

视觉通道（继续）



标记和视觉通道

视觉通道的表现力

表达出数据的完整属性

不携带额外信息



衡量方式/判断标准

精确性

可分辨性

可分离性

视觉突出性

精确性

项目	指数n
面状持续光源亮度	0.33
粘度	0.42
点状持续光源亮度	0.5
短时闪光亮度	0.5
气味	0.6
高频振动	0.6
响度	0.67
深度	0.67
炎热度	0.7
面积	0.7
全身皮肤辐射温度	0.7
触觉硬度	0.8
糖精甜度	0.8
低频震动	0.95
点状闪光亮度	1
金属冰感	1
体感温度	1

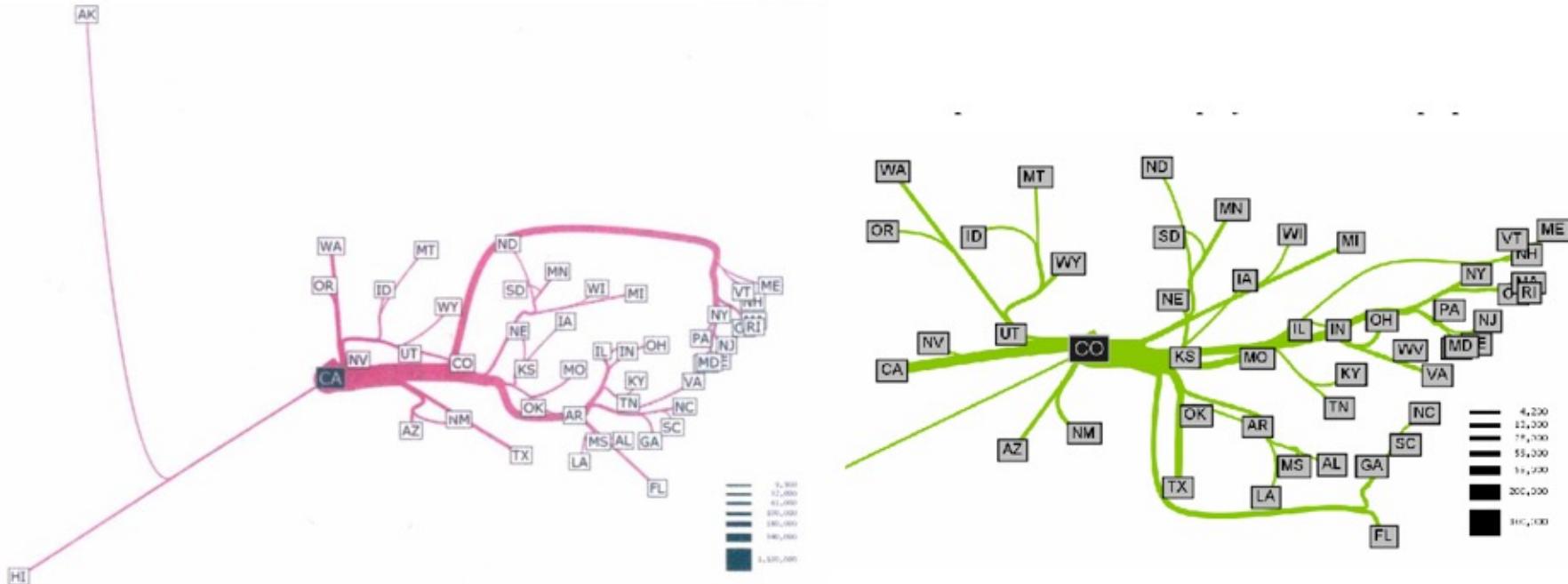
项目	指数n
长度	1
持续时间	1.1
手掌推力	1.1
人声大小	1.1
亮度	1.2
手指跨度	1.3
蔗糖甜度	1.3
局部皮肤辐射温度	1.3
角度加速度	1.4
咸度	1.4
重量	1.45
粗糙度	1.5
金属烫度	1.6
寒冷度	1.7
肌肉力量	1.7
颜色饱和度	1.7
电流	3.5

不同感知通道的史蒂文斯幂次 (n值)

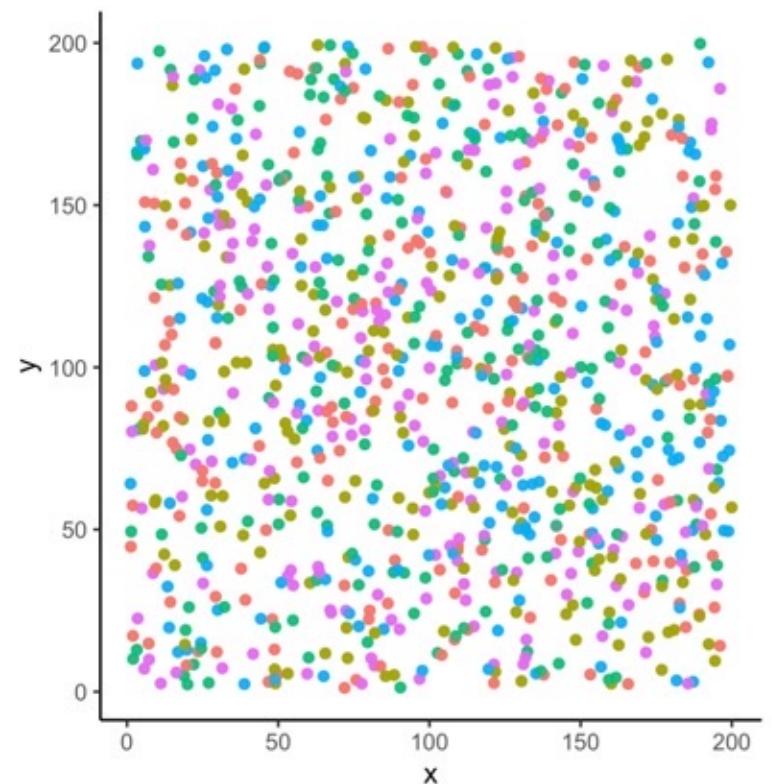
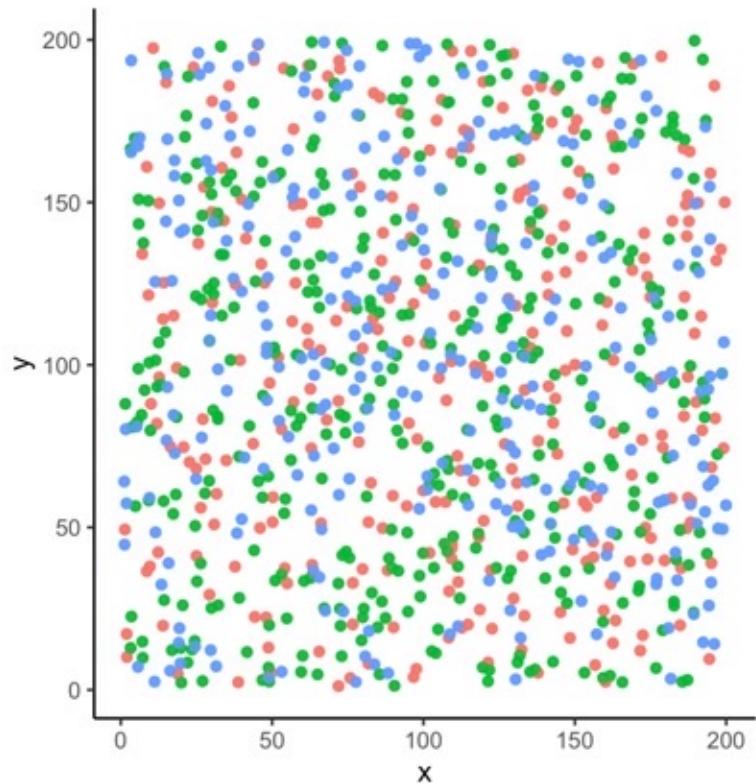
当n值小于1时，刺激信号会被感知压缩，即信号本身的变化值大于感知到的信号变化值（代表该通道的灵敏性较弱）。

可辨认性

- 视觉通道可以具有不同的取值范围。如何调整取值，让用户能够区分同一个视觉通道中两种以上的取值状态，是视觉通道的可辨认性问题。

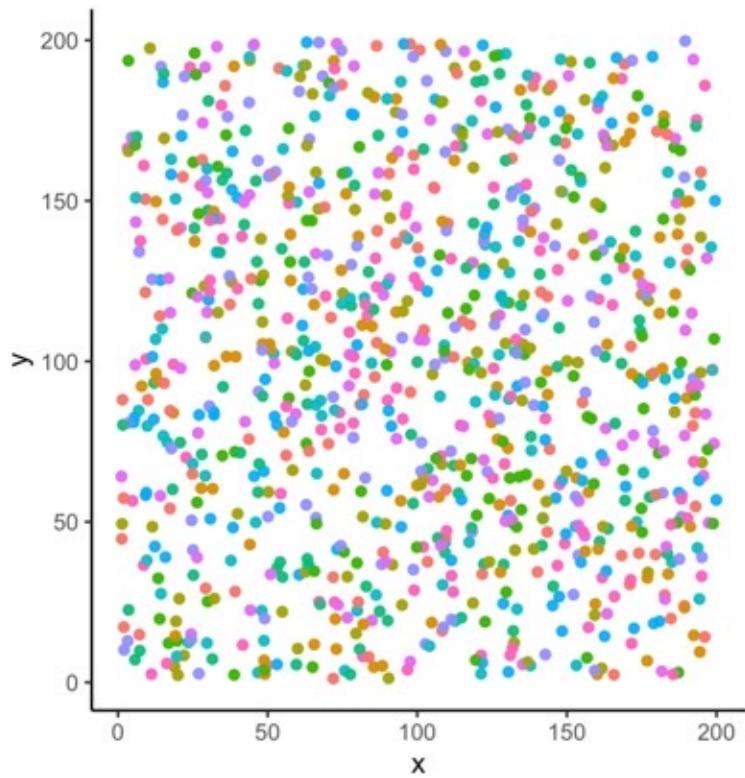


可辨认性

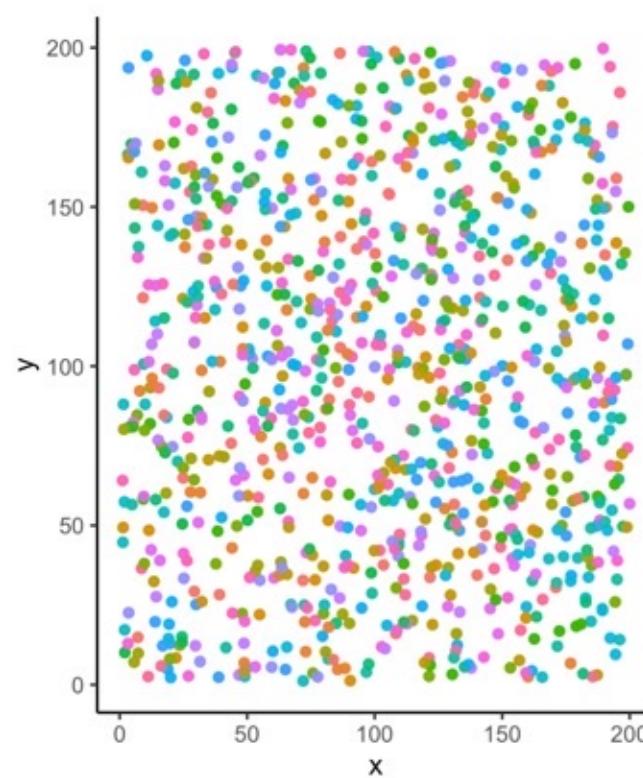


色调：分几个组有效？

可辨认性



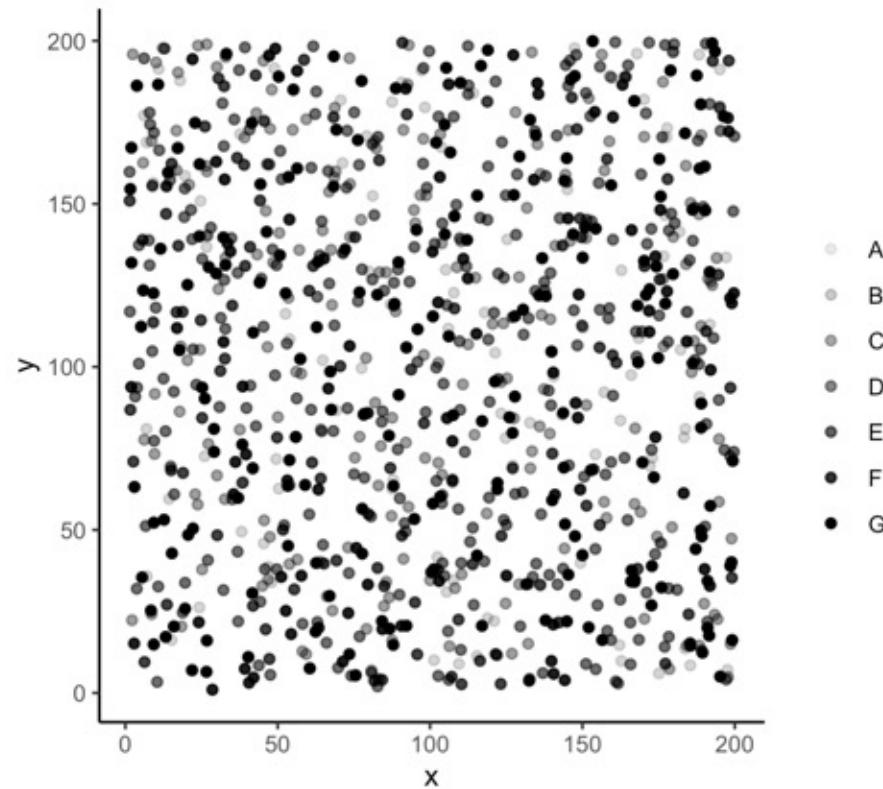
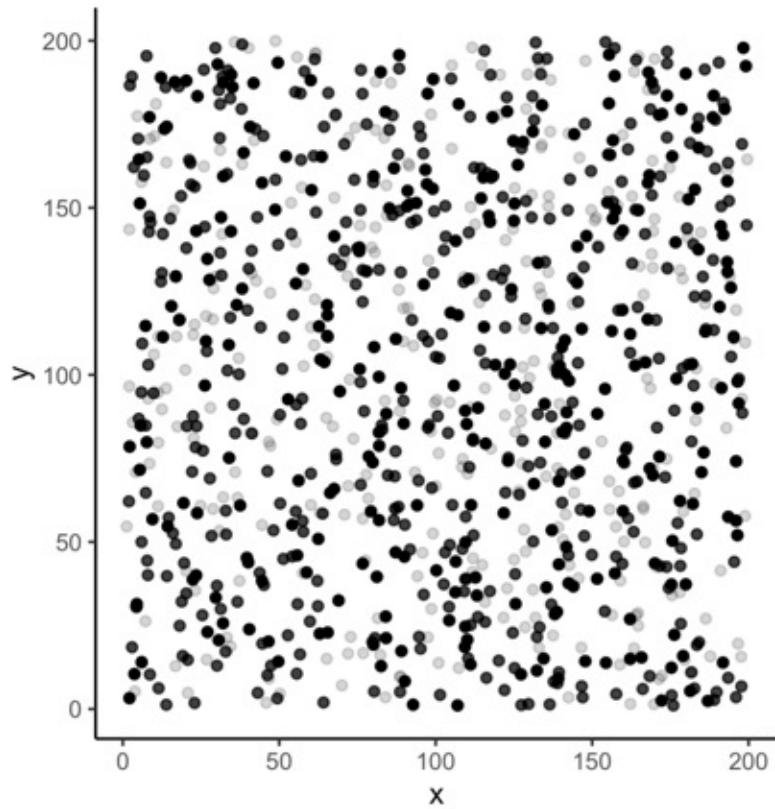
● A
● B
● C
● D
● E
● F
● G
● H
● I
● J



● A ● K
● B ● L
● C ● M
● D ● N
● E ● O
● F ● P
● G ● Q
● H ● R
● I ● S
● J ● T

色调：分几个组有效？

可辨认性

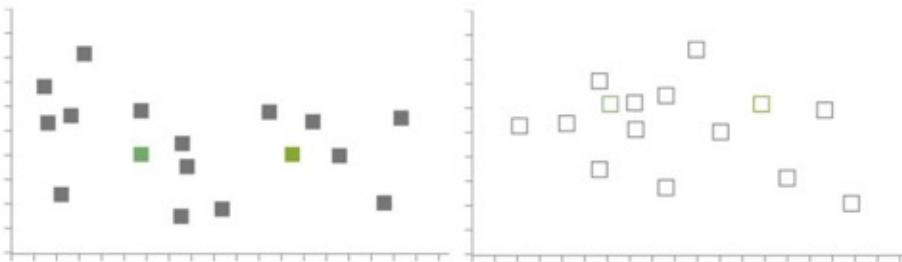


亮度：分几个组有效？

可分离性

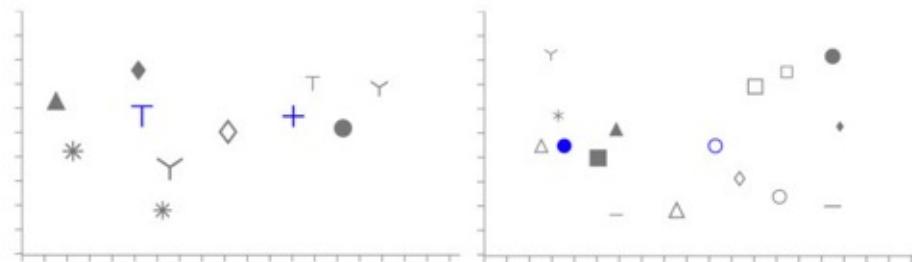
- 两种视觉通道是否会互相影响，甚至互相矛盾。
- 视觉通道的可分离性特征：不同的通道在被用于表达数据属性时，**两两之间的干扰情况**。
- 视觉通道的类型本身就决定了它们之间的可分离性，但两个视觉通道的相互干扰**会在某些条件下被放大**。

Color Difference Comparisons



实心方块vs空心方块，会影响对颜色的区分

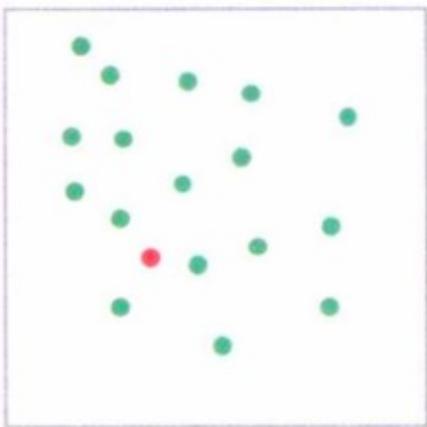
Size Difference Comparisons



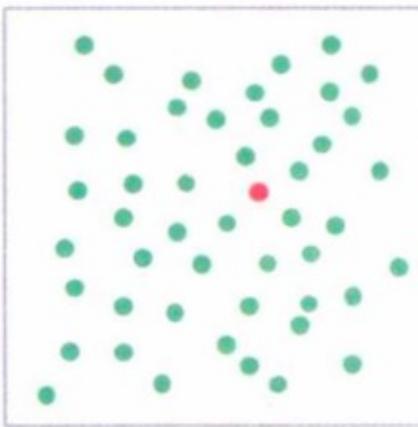
不同的图案会影响对大小的区分

视觉突出

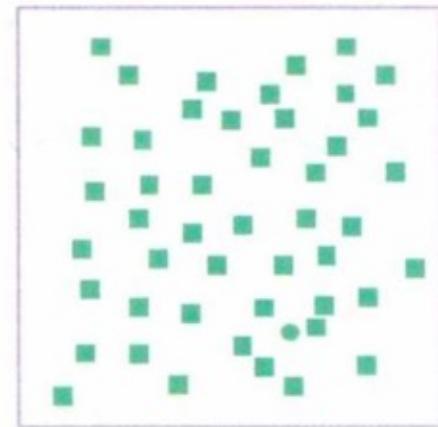
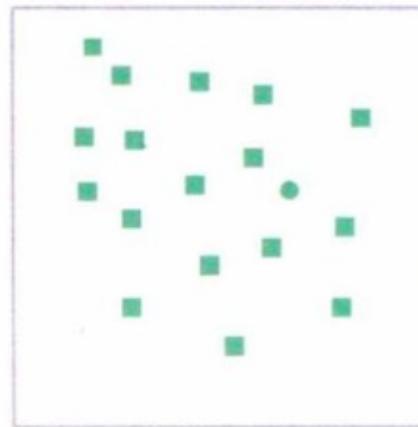
- “前注意视觉”或“前向注意力”



绿点里面找红点



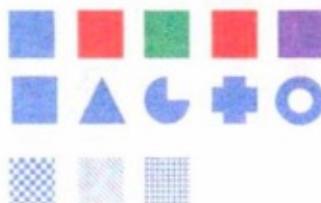
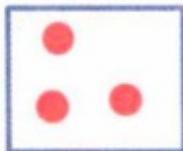
方块里面找圆点



视觉通道的特征

分类的

是什么 / 在哪里



分组的

关系



包含



连接



相似



接近

定量的 / 定序的

程度

位置



坐标轴位置

色调



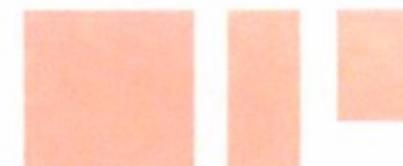
长度

形状

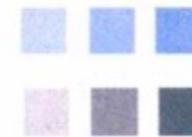


角度

图案



面积



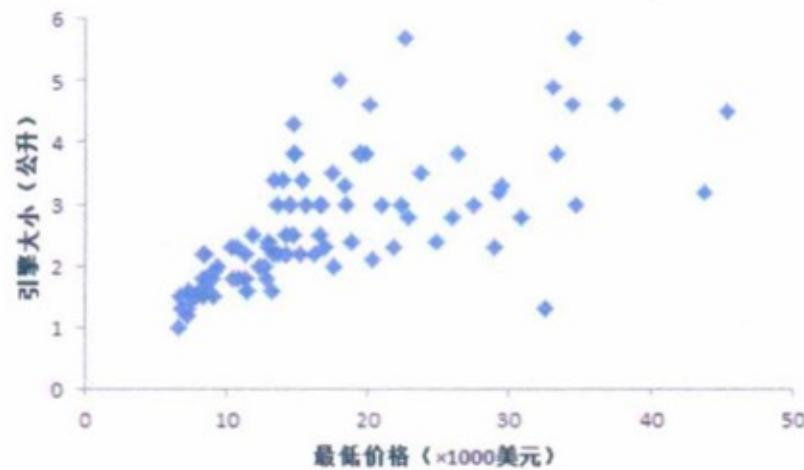
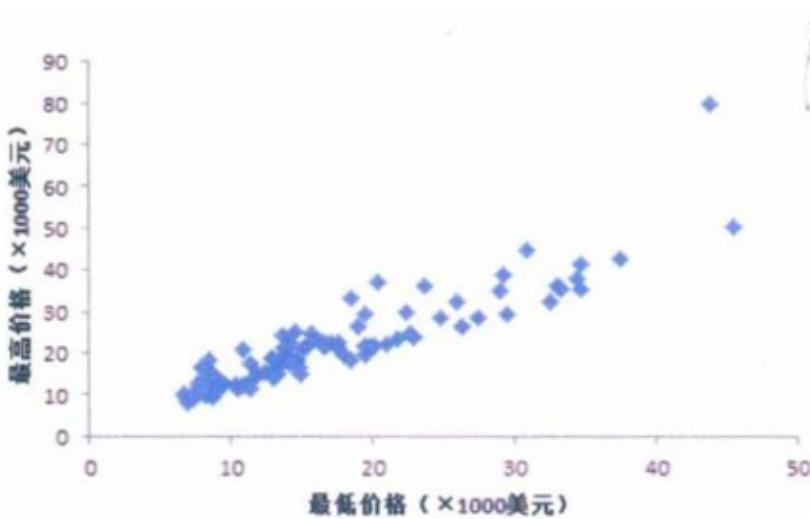
亮度 / 饱和度



纹理密度

平面位置

- 平面位置既可用于编码定性属性，又可用于编码定序或定量属性。对象在平面上的接近性也可以用于编码分组属性。
- 由于可视化大多为二维图像，平面位置对于任何数据都非常有效。因此在设计可视化时，通常先要确定平面位置所编码的数据属性。



颜色

- 颜色：最复杂、也最常用的视觉通道，它可以编码大量的数据信息。
 - 亮度、饱和度：定量/定序属性
 - 色调：定性属性

property	marks	ordinal/nominal mapping	quantitative mapping
shape	glyph	○ □ + △ S U	
size	rectangle, circle, glyph, text	● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
orientation	rectangle, line, text	— / \ \ / \ /	— — — — — — — — — —
color	rectangle, circle, line, glyph, y-bar, x-bar, text, gantt bar	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ...	min max

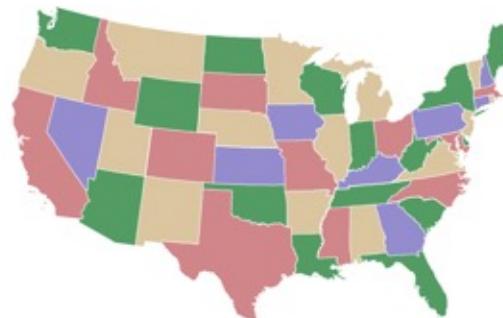
亮度

- 适合于编码有序的数据
- 可辨认性和精确性都比较小，层次不宜多于5个。



饱和度

- 适合于有序数据。
- 在小尺寸的图像里（比如点和线）难以区分不同的饱和度，此时饱和度的层次通常不宜超过三层。
- 可视化标准设计原则：在大块区域内（如背景环境），通常应使用低饱和度的颜色进行填充；对于小块区域，可以使用更亮的、饱和度更高的颜色填充，使其更容易被辨认。
- 尽量不要使用完全高饱和度的配色方案。



Saturated colors	Desaturated bright colors	Desaturated dark colors

Exciting, dynamic,
attracts attention,
slows users down

Friendly,
professional, keeps
users moving

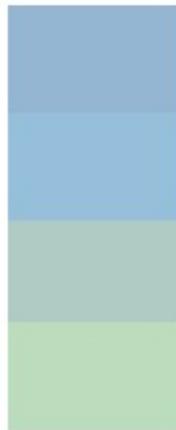
Serious,
professional, keeps
users moving

Use for buttons,
links, alerts and
system messages.

Use for menus,
headers, panels
and backgrounds.

色调

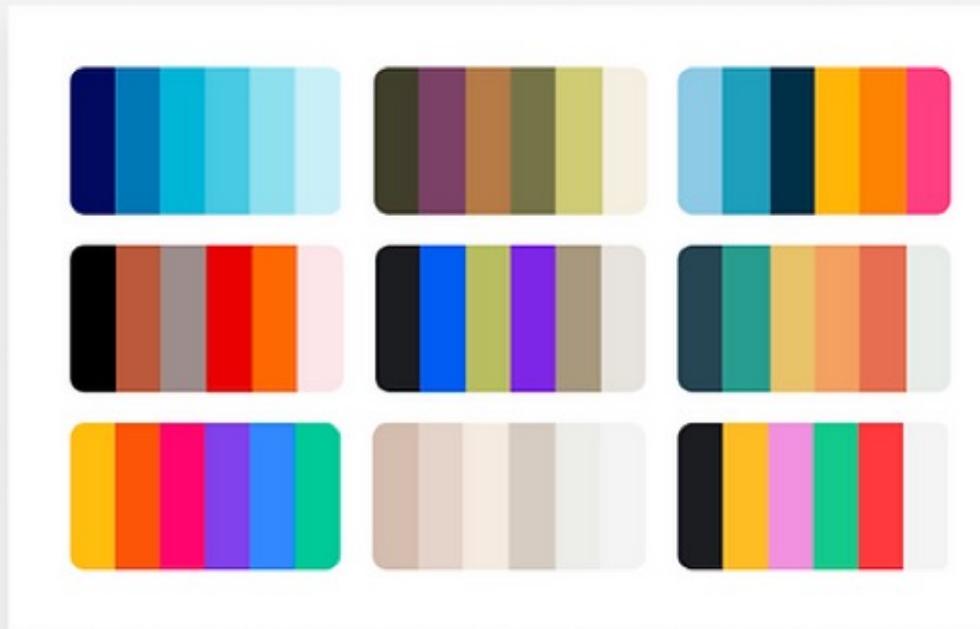
- 适合于编码**定性属性**，也有编码分组属性的功能。
- 需要注意与其他视觉通道的**相互影响**。
 - 在**小尺寸**的图案中通常难以分辨不同的色调。
 - 在**不连续区域中**的色调很难被准确地互相比较和区分。
- 色调具有比亮度和饱和度更多的可区分层次，在图案较大的区域中，人眼通常可以区分和处理6~8种色调。



几种颜色？



配色方案



配色方案

Number of data classes: 12 i

Nature of your data:
 sequential diverging qualitative

Pick a color scheme:



Only show:
 colorblind safe
 print friendly
 photocopy safe

Context:
 roads
 cities
 borders

Background:
 solid color
 terrain

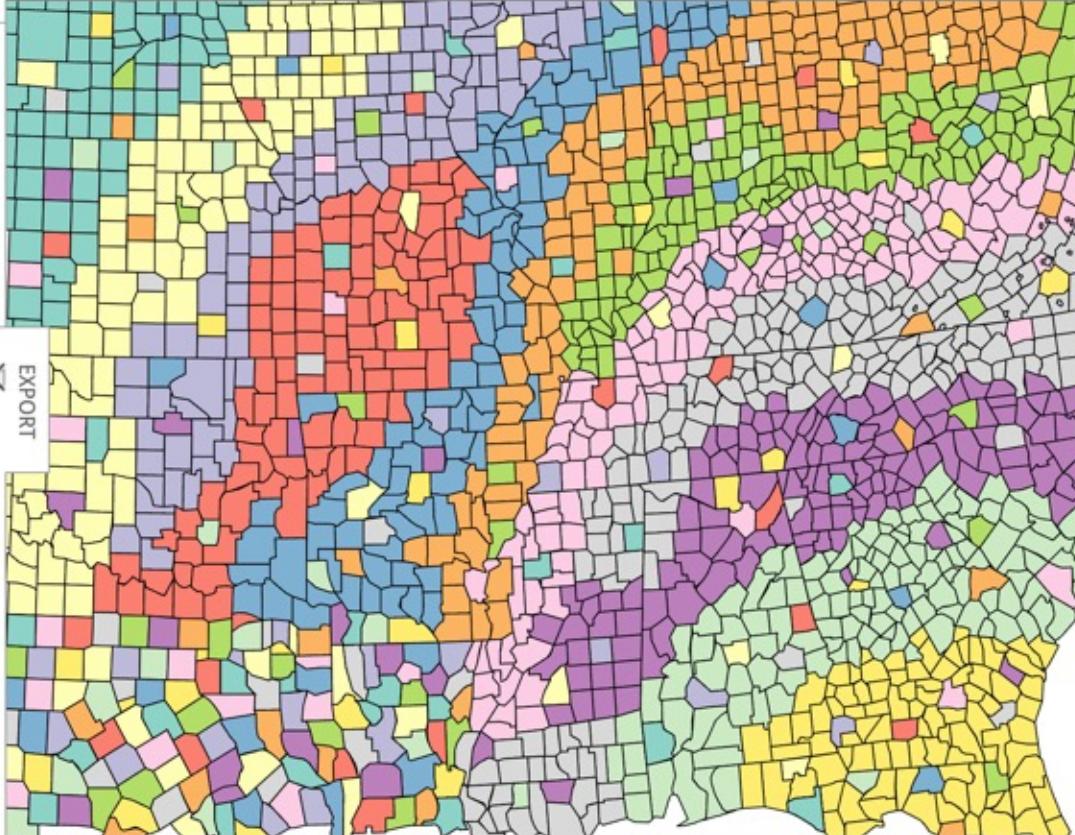
color transparency

12-class Set3 i

EXPORT i

HEX i

#8dd3c7
#ffffb3
#bebada
#fb8072
#80b1d3
#fdb462
#b3de69
#fccde5
#d9d9d9
#bc80bd
#ccebc5
#ffed6f



<https://colorbrewer2.org/>

配色方案

Adobe Color

建立 探索 趨勢 實驗室 資料庫 新增

色輪 擷取主題 擷取漸層 協助工具

色彩調和 色彩模式
類比 v RGB v

使用 Adobe 的色輪產生令人驚艷的調色盤

使用色輪來建立構成調色盤的和諧顏色。請選擇您的基色，然後從相似色、三元色、互補色等各種色彩調和中進行選擇，以建立漂亮的設計。

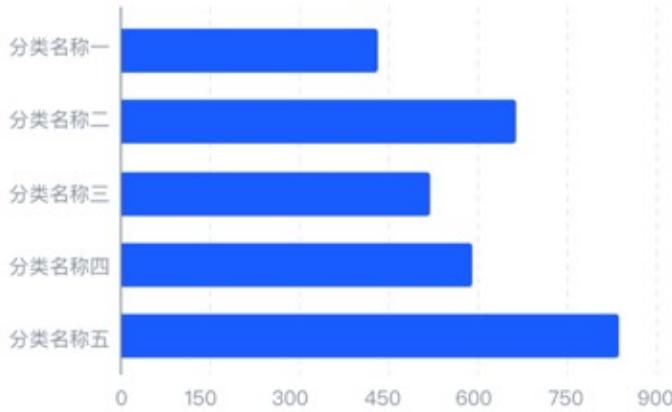
儲存

#F2DC72 #D3F272 #F2EC72 #F2CD72 #9DF272

Kuler配色系统 (Adobe)
<https://color.adobe.com>

尺寸大小

- 适合**定量/定序属性**
- 过小的尺寸会抑制其他视觉通道的视觉表达效果。
 - 一维尺寸：长度，包括垂直尺寸（高度）和水平尺寸（宽度）
 - 二维尺寸：面积
 - 三维尺寸：体积
- 高维尺寸包含低维尺寸，因此要避免同时使用两种不同维度的尺寸。一维表现力好，二维一般，三维较弱。



Four Ways to Slice Obama's 2013 Budget Proposal

Explore every nook and cranny of President Obama's federal budget proposal.

All Spending Types of Spending Changes Department Totals

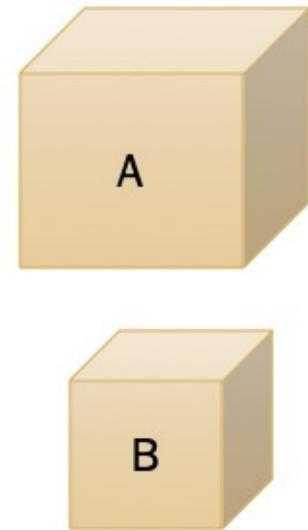
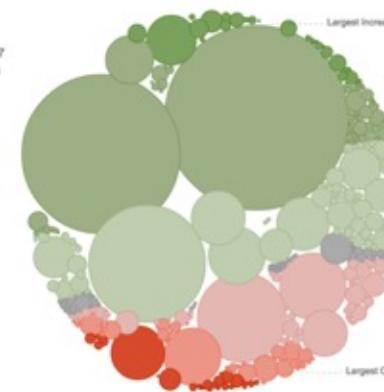
How \$3.7 Trillion is Spent

Mr. Obama's budget proposal includes \$3.7 trillion in spending in 2013, and forecasts a \$901 billion deficit.

Circles are sized according to the proposed spending.

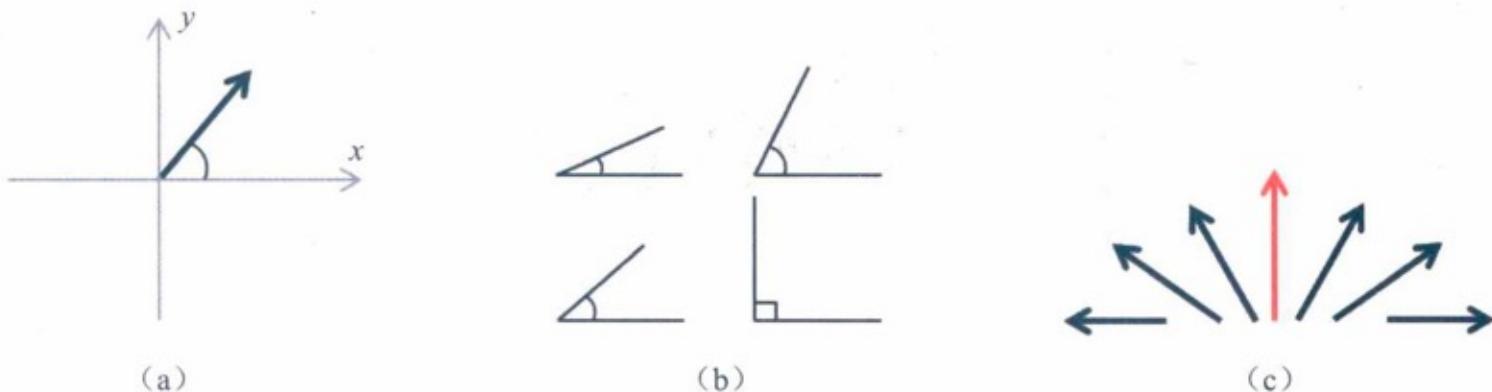


Color shows amount of cut or increase from 2012.



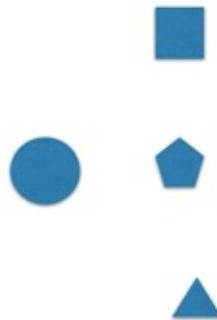
斜度和角度

- 斜度是指在二维坐标轴平面中，方向和0度坐标轴的夹角
- 角度是指任意两条线段之间的夹角大小
- 斜度和角度都适用于**定量/有序属性**
- 斜度在定义域内不存在严格意义的递增和递减，可以通过**四个象限的区分**编码分类属性
- 在相邻的两个象限中间，斜度所指方向可代表中性特征，因此适用于编码数据的发散性（Divergence）



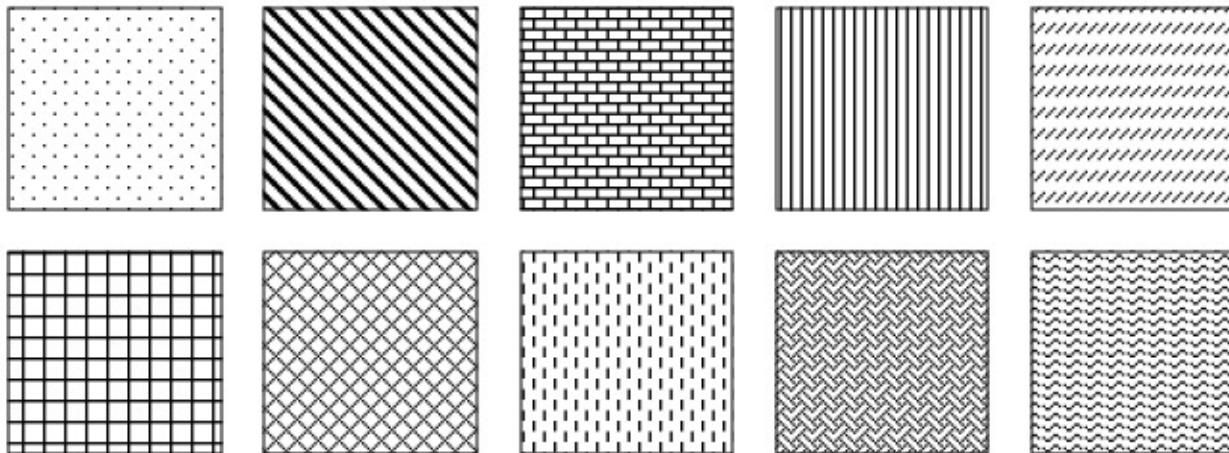
形状

- 通过前注意视觉（前向注意力）能识别的一些低阶视觉特征。
- 适宜分类属性，容易与其他视觉通道发生相互影响



纹理

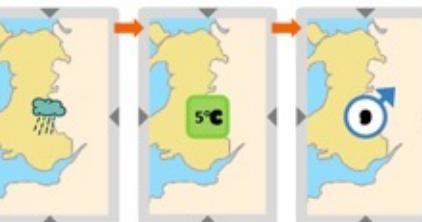
- 纹理是多种视觉变量的组合，包括：
 - 形状（组成纹理的基本元素）
 - 颜色（纹理中每个像素的颜色）
 - 方向（纹理中形状和颜色的旋转变化）
- 纹理通常被用于填充多边形。
- 作为辅助的视觉通道（配合颜色），增强二维图像的视觉效果。在灰度印刷、减少颜色类别、应用色盲保护时，可作为颜色的替代品。



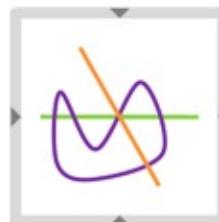
视觉多通 Visual Multiplexing



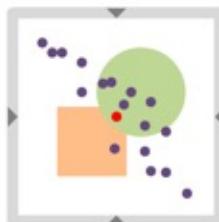
(a) Type A: Partition a space



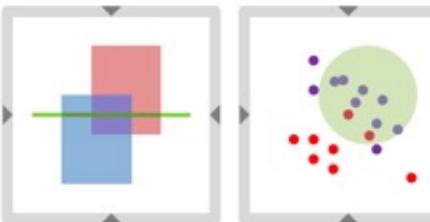
(b) Type B: Partition a time period



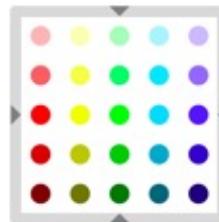
(c) Type C: Introduce partial occlusion



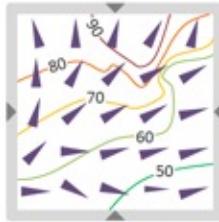
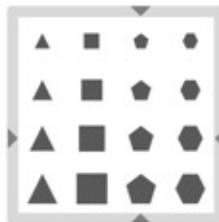
(d) Type D: Use a 'hollow' visual channel



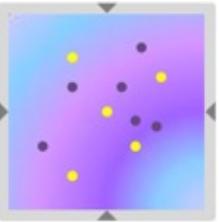
(e) Type E: Introduce translucent occlusion



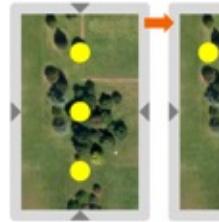
(f) Type F: Use an integrated visual channel



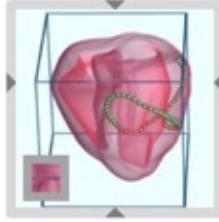
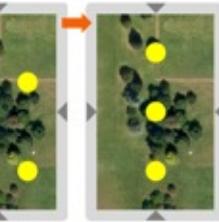
(g) Type G: Depict a continuous field



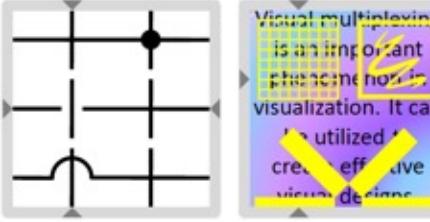
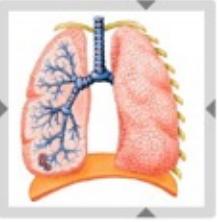
(h) Type H: Shift a visual channel



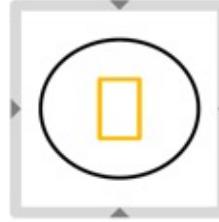
(i) Type I: Use periodic motion



(j) Type J: Assume a priori knowledge



(k) Type J (continued): Acquired knowledge



(l) Type J (continued): Visual language

Pop Quiz

回答正确得2分
回答错误得1分
缺席不得分

1. 以下哪种色彩空间通常适用于彩色印刷?

- A. RGB | B. CMYK | C. HSV | D. YUV

2. 以下哪种视觉障碍又被称为“第三色盲”?

- A. 单色视觉 | B. 红色盲 | C. 绿色盲 | D. 蓝色盲

3. AMP原则指设计可视化作品时需要考虑的三个方面，
它们分别是?

- A. 受众、媒介、属性
- B. 受众、媒介、目的
- C. 答案、模板、目的
- D. 答案、模板、属性

4. 以下哪种颜色最常被用于可视化设计中的色盲保护?

- A. 红色 | B. 绿色 | C. 紫色 | D. 棕色

5. 以下哪种视觉通道属于定性通道?

- A. 形状 | B. 长度 | C. 面积 | D. 曲度





Infographics

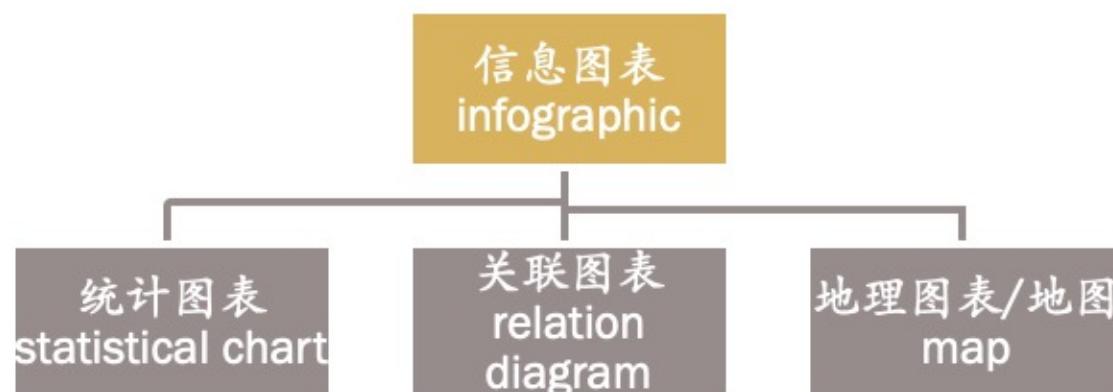
信息图表

中国地质大学（北京）信息工程学院

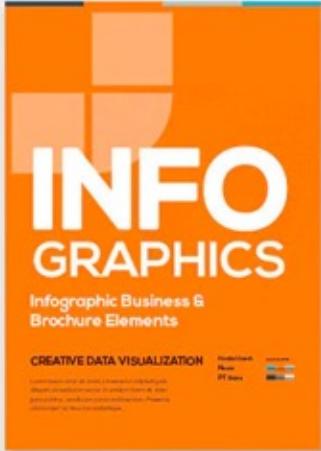
叶山

yes@cugb.edu.cn

信息图表

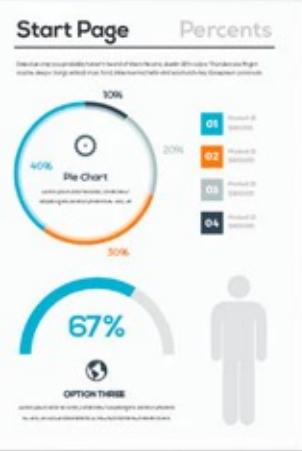


信息图表



INFOGRAPHICS
Infographic Business & Brochure Elements
CREATIVE DATA VISUALIZATION

This section displays various infographic elements including a large title 'INFOGRAPHICS', a pie chart, a progress bar, and a timeline.



Percents

Start Page

10%
20%
30%
40%
Pie Chart
OPTION ONE
OPTION TWO
OPTION THREE
OPTION FOUR

67%
OPTION THREE

A pie chart showing percentages (10%, 20%, 30%, 40%) and a progress bar indicating 67% completion.



Clean

Graphics

OPTION ONE
OPTION TWO
OPTION THREE
OPTION FOUR

OPTION ONE
OPTION TWO
OPTION THREE
OPTION FOUR

Two bar charts labeled 'OPTION ONE' and 'OPTION TWO' side-by-side.



World

Comparison

20%
50%
67%
80%
FIRST OPTION
SECOND OPTION
THIRD OPTION
FOURTH OPTION

MORE TEXT

A world map with location pins and four circular data points corresponding to the percentage values.



Modern **Infographics**

OPTION ONE
OPTION TWO

OPTION ONE
OPTION TWO

OPTION ONE
OPTION TWO

A modern infographic featuring a computer monitor displaying puzzle pieces, two line graphs, and two callout boxes.



World Stats **Basics**

20%
34%
48%
75%
FIRST OPTION
SECOND OPTION
THIRD OPTION
FOURTH OPTION

A world map with various data points and callout boxes labeled 'OPTION ONE' through 'OPTION FOUR'.



People **Compare**

LottoPoker
LottoGamer
LottoPlayer
LottoBingo
LottoQueen
LottoQueen

OPTION ONE
OPTION TWO
OPTION THREE
OPTION FOUR

FANCY HEADING

A horizontal bar chart with five bars and a callout box labeled 'FANCY HEADING'.



Last Page **End**

FANCY HEADLINE

OPTION ONE
OPTION TWO
OPTION THREE
OPTION FOUR

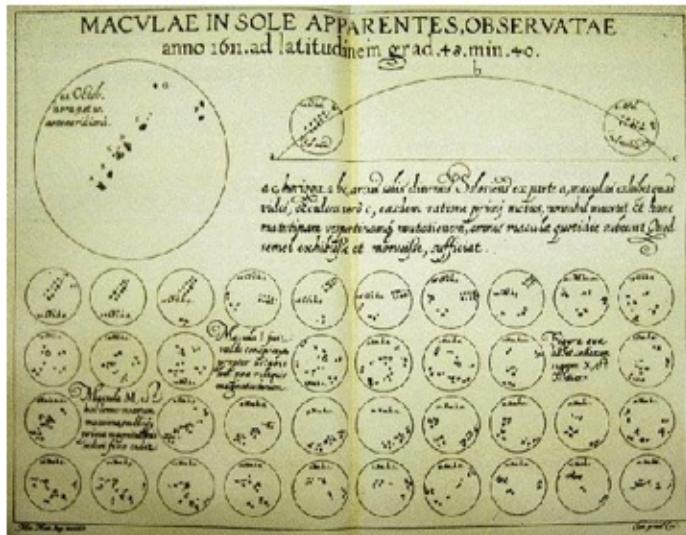
OPTION ONE
OPTION TWO
OPTION THREE
OPTION FOUR

CREATIVE DATA VISUALIZATION

A summary page featuring a callout box 'FANCY HEADLINE', four callout boxes labeled 'OPTION ONE' through 'OPTION FOUR', and a 'CREATIVE DATA VISUALIZATION' section at the bottom.

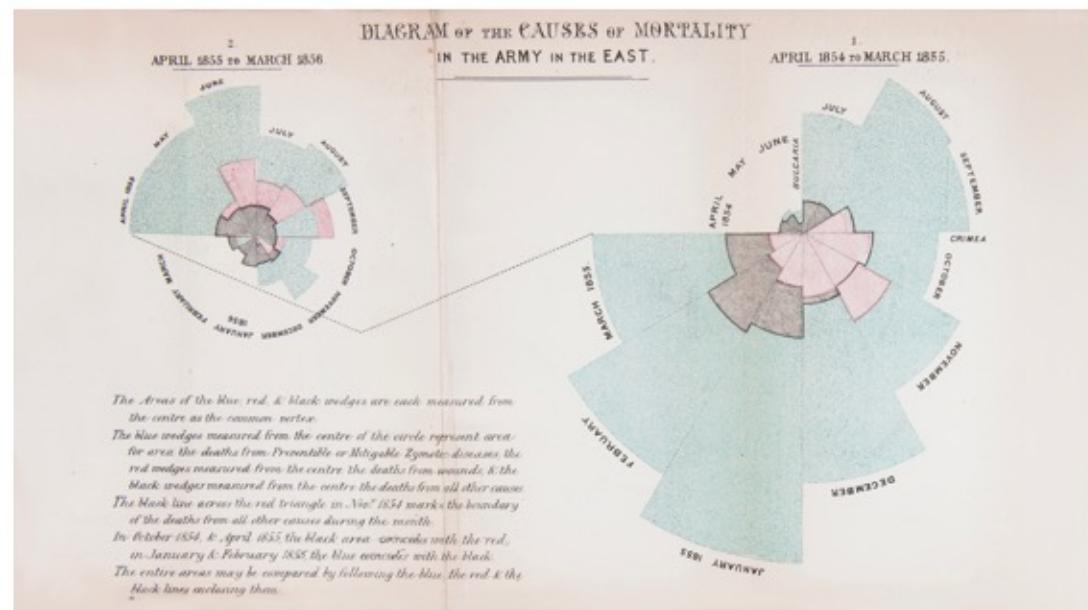
信息图表 (Information graphics或Infographics, 资讯图表) : 使用视觉效果和配套的文本, 来突出显示关键信息和想法。

信息图表



因戈尔斯塔特物理学家沙伊纳
(Christopher Scheiner) 绘制
的太阳黑子图 (1626)

南丁格尔在克里米亚战争期间
绘制的玫瑰图。



信息图表

显示数据

- 引导观众思考实质内容
- 避免扭曲数据的内容
- 在很小的空间内呈现许多数字

展示数据的趋势和细节

- 使大数据集保持一致
- 鼓励眼睛比较不同的数据
- 以多个细节级别揭示数据

服务目的相当明确

- 描述、探索、制表或装饰
- 与数据集的统计报告紧密结合。

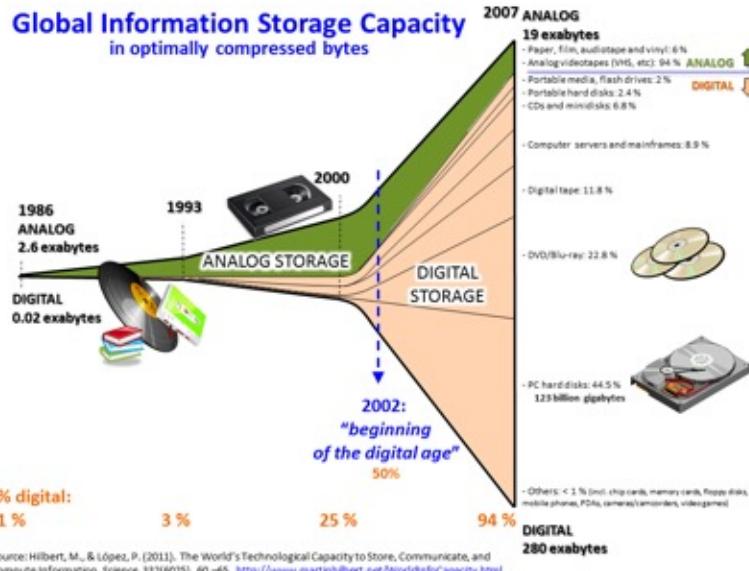
信息图表的定义



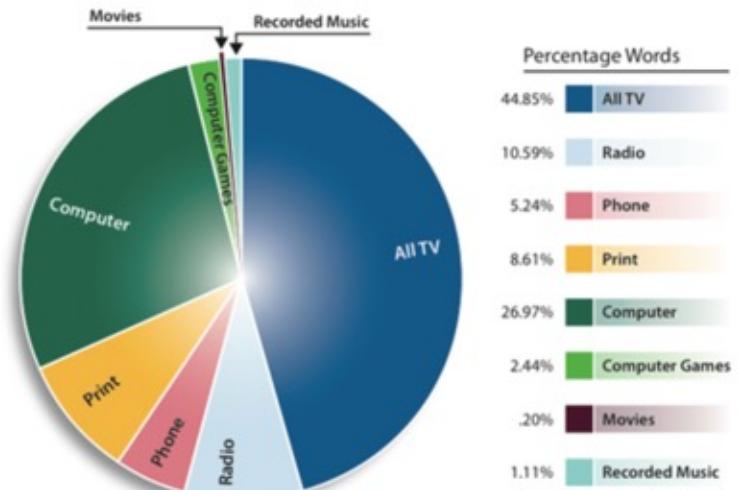
Edward Tufte
“数据界的达芬奇”

信息图表

- 2008年：美国普通人每天在业余时间获得的信息量为 34 GB。
- 1990-2015：配有信息图表的文献增加了 400%。
- 2007-2017：互联网上的信息图表增加了 9900%。



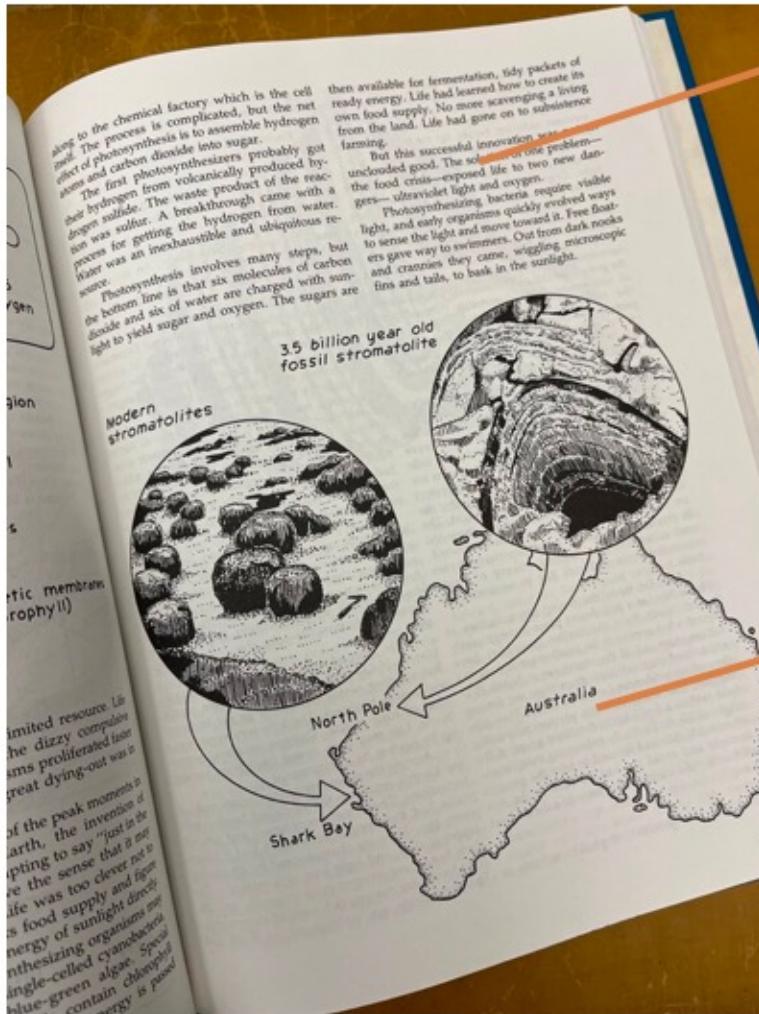
全球数据存储能力



普通人的日常信息来源（纽约时报）

信息图表

美国的科学类、新闻类、内容类网站和传统读物



28%的文字被真
正阅读到

90%以上的图片
被浏览到

信息图表

Dr. K. B. M. Salfi Islam
 DVM (Gold Medal: CII)
 MS (Dist. RAU), MS (Japan)
 PGD (Denmark), Ph.D. (Japan)
 STT (CFA); ITC (India)

Higher Training in Pain Management
 Registered Veterinary
 Practitioner (BVC Reg. No. 2003)

Fellow: TANUVAS (India), MEXT(Japan), DANIDA(Denmark),
EII (China), IUMS (Canada), MERIAL-Asia (Singapore)

Pet's Name: [Redacted] **Owner:** [Redacted]

Species: Cat **B.Wt:** 15 KG.

Date: 10-10-20 [Redacted] **Sex:** ♂

CC:
 - Atypical epileptic seizures - 2 Yr.
 - Dorsomed. & M back.
 - Atyp FD not over body
 - Skin rashes
 - Increased thirst & urin
 OE
 Temp. 101 °F
 PRHR/min 140
 RR/min 36
 Eyes:
 Nose:
 Hair coat:
 Anus:
 Others:

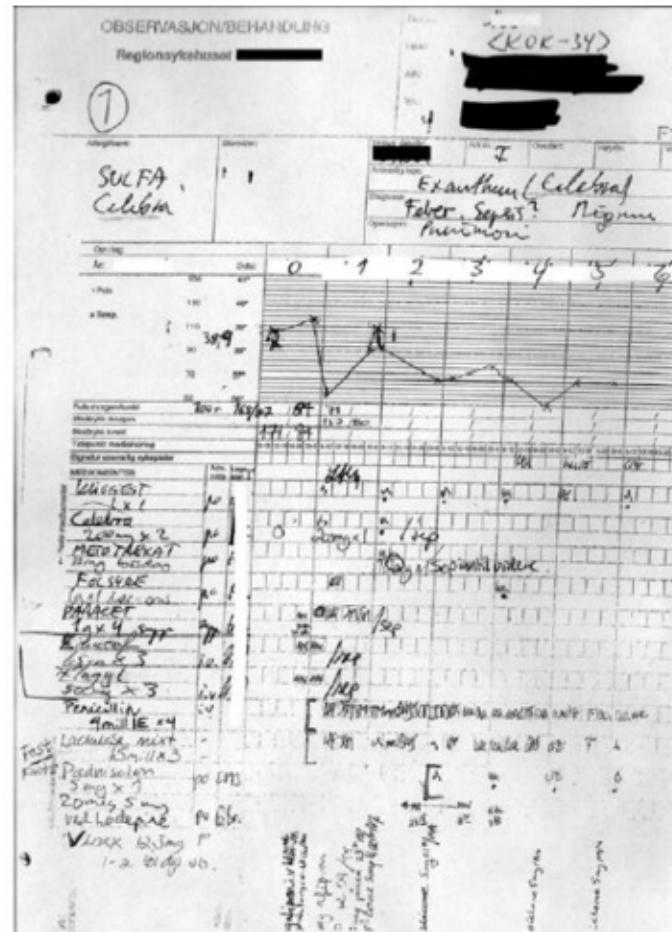
Rx:

- ① Tab. Iontal 200 plus 1/2 tab orally once.
- ② Skinabin cream (apply on skin) twice daily
- ③ Betnovate-N cream (apply on skin) twice daily
- ④ Vel-Kin shampoo use at bath as demonstrated
- ⑤ Tab. Epinal 60 mg 3/4 tab once daily for 15d.

ID: FD + St. epilation

Adv: Ample water.

Please preserve the prescription for future reference.

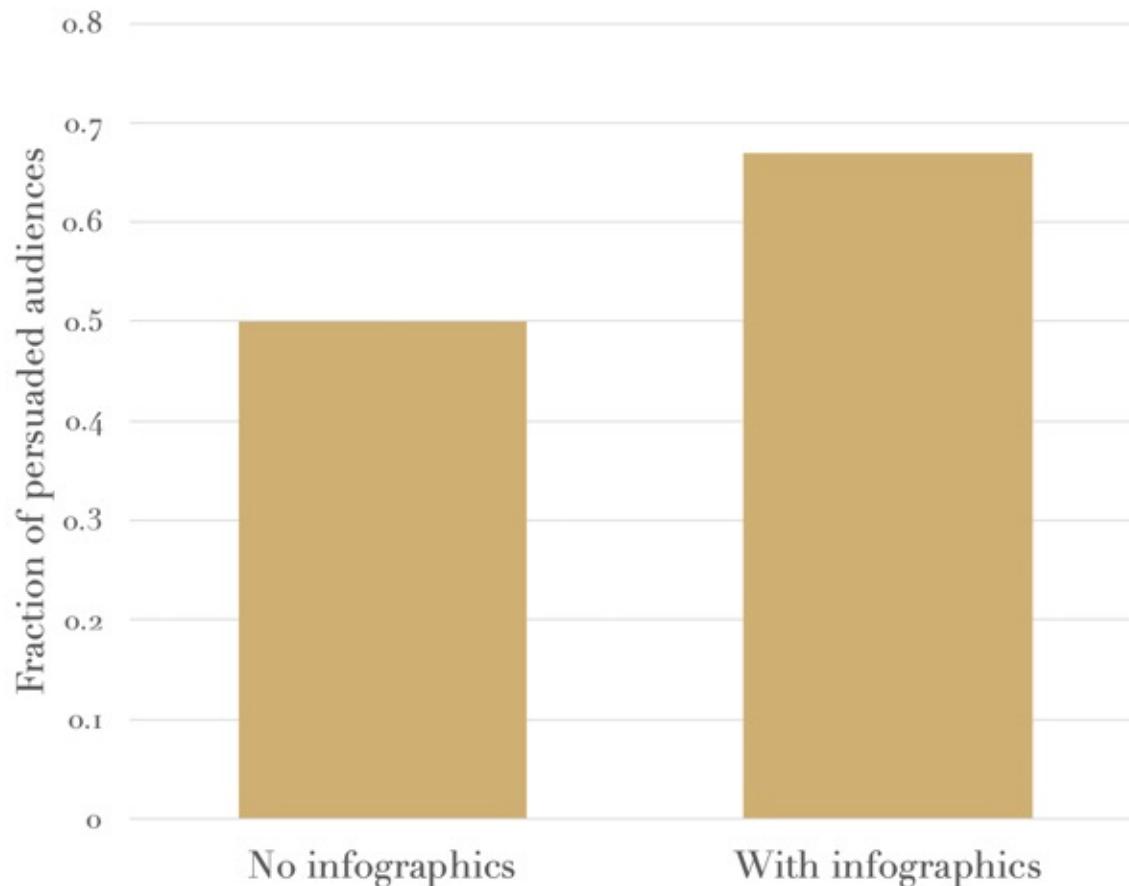


带有信息图表的处方可以提高病人对自身病情的理解（提高 95%）

信息图表



Wharton
UNIVERSITY *of* PENNSYLVANIA



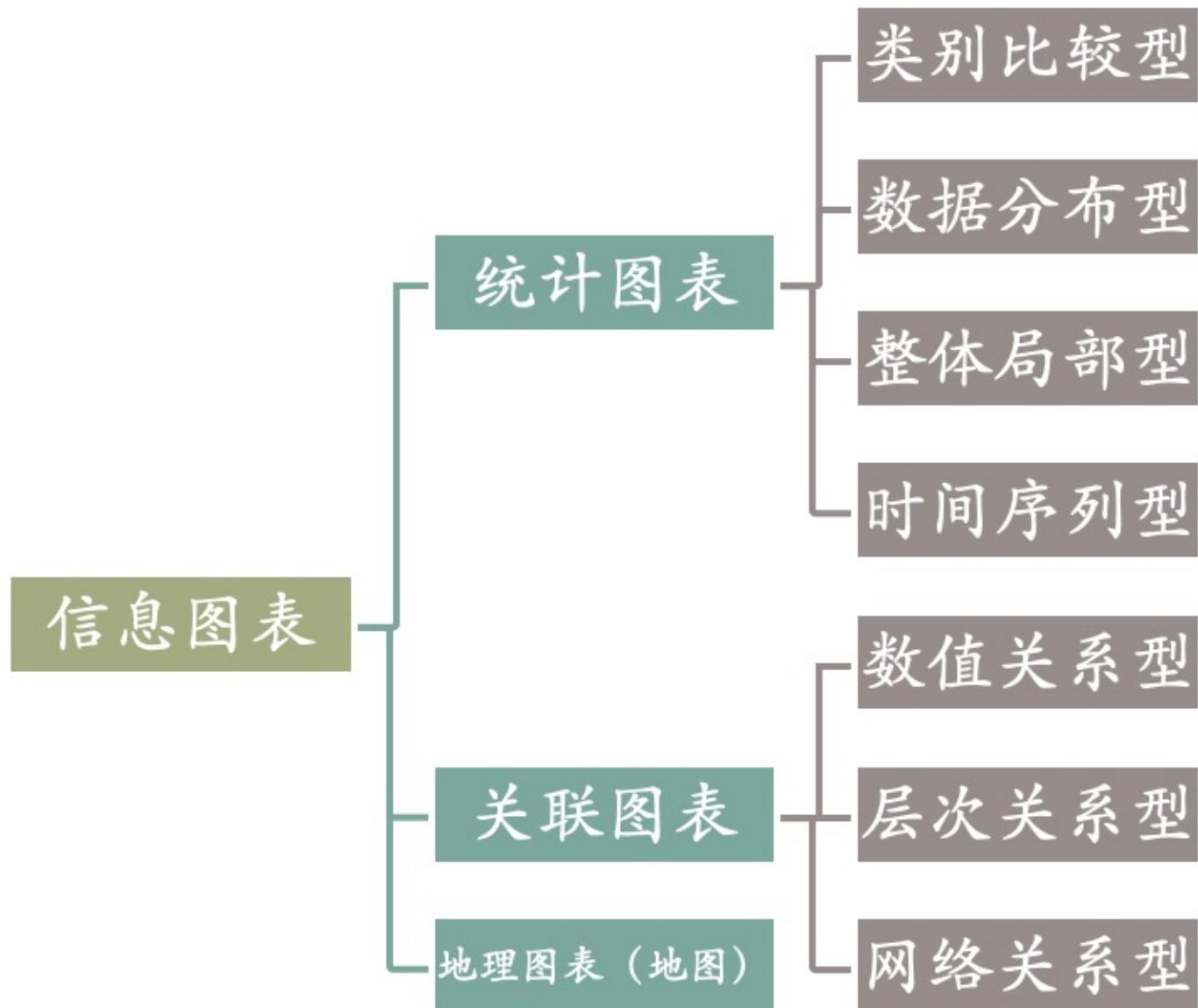
信息图表

BEIJING METRO

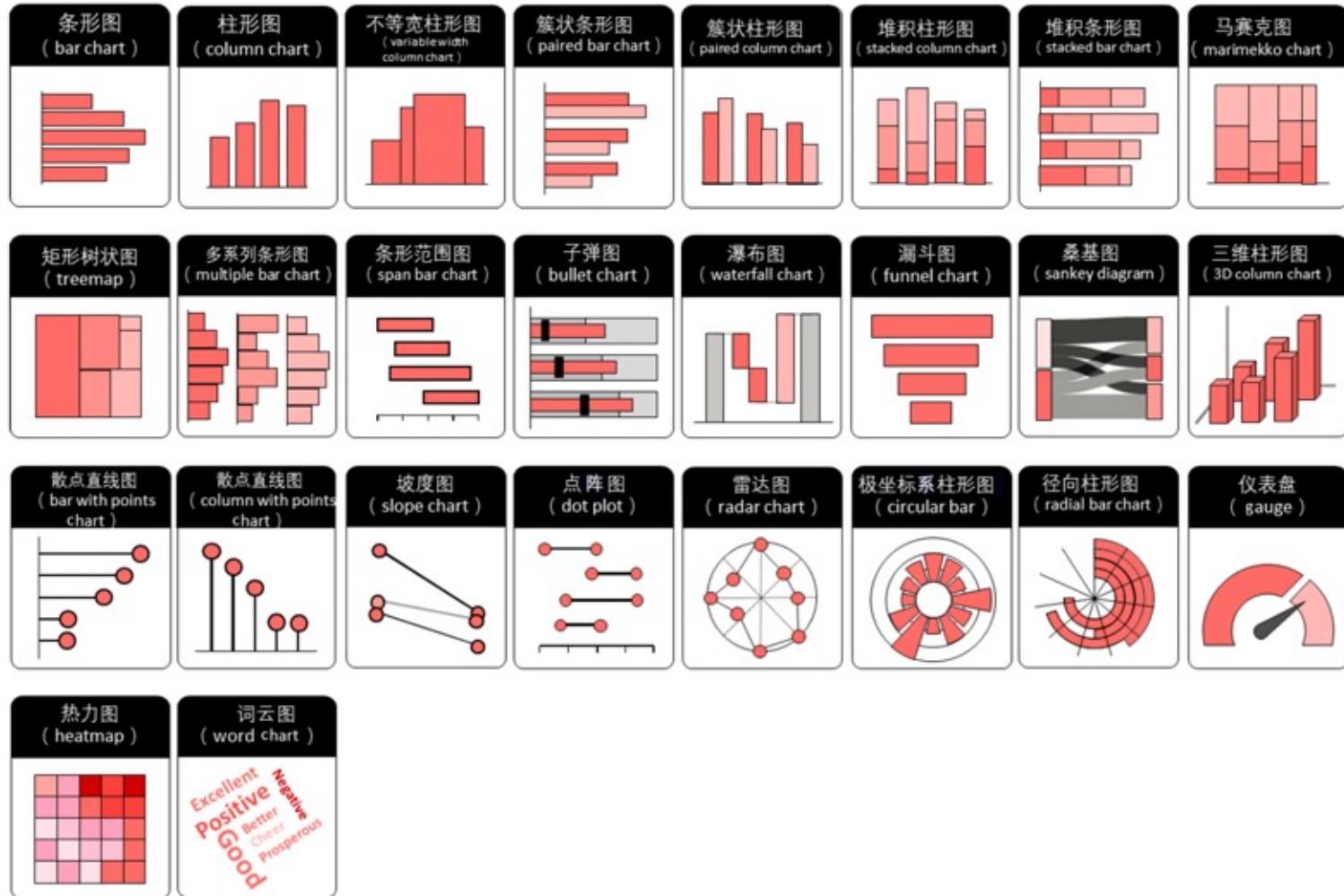


Schematic Map: 提高读者对方位和路线的理解程度到300%。

信息图表



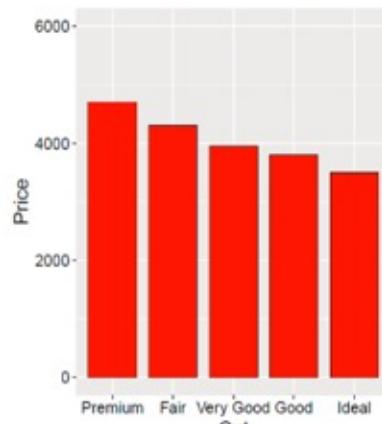
类别比较型图表



适用的变量数据类型：数值型vs类别型

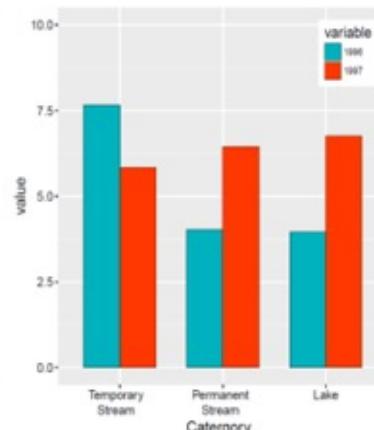
柱形图

- 柱形图：显示各项之间的比较情况。
- X轴通常为类别型变量（部分情况下可为有序型变量）
- Y轴为数值型变量，映射到矩形的高度



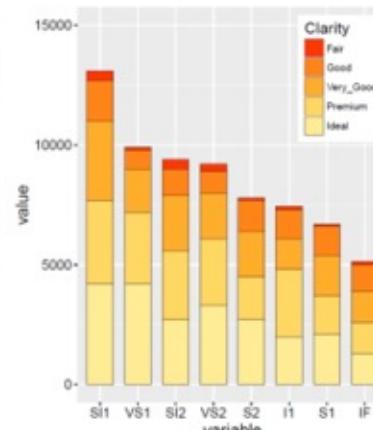
(a) 单数据系列柱形图

只比较一组变量



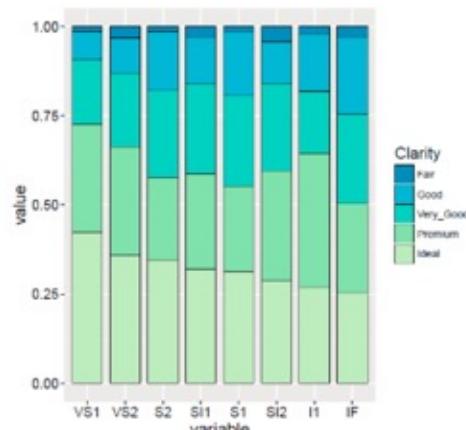
(b) 多数据系列柱形图

比较两组以上的变量



(c) 堆积柱形图

比较单个项目与整体之间的关系

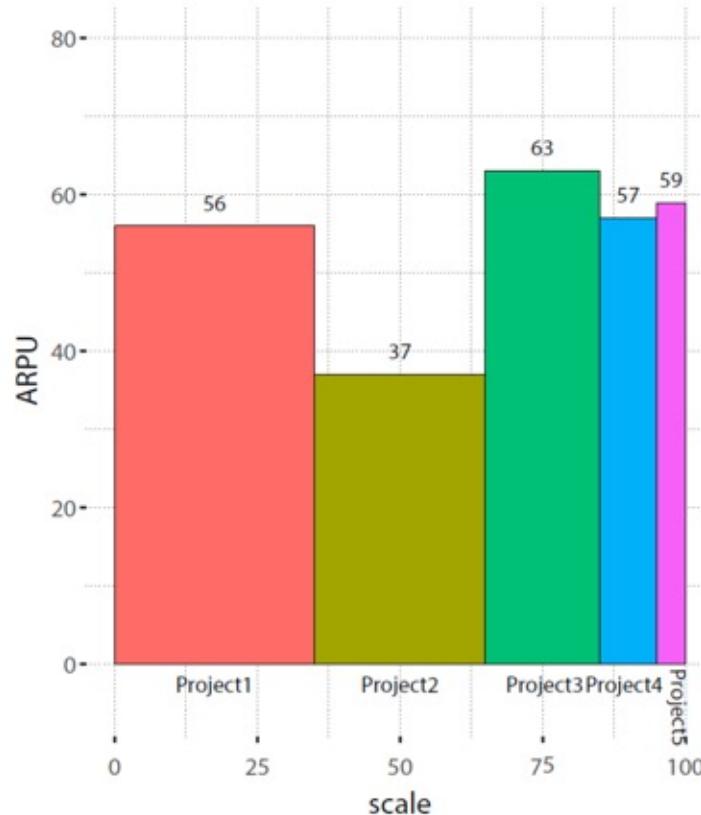


(d) 百分比堆积柱形图

比较各个类别的数值所占总数值的百分比大小

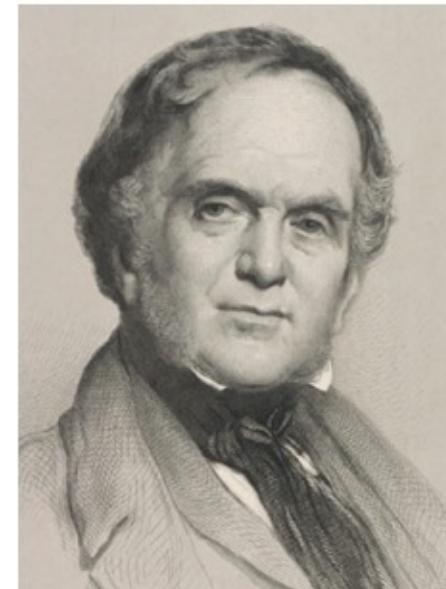
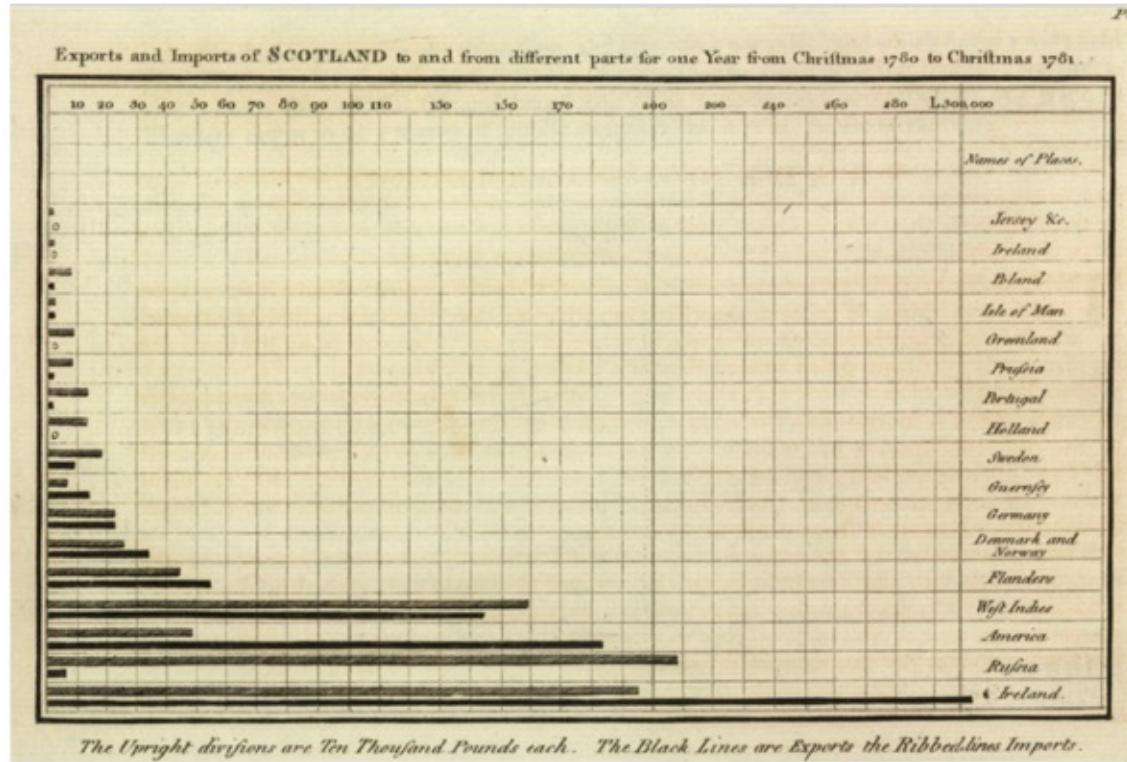
柱形图

- 不等宽柱形图 (variable width column chart) : 柱形的高度反映一个变量数值的大小, 同时用柱形的宽度反映另一个数值的大小。
- 多用于市场调查研究、维度分析等方面。



柱形图

- 条形图是柱形图的变体，它的Y轴一般为类别型变量（偶见有序型变量），X轴为数值型变量。
- 与柱形图相比，条形图更加强调项目之间的大小。
- 适用于项目名称较长、数量较多的情况。



William Playfair

柱形图



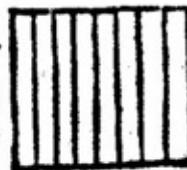
Nicole Oresme

Incipit p[re]t[er]ius tractatus de latitudinibus
formar[um]. R[egi]n[er]e d[omi]ni m[il]l[en]i[um]o v[er]o
Nicolaū M[er]ore. D[omi]n[u]m decima Januarij



Or[do]merum quia latitudi-
nes multipliciter variantur
multiplices varietates dis-
cilius discernuntur nisi ad
figuras geometricas quo
dammodo referuntur. Ideo

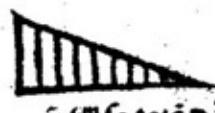
latitu[de] uniformis



latitu[de] diff[er]entia



diff[er]entia 6^m se tota



in 6^m se tota 3^m



diff[er]entia diff[er]entia



diff[er]entia 2^m se tota 1^m

premissis g[ra]bula[re] divisionib[us] latitudinu[m] cum
diff[er]entib[us] suis, species infinitas eariudem
ad figurazz sp[ecie]s infinitas applicabo ex qui-
bus p[ro]positis clariss apparetur. ¶ Latitu-
dinu[m] quedam uniformis: t[em]p[or]e quedam diff[er]entia-
¶ Latitudo uniformis est illa: que est unifor-
mis p[er] totu[m]. ¶ Latitudo diff[er]entia est: que
no[n] est eiusdem gradus p[er] totu[m]. ¶ Latitu[de]: dif-
f[er]entia dividitur: ga[nd]a est 6^m le tota diff[er]entia
t[em]p[or]e et quedam non. ¶ Latitu[de]: 6^m se totam
diff[er]entia est: cu[m] nulla p[er] est uniformis. ¶ La-
titu[de]: non 6^m se tota diff[er]entia est illa cu[m] aliquo
p[er] est uniformis. Unde stat[us] si q[ui] vna latitu[de]
sit diff[er]entia: t[em]p[or]e aliquo p[er] sit uniformis ut
illa. ¶ Latitudinu[m] 6^m se tota diff[er]entia: q[ui]d[am]
est uniformis diff[er]entia: t[em]p[or]e q[ui]dam diff[er]entia
diff[er]entia. ¶ Latitu[de]: uniformis diff[er]entia
est illa cu[m] est e[st] q[ui]lis excessus graduu eni[m]
per o[mn]is statu[m]. ¶ Latitu[de]: diff[er]entia diff[er]entia
sumit p[er] oppo[site] s[ecundu]m q[ui]no est e[st] q[ui]lis e[st] cessiu-

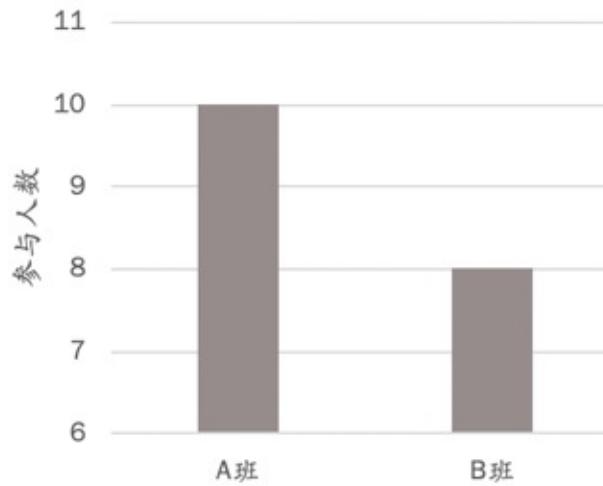
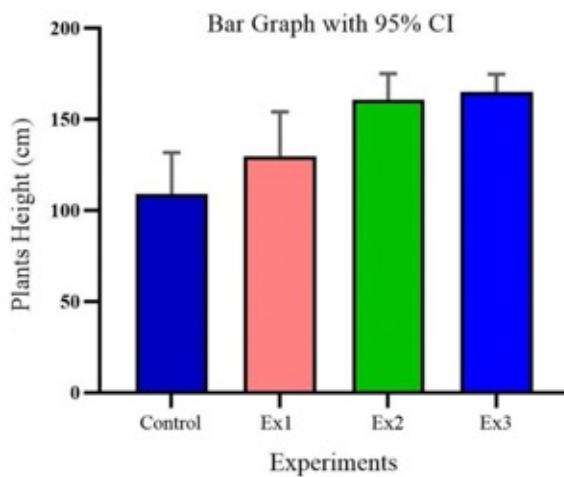
柱形图

优点

- 易于阅读和解释
- 可以用于表示大量数据
- 易于个性化定制
- 易于比较数值大小

缺点

- 难以展示连续数据
- 不适用于小样本量的数据
- 可能会产生误导
- 无法显示高维数据



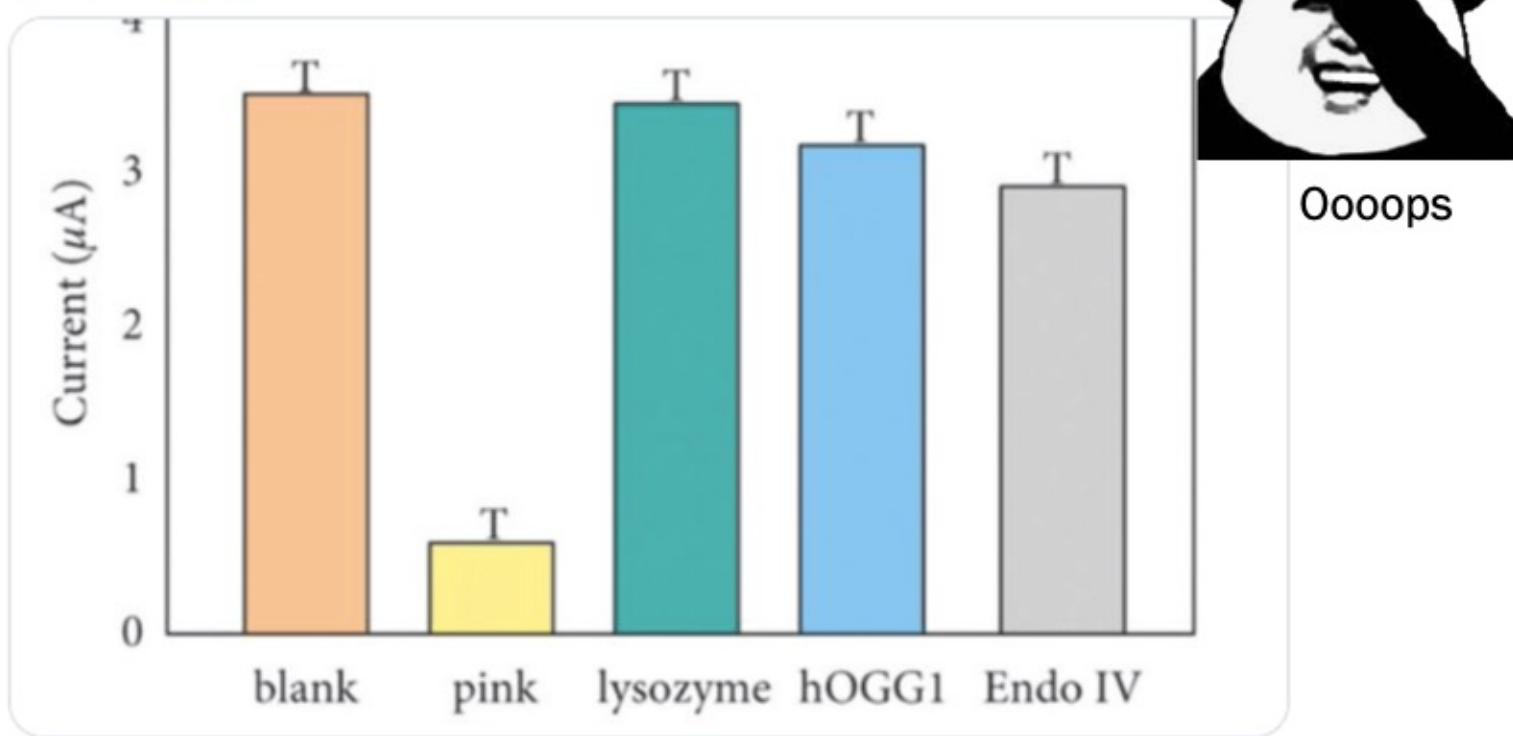
柱形图



Josemari Feliciano
@SeriFeliciano

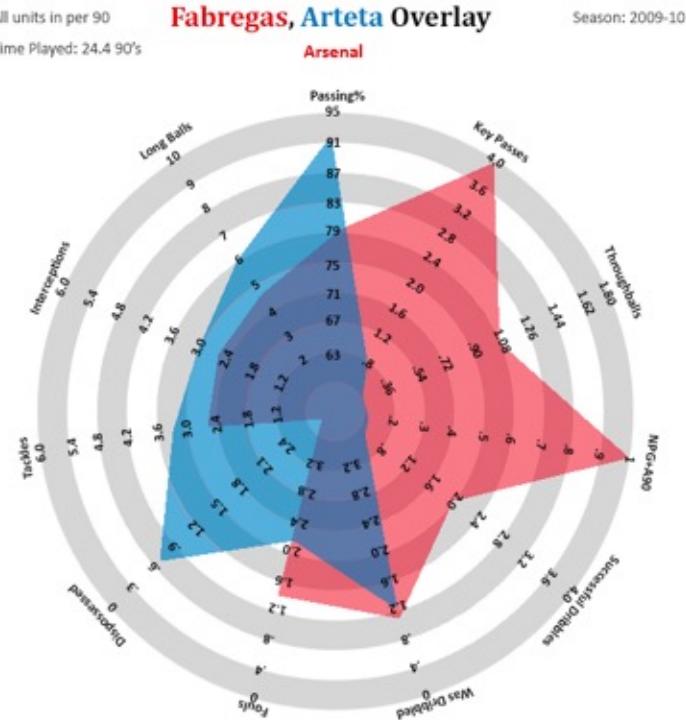
...

Wait a second, these are not real error bars ... the author literally just put the letter “T” above the bar graphs 😭



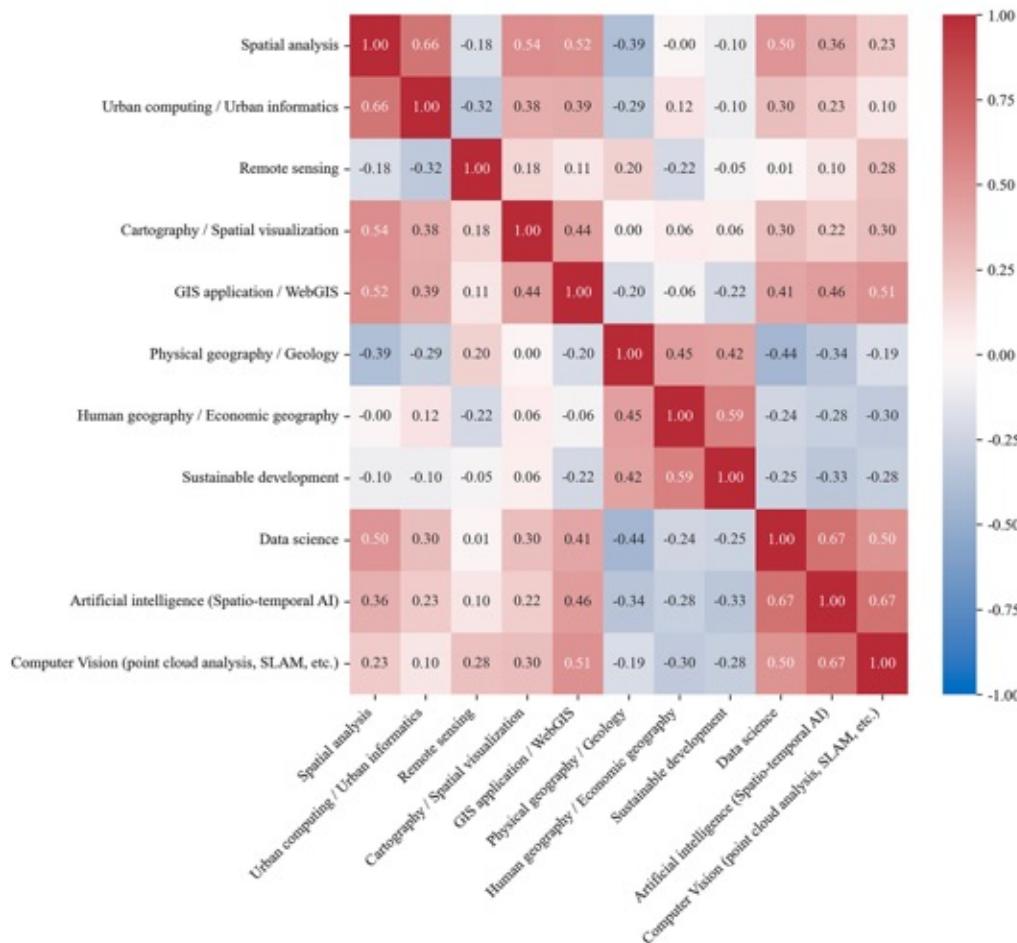
雷达图

- 以二维图表的形式显示多元数据的图表，可显示三个以上的变量。每一个变量有一个坐标轴，呈放射状排布。
- 每个坐标轴上的数据点被称为辐条（spokes，有时也称为半径 radii），原点到辐条的长度与数据变量的相对大小成正比。



热力图

- 表格型热力图：类别比较型图表。也称色块图——有2个分类变量，以及1个数值变量。用于查看数据的多个变量之间的差异，以及检测它们之间是否存在任何相关性。



热力图

《中国旱涝五百年》

大涝 涝 正常 旱 大旱

朝阳 开原
沈阳 长春
安阳 蚌埠
保定 北京
沧州 大同
德州 阜阳
邯郸 菏泽
济南 莱阳
临汾 临沂
洛阳 南阳
石家庄 太原
唐山 天津
信阳 徐州
长治 郑州
安康 汉中
兰州 平凉
天水 西安
延安 银川
榆林 安庆
郴州 赣州
杭州 合肥
吉安 江陵
金华 九江
南昌 南京
宁波 上海
上饶 邵阳
苏州 屯溪
温州 武汉
扬州 宜昌
沅陵 岳阳
邵县 长沙
福州 广州
桂林 建阳
柳州 南宁
汕头 韶关
梧州 永安
漳州 成都
大理 广元
贵阳 昆明
同仁 兴仁
重庆

明
1470

偏旱

清
1644年

明末农
民起义

偏涝

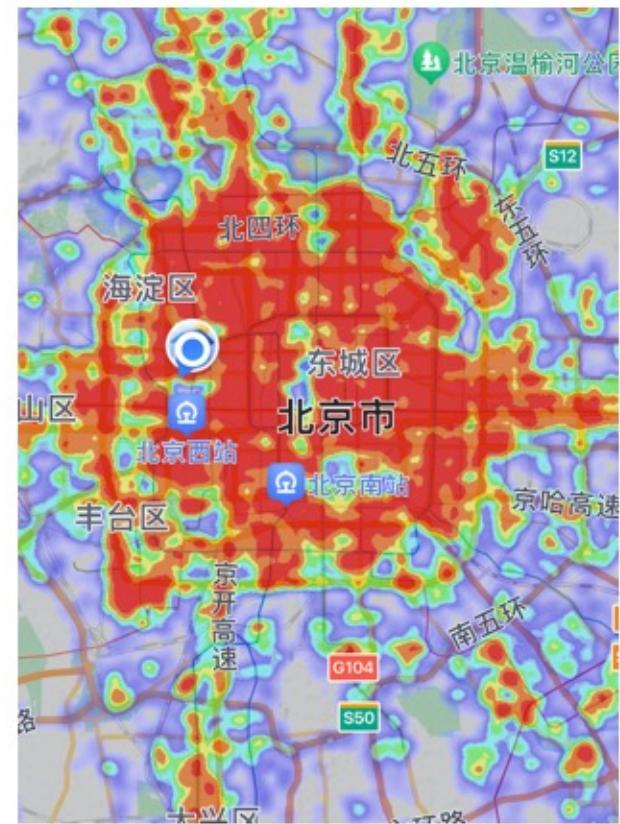
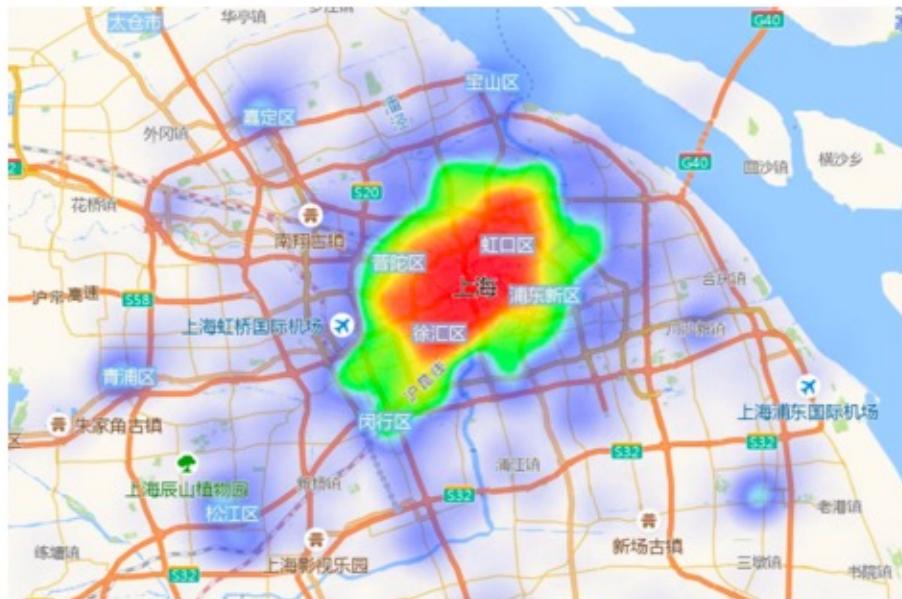
民国
1912年
新中国
1949年

1877年大旱
(走西口)

偏旱

热力图

- 平滑热力图：数据分布型图表。显示3个数值变量，多用于反映地理空间中的热点，数据集常用栅格数据格式。



词云图

- 文字的大小~概念或类型的重要程度



《三国演义》中的人物出场次数