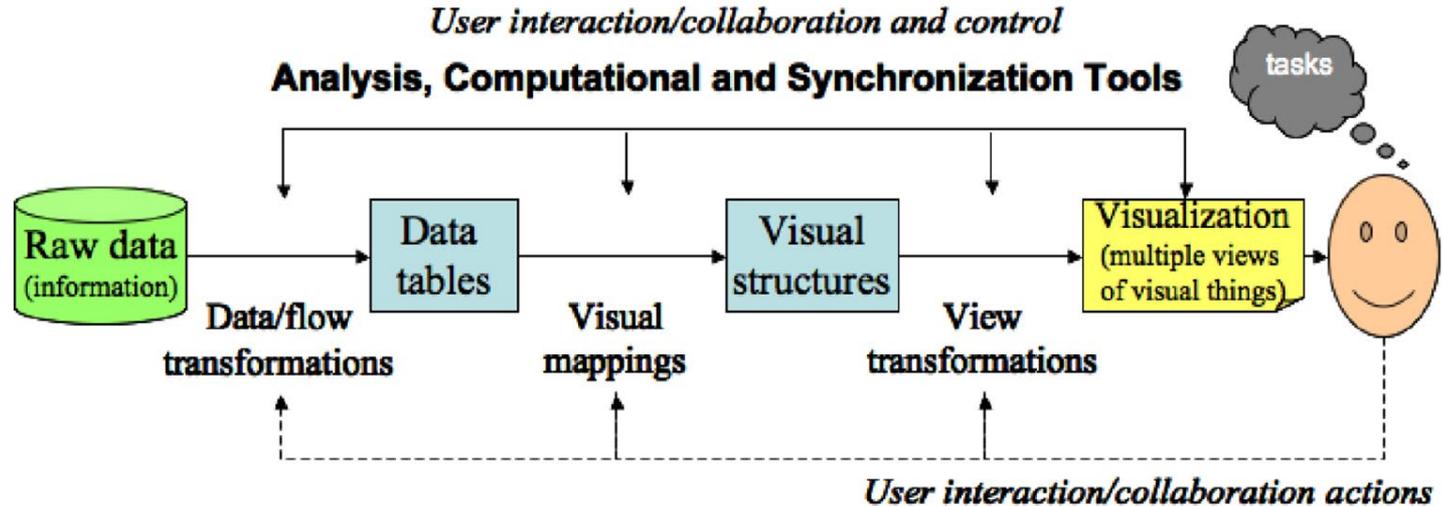


Mapeamento de Atributos em Canais Visuais

SCC5836/SCC0252 – Visualização Computacional

M. Cristina

Mapeamento Visual



Pipeline de visualização

Mapeamento visual

Símbolos (marcadores) gráficos

entidades geométricas usadas para representar dados, i.e., itens, atributos de itens, ou relações entre itens (pontos, linhas, áreas, ...)

Canais (variáveis) visuais

propriedades que controlam a aparência dos símbolos gráficos e podem ser manipuladas para representar os valores dos dados (geometria, tamanho, posição, cor, textura, ...)

Elementos básicos (*building blocks*) do processo de mapeamento

Marcadores gráficos

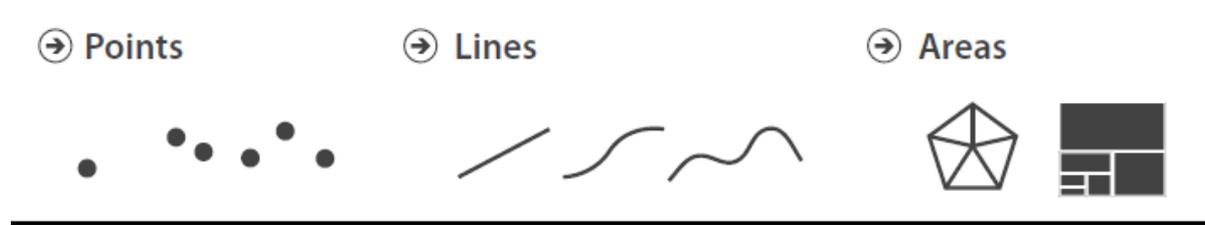


Fig. 5.2- marcadores gráficos são primitivas geométricas (dimensionalidade 0, 1, 2 ou 3)

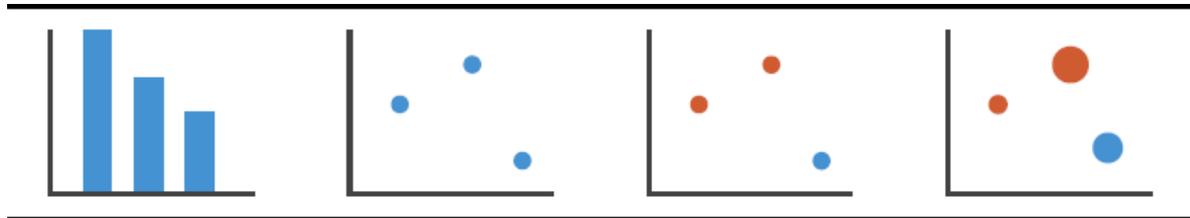


Fig. 5.4- uso de marcadores e canais (variáveis visuais)

Mapeamento visual

A escolha de como fazer o mapeamento afeta a **efetividade** da visualização.

Suponha que quero analisar a relação entre preço e consumo em um conjunto de carros.

Diferentes escolhas de mapeamento podem gerar visualizações muito distintas em termos da sua efetividade.

Mapeamento visual

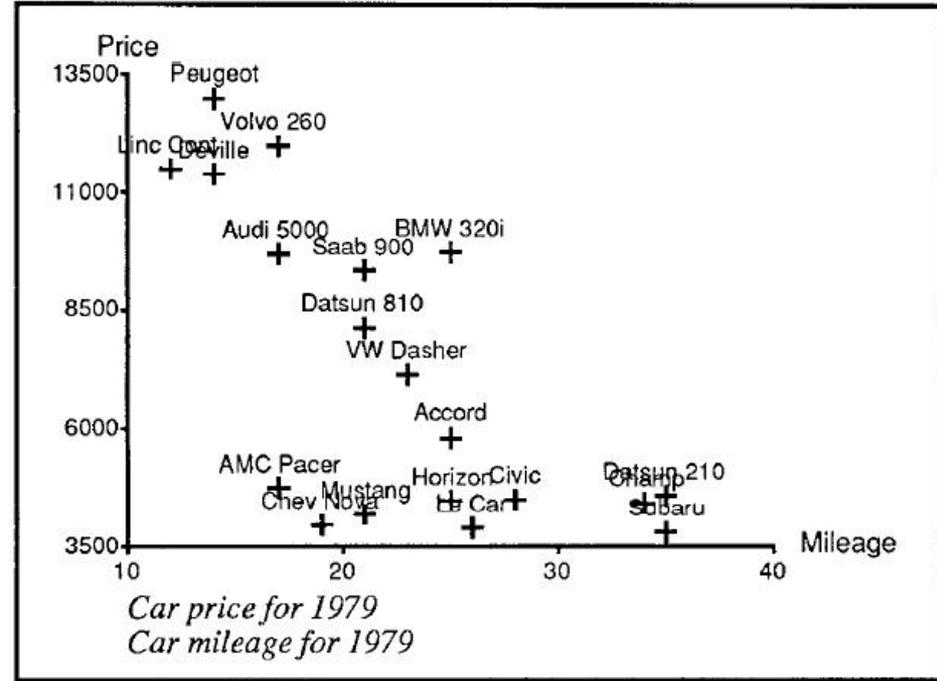
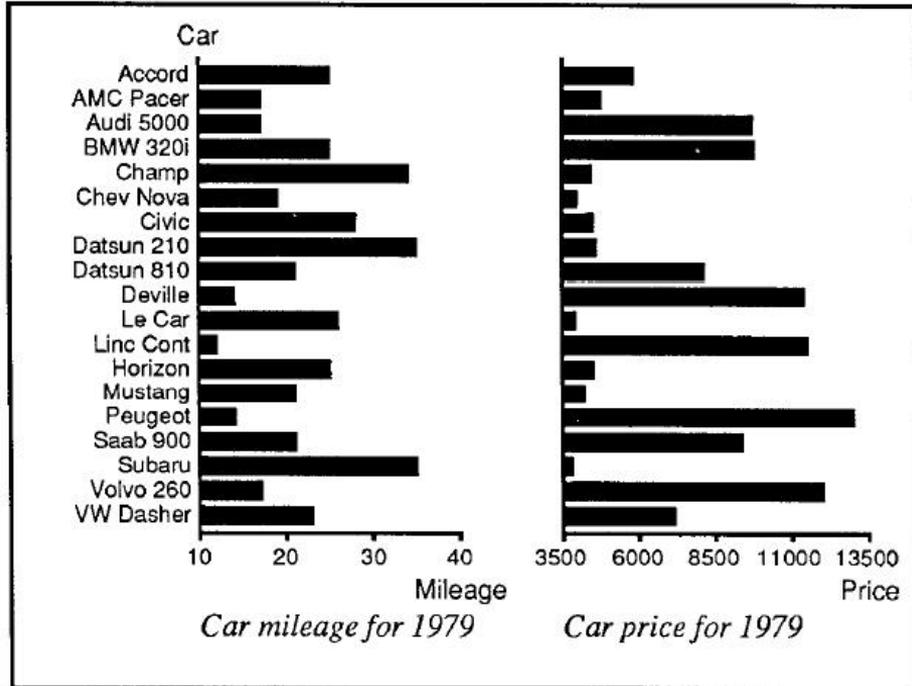


Figura: Na análise de preço vs consumo a efetividade das representações pode ser muito diferente. P.ex., “qual dos carros que custam mais de US\$11.000 é o mais econômico?”

Medidas de qualidade

Como avaliar (mensurar) a **qualidade** de uma visualização?

Dois parâmetros essenciais

Expressividade

Efetividade

Medidas de qualidade

Expressividade

Uma visualização é expressiva se transmite toda e tão somente a informação desejada

Razão entre a informação efetivamente transmitida e a informação que se deseja transmitir

Medidas de qualidade

Expressividade

Uma visualização é expressiva se transmite toda e tão somente a informação desejada

Razão entre a informação efetivamente transmitida e a informação que se deseja transmitir

$M_{\text{exp}} < 1$ transmite menos informação que o desejado

$M_{\text{exp}} > 1$ transmite mais informação que o desejado

$M_{\text{exp}} = 1$ transmite exatamente a informação desejada (o ideal)

Medidas de qualidade

Efetividade

Uma visualização é efetiva se pode ser interpretada corretamente e rapidamente, a um custo de *rendering* aceitável

Pode ser dada por ($0 < M_{\text{eff}} < 1$)

$$M_{\text{eff}} = 1 / (1 + T_{\text{interpret}} + T_{\text{render}})$$

Medidas de qualidade

Efetividade

$$M_{\text{eff}} = 1 / (1 + T_{\text{interpret}} + T_{\text{render}})$$

Quanto maior M_{eff} , maior a efetividade da visualização

Se M_{eff} é pequeno, ou o esforço de interpretação é muito alto, ou o esforço de rendering, ou ambos

Medidas de qualidade

A Expressividade e Efetividade de uma visualização dependem das escolhas que fazemos ao definir os mapeamentos visuais

i.e., como escolhemos representar os atributos dos dados por meio de elementos gráficos e suas propriedades

Símbolos e representações visuais

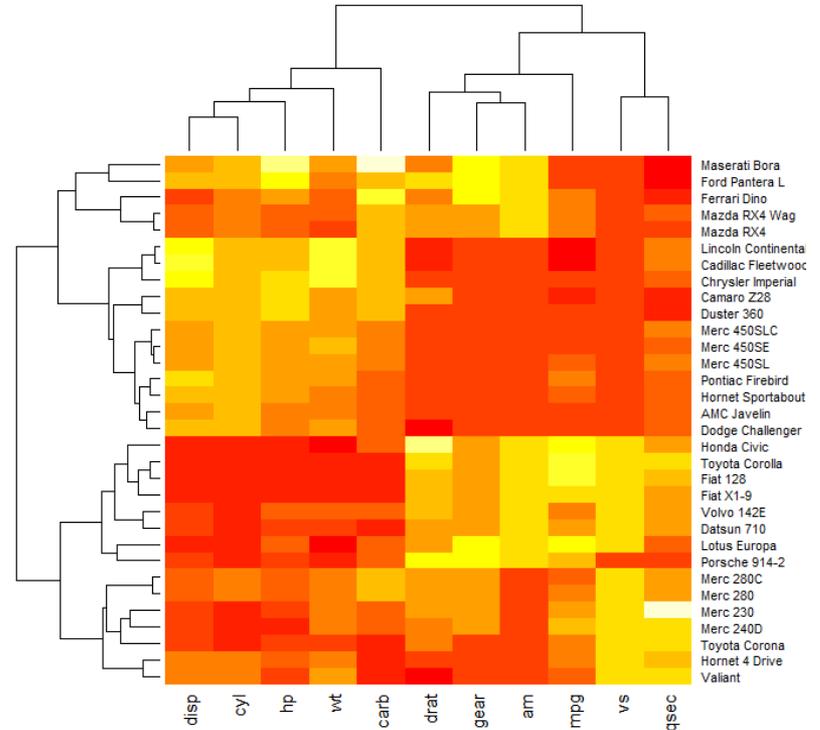
Algumas imagens são universalmente reconhecidas e são interpretadas sem esforço (processamento pré atencivo), enquanto outras demandam aprendizado

A interpretação de um gráfico envolve dois estágios

1. reconhecer os símbolos (elementos gráficos)
2. identificar as relações entre eles

objeto de estudo da Semiologia: ciência que estuda a interpretação dos símbolos (inclusive os símbolos gráficos)

Símbolos e representações visuais



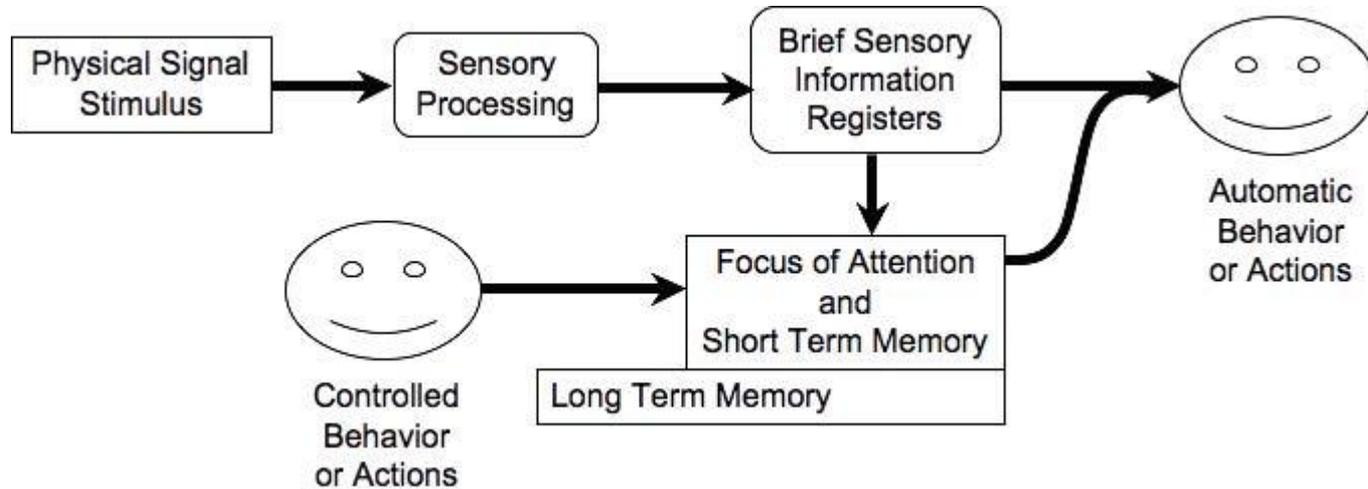
Processamento perceptual

O processo de percepção visual pode ser controlado (atentivo) ou não-controlado (pré atentivo)

Processo **pré atentivo** é **rápido** e **paralelo**

Processo **atentivo** é **lento**, sequencial e transforma efeitos visuais iniciais em elementos interpretáveis

Processamento perceptual



Processamento perceptual

Existe um conjunto pequeno de propriedades visuais pré atentas, i.e., que podem ser detectadas de maneira rápida e precisa (efeito *popout*)

Tarefas que envolvem tais propriedades podem ser executadas em menos de 200-250ms, com pouco esforço (processamento paralelo)

Efeito *popout*

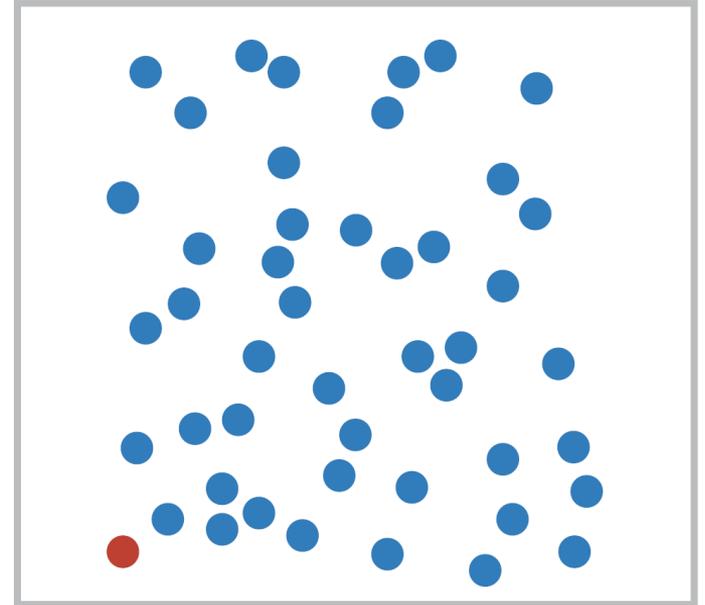
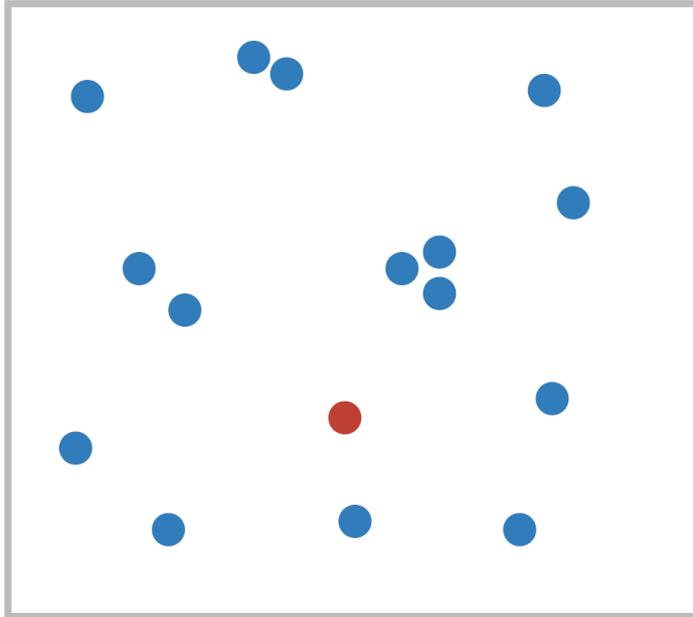


Fig. 5.14 Identificar círculo vermelho é um processo pré atencivo

Efeito *popout*

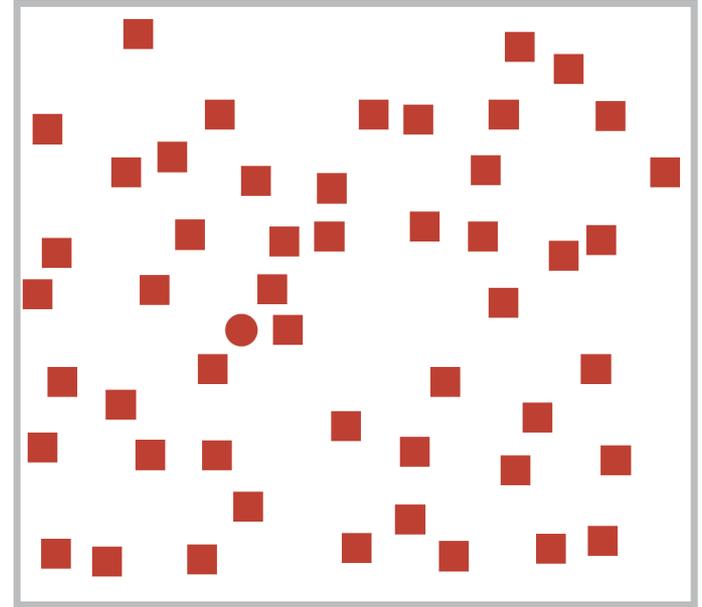
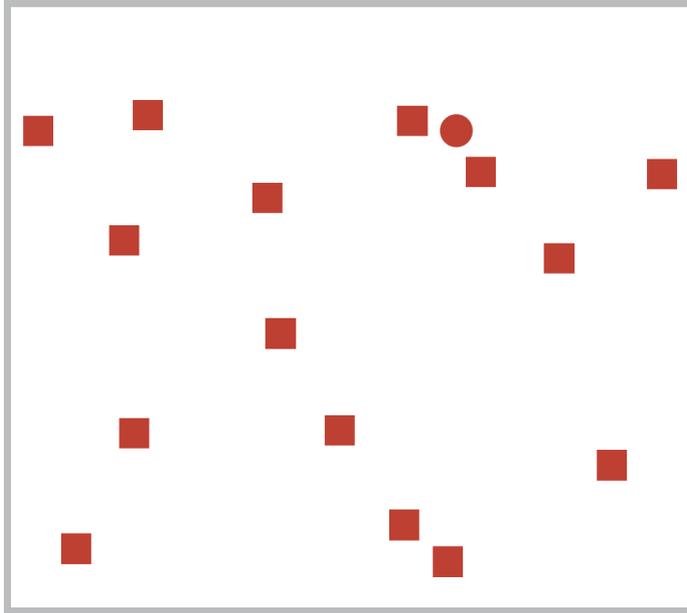


Fig. 5.14 Identificar círculo vermelho é um processo pré atencivo

Efeito popout

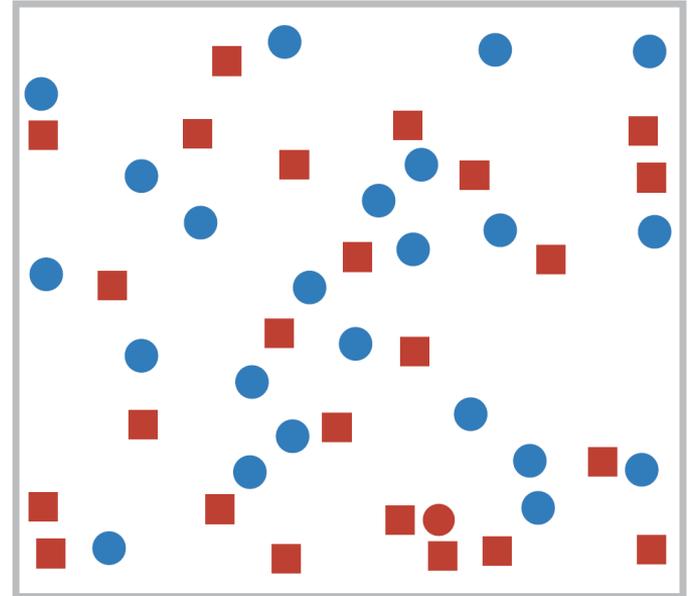
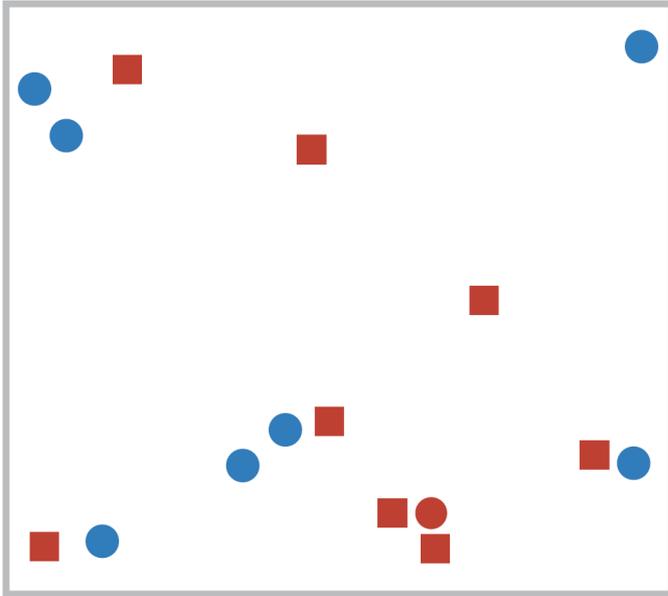


Fig. 5.14 Identificar círculo vermelho deixa de ser um processo pré-atentivo: efeito *popout* se perde ao combinar os dois canais visuais (cor e forma).

Efeito popout

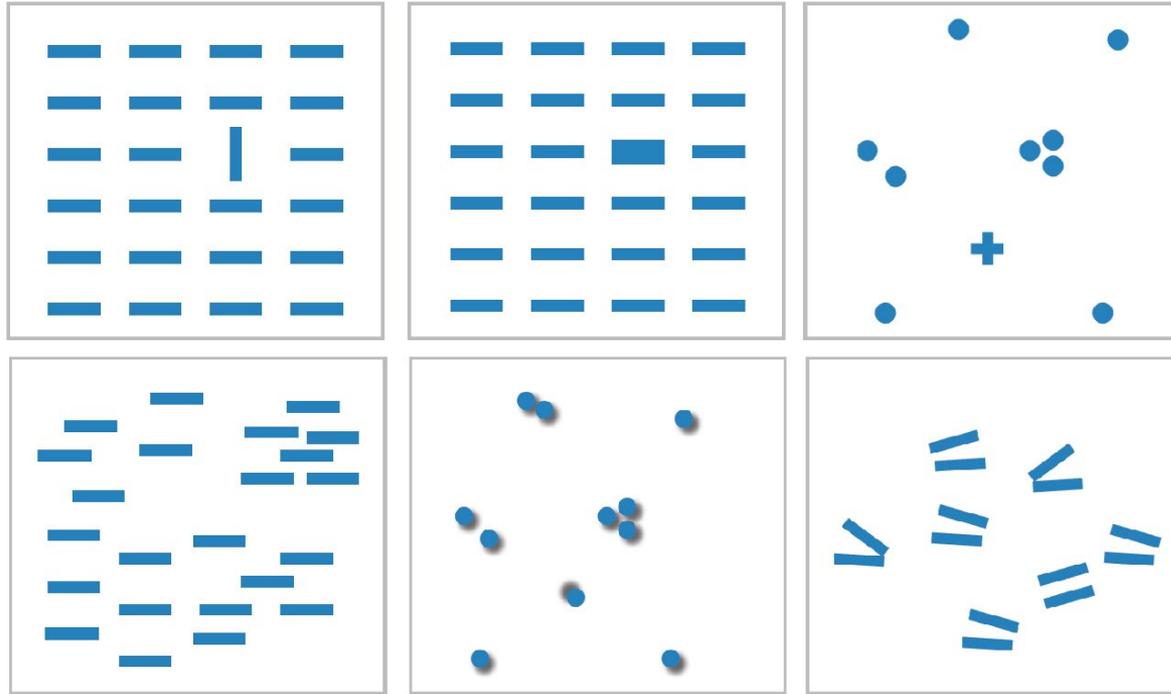


Fig. 5.12 Efeito *popout* em outros canais visuais. (último é um contra-exemplo)

Processamento perceptual

Implicação: o mapeamento dos dados em propriedades visuais precisa ser criterioso

Tarefas de análise visual que exploram propriedades pré ativas podem ser executadas com pouco esforço

Estudos em psicofísica e percepção visual...

Em resumo

A identificação de relações ou padrões em uma visualização é determinada pelo mapeamento estabelecido entre os dados e os símbolos gráficos. A interpretação envolve processos pré atentos, atentos, e cognitivos

A qualidade do mapeamento determina a qualidade da visualização (expressividade e efetividade)

Idealmente, qualquer padrão observado na visualização deve corresponder a um padrão presente nos dados

Caso contrário, tem-se um `artefato`

Oito variáveis visuais (Ward et al.)

1. posição espacial
2. forma
3. tamanho
4. brilho, ou intensidade
5. cor (matiz, saturação, intensidade)
6. orientação
7. textura
8. movimento

Canais (variáveis) visuais (Munzner)

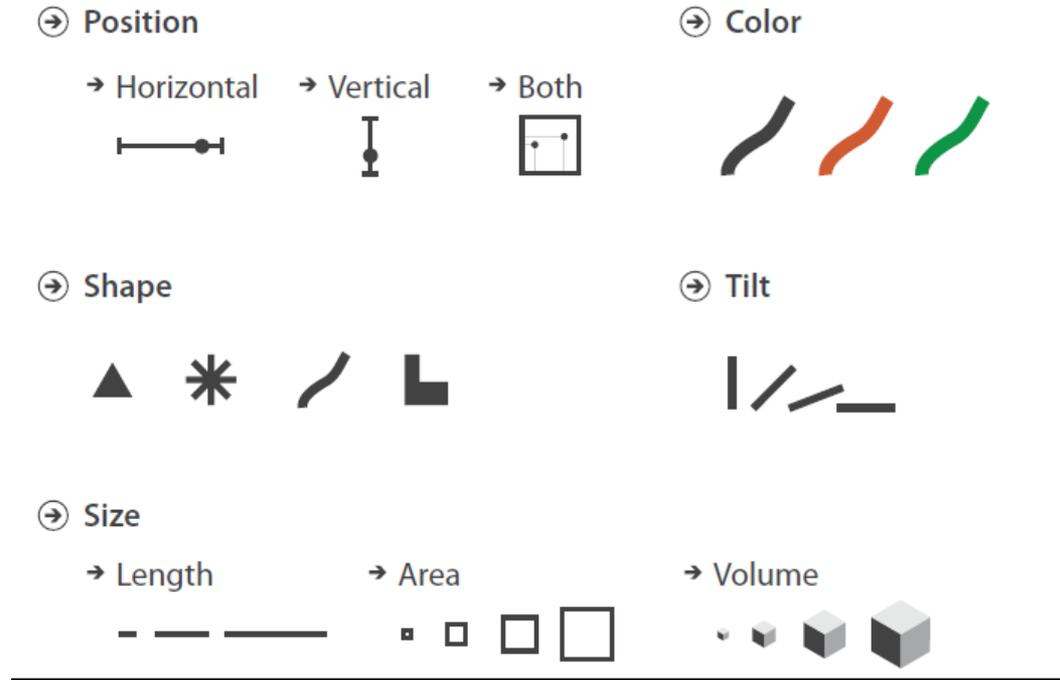


Fig. 5.3- Canais visuais permitem manipular a aparência dos marcadores gráficos

Tipos de canais (variáveis) visuais

Identidade (*what/where*)

Ex. formato (*shape*), matiz (color *hue*), movimento

Magnitude (*how much*)

Ex. comprimento (*length*), área, volume, orientação espacial (*tilt*), luminância cor, saturação cor

Tipos de marcadores

Marcadores gráficos podem representar itens ou relações entre itens

Relações

Conexão (*connection*) – exhibe relações par a par

Contenção (*containment, enclosure*) – exhibe relações de hierarquia, pertencimento

Marks as Items/Nodes

➔ Points



➔ Lines



➔ Areas



Marks as Links

➔ Containment



➔ Connection



Fig. 5.5- Marcadores podem representar itens ou relações entre itens

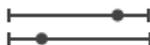
Variáveis visuais

Os canais (variáveis) não são equivalentes entre si
os mesmos dados, codificados em canais distintos, podem
transmitir informação diferente

Há uma ordem (*ranking*) intrínseca no nosso sistema
perceptual

Channels: Expressiveness Types and Effectiveness Ranks

➤ Magnitude Channels: Ordered Attributes

Position on common scale 

Position on unaligned scale 

Length (1D size) 

Tilt/angle 

Area (2D size) 

Depth (3D position) 

Color luminance 

Color saturation 

Curvature 

Volume (3D size) 

➤ Identity Channels: Categorical Attributes

Spatial region 

Color hue 

Motion 

Shape 

▲ Most

Effectiveness

▼ Least

Same

Same

Fig. 5.6 Variáveis visuais, ranqueadas por efetividade, conforme o tipo de dado e o tipo de canal. Dados numéricos devem ser mapeados em canais de magnitude, e dados categóricos em canais de identidade.

Variáveis visuais

A escolha de qual(is) atributo(s) mapear no canal **posição espacial** é central no processo de codificação visual

Esses atributos terão efeito dominante no **modelo mental** do usuário (representação interna usada para pensar e raciocinar)

Expressividade

Princípio da expressividade: uma codificação visual deve expressar com precisão o atributo representado

Ex. dados que têm uma ordem intrínseca devem ser mapeados em um canal que nosso sistema perceptual perceba como ordenado

Dados sem ordem intrínseca não devem ser mapeados em um canal que sugere uma ordem

Efetividade

Princípio da efetividade: a importância do atributo deve ser compatível com a **saliência** do canal visual selecionado

Atributos mais importantes devem ser codificados utilizando as variáveis visuais mais efetivas para expressar a informação

Escolhas inadequadas violam o princípio da expressividade/efetividade

Ex. usar um canal de magnitude para expressar atributo categórico

Efetividade do canal

Efetividade associada à acurácia (precisão) na transmissão da informação

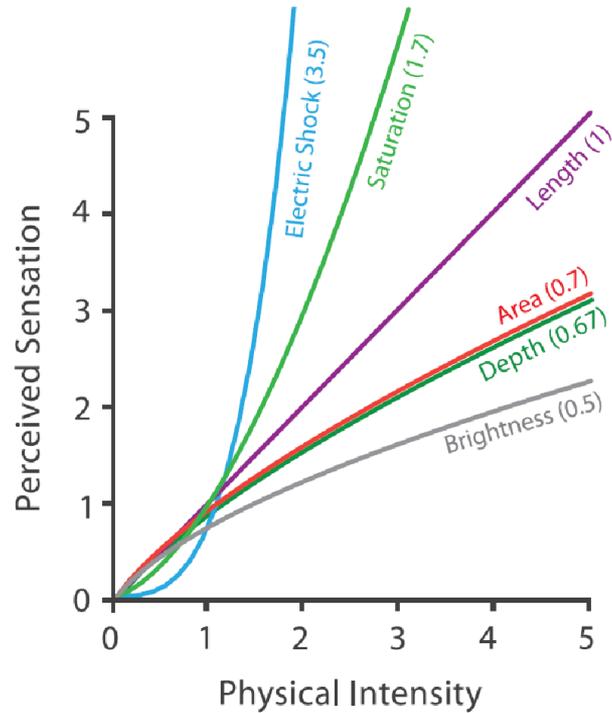
Dada uma medida absoluta de um estímulo, quão fiel é o julgamento perceptual por uma pessoa?

Diferentes canais visuais são percebidos com diferentes níveis de precisão

Estudos experimentais em **psicofísica**

Lei de potência psicofísica de Stevens...

Steven's Psychophysical Power Law: $S = I^N$



S = sensação
I = intensidade do estímulo

Fig. 5.7 A magnitude percebida dos canais sensoriais segue uma lei de potência $S = I^N$. Algumas sensações são perceptualmente magnificadas ($N > 1$), outras são comprimidas ($N < 1$). A percepção de comprimento é precisa.

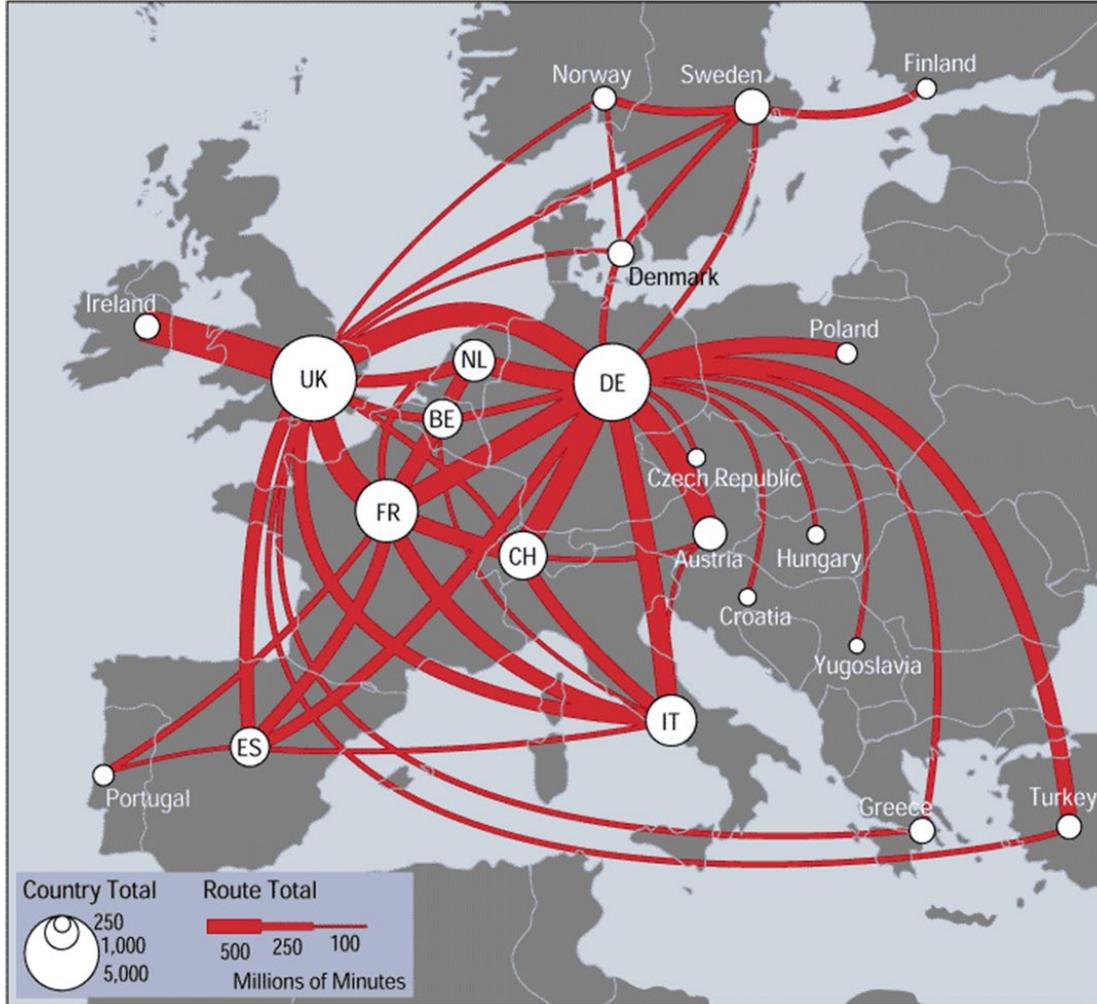
Capacidade discriminativa

Questão: se você codifica um atributo dos dados em uma variável visual, as diferenças entre os valores são percebidas corretamente?

Capacidade do canal: quantos **bins** ele disponibiliza para representar **valores** que serão **percebidos como distintos**

Número muito limitado em alguns canais

Ex. tons de cinza (luminância), largura da linha



[\[mappa.mundi.net/maps/maps_014/telegeography.html\]](http://mappa.mundi.net/maps/maps_014/telegeography.html)

Separabilidade do canal

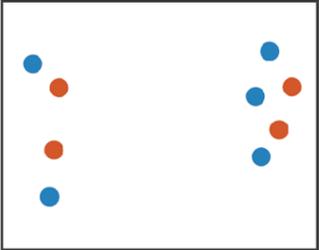
Canais não são necessariamente independentes

separáveis: percepção de um não interfere com a do outro

integrados: percepção é do conjunto

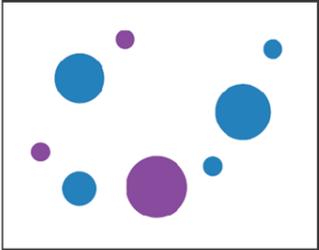
Separabilidade do canal

Position
+ Hue (Color)



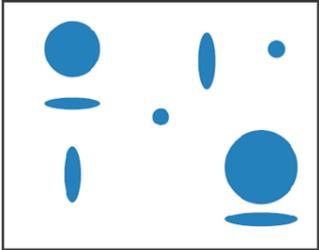
Fully separable

Size
+ Hue (Color)



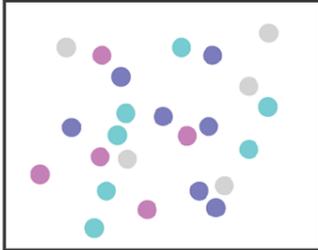
Some interference

Width
+ Height



Some/significant
interference

Red
+ Green



Major interference

Fig. 5.10 Separabilidade de diferentes pares de canais visuais. (v. livro C.Ware)

Julgamento relativo vs absoluto

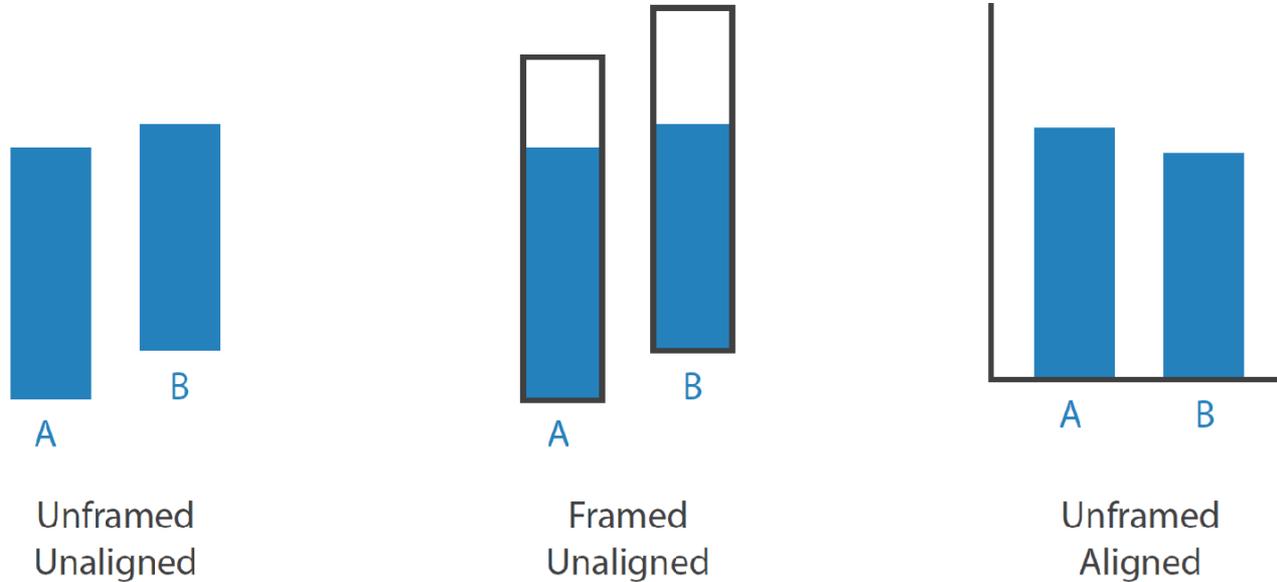


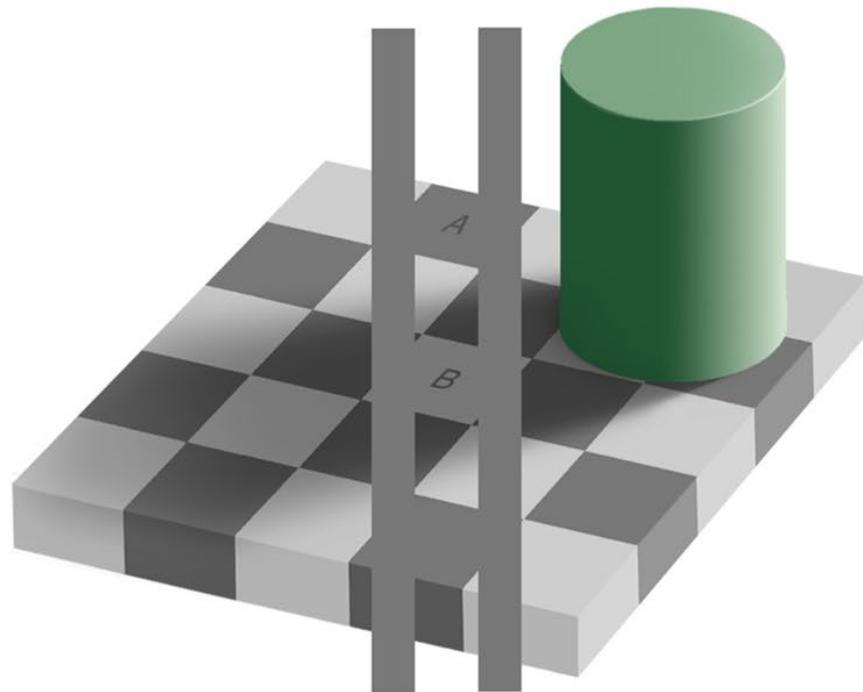
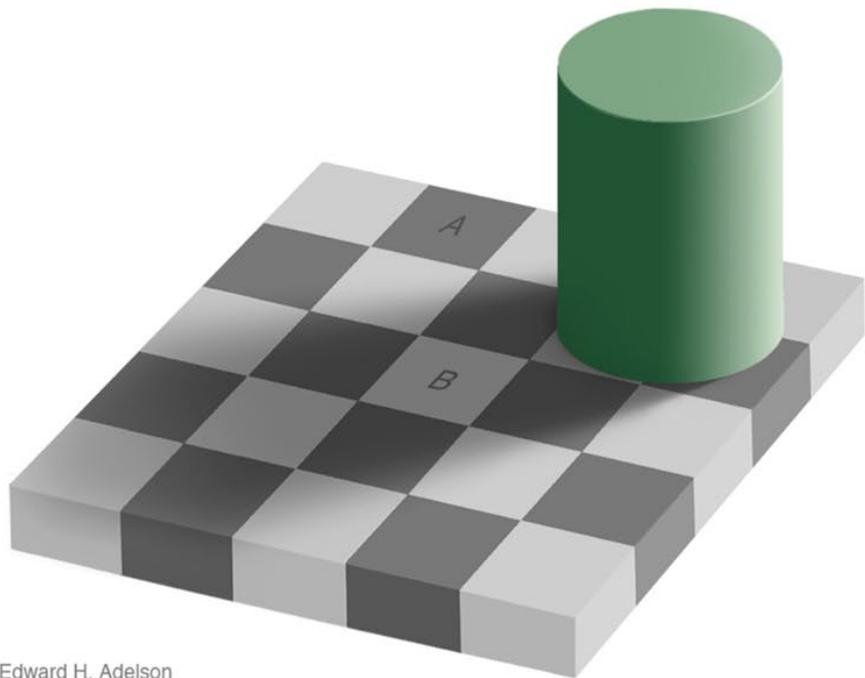
Fig. 5.13- Lei de Weber: sistema perceptual humano é fundamentalmente baseado em julgamentos relativos.

Lei de Weber

Implicações importantes em questões associadas à precisão e discriminabilidade das variáveis visuais

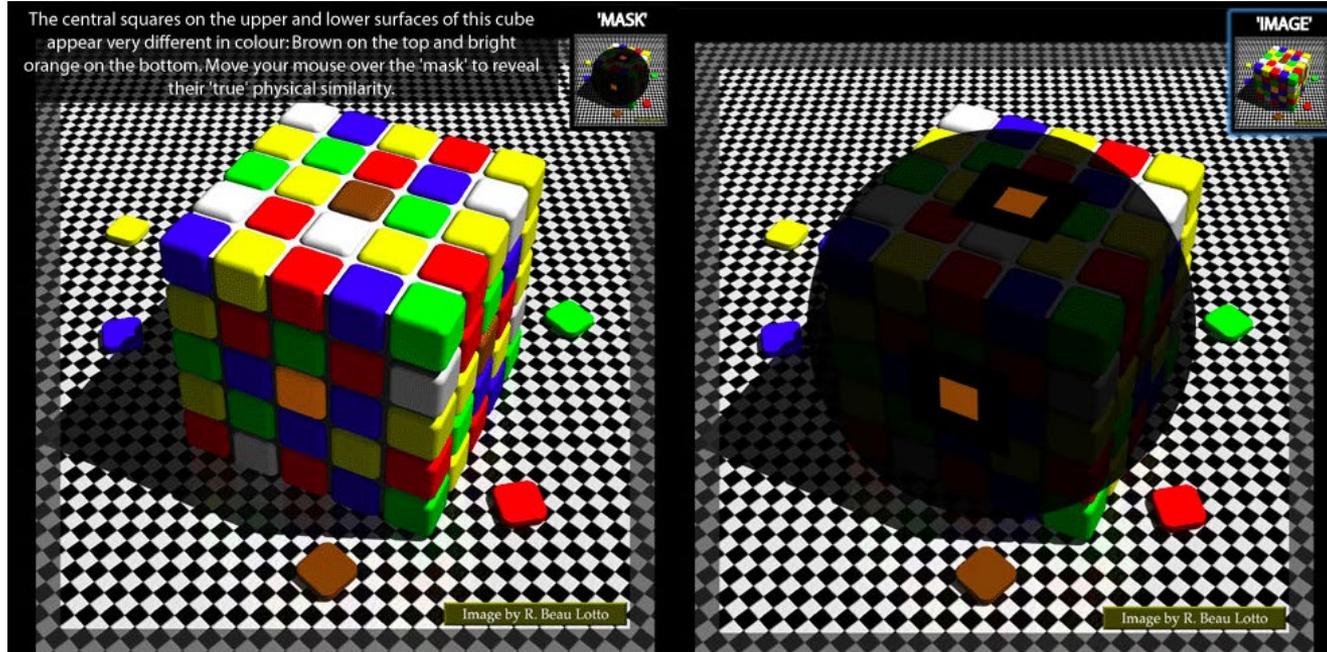
Ex. percepção de cor + brilho é totalmente dependente do contexto

Percepção de luminância



Edward H. Adelson

Percepção de cor



v. <https://www.xrite.com/blog/color-perception-part-1>

Espaços de cor

RGB

conveniente p/ representação computacional, pouco representativo de como percebemos cor

HSL (Hue, Saturation, Lightness)

mais intuitivo para uso em interfaces

HSV (Hue, Saturation, Value): similar

HSL/HSV pseudoperceptuais

não refletem fielmente a percepção humana de cor

Modelos de cor

$L^*a^*b^*$

espaço de cor perceptualmente uniforme

L^* canal de luminância (P/B)

Transformação não linear da luminância percebida pelo olho humano

perceptualmente linear: incrementos iguais no valor produzem variações perceptualmente equivalentes

a^* e b^* canais de cor

Tb. perceptualmente lineares (na medida do possível)

Espaço adequado para, p.ex. interpolação e cálculo de diferenças entre cores

Luminância, saturação, matiz

Luminância

canal de magnitude, dados ordenados

baixa capacidade de discriminação (< 5 *bins* se fundo não uniforme)

importante p/ contraste (mais que p/ mapeamento?)

Luminância, saturação, matiz

Saturação

canal de magnitude, dados ordenados

baixa capacidade de discriminação (p/ regiões não contínuas, ~ 3 bins)

interage com canal **Tamanho**

não separável de canal **Matiz** se usado em regiões pequenas (p/ codificação de categorias)

Luminância, saturação, matiz

Matiz

- canal de identidade: dados categóricos e identificar grupos
- segundo canal mais saliente (após posição espacial)
- interage com canal **Tamanho**
- boa capacidade de discriminação em regiões contínuas, capacidade limitada em regiões separadas (~6, 7 bins)
- sem ordenação perceptual (algumas `convenções`)

Transparência/opacidade

Um quarto canal...

Não é independente dos demais, particular/e luminância e saturação

Pode ser usado como um canal redundante

Mapas de cores

Colormaps (mapas de cores)

Especificam um mapeamento entre cores e valores dos dados

Catagóricos

Ordenados

Saturação/luminância

Sequenciais ou divergentes

Contínuos

Atributos quantitativos (campos espaciais)

Discretos (segmentados)

Dados discretos/catagóricos

Recursos

colorBrewer: <http://colorbrewer2.org/>

<https://cambridge-intelligence.com/choosing-colors-for-your-data-visualization/>

<https://blog.graphiq.com/finding-the-right-color-palettes-for-data-visualizations-fcd4e707a283>

Recursos

`Color-safe design`

Forma mais comum de daltonismo prejudica distinção entre vermelho e verde

8% homens, 0.5% mulheres

<https://www.tableau.com/about/blog/2016/4/examining-data-viz-rules-dont-use-red-green-together-53463>

Encode > Map

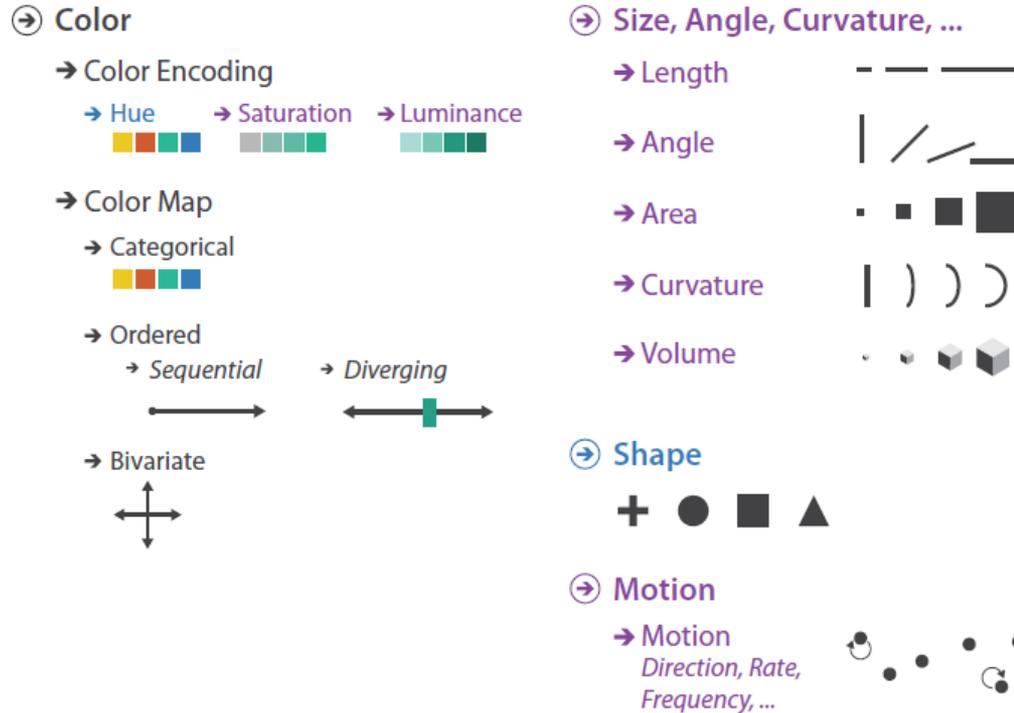


Fig. 10.4 Possíveis escolhas para mapeamento em cor e outros canais visuais

Outros canais

Movimento

Vários tipos: direção, velocidade, frequência de `blinking' (não necessariamente independentes)

Extremamente saliente e dominante

Extremamente separável de canais estáticos (como cor e posição espacial)...

Capacidade discriminativa pouco conhecida

Se usado, que seja com moderação – p.ex., para atrair atenção

Textura

Três dimensões perceptuais: orientação, escala, contraste

Usualmente associada a atributos categóricos

Bibliografia e Leituras

Fonte: Munzner, caps. 5 e 10

Cap. 5: marcadores gráficos e canais visuais

Cap. 10: cor como canal visual

v. também Cap. 3 Ward – percepção visual

Leitura recomendada!

Literatura complementar

Colin Ware, Information Visualization: Perception for Design

<http://felinlovewithdata.com/guides/no-more-excuses-a-list-of-references-to-learn-how-to-use-color>