

# IR 영상을 이용한 교통영상에서의 야간장애물 검지 기법

박 동 렬, 박 영 태  
경희대학교 전자공학과  
경기도 용인시 기흥읍 서천리 1번지

## Obstacle Detection in Nighttime Traffic Scenes using IR Images

Dong Youl Park, Young Tae Park  
Department of Electronics Engineering, Kyung Hee University  
pdong@hanmail.net, ytpark@nms.kyunghee.ac.kr

### Abstract

We present a robust scheme of detecting obstacles such as vehicles, human beings, and other artificial structures that may cause serious traffic accidents in the nighttime driving. Obstacle regions are detected by the evidential reasoning rules that combine the isolated regions obtained by the phase-directed edge-linking and the hot evidence information. Preliminary experimental results show that the performance is robust to nighttime infrared scenes having various types of obstacles.

### I. 서론

본 연구에서는 IR 센서를 사용하여 야간 주행시 야간 장애물을 검지하여 충돌 위험성이 있는 차선 내의 장애물을 실시간으로 분류할 수 있는 알고리즘을 개발하는 것을 목표로 한다. 여기서 야간 장애물은 전방 주행 차로 및 주변 차로에 존재하는 차량, 사람, 오토바이 및 도로 설치물 등의 장애물을 포함한다. IR 영상에서의 차량검지 기법에 대한 관련기술은 거의 발표되지 않았지만 비디오 영상에서의 차량의 검지 기법에 관한 다양한 연구가 진행되었다[1-4].

IR 센서는 사람이 볼 수 없는 야간에도 대상체를 인지할 수 있어 야간 주행시 선행 차량 및 사람 등의 장애물을 인식하는 데에 결정적인 역할을 수행할 수 있다. IR 영상은 원거리에서의 대비도가 낮기 때문에 원거리의 물체의 경우 형상을 정확히 추출하기 어려움

반면 근거리에서의 물체에 대해서는 물체의 표면 온도로 인해 주변환경보다 물체 내에 밝고 어두운 부분이 동시에 존재하며 주변환경과 구별이 모호한 부분도 존재하게 된다. 따라서 영상의 대비도 및 해상도 등의 변화에도 견실한 영상 분할 기법이 필요하다. 지금까지 주변환경의 변화에 구애받지 않는 강건한 영상분할 기법[5,6,7]을 위한 수많은 연구가 진행되어 왔지만 제안된 대부분의 알고리즘이 자연적인 영상에서는 동작 조건에 따라 그 특성이 변화하거나 실시간으로 동작하기는 어려운 단점을 가지고 있다. IR 센서를 통해 얻어진 영상에서 나타나는 차량의 경우 엔진에 의한 고열이나 도로와 바퀴와의 마찰열 등으로 인해 차량의 하부에는 밝은 부분이 나타난다. 이러한 IR 영상의 특성은 영상분할 과정의 불완전한 결과를 보완하여 차량을 검지하기 위한 중요한 정보를 제공한다. 본 논문에서는 이러한 특성을 이용하여 야간 교통영상에서 나타날 수 있는 장애물 중 차량의 검지에 중점을 두어 연구하였다. 제안된 기법은 edge의 방향정보에 기반한 Edge linking 기법을 통해 도로영역에 인접해서 나타나는 독립영역을 추출하고 차량영역에서 밝게 나타나는 부분 중 도로영역과 인접한 부분(이하 Hot Evidence라고 명함)을 추출하여 이 둘을 차량의 기하학적 형상정보를 이용하여 합병함으로써 차량을 검지한다. 그림 1에서 IR 영상을 이용한 야간 장애물 검지 기법의 전체 흐름도를 보인다

### II. Edge Linking을 이용한 영상분할

정확한 도로영역과 독립영역을 검출하기 위해 동작

환경에 강건한 영역분할 기법으로서 edge의 방향정보에 기반한 Edge linking 기법을 이용한다. 먼저 그림 2(a)와 같은 IR 영상에 대해 Sobel 기법을 통해 edge의 강도(그림 2(d))와 edge의 수평 수직 방향성분(그림 2(b)(c))을 구하고 edge의 강도와 edge의 방향성분과의 AND 연산에 의해 수직 방향의 edge 성분과 수평 방향의 edge 성분을 분리한다.(그림 2(e)(f)). 이렇게 구한 수직 방향의 edge 성분과 수평 방향의 edge 성분에 대해 각 방향으로 검색을 하여 각 edge의 끝점을 구하고, 두 끝점사이의 간격이 매우 짧은 경우와 phase 성분이 같은 방향으로 50%이상 존재하는 경우 연결한다. 그림 2(g)는 Edge linking의 결과로 그림 2(a)의 오른쪽 차량의 경우 차량과 도로의 대비도가 낮아 그림 2(b)에서 끊어져 나타났던 수직 방향의 edge가 그림 2(g)에서는 연결된 것을 보여준다. 그림 2(h)는 Edge linking의 결과를 반전시켜 물체와 배경을 분리시킨 영상이다.

### III. Evidential reasoning에 의한 차량 검지 기법

앞의 Edge-linking 기법을 통해 도로영역을 검출함에 있어서 가장 문제가 되는 것은 도로내부에 존재하는 국부온도차에 기인한 edge성분에 의해 도로영역이 분리되어 나타나는 경우이다. 이런 문제점을 해결하기 위해 먼저 주 도로 영역을 구하고 이 주 도로영역의 기하학적인 위치 정보를 이용하여 분리된 도로영역을 주 도로영역에 편입하는 방법을 사용한다. 즉 독립영역의 bounding box가 주 도로영역의 bounding box보다 아래에 위치하거나 두 bounding box의 수직 길이의 중첩비가 큰 경우 도로영역에 편입시켜 정확한 도로영역을 검출한다(그림3). 검출한 도로영역의 정보를 바탕으로 도로영역의 바로 위에 존재하는 독립영역만 남겨두고 나머지는 모두 제거한다. 남은 독립영역 중에서 차량영역내부에 존재하는 edge성분에 의해 분리되어 나타나는 경우 적절한 합병 규칙에 의해 두 독립영역을 합병한다. 차량의 밝은 부분인 Hot evidence를 검출하기 위해 입력영상의 히스토그램 분포에서 상위 shoulder 부분을 임계치로 설정하는 임계치 자동설정 기법을 사용한다(그림 4). 차량의 Hot evidence 영역은 도로에 인접하여 나타나므로 앞에서 추출한 도로영역의 정보를 이용하여 도로영역에 인접해 있는 Hot evidence만을 사용한다. Hot evidence 역시 같은 차량 내에서의 온도차로 인해 분리되어 나타나므로 이를 합병하는 과정이 필요하다. 최종적으로 차량영역을 판정하기 위한 기법을 크게 두 가지로 나누어 고려 할

수 있다. 차량이 근거리 존재하여 명백히 독립영역과 Hot evidence가 검출되는 경우와 차량이 원거리 존재하여 독립영역이 검출되지 않고 Hot evidence만 검출되는 경우이다. 후자의 경우에는 원거리로 인해 차량의 형상이 많이 손실되어 독립영역이 검출되지 않는 것으로 이 경우에는 Hot evidence 정보만 이용하여 차량의 정확한 검지보다는 차량의 존재여부를 판단하는 데 중점을 둔다. 전자의 경우처럼 독립영역과 Hot evidence가 동시에 존재하는 경우에는 이 두 evidence를 합병함으로써 정확한 차량영역을 검지 한다. 다음은 독립영역과 Hot evidence의 합병 규칙이다.

- 독립영역의 수직 축 길이의 1/2배 하위로 연장하여 중첩되는 Hot evidence의 면적비가 50%이상인 경우 이를 합병하여 차량영역으로 판정한다.(그림 5(a))
- 두 독립영역이 하위에 하나의 Hot evidence를 공유하는 경우 이를 합병하여 차량영역으로 판정한다(그림 5(b))

차량이 근거리 존재하는 경우에서도 차량의 Hot evidence나 독립영역만 나타날 수 있다. 차량의 엔진 부분이 가열되지 않아 Hot evidence가 존재하지 않고 독립영역만 검출된 경우 위의 합병 규칙에 의해 합병되지 않고 남은 독립영역을 차량영역으로 판정한다. 또 Hot evidence는 존재하지만 독립영역이 존재하지 않는 경우 Hot evidence의 합병과정에서 합병된 적이 있는지 없는지의 여부에 따라 합병된 적이 있는 경우 이 Hot Evidence를 차량영역으로 판정한다. 판정된 차량영역 중 서로를 포함하거나 중첩된 정도가 심한 경우 이를 합병하여 최종적으로 정확한 차량영역을 검지 한다.

### IV. 실험결과 및 고찰

Phase 정보를 사용한 Edge linking 기법은 IR 영상에 존재하는 형상의 모호한 부분을 분리하는 데 효과적이었고 도로영역을 정확히 검출할 수 있다. 그림 6과 그림 7은 제안된 검지 기법의 과정과 결과를 나타낸 것으로 차량이 근거리 존재하는 경우 Hot evidence가 뚜렷이 존재하므로 차량영역이 정확하게 검지되는 것을 알 수 있다. 장애물이 근거리 존재하지 않는 경우의 예를 그림 8에 보인다. 장애물의 크기가 작은 경우에는 장애물의 형상을 정확히 추출하는 것이 어렵기 때문에 도로 위의 Hot evidence 정보만을 사용하여 장애물을 검출하며 사람의 형상도 검지가 가능함을 알 수 있다. 검지 성능의 정량적 평가는 장애물의 false

alarm과 missing 비율의 측정에 의해 이루어지며 다양한 IR 영상에서의 성능 분석 및 개선에 관한 연구는 현재 진행 중이다. 위의 야간 장애물 검지 기법의 처리 속도는 펜티엄 III 450MHz 프로세서에서 평균 0.22초 소요된다.

### V. 결론 및 추후 연구

본 연구에서는 장애물의 크기와 위치에 따라 장애물 영역 검지 기법을 2원화하여 적용하였다. 즉, 근거리의 장애물은 영상정보와 그 아래 부분의 Hot evidence가 동시에 존재할 때 두 영역을 합병함으로써 검지되며 원거리의 장애물은 도로에 인접한 Hot evidence의 존재여부에 따라 검지된다. 이와 같은 Evidential reasoning 기법은 IR 영상에 존재하는 장애물 검지에 있어 처리속도가 매우 빠르고 동작 환경에 견실한 특성을 가진다.

다양한 동작조건에도 적용 가능한 검지기법을 위해 1) 도로영역에 특수한 패턴이 존재하는 경우 2) Hot evidence 검출을 위한 적절한 임계치 설정 3) 차량의 tracking에 관해 연구 및 개발을 필요로 한다.

### 참고 문헌

[1]. D. Koller, K. Daniilidis, and H. Nagel, "Model-based object tracking in monocular image sequences of road traffic scenes," *Intern. Journal of Computer Vision*, 10(3), pp. 257-181, (1983).  
 [2]. J. Roberts and D. Charnley, "Attentive visual tracking," *Proc. British Machine Vision Conference, Guildford, UK*, pp. 459-468, (1993).  
 [3]. D. Koller, J. Weber, T. Huang, J. Malik, G. Ogasawara, B. Rao, and S. Russell, "Towards robust automatic traffic scene analysis in real-time." *In ICPR, Israel*, Nov. (1994).  
 [4]. David Beymer and Jitendra Malik, "Tracking vehicles in Congested traffic," *SPIE Vol. 2902, Transportation Sensor and Controls: Collision Avoidance, Traffic Management, and ITS*, pp. 8-18, November (1996)  
 [5]. N. Ostu, "A threshold selection method from gray-level histogram," *IEEE Trans. SMC-8*, pp. 62-66, (1978).  
 [6]. W. Perkins, "Area segmentation of images using edge points," *IEEE PAMI-2*, pp. 8-15, (1980).  
 [7]. 안상우, 박영태, "Watershed 변환에 의한 적외선 영상분할 기법," 제 10회 영상처리 및 이해에 관한 위

크샵, pp. 140-144, (1998).

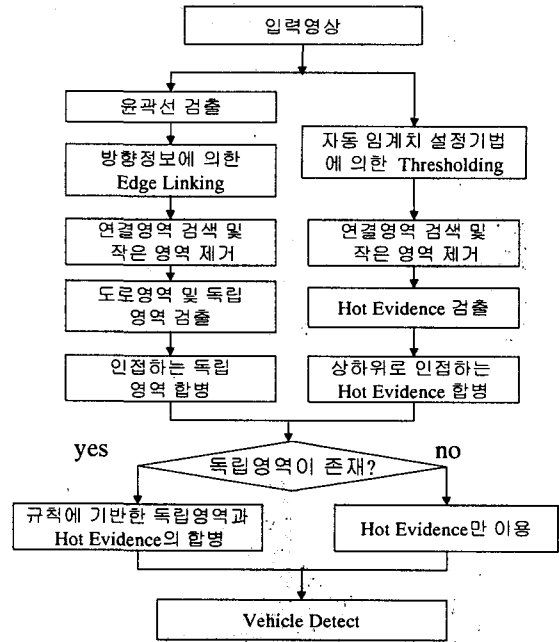


그림 1. 야간 장애물 검지 기법의 전체 흐름도

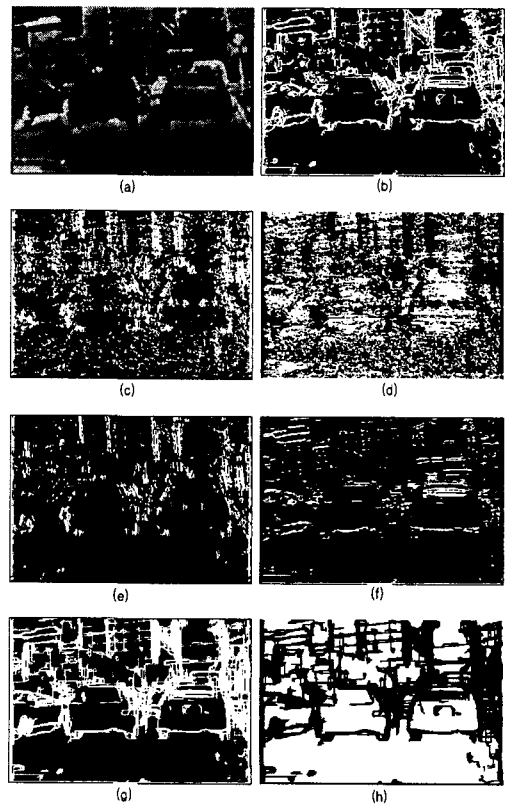


그림 2. Phase-directed edge linking 의 예

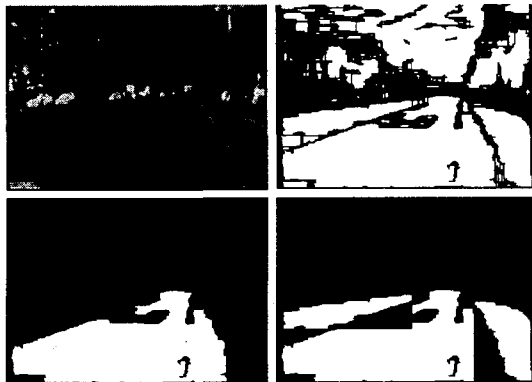


그림 3. 도로영역의 검출

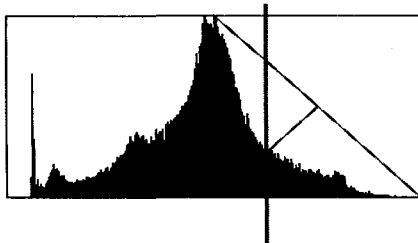


그림 4. 임계치 자동 설정 기법

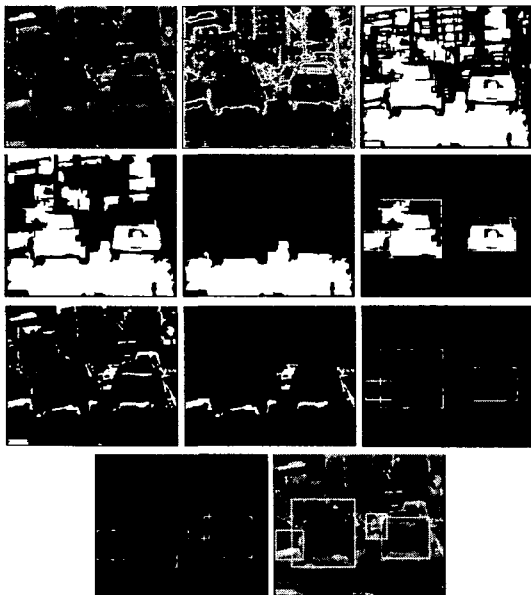


그림 6. Evidential reasoning에 의한 차량 검지기법

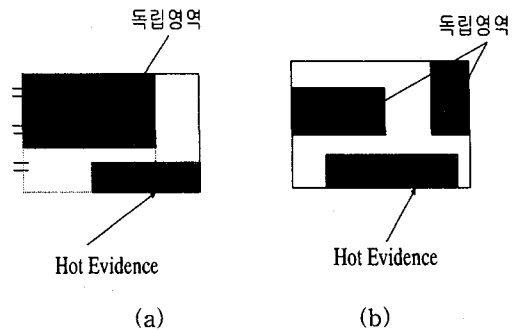


그림 5. 독립영역과 Hot Evidence의 합병 규칙

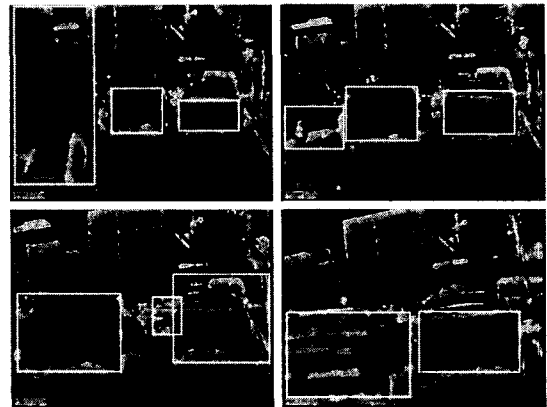


그림 7. 차량 검지의 예

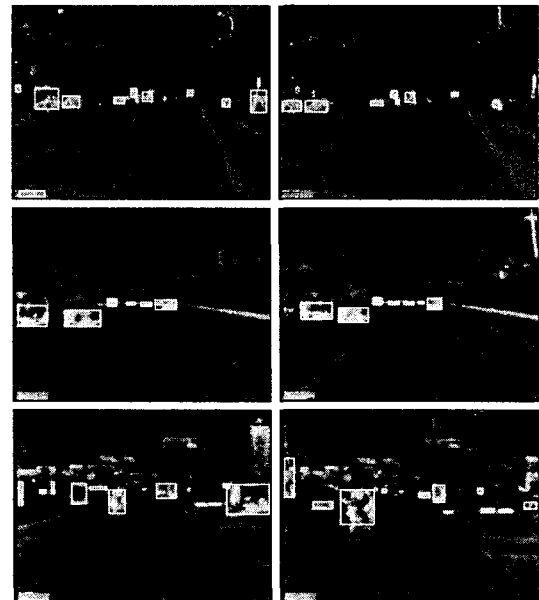


그림 8. 장애물이 근거리 존재하지 않는 경우