

G.P. AZEVEDO *

J.A.S. BORGES **

SUMÁRIO

Este artigo descreve o terminal gráfico de média resolução que foi desenvolvido pelo NCE/UFRJ. Seu funcionamento como terminal TTY permite a qualquer computador o acesso a funções gráficas através de uma interface RS-232C.

Suas funções gráficas são disponíveis através de um interpretador gráfico mnemônico, o que possibilita uma grande facilidade de programação gráfica em qualquer ambiente de programação.

ABSTRACT

This article describes the medium resolution Graphics Terminal designed at NCE/UFRJ. It works as a TTY terminal, therefore any computer may access its graphical resources by a RS-232C interface.

The Terminal's graphical functions are available through a mnemonic interpreter, which makes graphical programming easy and flexible in any environment.

* Graduando em Informática(UFRJ); Software Básico; Sistemas Operacionais; Compiladores; Estações para CAD; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Computação Eletrônica, Caixa Postal 2324, Rio de Janeiro, CEP 20001.

** Informático(1980 - UFRJ); Processamento Gráfico; Estações de CAD; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Computação Eletrônica, Caixa Postal 2324, Rio de Janeiro, CEP 20001.

Este trabalho descreve a filosofia de funcionamento do terminal gráfico colorido de média resolução que foi desenvolvido no NCE/UFRJ.

Este terminal funciona com o protocolo TTY, logo pode ser ligado a qualquer computador através de uma interface RS-232C, no mesmo lugar onde seria ligado um terminal burro. Ele permite o acesso a funções gráficas independentemente do ambiente de programação e da existência de pacotes gráficos no computador em que estiver ligado.

Foram desenvolvidas duas versões do firmware para hardwares distintos. Aqui é apresentada a versão para o hardware do Terminal Gráfico. A outra versão foi desenvolvida para o SDE-42 (micro fabricado pela EBC) com as placas de Vídeo-Gráfico, transformando um micro nacional em uma poderosa estação de trabalho remota CAD/CAM. As diferenças entre as versões são as inerentes as do hardware. Assim na versão Estação de Trabalho há funções para a transferência de dados, mas não são disponíveis as facilidades de interação proporcionadas por um teclado mais sofisticado e por um joy stick analógico.

MOTIVAÇÃO DO PROJETO

Desde a sua criação, o NCE/UFRJ vem oferecendo serviços gráficos, utilizando tracadores (plotters) ligados aos seus computadores. Entretanto, até 1980, essa atividade era basicamente de suporte aos usuários, produzindo programas de apoio e manutenção dos pacotes gráficos dos fabricantes.

Com a crescente necessidade de novos equipamentos gráficos dentro da instituição surgiu a idéia de criar-se uma área de pesquisa que fornecesse o "know how" de projeto desses equipamentos e do software básico. Vários fatores influíram de maneira direta nesta decisão:

- . inexistência de equipamentos nacionais para gráficos por computador
- . equipamentos importados são extremamente caros e quase impossíveis de conseguir.
- . aumento da demanda de gráficos interativos pela comunidade acadêmica, especialmente o início de atividades de projeto assistido por computador (CAD).
- . necessidade de gráficos on-line na área de controle de processos e equipamentos (CAM).

Em especial um outro projeto do NCE teve influência mais decisiva: o projeto de circuitos integrados VLSI. Um chip é composto de milhares de retângulos de silício e metal organizados de tal forma que executem funções elétricas e lógicas extremamente complexas. O processo de desenho e montagem de partes é impossível de ser feito a mão pelo grande número de detalhes. Assim é necessário um equipamento especializado para desenho auxiliado por computador. Um equipamento importado custa entre 500 mil a um milhão de dólares. Nossa opção foi então projetar todo o conjunto de hardware e software que fosse capaz de atender ao projeto e que viriam, possivelmente a ser utilizados pelo resto

da universidade.

Dessa forma, criamos a partir de 1980 uma série de equipamentos e software, como o Terminal Gráfico (1984), que hoje estão a disposição da comunidade da UFRJ, alguns inclusive industrializados.

DESCRIÇÃO DO HARDWARE

O hardware do Terminal Gráfico é composto pelo Vídeo-Gráfico (Monitor gráfico colorido de rasteio a partir de uma TV comercial descrito em [Oliveira,82]); por uma UCP-Z80A ; por uma USART para comunicação com o computador e outra para impressora gráfica e por uma pastilha 8255 para controle do teclado, do joy stick, e dos leds.

O Vídeo-Gráfico tem duas telas, cada uma com 400 por 320 pontos. A primeira é usada como tela alfanumérica e gráfica (toda comunicação com o computador é feita através de -la), e a segunda exclusivamente como tela gráfica. Cada tela tem 320 linhas disponíveis para desenho, das quais é possível selecionar como visíveis a um dado momento 240 linhas contíguas. O Vídeo-Gráfico dispõe de 16 cores diferentes que podem ter ainda 2 atributos: blink e cor predominante.

DESCRIÇÃO DO FIRMWARE

O firmware do Terminal Gráfico suporta três processos assíncronos e dois síncronos que gerenciam seus recursos e controlam seu funcionamento. Os processos assíncronos são ativados por interrupções e os síncronos estão ativos durante o resto do tempo. Os processos assíncronos são: os controladores de comunicação, do teclado e de hardcopy. Os síncronos são: o controlador de execução e o processo Idle que consome todo o tempo livre do sistema.

As estruturas de dados principais são as filas de execução, de transmissão e de hardcopy. Elas são implementadas por buffers circulares. A fila de execução contém dados produzidos pelo controlador de comunicações, durante a recepção de caracteres do computador, e pelo controlador de execução na expansão de macros, e tem como consumidor o controlador de execução. Os controladores do teclado e de execução são os produtores da fila de transmissão, cujo consumidor é o controlador de comunicações durante a transmissão de caracteres ao computador. Já a fila de hardcopy tem como produtor o controlador de execução e como consumidor o controlador de hardcopy.

Cabe ao controlador de comunicações a transmissão e a recepção de caracteres do computador. Os caracteres a serem transmitidos saem da fila de transmissão e os recebidos entram na fila de execução. O controlador de comunicações faz parte do controle da linha de recepção, através do uso do protocolo XON/XOFF. Quando a fila de execução está 3/4 cheia e enviado um XON (control S) pedindo a suspensão do envio de caracteres pelo computador.

O controlador do teclado é acionado sempre que algo é teclado. Dependendo da tecla pressionada há um processamento local ou ela é convertida para ASCII e colocada na fila do buffer de transmissão.

O controlador de hardcopy é acionado quando o semáforo associado a sua fila está ligado, informando da existência de imagens a serem transmitidas e a impressora gráfica está pronta para receber mais uma parte da imagem.

O controlador de execução está ativo quando o semáforo associado a sua fila está ligado indicando que há caracteres a serem executados. Ele faz a outra parte do protocolo XON/XOFF, assim caso um XOFF tenha sido enviado, este só será anulado por um XON quando a fila de execução já tiver sido consumida de 3/4 de seu tamanho total. O controlador de execução consome os caracteres de sua fila, chamando o interpretador alfanumérico para interpretá-lo.

O interpretador alfanumérico analisa o caracter recebido e executa a função apropriada. Sua implementação é bastante simples, sendo baseada em estruturas de controle do tipo case. Entre as funções do interpretador alfanumérico estão as funções dos terminais tradicionais como BELL, HT, LF, FF, CR e as de endereçamento de cursor. Outras funções controlam a cor do traçado das letras, a cor do fundo, a cor do cursor, chamam os interpretadores gráficos e etc. As funções do interpretador alfanumérico são descritas no capítulo referente a parte alfanumérica.

O interpretador gráfico mnemonico é ativado pelo interpretador alfanumérico após o recebimento da sequência "Esc G", e é desativado por um CR, ou LF, ou ambos. Os caracteres recebidos quando o interpretador está ativo são considerados como comandos gráficos. Os comandos gráficos são formados por um mnemônico com duas letras, seguidas ou não por parâmetros numéricos. A identificação dos comandos é feita por hashing nos mnemônicos.

Os principais algoritmos gráficos implementados; como o flood fill, boundary fill, desenho de caracteres, circunferências, retas e de símbolos se baseiam ou são encontrados em [Newmann 79], [Foley 82] e [Borges 83].

O firmware gráfico do Terminal dispõe de algumas características interessantes como:

- interpretador com comandos mnemônicos;
- interpretador binário não mnemônico para maior rapidez de traçado;
- possibilidade de edição local de gráficos com a entrada de comandos gráficos pelo teclado;
- modo trace no qual "Esc G" é mostrado na tecla como "\$" e os comandos gráficos recebidos não são executados, mas listados;
- escolha da localização da origem;
- os parâmetros numéricos podem ser números reais, sendo aproximados para o inteiro mais próximo;
- clipping automático: há uma checagem dos parâmetros das funções e somente é desenhado o que estiver dentro de uma área da tela abilitada pelo usuário. Quando tenta-se desenhar fora da tela o beep soa;
- os comandos gráficos só são executados se com parâmetros válidos;
- beep programável que avisa quando uma função recebe um parâmetro inválido.

A PARTE ALFANUMÉRICA

A tela alfanumérica tem 24 linhas de caracteres cada uma com 64 colunas. Os caracteres são desenhados numa matriz de 5 por 8. Caracteres vizinhos são separados por 1 ponto. As linhas de caracteres tem uma altura de 10 linhas, uma linha de separação da linha de caracteres anterior, 8 linhas para as letras e uma linha para o cursor. O cursor sublinha os caracteres. Os caracteres que tem uma "perninha" como f,g,j,p,q e y se utilizam sa oitava linha para serem desenhados corretamente.

A cor de traçado das letras é chamada de cor da letra, assim como a cor dos pontos não pertencentes a letra de cor do fundo. As cores da letra, do fundo e do cursor podem ser escolhidas indepentemente, podendo até ser transparente.

Entre as funções alfanuméricas implementadas estão as usuais (BEL, BS,HT,LF,FF,CR); as funções de movimentação e posicionamento do cursor, home, scrol reverso, apaga a frente e ao fim da linha. Além destas há funções para o acesso das características gráficas alfanuméricas como definir novas cores para o cursor, as letras e o fundo; para ativar os interpretadores gráficos mnemônico e binário e para trocar a tela sendo mostrada. É uma função para redefinir o modo de transmissão/recepção dos caracteres do computador.

PROGRAMAÇÃO GRÁFICA UTILIZANDO O TERMINAL

O Terminal Gráfico foi projetado para funcionar como um terminal com protocolo TTY. Desta forma ele pode ser ligado a qualquer computador, através de uma interface RS-232C, no mesmo lugar onde seria ligado um terminal burro. Pode, portanto, funcionar tão bem como console de um microcomputador de 8 ou 16 bits, quando ligado a um equipamento de grande porte. Esta característica aliada ao interpretador gráfico mnemônico, permite que no computador não haja necessidade de pacotes gráficos nem de modificações ou implementações no sistema operacional para se ter acesso às funções gráficas. É extremamente fácil o desenho diretamente através de linguagens de programação como C, PASCAL, BASIC, COBOL, FORTRAN, PL/1 ou DBASE-II.

O interpretador gráfico é ativado quando o terminal recebe a sequência "Esc G" e é ativado por um CR ou LF ou ambos. Os caracteres recebidos quando o interpretador está ativo são interpretados como comandos gráficos e são executados sequencialmente na ordem em que são recebidos.

Um comando gráfico é formado por uma sequência com um mnemônico, de duas letras, sucedido quando necessário por parâmetros numéricos. Cada mnemônico ou parâmetro numérico é considerado pelo interpretador como uma unidade básica independente, assim como uma palavra numa frase. As "palavras" podem estar entre um número qualquer de separadores (espaços, tabs ou vírgulas); sendo que entre parâmetros numéricos é necessário pelo menos um separador.

Podemos desenhar no Terminal Gráfico enviando-lhe um texto. Os parágrafos são formados pelos caracteres entre um "Esc G" e um CR ou LF ou ambos. As frases são os comandos gráficos e as palavras os mnemônicos e os parâmetros numéricos. Dentro da filosofia geral do Terminal Gráfico de facilitar seu uso nos mais diferentes ambientes de programação os mnemônios podem ser formados indiferentemente por minúsculas ou maiúsculas.

Alguns conceitos são básicos para a programação do Terminal Gráfico, além de simplificar a sintaxe dos comandos e diminuir o número de parâmetros necessários para a maioria dos comandos, eles são:

- a tela gráfica : é a tela onde atuam todas as funções gráficas, ela é alterada com o comando "TG";
- a posição atual: é a posição de referência para o início do desenho das gráficas, ela é alterada pelo comando move "MV" e é também alterada de modo regular e previsível pelas funções gráficas, ela é relativa a origem.
- a cor atual: é a cor de trabalho no momento, equivalente a cor da pena em um plotter, ela só é alterada pelo comando "CO";

Se por exemplo quiséssemos limpar a tela com a cor verde e desenhar duas circunferências amarelas no centro da tela em BASIC teríamos:

```
10 GRAF$ = CHR$(27) + "G"
20 CIRCUN$ = "CI"
30 LIMPATELA$ = "LI"
40 NOVACOR$ = "CO"
50 MOVE$ = "MV"
60 PRINT GRAF$; LIMPATELA$,1; NOVACOR$; 2; MOVE$; 200, 120;
70 PRINT CIRCUN$; 40; CIRCUN$; 80
```

Assim como poderíamos ter feito:

```
10 PRINT CHR$(27);_"G LI 1 CO 8 MV 200,120 CI 40 CI 80"
```

O mesmo programa em PASCAL poderia ser:

```
program TESTE (OUTPUT);
type
  COMGRAF = packed array [1..2] of char;
var
  INIGRAF,
  CIRCUN,
  LIMPATELA,
  NOVACOR,
  MOVE: COMGRAF;
  X, Y: integer;
begin
  INIGRAF [1] := chr(27) ;
```

```

INIGRAF[2] : = "G" ;
CIRCUN : = "CI" ;
LIMPATELA : = "LI" ;
NOVACOR : = "CO" ;
MOVE : = "MV" ;

X : = 200 ;
Y : = 120 ;

write (INIGRAF, LIMPATELA, "1");
write (NOVACOR, "2", MOVE, X, Y) ;
writeln (CIRCUN, "40", CIRCUN, "80") ;
end.

```

USO DO TERMINAL GRÁFICO NO NCE/UFRJ

O terminal está funcionando desde Abril/84, ligado a vários computadores: Micros de 8 bits (com sistema operacional CP/M), um PDP-11/70 (com Unix), um Burrough's B6700 e ao PEGASUS 32X, supermicro sendo desenvolvido pelo NCE em conjunto com o sistema operacional PLURIX.

Ele já foi exposto ligado ao PEGASUS 32X na IV Feira Internacional de Informática, e ao PDP-11/70 durante o 39 Semicro.

FUTURO DOS TERMINAIS DE VÍDEO NO BRASIL

Pode-se prever que num futuro breve não haverá mais lugar para os terminais puramente alfanuméricos no mundo. O custo da memória, que é o elemento mais crítico dos terminais, baixa continuamente e todos os novos controladores de vídeo possuem possibilidade de geração gráfica.

O problema do projeto de terminais no Brasil é a falta de tubos de imagem com capacidade alta, o que nos limita a produção de terminais com alta resolução. Porém existe um mercado relativamente grande que pode ser atingido com terminais de resolução média. Urge a criação de equipes com capacitação para projetar software gráfico, tanto básico (firmware de terminais) quanto aplicativo.

BIBLIOGRAFIA

- | | |
|--------------|---|
| Newmann 79: | Newmann & Sproull - PRINCIPLES OF INTERACTIVE COMPUTER GRAPHICS
MacGraw Hill - 1979 |
| Foley 82 : | Foley & Van Dam - FUNDAMENTALS OF INTERACTIVE COMPUTER GRAPHICS
Addison-Wesley - 1982 |
| Borges 83 : | Borges, J.A. - SOFTWARE BÁSICO PARA TERMINAIS GRÁFICOS
Relatório Técnico NCE-0183 - NCE/UFRJ |
| Oliveira 82: | Oliveira, C.E.T. - UM MONITOR GRÁFICO A CORES
II CSBS - Anais do IX SEMISH |