

고해상도 360° 전방위 IP 카메라를 이용한 다중 번호판 인식 시스템

Multi License Plate Recognition System using High Resolution 360° Omnidirectional IP Camera

라 승 탁*, 이 선 구**, 이 승 호***★

Seung-Tak Ra*, Sun-Gu Lee**, Seung-Ho Lee***★

Abstract

In this paper, we propose a multi license plate recognition system using high resolution 360° omnidirectional IP camera. The proposed system consists of a planar division part of 360° circular image and a multi license plate recognition part. The planar division part of the 360° circular image are divided into a planar image with enhanced image quality through processes such as circular image acquisition, circular image segmentation, conversion to plane image, pixel correction using color interpolation, color correction and edge correction in a high resolution 360° omnidirectional IP Camera. Multi license plate recognition part is through the multi-plate extraction candidate region, a multi-plate candidate area normalized and restore, multiple license plate number, character recognition using a neural network in the process of recognizing a multi-planar imaging plates. In order to evaluate the multi license plate recognition system using the proposed high resolution 360° omnidirectional IP camera, we experimented with a specialist in the operation of intelligent parking control system, and 97.8% of high plate recognition rate was confirmed.

요 약

본 논문에서는 고해상도 360° 전방위 IP 카메라를 이용한 다중 번호판 인식 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 360° 원형영상의 평면 분할 부와 다중 번호판 인식 부로 구성되었다. 360° 원형영상의 평면 분할 부는 고해상도 360° 전방위 IP 카메라에서 원형영상 획득, 원형영상 분할, 평면영상으로 변환, 보간법을 사용한 픽셀 보정 및 컬러 보정, 에지 보정 등의 과정을 거쳐 화질이 개선된 평면영상으로 출력한다. 다중 번호판 인식 부는 평면영상에서 다중 번호판 후보영역 추출, 다중 번호판 후보영역 정규화 및 복원, 신경망을 사용한 다중 번호판 숫자, 문자 인식 과정을 거쳐 다중 번호판을 인식하게 된다. 제안된 고해상도 360° 전방위 IP 카메라를 이용한 다중 번호판 인식 시스템을 평가하기 위하여 지능형 주차관제시스템 운영 전문 업체와 공동으로 실험한 결과, 97.8%의 높은 번호판 인식률이 확인되었다.

Key words : Polar Transformation, Interpolation, Blob Labeling, Multi License Plate Recognition, Neural Network

* Dept. Electronic Engineering, Hanbat National University

** ITI Co. Ltd

*** Dept. Electronic&Control Engineering, Hanbat National University

★ Corresponding author

E-mail:shlee@cad.hanbat.ac.kr, Tel:+82-42-821-1137

※ Acknowledgment

This work was supported by the Human Resource Training Program for Regional Innovation and Creativity through the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea(NRF-2015H1C1A1035818)

Manuscript received Dec. 6, 2017; received Dec. 27, 2017; accepted Dec. 28, 2017

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.

I. 서론

번호판 인식 시스템이란 카메라로 촬영한 이미지로부터 차량번호 데이터를 추출해 내주는 장치로서, 주차장을 신속하고 편리하게 출입할 수 있도록 해주는 지능형 주차관리 시스템에 도입되면서 널리 활용되고 있다[1][2]. 기존의 번호판 인식 시스템의 경우, 단방향 카메라 1대로 1대의 번호판 인식이 가능하다. 따라서 다수의 번호판 인식을 위해서는 카메라 설치 대수의 증가가 필수적이고, 관리 비용이 높아지게 되는 단점이 있다. 그러나 360° 전방위 IP 카메라를 이용할 경우에 1대의 카메라로 6면 이상의 주차면 감시가 가능하기 때문에 경제성이 뛰어나다[3].

따라서 본 논문에서는 고해상도 360° 전방위 IP 카메라를 이용한 다중 번호판 인식 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 한번에 6면의 번호판 인식이 가능한 다중 번호판 인식 기술로서 지능형 주차 유도 시스템 구축 기반을 확보할 수가 있으며, 관제시스템의 운영비용을 절감할 수 있다.

II. 본론

1. 360° 원형영상의 평면 분할 부

360° 원형영상의 평면 분할 부는 그림 1과 같이 4단계로 수행한다.

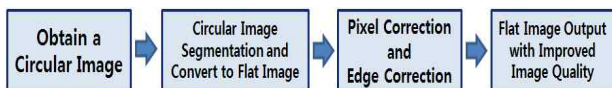


Fig. 1. Block Diagram of Planar Division of 360° Circular Image

그림 1. 360° 원형영상의 평면 분할 부 블록도

가. 원형영상 획득

원형영상을 획득하는 원리는 쌍곡면 렌즈를 이용하여 얻을 수 있으며 이렇게 얻어진 전방위 영상을 공간 내 임의의 점, 2차원의 화상면상의 점 $P(x, y)$ 에 투영한다. 쌍곡면 렌즈를 통하여 이미지 센서가 받아들일 때, 2차원의 화상면상에서 전방위의 상은 원형이 된다[4].

나. 원형영상 분할 및 평면영상으로 변환

획득한 360°의 원형영상은 90°씩 4개의 영상으로 분할되고, 분할된 각각의 원형영상을 4개의 스트레드로 나누어 평면영상으로 변환한다.

각 스트레드에서 평면영상으로 변환하는 이론은 그림 2와 같다. 전방위 원형영상의 중심을 (c_x, c_y) ,

반지름을 R 로 가정할 때 원형영상을 평면영상으로 쪼갤 때 평면영상의 전체 가로길이는 $4R$ 이 된다. 이때 가로 y 축인 x 의 수는 0에서 $4R-1$ 개 이고, 세로축의 수는 0에서 $R-1$ 개이다. $4R$ 개의 선들이 이루는 각도는 θ 이며, 이 선에 위치한 각각의 픽셀값을 추출하기 위해 선의 길이를 0 ~ R 까지 증가시켜 픽셀의 좌표를 계산하여 다음의 수식에 의하여 (x, y) 값을 계산한다[5].

$$\theta = \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot R} \quad (1)$$

$$r' = 0 \sim R \quad (2)$$

$$x = r' \cdot \cos\theta + c_x \quad (3)$$

$$y = r' \cdot \sin\theta + c_y \quad (4)$$

평면영상의 전체 가로길이는 다양한 길이로 원형영상을 평면영상으로 변환하는 실험을 통하여 최적의 값인 R 로 선정하였다.

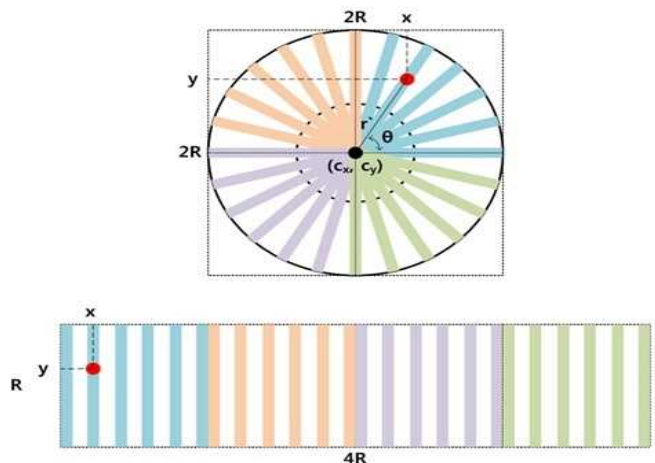


Fig. 2. Planar Image Conversion Theory for 360° Circular Images

그림 2. 360° 원형영상에 대한 평면영상 변환 이론

다. 픽셀 보정 및 에지 보정

원형영상을 평면영상으로 변환하였을 경우에 잃어버린 화소들을 보간할 필요성이 있다. 따라서 패턴 일치 보간법을 사용하여 이웃 화소들의 특성을 이용하여 잃어버린 화소를 추정된 픽셀 보정 및 컬러 보정을 수행한다. 패턴 일치 보간법은 패턴과 이웃 화소의 차이를 계산한 후 가장 차이가 적은 값을 사용하는 방법이다. 그림 3에서 13이란 픽셀값을 보정하는 방법은 다음과 같다. 13의 패턴은 상하좌우로 하여 (8, 12, 14, 18)이고, 13의 이웃패턴은 각각 7, 9, 17, 19번 픽셀의 상하좌우를 사용하여 총 4개의 패턴이 나온다. 13의 패턴과 이웃패턴의 차이를 구하여 4개의 결과 중 가장 차이가 적은 패턴을 구하고 그 패턴의 평균 값을 이용하여 13의 픽셀값을 보정한다.

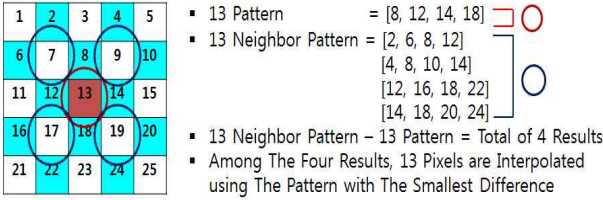


Fig. 3. Example of Pattern-matching Interpolation
 그림 3. 패턴 일치 보간법의 예

에지 보정의 경우, 샤프닝 필터 중의 하나인 라플라시안(Laplacian) 필터를 적용하였다.

라. 화질이 개선된 평면영상 출력

위의 과정을 거친 후에, 그림 4와 같이 최종적으로 화질이 개선된 360° 원형영상이 평면영상으로 변환되어 출력된다.

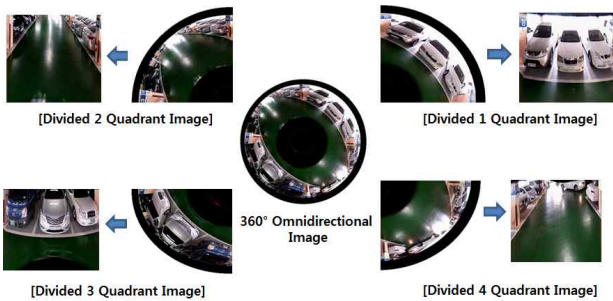


Fig. 4. Planar Image Output Improved Image Quality
 그림 4. 화질이 개선된 평면영상 출력

2. 다중 번호판 인식 부

다중 번호판 인식 부는 번호판 후보영역 추출, 다중 번호판 후보영역 정규화 및 복원, 신경망을 사용한 다중 번호판 숫자, 문자 인식 등의 3단계로 수행된다.

가. 다중 번호판 후보영역 추출

흰색, 노란색 번호판 영상을 라플라시안 변환하면 번호판 안에 있는 좁은 영역내의 검은색 숫자, 문자들의 에지 성분이 두껍게 추출되어 흰색으로 나타나기 때문에 번호판 배경을 잘 구분 지을 수 있다. 녹색 번호판 영상에 대하여 가우시안 스무딩 연산을 수행하면 흰색영역이 블러링으로 인해 녹색 번호판 안에 있는 흰색 숫자, 문자들의 영역을 좁히게 된다. 다음에 라플라시안 변환을 수행하면 녹색 번호판 안에 있는 좁은 영역내의 흰색 숫자, 문자들의 에지 성분이 두껍게 추출되어 흰색으로 나타나기 때문에 녹색 번호판의 녹색 배경과 흰색 숫자, 문자를 잘 구분 지을 수 있다.

Blob Labeling은 연결된 흰색 픽셀들을 찾아내어 Labeling하는 알고리즘으로 번호판내의 숫자, 문자들을 찾아내어 Blob으로 지정한다. 다음에 Blob Labeling된 영상에 각각의 번호판 크기에 맞는 윈도우를 영상 전체로 탐색하여, 윈도우안에 Blob의 개수가 일정 수 이상이고, Blob들이 일직선으로 정렬되어 있는 상태라고 판단되면 번호판 후보영역으로 판정하게 된다. 그림 5는 다중 자동차 번호판 후보영역 추출 과정을 나타낸다.

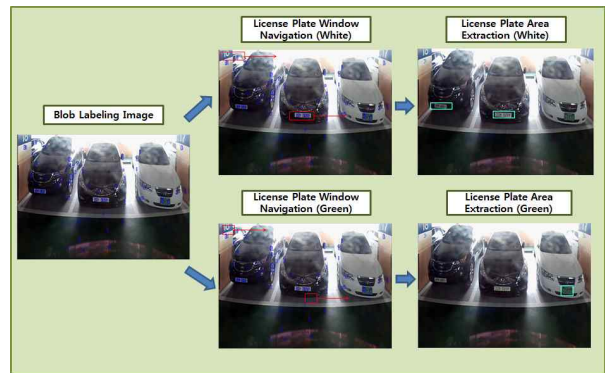


Fig. 5. Extraction Process of Multiple License Plate Candidate Region
 그림 5. 다중 자동차 번호판 후보영역 추출 과정

나. 다중 번호판 후보영역 정규화 및 복원

기존의 번호판 인식에 쓰이는 영상과는 달리 원형영상이 평면영상으로 변환되기 때문에, 좌측과 우측 쪽은 중앙 부분에 비해 왜곡이 많이 발생 되어 있다. 따라서 Warping 연산을 통해 다중으로 추출된 번호판 후보영역을 정규화하면 번호판 인식이 용이하게 된다. Warping 연산은 영상의 x축, y축, 회전, 크기 등을 이용하여 찌그러진 이미지를 보정 및 정규화할 수 있는 연산이다. 6면의 번호판 후보영역을 동시에 추출하게 되면 양 끝단의 번호판 이미지가 흐리기 때문에 반드시 고주파 통과 필터를 사용한 이미지 복원을 실시한다. 고주파 통과 필터는 영상의 저주파 성분은 제거하고 고주파 성분만을 통과시키는 필터로서, 자동차 번호판에서 숫자, 문자들의 경계선 부분을 더욱 두드러지게 한다. 정규화된 번호판 이미지들은 고주파 통과 필터를 사용하여 선명해진 영상으로 출력된다. 최종적으로 개선된 영상을 이진화하고, Blob Labeling을 수행하여 번호판 안에 있는 숫자와 문자들을 추출하게 된다.

다. 신경망을 사용한 다중 번호판 숫자, 문자 인식
 다중으로 자동차 번호판 영역의 숫자와 문자들이 추출될 때 마다 신경망의 입력으로 넣어서 자동차 번호판의 숫자, 문자를 인식한다. 사전에 신경망에

학습시켜 놓은 번호판의 숫자, 문자 데이터를 이용하여 추출된 번호판 숫자, 문자를 입력으로 넣으면 신경망의 출력값을 통해 번호판의 숫자, 문자를 인식하게 된다. 그림 6은 다중 번호판 인식 과정을 나타낸다.

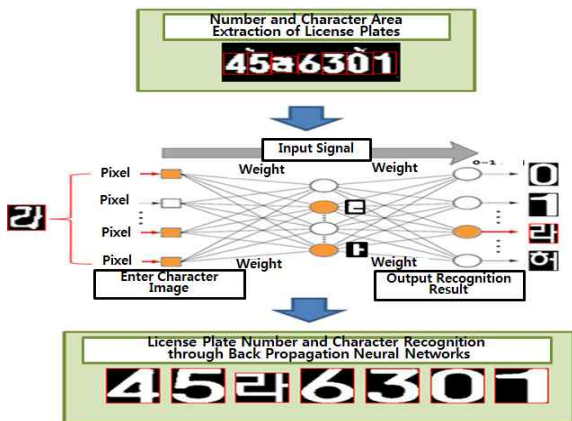


Fig. 6. Process of Multi License Plate Recognition
그림 6. 다중 번호판 인식 과정

3. 성능 실험

가. 실험 방법

본 논문에서 제안한 고해상도 360° 전방위 IP 카메라를 이용한 다중 번호판 인식 시스템의 번호판 인식률을 평가하기 위하여, 지하주차장에서 총 90개의 번호판에 대해 실험을 수행하였다. 다중 번호판 인식률 평가에 대하여 시험 규격이 없어 지능형 주차관제시스템 운영 전문 업체와 공동으로 실험을 수행하였다.

나. 실험 결과

실험 결과, 표 1과 같이 90개의 테스트 시료중에 88개의 번호판이 인식되어서 97.8%의 번호판 인식률이 확인되었다. 미인식된 2개의 번호판의 경우는 번호판의 훼손이 심하여 육안으로도 식별이 불가능한 경우이었다. 360° 전방위 영상에서 동시에 6개의 번호판을 인식하는 시스템은 현재 없기 때문에, 본 논문에서 개발한 시스템의 97.8%의 다중 번호판 인식률은 매우 높은 인식률이라고 사료된다.

Table 1. Experimental results of the Proposed System

표 1. 제안하는 시스템의 실험 결과

Test Sample	Recognized License Plate	License Plate Recognition Rate
90	88	97.8%

III 결론

본 논문에서는 고해상도 360° 전방위 IP 카메라를 이용한 다중 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 한번에 6면의 번호판 인식이 가능한 다중 번호판 인식 시스템으로서, 지능형 주차 유도 시스템 구축 기반을 확보할 수 있으며 관제시스템의 운영비용을 절감할 수 있으리라 기대된다. 제안된 시스템을 평가하기 위하여 지능형 주차관제시스템 운영 전문 업체와 공동으로 실험한 결과, 다중 번호판 인식률이 97.8% 정도로 높게 나오는 것을 확인되었다. 향후 연구과제로는 강한 조명에도 강인하게 번호판을 인식할 수 있는 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

References

- [1] Yu, Mei, Yong Deak Kim, "An approach to Korean license plate recognition based on vertical edge matching," *Systems, Man, and Cybernetics, 2000 IEEE International Conference on*, vol.4, IEEE, 2000.
DOI: 10.1109/ICSMC.2000.884453
- [2] Hong-Hee Kim, Jae-Heung Lee, "The Development of a License Plate Recognition System using Template Matching Method in Embedded System," *j.inst.Korean.electr.electron.eng.*, vol.15, no.4, pp. 274-280, 2011.
- [3] Hee-Yeol Lee, Sun-Gu Lee, Seung-Ho Lee, "Development of 360° Omnidirectional IP Camera with High Resolution of 12Million Pixels," *j.inst.Korean.electr.electron.eng.*, vol.21, no.3, pp. 268-271, 2017.
DOI: 10.7471/ikeee.2017.21.3.268
- [4] K. Yamazawa, Y. Yasushi, M. Yachida, "Omnidirectional imaging with hyperboloidal projection," *Intelligent Robots and Systems' 93, IROS'93. Proceedings of the 1993 IEEE/RSJ International Conference on*. vol. 2. IEEE, 1993.
DOI: 10.1109/IROS.1993.583287
- [5] Seung-Ho Lee, "An Efficient Hardware Architecture of Coordinate Transformation for Panorama Unrolling of Catadioptric Omnidirectional Images," *j.inst.Korean.electr.electron.eng.*, vol.15, no.1, pp. 10-14, 2011.