

배경 영상을 이용한 교차로 영상에서 독립 차량 분리 기법

이대호⁰ 박세제 박영태
경희대학교 전자공학과

{nize, spark}@kvision.kyunghee.ac.kr, ytpark@khu.ac.kr

Isolated Vehicle Segmentation using Background Image in Intersection Traffic Scene

Daeho Lee⁰ Seje Park Youngtae Park
Dept. of Electronic Engineering, Kyunghee University

요 약

영상 정보에 기반한 지능형 교통 정보 시스템(ITS)의 응용 분야에서, 차량의 그림자 제거와 겹침 차량을 분리하기 위하여 3차원 물체의 특징을 이용하여 차량 형상을 분리하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 차량을 분리하기 위하여 연속 프레임에서 배경을 추정하고, 배경 영상과 현재 입력 영상의 차이를 이용한다. 또한 그림자를 제거하고 겹침 차량을 분리하기 위하여, 1) 3차원 증거를 차량 증거 영역에서 검출하여 군집화하고, 2) 독립 차량의 중심 위치를 판단하고, 3) 다시 임계치에 의해 차량의 형상을 분리한다. 단순 임계치에 의해 차량을 분리하는 기법은 기상조건 등에 민감하기 때문에 여러 조건에 따라 다른 알고리즘을 적용해야 하지만 제안하는 기법은 동일한 알고리즘으로 여러 기상조건에 적용이 가능하다.

I. 서론

영상 정보를 이용한 교통 처리를 지능적으로 관리하기 위한 연구가 다양한 접근 방법으로 진행되고 있다. 여러 센서에 의해 도로의 교통 정보를 취합하여 신호의 지능적 변경, 교통 정보의 전송, 원활한 교통 흐름의 유도가 가능할 수 있다. 영상을 통한 교통 정보의 산출은 1) 도로에서 차량의 분리, 2) 각 차량에 대한 추적, 3) 차량 정보에 의한 교통 정보의 산출로 구성된다. 도로에서 차량의 분리가 정확히 이루어지면 차량의 추적 및 교통 정보의 산출은 간단한 기법에 의해 생성될 수 있다.

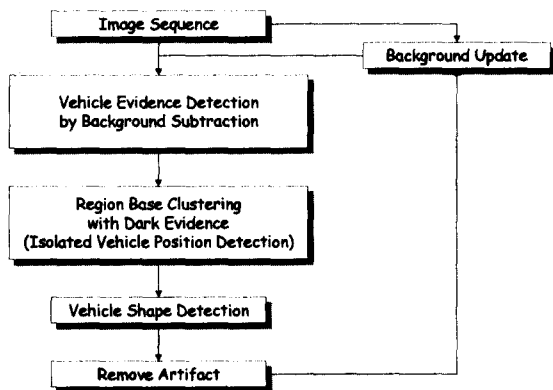


그림 1. 제안하는 기법의 전체적인 흐름도

교통 영상에서 차량과 도로를 분리하는 기법은 배경 영상을 생성하여 차량을 분리하는 기법과 프레임간의 움직임을 산출하여 차량을 분리하는 기법으로 많은 연구가 이루어졌으나 정확히 그림자를 제거하거나 연결된 차량을 분리하지 못하는 단점이 있다. 연속되는 프레임의 밝기 변화를 찾아 차량을 분리하는 기법[1, 2]에서는 연속되는 프레임의 밝기 차이와 현재 영상

의 에지를 비교하고 시공간적인 움직임 영역을 산출하여 차량을 분리한다. 배경 영상을 생성하여 차량을 분리하는 기법[3, 4, 5]은 연속된 프레임의 시간적인 증위수를 채택하여 얻어진 배경 영상과 현재 프레임 영상의 차이를 계산하여 임계치를 적용한 이진 영상에서 차량의 위치를 검지하고 각 차량을 구성하는 사각형들의 중첩 정도를 가지고 분리 및 병합 과정을 거쳐 중첩된 차량을 분리하거나[3, 4], 중첩 차량을 정확히 분리하기 위하여 극부 영역에 다중 임계치를 적용해서 검출된 영역의 크기의 비율을 이용한 최적 임계치를 산출하여 차량을 분리한다[5]. 차량 분리 기법은 독립 차량을 추적하므로써 도로의 교통 상황을 모니터링하거나[1, 3, 6] 신호 위반 차량 검지[7]에 적용이 가능하다. 차량의 추적은 물체의 특징점들의 밝기 및 특징각의 유사도에 의해 검지된 차량을 추적하거나[8] 차량의 검지된 차량의 선세그먼트 모델을 정합하므로 차량을 추적할 수 있다[9]. 또한 광류 추정 및 군집화 기법에 기반한 기법도 많이 제안되었으나[10] 실시간으로 적용하기에는 처리시간이 많이 걸리는 단점이 있다.

본 논문에서 제안하는 기법은 기상 조건과 교통 상황에 영향을 받지 않는 차량 분리 기법으로 그림 1과 같은 과정으로 수행된다. 영역 확장 기법 및 확률에 의한 계산 과정이 없으므로 처리 시간이 빠르고 높은 정확도를 보인다.

II. 차량의 증거 검출

차량의 증거는 그림자를 포함하고 근접한 차량은 한 대의 차량 증거로 분리하는 기법으로 배경 영상에서 현재 입력 영상의 차를 이용한다. 배경 영상의 생성은 시간적인 증위수를 사용하는데 버퍼를 생성하여 배경을 갱신하는 기법은 많은 시간적인 버퍼가 필요하고 처리 시간이 많이 걸리므로 이전 배경 영상을 이용한 식 (1)과 같은 IIR Filter를 사용한다. 차량 영역으로 검지된 영역은 배경을 갱신하지 않고 그 외의 영역은 배경을 갱신한다.

$$B_n(x, y) = M_n B_{n-1}(x, y) + \overline{M}_n D_n(x, y) \quad (1)$$
$$D_n(x, y) = \begin{cases} +\sqrt{|B_{n-1} - C_n|} & (B_{n-1} \geq C_n) \\ -\sqrt{|B_{n-1} - C_n|} & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서, B_n, B_{n-1} 은 현재와 이전 프레임의 배경 영상, M_n 는 차량이 존재하는 영역에 대한 마스크, C_n 은 현재 입력 영상이며 D_n 은 수정되어지는 밝기 차이로서 민감하게 변화하지 않기 위해 제곱근을 취하였다.

차량의 증거로 밝은 증거와 어두운 증거를 산출하여 규칙에 기반한 기법(Rule Based)을 사용한다. 규칙에 기반한 차량 증거 검지는 밝은 증거의 집합(B)과 어두운 증거의 집합(D)은 유클리드 거리가 가까운 B' 와 D' 로 축소되며, 또 B' 와 D' 는 유클리드 거리가 가까운 E (차량의 증거 영역 집합)로 축소한다.

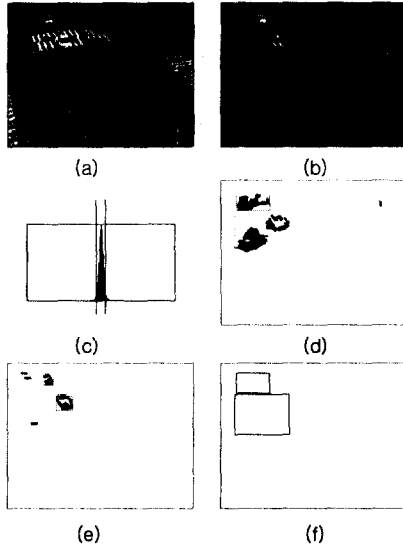


그림 2. 차량의 증거 검출

기법 1) 밝은 증거와 어두운 증거의 검지 및 합병

- i) 만일 $Bg_n(x, y) - C_n(x, y) > T_D$ 이면 어두운 증거로 설정
어두운 증거에 대한 라벨화, Bound Box 생성 (D)
 - ii) 만일 $C_n(x, y) - Bg_n(x, y) > T_B$ 이면 밝은 증거로 설정
밝은 증거에 대한 라벨화, Bound Box 생성 (B)
 - iii) 어두운 증거와 밝은 증거 합병[11]
어두운 증거에 대한 합병(D'), 밝은 증거에 대한 합병(B'),
어두운 증거와 밝은 증거의 위치 정보에 대한 합병(E)
- * Bg_n : 배경 영상, C_n : 현재 프레임 영상,
 T_D, T_B : 어두운 증거와 밝은 증거 이진화의 임계값
* 라벨화에 의해 작은 연결 영역은 제거된다.

그림 2는 차량의 증거 검출의 예로서 (a)는 입력 영상, (b)는 배경 영상과의 차영상, (c)는 차영상의 임계치 설정(상하위 10%), (d)는 어두운 증거, (e)는 밝은 증거이며 (f)는 합병된 증거의 Bound Box이다. 그림 2에서 그림자가 존재하거나 차량이 인접한 경우에는 단순한 임계치 설정에 의해 독립 차량을 분리하기는 어렵다. 독립 차량의 분리는 어두운 증거의 영역에 기반한 군집화 기법에 의해 해결한다(기법 2).

III. 그림자 제거 및 독립 차량 분리 기법

기존에 제안된 차량 분리(segmentation) 기법들은 대부분 그

림자의 영향과 정제된 시점에서 검출된 차량이 존재하는 영상에는 적용하기 어렵다. 그림자가 존재하지 않거나 정제된 교차로 영상이 아니면 배경과의 차영상만으로 정확한 차량의 분리가 가능하다. 독립 차량의 분리는 주간에 그림자의 방향과 존재 유무에 관계없이 차량과 도로가 만나는 부분이 가장 어두운 영역이라는 특징을 적용한 기법으로 전체 영상에 대해 처리하는 경우에도 독립 차량의 분리가 가능하지만 처리 시간이 많이 걸리므로 이전에 검출된 증거 영역에서만 독립 차량을 분리한다.

독립 차량의 분리는, 차량의 증거 영역 집합 (E)에서 각 영역(E_i)에 대하여 어두운 증거를 생성하고 각각의 어두운 증거 영역의 길이와 폭의 비, 상하좌우의 혼잡도를 계산하여 차량의 위치를 판별하고 어두운 증거 영역을 확장한다(그림 3(b)). 확장된 어두운 증거 영역을 검침 비율에 의해 합병하여 독립차량의 위치(P)를 산출한다. 가상의 차량 위치(영역 확장)는 E_i 의 어두운 증거 영역 집합(S_i')의 각 영역(S_i'')의 기하학적 정보를 판단하여 폭이 높이 보다 긴 경우 차량의 위치는 S_i'' 영역의 좌우에 위치한다고 판단하고 좌우 에지의 크기를 계산하여 높은 쪽으로 폭의 크기만큼 영역을 확장한다.

기법 2) 독립 차량의 위치 산출(영역 기반 군집화)

- i) 기법 1)에 의해 생성된 각각의 증거 영역에 대해, 만일 $E_i(x, y) < T_L$ 이면 어두운 영역으로 설정, 라벨화, Bound Box 생성(S_i')
- ii) i)단계에서 생성된 Bound Box에 의한 상하 및 좌우 인접 영역의 Edge 특성을 비교하여 차량의 존재할 위치에 가상의 차량 위치를 설정(영역 확장)하고 중첩된 가상의 차량 정보를 합병(P)

- * E_i : 기법 1)에서 추출된 증거 영역,
 T_L : 어두운 영역 이진화의 임계값

어두운 증거의 영역에 기반한 군집화 기법은 그림 3과 같이 독립된 차량의 군집 영역이 설정되어 있지만 차량의 정확한 형상은 분리하지 못한다. 독립된 차량의 형상 분리는 제한된 영역(P 영역의 확장)에 대한 임계치에 의해 형상을 분리한다(기법 3).

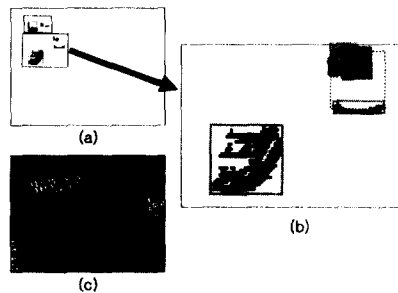


그림 3. 독립 차량의 분리

IV. 차량 영역 산출 기법

독립 차량의 위치가 산출되면 차량의 형태를 추출하는데 차량 형태를 추출하는 기법은 1) 윤곽선에 기반한 방법과, 2) 적응적 이진값에 의한 방법, 3) 정적 이진값에 의한 기법을 사용할 수 있다. 본 논문에서는 1), 2), 3) 모든 경우를 적용하여 가

장 효율적인 기법을 채택하였다. 즉, 윤곽선에 기반하는 방법은 도로 위에 존재하는 많은 윤곽선 정보들로 인해 차량의 윤곽을 추출하기가 매우 어렵고, 적응적 이진값을 적용하는 경우와 정적 이진값을 적용하는 경우는 비슷한 결과를 나타내며 많은 시간이 걸리므로 정적인 이진화에 의해 차량 형태를 산출한다.

기법 3) 차량의 형상 분해

- i) 기법 2)에서 생성된 증거 영역에 대해 기법 1)의 적용에 의한 차량의 형상 정보 추출
- ii) 작은 차량 증거 제거
- ※ 기법 1)의 이진화는 단순한 차량의 증거를 검출하기 위한 기법으로 그림자를 포함하고, 여러 차량이 합병된 결과를 가진다. 기법 3)은 그림자와 차량이 분리된 차량 위치에서 실제 차량의 형상을 분해한다.

V. 실험 결과 및 결론

최초의 배경 영상은 초기 입력 영상으로 설정하고 배경을 수정하는 경우 차량의 흐름이 원만한 경우에는 100 프레임 정도에서 정확한 배경의 산출이 가능하였고 차량이 검지된 위치는 배경 영상을 생성하지 않으므로 이후 프레임에서도 배경 영상의 왜곡은 심하지 않았다.

차량 증거의 검출은 그림자가 존재하지 않는 경우, 차량간의 거리가 떨어져 있는 경우에는 독립 차량을 검출하였고 그 외의 경우는 여러 차량과 그림자를 한 대의 차량으로 검출하였다. 또한 실험은 아이리스(Iris)가 변하는 카메라에도 적용하였는데 자동으로 아이리스가 변하는 카메라의 경우 잘못된 영역을 증거 영역으로 검출하는 경우도 발생하였다. 그러나 기법 1), 2), 3)을 적용한 경우에는 그림 4, 5와 같이 그림자의 제거 및 독립 차량을 정확히 검지함을 볼 수 있다.

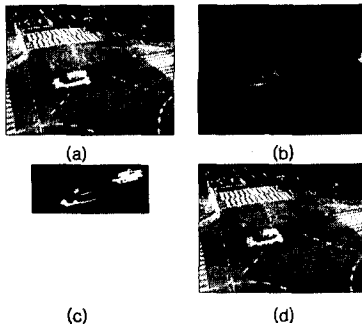


그림 4. 그림자 영역 분리된 결과

단순한 임계치에 의해 교통 영상에서 차량을 분리하는 경우와 제안하는 기법에 의해 수행한 결과는 그림자가 존재하지 않고 겹침 차량이 발생하지 않는 경우에는 두 가지 경우 모두 높은 정확도를 나타내는데 비해 단순 임계치에 의한 방법은 그림자의 영향이 발생하거나 차량이 겹치는 경우에는 아주 낮은 정확도를 나타내는데 비해 제안하는 알고리즘은 다양한 조건에도 우수한 분리 결과를 보인다.

제안하는 기법은 그림자의 영향을 제거하고 독립된 차량을 검지하기 위하여 배경 영상 생성 기법과, 국부 영역 내에서 어두운 증거에 기반한 근집화 기법과 차량 형상 추출 기법으로 정확한 차량의 위치와 형상을 추출한다. 다양한 교통 정보를 산출하는 시스템에 적용할 수 있으며 차량 추적 기법에 적용하는 다중 차량에 대해 차량의 외곽선 모양, 이동 거리, 광각도 특성 등을 특징으로 산출하여 유사도 검사에 의해 추적할 수 있다. 또한 영상 검지기에 적용하여 강건한 차량 계수와 교통

정보를 산출할 수 있다.

열악한 기상 조건 및 환경에서의 검지율의 향상을 위해서는 1) 프레임간의 차이를 이용하여 움직임을 산출하는 기법[7]을 도입, 2) 국부 영역의 광류(Optical Flow) 계산에 의한 미세한 움직임 산출, 3) 특징점 정합에 의한 추적의 정확성 확보 등에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

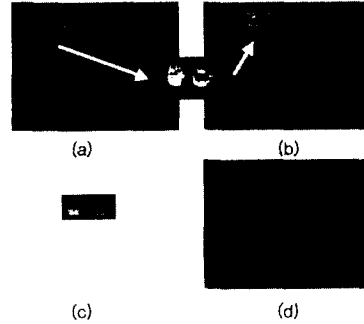


그림 5. 근접한 차량의 분리 결과

VII. 참고 문헌

- [1] R. Cucchiara, M. Piccardi and P. Mello, "Image Analysis and Rule-Based Reasoning for a Traffic Monitoring System," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol 1, No. 2, 2000.
- [2] M. Dubuisson, A. K. Jain and W. Taylor, "Segmentation and matching of vehicles in road images," Transportation Research Record 1412, pp. 57-63, 1992.
- [3] M. Kilger, "A shadow handler in a video-based real-time traffic monitoring system," IEEE workshop Application of Computer Vision, Vol. 10, No. 3, pp 127-147, 1993.
- [4] T. Ikeda, S. Ohnaka and M. Mizoguchi, "Traffic Measurement with a Roadside Vision System," IEEE Proceedings of ICPR '96, pp 859-864, 1996.
- [5] Y. Park, "Shape-resolving Local Thresholding for Object Detection," Pattern Recognition Letters, 2001.
- [6] D. Koller, J. Weber and J. Malik, "Robust multiple car tracking with occlusion reasoning," Proceedings of Third European Conference on Computer Vision, pp. 189-196, 1994.
- [7] 이대호, 박영태, "프레임 차를 이용한 교차로 영상에서 차량검지 및 추적 기법," 한국정보과학회 춘계 학술 발표 논문집(B), Vol. 28, No. 1, pp.511-513, 2001.
- [8] 정재영, 김문현, "다중 물체가 움직이는 동영상에서 자동적인 특징점 추출 및 추적," 한국 정보과학회 논문집(B), 제25권, 제3호, pp. 562-573, 1998.
- [9] G. L. Foresti, V. Murino and C. Regaxxon, "Vehicle Recognition and Tracking from Road Image Sequences," IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. 48, No. 1, 1999.
- [10] S. M. Smith and J. M. Brady, "Asset-2: Real-Time Motion Segmentation and Shape Tracking," IEEE Transaction on Pattern Analysis and machine Intelligence, Vol. 17, No. 8, 1995.
- [11] 박세제, 이영재, 박영태, "교통 영상에서 차량 검지 기법에 관한 연구," 제11회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, pp. 159-164, 1999,