

Metodologia Computacional para Detecção e Diagnóstico Automáticos, e Planejamento Cirúrgico do Estrabismo

João D. S. Almeida¹, Aristófanés C. Silva¹, Anselmo C. Paiva¹, Jorge A. M. Teixeira¹

¹Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Caixa Postal 65.085-580 – São Luís – MA – Brasil

jdallyson@yahoo.com.br, ari@dee.ufma.br, paiva@deinf.ufma.br, jorgemeireles1@bol.com.br

Abstract. *Strabismus is a pathology that affects about 4% of the population provoking aesthetic problems, reversible at any age, and irreversible sensorial alterations, modifying the vision mechanism. Attentive this problem and trying to find a way to surpass her is that propose the study in subject, that seeks to develop a methodology for detection and automatic diagnosis, and planning strabismus surgery. The method be still in initial phase, obtained sensibility results of 100%, specificity of 77% and rightness of 83% .*

Resumo. *O estrabismo é uma patologia que afeta cerca de 4% da população provocando problemas estéticos, reversíveis a qualquer idade, e alterações sensoriais irreversíveis, modificando o mecanismo da visão. Atentos a esta problemática e tentando achar uma maneira de sobrepujá-la é que propomos o estudo em questão, que visa desenvolver uma metodologia para detecção e diagnóstico automáticos, e planejamento cirúrgico do estrabismo. O método ainda em fase inicial, obteve resultados de sensibilidade igual a 100%, especificidade igual a 77% e acurácia igual a 83%.*

1. Introdução

O estrabismo é uma patologia que consiste na ausência do normal paralelismo entre os eixos visuais, ocorrendo em 2 a 4% da população [Souza-Dias and Almeida 1993]. Esta patologia resulta de uma alteração oculo-motora que impede a fixação bifoveal.

O emprego cada vez mais rotineiro de recursos de alta tecnologia, no auxílio diagnóstico e terapêutico em oftalmologia, não é uma realidade dentro da subespecialidade estrabismo. Assim, não é fácil se conseguir médicos com experiência nesta subárea fora dos grandes centros urbanos, o que dificulta, sobremaneira, o diagnóstico precoce de estrabismos com pequeno ângulo de desvio e sua diferenciação com pseudoestrabismos.

Atentos a esta problemática, o estudo em questão visa desenvolver uma metodologia capaz de, pela análise automatizada de imagens e vídeos digitais, capturados com alguns cuidados técnicos mínimos, e por uma câmara fotográfica digital e webcam comum, determinar, com boa sensibilidade, o risco de um paciente ter estrabismo. Além disso, na continuação deste trabalho, pretendemos diagnosticar e sugerir o planejamento cirúrgico do estrabismo.

2. Materiais e Métodos

A metodologia proposta utiliza-se do teste de Hirschberg [Eskridge et al. 1988] e do *Cover Test* [Souza-Dias and Almeida 1993] para detectar e quantificar o desalinhamento

do estrabismo respectivamente. O primeiro é realizado com a aquisição da foto digitalizada do paciente, já o segundo é realizado com a captura do vídeo em tempo real do exame. O diagnóstico é feito a partir dos resultados obtidos dos exames anteriores. Por último, a metodologia irá propor o planejamento cirúrgico para a correção da patologia.

A Figura 1 representa um esquema das fases que constituem este trabalho, bem como as técnicas propostas para cada uma delas. No *Cover Test* utilizaremos as mesmas técnicas adotadas no teste de Hirschberg, em cada *frame* capturado pela webcam, acrescentando a técnica de fluxo óptico para detectar o movimento dos olhos. Já no planejamento cirúrgico, faremos uso das máquinas de vetores suporte. Nas seções seguintes discorreremos sobre fases já concluídas.

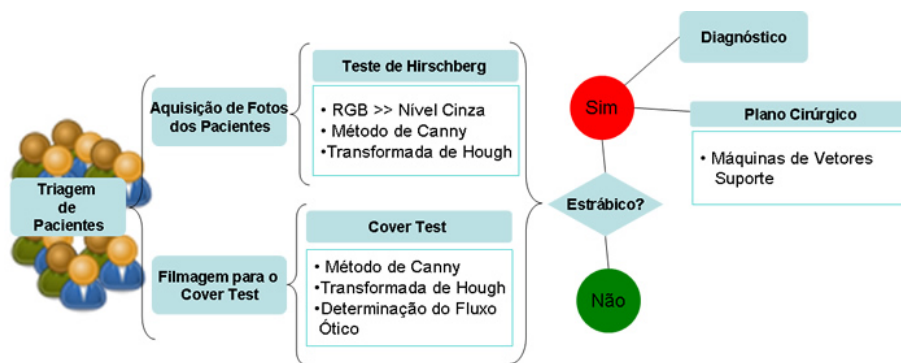


Figura 1. Esquema da metodologia.

2.1. Aquisição e pré-processamento

Para o desenvolvimento da metodologia é utilizado um conjunto de imagens de pacientes, com resolução de 2048x1536 *pixels*, obtidas no próprio consultório oftalmológico, com o paciente sentado na cadeira de exames, a luz da sala ligada, mas sem o foco de luz complementar. Caso o paciente utilize lentes corretivas, a foto será adquirida com as mesmas. O médico posicionado à sua frente, centraliza o rosto do paciente e captura a fotografia com a máquina fotográfica acerca de 40-50cm do rosto do paciente, o mesmo olhando para a objetiva da máquina digital, com o flash e a função macroativadas, tendo o cuidado para não enquadrar todo o rosto, por questões éticas.

Para minimizar o custo computacional, a imagem adquirida é redimensionada para 634x475 *pixels*, convertida para níveis de cinza e segmentada, extraíndo-se a região dos olhos utilizando-se de um retângulo configurável em comprimento e altura.

2.2. Aplicação do teste de Hirschberg

O Teste de Hirschberg está associado à localização das imagens que uma fonte luminosa forma nas córneas, ou seja, o reflexo gerado, normalmente, na região pupilar ou no limbo. Este é realizado pelo especialista utilizando uma lanterna acerca de 40-50cm do paciente, de forma a iluminar ambos os olhos. Observa-se o reflexo da luz que deve incidir no centro anatômico dos olhos, ou seja, no centro do limbo para que os mesmos sejam considerados alinhados.

Na Figura 2, temos as partes de interesse da estrutura externa do olho utilizadas nesse trabalho. A esclera é toda a região esbranquiçada externa ao círculo verde. A

abertura circular escura que se pode ver através da córnea é a pupila. O limbo é a região de contorno entre a esclera e a íris, representada pelo círculo verde. A menor região circular branca é o reflexo.

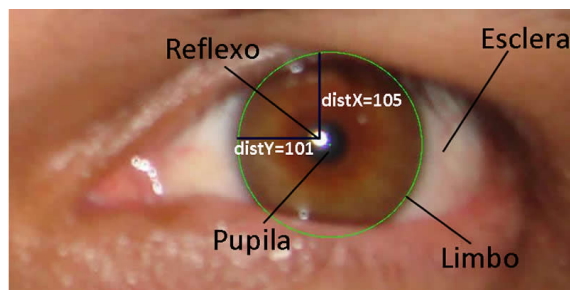


Figura 2. Estrutura externa do olho.

Nossa metodologia aplica o teste de Hirschberg automático a partir da imagem adquirida. Utiliza-se a localização do reflexo gerado pelo teste de Hirschberg como parâmetro de verificação do alinhamento de ambos os olhos. Para tal, aplicou-se o método de Canny [Canny 1986], como técnica de realce de borda, e a Transformada de Hough (TH), que é uma técnica para detectar em imagens computacionais formas que são facilmente parametrizadas, tais como: linhas, círculos ou elipses [Duda and Hart 1972].

A TH foi aplicada inicialmente para detectar o centro e o raio do limbo em ambos os olhos na imagem segmentada. Em seguida, aplica-se, novamente, a TH dentro da região detectada anteriormente para localizar o centro do reflexo.

Conforme ilustrado na Figura 2, são calculadas as distâncias, em pixels para cada olho, do centro do reflexo à borda do limbo na direção vertical e horizontal, representadas respectivamente por $distX$ e $distY$. Para diagnosticar o alinhamento, obtém-se um fator que corresponde à divisão dos raios do olho de menor limbo pelo o de maior limbo. O fator é multiplicado pelas distâncias, $distX$ e $distY$, do olho de maior limbo, substituindo as distâncias por estas. Em seguida, calcula-se a diferença absoluta das distâncias entre os olhos tanto na horizontal (DIFH) quanto na vertical (DIFV).

3. Resultados e Discussão

A metodologia proposta para verificação do alinhamento pelo método de Hirschberg foi testada utilizando uma base de dados de 30 pacientes. Destes, 8 eram estrábicos e 22 não-estrábicos, segundo pré-avaliação do médico especialista. Estipulamos um limite de até 2 pixels para DIFH e DIFV para que um paciente seja considerado normal pela metodologia.

Com a aplicação da metodologia os resultados revelaram 8 verdadeiros-positivos, pacientes estrábicos classificados como tal pelo método, 17 verdadeiros-negativos, não-estrábicos classificados como tal pelo método, 5 falsos-positivos, não-estrábicos classificados estrábicos pelo método e 0 falsos-negativos, estrábicos classificados como não-estrábicos pelo método.

Comparando os diagnósticos do especialista com os provenientes da metodologia proposta, conseguimos como resposta mais significativa a taxa de falsos-negativos igual a 0. Isso denota que todos os pacientes que eram estrábicos submetidos ao método foram

detectados. A partir dos resultados obtidos calculamos as métricas estatística de desempenho obtendo especificidade igual a 77%, sensibilidade igual a 100% e acurácia igual a 83%.

Na Figura 3, temos uma demonstração da aplicação da metodologia para pacientes com e sem lentes corretivas, constatando desalinhamento dos olhos do paciente A ou seja, este apresenta estrabismo, coincidindo com o diagnóstico dado pelo especialista. Nossa metodologia indicou DIFH igual a 7.0 *pixels* e DIFV igual a 1.0 *pixel*. Já no paciente B, temos o método aplicado para um paciente com lentes corretivas. Para este, o laudo do especialista foi normal, enquanto a metodologia o classificou como estrábico, apresentando DIFH e DIFV de 4.0 e 1.95 *pixels* respectivamente.

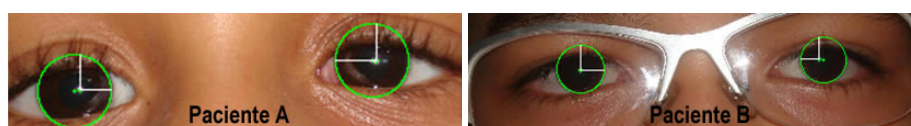


Figura 3. Aplicação da metodologia para o teste de Hirschberg.

4. Conclusão

Neste trabalho, investigamos uma metodologia para detecção e diagnóstico automáticos, e planejamento cirúrgico do estrabismo. A confiança no resultado depende da imagem adquirida e da configuração correta dos parâmetros feita pelo usuário para uso no método de Canny e na Transformada de Hough. Logo, qualquer erro de configuração pode levar a resultados incoerentes.

Fundamentado nos resultados de especificidade igual a 77%, sensibilidade igual a 100% e acurácia igual a 83%, o método apresentado aqui mostra que o teste de Hirschberg pode ser realizado de forma computacional, utilizando-se de uma máquina fotográfica digital, um computador e um software de processamento de imagens. Contudo, é necessário realizar testes com uma quantidade maior de imagens de pacientes, que apresentem ou não a patologia do estrabismo, para que seja possível comprovar a eficiência da metodologia proposta.

Dando continuidade a essa pesquisa, será implementado o Cover Test para juntamente com o teste de Hirschberg darem o diagnóstico do estrabismo. Por último, proporemos o plano cirúrgico.

Referências

- Canny, J. (1986). A computational approach to edge detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6):679–698.
- Duda, R. and Hart, P. (1972). Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures. *Communications of the ACM*, 15(1):11–15.
- Eskridge, J., Wick, B., and Perrigin, D. (1988). The Hirschberg test: a double-masked clinical evaluation. *American journal of optometry and physiological optics*, 65(9):745.
- Gonzalez, R. and Woods, R. (2000). *Processamento de imagens digitais*. Edgard Blucher.
- Souza-Dias, C. and Almeida, H. (1993). *Estrabismo*. São Paulo: Roca.