CÁC HIỆN TƯỢNG LẬP THỂ VÀ HÌNH LẬP THỂ

TÁC GIẢ

Thomas Salmon: Đại học Northeastern State, Hoa kì

THẨM ĐỊNH

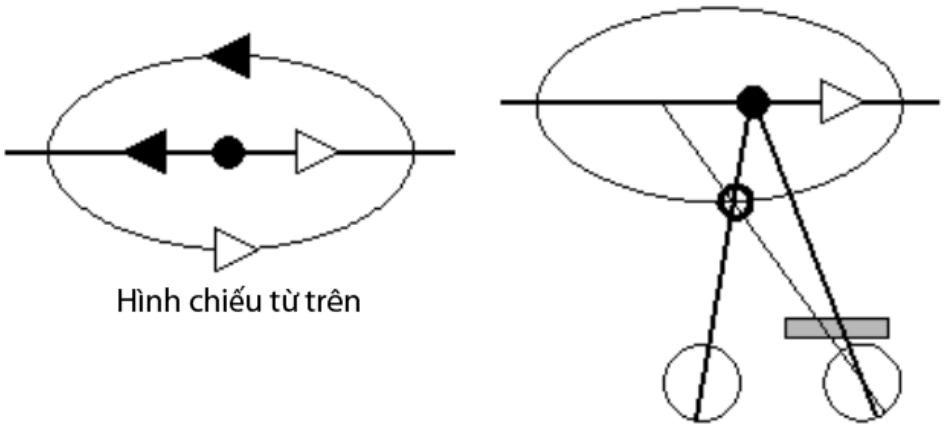
Scott Steinman: Đại học khúc xạ nhãn khoa Nam California, Hoa kì

HIỆN TƯỢNG (HIỆU ỨNG) PULFRICH

Một hiện tượng 2 mắt thú vị xảy ra khi bạn quan sát một quả lắc đu đưa trong những điều kiện sau:

- Quả lắc đu đưa ở một mặt phẳng song song với mặt
- Kính lọc độ đen trung tính được đặt trước một mắt.

Nếu kính lọc được đặt trước mắt phải, quả lắc sẽ dường như đu đưa theo một đường hình bầu dục hơn là theo đường song song với mặt, như được minh họa ở Hình 28.1 trái. Đây là **hiệu ứng Pulfrich** và được giải thích dựa trên thực tế là kính lọc làm giảm độ rọi võng mạc ở một mắt, khiến cho tín hiệu thần kinh từ võng mạc đó hơi trễ hơn so với mắt kia. Cần thấy rằng hướng của đường hình bầu dục nhận thấy được (theo chiều kim đồng hồ trái với ngược chiều kim đồng hồ) phải gắn với với mắt bị trễ, nhất là để chẩn đoán viêm thị thần kinh. Ở Hình 28.1, mặc dù cả 2 mắt nhìn vào quả lắc (chấm đen) nhưng mắt trái xử lí ảnh cho vị trí hiện tại của nó, còn mắt phải xử lí tín hiệu cho vị trí của quả lắc một giây lát trước đó. Thực tế như thể là mắt phải thấy quả lắc hơi lệch sang trái. Điều này tạo ra chênh lệch võng mạc ở 2 ảnh. Do thông tin chênh lệch, vị trí biểu kiến của vật hơi gần người quan sát hơn là vị trí thực của quả lắc.



Hình 28.1 *Hiện tượng Pulfrich.*

Bất kì tình huống nào gây ra chênh lệch độ rọi võng mạc giữa 2 mắt đều có khả năng gây ra hiệu ứng Pulfrich. Một số thí dụ:

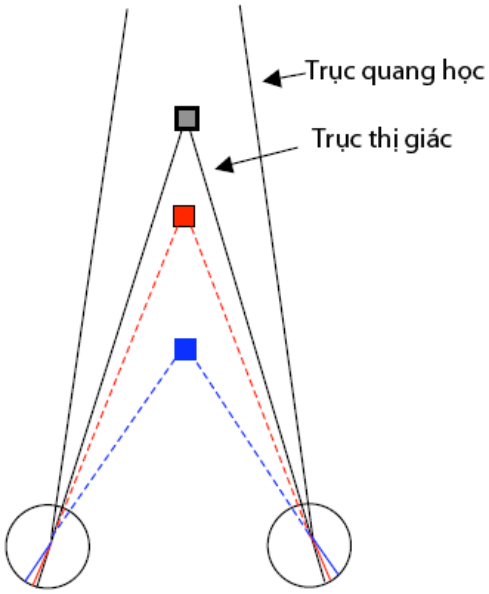
- Chênh lệch kích thước đồng tử nhiều
- Viêm thị thần kinh
- Màn hiển thị gắn trên đầu hoặc kính thực tế ảo với các độ sáng không tương xứng

THỊ GIÁC LẬP THỂ MÀU

Khi nhìn một hình sặc sỡ có màu xanh và màu đỏ bão hòa cao, bạn có thể thấy rằng các màu dường như nằm ở các khoảng cách khác nhau, dù là chúng thực tế nằm trên cùng một mặt phẳng. Bạn có thể thấy rằng các chữ, "Chromo-" và "stereopsis" ở phiên bản màu của Hình 28.2 dường như lơ lửng trong không gian ở các khoảng cách khác nhau. Một số người quan sát thấy chữ màu đỏ lơ lửng trong không gian gần hơn chữ màu xanh. Một số người lại thấy ngược lại. Đây được gọi là **thị giác lập thể màu**.

Thị giác lập thể màu dựa vào sắc sai của mắt và đòi hỏi trục quang học và trục thị giác của 2 mắt lệch nhau. Điều này được minh họa ở Hình 28.3. Có thể thấy một số thí dụ tốt của thị giác lập thể màu ở trang web sau: http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/scolor-e.html

Hình 28.2 *Một thí dụ thị giác lập thể màu.*



Hình 28.3 *Giải thích thị giác lập thể màu.*

Khi đặt các lỗ ở đúng trước 2 mắt thì có thể tăng cường thị giác lập thể màu và kích thích cảm giác lập thể mạnh mẽ khi nhìn các bức ảnh thường. Một công ty có một loại kính "3-DVG" đặc biệt có tác dụng này đã được cấp bằng sáng chế. Đọc thêm về kính này ở trang web: http://www.3-dvg.com/

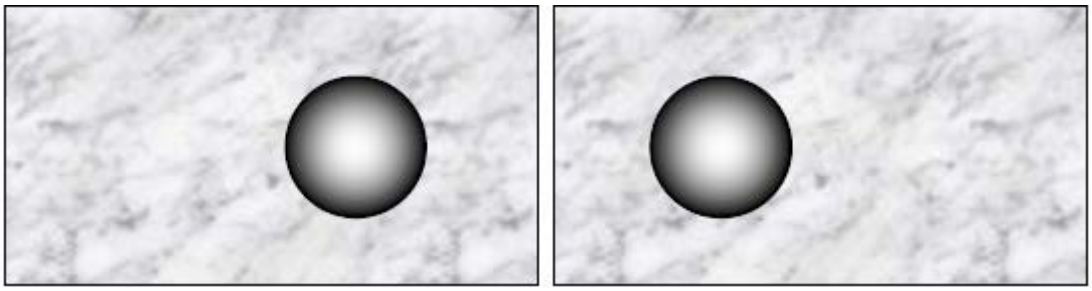
ẢNH LẬP THỂ HỢP THỊ TỰ DO (FREE-FUSION STEREOGRAMS)

Không cần thiết phải dùng kính lập thể, kính polaroid hoặc kính 3D mới có thể nhìn được các cặp hình lập thể. Bằng việc rèn luyện, bạn có thể học cách nhìn 2 hình của một cặp ảnh lập thể được đơn giản đặt cạnh nhau. Các hình này được gọi là **hình nổi hợp nhất tự do**. Bình thường, mắt phải nhìn thẳng trước mặt vào ảnh bên phải trong khi mắt trái nhìn thẳng vào ảnh bên trái. Cũng có thể bắt chéo 2 mắt để cho mỗi mắt nhìn ảnh ở bên đối diện.

Sách của Steinman có nhiều thí dụ của hình nổi hợp nhất tự do, và cũng có các thí dụ trong sách của Borish. Các hình này cũng thường được dùng trong các sách giáo khoa bệnh mắt để giúp các sinh viên và bác sĩ thực hành chẩn đoán các bệnh như glôcôm.

Bạn có thể dễ dàng tạo ra hình nổi hợp nhất tự do theo các bước sau. Một thí dụ được thấy ở Hình 28.4.

1. Vẽ một trường ở trong một khung, nó sẽ là nền được thấy bởi cả 2 mắt.
2. Đặt một vật ở trong khung đó.
3. Chép toàn bộ khung và dán nó bên cạnh khung thứ nhất. 2 khung là các kích thích của 2 mắt.
4. Chọn vật ở trong khung và dịch nó hơi sang một bên. Điều này tạo ra một sự chênh lệch vị trí của nó so với nền. 2 mắt hợp nhất 2 nền, nhưng vật được thấy ở 2 hướng khác biệt một chút ở mỗi mắt. Sự khác biệt này kích thích một hình phối cảnh của cảm giác lập thể.



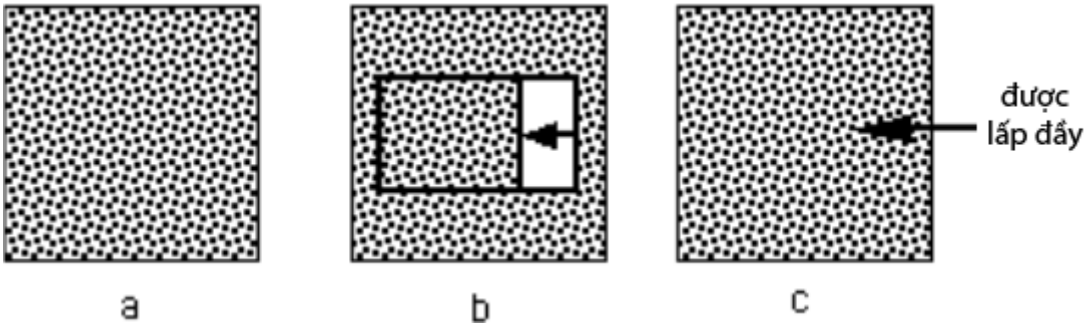
Hình 28.4 *Một hình lập thể hợp thị tự do đơn giản. Nếu mắt phải nhìn khung bên phải và mắt trái nhìn khung bên trái thì nó sẽ kích thích chênh lệch chéo, với "hạt trai màu đen" lơ lửng ở trước nền cẩm thạch.*

BẢNG THỊ LỰC LẬP THỂ CHẤM NGẪU NHIÊN

Để cảm giác lập thể một vật, yêu cầu đầu tiên là vật phải được thấy ở mỗi mắt? Thí dụ, để thấy một hình vuông lập thể thì hình vuông phải được thấy ở mỗi ảnh võng mạc một mắt?

Julesz (http://zeus.rutgers.edu/julesz.html), người đã nghiên cứu thị giác lập thể trong những năm 1960, đã chứng minh rằng sự nhìn thấy ở một mắt không cần thiết cho thị lực lập thể. Ông đã làm điều này bằng cách tạo ra các bảng thị lực lập thể chấm ngẫu nhiên, trong đó hình nhìn thấy bởi mắt phải chỉ là các chấm ngẫu nhiên chứ không có hình rõ ràng. Khi nhìn bằng 2 mắt, chênh lệch vị trí ảnh 2 mắt ở hình chấm ngẫu nhiên giữa ảnh bên phải và ảnh bên trái sẽ kích thích cảm nhận lập thể của một vật.

Steinman Hình 7-28 và Adler's Physiology of the Eye Hình 24-7 minh họa cách thiết kế một bảng thị lực lập thể chấm ngẫu nhiên, và một thí dụ được cho dưới đây ở Hình 28.5. Steinman cho thấy một bảng thị lực lập thể chấm ngẫu nhiên đã hoàn thành ở Hình 7-29.



Hình 28.5 *Cùng một hình chấm ngẫu nhiên được chuẩn bị cho cả 2 mắt, nhưng hình cho một mắt (a) lúc này phải được thay đổi. Một phần được di chuyển (b) để tạo ra chênh lệch, sau đó khoảng trắng lộ ra được lấp đầy bằng các chấm ngẫu nhiên (c).*

Trong hầu hết các điều kiện nhìn tự nhiên, các vật nhìn một mắt và các đặc điểm của chúng được hợp nhất ở 2 mắt. Hệ thống thị giác có khả năng so khớp các đặc điểm tương ứng ở ảnh mắt phải và ảnh mắt trái để tạo ra cảm giác lập thể. Sự làm phù hợp điểm-điểm này (xảy ra giữa các chi tiết giống nhau ở ảnh mắt phải và ảnh mắt trái) được gọi là **thị lực lập thể cục bộ**.

Các hình nổi chấm ngẫu nhiên chứng tỏ rằng, hệ thống thị giác có khả năng tính các độ chênh lệch ở một vùng cảnh rộng hơn nhiều, ngay cả khi không có vật để so khớp hình lập thể cục bộ. Tức là có một vùng rộng các điểm ở trong một ảnh của mắt có chênh lệch so với vùng tương ứng ở ảnh của mắt kia. Sự tính độ chênh lệch tổng thể rộng hơn giữa các ảnh của 2 mắt được gọi là **thị lực lập thể tổng thể**.

HÌNH LẬP THỂ TỰ ĐỘNG (AUTOSTEREOGRAMS)

Có thể đặt 2 hình chấm ngẫu nhiên trên cùng một trang, hoặc thậm chí trong cùng một bức tranh, miễn là mỗi mắt nhìn vào các phần khác nhau của bức tranh. Điều này dẫn đến ý tưởng **hình lập thể tự động**. Dựa vào cũng những nguyên lí ảnh lập thể chấm ngẫu nhiên, Ts. Tyler và Ts. Clarke đã đưa ra các hình lập thể tự động, thí dụ các hình "MagicEye", hình này có thể gây ra cảm giác lập thể mà không dùng kính polaroid, kính nhìn lập thể hoặc ảnh mắt phải và mắt trái riêng biệt. Trong thực tế, ảnh cả mắt trái và ảnh mắt phải đều có ở một hình riêng lẻ. Nguyên lí này đòi hỏi:

- Một hình lặp lại.
- 2 mắt phải hội tụ hoặc phân kì một khoảng rộng lặp lại.
- Sau đó 2 ảnh khác nhau ở mắt phải và mắt trái sẽ có chênh lệch.
- Chênh lệch tạo ra cảm giác lập thể.

Hiện tượng này còn gọi là hiện tượng giấy dán tường, và bạn có thể thấy hiện tượng này khi nhìn tập trung vào giấy dán tường có một hình lặp lại. Trích từ chương của Tyler ở Regan (Chương 3 - Cyclopean Vision):

"*Để tạo ra một hình lập thể tự động, có thể đi ra ngoài hiện tượng giấy dán tường cơ bản và điều chỉnh kiểu chênh lệch bằng cách thay đổi khoảng rộng lặp lại ở mỗi điểm của trường. Có thể tạo ra bất kì bề mặt lập thể nào bằng những thay đổi ở cả hướng ngang và hướng dọc theo cách này*."

Các ảnh lập thể chấm ngẫu nhiên và hình lập thể tự động chứng minh nguyên lí quan trọng là nhận thức hình dạng lập thể không nhất thiết phải có cảm nhận một mắt hình dạng trước đó. Dưới đây là một số trang web có các thí dụ tốt về ảnh lập thể, bao gồm các hình lập thể tự động, các cặp lập thể và các ảnh lập thể chấm ngẫu nhiên. Một số ảnh được gọi là **hình lập thể đơn ảnh** (single image stereograms = SIS) hoặc **hình lập thể đơn ảnh chấm ngẫu nhiên** (SIRDS). Nhiều trang web thú vị khác cũng có trên mạng.

http://www.colorstereo.com/
http://www.ccc.nottingham.ac.uk/~etzpc/gif.html
http://www.magiceye.com/
http://www.st.rim.or.jp/~oso/3dcg.html
http://www.vision3d.com/sgwall.html

THỊ GIÁC LẬP THỂ VÀ CÁC TÍN HIỆU ĐỘ SÂU KHÁC

Thị giác lập thể được gây ra chỉ bởi chênh lệch võng mạc, do đó đảo ngược chênh lệch sẽ đảo ngược hướng của độ sâu nhận thấy. Tuy nhiên, nếu cho một người xem một ảnh lập thể có nhiều tín hiệu độ sâu một mắt thì sự đảo ngược chênh lệch có thể không ảnh hưởng đến độ sâu và khoảng cách của các vật.

Giả sử bạn nhìn vào một ảnh lập thể phân cực có những người nông dân làm việc trên cánh đồng trong đó sự chênh lệch bình thường cho thấy những người nông dân ở cảnh gần, với cánh đồng mở rộng ra xa và các ngọn núi ở xa. Nếu đảo ngược kính thì các ngọn núi có trở thành gần hơn và những người nông dân ở xa hơn không? Điều này không xảy ra.

Câu hỏi Tại sao?

Trả lời

CÁC TEST THỊ LỰC LẬP THỂ TRÊN LÂM SÀNG

Nhiều khám nghiệm lâm sàng đã được đề ra để đánh giá ngưỡng thị lực lập thể của bệnh nhân. Các khám nghiệm này có thể được phân loại thành các test **độ sâu thực** (real-depth) hoặc test **độ sâu phóng chiếu** (projected-depth). Các test độ sâu thực sử dụng các vật ở cách nhau một khoảng nhất định trong không gian để kích thích một mức độ chênh lệch võng mạc đã định. Một số test tương tự các máy Howard-Dolman dùng trong phòng thí nghiệm để đo các vòng đồng thị và ngưỡng thị lực lập thể thực. **Xem Hình 20-18 ở sách của Borish**.

Các test độ sâu phóng chiếu dùng các ảnh phẳng được hợp thị khi nhìn bằng kính phân cực hoặc kính nhìn lập thể. Các hình này tạo ra chênh lệch võng mạc, nó kích thích cảm giác lập thể. Các thí dụ là test Titmus Stereo Fly, và test Reindeer.

Nghiên cứu đã cho thấy rằng ngưỡng thị lực lập thể trung bình ở một quần thể là 14,4 giây cung. Nghiên cứu của họ gợi ý rằng 98% quần thể phải có thị lực lập thể tối đa (chênh lệch ngưỡng thị lực lập thể) trong khoảng 2 đến 38 giây cung. Dựa vào kết quả này, 40 giây cung có thể có thể được coi là giới hạn đạt/không đạt của người lớn, mặc dù một số test lập thể có một vật tiêu 20 giây cung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

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

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

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.

Kaufmann PL, Alm A and Francis HA. **Adler's Physiology of the Eye, 10th Ed**. Mosby, St. Louis, 2003.

Schor CM and Cuifreda 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.

Moses, RA. **Adler's Physiology of the Eye, 8th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.