

신호처리 기법을 응용한 차량번호판 추출방법

(A Method to Extract Vehicle Number Plates
by Applying Signal Processing Techniques)

全炳兌*, 尹皓燮*

(Byoung Tae Chun and Ho Sub Yoon)

要約

본 논문은 차량영상을 이용하여 번호판을 추출하는 방법에 대해 기술한다. 기존 연구방법은 전체영상에 대하여 전처리를 수행하여 에지(edge)영상을 구하고 이치화를 한다. 이치화된 영상에서 허프(Hough) 변환을 수행하여 수평·수직선을 구하고 번호판의 특징(번호판의 테두리정보)을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 이 방법의 문제점은 처리시간이 많이 소요되므로 실시간처리가 곤란하다는 점과 야간과 같이 명암상태가 불규칙하고 영상에서 번호판 테두리가 나타나지 않으면 번호판 영역추출을 할 수 없다는 점이다.

본 연구에서는 번호판 영역의 명암값 변화의 특성을 이용하여 번호판 영역에서 숫자폭, 배경영역과 숫자영역의 명암차를 조사하여 숫자영역임을 확인하고, 확인된 숫자와 숫자사이의 거리를 조사하여 번호판 영역을 추출한다. 본 연구는 기존방법의 번호판 테두리 훼손에 따른 번호판 영역추출 실패의 문제점을 해결하고 시간 소요의 문제를 실시간 안에 처리함으로써 실용적 응용이 가능하게 되었다.

Abstract

This paper describes algorithms to extract license plates in vehicle images. Conventional methods perform preprocessing on the entire vehicle image to produce the edge image and binarize it. Hough transform is applied to the binary image to find horizontal and vertical lines, and the license plate area is extracted using the characteristics of license plates(the boundary information of license plates). Problems with this approach are that real-time processing is not feasible due to long processing time and that the license plate area is not extracted when lighting is irregular such as at night or when the plate boundary does not show up in the image.

This research uses the gray level transition characteristics of license plates to verify the digit area by examining the digit width and the gray level difference between the background area the digit area, and then extracts the plate area by testing the distance between the verified digits. This research solves the problem of failure in extracting the license plates due to degraded plate boundary as in the conventional methods and resolves the problem of the time requirement by processing in real time such that practical application is possible.

*正會員, 韓國科學技術研究院 시스템工學研究所
(System Engineering Reserch Institute,
KIST.)

(※ 이 논문은 '91 과학기술처 특정연구개발 사업
의 연구결과입니다.)

接受日字: 1992年 12月 6日

I. 서론

경제성장, 산업사회의 고도화와 함께 교통량이 증가하고 있으며, 교통량 증가에 따른 사회적 문제가 증가되고 있다. 자동차의 증가로 대도시는 차량의 혼수를 이루고 있으며, 이러한 상황에서 범죄차량 및 도난차량의 검문검색은 경찰인력 및 장비면에서 그 한계점이 있다고 볼 수 있다. 따라서 차량 번호판 자동인식 시스템을 개발함으로써 범죄차량을 주야를 막론하고 어느 장소에서나 실시간으로 자동인식하여 보고함으로써 범죄차량 검거 및 예방에 지대한 효과를 거둘 수 있으며 도심지역 또는 톨게이트를 통과하는 자동차에 대하여 무정차 무인 자동요금 징수방법(후불제)을 실시함으로써 교통정체 방지 및 신뢰성을 기할 수 있으리라 본다.

기존 연구 방법^{[1][2]}은 전체 영상에 대해서 소벨연산(Sobel operation)^[3]을 수행하여 얻어진 에지(edge)영상을 이치화한다. 번호판의 수평 및 수직성분을 추출하기 위해서 허프변환^[4]을 수행하고, 번호판 특징정보(테두리정보)를 이용하여 차량 번호판 영역을 추출한다. 메모리양과 처리시간이 허프 변환에서 많이 소요되는 단점을 보완하기위해 영역제한 허프변환 방법^[5]도 제안 되었다. 이러한 방법 역시 전체 영상을 처리 하기때문에 처리 시간이 많이 소요된다는 문제점이 있다. 처리시간을 감소 시키기 위해서 영상의 크기를 축소하는 전처리 과정을 거치는데, 이 방법을 피라미드 계층화 허프 변환^[6]이라 한다. 이와같은 기존 방법들의 문제점은 전체 영상에 대하여 처리 함으로서 번호판 영역 추출 시간이 많이 소요된다는 점과 여러단계의 처리과정을 거치므로서 원영상의 정보 손실이 있게되고, 따라서 번호판의 특징(번호판 테두리)이 나타나지 않으므로서 영역 추출의 실패를 가져올 수 있다.

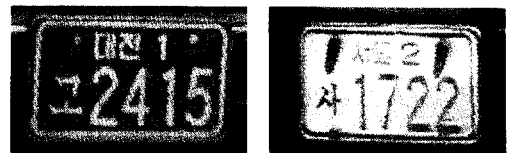
기존의 연구방법^[7]은 입력영상에서 소벨연산을 취한후 이치화를 수행한다. 이치화된 영상에서 번호판 테두리 부분을 찾기위해 x축, y축 프로젝트션 히스토그램을 만든다. y축 히스토그램을 보면 테두리 부분에서 양 피크(peak)가 형성되는 점을 이용하여 횡방향 테두리 점들을 찾는다. x축 히스토그램을 이용하여 종방향 테두리 위치를 찾는다. 번호판 테두리의 수평대 수직의 비율이 2 : 1인 곳을 번호판 영역으로 추출한다. 이방법의 문제점은 이치화값 결정 문제와 번호판의 테두리 부분으로 판정하는 양 피크의 임계값을 찾는 것이 번호판 영상에 따라서 쉽지가 않다.

본 논문에서는 번호판 테두리의 훼손과 명암도가 불규칙한 것에 관계없이 번호판의 명암값(gray

level) 변화를 이용하여 실시간으로 차량 번호판 영역을 추출하는 방법을 제안하고자 한다. 본 논문의 구성을 살펴보면 2장에서는 차량 번호판 영역특성에 관하여 설명하고, 3장에서는 실시간 차량 번호판 영역추출에 관하여 설명하겠다. 4장에서는 기존의 연구 방법과 본 논문의 방법을 실험을 통하여 비교 분석하고, 5장 결론에서는 앞으로의 연구 진행방향에 대하여 설명하겠다.

II. 차량번호판 영역특성

한국 번호판의 색상특성^[8] 중 가장 많은 비율을 차지하는 순서로 살펴보면 자가용(녹색바탕에 백색문자)과 영업용(백색바탕에 녹색문자) 그리고 관광용(등적색바탕에 백색문자)으로 크게 구분된다. 칼라영상을 사용할 경우, 칼라 영역분할 기법^[9]을 이용하여 번호판 바탕색이 일정한 분포를 갖고있는 곳을 찾으면 쉽게 번호판 영역을 추출할 수 있다. 그러나 찾아야할 번호판 바탕색이 3종류이고 차량색상과 번호판 바탕색이 동일할 경우 번호판 영역추출이 실패할 가능성이 높다. 또한 칼라 영상 정보가 흑백보다 많고 처리 시간이 많이 소요된다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 칼라영상을 사용하지 않고 흑백영상을 사용하였다. 한국 번호판을 흑백영상으로 나타냈을 경우 그림 1처럼 크게 2종류의 명암차를 갖고있으며 일정한 비율^[6]로 지역, 작은숫자, 문자, 큰숫자로 구성되어 있다.



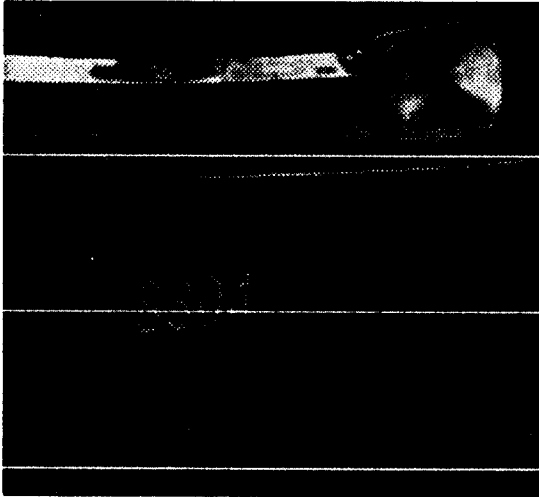
(a) private (b) commercial

그림 1. 한국번호판 종류 Fig. 1. Korean license plate types.

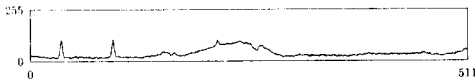
차량 번호판 영역을 추출하기 위해서는 먼저 번호판 특성을 알아볼 필요가 있다. 번호판 영역을 살펴보면 일정한 숫자폭과 명암값을 갖고며, 숫자와 숫자 사이의 밀집도가 다른곳 보다 높은것을 알 수 있다. 그림2에서 b, c, d의 명암값 변화 중 그림2(c)에서 번호판의 숫자부분에서 일정한 파형이 규칙적으로 연속하여 군집해 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 번호판의 숫자 영역 부분의 명암값 변화와 군집도를 알아내

면 번호판 영역인지를 알 수 있다.

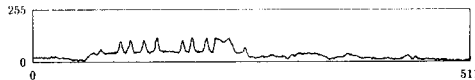
모든 행에 대해서 명암값 변화조사를 해도 좋겠지만 시간이 소요되고, 본 알고리즘의 특성상 불필요한 작업으로 생각된다. 따라서 일정한 간격으로 행을 이동 하면서 명암값 변화 조사를 수행한다.



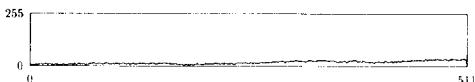
(a) a vehicle image with three horizontal slices indicated



(b) gray level of the top slice



(c) gray level of the middle slice



(d) gray level of the bottom slice

그림 2. 차량번호판의 특징과 명암값변화
Fig. 2. License plate characteristics and gray level transition.

Ⅲ. 실시간 차량번호판 영역추출 방법

1. 차량번호판 영역추출 방법의 개요

본 논문의 영역추출 방법은 그림3과 같이 크게 2단

계로 나누어질 수 있다. 첫번째 단계에서는 각 행을 탐색하여 번호판에 해당될 수 있는 조건을 만족하는 후보 영역을 찾아내는 부분과 두번째 단계에서는 각 후보영역에 대하여 그 영역이 실제 번호판인지를 검증하는 부분으로 나누어져 있다.

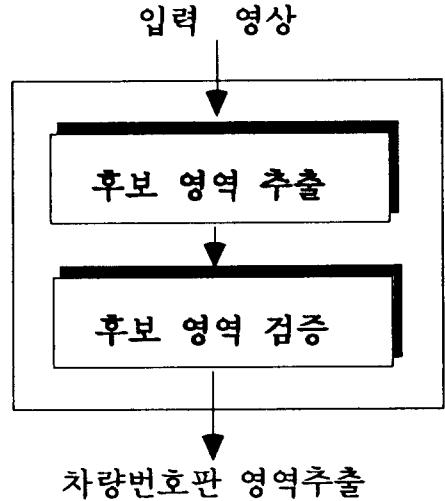
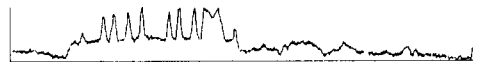


그림 3. 차량번호판 영역추출 방법
Fig. 3. Method for extracting license plates.

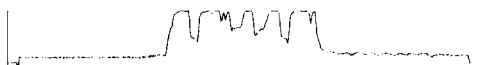
2. 차량번호판 후보영역 추출방법

1) 수평 경계선 검출 및 전처리

우리가 인식해야 할 번호판 색상에 따라 영업용과 자가용으로 크게 구분했으며 따라서 배경영역과 숫자영역이 서로 상반되는 경우를 그림4에서 볼 수 있다.



(a) private



(b) commercial

그림 4. 영업용과 자가용의 명암값 변화
Fig. 4. Gray level transition.

번호판 종류에 관계없이 일정한 결과를 얻기 위해서는 그림5와 같이 수평 경계선 검출을 한다. 수평 경계선 검출 결과 양의 값을 기준으로 할때 자가용의 경우 왼쪽, 영업용의 경우 오른쪽에 해당하게 된다.

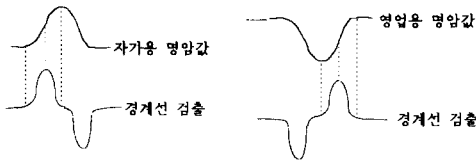


그림 5. 명암값 변화와 수평 경계선 검출과의 관계
 Fig. 5. Relationship between graylevel transition and horizontal edge detection.

따라서 숫자부분의 명암값 변화를 쉽게 검출하기 위해서 수평 경계선검출을 수행한 결과 그림6과 같다. 필요로 하는 정보는 숫자부분과 배경부분의 위치이므로 그림7처럼 음의값과 징후가 미약한 부분을 제거하는 전처리 과정을 거친다. 전처리 결과를 보면 자가용과 영업용에 관계없이 일정한 파형을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

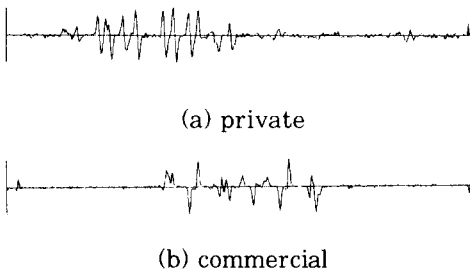


그림 6. 수평 경계선 검출
 Fig. 6. Horizontal edge detection.

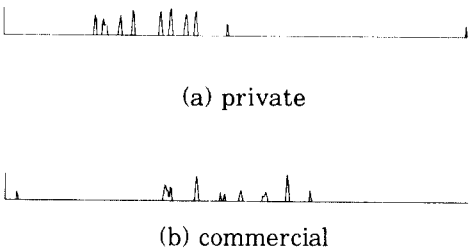


그림 7. 전처리된 수평 경계선
 Fig. 7. Preprocessed horizontal edge.

2) 후보영역 추출방법

번호판 후보영역 추출방법은 먼저 선택된 한행의 명암값 변화에서 숫자부분이 존재하는지 판정하는 단계와 숫자와 숫자사이 간격을 조사하여 번호판 후보영역을 확인하는 2단계로 구성된다.

첫번째 단계에서는 숫자부분이 존재하는지 파악하기 위해서 숫자부분과 배경부분의 명암값 차와 숫자폭의 크기를 조사해야 한다. 전처리된 한행의 수평경계선과 명암값의 관계를 그림8에서 볼 수 있다.

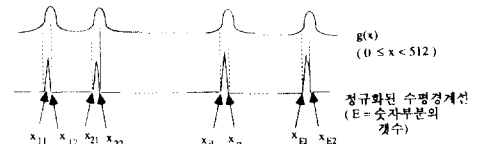


그림 8. 명암값과 전처리된 수평경계선
 Fig. 8. Preprocessed horizontal edge and gray levels.

전처리된 수평 경계선의 좌표 (x_{11})가 위치하는 곳의 명암값은 배경영역을 나타내고, x_{12} 좌표가 나타내는 곳의 명암값은 숫자영역의 꼭지점을 나타내므로 명암값 $g(x_{12}) - g(x_{11})$ 은 숫자부분과 배경영역의 명암차가 된다. θg (숫자부분과 배경부분의 명암차 임계값)와 비교하여 크다면 숫자부분의 명암차 조건을 만족하게된다. 숫자폭의 거리 ($x_{12} - x_{11}$)는 숫자폭의 절반부분이므로 2를 곱한것이 숫자폭이 된다고 볼 수 있다. 숫자폭이 θd_1 (숫자폭 최소 임계값)보다 크고 θd_2 (숫자폭 최대 임계값)보다 작은 조건을 만족한다면 숫자폭 조건을 만족하는 것이 된다. 임계값 θd_1 , θd_2 는 촬영된 번호판의 크기의 사전지식(domain knowledge)을 이용하여 쉽게 구할 수 있으나, θg 의 경우 시간과 날씨의 변화로 최적의 임계값 결정이 곤란하다. 본 논문에서는 θg 를 시스템에서 자동적으로 구하는 방법을 후보영역 추출 방법 설명 후 상세히 다루기로 하겠다. 명암차 조건과 숫자폭 조건이 모두 만족되면 숫자부분임을 알 수 있으므로 해당 위치 $S(x)$ 에 숫자부분이라는 표시로 1을 할당한다. 위의관계를 알고리즘화하면 그림9과 같다.

```

=====
S(x) = 0 (0 ≤ x ≤ 511)
for each i (0 ≤ i ≤ E)
    if( ( |g(x2) - g(x1)| ) > θ g and
        ( θ d1 < (x2 - x1)*2 < θ d2 ), then S(x2) = 1
=====
  
```

그림 9. 숫자부분 판정 알고리즘
 Fig. 9. Digit area verification algorithm.

두번째 단계에서 번호판의 숫자와 숫자가 일정한 거리로 균집해 있는곳을 조사하여 번호판 후보구역인지를 결정한다. 그림10처럼 확인된 숫자와 숫자 사이의 거리를 조사하여 일정거리에 있는 숫자와 숫자를 번호판 후보영역으로 판정한다.

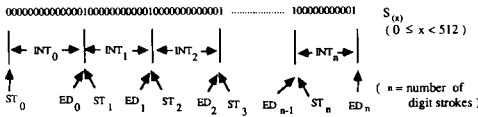


그림 10. 숫자와 숫자의 거리관계
Fig. 10. Distance between digits.

숫자와 숫자의 간격 (INT_i (0<i<n))에서 INT_i가 가장 작은 순서로 서로 합병되되 합병후 크기가 θ_{mpw} (번호판의 최대크기 임계값) 보다 작으면 합병하고 그렇지 않으면 합병하지 않는다. 예를들어 ST₂와 ED₂사이의 거리(INT₂)가 $\theta_{d_{int}}$ (숫자와 숫자간 폭 임계값)보다 적으므로 ST₂와 ED₂를 합병한다.

그다음 INT₁가 합병의 대상이 되었을때 ST₁과 ED₂의 거리(INT₂+INT₁)가 θ_{mpw} 보다 적으면 합병하고, 다음 합병을 위해서 INT₁₋₂의 시작을 ST₁으로 끝을 ED₂로 조정시킨다. 이러한 과정을 반복하여 숫자와 숫자 사이를 서로 합병한다. 위에서 사용된 $\theta_{d_{int}}$, θ_{mpw} 는 촬영된 차량영상의 사전지식(domain knowledge)을 이용하면 쉽게 구할 수 있다. 이것을 알고리즘화하면 그림11와 같다

```

=====
P(x) = S(x) (0 ≤ x ≤ 511)
for each i (0 ≤ i ≤ n)
  if (INTi < θdint) and
    ((EDi - STi) < θmpw) {
    P(x) = 1 (STi < x < EDi) /* merging STi - EDi */
    STi, EDi 재조정
  }
=====
    
```

그림 11. 숫자의 합병 알고리즘
Fig. 11. Digit merging algorithm

합병된 결과가 그림12와 같을때, 다음과 같은 조건을 만족하면 번호판 영역으로 판정한다. 합병된 거리가 θ_{mpw} 보다 작고 그 거리안에 포함된 숫자의 갯수가 8개에서 11개일 경우 번호판 후보영역으로 판정한다.

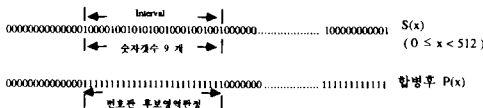


그림 12. 번호판 후보영역 추출
Fig. 12. Deciding license plate candidate area.

지금까지 설명한 번호판 후보영역 추출 방법을 일정한 간격으로 샘플링(sampling)하여 처음 부터 끝까지 수행하여 번호판 후보영역을 추출한다.

위에서 사용한 여러 임계값 중 θ_d , θ_{d_2} , $\theta_{d_{int}}$, θ_{mpw} 의 경우 입력영상의 번호판 사전지식(domain knowledge)을 이용하여 구할 수 있으나 θ_g 의 경우, 그림13과 같이 날씨와 시간 변화에 따라 명암도가 변화하므로 적절한 θ_g 를 구한다는 것은 어렵고 일정한 θ_g 를 선택한다는 것은 위험한 일이다.

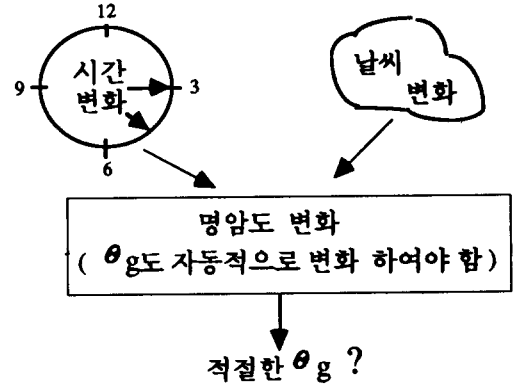


그림 13. 환경(시간, 날씨) 변화와 θ_g 값과의 관계
Fig. 13. Relationship between environment and θ_g .

본 논문에서는 입력영상의 명암값 변화와 관계없이 θ_g 를 시스템에서 자동적으로 선택하는 방법을 소개하기로 하겠다.

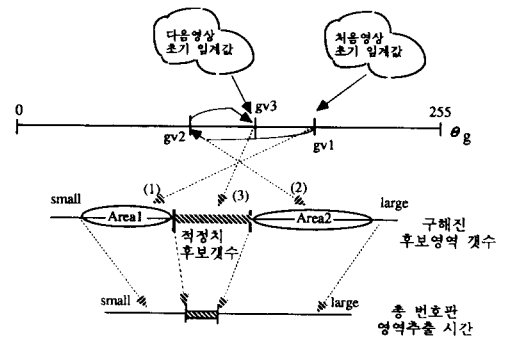


그림 14. θ_g 와 구해진 후보영역갯수와 총 영역 추출시간과의 관계

Fig. 14. Relationships among θ_g , the number of candidate area, and the time required for extracting the license plate area.

처음영상에 대해 임계값 θ_g 을 그림14와 같이 0~255사이의 임의의 값 $gv1$ 으로 정하고 일정한 간격으로 처음부터 끝행까지 조사하여 후보영역을 추출한다. 후보영역 탐색 결과 발견된 후보영역이 적정치 후보 갯수보다 적은 Area1위치에 있다면 검증 시간이 적게 소요되므로 총 번호판 영역추출 시간은 적게 걸리는 장점이 있으나 숫자부분과 배경부분의 명암차가 θ_g 보다 낮음으로서 번호판 영역이 후보영역으로 발견되지 않을 위험성이 있다. 따라서 θ_g 을 감소시켜 $gv2$ 로 정한다음 다시 처음부터 후보영역을 추출한다. 그 결과 발견된 후보영역의 갯수가 Area2 위치에있으면 찾아진 번호판 후보구역이 번호판영역을 포함하고 있으나 불필요한 후보영역까지도 포함하고 있으므로 후에 검증 시간이 많이 소요된다는 문제점이 있다. 따라서 θ_g 을 다시높여 $gv3$ 로 정함으로써 우리가 찾고자하는 적정치의 후보갯수가 발견됨을 알 수 있다.

이와같이 처음영상에 대하여 어렵게 적정치 후보갯수를 구하는 이유는 다음과 같은 2가지 장점이 있기 때문이다. 첫째 동일시간대의 입력영상의 명암값은 일정하다고 볼 수 있으므로 처음 구한 θ_g 값을 다음 영상의 임계값으로 사용함으로써 다음 영상의 θ_g 값을 구하기 위한 진동을 방지할 수 있다. 만약 갑작스런 날씨의 변화로 입력영상의 명암도가 변화할 경우 위 과정을 재반복하여 시스템 스스로 최적의 θ_g 를 다시 구한다. 이렇게 구해진 θ_g 를 다음 영상의 θ_g 로 사용한다. 둘째 적정치 후보갯수를 제한함으로써 번호판 영역추출 시간을 빠르고 일정하게 유지해 줄 수 있기 때문이다.

3. 번호판 후보영역의 검증

추출된 번호판 후보영역 중에는 번호판 부분과 유사한 파형(라디에이터 그릴 부분)도 번호판 후보영역으로 포함될 수 있다. 따라서 찾아진 후보영역의 검증을 통하여 번호판 부분이라는 것을 확정하여야한다. 검증의 실패로 번호판 영역 추출이 실패하는 것을 막기위해서 그림15처럼 2차례 검증을 통하여 번호판 영역임을 확인한다. 검증할 후보영역 선택 방법은 군집된 후보 영역 중에서 아래 부터 윗방향으로 검증을 한다. 그 이유는 촬영된 영상에서 번호판이 밑부분에 있을 가능성이 많기 때문이다.

1) 숫자부분 검증방법

검증할 후보구역이 선정되면 대략적으로 번호판 구역을 예측하고, 그 예측 구역내에서 후보영역 좌표를 기준으로, 먼저 위로 그리고 아래로 검증을 한다. 검증방법은 가로로 한 선씩 이동하면서, 후보구역 추출

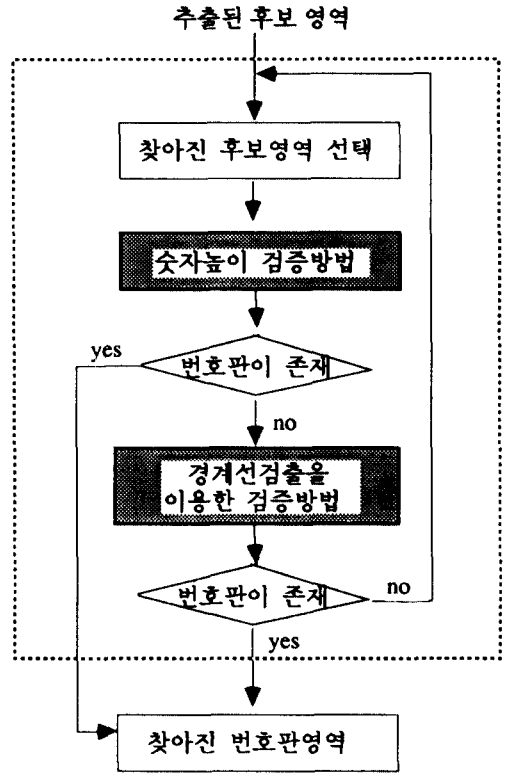


그림 15. 번호판영역 검증방법

Fig. 15. License plate area verification.

과정에서 진행했던 과정을 반복하여 검증을 실시한다. 윗방향으로 이동하면서 숫자의 위끝을 찾고 숫자 끝이 발견되면 다시 아랫방향으로 이동하면서 숫자의 밑끝을 찾는다. 그림16처럼 검증결과 a, b간의 거리가 숫자높이(ΔH) 이면 번호판 영역으로 판정한다.

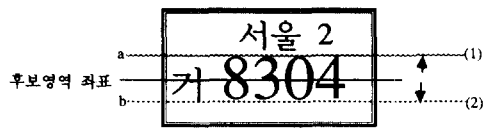


그림 16. 숫자높이 검증방법

Fig. 16. Digit height verification.

2) 경계선 검출을 이용한 검증방법

대체로 86%이상은 숫자부분 검증방법을 통해서 번호판 영역으로 판정되나 실제 영상중에는 숫자부분의 도색이 벗겨졌다던지 번호판 상태의 불량으로 숫자부분 검증방법이 실패하는 경우도 있다. 따라서 검증의 실패를 방지하기 위해서 경계선 검출을 이용한 검증

방법을 이용한다. 본 검증방법은 먼저 번호판 영역에서 경계선 검출(edge detection)을 한 후 이치화한다. 그리고 숫자부분 검증방법과 비슷하게 위로, 아래로 검증하면서 숫자높이를 조사하여 번호판 영역임을 판정한다.

IV. 시스템 구현 및 실험

차량 번호판 인식 시스템은 감지장치, 촬영장치, 인식장치 3부분으로 구성된다. 주행중인 차량이 감지장치에서 감지되면 감지신호를 순간적으로 촬영장치에 보내고 블러링(blurring) 현상을 방지하기 위해서 고속 셔터 스피드(shutter speed)기능을 갖는 촬영장치로 촬영하게 된다. 차량 영상을 작게 촬영하면 촬영장치가 촬영할 수 있는 촬영폭이 한 차선을 충분히 포함할 수 있다는 장점이 있으나, 그렇게 되면 번호판 크기가 작기 때문에 문자 및 작은 숫자 인식에 어려움이 있다. 촬영된 차량 영상이 너무 크면, 문자 및 작은 숫자를 인식하기에 좋으나 촬영장치의 촬영폭이 한 차선을 충분히 포함할 수 없는 문제가 있다. 따라서 작은숫자 및 문자 인식에 영향을 미치지 않는 범위에서 차량영상을 최소로 촬영하여야 한다. 인식장치의 하드웨어는 인식속도를 빠르게 하기 위해서 전용프로세서(KTRAM(transputer board))를 사용하였다. KTRAM보드는 T800과 A110으로 구성되었으며, 하나의 T800은 4Mbyte의 메모리, 25Mhz로서 최대 30MIPS의 수행속도를 갖고 A110은 420MOPS의 수행속도를 갖는다. 소프트웨어는

오컴(occam)언어^{[10] [11]}를 사용하여 개발하였다. 실험결과로서 먼저 기존의 방법^[6]을 살펴보고 본 논문의 방법을 설명하겠다. 촬영된 입력영상 그림17은 번호판 테두리가 선명히 나타나지 않은 입력영상이고 약간의 찌그러짐을 볼 수 있다. 전체 영상에 대하여 처리하면 시간이 많이 소요되므로 영상 크기를 축소하는 영상축소 과정을 그림18과 같이 수행한다. 번호판의 테두리 성분인 수직,수평성분을 강조하기 위해서 그림19처럼 소벨연산을 수행한다. 수직 및 수평성분을 추출하는 허프변환을 수행하기 위해서 그림20처럼 이치화 한다. 이치화 값 결정은 전체영상에서 구

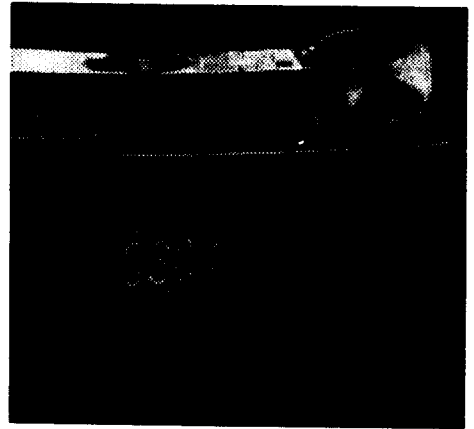


그림 17. 입력 영상
Fig. 17. input image.

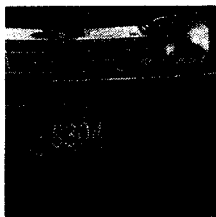


그림 18. 축소된 입력영상
Fig. 18. reduced input image.

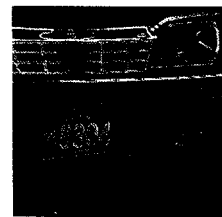


그림 19. 소벨연산
Fig. 19. Sobel operation.

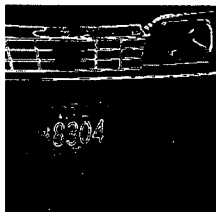


그림 20. 이치화 결과
Fig. 20. Threshold result.

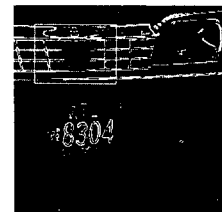


그림 21. 영역추출의 실패
Fig. 21. plate area extraction failure.

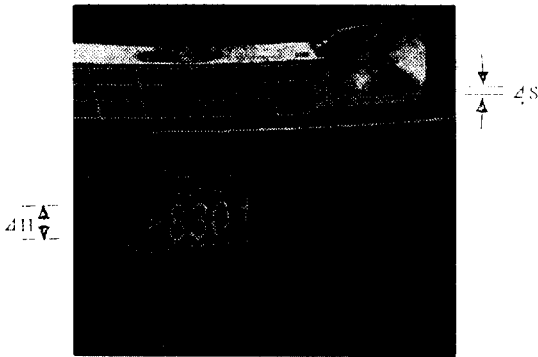


그림 22. 번호판 탐색간격(4S)와 숫자높이(4H)의 관계

Fig. 22. Relationship between 4S and 4H.

함으로서 번호판 테두리가 미약하게 나타날 경우 숫자부분은 선명히 표현되나 테두리 부분이 나타나지 않음을 볼 수 있다. 이치화된 결과를 이용하여 허프 변환을 통해서 수평 및 수직성분을 찾고 수평 및 수직 비가 2 : 1이 되는 곳을 찾는다. 그림21 처럼 차량의 라디에이터 그릴 부분이 2 : 1 조건을 만족하므로 라디에이터 그릴 부분을 차량 번호판 영역으로 추출함을 볼 수 있다.

본 논문의 영역추출 방법은 다음과 같다. 일정한 간격(4S)을 두고 행을 이동하면서 그 행의 명암값 변화 조사를 시행한다. 4S는 최소한 한번은 숫자부분을 통과해야 하므로 번호판의 숫자높이(4H) 보다 작아야한다. 4S와 4H와의 관계를 그림22 에서 볼 수 있다.

숫자 부분의 명암값 변화 조사를 위해서 선택된 한 행에 대해서 수평 경계선 검출을 하여 숫자부분과 배경부분의 위치를 찾는다. 찾아진 숫자부분에서 명암차, 거리를 비교하여 번호판 후보 영역을 추출한다. 그림23에서 추출된 번호판 후보영역을 나타내고 번호판부분에서 4개가 발견됨을 볼 수 있다.

추출된 후보영역 좌표에서 숫자높이 검증방법과 경계선 검출을 이용한 검증방법을 사용하여 번호판 영역을 추출한다. 후보영역 좌표에서 검증한 결과 그림 24처럼 번호판 영역이 추출됨을 볼 수 있다.

실상황에서 촬영된 영상 478개를 전용 프로세서를 사용하여 실험한 결과 표1과 같은 실험치를 얻을 수 있었다. 기존의 방법은 여러단계의 처리 과정을 거치므로서 원 영상 정보를 손실하게 되고, 시간이 많이

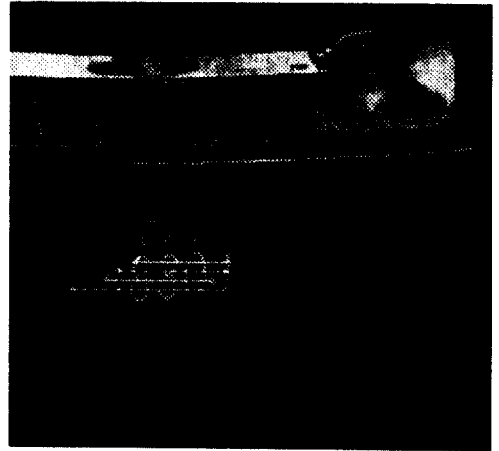


그림 23. 추출된 번호판 후보영역

Fig. 23. Extracting candidate area.

소요된다. 또한 번호판이 위치한 곳을 알 수 없으므로 번호판 영역이 반영되지 않은 이치화 임계값이 결정될 수 있고, 이치화 후 번호판의 테두리가 나타나지 않음으로서 번호판 영역 추출이 곤란함을 볼 수 있다. 이치화가 잘되어 번호판 테두리 부분이 나타났더라도, 차량에 따라서는 수평 대 수직의 비가 2 : 1이 되는 부분이 많이 존재할 수 있으므로 번호판 영역 결정이 어려울 수 있다. 본 논문의 장점은 3가지로 요약할 수 있다. 첫째, 일정한 간격으로 각 행을 탐색하면서 처리과정을 최소로 하기때문에 영역 추출이 실시간에 이루어질 수 있다. 둘째, 이치화된

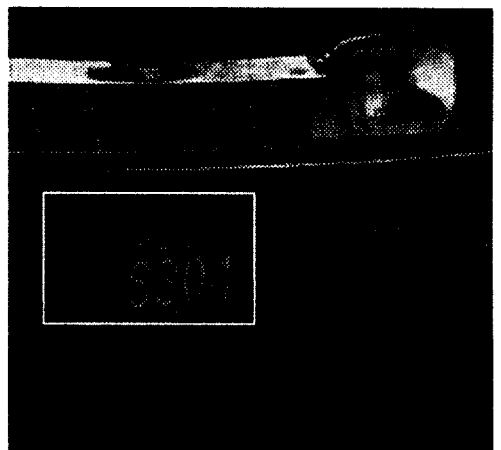


그림 24. 추출된 번호판 영역

Fig. 24. Extracting license plate region.

영상에서 번호판 테두리 부분을 찾지않고 원 영상 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하기 때문에 영역 추출의 신뢰성을 기할 수 있다. 셋째, 시스템 스스로가 최적치의 명암값 임계치 θ_g 를 선택함으로써 주관의 경우 99.2%의 높은 추출율을 얻을 수 있다.

표 1. 기존의 방법과 비교 분석

Table 1. Analysis and comparison with a conventional method.

비교	기존의 방법	본논문의 방법
영역추출율(%)	69.8%	99.2%
영역추출시간	8~10초	0.3~0.5초

V. 결론

본 논문의 접근방법이 기존의 번호판 영역추출 방법과 근본적으로 다르고 처리시간을 실시간에 처리함으로써 실용적 응용을 이룰 수가 있었다. 앞으로의 연구방향은 2가지 방향으로 연구를 진행하고자 한다. 첫째, 야간과 같은 경우 자동차 조명의 간섭으로 번호판 영역추출이 약간 빛나가는 경향을 보완하고 검증방법을 간략화 또는 생략하는 방법과, 둘째 신경회로망 기법^[12]을 이용하여 본 알고리즘을 구현하는 연구를 진행하고자 한다.

參考文獻

[1] 安居院, 催, 中嶋, "リアビューからの車兩番号抽出法," 昭和60年度情報, システム 部門信學全大, 155.
 [2] 加藤健伺, "車兩自動讀取裝値における文字領域抽出法", 昭和61年度信學全大, 1352.

[3] D. H. Ballard, Computer Vision, Prentice-Hall, Inc., pp.76 ~79, 1991.
 [4] R. O. Duda, P. E. Hart, "Use of the Hough transformation to detect line and curve in pictures," Comm. ACM, 15, No 1, pp 11 ~ 15, 1972
 [5] 催, 吳, 安居院 中嶋, "컴퓨터 畫像處理를 이용한 차량번호 抽出방법," 전자공학회지, Vol.24, no.2, pp 309 ~ 315, 1987.
 [6] 催, 安居院, 中嶋, "ピラミッド階層化高速ハフ變換を用いたナンバプレート領域抽出," 信學論, vol. J70-D, no. 7, pp. 1383-1389, 1987. 7
 [7] Dong-uk Cho, Ji-Young Kim and Young-Kyu Yang, Pro. of First Korean-Japan Joint Conference on Computer Vision "Recognition of automobile type and extraction of car number plate by image processing ." pp 230 ~ 233, October, 1991.
 [8] 交通部 고시 제89-5호, 자동차 구조및 변경에 관한 고시, <별표>, 1989. 4. 10.
 [9] Y. Ohta, T. Kanade and T. Sakai, "Colour information for region segmentation," Computer Graphic and Image processing, vol 13, pp. 222-241, 1980
 [10] S708 USER GUIDE, Inmos Limited, 1989.
 [11] Occam2 toolset user manual, inmos document number : 72 TDS Inmos Limited, 1989.
 [12] James A. Freeman, Neural Network, Addison-Wesley Publishing Co.1991.

著 者 紹 介



全炳兌(正會員)

1963年 7月 20日生. 1986年 2月 한남대학교 전자계산학과. 1989年 8月 송실대학교 대학원 전산과 (석사). 1989年 9月 ~ 현재 한국과학기술연구원 시스템공학연구소 재직 중. 1990年 2月 특허출원 번호 제 90-1719호 "차량번호판 자동인식방법" 발명자. 1992年 5月 IR52 장영실상 수상 (과기처 장관상). 주관 심분야는 영상처리, 문서인식, 신경회로망 등임.



尹 皓 燮(正會員)

1966年 4月 25日生. 1989年 2月 송실대학교 전자계산학과 (공학사). 1991年 2月 송실대학교 대학원 전산과 (석사). 1991年 3月 ~ 현재 한국과학기술연구원 시스템공학연구소 재직중. 주관심분야는 영상처리, 패턴매칭, 지식기반시스템 등임.