저 조도 영상에서의 말레이시아 차량 번호판 인식

Malaysian Vehicle License Plate Recognition in Low Illumination Images

김진호

경일대학교 전자공학과

Jin-Ho Kim(ho@kiu.ac.kr)

요약

말레이시아 차량 번호판에는 플라스틱으로 제작된 영문 및 숫자들이 엠보싱 형태로 부착되어있으며 수평 수직방향 문자들 사이 간격이 조밀하게 배치된 경우가 많다. 따라서 조도가 낮은 차량 영상에서는 번호판 문자 획 정보 추출이 어려워질 수 있다. 본 논문에서는 저 조도에서 촬영된 말레이시아 차량 영상에서 번호판을 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 저 조도에서 촬영된 차량 영상에서도 문자 획 연결 요소를 정확하게 추출하기 위해 DoG 필터링 기반 문자 획 생성 기법을 도입하였다. 문자 획 연결요소 해석을 통한 번호판 후보 영역을 추정한 다음 문자 영역을 분할하고 인식을 하였다. 쿠알라룸푸르 도로상에서 조명이 부착되지 않은 IR 카메라를 사용하여 주야로 촬영한 6,046장의 차량 영상을 대상으로 번호판 인식 실험을 수행하였다. 제안된 알고리즘을 이용하여 실험해 본 결과 번호판 인식 성능이 96.1%로 나타났다.

■ 중심어 : | 말레이시아 번호판 인식 | 차량 번호판 인식 | 조명 변화 | 문자 인식 |

Abstract

In the Malaysian license plates, alphabets and numerals which are made by plastic, are adhered to a frame as embossing style and occasionally characters in horizontal, vertical directions are aligned with narrow space. So the extraction of character stroke information can be hard in the vehicle images of low illumination intensity. In this paper, Malaysian license plate recognition algorithm for low illumination intensity image is proposed. DoG filtering based character stroke generation method is introduced to derive exact connected components of strokes in the vehicle image of low illumination intensity. After localization of plate by connected component analysis, characters are segmented and recognized. Algorithm is experimented for the 6,046 vehicle images captured in Kuala Lumpur by IR camera without using any special light during day and night. The experimental results show that recognition accuracy of plates is 96.1%.

■ keyword : | Malaysian Plate Recognition | Vehicle Plate Recognition | Varying Illumination | Character Recognition |

1. 서론

차량 번호판 인식은 CCTV 카메라로 획득한 차량 영상에서 자동으로 번호판을 검출하고 번호판에 기록된

문자들을 인식하는 패턴인식 기술이다. 차량 번호판 인식 기술은 주차장 출입제어, 도로 주행 차량 실시간 인식을 통한 범죄 차량 검거, 이동식 감시 차량을 이용한 불법 주정차 단속, 자동 주차 위치 확인용 키오스크 그

* 이 논문은 2012년도 경일대학교 교내일반연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

접수일자 : 2013년 06월 05일

수정일자 : 2013년 10월 11일

심사완료일 : 2013년 10월 14일

교신저자 : 김진호, e-mail : ho@kiu.ac.kr

리고 고속도로 통행료 면탈방지 시스템 등 다양한 분야 [1-6]에 활용될 수 있다. 차량 번호판 인식 시스템은 세계의 모듈로 구성된다. 즉, 번호판 영역 검출, 번호판 문자 분할 그리고 번호판 문자 인식 모듈 등이다. 특히 번호판 인식 성능을 높이기 위해서는 차량 영상의 종류에 무관하게 번호판 영역을 정확하게 검출할 수 있어야 한다. 번호판 영역을 검출하기 위해서는 번호판 문자 획들이 잘 보존된 이진 영상으로 변환하는 과정을 거친 다음 특정 국가의 번호판 문자 배치 정보에 따라 후보 영역을 해석하는 과정을 거치게 된다. 말레이시아 차량 번호판은 다른 나라에 비해 상당히 독특한 구조로 되어 있다[1-3]. 즉, 문자열의 길이가 다양하고 영문 및 숫자들이 일열 또는 이열로 배치되어있으며 플라스틱으로 제작된 영문 및 숫자들이 엠보싱 형태로 부착되어있다. 따라서 도로 주행 감시를 위해 조명을 사용하지 않은 상태에서 촬영한 저 조도 차량 영상의 경우 번호판 후보 영역 검출을 위한 개별 문자 획 정보 추출이 매우 어려울 수 있다.

본 논문에서는 저 조도에서 촬영된 말레이시아 차량 영상을 대상으로 번호판을 검출하고 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 자연 조도에서 촬영한 영상으로부터 문자 획이 잘 보존된 이진 영상을 추출하기 위해 DoG 필터링 기반의 문자 획 생성 알고리즘을 설계하였다. 문자 획의 위치 및 크기를 표현하기 위해 연결 요소 추출 알고리즘을 사용하였다. 말레이시아 차량 번호판들의 문자 배치 규칙을 정의한 다음에 연결 요소들을 해석하여 번호판 후보 영역을 검출 하였다. 번호판 후보 영상에 대해서 문자 분할을 시도하고 신경망 문자 인식기를 사용하여 분할된 문자들을 인식하였다. 쿠알라룸푸르 도로상에서 조명이 부착되지 않은 IR 카메라를 사용하여 주야로 촬영한 6,046장의 차량 영상을 대상으로 제안한 알고리즘을 이용하여 번호판 인식 실험을 수행하고 그 성능을 분석하였다.

II. 말레이시아 차량 번호판 인식 시스템 개요

말레이시아 차량 번호판에는 플라스틱으로 제작된

일반 폰트 또는 이텔릭 폰트의 영문 및 숫자들이 일열 또는 이열 구조로 부착되어있다. 그리고 일반 차량의 번호판에는 검은색 바탕에 흰색 문자들이 기록되어 있고 영업용 차량의 경우 반대 색상으로 기록되어있다. 말레이시아 차량 번호판의 대부분은 두 개에서 네 개의 영문 대문자 접두사(prefix)와 한 개에서 세 개의 숫자 접미사(postfix)로 되어있으며 일부의 경우 지역이나 회사를 의미하는 전체 단어를 접두사로 하고 뒤에 숫자 접미사로 구성되어있다. 일반적인 형태와 특수한 형태의 말레이시아 번호판의 예를 [그림 1]에 도시하였다.

그림 1. 다양한 형태의 말레이시아 차량 번호판들의 예

말레이시아 번호판의 경우 [그림 1]과 같이 다양한 개수의 문자들이 다양한 레이아웃으로 정렬되어 있기 때문에 번호판 해석을 위해 대표적인 하나의 표준 형태를 정의하기 어렵다. 따라서 말레이시아 차량 번호판 검출을 위해서는 정교한 문자 배치 해석 알고리즘이 별도로 설계 구현되어야 한다.

그림 2. 말레이시아 차량 번호판 검출, 번호판 문자 분할 및 번호판 문자 인식과정의 흐름도

[그림 2]에 말레이시아 차량 번호판 인식을 위한 전체 과정을 도시하였다. 말레이시아 차량 번호판 인식 알고리즘은 전체 세 개의 모듈로 구성되어있다. 즉, “번호판 검출 모듈”, “번호판 문자 분할 모듈” 그리고 “번호판 문자 인식 모듈” 등이다. “번호판 검출 모듈”에서는 영문 및 숫자들의 위치 및 문자 연결 요소들의 최소 외접 사각형 정보를 기반으로 미리 정의한 번호판 문자 배치 규칙에 따른 해석을 수행하고 번호판 후보 영역을 추출한다. 문자들의 연결 요소 정보들은 DoG 필터링 결과를 바탕으로 한 경계선 누적 획 생성 알고리즘으로 추출한다. 연결 요소를 추출하기 위한 알고리즘을 구현할 때 DoG 필터를 사용함으로써 조명이 부족되지 않은 IR 카메라를 사용해서 촬영한 차량 영상에서도 비교적 정확한 문자 경계선을 추출할 수 있게 하였다. “번호판 문자 분할 모듈”에서는 번호판 후보 영역을 크로핑한 다음 번호판 크기를 정규화하고 영상 개선 처리를 하며 미리 정의한 문자 배치 규칙에 따라 문자 분할 작업을 수행한다. 문자 배치 규칙에 위배되는 번호판 후보 영상의 경우 번호판 인식 대상에서 제외시킨다. “번호판 문자 인식 모듈”에서는 역전과 신경망 문자 인식 알고리즘을 구현하여 번호판 후보 영역에서 분할된 영문 및 숫자들을 인식한다. 개별 문자들의 인식 결과 신뢰도가 낮을 경우 잡음이 번호판 영역으로 해석되고 문자로 분할된 것으로 간주하여 번호판 인식 대상 후보에서 제외시킨다. 이상의 말레이시아 차량 번호판 인식 과정들을 3절 및 4절에 자세하게 설명하였다.

III. 차량 번호판 후보 영역 검출

차량 번호판 인식 시스템에서는 번호판 영역 추출 알고리즘이 매우 중요한 역할을 하게 된다. 저 조도에서 촬영된 차량 영상을 일반적인 방법으로 이진화 할 경우 번호판에 기록된 문자 획 정보를 추출하기 어려운 경우가 발생할 수 있다. 도로 주행감시를 위해 특별한 조명 없이 저 조도환경에서 촬영된 차량 영상들에서도 비교적 정확하게 문자 획 정보를 추출할 수 있는 이진 영상으로 변환하기 위해 별도의 문자 획 생성 알고리즘을

구현하고 문자 배치 규칙의 해석에 따른 번호판 후보 영역 검출을 시도하였다. [그림 3]에 말레이시아 차량 영상을 획득한 다음 DoG 필터링을 수행하고 연결 요소들을 추출하여 이들을 해석하고 번호판 후보 영역을 검출하는 전체 과정을 보였다.

그림 3. 차량 영상에서 번호판 후보 영역을 검출하는 과정

3.1 DoG 필터링기반 문자 획 생성 알고리즘

특정 번호판의 종류에 무관하게 번호판에 기록된 문자 획 정보가 잘 보존된 이진 영상으로 변환하는데 사용되는 DoG 필터는 식 (1)과 같이 정의된다. 정의에 따라 DoG 필터는 스케일이 다른 두 가우시안 함수의 차로 구현할 수 있으며 추출할 경계선의 폭은 각 가우시안 필터의 스케일 σ_1 및 σ_2 로 조정할 수 있다.

$$\text{DoG}(x, y) = e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma_1^2}} - e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma_2^2}} \quad (1)$$

반복 실험 결과에 따라 $\sigma_1 = 1.6$ 및 $\sigma_2 = 1.0$ 으로 하였다. 명도 영상을 DoG 필터링한 결과에서 수평방향으로 주사하여 영 교차(zero crossing)점을 추출하면 문자 획의 수평 방향 좌우 경계선에서 부호가 다른 두 점을 추출할 수 있다. [그림 4]에 문자 색상에 따른 DoG 필터링 및 영 교차점들을 추출하는 개념을 도시하였다.

그림 4. 색상이 다른 문자 영상에 대해 DoG 필터링 및 영 교차점들을 추출하는 개념

영 교차점들의 추출 결과에서 흑색 배경에 흰색 문자가 기록된 경우 문자 획의 수평방향 좌측 경계선은 양에서 음으로 부호 변환이 일어나고 우측 경계선은 음에서 양으로 부호 변환이 발생기 때문에 이를 연결하면 수평방향 문자 획의 넓이를 추출할 수 있다. 수평 방향 문자 획들을 수직 방향으로 누적시키면 [그림 5]와 같이 문자 획 정보가 보존된 이진 영상이 완성된다.

그림 5. 차량 영상을 개선한 다음 DoG 필터링, 영 교차점 추출 그리고 이진 획 영상을 추출하는 과정

DoG 필터는 명도 영상에서 미세한 경계선 정보를 잘 추출할 수 있는 대표적인 경계선 추출 필터이지만 잡음에 민감한 단점이 있다. DoG 필터링에 따른 잡음의 영향을 줄이기 위해 $\sigma = 0.8$ 로 생성한 가우시안 필터를 사용하여 명도 영상을 평활화 하였다. 일반적으로 번호

판 영역을 검출할 때 많이 나타나는 접촉문자를 분할하기 위해서 DoG 필터링 결과를 해석하였다. 좌우 경계를 연결한 선을 누적시켜 문자 획을 생성할 때 [그림 6]과 같이 영문 및 숫자의 구조적인 특징인 가로 세로 비율 및 최대 최소 크기 정보 등을 고려하여 접촉된 문자들이 분리되도록 하였다.

그림 6. 번호판 영역 해석을 위해 접촉된 문자들을 분리하면서 이진 영상을 생성하고 분할한 예

3.2 연결요소 분석을 통한 번호판 후보 영역 검출

말레이시아 차량 번호판은 문자열의 길이와 배치 형태가 일정하지 않기 때문에 번호판의 표준 형태를 정의하고 그 기준에 따라 전역적인 번호판 후보 영역 검출하는 것 보다 개별 문자들의 연결 정보를 해석하여 번호판 규격을 만족하는지 여부를 판단하는 것이 보다 효율적일 수 있다.

문자들의 획 정보가 보존된 이진 영상에서 번호판에 기록된 문자들인지 여부를 판단하기 위해서 문자 블록을 구성하는 연결 요소들을 추출하고 번호판 해석을 시도하였다. [그림 7]은 문자들의 획 정보가 보존된 이진 영상에서 연결 요소들을 추출한 다음 이를 해석하여 번호판 후보 영역을 검출한 예를 보인 것이다.

그림 7. 이진 획 영상에서 연결 요소들을 추출하고 해석하는 방법으로 번호판 후보 영역을 검출한 예

[그림 7]에서 문자 획이 보존된 이진 영상에서 연결 요소들을 추출하는 과정에 영문 및 숫자 기준에 벗어나는 블록들을 제외시켰기 때문에 해석 대상 블록의 개수가 많이 줄어든 것을 확인 할 수 있다. 연결 요소들을 해석하여 번호판 후보 영역을 검출하는 개략적인 알고리즘은 다음과 같다.

- (1단계) 수평 경계점을 참조해서 수직 방향으로 문자 기준에 부합되는 블록들이 연속으로 배치되어 있는지 스캐닝하여 번호판에 기록된 문자열로 추정되는 블록들을 찾는다.
- (2단계) 이 행 번호판 검출을 위해 (1단계)에서 찾은 문자열의 상하 영역에 문자열의 존재 여부를 확인하기 위한 연결 요소 해석을 시도한다.
- (3단계) 번호판 문자열로 추정되는 영역의 블록들에 대해서 번호판 문자열 배치 규칙에 적합한지 해석하여 번호판 후보 영역을 확정한다.

이상의 단계로 검출한 번호판 후보 영역들에 대해 번호판 문자 분할 및 인식 과정에서 다시 실제 번호판인지 여부를 확인하게 되며, 이러한 과정을 통해 최종 번호판 인식 결과를 얻을 수 있다.

IV. 번호판 문자 분할 및 인식

번호판 문자 분할 단계에서 번호판 후보 영역을 대상으로 보다 정밀하게 번호판 레이아웃을 해석하여 개별 문자 영역을 분할한다. 말레이시아 차량 번호판 레이아웃 규칙에 부합되는 번호판 후보 영역이라도 실제로는 주변 블록들이 번호판 형태로 보이는 경우도 많이 발생할 수 있기 때문에 문자 분할 단계에서 번호판이 아닌 후보들이 상당 수 제거될 수 있다. 분할된 개별 문자 영상들에 대해서 역전과 신경망을 이용한 문자 인식을 시도한다. 문자 인식 단계에서도 개별 문자 인식 결과 신뢰도 값을 이용하여 번호판이 아닌 후보 영역들은 제거할 수 있다.

4.1 번호판 영상 정규화 및 문자 분할

차량 번호판 후보 영역을 크로핑해서 기하학적 왜곡에 대한 보정을 하고 크기를 정규화 한 다음 영상 개선 작업을 수행하고 번호판 영역을 정밀하게 해석해서 개별 문자 영역을 분할한다. 기하학적 왜곡에 대한 보정 및 크기 정규화는 임의의 형태로 입력되는 번호판 영상을 일정한 크기의 직사각형 형태로 변환하는 것이다. [그림 8]에 왜곡된 형태의 번호판 영역을 직사각형 형태로 변환할 때 두 도형에 대한 개별 화소의 매핑 원리를 도시하였다. 정규화 영상에서의 화소가 입력 영상의 어느 위치에 존재하는 가를 판단하기 위해서 정규화 영상에서의 해당 화소의 위치를 영상의 가로 및 세로 크기에 대한 비율 정보로 변환하고 상대적 길이의 비례관계를 이용하여 입력 영상에서 해당 화소를 찾는 과정을 수행하였다.

그림 8. 번호판 영상의 회전 보정 및 크기 정규화 원리

번호판 검출 단계에서 찾은 문자열의 좌측 시작 문자와 우측 끝 문자의 위치 및 크기 정보를 이용하여 [그림 8]에 보인 화소 매핑 원리에 따라 회전 보정 및 정규화한 예를 [그림 9]에 도시하였다.

그림 9. 번호판 검출 단계에서 찾은 문자열의 위치 및 크기 정보를 이용하여 번호판 영상의 기하학적인 왜곡을 보정하고 크기를 정규화한 예

별도의 조명 장치가 부착되지 않은 IR 카메라를 이용해서 촬영한 번호판 영상을 개선한 다음에 이진 영상을 추출하고 개별 문자 영역을 분할하여 문자의 크기를 정규화 하였다. [그림 10]에 번호판 영상을 개선하고 이진화 한 다음 개별 문자들을 분할한 예를 보였다.

그림 10. 추출된 번호판 영상을 개선하고 이진화한 다음 개별 문자들을 분할하여 크기를 정규화한 예

추출된 번호판 영상을 이진화하고 문자 블록을 추출하여 말레이시아 번호판 문자 배열 규칙에 따라 블록들을 해석하고 개별 문자들을 분할하였다.

그림 11. 말레이시아 번호판의 일반적인 문자 배열 형식

일반적인 말레이시아 번호판은 [그림 11]과 같이 1단 또는 2단 배열로서 영문자 2개에서 3개 그리고 숫자 1개에서 4개로 구성된다. 첫 번째 영문 S는 지역을 의미하는 접두 문자이고 A는 A에서 YY까지의 영문 알파벳 조합을 의미한다. 숫자 부분 N은 1에서 9999까지의 조합으로 구성된다. 지역에 따라서 숫자 조합 뒤에 영문 알파벳 한 자가 추가된다. 그리고 특별한 경우에는 영문자 부분의 배열 규칙을 따르지 않고 WAZA 또는 LIMO와 같이 회사 이름 약어 4자리 또는 Putrajaya와 같이 지역 이름의 전체 단어를 표시하는 경우도 있다. 비슷한 영문자와 숫자를 구분하기 위해서 영문자 I, O 및 Z를 제외하고 숫자 첫 문자에 0을 제외시켰다.

4.2 번호판 문자 인식

분할 한 번호판 문자들을 인식하기 위해서 역전과 신경망을 이용하여 [그림 12]와 같이 영문 전용 인식기,

숫자 전용 인식기 그리고 영문 및 숫자 혼용 인식기 등 세 종류의 문자 인식기를 구현하였다. 말레이시아 번호판은 전술한 문자 배치 규칙에 따라 WA1과 같이 3개의 문자에서 WYY 1234A와 같이 가장 긴 8개의 문자들로 구성될 수 있기 때문에 분할 결과 추출된 문자들의 위치 정보만으로는 각 문자가 영문인지 숫자인지를 판단하기 어려운 경우가 발생한다. 따라서 문자열의 개수에 따라 영문 숫자의 구분이 불명확한 경우에는 영문 및 숫자 혼용 인식기를 사용하여 문자 인식을 하였다.

그림 12. 번호판 문자 인식용 신경망 구조

번호판 후보 영역 추출 단계에서 잡음 블록들이 번호판 문자열로 추정되어 분할 된 경우에는 역전과 신경망의 개별 문자 인식 결과의 신뢰도 값을 이용하여 실제 번호판 영상인지 여부를 최종 판단하였다.

V. 시뮬레이션 및 결과 고찰

제안한 말레이시아 차량 번호판 인식 알고리즘을 구현한 다음 말레이시아 쿠알라룸푸르 도로 상에서 전용 조명 장치를 부착하지 않은 IR 카메라를 이용하여 주야로 촬영한 6,046대의 차량 영상 데이터베이스를 대상으로 [그림 13]과 같이 번호판 인식 시뮬레이션을 수행하고 그 결과를 분석하였다.

그림 13. 말레이시아 번호판 인식 시뮬레이션

차량 영상 데이터베이스는 흑색 배경 번호판 6,029개, 흰색 배경 번호판 17개였으며 일 단 배열 번호판 4,557개 이 단 배열 번호판 1,489개로 구성되었다. 제안한 알고리즘을 이용하여 번호판 검출, 번호판 문자 열 추출 그리고 번호판 문자 인식을 수행한 결과를 [표 1]에 도시하였다.

표 1. 말레이시아 차량 영상 데이터베이스의 번호판 검출, 문자열 추출 및 번호판 인식을 수행한 결과

	일 단 번호판	이 단 번호판	소 계
번호판 영상	4,557	1,489	6,046
번호판 검출	4,507(98.9%)	1,419(95.3%)	5,920(97.9%)
문자열 추출	4,442(97.5%)	1,378(92.5%)	5,820(96.3%)
번호판 인식	4,432(97.3%)	1,378(92.5%)	5,810(96.1%)

전체 6,046대의 차량 영상에서 97.9%의 차량에 대해 번호판을 정확하게 검출할 수 있었다. 전체 번호판 영상에서 문자열을 분할한 결과 96.3%의 차량에 대해 정확한 번호판 문자들을 추출할 수 있었다. 문자열 추출 실험에서는 번호판에 기록된 문자들을 하나도 빠짐없이 모두 추출한 경우에 번호판 문자 추출이 성공한 것으로 계산하였다. 전체 6,046대의 차량 영상들에 대해서 96.1%의 차량에 대한 번호판을 정확하게 인식할 수 있었다. 번호판 인식 실험에서도 추출된 문자들 중에서 하나라도 인식에 실패했을 경우 해당 번호판의 인식은 실패한 것으로 판단하였다. 번호판 검출 단계에서는 일 단 번호판 보다 이 단 번호판에서 에러가 많이 발생하였는데 이는 이 단 번호판에서 상하 문자들이 겹쳐져 있는 경향이 많이 나타나기 때문이었다. 문자열 추출 단계에서는 [그림 14]에서와 같이 훼손된 번호판, 인접한 문자들이 상하좌우로 겹쳐진 번호판 그리고 빛의 반사로 문자 영역을 구분할 수 없는 번호판 등에 대해서 에러가 많이 발생하였다.

그림 14. 정확한 문자열 추출이 어려운 말레이시아 차량 번호판 영상들의 예

역전과 신경망을 이용하여 구현한 번호판 문자 인식기는 문자열이 정확하게 추출된 5,820개의 번호판 중에 5,810개의 번호판에 기록된 문자들을 정확하게 인식할 수 있어서 99.8%의 번호판 문자 인식 성능을 보였다. 특히 이 단 번호판의 경우 문자열이 정확하게 추출된 1,378개의 번호판에 대해서 100%의 정확도로 문자들을 인식할 수 있었다. IR 카메라로 획득한 1,296x964 크기의 24비트 차량 영상에 대해서 번호판을 검출하고 인식하는데 평균 0.035초가 소요되었다.

최근에 발표된 말레이시아 번호판 인식 연구 결과에 따르면 Faqheri[1] 등은 수작업으로 검출한 번호판 영상에서 자동으로 문자영역을 분할하고 퍼지알고리즘을 이용하여 문자를 인식하였다. 실험결과 300개의 번호판 영상에 대해서 90.4%를 인식하였다. Rashid[2] 등은 번호판 색상 정보를 이용하여 번호판 영역을 검출하고 템플릿 매칭을 통한 문자인식을 시도하였다. 95대의 차량에 대해서 94.7%의 번호판을 검출하였고 검출된 번호판에 대해서 95.6%의 문자들을 인식하였다. Soon[3] 등은 아다부스트(Adaboost) 알고리즘을 이용하여 번호판을 검출하고 K-NN 분류기를 이용하여 문자를 인식하였다. 398대의 차량에 대해 95.2%의 번호판을 검출하였으며 검출된 번호판에 대해 95.6%의 문자 인식률을 보였다. 제안한 알고리즘의 경우 기존 연구 결과들에 비해 저조도의 대용량 차량 영상들을 대상으로 하였음에도 불구하고 번호판 검출률 및 문자 인식률이 비교적 높게 나타났음을 알 수 있다. 이는 본 논문에서 사용된 DoG 필터링기반 경계선 누적 확 생성 알고리즘이 번호판 영역 해석에 필요한 정보를 비교적 정확하게 추출할 수 있었고 문자 인식을 위한 분할 및 인식 알고리즘이 비교적 우수함을 보여주고 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 전용 조명장치를 부착하지 않은 IR 카메라를 이용하여 획득한 저조도의 말레이시아 차량 영상에서 번호판을 검출하고 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 비교적 어두운 조명에서 획득한 영상으로부터

영문 및 숫자들의 획 정보가 잘 보존된 이진 영상을 구하기 위해서 DoG 필터링 기반의 문자 획 생성 알고리즘을 제안하고 문자 블록 해석 기법을 이용하여 말레이시아 번호판 문자 배치 규칙 정보에 따라 번호판을 검출하였다.

실험결과 6,029대의 차량 영상에 대해서 5,810대의 차량 번호판을 인식할 수 있어서 96.1%의 인식률을 얻을 수 있었다. IR 카메라로 입력받는 1296x964 크기의 24비트 차량 영상에 대해 초당 20 프레임 이상 인식과정을 수행할 수 있기 때문에 실제 번호판 인식 시스템에서는 한 대의 차량에 대해서 여러 번 인식을 시도할 수 있어서 인식 성능이 더욱 증가될 것으로 예상된다. 향후 문자들이 접촉된 이단 번호판의 검출 성능을 개선하기 위해서 영문 및 숫자들의 구조적인 특징에 따라 좌우상하 문자 획 접촉 여부를 판단하고 분할하는 알고리즘 개발에 대한 연구가 계속 되어야 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] W. Faqheri and S. Mashohor, "A Real-Time Malaysian Automatic License Plate Recognition (M-ALPR) using Hybrid Fuzzy," International Journal of Computer Science and Network Security, Vol.9, No.2, pp.333-340, 2009.
- [2] M. Rashid, A. Musa, M. Rahman, N. Farahana, and A. Farhana, "Automatic Parking Management System and Parking Fee Collection Based on Number Plate Recognition," International Journal of Machine Learning and Computing, Vol.2, No.2, pp.93-98, 2012.
- [3] C. Soon, K. Lin, C. Jeng, and S. Suandi, "Malaysian Car Number Plate Detection and Recognition System," Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol.6, No.3, pp.49-59, 2012.
- [4] 문성원, 장언동, 송영준, "기울어진 차량 번호판 영역의 검출", 한국콘텐츠학회논문지, 제4권, 제3호, pp.125-130, 2004.

[5] 엄희정, 은성중, 황보택근, "휴대단말기 영상에서의 기하학적 정보를 이용한 차량 번호판 인식", 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제10호, pp.1-8, 2010.

[6] 김진호, 노덕수, "에지기반 세그먼트 영상 생성에 의한 차량 번호판 인식 시스템", 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제12호, pp.9-16, 2012.

저 자 소 개

김 진 호(Jin-Ho Kim)

정회원

- 1986년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1988년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학박사)

▪ 1992년 3월 ~ 현재 : 경일대학교 전자공학과 교수
<관심분야> : 패턴인식, 영상처리, 컴퓨터비전