

형태학적 특징과 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식

강효주* · 김미정* · 강혜민* · 박충식** · 이종희* · 김광백*

*신라대학교 컴퓨터정보공학부

**영동대학교 컴퓨터공학과

A New Car License Plate Recognition Using Morphological Characteristic and Fuzzy ART Algorithm

Hyo-joo Kang* · Mi-jeong Kim* · Hye-min Kang* · Choong-shik Park**
· Jong-hee Lee* · Kwang-baek Kim*

* Division of Computer and Information Engineering, Silla University

**Dept. of Computer Engineering, Youngdong University

요 약

2006년 11월 이후 신 차량 번호판 등장 후, 신 차량 번호판 차량이 꾸준히 증가하고 있다. 이에 따라 속도위반, 신호위반 단속, 무인 주차 관리 시스템, 범죄 및 도주 차량 검거, 고속도로 톨게이트에서 통행료 지불로 인한 교통 체증현상을 해소하기 위한 자동 요금 징수와 같은 다양한 경우에서 신 자동차 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 지능형 신 자동차 번호판 인식 방법을 제안한다. 무인 카메라에서 획득된 신 차량 영상을 그레이 레벨로 변환한 후에 블록 이진화한다. 블록 이진화된 차량 영상을 대상으로 차량의 형태학적 특징을 적용하여 잡음을 제거한 후, 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에 대해 Grassfire 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 차량 번호판을 인식하기 위하여 추출된 개별 코드를 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 학습 및 인식한다. 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법의 성능을 평가하기 위해 100장의 차량 영상을 대상으로 실험한 결과, 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 방법이 실험을 통해서 효율적인 것을 확인하였다.

키워드

블록 이진화, Grassfire 알고리즘, 퍼지 ART알고리즘, 4방향 윤곽선 추적 알고리즘

1. 서 론

교통과 통신, 과학의 발달이 인간 생활에 있어서 많은 편리함을 가져다준다. 특히 자동차는 인간 생활에 있어서 없어서는 안 될 필수품으로 간주되고 있다. 하지만 자동차로 인해 교통 체증, 범죄 및 도주차량 발생, 교통법규위반 등 여러 가지 문제가 제기된다. 이러한 문제를 해

결하기 위해 속도·신호 위반 단속 카메라, 주차 관리 시스템, 범죄 및 도주 차량 검거, 고속도로 톨게이트 통행료 자동 요금 징수 등 다양한 분야에서 차량 번호판의 특징에 맞는 인식 시스템이 요구되고 있으며, 연구되고 있다[1].

2006년 11월 이후 유럽형 신 차량 번호판 등장 후, 이 특징에 맞는 차량 번호판 인식 시스템이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 신 차량 번호판 인식 방법을 제안한다.

신 차량 번호판 영상에서 번호판 영역은 흰색 바탕에 검은색 코드로 구성되어 있기 때문에 주위 환경의 영향에 따라 번호판의 명암도가 달라지는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 차량 영상을 그레이 레벨로 변환한 후, 블록 이진화 기법을 적용하여 영상을 이진화한다. 이진화 된 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 Grassfire 알고리즘을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역의 그레이 레벨에 반복 이진화 기법을 적용한 후, 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용 개별 코드를 추출한다. 추출된 개별 코드는 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 인식한다.

II. 신 차량 번호판 영역 추출

본 논문에서는 그림 1과 같이 블록 이진화와 Grassfire 알고리즘을 이용하여 잡음을 제거한 후, 번호판 영역을 추출한다.

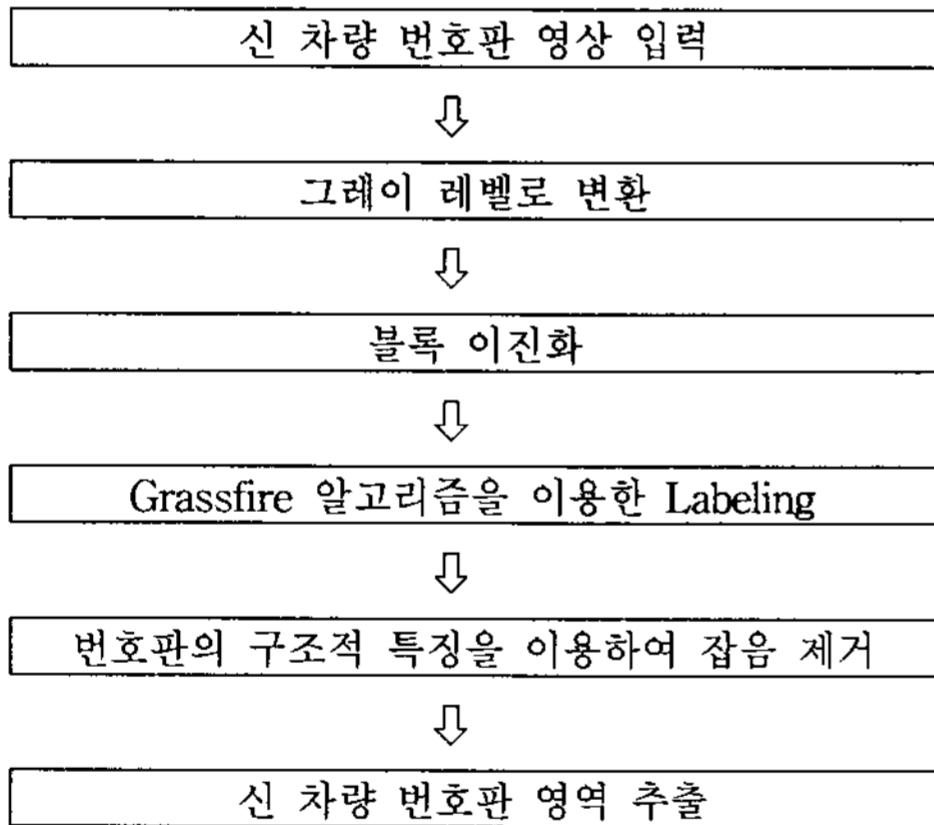


그림 1. 번호판 영역 추출 과정

그림 2와 같은 차량 전면부 영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해, 블록 이진화 기법을 적용하여 영상을 이진화 한다. 블록 이진화 기법은 일정한 블록마다 임계값을 각각 적용하여 이진화하는 방법으로, 그림 3의 좌측과 같이 전체 영상에 하나의 임계값을 설정하여 이진화하는 방법보다 그림 3의 우측과 같이 블록 이진화를 적용하여 이진화 하는 것이 배경과 번호판 영역을 명확히 구분할 수 있다.



그림 2 유럽형 번호판(좌)
기존 크기 번호판(우)

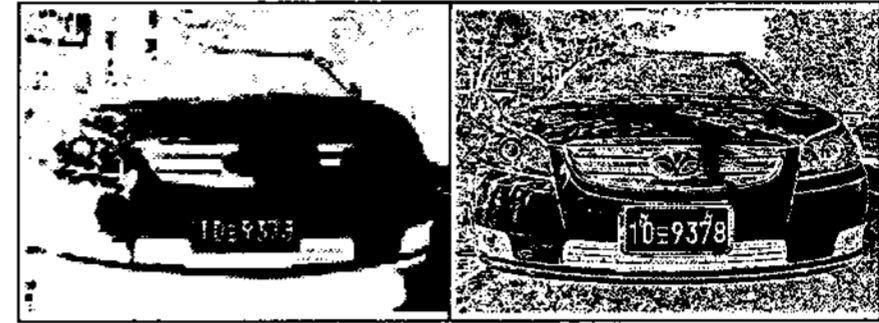


그림 3. 하나의 임계값 영상(좌)
블록 이진화 영상(우)

이진화 된 영상에 그림 4와 같이 Grassfire 알고리즘[2]으로 라벨링 한다. Grassfire 알고리즘은 마른잔디에서 불이 번져나가는 모양과 비슷하게 화소를 라벨링 하며, 이 알고리즘은 자기호출을 이용하여 모든 인접 요소가 라벨링 될 때까지 현재 관심 화소의 주변 인접 화소를 차례로 검사하면서 라벨링 하는 방법이다.

신 차량 번호판의 형태학적인 특징은 다음과 같다.

- ① 라벨링 한 영역의 넓이가 3,000보다 크거나 30,000보다 작다.
- ② 가로 길이가 세로 길이 보다 길다.
- ③ 가로 및 세로의 비율이 1.5 : 1 이상이거나 5.7 : 1 이하이다.
- ④ 흰색 픽셀이 검정색 픽셀보다 1.5배 이상 많다.

차량 영상에 대해 신 번호판의 ①부터 ④까지의 형태학적 특징을 이용하여 잡음을 제거한 후에 그림 4와 같이 Grassfire 알고리즘을 적용하여 그림 5와 같이 신 차량 번호판 영역을 추출한다.



그림 4. Grassfire 알고리즘을 적용한 영상



그림 5. 신 차량 번호판 영역 추출

III. 개별 코드 추출

추출된 신 차량 번호판 영역을 원 영상에서 그레이 레벨로 전환한다. 전체 영상의 평균값을 임계값으로 설정한 뒤 반복적으로 추정 값을 향상시키는 방법인 반복 이진화를 적용한다[3]. 반복 이진화는 임계값의 처음 추정치 T 를 선정하고, 추정 임계값 T 를 이용하여 영상을 두개의 영역 $R1$ 과 $R2$ 로 구분한 후, 두 영역의 평균 그레이 값 $u1$ 과 $u2$ 를 구한다. 그리고 식 (1)을 이용하여 T 가 더 이상 변하지 않을 때까지 반복한다.

$$T = \frac{(u1 + u2)}{2} \quad (1)$$

신 차량 번호판 영역에 반복 이진화를 수행한 후, Grassfire 알고리즘을 수행하여 개별 코드의 후보 영역을 찾는다. Grassfire 알고리즘을 적용하여 라벨링된 객체 중에서 라벨링된 객체의 가로 길이가 번호판 영역의 가로 길이의 0.14배 이상이거나, 라벨링된 영역의 세로 길이가 번호판 영역 세로 길이의 0.77배 이상인 경우에는 고정 핀과 훼손에 의해 나타나는 잡음으로 간주하여 제거한다.

잡음이 제거된 차량 번호판 영상에서 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘[4]을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 잡음을 제거한 후에 개별 코드를 추출하는 과정은 그림 6과 같다.

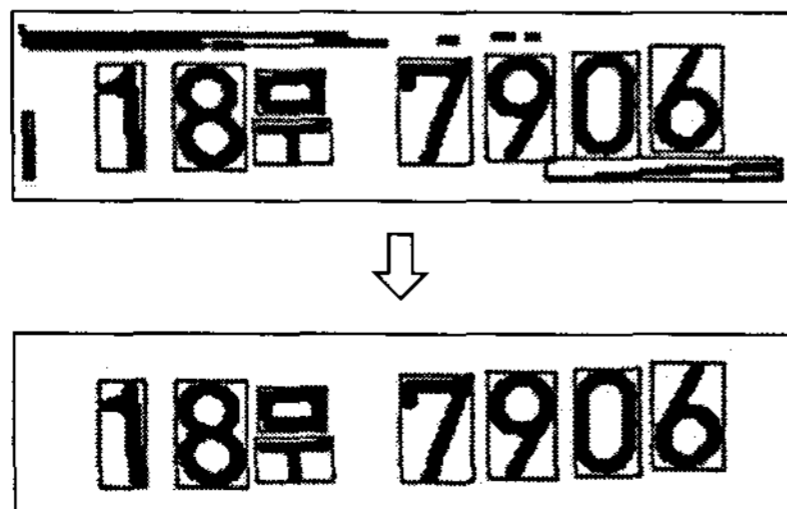


그림 6. 잡음 제거 후 개별 코드 추출 과정

개별 코드 중 한글 부분은 자음과 모음 부분이 분리 되어 있기 때문에 한 개의 코드로 인식하기 위하여 결합한다. 두 코드의 결합은 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 통해 추적한 윤곽선의 최외곽만을 적용하여 그림 7과 같이 자음과 모음을 결합하여 하나의 코드로 추출한다.

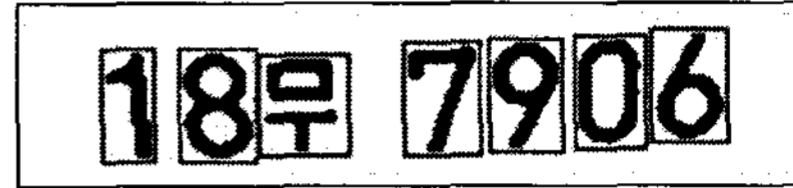


그림 7. 자음과 모음 결합

추출된 개별 코드는 퍼지 ART 알고리즘의 입력 패턴으로 적용하기 위해 그림 8과 같이 정규화 한다.



그림 8. 추출된 개별 문자의 정규화

IV. 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식

본 논문에서는 추출된 개별 코드를 인식하기 위하여 퍼지 ART 알고리즘을 적용한다. 퍼지 ART는 자율학습 방법으로 실시간 관련 다양한 분야에 적용되고 있다. 퍼지 ART 알고리즘은 이진 신호뿐만 아니라 아날로그 신호도 처리할 수 있으며 안정적으로 패턴들의 특징을 분류할 수 있는 장점이 있다[5,6].

기존의 ART1에서 유사성 측정은 입력 패턴과 저장 패턴인 하향 가중치와의 곱의 놈(norm)을 적용하여 식 (2)와 같이 계산된다.

$$\frac{\|X \cdot T\|}{\|X\|} \quad (2)$$

여기서 T 는 저장 패턴을 나타내는 하향 가중치이고 X 는 입력 패턴이다.

퍼지 ART에서 유사성 측정은 퍼지 논리 교연산자 중에서 Min 연산자를 적용하여 식 (3)과 같이 계산한다. 여기서 \wedge 는 퍼지 논리 Min 연산자이다.

$$\frac{\|X \wedge W\|}{\|X\|} \quad (3)$$

퍼지 ART 알고리즘에서 출력값(O_j)은 식 (4)와 같이 계산하고 식 (5)를 이용하여 가장 큰 출력값을 가진 노드를 승자 노드로 선정한다.

$$O_j = \frac{\|X \wedge W\|}{\alpha + \|W\|} \quad (4)$$

$$O_{j^*} = v(O_j) \quad (5)$$

여기서 O_j 는 출력값이고 O_{j^*} 는 j번째 승자노드의 출력값이다. 그리고 α 는 0과 1사이의 선택파라미터(choice parameter)이다

퍼지 ART 알고리즘에서 가중치 W를 조정하는 식은 식 (6)와 같다.

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

퍼지 ART 알고리즘에서는 가중치를 조정할 때 적용되는 학습 파라미터 β 는 0과 1사이의 경험적인 값으로 설정한다.

신 차량 번호판 영역에서 추출된 개별 코드를 인식하기 위해 적용된 퍼지 ART 알고리즘은 그림 9와 같다.

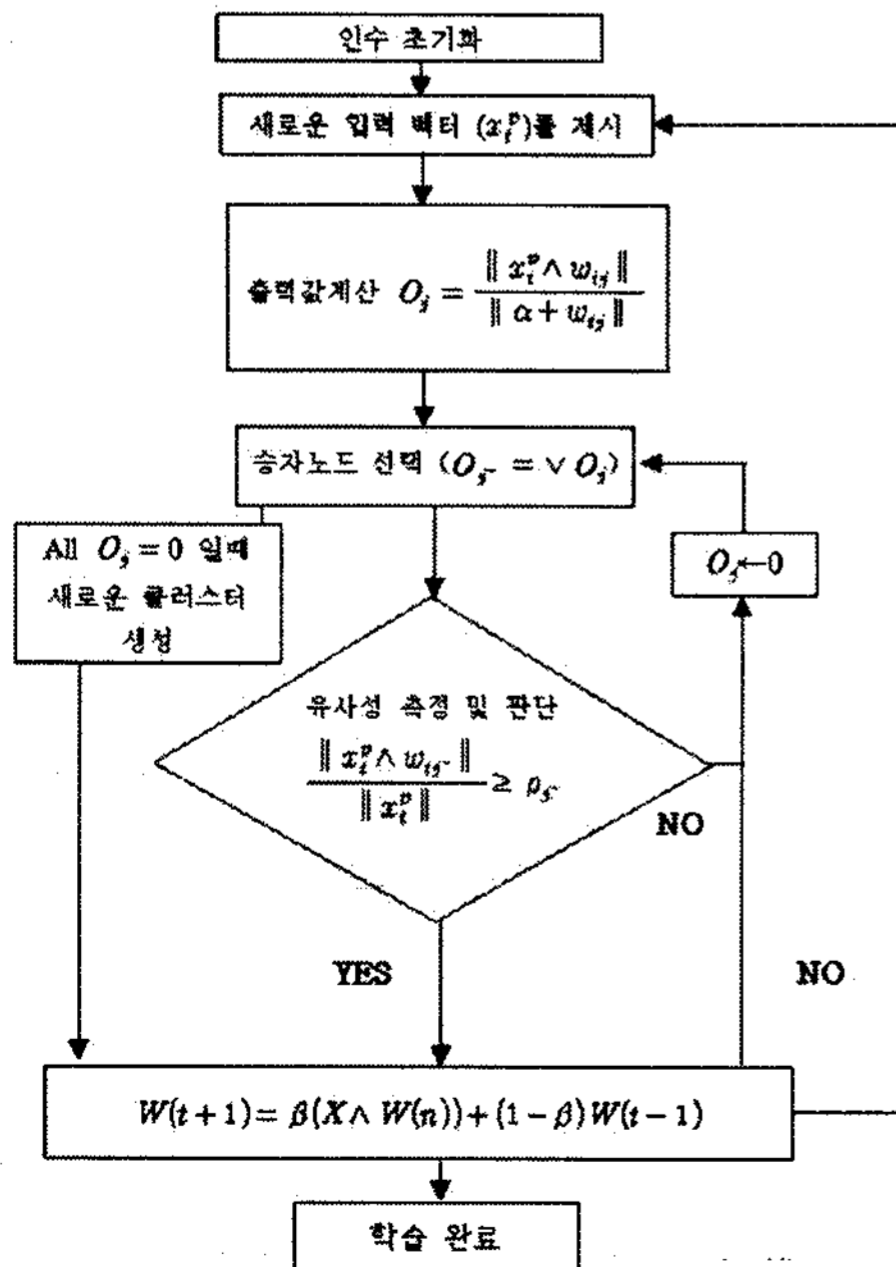


그림 9. 퍼지 ART 알고리즘

V. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Pentium-IV 2GHz CPU와 256MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0으로 구현하였다. 640 X 480 크기의 비영업용 차량의 전면부 영상 100장을 대상으로 성능 평가에 적용하였다.

본 논문에서 제안한 차량 번호판 추출 및 인식 방법을 적용한 결과, 표 1과 같이 100장의 차량 영상에서 번호판 영역과 개별 코드가 모두 추출되었다.

표 1. 신 차량 번호판 추출 결과

	제안된 방법 (추출 개수/ 영상 개수)
번호판 추출	100 / 100
숫자 코드	600 / 600
문자 코드	100 / 100

개별 코드 인식을 위해 적용된 퍼지 ART 알고리즘의 학습 및 인식 성능을 평가하기 위하여 100개의 신 차량 영상에서 추출한 개별 숫자 코드 100개와 문자 코드 310개를 학습 패턴으로 적용하였다. 퍼지 ART 알고리즘에서 경계 변수는 실험을 통하여 0.3으로 설정하였다. 그리고 테스트 패턴은 숫자 코드 600개와 문자 코드 100개를 적용하였다. 그리고 퍼지 ART 알고리즘으로 인식한 결과를 표 2로 나타내었다. 표 2에서와 같이 숫자 코드는 600개 모두 인식되었고 문자 코드는 100개 중에서 99개가 인식되었다. 따라서 퍼지 ART 알고리즘이 개별 코드 인식에 있어서 효율적인 것을 알 수 있다. 퍼지 ART 알고리즘으로 개별 문자 인식에 실패한 1개의 문자 코드는 추출한 개별 문자에 잡음이 제거되지 않은 경우이다. 그림 10은 개별 문자 인식에 실패한 1개의 개별 코드를 나타내었다.

표 2. 개별 문자 인식 결과

	숫자 (인식 수/ 추출 수)	문자 (인식 수/ 추출 수)	합계
클러스터 수	93	84	177
인식개수	600 / 600	99 / 100	699 / 700

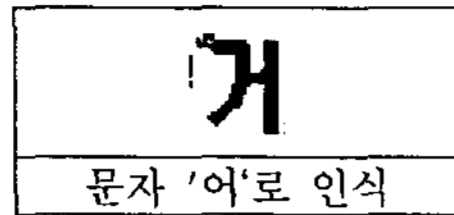


그림 10. 개별 문자 인식 실패 영상

VI. 결 론

본 논문에서는 신 차량 번호판 추출 및 인식하는 방법을 제안하였다. 신 차량 번호판 영역 추출은 차량 영상을 획득하여 그레이 레벨로 변환한 후, 블록 이진화 방법을 적용하여 영상을 이진화 하였다. 이진화 한 영상에 Grassfire 알고리즘을 적용하여 라벨링 한 후, 번호판의 형태학적 특징을 이용하여 잡음을 제거하고 신 차량 번호판을 추출하였다. 개별 문자를 추출하기 위해 추출한 번호판 영역을 그레이 레벨로 변환한 후, 반복 이진화를 적용하여 차량 번호판 영역을 이진화 하였다. 이진화된 차량 번호판 영역에서 Grassfire 알고리즘을 적용하여 차량 번호판 영역의 객체들을 추출하였다. 추출된 객체들에 대해 신 차량 번호판의 형태학적 특징을 이용하여 고정핀 등의 잡음을 제거하였으며 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출하였다. 개별 코드 중 한글 부분은 자음과 모음 부분이 분리 되어 있기 때문에 한 개의 코드로 인식하기 위하여, 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 통해 추적한 윤곽선의 최외곽만을 적용하여 자음과 모음을 결합하여 한 개의 문자 코드로 추출하였다. 추출된 개별 코드들은 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 개별 코드들을 인식하였다.

제안된 신 차량 번호판 추출 및 인식 방법을 실제 비영업용 차량을 대상으로 전면부 영상 100장에 적용한 결과, 100장의 차량 영상에 대해 번호판 영역과 개별 코드가 모두 추출되었다. 추출된 개별 코드를 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 인식한 결과, 99.8%의 인식률을 보였다.

향후 연구 과제는 신 차량 번호판뿐만 아니라 기존의 차량 번호판도 함께 추출 및 인식할 수 있는 방법으로 개선할 것이다.

참고문헌

- [1] 김광백, "SOM알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식과 주차관리 시스템 개발," 한국해양정보통신학회논문지, Vol.7, No.5, pp.1052-1061, 2003.
- [2] M. Petrou, P. Bosdogianni, Image Processing, John Wiley & Sons, LTD, 1999.
- [3] 김광백, 조재현, 안상호, "콘크리트 표면의 영상 처리 기법," 한국해양정보통신학회논문지, 9권 7호, pp.1575-1582, 2005.
- [4] 김광백, "개선된 이진화와 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 운송 컨테이너 식별자 추출," 한국해양정보통신학회논문지, Vol.9, No.2, pp.462-466, 2004.
- [5] Gail A. Carpenter, S. Grossberg, Neural Networks for Vision and Image Processing, The MIT Press, 1992.
- [6] 김광백, "효과적인 운송 컨테이너 영상의 식별자 인식을 위한 퍼지 ART 알고리즘," 한국통신학회 논문지, 28권 5C호, pp.486-492, 2003.