

윤곽선 검출을 위한 적응적 임계치 결정 방법

*임강모, *신창훈, *조남형, *이주신

*청주대학교

Adaptive Thresholding Method for Edge Detection

*Kang-mo Lim, *Chang-hoon Shin, *Nam-hyung Cho, *Ju-Shin Lee

*Chongju Univ.

E-mail : kmlim@chongju.ac.kr

요 약

본 논문에서는 윤곽선 검출을 위한 적응적 임계치 결정 방법을 제안한다. 제안한 방법은 먼저 이동 물체가 없는 배경 영상과 이동 물체가 있는 영상에 대한 각각의 히스토그램을 구한 후 배경 영상의 히스토그램과 이동물체가 존재하는 히스토그램의 차히스토그램을 구한다. 얻어진 차히스토그램에서 최고점과 최저점의 기울기를 이용하여 임계치를 정한다. 실험은 도로에서 주행 중인 자동차를 대상으로 수행하였다. 실험 결과 최고점과 최저점의 기울기를 이용한 방법은 조도의 변화에 민감하지 않으면서 윤곽선이 잘 검출되었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an adaptive thresholding for edge detection. First, we get histograms for background image and image with moving object, respectively. Then we make difference histogram between histograms of background and object image. A thresholding value is decided using gradient of peak to peak in the difference histogram. The experimentation is processed using a moving car in the road. The result is that edge is detected well regardless of the brightness.

I. 서 론

최근에 들어 침입자 감시, 수화 인식, 교통통제 등과 같이 영상에서 이동 물체를 탐지하는 영상 처리 기술의 응용분야가 커지면서 영상열에서 이동 물체 분리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 인간과 같은 침입자의 검출 및 추적에 관한 연구는 최근들어 관심의 대상이 되고 있다.

이동 물체를 추적하기 위해서는 입력된 영상에 대하여 분석, 예측 및 판단을 진행하여야 하는데, 적용하는 방법에 따라 차영상을 이용한 방법, 광류를 이용하는 방법, 모델기반 이동물체 추적 방법 등으로 나누어진다[1-4].

모델 기반 이동물체 추적 방법은 사전에 정의된 특징적인 이동물체의 모델이나 추적 초기 단계에서 취득한 추적 대상의 모델링된 특징들의 프레임간 정합에 의해 이루어지는 이동 물체 추적 방법이다. 이 방법은 초기에 정확한 추적 모델을 구성하는 것이 문제점으로 나타난다.

본 논문에서는 모델 기반 이동물체 추적 방법 [5-6]의 전처리 과정인 초기 모델 이동 물체 검출

과정에서 정확한 모델을 취득하기 위하여 차히스토그램의 최고점과 최저점을 이용한 윤곽선 검출을 위한 적응적 임계치 결정 방법을 제안한다.

제안한 방법은 먼저 이동 물체가 없는 배경 영상과 이동 물체가 있는 영상에 대해 각 영상의 히스토그램을 구한 후, 차히스토그램을 구한다. 차히스토그램에서 최고점과 최저점을 탐색한 후, 최고점과 최저점의 기울기를 이용하여 영상의 에지를 구하기 위한 임계치 결정에 이용한다.

실험은 도로에서 주행 중인 자동차 영상으로 하였고 기존의 소벨 연산자를 이용하여 얻는 에지 영상보다 정확한 에지 영상을 얻을 수 있었다.

II. 차히스토그램

이동 물체가 없는 영상의 히스토그램을 $H_b(x)$ 로 이동 물체가 포함된 영상의 히스토그램을 $H_c(x)$ 로 표현하면 이 두 히스토그램의 차는 식 (1)로 주어진다.

$$H_d(x) = H_c(x) - H_r(x) \quad (1)$$

본 논문에서는 $H_d(x)$ 를 차히스토그램이라 하며, 그림 1과 같은 형태를 갖게 된다.

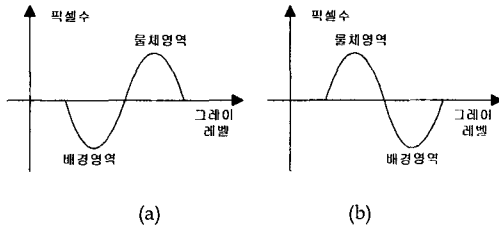


그림 1. 이상적인 차히스토그램
 (a) 배경보다 어두운 물체의 경우
 (b) 배경보다 밝은 물체의 경우
 Fig 1. Ideal difference histogram
 (a) a case of darker object than background
 (b) a case of lighter object than background

그림 1에서 볼 수 있는 것처럼 음의 영역과 양의 영역으로 구분되는데, 음의 영역은 이동 물체에 의해서 가려진 배경 영역을 나타내고, 양의 영역은 물체 영역을 나타낸다. 따라서 이상적인 상황에서 두 영역의 면적은 같고 $H_d(x)$ 의 영교차점(zero crossing point)은 차영상에서 배경과 이동 물체를 구분하는 이상적인 임계값이다. 여기서 이상적이라 함은 $H_c(x)$ 와 $H_r(x)$ 를 구함에 있어서 이동 물체가 존재하는 영상과 이동 물체가 존재하지 않는 영상의 배경 부분은 동일한 밝기 값을 갖는다는 것을 말한다. 그러나 실제 상황에서 이러한 조건은 만족되기 어렵다. 따라서 제안된 방법의 성패는 차영상에 포함되는 배경 잡음의 분포를 가장 가깝게 근사화 할 수 있는 $H_r(x)$ 를 구하는 것에 있다고 볼 수 있다. 그림 1의 (a)는 배경보다 어두운 이동물체가 존재할 경우 이상적으로 나타나는 차히스토그램이고, 그림 1의 (b)는 배경보다 밝은 이동물체가 존재할 경우 나타나는 차히스토그램을 나타낸다.

그림 2는 적응적 임계치를 결정하기 위한 알고리즘을 나타낸다.

III. 임계치 결정 방법

제안한 방법은 먼저 이동 물체가 없는 배경 영상과 이동 물체가 있는 영상을 각각 그레이 영상으로 변환한 후 각 영상의 히스토그램을 구한다. 그리고 두 히스토그램의 차히스토그램을 구한다. 구해진 차히스토그램의 최고점과 최저점의 그레이 레벨 값을 탐색한다.

차히스토그램의 최고점은 이동물체를 구성하고 있는 픽셀의 가장 많은 그레이 레벨 값을 나타내고, 반대로 최저점은 이동물체 진입으로 사라진

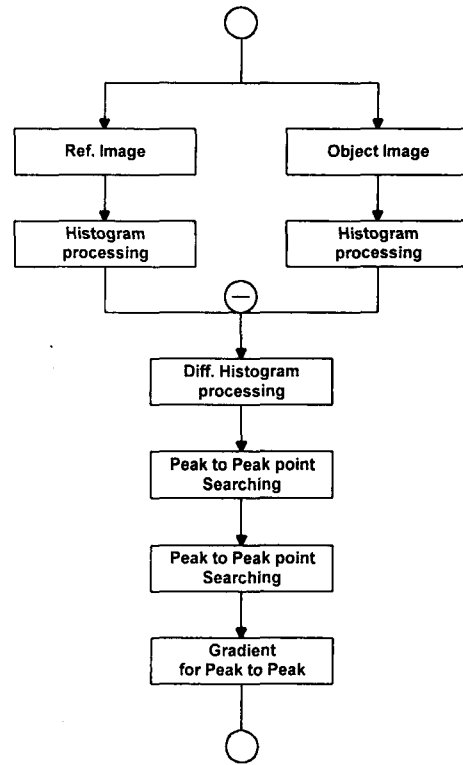


그림 2. 적응적 임계치 결정을 위한 알고리즘
 Fig. 2. Algorithm for adaptive thresholding value

배경을 구성하는 픽셀의 가장 많은 그레이 레벨 값을 나타내므로 영상의 배경과 이동물체의 그레이 레벨 정보를 가지고 있는 최고점과 최저점을 이용하여 최고점과 최저점의 기울기를 구한다. 기울기는 식 (2)로 주어진다.

$$|G| = \frac{\max + \min}{\max_{gl} - \min_{gl}} \quad (2)$$

식 (2)의 G는 차히스토그램의 최고점과 최저점의 기울기를 나타낸다. max는 이동 물체가 가장 많이 포함하고 있는 그레이 레벨을 나타내고, min은 이동 물체 영역에 의하여 사라진 배경이 가장 많이 포함하고 있는 그레이 레벨을 나타낸다. \max_{gl} 은 이동 물체에 있어서 가장 많은 화소를 가지고 있는 그레이 레벨을 나타내고 \min_{gl} 은 이동 물체가 존재하는 곳의 배경에 있어서 가장 많은 화소수를 가지고 있는 그레이 레벨을 나타낸다.

기울기가 클수록 배경과 이동물체 사이의 조도 차이가 작고, 기울기가 작을수록 조도 차이가 크다. 즉, G는 배경과 이동 물체 간의 조도 차이를 나타낸다. 그러므로, 배경과 이동 물체 간의 조도 관계를 알기 위해서 G의 절대값을 이용한다.

그런데, 영상의 에지를 구할때, 임계치가 너무 낮으면 에지가 아닌 것이 남아 있을 수도 있고 값이 높으면 실제 윤곽의 일부를 놓칠 수 있다.

본 논문에서는 이 임계치를 적응적으로 결정하기 위하여 차히스토그램으로부터 얻은 G의 값을 이용한다. 임계치 TH는 식 (3)과 같이 얻어진다.

$$TH = g(G) \quad (3)$$

식 (3)의 g는 임계치 TH를 얻기 위한 함수이다. 실험 결과 g()은 ln 함수를 사용하는 것이 가장 좋은 결과를 보였다.

IV. 실험 및 고찰

실험 영상은 도로에서 주행 중인 자동차를 대상으로 하였으며, 취득 영상의 해상도는 $176 \times 144 \times 256$ 의 영상이다.

그림 3은 입력 영상의 한 예를 보인다. 그림 3의 (a)는 이동물체가 존재하지 않는 배경 영상이고 그림 3의 (b), (c), (d)는 노란색 차, 회색 차, 검은색 차를 그레이 레벨 영상으로 변환한 것이다.

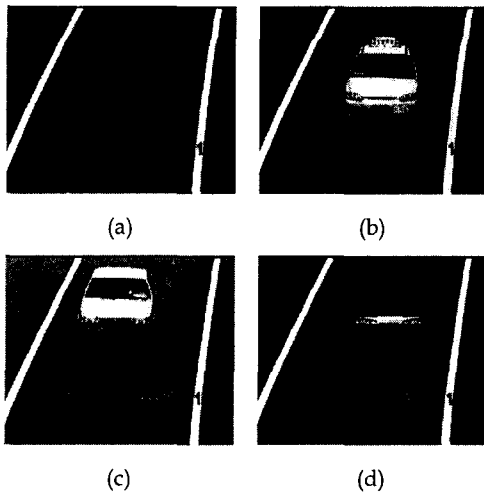
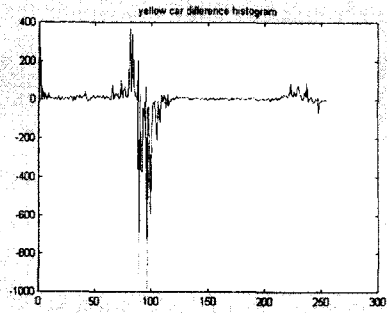
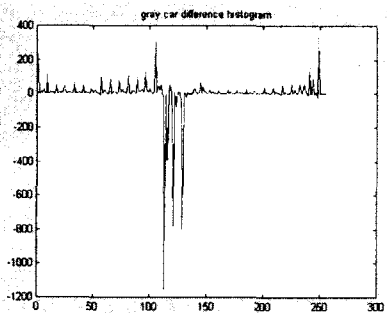


그림 3. 입력 영상에 대한 그레이 영상
 (a) 배경 영상 (b) 노란색 차 영상
 (c) 회색 차 영상 (d) 검은색 차 영상
 Fig 3. Gray level image for input images
 (a) background image (b) yellow car image
 (c) gray car image (d) black car image

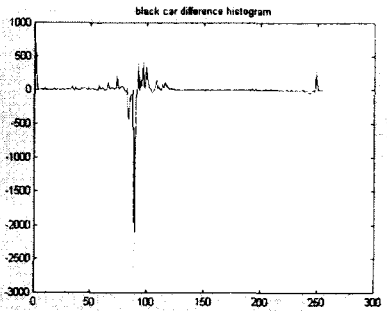
그림 4에 나타난 (a), (b) 그리고 (c) 영상은 각각 그림 3 (a)의 배경 영상의 히스토그램을 구한 후, 그림 3 (b), (c) 그리고 (d)의 히스토그램과의 차를 구한 차히스토그램을 나타낸다.



(a) Histogram of the yellow car



(b) Histogram of the gray car



(c) Histogram of the black car

그림 4. 배경 영상과 입력 영상에 대한 차히스토그램

Fig. 4. Difference histogram for background image and input images

그림 4에서 나타난 것처럼 배경보다 밝은 색의 차는 최고점이 최하점과 비교하여 왼쪽에 나타나고, 배경보다 어두운 차는 최고점이 최하점과 비교하여 왼쪽에 나타난다.

그림 5는 고정된 임계값을 갖는 소벨 연산자를 취하여 얻는 에지 연산의 결과와 제안한 방법을 사용하여 구한 임계값을 이용하여 얻는 에지 연산

의 결과이다.

V. 결 론

본 논문에서는 윤곽선 검출을 위한 적응적 임계치 결정을 하기 위하여 차히스토그램의 최고점과 최저점을 이용한 적응적 임계치 결정 방법을 제안하였다.

실험 영상은 $176 \times 144 \times 256$ 해상도를 갖는 도로에서 주행 중인 자동차의 영상을 사용하였다. 실험 결과 제안된 적응적인 임계치를 이용하면 기존의 일정한 임계치를 이용한 기존의 소벨 연산자를 이용하여 얻는 에지 영상보다 정확한 에지 영상을 얻을 수 있었다.

앞으로의 연구 과제로는 배경 영역과 이동물체 영역간의 그레이레벨 분포까지 이용하여 보다 더 정확한 임계치 값을 추정해 내는 알고리즘이 연구되고 있다.

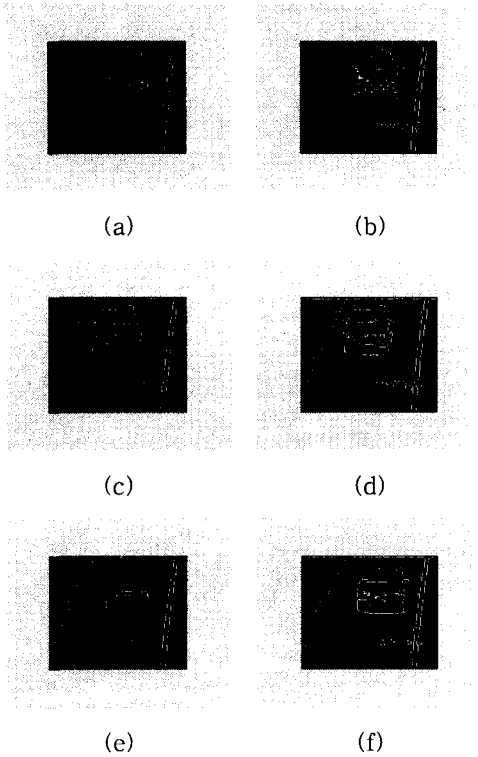


그림 5. 고정된 임계치와 제안된 방법의 임계치를 사용한 에지 추출 영상

Fig. 5. Edge extraction images using fixed threshold value and the proposed method.

- (a), (c) and (e) edge extraction images using fixed thresholding value
- (b), (d) and (f) edge extraction images using the proposed method

참고문헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Co., New York 1992.
- [2] P.K. Sahoo, S. Soltani and A. K. C. Wong, "A Survey of Thresholding Techniques", Computer Vision, Graphics, and Image Processing 41, pp. 233-260, 1988
- [3] S. U. Lee and S. Y. Chung, "A Comparative Performance Study of Several Global Thresholding Techniques for Segmentation", Computer Vision, Graphics, and Image Processing 52, pp. 171-190, 1990.
- [4] D. P. Huttenlocher, J. J. Noh, W. J. Rucklidge, "Tracking Non-Rigid Objects in Complex Scenes," Proceedings of 4th ICCV, pp. 93-101, May 1993.
- [5] M. K. Leung, "Human Body Motion Segmentation in A Complex Scene," Pattern Recognition, vol. 20. no 1, pp. 55-64, 1987.
- [6] 이주신, 김윤호, "퍼지 추론에 의한 2-D이동물체의 동일성 판별," 한국통신학회 논문지, vol. 17, no. 4, pp. 346-360, 1992.

표 1. 기울기와 임계치

Table 1. Gradient and thresholding values

	Yellow Car	Gray Car	Black Car
$ G $	90.0667	182.5	459.1429
$g(G)$	4.5005	5.2067	6.12.93

표 1은 각 차량의 차히스토그램에서 얻어진 최고점과 최저점의 기울기의 절대값과 기울기의 절대값에 LN함수를 취한 것이다.