

다단계 신경 회로망을 이용한 블랙박스 영상용 차량 번호판 인식 알고리즘

김진영 · 허서원 · 임종태*

A License Plate Recognition Algorithm using Multi-Stage Neural Network for Automobile Black-Box Image

Jin-young Kim · Seo-weon Heo · Jong-tae Lim*

Department of Electronic and Electrical Engineering, Hongik University, Seoul 04066, Korea

요 약

본 논문은 차량과 함께 카메라의 위치가 이동하는 블랙박스 영상을 위한 차량 번호판 인식 알고리즘을 제안한다. 카메라의 흔들림이나 빛의 변화가 많은 블랙박스 영상에서 다단계 신경 회로망을 사용하여 한글 문자의 인식률을 높여 전체적인 차량 번호판의 인식률을 높이고자 한다. 제안한 알고리즘은 차량 번호판의 한글 문자의 모음과 자음을 분리하여 인식한다. 먼저, 1차 신경 회로망으로 모음을 인식하고, 종모음(‘ㅏ’, ‘ㅑ’)과 횡모음(‘ㅓ’, ‘ㅕ’)로 구분한 뒤 각각의 모음군에 2차 신경 회로망을 이용하여 자음을 구분한다. 실제 블랙박스 영상을 획득하여 차량 번호판 인식 시뮬레이션을 수행하였으며, 그 결과 제안한 인식 시스템이 기존의 신경 회로망 기법을 사용한 차량 번호판 인식 시스템보다 높은 인식률을 보임을 확인하였다.

ABSTRACT

This paper proposes a license-plate recognition algorithm for automobile black-box image which is obtained from the camera moving with the automobile. The algorithm intends to increase the overall recognition-rate of the license-plate by increasing the Korean character recognition-rate using multi-stage neural network for automobile black-box image where there are many movements of the camera and variations of light intensity. The proposed algorithm separately recognizes the vowel and consonant of Korean characters of automobile license-plate. First, the first-stage neural network recognizes the vowels, and the recognized vowels are classified as vertical-vowels(‘ㅏ’, ‘ㅑ’) and horizontal-vowels(‘ㅓ’, ‘ㅕ’). Then the consonant is classified by the second-stage neural networks for each vowel group. The simulation for automobile license-plate recognition is performed for the image obtained by a real black-box system, and the simulation results show the proposed algorithm provides the higher recognition-rate than the existing algorithms using a neural network.

키워드 : 차량 번호판 인식, 블랙 박스 영상, 한글 문자 인식, 다단계 신경 회로망

Key word : License-Plate Recognition, Black-Box Image, Korean Character Recognition, Multi-Stage Neural Network

Received 30 August 2017, Revised 06 September 2017, Accepted 12 October 2017

* Corresponding Author Jongtae Lim(jlim@hongik.ac.kr, Tel:+82-2-320-1035)

Department of Electronic and Electrical Engineering, Hongik University, Seoul 04066, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkice.2018.22.1.40>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

차량 번호판 인식 기술은 무인 주차 관리 시스템, 무인 톨게이트 시스템, 속도 위반 차량 인식 시스템 등 여러 분야에서 널리 활용되고 있다. 이러한 차량 번호판 인식 시스템에서는 특정 위치에 고정된 카메라로부터 영상을 획득하여 차량 번호판 영역을 검출하고 차량 번호판의 개별 숫자와 한글 문자를 인식한다.

최근에는 차량용 블랙 박스의 급격한 보급과 차세대 지능형 교통 시스템(C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems)에 대한 연구에 따라 이동 카메라로부터 얻은 영상에서 실시간으로 차량 번호판을 인식하는 연구가 활발하게 진행되고 있다[1, 2]. 블랙박스 영상과 같이 카메라가 이동하면서 얻은 영상에서의 차량 번호판 인식을 위해 기존의 고정 카메라용 차량 번호판 인식 기법을 사용할 경우 그 인식률은 현저히 저하된다. 이러한 인식률 저하요인으로는 카메라의 이동에 의한 획득 영상의 흔들림, 카메라의 회전[3], 차량의 속도로 카메라가 이동함에 따라 카메라에 유입되는 빛의 왜곡 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 차량용 블랙박스 영상과 같이 이동하는 카메라로부터 얻은 영상을 위한 차량 번호판 인식 시스템의 인식률을 개선하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

기존의 위치 고정형 카메라 영상의 차량 번호판 인식 시스템은 차량 번호판 영역 검출, 개별 문자 분할, 개별 문자 인식의 세 가지 단계로 구성된다. 이러한 세 가지 단계 중 전체적인 인식률에 가장 크게 영향을 주는 단계는 개별 문자 인식 단계이다[4]. 기존의 개별 문자 인식 기법에는 HOG 필터를 이용해 경계부분의 값으로 특징 벡터를 만들어 신경망 혹은 SVM으로 인식하는 방법[5], 메쉬(Mesh), 투영(Projection) 등의 특징 벡터를 추출하여 차원을 줄인 단일 신경 회로망 인식 방법[6] 등이 있다.

이러한 신경 회로망 기법을 블랙박스 영상에 적용할 경우, 차량에 탑재된 카메라의 흔들림이나, 수시로 변하는 지형 지물과 날씨에 의한 빛의 왜곡 등에 의해 인식 오류가 발생하게 된다. 특히, 단일 신경회로망을 이용한 인식 시스템에서 0부터 9까지의 숫자는 비교적 정확하게 인식되나, 자음 10가지 ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ, ㅇ, ㅈ, ㅊ’ 와 모음 4가지 ‘ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ’ 의 조합으로 만들어

지는 40가지의 한글 문자 인식에서 오류가 상당히 많이 발생한다.

본 논문에서는 한글 문자의 인식률을 높이기 위해 다단계 신경 회로망을 이용한 차량 번호판 인식 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘에서는 차량 번호판의 한글 문자의 모음을 인식하는 신경 회로망에 통과한다. 그 후, 종모음(‘ㅏ’, ‘ㅑ’)로 구성된 문자와 횡모음(‘ㅓ’, ‘ㅕ’)로 구성된 문자로 분류한 후, 각각의 경우에 대한 신경 회로망에 통과시켜 자음을 구분하여 한글 문자를 인식하는 다단계 신경 회로망을 사용한다.

실제 블랙박스 영상을 획득하여 차량 번호판 인식 시 물레이션을 수행하였으며, 그 결과 제안한 인식 시스템이 기존의 신경 회로망 기법을 사용한 차량 번호판 인식 시스템보다 높은 인식률을 보임을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 기존의 차량의 번호판 인식 시스템에 대해 살펴보고, III장에서 다단계 신경 회로망을 이용한 한글 문자 인식 알고리즘을 적용하는 블랙박스 영상용 차량 번호판 인식 시스템에 관하여 기술한다. IV장에서 제안 시스템의 성능 분석 결과를 제시하고 V장에서 결론을 맺는다.

II. 블랙박스 영상용 차량 번호판 인식 시스템

고정된 카메라로부터 얻은 영상의 차량 번호판 인식 시스템은 먼저 얻어진 영상으로부터 차량 번호판이 존재하는 영역을 검출하고, 차량 번호판 영역에서 개별 문자 영역을 분할한 후 개별 문자를 인식하는 세 가지 단계로 구성된다. 카메라가 차량과 함께 이동하는 블랙박스 영상용 차량 번호판 인식 시스템은 블랙박스로부터 얻어진 영상에서 차량 번호판이 존재하는 영역을 찾기 위한 절차가 선행된다. 그림 1에 나타난 것과 같이 먼저 차선을 검출하고 그 정보를 바탕으로 차량이 존재하는 영역을 검출한다. 이후 고정 카메라 영상용 인식 시스템과 같이 차량 번호판 인식 과정, 개별 문자 분할 과정과 개별 문자 인식 과정을 거치게 된다. 본 장에서는 이러한 블랙박스 영상용 차량 번호판 인식 시스템의 각 과정에 대해 설명한다.

2.1. 차량 검출 과정

차량 검출 과정에서는 먼저 블랙박스 영상으로부터

차선을 검출하고, 검출된 차선 정보를 바탕으로 차량 영역을 찾기 위한 관심영역(Region of Interest)을 정한 후, 그 관심영역 내에서 차량이 존재하는 영역을 검출한다.

블랙박스 영상에서 차량이 존재하는 영역을 찾기 위해 차량 검출 알고리즘을 전체 영상에 적용하면 많은 계산량으로 인해 탐색 속도가 현저히 떨어지게 되고 검출 오류도 발생하기 쉽다. 따라서 먼저 차선을 검출하여 그 차선 정보를 이용하여 차량의 존재 가능성이 높은 영역을 먼저 설정하고 그 영역 안에서 차량을 검출하도록 하는 것이 일반적이다. 차선 검출 알고리즘으로 허프 변환(Hough Transformation)[7]이 많이 사용되고 있으며, 본 논문에서도 허프 변환을 사용하여 차선을 검출한다. 허프 변환은 영상에서 직선을 찾아내는 알고리즘으로 직선의 기울기와 수직축의 절편을 구하는 알고리즘이다. 차선 정보를 이용하여 영상의 하단 차선의 좌우 끝을 기준으로 차량을 탐색할 관심영역의 가로 길이를 설정한다. 관심영역의 세로 길이는 관심영역의 가로 길이에 비례해서 설정하는데 본 논문에서는 관심영역 가로 길이의 5/6으로 설정한다.

설정된 관심영역에 대해 차량을 검출하는데 차량의 대칭성을 이용하는 검출 방법을 이용한다. 대칭성 알고리즘은 차량의 가장자리 즉, 에지(Edge) 성분이 대칭적으로 존재함을 이용하여 차량을 검출하는 알고리즘이다[8]. 차량 검출을 위해 먼저 관심영역의 영상에 대해

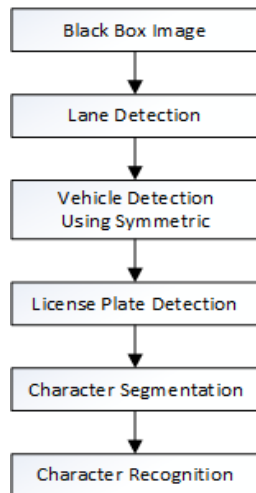


Fig. 1 License Plate Recognition System for Vehicle Black-Box Image

식 (1)에 나타난 2개의 필터를 각각 통과시킨다.

$$G_v = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, G_h = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

각각의 필터링된 영상 데이터를 일정 문턱치와 비교하여 수평에지영상과 수직에지영상을 만든다. 이러한 수평에지영상과 수직에지영상의 예를 그림 2에 나타내었다. 그림 2의 상단은 G_v 필터를 이용한 수직에지영상이고, 하단은 G_h 필터를 이용한 수평에지영상이다.



Fig. 2 Binary Images of Edge Components for ROI

위 두 영상을 합한 이진 영상에 대해 대칭성을 검사한다. 관심영역 영상의 가로와 세로 길이를 각각 H, V 라 하고 (x, y) 위치에서의 이진 영상 값을 $I(x, y)$ 라 하자. 어떤 수평위치 x 로부터 일정 거리, i 만큼 떨어진 위치에 대한 대칭성 값, $sym(x, i)$ 을 다음과 같이 정의한다.

$$sym(x, i) = \frac{\left(\sum_{j=0}^V M(x, i, j) \right)^2}{\sum_{j=0}^V W(x, i, j)} \quad (2)$$

여기서, $M(x, i, j)$ 와 $W(x, i, j)$ 는

$$M(x, i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } I(x-i, j) = I(x+i, j) \\ 0, & \text{if } I(x-i, j) \neq I(x+i, j) \end{cases} \quad (3)$$

$$W(x, i, j) = \begin{cases} 2, & \text{if } I(x-i, j) = 1 \text{ and } I(x+i, j) = 1 \\ 1, & \text{if } I(x-i, j) = 1 \text{ or } I(x+i, j) = 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

이다.

그림 3에 $sym(x,i)$ 값의 예를 나타내었다. 그림 3의 좌측 그림은 x 가 차량의 중심에 있을 때의 $sym(x,i)$ 값을 나타내는 그래프이고 우측 그림은 x 가 차량의 중심에서 조금 벗어났을 때의 $sym(x,i)$ 값을 나타낸 것이다. 그림과 같이 x 가 중심에서 조금이라도 벗어나면 대칭성 수치가 줄어든다.

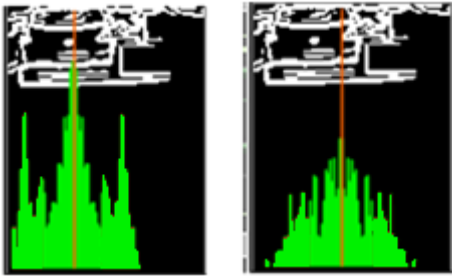


Fig. 3 Symmetric-Value Graph for Vehicle Image

차량의 대칭 중심점의 후보 좌표인 x 에 대해 다음과 같이 대칭성 수치를 구한다.

$$S(x) = \sum_{i=H/4}^{H/2} sym(x,i) \quad (5)$$

대칭성 수치, $S(x)$ 의 값이 일정 문턱치보다 크다면 차량이 존재하는 영역으로 판별한다. 그림 4에 차량 검출 과정을 통해 얻어진 차량 영역 부분의 수평에지영상과 수직에지영상을 나타내었다.



Fig. 4 Binary Image of Edge Component for License Plate Image

2.2. 번호판 검출 알고리즘

차량 영역을 검출함으로써 번호판이 존재하는 영역을 찾기 위한 탐색영역이 줄게 된다. 이러한 차량 영역에 대하여 그림 5와 같이 차량 번호판 영역을 검출하는

과정을 수행한다.

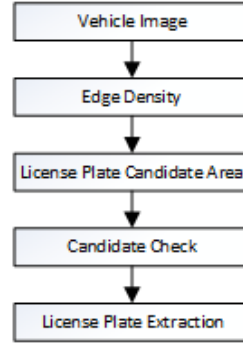


Fig. 5 Vehicle License-Plate Detection Algorithm

먼저 차량 영역 검출 단계에서 얻어진 에지영상에 대해 차량 번호판이 존재하는 후보 영역을 검출한다. 이때, 일정 크기의 직사각형 영역을 차량에지영상에 대해 스캔하면서 직사각형 영역 내에 있는 에지 픽셀 수를 계산한다. 이 중 에지 픽셀 수가 높은 직사각형의 영역을 번호판 후보 영역으로 설정한다. 이러한 후보 영역 중에서 번호판 영역을 최종적으로 결정하기 위해서 허프 변환 알고리즘을 적용하여 에지의 가로, 세로 비율 등으로 최종 번호판 영역을 검출한다.

2.3. 차량 번호판 개별 문자 분할 알고리즘

개별 문자 인식을 위해서는 검출된 번호판 영역에 대한 원본 영상의 이진 영상을 얻는다. 그림 6의 좌측에 번호판 영역에 대한 원본 영상을, 우측에 이진화된 번호판 영역 영상의 예를 나타내었다. 본 연구에서 사용한 이진화 방법은 일정 크기의 직사각형 영역 내 픽셀 값들의 평균을 구하여 문턱치를 만든 후 직사각형 영역의 중심 픽셀 값과 그 문턱치를 비교하여 이진화하는 방법이다[9].



Fig. 6 Binary Image For License Plate

개별 문자 인식을 위해 먼저 개별 문자 분할을 수행한다. 개별 문자 분할을 위해 주로 라벨링 기법을 이용한다[10]. 라벨링 기법은 서로 인접한 픽셀들이 같은 범

주에 속하는 값을 가질 때, 이들의 픽셀을 하나의 그룹으로 묶는 방법이다. 이진 번호판 영역 영상에 대해 1의 값을 갖는 픽셀을 라벨링 기법을 사용하여 모두 그룹화하여 연결화소들로 구성된 블롭(blob)을 추출한다. 추출한 모든 블롭들에 대해 번호판 문자 영역의 고유한 규칙성, 즉, 문자의 가로와 세로 길이 비율, 인접 문자 간격, 위치 등 배열 규칙을 이용하여 개별 문자를 추출한다. 또한 현재 사용 중인 번호판의 종류는 총 5가지이므로, 각각에 대해 번호판의 글자 위치 및 특이사항을 이용하여 개별 문자 영역을 분할해야 한다[11].

2.4. 개별 문자 인식 알고리즘

개별 문자 영상 인식 방법은 문자의 특징을 얻어낸 후, 미리 학습해 둔 신경 회로망을 통해 인식하는 것이 일반적인 방법이다[6]. 번호판의 글자는 2종류로 숫자 6자와 한글 1자 혹은 숫자 6자와 한글 3자이다. 그림 7은 기존 개별 문자 인식에 사용한 단일 신경 회로망 구조이다.

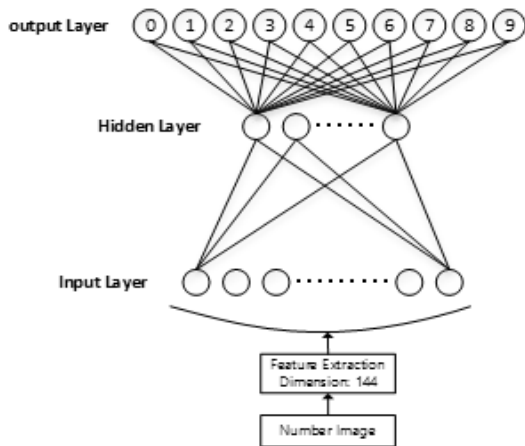


Fig. 7 Single Neural Network Structure for Character Recognition

III. 다단계 신경 회로망을 이용한 차량 번호판 인식 시스템

3.1. 기존 차량 번호판 인식 시스템의 문제점

블랙박스 영상용 차량 번호판 인식 시스템에서 인식률에 영향을 크게 미치는 단계가 개별 문자 인식 단계

이다. 숫자는 0부터 9까지 10개로 단일 신경 회로망을 사용해도 큰 인식 오류 없이 좋은 성능을 보인다. 하지만, 40가지에 달하는 한글 문자의 인식에서 단일 신경 회로망을 사용할 경우 많은 인식 오류를 발생시킨다. 그림 8은 블랙박스 영상으로부터 차량 번호판을 검출하여 한글 문자 부분을 분할한 한글 문자 영상의 예를 보여준다. 그림에서 알 수 있듯이 블랙박스로부터 얻은 영상은 전체적으로 명암이 낮은 경우와 아주 밝은 경우 모두 존재한다. 또한 차량과의 거리가 멀어질수록 차량 번호판 영상의 선명도가 급격히 떨어진 경우의 영상도 존재한다. 이와 같이 블랙박스 영상의 경우, 문자의 번짐, 명암의 변화, 차량과의 거리 변화 등으로 인해 그림 9에서 보듯이 이진화된 한글 문자 영상에서 여러 잡음을 발생시키고 이는 한글 문자 인식률을 낮추는 요인이 된다.

인식률을 높이기 위해 입력 벡터의 차원을 늘릴 수 있겠으나, 입력 벡터의 차원을 과도하게 늘리면 과적합(Overfitting) 문제가 발생한다. 예를 들어, 144차원인 입력 벡터의 차원을 256차원, 320차원, 504차원 등으로 증가시키면, 학습시킨 데이터는 모두 잘 인식하나 학습시킨 데이터 이외의 데이터에 대해서는 인식 오류를 발생시킨다. 따라서, 한글문자에 대해 입력 벡터의 차원을 높이지 않으면서 인식률을 높이는 알고리즘이 필요하다.

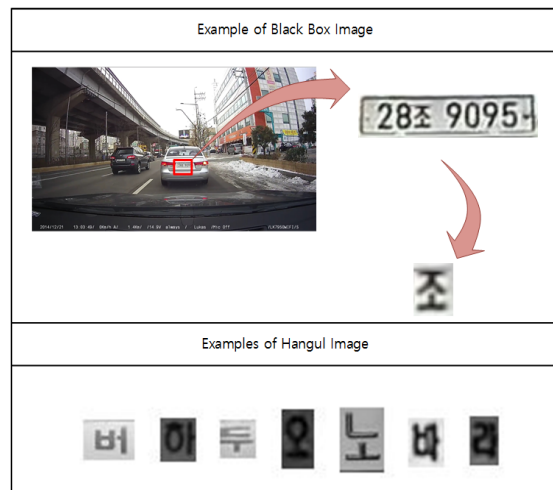


Fig. 8 Example of Korean Character Image which was filmed by Black Box



Fig. 9 Example of Binary Image Korean Character Image

3.2. 제안하는 차량 번호판 인식 시스템

본 논문에서 기존 블랙박스 영상용 차량 번호판 인식 시스템의 한글 문자 인식률을 높이기 위한 알고리즘을 제안한다. 입력 벡터의 차원을 증가시키지 않고 인식률을 높이기 위해 다단계 신경 회로망 구조를 제안한다. 제안한 시스템은 전체적으로 그림 1의 기존 알고리즘을 사용하나, 마지막 개별 문자 인식 단계에서 한글 문자 인식을 위해 그림 10에 나타난 다단계 신경회로망을 이용한 알고리즘을 사용한다. 제안 시스템은 먼저, 한글 문자를 1차 신경 회로망을 통과하여 모음을 구분한다. 그 후, 종모음(‘ㅏ’, ‘ㅑ’) 문자와 횡모음(‘ㅓ’, ‘ㅕ’) 문자로 분리하여 해당하는 2차 신경회로망을 통과시켜 자음을 구분하여 인식률을 높이는 것을 특징으로 한다.

3.2.1. 특징 벡터 추출 알고리즘

정규화 및 이진화가 진행된 한글 문자 영상에 대해 특징 벡터를 추출하는데, 정규화 크기 21×24에 맞추어 144개의 차원을 갖는 특징 벡터 함수를 설계한다[4, 5]. 특징 벡터는 메쉬 방법을 이용해 메쉬(Mesh) 특징 벡

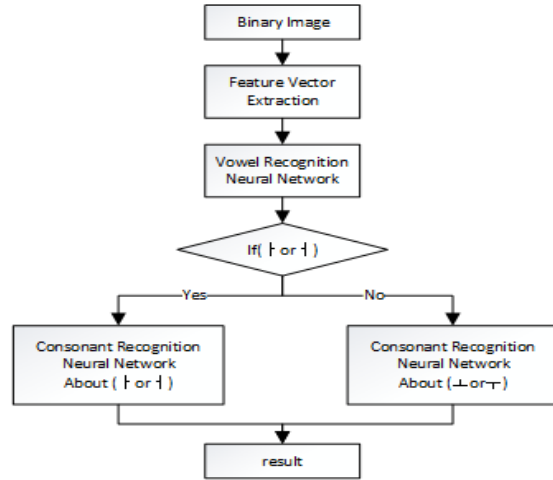


Fig. 10 Korean Character Recognition Algorithm using Multi-Stage Neural Network

터 56개, 세션화 후 투영 방법으로 투영(Projection) 특징 벡터 22개, 절단(Crossing) 특징 벡터 22개, 거리 (Distance) 특징 벡터 44개로 이루어진다[12].

3.2.2. 다단계 신경 회로망 알고리즘

번호판 한글 문자는 자음 ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ, ㅅ, ㅇ, ㅈ, ㅊ’ 10가지와 모음 ‘ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ’ 4가지로 조합으로 총

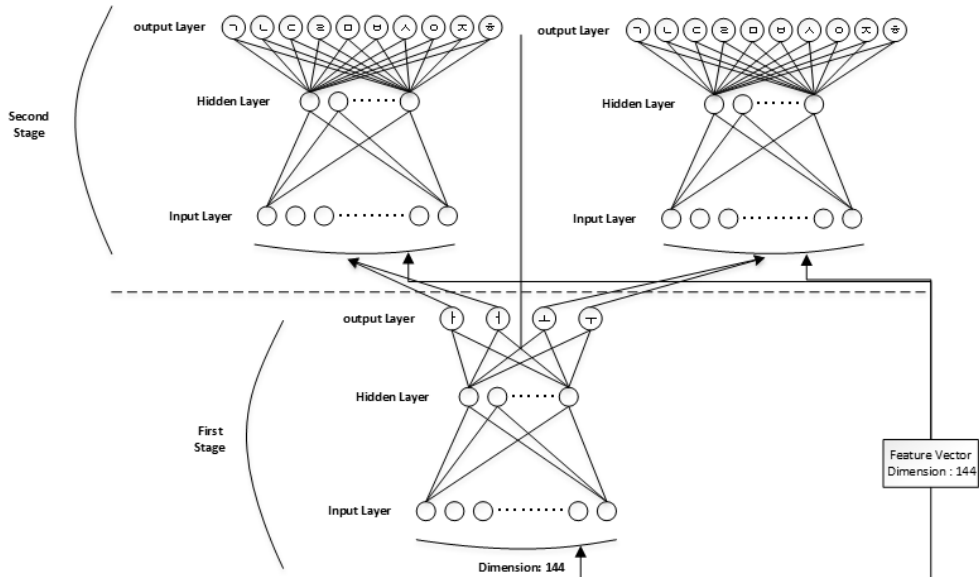


Fig. 11 Multi-Stage Neural Network Structure for Korean Character Recognition

40가지가 존재한다. 본 논문에서는 한글 문자가 자음과 모음의 조합으로 이루어지는 구조적 성질[13]에 착안하여, 그림 11과 같이 자음과 모음을 구분하여 인식하는 2단계 구조를 갖는 다단계 신경 회로망을 이용한 알고리즘을 제안한다. 1차 신경 회로망에서는 한글 문자의 모음만을 인식한다. 그 후, 종모음 문자와 횡모음 문자로 분류한다. 2단계에서는 분류된 종모음 또는 횡모음 문자에 해당하는 신경 회로망에서 자음을 인식한다. 그림 12에서 1차 신경 회로망에서 분류하는 종모음과 횡모음 문자의 예와 특징을 살펴 볼 수 있다. 한글의 모음은 큰 변화가 없으면서 종횡의 성분이 뚜렷하다. 종모음과 횡모음 문자 각각의 경우 자음의 위치는 큰 변화가 없으며, 종모음 문자의 경우 자음은 모음의 좌측에 위치하며 세로길이가 가로길이보다 긴 형태를 띠는 등 종횡모음에 따른 자음의 특성이 비교적 뚜렷함을 알 수 있다.

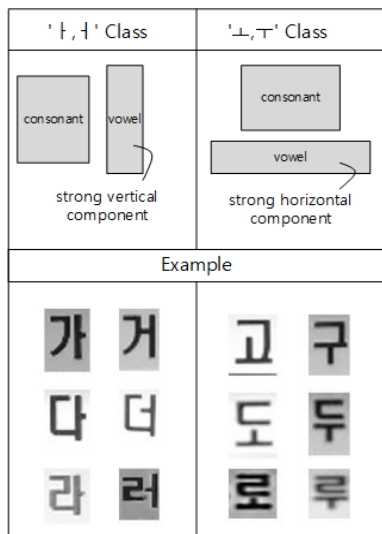


Fig. 12 Comparative Example of Korean Characters whose Consonants are Same and Vowels are Different

IV. 실험 및 결과

제안하는 알고리즘의 성능을 검증하기 위해 모의실험을 실시하였다. 실제 Full HD (1920×1080) 블랙박스를 이용해 직접 촬영하여 만든 240장의 영상 데이터를 사용하여 번호판 인식 실험을 수행하였다. 그림 13

에 차량 번호판 인식 시스템의 개별 문자 분할 과정에서 얻어진 한글 문자의 예를 나타내었다.



Fig. 13 Korean Character Examples of Experimental Data Image

본 실험에서는 인텔 i7 CPU 2600k 3.4Ghz와 8GB RAM로 구성된 PC를 사용하였다. Visual Studio Pro 2010 환경에서 C++로 구현하여 시뮬레이션을 수행하였다.

모의실험 결과를 다음과 같이 표 1과 표 2에 나타내었다. 제안하는 알고리즘과 비교하기 위한 기존 알고리즘은 단일 은닉층으로 되어있는 신경 회로망으로 출력이 한글 종류 개수인 40가지인 인식 알고리즘이다. 기존 알고리즘은 88.75%의 인식률을 보였으나 제안한 알고리즘은 97.9%의 높은 인식률을 나타내었다. 제안한 다단계 신경 회로망을 이용한 차량 번호판 인식 알고리즘이 블랙박스 영상에 매우 효과적임을 알 수 있다.

Table. 1 Success Rate in Existing License Plate's Korean Character Recognition Algorithm

Data	Success	Rate
240	213	88.75%

Table. 2 Success Rate in Proposed License Plate's Korean Character Recognition Algorithm

Data	Success	Rate
240	235	97.9%

제안하는 알고리즘의 경우 2개의 신경 회로망이 직렬로 연결되어 인식하기에 기존 단일 은닉층 신경 회로망에 비해서 연산 복잡도는 2배를 넘을 것이라고 생각할 수 있으나 최종 출력이 40가지에서 14가지로 축소된 것을 생각해보면 실제 그 비율은 약 1.64배 정도이다. 그림 14는 기존 알고리즘에서 인식하지 못한 한글 영상

이었으나 제안한 알고리즘에서 인식한 글자 예시이다. 그림 14의 예시 중 첫 번째 영상인 ‘부’자의 경우 전체적으로 어두운 영상으로 자음과 모음의 경계가 불분명해져서 기존 알고리즘의 결과로 ‘무’, ‘구’로 인식하였다. 예시 두 번째와 세 번째 영상도 기존 알고리즘은 자음을 ‘ㄹ’으로 인식하였으나 제안한 알고리즘은 ‘ㅇ’으로 인식하였다.



Fig. 14 Example Image of Recognition Success using the Proposed Algorithm

V. 결론

본 논문에서는 블랙박스 영상용 차량 번호판의 인식률을 개선하는 다단계 신경회로망을 이용한 차량 번호판 인식 알고리즘을 제안하였다. 차량과 함께 이동하는 카메라에서 얻은 영상은 수시로 변화는 환경으로 인해 특히 한글 문자의 경우 인식률이 저하된다. 제안하는 시스템에서는 먼저 1차 신경 회로망을 이용하여 차량 번호판의 한글 문자의 모음을 인식하고, 종모음(‘ㅏ’, ‘ㅑ’)로 구성된 문자와 횡모음(‘ㅓ’, ‘ㅕ’)로 구성된 문자로 분류한 후, 각각의 경우에 대한 2차 신경 회로망에 통과시켜 자음을 구분하여 한글 문자를 인식하는 다단계 신경 회로망을 설계하여 인식률을 높였다.

제안한 시스템의 검증을 위해 Full HD 카메라로부터 얻은 240장의 영상 자료를 바탕으로 모의실험을 한 결과 기존의 신경 회로망 기법을 사용한 차량 번호판 인식 시스템의 성능보다 우수한 97.9%의 높은 인식률을 얻을 수 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported partly by the National Research Foundation of Korea (NRF) under the Grants NRF-2016R1D1A1B03930910, the KIAT grant funded by the Korean government (MOTIE No. N0001883), and 2017 Hongik University Research Fund.

REFERENCES

- [1] S. M. Park and J. Kwak, “The current state of domestic and foreign countries and major security standardization trend of Cooperative Intelligent Transport Systems(C-ITS),” *Review of Korea Institute of Information Security and Cryptology*, vol. 25, no. 5, pp. 53-59, October 2015.
- [2] S. G. Jin, “The Next Generation ITS based on IOT,” *Proceedings of The 2016 Korea Institute of Intelligent Transport Systems Conference*, pp.334-335, April 2016.
- [3] H. N. Oh and E. G. R, “Enhancement of Car License Plate Recognition Rate and Security with Rotation Algorithm,” *Journal of Security Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 83-90, April 2016.
- [4] N. W. Kim and C. W. Hur, “Study on Performance Evaluation of Automatic license plate recognition program using Emgu CV,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 6, pp. 1209-1214, June 2016.
- [5] M. Y. Jin, J. B. Park, D. S. Lee and D. S. Park, “Real-Time Vehicle License Plate Recognition System Using Adaptive Heuristic Segmentation Algorithm,” *Korean Information Processing Society transactions on software and data engineering*, vol. 3, no. 9, pp. 361-368, September 2014.
- [6] S. H. Park and S. W. Cho, “A Vehicle License Plate Recognition Using the Feature Vectors based on Mesh and Thinning,” *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 21, no. 6, pp. 705-711, December 2011.
- [7] D. H. Park, J. G. Seo, J. H. Kim, S. S. Jin, J. H. Lee, T. S. Yun, H. Lee, B. Xu and Y. W. Lim, “A Study on Environmentally Adaptive Real-Time Lane Recognition Using Car Black Box Video Images,” *Proceedings of the Korean Society of Computer and Information Conference*, vol. 23, no. 2, pp. 187-190, July 2015.
- [8] S. J. Han, H. I. Chung and H. S. Hahn, “Vehicle Detection Scheme Based on the Symmetry of Horizontal and Vertical Edge Features,” *Proceedings of the Korean Institute of Electrical Engineers Conference*, pp. 1851-1852, July 2009.
- [9] D. H. Kim, H. Y. Jung, H. Cho and E. Y. Cha, “An Effective Binarization Method for Character Image,” *The Journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences*, vol. 10, no. 10, pp. 1877-1884, June 2006.
- [10] K. I. Kim, “Binary Connected-component Labelling with Block-based Labels and a Pixel-based Scan Mask,” *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol. 50,

- no. 5, pp. 287-294, May 2013.
- [11] Y. M. Bae and S. K. Kim "Analysis of Improve on Korea License Plates Design," *Proceedings of the Korea Society of Design Science Conference*, pp. 56-57, October 2007.
- [12] M. S. Kim and Y. H. Kong "A Study on the Effective Feature Extracting for a Plate Recognition," *Journal of Advanced Information Technology and Convergence*, vol. 5, no. 2, pp. 128-136, June 2007.
- [13] M. S. Yang, H. S. Choi, Y. S. Kim, G. H. Kim and O. B. Jang "Grapheme Segmentation of Handwritten Korean Character by Structural Pattern," *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, vol. 21, no. 2, pp. 419-422, October 1994.



김진영(Jin-young Kim)

2016년 2월 : 홍익대학교 전자전기공학 공학사
2016년 3월 ~ 현재 홍익대학교 전자전기공학과 석사과정
※관심분야 : 인공 지능, 머신 러닝, 신경 회로망 구조, 디지털 신호 처리



허서원(Seo-weon Heo)

1990년 2월 : 서울대학교 전자공학 공학사
1992년 2월 : 서울대학교 전자공학 공학석사
2001년 12월 : Purdue University 공학박사
2006년 8월 ~ 현재 홍익대학교 전자전기공학부 교수
※관심분야 : 통신 및 임베디드 시스템 설계



임종태(Jongtae Lim)

1989년 2월 : 서울대학교 전자공학과 공학사
1991년 2월 : 서울대학교 전자공학과 공학석사
2001년 8월 : The University of Michigan at Ann Arbor 공학박사
2004년 9월 ~ 2008년 2월 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 조교수
2008년 3월 ~ 현재 홍익대학교 전자전기공학부 교수
※관심분야 : 디지털 통신 및 방송 시스템, 디지털 신호 처리