

퍼지 신경망을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템

김 광 백*, 조 재 현**

Recognition System of Car License Plate using Fuzzy Neural Networks

Kwang-Baek Kim*, Jae-Hyun Cho**

요 약

본 논문에서는 획득된 차량 영상에서 수직 에지의 특징을 이용하여 번호판 영역과 개별 코드를 추출하고, 추출된 개별 코드는 퍼지 신경망 알고리즘을 이용하여 인식한다. 차량 번호판 영역을 검출하기 위해 프리윗 마스크에 의해 수직 에지를 찾고, 차량 번호판에 관한 특성 정보를 이용하여 잡음을 제거한 후에 차량 번호판 영역과 개별 코드를 추출한다. 추출된 개별 코드를 인식하기 위해 퍼지 신경망 알고리즘을 제안하고 인식에 적용한다. 제안된 퍼지 신경망은 입력층과 중간층간의 학습 구조로는 FCM 알고리즘을 적용하고, 중간층과 출력층간의 학습 구조에는 Max_Min 신경망을 적용한다. 제안된 방법의 추출 및 인식 성능을 평가하기 위하여 실제 차량 영상 150장을 대상으로 실험한 결과, 기존의 차량 번호판 인식 방법보다 효율적이고 인식 성능이 개선된 것을 확인하였다.

Abstract

In this paper, we propose a novel method to extract an area of car licence plate and codes of vehicle number from a photographed car image using features on vertical edges and a new Fuzzy neural network algorithm to recognize extracted codes. Prewitt mask is used in searching for vertical edges for detection of an area of vehicle number plate and feature information of vehicle number palate is used to eliminate image noises and extract the plate area and individual codes of vehicle number. Finally, for recognition of extracted codes, we use the proposed Fuzzy neural network algorithm, in which FCM is used as the learning structure between input and middle layers and Max_Min neural network is used as the learning structure within inhibition and output layers. Through a variety of experiments using real 150 images of vehicle, we showed that the proposed method is more efficient than others.

▶ Keyword : Fuzzy Neural Network, vehicle licence plate number, Prewitt mask, 퍼지신경망, 차량번호판

• 제1저자 : 김광백 • 교신 저자 : 조재현
• 접수일 : 2007. 9.28, 심사일 : 2007. 10.1, 심사완료일 : 2007. 10.24.
* 신라대학교 컴퓨터정보공학부 ** 부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과

1. 서론

경제의 발전과 더불어 생활의 편의를 증시하게 되면서 차량의 수는 도로와 주차 공간의 확장보다 더 급속하게 증가되었고, 이에 따라 불법 주차관리의 어려움이 증가되는 등의 문제들이 발생하고 있다. 이러한 문제들을 효과적으로 해결하기 위한 방안으로서, 현재 교통 체계를 지능화하여 교통 운영의 효율성을 확보하고 교통안전 및 환경을 개선하기 위한 지능형 교통 시스템(Intelligent Transport Systems: ITS)이 필요하게 되었다. 지능형 차량 통제 시스템에서 차량 번호판의 인식 기술은 획득한 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 단계와 개별 코드를 추출하는 단계, 그리고 개별 코드를 인식하는 단계로 나눌 수 있다.

현재, 차량 번호판 인식 시스템은 국내외적으로 연구가 진행 중이다. 차량 번호판 추출과 관련된 연구로는 하프변환을 이용한 방법, 영역분할 후 병합(merge)에 의한 방법, 번호판 영역의 명암 변환 특성에 의한 방법, 컬러 정보를 이용한 방법, 차량 정면의 구조적 특성을 이용한 방법 등이 있다[1-7]. 기존의 차량 추출 방법의 개선 요인으로는 속도, 잡음에 대한 강인성, 하드웨어 비용과 설비비용의 절감 등이 있으며, 본 논문에서의 번호판 추출은 이런 요인들을 개선하기 위해서 1차 미분에 의한 수평·수직 에지 정보를 이용한다. 추출된 번호판에서 개별 문자를 추출하는 연구로는 히스토그램을 이용한 방법, 위치 정보를 이용한 방법, 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하는 방법 등이 있다[1,8,9].

본 논문에서는 차량 번호판 영역을 추출하기 위하여 프리윗 마스크를 적용하여 에지를 검출하고 차량 영상에서 발생할 수 있는 에지의 특징을 이용하여 잡음을 제거한 후에 번호판 영역을 추출한다. 추출된 차량 번호판 영역은 반복 이진화 방법과 수평, 수직 분포도를 이용하여 개별 문자를 추출한다. 그리고 추출된 개별 문자의 인식을 위해 새로운 퍼지 신경망 알고리즘을 제안하고 인식에 적용한다.

II. 제안된 차량 번호판 인식

2.1 수직 에지 정보를 이용한 차량 번호판 추출

일반적으로 차량 번호판의 추출 및 인식에 있어서 번호판의 특징은 알고리즘의 구성에 중요한 요소로 작용한다. 차량 번호판은 일정한 규격과 구성을 가지고 있으므로, 이

러한 번호판의 구조적인 특징을 이용하면 보다 정확하고 빠르게 차량 번호판 영역을 추출할 수 있다. 차량 번호판은 그림 1과 같이 최초 등록 지역코드, 용도별 기호, 일련번호로 구성된다.



그림 1. 번호판의 구성
Fig 1. Form of vehicle number plate

차량 번호판의 구조적 특징과 번호판 색상 정보는 다음과 같다[10].

- ① 번호판 영역의 문자 부분과 배경 부분은 대조적인 명암도를 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 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1이다.
- ⑤ 차량 번호판 내의 각 문자들은 일정한 위치 정보를 가진다.
- ⑥ 차량 번호판 영역은 직사각형 모양의 형태학적 속성을 지닌다.

차량 번호판 영역 추출을 위해 차량 영상을 그레이 이미지로 변화 시킨 후, 프리윗 마스크를 이용하여 수직의 에지를 검출한다. 수직 에지 영상에서 차량 번호판의 수직 에지로 판단 할 수 없는 잡음 에지들은 제거한다. 수직 에지로 판단 할 수 없는 잡음은 다음과 같다.

- 1) 각 수직 에지의 수직, 수평 길이가 전체 영상의 수직, 수평 길이의 1/3 보다 길다.
- 2) 각 수직 에지의 크기가 미세하다.
- 3) 각 수직 에지의 수평 길이가 수직 길이보다 길다.
- 4) 각 수직 에지의 수직 길이가 수평 길이의 2배보다 짧다.

잡음 에지가 제거된 영상에서 번호판 영역의 위치가 차량의 아래쪽에 위치한다는 특징 정보를 이용하여 아래쪽부

터 위쪽으로 탐색하여 각 에지의 중심을 구한 후, 중심과 에지의 높이가 비슷한 에지끼리 묶어 후보 영역을 추출한다. 이 후보 영역을 차량 번호판의 구조적 특징 ④와 ⑥을 이용하여 최종 번호판 영역을 추출한다. 제안된 차량 번호판 영역 추출 과정은 그림 2와 같다.

2.2 히스토그램을 이용한 개별 코드 추출

추출된 번호판 영역에서 각 문자 및 숫자 영역을 추출하기 위하여 전처리 과정으로 번호판 영역을 그레이 이미지로 변환하고 반복 이진화를 적용하여 번호판 영역을 이진화한다.

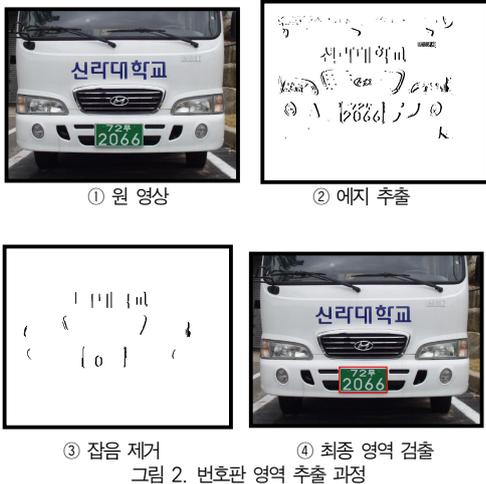


Fig 2. Extraction stage of an area of vehicle number plate

번호판은 일정한 규격을 가지고 있기는 하지만 차종의 증가로 인해 번호판의 모양이 조금씩 다양화되고 있다.



그림 3. 일반적인 형태의 번호판
Fig 3. General vehicle number plate



그림 4. 장식이 있는 번호판
Fig 4. Vehicle number plate including a decoration

그림 4와 같은 영상에서는 이진화를 통하여 개별 코드를 추출 할 경우에는 실패할 가능성이 있다. 따라서 8-방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 윤곽선을 추적한 후, 다음의 특징을 이용하여 잡음을 제거한다.

- 1) 최초 등록 지역 코드와 용도 기호 코드에 대한 개별 문자의 평균 크기는 비슷하다. 또한 4개로 구성된 개별 일련 번호 코드의 평균 크기는 비슷하다.
- 2) 일련 번호 코드의 경우에는 수직의 길이가 수평의 길이보다 길다.
- 3) 모든 코드의 수평 길이는 번호판 수평 길이의 1/4보다 크지 않다.
- 4) 모든 코드의 수직 길이는 번호판 수직 길이의 1/2보다 크지 않다.

그림 4의 번호판 영상에 대해 위의 특징을 적용하여 잡음을 제거한 번호판 영상은 그림 5와 같다.



그림 5. 잡음이 제거된 번호판 영상
Fig 5. Vehicle plate image removed noises

잡음을 제거한 번호판 영역을 수평 분포도를 이용하여 번호판 영역을 상단부와 하단부로 분리한 후, 문자열로 구성된 각각의 영역에 대해 수직 분포도를 이용하여 최종적으로 잡음을 제거하고 개별 코드를 그림 6과 같이 추출한다.

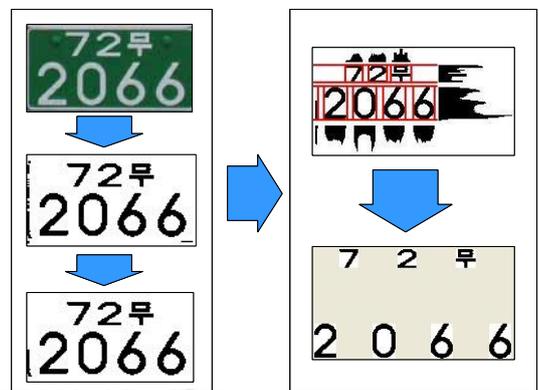


그림 6. 개별 코드 추출
Fig 6 Extraction of individual codes of vehicle number

III. 제안된 퍼지 신경망 알고리즘을 이용한 개별 코드 인식

퍼지 신경망은 복잡성과 불확실성을 나타내는 비선형 시스템에서 다른 지능형 모델에 비해 보다 나은 성능을 가지고 있다. 이는 퍼지 논리와 신경망이 갖는 독특한 특성을 살리

면서 모델의 효율성과 성능이 향상되는 방향으로 두 모델 구조를 하나의 모델 구조로 융합한 형태이다. 퍼지 신경망의 구조는 퍼지 시스템의 언어적 논리를 규칙의 형태로 표현할 수 있는 능력과 신경망의 학습 기능이 결합한 형태로 양 이론의 장점을 이용하여 서로의 단점을 보완한 구조이다.

따라서 본 논문에서는 새로운 퍼지 신경망 알고리즘을 제안하여 개별 코드 인식에 적용한다.

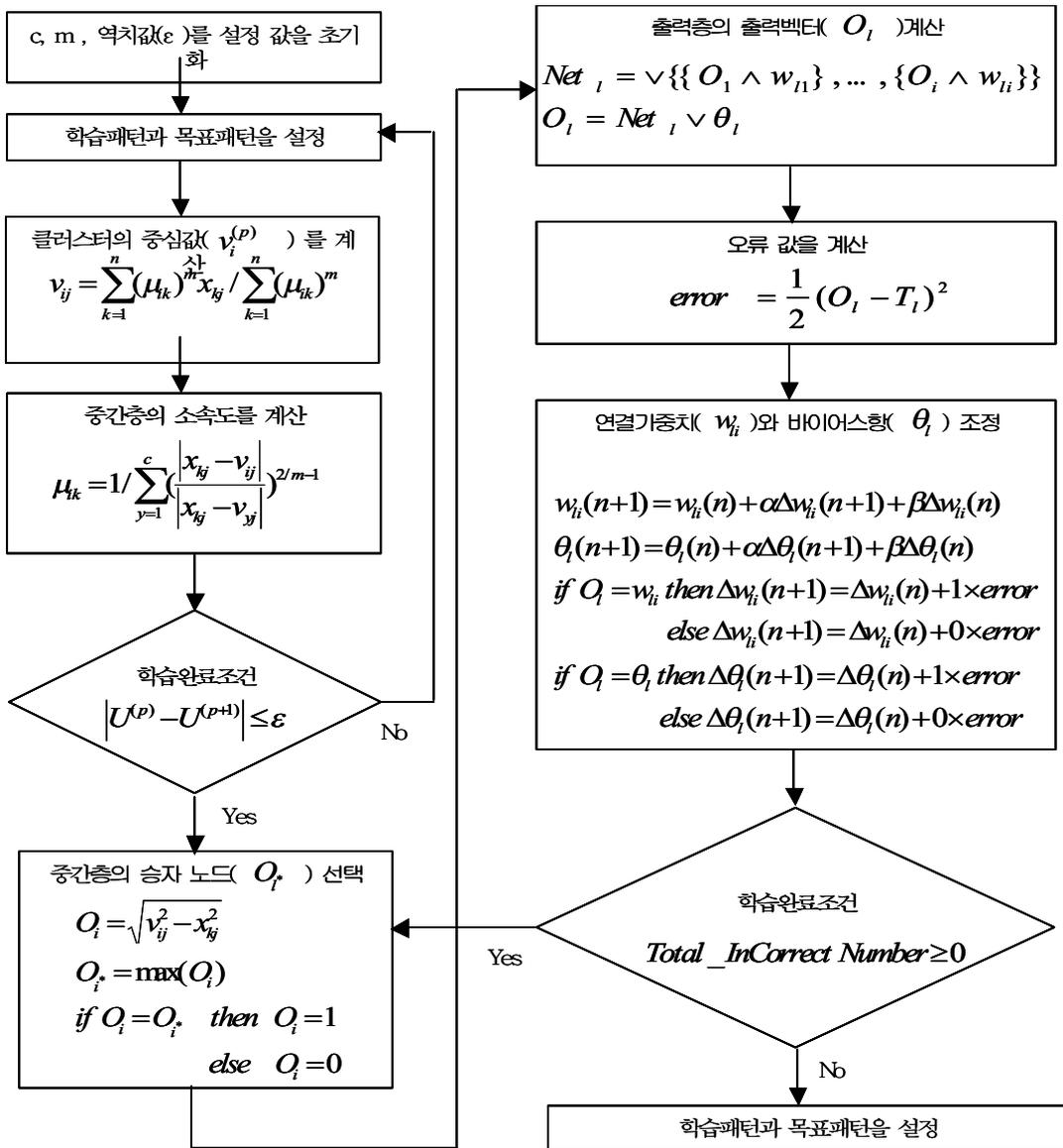


그림 7. 제안된 퍼지 신경망
Fig 7. The proposed fuzzy neural networks

제안된 퍼지 신경망은 입력층과 중간층의 학습 구조로 퍼지 C-Means 알고리즘을 적용하고 각 중간층의 중심과 가장 가까운 노드를 승자 노드로 선택하여 출력층으로 전달한다. 그리고 중간층과 출력층 사이의 학습 구조로는 Max_Min 신경망 알고리즘을 적용한다.

Max_Min 신경망 알고리즘은 신경망 이론과 퍼지 이론의 유사한 특징을 중첩시킨 학습 알고리즘이다. Max_Min 신경망의 특징으로는 첫째, 추론 규칙 조건부의 퍼지 변수와 입력간의 Min(∧)연산은 뉴런의 입력과 연결선에 부여된 가중치의 곱셈 연산에 대응된다. 둘째, 여러 추론 규칙의 결론 부분에 대한 Max(∨)연산은 뉴런의 입력과 가중치를 곱하여 합한 연산과 대응된다. 따라서 본 논문에서 제안하는 퍼지 신경망에서 중간층과 출력층간의 학습으로 Max_Min 신경망 알고리즘을 적용한다. 제안된 퍼지 신경망 알고리즘의 특징은 다음과 같다.

- 1) 입력층과 중간층의 연결 구조는 퍼지 C-Means 알고리즘과 같고, 퍼지 C-Means 알고리즘의 출력층이 제안된 학습 구조의 중간층이다.
- 2) 중간층의 노드는 각 클래스를 의미한다. 따라서 전체적으로는 완전 연결 구조이나 목표 벡터와 실제 출력 벡터와 비교하여 역전파시킬 때는 대표 클래스와 연결된 가중치만 역전파하는 승자 노드 방식을 채택한다.
- 3) 중간층의 승자 노드는 퍼지 C-Means 알고리즘에서 각 중간층의 중심과 가장 가까운 중간층의 노드를 승자 노드로 선택한다.
- 4) 중간층과 출력층 사이의 학습 구조로는 Max_Min 신경망을 적용하여 지도학습으로 동작한다.
- 3) 이진 패턴뿐만 아니라 퍼지 데이터도 효율적으로 학습할 수 있다.

제안된 퍼지 신경망의 학습 구조는 그림 7과 같다.

IV. 실험 및 결과 분석

실험환경은 Intel Pentium-IV 2GHz CPU와 256 MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 C++빌더 6.0으로 구현하였다. 640×480크기의 비영입용 차량의 전면부 영상 150장을 대상으로 차량 번호판 추출 및 인식 성능을 평가하였다. 실제 사용된 비영입용 차량 영상은 그림 8과 같다.

그림 8의 차량에 대해 제안된 번호판 추출 방법에 의해

서 추출된 결과는 그림 9와 같다. 그리고 제안된 방법으로 번호판 추출에 성공하였으나 기존의 HSI 정보를 이용한 방법과 명암도 변화를 이용한 방법으로 추출에 실패한 예는 그림 10과 같다.



그림 8. 차량 영상
Fig 8. Example of vehicle image



그림 9. 제안된 방법에 의해 추출에 성공한 영상
Fig 9. Success example of area extraction by proposed method



(a) HSI 정보 (b) 명암도 변화

그림 10. 기존의 방법에 의해 추출에 실패한 영상
Fig 10 Failure examples of area extraction by other methods

추출된 차량 번호판에 대해 제안된 개별 코드 추출 방법을 적용하여 추출한 결과는 그림 11과 같다.

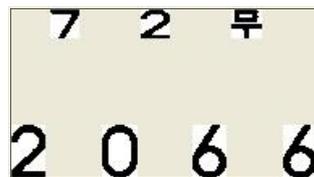


그림 11. 개별 코드 추출 성공 영상
Fig 11. Success detection image of each code

표 1은 제안된 차량 번호판 추출 방법과 기존의 차량 번호판 추출 방법 간의 성능 비교를 위해 번호판 영역 및 개별 코드 영역의 추출 개수를 비교하여 나타내었다. 차량 번호판 주위에 복잡한 장식이나 글자가 많이 새겨져 있는 영상이나 차량이 녹색 계통의 영상인 경우에는 HSI 변환을 이용한 방법과 명암도 변화를 이용한 방법으로는 번호판 영역의 추출에 실패하는 경우가 자주 발생하였다. 그러나 제안된 방법의 경우에는 기존의 방법들에 비해 추출률이 개선된 것을 확인할 수 있었다.

표 1. 차량 번호판 추출 방법에 따른 추출 결과 비교
Table 1. Comparison of area extraction methods

	HSI 변환	명암도 변화	제안된 방법
번호판 영역	132/150	130/150	144/150
숫자코드	786/792	778/780	864/864
문자코드	122/132	126/130	143/144

제안된 퍼지 신경망 알고리즘의 학습 및 인식 성능을 평가하기 위하여 150개의 차량 영상에서 추출한 개별 숫자 코드 864개 중 200개와 문자 코드 143개 중에서 108개를 17×15 크기로 정규화 하여 학습 패턴으로 사용하였다. 제안된 퍼지 신경망에서 학습에 사용된 파라미터는 표 2와 같이 설정하였다. 표 2에서 m은 지수의 가중 값이고, ε은 퍼지 C-Means의 학습 종료율을 위한 상수이다.

표 2. 매개변수 설정표
Table 2. Fixing table of parameters

	m	ε	학습률	모멘텀
제안된 퍼지 신경망	30	0.01	0.9	0.5

표 3은 제안된 퍼지 신경망 알고리즘으로 학습 패턴들과 테스트 패턴들을 인식한 결과이다. 제안된 퍼지 신경망 알고리즘에서 퍼지 C-Means 알고리즘을 중간층으로 적용하므로 중간층의 노드의 수는 클러스터 수와 같게 설정하였다.

표 3. 제안된 퍼지 신경망의 학습 및 인식 결과
Table 3. Results of learning and recognition by the proposed method

	클러스터 수	반복횟수	인식 개수
숫자 코드	10	3	864/864
문자 코드	27	3	137/144

제안된 퍼지 신경망에서 숫자 및 문자 코드를 학습한 결과, 반복횟수가 3번으로 나타났다. 그 이유는 제안된 개별 코드 추출 방법에 의해 개별 코드 주위의 잡음이 제거된 상태에서 개별 코드들이 정확히 추출되어 퍼지 신경망에 학습되었기 때문이다. 그리고 제안된 퍼지 신경망은 중간층에 퍼지 C-Means 알고리즘을 적용하므로 입력 패턴들이 소속도에 의해 패턴들의 특징들이 소속 정도로 분류되어 출력층에 전달되고 Max_Min 신경망으로 학습이 이루어지기 때문이다. 여기서 Max_Min 신경망은 중간층의 출력 값을 입력 값으로 받아 지도 학습으로 수행되는데 중간층의 출력값을 퍼지 교 연산자 및 합 연산자를 적용하고 출력층의 출력값을 선형으로 정규화 하므로 학습 속도가 개선되고 계산량이 감소하였기 때문이다. 따라서 제안된 퍼지 신경망의 숫자 코드 및 문자 코드에 대한 반복 횟수에 따른 TSS 변화량은 그림 12와 같다.

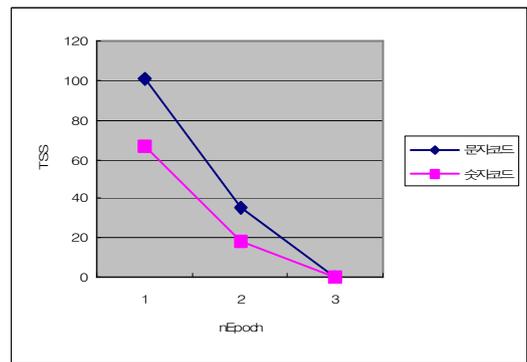


그림 12. 반복횟수에 따른 TSS 변화 과정
Fig 12. Change stage of TSS by epoch number

V. 결론

본 논문에서는 원 영상에 프리윗 마스크를 적용하여 수직 에지를 검출하였고, 차량 영상에서 발생하는 수직 에지의 특징을 이용하여 잡음을 제거한 후, 번호판의 구조적인

특징을 이용하여 번호판 영역을 추출하였다. 추출된 번호판 영역을 반복 이진화 방법을 적용하여 이진화한 후에 개별 코드의 특징을 이용하여 잡음을 제거하고 수직 및 수평 분포도를 이용하여 개별 코드를 추출하였다. 추출된 개별 코드는 제안된 퍼지 신경망 알고리즘을 적용하여 학습 및 인식하였다.

제안된 차량 번호판 인식 방법을 실제 비영업용의 차량 전면부 영상 150장에 적용한 결과, 96% 정도의 번호판 영역이 추출되었다. 기존의 번호판 추출 방법들의 단점인 차량 번호판 주변에 복잡한 장식이나 글자가 많거나 차량의 색상이 녹색 계통일 경우에도 제안된 방법에서는 높은 추출률을 보였다. 개별 코드도 제안된 방법의 잡음 제거로 인해 기존의 방법보다 개별 코드의 추출률이 개선되었다. 그러나 제안된 번호판 추출 방법에서는 카메라의 성능이나 빛, 조명에 의해 에지의 정보가 나타나지 않는 경우에는 번호판 영역의 추출에 실패하는 경우가 발생하였다. 추출된 개별 코드를 제안된 퍼지 신경망 알고리즘으로 인식한 결과, 95.9% 정도의 인식률을 보였다.

향후 연구 과제는 제안된 번호판 추출 방법으로 번호판 추출에 실패한 경우인 빛, 조명에 의해 에지의 일부 정보가 나타나지 않는 차량 영상에 대해 에지의 정보를 복원 할 수 있는 퍼지 영상 알고리즘을 연구하여 번호판의 추출률을 개선할 것이다.

참고문헌

[1] R. O. Duda, P. E. Hart, "Use of the Hough transformation to detect line and curve in pictures." *Comm. ACM*, 15, No. 1, pp. 11-15, 1972.

[2] 황영환, 박진우, 최환수, "자동차 번호판 인식에 관한 연구," 제 7회 신호처리합동학술대회 논문집, Vol. 7, No. 1, pp. 433-437, 1994.

[3] 허남숙, 조희정, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구," 멀티미디어학회 추계 학술발표 논문집, PP. 1353-1356, 1998

[4] 김광백, 윤홍원, 노영욱, "컬러정보와 퍼지 C- Means 알고리즘을 이용한 주차관리시스템," 한국지능정보시스템학회 논문지, 제8권, 1호, PP87-102, 2002.

[5] 남미영, 이종희, 김광백, "개선된 HSI 컬러 정보를 이용한 자동차 번호판 추출," 멀티미디어학회 춘계 학술발표 논문집, PP.345-349, 1999.

[6] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 이용한 차량 번호판 추출방

법," 전자공학회지, Vol. 30, No. B-7, pp. 92-101, 1993.

[7] 김광백, 김철기, 김정원, "윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1을 이용한 영문 명함 인식에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회논문지, 제8권, 2호, pp.105- 106, 2002.

[8] K. B. Kim, S. W. Jang, C. K. Kim, "Recognition of Car Licence Plate by Using Dynamical Thresholding Method and Enhanced Neural Networks," *Lecture Notes in Computer Science, LNCS 2756*, Springer, pp.309-319, 2003.

[9] 임은경, 김광백, "개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구," 멀티미디어학회 논문지, 제3권 5호, pp.433-444. 2000.

[10] 김광백, "SOM 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식과 주차 관리 시스템 개발," 한국해양정보통신학회 논문지, 7권 5호, pp.1052-1061, 2003.

저자 소개



김 광 백

1999년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)
 1997년~현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 부교수
 2005년~현재 한국해양정보통신학회 이사 및, 논문지 편집부위원장
 2005년~현재 한국멀티미디어학회 학술이사 및 논문지 편집위원
 <관심분야> Neural Networks, Image Processing, Fuzzy Logic, Medical Imaging and Biomedical System, Support Vector Machines



조 재 현

1998년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)
 2001년 3월~현재 부산가톨릭 대학교 컴퓨터공학과 부교수
 2005년~현재 해양정보통신학회 논문지 편집위원
 <관심분야> 신경회로망, 퍼지이론, 인간시각시스템