

스미어링 기법과 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 여권 인식

The Passport Recognition by Using Smearing Method and Fuzzy ART Algorithm

류재욱*, 김광백**

* 신라대학교 컴퓨터정보공학부

** 신라대학교 컴퓨터공학과

Jae-Uk Ryu*, and Kwang-Baek Kim**

*Division of Computer Information and Engineering, Silla University

**Dept. of Computer Engineering, Silla University

요 약

현행 출입국 관리는 사용자가 여권을 제시하면, 여권을 육안으로 검색하고 수작업으로 정보를 입력하여 여권의 데이터 베이스와 대조하였다. 이러한 종래의 출입국 관리 시스템은 출입국 심사 시간이 길어 출입국자에 불편을 제공하고 출입국 부적격자에 대한 정확한 검색이 이루어지지 않아 체계적으로 관리하기가 어려웠다. 이러한 종래의 문제점을 개선하기 위해 영상 처리와 문자 인식을 이용한 여권 인증 시스템을 제안한다. 본 논문에서는 여권 영상에 대해 소벨 연산자와 스미어링 기법 그리고 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 사진영역, 코드 영역 및 개별 코드 문자를 추출하고 개별 코드 문자 인식은 기존의 퍼지 ART를 개선하여 적용한다. 다양한 국내 여권 영상에 대해 제안된 여권 인식 방법을 실험한 결과, 제안된 방법이 여권 인식에 우수한 성능을 보였고 개선된 퍼지 ART 알고리즘이 기존의 퍼지 ART 알고리즘보다 클러스터 수가 적게 생성되고 인식률도 향상된 것을 확인하였다.

Key Words : 소벨 연산자, 스미어링, 윤곽선 추적, 퍼지 ART, 여권인식

1. 서론

세계화와 교통 수단의 발달로 인하여 공항과 항만 등을 통하여 입국하거나 출국하는 내국인 및 외국인의 수가 증가하고 있다. 현행 출입국 관리는 사용자가 여권을 제시하면, 이를 육안으로 검색하고 수작업으로 정보를 입력하여 확인하는 과정으로 이루어지고 있다. 출입국 관리는 위조 여권 소지자, 수배자, 출입국 금지자 또는 불법 체류자 등의 출입국 부적격자 등을 검색하여 출입국자를 관리하기 위하여 행하여진다. 한편, 여권에는 사진, 국적, 성명, 주민등록번호, 성별, 여권번호 등이 포함된 정보들로 구성되어 있다. 이러한 출입국 관리 시스템은 출입국 심사 시간이 길어 출입국자에게 불편이 따르고 출입국 부적격자에 대한 정확한 검색이 불분명한 단점이 있어 체계적으로 관리하기가 어렵다. 본 논문에서는 이러한 출입국자의 정보 관리 문제를 개선하기 위하여 스미어링 기법과 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 여권 인식 시스템을 제안한다. 예지를 추출하는 방법에는 Sobel 연산자와 Roberts, 라플라시안 등의 미분 연산자가 있다[1]. 라플라시안 같은 미분 연산자는 잡음에 약해서 가우시안 평활화와 함께 사용해야 하므로 처리 시간이 많이 소요되는 단점이 있으나 1 화소 두께의 에

지를 검출할 수 있는 장점이 있다[2]. 소벨 연산자는 일차 미분 값을 이용하므로 잡음에 강하고 처리 시간도 적게 소요된다[3]. 본 논문에서는 편미분 연산에 의한 직접적인 소벨 연산보다 3×3 소벨 마스크를 이용하여 여권 영상에서 예지를 추출한다.

스미어링 방법(smearing)은 문지르기 기법이라고도 하며, 흑 화소(black)를 수평 또는 수직 방향으로 일정한 크기의 픽셀만큼 늘려주는 방법으로 사용된다[4,5]. 본 논문에서는 3×3 소벨 마스크를 적용한 영상에 대해 수평 방향으로 스미어링 한 후에 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 코드 영역의 문자열을 추출하고 추출된 코드의 문자열 영역에 대해 수직 방향 스미어링 기법을 이용하여 개별 코드 문자를 추출한다.

추출된 개별 코드 문자 인식은 퍼지 ART 알고리즘을 개선하여 적용한다. 퍼지 ART 알고리즘은 기존의 학습된 데이터를 재학습시킬 필요 없이 새로운 데이터를 단순히 추가 학습시킬 수 있고 아날로그 데이터를 처리할 수 있는 장점이 있으나 경계 변수(vigilance parameter)의 설정에 따라서 생성되는 클러스터의 수와 인식률이 달라지는 단점이 있다[6]. 따라서 본 논문에서는 여권 영상에서 추출된 개별 문자들을 인식하기 위해 퍼지의 교점속 연산자를 이용하여 경계 변수를 동적으로 조정하는 개선된 퍼지 ART를 제안

x_k 에 위치시키고 a 와 b 에 대응하는 두 픽셀을 고려하여 마스크의 진행 방향을 표 1과 같이 결정하고 x_k 가 지나간 픽셀이 윤곽선이 된다. 수평으로 스미어링된 영역들은 그림 6과 같다. 따라서 코드의 문자열 영역 추출은 스미어링된 영상에 대해 4 방향 윤곽선 추적 방법을 적용하여 픽셀 간의 연결 요소를 연결하여 직사각형 형태의 문자열 영역으로 구분한다. 그리고 가로와 세로의 비율이 가장 큰 직사각형 형태의 영역을 코드의 문자열 영역으로 추출한다.

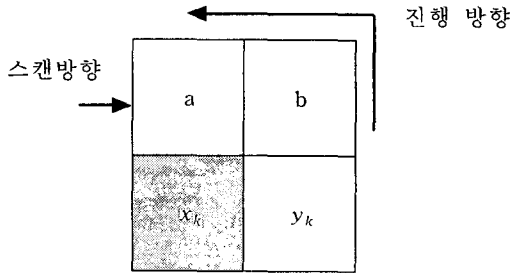


그림 5. 윤곽선 추적을 위한 2x2 마스크

표 1. 2x2 마스크에 의한 a와 b의 진행방향

	a	b	x_{k+1}	y_{k+1}
진진	1	0	a	b
우측	0	1	b	y_k
우측	1	1	a	x_k
좌측	0	0	x_k	a

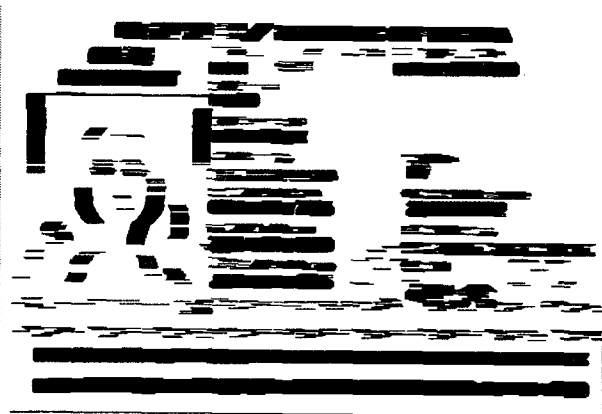


그림 6. 가로 스미어링을 적용한 영상

2.2 개별 코드 문자 추출

추출된 코드의 문자열 정보 영역에서 개별 코드 문자를 추출한다. 추출된 코드의 문자열 정보 영역을 수직 방향으로 스미어링 한다. 수직 방향으로 스미어링된 코드의 문자열 정보 영역에서 각 코드 문자는 세로축의 좌표 값으로 개별 문자들의 간격을 구분하고 가로축의 좌표 값에 의해서 개별 문자의 영역을 구분한다. 그리고 추출된 개별 문자들을 정규화 한다.

2.3 사진 영역 추출

각 개별 코드 문자들을 추출한 후에 개별 코드 문자 정보가 시작되는 좌표를 중심으로 하여 사진 영역을 추출한다. 개별 코드 문자 정보가 시작되는 좌표로부터 이미지의 1/3 정도의 크기를 가진 영역을 사진이 있는 후보 영역으로 설정한다. 먼저 선택되어진 후보 영역에 대해 Sobel 연산자를 이용하여 에지를 추출한다. Sobel 연산자에 의해서 추출된 에지를 히스토그램을 이용하여 이진화 한다. Sobel 연산자는 잡음에는 민감하지만 에지로 추출되는 선이 굵게 나타나기 때문에 사진의 윤곽이 더 잘 선명하게 나타난다. 코드의 문자 정보 시작점을 기준으로 왼쪽으로 검사하여 사진 영역의 좌측선을 찾고 다시 사진이 있는 후보 영역의 우측 끝 선부터 좌측으로 검사하면서 사진 영역의 우측선을 찾아 사진 영역의 가로선을 추출한 후에 가로선을 중심으로 하여 사진 영역의 세로선을 추출한다. 이때 사진 상단편에 있는 무궁화 그림의 도장을 기준으로 하여 위쪽 경계선을 찾는다. 무궁화 도장이 있는 부분에는 에지가 많이 발생한다. 따라서 이와 같은 정보를 이용하여 히스토그램을 이용하는 방법보다 사진 영역의 추출 시간을 단축한다.

3. 개선된 퍼지 ART 알고리즘에 의한 여권 인식

ART2는 Grossberg와 Carpenter에 의해 제안된 신경회로망 모델로써 적용성과 안정성을 가지고 있으며 실시간 학습이 가능하다[9]. ART2는 이진 입력 패턴과 아날로그 입력 패턴에 대해서도 학습 가능한 모델이다. 기본적인 ART2 알고리즘은 다음과 같다.

$$\text{if } || \text{Pattern}^{\text{new}} - W_j^{\text{old}} || < \rho \text{ then}$$

$$W_j^{\text{new}} = \frac{\text{Pattern}^{\text{new}} + W_j^{\text{old}}}{1 + || \text{cluster} ||}$$

$$\text{else } W_j^{\text{new}} = \text{Pattern}^{\text{new}}$$

(단, $|| \text{Cluster}_j ||$: 클러스터 j 에서 멤버의 수,
 W_j : 클러스터 j 에 대한 연결 가중치, $\rho \in [0,1]$)

ART2의 연결 가중치 변화는 모든 입력 패턴의 평균 값을 취함으로써 클러스터 생성에 고르게 반응하게 된다. 그러나 ART2의 연결 가중치는 입력 벡터가 들어오는 경우 특징이 서로 다른 유사한 기존의 클러스터가 갱신되는 경우가 생기게 된다. 그 원인은 입력 벡터가 연결 가중치 벡터와의 평균에 의해 가중치의 특징을 감소시키는 때문이다[10]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 퍼지 ART 알고리즘이 제안되었다[11]. 퍼지 ART 알고리즘에서 기본적인 퍼지 논리 교 연산자를 이용하여 출력값을 계산하는 식은 다음과 같다.

$$\frac{|| T \wedge X ||}{|| X ||} \tag{1}$$

여기서 \wedge 는 퍼지 논리 Min 연산자이다.

그리고 흥분 뉴런에 의해서 승자 뉴런이 선택하는 과정은 퍼지 귀속도(fuzzy membership degree)에 의해서 계산된다.

$$\mu = \frac{\|X \wedge T\|}{a + \|T\|} \quad (3)$$

여기서 μ 는 퍼지 귀속도를 나타내며 a 는 0과 1사이의 상수값이다.

퍼지 ART 알고리즘에서 경계 변수(vigilance parameter)는 패턴들을 클러스터링 하는데 있어서 반지름값이 되며 임의의 패턴과 저장된 패턴과의 불일치(mismatch) 허용도를 결정하는데 사용된다. 이 경계 변수가 크면 입력 패턴과 기대 패턴 사이에 약간의 차이만 있어도 새로운 카테고리(category)로 분류하게 된다. 반대로 경계 변수가 작으면 입력 패턴과 기대 패턴 사이에 많은 차이가 있더라도 허용하므로 입력 패턴들을 대략적으로 분류한다. 그러므로 서로 다른 유사한 특징을 갖는 패턴들이 많을 경우에는 경계 변수 값을 설정하는 것은 매우 어렵다. 그러므로 퍼지 논리 접속 연산자를 이용하여 경계 변수 값을 유사성을 가지는 특징에 따라 동적으로 조정하는 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 제안한다. 퍼지의 교 접속 연산자는 총체화 된 값이 모든 입력 중 가장 작은 값보다 크지 않은 성질을 갖는 연산자로서, Yager의 교 접속 연산자의 경우

$$\mu(x_1, \dots, x_n) = 1 - \text{Min}[1, (1 - X_1^p) + \dots + (1 - X_n^p)^{\frac{1}{p}}] \quad (4)$$

로 정의된 $p \in (0, \infty)$ 값에 따라 단조 감소하는 함수이다 [12]. Yager의 교 접속 연산자를 이용하여 경계 변수값(ρ)을 동적으로 조정하는 식은 다음과 같다.

$$\rho_{(t+1)} = 1 - \wedge(1, \sqrt{(1 - \rho_{(t)})^2 + (1 - \rho_{(t-1)})^2}) \quad (5)$$

개선된 퍼지 ART 알고리즘에서 가중치를 조정하는 식은 다음과 같다.

$$T(t+1) = \beta(X \wedge T(t)) + (1 - \beta)T(t) \quad (6)$$

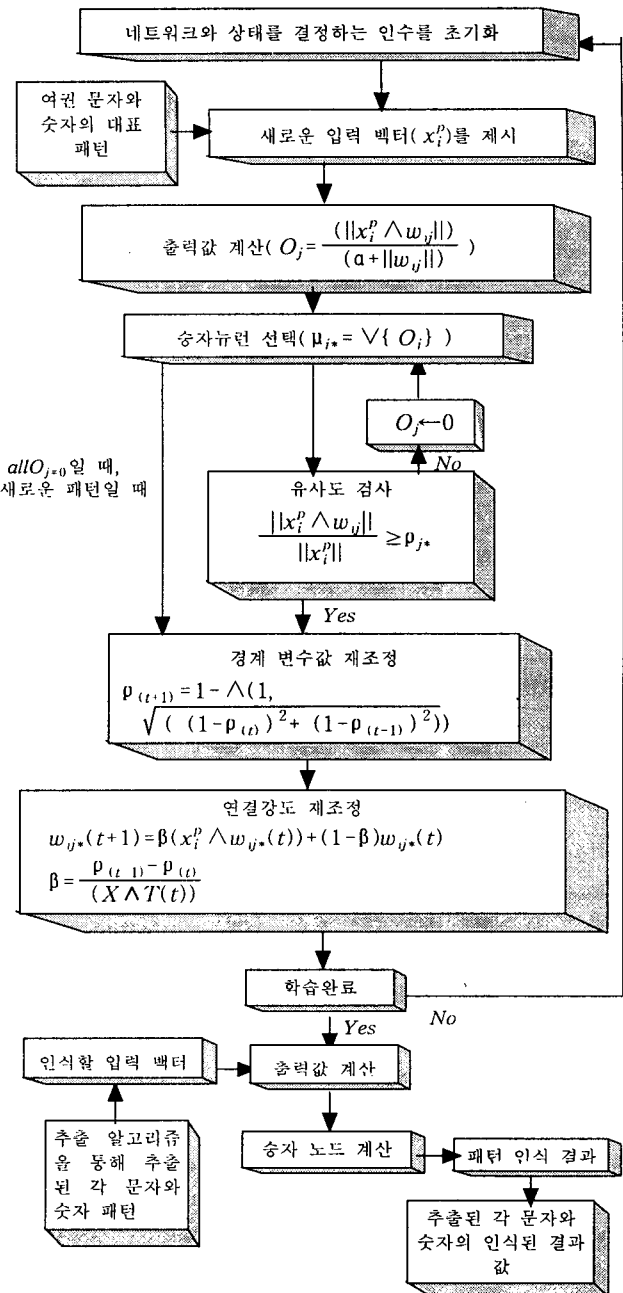
$$\beta = \frac{\rho_{(t-1)} - \rho_{(t)}}{(X \wedge T(t))}$$

학습 초기에는 β 값을 1로 설정하여 학습한다. 그러나 학습 중에 기존의 클러스터가 갱신되면 Yager의 교 접속 연산자에 의해 동적으로 조정되는 경계 변수인 ρ 값을 반영하여 β 값을 조정한다.

여권 영상에서 추출된 숫자나 문자를 개선된 퍼지 ART를 이용하여 인식한다. 개선된 퍼지 ART를 이용한 개별 문자와 숫자의 학습 및 인식 과정은 그림 7과 같다.

4. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안한 여권 인식 방법의 성능을 분석하기 위하여 Intel Pentium-III 450MHz CPU와 256 MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC 상에서 C++ 빌더 4.0으로 구현하였다.



- p : 패턴의 인덱스
- ρ : 경계 변수
- β : 학습된 패턴과 새로 입력된 패턴의 조합 비율을 나타내는 파라미터

그림 7. 개선된 퍼지 ART를 이용한 개별 문자 학습 및 인식 과정

실험에 사용된 여권 영상은 HP ScanJet 4200C 스캐너를 이용하여 600×437 픽셀 크기를 가진 9개의 여권 영상을 사용하여 성능 평가 실험에 적용하였다. 그림 2의 여권 영상에 대해 코드의 문자열 영역과 개별 코드 문자의 추출 결과는 그림 8의 (a)와 같고 사진 영역 추출 결과는 그림 8의 (b)와 같다.



(a) 코드 문자 추출 결과



(b) 사진영역 추출 결과

그림 8. 영역 추출 결과

9개의 여권 영상에서 추출된 코드 문자열의 수와 개별 코드 문자의 수는 표2와 같다. 표 2에서와 같이 18개의 코드 문자열 영역과 792개의 개별 코드 문자가 모두가 추출되었다.

표 2. 코드 문자열 영역 및 개별 코드 문자 추출 개수

	추출 수
코드문자열 영역	18/18
개별코드문자	792/792

추출된 792개의 개별 코드 문자 중에서 출입국자의 정보로 사용되는 여권의 종류, 국적, 성명, 여권 번호, 주민등록 번호, 성별 등의 개별 코드 문자 468개를 퍼지 ART와 개선된 퍼지 ART에 학습하여 인식된 개수를 표3으로 나타내었다.

표 3. 개선된 퍼지 ART와 퍼지 ART간의 클러스터 수 및 인식 결과

	생성된 클러스터 수	인식 개수
개선된 Fuzzy ART	346	468
Fuzzy ART	369	468

표 3에서 알 수 있듯이 개선된 퍼지 ART 알고리즘이 기존의 퍼지 ART 알고리즘보다 클러스터의 수가 적게 생성되었다. 개선된 퍼지 ART에서 초기 경계 변수 $p_{(n)}$ 과 $p_{(n-1)}$ 를 각각 0.96과 0.97로 설정하였고 퍼지 ART에서는 경계 변수 p 를 0.95로 설정하였다.

표 3의 결과를 분석하면 기존의 퍼지 ART는 기존의 클러스터와 입력 패턴과의 거리값을 계산하고 입력 패턴에 가장 가까운 클러스터와 유사성을 측정하여 패턴

을 분류한다. 여기서, 경계 변수는 클러스터의 수와 인식에 중요한 요소가 된다. 클러스터의 갱신된 횟수 많으면 갱신된 패턴들의 모든 특징을 포함해야 하므로 경계 변수가 줄어들어야 한다. 그러나 퍼지 ART는 경계 변수를 정적으로 설정하므로 생성된 클러스터의 수가 갱신된 퍼지 ART보다 많이 생성되었다.

그림 9는 개선된 퍼지 ART에서 클러스터의 갱신된 횟수에 따른 동적인 경계 변수의 변화량을 나타내었다.

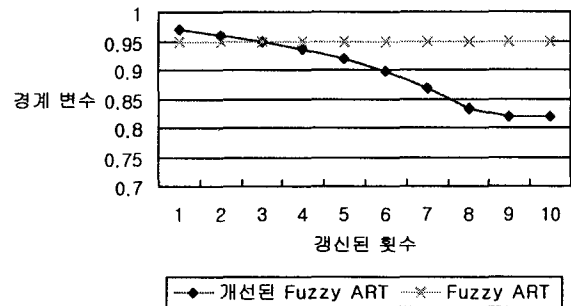


그림 9. 경계변수(p)에 따른 변화 과정

제안된 여권 인식 시스템의 전체 화면을 그림 10으로 나타내었다.

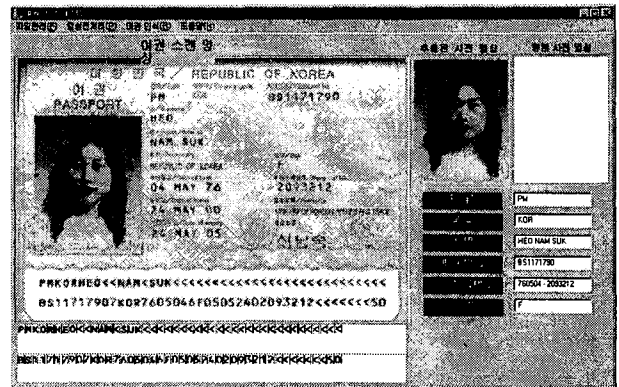


그림 10. 여권 인식 시스템 화면

5. 결론 및 향후 연구방향

현행 출입국 관리는 사용자가 여권을 제시하면, 여권을 육안으로 검색하고 수작업으로 정보를 입력하여 여권의 데이터 베이스와 대조하였다. 이러한 종래의 출입국 관리 시스템은 출입국 심사 시간이 길어 출입국자에 불편을 제공하고 출입국 부적격자에 대한 정확한 검색이 이루어지지 않아 체계적으로 관리하기가 어려웠다. 이러한 종래의 문제점을 개선하기 위해 영상 처리와 스미어링 기법과 퍼지 ART 알고리즘을 개선하여 여권을 인식하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서는 3×3 소벨 마스크를 이용하여 에지를 검출하고 3×3 소벨 마스크가 적용된 영상을 수평 방향으로 스미어링 한 후에 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 코드의 정보 영역을 추출하였다. 추출된 코드의 정보 영역을 수직 방향으로 스미어링하여 개별 코드 문자를 추출하고 정규화 하였다.

개별 코드의 문자 인식은 퍼지의 교 접속 연산자 중에서 Yager의 교 접속 연산자를 이용하여 경계 변수를 동적으로 조정하는 개선된 퍼지 ART를 제안하여 적용하였다.

9개의 여권 영상을 실험한 결과, 코드 정보 영역에서 18개의 문자열 영역과 792개의 개별 코드 문자가 모두가 추출되었다. 추출된 792개의 개별 코드의 문자 중에서 출입국자의 정보를 나타내는 여권의 종류, 국적, 성명, 여권 번호, 주민등록 번호, 성별 등의 개별 코드 문자 468개를 기존의 퍼지 ART와 개선된 퍼지 ART에 적용한 결과, 개선된 퍼지 ART 알고리즘이 기존의 퍼지 ART 알고리즘보다 클러스터의 수가 적게 생성되었고 학습 시간도 적게 소요되었다. 그리고 468개의 개별 코드 문자가 모두 인식되었다.

향후 연구 과제로는 제안된 여권 인식 방법을 다양한 국내의 여권 영상에 적용하여 위조 여권을 판별할 수 있는 시스템을 개발 할 것이다.

참고문헌

- [1] Milan Sonka, Vaclav Havac and Roger Boyle, Image Processing, *Analysis and Machine Vision*, University Press, Cambridge, 1993.
- [2] Rafer C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [3] J. R. Parker, Algorithm for Image Processing and Computer Vision , *Wesley Computer Publishing*, 1996.
- [4] L. O'Gorman and R. Kasturi, "Document Image Analysis Systems," *IEEE Computer*, Vol.5, pp.5-8, 1992.
- [5] F. M. Wahl. K. Y. Wong, and R. G. Casey, "Block Segmentation and Text Extraction in Mixed Text/Image Documents," *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, Vol.22, pp.375-390, 1982.
- [6] Shaun Mariott and Robert F. Harrison, "A Modified Fuzzy ARTMAP Architecture for the Approximation of Noisy Mappings," *proceedings of 1995 International Joint Conference on Neural Networks*, Vol.4, 1995.
- [7] 김성영, 권태균, 김민환, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출," *한국멀티미디어학회 춘계발표논문집, 제 2권, 제1호*, pp.356~361, 1999.
- [8] 김광백, 노영숙, "동적인 임계화 방법과 코호넨 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구," *한국통신학회 논문지, 제 26권, 제 12A호*, pp.2019-2026, 2001.
- [9] Gail A. Carpenter and Stephen Grossberg, "ART2 : self-organization of stable category recognition code for analog input patterns," *OPTICS*, Vol.26, No23, pp.4919-4930, 1897.
- [10] 김광백, 김영주, "명암도 변화 및 HSI 정보와 개선된 ART2 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식," *퍼지 및 지능 시스템 학회 논문지, 제11권, 제5호*, pp.379-387, 2001.
- [11] K. B. Kim and K. C. Kim, "A Study on Face Recognition using New Fuzzy ART," *IYC-CSCC*, Vol.2, pp.1057-1060, 1998.
- [12] Yager, R. P., "On a General Class of Fuzzy Connective," *Fuzzy Sets Systems*, Vol.4, pp. 235-242, 1980.