

실시간 영상 분석에 의한 이동 물체 추적

구상훈, 이은주(한밭대학교)

Moving Object Tracking by Real Time Image Analysis

Sang-Hoon Goo, Eun-Joo Rhee

ABSTRACT

This paper for real time object tracking in this treatise detect histogram analysis that is accumulation value of binary conversion density and edge information and body that move by real time use of difference Image techniques and proposed method to object tracking.

Firstly, we extract edge that can reduce quantity of data keeping information about form of input image in object detection. Object is extracted by performing difference image and binarization in edge image. Area of detected object is determined by threshold value that divide sum of horizontal accumulation value about binary conversion density by value that add horizontality · verticality maximum accumulation value. Object is tracked by comparing similarity with object that is detected in previous frame and present frame.

As experiment result, proposed algorithm could improve the object detection speed, and could track object by real time and could track local movement.

1. 서론

움직이는 물체를 자동으로 추적하는 이른바 자동추적 시스템에 대한 연구는 여러 분야에서 인간의 노동력을 획기적으로 절감할 수 있는 방법으로 현재 활발히 진행되고 있다[여운관 1994]. 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. 시변 영상으로부터 움직이는 물체를 분리하는데 필요한 정보를 추출하는 방법에 따라 feature-based 방법과 pixel-based 방법으로 나눌 수 있다. feature-based 방법은 움직이는 물체의 feature로부터, pixel-based 방법은 움직이는 물체의 pixel들로부터 움직임 정보를 추출한다[고봉수 1986]. 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 계산을 줄여준다지만 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[조영석 외 1인 2002].

본 논문에서는 물체 검출을 위해 우선 캡처 영상을 그레이로 변환한 후, 형체에 관한 정보를 그대로 유지하면서 자료의 양을 줄일 수 있는 에지를 소벨마스크를 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

영상의 에지를 추출하는 기법에는 일련의 화소들을 감산한 값에서 최대값을 결정하는 방법인 유사 연산자(homogeneity operator)와 소벨(Sobel), 프리윗(Prewitt), 로버트(Roberts)와 같은 1차미분 연산자, 라플라시안(Laplacian)연산자 와 같은 2차 미분연산자, 다른 마스크 연산자를 이용한 캐니 등이 있다. 프리윗 에지 검출 기법은 8방향의 에지를 검출하고, 결과값을 나타내는데 응답시간이 약간 빠르며 마스크의 형태는 소벨마스크의 형태와 비슷하나 밝기의 경계에 대해 비중을 약간 다르게 주었다. 이렇게 마스크의 비중 값을 틀리게 하면 윤곽선 검출시 윤곽선이 덜 부각되어 나타난다.

로버트(Roberts) 에지 검출 기법은 윤곽선 검출 마스크 중 기본이 되는 마스크를 사용하고 매우 민감하다. 특징으로는 계산속도가 빠르며 잡음에 민감하고 매우 분명한 에지를 검출해 낸다.

라플라시안(Laplacian) 에지 검출 기법은 방향성에 상관없이 영상의 모든 에지를 검출하

며, 원영상에서 물체의 윤곽선은 합성 방향으로 결과 영상에 나타난다. 그리고 국지적으로 최대인 점만을 윤곽선으로 인정하는 특징을 보인다. 즉, 윤곽선의 국한성을 잘 보여준다. 특징으로는 연산속도가 매우 빠르며, 2차 미분 연산자를 사용한다. 모든 방향의 윤곽선을 검출해 내고 다른 연산자와 비교하여 날카로운 윤곽선을 검출해 낸다.

캐니(Canny) 에지 검출 기법은 영상의 잡음에 민감하지 않은 윤곽선 검출 방법으로, 원리는 먼저 가우시안 마스크를 이용하여 잡음을 제거한 후 소벨 마스크와 같은 윤곽선 검출 마스크를 수행한다. 특징으로는 윤곽선 검출 전 잡음 제거 마스크가 사용되므로, 잡음에 강하고 여러 가지의 윤곽선 검출 마스크를 활용할 수 있고, 강한 윤곽선들만이 검출된다.

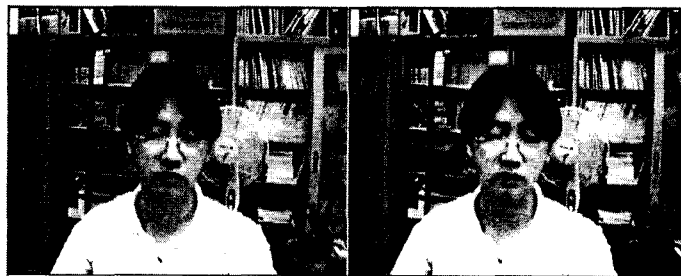
소벨 에지 검출 기법은 방향성에 관계없이 영상의 모든 에지를 검출하며, 두 방향성에서의 에지 강조 처리의 합으로 수행된다. 소벨은 라플라시안 처리보다 영상 잡음에 강하고 더욱 강한 에지 식별자를 제공한다. 따라서, 영상의 특징을 잘 나타내고 데이터의 양과 처리시간을 줄이기 위한 에지 검출을 위해 복잡하지 않으면서 우수한 성능을 보이는 소벨 연산자가 널리 사용되기 때문에 소벨마스크를 이용하였다. 에지 검출을 위한 소벨 마스크와 수식은 (식1)과 (식2)에 나타낸다[장동혁 2001, 권준식 외 7인 2002, 최형일 외2인 1997].

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

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

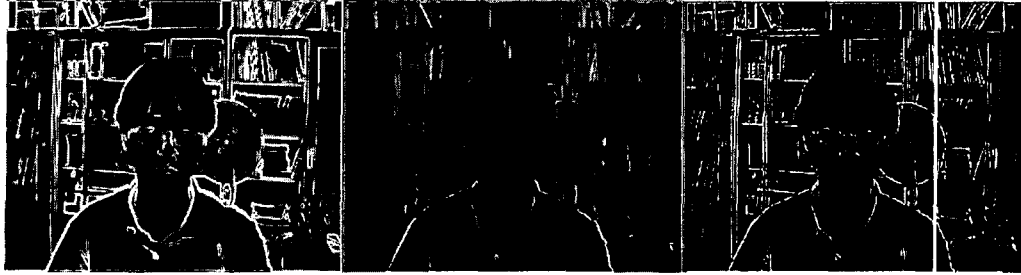
$$H(x, y) = \sqrt{H_r^2(x, y) + H_c^2(x, y)} \quad (\text{식2})$$

(그림1)은 입력 영상에 각각의 에지 검출 마스크를 적용하여 에지를 구한 영상으로 (a)는 입력 영상을, (b)는 그레이 영상을, (c)~(g)는 각각의 에지 검출 기법에 의한 에지 영상을 나타낸다.



(a)원래 이미지

(b)그레이 이미지



(c)Prewitt

(d)Roberts

(e)Laplacian



(f)Canny

(g)Sobel

(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[이은미 2002].

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

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

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

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

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

(그림 2)는 현재 프레임과 이전 프레임을 차영상 기법에 의한 결과 영상으로, (a)는 조명 등의 영향으로 배경의 잡음이 나타나게 되어 물체의 영역을 구하기 어렵고 되므로 (b), (c), (d)처럼 각각 이진화를 수행할 때 임계값을 달리 주어 실험한 결과 적절한 임계값(thr)을 구하였다. (d)는 임계값을 너무 크게 주게 되면 오히려 예지 정보가 손실된다.



(a) 임계값 : 20

(b) 임계값 : 50

(c) 임계값 : 80



(d) 임계값 : 150

(그림 2) 물체 검출

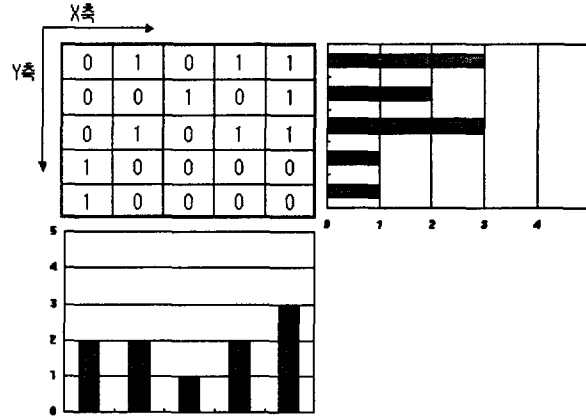
2.3 물체영역 결정 및 추적

이진화된 영상에서 물체영역을 찾기 위해서, x축과 y축의 이진 변환 밀도값을 (식6)을 이용하여 누적시킨다.

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

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

(그림 3)은 이진 변환밀도에 대한 예를 보여준 것으로 X축과 Y축에 대해서 누적 값을 히스토그램으로 표현 한 것이다.

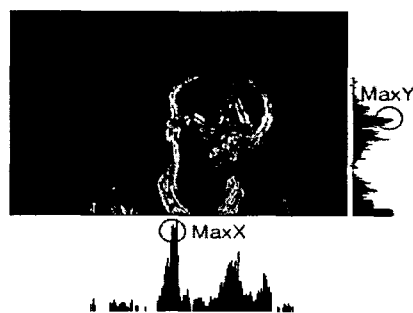


(그림 3) 이진 변환밀도

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 나타낸다. 임계값은 각 프레임마다 x축의 누적합이 다르기 때문에 동적으로 계산된다.

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

여기서, $MaxX$ 는 x축의 이진 변환 밀도의 최대 누적값의 인덱스이고, $MaxY$ 는 y축의 이진 변환 밀도의 최대누적값의 인덱스이며, $TotalXSum$ 는 x축의 이진 변환 밀도의 누적값의 합이다. (그림 4)는 동적임계값을 얻기 위한 히스토그램을 구한 것으로 X축과 Y축 각각의 누적값, 즉 이진 변환 밀도 값이 가장 큰 것을 $MaxX$, $MaxY$ 로 결정 한다.



(그림 4) $MaxX$, $MaxY$

(그림 5)는 물체의 영역을 나타낸 영상으로, 물체영역의 left, right값은 조건1을 만족하는 값을, top, down값은 조건2를 만족하는 값으로 구한다.

[조건1]

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

$$i=319, \dots, 0$$

[조건2]

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

$$j=239, \dots, 0$$



(그림 5) 물체 영역

물체 추적을 위한 다음 프레임의 물체영역은 x축, y축의 이진 변환 밀도가 최대가 되는 인덱스에 이전 프레임에서 얻어진 물체영역을 적용하여 (식8)에 의해 결정된다. 따라서, 물체 영역을 구하기 위한 계산처리 단계를 줄임으로써 추적의 시간을 단축시킬 수 있다.

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

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

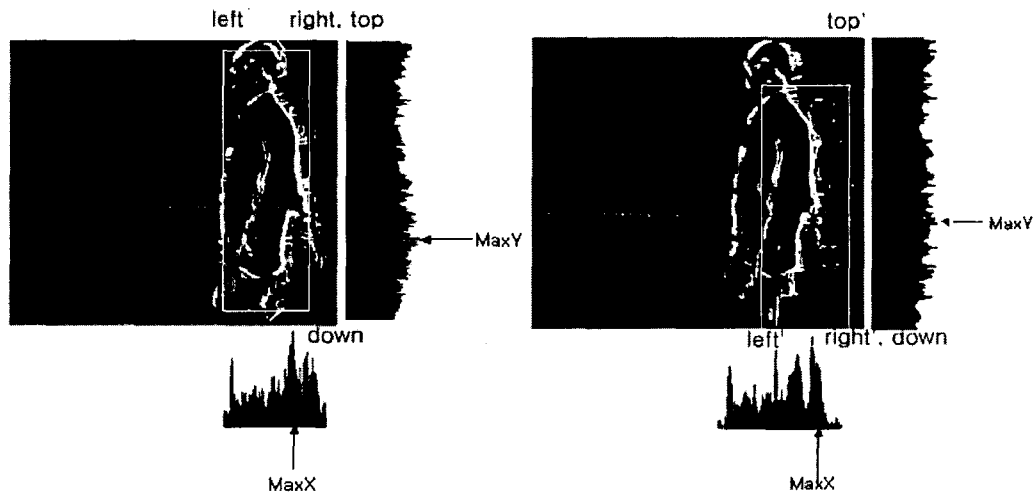
$$\begin{aligned} left' &= MaxX - x_range \\ right' &= MaxX + x_range \\ top' &= MaxY - y_range \\ down' &= MaxY + y_range \end{aligned} \quad (식8)$$

그리고 $left'$, $right'$, top' , $down'$ 을 구할 때 값의 범위가 초과하는 것을 방지하기 위한 식으로 [조건3]을 정의하였다.

[조건 3]

$if (left < 0) left' = 0$, $if (right > 320) right' = 320$

$if (top < 0) top' = 0$, $if (down < 0) down' = 240$



(그림 6) $left'$, $right'$, top' , $down'$

물체 추적은 (식8)에 의해 구해진 현재 프레임의 물체 영역과 이전 프레임의 물체 영역에 대한 유사성을 (식9)와 (식10)에 의해 구하여 추적한다.

이전 프레임과 현재 프레임간의 매칭시 실험치에 의해 얻어진 v 보다 작은 픽셀값일 경우 $Count$ 의 개수를 증가 시켜 매칭률을 계산하였다.

<표 1> 물체영역 비교

$a(1,1)$	$a(1,2)$	$a(1,3)$	$a(1,4)$...
$a(2,1)$	$a(2,2)$	$a(2,3)$	$a(2,4)$...
$a(3,1)$	$a(3,2)$	$a(3,3)$	$a(3,4)$...
.	.	.	.	

$\beta(1,1)$	$\beta(1,2)$	$\beta(1,3)$	$\beta(1,4)$...
$\beta(2,1)$	$\beta(2,2)$	$\beta(2,3)$	$\beta(2,4)$...
$\beta(3,1)$	$\beta(3,2)$	$\beta(3,3)$	$\beta(3,4)$...
.	.	.	.	

$$\text{Compare}(|\alpha - \beta|) \leq \gamma, \text{ Increment}(\text{Count}) \quad (\text{식9})$$

$$\text{Match} = \frac{\text{Count}}{\text{Comp_tot}} * 100 > \text{thr2} \quad (\text{식10})$$

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

3. 실험 및 고찰

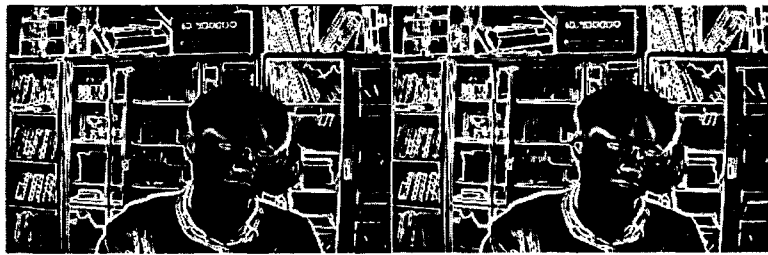
본 논문에서는 움직임추적에 관한 실험을 위해 삼성AnyCam(MPC-M30)PC카메라로 320*240사이즈의 동영상을 초당 30프레임으로 캡처하였고, CPU는 Pentium4 2.4GHz, 512DDR RAM을 사용했으며, 알고리즘 구현은 VC++6.0을 이용하였다. 물체검출에서는 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 자료의 양을 줄일 수 있는 에지를 소벨마스크를 이용하여 추출한 다음, 현재 프레임의 에지 영상과 이전 프레임의 에지 영상에 대해 차영상 기법을 수행한다. 차영상된 영상에 존재하는 잡음을 제거하고, 물체만을 검출하기 위해 이진화를 수행하였다. (그림 7)은 물체를 검출한 영상으로 (a)는 이전 프레임과 현재 프레임의 원영상, (b)는 (a)를 그레이화한 영상이고, (c)는 (b)의 에지를 구한 것이며 (d)는 (c)를 차영상한 것이며 (e)는 차영상에서 물체를 검출하기 위해 이진화를 수행한 것이다.



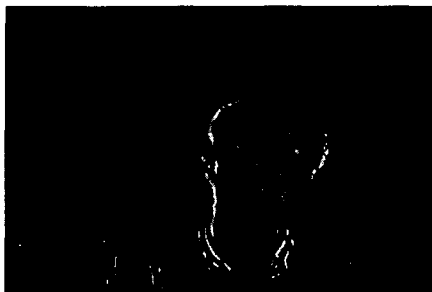
(a) 원영상



(b) 그레이화



(c) 에지추출



(d) 차영상



(e) 물체검출

(그림 7) 물체검출

(그림 8)은 물체를 추적한 결과 영상으로, 이진화된 영상에서의 x 최대값의 인덱스와 y 최대값의 인덱스를 기준으로 (식8)에 의해 물체 영역을 구하고, 구해진 물체 영역에 대해 (식9)와 (식10)을 만족하는 물체를 추적한 결과 영상이다.



[프레임1] [프레임2] [프레임3]



[프레임4] [프레임5] [프레임6]

(그림 8) 물체 추적

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 움직임까지도 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] 권준식, 김동욱, 김진태, 김태은, 송호근, 차국찬, 최종호, 최종수, "디지털 영상처리 이론 및 응용", 홍릉과학출판사, 서울, p.p 359-370, 2002.
- [2] 고봉수, "Moving edge를 이용한 움직이는 물체의 추출에 관한 연구", 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 석사학위 논문, pp. 1-15, 1986.
- [3] 여운관, "이동 물체 검출을 위한 현저한 윤곽선추출에 관한 연구", 연세대학교 대학원 전자공학과 석사학위 논문 ,pp. 4-10, 1994.
- [4] 이은미, "획득영상에서 움직이는 물체 검출 및 추적", 한밭대학교 컴퓨터 공학과 석사학위 논문, pp 10-12, 2002.
- [5] 조영석, 이주신, "이동물체 고속 추적 알고리즘에 관한 연구", 한국OA학회 논문지, 제7권, 제1호, pp. 33-47, 2002.
- [6] 장동혁, "디지털 영상처리의 구현", 정보게이트, 서울, pp. 168-175, 2001.
- [7] 최형일, 이근수, 이양원 , "영상처리 이론과 실제", 홍릉과학출판사, 서울, pp. 100-107, 1997.