

# 중국 자동차 번호판 인식

안 영 준<sup>\*</sup> · 위 규 범<sup>\*\*</sup> · 홍 만 표<sup>\*\*</sup>

## 요 약

도난 차량 추적과 주차 관리 시스템 및 과속 차량 탐지 등에 광범위하게 사용되는 차량 번호판 인식 시스템을 구현하였다. 인식 시스템은 번호판을 추출하는 부분과 추출된 번호판을 인식하는 단계로 나누어진다. 번호판 추출 단계에서는 영상의 기울기를 측정하기 위해 수평 성분만을 추출하는 필터를 사용하여 차장과 번호판을 포함한 차량 전면부의 수평 성분만을 검출한 후 이것의 기울기를 측정하는 방법으로 번호판의 기울기를 구한다.

세그먼트 추출 과정에서는 진경화소 또는 배경화소가 연속하여 나타나는 블록의 개수의 변화를 감지하여 각 문자 또는 숫자를 추출한다. 각 문자 또는 숫자의 인식 단계에서는 잡음의 영향을 덜 받으며 높은 정확도를 보이는 비교템플릿 방법을 제안한다. 기존의 원형정합 방법과 히스토그램 방법과의 비교 실험을 통하여 제안한 방법의 인식 성능이 우수함을 보인다.

키워드 : 자동차 번호판, 번호판 인식

## Recognition of Chinese Automobile License Plates

Youngjoon Ahn<sup>\*</sup> · Kyubum Wee<sup>\*\*</sup> · Manpyo Hong<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

We implement automobile license plates recognition system. These days automobile license plate recognition systems are widely used for tracing stolen cars, managing parking facilities, ticketing speeding cars, and so on. Recognition systems largely consist of three parts: plates extraction, segments extraction, and segment recognition. For plates extraction, we measure the degree of inclination of a plate. We use filters that extract only the horizontal components of the front of an automobile to measure the degree of inclination. For segments extraction, we trace the change of the number of blocks that consist solely of foreground pixels or background pixels as the horizontal scanning line moves along upward. For recognition of each individual letter or digit, we devise a variant of template matching method, called comparative template matching. Through experiments we show that comparative template matching is less prone to be misled by noises and exhibits higher performance compared to the traditional methods of template matching or histogram-based recognition.

Key Words : Automobile License Plates, License Plates Recognition

### 1. 서 론

차량의 대중화에 따라 이를 효과적으로 관리할 수 있는 차량정보시스템의 필요성이 크게 대두 되었고 그 과제 중의 하나인 자동화된 차량 번호판 인식에 관한 많은 연구들이 국내외에서 이루어져 왔다.

차량 번호판 인식은 (그림 1) 에서 볼 수 있듯이 크게 번호판 추출과 추출된 번호판의 인식으로 구성된다. 번호판 인식 과정에 있어서 가장 중요하게 고려해야 할 사항은 촬영된 영상에서 빠르고 안정적으로 번호판을 추출하는 동시에 해당 번호판을 실시간에 인식해야 한다는 점이다. 그러

나 실제 도로상에서 촬영된 CCTV 영상은 촬영 장소와 시간 및 방향에 따라 그 밝기와 색상이 달라지며 날씨에도 영향을 많이 받아 잡음이 생긴다. 또한 각도까지 고려하여 효과적으로 번호판을 추출하고 인식하는 것은 더욱 어렵다.

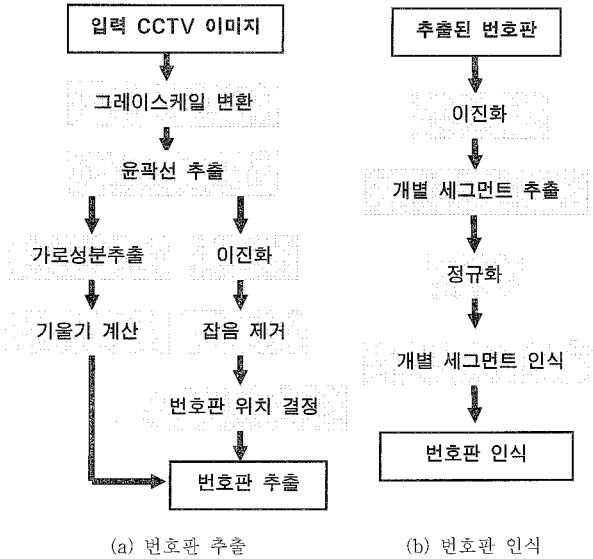
영상의 기울기를 보정하기 위한 기존의 연구에서는 주로 허프 변환에 의한 방법을 사용한다. 그러나 이 방법은 방대한 계산량에 의해 시간이 많이 걸리며 큰 저장 공간이 필요하다. 이를 개선하기 위해 제안된 시스템에서는 차량 영상의 가로 경계 성분만을 추출한 후 이들 가로선의 기울기로 번호판이 어느 방향으로 얼마만큼 기울어져 있는지를 추정한다[1].

번호판 인식을 위한 방법은 원형정합방법[2,3], 히스토그램 분석법[4], 구문론적인 분석방법[5]과 신경망을 이용한 방

\* 정 회 원 : 국방과학연구소 연구원

\*\* 중 심 회 원 : 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 교수

논문접수 : 2006년 10월 13일, 심사완료 : 2007년 1월 16일



(그림 1) 차량 번호판 인식 시스템 전체 구성도

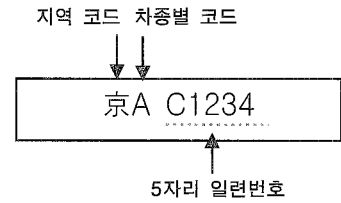
법[6,7,8] 등이 있다. 이 중 가장 높은 인식율을 보이는 신경망 방법은 주어진 패턴이 충분한 정보를 포함하지 못하거나 잘못 선택된 특징을 사용할 경우 인식율 저하를 가져온다. 또한 오류 역전파 알고리즘의 경우 지역 최소화에 빠질 가능성이 있으며, ART1의 경우 구조가 복잡하고 패턴 수가 증가함에 따라 많은 양의 기억장소가 요구된다[9,10]. 이에 반해 초기에 사용된 원형정합 방법은 패턴의 표준을 미리 정의한 다음 문자 세그먼트를 표준패턴과 비교하여 어느 패턴과 가장 잘 정합하는지를 찾아내는 방법이다. 이 방법은 간단하기 때문에 구현하기 쉽고 빠르다는 장점이 있지만 세그먼트의 잡음에 영향을 많이 받는다.

본 논문에서는 위와 같은 문제점을 고려하여 CCTV에서 촬영된 중국 자동차 번호판을 대상으로 잡음에 강하면서도 빠른 인식 방법을 제안한다. 이 방법은 잡음의 영향을 최소로 줄이기 위해 가로선의 특징을 나타내는 run length를 이용하여 문자 세그먼트를 추출한 후, 표준 패턴간의 차이를 통해 만든 비교 템플릿을 사용해 인식을 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 중국번호판의 구성에 대해 설명한다. 제 3장에서는 기본적인 전처리 과정으로서 그레이스케일 변환, 윤곽선 추출 및 이진화에 대해서 설명한다. 제 4장에서는 촬영된 영상 내의 번호판 추출에 대해 기술하고 제 5장과 제 6장에서는 제안된 인식 방법을 설명하고 기존에 사용되는 원형정합 및 히스토그램 방법과 비교한다. 제 7장에서 결론을 기술한다.

## 2. 중국 차량 번호판 규격

인식 대상인 중국 번호판은 아래 (그림 2)와 같이 1단으로 구성되며 첫 번째와 두 번째 자리에는 지역코드와 차종별 코드가 나오며, 그 뒤에 영문자를 포함한 다섯 자리 일련번호가 온다[11].



(그림 2) 중국 번호판 규격



(그림 3) 중국 차량 번호판의 예

지역코드는 지역구와 대도시의 약칭을 나타내는 34 개의 한자로 표현된다. 차종별 코드는 알파벳 'I'를 제외한 영문자로서 각 지역마다 특정한 문자가 할당된다. 일련 번호는 영문자와 숫자가 나올 수 있으며 숫자 뒤에는 항상 숫자만 뒤따라 온다는 규칙이 있다. 즉, 영문자가 일련번호에 있을 경우 앞 부분에만 연속적으로 나타난다.

중국 번호판의 너비와 높이의 비는 3:1 이고, 한 문자의 너비와 높이의 비는 한국 번호판과 같이 1:2 이다. 또한 군용 차량과 특수 차량을 제외한 모든 일반 차량은 차종의 종류에 따라서 자가용과 영업용으로 나누어진다. 이들 번호판의 색상은 자가용은 파랑 바탕에 흰 글씨이며, 영업용은 노랑 바탕에 군청색 글씨이다.

## 3. 전처리 과정

### 3.1 그레이스케일 변환

입력으로 받는 CCTV영상은 컬러 이미지이다. 이를 윤곽선 추출 및 명암 히스토그램과 같은 영상처리를 위해 그레이스케일 이미지로 변환한다. 한 화소의 RGB 값에 대해 Red 성분을 30%, Green 성분을 59%, 그리고 Blue 성분을 11%씩 반영하여 색상 정보가 제거된 흑백 화소로 대체하는 방식을 사용한다[12].

### 3.2 윤곽선 추출

번호판의 위치와 기울기 및 문자 영역의 경계를 알기 위해 필요한 정보는 차량의 색상과 크기가 아닌 윤곽선이다. 윤곽선은 색상이 급격히 변화하는 경계 부분으로 명도 값의 차가 많이 난다는 점을 이용해 해당 화소 주위의 명도값과 미분을 구하는 방식으로 윤곽선을 추출할 수 있다. 이를 위해 보통 아래 표1과 같이 주위 8개 화소의 차이를 구하는 3 x 3 마스크가 사용된다.

즉, 이미지의 모든 화소에 대해 기준 화소를 중심으로 마스크를 적용하여 주위 화소들과의 차분을 구한 후 그 결과를 새로운 화소값으로 대체한다. 이 마스크 값에 따라 여러

<표 1> 윤곽 추출을 위한 소벨 연산자

1	2	1	1	0	-1
0	0	0	2	0	-2
-1	-2	-1	1	0	-1

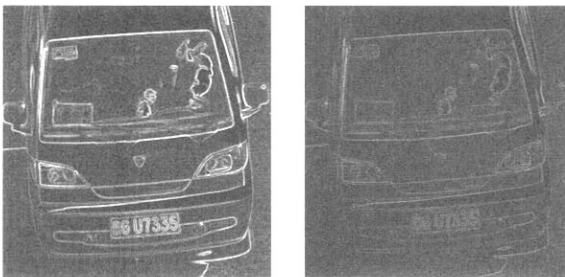
x 축 연산자

y 축 연산자



(a) 그레이스케일 이미지

(b) 소벨 연산자 적용



(c) 프레윗 연산자 적용

(d) 로버트 연산자 적용

(그림 4) 윤곽선 추출 마스크 적용 결과

이름이 붙여져 있는데 대표적인 윤곽선 추출 연산자인 소벨, 프레윗, 로버트를 사용한 결과는 (그림 4)와 같다.

소벨은 프레윗에 비해 경계 부분을 더 잘 표현해 내는 것을 알 수 있다. 이는 연산자의 중간값이 2배 높기 때문에 나타나는 현상으로서 이에 비례하여 잡음의 윤곽도 더 많이 강조됨을 볼 수 있다. 로버트 연산자는 잡음에 강하며 대각선 방향의 경계를 잘 추출해 낼 수 있지만 다른 방식에 비해 윤곽선이 흐리다. 본 시스템에서는 윤곽 추출을 위해 소벨 연산자를 사용한다.

### 3.3 이진화

이진화는 입력 영상을 0(배경 화소) 또는 1(전경 화소)인 이진 영상으로 변환하는 것으로 임계값을 기준으로 배경과 문자를 구분하게 된다. 따라서 적절한 임계치의 설정이 이진화의 결과를 좌우하게 된다. 임계치 T 값을 구하는 방법에 따라서 다음과 같은 이진화 방법이 있다[12].

- p-tile 법
- 퍼지 집합을 이용한 이진화
- 최소 에러법
- 에지 픽셀을 이용한 이진화
- 반복 이진화
- 지역 이진화
- 이동 평균을 이용한 이진화

<표2> 다양한 이진화 방법 적용 결과

	사가용 번호판	영업용 번호판
CCTV 영상		
(a) p-tile (p=30)		
(b) 퍼지 집합		
(c) 최소 에러법		
(d) 에지 픽셀		
(e) 반복 이진화		
(f) 지역 이진화		
(g) 이동 평균		

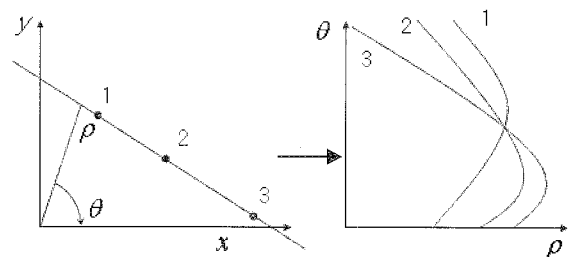
이 중 p-tile 방법은 이미지에서 히스토그램을 구한 후 이 히스토그램의 상위 혹은 하위 p% 되는 값을 임계값으로 이진화하는 방식이다. 도면이나 문서 영상에서 문자 부분이 점유하고 있는 면적 비율을 어느 정도 추정할 수 있을 때 이용할 수 있는 방법으로서 속도가 빠르기 때문에 본 시스템에선 이 방법을 사용한다.

## 4. 번호판 추출

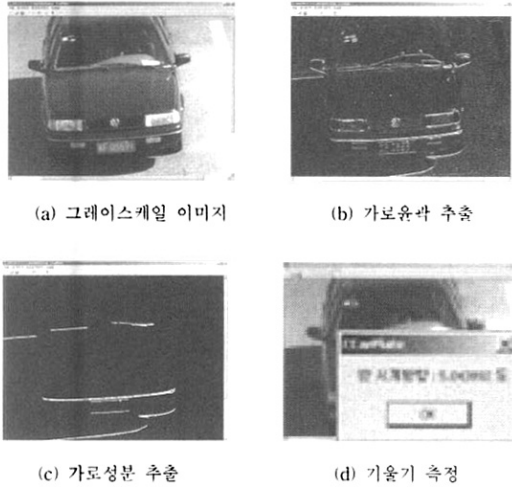
제안된 시스템의 번호판 추출 과정은 (그림 1)의 (a)와 같이 크게 두 부분으로 이루어진다. 하나는 번호판의 기울기를 측정하는 것이고, 다른 하나는 실제 번호판 영역을 추출하는 것이다.

### 4.1 영상의 기울기 측정

번호판의 기울어짐을 보정하는 것은 정확한 세그먼테이션을 위해 선행되어야 하는 작업이다. 실제 입력 영상은 CCTV 카메라의 각도나 차량이 향하는 방향에 따라 번호판이 약간 기울어져 있는 경우가 많이 있다. 기울기를 구하는 기존의 방법으로는 작은 각도의 회전을 반복하면서 수평 라인이 최대가 되는 지점을 찾는 방법과 허프 변환을 통한 방법을 두 가지가 있다. 이 중 허프 변환을 이용한 방법은 차량 영상의 모든 좌표를  $x-y$  평면에서 기울기( $\theta$ )와 원점으로부터의 거리( $\rho$ )로 표현되는  $\rho-\theta$  평면으로 변환하여 기울기를 구한다[1].



(그림 5) 허프 변환



(그림 6) 영상의 기울기 측정

그러나 이 두 방법 모두 모든 각도(0°~180°)에 대한 계산량 때문에 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 본 논문에서는 잡음에 강하면서도 빠르게 기울기를 알아내기 위해 영상의 가로선만을 추출하는 필터를 사용하여 그 기울기를 측정하였다.

소벨 연산자의 x-축 마스크를 사용하면 영상의 가로선만을 강조할 수 있다. 이후 반복 이진화를 수행하여 강조된 가로선만을 전경으로 추출한다. 구하고자 하는 것은 번호판의 기울기이기 때문에 사전 지식을 이용해 번호판의 너비보다 작은 가로 방향의 길이를 가진 라인은 잡음으로 간주한 후, 남은 라인의 평균 기울기를 번호판의 기울어진 정도로 추정한다.

#### 4.2 번호판 추출

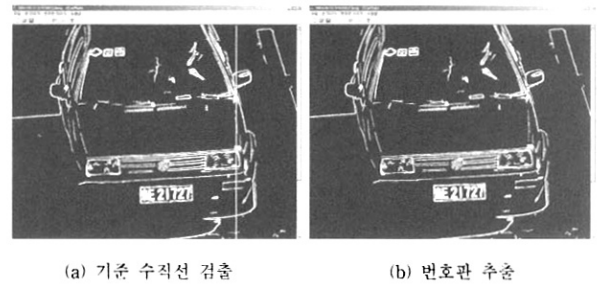
소벨 연산자를 사용해 차량과 번호판의 윤곽을 찾은 후 이진화를 수행한다. 이렇게 변환된 영상에서 수직선의 투영을 구해 오차 허용치 내에서 그 값이 최대인 위치를 찾으면, 그 위치는 차량의 왼쪽 혹은 오른쪽 경계가 된다. 찾은 수직선을 기준선으로 하여 오차 이내의 밀도를 비교하면 번호판이 기준선을 중심으로 왼쪽 혹은 오른쪽에 있는지 판단할 수 있다. 번호판이 있는 방향을 판정한 후에 아래와 같은 방법으로 가로선 당 변화도를 구한다.

$$P_x = \sum_{x=a}^b |b(x,y) - b(x+1,y)|$$

( $b(x,y)$ 는  $x,y$  좌표의 이진값)

이렇게 구한 변화도 중 평균 변화 값 이상인 동시에 한 부분에 모여있는 가로선 부분만을 찾는다. 마지막으로 다시 세부적으로 번호판의 세로선을 찾으면 번호판을 추출할 수 있다. 위 과정을 간략히 요약하면 다음과 같다.

1. 그레이스케일 영상에서 소벨 연산자를 이용해 경계선을 추출한다.



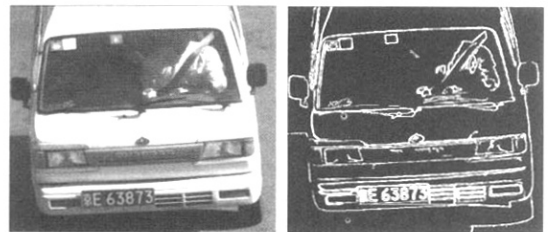
(그림 7) 번호판 추출

2. 반복 이진화 방법으로 영상을 이진화 한다.
3. 작은 잡음을 제거한다.
4. 수직 투영을 조사하여 차량의 좌우 영역을 검출한다.
5. 검출된 범위 안에서 이미지의 변화가 심한 두 가로선을 검출한다.
6. 세부적으로 번호판을 검출한다.

위와 같은 방법으로 200개의 CCTV영상에 대해 196개의 번호판을 추출하여 98%의 정확도를 나타내었다.

#### 4.3 잘못 추출된 번호판

제안된 방법으로 대부분의 영상에서 번호판을 효과적으로 추출할 수 있었다. 그러나 (그림 8)의 경우와 같이 차량의 전면부 하단에 번호판 외에 잡음이 많이 들어가는 경우 잡음과 번호판을 구분하기 어려웠다.



(그림 8) 번호판이 잘못 추출된 예

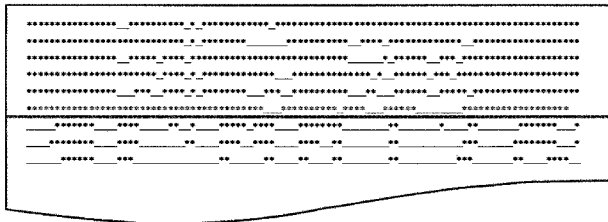
### 5. 번호판 인식

차량 번호판을 추출하고 기울기를 보정한 후 개별 문자 세그먼트를 찾고 인식을 하는 단계가 남았다. 먼저 7 개의 개별 세그먼트를 사전 정보를 충분히 이용해 검출한다. 검출된 세그먼트는 잡음과 이진화의 영향으로 크기가 다를 수 있다. 이들 세그먼트를 인식에 사용될 표준 패턴과 크기가 같도록 정규화를 수행한다. 이렇게 크기를 맞춘 세그먼트를 비교 템플릿법의 인식 방법을 사용하여 인식을 한다.

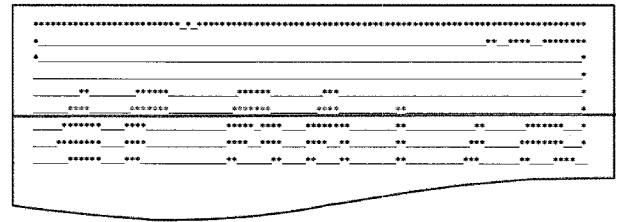
#### 5.1 세그먼트 추출

##### 5.1.1 가로 경계 구하기

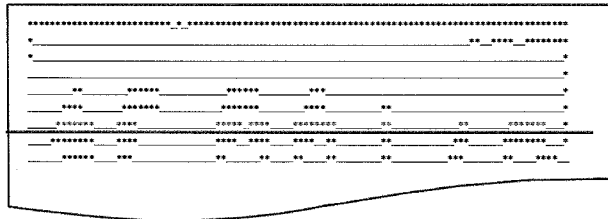
취득한 번호판 영상의 이진화 과정을 거친 후 인식을 위해 개별 문자별로 세그먼트를 추출한다. 중국 번호판의 경



(그림 9) 제한조건 A에 의한 top 라인 찾기



(그림 11) 전경 Run의 개수 5



(그림 10) 전경 run의 개수 7

우 (그림 2)와 같이 총 7개의 세그먼트가 일렬로 나열돼 있기 때문에 이 정보를 이용해 수평 라인 당 run length 만을 고려하여 가로 성분을 추출할 수 있다. Top line을 추출하는 과정은 다음과 같다.

1. 번호판 높이의 상위 20%의 위치에서 시작하여 위로 한 라인씩 올라가면서 가로로 스캐닝을 한다.
2. 한 라인의 연속되는 전경 화소 및 배경 화소의 길이를 각각의 run 이라고 부를 때, 다음과 같은 경우가 발생하는 경우에 멈춘다.
  - A. 연속된 전경 화소의 길이가 전체 번호판 너비의 30% 이상인 run 이 있을 때
  - B. 연속된 배경 화소의 길이가 전체 번호판 너비의 50% 이상인 run 이 있을 때
  - C. 연속되는 전경 run의 수가 6 개 이하일 경우

위와 같은 방법으로 잡음의 영향을 최소한으로 줄이면서도 효과적으로 세그먼트의 가로 성분을 찾아 낼 수 있다.

(그림 9) 는 A의 경우를 설명하고 있다.

번호판에 잡음이 많이 포함된 경우에도 세그먼트 사이엔 배경 화소가 존재 한다. 위의 그림9와 같이 잡음 혹은 다른 차량의 불빛 때문에 세그먼트 윗 부분까지 세그먼트에 묻혀도 전경 화소의 길이가 번호판 너비의 30% 이상 될수 없으므로 스캐닝을 멈춘다. 역시 같은 방식으로 물리적으로 훼손된 번호판이거나 세그먼트의 top 라인 또는 bottom 라인이 번호판의 경계에 붙어 있을 때에도 효과적으로 가로 경계 라인을 검출 할 수 있다.

스캐닝 라인이 문자들이 있는 부분을 벗어나서 배경 화소 run 이 번호판 전체 너비의 50% 이상이 되면 조건 B에 의하여 top line으로 판정한다.

(그림 10)은 조건 C를 설명하고 있다.

(그림 10)에서 현재 스캔 라인에서 연속되는 전경 run의

개수는 7개 이다. 선분의 조건으로 최소 길이를 2로 설정했기 때문에 위 그림에서 3번째 run에 있는 배경 화소는 배경 run이 되지 않는다.

이제 바로 위에 있는 라인을 검색하면 연속된 전경 run의 개수가 5개로 줄어 들었다 (그림 11). 제한 조건에 의해 스캐닝을 멈추고 이 위치를 top으로 정한다.

같은 방식으로 제한 조건에 의해 bottom 라인을 구할 수 있다.

### 5.1.2 세로 경계 구하기

중국 번호판은 7 개 세그먼트가 가로로 나열돼 있어 세그먼트 사이의 배경 성분에 의해 수평 성분을 정확하게 찾아 낼 수 있지만 수직 성분은 조금 다른 방법을 사용해야 한다.

실제 번호판 영상에서 한 세그먼트의 너비와 높이의 비는 1:1.8~1:2 범위 안에 있다는 사실을 이용하여 각 세그먼트의 너비를 추정할 수 있다. 그 후 번호판 너비의 30% 되는 위치를 기준으로 하여, 왼쪽에는 한자와 영문자가 오른쪽에는 5 개의 영문 혹은 숫자가 있게 된다. 세로 경계를 추출하기 위해 투영법(projection)을 사용하여 각 세로 라인을 추출한다.

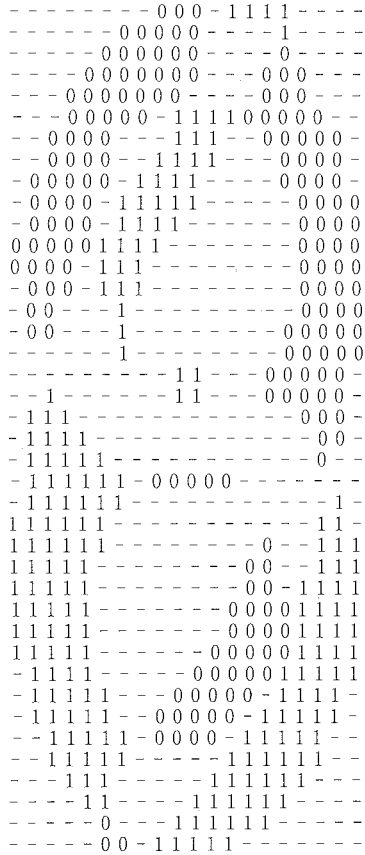
원형정합법과 마찬가지로 비교 템플릿을 이용한 방법도 표준패턴과 화소 당 매칭을 하는 것이기 때문에 세그먼트의 추출이 정밀하게 수행되어야 한다. 그러나 실제 이진화된 영상에서는 잡음과 훼손에 의해 세그먼트 경계가 몇 픽셀 정도 차이가 생기는데, 이 차이가 너무 크지 않도록 재조정을 한다. 이 때에도 번호판의 크기에 따라 오차 범위를 벗어나지 않도록 최대 3~5 픽셀 정도만 다시 조절한다. 최종적으로 추출된 영상은 (그림 12)와 같다.



(그림 12) 세그먼트 추출

### 5.2 세그먼트 인식

세그먼트를 추출한 후에는 세그먼트를 미리 정의한 표준 패턴과 크기가 같도록 정규화를 수행한다. 그리고 사전 지식을 이용해 세그먼트의 위치에 따른 후보해를 미리 선택한 후 이 후보들 중에서 세그먼트와 가장 가까운 후보를 인식의 결과로 표시한다.



(그림 13) 표준 패턴 6과 9의 비교 템플렛

중국 차량 번호판의 경우 7개의 세그먼트가 나오는데 여기에 다음과 같은 규칙이 있다.

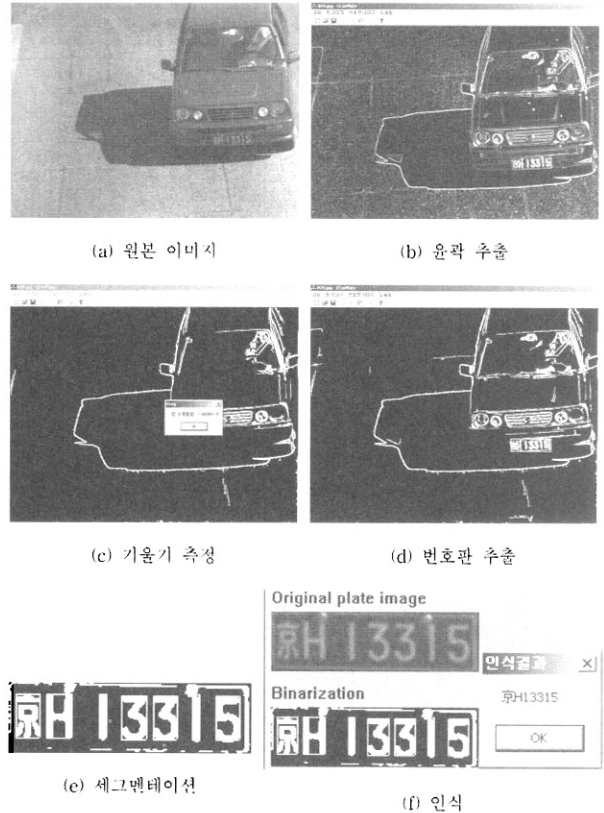
- 1) 첫 번째 세그먼트는 항상 한자이다.
- 2) 두 번째 세그먼트는 항상 영문자이다.
- 3) 일련번호 부분에서 숫자 세그먼트 이후에는 계속해서 숫자 만 나온다.

인식 단계에서 계산량을 줄이고 정확도를 높이기 위해 위의 규칙을 이용하여 후보의 범위를 축소한다. 예를 들면, 한자 세그먼트에선 영문자와 숫자는 후보가 될 수 없기 때문에 위치에 따라 후보의 범위를 제한할 수 있다.

본 논문에서는 인식률의 비교 실험을 위해 기존에 사용되던 원형정합법, 히스토그램법과 새롭게 제안하는 비교 템플렛법과의 비교 실험을 통해 제안된 방법이 잡음에 강하면서 효과적으로 인식할 수 있음을 보인다.

비교 템플렛을 이용한 인식 방법은 표준패턴 후보들을 두 개씩 짝을 지어 두 후보 중에 세그먼트와 유사하지 않은 후보를 삭제하는 과정을 거쳐 최후의 하나가 남을 때까지 경쟁하는 방식이다.

선택된 두 후보의 표준패턴 사이에 차이가 나는 화소 만으로 비교 템플렛을 만든다. 예를 들어 (그림 13)과 같이 후보 문자 6과 9의 비교 템플렛을 만들 경우에 6의 전경화소이며 동시에 9의 배경화소는 "1"로 설정한다. 또한 6의 배경



(그림 14) 번호판 인식의 전체 과정

화소이며 동시에 9의 전경화소는 "0"으로 설정한다. 그리고 "-"는 6과 9에 공통인 화소성분을 나타낸다.

이제 이 비교 템플렛과 세그먼트를 비교한다. 비교 템플렛의 화소 당 세그먼트와의 유사도를 계산하여 두 표준 패턴중 어느 패턴이 세그먼트와 비슷한지를 판단하여 비슷하지 않은 후보를 삭제한다. 유사도를 계산하는 방식은 다음과 같다. 비교 템플렛의 해당 화소 값이 '-' 이면 이 값은 두 후보 모두 같은 성분이기 때문에 계산하지 않고 다음 화소로 넘어간다. '0' 이나 '1'을 만났을 경우 세그먼트의 해당 화소 값이 전경화소인지 배경화소인지를 판단하여 두 후보 중 같은 성분을 가진 후보에게 점수를 부여한다. 비교 템플렛의 각 화소에 대하여 위와 같은 과정을 반복하여 두 후보에 점수를 부여한다. 두 후보 중 합계 점수가 낮은 후보를 삭제한다. 표준패턴들을 같은 방식으로 하나씩 제거하여 마지막에 남은 하나의 패턴을 인식의 결과로 선정한다.

이 방법을 사용하면 한번 비교를 할 때마다 하나의 후보가 사라지기 때문에 비교 횟수는 원형정합 방법과 같다. 그러나 이 방법은 세그먼트에 존재하는 잡음이 표준패턴과의 유사도 판정에 영향을 많이 주지 않기 때문에 원형정합 방법보다 정확한 인식 결과를 보인다. 선택된 두 개의 패턴에 공통된 화소는 세그먼트의 해당 화소와 아예 비교를 하지 않게 되므로, 세그먼트에 존재하는 잡음의 영향을 줄일 수 있다.

(그림 14)는 번호판 인식의 전 과정을 순서대로 보여준다.

### 6. 실험 및 고찰

CCTV 영상에서 추출한 총 200개의 중국 번호판을 입력으로 하여 원형정합법, 히스토그램법, 비교템플릿법을 사용하여 실험하였다. 입력 영상의 크기는 1028 x 960 이다. 영상은 약간 흐릿하긴 하지만 그림자가 거의 없고 비교적 깨끗하기 때문에 이진화 방법으로 가장 빠른 p-tile 방법을 사용하여 그레이 히스토그램의 상위 30%만 이진화하였다[12]. 번호판이 영영용일 경우 하위 30%를 이진화한 후 전경화소와 배경화소를 서로 바꾸어 차량 종류에 상관없이 문자의 획 부분이 전경화소가 되도록 하였다. 이 영상의 인식 결과를 비교해 보면 <표 3>과 같다.

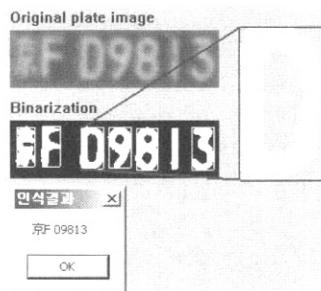
히스토그램법으로는 한자를 거의 인식하지 못 한다. 한자들 간에는 숫자와 영문자처럼 히스토그램의 차이가 명확하지 않기 때문이다.

비교 템플릿을 통한 인식을 원형정합 방법과 비교하면 하나의 세그먼트에 대해 표준패턴과 비교 횟수는 동일 하면서도 96.50% 라는 비교적 높은 인식 결과를 보인다. 이는 비교 템플릿을 통해 두 표준 패턴의 차이점만을 고려하여 인식하기 때문이다. 특히 한자 세그먼트와 잡음이 많은 세그먼트의 인식에서 비교템플릿 방법이 원형정합법 보다 우수하였다.

제안된 방법을 통해 인식 하지 못하는 번호판을 살펴보면 (그림 15)와 같이 'D'를 'O'으로 잘못 인식하거나 'O'을 'Q'로 잘못 판단하는 경우가 있다. 서로 비슷한 표준 패턴 사이에 만들어진 비교 템플릿으로는 두 패턴의 차이를 명확히 할 수 있는 부분이 너무 적어 잡음이 인식에 영향을 많이 주기 때문이다. 입력 영상이 흐릿하여 이진화 과정에서 'D'의 특징을 나타내는 왼쪽 윗 부분이 정확히 이진화 되지 못해 아래쪽과 위쪽에 배경화소가 들어감을 볼 수 있다.

<표 3> 인식 실험 결과 비교

	원형정합	히스토그램	비교 템플릿
번호판 인식	161/200	3/200	193/200
번호판 인식률	80.50 %	1.50 %	96.50 %
한자 인식	163/200	3/200	193/200
영문자 인식	203/244	188/244	239/244
숫자 인식	910/936	886/936	932/936
문자 인식	1276/1380	1077/1380	1364/1380
문자 인식률	92.46 %	78.0 4%	98.84 %



(그림 15) 잘못된 인식의 예

### 7. 결 론

CCTV에서 촬영한 중국 차량을 대상으로 번호판을 인식하는 시스템을 구현하였다. 번호판의 기울어진 각도는 시간이 많이 걸리는 허프 변환 대신에 영상의 지배적인 수평 라인을 검출한 후 그 라인의 평균 기울기로 번호판의 기울기를 추정하는 방법을 사용하였다. 또한 소벨 에지 영상의 지배적인 수직선을 검출하여 차량의 좌우 경계를 찾은 후 전체 영상에서 번호판의 후보가 되는 영역을 제한 조건을 통해 조금씩 축소하는 방법으로 번호판을 찾을 수 있었다. 두 과정 모두 계산량을 줄이는 동시에 비교적 정확하면서 빠르게 번호판을 추출할 수 있었다.

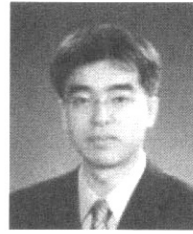
이렇게 얻은 차량 번호판을 인식하기 위해 우선 개별 세그먼트를 찾는다. 먼저 수평 라인의 run length를 이용해 세그먼트의 가로 성분을 검출하고, 다시 수직 누적 명암 값의 세로 성분을 검출하는 방식으로 잡음의 영향을 최소한으로 줄이면서도 번호판의 크기에 상관없이 7개의 세그먼트를 추출할 수 있었다. 각 세그먼트를 인식하기 위해 비교 템플릿법을 제안하였다. 상용 시스템에서 많이 사용되는 신경망 방법이 인식률은 높지만 한정된 입력 데이터에 대해 학습을 시키기에는 무리가 있어서 학습이 필요 없고 인식 속도가 빠른 방법을 제안하였다. 끝으로 제안된 비교템플릿 방법과 기존의 원형정합법 및 히스토그램법과 인식 실험을 해 보았다. 그 결과 제안한 비교 템플릿을 이용한 인식 방법이 간단하면서도 기존의 원형정합 방법보다 높은 인식률을 보였다.

제안한 비교템플릿 방법은 현재 'O'과 'D', 'B'와 '8' 같은 비슷한 표준 패턴 사이에서 차이점을 특징 지을 수 있는 정보가 적어서 잘못 인식하는 경우가 있다. 이러한 문제점을 개선하는 향후 연구가 필요하다.

### 참 고 문 헌

- [1] 김도현, 강민경, 차의영, “기울기 보정과 블록 분할 합병을 통한 문자 추출”, 한국정보과학회 가을학술발표논문집, 제 28 권 제 2 호, pp.424-426, 2001.
- [2] T. Naito, “License plate recognition method for inclined plates outdoors”, Proceedings of the International Conference on Information Intelligence and Systems, pp.304-312, 1999.
- [3] M.J. Ahmed, M. Sarfraz, A. Zidouri, W.G. Al-Khatib, “License plate recognition system”, Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, pp.898 - 901, 2003.
- [4] C.A. Rahman, W. Badawy, A. Radmanesh, “A Real Time Vehicle’s License Plate Recognition System”, IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, pp.163-166, 2003.

- [5] J. Barroso, E.L. Dagless, "Number plate reading using computer vision", IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 1997.
- [6] M. Maged, M. Fahmy, "Automatic number-plate recognition: neural network approach", Proceedings of Vehicle Navigation and Information Systems Conference, pp.88-101, 1994.
- [7] 이평원, "차량 종류와 자동차 번호판 인식을 위한 영상처리 알고리즘 개발", 석사학위논문, 서울시립대학교, 2000.
- [8] V. Seetharaman, A. Sathyakhala, N.L.S. Vidhya, P. Sunder, "License plate recognition system using hybrid neural networks", Proceedings of NAFIPS, pp.363-366, 2004.
- [9] 김광백, 전지애, 차의영, "신경 시스템에 의한 오류 역전과 학습의 학습 속도 및 지역최소화 해결 방안", 대한전자공학회 종합학술대회논문집, pp.592-601, 1992.
- [10] 김영주, 김광백 "동적인 임계화 방법과 개선된 학습 알고리즘의 신경망을 이용한 차량 번호판 인식", 정보처리학회 논문지, 제 9-B 권 제 1 호, pp.119-128, 2002.
- [11] [http://www.wordiq.com/definition/License\\_plate\\_of\\_China](http://www.wordiq.com/definition/License_plate_of_China)
- [12] J.R. Parker, Algorithms for image processing and computer vision, Wiley Computer Publications, 1997.



**안 영 준**

e-mail : darkx@ajou.ac.kr  
 2003년 아주대학교 정보및컴퓨터공학 (학사)  
 2005년 아주대학교 정보통신공학(석사)  
 2005년~현재 국방과학연구소 연구원  
 관심분야: 컴퓨팅 이론, 알고리즘



**위 규 범**

e-mail : kbwee@ajou.ac.kr  
 1978년 서울대학교 수학과(학사)  
 1985년 University of Wisconsin 전산학과(석사)  
 1992년 Indiana University 전산학과 (박사)

1993년~현재 아주대학교 정보및컴퓨터공학부 교수  
 관심분야: 계산이론, 생물정보학



**홍 만 표**

e-mail : mphong@ajou.ac.kr  
 1981년 서울대학교 계산통계학 전공(학사)  
 1983년 서울대학교 계산통계학 전공(석사)  
 1991년 서울대학교 병렬처리 전공(박사)

1983년~1985년 울산공과대학 전임강사  
 1993년~1994년 미네소타 대학 교환 교수  
 2000년~2001년 조지워싱턴 대학 교환 교수  
 1985년~현재 아주대학교 교수  
 관심분야: 병렬처리, 정보보호