

SIM 18/19 – T6, T7
Processamento de Sinal e
Imagem Médica

Miguel Tavares Coimbra

Resumo

- Exemplos de Investigação UP
- Sinal e Imagem Médica
- Processamento de Sinal e Imagem

Investigação em Sinal e Imagem Médica

Exemplos UP

Deste já ouviram
falar...



Monitorização com smartphones





Auto-Monitorização

SIM 18/19 – T6, T7 – Processamento de Sinal e Imagem Médica

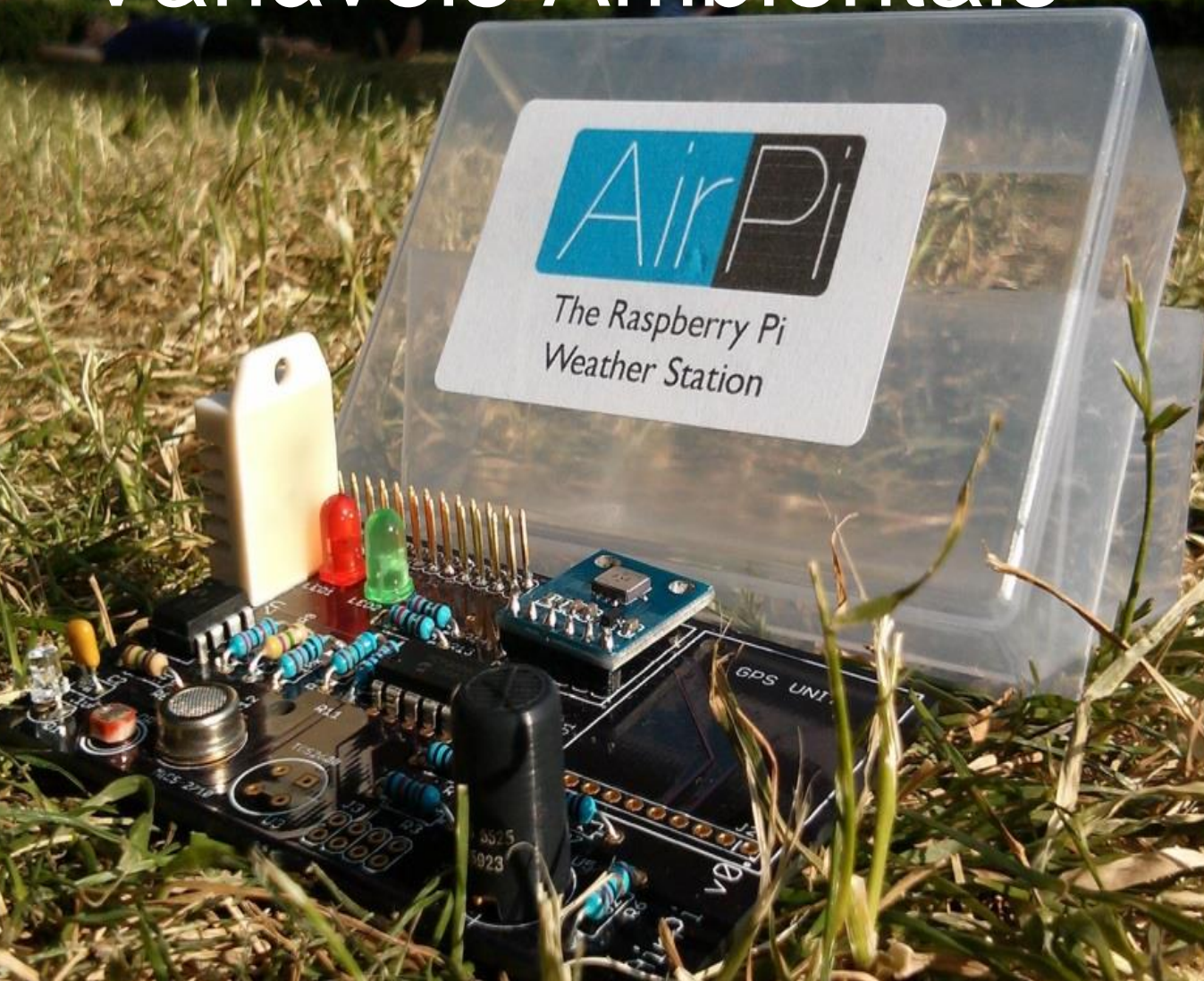
Wearable Sensors

YOUR HEART WAVE MONITOR

VitalJacket®



Variáveis Ambientais



Ingestão de calorias



Cápsula Endoscópica



Job Edit View Image Help Submit Errors or Suggestions

Open Save Export

Fotos bl6 vs phox (82522)

3 hrs (27691)

24 hrs (27598)

96 hrs (27233)

bl6 (13955)

dk1 (1635)

1 (301)

2 (271)

3 (257)

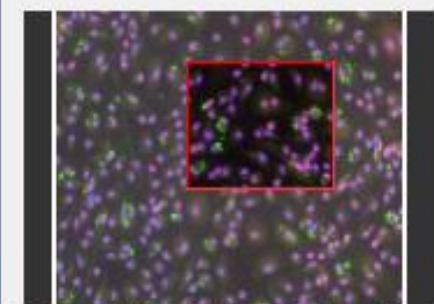
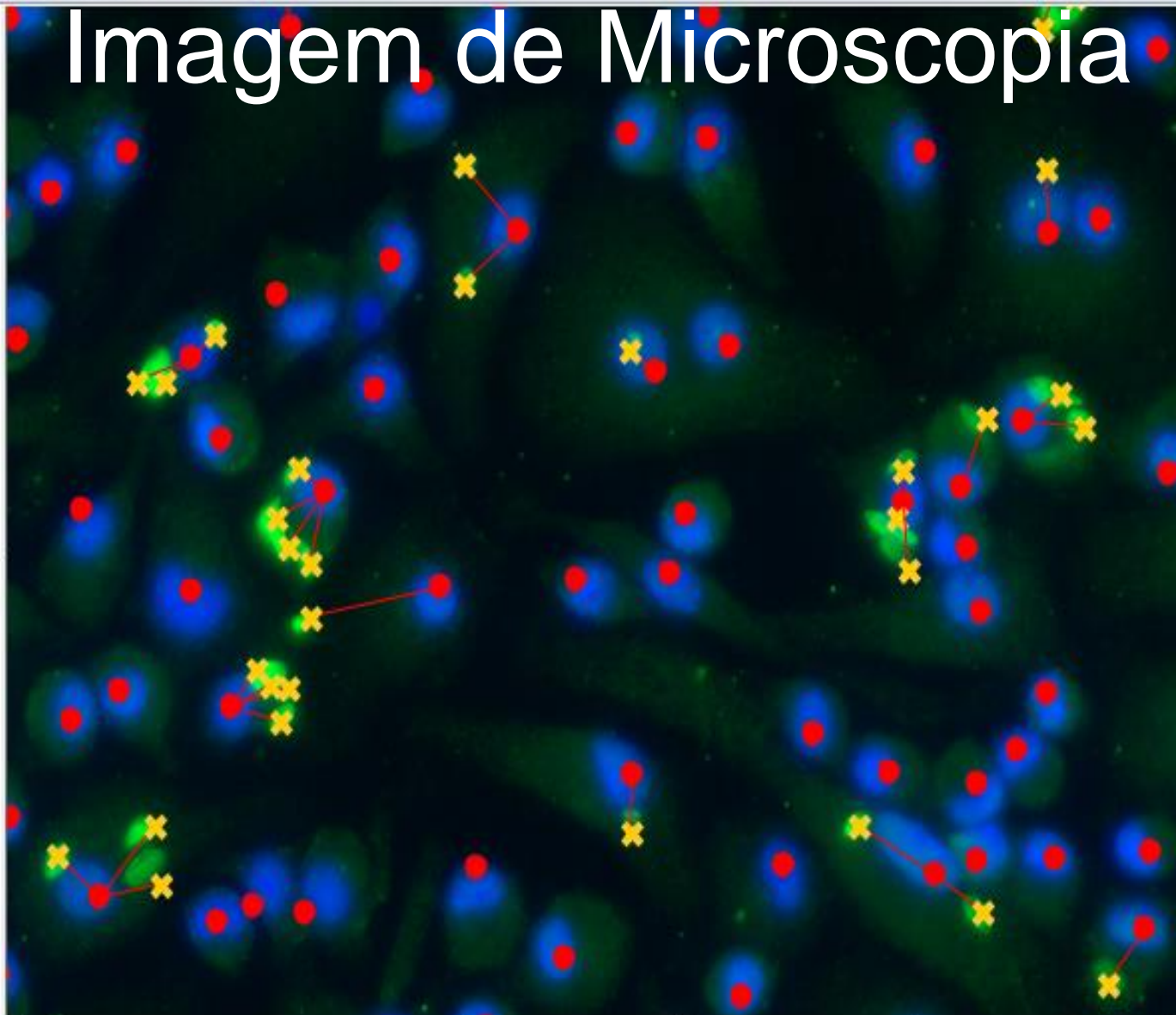
4 (240)

Objects:

● Macrophages (257)

✕ Parasite (143)

Imagem de Microscopia



SIM 18/19 – T6, T7 – Processamento de Sinal e Imagem

Navigation and status bar containing buttons for 'Macro', 'Edit Mode', 'AUTO', 'Not Finished', and 'Next Image'.



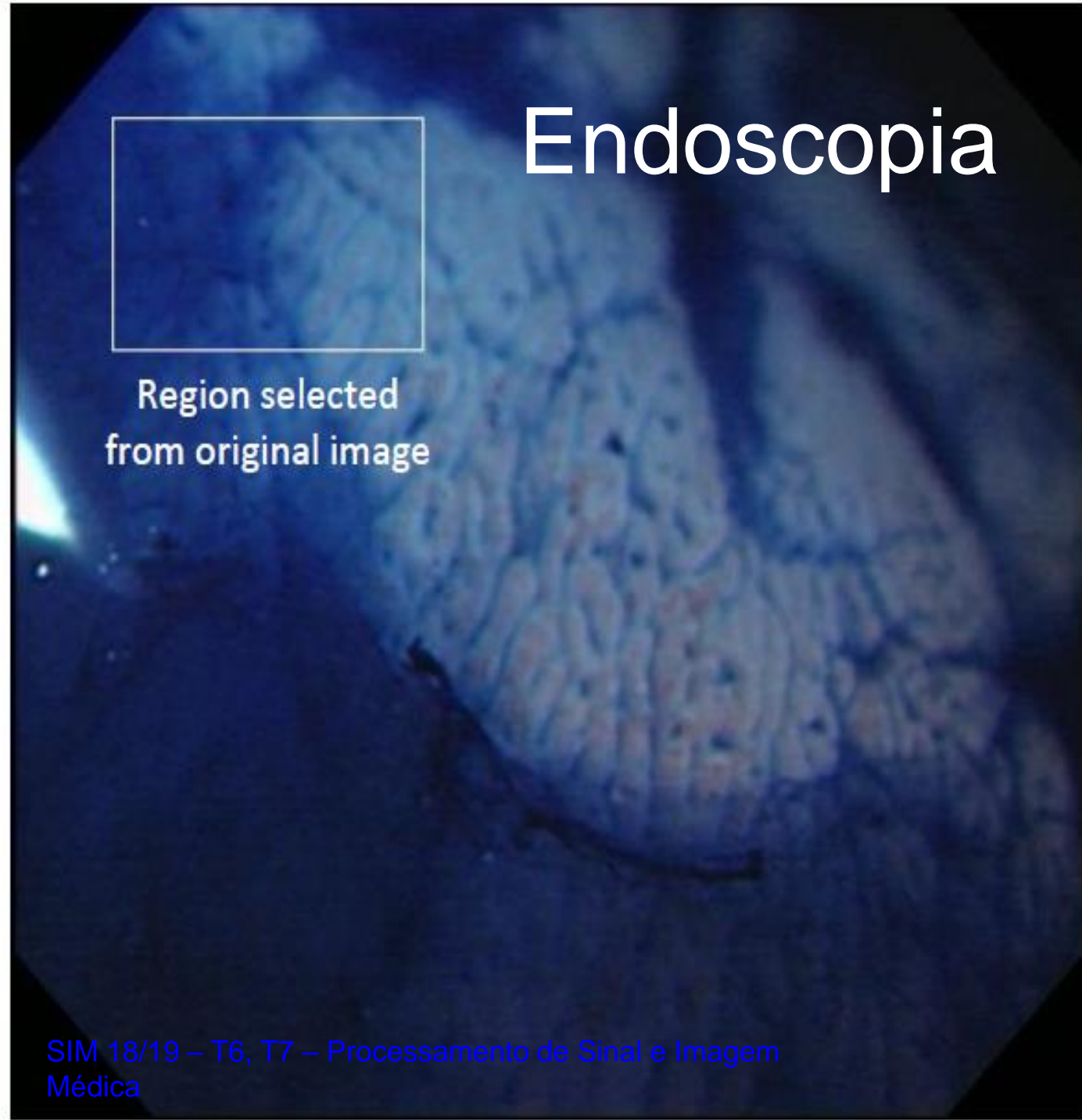
Image region



Edgemaps



Creasness



Endoscopia

**Region selected
from original image**

E muitos mais...

mcoimbra@fc.up.pt

Sinal e Imagem na Medicina

O que é um Sinal?

- Definição tradicional de *Sinal*

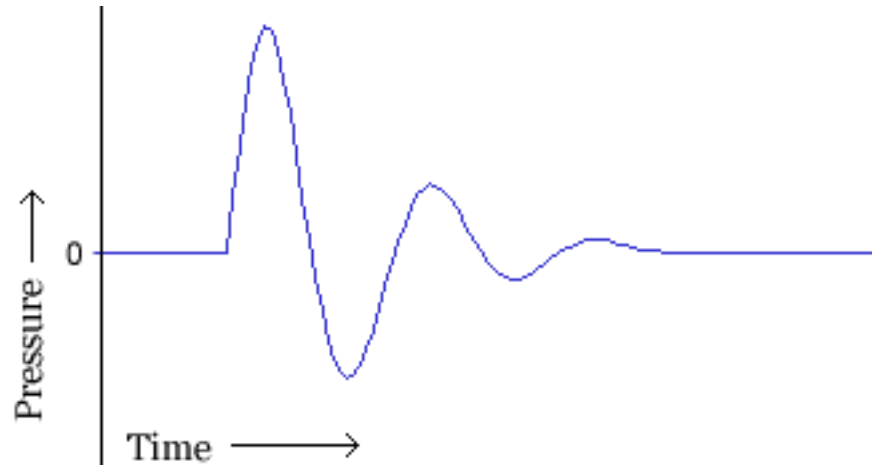
- Um sinal é uma grandeza que varia no tempo e/ou espaço.

- Exemplos:

- $f(t)$ – Som

- $f(x,y)$ – Imagem

- $f(x,y,t)$ – Vídeo

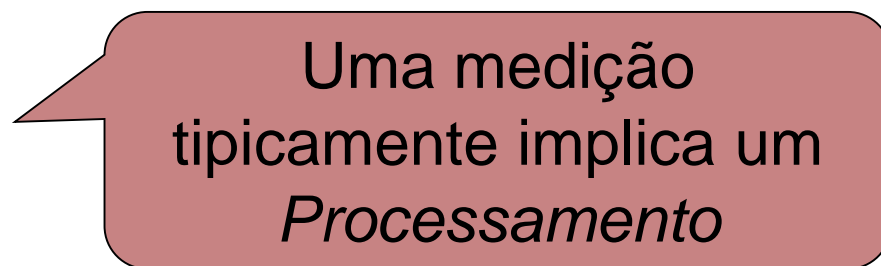
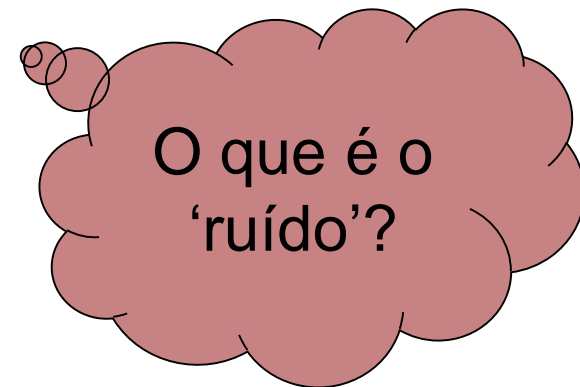


Sinais 'Reais'

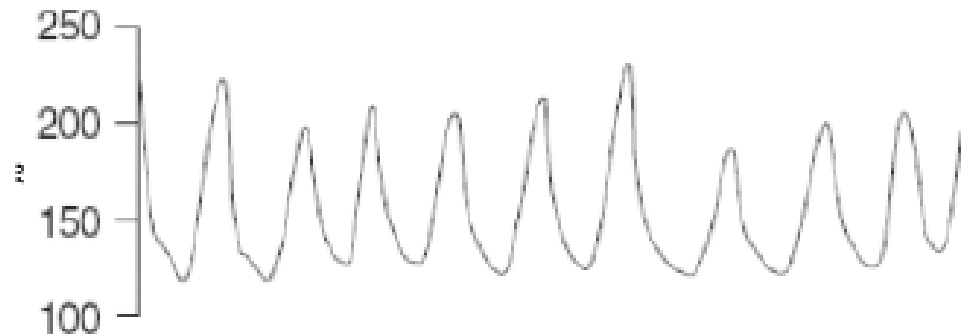
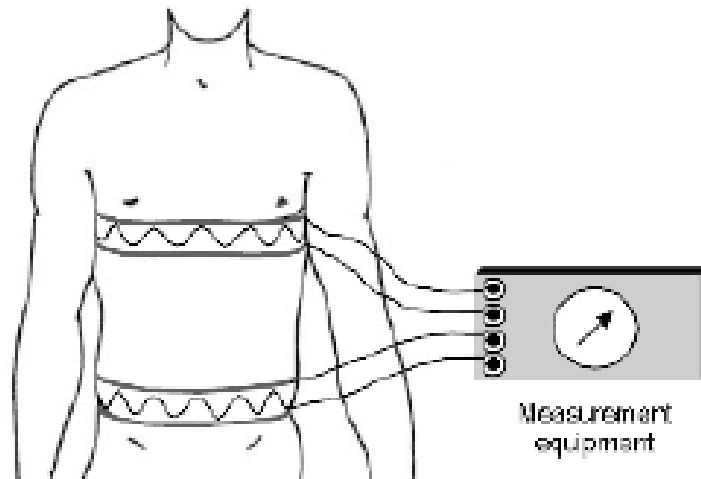
- Os sinais reais são *Analógicos*.
 - Variam continuamente no tempo.
 - Variam continuamente em amplitude.
- A análise de um sinal real implica uma medição.
- Sinais reais:
 - Pressão arterial
 - Temperatura corporal

Medição de um Sinal

- Um processo de medida implica erro.
- Logo: Qualquer sinal real têm ruído.
 - Altero a pressão dos pneus do carro quando a meço.
 - Altero a temperatura da água da banheira quando uso o termómetro.



Ritmo respiratório



Slide criado por Fausto Fernandes, MIM, UP

Pressão arterial

- Pressão exercida pelo sangue contra a superfície interna das artérias

– Método Analógico (Contínuo)



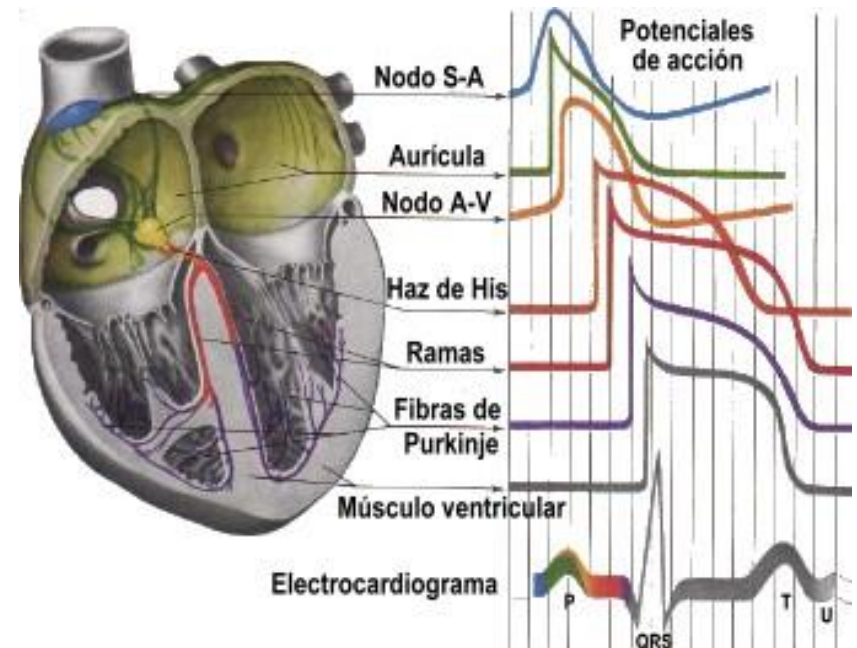
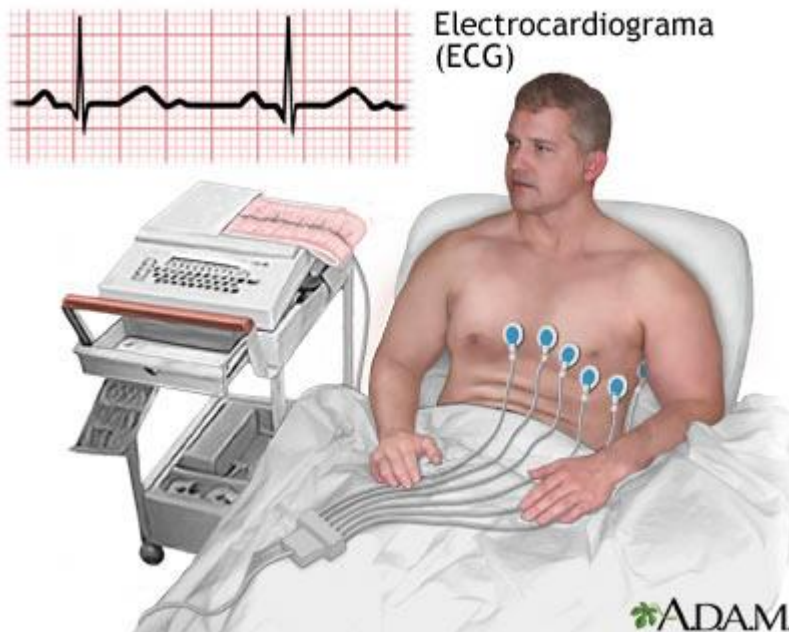
– Método Digital (Discreto)



Slide criado por Fausto Fernandes, MIM, UP

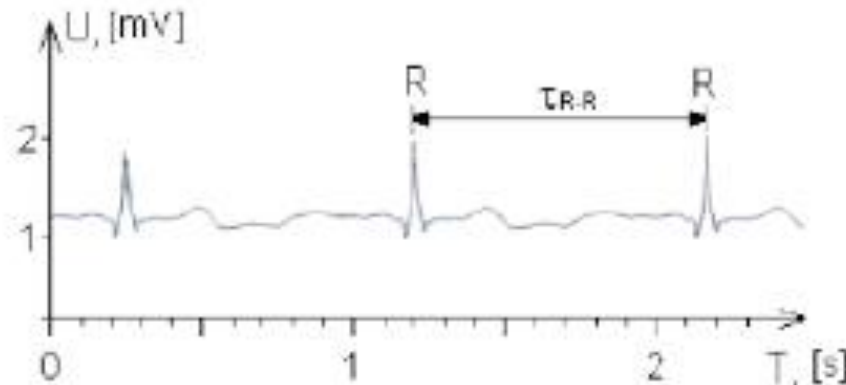
Electrocardiograma (ECG)

- Registo da actividade eléctrica do coração



Slide criado por Fausto Fernandes, MIM, UP

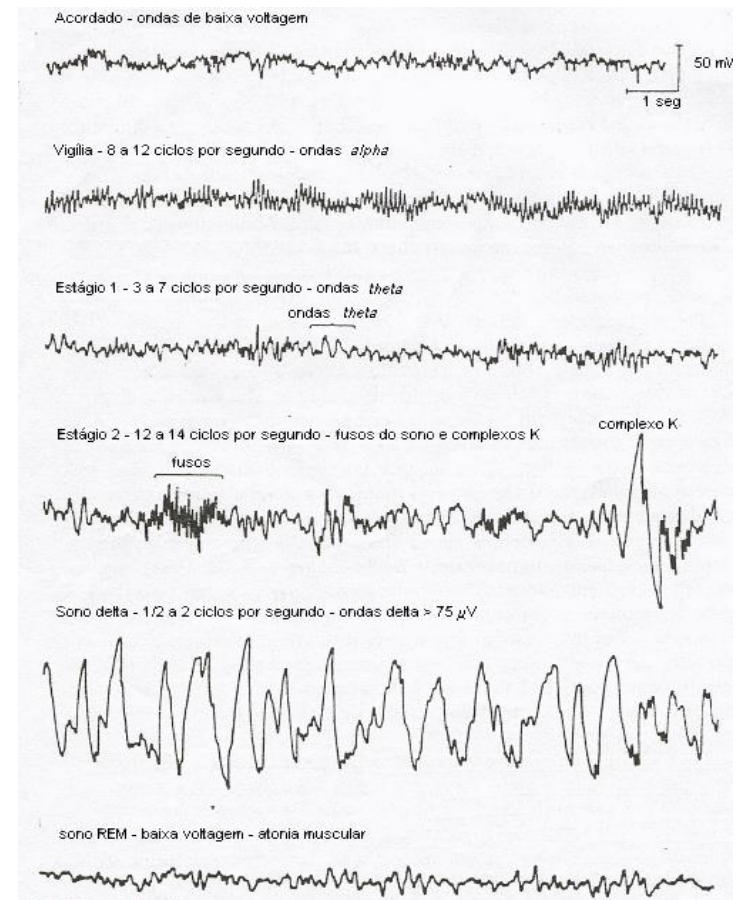
Ritmo cardíaco



Slide criado por Fausto Fernandes, MIM, UP

Electroencefalograma (EEG)

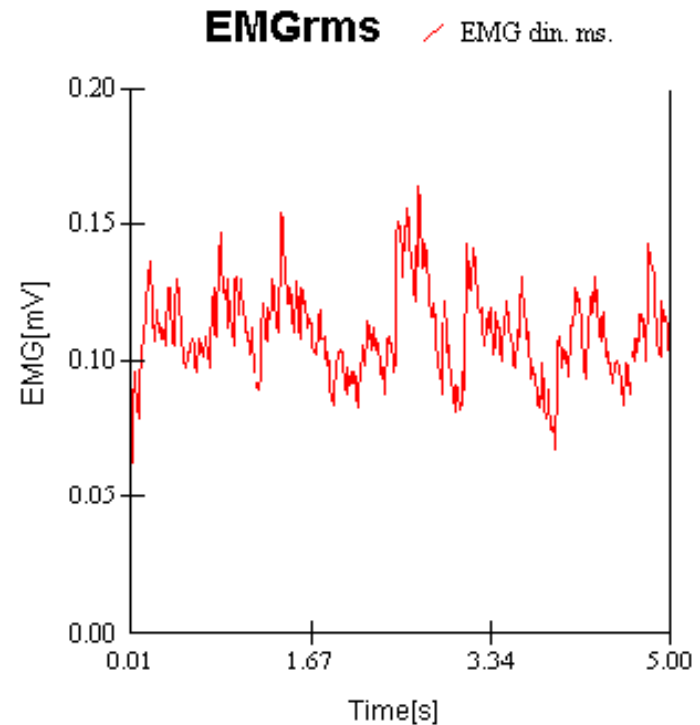
- Registo da actividade eléctrica do encéfalo



Slide criado por Fausto Fernandes, MIM, UP

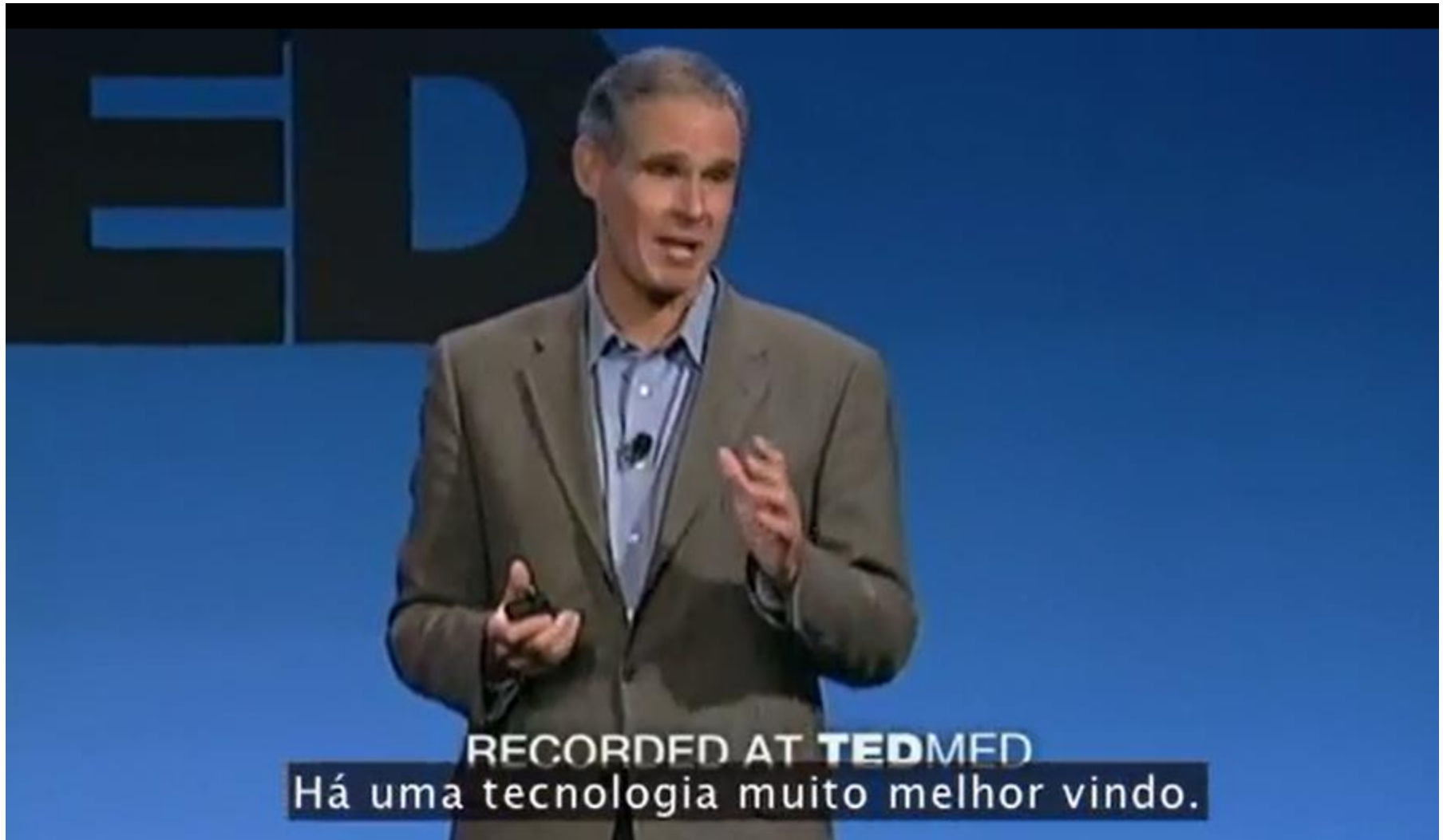
Electromiografia (EMG)

- Registo da actividade eléctrica muscular



Slide criado por Fausto Fernandes, MIM, UP

Video – Erik Topol (2009!)

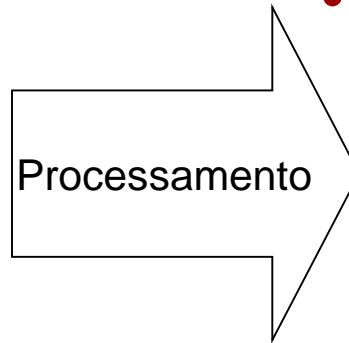


Para quê processar sinais?

Processamento de Dados

- **Dados**

- Factos
- Mensuráveis
- Ausência de significado



- **Informação**

- Dados interpretados
- Dados relacionados
- Contexto
- Estrutura

Definições claramente insatisfatórias!

“A informação representa o dado interpretado, contextualizado ou utilizado por alguém.” in *Wikipedia*.

O que é o “Processamento” de Sinal e Imagem?

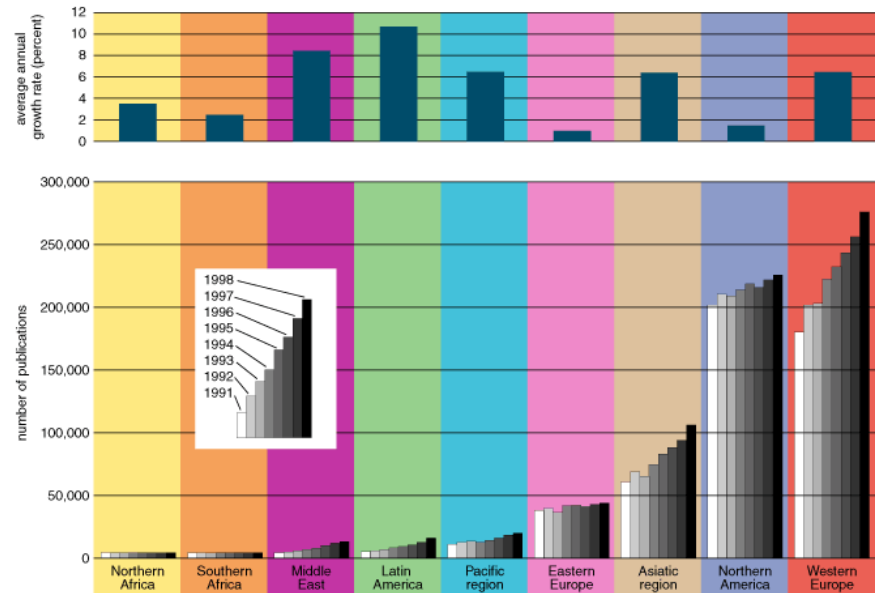
- **Processamento de Sinal**
 - Análise, interpretação e manipulação de um sinal.
- **Exemplo:**
 - Para medir uma temperatura, ‘processo’ o comprimento de um volume de mercúrio.



Produção Excessiva de Dados

- O número de dados produzidos pelos seres humanos cresce a uma velocidade vertiginosa.

- Fotografias
- Vídeo
- Música
- Livros
- Publicações
- ...



Número de publicações científicas por região do mundo
- adaptado de American Scientist Online

Problemas

- Como anotar tudo isto?
- Como armazenar tudo isto?
- Como pesquisar tudo isto?

Não consigo fazer isto tudo. Preciso de ajuda!



O que fazer? Processar!

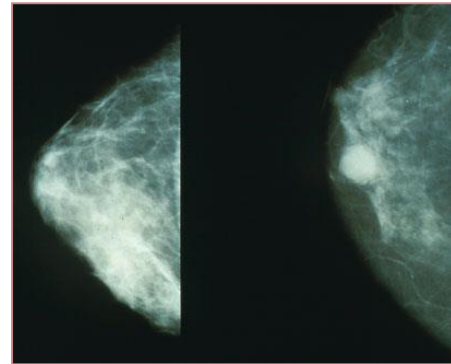
- Com o Processamento posso:
 - Eliminar dados redundantes.
 - Converter dados noutro tipo de dados mais úteis.
 - Descobrir ‘Padrões’ nos dados para apoio à minha pesquisa.
 - Analisar os dados e tirar conclusões.
 - ...

O Processamento permite-me ‘navegar’ num ‘mar’ de dados.



Dados Médicos

- Exames Clínicos
- Dados de Pacientes
- Imagem Médica
- ...



Assistimos a uma verdadeira 'explosão' de dados de imagem médica!

Vantagens do Processamento de Dados Médicos

- **Armazenamento**
 - Redução do tamanho dos dados.
 - Indexação mais eficiente dos dados.
- **Anotação**
 - Redução dos tempos de anotação.
 - Anotação automática.
- **Pesquisa**
 - Maior flexibilidade na pesquisa.
 - Pesquisa mais rápida e eficiente.

Exemplos

- **Exames de Cápsula Endoscópica**
 - Produzem vídeos com 8 horas de duração e ficheiros com 1 Gb de tamanho.
 - Um especialista pode gastar 2 horas a anotar um vídeo.
 - Portugal é responsável por 1000 exames por ano.
 - A nível mundial já foram feitos 300.000 exames.
- **Quem paga tudo isto?**
 - Armazenamento
 - Anotação
 - Tempo perdido pelos médicos

www.capview.org

Imagem Digital

Solis deliquium Anno Christi 1544,
Die 24 Januarij Louanij

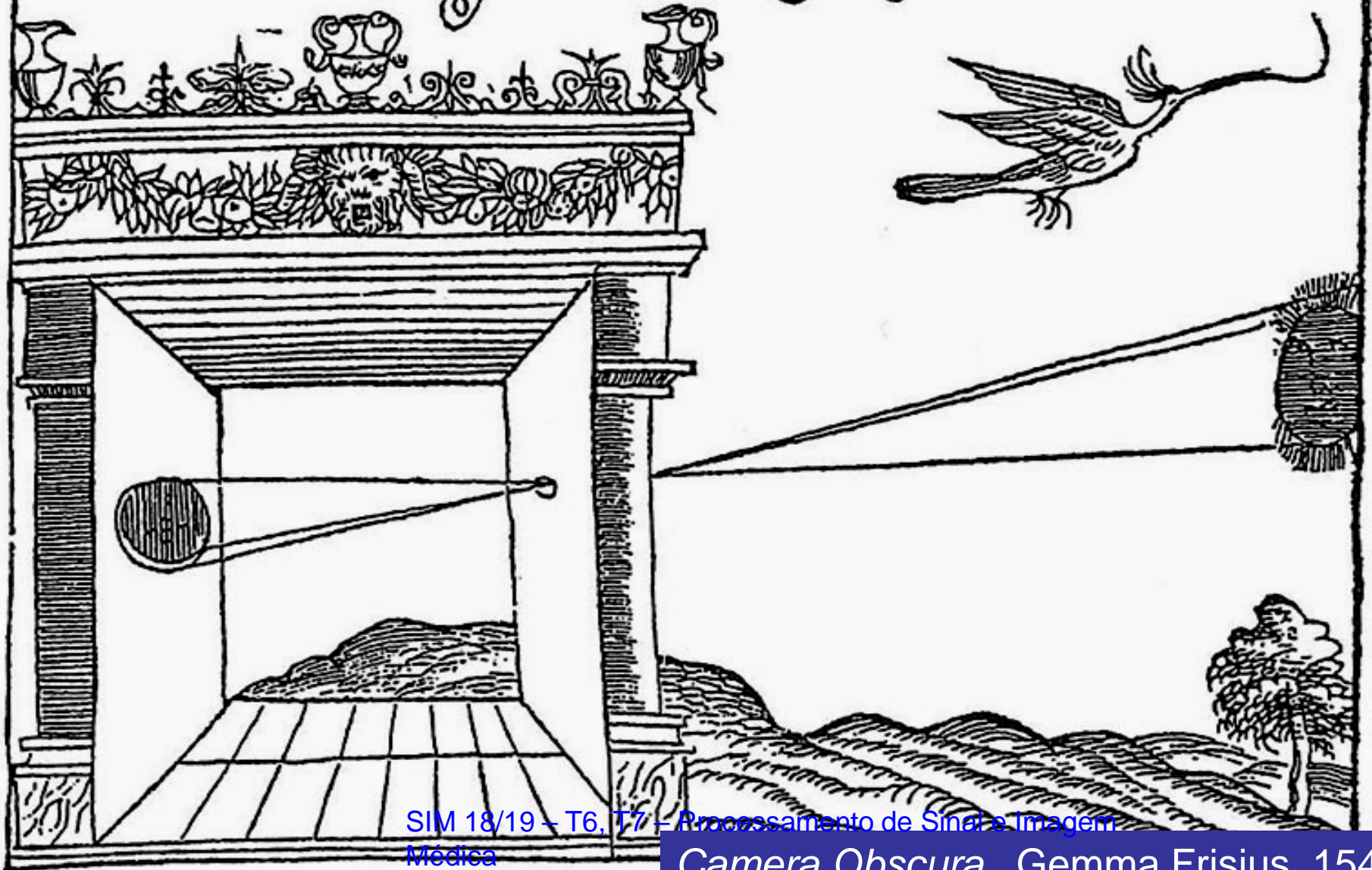
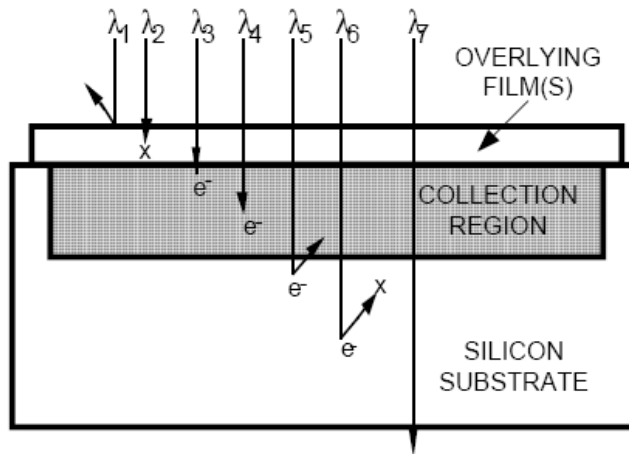






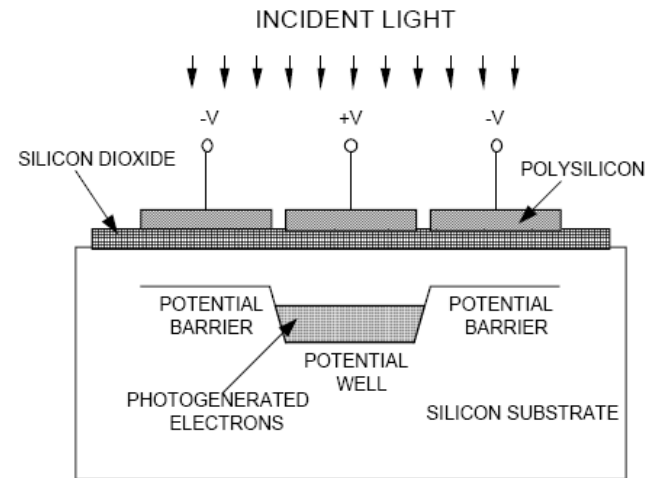
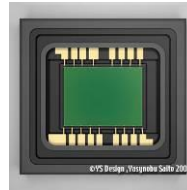
Image Sensors

- Convert light into an electric charge



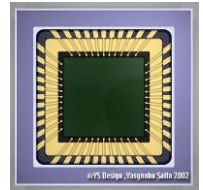
CCD (charge coupled device)

- Higher dynamic range
- High uniformity
- Lower noise

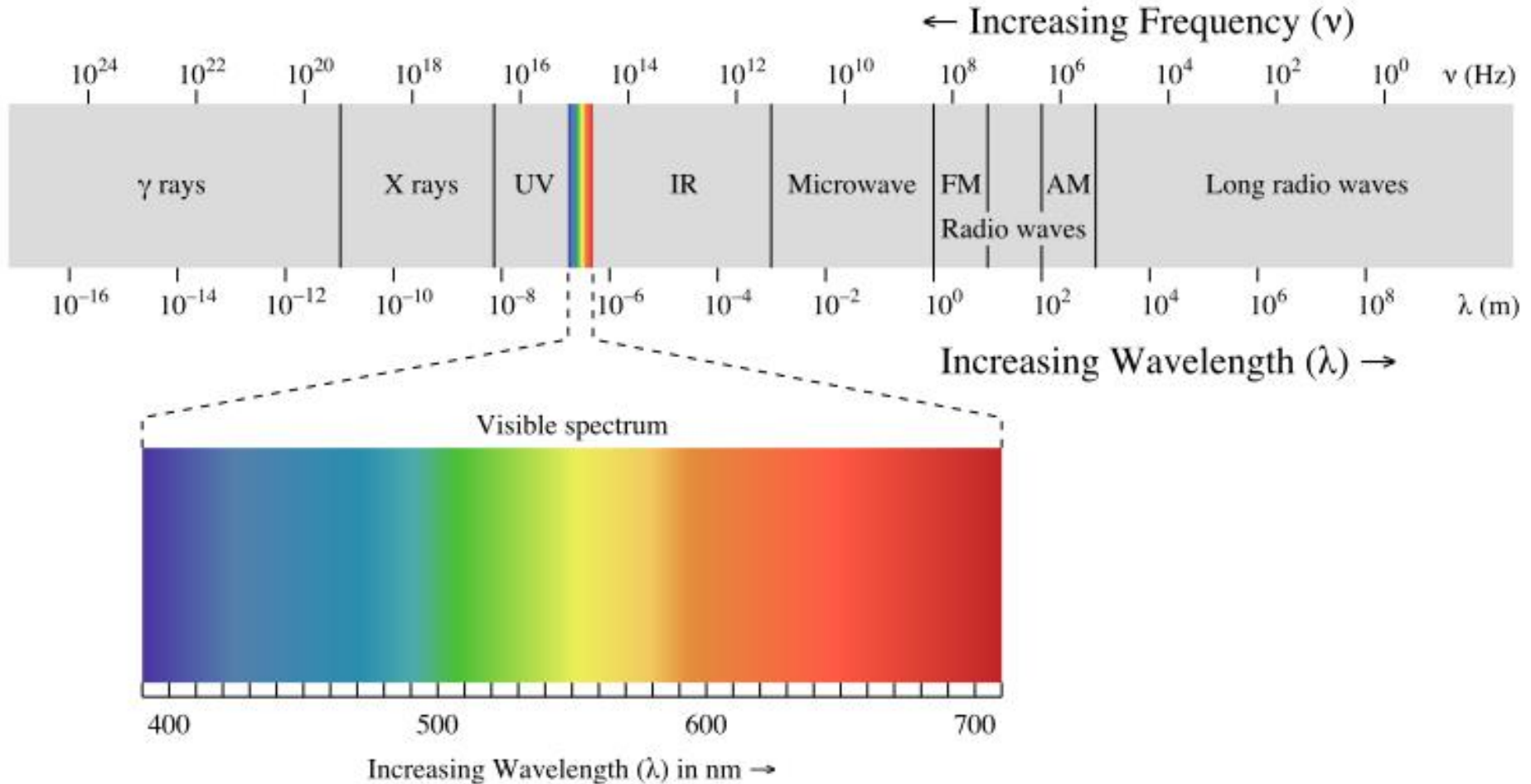


CMOS (complementary metal
Oxide semiconductor)

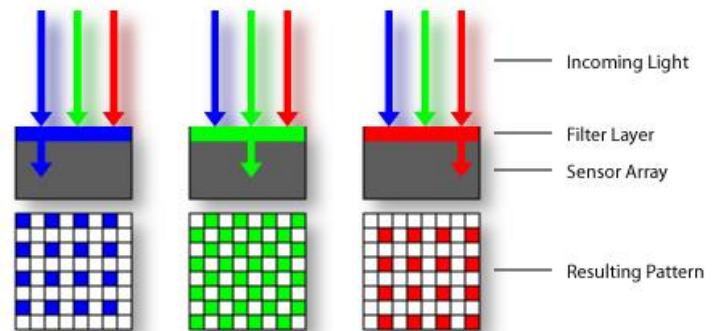
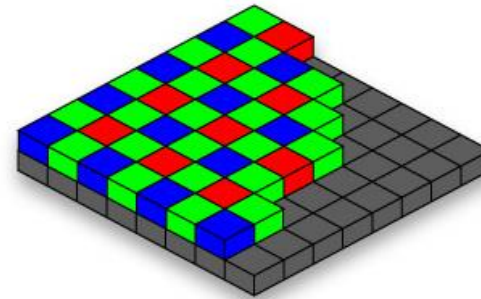
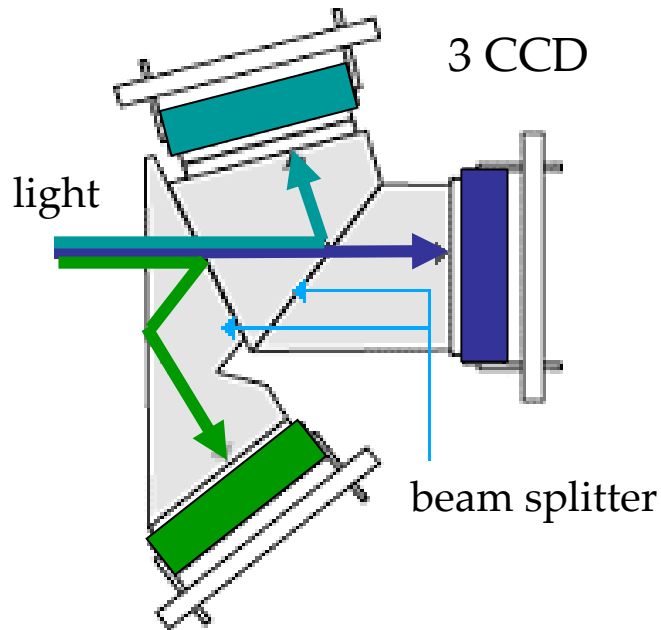
- Lower voltage
- Higher speed
- Lower system complexity



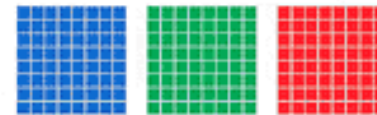
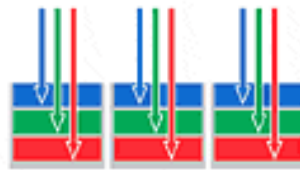
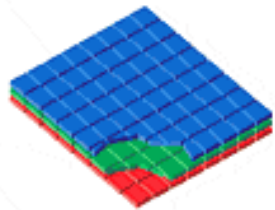
What is Colour?



Sensing Colour



Bayer pattern

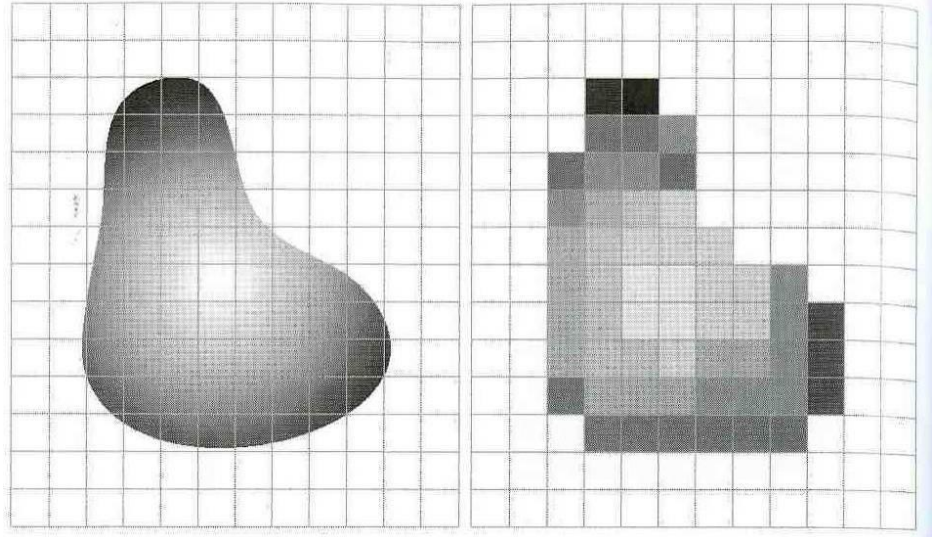


Foveon X3™

Analog to Digital

The scene is:

- **projected** on a 2D plane,
- **sampled** on a regular grid, and each sample is
- **quantized** (rounded to the nearest integer)

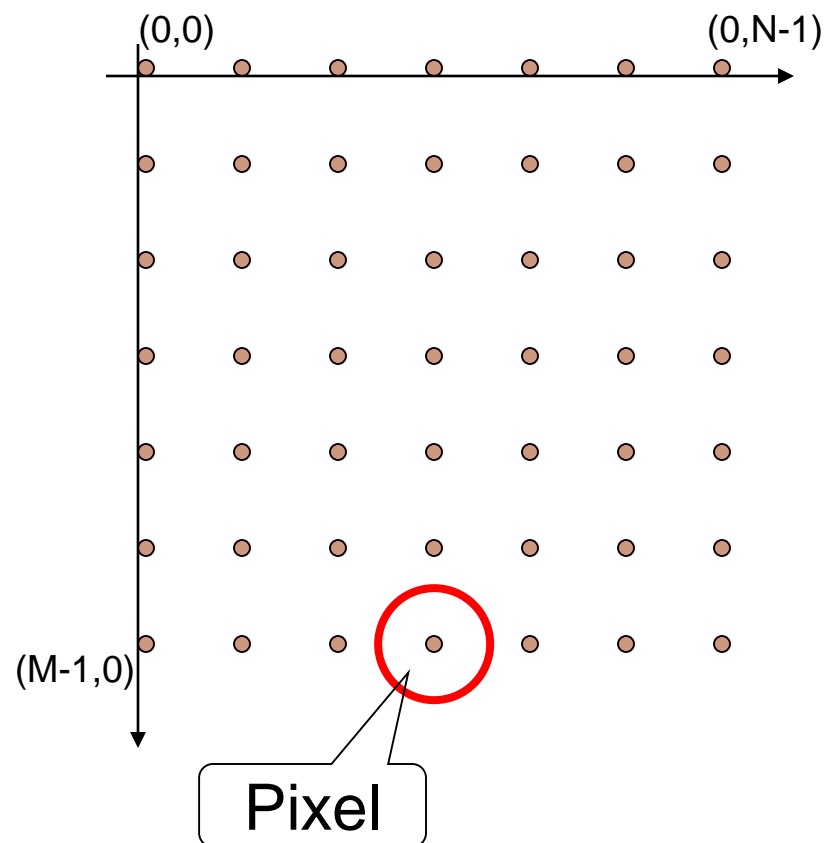


$$f(i, j) = \text{Quantize}\{f(i\Delta, j\Delta)\}$$

Images as Matrices

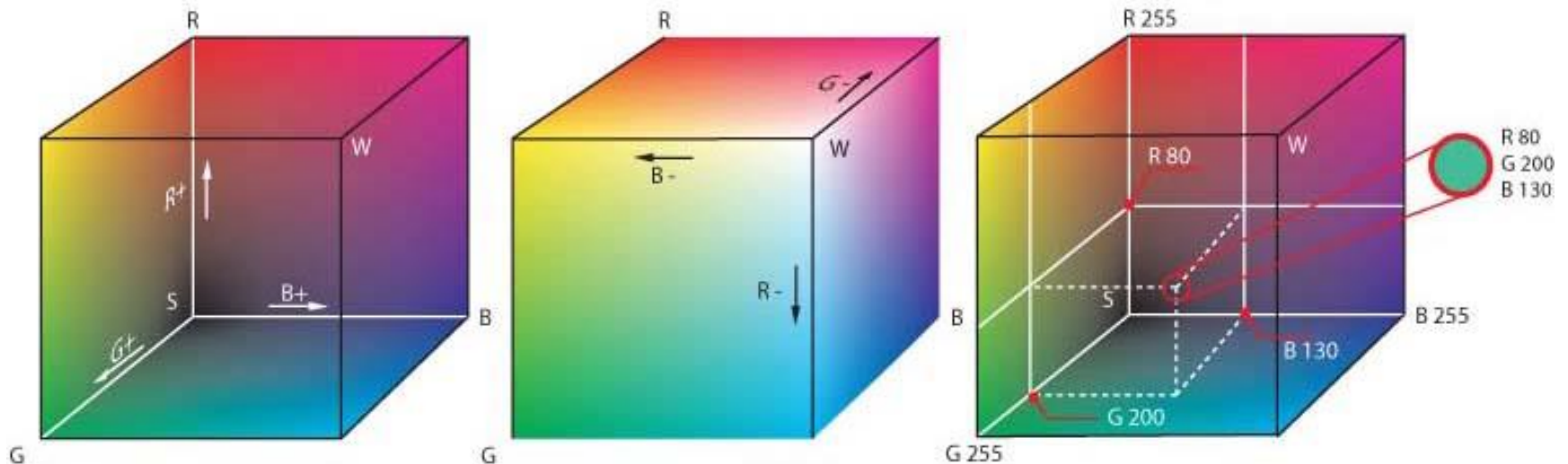
- Each point is a **pixel** with amplitude:
 - $f(x,y)$
- An image is a matrix with size $N \times M$

$$M = \begin{bmatrix} (0,0) & (0,1) & \dots \\ (1,0) & (1,1) & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$



Colour Space

- Colour space
 - Coordinate system
 - Subspace: One colour -> One point
- RGB is very popular



Manipulação de Pixels Individuais

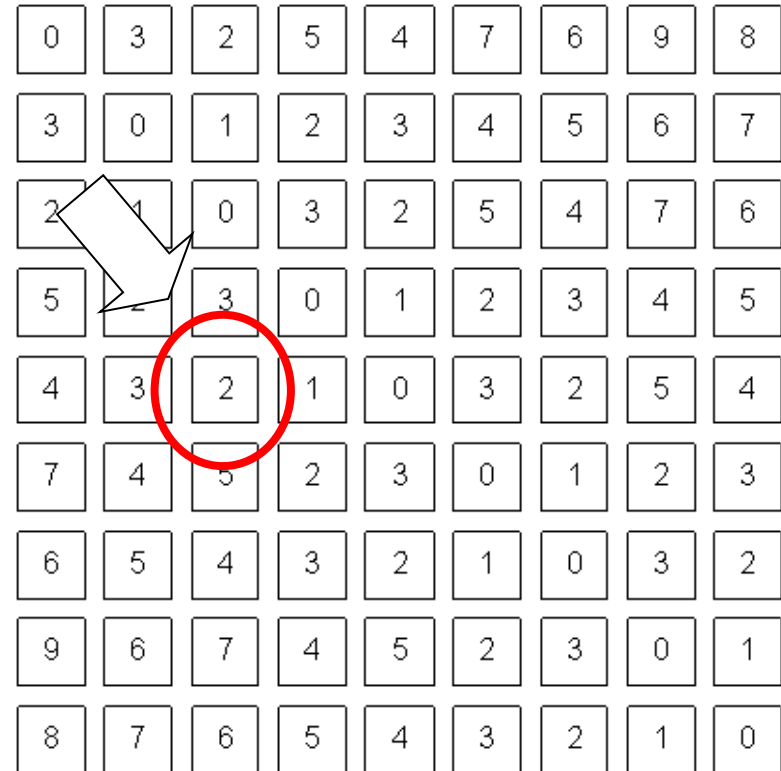
Pixel Manipulation

- Let's start simple
- I want to change a single Pixel.

$$f(X, Y) = MyNewValue$$

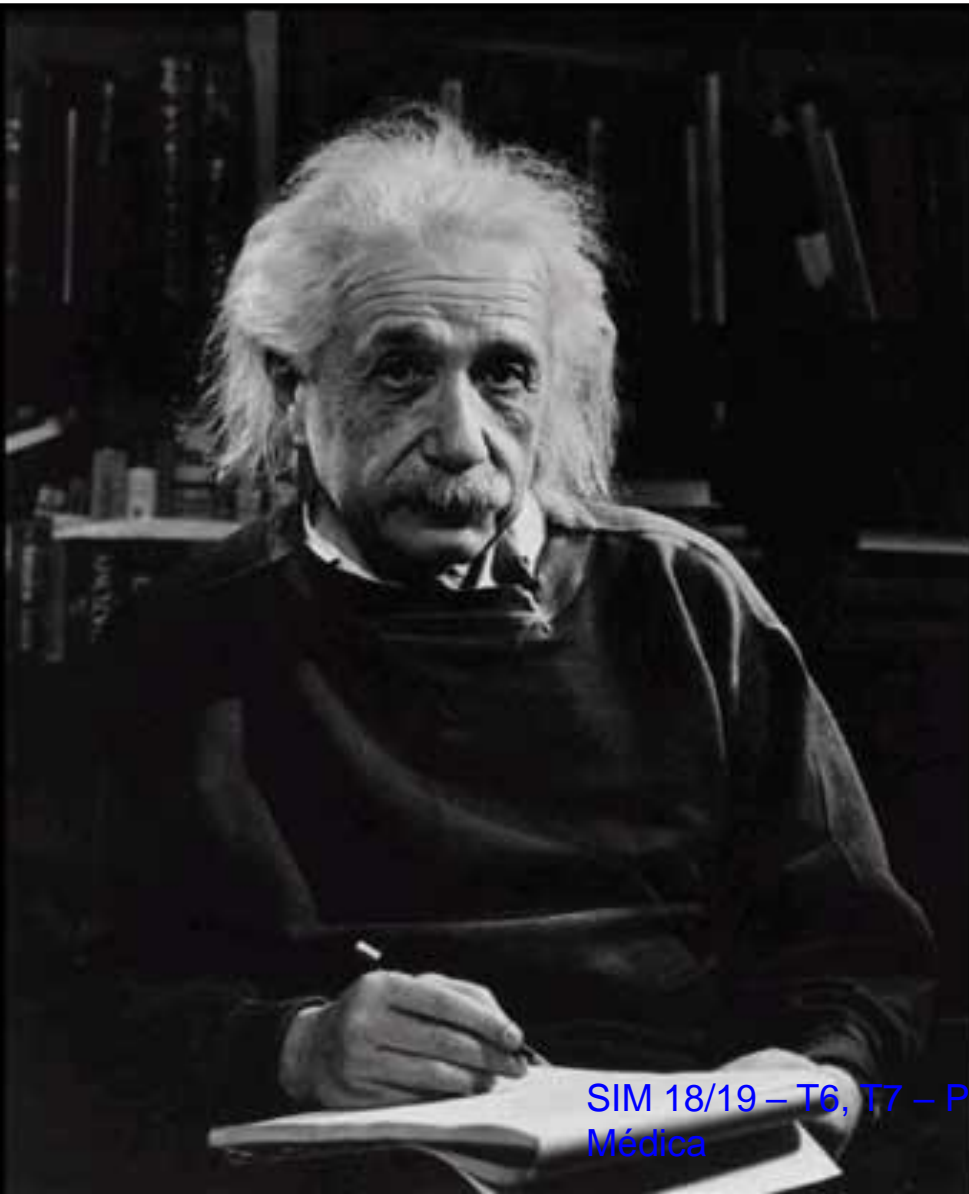
- Or, I can apply a transformation T to all pixels individually.

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

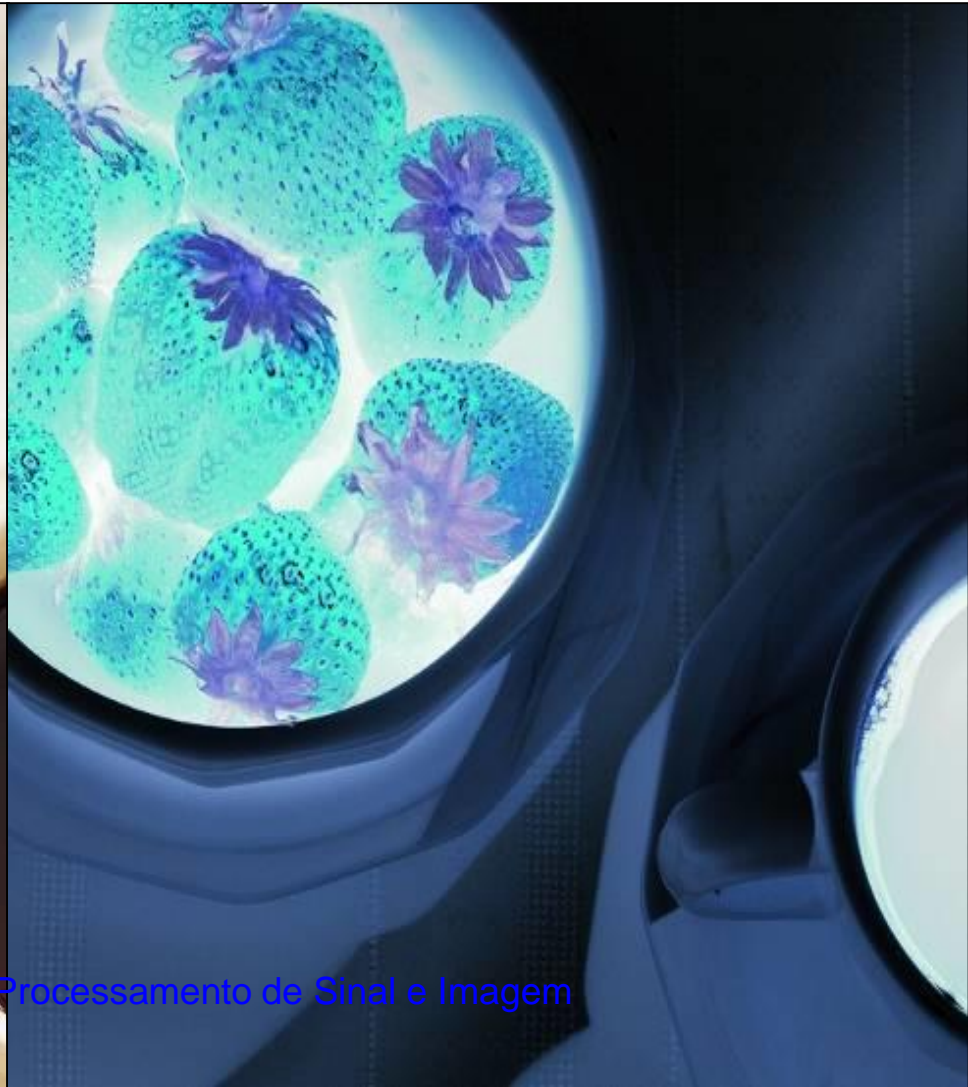


0	3	2	5	4	7	6	9	8
3	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	3	2	5	4	7	6
5	4	3	0	1	2	3	4	5
4	3	2	1	0	3	2	5	4
7	4	5	2	3	0	1	2	3
6	5	4	3	2	1	0	3	2
9	6	7	4	5	2	3	0	1
8	7	6	5	4	3	2	1	0

Negative



Colour Negative



Pseudocolour



Colour Slicing

A woman in a red dress stands on a rooftop at night, looking out over a city skyline. The scene is mostly black and white, with the woman's dress being the only color. The city lights are visible in the background.

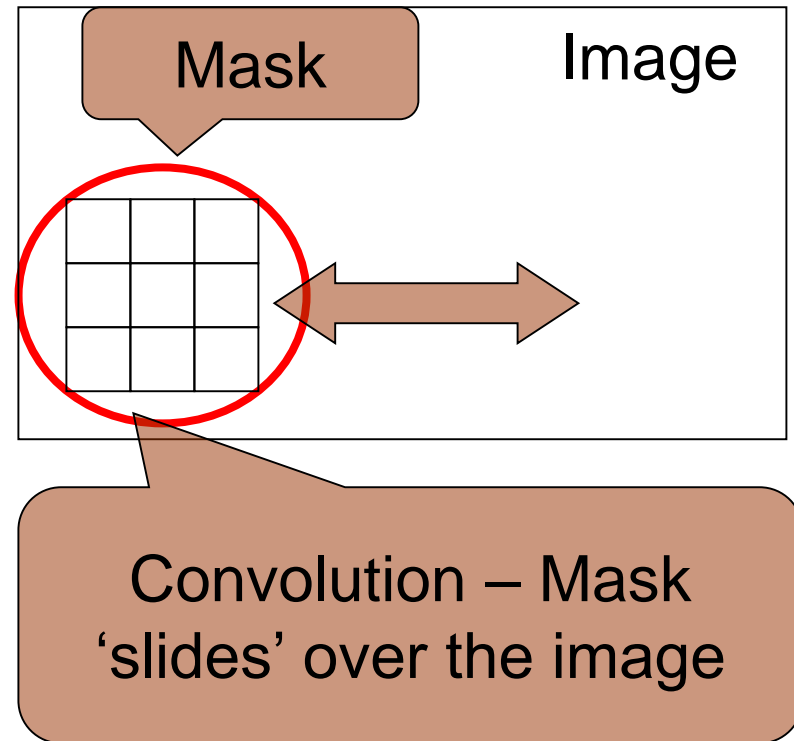
Chroma Key



Filtros Digitais

Convolution with a Filter Matrix

- Simple way to process an image.
- Mask defines the processing function.
- Corresponds to a multiplication in frequency domain.

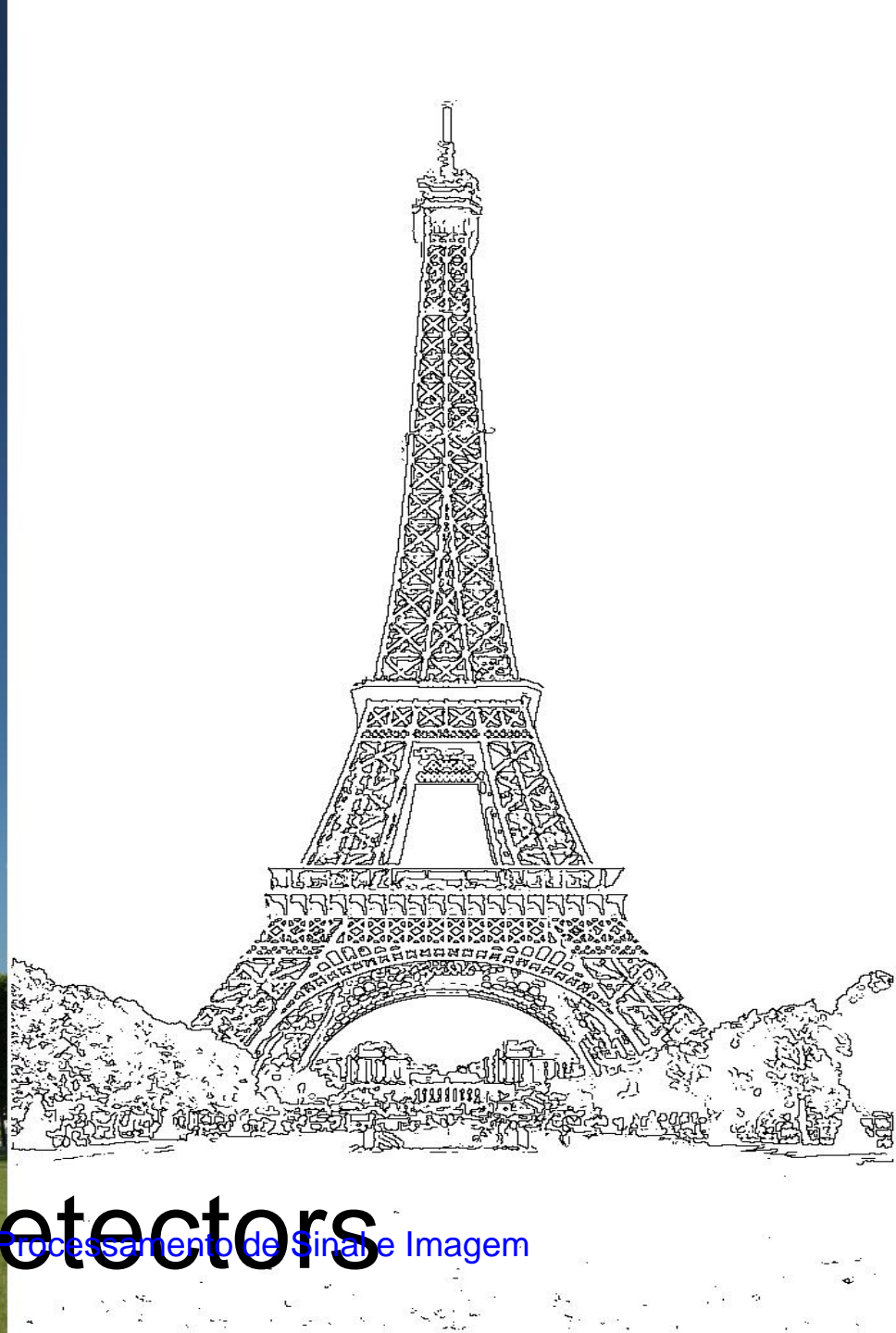


Depth of Field Blurring

The image shows a Minecraft-style landscape. In the foreground, a wooden pillar is positioned on the right side, its texture appearing sharp and detailed. The ground is covered in green grass blocks. In the middle ground, there are several green bushes and trees. In the background, a pink cow is visible on a grassy slope. The sky is blue with a few white clouds. The overall scene is rendered with a depth of field effect, where the foreground pillar is in sharp focus and the background elements are blurred.

Anti-Aliasing





Edge Detectors

SIM 18/19 – T6, T7 – Processamento de Sinal e Imagem Médica



Colour Edge Detectors

SIM 18/19 — T6, T7 — Processamento de Sinal e Imagem Médica

Processamento Avançado

Optical Flow

The image shows a street scene with a white car in the distance. The entire scene is overlaid with a dense field of small arrows representing optical flow. The arrows are colored green and red. The green arrows are generally oriented vertically, pointing downwards, indicating a downward motion of the background. The red arrows are generally oriented horizontally, pointing to the right, indicating a rightward motion of the foreground. This suggests a camera movement that is both panning right and tilting down.



X-Ray

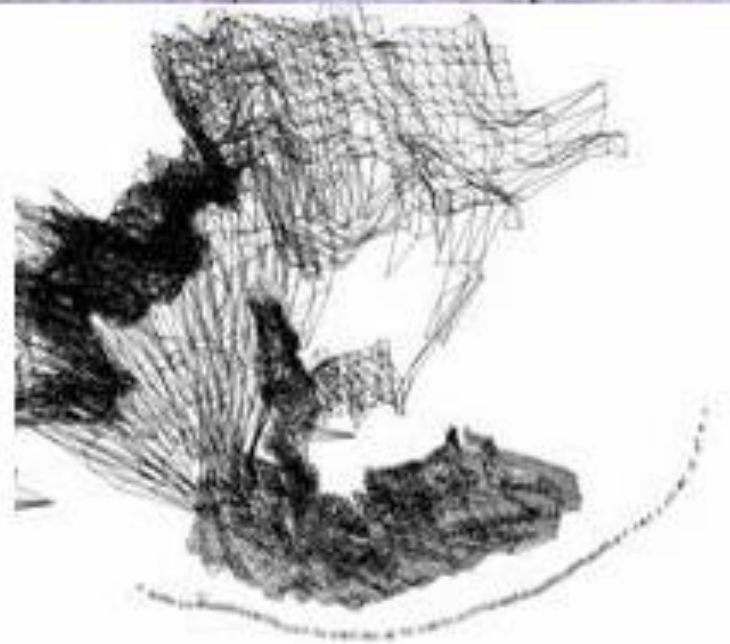
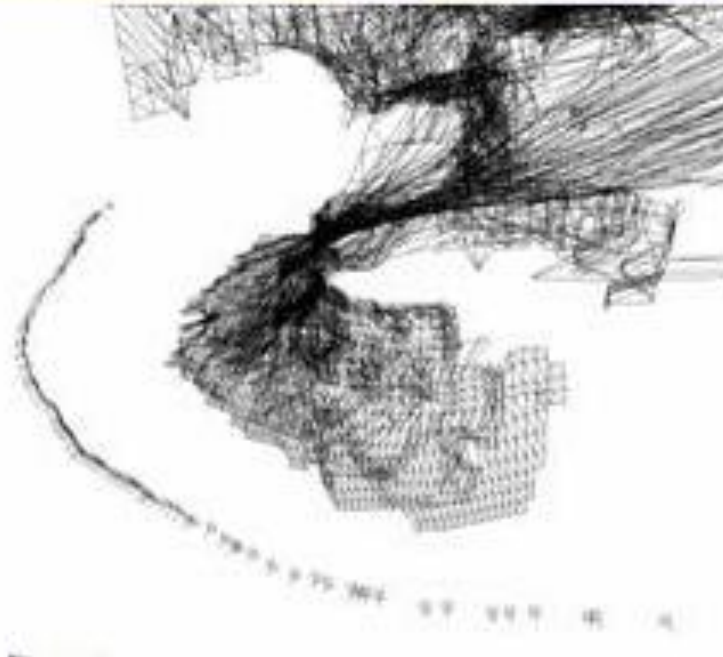
Traveler

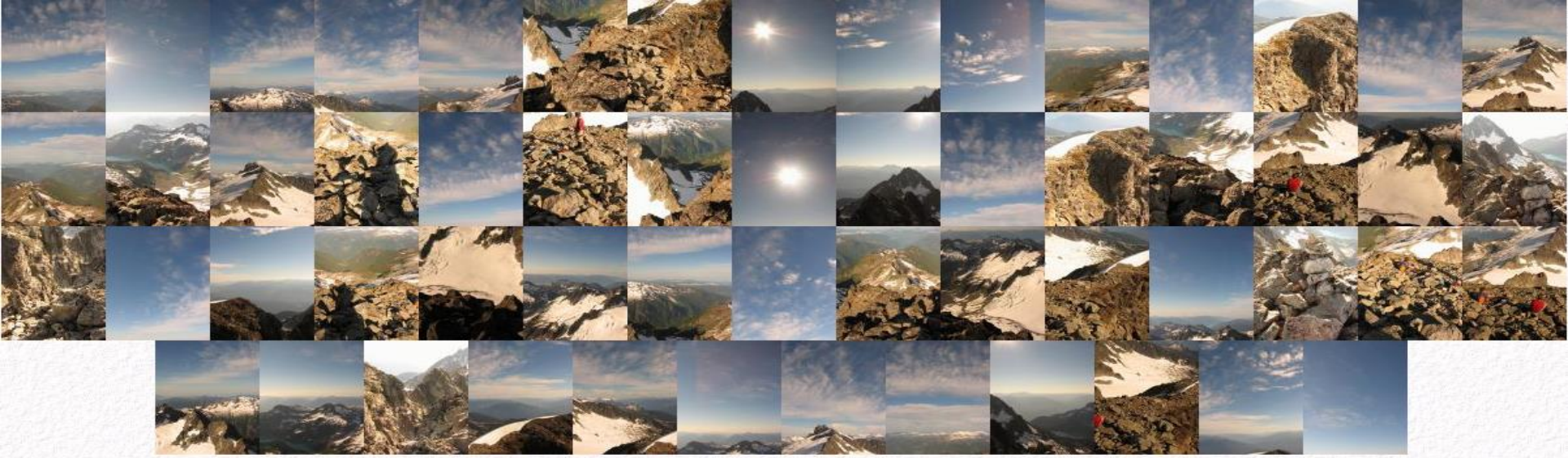


Motion Quantification

SIM 18/19 – T6, T7 – Processamento de Sinal e Imagem Médica

Structure from Motion

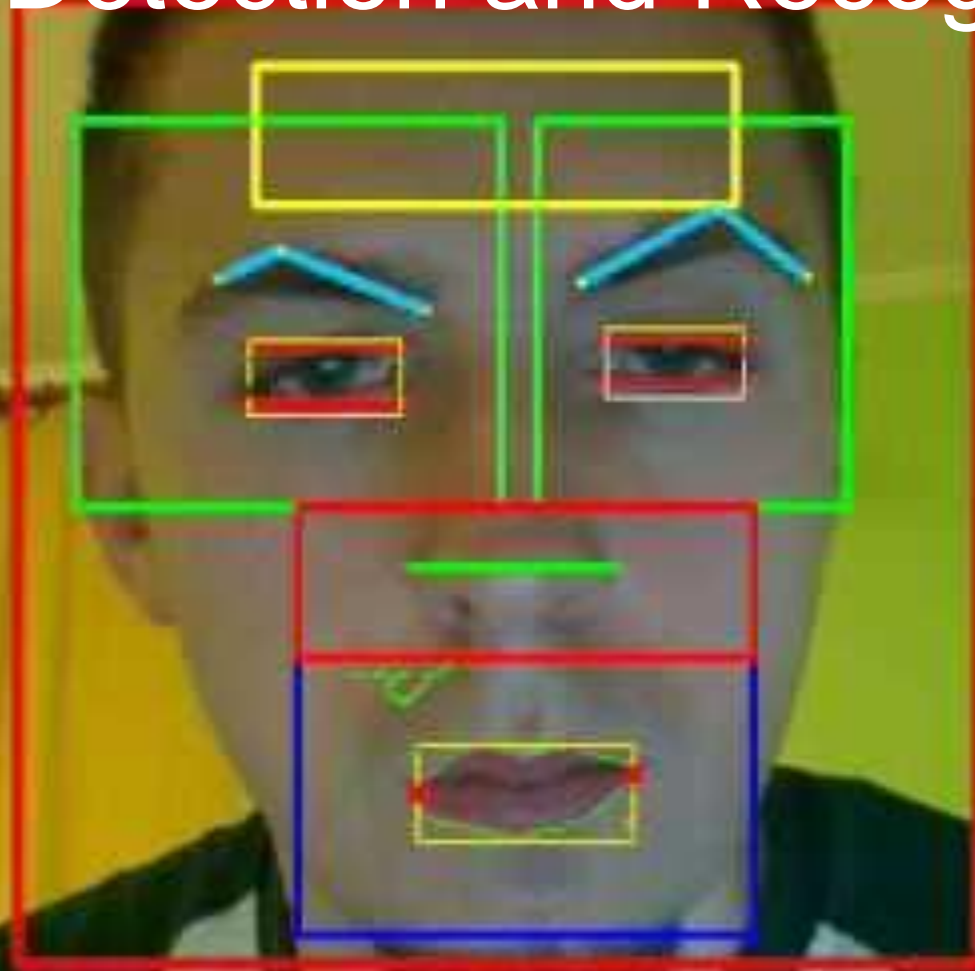




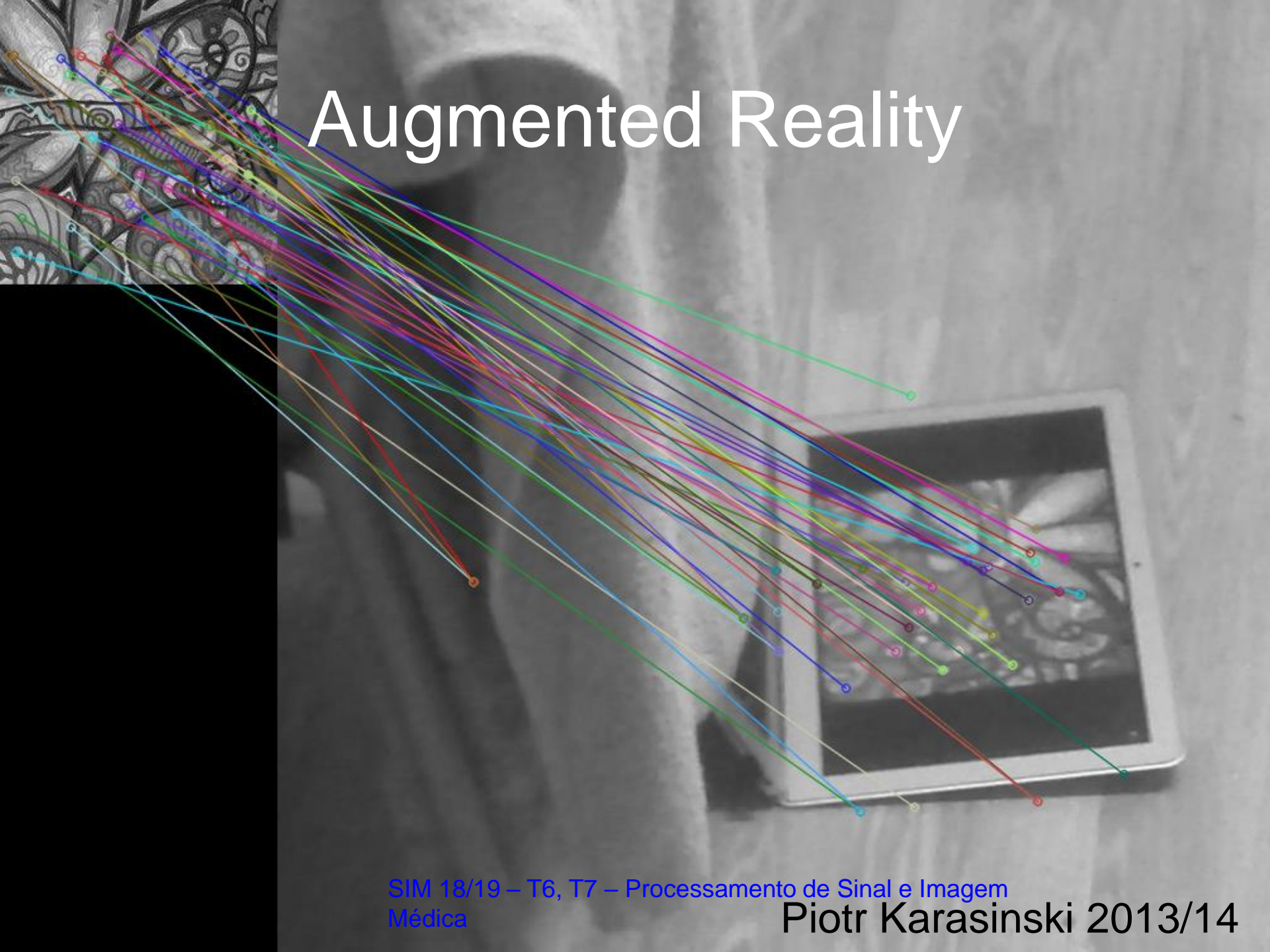
SIM 18/19 – T6, T7 – Processamento de Sinal e Imagem Médica

Mosaicing

Facial Detection and Recognition



Augmented Reality



Como é que eu faço isto
tudo?

Platforms and Source Code

- **Computer Vision DCC**

- Lecture notes
- JAVA platform
- Android platform

http://www.dcc.fc.up.pt/~mcoimbra/lectures/vc_1415.html

- **OpenCV**

- Free to use, lots of algorithms, C

<http://opencv.org/>

- **Gonzalez & Woods book**

Ou então escreve-me...

mcoimbra@fc.up.pt