

# Computação Gráfica

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo visual, está sofrendo transformações constantes se considerarmos um pequeno espaço de tempo. Vídeo, artes, televisão, cinema, enfim, o computador se torna uma peça fundamental nesse mundo que muitas vezes imperceptível aos olhos de alguns, faz parte do nosso dia a dia.

Este trabalho vem mostrar de maneira simples um pouco da evolução da computação gráfica, com um enfoque especial na indústria gráfica. Setor este um dos mais beneficiados com a evolução da informática e da computação gráfica.

Estamos entrando em uma época totalmente digital, onde a internet tem uma força cada vez maior, seja em casa, no trabalho, nos estudos... E devemos estar preparados para um mundo novo, onde muitas vezes a boa apresentação de trabalho por exemplo. Caso não tenha percebido, a apresentação deste trabalho não seria possível sem uma boa retaguarda de instrumentos (Computadores e softwares) que fazem parte do mundo da computação gráfica.

## 2 OBJETIVOS

Apresentar a computação gráfica de maneira simples, para que aqueles que utilizarem deste trabalho desenvolvam uma visão mais crítica sobre computação gráfica ao assistir a um filme, ler uma revista ou até mesmo ao assistir a apresentação deste trabalho.

Aprimorar o conhecimento sobre a computação gráfica, utilizando de pesquisa bibliográfica e entrevista, apresentando os principais conceitos referente a área. Realizar um trabalho estruturado, servindo de preparação e conhecimento da metodologia científica.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Primeiramente, para entender a computação necessitamos saber o que realmente este termo significa.

Segundo Newman e Sproull (publicação de 1973), computação gráfica significa a criação e manipulação de imagens com auxílio de computador.. Já segundo Persiano e Oliveira (publicação de 1989), significa área da Ciência da Computação que estuda a geração, manipulação e interpretação de imagens por meio de computadores.

A computação é dividida em três áreas relacionadas:

- Computação Gráfica: geração e manipulação de imagens a partir de modelos geométricos.

Representação geométrica > Imagem

- Processamento de Imagens: transformação de imagens reais captadas e representadas em computador com a finalidade de facilitar sua interpretação (filtragem)

Imagem > Imagem

- Visão Computacional: Interpretação de imagens com o objetivo de extração de informação.

Imagem > Representação na competitividade organizacional.

### 3.1 A gestão de pessoas nas organizações

Tornou-se possível pela introdução de "dispositivos gráficos": permitiam trabalhar com informação não representada por meio de caracteres alfa-numéricos.

Marcos:

1952, MIT (Massachusetts Institute of Technology, EUA): monitor gráfico no computador Whirliwind;  
1958, SAGE (defesa aérea, EUA): caneta ótica para indicação sobre imagens obtidas a partir de informação de radar;  
1960, NYIT (New York Institute of Technology): animação por computador, sistema de pintura;  
1962, MIT: tese de PhD de Ivan Sutherland, "Sketchpad" (primeiro sistema gráfico e interativo para desenho);  
1965, CDC (Control Data Corporation, EUA): primeiros sistemas CAD/CAM em indústria automobilística (General Motors);  
Início da década de 70: mesa digitalizadora;  
1970: Xerox PARC (Palo Alto Research Center, EUA) inicia pesquisa em interface visual com símbolos, mouse, cardápios;  
1973: primeiro livro sobre Computação Gráfica Interativa, por Newman & Sproull;  
1975: Xerox PARC lança primeiro computador com linguagem visual, predecessor, do Apple Lisa e Macintosh;  
1976: Apple IV  
1982: IBM PC (popularização de microcomputador com capacidade gráfica)  
Década de 80: workstations, dispositivos para interação em três dimensões.  
Década de 90: dispositivos para interação em 3D (realidade virtual).

### **3.2 Sistemas Gráficos**

#### **3.2.1 O que são Sistemas Gráficos**

Conjuntos de recursos computacionais para implementação de aplicações gráficas. Características da Computação Gráfica e sua influência nos diversos componentes do sistema computacional:

- Grande volume de dados (imagens): armazenamento e comunicações;
- Grande volume de cálculos em ponto flutuante: processador especializado;
- Transações rápidas (interação em tempo-real): processador, armazenamento, comunicações, software;
- Manipulação de informação não estritamente alfa-numérica (figuras): dispositivos de entrada e saída, software.

#### **3.2.2 Hardware**

##### **- Processador central ;**

- Processador de operações aritméticas;
- Processador de operações gráficas;
- Armazenamento;
- Dispositivos gráficos de entrada e saída;
- Comunicação;

#### **3.2.3 Software**

Tipos de Aplicações Gráficas:

(a)Passivas: os dados são lidos de meios estáticos de armazenamento, sendo o desenho gerado sem intervenção do usuário. BATCH. Ex: Desenho de um mapa.

(b)Interativas: o desenho é gerado a partir de conversação com o usuário, que pode observar os resultados de sua intervenção EM TEMPO-REAL, Dois tipos: interação feita por meio de interface alfa-numérica ou gráfica. Ex: Construção da planta-baixa de uma casa.

*Estruturas de aplicações gráficas interativas, funções principais:*

- a) Obtenção de comandos e dados: técnicas interativas para um dispositivos gráficos e/ou alfanuméricos;
- b) Modelagem dos objetos: representação geométrica (formato), descrição de aparência (cor, preenchimento), armazenamento de informações não pictóricas (atributos).
- c) Visualização dos objetos: cálculo da imagem (pontos da tela) a partir da descrição geométrica;
- d) Funções específicas da aplicação: análise de dados, simulações, etc.

### **3.2.4 Dispositivos Gráficos**

Tipos:

- a) Saída: permitem a apresentação de figuras em tela, papel ou outros suportes;
- b) Entrada: permitem a informação de valores não alfanuméricos tais como deslocamentos, posições sobre um plano, valores reais, etc;
- c) Estações gráficas de trabalho: conjunto de processador, disco e dispositivos gráficos ajustados para a utilização em ambiente de aplicações gráficas;
- d) Dispositivos: para a realização de interface em três dimensões.

### **3.2.5 Tipos de Saída:**

*Vetorial*

- a) Plotter ou traçador:

Permite o desenho de vetores, texto, círculos pelo deslocamento de uma caneta sobre papel ou outro suporte. A qualidade é superior à das impressoras em termos de desenho devido à maior resolução.

-Tambor: o papel é apoiado sobre um tambor que gira para dar um dos graus de liberdade; a caneta é presa a um braço que desloca-se para dar o outro grau de liberdade. O papel é ilimitado numa das dimensões e a impressão é lenta;

-De mesa: o papel é apoiado sobre uma mesa (fixado) e uma caneta presa a um braço desloca-se com dois graus de liberdade sobre o mesmo, realizando o desenho. As dimensões do papel são limitadas ao tamanho da mesa;

-Eletrostático: na verdade é um dispositivo matricial, que produz o desenho por pontos de tinta que aderem ao papel por processo eletroquímico (o papel é preparado quimicamente: recebe cargas elétricas que atraem o toner). A tinta é fixada ao papel

por calor. Caracterizam-se pela rapidez e baixa resolução.

### *Matricial*

Terminal gráfico: permite desenho em uma superfície coberta por uma matriz de pontos de fósforos que podem ser individualmente ligados e desligados. Cada ponto é chamado de "pixel" (picture element)

-Imagem armazenada: cada ponto de fósforo da tela tem a capacidade de emitir luz por longo tempo > a imagem permanece na tela;

-Imagem volátil: os pontos de fósforo emitem luz por pouco tempo > a imagem deve ser 'refrescada' de tempos em tempos (1/30 segundo) para que não seja vista piscar;

-Varrimento aleatório (vector scan): o feixe de elétrons pode ser direcionado a qualquer ponto da tela, em qualquer ordem (na verdade, monitor é vetorial neste caso);

-Varrimento fixo (raster scan): o feixe de elétrons segue trajetória fixa, linha por linha. A imagem é armazenada numa memória que é lida a cada passagem do feixe de elétrons. Cada elemento desta memória indica de forma numérica se o correspondente ponto da tela está ligado ou desligado.

### *Cor Luz:*

Para cada ponto da matriz, existem três pontos de fósforo na tela que emitem luz vermelha, verde e azul (tríades). Controlando a intensidade de cada componente isoladamente obtém-se diferentes cores. EX: branco (100% de vermelho, 100% de verde, 100% de azul). O sistema para representação de cores é RGD Red, Green, Blue) que utiliza a adição de primárias luz.

Na memória de imagem com cores: cada posição representa as componentes RGB do pixel (true color). E preciso armazenar três valores > muita memória! Solução: tabela de cores (look-up table, palette), que associa "índices" a descrições completas de cor (RGB). A memória imagem faz referência a esses índices > redução de espaço para armazenamento da imagem total.

Número de cores possíveis: combinações possíveis com o número de bits reservado para cada uma das componentes da cor.

Número de cores simultâneas: número de índices possíveis. "True color": monitores/placas que permitem a representação de 256 tons (8 bits) para cada uma das componentes vermelho, verde e azul (total= 16 milhões de cores). Não trabalha com índices.

Placa controladora: contém memória com a imagem e gera o sinal de vídeo necessário para acionamento do monitor. EX: CGA, EGA, VGA.

b) Impressora gráfica: permitem acesso individual a pontos do papel, organizados na

matriz

*Cor Real:*

Produzida pela mistura de tinta e representada no sistema CMYK (Cyan, Yellow, Magenta, Black). Esse sistema representa cores pela subtração de primárias de tinta (reflexão seletiva), que são ciano (azul), amarelo e magenta (rosa).

-De impacto: caracteres e desenhos são formados por padrões montados com pinos na cabeça de impressão, dispostos em uma matriz programável. As cores são formadas por múltiplas impressões (a cada passagem, deposita tinta da cor de urna das componentes). São lentas e barulhentas, porém baratas;

-Jato de tinta (ink-jet): pequenos pingos de tinta são remetidos ao papel pela cabeça de impressão. As cores são misturadas no ar. São silenciosas, rápidas.

-Térmicas: a cabeça de impressão contém pinos que são aquecidos e, ao atingirem a fita, derretem a tinta em forma de cera, que se fixa ao papel ao resfriar. As cores são produzidas em várias passagens sobre a folha, cada urna derretendo a tinta e misturando com a cor depositada anteriormente. São lentas (múltiplas passagens), mas produzem impressão de excelente qualidade;

-Laser: um raio laser atinge um labor fotosensível que produz pontos com carga elétrica. Depois o toner é atraído para os pontos e fixado ao papel por meio de calor. São monocromáticas, silenciosas, rápidas (100 páginas/minuto)

Registrador fotográfico: registra uma imagem em filme (negativo ou diapositivo).

Tipos:

-raster: a fotografia é obtida diretamente da tela;

-vetor: converte a imagem para representação vetorial, melhorando a definição das linhas.

### **3.2.6 Tipos de Entrada:**

*Vetorial*

a)Caneta luminosa (light pen):

Permite a identificação de elementos presentes na tela pela detecção de luz: a caneta é posicionada sobre a tela e, quando um pixel próximo emitir luz, é capaz de identificar e informar ao nível mais superior do software (ou firmware) qual o objeto foi identificado. Funciona em associação ao terminal gráfico.

b)Mesa digitalizadora (tablet):

Composta de uma superfície plana associada a uma caneta ou caixinha (cursor) para identificação de pontos (x,y). Essa superfície é coberta com uma malha sensível à posição da caneta ou cursor; as coordenadas dos pontos identificados são informadas ao computador hospedeiro por interface serial, em formato ASCII ou DCD. A cobertura superior da mesa pode ser translúcida para permitir projeção de desenhos a serem

digitalizados. Em geral, uma marca acompanha na tela os movimentos do localizador sobre a mesa.

c)Alavanca (joystick):

E uma caixa que contém um bastão que pode ser movimentado com a mão. Ao computador hospedeiro é informado o ângulo e direção de inclinação do bastão. Esta informação pode ser usada para calcular deslocamentos nos eixos x e y conforme a direção e velocidade de movimentação do bastão.

d)Trackball:

Consiste numa caixa com uma esfera que pode ser movida com a mão. Informa ao computador hospedeiro a direção e distância de movimentação da esfera, que podem ser usadas no cálculo de deslocamentos nos eixos x e y.

e)Rato (mouse):

E um instrumento que pode ser deslocada sobre uma superfície plana e informa o deslocamento em dois eixos ortogonais. Em geral, uma marca na tela acompanha os movimentos da mão.

Tipos:

-mecânico: fricção de urna esfera sobre a superfície permite a identificação do movimento em dois eixos;

-óptico: o deslocamento é identificado sobre uma grade com fundo espelhado (superfície especial). O mouse emite luz que é refletida pela superfície exceto quando há o desenho da grade; a interrupção da reflexão é usada para contagem do deslocamento;

-barramento: o mouse está ligado a uma placa especial, colocada diretamente no barramento do computador hospedeiro;

-serial: o mouse está conectado ao computador hospedeiro via interface serial.

f)Tela sensível ao toque:

E uma tela revestida com uma grade raios infra-vermelhos (invisíveis). A interrupção destes raios (com o dedo ou outro objeto qualquer) é detectada e permite a localização exata do ponto indicado pelo operador. E usado para implementar a escolha de opções.

g)Painel ou mesa sensível ao toque:

Consiste de uma superfície revestida com uma grade de fios condutores de corrente elétrica. A interrupção desta corrente (com o dedo ou outro objeto qualquer) é identificada e permite a localização exata do ponto. Usado para implementar escolha de opções. Plotter ou traçador:

Permite o desenho de vetores, texto, círculos pelo deslocamento de uma caneta sobre papel ou outro suporte. A qualidade é superior à das impressoras em termos de desenho devido à maior resolução.

#### *Matricial*

##### a) Scanner:

Permite a aquisição automática de imagens impressas. A imagem é varrida por um feixe de luz, sendo a intensidade do reflexo produzido por cada ponto medida e armazenada digitalmente em memória (preto/branco, tom de cinza). Desta maneira é construída a representação matricial da figura na memória do computador hospedeiro ou da placa própria do scanner.

##### Tipos:

-De mão: o scanner é manualmente deslocado sobre o papel que contém a imagem. Há problemas de precisão da digitalização, já que o processo é suscetível a mudanças de velocidade;

-De mesa: a alimentação do papel é automática (maior precisão, imagem maior).

##### b) Digitalizador de imagens:

Permite a conversão de um sinal analógico (imagem) em digital (matriz de pontos representados por intensidades de cinza ou cores). Realiza a captura em alta velocidade (de 1/60 a 1/30 segundos).

#### *Outros*

##### a) Caixa de diais:

Contém um conjunto de diais que podem ser rotacionados pelo usuário. O dispositivo informa os percentuais de rotação dos botões, que podem ser interpretados como valores reais quaisquer. É usada para grandezas unidimensionais (ângulos, fator de multiplicação, etc.).

##### b) Teclado de funções programáveis

Informa o código de uma tecla selecionada pelo operador. O programa pode livremente associar diferentes interpretações para cada tecla.

### **3.3 Estações de Trabalho**

#### Características principais:

-Monitor gráfico de alta resolução (1024 X 768)

-Cores:

mnínimo= 16, 256

rnáximo= 32 Milhões

- CPU: no início= MC68020 - hoje= RISC (Reduced Instruction Set Computer)
- Processador aritmético especializado em operações de ponto flutuante
- Processador gráfico:
- 2D: realização de desenho de retas, curvas, preenchimento de áreas da tela, movimentação de regiões da tela, cursor, "pick", etc.
- 3D: realização de visualização, preenchimento com sombreado, etc.
- Mouse, caixa de diáteis
- Ligação em rede (Internet e Intranet)
- Sistema operacional Unix

A descrição de cargos é um processo que consiste em enumerar as tarefas ou atribuições que compõem um cargo e que o torna distinto de todos os outros cargos existentes na organização.

### 3.4 Software Bidimensional

#### 3.4.1 Estrutura interna de Aplicações Gráficas

Os principais componentes são:

## **MODELAGEM VISUALIZAÇÃO INTERFACE COM USUÁRIO**

### **3.4.2 Modelagem de Objetos**

O formato de um objeto bidimensional pode ser representado por uma figura plana, que por sua vez pode ser apresentada na tela de um computador sob a forma de pontos dispostos em uma matriz de x linhas e y colunas (IMAGEM).

É preciso fazer a distinção entre:

- representação de um objeto pela descrição geométrica de seu formato (círculos, linhas retas, retângulos, etc): VETORIAL
- representação pictórica de um objeto pela sua imagem (matriz de pontos): MATRICIAL.

### **3.4.3 Matricial**

A representação de uma imagem envolve uma matriz retangular (M linhas, N colunas) de pontos de cores diferentes. O número de bits necessários para cada ponto da matriz depende do número de cores da imagem.

Este tipo de representação caracteriza-se por não permitir a identificação individual de elementos dentro do retângulo de pontos, além de atrelar o objeto à resolução escolhida para armazenamento (tamanho, formato, orientação, definição).

Operações que podem ser realizadas com uma imagem:

- ampliação (1/4, 1/16)
- redução com média de cores (4/1, 16/1)
- (filtragem); operações com pontos da vizinhança

Devido ao grande espaço necessário para armazenamento de imagens, sua utilização geralmente envolve compressão em tempo de execução da aplicação.

### **3.4.4 Vetorial**

A representação vetorial é mais utilizada por ser mais compacta e permitir a realização

de cálculos sobre os elementos armazenados. Alguns conceitos:

-Objeto: é o que se deseja representar graficamente. Exemplo: urna cadeira, uma parede;

-Universo: é o conjunto de objetos, ou "cena", que se quer representar. Exemplo: uma sala.

*Aspectos importantes:*

(a) sistema de referência: origem, orientação e unidade dos eixos para representação da informação geométrica (pontos, basicamente). Deve ser escolhido conforme a necessidade de cada aplicação (para efetivamente desenhar na tela, & necessário realizar uma série de operações, que são tratadas no âmbito da "visualização de dados 2D");

- SRU = Sistema de Referência do Universo

(b) técnica para representação/armazenamento dos objetos: há várias opções, sendo uma delas (a mais popular) a representação por arestas. Esta técnica permite a representação aproximada do contorno do objeto por meio de segmentos de reta adequada aos dispositivos vetoriais. "Vértices" são os pontos principais do objeto, representam os cantos vivos; "Arestas" são linhas (em geral retas) que unem os vértices. Elementos: TOPOLOGIA e GEOMETRIA.

3.5 Transformações Geométricas

São operações realizadas com as coordenadas dos pontos que representam a figura do objeto (vértices) e que permitem:

- Mudança de tamanho, deformações (Escala);
- Mudança de orientação (Rotação);
- Mudança de posição (Translação).

4.4 - Visualização de objetos

Para visualizar um objeto bidimensional:

1-percorrer a estrutura de dados, identificando os elementos geométricos (linhas retas, círculos, arcos).

2-coordenadas dos vértices e/ou pontos de controle;

3-realizar as transformações necessárias para que as coordenadas de tela correspondentes sejam calculadas;

4-executar ponto a ponto as funções que acionam o dispositivo para que o desenho apareça na tela.

Transformações de visualização: cálculos que devem ser aplicados aos pontos para que a imagem de um objeto representado em seu sistema de referência (SRU) possa ser desenhado na tela em proporção compatível com o modelo.

SRLT= Sistema de Referência do Universo

SRD= Sistema de Referência do Dispositivo

Mapeamento: operação de representação de um objeto em outro sistema de referência. O mapeamento de SRU -> SRD envolve, no mínimo, mudança de escala e inversão do eixo y. Para que estes cálculos possam ser efetuados automaticamente por um pacote, sem considerar o caso particular de cada aplicação, foram estabelecidos alguns conceitos:

a) Janela de seleção (window): Permite a definição da região do Universo que deve ser "mapeada" para a tela. Informada por meio de dois pares de coordenadas no SRU: canto inferior esquerdo (mínimo) e canto superior direito (máximo).

Para efeito de cálculo de escala, considera-se que este retângulo deve ocupar toda a área disponível para desenho; os pontos que se encontram dentro do retângulo são calculados proporcionalmente.

b) Janela de exibição (viewport)

Permite a definição da área da superfície de exibição (tela) que deve ser ocupada pelo desenho. Possibilita a divisão da área de desenho em "janelas" que podem apresentar inclusive o resultado de aplicações diferentes, que estejam executando simultaneamente.

Definida através de um par de coordenadas no SRD: canto inferior esquerdo (mínimo) e canto superior direito (máximo).

(c) Recorte (clipping)

Operação que elimina do desenho as partes que ficam fora da window -> fora da área que deve ser vista na tela. Basicamente consiste em verificar as seguintes situações, a cada elemento (linha, círculo, texto, polígono) que compõe a figura:

-elemento completamente dentro= deve ser desenhado

-elemento completamente fora= deve ser eliminado

-parte do elemento dentro, parte fora= apenas a parte que está fora deve ser eliminada. Isto é feito pelo cálculo da intersecção do elemento com as bordas da window.

d) Relação de aspecto (aspect ratio)

No SRU, a unidade em x mede o mesmo que em y. No SRD, os pixels podem não ser quadrados (as unidades em x geralmente são menores que em y).

É necessário corrigir esta distorção para evitar deformações da imagem (ex: um quadro aparece como um quadrado, se isso não for feito).

e) Operações com window/viewport:

PANNING, PAN, PANORÂMICA: modificação dos limites da window para passear pelo universo (apenas posição, o tamanho não deve ser modificado). A cada instante uma parte diferente é exibida na viewport.

ZOOMING: modificação do tamanho da window para ampliar ou reduzir a área a ser exibida na tela. Mantendo-se o tamanho da viewport constante, o desenho aparece reduzido ou ampliado, respectivamente. Usada para salientar uma porção do universo na tela.

DEFORMAÇÃO: é observada quando a proporção x/y da window e da viewport são diferentes. Os objetos podem aparecer "achatados" ou "alongados", conforme o caso.

### 3.6 Construção da Imagem

A construção da imagem a partir de informações geométricas como pontos extremos de um segmento de reta, centro e raio de um círculo, etc. Envolve procedimentos classificados numa área que trata da "conversão matricial de elementos geométricos" ou ainda das "técnicas para operações raster".

Os procedimentos basicamente retomam a equação do elemento geométrico e calculam todos os pontos do mesmo baseando-se nos parâmetros, que em geral indicam pontos da tela. Devido ao tempo necessário para a realização desses cálculos, atualmente é grande a tendência para sua realização em outro processador, o "processador gráfico".

#### a) Linhas retas

A equação da reta é  $y = a.x + b$  onde  $a$  e  $b$  são coeficientes que podem ser calculados a partir das coordenadas das extremidades do segmento de reta.

Problemas:

- tempo
- efeito "escada" (baixa resolução)

Soluções:

- algoritmos mais otimizados: incremental, Bresenham
- alisamento de bordas (anti-aliasing)

#### b) Círculo

A equação paramétrica do círculo é  $x(t) = \text{raio} \cdot \sin(t)$ ,  $y(t) = \text{raio} \cdot \cos(t)$  onde " $t$ " é um ângulo que pode ser variado entre 0 e 360 para a obtenção de todos os pontos.

Problema:

- tempo

Solução:

- algoritmos mais otimizados: uso de simetria, incremental

### 3.7 Pipeline para Gráficos 2D

Passos para desenhar um objeto bidimensional:

- 1-Realizar as transformações geométricas sobre todos os pontos que definem o objeto (escala, rotação e translação, nessa ordem);
- 2-Realizar o recorte contra a window (eliminar as partes do desenho que não estão selecionadas para visualização);
- 3-Calcular as coordenadas dos pontos no sistema de referência do dispositivo real (mapeamento window-viewport);
- 4-Construção da imagem ponto-a-ponto.

### 3.8 Dispositivo Lógico de Saída Gráfica

O uso de dispositivos gráficos tipicamente envolve:

- endereçamento em uma matriz de pontos (orientação dos eixos e resolução são importantes);
- desenho de pontos, linhas, círculos, texto, áreas preenchidas,etc. As aplicações gráficas dificilmente trabalham diretamente com o dispositivo gráfico real, mas sim num nível mais alto de abstração:
- dispositivo REAL resolução e capacidade gráfica do hardware (às vezes não possui nem rotina para desenho de linhas, e a resolução da tela depende do dispositivo);
- dispositivo VIRTUAL funcionalidade implementada por um "pacote gráfico" (função de linha implementada em software, resolução da tela em reais, etc.) Vantagem desta abordagem: a aplicação trabalha em um nível mais alto, com funções mais sofisticadas.

Além disto, garante portabilidade, pois o dispositivo virtual pode ser emulado em outros equipamentos.

Desvantagem: as várias camadas de software tornam a execução mais lenta (por causa da sofisticação) e não se pode aproveitar, funções implementadas em hardware.

### 3.8.1 Funcionamento Básico

O dispositivo virtual é acessado por meio de um PACOTE GRAFICO, que implementa um conjunto de funções que permitem o acesso de maneira simplificada. Há pouca variação entre a utilização de dispositivos como monitor, plotter e impressora, já que as funções referem-se a um dispositivo lógico "vetorial".

Os pacotes podem operar em diferentes níveis: meramente funções para acesso ao dispositivo físico ou implementação de operações mais sofisticadas como transformações geométricas e recorte.

Funcionamento típico:

- é necessário conectar e desconectar o dispositivo físico à aplicação ("abertura" / "fechamento");
- o "estado corrente" do pacote mantém as informações referentes ao uso do dispositivo pela aplicação (atributos gráficos);
- as funções de desenho recebem parâmetros (coordenadas dos pontos) e executam conforme o "estado" do pacote gráfico;
- produzem desenho como se estivesse a deslocar uma caneta sobre tela/papel, a deixar um rastro. A posição dessa caneta faz parte do "estado" e permite a indicação de desenhos relativos à sua posição corrente. Exemplo de uso: desenho de uma casa;
- "abrir" o dispositivo gráfico;
- escolher cor de desenho = branca;
- desenhar paredes com linhas retas;
- escolher cor de desenho vermelha;
- desenhar telhado com linhas retas;
- "fechar" o dispositivo gráfico.

### 3.8.2 Tipos de Funções Gráficas

a) Saída ou desenho: permitem a realização de desenho na superfície de exibição pelo deslocamento de uma caneta virtual. Tipos de funções de saída:

- Ponto (x, y): dimensão de um pixel.

Atributos = cor

- Linha (xi, yi, xf, yf): reta entre dois pontos dados (relativa ou absoluta).

Atributos = cor, estilo, espessura.

- Polígono (n, vértices): múltiplas linhas conexas.

Atributos = cor, estilo, espessura.

- Área (n, vértices): região delimitada por polígono fechado.

Atributos = cor, padrão para preenchimento, orientação, posição inicial e escala para padrão.

b) especificação de atributos: definem o estado do pacote no que se refere às funções de desenho (cor, estilo de linhas, tipo de texto, padrão de preenchimento; etc.);

c) controle: permitem o controle do dispositivo pela aplicação no que se refere a conexão, sistemas de coordenadas, opções de funcionamento, etc;

d) interrogação: retornam a aplicação informações sobre o estado do pacote ou características do dispositivo físico conectado;

e) transformações: alguns dispositivos mais sofisticados permitem a realização de operações com as coordenadas dos pontos indicados nas funções de desenho;

f) entrada alguns pacotes fornecem dispositivos de entrada ligados aos de saída.

### 3.8.3 Turbo C

As funções gráficas do compilador Turbo C são oferecidas juntamente com o ambiente normal de compilação. Para usá-las, incluir o arquivo "graphics", que contém definições de constantes usadas pelas funções. Durante a ligação, deve-se incluir a biblioteca gráfica.

Alguns conceitos:

- Coordenadas dos pontos são dependentes do dispositivo;
- DRIVER: conjunto de funções específicas para determinado dispositivo gráfico. São armazenadas em um arquivo com sufixo "BGI" e carregadas na memória em tempo de execução;
- MODE: determina a resolução e número de cores que devem ser usadas. Cada DRIVER pode ter diversos MODES;
- PALETTE: tabela de cores. Associa um índice a uma cor real. Pode ser fixa ou programável, dependendo do modo escolhido;
- VISUAL PAGE: em alguns modos de algumas placas é possível trabalhar com mais de uma página de imagem simultaneamente: uma é copiada na tela, e as demais podem ser usadas apenas para desenho;
- VIEWPORT: região limite da para desenho; as partes que estão fora da mesma são eliminadas pelo próprio pacote;
- CP (Current Position): posição da caneta virtual.

Funções de desenho:

- Arc: arco de círculo, dado por centro, raio, ângulo inicial e final;
- Bar, bar3D: barra preenchida dada por dois pontos da diagonal;
- Circle: círculo dado por centro e raio (correção de aspecto feita automaticamente);
- Drawpoly, fillpoly: polígono (vazado ou preenchido), dados os vértices;
- Ellipse, fillellipse: elipse (vazada ou preenchida) dada por centro, raios menor e maior e ângulos inicial e final;
- Floodfill: preenche uma região da tela dados um ponto inicial e a cor da borda;
- Line, linerel, lineto: reta (absoluta, relativa ou a partir da CP);
- Moverel, moveto: só desloca a CP;
- Outtext, outtextxy: desenha texto (na CP ou absoluto).
- Pie: fatia de um círculo, dados centro, raio e ângulos inicial e final;
- Sector: fatia de uma elipse, dados centro, raios menor e maior e ângulos inicial e final;
- Cleardevice, clearviewport: limpa toda a tela ou somente a viewport.

Atributos:

- SetColor: cor de desenho;
- Setfillstyle: padrão e cor para preenchimento de áreas (pie, sector, fillpolygon, floodfill, bar);
- Setlinestyle: estilo e espessura de linhas (line, circle, polygon, arc, ellipse);
- Settextjustify: alinhamento, tipo e tamanho dos caracteres para desenho de texto (outtext);

Funções para imagem:

- Put/getpixel: acesso a pixel;
- Put/getimage: acesso a regiões retangulares da tela;

### 3.8.4 Projeção

Para desenhar um objeto 3D numa tela 2D é preciso fazer uma projeção. Elementos que especificam uma projeção:

- Plano da projeção (em geral, escolhe-se o plano  $z=0$  da câmera sintética);
- direção dos raios projetantes (em geral, escolhe-se a direção do eixo  $z$  da câmera sintética, sentido inverso)
- Tipo da projeção:

-Paralela: raios projetantes são paralelos entre si -> não há deformações;  
-Perspectiva: raios projetantes convergem para o "centro da projeção" ou foco -> objetos mais distantes do plano da projeção aparecem menores;

- Elementos da projeção

Técnicas para apresentação

Depois de projetado, o desenho é produzido na tela da mesma maneira que em 2D (window, recorte, viewport, conversão matricial).

A apresentação na tela pode ser feita em vários níveis de sofisticação:

a) Wireframe: apenas as linhas (arestas) que compõem o objeto são desenhadas, dando a aparência de "arames". Esta técnica não possibilita boa compreensão do formato do objeto, pois há muitas linhas no desenho (mesmo as linhas de trás, que não seriam vistas, são desenhadas). Além disto, é sujeita a ambiguidades;

b) Depth-cueing: desenho de linhas, porém com utilização de cor para facilitar a compreensão da profundidade: as linhas ficam mais escuras com o aumento da distância em relação ao observador. Assim, as partes de trás naturalmente desaparecem do desenho;

c) Remoção de linhas escondidas: desenha-se apenas linhas, porém considera-se a superfície do objeto para determinar se uma linha aparece ou não. As linhas "de trás" são eliminadas do desenho, facilitando a compreensão do formato do objeto;

d) Realismo, foto-realismo: é a técnica que permite a geração de imagens que tentam reproduzir a realidade em termos de aparência (cor, efeitos de iluminação e de textura de materiais). Baseia-se em leis da Física, normalmente simplificadas e adaptadas para o tipo de equipamento disponível. Em geral, imagens com acabamento foto-realístico consomem muito tempo de processamento (da ordem de horas) devido à necessidade de cálculos intensos e são modestamente usadas em animação por computador por este motivo.

Algumas técnicas:

-Sombreamento: simulação do efeito de iluminação, em que as partes que as recebem mais luz têm cor mais clara. É calculado com base em leis de reflexão da luz;

-Sombras projetadas: simulação da obstrução da passagem de luz por objetos opacos, escurecendo parcial ou totalmente outros objetos;

-Penumbra: transição gradual e suave entre zonas que estão com e sem iluminação (na sombra ou expostas à luz);

-Reflexo: objetos do tipo espelho apresentam em sua superfície a imagem de outros objetos do universo. Isto pode ser simulado pelo acompanhamento dos raios refletidos para saber a informação de cor que trazem consigo de outros objetos;

-Refração: objetos transparentes permitem ver através de si outros objetos com

alguma distorção de forma e cor;

-Ray-tracing: técnica para geração de imagens que simula o percurso dos raios luminosos desde o observador até os objetos que os refletem/transmitem (percurso inverso ao verificado na natureza). A idéia é simples, a implementação também, mas o tempo consumido é ainda muito grande;

-Radiosidade: técnica para geração de imagens com realismo que determina as trocas de energia entre os objetos em cena para calcular sombras e reflexos. Baseia-se em leis da termodinâmica, utilizando equacionamentos que descrevem a concentração de energia num ambiente;

-Tempo de exposição: objetos em movimento tendem a parecer borrados quando o tempo de exposição da fotografia é demasiadamente longo. O efeito é chamado de "motion blur";

-Profundidade de campo: a abertura do diafragma utilizada para uma fotografia influencia a faixa de distância (campo) em que os objetos estarão em foco (mais fechada, maior faixa).

### 3.9 Padrões em Computação Gráfica

No início: necessidade de funções para o traçado de linhas e texto em dispositivos diferentes entre si (terminais e plotters). Foi criado o conceito de "Pacote Gráfico", que reunia funções gráficas para acesso a esses dois tipos de dispositivos.

Depois: necessidade de utilizar diferentes terminais, com resolução, número de cores diferentes.

Hoje: necessidade de desenvolver sistemas portáteis. O custo para adaptação do sistema a um novo equipamento deve ser muito inferior ao de reescrevê-lo.

#### 3.9.1 O Que Padronizar?

a) Programas: o programa pode ser levado de uma instalação para outra (linguagem de programação, sistema operacional, base de dados, pacote gráfico);

b) Dispositivos: o dispositivo pode ser instalado em diferentes ambientes com baixo custo de adaptação dos pacotes gráficos existentes;

c) Informação geométrica: as bases de dados gráficos podem ser levadas de uma aplicação para outra, na mesma ou outra instalação.

#### 3.9.2 Modelo Conceitual de Aplicações Gráficas

Componentes:

- interface com dispositivos gráficos
- pacote gráfico
- sistema de janelas gestor da interface com usuário
- gestor da base de dados
- aplicação: interface com
- dispositivos gráficos
- base de dados gráficos

#### 3.9.3 Armazenamento de Dados Gráficos

a) CGM (Computer Graphics Metafile)

-Define um formato para armazenamento e recuperação de figuras independentemente de dispositivo, aplicação ou instalação;

-Permite mais de uma figura por arquivo;

- Informações que podem variar de um sistema para outro (precisão de coordenadas e cores, conjunto de caracteres usado, etc) são definidas num escritor;
- Figura é descrita por primitivas 2D semelhantes às do GKS;
- Formatos:
  - Binário
  - Texto legível
  - Caracteres codificados (ASCII)

#### b) IGES (Initial Graphics Exchange Specification)

- Padroniza um formato para armazenamento e recuperação de bases de dados geométricos independente de aplicação ou instalação;
- Não apenas o desenho, mas toda a descrição geométrica dos sólidos, superfícies, etc, permitindo análise, simulação ou simplesmente o desenho;
- 1980, porém já estável atualmente.

#### c) PDES (Product Data Exchange Specification)

- Semelhante ao IGES, porém com informações adicionais para manufatura (especificações de tolerância, material, acabamento da superfície, etc.);
- Ainda em fase de definição.

### 3.10 Aplicações Gráficas

Algumas justificativas para o uso de Computação Gráfica:

- facilidade para comunicação de idéias ou resultados sintetizados em figuras;
- facilidade para modificação de desenhos existentes;
- simulação de alternativas (de funcionamento, de custo, de aparência);
- visualização do invisível (muito pequeno, muito grande, incolor, ambientes artificiais).

#### 3.10.1 Gráficos para Apresentações

Nessa área estão classificados os programas e equipamentos que permitem a elaboração de apresentações, fornecendo recursos para:

- construção de gráficos a partir de informações contidas em tabelas (gráficos de barra, de torta, tridimensionais). Em geral, tal tipo de programa vem associado a uma planilha eletrônica;
- desenhos e texto para elaboração de transparências e slides para apresentação. Esse tipo de programa em geral está associado a um dispositivo para registro de imagem em filme ou plotter (para transparências);
- animações simples para demonstração em exposições. As animações são bidimensionais e realizadas praticamente na base de substituição de telas previamente preparadas (efeitos de fade, scroll, etc).

#### 3.10.2 Editoração Eletrônica

Permitem a combinação de desenhos e texto num único ambiente. A edição e formatação do texto é facilitada, e o resultado pode ser visto na tela antes da impressão. O fotolito pode ser obtido diretamente a partir do documento em meio magnético.

Atualmente é grande o interesse neste tipo de aplicação devido à dificuldade (demora, erros) e realização da mesma tarefa sem auxílio de computador. O ambiente de concepção do documento, quando integrado ao ambiente de impressão do mesmo (através do fotolito), elimina a necessidade de provas de fotolito, uma tarefa que consome muito tempo e recursos.

Tipicamente, os sistemas para editoração eletrônica oferecem ferramentas para

- entrada/edição de texto, com possibilidade de verificação ortográfica, etc;
- apresentação do texto: diversos tipos, tamanhos e estilos de caracteres, que podem ser posicionados em orientação qualquer;
- inclusão de imagens digitalizadas no texto, com possibilidade de enquadramento;
- construção de figuras por meio de editores que oferecem linhas, círculos, áreas preenchidas e texto, além de sofisticadas operações de edição;
- diagramação: formatação automática do documento em colunas, páginas, etc;
- tratamento de cor de impressão, inclusive com separação para elaboração de

fotolitos.

### 3.10.3 Animação por Computador

Animação por computador é uma área fascinante que permite filtrar o que for determinado pelo animador, seja algo real ou inexistente. Há dois tipos distintos de animação por computador: animação do tipo "cartoon" e "modelada".

Cartoon:

"Cartoon Animation" permite a elaboração de desenhos animados como os produzidos pelos estúdios Disney e Hanna-Barbera. Neste tipo de animação, o computador limita-se a auxiliar tarefas como:

- desenho dos quadros-chave;
- interpolação: geração automática de imagens intermediárias;
- pintura dos quadros da animação;
- sincronização com trilha sonora.

Todas as tarefas são realizadas sobre imagens, portanto em duas dimensões.

Modelada:

Na animação modelada, o computador é responsável pela simulação de um modelo durante certo intervalo de tempo e pela geração das imagens correspondentes. Normalmente o modelo descreve um universo tridimensional, composto dos seguintes elementos:

- modelo geométrico (formato) de todos os objetos que aparecem na cena;
- descrição do comportamento dos objetos em cena ao longo do tempo (deslocamento, rotações, deformações);
- modelo de iluminação da cena (posição, orientação e cor das fontes de luz, características dos materiais de que são feitos os objetos);
- instruções de filmagem (posição, objetivo e efeitos de uma câmera sintética).

Assim sendo, os sistemas de animação modelada são compostos de módulos com funções bem distintas:

- modelador de objetos tridimensionais;
- simulador de comportamento, o que pode ser tão simples quanto a interpolação de duas posições chave, ou tão complexo quanto a simulação da lei de corpos em queda livre;
- simulador de câmera sintética;
- gerador de imagens com realismo, considerando aspectos de iluminação e de materiais.

Devido à complexidade das imagens geradas, em geral este tipo de sistema não produz animação em tempo-real, mas sim quadro-a-quadro, sendo gravada em vídeo ou filme simultaneamente; a animação só é realmente observada quando os quadros são projetados em alta velocidade (30 q/s em televisão, 24 q/s em cinema).

Por esse motivo, os sistemas de animação normalmente fornecem também um módulo capaz de exibir uma versão simplificada da animação em tempo-real, permitindo a 'depuração' da animação. Este módulo é chamado de "preview" e origina-se de uma etapa da animação tradicional chamada de "pencil test".

### 3.11 CAD / CAE / CAM

Computer Aided Design, Engineering e Manufacture, respectivamente. O projeto de um novo objeto pode ser completamente realizado com o auxílio de ferramentas que permitem:

- Especificação da forma do objeto;

- Estrutura interna e material de que o objeto é feito;
- Visualização da aparência do objeto conforme determinadas condições de iluminação;
- Simulação de seu comportamento sob determinadas condições de forças e análise dos resultados;
- Elaboração automática de informação para engenharia (desenhos, documentação de projeto);
- Elaboração automática de informações para manufatura (programa para controle numérico ou acionamento de robôs).

A grande vantagem é que o objeto pode ser testado e mesmo visto sem ser efetivamente construído.

#### 3.11.1 Visualização de Dados

Nesta área, utiliza-se computação gráfica para facilitar a compreensão de resultados da simulação de modelos com 4 eixos ou mesmo de fenômenos invisíveis. A grande vantagem é o controle exercido sobre o experimento, cuja velocidade, dimensão e apresentação podem ser minuciosamente programados.

Como exemplos pode-se citar a simulação de fenômenos químicos (em geral micros ópticos), meteorológicos (em geral muito grandes e incolores), físicos (muito rápidos e de difícil reprodução), médicos (internos ao corpo humano), botânicos.

#### 3.11.2 Realidade Artificial

Aparentemente futurista, a realidade artificial na verdade simplesmente vai ao encontro das expectativas dos homens em relação à facilidade de uso de computadores. Aplicações em que a interação homem-máquina é realizada com gestos, movimentos de olhos e cabeça, etc. ainda são consideradas distantes mas já começam a tornar-se viáveis pela existência de dispositivos como "data glove". Neste tipo de aplicação, o usuário "mergulha" num ambiente totalmente modelado no computador e tem a sensação de que este ambiente é "real". Os dispositivos que garantem a "imersão" completa do usuário no ambiente artificial são a luva, que permite interação gestual, e o display montado diretamente sobre os olhos, que restringe a visão à imagem sintetizada na tela, em pares estereoscópicos.

#### 3.11.3 Outras

a) Cartografia: permite a visualização facilitada de grande volume de informações, com possibilidade de selecionar o tipo de informação que deve ser vista a cada instante;

b) Arte: área ainda pouco explorada, permitirá com certeza a introdução de novos meios de expressão artísticas, como a arte interativa, assim como popularizará a animação.

### 3.12 Escrita à Mão x Computação Gráfica

Com o advento de novas tecnologias, como o computador, está sendo deixada de lado a arte de se escrever a punho e demonstrar a letra bonita. Entre os Séculos XVI e XIX, a figura do "calígrafo" ocupou lugar de destaque na sociedade, chegando até mesmo a ser chamado de artista no Oriente. Conforme pesquisas, esta prática tem sido relegada a segundo plano. Após a reforma do ensino no Brasil, ocorrida em 1950, a caligrafia foi extinta do currículo das escolas. A determinação do Ministério da Educação é que cada instituição de ensino escolha, de acordo com o seu projeto pedagógico, a utilização dos velhos cadernos de caligrafia.

Um dos principais argumentos utilizados por quem defende o ensino da caligrafia é o de que pessoas com letra ruim estão com 50 % de sua capacidade de comunicação prejudicada. Tal falha, segundo esta teoria, se reflete em empregos rejeitados, reprovação em vestibulares e concursos e confusões provocadas por escritas ilegíveis, como a dos médicos e odontólogos.

Nitidamente percebe-se que o uso do computador muito implica no uso ou não da escrita a mão. A qualidade e nitidez proporcionada pelos recursos gráficos, tais como impressoras, softwares e demais recursos, fazem com que o computador se torne peça chave no local de trabalho, na escola e em casa.

Hoje percebe-se até a queda do número de cartas, já que em era digital a agilidade do correio eletrônico extingue na maioria das vezes a lentidão da entrega de uma

correspondência.

### 3.13 Programas Gráficos

#### 3.13.1 Corel Draw

O Corel Draw é um programa gráfico com altíssima capacidade e inúmeros recursos. Este Software trabalha com vetores e bitmaps, auxiliando e tornando-se peça chave para a finalização de arquivos com conteúdo gráfico.

Este programa, assim como os semelhantes FreeHand e Quark, acabaram por substituir o trabalho de dias na criação de simples textos ou até mesmos trabalhos com cores variadas, utilizando de degradés, preenchimentos sólidos, elaboração de textos comuns e artísticos. Antigamente para se gerar um texto, era grafada em folhas transparentes letra por letra no sistema transfer. Hoje em segundos, é gerado um texto e impresso em papel, poliéster, transparência, banner, ou seja, onde for necessário.

O Corel Draw é o software gráfico mais utilizado por agências de publicidade, artistas gráficos, gráficas, birôs de fotolito e demais setores que trabalham com geração e finalização de arquivos gráficos pela sua precisão e facilidade de uso.

#### 3.13.2 Photoshop

O Photoshop é um programa gráfico especialmente desenvolvido para o tratamento e manipulação de fotos e bitmaps.

É um software completo para quem utiliza de tratamento de cores em fotos, correção de imperfeições em imagens e até mesmo a estilização delas. Os arquivos gerados neste programa possuem compatibilidade com o Corel Draw apenas para a importação e separação de Layers, e não para a edição. Já os arquivos de Corel Draw não possuem compatibilidade no programa Adobe Photoshop.

#### 3.13.3 Page Maker

O Page Maker é um programa especialmente desenvolvido para publicações como jornais e revistas.

É um software que dá mobilidade para o trabalho com quadros de textos e digitação de matérias e edição das mesmas.

#### 3.13.4 Autocad

O AutoCad é uma das maiores revoluções no meio gráfico quando tratamos de desenhos arquitetônicos em 2D e 3D.

É um software vetorial, que possui diversas ferramentas para facilitar o trabalho de arquitetos e também desenvolvedores de embalagens e afins. Apenas não indicado para a finalização de imagens, sua redenização ainda é pobre, necessitando de programas auxiliares com maior capacidade de redenização com preenchimentos e bitmaps (o que dá a realidade virtual ao desenho).

#### 3.13.5 Word

Ao contrário do que muitos pensam o Word também pode ser definido como um programa gráfico.

É um programa com diversas utilidades, não muito aconselhável para publicações e artes gráficas mas sim para digitação de textos e correspondências.

É de fácil uso e com inúmeras facilidades, como auto geração de sumários, auto correção, auto formatação, etc. É muito utilizado por estudantes e escritórios.

## 4 CONCLUSÃO

Ao término deste trabalho acabamos descobrindo as vantagens e as mudanças que ocorreram ao longo de poucos anos.

O futuro tende a trazer a computação gráfica com maior intensidade. Hoje já é essencial ao trabalho em televisão, edição de vídeos, criação de filmes, apresentações, gráficas. A cada dia que se passa, chegamos mais próximos da perfeição em criação de imagens e edição de trabalhos, com softwares e hardware cada vez mais potentes e de alto processamento e armazenamento de dados. Ainda teremos a popularização de workstations (computadores com recursos gráficos), interfaces gráficas para todas as aplicações (facilidade de acesso ao computador por leigos, como já está acontecendo), realidade artificial (Cyberspace, interação por manipulação direta de objetos inclusive tridimensionais).

Então, fica a nosso cargo utilizar destes novos recursos que a tecnologia nos proporciona. É importante mantermos atualizados e atentos as mudanças, pois elas ocorrem em velocidade cada vez maior. A computação gráfica é um exemplo. Para comprovarmos isso, podemos utilizar de materiais publicados a dez ou vinte anos atrás e compararmos com os hoje publicados. Mas sabemos que a computação gráfica não para aqui, pois o futuro trará muitas novidades fascinantes.

#### BIBLIOGRAFIA

AMANATIDES, J. "Realism in Computer Graphics: a Survey". and Applications, January 1987. Apresenta conceitos e comenta as principais imagens com realismo.

"Entenda o Computador - Computação Gráfica", Nova Cultural, 1990 Texto bastante introdutório, bem ilustrado e acessível.

FOLEY "Computer Graphics - Principles and Practice". Addison-Wesley, 1990. Nova edição do livro mais clássico sobre Computação Gráfica. Orientado a profissionais que desejam desenvolver sistemas gráficos.

HEARN, D. & Baker P. "Computer Graphics". Prentice-Hall, 1986. Elementos (conceitos, procedimentos) para programação de sistemas e aplicações gráficas. Bastante abrangente e termos de conceitos de CC 2D e 3D, porém sem entrar em muitas considerações acerca de alternativas de implementação.

LOPES, Tarcísio - Help Informática, Sistema de Consulta Interativa - Editora Klick, 1995, São Paulo.

NAJAR, Angélica L. - Desenho Industrial - 1978.

ANEXOS