

히스토그램 프로젝션을 이용한 움직이는 카메라로부터의 이동물체 추적 알고리즘

Algorithm for Moving Object Tracking from Moving Camera Using Histogram Projection

설성욱, 이희봉, 김효성, 남기곤, 이철현

Sung-Wook Seol, Hee-Bong Lee, Hyo-Sung Kim, Ki-Gon Nam, Chul-Hun Lee

요 약

본 논문에서는 히스토그램 백 프로젝션(HBP : histogram back projection), 히스토그램 인터섹션(HI : histogram intersection) 그리고 XY 프로젝션(XY-projection)을 이용하여 움직이는 카메라로부터 이동 물체를 추적하는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법은 히스토그램 백 프로젝션을 이용하여 물체를 분할하고 히스토그램 인터섹션과 XY-프로젝션을 사용하여 추적물체를 정합하고 추출하였다. 본 논문에서는 컴퓨터 모의실험을 통하여 제안된 방법이 움직이는 카메라로부터 획득된 영상에서 추적하고자 하는 물체를 분할하고 정합하여 큰 오차 없이 추적함을 보였다.

Abstract

In this paper, we propose an algorithm for moving object tracking from moving camera using histogram back projection (HBP), histogram intersection (HI) and XY projection. The proposed method segments objects using histogram back projection, matches tracking objects using histogram intersection and extracts them using XY projection. Through the simulation this paper shows that the proposed method segments, matches and tracks objects without significant error from image sequences obtained by moving camera.

Key words: Tracking, Moving camera, Histogram back projection, Histogram intersection

I. 서론

이동 물체 추적은 컴퓨터 비전 및 여러 응용 분야에서 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다. 이동 물체 추적 시스템이란 카메라로 획득한 연속 영상으로부터 움직이는 물체를 추적하는 것을 말한다^[1].

이동 물체 추적은 카메라와 물체사이의 이동 관계에 따라 카메라는 고정되어 있고 물체가 이동하는 경우, 물체는 고정되어 있고 카메라가 움직이는 경우와 물체가 이동하고 카메라도 움직이는 경우로 분류된다. 이동 물체를 추적하는 기존의 방법으로 차영상을 이용한 방법과 광류(optical flow)를 이용한 방법이 있다. 차영상을 이용한 추적 방법은 카메라는 고정되어 있고 물체가 이동하는 경우에 적용가능하며 배경영상과 차영상을 이용하여 물체를 추적한다^{[2][3]}. 이 방법은 주위 환경의 변화에 많은

제약을 받으며, 카메라가 움직일 경우 배경영상을 구하기가 어려움으로 진치리 과정에서 잘못된 결과를 얻게 되며 이동 물체 추적 시 많은 오차와 잘못된 추적이 발생하게 된다. 광류를 이용한 방법은 카메라와 물체 중에서 하나가 고정되어 있는 경우에 주로 쓰인다^{[4][5]}. 이 방법은 이전 프레임에서 구해진 물체가 시간과 공간의 변화를 거처서 다음 프레임의 한 위치에 있을 때 시공간 벡터를 이용하여 물체의 이동을 인식하고 추적한다. 계산량이 많기 때문에 처리속도가 느린 단점이 있다.

본 논문에서는 히스토그램 백 프로젝션^{[6][7]}, 히스토그램 인터섹션^[8] 그리고 XY 프로젝션^[9]을 이용하여 움직이는 카메라로부터 이동 물체를 추적하는 알고리즘을 제안하였다. 이동 물체 분할을 위해 히스토그램 백 프로젝션을 사용했고 정합을 위한 모델로서 히스토그램 인터섹션을 이용하였으며 좀더 정확한 물체판별과 추출을 위해 XY-프로젝션을 사용했다^[10].

II 장에서는 물체 정합 모델인 히스토그램 백 프로젝션과 히스토그램 인터섹션, 그리고 XY 프로젝션 알고리즘을 설명하고, 이것을 이용하여 물체를 분할하고 정합하는 과정을 설명한다. III 장에서는 본 논문에서 제안한 물체 정합 모델을 사용한 추적 시스템에 대해서 설명한다. IV 장에서는 제안한 알고리즘을 컴퓨터 모의실험에 적용해서 카메라가 움직이는 상황에서 이동 물체를 추적해 나가는 것을 보이며, V 장에서 결론을 맺기로 한다.

II. 물체 분할 및 정합

일반적으로 이동 물체 추적 시에는 다음 세 가지 문제를 가지고 있다. 첫째, 추적모델에 대한 처리 속도와 처리되는 데이터의 양이 제한적이다. 둘째, 물체와 배경을 제대로 분할하지 못해서 추적 시에 오차가 발생한다. 셋째, 조명의 변화에 의해 움직이는 물체를 제대로 추적하지 못하는 경우가 발생한다. 본 논문에서 적용한 히스토그램 백 프로젝션과 히스토그램 인터섹션을 이용하여 앞의 두 가지 문제점을 해결하였으며 XY 프로젝션을 사용하여 마지막 문제점을 해결하고자 하였다.

1. 히스토그램 백 프로젝션

히스토그램 백 프로젝션은 영상내에 있는 물체를 분할하고, 추적하고자 하는 물체의 위치를 찾아내는데 유용한 방법이다. 입력 영상 $I(x, y)$ 의 히스토그램을 $H_I(j)$ 로 정의하고 모델이 되는 물체의 히스토그램을 $H_M(j)$ 라고 정의한다. $H_R(j)$ 는 $H_M(j)$ 를 $H_I(j)$ 로 나눈 히스토그램이다. $H_R(j)$ 에 의해 역투사된 영상 $B(x, y)$ 는 식 (1)과 같다.

$$H_R(j) = \frac{H_M(j)}{H_I(j)}, \quad B(x, y) = \text{Min}(H_R(I(x, y)), 1) \quad (1)$$

물체는 역투사된 영상 B 의 최고값 근처에 존재할 확률이 높다. 보다 정확한 결과를 얻기 위해서 밀집도 필터링(density filtering)을 사용했다. D' 을 반지름 r 을 갖는 원형 마스크로 정의하고 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$D'(k, l) = \begin{cases} 1 & \text{if } \sqrt{k^2 + l^2} < r \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

여기서, r 은 물체영상 대각선 길이의 절반 값으로 정의한다.

밀집도 필터링을 하기 위한 마스크를 그림 1에 나타내었다. 생성된 마스크에서 원 내부의 값은 '1'로 두고 그

외의 값은 '0'으로 설정한다.



그림 1. 밀집도 필터링 마스크

(a) 물체영상 (b) 생성된 마스크, D'

Fig. 1. Density filtering mask.

(a) Object image (b) Designed mask, D'

밀집도 필터링을 사용한 개선된 히스토그램 백 프로젝션 결과를 구하는 과정을 식 (3)과 같이 나타내었다. 여기서 B 는 밀집도 필터링 과정을 거치지 전의 히스토그램 백 프로젝션 결과 영상이고, B_c 는 밀집도 필터링 과정을 거친 후의 영상이다. '*'는 컨볼루션 과정을 나타낸다.

$$B_c = B * D' \quad (3)$$

위의 과정을 통해 물체의 위치를 찾을 확률이 더 높아지게 된다.

그림 2는 히스토그램 백 프로젝션을 수행했을 때의 결과를 나타낸다. B_c 영상을 보면 모델과 유사한 물체가 있을 확률이 높은 위치가 표시되어진 것을 알 수 있다.

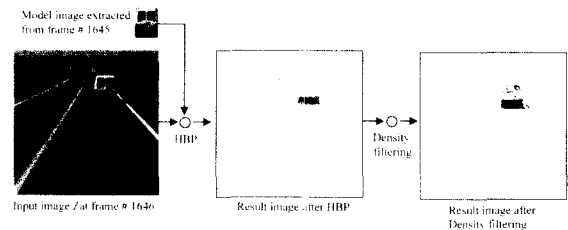


그림 2. 히스토그램 백 프로젝션과 밀집도 필터링을 수행한 결과

Fig. 2. Result of histogram back projection and density filtering.

2. 히스토그램 인터섹션

히스토그램 인터섹션은 특징점으로서 히스토그램의 각 밝기값을 이용하여 물체를 정합한다. 인식하고자 하는 물체와 동일한 물체인지를 판단하기 위해서 이 방법을 이용하게 되는데, 결과 값이 클수록 인식하고자 하는 물체

와 유사하다고 할 수 있다. 히스토그램 인터섹션은 식 (4)와 같이 정의할 수 있다.

$$\sum_{j=1}^n \text{Min}(H_{I_k}(j), H_M(j)) \quad (4)$$

여기서 입력 영상 $I(x, y)$ 의 한 점 k 를 중심점으로 하는 모델 영상과 같은 크기의 정합후보 영상을 만든다. $H_{I_k}(j)$ 는 정합후보 영상의 히스토그램이고 $H_M(j)$ 는 모델 영상의 히스토그램이다. 정합후보 영상과 모델 영상은 동일한 n 개의 밝기값을 갖고 있다. 모델 영상의 히스토그램과 정합후보 영상의 히스토그램 인터섹션의 결과는 정합후보 영상에서 동일한 밝기값을 갖는 화소에 대응되는 모델 영상의 화소의 개수가 된다.

그림 3은 입력 영상에서 모델 영상과 같은 크기의 정합후보 영상을 추출하는 과정을 나타내고 있다.

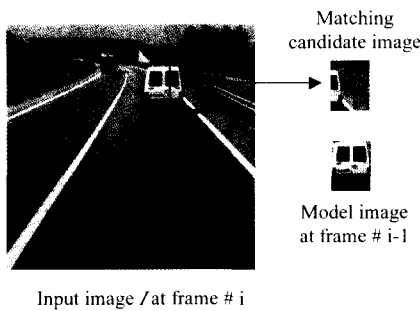


그림 3. 정합후보 영상 추출과정
Fig. 3. Process of a matching candidate image extraction.

0 과 1 사이의 정합 값을 갖도록 하기 위해서 히스토그램 인터섹션 값을 정규화 시킨다. 모델 영상의 히스토그램에 대응되는 화소의 개수를 적용시키는데 정규화 된 값은 식 (5)로 나타낼 수 있다.

$$H(I_k, M) = \frac{\sum_{j=1}^n \text{Min}(H_{I_k}(j), H_M(j))}{\sum_{j=1}^n H_M(j)} \quad (5)$$

히스토그램 인터섹션 결과값은 배경과의 분할이 쉽게 되지 않는 상황에서도 그 값이 감소되지 않는다. 배경에서 물체를 완벽하게 분할해 내기란 쉽지 않지만 만약 모델 내부에 있는 화소가 동일한 밝기분포를 갖는다면 정합 값이 커지게 된다. 그리고 정합을 하려는 물체 내부의 특정 밝기값을 갖는 화소의 개수가 모델 영상에서 동일한 값을 갖는 화소 개수보다 적으면 정합 값이 높아진다.

그림 4는 히스토그램 인터섹션 수행과정과 그 결과를 나타내고 있다. 추적 시스템에 적용시킬 경우 조명이나 다른 환경의 영향을 받기 때문에 정확하게 물체를 정합

하지 못한다. 이점을 고려하여 히스토그램 인터섹션을 수행하여 나온 결과에 옴셋을 두었다.

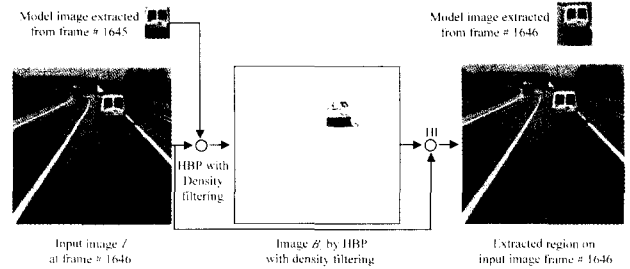


그림 4. 히스토그램 인터섹션을 수행한 결과
Fig. 4. Result of histogram intersection.

3. XY-프로젝션

히스토그램 백 프로젝션을 사용하여 물체가 있을 확률이 높은 위치를 찾게 된다. 찾아진 위치를 정합 후보점으로 두고 히스토그램 인터섹션을 적용하면 정합하고자 하는 물체를 포함한 영역을 얻게된다. 이 정보를 가지고 XY-프로젝션을 수행하면 물체의 최 외곽을 찾아낼 수 있다. XY-프로젝션을 수행하기 위해 히스토그램 인터섹션을 수행하고 얻어진 영역내부의 영상에 대해서 수평 에지와 수직 에지를 구한다. 수평 에지 영상은 $H(x, y, t)$ 로 나타내고 수직 에지 영상은 $V(x, y, t)$ 로 나타내는데 밝기 경사를 이용하여 구한다. 수평, 수직 에지를 이용하여 x, y 축으로 투사시키는데, 수직 에지를 x 축으로 투사하여 구한 결과를 u 로 둔다. 그리고 수평 에지를 y 축으로 투사하여 구한 결과를 v 로 두는데 식 (6), (7)로 나타낸다.

$$u = (u_1, \dots, u_m, t) = \left(\sum_{j=1}^m V(x_1, y_j, t), \dots, \sum_{j=1}^m V(x_m, y_j, t), t \right) \quad (6)$$

$$v = (v_1, \dots, v_n, t) = \left(\sum_{i=1}^n H(x_i, y_1, t), \dots, \sum_{i=1}^n H(x_i, y_n, t), t \right) \quad (7)$$

식 (6), (7)에서 m, n 은 영상의 폭과 높이를 나타낸다.

잡음을 없애고 물체를 추출해 내기 위해서 임계값을 정하여 처리하도록 하였는데 식 (8)과 (9)로 임계값을 표현하였다.

$$U_{th} = \theta \text{Max}\{u_j \mid 1 \leq j \leq m\} \quad (8)$$

$$V_{th} = \theta \text{Max}\{v_i \mid 1 \leq i \leq n\} \quad (9)$$

여기서 θ 는 임계값을 결정하는 상수를 나타내는데 0.4로 두었다. 임계값은 각 방향으로 프로젝션 시킨 값 중에서 가장 큰 값의 θ 배 되는 것으로 정했다.

수직 에지를 x축 방향으로 프로젝션 시켜서 나온 값을 왼쪽 끝과 오른쪽 끝에서 각각 중심으로 진행해 나가면서 조사한다. 조사하는 과정에서 임계값보다 크게 나온 경우 물체의 좌우 외곽을 찾았다고 판단하고 멈춘다. 수평 에지도 마찬가지로 처리하여 물체를 추출해 낸다.

그림 5는 수평, 수직 에지 영상인 H 와 V 를 각각 y축, x축으로 투사시켜서 추적하고자 하는 물체의 외곽을 추출해 내는 과정을 나타내고 있다.

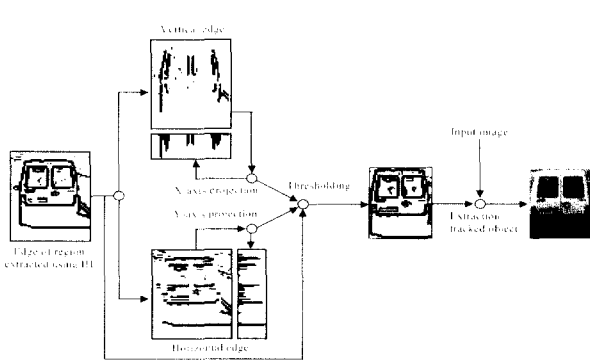


그림 5. XY-프로젝션 과정
Fig. 5. Process of XY-Projection.

III. 움직이는 카메라로부터의 물체 추적 시스템

움직이는 카메라로부터 이동 물체를 추적할 때 배경과 물체를 분리하는 과정이 필요하지만 매 프레임마다 주위 환경이 변하는 상황에서 배경을 추출해 내기는 어렵다. 카메라가 고정되어 있는 경우에는 배경을 추출해 내어 차영상을 이용하면 추적물체를 분할할 수 있지만 배경이 변하는 환경에서는 위의 방법을 적용할 수가 없다.

카메라가 움직이고, 배경이 계속 변하는 환경에서 이동 물체를 추적하기 위한 방법으로 다음을 제안하였다. 이전 프레임에서 추적하던 물체를 템플릿(template)으로 둔다. 그리고 다음 프레임에서 이전 프레임에서 추출된 템플릿을 이용하여 배경과 물체를 분할한다. 분할된 물체 중 정합과정을 통하여 이전에 추적하던 물체와 유사도가 가장 높은 것을 추적중인 물체로 업데이트 시킨다. 이러한 추적물체의 분할과 정합을 위해 앞에서 설명한 히스토그램 백 프로젝션, 히스토그램 인터섹션 그리고 XY-프로젝션을 사용하였다.

제안된 움직이는 카메라로부터 이동 물체를 추적하는

시스템을 그림 6에서 블록다이어그램으로 나타내었다. 여기서 I_i 는 i 번째 프레임의 입력 영상을 나타내고, Bc_i 는 i 번째 프레임에서 히스토그램 백 프로젝션과 밀집도 필터링을 수행한 후 나온 결과를 나타낸다. RM_i 는 i 번째 프레임에서 구해진 추적물체가 있을 가능성이 높은 영역을 나타낸다. M_i 는 i 번째 프레임에서 이전에 추적하던 추적모델과 정합시켜 정교하게 추출된 추적모델을 나타낸다.

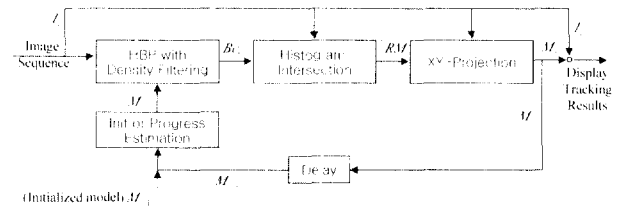


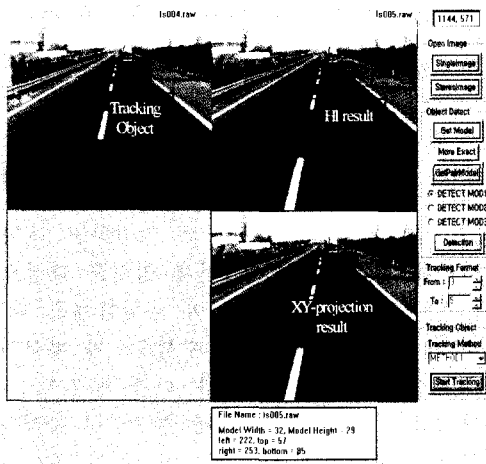
그림 6. 물체 추적 시스템 블록다이어그램
Fig. 6. Object tracking system block diagram.

초기화된 추적물체를 템플릿으로 저장하고 추적을 시작하게 되는데 다음 프레임의 전체 영역을 대상으로 히스토그램 백 프로젝션을 사용하여 추적물체를 대략적으로 분할해 낸다. 이 알고리즘은 수행속도가 빠르기 때문에 영상 전체영역에서 처리하였다. 다음 과정으로 히스토그램 인터섹션을 이용하여 이전에 추적하던 물체와 가장 유사한 물체를 판단하게 되는데 이 알고리즘은 추적하던 물체와 같은 크기의 영역에 대해서 유사도를 알아낸다. 유사도가 가장 높은 영역을 이전에 추적하던 것과 같은 물체라고 판단하고 추적물체가 있을 가능성이 높은 영역을 추출해낸다. 조명의 변화나 영상회득 과정에서 잡음이 첨가될 수 있는데 이 경우에 히스토그램을 응용한 알고리즘은 오차가 발생하거나 잘못된 결과가 나올 수 있다. 이것을 보완하여 XY 프로젝션 알고리즘을 이용하여 추적물체를 추출하고 추적한다.

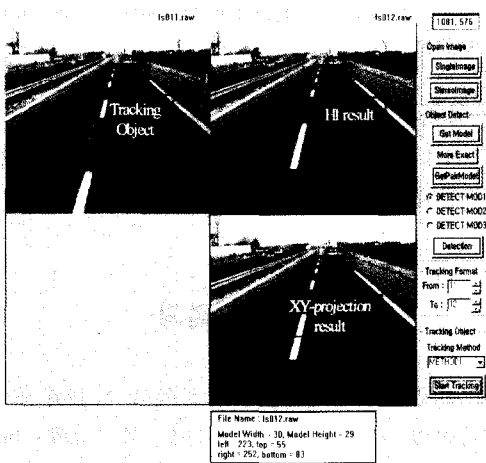
IV. 실험 결과

실험에 사용한 영상은 일반 도로에서 차량의 움직임에 관한 영상이며, B/W CCD 카메라를 사용하였으며 2.3m 높이의 차량 위에 카메라를 고정하여 영상을 획득하였다. 원래 획득된 영상은 크기가 728×288 화소 크기이며 컴퓨터 모의실험에 사용한 영상은 카메라로부터 획득된 영상의 중심을 기준으로 360×280, 256×256 화소 크기로 잘랐다. 그리고 입력 영상의 화소값은 8비트 그레이 레벨(gray level)로 처리하였다. 본 알고리즘에 적용한 추적대상인 차량은 상행 운동을 한다.

그림 7은 360×280 화소 크기로 획득된 영상에서 물체를 추적하는 과정을 나타낸다. # 001 프레임의 영상에서 추적하고자 하는 물체를 인으로 선택하여 초기화 시켰다. 초기화 된 물체를 템플릿으로 저장하여 추적과정에 사용하였는데 그림 7의 (a)는 # 005 프레임에서 물체를 추적하는 과정을 나타내고 있다. 이전에 추적하던 물체를 다음 프레임의 영상에서 찾아내기 위해서 히스토그램 백 프로젝션을 수행한 후 밀집도 필터링을 거친다. 그리고 히스토그램 인터섹션을 통하여 정합을 한 후, XY-프로젝션을 수행하여 물체를 추출해 낸다. 그림 7의 (b)는 # 012 프레임에서 물체를 추적하는 과정을 나타낸다.



(a)



(b)

그림 7. 360×280 화소 크기의 영상에서 물체를 추적하는 과정

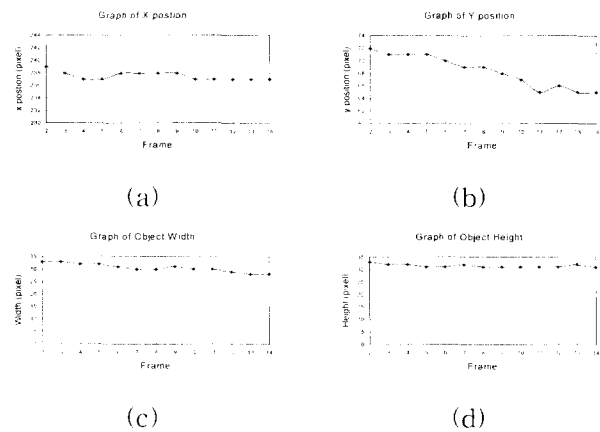
(a) # 005 프레임에서 물체를 추적하는 과정

(b) # 012 프레임에서 물체를 추적하는 과정
Fig. 7. Process of object tracking in 360×280 pixel size images.

(a) Process of object tracking in # 005 frame

(b) Process of object tracking in # 012 frame

그림 8은 # 002 프레임에서 # 014 프레임까지 추적중인 물체의 상태변화를 그래프로 나타낸다. (a)는 추적물체의 중심좌표 중 x축 위치를 표시하고, (b)는 추적물체의 중심좌표 중 y축 위치를 표시한다. (c)는 추적물체 폭의 변화량을 나타내며, (d)는 추적물체 높이의 변화량을 나타낸다.



(c)

(d)

그림 8. 추적물체의 상태변화 그래프

(a) x위치 변화 (b) y위치 변화

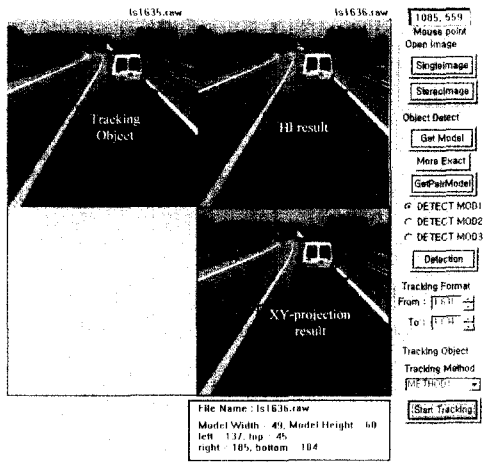
(c) 폭의 변화 (d) 높이의 변화

Fig. 8. Graph of tracked object's state.

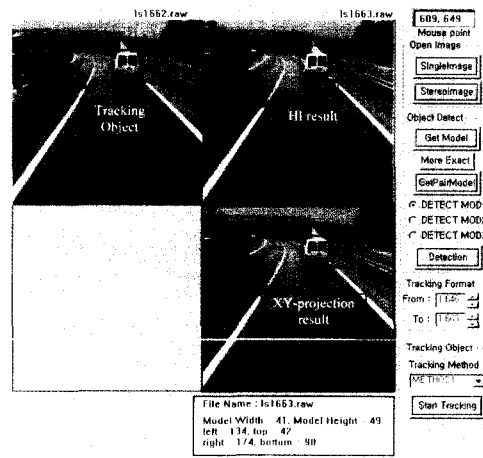
(a) Change of x position (b) Change of y position

(c) Change of width (d) Change of height

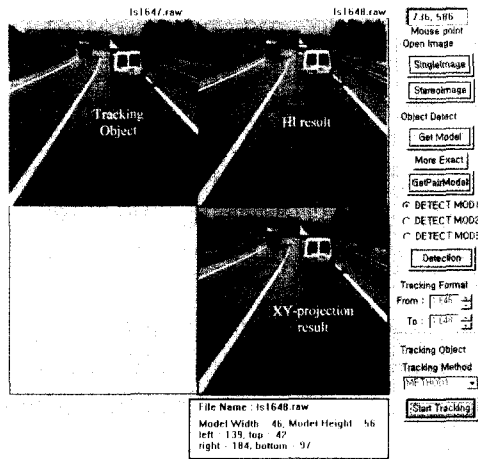
그림 9는 256×256 화소 크기로 획득된 영상에서 물체를 추적하는 과정을 나타낸다. # 1630 프레임의 영상에서 추적하고자 하는 물체를 선택하여 초기화 시켰다. 초기화 된 물체를 템플릿으로 저장하여 추적과정에 사용하였다. 그림 9의 (a)는 # 1636 프레임에서 물체를 추적하는 과정을 나타낸다. 이전에 추적하던 물체를 다음 프레임의 영상에서 찾아내기 위해 히스토그램 백 프로젝션을 수행한 후 밀집도 필터링을 거친다. 그리고 히스토그램 인터섹션을 통하여 정합을 한 후, XY-프로젝션을 수행하여 물체를 추출해 낸다. 그림 9의 (b)는 # 1648 프레임에서 물체를 추적하는 과정을 나타내고, (c)는 # 1655 프레임에서 물체를 추적하는 과정을 나타내며, (d)는 # 1663 프레임에서 물체를 추적하는 과정을 나타낸다.



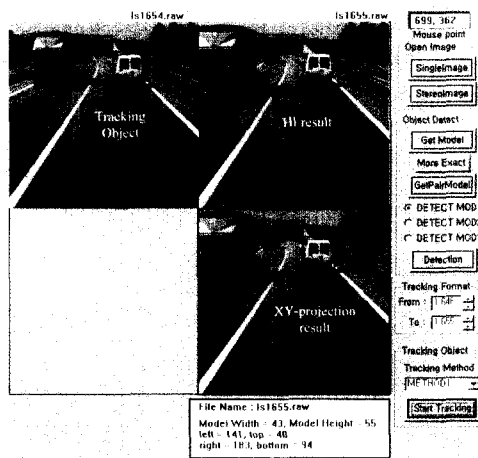
(a)



(d)



(b)



(c)

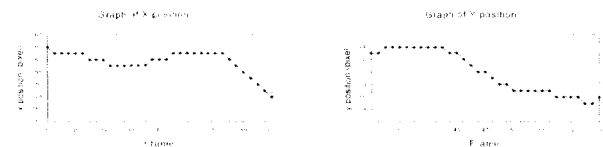
그림 9. 256×256 화소 크기의 영상에서 물체를 추적하는 과정

- (a) # 1636 프레임에서 물체를 추적하는 과정
- (b) # 1648 프레임에서 물체를 추적하는 과정
- (c) # 1655 프레임에서 물체를 추적하는 과정
- (d) # 1663 프레임에서 물체를 추적하는 과정

Fig. 9. Process of object tracking in 256×256 pixel size images.

- (a) Process of object tracking in # 1636 frame
- (b) Process of object tracking in # 1648 frame
- (c) Process of object tracking in # 1655 frame
- (d) Process of object tracking in # 1663 frame

그림 10은 # 1631 프레임에서 # 1663 프레임까지 추적 중인 물체의 상태변화를 그래프로 나타내고 있다. (a)는 추적물체의 중심좌표 중 x축 위치를 표시하고 있고 (b)는 추적물체의 중심좌표 중 y축 위치를 표시하고 있다. (c)는 추적물체 폭의 변화량을 나타내고 있으며 (d)는 추적물체 높이의 변화량을 나타낸다.



(a)

(b)

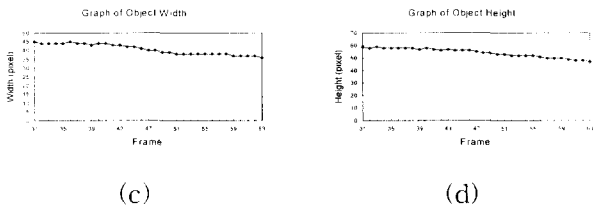


그림 10. 추적물체의 상태변화 그래프

(a) x위치 변화 (b) y위치 변화
(c) 폭의 변화 (d) 높이의 변화

Fig. 10. Graph of tracked object's state.

(a) Change of x position (b) Change of y position
(c) Change of width (d) Change of height

V. 결론

본 연구에서는 움직이는 카메라로부터 이동 물체를 추적하는 알고리즘을 제안하였다. 배경을 구해서 차영상법을 적용하기는 어렵기 때문에 제안한 정합법을 이용하여 물체를 분할하고 정합하였다. 물체를 분할하고 정합하기 위해서 히스토그램 백 프로젝션, 히스토그램 인터섹션 그리고 XY 프로젝션을 이용하였다.

진짜 영상에서 히스토그램 백 프로젝션을 사용하여 물체가 있을 가능성이 높은 부분을 분할해 내고, 히스토그램 인터섹션을 이용하여 정합을 하였다. 히스토그램 인터섹션 알고리즘은 주위의 조명 변화에 민감하기 때문에 정교한 결과를 내기가 어렵다. 이것을 고려하여 임계거리를 두어 추적하던 물체가 존재할 가능성이 높은 영역을 추출하였다. 앞 단계에서 찾아낸 영역을 바탕으로 XY 프로젝션 알고리즘을 사용하여 추적하던 물체와 동일한 물체를 추출하고 추적하였다.

접수일자 : 2001. 9. 20 수정완료 : 2001. 10. 24

참고 문헌

[1] A. G. Bors and I. Pitas, "Motion and segmentation prediction in image sequences based on moving object tracking," *Image Processing, ICIP 98. Proceedings. International Conference*, Vol. 3, pp. 663-667, 1998.

[2] C.H. Youn, "Realization of Robust Velocity Estimators Based on the Spatio- Temporal Gradient Method," *M.S. thesis, Kyungpook National University*, June, 1985.

[3] R. Jain, D. Militzer and H. Nagel, "Separating non stationary from stationary scene components in a sequence of real world TV images," *Proc. fifth Int. Joint Conf. Artif. Intell.*, pp. 425-428, 1977.

[4] B.K. Horn and B.G. Schunck, "Determining Optical Flow," *Artificial Intelligence*, Vol. 17, pp. 185-203, 1981.

[5] A. Mark Earnshaw and Steven D. Blostein, "The Performance of Camera Translation Direction Estimators From Optical Flow: Analysis, Comparison, and Theoretical Limits," *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, Vol. 18, No. 9, September, 1996.

[6] M. Sticker and M. Swain, "The Capacity of Color Histogram Indexing," *IEEE Intl. conf. On Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 704-708, 1994.

[7] Tse Min Chen and Luo, R.C, "Visual tracking using adaptive color histogram model," *Tsu Hung Hsiao Industrial Electronics Society, IECON 99 Proceedings. The 25th Annual Conference of the IEEE*, Vol. 3, pp. 1336-1341, 1999.

[8] Swain and M.J. Ballard, "Indexing via color histograms," *D.H. Computer Vision, 1990. Proceedings, Third International Conference*, pp. 390-393, 1999.

[9] Margrit Betke, Esin Haritaoglu and Larry S. Davis, "Real time multiple vehicle detection and tracking from a moving vehicle," *Machine Vision and Applications* section 12, pp. 69-83, 2000.

[10] Yaser Yacoub and Larry S. Davis, "Learned Models for Estimation of Rigid and Articulated Human Motion from Stationary or Moving Camera," *International Journal of Computer Vision* pp. 5-30, 2000.



설성욱(Sung Wook Seol)
准會員
1995년 경상대학교 컴퓨터공학과
(공학사)
1998년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
1998 현재 부산대학교 전자공학과
박사과정

관심분야 : 영상처리 및 컴퓨터 비전, 얼굴인식,
멀티미디어



이철현(Chul Hun Lee)
正會員
1989년 부산대학교 전자공학과(공학사)
1991년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
1991년-1998년 대우정밀 기술 연구소
선임 연구원

2000년 부산대학교 전자공학과(공학박사)
2001년 현재 부산정보대학 전기전자계열 전임강사
관심분야 : 컴퓨터 비전, 영상 신호처리, 패턴인식



이희봉(Hee Bong Lee)
准會員
1999년 부산대학교 전자공학과(공학사)
2000년 현재 부산대학교 전자공학과
석사과정

관심분야 : 영상 신호처리,
멀티미디어 응용



남기곤(Ki Gon Nam)
正會員
1977년 부산대학교 전자공학과(공학사)
1981년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
1989년 부산대학교 전자공학과
(공학박사)

현재 부산대학교 전자공학과 교수
부산대학교 컴퓨터 및 정보통신 연구소 연구원
한국 신호처리 · 시스템 학회 상임이사
관심분야 : 컴퓨터 비전, 패턴인식



김효성(Hyo Sung Kim)
1998년 동서대학교 전자공학과(공학사)
2000년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)

2000년-현재 부산대학교 전자공학과
박사과정
관심분야 : 3차원 복구, 패턴인식 등