

특징점과 확률맵을 이용한 차량 대표색상 영역 추출

김 광 주*, 김 병 근*, 임 길 택*, 정 윤 수*, 최 두 현^o

Extraction of Vehicle Representative Color Regions Using Feature Points and Probability Map

Kwang-Ju Kim*, Pyong-Kun Kim*, Kil-Taek Lim*, Yun-Su Chung*, Doo-Hyun Choi^o

요 약

본 논문에서는 CCTV에서 촬영된 동영상으로부터 차량의 색상 인식을 위한 대표 색상 영역 추출 방법을 제안한다. 차량이 포함된 CCTV영상에서 번호판 영역을 검출한 후 검출된 번호판 영역 정보를 이용하여 배경이 포함되지 않은 차량 전면 영상을 획득한다. 획득된 차량 전면 영상에서 해리스 코너 포인트를 검출하여 대표색상 영역의 위치 확률맵을 생성한 후, 최종적으로 대표색상 정보를 나타내는 관심 영역 정보를 추출하도록 한다. 본 논문에서 제안한 방법의 성능평가를 위해 실제 고속도로 CCTV영상에서 차량이 포함된 영상 총 5,941장을 획득하였으며, 이를 이용하여 대표 색상 영역 검출 성능을 실험하였다. 그 결과 약 94.3%의 검출 성공률을 확인하였다.

Key Words : vehicle color, probability map, CCTV

ABSTRACT

In this paper, we propose a representative color regions extraction method for color recognition of vehicles recorded in CCTV. After detection the license plate in the CCTV image, the vehicle front image is acquired. A Harris corner detection method is applied to the frontal vehicle image to generate a vehicle representative color regions probability map. Finally, the highly reliable region among the candidate regions representing the vehicle representative color information is extracted as the vehicle representative color region. In order to evaluate the performance of the proposed method, we obtained a total of 5,941 images including the vehicles from the real highway CCTV images. In the experiment using this, the vehicle representative color region detection performance of about 94.3% was shown.

1. 서 론

최근 안전에 대한 요구사항이 많아지면서, 주변을 감시하는 CCTV의 설치가 빠른 속도로 증가하고 있다. 증가된 다수의 CCTV를 운영하기 위해서는 많은

인력이 CCTV모니터링 요원으로 투입되지만, 지나치게 많은 CCTV영상을 모두 관제하기에는 어려움이 존재한다. 따라서 최근의 CCTV시스템은 특정 객체나 행위를 자동으로 감지하여 사용자에게 알려주는 지능형 CCTV시스템으로 발전하고 있다.

※ 이 연구는 2017년 대경권 지역산업연계 IT융합기술개발 및 산업계 지원사업의 지원을 받아 수행되었음.

• First Author : (ORCID:0000-0001-8458-4506)Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI), kwangju@etri.re.kr, 정회원

o Corresponding Author : (ORCID:0000-0002-4950-8863)School of Electronics Engineering, Kyungpook National University, dhc@ee.knu.ac.kr, 정회원

* Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI), {iros, ktl, yoonsu}@etri.re.kr

논문번호 : KICS2017-10-300, Received October 11, 2017; Revised November 28, 2017; Accepted December 6, 2017

지능형 CCTV의 가장 대표적인 사례가 자동차 번호판 자동인식을 이용한 교통법규 위반 차량 검출이다.^{1,2)} 하지만, 교통법규 위반과는 다른 중대 범죄의 경우 범죄의 목격자들 중 대부분이 차량의 색상 및 종류를 가장 먼저 인지하므로, 도로를 지나

가는 차량의 종류나 색상 등의 정보^{3,4)}를 자동으로 인식할 수 있다면 차량을 이용한 범죄자의 이동경로 파악에 많은 도움을 줄 수 있다. 현재 고속도로나 일반도로에 설치되어 있는 CCTV는 위에서 언급한 바와 같이 차량번호만을 자동인식하고 있으며, 그 외의 차량 정보는 인식하지 못하고 있다.

본 논문에서는 차량의 다양한 정보 중 하나인 차량의 색상을 인식하기 위한 대표색상 영역 검출 방법에 대해 제안한다. 기존의 차량 색상인식 방법은 차량 전체로부터 색상을 추출하는 방법^{5,6)}과 차량의 면적 중 넓은 부분을 이용하여 인식하는 방법⁷⁾ 등이 대표적이었다.

본 논문에서 제안하는 차량 대표색상 영역 검출 방법은 차량 전면 영상을 번호판 영역 기반으로 추출한 후, Harris 코너 포인트 검출을 통한 대표색상 영역의 위치 확률맵을 생성하여 차량의 대표 색상이 영역 후보를 제시한다. 실제 교통환경에서 촬영된 차량 영상에 대해 제안된 기법을 적용하여 성능평가를 실시하였다.

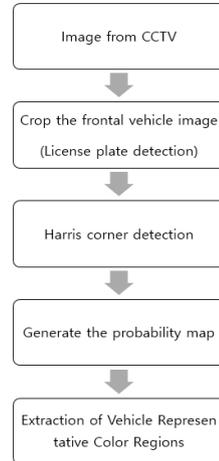


그림 1. 차량 대표 색상 영역 후보 검출 방법 흐름도
Fig. 1. Flow chart of vehicle representative color regions candidate detection method

II. 제안하는 차량 대표색상 영역 추출 방법

2.1 차량 전면 영상 추출

본 논문에서는 차량 색상정보 분류를 위한 관심 영역을 효과적으로 검출하는 방법에 대해 기술한다.

먼저 번호판 검출을 통해 차량 전면부 이미지를 추출⁸⁾하였으며, 이를 바탕으로 Harris 코너 검출기를 이용한 대표색상 위치 확률맵을 생성한다. 이렇게 추출된 확률 값을 기반으로 대표색상 영역을 검출한다(그림 1).

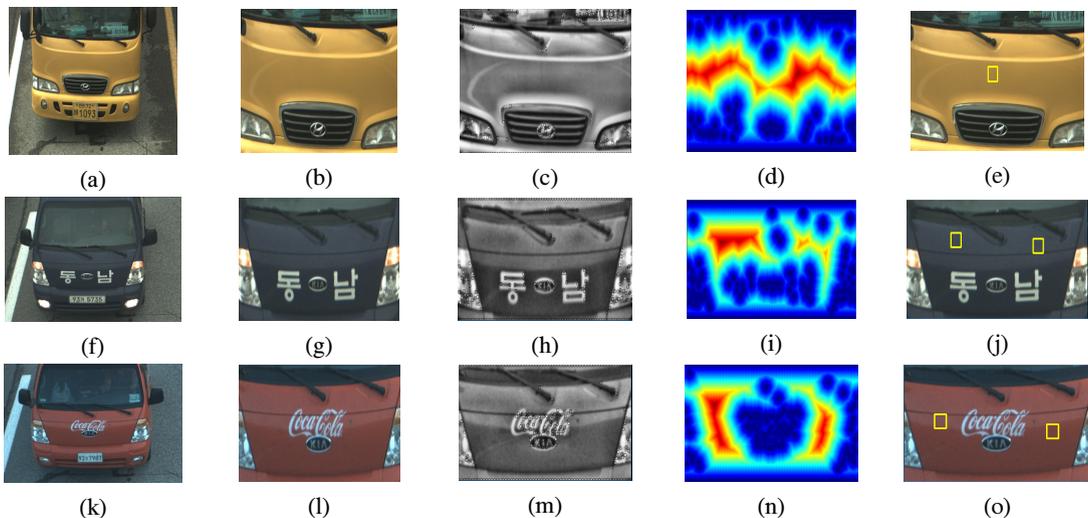


그림 2. 입력 영상 (a)(f)(k), 차량 전면 추출 영상 (b)(g)(l), 해리스 코너 포인트 검출 영상 (c)(h)(m), 색상 영역 후보 위치 확률맵 생성 (d)(i)(n), 대표색상 영역 후보군 검출 (e)(j)(o)
Fig. 2. Input images (a)(f)(k), Vehicle front extraction images (b)(g)(l), Harris corner points detection images (c)(h)(m), Probability map of vehicle representative color regions (d)(i)(n), Detection of vehicle representative color regions (e)(j)(o)



그림 3. 차량 전면 영상 추출
Fig. 3. Extraction method of frontal vehicle image

차량의 대표색상이 포함된 영역은 일반적으로 번호판 영역의 상단에 위치한다. 차량의 번호판 영역 검출 후 번호판 위치정보를 이용⁸⁾하여 그림 3과 같이 차량의 대표색상이 포함된 전면 영상을 추출한다. 차량의 전면 영상을 추출하지 않고 관제시스템에 저장된 차량 이미지를 사용하게 되면 도로와 차량유리부가 포함되게 되어 차량 색상 인식에 부정적 영향을 미치게 된다.

기존의 차량 색상 인식 연구에서는 기본적으로 차량 번호판 영역 위쪽의 본넷 영역을 관심영역(ROI)으로 설정하고, 히스토그램 분석 방법을 사용하여 인식한다.

차량 전면 영역 영상은 차량의 색상이 가장 넓게 분포되어 있기도 하지만, 아래 그림 4와 같이 광고나 엠블럼 등 잡음 또한 포함되어 있다.

그러므로 기존의 차량 색상 인식 연구에서와 같이 단순히 차량의 전면 영상을 이용하여 차량 색상을 인식할 경우, 정확한 색상을 추출할 수 없는 경우가 많다. 따라서, 차량 전면에 나타나는 광고나 엠블럼 등이 포함되지 않는 영역을 이용하여 차량 색상을 인식하는 방법이 적용되어야 한다. 차량이 포함된 CCTV 영상에서 번호판 영역을 기준으로 차량 전면 영상을



그림 4. 차량 전면 잡음 영상
Fig. 4. Noise of frontal vehicle image

추출한 영상의 입력과 결과는 그림2의 (a),(f),(k)와 (b),(g),(l)과 같다.

2.2 Harris 코너 포인트 검출

본 연구에서는 차량 전면에 나타나는 광고나 엠블럼 등 잡음 영역을 포함하지 않는 영역을 추출하기 위해 해당 영역이 컬러 정보가 균일하다는 관점에서 코너점이 이루는 닫힌 영역을 분할하는 방법을 적용시켰다. 코너점을 찾는 가장 대표적인 방법 중 하나가 Harris 코너 검출기⁹⁾이다. Harris 코너 검출기는 영상 내에서 점(x, y)에 대한 변화량(Δx, Δy)이 주어지면 다음 식과 같은 지역적인 신호 변화를 측정할 수 있는 Local auto-correlation 함수를 기본으로 표현 된다.

$$c(x, y) = \sum_{w_o} [I(x_i, y_i) - I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y)]^2 \quad (1)$$

여기서 I 는 영상의 밝기를 나타내고, (x_i, y_i)는 가우시안 윈도우 w_o 내부의 점을 나타낸다. (Δx, Δy) 만큼 이동한 영역을 테일러 확장하여 아래 식과 같이 표현한다.

$$I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y) \approx I(x_i, y_i) + [I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i)] \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \quad (2)$$

여기서 I_x, I_y 는 각각 x, y에 대한 gradient를 나타낸다. 위 두 식 (1, 2)을 정리하면

$$c(x, y) = [\Delta x \Delta y] C(x, y) \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$C(x, y) = \begin{bmatrix} \sum_{w_o} (I_x(x_i, y_i))^2 & \sum_{w_o} I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i) \\ \sum_{w_o} I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i) & \sum_{w_o} (I_y(x_i, y_i))^2 \end{bmatrix}$$

이와 같이 표현할 수 있으며 해당 식 (3)을 이용하여 코너 정도를 판단하는 코너 응답 함수(CRF-Corner Response Function)를 정의한다. 코너 응답 함수는 코너가 얼마나 강한지 판별하는 함수로서 아래와 같다.

$$C_r(x, y) = \det(C(x, y)) - K \cdot [\text{Trace}(C(x, y))]^2$$

$$\det(M) = \lambda_1 \lambda_2 \quad (4)$$

$$\text{Trace}(M) = \lambda_1 + \lambda_2$$

여기서, $C(x,y)$ 는 가중치 함수이고, λ_1 는 λ_2 는 $C(x,y)$ 의 고유값을 나타낸다. 그림 2의 (c),(h),(m)은 식 (4)에 의해 얻어진 코너 포인트를 나타낸 결과 영상이다.

2.3 확률맵 생성 및 대표 색상영역 후보 설정

마지막으로 대표 색상영역 후보를 설정하기 위하여 차량 전면 영상으로부터 검출된 Harris 코너 포인트를 이용한 확률맵을 사용한다.

$$E_{(x,y)} = \sum_{u,v} |C_{(u,v)} - I_{(x,y)}|$$

$$= \sum_{u,v} \sqrt{(C_u - I_x)^2 + (C_v - I_y)^2} \quad (5)$$

$$P_{(x,y)} = \frac{E_{(x,y)}}{E_{\max}}, E_{\max} = \max_{x,y} E(x,y) \quad (6)$$

여기서, $C_{(u,v)}$ 는 검출된 코너 포인트를 나타내며, $I_{(x,y)}$ 는 이미지 내의 픽셀이고, $E_{(x,y)}$ 는 $C_{(u,v)}$ 와 $I_{(x,y)}$ 사이의 유클리드 거리를 나타낸다. 식 (5, 6)과 같이 모든 픽셀로부터 각각의 코너 포인트와 유클리드 거리를 계산함으로써 대표 색상 위치 확률맵을 그림 2의 (d),(i),(n)과 같이 생성한다.^[10, 11] 각각의 코너 포인트들 사이의 거리가 멀수록 균일한 색상분포를 가진 영역일 확률이 높다는 것을 나타내며, 거리가 가까울수록 광고나 엠블럼 등이 존재한다고 판단함에 따라 균일한 색상분포를 가질 확률이 낮다는 것을 나타낸다. 확률 맵을 통하여 균일한 색상분포를 가질 확률이 가장 높은 영역을 대표 색상 영역 후보로 그림 2의 (e),(j),(o)와 같이 나타낸다.

III. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안하는 방법의 성능 테스트를 위하여 실제 도로상에 설치된 CCTV영상에서 차량이 포함된 영상을 실험에 사용하였다. 영상의 크기는 1624x1224 이고, 흑색(1,779장), 회색(511장), 은색(1,296장), 흰색(1,739장), 청색(480장), 적색(95장), 황색(14장) 사용하였으며, 주간 맑은 날씨(5,906장)과 주간 비오는 날씨(35장) 총 5,941장의 영상을 검출 성능 평가 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 컴퓨터 사양은 CPU Intel Core i7-6770 이고 RAM 16.00GB이다. Window 7 64bit 기반에서 Visual Studio 2013



그림 5. 대표색상 영역 검출 성능평가에 사용된 영상 일부
Fig. 5. Parts of the images used for the vehicle representative color regions detection performance evaluation

c++ 및 opencv 2.4.10을 이용하여 해당 연구내용을 구현 및 실험하였다. 그림 5는 제안한 방법의 성능 평가를 위해 실험에 사용된 영상들의 일부를 보여준다.

표 1은 차량의 대표색상 영역 검출 결과를 나타낸다. 검출된 대표색상 영역들이 실제 대표 색상 영역 내에 포함될 경우 검출 성공으로 판단하였다.

총 5,941장의 영상을 실험한 결과, 색상 별로 비스듬한 검출 성공률을 보였으며, 평균 검출 성공률은 94.3%로 나타났다. 평균 처리 속도는 0.012sec였다. 차량 전면 부에 광고 및 엠블럼 등이 상대적으로 빈번히 포함되어 있는 청색, 적색, 황색 차량의 경우에도 높은 대표 색상 영역 검출 성공률을 보여준다. 하지만, 차량의 전면 부 영상에서 그릴 영역이 넓게 위치한 경

표 1. 대표 색상 영역 검출률

Table 1. Vehicle representative color regions detection rate

차량 색상	대표 색상 영역 검출률(%)		평균 검출률 (%)
	주간맑은날	주간비오는날	
흑색	94.4	86.6	94.3
회색	94.1	90.0	
은색	92.4	90.0	
흰색	97.2	80.0	
청색	93.4	90.0	
적색	95.2	90.0	
황색	90.0	100.0	

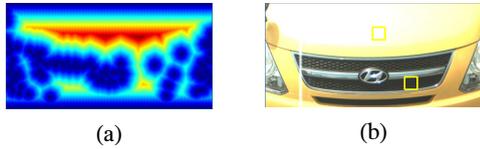


그림 6. 대표 색상 영역 검출 오류 영상
Fig. 6. Vehicle representative color regions detection error images

우, 아래의 그림 6와 같이 그릴 영역의 일부를 대표색상으로 포함하여 검출하는 오류가 발생하기도 하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 실제 교통현장에 설치된 CCTV로부터 획득된 차량영상에 대해 실험함으로써 알고리즘 성능을 검증하였다. 차량을 포함하고 있는 영상을 번호판 검출을 이용하여 전면 영상을 추출 한 후, Harris 코너 포인트 검출을 통한 확률맵을 생성하여 차량의 대표색상 영역 후보를 제시하는 방법을 제안하였다. 가장 흔히 나타나는 7가지 색상을 포함하는 총 5,941장의 영상으로부터 94.3%의 검출 성공률을 보여주었다. 특히, 차량 전면 부에 존재하는 광고나 엠블럼 등에 강인한 검출 성공률을 나타내었다. 하지만, 차량 전면 부 영상에서 그릴이 넓게 나타나는 경우 그릴의 일부분을 포함하여 검출하는 경우가 발생하였다. 향후 그릴 부분을 뚜렷하게 나타낼 수 있는 영상 전처리 방법과 주간 비오는 날씨 의 차량 영상 데이터를 보다 더 획득하여 다양한 날씨환경에서도 강인한 알고리즘을 추가하여 연구한다면 차량의 대표색상 영역 검출 성공률을 높이는 데 도움이 될 것이다. 해당 연구는 무인 차량 감시 지능형 CCTV와 연계함으로써 실제 교통 상황에 적용할 수 있으리라 기대된다.

References

[1] Y. Kim, "A vehicle speed measurement system implementation using a stereo camera and a license plate recognition algorithm," *J. IEIE*, vol. 7, no. 53, pp. 78-84, July. 2016.
[2] B. Oh, "Number region extraction of license plates using colors and arrangement of numbers," *J. Korea Multimedia Soc.*, vol. 14, no. 9, pp. 1117-1124, Aug. 2011.
[3] A. Psyllos, "Vehicle model recognition from frontal view image measurements," *Computer*

Standards & Interfaces, vol. 33, no. 2, pp. 142-151, Feb. 2011.

[4] A. Psyllos, "Vehicle logo recognition using a sift-based enhanced matching scheme," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 11, no. 2, pp. 322-328, Jun. 2010.
[5] T. Kim, "The study of vehicle color recognition using the fuzzy c-means algorithm based quantization," *Korea Multimedia Soc.*, vol. 13, pp. 235-238, 2010.
[6] T. Kim, "The study of representative color extraction of vehicle and vehicle color recognition using ART2 algorithm," *J. IEKK*, vol. 33, pp. 2134-2137, jeju Island, korea, June. 2010.
[7] M. Yang, "Vehicle color recognition using monocular camera," *IEEE Wireless Commun. and Sign. Process.*, pp. 1-5, Nanjing, China, Nov. 2011.
[8] B. Han, "Real-time license plate detection in high-resolution videos using fastest available cascade classifier and core patterns," *ETRI J.*, vol. 37, no. 2, pp. 251-261, April. 2015.
[9] C. Harris, "A combined corner and edge detector," in *Proc. 4th Alvey Vision Conf.*, pp. 147-151, 1988.
[10] P. E. Danielsson, "Euclidean distance mapping," *Comput. Graphics Image*, vol. 14, pp. 227-248, 1980.
[11] G. Borgefors, "Distance transformations in arbitrary dimensions," *Comput. Vision Graphics Image Process*, vol. 27, pp. 321-345, 1984.

김 광 주 (Kwang-Ju Kim)



2010년 2월 : 경북대학교 전자
전기컴퓨터학부 졸업
2013년 2월 : Postech 전자전기
공학과 석사
현재 : 한국전자통신연구원 연
구원
<관심분야> 컴퓨터비전, 기계
학습

김 병 근 (Pyong-Kun Kim)



1997년 2월 : 서울대학교 전기
공학부 졸업
1999년 2월 : 서울대학교 전기
공학부 석사
현재 : 한국전자통신연구원 선임
연구원
<관심분야> 패턴인식, 기계학습

정 윤 수 (Yun-Su Chung)



1993년 2월 : 경북대학교 전자
공학 졸업
1995년 2월 : 경북대학교 전자
공학 석사
1998년 8월 : 경북대학교 전자
공학 박사
현재 : 한국전자통신연구원 책
임연구원

<관심분야> 컴퓨터비전, 영상감시, 기계학습

임 길 택 (Kil-Taek Lim)



1993년 2월 : 경북대학교 전자
공학 졸업
1995년 2월 : 경북대학교 전자
공학 석사
1999년 2월 : 경북대학교 전자
공학 박사
현재 : 한국전자통신연구원 책임
연구원

<관심분야> 기계학습, 컴퓨터비전, 비디오보안

최 두 현 (Doo-Hyun Choi)



1991년 2월 : 경북대학교 전자
공학 졸업
1993년 2월 : Postech 전자전기
공학과 석사
1996년 8월 : Postech 전자전기
공학과 박사
현재 : 경북대학교 전자공학부
교수

<관심분야> 신호처리, 지능시스템, 자율주행자동차