이동영역을 틀 영상으로 한 실시간 자동목표추적

천 인 서° 김 남 철 장 익 훈
경북대학교 전자공학과

Real-time Automatic Target Tracking Using a Subtemplate of Moving Region

In Seo Chun, Nam Chul Kim, Ick Hoon Jang
Dept. of Elec. Eng., Kyungpook National Univ.

〈 A b s t r a c t 〉

In this paper , an improved matching method using subtemplate of moving region and 3-step search algorithm is proposed. It reduces heavy computational load of the conventional method. The proposed method is applied to an automatic target tracker using high speed 16 bit microprocessor in order to track one moving target in real time. Experimental results show that the proposed method has better performance over the conventional method in spite of greately reducing the computational load, even in case with complex background.

I . 서 론

최근 시변영상에서 움직이는 물체의 이동정보를 검출해 내는 알고리즘에 대한 연구가 활발하며, 이는 teleconference 나 형태인식 ,자동 목표 추적 장치 등에서 많이 응용되고 있다. 지금까지 알려진 이동정보의 검출방법은 크게 정합법, 시공간 경사법, 특징 추출법 등으로 구분할 수 있으며 ,이 외에도 물체와 배경으로 분할된 이진 영상으로 부터 이동정보를 검출하는 variational 알고리즘 과 물체의 무게중심을 이용하는 투영법 등이 있다. 이들중 정합법은 대상 화면에서 하나의 틀 영상을 가지고 예상변위로 이동하면서, 유사성이 가장 큰 변위를 찾아 내어 그 때에 두 화면이 정합되었다고 보고 이동정보를 검출해 내는 방법이다. 이 방법은 비교적 잡음에 강하나 배경이 복잡한 경우 성능이 떨어지며 계산량이 많다는 단점이 있다. 본 논문에서는 계산량을 적게하면서도 복잡한 배경과 잡음이 심한 상황에서 정확히 이동정보를 검출해 낼 수 있도록 하기위해 정합법에 근거한 새로운 방법을 제안하였다. 먼저 정확도가 높으며 비교적 수행이 간단한 기존의 3단계 조사법을 사용함으로써 예상변위의 갯수를 줄여 계산량을 감소시켰다. 그리고 , 이동 영역만을 틀 영상으로 하여 이동영역에 해당되는 화소에서만 유사성을 계산하도록 함으로써 계산량을 더욱 감소시키고 기존의 정합법이 가지는 배경에 의한 성능저하를 개선하였다.

II. 정합법의 기본

본 논문에서는 두 화면 사이에 전체적인 조명의 차이가 적다고 보고 물체가 병진운동을 한다는 가정하에서 다음 식과 같이 주어지는 절대차의 평균을 유사성의 척도로 하였다.

$$Q(\vec{d}_k)=\frac{1}{M}\sum_{S}\left|I(s,m)-I(s+\vec{d}_k,m-1)\right| \quad , \vec{d}_k\in D \qquad (1)$$

여기서 I(s,m)은 m프레임에서 위치벡터 s에서의 화소의 밝기를 나타내는 함수이며, $\tilde{d}_k$는 가능한 예상변위이고 D는 이들을 원소로 하는 집합이다. 또한 M은 물 영상에 포함되는 화소의 갯수이다. (1)식에서 보는 바와 같이 절대차의 평균은 예상된 변위에서의 이전 프레임과 현재 프레임 사이의 밝기의 차, 즉 예상 시간경사 (displaced frame difference)의 절대치를 평균하면 되므로 계산이 비교적 간단하다. 여기서 (1)식의 값이 작을수록 유사성이 큰 것을 의미하며 가장 작은 값을 갖는 예상위치에서 두 화면이 정합되었다고 판단한다. 또한 (1)식에 의하면 계산량을 줄이기 위해서는 찾아다니는 예상변위의 갯수를 작게하며 물 영상에 포함되는 화소의 갯수를 줄여야 한다는 것을 알수있다. 본 논문에서는 이 두가지 측면을 함께 고려하여 예상변위의 갯수를 제한하기 위해서는 3단계 조사법을 사용하였으며, 물 영상의 화소의 수를 줄이기 위해서는 이동영역만을 물 영상으로 사용하였다.

III. 물 영상의 선정

본 논문에서는 이동영역을 선택하는 방법으로 다음과 같이 시간경사에 의한 방법과 moving edge에 의한 방법을 제안하였다.

1. 시간경사에 의한 방법

물체의 경계부분이 급격한 경사를 이루며 물체와 배경 사이에 어느 정도 밝기의 차가 존재할 경우에는 이동영역을 다음과 같이 시간경사에 역치를 두어 간단히 구할 수 있다.

$$\text{moving region} = \{s \mid |T(s)| > Tthr\}$$
$$T(s)=I(s,m)-I(s,m-1) \qquad (2)$$

여기서 T(s)는 s에서의 시간경사(frame difference)이고 Tthr은 시간경사의 역치(threshold)이며 이 값은 물체와 배경 사이에 존재하는 밝기차로 부터 적절한 값을 선택할 수 있다.

2. Moving edge에 의한 방법

시간경사로 구한 영역은 물체의 이동변위에 따라 물 영상의 크기가 달라지며 이는 계산량의 차이를 가져온다. 또한 배경이 복잡하고 물체가 완만한 경사를 이루며 움직임이 작을 경우 단순히 시간경사로만 이동영역을 구분하기가 어렵게 된다. 이러한 문제점들은 움직이는 물체의 경계부분을 이동영역으로 사용함으로써 쉽게 해결할 수 있다. 즉 물체가 완만한 경사를 이루더라도 물체의 경계부분에서 생기는 비교적 큰 경사를 이용함으로써 움직이는 물체의 경계부분을 쉽게 뽑아낼 수 있으며, 이렇게 얻은 경계부분은 물체의 변위에 관계없이 항상 일정한 크기를 가지게 된다. 본 논문에서는 움직이는 물체의 경계부분을 moving edge라 하고 moving edge는 시간경사가 비교적 크며 공간상에서도 공간경사가 커야 한다고 가정하였다. 이러한 조건을 만족하는 moving edge영역은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{moving edge region} = \{s \mid |T(s)| > Tthr \text{ and } |G(s)| > Gthr\} \qquad (3)$$

여기서 G(s)는 위치벡터 s에서의 공간경사이며 Gthr.은 공간경사 역치이다. 공간경사는 일반적인 edge연산자로서 곱하기 연산이 필요없는 그림 1과 같은 Prewitt연산자를 사용하였다.

Moving edge영역을 물 영상으로 사용하는 방법은 시간경사에 의한 방법보다 계산과정은 복잡하나, 배경이 복잡하고 물체가 완만한 경사를 이루더라도 이동영역을 잘 구분할 수 있으며 물체의 변위에 관계없이 물 영상을 항상 작게 유지한다.

IV. 실험 결과 및 검토

본 논문에서 제안된 방법들의 성능평가를 위해 먼저 컴퓨터 시뮬레이션을 행하고 이를 바탕으로 자동 목표 추적장치[5]에 실제 로 적용하였다.

1. 컴퓨터 시뮬레이션

컴퓨터 시뮬레이션에서는 먼저 두장의 영상만을

가지고 목표물의 이동정보를 예측하는 정도를 나타내는 추정성능과, 연속된 영상에서 매 프레임마다 추정되어진 이동정보로 목표물을 추적해 가는 정도를 나타내는 추적성능을 조사하였다. 여기서 목표물은 장난감 자동차가 있는 화면을 디지털화한 영상에서 자동차 부분만을 분리하여 만든 CAR영상과, 반경을 R이라 할때 반경 내의 포함되는 화소에서는 다음 식과 같이 주어지는 SPHERE영상을 사용하였다.

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

여기서

con: contrast, R=30

$\vec{C}=(i-X)\vec{i}+(j-Y)\vec{j}$, s=(i,j)

$X=\alpha+50$, $Y=\beta+50$

α,β : m프레임과 m-1프레임 사이의 실제변위

배경영상은 이차원 separable Markov신호를 발생시켜 만들었으며, 이때 신호의 발생원을 백색 Gauss잡음으로 하고 신호의 평균을 120, 상관계수를 0.95로 한후 신호의 표준편차를 여러가지로 하여 몇개의 배경영상을 만들었다. 이러한 배경영상의 중심부에 목표물인 CAR 또는 SPHERE영상을 모자이크하여 이전 프레임을 만들고 또 주어진 변위만큼 이동시켜 현재 프레임을 만들어 추정성능의 조사에 사용하였다. 그리고 추적성능은 배경영상에다 연속적으로 목표물을 이동시키면서 조사하였다. 이 때 시간검사의 역치는 12로 하고 공간검 사 역치는 60,그리고 카운터의 역치는 200으로 하였다.

추정성능으로는 두 장의 영상으로 부터 실제변위와 추정변위의 절대차의 평균인 MAE(mean absolute error)로써 평가하였다. 이때 목표물의 실제변위를 수평,수직방향으로 +5 ~ -5 즉 121번(N=121)을 변화시켰다. 먼저 CAR영상을 사용하여 배경의 변화에 따른 추정성능을 기존의 3단계 조사법과 비교하면 표 1과 같다. 다음으로 배경의 표준편차를 σ_x=10으로 한 비교적 복잡한 배경에서 잡음에 따른 추정성능을 알아 보았다. 잡음으로는 백색 Gauss 잡음을 사용하였고 신호의 최대전력 대 잡음의 전력비로 SNR을 나타 내었다. 이렇게 하여 얻은 결과는 표 2와 같다. 그리고 SPHERE영상을 사용하여 제안된 방법들의 물체의 밝기변화에 따른 성능을 조사하였다. 이때 배경으로는 표준편차가 σ_x=10인 복잡한 배경을 사용하였고 SNR이 30dB인 상황에서 구의 contrast를 변화시켰다. 이렇게 하여 얻은 결과는 표 3과 같다. 여기서 contrast 가 작을수록 밝기변화가 적은 것을 의미한다. 제안된 방법들의 추적성능을 알아보기 위하여 배경의 표준편차가 σ_x=4인 2-D Markov 신호를 발생시켜 만든 128X512 크기의 배경영상 위에 CAR목표물을 연속적으로 움직여 가면서 조사하였다. 먼저 잡음이 없는 상태에서 가속도운동을 할 때의 추적성능을 조사하면 그림 2와 같다. 여기서 (a)와 (b)는 각각 x와 y방향의 실제속도와 추정속도를 나타내며 (c)에서는 물체가 실제 이동하는 궤적과 추적해가는 궤적을 이차원적으로 나타내었다. 그림 2에서 x축 의 실제변위가 7 pef인 경우 제안된 알고리즘의 최대 예상변위가 6 pef인 관계로 1 pef의 오차가 발생하나 다음 순간 실제변위가 작아 질 때 오차만큼 보상하여 추정 함으로써 전체적으로 잘 추정하고 있다. 또한 20dB의 심한 잡음이 섞인 상황에서의 추적성능을 조사 하면 그림 3과 같다. 잡음에 의해 그림 2보다 다소 추정성능이 떨어 지나 전반적인 추적성능은 크게 저하되지 않는 것을 볼 수 있다.

2. 추적장치에의 적용

제안된 알고리즘을 자동 목표 추적장치에 적용하여 실시간으로 동작함을 확인하였으며 그림4는 추적장에 목표물을 따라 이동해가는 장면을 보여준다.

V. 결 론

3단계조사법을 사용하고 이동영역만을 물영상으로

하여 이동영역에 해당되는 화소에서만 유사성을 계산하도록 하여 계산량을 감소시킬 뿐만 아니라 정합법이 가지는 복잡한 배경에 의한 성능저하를 개선할 수 있는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 잡음이 심한 상황에서도 성능이 안정되어 기존의 정합법처럼 잡음에 강한 특성을 나타내었고 비교적 알고리즘이 간단하여 자동 목표 추적장치에 적용해 본 결과 실시간으로 잘 동작하였다.

VI. 참 고 문 헌

1. S. Kappagantula and K. R. Rao , " Motion compensated predictive coding , " SPIE's 27th annual international tech. symposium, pp. 21-26 , 1983.

2. Thompson B. William , Barnard T. Stephen , " Lower-level estimation and interpretation of visual motion," IEEE Comput. Mag., August, pp. 20-28,1981.

3. R. Srinivasan and K. R. Rao , " Predictive coding based on efficient motion estimation," IEEE Trans. Comm., vol. COM-33 : 888-895,1985.

4. B. S. Koh , A study on the Segmentation of Moving Objects by Use of Moving Edges , M.S. Thesis , KAIST , 1985.

5. 공 태 호 , " 다기능 영상처리 시스템의 하드웨어 구현 , " 대한 전자 공학회 논문지 , 제23권 2호 1987년 3월

표 1.Performance(MAE) according to complexity of background for CAR image

	3 - step serching		
σ_x	original	F.D. template	M.E. template
4	0.025	0	0
10	0.760	0	0
15	2.233	0	0

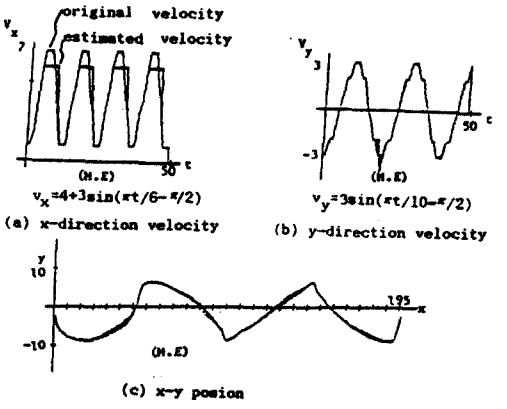


그림 2 . Tracking performance for acceleration(noise free)

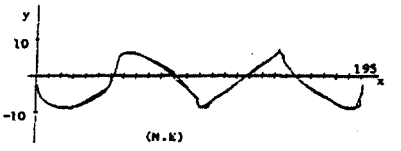


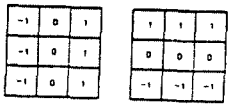
그림 3 . Tracking performance for acceleration(20dB)

표 2. Performance(MAE) according to SNR for CAR image

SNR (dB)	F.D. template	M.E. template
30	0.004	0.017
26	0.037	0.087
24	0.211	0.207

표 3. Performance(MAE) according to contrast for SPHERE image

contrast	F.D. template	M.E. template
3	0.028	0.014
2	0.083	0.056
1	0.500	0.194



Gx={I(i-1,j-1)+I(i-1,j)+I(i+1,j-1))
-(I(i+1,j-1)+I(i+1,j)+I(i+1,j+1))
Gy={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| = |Gx| + |Gy|

그림 1 . Prewitt Operator

그림 4. Target tracking operation ; (a) → (b)