

Introdução à Computação Gráfica

SCC0250/0650 - Computação Gráfica

Prof^a. Rosane Minghim

<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=61213>

rminghim@icmc.usp.br

P.A.E. Diego Cintra e Fábio Felix

diegocintra@usp.br, f_diasfabio@usp.br

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC)
Universidade de São Paulo (USP)

8 de março de 2018

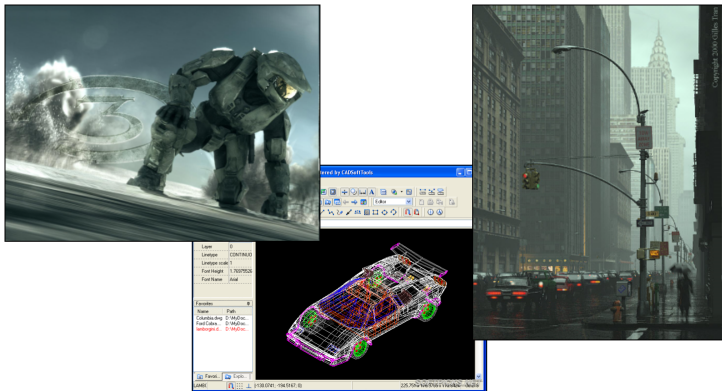


Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Áreas relacionadas
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Introdução

- Afinal, o que é Computação Gráfica?



Computação Gráfica

- Sub-área da Ciência da Computação
 - Técnicas para a geração, exibição, manipulação e interpretação de modelos de objetos e de imagens utilizando o computador

Computação Gráfica

- Sub-área da Ciência da Computação
 - Técnicas para a geração, exibição, manipulação e interpretação de modelos de objetos e de imagens utilizando o computador
- Modelos e imagens criados a partir de dados do mundo real ← converter dados em imagens

Computação Gráfica

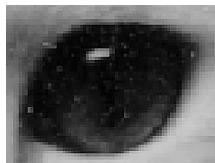
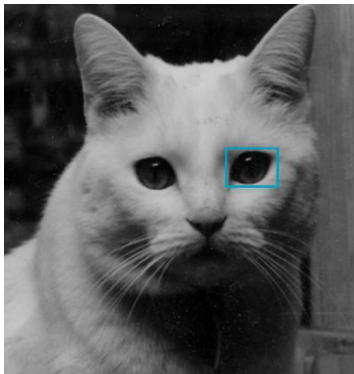
- Sub-área da Ciência da Computação
 - Técnicas para a geração, exibição, manipulação e interpretação de modelos de objetos e de imagens utilizando o computador
- Modelos e imagens criados a partir de dados do mundo real ← converter dados em imagens
- Usuários em disciplinas diversas
 - Ciência, engenharia, arquitetura, medicina, arte, publicidade, lazer (cinema, jogos, ...)
 - Enorme gama de aplicações

Sumário

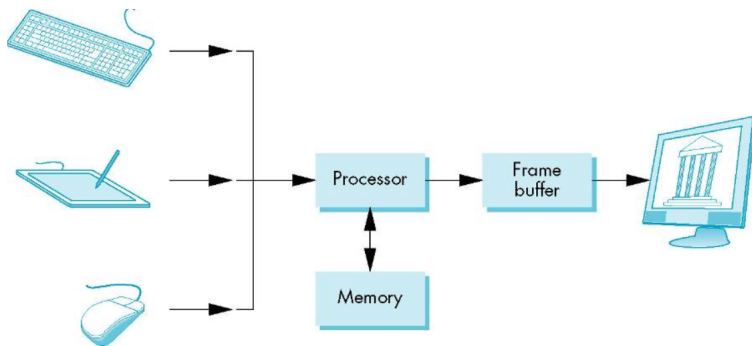
- 1 Introdução
- 2 **Conceitos Básicos**
- 3 Áreas relacionadas
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Pixels

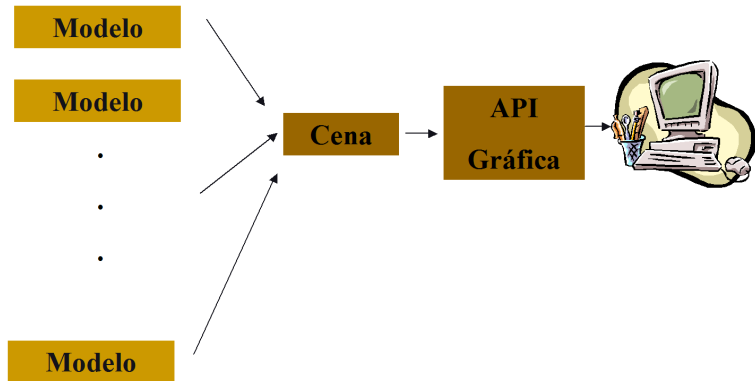
- Cada pixel corresponde a uma pequena área da imagem – armazenados no **frame buffer**



Pixels e o Frame Buffer



Sistema Gráfico

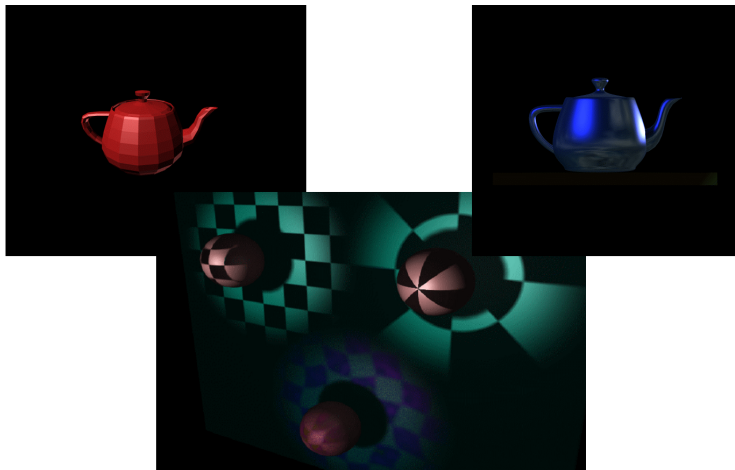


Síntese de Imagens

- **Modelagem**: criação de uma representação dos objetos
 - Informações geométricas
 - Informações sobre os materiais
 - Informações sobre a fonte de luz e o observador
 - Poligonização: aproximação da descrição geométrica por uma malha de faces poligonais (planares), como triângulos

- **Rendering** (e animação): apresentação dos objetos
 - Geração de uma imagem (ou uma seqüência delas) a partir das representações (modelos)
 - Simulação da interação de fontes de luz com as primitivas da cena

Síntese de Imagens



Sumário

1 Introdução

2 Conceitos Básicos

3 Áreas relacionadas

- Computação Gráfica
- Processamento de Imagens
- Visão Artificial
- Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação

4 Perfil da disciplina

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 **Áreas relacionadas**
 - **Computação Gráfica**
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Computação Gráfica

- Síntese de imagens
- Técnicas para gerar representações visuais a partir de especificações geométricas e de atributos visuais dos seus componentes
 - Modelagem e rendering
- Objetivo: “mundo” 3D no computador

Computação Gráfica



- Bísaro et al., 2005

Computação Gráfica



• <http://www.povray.org/>

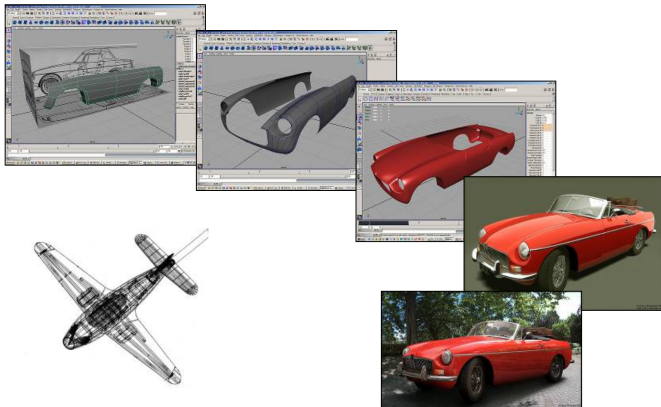
Computação Gráfica



Computação Gráfica



Computação Gráfica



• <http://www.bmmmedia.no/henningb/tutorial/mgb/mgb.html>

Arte por Computador



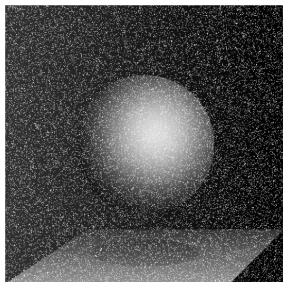
Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Áreas relacionadas**
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens**
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Processamento de Imagens

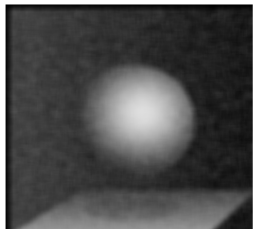
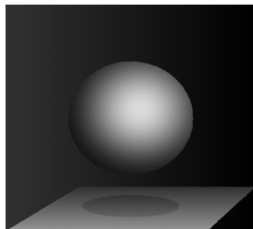
- Técnicas de transformação de imagens descritas como “matrizes” de pixels
- Objetivo
 - Melhorar características visuais (aumentar contraste, melhorar foco, reduzir ruído, eliminar distorções)
 - Extrair elementos de interesse; ou mesmo “transformar” a imagem, criando efeitos visuais

Processamento de Imagens



mediana
5x5

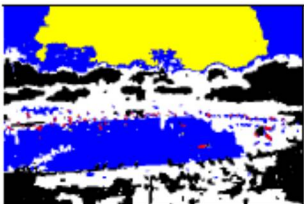
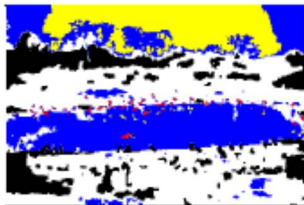
média
11x11



Processamento de Imagens



Processamento de Imagens



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Áreas relacionadas**
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial**
 - Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Visão Artificial

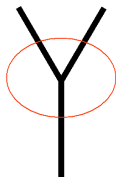
- Colocar “o sentido” da visão na máquina

Visão Artificial

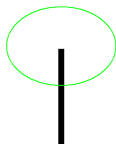
- Colocar “o sentido” da visão na máquina
- Problema extremamente complexo
 - Visão envolve inteligência...

Reconhecimento de Digitais – padrões

- Exemplo: um sistema de visão para reconhecer digitais

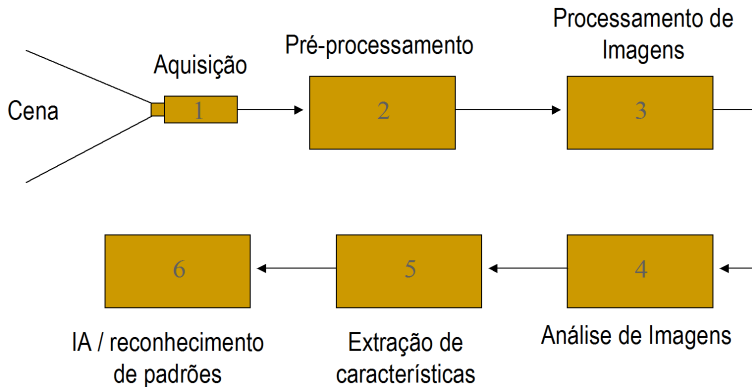


Bifurcações

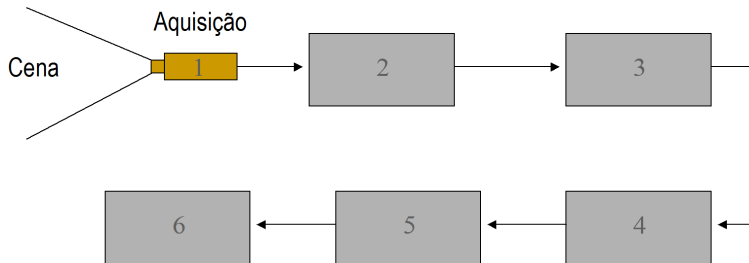


Terminações

Típico sistema de visão



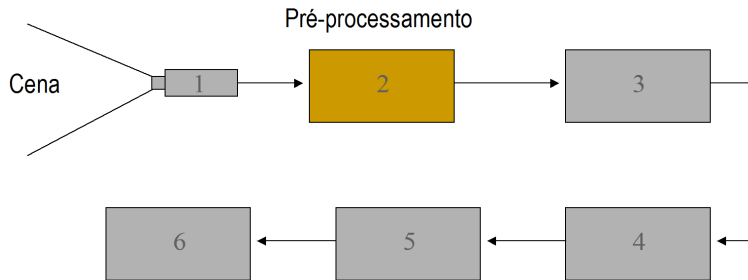
Passo 1 – Aquisição



Passo 1 – Aquisição



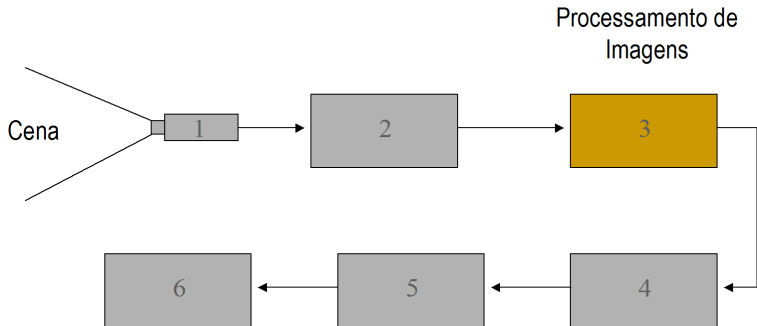
Passo 2 – Pré-Processamento



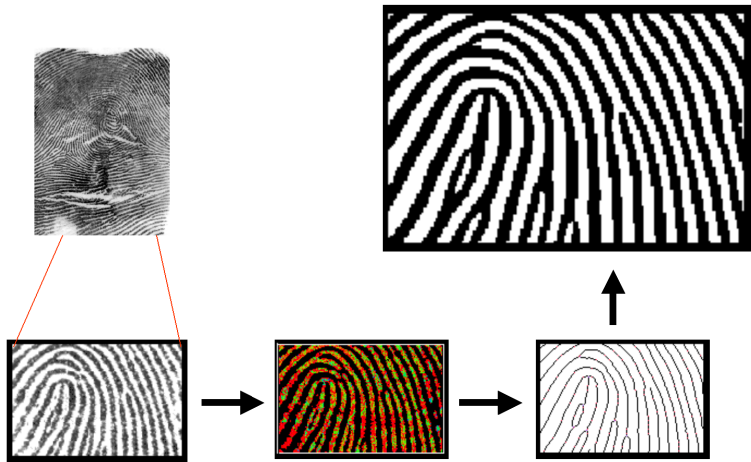
Passo 2 – Pré-Processamento



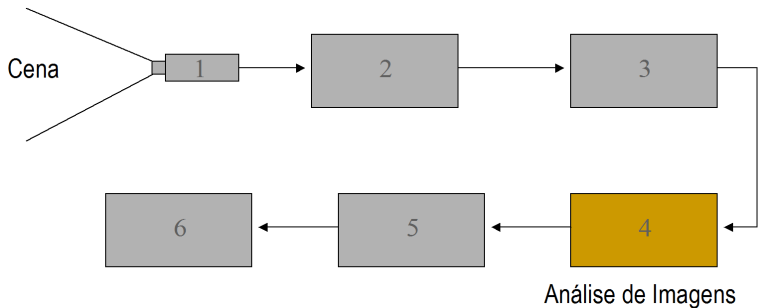
Passo 3 – Processamento de Imagens



Passo 3 – Processamento de Imagens

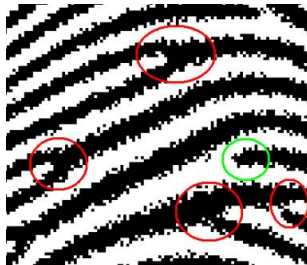


Passo 4 – Análise de Imagens



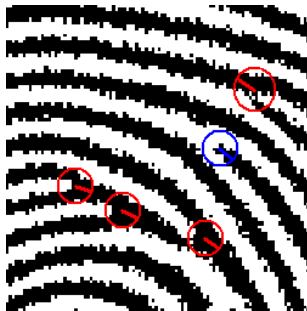
Passo 4 – Análise de Imagens

- Procurar todos e marcar
 - bifurcações
 - terminações

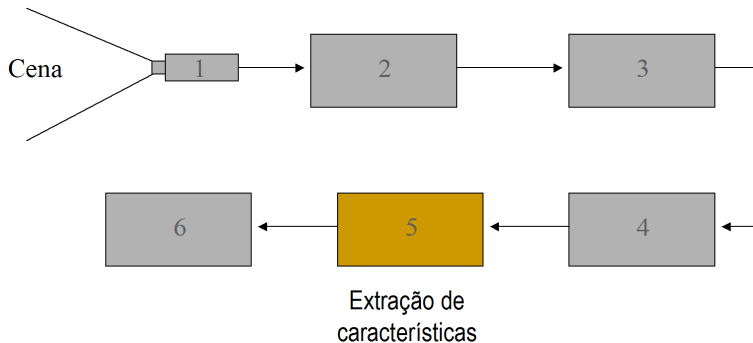


Passo 4 – Análise de Imagens

- Determinar as orientações
 - bifurcações
 - terminações

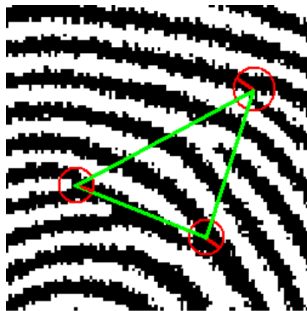


Passo 5 – Extração de Características

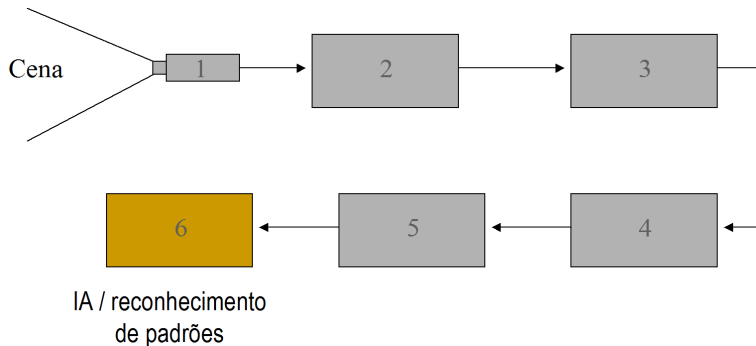


Passo 5 – Extração de Características

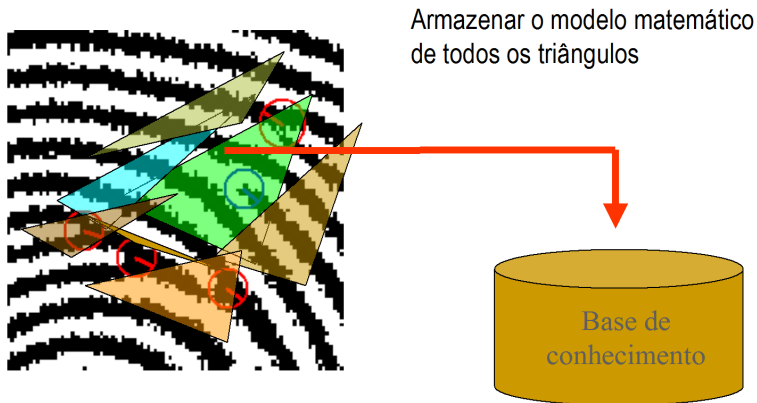
- Modelo Matemático
 - Semelhança de Triângulos –
Combinar as marcações 3 a 3



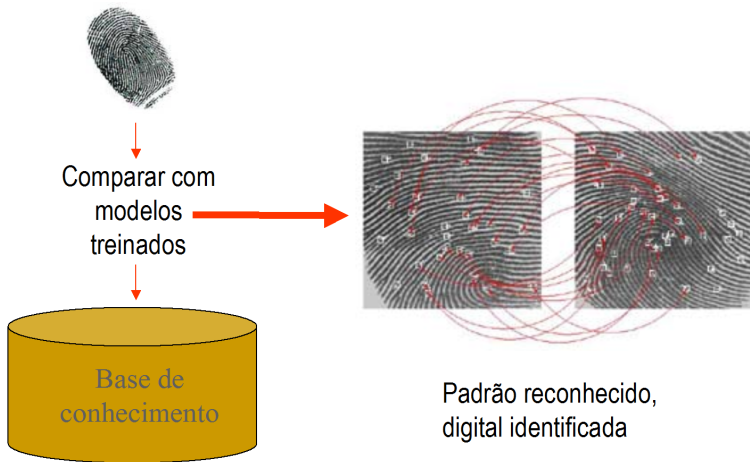
Passo 6 – IA/Reconhecimento de Padrões



Passo 6 – IA/Reconhecimento de Padrões



Passo 6 – IA/Reconhecimento de Padrões



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Áreas relacionadas**
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional**
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Visualização Computacional

- Técnicas da CG para representar dado/informação: representações gráficas de dados, numéricos ou não

Visualização Computacional

- Técnicas da CG para representar dado/informação: representações gráficas de dados, numéricos ou não
- Objetivos: facilitar o entendimento de fenômenos complexos e a exploração de diferentes cenários

Visualização Computacional

- Técnicas da CG para representar dado/informação: representações gráficas de dados, numéricos ou não
- Objetivos: facilitar o entendimento de fenômenos complexos e a exploração de diferentes cenários
- Síntese para gerar as representações visuais, análise (pelo usuário) para extrair informações

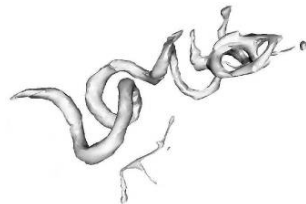
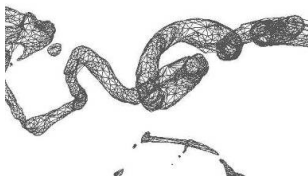
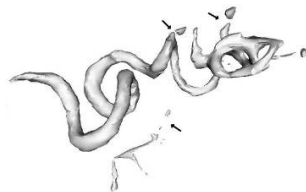
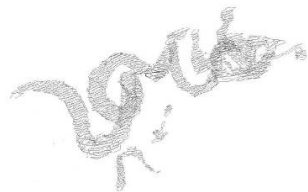
Visualização

- Científica x de Informação
 - **SciVis**: geometria do modelo determinada pelo domínio
 - Modelos geométricos complexos, interpretação intuitiva
 - **InfoVis**: geometria do modelo atribuída pelo 'designer' da representação
 - Modelos simples, interpretação requer treinamento

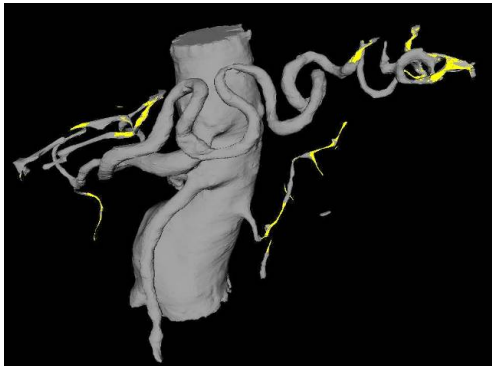
Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Áreas relacionadas**
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional**
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Visualização Científica

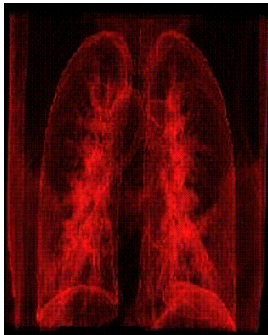


Visualização Científica



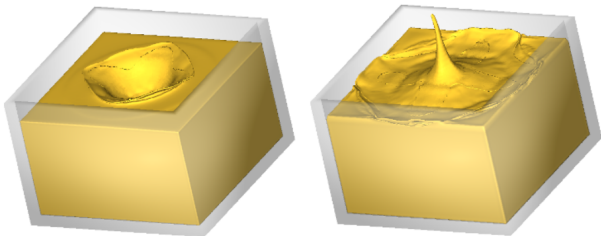
- Vargas et al. ACM Transactions on Graphics, 2005

Rendering Volumétrico Direto



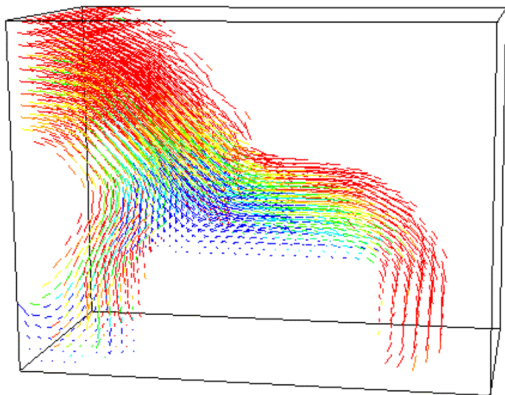
- Modelo gerado por DVR: ray casting no Visualization Toolkit Gerado por Danilo Medeiros Eler

Visualização Científica

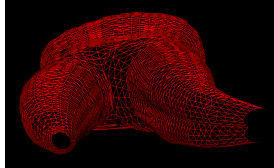
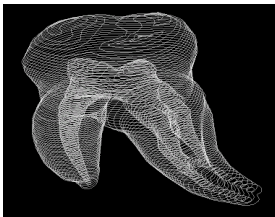


- Simulação de escoamento de fluidos - A. Castelo et al.

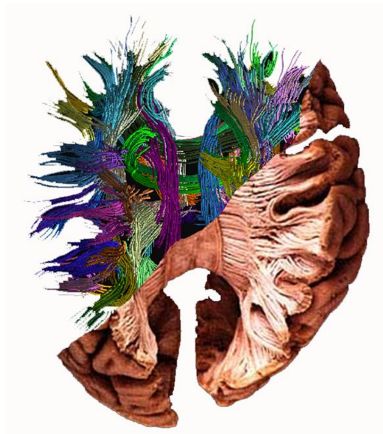
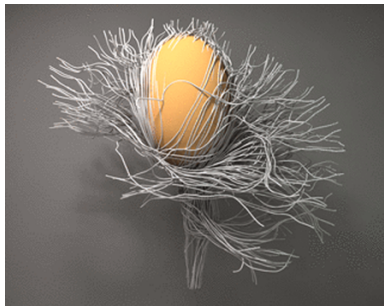
Visualização Científica



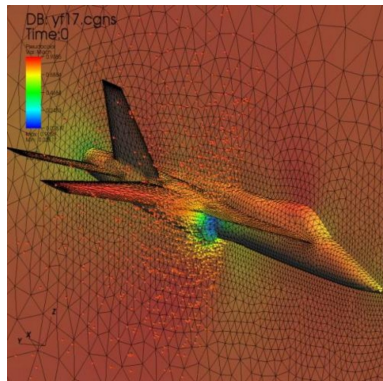
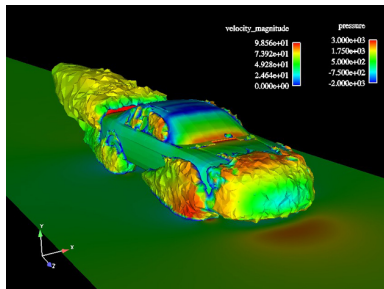
Visualização Científica



Visualização Científica



Simulação (Comportamento dos Materiais)



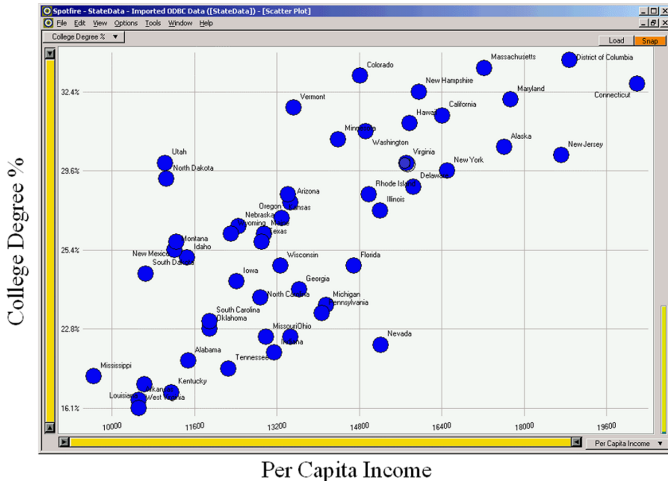
Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Áreas relacionadas**
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional**
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação**
- 4 Perfil da disciplina

Visualização de Informação

Table - StateData ()			Load	Snap
State	College Degree %	Per Capita Income		
Alabama	20.6%	11486		
Alaska	30.3%	17610		
Arizona	27.1%	13461		
Arkansas	17.0%	10520		
California	31.3%	16409		
Colorado	33.9%	14821		
Connecticut	33.8%	20189		
Delaware	27.9%	15854		
District of Columbia	36.4%	18881		
Florida	24.9%	14698		
Georgia	24.3%	13631		
Hawaii	31.2%	15770		
Idaho	25.2%	11457		
Illinois	26.8%	15201		
Indiana	20.9%	13149		
Iowa	24.5%	12422		
Kansas	26.5%	13300		
Kentucky	17.7%	11153		
Louisiana	19.4%	10635		
Maine	25.7%	12957		
Maryland	31.7%	17730		
Massachusetts	34.5%	17224		
Michigan	24.1%	14154		
Minnesota	30.4%	14389		
Mississippi	19.9%	9648		
Missouri	22.3%	12989		
Montana	25.4%	11213		
Nebraska	26.0%	12452		
Nevada	21.5%	15214		
New Hampshire	32.4%	15959		
New Jersey	30.1%	18714		
New Mexico	25.5%	11246		
New York	29.6%	16501		
North Carolina	24.2%	12885		
North Dakota	28.1%	11051		
Ohio	22.3%	13461		
Oklahoma	22.8%	11893		
Oregon	27.5%	13418		
Pennsylvania	23.2%	14068		
Rhode Island	27.5%	14981		
South Carolina	23.0%	11897		
South Dakota	24.6%	10661		
Tennessee	20.1%	12255		
Texas	25.5%	12904		
Utah	30.0%	11029		
Vermont	31.5%	13527		
Virginia	30.0%	15713		
Washington	30.9%	14923		
West Virginia	16.1%	10520		
Wisconsin	24.9%	13276		
Wyoming	25.7%	12311		

Visualização de Informação



Visualização de Informação

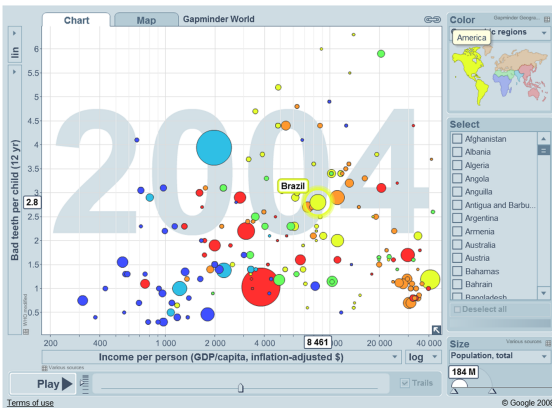
GAPMINDER

HOME

GAPMINDER WORLD

[Watch a video tutorial](#)
[Download a PDF tutorial](#)
[Switch to Fullscreen](#)
[Share your graph](#)
[Data documentation](#)
[List of indicators](#)
[About countries & territories](#)

VIEW EXAMPLES

[Best teeth in the world](#)
[Who has the most oil?](#)
[Family size & length of life](#)
[Gaps within](#)
[Gaps within](#)
[Gaps within](#)
[Gapminder Agriculture](#)
[BLOG](#)
[VIDEOS](#)
[DOWNLOADS](#)
[UPLOAD DATA](#)
[FAQ](#)
[ABOUT](#)


Visualização de Informação

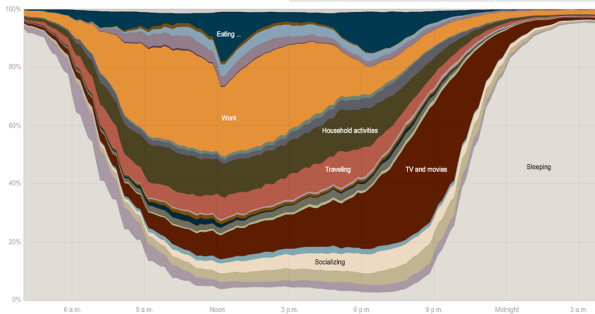
How Different Groups Spend Their Day

The American Time Use Survey asks thousands of American residents to recall every minute of a day. Here is how people over age 15 spent their time in 2008. [Related article](#)

Everyone

Sleeping, eating, working and watching television take up about two-thirds of the average day.

Everyone	Employed	White	Age 15-24	H.S. grads	No children
Men	Unemployed	Black	Age 25-64	Bachelor's	One child
Women	Not in lab.	Hispanic	Age 65+	Advanced	Two+ children



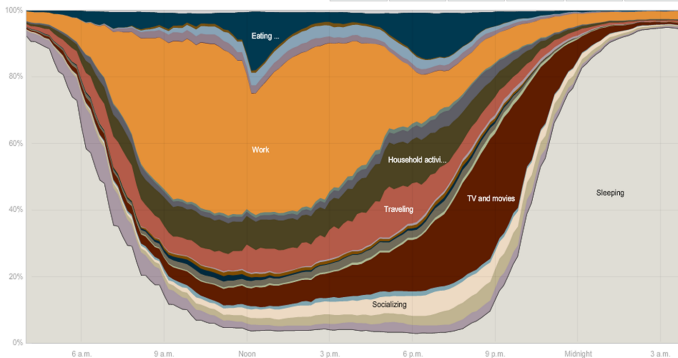
- <http://www.nytimes.com//interactive/2009/07/31/business/20080801-metrics-graphic.html?ref=business>

Visualização de Informação

The employed

At 6 a.m., about 60 percent of employed people are sleeping, compared with more than 80 percent of those who are unemployed.

Everyone	Employed	White	Age 15-24	H.S. grads	No children
Men	Unemployed	Black	Age 25-64	Bachelor's	One child
Women	Not in lab...	Hispanic	Age 65+	Advanced	Two+ children



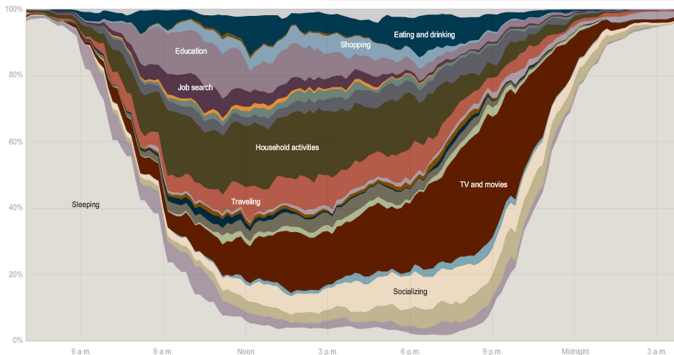
- <http://www.nytimes.com//interactive/2009/07/31/business/20080801-metrics-graphic.html?ref=business>

Visualização de Informação

The unemployed

On average, the unemployed spend about a half-hour looking for work. They tidy the house, do laundry and yard work for more than two hours, about an hour more than the employed.

Everyone	Employed	White	Age 15-24	H.S. grads	No children
Men	Unemployed	Black	Age 25-64	Bachelor's	One child
Women	Not in lab...	Hispanic	Age 65+	Advanced	Two+ children



- <http://www.nytimes.com//interactive/2009/07/31/business/20080801-metrics-graphic.html?ref=business>

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Áreas relacionadas
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Perfil da Disciplina

- Ênfase em síntese de imagens
- Fundamentos
 - Algoritmos de conversão matricial
 - Transformações geométricas, sistemas de coordenadas, transformações entre sistemas
 - Pipeline de visualização
- Técnicas clássicas de modelagem 3D e rendering
 - Modelos clássicos de iluminação e remoção de superfícies ocultas

Bibliografia

- **Básica:**

- Hearn, D. Baker, M. P. Computer Graphics with OpenGL, Prentice Hall, 2004. **(livro texto)**
- Neider, J. Davis, T. Woo, M. OpenGL programming guide, 2007.
- Angel, E. Interactive computer graphics: a top-down approach with OpenGL, Addison Wesley, 2000.
- Foley, J. et. al. Introduction to Computer Graphics, Addison-Wesley, 1993.

Bibliografia

- **Complementar:**

- Computer Graphics Comes of Age: An Interview with Andries van Dam. CACM, vol. 27, no. 7. 1982
- The RenderMan – And the Oscar Goes to... IEEE Spectrum, vol. 38, no. 4, abril de 2001.
- Material do ano passado: <https://sites.google.com/site/computacaograficaicmc2017t2/>
- Apostilas antigas da disciplina Computação Gráfica
 - <http://www.gbdi.icmc.usp.br/material?q=system/files/apostilas.pdf>
- Curso da ACM SIGGRAPH (on line)