INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO – UNICAMP

MC930 – Computação Gráfica

Segundo semestre de 2004 - Prof. Jorge Stolfi

Aulas práticas: 3as 16:00–18:00 302/303 (IC-3).

Aulas teóricas: 5as 16:00–18:00 PB01 (Praça Central).

Descrição modificada em 20/12/2004

Informações gerais

Tema: *Computação gráfica* pode ser definida como a produção de imagens de cenas virtuais a partir de descrições geométricas das mesmas, usando o computador. É distinta de *processamento de imagens*, que estuda a transformação de imagens em imagens; de *geometria computacional*, que trata da manipulação das descrições geométricas; e de *visão computacional*, que trata do processo inverso — transformar imagens em descrições geométricas dos objetos retratados.

Uma *imagem* geralmente é uma matriz bi- ou tridimensonal que atribui uma cor a cada ponto de uma "tela" bidimensional (monitor, papel, etc.) ou tridimensional (imagens tomográficas, protótipos, etc.). Computação gráfica inclui especialmente a produção de *animações* com milhares de imagens. A geração das imagens pode ser controlada interativamente, ou responder aos movimentos do usuário para simular uma "realidade virtual".

A *descrição geométrica* da cena geralmente usa sólidos geométricos simples, equações matemáticas, ou fórmulas computacionais, num espaço geométrico contínuo de dimensão arbitrária. No caso de animações, é necessário modelar também o movimento e evolução da geometria em função do tempo. Em geral, a produção da imagem envolve algum tipo de projeção ou transformação geométrica de alguma parte do espaço de modelagem para o espaço da imagem, a eliminação de partes invisíveis da cena, e o cálculo da cor aparente da mesma em cada ponto da imagem.

Objetivos: A disciplina pretende ensinar os conhecimentos básicos necessários para *desenvolvimento* de software de computação gráfica (e não apenas para o *uso* de tal software). Estes conhecimentos incluem os fundamentos de geometria analítica tridimensional necessários para modelagem de objetos e sua projeção na imagem; teoria básica de cor e iluminação; e estruturas de dados e algoritmos eficientes para síntese das imagens.

Aproximadamente metade das aulas serão aulas de laboratório, cujo propósito é exemplificar os fundamentos teóricos, desenvolver a intuição geométrica tridimensional, e treinar a arte de construir modelos geométricos a partir de especificações informais.

Material on-line: O material da parte prática do curso estará disponível em `http://www.ic.unicamp.br/~stolfi/`.

Avaliação: A nota final será baseada em duas provas escritas $P1, P2$, com pesos 2 e 3, respectivamente; e uma nota de laboratório T. A média das provas P e a nota de laboratório T serão combinadas pela fórmula

$$M = (\max\{P,T\} + 4\min\{P,T\})/5 \qquad (1)$$

Portanto, para passar, *é necessário* (*mas não suficiente!*) *ter média de provas maior ou igual a 3.8.* (A nota de laboratório também deve ser maior ou igual a 3.8, mas, a julgar pelas turmas passadas, isto não deverá ser um problema.) Além disso, haverá um exame final opcional E, no fim do semestre, com peso igual à media M.

Laboratório A nota de laboratório será atribuída com base em exercícios práticos individuais. O enunciado de cada exercício será distribuído no início de cada aula de laboratório. O resultado, mesmo incompleto, deverá ser entregue ao fim da aula. Opcionalmente, uma versão melhorada poderá ser entregue até o início da aula seguinte. A nota será baseada principalmente no trabalho realizado *durante* a aula, sob acompanhamento do professor. A ausência numa aula de laboratório implica em nota zero no exercício correspondente. O conhecimento adquirido nas aula de laboratório poderá ser cobrado nas provas escritas.

Provas As provas serão realizadas no horário normal da aula: a primeira em meados de setembro, e a segunda nas semanas finais do curso. As datas exatas das provas serão determinadas no decorrer do curso e serão comunicadas com pelo menos uma semana útil (2 aulas) de antecedência. As provas poderão ser adiadas a qualquer momento, mesmo no dia marcado, valendo nesse caso também o intervalo mínimo de duas aulas entre o aviso de adiamento e a nova data.

As provas serão individuais, em classe, **sem** consulta. Cada prova cobrirá toda a matéria dada, até a aula anterior inclusive. **Importante:** Qualquer tentativa de fraude — nas provas ou nos trabalhos práticos, detectada na hora ou a posteriori — implicará na atribuição da nota zero *na disciplina*, sem direito a exame, *a todos os envolvidos*, sem prejuízo das demais sanções que possam ser tomadas.

Substitutivas Não haverá provas substitutivas propriamente ditas; em princípio, ausência numa prova implica em nota zero na mesma. Entretanto, se o aluno faltar a **uma** das duas provas teóricas, **mas comparecer ao exame final**, a prova perdida será excluída da média de provas P. Estas regras estão resumidas na tabela abaixo:

Provas feitas	Média de provas	Média final
P_1, P_2,	$P = (2P_1 + 3P_2)/5$	F = M
P_1,	$P = (2P_1 + 3 \cdot 0)/5$	F = M
P_2,	$P = (2 \cdot 0 + 3P_2)/5$	F = M
	$P = (2 \cdot 0 + 3 \cdot 0)/5$	F = M
P_1, P_2, E	$P = (2P_1 + 3P_2)/5$	F = (M+E)/2
P_1, E	$P = P_1$	F = (M+E)/2
P_2, E	$P = P_2$	F = (M+E)/2
E	$P = \cdot 0$	F = (M+E)/2

Em qualquer caso, o aluno que comparecer a uma prova escrita (incluindo o exame final), e desistir de fazer ou entregar a mesma depois de ver o enunciado, será considerado presente, e receberá nota zero nessa prova, sem direito a substituição.

Ementa

Parte teórica:

- Coordenadas homogêneas e geometria projetiva.
- Operações geométrias fundamentais.
- Transformações euclidianas, afins e projetivas.
- Transformação de perspectiva.
- Modelagem de sólidos por funções implícitas.
- Geometria construtiva de sólidos.
- Modelagem paramétrica de curvas e superfícies.
- Formas de Bézier e o algoritmo de DeCasteljau.
- Modelos de iluminação, cor, e textura.
- Janelamento e manipulação de poliedros.
- Algoritmos geométricos e pontuais para visibilidade.
- Traçado de raios.
- Tópicos avançados: radiosidade, animação, estereoscopia, etc.

Parte prática:

- Familiarização com o software (POV-Ray).
- Primitivas geométricas.
- Transformações geométricas.
- Composição booleana de sólidos.
- Modelagem por *blobs*.
- Modelagem por retalhos de Bézier.
- Objetos transparentes e superfícies espelhadas.
- Cenas repetitivas e recursivas.
- Animação.
- Efeitos atmosféricos.

Bibliografia Parcial

Os livros abaixo cobrem a área de computação gráfica em geral, de maneira razoavelmente completa:

- J. D. Foley, A. Van Dam, H. Feiner, and J. Hughes: *Computer Graphics: Principles and Practice (2nd edition).* Addison-Wesley (1991).
- A. Watt: *3D Computer Graphics (second edition).* Addison-Wesley (1992).
- D. F. Rogers: *Procedural Elements for Computer Graphics.* McGraw-Hill (1985).

A maioria dos livros de computação gráfica descreve coordenadas homogêneas. Alem dos livros acima, os seguintes parecem ser razoáveis neste item em particular:

- D. F. Rogers e J. A. Adams: *Mathematical Elements for Computer Graphics.* McGraw-Hill (1990).
- R. A. Plastok: *Schaum Outline Series: Computer Graphics.* McGraw-Hill.
- I. O. Angell: *A Practical Introduction to Computer Graphics.* McMillan (1985).
- A. Penna and R. Patterson: *Projective Geometry and its Application to Computer Graphics.* Prentice-Hall (1986).
- K. S. Booth and J.C. Beatty (editors): *Tutorial: Computer Graphics.* IEEE Computer Society (1982)..

Existe um conjunto incompleto de apostilas para esta disciplina, de vários semestres passados. Os arquivos Postscript serão colocados em breve à disposição dos alunos via WWW.
Outros livros mais especializados são:

- A. Glassner, J. Arvo, *e outros*: *Graphics Gems I–IV.* Academic Press (1990-1994).
- Association for Computer Machinery: *SIGGRAPH Conference Proceedings* ACM Press/Addison-Wesley (anual).

Para quem se interessar pela geometria projetiva em si, há muitos livros que estudam esse assunto do ponto de vista matemático. Três títulos que conheço são

- H. S. M. Coxeter: *The Real Projective Plane.* McGraw-Hill (1949).
- C. F. Adler: *Modern Geometry.* McGraw-Hill (1970).
- J. Stolfi: *Oriented Projective Geometry.* Academic Press (1991).