

## 공간 및 주파수영역에서 화상의 문양특징을 리용한 한가지 움직이는 대상검출방법

리정환, 원영준

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서는 나라의 경제발전과 인민생활향상에서 전망적으로 풀어야 할 문제들과 현실에서 제기되는 과학기술적문제들을 풀고 첨단을 돌파하여 지식경제건설의 지름길을 열어놓아야 합니다.》

움직이는 대상검출은 교통감시체계, 보행자검출, 손추적 등 많은 컴퓨터시각체계에서 첫 단계로 진행되는것으로 하여 그 검출의 안정성과 정확도는 체계전반에 영향을 미친다. 움직이는 대상검출방법으로서 많은 방법들이 존재하는데 가장 보편적으로 리용되는 방법이 배경덜기법이다. 배경덜기법에서 중요한것은 배경을 어떻게 모형화하는가와 함께 배경의 움직임이나 그림자의 영향에 안정한 특징을 어떻게 구성하는가 하는것이다.

선행연구[1]에서는 화소점에서의 특징으로서 정규화된 RGB를 리용하였고 선행연구[2]에서는 화소점에서의 특징으로서 YCbCr를 리용하였다. 그런데 이 특징들은 그림자의 검출이나 흔들리는 배경에 대하여 안정하지 못한 결함을 가지고있다. 이 결함을 극복하기 위하여 선행연구[3]에서는 국부2진패턴을, 선행연구[4]에서는 웨블레트를 리용한 방법들이 제기되였다. 그런데 또한 이 방법들은 동적인 배경을 모형화하거나 알고리즘의 실행초기의 몇개의 화상에 대하여 계산된 특징을 배경의 모형화에 리용하는 방법이므로 움직이는 대상에 대한 검출의 안정성이 높지 못한 결함이 있다.

본문에서는 그림자의 영향이나 배경의 작은 평행이동에 대하여 안정한 주파수영역에서의 문양특징량과 공간영역에서의 문양특징량을 구성하고 이 특징량들을 리용하여 움직이는 대상검출을 보다 안정하게 하는 알고리즘을 제기하였다. 그 알고리즘은 다음과 같다.

우선 화상의 주파수영역에서 문양을 반영하는 특징량으로서 2차원푸리에변환을 리용한 특징량과 공간영역에서 문양을 반영하는 특징량으로서 매 점과 그 점의 근방에서의 화소값의 비를 리용한다.

천연색화상을 흑백색화상으로 변환하고 8×8블록을 단위로 화상을 분할한 다음 8×8블록에 대하여 2차원리산푸리에변환을 진행하고 푸리에결수의 절대값들을 구하여 다음과 같이 표시된 8차행렬을 얻는다.

$$\begin{pmatrix} Fp_{00} & Fp_{01} & \cdots & Fp_{07} \\ Fp_{10} & Fp_{11} & \cdots & Fp_{17} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ Fp_{70} & Fp_{71} & \cdots & Fp_{77} \end{pmatrix}$$

여기서

$$Fp_{uv} = \left| \frac{1}{8} \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 P_{x,y} \cdot \exp(-j\pi(ux + vy)/4) \right| \quad (u=0, \cdots, 7; v=0, \cdots, 7)$$

이다.

### 1) 특징량을 구성하는 방법

① 푸리에변환을 리용한 특징량  $f = (f_1, f_2, \dots, f_7)$  을 계산한다. 여기서

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{Fp_{01} + Fp_{11} + Fp_{10} + Fp_{11} + Fp_{07}}{5} \\ f_2 &= \frac{Fp_{02} + Fp_{12} + Fp_{21} + Fp_{20} + Fp_{27} + Fp_{16} + Fp_{06}}{7} \\ f_3 &= \frac{Fp_{03} + Fp_{13} + Fp_{22} + Fp_{31} + Fp_{30} + Fp_{37} + Fp_{26} + Fp_{15} + Fp_{05}}{9} \\ f_4 &= \frac{Fp_{01} + Fp_{02} + Fp_{03} + Fp_{13}}{4} \\ f_5 &= \frac{Fp_{11} + Fp_{12} + Fp_{21} + Fp_{22} + Fp_{23} + Fp_{32} + Fp_{33}}{7} \\ f_6 &= \frac{Fp_{10} + Fp_{20} + Fp_{30} + Fp_{37} + Fp_{31}}{5} \\ f_7 &= \frac{Fp_{17} + Fp_{16} + Fp_{27} + Fp_{26} + Fp_{25} + Fp_{36} + Fp_{35}}{7} \end{aligned} \quad (*)$$

이다. 이 식에서 알수 있는바와 같이  $f_1, f_2, f_3$  은 주파수별특성을 반영하고  $f_4, f_5, f_6, f_7$  은 방향별특성을 반영한다. 이 값들을 계산하는데 푸리에변환결수들의 절대값들이 리용되므로 배경의 작은 평행이동에 안정하며 문양정보를 반영하고있어 조명변화에 안정하며 그림자검출에도 효과적이다.

다음으로 공간영역에서의 문양정보를 반영하는 특징량을 구성하고 이 특징량을 얇은 그림자검출에 리용한다.

② 식 (\*)에서 계산된 푸리에변환을 리용한 특징량은  $8 \times 8$ 블록을 단위로 계산하였으므로 그림자가 매우 얇은 경우 그림자검출이 불가능하다는것을 알수 있다. 이 결함을 극복하기 위하여 입구화상을 흑백색화상으로 변환하고 매 점의 근방에서 특징량  $q = (q_1, q_2, \dots, q_5)$  를 다음과 같이 구성한다.

$$q_i = 5 \cdot \frac{P_i}{\sum_{i=1}^5 P_i} \quad (i=1, 2, \dots, 5)$$

여기서  $P_1$  은 중심화소에서의 밝기값이고  $P_i$  ( $i=2, \dots, 5$ ) 는 중심화소의 4-근방에서의 밝기값이다.

③ 정규화된 색공간특징량  $m = (m_1, m_2, m_3)$  을 다음과 같이 구성한다.

$$m_1 = \frac{R' + G' + B'}{3}, \quad m_2 = \frac{R'}{m_1}, \quad m_3 = \frac{G'}{m_1}$$

여기서

$$R' = \frac{235}{255}R + 20, \quad G' = \frac{235}{255}G + 20, \quad B' = \frac{235}{255}B + 20$$

이다.

### 2) 움직이는 대상검출방법

① 움직이는 대상을 가우스혼합모형을 리용한 배경덜기법으로 검출한다. 이때 매 화

소에서 특징량의 출현확률이 다음과 같다고 가정한다.

$$P(X_t) = \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} \eta(X_t, \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t})$$

여기서  $X_t$ 는  $t$  시각에서의 중심 화소에서의 특징량으로서 정규화된 색공간특징량과 푸리에 변환특징량, 중심 화소의 4-근방에서의 밝기값들의 비로 구성된다. 즉  $X_t = (m_t, f_t, q_t)$  이다. 그리고

$$\eta(X_t, \mu, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2}(X_t - \mu)^T \Sigma^{-1}(X_t - \mu)\right)$$

는 평균이  $\mu$  이고 공분산행렬이  $\Sigma$  인 가우스확률밀도함수이다. 또한  $K$ 는 혼합성분들의 개수이고  $\omega_{i,t}$ 는 매 성분의 무게이다. 논문에서는  $K=5$ 로 하고 혼합성분들 가운데서 4개는 기본배경모형이고 나머지 1개는 예비모형으로 하였다.

② 이 가우스혼합모형을 리용하여 전경으로 판정된 영역의 매 화소  $(i, j)$ 에서 현재 유효한 모든 배경에 대하여

$$w_c \sum_{k=1}^3 (m_k(i, j) - \bar{m}_{nk}(i, j))^2 + w_q \sum_{k=1}^5 (q_k(i, j) - \bar{q}_{nk}(i, j))^2 + w_f \sum_{k=1}^7 (f_k(i, j) - \bar{f}_{nk}(i, j))^2 < 400 \times w_c + 128 \times w_q + 300 \times w_f$$

를 만족시키는 모형이 존재하면 그림자화소로 판정하고 전경영역에서 제외시킨다. 여기서  $\bar{m}_{nk}(i, j)$  ( $n=1, \dots, 5; k=1, 2, 3$ )는  $i$ 째 행,  $j$ 째 열에 놓인 화소의  $n$ 째 모형에서의 특징량  $m_k$ 의 평균이고  $\bar{f}_{nk}(i, j)$  ( $n=1, \dots, 5; k=1, \dots, 7$ )는  $i$ 째 행,  $j$ 째 열에 놓인 화소의  $n$ 째 모형에서의 특징량  $f_k$ 의 평균이며  $\bar{q}_{nk}(i, j)$  ( $n=1, \dots, 5; k=1, \dots, 5$ )는  $i$ 째 행,  $j$ 째 열에 놓인 화소의  $n$ 째 모형에서의 특징량  $q_k$ 의 평균이다.

③ 형태학적연산을 리용한 후처리를 진행하여 실지 움직이는 대상을 검출한다.

6개의 자료기지에서 위에서 제기한 특징량과 선행연구[1, 3, 4]에서 제기한 특징량을 리용하여 움직이는 대상을 검출한 결과는 표와 같다.

표. 움직이는 대상을 검출한 결과

자료기지 \ 방법	선행연구[1]			선행연구[3]			선행연구[4]			론문의 방법		
	R	P	F-M	R	P	F-M	R	P	F-M	R	P	F-M
Highway	0.725	0.839	0.778	0.869	0.919	0.893	0.859	0.918	0.888	0.903	0.904	0.904
PETS2006	0.811	0.882	0.845	0.795	0.909	0.848	0.768	0.965	0.855	0.916	0.930	0.923
canoe	0.865	0.898	0.881	0.852	0.924	0.887	0.716	0.973	0.825	0.900	0.930	0.915
Fountain02	0.736	0.772	0.753	0.674	0.855	0.754	0.671	0.988	0.799	0.875	0.918	0.896
busStation	0.894	0.719	0.797	0.948	0.730	0.825	0.882	0.708	0.786	0.877	0.759	0.814
copyMachine	0.850	0.507	0.635	0.886	0.608	0.721	0.795	0.846	0.820	0.893	0.899	0.896

이상의 실험결과의 분석은 선행한 방법보다 논문에서 제기한 방법으로 움직이는 대상을 검출하는것이 더 안정하고 정확도도 높다는것을 보여준다.

## 참 고 문 헌

- [1] D. Bloisi et al.; In Proceedings of the Third International Conference on Computational Modeling of Objects Presented in Images: Fundamentals, Methods and Applications, 39, 2012.
- [2] G. Clara Shanthi et al.; Inter. J. Modern Engineering Research, IEEE, 3, 1, 514, 2013.
- [3] St-Charles et al.; In Proceedings of the 2014 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, 509, 2014.
- [4] Oussama Boufares et al.; Int. J. Advanced Com. Sci. Appl., 7, 8, 29, 2016.

주체108(2019)년 12월 15일 원고접수

### **A Moving Object Detection Method Using the Texture Features in the Spatial and Frequency Domain**

*Ri Jong Hwan, Won Yong Jun*

In this paper, we construct texture features implying texture information in the frequency domain and spatial domain, that is stable to shadow influences and little movements of background, and then by combining these features we model background and detect moving objects. The result of this paper shows that proposed features can improve the detection correctness of moving object.

Keywords: Fourier transformation, pattern recognition, object detection