

# 그림자가 있는 차량 번호판의 이진화<sup>†</sup>

(Binarization of number plate Image with a shadow)

서병훈\*, 김병만\*\*, 문창배\*\*\*, 신윤식\*\*

(Byung Hoon Seo, Byeong Man Kim, Chang Bae Moon, Yoon Sik Shin)

**요 약** 본 논문은 이동 중의 차량으로부터 획득한 후면 번호판의 이미지를 이진화 할 경우의 문제점과 이의 해결책을 제시하였다. 후면 번호판을 이진화한 경우 태양의 고도와 차량 구조의 영향으로 그림자가 드리워진 이미지를 획득하게 되며 이 번호판의 이미지를 이진화 할 경우 문자를 인식하기에 좋지 않은 이미지를 획득하게 된다. 따라서 본 논문에서는 먼저 그림자 경계선을 파악하고 이를 이용하여 그림자가 드리워진 영역과 드리워지지 않은 영역을 구분한 후 각각의 영역을 이진화하는 방법을 제시하였다. 기존 발표되었던 이진화 방법들 중 일반 이진화, 타 논문 이진화, 블록 이진화, 라벨링 응용 이진화 등과 본 논문에서 제시한 방법을 비교 실험하여 성능분석 하였고, 실험결과, 대부분의 경우에 본 논문에서 제안한 방법이 타 방법에 비해 성능이 좋음을 확인할 수 있었다.

**핵심주제어** : 차량 후면 번호판 이진화, 그림자 이진화, 그림자 선

**Abstract** In this paper, we propose a method to solve a problem in binarizing the rear number plate image captured by a camera on a moving vehicle. An image may be shadowed by the cavernous structure of the rear side of a moving vehicle and it makes us hard to get a high quality of binary image. Therefore, we first detect a shadow edge and then divide an image into the shadow part and non-shadow part by the edge. Finally, the binary image is obtained by binarizing each part and merging them. In this paper, we do comparative work on a group of binarization methods including our method, the method suggested by Zheng, the method using block binarization, and the method using labeling. The result shows that our method achieves better performance than others in most cases.

**Key Words** : binarization of rear number plate image, shadow binarization, shadow edge

## 1. 서론

교통수단의 발달로 인하여 차량 수는 지속적으로 증가하는 반면 자동차 관련 사고와 범죄는 급속히 늘어나고 있다. 이로 인하여 이차적인 강력 범죄와 교통사고 등은 심각한 사회적 문제로 제기되고 있다. 그러나 인적자원에 의존하여 관리되고

있는 도난 차량 관리, 차량관계, 요금징수 및 차량의 입출고 등의 작업은 비효율적이라 할 수 있다. 작업을 자동화하여 이차적인 문제를 미연 방지하고 효율성을 향상 할 수 있는 자동화 시스템이 필수적이라 할 수 있다.

이러한 자동화 시스템을 구축하기 위하여 자동차 번호판 인식 연구는 필수적인 연구 대상이다. 기존의 관리 목적으로 도로상에 설치되어진 카메라와 차량단속 시스템의 번호판인식 시스템들은 고정 설치되어 고화질의 디지털 카메라로부터 영상을 획득, 인식하는 시스템이다[1]. 그러나 이러한

<sup>†</sup> 본 연구는 금오공과 대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

\* MMC테크

\*\* 금오공과대학교 교수

\*\*\* 금오공과대학교 컴퓨터공학부

시스템은 범죄자나 운전자등이 고정되어진 카메라의 위치를 알고 있을 경우 선회 가능하여 차량검거 및 예방 측면에서 부적합하다.

기존 시스템과는 달리 카메라가 정면에서 차량번호판을 인식하는 것이 아닌 주행 중인 차량 뒷면에서 번호판을 인식하면 효율성을 높일 수 있는데 [2] 이러한 시스템을 적용하기 위해서는 몇 가지 해결해야 할 문제점이 있다. 그 중의 하나가 주행 중인 자동차에서 추출한 영상은 시간, 역광, 차량구조의 영향으로 번호판 일부에 그림자가 발생한다는 것이다. 본 논문에서는 바로 이 문제점을 해결하고자 하였다. 일반적인 이진화를 하게 되면 그림자의 영향으로 문자 및 숫자인식 과정에서 올바른 결과를 얻을 수 없다. 본 논문에서는 그림자의 영향을 최소화하는 방법을 제시하고 기존 이진화 방법들과 성능을 비교 하였다.

비교·분석을 위하여 본 논문에서는 4가지 방법을 구현하여 실험하였다. 첫 번째 방법은 두꺼운 책을 스캔(scan) 하는 경우 책이 겹쳐지는 가운데 부분이 검게 나오는 경향이 있는데 이 문제를 해결하기 위해 다른 논문에서 제시한 방법을 차량번호판의 그림자에 적용시킨 방법[16]이다. 두 번째 방법은 블록 이진화를 통하여 그림자가 진 부분의 문자 영역과 그림자가 지지 않은 부분의 문자를 획득하는 방법[8]이다. 세 번째 방법은 라벨링을 이용하여 그림자가 지지 않은 바탕영역과 그림자가 진 영역을 라벨링 방법을 이용하여 문자를 획득하는 방법[8]이다. 마지막 방법은 본 논문에서 제시하는 그림자가 진 영역과 그림자가 지지 않은 영역의 그림자 선을 찾아내어 그림자가 드리워진 영역과 그림자가 드리워지지 않은 영역을 각각 이진화하여 두 이미지를 합하여 최종적으로 이진화 영상을 획득하는 방법이다.

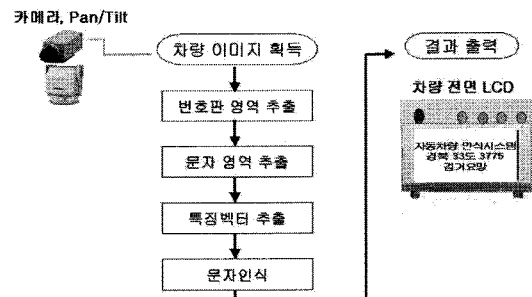
2장에서는 자동차 번호판 인식 시스템의 전체적인 설명과 주행 중에 획득한 영상에서 문제점과 그림자가 가지는 문제점에 대하여 고찰하고, 3장에서는 앞서 설명한 4가지 이진화 방법을 제시하고 각 이진화 방법을 이용하여 그림자가 있는 번호판을 이진화한 결과를 보여준다. 4장에서는 이진화한 영상의 실험 결과의 비교 및 분석을, 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해서 다룬다.

## 2. 관련 연구

본 논문에서 가정하고 있는 자동차 번호판 인식 시스템에 대하여 소개하고 그 시스템이 지니고 있는 문제점에 대하여 알아본다.

### 2.1 자동차 번호판 인식 시스템

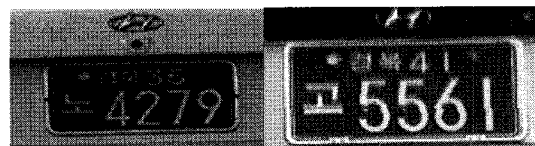
논문에서 사용하는 자동차 번호판 인식 시스템은 카메라가 고정되어 있는 것이 아니라 경찰차의 윗면부에 카메라를 설치하여 이동하는 중에 실시간으로 차량의 뒤 번호판 영상을 획득하는 시스템 [15]이다. 그림 1은 시스템의 전체 구성도 이다.



(그림 1) 자동차 번호판 인식 시스템 구성도

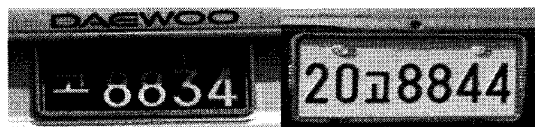
#### 2.1.1 실제 주행 중인 자동차 영상 획득

논문에서 사용하는 자동차 번호판 인식 시스템은 경찰차 윗면부에 부착된 카메라를 이용하여 차량 뒷면부의 차량 이미지를 획득하여 사용한다. 다음 그림은 실제로 주행 중인 차량의 뒷 번호판을 획득한 사진이다.



(그림 2)

(그림 3)



(그림 4)

(그림 5)

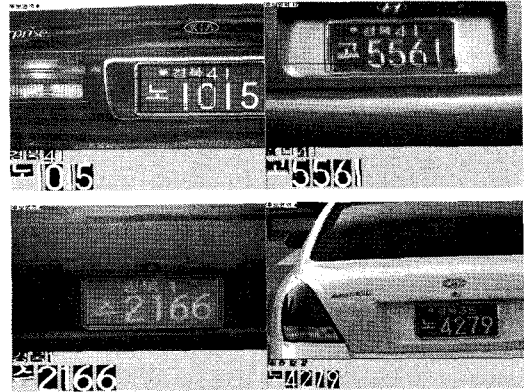
그림 2와 같이 깨끗한 이미지의 차량과 그림 5와 같이 신행 번호판 이미지는 문자를 획득하고 인식하는데 아무런 문제가 없다. 하지만 그림 3번, 4번과 같이 구형 번호판은 실제 주행의 영향과 떨림으로 인하여 번호판 이미지가 깨지거나, 흐릿한 경우, 차량 뒷부분의 움푹 들어간 영향으로 인하여 그림자가 발생하게 된다. 그림자가 드리워진 번호판은 문자 획득을 하는데 있어서 흔들린 이미지나 번호판 자체가 흐릿한 경우보다 문자 획득하는데 더 많은 어려움이 가지게 된다.

### 2.1.2 차량 번호판 영역 추출 및 개별 문자 영역 추출

앞서 카메라로부터 획득한 차량 이미지로부터 번호판 영역을 추출하여 문자를 획득하고 획득되어진 문자를 인식하는 방법을 사용하였다. 본 시스템은 실제 주행 중 뒷 번호판을 추출하기 때문에 주위의 환경요소, 떨림, 색상 등의 문제점이 발생하므로 명암도 변화를 이용한 방법[2-6], 단일 색상 정보에 의한 방법[7-9], 복합 색상 정보에 의한 방법[10], Sobel 연산과 Hough 변환에 의한 방법[11-12] 등은 적용이 부적합 하다.

본 시스템에서는 차량 번호판의 테두리의 강한 수직 성분을 이용하여 번호판 영역을 추출 하는 방법을 사용하였다. 먼저 차량 이미지를 Morphology 연산과 Thinning 연산을 수행하여 번호판의 수직 성분을 찾고 각 번호판 후보 영역을 얻는다. 얻어진 후보 영역 번호판에 대하여 각 번호판의 가로:세로 비율과 번호판과 바탕과 문자의 비율을 이용하여 후보 영역을 제한한다 [5,13]. 이렇게 얻어진 차량 번호판 후보 영역에 대해서 각각의 개별 문자 영역을 추출하게 된다. 개별 문자 추출 방법은 번호판이 가지는 개별 문자들 사이의 거리를 이용하여 추출한다[14].

다음 그림들은 번호판 후보 영역과 개별 문자 영역 추출 결과이다. 파란색의 테두리는 현재 번호판의 후보 영역이고, 빨간색의 테두리는 최종적으로 인식되어진 차량 번호판 영역이다.



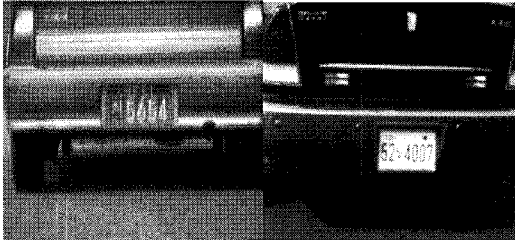
(그림 6) 번호판 후보 영역 및 개별 문자 추출

### 2.1.3 문자 인식

자동차 번호판에 올 수 있는 패턴의 종류는 관할관청(지역별) 분류기호 32개, 용도별 기호 84개, 일련번호인 숫자 10개로서 중복되는 패턴 18개를 제외하면 총 108개 이다. 추출 되어진 문자영상의 패턴이 잡음이나 왜곡이 없이 깨끗하다면 인식 과정은 간단하게 수행 된다. 하지만 현 시스템은 실제 주행 중인 차량의 뒷 번호판을 인식하게 때문에 영상의 많은 잡음 등이 포함되어 간단한 알고리즘으로는 인식률이 좋지 않다. 따라서 현 시스템에서는 모듈라 신경망을 통하여 문자를 인식하는 방법을 사용 하였다[15].

## 2.2 문제 연구

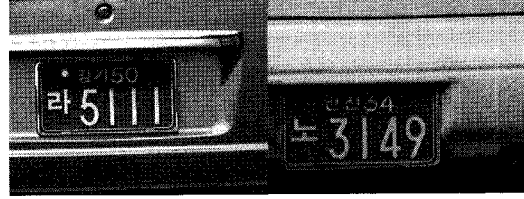
앞서 설명한 현 차량 번호판 인식 시스템은 실제 주행 중이라는 취약점과 차량의 뒷 번호판을 인식한다는 제약점을 가지고 있다. 그래서 여러 부수적인 많은 문제들이 발생하게 된다. 그 중 하나로, 실제 주행 중이기 때문에 차의 엔진 떨림이나 도로 노면의 상황으로 인해서 획득한 이미지의 영상이 심하게 떨리는 현상이 발생하게 된다. 그림 7 에서 보여 지는 것과 같이 떨림 현상이 많이 발생한다.



(그림 7) 심하게 떨린 차량 이미지

하지만 차의 떨린 이미지는 하드웨어 적으로 카메라의 shutter 스피드를 올림으로써 많이 줄어들게 되었고 영상 이미지의 홀수, 짝수 번째 행을 사용함으로써 많이 줄일 수 있었다. 하지만 홀수, 짝수 번째 행을 사용하게 되면 획득한 영상의 번호판이 작아져서 인식하는데 많은 어려움이 있었다. 그래서 하드웨어적으로 카메라의 떨림을 많이 줄일 수 있는 구조를 만들고 카메라의 shutter 스피드를 많이 올리는 방법을 사용하였다.

그리고 현 시스템의 다른 문제 중 하나로 그림자 영향을 들 수가 있다. 차량의 뒷 번호판을 인식하기 때문에 해가 높이 있는 낮의 경우에 차량 후면부의 움푹 들어간 영향으로 그림자가 드리워지고 주변 환경에 의해서 그림자가 많이 드리워지게 된다. 만약 번호판에 그림자가 드리워지게 되면 개별 문자를 획득하기 위해 이진화 하는 과정에서 그림자가 드리워져 있는 곳의 문자의 명암 값이 낮기 때문에 문자 획득하는데 문제가 된다. 그림 8, 그림 9에서 그림자가 드리워진 번호판의 예를 보여 준다.



(그림 8) 그림자가 드리워지는 번호판



(그림 9) 그림자가 드리워지는 번호판

그림 8과 그림 9에서 보는 바와 같이 그림자의 드리워지는 위치가 항상 각각 다르고 그림자가 있는 명암 값도 항상 달라진다. 그림 9와 같이 신형 번호판의 경우 그림자가 발생한 구역에 문자가 위치하지 않아서 문자를 인식하는 데에는 큰 문제가 없지만 그림 8과 같이 구형 번호판의 경우 그림자가 드리워진 위치에 문자가 위치하기 때문에 구형 번호판의 경우 번호판을 이진화하여 각 개별 문자를 획득하는데 어려움이 있게 된다.

### 3. 그림자가 있는 번호판의 이진화 방법

먼저 그림자가 있는 번호판의 이진화 방법을 알아보기 이전에 3.1절에서는 일반적인 이진화 방법에 대해서 알아본다. 그 후 그림자가 있는 번호판에서의 문자획득을 위한 이진화 방법으로 어떤 방법들이 있는지 알아본다. 3.2 절에서 다른 논문에서의 이진화 방법, 3.3 절에서는 블록 이진화 방법, 3.4 절에서는 라벨링을 이용한 이진화 방법, 3.5 절에서는 본 논문에서 제시한 그림자 선을 이용한 이진화 방법을 소개한다.

#### 3.1 일반적인 이진화 방법

영상을 디지털화하여 영상분석을 하기 위한 많은 방법들 중에서 이진화 방법은 물체와 배경을 분리한다든지, 일정한 농도 값 이상의 픽셀을 추출해 낸다든지, 영상의 전체적인 정보를 간략화하는 등 이미지 처리의 전처리 과정으로 사용되어진다.

본 논문에서는 차량 번호판의 배경에서 번호판의 문자를 획득하기 위한 방법으로 이진화 방법을 이용한다.

일반적인 이진화 방법은 전체 픽셀의 평균값을 임계값으로 이용하여 번호판 배경에서 문자를 획득할 수 있지만 배경과 문자의 명암 값이 확연히 구별되어지는 경우에만 사용할 수 있다[8]. 그리고 그림 11b의 하단 그림은 임계값을 달리하여 이진화를 적용한 예이다.

그림 10의 그림자가 없는 일반 번호판에서는 일반적인 이진화 방법을 이용하여 문자를 획득할 수 있고, 그림 11b의 그림자가 드리워진 신형 번호판 역시 문자와 배경사이의 명암값이 확연히 구분되어지기 때문에 문자를 획득할 수 있으나 그림 11a의 구형 번호판은 문자를 획득할 수가 없다. 그림자 속의 문자들은 명암값이 낮아지기 때문에 구형 번호판에 대하여 다른 이진화 방법들이 필요하다. 다음 절부터는 구형 번호판의 이진화 방법에 대하여 설명한다.



(그림 10) 기본적인 이진화 방법



(그림 11a) 기본적인 이진화 방법



(그림 11b) 기본적인 이진화 방법

### 3.2 타 논문에서의 그림자를 고려한 이진화 방법

타 논문에서는 자동차 번호판을 인식하는데 있

어서 모두 전면 번호판을 인식하였기 때문에 그림자라는 특수한 영향을 고려할 필요가 없었다. 그림자를 고려하여 이진화하는 방법이 소개된 예는 책을 스캔하여 문자 인식하는 과정에서 가운데 부분이 어둡게 스캔 되어진 부분을 그림자가 진 것처럼 판단하여 문자를 획득하는 경우이다[16]. 이 방법에서의 주된 알고리즘은 전체 Gray 명암값의 가장 큰 값( $V_{max}$ )을 구하고 각 라인별로 명암값이  $V_{max}$ 의 1/4 값보다 크거나 같아지기 시작하는 부분을 경계선으로 인식하여 이진화 하는 방법이다. 이 방법은 Gray 명암값이 차이가 많이 나는 문서와 같은 영상에 적합하지만 햇빛이나 다른 추가적인 영향으로 명암 값이 여러 가지 형태로 분포 되어지는 차량의 번호판의 경우는 그리 적합하지 않다. 이 방법을 사용한 이진화 결과는 아래와 같다.



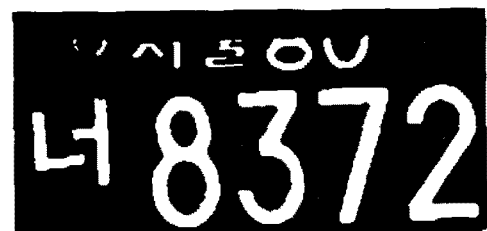
(그림 12) 타 논문 테스트 원 영상 (그림 13) 타 논문 그림자 경계선



(그림 14) 타 논문 이진화 결과 영상



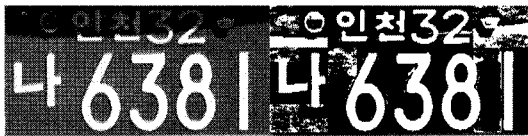
(그림 15) 타 논문 테스트 원 영상 (그림 16) 타 논문 그림자 경계선



(그림 17) 타 논문 이진화 결과 영상

### 3.3 블록 이진화 방법

블록 이진화 방법은 영상을 일정한 크기의 블록으로 나누고 임계 값을 다르게 적용하여 특정 부분의 적당한 임계 값(블록의 평균값)을 정해서 이진화 하는 방법이다[8]. 본 논문에서 일반적으로 사용하는 9\*9 로 분할한 결과와 차량의 번호판이 가로로 긴 영상이기 때문에 8\*4, 16\*8 로 분할하고 각 블록의 평균값을 이용하여 이진화 한다. 그림 18, 그림 19, 그림 20은 9\*9, 8\*4, 16\*8 로 각각 블록 이진화한 결과이다.



(그림 18) 9\*9 로 블록 이진화 영상



(그림 19) 8\*4 로 블록 이진화 영상



(그림 20) 16\*4로 블록 이진화 영상

위 그림에서 나타난 결과처럼 블록 이진화의 경우 특정한 영역 문자를 획득 할 수 있었지만 다른 바탕 영역 같은 경우 일반적인 이진화와 비슷하거나 결과가 더 안 좋았다.

### 3.4 라벨링을 이용한 이진화 방법

이미지 프로세싱에서의 라벨링 기법은 하나의 영상에서 배경과 물체를 분리하기 위해 사용하는 방법으로 영상에서의 비슷한 농도로 연결된 값들을 각각 찾아내고 덩어리로 만들어 배경과 물체를 구분한다[8].

여기서 라벨링을 이용한 이진화 방법은 앞서 설명한 라벨링 기법을 응용한 방법이고 그림자가 드리워진 영역의 배경과 드리워지지 않은 배경들은

각각 유사한 값을 가지게 된다. 서로 유사한 값을 가지는 영역들은 각각 바탕은 값을 0으로 만들고 문자는 255값으로 변화 후 이진화한 영상을 얻는다. 그림 21, 그림 22, 그림 23은 각각 원 번호판 영상, 그림자 안 바탕 영역의 값을 0으로 바꾼 영상, 그림자 바깥 영역의 값을 0으로 변화시킨 결과이고 그림 24, 25는 각각의 문자들의 값을 255로 바꾼 결과, 그림 26은 최종결과이다.



(그림 21) 라벨링 (그림 22) 그림자 안 테스트 원 번호판 영상 바탕 값 변경



(그림 23) 그림자 바깥 (그림 24) 그림자 바깥 바탕 값 변경 문자 값 변경



(그림 25) 그림자 안 문자 값 변경



(그림 26) 최종적으로 128 값으로 이진화한 결과 영상

라벨링을 응용한 방법으로 이진화한 영상은 이전의 이진화 방법보다 좋은 결과를 보여 주지만 라벨링을 하기위해 비슷한 영역의 값을 찾아 갈 때 먼저 기준이 되는 값을 알아내어야 한다. 그림자 안 바탕 영역의 비슷한 값을 찾아내는 과정이라면 어떤 값을 그림자 안 바탕 값으로 결정할 것인가, 그림자 바깥 바탕 영역의 비슷한 값을 찾아가기 위해서 어떤 값을 그림자 바깥 바탕의 영역

의 값으로 할 것인가, 값이 결정 되어도 비슷한 값으로 얼마만큼의 차이 값을 가질 것인가라는 문제점들이 있다. 본 논문에서는 그림 27과 같이 그림자가 진 번호판에서의 그림자가 가장 많이 진 영역과 그림자가 가장 지지않은 영역으로 그림자 안 바탕 영역과 그림자 바깥 바탕영역으로 결정하고, 그 영역의 바탕을 기준값으로 사용한다.

동일 라벨로 취급되는 값의 범위는 실험을 통하여, 그림자 진 바탕의 경우는 오차범위  $\pm 20$ 으로 하고, 그림자가 지지 않은 경우 배경이 밝아 값이 크기 때문에  $-20 \sim +50$  사이의 값으로 하였다.



(그림 27) 그림자 안 바탕 영역과 그림자 바깥 영역의 선택 값

비슷한 영역을 찾아가는 오차 범위와 그림자 안 바탕 영역과 그림자 바깥 바탕영역의 선택 값을 어떻게 결정 하느냐에 따라서 결과의 차이가 심하다. 다음 그림들은 라벨링을 응용한 방법의 좋지 않은 결과이다.



(그림 28) 비슷한 값의 영역을 찾아 가는 과정에서의 문제점



(그림 29) 그림자 바깥 바탕의 값이 잘못 선택된 경우

이와 같이 라벨링을 응용한 방법이 좋은 결과를 보일 때도 있지만 그렇지 않은 경우도 있었다.

### 3.5 그림자 선을 이용한 이진화 방법

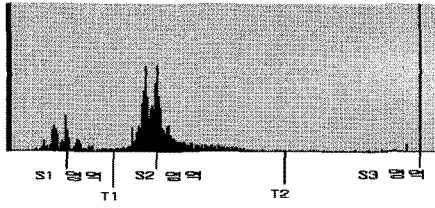
본 논문에서 마지막으로 소개 하는 방법은 그림자가 진 영역과 그림자가 지지 않은 영역을 구분하는 그림자 선을 이용하고 그림자가 진 영역과 그림자가 지지 않은 영역을 각각 이진화하고 이진화한 영상들을 합하여 최종 이진화 영상을 얻는 방법이다.

#### 3.5.1 그림자가 진 영역과 그림자가 지지 않은 영역 구분

그림자 영역 구분선을 찾아내기 위해서 그림자가 진 영역과 그림자가 지지 않은 영역으로 먼저 구분한다. 그림자가 있는 번호판의 히스토그램을 보면 크게 3부분으로 나누어진다. 명암 값이 가장 낮은 그림자가 진 영역의 바탕 영역(S1), 명암 값이 가장 높은 그림자가 지지 않은 영역의 문자 부분(S3), 그림자가 진 영역의 문자 부분과 그림자가 지지 않은 영역의 바탕 부분의 값이 히스토그램의 중간 값(S2)을 가지게 된다. 그림자가 진 번호판의 이미지를 S1 영역에 해당하는 픽셀들은 명암값을 0, S2 영역에 해당하는 픽셀들은 명암값을 128, S3에 영역에 해당하는 픽셀들은 명암값을 255로 각각 대치한다. 값을 대치하기 위해서 그림 31에 나오는 것처럼 T1 보다 작은 값은 0, T2 보다 큰 값은 255, T1과 T2 사이의 값은 128로 각각 대치한다. 여기서 T1 과 T2 는 각각 S1,S2,S3의 중간 값을 택한다. 그림 30은 원영상이고 그림 32이는 그림 31의 히스토그램을 이용하여 대치한 영상이다.



(그림 30) 그림자가 있는 번호판 원 영상



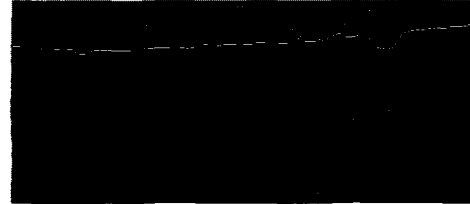
(그림 31) 히스토그램의 특징



(그림 32) 0,128,255 로 대치한 그림자 번호판 영상



(그림 33) 기본적인 그림자 선을 구하기 위한 ①, ②, ③ 방법



(그림 34) 위 방법으로 찾아진 기본 그림자 선

### 3.5.2 기본적인 그림자 선 검출

0, 128, 255 로 대치된 영상에서 기본적인 그림자 선을 먼저 검출 한다. 그림자 선은 각 수직 라인에 대해 밑에서부터 위로 탐색을 하고 다음 조건을 만족하는 점들을 그림자 선으로 간주 한다.

- ① 128에서 0으로 변하는 점을 그림자 선으로 간주 한다.
- ② 255에서 0이나 128로 변화하는 지점을 그림자 선으로 간주 한다.
- ③ ①과 ② 과정을 수행하는데 있어서 잡음에 대해서 처리하기 위해 그림자 선이라고 판단하기 위해 현재 선택된 점 주위에 일정이상의 검은 픽셀(0으로 대치된 값, 그림자가 진 영역 바탕)이 있을 경우만 그림자 선으로 간주 한다. 본 논문에서 일정 픽셀이라 함은 현재 선택된 주위 픽셀 중 그림자가 진 바탕 영역이 50픽셀 이상일 때를 의미 한다.

그림 33은 ①, ②, ③ 과정을 수행 하는 경우의 설명이다. 그리고 그림 34는 위의 과정을 통해서 찾아진 기본 그림자 선이다.

그림 34를 보면 위의 방법으로 기본적인 그림자 선을 찾아내어도 중간 중간 선들이 이어지지 않고 위로 올라가 있는 현상이 발생하여 기본 그림자 선을 바탕으로 좀 더 확실한 그림자 선을 찾아낼 필요가 있다.

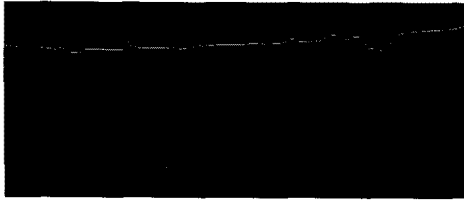
### 3.5.3 기본 그림자 선의 직선화

기본 그림자 선을 바탕으로 좀 더 강한 그림자 선을 얻기 위해서 기본선에서 위로 올라간 점들이나 아래로 내려간 점들을 바탕으로 직선화를 수행 한다. 선의 기울기가 갑자기 변화하는 시점을 찾아내어 양의 기울기를 가지는 지점과 음의 기울기를 가지는 지점을 찾아내어 두 점을 직선으로 연결하여 직선화를 한다. 본 논문에서는 기본선의 기울기가 6이상인 선을 선택하여 직선화 과정을 수행하여 그림자 선을 구하였다. 그림 35는 기울기가 6이상인 지점들을 표시한 것이고 그림 36은 최종적으로 얻어진 그림자 선이다.



(그림 35) 기울기가 6이상인 지점





(그림 36) 최종으로 얻어진 그림자 edge

### 3.5.4 그림자 영역 edge를 이용한 각 영역의 이진화

최종적으로 얻어진 그림자 edge를 이용하여 그림자 진 영역과 그림자가 지지않은 두 영역을 각각 이진화 하고 각 이진화된 두 영상을 합하여 하나의 이진화된 이미지를 얻는다. 그림 37, 그림 38, 그림 39는 각각 그림자가 진 영역을 이진화한 결과, 그림자가 지지 않은 영역을 이진화한 이미지, 두 영상을 합하여 최종적으로 얻어진 이진화 이미지이다.



(그림 37) 그림자가 진 영역의 이진화



(그림 38) 그림자가 지지 않은 영역의 이진화



(그림 39) 최종적으로 얻어진 이진화 이미지

## 4. 실험 및 실험결과 비교분석

앞서 3장에서 소개한 방법을 이용하여 그림자가 있는 번호판을 각 이진화하여 실험을 하였다. 그리고 실험 결과를 좀더 정확하게 비교하기 위한 방법을 제시하고 결과를 비교 분석하였다.

### 4.1 실험

그림 40 ~ 그림 42는 앞서 설명한 5가지 방법을 이용하여 이진화한 결과를 보여 준다



원 번호판 영상      일반적인 이진화 방법



타 논문의 이진화 방법      라벨링을 이용한 이진화 방법



그림자 선을 이용한 이진화 방법      블록 이진화 방법

(그림 40) 실험 결과 예제 1



원 번호판 영상      일반적인 이진화 방법



타 논문의 이진화 방법      라벨링을 이용한 이진화 방법



그림자 선을 이용한 블록 이진화 방법  
(그림 41) 실험 결과 예제 2



원 번호판 일반적인 이진화 방법



타 논문의 이진화 방법 라벨링을 이용한 이진화 방법



그림자 선을 이용한 블록 이진화 방법  
(그림 42) 실험 결과 예제 3

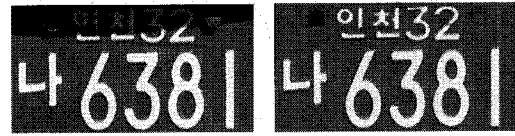
## 4.2 실험결과 비교 및 분석

앞서 보여진 실험 결과들을 보면 각 영상의 그림자가 진 환경에 따라 좋은 결과를 보인 방법도 있었고 전혀 문자획득을 할 수 없는 경우도 있었다. 4.2.1에서 제시한 에러율을 이용하여 실험을 하였을 때 블록 이진화 방법이 가장 안 좋은 성능을 보였으며 일반, 타논문, 라벨링 응용, 그림자 선을 이용한 이진화 방법들은 비교적 좋은 성능을 보였다. 그중 가장 좋은 성능은 그림자 선을 이용한 이진화방법이다.

### 4.2.1 성능 비교 방법

본 논문에서는 이진화 영상의 성능을 비교하기 위해서 그림자가 드리워진 영상을 사용자가 직접 포토샵 등의 이미지 프로그램을 이용하여 그림자를 제거하고 이진화한 영상과 비교하여 서로 간의 성능 비교를 하였다. 그림 43은 사용자가 직접

그림자를 제거한 영상이다.



(그림 43) 사용자가 그림자를 제거한 영상

사용자가 직접 제거한 영상을 일반 이진화 방법을 통하여 이진화를 하고 이진화 되어진 영상과 앞서 소개된 방법들의 이진화 영상들과 서로 비교하여 이진화 영상의 성능을 비교 하였다. 성능비교는 차후 설명할 이진화율을 사용하였다.

이진화율은 정확률, 잡음률 에러율을 이용하여 계산하는데, 그림자를 제거한 영상에서의 일반 이진화 영상에서 명암 값이 255일 때 즉 흰색인 부분과 앞서 소개한 방법들의 이진화 영상이 일치하는 확률을 '정확률'이라고 한다. 그리고 그림자를 제거한 영상의 일반 이진화 영상에서 명암 값이 0 일 때 즉 검은색 부분과 앞서 소개한 방법들의 이진화 영상의 값이 0이 아닌 값이 나올 때 '잡음률'이라고 한다. 그리고 그림자를 제거한 영상의 일반 이진화 영상에서 명암 값이 255일때 앞서 소개한 방법들의 이진화 영상의 명암 값이 255가 아닐 때를 '에러율'이라고 한다. 이 정의들을 그림으로 표시하면 그림 45와 같다.



(그림 44) 이진화 성능 비교를 위한 설명. 정확률, 에러율, 잡음률

그림에서 보는 바와 같이 그림자를 제거한 이진화 영상과 앞서 소개한 방법과의 비교 영상에서

명암 값이 255인 경우에 비교 영상에서도 있으면 정확률이 높아지고 명암 값이 255인 경우 비교 영상에서 그 명암 값이 없다면 에러율이 높아진다. 잡음률은 명암 값이 255가 나오지 않아야 할 곳에 나오는 경우에 높아진다. 이러한 값들을 이용하여 이진화율을 구할 수 있다.

$$\text{이진화율}(\%) = \text{정확률}(\%) - \text{에러율}(\%) - \text{잡음률}(\%)$$

#### 4.2.2 실험결과

앞서 구한 이진화율을 이용하여 각 이진화 방법에 대한 성능을 비교 하였다. 표1~3은 앞서 제시된 3개의 예제들을 실험한 결과들이다. 그리고 표 4는 총 실험의 평균 결과이다.

<표 1> 예제 1의 이진화 성능 비교

	정확률	에러율	잡음율	이진화율
일반 이진화	96.4746	0.6682	2.857143	92.949257
타 논문 이진화	97.004608	0.890239	2.105153	94.009216
블록 이진화	84.419774	0.111018	15.469208	68.839548
라벨링 응용 이진화	96.889401	0.944700	2.165899	93.778802
그림자 선 이진화	96.625471	1.158358	2.216171	93.250942

<표 2> 예제2의 이진화 성능 비교

	정확률	에러율	잡음율	이진화율
일반 이진화	97.451969	1.092013	1.456018	94.903938
타 논문 이진화	97.568278	0.635392	1.796330	95.136556
블록 이진화	82.727018	0.262772	17.010209	65.454037
라벨링 응용 이진화	97.205350	2.377875	0.416774	94.410701
그림자 선 이진화	97.184888	0.594469	2.220643	94.369776

<표 3> 예제3의 이진화 성능 비교

	정확률	에러율	잡음율	이진화율
일반 이진화	94.863320	4.460232	0.676448	89.724640
타 논문 이진화	95.680309	3.448649	0.871042	91.360928
블록 이진화	82.120463	1.115830	16.763707	62.240927
라벨링 응용 이진화	95.606950	1.566795	2.826255	91.213900
그림자 선 이진화	97.000772	2.067181	0.932046	94.001544

<표 4> 총 20장의 실험의 평균 결과

실험 종류	이진화율
일반 이진화	91.405361
타 논문 이진화	91.459294
블록 이진화	67.236207
라벨링 응용 이진화	91.165128
그림자 선 이진화	92.347297

실험 결과를 보면 그림자 선을 이용한 방법이 가장 좋은 성능을 보였다. 수치상으로 결과 값을 보면 1~2% 정도 차이이지만 번호판에서 문자 몇 픽셀 획득 하지 못하는 것으로 문자 인식이 불가능 할 수도 있기 때문에 조금이라도 이진화율이 높다는 것은 그만큼 문자 인식하는데 있어서 좋은 결과를 얻을 수 있다.

#### 5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 실제 주행중인 차량의 뒷 번호판을 인식하는 시스템에 있어서 뒷 번호판이라는 점에 의해 발생하는 그림자 문제를 해결하기 위한 방법들을 살펴보았다. 실험결과, 5가지의 방법 중에서 그림자 선을 이용한 방법이 가장 좋은 이진화 성능을 보였다. 실험 분석 결과, 그림자가 어슴푸레 드리워져 있는 경우 본 제안 방법이 그림자 선을 찾아내긴 하지만 그림자가 드리워진 영역 내에서 이진화 하는 과정에서 올바르게 이진화 하지 못하

는 문제점을 파악하였다.

추후 그림자 선을 찾는 알고리즘도 더 보완해야 하고 그림자를 제거 하는 새로운 알고리즘에 대한 연구도 필요하다.

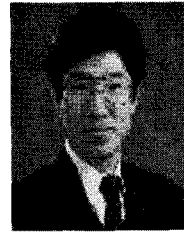
### 참 고 문 헌

- [1] [http://www.korea.co.kr/product\\_its1.html](http://www.korea.co.kr/product_its1.html)  
(건아정보기술)
- [2] N. A. Khan et. al., "A License Plate Recognition System," Proc. Intl. Conf. On Applications of Digital Image Processing XXI, pp.14-24, 1998.
- [3] J. R. Cowell, "Syntatic Pattern Recognizer for Vehicle License Plates," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.4, No.4, pp.790-799, 1995.
- [4] H. A. Hrgt, et. al., "A High Performance License Plate Recognition System," Proc. *IEEE Intl. Conf. on System, Man and Cybernetics*, Vol.5, pp.4357-4362, 1998.
- [5] 김병기, "명암변화와 칼라정보를 이용한 차량 번호판 인식," *한국정보처리 학회 논문지 A*, VOL. 06, No. 12, pp.3683-3693, 1999. 12.
- [6] 김숙, 조형기, "명암 백터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘," *정보과학회논문지(B)*, 제 25권 제 4호, pp.676-684, 1998.
- [7] M. R. Fairchild, *Color Appearance Model*, Wesley, 1998.
- [8] Fafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1993.
- [9] 이병모, 차의영, "HSI 컬러 정보와 레이블링을 통한 차량 번호판 추출," *정보과학회 2001년 추계학술대회*, Vol.28, No.02, pp.0442-0444, 2001. 10.
- [10] 이화진, 박형철, 전병환, "HSI 와 YIQ의 복합 색상정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출," *한국정보처리 학회 논문지 A*, Vol.07, NO.12, pp.3995-4003, 2000. 12.
- [11] D.H. Ballard, *Computer Vision*, Prentice-Hall, Inc. pp-76-79, 1991.
- [12] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착," *한국정보과학회 논문지*, 제 21권 제 6호, pp.1149-1159, 1994.
- [13] M.Yu, Y.D.Kim, "An Approach to Korean License Plate Recognition Based on Vertical edge Matching," *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol.4, 2000. 10.
- [14] 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량 번호판 문자 인식," *한국정보과학회, '97 가을 학술 발표 논문집(2)*, pp.455-458, 1997, 10.
- [15] 박창석, 김병만, 서병훈, 김중우 이광호, "이동 차량에서의 실시간 자동차 번호판 인식," *한국산업정보학회 논문지*, 제9권, 제2호, PP. 32~43, 2004.
- [16] Zheng Zhang, Chew Lim Tan, "RESTORATION OF IMAGES SCANNED FROM THICK BOUND DOCUMENTS", *Image Processing, 2001. Proceedings. 2001 International Conference*, vol.1, 1074-1077, 2001.



서 병 훈 (Byung Hoon Seo)

- 2003년 : 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 (공학사)
- 2005년 : 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 (공학석사)
- 2005년 ~ 현재 : MMC테크 근무
- 관심분야 : 패턴인식, 인공지능



신 윤 식 (Yoon Sik Shin)

- 1982년 : 경북대학교 (공학사)
- 1985년 : 한국과학기술원 전산학과 (공학석사)
- 1988년~현재 : 금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수
- 관심분야 : 소프트웨어공학



김 병 만 (Byeong Man Kim)

- 1987년 : 서울대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1989년 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1992년 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 1992~현재: 금오공과대학교 교수
- 1998년~1999년 : 미국 UC, Irvine 대학 방문교수
- 2005년~2006년 : 미국 콜로라도 주립대학 연구교수
- 관심분야 : 인공지능, 정보검색, 정보보안



문 창 배 (Chang Bae Moon)

- 2007년 : 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 (공학사)
- 2007년~현재 : 금오공과대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학과 석사과정
- 관심분야 : 패턴인식, 영상처리