

Introdução a Computação Gráfica

GBC204 – Computação Gráfica
Prof. Dr. rer. nat. Daniel D. Abdala

O que é Computação Gráfica?

- ▶ Atualmente associado a visualização iterativa, simulação e entretenimento.
- ▶ Para se responder de maneira adequada esta questão faz-se necessário entender como CG se coloca no ecossistema da computação.
- ▶ Considere:
 - ▶ Photoshop é uma aplicação de computação gráfica ou de processamento de imagens?
 - ▶ E o MS word/excel? Podemos dizer que eles utilizam computação gráfica?

O que é Computação Gráfica?

- ▶ De maneira resumida, computação gráfica trata da apresentação de informação computacional sob a forma gráfica.
- ▶ Formalmente: *"Sub-área da Ciência da Computação que consiste em métodos e técnicas usa-das para criar, armazenar e manipular modelos de objetos e suas imagens via computador"*.
- ▶ Computação gráfica é possivelmente o parcela de software que mais demanda do hardware de um sistema computacional.
 - ▶ Suporte em hardware e software dedicado.
 - ▶ GPUs, Placas gráficas, Entradas especiais no SO, e suporte da placa mãe.

O que é Computação Gráfica?

- ▶ Atualmente, computação gráfica é fortemente associada a computação gráfica tridimensional com foco no fotorealismo;

Áreas Correlatas

- ▶ Computação gráfica se correlaciona com diversas outras áreas da computação e matemática. São elas:
 - ▶ Matemática aplicada
 - ▶ Geometria computacional
 - ▶ Topologia computacional
 - ▶ Visão computacional
 - ▶ Processamento de imagens
 - ▶ Visualização de informação
 - ▶ Visualização científica
 - ▶ Álgebra linear
 - ▶ Arquitetura e organização de computadores

Relação entre PDI, CG e Visualização

- ▶ Outras áreas da computação no entanto lidam com informação sob a forma gráfica. São elas, resumidamente:
 - ▶ Processamento Digital de Imagens;
 - ▶ Computação Gráfica;
 - ▶ Visualização de Dados;
 - ▶ Geometria Computacional.



Breve Histórico

- ▶ Antes de 1950 – experimentos em saída gráfica feitos em impressoras;
- ▶ 1950 – Projeto sage, ligação de um computador a um visualizador de radar (tubo de raios catódicos);
- ▶ 1959 – Surge o termo “Computer Graphics” cunhado por Verne L. Hudson, Projeto da Boeing;
- ▶ 1962 – MIT projeto TX2
- ▶ 1970 – Surgem os primeiros monitores à varredura;
- ▶ Entre 1970 e meados de 1980 – Computadores da IBM e da DEC (computadores e minicomputadores respectivamente) disponibilizavam gradualmente mais e mais acesso a monitores gráficos
- ▶ Com a introdução do computador pessoal, a utilização de televisores e monitores se tornou lugar comum.

Hardware para CG

- ▶ A apresentação de informação sob a forma gráfica impõe requisições pesadas ao hardware do sistema computacional;
- ▶ Ao longo da evolução dos sistemas computacionais tal suporte em hardware mudou consideravelmente. Atualmente sistemas computacionais (sejam eles computadores pessoais tal como o PC ou smartphones) contam com processadores gráficos e memória de vídeo como recursos mínimos. No entanto nem sempre foi assim.
- ▶ Em um sistema computacional típico, minimamente estão disponíveis:
 - ▶ Barramento dedicado entre processador e memória gráfica;
 - ▶ Processador gráfico;
 - ▶ Dispositivo gráfico de saída (monitor; tela lcd, etc);
 - ▶ Um ou mais dispositivos de entrada de informação para iteragir com o sistema gráfico (tal como mouse, touch pad, touch screen, etc)

Dispositivos de Saída

- ▶ Forma primária para apresentação da informação gráfica;
- ▶ Evoluíram drasticamente ao longo dos últimos 50 anos;
 - ▶ impressoras;
 - ▶ Monitores da varredura;
 - ▶ Monitores LCD/ LED;
 - ▶ Etc.
- ▶ Ao longo da história dois modelos de apresentação gráfica estiveram em voga. São eles:
 - ▶ Modelo Vetorial;
 - ▶ Modelo Raster.

Arquitetura de Visualização Vetorial



Imlac PDS-1

- ▶ Derivada originalmente dos monitores de radares;
- ▶ O tubo de raios catódicos ativa os depósitos de fósforo apenas nas posições definidas por uma primitiva vetorial.
- ▶ Por exemplo para se desenham uma linha dois pontos são especificados. O tubo de raios catódicos é então movimentado no caminho entre estes pontos excitando os depósitos de fósforo.
- ▶ Ótimo para primitivas gráficas, geometria, mas problemático no quesito fotorealismo.

Arquitetura Raster

- ▶ O modelo raster ou de varredura demanda muito mais recursos de hardware que o modelo vetorial. Devido a tal fato ele foi lentamente aceito.
- ▶ No entanto hoje é o modelo de fato, disponível virtualmente em todos os dispositivos gráficos.
- ▶ Seu funcionamento é simples. Basicamente, cada elemento gráfico (pixel) do dispositivo de saída é mapeado em um banco de memória. Todos os valores de cor de cada pixel são atualizados a cada varredura. Monitores geralmente atualizam todos os pixels da tela a cada 1/60 segundos.

Coordenadas do Mundo vs da Janela vs do Dispositivo

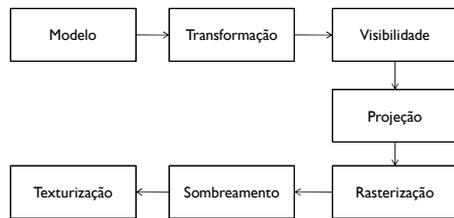
Coordenadas do Mundo (Modelo)

Coordenadas a Janela

Coordenadas do Dispositivo

- ▶ Uma cena é geralmente descrita por meio de um modelo, que nada mais é que um conjunto de primitivas gráficas associadas a modificadores de cor/textura/sombreamento, etc. O modelo é gerado pelo sistema gráfico de maneira independente do sistema de visualização. Sendo assim, há liberdade para se utilizar o sistema de coordenadas que melhor aprouver ao modelo.
- ▶ No entanto ele deve ser apresentado em um sistema gráfico. Sendo assim, as coordenadas do modelo devem ser convertidas para as coordenadas do dispositivo, ou seja, display gráfico.
- ▶ O problema de conversão de coordenadas é complicado ainda pela possibilidade de que nem todo o modelo do mundo seja visualizado por vez. Neste caso, apenas uma porção, ou janela, do modelo pode ser selecionada, requerendo uma conversão de coordenadas intermediária.

Pipeline de Visualização



- ▶ Todo sistema gráfico possui em maior ou menor detalhamento os sete subsistemas apresentados acima.

Modelo

- ▶ **Descrição matemática de:**
 - ▶ Objetos
 - ▶ Plano de fundo
 - ▶ Fontes de luz
 - ▶ Posicionamento da cena (câmera)
 - ▶ Parâmetros de sombreamento
 - ▶ Etc
- ▶ **Em modelos tridimensionais:**
 - ▶ Listas de vértices/arestas
 - ▶ Listas de faces
- ▶ **Essencialmente, o Modelo é uma descrição da cena.** Há diversas formas de descrever um modelo. Pode-se utilizar uma descrição primitiva usando listas de vértices, faces e arestas, pode-se utilizar primitivas gráficas como cubos, esferas, etc.

Transformação

- ▶ A construção de uma cena requer que os diversos objetos que a compõem sejam reposicionados, geralmente em relação ao ponto de visão (câmera). Tal reposicionamento é feito por meio de transformações geométricas:
 - ▶ Rígidas: translação, rotação e espelhamento
 - ▶ Afins: Zoom e alongamento (Sheer)
 - ▶ Projetivas
 - ▶ Elásticas

Visibilidade

- ▶ Dependendo do posicionamento da câmera, pode ser que nem toda a cena seja visível. Consequentemente tais objetos localizados fora do campo de visão não precisam ser processados.
- ▶ Mesmo que um objeto esteja posicionado dentro da janela de visualização mas no entanto parcialmente ou totalmente ocluído por outro objeto, este deve ser considerado como quesito de visibilidade o que impacta o desempenho do pipeline gráfico.

Projeção

- ▶ Simula matematicamente o posicionamento da câmera (olhos) e a produção de uma projeção bidimensional da cena.

Rasterização

- ▶ É a parte do pipeline gráfico responsável por transformar a descrição contínua do modelo matemático da cena em uma lista discreta de posições em tela. Geralmente, anti-aliasing também é tratado nesta etapa do pipeline gráfico.

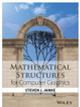
Sombreamento

- ▶ (Shading) é a parte do pipeline gráfico responsável por simular o efeito da iluminação na cena.

Texturização

- ▶ Parte do pipeline gráfico responsável por descrever a superfície de objetos. Geralmente refere-se ao mapeamento dos pixels de uma imagem 2D (textura) para as faces do modelo 3D.

Bibliografia



[JAN2015] Janke, S. J. "Mathematical structures for computer graphics". 2015. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-1-118-71219-1. 411p.



[FOL1994] Foley, J.D. et al. "Computer graphics: principles and practice". Addison-Wesley. 1994.



[Hea1997] Hearn, D. & Baker, M. P. "Computer Graphics, C Version". 1997. Prentice Hall, 2ª Ed. ISBN: 978-0-13530-9247. 652p.

Referências

- ▶ **When a Bit Became a Pixel: The History of Computer Graphics**
 - ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=iw1o4ozvjEU&list=PLD3uaVhjdWqWW6u5E pzGqOfepplPhlu2O&index=2&t=0s>
- ▶ **Uma Breve História dos Gráficos**
 - ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=QyiyWUjHsFc&index=3&t=0s&list=PLD3uaVhjdWqWW6u5E pzGqOfepplPhlu2O>
- ▶ **Learn OpenGL**
 - ▶ <https://learnopengl.com/>
 - ▶ https://learnopengl.com/book/learnopengl_book.pdf