

## 차량 번호판 인식 효율 향상을 위한 연구

공용해<sup>1</sup>, 권춘기<sup>1</sup>, 김명숙<sup>2\*</sup>  
<sup>1</sup>순천향대학교 의료IT공학과, <sup>2</sup>단국대학교 멀티미디어공학과

### A Study On The Improvement Of Vehicle Plate Recognition

Yong Hae Kong<sup>1</sup>, Chun Ki Kwon<sup>1</sup> and Myung Sook Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

<sup>2</sup>Department of Multimedia Engineering, Dankook University

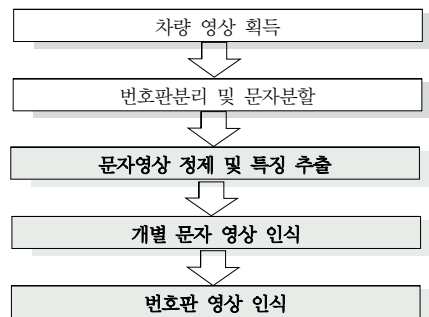
**요 약** 카메라에 의해 획득되는 주행 차량의 번호판 영상은 많은 변화와 잡음을 포함할 뿐만 아니라 번호판 영상 내의 문자 영상은 매우 작은 크기를 가지게 된다. 이러한 열악한 조건으로 대표되는 번호판 영상의 인식 효율을 높이기 위해 번호판 영상의 인식에 적합한 영상 정제와 특징 추출 방법을 다양한 실험에 의해 결정하였으며, 서로 대비되는 특징을 사용하여 인식 성능을 상호 보완할 수 있는 인식기쌍을 설계하였다. 전체 번호판의 인식을 위해 다수의 인식기쌍으로 구성된 복합인식기를 구축하여 개별 인식 결과, 신뢰도, 상호 연관성, 저평가 요소의 처리 등을 분석하여 최종 인식하였다. 제안된 방법의 인식 효율을 도로 현장에서 취득된 번호판 영상을 대상으로 검증하였다.

**Abstract** Camera-captured car plate images contain much variation and noise and the character images in a plate are typically very small. We attempted to improve the plate identification efficiency suitable for this undesirable condition. We experimented various image preprocessing and feature extracting methods and the very effective features that can compensate one feature's limitation is determined through extensive experiments. Finally two very effective features that can complement the limitations of each other feature(classifier) are determined and the efficiency is proved by recognition experiments. This approach is very necessary when handling plate character images which are typically small, various, and noisy. Individual classification result, confidence factor, region name relation and feedback verification are comprehensively considered to enhance the overall recognition efficiency. The efficiency of our method is verified by a recognition experiment using real car plate images taken from traffic roads.

**Key Words** : Vehicle Plate Recognition, Feature Extracting, Image Processing(Preprocessing)

### 1. 서론

차량 번호판 인식은 움직이는 상태에서 그 영상이 취득되므로 많은 변화와 잡음이 포함되어 번호판 영상의 질이 매우 저조하다. 또한 차량 번호판 인식과정은 그림 1과 같이 차량 영상 획득, 번호판 분리, 문자분할, 영상정제, 특징추출, 개별문자인식, 번호판인식으로 이루어져 그 개발과정이 매우 복잡하므로 인식의 효율을 높이는 데 어려움이 따른다.



[그림 1] 차량 번호판 인식 시스템 구성도

\*교신저자 : 김명숙(kimms@dankook.ac.kr)

접수일 09년 05월 13일    수정일 09년 06월 20일    게재확정일 09년 8월 19일

본 논문에서는 그림 2와 같이 현재 통용되고 있는 많은 번호판 가운데 문자의 왜곡 정도나 복잡도가 가장 크다고 판단되는 그림 2(a),(b)의 구형 번호판-A와 B를 대상으로 영상 전처리 및 특징 추출 그리고 인식에 관한 연구와 실험을 수행하였다[1-3]. 실험에 사용되는 구형 번호판 영상은 흑백 영상으로 그 해상도가 매우 작으며 번호판을 구성하는 문자열의 종류가 매우 다양하여 인식에 가장 불리한 형태이다. 또한 실제로 신번호판이 통용되고 있으나 여전히 구번호판이 널리 사용되고 있으므로 구번호판을 대상으로 인식률을 향상시킬 수 있다면 상대적으로 복잡도가 적은 신번호판을 컬러로 획득하여 인식에 적용하면 보다 좋은 인식률을 가져올 수 있다.



[그림 2] 차량 번호판 종류

본 연구는 도로 현장에서 취득되는 실제 번호판 영상을 인식에 적합하도록 정제하는 제반 영상처리 방법을 다양한 영상을 이용한 실험을 통하여 결정하였다. 세부적으로 이진화는 영상의 크기와 배경의 크기를 고려한 적응형 그라디언트 히스토그램을 사용하였으며, 이진 영상의 정제를 위해서는 소금-후추 잡음제거, 영역화, 최소인접사각형, 미디어 필터, 영상 크기 및 위치 정규화 등이 사용되었다.

번호판 내의 문자와 숫자 영상은 차량 영상 중에서 작은 일부이며, 특히 문자 영상은 숫자 영상보다 작은 크기를 가지면서 문자 자체가 보다 복잡하므로 작은 잡음이나 왜곡이 영상에 인가될 경우 인식에 부적절하게 된다. 이러한 특성을 가지는 문자 영상의 인식에 유효한 주요 특징을 구하기 위해 여러 종류의 특징을 이용한 다양한 인식 실험을 수행하였다[4,5].

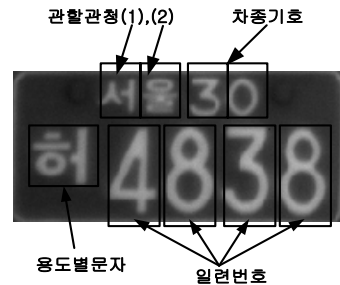
번호판 영상 문자의 크기나 형태에 따라 인식 효과가 다르게 나타난 특징을 보다 효과적으로 적용하기 위해서, 본 연구는 종류별 개별 문자 영상의 인식에 두 개 이상의 특징을 병렬로 적용시켜 두 개의 인식기로 이루어진 인식기쌍을 제안하였다. 두 가지 이상의 서로 대비되는 특징을 사용하는 인식기가 상대 인식기의 단점을 상호 보완해 줄 수 있도록 설계하였으며, 인식 시스템의 분류기로는 역전파 신경회로망을 사용하였다[6].

또한 번호판의 인식을 위해 다수의 인식기쌍이 결합된

복합인식기를 구성하였다. 개별 문자는 인식기쌍의 신뢰도를 분석하여 분류하고, 최종 번호판 인식은 인식기쌍의 신뢰도를 종합하여 판정하였다. 특히 가장 복잡한 영상인 관할관청문자 집합에 대해 앞뒤 문자의 연관관계를 유추하였다. 인식 성능이 저평가된 소수 요소에 의한 전체 번호판 인식 기각률을 줄이기 위해 인식 결과를 피드백하여 전체 인식 효율을 향상시켰다.

## 2. 차량 번호판 구성 요소의 분류

인식 시스템의 체계적 구성을 위하여 현재 통용되는 표준 번호판의 문자 영상들을 그림 3과 같이 관할관청문자(앞),(뒤), 차종기호, 용도별문자, 일련번호 등으로 분류하였다. 관할관청문자 집합은 서울, 경기를 비롯한 모두 16개의 지명으로 분류되고, 표 1(a)는 관할관청 앞 글자, 1(b)는 관할관청 뒷 글자 집합이다. 표 2는 번호판의 차종기호로 10 종류의 숫자로 구성되며, 표 3은 용도별문자 집합으로 일반용과 사업용 등을 25 종류로 분류한다. 표 4는 번호판에서의 큰 숫자 부분인 일련번호이다.



[그림 3] 표준 번호판의 구성 요소

[표 1] 관할관청 문자

(a) 관할관청 문자 집합(앞)

Class	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
문자	서	경	인	대	광	부	울	강	전	충	제

(b) 관할관청 문자 집합(뒤)

Class	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
문자	울	기	천	전	구	주	산	원	북	남

[표 2] 차종기호

Class	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
숫자	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

[표 3] 용도별문자

Class	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
문자	가	나	다	라	마	거	너	더	러	머	고	노	도
Class	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
문자	로	모	구	누	두	루	무	허	바	사	아	자	

[표 4] 일련번호

Class	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
숫자	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

### 3. 분할된 번호판 영상정제 및 특징추출

전체 번호판 영역에서 분리된 숫자나 문자 영상은 매우 작은 영상이며, 실제 현장에서 취득되는 영상은 매우 다양한 형태를 가지며 영상 내에 잡음을 많이 포함하게 된다. 결과적으로 번호판 인식은 작고 열악한 상태의 영상을 대상으로 인식의 효율을 높여야 하는 문제이다. 그림 4는 카메라에 의해 획득된 차량 영상을 나타내며 1000 X 1000의 크기를 가진다. 그림 5와 그림 6은 초기 영상에서 분리된 번호판 영상과 번호판에서 분할된 문자 영상을 보여준다. 번호판 영상은 약 100×200의 크기를 가지며, 분할된 문자 영상은 30×40 또는 30×60의 크기를 가지게 된다. 그림 7은 차량 영상에서 분리된 번호판 영상 중에서 비교적 잡음과 왜곡이 많이 섞인 영상을 보인 것으로서 이러한 번호판 영상들이 인식을 어렵게 하는 대표적 예라 할 수 있다. 이러한 특성을 가지는 영상을 인식에 적합하도록 변환하기 위하여 그라디언트 히스토그램 이진화, 소금-후추 잡음제거, 영역화, 최소인접사각형, 미디안 필터, 수축·확장 처리, 위치 및 크기 정규화 등의 방법들을 사용하였고, 효과적인 영상의 특징으로서 세션화한 망 특징과 원영상의 망 특징을 사용하였다.



[그림 4] 카메라에 의해 획득된 차량 영상



[그림 5] 차량 영상에서 분리된 번호판 영상



[그림 6] 번호판 영상에서 분할된 문자 영상



[그림 7] 잡음과 왜곡이 섞인 번호판 영상 샘플

#### 3.1 분할된 문자 영상의 정제

분할된 문자의 이진화는 2×2 마스크를 사용한 그라디언트 언트값으로 히스토그램을 구성하고, 이러한 그라디언트 히스토그램의 피크값과 영상과 배경의 비를 함께 고려하여 이진화 임계값을 결정하였다. 번호판의 개별 문자 영상에 이러한 임계값을 적용한 결과를 그림 8에 보였다.



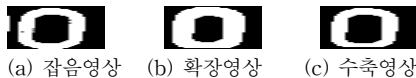
[그림 8] 적응형 그라디언트 히스토그램 이진화한 문자 영상

이진화된 영상의 잡음은 보통 소금-후추 잡음이며 이러한 잡음은 고립된 화소의 제거나 이진 영상의 확장-수축을 통해 제거하였다. 번호판 숫자 영상에 확장-수축을 적용하여 그림 9, 10과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 비교적 큰 크기의 잡음을 제거하려는 경우 영상 특징의 일부가 제거되는 부작용이 발생할 수 있다. 비교적 크기가 큰 잡 영상 제거를 위해 문자 영상에 영역화 알고리즘을 적용하여 분리되어 있는 영상의 수와 크기 정보를 획득한 후, 문자 종류별 영상의 특성에 따른 세부 영상의 수와 최소 크기를 이용하여 잡음 여부를 분별하여 큰 잡음을 제거하였다[7].



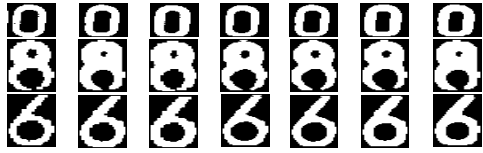
(a) 잡음영상 (b) 수축영상 (c) 확장영상

[그림 9] 수축 후 확장 처리한 번호 영상



(a) 잡음영상 (b) 확장영상 (c) 수축영상

[그림 10] 확장 후 수축 처리한 번호 영상



(a)원영상 (b)2×2 (c)3×3 (d)4×4 (e)5×5 (f)6×6 (g)8×8

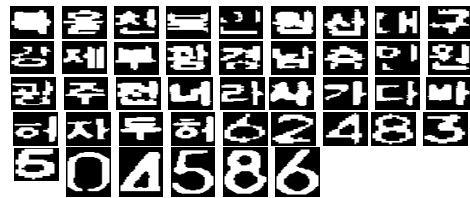
[그림 11] 마스크 크기에 따른 메디안 필터링 효과

메디안 필터는 문자나 숫자의 이진 영상에서 불규칙하거나 거친 윤곽선을 부드럽게 하여 영상이 일관성을 가지도록 하는 효과를 가진다. 번호판 숫자 영상의 경우, 그림 11과 같이 3×3 에서 5×5 정도의 필터 커널을 사용하여 메디안 필터 처리하면 숫자 영상의 거친 윤곽을 정제하는 효과를 가져왔다. 문자를 구성하는 획의 간격이 매우 가까운 문자 영상의 경우 메디안 필터링은 획들을 뭉쳐지게 하므로 적용되기 어려웠다. 영상 처리 후, 정제된 문자 영상은 최소인접사각형을 설정하여 영상의 위치와 크기를 정규화한 후 특징을 추출하게 된다[8].

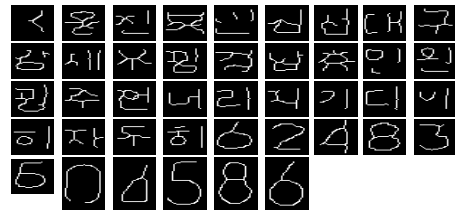
### 3.2 특징 추출

일련의 영상 정제와 정규화가 완료되면, 문자 영상의 인식에 적합한 특징을 구해야한다. 특징은 입력 영상을 잘 표현하면서 다른 영상들과 구별될 수 있어야 할뿐만 아니라 인식 알고리즘에 적절한 값과 크기를 가져야한다. 본 논문에서는 번호판 영상의 인식에 효과적인 특징을 구하기 위해 Prewitt, Sobel, Kirsch 마스크, 교차 거리, 투영, 방향, 망 특징, 골격의 망 특징 등을 이용한 인식 실험을 수행하였다[9,10]. 실험 결과, 번호판 영상과 같이 작고 잡음이 많은 영상의 인식에 세션화된 골격 영상의 망 특징과 원영상의 망 특징 등의 단순한 특징이 보다 인식에 효과적으로 나타났다.

세션화는 영상의 원래 형태를 반영한 중심선을 얻는 것으로서 형태 처리 연산에서의 침식연산과 유사하다[11]. 세션화 처리를 위해 대표적인 세션화 알고리즘들을 실험한 결과, 번호판 문자 영상의 세션화에 Zhang과 Seun의 방법이 시각적으로 효과적임을 보였다[12-14]. 그림 12와 그림 13에 번호판 문자 영상과 세션화된 골격 영상을 보였다. 세션화는 비교적 잡음이 적은 양호한 영상에 매우 효과적이거나 잡음에 민감한 특성을 보이는 특성을 보였다.



[그림 12] 문자 영상



[그림 13] 세션화된 골격 영상

원영상의 망 특징은 어느 정도의 잡음을 수용하므로 효과적이었으나, 글자의 형태가 복잡한 경우에는 인식 성능이 저하되는 경향을 보였다. 반면에 세션화된 골격의 망 특징은 복잡한 형태의 문자 영상의 인식에 적합하였으나 잡음 등의 왜곡에 민감하여 인식의 효율이 떨어지는 단점을 가졌다. 이에 따라 원 영상에서 직접 망 특징을 이용함과 동시에 세션화된 골격 영상의 망 특징을 이용하여 번호판 영상의 인식을 수행하였다. 망 특징은 정제된 문자 영상의 최소인접사각형에 대하여 그림 14와 같이 영역을 분할하여 압축한 값을 특징으로 사용하였으며, 이러한 망 특징의 분할 간격은 인식 실험을 통해 적정 간격을 구하였다.



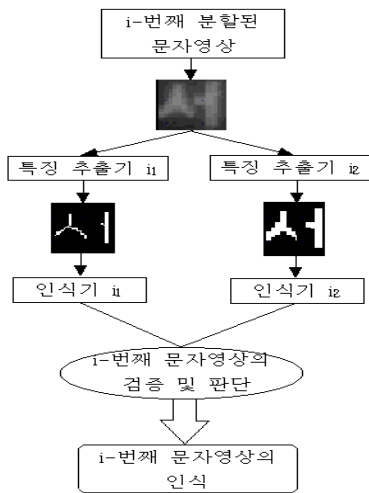
[그림 14] 망 특징

## 4. 복합인식기를 이용한 번호판 인식

분할되고 정제된 종류별 문자 영상의 인식에 여러 특징들을 이용하여 역전과 신경회로망을 학습시켰다[6]. 인식 효율을 높이기 위해 서로 다른 특징을 갖는 두 개의 인식기를 이용해 인식 결과를 상호보완 가능하도록 설계하고 이를 인식기쌍이라 정의한다. 전체 번호판의 인식을 위해 인식기쌍을 기반으로 하는 복합인식기를 구성하고, 모든 인식기쌍의 인식 결과와 수반하는 신뢰도, 상호 연관 문자 분석, 저신뢰도 요소처리 등을 종합적으로 고려하여 최종 인식성능의 향상을 이루고자 하였다.

### 4.1 인식기쌍

다양한 특징을 이용해 번호판 구성 요소의 인식에 적용해 본 결과, 세선화 특징과 망 특징을 사용한 방법이 효과적이었다. 세선화 특징은 잡음에 민감하여 원영상의 상태나 이진화 결과에 따라 매우 가변적이었다. 반면에 원영상의 망 특징은 잡음에 민감하지 않는 특징을 가지고 있으나 영상이 복잡한 경우에는 인식 능력이 저하되는 경향을 나타냈다. 단일 인식기를 사용하였을 경우 분류 성능이 충분히 향상되지 않을 경우 다수의 인식기를 사용하여 인식 성능을 향상이 가능하다[15]. 본 연구에서는 번호판의 각 종류별 문자 영상의 인식을 위하여 서로 대조되는 두가지의 특징인 세선화된 영상과 원 영상의 망 특징을 이용하는 복수의 특징추출기와 인식기로 구성되는 인식기쌍을 그림 15와 같이 구성하여 인식 성능을 증대하고자 하였다.



[그림 15] 인식기쌍의 구조

역전파 신경회로망은 인식하고자 하는 패턴이 학습된 패턴과 비교해서 유사한 경우 출력 노드의 값이 학습 시의 목표치와 일치하려는 경향을 가지므로 인식된 결과의 신뢰 정도를 신경회로망의 출력 값의 분석에 의해 구할 수 있다. 역전파 신경회로망은 학습이 적절히 이루어진 경우 출력 대상 노드에 '1'에 가까운 값이 나타나고, 나머지 노드에는 "0"에 가까운 작은 값으로 분포된다는데 근거를 두고 Takahashi에 의해 제안된 신뢰도를 식(4.1)과 같이 나타내었다[15]. 이러한 신뢰도는 계산량이 작으면서도 효과적인 판단이 가능한 장점을 가지고 있으며, 여기서 사용된 MAX는 신경회로망의 출력 노드 중 최대값을 의미하고 NEXT는 출력 노드 중 두 번째로 큰 값을 의

미한다.

$$\text{신뢰도} = \text{MAX} + (1 - \text{NEXT} / \text{MAX}) \quad (4.1)$$

단일 인식기를 사용할 경우 신경회로망의 출력 결과를 분석하여 위와 같이 인식 결과의 신뢰도를 구하고, 구해진 신뢰도가 특정 임계값 이상이면 인식 가능으로 분류하고 그렇지 않은 경우 인식 불능으로 분류한다. 이때 사용되는 임계값의 조정으로 인식기의 정인식률, 오인식률, 기각률과의 상관 관계를 조정할 수 있다.

제안된 인식기쌍에서는 복수의 인식기를 사용하므로 개별 인식기의 인식 결과와 신뢰도를 다음과 같이 종합하여 인식 여부를 결정하였다. 먼저 두개의 인식기가 동일한 인식 결과를 보이면 인식 결과를 그대로 받아들인다. 반면에 두 인식기의 분류 결과가 서로 상이한 경우, 보다 큰 신뢰도를 나타내는 인식기를 선정 후 선정된 인식기가 특정 임계값을 초과하는 신뢰도를 가지면 큰 신뢰도를 보이는 신경회로망의 인식 결과를 인정한다. 본 논문에서 제안한 인식기쌍의 신뢰도 인식 판정 방법을 정리하면 다음과 같다.

[단계 1] 두 인식기의 인식 결과에 대하여 각각의 신뢰도를 구한다.

[단계 2] 두 개의 인식 결과에 따라 다음과 같이 분류된다.

- ① 만약 두 인식 결과가 모두 동일 클래스로 분류되었을 경우, 인식 결과를 채택한다.
- ② 만약 두 인식 결과가 서로 상이한 경우, 두 신뢰도 중에 큰 신뢰도가
  - i. 임계값 이상이면 큰 신뢰도를 보이는 인식 결과를 채택한다.
  - ii. 임계값 미만이면 인식 결과를 기각하여 인식 불가능으로 판정한다.

위에서 사용되는 임계값은 번호판의 문자 종류별로 수행한 인식 실험에 의해 구하였으며 문자의 종류에 따라 임계값은 서로 상이하게 결정되었다.

### 4.2 복합인식기

전체 번호판의 인식은 다음의 3단계에 의해 수행하였다. 제1단계에서 번호판의 인식 요소인 9가지 문자 영상의 개별 인식을 인식기쌍에 의해 수행하였다. 이때 개별 문자에 적용되는 인식기쌍은 해당 문자의 분류에 최적화하도록 설계하였다. 제2단계에서는 9가지 인식 요소들을 그림 3과 표 1,2,3,4의 분류에 따라 관찰관청 문자열, 차종기호 문자열, 용도별문자, 일련번호 문자열의 4종류로 분류하여 종류별 문자열의 인식을 수행하였다. 마지막으

로 이러한 종류별 문자열 인식 결과를 통합한 복합인식기를 이용하여 전체 번호판을 인식하였다. 즉, 복합인식기는 번호판의 문자 종류별 인식기쌍의 인식 결과, 신뢰도, 상관관계 등을 종합하여 최종 번호판 인식 결과를 출력한다.

인식 실험에서 종류별 문자 요소 중 한 요소라도 기준 임계값에 미달하면 문자열 전체의 인식을 기각하였다. 그러나 일련번호와 관할관청 문자열은 고유한 특성에 따라 다음의 예의 규칙을 적용하였다. 큰 숫자 4개로 이루어진 일련번호 문자열은 문자열 내의 문자 인식 결과 모두가 문자열에 할당된 가중치를 초과해야 인식 결과를 수용한다. 문자열에 속한 문자들 중에서 단지 한 숫자의 신뢰도가 상대적으로 낮아서 전체 문자열 모두를 인식 불가로 판정하여 전체 번호판 인식이 불가능해지는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우 신뢰도가 낮아 기각된 숫자에 적용된 인식기쌍의 출력을 재조사하여 두개의 인식기 모두가 동일한 결과를 보인다면 신뢰도에 적절한 가중치를 부가함으로써 차종기호 문자열과 일련번호 문자열의 신뢰 정도를 높여서 인식 여부를 판단하도록 하였다. 이때 적정 가중치 결정은 실험에 의해 이루어진다.

관할관청 문자열의 경우 표 5와 같은 앞·뒤 문자의 상관관계를 가지고 있으므로 다음과 같이 예외적으로 처리한다. 관할관청 문자열의 인식은 앞·뒤 개별 문자의 인식 결과가 표 5와 일치될 경우 인식 결과를 수용한다. 그러나 표 5에 없는 문자열이 나타날 경우, 관할관청 문자의 신뢰도를 조사하여 한 문자가 매우 높은 신뢰도를 가지고 인식되었다면, 표 5에 사상되는 나머지 후보 문자들의 인식 결과 신뢰도에 보다 낮은 임계값을 적용하여 후보들 중에서 차선을 선택하여 최종 인식한다.

【표 5】 관할관청 문자열 유추 관계

	울	기	천	전	구	주	산	원	북	남
서	✓									
경		✓							✓	✓
인			✓							
대				✓	✓					
광						✓				
부							✓			
울							✓			
강								✓		
전									✓	✓
충									✓	✓
제						✓				

마지막 단계인 전체 번호판의 인식 판정은 번호판 문자열 종류에 따라 인식 여부를 결정하는 하한값을 적용

하여 모든 문자열이 하한값 이상의 신뢰도를 가져야 인식 가능으로 판정하였으며, 그 외의 경우는 인식 불가로 판정하였다. 개별 문자, 문자열, 전체 번호판의 인식 여부에 사용되는 다양한 임계값들은 정인식률 최대화와 오인식률과 기각률의 최소화를 목적으로 하는 반복적인 실험에 의해 최적 임계값들을 결정하였다.

## 5. 번호판 인식 실험 결과

번호판의 문자열을 인식하는 5개의 인식기쌍으로 이루어진 복합인식기를 이용해 인식 실험을 수행하였다. 인식기쌍을 통한 실험에서는 번호판의 개별 문자 인식 성능을 측정하였고, 복합인식기를 통한 실험은 번호판 전체의 인식 성능을 측정하였다.

### 5.1 인식기쌍에 의한 개별 문자인식 실험결과

적절히 분할된 번호판 영상 202개에서 관할관청(1) 문자 202개, 관할관청(2) 문자 202개, 차종기호 404개, 용도별 문자 202개, 일련번호 808개의 샘플 영상을 분리하여 개별 문자의 정인식 대비 오인식 효율을 실험하였다. 세션화된 영상의 망 특징과 원영상의 망 특징 중 하나를 사용하는 단일 인식기에 비하여 두 가지 특징을 모두 사용하는 인식기쌍이 표 6과 같이 전반적으로 향상된 인식 성능을 보임을 알 수 있다. 단일 인식기의 인식 효율을 세부적으로 살펴보면 관할관청(1)과 차종기호의 인식에 원영상의 망 특징이 인식에 다소 효과적이었고, 그 외의 문자 인식에는 세션화 영상의 망 특징이 2%에서 39%까지 보다 효과적임을 알 수 있다. 특히 관할관청문자(2)의 인식에서는 세션화 망 특징이 원영상 망 특징에 비해 2배 정도로 인식에 보다 효과적이었다.

문자별 인식에 세션화된 영상의 망 특징과 원영상의 망 특징을 모두 사용하는 인식기쌍의 인식 효율은 단일 인식기의 사용에 비해 최대 58%의 인식률의 향상을 가져올 수 있었다. 이러한 결과는 인식기쌍이 단일 인식기가 가지는 한계를 효과적으로 상호 보완해줄 수 있음에 기인한다. 특히 단일 인식기를 사용하였을 경우 가장 낮은 인식 성능을 보인 관할관청문자(2)의 인식에서 인식기쌍은 99%의 가장 높은 인식 효율을 결과하여 인식기쌍의 사용이 매우 효과적임을 보였다. 인식기쌍에 의한 문자별 인식은 94%부터 98%까지 비교적 높은 인식 효율을 보였다. 용도별 문자의 경우 다른 문자보다 분류되어야 할 문자수가 25 종류로 많으므로 인식률이 다소 낮게 나타났다.

**[표 6]** 특징에 따른 문자 종류별 인식 결과

종류		관찰	관찰	차종	용도별	일련번호
특징		관찰(1)	관찰(2)	기호	문자	문자
실험 데이터 수(개)		202	202	404	202	808
클래스 수		11	10	10	25	10
다 인 식 기	세션화	정인식 186(92%)	162(80%)	381(94%)	188(93%)	781(97%)
	망특징	오인식 16(8%)	40(20%)	23(6%)	14(7%)	27(3%)
	원영상	정인식 188(93%)	83(41%)	388(96%)	178(88%)	764(95%)
	망특징	오인식 18(7%)	119(59%)	16(4%)	24(12%)	44(5%)
인 식 기 쌍	세션화 + 원영상	정인식 198(98%)	199(99%)	394(98%)	189(94%)	782(97%)
	오인식	4(2%)	3(1%)	10(2%)	13(6%)	26(3%)

**5.2 복합인식기에 의한 번호판인식 실험결과**

복합인식기를 사용하여 총 214개의 번호판 영상을 실험 대상으로 하였다. 문자열의 종류별 인식기쌍의 인식 결과, 신뢰도, 상관관계, 저평가된 요소 등을 고려하여 인식 여부 및 결과를 조정함으로써 정인식률의 최대화와 함께 오인식률의 최소화를 이루고자 하였다.

4종류의 문자열 인식 결과와 전체 번호판 인식 결과를 표 7에 보였다. 먼저 문자열 인식 결과를 살펴보면 관찰관청 문자열의 상관 관계가 적용되지 않은 경우 관찰관청문자열 76.6%의 정인식률, 차종기호문자열 99.1%의 정인식률, 용도별문자 97.7%의 정인식률, 일련번호문자열 99.1%의 정인식률을 보였으며, 관찰관청 문자열의 상관 관계를 고려한 경우 관찰관청문자열 100%를 정인식하였다. 이러한 결과는 문자 영상들 중 관찰관청 문자 영상들의 질이 가장 떨어졌음을 감안할 때 매우 높은 인식 성능의 향상이었으며, 나머지 3개 문자열에 대한 인식 성능도 전반적으로 우수하였다.

**[표 7]** 복합인식기를 이용한 번호판 인식 결과

	문자열종류	관찰관청문자		관찰관청문자	
		관계 독립	유추관계 적용	관계 독립	유추관계 적용
문 자 열 인 식	관찰관청문자열	76.6%	164개	100%	214개
	차종기호문자열	99.1%	212개	99.1%	212개
	용도별문자	97.7%	209개	97.7%	209개
	일련번호문자열	99.1%	212개	99.1%	212개
번 호 판 인 식	정인식	71.5%	153개	94.4%	202개
	기각	9.8%	21개	4.2%	9개
	오인식	18.7%	40개	1.4%	3개

전체 214개 번호판 인식의 경우에도 관찰관청 문자 유추관계가 적용되지 않았을 경우의 번호판 정인식률

71.5%보다 유추관계가 적용된 경우 약 23%가 향상된 94.4%의 번호판 정인식률을 결과하여 전체 번호판 인식 효율을 크게 향상시킬 수 있었다. 특히 4.2%의 번호판만을 기각함으로써 1.4%의 번호판 오인식률을 보여 매우 낮은 오인식 성능을 얻을 수 있었다.

**6. 결론**

본 연구는 변화와 잡음이 많은 작은 영상을 처리해야 하는 차량 번호판의 인식에 있어 그 성능 향상에 필요한 제반 영상정제, 특징추출, 개별 문자인식, 번호판 인식 방법을 다루었다. 단일 특징의 제한점을 상호 보완하여 다양한 영상 변화에 적응할 수 있도록 상기의 두 가지 대비되는 특징을 이용하는 인식기쌍을 설계하였으며, 이러한 인식기쌍을 기반으로 하는 복합인식기를 구성하여 번호판 인식을 수행하였다. 복합인식기에서는 개별 인식 결과와 신뢰도, 문자의 상관관계, 저평가된 요소의 피드백 등을 고려하여 번호판의 인식여부 및 결과를 조정함으로써 정인식률의 최대화와 함께 오인식률을 최소화하고자 하였다.

실제 도로에서 취득된 번호판 영상의 인식 실험 결과, 개별 문자 인식에 있어 하나의 특징을 이용하는 단일 인식기에 비해 두 개의 대비되는 특징을 이용하는 인식기쌍을 사용하였을 경우 번호판 문자열 종류에 따라 최대 58%까지 인식 성능이 향상되었다. 또한 전체 번호판 인식 실험에서는 인식기쌍으로 구성된 복합인식기를 이용하여 전체 번호판의 4.2%를 인식 기각함으로써 94.4%를 정인식하고 1.4%를 오인식하여 높은 인식률을 보였다.

본 연구에서 사용된 영상 처리 방법은 간단하면서도 인식에 효과적이었고, 인식기쌍으로 구성된 복합인식기는 인식 성능의 향상에 큰 효과를 보였다. 지속적인 인식 효율 향상을 위해 향후 보다 견고한 영상 처리 방법, 효과적인 특징, 번호판 분리 과정과 인식 과정의 연계 등에 대한 연구가 필요하다. 특히 카메라에 획득되는 보다 다양한 상태의 영상과 신번호판과 구번호판 구별없는 다른 종류의 많은 양의 영상을 통하여 학습하고 실험하는 과정이 필요하며, 새로운 인식 알고리즘을 개발하는 과정과 함께 여러 가지 특징의 추출을 다양하게 적용하여 적당한 수의 인식기를 이용한 실험이 필요하다.

**참 고 문 헌**

[1] 송영준, 안재형, 김남, “자동차 번호판 인식 기술 동

- 향”, 주간기술동향, 정보통신연구진흥원, 제1246호, pp.13-21, 2006. 5.
- [2] 건설교통부, “자동차 등록 번호판 등의 제식에 관한 고시,” 건설교통부, 2005. 6.
- [3] 강병도, 김만배, “무인단속카메라의 반사번호판 인식에 관한 연구”, 교통안전연구논집, 제23호, pp.1-17 2004. 12.
- [4] C. Y. Suen, M. Berthod, and S. Mori, “Automatic Recognition of Handprinted Character - The State of the Art,” Proceedings of the IEEE, Vol.68, No.4, 1980.
- [5] 이희건, 방승양, “신경회로망을 이용한 오프라인 문자 인식 연구 동향,” 정보과학회지 제9권, 제1호, pp. 33-45, 1991.
- [6] D. E. Rumelhart, J. L. McClelland and the PDP Research Group, Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, Vol.1, M.I.T. Press, 1986.
- [7] R. C. Gonzales and R. E. Woods, Digital Image Processing, Edison-Wesley, 1992.
- [8] T. S. Huang, Two-Dimensional Digital Signal Processing II, Transforms and Median Filters, Springer-Verlag Berlin, 1980.
- [9] 박창순·김두영, “오프라인 필기체 숫자 인식을 위한 다양한 특징들의 성능 비교 및 인식을 개선 방안”, 정보처리학회논문지, 제3권 4호, pp.915-925, 1996.
- [10] H. Takahashi, “A neural network OCR using geometrical and zonal pattern features”, ICDAR'91, Paris, Vol.2, pp.821-828, 1991.
- [11] L. Lam, S. Lee, “Thinning Methodologies - A Comprehensive Survey,” IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.14, No.9, pp. 869-885, Sep. 1992.
- [12] T. Y. Zhang and C. Y. Suen, “A Fast Algorithm for Thinning Digital Pattern,” Comm. ACM. Vol.25, No.3, pp. 236-239, 1984.
- [13] H. Chiu and D. Tseng, “A Feature-Preserved Thinning Algorithm for Handwritten Chinese Characters,” Proceedings of the ICPR '96, pp. 235-239, 1996.
- [14] Y. Chen and Y. Yu, “Thinning Noisy Binary Pattern Using Human Visual Symmetry,” Proceedings of ICPR '96, pp. 146-150, 1996.
- [15] 김우태·윤병식·박인규·진성일, “인쇄체 한글 문자인식을 위한 특징 성능의 비교”, 정보과학회논문지, 제 20권 8호, No.8, pp.1103-1111, 1993.

**공 용 해(Yong-Hae Kong)**

[정회원]



- 1982년 2월 : 연세대학교 전자공학과(공학사)
- 1986년 6월 : 미국 Polytechnic Univ. 전산학과(공학석사)
- 1991년 1월 : 미국 Polytechnic Univ. 전산학과(공학박사)
- 1982년 1월 : 한진중공업 연구원
- 1983년 1월 : 삼성전자 연구원
- 1991년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 의료과학대학 의료 IT공학과 교수

<관심분야>

의료정보시스템, 지능형 웹시스템, 인공지능, 멀티미디어 응용

**권 춘 기(Chun-Ki Kwon)**

[정회원]



- 1992년 2월 : 고려대학교 전기공학과 (공학사)
- 1994년 2월 : 고려대학교 전기공학과 (공학석사)
- 2005년 8월 : Purdue Univ. Electrical and Computer Eng.(공학박사)
- 1994년 3월 ~ 1999년 2월 : 대우자동차 기술연구소 주임연구원
- 2006년 7월 ~ 2008년 2월 : 현대자동차 기술연구소 선임연구원
- 2008년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 의료과학대학 의료 IT공학과 전임강사

<관심분야>

의료기기 시스템 구현, 뇌파연구, 유전자알고리즘 기반한 생체모델링

**김 명 속(Myung-Sook Kim)**

[정회원]



- 1995년 2월 : 순천향대학교 전산학과(공학사)
- 1999년 8월 : 순천향대학교 전산학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 순천향대학교 전산학과(공학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 멀티미디어공학과 강의전임교수

<관심분야>

멀티미디어, 지능형 웹시스템, 영상처리