

# 형태학적 정보와 개선된 신경망을 이용한 차량 번호판 인식

## Car Plate Recognition using Morphological Information and Enhanced Neural Network

임은경, 김광백

부산대학교 컴퓨터공학과, 신라대학교 컴퓨터공학과

Eun-Kyung Lim, Kwang-Baek Kim

Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : perfume\_tree@daum.net, gbkim@silla.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 수평·수직 에지의 형태학적 정보를 이용한 차량 번호판 추출과 개선된 RBF 네트워크를 이용한 차량 번호판 인식 시스템을 제안한다. 번호판 영역은 수평·수직 에지의 형태학적 정보를 이용하여 추출하고 개별 문자는 히스토그램 방법과 위치 정보를 이용한 방법에 윤곽선 추적 알고리즘을 병합하여 추출한다. 개별 문자 인식은 ART1 알고리즘을 개선하여 지도 학습 방법과 결합한 개선된 신경망을 제안하여 차량 번호판 인식에 적용한다.

제안된 방법의 성능을 확인하기 위하여 트루 컬러 차량 영상 155개와 그레이 컬러 차량 영상 100개를 대상으로 실험한 결과, 수평·수직 에지의 형태학적 정보를 이용한 차량 번호판 추출 방법이 임계화를 이용한 차량 번호판 추출 방법, RGB와 HSI 컬러 정보를 각각 이용한 차량 번호판 추출 방법보다 추출률이 개선되었으며, 인식 성능도 개선된 신경망의 학습 알고리즘이 기존의 학습 알고리즘들 보다 우수한 성능이 있음을 확인하였다.

## 1. 서론

산업사회의 고도화로 인한 교통 수요의 급격한 증가로 심각한 사회 문제를 발생시키는 상황에서 첨단 장비를 이용한 문제 해결 방안이 요구되고 있다. 차량 번호판 인식 시스템은 번호판을 자동으로 순간 포착하여 판독 및 인식하는 시스템으로 각종 차량에 의해 발생하는 사회 문제를 어느 정도 해결할 수 있다.

현재, 차량 번호판 인식 시스템은 국내외적으로 연구가 진행 중이다. 차량 번호판 추출과 관련된 연구로는 호프변환을 이용한 방법, 영역분할 후 병합(merge)에 의한 방법, 번호판 영역의 명암 변환 특성에 의한 방법, 컬러 정보를 이용한 방법, 차량 정면의 구조적 특성을 이용한 방법 등이 있다[1-7]. 기존의 차량 추출 방법의 개선 요인으로는 속도, 잡영에 대한 강인성, 하드웨어의

비용과 설비 비용의 절감 등이 있으며, 본 논문에서의 번호판 추출은 이런 요인들을 개선하기 위해서 1차 미분에 의한 수평·수직 에지 정보를 이용한다. 추출된 번호판에서 개별 문자를 추출하는 연구로는 히스토그램을 이용한 방법, 위치 정보를 이용한 방법, 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하는 방법 등이 있다[1,8,9]. 이들의 방법을 병합하여 서로의 단점을 보완함으로써 잡영에 강인한 개별 문자 추출 방법을 제안한다. 그리고 번호판 인식은 잡음에 강하고, 새로운 패턴에 대한 정보를 기존의 정보에 잘 흡수시킬 수 있도록 신경망 알고리즘을 이용하며, 본 논문에서는 인식률을 높이기 위해서 개선된 신경망을 제안한다.

## 2. 차량 번호판 인식 시스템

일반적으로 차량 영상의 번호판 추출 및 인식에 있어서 번호판의 특징은 알고리즘의 구성에 있어서 중요한 요소이다. 차량 영상 및 번호판 영역의 구조적인 특징은 다음과 같다.

- 조건 1. 번호판의 종횡 비율은 2 : 1이고 직사각형의 형태를 갖는다.
- 조건 2. 번호판 영역은 문자와 숫자의 표현으로 다른 영역에 비해 밀도가 높다.
- 조건 3. 번호판 내의 문자와 숫자는 일정한 위치 정보와 간격을 가진다.

본 논문에서는 위와 같이 정의된 차량 영상의 특징을 이용하여 번호판 영역과 개별 문자를 추출한다.

### 2.1 차량 번호판 추출

본 논문에서는 원 차량 영상을 그레이 영상으로 변환하고, 1차 미분을 이용하여 수평과 수직 에지를 추출하는 마스크로 수평 및 수직 에지를 추출한다. 그리고 이 수평과 수직 에지를 이용하여 형태학적인 분석으로 직사각형의 형태가 나타나면 번호판의 후보 영역으로 설정한다. 여기서 직사각형 모양을 찾기 위해서 수평과 수직 에지가 만나는 점을 탐지하고, 이 점이 가지는 방향으로 에지를 연결하여 직사각형 모양을 탐지한다. 탐지된 직사각형들 중 크기가 하한 임계치보다 작은 경우에는 주위의 직사각형과 병합하고, 직사각형의 크기가 상한 임계치보다 큰 경우에는 밀도 비율을 조사하여 일정하지 않으면 직사각형을 분리한다. 이 방식에서 탐지된 직사각형들을 후보 영역으로 설정하고, 조건1과 조건2의 특징을 만족하는 후보 영역을 번호판 영역으로 설정한다.

제안된 번호판의 추출 방법은 영상의 컬러 여부에 상관없을 뿐만 아니라 차량의 용도에 상관없이 추출이 가능하다는 장점을 가진다. [그림 1]은 제안된 차량 번호판 영역 추출과정을 나타내었고 [그림 2]는 번호판 영역에 대한 추출 결과를 나타내었다.

### 2.2 개별 문자 추출

차량 영상으로부터 추출된 번호판 영역에서 각 문자와 숫자를 추출하는 방법으로는 영상 처리 기술을 응용한 여러 기법들이 있다. 따라서 본 논문에서는 추출된 번호판에서 개별 문자를 추출하기 위해서 히스토그램을 이용한 방법, 위치 정보를 이용하는 방법, 그리고 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하는 방법 등을 병합하여 개별 문자를 추출한다. 따라서 기존 방법들의 분계점을 서로

보완하여 개별 문자의 추출률을 개선한다.

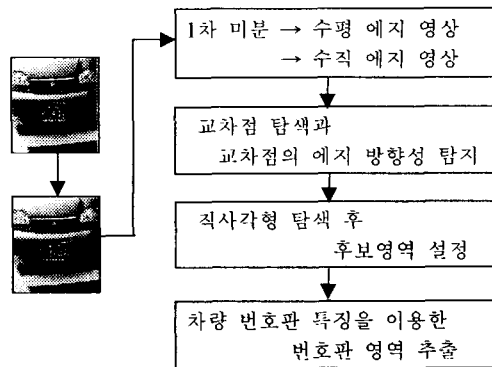


그림 1 차량 번호판 영역 추출 구성도

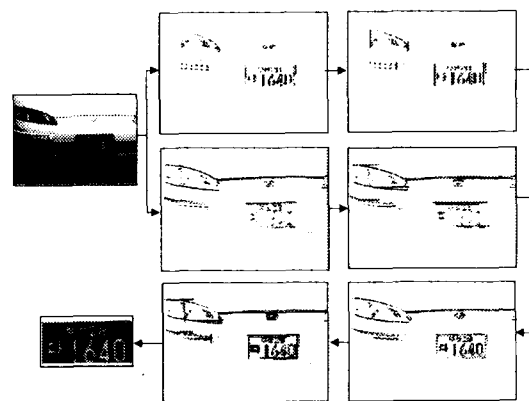


그림 2 차량 번호판 영역 추출 결과

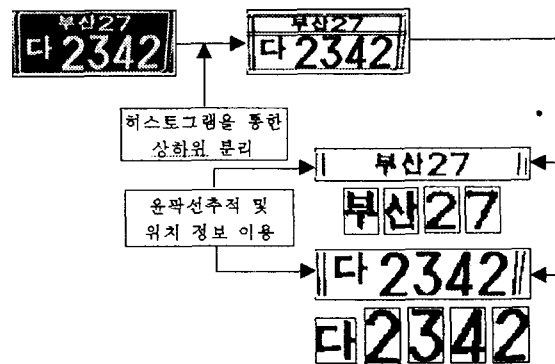


그림 3. 개별 문자의 추출 과정

[그림 3]은 개별 문자의 추출 과정을 나타내었다. 추출된 번호판 영역을 이진화할 때, 문자와 배경의 비율이 약 3 : 7의 비율을 가진다. 번호판 영역에 대한 색상 히스토그램을 약 3 : 7 정도의 분리 지점을 임계치로 설정하여 이진화한다. 이진화된 영상에 대해 히스토그램을 이용하여 상위와 하위 영역으로 분리한다. 분리된 영역에 대해서 위치 정보에 따라 추출하고, 추출된 영역을 윤곽선 추적과 잡음을 제거해주는 알고리즘[10]을 이용하여 개별 문자를 추출한다.

### 2.3 개별 문자의 인식

본 논문에서는 개선된 ART1 알고리즘과 지도 학습 방법을 결합하여 신경망의 은닉층 노드 수를 동적으로 변화시키는 개선된 신경망을 제안하여 번호판 인식에 적용한다. 제안된 신경망의 구조적인 특징은 다음과 같다.

- (1) 입력층과 은닉층의 연결 구조는 개선된 ART1의 구조와 같고, 여기에 출력층은 제안된 신경망의 은닉층이다.
- (2) 은닉층의 노드는 각 클래스를 나타낸다. 따라서 전체적으로 완전 연결 구조를 가지나, 목표값과 실제 출력값을 비교하여 역전파시킬 때는 개선된 ART1에서 승자 뉴런으로 선택된 대표 클래스에 연결된 가중치만을 역전파하는 승자 뉴런 방식을 채택한다.

개선된 신경망이 은닉층 노드를 자가 생성하면서 은닉층의 노드 수를 동적으로 설정하는 방법은 다음과 같다. 하나의 은닉층 노드로 시작하여 그 노드를 입력층에서 처음 제시된 패턴에 해당하는 클래스로 할당한다. 그 다음부터 제시되는 패턴들은 현 상태에서 존재하는 은닉층의 노드들에 대해 승자를 채택하고, 은닉층의 모든 노드들이 승자 선정에 실패할 경우에는 노드를 하나 증가시켜 해당 패턴에 대한 클래스로 할당한다. 그러나 제시된 입력 패턴에 대해 은닉층에서 가장 큰 출력값을 가지는 승자 노드가 대표 클래스가 되는 것은 아니다. 은닉층의 승자 노드와 입력·패턴간의 유사성을 계산하고, 그 유사성이 경계 변수보다 크면 현재의 승자 노드가 대표 클래스로 선택되어서 출력층에 전달된다. 그리고 입력층과 은닉층간의 연결과 은닉층과 출력층간의 연결을 구분하여 살펴보면, 은닉층에서 채택된 승자노드는 입력 패턴의 대표 클래스가 되므로 대표 클래스의 저장 패턴에 입력 패턴을 반영하기 위해서 은닉층의 승자 노드와 연결된 가중치만을 조정한다. 또한 입력 패턴에 대한 목표값을 대표 클래스에 의한 출력값에 반영하기 위해 출력층의 노드와 은닉층에서 승자 노드로 선택된 대표 클래스와 관련된 연결 가중치만을 조정한다. 그리고 본 논문에서는 경계 변수를 패턴간의 유사성에 따라 동적으로 조정하는 개선된 ART1 알고리즘을 제안된 신경망에 적용한다. 개선된 ART1 알고리즘에서 경계 변수를 동적으로 조정하는 식은 다음과 같다[11].

$$\rho(t+1) = 1 - \sqrt{\frac{1}{\{(1-\rho(t))^2 + (1-\rho(t-1))^2\}}}$$

개선된 신경망의 학습 및 인식 구성도는 [그림 4]와 같다.

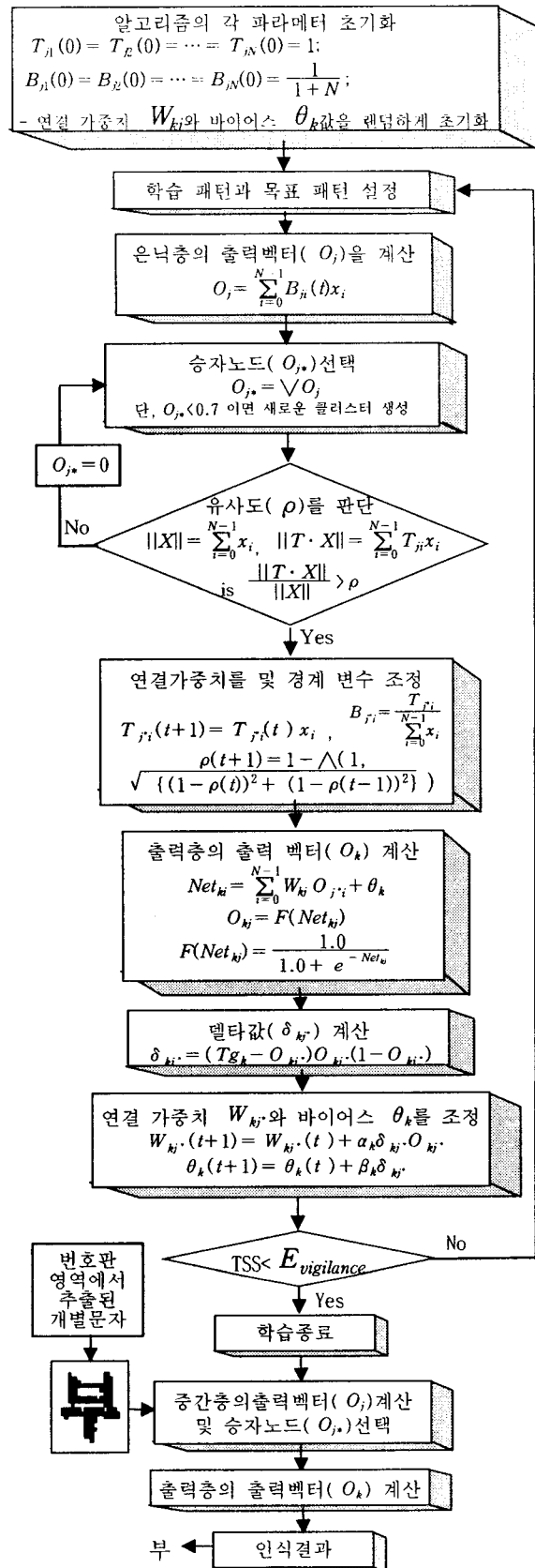


그림 4. 차량 번호판 인식을 위한 개선된 신경망 알고리즘의 구조도

### 3. 실험 및 결과

제안된 차량 번호판 인식 시스템은 C++ Builder 5.0에서 구현하였으며, 트루 칼라의 차량 영상 155개와 그레이 차량 영상 100개를 대상으로 실험하였다. 여기서 트루 칼라 영상 중 5개는 컨테이너 차량 영상이고 그레이 차량 영상은 시청의 전용차선 감시 카메라에서 촬영한 영상이다.

표 1은 기존의 RGB나 HSI칼라 정보를 이용한 추출 방법[4,5], 임계화를 이용한 방법[6]과 제안된 추출 방법 간의 번호판 영역 추출 결과를 비교한 것이다.

[표1] 제안된 번호판 추출 방법과 기존의 번호판 추출 방법간의 추출 결과 비교

영상종류	알고리즘			제안된 차량 번호판 추출 방법
	[4]	[5]	[6]	
추출 트루칼라 영상(155)	144	146	148	155
그레이칼라 영상(100)	.	.	58	100

표 1에서 제안된 번호판의 추출 방법이 기존의 추출 방법보다 추출률이 개선된 것을 확인할 수 있다.

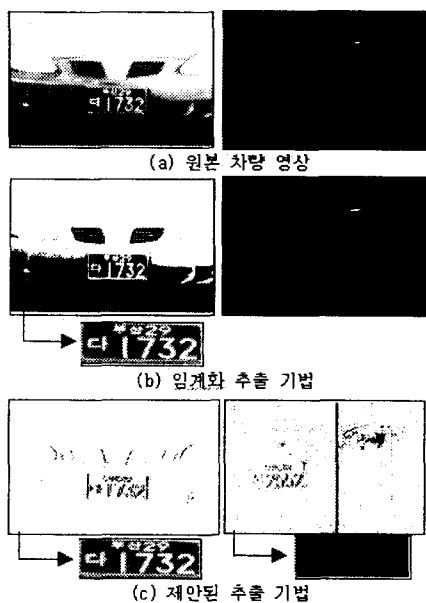


그림 5. 차량 번호판 추출 결과

[그림 5]는 두 개의 차량 영상에 대해서 임계화를 이용한 차량 번호판 추출 방법과 제안된 차량 번호판 추출 방법간의 번호판 추출 결과를 나타내었다. 임계화를 이용한 차량 번호판 추출 방법은 차량 영상의 밝기가 어둡게 촬영되어 번호판 영역의 추출에 실패한 경우이다. 이는, 촬영된 차량 영상의 밝기가 과도하게 불량한 경우로서

번호판 내부와 외부간의 밝기 차이가 없어 임계치 설정이 잘못된 경우이다. 그러나 본 논문에서 제안된 번호판 추출 방법은 정확히 번호판 영역이 추출 되었다.

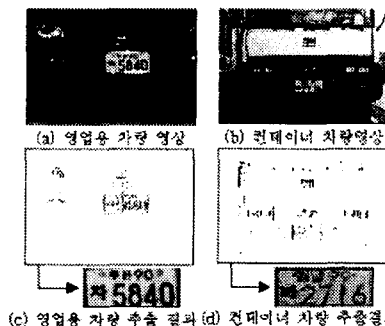


그림 6. 용도에 따른 차량 번호판 추출 결과

[그림 6]는 제안된 차량 번호판 추출 방법으로 차량 영상의 컬러에 상관없이 추출이 가능하며, 차량의 용도에 상관없이 추출이 가능함을 보여준다. 따라서 [그림 5]와 [그림 6]는 영업용 차량과 컨테이너 차량에 대해 제안된 추출 방법이 번호판 영역의 추출에 효율적인 것을 확인할 수 있다.



그림 7. 개별 문자 추출 결과

[그림 7]은 추출된 번호판 영역에서 개별 문자를 추출하는 과정을 나타내었다. 두 개의 추출된 번호판 영역에 대해서 하나는 위치 정보를 이용한 문자 추출을 적용하여 개별 문자 추출에 실패한 경우이다. 다른 하나는 히스토그램을 이용한

문자 추출과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 문자 추출 방법을 각각 적용하여 개별 문자의 추출에 실패한 경우이다.

[그림 7]에서 첫 번째의 번호판 영역은 번호판의 주변 영역이 같이 추출되어 번호판 고유의 위치정보만으로는 제대로 추출할 수가 없다. 그리고 두 번째의 번호판 영역의 경우는 번호판 영역이 심하게 훼손되었을 뿐만 아니라, 추출된 번호판이 기울어져서 잡음이 많이 발생하여 히스토그램을 이용한 방법과 윤곽선 추적을 이용한 방법으로는 개별 문자의 추출에 실패한 경우이다. 그러나 본 논문에서의 제안된 개별 문자 추출 방법은 기존의 개별 문자 추출 방법들의 단점을 서로 보완하므로 두 개의 번호판 영역에서 개별 문자가 모두 추출되었다.

표 2는 기존의 개별 문자 추출 방법과 제안된 개별 문자 추출 방법 간의 추출 결과를 나타내었다. 표 2에서 추출 개수는 추출된 번호판에서의 총 개별 문자의 개수이다. 표 2에서 알 수 있듯이 기존의 방법들에 비해서 제안된 개별 문자 추출 방법의 추출률이 개선된 것을 확인할 수 있다.

표 2 개별 문자 추출 결과

	추출 개수	[1]	[8]	[9]	제안된 개별 문자 추출 방법
관할관청 기호	510	461	418	491	500
용도별기호	255	230	211	241	255
차종별기호	453	397	375	433	446
등록번호	1020	931	829	975	1020
총 계	2238	2019	1833	2140	2221

제안된 개별 문자 추출 방법에 의해 추출된 개별 문자들에 대해 기존의 신경망 알고리즘과 제안된 신경망 알고리즘으로 인식한 결과를 표 3으로 나타내었다. 표 3에서 ART1 알고리즘과 SOM 알고리즘 보다 제안된 알고리즘의 인식률이 개선된 것을 알 수 있다.

표 3 차량 번호판 인식 결과 비교

패턴종류 \ 인식개수	인식 개수	ART1 알고리즘	SOM 알고리즘	제안된 신경망
관할관청 기호	500	489	479	497
용도별기호	255	255	255	255
차종별기호	446	434	422	442
등록번호	1020	1020	1020	1020

#### 4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 차량 번호판 인식을 위해 수평·수직 에지의 형태학적 정보를 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하고 히스토그램 방법과 위치 정보를 이용한 방법에 윤곽선 추적 알고리즘을 병합하여 개별 문자를 추출하는 방법을 제안하였다. 그리고 개별 문자 인식을 위해 개선된 신경망을 제안하였다. 개선된 신경망 알고리즘은 오류 역전파 알고리즘의 은닉층 노드 수를 설정하는 문제와 ART1의 경계 변수 설정에 따른 인식을 저하되는 문제점을 해결하기 위해 ART1을 개선하여 지도 학습 알고리즘과 결합한 개선된 신경망을 제안하고 차량 번호판 인식에 적용하였다. 개선된 ART1 알고리즘에서는 경계 변수를 패턴간의 유사성에 따라 동적으로 조정하였다.

본 논문에서는 자가용 차량, 승합용 차량, 컨테이너 차량을 대상으로 성능을 실험하였다. 255대의 차량 영상에 대해서 255대의 번호판 영역이 추출되었고 기존의 RGB 정보와 HSI 칼라 정보를 이용한 차량 번호판 추출과 임계화를 이용한 차량 번호판 추출 방법보다 개선되었다. 제안된 개별 문자 추출 방법을 적용하여 개별 문자를 추출한 결과, 2238개의 개별 문자 중에서 2221개의 개별 문자가 추출되었다. 개별 문자 추출에 실패한 경우는 추출된 번호판 영역에서 개별 문자의 색상이 배경과 뚜렷하게 구별되지 않아서 정확히 이진화되지 않은 경우이다. 제안된 신경망 알고리즘을 적용하여 개별 문자들을 인식한 결과는 2221개의 개별 문자들 중에서 2214개가 인식되었다.

향후 연구 과제로는 하드웨어 및 설비 비용의 절감을 위한 방안을 논의하고, 동영상에서의 차량 영상을 인지하고, 차량에서 번호판 영역을 단시간 내에 실시간으로 추출 및 인식하는 시스템을 연구할 것이다.

#### 5. 참고문헌

- [1] 김정민, 이병진, 류경, 박귀해, "상관계수와 하프 변환을 이용한 차량 번호판 자동인식," 제어 자동화 시스템 공학회 논문지, Vol.3, No.3, pp.511-519, 1997.
- [2] 정효식, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량번호판 포착," 동국대학교 석사 학위 논문, 1992.
- [3] 박종천, 이승우, 오해석, "자동차 번호판 영역 추출에 관한 연구," 한국정보처리학회, '97 추계 학술발표논문집, pp.642-645, 1997.
- [4] 김광백, 윤홍원, 노영욱, "컬러 정보와 퍼지 C-means 알고리즘을 이용한 주차관리시스템 개

- 발," 한국지능정보시스템학회논문지, Vol. 8, No. 1, pp.87-102, 2002.
- [5] 최경민, 금기문, 진영근, 김태균, "HSI간의 관계를 이용한 컬러 영상 클러스터링 방법에 의한 문자 영역 추출," 한국정보과학회 가을 학술 발표 논문집(A), pp.459-462, 1995.
- [6] 조보호, 정성환, "특징 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템," 한국 정보 처리학회 논문지, Vol.6, No.6, pp.1686-1691, 1999.
- [7] 이윤희, 김봉수, 김경환, "자동차 정면의 구조적 특징을 이용한 번호판 영역 추출 방법," 정보과학회 추계학술발표논문집, pp.601-603, 2003.
- [8] 김희석, 이평원, 김영재, "차종, 번호판 위치 및 자동차 번호판 인식을 위한 영상 처리 알고리즘 개발," 한국 자동 제어 학술회의 논문집, Vol.2, pp.1718-1721, 1997.
- [9] 임은경, 김광백, "개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구," 멀티미디어 학회논문지, Vol. 3, No. 5, pp.433-444, 2000.
- [10] 김성옥, 임은경, 김민환 "잡영블라프 검출에 의한 잡영가지 제거 방법의 개선," 멀티미디어학회논문지, Vol. 6, No. 3, pp.419-428, 2003.
- [11] K. B. Kim and K. C. Kim, "A Study on Face Recognition using New Fuzzy ART," Proceedings of ITC\_CSCC'98, Vol.2 pp.1057-1060, 1998.