

특징 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템

조 보 호[†] · 정 성 환^{††}

요 약

본 논문은 특징 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템(VPRS : Vehicle Plate Recognition System)에 대한 연구이다. 자동차영상에서 번호판을 추출하기 위해 명암도 변화를 이용하였고, 추출된 번호판에서 문자를 포함하는 특징 영역을 추출하기 위해 히스토그램 기법과 번호판 문자의 상대적인 위치 정보를 이용하였다. 이렇게 추출된 특징 영역을 ART2 신경회로망의 입력 벡터로 사용하여 인식하였다. 제안한 방법은 기존의 문자 인식을 위한 전처리 과정을 간소화할 수 있었고, 이치화 과정에서의 원 화상의 왜곡과 노이즈 발생 문제를 해결할 수 있었으며, 또한 기존의 이치화 방법으로 문자 추출이 어려운 번호판에 대해서도 효과적으로 문자영역을 추출하여 인식할 수 있었다.

Feature Area-based Vehicle Plate Recognition System(VPRS)

Bo-Ho Cho[†] · Sung-Hwan Jung^{††}

ABSTRACT

This paper describes the feature area-based vehicle plate recognition system(VPRS). For the extraction of vehicle plate in a vehicle image, we used the method which extracts vehicle plate area from a vehicle image using intensity variation. For the extraction of the feature area containing character from the extracted vehicle plate, we used the histogram-based approach and the relative location information of individual characters in the extracted vehicle plate. The extracted feature area is used as the input vector of ART2 neural network. The proposed method simplifies the existing complex preprocessing and solves the problem of distortion and noise in the binarization process. In the difficult cases of character extraction by binarization process of previous method, our method efficiently extracts character regions and recognizes it.

1. 서 론

산업사회의 고도화와 경제성장은 자동차와 운전 인구의 증가를 가져왔고, 이에 따른 교통 사고, 교통 체증 그리고 공해 문제는 사회적으로 중요한 관심의 대상이 되고있다. 교통 사고의 경우, 하루 평균 700여건 이상이 발생하고 있고, 도난 자동차의 경우에도 하루

평균 200여대씩 발생하고 있다. 이러한 자동차와 관련된 많은 문제점들을 해결하기 위해 국내외적으로 많은 연구들이 현재 진행되고 있고[1-10], 본 논문에서 연구하는 자동차 번호판 인식 시스템(Vehicle Plate Recognition System : VPRS)은 그 중의 중요한 한 분야이다.

자동차 번호판 인식 시스템은 획득된 자동차영상에서 번호판 영역을 추출하는 것과 추출된 번호판 영역에서 문자를 인식하는 과정으로 크게 나눌 수 있다.

본 논문에서는 자동차 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위하여 번호판 영역의 명암도 변화의 특성을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역

* 이 논문은 1998년도 창원대학교 학술진흥재단 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

† 정 회 원 : 창원대학 정보통신학과 교수

†† 종신회원 : 창원대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수 : 1998년 11월 5일, 심사완료 : 1999년 4월 26일

에서 문자를 인식하는 기존의 방법은 번호판 영역을 이치화하여 문자를 추출한 후, 각 문자들을 서로 구별하기 위한 중요한 정보인 특징을 추출하여 인식하는 특징 기반(feature-based) 방법[8]을 사용한다. 이 방법의 경우 국부적인 특징을 추출하여 인식하기 때문에 전처리 과정에서 정확한 특징 추출이 필요하다. 또한 잡음이 추가되거나 특징의 일부가 훼손되는 경우 문자 전체를 하나의 특징 영역으로 간주하는 전역특징에 비하여 오인식율이 많이 발생한다[12]. 따라서 본 논문에서는 외부의 환경적인 변수가 많은 번호판 영역의 문자를 인식하기 위하여 기존의 특징 기반 방법을 사용하지 않고, 잡음과 훼손에 비교적 강한 전역특징을 갖는 특징 영역 기반(feature area-based) 방법을 제안한다.

서론에 이어 2장에서는 번호판 영역의 구성 및 특성을 알아보고, 3장에서는 자동차영상에서 번호판 영역 추출 방법을 살펴본다. 4장에서는 번호판 영역에서 개별 문자 영역을 추출하는 과정에 대하여 설명하고, 5장에서는 ART2를 이용한 문자 인식에 대하여 서술한다. 그리고 6장에서는 본 논문의 실험 결과를 살펴보고, 끝으로 7장에서 결론을 맺는다.

2. 번호판 영역의 구성 및 특성

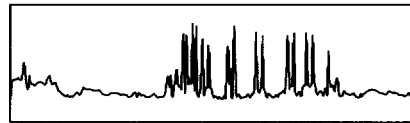
자동차 번호판은 상단부인 관할 관청 기호와 차종별 기호 그리고 하단부인 용도별 기호와 등록번호로 구성되어 있고, 다음과 같은 일반적인 특성을 가지고 있다 [8,10].

- ① 번호판 영역의 가로 세로 비는 약 2:1이다.
- ② 번호판 영역의 문자 영역과 배경 영역의 색상은 뚜렷하게 구별된다.
- ③ 번호판 영역의 문자와 문자 사이의 밀집도는 다른 영역보다 높다.
- ④ 번호판 영역은 일정한 문자 폭과 명암도 변화를 가지고 있다.
- ⑤ 번호판 영역의 각 문자는 상대적인 위치 정보를 가지고 있다.

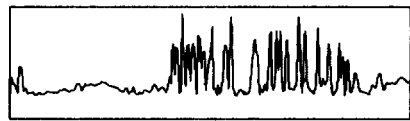
3. 번호판 영역 추출

본 논문에서는 자동차영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 자동차영상의 아래에서 위로 일정한 간격으

로 행을 이동하면서 명암도 변화를 조사한다. 영업용 자동차 번호판(황색 바탕, 군청색 문자)의 경우 배경 영역이 문자 영역보다 더 밝고, 자가용(초록색 바탕, 백색 문자)의 경우 문자 영역이 배경 영역보다 더 밝다. 이러한 영업용과 자가용의 번호판 영역의 특성 때문에 배경 영역과 문자 영역의 명암도 변화가 서로 상반되어 나타난다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 입력된 자동차 영상에 대하여 가로 방향을 따라 일정한 간격으로 미분 연산자를 적용하여 (그림 1)과 같이 번호판의 종류에 관계없이 일정한 에지 영상을 얻는다[9].



(a) 영업용 자동차



(b) 자가용 자동차

(그림 1) 에지 영상의 명암도 변화

그리고 차량 영상의 아래에서 위로 미분 연산자를 적용한 그 간격으로 식 (1)에 의해 구한 임계값(T)을 이용하여 번호판 문자의 존재와 관련 있는 명암도 변화점의 개수와 위치를 알아낸다. 다음으로 번호판 영역의 최소 변화점 개수와 최대 변화점 개수의 조건에 만족되는 지를 조사하여 만족되지 않는 행은 무시하고, 만족되는 행에 대하여 변화점과 변화점의 위치를 병합하여 번호판의 최소 크기와 최대 크기를 만족하는지 조사한다. 병합된 크기가 번호판의 크기와 만족되면 위에서 제시한 조건들을 만족하는 일정한 간격을 가지는 연속하는 행을 찾아 번호판 영역으로 추출한다[9].

$$T = \alpha \cdot \mu$$

$$\mu = \frac{1}{N \cdot M'} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M'} f(i, j) \quad (1)$$

$$M' = M / \tau$$

여기서 T 는 임계값, α 는 임의의 상수, μ 는 미분

연산자에 의해 처리된 $f(i, j)$ 영상의 평균, $N \cdot M$ 은 입력된 영상의 크기, r 는 미분 연산자를 적용한 일정한 간격, 그리고 M' 는 r 로 M 을 나눈 영상의 세로 크기이다.

4. 개별 문자 영역 추출

추출된 번호판 영역에서 문자를 추출하는 기존의 일반적인 방법은 먼저, 번호판 영역을 이치화하는 과정을 거친다. 차량 번호판의 경우 외부 환경의 다양한 변화 등으로 말미암아 이치화 과정에서 원 화상의 문자 정보가 손실되거나 노이즈 및 왜곡의 발생 가능성이 항상 존재한다. 따라서 높은 인식률을 얻기 위해서는 이치화 된 문자의 왜곡보정은 필수적이다[8]. 더욱이 문자와 배경영역의 콘트라스트가 낮은 오래된 번호판 또는 번호판 영역이 훼손되었거나 노이즈가 심한 경우 이치화를 이용한 기존의 방법으로는 문자를 추출하기가 어렵다.

따라서 본 논문에서는 먼저 양호한 번호판 영역에서 문자영역을 추출하기 위해 번호판 영역의 특성 ③번인 “번호판 영역의 문자 영역과 배경 영역의 색상은 뚜렷하게 구별된다.”를 이용하여 식(2)와 같이 이치화를 통하여 문자와 배경을 분리한다.

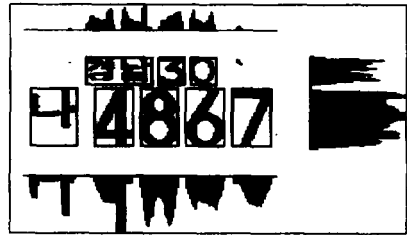
다음, 인식을 위한 문자를 포함하는 문자 영역을 추출하기 위하여 히스토그램 기법을 이용한다. X축 방향 투영을 통하여 번호판의 상단부인 관할 관청 기호와 작은 숫자 영역 그리고 하단부인 한글 문자와 큰 숫자 영역으로 분리한다. 이렇게 분리된 상단부와 하단부 각각에 대하여 다시 Y축 방향으로 투영하여 번호판 영역에서 각 문자 영역들을 분리하여 문자 부분을 포함하는 MBR(Minimum Boundary Rectangle)을 구한다. 그리고 MBR에 포함되는 각 문자 영역을 인식 대상의 특징 영역 패턴으로 간주하여 추출한다. (그림 2)는 히스토그램 기법을 이용하여 문자 영역을 추출한 예이다.

$$\begin{cases} \text{문자영역,} & g(x, y) \geq T \\ \text{배경영역,} & \text{elsewhere} \end{cases}$$

$$T = f(\mu) = k \cdot \mu \quad (2)$$

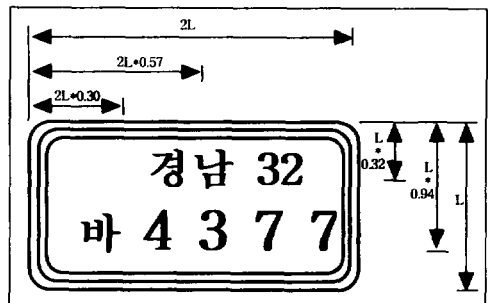
$$\mu = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N g(x, y)$$

여기서 $g(x, y)(1 \leq x \leq N, 1 \leq y \leq M)$ 는 번호판 영상, T 는 임계값, $f(\mu)$ 는 μ 에 대한 선형함수, k 는 임의의 상수, μ 는 $g(x, y)$ 영상의 평균, 그리고 $N \cdot M$ 은 입력된 영상의 크기를 나타낸다.



(그림 2) 문자 영역 추출의 예

그러나 이치화와 히스토그램 기법을 이용한 방법은 일반적인 번호판 영역에서 문자 영역을 추출하는데는 적합하지만 잡음이 심한 번호판, 물리적 훼손을 입은 번호판 그리고 콘트라스트가 낮은 특별한 경우의 번호판에 대해서는 문자 영역을 추출하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 이치화와 히스토그램 기법으로 번호판 영역에서 문자 영역을 추출하기 어려운 경우, 번호판 영역의 특성 ⑤번인 “번호판 영역의 각 문자는 상대적인 위치 정보를 가지고 있다.”를 이용한다. (그림 3)은 번호판 영역에서 각 문자의 상대적인 위치 정보이다[11]. 위치 정보를 이용하여 문자 영역을 추출할 때, 본 논문에서는 어느 특정 문자를 기준으로 하여 추출하지 않고 독립적으로 개별문자의 좌표를 계산하여 추출한다.



(그림 3) 각 문자의 상대적인 위치 정보

번호판 영역에서 문자 영역을 추출하기 위하여 번호판 영역의 위치 정보만을 가지고 추출할 수 있지만

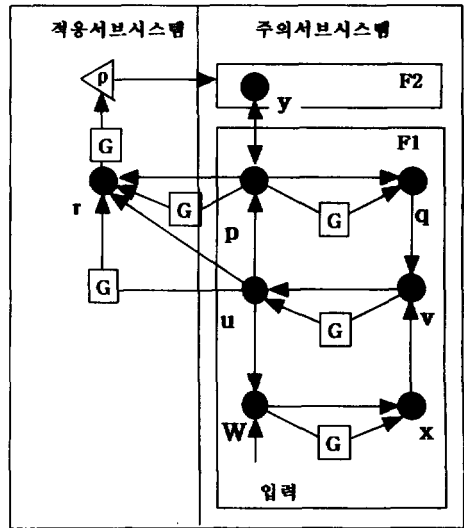
[10], 보다 정확한 문자 영역을 추출하기 위하여 각 문자의 위치 정보와 히스토그램 기법을 병합하여 문자 영역을 추출한다. 그 방법은 다음과 같다. 먼저, 문자의 위치 정보를 이용하여 번호판의 상단부와 하단부의 좌표를 계산하여 번호판 영역에서 상단부와 하단부를 분리한다. 이렇게 분리된 상단부와 하단부에 대하여 각각 Y축 방향으로 투영하여 번호판 영역에서 각 문자 영역을 분리한다. Y축 방향의 투영에 의해 분리되지 않는 문자 영역은 각 문자의 위치정보를 이용하여 좌표를 계산한 후 문자영역을 분리한다.

5. ART2를 이용한 문자 인식

5.1 ART2 구조

Grossberg와 Carpenter에 의해 제안된 ART(Adaptive Resonance Theory) 신경회로망 모델은 뉴런들 간의 경쟁 학습(competitive learning)에 의하여 자율적으로 패턴(pattern)을 분류하는 네트워크 구조이다. 임의의 입력패턴에 대해 이미 학습된 패턴을 잊지 않고 새로운 패턴을 학습할 수 있는 안정성(stability)과 적응성(plasticity)을 갖는 신경회로망 모델이다. 또한 저속 및 고속 학습이 가능한 장점을 가지고 있고, 지역 최소점(local minima) 문제가 발생하지 않는다[13]. ART2는 이진 입력 패턴과 아날로그(또는 gray-level) 입력 패턴에 대해서도 학습이 가능한 신경망 모델이다. ART2의 기본 구조는 (그림 4)와 같다[14]. ART2 신경회로망 모델은 주의 서브시스템과 적응 서브시스템으로 이루어져 있고, 주의 서브시스템은 다시 입력 패턴을 받아들여 비교하는 F1층과 인식된 결과를 출력하는 F2층으로 되어있다. F1층과 F2층은 각 노드에 활성화된 패턴을 저장하는 STM(Short Term Memory)을 가지고 있고, F1층과 F2층 사이의 상향, 하향 연결 가중치는 LTM(Long Term Memory)에 저장된다. ART2 신경회로망 모델은 LTM의 연결 가중치를 조절함으로써 새로운 패턴에 대한 학습을 수행한다. 적응 서브시스템은 F1층에 입력된 패턴이 학습된 F2층과의 매칭에 실패했을 때 활성화되어 F2층에 차단 신호(reset signal)를 보내어 활성화를 억제하여 적당한 매칭이 발견되거나 새로운 카테고리가 생성될 때까지 나머지 카테고리를 차례로 검사하도록 한다[15]. 아날로그 입력 패턴을 처리하기 위하여 ART2 신경회로망은 F1층에 전방향(feedforward)과 역방향(feedback) 연결

을 갖는 여러 개의 서브 레이어(sub-layer)로 되어있다.



(그림 4) ART2 구조

5.2 문자 인식

번호판 영역의 문자를 인식하는 기존의 일반적인 방법은 번호판 영역을 이치화하여 문자를 분리한 후, 그 문자의 국부적인 특징을 추출하여 인식한다. 이 방법의 경우 추출된 특징에 잡음이 추가되거나 훼손이 발생할 경우 오인식을 많이 발생하는 문제점을 가지고 있다[12]. 또한 번호판 영역을 이치화할 때 원 화상의 문자 정보 손실, 노이즈 발생 등으로 인한 충분치 못한 특징을 포함하거나 잘못된 특징을 포함하고 있을 가능성이 높다.

따라서 본 논문에서는 외부 환경의 다양한 변화로 인하여 영상 획득시 잡음과 왜곡이 많이 발생하는 번호판 영역에서의 문자 인식을 위하여 기존의 이치화된 영상에서 부분적인 특징 추출을 하지 않고, 히스토그램 기법과 번호판 영역의 각 문자의 상대적인 위치 정보를 이용하여 원 화상의 문자를 포함하는 문자영역을 추출한 후, 그 문자영역 자체를 하나의 특징영역 패턴으로 고려하여 이진 입력 패턴뿐만 아니라 아날로그(또는 gray-level) 입력 패턴에 대해서도 학습 능력이 뛰어난 ART2 신경회로망의 입력벡터로 사용하여 인식한다. 이 방법의 경우 특징 영역이 커서 잡음과 훼손에 비교적 강하기 때문에 외부적인 다양한 변화가 심한 자동차 번호판 영역의 문자를 인식하는데 효과적이다.

6. 실험 및 결과

본 논문에서는 QV-10 디지털 카메라를 이용하여 오전, 오후, 저녁으로 다양한 시간대에서 151개의 자동차 영상을 획득하였고, IBM 호환 Pentium-150Mhz, Memory 32Mbyte, Windows 95에서 C 언어를 이용하여 알고리즘을 구현하였다. 획득된 자동차영상은 320×240 픽셀(pixel) 크기의 256칼라 영상이다. 번호판에서 문자 영역을 추출한 후 효과적인 인식을 위하여 <표 1>과 같이 크기를 정규화 하였다. 또한 번호판 영역의 각 문자에 대하여 학습 및 인식을 각각 나누어 시켰으며, <표 2>는 실험을 통하여 각 문자에 대한 최적의 카테고리수를 생성하는 경계인수 값이다.

<표 1> 정규화

구분	관할관청 기 호	용도별 기 호	차종별 기 호	등 록 번호
크기(pixel)	35×15	25×25	18×20	18×36

<표 2> 경계인수

구분	관할관청 기 호	용도별 기 호	차종별 기 호	등 록 번호
경계인수	0.85	0.95	0.95	0.93

본 연구에서 번호판 추출율은 98.7%이었고, 처리시간은 1.0초였다. <표 3>은 번호판 영역에서의 각 영역별 평균 인식률로서 각 번호판 영역의 문자들 중 등록번호가 가장 높은 인식률을 나타내었다. 이는 등록번호가 다른 문자들에 비하여 상대적으로 크기가 크기 때문이라고 생각된다.

<표 3> 인식률

구분 (%)	관할관청 기 호	용도별 기 호	차종별 기 호	등록 번호	전체
인식률	96.7	98.8	97.8	99.1	94.0

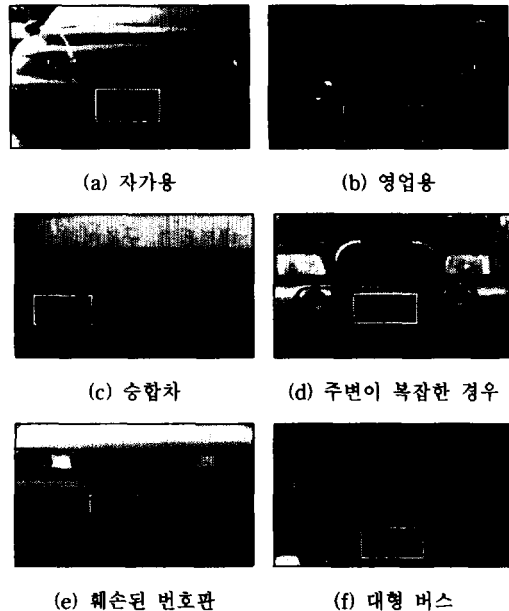
그리고 관할관청 기호의 인식률이 상대적으로 낮은 이유는 두 개의 문자로 구성된 관할관청 기호를 하나의 인식 대상 패턴으로 간주하여 인식함으로써 다른 문자들에 비하여 인식하기에 복잡하였기 때문으로 여

겨진다. <표 4>는 각 단계별 처리시간이다.

<표 4> 처리시간

구분 (sec)	번호판 영역추출	문자 영역추출	문자 인식	전체
처리시간	1.0	0.5	0.1	1.6

(그림 5)는 다양한 경우의 자동차영상에서 번호판을 성공적으로 추출한 예들이다.



(그림 5) 번호판 영역 추출의 예

(그림 6)은 특별한 경우의 번호판들로서 (그림 6(a))는 자동차가 오래되어 콘트라스트가 낮은 번호판이고, (b)는 물리적으로 심한 훼손을 입은 번호판이다. (그림 6(a-2))와 (그림 6(b-2))는 기존의 방법으로 번호판에서 문자를 추출하기 위하여 이치화한 경우로서 문자 추출에 많은 어려움이 있다. 이런 특별한 경우에 대하여 본 논문에서는 번호판 영역에서의 각 문자의 상대적인 위치 정보와 히스토그램 기법을 병합하여 (그림 6(a-1))과 (그림 6(b-1))과 같이 문자 영역들을 추출하였다. 콘트라스트가 낮은 번호판에서 일부 인식이 어려운 문자가 있었지만, 두 번호판에서 대부분의 문자들을 인식할 수 있었다. 그 이유는 기존의 이치화된

문자에서 부분적인 특징추출을 하지 않고, 256 레벨의 문자 영상 자체를 하나의 특징영역으로 간주하여 인식함으로써 잡음과 훼손에 강한 결과를 나타낸 것으로 여겨진다.



(a-1) 콘트라스트가 낮은 번호판 (a-2) 이치화 영상



(b-1) 훼손된 번호판 (b-2) 이치화 영상

(그림 6) 특별한 경우의 번호판

7. 결 론

본 논문에서는 특징 영역과 신경회로망을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 자동차영상에서 번호판 영역을 추출하기 위하여 명암도 변화를 이용하였다. 추출된 번호판 영역에서 히스토그램 기법과 각 문자의 상대적인 위치 정보를 이용하여 문자 영역을 추출하였다. 이렇게 추출한 문자영역 자체를 하나의 특징영역 패턴으로 고려하여 ART2 신경회로망의 입력 벡터로 이용하여 인식하였다.

다양한 시간대에서 자동차영상을 획득하여 실험한 결과, 94%의 전체 인식률과 1.6초의 처리시간을 보였다. 또한 테두리가 선명하지 않은 번호판과 물리적 훼손을 입은 번호판 그리고 명암의 변화와 잡음이 있는 경우에 대해서도 효과적으로 번호판을 추출하여 인식할 수 있었다.

제안한 방법은 기존의 문자인식에서 요구하는 이치화로 인한 왜곡보정 및 특징추출 과정을 생략할 수 있었고, 이치화 과정에서의 원 화상의 왜곡과 노이즈 발생 문제를 해결할 수 있었다. 또한 기존의 방법으로 번호판에서 문자 추출이 어려운 경우에 대해서도 효과적으로 문자영역을 추출하여 인식할 수 있었으며, 실시간 응용에 적합함을 보였다.

향후 연구 과제로는 번호판 영역이 하이라이트된 경

우와 저조도의 경우에 있어서도 효과적으로 번호판 영역을 추출할 수 있도록 하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R. J. Blissett, C. Stennett, and R. M. Day, "New Techniques for Digital CCTV Processing in Automatic Traffic Monitoring," Ottawa-VNIS '93, pp.137-140, Oct. 1993.
- [2] M. Yoshida, "Optical Vehicle Detector for Traffic Control," Ottawa-VNIS '93, pp.154-156, Oct. 1993.
- [3] R. Taktak, M. Dufaut, and R. Husson, "Road Modeling and Vehicle Detection By Using Image Processing," 1994 IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics, pp.2153-2158, Oct. 1994.
- [4] Makoto Hirano, "Development of Vehicle-following Distance Warning System for trucks and Buses," Ottawa-VNIS '93, pp.513-516, Oct. 1993.
- [5] Bo-Ho Cho and Sung-Hwan Jung, "Non-feature-based Vehicle Plate Recognition System using Neural Network," ITC-CSCC '98, Vol. II, pp. 1065-1068, Jun. 1998.
- [6] 최형진, 오영환, 나가지마, "컴퓨터 영상처리를 이용한 차량번호판 추출 방법", 전자공학회논문지, 제24권, 제2호, pp.309-314, 1987, 3.
- [7] 정효식, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 동국대학교 석사학위 논문, 1992, 12.
- [8] 이진배, "조명과 기술기에 강한 차량번호판 인식에 관한 연구", 숭실대학교 석사 학위논문, 1995, 6.
- [9] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 응용한 차량번호판 추출방법", 전자공학회논문지, 제30호, B편, 제7호, pp.728-737, 1993, 7.
- [10] 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량번호판 문자 인식", 한국정보과학회, '97 가을 학술 발표논문집(B), pp.455-458, 1997, 10.
- [11] 신동명, 김병지, 자동차 법규, 세문사, 1995.
- [12] 우용태, "효율적인 패턴 분류를 위한 Coupled-ART 신경회로망", 경북대학교 공학박사 학위논문, 1994, 12.
- [13] James A. Freeman and David M. Skapura, 'Neural Networks,' Addison Wesley Publishing

Company, pp.291-339, 1991.

- [14] James A. Freeman, 'Simulating Neural Networks with Mathematica,' Addison Wesley Publishing Company, pp.210-258, 1994.
- [15] Gail A. Carpenter and Stephen Grossberg, "ART2 : self-organization of stable category recognition code for analog input patterns," OPTICS, Vol.26, No.23, pp.4919-4930, 1987.



조 보 호

- 1991년 창원대학교 전자계산학과 (이학사)
- 1998년 창원대학교 산업대학원(공학석사)
- 1997년~현재 무한시스템
- 1998년~현재 창신대학 정보통신학과 겸임교수

관심분야 : 영상처리, 멀티미디어, 인공지능



정 성 환

- e-mail : sjung@sarim.changwon.ac.kr
- 1979년 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1983년 경북대학교 대학원(공학석사)
- 1988년 경북대학교 대학원(공학박사)

- 1986년 전자계산기 기술사
- 1992년 정보처리 기술사
- 1992년~1994년 Univ. of California at Santa Barbara Post-Doc.
- 1988년~현재 창원대학교 컴퓨터공학과 부교수
- 1999년~현재 미국 CSM 교환교수
- 관심분야 : 영상정보처리, 멀티미디어, 내용기반 영상DB, 신경망 응용, 초고속 정보통신망 응용