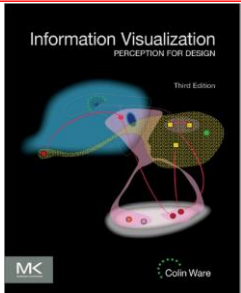


Information Visualization: Perception For Design



José Remo Ferreira Brega
remo.brega@unesp.br

20/03/2023

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

Motivação



Figure P.1 The word goggle is easier to read when the overlapping bars are visible. (Redrawn from Nakayama, Shimono, and Silverman (1989).)

Information Visualization:
Perception For Design

3

3

Information Visualization: Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada de Visualização de Dados

4

Sumário

- Etapas de Visualização
- Semiótica Experimental Baseada na Percepção
- Semiótica dos Gráficos
- Símbolos Sensoriais Versus Arbitrários
- Teoria de Affordance de Gibson
- Um Modelo de Processamento da Percepção
- Custos e Benefícios da Visualização

Information Visualization:
Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada
de Visualização de Dados

5

5

Fundamentos para uma Ciência Aplicada de Visualização de Dados

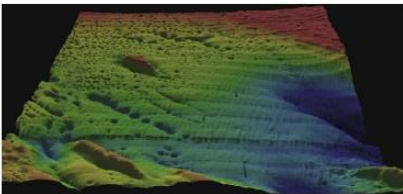


Figure 1.1 Passamoquoddy Bay visualization. (Data courtesy of the Canadian Hydrographic Service.)

Information Visualization:
Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada
de Visualização de Dados

6

6

Estágios da Visualização

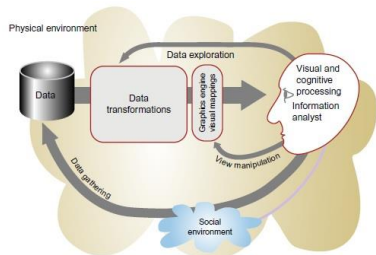


Figure 1.2 The visualization process.

7

Estágios da Visualização

- Coleta e armazenamento de dados;
- Um estágio de pré-processamento que transforma os dados em algo que é mais fácil de manipular. A exploração de dados é o processo de alteração do subconjunto que está sendo visualizado atualmente;
- Mapeamento dos dados selecionados para uma representação visual, que é realizada através de algoritmos de computador que produzem uma imagem na tela; e
- O observador com seu sistema perceptivo e cognitivo humano.

8

Semiótica Experimental Baseada na Percepção

- O valor de uma boa visualização é que nos permite ver padrões em dados.
 - Portanto, a ciência da percepção de padrões pode fornecer uma base para decisões de design. (Visão desta aula).
- Visão alternativa: alguns estudiosos argumentam que a visualização é melhor entendida como um tipo de linguagem aprendida e não como uma ciência.
 - A visualização é sobre diagramas e como eles podem transmitir significado.
 - Assim, um diagrama pode ser tão bom quanto outro; é apenas uma questão de aprender o código.

9

Semiótica dos Gráficos

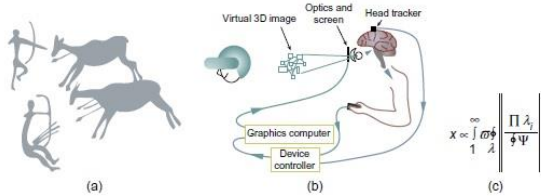


Figure 1.3 Three graphics. Each could be said to be a visualization.

10

As Imagens São Arbitrárias?

- A questão de que imagens e diagramas são puramente convencionais ou são símbolos perceptuais com propriedades especiais tem sido objeto de consideráveis investigações científicas.
- Teoria apresentada aqui: Se mesmo as imagens "realistas" não incorporarem uma linguagem sensorial, será impossível fazer afirmações de que certos diagramas e outras visualizações são melhor projetados perceptualmente.

11

Imagens como Linguagens Sensoriais

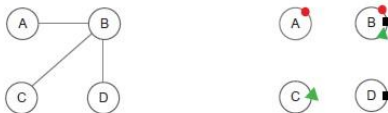


Figure 1.4 Two graphical methods for showing the same set of relationships between entities.

12

Símbolos Sensoriais Versus Arbitrários

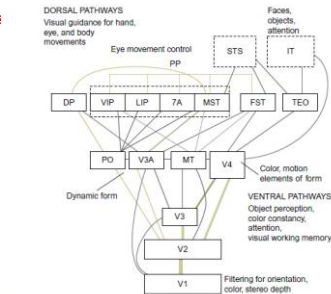


Figure 1.5 The major visual pathways of the Macaque monkey. This diagram is included to illustrate the structural complexity of the visual system and because a number of these areas are referenced in different sections of this book. V1 to V4, visual areas 1 to 4; PO, parietococcipital area; MT, middle temporal area; IT, inferotemporal cortex. (Redrawn from Destler et al. (1993))

13

13

Propriedades de Representações Sensoriais

□ Compreensão sem treinamento

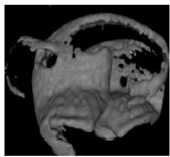


Figure 1.6 The expanding wavefront of a chemical reaction is visualized (Cross et al., 1997). Even though this process is alien to most of us, the shape of the structure is readily perceived.

Information Visualization:
Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada
de Visualização de Dados

14

14

Propriedades de Representações Sensoriais

□ Resistência à denotação alternativa

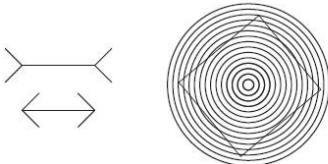


Figure 1.7 In the Muller-Lyer illusion on the left, the horizontal line in the upper figure appears longer than the one below. On the right, the rectangle appears distorted into a pincushion shape.

Information Visualization:
Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada
de Visualização de Dados

15

15

Propriedades de Representações Sensoriais

□ Imediatismo sensorial

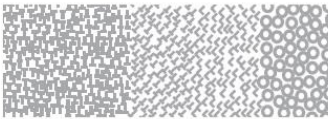


Figure 1.8 Five regions of texture. Some areas are easier to distinguish from others. (Adapted from Beck (1966).)

Information Visualization:
Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada
de Visualização de Dados

16

16

Propriedades de Representações Sensoriais

□ Entendidas além dos limites da cultura

- Um código sensorial será, em geral, compreendido através das fronteiras culturais.
- Estas podem ser as fronteiras nacionais ou as fronteiras entre os diferentes grupos de usuários.
- Ocorrências em que um código sensorial é mal interpretado ocorrem quando algum grupo ditou que um código sensorial deve ser usado arbitrariamente em contradição com a interpretação natural.

Information Visualization:
Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada
de Visualização de Dados

17

17

Representações Que São Arbitrárias

□ O desenvolvimento de representações convencionais arbitrárias (como sistemas numéricos) ocorreu nos últimos milhares de anos, mas muitos mais tiveram apenas algumas décadas de desenvolvimento.

□ Propriedades:

- Difícil de aprender
 - Ler e escrever, símbolos linguísticos (caracteres chineses x romanos)
- Fácil de esquecer
- Enraizada na cultura e aplicações
 - Verde x vermelho – nas culturas ocidentais e chinesa (o verde simboliza a morte na China, enquanto o vermelho simboliza sorte e boa sorte)

Information Visualization:
Perception For Design

Fundamentos para uma Ciência Aplicada
de Visualização de Dados

18

18

Propriedades de Representações Arbitrárias

- Formalmente poderoso (linguagem matemática)
- Capacidade de mudança rápida



Figure 1.9 Two methods for representing the first five digits. The code given below is easier to learn but is not easily extended.

19

Teoria da Affordance de Gibson

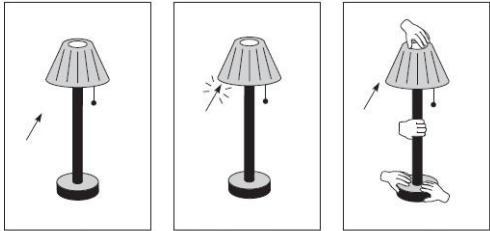


Figure 1.10 Cartoon cues are used to illustrate what interactions are possible. (From Houde (1992). Reproduced with permission.)

20

Um Modelo de Processamento da Percepção

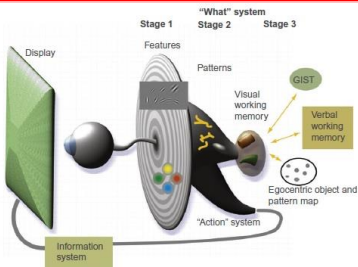


Figure 1.11 A three-stage model of visual information processing.

21

Um Modelo de Processamento da Percepção

- Fase 1: Processamento Paralelo para extrair as propriedades de baixo nível da cena Visual
 - Processamento paralelo rápido;
 - Extração de características, orientação, cor, textura e padrões de movimento;
 - A natureza transitória da informação, que é rapidamente armazenado em ícones;
 - Bottom-up, modelo de processamento baseado em dados; e
 - Servir como base para entender a relevância visual dos elementos em exibições.

22

Um Modelo de Processamento da Percepção

- Fase 2: Percepção dos Padrões
 - Processamento lento em série;
 - Envolvimento de tanto memória de trabalho e memória de longo prazo;
 - Mais ênfase em aspectos arbitrários de símbolos;
 - Em um estado de fluxo, uma combinação de processamento de características bottom-up e de mecanismos de atenção top-down; e
 - Diferentes caminhos para o reconhecimento de objetos e movimentos visuais.

23

Um Modelo de Processamento da Percepção

- Fase 3: Processamento sequencial dirigido pelo objetivo
 - No nível mais alto de percepção estão os objetos mantidos na memória de trabalho visual pelas demandas da atenção ativa.
 - Para usar uma visualização externa, construímos uma sequência de consultas visuais que são respondidas através de estratégias de busca visual.
 - Por ex., se usarmos um roteiro para procurar uma rota, a consulta visual acionará uma pesquisa por contornos vermelhos conectados (representando as principais rodovias) entre dois símbolos visuais (representando cidades).

24

Atenção

- ❑ Descrever o sistema visual como um conjunto de estágios de processamento implica que a informação visual flua apenas da Fase 1 a Fase 2 para a Fase 3.
- ❑ Quando uma nova imagem pisca na tela diante de nossos olhos, ou fazemos um movimento ocular a uma parte o mundo que não vimos antes, essa é a única maneira pela qual a informação pode fluir.
- ❑ Todo o sistema está sendo constantemente ajustado de cima para baixo com base em nossas expectativas e no que será mais útil para nós.

25

Custos e Benefícios da Visualização

- ❑ O objetivo final do projeto de visualização interativa é otimizar os aplicativos para que eles nos ajudem a executar o trabalho cognitivo com mais eficiência.
- ❑ Otimizar um sistema requer que tenhamos pelo menos alguma concepção de valor.
- ❑ Usamos visualizações porque nos ajudam a resolver problemas mais rapidamente ou melhor, ou nos deixam aprender algo novo, e essas atividades geralmente têm valor monetário.

26

Information Visualization: Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

27

Sumário

- ❑ O Ambiente
- ❑ O Olho
- ❑ A Exibição Ideal

28

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

- ❑ Necessidade da análise dos problemas de exibição.
- ❑ Desejo de criação de objetos virtuais parecem reais.
- ❑ Tornar claro o vocabulário básico de visão.
- ❑ Tratar a simulação da interação da luz com as superfícies do ambiente.
- ❑ Análise sobre atualidade dos dispositivos de visualização ideal.
- ❑ Necessidade de medição de detalhes.
- ❑ Sistema de lentes de um olho humano.

29

O Ambiente

- ❑ Uma estratégia para projetar uma visualização é transformar os dados de modo que pareçam um ambiente comum - um tipo de cenário de dados.
- ❑ Deveríamos, então, ser capazes de transferir habilidades obtidas na interpretação do ambiente real para entender nossos dados.
 - ❑ Isso não quer dizer que devamos representar dados por meio de árvores sintéticas, flores e gramados ondulantes - isso seria singular e ridículo.
 - ❑ Parece menos ridículo criar escritórios sintéticos, com mesas, armários, telefones, livros e agenda, e isso já está sendo feito em várias interfaces de computador.

30

Luz Visível

- ❑ A luz visível constitui uma parte muito pequena do espectro eletromagnético.
- ❑ Os seres humanos podem perceber a luz só na gama de 400 a 700 nanômetros(nm).
- ❑ Comprimentos de onda mais curto do que 400 nm: a luz ultravioleta e os raios-X.
- ❑ Comprimentos de onda maior que 700 nm: são a luz infravermelha, microondas e ondas de rádio.

31

Luz Visível

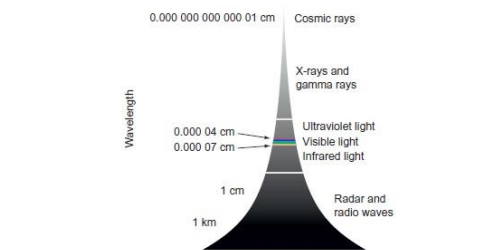


Figure 2.1 The visible light spectrum is a tiny part of a much larger spectrum of electromagnetic radiation.

32

Óptica Ecológica

- ❑ A estrutura mais útil para descrever o ambiente visual.
- ❑ Desenvolvida por J.J.Gibson com o pensamento: não se concentrar na imagem da retina e sim na percepção das superfícies do ambiente:
- ❑ Uma superfície é substancial, texturizada e nunca perfeitamente transparente; já um plano não é. Uma superfície pode ser vista; um plano só pode ser visualizado.
- ❑ Uma fibra é um objeto alongado de pequeno diâmetro, como um fio ou linha. Não confundir com uma linha geométrica.
- ❑ Na geometria da superfície, a junção de duas superfícies planas é uma aresta ou um canto; na geometria abstrata, a intersecção de dois planos é uma linha.

33

Óptica Ecológica

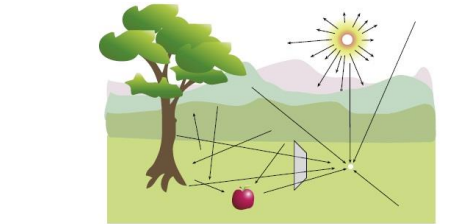


Figure 2.2 Ambient optical array is a term that describes the spherical array of light arriving from all directions at some designated point in the environment. Simulating the colors of the subset of rays that would pass through a glass rectangle is one of the main goals of computer graphics.

34

Fluxo Óptico

- ❑ O ser humano possui habilidades para identificar o movimento de objetos
- ❑ O campo visual é maior no objeto como resultado do movimento para a frente.
- ❑ São importantes na compreensão de como os animais (incluindo humanos) navegar pelo espaço, evitar obstáculos e até percepção de comida.
- ❑ Com a proximidade o padrão deve se sofisticar.

35

Fluxo Óptico

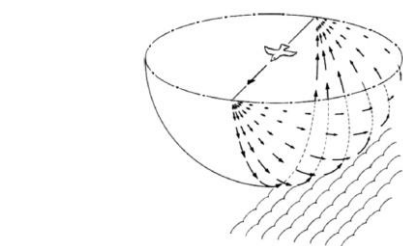


Figure 2.3 An expanding flow pattern of visual information is created as an observer moves while gazing in a forward direction. (From Gibson (1977). Reproduced with permission.)

36

Superfícies Texturizadas e Gradientes de Textura

- Uma das propriedades fundamentais visuais de um objeto.
- A textura nos ajuda a ver e qual a forma que o objeto tem.
- A superfície de uma peça de madeira é diferente da superfície de uma cobra.
- A textura pode nos ajudar a perceber a orientação, a forma e a disposição espacial de uma superfície.

Superfícies Texturizadas e Gradientes de Textura

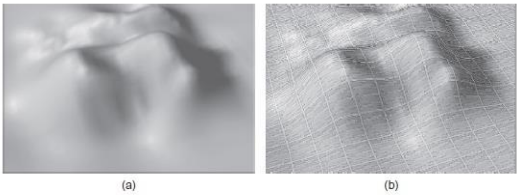


Figure 2.4 An undulating surface with (a) and without (b) surface texture.

O Modelo de Pintura de Superfícies

- Este modelo pode ser entendido considerando uma pintura brilhante.
- A tinta tem partículas de pigmento embutidas em um meio mais ou menos claro, como mostrado na Figura 2.5.
- A quantidade e a cor da luz refletida pode variar tanto com o ângulo de iluminação quanto ao ângulo de visão.
- Parte da luz é refletida a partir da superfície do meio brilhante e é inalterada na cor. A maior parte da luz penetra no meio e é absorvida seletivamente pelas partículas de pigmento, alterando a sua cor.

O Modelo de Pintura de Superfícies

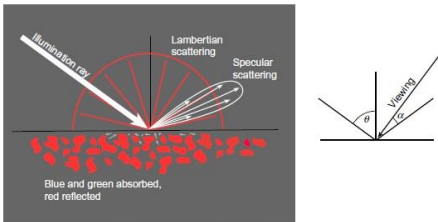


Figure 2.5 This simplified model of light interacting with surfaces is used in most computer graphics. Specular reflection is light that is reflected directly from the surface without penetrating into the underlying pigment layer.

O Modelo de Pintura de Superfícies

- De acordo com esse modelo, há três importantes interações diretas de luz com superfícies:
 - Lambertian
 - Specular
 - Ambient
- Uma quarta propriedade adicional está relacionada ao fato de que partes de objetos projetam sombras, revelando mais informações sobre suas formas:
 - Cast Shadows

O Modelo de Pintura de Superfícies

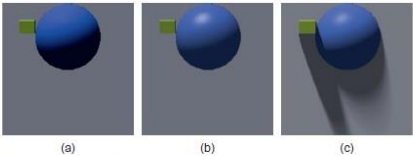


Figure 2.6 (a) Lambertian shading only. (b) Lambertian shading with specular and ambient shading. (c) Lambertian shading with specular, ambient, and cast shadows.

O Modelo de Pintura de Superfícies



Figure 2.7 Note how the highlights are the color of the illuminant on glossy leaves.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

43

43

O Modelo de Pintura de Superfícies

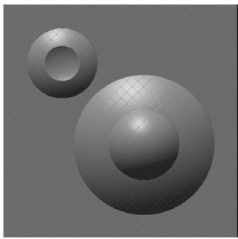


Figure 2.8 Specular light can reveal fine details of surface structure, depending on the viewpoint.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

44

44

O Modelo de Pintura de Superfícies

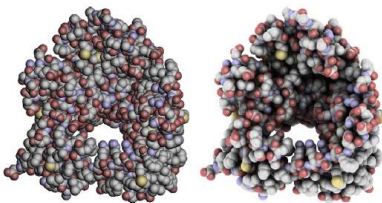


Figure 2.9 In the molecule on the left, only individual atoms are shaded. In the molecule on the right, the amount of ambient light reaching the inner parts of the molecule is reduced due to occlusion by the outer atoms.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

45

45

O Olho

- ❑ Instrumento de visão
- ❑ Tal qual uma câmera
- ❑ Contém:
 - ❑ Lente;
 - ❑ uma abertura (a pupila); e
 - ❑ uma película (a retina).

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

46

46

O Olho

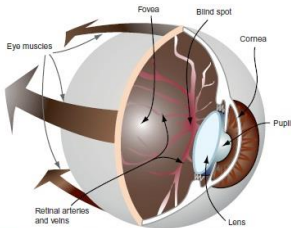


Figure 2.10 The human eye. Important features include the fovea, where vision is sharpest; the pupil, a round aperture through which light enters the eye; the two principal optical elements, the lens and the cornea; and the large eye muscles that control eye movements. This blind spot is caused by the absence of receptors where the retinal arteries enter the eyeball.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

47

47

O Ângulo Visual Definido

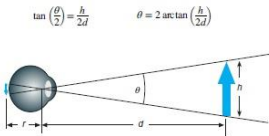


Figure 2.11 The visual angle of an object is measured from the optical center of the eye.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

48

48

Lentes

- f :distância focal da lente,
- d :distância do objeto que é imaginado, e
- r :distância para a imagem que é formada.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{r}$$

$$\frac{1}{f_3} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

49

Lentes

Table 2.1 Depth of Focus at Various Viewing Distances

Viewing distance	Near	Far
50 cm	43 cm	60 cm
1 m	75 cm	1.5 m
2 m	1.2 m	6.0 m
3 m	1.5 m	Infinity

50

Óptica e os Sistemas de Realidade Aumentada

- Os sistemas de realidade aumentada envolvem a sobreposição de imagens visuais no mundo real, de modo que as pessoas possam ver uma visão melhorada do mundo por computação gráfica.
- Ocorre uma mistura de real e virtual.
- Necessidade do conhecimento com precisão dos objetos, posições e formas.
- Problemas a serem resolvidos e que são dependentes da posição do olho do observador:
 - Problema de registro.
 - Uso de sistemas ópticos leves, sem distorções e portáteis.

51

Óptica e os Sistemas de Realidade Aumentada



Figure 2.12 Augmented reality has been used experimentally in the medical field. Here, an image of a tumor is superimposed on a patient's head. (From Grimson et al. (1996). Reproduced with permission.)

52

Óptica e os Sistemas de Realidade Aumentada

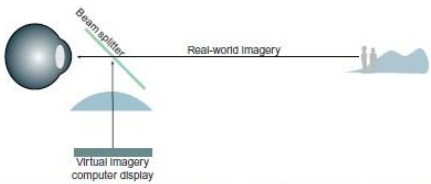


Figure 2.13 In augmented-reality displays, computer graphics imagery is superimposed on the real-world environment using a beam splitter. The effect is like a transparent overlay on the environment. The focal distance of the computer imagery depends on the power of the lenses used.

53

Óptica na Exibição de Realidade Virtual

- Bloqueio da visão do mundo real.
- Concentrar na geração das imagens geradas pelo computador.
- Necessidade da geração do foco em profundidade.
- Infelizmente, simular a profundidade de foco usando uma tela plana é difícil. O problema tem duas partes:
 - Simular o desfoque óptico; e
 - Simular a distância óptica do objeto virtual.

54

Óptica na Exibição de Realidade Virtual

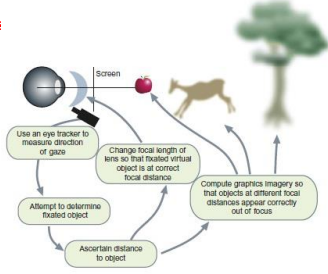


Figure 2.14 A possible solution to the problem of how correct depth-of-focus information might be displayed in a virtual-reality (VR) display. The apple is the fixated object and is drawn in sharp focus. The other objects are drawn out of focus, depending on their relative depths.

Information Visualization:

Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

55

55

Aberração Cromática



Figure 2.15 Chromostereopsis. For most people, red seems nearer than blue on a black background.

Information Visualization:

Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

56

56

Receptores

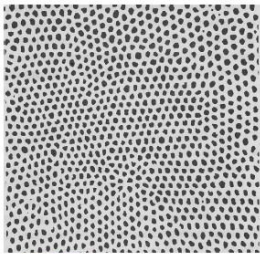


Figure 2.16 The receptor mosaic in the fovea.

Information Visualization:

Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

57

57

Acuidade Simples

- Medida da nossa capacidade de ver detalhes.
- Importantes na exibição de tecnologias, porque limitam as densidades de informação que podemos perceber.
- É limitada pelo dobro da medida que existe nos nossos receptores.

Information Visualization:

Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

58

58

Acuidade Simples

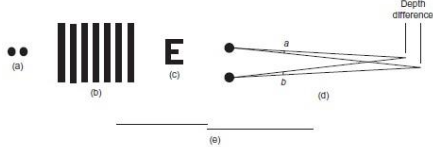


Figure 2.17 The basic acuities. (a) Point acuity (1 minute of arc): The ability to resolve two distinct point targets. (b) Grating acuity (1 to 2 minutes of arc): The ability to distinguish a pattern of bright and dark bars from a uniform gray patch. (c) Letter acuity (5 minutes of arc): The ability to resolve letters. The Snellen eye chart is a standard way of measuring this ability. 20/20 vision means that a 5-minute letter can be seen 90% of the time. (d) Stereo acuity (10 seconds of arc): The ability to resolve depth. The acuity is measured as the difference between two angles (a and b). (e) Vernier acuity (10 seconds of arc): The ability to see if two line segments are collinear.

Information Visualization:

Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

59

59

Distribuição da Acuidade e Campo Visual

- Nosso campo visual na horizontal é de aproximadamente 180 graus.
- Na periferia do campo, a sensibilidade é maior para objetos em movimento.
- A acuidade fora da fóvea cai rapidamente, de modo que a resolução é de um décimo nos detalhes a 10 graus a partir da fóvea.

Information Visualization:

Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

60

60

Distribuição da Acuidade e Campo Visual

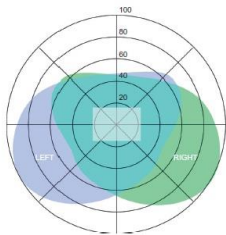


Figure 2.18 The visual field of view for a person gazing straight ahead. The irregular boundaries of the left and right fields are caused by facial features such as the nose and eyebrow ridges. The central blue-green area shows the region of binocular overlap. The rectangle at the center is the area covered by a monitor at a typical viewing distance.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

61

61

Distribuição da Acuidade e Campo Visual

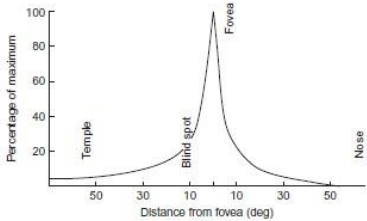


Figure 2.19 The acuity of the eye falls off rapidly with distance from the fovea.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

62

62

Distribuição da Acuidade e Campo Visual



Figure 2.20 An eye chart developed by Anstis (1974). Each character is about five times the smallest perceivable size when the center is fixated. This is the case for any viewing distance.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

63

63

Distribuição da Acuidade e Campo Visual



Figure 2.21 The retina is comprised of receptors and several layers of neurons. The big octopus-like neurons at the top of this drawing are retinal ganglion cells. Each integrates information from many receptors and transmits it to the brain. (Illustration by Ferruccio Taruffi (1887).)

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

64

64

Pixels Cerebrais e a Tela Ideal

- Os pixels do nosso cérebro não estão distribuídos uniformemente.
- Pode-se tratar o problema da eficiência visual.
- Uma tela maior pode proporcionar uma combinação melhor de pixels para o cérebro?
- O que acontece quando olhamos para a tela pequena de um assistente digital pessoal ou até mesmo uma tela do tamanho de um relógio de pulso?
- A solução é modelar quantos pixels do cérebro são estimulados por telas diferentes com tamanhos diferentes, mas com o mesmo número de pixels.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

65

65

Pixels Cerebrais e a Tela Ideal

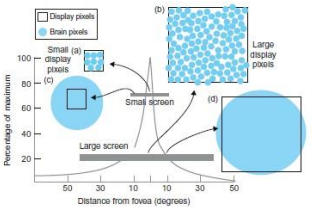


Figure 2.22 Differently sized screens having the same number of pixels have different areas of visual efficiency. (a) With the small screen, there are 10 brain pixels per screen pixel at the center of the fovea. (b) With the large screen, the situation is worse, as there are 100 brain pixels per screen pixel at the center of the fovea. (c) At the edge of the small screen display, pixels are smaller than brain pixels. (d) At 10 degrees of eccentricity, with the big screen there is an approximate match between screen pixels and brain pixels.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

66

66

Pixels Cerebrais e a Tela Ideal

- Modelando a eficiência visual:
 - TPB = número total de pixels do cérebro estimulados pela tela
 - USBP = número de pixels cerebrais estimulados unicamente
 - USBP = TPB – pixels cerebrais redundantes
- A Eficiência de Exibição (DE) pode ser calculada como:
 - DE = USPB / SP (onde SP = pixels da tela)
- A Eficiência Visual (VE) proporção de pixels do cérebro na área da tela que está obtendo informações exclusivas:
 - VE = USPB / TBP

67

Pixels Cerebrais e a Tela Ideal

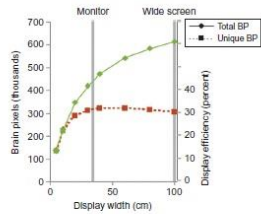


Figure 2.23 Results from a numerical simulation with a 1-million-pixel screen to show how many brain pixels are stimulated as a display increases in size. Display efficiency (right-hand scale) gives the percentage of screen pixels that uniquely influence the visual system (unique brain pixels) and only applies to the lower curve.

68

Função da Sensibilidade do Contraste Espacial

- Uma das ferramentas mais úteis na medição das propriedades básicas do sistema visual humano.
- Este padrão é chamado de grade de onda senoidal, porque o seu brilho varia senoidalmente em uma direção.



Figure 2.24 A sine wave grating.

69

Função da Sensibilidade do Contraste Espacial

- Há cinco maneiras pelas quais este padrão pode ser variado:
 - Frequência espacial (o número de barras da grade por grau de ângulo visual);
 - Orientação;
 - Contraste (a amplitude da onda senoidal);
 - Ângulo de fase (o deslocamento lateral do padrão); e
 - Área visual coberta pelo padrão de grade.

70

Função da Sensibilidade do Contraste Espacial

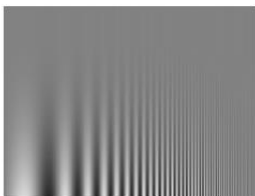


Figure 2.25 This grating pattern changes spatial frequency from the left to the right and varies in contrast in a vertical direction. The highest spatial frequency you can resolve depends on the distance from which you view the pattern.

71

Função da Sensibilidade do Contraste Espacial

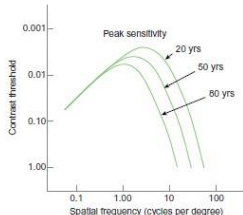


Figure 2.26 Contrast sensitivity varies with spatial frequency. The function is illustrated for three age groups. As we age, our sensitivity to higher spatial frequencies is reduced. (Redrawn from Chialaly et al. (1983).)

72

Função da Sensibilidade do Contraste Espacial

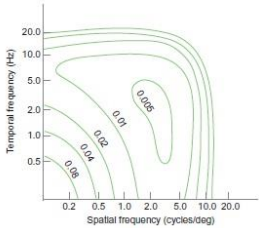


Figure 2.27 Contour map of the human spatiotemporal threshold surface. Each contour represents the contrast at which a particular combination of spatial and temporal frequencies can be detected. (Redrawn from Kelly (1979).)

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

73

73

Stress Visual

- 17 de dezembro de 1997.
- Rede de Televisão do Japão.
- Desenho animado com cenas brilhantes.
- Causou convulsões e até vômitos com sangue, em mais de 700 crianças.
- A causa primária foi determinada como sendo as luzes piscando repetitivamente.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

74

74

Stress Visual

Warning! This pattern can cause seizures in some individuals.
If it causes you to feel ill effects, avoid looking at it.

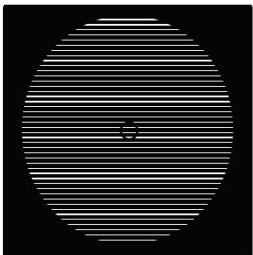


Figure 2.28 A pattern that is designed to be visually stressful. If it is viewed from 40 cm, the spacing of the stripes is about 3 cycles per degree.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

75

75

A Exibição Ideal

- Monitor com resolução 4000 x 4000 – pixels deve ser adequado para qualquer tarefa visual concebível.
- Tal monitor exige 16 milhões de pixels.
- Três problemas:
 - Aliasing,
 - Tons de cinza, e
 - Superacuidade

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

76

76

Aliasing (serrilhado)

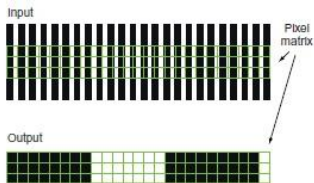


Figure 2.29 A striped pattern is sampled by pixels. The output is shown below.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

77

77

Aliasing (serrilhado)

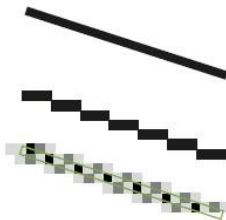


Figure 2.30 Aliasing artifacts with antialiasing as a solution.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

78

78

Aliasing (serrilhado)

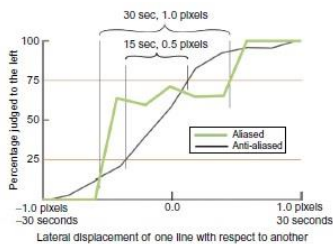


Figure 2.31 An aliased line that is not quite horizontal.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

79

79

Número de Pontos

- Impressora preto e branco com 1200 pontos por polegada.
- Uma matriz de pontos de 16 x 16 pode ser usado para gerar 257 níveis de cinza.
- De 0 até 256 pontos pode ser de cor preta.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

80

80

Superacuidade e Exibições

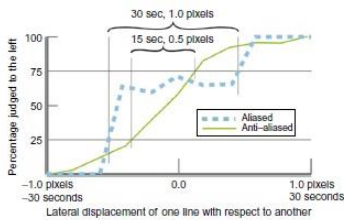


Figure 2.32 Results from an experiment showing that vernier acuity can be improved by antialiasing. The threshold is defined as half the horizontal difference between the 25% threshold and the 75% threshold.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

81

81

Requisitos Temporais da Exibição Perfeita

- Também podemos avaliar os requisitos temporais. O limite de resolução que podemos perceber é de 50 Hz.
- A taxa de atualização de 50 a 75 Hz do monitor típico parece adequada.
- No entanto, os artefatos de aliasing temporais são comuns em gráficos e filmes de computador. O efeito "revertendo a roda de carroça".
- Essa técnica é frequentemente chamada de desfoque de movimento.

Information Visualization:
Perception For Design

Ambiente, Óptica, Resolução e Exibição

82

82

Information Visualization: Perception For Design

**Luminosidade, Brilho,
Contraste e Constância**

Information Visualization:
Perception For Design

Luminosidade, Brilho, Contraste e
Constância

84

83

84

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

- ❑ Seria monótono viver em um mundo cinzento, mas nós realmente nos daríamos bem 99% do tempo.
- ❑ Tecnicamente, podemos dividir o espaço de cores em uma dimensão de luminância (escala de cinza) e duas dimensões cromáticas.
- ❑ É a dimensão da luminosidade que é mais básica para a percepção.
- ❑ O fato de que as diferenças, não os valores absolutos, são transmitidos ao cérebro explica ilusões de contraste que podem causar erros substanciais na maneira como os dados são "lidos" de uma visualização.

85

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

- ❑ A sinalização das diferenças não é especial para luminosidade e brilho; é uma propriedade geral de muitos sistemas sensoriais primitivos.
- ❑ As implicações são fundamentais para a maneira como percebemos a informação.
- ❑ A sinalização de diferenças também significa que a percepção de luminosidade não é linear, confundindo a codificação de informações em escala de cinza.
- ❑ O fato de os estágios iniciais da visão não serem lineares não significa que toda percepção seja imprecisa.

86

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

- ❑ A luminância pode ser considerada apenas uma das três dimensões de cor, ainda que a mais importante.
- ❑ Discutiremos maneira como os valores de dados podem ser mapeados para valores de cinza usando a codificação em escala de cinza.
- ❑ Os tipos de erros perceptuais que podem ocorrer devido ao contraste simultâneo são discutidos detalhadamente.
- ❑ O sistema nervoso funciona calculando sinais de diferença em quase todos os níveis.

87

Neurônios, Campos Receptivos e Ilusões de Brilho

- ❑ Os neurônios não se comportam como medidores de luz.
- ❑ Eles conseguem medir a mudança.
- ❑ Esta medida de diferenças não é especial para luminosidade e brilho.
- ❑ Esta é uma propriedade geral de muitos dos sistemas sensoriais, e é fundamental para percebemos a informação.

88

Neurônios, Campos Receptivos e Ilusões de Brilho

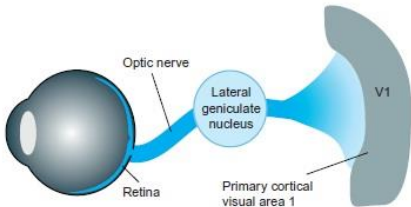


Figure 3.1 Signals from the retina are transmitted along the optic nerve to the lateral geniculate nucleus. From there, they are distributed to a number of areas, but mostly to visual area 1 of the cortex, located at the back of the head.

89

Neurônios, Campos Receptivos e Ilusões de Brilho

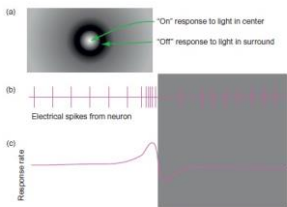


Figure 3.2 (a) The receptive field structure of an on-center simple lateral geniculate cell. (b) As the cell passes over from a light region to a dark region, the rate of neural firing increases just to the bright side of the edge and decreases on the dark side. (c) A smoothed plot of the cell activity level.

90

Neurônios, Campos Receptivos e Ilusões de Brilho

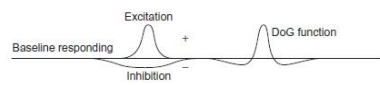


Figure 3.3 Difference of Gaussians (DoG) model of a receptive field.

$$f(x) = \alpha_1 e^{-\left(\frac{x}{w_1}\right)^2} - \alpha_2 e^{-\left(\frac{x}{w_2}\right)^2}$$

91

Neurônios, Campos Receptivos e Ilusões de Brilho



Figure 3.4 Hermann grid illusion. The black spots that are seen at the intersections of the lines are thought to result from the fact that there is less inhibition when a receptive field is at position (a) than at position (b).

92

Contraste de Brilho Simultâneos

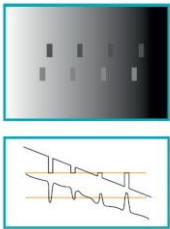


Figure 3.5 Illustration of simultaneous brightness contrast. The upper row contains rectangles of an identical gray. The lower rectangles are a lighter gray, also identical. The graph below illustrates the effect of a DoG filter applied to this pattern.

93

Bandas de Mach

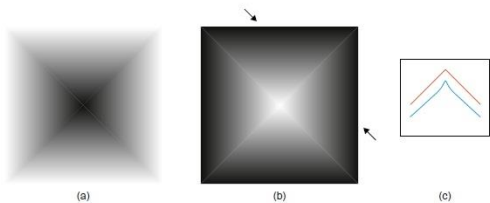


Figure 3.6 Illustration of Mach banding. (a, b) Dark and bright Mach bands are evident at the boundaries between the internal triangles. (c) The red curve shows the actual brightness profile between the two arrows. The blue curve shows how the application of a DoG filter models the bright bands that are seen.

94

Ilusão de Chevreul

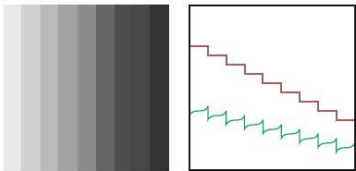


Figure 3.7 The Chevreul illusion. The measured lightness pattern is shown by the staircase pattern on the right. What is perceived can be closely approximated by a DoG model. The lower plot on the right shows the application of a DoG filter to the staircase pattern shown above.

95

Contraste Simultâneo e Erros na Leitura de Mapas

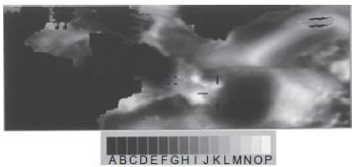


Figure 3.8 A gravity map of the North Atlantic Ocean. Large errors occur when gray-scale maps are read using a key.

96

Efeitos do Contraste e Artefatos em Computação Gráfica

- As bandas de Mach, e os efeitos de contraste, destacam as deficiências nos algoritmos de sombreamento.
- A suavização das superfícies é feita muitas vezes usando polígonos (para simplificar acelerar a renderização).
- Isso leva a artefatos visuais devido à forma como o sistema visual aumenta os limites nas bordas dos polígonos.
- Sombreamentos:
 - Uniforme
 - Gouraud
 - Phong

97

Efeitos do Contraste e Artefatos em Computação Gráfica

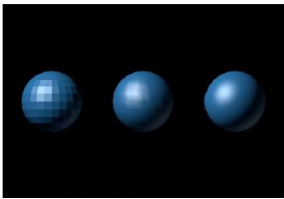
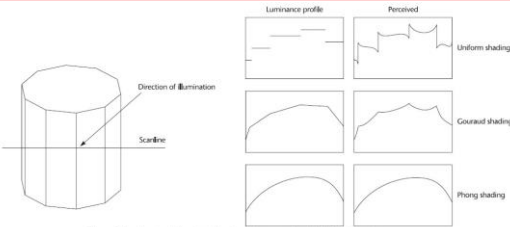


Figure 3.9 Three different shading methods used in computer graphics. Flat shading on the left is subject to the Chevreul illusion. Gouraud shading in the center results in Mach banding. Phong shading, on the right, produces something that looks smooth even though it is based on the same number of facets.

98

Efeitos do Contraste e Artefatos em Computação Gráfica



The contrast mechanisms of the early visual system enhance a number of artifacts that occur in computer graphics shading algorithms. The illustration at the top shows a single line of pixels through a rendering of a cylinder approximated by a set of rectangular panels. The plots in the left-hand column illustrate the actual light-level distributions that result from three common techniques used in computer graphics. The plots in the right-hand column show how the lack of smoothness in the result is increased by the application of the DSS model.

99

Realce de Borda

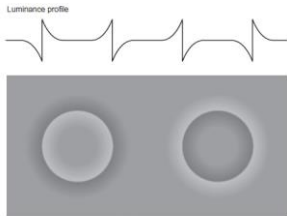


Figure 3.10 The Cornsweet effect. The curve above shows a horizontal luminance profile across the image below. The areas in the centers of the circles tend to look lighter than the surrounding area, even though they are actually the same shade. This provides evidence that the brain constructs surface color based largely on edge contrast information.

100

Realce de Borda

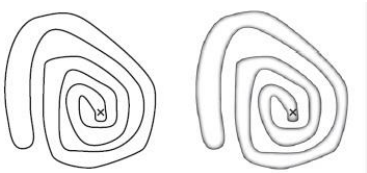


Figure 3.11 It is difficult to see if the X is inside or outside of the bounded region. Using a Cornsweet contour makes it possible to see the solution much more rapidly.

101

Realce de Borda



Figure 3.12 Seurat deliberately enhanced edge contrast to make his figures stand out.

102

Realce de Borda

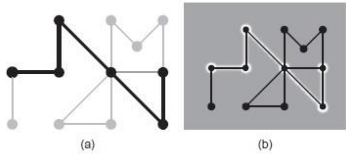


Figure 3.13 Two methods for highlighting a node-link diagram. (a) The contrast is reduced for the less important parts of the network. (b) The background contrast is increased using haloing to emphasize important parts.

103

Luminância, Brilho, Luminosidade e Gama

- Os efeitos de contraste podem causar problemas irritantes na apresentação dos dados, mas uma análise mais profunda mostra que eles também podem ser usados para revelar os mecanismos subjacentes à percepção normal.
- Os graves efeitos de contraste ilusório em monitores de computador são principalmente uma consequência da natureza empobrecida desses monitores, não de qualquer inadequação do sistema visual.

104

Constância

- Para sobreviver, precisamos ser capazes de manipular objetos no ambiente e determinar suas propriedades.
- Não precisamos saber se a luz que estamos vendo é fraca (dia nublado) ou brilhante (sol do meio-dia).
- Muitas vezes à custa de perda de informações sobre a qualidade e quantidade de luz que entra no olho.
- Este fenômeno, o fato de que nós experimentamos superfícies coloridas e não de luz colorida, é chamado de constância de cores.
- Três termos são usados para descrever o conceito geral de quantidade de luz: luminância, brilho e luminosidade.

105

Constância

- A **luminância** é a mais fácil de definir; refere-se à quantidade medida de luz proveniente de alguma região do espaço. É medido em unidades como candelas por metro quadrado. Pode ser medido fisicamente.
- O **brilho** geralmente se refere à quantidade percebida de luz proveniente de uma fonte.
 - Cuidado: pessoas falam sobre cores vivas, mas vivas ou saturadas são termos melhores.
- A **luminosidade** (claridade) geralmente se refere à refletância percebida de uma superfície. Uma superfície branca é clara. Uma superfície preta é escura.

106

Luminância

- Medida física utilizada para definir uma quantidade de luz na região visível do espectro electromagnético.
- É uma medição de energia de luz ponderada em função de sensibilidade do sistema visual humano.

$$L = \int_{400}^{700} V_{\lambda} E_{\lambda} \delta \lambda \tag{3.2}$$

- Medida em unidades como candelas por metro quadrado.

107

Luminância

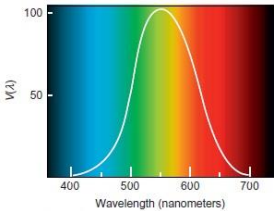


Figure 3.14 The CIE $V(\lambda)$ function representing the relative sensitivity of the human eye to light of different wavelengths.

108

Luminância

Table 3.1 *V(λ) Function*

λ(nm)	Sensitivity	λ(nm)	Sensitivity	λ(nm)	Sensitivity
400	.0004	510	.5030	620	.3810
410	.0012	520	.7100	630	.2650
420	.0040	530	.8620	640	.1750
430	.0116	540	.9540	650	.1070
440	.0230	550	.9950	660	.0610
450	.0380	560	.9950	670	.0320
460	.0600	570	.9520	680	.0170
470	.0910	580	.8700	690	.0082
480	.1390	590	.7570	700	.0041
490	.4652	600	.6310	710	.0010
500	.3230	610	.5030	720	.0005

Note: Luminance sensitivity as it varies with wavelength.

Exibindo Detalhes

- ❑ Para facilitar a leitura, é essencial que o texto tenha uma diferença de luminância razoável a partir do seu fundo.
- ❑ A ISO 9241, parte 3 recomenda um mínimo de 3:1 na taxa de luminância de texto e o fundo; 10:1 é a preferida.
- ❑ Esta recomendação pode ser generalizada para a exibição de qualquer tipo de informação onde finos detalhes de resolução são desejáveis.

Brilho

- ❑ O termo brilho normalmente se refere à quantidade percebida de luz proveniente de fontes auto-luminosas.
- ❑ Relaciona-se com a percepção do brilho das luzes indicadoras em uma tela escurificada
- ❑ Exemplos:
 - ❑ Em uma noite escura, o cockpit do avião; e
 - ❑ Pontes de navios.
- ❑ As leis que regem o comportamento valem em ambientes escuros e devem ser analisadas para monitores.

Monitor Gamma

- ❑ A maioria das visualizações são produzidas em telas de monitores.
- ❑ Qualquer um que é sério sobre a produção de uma coisa como uma escala de cinza com passos perceptualmente iguais, ou reproduções de cor em geral, deve vir a lidar com as propriedades dos monitores de computador.

Monitor Gamma

- ❑ A relação da luminância física com o sinal de entrada em um monitor é aproximada por uma função gama:
- ❑ $L = V^\gamma$
- ❑ Onde:
 - ❑ L = luminância;
 - ❑ V = voltagem; e
 - ❑ γ = constante empírica que varia muito de monitor para monitor (os valores podem variar de 1,4 a 3,0).
- ❑ Existem formas para a calibração de monitor disponíveis.

Monitor Gamma

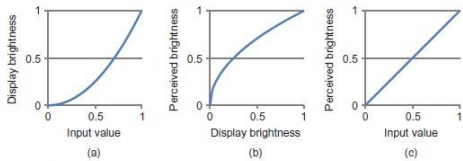


Figure 3.15 (a) On a computer display, the brightness increases faster than the input value. (b) Perceived brightness of a display varies in the opposite way. (c) The two effects cancel out.

Adaptação, Contraste, Constância de Luminosidade

- Uma das principais tarefas do sistema visual é extrair informações sobre a luminosidade e cor dos objetos, apesar de uma grande variação na iluminação e condições de visualização.
- A luminância está completamente relacionada à luminosidade ou luminosidade percebida.
 - Em um dia claro sob a luz do sol com 1000 candelas de luz por m² medidas com um fotômetro. Um papel negro reflete 10% da luz disponível (100 candelas por m²)
 - Em um escritório típico, a mesma leitura em um papel branco será de 50 candelas por m².

115

Adaptação, Contraste, Constância de Luminosidade

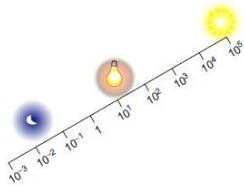


Figure 3.16 The eye/brain system is capable of functioning over a huge range of light levels. The amount of light available on a bright day at the beach is 10,000 times greater than the light available in a dimly lit room.

116

Adaptação, Contraste, Constância de Luminosidade

- Ambiente interior normal (50 lux) em um dia brilhante de verão (50000 lux).
- As mudanças de ambiente provocam no sistema visual períodos de adaptação.
- Além da alteração na sensibilidade do receptor, a íris do olho abre e fecha. Isto modula a quantidade de luz que entra na pupila. É um fator muito menos significativo do que a alteração na sensibilidade do receptor.
- Existe o fotopigmento dos receptores. Somos brevemente cegos ao entrar em uma sala escura, vindos da luz solar brilhante.

117

Contraste e Constância

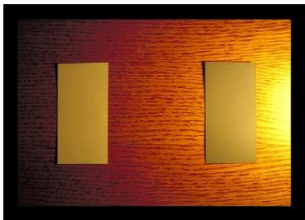


Figure 3.17 These two pieces of paper are illuminated by a desk lamp just to the right of the picture. This makes the amount of light reflected from the gray paper about the same as the light reflected from the white paper.

118

Contraste no Papel e na Tela

- Reproduções em papel de contraste e constância do efeito anterior são frequentemente menos convincente que são em laboratório.
- Os dois pedaços de papel podem não parecer muito diferentes, mas experimente o experimento com sua própria lâmpada de mesa e papel. Dois furos perfurados em um pedaço de papelão opaco pode ser usado como uma máscara, permitindo que você compare o brilho dos pedaços de papel cinza e branco.
- Um efeito relacionado ocorre com percepção de profundidade e imagens em perspectiva ou 3D.

119

Percepção da Luminosidade da Superfície

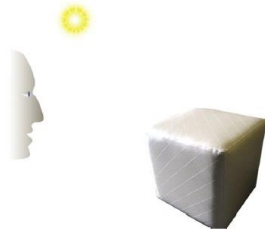


Figure 3.18 When making surface lightness judgments, the brain can take into account the fact that a surface turned away from the light receives less light than a surface turned toward the light.

120

Percepção da Luminosidade da Superfície

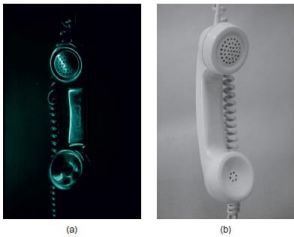


Figure 3.19 These two photographs show a scene in which everything is black and another where everything is white.

Information Visualization: Perception For Design

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

121

121

Diferenças de Luminosidade e Escala de Cinza

- Suponha que deseja exibir informação de mapas usando uma escala de cinza. Poderíamos, por exemplo, o desejo de ilustrar a variabilidade na densidade populacional dentro de uma região geográfica. Ex. Figura 3.8.
- Lei de Weber: pequenas diferenças são sempre notadas, como constantes.
- Contraste crisping: as diferenças são percebidas maiores quando amostras são semelhantes a cor de fundo.

Information Visualization: Perception For Design

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

122

122

Contraste Crispening

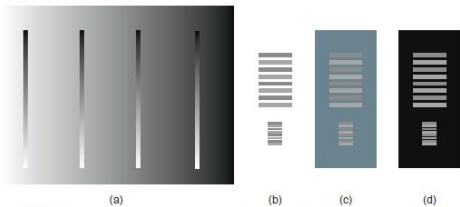


Figure 3.20 (a) All the gray strips are the same. Perceived differences between gray-scale values are enhanced where the values are close to the background gray value, an effect known as crispening. (b, c, d) The differences in the grays of the gray lattice are more evident (c) than with either the white (b) or the black (d) backgrounds, another example of crispening.

Information Visualization: Perception For Design

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

123

123

Iluminação do Monitor e Redondezas do Monitor

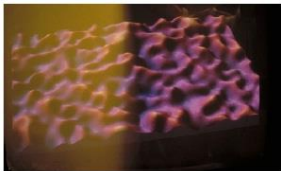


Figure 3.21 A monitor with a shadow falling across the left-hand side. Under normal viewing conditions, a significant proportion of the light coming from a screen is reflected ambient room illumination.

Information Visualization: Perception For Design

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

124

124

Iluminação do Monitor e Redondezas do Monitor

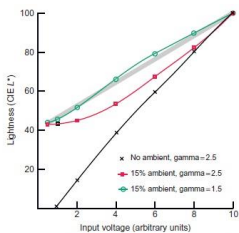


Figure 3.22 The three curves show how monitor gun voltage is transformed into lightness, according to the CIE model, with different amounts of ambient light reflected from the screen and different gamma settings.

Information Visualization: Perception For Design

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

125

125

Iluminação do Monitor e Redondezas do Monitor

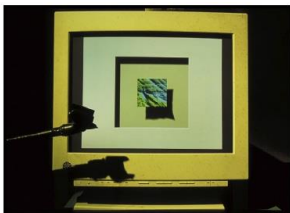


Figure 3.23 A projector was set up containing a mask specifically designed so that no light actually fell on the portion of the monitor screen containing the image. In this way, the illumination in the virtual environment displayed on the monitor was made to closely match the room illumination falling on the monitor frame and stand.

Information Visualization: Perception For Design

Luminosidade, Brilho, Contraste e Constância

126

126

Bibliografia

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

127