

## 정적/동적 패턴을 이용한 적응적 영역 분할 방법

박경환<sup>○</sup>, 이치원<sup>\*</sup>, 이창우<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>군산대학교 컴퓨터정보공학과

e-mail: {clamiks, browniz100, leecw}@kunsan.ac.kr

# Adaptive Region Segmentation using Static/Dynamic Pattern Matching

Kyoung-Hwan Park<sup>○</sup>, Chi-Won Lee<sup>\*</sup>, Chang Woo Lee<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University

### ● 요약 ●

본 논문에서 우리는 도로 영역과 하늘 영역, 그리고 도로와 하늘이 아닌 나머지 영역으로 분할하기 위해 동적인(dynamic) 패턴을 이용한 적응적인(adaptive) 병합 방법을 제안한다. 원본영상에서 Mean Shift 알고리즘과 라벨링(Labeling)을 수행하고 영역을 과분할 한다. 컬러에 의해서 도로와 하늘영역이 검출되지 못하는 영역을 위해서 도로 영역과 하늘 영역에서 동적인 패턴 추출한 후 매칭을 통해 유사 영역을 병합한다. 이것은 도로와 하늘의 정보를 현재 환경에서 적응적으로 추출하는 방법이다. 실험에서 정적인(static) 패턴을 사용해서 병합하는 방법과 동적인 패턴을 사용해서 병합하는 방법을 비교하였다. 그 결과, 동적인 패턴을 사용하였을 때 8.12%의 향상된 성능을 보였다.

키워드: 분할(segmentation), 정적/동적인 패턴(static/dynamic pattern)

## I. 서론

무인 드라이빙 시스템이나 차량의 비전 시스템에 있어서 도로 탐지와 장애물 탐지는 중요하다. 이전에 도로 탐지에 관한 많은 연구들이 제안 되었다[1]. 운전자의 상태를 모니터링하거나[2], 운전자의 의도를 예측하거나[3], 차선을 이탈했을 때 운전자에게 경고하거나[4], 차량 안내를 보조하는 방법[5], 장애물을 탐지하는 방법 [6]등의 연구들이 제안되었다. 이 모든 시스템들에서 도로의 탐지는 중요한 작업이다. 이전의 연구에서 도로 탐지에 대한 2가지 주요한 접근 방법이 있다. 카메라 기반[7] 방법과 레이저 범위 기반 [8] 방법들이 있다. 카메라 비전 기반 방법에서, 도로 표면에서 명암도, 컬러, 텍스처 등을 특징으로 사용해서 도로를 탐지하거나, 도로 경계를 판단하기 위해 이미지 처리로부터 알려진 에지 정보를 사용한다. 이미지 분할 알고리즘은 컬러와 텍스처의 특징을 기초해서 비디오 이미지에서 도로와 도로가 아닌 곳을 분류하기 위해 사용되었다[7]. 몇 가지 방법은 도로 영역을 확인하는 분류기를 훈련하기 위해 감독된 학습 알고리즘을 사용하거나 도로의 깊이 맵을 평가하기 위해 스테레오 이미지를 활용했다[8]. 도로를 검출하기 위한 한 방법으로 영상 분할을 사용한다. 이러한 영상 분할은 영상을 분석하고 해석하여 정보를 얻고자 할 때 사용하는 일반적인 전처리 단계로 영상을 명암도, 컬러, 특징 등의 공통적인 픽셀들의 집합으로 나누는 기법으로 유사한 특성의 영역으로 영상의 화소들을 분리 또는 분할하는 방법이다[9]. 우리는 카메라 비전에

기반 한 접근방법을 사용한다. 카메라로부터 획득된 영상에서 의미 있는 영역들을 분할하는 방법을 제안한다.

## II. 제안한 방법

본 연구에서는 도로 영역과 하늘 영역을 분할하는 방법으로 Mean Shift 알고리즘을 수행하고 분할된 영역을 컬러 평균과 동적인 패턴매칭에 의해서 다시 유사한 영역들로 병합하는 방법을 제안한다.

### 2.1 Mean Shift 알고리즘에 의한 초기 분할

Mean Shift 알고리즘은 컬러 정보를 기반으로 주변의 값들과의 평균을 계산하여 중심 모드를 찾기 위한 비매개 변수적 (non-parametric)방법으로 컬러 영상을 분할하는데 효율적이다 [10]. 반복적인 절차로 확률 분포의 국부 최대점을 찾는 알고리즘으로 최근 컴퓨터 비전 및 패턴인식 분야에서 다양하게 쓰이고 있다. 본 논문에서도 Mean Shift 알고리즘을 초기 분할하는데 적용한다. 그림 1의 (b)는 원영상 (a)에서 Mean Shift 알고리즘을 적용한 영상이다[11]. Mean Shift 알고리즘을 수행한 영상에서 각 영역에 대한 컬러 평균값과 각 영역에 인접해 있는 영역의 정보를 얻기 위하여 라벨링을 수행한다. 라벨링 알고리즘은 8-근방의 이웃 픽셀들이 RGB 컬러 값의 차이가  $\pm 5$ 의 범위인 픽셀을 같은 영역으로 라벨링한다. 초기 분할에 의해 작은 영역으로 분할된 영역들

\* 이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2008-0061967).

은 멀리 떨어져 있는 영역보다 인접해 있는 영역이 유사할 가능성이 더 높다. 따라서 인접해 있는 영역을 알기위해서 라벨링된 영역의 윤곽을 따라 인접한 영역에 대한 정보를 검색하고 인접한 영역의 리스트를 구성한다. 자신의 영역과 연결되어있는 이웃의 영역들을 비교해서 유사하면 병합하는 방법으로 점차적으로 확장해이하기 때문에 자신의 영역에 이웃한 영역들에 대한 정보가 필요하다.

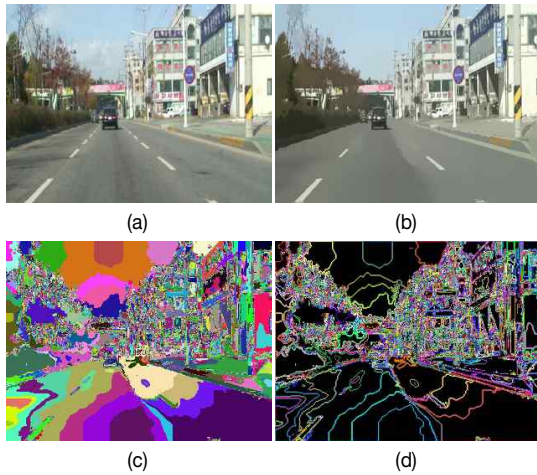


그림 1. (a) 원영상, (b) Mean Shift 수행한 영상, (c) 라벨링된 영상, (d)라벨 영역의 윤곽영상

## 2.2 컬러에 의한 유사 영역 병합

우리는 동종의(homogeneous) 영역을 병합하기를 원한다. 이것은 영역들의 유사한 컬러와 밝기의 픽셀을 클러스터링 하는 것이다. 따라서 영역내의 유사한 RGB 컬러의 픽셀들을 통합하기 위해 영역 성장 방법을 사용한다. 각 영역의 인접한 영역들과 컬러값을 비교하면서 유사한 영역들을 점차적으로 병합해 나간다. 현재 영역과 인접한 영역을 병합하기 위해 유클리드 거리(Euclidean distance)를 사용해서 거리(d)를 구한다. 거리가 가까우면 유사한 영역이므로 병합하고, 거리가 멀면 병합하지 않는다. 이 거리에 의한 방법으로 라벨링된 모든 영역의 인접한 영역과의 비교를 통해 병합된다. 아래 그림 2에서 보는 것처럼 초기 라벨링된 영역에서 인접 영역들과 거리치도에 의해서 유사한 컬러 특성을 가지는 영역이 병합된 것을 볼 수 있다.



그림 2. 유사 영역 병합 결과 영상  
(a) 초기 라벨링된 영상, (b) 컬러 평균에 의한 병합 영상

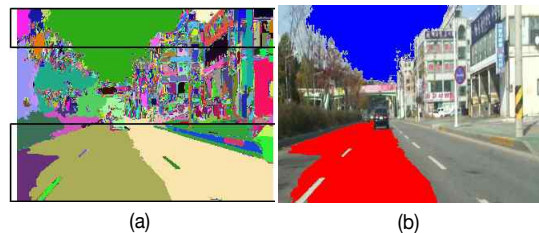
## 2.3 도로와 하늘 영역 선택

앞절 그림 2의 (b)영상에서 도로인 부분이 2개의 영역으로 분할되었는데 이는 도로 표면의 컬러가 균일하지 못하고 차이가 나기 때문이다. 이 문제를 해결하기 위해 동적인 패턴을 이용해서 병합하는 방법을 제안한다. 동적인 패턴을 추출하기 전에 도로와 하늘 영역이 어떤 영역인지 알아야 한다. 이 도로와 하늘 영역을 식별하기 위해 정적인 패턴과 매칭하는 방법을 사용한다.

우리는 컬러 평균에 의해 병합된 결과에서 영상의 하위와 상위 부분에서 도로 영역과 하늘 영역의 후보를 선정한다. 영상의 하위 40%에 있는 영역들을 도로 영역의 후보 영역으로, 상위 20%에 있는 영역들을 하늘영역의 후보 영역으로 선정한다. 그림 3의 (a)는 컬러 평균에 의해 병합된 영상에서 상위 20%와 하위 40%를 사각형으로 나타낸 영상이다. 도로와 하늘 영역으로 선택하는 방법은 사각형 안에 있는 후보 영역을 데이터베이스에 미리 가지고 있는 정적인 패턴과의 매칭을 통해 가장 유사한 영역을 도로와 하늘 영역으로 결정한다. 정적인 패턴은 도로와 하늘 영역을 3x3의 크기의 사이즈로 100개를 추출하여 저장한다. 저장된 정적인 패턴과 도로와 하늘 후보영역을 비교한다. 후보 영역들 중에 정적인 패턴과 가장 매칭 정도가 큰 영역을 동적인 패턴을 추출하기 위한 도로와 하늘 영역으로 선택한다.

## 2.4 동적인 패턴 추출에 의한 적응적 병합 방법

컬러평균만을 가지고 영역들을 병합하였을 때 그림 3의 (b)의 영상처럼 도로 영역임에도 불구하고 하나의 같은 도로 영역으로 병합되지 못하는 문제점이 생긴다. 이런 문제점을 해결하기 위해 도로 영역과 하늘 영역에서 동적인 패턴을 추출해서 컬러에 의해서 병합되지 못한 영역을 재 병합한다. 패턴은 3X3사이즈의 크기로 원본 영상에서 추출한다. 이때 추출된 패턴의 개수는 영역의 사이즈에 따라 임의의 개수만큼 패턴이 추출된다. 그림 3의 (c)의 영상처럼 도로 영역과 하늘영역에서 일정한 간격으로 패턴을 추출한다. 도로 영역과 하늘 영역에 인접한 모든 영역이 동적인 패턴과 비교 대상이 된다. 동적인 패턴과 유사하면 도로 영역이나 하늘 영역으로 포함하고 포함된 영역의 인접 영역에 대한 리스트도 같이 포함한다. 인접한 영역이 더 이상 없을 때까지 이 과정을 반복적으로 수행한다. 그림 3의 (d)는 제안된 방법에 의해 그림 3의 (b)의 영상처럼 컬러에 의해 병합되지 못한 도로 영역을 동적인 패턴매칭에 의해서 도로 영역이 병합된 것을 볼 수 있다.



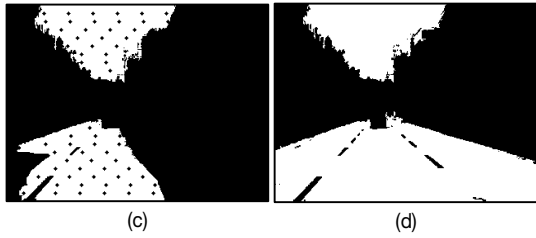


그림 3. (a) 컬러 평균에 의해 병합된 영상, (b) 도로와 하늘영역, (c) 패턴 추출, (d) 재 병합에 의해 검출된 결과

### III. 실험 및 고찰

본 연구를 실험하는데 사용된 컴퓨터 환경은 Intel(R) Core2 Quad 2.33GHz의 CPU, 3GB RAM, Windows XP SP3의 OS를 사용하였으며, Microsoft Visual Studio C++6.0을 이용하여 개발하였다. 제안한 방법을 평가 및 분석하기 위하여 다양하고 많은 도로 영상을 가지고 실험하였다. 320 X 240 사이즈의 1000장의 컬러 도로 영상을 사용하였으며 도로 한 장의 영상에서 제안된 방법이 수행된다. 그림 6은 Ground Truth와 제안된 방법에 의한 분할 결과를 비교하기 위한 오류 분석 모델이다. Ground Truth는 hand-made 방법에 의해 만들었다. 이 오류 분석 모델을 이용해서 제안된 방법에 의해 분할된 결과에서 정인식률과 오류율을 분석한다. 표 1은 정적인 패턴을 사용했을 때와 동적인 패턴을 사용했을 때의 결과를 분석한 표이다.

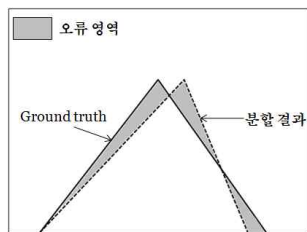


그림 4. 오류 분석 모델

표 1. 정적인 패턴과 동적인 패턴의 정확도 분석

	Correct Recognition rate [%]	Error rate [%]
static	85,35	14,65
dynamic	93,47	6,53

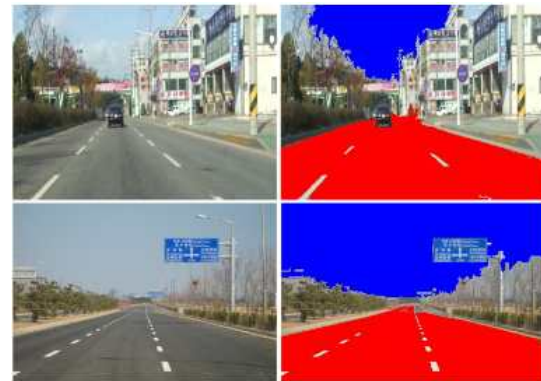
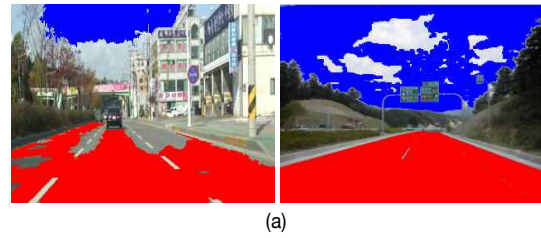


그림 5. (a) 정적인 패턴, (b) 동적인 패턴

그림 5의 (a)는 정적인 패턴을 사용해서 분할한 결과영상이고, (b)는 동적인 패턴을 사용해서 분할한 결과영상이다. 정적인 패턴 보다 제안된 동적인 패턴을 사용했을 때 더 나은 분할 결과를 얻을 수 있다는 것을 표 1과 그림 5에서 보여준다.

우리의 제안된 방법에서 분할이 이루어지지 못할 때는 도로의 표면에 그림자가 강하게 생겼을 때나 하늘에 구름이 있을 때, 그리고 도로에 인접한 영역이 도로와 비슷한 특징을 가질 때 분할이 이루어지지 않았다. 그림 6의 (a) 영상은 도로 오른쪽에 그림자와 하늘에 짙은 구름 때문에 정확한 분할이 이루어지지 않았다. 그림 6의 (b) 영상은 도로와 도로 옆의 건물이 비슷한 특징을 가지고 있어서 도로가 아님에도 불구하고 도로영역으로 포함되었다. 이런 문제점들은 차후 그림자나 구름에 대한 샘플 패턴들을 추출해서 사전에 미리 저장해 두고 그림자나 구름이 있을 때는 사전에 추출한 패턴들과의 매칭에 의해서 비교하는 방법을 사용한다면 충분히 해결될 것이라 보여 진다. 구름에 대해서도 모델링이 필요하다. 이 구름을 하늘영역으로 포함시킬지 아니면 따로 객체로 인식할지에 대해서 생각해 볼 필요가 있다.

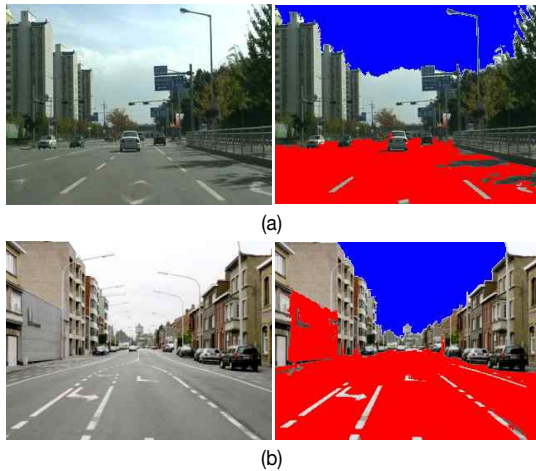


그림 6. 분할되지 못한 영상들. (a) 도로 표면에 그림자가 있을 때, (b) 건물이 도로와 유사한 특징을 가질 때

#### IV. 결론

본 논문의 연구는 영상을 크게 도로 영역과 하늘, 그리고 도로 영역과 하늘이 아닌 나머지 영역으로 분할하는 방법을 제안한다. 인접한 영역과 컬러에 의해 병합하고 병합되지 못한 영역들에 대해 동적인 패턴 매칭을 통해 적응적으로 도로 영역과 하늘 영역을 분할하였다. 정적인 패턴을 사용했을 때 보다 동적인 패턴을 사용하였을 때 도로와 하늘 영역에 대한 분할이 더 잘 이루어 졌다. 도로 표면의 그림자가 있을 때나 건물이 도로와 비슷한 특징을 가질 때 제안된 방법은 도로 영역과 하늘이 제대로 분할되지 않는 결과를 보였다. 이를 해결하기 위해 그림자, 구름, 건물 등에 대한 모델을 만들어서 인식할 수 있는 연구가 필요하다. 우리는 도로와 하늘이 아닌 나머지 영역에 대해서 관심이 있다. 따라서 향후 과제로는 도로 영역과 하늘 영역이 아닌 나머지 영역에서 자동차, 표지판, 숲, 건물 등을 객체로 인식하는 연구를 진행할 예정이다.

#### 참고문헌

[1] M. Bertozzi, A. Broggi and A. Fascioli, "Vision-based intelligent vehicles : State of the art and perspectives", Robotics and Autonomous Systems, 32, pp. 1-16, 2000.

[2] J. McCall and M. M. Trivedi, "Visual context capture and analysis for driver attention monitoring", in Proc. IEEE Conf. Intelligent Transportation Systems, Washington, DC, pp. 332-337, Oct. 2004.

[3] D. D. Salvucci, "Inferring driver intent: A case study in lane-change detection," in Proc. Human Factors Ergonomics Society 48th Annu. Meeting, New Orleans, LA, pp. 2228-2231, 2004.

[4] W. Kwon and S. Lee, "Performance evaluation of decision making strategies for an embedded lane departure warning system," J. Robot. Syst., vol. 19, no. 10, pp. 499-509, Sep. 2002.

[5] W. Enkelmann, "Video-based driver assistance-From basic functions to applications," Int. J. Comput. Vis. vol. 45, no. 3, pp. 201-221, Dec. 2001.

[6] C. Démonceaux, A. Potelle, and D.K. Akkouche, "Obstacle Detection in a Road Scene Based on Motion Analysis," IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 53, No. 6, pp. 1649-1656, 2004.

[7] J. Crisman and C. Thrope, "UNSCARF A color vision system for the detection of unstructured roads," Proc. Int. Conf. on Robotics and Automation, pp. 2396-2501, 1991.

[8] P. Lombardi, M. Zanin, S. Messelodi, "Unified Stereo vision for Ground, Road, and Obstacle Detection," Proc. IEEE Conf. on Intelligent Vehicles, pp. 783-788, 2005.

[9] H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun and J. Wang, "Color image segmentation : advances and prospects," Pattern Recognition, Vol.34, No.12, pp. 2259-2281, 2001.

[10] Ming-Yang Chern and Shi-Chong Cheng. "Finding Road Boundaries from the Unstructured Rural Road Scene", 16th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing(CVGIP 2003).

[11] OpenCV 레퍼런스 함수 cvPyrMeanShiftFiltering() 참조. <http://opencv.willowgarage.com/documentation/index.html>