Melhora da percepção de movimentos rápidos após o piscar dos olhos

SCHACTAE, Ana[1]; FLEMMING, Júlio[2];

Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Física[1,2]

schctaebrandaoana11@gmail.com[1]

Palavras-Chave: Chopper óptico; Processamento visual; Velocidade angular.

Resumo

O presente trabalho analisou o efeito de "congelamento" apresentado pela visão humana utilizando um chopper óptico com três parafusos estruturais. O objetivo foi investigar os limites mínimo e máximo de observação do efeito após o piscar dos olhos, e comparar os resultados obtidos pela visão humana com registros de um aparelho celular. Os resultados biológicos baseados na interrupção do feixe pelas pás do equipamento demonstraram uma frequência máxima média após a piscada de 1019 Hz e uma frequência mínima média de 492 Hz, ou velocidades angulares de 600°/s e 300°/s, respectivamente. Entretanto, a simulação das mesmas condições com o celular não revelou efeito algum, consequência da taxa de atualização da câmera.

I. Introdução

A percepção visual humana apresenta limitações na observação de objetos em movimento rápido. Segundo Thorpe et al. (1996), o sistema visual humano é capaz de realizar processos de reconhecimento em intervalos extremamente curtos de tempo, o que revela a rapidez no reconhecimento dos estímulos visuais. Entretanto, quando a velocidade angular de um objeto aumenta de forma significativa, os contornos se tornam menos nítidos.

Um ponto se movendo mais rápido que 120°/s resultará em um risco em todo o campo de visão (Encyclopedia Britannica, 1953). Então, os objetos em alta velocidade podem deixar de ser percebidos em seus detalhes, sendo visualizados como apenas borrões.

Smith (2000) descreve que dispositivos ópticos rotativos podem ser utilizados para investigar fenômenos relacionados à percepção temporal e à observação de movimentos rápidos. Durante observações realizadas com um chopper óptico utilizado em laboratório, verificou-se que uma piscada de forma voluntária permitia a visualização momentânea

da cabeça dos parafusos estruturais do equipamento, mesmo em velocidades elevadas. O presente trabalho tem como objetivo investigar os limiares da percepção visual utilizando os parafusos de um chopper de luz para determinar a frequência máxima e mínima do desaparecimento do efeito de congelamento após o piscar dos olhos a partir da visão humana e da simulação feita com o celular.

II. Fundamentação Teórica/Materiais e Métodos

Como aparato experimental foi utilizado um chopper óptico com três parafusos estruturais acoplado a um motor para regular a rotação. Os experimentos foram realizados em uma iluminação de cerca de 600 lux.

Participaram dos testes indivíduos de idades distintas, entre jovens, adultos e idosos, com idades entre 15 e 64 anos. Os voluntários permaneceram a uma distância de 15 cm do aparelho, onde inicialmente a velocidade era aumentada até que o participante deixasse de perceber o efeito de congelamento da imagem após a piscada. Em seguida, a velocidade era reduzida até o desaparecimento do efeito.

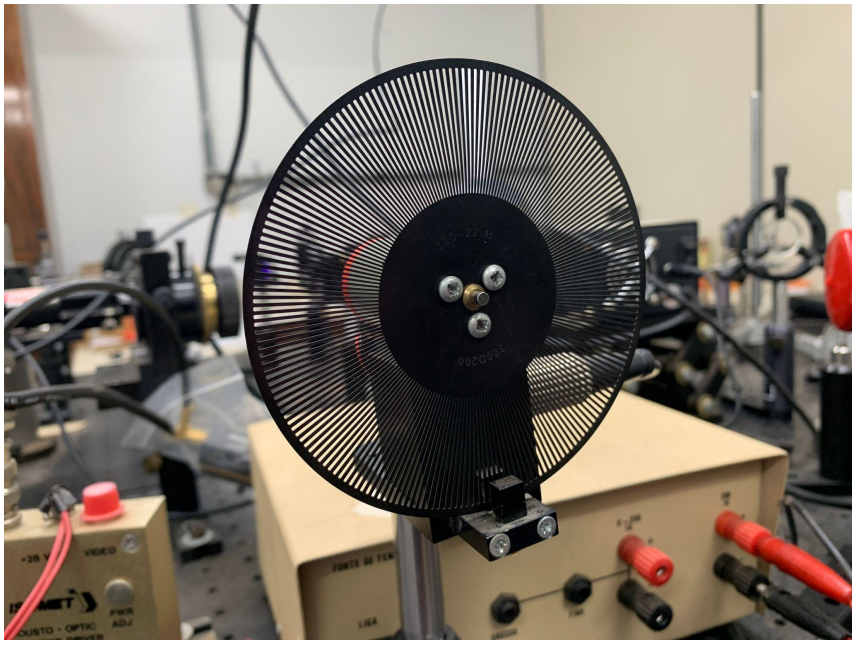
Também foram reaplicados testes sob as mesmas condições utilizando a gravação de um smartphone com resolução de 60 fps em qualidade 4K, na mesma distância, e um pedaço de papel preto para simular a piscada humana.

A questão da percepção do movimento pela visão humana pode ocorrer, sob certas condições, para um objeto estacionário, mas que esteja com iluminação intermitente. Mas, limitando-se apenas à questão do movimento real de um objeto, há um limite inferior e um limite superior para isto. Estes limites estão relacionados com o campo visual em que ele se desloca e não com a velocidade real do objeto. Vários fatores modificam estes limites, como: a) a direção do movimento, vertical ou horizontal, por exemplo; b) a orientação do objeto, se a dimensão maior ou menor do objeto está alinhada com o movimento; c) a complexidade geométrica do campo onde o objeto se desloca.

Apesar destas variantes, é possível listar alguns valores típicos. Assim, se a velocidade angular for inferior a 3° por segundo, não teremos a sensação de movimento. Isto é, embora observações distintas no tempo mostrem um deslocamento, não temos a percepção direta de movimento. Entre 14° e 21° por segundo, o objeto perde seus contornos nítidos na visão. Acima de cerca de 120° por segundo, o objeto perde completamente seus contornos, aparecendo como um risco no campo de visão. Sob certas condições muito mais rápidas, o objeto pode nem ser percebido de forma alguma (Encyclopedia Britannica, 1953).

Uma possibilidade de explicação do efeito observado pode ser a seguinte. Em trabalhos sobre a velocidade de extração de informação no sistema visual humano, mediu-se que uma imagem que apareça muito rapidamente, durante 20 ms, é mais facilmente visualizada se ela for seguida de um campo visual "em branco" (THORPE et al., 1996; POTTER et al., 2014). Ou seja, em linhas gerais, quando surgem novas informações para serem processadas pelo cérebro, a visualização imediatamente anterior fica prejudicada. No nosso caso, quando se pisca, obtém-se um campo visual "em branco" logo após a última imagem da cabeça de parafuso em movimento. O cérebro, nesta situação, teria melhores condições de processar a última imagem, imediatamente antes dos olhos se fecharem. Logo, deixaria de ver apenas um risco e conseguiria visualizar os contornos do objeto, a ponto de identificá-lo como uma cabeça de parafuso.

Fig. 1. Roda de 200 pás do chopper óptico Stanford Research Systems modelo SR540 utilizado no experimento. Observe as três cabeças de parafuso igualmente espaçadas.



Fonte: Os autores.

III. Resultados

Os valores experimentais foram obtidos a partir das frequências medidas no disco do chopper, que possui 200 pás e três parafusos. Para relacionar as medidas ao movimento dos parafusos observados, aplicou-se inicialmente a correção correspondente à razão entre o número de parafusos e o número de pás do disco (3/200), obtendo-se frequência máxima média de 1019 Hz e frequência mínima média de 492 Hz, representando a frequência de interrupção do feixe pelas pás do disco.

Tabela I. Velocidades angulares máximas e mínimas observadas pelos participantes.

Faixa Etária	**Máximo (°/s)**	**Mínimo (°/s)**
Jovem	1128	412,2
Jovem	666,6	255,6
Adulto	570	258
Jovem	684	272,4
Jovem	615	229,2
Jovem	522	393,6
Jovem	410,4	276
Adulto	489	325,8
Adulto	405	345
Adulto	607,8	223,8
Jovem	564	302,4
Idoso	577,8	270,6
Idoso	552	192
Adulto	885,6	264
Jovem	501,6	397,2
Jovem	604,2	306
MÉDIA	**600 ± 200**	**300 ± 70**

Fonte: Os autores.

Como o chopper possui três parafusos igualmente espaçados, as frequências obtidas foram multiplicadas pelo número de rotações por segundo de cada parafuso e divididas por três para determinar o número de rotações por segundo do sistema. A partir desse valor, calcularam-se velocidades angulares médias máximas de aproximadamente 600°/s e mínimas de aproximadamente 300°/s.

Nos experimentos realizados com smartphones observou-se comportamento diferente daquele percebido pelos participantes. Em determinadas velocidades, os parafusos não aparentavam nenhum efeito, compatível com o número de quadros por segundo (fps) utilizado pela câmera.

IV. Conclusões

Os resultados indicam que o efeito de congelamento da imagem após a piscada pode ser observado em uma média compreendida entre 300°/s e 600°/s. Os dados que foram obtidos sugerem que o fenômeno está associado ao processamento da última imagem visualizada imediatamente antes do fechamento das pálpebras.

Além disso, foi verificado que a reprodução do fenômeno por smartphones não ocorre da mesma forma que na visão humana, sendo influenciada pela taxa de quadros da câmera. O trabalho contribui para a compreensão dos limites temporais da percepção visual humana e das diferenças existentes entre o processamento visual biológico e os

sistemas eletrônicos de captura de imagens.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica júnior e à Saihonara Pereira e Luís Kaminoski pela ajuda nos estágios iniciais deste trabalho.

Referências

Encyclopedia Britannica. **Encyclopedia Britannica**. Chicago: Encyclopedia Britannica, 1953. v. 23. 212 p.

POTTER, M. C. et al. Detecting meaning in rsvp at 13 ms per picture. **Attention, Perception & Psychophysics**, v. 76, p. 270–279, 2014.

SMITH, W. J. **Modern Optical Engineering**. 3. ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2000.

THORPE, S. et al. Speed of processing in the human visual system. **Nature**, London, v. 381, p. 520–522, 1996.