

컬러 정보와 퍼지 이진화를 이용한 차량 번호판의 코드 추출

김정은^{*}, 엄인현^{*}, 김정민^{**}, 최정인^{*}, 김광백^{**}
^{*}신라대학교 컴퓨터정보공학부
^{**}신라대학교 컴퓨터공학과

Code Extraction of Car License Plates using Color Information and Fuzzy Binarization

Jung-Eun Kim^{*}, In-Hyun Eom^{*}, Jung-Min Kim^{**}, Jung-In Choi^{*}, Kwang-Baek Kim^{**}
^{*}School of Computer and Information Engineering, Silla University
^{**}Dept. of Computer Engineering, Silla University

요약

본 논문에서는 RGB 컬러 정보와 퍼지 이진화를 이용하여 차량 번호판의 개별 코드를 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 비영업용 차량 영상에서 차량 번호판 영역을 추출하기 위해 녹색의 분포가 밀집되어 있는 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정하고 번호판의 후보 영역에서 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판의 영역으로 추출한다. 개별 코드 추출은 추출된 번호판 영역에서 3×3 소벨 마스크를 이용하여 잡음을 제거하고 퍼지 이진화 방법을 적용하여 번호판의 영역을 이진화 한다. 이진화된 번호판 영역을 윤곽선 따라가기 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 실제 비영업용 차량 번호판에 적용한 결과, 기존의 방법보다 번호판 영역에서 개별 코드의 추출률이 개선된 것을 확인하였다.

1. 서론

차량의 증가로 인하여 교통 사고, 차량 도난과 같은 차량에 의한 사건·사고가 사회 문제가 되고 있으며, 교통 혼잡은 점점 심해지고 주차 문제도 심각한 수준이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 통행 차량의 정보를 자동적으로 수집하고 관리하기 위한 지능형 교통 정보 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다 [1]. 지능형 교통 정보 시스템에 활용할 수 있는 기술로써 차량 번호판 인식에 관한 연구가 있다. 차량 번호판 인식 기술은 차량과 관련된 여러가지 응용 분야에 활용할 수 있는데, 톨게이트에서 통행료 지불로 인한 차량의 정체 현상을 해결하기 위한 자동 요금 징수, 범죄·도난 차량의 자동 탐지등이 대표적인 예이다 [2].

차량 번호판 인식 기술은 획득한 차량 영상에서 번호판 영역 및 개별 코드를 추출하는 단계와 추출된 개별 코드를 인식하는 단계로 구분된다. 지금까지 번호판 영역 추출 및 인식에 관한 많은 연구가 진행되

어 왔으나 콘트라스트가 낮은 영상이나 번호판의 주위가 복잡한 영상에서는 번호판 영역을 추출할 수 없는 공통적인 문제점이 있다 [3]. 본 논문에서는 RGB 컬러 정보를 이용하여 번호판의 영역을 추출하고, 추출된 번호판 영역에 대해 퍼지 이진화 방법을 제안하여 적용하고 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 차량 번호판의 코드를 추출하는 방법을 제시한다.

2. RGB 컬러 정보를 이용한 차량 번호판 영역 추출

차량 번호판은 관할 지역 코드, 차종별 코드, 용도별 분류코드, 그리고 일련번호 등의 네 가지 정보로 이루어져 있으며 상단부와 하단부로 나눌 수 있다. 상단부는 관할 지역 코드인 두 개의 작은 문자와 차종별 코드를 나타내는 작은 숫자 부분으로 구성되고, 하단부는 용도별 분류 기호를 나타내는 한 개의 큰 문자와 일련번호를 나타내는 네 개의 큰 숫자로 구성된다. 차량 번호판의 구성은 그림 1과 같다.



그림 1. 번호판의 구성

영상 인식 시스템이 높은 인식률을 갖기 위해서는 인식 대상의 공통적인 특징들을 알아야 한다. 앞에서 살펴본 번호판의 구성요소 및 번호판 색상의 특징을 바탕으로 비영업용 번호판 영역에서는 다음과 같은 특징들이 있다[4].

- ① 번호판 영역은 녹색이 밀집되어 있다.
- ② 번호판 영역에는 녹색과 흰색 계통의 컬러로 구성되어 있다.
- ③ 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1이다.
- ④ 번호판 영역의 각 코드들은 상대적인 위치 정보를 가진다.

비영업용 차량에 대해 녹색의 잡음을 제거하기 위하여 최빈수를 이용한 평활화 방법을 수행하여 녹색의 잡음을 제거한다. 이미지의 평활화는 잡음 등의 불필요한 신호들을 감소시키는데 이용된다[5,6]. 영상을 평활화 하는 방법에는 여러 가지가 있으나 공간 영역적 방법에는 인근 평균 방법(neighborhood averaging), 중위수 선택 방법(median filter)이 있다. 인근 평균 방법은 물체의 테두리 부분과 같이 명암도가 날카롭게 변하는 부분의 선명도를 흐리게 하여 영상의 선명도가 흐려진다. 중위수 선택 방법은 급격한 증감으로 나타나는 잡음제거와 물체의 테두리에서 관측되는 픽셀을 보존하는데는 효과적이지만 번호판의 경우에는 녹색 색상과 개별 코드들의 흰색 색상 정보를 감소시키는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이웃한 픽셀들 중에서 가장 빈번하게 나타나는 픽셀 값을 원시 픽셀의 자리에 대체하는 방법인 최빈수를 이용하여 녹색의 잡음을 제거한다. 잡음이 제거된 차량 영상에서 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색 값들이 밀집되어 있는 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정한다. 번호판의 후보 영역 추출은 식 (1)과 같이 유클리디안(euclidean) 거리값과 녹색값을 이용하여 추출한다.

$$T_{Distance} = \sqrt{0 - I(x, y)_{Red}^2 + 255 - I(x, y)_{Green}^2 + 0 - I(x, y)_{Blue}^2} \quad (1)$$

여기서 $T_{Distance}$ 는 유클리디안을 이용한 녹색과의 거리값이다. $I(x, y)_{Red}$ 는 (x,y)지점에 대한 빨간색의 픽셀

값이고, $I(x, y)_{Green}$ 는 녹색의 픽셀값이고, $I(x, y)_{Blue}$ 는 파란색의 픽셀값이다. 따라서 번호판 추출은 특징 ①을 이용하여 녹색의 분포도를 계산하고 분포된 녹색의 밀집도가 높은 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정한다. 설정된 차량 번호판 후보 영역 중에서 특징 ②을 이용하여 녹색의 밀집도 안에 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판 영역으로 판별한다. 만약 흰색의 밀집도가 높은 부분의 차량 번호판의 영역이 여러 개가 발생하는 경우에는 번호판 특징 ③을 이용하여 번호판 영역으로 판별한다. 본 논문에서의 차량 번호판 영역 추출 과정은 그림 2와 같다.

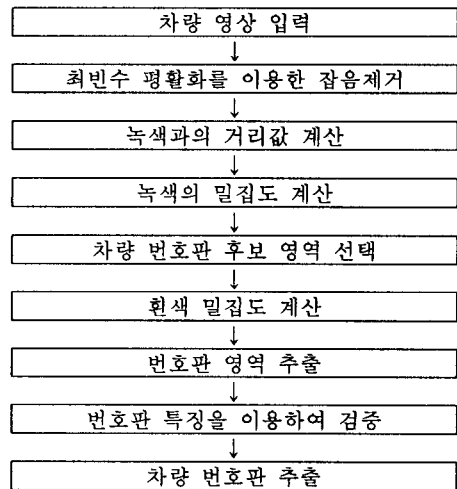


그림 2. RGB 컬러 정보를 이용한 차량 번호판 추출 과정

3. 제안된 퍼지 이진화 방법과 윤곽선 따라가기 알고리즘을 이용한 개별코드 추출

본 논문에서는 소벨 연산자, 퍼지 이진화 및 윤곽선 따라가기 기법을 적용하여 번호판 영역의 개별 코드를 추출한다.

개별 코드를 추출하기 위하여 추출된 번호판 영역을 그레이 스케일의 영상으로 변환하고 3×3 소벨 마스크를 적용하여 잡음을 제거한다. 그림 3과 같은 추출된 번호판 영역을 3×3 소벨 마스크를 적용하여 잡음을 제거한 번호판 영역은 그림 4와 같다.



그림 3. 추출한 번호판 영상



그림 4. 소벨 마스크를 이용하여 잡음을 제거한 영상

기존의 이진화 방법은 최적의 임계치를 결정하기 위해 히스토그램으로 밝기를 분석한다. 배경과 문자의 밝기 차이가 큰 경우에는 최적의 임계치를 찾기 위해 분할한 히스토그램의 골짜기를 선택하는 것만으로도 양호한 임계치를 얻을 수 있으나, 밝기 차이가 크지 않을 때는 히스토그램의 분석만으로 최적의 임계치를 얻기 어렵다[7]. 따라서 본 논문에서는 퍼지 소속 함수를 이용한 이진화 방법을 제안하여 추출된 번호판 영역에 적용한다. 소벨 마스크를 적용하여 잡음이 제거된 번호판 영역의 전체 평균 밝기값을 I_{Mid} 로 정의한다. 전체 평균 밝기값인 I_{Mid} 는 각 밝기 값과 밝기의 빈도 수를 곱하여 전체 번호판 픽셀의 개수로 나눈 값으로 식(2)와 같이 계산한다.

$$I_{Mid} = \sum_{j=0}^H \sum_{i=0}^W P_{ji} / H * W$$

$$P = \sum_{i=0}^{255} (h[i] * i) \quad (2)$$

여기서 H 은 추출된 번호판의 수직 길이이고 W 은 추출된 번호판의 수평 길이이다. 그리고 추출된 번호판 영역에서 가장 어두운 값을 I_{Min} 으로 정의하고 가장 밝은 값을 I_{Max} 로 정의하여 제안된 퍼지 이진화의 소속 함수 구간 $[I_{Min}^{New}, I_{Max}^{New}]$ 을 결정하는데 적용한다. 제안된 퍼지 이진화 방법에서 소속 함수의 구간을 결정하는 알고리즘은 다음과 같다.

단계 1. $I_{Min}^F = I_{Mid} - I_{Min}$

$$I_{Max}^F = I_{Max} - I_{Mid}$$

단계 2. If $I_{Mid} > 128$ Then $I_{Mid}^F = 255 - I_{Mid}$

Else $I_{Mid}^F = I_{Mid}$

단계 3. If $I_{Mid}^F > I_{Max}^F$ Then

If $I_{Min}^F > I_{Mid}^F$ Then

$$Result = I_{Mid}^F$$

Else Result = I_{Min}^F

Else If $I_{Max}^F > I_{Mid}^F$ Then

$$Result = I_{Mid}^F$$

Else Result = I_{Max}^F

단계 4. 정규된 I_{Min}^{New} 과 I_{Max}^{New} 를 구한다.

$$I_{Min}^{New} = I_{Mid} - Result$$

$$I_{Max}^{New} = I_{Mid} + Result$$

일반적으로 번호판 영역의 개별 코드는 양각화 되어있기 때문에 그림자로 인해서 문자와 배경사이에 잡음이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 이진화를 적용하여 그림자로 인해서 문자와 배경사이에 존재하는 그림자를 제거한다. 제안된 퍼지 이진화 방법의 소속 함수는 그림 5와 같다.

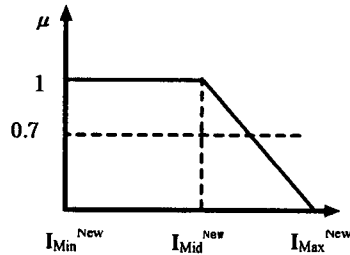


그림 5. 제안된 퍼지 소속 함수

제안된 퍼지 이진화 방법에서 소속 구간 $[I_{Min}^{New}, I_{Max}^{New}]$ 에 대한 소속도는 다음과 같이 계산한다.

$$\text{if}(I_{Min}^{New} \leq I < I_{Mid}^{New}) \text{ then } u(I) = 1$$

$$\text{if}(I_{Mid}^{New} < I \leq I_{Max}^{New}) \text{ then } u(I)$$

$$= - \frac{1}{I_{Max}^{New} - I_{Mid}^{New}} (I - I_{Mid}^{New}) + 1$$

소속함수에서 구해진 소속도 $u(I)$ 를 α -cut ($\alpha=0.7$)을 적용하여 차량 번호판 영상을 이진화 한다. 이진화된 차량 번호판의 개별 코드를 추출하기 위해 8방향 윤곽선 따라가기 마스크를 적용하여 개별 코드를 추출하는 과정의 일부는 다음과 같다.

P_i^r, P_i^c 는 현재 번호판 영역의 가로, 세로 픽셀이고, P_i^{r+1}, P_i^{c+1} 는 다음 진행 방향의 가로, 세로 픽셀이다. P_s^r, P_s^c 는 윤곽선 따라가기 첫 번째 마스크의 가로, 세로 픽셀이다.

단계 1. 차량 번호판 영역에 8방향 윤곽선 따라가기 알고리즘을 적용하기 위하여, 식(3)과 같이 초기화하고, 그림 6과 같은 진행 마스크를 적용하여 다음 픽셀을 찾는다.

$$P_i^{r-1} = P_i^r, P_i^{c-1} = P_i^c \quad (3)$$

6	5	4	7	6	5	0	7	6	1	0	7
7	3		0	4		1	5		2	6	
0	1	2	1	2	3	2	3	4	3	4	5
EE	SE	SS	SW								
2	1	0	3	2	1	4	3	2	5	4	3
3	7		4	0		5	1		6		2
4	5	6	5	6	7	6	7	0	7	0	1
WW	NW	NN	NE								

그림 6. 8방향 윤곽선 따라가기 진행 마스크

단계 2. 현재 픽셀에서 진행 마스크를 적용하여 흑화소가 발견된 경우에는 P_i^r 과 P_i^c 값을 식(4)와 같이 계산한다.

$$P_i^r = \sum_{i=0}^7 P_i^{r+1}, P_i^c = \sum_{i=0}^7 P_i^{c+1} \quad (4)$$

단계 3. 8개의 진행 마스크에 대해 식(5)를 적용하여 다음 진행 마스크를 결정한다.

$$\text{If } P_i^r = P_i^{r-1} \text{ and } P_i^c = P_i^{c-1}$$

현재의진행방향 = EE

단, 시계방향으로 회전한다. (5)

단계 4. 만약 P_i^r 과 P_i^c 가 P_s^r 과 P_s^c 로 되돌아 오면 종료하고 아니면, 단계 1로 돌아가서 반복한다.

$$\text{If } |P_i^r - P_s^r| \leq 1 \text{ and } |P_i^c - P_s^c| \leq 1 \text{ Then Break}$$

Else 단계1

4. 실험 및 결과분석

실험 환경은 IBM 호환 기종의 Pentium-IV PC상에서 Delphi 5.0으로 구현하였다. 640×480 크기의 256컬러 비영업용 차량 영상 70개를 대상으로 실험하였다. 성능 평가를 위한 실험은 RGB 컬러 정보를 이용하여 차량 영상의 번호판 영역을 추출하고, 추출된 번호판 영상을 기존의 이진화 방법과 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 차량 번호판의 개별 코드를 추출한 개수를 비교하였다. 실험에 적용된 영상은 그림 7과 같다.



(a) 밝은 영상 (b) 어두운 영상

그림 7. 실험에 적용한 차량 영상

70개의 차량 영상을 RGB 컬러 정보를 이용하여 추출한 결과, 차량 번호판 영역이 모두 추출되었다. 번호판 영역을 추출한 결과는 그림 8과 같다.

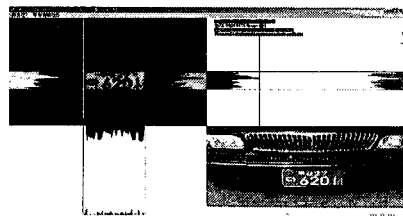


그림 8. 추출된 번호판 영역

추출된 번호판을 대상으로 기존의 이진화 방법과 퍼지 이진화 방법을 각각 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드의 추출 개수를 비교하였다. 기존의 이진화 방법으로는 전체 평균 밝기값에 의한 이진화 방법, 중위수 이진화 방법을 각각 적용하였다. 전체 평균 밝기값에 의한 이진화 방법을 적용하여 그림 7(a)와 같은 밝은 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 169이고 그림 7(b)의 어두운 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 60으로 나타났다. 추출된 번호판 영역을 전체 평균 밝기값에 의한 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출한 경우에는 개별 코드의 윤곽선이 여러 개로 분리되어 개별 코드의 추출에 실패하였다. 추출된 번호판 영역에 대해 전체 밝기 평균값에 의한 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드의 추출에 실패한 결과를 그림 9에 나타내었다.

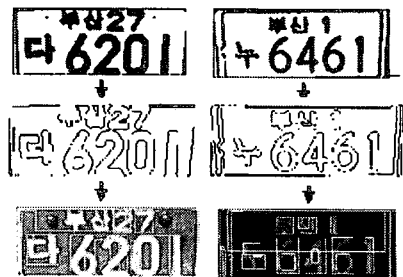


그림 9. 전체 평균값에 의한 이진화 방법의 개별 코드 추출 결과

중위수 이진화 방법을 적용한 경우에는 그림 7(a)와 같은 밝은 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 195이고 그림 7(b)와 같은 어두운 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 87로 나타났다. 추출된 번호판 영역을 중위수 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출한 경우에는 개별 코드간에 윤곽선이 겹쳐지는 경우가 발생하여 개별 코드의 추출에 실패하였다. 추출된 번호판 영역에 대해 중위수 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로는 개별 코드의 추출에 실패한 결과를 그림 10으로 나타내었다.

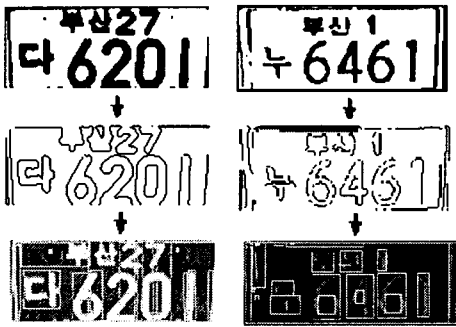


그림 10. 중위수 이진화를 적용한 개별 코드 추출 결과

제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 그림 7(a)와 같은 밝은 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 163 이고 그림 7(b)와 같은 어두운 차량 영상에서 추출된 번호판의 임계치는 56으로 나타났다. 전체 평균값에 의한 이진화 방법과 중위수 이진화 방법을 각각 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드의 추출에 실패한 비영업용 차량 영상에 대해 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출한 결과는 그림 11과 같다.

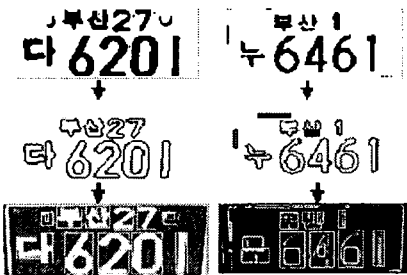


그림 11. 퍼지 이진화 방법을 적용한 개별 코드 추출 결과

70대의 비영업용 차량 영상에 대해 기존의 이진화 방

법들과 제안된 퍼지 이진화 방법을 각각 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 추출된 번호판의 개별 코드를 추출한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 기존의 이진화 방법과 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용한 개별 코드의 추출 개수

	추출된 문자 코드 영역 개수
전체 평균값에 의한 이진화	253/612
중위수 이진화	298/612
제안된 퍼지 이진화	575/612

표 1에서 전체 평균값을 이용한 이진화 방법은 253개의 개별 코드가 추출되었고, 중위수를 적용한 이진화 방법은 298개의 개별 코드가 추출되었다. 제안된 퍼지 이진화 방법은 차량 번호판에서 비코드영역과 코드영역의 그림자와 잡음을 제거함으로써 575개의 개별 코드가 추출되었다. 따라서 기존의 이진화 방법들을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출하는 것보다 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출하는 것이 효율적인 것을 확인하였다.

5. 결론 및 향후 연구과제

차량 번호판 인식 기술은 획득한 차량 영상에서 번호판 영역 및 개별 코드를 추출하는 단계와 추출된 개별 코드를 인식하는 단계로 구분된다. 본 논문에서는 RGB 컬러 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하였고 추출된 번호판 영역에 대해 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출하는 방법을 제안하였다.

비영업용 차량 영상을 최빈수 평활화 방법으로 녹색의 잡음을 제거하고, 잡음이 제거된 차량 영상에서 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색 값들이 밀집되어 있는 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정하였다. 차량 번호판 후보 영역 중에서 녹색의 밀집도 안에 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판 영역으로 판별하여 번호판을 추출하였다. 그리고 흰색의 밀집도가 높은 부분의 차량 번호판의 영역이 여러 개가 나타나는 경우에는 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1 인 차량 번호판의 특성을 이용하여 추출하였다.

추출된 번호판 영역을 3×3 소벨 마스크를 이용하여

잡음을 제거하였다. 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 번호판을 이진화하고 이진화된 번호판 영역을 8 방향 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 번호판의 개별 코드를 추출하였다. 제안된 방법을 실제 비영업용 차량 영상에 적용한 결과, 기존의 이진화 방법들을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출하는 것보다 제안된 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 따라가기 알고리즘으로 개별 코드를 추출하는 것이 효율적인 것을 확인하였다.

향후 연구 과제는 제안된 번호판의 코드 추출 방법을 기반으로 하여 개별 코드들을 인식할 수 있는 퍼지 신경망 알고리즘을 연구할 것이고 번호판 영역에서 배경과 코드가 뚜렷이 구분되지 않아 개별 코드가 정확히 추출되지 않은 부분을 개선할 것이다.

참고문헌

- [1] 문기주, 신영석, 최효돈, "사진정보를 이용한 차량 번호판 영역의 분리," 한국경영과학회, Vol.13, No.2, pp. 1~11, 1996.
- [2] 이현석, "차량 번호판 인식 알고리즘 개발," 한국외국어대학교 석사학위논문, 1997.
- [3] Y. K. Lim, K. C. Kim, and K. B. Kim, "Recognition System of a Car Plate using a FuzzyNetworks," Proceedings of AFSS, Vol.2, pp.1003-1008, 2000.
- [4] 김광백, 윤홍원, 노영욱, "컬러정보와 퍼지 C-means 알고리즘을 이용한 주차관리시스템 개발, 한국지능정보시스템학회논문지,제8권,제1호, pp.87-102, 2002.
- [5] Rabiner L.R. and Gold B., Theory and Applications of Digital Signal Processing, Englewood Cliffs Nj : Prentice-Hall, 1975
- [6] D. G. Lowe, "Organization of Smooth Image Curves at Multiple Scales," Journal of Computer Vision, Vol.1, pp.119-130, 1989.
- [7] 윤형근, 이지훈, 김광백, "퍼지 이진화 방법에 관한 연구," 한국지능정보시스템 추계발표논문집, pp.510-513, 2002.