

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

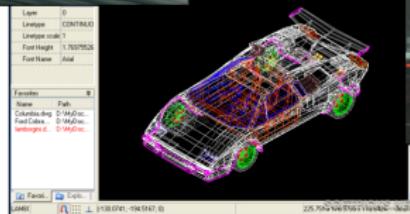
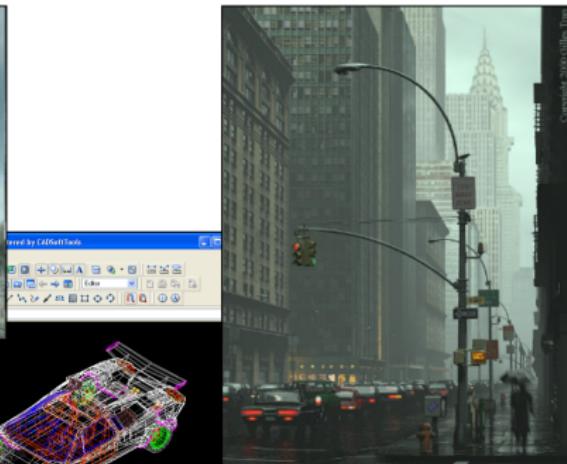
3 Áreas relacionadas

- 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

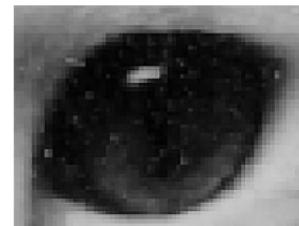
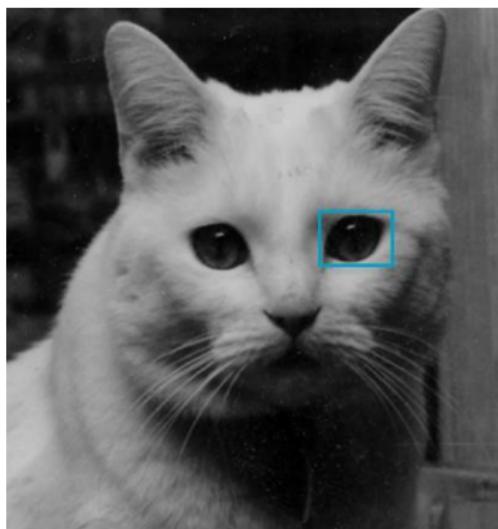
3 Áreas relacionadas

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

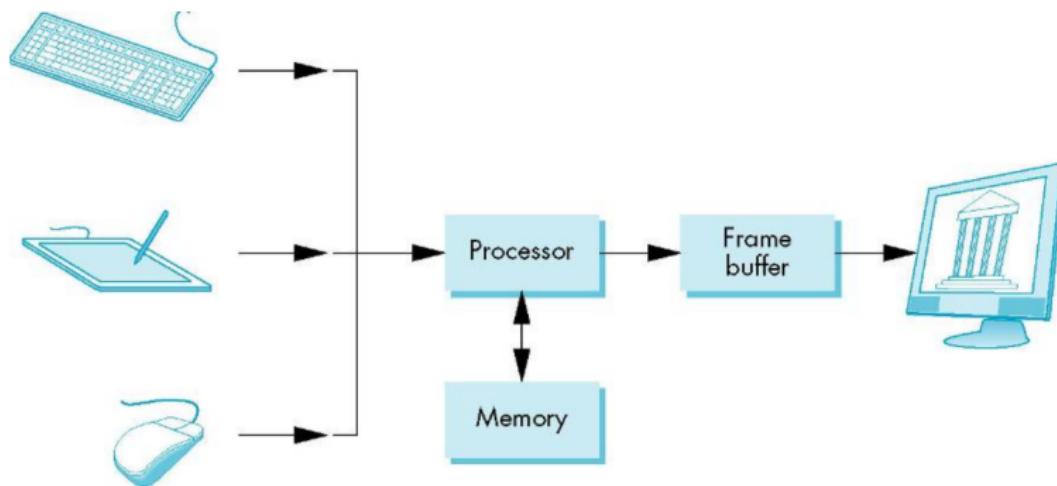
4 Perfil da disciplina

Pixels

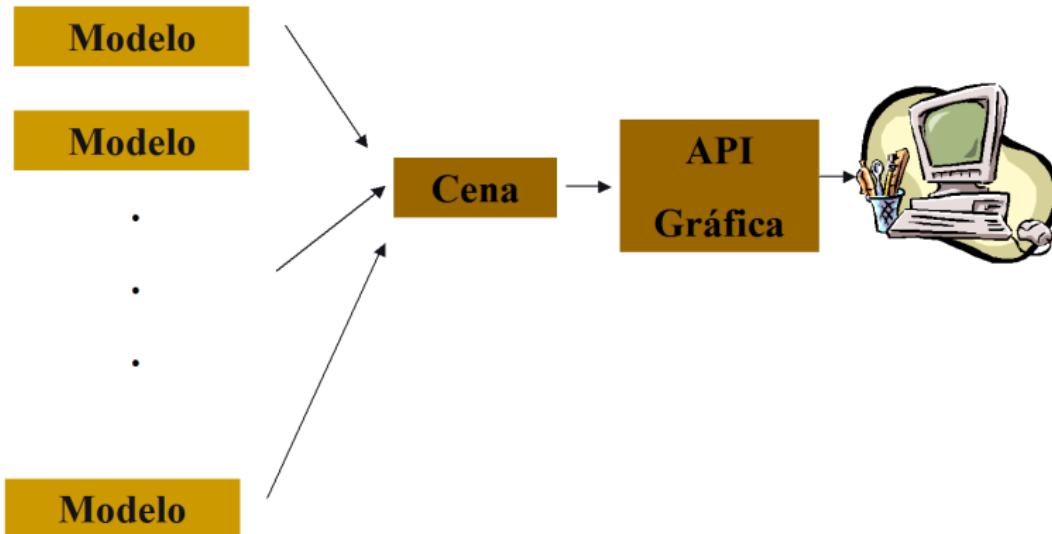
- Cada pixel corresponde a uma pequena área da imagem – armazenados no **frame buffer**



Pixels e o Frame Buffer



Sistema Gráfico

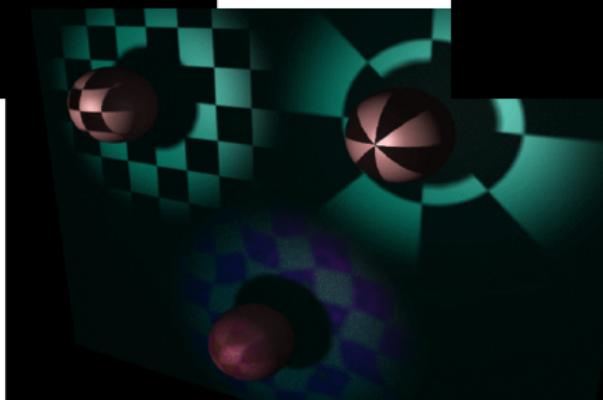
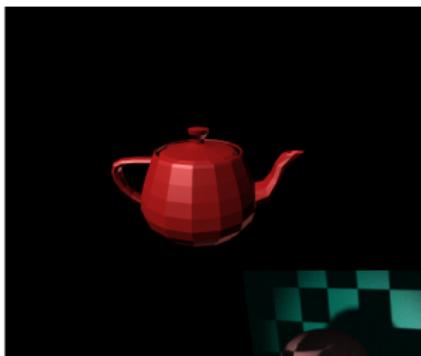


Síntese de Imagens

- **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



● Biscaro et al., 2005

Computação Gráfica



- <http://www.povray.org/>

Computação Gráfica

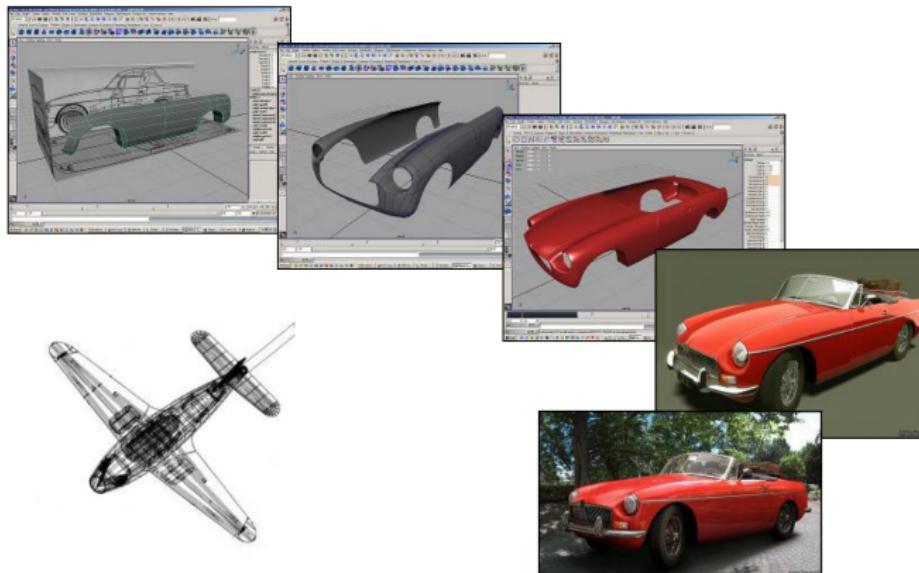


Computação Gráfica



GAMESPOT

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

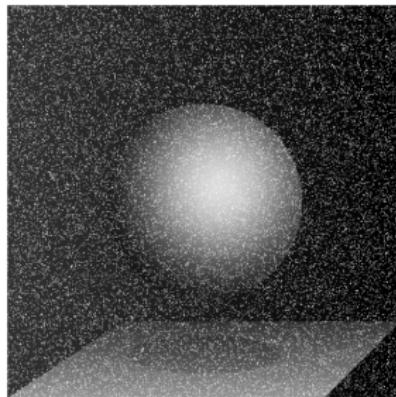
4 Perfil da disciplina

Processamento de Imagens

- Técnicas de transformação de imagens descritas como “matrizes” de pixels

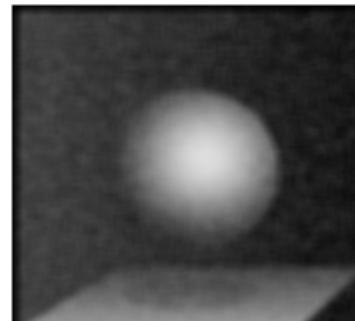
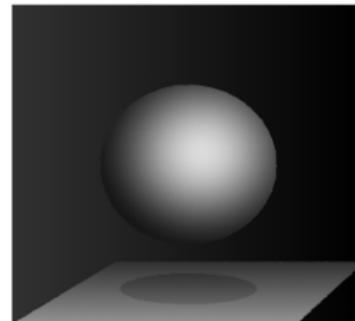
- Objetivo
 - Melhorar características visuais (aumentar contraste, melhorar foco, reduzir ruído, eliminar distorções)
 - Extrair elementos de interesse; ou mesmo “transformar” a imagem, criando efeitos visuais

Processamento de Imagens



mediana
 5×5

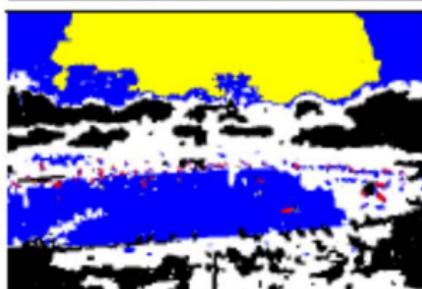
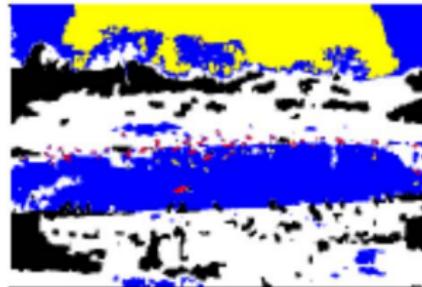
média
 11×11

A green line with arrows originates from the bottom right corner of the noisy image. It points to two smaller images above it. The top arrow points to a grayscale image of the same sphere with significantly reduced noise, resulting in a smoother appearance. The bottom arrow points to another grayscale image where the noise is slightly more pronounced than the top one, but still smoother than the original.

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

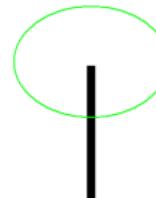
- Colocar “o sentido” da visão na máquina
- Problema extremamente complexo
 - Visão envolve inteligência...

Reconhecimento de Digitais – padrões

- Exemplo: um sistema de visão para reconhecer digitais

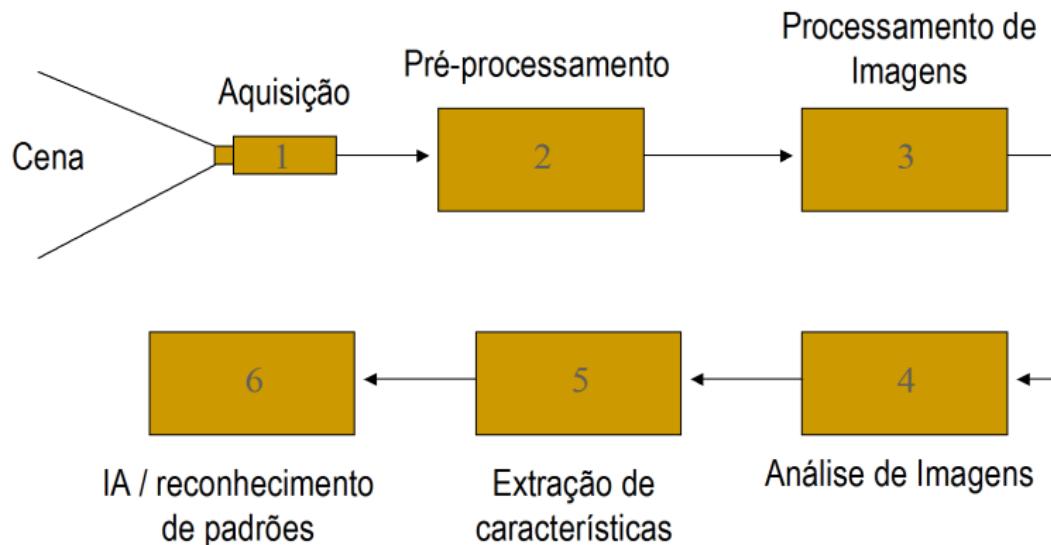


Bifurcações

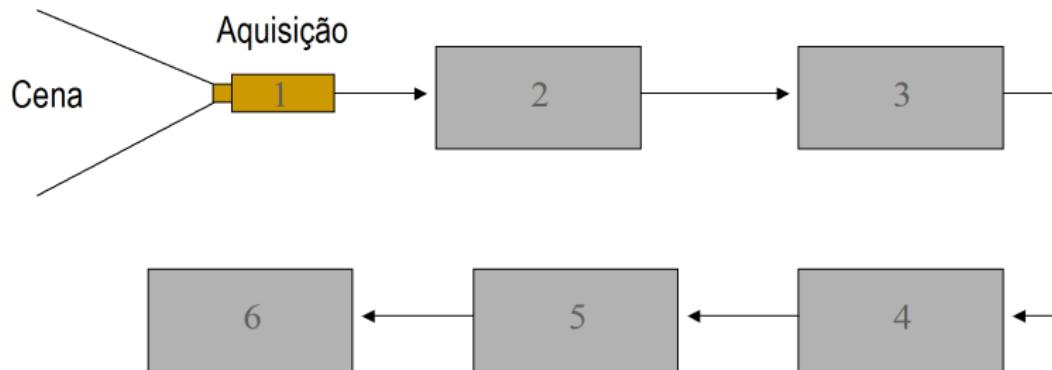


Terminações

Típico sistema de visão



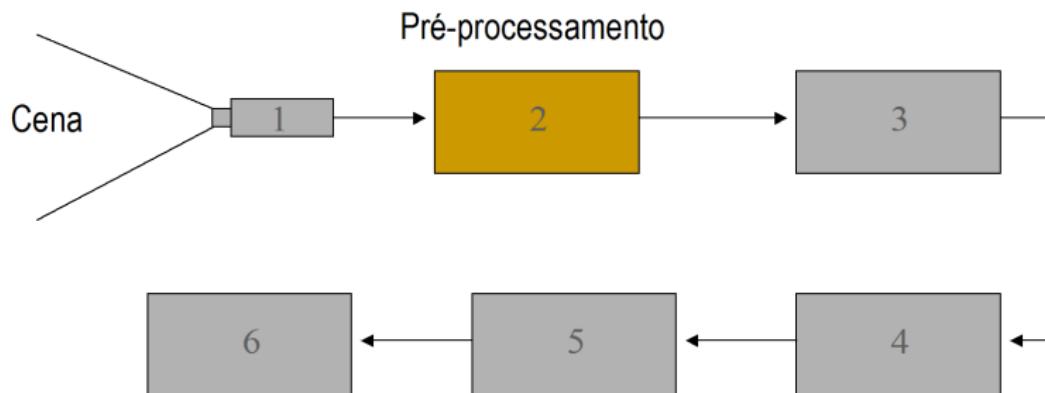
Passo 1 – Aquisição



Passo 1 – Aquisição



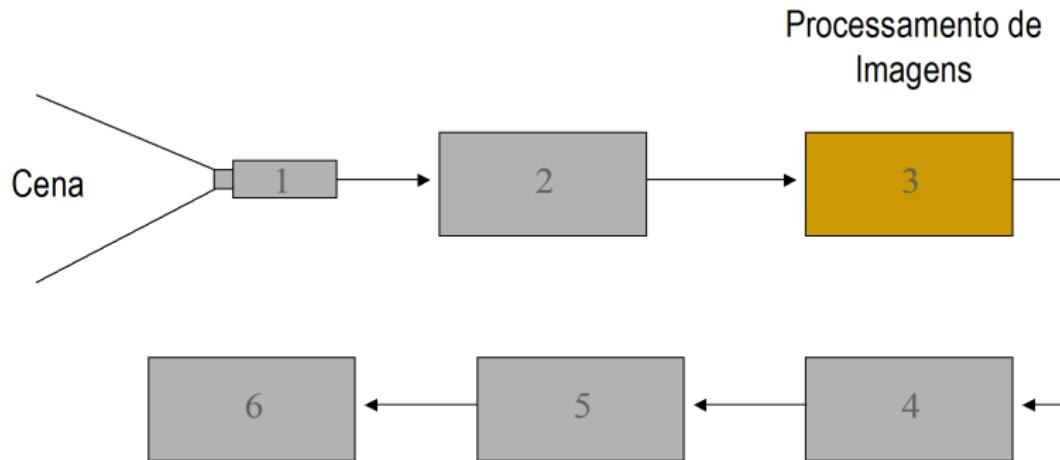
Passo 2 – Pré-Processamento



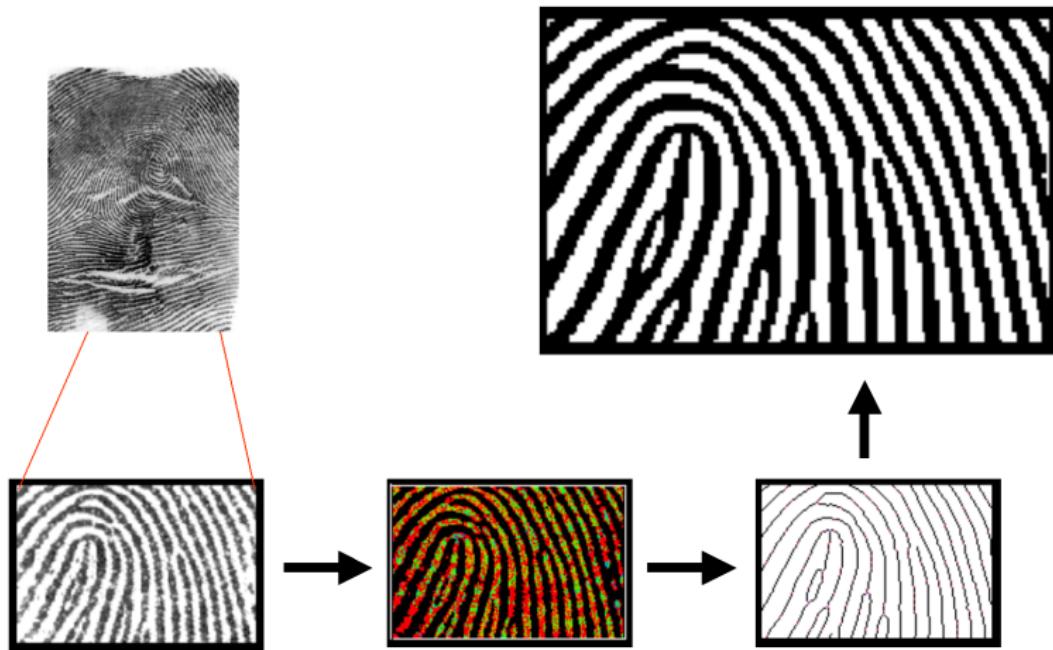
Passo 2 – Pré-Processamento



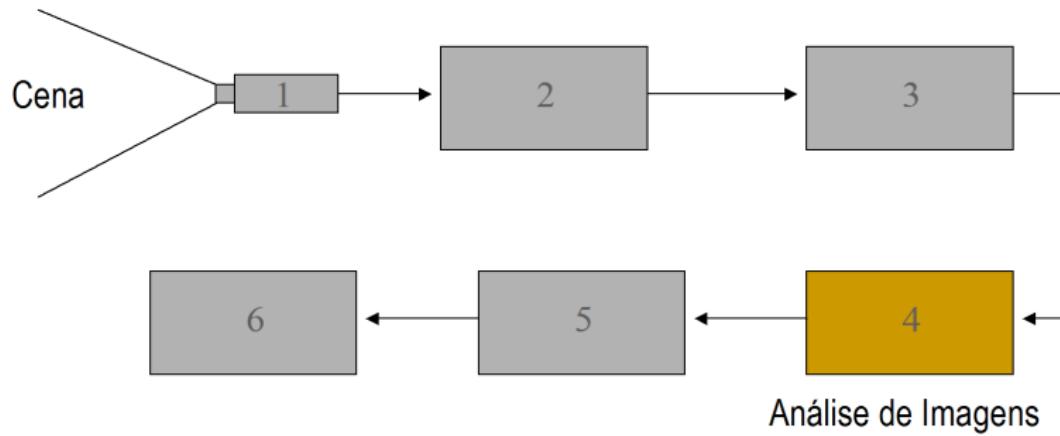
Passo 3 – Processamento de Imagens



Passo 3 – Processamento de Imagens

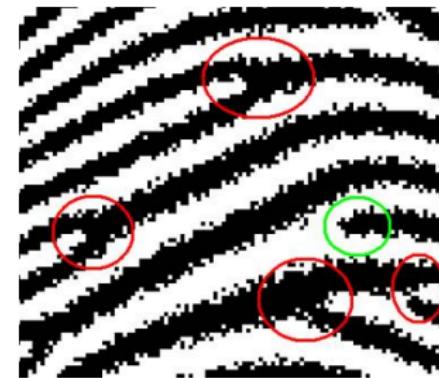


Passo 4 – Análise de Imagens



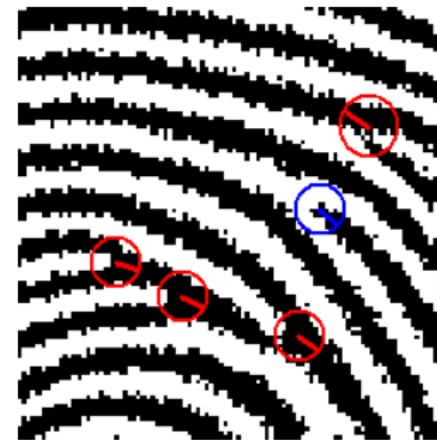
Passo 4 – Análise de Imagens

- Procurar todos e marcar
 - bifurcações
 - terminações

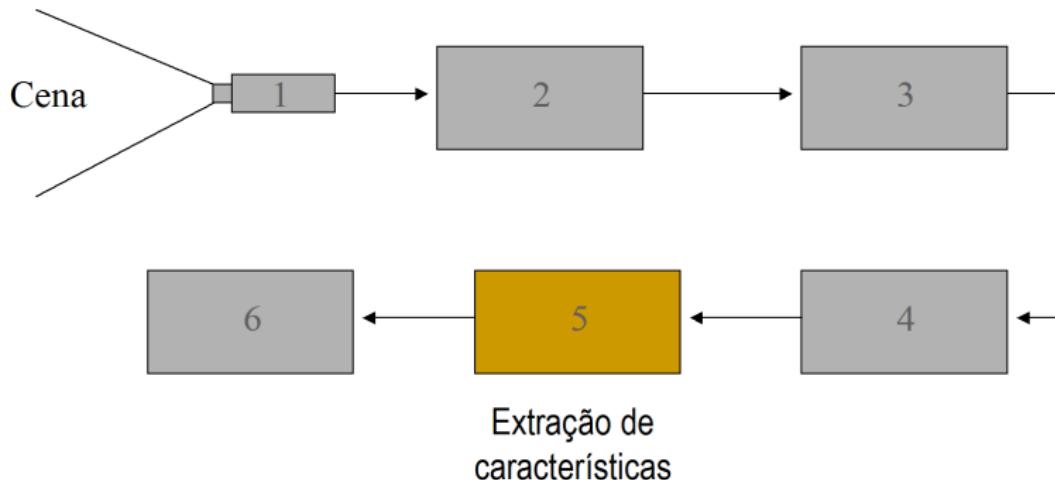


Passo 4 – Análise de Imagens

- Determinar as orientações
 - bifurcações
 - terminações

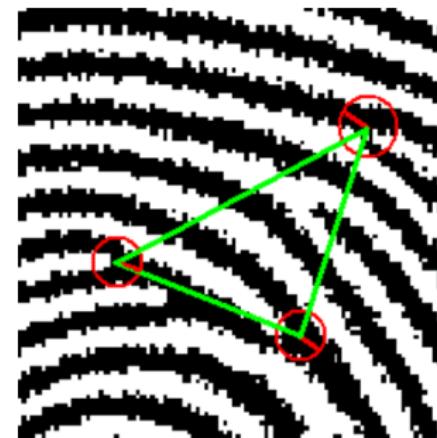


Passo 5 – Extração de Características

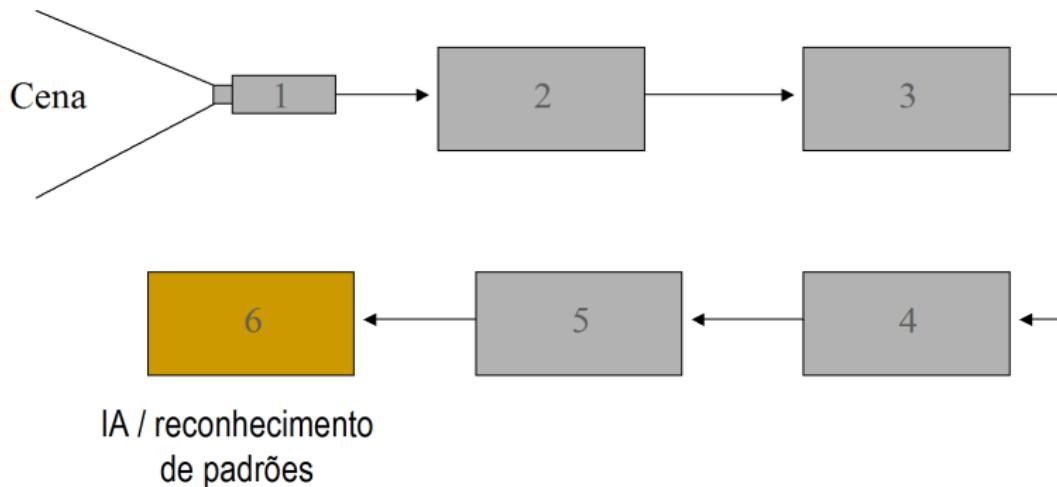


Passo 5 – Extração de Características

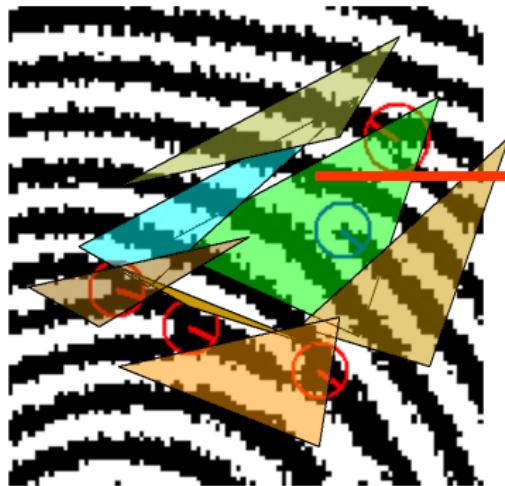
- Modelo Matemático
 - Semelhança de Triângulos – Combinar as marcações 3 a 3



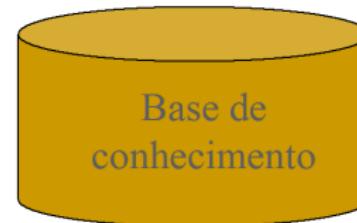
Passo 6 – IA/Reconhecimento de Padrões



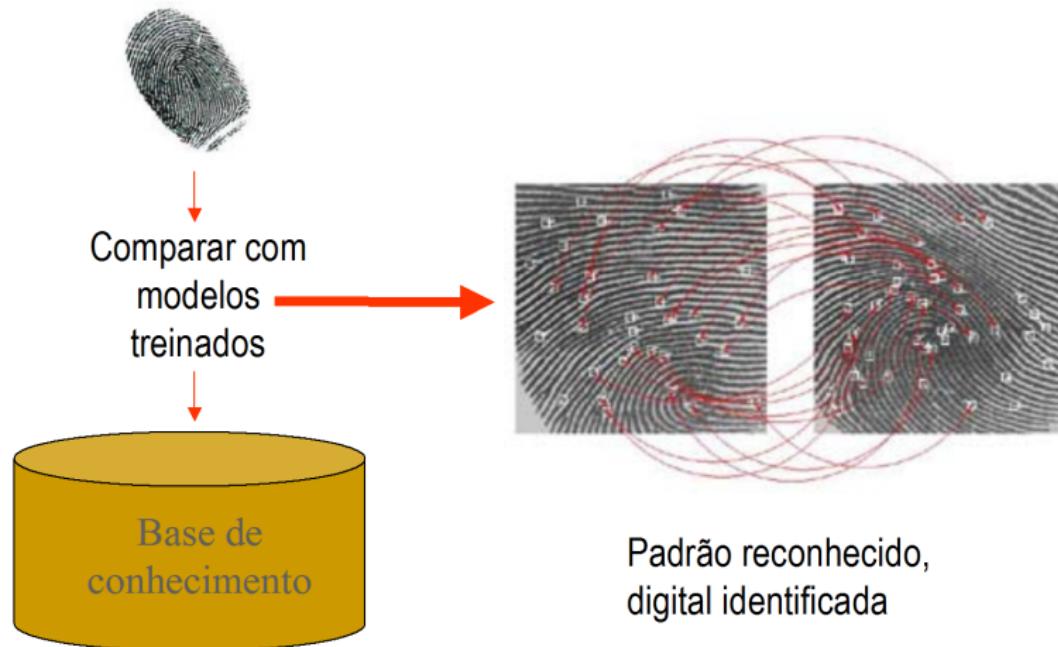
Passo 6 – IA/Reconhecimento de Padrões



Armazenar o modelo matemático
de todos os triângulos



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

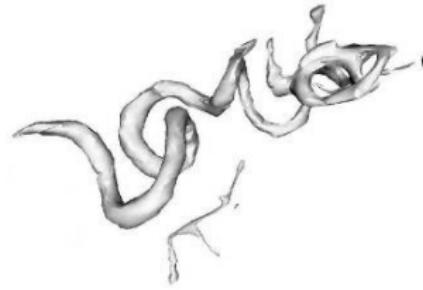
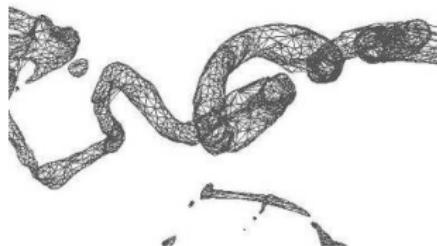
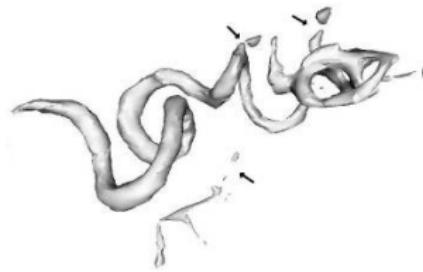
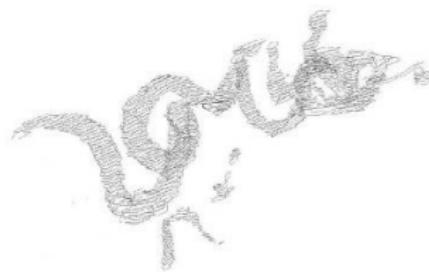
2 Conceitos Básicos

3 Áreas relacionadas

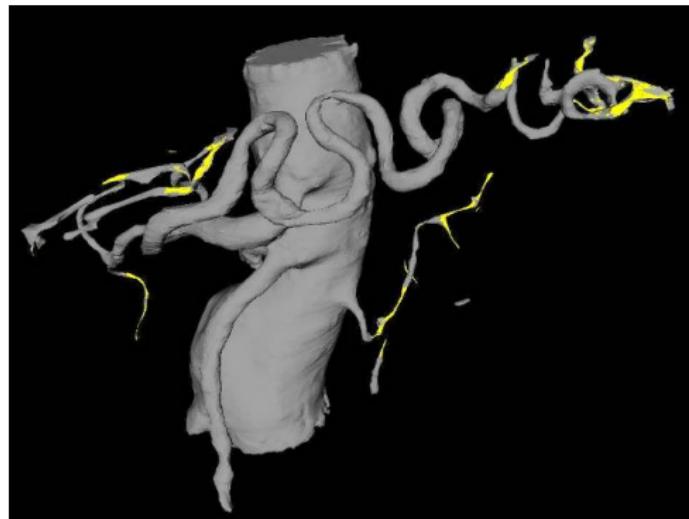
- Computação Gráfica
- Processamento de Imagens
- Visão Artificial
- **Visualização Computacional**
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação

4 Perfil da disciplina

Visualização Científica

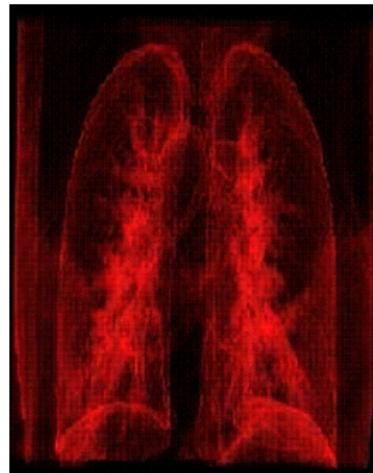


Visualização Científica



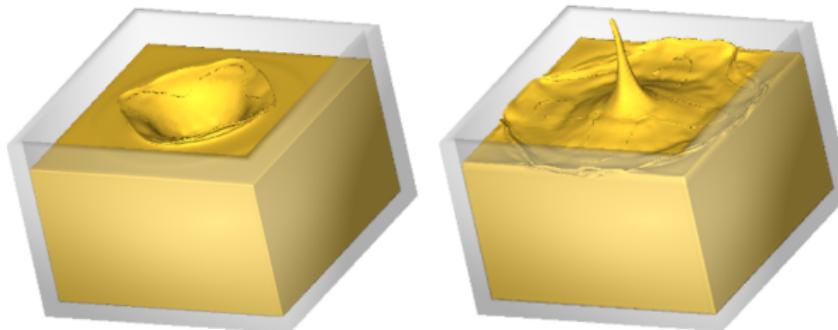
- Vargas et al. ACM Transactions on Graphics, 2005

Rendering Volumétrico Direto



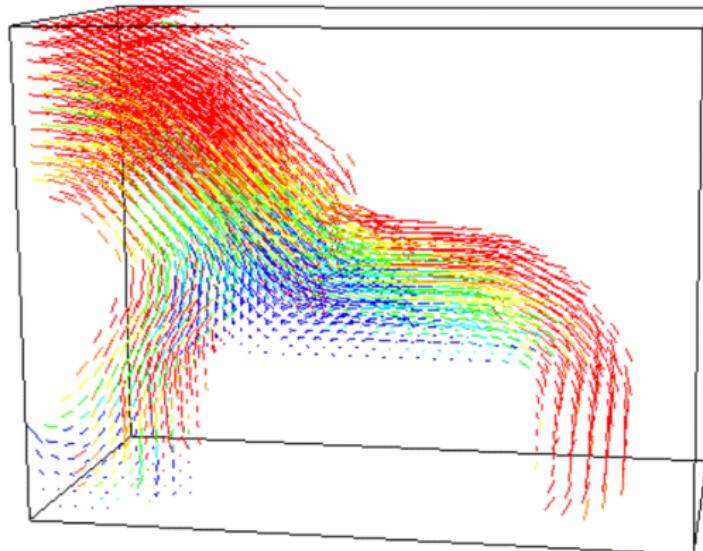
- Modelo gerado por DVR: ray casting no Visualization Toolkit Gerado por Danilo Medeiros Eler

Visualização Científica

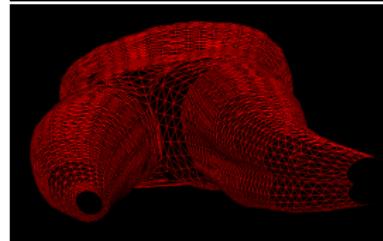
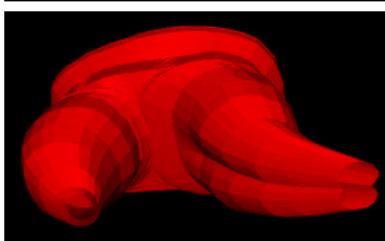
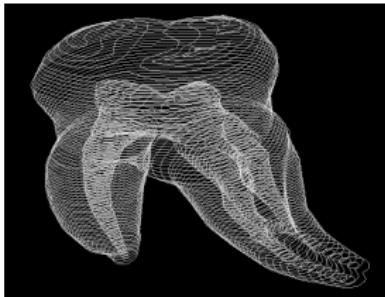


- Simulação de escoamento de fluidos - A. Castelo et al.

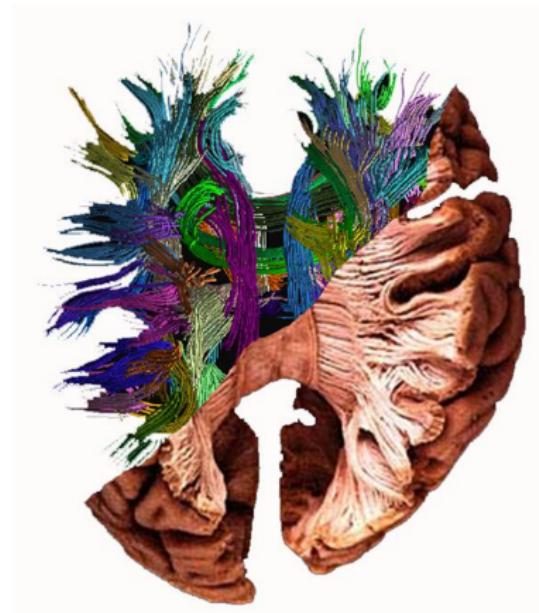
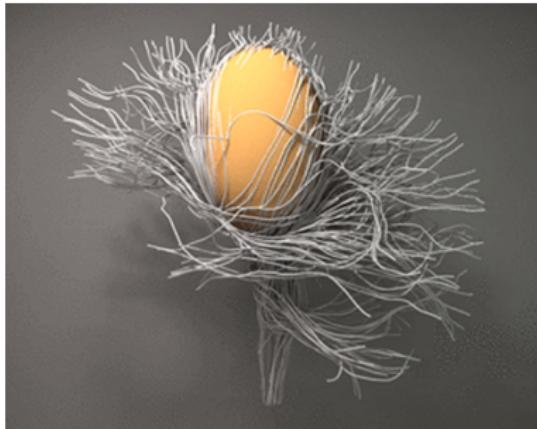
Visualização Científica



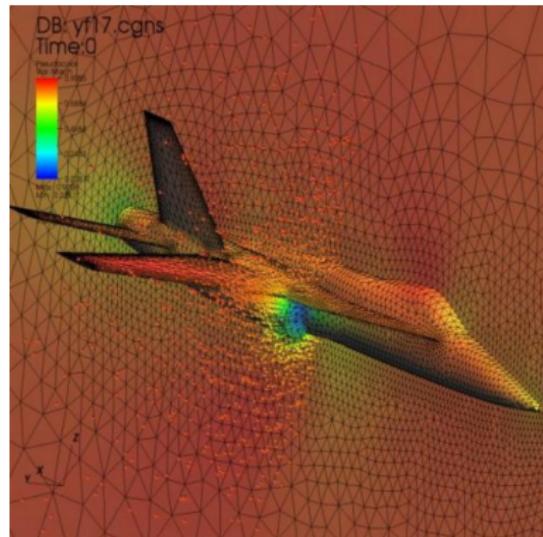
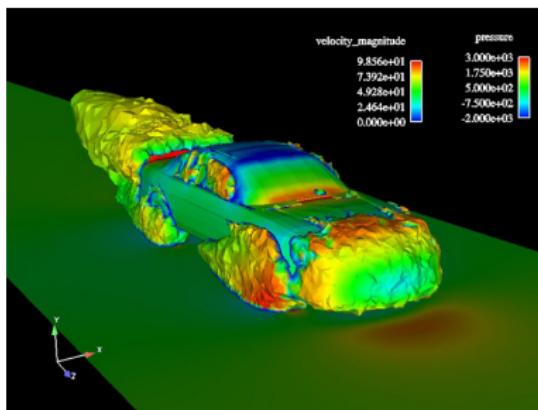
Visualização Científica



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**

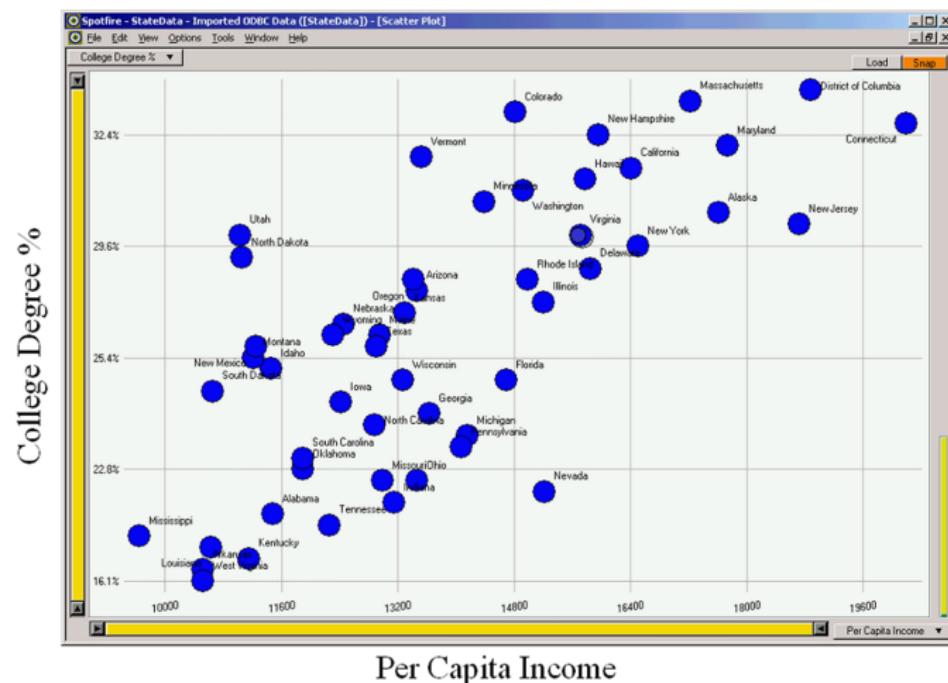
4 Perfil da disciplina

Visualização de Informação

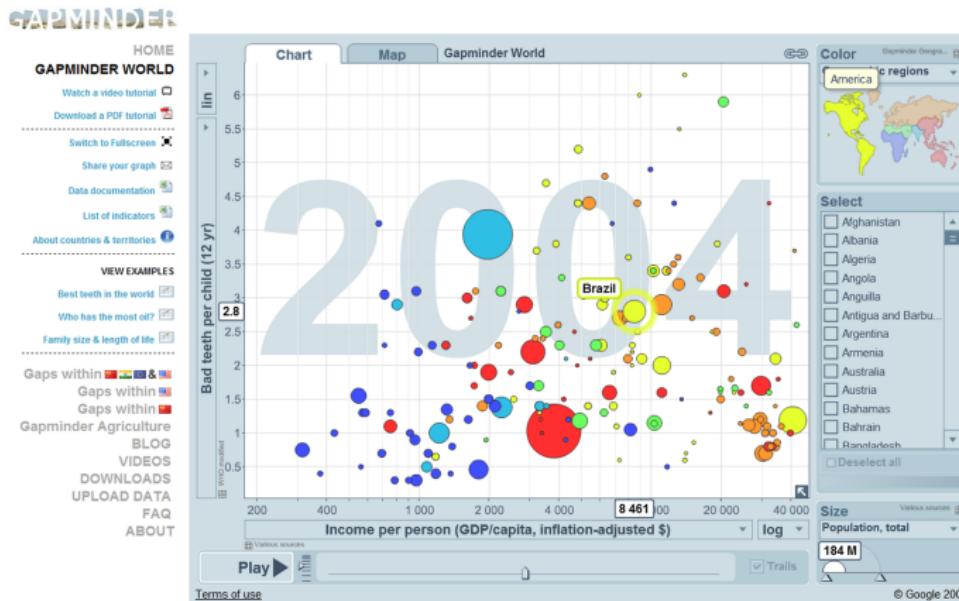
Table - StateData ()

State	College Degree %	Load	Snap
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	

Visualização de Informação



Visualização de Informação



- <http://www.gapminder.org/>

Visualização de Informação

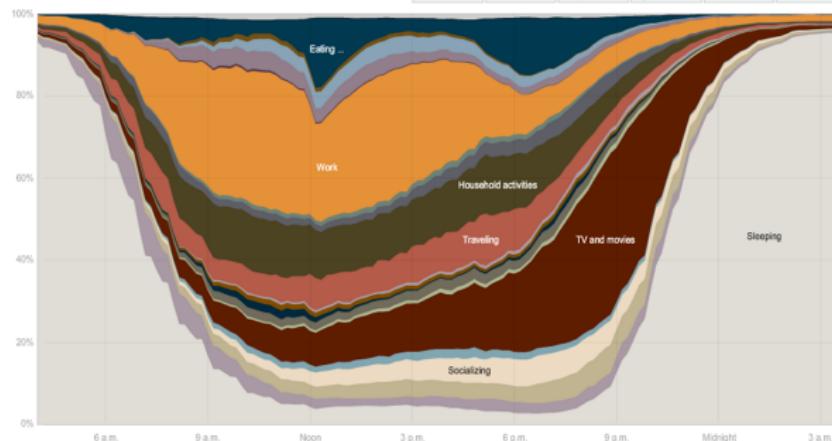
How Different Groups Spend Their Day

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



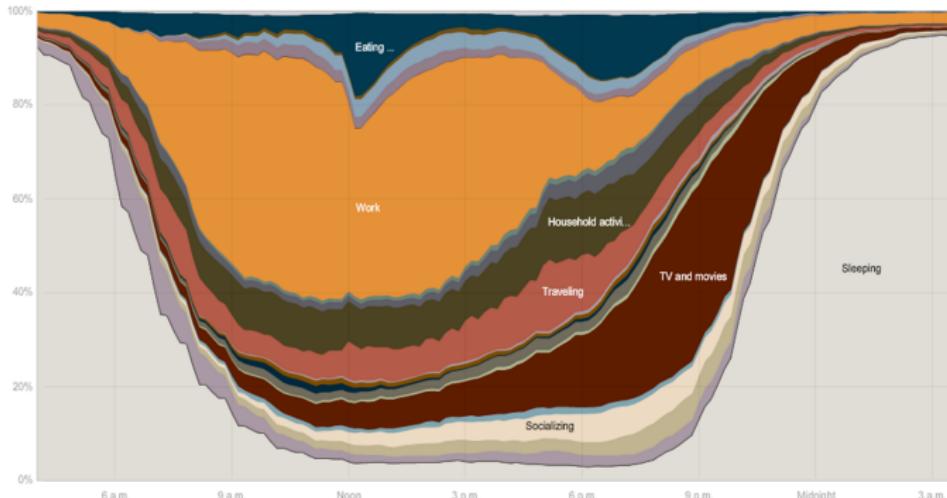
- <http://www.nytimes.com/interactive/2009/07/31/business/20080801-metrics-graphic.html?ref=business>

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



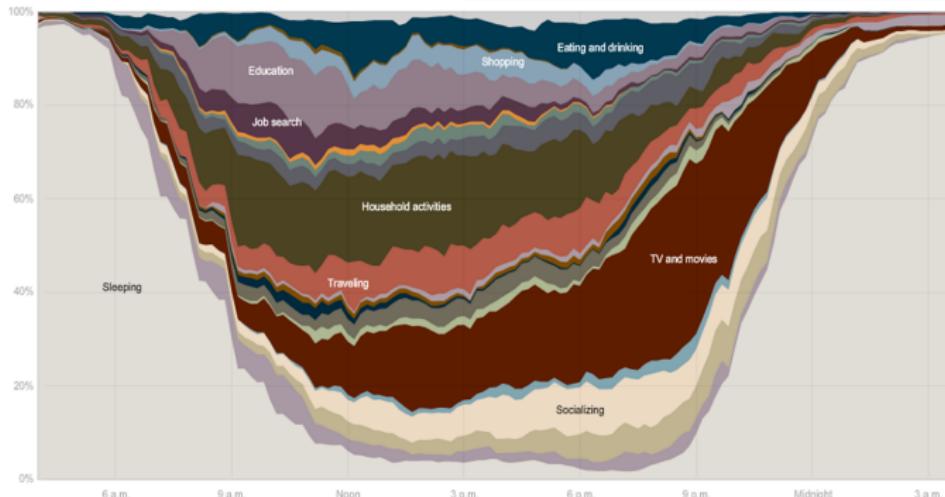
- <http://www.nytimes.com/interactive/2009/07/31/business/20080801-metrics-graphic.html?ref=business>

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)