

# Adaptive Multi-threshold를 이용한 자동차 번호판영역의 이진화

김형재\*, 이도엽\*\*, 배익성\*, 이철희\*\*, 차의영\*

\*부산대학교 일반대학원 전자계산학과

\*\*부산대학교 일반대학원 멀티미디어학과

부산대학교 신경회로망 및 실세계응용 연구실

## Binarization of Vehicle Plate Region using Adaptive Multi-threshold

Hyoung-Jae Kim\*, Do-Yub Lee\*\*, Ik-Sung Bae\*, Chul-Hee Lee\*\*, Eui-Young Cha\*

\*Dept. of Computer Science, Pusan National University

\*\*Dept. of Multimedia, Pusan National University

Neural Network & Realworld Applications Lab. Pusan National University

### 요약

카메라 영상에 의한 자동차 번호판 인식시스템은 영상 획득, 번호판 추출, 전처리, 문자 분리, 문자 인식 등 크게 5가지의 핵심 부분으로 구성된다. 따라서 자동차 번호판 인식시스템의 성능을 향상시키기 위해서는 이들 부분들 각각의 성능의 최적화가 필요하다.

본 연구는 자동차 번호판 인식시스템의 여러 단계 중 전처리에 해당하는 번호판 영역의 이진화에 관한 연구로서, 기존의 단일 임계치 방법과 다중 임계치 방법이 해결하지 못했던 부분을 보완하는 새로운 다중 임계치 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 다중 임계치 알고리즘(Adaptive Multi-threshold Algorithm)을 사용함으로써 gray-level 번호판 영상에 대해서 보다 깨끗한 이진 영상을 얻을 수 있었으며, 또한 이 알고리즘은 번호판 영역의 밝기값이 고르지 않은 영상에 대해서도 효율적인 알고리즘임을 알 수 있었다.

### 1. 서론

전세계적으로 교통혼잡으로 인해 해마다 막대한 비용을 낭비하고 있는 실정이다. 이에 대한 해결책으로 제시되고 있는 방법 중의 하나가 지능형교통시스템(Intelligent Transportation Systems)이며, 이에 관한 연구는 현재 국내외에서 활발히 진행 중이다 [1]. 본 논문에서는 지능형교통시스템의 핵심부분인 카메라 입력영상에 의한 자동차 번호판 인식시스템

의 한 부분인 이진화 과정에서의 임계치 결정에 대한 방법을 제안한다. 임계치 선택은 영상처리 분야에서 가장 널리 쓰이는 기법 중의 하나로 물체와 배경을 분리하는데 사용된다. 지금까지 임계치 선택 기법에 관한 많은 연구가 행해져 왔다[2,3,4]. 이들 기법은 응용되는 분야에 따라 각각 그 장단점을 가진다. 또한 이들 기법은 크게 두 종류로 나뉘는데, 그 한 종류는 gray-level 영상의 histogram을 이용

하는 방법이며, 또 다른 종류로는 임계값을 정하기 위하여 공간적 정보를 이용하는 방법이 있다. 본 연구에서는 첫 번째 방법인 영상의 histogram을 이용하는 방법 중 하나인 다중 임계치 알고리즘에 대해 기술할 것이며, 이를 자동차 번호판영역의 이진화에 적용시켜 보고자 한다.

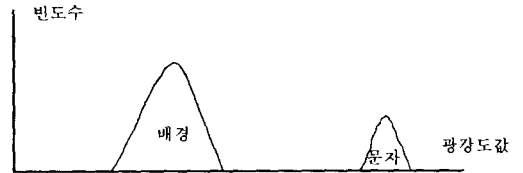
기존의 임계치 선택기법을 살펴보면, 크게 단일 임계치를 이용하는 방법과 다중 임계치를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다. 단일 임계치를 이용하는 방법에는 물체의 영역 비 (번호판의 경우 문자와 배경의 비) 에 따라 임계치를 정하는 P-Tile 방법, 마루(peak)와 골(valley)을 이용하는 모드(Mode) 방법, 그리고 반복적인 임계치 선택법(Iterative Threshold Selection)등의 방법이 있다. 다중 임계치 방법으로는 적응성 임계치 방법(Adaptive Thresholding) 등이 있다[5]. 하지만 단일 임계치를 이용한 방법의 경우 마루와 마루 사이의 최저 골을 임계치로 사용하기 때문에 문자와 배경이 겹쳐 있는 부분에 대해서는 적용적이고 효율적인 영역 분리가 불가능하다. 다중 임계치를 이용한 적응성 임계치 방법(Adaptive Thresholding)의 경우는 밝기값이 불규칙한 경우에 대해서 어느 정도 해결이 가능하나, 번호판의 특정 지역에 잡영이 집중되어 있을 때는 지역적 임계치 값이 잡영의 영향을 크게 받는다는 단점이 있다. 또한 이 방법은 각 지역에 대해서는 단일 임계치가 적용되므로 결국에는 단일 임계치 방법이 갖는 약점을 가진다 하겠다. 이에 본 논문에서는 상기된 단점들을 보완하는 알고리즘 즉, 문자와 배경이 겹치는 부분에 대해서 다중 임계치 방법을 적용하는 Adaptive multi-threshold 기법을 제안한다.

2장에서는 자동차 번호판 영역의 히스토그램분포 특성과 임계치에 대해서 3장에서는 본 논문에서 제안하는 다중 임계치 알고리즘에 대해 설명한다. 4장에서는 다중 임계치 알고리즘을 적용한 실험결과를 기술하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 과제를 제시한다.

## 2. 자동차 번호판 영역의 광강도 히스토그램 특성과 임계치

자가용 번호판 영상의 경우 녹색배경에 백색문자를 가지며, 영업용의 경우에는 노랑배경에 녹색문자를 가진다. 카메라로부터 입력되는 그레이 영상에서는 자가용의 경우 배경은 회색, 문자는 백색을 가지

며, 영업용의 경우에는 그 반대이다[8,9]. 이상적인 번호판의 경우에는 다음 <그림 1>과 같은 히스토그램이 나타난다.

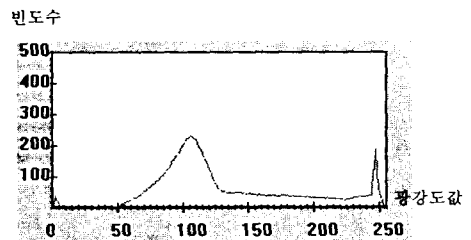


<그림 1> 이상적인 번호판의 히스토그램

즉, 배경부분의 광강도 값에 대한 하나의 봉우리와 문자 부분의 광강도 값에 대한 하나의 봉우리가 나타난다. 이는 배경과 문자영역의 광강도가 각각에 대해서 평균 광강도 값을 중심으로 밀집해 있음을 나타낸다. 이는 잡영이 없을 경우에만 가능한 것으로 실제 세계에서는 거의 나타나지 않는다. 대신에 실제 자동차를 카메라와 프레임그래버를 이용하여 캡처한 영상에서의 자동차 번호판은 배경영역과 문자영역 이외의 다른 부분에도 광강도 값이 분포한다. 이는 잡영이나 밝기값이 균등하지 못하기 때문에 발생하는 현상이다. <그림 2-a>의 번호판 영상을 보면 배경과 문자부분의 경계가 흐릿함을 알 수 있다. 이는 단일 임계치의 적용을 어렵게 하는 한 요인이다. 특히 번호판의 밝기값이 불균등한 경우에는 문자영역이면서도 배경보다 낮은 광강도 값을 가지는 경우, 반대로 배경영역이면서도 문자영역 보다 높은 광강도 값을 가지는 경우도 가능하다. 실제 번호판에서 나타나는 히스토그램은 <그림 2>에 나타내었다.



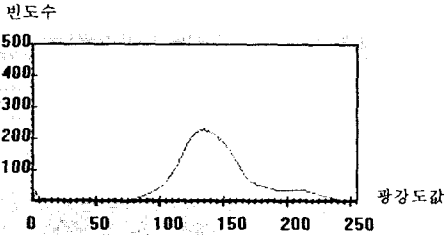
(a) 양호한 자동차 번호판 영상



(b) (a)에 대한 히스토그램



(c) 불량한 자동차 번호판 영상

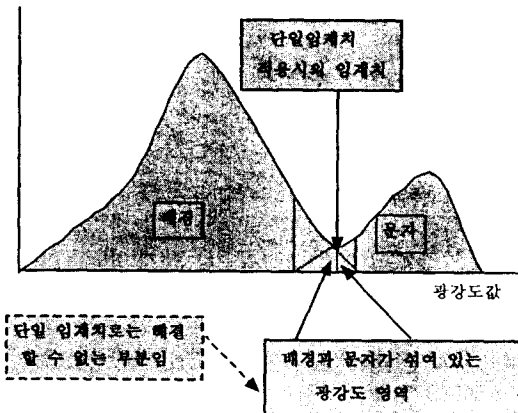


(d) (c)에 대한 히스토그램

<그림 2> 실제 번호판의 히스토그램.

이상적인 번호판의 경우에는 두 광강도 값 사이의 한 값을 임계치로 정하면 문자와 배경영역을 완벽하게 나눌 수 있다. 하지만 실제 번호판 영상에 대해 단일 임계치 방법을 적용할 경우는 최적의 임계치를 정할 수 없다. 즉, 잡영이 있거나 문자영역과 배경영역이 겹칠 때는 단일 임계치로 이들 두 부분을 나누는 것은 <그림 3>에서 보는 바와 같이 불가능하다. 서론에서도 언급했지만 다중 임계치를 적용한 기존의 적용성 임계치 방법(Adaptive threshold)[5]도 결국은 분할한 각각의 영역에 대해서는 단일 임계치를 적용함으로써 위에서 말한 문자영역과 배경영역이 겹치는 경우에 대해서는 효과적으로 두 영역을 분리하지 못한다. 또한 이 방법은 특정 지역에 잡영이 집중되어 있을 경우에는 지역 히스토그램의 변화가 심해져 해당 지역에 대한 적절한 임계치를 구하기 어렵게 되는 단점이 있다[5,6,7].

빈도수

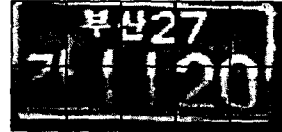


<그림 3> 단일 임계치를 사용할 경우의 문제점

### 3. 본 논문에서 제시하는 Adaptive multi-threshold 알고리즘

2장에서 논의되었던 단점을 보완하기 위해 본 논문에서 제시하는 방법은 우선 번호판 영역을 <그림 4> 와 같이 여러 영역으로 나눈 후 각 영역에 대해서 임계치를 적용하는데, 이 때 다중 임계치를 사용하는 방법이다.

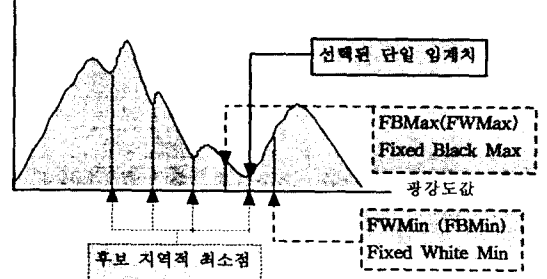
Original Capture Image



<그림 4> 10개 영역으로 나눈 번호판 영상

Adaptive multi-threshold 알고리즘은 각 영역에 대한 후보 지역적 최소점을 찾고 이들 중 가장 적절한 최소점을 통계적 기법을 이용하여 구한다. 그리고 <그림 5>에서 보는 바와 같이 이 최소점에 해당하는 광강도에 대한 전후의 일정 간격 (FBMax ~ FWMin)의 광강도 값에 대하여 다중 임계치를 적용한다. 이 때 다중 임계치의 결정은 번호판 영상에서의 해당 픽셀 주위의 수평과 수직 방향의 광강도의 변화량을 고려하여 결정한다. 이 방법을 사용함으로써 문자영역과 배경영역에 대한 오분류를 현저히 줄일 수 있었다. 또한 이 방법을 사용함으로써 밝기값이 불균등한 번호판에 대해서도 효율적으로 임계치를 구할 수 있었다.

빈도수



<그림 5> 각 영역에 대한 다중 임계치 적용하기

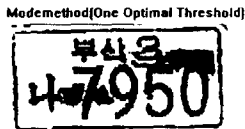
#### 4. 실험결과

실험 데이터 영상은 256그레이 영상이며, 자동차 영상에서 추출된 번호판 영상을 사용하였다. 차종은 영업용, 일반자가용, 대형버스, 트럭 등 다양한 차량 번호판을 대상으로 하였고, 영상의 밝기값을 고려하기 위해 오전, 오후, 저녁 등 다양한 밝기에서 촬영된 영상을 사용하였다. 실험은 MMX 166Mhz, Memory 32Mbyte, Visual C++ 5.0, Windows 95 상에서 행해졌으며, 아래의 실험 데이터는 실험에 사용한 데이터 중 상태가 좋지 않은 것들이다.

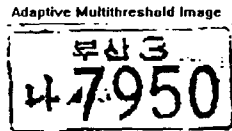
가. 밝기값이 불균등한 경우



가. 입력 데이터로 쓰인 자동차 번호판



나. 기존의 알고리즘을 적용한 영상

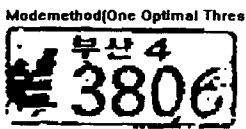


다. 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용한 영상

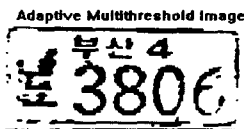
나. 번호판이 훼손되어 잡영이 있는 경우



가. 입력 데이터로 쓰인 자동차 번호판



나. 기존의 알고리즘을 적용한 영상

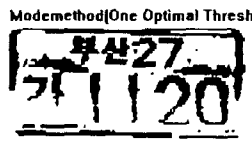


다. 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용한 영상

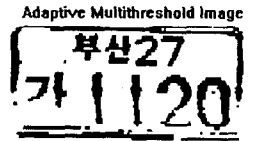
다. 번호판이 휘어서 밝기값이 고르지 못한 경우



가. 입력 데이터로 쓰인 자동차 번호판



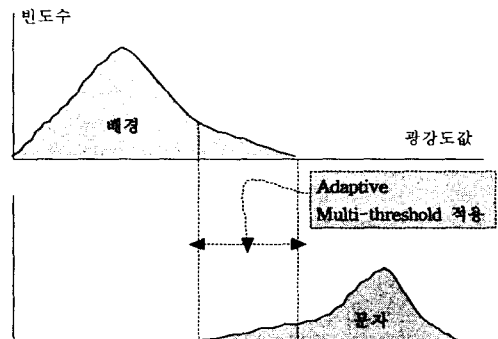
나. 기존의 알고리즘을 적용한 영상



다. 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용한 영상

#### 5. 결론 및 향후과제

본 연구는 카메라 입력 영상을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템의 한 부분인 이진화에 관한 것으로서, 지금까지 원래의 번호판 영상에서의 배경과 문자 부분이 이진화 시 최대한 반영되게 하는 알고리즘인 Adaptive multi-threshold 기법에 대하여 살펴 보았다.



<그림 6> Adaptive multi-threshold 알고리즘

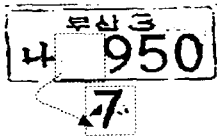
이 기법은 이미 알려진 기존의 기법에 비하여 탁월한 성능을 보였다. 실험을 통해 본 알고리즘을 적용해 본 결과 밝기값이 불균등한 경우 그리고 번호판이 훼손되어 잡영이 있는 경우에도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 끝으로 본 실험에서 얻은 이진화 수준도 자동차 번호판 인식 시스템의 다음 단

계인 문자 분리를 위해선 충분하지만 문자 인식 단계에서의 정확도를 높이기 위해선 이진화 된 영상의 복원에 대한 연구가 좀더 필요하다. 예를 들면, 아래 그림 <그림 7-a>, <그림 7-b>에서 점선 영역내의 영상의 복원에 대한 연구라든가 <그림 8>에서의 점선 영역내의 문자 이외의 영상, 즉, 잡영의 제거 방법 등에 대한 연구를 들 수 있겠다.



(a) 원 영상 (b) 이진화 된 영상

<그림 7> 영상 복원의 문제



<그림 8> 잡영 제거의 문제

"Image Processing, Analysis and Machine Vision", University Press, Cambridge. pp 113~121, 1993.

[8] 배익성, 이철희, 김일정, 차의영, "광강도분포 특성을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집, Vol.4, No.1, pp1105~1109, 1997.

[9] 이철희, 배익성, 차의영, "적응성 신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집(II), Vol.24, No. 2. pp451~454, 1997.

## 6. 참고문헌

- [1] 최종욱, 민준영, 남궁성, 이원하, "ITS와 첨단기술", 도서출판 참말, pp1~5, 1997.
- [2] P.K. Sahoo, S. Soltani, A.K.C. Wong and Y.C. Chen, "A survey of thresholding techniques", *Comput. Vision Graphics Image Process*, Vol 41, pp 233~260, 1988.
- [3] C.A. Glasbey, "An analysis of histogram-based thresholding algorithms", *CVGIP: Graphical Model Image Process*, Vol.55 No.6, 1993.
- [4] S. U. Lee, S.Y.Chung and R.H. Park, "A comparative performance study of several global thresholding techniques for segmentation", *Comput. Vision Graphics Image Process*, Vol. 52, pp 171~190, 1990.
- [5] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision", McGraw-Hill Inc. pp 76~86, 1995.
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley. pp 443~455, 1992.
- [7] Milan Sonka, Vaclav Hlavac and Roger Boyle,