
그레이 레이블링 및 퍼지 추론 규칙을 이용한 흰색 자동차 번호판 추출 기법

김도현* · 차의영*

License Plate Extraction Using Gray Labeling and Fuzzy Membership Function

Do-Hyeon Kim* · Eui-Young Cha*

요 약

2007년부터 흰색 바탕의 자동차 번호판이 등록되어 사용되고 있다. 본 논문은 그레이 레이블링 기법과 퍼지 추론 방법을 이용하여 새롭게 사용되고 있는 흰색 번호판을 추출하기 위한 방법을 제안한다. 먼저 비재귀 Flood-filling 알고리즘을 개선한 그레이 레이블링(labeling) 기법으로 번호판 후보 영역을 추출한다. 추출된 레이블에 대한 적합도를 퍼지 추론 시스템에 의해 산출한 후 후보 레이블 중에서 가장 적합도가 높은 레이블 영역을 최종 번호판 영역으로 추출한다. 실내외 주차장 및 거리에서 핸드폰 및 디지털 카메라로 획득한 다양한 자동차 번호판 영상을 대상으로 실험한 결과 94%의 추출 성공율을 나타내었다.

ABSTRACT

New license plates have been used since 2007. This paper proposes a new license plate extraction method using a gray labeling and a fuzzy reasoning method. First, the proposed method extracts the candidate plates by the gray labeling which is the enhanced version of a non-recursive flood-filling algorithm. By newly designed fuzzy inference system, fitness of each candidate plates are calculated. Finally, the area of the license plate in a image is extracted as a region of the candidate label which has the highest fitness.

In the experiments, various license plate images took from indoor/outdoor parking lot, street, etc. by digital camera or cellular phone were used and the proposed extraction method was showed remarkable results of a 94 percent success.

키워드

자동차 번호판 추출, 그레이 레이블링, 퍼지 추론 시스템

I. 서론

불법 주정차 단속, 속도 및 신호 위반, 주차장 관리, 출입 근태 관리 등 자동차 번호판 인식 기술은 자동 인식 기술의 발달로 널리 사용되고 있다.

자동차 번호판 인식 시스템에서의 처리 과정은 영상 획득, 번호판 추출, 기울기 보정, 번호판 정규화, 문자 분

할 및 인식 과정으로 구분될 수 있다. 영상 획득(image acquisition) 과정은 여러 가지 영상 입력 장치를 통해 자동차 번호판 영상을 획득하는 단계로 영상의 크기 및 품질이 결정되는 과정이다. 번호판 추출(plate extraction) 과정은 획득된 영상에서 컬러 정보나 에지 정보를 분석하여 번호판 부분이 존재하는 부분을 검출하는 과정이다. 기울기 보정(skew correction) 과정은 문자 분할 및 인

식 과정을 효과적으로 수행하기 위해서 추출된 번호판의 기울기를 탐지하여 보정해주는 전처리 단계이며 번호판 정규화(plate normalization) 과정은 문자 분할 및 인식 과정에 적합한 형태의 영상으로 재구성하는 과정이다. 문자 분할(character segmentation) 과정을 통해 번호판에 존재하는 지역명, 지역 번호, 용도 문자, 일련 번호 등의 개별 문자 영역을 추출해 내고 마지막으로 문자 인식(character recognition) 과정에서 추출된 문자 분할 영역을 인식하여 코드화하게 된다.

이와 같은 자동차 번호판 인식 시스템은 단순한 문자 인식기의 성능에 좌우되기 보다는 그 이전의 전처리 단계에서의 성능에 많은 영향을 받게 된다. 그 중에서 번호판 추출 과정은 획득되는 자동차 번호판을 포함하는 대용량의 영상으로부터 번호판 부분만을 추출하는 전처리 과정으로써 매우 중요한 역할을 한다. 뿐만 아니라 2007년부터 새롭게 도입된 흰색 바탕의 번호판은 그 색상과 형태가 기존의 번호판과 다르기 때문에 기존의 추출 방법들을 그대로 사용할 수 없는 경우가 대부분이며 새롭게 도입된 번호판을 추출할 수 있는 방법에 대한 필요성이 대두되고 있다.

본 논문에서는 이러한 관점에서 그레이 영상의 레이블링을 통해 영상을 유사 명도값 그룹(레이블)으로 분할하고 번호판에 대한 사전 지식을 활용하여 후보 레이블을 선정한 후 퍼지 추론 방법에 의해 적합도를 선택하여 최종 번호판 영역을 추출하는 알고리즘을 제안한다.

II. 관련 연구

번호판 추출에 관한 기존의 연구는 크게 명암도의 기울기를 이용한 명암 벡터에 의한 방법[1-3]과 컬러 정보를 이용하는 방법[3-10]으로 구분할 수 있으며 그 이외에 신경망을 이용한 방법[11], 인식기를 기반한 방법[12], 에지 정보와 번호판의 구조적 특징을 이용한 방법[13] 등이 있다.

명암 벡터를 이용한 방법은 자동차 번호판 내부에 존재하는 문자 영역에 에지 정보가 많이 존재한다는 점을 이용하여 명암값의 변화가 큰 영역을 추출함으로써 번호판 영역을 추출하는 방법이다. 이 방법은 명암값의 기울기를 사용하기 때문에 에지 영역이 명확하게 추출되지 않거나 영상 내 존재하는 번호판 이외의 에지 영역에

대한 처리 등으로 인해 많은 문제점이 발생한다.

컬러 정보를 이용한 방법은 명암 벡터의 문제점을 극복하기 위한 방법으로 색상 정보를 사용하여 번호판을 추출하고자 하는 방법이다. 이 방법은 자동차 번호판의 배경 색이 비영업용 차량은 녹색, 영업용 차량은 노란색임을 이용하여 영상의 색상 정보를 분석함으로써 번호판 영역을 추출하는 방법이다. 보통 영상의 밝기값에 영향을 받지 않는 색상 성분을 얻기 위해 RGB 영상을 HSI, HSV, YIQ 등의 컬러 모델로 변환하여 번호판의 색상과 유사한 후보 영역을 찾게 되는데 차량의 색상이나 배경 물체가 번호판과 유사한 색상을 가지고 있는 경우에 대한 처리가 곤란하며 특히, 색상 정보를 이용하기 힘든 2007년형 흰색 번호판에 대한 처리는 색상 정보만으로는 불가능한 실정이다.

III. 흰색 번호판 추출 시스템

흰색 번호판 영역을 찾기 위한 방법으로 본 논문에서는 먼저 그레이 레이블링을 통해 번호판 후보 영역을 추출하고 퍼지 추론 시스템의 의해 최종 번호판 영역을 선정한다.

3.1. 번호판 후보 선정

3.1.1. 영상 전처리

컬러로 획득된 자동차 번호판 영상을 먼저 식 (1)을 이용하여 그레이 영상으로 변환한다.

$$Gray = R \times 0.299 + G \times 0.587 + B \times 0.114 \quad (1)$$

영상이 흐리거나 선명하지 못한 경우에는 번호판 영역을 분명히 하기 위해 샤프닝 필터를 적용하여 부분 영역별 경계선 영역을 명확하게 한다. 이 과정은 이후 과정인 그레이 레이블링 과정에서 번호판 영역이 다른 영역과 결합되지 않도록 하는 역할을 한다.

3.1.2. 그레이 레이블링

자동차에서 번호판의 배경 색깔은 그 용도에 따라 흰색, 녹색, 노란색, 청색, 주황색 등으로 다양하지만 여러 개의 색깔이 섞여 있는 것이 아니라 하나의 색깔로 이루어져 있다. 즉, 동일한 색깔 분포를 가지는 일정한 영역

표 1. 그레이 레이블링 알고리즘
Table 1. Gray labeling algorithm

<p>Step 1. 영상을 왼쪽에서 오른쪽, 위에서 아래로 차례로 스캔한다.</p> <p>Step 2. 현재 픽셀이 방문되지 않은 픽셀이면 현재 레이블의 중심값을 현재 픽셀의 명도값으로 설정하고 적응적 비재귀 Flood-filling Algorithm을 수행한 후 레이블 번호를 증가시킨다.</p> <p>Step3. 현재 픽셀이 이미 방문된 픽셀이면 영상의 끝까지 Step 1~3의 과정을 반복한다.</p>
--

표 2. 적응적 비재귀 Flood-filling 알고리즘
Table 2. Adaptive non-recursive flood-filling algorithm

<p>Step 1. 현재 픽셀의 명도값($pixel(x,y)$)을 반영하여 현재 레이블의 중심값을 수정한다.</p> <p>Step 2. 현재 위치 변수($current_position$)와 최종 위치 변수($end_position$)를 현재 픽셀의 위치(x,y)로 설정한다.</p> <p>Step 3. $current_position$의 방문 표시 플래그를 세팅한다.(방문한 위치로 설정)</p> <p>Step 4. $current_position$의 레이블 값을 현재 레이블 번호로 설정한다.</p> <p>Step 5. $current_position$의 이웃 픽셀이 방문되지 않은 픽셀이고 현재 레이블의 중심값과의 차이가 임계값 T보다 작으면 다음 과정을 수행한다.</p> <p>(a) 그 이웃 픽셀의 리턴 위치($return_position$)를 $current_position$으로 설정한다.</p> <p>(b) $current_position$을 이웃 픽셀의 위치($x+i, y+j$)로 설정한다.</p> <p>그렇지 않으면 $current_position$을 $current_position$의 리턴 위치($return_position$)로 재설정한다.</p> <p>Step 6. $current_position$과 $end_position$이 동일하면 더 이상 방문할 위치가 없으므로 빠져나가고 그렇지 않으면 Step 3~Step 6의 과정을 반복한다.</p>
--

을 추출할 수 있다면 번호판 후보 영역을 획득할 수 있게 된다.

이와 같이 동일한 색깔 분포를 가지는 관심 영역을 찾기 위한 방법으로 흔히 레이블링(labeling)에 의한 연결 요소 분석(connected component analysis) 기법을 사용한다. 일반적으로 레이블링은 픽셀값이 배경(background)과 전경(foreground)으로 구분되어 있는 이진 영상에서 적용될 수 있다. 하지만 자동차 번호판 영상에서는 번호판 영역을 배경이나 전경으로 정확하게 이진화하기 힘들다. 따라서, 본 논문에서는 영상을 유사한 색깔 분포를 가지는 영역으로 구분하기 위한 영상 분할(Image segmentation)을 위해 표 1과 표 2와 같이 비재귀 Flood-Fill 알고리즘을 이용한 적응적 이미지 Labeling 알고리즘[14]을 사용하여 영상을 그레이 레벨에서 레이블링 하였다. 이와 같은 그레이 레이블링 과정을 거치게 되면 유사한 명도값을 가지는 픽셀들이 같은 레이블로 그룹화되며 유사한 색상 분포를 나타내는 번호판 배경 부분도 하나의 레이블로 그룹화된다.

하지만, 다양한 자동차 번호판 영상에서 일반적으로 적용될 수 있는 그레이 레이블링의 임계값 T 를 결정하는 것은 매우 힘들다. 고정된 T 값을 사용하게 되면 이 값에 따라 번호판 영역이 하나의 레이블로 되지 않는 경우가 발생하게 된다. 이것은 비록 눈으로 보기에 유사한 명도값 분포를 가지는 번호판 배경 영역이 실제로는 위치에 따라 조명 상태의 영향을 받아 명도값의 차이가 점점 커져서 하나의 번호판 영역으로 레이블이 만들어지지 않고 2개 이상으로 분리되는 경우가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 T 를 30, 40, 50으로 각각 다르게 적용하여 그 결과를 조합함으로써 하나의 레이블로 만들어진 번호판 영역이 후보 레이블로 추출될 수 있도록 한다.

3.1.3. 레이블 필터링을 통한 후보 영역 선정

그레이 레이블링을 수행하게 되면 영상의 크기에 따라 수천 개 이상의 그레이 레이블이 생기게 되며 이 중에서 번호판 영역에 해당하는 레이블을 찾아야 한다. 번호

판 영역에 해당하는 후보 레이블을 찾기 위해서 자동차 번호판의 사전 정보를 이용하여 후보 레이블만을 걸러내는 필터링 과정을 거친다. 필터링을 위해 사용되는 정보는 다음과 같다.

- 번호판 영역은 어느 정도 범위의 일정한 크기를 가진다.
- 번호판의 내부에는 번호판 배경과 다른 색의 문자 영역이 존재하고 번호판이 기울어져 있을 수 있으므로 번호판 배경에 해당하는 레이블의 크기 면적은 번호판 레이블의 외접 사각 영역 전체 크기에 대한 일정한 범위의 면적 비율을 가진다.
- 번호판의 크기는 가로 대 세로비가 2:1 정도이며 신형 흰색 번호판과 같은 경우 최대 5:1 정도로 일정한 범위의 길이 비율을 가진다.
- 번호판 영역의 내부에는 번호판과 다른 색상을 가지는 일정한 개수의 문자 영역이 존재한다.

이와 같은 번호판의 사전 정보를 이용하여 레이블링된 연결 성분 중에서 불필요한 것들을 제거하게 되면 번호판이 될 가능성이 있는 소수의 후보 레이블만 남게 되고 그 레이블의 외접 사각 영역으로 번호판 후보 영역들을 추출할 수 있다.

3.2. 번호판 영역 추출

후보 레이블 중에서 실제 자동차 번호판에 해당하는 레이블을 선택하여 최종 번호판 영역을 추출한다. 본 논문에서는 영상에서 하나의 번호판 영역만 존재한다고 가정한다. 필터링 과정을 통해서 선정된 여러 개의 후보 레이블 중 실제 번호판 배경에 해당하는 레이블을 찾는 것은 단순히 하나의 특징만을 사용하여 판단하기는 힘들다. 예를 들어 사전에 조사된 번호판 영역의 면적비(0.6~0.7)와 가장 유사한 면적비를 가지는 후보 레이블이 실제 번호판이 아닌 다른 레이블일 수 있다. 마찬가지로 가로 대 세로비가 2:1 또는 5:1의 비율을 가지는 레이블이 실제로는 번호판 레이블이 아닌 경우가 많으며 실제 번호판 레이블은 이와 다른 비율을 가지는 경우가 많다. 즉, 사전에 추출된 번호판 레이블들의 평균적인 특징을 바탕으로 설정된 사전 정보에 의해 후보 레이블들이 필터링되어 추출된 것이므로 실제로 그 영상에 존재하는 번호판의 특징이 사전 정보와 부합되지 않을 수 있다. 그러므로 임의의 영상에서 번호판 레이블을 정확하게 찾

기 위해서는 여러 가지 특징을 서로 조합하여 가장 가능성이 높은 후보 레이블을 선택해야 한다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 애매모호한 입력 패턴이 주어졌을 때 전문가의 사전 정보를 이용하여 출력 결과를 산출할 수 있는 퍼지 추론 방법을 도입하여 최적의 번호판 레이블을 선정하기 위한 정도도를 산출하였다.

퍼지 시스템은 해결하고자 하는 모델이 너무 복잡하거나 수학적으로 모델링 할 수 없는 경우에도 좋은 해결책이 될 수 있다. 사용자는 입력에 대한 출력의 상관 관계를 수학적으로 모델링 할 필요 없이 단지 시스템이 어떻게 동작해야 하는가에 대한 일반적인 규칙만 지정해 주면 되며, 이러한 접근 방법은 매우 강인하고 적응적인 것으로 실험을 통해서 증명되고 있다. 이러한 시스템 설계 작업의 단순함은 여러 산업 분야에서 쉽게 적용 가능한 퍼지 시스템의 장점이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 퍼지 추론 방법의 상태 변수로 레이블의 면적비율 SR(size_ratio), 가로 대 세로 비율 LR(length_ratio), 그리고 번호판 레이블 영역 내의 문자 레이블의 개수 NOC(number of character)를 사용하였다. 퍼지 집합은 전문가가 언어 항(linguistic terms)에 의해 퍼지 시스템을 설명하는 방식으로 수치화된 값을 표현한다. 본 논문에서 SR의 퍼지 집합으로 'LOW', 'MEDIUM', 'HIGH', LR의 퍼지 집합으로 'LOW', 'MEDIUM_SHORT', 'MEDIUM_LONG', 'HIGH', NOC의 퍼지 집합으로 'SMALL', 'AVERAGE', 'BIG'를 정의하였다. 각각의 상태 변수에 대한 퍼지 소속 함수(fuzzy membership function)는 그림 1~3과 같이 정의하였다. 특히, 가로 대 세로 비율을 나타내는 LR의 'MEDIUM_SHORT'와 'MEDIUM_LONG'은 각각 번호판 내부의 문자가 2줄로 되어 가로 대 세로비가 2:1인 단형 번호판과 1줄로 구성된 2007년형 장형 번호판에 부합할 수 있도록 하기 위해 정의된 퍼지 집합이다.

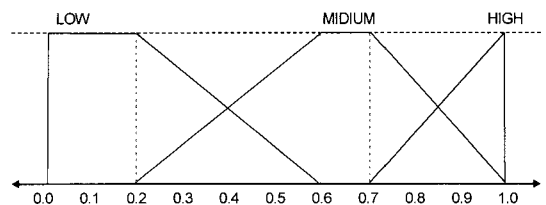


그림 1. SR에 대한 퍼지 소속 함수
Fig. 1 Fuzzy membership function for SR

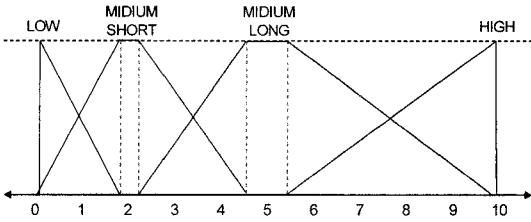


그림 2. LR 에 대한 퍼지 소속 함수
Fig. 2 Fuzzy membership function for LR

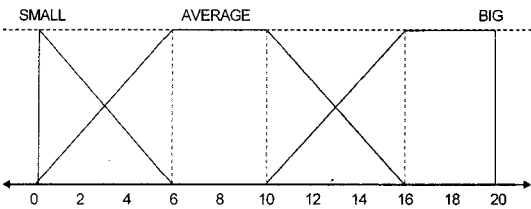


그림 3. NOC 에 대한 퍼지 소속 함수
Fig. 3 Fuzzy membership function for NOC

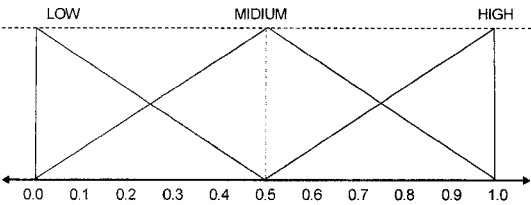


그림 4. 적합도에 대한 퍼지 소속 함수
Fig. 4 Fuzzy membership function for Fitness

후보 레이블이 실제 번호판 레이블과 얼마나 유사한지를 나타내는 적합도(fitness)가 퍼지 추론 시스템의 출력 변수가 되며 그 퍼지 집합은 그림 4와 같이 'LOW', 'MEDIUM', 'HIGH'로 정의한다.

이와 같이 정의된 퍼지 소속 함수를 통해 최종의 번호판 적합도를 산출하기 위한 퍼지 추론 규칙은 표 3과 같이 정의한다. 지면 관계상 LR의 퍼지 집합 'MEDIUM_SHORT', 'MEDIUM_LONG'은 각각 'M_SHORT', 'M_LONG'으로 축약하였다. 예를 들어 퍼지 규칙 17번은 다음과 같은 규칙을 나타낸다.

IF SR is 'MEDIUM'
and LR is 'MEDIUM_SHORT'
and NOC is 'AVERAGE'

표 3. 퍼지 추론 규칙
Table. 3. Fuzzy inference rules

	SR	LR	NOC	Fitness
1	LOW	LOW	SMALL	LOW
2	LOW	LOW	AVERAGE	LOW
3	LOW	LOW	BIG	LOW
4	LOW	M_SHORT	SMALL	LOW
5	LOW	M_SHORT	AVERAGE	MEDIUM
6	LOW	M_SHORT	BIG	LOW
7	LOW	M_LONG	SMALL	LOW
8	LOW	M_LONG	AVERAGE	MEDIUM
9	LOW	M_LONG	BIG	LOW
10	LOW	HIGH	SMALL	LOW
11	LOW	HIGH	AVERAGE	LOW
12	LOW	HIGH	BIG	LOW
13	MEDIUM	LOW	SMALL	LOW
14	MEDIUM	LOW	AVERAGE	MEDIUM
15	MEDIUM	LOW	BIG	LOW
16	MEDIUM	M_SHORT	SMALL	MEDIUM
17	MEDIUM	M_SHORT	AVERAGE	HIGH
18	MEDIUM	M_SHORT	BIG	MEDIUM
19	MEDIUM	M_LONG	SMALL	MEDIUM
20	MEDIUM	M_LONG	AVERAGE	HIGH
21	MEDIUM	M_LONG	BIG	MEDIUM
22	MEDIUM	HIGH	SMALL	LOW
23	MEDIUM	HIGH	AVERAGE	MEDIUM
24	MEDIUM	HIGH	BIG	LOW
25	HIGH	LOW	SMALL	LOW
26	HIGH	LOW	AVERAGE	LOW
27	HIGH	LOW	BIG	LOW
28	HIGH	M_SHORT	SMALL	LOW
29	HIGH	M_SHORT	AVERAGE	MEDIUM
30	HIGH	M_SHORT	BIG	LOW
31	HIGH	M_LONG	SMALL	LOW
32	HIGH	M_LONG	AVERAGE	MEDIUM
33	HIGH	M_LONG	BIG	LOW
34	HIGH	HIGH	SMALL	LOW
35	HIGH	HIGH	AVERAGE	LOW
36	HIGH	HIGH	BIG	LOW

THEN
Fitness is 'HIGH'

표 3에서 회색 음영으로 표시된 부분은 번호판과 유사한 특징을 나타내는 퍼지 집합에 해당된다.

이와 같이 모든 후보 레이블들에 대한 적합도를 퍼지 추론 시스템을 통해 산출하고 그 중 가장 적합도가 높은 후보 레이블을 최종 번호판 레이블로 선정하고 이 레이블의 외접 사각 영역을 번호판 영역으로 설정한다.

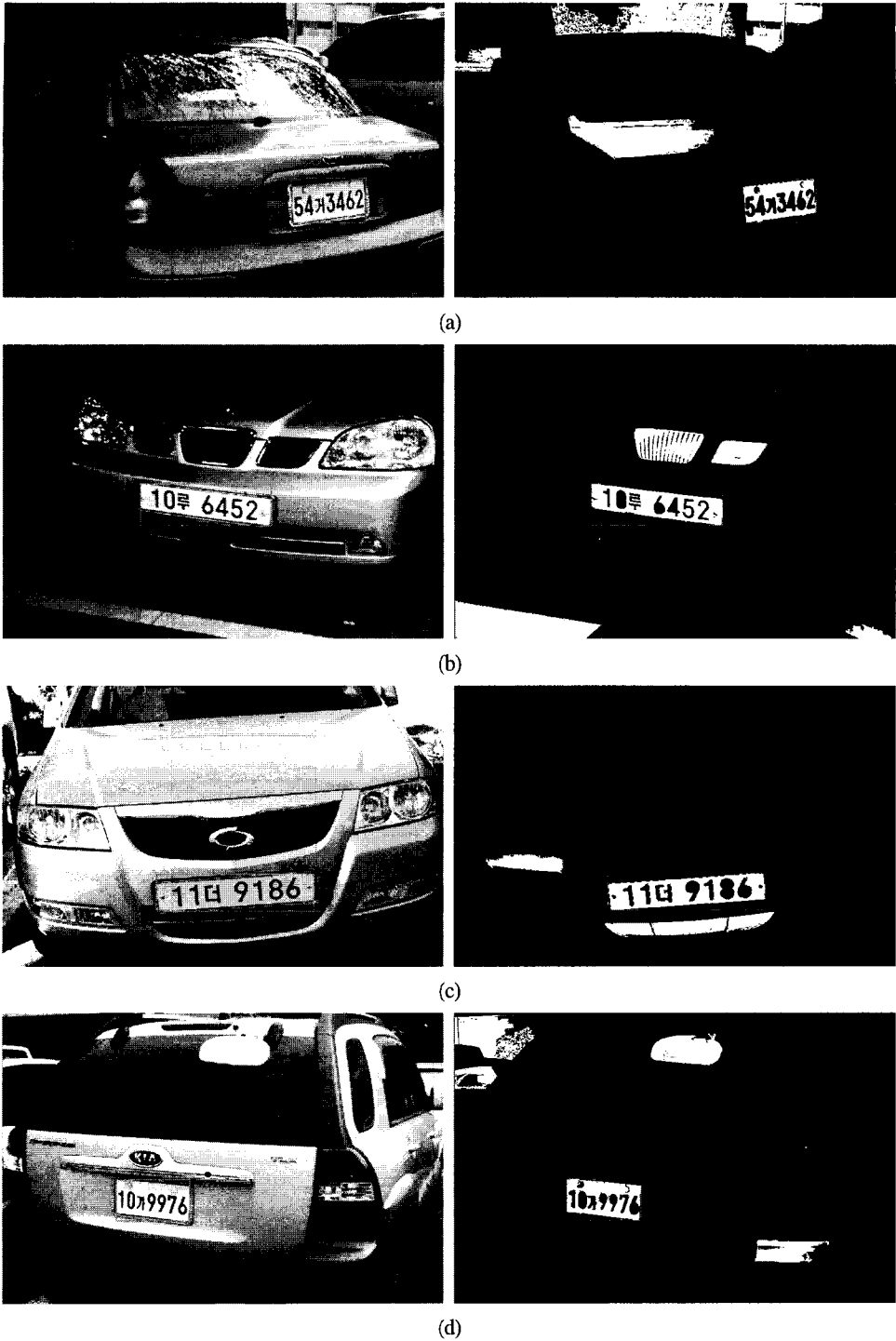


그림 5. 자동차 번호판 추출 예
Fig. 5 Examples of the plate extraction

IV. 실험 및 결과 분석

실험에 사용된 영상은 실내외 주차 공간, 도로 등에서 다양한 종류의 디지털 카메라로 획득된 흰색 자동차 번호판 영상 173장을 사용하였다.

제안된 알고리즘에 의해 추출된 자동차 번호판의 예를 그림 5에 나타내었다. 그림에서 왼쪽은 원본 영상과 함께 추출된 자동차 번호판 영역을 표시하고 있으며 오른쪽은 적합도가 0.5 이상인 최대 5개의 번호판 후보 레이블과 그 영역을 나타내고 있다. 색상 정보를 사용하여 번호판을 추출하는 경우에는 흰색 번호판 영역을 찾을 수 없을 뿐만 아니라 영상에 존재하는 녹색 계열의 나무나 주차장 바닥 등으로 인해 잘못된 영역을 찾을 수 있다. 또한 명암 벡터를 사용할 경우 자동차 전면부의 통풍구 부분이나 경계선이 많이 추출되는 영역으로 번호판 영역을 찾게 되는 오류를 범하기 쉽다. 하지만 제안된 알고리즘은 이러한 경우에도 번호판을 정확하게 검출할 수 있다.

자동차 번호판 형태에 따른 추출 성능을 비교하기 위해 표 4와 같이 전체 영상을 촬영 방향에 따라 정면 영상(105장)과 측면 영상(68장)으로, 영상의 품질에 따라 일반 화질(146장)과 저화질(27장)로, 번호판의 길이에 따라 단형(112장)과 장형(61장)으로 구분하여 그 추출 성능을 비교하였다. 정면 영상은 번호판의 형태가 직사각형으로 나타나는 반면 측면 영상은 왜곡에 의해 마름모나 사다리꼴과 같은 사각형으로 나타나는 특성이 있다. 일반 화질 영상은 영상 획득 과정에서 흔들림이 발생하지 않은 영상이며 저화질 영상은 흔들림이 발생하여 초점이 분명하지 않은 영상으로써 테두리 경계 영역이 명확하

게 나타나지 않는 특성이 있다. 단형 번호판은 2007년 이전에 사용했던 번호판의 크기와 유사한 짧은 번호판이며 장형 번호판은 가로 대 세로비가 5:1인 긴 번호판이다.

번호판 추출의 성공 여부는 추출된 번호판 후보 레이블 중에서 가장 높은 적합도를 가지는 번호판 영역이 번호판의 테두리를 모두 포함하고 있을 경우 성공으로 판단하였다.

표 4에서 분석된 바와 같이 일반 화질 영상에 대해서는 장형-측면 영상에서 2개의 오류가 발생하여 98.6%의 높은 추출 성능을 나타내었다. 반면 영상의 훼손이 많은 저화질 영상에 대해서는 70.4%의 비교적 낮은 추출 성능을 나타내었다. 이것은 그림 6과 그림 7에서 분석되는 바와 같이 번호판의 테두리 부분에 대한 경계가 명확하지 못하여 번호판의 외곽 부분까지 하나의 레이블로 만들어진 경우이거나 그림자 등으로 인해 번호판 영역이 2개 이상의 레이블로 만들어진 경우이다.

촬영 방향에 따라서 정면 영상뿐만 아니라 측면 영상도 94% 정도의 추출 성능을 나타내고 있으며 이것은 제안하는 번호판 추출 알고리즘이 번호판의 기울기에 영향을 받지 않는 것으로 분석된다.

번호판의 길이에 따른 성능의 차이는 장형 번호판이 단형 번호판보다 약간 낮게 나타나고 있다. 이것은 번호판의 가로 길이가 길기 때문에 조명에 의한 명도값의 차이가 크게 나타날 수 있어서 번호판 영역이 좌우로 분리되어 레이블링 되는 경우로 분석된다.

제안된 알고리즘에 의해 정확하게 번호판 영역을 검출하지 못한 예를 그림 6과 그림 7에 나타내었다.

그림 6은 그림자에 의해 번호판 영역이 하나의 레이블로 만들어지지 못하여 추출에 실패한 예로써 (a)와 같이

표 4. 번호판 추출 성능 비교
Table 4. Comparison of plate extraction performance

		정면 영상				측면 영상				전체			
		성공	실패	계	추출율	성공	실패	계	추출율	성공	실패	계	추출율
일반 화질	단형	61	0	61	100.0%	30	0	30	100.0%	91	0	91	100.0%
	장형	25	0	25	100.0%	28	2	30	93.3%	53	2	55	96.4%
	계	86	0	86	100.0%	58	2	60	96.7%	144	2	146	98.6%
저 화질	단형	9	4	13	69.2%	6	2	8	75.0%	15	6	21	71.4%
	장형	4	2	6	66.7%	0	0	0	-	4	2	6	66.7%
	계	13	6	19	68.4%	6	2	8	75.0%	19	8	27	70.4%
전체	단형	70	4	74	94.6%	36	2	38	94.7%	106	6	112	94.6%
	장형	29	2	31	93.5%	28	2	30	93.3%	57	4	61	93.4%
	계	99	6	105	94.3%	64	4	68	94.1%	163	10	173	94.2%



그림 6. 그림자에 의한 추출 실패 예
Fig. 6 Examples of the extraction failure by shadow

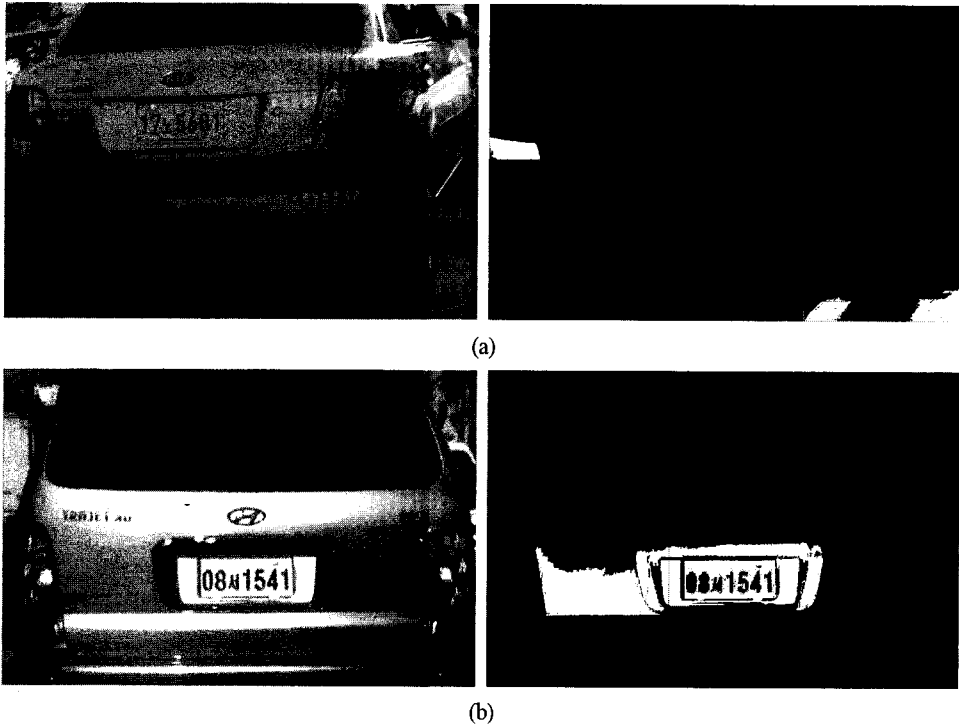


그림 7. 화질 저하에 의한 추출 실패 예
 Fig. 7 Examples of the extraction failure by low image quality

번호판에 해당되는 영역이 좌우로 분리되거나 (b)와 같이 상하로 분리되거나 (c)와 같이 불특정 형태로 분리되는 문제점을 나타내고 있다. (d)와 같은 경우는 자동차의 범퍼에 의해 번호판의 위쪽 부분이 어두워지고 위쪽의 일부 부분이 제외된 상태에서 번호판 영역이 추출된 예로 위쪽 테두리가 포함되지 못하여 실패한 영상으로 판단하였다. 이와 같은 오류를 방지하기 위해서는 그림자를 배제할 수 있도록 영상 획득 환경을 개선하거나 그림자 영역을 보정할 수 있는 알고리즘이 도입되어야 할 것이다.

그림 7은 화질 저하에 의한 번호판 추출 실패의 예이다. 이와 같은 오류는 번호판 영상을 획득하는 과정에서 영상의 흔들림이 발생하거나 빛의 반사 등에 의해서 번호판의 테두리 영역이 불분명해진 경우로 레이블링 결과 번호판 내부 영역과 외부 영역이 합쳐져 하나의 큰 레이블로 만들어진 경우이다. 따라서, 번호판의 특징에 해당되는 조건을 만족하지 못하여 후보에서 제외되거나 적합도가 낮게 산출되어 추출에 실패한 경우로 분석된다. 이와 같은 오류를 방지하기 위해서는 흔들림이 없이

고화질로 영상을 획득하여 경계선 영역이 정확하게 나타날 수 있도록 하거나 경계선을 강화할 수 있는 전처리 과정이 추가되어야 할 것이다.

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 그레이 레이블링 기법과 퍼지 추론 시스템을 이용하여 새롭게 사용되고 있는 2007년형 흰색 번호판을 추출하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 다양한 영상을 촬영 방향 및 화질, 번호판의 길이에 의해 구분하여 그 성능을 살펴본 결과 화질의 손상이 없을 경우 98%의 추출 성공률을 나타내었으며 번호판의 기울어짐이나 왜곡, 색깔에 영향을 받지 않고 평균적으로 94% 이상의 안정적인 성능을 나타냄을 확인하였다.

향후 연구 방향으로는 실험의 의해 분석된 바와 같이 그림자 영역을 보정할 수 있는 방법과 번호판의 테두리를 강화할 수 있는 전처리 기법을 연구하여 제안된 방법의

오류를 최소화할 수 있도록 할 계획이며 흰색 번호판 뿐만 아니라 녹색 번호판 및 황색 번호판에도 적용하여 그 성능을 검증할 계획이다.

참고문헌

[1] 김숙, 조형기, 민준영, 최중욱, 이주현, "숫자영역 명암벡터를 이용한 차량번호판 추출 알고리즘" 한국지능정보시스템학회 학술대회논문집, 제2권, pp.111-117, 1996. 11

[2] 조보호, 정성환, "칼라 명암도 변화를 이용한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 제25권, 제1호, pp.625-627, 1998. 4

[3] 권숙연, 전병환, "색상 정보와 명암 벡터를 이용한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, 제28권, 제2호, pp.415-417, 2001.10

[4] 장언동, 송영준, 김영길, "칼라 정보와 선형 회귀 방정식을 이용한 차량 번호판 추출", 한국콘텐츠학회 /한국통신학회 추계 종합학술대회 논문집, 제1권, 제2호, pp.218-222, 2003. 11

[5] 이정란, 남미영, 김미영, 이종희, 김광백, "칼라 정보를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 제5권 제2호, pp.1349-1352, 1999.

[6] 김홍수, 김은이, 김향준, "제한된 환경에서 색상 정보를 이용한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 춘계학술발표논문집(B), 제26권 제1호, pp.567-569, 1999.

[7] 이운석, 김희승, "HSI 컬러 모델에 기반한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과학회 추계학술 발표 논문집, 제26권 제2호, pp.524-526, 1999.

[8] 이현창, "자동차 번호판 영상에서 효율적인 번호판 영역 검출 시스템의 설계 및 개발", 한국컴퓨터정보학회 논문지 제10권 제5호, pp.87-93, 2005. 11,

[9] 이인, 이승우, 오해석, "컬러 결 분할을 사용한 자동차 번호판 영역 추출", 한국정보과학회 가을 학술 발표논문집, 제24권, 제2호, pp.459-462, 1997. 10

[10] 권성진, 김경환, "퍼지원리에 기반한 차량 번호판 추출 방법", 한국정보과학회 한국컴퓨터종합학술 대회 논문집(B), pp.850-852, 2005. 7

[11] 김갑기, 김광인, 김향준, "신경망을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국정보과학회 학술발표논문집, 제26권, 제2호, pp.476-478, 1999. 10

[12] 이득용, 오일석, "숫자 인식에 기반한 자동차 번호 판 추출", 한국정보과학회 2007 한국컴퓨터종합학 술대회 논문집, 제34권, 제1호, pp.407-411, 2007. 6

[13] 이윤희, 김봉수, 김경환, "자동차 정면의 구조적 특 징을 이용한 번호판 영역 추출 방법" 한국정보과학 회 가을 학술발표논문집, 제30권, 제2호, pp.601-603, 2003. 10

[14] 김도현, 강동구, 차의영, "비재귀 Flood-Fill 알고리 즘을 이용한 적응적 이미지 Labeling 알고리즘", 한 국정보처리학회 논문지 제 9-B권 제 3호, pp.337-342, 2002년 6월

저자소개

김도현(Do-Hyeon Kim)



2001년 부산대학교 전자계산학과 졸업.
2003년 부산대학교 전자계산학과 석사 졸업.

2006년 부산대학교 컴퓨터공학과 박사 수료.
2007년 부산대학교 컴퓨터공학과 박사 재학 중.
※ 관심분야: 패턴인식, 영상처리 및 컴퓨터비전, 퍼지 및 신경망, 제어자동화시스템.

차의영(Eui-Young Cha)



1979년 경북대학교 전자공학과 졸업.
1982년 서울대학교 전자계산학과 석사 졸업.

1998년 서울대학교 컴퓨터공학과 박사졸업.
1981년~1985년 한국전자기술연구소 연구원.
1995년~1996년 University of London 방문교수.
1985년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수, 부산대 학교 컴퓨터 및 정보통신연구소 소속 연구원
※ 관심분야: 컴퓨터비전, 신경망, 웨이블릿