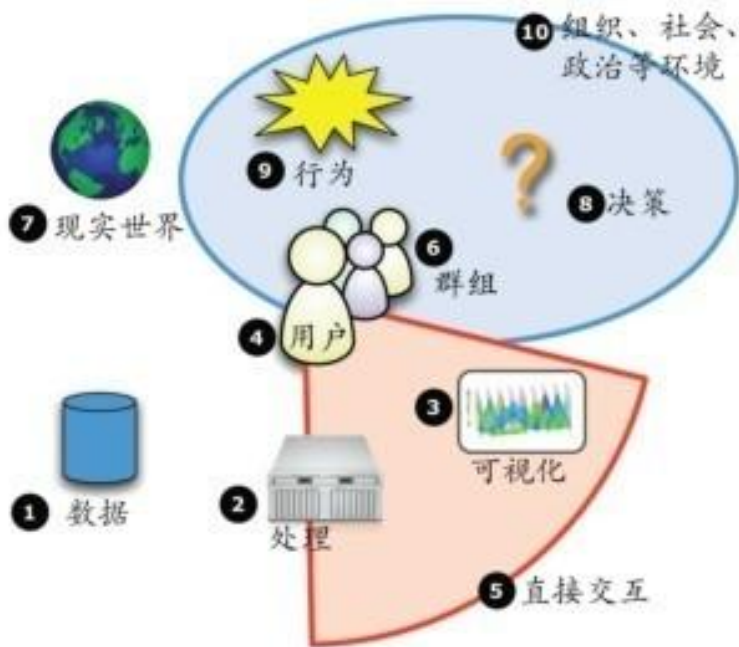


第2章 视觉感知与认知

1 视觉感知和认知

视觉感知和认知

- 在可视化与可视分析过程中，用户是所有行为的主体
 - 通过视觉感知(Visual Perception)器官获取可视信息
 - 编码并形成认知(Cognition)
 - 在交互分析过程中获取解决问题的方法



视觉感知和认知的定义

- 感知，指客观事物通过感觉器官在人脑中的直接反映
 - 人类感觉器官包括眼、鼻、耳，以及遍布身体各处的神经末梢等，对应的感知能力分别称为视觉、嗅觉、听觉和触觉等
- 认知，指在认识活动的过程中，个体对感觉信号接收、检测、转换、简约、合成、编码、储存、提取、重建、概念形成、判断和问题解决的信息加工处理过程
- 认知心理学将认知过程看成由信息的获取、编码、储存、提取和使用等一系列认知阶段组成的按一定程序进行信息加工的系统
 - 信息获取指感觉器官接受来自客观世界的刺激，通过感觉的作用获得信息
 - 编码以利于后续认知阶段的进行
 - 储存是信息在大脑里的保持
 - 信息提取指依据一定的线索从记忆中寻找并获取已经储存的信息
 - 信息使用指利用提取的信息对信息进行认知加工

视觉感知处理过程

➤ 心理学上的双重编码理论认为

- 人类的感知系统由分别负责语言方面和其他非语言事物(特别是视觉信息方面)的两个子系统组成
- 大脑对于视觉信息的记忆效果和记忆速度好于对语言的记忆效果和记忆速度
- 感知心理学家通常将视觉分为低阶视觉和高阶视觉两种类型
 - 低阶视觉，与物体的物理性质相关。包括深度、形状、边界、表面材质等
 - 高阶视觉，包括对物体的识别和分类。属于人类认知能力的重要组成部分
 - 其中，低阶视觉已经在信息可视化和可视分析的研究中得到了广泛验证

129456780823071201302016262684879805613618498101049062618090941040914
063648077988938092866587091642980.
129456780823071201302016262684879805613618498101049062618090941040914
063648077988938092866587091642980.

格式塔理论

- 格式塔(Gestalt), 意味着Shape(形状)或Form(构成)
- 诞生于1912年, 心理学中为数不多的理性主义理论之一
 - 强调经验和行为的整体性
 - 认为, 整体不等于部分之和, 意识不等于感觉元素的集合, 行为不等于反射弧的循环



感知的事物大于眼睛见到的事物



格式塔法则

➤ 最基本的法则：简单精炼法则

- 人们在进行观察的时候，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
- 同时，人们在获取视觉感知的时候，会倾向于将事物理解为一个整体，而不是将事物理解为组成该事物所有部分的集合

➤ 格式塔法则又称为完图法则，主要包括

- 贴近原则(Proximity)
- 相似原则(Similarity)
- 连续原则(Continuity)
- 闭合原则(Closure)
- 共势原则(Common Fate)
- 好图原则(Good Figure)
- 对称性原则(Symmetry)
- 经验原则(Past Experience)

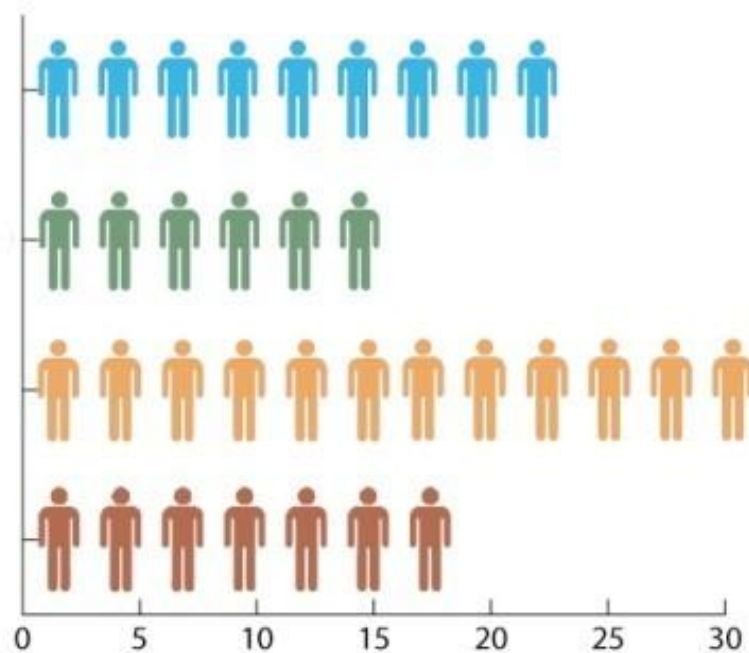
贴近原则(Proximity)

- 当视觉元素(即一些被人识别的视觉感知对象)在空间距离上相距较近时，人们通常倾向于将它们归为一组



相似原则(Similarity)

- 人们在观察事物的时候，会自然地根据事物的相似性进行感知分组。通常依据对形状、颜色、光照或其他性质的感知进行分组





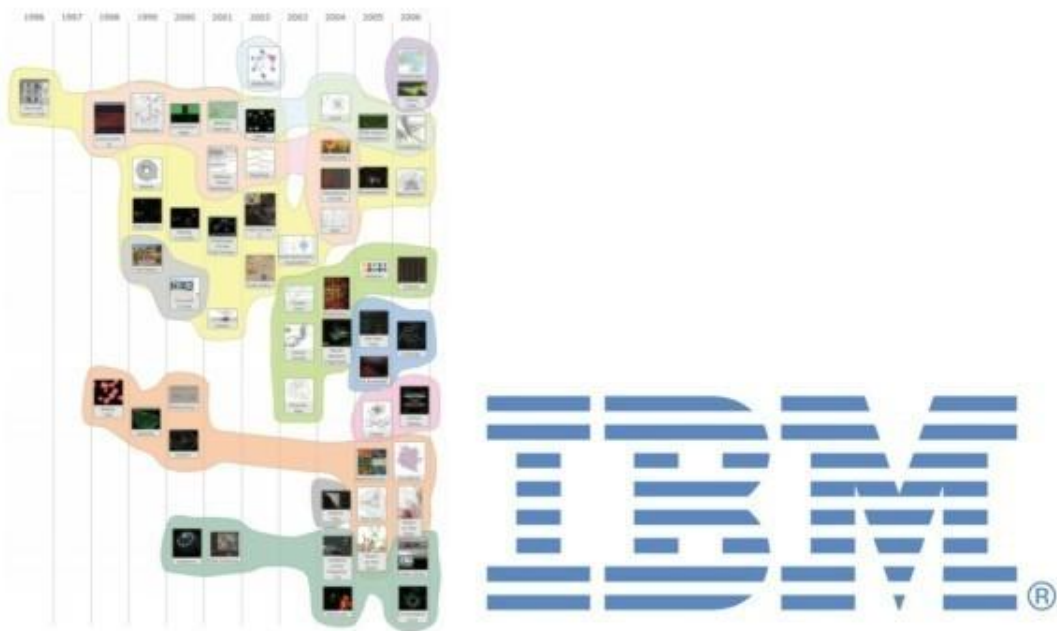
连续原则(Continuity)

- ▶ 人们在观察事物时会很自然地沿着物体的边界，将不连续的物体视为连续的整体

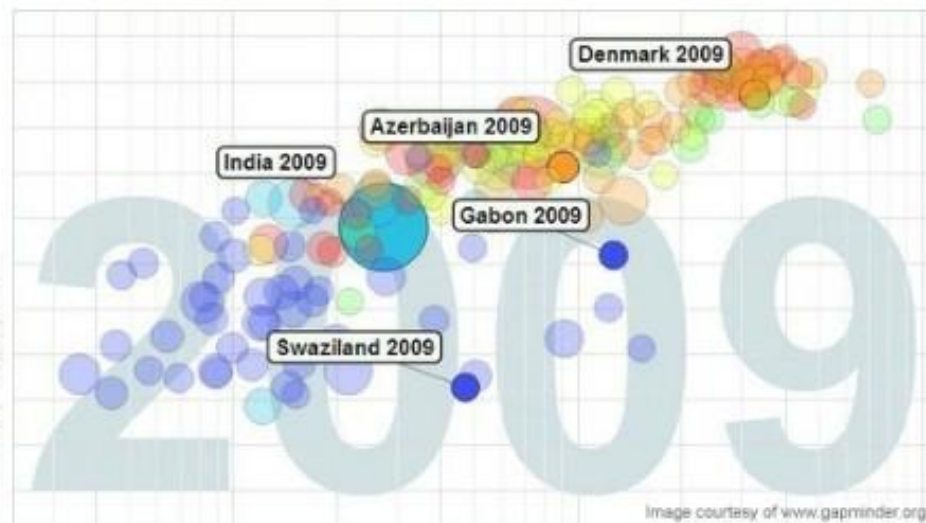


闭合原则(Closure)

- ▶ 只要物体的形状足以表征物体本身，人们就会很容易地感知整个物体而忽视未闭合的特征

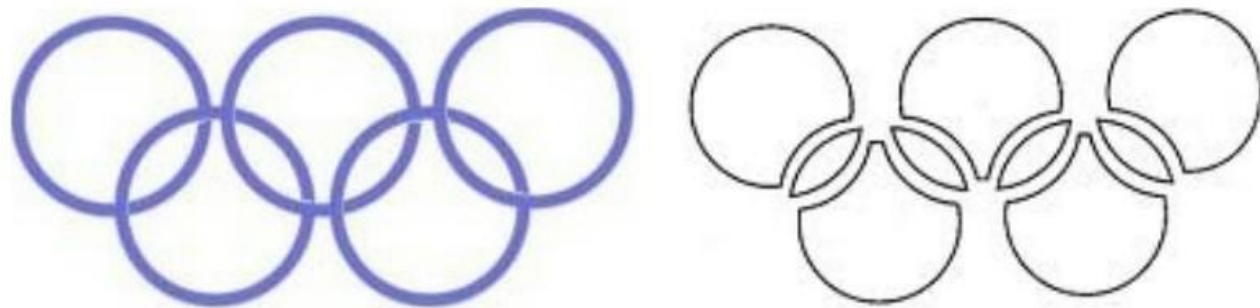


- look at me, follow me, read me!



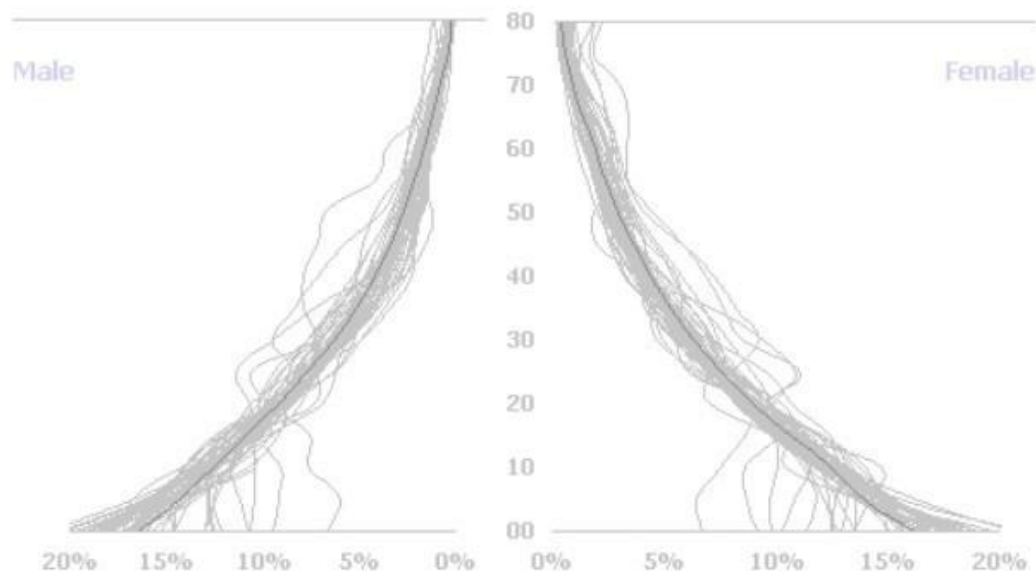
好图原则

- 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进行识别。个体识别世界的时候通常会消除复杂性和不熟悉性，并采纳最简化的形式



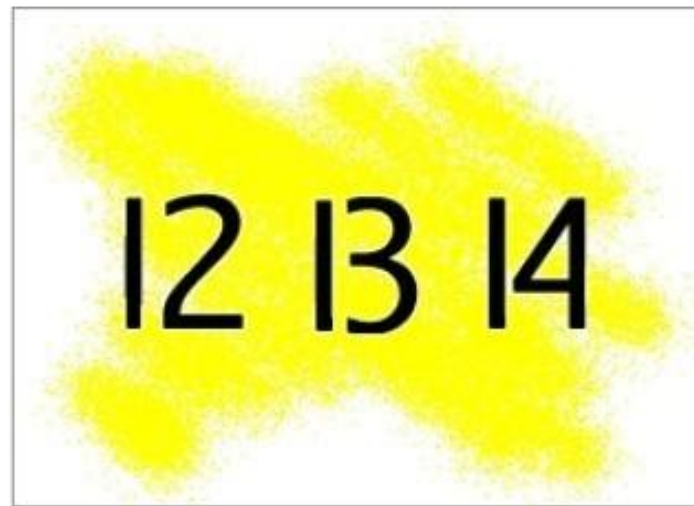
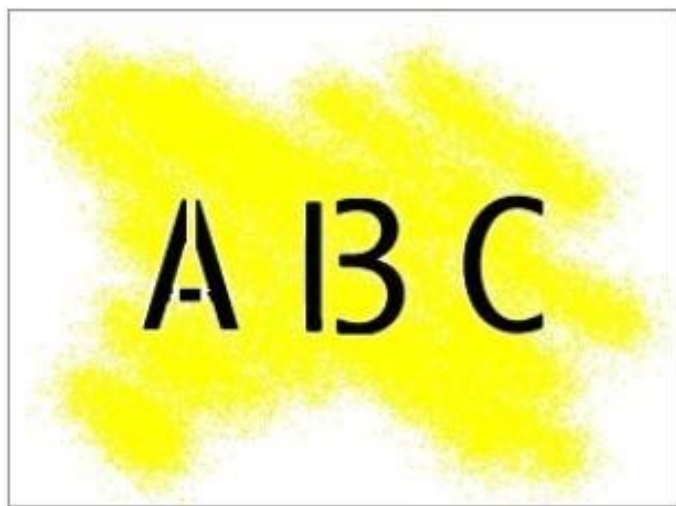
对称性原则(Symmetry)

- 人的意识倾向于将物体识别为沿某点或某轴对称的形状。因此，将数据按照对称性原则分为偶数个对称的部分，对称的部分会被下意识地识别为相连的形状，从而增强认知的愉悦度



经验原则(Past Experience)

- 在某种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相近，或者时间间隔小，那么它们通常被识别为同一类



视觉感知相关实验

- 变化盲视
- 选择注意
- 遗忘进程
- 认知偏差

变化盲视

- 在扫视、闪烁、电影剪辑和一些其他的中断中，观察者无法检测到物体视觉细节的实质性变化，这种现象叫作变化盲视（Change Blindness）
- 变化盲视不仅仅出现在实验室中，它在日常生活中也会发生

选择注意

- 一个众所周知的现象是：当人专心于检查某物时，很难注意到周围发生的一些事情。当人的注意力集中到某个物体上时，在很大程度上人将无法感知放置在视野外围的其他物体，尽管这些物体发出的光线完全到达了大脑皮层的视觉范围内
- 当某些事物发生变化时，对用户进行引导，可视化这些变化可以有效地减少认知负荷

遗忘进程

- 短时记忆保持信息短暂，如果没有及时复述，将会迅速被遗忘
- 记忆在人类的认知中扮演着重要的角色，但是工作记忆是极其有限的，可视化必须为工作记忆的增强而提供外部援助

认知偏差

- 视觉感知不是一个自顶向下或由下向上的。低阶视觉和高阶视觉都会影响视觉感知，而向前的刺激也可能会产生视觉感知上的偏差，继而影响我们所“看见”的东西
- 启动(Priming)效应表示人类受到先前感知刺激而影响反应的现象
 - 例如对单词“so_p”进行补全，如果之前看到一张喝汤的照片，那么可能补全为soup;
 - 如果看到的是肥皂的照片，则可能补全为soap
- 锚定(Anchoring) 效应表示以前的刺激会提供一个参考框架的现象
 - 例如提前告知胡萝卜的卡路里数，再去判断冰激凌的卡路里数，人们通常会低估后者；
 - 提前告知马克·吐温的出生年份，可能会影响人们对密西西比河长度的估计。

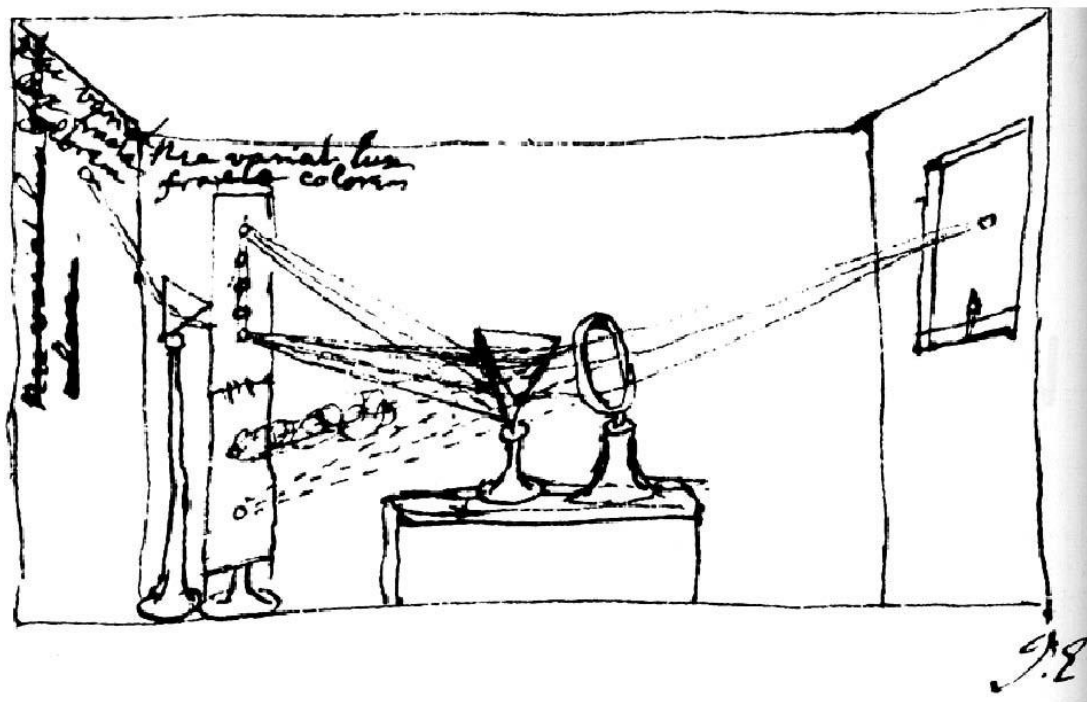
2 颜色

颜色与光学，生理学，心理学

- 颜色包含信息丰富，适合用于对信息编码——即数据信息到颜色的映射
 - 颜色与形状和布局构成了最基本的数据编码手段
- 可视化结果的表达力与视觉美感依赖于设计者对于颜色的准确使用
- 光学理论上的颜色和物理生理学有关，是由可见光(电磁能)经过周围环境的相互作用后到达人眼，并经过一系列的物理和化学变化转化为人脑所能处理的电脉冲结果，最终形成对颜色的感知
- 颜色感知的形成是一个复杂的物理和心理相互作用的过程
 - 人类对颜色的感知不仅由光的物理性质决定，也受到心理等因素的影响
- 人类对颜色的感知也会受到周围环境的影响

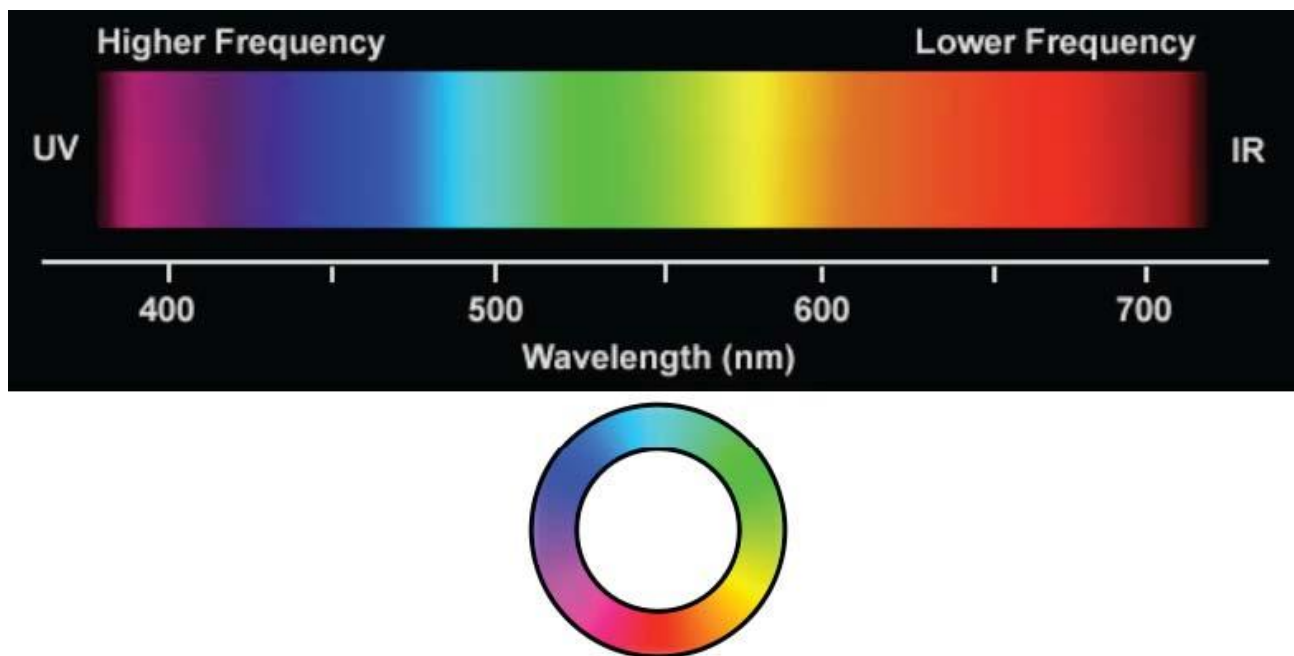
光学实验

- ▶ 太阳光色散实验由英国科学家艾萨克-牛顿爵士于1665 年完成，使得人们第一次接触到光的客观的可定量的特征



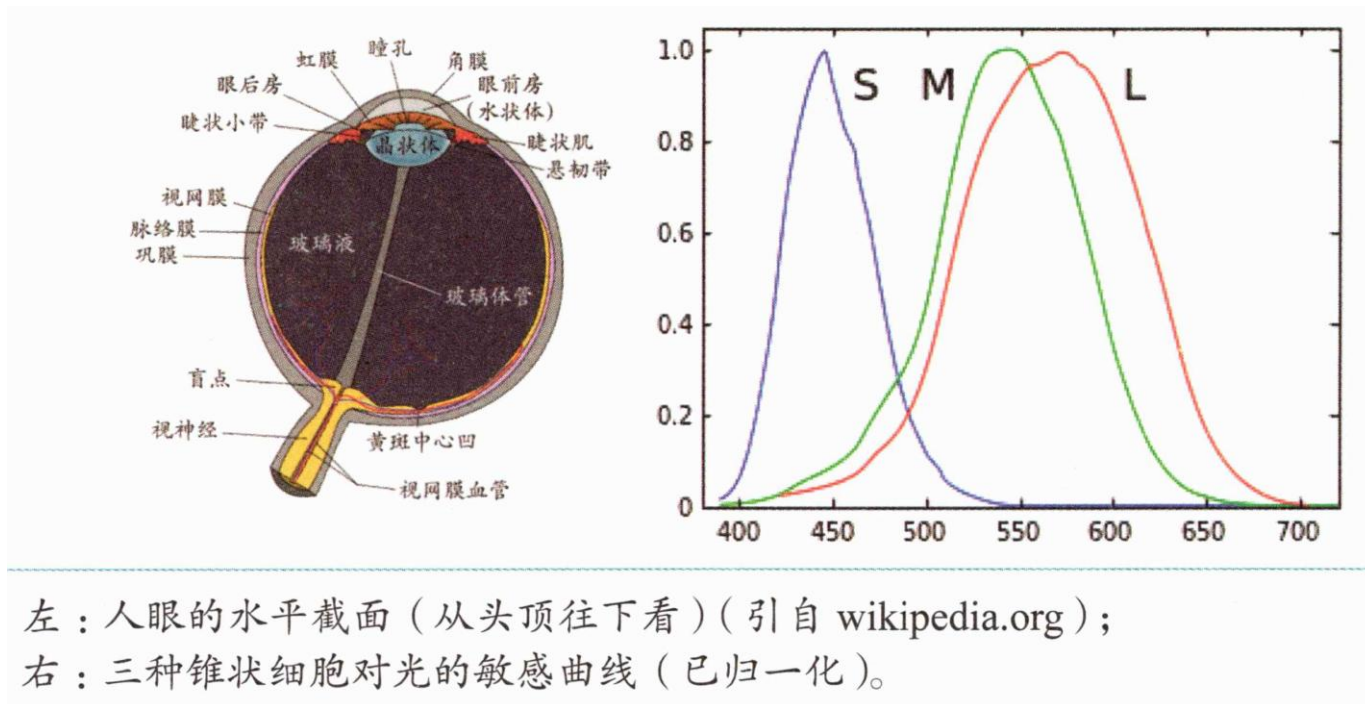
电磁波波谱和可见光

- 复色光经过色散系统（如棱镜）进行分光后，依照光的波长（或频率）的大小顺序排列形成彩色图案



颜色刺激理论

人眼与可见光



人眼的光学系统

- 人眼视网膜上的光感受细胞主要分为两种——杆状细胞和锥状细胞
- 杆状细胞是视网膜上受光刺激最敏感的感受细胞，比锥状细胞对光的刺激要敏感10倍以上，因此其通常具有很强的暗视觉(Scotopic Vision)。杆状细胞被认为是无法感知颜色信息的，因此其视觉一般是灰度视觉
- 锥状细胞仅对明亮光线产生刺激反应，从而形成了明视觉(Photopic Vision)。由于每个锥状细胞单独与一条视觉神经相连，因此其具有清晰的视觉能力
 - 人眼具有三种类型的锥状细胞，分别对不同波长的可见光的刺激表现出不同的敏感性。根据锥状细胞对长波长、中波长和短波长可见光的不同敏感性，这三种类型分别被称为L锥状细胞、M锥状细胞和S锥状细胞

颜色与视觉

- 物理学角度而言，光的实质是一种电磁波，本身是不带颜色的，所谓颜色只是人的视觉系统对所接收到的光信号的一种主观的视觉感知
- 物体所呈现的颜色由物体的材料属性、光源中各种波长分布和人的心理认知所决定，存在个体差异
 - 颜色既是一种心理生理现象，也是一种心理物理现象
- 关于颜色视觉理论，主要存在两个互补的理论
 - 三色视觉理论，认为人眼的三种锥状细胞分别优先获得相应敏感波长区域光信号的刺激，最终合形成颜色感知
 - 补色过程理论，认为人的视觉系统通过一种对立比较的方式获得对颜色的感知：红色对应绿色，蓝色对应黄色，黑色对应白色

颜色视觉障碍

- 颜色视觉障碍指在正常光照条件下，人眼无法辨认不同的颜色，或者对于颜色辨认存在不同程度的障碍
 - 非正常三色视觉(通常称之为色弱)
 - 二色视觉(即色盲)
 - 单色视觉(非常少见)
- 颜色视觉障碍人数约占世界人口的8%，其中色盲人数所占比例超过2%
- 由于颜色视觉障碍人口在总人口中所占比例较高，设计可视化颜色方案时，需要充分考虑可视化结果的用户群体特征，尽可能使用有效的颜色配置方案，使得可视化结果对于所有的用户都能呈现其所包含的信息

色盲



红色盲
(Protanope)
无L锥形细胞



绿色盲
(Deuteranope)
无M锥形细胞

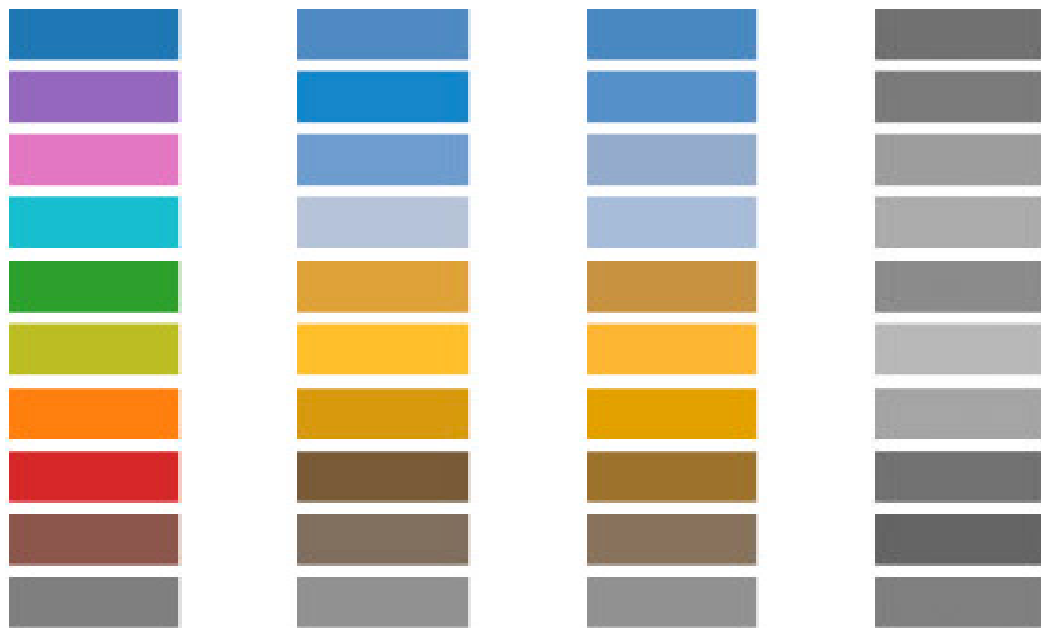


蓝色盲
(Tritanope)
无S锥形细胞

红/绿色盲

蓝/黄色盲

色盲



正常

红色盲

绿色盲

全色盲

Based on slide from Stone

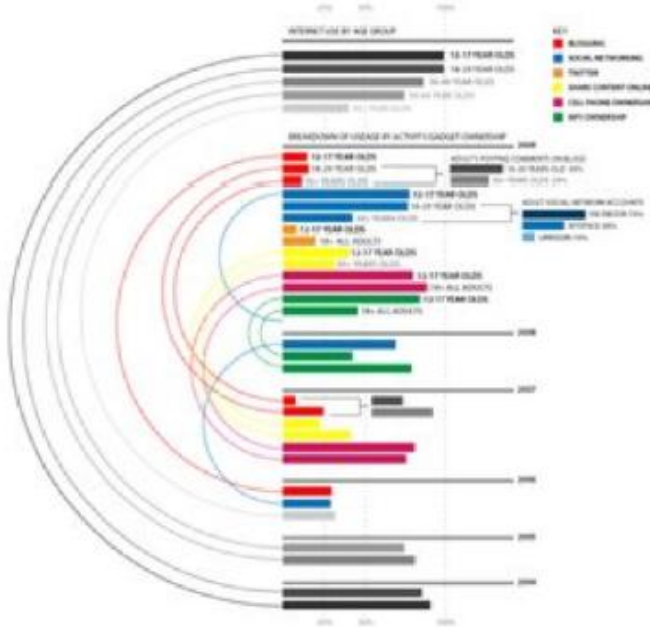


How different age groups are using the internet

原图

With the growth of social media networks such as Facebook and Twitter, traditional blogging has been usurped by micro-blogging such and short 140-character updates instead of lengthy in-depth (and sometimes self-aggrandizing) articles.

However, while teens and young adults seem to be shunning blogging, it is still strong among the teen 30s...

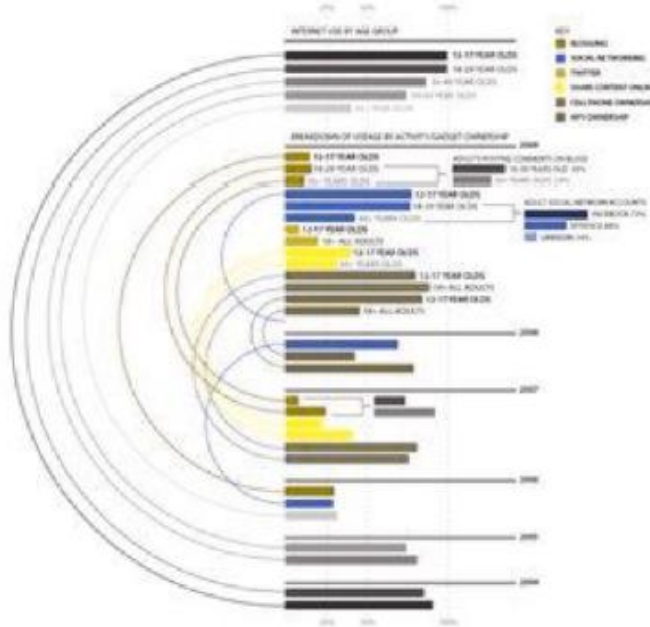


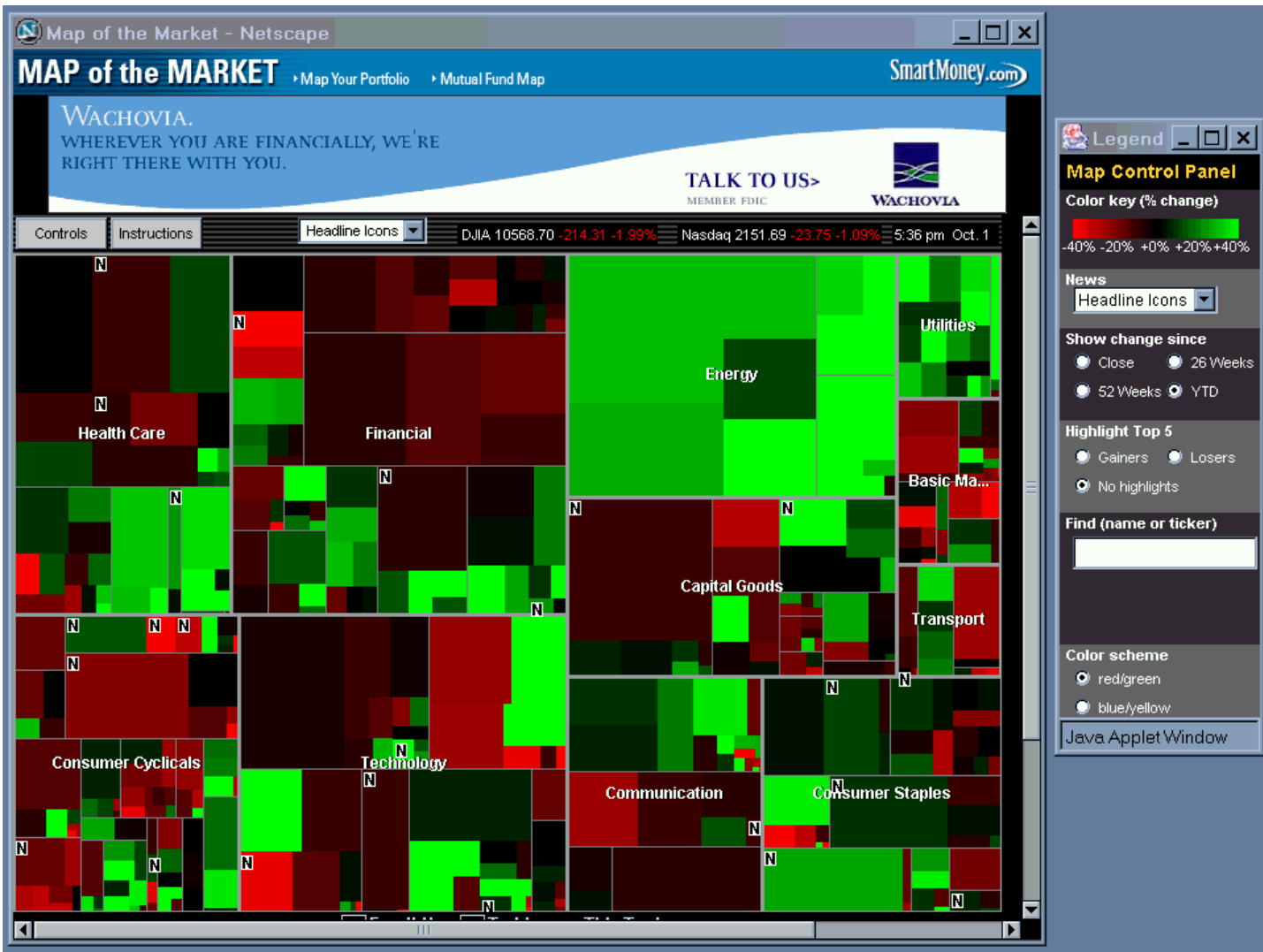
How different age groups are using the internet

绿色盲

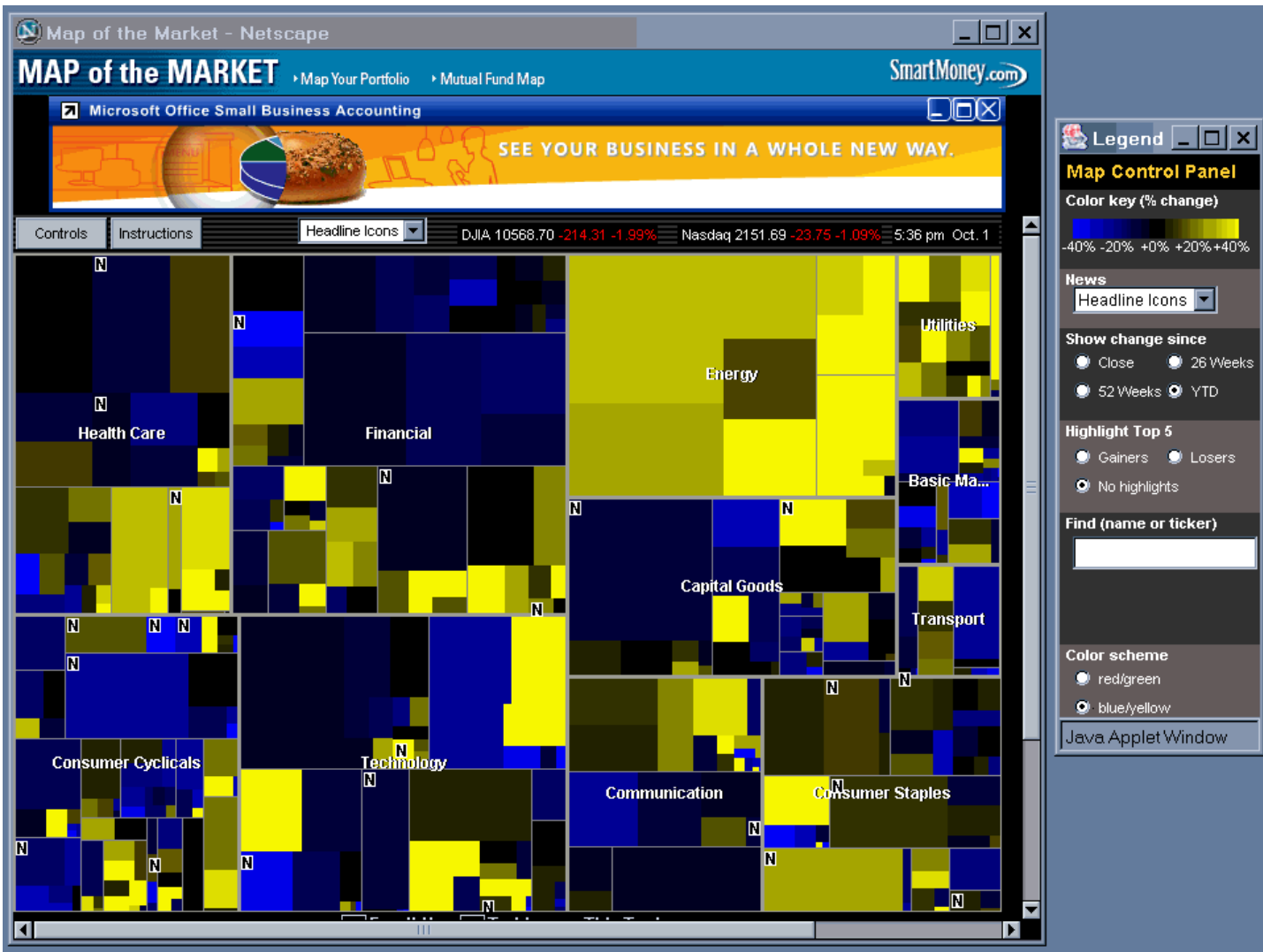
With the growth of social media networks such as Facebook and Twitter, traditional blogging has been usurped by micro-blogging such and short 140-character updates instead of lengthy in-depth (and sometimes self-aggrandizing) articles.

However, while teens and young adults seem to be shunning blogging, it is still strong among the teen 30s...





Based on slide from Stone

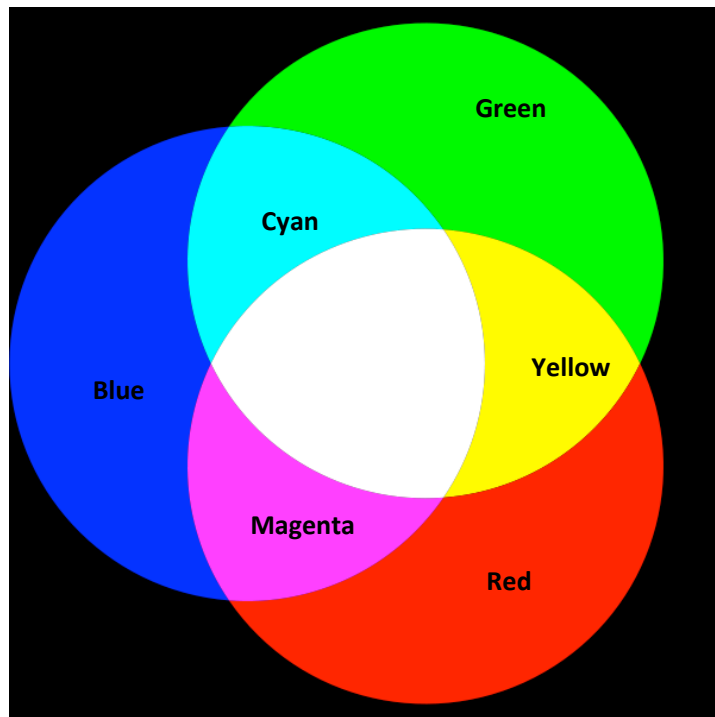


Based on slide from Stone

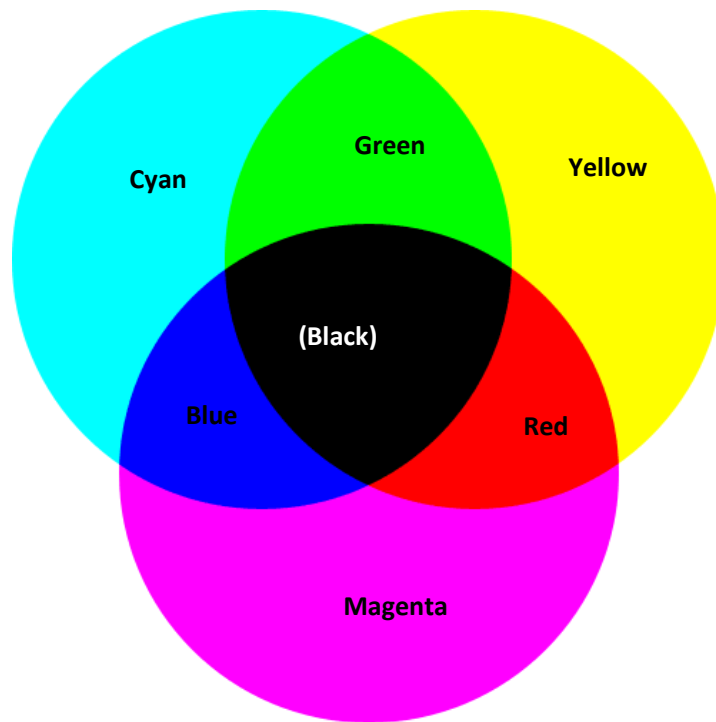
色彩空间

- 色彩空间(也称色彩模型或色彩系统), 是描述使用一组值(通常使用3个或4个值)表示颜色的方法的抽象数学模型
- 人眼的视网膜上存在三种不同类型的光感受器(即三种锥状细胞), 所以原则上只要三个参数就能描述颜色

加色法系统(RGB)

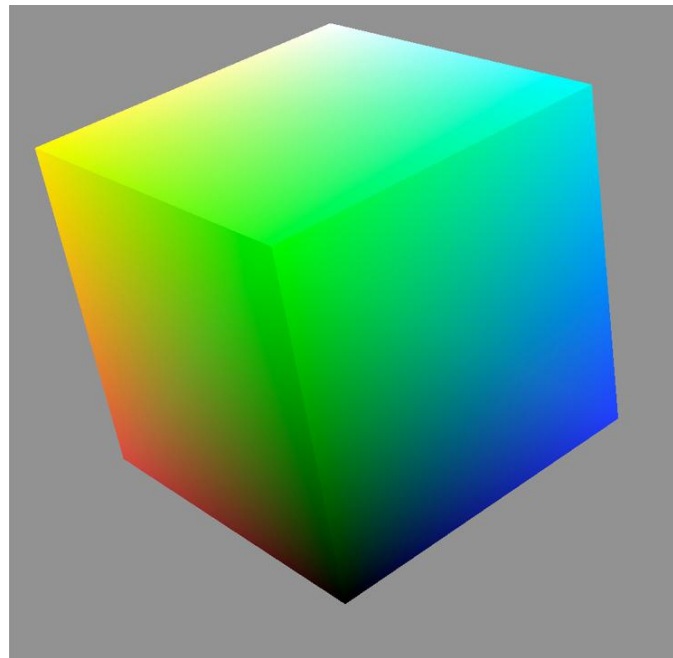


减色法系统(CMYK)



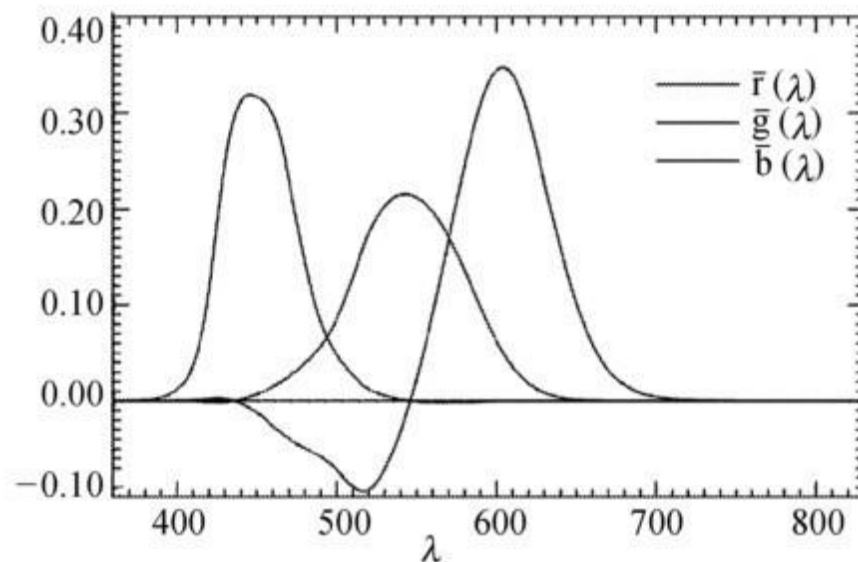
RGB颜色空间

- 可被显示器表达的颜色
- 感知上不均匀

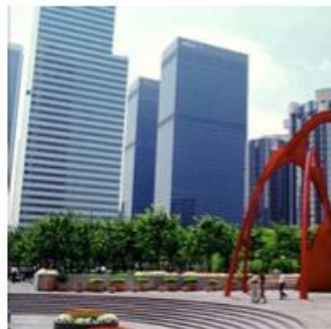


CIE XYZ/CIE L*a*b*

- CIE 1931 XYZ色彩空间是采用抽象数学模型定义的通过实验获得的色彩空间
- 改进版本CIE L*a*b*色彩空间完全基于人类的视觉感知而设计，致力于保持感知的均匀性，特别地，它的L*值的分布紧密匹配人类眼睛关于亮度的感知，允许人们通过修改a*和b*分量的色阶对颜色做出精确的调节



Lab颜色空间



Lab



Luminance



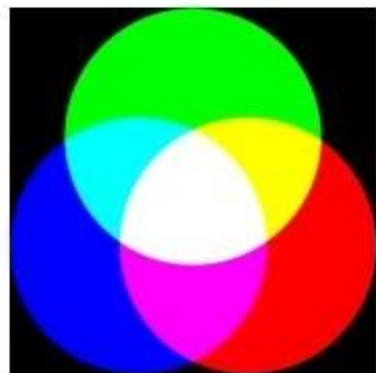
a (red - green)



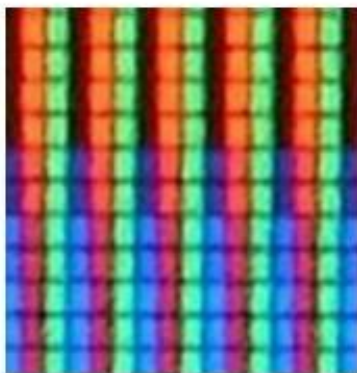
b (yellow - blue)

RGB/CMYK

- RGB色彩空间是设备相关的色彩空间，同一组RGB在不同设备上所展现的颜色不一定相同
- RGB色彩模型是一种加法原色模型
- CMYK色彩模型是一种减法原色模型



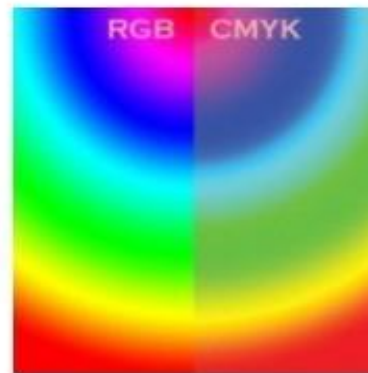
(a)



(b)

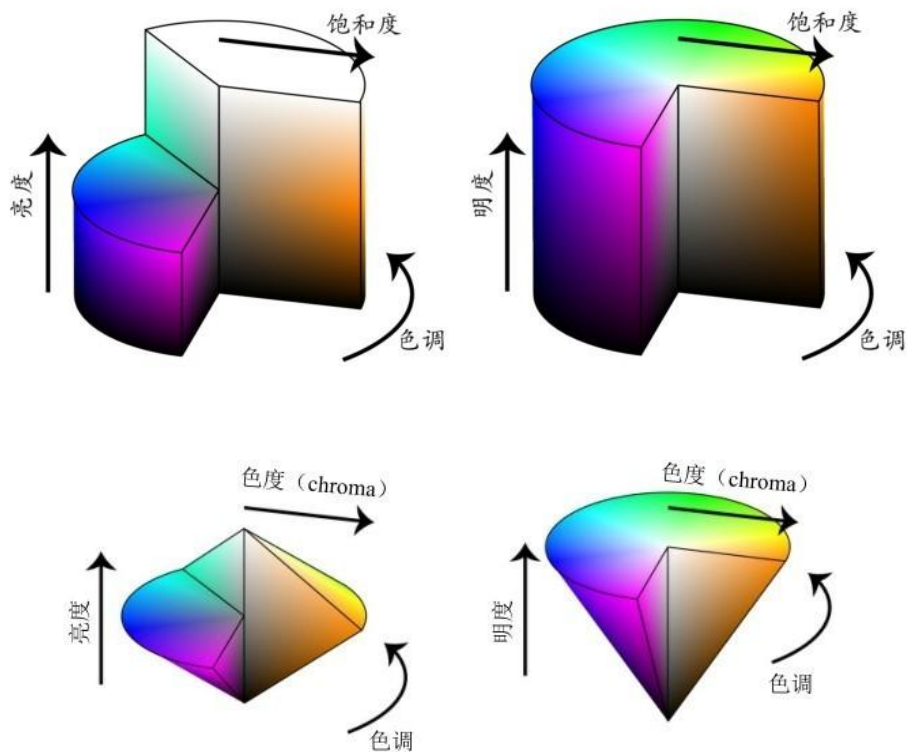


(c)



(d)

- 人类对于颜色感知的方式通常包括三个问题：
是什么颜色？深浅如何？明暗如何
- 在HSV色彩空间中，H指色相(Hue), S指饱和度(Saturation), V指明度(Value)
 - 降低饱和度相当于在当前颜色中加入白色，而降低明度相当于在当前颜色中加入黑色
- 在HSL色彩空间中，L表示亮度(Lightness)
- HSV色彩空间和HSL色彩空间可以用圆柱体坐标系表示



绝对色彩空间与相对色彩空间

- 绝对色彩空间是指不依赖于外部因素就可以准确地表示颜色的色彩空间
 - CIE L*a*b*
 - sRGB、Adobe RGB
- 相对色彩空间无法通过一组值准确地表示颜色，相同的值未必能使人得到相同的色彩感知
 - RGB

3 视觉编码原则

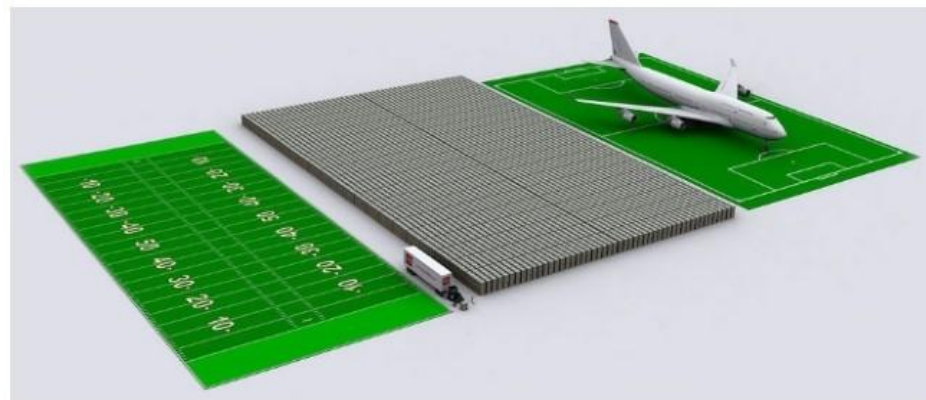
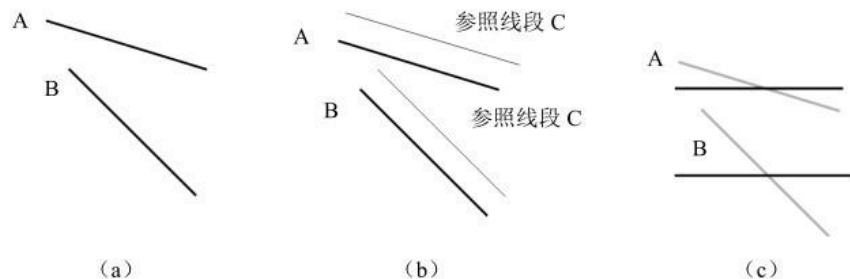
视觉编码原则

- 可视化将数据以一定的变换和视觉编码原则映射为可视化视图。用户对可视化的感知和理解通过人的视觉通道完成
- 在可视化设计中，对数据进行可视化(视觉)元素映射时，需要遵循符合人类视觉感知的基本编码原则，这些原则跟数据类型紧密相关
 - 在通常情况下，如果违背了这些基本原则，将阻碍或误导用户对数据的理解

相对判断和视觉假象

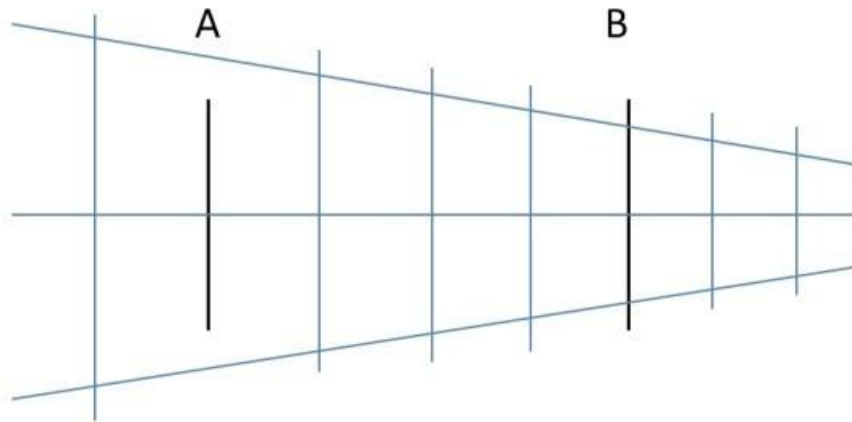
➤ 人类感知系统的工作原理决定于对所观察事物的**相对判断**

➤ Weber定律描述了这一现象：人类感知系统将可察觉的刺激强度的变化表达为一个目标刺激强度的一个固定的百分比



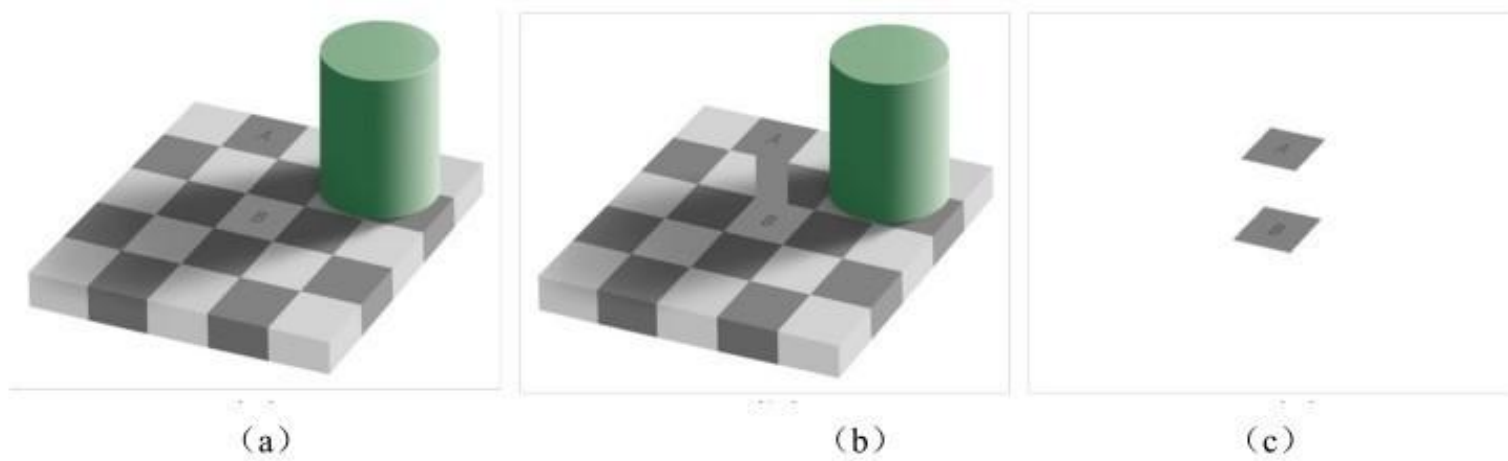
视觉假象(Visual Illusion)

- 人们通过眼睛所获得的信息被大脑处理后形成的关于事物的感知，与事物在客观世界中的物理现实并不一致，这种现象称为视觉假象
- 相对判断给用户提供了一种定性判断的有效手段，然而不合理地设定事物的上下文环境，会导致判断真实性的失效



视觉假象

- 感知系统对于亮度和颜色的判断完全是基于周围环境的，即人眼是通过与周围亮度和颜色的对比获得对焦点处亮度和颜色的感知的，因此在这种情况下，视觉假象将更加突出



视觉假象

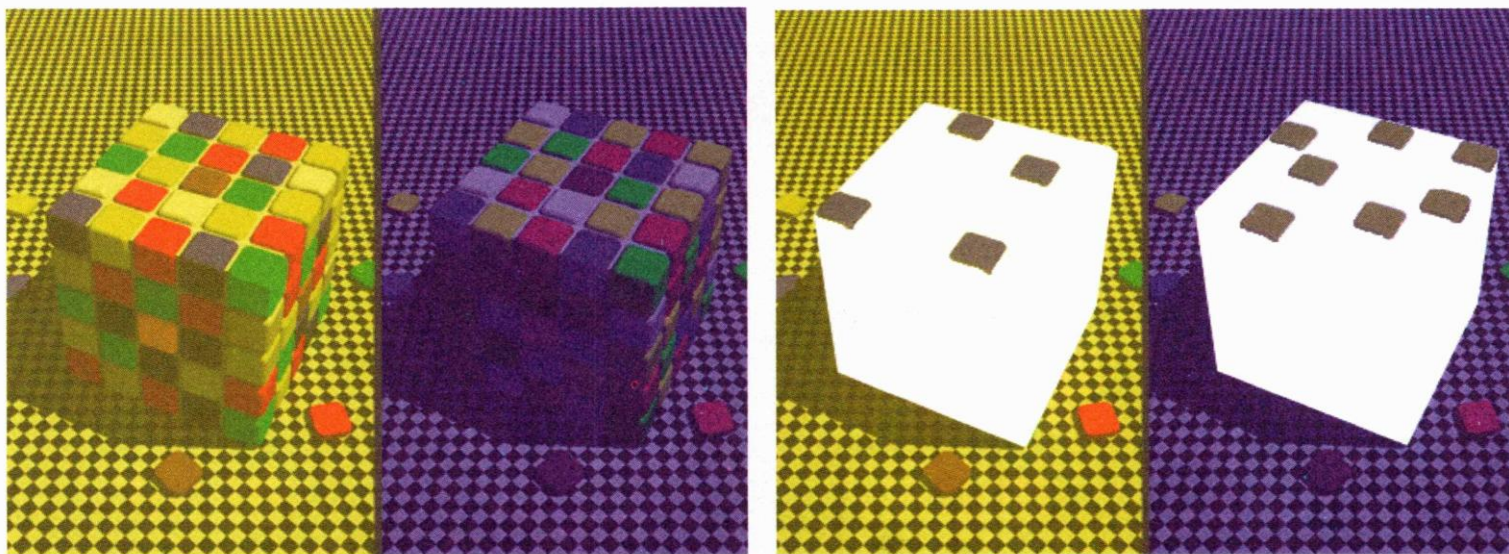


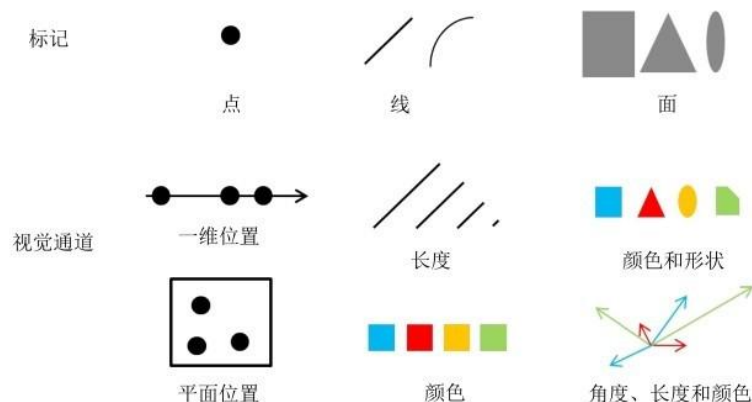
图 2.26 相对判断和视觉假象：颜色。感知系统对于颜色的判断也是相对的，上下文颜色的组成会使人对相同的颜色形成不同的感知。（左图来自网络）

标记和视觉通道

- 可视化编码(Visual Encoding)将数据信息映射成可视化元素的技术，其通常具有表达直观、易于理解和记忆等特性
- 数据通常包含了属性和值，可视化编码包括：标记(图形元素)和用于控制标记的视觉特征的视觉通道
 - 前者是数据属性到可视化元素的映射，用于直观地代表数据的性质分类
 - 后者是数据的值到标记的视觉表现属性的映射，用于展现数据属性的定量信息
- 标记通常是一些几何图形元素；标记具有分类性质，因此不同的标记可用于编码不同的数据属性
- 视觉通道则用于控制标记的展现特征，从定量的角度描述标记在可视化图像中的呈现状态

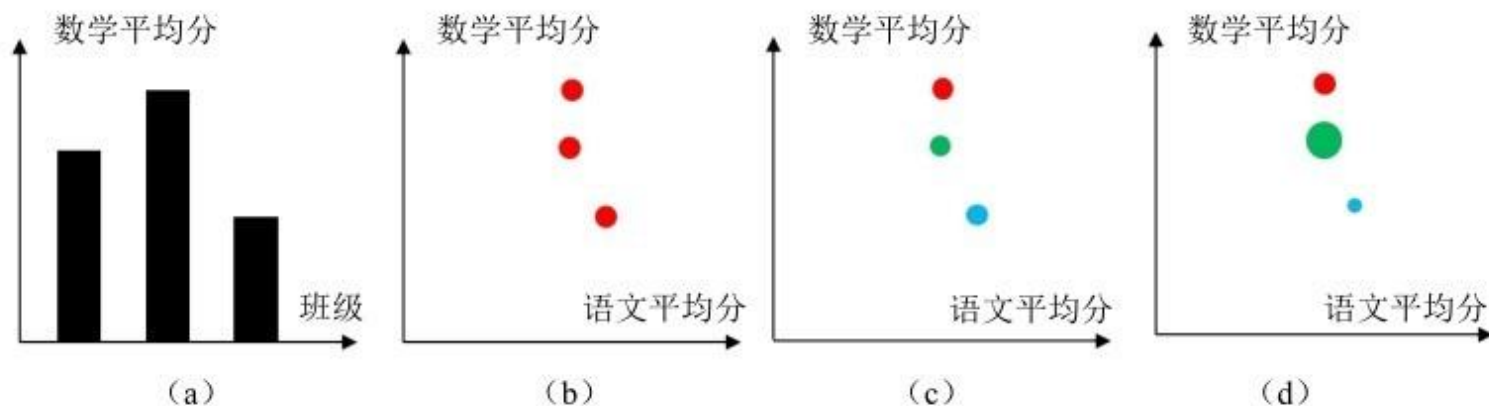
标记和视觉通道

- 标记：通常是一些几何图形元素，如点、线、面、体等。标记具有分类性质，不同的标记可用于编码不同的数据属性
- 视觉通道：用于控制标记的展现特征，从定量的角度描述标记在可视化图像中的呈现状态。通常可用的视觉通道包括标记的位置、大小、形状、方向、色调、饱和度、亮度等
- 视觉通道不仅具有分类性质，也具有定量性质，因此一个视觉通道可以编码不同的数据属性(如形状)，也可以用于编码一个属性的不同值（如长度）



标记和视觉通道

- 标记可以根据**空间自由度**进行分类，比如点具有零自由度，线、面、体分别具有一维、二维和三维自由度
- 视觉通道与标记的空间维度之间是相互独立的，视觉通道在控制标记的视觉特征的同时，也蕴含着对数据的数值信息的编码
- 标记的选择通常基于人们对于事物理解的直觉感知



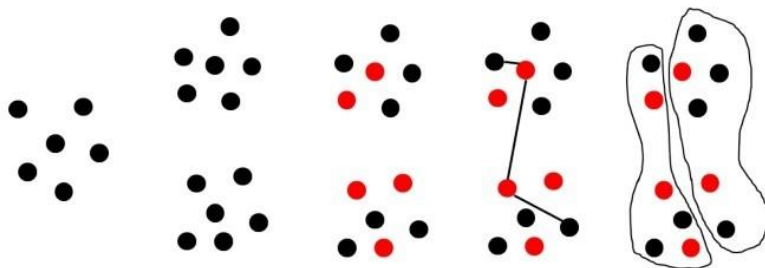
视觉通道的概念

- 人眼具有很强的模式识别能力，对可视化符号的信息获取能力远高于对文本和数字的直接识别
- 视觉通道的类型
 - 数据通常以有序的和分类的两种形式存在，而视觉通道在表现上也存在两种不同的功能
- 视觉通道的表现力
 - 视觉通道的表现力主要定义为视觉通道在编码数据信息时，需要表达且仅表达数据的**完整属性**
- 视觉通道的有效性
 - 不同的视觉通道具有不同的表现力。利用具有高表现力的视觉通道编码用于更重要的数据属性，从而使用户可以更容易地获取数据中的相对重要信息
- 根据表现力和有效性对视觉通道的排序
 - 视觉通道在编码数据信息时所表现的不同特性。将视觉通道进行排序后，有助于设计信息可视化时方便、快速地选择合适的视觉通道，以及它们的组合，完整地展现数据包含的信息

视觉通道的类型

➤ 感知模式

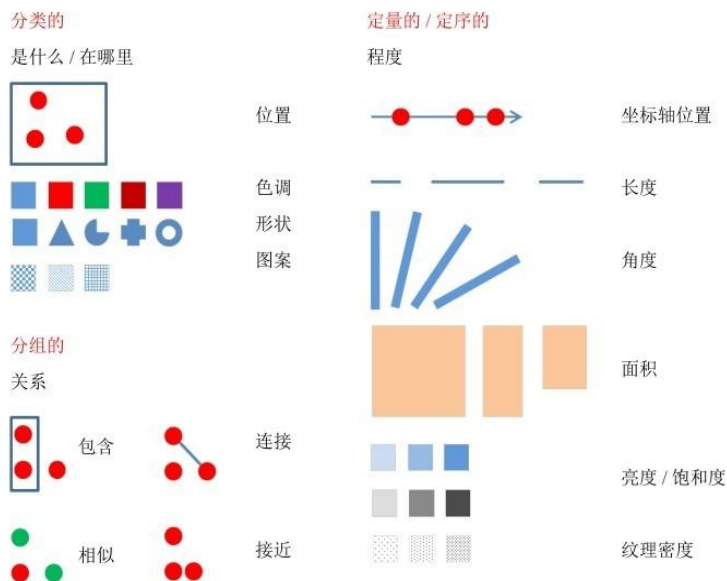
- 得到的信息是关于对象的本身特征和位置等，对应于视觉通道的定性性质或分类性质，即描述对象是什么或在哪里
 - 得到的信息是关于对象的某一属性在数值上的程度，对应于视觉通道的定量性质或定序性质，即描述对象某一属性的具体数值是多少
 - 分组性质。分组通常是针对多个或多种标记的组合描述的。最基本的分组通道是接近性
- 从方法学上而言，定性的视觉通道适合编码分类的数据信息，定量或定序的视觉通道适合编码有序的或者数值型的数据信息，而分组的视觉通道则适合将存在相互联系的分类的数据属性进行分组，从而表现数据的内在关联性



(a) 空间中的 5 个点 (b) 位置的接近 (c) 颜色的相似 (d) 显式连接 (e) 显式包围

表现力和有效性

- 视觉通道的表现力和有效性，指导可视化设计者如何挑选合适的视觉通道，对数据信息进行完整而具有目的性的展现
 - 用表现力更高的视觉通道编码数据中更重要的数据属性，将有助于提高可视化结果的有效性。
- 人类感知系统对于不同的视觉通道具有不同的理解与信息获取能力



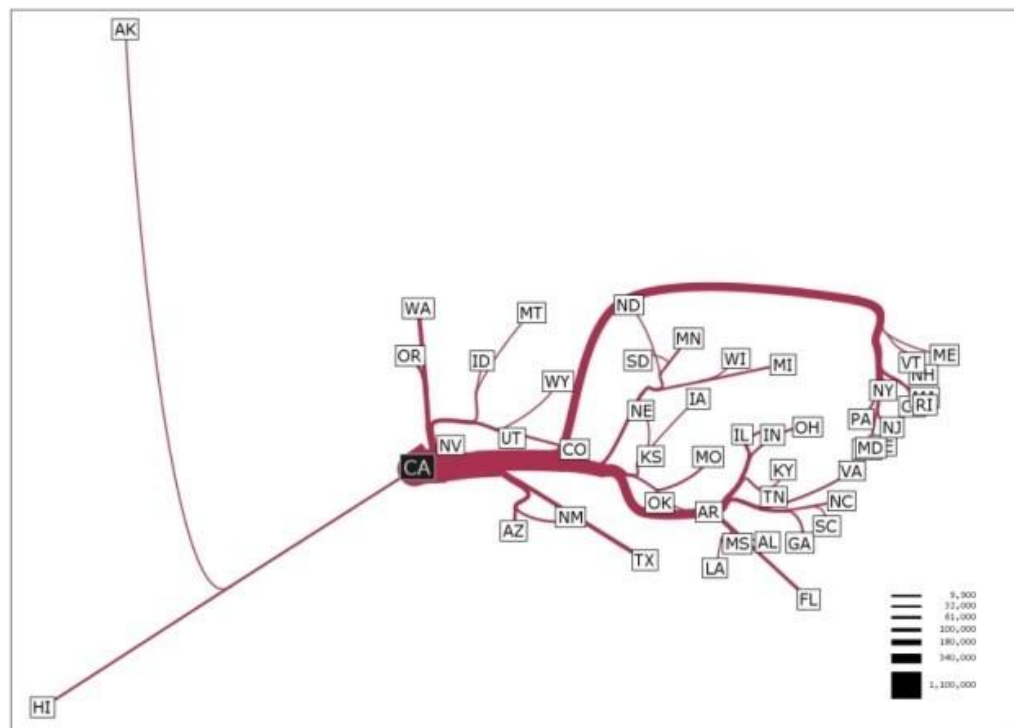
表现力判断标准

- 精确性，描述人类感知系统对于可视化的判断结果和原始数据的吻合程度
 - 来自心理物理学的一系列研究表明，人类感知系统对不同的视觉通道感知的精确性不同，总体上可以归纳为一个幂次法则，其中的指数与人类感觉器官和感知模式相关

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

可辨认性

- ▶ 可辨认性，视觉通道可以具有不同的取值范围
 - ▶ 如何调整取值使得人们能够区分该视觉通道的两种或多种取值状态，是视觉通道的可辨认性问题



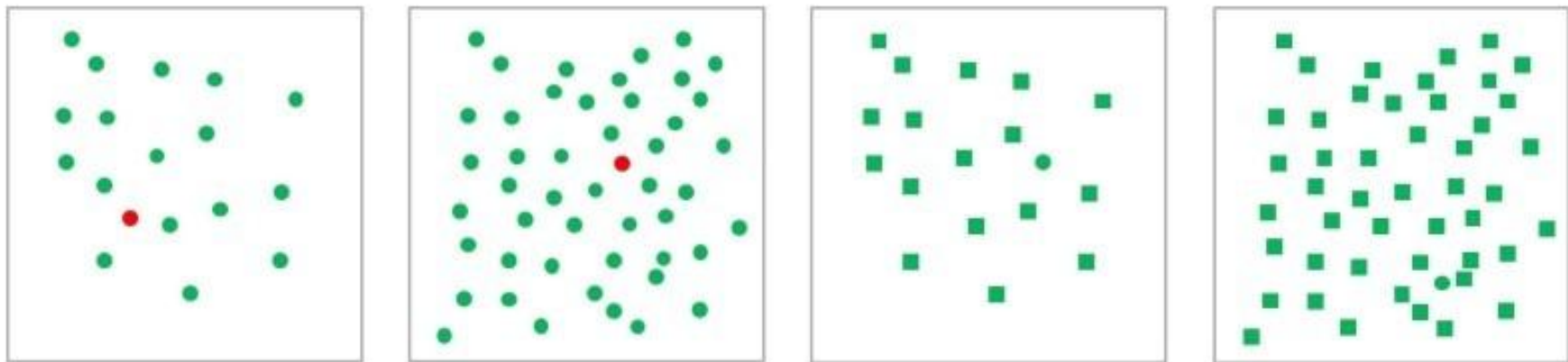
可分离性

- 可分离性，一个视觉通道的使用可能会影响人们对另外视觉通道的正确感知，从而影响用户对可视化结果的信息获取
- 视觉通道的类型决定了它们之间在定义上的可分离性，然而由于人类视觉系统的特点，两个视觉通道的干扰现象会在某些条件下被放大而显现出来



视觉突出

- 视觉突出，指仅仅在很短的时间内(200~250ms)，人们可以仅仅依赖感知的前向注意(Preattentive)直接发觉某一对象和其他所有对象的不同
 - 前向注意力是指人的一种无意识的信息积累和处理

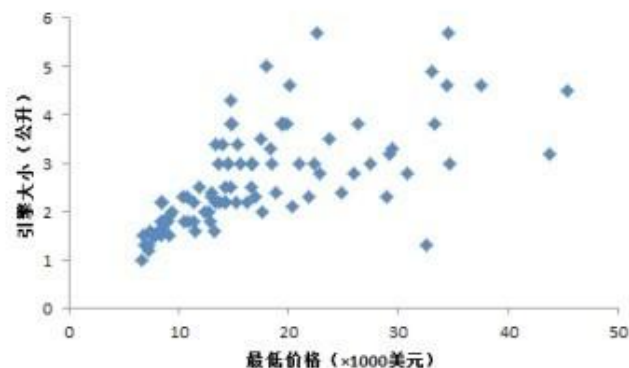
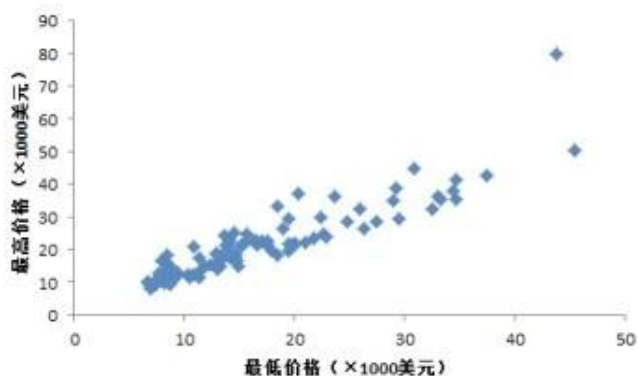


视觉通道的特性

- 平面位置
- 颜色
- 尺寸
- 斜度和角度
- 形状
- 纹理
- 动画
- 视觉多通

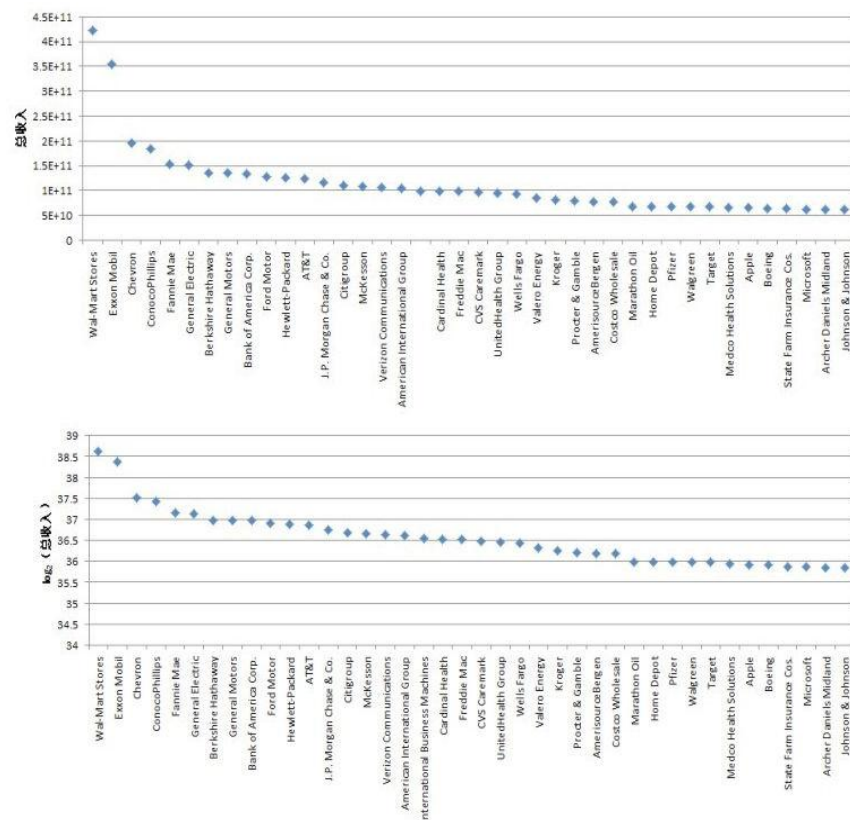
平面位置

- 既可用于编码分类的数据属性，又可用于编码定序或定量的数据属性的视觉通道
- 水平位置和垂直位置属于平面位置的两个可以分离的视觉通道
- 水平位置和垂直位置的表现力与有效性的差异比较小，但也有不少研究指出，受真实世界中重力效应的影响，垂直位置会比水平位置具有略高的优先级，即在相同条件下人们更容易分辨出高度的差异



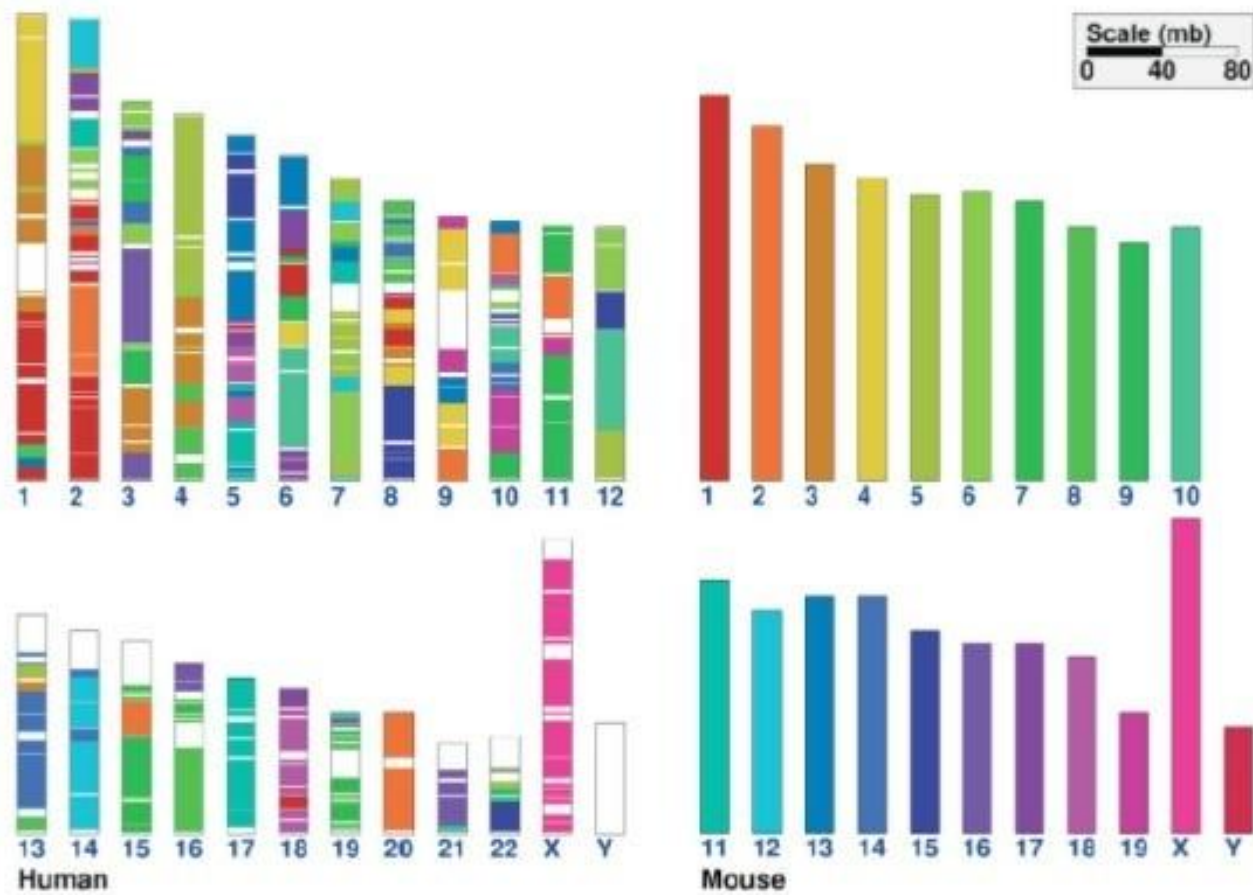
选择坐标轴

- 除了选择数据属性，一般还要选择坐标轴来组织显示空间，决定图像元素在显示空间中的位置
- 坐标轴一般标有刻度，表示值的范围，同时每个刻度标注具体数值。坐标轴通常还包括文字描述，表示坐标轴的意义
- 坐标轴上的刻度是决定图形元素位置的重要因素。通常使用的是线性刻度，图形元素在空间中的位置，根据所对应的数据做线性伸缩
- 另一种常见的是对数刻度，通常用于显示指数增长的数据



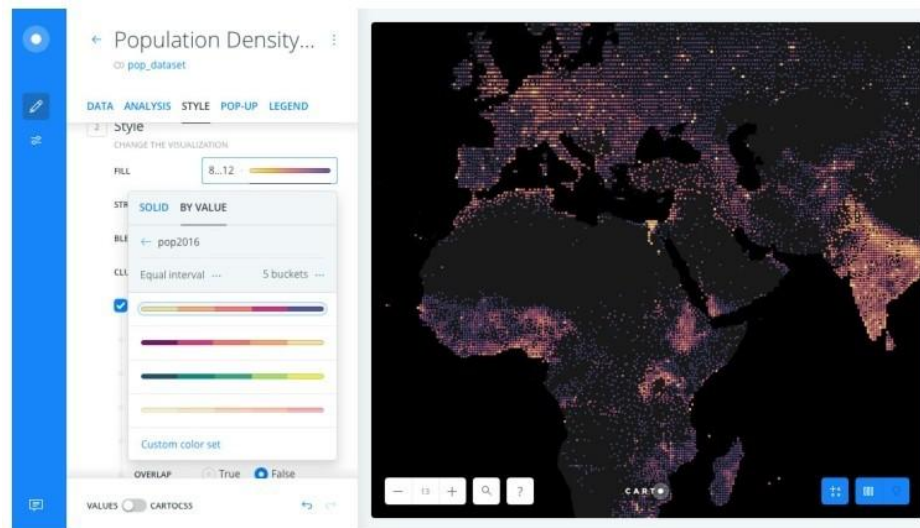
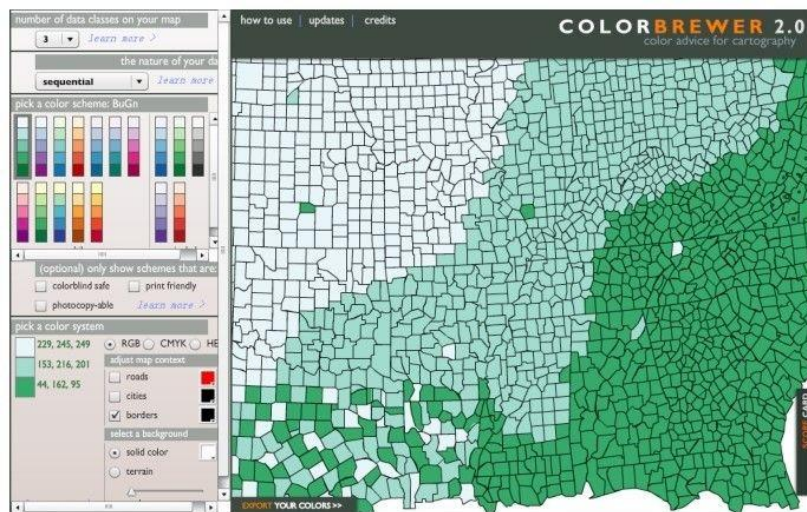
颜色

- 从可视化编码的角度对颜色进行分析，可以将颜色分为亮度、饱和度和色调三个视觉通道，其中前两个可以认为是定量或定序的视觉通道，而色调属于定性的视觉通道
- 亮度适合于编码有序的数据，亮度通道的可辨性较小
 - 一般情况下，在可视化中尽量使用少于6个不同的可辨的亮度层次
- 饱和度是另一个适合于编码有序数据的视觉通道
 - 饱和度与尺寸视觉通道之间存在非常强烈的相互影响，在小尺寸区域上区分不同的饱和度明显要比在大尺寸区域上区分困难得多。和亮度一样，饱和度识别的精确性也受到对比度效果的影响
- 色调非常适合于编码分类的数据属性，并且也提供了分组编码的功能



配色方案

- 配色方案关系到可视化结果的信息表达和美观性
- 数据进行可视化的时候需要设计不同的配色方案
- 设计者还可以应用一些软件工具辅助配色方案的设计
 - 例如较流行的ColorBrewer配色系统 [Harrower2003](http://colorbrewer2.org/)



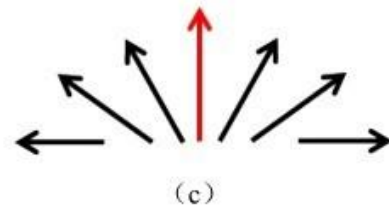
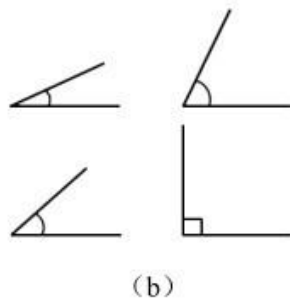
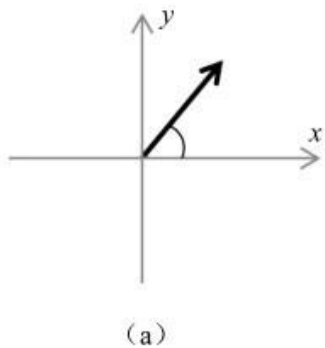
尺寸

- 尺寸是定量/定序的视觉通道，因此适合编码有序的数据属性
- 尺寸通常对其他视觉通道都会产生或多或少的影响——尺寸变小的时候，其他视觉通道所表达的视觉效果会被抑制
- 长度是一维的尺寸，包括垂直尺寸(或称高度)和水平尺寸(或称宽度)。面积是二维的尺寸，体积则是三维的尺寸
 - 由于高维的尺寸蕴含了低维的尺寸，因此在可视化设计中应尽量避免同时使用两种不同维度的尺寸编码不同的数据属性
- 人们对于一维尺寸的判断是线性的，而对多维尺寸的判断则随着维度的增加而变得越来越不精确，因此在可视化设计时可以使用一维的尺寸(高度或宽度)编码重要的数据属性的值



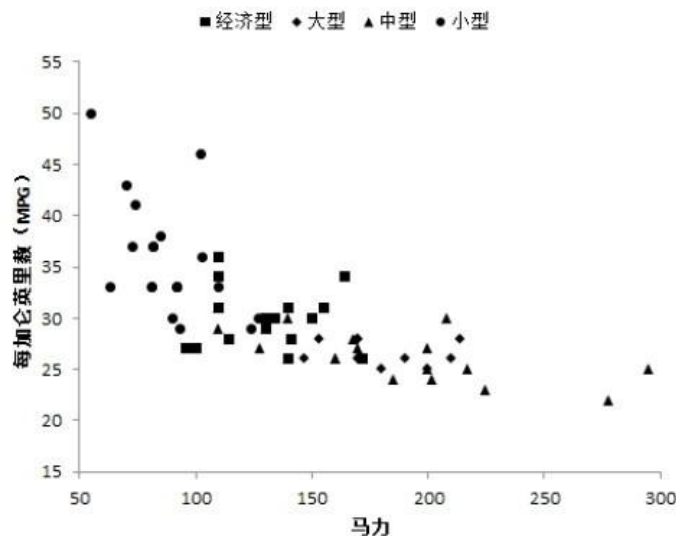
斜度和角度

- 斜度和角度都可用于分类的或有序的数据属性的编码



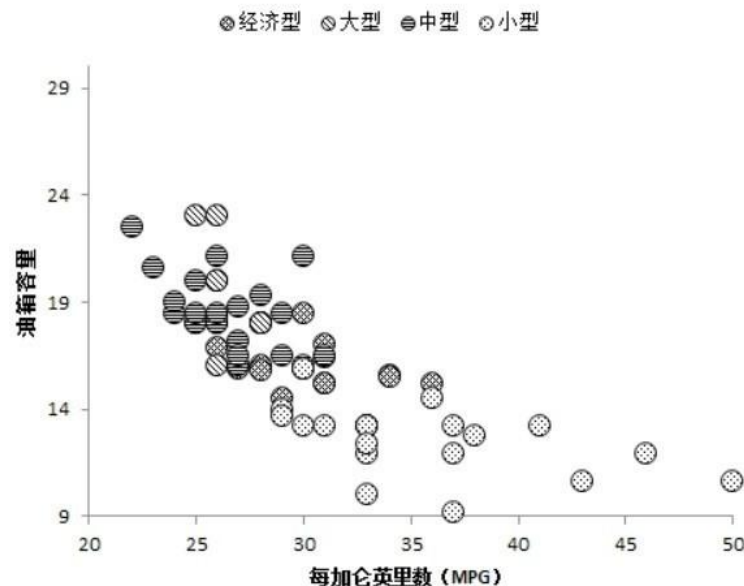
形状

- 视觉心理专家认为形状是人们通过前向注意力就能识别的一些低阶视觉特征。形状与其他视觉通道也存在着较多的相互影响
- 一般情况下，形状属于定性的视觉通道，因此仅适合编码分类的数据属性



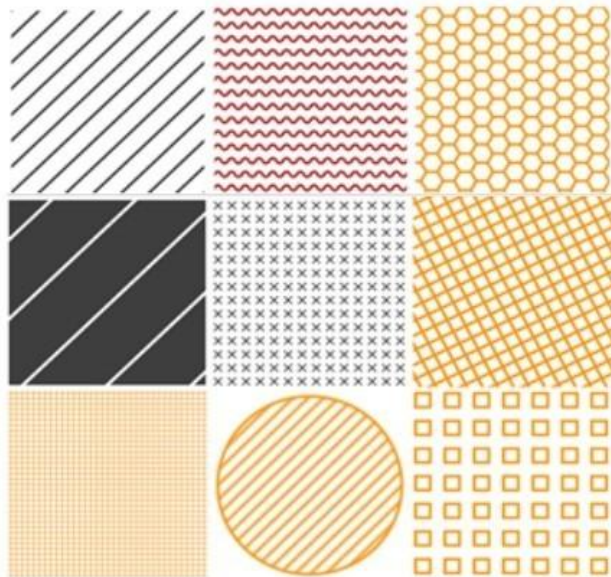
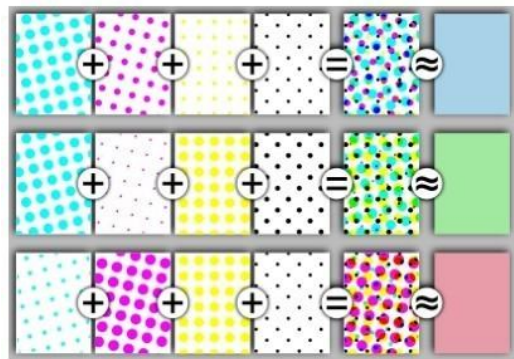
纹理

- ▶ 纹理可以被认为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)和方向(纹理中形状和颜色的旋转变化)
- ▶ 简单的纹理，例如，由虚线或者点画线填充，被广泛地用来区分不同的物体。而具有不同颜色的形状也常常用作纹理



纹理

- 点画图案通常被用作区分类别型数据属性的编码方式
- 应用纹理可以避免在可视化设计中使用过多的色彩，同时也可以照顾到色盲、色弱用户的理解



动画

- 计算机动画指由计算机生成的连续播放的静态图像所形成的动态效果的图画作品
- 以动画形式作为视觉通道包括了运动的方向、运动的速度和闪烁的频率等。其中，运动的方向可以编码定性的数据属性，而后两者则通常用于编码定量的数据属性
- 动画的优势和缺点都在于其完全吸引了用户的注意力，因此在突出可视化的视觉效果的同时，用户通常也无法忽略动画所产生的效果
- 视觉通道的可分离性保证了用户可以自主地选择需要观察的那一部分可视化，动画与其他视觉通道具有天然的分离性

视觉多通(Visual Multiplexing)

- Chen M等人把视觉多通的概念理解为可正确解码的多可视信息的堆叠方式
- 把不同视觉通道(颜色、大小、形状等)通过合理的组合方式编码在一起,使得用户能够正确地解码出可视元素所蕴含的信息
- 把组合方式分为12类

