

INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO – UNICAMP

MC937A/MO603A Computação Gráfica 2021 - Semestre 2 - Prof. Jorge Stolfi

Aulas teóricas: 2^{as} 21:00–23:00. Aulas práticas: 4^{as} 19:00–21:00



Resumo

1. **Ementa:** Conceitos básicos. Algoritmos de primitivas gráficas. Representação e estruturação de informação gráfica. Descrição, construção e utilização de um núcleo de um sistema gráfico. Aplicações.
2. **Pré-requisitos formais:** MA327, MC202.
3. **Pré-requisitos adicionais:** conhecimentos elementares de limites e derivadas, geometria analítica, matrizes e determinantes, computador pessoal (laptop ou de mesa), acesso a Google Meet. Vide abaixo.
4. **Carga Horária:** Uma aula teórica e uma aula de laboratório por semana, de 2 horas cada. O desenvolvimento da disciplina pressupõe a presença on-line dos alunos nesses horários.
5. **Programa e Bibliografia:** Vide abaixo.
6. **Plano de Desenvolvimento e Avaliação:** Vide abaixo.

Informações gerais

Objetivos: A disciplina terá duas partes, teórica e prática.

O objetivo da **parte teórica** é apresentar os fundamentos matemáticos e algorítmicos da computação gráfica: geometria projetiva analítica, modelos matemáticos de curvas, superfícies e sólidos, teoria básica de cor e iluminação, e principais técnicas para síntese de imagens e animações. Esta parte focalizará os conhecimentos básicos necessários para *desenvolvimento* de software de computação gráfica (e não apenas para o *uso* de tal software).

Os objetivos da **parte prática** são, primeiro, desenvolver a compreensão intuitiva da geometria tridimensional e a capacidade de traduzir essa intuição para coordenadas, fórmulas analíticas, e representações computacionais; e, segundo, dar uma noção da natureza e utilização de softwares e bibliotecas de computação gráfica. Esta parte exigirá o aprendizado de software específico, mas apenas como meio e não como fim.

Material didático: Haverá um conjunto de apostilas e materiais de laboratório disponíveis em <http://www.ic.unicamp.br/~stolfi/cursos/MC937-2021-1-A/Welcome.html>. Uma vez que a apresentação da matéria não vai seguir nenhum livro em particular, é recomendável anotar os pontos principais das aulas.

Pré-requisitos conceituais: Além do conteúdo de MA327e MC202, o curso requer conhecimentos elementares de análise (limites e derivadas), geometria analítica (coordenadas Cartesianas em duas e três dimensões, equações de retas, planos e círculos, produto vetorial) e álgebra linear básica (operações com matrizes e vetores, produto escalar, determinantes, inversão de matrizes). O curso também exige habilidade de programação na linguagem C e familiaridade com o sistema Linux.

Pré-requisitos materiais: Para participar do curso, é necessário acesso a um computador pessoal (laptop ou PC) com câmera e *fones de ouvido*, e boa conexão internet (suficiente para Google Meet com imagem). O computador deve também ter um teclado comum para permitir programação eficiente; o teclado virtual de um smartphone ou tablet **não** será suficiente. Esse equipamento deve estar disponível para uso exclusivo do aluno durante todo o horário oficial das aulas.

O computador deve ter sistema operacional Linux com os pacotes necessários para compilar e executar programas em C, incluindo os utilitários `make`, `bash`, `sed`, `awk`, `rsync`, e `wget`. O computador também deve ter os pacotes `povray` (versão 3.7) e `imagemagick` instalados. Embora seja possível executar os exercícios em outras plataformas (como Windows), isso exigiria adaptar vários scripts e programas auxiliares — e o professor não poderá dar nenhum suporte para isso.

Cada aluno também deverá ter à mão uma caneta e um bloco de papel em branco, para apresentar respostas escritas ou diagramas que não possam ser expressas oralmente ou via chat. O bloco dever ser rígido de modo a poder ser segurado em frente à câmera sem curvar, e a caneta deve ser grossa o bastante para que o texto seja perfeitamente legível na tela do professor.

Avaliação: A nota final será baseada nas notas P_1, P_2, \dots, P_n de mini-provas orais de teoria, executadas ao final de cada aula teórica; e nas notas T_1, T_2, \dots, T_n atribuídas aos trabalhos

entregues nas aulas de laboratório. Estas notas serão combinadas como descrito a seguir.

Mini-provas de teoria: As mini-provas orais de teoria serão realizadas às 2^{as} feiras, em princípio nos últimos 30 minutos de cada aula teórica. Em cada aula será sorteado um pequeno conjunto de alunos que serão argüídos individualmente nesses 30 minutos, com questões sobre a matéria da aula (supondo sabida a matéria anterior).

O número de alunos sorteados será ajustado conforme o número de matriculados, de modo a garantir que todo aluno fará pelo menos 4 mini-provas ao longo do curso. A ausência em uma mini-prova implica em nota zero na mesma.

As notas das mini-provas feitas por cada aluno serão combinadas em uma média de provas P . **Não haverá provas substitutivas.** Entretanto, no cálculo da média P será excluída a pior das notas.

Laboratórios: Em cada aula de laboratório, os alunos deverão resolver um exercício **individual** no computador. O enunciado de cada exercício será distribuído no início de cada aula de laboratório. O exercício deve ser desenvolvido durante a aula, com participação contínua via Google Meet. O resultado, mesmo que incompleto, deverá ser entregue ao fim da aula. A cada exercício será atribuída uma nota T_k baseada apenas no trabalho entregue.

A nota T_k procurará avaliar o aprendizado das técnicas que são objeto do exercício, e não a estética do resultado. Esforço honesto receberá algum crédito, mesmo que o objetivo do exercício não seja alcançado. **Porém, caso o trabalho não seja entregue no final da aula, a nota no exercício será zero.**

Ao longo da aula, alguns alunos serão sorteados para acompanhamento individual. Cada aluno escolhido deverá apresentar o trabalho desenvolvido até o momento e deverá responder perguntas sobre o mesmo. Esta avaliação será levada em conta na nota T_k da aula.

A nota média T dos trabalhos práticos será a média simples das notas T_k dos exercícios. **Não haverá tarefas substitutivas aos laboratórios, e não serão aceitos trabalhos entregues fora do prazo.** Entretanto, no cálculo da média T , as duas piores notas T_k serão excluídas.

Média geral: A média das provas P e a nota de laboratório T serão combinadas em uma média geral M pela fórmula

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

Para aprovação (na graduação e na pós) será necessário obter média geral $M \geq 5.0$, com a média P calculada pela tabela acima.

A fórmula acima implica que, para obter a média geral $M \geq 5.0$, é *necessário* (mas não *suficiente*) ter $P \geq 3.8$ e $T \geq 3.8$.

A julgar pelas turmas passadas, alunos que entregaram todos os laboratórios geralmente obtém média de laboratórios T maior que a média de provas P . Porém, pela fórmula acima, nesse caso T contribui pouco para a média geral M . Portanto, é importante não descuidar da parte teórica.

Critério de aprovação da pós-graduação: A nota alfabética (A, B, C, D) para os matriculados na pós-graduação será calculada a partir da nota numérica, conforme a tabela

D	$M < 5.0$
C	$5.0 \leq M < 6.5$
B	$6.5 \leq M < 8.0$
A	$8.0 \leq M$

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, a todos os envolvidos*, sem prejuízo das demais sanções que possam ser tomadas.

Programa

Na relação abaixo, os tópicos marcados com ★ podem ser vistos ou não, dependendo do andamento das aulas.

Parte teórica:

- Coordenadas homogêneas e geometria projetiva.
- Operações geométricas fundamentais.
- Transformações euclidianas, afins e projetivas.
- Transformação de perspectiva.
- Modelagem de sólidos por funções implícitas.
- 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.
- ★ Biblioteca gráfica interativa (OpenGL).

Bibliografia

- Jorge Stolfi. MC909 - Computação Gráfica: Notas de Aula.
<http://www.ic.unicamp.br/~stolfi/courses/MC937-2021-1-A/apostila/fasciculo-XX.pdf>
onde $XX = 01$ a 10 .
- Jorge Stolfi. Tópicos em Computação Gráfica: Questões de Provas 1993–2009.
<http://www.ic.unicamp.br/~stolfi/courses/MC937-2021-1-A/apostila/questoes.pdf>
- POV-Ray Tutorial and Reference Manual.
<http://www.povray.org/documentation/3.7.0/>

Bibliografia auxiliar

- Eduardo Azevedo, Aura Conci. Computação Gráfica: Teoria e Prática. Editora Campus, 2003.
- Jonas Gomes e Luiz Velho. Fundamentos da Computação Gráfica. Editora IMPA, 2003.
- Luiz Velho e Jonas Gomes. Sistemas Gráficos 3D. Editora IMPA, 2001.
- Alan Watt. Fundamentals of Three-Dimensional Computer Graphics. Addison-Wesley, 1990.
- James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner, John F. Hughes, R.L. Phillips. Introduction to Computer Graphics. Addison-Wesley Publishing Company, 1995.
- Edward Angel. Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with OpenGL. Addison-Wesley, 2006.
- Andrew Glassner. An Introduction to Ray Tracing. Academic Press, 1989.
- David F. Rogers. Procedural Elements for Computer Graphics. McGraw Hill, 1998.
- David F. Rogers, J. Alan Adams. Mathematical Elements for Computer Graphics. McGraw Hill, 1990.
- Romero Tori, Reinaldo Arakaki, Antônio M.A. Massola, Lúcia V.L. Filgueiras. Fundamentos de Computação Gráfica. Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 1987.
- R.C.M. Persiano, A.A.F. Oliveira. Introdução à Computação Gráfica. Livros Técnicos e Científicos Ltda, 1989.
- Jackie Neider, Tom Davis, Mason Woo. OpenGL Programming Guide. Addison-Wesley Publishing Company, 1996.
- Michael E. Mortenson. Geometric Modeling. John Wiley & Sons, 1997.
- Gerald Farin. Curves and Surfaces for Computer Aided Geometric Design. Academic Press, 1996.
- Andrew S. Glassner. Principles of Digital Image Synthesis. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., vol. 1 and 2, 1995.