



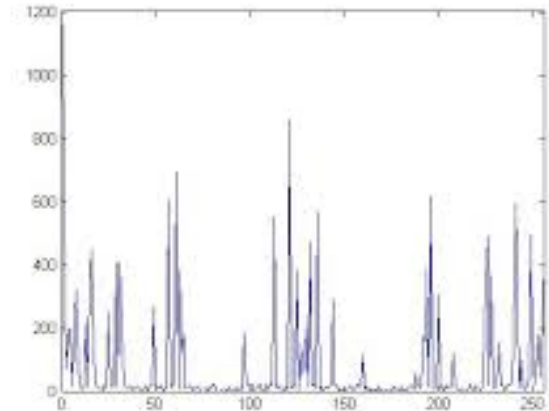
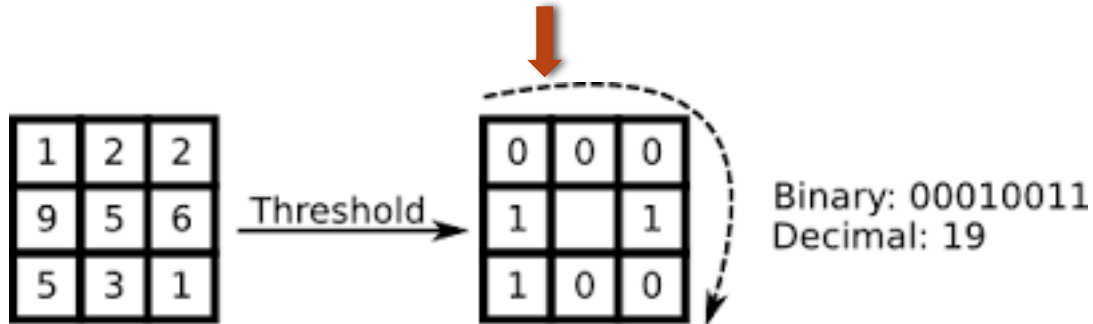
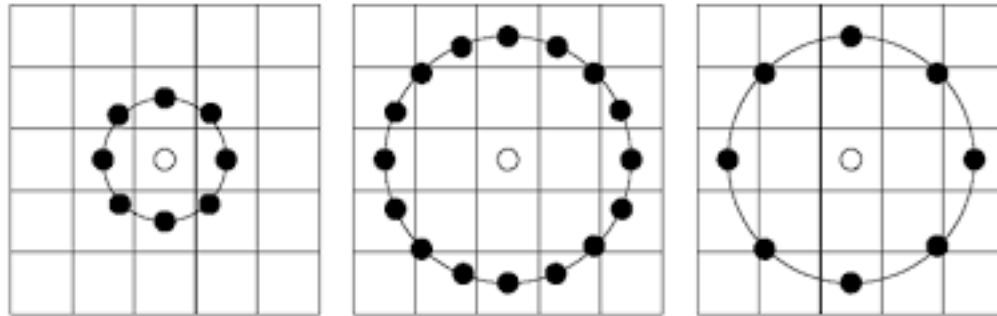
Introdução a Local Binary Patterns (LBP)

Prof. Dr. Geraldo Braz Junior

Local Binary Pattern (LBP)

- Proposto como uma maneira eficiente e simples de descrever textura
 - E pode ser utilizado com outros descritores, como HOG
- Recentemente, análise de expressões faciais baseadas em padrão binário local (LBP) e suas variantes ganharam muita popularidade pelas seus desempenhos superiores.
- O método LBP extrai informação de textura local por estabelecer um limiar para um número P de vizinhos, no valor do pixel central em uma vizinhança local.

Funcionamento



Funcionamento

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(i_p - i_c) 2^p$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

Local Binary Pattern (LBP)

- Prós:
 - Computacionalmente eficiente e robusto a variação monotônica de iluminação.
 - Simples.
- Limitações:
 - Desempenho ruim na presença de ruídos aleatórios
 - Considera apenas o sinal da diferença entre dois valores de cinza, descartando a magnitude.

Uma boa Variante

- Compound Local Binary Pattern (CLBP)
- Atribui um código de **2P bits** ao pixel central baseado nos valores de cinza de uma vizinhança local que compreende P vizinhos.
- Usa dois bits para cada vizinho para representar o **sinal**, bem como a informação de **magnitude** da diferença entre o centro e seus vizinhos.
- O primeiro bit representa o sinal de diferença entre o centro e o vizinho e o segundo bit é usado para codificar a magnitude da diferença com relação a um valor limitante, nesse caso a **magnitude média**.

CLBP - Funcionamento

$$s(i_p, i_c) = \begin{cases} 00 & i_p - i_c < 0, & |i_p - i_c| \leq M_{avg} \\ 01 & i_p - i_c < 0, & |i_p - i_c| > M_{avg} \\ 10 & i_p - i_c \geq 0, & |i_p - i_c| \leq M_{avg} \\ 11 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Onde M_{avg} é a magnitude média da diferença entre o centro e os vizinhos de interesse

CLBP - Funcionamento

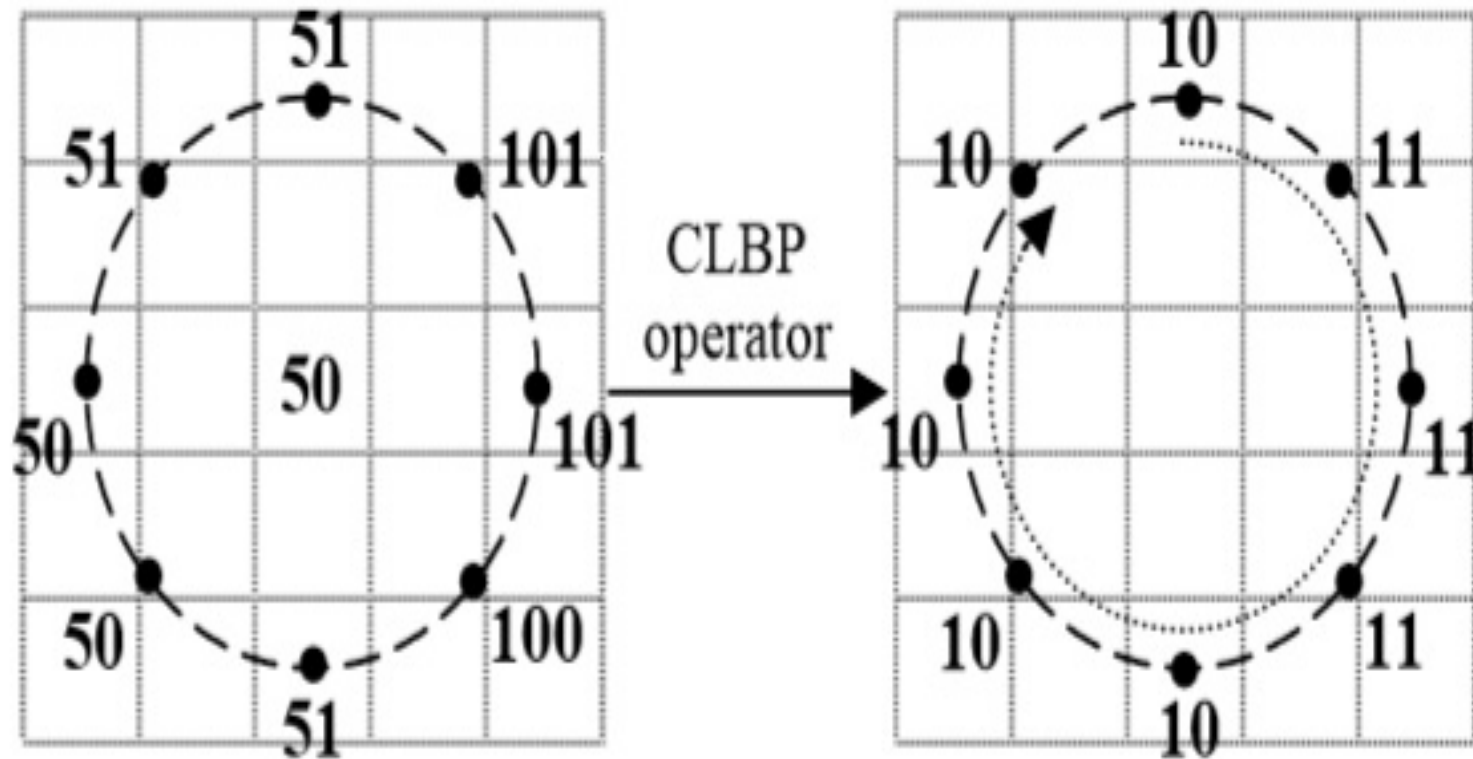


Figure 3. Illustration of the basic CLBP operator. Here, the binary pattern is 1011111110101010.

CLBP - Características

- Como códigos de 16 bits são usados para classificar os pixels, o número de padrões binários possíveis é de 2^{16} .
- Para diminuir o número de padrões possíveis, é feita uma abordagem onde todos os padrões CLBP são divididos em dois sub-CLBP.
- Esse método reduz significativamente o número de possíveis padrões, resultando em um total de 2^8 diferentes padrões sub-CLBP.
- Os dois padrões sub-CLBP são tratados como códigos binários separados e posteriormente combinados durante a geração do vetor de características.

CLBP - Características

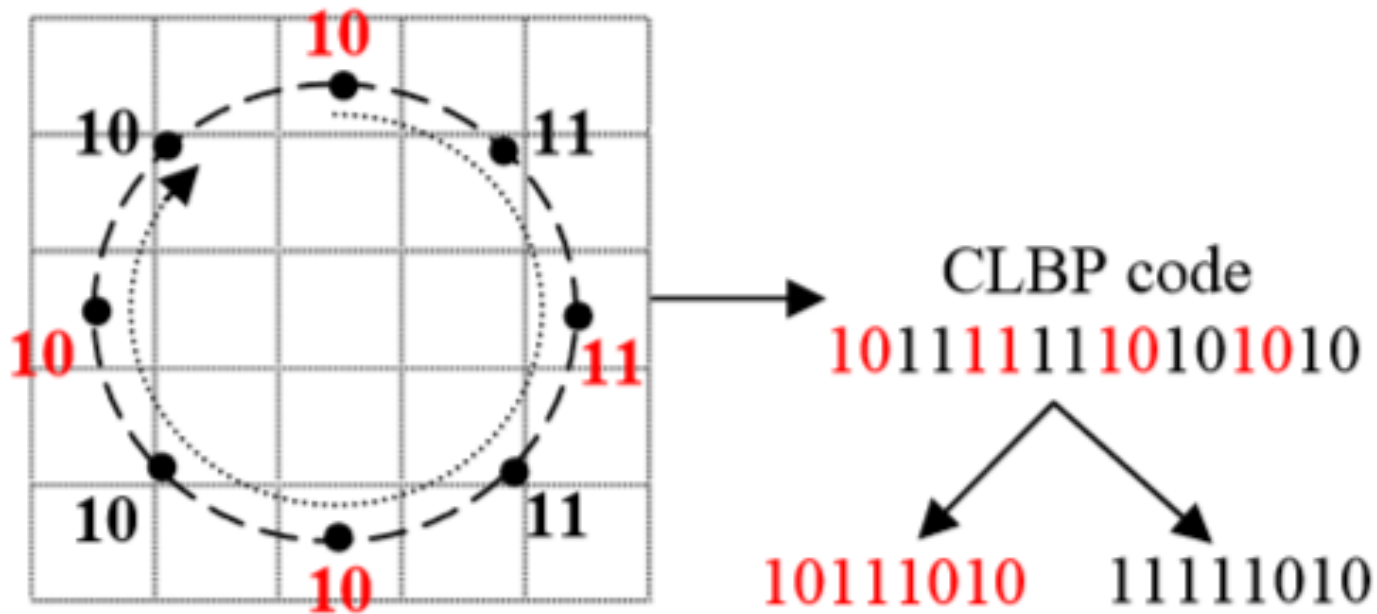


Figure 4. Generation of the two sub-CLBP patterns 10111010 and 11111010 from the original CLBP code 1011111110101010.

Representação de Características usando CLBP

1. O histograma de 16-bits do CLBP é dividido em 2 sub-padrões de 8-bits;
2. Depois estes dois sub-padrões são concatenados para gerar um único histograma.



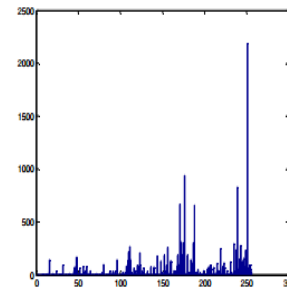
(a)



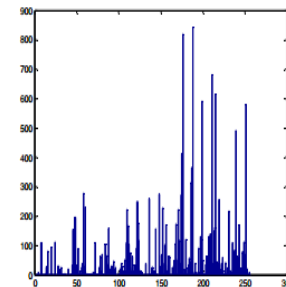
(b)



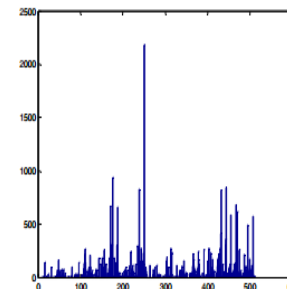
(c)



(d)



(e)



(f)

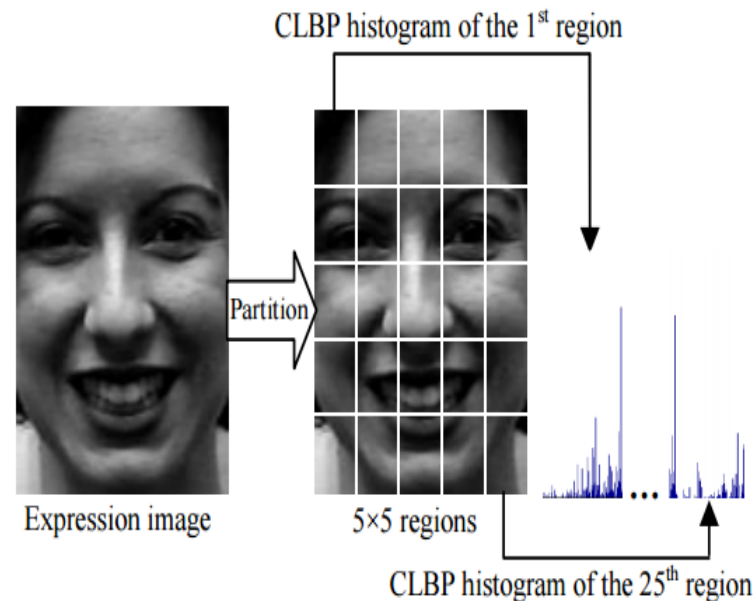
Figura: Exemplo do processo de geração do vetor de características.

Representação de Características usando CLBP

- Histogramas gerados pela codificação de toda uma imagem não contêm informações dos micro-padrões, somente ocorrências são expressas;
- A presença de informação local e relação espacial ajuda em uma melhor representação e descreve a imagem com maior acurácia.

Representação de Características usando CLBP

Cada imagem é particionada em um número de regiões individuais e histogramas individuais são gerados a partir destas regiões e após isso são concatenados visando incorporar algum grau de informação local.



Resultados Experimentais

- Faisal Ahmed, Emam Hossain, A.S.M. Hossain Bari and ASM Shihavuddin: Compound local binary pattern (CLBP) for robust facial expression recognition
- Base de imagens: Banco de dados de expressões faciais de Cohn-Kanade;
- 1224 imagens de 6 expressões emocionais;
- SVM



- Incluídas imagens 408 imagens neutras;
- Normalizadas a 150x110 pixels.

Resultados Experimentais

Operator	Classification rate (%) for different number of regions		
	3×3	5×5	7×6
LBP _{8,1}	79.3	89.7	90.1
LTP	87.3	92.3	93.6
CLBP	88.2	94.4	94.2

Tabela 1: Resultados Utilizando a base de 6 expressões faciais

Operator	Classification rate (%) for different number of regions		
	3×3	5×5	7×6
LBP _{8,1}	73.8	80.9	83.3
LTP	81.3	88.5	88.9
CLBP	82.1	90.4	89.2

Tabela 1: Resultados Utilizando a base de 7 expressões faciais

Existem vários outros tipos

- LQP: Local Quinary Pattern
- LTP: Local Ternary Pattern
- CS-LBP: Center Symmetric LBP
- EQP: Elogated Quinary Patterns
- LBPV: Local Binary Pattern Variance
- VLBP: Volume Local Binary Patterns
- LBP-TOP: LBP for Three Orthogonal Planes
- LPQ: Local Phase Quantization

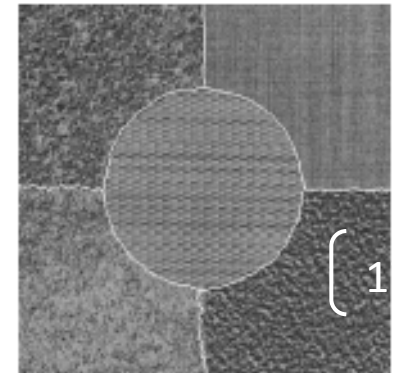
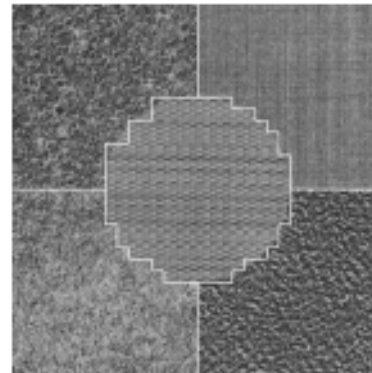
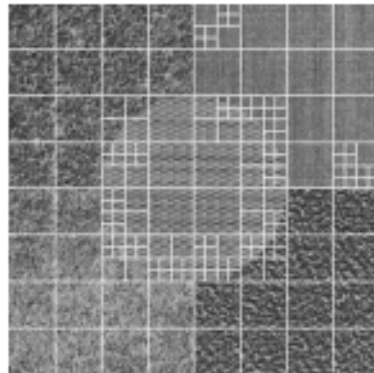
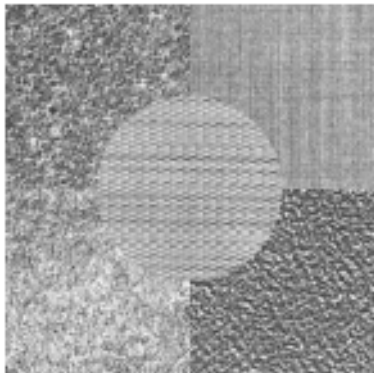
- E muitos outros!

Outras Aplicações

- Ojala T & Pietikäinen M (1999) Unsupervised texture segmentation using feature distributions. Pattern Recognition 32:477-486.

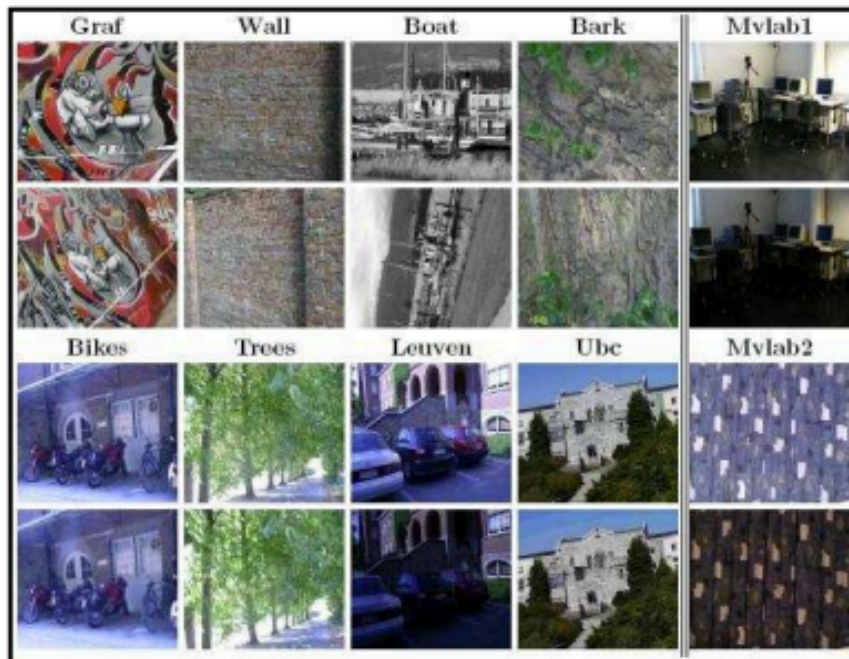
Segmentation algorithm consists of three phases:

1. hierarchical splitting
2. agglomerative merging
3. pixelwise classification



Outras Aplicações

- Heikkilä M, Pietikäinen M & Schmid C (2009) Description of interest regions with local binary patterns. Pattern Recognition 42(3):425-436.



- CS-LBP performed better than SIFT in image matching and categorization experiments, especially for images with illumination variations

Outras Aplicações

- Illumination invariance using LBP with NIR imaging S.Z. Li et al. [IEEE PAMI, 2007]



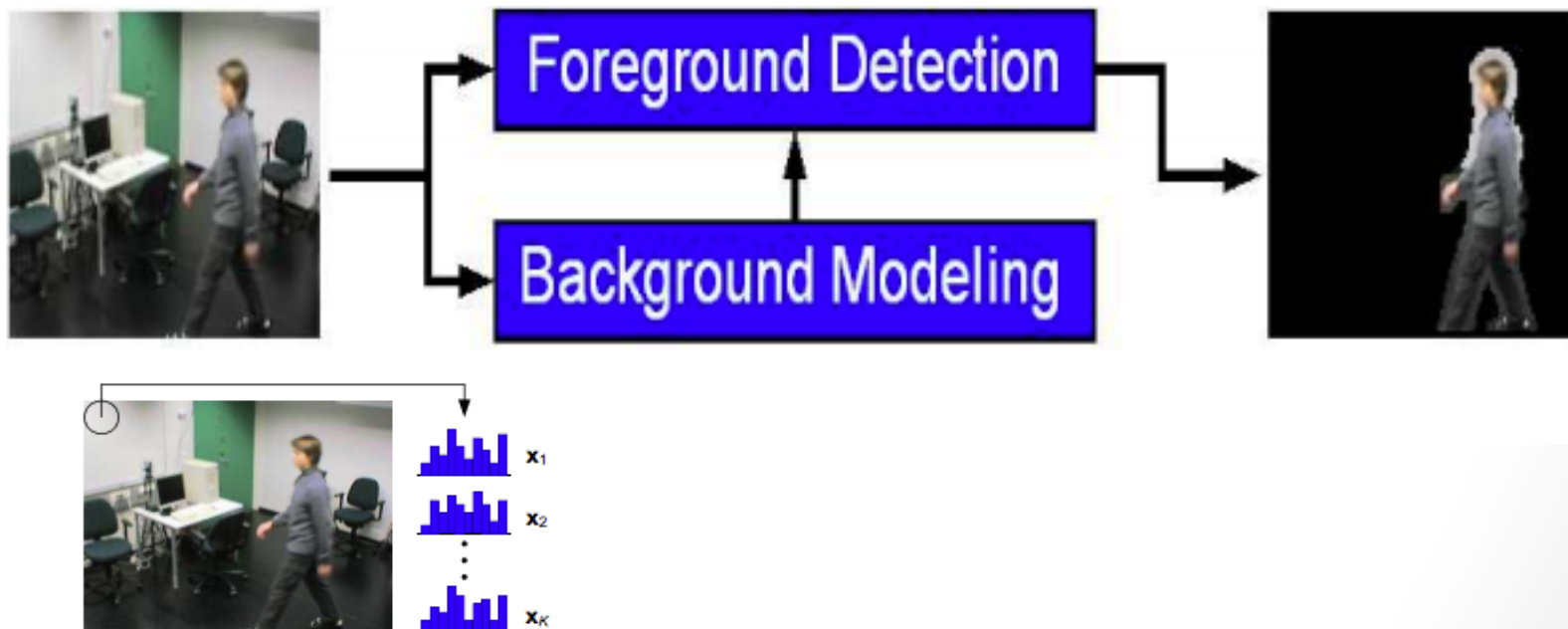
Strong illumination

Weak illumination

Dark illumination

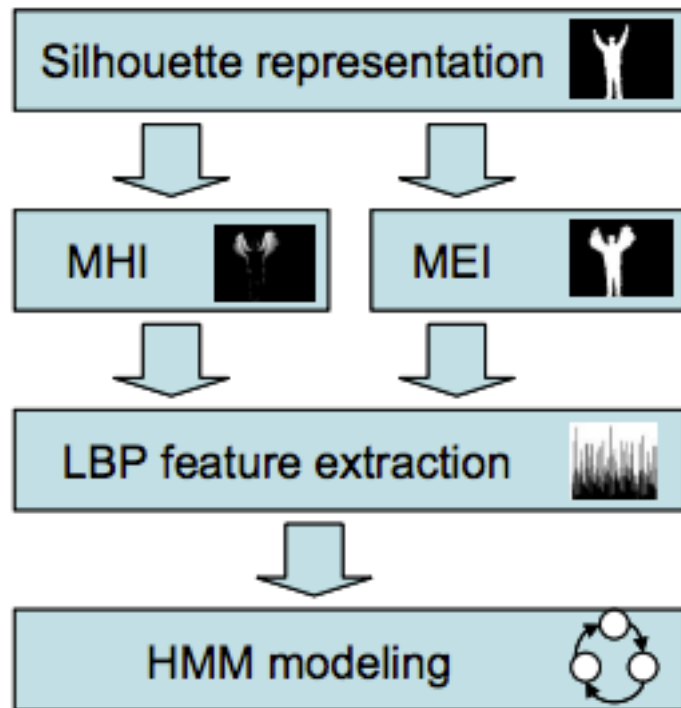
Outras Aplicações

- Heikkilä M & Pietikäinen M (2006) A texture-based method for modeling the background and detecting moving objects. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 28(4):657-662. (an early version published at BMVC 2004)



Outras Aplicações

- Kellokumpu V, Zhao G & Pietikäinen M (2009) Recognition of human actions using texture. Machine Vision and Applications (available online).



E muitas outras

- Tem sido muito aplicado em visão
- Procure outras aplicações!