

# DSP 보드를 이용한 자동차 번호판 추출 및 인식 시스템

김경현\*, 이상훈\*, 신복숙\*, 차의영\*

\*부산대학교 전자계산학과

e-mail : {watergun, hoony94, boya, eycha}@harmony.cs.pusan.ac.kr

## Car Plate Extraction and Recognition System Using DSP Board

Kyung-Hyun Kim\*, Sang-Hoon Lee\*, Bok-Suk Shin\*, Eui-Young Cha\*

\*Dept. of Computer Science, Pusan National University

### 요 약

기존의 자동차 번호판 인식시스템은 특정위치에 설치된 카메라로부터 획득한 영상을 서버로 전송하여 서버가 모든 처리 및 인식을 하게 된다. 하지만 다량의 카메라를 설치할 경우 서버의 부하가 심해지는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 카메라에 연결된 DSP 보드를 통해 자동차 번호판 인식에 필요한 각각의 문자와 숫자를 추출하고, 이진화 및 정규화 과정을 거쳐 서버로 전송함으로써, 서버는 인식단계만을 수행하여 부하를 줄이는 방식을 제안한다.

### 1. 서론

자동차는 현대인들에게 있어 가장 친숙하고 편리한 교통수단이다. 그러나 자동차의 수요가 많아짐에 따라 여러가지 문제들이 발생하고 있다. 이들 중 대부분이 보안 관련 문제로, 주차장의 입출입 단속이나 도로상의 불법차량 및 도난차량 단속 등이 그러한 예이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 자동차 번호 인식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 자동차 번호판 인식은 크게 영역추출(Plate Extraction), 세그멘테이션(Character Segmentation), 인식(Recognition)의 단계로 구성된다. 기존의 연구들을 살펴보면, 번호판의 영역추출에서는 명암도의 변화값[1], 수직 $\square$  수평성분의 에지[2], 히스토그램을 이용한 방법[3] 등이 있고, 세그멘테이션에서는 투영에 의한 방법, 문자와 숫자의 위치 정보[2][6] 등을 이용한 방법 등이 있다. 또한 인식을 위해서 푸리에 함수의 상관계수를 이용하거나[4], BP, ART2, Kohnen, LVQ 등의 신경망을 사용하기도 한다.

하지만 대부분의 연구들은 카메라에서 이미지를 획득하면 번호판 영역의 추출 및 인식은 모두 단일 서버에서 처리하는데 초점을 두고 있다. 이러한 형태의 시스템은 카메라의 수가 증가할수록 서버의 부담이

커지므로 카메라가 많이 필요한 장소에서는 비효율적인 단점이 있다.

본 논문에서는 이미지를 획득하는 카메라와 서버 사이에 추출 및 세그멘테이션 과정을 처리하는 DSP 보드를 넣음으로써 서버는 인식단계만을 수행하도록 하여 서버의 부하를 낮추는 방법을 제안한다.

DSP 보드에서 일어나는 과정은 첫 번째로 획득한 이미지에서의 번호판 영역 추출 과정, 두 번째로 추출된 번호판 영역에서 문자와 숫자 영역 분리 과정, 마지막으로 서버에서 인식과정만을 수행하기 위한 결과 영상의 정규화 과정으로 구성된다. 이러한 과정을 각각의 DSP 보드에서 수행함으로써 서버의 부하를 최소화하고 처리능력을 최대화하는 것이 본 논문의 목표이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 시스템의 전반적인 구조를 설명하고, 3 장에서는 DSP 보드에서 이루어지는 영역추출, 세그멘테이션, 정규화 및 전송패킷을 설명한다. 그리고 4 장에서는 인식서버를, 5 장에서는 실험 및 결과를 설명한다. 마지막으로 6 장에서는 결론 및 향후과제에 대해 기술한다.

## 2. 시스템의 구조

제안하는 시스템은 3 단계로 구성되어 있으며, 카메라에서의 영상획득, DSP 보드에서의 문자·숫자의 추출 및 정규화, 서버에서의 인식단계로 이루어져 있다.

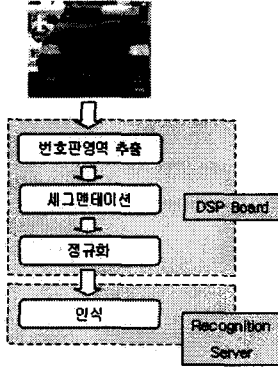


그림 1. 제안된 시스템 구조

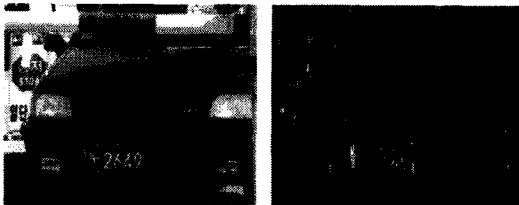
## 3. DSP 보드

카메라로부터 전송된 영상은 DSP 보드에서 번호판의 영역추출, 세그멘테이션 및 인식을 위한 정규화 과정을 거치게 된다.

### 3.1 번호판 영역 추출

번호판에서 사용되는 문자나 숫자는 전체영상과 비교해 볼 때 대체적으로 가느다란 실선에 해당한다. 이러한 실선 성분의 추출은 간단한 모폴로지 연산을 통해서 획득할 수 있는데 본 논문에서는 Top-Hat 변환을 사용하였다.

Top-Hat 변환영상은 원영상과 원영상의 Opening 영상과의 차를 통해 얻을 수 있다. 결과영상으로부터 번호판의 후보영역을 찾아내기 위하여 먼저 이진화 과정을 거친다. 카메라로부터 들어오는 영상은 날씨와 시간에 따라 명도의 차이가 있으므로 단순 임계치에 의한 이진화 대신 반복이진화(Iterative thresholding)를 사용하여 빛의 변화에 덜 민감하게 반응하도록 하였다.



(a) 원영상 (b) 결과영상

그림 2. Top-Hat변환 및 반복이진화

이렇게 생성된 이진화 영상은 많은 잡음을 가지게 되는데 이것을 제거하고 특징점을 추출하기 위해서 가로축 세션화 및 필터링을 수행한다.

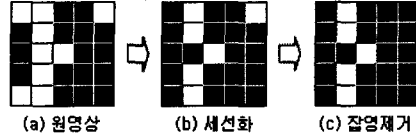


그림 3. 세션화

그 이후에 ART2 클러스터링을 이용하여 특징점의 개수가 임계치 이상되는 영역을 번호판의 후보영역으로 정하게 된다.

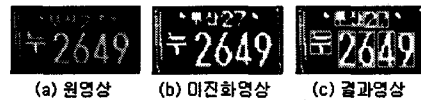
생성된 후보영역들 중에서 정확한 번호판 영역을 선택하기 위하여 일련번호의 위치정보를 이용한다. 후보영역을 Labeling 하면 일련번호 영역의 요소들은 거의 같은 크기의 폭과 높이를 가지게 된다. 이러한 조건을 만족하는 결과 요소들 중 폭과 높이의 분산값이 가장 작은 4 개를 선택하여 일련번호의 위치를 찾아낸다. 마지막으로 일련번호의 위치를 찾으면 일련번호로부터 특정 비율을 곱하여 번호판영역을 추출할 수 있다.

### 3.2 세그멘테이션

현재 국내에서 사용되고 있는 번호판의 경우 통일된 형태를 가지고 있다. 국내 자동차 번호판은 지역명칭, 차종기초, 용도기호, 일련번호의 4 가지 요소로 이루어져 있는데 각각의 요소들은 문자들의 위치 정보 및 비율에 의해 세그멘테이션할 수 있다.

하지만 구형 번호판의 경우 차종기초번호가 1 자리로 되어있는 반면 신형번호판은 2 자리로 되어 있어 신형과 구형 번호판을 구분하여 세그멘테이션할 필요가 있다.

먼저 번호판 영역으로부터 일련번호의 위치를 얻은 후 위치정보와 비율을 이용하여 용도기호의 영역을 찾아낸다. 이후에 용도기호의 위치로부터 상위영역을 알아낼 수 있는데, 이 상위영역의 Labeling 결과를 이용하면 지역명칭과 차종기초의 정확한 위치를 추정할 수 있다. 이 때 용도기호와 일련번호와의 높이관계를 분석하여 신구 번호판을 결정지며 상위영역 세그멘테이션시 그 결과에 따라 다른 비율을 적용하게 된다.



(a) 원영상 (b) 이진화영상 (c) 결과영상

그림 4. 세그멘테이션

### 3.3 정규화

본 시스템은 서버의 부담을 최소화하는데 초점을 두었기 때문에, 세그멘테이션 결과가 서버에 보내지는 즉시 인식과정에 들어가게 된다. 따라서 신경망에서 사용되는 입력벡터를 신속하게 생성하기 위해서 DSP 는 결과영상을 입력벡터의 크기로 만드는 정규화 과정을 수행한다. 그 결과 지역명칭은 40x20, 차종기초는 신형의 경우 20x30, 구형의 경우 20x40, 용도기호는 30x30, 일련번호는 20x40 의 영상으로 정규화된다.



그림 5. 정규화된 세그멘테이션 결과

3.4 전송

DSP 에서 서버로 보내는 것은 세그멘테이션된 영상들이다. TCP/IP 방식을 사용하여 전송하며 전송되어지는 영상은 정규화된 각각의 세그먼트들을 모아놓은 영상이다. 190x40 의 이미지를 패킷으로 나누어 서버로 전송한다. 이것은 640x480 의 원영상에 비해 데이터의 양이 1/41 로 줄어들게 된다.

하나의 패킷은 헤더 부분과 데이터 부분으로 나누어져 있으며 헤더부분에는 명령어, 패킷번호, 기타 정보로 구성된다. 한 번에 보낼 수 있는 최대 길이가 대략 1200bit 이므로 6 라인을 한번에 전송하도록 하였다. 따라서 7 개의 패킷을 보내면 결과 영상을 모두 보낼 수 있다.

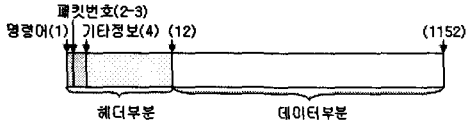


그림 6. 전송패킷

4. 인식서버

인식서버에서는 DSP 보드로부터 전송된 결과영상으로 부터 각각의 입력벡터를 생성한다. 지역명칭 1 개, 차종기호 1 개 또는 2 개, 용도기호 1 개, 일련번호 4 개의 입력벡터들이 생성되며 이 입력벡터들은 서버에 있는 신경망을 통해 인식하게 된다. 신경망은 F-LVQ3 를 이용하였다.

번호판에서 지역명칭을 제외한 나머지 요소들은 신형번호판과 구형번호판의 글자 및 숫자의 형태가 약간씩 다르므로 구분하여 학습함으로써 신경망을 생성하였다.

5. 실험 및 결과

카메라는 흑백 CCD 카메라를 사용하였고 DSP 보드는 MPEG4 AV Server 를 사용하였으며 번호판 인식기는 Pentium IV 1.7G, 256MB RAM, Windows XP 환경에서 Visual C++ 6.0 으로 구현하였다.



그림 7. MPEG4 AV Server

실험에 사용된 샘플은 640x480 크기의 정면, 정면에서 좌우 20° 이내의 측면, 후면의 총 세 방향의 영상 302 개를 사용하였다.

(단위: 개)

영상방향	영역추출
정면	121
측면	75
후면	106

표 1. 샘플영상개수

(단위: %)

영상방향	영역추출	세그멘테이션	인식
정면	91.67	95.17	95.09
측면	65.71	86.20	92.50
후면	78.26	90.08	93.75

표 2. 이미지 방향에 따른 추출, 세그멘테이션 및 인식 성공률

표 2 은 샘플영상의 각 단계별 성공률을 나타낸다. 영역추출의 경우 정면영상은 전반적으로 90%이상의 성공률을 보이는 반면에 측면과 후면영상은 66%와 78%의 낮은 성공률을 보이고 있다. 정면영상의 오류는 대부분 빛에 의한 명암의 불균등으로 인해 이진화 결과에 잡영이 많아 발생하였고, 측면영상은 번호판 주위의 장식을 찾는 경우가 많았다. 후면영상은 번호판에 그늘이 지는 경우가 많아 이진화 과정에서 윗부분이 지워지는 경우가 많았다.



그림 8. 영역추출시 오류가 생긴 영상

세그멘테이션에 있어서는 정면영상과 후면영상은 90%이상의 성공률을 보였다. 그러나 측면 영상의 경우에는 문자의 폭에 대한 비율이 바뀌기 때문에 세그멘테이션 과정에서 오류가 많이 발생하였다.

(단위: msec)

단계	서버만 작동시	DSP Board + 서버 작동시	
		DSP Board	서버
영역추출	231	2113	-
세그멘테이션	67	551	-
정규화	-	128	-
전송	-	-	20
인식	*24	-	10
총소요시간	322	2792	30

표 3. 각 단계별 평균 소요시간 \*정규화포함

표 3 은 각 단계별로 소요되는 시간을 비교한 것이다. 동기화에 따른 지연을 무시한다면 일반적으로 사용되는 인식시스템의 경우 1 초에 3.10 개의 영상을 처리 할 수 있는 반면 제한한 시스템의 서버는 이론상 33.33 개를 처리할 수 있다. 따라서 서버에 접속하는 카메라가 많아질수록 제안하는 시스템이 더욱 효율적인 성능을 발휘하게 된다.

하지만 현재 DSP 보드에서 소요되는 시간이 약 2.8 초나 되어 DSP 보드에서의 속도 개선이 필요하다. 번호판영역을 추출할 때 각 후보영역마다 반복이진화와 특징점 분석을 적용함으로써 많은 시간이 걸렸다. 이러한 속도의 지연은 알고리즘을 수정하고 DSP 에 맞는 어셈블리어언어를 사용한다면 개선되리라고 생각한다.

## 6. 결론 및 향후과제

카메라에서 얻은 영상을 DSP 보드를 사용하여 번호판 영역의 추출, 세그멘테이션 및 정규화과정을 처리함으로써 인식서버의 부담을 줄이는 방법을 제안하였다. 여러 개의 카메라가 한 서버로 영상을 전송하는 경우 제안하는 시스템의 서버는 일반 인식시스템의 서버보다 처리과정이 줄어 훨씬 빠른 처리 속도를 보이고 있다. 또한 추가적인 서버가 필요없으므로 서버가 차지하는 공간적인 비용을 줄일 수 있다.

앞으로 영역추출 알고리즘, 측면으로 찍힌 번호판 영상의 정규화 및 DSP 라이브러리 등의 개선을 통하여 성공률과 처리 속도를 높이는 방안을 더 연구해야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 이용주, 석영수, "명암도 변화값과 기하학적 패턴 벡터를 이용한 차량번호판 인식", 한국정보처리학회논문지 B 제 9-B 권 제 3 호, 2002 년 6 월
- [2] 남기환, 배철수, 나상동, "자동차 영상에서의 번호판 추출과 문자 인식에 관한 연구", 한국정보처리학회, 춘계학술발표논문집, 제 9 권 1 호, pp.713-716, 2002 년 4 월
- [3] 이항정, 이효중, 이훈, "도로 동영상에서 차량번호판 인식", 한국정보처리학회, 춘계학술발표논문집, 제 9 권 1 호 pp.775-778, 2002 년 4 월
- [4] 이원경, 이충호, "위상한정상관을 이용한 차량번호판의 숫자 인식", 한국정보과학회, 가을학술발표논문집, 제 29 권 2 호, 2002 년 10 월
- [5] John C.Russ, "The Image Processing Handbook 3rd Edition", pp.271-273, IEEE PRESS
- [6] 강동구, 김도현, 최선아, 차의영, "모폴로지와 ART2 를 이용한 번호판 위치 검출 및 문자 세그멘테이션에 관한 연구", 한국정보과학회, 가을학술발표논문집, 제 28 권 2 호, pp.328-330, 2001 년 10 월
- [7] 강동구, 이상훈, 김경현, 차의영 "다중 번호판 영역 검출" 2002 한국 멀티미디어 학회, 춘계학술발표논문집, 제 5 권 1 호, pp.361-364
- [8] 김도현, 강동구, 차의영, "비재귀 Flood-Fill 알고리즘을 이용한 적응적 이미지 Labeling 알고리즘", 한국정보처리학회 논문지 제 9-B 권 제 3 호, pp.337-342, 2002 년 6 월
- [9] <http://car4989.co.kr/info/affairs/affairs11.htm>
- [10] <http://www.ti.com/>