

論文2000-37CI-1-2

도로영상에서 움직이는 물체 추적을 위한 윤곽선 및 특징 파라미터 추출

(Contour and Feature Parameter Extraction for Moving Object Tracking in Traffic Scenes)

李 哲 憲 * , 薛 盛 旭 ** , 朱 在 欽 *** , 南 基 坤 **

(Chul Hun Lee, Sung Wook Seol, Jae Heum Joo, and Ki Gon Nam)

요 약

본 논문은 도로영상에서 움직이는 물체 추적을 위한 윤곽선 및 형태 파라미터 추출방법을 제안코자 한다. 축소영상에서 차영상 방법을 이용하여 윤곽선을 추출하고 원영상에서 특징을 추출함으로써 추적의 정확성을 높이고자 한다. 사용된 특징은 물체화소의 원분포, 중심모멘트, 최대·최소비이다. 이를 이용하여 데이터 연상문제를 해결하였으며, 실시간 추적을 위하여 칼만필터를 사용하였다. 제안된 알고리즘에 의해 추출된 특징 벡터는 다중 차량 추적에 적합함을 실험을 통해 보였다.

Abstract

This paper presents the method of extracting the contour and shape parameters for moving object tracking in traffic scenes. The contour is extracted by applying difference image method in reduction image and the features are extracted from original image to grow the accuracy of tracking. We used features such as circle distribution, center moment, and maximum and minimum ratio. Data association problem is solved by these features. Kalman filters are used for moving object tracking on real time. The simulation results indicate that the proposed algorithm appears to generate feature vectors good enough for multiple vehicle tracking

I. 서 론

컴퓨터 비전 기술을 도로영상에 적용하기 위한 시도

* 正會員, 梁山大學 事務自動化科
(Dept. of Office Automation, Yongsan College)

** 正會員, 釜山大學校 電子工學科
(Dept. of Electronics, Pusan National Univ)

*** 正會員, 智山大學校 電子計算科
(Dept. of Computer Science, Jisan College)

接受日字 : 1999年6月10日, 수정완료일 : 1999年11月19日

는 많이 해왔으며 빠르고 정확하게 도로의 상황을 판단하기 위하여 필요한 정보를 얻는 것을 목표로 한다. 얻어진 정보는 교통 감시 시스템(traffic surveillance system)에 보냄으로써 적절한 통제가 이루어지게 된다. 주요 어려움은 날씨 등의 주위 환경변화에 무관하게 실시간 추적이 이루어져야 하며 이를 위해선 정확한 물체분할(object segmentation)이 이루어져야 한다. 물체 추출 방법은 광류(optical flow) 혹은 차이 벡터 분할(displacement vector segmentation) 방법이 있으나 배경영상에 기반을 두며 빠른 수행 결과를 나타내는 차영상 방법을 이용한다. 차영상 방법은 고정된 배경영상과 현재 영상의 차이에 의하여 물체를 추출하지만

배경은 시간에 따라 변하므로 고정된 배경영상을 이용한 물체 추출은 정확한 물체를 추출하기 어렵다. 배경의 변화에 관계없이 물체만을 추출하기 위해서는 최근의 배경변화를 항상 반영해야 하며 얻어진 물체에 대하여 분리된 조각이 없이 배경과의 물체분할이 이루어져야 한다. 일반적으로 물체추적시 차영상방법에 의해 물체추출이 이루어지며 원만한 물체분할을 위해서는 배경영상의 반영이 이루어져야한다. 물체 및 윤곽선 추출은 원영상에서 이루어진다. 칼만필터에 의한 물체추적시 탐색창내에서의 물체확인 작업은 이루어지지 않으며 탐색창내에 있는 물체를 추적하고자하는 동일 물체로 인식하고 추적을 진행한다.^[1] 기존의 특징 기반 방법은 물체 전체를 추적하지 않고 그것의 국부특징(local feature)인 corner 또는 line을 사용하는 방법으로 부분적인 가려짐이 있을 때 보이는 부분의 특징만으로 추적이 가능하다는 장점이 있으나 주위환경변화에 따른 잡음에 매우 민감한 반응을 보이는 단점이 있다.^[2] 특징점 추적은 연속된 영상내에 특징을 이룰만한 점들이 존재한다고 가정하고 그 점들을 추적하는 방법이며 최적화방법^[3], 예측방법^[4] 등이 있다. 최적화 방법은 연속된 영상내에 특징점들의 움직임이 연속적이며 부드럽다는 평활화 제약조건을 적용하여 특징점들을 추적할 때 가능한 모든 추적 경로의 조합중에서 부드러움의 정도를 극대화시키는 것을 선택하는 방법으로 초기값은 필요없으나 처리시간이 오래 걸린다. 예측방법은 이전의 추적 자료를 근거로 앞으로 특징점이 나타날 수 있는 장소를 예측하고 예측된 영역내의 실제 특징점들 중에서 추적된 점을 정하는 방법이다. 최적화 방법에 비하여 처리시간은 짧으나 초기값을 필요로 한다. 본 논문에서는 시간단축과 노이즈 제거의 효과를 위해서 축소영상을 이용하고 윤곽선추출을 비롯한 대부분의 작업은 축소영상에서 이루어진다. 축소영상에서의 물체위치를 이용하여 원영상에서 특징을 추출하고 이를 이용하여 지속적으로 물체를 추적한다. 배경의 변화를 반영하기 위하여 초기에는 일정수의 연속영상에 대하여 축소영상을 구하고 변화가 없는 부분만을 선택함으로써 배경영상을 구한다. 배경영상과 현재영상의 축소영상을 이용하여 차영상을 구하고 움직임이 없는 부분을 이전의 배경영상에 반영함으로써 최신의 배경영상을 얻게 된다. 물체추출은 축소된 배경영상과 현재영상에 대하여 차영상(difference image)을 구함으로써 얻어진다. 이때 시간단축과 노이즈 제거효과를 얻기 위하

여 배경영상과 현재영상에 동일하게 2×2 블록을 이용하여 영상을 축소하고 차영상을 구함으로써 움직임이 있는 부분을 추출한다. 축소영상^[5]에 의하여 찾아진 움직임이 있는 부분에 대하여 볼록다각형(convex hull)^[11]을 이용하여 윤곽선(contour)^[6]을 구하고 원영상에서 특징을 추출함으로써 정확한 물체의 추적을 위한 물체인식을 할 수 있다. 축소영상을 이용한 방식은 전체영상을 처리하는 것에 비하여 시간단축과 함께 노이즈제거는 물론 불연속이 없는 연속된 윤곽선 추출을 가능하게 한다. 잔여 노이즈 제거를 위하여 모폴로지 필터(morphology filter)^[7]를 이용한다. 물체추적의 시간단축을 위해 칼만필터^[8]로 다음영상에서의 물체위치를 예측하여 실측치와 비교하였으며, 전체영역이 아닌 탐색창안에 있는 물체에 대한 윤곽선의 특징을 서로 비교함으로써 다중 차량 추적^[9]이 가능하였으며 잘못된 추적을 방지할 수 있었다.

II장에서는 변화가 반영된 배경영상을 얻는 방법과 윤곽선 및 특징 추출 알고리즘에 대하여 설명하고, III장에서 제안된 알고리즘을 적용한 실험결과를 보이며 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 윤곽선 및 특징 추출 알고리즘

제안된 움직이는 물체추적의 윤곽선 추출 블록다이아그램은 그림 1과 같다. 점선부분은 초기의 배경영상을 얻기 위하여 시스템 구동초기에만 이루어진다. 연속영상을 입력받아 축소영상을 만들고 움직임이 없는 부분을 추출하여 초기의 배경영상을 얻는다. 차영상방법에 의하여 얻어진 이진화영상에서 움직임이 있는 물체부분을 추출하고 물체를 제외한 영역을 이용하여 배경영상을 갱신한다. 이진화영상에 모폴로지 필터 처리하고 윤곽선을 얻는다. 일련의 과정은 축소영상에서 이루어지며 축소영상에서의 윤곽선에 근거하여 원영상에서의 특징을 얻는다. 대부분의 작업은 축소영상에서 이루어지며 특징추출부분에서 원영상을 이용한다. 이와 같이 얻어진 특징은 탐색창내에서 추적하고자하는 물체의 매칭에 이용된다.

1. 배경영상 추출

배경영상을 얻는 일반적인 방법은 초기에 고정된 배경영상을 얻은 뒤 현재영상과의 차영상에 의해 움직이는 물체를 추출한다. 이와 같은 방법은 배경영상의 변

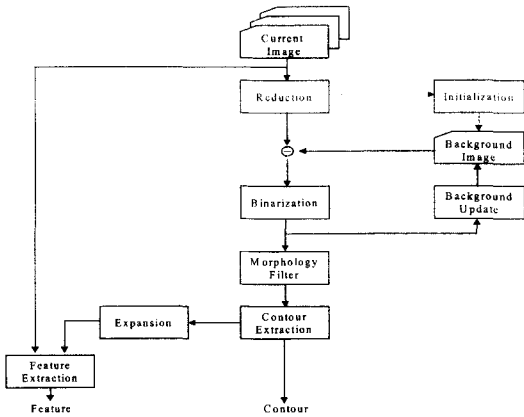


그림 1. 윤곽선 및 특징 파라미터 추출 알고리즘
 Fig. 1. Algorithm of contour and feature parameter extraction.

화를 반영하지 못하므로 배경부분의 변화를 물체로 잘못 인식하는 경우가 있을 수 있다. 정확한 물체추출을 위해서는 시간에 따른 배경의 변화를 반영한 최신의 배경영상이 필요하며 이를 위하여 초기에는 연속영상을 일정 수 만큼 입력받아 움직임이 없는 부분만을 선택하여 배경영상으로 이용한다. 축소영상은 원영상에서 2×2를 하나의 블록으로 취함으로써 얻어진다. 초기에 여러 장의 영상을 이와 같이 축소한 뒤 평균값을 구하

고 평균값에 대한 편차를 구하여 편차가 일정범위를 벗어나지 않는 가장 최근의 블록을 취함으로써 최신의 배경영상을 얻을 수 있다. 이러한 과정은 시스템이 가동되는 초기에만 실현되며 배경영상의 초기화 과정을 거친 뒤에는 축소된 현재영상과의 차영상에 의하여 움직이는 물체를 추출할 수 있으며 움직임이 있는 물체를 제외한 나머지 부분을 이전의 배경영상에 반영함으로써 시간에 따른 배경의 변화를 극복할 수 있다. 정확한 배경영상이 얻어지지 않으면 물체가 아닌 배경에 대해서도 움직이는 물체로 판단할 수 있으므로 배경의 변화가 반영된 배경영상의 획득은 무엇보다 중요하다. 축소영상의 이용은 원영상에서 화소비교에 의해 배경영상을 얻는 것보다 노이즈에 강하고 시간단축의 효과가 있다. 그림 2는 시스템 초기화과정에서 배경영상의 획득과정을 나타낸다. 그림 2의 (a)는 시스템 구동 초기의 여러 영상을 축소한 영상이고 그림 2의 (b)는 축소영상을 이용하여 얻어진 배경영상의 결과이다. 자동차 대수가 많고 보다 정확한 배경영상을 얻기 위해서는 프레임의 수를 늘리면 된다.

2. 물체 분할

현재 얻어진 영상의 축소된 영상과 이전의 그림 2의 (b)와 같은 축소된 배경영상을 이용하여 차영상을 구함

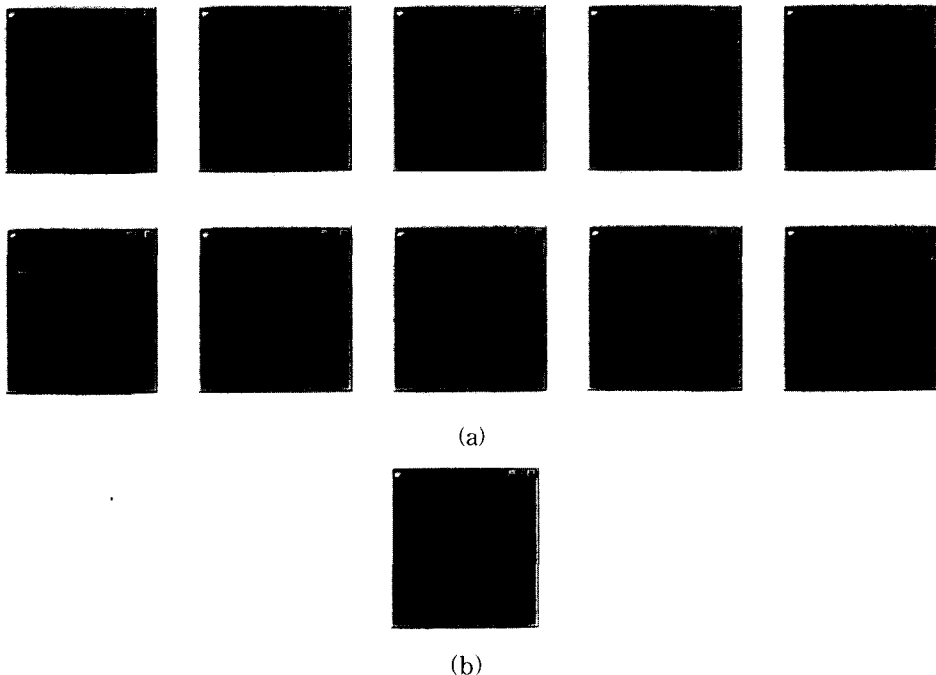


그림 2. 배경영상 획득 결과
 Fig. 2. Result of background image.

으로써 움직이는 물체를 추출할 수 있다. 움직임이 있는 부분은 정확한 형상은 아니지만 물체의 경계를 포함하는 블록으로 표현되며 보다 향상된 윤곽선 추출을 위해 모폴로지필터 처리를 함으로써 물체내부의 빈 공간을 채우고 노이즈를 제거한다. 초기에 얻어진 물체는 정확한 윤곽은 아니지만 추적하고자 하는 물체에 대하여 일정한 형상이 얻어진다. 블록다각형을 이용하여 근사화된 윤곽선을 추출하고, 얻어진 윤곽선의 정보는 원영상에 적용함으로써 그레이 레벨의 물체 정보를 얻는다. 물체 특징은 칼만필터에 의해 추적하고자 하는 물체인가 아닌가를 판별해 주며 칼만필터의 예측값을 구하는 데 사용한다. 특징을 얻을 경우에만 원영상을 이용하고 그 이외의 모든 작업은 축소영상에서 이루어진다.

1) 국부 히스토그램을 이용한 물체 추출

배경영상을 얻는 경우와 마찬가지로 현재 영상에 대해서도 축소영상을 얻고 이전의 배경영상과의 차에 의해서 물체를 추출한다. 움직임이 있는 물체를 제외한 나머지 부분은 배경영상의 변화를 반영하는데 사용되며 별도로 진행된다. 이전의 방법^[9]은 차영상에서 한 개의 정해진 임계값을 사용했으므로 그림 3의 (a)와 같이 물체 분할이 잘 되지 않으나 본 논문에서는 축소된 영상을 이용한 차영상에 대하여 16등분하고 분리된 각 영역에 대하여 임계값을 달리함으로써 물체분할이 원활히 이루어진다. 전체영상으로부터 임계값을 정하는 것은 히스토그램이 완만하게 감소하므로 임계값을 정하기 어렵다. 그러나 전체영상을 16등분하여 처리하면 히스토그램이 일정영역에서 급격히 감소하므로 임계값을 결정하기 쉬우며, 국부적으로 정해진 임계값에 의해서 물체의 추출이 가능하다. 도로영상에서는 차량의 영상영역이 작으므로 노이즈와의 구분이 잘 되지 않는 경우가 있으나 축소영상에 의한 물체 추출방법은 노이즈 제거 효과가 있으므로 이러한 문제를 극복할 수 있다. 그림 3의 (a)는 원영상에 대하여 차영상 방법을 이용하여 전역 히스토그램을 취한 결과이며 차량이 잘 나타나지 않는 단점이 있으나 그림 3의 (b)는 축소영상에서 16등분한 각 영역에 대하여 국부 히스토그램을 적용한 결과이며 차량이 잘 나타남을 알 수 있다.

2) 모폴로지 필터에 의한 잡음제거

축소영상에 의하여 얻어진 영상은 근사화된 물체의 영상을 얻을 수 있지만 여전히 약간의 노이즈를 포함

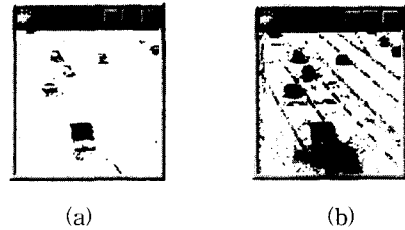


그림 3. 물체 추출 결과 비교

- (a) 전역 히스토그램을 이용한 이진화영상
(b) 국부 히스토그램을 이용한 이진화영상

Fig. 3. Comparison results of object extraction.
(a) Binary image using global histogram.
(b) Binary image using local histogram.

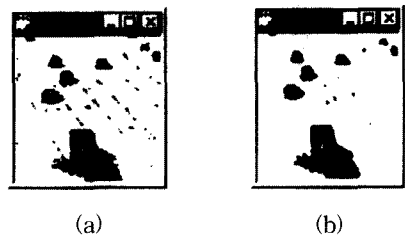


그림 4. 모폴로지의 효과

- (a) 침식 영상
(b) 침식 후 팽창영상

Fig. 4. Effect of morphology filter.

- (a) Erosion image.
(b) Dilation with erosion image.

하고 있으며 물체내부에 빈 공간이 생길 수도 있다. 이를 해결하기 위해 모폴로지 기법을 사용하며 침식(erosion)과 팽창(dilation)과정을 조합시킴으로써 원하는 물체의 영상을 얻을 수 있다. 팽창과정은 원영상에 포함된 물체영역을 크게 하는 과정이다. 원영상을 A 라고 하고 B 를 3×3 마스크로 정의하면 팽창은 $A \oplus B = \{x | (\hat{B}_x \cap A) \neq \emptyset\}$ 로 표현한다. \hat{B}_x 는 x 만큼 움직인 B 집합이다. 반대로 침식과정은 원영상에 포함된 물체영역을 줄이는 과정으로 $A \ominus B = \{x | (B)_x \subseteq A\}$ 와 같이 정의한다. $(B)_x$ 는 x 만큼 움직인 B 집합이다. B 집합은 팽창과 수축과정에서 각각 다르게 정의할 수 있다. 모폴로지 필터는 팽창과 수축의 조합에 의하여 이루어지며 본 연구에서는 $(A \ominus B) \oplus B$ 와 같이 정의된 필터를 사용했다. 모폴로지 필터는 배경잡음을 제거하고 물체내부의 조그만 공간을 채워주는 효과가 있으며

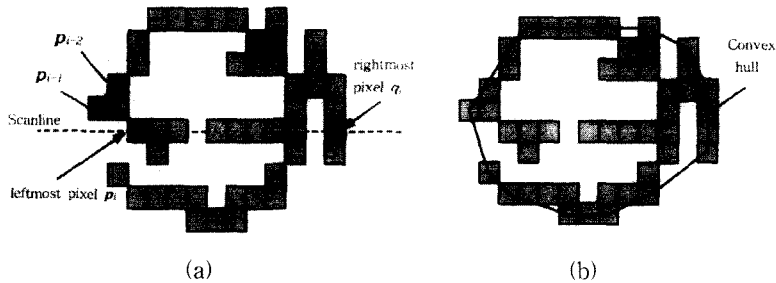


그림 5. 불록 다각형 근사화

- (a) 불록 다각형의 왼쪽면에 관련된 가장 최근의 두 픽셀들에 대한 scanline의 맨 왼쪽 픽셀 p_i 와 맨 오른쪽 픽셀 q_i
- (b) 최종 불록 다각형

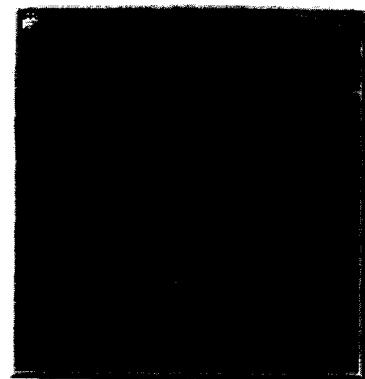
Fig. 5. Convex Hull approximation.

- (a) the left most pixel p_i and the rightmost pixel q_i of scanline with the last two pixels associated to the left side of the convex polygon: p_{i-2} , p_{i-1}
- (b) final convex hull

로 물체경계를 잘 유지한다. 그림 4의 (a)는 국부 히스토그램 분석으로 얻어진 그림 3의 (b)를 침식한 것이며 그림 4의 (b)는 침식한 결과를 팽창한 것이다. 그림 4의 (b)에서 보는바와 같이 물체경계 내부의 조그만 공간이 채워지고 배경 잡음이 제거됨을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 6. 물체 분할 결과

- (a) 이진화영상으로부터 추출된 불록다각형 윤곽선
- (b) 불록다각형 윤곽선을 원영상에 적용한 결과

Fig. 6. Result of object segmentation.

- (a) Convex hull contour extracted from binary image.
- (b) Result iamge applied by convex hull contour in original image.

3. 불록다각형 근사화

2차원 영상에서 일반적인 점들의 불록다각형을 찾는 것에 대해 우리는 이미 이 점들이 x, y 좌표에 의해 정렬되어져 있다는 사실을 이용하게 된다. 그림 5는 불록다각형 근사화 알고리즘에 대한 기본개념을 나타내었다. 먼저 첫번째 scanline에서 시작하게 되고 각 scanline에서 맨 왼쪽과 맨 오른쪽 점을 찾게 된다. p_i, q_i 는 현재 scanline에서의 맨 왼쪽과 오른쪽 점이다. p_i 이전에 검출된 두 끝점을 $p_{i-2} = (x_{i-2}, y_{i-2})$ 와 $p_{i-1} = (x_{i-1}, y_{i-1})$ 라 두자. 현재 scanline에서 선택되는 맨 왼쪽 혹은 맨 오른쪽 점을 $p_{i-1} = (x_{i-1}, y_{i-1})$ 라고 하고 p_{i-1} 이 불록한 위치의 정점인지는

$$H_{i-1} \begin{cases} \leq 0 & \text{for } p_{i-1} \text{ on the left side} \\ > 0 & \text{for } p_{i-1} \text{ on the right side} \end{cases} \quad (1)$$

식(1)로 판별되며, 여기서 H_{i-1} 는 세 점의 방향을 결정하는 것으로

$$H_{i-1} = \begin{bmatrix} x_{i-2} & y_{i-2} & 1 \\ x_{i-1} & y_{i-1} & 1 \\ x_i & y_i & 1 \end{bmatrix}$$

와 같이 표현된다. p_{i-1} 점이 식(1)을 만족하는 정점이라면 블록 다각형의 정점에서 p_{i-1} 을 제거하고 p_i 점을 새로운 정점으로 등록하게 된다.

블록 다각형 근사화를 적용한 결과를 그림 6에 나타냈다. 그림 6의 (a)는 이진화 영상을 나타내었고 그림 6의 (b)는 축소영상에서 얻어진 윤곽선의 정보를 원영상에 나타낸 결과이다.

4. 특징 추출

움직이는 물체 추적을 위한 특징으로는 물체의 이동, 회전 및 크기변화에 대하여 변하지 않는 특징을 사용하여야 한다. 본 연구에서는 이를 위하여 물체의 전체 화소에 대한 원 내부의 화소비를 나타내는 원분포, 2차 중심모멘트 및 물체 중심에서 물체 윤곽선까지의 최대·최소거리의 비를 사용하였다. 추출된 물체의 블록 다각형 윤곽선의 원분포를 c_k 라 하고 이 윤곽선 내부의 화소수를 N_k 라 한다. R_k 는 물체중심에서 외곽선까지의 최소거리 r_{\min}^k 을 반지름으로 하는 원이다. R_k 의 중심점 $(\bar{x}_1^k, \bar{y}_1^k)$ 로 부터 각 윤곽선 점까지의 거리를 r^k 라 하고 그 최소값과 최대값을 r_{\min}^k, r_{\max}^k 라 한다. 그림 7은 그림 6의 (b)에서 1번째 물체에 대한 중심점 $(\bar{x}_1^k, \bar{y}_1^k)$ 와 최대·최소 거리에 의해 나타나는 원분포를 나타내었다.

1) 물체 화소의 원분포

제안하는 특징중의 하나인 물체화소의 원분포는 물체의 이동, 회전, 크기변화에 따라 변함이 없는 값을 유지할 수 있어 특징으로 이용할 수 있다. 윤곽선에 내접하는 원 내부의 화소 분포를 특징으로 택했기 때문에 물체의 크기가 변하여 간격 자체가 변하고 물체화소의 수가 변하더라도 원분포값은 변함이 없어 물체인식의 특징으로 이용할 수 있다. 값을 구하는 방법은 윤곽선에 내접하는 원 내부의 화소값을 더하여 원에 포함된 화소의 개수로 나눈다. 적절한 명칭이 없어 본 논문에서는 물체화소의 원분포라고 하기로 한다. 물체에서 k 영역에 대한 원 분포 값을 구하는 방법은 식(2)와 같다.

$$c_k = \frac{1}{N_k} \sum_{(x,y) \in R_k} I(x,y) \quad (2)$$

$I(x,y)$ 는 영상의 밝기값이다. 즉 물체 화소의 원분포 또는 블록다각형 윤곽선 내부에 형성되는 최대원의 평균적인 밝기이다.

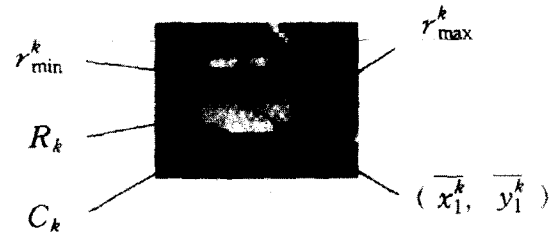


그림 7. 물체화소의 원 분포

Fig. 7. The circle distribution of object.

2) 중심 모멘트 제곱의 합

중심 모멘트는 식(3)으로 표현된다. 이동과 회전에 변하지 않으며 각 물체의 형태정보를 지니고 있으므로 물체인식의 특징으로 사용한다.

$$m^k = \frac{1}{N_k} \sum_{(x,y) \in C_k} \sqrt{[(x-x_2^k)^2 + (y-y_2^k)^2]} I(x,y) \quad (3)$$

\bar{x}_2^k, \bar{y}_2^k 는 중심 좌표값이며 식(4)로 표현된다.

$$\bar{x}_2^k = \frac{\sum_{(x,y) \in C_k} xI(x,y)}{\sum_{(x,y) \in C_k} I(x,y)} \quad \bar{y}_2^k = \frac{\sum_{(x,y) \in C_k} yI(x,y)}{\sum_{(x,y) \in C_k} I(x,y)} \quad (4)$$

3) 중심에서의 물체 윤곽선까지 거리의 최대·최소 비
본 논문에서 이용하는 다른 특징으로 물체의 중심에서 윤곽선까지 거리의 최대·최소비를 제안한다. 최대·최소비는 식(5)와 같다.

$$r_k = \frac{r_{\min}^k}{r_{\max}^k} \quad (5)$$

중심에서 윤곽선까지의 최대거리와 최소거리는 물체마다 다르지만 그 비값은 같다. 그리고 같은 물체에 대해서는 크기가 변하거나 회전되어도 같은 값을 가질 수 있어 특징으로 충분하다. 본 연구에서는 3개의 특징을 이용하기로 하고 마지막 특징으로 이 중심에서 경

계산까지의 거리의 최대·최소비를 하기로 한다.

5. 데이터 연상문제

물체추적시 추적하고자 하는 물체인가를 판단하기 위하여 전체영역에서 특징값을 서로 비교하는 방법은 많은 시간이 소요되므로 실시간 추적이 어려워진다. 본 논문에서는 다중 물체 추적시의 데이터 연상문제를 해결하기 위해서 측정 과정을 탐색창 안에서만 이루어지도록 제한하고, 탐색창 안에서 물체의 특징을 사용하여 추적하고자 하는 물체를 인식한다. 탐색창은 추출된 물체영역에서 x, y 의 최대·최소 좌표점을 칼만필터에 적용함으로써 구해지며 다음 프레임에서 물체가 있을 수 있는 예측된 영역이다. 칼만필터를 이용하여 탐색영역을 제한함으로써 시간을 단축한다. 탐색창 내에 2개 이상의 물체가 발견되는 경우를 제외하고는 추적하고자 하는 물체가 그 물체를 추적하기 위한 탐색창 안에서 바로 측정되기 때문에 데이터 연상 문제를 해결할 수 있게 된다. 추적하고자 하는 물체를 인식하기 위해서 본 논문에서 사용된 특징들은 분할된 물체의 화소들이 가지는 원본포 c , 중심모멘트 제곱의 합 m , 중심에서 물체 윤곽선까지 거리의 최대·최소비 r 이다. 이 세 가지 특징값이 k 번째 물체에 대한 특징 벡터를 이루게 되는데, 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$F_k = (c_k, m_k, r_k) \tag{6}$$

탐색창 안에 2개 이상의 물체가 있을 때, 이전 프레임에서 기억된 물체의 특징과 탐색창 안에서 발견된 물체들의 특징을 비교해서 가장 짧은 유클리디안 거리를 가지는 물체를 추적하고자 하는 물체로 인식하게 된다. 이전 프레임에서 저장된 추적하고 있는 물체의 특징을 $F = (c, m, r)$ 라하고, 현재 프레임의 탐색창에서 발견된 물체들 중 계속 추적해야할 가장 적합한 물체로 판단되는 물체의 라벨을 k 라고 하면, 다음 식(7)과 같이 구해진다.

$$K = \arg \min_k \sqrt{\alpha(c_k - c)^2 + \beta(m_k - m)^2 + \gamma(r_k - r)^2} \tag{7}$$

여기서 α, β, γ 는 가중치를 나타내며 특징값의 크기를 고려하여 정한다. 그림 8에 윤곽선 및 특징 파라미터 추출 알고리즘을 물체 추적 시스템에 적용한 블록 다이어그램을 나타내었다. 여기서 동작에측은 추출된 윤곽선의 위치와 형태정보를 이용한 칼만필터를 이용

하여 물체의 이동과 형태변화를 예측하였다.^[10]

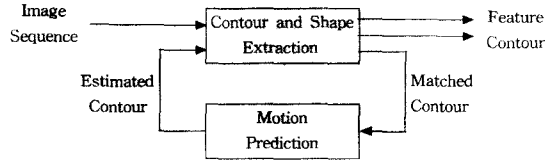
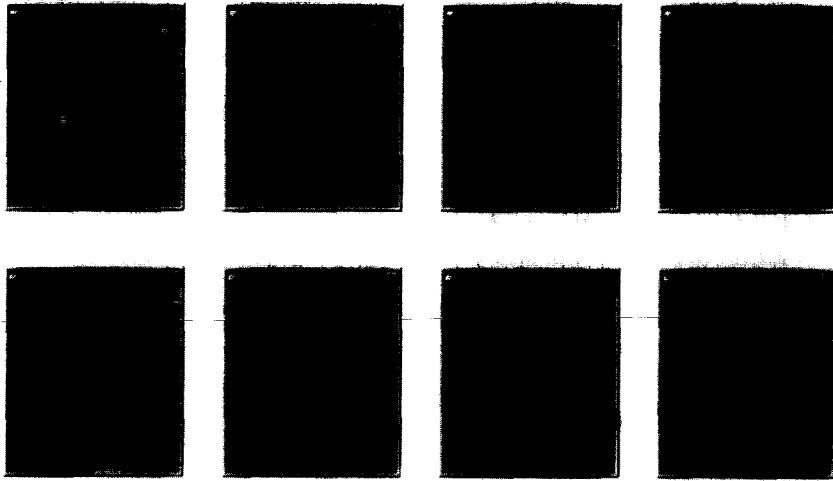


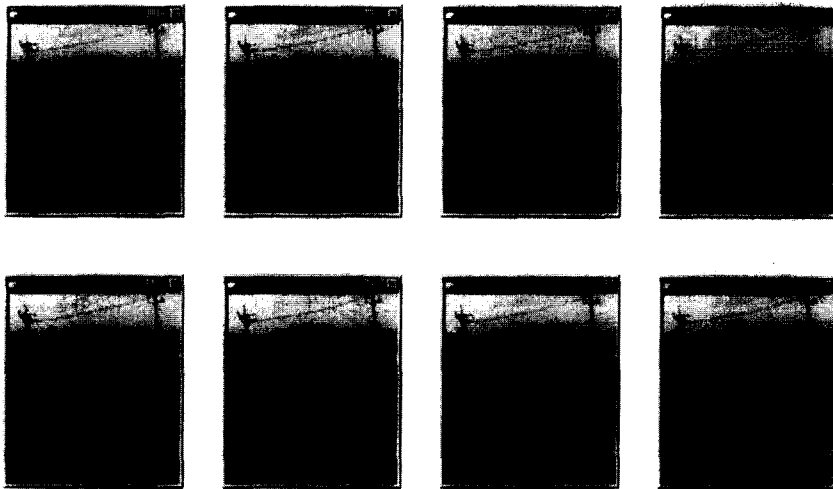
그림 8. 물체 추적 시스템
Fig. 8. Object tracking system.

III. 실험

실험에 사용한 영상은 고속도로 진입로와 일반국도에서 촬영하여 얻었다. 영상은 256×256 의 256 그레이 레벨 영상으로 본 알고리즘을 수행하였다. 일반적으로 물체추적에 있어서 칼만필터를 사용한 경우 탐색창내에 있는 물체를 추적하고자하는 동일물체로 본 반면에 본 논문에서는 물체의 특징을 이용하여 동일 물체인지를 확인하는 과정을 추가하였다. 움직이는 물체를 추적하는 과정은 그림 9와 같다. 새로운 물체가 출현할 때, 그 물체를 발견하여 동작 추정 모델을 초기화하고 성공적으로 추적하는 과정이 나타나 있다. 그림 9의 (a)는 물체가 위에서 아래로 이동하는 영상이며 프레임 #7~#66 중에 8프레임을 선택하여 나타내었으며, 그림 9의 (b)는 물체가 밑에서 위로 이동하는 영상이며 프레임 #114~#155 중에서 8 프레임을 선택하여 나타내었다. 표1은 가중치가 적용된 값이며 프레임의 앞, 뒤 특징값을 비교함으로써 탐색창내에 2가지 이상의 물체가 있을 때 추적하고자하는 물체를 추적할 수 있다. 3가지 특징에 대하여 각 물체에 대한 특징값은 일정한 값을 지니고 있으며 잡음이나 다른 물체가 있을 때에도 특징값 비교에 의하여 지속적인 추적이 이루어짐을 나타낸다. 데이터 연상문제를 해결하기 위해 제안된 식(7)에서 사용한 값은 $\alpha=1, \beta=10, \gamma=100$ 이다. 상수값 α, β, γ 는 가중치이며 3가지 특징을 정규화하는 값이다. 비교하기 쉽도록 값을 조정하였다. 물체마다 초기의 연속영상에서 10 프레임에 대한 특징값을 나타내었다. 가로축은 추적물체에 대한 특징값을 표시하고 세로축은 연속된 프레임을 나타낸다. 350MHz의 클럭 주파수를 가지는 펜티엄 컴퓨터에서 수행 시간을 고려해 보면 4대의 차량을 추적하는데, 프레임 당 0.8초~1.2초 정도의 시간이 걸렸다.



(a)



(b)

그림 9. 다중 차량 추적 알고리즘 수행 결과
(a) 시험영상 (b) 시험영상 2

Fig. 9. Result of the multiple vehicle tracking algorithm.
(a) Test image 1 (b) Test image 2

VII. 결 론

본 논문에서는 고정된 카메라를 이용하여 도로영상에서의 물체 추적을 원활히 하기 위해 환경변화가 반영된 배경영상의 획득과 축소영상을 이용한 물체의 윤곽선 및 특징추출 알고리즘을 제안하였다. 추적 알고리즘은 특정 물체를 판별하기 위해 윤곽선의 특징을 사용하였으며 축소된 배경영상과 현재 영상의 차영상에

대하여 물체를 추출함으로써 처리시간 단축과 노이즈 제거 효과가 있었다. 축소영상에서 얻어진 윤곽선 정보를 이용하여 원영상에서의 정확한 특징추출이 가능하였으며, 탐색창내에서 부분적으로 가려짐 현상이 발생할 때에도 개별물체에 대한 특징비교로 별개의 물체로 인식함으로써 지속적인 추적이 이루어졌다. 보다 나은 가려짐 현상의 문제 해결을 위해 패턴인식에 대한 연구가 필요하다.

표 1. 탐색창내에서의 특징값 비교
Table 1. Comparison of Feature Value in Searching Window.

Feature Frame #	Object 1			Feature Frame #	Object 2			Feature Frame #	Object 3			Feature Frame #	Object 4		
	αC_1	βm_1	γr_1		αC_2	βm_2	γr_2		αC_3	βm_3	γr_3		αC_4	βm_4	γr_4
#7	148	20	54	#21	109	15	41	#36	133	15	59	#57	141	15	35
#8	149	18	67	#22	112	17	61	#37	143	20	57	#58	145	18	72
#9	148	20	67	#23	110	18	57	#38	144	20	57	#59	139	21	71
#10	151	20	64	#24	115	17	63	#39	137	19	60	#60	154	20	50
#11	156	21	49	#25	110	17	58	#40	136	18	62	#61	152	20	49
#12	150	20	54	#26	108	19	57	#41	136	18	68	#62	153	22	51
#13	142	19	67	#27	108	22	69	#42	141	17	59	#63	139	19	31
#14	163	16	53	#28	110	21	57	#43	133	22	63	#64	148	22	51
#15	159	21	53	#29	107	20	55	#44	141	20	66	#65	155	22	51
#16	157	18	72	#30	114	19	57	#45	144	21	53	#66	146	22	56

(a)

Feature Frame #	Object 1			Feature Frame #	Object 2			Feature Frame #	Object 3		
	αC_1	βm_1	γr_1		αC_2	βm_2	γr_2		αC_3	βm_3	γr_3
#114	141	34	50	#128	37	35	50	#146	19	23	28
#115	125	41	45	#129	43	33	58	#147	22	21	16
#116	128	50	19	#130	53	32	64	#148	21	19	20
#117	120	57	37	#131	58	30	60	#149	33	24	36
#118	107	61	30	#132	60	28	59	#150	51	27	56
#119	94	63	38	#133	60	26	55	#151	78	27	60
#120	69	65	25	#134	62	24	56	#152	63	24	60
#121	50	56	42	#135	78	23	63	#153	73	23	55
#122	57	55	51	#136	63	21	52	#154	67	22	56
#123	53	47	42	#137	76	19	57	#155	61	19	55

(b)

참 고 문 헌

[1] D. Koller, J. W. Weber, and J. Malik, "Robust Multiple Car Tracking with Occlusion Reasoning," *In European Conference on Computer Vision*, pp. 189-196, LNCS 800, springer-Verlag, May 1994.

[2] D. Beymer, P. McLauchlan, B. Coiffman and J. Malik, "A Real-time Computer Vision System for Measuring Traffic Parameters," *Proc. of IEEE CVPR*, Puerto Rico, pp. 495-501, June 1997.

[3] I. K. Sethi and R. Jain, "Finding trajectories of feature points in a monocular image sequence," *IEEE Trans. PAMI*, Vol. PA I-9, No. 1, pp. 56-73, Jan 1987.

[4] M. J. Flether and R. J. Mitchell, "Predicting

- multiple feature locations for a class of dynamic image sequence," *Image and Vision Computing*, Vol. 8, No. 3, pp. 193-198, Aug. 1990.
- [5] J. Marie Beaulieu, M. Goldberg, "Hierarchy in Picture Segmentation : A Stepwise Optimization Approach," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. Vol. II., No. 2, pp. 150-163, 1989.
- [6] B. Blake, R. Curwen, and A. Zisserman, "Affine-invariant contour tracking with automatic control of spatiotemporal scale," in *Proc. Int. Conf. on Computer Vision*, Berlin, Germany, pp. 66-75, May 11-14, 1993.
- [7] LiLi Qiu, LiLi, "Contour Extraction of Moving objects," in *Proc. Int. Conf. on Pattern Recognition-Vol. 2*, Brisbane, Australia, pp. 1427-1432, Aug. 16-20, 1998.
- [8] R. F. Marslin, G. D. Sullivan, and K. D. Baker, "Kalman Filters in Constrained Model-Based Tracking," in *Proc. British Machine Vision Conference*, Glasgow, UK, pp. 371-374, Sept. 24-26, 1991.
- [9] Y. Bar-Shalom, "Multitarget-Multisensor Tracking," Artech House, Inc, Norwood, MA, 1990.
- [10] 이철현, 김형태, 설성욱, 남기곤, 이장명, "칼만필터를 이용한 다중 차량 추적 알고리즘," 대한전자공학회 논문지, 제36권, S편, 제3호, pp. 89-96, 1999.3월
- [7] LiLi Qiu, LiLi, "Contour Extraction of

 저 자 소 개

李 哲 憲(正會員) 第 36卷 S編 第 11號 參照
 현재 양산대학 사무자동화과 전임강사

薛 盛 旭(正會員) 第 36卷 S編 第 11號 參照
 현재 부산대학교 전자공학과 박사과정

朱 在 欽(正會員) 第 36卷 S編 第 11號 參照
 현재 지산대학 전자계산과 조교수

南 基 坤(正會員) 第 36卷 S編 第 11號 參照
 현재 부산대학교 전자공학과 교수. 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신 연구소 연구원