

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE APOIO PARA UM SISTEMA DIGITALIZADOR DE IMAGENS

Autor : Marcelo Antônio Alvarez
Orientador : Clésio Luiz Tozzi

CNPq Conselho Nacional de Pesquisa e
Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DCA Departamento de Engenharia de Computação
e Automação Industrial
FEE Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Estadual de Campinas UNICAMP
Barão Geraldo - CEP 13081

1) INTRODUÇÃO :

Este projeto é o início da montagem de uma Estação de Processamento de Imagens. O sistema que ela faz parte é o HOMUK (Homogeneous Multiprocessor Kernel) cujo objetivo principal é o processamento paralelo entre quatro processadores MC-68000 para ganho de velocidade em projetos de Computação Gráfica e Processamento de Imagens. O HOMUK utiliza o barramento padrão VME e ele é fruto de um convênio entre as Universidades UNICAMP e TH DARMSTADT.

O sistema operacional utilizado é o FLEXOS versão 4.0 e a linguagem envolvida é o FORTRAN e o assembly do MC-68000.

2) OBJETIVO :

O objetivo deste projeto é o início da construção de uma Estação de Processamento de Imagens. Para isto temos disponível um equipamento de digitalização e armazenamento de imagens. Inicialmente escolheu-se as melhores adaptações de hardware e software para a instalação e inicialização do equipamento ao sistema principal. Em seguida veio o desenvolvimento de um pacote de software de apoio para a utilização do mesmo.

A elaboração deste pacote torna-se muito importante para o desenvolvimento do sistema, pois através de subrotinas de alto nível é possível que qualquer usuário tenha acesso fácil à todos os recursos oferecidos pelo equipamento, tanto memória com registradores, ficando transparente para ele o processo de inicialização e escolha de parâmetros, como também o processo de endereçamento da memória de vídeo.

Neste software de apoio estão incluídas subrotinas de inicialização, de acesso à registradores, de acesso à memória e subrotinas ligadas ao processamento de imagens.

3) DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO :

O equipamento responsável pelo processo de digitalização é constituído de duas placas : PPI 1/68K e PPI 2/68K.

A placa PPI 1/68K é a memória RAM para a unidade de aquisição. Trata-se de uma memória de rápida aquisição com uma capacidade de 2 Mega bytes com uma disposição de 2048 pixels por 1024 linhas. Foi projetada especialmente para processar imagens em combinação com a placa PPI 2/68K. Realiza transferência de dados em byte, word e longword.

Cada pixel da imagem está codificado em 8 bits para informações de tonalidade de cinza.

A placa PPI 2/68K é a interface com o monitor de vídeo e é responsável pelo processo de digitalização. Dentre as suas características pode-se citar :

- interface com o barramento VME
- projetada com fontes de rastreamento de imagens com vários padrões como CCIR, EIA e outros
- requisita um sinal de vídeo composto
- sincronismo automático com a câmara
- seleção dos modos de operação por software
- aquisição em tempo real
- conversor analógico-digital de 8 bits
- offset e ganho do conversor são ajustados por software ou por hardware
- Look-up Table (chip IMS 6170) como conversor digital-analógico e tabela de cores, com opção para 256 cores entre 256 Kilo cores.
- janela de display, aquisição e endereço inicial do display definidos por software
- taxa de amostragem definida por software, maior taxa : 30 Mhz
- resolução horizontal programável, máxima de 1024 pixels por linha
- gerador de sincronismo interno para processos off-line e saída para sincronismo separado caso se queira trabalhar com várias câmaras multiplexadas
- trigger externo facilitando o controle de aquisição
- interrupção em um nível dentre os vários níveis de interrupção do barramento VME, e selecionada por software

O funcionamento conjunto entre as placas é basicamente o seguinte : a PPI 2/68K recebe um sinal analógico de uma câmara de vídeo, o converte para digital e o guarda na placa PPI 1/68K na posição desejada. Uma vez digitalizado o sinal, os pixels que constituem a imagem são comparados na Look-up Table onde são gerados após conversão digital-analógica, três saídas padrão RGB para um monitor de alta resolução.

Cada imagem padrão é visualizada no monitor com 64 níveis de cinza através de uma janela de display de 480 pixels por 200 linhas e a resolução utilizada é de 524

pixels por linha. Desta forma, com os 2 Mega bytes disponíveis podemos armazenar com folga 16 imagens.

4) CONECCÃO DO EQUIPAMENTO AO SISTEMA PRINCIPAL :

As placas estão conectadas ao barramento VME conjuntamente com uma CPU e uma interface que monitora um winchester de 40 Mega bytes e uma impressora EPSON FX-100. À CPU é ligado um terminal de vídeo, um console e uma mesa digitalizadora, à placa PPI 2/68K é ligado um monitor de alta resolução colorido, padrão RGB, e uma câmara de vídeo monocromática monitorada por um monitor de alta resolução preto e branco. Na figura 1 temos a conexão do sistema.

5) SISTEMAS DE COORDENADAS :

Diante da memória de vídeo disponível, elaborou-se três tipos de sistemas de coordenadas para que o usuário tenha uma maior facilidade dependendo da aplicação, são eles :

1) Padrão baseado em dois eixos cartesianos X e Y, com a origem no canto superior esquerdo.

2) Muito semelhante ao anterior, diferenciando-se somente por um fator de 8 no eixo X e 4 no eixo Y, por exemplo : os valores (128,128) no padrão de coordenadas 2 é representado no padrão de coordenadas 1 por (1024,512). Este sistemas de coordenadas é utilizado porque existem registradores que facilitam o deslocamento pela memória de 8 em 8 pixels.

3) Padrão baseado no número da imagem. Este foi criado para facilitar a localização da imagem a ser processada ou visualizada.

Na figura 2 temos os três padrões apresentados.

6) DESCRIÇÃO DO SOFTWARE :

O pacote desenvolvido inclui todos os parâmetros básicos para a construção da Estação. Foram elaboradas subrotinas de inicialização, de acesso à registradores, de acesso à memória e subrotinas ligadas ao processamento de imagens.

Nas subrotinas que inicializam o sistema digitalizador são adotados os seguintes parâmetros :

- taxa de amostragem de 11 MHz e uma resolução de 524 pixels por linha
- baixa resolução
- sem controle externo
- modo não interlaçado
- sincronismo interno
- padrão de vídeo EIA
- memória de vídeo habilitada para escrita e leitura

- janela de display = 480 pixels por 200 linhas
- janela de aquisição = 480 pixels por 200 linhas
- interrupção desabilitada
- modo de conversão binário

Nas subrotinas de acesso à registradores é possível modificar as janelas de display e aquisição, endereço inicial do display de memória e digitalizar imagens.

No processamento de imagens é muito comum a necessidade dos pixels da imagem individualmente. O acesso à memória através do endereço físico pode se tornar dificultoso e complicar o desenvolvimento dos algoritmos de processamento. Diante deste problema, no desenvolvimento do pacote elaborou-se subrotinas que são responsáveis pelo fácil acesso aos pixels. São subrotinas que copiam um vetor de pixels de tamanho variado em uma variável tipo array, colocando cada pixel em um elemento do array. Este vetor pode ser tanto uma linha como uma coluna. Elaborou-se também subrotinas que realizam o contrário, ou seja, a partir de uma variável array escrever em um vetor, novamente podendo ser uma linha ou uma coluna.

Nesta Estação de Processamento de Imagens tem-se a intenção de elaborar uma estrutura de software semelhante à uma árvore, ou seja, existem troncos principais onde a partir deles pode-se acessar troncos secundários, assim tem-se opções para acessar um grande grupo de subrotinas simplesmente através de menus. Isto faz com que o pacote de software fique bem estruturado e faz com que ocorra uma simplicidade muito grande para que um usuário possa manipular o sistema.

O pacote, nas subrotinas de processamento de imagens, procura elaborar algumas diretivas básicas e necessárias ao sistema, que serão brevemente descritas :

- Armazenagem e chamada de imagens do disco rígido. Dá-se opção para o usuário gravar imagens no disco e posteriormente recuperá-las. As imagens podem ter no máximo o tamanho de 1024 pixels por 512 linhas, ou seja, 1/4 da memória de vídeo disponível.

- Coloração de imagens. Dá-se opção para preto e branco, vermelho, verde, azul, padrão HSV (Hue Saturation Value) e padrão de cores aleatórias.

- Elaboração de um cursor em formato de janela. É oferecido ao longo dos limites da imagem um cursor, sendo possível deslocá-lo e variar suas dimensões. É muito utilizado para marcação de segmentos que serão posteriormente processados.

- Elaboração de um cursor em formato de cruz. Para utilização com a mesa digitalizadora.

- Ampliação de segmentos de imagens. A metodologia é baseada na repetição do pixel à direita, abaixo e na diagonal. É

fornecido o cursor em formato de janela para a escolha do segmento, de acordo com o tamanho deste é visualizado uma, duas, três ou quatro taxas de ampliação. Dá-se também opção para a ampliação de 1/4 de uma imagem a partir do canto superior esquerdo.

- **Redução de segmentos de imagens.** A metodologia é baseada na eliminação de um pixels de cada par de pixels e de uma linha em cada par de linhas. É utilizado o cursor em formato de janela para a escolha do segmento e para a escolha da região onde será colocado o segmento reduzido. Dá-se opção também para a redução de uma imagem inteira.

- **Cópia de segmentos de imagens.** É apresentado o cursor em janela para a escolha do segmento a ser copiado e posteriormente para a escolha do local onde ele será copiado. Este local pode ser a própria imagem ou outra imagem qualquer. Dá-se opção também para a cópia de imagens inteiras.

- **Impressão de imagens.** Para obter-se uma impressão de boa qualidade há necessidade da aplicação de um algoritmo de mapeamento ótimo, e na imagem resultado aplicar um outro algoritmo baseado na densidade dos pontos e distribuição dos erros, que transforma a imagem em somente dois níveis de cinza, pronta para ser enviada e entendida pela impressora. Há possibilidade de impressão em três tamanhos: pequeno (10,1 cm x 7,0 cm), médio (16,9 cm x 14,0 cm) e grande (30,4 cm x 20,8 cm). A impressão em tamanho grande apresenta 10 níveis de cinza e somente é necessário a aplicação do algoritmo de mapeamento ótimo. O princípio utilizado é que cada pixel da imagem se transforma em uma matriz 3 x 3 na impressão.

- **Utilização da mesa digitalizadora.** O cursor em forma de cruz é utilizado para a escolha do ponto cujas coordenadas serão retornadas pela mesa. Existem duas versões para a utilização da mesa. A primeira baseada em pontos, ou seja, ao ser retornadas as coordenadas pela mesa o ponto é pintado na imagem da cor desejada, dando-se opção para ser pintado um bloco que varia de 1 x 1 pixel até 8 x 8 pixels. A segunda é baseada em retas, ou seja, de cada par de coordenadas retornadas pela mesa é traçada uma reta entre eles, garantindo assim a continuidade do traço independente da velocidade com que se use a mesa. Dá-se opção para mudança da cor da reta e para mudança de seu padrão como retas pontilhadas, traçadas, pontilhadas e traçadas, e qualquer outra forma que se queira.

- **Reconstituição de imagens ponto a ponto.** Dá-se opção para o usuário modificar uma imagem ponto a ponto com a intensidade de cinza que ele queira. É muito útil para corrigir eventuais erros ou distorções que apareçam na

imagem devido à má iluminação na digitalização ou para eliminação de segmentos da imagem indesejáveis.

A metodologia usada é a seguinte : é apresentado o cursor em janela na imagem selecionada para a escolha do segmento a ser modificado. No segmento escolhido são realizadas duas ampliações para melhor visualização do pixel a ser modificado. Na imagem ampliada é apresentado um novo cursor em janela de tamanho 4 x 4 pixels, o suficiente para cobrir um pixel ampliado. De acordo com as teclas do console é possível caminhar com o cursor ao longo da imagem sem pintá-la, ou caminhar pintando com a intensidade de cinza desejada, provocando as modificações desejadas. Ao fim das modificações a imagem é reduzida duas vezes e temos a imagem original modificada.

7) BIBLIOGRAFIA :

- 7.1) Eltec Elektronik Mainz,
" Documentation PPI 1/68K ", Revisão A (1985)
- 7.2) Eltec Elektronik Mainz,
" Documentation PPI 2/68K " , Revisão A (1985)
- 7.3) IMS G170 - High performance CMOS Colour look-up table
Preliminary
- 7.4) Motorola,
" User's Manual " , (1982)
- 7.5) Higher Time Sharing D. S. Manual
- 7.6) Marcelo Antônio Alvarez,
" Relatório de Estágio de Iniciação Científica CNPq "
(1988)

FIGURA 1) : CONECCAO DA ESTACAO PROCESSADORA DE IMAGENS

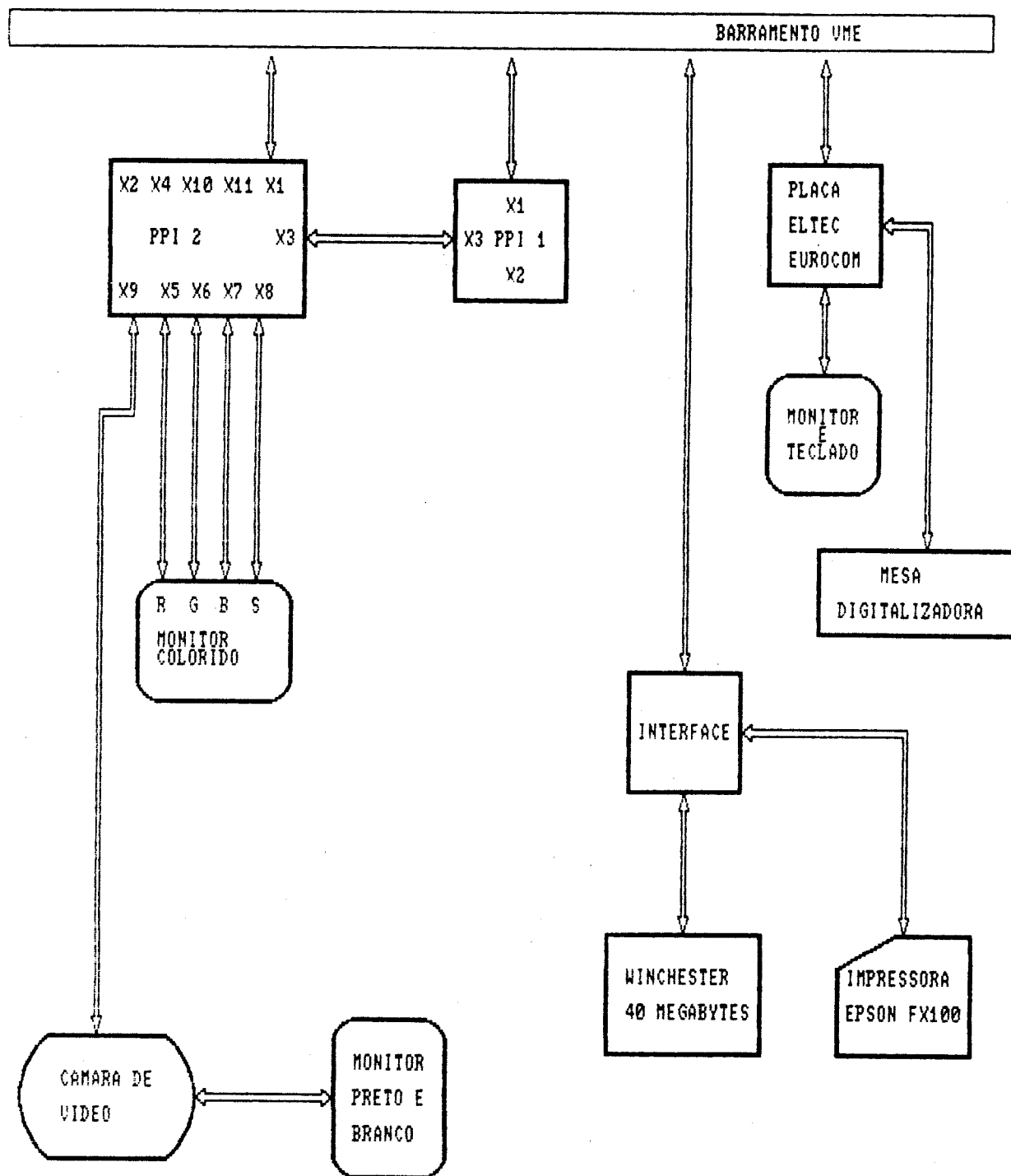


FIGURA 2) : PADROES DE COORDENADAS UTILIZADO NO SISTEMA

