

# 윤곽선 추적과 개선된 오류 역전과 알고리즘을 이용한

## 차량 번호판 인식

정병희\* · 이동민\* · 박충식\*\* · 김광백\*

\*신라대학교 컴퓨터공학과

\*\*영동대학교 컴퓨터정보공학부

### Recognition of Car Plate using Contour Tracking and Enhanced Backpropagation

Byung-Hee Jung\* · Dong-Min Lee\* · Choong-Shik Park\*\* · Kwang-Beak Kim\*

\*Dept of Computer Engineering, Silla University

\*\*Faculty of Computer Information and Engineering, Youngdong University

#### 요 약

본 논문에서는 명암도 변화 및 윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 오류 역전과 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식 방법을 제안한다. 비영업용 차량 영상을 대상으로 차량 번호판 영역을 추출하기 위해 명암도 변화 특성을 이용하여 차량 번호판 영역을 추출한다. 추출된 차량 번호판 영역에 반복 이진화 방법을 적용하여 차량 번호판의 영역을 이진화하고, 이진화된 차량 번호판 영역에 대해서 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 추출된 개별 코드 인식은 일반화된 델타 학습 방법에 Delta-bar-Delta 알고리즘을 적용하여 학습률을 동적으로 조정하는 개선된 오류 역전과 알고리즘을 적용한다. 제안된 방법의 인식 성능을 평가하기 위하여 실제 비영업용 차량 번호판에 적용한 결과, 기존의 차량 번호판 인식 방법보다 효율적인 것을 확인하였다.

#### 키워드

윤곽선 추적 알고리즘, 개선된 오류 역전과 알고리즘, 명암도 변화, 반복 이진화

#### 1. 서 론

급속한 경제 성장과 지역간의 이동이 빠르고 편리함을 중시하면서 대한민국의 차량 수는 한정된 도로에 비해 급속하게 늘어났다. 차량 수의 급속한 증가로 인해 주차 관리의 어려움이 많아지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 지능형 주차관리 시스템이 필요하게 되었다.

지능형 주차관리 시스템에서 차량 번호판의 인식 기술은 3가지로 구분된다. 첫 번째는 획득한 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 것이고 두 번째는 추출된 차량 번호판 영역에서 개별 코드를 추출하는 것이다. 마지막으로 추출된 개별 코드를 인공 신경망 또는 인공 지능 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 인식하는 것이다. 기존의

차량 번호판 추출 방법에는 임계치를 이용한 방법, HSI 정보를 이용한 방법, RGB 컬러 정보를 이용한 방법, 명암도 변화의 특성을 이용한 방법 등이 있다. 임계치를 이용한 번호판 추출 방법은 차량 영상을 입력 받아서 임계값을 중심으로 큰 값들을 0으로 작은 값들은 1로 설정하여 두개의 영역으로 구분하는 임계치(thresholding)를 이용하는 추출 방법이다[1]. 임계화를 이용하는 방법은 영상의 가장 밝은 값과 어두운 값의 평균값을 임계치로 설정하고 임계화된 영상에 대해 밀도 비율을 계산하여 밀도 비율이 높게 나타나는 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정하고 차량 번호판의 특징을 만족하는 후보 영역을 번호판 영역으로 추출하는 방법이다. 그러나 임계치를 이용한 방법은 임계화된 영상에서 번호판 영역이 뚜렷하게 구분되지 않는 경우에는 번호판 영역을 추출 할

수 없다. RGB 컬러 정보를 이용한 번호판 추출 방법에서 비영업용의 번호판을 추출 할 경우에는 "번호판의 영역이 녹색이다"라는 특징을 이용한다. 이 방법은 차량 영상에서 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색값이 밀집되어 있는 부분을 번호판 영역으로 추출하는 방법이다[2]. 그러나 차량 영상이 전체적으로 녹색이거나 빛의 영향으로 인해 번호판 영역이 전혀 나타나지 않은 경우에는 번호판을 추출 할 수 없다. 그리고 "어느 정도의 거리 값까지를 녹색으로 정의할 것인가"라는 정의를 명확히 해야 한다. HSI 정보를 이용한 번호판 추출 방법은 RGB 컬러 정보를 HSI 정보로 변환하는데 많은 시간이 소요되고 녹색 색상을 완전히 잃어버린 차량의 경우는 번호판을 추출하기 어렵다[3]. 그레이 명암도 변화를 이용한 추출 방법은 빛에 의한 정보 손실의 영향을 적게 받고 처리 속도가 빠르다는 장점을 가지나, 주어진 명암도 변화의 임계값을 만족하는 비번호판 영역이 존재할 경우에는 번호판 영역을 추출할 수 없다[4].

번호판 영역에서 개별 코드를 추출하는 방법에는 히스토그램을 이용한 방법, 위치 정보를 이용한 방법, 윤곽선 추적을 이용한 방법 등이 있다. 히스토그램을 이용한 방법은 번호판의 이진화 처리가 중요한데 배경 영역과 문자 영역을 뚜렷이 구분할 수 없는 임계치가 설정되면 개별 문자를 추출할 수 없다[5]. 위치정보를 이용한 방법은 번호판의 테두리를 정확히 추출하게 되면 개별 문자에 대한 비율이 정확히 계산되어 개별 문자를 추출할 수 있지만 번호판의 테두리 영역이 조금이라도 잘못 추출되는 경우에는 비율에 따라 개별 문자를 추출할 수 없다[6]. 윤곽선 추적을 이용한 방법은 영역의 윤곽선 지점을 추출하여 분할되는 영역을 하나의 특징 영역으로 구분하여 개별 문자를 추출하는 방법이다[7].

따라서 본 논문에서는 명암도 변화를 이용하는 방법을 개선하여 번호판 영역을 추출하고, 반복 이진화와 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 코드를 추출한다. 추출된 개별 코드의 학습 및 인식률을 개선하기 위하여 Delta-bar-Delta 방법을 적용하여 학습률을 동적으로 조정하는 개선된 오류 역전파 알고리즘을 개별 코드 인식에 적용한다.

## II. 제안된 차량 번호판 인식

### 2.1 명암도 변화를 이용한 차량 번호판 추출

차량 번호판은 차량의 종류에 따라 다른 형식을 가진다. 영업용 차량은 황색 바탕에 검정색으로 코드가 표기되며, 비영업용 차량은 녹색바탕에 흰 글씨로 코드가 표기되어 있다. 그 외 외교관용, 군용 차량의 번호판으로 분류할 수 있다. 차량 번호판은 상단부와 하단부로 구성되어 있다. 상단부는 최초 등록지역 코드인 두 개의 작은 숫자와 용도를 나타

내는 작은 문자 부분으로 구성되고, 하단부는 일련 번호를 나타내는 네 개의 큰 숫자로 구성된다. 차량 번호판의 구성은 그림 1과 같다.

최초 등록지역 용도 기호



그림 1. 번호판의 구성

차량 번호판의 구조적인 특징과 번호판 색상 정보는 다음과 같다.

- ① 번호판 영역은 일정한 문자폭과 명암도 변화를 가진다.
- ② 번호판 영역에서 수평축, 수직축으로 명암도 변화 횟수가 다른 영역에서 보다 많이 나타난다.
- ③ 번호판 영역에서 명암도 변화 횟수가 최소 6번에서 최대 12 정도 나타난다.
- ④ 번호판 영역에서의 번호판의 배경과 문자간의 밝기 차이는 주위의 밝기 차이와 다소 많은 차이를 갖는다.
- ⑤ 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1이다.
- ⑥ 번호판 영역의 각 코드들은 상대적인 위치 정보를 가진다.

차량 번호판 인식에서 인식 대상이 되는 번호판 영역을 추출하기 위해 번호판 영역의 그레이 명암도 변화 특성을 이용하여 번호판의 영역을 추출한다. 즉 입력된 차량 이미지에서 명암도 변화를 검사하여 위의 특징 ①~④를 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출한다. 번호판 영역을 추출하는 과정을 단계별로 살펴보면 다음과 같다.

번호판 영역에서 배경과 문자간의 밝기 차이가 주변의 밝기 차이보다 크다는 특징에 근거하여 하나의 래스터에서 픽셀간의 명암도 변환 정도가 식 (1)에 의해 계산된 임계값(T), 즉 전체 이미지의 평균 명암도 이상이면 번호판 영역에 해당한다는 명암도 변화가 있다고 정의 한다.

$$T = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N \frac{(R_{xy} + G_{xy} + B_{xy})}{3} \quad (1)$$

래스터 단위의 명암도 변화 검사에서는 임계값 이상의 명암도 변화가 6번 이상 나타나게 되면 현재 수평 위치를 번호판의 아래 경계선으로 설정하고 수평 방향으로 명암도 변화가 나타나는 처음과 끝 위치를 번호판의 수직 경계선으로 설정한다. 번호판 영역에 해당하는 명암도 변화가 나타나지 않을 때까지 다음 래스터들을 차례로 검사한다. 그리고 임계값 이상의 명암도 변화가 나타난 마지막 래스터를 번호판의 위쪽 경계선으로

로 설정하고 번호판 영역을 추출한다.

그림 2는 번호판 영역의 특성을 잘 보여주는 것으로서 차량 영상에서의 각 영역에 대한 명암도 변화이다.

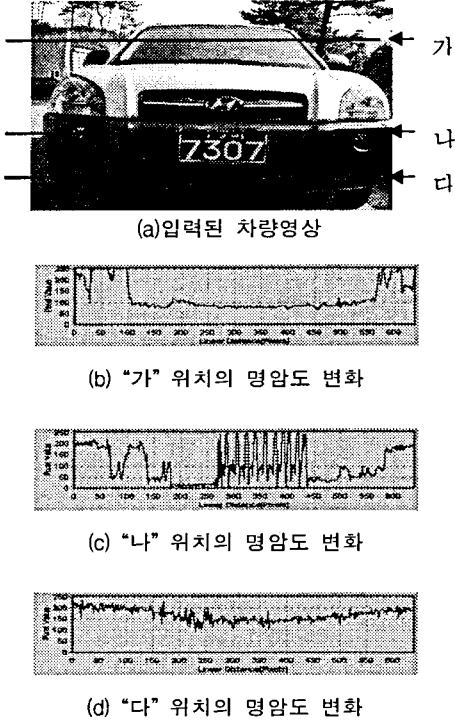


그림 2. 차량 영상의 명암도 변화

### 2.2 차량 번호판 이진화

반복 이진화 방법은 특정 임계치에 의해 두 개로 영역을 분리하고 각 영역에 대해 반복적으로 임계치를 갱신하여 평균하는 과정을 임계치가 안정될 때까지 수행하여 획득된 이진화 임계값으로 영상을 배경과 물체로 분류하는 기법이다[8]. 이 방법을 이용한 차량 번호판 영역의 이진화 과정은 다음과 같다.

Step 1. 최초 이진화 임계값  $T^0$  를 설정하고 다음 과정을 수행한다.

Step 2. 이전 단계에서 결정되어진 임계값  $T^t$ 에 의해 배경과 물체에 해당하는 평균 픽셀값  $\mu'_B$  과  $\mu'_O$  를 다음과 같이 계산한다.

$$\mu'_B = \frac{\sum f(i, j)}{N_B} \quad \mu'_O = \frac{\sum f(i, j)}{N_O}$$

여기서,  $N_B$ 와  $N_O$ 는 각각 배경과 문자에 해당하는 픽셀의 개수를 나타낸다.

Step 3.  $\mu'_B$  과  $\mu'_O$  에 의해 새로운 임계값을 다음과 같이 계산한다.

$$T^{(t+1)} = \frac{\mu'_B + \mu'_O}{2}$$

Step 4. 만약  $T^{(t+1)} = T^{(t)}$  이면 종료하고 그렇지 않으면 다시 Step 2-Step 4의 과정을 반복한다.

### 2.3 윤곽선 추적을 이용한 개별코드 추출

이진화된 차량 번호판 영역에서 8방향 윤곽선 추적 마스크를 적용하여 개별 문자를 추출하는데, 이러한 개별 문자 추출 과정은 다음과 같다. 여기서

$P_i^r, P_i^c$ 는 현재 번호판 영역의 가로와 세로 픽셀이고,  $P_i^{r+1}, P_i^{c+1}$ 는 다음 진행 방향의 가로와 세로 픽셀이며,  $P_s^r, P_s^c$ 는 각각 윤곽선 추적의 첫 번째 마스크의 가로와 세로 픽셀이다.

단계 1. 차량 번호판 영역에 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하기 위하여, 식(2)과 같이 초기화하고, 그림 3과 같은 진행 마스크를 적용하여 다음 픽셀을 찾는다.

$$P_i^{r-1} = P_i^r, P_i^{c-1} = P_i^c \quad (2)$$

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 3. 8-방향 윤곽선 추적 마스크

단계 2. 현재 픽셀에서 진행 마스크를 적용하여 흑화소가 발견된 경우에는  $P_i^r$ 과  $P_i^c$  값을 식(3)과 같이 계산한다.

$$P_i^r = \sum_{i=0}^7 P_i^{r+1}, P_i^c = \sum_{i=0}^7 P_i^{c+1} \quad (3)$$

단계 3. 8개의 진행 마스크에 대해 식(4)를 적용하여 다음 진행 마스크를 결정한다.

$$\text{If } P_i^r = P_i^{r-1} \text{ and } P_i^c = P_i^{c+1} \quad (4)$$

현재의진행방향 = EE 단, 시계방향으로 회전한다.

단계 4. 만약  $P_i^r$ 과  $P_i^c$ 가  $P_s^r$ 과  $P_s^c$ 로 되 돌아오면 종료하고, 아니면 단계 1로 돌아가서 반복

한다.

If  $|P_i^r - P_s^r| \leq 1$  and  
 $|P_i^c - P_s^c| \leq 1$  then Break  
 else 단계1

추출된 차량 번호판에서 8방향 윤곽선 추적으로 개별 문자를 추출한 결과는 그림 4와 같다.



(a) 추출된 번호판 (b) 추출된 개별 문자  
 그림 4. 번호판 및 개별 문자 추출 결과

### 2.4 개선된 오류 역전과 알고리즘을 이용한 개별 코드 인식

오류 역전과 학습 알고리즘은 비선형 판별 문제를 해결할 수 있어 최근에 가장 보편적으로 사용되고 있다. 그러나 이 학습 알고리즘은 학습 시간이 오래 걸리고, 새로운 패턴을 추가하여 학습할 때 기존의 학습한 패턴에 영향을 주며, 필요한 정보가 모든 연결선에 고르게 분포되지 않아서 정보가 있는 연결선으로 들어온 오류의 중복으로 인하여 신경회로망 전체의 효율이 떨어지는 문제점을 가지고 있다[9]. 따라서 본 논문에서는 일반화된 델타 학습 방법에 Delta-bar-Delta 알고리즘 [10]을 적용하여 학습률을 동적으로 조정하는 개선된 오류 역전과 알고리즘을 적용하여 개별 문자를 인식한다. 개선된 오류 역전과 알고리즘을 그림 5로 나타내었다.

### III. 실험 및 결과분석

실험 환경은 IBM 호환 기종의 Pentium-IV PC 상에서 Delphi 7.0으로 구현하였다. 640x480 크기를 가진 비영업용 차량 영상 50개를 대상으로 기존의 명암도 변화를 이용한 차량 번호판 추출 방법과 본 논문에서 제안한 번호판 추출 방법간의 추출 개수를 표 1로 나타내었다.

표 1. 차량 번호판 추출 결과 비교

	기존의 명암도 변화를 이용한 방법	제안된 방법
추출 수 (10)	46	51

표 1에서와 같이 기존의 명암도 변화를 이용한 방법은 50개 중에서 47개가 추출되었다. 기존의 방법에서 번호판 추출에 실패한 경우는 임계값을 만족하는 비번호판 영역이 번호판 영역과 비슷한 특징을 가져서 번호판 추출에 실패하였다. 그러나 제안된 번호판 추출 방법은 번호판 영역에서의 번호

판의 배경과 문자간의 밝기 차이는 주위의 밝기 차이와

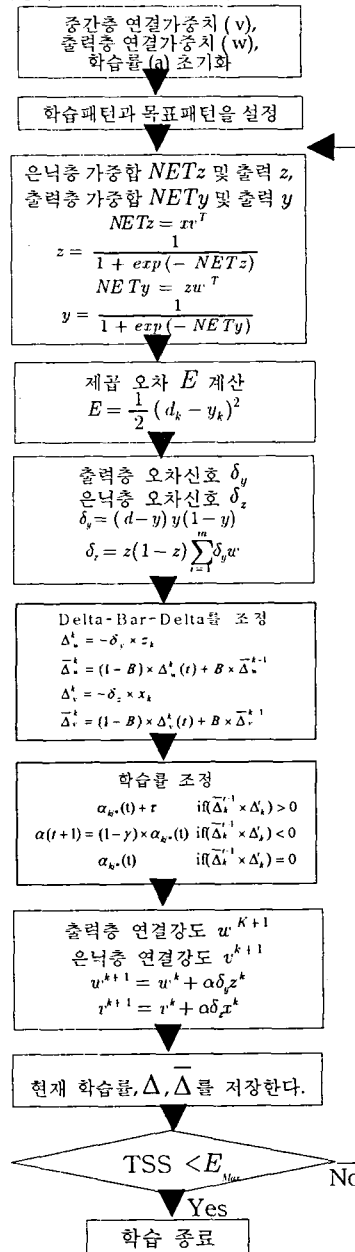


그림 5. 개선된 오류 역전과 알고리즘

다소 많은 차이를 갖는 정보를 추가 이용하므로 번호판 추출에 성공하였다. 그림 6의 (a)는 기존의 방법으로 번호판 추출에 실패한 경우이고 그림 6의 (b)는 제안된 방법에 의해 번호판 추출에 성공한 경우이다.



(a) 기존의 방법 (b) 제안된 방법  
그림 6. 번호판 추출 결과

제안된 번호판 추출 방법에 의해 모두 추출된 50개의 번호판 영역에 대해 8방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자를 추출한 결과, 50개의 번호판 영역에서 모두 개별 문자가 추출되었다. 50개의 번호판 영역의 문자는 50개이고 숫자는 300개이다. 표 2에서는 개별 문자의 추출 개수와 인식 개수를 나타내었다.

표 2. 개별 코드 추출 및 인식 결과

	개별 코드 추출 개수	개별 코드 인식 개수	Epoch 수
숫자 (300)	300	297	792
문자 (50)	50	46	1127

표 2에서 숫자와 문자 패턴을 개선된 오류 역전과 알고리즘에 학습할 때 은닉층의 노드 수를 모두 12개로 설정하여 학습하였고 문자 패턴을 학습할 경우에는 자음과 모음을 분리하여 각각 학습하였다. 그리고 학습률과 모멘텀을 각각 0.5와 0.1로 설정하였다. 표 2에서 알 수 있듯이 개선된 오류 역전과 알고리즘을 이용하여 개별 코드의 인식에 실패한 경우는 추출된 개별 코드들이 많이 기울어져 있는 경우이다. 제안된 번호판 인식 화면은 그림 7과 같다.

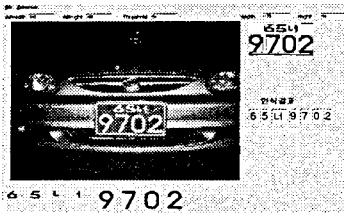


그림 7. 제안된 번호판 인식 화면

#### IV. 결 론

본 논문에서는 그레이 명암도 변화 특성을 이용하여 번호판의 영역을 추출하였다. 즉 입력된 차량 이미지에서 명암도 변화를 검사하여 차량 번호판 특징들을 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출하였다. 즉 전체 이미지의 평균 명암도 이상

이면 번호판 영역에 해당하는 명암도 변화가 있다고 정의하였다. 그리고 추출된 번호판 영역에 대해 반복 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적으로 개별 코드를 추출하였다. 추출된 개별 코드를 개선된 오류 역전과 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 인식하였다.

비영업용 차량 영상 50개를 대상으로 실험한 결과, 50개의 번호판 영역이 모두 추출되었고 개별 코드 350개도 모두 추출되었다. 추출된 350개의 개별 코드 중에서 343개의 개별 코드가 인식되었다. 인식에 실패한 경우는 추출된 개별 코드들이 기울어져 있는 경우이다.

따라서 향후 연구 과제는 인식률을 개선하기 위하여 추출된 개별 코드들의 기울기를 보정할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 임은경, 김광백, "Thresholding을 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구, 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, pp.1345-1348, 1998.
- [2] 이정란, 남미영, 김광백, "필터 정보를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, pp.1349-1352, 1998.
- [3] 김광백, 김문환, 노영욱, "RGB 컬러 정보와 퍼지 이진화를 이용한 차량 번호판의 개별 문자 추출," 한국해양정보통신학회논문지, 제9권 1호, pp. 80-87, 2004.
- [4] 허남숙, 조희정, 양황규, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, pp.1353-1356, 1998.
- [5] 허남숙, 이순희, 김광백, "ART를 이용한 자동차 번호판 자동 인식 시스템," 멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, pp.362-366, 1999.
- [6] 임은경, 김광백, "개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구, 멀티미디어학회논문지, 제3권 5호, pp.433-333, 2000.
- [7] 김광백, 김철기, 김정원, "윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1 알고리즘을 이용한 영문 명함 인식에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회논문지, 제8권 2호, pp.105-116, 2002.
- [8] MILAN SONICA, VACLAY HLAVAC, ROGER BOYLE, Image Processing, Analysis, and Machine Vision, 2nd Edition, PWS Publishing, pp.129-130.
- [9] Kim, K. B., Kang, M. H. and Cha, E. Y. "A Fuzzy Competitive Backpropagation using Nervous System," in Proc. WCSS, pp. 188-193, 1997.
- [10] 김광백, 박충식, "퍼지 제어 시스템을 이용한 학습률 자동 조정 방법에 의한 개선된 역전과 알고리즘," 한국해양정보통신학회 논문지, 제8권 2호, pp.464-470, 2004.