BrienHoldenVisionInstitute

ĐƯỜNG CONG ROC, MỨC ĐỘ CẢM GIÁC

TÁC GIẢ

Thomas Salmon: Đại học bang Northeastern, Hoa kì

THẨM ĐỊNH

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

CHƯƠNG NÀY BAO GỒM CÁC NỘI DUNG:

- Đường cong ROC
- Thí dụ lí thuyết quyết định trong glôcôm
- Mức độ cảm giác
- 4 tính không đổi

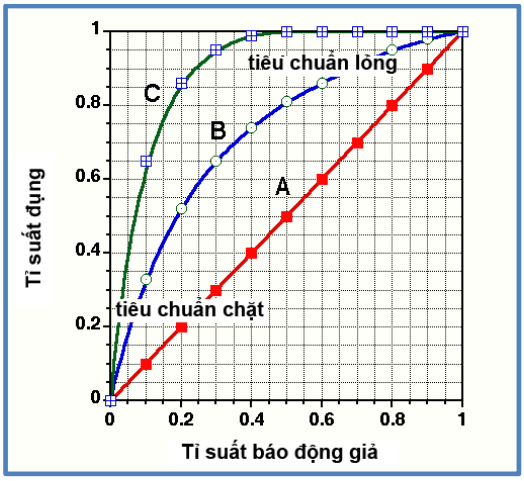
CÁC ĐƯỜNG CONG ROC

Đáp ứng chủ quan có được với các mức tiêu chuẩn khác nhau và các cường độ kích thích khác nhau (khả năng phát hiện, d') có thể được vẽ trên một đường cong ROC (receiver operating characteristic). Nó biểu diễn tỉ suất đụng (số dương tính thực) theo tỉ số báo động giả (số dương tính giả) của nhiều lần thử lặp lại (Hình 33-1 và Schwartz, 2004 Hình 11-9). Mỗi đường cong ROC biểu diễn một mức khả năng phát hiện, tức là một mức cường độ kích thích cao hơn nền. Khi khả năng phát hiện nhỏ thì kích thích khó thấy và bạn có một số lớn báo động giả cũng như số đụng (hits). Một thí dụ cực độ được biểu diễn bằng đường cong ROC-A ở Hình 33-1. Đường cong ROC-A biểu diễn khả năng phát hiện d'=0.

ĐƯỜNG CONG ROC

Câu hỏi: Tại sao?

Trả lời: Đối với các cường độ kích thích cao hơn thì khả năng phát hiện tăng, và vật tiêu sẽ dễ thấy hơn. Sẽ có ít báo động giả hơn và số đụng nhiều hơn, như thấy ở đường cong C.



Hình 33-1: *3 đường cong ROC*

Trong một đường cong ROC, tiêu chuẩn phát hiện được biểu diễn như một điểm đơn trên đường cong, như ở Schwartz, Hình 11-9 A và Hình 33-1. Điều này là vì tiêu chuẩn quyết định xác xuất của cả số đụng và số báo động giả.

THÍ DỤ LÍ THUYẾT QUYẾT ĐỊNH TRONG GLÔCÔM

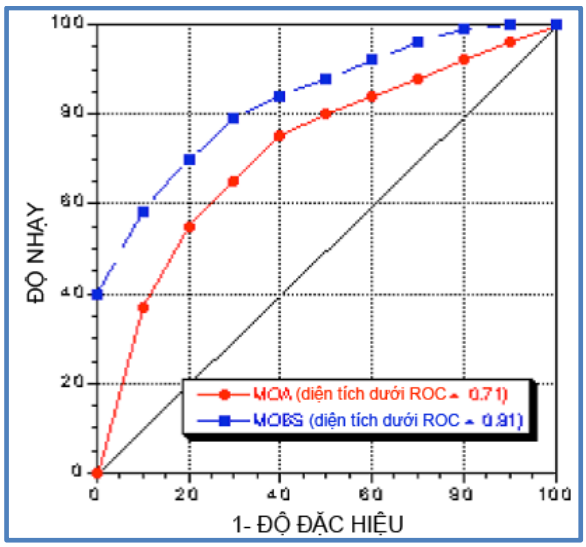
Việc sử dụng đường cong ROC và lí thuyết phát hiện tín hiệu không giới hạn ở các thí nghiệm vật lí thần kinh. Đường cong ROC thường được dùng để đánh giá các test chẩn đoán y học nhằm phát hiện một vấn đề gì đó, chẳng hạn một bệnh trong quần thể (giống như tín hiệu+nhiễu) so với một quần thể bình thường (nhiễu). Các phương pháp này cũng đã được dùng để đánh giá máy GDx (phân tích lớp sợi thần kinh), nhằm đánh giá hiệu quả của nó trong chẩn đoán glôcôm. Đôi khi tỉ suất đụng được gọi là **"độ nhạy"** của test chẩn đoán. Độ nhạy của test là xác suất chẩn đoán đúng bệnh khi có bệnh (dương tính thực). Sự loại trừ đúng đôi khi còn được gọi là **"độ đặc hiệu."** Độ đặc hiệu là xác suất chẩn đoán đúng một tình trạng bình thường khi nó thực tế bình thường (âm tính thực).

Do (báo động giả) = 1 − (loại bỏ đúng)
Bạn cũng có thể nói (báo động giả) = 1 − (độ đặc hiệu)

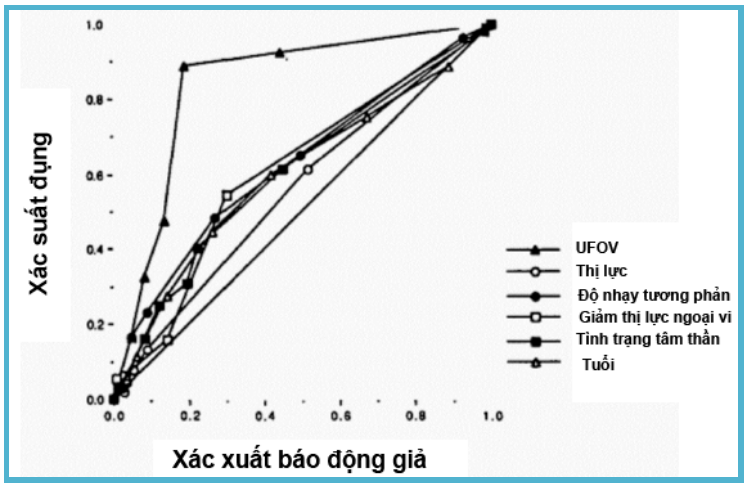
Các đường cong ROC gắn với các test chẩn đoán có thể được vẽ với tỉ suất đụng trên trục y và tỉ suất báo động giả trên trục x, hoặc bạn có thể thấy các đường cong ROC với độ nhạy được vẽ trên trục y và **1- độ đặc hiệu** được vẽ trên trục x. Thí dụ bên dưới (Hình 33-2) lấy từ một bài báo nghiên cứu glôcôm (Johnson C, Samuels SJ. Screening for Glaucomatous Visual Field Loss With Frequency-Doubling Perimetry. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1997, 38: 353-425).

Test chẩn đoán tốt là một test có khả năng phát hiện cao, tức là một đường cong ROC mở rộng đến gần góc trên bên trái hoặc đỉnh của đồ thị ROC. Một thống kê khác được dùng là diện tích dưới đường cong ROC. Một test chẩn đoán tốt hơn phải là test có diện tích dưới đường cong ROC lớn hơn.

THÍ DỤ LÍ THUYẾT QUYẾT ĐỊNH TRONG GLÔCÔM (TIẾP THEO)



Hình 33-2a: *Dùng các đường cong ROC để so sánh 2 test chẩn đoán glôcôm, test MOA và test MOBS. Khả năng phát hiện cao hơn hoặc diện tích lớn hơn ở dưới đường cong ROC cho biết là test tốt hơn. (Trích lại từ: Johnson C, Samuels SJ. Screening for Glaucomatous Visual Field Loss With Frequency-Doubling Perimetry. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1997, 38: 413-425)*



Hình 33-2b: *Thí dụ một đường cong ROC từ bài báo về test thị trường hữu ích (UFOV). Mục đích của nghiên cứu này là tìm một test thị giác có thể dự đoán được những người lái xe lớn tuổi nào có nguy cơ tai nạn giao thông. Test UFOV tốt hơn thị lực hoặc các test khác được liệt kê ở phần chú giải. Tài liệu tham khảo: Ball K, Owsley C, Sloane ME, Roenker DL, Bruni JR. Visual Attention Problems as a Predictor of Vehicle Crashes in Older Drivers. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1993, 34: 3110*

MỨC ĐỘ CẢM GIÁC

Ở phần trên, chúng ta đã bàn về ngưỡng, tức là những kích thích rất khó phát hiện. Cũng có thể làm các thí nghiệm vật lí thần kinh để đo đáp ứng đối với các kích thích trên ngưỡng. Thí dụ, mức độ cảm giác tăng thế nào khi tăng cường độ kích thích lên quá ngưỡng? Thí dụ, một chữ 20/40 có khó thấy gấp 2 lần so với một chữ 20/20 không?

Nhằm để tìm ra một "định luật vật lí thần kinh", nhà toán học Daniel Bernoulli (1738) đã đưa ra lí luận rằng người ta phản ứng với tiền tương xứng với giá trị nhận thức được hơn là giá trị thực tế của nó. Do đó, một số tiền cố định (thí dụ $20) có giá trị lớn hơn nếu người đó nghèo, nhưng nó trở thành ít giá trị hơn khi người đó trở thành giàu hơn bởi vì nhận thức của người đó về số lượng lúc này đã thay đổi. Bernoulli đề ra rằng giá trị tiền nhận thấy tăng bằng logarit của số tiền mà người đó có.

MỨC ĐỘ CẢM GIÁC (TIẾP THEO)

ĐỊNH LUẬT WEBER

Chúng ta đã nghiên cứu định luật Weber ở phần thích ứng sáng. Định luật Weber áp dụng cho sự nhận thấy một ngưỡng lượng tăng trên một nền (Schwartz, 2004 Hình 11-9). Weber đưa ra khái niệm **"độ chênh lệch vừa đủ thấy"** (just noticeable difference-JND), nó là lượng tăng nhỏ nhất có thể nhận thấy. Cần nhớ lại rằng JND, hoặc lượng tăng cần thiết để nhận thấy một kích thích trên một nền, là một tỉ số không đổi của cường độ nền. Schwartz, 2004 Hình 11-11 minh họa điều này bằng một trường hợp trong đó một bệnh nhân cố gắng phát hiện một chữ màu xám sẫm trên một nền màu xám nhạt. Bệnh nhân vừa đủ thấy được chữ ở độ rọi thấp nếu độ sáng nền là 102 và độ sáng của chữ là 100, tức là L (JND) bằng 2. Tỉ số Weber trong trường hợp này bằng:

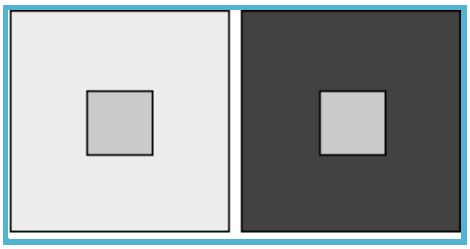
$$W_1 = \frac{\Delta L_1}{\text{nền_}L_1} = \frac{2}{102} = 0.196$$

Nếu độ rọi của toàn bộ bảng được tăng 100 lần thì độ sáng nền sẽ tăng tới 10200 và chữ sẽ vừa đủ thấy được nếu độ sáng của nó là 10000. Trong trường hợp này L (JND) bằng 200 và tỉ số Weber là:

$$W_2 = \frac{\Delta L_2}{\text{nền_}L_2} = \frac{200}{10200} = 0.196$$

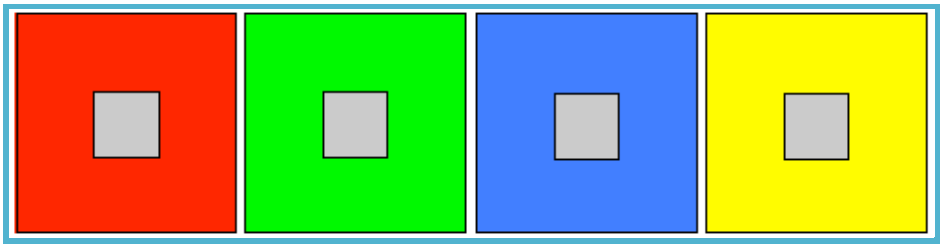
Tỉ số Weber nêu rằng khi nhận thấy được một lượng tăng trên một nền thì JND (L) là một tỉ số không đổi của cường độ nền. Điều này liên quan chặt chẽ với tương phản, do đó trên một dải rộng các độ sáng thì tương phản quyết định sự dễ nhìn thấy chứ không phải độ sáng tuyệt đối.

Nó cũng có nghĩa là độ sáng nhận thấy của một vật sẽ bị ảnh hưởng nhiều bởi nền của nó. Schwartz, 2004 Hình 11-12 minh họa điều này trong một hiện tượng gọi là tương phản đồng thời (Hình 33-3).



Hình 33-3: *Tương phản đồng thời*

Một hiện tượng tương tự, gọi là **tương phản màu đồng thời** được minh họa ở Hình 33-4.



Hình 33-4: *Trong tương phản màu đồng thời, một diện tích màu xám bao quanh bởi một trường có màu sẽ dường như lấy màu bổ sung của phần bao quanh*

Trong **tương phản màu nối tiếp**, nếu bạn nhìn chằm chằm vào một màu, sau đó nhìn một trường màu trắng thì bạn sẽ thấy một hậu ảnh có màu bổ sung của màu mà bạn đã nhìn vào.

MỨC ĐỘ CẢM GIÁC (TIẾP THEO)

ĐỊNH LUẬT LOGARIT FECHNER

Công trình của Weber với các ngưỡng là cơ sở cho thuyết Fechner sau này về các cảm giác trên ngưỡng. Fechner (1860) đã giả định rằng có tồn tại một mối liên quan như vậy, và điều này đưa đến **định luật logarit FECHNER** nói rằng mức độ cảm giác (S) tăng tỉ lệ với logarit của cường độ kích thích (I). Biến số c là một hằng số, nó liên quan với định luật Weber.

$S = c \cdot \log(I)$

Ông đã dùng phương pháp chia tỉ lệ gián tiếp bằng cách giả định rằng các cảm giác tăng theo cùng kích thước bậc như là lượng tăng phát hiện ngưỡng, tức là như là một hàm trực tiếp của JND (hoặc L ở các thí dụ trên). Định luật logarit Fechner còn được gọi là **định luật vật lí thần kinh**.

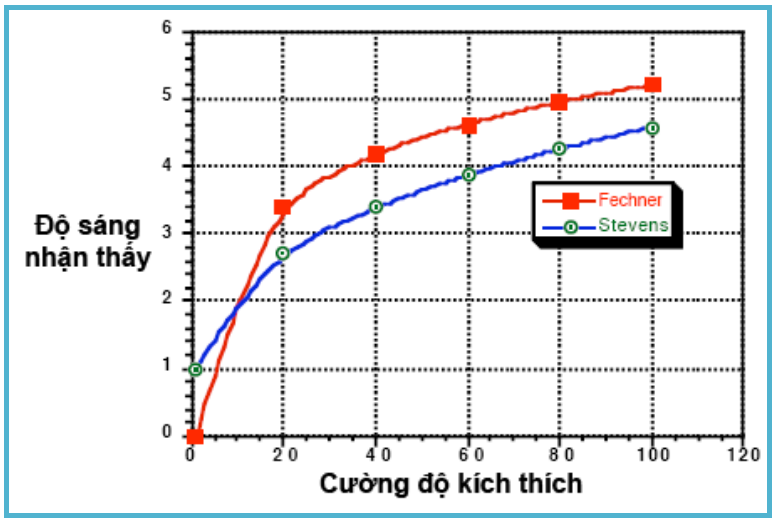
Định luật Fechner được chấp nhận rộng rãi và là lí do tại sao nhiều khám nghiệm cảm giác lại thay đổi các lượng tăng theo các bậc logarit. Thí dụ các test thính giác sử dụng decibel. Cường độ âm thanh tăng 10 decibel là tăng 10 lần (một đơn vị loga) mức âm thanh. Tương tự như vậy, các chữ ở bảng thị lực logMAR được thiết kế tăng theo các bậc 0.1.

ĐỊNH LUẬT LŨY THỪA STEVEN

Định luật logarit Fechner được cho là đúng trong gần 100 năm, cho đến khi Steven (1957) nghiên cứu vấn đề cường độ kích thích có tăng hay không. Phương pháp này được gọi là **chia tỉ lệ trực tiếp. Định luật lũy thừa Steven** nói rằng mức độ cảm giác tăng theo lũy thừa (số mũ):

$S = I^a$

Giá trị của số mũ "a" thay đổi theo bản chất của kích thích. Thí dụ: âm lượng (0.67), khứu giác (0.6), độ sáng của mảng 5 độ (0.33), màu đỏ (1.7). Định luật lũy thừa Stephen và định luật logarit Fechner (Hình 33-5) cho các số dự đoán hơi khác về sự tăng mức độ cảm giác theo cường độ kích thích tăng (Schwartz, 2004 Hình 11-13).



Hình 33-5: *Biểu đồ thí dụ cho thấy các số dự đoán của Fechner (các hình vuông, c=2.6) và của Steven (các chấm, a=.33) cho độ sáng nhận thấy theo cường độ kích thích*

4 TÍNH KHÔNG ĐỔI

Để cho đầy đủ, đây là một số thuật ngữ hỗn tạp mà bạn cần biết về nhận thức thị giác, đó là 4 tính không đổi:

- Tính không đổi kích thước
- Tính không đổi hình dạng
- Tính không đổi độ sáng
- Tính không đổi màu

Chúng ta đã bàn về **tính không đổi kích thước** ở phần trước của khóa học. Nó còn được gọi là **tính không đổi khoảng cách**, và là "sự ổn định biểu kiến tương đối hoặc không có sự thay đổi nhận thấy được ở kích thước của một vật, mặc dù có sự thay đổi khoảng cách nhìn, kích thước thực, hoặc các yếu tố kích thích có liên quan khác" (trích Từ điển khoa học thị giác, ấn bản lần thứ 4, 1997). Tức là mặc dù kích thước ảnh võng mạc thay đổi, nó vẫn được nhận thấy là kích thước không đổi. Nhiều ảo ảnh, bao gồm ảo ảnh mặt trăng, dựa trên nguyên lí tính không đổi kích thước.

Tính không đổi hình dạng là "Sự ổn định biểu kiến tương đối hoặc không có sự thay đổi nhận thấy được ở hình dạng của một vật, mặc dù có sự thay đổi hướng nhìn hoặc góc nhìn". Tức là mặc dù ảnh võng mạc của một vật thay đổi hình dạng, nó vẫn được nhận thấy là có hình dạng không đổi.

Từ điển khoa học thị giác định nghĩa **tính không đổi độ sáng** là "Một hiện tượng giác quan trong đó độ sáng nhận thấy hoặc độ sáng được gán cho theo chủ quan của một vật hoặc một bề mặt có xu hướng cố định ở một mức độ sáng nhận thấy trước hoặc được gán cho trước, hơn là tỉ số gián tiếp với độ sáng thực tế, thí dụ một cục than được chiếu sáng mạnh có thể tiếp tục dường như màu đen mặc dù thực tế sáng hơn so với một tờ giấy trắng ở bên cạnh được chiếu sáng mờ".

Tính không đổi màu, đã được trình bày ở phần trên, là "Sự ổn định biểu kiến tương đối hoặc không có sự thay đổi nhận thấy được ở màu của một vật, mặc dù có sự thay đổi thành phần phổ của ánh sáng tới, hoặc của các bề mặt liền kề, hoặc của các yếu tố kích thích có liên quan khác." (Từ điển khoa học thị giác, ấn bản lần thứ 4, 1997)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004
- Cline D, Hofstetter HW and Griffin JR. **Dictionary of Visual Science. 4th Edition**. Butterworth-Heinemann, Boston. 1997
- Johnson C, Samuels SJ. Screening for Glaucomatous Visual Field Loss With Frequency-Doubling Perimetry. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1997; 38: 353-425
- Ball K, Owsley C, Sloane ME, Roenker DL, Bruni JR. Visual Attention Problems as a Predictor of Vehicle Crashes in Older Drivers. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1993; 34: 3110