

규칙에 기반한 교통량 정보처리 기법

윤 광 준, 박 영 태

경희대학교 전자공학과 컴퓨터비전 연구실

경기도 용인시 기흥읍 서천리 1번지

Rule-Based Traffic Information Processing

molrayou@hanmail.net

KwangJun Youn, Youngtae Park

Dept. of Electronic Eng. Kyunghee Univ.

요약

본 논문에서는 지능형 교통 정보처리 시스템의 구축을 위해 기존의 불완전한 영상분할 기법을 후처리 과정에서 자동차의 특징과 Context 정보로 구성된 지식기반에 의한 전문가 시스템으로 보완함으로써 자연적인 영상에서도 정확한 영상분할이 가능한 컴퓨터 시각장치 알고리즘을 제안하였다. 다양한 환경에서 구축한 3000여개의 영상 데이터베이스 중 100여개의 영상에 대해 위의 차량검출 기법을 적용한 결과, 영상의 대비도가 높을 경우 대부분의 영상에서 약 10%의 오차 범위 내에서 정확한 영역검출이 가능하였으며 교통량의 최적제어를 위한 지능적 신호체계 구축의 자동화에 사용될 수 있다.

I. 서론

영상 데이터 분석에 의해 화면내의 차량의 수를 자동적으로 계산하고 단위시간 내에서 차량의 움직임 정보를 산출함으로써 교통량을 측정하는 기법[1-3]은 시각정보에 의해 인간의 판단능력과 유사한 기능을 구현하기 위한 컴퓨터 비전 시스템의 응용 분야로서 영상처리와 패턴인식, 및 인공지능 기법을 통하여 많은 연구가 진행되어 왔다. 시각정보에 의한 물체의 자동인식 기법은 기본적으로 1) 영상분할(Segmentation), 2) 특징벡터 추출, 3) 특징벡터의 분류 혹은 정합에 의한 인식 등의 과정으로 구현된다. 컴퓨터 시각장치는 자동화를 위한 가장 핵심적인 기술임에도 불구하고 본격적인 활용이 이루어지지 않고 있는 이유는 기존에 제안된 거의 모든 알고리즘이 동작조건에 매우 민

감하기 때문이다. 특히 물체의 형상을 추출하기 위한 영상분할 과정의 경우 현재의 기술 수준으로서는 자연적인 영상에서 적용이 힘든 상황이다. 따라서 교통정보 분석의 목적을 위해서는 위의 3가지 과정 중 차량이 위치하는 국부 영역을 검출하는 영상분할의 정확도와 신뢰도를 높이는 기법에 대한 연구가 필수적이다. 자동차 영상의 경우 자동차의 종류와 색상, 유리창, 그림자 등의 다양한 특성이 혼재하므로 형상을 추출하기 위한 영상 분할 기법으로서 단순 임계치 방식을 적용할 수 없기 때문이다.

보다 진보된 영상분할 기법으로서 Edge 정보에 기반한 기법과 영역에 기반한 Split and Merge 기법을 예로 들 수 있지만 자연적인 영상에 적용하고자 할 경우 전자는 Edge linking 과정의 불완전성 때문에, 그리고 후자의 경우는 영상을 나누고 합병하는 조건 설정의 어려움과 매우 느린 실행속도의 문제 때문에 본 연구의 목적으로 사용할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 자동차 형상의 특징을 이용해 불완전한 영상분할 결과를 보완하는 전문가 시스템을 도입하여 실용적인 자동 교통량 정보처리 및 해석시스템을 구현하고자 한다

II. 차량 영역 검출기법

지능형 교통량 정보 산출을 위해 1) 상, 하의 2중 임계치에 의한 2진 영상 생성, 2) 도로영역 검출, 3) 연결영역 사이의 작은 간격 제거, 4) 작은 영역 및 비 도로상의 영역 제거, 5) 수직성분의 영역 제거, 6) 자동차 형상의 특징을 이용한 영역의 합병 등으로 구성된 자동차 형상검출 기법을 구현

하였다.

자동차 영상에서는 어둡고 밝은 부분이 함께 존재할 수 있으므로 주변환경과 물체를 분리하기 위하여 상, 하의 2중 임계치를 사용한다. 그림 1(a)의 원 영상의 히스토그램에서 상, 하 7%의 임계치를 사용한 2진영상을 각각 그림 1(b), 1(c)에 보이고 이의 합 영상을 그림 1(d)에 보인다. 자동차의 밝고 어두운 부분이 함께 존재하므로 히스토그램에 2개의 Shoulder가 존재하고 어느 경우의 임계치에 의한 2진영상에서도 물체 형상의 많은 부분의 정보가 유실되었음을 알 수 있다. 자동차가 겹치거나 연결되어 보일 경우 형상을 분리하기 위해 각 연결영역을 수직 방향으로 투영하고 투영된 형상의 화소 수가 적은 부분은 분리한다. 또한 수직 성분의 연결영역은 자동차 형상에서 거의 존재하지 않으므로 제거한다(그림 2(c) 참조).

자동차 영상의 어둡고 밝은 부분에 의해 1개의 자동차 형상이 여러 개의 국부영역으로 분리되므로 동일 영역으로 합병하는 기법을 필요로 한다. 서로 인접한 영역을 합병하는 규칙으로서 다음과 같은 3가지의 Rule을 적용하였다. 규칙을 적용함에 있어 도로영역은 중요한 정보를 제공한다. 그림 3은 영역합병의 과정에서 사용되는 도로영역 정보를 검출한 예로서 Mathematical morphology[4]의 Erode 기법을 사용하여 도로영역 정보의 정확도를 높일 수 있다.

Rule 1: 영역 A 중에서 도로영역에 해당하는 화소의 비율을 RoadRatio(A)라 정의한다. 영역 A의 수평축 길이 만큼 수직 축의 상, 하로 연장하여 80% 이상 겹치는 영역 B가 존재하고 RoadRatio(A)와 RoadRatio(B)가 50%이하일 때 A와 B는 서로 합병한다(그림 4 참조).

Rule 2: 영역 A의 수평축 길이 만큼 수직 축의 상, 하로 연장한 영역의 화소의 비율을 각각 UpRoadRatio(A), DownRoadRatio(A)라 정의한다. UpRoadRatio(A)와 DownRoadRatio(A)가 모두 80% 이상일 경우 검출된 영역은 자동차 형상에 속하지 않으므로 제거한다. UpRoadRatio(A) < DownRoadRatio(A) 일 경우는 A의 위쪽으로 연장하여 80% 이상 겹치는 영역 B가 존재하면 A와 B는 서로 합병한다. UpRoadRatio(A) > DownRoadRatio(A)일 경우는 A의 아래쪽으로 연장하여 80% 이상 겹치는 영역 B가 존재하면 A와 B는 서로 합병한다.(그림 5 참조)

Rule 3: 영역 A의 수평축 길이 만큼 수직 축의

상, 하로 연장하여 조금이라도 겹치는 영역 B가 존재하고 A와 B의 x축 좌표가 유사하며 A와 B의 길이가 서로 유사하면 A와 B는 서로 합병한다 즉, $|X_1(A) - X_1(B)| < \delta_1$, $|X_2(A) - X_2(B)| < \delta_1$
 $1 - \delta_2 < |L(A)/L(B)| < 1 + \delta_2$. (그림 6 참조).

III. 실험결과 및 고찰

그림 7(a)과 같이 검출된 수평 방향의 연결영역 정보에 Rule 1을 적용한 결과를 그림 7(b)에 보인다. Rule 1은 자동차 형상의 특징 중 수직방향으로 매우 유사한 기하학적 위치에 있고 서로 인접한 영역을 합병하는 규칙으로서 많은 영역들이 합병되어 시각정보에 보다 근접한 결과를 얻을 수 있다. Rule 2에서는 Rule 1에서 합병되지 못한 영역들 중 영역의 상, 하 방향으로 뚜렷한 도로영역이 존재하는 경우는 도로 위의 표식과 같은 영역이므로 제거한다. 또한 상, 하 방향의 한쪽 방향에서만 뚜렷한 도로영역이 존재하는 경우는 반대 방향의 영역과 합병한다. Rule 2에 의한 합병결과를 그림 7(c)에 보인다. 도로 위의 표식이 제거되었고 Rule 1에서 합병되지 못한 동일 자동차의 영역이 합병되었음을 알 수 있다. Rule 1과 Rule 2를 적용한 후에도 서로 합병되지 못한 영역이 존재할 수 있다. 버스과 같이 큰 형상의 경우는 Rule 3에 의해 서로 인접한 영역이 합병될 수 있다(그림 7(d) 참조). Rule 1, 2, 3를 적용한 후에도 비도로 영역의 건물 부분에서의 영역은 제거되지 못함을 알 수 있다. 이를 해결하기 위해서 자동차의 움직임 정보를 사용하여 자동차가 존재할 수 있는 영역만을 검출할 수 있다. 0.7초 간격의 영상 20개에서 각 Frame 사이의 차영상을 누적한 결과를 그림 8(a)에 보인다. 이 영상에서 연결영역을 검색하고 가장 큰 연결영역만을 검출하고 연결영역의 내부를 Fill-up 한 결과를 그림 8(b)에 보인다. 그림 8(b) 영상에서 검은 부분은 자동차가 존재할 수 없는 영역이므로 이 영역에 존재하는 형상정보는 모두 제거한다. 이와 같은 과정을 추가하고 위의 3가지 Rule을 적용한 결과를 그림 9와 그림 10에 보인다. 건물형상에서 검출된 영역들을 모두 제거할 수 있음을 알 수 있다. 그림 9(d)의 최종 결과를 보면 화면에 존재하는 모든 차량이 검출되었지만 원거리에 있는 버스형상에서 일부 영역들이 합병되지 않았다. 이것은 원거리에서는 해상도가

낮아 임계치에 의해 신뢰성이 높은 형상정보를 추출할 수 없기 때문이다. 결과 영상을 보면 뚜렷한 형상정보를 가진 차량은 모두 정확히 검출되었지만 원거리의 버스와 같이 차량의 밝고 어두운 부분이 뚜렷하지 않은 경우는 영역합병이 제대로 이루어지지 않음을 알 수 있다.

다양한 환경에서 구축한 3000여개의 영상 데이터베이스 중 100여개의 영상에 대해 위의 차량검출 기법을 적용하였다. 영상의 대비도가 높을 경우 대부분의 영상에서 약 10%의 오차 범위 내에서 정확한 영역검출이 가능하였다. 대비도가 낮을 경우 혹은 원거리에서 촬영된 영상의 경우는 1) 임계치에 따른 성능의 변화와 2) 원거리 버스의 영역합병의 어려움 등과 같은 문제점이 발생하였다. 따라서 영상의 특성에 따른 임계치의 자동 설정 기법의 도입이 필요하며 원거리의 버스에서는 형상의 부분 영역이 다수 존재할 수 있으므로 버스에 대한 특징기반에 대한 연구가 추가로 필요하다.

IV. 결론

시각정보에 의한 컴퓨터 비전 시스템은 자동화 분야의 핵심적 기술임에도 불구하고 본격적인 활용이 이루어지지 않고 있는 주요 원인은 대부분의 영상인식 및 해석 알고리즘이 동작 조건에 민감하기 때문이다. 본 연구에서는, 불완전한 영상분할 기법을 후처리 과정에서 자동차의 특징과 Context 정보로 구성된 지식기반에 의한 전문가 시스템으로 보완함으로써 실용적인 지능형 교통 정보처리 시스템을 제안하였다.

참고 문헌

[1]. M. Dubuisson, A. Jain, W. Taylor, "Segmentation and Matching of Vehicles in Road Images," Transportation Research Record 1412, pp. 57-63, (1992).
 [2]. M. Kyte, A. Khan, K. Kagolanu, "Using Machine Vision Technology to Collect Transportation Data," Transportation Research Record 1412, pp. 23-32 (1992).
 [3]. J. Bonneson, J. Fitts, "Traffic Data Collection using Video-based System," Transportation Research Record 1477, pp. 31-40 (1994).
 [4]. J. Sera, "Image Analysis and Mathematical

Morphology," Academic Press, London, (1982).
 [5]. T. Pavlidis: "Algorithms for Graphics and Image Processing", Computer Science Press (1982).

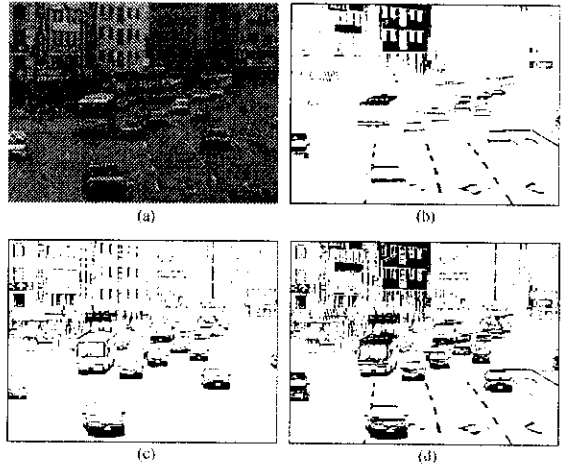


그림 1. 2중 임계치에 의한 불완전한 영상분할

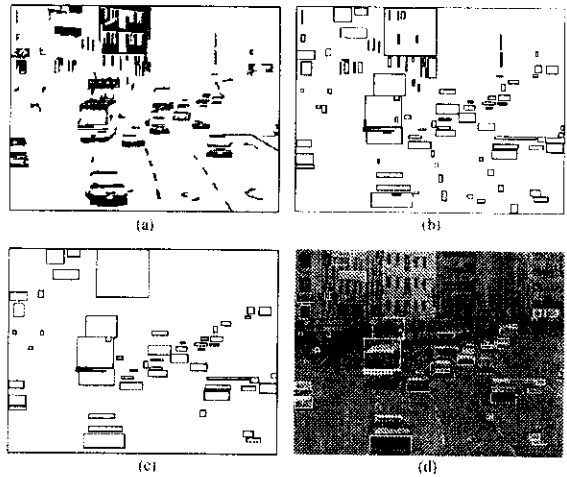


그림 2. 형상분리 및 잡음제거의 예



그림 3. 도로영역 검출의 예

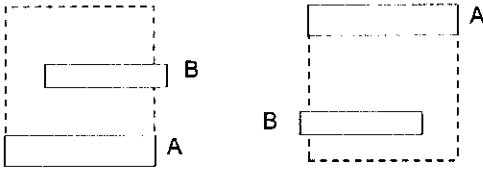


그림 4. Rule 1

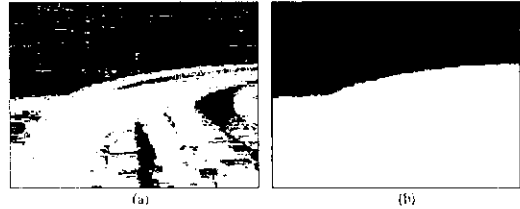


그림 8. 자동차가 존재할 수 있는 영역검출의 예

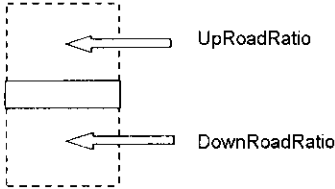


그림 5. Rule 2

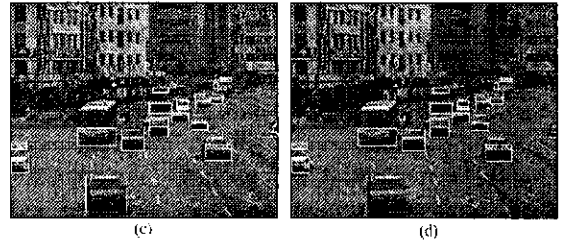
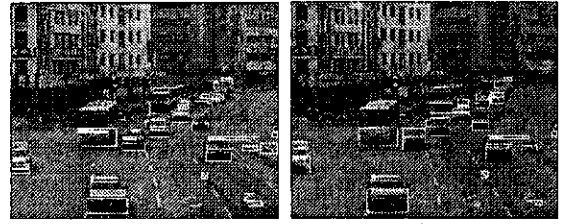


그림 9. 자동차가 존재할 수 있는 영역정보를 사용한 자동차 검출의 예

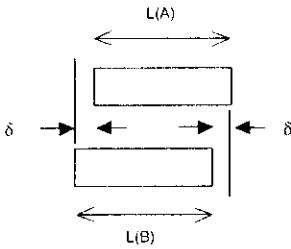


그림 6. Rule 3



그림 7. 지식기반에 의한 영역합병의 예

그림 10. 자동차 영역검출의 예