

# 그림자 영상의 효율적 이진화 방법

권 문 성, 김 회 승

서울시립대학교 전산통계학과

E-mail : mskwon93@venus.uos.ac.kr, hskim@uoscc.uos.ac.kr

## Efficient Binarization Method for Critical Shadow Image

Moon-Seong Kwon, Hee-Seung Kim

Dept. of Computer Science and Statistics, University Of Seoul

### 요 약

영상으로부터 유용한 정보를 얻는 방법 중 하나인 문자인식이 이루어지기 위해서는 주어진 영상의 이진화가 필수적이다. 이진화 알고리즘은 다양한 방법으로 연구되어 왔다. 기존의 이진화 알고리즘은 일반 영상에서는 우수한 성능을 보이나, 그림자가 포함된 영상의 이진화 결과는 그림자가 없는 영상에서 만큼의 성능을 기대하기 어렵다. 이진화의 결과에 따라 문자의 인식율이 크게 좌우되므로 환경에 독립적인 이진화 알고리즘에 관한 연구는 중요하다고 하겠다.

본 논문에서는 자동차 번호판 영상을 대상으로 문자인식의 전처리 단계라고 할 수 있는 이진화를 환경에 독립적으로 수행하기 위하여 모폴로지를 적용하여 실험하고, 특히 그림자가 존재하는 영상에서의 이진화 성능을 기존의 이진화 알고리즘과 비교 분석해 본다.

## 1. 서론

현대사회에서 대량 정보처리에 대한 필요성의 증가와, 컴퓨터를 통한 여러 문제 해결에 관한 요구들은 컴퓨터 분야의 급속한 발달을 가져왔다. 인간의 정보처리와 유사한 일을 처리함에 있어 컴퓨터를 이용하여 빠른 시간 안에 효율적으로 각종 문제들을 해결할 수 있게 되었다.

자연영상이나 문서영상으로부터 문자를 인식하는 연구는 이미 오래 전부터 진행되어 왔으며, 그 처리과정은 전처리, 영상의 구조분석, 영상 이해, 후처리 등으로 나누어 볼 수 있다. 많은 연구에서 이러한 문자인식에 관한 연구 중 구조분석과 이해에 관심과 노력을 기울였다. 그러나 이러한 상위단계 기술들은 하위단계, 즉 문서영상의 전처리 기술에 상당히 의존하므로 상위 단계 기술들의 균형 있는 개발 없이는 실제 적용에 있어서 여러 문제들이 발생할 수 있다[7]. 본 논문에서는 보다 나은 상위단계 기술의 적용을 위해 전처리 기술 중 문자 인식율에 크게 영향을 미치는 이진화 방법을 제안한다.

자동차 번호판 인식 시스템을 구현하면서 다양한 이진화 알고리즘을 적용해 보았는데, 그 중 Otsu의 방법[1]과 Iterative Selection방법[2]이 우수한 성능을 나타내었다. 그러나 두 방법 모두 영상의 히스토그램을 분석하여 전역적으로 이진화하는 방식이므로 영상에 그림자가 포함되어 히스토그램의 형태가 그림자가 없는 영상과 달라지게 되면 문자영역과 배경영역의 이진화가 아닌 그림자 영역과 비그림자 영역으로 이진화가 되는 결과를 얻게 되어 문자인식에 실패하게 된다. 따라서 이 논문에서는

기존의 알고리즘의 단점을 극복하여, 자동차 번호판 영상의 그림자 여부와 오염에 독립적인 이진화 방법을 제안하고자 한다.

본 논문에서는 2장에서 몇 가지 이진화 알고리즘에 대해 간단히 소개 및 비교하고, 3장에서는 본 논문에서 제시한 방법을 설명하며, 4장에서는 기존의 방식과 제안된 방식의 이진화 성능을 비교, 분석한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 기술한다.

## 2. 기존의 이진화 관련연구

기존의 이진화 관련연구는 크게 전역적 이진화와 지역적 이진화로 나눌 수 있다. 전역적 이진화는 전체 영상에서 하나의 임계값을 각각의 알고리즘에 의해 결정하고 그 임계값을 기준으로 하여 영상을 이진화하는 방법이다. 전역적 이진화로는 Otsu의 방법, Iterative Selection방법, 엔트로피를 이용한 방법, 퍼지함수에 의한 방법 등이 있다. 지역적 이진화는 명암 변화가 심한 영상 등의 전역적 이진화 기법의 단점을 보완한 것인데 지역대비기법[5]과 문자의 명암변화를 이용한 방법[3] 등이 있다. 지역대비기법은 영상 이진화에 윈도우를 적용할 때 파라메타 결정이 어렵다는 단점이 있고, 문자의 명암변화를 이용한 방법은 잡영이 많이 발생한다[7]. 또한 기존의 지역적 이진화는 문서 영상에 비해 배경과 문자영역의 대비가 상대적으로 낮은 자동차 번호판 영상의 이진화에는 적합하지 않다.

본 논문에서는 이 중 자동차 번호판 영상을 이진화 할 때 잡

영 발생의 측면에서 다른 방식보다 나은 성능을 보이는 Otsu의 방법, Iterative Selection방법을 제안한 방법과 비교한다.

Otsu의 방법은 명도영상으로부터 레벨 히스토그램을 얻고 이로부터 물체클래스와 배경클래스간의 분산이 가장 큰 레벨을 임계치로 선택하는 방법이다[1]. Iterative Selection방법은 히스토그램을 이용하지 않고, 배경과 문자를 구분하는 초기 임계치를 정하고 반복적으로 임계치를 수정해 가는 방법이다[2].

부가적인 연구로 칼라성분을 이용한 이진화 실험을 행하였는데, 이는 많은 연구에서 HSI 칼라 성분 중 색상을 나타내는 Hue값이 영상에서 그늘의 영향을 비교적 덜 받는다고 밝혀 왔기 때문이다. 그러나 이진화의 파라미터로 광강도 대신 Hue값을 사용하는 것만으로는 만족스런 결과를 얻을 수 없었다. 약간의 수정을 가하여 RGB 칼라모델을 HSI 칼라모델로 변환시킨 후, 광강도를 나타내는 I값을 고정시키고, 이진화 실험을 행하여 Hue값 단독으로 이진화 한 경우보다 나은 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 여전히 만족스러운 결과를 보이지는 않는데, 자동차 번호판 영상은 촬영시간, 장소, 날씨 등에 따라 칼라값의 변화가 심하기 때문이다. 보통 영상에 비하여 전체적으로 어두운 영상과 훼손이 심한 영상의 경우에는 이진화에 실패하였다.

### 3. 환경에 독립적인 영상 이진화

본 논문에서는 환경에 독립적인 영상의 이진화 방법을 위하여 모폴로지를 이용한다. 모폴로지는 영상을 표현, 서술 및 조합에 있어 구조요소를 이용하여 팽창과 침식연산 등의 다양한 연산을 수행하는 수학적 형태연산 적용기법이다.

#### 3.1 영상의 구조 분석

이진화의 목적은 영상을 문자영역과 배경영역으로 나누는 것이므로 영상의 구조를 분석하는 것이 중요하다. 추출된 자동차 번호판 인식은 문자 인식의 특수한 경우여서, 그 형태가 일정하므로 인식해야 할 문자가 일정한 위치에 존재하게 된다. 이러한 가정이 가능한 이유는, 실제 시스템 구현시에 영상 이진화에 앞서는 자동차 번호판의 영역추출 과정에서 추출된 번호판이 문자가 제외되는 등의 오류가 심하게 발생했다면 대부분 문자 인식에 실패하므로 이진화 과정의 진행에 의미가 없기 때문이다.

일정한 위치에서 문자의 특징을 조사할 수 있다는 것은 영상의 일부에 탐색라인을 두고 그 라인을 따라 영상에 포함되어 있는 문자 폭의 조사를 가능하게 한다.

그림 1은 자동차 번호판 영상에서 탐색라인을 통해 영상의 에지를 추출한 것이다. 영상의 에지를 통해 문자의 폭을 조사할 수 있을 뿐만 아니라 영입용 자동차의 번호판은 문자와 배경의 밝기분포가 반대이므로, 에지 양쪽의 밝기 차를 조사하여 각각의 번호판에 수학적 형태학을 적용하기 위한 구조요소를 결정하게



(a) 일반영상 (b) 그림자 포함영상

그림 1 번호판 영역의 문자 폭을 조사하기 위한 탐색라인

된다.

번호판 영상의 탐색라인을 통한 영상의 구조분석 과정은 아래와 같다.

- (1) 화소가 에지이면, 일정 간격 뒤까지 화소들을 탐지
- (2-1) 일정 간격 내에서 에지화소가 탐지되면 탐색된 에지쌍을 저장하고, 같은 과정을 탐색라인이 끝날 때까지 반복
- (2-2) 일정 간격 내에서 에지화소가 탐지되지 않으면, 잡음으로 규정하고 이후 화소의 에지를 탐색
- (3) 모든 탐색라인의 에지화소 조사가 끝났으면, 각 에지쌍중 간격이 일정한 에지쌍을 결정한 후, 이 에지쌍들의 좌우 화소의 광강도를 비교하여 배경영역과 문자영역의 구분을 위한 구조요소를 결정

그림 2는 탐색라인에서의 광강도와 에지와의 관계를 보여주는 그림이다.

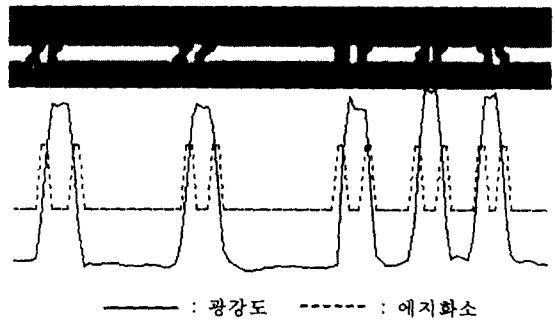


그림 2 영상의 광강도와 에지화소의 관계

#### 3.2 모폴로지를 통한 이진화

모폴로지의 기본연산인 침식과 팽창연산을 조합하여 Opening 연산을 수행할 수 있다. Opening연산은 그레이영상에 적용하였을 때 영상의 어두운 부분은 뚜렷한 변화를 나타내지 않고 영상에서 크기가 작고 밝은 부분은 감소되는 효과를 보인다.

원영상에서 Opening연산의 결과를 차연산 한 연산을 Tophat 변환이라고 부르는데 일반적으로 그레이영상에서 그림자진 부분의 상세 부분을 향상시키는데 쓰인다[8].

본 논문에서는 이 Tophat변환을 영상 이진화에 응용하였는데, 영상에 식 (1)과 같이 Opening연산을 적용하면 작고 밝은 부분의 크기가 감소하게 되고, 자동차 번호판에서는 번호영역이 이 연산의 적용을 받게 될 것이다. 반면 Opening연산시 상대적으로 어두운 번호판 배경영역은 이 연산의 적용을 받지 않게 된다. 따라서 식 (2)와 같이 원영상 f로부터 이 Opening연산의 결과를 차연산 한 후 식 (3)에 따라 thresholding하면, 번호영역과 그렇지 않은 영역을 구분해낼 수 있다.

$$O_{(x,y)} = f \circ b = (f \ominus b) \oplus b \quad (1)$$

$$h_{(x,y)} = f_{(x,y)} - O_{(x,y)} \quad (2)$$

$$t_{(x,y)} = \begin{cases} 1 & \text{if } h_{(x,y)} > c \\ 0 & \text{if } h_{(x,y)} \leq c \end{cases} \quad (3)$$

$O_{(x,y)}$  : Opening  $h_{(x,y)}$  : Tophat Transformation

$t_{(x,y)}$  : Output Image

#### 4. 실험 및 결과

본 논문에서는 AGFA ActionCam CCD 카메라를 이용하여 그림자가 있는 영상과 없는 영상을 각각 53장씩 촬영하였고, IBM 호환기종의 Pentium II 266MHz PC에서 Visual C++ 6.0을 이용하여 구현하였다. 획득된 차량영상은 트루칼라 영상이다.

디지털 카메라를 통하여 획득된 차량영상에서 추출된 번호판 영역을 입력영상으로 사용하였다.

그림 3(b)-(e)는 3(a)영상의 이진화 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 광강도에 비교적 독립적인 HSI 칼라모델을 이용한 이진화와 본 논문에서 제안한 모폴로지를 이용한 이진화가 좋은 성능을 보였다.

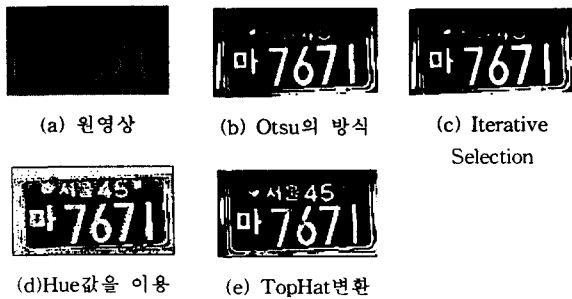


그림 3. 그림자가 있는 번호판 영상의 이진화

그림 4(b)-(e)는 훼손된 번호판 영상의 경우로서 기존의 전역적 이진화 방식과, HSI 칼라모델을 이용한 방식 모두가 좋지 않은 결과를 보이고 있으며 본 논문에서 제안한 방식은 비교적 우수한 성능으로 이진화 되는 결과를 볼 수 있었다.

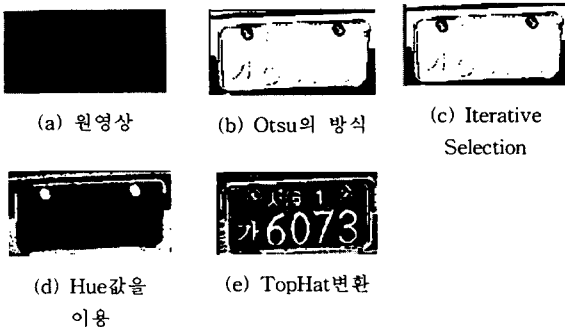


그림 4. 훼손된 번호판 영상의 이진화

실험 결과, 본 논문에서 제안한 방식의 이진화 성공률은 그림자가 없는 영상에서 98.11%였고, 그림자가 포함된 영상에서는 94.34%로 기존의 이진화 방식보다 나은 성능을 보였다.

그러나, 번호판 영상의 구조분석 결과 영엽용 자동차로 분류된 경우에는 제안된 방식이 만족스러운 결과를 보이지 못했다. 배경이 녹색이고, 번호영역이 흰색인 일반용 자동차에 비해 배경이 노란색이고, 번호영역이 파란색인 영엽용 자동차는 두 영역간의 광강도의 차이가 적어 이 영상에 같은 구조요소를 적용하게

되면 기대만큼의 성능을 보이지 못하는 것이다.

표 1. 자동차 번호판 영상의 이진화 성공률

이진화 기법	비그림자 영상(%)	그림자 영상(%)
Otsu	88.68	37.74
Iterative Selection	77.36	32.08
Hue값 이용	71.70	79.25
TopHat	98.11	94.34

#### 5. 결 론

본 논문에서는 모폴로지를 이용하여 그림자의 포함 여부와 오염도에 독립적으로 자동차 번호판을 이진화하는 방법을 제안하였다. 번호판에서 문자영역과 배경영역의 구조를 분석하기 위해 탐색라인을 조사하고, 그 결과에 따라 모폴로지를 적용하기 위한 구조요소를 결정된 후, 영상의 이진화를 수행하였다. 제안된 방식은 기존의 이진화 방식과 달리 그림자가 존재하는 영상뿐만 아니라 훼손으로 오염도가 심한 영상에서도 94% 이상의 이진화 성공률을 보여 비교적 우수한 이진화 결과를 나타내었다.

차후에는 영엽용 차량과 같이 문자와 배경영역의 적은 광강도 차이에도 효과적인 구조요소를 결정하여 이진화 성능을 개선할 것이고, 제안한 방식의 실행시간을 단축할 것이다. 또한 자동차 번호판 영상 이외에, 일반 문서영상 등의 다양한 영상에도 유사한 방식을 적용해 볼 계획이다.

#### 참고 문헌

- [1] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histogram", IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics, Vol. SMC-9, pp.62-66, Jan. 1979
- [2] Radler, T. W. and S. Calvard, "Picture Thresholding Using an Iterative Selection Method", IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics. Vol. SMC-8. 8:630-632
- [3] 전병태, 윤호섭, 배창식, 민병우, "명암 상태가 불균일한 영상의 이진화", 제 1회 문자인식 워크샵 발표논문집, pp.77-80, 1993.
- [4] 전병태, 소 정, 유장희, "훼손된 차량 번호판 영상의 혼합적 이치화 방법", 전자공학회논문지, 제 31권 B편 제10호, pp.112-121, 1994, 10.
- [5] E. Giuliano, O. Paitra, and L. Stringa, "Electric character reading system", U.S. Patent 4,047, Vol.15, Sep. 6, 1977.
- [6] Alberto Broggi, "Robust real-time lane and road detection in critical shadow conditions", In Proceedings IEEE International Symposium on Computer Vision, November 19-21, 1995.
- [7] 오 균, "문서 영상 이진화 알고리즘에 대한 체계적인 평가", 석사학위논문, 서강대학교 전자계산학과, 1997.
- [8] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, September, 1993.