

## Segmentação de Imagem

- Tem por objectivo dividir a imagem em regiões ou objectos, segundo um critério
- Frequentemente, o resultado não é uma imagem, mas um conjunto de regiões/objectos
- A precisão da fase de segmentação determina o sucesso ou falha dos procedimento de análise de imagem por computador
- A segmentação pode seguir duas estratégias genéricas:
  - **Descontinuidade** – A partição da imagem é efectuada com base nas alterações bruscas de intensidade (ex., detecção de contornos)
  - **Similaridade** – A partição é efectuada com base na similaridade entre pixels, seguindo um determinado critério (ex., binarização, crescimento de regiões, divisão e junção de regiões)

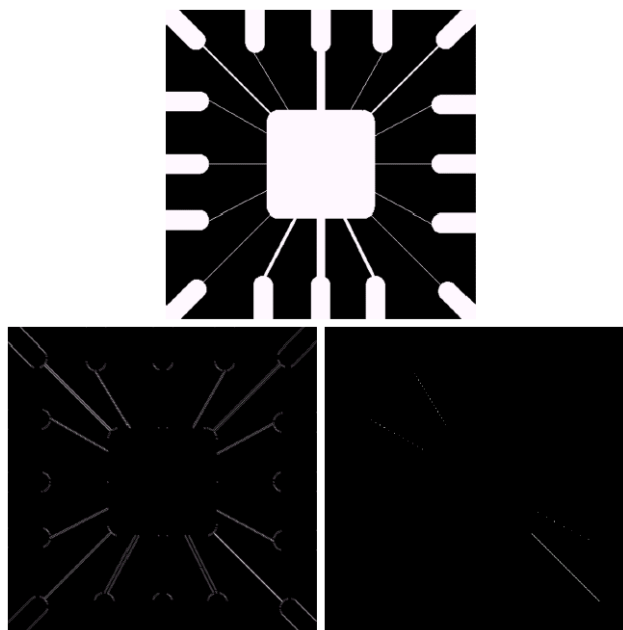
### • Detecção de descontinuidades

- **Detecção de linhas** – Os filtros de convolução passa-alto possuem um resposta mais forte nas zonas de descontinuidade

Filtros para detecção de linhas, colunas e diagonais:

-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	2	-1	2	-1	-1
2	2	2	-1	2	-1	-1	2	-1	-1	2	-1
-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2
Horizontal			+45°			Vertical			-45°		

Resultado do filtro -45°



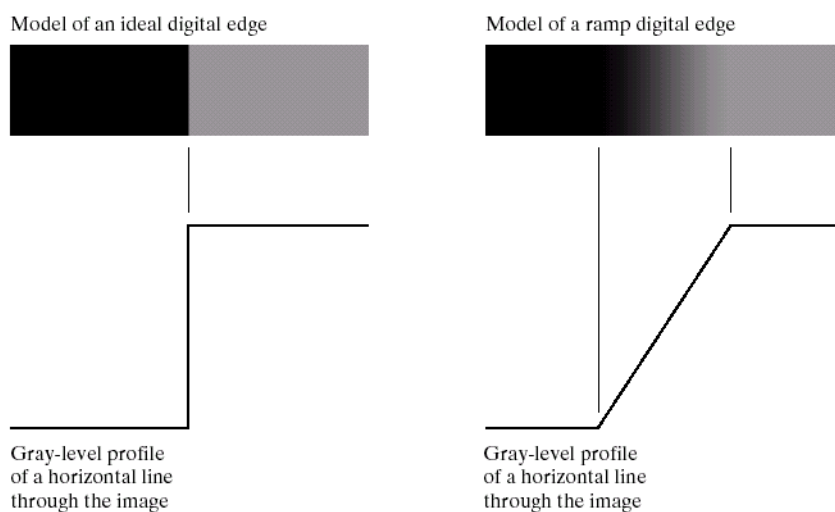
# Segmentação de Imagem

## • Detecção de descontinuidades (cont.)

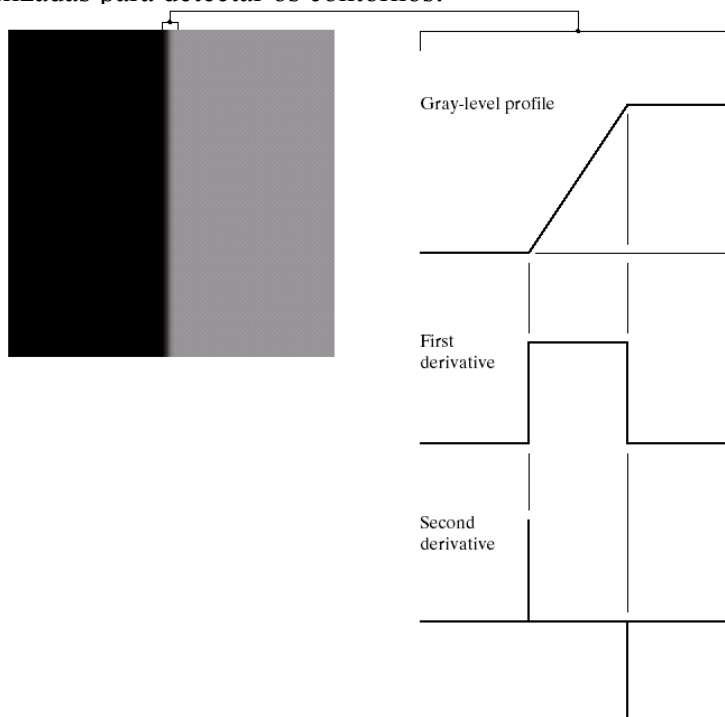
- **Detecção de contornos** – Geralmente efectuada através do cálculo da 1ª ou 2ª derivadas da imagem

Abordagem mais utilizada para detecção de descontinuidades

A existência de imperfeições no processo de aquisição de imagem faz com que os contornos sejam “rampas”:



A magnitude da primeira derivada e as passagens por zero da segunda derivada podem ser utilizadas para detectar os contornos:

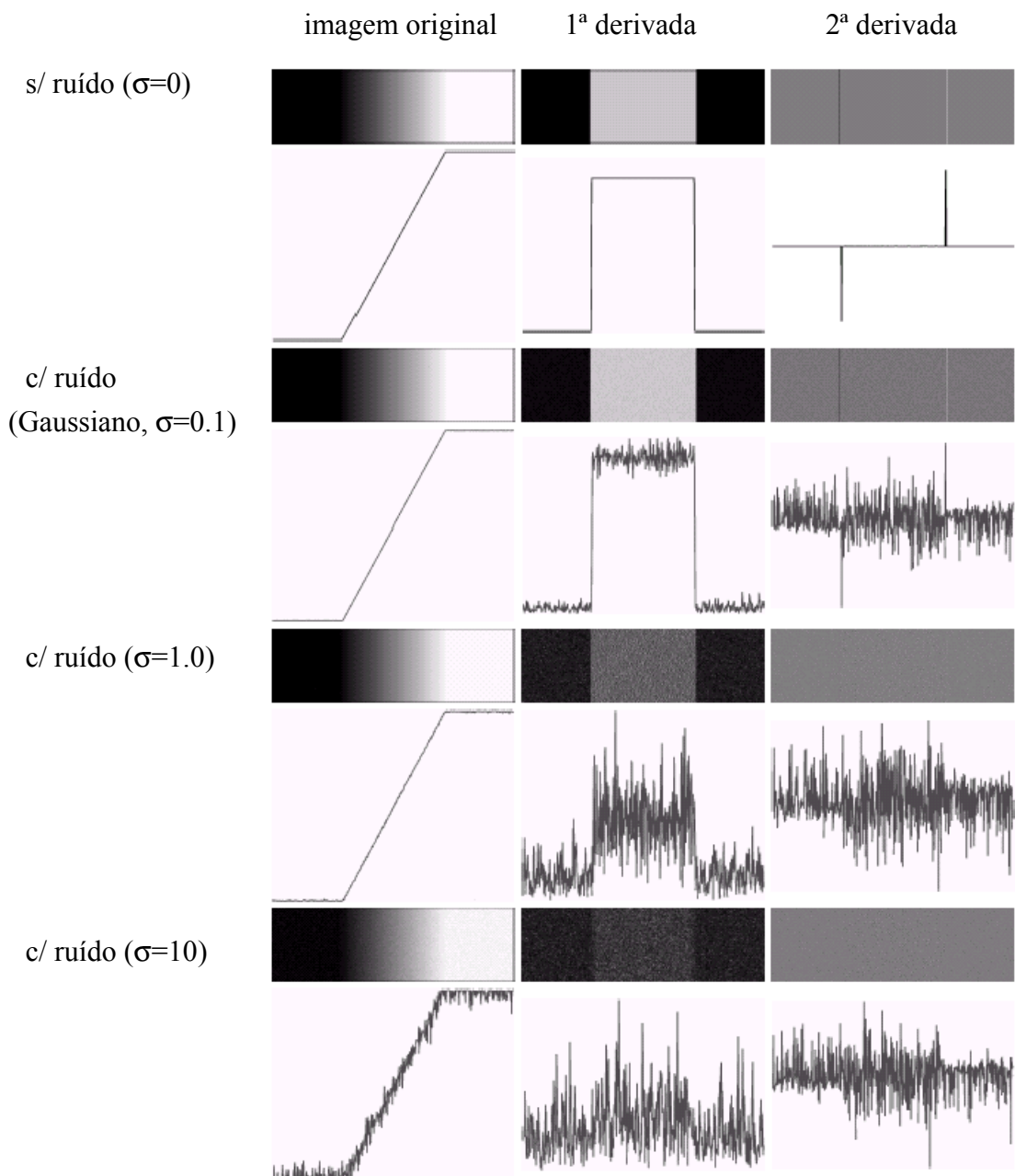


# Segmentação de Imagem

## • Detecção de descontinuidades (cont.)

### • Detecção de contornos (cont)

**Problema:** os filtros passa-alto (i.é., primeira e segunda derivadas) são muito sensíveis ao ruído



Solução: utilizar um filtro passa-baixo antes de efectuar a detecção de contornos

# Segmentação de Imagem

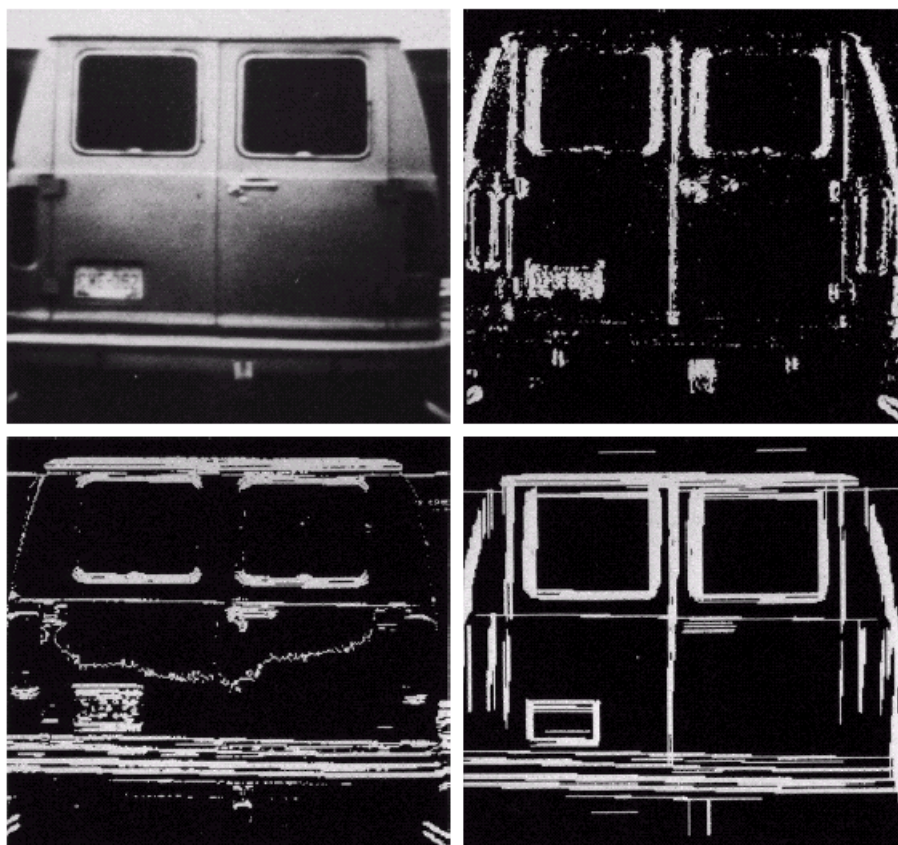
## • Detecção de descontinuidades (cont.)

- **Junção de contornos e detecção de fronteiras** – A detecção de contornos tende a introduzir contornos que não estão ligados entre si. É necessário um pós-processamento para ligar os vários fragmentos

- **Processamento local** – a magnitude do gradiente indica a intensidade do contorno; a direcção do vector gradiente é perpendicular à direcção do contorno. Um pixel  $(x,y)$  pode ser adicionado a um contorno se:
  - o A diferença entre a magnitude do gradiente nesse pixel e a de um vizinho, pertencente ao contorno, é menor que um valor definido ( $E$ ):
    - $|\nabla f(x,y) - \nabla f(x_0,y_0)| \leq E$
  - o A diferença entre a direcção do gradiente nesse pixel e a de um vizinho, pertencente ao contorno, é menor que um valor definido ( $A$ ):
    - $|\nabla \alpha(x,y) - \nabla \alpha(x_0,y_0)| \leq A$

a b  
c d

**FIGURE 10.16**  
(a) Input image.  
(b)  $G_y$  component of the gradient.  
(c)  $G_x$  component of the gradient.  
(d) Result of edge linking. (Courtesy of Perceptics Corporation.)



# Segmentação de Imagem

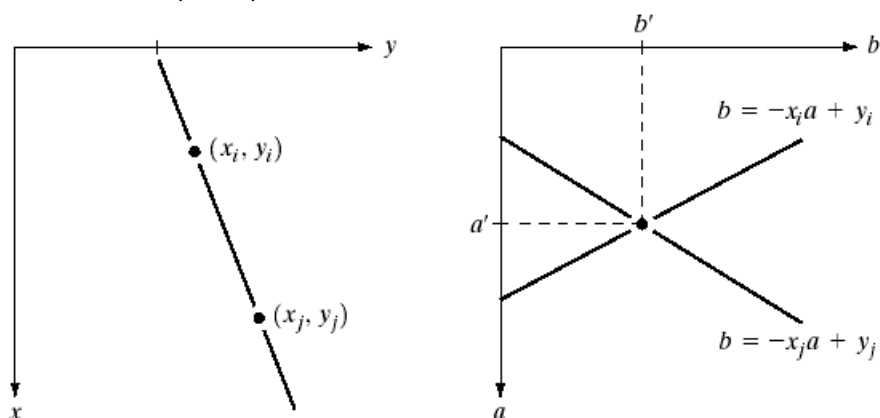
## • Detecção de descontinuidades (cont.)

### • Junção de contornos e detecção de fronteiras (cont)

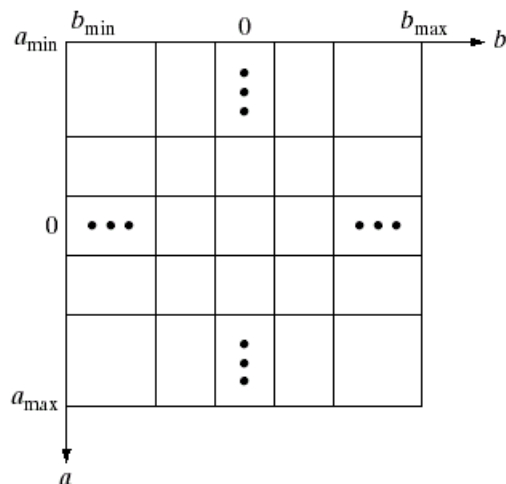
- **Processamento global via transformada de Hough** – A imagem é processada para verificar se existem contornos com uma forma pré-definida (rectas, círculos, etc.)

#### Detecção de rectas

- o Todas as rectas que passam por um ponto  $(x_i, y_i)$  possuem a seguinte forma  $b = -x_i a + y_i$



- o Construindo uma matriz que representa todas as rectas possíveis e incrementando todos os elementos correspondentes às rectas que passam por cada ponto é possível saber as rectas que existem na imagem (valores elevados da matriz)



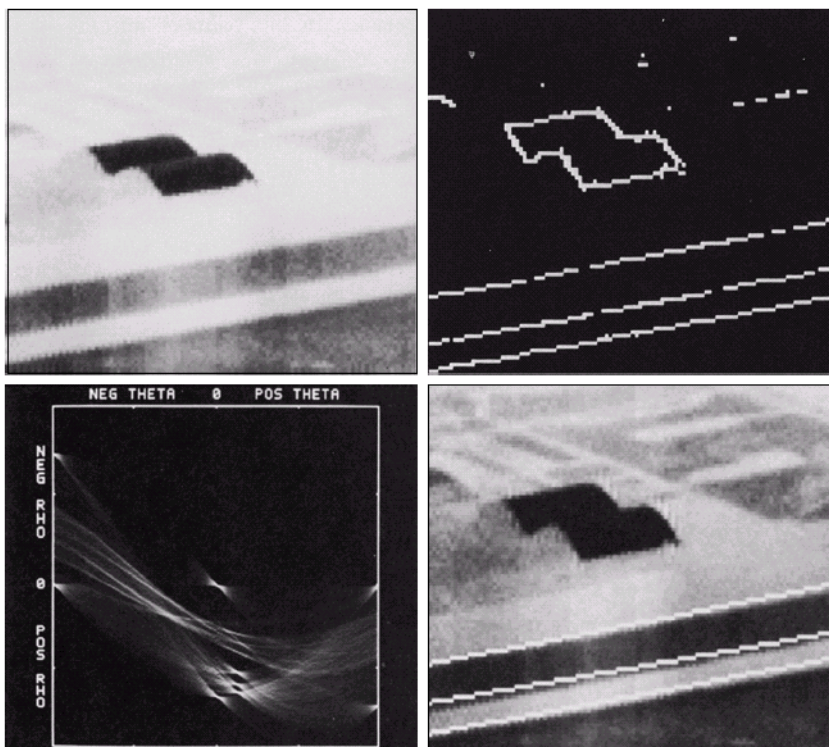
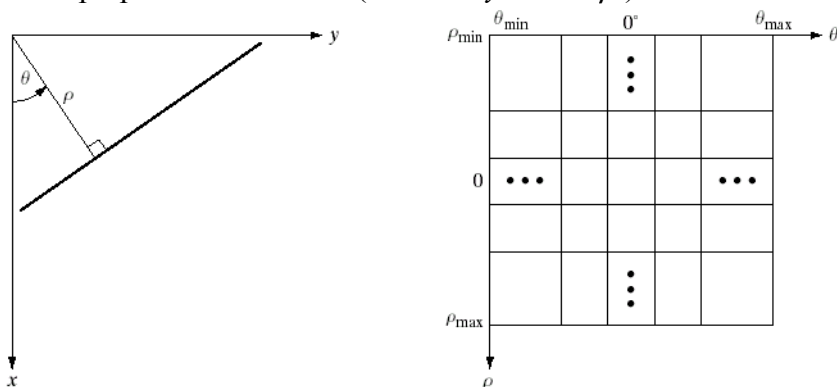
# Segmentação de Imagem

## • Detecção de descontinuidades (cont.)

### • Junção de contornos e detecção de fronteiras (cont)

#### - Processamento global via transformada de Hough (cont)

- O problema da equação da recta tradicional é que não consegue lidar com rectas verticais (o declive é infinito). Como alternativa é utilizado um modelo representa a distância da recta à origem e o ângulo da perpendicular à recta ( $x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$ ):



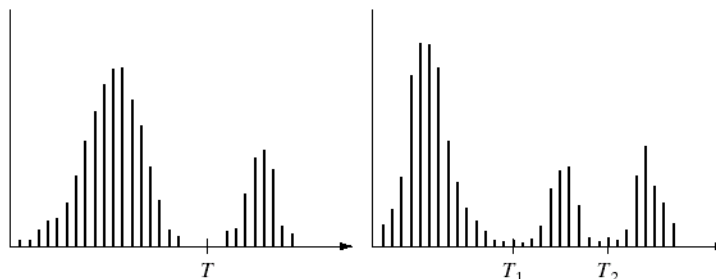
A transformada de Hough pode ser generalizada para outros tipos de formas geométricas



# Segmentação de Imagem

## • Binarização

Separa os objectos do fundo da imagem através da análise do histograma

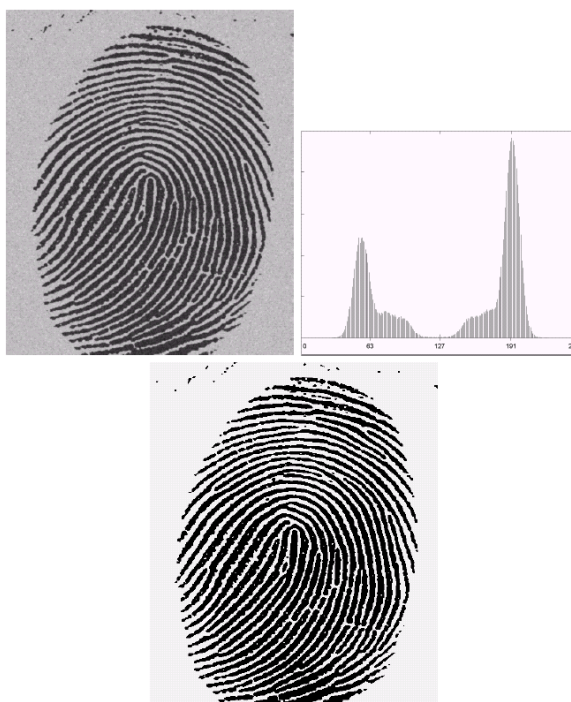


- **Global simples** – É atribuída uma cor ao fundo da imagem e uma cor diferente ao objecto

$$g(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{se } f(x, y) < T \\ 1 & \text{se } f(x, y) \geq T \end{cases}$$

- **Global múltipla** – É atribuída uma cor ao fundo da imagem e uma cor diferente cada objecto da imagem

$$g(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{se } f(x, y) < T_1 \\ 1 & \text{se } T_1 \leq f(x, y) < T_2 \\ 2 & \text{se } T_2 \leq f(x, y) < T \\ \dots & \end{cases}$$

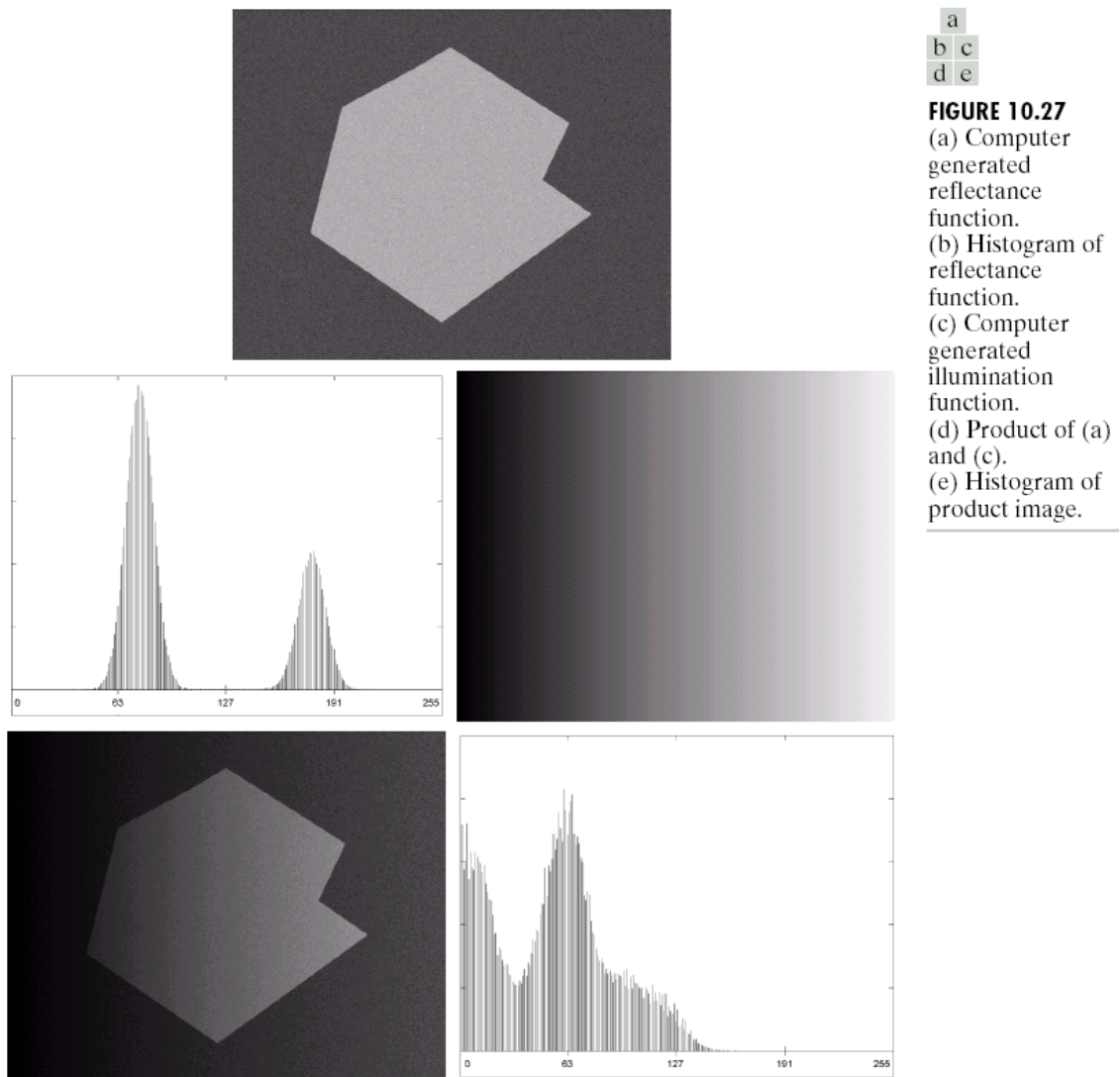


a b  
c  
**FIGURE 10.29**  
(a) Original image. (b) Image histogram. (c) Result of segmentation with the threshold estimated by iteration. (Original courtesy of the National Institute of Standards and Technology.)

# Segmentação de Imagem

## • Binarização

Problema: A binarização global (com base no histograma) pode ter problemas com variações locais de tom (originadas por sombras ou devido à iluminação)



**Solução 1: Binarização adaptativa** - utilizar informação local (histograma calculado num vizinhança do ponto)

Exemplo:

$$t(i, j) = k\sigma(i, j) + \overline{v(i, j)}$$

**Solução 2: Segmentação baseada em regiões**

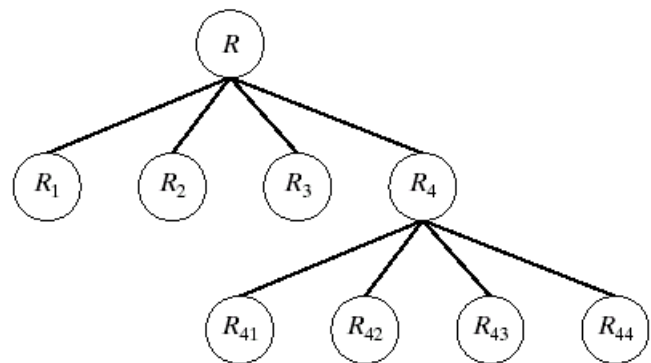
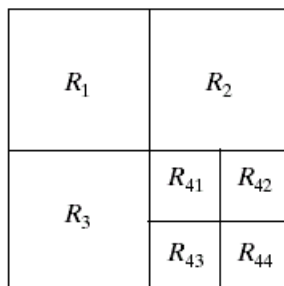


# Segmentação de Imagem

## • Baseada em Regiões

Tipo de segmentação mais utilizado quando existem várias regiões nas imagens

- **Aumento de regiões** – o processo é iniciado com um conjunto de pixels semente, aos quais vão sendo adicionados mais pixels que obedecem a um critério estabelecido
  - O critério de aumento da região é específico de cada problema, podendo ser baseado no tom ou cor dos pixels, e considerar a “história” da região
  - É necessário estabelecer um critério de paragem
  - Os resultados podem depender das “sementes” iniciais!
- **Divisão e junção de regiões** – A imagem é recursivamente dividida em regiões até estas verificarem uma determinada condição. Posteriormente, as sub-regiões adjacentes, que verificarem uma condição, são reunidas numa só



## • Utilização de movimento na segmentação

- Os objectos em movimento numa sequência de imagens podem ser detectados calculando a diferença entre duas imagens
- Para minimizar o impacto do ruído podem ser utilizadas as diferenças acumuladas entre várias imagens
- A imagem de referência pode ser obtida quando o objecto se deslocou completamente da sua posição inicial

# Operadores Morfológicos

Melhoram a forma das regiões/objectos obtidos no processo de segmentação

## • Principais operadores

- **Erosão** - os pixels mais exteriores da região são removidos
- **Dilatação** - é acrescentada mais uma camada de pixels à região
- **Opening** – erosão seguida de uma dilatação
- **Closing** – dilatação seguida de uma erosão

## • Aplicações

- Remoção de pequenas regiões
- Remoção de buracos em regiões
- Suavização da forma dos contornos
- Esqueletização

## • Inconvenientes

- Erosão
  - Divisão de uma região em duas
  - Eliminação de pequenas regiões (ruído?)
- Dilatação
  - Junção de duas regiões numa só
  - Enchimento de pequenas concavidades (ruído?)

## • Esqueletização ou transformação do eixo médio

- Transforma um objecto num conjunto de linhas que representam o seu esqueleto
- Utilizado para reconhecimento de objectos, uma vez que o esqueleto de uma região tende a variar menos do que a forma da região.

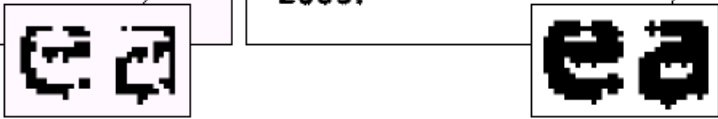
# Operadores Morfológicos

## • Exemplos

### • Dilatação

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



0	1	0
1	1	1
0	1	0

### • Detecção de contornos - subtração da imagem após a erosão à imagem inicial



# Operadores Morfológicos

## • Exemplos

### • Algoritmo de esqueletização

Consiste em remover os pixels do objecto que não pertençam a linhas

#### Numerar vizinhança (3x3)

	$P_9$	$P_2$	$P_3$
	$P_8$	$P_1$	$P_4$
	$P_7$	$P_6$	$P_5$

#### Repetir

#### • 1ª Passagem - Remover $P_1$ se

- i)  $2 \leq N(P_1) \leq 6$ ,       $N(P_1)$  - número de vizinhos a '1'
- ii)  $S(P_1) = 1$ ,       $S(P_1)$  - nº de transições 0-1 na seq.  $P_2, P_3, \dots, P_9$
- iii)  $\overline{P_4} + \overline{P_6} + \overline{P_2} \overline{P_8} = 1$

#### • 2ª Passagem - Remover $P_1$ se

- Substituir iii) por
- iv)  $\overline{P_2} + \overline{P_8} + \overline{P_4} \overline{P_6} = 1$

Até não remover mais pixel