

## Resumo

No decurso dos últimos anos tem-se assistido a um incremento do número de situações que envolvem a utilização de hardware gráfico de visualização. Este factor, aliado ao incessante desenvolvimento de circuitos integrados específicos, como sejam os controladores, processadores e coprocessadores gráficos e as memórias de duplo acesso, entre outros, levou à realização, por parte de um conjunto de elementos - do qual faz parte o autor - ligados à área de Computação Gráfica e CAD do INESC-Norte, de uma série de sistemas gráficos de características diversas.

Nesta dissertação são apresentadas as arquitecturas de quatro daqueles sistemas, os mais significativos na opinião do autor.

Cada sistema gráfico é designado por GSys X-Y, em que o parâmetro X designa o número de bits processados simultaneamente, e o parâmetro Y o número de bits por pixel. Assim, o sistema GSys 16-8, por exemplo, é um sistema gráfico capaz de processar dezasseis bits simultaneamente, e de permitir a visualização de uma imagem com  $256 \cdot 2^8$  - cores. O sistema GSys 32-8/24 é um sistema gráfico capaz de processar trinta e dois bits simultaneamente, e de permitir a visualização de duas imagens: uma com  $256 \cdot 2^8$  - e outra com mais de dezasseis milhões -  $2^{24}$  - de cores.

A descrição de cada sistema gráfico é feita em dois ou três níveis de detalhe. No primeiro nível é dada uma perspectiva geral da arquitectura e do funcionamento do sistema, tomando como referência um diagrama de blocos simplificado. No segundo nível procede-se a uma análise pormenorizada de cada um dos elementos que o constituem, tomando como referência um diagrama de blocos mais detalhado do que o anterior. Por último, e sempre que a complexidade ou a originalidade de um dado elemento a justifique, é feita uma descrição ainda mais pormenorizada do mesmo, tomando como referência um diagrama eléctrico do referido elemento.

No capítulo 2 é apresentada a arquitectura típica de um sistema gráfico, tomada como referência das arquitecturas de todos os sistemas analisados no decurso desta dissertação. É dada uma perspectiva geral do seu funcionamento, seguida de uma descrição mais pormenorizada de cada um dos elementos que o constituem. São apresentados, igualmente, alguns dos problemas mais frequentes relacionados com o projecto destes sistemas, como sejam a eficiência do controlador ou processador gráfico na execução do conjunto de primitivas que descreve uma imagem, as exigências de capacidade e de velocidade da memória vídeo e de velocidade do canal vídeo, e os conflitos no acesso à memória vídeo por parte do controlador ou processador gráfico, por um lado, e do canal vídeo, por outro.

No capítulo 3 é apresentada a arquitectura básica de uma Video RAM - um tipo de memória dinâmica particularmente vocacionado para a utilização em hardware gráfico de visualização. É dada uma descrição do seu funcionamento, seguida da apresentação de alguns atributos adicionais, característicos das implementações mais recentes daquele tipo de memória, como sejam a máscara de escrita, o registo de cor e o modo especial de escrita em bloco.

No capítulo 4 é apresentado o sistema GSys 8-4, um sistema gráfico a cores, de média resolução, compatível com um bus não normalizado – o Xbus -, e desenvolvido no INESC-Norte como resposta a uma solicitação de um projecto Interno designado por Elena – Escritório Electrónico Nacional. Este sistema caracteriza-se, sobretudo, pela sua extrema simplicidade e pela inclusão de uma janela de diálogo independente da janela de imagem convencional.

No capítulo 5 é apresentado o sistema GSys 16-8, sucessor do sistema GSys 8-4 atrás referido. Trata-se de um sistema gráfico a cores, de média/alta resolução, compatível com o XBus. Distingue-se do seu antecessor pelo facto de permitir duas configurações distintas de visualização - uma de média e outra de alta resolução - e pela inclusão de um processador local - dotado de um controlador de acesso directo à memória -, de uma memória FIFO de duplo acesso - destinada à comunicação com o processador principal - e de um controlador de comunicações série - destinado à comunicação com uma vasta gama de periféricos.

No capítulo 6 é apresentado o sistema GSys 32-1, um sistema gráfico monocromático, de muito alta resolução, compatível com o bus de um vulgar computador pessoal - IBM PC XT/AT ou compatível -, e destinado a integrar uma estação de trabalho capaz de proceder à manipulação electrónica de documentos da mais variada natureza - texto, gráficos, imagens e informação manuscrita. Estes documentos podem ser representados de forma convencional - bitmaps - ou de uma forma alternativa, mais compacta do que a anterior. É dado um especial destaque ao processador gráfico utilizado, com uma descrição da sua arquitectura interna e do conjunto de facilidades e de instruções gráficas que o caracteriza. A análise do canal vídeo - o elemento mais delicado do sistema, dada a elevada resolução do mesmo - inclui duas versões. A primeira baseia-se numa técnica não convencional de varrimento duplamente entrelaçado, a qual permite reduzir significativamente a frequência de vídeo e, conseqüentemente, utilizar circuitos integrados TTL. A segunda baseia-se na técnica convencional de varrimento entrelaçado e recorre a circuitos integrados ECL. O capítulo termina com a descrição dos algoritmos de compressão e de descompressão utilizados na conversão dos diferentes tipos de representação de documentos.

No capítulo 7 é apresentado o sistema GSys 32-8/24, um sistema gráfico a cores, de alta resolução, compatível com o Multibus II, e capaz de integrar imagens estáticas convencionais - gráficos - e imagens dinâmicas de cenas reais, provenientes quer de uma câmara de vídeo, quer de um sistema de processamento de imagem ligado à Rede Digital com Integração de Serviços - ISDN. A interacção entre o referido sistema e o seu utilizador obedece à norma de interacção designada por X Window System. O sistema está integrado num projecto do INESC designado por Estímulo - Estação de Trabalho Integrada Multimedia (gráficos, imagem, voz e texto) -, não estando a sua implementação, por motivos que serão apresentados na conclusão do capítulo, concluída. Este começa por descrever de uma forma resumida a arquitectura do Multibus II, após o que apresenta as conclusões resultantes de uma análise pormenorizada de alguns dos controladores e processadores gráficos comercialmente disponíveis, visando a escolha do dispositivo, ou conjunto de dispositivos, que melhor servisse os objectivos do sistema. É dado um especial destaque ao processador e ao coprocessador gráficos utilizados, com uma descrição das suas arquitecturas internas e do conjunto de facilidades e de

instruções gráficas que os caracterizam. A análise do canal vídeo inclui duas versões. A primeira recorre a circuitos integrados ECL. A segunda, de concepção original, recorre a circuitos integrados CMOS e caracteriza-se pelo facto de, ao contrário do que é habitual, a conversão digital-analógica da informação correspondente às janelas gráfica e de imagem preceder a respectiva conjugação - multiplexing. Também é dado um especial destaque ao gestor da janela de imagem, o qual permite ao utilizador alterar instantaneamente a dimensão e a localização da mesma, bem como, em conjunto com outros elementos, alterar os factores de ampliação horizontal e vertical do seu conteúdo. O controlador, implementado com o recurso a circuitos integrados discretos, e responsável, sobretudo, pelo controlo da parte da memória vídeo - de natureza dinâmica - correspondente à janela de imagem, também foi objecto de uma análise mais pormenorizada. O capítulo termina com a apresentação dos motivos que levaram a que a implementação do protótipo do sistema não tenha sido concluída.

No capítulo 8 conclui-se a dissertação e tecem-se algumas considerações sobre a necessidade de adequar os meios disponíveis de desenvolvimento de gráfico de visualização às cada vez mais numerosas e variadas exigências que o caracterizam.