

DESENVOLVIMENTO DE "SOFTWARE" BÁSICO PARA O
PROCESSAMENTO E VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS
OBTIDAS POR RM

por

A. J. M. TRAINA¹ e J. F. W. SLAETS²

RESUMO -- No Instituto de Física e Química de São Carlos - USP, está em desenvolvimento um tomógrafo que efetua a coleta de dados através da técnica de Ressonância Magnética. Este trabalho apresenta o Sistema de Software que permite o Processamento e Visualização de Imagens obtidas dessa forma.

INTRODUÇÃO

No Departamento de Física e Ciência dos Materiais do Instituto de Física e Química de São Carlos - USP, está em desenvolvimento um projeto para a construção de um tomógrafo computadorizado usando a técnica de Ressonância Magnética (RM).

O sistema de software está sendo desenvolvido em uma estação gráfica InterPro 32C de fabricação da Intergraph, que dispõe de uma tela de 1184 x 884 pontos, e pode apresentar até 64 cores simultâneas escolhidas de um total de 4096. Paralelamente está sendo desenvolvida no Laboratório de Instrumentação Eletrônica do IFQSC - USP, uma arquitetura dedicada para Processamento de Imagens, como relatado nos trabalhos prévios por Slaets e Paiva (1988) (1989). Para onde posteriormente deverá ser transportado todo o software desenvolvido na fase atual do projeto, conforme exposto no trabalho de Slaets e Traina (1989).

PROCESSAMENTO DOS DADOS

O primeiro passo para transformar os dados coletados em imagens é efetuar uma Transformada de Fourier Bidimensional sobre eles, transformando assim as frequências e suas respectivas amplitudes do sinal amostrado em pontos espaciais com níveis de intensidade associados. Esses dados são normalizados em uma faixa de intensidades adequada, que atualmente é de 128 níveis, gerando finalmente a imagem a ser visualizada.

O processamento dos dados é dividido em dois tipos: o

¹Analista de Sistemas, em programa de doutoramento no Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx.P.369 - 13.560 - São Carlos, SP.

²Professor Associado, Instituto de Física e Química de São Carlos, USP, Cx.P. 369 - 13.560 - São Carlos, SP.

processamento dos dados efetuado no próprio processo para se obter a imagem, ou seja, dentro da própria Transformada de Fourier, e o Processamento efetuado depois que a imagem já foi obtida. A Transformada de Fourier permite interpolar os dados coletados antes de se obter a imagem final, conseguindo-se assim uma ampliação da imagem para o tamanho desejado, com grau de integridade maior do que se comparado a técnicas de interpolação convencionais. Outro tipo de interpolação pode ser efetuado através das técnicas de interpolação convencionais, utilizando-se até mais do que um algoritmo de interpolação de cada vez, conforme exposto nos trabalhos relatados por Câmara Neto e Mascarenhas (1982) (1983). Algoritmos de interpolação explícitos fazem parte do conjunto de Processamento das imagens do segundo tipo, o qual é efetuado depois que a imagem já foi obtida, já a interpolação na própria Transformada de Fourier faz parte do primeiro tipo.

Juntamente com a visualização das imagens na estação gráfica permite-se ao usuário manipular dinamicamente a tabela de cores da imagem (como mostrado nas figuras 1 e 2). Dessa forma o usuário pode interativamente alterar níveis de cores conforme o seu interesse, manipulando níveis em RGB. Esta manipulação da tabela de cores, faz com que o usuário possa alterar os níveis de intensidade (contraste) de regiões de interesse que foram previamente demarcadas.

Mas o aumento do contraste de uma faixa de pontos pode ser conseguido fazendo-se uma distribuição não linear dos tons de cinza disponíveis para as intensidades dos pontos. Um modo de permitir-se ao usuário escolher a divisão dos níveis de intensidade, é através de histogramas que mostrem para cada nível de intensidade a frequência de pontos a ele associada. Dessa forma pode-se fazer uma divisão não linear que mostre regiões com determinada faixa de intensidade mais interessante para o usuário. Também juntamente com a visualização da imagem o usuário pode solicitar para que o histograma da imagem mostrada seja exposto (como mostrado na figura 3).

Outro ponto interessante para a manipulação das imagens de tomografia é a delimitação de áreas geométricas para determinar características específicas da imagem. No caso do tomógrafo de RM seriam parâmetros de densidade, constantes de tempo T1 e T2, medidas de tamanho, volume, etc.

ESTÁGIO ATUAL DO SISTEMA DE SOFTWARE

Os dados coletadas pelo sistema de aquisição do tomógrafo são migrados para a estação gráfica onde é processada a Transformada de Fourier sobre os mesmos, levando-se a obter a imagem dos dados. Pode-se efetuar uma ampliação da imagem na própria Transformada de Fourier dimensionando-se a matriz resultado com o tamanho desejado. Dessa forma as imagens podem atualmente ser visualizadas nos tamanhos 128x128, 128x256, 256x256, 256x512, 512x512 pontos.

Imagens maiores depois de serem processadas, podem ser visualizadas em partes, ou seja, pode-se quebrá-las em quadrantes e visualizá-los separadamente.

O sistema de "software" apresenta tipicamente três janelas: uma janela que apresenta a imagem processada, uma segunda janela que apresenta a tabela de cores em que a imagem está mapeada, permitindo-se alterá-la dinamicamente, e uma terceira janela na qual apresenta-se o histograma normalizado da imagem, ou seja, para cada nível de cinza a quantidade de pontos da imagem a ele associado. Nesse estágio do projeto, o histograma apresenta os pontos agrupados em faixas de 8 níveis de intensidade. Permite-se ao usuário definir pelo histograma, através do "mouse", uma faixa de níveis de intensidade que ele deseja alterar na tabela de cores, facilitando a escolha de uma faixa de níveis pelo número de pontos da imagem a ela associada (como mostrado nas figuras 3 e 4).

Outra opção que o usuário possui é a manipulação da imagem através de operações de filtragens, implementadas através de filtros espaciais tipo "passa-altas" e "passa-baixas", e também operadores para delimitação de bordas. O sistema permite manipular até três imagens simultâneas, podendo-se efetuar operações aritméticas e lógicas sobre as imagens, ou seja somar duas imagens obtidas por filtragens diferentes, ou fazer a diferença entre várias imagens. Também as operações lógicas de "E", "OU" e "NÃO" estão disponíveis. Tais imagens já operadas podem ser armazenadas em arquivos para depois serem utilizadas (como mostrado na figura 5).

O "software" foi todo elaborado em linguagem "C" utilizando chamadas do ambiente gráfico Environ V que é suportado pela estação gráfica InterPro 32C. O "software" básico do sistema de Processamento de Imagens foi elaborado modularmente com o intuito de ser facilmente migrado para outras arquiteturas de computadores, procurando facilitar ao máximo a interação com o usuário, através da utilização de menus, envio de mensagens ao usuário relativas a cada passo do processamento e entrada de dados através de utilização do "mouse".

AGRADECIMENTOS

À FIPEC e à FINEP pelo apoio financeiro outorgado ao desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

SLAETS J. W., PAIVA, M. S. V. (1988), "Desenvolvimento de uma Arquitetura de Computador, Dedicada Para o Tratamento de Imagem em Tomografia por RNM", in Anais do 1o. Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagem, páginas 248-249.

SLAETS, J. W., PAIVA, M. S., ALMEIDA, L. O. (1989), "O Processador Gráfico TMS34010 - Uma Arquitetura Para Visualização de Imagem em Tomografia por RMN", in Anais do 2o. Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagem, páginas 236-245.

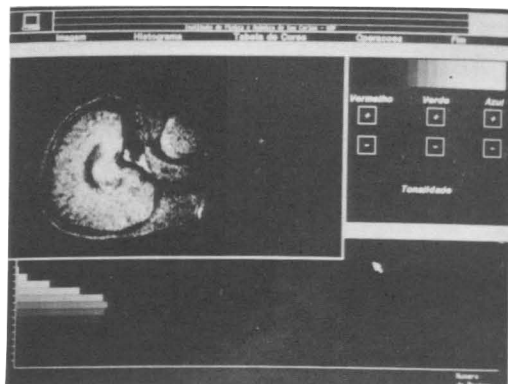
SLAETS, J. W., TRAINA, A. J. M. (1989), "Um Sistema de

Processamento De Imagens para Tomografia Computadorizada por RNM", in Anais do 2o. Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagem, páginas 281-290.

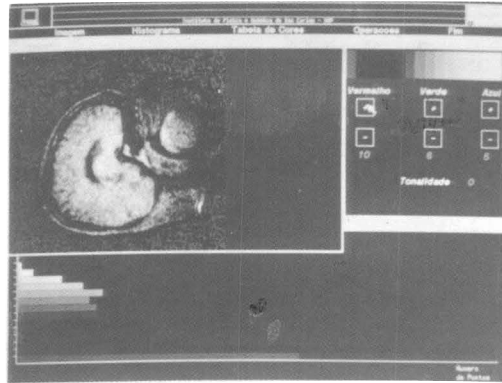
CÂMARA NETO, G., MASCARENHAS, N. D. A. (1983), "Methods for Image Interpolation Through fir Filter Design Techniques" Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, páginas 391-394.

CÂMARA NETO, G., MASCARENHAS, N. D. A., MENDES, C. L. (1982) "Projeto de Interpoladores em Imagens Digitais por Meio de Métodos de Janelamento", in Anais da 34a. Reunião Anual da SBPC.

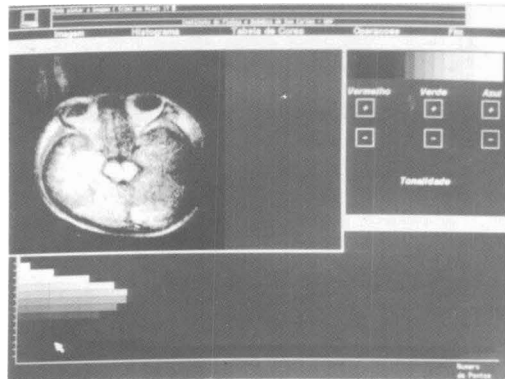
FIGURAS



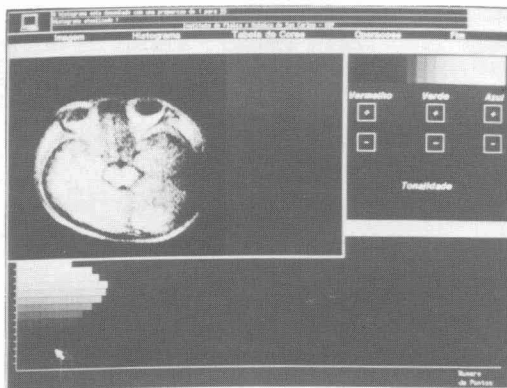
"Figura 1. Corte Sagital de Cabeça Humana."



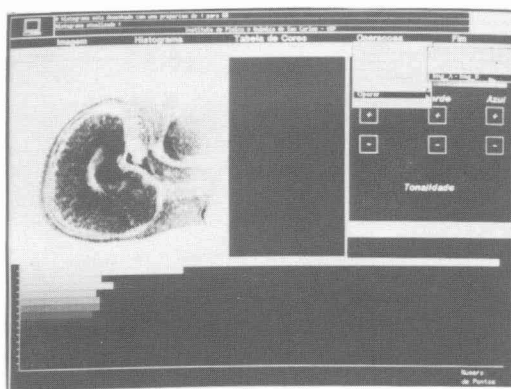
"Figura 2. Imagem da Figura 1 com Contraste."



"Figura 3. Corte Transversal de Cabeça Humana".



"Figura 4. Imagem da Figura 3 com redistribuição dos níveis de cinza".



"Figura 5. Operações Efetuadas Sobre as Imagens das Figuras 1 e 2".

DEVELOPMENT OF BASIC SOFTWARE FOR PROCESSING AND VISUALIZATION
OF NMR TOMOGRAPHIC IMAGES

ABSTRACT -- The present work describes the software under development for Image Processing and Visualization of MR Images. This project is part of Magnetic Resonance Tomographic System which is being built at the IFQSC - USP.