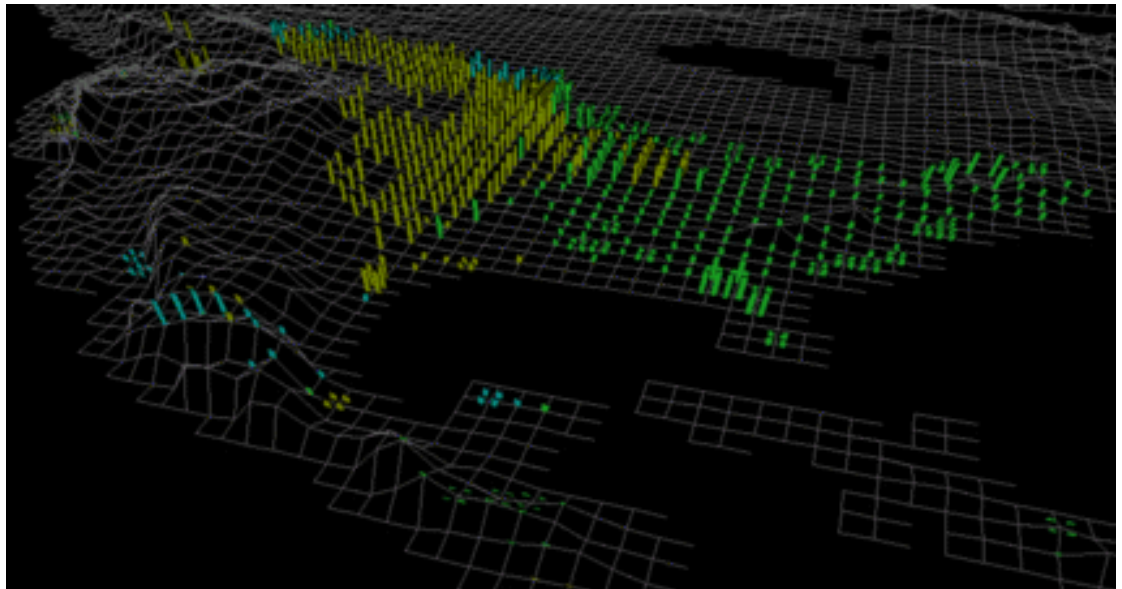
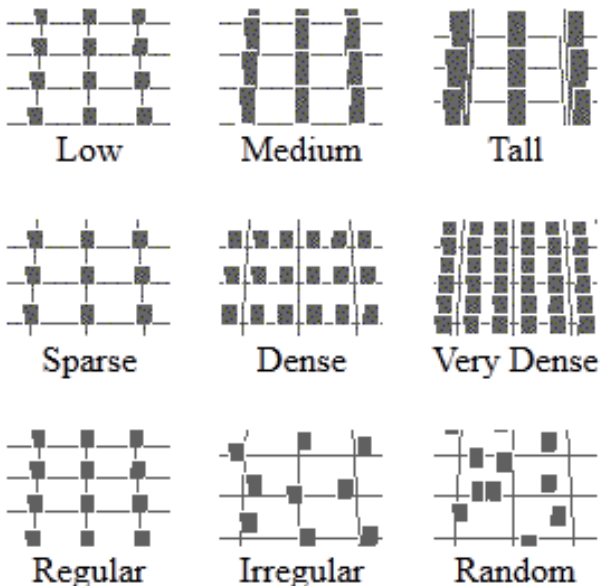
Textura

- Healey and Enns – pexels (perceptual texture elements)
- Velikost a hustota jsou snadno vnímatelné, odchylky v pravidelnosti hůře



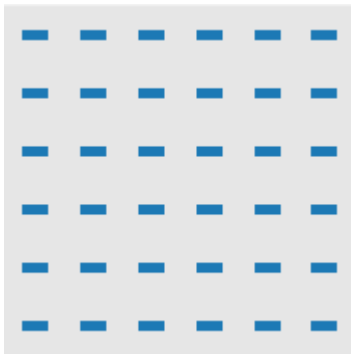
Textura

- Poxel nabývá 3 diskrétních hodnot (výška, hustota, náhodnost)
- Zobrazení oblastí s vysokou kultivací půdy (výška = stupeň kultivace, hustota = typ půdy, náhodnost = typ vegetace)



Pohyb

- Animace částicových systémů, změna barvy, ...
- Obecně – změny v obraze přitahují pozornost a zlepšují proces vnímání



flicker

<http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/>

Pohyb

- Důležitá je pozice animovaného objektu ve scéně
 - Rozdílně vnímáme takový objekt ve středu zájmu a vnímaný periferním viděním
- Rušivost „druhotných“ pohybů ve scéně
 - Nejméně rušivé blikání, dále oscilující pohyb, rozbíhání objektů
 - Nejvíce rušivý je pohyb objektů na velké vzdálenosti
 - <http://openaccess.city.ac.uk/3752/1/Perceptually%20Uniform%20Motion%20Space.pdf>