

Filtro de Partículas para Rasteramento de Objetos em Vídeo

Caio Belfort, Samuel Chaves

Resumo

Efetuar o rastreamento de objetos vídeo de forma que seja executado em tempo real é uma tarefa altamente desafiadora. O filtro de partícula é uma técnica não linear que vem tendo bastante êxito na resolução desse tipo de problema. O trabalho apresentado a seguir mostra a utilização do filtro de partículas para rastreamento de objetos a partir da comparação entre histogramas de cor do objeto procurado e das partículas existentes no processo. A vantagem da utilização de histogramas de cor é que são invariantes à rotações e escalas e são bastante robustos para resolver o problema da oclusão parcial. A técnica apresentou resultados satisfatórios durante os testes realizados.

1 Introdução

A ideia do filtro de partículas é aplicar um filtro bayesiano recursivo baseado no conjunto de amostras (partículas). Utilizado em conjunto com os histogramas de cor que possuem vantagens para o rastreamento de objetos não rígidos, pois são invariantes à rotações e escalas assim como são bastante eficientes para detectar oclusão parcial, a técnica demonstra ser bastante eficiente no rastreamento em tempo real. A metodologia aplicada é baseado no trabalho apresentado em [2].

Devido aos cálculos executados durante o processo, a técnica necessita de muito poder de processamento para que seja executada de forma suave. Os parâmetros de maior influência são o número de partículas e a resolução do vídeo, pois um maior número de partículas significa mais cálculos de histogramas de cor e uma maior resolução exige mais poder de processamento para calcular um único histograma de cor. O modelo de cor RGB foi utilizado para efetuar o cálculo do histograma, porém é possível converter para o modelo HSV caso a iluminação da cena seja um problema durante o rastreamento.

Os objetivos do trabalho é efetuar a detecção de objetos em vídeos. A base de teste BoBoT [1] foi utilizada para testar a metodologia, onde diversos vídeos de domínio publico são disponibilizados para testar metodologias de rastreamento de teste real.

2 Filtro de Partículas

O filtro de partículas é uma técnica estocástica que utiliza diversas amostras (partículas) para tentar identificar um determinado objeto em vídeos, podendo ser utilizado para diversos outros problemas onde a predição em tempo real se faz necessária para a aplicação.

Cada partículas possui 5 estados definidos por $[X, Y, XVEL, YVEL, SCALE]$, onde X e Y são as posições iniciais da partícula, $XVEL$ e $YVEL$ são as velocidades com que

a partícula irá se movimentar no eixo x e y respectivamente e $SCALE$ define a escala e a partícula está em relação ao tamanho original do objeto a ser identificado. As partículas são representadas por retângulos iniciando nas posições X, Y e com o tamanho do objeto alvo vezes o valor $SCALE$. Dessa forma cada partícula representa uma região de interesse da imagem. A evolução é dada a partir de uma transformação constante definida por

$$DT = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

onde os valores na diagonal principal definem a transformação dos estados e os valores restantes o acréscimo em X e Y .

O valor de similaridade do histograma de cor de cada partícula e do objeto são calculados a partir da distância de Bhattacharyya definida por:

$$d = \sqrt{1 - \rho(p, q)} \quad (2)$$

$$\rho(p, q) = \sum_{u=1}^m \sqrt{p^u, q^u} \quad (3)$$

onde p e q são duas distribuições distintas.

A distância média do filtro é calculada através da somatório da distância de todas as partículas e dividida pela quantidade de partículas. Essa distância média vai definir se objeto é o requisitado ou não, dependendo de um parâmetro c definido pelo usuário. Neste trabalho $c = 0.05$ definido a partir de testes empíricos que demonstraram melhor resultado para detecção do alvo no vídeo de teste.

A inicialização é feita de forma randômica, onde as partículas podem ser criadas em qualquer lugar dentro das dimensões da imagem através de uma distribuição uniforme. Já a evolução é executada da seguinte forma: partículas que ultrapassam um determinado limiar de distância são dispensadas, sendo que novas partículas aleatórias são criadas como reposição. As partículas restantes continuam sua evolução.

Durante a evolução do modelo, um determinado ruído gerado a partir de uma distribuição normal é gerado individualmente para cada partícula e para cada estado. Esse ruído é somado a cada estado, resultando numa pequena “mutação” na partícula. A distribuição normal gerada é definida pelos seguintes parâmetros

$$m = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \quad (4)$$

$$u = [2 \ 2 \ 0,5 \ 0,5 \ 0,1] \quad (5)$$

onde m e u são vetores que definem a média e o desvio padrão de cada estado para a geração do ruído.

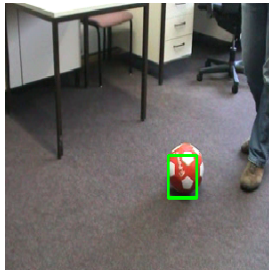
3 Resultados

Essa seção apresenta os resultados gerados pela aplicação. No total 100 partículas foram utilizadas e os vídeos possuem resolução de 320x240 pixels a 25 frames por segundo. A Figura1 mostra o objeto alvo que irá ser rastreado durante o vídeo.

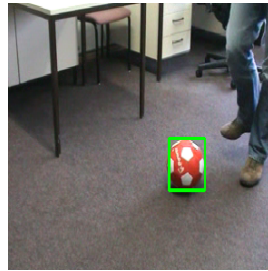


Figura 1: Objeto alvo

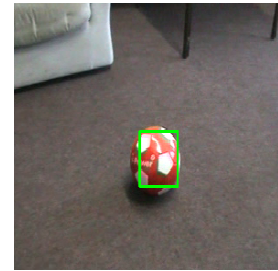
As Figuras 2a, 2b, 2c mostram o rastreamento do objeto alvo sendo executado durante diversas etapas.



(a) $t=1$



(b) $t=2$



(c) $t=3$

Figura 2: Rastreamento

A Figura 3 demonstra o estado de cada partícula durante uma iteração do filtro.

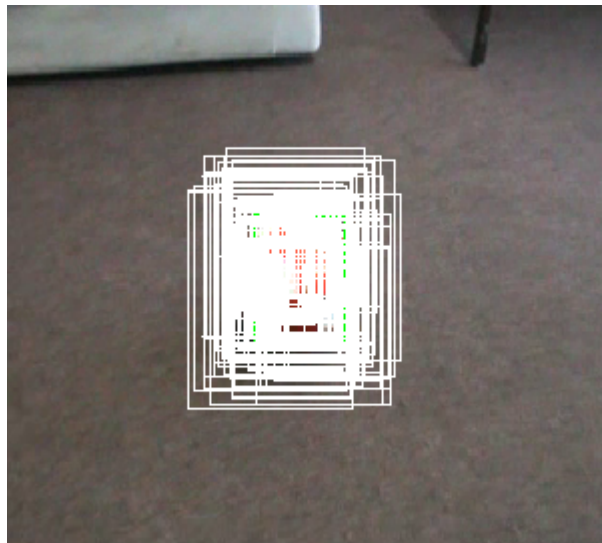


Figura 3: Partículas

4 Conclusão

O filtro de partículas mostrou-se um bom método para detectar o objeto alvo requisitado, conseguindo rastreá-lo em quase todos os frames do vídeo, sem que houvesse queda de frames desenhado por segundo.

Referências

- [1] Dominik A. Klein, Dirk Schulz, Simone Frintrop, and Armin B. Cremers. Adaptive real-time video-tracking for arbitrary objects. In *IEEE Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pages 772–777, Oct 2010.
- [2] Katja Nummiaro, Esther Koller-Meier, and Luc Van Gool. An adaptive color-based particle filter. *Image and vision computing*, 21(1):99–110, 2003.