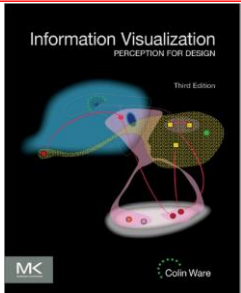


Information Visualization: Perception For Design



José Remo Ferreira Brega
remo.brega@unesp.br

27/03/2023

1

Information Visualization: Perception for Design	
Capítulo 1	Fundamentos para uma Ciência Aplicada de Visualização de Dados
Capítulo 2	Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição
Capítulo 3	Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância
Capítulo 4	Cor
Capítulo 5	Saliência Visual e a Descoberta de Informações
Capítulo 6	Padrões Estáticos e Móveis
Capítulo 7	Percepção do Espaço
Capítulo 8	Objetos Visuais e Objetos de Dados
Capítulo 9	Imagens, Narrativas e Gestos para Explicação
Capítulo 10	Interagindo com Visualizações
Capítulo 11	Processos de Pensamento Visual

2

Information Visualization: Perception For Design

Cor

3

Sumário

- Teoria da Tricromacia
- Medição de Cores
- Teoria do Processo Oponente
- Propriedades dos Canais de Cores
- Aparência da Cor
- Aplicações de Cores na Visualização
- Aplicativo 1: Interfaces de Especificação de Cores e Espaços de Cores
- Aplicativo 2: Cor para Rotulagem (códigos nominais)
- Aplicativo 3: Sequências de Cores para Mapas de Dados
- Aplicação 4: Reprodução de Cores

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

4

4

Cor

- A visão é colorida na vida moderna é em grande parte supérflua. A cor é extremamente útil na visualização de dados.
- A visão de cores tem uma função crítica, o que certamente deve fornecer alguma vantagem evolutiva.
- A cor nos ajuda a quebrar a camuflagem. Algumas coisas diferem visualmente do seu meio apenas pela sua cor.
- A cor também nos diz muito que é útil sobre as propriedades do material dos objetos. Isso é crucial para julgar a condição de nossa comida.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

5

5

Cor

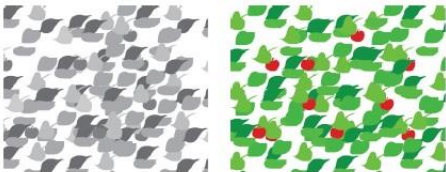


Figure 4.1 Finding the cherries is much easier with color vision.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

6

6

Cor

- Nos tempos atuais a cor proporciona:
 - Maneiras que podem ser utilizadas na exibição de informação.
 - É útil pensar em cor como um atributo de um objeto, e não como sua característica principal.
 - É excelente para:
 - Rotulagem;
 - Categorização.
 - Pobre para:
 - Exibição de forma;
 - Detalhe; ou
 - Espaço.

7

Teoria da Tricomacia

- Temos 3 receptores chamados cones. Daí a razão para a tridimensionalidade da de cores na visão humana.
- O termo "espaço de cor" significa um arranjo de cores em um espaço tridimensional. Razão pela qual existem 3 cores básicas em um tubo CRT e para impressoras.
- Uma galinha tem 12 cores primárias.
- A sensibilidade para os três cones varia em função do comprimento de onda. Nossa sensibilidade para o azul é menor.
- O branco é a combinação das três cores primárias.

8

Teoria da Tricomacia

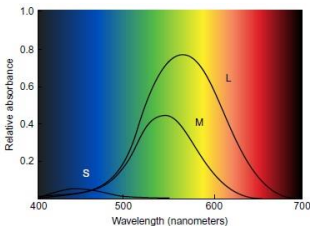


Figure 4.2 Cone sensitivity functions. The colors are only rough approximations to spectrum hues. Abbreviations: S, short-wavelength cone sensitivity; M, medium-wavelength cone sensitivity; L, long-wavelength cone sensitivity.

9

Teoria da Tricomacia

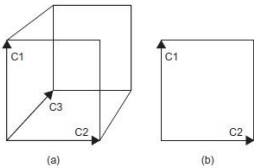


Figure 4.3 (a) Cone response space defined by the response to a colored light of each of the three cone types. (b) The space becomes two dimensional in the case of common color deficiencies.

10

Daltonismo

- Um resultado infeliz do uso de cores para codificação de informações é a criação de uma nova classe de pessoas com deficiência. Isso ocorre em 10% da população masculina e cerca de 1% da população feminina.
- Protanopia: faltam cones sensíveis para o comprimento de onda longo. Deutanopia: faltam cones para o comprimento mediano de onda sensíveis. Levam a incapacidade de distinguir vermelho e verde.
- A maneira de descrever a deficiência de visão de cores é um espaço de cor é um espaço bidimensional.
- Evitar profissões: piloto de avião e montador de cabos.

11

Medição de Cores

- O fato de podermos combinar qualquer cor com uma mistura de não mais de três luzes primárias é a base da colorimetria:
- $C \equiv rR + gG + bB$
- Onde:
 - C é a cor a combinar
 - R,G,B: fontes primárias de luz
 - r,g,b: quantidade de cada luz primária

12

Medição de Cores

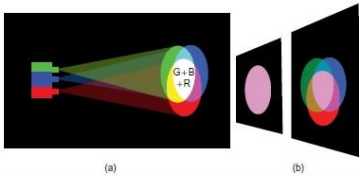


Figure 4.4 A color-matching setup. (a) When the light from three projectors is combined the results are as shown. Yellow light is a mixture of red and green. Purple light is a mixture of red and blue. Cyan light is a mixture of blue and green. White light is a mixture of red, green, and blue lights. (b) Any other color can be matched by adjusting the proportions of red, green, and blue lights.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

13

13

Medição de Cores

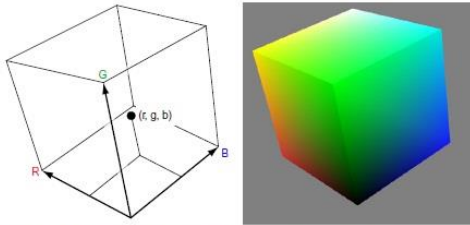


Figure 4.5 The three-dimensional space formed by three primary lights. Any internal color can be created by varying the amount of light produced by each of the primaries.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

14

14

Medição de Cores

- ❑ Restrições: As primárias devem ser: vermelho, verde e azul.
- ❑ Se escolhermos outras luzes primárias, por exemplo: amarelo, azul e roxo como representar o vermelho?
- ❑ É permitindo o conceito de luz negativa.
- ❑ $C \equiv -rR + gG + bB$
- ❑ Pode ser conseguido alterando as posições de projeção, e também matematicamente.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

15

15

Mudança de Primárias

- ❑ As primárias são arbitrárias do ponto de vista da mistura de cores - não há luz vermelha, verde ou azul especial que deva ser usada.
- ❑ Fundamental para a colorimetria é a capacidade de mudar de um conjunto de primárias para outro. Isso nos dá liberdade para escolher qualquer conjunto de primárias que queremos.
- ❑ Para ilustrar como funciona a especificação de cores, é útil pensar em como isso pode ser feito com lâmpadas reais, antes de avançar para conceitos mais abstratos.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

16

16

Mudança de Primárias

- ❑ A especificação de cor mais séria é feita usando o Sistema de padrões de cores da Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) - Comissão Internacional de Iluminação.
- ❑ Dificuldade na reprodução baseada em lâmpadas primárias: vermelho verde e azul.
- ❑ A especificação de cores da superfície é muito mais difícil do que a das luzes.
- ❑ Para a fonte iluminante, isto acontece porque:
 - ❑ Ao contrário de luzes, cores de pigmentos não são aditivos.
 - ❑ A cor resultante da mistura de tintas é difícil de prever.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

17

17

Mudança de Primárias

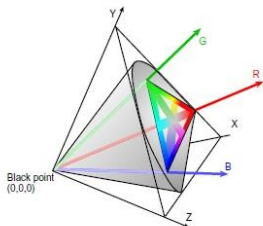


Figure 4.6 The X, Y, and Z axes represent the CIE standard virtual primaries. Within the positive space defined by the axes, the gamut of perceivable colors is represented as a gray solid. The colors that can be created by means of the red, green, and blue monitor primaries are defined by the pyramid enclosed by the R, G, and B lines.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

18

18

Coordenadas de Cromaticidade

- ❑ O espaço abstrato 3d XYZ é útil para especificar cores, mas é difícil de compreender.
- ❑ Deve-se tratar como informações especiais luminosidade, e luminância.
- ❑ É útil ter uma medida para tonalidade e nitidez de uma cor, ignorando a quantidade de luz.
- ❑ Coordenadas cromáticas têm exatamente esta propriedade através da normalização da quantidade de luz.

Coordenadas de Cromaticidade

- ❑ Transformando valores triestímulos em coordenadas de cromaticidade:

$$x = X / (X + Y + Z)$$
$$y = Y / (X + Y + Z)$$
$$z = Z / (X + Y + Z)$$

$$X = Yx / y$$
$$Y = Y$$
$$Z = (1 - x - y)Y / y$$

- ❑ Como $x + y + z = 1$, é suficiente usar só x e y .
- ❑ É comum para especificar uma cor usar: luminância, Y , e suas coordenadas x, y . Chegamos a: (x, y, Y) .

Coordenadas de Cromaticidade

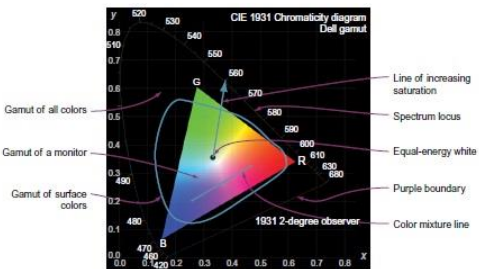


Figure 4.7 CIE chromaticity diagram with various interesting features added. The colored triangle represents the gamut of a computer monitor. Colors as shown are only approximate.

Coordenadas de Cromaticidade

1. Se duas luzes coloridas forem representadas por dois pontos em um diagrama de cromaticidade, a cor de uma mistura dessas duas luzes sempre estará em uma linha reta entre esses dois pontos.
2. Qualquer conjunto de três luzes especifica um triângulo no diagrama de cromaticidade. Seus cantos são dados pelas coordenadas de cromaticidade das três luzes. Qualquer cor dentro desse triângulo pode ser criada com uma mistura adequada das três luzes. A Figura 4.7 ilustra isso com primárias RGB típicas do monitor.
3. O locus do espectro é o conjunto de coordenadas de cromaticidade de luzes monocromáticas puras (de comprimento de onda único). Todas as cores realizáveis caem dentro do locus do espectro.

Coordenadas de Cromaticidade

4. O limite roxo é a linha reta que liga as coordenadas de cromaticidade do maior comprimento de onda visível da luz vermelha (cerca de 700 nm) às coordenadas de cromaticidade do comprimento de onda mais curto visível do azul (cerca de 400 nm).

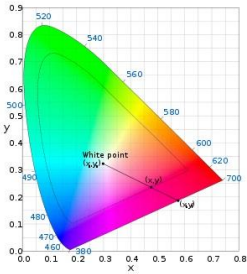
Coordenadas de Cromaticidade

5. As coordenadas de cromaticidade de energia branca igual (luz com uma mistura igual de todos os comprimentos de onda) são 0,333, 0,333. Mas, quando uma luz branca é especificada para alguma aplicação, o que geralmente é necessário é um dos iluminantes padrão da CIE. O CIE especifica um número que corresponde a diferentes fases da luz do dia; destes, o mais utilizado é o D65. D65 foi feito para ser uma aproximação cuidadosa da luz do dia com um céu nublado. D65 também corresponde a um radiador de corpo negro a 6500 graus Kelvin. D65 tem coordenadas de cromaticidade $x = 0,313$, $y = 0,329$. Outro iluminante padrão CIE corresponde à luz produzida por uma típica fonte de tungstênio incandescente. Este é o iluminante A (coordenadas de cromaticidade $x = 0,448$, $y = 0,407$), e é consideravelmente mais amarelo do que a luz do dia normal.

Coordenadas de Cromaticidade

6. Pureza de excitação (ou saturação) é o valor determinado dividindo-se a distância entre a amostra e o ponto de branco pela distância entre o ponto branco e a linha de espectro (ou limite de roxo). Esta medida define a vivacidade de uma cor. Quanto mais saturado, as cores são mais vivas.

$$p_e = \frac{\sqrt{(x - x_w)^2 + (y - y_w)^2}}{\sqrt{(x_t - x_w)^2 + (y_t - y_w)^2}}$$



Information Visualization: Perception For Design

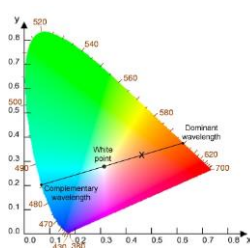
Cor

25

25

Coordenadas de Cromaticidade

7. O comprimento de onda complementar de uma cor é encontrado com uma linha entre essa cor e branco extrapolando para o local de espectro oposto. Adição de uma cor e sua complementar produz branco.



Information Visualization: Perception For Design

Cor

26

26

Coordenadas de Cromaticidade

Table 4.1 Chromaticity Coordinates for the sRGB Standard

	Red	Green	Blue
x	0.64	0.30	0.15
y	0.33	0.60	0.06

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{x_R}{y_R} & \frac{x_G}{y_G} & \frac{x_B}{y_B} \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{z_R}{y_R} & \frac{z_G}{y_G} & \frac{z_B}{y_B} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

Information Visualization: Perception For Design

Cor

27

27

Diferenças de Cor e Espaços de Cor Uniforme

- Às vezes, é útil ter um espaço de cores no qual distâncias perceptivas iguais sejam distâncias iguais no espaço. Aqui estão três aplicativos:
 - Especificação de tolerâncias de cor: na fabricação de peças de automóveis.
 - Especificação de códigos de cores: na fabricação de cabos para evitar confusões.
 - Sequências pseudocoloridas para mapas: usar sequências de cores para representar valores de dados. Esta técnica é chamada pseudocoloring.

Information Visualization: Perception For Design

Cor

28

28

Diferenças de Cor e Espaços de Cor Uniforme

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 \quad (4.8)$$

$$a^* = 13L^* \left(\frac{x' - x'_n}{x'_n} \right)$$

$$v^* = 13L^* \left(\frac{y' - y'_n}{y'_n} \right)$$

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad u'_n = \frac{4X_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n}$$

$$v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z} \quad v'_n = \frac{9Y_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n}$$

$$\Delta E_{uv}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4.10)$$

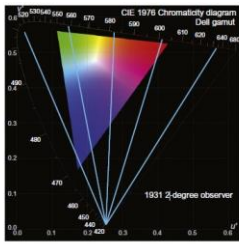


Figure 4.8 CIE L*u*v* UCS diagram. The lines radiating from the lower part of the diagram are called tripartite confusion lines. Colors that differ along these lines can still be distinguished by the great majority of color-blind individuals.

Information Visualization: Perception For Design

Cor

29

29

Diferenças de Cor e Espaços de Cor Uniforme



Figure 4.9 (a) Large samples of saturated colors. (b) Large samples of the same colors less saturated. (c) Small samples of the same saturated colors. (d) Small samples of the less saturated colors.

Information Visualization: Perception For Design

Cor

30

30

Teoria do Processo Oponente

- ❑ Psicólogo alemão Ewald Hering.
- ❑ Teoria: são seis cores elementares dispostas em três pares (canais) perceptualmente oponentes:
 - preto e branco,
 - vermelho-verde e
 - amarelo-azul.
- ❑ Muito usado nos últimos anos.
- ❑ Os canais são obtidos com diferenças nas ondas de recepção dos cones.

31

Teoria do Processo Oponente

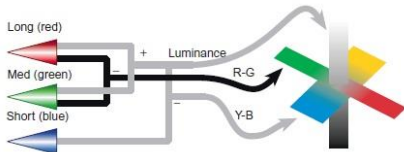


Figure 4.10 In the color opponent process model, cone signals are transformed into black-white (luminance), red-green, and yellow-blue channels.

32

Nomeando

- ❑ As vezes descreve-se cores usando combinações de nomes de cor, como "verde-amarelado" ou "azul-esverdeada".
- ❑ As pessoas nunca usam "verde-avermelhado" ou "azul-amarelado", por exemplo.
- ❑ Estas cores são pólos opostos nas cores oponentes e não devem ser combinadas.

33

Nomes Transculturais

- ❑ Em um estudo notável de mais de 100 idiomas de diversas culturas, Berlin e Kay (1969) mostraram que os termos de cores primárias são notavelmente consistentes entre as culturas (Figura 4.11).
- ❑ Em idiomas com apenas duas palavras básicas de cor, elas são sempre em preto e branco; se uma terceira cor estiver presente, é sempre vermelha; o quarto e o quinto são amarelos e depois verdes ou verdes e depois amarelos; o sexto é sempre azul; o sétimo é marrom, seguido por rosa, roxo, laranja e cinza em nenhuma ordem particular.

34

Nomes Transculturais

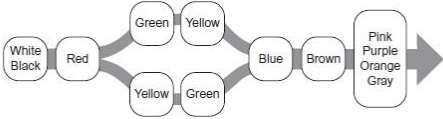


Figure 4.11 This is the order of appearance of color names in languages around the world, according to the research of Berlin and Kay (1969). The order is fixed, with the exception that sometimes yellow is present before green and sometimes the reverse is the case.

35

Matizes Únicas

- ❑ Uma pessoa encontra:
 - ❑ Amarelo puro (2nm).
 - ❑ Dois verdes originais. A maioria das pessoas define verde puro (514nm), mas cerca de um terço da população (525nm).
 - ❑ A cor turquesa: para algumas pessoas consideram que é para ser uma variedade de verde, enquanto outros consideram que é uma espécie de azul.
- ❑ Também é significativo que tons originais não mudam muito quando o nível da luminosidade geral é alterado.
- ❑ Isso apóia a ideia de que a percepção cromática e de percepção da luminância realmente são independentes.

36

Neurofisiologia

- Estudos neurofisiológicos têm classes isoladas de células no córtex visual primário de macacos que têm exatamente as propriedades de oposição requeridas pela teoria do processo oponente.
- Células oponentes vermelho-verde e amarelo-azul existem, e outras configurações não parecem existir (de Valois & de Valois, 1975).

37

Cores Categóricas

- Teoria de Platão: formas ideais de cavalos e cadeiras.
- Assim verdadeiros cavalos e cadeiras podem ser definidos em termos de suas diferenças em relação ao ideal.
- Válido para cores também. Facilidade no reconhecimento de cores próximas do padrão.
- Confiança de 75% nas cores dos pontos.

38

Cores Categóricas



Figure 4.12 The results of an experiment in which subjects were asked to name 210 colors produced on a computer monitor. Outlined regions show the colors that were given the same name with better than 75% probability.

39

Propriedades dos Canais de Cores

- Do ponto de vista da visualização de dados, as diferentes propriedades dos canais de cor têm profundas implicações para o uso da cor. As diferenças mais significativas são entre os dois canais cromáticos e o canal de luminância, embora os dois canais de cor também diferem uns dos outros.
- As propriedades são:
 - Sensibilidade Espacial.
 - Profundidade Estereoscópica.
 - Sensibilidade de Movimento.
 - Forma.

40

Sensibilidade Espacial



Figure 4.13 Brown text on a blue gradient. Notice how difficult it is to read the text where the luminance is equal, despite a large chromatic difference. Brown is a dark yellow so these colors differ on the blue-yellow channel.

41

Profundidade Estereoscópica

- Parece impossível, ou pelo menos muito difícil, ver a profundidade estereoscópica em pares estéreo que diferem apenas em termos dos canais de cor.
- A percepção de profundidade estereoscópica é baseada principalmente na informação do canal de luminância.

42

Sensibilidade ao Movimento

- ❑ Se um padrão é criado que é equilibrado com o seu fundo e contém apenas diferenças cromáticas, e esse padrão é colocado em movimento, algo estranho ocorre.
- ❑ O padrão móvel parece mover-se muito mais devagar do que um padrão preto contra branco movendo-se à mesma velocidade.
- ❑ A percepção de movimento parece estar baseada principalmente na informação do canal de luminância.

43

Forma



Figure 4.14 Even large shapes are seen more clearly if a luminance contrast boundary is provided.

44

Aparência da Cor

- ❑ O processamento de cores (ao contrário da luminância), ao que parece, não nos ajuda a entender a forma e o layout dos objetos no ambiente.
 - ❑ A cor não ajuda o caçador a apontar uma flecha com precisão.
 - ❑ Cor não nos ajuda a ver forma de sombreamento e, assim, formar um pedaço de massa de barro ou pão.
 - ❑ Cor não nos ajuda a usar a profundidade estereoscópica para guiar nossas mãos quando chegamos a agarrar algo.
- ❑ Mas a cor é útil para o coletor de alimentos.
- ❑ A cor cria um tipo de atributo visual de objetos: Esta é uma porta amarela.

45

Monitor Surround

- ❑ Os valores tristimulares XYZ de uma mancha de luz definem fisicamente uma cor, mas não nos dizem como ela aparecerá.
- ❑ Dependendo das cores ao redor do ambiente e de uma série de fatores espaciais e temporais, a mesma cor física pode parecer muito diferente.
- ❑ Se for desejável que a aparência da cor seja preservada, é importante ficar atento às condições do ambiente.
- ❑ Em uma exibição baseada em monitor, uma grande quantidade de referência branca padronizada ajudará a garantir que a aparência da cor seja preservada.

46

Constância de Cores

- ❑ Os mecanismos de constância da luminosidade superficial, generalizam a percepção cromática tricromática.
- ❑ A adaptação diferencial nos receptores do cone nos ajuda a descontar a cor da iluminação no ambiente.
- ❑ Quando há iluminação colorida, diferentes classes de receptores de cone sofrem mudanças independentes na sensibilidade; Assim, quando a iluminação contém muita luz azul, os cones de comprimento de onda curtos tornam-se relativamente menos sensíveis do que os outros.

47

Contraste de Cores

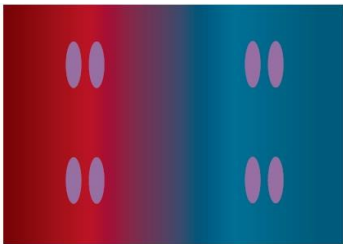


Figure 4.15 A color contrast illusion. The ellipses are all the same color but seem pinker on the right and bluer on the left.

48

Aparência da Cor: Saturação

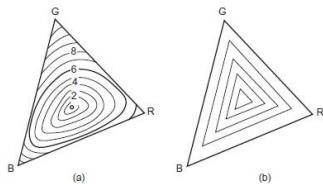


Figure 4.16 (a) The triangle represents the gamut of colors obtained using a computer monitor plotted in CIE chromaticity coordinates. The contours show perceptually determined equal-saturation contours. (b) Equal-saturation contours created using the HSV color space, also plotted in chromaticity coordinates.

Marrom

- ❑ Marrom é uma das cores mais misteriosas. Marrom é amarelo escuro. Enquanto as pessoas falam sobre um verde claro ou um verde escuro, um azul claro ou um azul escuro, elas não falam sobre o amarelo escuro.
- ❑ Quando as cores na vizinhança do amarelo e laranja amarelo ficam escuras, elas se tornam tons de marrom e verde oliva.
- ❑ Ao contrário do vermelho, azul e verde, marrom requer que haja uma referência branca em algum lugar na vizinhança para que seja percebida. Marrom parece qualitativamente diferente do amarelo alaranjado.

Aplicações de Cor na Visualização

- ❑ São 4 diferentes áreas de aplicação:
 - ❑ Interfaces de especificação de cores e espaço de cores;
 - ❑ Cor para rotulagem;
 - ❑ Sequências de cores para codificação de mapas; e
 - ❑ Reprodução de cores;

Aplicação 1: Especificação de Interfaces de Cores e Espaço de Cores

- ❑ No software de visualização de dados, aplicativos de desenho e sistemas CAD, muitas vezes é essencial permitir que os usuários escolham suas próprias cores.
- ❑ Existem várias abordagens para esse problema de interface com o usuário.
- ❑ O usuário pode receber um conjunto de controles para especificar um ponto em um espaço de cores tridimensional, um conjunto de nomes de cores para escolher ou uma paleta de amostras de cores predefinidas.

Espaço de Cores

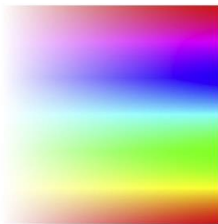


Figure 4.17 This plot shows hue and saturation, based on Smith's (1978) transformation of the monitor primaries.

Espaço de Cores

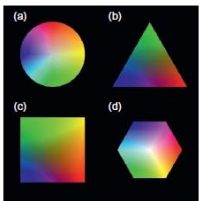


Figure 4.18 A sampling of four different geometric color layouts, each of them embodying the idea of a chromatic plane. (a) Circle. (b) Triangle. (c) Square. (d) Hexagon.

Sistemas de Nomeação de Cores

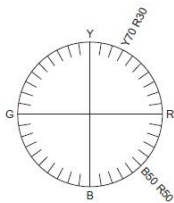


Figure 4.19 The Natural Color System (NCS) circle, defined midway between black and white. Two example color names are shown in addition to the “pure” opponent color primaries. One is an orange yellow and the other is purple.

55

Paletas de Cores

- Quando o usuário deseja usar apenas um pequeno conjunto de cores padronizadas, fornecer uma paleta de cores é uma boa solução para o problema de seleção de cores.
- Muitas vezes, as paletas de seleção de cores são dispostas em uma ordem regular de acordo com uma das geometrias de cores definidas anteriormente.
- É útil fornecer uma facilidade para o usuário desenvolver uma paleta pessoal. Isso permite a consistência no estilo de cores em várias exibições de visualização.

56

Aplicação 2: Cor para Rotulagem (Códigos Nominais)

- Pode ser extremamente eficaz como um código nominal.
- É útil quando se deseja facilitar a classificação de objetos visuais.
- Deve-se considerar:
 - Distinção;
 - Tons exclusivos;
 - Contraste com o fundo;
 - Daltonismo;
 - Número;
 - Tamanho do campo; e
 - Convenções.

57

Distinção

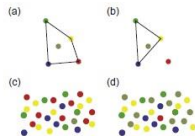


Figure 4.20 The convex hull of a set of colors is defined as the area within a rubber band that is stretched around the colors when they are defined in CIE tristimulus space. Although illustrated in two dimensions here, the concept can easily be extended to three dimensions. (a) Gray is within the convex hull of red, green, yellow, and blue. (b) Red lies outside the convex hull of green, blue, yellow, and gray. (c) The gray dot is difficult to find in a set of red, green, yellow, and blue dots. (d) The red dot is easy to find in a set of green, blue, yellow, and gray dots.

58

Tons Exclusivos

- Os tons únicos - vermelho, verde, amarelo e azul, bem como preto e branco - são especiais em termos do modelo de processo oponente.
- Estas cores também são especiais nos vocabulários de cores das línguas mundiais.
- Claramente, essas cores fornecem escolhas naturais quando um pequeno conjunto de códigos de cores é necessário.

59

Contraste com o Fundo

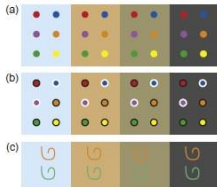


Figure 4.21 (a) Note that at least one member of the set of six symbols lacks distinctness against each background. (b) Adding a luminance contrast border ensures distinctness against all backgrounds. (c) Showing color-coded lines can be especially problematic.

60

Daltonismo

- ❑ Como há uma população de cega de cor substancial, pode ser desejável usar cores que podem ser distinguidas mesmo por pessoas que são daltônicas.
- ❑ Lembre-se que a maioria das pessoas cegas de cor não podem distinguir cores que diferem em uma direção vermelho-verde.
- ❑ Quase todo mundo pode distinguir cores que variam em uma direção amarelo-azul, como mostrado na Figura 4.8.
- ❑ Infelizmente, isso reduz drasticamente as opções de design disponíveis.

61

Número

- ❑ Embora o código de cores seja uma excelente maneira de exibir informações de categoria, apenas um pequeno número de códigos pode ser percebido rapidamente.
- ❑ As estimativas variam entre cinco e dez códigos

62

Tamanho do Campo



Figure 4.22 On the left is a map using low-saturation light colors for the area coding and high-saturation dark colors for the town and city symbols and linear features. On the right, a much worse solution shows high-saturation coding for areas and low-saturation symbols and linear features. Maps were generated using ColorBrewer2 (<http://colorbrewer2.org>).

63

Tamanho do Campo

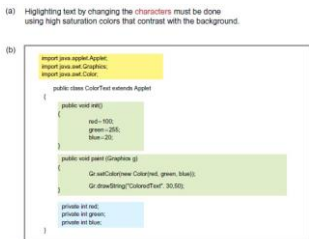


Figure 4.23 Two different methods for highlighting black text. (a) Change text itself using a relatively dark, high-saturation color. (b) Change text background using low-saturation light colors. Both maintain luminance contrast.

64

Convenções



Figure 4.24 A set of 12 colors for use in labeling. The same colors are shown on a white and a black background.

65

Convenções

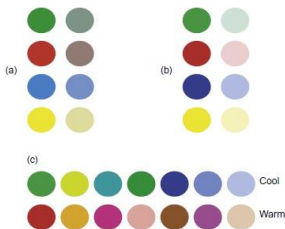


Figure 4.25 Families of colors. (a) Pairs related by hue; family members differ in saturation. (b) Pairs related by hue; family members differ in saturation and lightness. (c) A family of cool hues and a family of warm hues.

66

Aplicação 3: Sequências de Cores para Mapas de Dados

- ❑ Pseudocoloração (pseudocoloring) é a técnica de representação de valores em mapas que variam continuamente usando uma sequência de cores.
- ❑ Pseudocoloring é amplamente utilizado para gráficos de radiação astronômica, imagiologia médica, e muitas outras aplicações científicas.
- ❑ Os geógrafos usam uma sequência de cores bem definida para exibir a altura acima do nível do mar. As terras baixas são sempre coloridas em verde, o que evoca a vegetação e a escala continua para cima, de marrom a branco nos picos das montanhas.

Aplicação 3: Sequências de Cores para Mapas de Dados

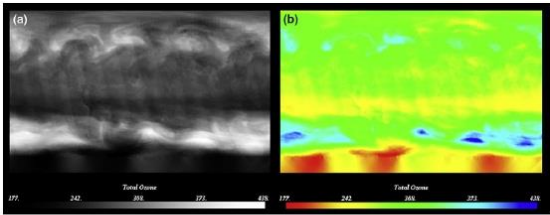
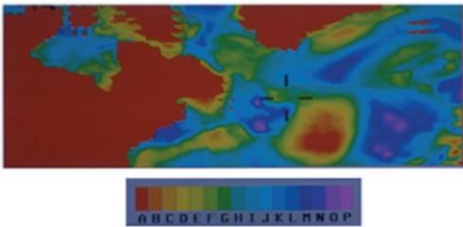


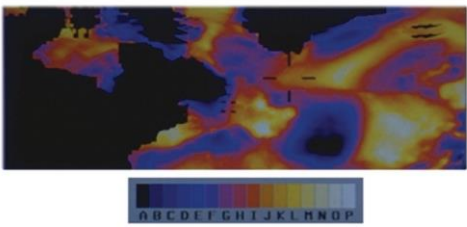
Figure 4.26 The same data showing ozone concentrations in the southern hemisphere is represented using (a) grayscale and (b) spectrum approximation pseudocolor sequences. (Images courtesy of Penny Rheingans (Rheingans, 1999).)

Aplicação 3: Sequências de Cores para Mapas de Dados



Gravitational variation over the North Atlantic is revealed using a spectrum-approximation pseudocolor sequence.

Aplicação 3: Sequências de Cores para Mapas de Dados



Gravitational variation over the North Atlantic pseudocolored with a sequence that provides a kind of upward spiral in color space; each color is lighter than the preceding one.

Aplicação 3: Sequências de Cores para Mapas de Dados

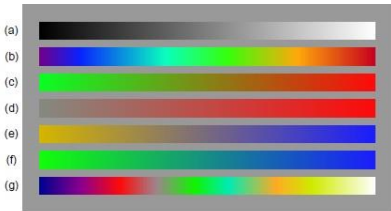


Figure 4.27 Seven different color sequences: (a) Grayscale. (b) Spectrum approximation. (c) Red-green. (d) Saturation. (e, f) Two sequences that will be perceived by people suffering from the most common forms of color blindness. (g) Sequence of colors in which each color is lighter than the previous one.

Forma e Quantidade

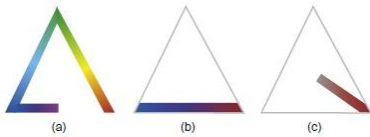


Figure 4.28 Sequences on a chromaticity diagram. (a) Spectrum approximation. (b) Blue-red sequence. (c) Saturation sequence.

Forma e Quantidade

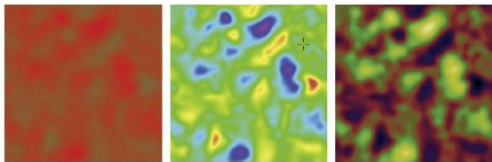


Figure 4.29 The same data represented with saturation, spectrum, and spiral color sequences. The spiral sequence makes it possible to easily see both the highs and lows, as well as read values accurately from a key.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

73

73

Sequências de Intervalos de Pseudocores

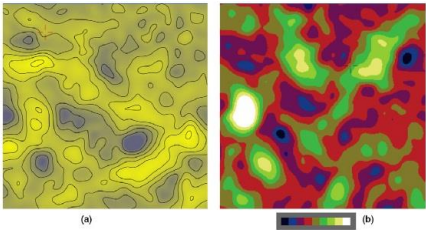


Figure 4.30 (a) Contours can show equal intervals in the data although numerical labels must be added for most applications. (b) A sequence of colors in discrete steps may be more reliably read using a key than a smoothly blended sequence.

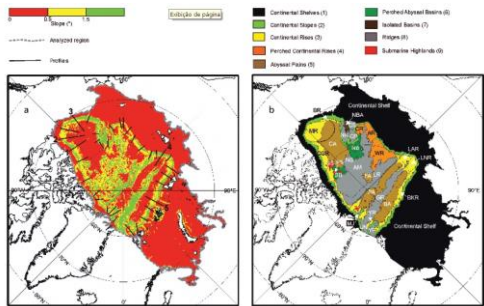
Information Visualization:
Perception For Design

Cor

74

74

Sequências de Intervalos de Pseudocores



Color sequences designed for classification rather than the display of continuous variables. The physiographic features of the Arctic seafloor are illustrated. Courtesy of Martin Jakobson.

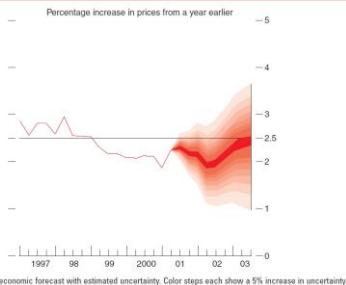
Information Visualization:
Perception For Design

Cor

75

75

Sequências de Intervalos de Pseudocores



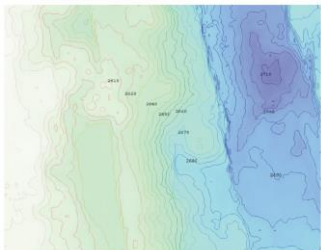
Information Visualization:
Perception For Design

Cor

76

76

Sequências de Intervalos de Pseudocores



A map containing both contours and a pseudocolor sequence. Data, courtesy of Data Theater at the British Antarctic Survey. The map represents a section of the Juan de Fuca Ridge in the northeastern Pacific Ocean.

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

77

77

Relações de Pseudocores



Figure 4.31 A color sequence with black representing zero. Increasing positive values are shown by increasing amounts of red. Increasing negative values are shown by increasing amounts of green. The map itself is a form of treemap (Johnson & Shneiderman, 1991). (Courtesy of SmartMoney.com.)

Information Visualization:
Perception For Design

Cor

78

78

Sequências para Daltônicos

- Algumas sequências de cores não serão percebidas por pessoas que sofrem das formas comuns de daltonismo: protanopia e deuteranopia.
- Ambos causam uma incapacidade de discriminar o vermelho do verde.
- Sequências que variam principalmente em uma escala de preto para branco ou em uma dimensão de amarelo para azul.

Sequências de Cores Bivariadas

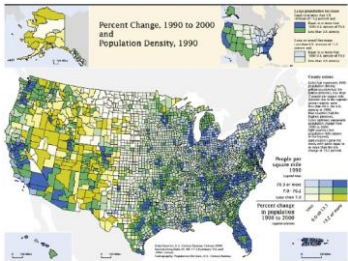


Figure 4.32 A bivariate coloring scheme using saturation and lightness for one variable and yellow-green-blue hue variation for the other. (Courtesy of Cindy Brewer)

Aplicação 4: Reprodução de Cores

- O problema da reprodução de cor é essencialmente a de transferir aparências de cor de um dispositivo de exibição, tal como um monitor de computador, para outro dispositivo, tal como uma folha de papel.
- As cores que podem ser reproduzidas em uma folha de papel dependem de fatores como a cor e a intensidade da iluminação.
- O sistema visual é construído para perceber as relações entre as cores em vez de valores absolutos.
- Portanto a solução para o problema de reprodução de cores reside na preservação das relações de cores.

Aplicação 4: Reprodução de Cores

- Processo de mapeamento para preservar a aparência da cor em uma transformação entre um dispositivo e outro:
 - O eixo cinza da imagem deve ser preservado. O que é percebido como branco em um monitor deve se tornar qualquer cor é percebida como branco no papel.
 - O contraste máximo de luminância (preto a branco) é desejável.
 - Poucas cores devem estar fora da gama de destino.
 - Mudanças de matiz e saturação devem ser minimizadas.
 - Um aumento geral da saturação de cor é preferível a uma diminuição.

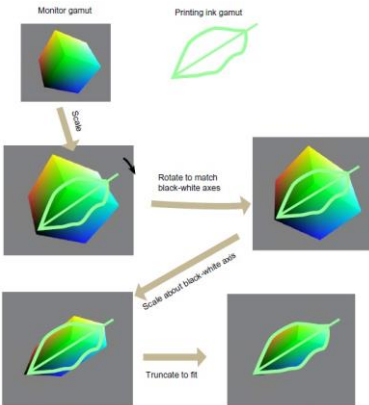


Figure 4.33 Illustration of the basic geometric operations in gamut mapping between two devices, as defined by Stone et al. (1988).

Information Visualization: Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

Sumário

- Movimentos Oculares
- V1, Canais e Receptores Ajustados
- Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa
- Dimensões Integrais e Separáveis: Projeto de Glifos
- Representando Quantidades
- A metáfora do holofote e a ampliação cortical

85

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

- Suponha que estamos olhando para a planta de um edifício do museu e queremos encontrar uma cafeteria.
 - Passo 1. Uma consulta visual é formulada na mente da pessoa, em relação ao problema a ser resolvido.
 - Passo 2. Uma busca visual da tela é realizada para encontrar padrões que resolvem a consulta.
- A consulta visual pode ter muitas formas diferentes, mas sempre envolve reformular parte do problema para que a solução possa ser encontrada através de uma pesquisa de padrão visual.

86

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

- O padrão visual a ser encontrado pode variar de um símbolo de uma determinada forma ou cor a um complexo arbitrário ou padrão visual sutil.
- Dados importantes devem ser representados por elementos gráficos mais visualmente distintos do que aqueles os de informações menos importantes.
- Na compreensão de como as consultas visuais são resolvidas, ganhamos uma compreensão mais profunda de como melhor projetar dois dos tipos mais comuns de coisas usadas na visualização de dados - a saber, símbolos gráficos e glifos.

87

Movimentos Oculares

- Movendo os olhos faz com que diferentes partes do ambiente visual para ser fotografado na alta resolução fóvea onde podemos ver detalhes. Os movimentos dos olhos são frequentes.
 1. Movimentos sacádicos. Em uma tarefa de busca visual, o olho se move rapidamente da fixação à fixação. O período de permanência é geralmente entre 200 e 400 mseg; A sacada leva entre 20 e 180 msec e depende do ângulo movido.

88

Movimentos Oculares

2. Movimentos de perseguição suave. Quando um objeto está se movendo suavemente no campo visual, o olho tem a capacidade de bloquear e rastreá-lo. Isso é chamado de movimento ocular suave. Esta capacidade também nos permite fazer movimentos de cabeça e corpo, mantendo a fixação em um objeto de interesse.
3. Movimentos convergentes (também chamados movimentos de vergência). Quando um objeto se move em nossa direção, nossos olhos convergem. Quando se afasta, divergem. Os movimentos convergentes podem ser sacádicos ou suaves.

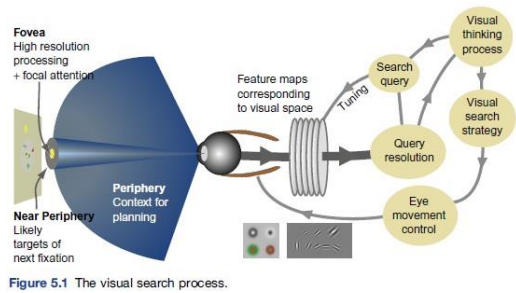
89

Acomodação

- Quando o olho se move para um novo alvo a uma distância diferente do observador, ele deve reorientar ou acomodar, de modo que o alvo esteja claramente representado na retina.
- Uma resposta de acomodação normalmente leva cerca de 200 mseg.
- À medida que envelhecemos, entretanto, a habilidade de acomodar declínios e reorientar os olhos deve ser feita mudando óculos ou, para usuários de lentes bifocais ou progressivas.

90

O Loop de Controle do Movimento Ocular



Information Visualization: Perception For Design

91

91

V1, Canais e Receptores Ajustados

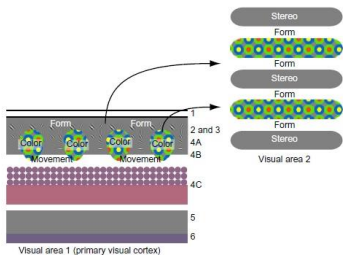


Figure 5.2 Architecture of the primary visual cortex. (Redrawn from Livingston & Hubel (1988).)

Information Visualization: Perception For Design

92

92

Os Elementos da Forma

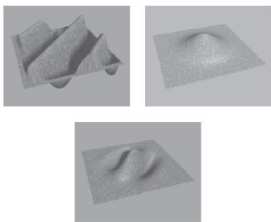


Figure 5.3 Gabor model of a V1 receptive field. Multiply the cosine wave grating on the upper left figure by the Gaussian envelope in the upper right figure to get the two-dimensional Gabor function shown on the bottom figure. The result is an excitatory center flanked by two inhibitory bars.

Information Visualization: Perception For Design

93

93

Modelo Gabor e Distinção Visual

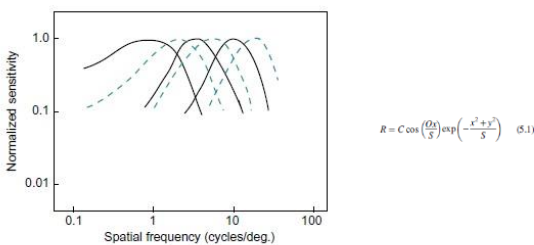


Figure 5.4 Wilson and Bergen (1979) spatial channels.

Information Visualization: Perception For Design

94

94

Modelo Gabor e Distinção Visual

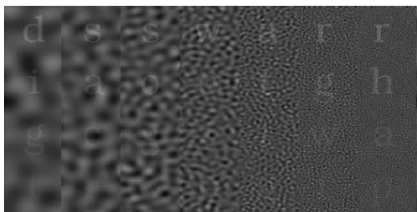


Figure 5.5 The letters are harder to see where they lie on top of visual noise that has spatial frequency components similar to the letters. (From Solomon & Pelli (1994). Reproduced with permission.)

Information Visualization: Perception For Design

95

95

Um Mecanismo de Diferenciação para a Discriminação Fina

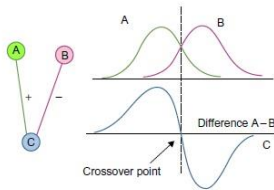


Figure 5.6 Differences between signals from neurons A and B are created by an excitatory and an inhibitory connection to neuron C.

Information Visualization: Perception For Design

96

96

Mapas de Recursos, Canais e Lições para Pesquisa Visual

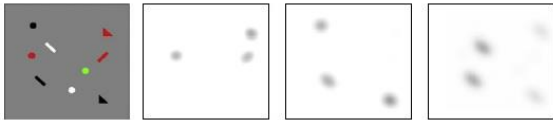


Figure 5.7 The symbols shown on the left are processed via a set of feature maps and the result directs eye movements.

97

Mapas de Recursos, Canais e Lições para Pesquisa Visual

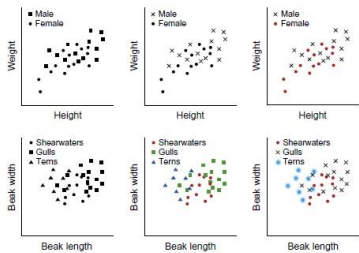


Figure 5.8 Feature channels can be used to make symbols more distinct from one another. The graphs on the right use redundant color coding in addition to more distinctive shapes.

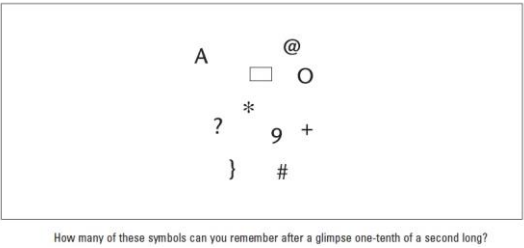
98

Lendo do Buffer Icônico

- Dada uma imagem, com pouco tempo de exposição consegue-se reconhecer símbolos (ícones).
- Este buffer visual é chamado de memória icônica.
- A experiência é válida até 2 décimos de segundo.

99

Lendo do Buffer Icônico



100

Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa

- É o processo não intencional de acumulação de informação do ambiente.
- Como regra geral, tudo o que é processado a uma taxa mais rápida do que 10 ms por ponto é considerado como sendo preatento (preattentive).
- Na exibição de informação, mostrar coisas "em um piscar de olhos".

101

Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa

45929078059772098775972655665110049836645
27107462144654207079014738109743897010971
43907097349266847858715819048630901889074
25747072354745666142018774072849875310665
(a)

102

Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa

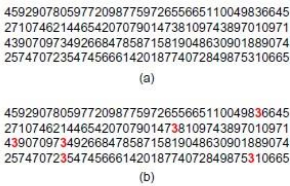


Figure 5.9 Preattentive processing. (a) To count the 3s in this table of digits, it is necessary to scan the numbers sequentially. (b) To count the 3s in this table, it is only necessary to scan the red 3s because they pop out from their surroundings.

Information Visualization: Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

103

103

Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa

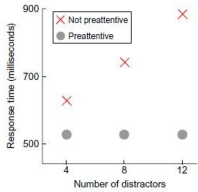


Figure 5.10 Typical results from a pattern of preattentive processing. The circles show time to perceive an object that is preattentively distinct from its surroundings. In this case, time to process is independent of the number of irrelevant objects (distractors). The Xs show how time to process nonpreattentively distinct targets increases with the number of distractors.

Information Visualization: Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

104

104

Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa

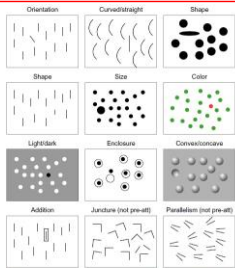


Figure 5.11 Most of the preattentive examples given here can be accounted for by the processing characteristics of neurons in the primary visual cortex.

Information Visualization: Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

105

105

Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa

- Formas:
 - Orientação da linha, • Comprimento da linha, • Largura da linha, • Curvatura, • Agrupamento espacial, • Borrão, • Marcas adicionadas, • Numerosidade (um, dois ou três objetos), • Cor, • Matiz, (◦ Intensidade), • Movimento (◦ Flicker, ◦ Direção do movimento), • Posição espacial (◦ Posição bidimensional ◦ Profundidade estereoscópica), • Forma convexa / côncava do sombreado

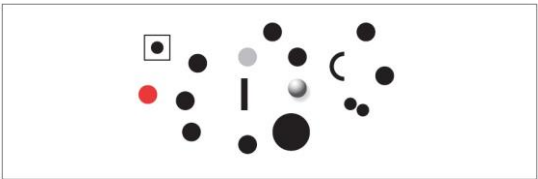
Information Visualization: Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

106

106

Processamento Preatento e Facilidade de Pesquisa



A set of symbols in which each of the nine symbol types is preattentively distinct from all the others.

Information Visualization: Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

107

107

Atenção e Expectativas

- Um problema com a maioria das pesquisas sobre a atenção, de acordo com um livro de Arien Mack e Irvin Rock (1998), é que quase todos os experimentos de percepção (exceto o próprio) exigem atenção no próprio projeto.
- Os autores têm um ponto. Normalmente, um indivíduo é pago para se sentar e prestar muita atenção a uma tela de exibição e para responder pressionando uma tecla quando ocorre algum evento especificado. Esta não é a vida cotidiana.

Information Visualization: Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de Informações

108

108

Atenção e Expectativas



Figure 5.12 On the left, the right-slanted bar pops out; on the right, it does not. Yet, most of the distractors on the right have an orientation that is more different from the target orientation than the distractors on the left.

109

Destaques e Assimetrias



Figure 5.13 A number of highlighting methods that use positive asymmetric preattentive cues: sharpness, added surrounding feature, added shape.

110

Codificação com Combinações de Recursos

- Até agora temos nos concentrado em usar um único canal visual para fazer símbolos distintos, ou para destacar.
- Muitas vezes, porém, podemos desejar tornar objetos distintos usando dois ou mais canais. Há duas questões aqui.
 - O primeiro é usar codificação redundante para extra distintivo.
 - A segunda é: o que podemos esperar se usarmos padrões mais complexos no design de símbolos?

111

Codificação com Combinações de Recursos

- Codificação com propriedades redundantes:
 - Podemos escolher fazer algo distinto em uma única dimensão de recurso, como a cor, ou podemos escolher torná-la distinta em várias dimensões, como cor, tamanho e orientação. Isso é chamado codificação redundante.
 - O grau em que a pesquisa é melhorada pela codificação redundante é uma questão complexa; Às vezes o benefício é uma adição simples e às vezes é menos do que aditivo.
 - Depende do que as propriedades visuais estão sendo empregadas e o fundo. No entanto, há quase sempre um benefício para a codificação redundante.
 - A Figura 5.8 dá exemplos de codificação redundante de símbolos em diagramas de dispersão.

112

O Que Não é Facilmente Localizável: Conjunções de Recursos

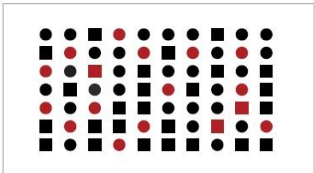


Figure 5.14 Searching for the red squares is slow because they are identified by a conjunction of shape and color.

113

Destaque de Duas Dimensões de Dados: Conjunções que Podem Ser Vistas:

- Embora a pesquisa preliminar sugerisse que as buscas da conjunção nunca foram preattentive, emergiu que há um número de pares preatentos da dimensão que permitem a busca conjuntiva.
- Curiosamente, essas exceções estão todas relacionadas à percepção espacial.
- A informação espacial pode ser: uma posição no plano XY, profundidade estereoscópica, forma do sombreamento e movimento.

114

Codificação com Combinações de Recursos

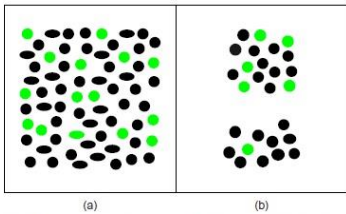


Figure 5.15 (a) With the conjunction of shape and color, search is slow. (b) If we search the lower group for the green object, the search is fast. This is also a conjunction.

Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

115

115

Codificação com Combinações de Recursos

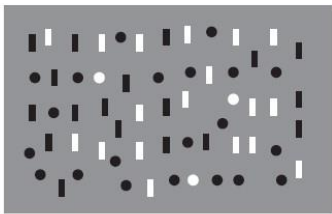


Figure 5.16 The white circles are a conjunction of shape and luminance polarity; nevertheless, they can be found preattentively.

Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

116

116

Dimensões Integrais e Separáveis: Projeto de Glifos

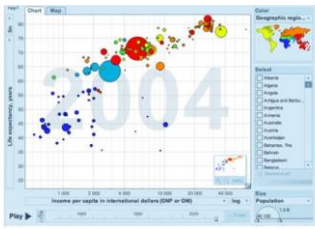


Figure 5.17 In this visualization, the color of each circle represents a geographic region and the size of the circle represents population. (From www.gapminder.org.)

Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

117

117

Tarefas de Classificação Restrita

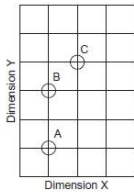


Figure 5.18 It is useful to think in terms of two display dimensions when considering the integral-separable concept. One dimension might be color, while another might be some aspect of shape.

Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

118

118

Tarefas de Classificação Restrita

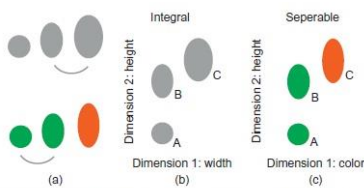


Figure 5.19 (a) The width and height of an ellipse are perceived integrally, so the ellipses are seen as more similar to each other (because they have the same shape) than the pair having the same width. The color and height of a shape are perceived separably, so the two green shapes are seen as most similar. (b, c) Space plots of the two examples.

Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

119

119

Tarefas de Classificação Aceleradas

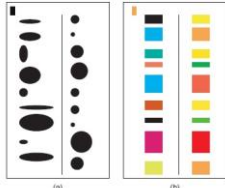


Figure 5.20 Sets of patterns for a speeded classification task. In both cases, (a) and (b), participants are required to respond positively to only those glyphs that have the same height as the bar in the upper corner. The interference condition is on the left in both (a) and (b). (a, left) The variable widths interfere with classification based on height. (b, left) The variable color does not interfere with classification based on height. (a, right) Redundant size coding speeds classification. (b, right) Redundant color and size coding does not speed classification.

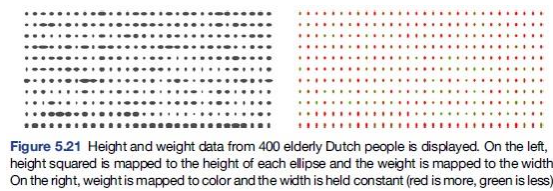
Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

120

120

Tarefas de Classificação Aceleradas



Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

121

121

Tarefas de Classificação Aceleradas

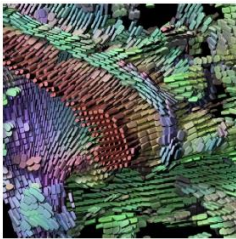


Figure 5.22 This map of a tensor field from Kindlmann and Westin (2006) has some variables mapped to the color of the lozenge-like glyphs and some variables mapped to their shape and orientation.

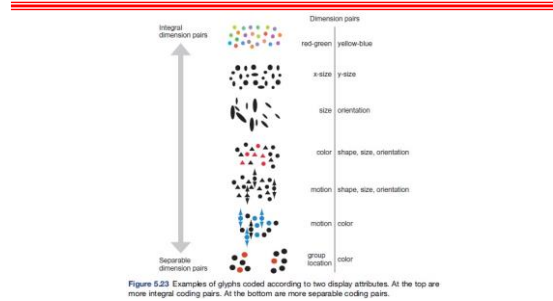
Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

122

122

Pares de Dimensões Integral-Separáveis



Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

123

123

Representando Quantidades

- Algumas qualidades visuais aumentam continuamente, como tamanho, brilho ou altura acima do solo, e são ditas monótonas.
- As variáveis de exibição monotônicas expressam naturalmente relações, tais como maiores ou menores do que, se tiverem uma qualidade que associamos ao aumento do valor.
 - Por ex., em um espaço de dados tridimensional, a direção ascendente é definida pela gravidade.
- No Ocidente, lemos da esquerda para a direita, mas isso é aprendido.

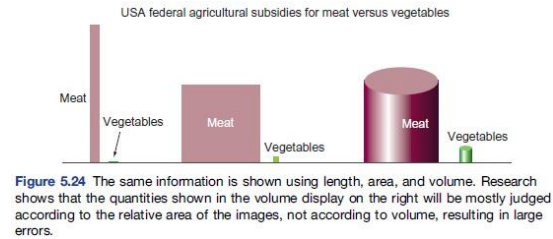
Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

124

124

Representando Quantidades



Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

125

125

Representando Quantidades Absolutas

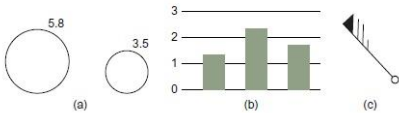


Figure 5.25 Three different ways that more exact numerical values can be read from a diagram.

Information Visualization:
Perception For Design

Saliência Visual e a Descoberta de
Informações

126

126

Dados Discretos Multidimensionais:
Representação Uniforme Versus Vários Canais

- ❑ Voltamos para o problema geral da exibição de dados discretos multivariados à luz dos conceitos que foram apresentados aqui e nas aulas anteriores.
- ❑ Vale a pena reafirmar esse problema. São fornecidos um conjunto de entidades, cada uma das quais tem valores em um número de dimensões de atributo.
 - ❑ Por ex., podemos ter 1000 besouros, cada um medido em 30 características anatômicas, ou 500 ações da bolsa, cada uma descrita por 20 variáveis financeiras.
- ❑ A razão para exibir esses dados graficamente é muitas vezes a exploração de dados.

127

Dados Discretos Multidimensionais:
Representação Uniforme Versus Vários Canais

Table 5.1 Graphical attributes that may be useful in glyph design.		
Visual Variable	Dimensionality	Comment
Spatial position	Three dimensions: X, Y, Z	
Color	Three dimensions: defined by color opponent theory	Luminance contrast is needed to specify all other graphical attributes.
Shape	Size and orientation are basic but there may be more usable dimensions	The dimensions of shape that can be rapidly processed are unknown; however, the number is certainly small.
Surface texture	Three dimensions: orientation, size, and contrast	Surface texture is not independent of shape or orientation; uses one color dimension.
Motion coding	Approximately two to three dimensions; more research is needed, but phase is critical	
Blink coding	One dimension	Motion and blink coding are highly interdependent.

128

Dados Discretos Multidimensionais:
Representação Uniforme Versus Vários Canais

- ❑ Muitas dessas dimensões de exibição não são independentes uma da outra. Para exibir a textura, devemos usar pelo menos uma dimensão de cor (luminância) para tornar a textura visível. A codificação intermitente certamente interferirá com a codificação de movimento.
- ❑ Há também a questão de quantas etapas resolvíveis estão disponíveis em cada dimensão. O número aqui também é pequeno. Quando precisamos de um rápido processamento preatento, apenas um punhado de cores estão disponíveis.

129

Dados Discretos Multidimensionais:
Representação Uniforme Versus Vários Canais

- ❑ Há também a questão da semântica associada com escolhas de design, como se usar cor ou tamanho para representar um determinado atributo. A temperatura, por exemplo, tem um mapeamento natural para a cor devido à associação de vermelhidão com maior calor e azulidade com menor calor.
- ❑ As informações de orientação, como a direção do fluxo em um campo vetorial, são melhor representadas pela orientação de um glifo - se for usado glifo, usar cor para representar a orientação seria normalmente uma má escolha de projeto.

130

Estrelas e Whiskers

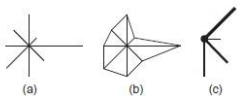


Figure 5.26 (a) Whisker plot. (b) Star plot. (c) Whisker plot with only four variables and varying width.

131

A Metáfora do Holofote e a
Ampliação Cortical

- ❑ Considere o globo ocular como um refletor de coleta de informações, varrendo o mundo visual sob a orientação dos centros cognitivos que controlam nossa atenção.
- ❑ A informação é adquirida em rajadas, um instantâneo para cada fixação. Objetos mais complexos e não-estimulantes são digitalizados em série, um após o outro, em torno da taxa de 40 itens por segundo.
- ❑ Isso significa que podemos analisar normalmente entre três e seis itens antes que o olho salte para outra fixação.

132

Campo de Visão Útil

- ❑ O processo de atenção concentra-se em torno da fóvea, onde a visão é mais detalhada.
- ❑ Uma metáfora para o campo atencional focado é o holofote da atenção.
- ❑ Um conceito chamado campo de visão útil (UFOV) foi desenvolvido para definir o tamanho da região a partir do qual podemos rapidamente obter informações.
- ❑ O UFOV varia muito, dependendo da tarefa e das informações exibidas.

133

Túnel de Visão, Estresse e Carga Cognitiva

- ❑ Um fenômeno conhecido como visão de túnel tem sido associado com operadores que trabalham sob estresse extremo. Na visão de túnel, o UFOV é estreitado de modo que apenas a informação mais importante, normalmente no centro do campo de visão, é processada.
- ❑ Este fenômeno tem sido especificamente associado com vários tipos de comportamentos não funcionais que ocorrem durante a tomada de decisões em situações de desastre.

134

O Papel do Movimento em Atrair a Atenção

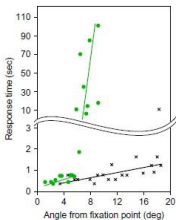


Figure 5.27 Results of a study by Peterson and Dugas (1972). The task was to detect small symbols representing aircraft in a simulation display. The circles show the response times from the appearances of static targets. The crosses show response times from the appearances of moving targets. Note the two different scales.

135

Movimento como uma Interrupção do Usuário

- ❑ Existem quatro requisitos visuais básicos para uma interrupção do usuário:
 1. Um sinal deve ser facilmente percebido, mesmo que esteja fora da área de atenção focal imediata.
 2. Se o usuário deseja ignorar o sinal e atender a outra tarefa, o sinal deve continuar a agir como um lembrete.
 3. O sinal não deve ser tão irritante que torna o computador desagradável de usar.
 4. Deve ser possível dotar o sinal com vários níveis de urgência.

136

Movimento como uma Interrupção do Usuário

- ❑ Essencialmente, o problema é como atrair a atenção do usuário para informações fora da região parafoveal central da visão.
- ❑ Temos uma baixa capacidade de detectar pequenos alvos na periferia do campo visual.
- ❑ O conjunto de requisitos sugere duas soluções possíveis. Um deles é usar pistas auditivas. Em certos casos, estas são uma boa solução. Outra solução é usar ícones piscando ou movendo.

137

Bibliografia

- ❑ Ware C. "Information Visualization Perception for Design", 3th Ed. Elsevier, 2013 ISBN-13: 978-0123814647

138