

논문 2017-54-1-9

# 차량의 위치 파악을 위한 도로안내표지판 인식과 거리정보 습득 방법

( An Recognition and Acquisition method of Distance Information in  
Direction Signs for Vehicle Location )

김 현 태\*, 정 진 성\*, 장 영 민\*, 조 상 복\*\*

( Hyun-Tae Kim, Jin-Seong Jeong, Young-Min Jang, and Sang-Bock Cho<sup>©</sup> )

## 요 약

본 논문에서는 도로안내표지판 내의 거리정보를 빠르고 정확하게 획득하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 표지판의 인식, 거리를 획득하기 용이한 전 처리 과정, 거리정보를 습득하는 것으로 구성된다. 표지판의 인식은 여러 가지 잡음을 해결하기 위해 감마 보정을 포함한 색상검출을 사용하였으며, 거리정보를 용이하게 획득하기 위해서 직선 인자를 이용한 기울기 보정과 고속 푸리에변환을 이용한 해상도 보정을 적용하였다. 거리정보를 습득하는 과정은 모폴로지 연산을 통해 영역을 부각하고 레이블링, 템플릿 매칭을 사용하였다. 이러한 과정을 통해 도로안내표지판의 거리정보를 습득하여 분기점까지 남은 거리를 출력하는 시스템을 제안하였다. 결과적으로 연산속도 개선에 중점을 두어 실시간으로 처리할 수 있는 시스템에 사용 가능하며, 그 결과 프레임 당 평균 0.46초의 속도를 가지며, 정확도에서도 유사도 0.65의 수치를 갖는다.

## Abstract

This study proposes a method to quickly and accurately acquire distance information on direction signs. The proposed method is composed of the recognition of the sign, pre-processing to facilitate the acquisition of the road sign distance, and the acquisition of the distance data. The road sign recognition uses color detection including gamma correction in order to mitigate various noise issues. In order to facilitate the acquisition of distance data, this study applied tilt correction using linear factors, and resolution correction using Fourier transform. To acquire the distance data, morphological operation was used to highlight the area, along with labeling and template matching. By acquiring the distance information on the direction sign through such a processes, the proposed system can be output the distance remaining to the next junction. As a result, when the proposed method is applied to system it can process the data in real-time using the fast calculation speed, average speed was shown to be 0.46 second per frame, with accuracy of 0.65 in similarity value.

**Keywords** : Direction signs, Color detection, Tilt correction, Resolution correction, Morphology

## I. 서 론

컴퓨터 비전 기술의 발전에 따라 표지판 인식, 차량 번호판 인식, 자동차 검출 및 추적, 자동 주행 등 자동차 관련 영상 인식 기술들이 여러 분야에서 선보이고 있다.

\* 학생회원, \*\* 평생회원, 울산대학교 전기공학부 (School of Electrical Engineering, University of Ulsan)

© Corresponding Author (E-mail : sbcho@ulsan.ac.kr)

Received ; August 8, 2016 Revised ; November 12, 2016

Accepted ; December 13, 2016

이 중 표지판 인식에 관한 연구는 기초적인 연구와 접근이 시행되었지만, 관련 산업에 대한 확실한 사용 예를 찾지 못해 소홀해지다가 최근 자율 주행 자동차 기술에 대한 윤곽이 뚜렷해지면서 다시 대두하고 있다.

자율 주행에 필요한 것은 영상을 통한 교통표지정보 습득일 것이다. 그중 거리에 대한 정보가 가장 중요하며, 본 논문은 내비게이션의 거리정보를 받지 않고 영상의 정보만을 통해서 차량과 분기점 간의 거리를 파악하는 시스템을 제안하고자 한다.

알고리즘의 표준이 되는 개념은 「도로법」 제55조에

따른 도로표지의 종류·서식 및 그 밖에 도로표지에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한 국토교통부령 제284호 도로표지규칙에 근거하였다<sup>[1]</sup>.

핵심이 되는 근거는 제2조 1호와 제3조 2호, 4호 그리고 제8조 1호이며 각 항의 내용은 다음과 같다. 제2조(정의) 1호, “도로표지”란 도로이용자가 도로시설을 쉽게 이용하고, 원하는 목적지까지 쉽게 도착할 수 있도록 도로의 방향·노선·시설물 및 도로명의 정보를 안내하는 도로의 부속물을 말한다. 제3조(도로표지의 종류) 2호, 이정표지(목표지까지의 거리를 나타내는 표지). 제3조(도로표지의 종류) 4호, 노선표지(주행노선 또는 분기노선을 나타내는 표지). 제8조(도로표지의 색채) 1항, 도로표지의 바탕색은 녹색으로 한다.

일반적으로 표지판 인식 과정은 검출, 이진화, 영역화로 나뉜다. 검출방법은 보통 YCbCr, YUV 색상정보를 이용해 검출한다<sup>[2~3]</sup>. 해당하는 색상 정보를 선호하는 이유는 휘도 영역을 제외하고 연산하여 빛에 대한 잡음을 줄이기 위해서이다. 하지만 변환하는 별도의 과정이 필요하다는 단점이 있다.

색상 정보를 이용해 검출하는 것은 속도 측면에서는 가장 빠른 성능을 가지지만 오차범위가 넓다는 단점이 있다. 그래서 일반적으로 HOG(Histograms of Oriented Gradients), Haar-like 등을 이용하여 형태 및 패턴 정보를 습득하여 오차범위를 줄인다<sup>[3~5]</sup>. 하지만, 형태정보에 대한 데이터베이스와 분류 및 분석과정이 필요하므로 SVM(Support Vector Machine)이나 AdaBoost 같은 분류기가 필요하다<sup>[6~7]</sup>.

이진화는 각 화소의 밝기를 특정 문턱 값을 기준으로 밝은 영역과 어두운 영역으로 이분하고 각각 하나의 밝기값, 예를 들면 0과 1의 두 개의 값으로 변환하는 것을 말한다. 하지만 밝은 영역이 골고루 분포되지 않을 때는 해당 이론대로 이진화를 해보면 잘 안 되는 부분이 있다. 예를 들면 이진화해야 하는 영역이 그림자로 가려져 있을 때 밝기의 변화량에 따른 오차가 생기기 쉽다. 이 문제를 해결하기 위해서 오투(Otsu)이진화, 히스토그램(Histogram) 매칭 기반의 이진화, MCT(Modified Census Transform)변환의 지역이진패턴 검출 등이 있다<sup>[8~10]</sup>.

표지판의 영역은 레이블링(Labeling)하여 관심 영역을 지정한다<sup>[11~12]</sup>.

표지판의 문자정보를 인식하는 과정은 문자영역 분할과 비교(matching)과정이 있다. 영역분할은 히스토그램에 의하여 분할 할 수 있으나 히스토그램정보를 얻고

비교하기 위한 연산이 불가피하다<sup>[2]</sup>. 문자정보 중 거리정보만 습득하는 과정은 음절 단위의 분할, 병합 과정이 불필요하므로 좀 더 단순한 연산이 필요하다.

문자의 비교과정은 템플릿 매칭(template matching)을 통해서 이루어지며 근본적으로 형태에 관여를 많이 받는다<sup>[2, 13]</sup>. 그러므로 형태의 기울어짐을 보정하지 않으면 분할 및 인식 과정을 효과적으로 수행할 수 없다. 즉, 표지판이 기울어져 있으면 표지판 내의 문자열을 추출하는 과정이나 문자열을 개별 문자로 분할하는 과정, 개별 문자를 인식하는 과정이 어려워지게 되므로 정확한 표지판의 정보를 얻기 힘들어진다. 또한, 템플릿 매칭은 비교할 수 있는 특징점이 많아야 오차율을 줄일 수 있으므로 해상도 크기를 올려주는 과정도 필요하다.

기존 기울임 보정에 대한 기술은 라돈변환(Radon transform)을 통한 기울임 보정, 색 정보를 이용한 기울임 보정, 에지 집중도를 이용한 기울기 보정 등이 존재한다<sup>[14~16]</sup>. 도로안내표지판의 경우 직선 인자가 확실하므로 라돈변환이나 허프 변환(Hough transform)을 통해 기울기를 보정하는 것이 좋다<sup>[2, 17]</sup>. 색 정보나 에지 집중도의 기울기 보정은 영상 전체의 히스토그램정보를 수집 및 판단해야 하므로 속도가 조금 느린 단점이 있다. 또한, 기울임 보정에는 사영 변환을 이용하여 기하교정을 하는 방법이 있다<sup>[2]</sup>. 이 방법은 영상의 왜곡 보정에서는 좋은 방법이나 호모그래피를 추정하는 연산은 잡음과 빛으로 인해 정확한 꼭지점 위치가 검출되지 않아 기하교정에 오류가 발생할 수 있다<sup>[2]</sup>.

해상도 보정은 대표적으로 최근접 보간법에 근간을 두며 일반적으로 양선형 보간법, 3차 곡선 보간법을 이용한다<sup>[11~12]</sup>. 하지만 최근접 보간법은 질이 떨어지고 양선형 이후의 보간법은 수행시간이 늘어난다는 단점이 있다. 해상도 보정을 주파수 영역으로 접근하여 최소한의 연산속도와 적당한 퍼포먼스를 가지는 방법이 필요하다.

추가적으로 문자영역을 확실하게 하기 위해선 형태학적 처리 과정이 남아있다. 보통 모폴로지(Mopology) 연산을 사용하며 모폴로지 연산에는 객체의 특징 영역을 확대하는 팽창, 반대로 축소하는 침식, 팽창 후 침식과정을 수행하는 열기, 침식 후 팽창을 순서대로 수행하는 닫기 등이 있다<sup>[11~12]</sup>.

본 논문은 휘도 차를 이용한 직관적인 색상 검출로 표지판 영역을 검출하였다. 표지판의 인식률도 중요하지만, 단순히 인식으로 끝나는 것이 아닌 추가적인 정보습득을 위해선 인식 과정을 간소화할 필요가 있기 때

문이다. 그래서 색상 정보를 토대로 표지판을 빠르게 인식하며 또한 감마 보정 식을 토대로 산출한 식을 이용하여 기본적인 잡음을 제거하였다.

기울기에 대한 보정은 확실하고 오차가 적어야 하는 부분이므로 허프 변환을 사용하여 확실한 직선인자를 검출하였고 검출한 직선 인자를 토대로 각도 값을 산출하였다.

해상도 보정은 연산의 축소가 많이 필요한 부분이므로 여러 가지 보간법을 공간적 필터링으로 처리하는 것이 아닌 고속 푸리에 변환으로 주파수 영역으로 변환 후 영상을 보정하였다<sup>[11~12]</sup>.

추가적인 연산은 Top-hat과 Black-hat 연산을 응용한 식을 통해 문자영역을 부각하였고 영역을 분할 및 좌표 획득과정은 오즈 이진화 및 레이블링을 이용하여 이진화 및 영역을 분할하였다<sup>[18]</sup>. 그리고 문자정보 습득은 최소한의 분할과정과 비교과정을 가진 템플릿 매칭을 통하여 획득하였다.

## II. 도로안내표지판 정보습득

제안하는 알고리즘은 그림 1과 같이 구성되어있다.

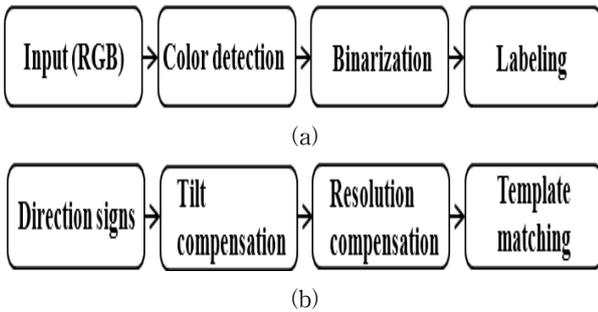


그림 1. 도로안내표지판 정보 습득 과정 (a) 표지판 추출 (b) 거리정보 추출  
 Fig. 1. The acquisition process for information of direction signs (a) Detection of signs (b) Extraction of distance information.

### 1. 도로안내표지판 인식

도로안내표지판의 인식 과정은 검출, 이진화, 영역화로 나뉜다. 검출은 속도향상을 위해서 가장 기본적인 색상검출 방법을 사용하였으나 감마 보정 식을 응용한 식 (3)으로 잡음을 최소화하였다. 이진화는 오즈 이진화 기법을 사용하여 임계값을 표본에 맞게 설정하였다. 영역화는 레이블링 기법을 사용하여 표지판 영역의 좌표 값을 획득하였다.

### 가. 색상검출

입력 영상은 RGB 입력으로 가정하여 식 (1)과 같은 녹색 검출식을 산출할 수 있다. R,G,B는 각각 2차원 행렬 데이터로 구성되어있다.

$$\text{green} = G - (R/3 + G/3 + B/3) \quad (1)$$

단순히 휘도 영역과 검출하고자 하는 색상의 영역만 사용하므로 현존하는 색상검출 알고리즘 중에 속도에서는 최고라 할 수 있다. 하지만 잡음비율이 조금 높은 단점을 가지고 있다. 그래서 단점을 최소화하기 위해 식 (2)와 식 (1)을 병행한 식 (3)을 제안한다.

$$f(x, \gamma) = 255(x/255)^\gamma \quad (2)$$

$$\text{green} = f(G, \gamma) - (R/3 + G/3 + B/3) \quad (3)$$

x는 2차원 행렬의 화소 데이터를 나타내며,  $\gamma$ 는 가중치이다. 또한, 식 (2)와 같은 비선형특성을 가진 식은 흔히 밝기 보정에 사용한다. 하지만 식 (3)처럼 각 색상에 비선형특성을 적용하여 검출색상 외의 잡음을 최소화하는 방법도 있다. 그리고 검출하고자 하는 색상의 채널에만 적용하여 연산량을 줄이며 빠르게 동작하도록 하였다.

### 나. 이진화

본 알고리즘에서 사용되는 이진화 기법은 오즈 이진화에 근거하여 계산되어 진다.

#### (1) 오즈 이진화

오즈 이진화란 영상의 히스토그램 형태가 쌍봉형(bimodal)이라고 가정하였을 때 계곡점(valley)을 찾아서 그 점을 이진화의 임계값(T)으로 정하는 것이다. 즉, 상대적으로 몰려있는 부분의 집합을 같은 클래스로 분류해서 이진화하는 것이다. 식 (4)는 클래스 내 분산의 계산이다.

$$\sigma_n^2(t) = w_1(t)\sigma_1^2(t) + w_2(t)\sigma_2^2(t) \quad (4)$$

$w_1$ 는 임계값보다 어두운 픽셀들의 비율이며  $w_2$ 는 임계값보다 밝은 픽셀들의 비율이고  $\sigma_n^2$ 는 클래스 n의 분산이다. 양 클래스의 분산이 작을수록 최적의 임계값이라 할 수 있다. 즉, 식 (4)의 최소값을 구하면 최적의 임계값을 찾아낼 수 있다. 이를 더욱 빠르게 구하기 위해 클래스 간의 분산(클래스 내 분산의 역)을 이용한다.

$$\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_w^2(t) = w_1(t)w_2(t)[u_1(t) - u_2(t)]^2 \quad (5)$$

식 (5)는 클래스 내의 분산의 역이므로 분산의 최대 값을 구하고 그때의 임계값이 최적의 임계값이 된다.

#### 다. 영역화

도로안내 표지판 영역을 획득하는 과정은 일반적인 레이블링 기법에 따라 결과를 얻는다.

##### (1) 레이블링

레이블링은 연결된 화소를 하나의 객체, 즉, 레이블로 정의함으로써 가로 폭, 세로 높이, 면적, 면적 대비 화소의 개수를 나타내는 밀도 등의 정보를 설정할 수 있다. 이러한 정보는 배경과 대상을 분류할 수 있는 기준이 되며 레이블 정보는 제안하는 방법의 전반적인 단계에서 사용된다.

#### 2. 형태학적 보정

선 검출을 이용한 기울기 보정과 zero-padding 주파수 확장기법을 이용한 해상도 보정을 통해 템플릿 매칭의 검출률을 올릴 수 있다<sup>[9]</sup>. 또한, 모폴로지 연산으로 문자의 형태를 부각하여 검출률을 향상한다.

##### 가. 기울임 보정

기울임 보정은 허프 변환을 이용한 선 검출과정과 삼각법에 따른 각도 산출과정이 있다.

##### (1) 선 검출

허프 변환 알고리즘은 영상 내 직선, 곡선 및 다른 간단한 모양을 검출하기 위해 사용되는 알고리즘이다. 해당 알고리즘을 이용하여 각도 산출에 필요한 그림 2와 같은 표지판의 상단 직선을 얻을 수 있다<sup>[2, 17]</sup>.

##### (2) 각도 산출

기울어진 문자를 바로잡으려면 기울어진 각도 정보가 필요하다. 기울어진 각도 정보를 알아내기 위한 과정은 그림 2와 같다.

1번과 2번 지점을 구하기 위하여 표지판 상단의 선과 중앙선(Base line)이 필요하다. 표지판 상단의 선은 앞서 수행한 직선검출로 구할 수 있으며 중앙선은 시작점과 1번 지점의 1/2 크기를 기준으로 구한다.

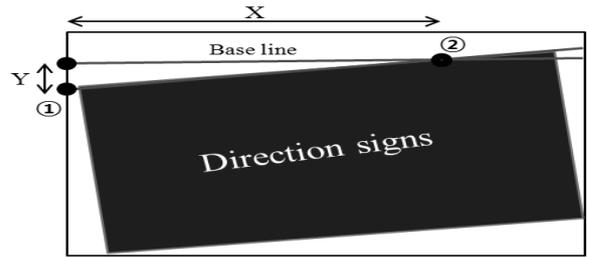


그림 2. 표지판 각도산출 과정  
Fig. 2. Signs angle calculation process.

중앙선과 상단선의 교차점을 탐색하여 2번 지점의 좌표를 알 수 있으며 X와 Y의 크기를 구할 수 있다.

$$\tan\theta = \frac{Y}{X}, \quad \theta = \tan^{-1}\frac{Y}{X} \quad (6)$$

표지판의 기울어진 각도는 삼각법 식 (6)을 통해서 구할 수 있다.

##### (3) 회전

산출한 각도로 영상을 회전하기 위해서 그림 3의 개념을 적용한다. 그리고 식 (7), (8)을 이용하여 회전한다.

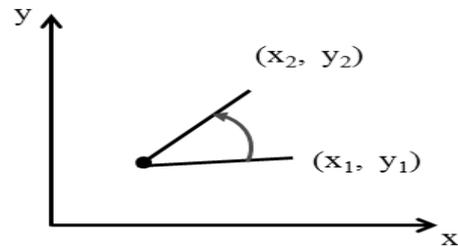


그림 3. 임의의 점에 대한 회전  
Fig. 3. Rotation about an arbitrary point.

$$\begin{pmatrix} x_2 - x_0 \\ y_2 - y_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 - x_0 \\ y_1 - y_0 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} x_2 &= (x_1 - x_0)\cos\theta - (y_1 - y_0)\sin\theta + x_0 \\ y_2 &= (x_1 - x_0)\sin\theta + (y_1 - y_0)\cos\theta + y_0 \end{aligned} \quad (8)$$

여기서 사용하는  $x_0, y_0$ 는 2차원 행렬의 값을 의미한다.

##### 나. 해상도 보정

회전된 영상은 Hole, Overlap 문제가 생기므로 보간법을 이용한 보정이 필요하다<sup>[11~12]</sup>. 본 논문은 문제점 보완과 고해상도를 위해 영상을 2차원 고속 푸리에변환을 이용하여 주파수 영역으로 변환 후 zero-padding 방

식으로 해상도를 변경하였다<sup>[11, 19]</sup>. 주파수 영역을 사용하는 이유는 다른 공간적 필터링보다 속도가 빠르기 때문이다.

(1) zero-padding

zero-padding 방법은 원본 영상을 이산 푸리에 변환 후 최대크기를 고려하여 고주파 영역에 영(zero)을 삽입하고 역변환시킴으로 증가한 해상도 영상을 얻는 방법이다<sup>[11, 19]</sup>. 단순히 0을 삽입함으로 해상도의 향상을 꾀할 수 있고 연산 속도도 빠르지만 이상적인 저주파 필터링의 특성상 링잉효과가 발생하는 단점이 있다<sup>[19]</sup>.

하지만 제안하는 방법은 문자영역의 화소 비의 증가만 필요하므로 추가로 생기는 링잉효과를 고려하지 않는다.

다. 모폴로지 연산

대표적인 모폴로지 연산은 침식과 팽창 열기와 닫기가 있다. 간단히 침식은 영상의 특징을 축소하고 팽창은 특징을 확대하는 기법이다. 열기는 침식 후 팽창을 하는 연산이며 닫기는 팽창 후 침식을 하는 연산이다.

제안하는 알고리즘은 이를 응용한 Top-hat과 Black-hat이다.

(1) 문자 부각

전체영상 I 에 대한 Top-hat은 원본 영상 i와 원본 영상에 대한 열림(opening) 연산  $\gamma$ 의 결과와의 차이이며, 식 (9)와 같다.

$$TH(I) = i - \gamma(i) \tag{9}$$

식 (9)을 수행하면 구조요소보다 작은 돌출(Peak) 점이 추출된다. 전체영상 I 에 대한 Black-hat은 원본 영상의 닫힘(closing) 연산  $\phi$ 의 결과에 원본 영상을 뺀 것이며, 식 (10)와 같다.

$$BH(I) = \phi(i) - i \tag{10}$$

식 (10)를 수행했을 때 구조요소보다 작은 골 (Trough) 점들이 추출된다.  $\rho$ 는 영상에 대비에 따라 돌출 점과 골 점을 뚜렷하게 할 수 있으며 식 (11)와 같다.

$$\rho = (i + TH) - BH \tag{11}$$

문자열은 돌출과 골이 동시에 존재하므로 위 연산을 도로안내표지판 영상에 적용하면 표지판 내 문자를 부각할 수 있다.

3. 문자정보 습득

템플릿 매칭을 통해서 도로안내표지판의 위치 정보를 얻을 수 있다.

가. 템플릿 매칭

원본 영상과 저장된 이진 영상(타겟 영상)의 유사도를 판별해 대상을 찾는 방법으로 문자정보 습득에 널리 사용되고 있다. 유사도 판별에 사용된 방법은 상관계수를 이용해 판단하였다. 상관 계수  $\alpha$ 를 구하는 식은 식 (12)와 같다.

$$\alpha = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\left(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2\right)\left(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2\right)}} \tag{12}$$

A, B는 원본 영상과 타겟 영상의 2차원 행렬이며 m, n은 행렬의 크기,  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$ 는 행렬의 평균이다.

그림 4과 같이 저장된 이진화 영상과 분할된 영상을 비교해 표 1과 같이 유사도를 얻어내고 그중 가장 유사한 항목을 찾아 저장된 정보를 출력한다.

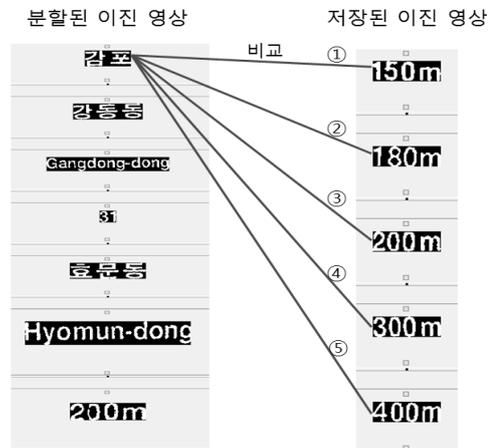


그림 4. 템플릿 매칭 방식  
Fig. 4. Template matching method.

표 1. 영상의 유사도  
Table1. Similarity of images.

	150m	180m	200m	300m	400m
감포	0.005	0	0.042	0	0
강동동	0.101	0	0.050	0.037	0.004
Gangdong-dong	0.055	0.042	0.053	0.082	0.101
31	0	0.033	0.033	0.034	0.059
효문동	0.049	0	0.067	0.040	0.024
Hyomun-dong	0.023	0.007	0.002	0.002	0.009
200m	0.216	0.456	1	0.610	0.107

이 과정의 빠른 연산속도를 위해 분할 이미지를 큼직하게 분할하여 비교 횟수를 줄였고 방법은 그림 5과 같이 가로 여백, 세로 여백의 길이를 판단하여 분할했다.



그림 5. 여백 판단  
Fig. 5. Margins judgment.

유사도는 원본 영상과 타겟 영상의 일치율을 나타낸 것으로 최소 0에서 최대 1의 수치를 가진다.

### III. 실험

실험은 AMD FX(tm)-8350 Eight-core 4GHz, 8GB 메모리, 500G HDD에 Windows 10 Ultimate 64비트의 PC 환경에서 MATLAB R2015a 프로그램을 이용하였다.

본 논문에 사용된 표본 영상은 'Daum 로드뷰', 'YouTube' 를 통해서 획득하였으며 360회전 영상을 정합하는 로드뷰의 특성상 기본적인 왜곡이 생기는데 이를 고려하고 실험하였다<sup>[20-21]</sup>.

#### 1. 도로안내표지판 검출

그림 6은 식 (1)을 통해서 색상 부각만 진행한 결과이다. 이진 영상은 그림 7(a)와 같다.

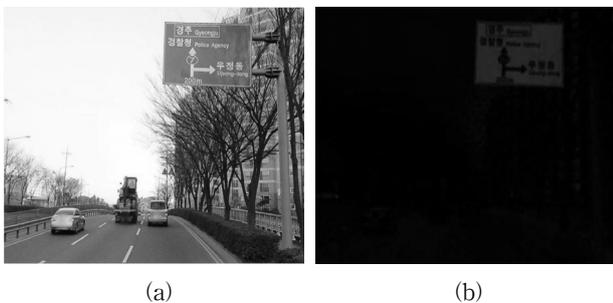


그림 6. 도로안내표지판의 색상 검출 (a) 원본 (b) 색상 부각  
Fig. 6. Color detection of signs (a) Original (b) Color highlights.

그림 7은 그림 6(b)의 이진 영상이며, 그림 7(b)는 식 (3)을 통해서 개선된 이진 영상이다.

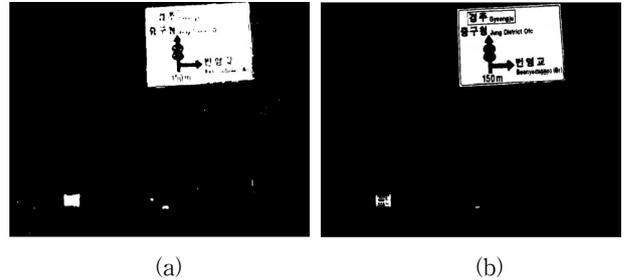


그림 7. 색 검출 비교 (a) 기존의 색 검출 (b) 제안 방식  
Fig. 7. Comparison of color detection (a) Existing color detection (b) The proposed method.

그림 8은 레이블링된 관심영역이다. 일정 크기 이하의 후보에서 제외한다.



그림 8. 레이블링  
Fig. 8. Labeling.

#### 2. 도로안내표지판 보정

레이블링된 영상은 허프 변환을 통해 그림 9와 같이 직선을 형성할 수 있다.



그림 9. 도로안내표지판 직선 검출 (a) 원본 (b) 결과  
Fig. 9. Line detection of direction signs (a) Original (b) Result.

그리고 식 (6), (7), (8)의 연산을 통해 그림 10의 결과를 얻을 수 있다.



그림 10. 기울기 보상 (a) 보상 전 (b) 보상 후  
Fig. 10. Tilt compensation (a) Before (b) After.

기울기를 보정한 후 생기는 화질 저하 현상을 해결하기 위해 주파수 기반의 zero-padding 방법으로 해상도 보정을 진행한다.

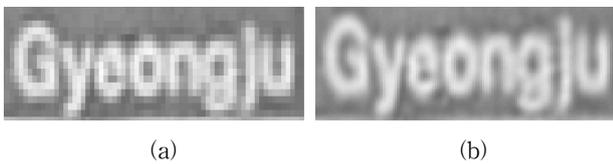


그림 11. 해상도 보정 (a) 보정 전 (b) 보정 후  
Fig. 11. Resolution compensation (a) Before (b) After.

Top-hat과 Black-hat를 이용한 식 (11)을 통해 문자영상을 명확히 한다.

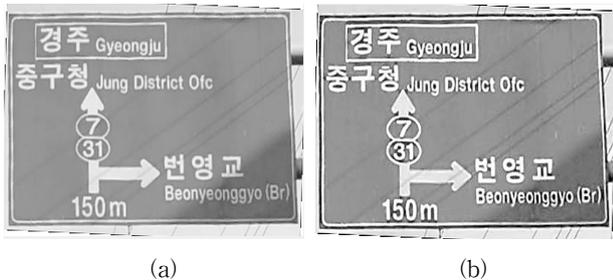


그림 12. 문자 부각 (a) 원본 (b) 결과  
Fig. 12. Characters highlighted (a) Original (b) Result.

3. 도로안내표지판 정보 습득

부각된 영상을 이진 영상으로 변환 후 문자영역을 분할하는데 이 과정은 그림 4, 5 그리고 표 1과 같다. 빠르게 도로안내 표지판의 거리정보를 파악하기 위해 정밀하게 영역을 잘라내지 않고 크게 잘라 후보를 정렬한다.

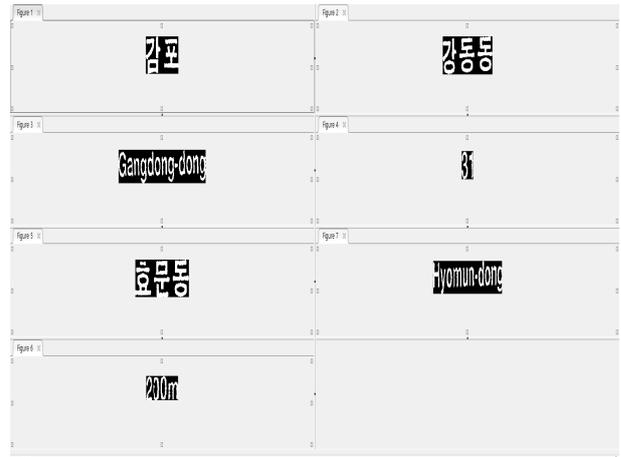


그림 13. 템플릿 매칭 (a) 후보 정렬 (b) 타겟 영상  
Fig. 13. Template matching (a) Sort candidate (b) Target image.

타겟 영상과 분할된 후보 영상은 옳은 유사도를 얻기 위해 동일한 크기로 변환한다. 그리고 타겟 영상과 비교하며 유사도가 0.5 이상이면 해당하는 정보를 ‘.txt’ 파일로 출력한다. 추가적으로 그림 14와 같이 출력하는 시간과 날짜도 출력한다.

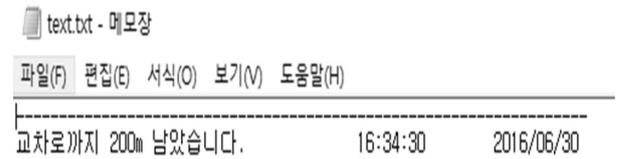


그림 14. 유사도에 대한 텍스트 출력  
Fig. 14. Text print for similarity.

아래 표는 여러 개의 표본을 토대로 연산 속도와 유사도를 측정하여 기재한 것이다.

표 2. 일반적인 도로표지판 검출률  
Table2. Typical detection rate of direction signs.

표 본	해상도	연산 속도	유사도	출력
	846*887	0.5807s	0.8165	300m

	545*544	0.4373s	0.5180	300m
	710*776	0.5201s	0.8416	400m
	708*992	0.4045s	0.8052	200m
	747*1078	0.4842s	0.7396	200m

표 3. 거리표지가 없는 표지판 검출률  
Table3. Detection rate of signs with not display distance.

표 본	해상도	연산 속도	유사도	출력
	643*951	0.4971s	0.1986	표시 하지 않음
	693*838	0.3944s	0.1574	표시 하지 않음
	755*862	0.6656s	0.1885	표시 하지 않음
	791*849	0.4326s	0.2329	표시 하지 않음
	778*800	0.4338s	0.1596	표시 하지 않음

여러 가지 상황에서 실험해본 결과 거리정보의 유사도의 임계값은 0.4~0.5가 적당하다. 그리고 거리표지가

표 4. 흐리고 비 오는 날의 표지판 검출률  
Table4. Detection rate of signs of cloudy and rainy day.

표 본	해상도	연산 속도	유사도	출력
	438*1135	0.4240s	0.5365	300m
	706*1051	0.4134s	0.5520	1Km
	706*1186	0.3911s	0.6712	300m
	768*1024	0.4128s	0.5322	300m
	768*1024	0.4882s	0.5214	150m

없는 표지판은 유사도가 0.15~0.25이며 오경보의 가능성은 드물다. 비 오는 날 역시 평균 0.56 정도의 유사도를 가지며 거리가 잘 검출됨을 확인할 수 있다. 대신, 사람이 육안으로 확인할 수 없을 정도의 거리정보의 경우에 거리를 읽을 수 없으며 출력을 표시하지 않는다.

#### IV. 결 론

본 논문은 도로안내표지판의 거리정보를 빠르고 정확하게 획득하는 방법을 제안했다. 정확한 정보습득을 위해서 허프 변환을 통한 기울기 보정과 각종 응용된 모폴로지 연산을 제안하였으며, 연산량을 줄이기 위해 주파수 기반 해상도 보정과 감마 보정 식을 이용한 색상검출을 제안했다. 그 결과 평균 0.46초의 연산속도와 0.65의 유사도와 차량과 교차로 간의 거리정보를 100% 획득하였다.

제안된 방법은 영상만을 이용해 자율주행을 할 수 있도록 도로안내표지판의 효율적인 정보 습득방법에 대해 설명하였으며 앞으로 기대효과는 더 클 것이다.

## REFERENCES

- [1] [http://www.law.go.kr/법령/도로표지규칙/\(00294,20160302\)](http://www.law.go.kr/법령/도로표지규칙/(00294,20160302))
- [2] Heechul Lim, Kaushik Deb, Kang-Hyun Jo, "Geometrical Reorientation of Distorted Road Sign using Projection Transformation for Road Sign Recognition," *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, pp. 1088-1095, November. 2009.
- [3] Kim Tae-Dong, Lee Seung-Hyun, Jung Gwang-Hoon, Kang Dong-Wook, Jung Kyeong-Hoon, "Real-time Traffic Sign Detection Algorithm by Using Color Information and HOG Feature," *The Korean Society Of Broad Engineers*, pp. 513-515, July. 2015.
- [4] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," *Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 886-893, 2005.
- [5] Chang, Sang Kyu, Kim, Jin Soo, "Automatic Measurement Method of Traffic Signs Using Image Recognition and Photogrammetry Technology," *Journal of the Korean society for geo-spatial information system*, 21(3), 19-25, Sept. 2013.
- [6] Seong-Uk Kim, Joon-Woong Lee, "Traffic Sign Recognition, and Tracking Using RANSAC-Based Motion Estimation for Autonomous Vehicles," *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, 22(2), 110-116, Feb. 2016.
- [7] Seung-Lok Ham, Nojun Kwak, "Binary classification by the combination of Adaboost and feature extraction methods," *The Institute of Electronics Engineers of Korea, Computer and Information*, 49(4), 42-53, July. 2012.
- [8] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE trans. Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-9, no. 1, pp. 62-66, Jan. 1979.
- [9] Jung Hun Kim, Gibak Kim. "A Binarization Technique using Histogram Matching for License Plate with a Shadow," *Journal of Broadcast Engineering*, 19(1), 56-63, Jan, 2014.
- [10] Taewoo Lee, Kwangyong Lim, Guntae Bae, Hyeran Byun, Yeongwoo Choi, "An Illumination Invariant Traffic Sign Recognition in the Driving Environment for Intelligence Vehicles," *Journal of KIISE*, 42(2), 203-212, Feb. 2015.
- [11] Rafael C.Gonzalez, Richard E.woods, Steven L. Edins, "Digital Image Processing using MATLAB," Prentice-Hall, 2004.
- [12] Richard Szeliski, "Computer Vision : Algorithms and Applications," Springer, 2010.
- [13] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition Features Versus Templates," *IEEE Tran. on PAMI*, Vol. 15, pp. 1042-1052, Oct. 1993.
- [14] Bo-Ho Cho, Sung-Hwan Jung. "Efficient Correction of a Rotated Object Using Radon Transform," *Journal of KIISE : Computing Practices and Letters*, 14(3), 291-295. May, 2008.
- [15] Eun-kyoung Park, Sang-hoon Lee, Eui-young Cha. "The Derotation of the Tilted Face Using Skin Color Information," *Journal of Information Science Society*, 30(2II), 541-543. Oct. 2003.
- [16] Jae-hyon Ju, Jeong-su Oh. "Skew Correction of Document Images using Edge," *Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 16(7), 1487-1494, July. 2012.
- [17] Jae-Hyun Cho, Young-Min Jang, Sang-Bok Cho, "A High-performance Lane Recognition Algorithm Using Word Descriptors and A Selective Hough Transform Algorithm with Four-channel ROI," *Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers*, 52(2), 148-161, Feb. 2015.
- [18] Mi-Hwa Choi, Hee-Seung Kim. "Text Location in Scene Images," *Journal of Information Science Society*, 27(2II), 389-391. Oct. 2000.
- [19] Seung-Wook Park, Ji-Ho Park, Byeong-Moon Jeon, Hyun Wook Park. "Efficient Image Upsampling using Frequency Resolution Expansion Schemes in DCT Domain," *Journal of Broadcast Engineering*, 10(4), 505-514, Dec. 2005.
- [20] <http://map.daum.net/>
- [21] <https://www.youtube.com/watch?v=VTBhAzr7g-U>

저 자 소 개



김 현 태(학생회원)  
2015년 울산대학교 전기전자공학부  
학사 졸업.  
2017년 울산대학교 전기전자공학부  
석사 졸업예정.

<주관심분야: 영상 압축 및 처리, 영상처리 회로  
설계 및 제작, 지능형 자동차, VLSI 및 SoC설계>



정 진 성(학생회원)  
2015년 울산대학교 컴퓨터정보통신  
공학부 학사 졸업.  
2017년 울산대학교 전기전자공학부  
석사 졸업예정.

<주관심분야: 영상 압축 및 처리, 지능형 자동차,  
영상처리 회로 설계 및 제작, VLSI 및 SoC설계>



장 영 민(학생회원)  
2012년 울산대학교 전기전자공학부  
학사 졸업.  
2014년 울산대학교 전기전자공학부  
석사 졸업.  
2016년 울산대학교 전기전자공학부  
박사 수료.

<주관심분야: 초고속 디지털 인터페이스회로, 영  
상 압축 및 처리, 아날로그 회로, RF 회로, 및  
PMIC 회로설계>



조 상 복(평생회원)  
1979년 한양대학교 전자공학과 학사  
졸업.  
1981년 한양대학교 전자공학과 석사  
졸업.  
1985년 한양대학교 전자공학과 박사  
졸업.

1994년~1995년 Univ. of Texas, Austin 교환교수  
2003년~2004년 Univ. of California, San Diego  
교환교수

2011년~현재 울산대학교 e-vehicle 연구센터장.  
2013년~현재 울산대학교 자동차·조선 전자융합 기  
술사업단장(BK21-PLUS).

<주관심분야: SoC/VLSI 설계 및 테스트, 자동차  
전장시스템 설계, 영상처리 회로 설계 및 제작, 머  
신비전 시스템 개발, 초고집적 메모리 설계>