

Sistema de Visão Computacional para Análise Automática do Sêmen Humano

Antônio Francisco Júnior¹, Daniel Geiger Smidt², Edson Borges Jr.³

¹INPE/LAC

Av. dos Astronautas, 1758 - 12.210-100 - São José dos Campos (SP) e-mail: kico@lac.inpe.br

²Atonus Engenharia de Sistemas Ltda

Rua Francisco Paes, 56 - 12.210-100 São José dos Campos (SP) e-mail: atonus@polovale.softex.br

³Fertility Centro de Fertilização Assistida

Av. Brigadeiro Luís Antônio, 4258 Jd. Paulista - 01402-002 - São Paulo (SP)

Resumo - Descreve-se o desenvolvimento e aplicação de um sistema de visão computacional para processar dados visuais de populações de espermatozoides. Com o intuito de guiar o especialista em análise seminal na execução de exames espermáticos, utilizou-se um sistema de visão por computador que atua desde a aquisição em tempo real de imagens até a extração de dados morfológicos e de mobilidade.

Abstract - The development and the application of an automatic computer vision system to process visual data from a spermatozoa population is described. From the real time image acquisition to the final extracted parameters of motility and morphology, a computer based strategy was used in order to guide the expert in semen analysis towards an objective procedure.

Introdução

O Sistema Sêmen-Análise, constituído pelo software *Seminal-Soft* e por um hardware específico, é um sistema de visão por computador (visão computacional) (Horn¹) desenvolvido para automatizar exames do tipo espermogramas. Através deste sistema computadorizado é possível o usuário executar de forma confiável e num prazo de tempo inferior a qualquer processo manual, os exames de concentração de espermatozoides por ml, motilidade, velocidade, velocidade efetiva e da morfologia.

Metodologia

Dentre as diversas áreas da ciência da computação utilizadas no desenvolvimento do sistema Sêmen-Análise, ressalta-se *visão por computador* (visão computacional) como a de maior abrangência. Utilizando-se técnicas de visão computacional são medidos diversos parâmetros relevantes à classificação das células e trajetórias a partir das imagens adquiridas pelo sistema. A classificação morfológica e de motilidade das células é feita através de *lógica nebulosa* (Driankov²).

Cada célula possui um *bloco descritor de célula* contendo informações relativas a célula, como por exemplo, a área da cabeça da célula, fator de elipse, identificação, e ponteiros para outras células no próximo quadro de sequência (quando se está analisando o movimento da célula).

Exame de Motilidade - A primeira etapa para a computação dos parâmetros de motilidade, é a aquisição de um filme digital (sequência de diversas imagens) do sêmen. A utilização de um

microscópio com contraste de fase permite que o processo de detecção automática das células, denominado *segmentação*, seja realizado comparando-se a imagem adquirida com um limiar de intensidade pré-estabelecido. Ou seja, pedaços de imagem acima deste limiar são considerados como parte da cabeça da célula, e pedaços da imagem com intensidade abaixo deste limiar são considerados parte do fundo. O sistema utiliza esta imagem segmentada para computar os baricentros das células, os quais serão utilizados no algoritmo de rastreamento.

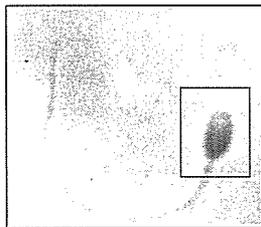
O algoritmo de rastreamento seleciona sequencialmente, da esquerda para a direita e de cima para baixo deste quadro de imagem, cada baricentro do quadro. O casamento de baricentro entre quadros consecutivos é realizado até que todos os quadros do filme sejam analisados. Após esta etapa, estão disponíveis no sistema as trajetórias de todas as células cuja imagem está registrada no filme. Os parâmetros de motilidade são então calculados a partir destas trajetórias. O sistema analisa a trajetória de cada espermatozoide, classificando-a conforme os padrões definidos como: Móvel Não Progressivo, Linear Lento, Linear Rápido e Imóvel. Para um dado trajeto, a análise computadorizada atribui um valor de possibilidade (lógica nebulosa) do trajeto pertencer a uma determinada classe. O trajeto é classificado selecionando-se a classe com maior valor de possibilidade.

Exame Morfológico - A primeira etapa deste exame consiste na aquisição de uma imagem da lâmina corada contendo as células. Cada célula é selecionada manualmente pelo usuário. O sistema analisa morfolologicamente a cabeça da célula, classificando-a conforme os padrões definidos

como: Normal, Afilada, Redonda, Macro, Micro ou Amorfo. Os parâmetros automaticamente obtidos pelo sistema são: área da cabeça, percentual de acrossoma, diâmetro máximo, diâmetro mínimo e fator de elipse. Para uma dada célula, a análise computadorizada atribui um valor de possibilidade (lógica nebulosa) a célula pertencer a uma determinada classe. A célula é classificada selecionando-se a classe com maior valor de possibilidade.

Resultados

A Figura 1 apresenta uma amostra do tipo de imagem analisada num exame de Morfologia, e os resultados gerados pelo sistema. A Figura 2 apresenta uma imagem da sequencia do filme adquirido, e o tipo de resultado gerado pelo sistema Sêmen-Análise para um exame de Motilidade.



Parâmetros Medidos		
Celula:	1	
Diametro Maior:	5.14	µm
Diametro Menor:	2.75	µm
% Acrossoma:	45.01	
Area:	10.97	µm ²
Fator de Elipse:	0.53	

Figura 1 _ Exame de **Morfologia**. (a) imagem de uma célula capturada, (b) Resultados da análise.

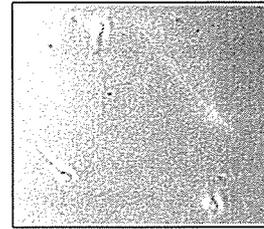
Conclusões

A avaliação final dos resultados do sistema computadorizado foi feita através do cruzamento dos dados obtidos pelo sistema automático com os dados subjetivos fornecidos pelo operador. A correspondência dos resultados subjetivo e automático foi considerada satisfatória conforme citado por Borges *et alii*^{3,4}. Adicionalmente, como enfatizado por Borges *et alii*⁵, repetidas análises da mesma amostra de sêmen realizadas pelo sistema computadorizado produziram resultados com coeficiente de variação inferior a 15%, para todos os parâmetros avaliados.

O uso de um sistema de visão computacional para análise de sêmen humano permite, de forma rápida e objetiva, a obtenção de resultados geralmente impossíveis de serem obtidos por métodos convencionais.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio financeiro e ao núcleo POLOVALE de São José dos Campos pela infraestrutura.



Hovel, Linear Rapido

Dados de Trajeto

Trajeto: 1

Num. Pontos: 5 Vel. Efetiva: 32,129 µm/s

Linearidade: 0,997 Vel. Curvilinea: 32,220 µm/s

Figura 2 _ Exame de **Motilidade**. (a) imagem de uma célula capturada, (b) Resultados da análise.

Referências

- ¹HORN B.K.P. *Robot Vision*. Cambridge, Massachusetts and London, England: The MIT Press and Mc Graw-Hill Book Co, 1986.
- ²DRIANKOV D. e HELLENDORRN H. e REINFRANK M. *An Introduction to Fuzzy Control*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993.
- ³BORGES JR. E. e IACONELLI JR. A. e AOKI T. e SIMBOL S. Análise seminal computadorizada e convencional: estudo comparativo. *XXIV Congresso Brasileiro de Urologia*, 1993.
- ⁴BORGES JR. E. e IACONELLI JR. A. e ORTIZ V. e SIMBOL S. Análise seminal computadorizada no estudo da capacidade fértil do espermatozóide. *IV Congresso Latino Americano de Esterilidade e Fertilidade*, 1993.
- ⁵BORGES JR. E. e IACONELLI JR. A. e AOKI T. e ORTIZ V. e SIMBOL S. e VIEIRA M. E. Análise seminal computadorizada e convencional: estudo comparativo. *Jornal Brasileiro de Urologia*, v. 20, n. 3, p. 133-137, 1994.