

Introdução à Computação Gráfica

SCC0250 - Computação Gráfica

Profa. Maria Cristina F. Oliveira

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

3 de agosto de 2023

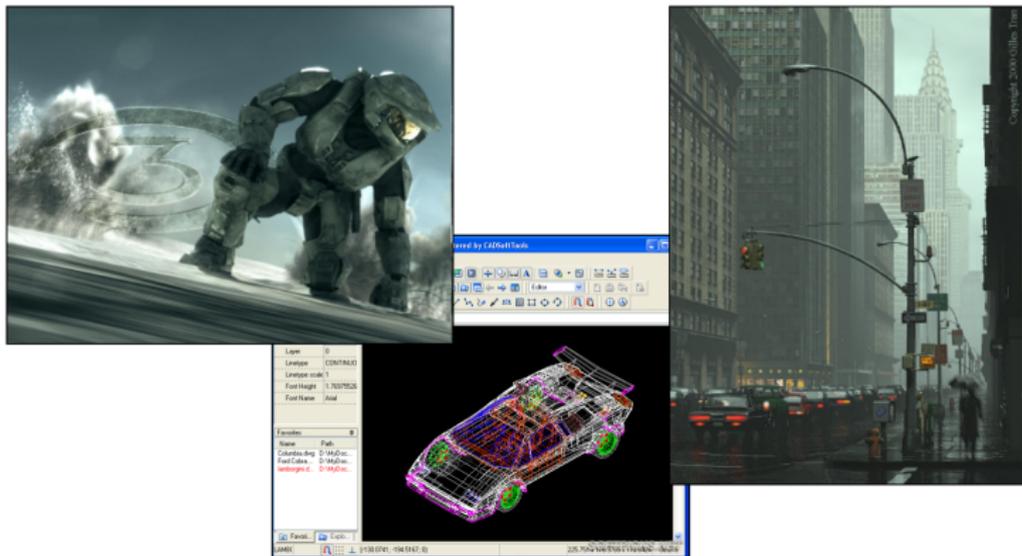


Sumário

- 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

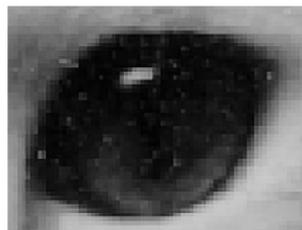
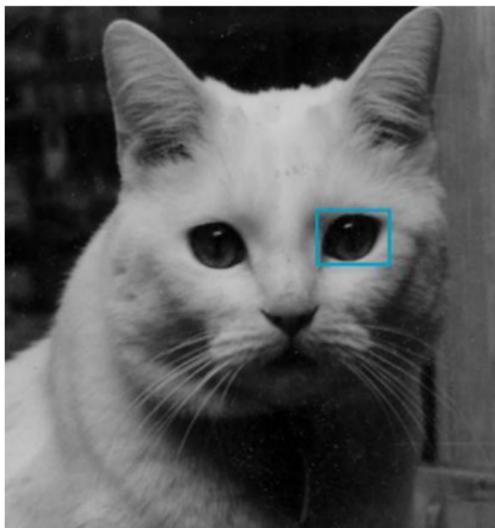
- Sub-área da Ciência da Computação
 - Técnicas para a geração, exibição, manipulação e interpretação de modelos de objetos e de imagens utilizando o computador
- Modelos e imagens criados a partir de dados do mundo real ← converter dados em imagens
- Usuários em disciplinas diversas
 - Ciência, engenharia,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

Sumário

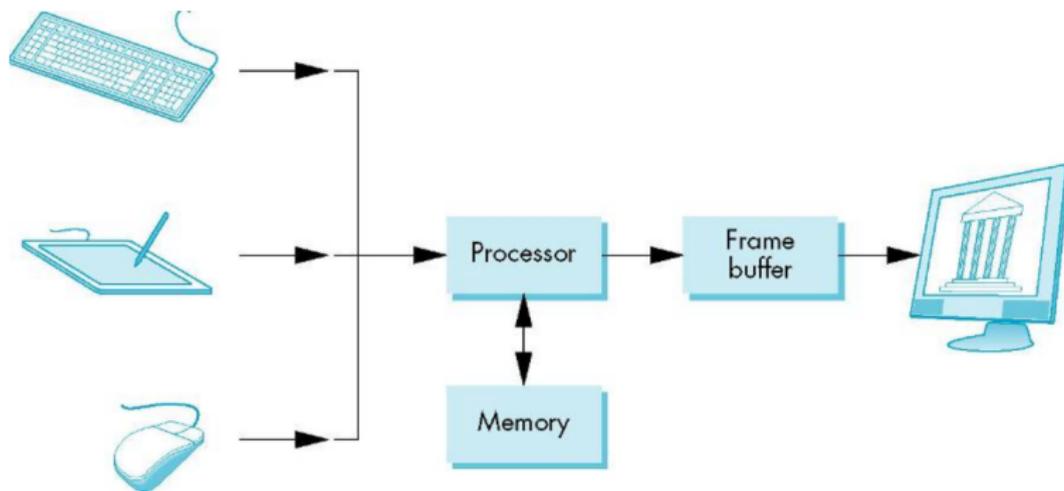
- 1 Introdução
- 2 **Conceitos Básicos**
- 3 Áreas relacionadas
 - Computação Gráfica
 - Processamento de Imagens
 - Visão Artificial
 - Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação
- 4 Perfil da disciplina

Pixels

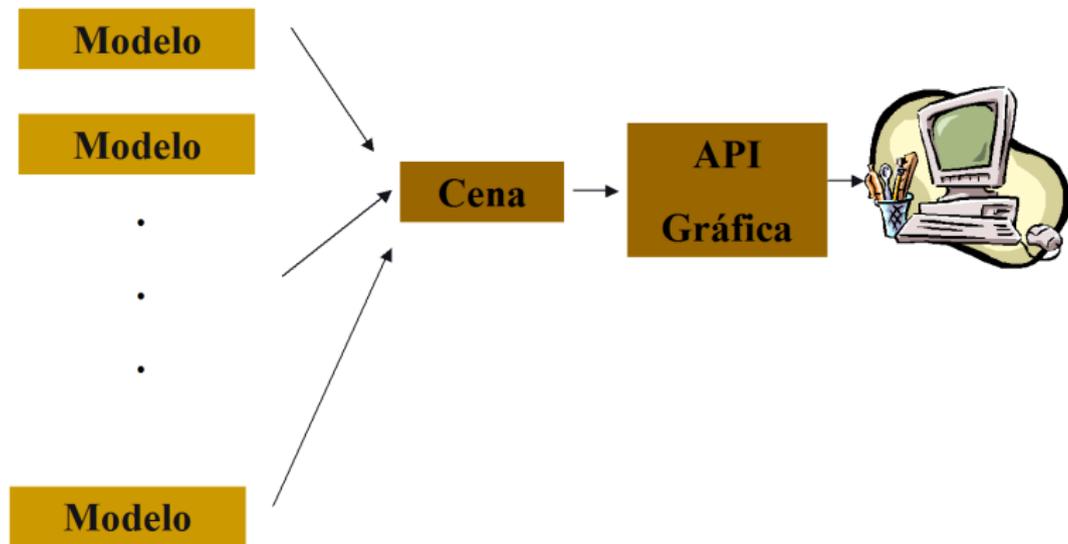
- Cada **pixel** corresponde a uma pequena área da imagem – cuja informação é armazenada no **frame buffer**



Pixels e o Frame Buffer



Sistema Gráfico

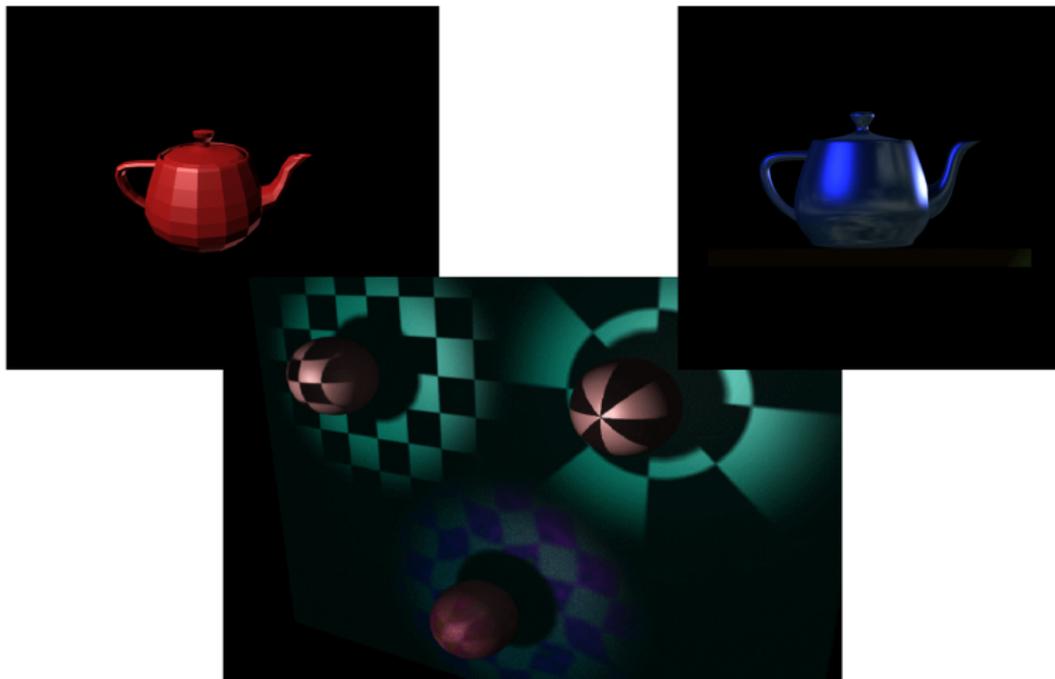


Síntese de Imagens

- **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



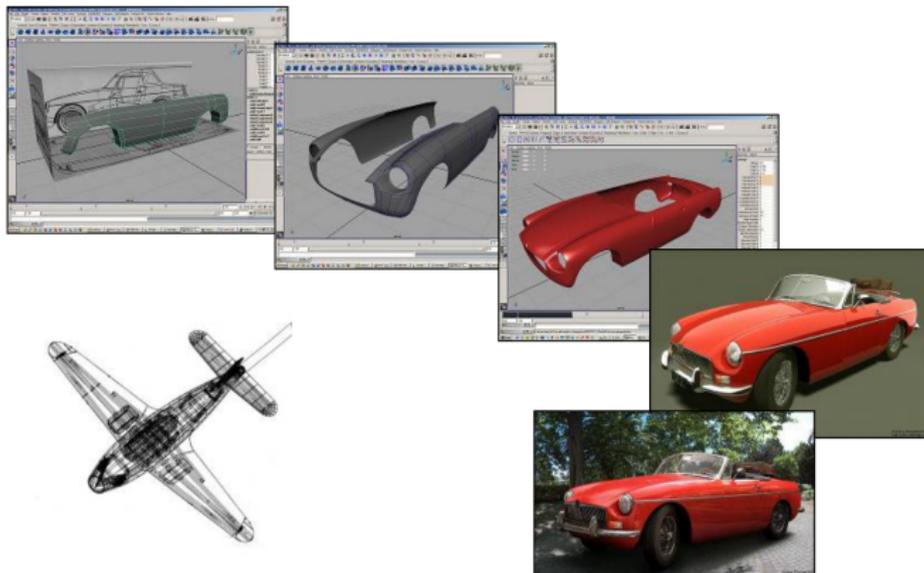
Computação Gráfica



Computação Gráfica



Computação Gráfica



Arte por Computador



Sumário

1 Introdução

2 Conceitos Básicos

3 **Áreas relacionadas**

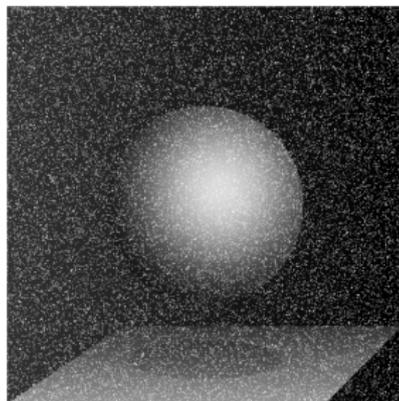
- Computação Gráfica
- **Processamento de Imagens**
- Visão Artificial
- Visualização Computacional
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação

4 Perfil da disciplina

Processamento de Imagens

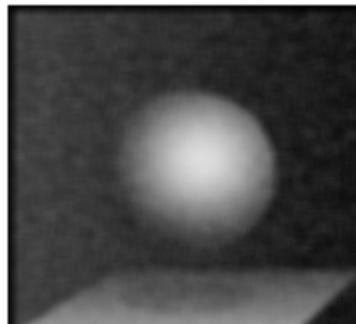
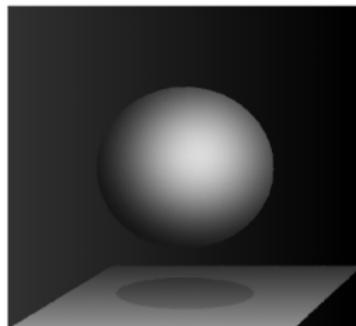
- Técnicas de transformação de imagens descritas como “matrizes” de pixels
- Objetivo
 - Melhorar características visuais (aumentar contraste, melhorar foco, reduzir ruído, eliminar distorções)
 - Extrair elementos de interesse; ou mesmo “transformar” a imagem, criando efeitos visuais

Processamento de Imagens



mediana
5x5

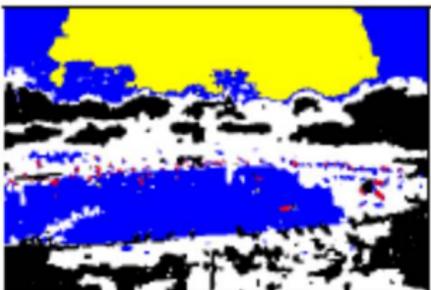
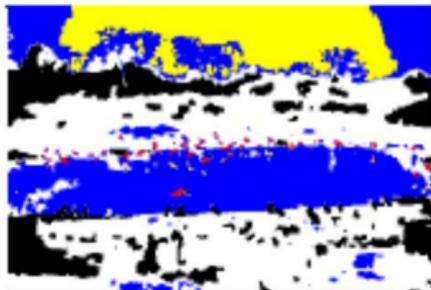
média
11x11



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

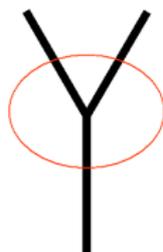
- Colocar “o sentido” da visão na máquina

Visão Artificial

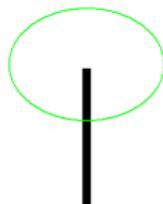
- Colocar “o sentido” da visão na máquina
- Problema extremamente complexo
 - Visão requer inteligência!
 - Problema mais delimitado: reconhecimento de padrões em imagens
- p.ex. <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>

Reconhecimento de Digitais – padrões

- Exemplo: um sistema de biometria que reconhece digitais

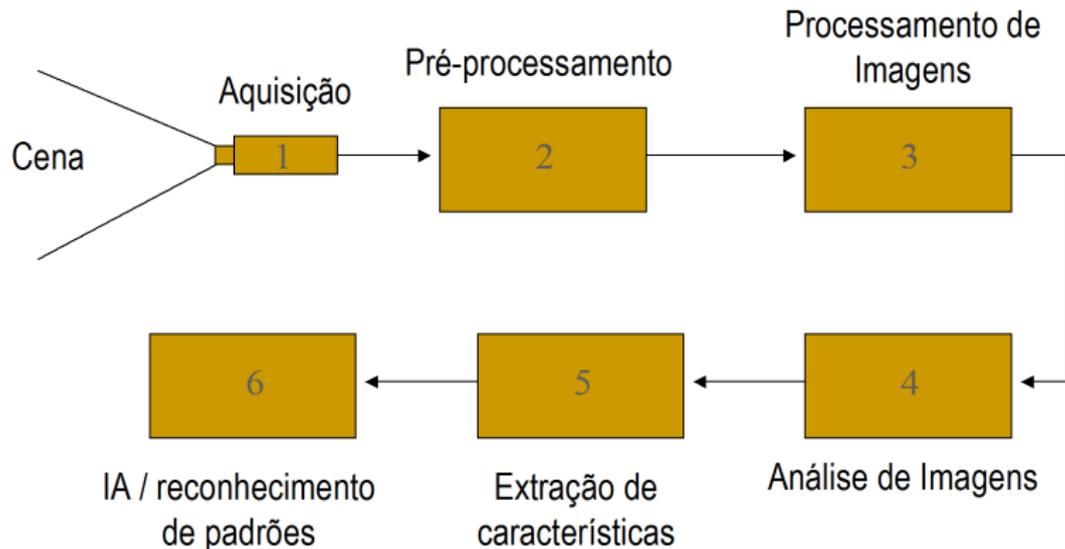


Bifurcações

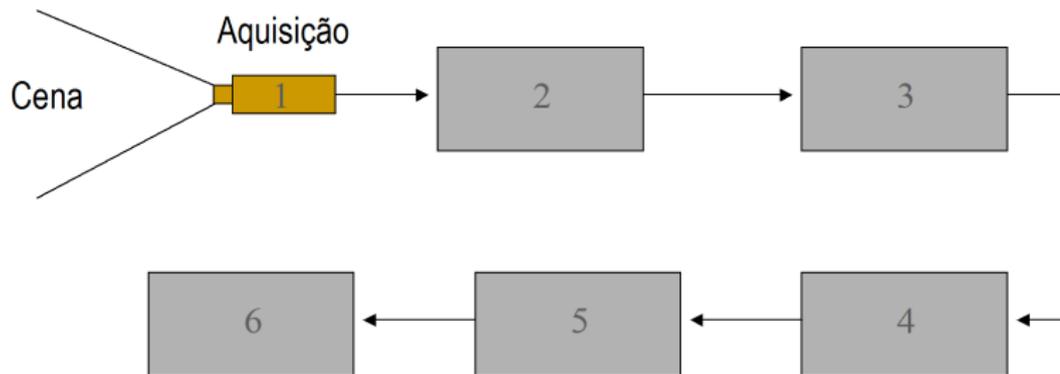


Terminações

Típico sistema de visão



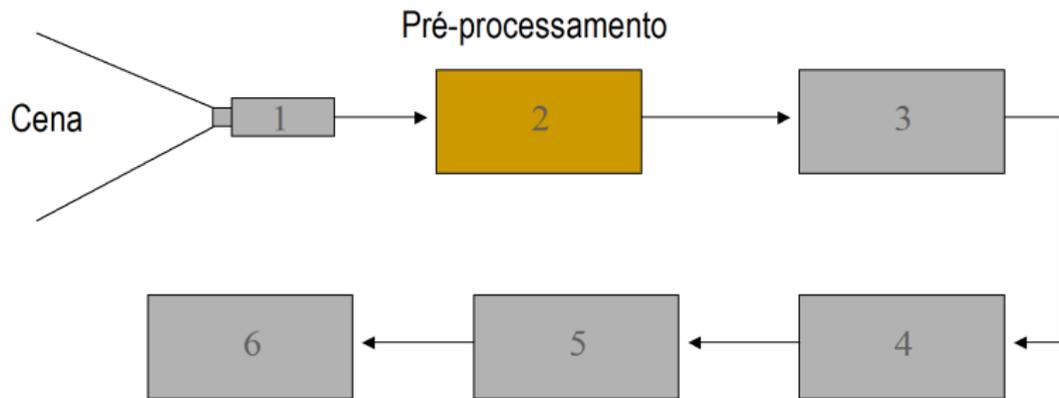
Passo 1 – Aquisição



Passo 1 – Aquisição



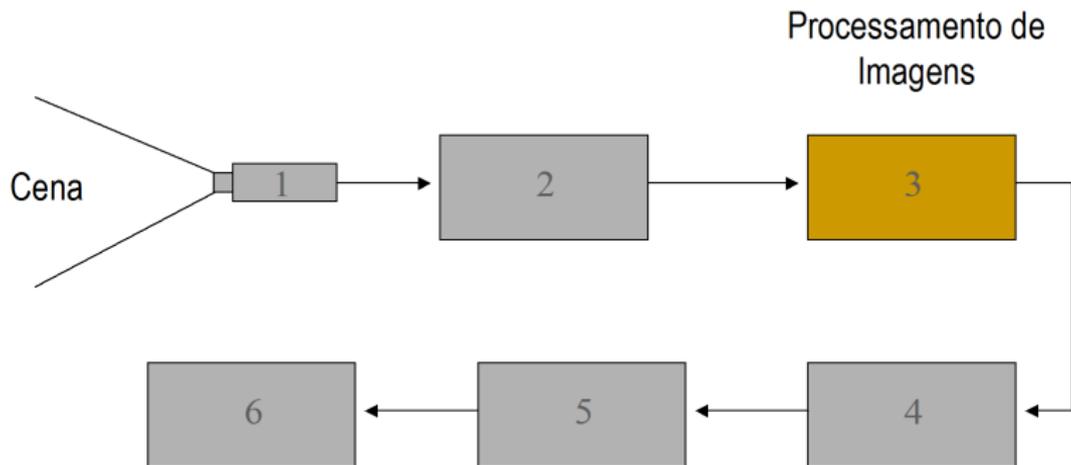
Passo 2 – Pré-Processamento



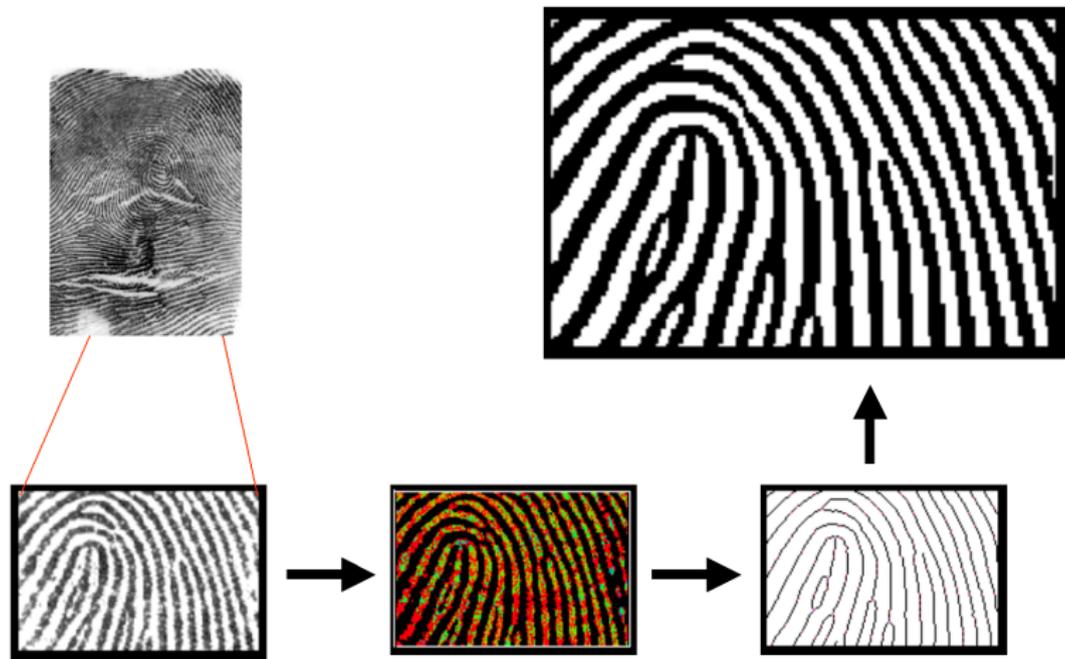
Passo 2 – Pré-Processamento



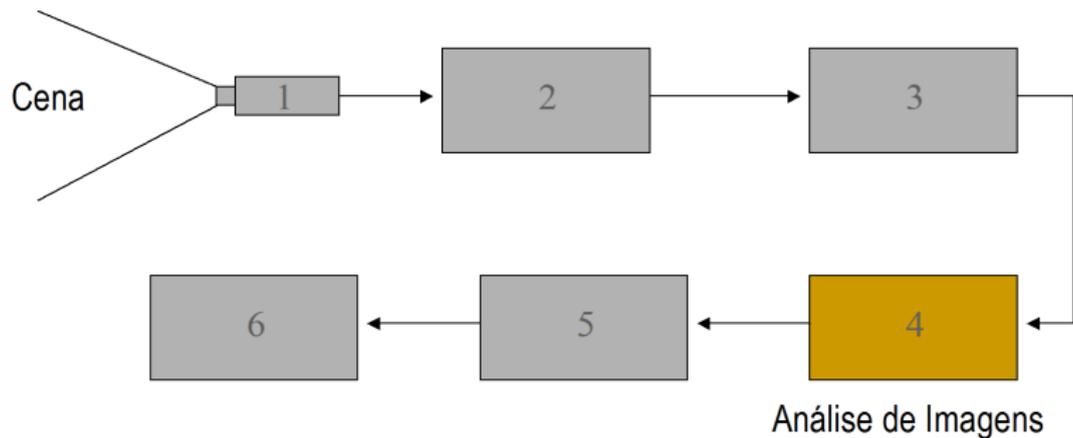
Passo 3 – Processamento de Imagem



Passo 3 – Processamento de Imagem

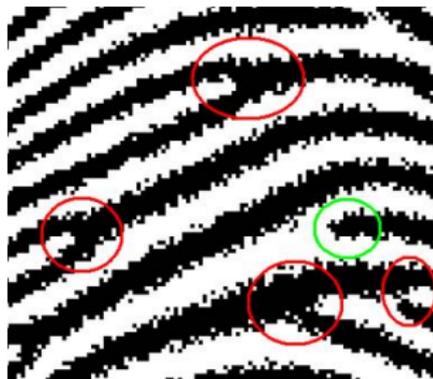


Passo 4 – Análise de Imagem



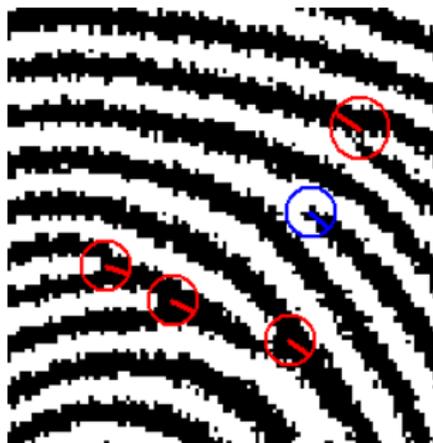
Passo 4 – Análise de Imagem

- Procurar todos e marcar
 - bifurcações
 - terminações

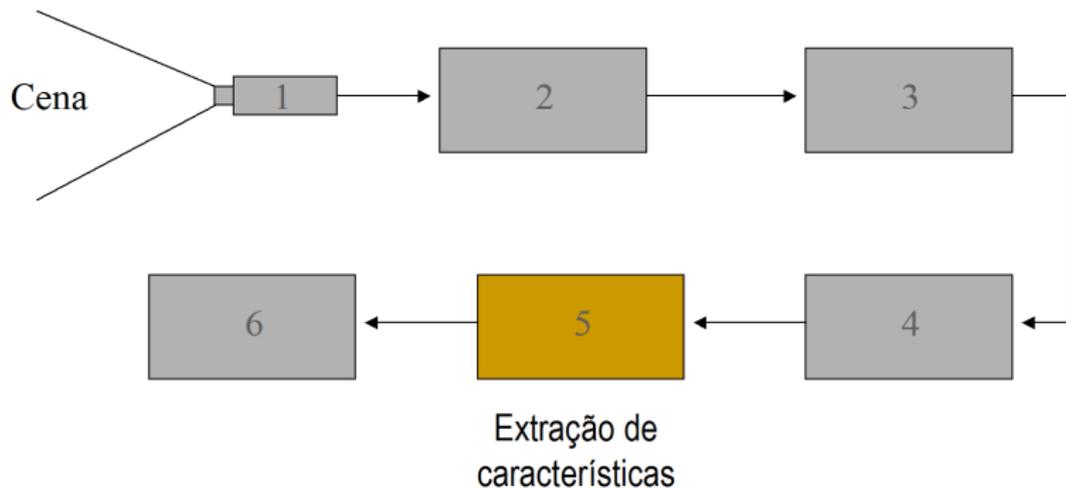


Passo 4 – Análise de Imagem

- Determinar as orientações
 - bifurcações
 - terminações

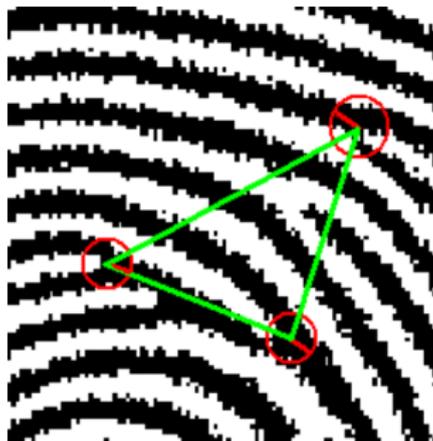


Passo 5 – Extração de Características

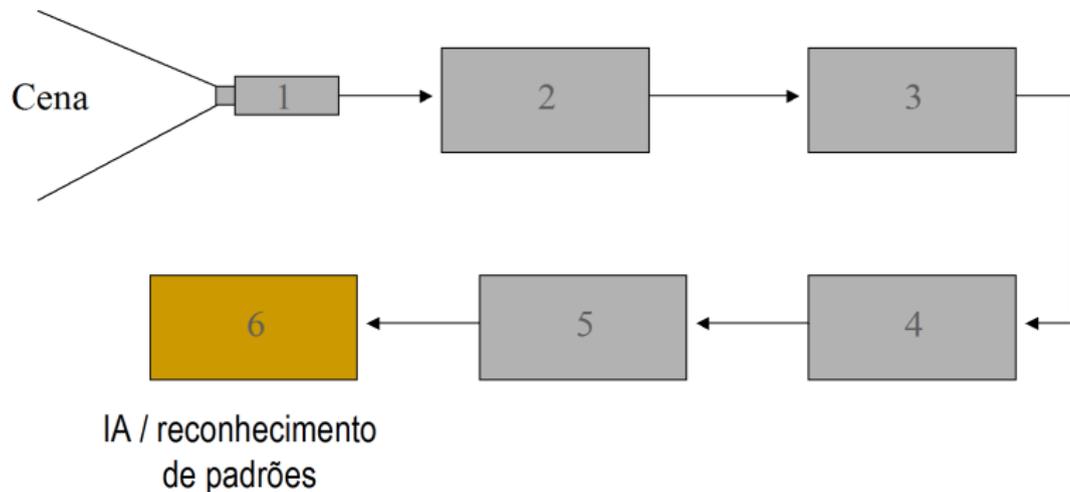


Passo 5 – Extração de Características

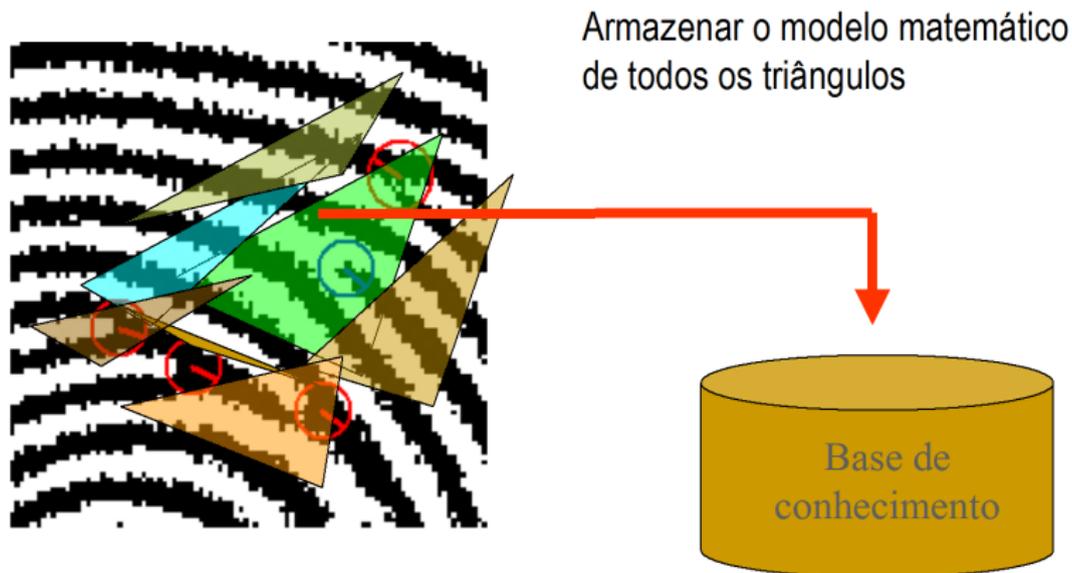
- Modelo Matemático
 - Semelhança de Triângulos –
Combinar as marcações 3 a 3



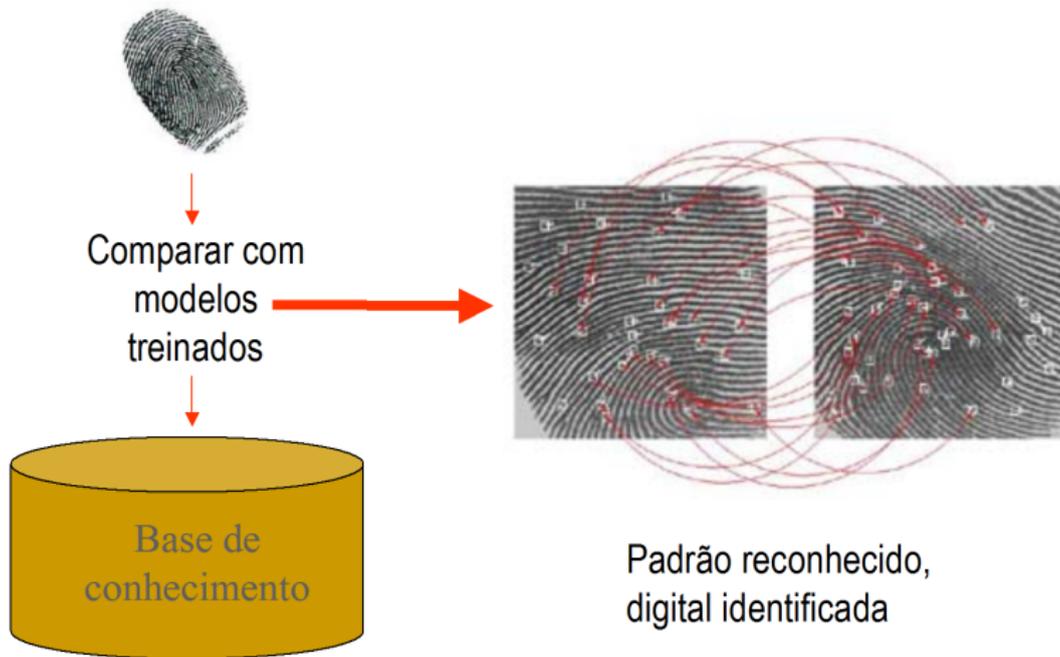
Passo 6 – IA/Reconhecimento de Padrões



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

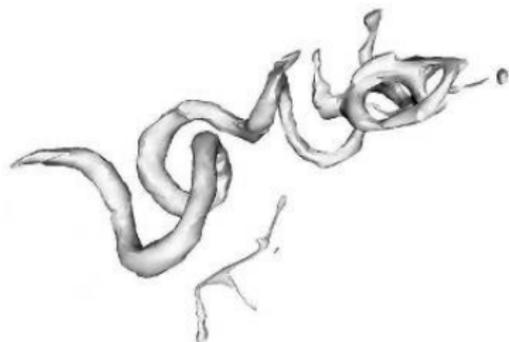
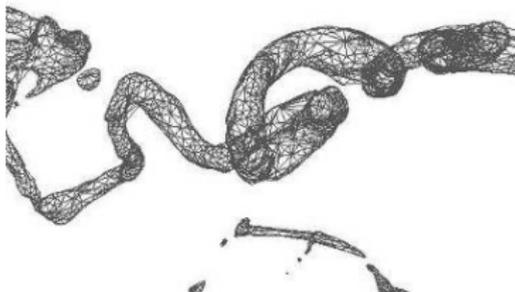
2 Conceitos Básicos

3 Áreas relacionadas

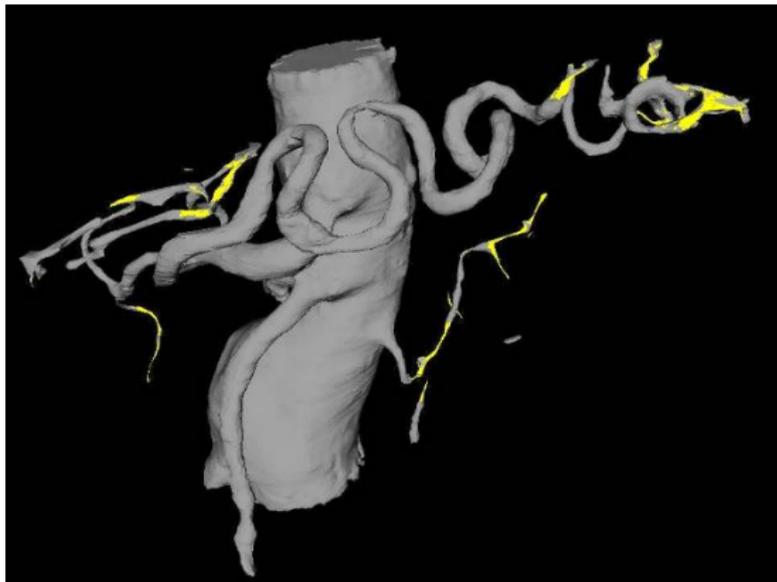
- Computação Gráfica
- Processamento de Imagens
- Visão Artificial
- **Visualização Computacional**
 - Visualização Científica
 - Visualização de Informação

4 Perfil da disciplina

Visualização Científica



Visualização Científica



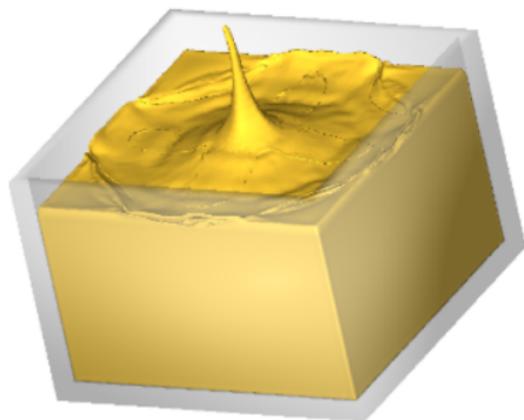
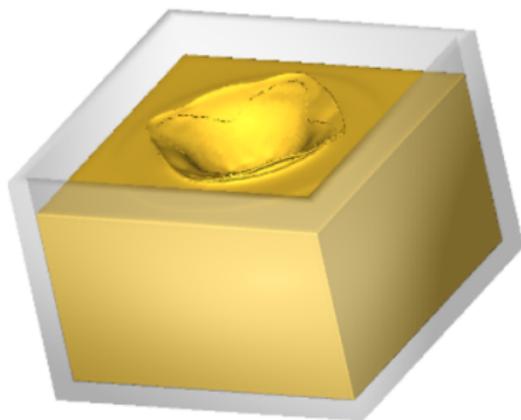
- Vargas et al. ACM Transactions on Graphics, 2005

Rendering Volumétrico Direto



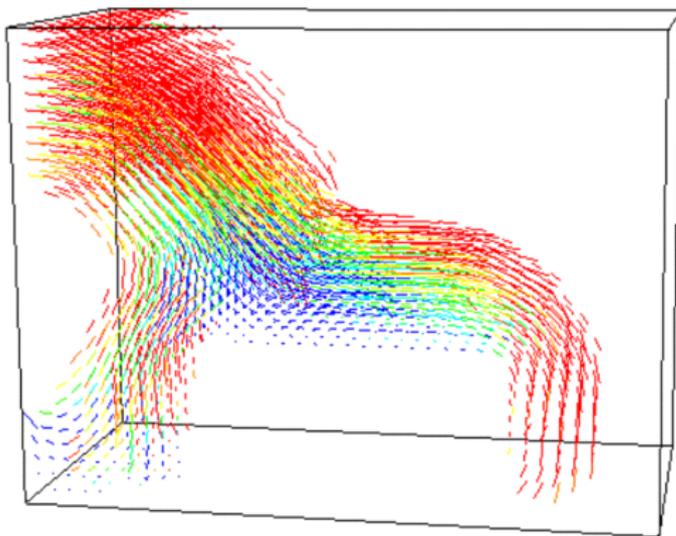
- Modelo gerado por DVR: ray casting no Visualization Toolkit (Danilo Medeiros Eler)

Visualização Científica



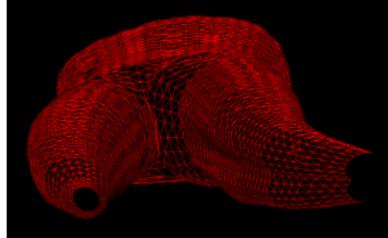
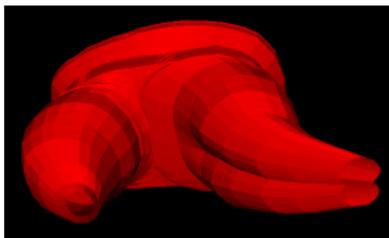
- Simulação de escoamento de fluidos (A. Castelo et al.)

Visualização Científica

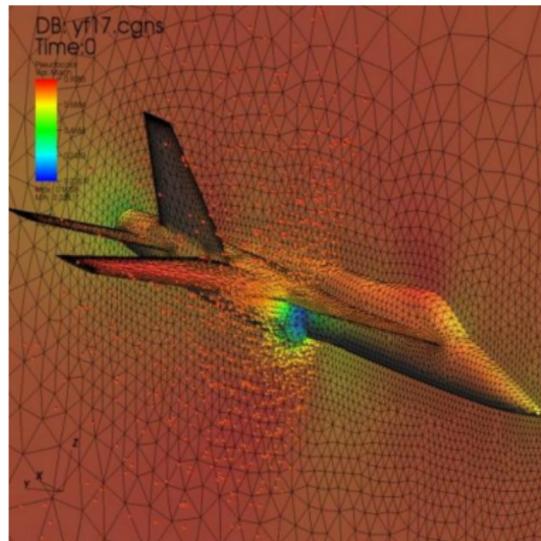
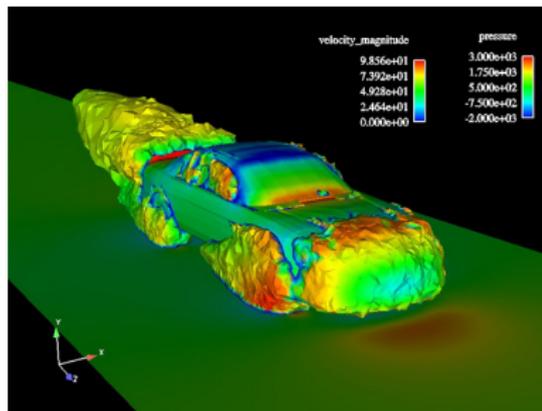


- Simulação de escoamento

Visualização Científica



Simulação (Comportamento dos Materiais)



Sumário

1 Introdução

2 Conceitos Básicos

3 **Áreas relacionadas**

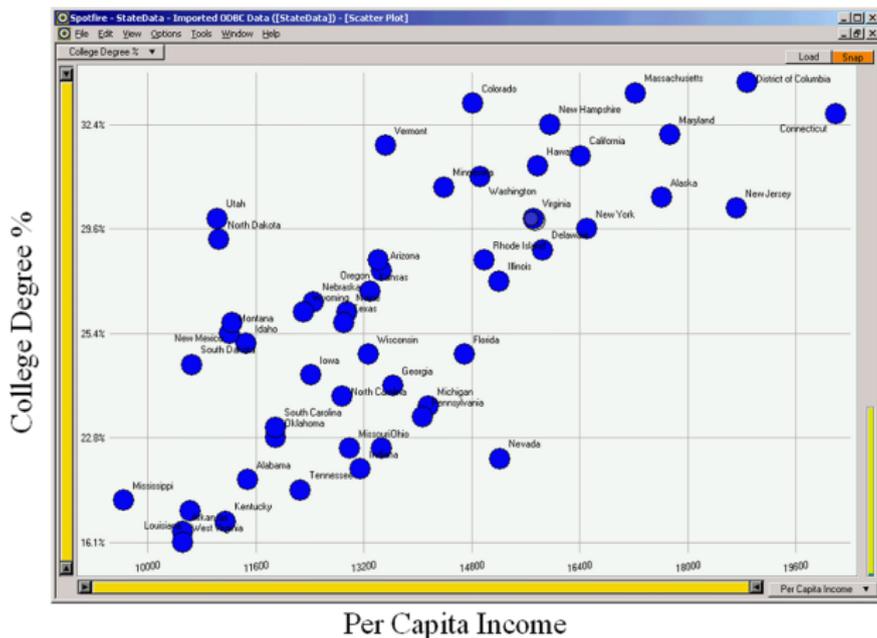
- Computação Gráfica
- Processamento de Imagens
- Visão Artificial
- **Visualização Computacional**
 - Visualização Científica
 - **Visualização de Informação**

4 Perfil da disciplina

Visualização de Informação

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

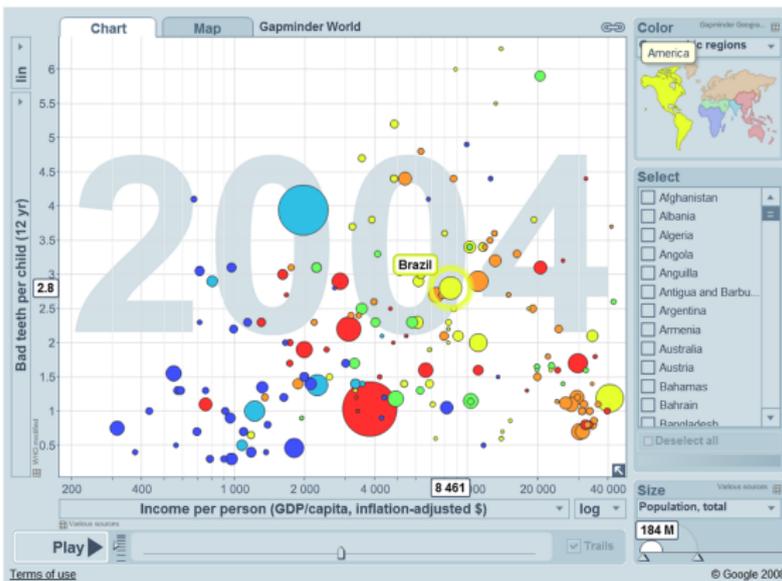
Visualização de Informação



Visualização de Informação



- 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



● <http://www.gapminder.org/>

Visualização de Informação

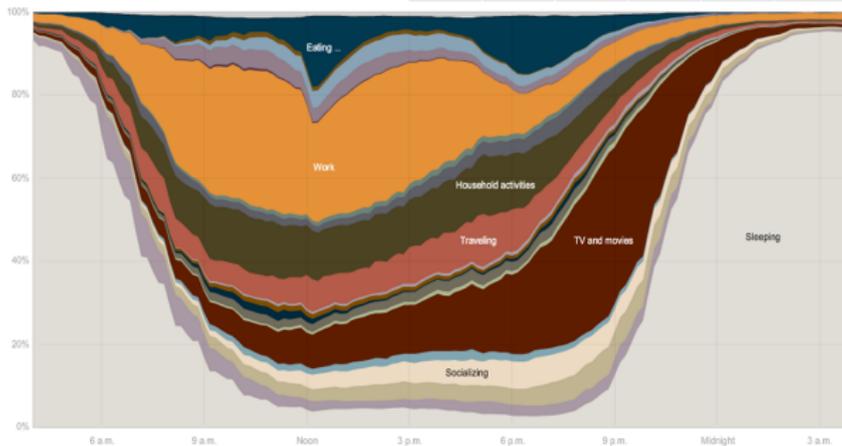
How Different Groups Spend Their Day

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



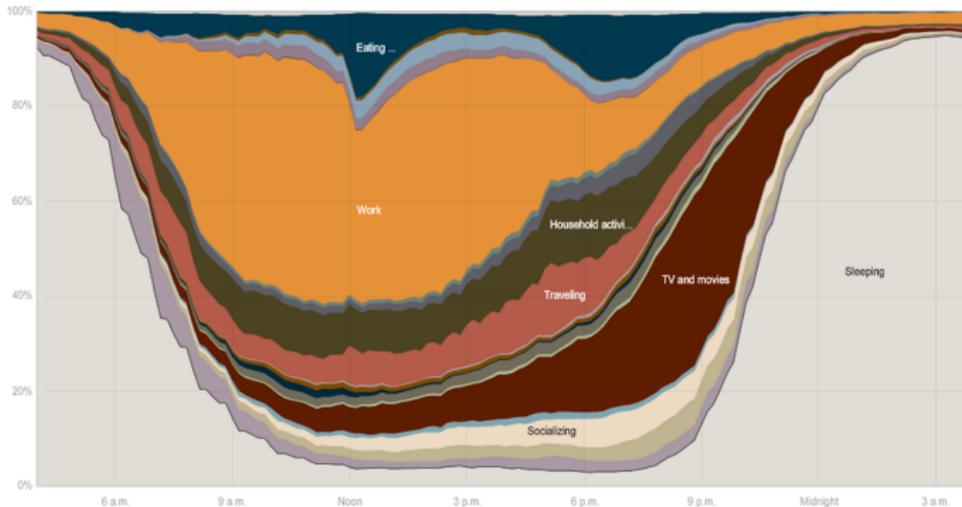
- <http://www.nytimes.com//interactive/2009/07/31/business/20080801-metrics-graphic.html?ref=business>

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



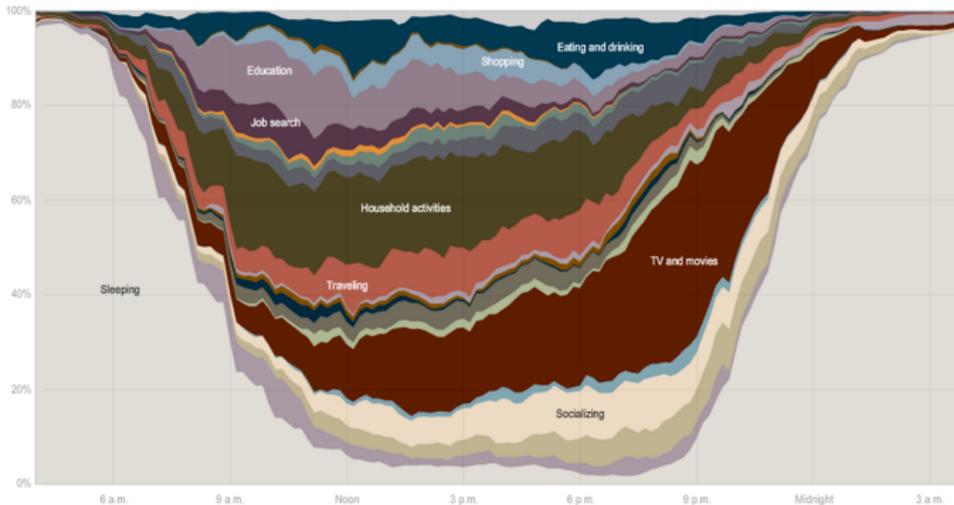
- <http://www.nytimes.com//interactive/2009/07/31/business/20080801-metrics-graphic.html?ref=business>

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.

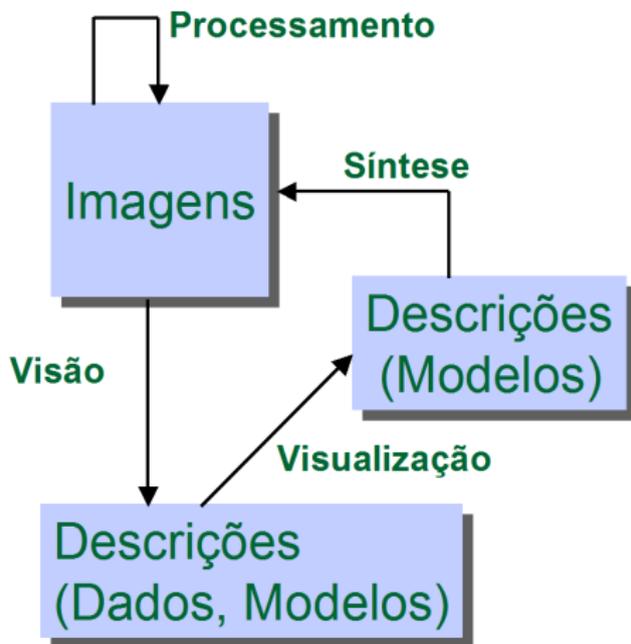
Everyone	Employed	White	Age 15-24	H.S. grads	No children
Men	Unemployed	Black	Age 25-64	Bachelor's	One child
Women	Not in lab...	Hispanic	Age 65+	Advanced	Two+ children



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

Relacionamento entre as áreas

- Áreas de pesquisa com identidade própria e focos distintos, mas que interagem entre si e compartilham técnicas e algoritmos



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: pipeline gráfico
- Fundamentos
 - Processo de conversão matricial
 - Transformações geométricas, sistemas de coordenadas, transformações entre sistemas
 - *Pipeline* de renderização
- Técnicas clássicas de representação de modelos 3D e *rendering*
 - Representação por malhas de triângulos
 - Modelos básicos de iluminação e remoção de superfícies ocultas