

PERCEPÇÃO DE PROFUNDIDADE

AUTOR

Thomas Salmon: Northeastern State University, USA

REVISOR

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, USA

CONTEXTO DE ESTEREOPSIA

A visão fornece-nos informações sobre aquilo que as coisas *são*, e *onde* estão. A percepção visual daquilo que é um objecto, depende em grande parte da imagem da retina e processamento neural que suporta a visão monocular. Aspectos da visão monocular que já foram estudados incluem:

- Visão espacial (sensibilidade ao contraste, acuidade visual, etc.)
- Visão de cor
- Adaptação Visual
- Visão temporal

A percepção do local onde as coisas estão pode ser referida como sendo percepção espacial. A percepção espacial pode ser dividida no sentido de direcção e distância. A direcção visual é uma função da visão monocular e binocular. Anteriormente no semestre, tínhamos estudado:

- Direcção visual oculocêntrica (monocular) e
- Egocêntrica (binocular)

PERCEPÇÃO DE PROFUNDIDADE

A visão monocular e binocular contribuem para nossa percepção de distância — ou seja, a **percepção de profundidade**. A percepção de distância pode ser categorizada em percepção de profundidade absoluta e relativa.

- A percepção de profundidade absoluta (percepção de distância) é uma estimativa da distância física, em unidades como metros, para um objecto. Baseia-se principalmente em sinais de profundidade monocular.
- A percepção de profundidade relativa (percepção de profundidade) estima a localização dos objectos em relação aos outros objectos, e não em termos de distâncias físicas. Baseia-se em sinais de profundidade monocular e binocular.

Note que uma pessoa ainda pode ter percepção de profundidade mesmo sem estereopsia. Na verdade, ao visualizar objectos ao longe (para além de cerca de 6 metros), a estereopsia contribui pouco para a percepção de profundidade; as pistas monoculares são geralmente mais importantes. A estereopsia fornece apenas informações de profundidade

relativa, enquanto as estimativas absolutas de distância requerem pistas monoculares. As pistas monoculares e a estereopsia trabalham em conjunto para fornecer informações de profundidade absoluta e relativa.

PISTAS DE PROFUNDIDADE MONOCULAR

Uma revisão das pistas de profundidade monocular pode ser encontrada no capítulo 10 Schwartz. Pistas de profundidade monocular incluem **pistas pictóricas**, **paralaxe de movimento** e o **efeito de profundidade cinético**. Quando pensamos em pistas de profundidade monocular, normalmente pensamos em pistas pictóricas, as quais são as características geométricas ou efeitos de imagem contidos em imagens a duas dimensões que dão a ilusão de profundidade ou distância. Vemos estas pistas todos os dias em monitores de computador, televisões e em fotografias. Mesmo que as imagens sejam planas, nós percebemos a profundidade ou distâncias. Essas ilusões de profundidade não requerem uma visão binocular. Algumas das pistas de profundidade pictórica são:

Tamanho

O tamanho da imagem da retina pode ser usado para estimar a distância ao objeto. O tamanho da imagem é inversamente proporcional à distância. Requer algum conhecimento sobre o objeto. A imagem de uma pessoa a uma longa distância é percebida como sendo pequena, mas consegue calcular aproximadamente qual a sua altura. Com esse entendimento, pode estimar a verdadeira distância.

Uma diminuição no tamanho da imagem da retina pode ser causada por duas coisas:

- 1) Tamanho do objeto permanece constante, mas aumenta a distância, ou
- 2) A distância permanece inalterada, mas o objeto encolhe.

Uma vez que sabe que a maioria dos objectos não encolhem ou crescem, o cérebro geralmente interpreta as alterações no tamanho da imagem da retina de acordo com a escolha # 1 — a distância, não é o tamanho do objeto que está a mudar. Isto está intimamente relacionado com o princípio da **constante do tamanho**. Este é o princípio que, na visão, o tamanho de um objecto permanece relativamente constante, mesmo que haja alterações no tamanho na imagem da retina.

A **constância de forma** (constante da forma) é semelhante à constante do tamanho. A forma percebida de um objecto permanece relativamente constante, mesmo que mude a forma real da imagem da retina, como acontece devido a alterações no ângulo de visão. A constância do tamanho pode ser usada para explicar algumas ilusões interessantes, tais como a **ilusão da Lua** (Schwartz p. 243-244) ou ilusões como aquelas ilustradas em **Schwartz Fig. 10-1** ou **Steinman 7-1**. Uma ilusão semelhante é descrita na lei da Emmert, a qual afirma que,

Uma pós-imagem projectada ou uma memória fotográfica é alterada a nível de tamanho em proporção à distância da superfície sobre a qual é projetada (Dictionary of Visual Science, 4th Edition). Uma imagem fotográfica (eidetic) é definida no Dicionário de Ciência Visual como, "uma imagem mental extremamente experiente, baseada na recordação de uma experiência visual anterior e caracterizada pela sua nitidez, realismo aparente e precisão de detalhes". (Dictionary of Visual Science, 1997)

Steinman Fig. 7-2 Ilustra a lei de Emmert. Consegue explicar esta imagem?



Figure 25.1 O homem está a segurar uma pequena pessoa na palma da mão?

A constante do tamanho cria esta ilusão. Consegue explicar como?

P Consegue explicar a ilusão da lua? (Fig 25.2)?



Figura 25.2 A ilusão da lua.

Perspectiva Linear

Isto baseia-se no princípio de tamanho (acima).

A distância entre duas linhas paralelas diminui com o aumento da distância.

Textura

- Também está relacionada com o princípio de tamanho.
- O tamanho angular dos padrões de repetição diminui com a distância.



Figura 25.3 Tamanho, perspectiva linear e textura são aqui demonstrados.

- Os objectos mais perto tapam os objectos que estão mais longe.

Nitidez

- É também conhecido por perspectiva aérea.
- Objectos mais distantes parecem ter menor contraste, ou podem parecer ligeiramente desfocados.
- Isto é baseado em princípios ópticos como a dispersão ou a desfocagem.

A luz e sombra também contribuem fortemente para a nossa percepção de profundidade tridimensional e de longe.

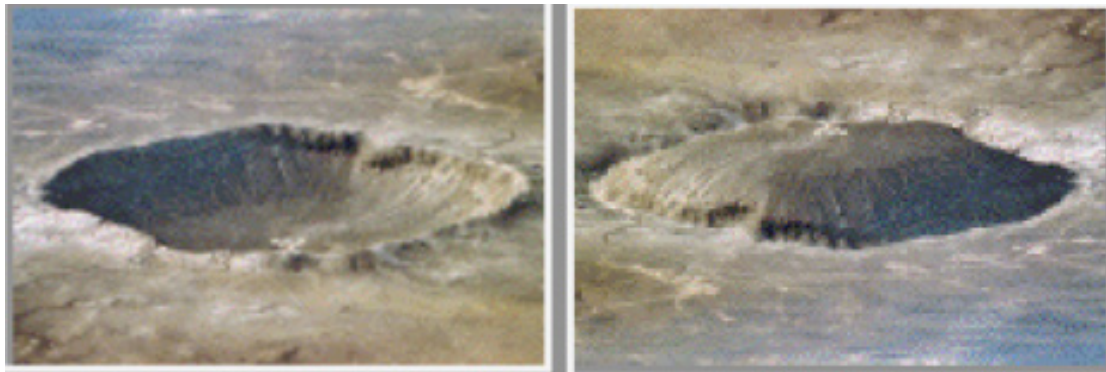


Figura 25.4 Duas imagens idênticas, excepto a da direita foi virado do avesso. Isso inverte a posição dos contornos claros/escuro e cria uma percepção de profundidade completamente diferente.



Figure 12.4 Quantas pistas monoculares de profundidade consegue identificar nesta pintura por Dru Blair, o famoso artista da aviação? Observe também a forte ilusão de movimento. (<http://www.drublair.com>)

Movimento de paralaxe

O **movimento de paralaxe** também pode fornecer informações de profundidade monocular vivas, porque se visualizar uma cena enquanto se movimenta, a posição relativa dos objectos muda, dependendo da sua localização relativamente ao seu ponto de fixação (**Steinman Fig. 7-9**). É por esta razão que quando se desloca ao longo de uma estrada, à noite, e observando árvores, a Lua parece estar a mover-se na sua direcção. Por outro lado, se fixar as árvores, objectos mais próximos parecerão mover-se na direcção oposta.

- Objectos mais perto do que a fixação – movimento contra
- Objectos para além da fixação – movimento com

O movimento de paralaxe pode também ser usado para determinar se uma opacidade ocular, vista durante a oftalmoscopia directa, está localizada à frente ou atrás da pupila.

Efeito de Profundidade Cinético e Movimento Biológico

Outra sugestão de profundidade monocular é o **efeito da profundidade cinético**. A imagem plana de um objeto em rotação, como uma animação de computador, ou a sombra de um fio, projetado numa tela, adquire uma forte percepção de profundidade tridimensional devido ao movimento da imagem (**Steinman Fig. 7-10**). O efeito da profundidade cinética e o **movimento biológico** pode fornecer um forte sentido de percepção de profundidade tridimensional mesmo que eles não sejam um fenómeno binocular.

“Uma variedade de pistas, incluindo a disparidade binocular, sobreposição, sombreamento e textura, é usada pelo sistema visual para inferir a estrutura e profundidade. No entanto, pode-se deduzir uma percepção muito convincente da estrutura e da profundidade baseada no movimento por si só.[...] As transformações no campo visual que resultam do movimento dos objectos, bem como dos movimentos do corpo, cabeça e olhos, pode ser suficiente para produzir uma percepção de profundidade. A percepção de profundidade resultante da transformação sistemática das imagens da retina é chamada de efeito de profundidade cinético.[...] A nossa capacidade de inferir a estrutura e a

profundidade é tão poderosa que o movimento sozinho, sem forma, pode ser um estímulo suficiente... Um tipo particular de movimento, movimento biológico, é produzido a partir de complexos padrões de movimento produzido por seres humanos e animais.[...] Johansson anexou luzes aos ombros, cotovelos, pulsos, ancas, joelhos e tornozelos de atores e de seguida filmou os mesmos a deslocarem-se dentro de um quarto escuro. Tudo o que era visível no filme foi o padrão de movimentos feito pelas luzes. Para sua grande surpresa, Johansson e os colegas descobriram que assim que os atores começaram a mover-se, os observadores “naive”, poderiam imediatamente perceber que as luzes estavam conectadas a seres humanos.

Uma técnica chamada captura de movimento permite que o movimento real seja gravado e aplicado a personagens digitais. Um actor usa marcadores refletoras nas articulações principais do corpo, e câmaras circundantes gravam o movimento da luz infravermelha refletida no computador. Mais tarde, estes dados de movimento são transferidos para a personagem digital.

O seguinte site, (<http://www.pbs.org/wgbh/nova/specialfx2/>) descreve como os efeitos especiais, incluindo captura de movimento, foram utilizados para criar pessoas virtuais para o filme Titanic e ele tem outras manifestações interessantes, tais como uma Marilyn Monroe virtual (<http://www.pbs.org/wgbh/nova/specialfx2/marilyn.html>). Essa técnica também foi usada para criar a personagem, Gollum, na trilogia Senhor dos Aneis. Para ver um vídeo interessante sobre a forma como criaram Gollum, vá ao site e seleccione o "the "Bringing Gollum to Life video Gollum". (http://www.lordoftherings.net/index_flat_editorials_golluminterview.html)



Figura 25.6 Gollum, representada pelo actor Andy Serkis.

Estas pistas de profundidade monocular fornecem um sentido muito útil de profundidade e em muitas situações as pistas de profundidade monocular são superiores às pistas binoculares tais como a estereopsia. Por vezes as pistas de profundidade monocular podem entrar em conflito entre elas e levar a ilusões visuais interessantes. Algumas ilusões comuns são descritas em in Schwartz Capítulo 10. Algumas de melhores demonstrações de ilusões visuais podem ser encontradas no site da internet:

http://psylux.psych.tudresden.de/i1/kaw/diverses%20Material/www.illusionworks.com/html/jump_page.html

BIBLIOGRAFIA

Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999. Chapter 10.

Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000. Chapter 7.

Cline D, Hofstetter HW and Griffin JR. **Dictionary of visual science. 4th Edition**. Butterworth-Heinemann, Michigan. 1997.

Benjamin, W. **Borish's Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006. Chapter 21.

Goss DA. **Ocular accommodation, convergence, and fixation disparity: A manual of clinical analysis**. Butterworth-Heinemann, Michigan. 1995.

- Kaufmann PL, Alm A and Francis HA. **Adler's Physiology of the Eye, 10th Ed.** Mosby, St. Louis, 2003.
- Schor CM and Ciuffreda KJ. **Vergence eye movements: Basic and clinical aspects.** Butterworth, Michigan. 1983.
- Von Noorden GK. **Binocular Vision and Ocular Motility - 5th Edition.** Mosby, St. Louis. 1996.
- Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician.** Mosby, St. Louis, 1995.
- Griffin JF. Binocular Anomalies - **Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition,** Butterworth-Heineman, 1995.
- Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior,** Appleton & Lange, 1995.
- Reading RW. **Binocular Vision.** Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.
- Hart W. **Adler's Physiology of the Eye, 9th Ed.** Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.