

명암변화와 칼라정보를 이용한 차량 번호판 인식

김 병 기†

요 약

차량 번호판 인식 시스템의 개발에 있어서, 빛의 양 변화 및 번호판 인쇄 상태가 다양한 자연 환경에서의 높은 인식성능과 시스템 안정성 확보가 문제이다. 본 논문에서는 명암도 변화와 칼라정보를 단계별로 사용하여 이러한 문제를 해결하는 시스템을 제안한다. 다양한 번호판 상태와 종류의 차량영상에 대하여 안정적으로 동작하게 하기 위하여, 먼저 명암도 변화 횟수를 이용하여 다수의 번호판 후보 밴드(띠)를 찾는다. 상당히 어둡거나 밝게 입력된 영상에 대하여도 동일한 인식 성능을 얻기 위하여 후보밴드에 대하여 칼라정보를 이용한 밝기 조절을 수행하고, 정확한 번호판 경계를 추출하기 위하여 번호판 배경색에 근거한 이진화 및 윤곽선 추적을 수행한다. 각 번호판 후보 영역에 대하여 문자추출 및 문자인식을 병행하여 번호판 영역을 확정함으로써 번호판 추출 및 인식률을 높인다. 제안된 방법의 성능을 확인하기 위하여 다양한 환경에서 촬영된 200장의 영상에 대하여 인식 실험을 수행한 결과, 제안된 방법이 차량 번호판의 자동인식에 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

Recognition of Car License Plates using Intensity Variation and Color Information

Pyeong-kee Kim†

ABSTRACT

Most recognition methods of car licence plate have difficulties concerning plate recognition rates and system stability in that restricted car images are used and good image capture environment is required. To overcome these difficulties, I proposed a new recognition method of car licence plates, in which both intensity variation and color information are used. For a captured car image, multiple candidate plate-bands are extracted based on the number of intensity variation. To have an equal performance on abnormally dark and bright images, plate lightness is calculated and adjusted based on the brightness of plate background. Candidate plate regions are extracted using contour following on plate color pixels in each plate band. A candidate region is decided as a real plate region after extracting character regions and then recognizing them. I recognize characters using template matching since total number of possible characters is small and they are machine printed. To show the efficiency of the proposed method, I tested it on 200 car images and found that the method shows good performance.

1. 서 론

번호판 자동인식 시스템은 통행 요금의 자동징수, 교통 경향 분석에 의한 도로 이용효율의 증가, 범칙 차량의 추적, 통행시간의 측정, 그리고 주차관련 시설

의 자동화에 크게 기여할 수 있다[1]. 그러나 그 동안의 적지 않은 연구 결과에도 불구하고 여전히 상용 시스템으로까지 실용화되지 못하고 있는 것이 실정이다. 그러한 데에는 다음과 같은 원인을 들 수 있다[2].

첫째, 실시간 처리가 가능한 저가의 하드웨어 환경이 부족하였다. 번호판의 인식은 인식 알고리즘도 중요하지만 입력된 차량 영상의 화질이 우선적으로 충분치

† 정 회 원 : 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수
논문접수 : 1999년 9월 18일, 심사완료 : 1999년 11월 12일

우수하여야 높은 인식률을 얻을 수 있다. 그러나 1990년대 초반까지 높은 해상도와 입출력 인터페이스가 간편한 저가의 촬영장치를 쉽게 구할 수 없었고, 실시간 처리가 가능한 저가의 컴퓨터 환경이 조성되지 못하였다. 둘째, 최근의 몇몇 연구를 제외하고는 대부분의 연구들이 촬영상태가 양호하거나 제한된 영상에 대한 실험들이 주류를 이루었다. 그 결과로 번호판 추출 및 인식 방법들이 입력영상에 대하여 과도한 제약을 전제로 한 경우가 많아서 현실성이 다소 부족하였다. 보다 현실적인 시스템의 개발을 위해서는 적절한 영상획득장비를 확보하여 영상의 입력환경에 제약을 받지 않는 번호판 인식 방법이 필요하다. 최근에는 비교적 저가이면서도 고성능의 PC와 영상입력장치가 많이 개발되어 있어서 하드웨어적 문제는 해결될 수 있는 상황이다.

실용적인 번호판 인식 시스템 개발에 있어서 가장 큰 과제는 안정적으로 번호판 영역과 문자영역을 추출하는 것이다. 그러나 입력영상의 밝기 변화로 안정적인 영역 추출이 쉽지 않다. 입력된 영상의 밝기는 촬영장소와 촬영시간대에 따라 변화될 뿐만 아니라, 동일한 촬영환경이라 하더라도 대상 차량의 색상에 따른 카메라의 노출변화 등에 의하여도 다양한 밝기값을 갖게 된다.

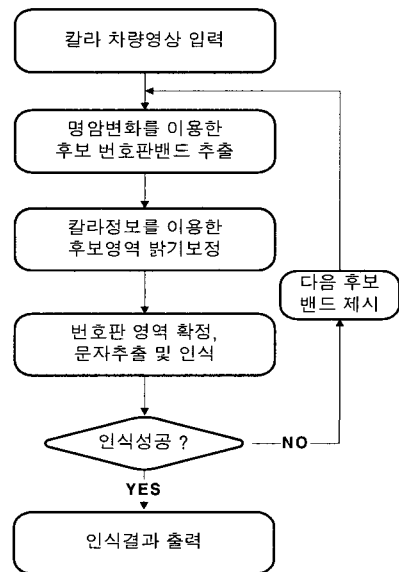
실용적인 차량번호판 인식 시스템은 다음과 같은 성질을 만족해야 한다. 첫째, 입력된 번호판의 위치, 크기, 어느 정도의 기울어짐에 관계없이 인식이 가능하여야 한다. 둘째, 빛의 양과 같은 촬영환경의 변화에 관계없이 안정적인 번호판 인식이 가능하여야 한다. 셋째, 낡은 번호판이나 오염에 의하여 다소 잡음이 첨가된 경우에도 인식이 가능하여야 한다. 넷째, 가급적 실시간 처리가 가능하도록 적절한 처리 성능을 가져야 한다.

본 논문에서는, 명암변화와 색상(Color)정보를 단계별로 이용하여 인식률과 안정성이 높은 번호판 인식 방법을 제안한다. 명암변화를 이용하여 번호판의 색상에 관계없이 실시간에 번호판 후보영역들을 찾고, 색상정보를 이용한 밝기 보정을 통하여 다양한 상태의 차량 영상에 대하여도 안정적으로 높은 번호판 인식률을 얻을 수 있다.

(그림 1)에 제안한 번호판 인식 방법의 흐름을 개략적으로 나타내었다. 먼저, 입력 영상 전체에서 가로방향으로 명암변화가 일정한 횟수 이상으로 나타나는 줄에 대하여 명암변화가 나타나는 연속된 줄의 높이가

일정 크기 이상인 경우를 번호판 후보 밴드로 둔다. 추출된 후보 밴드 내에 번호판 영역이 존재하는가를 확인하기 위해 세로 방향으로 번호판 색상 프로파일(Profile)을 구하여 번호판 후보영역을 판단한다.

번호판 영역이 존재하는 후보 밴드 색상의 평균값을 구하여, 기준보다 어두운 영상인 경우에는 R, G, B의 값을 일정한 비율로 증가시켜 밝게 보정하고, 밝은 영상인 경우에는 R, G, B의 값을 일정한 비율로 감소시켜 어둡게 보정한 후 번호판 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에서 문자영역별로 문자열 상단부와 하단부를 분리한 후 히스토그램 기법을 사용하여 문자영역을 추출한다. 추출된 각각의 문자영역은 그 크기와 가로/세로의 비율, 상대적 위치 등을 고려한 후 원형정합(Template Matching)방법으로 인식한다.



(그림 1) 제안하는 방법의 개관

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 번호판 인식과 관련된 기존 연구에 대해 고찰하고, 3장에서는 제안하는 번호판 인식방법을 처리 순서대로 살펴보며, 4장에서는 성능 실험과 결과를 분석한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 기존 연구의 고찰

번호판 인식에 관한 국내외 국외의 연구는 그 목적

과 응용분야는 비슷하지만, 연구방향은 다소 차이가 있다. 대부분의 국내 연구들은 번호판 추출에 보다 중점을 둔 반면 국외의 연구들은 번호판 내 문자인식에 보다 관심을 두는 경향이 있다. 이는 번호판을 구성하는 모양, 색깔, 문자 등의 제반 인식대상의 차이에서 온다고 볼 수 있다. 또한 국내 연구의 경우, 촬영대상을 차량의 전면부에 두는 반면 국외의 경우에는 후면부 영상을 선호한다. 국내 차량의 경우에는 차량 후면에 문자영역에서와 유사한 명암변화를 갖는 장식이 많은 반면, 국외의 경우에는 전면부 촬영에 따른 운전자의 거부감, 빛 양의 변화량, 트럭 전면부의 번호판외 문자의 존재, 일반적인 번호판의 정결상태 등의 이유로 후면부 영상을 선호한다. 따라서, 차량의 전·후면부의 구분 없이 인식할 수 있는 시스템이 보다 안정적이고 바람직한 시스템이라고 볼 수 있다.

국내의 번호판 인식관련 연구[1-10]의 대부분은 번호판 영역의 추출에 관한 것들인데, 이는 국내의 번호판 인식에 있어서 번호판 영역 추출이 문자인식보다 상대적으로 중요하기 때문이다. 본격적인 연구의 시작은 시스템공학연구소에 의한 차량자동인식 시스템의 개발을 들 수 있다[3]. 번호판 영역을 추출하는 방법으로는 Hough 변환에 의한 방법, 투영(Projection)에 의한 방법, 원형 정합(Template Matching)에 의한 방법, 영역 분할에 의한 방법, 명암도 변화를 이용한 방법, 그리고 색상정보를 이용한 방법 등이 있다.

Hough 변환에 의한 방법[3]은, 입력 영상에 대하여 이진화를 수행한 후, Hough 변환을 사용해서 수직 직선군과 수평 직선군을 추출한 다음, 번호판을 둘러싸는 2개의 수직선과 수평선을 탐색하는 방법을 사용한다. 프론트 범퍼, 윈도우, 번호판 등은 일반적으로 수평 에지 성분을 많이 포함하고 있지만, 수직 에지 성분은 번호판 성분 이외에는 거의 없다는 것을 이용, 번호판의 수직선을 먼저 추출한다. 이 방법은 수평, 수직 직선 선분을 정확히 추출하지 못하면 번호판 영역 추출이 불가능하다는 문제점을 가지고 있다.

투영에 의한 방법은, 차량 영상에서 에지를 구한 후, X축과 Y축 투영을 통해 번호판의 가로, 세로 테두리를 찾는다. 이 방법은 구현하기 간단하고 빠른 처리 시간 내에 번호판 영역을 찾을 수 있지만, 테두리가 선명하지 못하거나 번호판 영역이 기울어진 경우 번호판 영역 추출이 어렵다.

원형 정합에 의한 방법[4]는, 기준원형집합(Generic

Template Families)을 차량 영상에 적용시켜 번호판 영역을 찾는 방법으로, 기준원형이 증가함에 따라 처리 시간이 증가하게 되고 정의된 템플릿에 존재하는 원형과 유사한 것만 추출할 수 있는 단점이 있다.

영역 분할에 의한 방법[5]는 차량 영상을 작은 영역으로 분할한 후, 각 영역의 균일성을 조사하여 번호판의 후보영역을 찾고 그 후보영역에 대하여 Hough 변환을 차례로 수행하여 번호판 영역의 테두리를 찾는다. 이 방법의 경우, 번호판의 배경과 글자가 뚜렷하면 번호판을 잘 찾으나, 번호판의 테두리가 선명하지 못하거나 번호판에 먼지 등이 묻어 번호판의 배경과 글자가 뚜렷하지 않으면 번호판 영역 추출이 어렵다.

번호판 영역의 명암도 변화를 이용한 방법[6]은, 차량번호판 영역에서는 문자와 배경 사이의 밝기 변동폭이 크고 현저하며 변동 회수도 다른 영역보다 많다는 번호판의 특성을 이용한다. 영상을 수평방향으로 한 라인 읽어들이기 때 번호판의 숫자나 문자 부위에서 명암값이 음에서 양으로, 혹은 양에서 음으로 연속적인 명암변화벡터를 가지는 것을 이용하여 명암변화가 대칭적으로 일어나는 곳에 번호판 영역이 있음을 추정하고, 추정된 위치를 중심으로 대상영역을 확장하여 실제 번호판의 위치를 찾아내는 방법이다. 이 방법은 구현이 간단하고 번호판의 테두리가 선명하지 않거나 잡음이 다소 첨가된 경우에도 추출이 가능하다는 장점이 있다.

색상정보를 이용한 방법[1, 2]에서는 명암영상이 갖지 않는 추가적인 색상 정보를 활용하는 방법으로서 일반적으로 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째, 번호판 배경색과 그에 대응하는 문자 색상에 관한 사전 지식을 이용한 번호판 추출이 가능하다. 둘째, 차체 색상과 번호판의 명암 밝기정도가 유사한 경우에도 색상정보를 이용한 색상 구분으로 번호판 추출이 상대적으로 용이할 수 있다. 셋째, 명암정보만 사용하는 경우보다 처리시간이 더 길어질 수 있다. [2]의 연구에서는 색상 정보를 이용하여 입력영상으로부터 번호판 영역의 추출과 정 없이 직접 문자를 추출하였다.

국외의 연구들에서는[11-20], 전술한 바와 같이 번호판 영역의 추출보다 문자의 추출과 인식에 보다 치중하는 경향이 있고, 무인 튜게이트나 교통행태(Traffic Habits)분석을 주된 응용분야로 선정하고 있다[11]. 인식기법으로는 백터양자화[12], 컴퓨터 비전[13], 신경망과 퍼지이론의 결합[14]과 같은 방법들을 활용하고 있다.

지금까지 번호판 영역 추출 및 인식을 위하여 많은

연구가 진행되어 왔지만, 다음과 같은 공통적인 문제점을 갖는다. 첫째, 기존 연구들에서는 콘트라스트가 낮은 영상, 혹은 번호판의 주위가 복잡한 영상의 경우 번호판 영역을 찾을 수 없다. 둘째, 대부분의 연구들에서 제한된 촬영환경에서 얻어진 영상을 대상으로 실험하였다. 즉, 명암변화가 비교적 적은 차량의 정면에서 얻은 영상을 사용하였다. 셋째, 번호판 후보영역을 한 가지만 추출함으로써 후보영역에서 번호판 추출에 실패했을 때 시스템의 안정성이 저하된다.

3. 명암변화와 칼라정보를 이용한 번호판의 자동 인식

3.1 번호판의 구성 및 특징

차량 번호판은 크기별, 차종별, 용도별로 구분된다. 크기별로는 소형, 보통, 대형으로 구분되고, 차종별로는 승용차, 승합차, 화물차 및 특수차로 분류된다. 그리고, 용도별 분류로는 사업용, 비사업용 및 외교관용으로 구분된다[4].

번호판의 색상은 차량의 용도에 따라 배경, 문자 및 테두리의 색상이 결정된다. 기존 연구들에서 번호판의 구성요소 및 번호판 색상의 종류를 이용하여 번호판 영역에 대하여 다음과 같은 특징들을 추출하여 사용하여 왔다[7]. 첫째, 번호판 영역의 가로 세로 비는 약 2:1이다. 둘째, 번호판 영역의 배경영역과 문자영역의 비는 약 7:3이다. 셋째, 깨끗한 번호판 영역의 문자영역과 배경영역의 색상은 뚜렷하게 구별된다. 넷째, 번호판 영역은 일정한 문자 폭과 명암도 변화를 가지고 있다. 다섯째, 번호판 영역의 문자와 문자 사이의 밀집도는 다른 영역보다 높다. 여섯째, 번호판 영역의 각 문자는 상대적인 위치 정보를 갖고 있다.

그러나, 이러한 특징들은 콘트라스트가 낮은 경우, 정면에서 촬영되지 않은 경우, 잡음이 포함된 경우에는 적용되기 어려울 뿐만 아니라 문자에 대해서도 2가지의 폰트 및 위치정보를 갖는다는 점에서 문자추출시 고려되어야 한다.

3.2 명암변화에 의한 번호판 후보밴드의 추출

번호판 영역의 안정적인 추출은 실제적인 번호판 인식 시스템 개발에 있어서 중요한 단계이지만, 입력 영상의 밝기 변화 및 각종 장식과 문자들로 인하여 안정적인 영역추출이 쉽지 않다. 입력된 영상의 밝기는 촬

영장소와 촬영시간대에 따라 변화될 뿐만 아니라, 동일한 환경이라도 대상 차량의 차체 색상에 따른 카메라의 노출 변화 등에 의해서도 다양한 밝기값을 갖게 된다.

기존의 방법들은 차량 번호판이 영상의 아래쪽에 있다는 것을 전제로 하고 번호판 영역을 추출하므로 영상에서 번호판의 위치가 일정하지 않은 경우에는 추출이 어렵다.

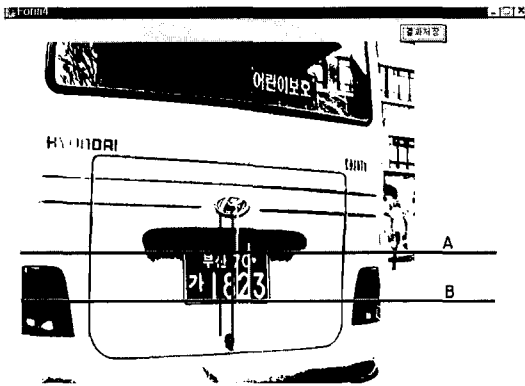
본 논문에서는 영상 전체에서 가로방향으로 명암변화가 일정한 횟수 이상으로 나타나고, 명암변화가 나타나는 줄의 높이가 일정 크기 이상인 모든 경우를 번호판 후보 밴드로 두고 각 밴드에서 번호판 추출 및 문자추출/인식의 수행을 통하여 번호판 영역인지를 판단하므로 번호판의 위치가 일정하지 않아도 번호판 영역을 추출할 수 있다. 기존 연구들에서는 차량 영상에서 도로 바닥과 차량의 그릴 등이 번호판 영역으로 추출되는 것을 막기 위해 명암변화 횟수에 대한 하한 및 상한 경계값을 주어 번호판 영역을 추출한다. 그러나, 번호판 영역의 주위에 문자나 장식 등으로 인한 명암변화가 많을 경우 명암변화의 상한값을 초과하여 실제 번호판 영역이 대상에서 제외될 수 있다.

명암변화 횟수를 구하기 위해서는 입력영상을 이진화 하여야 한다. 먼저, 밝기 기준값을 90으로 설정하고, 전체 차량 영상을 가로 방향으로, 위에서 아래로 이동하면서 임계값보다 크면 흰 점, 세 점의 평균밝기값이 임계값보다 작으면 검은 점으로 판단하여 차량 영상을 흑백의 이진화 영상으로 변환한다.

이진값으로 변환한 전체영상을 대상으로 아래에서 위로, 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하면서 흰색에서 검은색으로 명암변화가 일어나고, 명암변화가 일정한 횟수 이상으로 발생하는 줄을 찾는다. 번호판 영역이 아닌 도로바닥과 같은 영역에서 잡음에 의해 명암변화가 발생하는 경우에는 그 간격값이 대체로 작으므로 간격값의 제한을 두어 번호판 바닥에서 발생하는 잡음을 무시한다. 실제 번호판에서 밝은 곳에서 어두운 곳으로 변화가 나타나는 점의 간격이 약 10점(pixel) 정도가 된다. 따라서, 밝기 변화횟수가 7이상이면 번호판의 문자영역에서의 밝기변화로 판정하고, 밝기 변화율 조건을 만족하는 행이 연속적으로 나타나는가를 조사하여 조건을 만족하는 행의 세로줄이 일정 높이 이상이면 후보 밴드로 둔다. 하나의 번호판 후보밴드가 추출되면 계속해서 가능한 모든 후보밴드를 추출하지 않고

번호판 후보 영역 추출, 밝기보정 및 문자 인식 단계를 병행함으로써 번호판 영역이 아닌 후보밴드의 불필요한 추출에 따른 시간낭비를 방지한다.

(그림 2)는 입력 영상에서 임계값을 이용하여 밴드를 추출하는 예를 나타내고, A와 B는 각각 찾은 밴드의 상한과 하한선을 나타낸다.



(그림 2) 차량영상에서 임계값을 이용한 밴드 추출

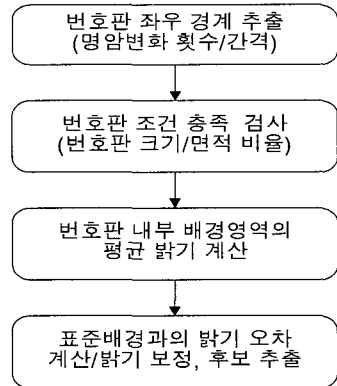
3.3 입력 영상의 밝기 보정 및 번호판 후보영역 추출

기존의 연구에서는 차량의 입력 영상으로 명암(Gray) 영상을 주로 사용하였지만, 본 논문에서는 인간의 시각이 사용하는 물체를 구분할 수 있는 큰 특징 요소 중의 하나가 색상이고, 색상 영상이 그레이 영상보다 많은 정보를 갖고 있으므로 색상 영상을 입력으로 사용한다.

컴퓨터에 의한 색상 영상처리를 위해서는 RGB 모델 이외에도 HSI 모델 등의 다른 칼라모델이 있지만, RGB 모델이 사용하기 쉽고 별도의 파라미터 변환에 따른 시간소요가 없으므로 RGB 모델을 사용한다[21]. RGB 모델에는 별도의 밝기 정보 표시를 위한 인자(Parameter)가 없기 때문에 본 논문에서는 별도의 밝기 보정 단계를 적용한다. 칼라 픽셀의 밝기값으로는 R, G, B 값들의 평균을 사용하고, 임의의 픽셀은 0에서 255 사이의 밝기값을 갖는다.

(그림 3)에 제안한 방법의 후보영역 추출 및 밝기 보정 단계를 나타내었다.

밝기를 보정하기 위해서 먼저 번호판 후보밴드에서 번호판 좌우 경계를 찾는다. 명암변화가 일정한 거리



(그림 3) 밝기 보정 및 후보 영역추출

이내에서 주어진 횟수보다 많이 발생하는 부분의 좌·우 경계값을 구하고, 이 구간의 길이와 밴드의 높이가 번호판 비율조건을 만족하면 번호판의 좌·우 경계로 인정한다. 추출된 번호판 후보영역에 대하여 가능한 번호판 배경색과 문자색을 차례로 가정하여 배경색과 문자색의 면적 구성비율을 만족하는 경우에 번호판 배경색과 문자색 및 후보영역을 추출한다. 이렇게 추출된 번호판 후보영역의 밝기를 조정하기 위하여 번호판 배경색의 평균밝기를 구한다. 배경색 평균밝기는 번호판 내부영역을 먼저 찾고 내부영역의 배경색 평균밝기를 찾음으로써 구한다. 내부영역은, 번호판 배경색을 갖는 일정 높이 이상의 세로 프로파일이 문자색 프로파일을 사이에 두고 적당한 간격으로 연속적으로 3개 이상 나타나면 번호판 내부영역이라 판정한다. 이 평균밝기와 미리 정해둔 기준 배경색 밝기와의 차이만큼 밝기를 보정 한다. 본 논문에서는 기준 배경색 밝기값으로 경험적으로 구한 90을 사용하였다. 밝게 보정 하는 경우에는 차이만큼 각 픽셀의 RGB값을 증가시키고, 반대로 어둡게 보정 하는 경우에는 감소시킨다.

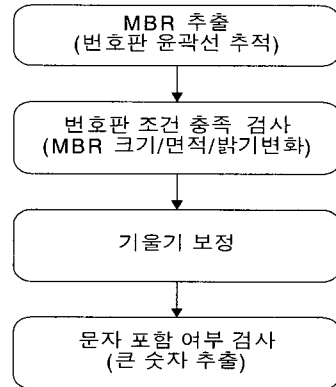
동일한 번호판인 경우에도 차체의 색상에 따른 카메라의 노출변화와 촬영환경의 차이 때문에 입력된 번호판의 밝기는 매우 다양할 수 있다. 따라서, 입력영상 전체를 대상으로 한 밝기 조정은 실제 인식의 대상이 되는 번호판의 밝기조정에 도움이 안 되는 경우가 많다. 본 논문에서는 번호판 후보영역내의 번호판 배경색만을 기준으로 밝기조정을 수행하므로 차체의 색깔이나 번호판 색깔에 무관하게 안정적으로 밝기조정을 수행한다.

3.4 번호판 영역 추출

직전 단계에서 추출된 번호판 후보 영역을 대상으로 아래에서 위로, 왼쪽에서 오른쪽으로 진행하면서 번호판 배경색 화소를 대상으로 윤곽선을 추적한다. 처음 출발한 녹색점으로 되돌아오면 추적한 궤적에 대해 외곽위치를 기억하여 최소근접사각형인 MBR(Minimum Boundary Rectangle)을 구하고, MBR이 번호판 성질을 만족하는지를 조사하여 번호판 성질을 만족하면 문자추출단계로 진행한다. 이 때, 번호판 영역의 기울기를 조사하여 기울기 보정을 수행한다. 기울기 보정은 번호판이 기울어지게 입력된 경우에 대하여 다음 단계에서의 정확한 문자추출 및 문자인식 과정을 위하여 필요하다. MBR 무게중심을 기준으로 좌·우 두 부분으로 나눈 뒤, 각각의 위쪽 및 아래쪽 경계부분의 세로상 위치 차이를 이용하여 기울어진 방향과 정도를 측정하여 기울기 보정을 수행한다.

선택된 MBR이 번호판 영역임을 검증하기 위해 먼저 가로길이, 세로길이, 세로/가로 비율 조건을 검사한다. MBR의 넓이가 입력영상 넓이의 20~45%내에 존재하고 MBR의 높이가 입력영상 높이의 18~30%내에 속하며, 가로길이/세로길이 비율이 2.0~3.5사이에 있으면 번호판 후보영역으로 판단한다. 이 단계에서는 명암도 변화 횟수를 구하기 위한 이전단계에서의 이진화와는 달리, 번호판 밝기를 기준으로 하여 이진화를 수행한다. 예를 들어 녹색번호판의 경우, 각 점의 밝기값이 번호판 밴드 내 녹색 평균 밝기값보다 10 이상 크면 문자색(흰색)으로, 그렇지 않으면 배경색(녹색)으로 간주하여 이진화 한다.

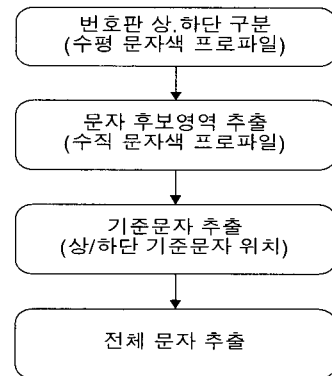
이진화 한 후, MBR 영역을 위에서 아래로, 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하면서 녹색에서 흰색으로 밝기 변화가 일어나고 밝기 변화가 6회 이상 일어나면 번호판 후보영역으로 인정한다. 추출된 번호판 후보영역에 대하여, 번호판 영역임을 확정하기 위하여 다음절에 나타나 있는 문자추출 및 문자인식 기법을 이용하여 큰 숫자 4개를 추출 및 인식하고, 큰 숫자 4개가 인식되지 않는 경우에는 후보 번호판 영역을 기각한다. 만약, 문자추출이 안되거나 문자인식이 실패한 경우에는 현재의 후보밴드는 기각하고 다음 밴드를 찾는 루틴을 수행한다. 추출된 모든 밴드에 대하여 문자추출 및 인식이 실패한 경우에 번호판 미인식으로 처리한다. (그림 4)에 제안한 번호판 영역 추출 방법의 절차를 개괄적으로 보였다.



(그림 4) 번호판 영역 추출

3.5 문자 영역 추출

앞 단계에서 추출된 번호판 후보영역에 대하여 번호판 영역 추출과 문자 영역 추출을 병행한다. (그림 5)에 문자영역 추출과정을 개략적으로 나타내었다.

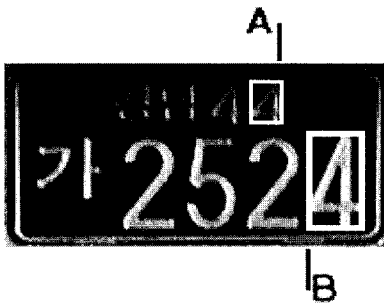


(그림 5) 문자 영역 추출

이진화 된 번호판 영역에 대하여 가로방향으로 문자색에 대한 수평 히스토그램을 추출한다. 문자색에 대한 수평 히스토그램을 구하면 번호판 영역은 두 부분, 즉 지역명과 작은 숫자를 갖는 상단 영역과 허가 종류를 나타내는 한글과 큰 숫자 4개로 구성된 하단 영역으로 분리된다. 다음으로, 상단 및 하단 각 영역에서 문자색 수직 히스토그램을 추출하여 수직 히스토그램이 번호판 아래 영역 높이의 15%이상 크기이면 문자 후보영역으로 인정한다. 문자영역을 추출하기 위해 배경색과 문자색으로 이진화된 값을 사용하므로 위와 같은 간단한 조건만으로도 충분히 문자영역을 추출할 수

있다.

상단 영역과 하단 영역에서 개별 문자를 추출하기 위해서는 기준문자의 선정이 중요하다. (그림 6)의 예에서 알 수 있듯이, 번호판 상단 영역에서 오른쪽 마지막 숫자("4")의 오른쪽 칼럼 위치("A")는 번호판 하단 영역의 가장 오른쪽 숫자("4")의 왼쪽 칼럼 위치("B")보다 항상 왼쪽에 있다. 따라서 본 논문에서는 상단 영역에 존재하는 가장 오른쪽 숫자의 오른쪽 칼럼값("A")을 상단 기준점으로 삼는다. 상단 기준점의 우측에서 발견되는 하단의 큰 문자는 네 개의 숫자 중 가장 오른쪽 숫자이므로 이를 하단 기준점으로 하여 왼쪽방향으로 진행하면서 큰 숫자영역 4개와 한글문자 한 개를 추출한다. '가'자에서와 같이 한글 구분 문자가 분리 문자인 경우에는 분리된 문자를 합친다. 번호판 상단 영역의 작은 문자를 추출하는 경우도 하단 영역의 한글 문자를 추출하는 방법을 이용한다.



(그림 6) 문자추출을 위한 기준위치 설정

3.6 문자인식

번호판에서 인식해야 할 정보는 상단의 지역코드 및 작은 숫자, 그리고 하단의 한글문자 및 일련번호의 4가지로 구분된다. 지역코드는 2개의 한글문자로 구성되며, 일련번호는 4개의 큰 숫자로 구성된다. 번호판은 대략 2:1의 가로대 세로 비율을 가지며 4개의 숫자들은 각각 정해진 위치에 인쇄된다[7]. 인식하고자 하는 문자 영상이 잡음이나 왜곡이 없이 깨끗하게 인식기로 입력된다면 인식 과정은 간단하게 수행되어질 것이다. 그러나, 실제로 입력되는 문자데이터는 인식에 바로 적용하기에는 어려울 정도로 왜곡이나 변형이 심한 경우가 많다. 대표적으로, 번호판 영상과 카메라가 이루는 각도의 차이에 의하여 문자 자체가 정규화된 모양을 유지하지 못하거나 먼지 부착이나 번호판 사용기간에

따른 노후화에 의하여 문자나 배경영역에 잡음이 첨가되는 경우가 많다.

본 논문에서는 번호판 영역만을 기준으로 한 밝기 보정, 번호판 밝기를 기준으로 한 번호판 영역 이진화, 그리고 윤곽선 추적을 통한 번호판 기울기 보정을 수행하므로 그러한 잡음들이 대부분 보정 될 수 있다. 따라서, 문자 인식 방법으로는 알고리즘이 간단하고 인식 시간을 단축할 수 있는 원형정합방법을 사용한다. 번호판 영상에서 추출되어진 문자영역을 인식하기 위해 각 문자별로 원형 문자를 마련한다. 인식 대상이 되는 문자를 살펴보면 다음과 같다. 번호판의 상단 영역에서는 7개의 시와 9개의 도에 해당하는 32개의 지역글자와 작은 숫자 10개가 있고, 하단 영역에서의 한글문자는 자음(ㄱ~ㅎ), 모음(아, 어, 오, 우, 으, 이)의 결합으로 총 84개의 문자가 가능하며, 숫자영역들(작은 숫자와 큰 숫자 구역)은 0~9까지 총 10종류의 숫자로 구성되어 있다.

추출되어진 문자영상을 원형과 비교하기 위하여 임의의 크기로 추출되는 입력영상을 원형 영상 크기로 정규화 한다. 인식하고자 하는 입력 문자의 영상을 저장된 각각의 문자 영상과 대응되는 화소 단위로 비교할 경우, 문자 추출시의 문자 이동이나 부분적 잘림 등에 의한 왜곡을 보정 할 수 없다.

①	②	③	1	1	0	1	0	1
⑧	⑩	④	1	0	1	1	0	1
⑦	⑥	⑤	0	1	1	0	1	0

(a) 위치 (b) 원형(T) (c)입력(P)

$$|\sum_{i=0}^8 P_i - T_i| = |6 - 5| = 1$$

where,

P_i : 입력 영상의 각 문자색 화소의 값

T_i : 원형 영상의 각 문자색 화소의 값

(d) 정합 결과

(그림 7) 문자인식을 위한 한 점 원형 정합의 예

따라서 본 논문에서는 (그림 7)에 나타낸 바와 같이, 한 점의 값을 비교할 때 주위 8 방향의 이웃 화소값을 고려하여 주변영역 화소값의 합계를 패턴특징(Feature)으로 삼아 잡음이나 왜곡을 보정 한다. 즉, 비교하고자 하는 화소(⑩)와 주위 8 이웃화소의 값을 더한 합계의

차를 누적하여 문자간 거리값으로 사용한다.

4. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안한 번호판 인식방법의 성능을 평가하기 위하여 다양한 상태의 번호판 영상을 대상으로 인식 실험을 수행하였다. 차량영상의 입력을 위하여 캠코더와 디지털 카메라로 차량 영상을 촬영하여 영상을 획득하였고, 입력 영상의 해상도는 640×480 화소의 크기와 256칼라 색상을 갖도록 하고 펜티엄II PC에서 C++언어로 구현하였다.

기존의 번호판 인식방법과 본 논문에서 제안한 방법의 성능 비교를 위하여 개인용 차량으로 제한하여 녹색 번호판 200장을 대상으로 번호판 영역 추출 실험을 수행하였다. 실험대상 영상 중, 120장은 차량 전면에서 촬영한 것이고 나머지 80장은 후면영상이다. 이는 제안된 방법이 차량의 전면 영상뿐만 아니라 문자나 장식의 상대적으로 많은 후면영상에 대한 성능을 확인하기 위함이다.

(그림 8)은 제안된 방법을 구현한 시스템의 실행화면 예이다. (a)와 (c)는 각각 차량의 전면 및 후면 입력영상을 나타내고 (b)와 (d)는 각 입력영상에 대한 인식결과를 나타낸다. (b)의 인식결과 화면에서, 추출된 번호판 영역에는 번호판 테두리까지 포함되었지만 문자추출의 기준점을 이용한 문자추출방식의 적용으로 성공적으로 문자영역이 추출되었음을 확인할 수 있다. (c) 입력차량의 경우, 차체와 조명(태양) 방향에 의하여 번호판 영역의 상단부가 상당히 어둡게 입력되었지만 (d)에서와 같이 밝기보정 루틴에 의하여 제대로 문자가 추출되었음을 볼 수 있다.

<표 1>에 밝기의 보정 없이 색상 정보만 이용하여 인식한 경우, 명암도 변화만 이용한 경우, 본 논문에서 제안한 방법별로 번호판 추출률을 나타내었다.

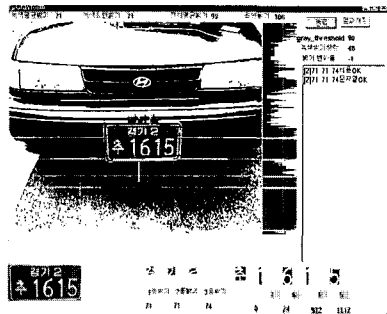
<표 1>의 결과에서, 색상 정보만 이용한 방법은 색

<표 1> 인식방법별 번호판 영역 추출 성능 비교

구분 \ 인식방법	대상 영상	정추출 영상수	정추출률(%)
① 색상정보만 이용한 방법	200장	159장	79.5
② 명암변화만 이용한 방법	200장	104장	52.0
③ 제안한방법	200장	192장	96.0



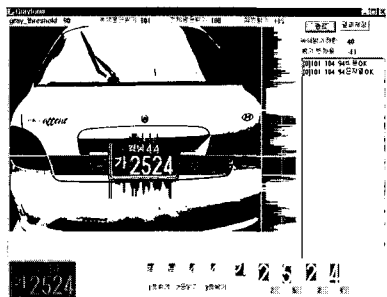
(a) 입력 영상 (경기2추1615)



(b) 인식결과



(c) 입력 영상 (경남44가2524)

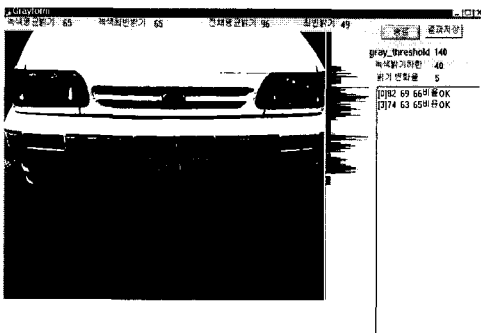


(d) 인식결과

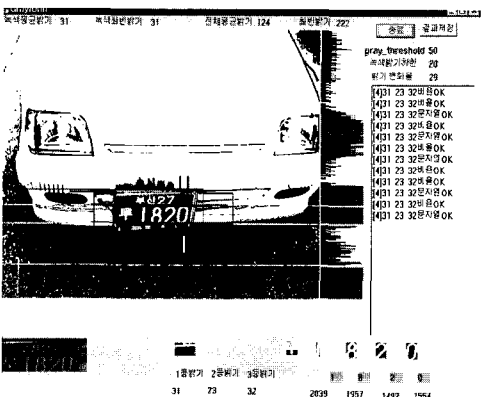
(그림 8) 인식시스템의 실행화면 예

상보정을 수행하지 않기 때문에 번호판 색상이 명확히 추출되기 어려운 어둡거나 밝게 입력된 영상에 대하여 번호판 추출 성능이 좋지 못하였다. 명암도 변화를 이용한 방법은 명암도 변화가 많은 차량의 후면 영상이나 번호판 외부에 장식과 문자가 많은 경우에 추출 성능이 저하되었다. 본 논문에서 제안하는 방법은 영상의 밝기를 보정하는 단계를 수행하기 때문에 밝기정보가 다소 불량한 경우나 차량의 후면 영상의 경우에도 번호판 영역을 보다 정확하게 추출할 수 있었다. 번호판 추출률이 <표 1>의 결과와 같이 된 것은 실험에 사용된 영상들이 자연환경에서 제약 없이 촬영된 것이기 때문이다.

제안된 방법으로 번호판 인식 실험을 수행한 결과 (그림 9)의 예와 같이 번호판 추출이 실패하는 경우가 있었다.



(a) 밝기보정의 실패



(b) 상단부 문자추출의 실패

(그림 9) 번호판추출이 실패한 경우의 예

(그림 9(a))는 번호판 주위가 매우 어둡게 촬영되어, 밝기 보정을 하였으나 번호판 후보밴드를 찾지 못하여 번호판 영역 추출을 실패한 경우이다. 이는, 입력영상의 밝기가 과도하게 불량한 경우에는 밝기조정을 수행하더라도 이미 입력영상 내에 번호판 내부와 외부간의 색상 차이가 상실된 상태가 되므로 복구가 매우 어렵기 때문이다. (b)의 경우에는 입력된 번호판 영역이 다소 작은 관계로 상단영역의 문자가 번호판 위쪽 테두리와 접촉하게 되어 상단부 문자가 제대로 추출되지 못한 경우이다.

번호판 영역 추출의 경우, 번호판 내에 존재하는 최대 9개의 모든 문자가 추출된 번호판 영역 속에 포함된 경우에 영역 추출이 성공한 것으로 간주했다. 문자 영역의 경우, 실험에 사용한 입력영상 중에서 지역명이 포함된 윗부분 문자 중에는 사람의 육안으로도 판단하기 어려울 정도로 촬영상태가 불량한 경우도 다수 있었다. 정상적인 영상의 경우, 번호판 아랫부분의 큰 숫자 4개의 위치가 정확하게 추출된 경우에는 나머지 문자 영역의 추출이 비교적 쉬우므로, 번호판 내 아랫부분의 큰 숫자 4개만을 문자영역추출 및 인식의 대상으로 하였다.

<표 2> 번호판 및 문자영역 추출 및 인식 실험결과

단계	구분	성공차량수/실험차량수	성공률(%)
번호판영역 추출	번호판영역 추출	192/200(대)	96.0
	문자영역 추출	185/200(대)	92.5
문자 인식	문자 인식	735/800(문자)	90.8

<표 2>에 나타난 바와 같이, 밝기 보정 후의 번호판 영역 추출 성공률은 96.0%, 문자영역 추출은 92.5%, 문자인식 단계에서는 90.8%의 성공률을 보였다. 실험 결과, 본 논문에서 제안한 명암도 변화와 색상 정보를 이용한 번호판 추출 및 인식방법이 기존의 명암도 변화만 이용한 방법이나 색상 정보만 이용한 방법보다 성능이 우수함을 확인하였다.

5. 결 론

번호판 자동인식에 관한 기존의 연구들은 차량 전면 영상에 국한된 인식, 카메라의 노출, 번호판 상태, 촬영

환경 변화가 심한 경우에 인식률과 인식 성능의 안정성이 큰 문제점이었다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 색상 정보와 명암변화를 이용하여 번호판 영역을 추출하고 문자를 인식하는 안정적인 번호판 인식방법을 제안하였다.

입력 영상으로부터 가로 방향으로 명암변화를 추출하여 다수의 번호판 상하 후보영역(밴드)을 찾는다. 각 밴드로부터 번호판 색상과 색상의 평균값을 추출하여 전체 영상에 대한 밝기 보정을 수행한다. 밝기 보정된 영상에 대하여 밴드 내에서 번호판 배경 색상에 대한 윤곽선 추적을 수행한 후 명암변화와 가로/세로 비율 등의 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 각 후보영역에 대하여 가로 및 세로 방향으로 문자색 히스토그램을 구하여 문자를 추출하고, 각 추출된 문자에 대하여 원형 정합법으로 문자를 인식한다. 개인용 차량 영상 200장에 대하여 인식 실험을 수행한 결과, 본 논문에서 제안한 방법이 매우 효율적이었음을 확인할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 방법은 다음과 같은 점에서 의미를 갖는다. 첫째, 명암변화와 색상 정보 모두를 이용하여 밝기 보정을 수행한 후 번호판을 추출하므로, 어둡거나 밝게 입력된 영상이나 차량의 후면부 영상에 대해서도 좋은 인식 성능을 보인다. 둘째, 다수의 번호판 후보영역을 제시하고, 각각에 대하여 문자추출 및 인식을 통하여 번호판 영역을 확정하므로 번호판 추출률이 높다. 셋째, 명암변화 횟수의 추출에서 명암변화 횟수의 상한선을 두지 않고 다수 후보를 생성하므로 번호판 추출률 및 시스템 안정성이 높다.

향후 연구 과제로는 제안한 방법의 처리 시간을 개선하는 것과 제안한 방법을 고속도로 톨게이트와 같은 실제 환경에서 구현하여 시스템을 보완하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] E. R. Lee, *et al.*, "Automatic Recognition of a car licence plate using color image processing," Proc. IEEE Int. Conf. on Image Processing '94, Vol.2, pp.301-305, 1994.
- [2] 김병기, "칼라정보를 이용한 차량번호판 자동추출", '99 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집, 한국정보처리학회, 제6권 제1호, pp.1351-1354, 1999.
- [3] 신동필, "차량 자동인식 시스템의 개발에 관한 연구", 시스템공학연구소, 1991.
- [4] 조보호, "명암도 변화와 문자영역 추출을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템", 창원대학교 석사학위논문, 1997.
- [5] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량번호판의 포착", 한국정보과학회논문지, 제21권 제6호, pp.1149-1159, 1996.
- [6] 김숙, 조형기, "명암벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘", 정보과학회논문지(B), 제25권 제4호, pp.676-684, 1998.
- [7] 이진배, "조명과 기울기에 강한 차량번호판 인식에 관한 연구", 숭실대학교 석사학위논문, 1995.
- [8] 이영경, "자동차 번호판 인식을 위한 인식부 알고리즘에 관한 연구", 홍익대학교 석사학위논문, 1995.
- [9] 이현석, "차량 번호판 인식 알고리즘 개발에 관한 연구", 한국외국어대학교 석사학위논문, 1997.
- [10] 이승우, "여러 각도에서 얻어진 자동차 영상으로부터의 자동차 번호판 인식", 숭실대학교 석사학위논문, 1995.
- [11] Y. Makigami and Y. Murakami, "Basic Study on Travel Time Measurement using Automatic Vehicle Identification Systems in Connection with Traffic Flow Characteristics," Proc. the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 1995.
- [12] S. Rovetta and R. Zunino, "License Plate Localization by Using Vector Quantization," Proc. IEEE Intl. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol.2, pp.1113-1116, 1999.
- [13] J. Barroso *et al.*, "Number Plate Reading using Computer Vision," Proc. IEEE Intl. Symposium on Industrial Electronics, Vol.3 pp.761-766, 1997.
- [14] H-C. Lee and C-S. Jong, "A Hybrid Neuro-Fuzzy Approach for Automatic Vehicle License Plate Recognition," Proc. The Applications and Science of Computational Intelligence, pp.159-168, 1998.
- [15] H. A. Hegt, *et al.*, "A High Performance License Plate Recognition System," Proc. IEEE Intl. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.5, pp.4357-4362, 1998.
- [16] X. F. Hermida and F. M. Rodriguez, "An O.C.R. for V.L.P.'s(Vehicle License Plate)," Proc. the

- ISCPAT, Vol.2, pp.1248- 1252, 1997.
- [17] C. Coetzee *et. al.*, "PC Based Number Plate Recognition System," Proc. IEEE Intl. Symposium on Industrial Electronics, Vol.2, pp.605-610, 1998.
- [18] N. A. Khan *et. al.*, "A License Plate Recognition System," Proc. Intl. Conf. on Applications of Digital Image Processing XXI, pp.14-24, 1998.
- [19] P. Comelli, *et. al.*, "Optical Recognition of Motor Vehicle License Plates," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.4, No.4, pp.790-799, 1995.
- [20] J. R. Cowell, "Syntactic Pattern Recognizer for Vehicle Identification Numbers," Journal Image & Vision Computing, Vol.13, No.1, pp.13-19, 1995.

- [21] M. R. Fairchild, "Color Appearance Model," Wesley, 1998.



김 병 기

e-mail : pkkim@lotus.silla.ac.kr

1988년 경북대학교 전자공학과 졸업
(학사)

1990년 경북대학교 대학원 전자계
산기공학과(공학석사)

1995년 경북대학교 대학원 컴퓨터
공학과(공학박사)

1995년~1996년 부산여자대학교 컴퓨터학과 전임강사

1997년~현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 조교수

관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 멀티미디어