사전정보를 이용한 차량번호판 영역의 분리

문기주* 신영석* 최효돈**

Isolating vehicle license plate area using the known information

Geeju Moon* Yong-Sok Shin** Hyo-Don Choi**

ABSTRACT

Two different methods to extract the license plate area of a vehicle have been used for automatic recognition purposes. One method is with a color vision system and the other is with an edge detecting operator. The system with color vision has some problems if the colors of license plate and vehicle's body are similar. The various plate colors in Korea also drops the system performance. The edge detecting operator also has a problem for a real time processing since it performs on all pixels of the scene. In this paper a possible method using gray level vision system and available pre-known information of license plates is suggested. The suggested procedure searches the lower boundary of the plate by counting high contrast points between one and near pixel from the bottom line of the scene. It finds the upper boundary from the bottom line by adding number plate height after finding the lower boundary. The left and right boundaries are found by similar processes.

1. 서 론

국내의 경제규모 성장으로 인한 수송량의 증가와 개인의 소득증대, 소비의 고급화 등으로 인하여 자동차에 대한 수요는 계속 커지고 있다. 한정된 도로에 비해 폭발적으로 늘어난 자동차로 인하여 발생하는 문제는 여러 가지이다. 교통혼잡은 점점 심해지고 있으며 주차문제도 심각하다.

* 동아대학교 산업공학과
** 안동공업전문대학 공업경영과

만약 자동차의 정보를 자동적으로 수집하고 관리할 수 있다면 고속도로 톨게이트의 경우 통행료의 무인징수 또는 후불제가 가능해 체증을 줄일 수 있으며, 주차설비의 경우도 효율적 관리가 가능해 질 것이다. 그 외에도 차량 정보를 이용한 효율적인 도로 관리가 가능해 지며 자동차의 검문검색을 24시간 수행할 수 있을 것이다.

운행중인 자동차에 관한 정보를 얻을 수 있는 방법은 자동차의 번호판에서 번호를 읽어들이는 것이다. 자동차의 번호판에서 숫자와 문자로 구성된 자료를 읽어들이기 위해서는 머신비전시스템(machine vision system)의 도입이 필수적이다. 머신비전시스템은 자동차의 영상을 입력받아 자동차 번호판의 위치를 파악하고 번호판의 문자정보와 배경을 분리한다. 이렇게 분리된 문자정보를 인식단계를 거쳐 최종적으로 문자와 숫자 정보로 처리하는 것이다.

이와 같은 시스템에서 정확한 문자정보를 얻기 위해서는 정확한 자동차 번호판 영역의 분리가 선행되어야 한다. 자동차 영상에서 자동차 번호판 영역을 분리하는 경우에는 일반적인 인쇄물의 경우와는 다른 처리가 필요하다. 인쇄물에서 글자를 분리하는 경우에는 배경색은 흰색, 글자는 검정색인 경우가 대부분이나 자동차 영상의 경우에는 한 화면에 다양한 색깔이 존재하고 영상의 구성이 복잡하기 때문이다.

자동차 영상에서 번호판 영역을 추출하는 방법에 관한 연구에는 색깔을 이용하는 방법[1], 번호판의 테두리 정보를 사용하는 방법[2] 등이 있으나 여러 문제점을 가지고 있다. 먼저 자동차 번호판의 색깔 정보를 사용하는 방법의 경우, 찾아야 할 번호판 바탕색이 4종류이고 차량색상과 번호판 바탕색이 동일할 경우 번호판 영역 추출이 실패할 확률이 높다. 또한 칼라 영상 정보의 경우 정보량이 흑백보다 많아 처리시간이 많이 소요된다.

번호판 영상추출에 대한 다른 방법은 입력영상에서 Sobel연산자를 이용하여 경계선들을 찾아내고, 찾아낸 경계선들의 영상에서 번호판 테두리를 찾아 번호판 영역을 추출하는 것이다. 그러나 이 경우는 번호판 테두리가 훼손된 경우나 번호판 주위에 부착물을 붙인 경우에는 영역 추출에 실패할 가능성이 높다. 따라서 본 논문에서는 칼라 영상을 사용하지 않고 흑백영상을 사용하며, 번호판 테두리의 훼손에 관계없이 번호판의 배경과 문자의 명암값 차이를 이용하여 번호판 영역을 추출하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 이미지 처리와 이진영상 분석

컴퓨터비전시스템은 화상형성과정, 전처리과정, 화상묘사과정, 인지과정 등을 거친다. 먼저 화상형성과정 은 카메라에서 대상에 대한 화상을 얻는 과정으로 카메라의 해상도, 조명, 카메라와 대상과의 거리 등에 영향을 받는다. 일반적으로 자연계에서 발생되는 연속화상의 화소는 $f(x, y, t, \lambda)$로 표현되며 이는 공간좌표 (x, y) 상에서 시간 t에 파장 λ로 발생된 에너지의 크기를 의미한다. 다음으로 전처리 과정은 입력된 화상의 화질에 맞추어, 시각적 효과를 높이기 위해 대상 물체를 강조하거나 화상의 명암농도를 조절하기도 하고, 컴퓨터에서의 효율적인 처리를 위해 잡음을 제거하거나, 다음 단계에서의 효율적인 처리를 위해 대상 물체의 화질을 복원하고, 화상에 존재하는 왜곡을 보정하는 등의 처리를 수행하는 과정이다.

화상형성과정과 전처리 과정을 통해 얻어진 화상은 화소들의 $N \times M$ 행렬형태이다. 컴퓨터에서는 화소의 단위로 처리되는데, 각 화소는 일반적으로 빛의 강도에 따라 0~255 명암수준을 가진다.

흔히 0이 가장 어두운 색, 255가 가장 밝은 색으로 지정되어 있다. 이렇게 되면 하나의 화소가 가지는 정보량이 8bit로 전체 화상의 정보량은 너무 크기 때문에 인식과정에 필요한 가장 최소의 물리적인 정보(예를 들어 물체의 길이, 면적, 둘레 등)만을 가지도록 하는 과정이 필요하다. 이 과정이 화상묘사과정이다. 화상묘사과정은 크게 이진 영상분석과 명암수준 영상분석으로 나눌 수 있다. 이진 영상분석은 영상의 세선화, 위치추출, 영상의 면적과 면적의 중심 등을 구하는 데 사용된다. 명암수준 영상분석은 화소간 분산에 관한 계산과 처리, 영상의 외곽선 검출, 특정모양의 검출 등에 사용된다. 명암수준 영상분석에서는 에지를 찾는 것이 중요하다.

이진 영상분석은 물체를 배경과 분리하도록 명암 영상(gray level image)을 이진 영상(binary image)으로 변환하는 방법이다. 물체와 배경 분리를 효과적으로 하기 위해서는 물체와 배경은 충분히 대조되어야 하며 물체나 배경에 대한 명암도를 알아야 할 필요가 있다. 이진 영상에서는 배경에 속하는 화소는 0의 값을 갖고, 물체에 속하는 화소는 1의 값을 갖는다. 일반적으로 이진 영상 B(x,y)는 임계치(threshold) T를 사용하여 명암 영상 F(x,y)에서 얻을 수 있다.

$$B(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } F(x,y) > T \\ 0, & \text{if } F(x,y) \le T \end{cases}$$

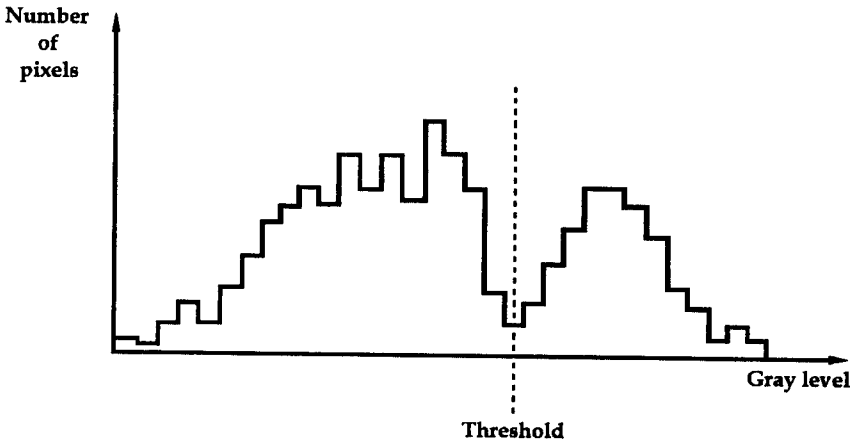

Fig. 1. Threshold in bimodal histogram

임계치를 구할 때는 흔히 히스토그램(histogram)이 사용된다. 히스토그램이란 변량의 빈도분포를 의미하는 것으로 화상처리에서는 화상을 구성하는 각 화소의 명암수준의 통계적인 분포를 그래프로 표현한 것이다. 임계치 T를 선택하는 최선의 방법은 두 개의 모드(bimodal)를 갖는 명암 히스토그램을 탐색하여 Fig. 1과 같이 두개의 마루(peak)를 분리하는 최소치를 찾는 것이다[10]. 히스토그램 중심 방법은 다소 일률적인 명암값을 가진 물체의 경우에는 유용하나 영상이 복잡해지면 사용하기가 어려우며, 히스토그램 자체가 1차원적인 전역적(global)인 정보를 나타내기 때문에 영상이 갖고 있는 공간적인 정보를 활용할 수 없다. 즉, 명암의 공간적 분포가 전혀 다른 영상들이 같은 히스토그램을 가질 수도 있다. 따라서 한 물체의 표면에 속하는 화소들은 공간

적으로 서로 인접해 있다는 사실을 히스토그램 중심 방법에서는 활용할 수가 없다. 히스토그램 중심방법에서의 또 다른 문제는 한 영상안에서 조명의 밝기가 동일하지 않을 경우에 하나의 임계값으로는 정확한 분할을 할 수 없다는 것이다.

에지는 두 영역의 경계에 위치하는 점들을 말하며, 영역간의 경계부분은 한 영상 안에서 명암도의 불연속성으로 나타난다. 인간 시각 시스템은 이들 경계에 매우 민감하다는 것이 실험을 통해 입증되었고 종종 대강의 윤곽만으로도 대상을 인식할 수 있다고 알려지고 있다. 영상에 있는 명암값(gray level value)들로부터 직접 대상들의 경계를 찾아내는 알고리즘을 개발하는 것은 그 경계가 복잡한 모양을 형성하고 있을 때 매우 어렵다. 그러므로 먼저 영상을 중간단계의 에지영상으로 변환하고 나서 더 정확한 경계 영상을 구성하는 것이 더욱 효율적이다. 에지들은 한 영상안에 있는 여러 가지 특징을 고찰함으로써 찾아낼 수 있겠지만, 명암을 가지고 에지를 찾아내는 것이 일반적인 방법이다. 그러므로 도함수를 계산하고 임계치를 사용하여 에지점들을 검출할 수 있다. 이상적인 에지는 밝기 정도의 변화가 뚜렷한 경우이나, 실제로 컴퓨터 비전이 적용될 경우에는 다양한 배경색깔에 영향을 받고 잡음신호도 포함되므로 여러 연산자를 적용하여 에지를 추출하게 된다. 에지가 서로 다른 명암도를 갖는 영역간의 경계에 위치하는 점이므로 영상함수 f(x)에 대해, 에지에서의 기울기 df/dx는 명암이 균일한 지역에서의 기울기와 현저히 비교될 것이다. 이와 같이 미분을 이용하는 연산자에는 Robert 연산자, Sobel 연산자 등이 있다.

마지막으로 인식과정 은 화상묘사과정에서 얻어진 정보를 정합(matching), 인식(recognition), 추론하여 영상정보를 인식하고 해석하여 목적한 결과를 얻는 과정이다. 이 과정에서는 고수준의 컴퓨터 프로그래밍 언어와 복합적인 알고리즘을 이용하여 디지탈 화상에 대한 정보를 분석하여 정합, 인식, 추론, 판정 등을 행하게 된다. 이 과정을 통해 대상물의 면적이나 길이의 측정, 대상물의 개수 측정, 대상물체의 분류 · 판별 · 해석, 물체의 위치 계측 등이 이루어진다.

3. 차량번호판 인식 시스템

일반적으로 차량 번호판의 인식을 위한 시스템들은 크게 Fig. 2와 같은 단계를 거친다[6]. 이 과정들을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

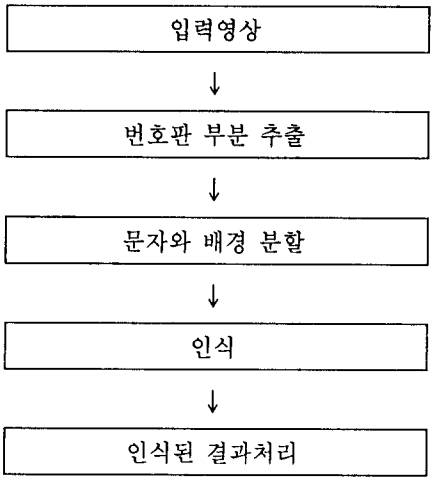

Fig. 2. Method for recognizing license plate

번호판 부분 추출과정은 전처리 과정을 거친 영상에 대해 가장 먼저 수행해야하는 것으로 차량 번호판의 위치를 찾아내고 번호판 부분만을 추출해야 하는 것이다. 이 과정이 정확히 수행되지 않으면 번호판의 문자정보와 배경정보를 분리할 수 없게 되므로 번호판 문자인식에 실패하게 된다. 따라서 신뢰할 만한 번호판 인식시스템을 위해서는 번호판 영역의 정확한 분리가 선행되어

야 한다.

다음은 문자와 배경 분할의 단계이다. 이 단계는 추출된 번호판의 영역에서 숫자 및 문자인식을 위해 개별 숫자 및 문자를 영역화 하는 단계이다. 실 상황에서의 차량번호판은 찌그러짐, 오염, 명암도 불균일 등의 훼손이 심한 경우가 있기 때문에 문자부분과 배경부분으로 나누기가 어려운 상황도 있을 수 있다. 분할의 실패는 문자의 오인식으로 이어지게 되는 데 이 영상분할의 실패는 번호판의 훼손으로 문자와 배경부분이 잘못 분리되는 경우에 주로 발생한다.

문자와 배경부분의 분할에는 크게 두 가지 방법이 있다. 영역중심의 이진화 방법과 edge detection을 이용한 방법이다. 이 중 영역중심의 이진화 방법을 보면 이 방법은 미리 결정되어진 임계치를 기준으로 숫자영역과 배경영역을 0과 1로 분리하는 것이다. 일반적으로 임계치를 정하는 방법은 각 화소의 명암도의 빈도수를 계산하여 히스토그램을 만들어 정한다. 이 방법은 임계치가 정해지면 빠른 시간 내에 이진화를 수행할 수 있으나, 화상의 상태가 나쁘거나 대상의 명암차이가 뚜렷하지 않을 경우 임계치를 어떻게 정하느냐에 따라 영향을 많이 받는다.

Edge detection을 이용한 방법은 들어온 화상에 적절한 윤곽선 추출 알고리즘을 적용하여 윤곽선을 추출하여 인식에 사용하는 방법으로 영역중심의 이진화 방법과는 달리 대상의 명암차가 크지 않더라도 정확히 영역을 추출할 수 있고 대상에 따라 적당한 윤곽선 추출 알고리즘의 개발이 가능하다. 하지만 영역중심의 이진화 방법보다는 많은 시간이 소모된다.

마지막으로 인식단계는 앞의 과정까지에서 얻어진 자료를 이용하여 글자의 윤곽이나 뼈대를 추출한 다음, 끝점이나 분기점 등의 특징을 이용한 형태 분석 등 몇 가지 단계를 거쳐 어떤 글자인지를 판단하는 과정이다[7].

4. 번호판영역의 분리 연구

4-1. 기존연구의 내용 및 문제점

자동차의 번호판을 인식하기 위해서 무엇보다 중요하게 선행되어야 할 것은 카메라를 통해 얻어진 영상에서 번호판 영역을 정확하게 분리하는 것이라 할 수 있다. 번호판 영역이 정확하게 분리되면 보통의 경우에는 번호판 영역을 히스토그램을 이용해 분석하면 쉽게 문자정보만을 추출할 수 있고, 추출된 문자정보를 이용해 최종적으로 문자인식을 할 수 있게 된다.

먼저 칼라 영역 분할 기법을 사용한 경우[1]를 살펴보면 다음과 같다. 칼라영상을 사용할 경우, 칼라 영역분할 기법을 이용하여 번호판 바탕색이 일정한 분포를 갖고 있는 곳을 찾으면 번호판 영역을 찾을 수 있다. 그러나 우리 나라의 자동차 번호판은 4가지 바탕색을 가지고 있어서 4가지 경우를 모두 고려해야 하며, 차량의 색상과 번호판 바탕색이 유사하거나 동일한 경우 번호판 영역의 정확한 추출이 힘들게 된다. 그리고 칼라 영상의 경우 정보량의 크기가 실시간 처리를 곤란하게 한다. 흑백영상의 경우 일반적으로 한 픽셀의 정보량은 8 bit (2^8)로, 한 픽셀은 0에서 255까지의 명암값을 가지나, 칼라영상의 경우 true color의 경우 24 bit (Red 8 bit, Blue 8 bit, Green 8 bit ; 2^{24})로 정보량의 증가, 처리 속도 저하 등의 문제가 발생한다[9].

다음으로 Sobel 연산자와 번호판 테두리의 특성을 이용하는 방법[2]을 보자. 이 방법은 전체 영상에 대해서 소벨 연산(Sobel operation)을 수행하여 에지영상을 얻는다. 얻어진 영상에서 번호판 테두리 부분을 찾기 위해 x축과 y축 프로젝션

히스토그램을 만든다. y축 히스토그램에서 테두리 부분에서 양 피크(peak)가 형성되는 점을 이용하여 횡방향 테두리 점들을 찾는다. x축 히스토그램을 이용하여 종방향 테두리 위치를 찾는다. 번호판 테두리의 수평대 수직의 비율이 2:1인 곳을 번호판 영역으로 추출한다. 소벨연산자의 경우 한 픽셀에 대해 주변의 8개의 픽셀을 이용해 에지의 강도를 계산하므로 계산량이 많다. 그리고 한 화면 전체의 모든 픽셀을 처리해야 하므로 많은 시간을 필요로 한다. 또 번호판 테두리의 훼손이 있을 경우와 번호판 주위에 불법부착물을 붙인 경우에는 정확한 에지를 찾기가 힘들고 이로 인해 번호판 영역도 정확히 추출되지 않을 수 있다.

4-2. 사전정보를 이용한 분리 방법의 제시

자동차 영상에서 번호판 영역을 추출하는 방법에 관한 연구에는 색깔을 이용하는 방법과 번호판의 테두리 정보를 사용하는 방법[2] 등이 있으나 여러 문제점을 가지고 있기 때문에, 본 연구에서는 번호판의 특징을 이용한 명암값 변화에 의한 번호판 영역을 추출하는 방법을 개발하고자 한다. 먼저 차량번호판의 영역을 분리하기 위해 번호판의 영역특성을 살펴보면 다음과 같다. 우리나라의 차량 번호판 종류는 크게 4가지로 나눌 수 있다. 자가용은 녹색 바탕에 흰색 글자, 일반 영업용은 흰색 바탕에 녹색 글자, 영업용 택시는 노란색 바탕에 남색 글자, 관광용은 오렌지색에 백색문자이다. 차량 번호판 영역을 추출하기 위해서는 먼저 번호판 특성을 알아볼 필요가 있다. 번호판 영역을 살펴보면 일정한 숫자폭과 명암값을 가지며, 숫자와 숫자사이의 밀집도가 다른 곳 보다 높다. 따라서 차량의 영상 중에서 명암값의 변화가 많은 부분은 번호판 후보 영역이라고 볼 수 있다.

앞서 말한 바와 같이 자동차 영상 중에서 번호판 부분이 명암값의 변화가 크다. 그러므로 자동차 영상 중에서 명암값의 변화가 큰 부분을 찾으면 번호판 부분을 추출할 수 있을 것이다. 먼저 입력 영상 한 행 일부의 명암값이 Fig. 3과 같다고 하자.

45	37	34	90	95	100	99	22	28	19	88	90	89	44	32
p_{1y}	p_{2y}	p_{3y}	p_{4y}	p_{5y}	p_{6y}	p_{7y}	p_{8y}	p_{9y}	p_{10y}	p_{11y}	p_{12y}	p_{13y}	p_{14y}	p_{15y}

Fig. 3. Gray levels of one row

한 픽셀 p_{xy}의 명암값을 $g(p_{xy})$라고 하면 임의의 인접한 두 픽셀 p_{x-1y}와 p_{xy}의 명암값의 차이는 $g(p_{x-1y}) - g(p_{xy})$라고 할 수 있다. 이 명암값의 차이가 클 경우 한 픽셀은 글씨, 한 픽셀은 배경의 부분이라고 할 수 있다. 위의 경우 $g(p_{3y}) - g(p_{4y})$, $g(p_{7y}) - g(p_{8y})$, $g(p_{10y}) - g(p_{11y})$, $g(p_{13y}) - g(p_{14y})$ 가 이에 해당된다.

위와 같은 명암값의 변화가 큰 경우가 번호판 영역에서는 빈번하므로 한 행에서 명암값의 변화의 개수(no_y)를 세면 번호판 영역인지 아닌지를 알 수 있다. 이 때 명암값의 변화가 큰 인접한 두 점 사이의 거리(s)가 어느 값(N)을 넘을 경우 no_y에서 제외한다. 명암값의 변화가 큰 경우는 번호판 영역에 밀집되어 있으므로 명암값의 변화가 큰 인접한 두 점 사이의 거리는 가깝기 때문이다.

번호판의 경우 숫자와 문자가 들어온 영상에서 일단 최하부의 한 행에서부터 번호판 영역의 여부를 파악하여 한 행씩 위로 올라가면서 계속한다. 영상의 최하부에서부터 시작하는 이유는 번호판의 위치는 보통의 경우 영상의 아래 부분에 있을 가능성이 높기 때문이다. 아래에서 올라가면서 명암값 변화가 Δ보다 큰 부분의 개수를 세다가 그 개수가 t_y보다 많을 경우 번호판 영역의 제일 아래 행(y_{low})으로 간주한다. 이렇게 번호판의 아랫부분이 찾아지면 사전에 알고 있는 번호

판 높이의 값보다 조금 더 큰 값(h)만큼 위쪽의 행으로 가서 그 행부터 아래로 내려오면서 마찬가지로 명암값 변화가 Δ보다 큰 경우의 횟수를 세어서 번호판 영역의 제일 위 행(y_{upper})을 구한다. 이 과정을 거치면 번호판 영역의 위. 아래 부분이 정해진다. 이 과정을 컴퓨터코드화 하면 Fig. 4와 같다.

```
for ( y=511 ; y≥0 ; y=y-1)
        for ( x=0, x≤511, x=x+2)
                if |g(p_{x-1,y}) - g(p_{x,y})| > Δ and s < N
                then noy=noy+1
if noy > t_y
then y_low = y

for (y_low+h ; y_low ; y=y+1)
      for ( x=0, x≤511, x=x+2)
              if |g(p_{x-1,y}) - g(p_{x,y})| > Δ and s < N
              then no_y=no_y+1
if no_y > t_y
then y_upper = y
```

Fig. 4. The procedure for horizontal detection

번호판 영역의 위. 아래부분이 정해지면, 마찬가지 방법으로 열에 대해서 행한다. 이 경우 모든 열에 대해 행하는 것이 아니고 앞의 단계에 얻어진 y_{upper}과 y_{low} 영역 내에 대해서 수행한다. y_{upper}과 y_{low} 영역 내에서 왼쪽부터 한 열씩 오른쪽으로 가면서 명암값 변화가 Δ보다 큰 부분의 개수를 세다가 그 개수가 t_x보다 많을 경우 번호판 영역의 제일 왼쪽 열(xstart)로 간주한다. 이렇게 번호판의 왼쪽부분이 찾아지면 사전에 알고 있는 번호판 넓이의 값보다 조금 더 큰 값(w)만큼 오른쪽의 열로 가서 그 열부터 왼쪽으로 오면서 마찬가지로 명암값 변화가 Δ보다 큰 것 경우의 횟수를 세어서 번호판 영역의 제일 오른쪽 열(x_{end})을 구한다. 이 과정을 거치면 번호판 영역의 왼쪽과 오른쪽 부분이 정해진다. 구체적인 절차는 Fig. 5와 같다.

```
for (x=0 ; x≤511 ; x=x+1)
      for (y=y_upper; y≤y_low; y=y+2)
            if |g(p_x,y) - g(p_x,y-1)| > Δ
            then no_x=no_x+1
if no_x > t_x
then x_start = x

for (x_start+w ; x_start ; x=x-1)
      for (y=y_upper; y≤y_low; y=y+2)
            if |g(p_x,y) - g(p_x,y-1)| > Δ
            then no_x=no_x+1
if no_x > t_x
then y_end = y
```

Fig. 5. The procedure for vertical detection

5. 실험 및 결과 분석

본 실험에 이용한 컴퓨터 비전시스템은 Fig. 6과 같이 구성되어 있다. 시스템을 운영하는 컴퓨터는 50Mhz의 Intel 80486 CPU를 장착한 IBM 호환 기종이며 8Mbyte의 RAM과 VGA 모니터가 장착되어 있다. 컴퓨터 언어로는 Borland사의 Turbo C 2.0을 사용하였다. 화상을 받아들이는 것은 실험의 편의상 일본 National사의 CCD형 Auto focus Camcoder를 사용해 녹화한 영상을 재생하여 대체하였다. 카메라와 컴퓨터를 연결하는 인터페이스 카드는 건인시스템의 SeeEye-512 카드를 사용하였으며 그 사양은 다음과 같다.

① 입력신호 : RS-170 mono video
② 출력신호 : RS-170 Composite video
③ 입력해상도 : 512 × 512 × 8 bit gray level × 1 page

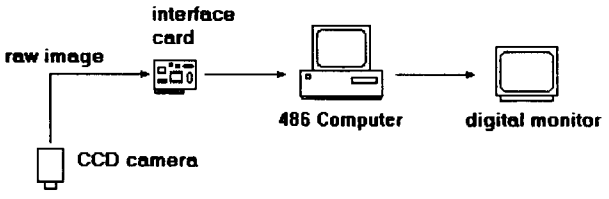

Fig. 6. The machine vision system

본 연구의 실험에서 사용한 자동차의 영상의 한 예가 Fig. 7에 나와있다. 이 영상에서 먼저 수평영역분리 절차에 따라 Fig. 8과 같이 분리한 후 다시 수직방향으로 탐색을 해서 번호판의 오른쪽과 왼쪽 부분을 찾아서 번호판 영역을 분리한 것이 Fig. 9에 나와있다. 이 그림에서 흰색의 사각형이 본 논문에서 제안한 절차를 통해 분리해낸 번호판 영역이다.

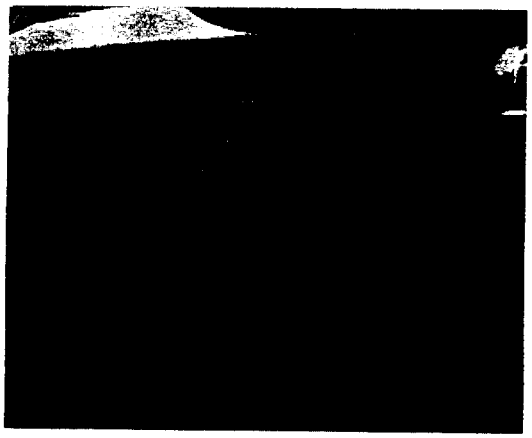

Fig. 7. Raw image

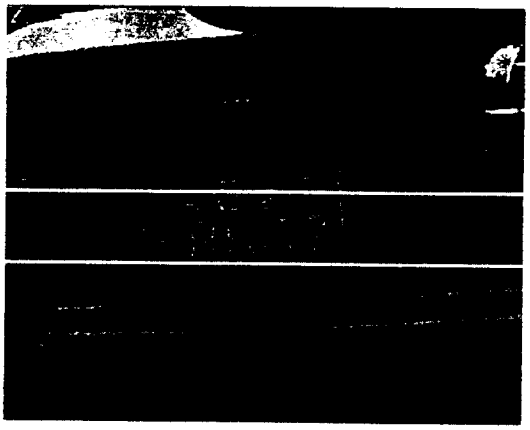

Fig. 8. Result of vertical detection procedure

본 논문에서 개발한 알고리즘을 실제 카메라를 통해 얻은 영상으로 실험해 본 결과 번호판의 훼손이 심하지 않고 일정수준 이상의 조명이 있으면 대부분의 경우 정확하게 번호판 영역을 찾아내었다. 그러나 번호판이 심하게 오염된 경우, 번호판의 배경 부분의 페인트가 많이 벗겨진 경우, 또는 날씨 등의 영향으로 번호판이 어둡게 촬영되어 글자부분과 배경/부분의 명암이 차이가 크지 않을 때 간혹 영역 분리에 실패하는 경우가 발생하였다.

이렇게 찾아진 번호판 영역은 크게 두 가지 색깔만을 가지므로 히스토그램 분석을 통해 임계치를 찾아내면 쉽게 문자 영역을 분리할 수 있다. 이 과정을 보다 자세히 설명하면 Fig. 7의 차량 전체가 나와 있는 것의 히스토그램과 Fig. 9의 번호판 영역을 찾은 후 이 영역만의 히스토그램을 작성한 것이 각각 Fig. 10과 Fig. 11에 나와 있다. 이 두 가지 히스토그램에서 보는 바와 같이 전체화면의 히스토그램에서는 임계치(threshold)가 불분명하나 번호판 영역을 분리한 후 이 것에 대하여만 작성한 히스토그램에서는 임계치가 분명하게 나타난다. Fig. 11의 히스토그램에서 보면 임계치가 100 근처임을 추론을 하지 않고도 기계적인 방법으로 전후 수치들을 비교하여 쉽게 알 수 있다. 그러나 전체영상의 히스토그램인 Fig. 10에서는 50에서 100사이 또 160에서 210사이의 어느 수치를 사용해야 할 지 알 수가 없음을 알 수 있다. 이렇게 정확한 임계치를 산정하므로써 Fig. 12와 같은 문자를 인식하기 위한 깨끗한 명암영상을 만들 수 있다.

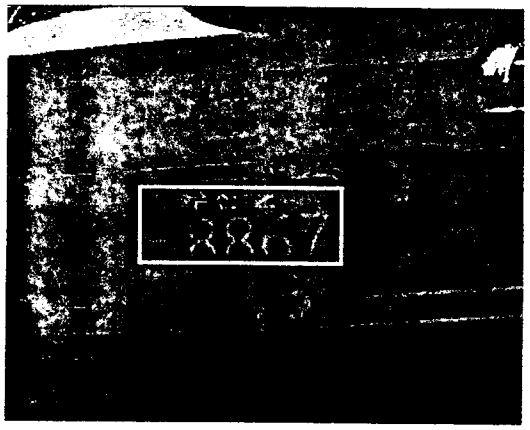

Fig. 9. Result of the detection procedures

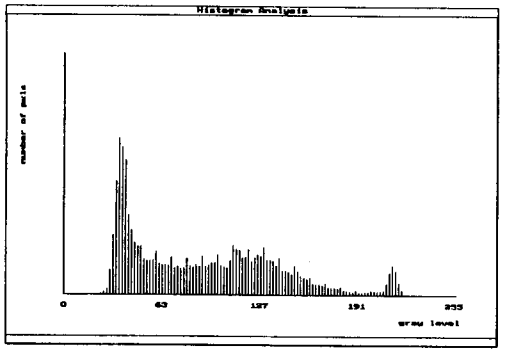

Fig. 10. Histogram for whole scene

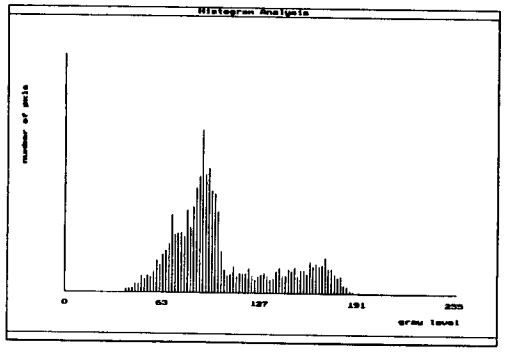

Fig. 11. Histogram of plate area only

Fig. 12. Binary image

이상의 절차에서 본 바와 같이 번호판의 훼손이 심하지 않고 일정수준 이상의 조명이 있으면 대부분의 경우 본 연구에서 제시한 절차에 의해 정확하게 번호판 영역을 찾아낼 수 있었으며, 이렇게 찾아진 번호판 영역은 크게 두 가지 색깔만을 가지므로 쉽게 문자 영역을 분리할 수 있었다.

6. 결 론

본 논문에서는 차량 번호판 영역이 가지고 있는 특징과 번호판에 대한 사전정보를 이용하여 번호판 영역을 분리하는 알고리즘을 개발하고 실제로 카메라로 녹화한 영상을 가지고 실험하여 보았다. 자동차 영상을 한 행 단위로 볼 때 자동차 번호판 영역은 영업용이나 승용을 막론하고 명암의 변화가 심하다. 따라서 자동차 전면에서 얻어진 영상을 수평으로 한 행씩 분석해 보아 명암값의 변화가 많은 부분은 자동차 번호판 후보 영역으로 생각할 수 있다. 이 때 명암값 변화가 큰 부분의 개수 외에 그것의 분포를 고려하여 번호판 영역으로 선정할 것인지의 여부를 결정하였다. 따라서 승용이나 영업용 차량, 택시의 경우 모두 글자 색깔과 바탕색의 명암차이만 크다면 색깔에 관계없이 적용이 가능하다.

차량 전면부 영상의 경우 아래쪽에 번호판이 있을 가능성이 높으므로 아래에서 위로 검색을 하여

상대적으로 빨리 번호판의 아래 부분을 찾을 수 있고 사전에 번호판의 크기를 통해 알고 있는 정보를 가지고 번호판의 위 부분을 검색하므로 전체 영상을 검색하는 기존의 방법에 비해 수행속도가 빠르다. 아울러 흑백영상을 사용하므로 처리해야 할 정보량을 칼라영상에 비해 줄일 수 있고 하드웨어의 가격도 상대적으로 저렴하므로 적은 비용으로 시스템을 구현할 수 있다.

그러나 번호판이 심하게 오염된 경우나 번호판의 배경 부분의 페인트가 많이 벗겨진 경우, 그리고 날씨 등의 영향으로 번호판이 어둡게 촬영되어 글자부분과 배경부분의 명암의 차이가 크지 않을 때는 영역 분리에 실패하는 경향을 보이고 있다. 본 논문에서는 글자와 배경의 명암값의 차이가 큰 경우만을 고려하여 사전 정보를 통해 알고 있는 값을 이용하여 글자와 배경의 명암차이의 임계치를 미리 결정하였다. 이 경우는 일정한 조명이 전제가 되어야 한다. 따라서 조명이 없어 번호판이 어두운 경우나 관광용 버스의 경우처럼 명암값의 차이가 크지 않을 때는 번호판 영역 찾기에 실패할 가능성이 높다.

참 고 문 헌

1. Y. Ohta, T. Kanade and T. Sakai, "Color information for region segmentation", *Computer graphics and image processing*, Vol. 13, (1981) pp. 222-241
2. Dong-uk Cho, Ji-young Kim and Young-kyu Yang, *Proceedings of First Korean-Japan joint conference on computer vision*, "Recognition of automobile type and extraction of car number plate by image processing", (1991) pp 230-233
3. Claus E. Liedtke, *Proceedings of IAPR Workshop on Machine vision application '92*, "New machine vision applications in Germany", (1992).
4. Hideaki Doi, *Proceedings of IAPR Workshop on Machine vision application '92*, "Automated inspection of PCB patterns referenced to CAD data", (1992).
5. 김은엽, 김광수, "비젼데이타를 이용한 아크용접로보트의 용접선 추적에 관한 연구", 「대한산업공학회지」, 제 18권, 2호, (1992)
6. 전병태, 소정, 유장희, "훼손된 차량 번호판의 혼합적 이치화 방법", 「전자공학회논문지」, 제 31권, B편, 10호, (1994), pp112-121
7. 성영국, 강민석, "고무타이어 자동분류를 위한 돌출문자 인식", 「전자공학회논문지」, 제 31권, B편, 10호, (1994), pp 77-87
8. Paul M. Embree, Bruce Kimble, *C language algorithms for digital signal processing*, Prentice-Hall, (1991), pp 374-380
9. 정준형, 한민홍, "Vehicle-following system using color vision", 「대한산업공학회 춘계학술대회 논문집」, (1994), pp 536-541
10. 최형일, 컴퓨터 비젼 입문, 홍릉과학출판사, (1991), pp 33-44