

이동경계의 무게중심에 의한
실시간 자동목표추적

배 경 효 김 남 철 .
경북대학교 전자공학과

Real - Time Automatic Target Tracking
Using a Centroid of Moving Edges

Jeoung Hyo Bae, Nam Chul Kim
Dep. of Elec. Eng., Kyungpook National Univ.

< A b s t r a c t >

In this paper, a target tracking algorithm of the centroid extraction from moving edges is proposed. It aims to avoid the difficulty of image segmentation in case of the centroid extraction from one frame. The performance of the proposed algorithm for noisy and occluded images is discussed. Finally, it is also applied to a real-time target tracker.

I. 서 론

목표추적은 시변 영상으로 부터 이동 정보를 검출하고 이를 이용하여 원하는 물체를 추적하는 것이다. 이런 추적기술은 그 응용이 광범위하여 국내에서도 많은 관심을 가지고 활발히 연구되고 있다. 목표추적을 위한 이동정보 검출 방법에 따라 크게 시공간 경사법 (spatio - temporal gradient techniques), 정합법 (matching techniques), 특징 추출법 (feature extraction techniques) 등으로 나눌 수 있다. 이러한 여러가지 방법들 중에서, 특징추출법으로 분류될 수 있는 무게중심 추출법이, 영상분할이 잘 될 경우에는 매우 간단하고 대단히 좋은 성능을 나타내어, 많이 연구되어 왔다. 그런데, 기존의 무게중심 추출법들은, 시변영상의 한 프레임 만을 가지고 영상분할을 하기 때문에, 물체와 배경이 복잡한 경우에는 영상분할이 어려워 정확한 무게중심 추출이 불가능하다.

본 논문에서는 이러한 영상분할의 어려움을 피하기위해 시공간경사로부터 이동경계 만을 추출한 후 이동경계의 무게중심을 구함으로써 이동물체를 추적하였다. 여기서 추적할때 물체와 배경은 어느정도 밝기차가 있으며 단일 물체가 이동한다고

가정하였다.

II. 배경에 의한 무게중심 추출

실제 영상에서 물체와 배경을 분리시켜 물체는 "1" , 배경은 "0" 으로 하는 이진영상 $f(x,y)$ 가 주어졌을 때 투영함수⁽¹⁾ (projection fuction) 에 의해 물체의 위치, 방향, 구조등을 알수가 있다. 투영된 그림은 그림 1 과 같으며 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$P_x(y) = \int f(x,y) dy$$

$$P_y(x) = \int f(x,y) dx$$

여기서 $P_x(y)$ 및 $P_y(x)$ 는 각각 y 및 x 축에 $f(x,y)$ 를 투영한 투영함수들이다. 이진영상에서의 투영은 영상을 이차원으로 조사(scanning)하면서 "1"만을 각각 x, y 축에 투영하므로 빠르게 처리될 수 있다. 이렇게 투영된 함수로부터 물체의 무게중심을 다음과 같이 추출할 수 있다.

$$d_{ax} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i P_y(x_i)$$

$$d_{oy} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_j P_x(y_j)$$

여기서 (d_{ax}, d_{oy})는 무게중심의 좌표이며, x_i 및 y_j 는 i 번째 물체 pixel의 좌표이고, N 은 그 들 갯수의 총합이다. 이렇게 구한 물체의 무게중심을 추적해 가면, 물체가 병행운동(translation)뿐 만 아니라 회전운동 (rotation), 접근 (approach) 그리고 후퇴(recession) 등의 다양한 운동을 하더라도 고유한 무게중심은 크게 변하지않으므로 안정된 추적이 가능해진다. 그러나 실제영상에서 배경이 복잡하거나 물체와 비슷한 밝기를 갖는 배경이 물체 주위에 부분적으로 몰려 있을경우,

배경으로부터 물체만을 분리하기가 어렵기 때문에 물체와 배경과의 분할이 용이하지 못하다. 따라서 이런 경우에는 무게중심 추출이 대단히 어렵게 된다.

III. 이동경계의 무게중심 추출

시변 영상에서 물체가 이동할때 시간경사를 구하여 물체의 이동영역을 구할 수 있으며 이 이동영역은 영상분할의 중요한 정보가 된다. 즉 물체와 배경사이에 어느정도 밝기차가 존재할 경우 다음과 같이 시간경사를 구할 수 있다.

$$T(s) = I(s,m) - I(s,m-1)$$

여기서 $T(s)$ 는 시간경사이며 $I(s,m-1)$ 및 $I(s,m)$ 은 위치벡터 s 에서 과거 및 현재 프레임의 밝기함수이다. 이렇게 시간경사를 구하여 절대값을 취한후 역치와 비교하여 큰값을 이용하면 배경 부분의 영향을 없앨 수 있다. 또한 공간경사까지 사용하면 움직이는 물체의 경계를 추출할 수 있다. 즉 움직이는 물체의 경계를 이동경계라 하며 다음과 같이 표현된다.

$$\text{이동경계} = \{ S \mid |T(s)| > T_{th} \text{ and } |G(s)| > G_{th} \}$$

여기서 $T(s)$ 및 $G(s)$ 는 위치벡터 s 에서 각각 시간경사 및 공간경사이며 T_{th} 및 G_{th} 는 각각 시간경사 역치 및 공간경사 역치이다. 여기서 사용한 edge operator는 급하기 연산이 필요 없는 prewitt operator를 사용 했으며 그림 2에 나타났다. 이렇게 시간경사를 이용함으로 배경영향이 배제될 뿐 만 아니라, 시간경사를 구한후 이동 영역에서만 현재 프레임에 edge operator를 적용시켜 이동경계인가 바로 판단하여 무게중심을 구함으로, 이전영상을 메모리에 저장하지 않아 계산량이 줄 뿐 아니라 처리속도가 빨라진다. 또한 본 연구에서는 급셈연산을 없애기위해 부영법을 쓰지 않고 다음과 같이 바로 무게중심을 구하였다.

$$d_{ox} = \frac{\sum_x \sum_y x f(x,y)}{\sum_x \sum_y f(x,y)}$$

$$d_{oy} = \frac{\sum_x \sum_y y f(x,y)}{\sum_x \sum_y f(x,y)}$$

이렇게 하면 더하기 연산만으로 빠르게 무게중심을 구할 수 있다.

IV. 실험 및 검토

본 알고리즘의 성능평가를 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 행한후 본 연구실에서 제작한 자동 목표 추적장치에 실제로 적용하였다.

(1) 컴퓨터 시뮬레이션

추정에서 사용된 영상은 120X120 화소의 CAR와 SPHERE 영상이다. 여기서 CAR 영상은 장난감 자동차가 움직이는 장면을 디지털화한 영상에서 자동차 부분만을 분리하여, $mean=80$, $\beta_x=0.95$, $\sigma_x=4$ 를 갖는 2-D Markov 신호의 배경에 모자이크한 것이다. 또한 SPHERE 영상은 합성영상으로 다음과 같이 주어진다.

$$I(s,m) = \text{con} \sqrt{R^2 - C^2} + 140$$

여기서

$$\text{con} = \text{contrast}, \quad R = 30$$

$$C^2 = (i-X)^2 + (j-Y)^2, \quad s = (i, j)$$

$$X = \alpha + 60, \quad Y = \beta + 60$$

α, β : 현재 및 과거 프레임 사이의 실제이동변위 즉 CAR 영상과 같은 배경에 $\text{contrast}=3, R=30$ 인 합성 영상 구를 모자이크한 것이다. 추정성능은 물체의 이동변위를 비교적 큰 변위인 $\pm 5 \sim \pm 10$ 으로 움직여 조사하였으며, 이때 CAR (SPHERE) 영상의 시간경사 및 공간경사의 역치는 잡음이 없을 경우 각각 5, 20 (10, 40) 잡음이 섞일 경우 각각 30, 80 (25, 80)으로 하였다. 잡음에 따른 추정성능은 표 1에 나타나 있는데, 잡음이 섞일 경우 추정성능이 저하됨을 볼 수 있으나 사전처리를 하면 개선될 수 있다.

추적성능은 추정에서 사용한 배경을 120X300으로 확장하여 CAR을 연속적으로 움직이면서 모자이크하여 얻은 영상을 사용하여 조사하였다. 잡음이 없는 경우는 X, Y 방향의 속도를 시각적으로 보기 위해 그림 3에 도시했으며 그 외는 X, Y의 이차원적인 position의 추적 궤적으로 부터 추적성능을 확인 할 수 있으므로 생략하였다. 그림 3에 나타난 것과 같이 순간속도가 과소 추정하더라도 다음 순간에 과대추정함으로 보상되어 잘 추적함을 보았다. 잡음에 따른 추적성능을 그림 4(a), (b)에 도시하였으며 occlusion이 발생한 영상에서의 추적성능은 그림 4(C)에 도시하였다. occlusion이 생겼을 때도 가려진 부분이 나타났을 때 보상추적하여 물체를 놓치지 않는다. 그림 5는 $mean=175$, $\beta_x=0.95$, $\sigma_x=4$, 높이 100, 폭 10 pel의 bar형상의 전경을 occlusion시켰을 때 얻은 영상이다.

(2) 추적장치에의 적용

본 연구실의 실제추적장치에 적용한 결과 5 frame/sec의 추적속도를 가졌으며 그림 6, 7은 실제

추적할 때 화면에 나타난 장면을 나타낸다.

V. 결 론

시공간 경사로부터 이동경계를 추출하여 이
이진영상의 무게중심을 추적하는 알고리즘 을
제시하였다. 이때 시공간 경사를 사용함으로써
배경의 영향을 배제하였으며, 이동영역에서만 edge
operator를 적용함으로써 계산량을 줄였다. 또한
빠르게 무게중심을 추출하여 추적함으로써 빠르고
다양한 이동에도 잘 추적하였다.

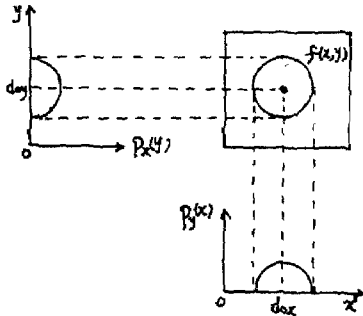


그림 1. 이진영상을 부영한 그림

표 1. CAR 와 SPHERE 영상의

Noise 에 따른 추정성능

Noise 정도	CAR	SPHERE
Noise free	0.038	0.028
36 dB	0.434	0.514
30 dB	0.490	0.545

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

Gx

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

Gy

$$G_x = \{I(i-1, j-1) + I(i-1, j) - I(i+1, j-1) - I(i+1, j)\}$$

$$G_y = \{I(i-1, j-1) + I(i, j-1) + I(i+1, j-1) - I(i-1, j+1) - I(i, j+1) - I(i+1, j+1)\}$$

$$|G| = |G_x| + |G_y|$$

그림 2. Prewitt Operator

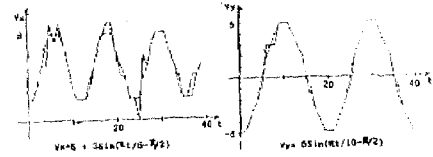


그림 3. X 와 Y 방향의 속도

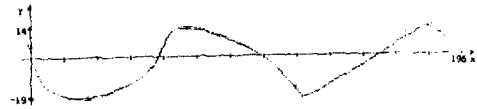


그림 4(a). X-Y Position (Noise free 인 경우)

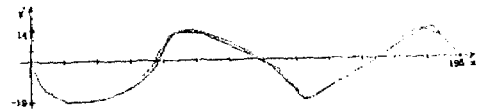


그림 4(b). X-Y Position (30 dB 인 경우)

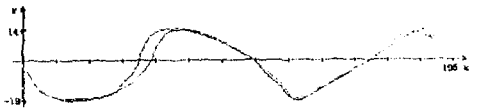


그림 4(c). Occlusion 이 있을 때 X-Y Position (30 dB 인 경우)

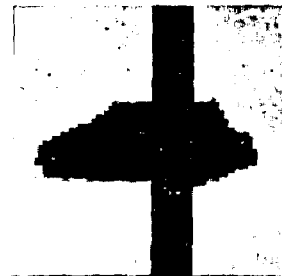


그림 5. Occlusion이 있는 영상

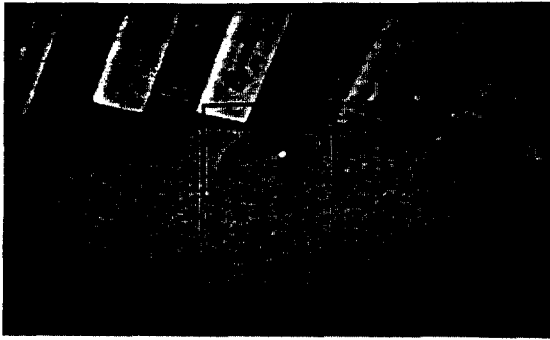


그림 6 . 목표 추적전의 영상

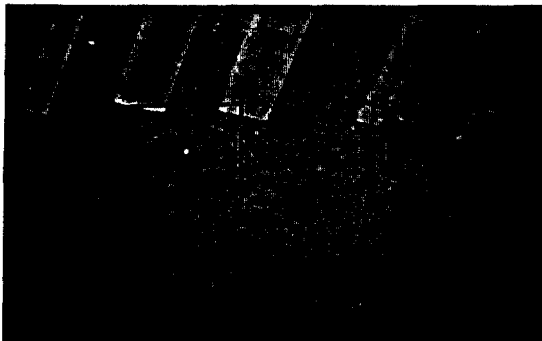


그림 7 . 목표 추적후의 영상

참 고 문 헌

1. A.L.Gilbert and et al, "A Real-time Video Tracking System", IEEE Trans.on Pat. Anal. Machine Intel., PAMI-2, pp.47-56, 1980.
2. R.Jain, W.N.Martin and J.K.Aggarwal, "Segmentation through the Detection of Changes Due to Motion", Computer Graphics and Image processing 11, pp13-14, 1979.
3. W.B.Thompson and S.T.Barnard, "Lower-Level Estimation and Interpretation of Visual Motion", IEEE Comput.Mag., August, pp20-28, 1981.