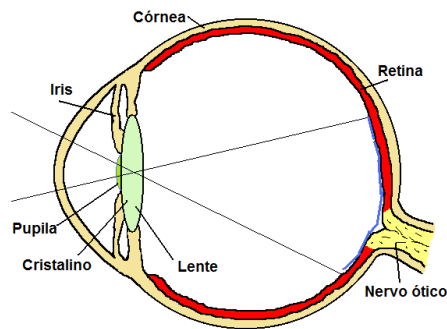


18 Sistema de visão humana

- 18.1 A fim de entendermos melhor por que um sistema de vídeo-monitoração deve possuir certas características, precisamos conhecer um pouco como funciona o sistema de visão humana.
- 18.2 O olho é o elemento de captura de imagem do sistema visual humano. O olho percebe a luz incidente e transmite informações neurais ao cérebro com a percepção registrada, que depende das características físicas da luz (frequência, intensidade, saturação e contraste), da capacidade de registro e sensibilidade do olho em questão aos diferentes parâmetros da imagem e de fatores psicológicos do observador.



- 18.3 **A percepção do sistema visual** humano é bem impressionante: consegue cobrir um ângulo de 188 graus na horizontal (94° para cada lado) e 130 graus na vertical (80° para baixo e 50° para cima).

Apesar de a retina conseguir registrar informações luminosas nesses ângulos, o sistema visual humano somente consegue boa acuidade visual em um ângulo de visão de até cerca de 50° na horizontal e 40° na vertical. A máxima acuidade visual se dá em um pequeno ângulo, focado no centro da imagem e perpendicular ao rosto.

- 18.4 Experiências comprovaram que nossa visão trabalha mais confortavelmente com um ângulo de visão horizontal de 25 a 30 graus.
- 18.5 A luz, proveniente da imagem observada pelo olho, atravessa a córnea, passa pela abertura da pupila (íris) que se regula conforme a intensidade luminosa¹, atravessa a lente do cristalino e vai formar a imagem na retina, que fica no fundo do olho.
- 18.6 A distância focal média do olho humano é de 17 mm. A abertura máxima da íris do olho humano é de 6 mm (média). Esses dois parâmetros nos permitem calcular o f-

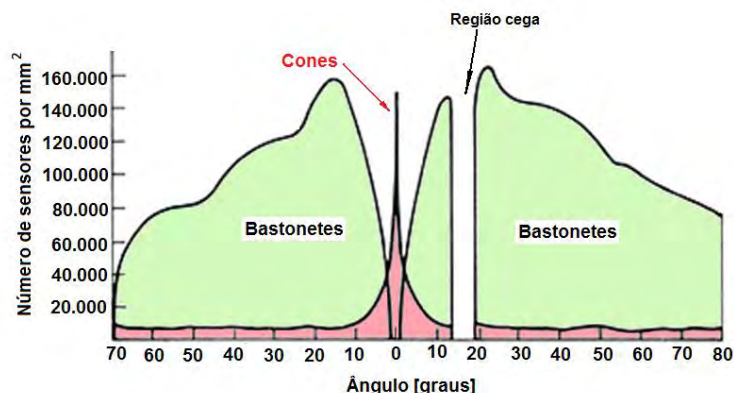
¹ Quanto mais luz no ambiente, mais a pupila se fecha. Quanto menos luz, mais a pupila se abre.

stop do olho humano:

$$f = \frac{d}{\varphi} = \frac{17}{6} \cong 2,8$$

- 18.7 A retina contém dois tipos de foto-sensores: os bastonetes e os cones. Há 120 milhões de bastonetes, que são mais sensíveis à intensidade luminosa, mas não distinguem as cores. Os cones ficam concentrados mais ao centro da retina e tem capacidade de distinguir as cores e resolver detalhes finos na imagem. São cerca de 6 milhões de cones, de três tipos: um é mais sensível à luz azul (445 a 450 nm), outro é mais sensível à luz verde (525 a 535 nm) e o terceiro é mais sensível à luz vermelha (555 a 570 nm). Os três tipos de cones executam uma decomposição da luz em três componentes básicas e enviam essas informações ao cérebro, juntamente com a informação de luminosidade captada principalmente pelos bastonetes.
- 18.8 Nosso sistema de visão consegue perceber cerca de 100 tons de cinza e 200 cores saturadas, percebendo emissões eletromagnéticas com comprimento de onda entre 400 e 750 nm.
- 18.9 Da mesma forma uma imagem tem sua resolução reduzida ao ser apresentada em uma tela de resolução menor, qualquer imagem no campo de visão de nosso sistema visual terá sua definição reduzida ao ser capturada pela retina. Em outras palavras, já que a imagem real tem resolução infinita, a imagem capturada terá a resolução de nossa retina!
- 18.10 A figura abaixo mostra as concentrações de bastonetes e cones na retina, em função do ângulo de incidência da luz:

- A maior resolução da visão para luz colorida é no centro da retina, onde há uma grande concentração de cones (cerca de 140 mil por mm²). Essa região também corresponde à região de maior acuidade visual para detalhes.
- A resolução para intensidade luminosa vai caindo conforme a incidência da luz se afasta do centro, chegando a 50% quando ângulo chega a 50 graus.
- Há uma região cega exatamente na posição em que .



Se considerarmos que a retina é circular e que possui uma área total² de 12 cm², pode-se mostrar que a resolução da visão humana corresponde aproximadamente a 120 MegaPixels.

- 18.11 O olho possui uma limitação de resolução (distinguir duas linhas paralelas ou dois pontos próximos), independentemente da resolução da retina, devido à difração da luz ao passar pela abertura da pupila. Essa limitação é expressa como o ângulo formado por dois pontos em um plano frontal distante e o ponto focal no olho. O manual de projeto de sistema audiovisual da BICSI recomenda os seguintes ângulos de visão mínimos para visualização e leitura:

Critério	Ângulo [grau]
Discernimento do texto	0,167
Leitura clara	0,267
Mínimo para aplicação pública	0,500

18.12 Percepção de movimento

O sistema visual humano possui a característica de reter a imagem por certo período de tempo, após ela ter se formado na retina, interferindo no registro de uma próxima imagem. Essa característica é chamada de **persistência da visão**.

O cinema, em seus primórdios, utilizou essa característica para criar a percepção de movimento apresentando 24 fotografias por segundo, obtidas seqüencialmente em intervalos iguais³.

Apesar de criar a sensação de movimento, a apresentação de 24 quadros por segundo apresentava um efeito de cintilação, devido à variação de luminosidade. O problema foi resolvido fazendo uma dupla apresentação de cada fotograma (obstruindo a projeção no meio de cada apresentação). Dessa forma a frequência de obstrução ficou em 48 quadros por segundo, sendo perfeitamente absorvida pela persistência do olho.

No caso da televisão, a imagem é formada pela varredura de um feixe de elétrons que bombardeia o tubo, percorrendo 525 linhas horizontais (padrão brasileiro⁴). A televisão utiliza um artifício semelhante ao que foi adotado no cinema, para

² Abujamra, Suel; Negretto, Alan Diego; Saraceno, Janaína Jamile Ferreira; Oliveira, Tâmara Lopes; Gomes, André Marcelo Vieira calcularam a área total da retina e encontraram o valor de 12,73 cm², baseados no trabalho de Straatsma, Foos e Spencer (<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=10732&indexSearch=ID>).

³ Cada foto era apresentada por um tempo de 34,72 ms, seguida de um intervalo escuro de 6,95 ms. O tempo total é aproximadamente 41,7 ms. Repetindo-se o processo, serão apresentadas 24 imagens por segundo ao espectador, o que já é suficiente para criar a percepção de movimento.

⁴ O padrão brasileiro PAL-M determina 525 linhas horizontais, sendo que 32 são apagadas para permitir o retorno vertical.

eliminar a cintilação. Faz duas varreduras para cada quadro: A primeira percorre as linhas ímpares e a segunda percorre as linhas pares.