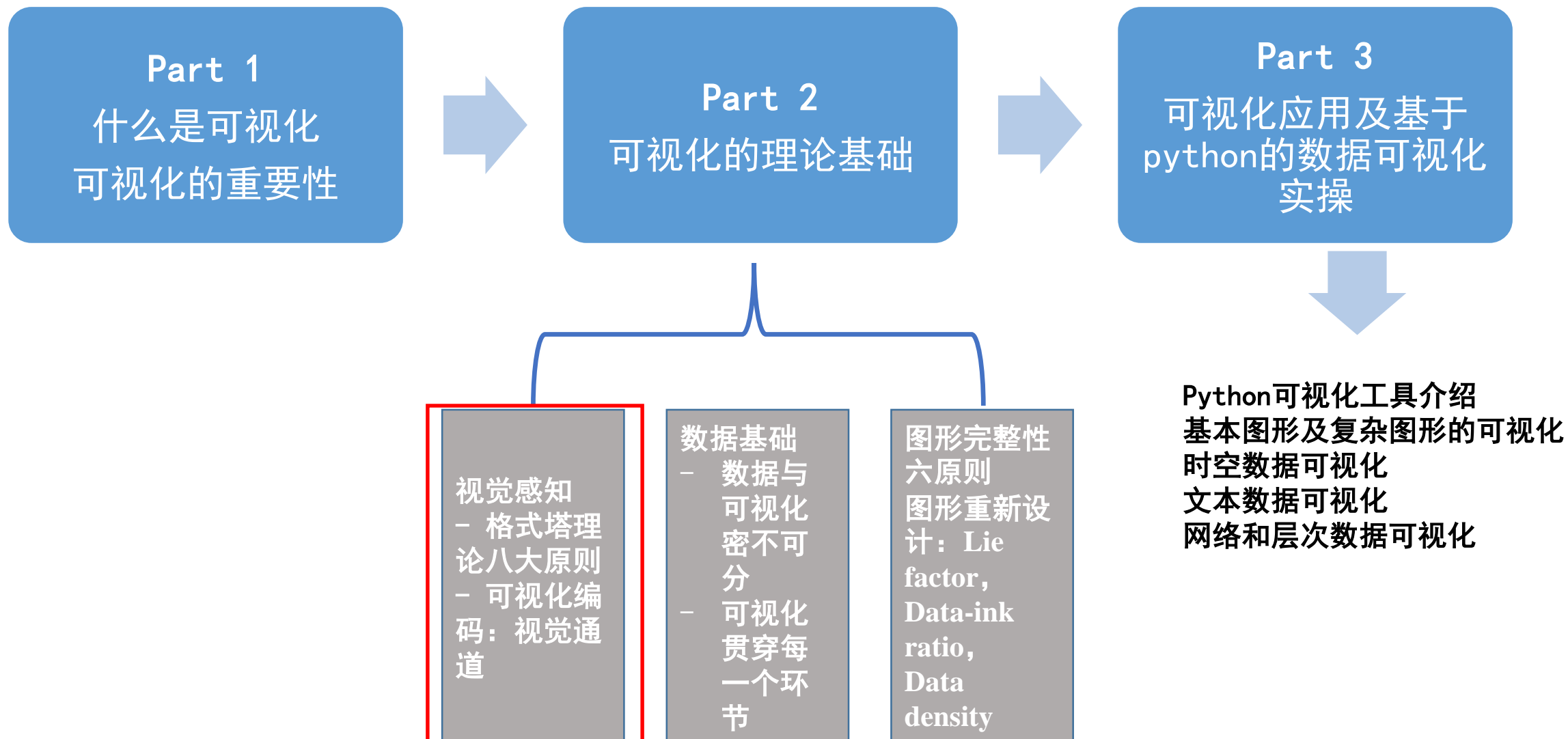




数据分析与可视化

第二讲：可视化基础之视觉感知

课程结构



视觉感知大纲

- 视觉感知和认知
- 格式塔理论
- 视觉通道
 - 前视觉突出理论

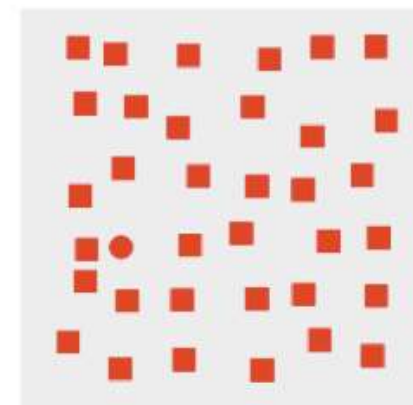
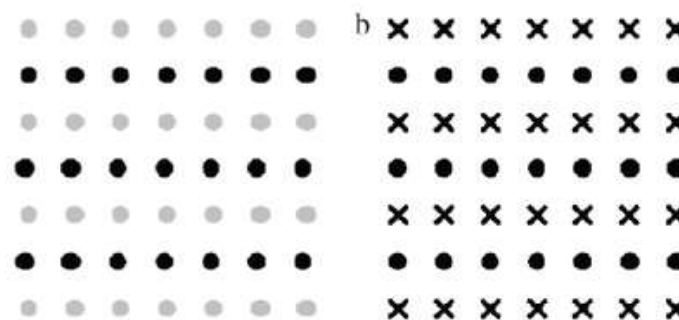
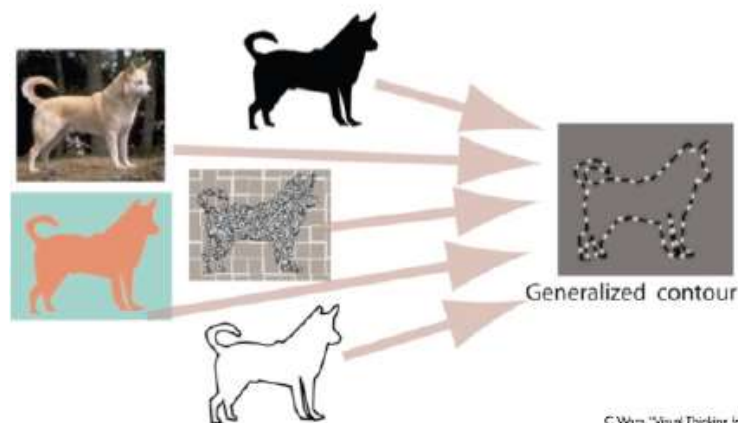
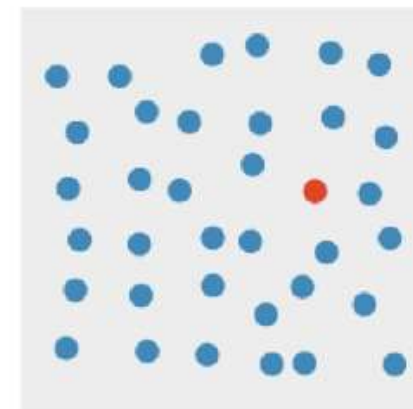
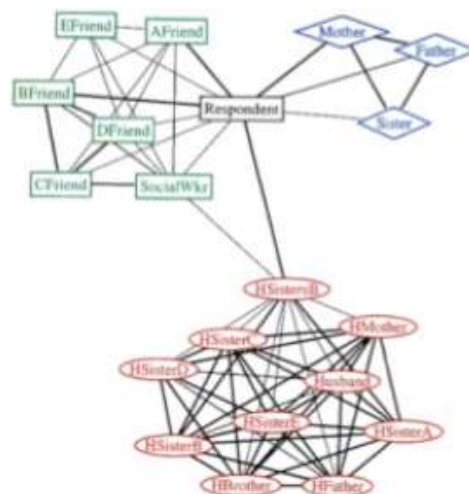
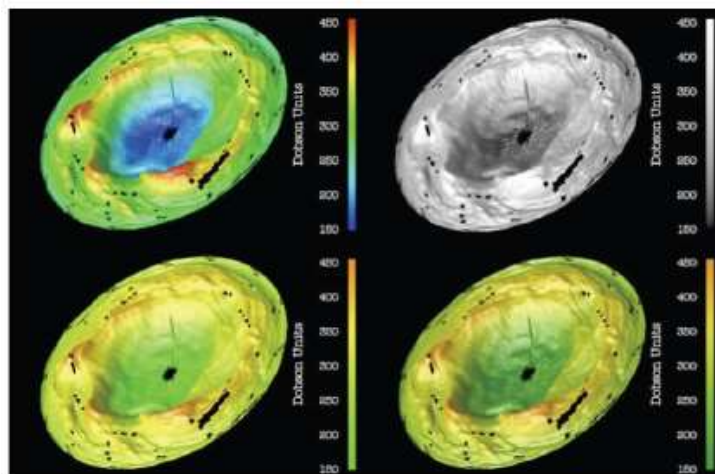
可视化致力于外部认知，也就是说，怎样利用大脑以外的资源来增强大脑本身的认知能力。

“Visualization is really about external cognition, that is, how resources outside the mind can be used to boost the cognitive capabilities of the mind.”

Stuart Card



什么是视觉感知?



视觉感知

- 感知
 - 客观事物通过感觉器官在人脑中的直接反应
- 感觉器官
 - 眼、耳、鼻、神经末梢
- 视觉感知
 - 客观事物通过人的视觉在人脑中形成的直接反应



什么是认知？

感知：

关于输入信号的本质；
看见的东西



认知：

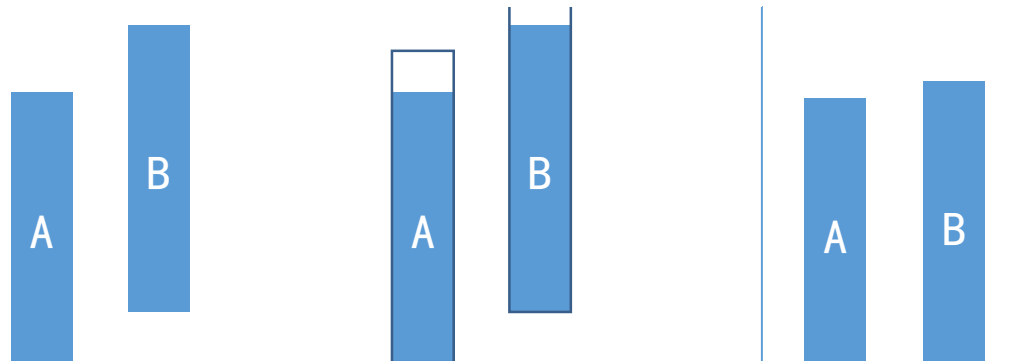
关于怎样理解和解释看
到的东西

认知

- 认知心理学将认知过程看成由信息的获取、编码、存储、提取、使用等一系列阶段组成的按一定程序进行的信息加工系统
- 科学领域中，认知是包含**注意力、记忆**、产生和理解语言、解决问题，以及进行决策的心理过程的组合。

相关理论

- 可视化可作为帮助增强工作记忆的工具
 - 记忆在人类认知过程中起着至关重要的因素，但工作记忆容量十分有限
- 在可视化中突出变化，以减轻认知负担
- 突出边界和对比度
- 感知系统基于相对判断，而非绝对判断
- 我们的认知依赖于先验知识



视觉感知大纲

- 视觉感知和认知
- 格式塔理论
 - 感知
- 视觉通道
 - 前视觉突出理论

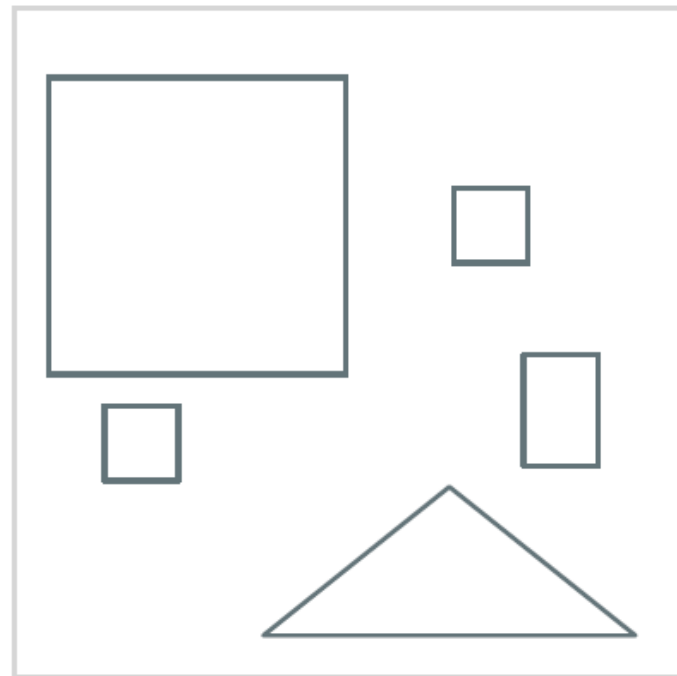
你看到了什么？



格式塔理论

- Gestalt Principles

- 结构比元素重要：倾向于将事物理解为一个整体
- 简单精炼法则
- **心理学**心理学中为数不多的理性主义理论之一



格式塔理论



Wolfgang Köhler
1887-1967

为什么我们在观看事物时会把一部分当做前景，其余部分当做背景？

Kurt Koffka
1886-1941

为什么我们能区分形状？

Max Wertheimer
1880-1943

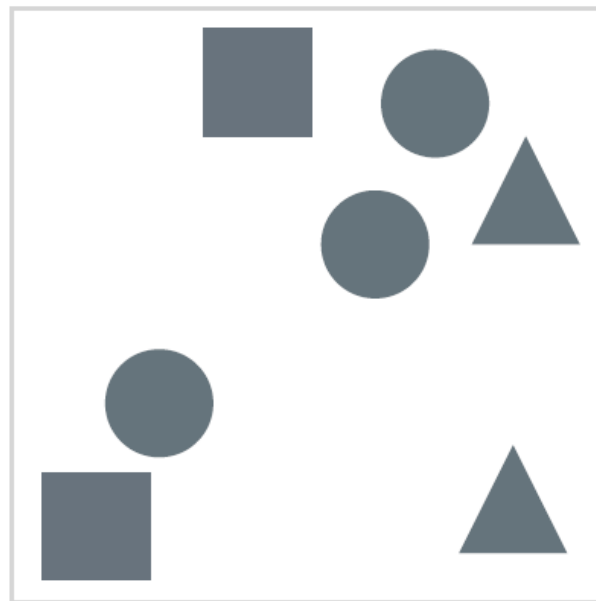
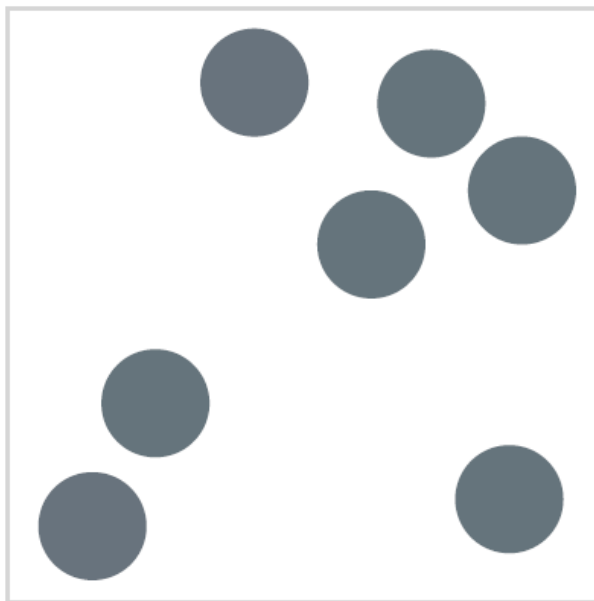
什么形状是好的？

格式塔法则

- 贴近原则
- 相似原则
- 连续原则
- 闭合原则
- 共势原则
- 好图原则
- 对称原则
- 经验原则

1. 贴近原则 (proximity)

- 空间距离上相距较近的视觉元素倾向于归为一组



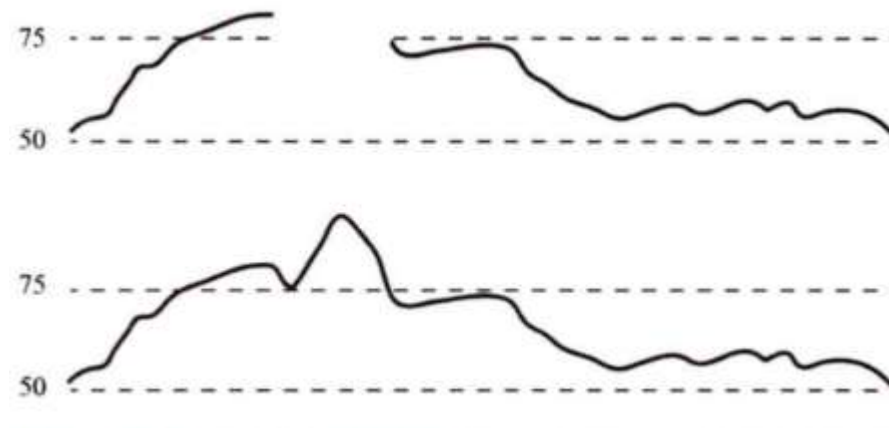
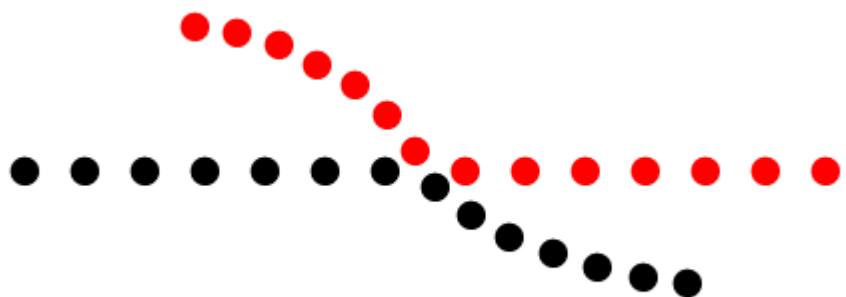
2.相似原则（similarity）

- 相似的视觉元素倾向于归为一组
 - 通常依据对形状、颜色、光照或其他性质的感知决定分组



3.连续原则（continuity）

- 沿着物体的边界，将不连续的事物视为连续整体



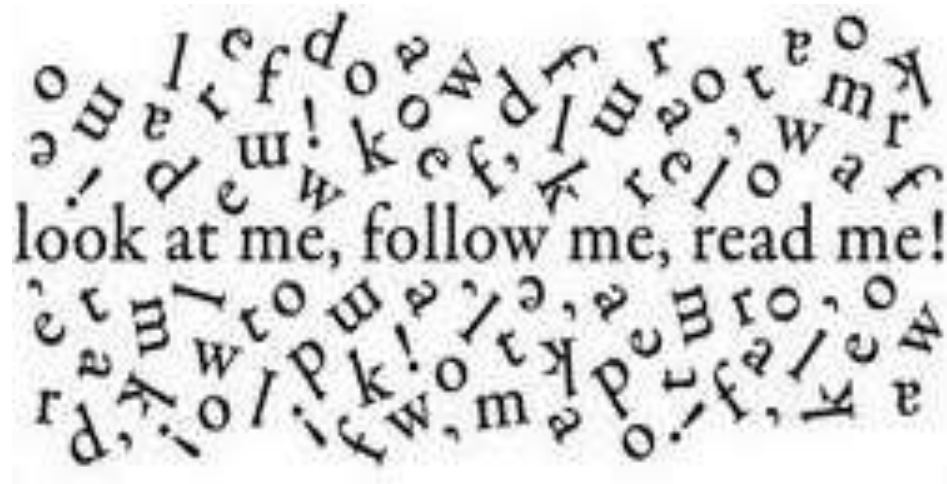
4. 闭合原则 (closure)

- 只要物体的形状足以表征物体，整体很容易被感知，而未闭合的特征容易被忽视



5.共势原则（common fate）

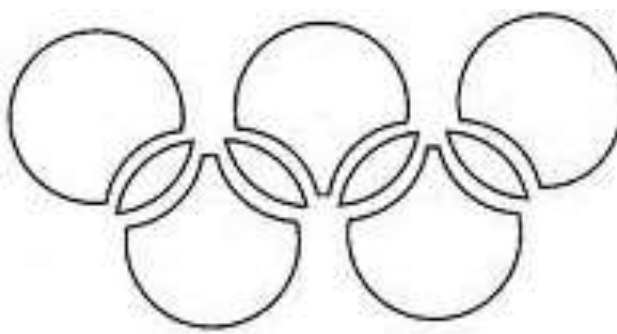
- 如果一组物体沿着相似的光滑路径运动趋势或具有相似的排列模式，则容易被识别为一类物体



从一堆字符中认知语句

6.好图原则（good figure）

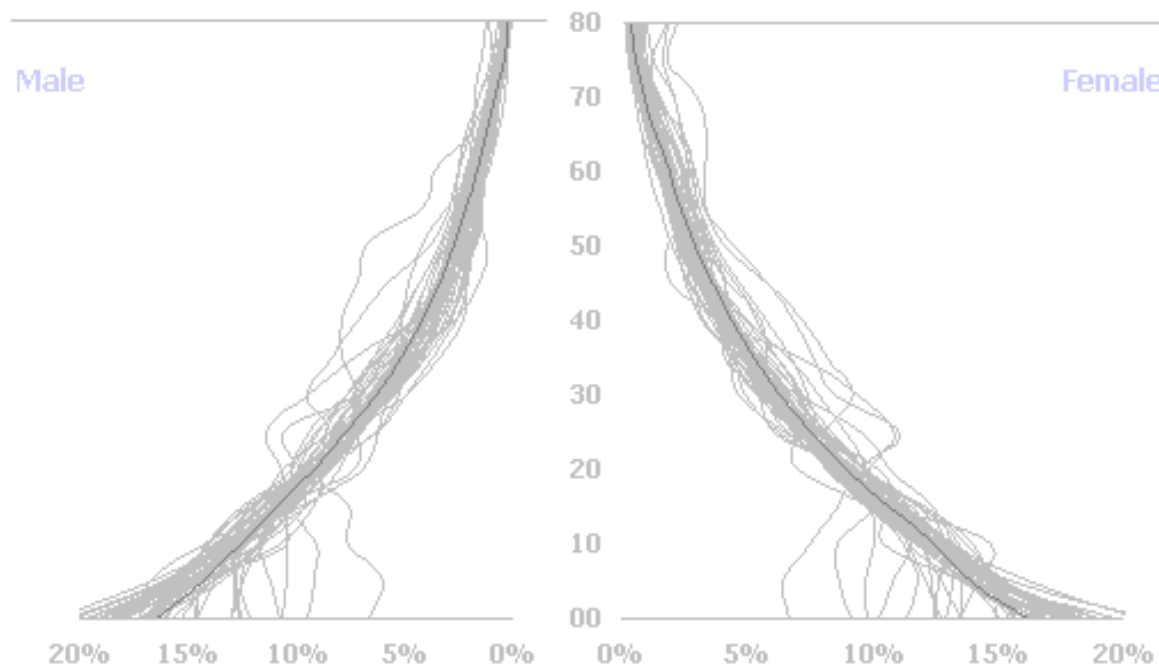
- 人眼通常会自动将一组物体按照简单、规则、有序的元素排列方式识别
- 消除复杂性和不熟悉性来理解被识别的物体



对五环形状的两端识别。左：奥运环；右：割裂的圆环。

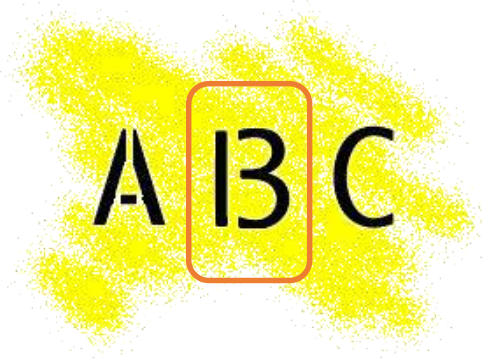
7.对称原则 (symmetry)

- 人的意识倾向于将物体识别为沿某点或某轴对称的形状，从而增加**愉悦度**



8.经验原则 (past experience)

- 在某些情形下视觉感知与过去的经验有关，如果两个物体看上去距离很近，或者时间间隔小，通常被识别为同一类



格式塔理论总结

- 又被称为完图法则
 - 倾向于将事物理解为整体而非部分
 - 整体大于部分之和
 - 人们在观察的时候，会倾向于将视觉感知内容理解为常规的、简单的、相连的、对称的或有序的结构

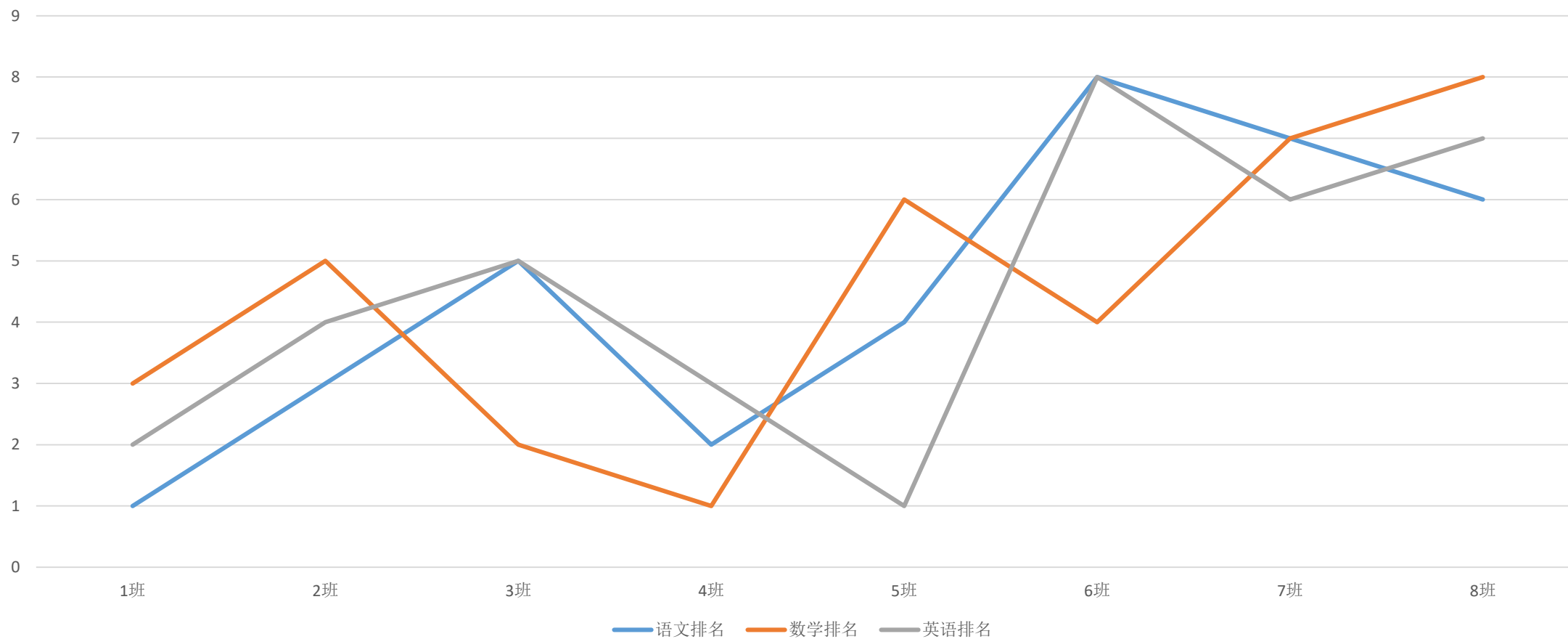
视觉感知大纲

- 视觉感知和认知
- 格式塔理论
- 视觉通道
 - 前视觉突出理论

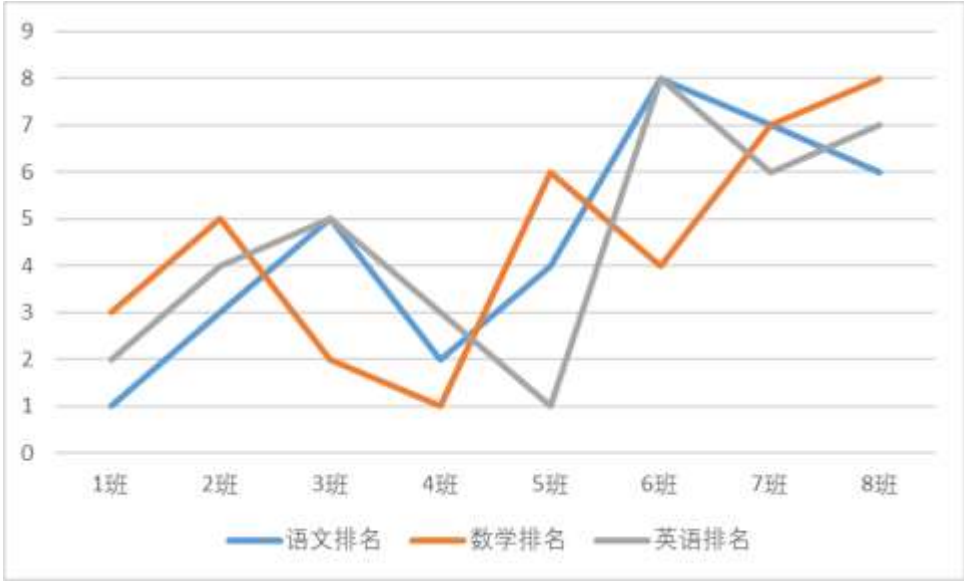
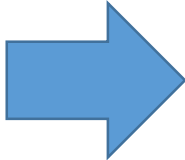
Excel数据

	A	B	C	D
1	班级	语文排名	数学排名	英语排名
2	1班	1	3	2
3	2班	3	5	4
4	3班	5	2	5
5	4班	2	1	3
6	5班	4	6	1
7	6班	8	4	8
8	7班	7	7	6
9	8班	6	8	7

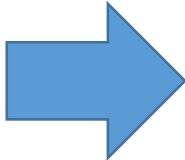
折线图



	A	B	C	D
1	班级	语文排名	数学排名	英语排名
2	1班	1	3	2
3	2班	3	5	4
4	3班	5	2	5
5	4班	2	1	3
6	5班	4	6	1
7	6班	8	4	8
8	7班	7	7	6
9	8班	6	8	7



数据



可视化元素

标记

可视化编码

视觉通道

标记

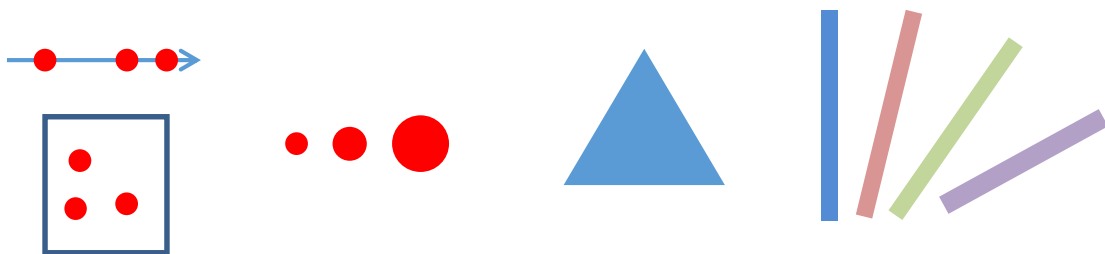
- 通常是一些几何图形元素
 - 点、线、面



- 不同的标记可以用来编码不同的数据属性

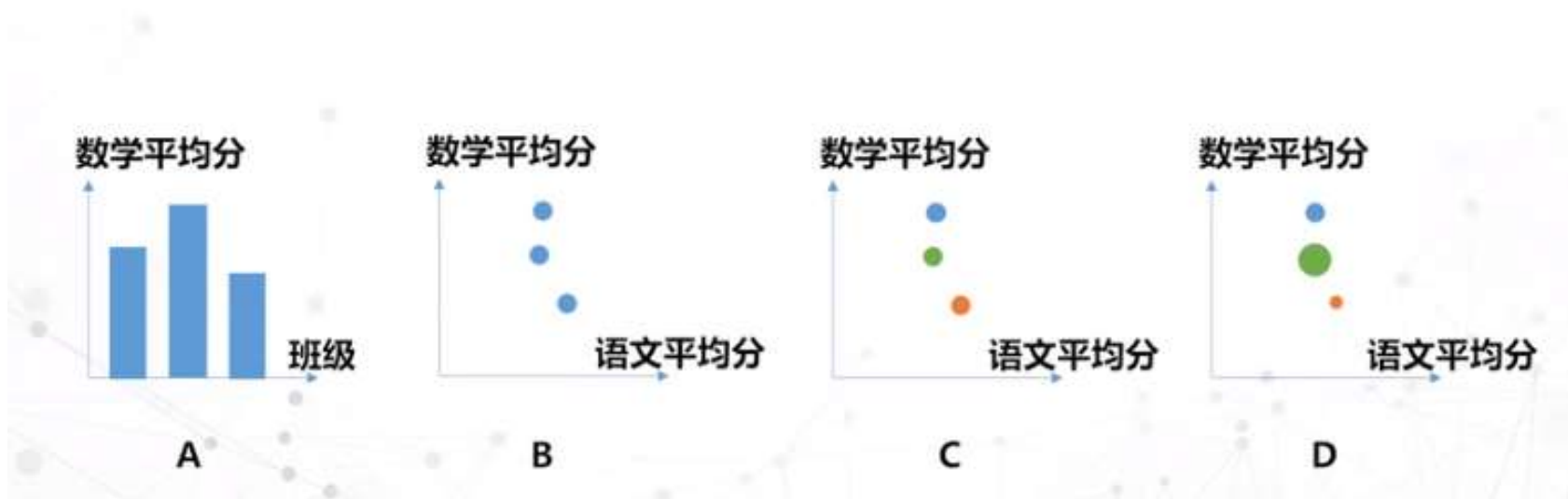
视觉通道

- 用于控制**标记**的展现特征，包括标记的位置、大小、形状、方向、位置、色调、饱和度、亮度等



例子

- 数据属性
 - 班级人数、数学平均分、语文平均分



数据编码

标记形式 点 线 面

通道

位置

尺寸

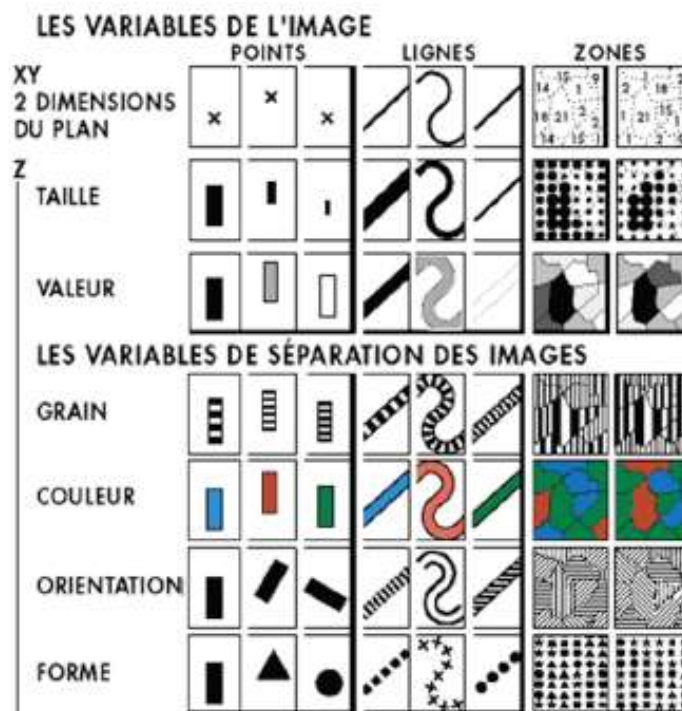
灰阶值

纹理

色彩

方向

形状



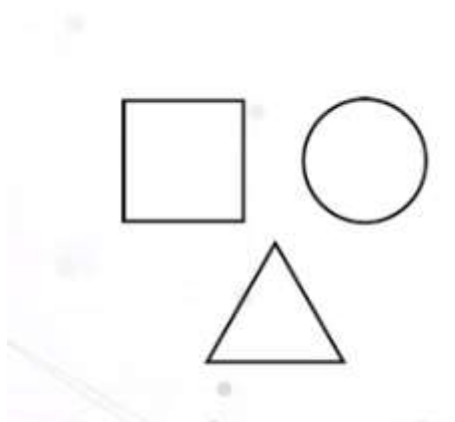
面对不同数据时，
应该选用什么视觉
通道来进行编码
呢？

视觉通道

- 数据类型
 - 类别型：区分事物，如男女性别
 - 有序型：表示对象间的顺序关系，如衣服尺码等
 - 数值型：表示对象的定量数值，如班级成绩等
- 视觉通道分类：基于人类视觉感知系统的感知模式
 - 定性/分类型
 - 定量/定序型
 - 分组型

定性/分类型视觉通道

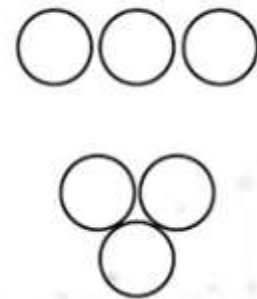
- 描述感知对象是什么或在哪里
- 适合编码分类型的数据信息



形状



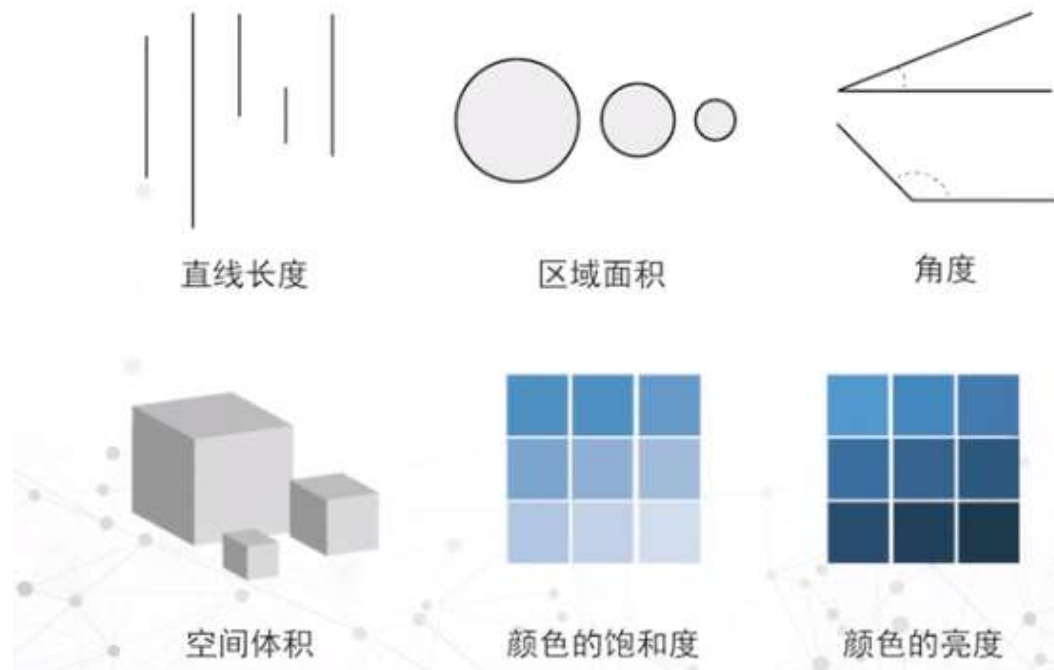
颜色色调



空间位置

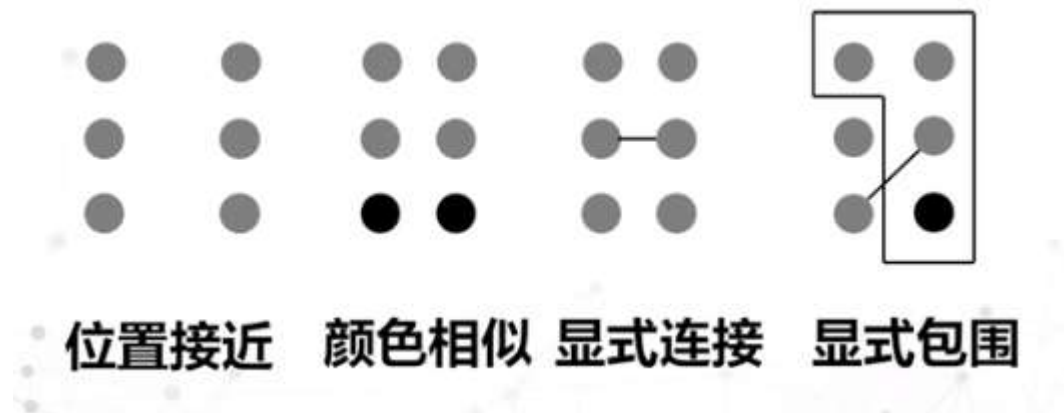
定量/定序型视觉通道

- 描述感知对象某一属性的具体数值是多少
- 适合编码有序型的或者数值型的数据信息



分组型视觉通道

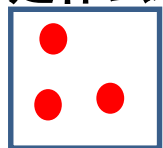
- 描述多个或多种标记的组合
- 适合将存在相互联系的分类的数据属性进行分组，从而表现数据的内在关联性



视觉通道

分类的

是什么/在哪里



位置



色调

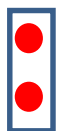


形状



图案

分组的
关系



包含



连接



相似



接近

定量/定序的
程度



坐标轴位置



长度



角度



面积



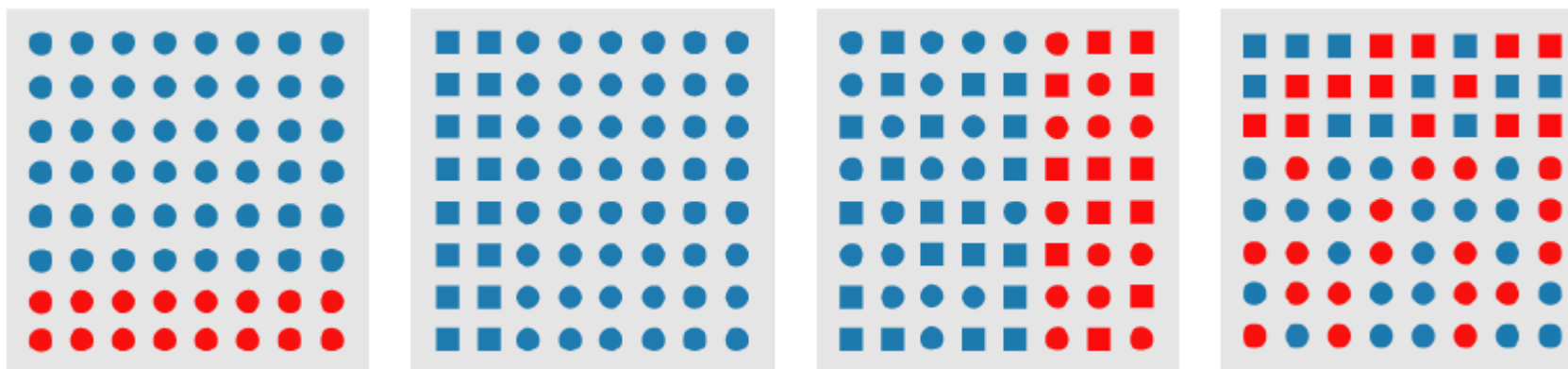
亮度/饱和度



图案密度

应该如何选择视觉通道呢？

视觉通道：表现力和有效性

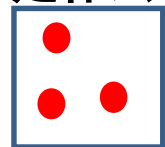


- **表现力：**视觉通道仅仅编码数据包含的所有信息
 - 不同通道的表现力不一样
 - 颜色>形状
- **有效性：**表现力更高的视觉通道编码更重要的数据信息

表现力排序

分类的

是什么/在哪里



位置



色调



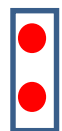
形状



图案

分组的

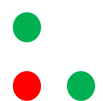
关系



包含



连接



相似



接近

定量/定序的

程度



坐标轴位置



长度



角度



面积



亮度/饱和度



图案密度

从上到下分别按照表现力从高到低进行排序

表现力的四个标准

- 精确性

- 感知系统对于可视化的判断结果和原始数据的吻合程度
- 史蒂文斯幂次法则

- 可辨性

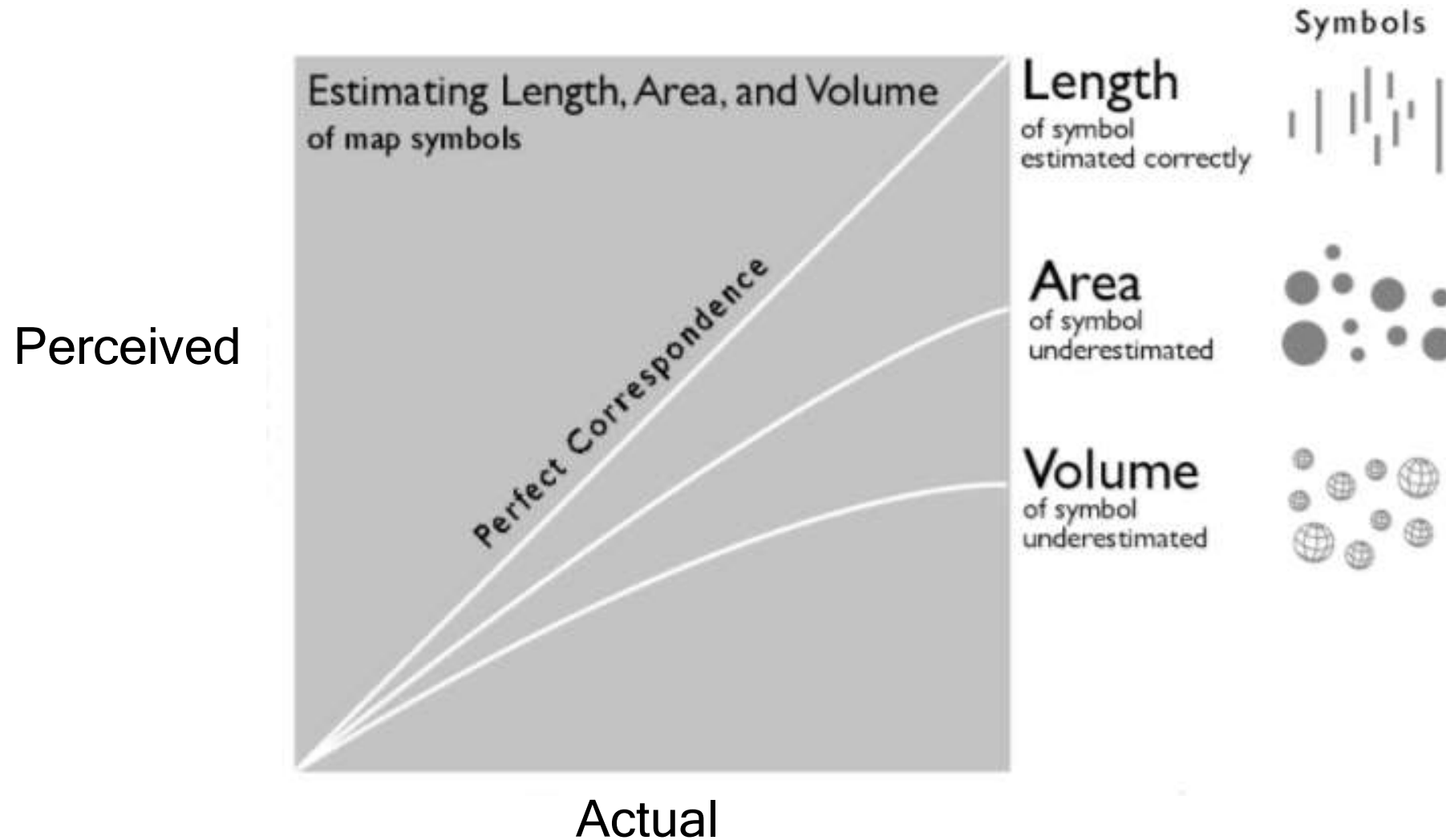
- 可分离性

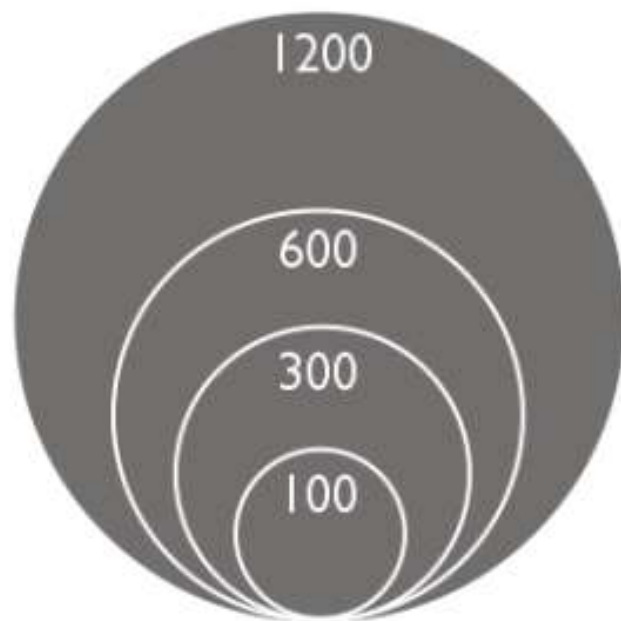
- 视觉突出

视觉通道	亮度	响度	面积	长度	灰对比度	电流
幂次	0.5	0.67	0.7	1.0	1.2	3.5

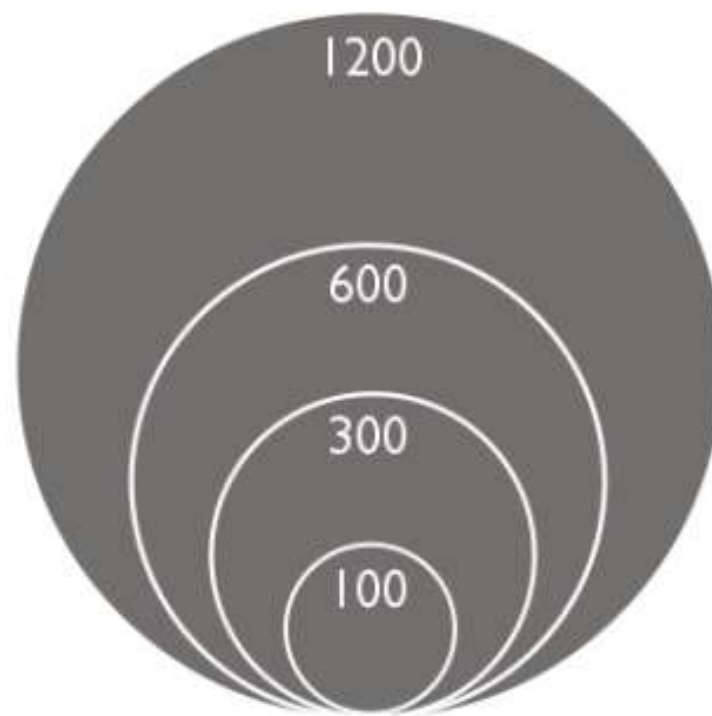
不同视觉通道在史蒂文斯幂次法则 $S = I^n$ 中所对应的n值

absolute scaling on proportional symbol maps led to
inaccurate perception of the values





Absolute Scaling



Apparent Scaling
(Flannery's Compensation)

表现力

- 精确性

- 感知系统对于可视化的判断结果和原始数据的吻合程度
- 史蒂文斯幂次法则

- 可辨性

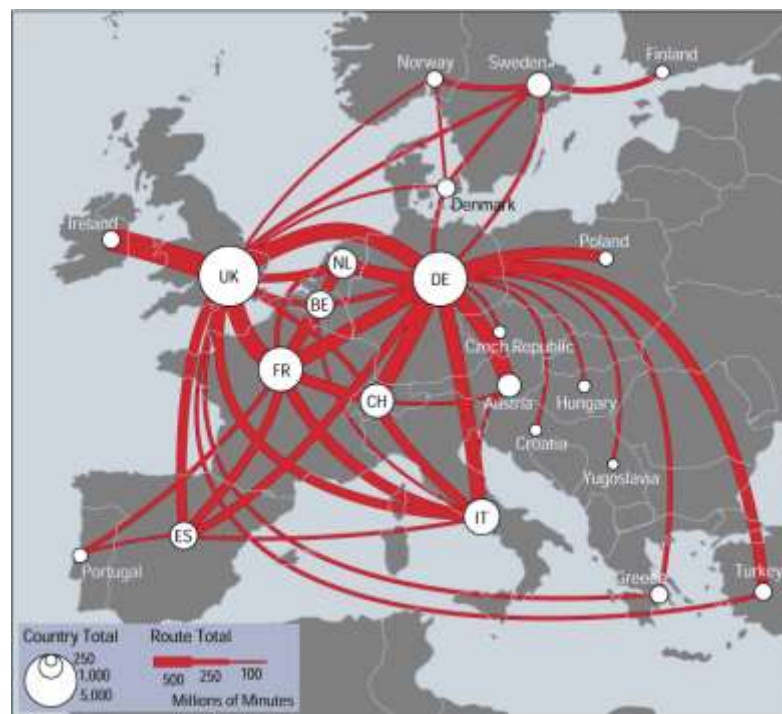
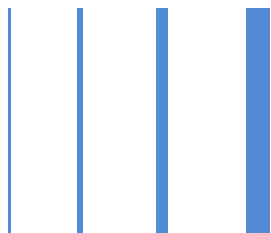
- 如何在给定取值范围内选择合适数目的不同取值，使得人类的感知系统可以轻易区分该视觉通道的两种或多种取值状态
- 直线宽度 \rightarrow 面积

- 可分离性

- 视觉突出

表现力-可辨性

- 直线宽度-> 面积



通信网络带宽可视化

表现力

- 精确性

- 感知系统对于可视化的判断结果和原始数据的吻合程度
- 史蒂文斯幂次法则

- 可辨性

- 如何在给定取值范围内选择合适数目的不同取值，使得人类的感知系统可以轻易区分该视觉通道的两种或多种取值状态
- 直线宽度-> 面积

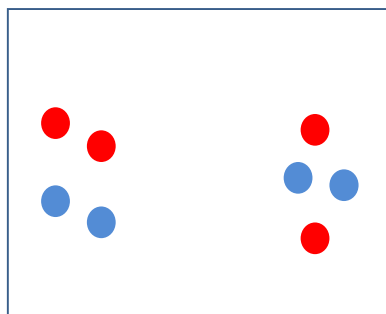
- 可分离性

- 描述不同视觉通道在被用于表达数据属性的时候，两两之间的干扰情况

- 视觉突出

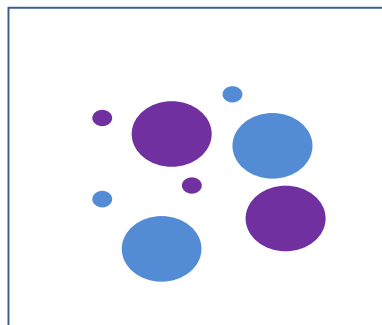
表现力-可分离性

位置/色调



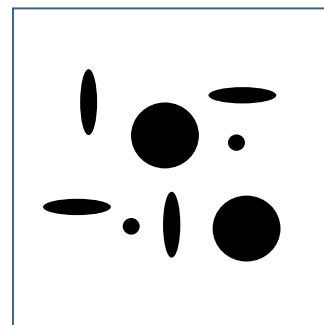
没有干扰

尺寸/色调



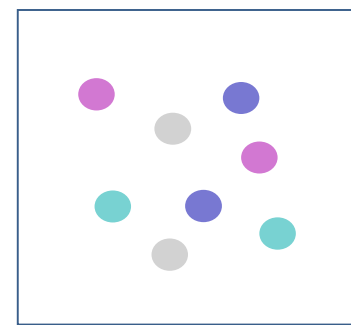
部分干扰

宽度/高度



较大干扰

红/绿



巨大干扰

表现力

- 精确性

- 感知系统对于可视化的判断结果和原始数据的吻合程度
- 史蒂文斯幂次法则

- 可辨性

- 如何在给定取值范围内选择合适数目的不同取值，使得人类的感知系统可以轻易区分该视觉通道的两种或多种取值状态
- 直线宽度→面积

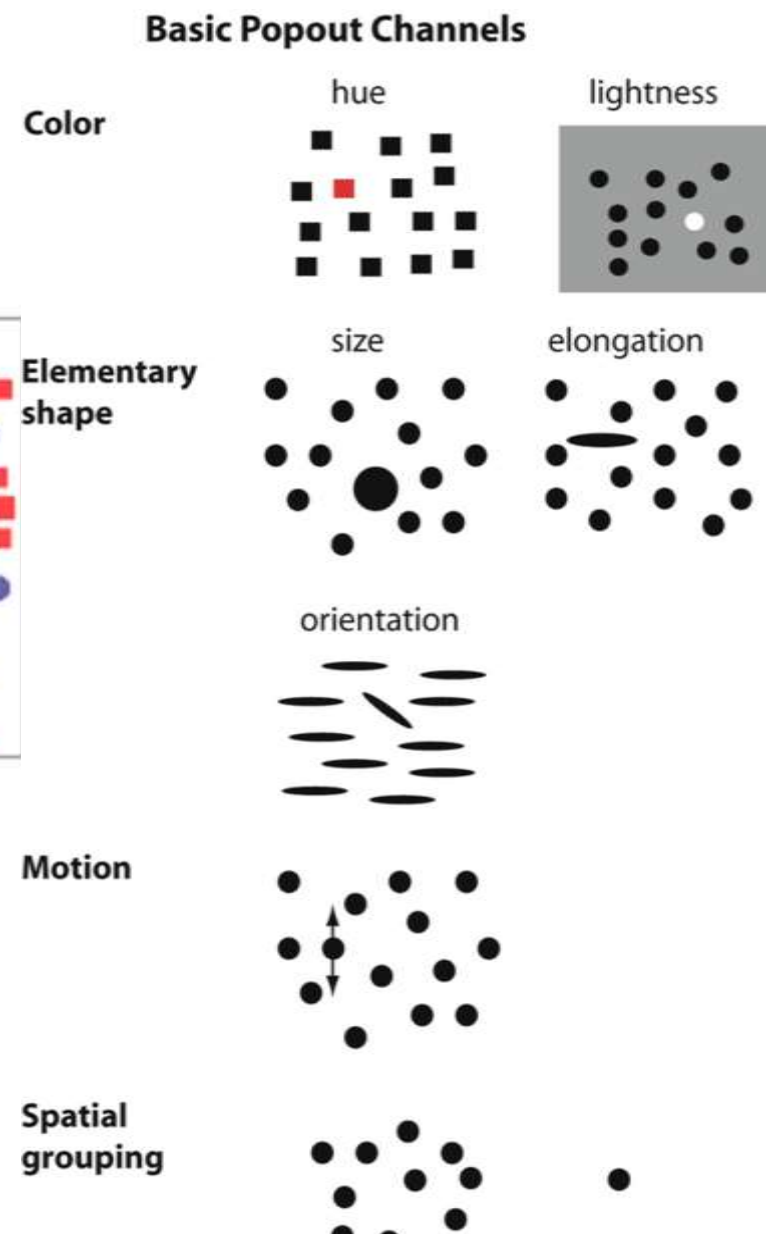
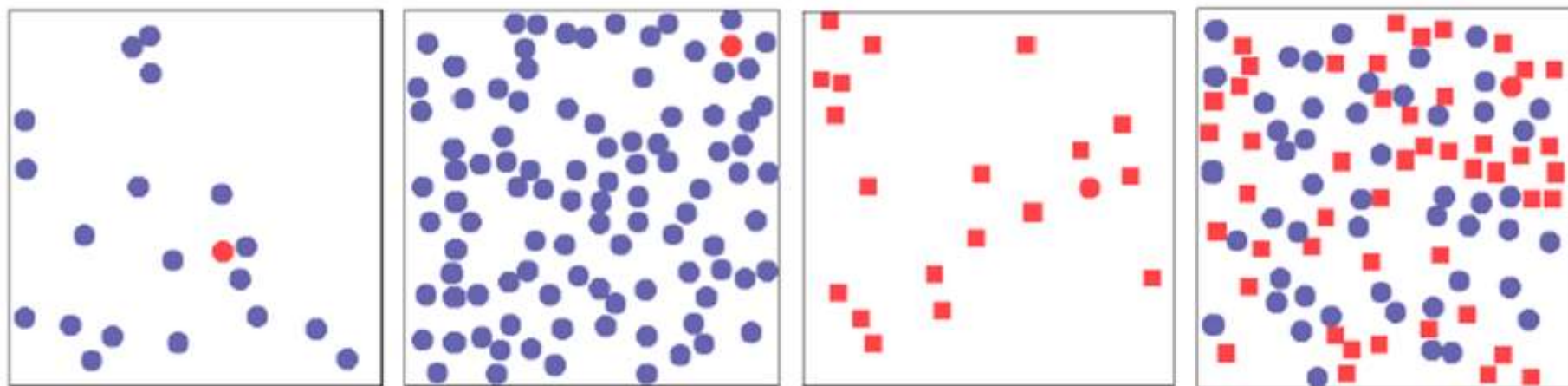
- 可分离性

- 描述不同视觉通道在被用于表达数据属性的时候，两两之间的干扰情况

- 视觉突出

- 在很短的时间内（200-250毫秒），仅仅依靠感知的低阶视觉即可直觉察觉某一对象和其他对象的不同现象

表现力-视觉突出 (pop-out)



可视化编码实践

- 识别数据类型
- 确定想要传递的信息
- 选用合适的标记与视觉通道迭代

Revisit

- 视觉感知:客观事物通过人的视觉在人脑中形成的直接反应
- 认知:人的认知依赖于先验知识，可视化可以增强人的认知
- 格式塔理论：整体>部分之和
- 视觉通道
 - 标记和视觉通道
 - 不同类型的数据对应不同的视觉通道
 - 视觉通道的表现力和有效性
 - 前视觉突出理论
 - 可视化设计：识别数据类型，确定想要传递的信息，选用合适的标记与视觉通道迭代