움직임정보를 이용한 영상영역화기법

°황 신 환 이 상 욱

서울 대학교 공과대학 제어계측공학과

Image segmentation technique using a motion information

Shin-Hwan Hwang , Sang-Uk Lee

Dept. of Control and Instrumentation Eng., Seoul National University

Abstract

A technique for a segmentation of moving object using a motion information from real time frame sequences is proposed. Emphasis has been made to estimate the object displacement with low computational complexity. And a new algorithm which combines motion and intensity information is presented. The computer simulation results show that the proposed algorithm works satisfactorily to the image with the small object size and low contrast images .

1. 서 론

영상영역화 (image segmentation) 란 주어진 영상을 공통적인 성질을 갖는 영역으로 분리시키는 과정으로서 , 영상의 표현 및 인식을 위해서 가장 먼저 수행되어야하는 처리과정이다.

사람의 시각인식의 구조적인 측면에서 볼때 정지영상에서보다 시변영상 (time varying imagery) 에서 더 많은 시각 정보를 얻을 수 있음이 많은 연구를 통해 알려져있다[1]. 이는 영상영역화의 경우에도 마찬가지로서 , 정지영상에서 얻을 수 있는 밝기나 색깔 등의 정보와 함께 시변영상으로부터 물체의 움직임정보 (motion information) 를 사용하므로써 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 , 시변영상에 대한 영상영역화는 움직임정보를 추출하기 위해 사용하는 데이타의 양이 많고 방대한 계산량과 계산시간을 필요로 하기때문에 , 현재까지는 정지영상을 이용한 영상영역화에 대한 연구가 주로 이루어져 왔다[2].

본 논문에서는 자동 영상 추적기에의 응용을 전제로 실시간 하드웨어의 구현이 가능하도록 계산량이 작으면서도 움직임정보를 사용하여 물체주위에 물체와 비슷한 밝기를 갖는 영역이 존재함으로 인해 생기는 배경산란에 의한 영향을 줄일 수 있는 영상영역화 알고리듬을 제안하였다.

2. 영상영역화 알고리듬

본 논문에서 제안하는 알고리듬은 TV 카메라로부터 얻은 동적영상에서 움직이는 물체와 정지해있는 배경이 화면에서 각각 상대적으로 다른 변위를 갖는점을 이용하여 영상영역화한다. 구체적인 알고리듬의 동작은 윈도우 내의 물체및 각 화소의 변위추정과 , 추정결과에 따른 각 화소의 분류 (classification) 의 두 단계로 나누어진다.

1) 변위 추정

동적 영상의 영상영역화에 있어서 화소단위방법의 경우 영상내의 각 화소에 대해 변위를 추정함으로써 영상영역화를 행한다. 본 논문에서도 마찬가지로 , 연속하는 두 프레임간의 각 화소들의 변위를 구하고 , 비슷한 변위를 갖는 화소들을 하나의 영역으로 지정하여 영상영역화를 수행하는데 , 이상에서 볼 수 있듯이 변위 추정은 동적 영상의 영상영역화에 있어서 가장 기본이 된다[3].

변위 추정을 위한 알고리듬은 여러가지가 있으나 , 본 논문에서는 block matching 방법[4]의 변형인 십자(+)형태의mask (cross mask) 를

이용한 matching 알고리듬을 사용하였으며 , 화면내에 여러개의 움직이는 물체가 있을경우 필요로하는 물체만의 변위를 구할 수 있도록 그림 1 과 같은 형태의 double window 를 사용하였다. 십자형태의 mask 는 그림 2 와 같은 형태로서 윈도우의 크기와 함께 물체의 추정크기에 비례하여 크기를 변화시키며 , 물체의 추정크기로는 직전 프레임에서 영상영역화된 물체의 크기를 사용한다. 또한 십자형태의 mask 의 중심화소에 가중치를 주어서 distortion 값의 계산에 중심화소와 주변화소가 미치는 영향을 적절히 조합함으로써 화소단위의 변위추정도 가능하도록 하였다.

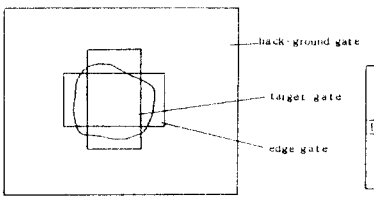


그림 1 double window

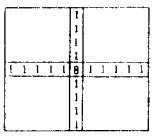


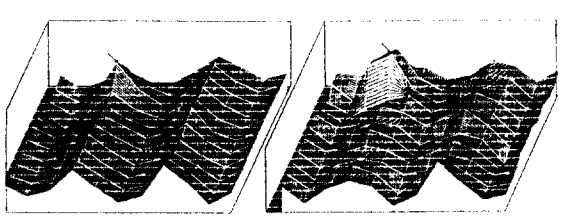
그림 2 cross mask

실제 알고리듬의 동작은 십자형태의 mask 를 물체에 씌운후 DMD (direction of minimum distortion) search 방법[4] 에 의해 물체의 변위를 구하는 형태로 이루어지며 search 에 사용되는 distortion 값은 식 (1) 에 의해 계산된다.

$$D = \sum_{x,y \in M} Wxy \; |I(x+dx, y+dy, t+1) - I(x, y, t)| \quad (1)$$

M : cross mask , Wxy : cross mask 내의 가중치

본 알고리듬은 block matching 알고리듬에서 계산량을 줄이고 각 화소에 대한 변위를 구할 수 있도록 변형시킨 것으로서 block matching 방법과의 성능비교를 위해 x,y 방향으로 이동시켜가며 matching 하여 얻은 distortion matrix 를 구하여 비교하였으며 그 결과 그림 3 에서 볼 수 있듯이 두가지 방법의 성능차이가 거의 없음을 알 수 있다.



(a) BMA (b) CMMA

그림 3 block matching 과 cross mask matching 방법의 성능비교.

2) 분 류 (classification)

동적영상에서의 영상영역화는 윈도우내의 각 화소에 대해 얻은 각종 정보 -변위,밝기- 등을 조합하여 비슷한 성질을 갖는 영역들로 분류 (classification) 함으로써 이루어진다. 각 화소들이 앞서 얻은 물체의 변위와 유사한 변위값을 갖는가를 확인하기 위해서 우선 각 화소에 대해서 mask 를 씌운후 변위를 찾는 방법을 생각할 수 있으나 이 경우 계산량이 많아지며 결과적으로 계산시간이 길어지게 된다. 그러나, 본 논문에서는 영상을 물체에 해당하는 영역과 배경에 해당하는 영역으로 나누는 것을 목적으로 하므로 , 각 화소에 대해 각각 변위를 찾는 대신 , 식 (2) 에 의해 각 화소가 물체의 변위와 유사한 변위를 갖는다는 가정을 만족하는지의 여부만을 검사함으로써 분류를 하였다.

$$|De - Dc| > T \quad (2)$$

$$,De = \sum_{x,y \in M} Wxy \; |I(x+dx, y+dy, t+1) - I(x, y, t)|$$

$$,Dc = \sum_{x,y \in M} Wxy \; |I(x+dy, y-dx, t+1) - I(x, y, t)|$$

여기서 식 (2) 를 살피보면 , 물체의 추정변위 dx, dy 에 대해서 cross mask 의 중심화소를 물체의 추정변위만큼 이동시켜서 matching 한 결과인 De 와 추정변위에 직각방향으로 이동시켜서 matching 한 결과인 Dc 의 절대차를 구한 것으로서 , 중심화소가 물체와 유사한 변위를 갖는다는 가정을 만족할 경우 De 는 작고 Dc 는 크게 되어 그 절대차가 크게되고 가정을 만족하지 못할 경우 De 와 Dc 의 차이가 크지 않게 된다. 그러므로 De 와 Dc 의 절대차를 임계값 T 와 비교함으로써 각 화소가 물체와 유사한 변위를 갖는지의 여부를 검사할 수 있다.

3) 밝기정보와 움직임정보의 조합

앞에서 식 (2) 에 의해 각 화소를 물체에 해당하는 영역과 배경영역으로 분류함으로써 움직임정보만을 이용하여 영상영역화를 수행할 수 있다. 그러나 움직임정보만을 이용할 경우 물체의 이동으로 인해 생기는 배경의 변화및 그밖의 변위추정 부정확등으로 인하여 물체의 형태가 유지되지 않는 경우가 있는데 , 이러한 문제는 정지영상에 대한 영상영역화 기법을 사용하여

밝기정보를 이용하므로써 해결할 수 있다[2]. 본 논문에서는 정지영상에 대한 영상영역화 기법으로 thresholding 기법을 사용하였는데, threshoding을 위한 임계값 TH1 으로 윈도우내의 back-ground gate 의 평균밝기와 target gate 의 평균밝기의 중간값을 사용하였으며 그 계산식은 식 (3) 과 같다.

$$TH1 = \frac{Ib + It}{2} \qquad (3)$$

Ib : back-ground gate average intensity

It : target gate average intensity

그러나 이들 정보를 조합하는데 있어서 식 (4) 와같이 각각의 정보만으로 영상영역화한 결과를 조합할 경우 최종결과는 둘중에서 더욱 나쁜 결과에 의해 좌우되므로 영상영역화 결과가 나쁘게된다[3].

$$T(x,y) = (|De - Dc| > TH2) \ .AND. \ (I > TH1) \qquad (4)$$

그러므로 본 논문에서는 보다 좋은 영상영역화 결과를 얻기 위해 다음과 같은 방법으로 움직임정보와 밝기정보를 조합하여 영상영역화 하였으며 전체 알고리듬의 흐름도는 그림 4 에 나타내었다.

(1) IF (I > TH1) THEN
    RESULT = | De - Dc | * 2 ;
  ELSE
    RESULT = | De - Dc | / 2 ;
(2) IF (RESULT > TH2) THEN
    pixel p(x,y) ∈ target region
  ELSE
    pixel p(x,y) ∈ back-ground region

3. 실험및 결과고찰

실험에서는 움직이는 물체가 있는 영상을 실시간으로 4 프레임씩 digitize 하여 사용하였으며 각 영상은 256x240x8 의 구성을 갖는다.

그림 5 는 약 4x2 화소 크기의 매우 작은 물체에 대해 영상영역화한 결과로서 식 (5) 에 의해 정의되는 contrast 가 0.032 인 물체를 구분하기가 매우 힘든 영상이다. 제안한 알고리듬의 성능을 비교하기 위해 밝기정보만을 이용한 방법중에서 비교적 좋은 결과를 보이는 relaxation 알고리듬을 통해 얻은 결과도 나타내었는데, 크기가 작고 contrast 가 낮은 물체에 대해서 relaxation 알고리듬에 비해 제안한 알고리듬이 더 좋은 결과를 보였다. 그림 6 은 15x15 화소 크기의 회전하는 물체에 대한 영상영역화 결과로서 contrast 가 0.234 인 경우이다. 움직임정보를 이용하므로써 relaxation 결과에서 나타난 물체 윗부분의 흰줄과 같은 배경산란이 제거된 것을 볼 수 있다.

$$contrast = \frac{| Ib + It |}{Ib} \qquad (5)$$

,Ib : back-ground gate average intensity

,It : target gate average intensity

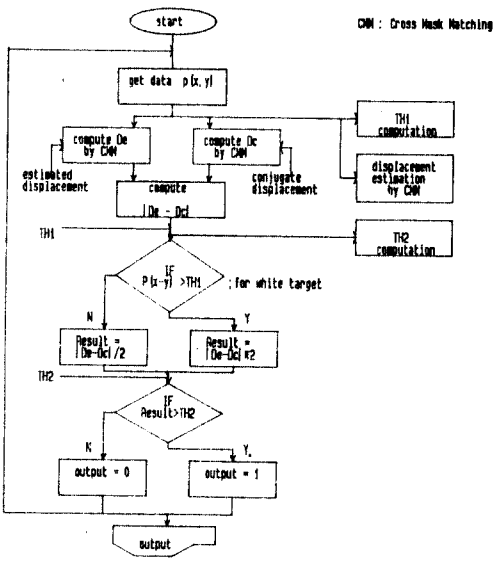
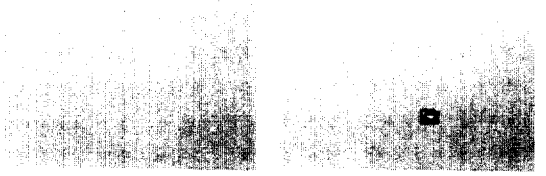
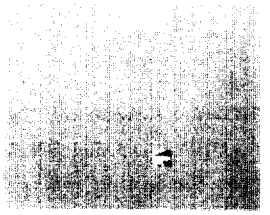


그림 4 전체 알고리듬의 흐름도

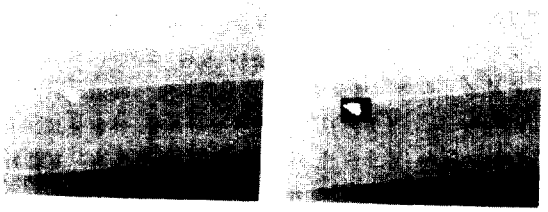


(a) input image (b) CMM output



(c) relaxation output

그림 5 영상영역화 결과 영상



(a) input image (b) CMM output

(c) relaxation output

그림 6 영상영역화 결과

4. 결 론

제안한 알고리듬은 움직임정보와 밝기정보를 효율적으로 조합하여 동적영상을 영상영역화하는 알고리듬으로서 계산량의 감축과 구조의 단순화를 통해 자동 목표물 추적기등에 실시간 응용이 가능하도록 하였다. 본 알고리듬을 실제의 영상에 적용해본 결과 크기가 큰 물체뿐만이 아니라 매우 작은 물체와 contrast 가 매우 낮은 경우에도 좋은결과를 보이며, 또한 움직임정보를 이용하므로써 배경산란을 제거할 수 있음을 알 수 있었다.

제안한 알고리듬에서는 움직임정보의 추출을 위해 두 프레임만을 사용했으나, 효과적이고 안정된 움직임정보의 추출을 위해 여러 프레임의 데이타를 사용하는 방법에 대한 연구 및 optical flow 를 이용한 영상영역화 기법에 관한 연구가 계속되어야할 것이다.

참고문헌

[1]. W.N.Martin and J.K.Aggarwal,"Dynamic scene analysis" ,CGIP-7 ,pp.356-374,1978.

[2]. W.B.Thompson,"Combining motion and contrast information for segmentation", IEEE Trans. PAMI., vol.PAMI-2, pp.543-549,Nov,1980.

[3]. S.M.Haynes and R.Jain,"Detection of moving edges" ,CGIP-21 ,pp.345-367,1983.

[4]. J.R.Jain and A.K.Jain,"Displacement measurement and its application in interframe image coding", IEEE Trans. commun., vol.COM-29, pp.1799-1808,Dec,1981.