

# Sistema Protótipo para Imagens Angiográficas

Renato Gosdal<sup>1</sup>  
Agma J. Traina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CEFET-Pr - Centro Federal de Educação Tecnológica  
CPGEEII - Curso de Pós-graduação em  
Engenharia Elétrica e Informática Industrial  
Av. 7 de setembro, 3165  
Curitiba, PR, Brasil - CEP 80230  
bamimpr@brfapesp.bitnet

<sup>2</sup>USP - Universidade de São Paulo  
ICMSC - Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos  
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465  
São Carlos, SP, Brasil - CEP 13560-970  
agma@ifqsc.usp.ansp.br

**Abstract.** This work presents a prototype system for digitizing, processing and displaying angiographic images. The system is based on a graphical systems processor from Texas Inc., the TMS34010. A PC microcomputer is used as a host and for providing user interface and data storage.

## Introdução

As imagens radiográficas de estruturas de tecidos são obtidas pela transmissão de radiações de raios-X através dos tecidos. O problema central é que todas as estruturas transradiadas ficam sobrepostas. Com o objetivo de tornar a imagem mais adequada ao diagnóstico médico, foram desenvolvidas técnicas e sistemas baseados no tratamento digital das imagens radiográficas.

Uma das aplicações da radiografia digital é na área da Angiografia, que é a visualização de vasos e estruturas cardiovasculares por meio da injeção de material de contraste, em geral compostos de iodo [Marques et al. (1989)]. A técnica conhecida por Angiografia por Subtração Digital (DSA - *Digital Subtraction Angiography*) efetua a subtração de duas imagens, uma delas tomada antes ("máscara") e outra depois da injeção do meio de contraste. Em princípio, as imagens diferem apenas nos locais correspondentes ao lúmen dos vasos, obtendo-se assim um aumento adicional do contraste da imagem [Ro et al. (1987)].

## Sistemas de DSA

Nos sistemas convencionais para angiografia, a radiação oriunda de um tubo de raios-X é transmitida através do paciente e captada por um intensificador de imagem, gerando uma imagem que é capturada por uma câmara de vídeo. O sinal de vídeo gerado pela câmara é visualizado diretamente em um monitor de imagem. Em

geral, é efetuada também a gravação das imagens em filme fotográfico ("cine"). Já os sistemas digitais para DSA passaram a digitalizar o sinal de vídeo, efetuando a subtração das imagens e outras operações de processamento através de um módulo de processamento e visualização, que fornece a imagem ao monitor. Normalmente está associado um computador hospedeiro para operações mais genéricas e para controle da operação [Miller et al. (1988)]. A figura 1 ilustra os componentes de um sistema para DSA.

O sinal de vídeo gerado pela câmara deve ser digitalizado em tempo real, correspondendo ao tempo da varredura completa de uma imagem. Este tempo é de 1/30 s para uma imagem de vídeo padrão RS-170 de 512 linhas. O processamento, especialmente a subtração das imagens, necessita de arquiteturas extremamente rápidas para suportar o fluxo de imagens. Deve-se encontrar um compromisso entre velocidade de processamento e a capacidade de efetuar operações genéricas. A apresentação da imagem da memória, composta em geral por VRAMs, necessita de controle para seu refrescamento e acesso, assim como processamento gráfico e operações de janelamento.

## Características do Sistema

Sistemas comerciais de DSA têm um custo muito alto, pois integram desde os geradores e detectores de raio-X e seus posicionadores em eixos múltiplos, até o *software* e *hardware* para tratamento digital das imagens. O

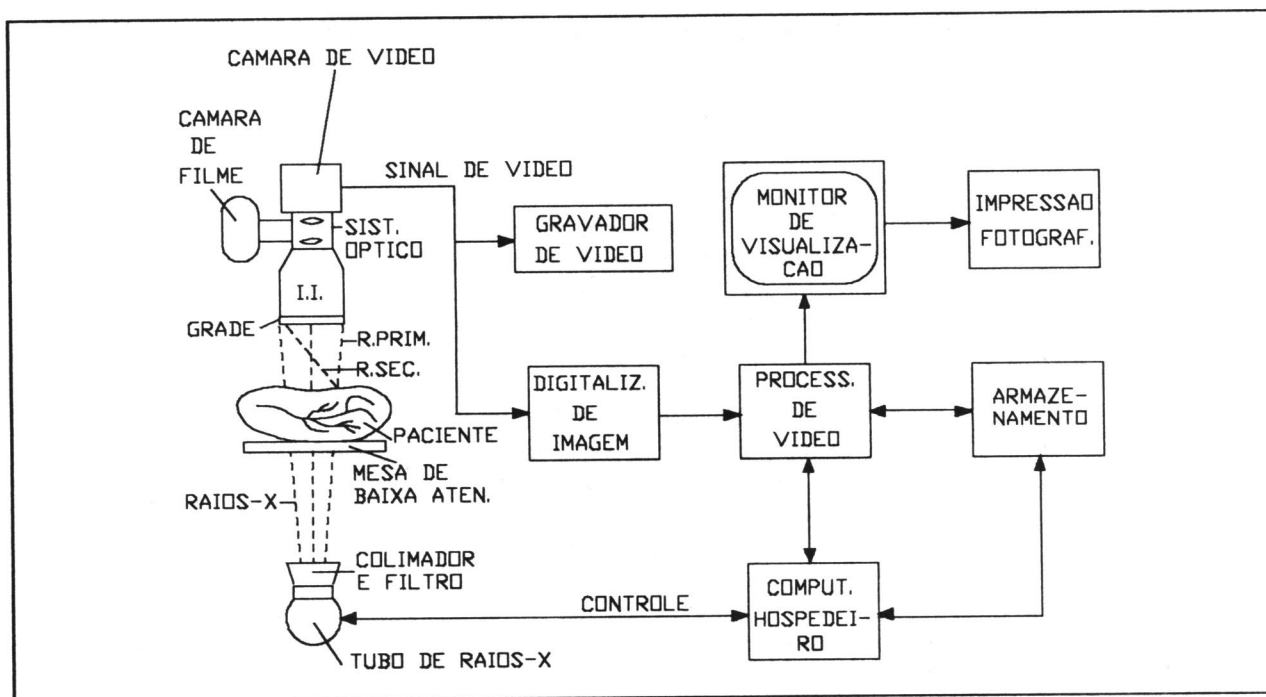


Figura 1 : Sistema típico utilizado em DSA

processo de desenvolvimento de um sistema aplicável na prática médica é complexo, demorado e caro, sendo de fundamental importância o conhecimento de seus requisitos. Para tanto, o desenvolvimento do sistema implementado têm por modelo básico a prototipação. Um sistema protótipo é concebido basicamente para ser avaliado pelos usuários e projetistas e não para ser um sistema de produção. Estes são úteis para um melhor conhecimento dos requisitos dos usuários, para uma avaliação da viabilidade de um sistema e para auxiliar na estimativa de custos, principalmente antes que sejam dispendidos grandes quantidades de esforços e recursos. [Luqi-Yeh (1988)]. Um protótipo é distinguido de um sistema de produção por ser desenvolvido mais rapidamente, mais facilmente adaptado, menos eficiente, menos completo, porém mais facilmente monitorado e instrumentado [Balzer (1988)].

A principal finalidade deste sistema protótipo é de proporcionar um ambiente de pesquisa nas seguintes áreas:

- Sistemas e técnicas de processamento de imagens, em especial na área da angiografia.
- Arquiteturas para processamento e visualização de imagens baseadas em processadores gráficos, em especial o TMS34010.

O sistema permite que imagens de exames angiográficos sejam digitalizadas e, após a aquisição da

máscara, sejam subtraídas e processadas. Os comandos da operação são efetuados por meio do *mouse* e do teclado, auxiliados pelo monitor de controle. O monitor de visualização apresenta a imagem em até 256 níveis de cinza. Funções adicionais de processamento posteriormente desenvolvidas podem ser facilmente incorporadas ao sistema.

### O Processador Gráfico TMS34010

As arquiteturas dedicadas para processamento de imagens são intrinsecamente paralelas e possuem, em geral, grande velocidade de processamento de operações de baixo nível sobre imagens (limiares, filtragens, etc.). Algoritmos de mais alto nível, intrinsecamente sequenciais, requerem maior flexibilidade de programação. A visualização das imagens necessita de funções de processamento gráfico e controle sobre acesso às memórias de vídeo.

A utilização do processador gráfico TMS34010 deve-se à sua arquitetura, concebida de modo a facilitar sua utilização em processamento e visualização de aplicações gráficas. Em seu conjunto de instruções estão presentes operações de uso geral acrescidas de poderosas funções voltadas para aplicações gráficas. O TMS34010 controla adicionalmente funções inerentes a vídeo (sincronismos, apagamento), assim como o refrescamento das memórias dinâmicas.

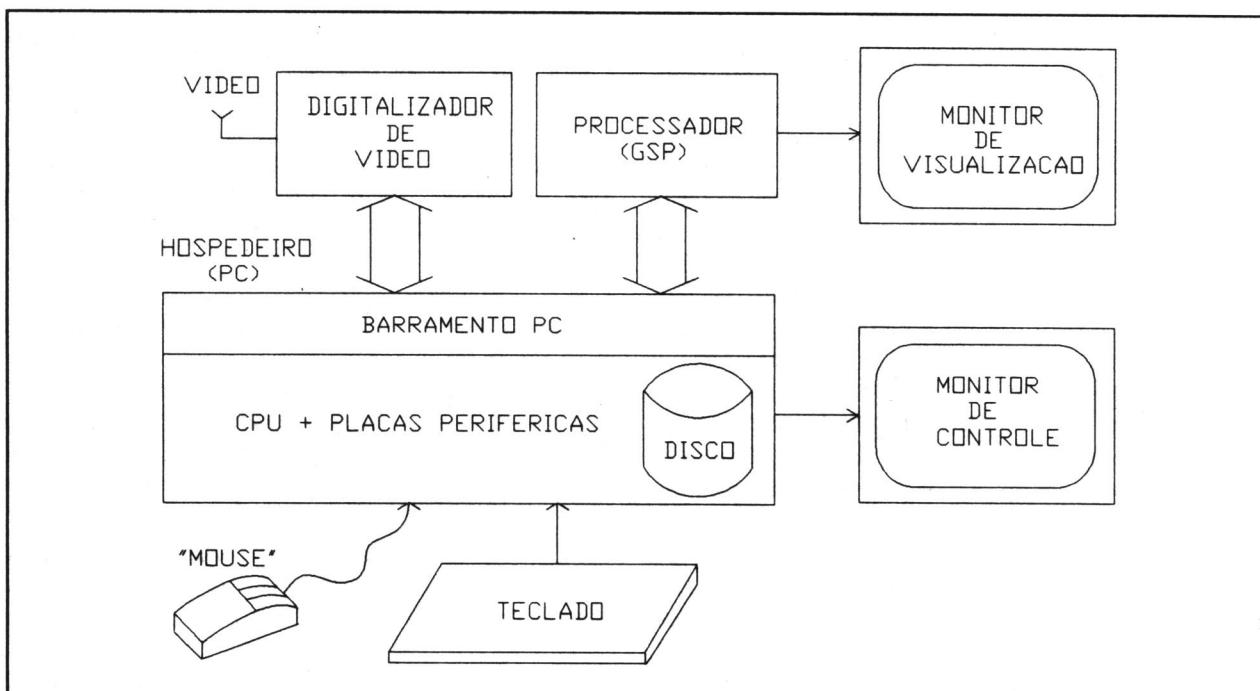


Figura 2 : Diagrama de blocos do sistema

Seu *hardware* foi concebido para a manipulação eficiente de tipos de dados, como campos de *bits*, *pixels* e *arrays* bidimensionais de *pixels* [Asal et al. (1986)]. Por exemplo, a instrução de transferência de blocos de *pixels* (PIXBLT) permite que um *array* retangular seja movido para outra posição da imagem, efetuando um processamento lógico ou aritmético. Este processamento pode ser uma subtração *pixel a pixel* dos dois *arrays*, limitando em 0 o resultado, especificando-se ainda uma determinada janela do *array*. Esta capacidade é utilizada para efetuar a subtração das imagens angiográficas.

O projetista conta também com ferramentas de auxílio ao desenvolvimento de *software* e *hardware*; e a programação pode ser feita em linguagem Assembly ou em C [Texas (1988)]. A utilização do padrão TIGA para interface gráfica facilita o desenvolvimento de aplicações padronizadas, em um nível de abstração mais elevado [Texas (1990a)].

Um novo membro da família TMS340 foi liberado, o TMS34020, que é um processador de sistemas gráficos de segunda geração, possuindo maior velocidade de processamento, código objeto compatível com o TMS34010 e conjunto de instruções expandido [Texas (1990b)]. Por essas características torna-se interessante sua utilização em novas versões do sistema protótipo desenvolvido.

### Implementação do Sistema

Procurou-se utilizar, sempre que possível, componentes comerciais e projetos já testados, dentro de limitações de disponibilidade e custo.

O sistema é composto pelos seguintes módulos, representados na figura 2:

- digitalizador de imagens de vídeo, com resolução de 244 x 256 pontos, 256 níveis de cinza, produzido pela Idec Inc. - USA. Este módulo captura e digitaliza a imagem numa memória intermediária, que é lida pelo PC.
- placa de processamento e visualização: baseada no processador gráfico TMS34010, com uma resolução de 256 x 256 em monitor VGA, 256 níveis de cinza [Paiva (1989)]. Efetua o processamento da imagem e das funções gráficas necessárias à visualização da imagem.
- microcomputador hospedeiro tipo PC-Xt com monitor CGA, teclado e *mouse*. Este transfere a imagem do digitalizador para a placa de processamento, efetua a interface de operação com o usuário e também o armazenamento das imagens em disco.
- monitor VGA monocromático, com entrada analógica, utilizado para a visualização das imagens.

A placa de processamento baseada no TMS34010 foi implementada e testada com o auxílio de *software* de diagnóstico customizado. Foram integrados os componentes do sistema e implementadas suas interfaces.

O *software* de controle e aquisição desenvolvidos residem no PC, e o de manipulação de imagens na placa de processamento, desenvolvidos utilizando as linguagens C e Assembly. A interface de *software* com a placa de processamento segue o modelo cliente-servidor, utilizando funções primitivas com sintaxe compatível com a padronização TIGA, de modo a facilitar a portabilidade dos programas com a utilização de placas em conformidade com este padrão. Estas funções são ativadas no PC, que passa os comandos e seus parâmetros para a placa de processamento para sua execução. Isso permite que sejam efetuadas em paralelo operações de controle e manipulação de imagens, aumentando o desempenho do sistema. O programador pode alterar as funções pré-definidas ou acrescentar novas funções no *software* da placa de processamento, em linguagem C ou Assembly, tendo acesso às ferramentas de desenvolvimento para o TMS34010.

Comandos de *mouse* são transmitidos à placa de processamento, facilitando operações de apontamento de coordenadas e translação de imagens, possibilitando um registro mais perfeito no caso de ocorrer deslocamento nos eixos XY. No monitor podem ser visualizadas duas imagens simultaneamente, de modo a facilitar operações de comparação. A resolução das imagens capturadas é atualmente de 244 x 256 por razões de limitação da placa de digitalização, que pode ser facilmente substituída por outra de maior resolução. As características do TMS34010 oferecem grande flexibilidade de resolução de apresentação da imagem, viabilizando a evolução do sistema.

Estão em andamento o aperfeiçoamento de algumas funções primitivas, além de testes associado a imagens de exames angiocardiógráficos. O sistema pode também ser utilizado com facilidade em processos que envolvem comparação de imagens, como no controle de qualidade de placas eletrônicas, ou em aplicações genéricas de processamento gráfico e de imagem.

O desenvolvimento deste protótipo envolve intercâmbio de informações e experiências entre o CEFET-PR e o IFQSC e ICMSC da USP e deve ter sua fase de avaliação a partir de janeiro de 1993, quando novos direcionamentos podem ser adotados.

## Referências

M. Asal et al., Texas Instruments, The Texas Instruments TMS34010 Graphics System Processor, IEEE CG&A, October (1986), 24-39.

R. Belzer, Draft Report on Requirements for a Common Prototyping System. Sigplan Notices, vol. 3, no. 4, (1988).

V. Luqi, R.T. Yeh, A Prototyping Language for Real-time Software, IEEE Transactions on Software Engineering, vol 14, no. 10, October (1989), 1409-1423.

P.M.A. Marques, A.F. Frère, C.A.N.F. Miranda, Desenvolvimento de um Sistema de Radiografia Digital, RBE, vol. 6, no. 2, (1989).

H.I. Miller, N. Alperin, S. Laniado, Digital Subtraction Angiography (Noninvasive Cardiac Imaging: Recent Developments, 1988).

M.S.V. Paiva, Projeto de uma Arquitetura de Hardware para Visualização de Imagens por ToRM, tese de doutoramento, USP-IFQSC (1990).

D.W. Ro, L. Axel, G.T. Herman, R.F. Leveen, Computed Masks in Coronary Subtraction Imaging. IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. MI-6, no. 4, December (1987).

Texas Inst., TMS34010 Assembler Tools User's Guide (1987).

Texas Inst., TMS34010 C Compiler User's Guide (1988).

Texas Inst., TIGA Interface User's Guide (1990a).

Texas Inst., TMS34020 User's Guide (1990b).