

에지 정보와 히스토그램 분석에 의한 움직이는 물체 검출 및 추적

구상훈*, 이병선*, 이은주*
*한밭대학교 컴퓨터공학과
goosh1978@hotmail.com

Moving Object Detection and Tracking using Edge Information and Histogram Analysis

Sang-Hoon Goo*, Byung-Sun Lee*, Eun-Joo Rhee*
*Dept of Computer Engineering, HANBAT National University

요 약

본 논문에서는 동영상에서 에지 정보와 히스토그램 분석을 이용하여 실시간으로 움직이는 물체를 검출하고 추적하는 방법을 제안하였다. 물체 검출에서는 먼저, 입력영상에 대하여 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 자료의 양을 줄일 수 있는 에지(Edge)를 추출한다. 추출된 에지 영상에 차연산과 이진화를 수행하여 물체를 검출하고, 검출된 물체 영역은 이진 변환밀도에 대한 수평 누적값의 합을 수평·수직 최대 누적값을 더한 값으로 나눈 임계값으로 구한다. 물체 추적에서는 현재 프레임에서 검출된 물체와 이전 프레임에서 검출된 물체와의 유사성을 비교하여 추적한다. 실험결과, 물체 검출 속도를 개선시켰고, 실시간으로 물체를 추적할 수 있었으며, 국부적인 움직임까지도 추적할 수 있었다.

1. 서론

움직이는 물체를 자동으로 추적하는 이른바 자동 추적 시스템에 대한 연구는 여러 분야에서 인간의 노동력을 획기적으로 절감할 수 있는 방법으로 현재 활발히 진행되고 있다[1]. 근래에 들어서 자동감시장치(automatic surveillance system), 자동추적장치(automatic target tracking system)등을 위하여 시변영상(time varying imagery)에서의 영상 분할에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 연구의 초점은 연속 영상으로부터 움직임 정보를 추출하거나 혹은 움직이는 물체를 분리시키는데 있다[2-3]. 시변 영상으로부터 움직이는 물체를 분리하는데 필요한 정보를 추출하는 방법에 따라 feature-based방법과 pixel-based방법으로 나눌 수 있다. feature-based 방법은 움직이는 물체의 feature로부터, pixel-based 방법은 움직이는 물체의 pixel들로부터 움직임 정보

를 추출한다[4-5]. 움직이는 물체를 추적하는 방법으로는 모델을 기반으로 하는 방법, 영역을 기반으로 하는 방법, 능동 윤곽선을 기반으로 하는 방법, 특징을 기반으로 하는 방법이 있다. 모델을 기반으로 하는 방법은 정확한 기하학적 모델이 주어져야 하고, 소수의 추적 모델에 한정된다는 단점이 있으며, 영역기반 방법은 연속영상에서 특정 영역을 구하고 영역의 상관도를 측정하여 물체를 추적하는 방법이다. 능동 윤곽선을 기반으로 한 물체 추적은 물체의 경계를 윤곽선으로 표현하고 그것을 동적으로 갱신하면서 추적하는 기법으로 영역기반에 비해 복잡한 계산이 줄어들지만 추적 물체가 부분적으로 가려질 경우 추적이 어렵다는 단점이 있다. 특징기반 방법은 물체의 전체를 추적하지 않고 이동물체의 특징을 추출한 다음, 추적하는 기법으로 부분적인 가려짐이 발생해도 추적이 가능하다[6].

본 논문에서는 물체 검출을 위해 우선 캡처 영상을 그레이로 변환한 후, 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 자료의 양을 줄일 수 있는 에지를 소벨 마스크를 이용하여 추출한 다음, 현재 프레임의 에지 영상과 이전 프레임의 에지 영상에 대해 차영상 기법을 수행한다. 차영상에 존재하는 잡음을 제거하고 물체만을 검출하기 위해 이진화를 수행한다. 검출된 물체의 영역은 이진 변환 밀도의 수평 누적값의 합을 수평·수직 최대누적값을 더한 것으로 나누어 구한 임계값으로 결정한다. 물체 추적은 현재 프레임에서 검출된 물체와 이전 프레임에서 검출된 물체와의 유사성을 비교하여 추적한다. 본 논문의 전체 구성은 2장에서는 물체검출 및 추적에 대해서, 3장에서는 실험 및 고찰을 기술하였고, 4장은 결론을 기술하였다.

2. 물체검출 및 추적

2.1 에지(Edge)추출

에지란 영상 안에서 영역의 경계(예를 들면 대상물과 배경)를 나타내는 특징으로, 픽셀 밝기의 불연속 점(픽셀의 밝기가 갑작스럽게 변하는 점)을 나타낸다. 에지는 영상 안에 있는 물체의 윤곽에 대응되며, 많은 정보를 가지고 있고 물체의 위치, 모양, 크기, 표면의 무늬 등에 대한 정보를 알려준다[7]. 따라서, 본 논문에서는 테이터의 양을 줄이고 처리시간을 줄이기 위해, 강한 에지를 구할 수 있는 소벨 마스크를 적용하여 에지를 검출한다. 에지 검출을 위한 소벨 마스크와 수식은 (식1)과 (식2)에 나타낸다[8].

$$H_r = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$H_c = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (식1)$$

$$H(x, y) = \sqrt{H_r^2(x, y) + H_c^2(x, y)} \quad (식2)$$

[그림-1]은 입력영상에 소벨 마스크를 적용하여 에지를 구한 영상으로 (a)는 입력영상을, (b)는 그레이 영상을, (c)는 에지 영상을 나타낸다.



(a) 입력영상 (b) 그레이영상 (c) 에지영상
[그림-1] 에지 검출

2.2 차영상 및 이진화

물체를 검출하기 위해서 본 논문에서는 에지영상을 이용하여 차영상 기법을 수행한다. 차영상의 수행방법은 이전 프레임의 에지영상값 $f(x,y)$, 현재프레임의 에지영상값 $g(x,y)$ 사이의 차영상값 $h(x,y)$ 로 다음 (식3)에서와 같이 정의된다. $h(x,y)$ 의 화소값이 0~255사이 값으로 $h(x,y)$ 값이 0보다 작을 경우 (식4)와 같이 정의한다[9].

$$h(x, y) = g(x, y) - f(x, y) \quad (식3)$$

$$\text{if } h(x, y) < 0 \text{ then } h(x, y) = 0 \quad (식4)$$

차영상에는 물체를 포함한 잡음이 포함되므로, 잡음을 제거하기 위해서 실험치에 얻어진 임계값으로 (식5)에 의해 이진화를 수행한다.

$$\text{if } h(x, y) > thr \text{ then } 255$$

$$\text{if } h(x, y) < thr \text{ then } 0 \quad (식5)$$

[그림-2]는 물체를 검출한 영상으로, (a)는 현재 프레임과 이전 프레임의 차영상기법에 의한 결과 영상으로, 조명등의 영향으로 물체와 배경이 같이 검출된 것을 볼 수가 있으며, (b)는 (a)영상에 대해 실험치 의한 임계값으로 이진화하여 물체만을 검출한 결과 영상이다.



(a) 차영상 (b) 물체검출영상
[그림-2] 물체 검출

2.3 물체영역 결정 및 추적

이진화된 영상에서 물체영역을 찾기 위해서, x축

과 y축의 이진 변환 밀도값을 (식6)을 이용하여 누적시킨다.

$$x\text{축: } f(x) = \sum_{i=0}^{239} i \quad x = 0, 1, \dots, 319$$

$$y\text{축: } f(y) = \sum_{j=0}^{319} j \quad y = 0, 1, \dots, 239 \quad (\text{식6})$$

물체영역을 동적으로 생성하기 위해 (식6)에서 구한 이진 밀도의 수평 누적값의 합을 수평·수직 최대누적값을 더한 것으로 나누어 임계값을 구한다. 임계값을 구하는 식은 (식7)에 나타난다. 임계값은 각 프레임마다 x축의 누적합이 다르기 때문에 동적으로 계산된다.

$$thr = TotalXSum / (X[MaxX] + Y[MaxY]) \quad (\text{식7})$$

여기서, $MaxX$ 는 x축의 이진 변환 밀도의 최대누적값의 인덱스이고, $MaxY$ 는 y축의 이진 변환 밀도의 최대누적값의 인덱스이며, $TotalXSum$ 는 x축의 이진 변환 밀도의 누적값의 합이다.

[그림-3]은 물체의 영역을 나타낸 영상으로, 물체 영역의 left, right값은 조건1을 만족하는 값을, top, down값은 조건2를 만족하는 값으로 구한다.

[조건1]

$$(X[MaxX] - thr) \leq left[i] \leq X[MaxX] \quad i = 0, 1, \dots, 319$$

$$(X[MaxX] - thr) \leq right[i] \leq X[MaxX] \quad i = 319, \dots, 0$$

[조건2]

$$(Y[MaxY] - thr) \leq top[j] \leq Y[MaxY] \quad j = 0, 1, \dots, 239$$

$$(Y[MaxY] - thr) \leq down[j] \leq Y[MaxY] \quad j = 239, \dots, 0$$



[그림-3] 물체 영역

물체 추적을 위한 다음 프레임의 물체영역은 x축, y축의 이진 변환 밀도가 최대가 되는 인덱스에서 이전 프레임에서 얻어진 물체영역을 적용하여 (식8)

에 의해 결정된다. 따라서, 물체 영역을 구하기 위한 계산처리 단계를 줄임으로써 추적의 시간을 단축시킬 수 있다.

$$x_range = \frac{right - left}{2}$$

$$y_range = \frac{down - top}{2}$$

$$left = MaxX - x_range$$

$$right = MaxX + x_range$$

$$top = MaxY - y_range$$

$$down = MaxY + y_range$$

(식8)

물체 추적은 (식8)에 의해 구해진 현재 프레임의 물체 영역과 이전 프레임의 물체 영역에 대한 유사성을 (식9)에 의해 구하여 추적한다.

$$Match = \frac{Count}{Comp_tot} * 100 > thr2 \quad (\text{식9})$$

여기서, $Count$ 는 매칭된 픽셀수, $Comp_tot$ 는 비교횟수이다.

3. 실험 및 고찰

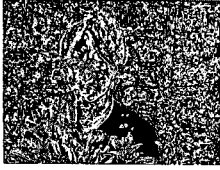
본 논문에서는 움직임추적에 관한 실험을 위해 삼성AnyCam(MPC-M30)PC카메라로 320*240사이즈의 동영상을 초당 30프레임으로 캡처하였고, CPU는 Pentium4 2.4GHz, 512DDR RAM을 사용했으며, 알고리즘 구현은 VC++6.0을 이용하였다. 물체검출에서는 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 자료의 양을 줄일 수 있는 에지를 소벨마스크를 이용하여 추출한 다음, 현재 프레임의 에지 영상과 이전 프레임의 에지 영상에 대해 차 연산 기법을 수행한다. 차 연산된 영상에 존재하는 잡음을 제거하고 물체만을 검출하기 위해 이진화를 수행하였다. 그림-4는 물체를 검출한 영상으로 (a)는 이전프레임에, (b)는 현재프레임에 소벨마스크를 적용하여 에지를 구한 영상이고, (c)는 (b)와 (a)의 차영상을 구한 것이며 (d)는 (c)영상을 이진화하여 물체만을 검출한 영상이다.



(a)이전프레임



(b)현재프레임



(c) 차영상



(d) 물체검출영상

[그림-4 물체검출]

[그림-5]는 물체를 추적한 결과 영상으로, 이진화된 영상에서의 x최대값의 인덱스와 y최대값의 인덱스를 기준으로 (식8)에 의해 물체 영역을 구하고, 구해진 물체 영역에 대해 (식9)를 만족하는 물체를 추적한 결과 영상이다.



[프레임1]

[프레임2]

[프레임3]



[프레임4]

[프레임5]

[프레임6]

[그림-5 물체추적]

4. 결론

본 논문은 동영상에서 에지 정보와 히스토그램 분석을 이용하여 실시간으로 움직이는 물체를 검출하고 추적하는 방법을 제안하였다. 물체 검출에서는 먼저, 입력영상에 대하여 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 자료의 양을 줄일 수 있는 에지(Edge)를 추출한다. 에지 영상에서 물체를 검출하기 위해 차연산을 수행하고, 차영상에 조명등의 영향으로 발생하는 잡음을 효과적으로 제거 하기 위해 이진화를 수행하여 물체만을 검출하였다. 검출된 물체 영역은 이진 변환 밀도에 대한 수평 누적값의 합을 수평·수직 최대 누적값을 더한 것으로 나누어 임계값을 구하여 결정하였다. 물체의 움직임에 따라 동적으로 임계값이 결정되기 때문에 국부적인 움직임이 있는 물체의 영역도 잘 검출 할 수 있었다. 물체 추적에서는 현재 프레임에서 검출된 물체와 이전 프레임에서 검출된 물체와의 유사성, 즉 물체의 영역에서 그레이값으로 정합율을 구하여 추적하였다.

실험결과, 물체 검출 속도를 개선시켰고, 실시간으로 물체를 추적할 수 있었으며, 국부적인 움직임

까지도 추적할 수 있었다.

본 논문에서는 다중 물체의 움직임이 있을 경우에 움직임이 큰 물체만을 추적하므로 향후 연구방향은 개개의 물체를 추적하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 여운관, "이동 물체 검출을 위한 현저한 윤곽선 추출에 관한 연구", 연세대학교 대학원 전자공학과 석사학위 논문, pp. 4-10, 1994.
- [2] I. Haritaoglu, D. Harwood and L.S. Davis, "Hydra: Multiple People Detection and Tracking Using Silhouettes", *Proc. of 2nd IEEE Workshop on Visual Surveillance*, pp. 6-13, June 1999.
- [3]. C. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell and A. Pentland, "Pfinder: Real-Time Tracking of the Human Body", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 19, No. 7, pp. 780-785, 1997.
- [4] 고봉수, "Moving edge를 이용한 움직이는 물체의 추출에 관한 연구", 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 석사학위 논문, pp. 1-8, 1986.
- [5] J.K. Aggarwal and Q. Cai, "Human Motion Analysis: A Review", *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 73, No. 3, pp. 428-440, 1999.
- [6] 조영석, 이주신, "이동물체 고속 추적 알고리즘에 관한 연구", 한국OAgkrghl 논문지, 제7권, 제1호, pp. 33-47, 2002.
- [7] 장동혁, "디지털 영상처리의 구현", 정보게이트, 서울, pp. 168-175, 2001.
- [8] 최형일, 이근수, 이양원, "영상처리 이론과 실제", 홍릉과학출판사, 서울, pp. 100-107, 1997.
- [9] 이은미, "획득영상에서 움직이는 물체 검출 및 추적", 한밭대학교 컴퓨터 공학과 석사학위 논문, pp 10-12, 2002.