



Resumo Expandido

Título da Pesquisa (Português): Desenvolvimento de um sistema para mensurar o desempenho de leitura por rastreamento ocular		
Título da Pesquisa (Inglês): Developing a reading measure system by eye-tracking		
Palavras-chave: Rastreamento Ocular, Visão Computacional, Desempenho de Leitura.		
Keywords: Eyetracking, Computer Vision, Reading Performance		
Campus: Congonhas	Tipo de Bolsa: PIBITI	Financiador: CNPq / Interno
Bolsista(s): Monique Moraes do Vale; Sabrina Moreira Costa; Guilherme de Souza Paiva, Lucas Adriel Elias Ferreira		
Professor Orientador: Fabrício Carvalho Soares		
Área de Conhecimento: Engenharia Biomédica - Bioengenharia; Educação - Ensino e Aprendizagem; Ciências da Computação - Metodologia e Técnicas da Computação		Edital: 005/2011

Resumo: Trabalho referente ao final do projeto “Desenvolvimento de um sistema para mensurar o desempenho de leitura por rastreamento ocular”. O projeto atingiu a maior dos objetivos propostos, sendo desenvolvido um software capaz de mensurar o desempenho de leitura a partir do rastreamento ocular. O software foi dividido em 4 módulos: captura de vídeo, processamento de vídeo, pré-processamento dos dados e processamento dos dados.

Abstract: Final Result for the project " Developing a reading measure system by eye-tracking." The project achieved most of the objectives proposed, being developed software capable of measuring the read performance from the eye-tracking. The software is divided into four modules: video capture, video processing, pre-processing the data and processing data.

INTRODUÇÃO:

Os problemas visuais respondem por grande parcela de evasão e repetência escolar, pelo desajuste individual no trabalho e por grandes limitações na qualidade de vida, mesmo quando não se trata, ainda, de cegueira.

Os dados epidemiológicos disponíveis para o Brasil, segundo o Conselho Brasileiro de oftalmologia - CBO, mostram que 30% das crianças em idade escolar e 100% dos adultos com mais de 40 anos apresentam problemas de refração que interferem em seu desempenho diário e, conseqüentemente, na sua autoestima, na sua inserção social e em sua qualidade de vida. (Ministério da Saúde, 2007)

Entre os fatores que representam o desenvolvimento escolar de um indivíduo, destaca-se o desempenho de leitura, pois é a base para novos aprendizados. O processo de leitura pode ser realizado por duas rotas distintas, a lexical e a fonológica, que, em conjunto, recebe o nome de Modelo de Leitura de Rota Dupla. A rota fonológica utiliza uma conversão grafemas impressos em fonemas, com o objetivo de identificar palavras não familiares e pseudo-palavras. Na rota lexical, geralmente utilizada por leitores adultos, a palavra é

identificada como um todo, sendo as palavras com maior frequência de utilização mais facilmente reconhecidas. No leitor hábil as duas rotas estão disponíveis e podem intervir paralelamente (Salles e Parente, 2002).

“O transtorno fonológico deve ser identificado o mais precocemente possível em pré-escolares e escolares para que, com o levantamento de outros sinais de alterações da aprendizagem, sejam trabalhados, minimizando assim o impacto nas alterações cognitivo-linguísticas na aprendizagem, pois o processo fonológico alterado compromete o acesso e a recuperação do léxico mental, ocasionando problemas no mecanismo de conversão letra-som, tão exigidos nas atividades de leitura e escrita de um sistema de escrita como o português.” (Salgado e Capellini, 2004)

Existem diversos modos de avaliar a leitura de uma pessoa, entre eles está a avaliação do tempo e da compreensão de leitura (Salles e Parente, 2002) e o rastreamento ocular durante a leitura, utilizando equipamento especial de rastreamento ocular (Maia et al., 2007).

A compreensão da leitura é feita pedindo para a criança contar a história de um texto após uma leitura silenciosa dele. Outra opção é realizar algumas perguntas sobre o texto após a leitura. (Salles e Parente, 2002)

O tempo de leitura é cronometrado a partir da leitura em voz alta de um texto pré-determinado. (Salles e Parente, 2002)

O rastreamento ocular tem como objetivo identificar os pontos de fixação, de sacada e de regressão durante a leitura de um texto (Maia et al., 2007). Pode apresentar como resultados: a quantidade de fixações por cem palavras; o número de regressões a cada cem palavras; o tempo médio de fixação; a velocidade de leitura, medida em palavras por minuto (Hoover e Harris, 1997).

A área do conhecimento que atua para fazer o rastreamento ocular é chamada de Biometria, onde as características físicas e comportamentais dos seres vivos podem ser medidas, tratadas e estudadas estatisticamente. Estas podem ser utilizadas como chave ou identificador pessoal para cada ser humano por serem únicas. Para fazer medições diretamente nos corpos dos seres vivos através da análise de imagens, são utilizados instrumentos e ferramentas de máquinas e sistemas computacionais. (Manzi, 2007)

Como uma das mais salientes características da face humana, os olhos representam uma importante função na análise automática de expressões faciais, pois apresentam alguns pontos fiduciais bastante estáveis em comparação com outras características faciais. Os nossos olhos fazem uma série de fixações ou estabilizam espacialmente entre 200-300 milissegundos quando focam uma área particular, e os movimentos rápidos do olho ocorrem entre fixações de 40-50 milissegundos. (Lorigo et al., 2008)

A geometria específica e o contraste da íris serão características biométricas utilizadas para medir o desempenho de leitura, entre eles a velocidade de leitura (número de palavras por minuto), o número de fixações (quantas vezes o aluno fixou o olhar durante a leitura do texto), o tempo médio de fixação e o número de regressões (quantas vezes o aluno voltou ao ler um texto).

Devido à carência de sistemas com tecnologia nacional e o alto custo dos equipamentos importados como o Tobbi® e o Visagraph®, é importante o desenvolvimento de um sistema que possa atender as demandas e carências nacionais. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de rastreamento ocular baseado em visão computacional no IFMG – Campus Congonhas. Esse método deverá registrar e armazenar em um banco de dados de maneira automática os dados de leitura dos alunos sem a intervenção do examinador. Durante a leitura será registrado a quantidade de fixação, o número de regressões, o tempo médio de fixação e a velocidade de leitura.

METODOLOGIA:

Para o desenvolvimento do sistema para mensurar o desempenho de leitura, foram realizadas duas etapas:

- Desenvolvimento de software para rastrear a posição do olho e armazenar os dados em arquivo texto;
- Desenvolvimento de software para processar a posição do olho, relacionando com um texto pré-definido.

Em ambas as etapas os aplicativos foram desenvolvidos na linguagem C++, utilizando o Visual Studio Express, sendo necessário, também, o uso da biblioteca OpenCV (Intel ®) na primeira etapa. O código fonte dos aplicativos foram desenvolvidos pelos bolsistas a partir de distribuições de tarefas e orientações feitas pelo coordenador da proposta. Estavam disponíveis para os bolsistas um local para desenvolvimento do código fonte, com computadores e programas necessários para as tarefas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O principal resultado deste projeto é o software desenvolvido para mensurar o desempenho de leitura por meio do rastreamento ocular. Ele pode ser dividido nos seguintes módulos:

- Captura de vídeo: responsável por fazer a aquisição do vídeo a partir de uma câmera USB.
- Processamento do vídeo: tem como função determinar a posição do olho esquerdo e do olho direito a partir de cada frame (imagem) do vídeo.
- Pré-processamento dos dados: ordena os pontos encontrados e, em caso de pontos nulos, determina a posição do olho a partir da velocidade do olho oposto ou dos pontos anteriores.
- Processamento dos dados: compara os dados, após o pré-processamento, com o texto padronizado utilizado durante a etapa de leitura / captura do vídeo.

Captura do vídeo

Neste módulo são usadas as funções básicas do OpenCV para captura do vídeo e para salvá-lo no computador. Foram capturados, para testes, um vídeo com iluminação em espectro de luz visível (vídeo em cores) e um com iluminação infra-vermelha (vídeo monocromático).

Processamento do vídeo:

Neste módulo será feito o pré-processamento do vídeo para realçar as informações desejadas no vídeo e, posteriormente, a detecção dos dois olhos. No seu desenvolvimento, também foi utilizada a biblioteca

OpenCV, sendo utilizadas funções para dividir os canais de cor, suavizar a imagem, selecionar a região de interesse (ROI), detectar bordas pelo método Canny (figura 1) e encontrar padrões circulares na imagem (Figura 2).



Figura 1 – Região de interesse (ROI) no vídeo colorido (esquerda) e no vídeo com iluminação infravermelha (direita), em ambas as regiões de interesse mostram o resultado da detecção de borda pelo método Canny.

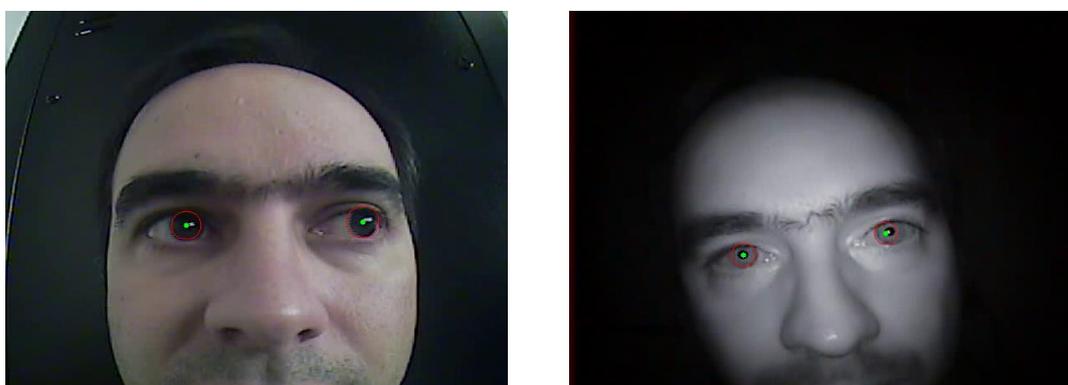


Figura 2 – Marcação do olho no vídeo colorido (esquerda) e no vídeo com iluminação infravermelha (direita).

A figura 3 apresenta imagens com os pontos encontrados após o processamento do vídeo. Nelas é possível verificar a existência de pontos fora da região dos olhos e de marcações (+ ou x) em olho diferente do que era esperado. Devido a necessidade de ordenar os pontos e eliminar os “falso-positivo”, ou seja, os pontos detectados de maneira errônea, é necessário realizar o pré-processamento dos dados antes de correlacionar a posição dos olhos com o texto lido.

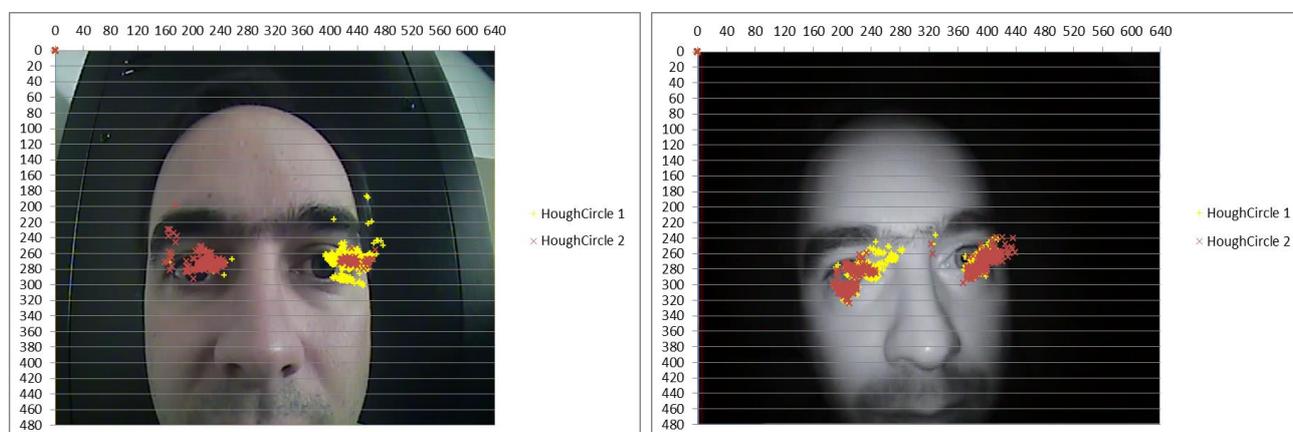


Figura 3 – Marcação dos pontos encontrados (centro dos olhos) a partir do vídeo colorido (esquerda) e do vídeo com iluminação infravermelha (direita)

Pré-processamento dos dados:

Devido a falsos positivos e detecções falhas, antes de iniciar o processamento dos dados é necessário filtrar, ordenar e fazer uma previsão de dados. A primeira etapa a ser feita é ordenar os dados entre lado direito (olho 1) e lado esquerdo (olho 2), sendo feito a partir do valor do eixo x do ponto. Se o ponto estiver a esquerda da linha média do vídeo (valor no eixo x menor do que a largura da imagem dividido por dois), será considerado como sendo do olho 1, se estiver a direita será olho 2.

O próximo passo é corrigir os valores não encontrados. Para isso, foram usadas as seguintes hipóteses:

- Se a diferença entre o ponto atual e o ponto anterior for superior a 20, o ponto deve ser igual a zero.
- Se o valor de um olho for igual a zero e o do outro olho for positivo, deve-se acrescentar a mesma diferença entre o ponto anterior e o atual do olho com valor válido no olho com valor zerado, ou seja, deve-se considerar que os olhos estão movimentando juntos e que deslocaram o mesmo número de pixel entre o ponto atual e o anterior.
- Se o valor de ambos os olhos forem igual a zero, deve ser calculada a variação entre o antepenúltimo e o penúltimo ponto e considerar este valor como sendo o deslocamento até o ponto atual, ou seja, considerar que o olho permanece em movimento não acelerado.
- Se os olhos apresentam valores válidos, deve-se manter os valores de ambos os olhos.

A figura 4 apresenta estas hipóteses e também o cálculo do valor de origem. O valor de origem é calculado a partir da média dos primeiros 15 pontos.

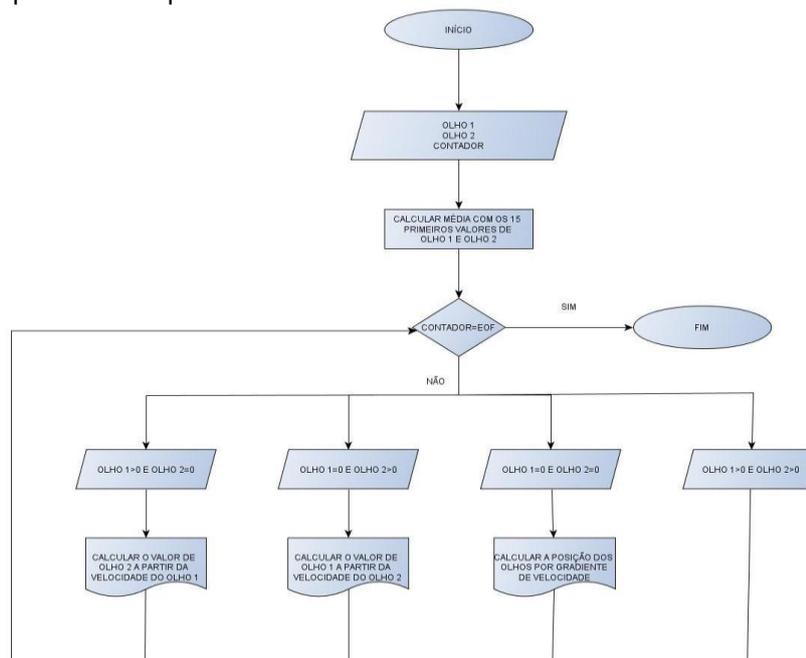


Figura 4 - Hipóteses para validar e predeterminar pontos inválidos.

Processamento dos dados

A partir dos dados definidos no pré-processamento, deverá ser feita a comparação entre o texto lido e os pontos encontrados. Nesta comparação é possível medir o tempo médio de fixação, a quantidade de fixação, a quantidade de regressões, a velocidade da movimentação ocular, mudanças de linha, número de palavras

lidas por minuto e a quantidade de texto lida em cada fixação. A figura 6 apresenta as hipóteses em que são diferenciadas a fixação, a regressão e a mudança de linha.

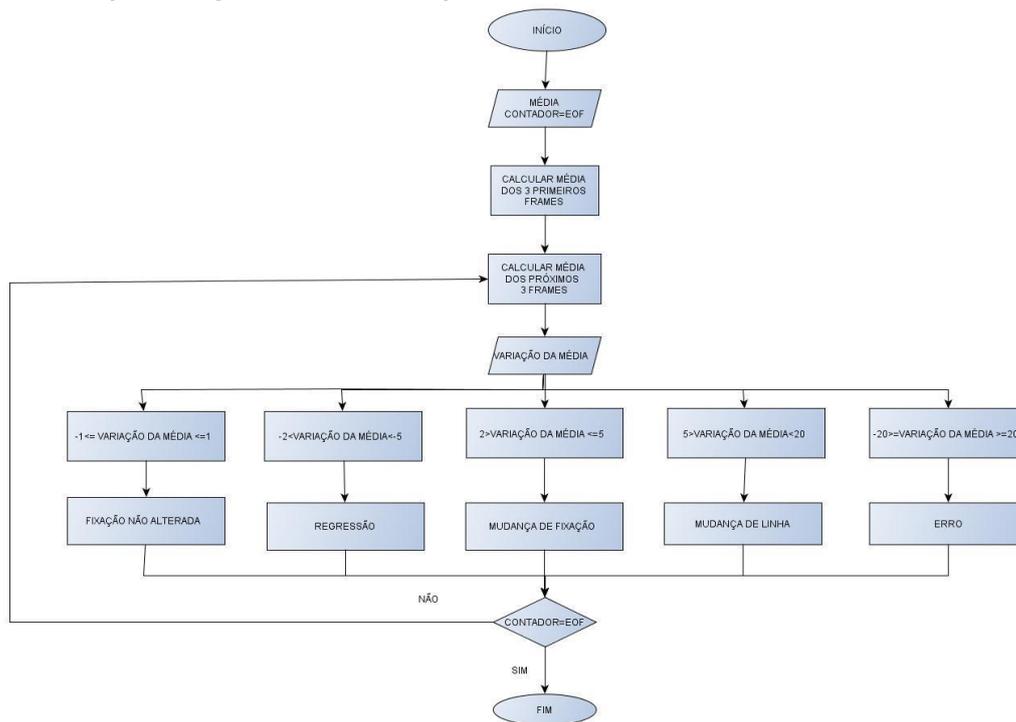


Figura 6 - Estrutura para definir a fixação, regressão e mudanças de linha durante o processamento dos dados obtidos na leitura de um texto padronizado.

A figura 12 apresenta o resultado da leitura de um texto sendo possível verificar as fixações, regressões e mudanças de linha. A região inicial deste gráfico apresenta a filmagem antes de iniciar a leitura, a partir do frame 700 temos o início da leitura do texto, sendo filmadas a leitura de 5 linhas do texto.

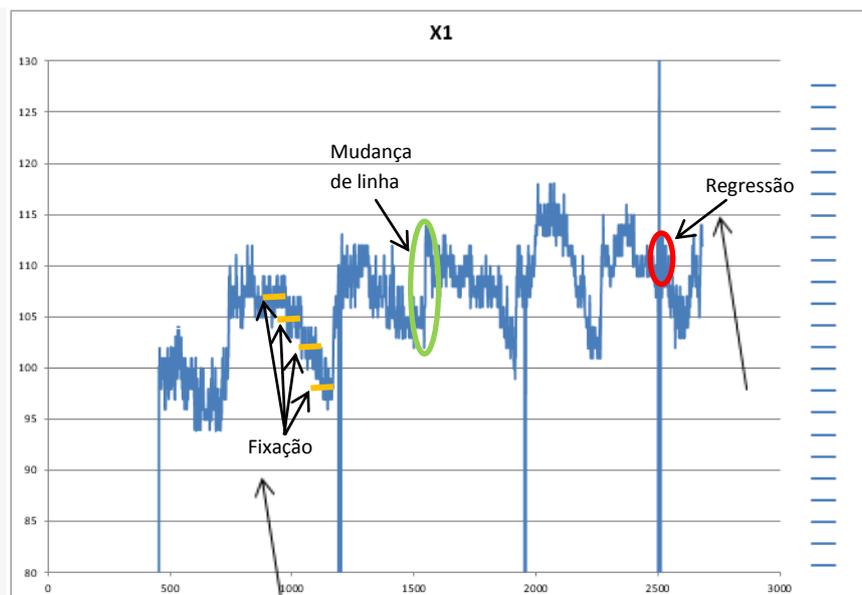


Figura 12: Gráfico com os pontos encontrados durante a leitura de um texto, nele é possível verificar as fixações (patamares horizontais), regressões (ascendente com pequena variação) e mudanças de linhas (ascendente com grande variação).

CONCLUSÕES:

Os principais objetivos propostos foram cumpridos, sendo desenvolvido um software capaz de fazer a aquisição e processamento dos vídeos, pré-análise e processamento dos dados obtidos, comparando com um texto pré-determinado. O software apresentou velocidade baixa, em especial o módulo de processamento do vídeo, mas sem comprometer a sua utilização, tendo levado cerca de três minutos para processar um minuto de vídeo. Atualmente o software encontra-se em etapa de refinamento, tendo como principal objetivo o desenvolvimento de uma interface amigável para o controle de todas as funcionalidades.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

HOOVER, Charles D.; HARRIS, Paul. **The effects of using the ReadFast computer program on eye movement abilities as measured by the OBER2 eye movement device.** Journal of Optometric Vision Development, v. 28, 1997.

LORIGO, L., HARIDASAN, M., BRYNJARSDÓTTIR, H., XIA, L., GRANKA, L., PELLACINI, F., PAN, B., JOACHIMS, T., GAY, G. **Eye-Tracking and online search: lessons learned and challenges ahead.** Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2008

MAIA, Marcus; Lemle, Miriam; França, Aniela Improta. **Efeito stroop e rastreamento ocular no processamento de palavras.** Ciências & Cognição, v. 12, p. 02-17, 2007.

MANZI A. F. **Aplicação de Visão Computacional para Extração de Características em Imagens do Olho Humano.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica apresentado á USP, 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. **Relatório do Projeto Olhar Brasil.** Brasília, 2007.

SALGADO, Cíntia; CAPELLINI, Simone Aparecida. **Desempenho em leitura e escrita de escolares com transtorno fonológico.** Psicologia Escolar e Educacional, v. 8, n. 2, p. 179-188, 2004.

SALLES, Jerusa F.; PARENTE, Maria Alice M. P. **Processos cognitivos na leitura de palavras em crianças: relações com compreensão e tempo de leitura.** Psicologia: Reflexão e Crítica, v. 15, n. 2, p. 321-331, 2002.

OUTRAS PUBLICAÇÕES E EVENTOS:

Os módulos Captura do Vídeo e Processamento do Vídeo resultaram em publicação e apresentação oral no Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica (CIBIM) que ocorreu na Argentina em 2013.

Possivelmente será submetido em um periódico científico um artigo contendo o sistema completo.

Será submetido junto ao NIT para verificar a realização de proteção da propriedade intelectual do software

AGRADECIMENTOS:

Ao IFMG pelo apoio financeiro neste projeto, ao CNPq pelas bolsas e à FAPEMIG por equipamentos utilizados neste projeto.