
실시간 차종인식 시스템의 설계 및 구현

최태완*

Design and Implementation of a Real-Time Vehicle's Model Recognition System

Taewan Choi*

요 약

교통제어나 차량에 연관된 범죄 등에서 자동차의 인식에 관한 연구의 중요성 때문에 이에 관련된 연구는 오래 전부터 수행되어왔다. 본 논문에서는 차량이 주행할 때의 정보와 영상을 획득하여 제조회사별 차종을 인식하는 방법을 제안하고자 한다. 본 논문의 차종인식은 차량의 압력을 이용한 차폭 검출방법, 그리고 보다 더 정확한 인식을 얻기 위한 레이저 거리계를 이용한 차고 검출방법, 3~5종의 구별을 위한 차량의 번호판 인식 방법을 조합함으로써 차량 인식의 오류를 줄이는 시스템을 구현하였다. 구현된 차종인식시스템은 2차원 CCD에 의한 차량의 영상 획득과 이를 통한 다양한 영상처리 알고리즘에 의해서 국내의 전 차종에 적용할 수 있으며, 실제의 실험 결과는 높은 인식률을 나타내었다.

ABSTRACT

This paper introduces a simple but effective method for recognizing vehicle models corresponding to each maker by information and images for moving vehicles. The proposed approach is implemented by combination of the breadth detection mechanism using the vehicle's pressure, exact height detection by a laser scanning, and license plate recognition for classifying specific vehicles. The implemented system is therefore capable of robust classification with real-time vehicle's moving images and established sensors. Simulation results using the proposed method on synthetic data as well as real world images demonstrate that proposed method can maintain an excellent recognition rate for moving vehicle models because of image acquisition by 2-D CCD and various image processing algorithms.

키워드

Vehicle recognition, classification, license plate recognition, image processing

I. 서 론

오늘날 자동차는 교통과 물류시스템에서 중요한 역할을 하고 있으며, 산업이 발달됨에 따라 차량이 급증하고 있다. 반면에 도로 사정이나 교통 상황을 관리하는 인력은 이에 미치지 못하고 있으므로 제한된 인력으로 현재의 열악한 교통 관리 체계를 극복하고자 하는 노력들이 많이

이루어지고 있다. 따라서 자동차의 종류를 구별해내고 형태나 문자인식을 통해 차량의 번호를 인식하는 연구는 교통 단속은 물론 도난 차량 검거, 출입차량 통제, 톨게이트, 유료 도로, 유료 주차장 등 요금 징수 시 차종에 따라 차등 지급되는 요금 체계의 운영 등의 다양한 분야에 효과적으로 이용할 수 있으므로 지금까지 많은 연구가 이루어져 왔다.

차량의 정보 추출에서 비교적 일찍 시작된 연구는 차량 번호판의 인식이다. 번호판의 인식은 이미 1990년 이전부터 연구가 되기 시작하였다. 번호판의 인식은 신경망을 통한 학습이나, 번호판 글자의 영역에 따른 패턴인식 기법을 통하여 이루어졌고[1], 질실한 필요성에 부응하여 상용화 단계까지 이른 상태이다[2], [3].

자동차의 형태를 인식하는 것은 단순히 이동하는 물체를 탐지하는 이상의 난이도를 필요로 한다. 자동차 영상은 모양이나 크기에 있어서 각기 다르기 때문이다. 차종은 필요에 따라 여러 가지 다른 형태로 이루어지는데 엔진 배기량과 차량의 운용 목적에 따른 분류가 일반적이다. 특히 대형차량에 있어서 차량의 운용 목적에 따른 법적인 분류 방법은 외부의 폭, 길이, 높이와 상충되는 점이 있어서 단순한 센서만으로 쉽게 식별할 수 없다.

본 논문에서는 기존의 차종 인식시스템이 가지는 특징과 장단점을 간략히 살펴보고, 기존의 장치와 대비되는 높은 인식율과 저가격의 구성이 가능한 장치의 구현 방법을 제안하고자 한다. 본 논문의 제안 시스템은 니크롭선과 탄성강을 이용하여 차량의 압력을 이용한 차폭 검출방법, 그리고 보다 더 정확한 인식률을 얻기 위한 방법인 레이저 거리계를 이용한 차고 검출방법, 3~5종의 구별을 위해서 차량의 번호판을 인식해서 차종을 구분해내는 방법을 복합적으로 사용하였다. 압력식 차폭 검출 장치는 차폭이 확연하게 다른 경차, 1종, 2종에 대해서는 거의 구별이 가능한 방식이며, 3~5종에 대한 것은 차폭이 일정치 않아서 번호판을 통한 방식과 레이저 거리계를 이용한 방식을 통해서 구별을 하고 있다.

단순히 용도에 따라서는 국민차와 기타 차량의 식별만 하는 경우, 소형·중형·대형의 3종을 식별하는 경우, 6종을 식별하는 경우 등 다양한 요구가 있다. 따라서 본 연구에서는 전 차종의 분류가 되는 시스템 구성을 하여 모든 경우에 적용하여 종류별, 경우별로 가능한 유연성 있는 인식시스템을 설계하고자 한다. 본 시스템은 차폭을 검출할 수 있는 방법과 보다 더 정확한 인식률을 얻기 위한 방법인 레이저 거리계를 이용한 차고 검출방법, 3~5종의 구별을 위해서 차량의 번호판을 인식해서 차종을 구하는 방법들로 구성되게 하였다. 3~5종의 구별은 차폭이 일정치 않아서 번호판을 통한 방식과 레이저 거리계를 이용한 방식을 통해서 이루어진다.

지면의 제약으로 인하여 번호판 인식에 관한 내용은 분리하였으며, 본 논문의 구성은 다음과 같이 하였다. 서

론에 이어, 2장에서는 관련 연구들을 간략히 기술하였다. 3장에서는 이동하는 차량에서 시스템의 센서와 압력식 차폭 검출 장치 및 일련의 영상처리 기법에 의해서 차종을 인식하는 구체적인 방법을 기술하였다. 4장에서는 실험결과를 설명하고, 최종적으로 5장에서는 결론과 향후 연구 과제를 기술하였다.

II. 관련 연구

일반적으로 자동차의 형태는 아이겐(Eigen) 공간의 분석이나 영상에서 적절한 특징들을 추출하여 인식하는 방법이 적용되어 왔다 Kohtaro[4], Murase[5]. 그러나 이 방법은 기억장치를 많이 필요로 하며, 변화하는 환경에서 인식률이 현저히 감소하는 약점을 지니고 있다. 이러한 문제를 극복하고자 Hwang[6], Busch[7], Kagesawa[8] 등은 번호판 영역의 위치에 대한 특징벡터를 구하여 차량을 인식하는 방법을 시도하였다.

최근 들어 Schanz와 Michaelis[9]는 스테레오 비전(stereo vision)을 이용하여 차량을 감지하였고, Wu 등[10]은 다각형으로 차량을 모델화하고 신경망 학습을 통하여 인식하는 기법을 소개하였다. Linmin[11]도 차량의 영상을 다각형으로 변형한 후 형태의 파라미터를 비교하여 차량을 인식하였다. 특정차량의 인식기술은 통행료 징수, 교통량 제어, 치안 유지 등에 절실히 필요하지만, 아직까지 제조회사별로 생산되어 운행되는 구체적인 자동차들의 인식까지는 연구되지 않은 상태이다. 또한 톨게이트에서 사용되는 차종 인식 장치로써 레이저 빔을 이용한 정보의 획득과 카메라 영상의 종합적인 해석에 의하여 차종을 분류해낼 수 있다.

2.1 카메라에 의한 방식

차량 진입 시 정면에서 촬영해서 인식하는 방법은 그림 1과 같다. 이 방식은 톨게이트 등에 차종 인식을 목적으로 카메라를 설치하고자 할 때 한대의 카메라 혹은 하나의 영상 프레임만으로 차량의 전체 형상을 촬영하는 것으로 카메라의 시야각(view angle) 및 촬영 대상이 되는 차량과 카메라의 이격 거리 등을 고려할 때 대형 차량 일수록 전체 촬영이 어렵다. 차량측면에서 한 번의 촬영으로 획득된 영상은 전체 차량의 정보를 포함하고 있지 못하므로 정확한 차종 판단이 어렵다. 이에 통과하는 차량의 수

직 측면을 획득하도록 카메라를 설치하고 통과하는 차량의 시작부터 끝지점 동안 여러 번 촬영한다. 촬영된 영상들은 중첩된 부분이 존재할 것이며 2차원 투영 변화를 최소화하는 알고리즘을 사용하여 실시간에 한 장의 차량 영상으로 복원하고 획득된 전체 차량 영상으로부터 차량의 특징을 이루는 영역별 명암 값 변화 빈도수와 차량의 앞뒤 바퀴 사이의 폭 등이 소형, 중형, 대형 차량에 따라 각기 다르므로 이들 정보를 이용하여 차종을 분류한다. 하나의 프레임에 전체 차량의 영상을 모두 포함시킬 경우는 고가의 고해상도 카메라를 설치해야 한다. 그리고 촬영 시점에 주변의 환경 조건이 촬영에 부적합한 간섭이 있을 경우 획득된 한 장의 영상 프레임으로는 차종의 식별이 어렵게 된다.

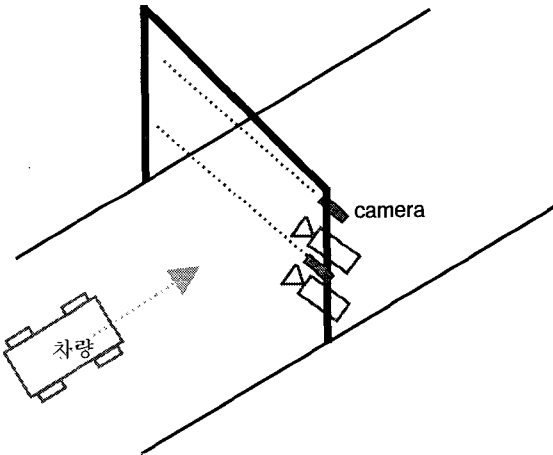


그림 1. 카메라에 의한 방법
Fig. 1. Method using camera

2.2 레이저 스캔 방식

카메라를 이용한 차종 인식은 진입 시 정면에서의 촬영으로 야간에는 헤드라이트의 간섭으로 인하여 영상 촬영이 불안정하게 되어 제대로 판별 못하는 상황이 발생하며 한 부분의 촬영으로 오인식할 확률이 높다. 따라서 센서에 의한 외형의 측면 1차원(profile) 정보를 획득하거나 차량의 폭을 측정하여 차종을 분류하는 것이 대표적이다. 이 때 폭을 측정하기 위해서는 통과하는 차량의 양 측면에 1차원 레이저 슬릿광을 설치하여 차량의 정확한 폭을 측정한다. 그리고 높이는 레이저 빔을 6~9m 높이에 달고 지상의 차량을 향하여 발사하도록 하여 주사(scan) 함으로써 차량의 폭과 측면 형상을 동시에 알아낸다. 이 방식의 구성도는 그림 2와 같다.

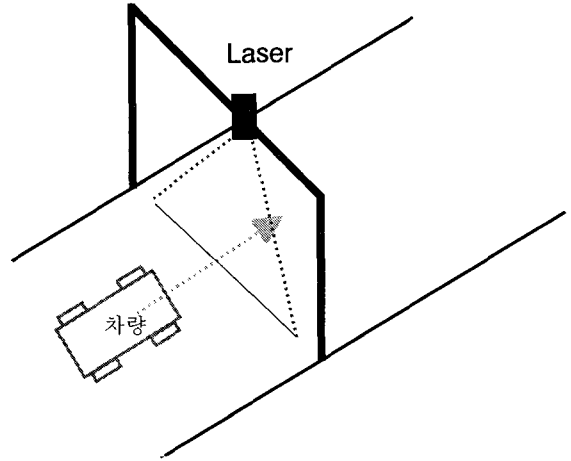


그림 2. 레이저 스캔 방법
Fig. 2. Method using laser scan

2.3 적외선 센서

차종인식의 또 다른 방식으로는 차량이 진행하는 톨게이트의 양쪽 측면에 적외선 발광 및 수광 센서를 탑재하여 차량이 그 사이를 주행하게 함으로써 차량의 측면 형상을 알아낸다. 이 방법은 그림 3과 같다.

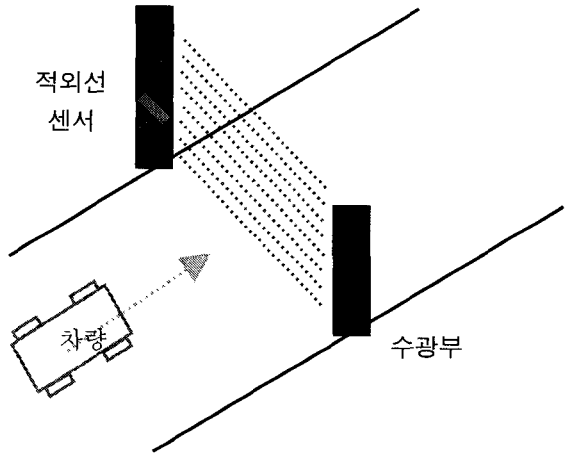


그림 3. 적외선 센서 이용방법
Fig. 3. Method using infrared sensor

III. 제안 시스템의 구현

주자장이나 톨게이트의 요금 정산을 무인화 할 때 요

금 혜택을 받는 차와 아닌 차 그리고 인식이 쉬운 차와 어려운 차 등으로 구분된다. 차종은 보통 국민차, 1종 소형(승용), 1종 소형(승합), 1종 소형(RV), 1종 소형(트럭), 2종 소형(버스), 2종 중형(트럭), 3종 대형(버스), 3종 대형(트럭), 4종 대형 화물, 5종 특수 화물 등으로 나눌 수 있다. 차량의 형태에 따른 구분은 3종까지이며, 3종~5종은 차량의 운행 목적에 따른 구분이므로 형태로서는 판단이 불가능하며 번호판에 따른 구분만이 가능하다.

본 논문에서는 차량의 압력을 이용하여 차폭을 검출하고 국민차와 일반차를 구분하는 방법으로써 보다 더 정확한 인식률을 얻기 위한 방법인 레이저 거리계를 이용해서 차고를 측정하는 방식을 먼저 적용한다. 압력식 차폭 검출 장치는 차폭이 확연하게 다른 경차, 1종, 2종에 대해서는 거의 구별이 가능한 방식이며, 3~5종에 대한 것은 차폭이 일정치 않아서 번호판을 통한 방식과 레이저 거리계를 이용한 방식을 통해서 구별을 하고 있다.

그림 4는 차종인식 전체시스템을 나타낸다. 바퀴 쪽에는 압력으로 인한 눌림 장치, 그리고 위쪽에는 레이저 센서를 이용한 차량의 길이 및 차량의 전고를 나타내고 있다. 번호판에서는 3종~5종의 정확한 구분을 하기 위해서 나타내고 있다.

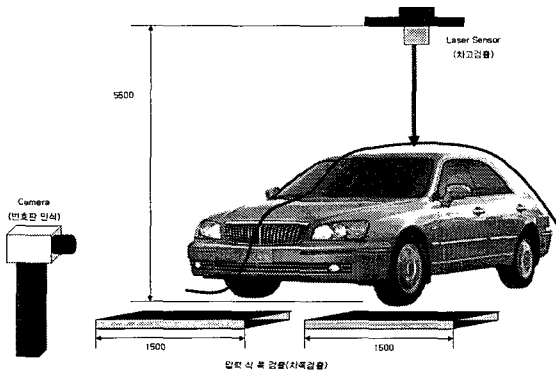


그림 4. 차량인식시스템의 전체 구성
Fig. 4. Overall configuration of vehicle recognition system

3.1 압력식 차폭 검출장치

본 논문에서 제안하는 핵심적인 방법으로 압력식 차폭 검출장치의 구조는 평행한 두 개의 선 위에 일정한 간격으로 홈이 나 있는 탄성강이 부착되어 있다. 차량이 지나가 지 않을 때 탄성강은 니크롬선에 닿아 있지 않도록 니

크롬선보다 높은 지지대에 떠 받혀져 있으며, 차량이 압력식 차폭 검출장치 위를 지나갈 때 바퀴부분의 압력으로 인하여 탄성강이 철선에 닿도록 한 구조를 취하고 있다. 압력식 차폭 검출장치는 그림 5와 같이 구성되어 있다. 그림 5를 보면 철선과 철심 사이에 공간이 생기는 것을 볼 수 있다. 이 공간에 차량 바퀴가 탄성강을 누르면 철심이 페루프를 형성하면서 거리에 대한 값으로 변환된다. 즉, 그림 6과 같이 탄성강이 철심에 닿았을 때 가장자리부터 제일 가까운 곳까지의 페루프의 저항 값을 읽어내면 차량의 바퀴가 눌러진 위치를 알 수 있다. 철심의 홈은 10mm 간격을 유지하므로 차량의 바퀴가 눌러진 위치를 읽어내는 해상도는 10mm가 된다. 각 차종들을 비교해보면 모두 100mm 내외로 차이가 나기 때문에 충분한 해상도를 나타낼 수 있다. 차량이 지나감에 따라 눌러졌던 탄성강은 자체 탄성으로 철심에서 떨어지게 된다. 차량의 앞뒤 바퀴사이의 거리를 읽어야하므로 압력식 차폭 검출장치는 일정간격만큼 떨어진 두 개의 동일한 검출장치를 사용한다. 이와 같이 차량앞뒤에 있는 두 바퀴의 제일 외곽 부분의 절대 위치를 검출하면 차량의 차폭계산이 가능하므로 차종을 구분할 수 있다[12]. 그림 7과 같이 검출장치를 설치하여 압력센서에서 읽혀진 데이터는 controller를 통해서 차폭과 차종에 대한 디스플레이를 한다.

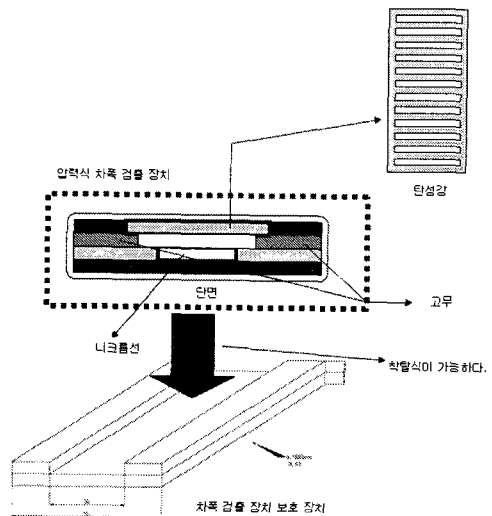


그림 5. 압력식 차폭 검출장치의 구조
Fig. 5. Structures of the breadth detection mechanism of vehicles by pressure

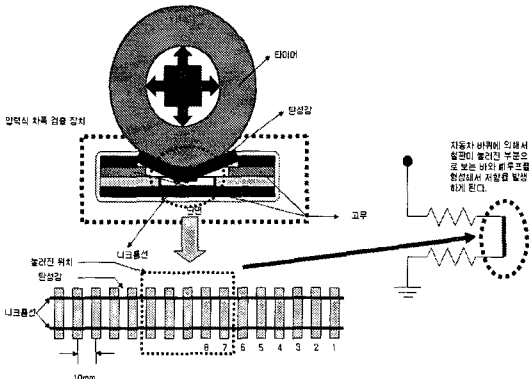


그림 6. 압력식 차폭 검출장치의 원리

Fig. 6. Concept of the breadth detection mechanism of vehicles by pressure

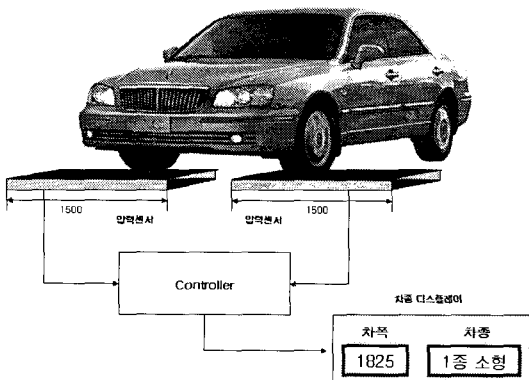


그림 7. 압력식 차폭 검출 장치의 블록도

Fig. 7. Block diagram of the breadth detection mechanism of vehicles by pressure

3.2 레이저 거리계를 이용한 차고 검출장치

차량의 폭으로 경차나 1종, 2종은 구분이 가능하다. 하지만 3종 이상의 차량에 대해서는 구분이 용이하지 않다. 그리고 3~5종은 카메라를 이용한 차종 인식을 해도 어떤 경우는 같은 번호판에 비슷한 형태의 번호판을 가질 수 있다. 이런 경우에 차종을 구분할 수 있는 한 방법이기도 하다.

차고 검출 장치의 원리는 높이 5.5m의 거리에서 레이저를 이용해서 차의 높이를 측정하게 된다. 그림 8은 차량의 높이를 측정하는 방법을 나타내고 차량이 앞으로 진행하면서 자동차의 보닛(bonnet)에서 트렁크까지의 길이를 모두 측정하게 된다. 이렇게 되면 차의 형태뿐만 아니라 차가 실제로 가지고 있었던 제원에 맞는 차고까지도 측정

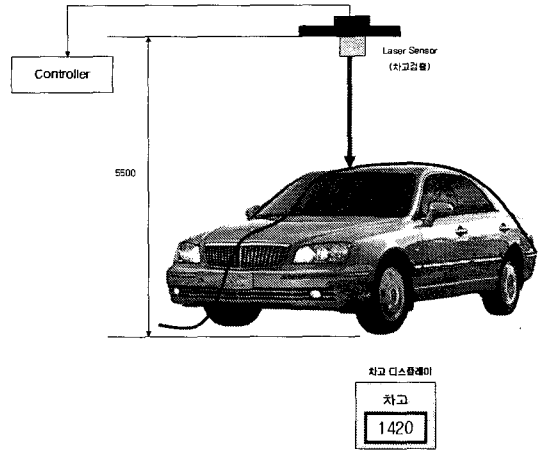


그림 8. 레이저 거리계를 이용한 차고 검출장치
Fig. 8. Detection method of vehicle's height using laser distance sensor

이 가능하게 되고 보다 더 정확한 차종을 인식할 수 있다. 차고를 측정하기 위해서 사용된 레이저 거리계는 SICK사의 DT60-P111B를 사용하였다[13]. 이 센서는 5,300mm의 거리까지 측정이 가능하다. 이것은 최고 높은 덤프트럭 3.2m에 짐이 실리는 높이를 감안해서 고려한 센서이다. 이 레이저 거리센서는 그 출력 값이 비교적 선형적이므로, 정확한 거리측정이 가능하다. 그림 9는 차량이 진행하면서 차량의 최대 높이를 측정하는 방법을 나타낸다.



그림 9. 차량이 진행할 때 높이 측정 방법
Fig. 9. Detection method of vehicle's height as moving ahead

3.3 카메라에 의한 번호판인식

3종~5종의 경우 운행목적에 따라 구분을 하기 때문에, 레이저 거리계에 의한 방식으로는 불가능하다. 따라서 카메라에 의한 번호판 인식으로 구분을 한다. 이것의 전체

시스템은 그림 10과 같다.

차량 번호판 인식용 카메라 시스템은 전원 및 조명부, 카메라 제어부, 트리거 발생 장치인 루프 감지기로 이루어진다. 전원 및 조명부는 크세논램프의 점등을 제어한다. 카메라 제어부는 센서 입력과 자동 조리개 조절, 렌즈 제어, 조명 제어, 카메라 제어, 외부 밝기 입력을 담당한다.

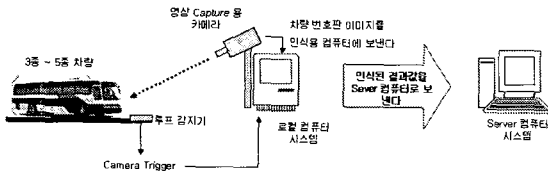


그림 10. 카메라를 이용한 번호판 인식 시스템 구성
Fig. 10. Overall system of number-plate recognition using camera

관리자는 로컬컴퓨터를 통해서 카메라의 각종 상태 및 렌즈와 조명등을 제어 가능하다. 차량이 진입하면 바다에 매설되어 있는 루프 감지기에 의해 카메라에 차량이 들어 왔음을 알리게 되고, 이에 따라 카메라가 번호판을 포함한 차량을 촬영하게 된다. 촬영된 영상은 로컬 컴퓨터로 전송되고 전송된 영상을 통해 번호판의 위치와 번호를 인식하여 서버 컴퓨터로 전송하게 된다. 밝기가 어두운 야간에는 크세논램프를 이용하여 차량을 촬영한다. 그림 11은 전체 시스템의 블록도를 나타낸다. 카메라는 디지털 카메라를 사용해서 Multi-functional camera interface controller에서 auto iris, lens를 제어한다. 루프에 의해서 감지된 신호는 카메라에 차량을 들어왔음을 알리는 신호이

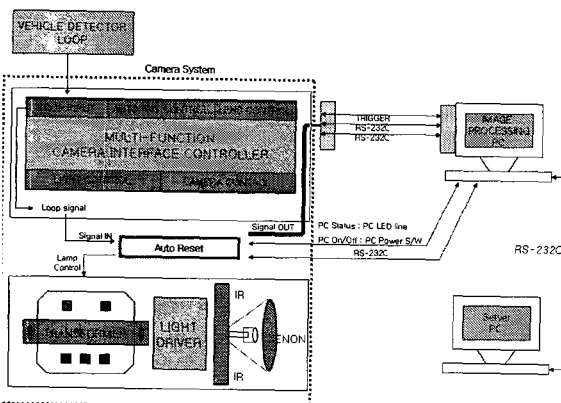


그림 11. 전체 시스템의 블록도
Fig. 11. Block diagram of overall system

다. 그런데 만약 운영 프로그램이 멈추어서 루프 신호만 발생하고 인식 동작을 하지 않을 경우는 재부팅을 자동적으로 하게 된다. 루프 감지기에 의해서 발생된 신호는 PC 안의 Matrox사의 grabber 보드[14]로 전송된다. 이것은 차량이 들어올 때 정지된 영상 한 프레임을 얻어서 인식을 하기 위해서 사용하는 신호이다. 이렇게 해서 인식되어진 최종 영상데이터는 server PC로 전송되어 차종에 대한 정보로 데이터베이스화 된다.

인식 절차의 흐름도는 그림 12와 같다. 차량이 진입하면 루프에 의해서 진입된 차량을 촬영하고 획득된 영상은 일단 번호판 유무의 검사 대상이 된다. 검출된 번호판은 인식과정에서 제대로 인식된 번호판은 전송 데이터를 작성해서 서버 컴퓨터로 전송을 하게 되고, 그렇지 않은 데이터는 최대 4번 동안 반복 수행을 하고 계속해서 인식이 되지 않으면 오인식 데이터라는 메시지나 "?????????"라는 메시지를 전송하게 된다. 카메라에 의한 번호판인식 방법은 운영목적에 따라서 번호판의 차이를 보이는 3종, 4종, 5종에 적합한 방식이다. 그래서 번호판으로 차종을 인식하려면 번호판의 구성 체계를 잘 알아야 한다.

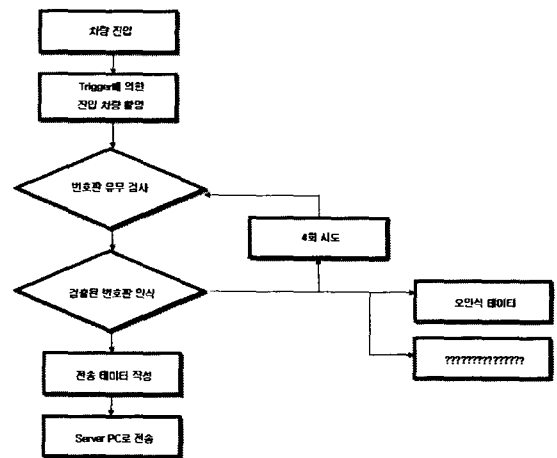


그림 12. 카메라를 이용한 번호판 인식과정
Fig. 12. Process of number-plate recognition using camera

3.4 파노라마 영상에 의한 차종인식

차종인식의 정확성을 더 높이기 위해서 본 연구에서는 통과하는 차량의 측면 영상을 여러 장 획득하여 파노라마 재현 방법에 의하여 모자이킹(mosaicking) 함으로써 전체 차량의 완전한 측면 영상을 획득하여 보다 더 많은 차량

정보를 구하여 인간의 눈으로 판단하는 것과 같은 시각적 특징을 이용하여 개별 차량에 대한 정보를 더 효율적으로 얻는 방법을 사용한다. 기존의 방법은 센서에 의한 외형의 측면 1차원 정보를 획득하거나 차량의 폭을 측정하여 차종을 분류하는 것이다. 앞서 언급한 레이저 스캔방법과 적외선 센서 이용방법 중에서 레이저 빔을 이용한 방법이 차량의 3차원 형상을 얻을 수 있어서 보다 효율적이고 정확한 해석 방법이지만 두 가지 방법 모두 빔의 스캔 중 차량의 주행 속도를 연산에 반영하지 못한다. 즉 스캔 구간 내에서 차량의 주행 속도가 변하면 차량의 형상을 잘못 인식하는 단점이 있고, 차량의 천정위에 짐을 실은 경우 차종인식을 잘 못하는 경우가 생긴다.

그림 1과 같이 통과하는 차량의 수직 측면을 획득하도록 카메라를 설치하고 통과하는 차량의 시작부터 끝지점 동안 여러 번 촬영한다. 촬영 시점에 주변의 환경 조건이 촬영에 부적합한 간섭이 있을 경우 획득된 한 장의 영상 프레임으로는 차종의 식별이 어렵다. 반면에 본 연구의 방법에 의하면 여러 장의 영상 중 불완전한 프레임을 배제시키고 여러 장의 부분 영상을 파노라마 법에 의하여 하나의 전체 영상으로 완성시켜 감으로써 좁은 영역 내에 설치된 카메라에 의하여 넓은 대상 영역을 포함하는 고품질의 영상을 얻을 수 있다.

파노라마 영상 재현 방법에 의한 차종 인식을 위한 카메라와 센서의 구성은 그림 1과 같다. 카메라는 정면에 1대, 측면에 2대가 설치된다. 그리고 1자형 레이저 슬릿광 빔 센서가 양쪽의 측면에 각각 1개씩 설치된다. 차량의 진입과 통과에 대한 정보는 레이저 센서에 의해서 검출이 된다. 2개의 센서에 의하여 차량의 물체의 검출을 배제하

고 레이저 슬릿광 센서에 의하여 차량 폭과 카메라의 이격 거리를 알아낸 후 차량 진입 과정에서 통과까지의 영상을 촬영한다. 측면에 설치된 2대의 카메라에 의하여 촬영된 여러 장의 영상들을 그림 13의 흐름도에 따라 모자이킹을 하여 차량의 파노라마 영상을 획득한다[15], [16], [17].

IV. 실험 및 고찰

실험을 위하여 도로에서 실제 이동하는 차량들을 주간과 야간에 차폭을 위한 데이터 추출 및 이동차량의 영상을 촬영하였다. 도로 영상은 digital camera(model: VCS-BZ100)를 사용하여 실시간으로 수집하였다. 초점은 자동 줌 렌즈와 pan/tilt 기능을 시스템에 탑재하여 도로의 사정에 적응성이 있게 제어되도록 하였다. 촬영의 대상 차량은 소형 승용차, 중형 승용차뿐만 아니라 트럭도 포함하였다. 번호판 인식을 위한 기본적인 데이터의 학습이 종료된 후 차종의 인식 실험은 PC Pentium 4(3.0GHz, 256Mbytes DDR RAM)를 사용하였다.

4.1 차폭 검출

그림 6에서 차폭에 대한 데이터를 얻는 처리 과정은 다음과 같다.

- (i) 자동차 바퀴가 철심 위에 설치된 탄성강을 누르고 지나간다.
- (ii) 자동차의 바퀴는 상단에 만들어 놓은 10mm 간격의 탄성강을 누르게 된다.
- (iii) 눌려진 탄성강의 여러 개의 부분 중에서(7번~11번) 가장자리인 7번으로 형성된 페루프의 저항값을 측정하면 바퀴가 눌려진 부분의 제일 외곽의 절대 위치를 알 수 있다.

차폭은 구분이 비교적 명확한 경차(차폭 1495mm 이하)와 1종(차폭 1595 ~ 1930mm 이하), 그리고 2종(차폭 2030 ~ 2240mm)의 차량에 대해서 거의 구분이 가능하다. 압력식 차폭검출장치에 의해서 거리를 감지하는 회로의 블록도는 그림 14와 같다.

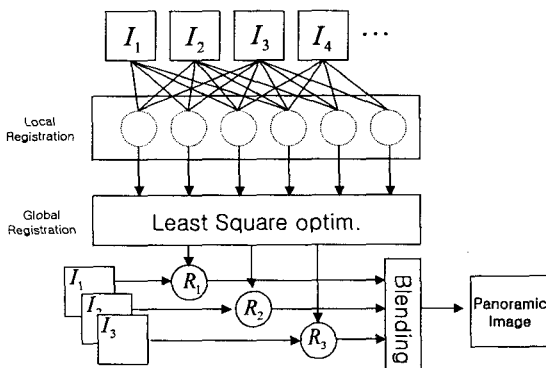


그림 13. 모자이킹 구성도
Fig. 13. Block diagram of mosaicking

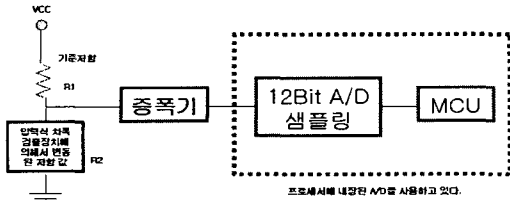


그림 14. 압력식 차폭검출장치의 A/D 샘플 블록도
Fig. 14. A/D sample block diagram of the breadth detection mechanism of vehicles by pressure

그림 14에서 압력식 차폭검출장치 자체를 가변저항의 원리를 통한 12비트 A/D 샘플링된 형태로 값을 받아들이고 계산하고 있다. 위의 형태는 다음 식에 의해서 2.5V 기준에서 A/D 변환되어진다.

$$V_i = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{cc} \quad (1)$$

MCU가 식 (1)에 의해서 계산되어진 전압을 샘플링하여 적절한 값을 읽어 들인다. 압력식 차폭검출장치의 저항(R_2)은 선형성을 가지고 있다. 실험한 결과에 의하면 식 (1)을 기준으로 해서 가까운 쪽 저항과 먼 쪽의 저항을 측정하면 결과가 가장 최적화 되는 기준저항(R_1)은 810Ω 으로 측정되어졌다. 기준 저항(R_1) 810Ω 과 압력식 차폭에 의해서 변동되어지는 저항(R_2) ($37\Omega \sim 672\Omega$)을 통해서 샘플링 된 값은 그림 15와 같이 선형적으로 변화되는 것을 확인할 수 있다.

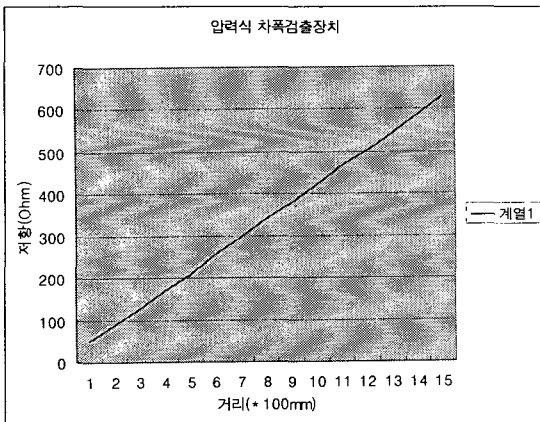
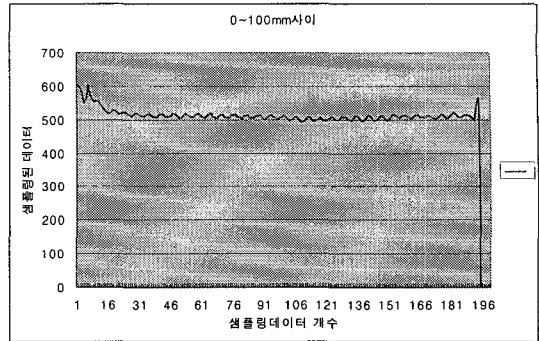
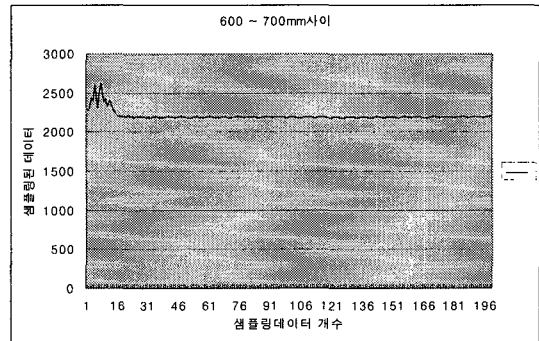


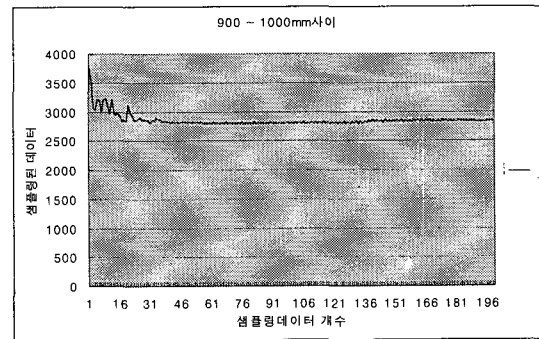
그림 15. 압력식 차폭검출장치의 저항에 따른 거리 산출
Fig. 15. Distance calculation according to resistor of the breadth detection mechanism of vehicles by pressure



(a)



(b)



(c)

그림 16. 압력식 차폭검출장치에 의한 저항에 따른 거리간의 실제 실험결과. (a) 샘플링데이터:495, 저항: 52Ω , 길이:37mm; (b) 샘플링데이터:2178, 저항: 293Ω , 길이:643mm; (c) 샘플링데이터:2792, 저항: 418Ω , 길이:957mm

Fig. 16. Practical experimental results of distance calculation according to resistor of the breadth detection mechanism of vehicles by pressure. (a) Sampling data: 495, resistor: 52Ω , and length:37mm; (b) sampling data:2178, resistor: 293Ω , and length:643mm; (c) sampling data:2792, resistor: 418Ω , and length:957mm

그리고 10mm당 평균적으로 4~5Ω 정도 변화되는 것을 알 수 있다. 그림 15의 거리와 저항값은 샘플링된 값으로부터 기준저항, 그리고 가장 낮은 저항과 가장 높은 저항을 사용하여 식 (1)에서 구한 것이다. 그림 15의 저항은 차량에 의해 차폭검출장치를 누르고 저항이 안정되는 시간까지 변화가 있으므로 가장 최소값을 산출하였다. 이와 같은 방법으로 다음 그림 16과 같은 실측치의 데이터를 그래프로 나타내었다. 실제 실험에서는 0~1500(mm) 범위에서 100mm 단위로 측정하여 데이터를 구하였으나, 본 논문에서는 지면의 관계로 거리범위가 0~100(mm), 500~600(mm), 900~1000(mm)인 경우만을 나타내었다. 그림 16을 보면 전반적으로 앞부분과 뒷부분에서 급격하게 변화하는 것을 볼 수 있다. 그래서 제안한 방법의 차폭인식 장치는 최소값을 선택해서 계산 값으로 사용하고 있다. 위의 내용을 바탕으로 해서 구현된 실제 시스템의 차종인식은 그림 17과 같이 하였다.

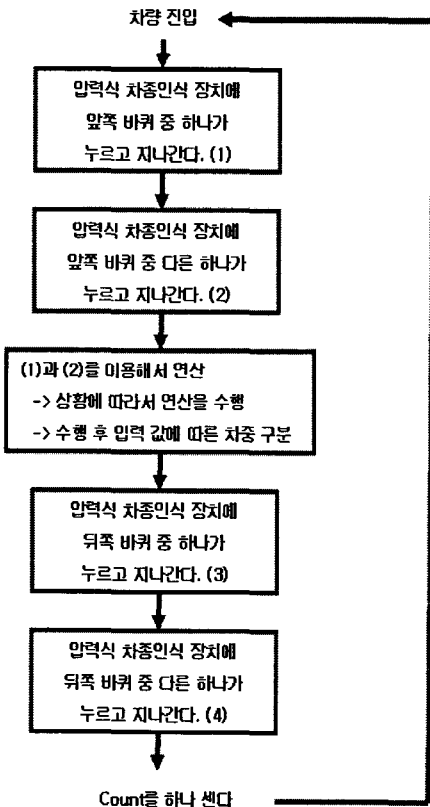


그림 17. 차종인식 장치의 절차
Fig. 17. Process of vehicles' model recognition system

현재 시스템의 상황은 두 가지로 설정 해보았다. 제안 시스템의 방식과 계산은 다음과 같이 하고 있다. 일단 첫 번째 방식은 비교적 폭이 넓은 장소에 적합한 방식으로 차폭 누름장치를 중앙에 간격을 두는 방식을 취하고 있다. 이것을 그림 18에 나타내었다.

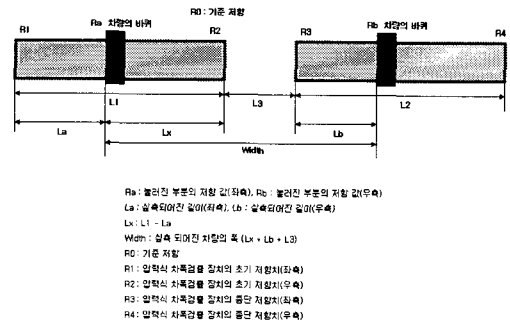


그림 18. 압력식 차폭장치를 이용한 차폭 검출 방법(1)
Fig. 18. The breadth detection method(1) of vehicles by pressure

여기서 실측되는 차량의 폭, *Width*는 다음과 같다.

$$Width = Lx + Lb + L3 \quad (2)$$

를 통해서 구하는 방식으로 *Lx*는 다음과 같이 구할 수 있다.

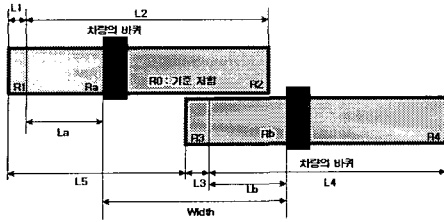
$$Lx = L1 - La \quad (3)$$

여기서 *La*는 다음 식과 같이 구한다.

$$Lx = L1 * \frac{Ra - R1}{R2 - R1} \quad (4)$$

그리고 *Lb*는 *La*와 같은 방식으로 구하면 된다. 이렇게 해서 구해진 것을 바탕으로 *Lx + Lb + L3*을 구하면 실측되어진 차폭이 산출된다.

두 번째 방식은 비교적 폭이 좁은 장소에 설치하는 방법으로 그림 19와 같이 설치한다. 그림 19의 *La*와 *Lb*의 계산 방식은 그림 18의 방법(1)과 같으며 전체 차폭을 구할 때에는 *L5*, *L3*, *Lb*를 더해서 *La*를 빼주면 실측된 차량의 폭이 산출된다. 이상의 결과를 가지고 차량의 표준 값을 근거로 1종, 2종, 경차를 구분하게 된다.



- Ra: 물러진 부분의 저항 값(좌측), Rb: 물러진 부분의 저항 값(우측)
- La: 압력식 차폭 검출장치의 시작되어지는 곳의 길이(좌측), Lb: 압력식 차폭 검출장치의 종단 지점까지의 길이(우측)
- L1: 압력식 차폭 검출장치의 시작되어지는 곳의 길이(좌측)
- L2: 압력식 차폭 검출장치의 전체 길이(좌측)
- L3: 압력식 차폭 검출장치의 시작되어지는 곳의 길이(좌측)
- L4: 압력식 차폭 검출장치의 전체 길이(우측)
- L5: 오른쪽 차폭검출장치와 시작되는 곳 사이의 거리
- Lx: L1 - La
- Width: 압력식 차폭 검출장치의 폭 ((L5+L3-Lb) - La)
- RO: 기준 저항
- R1: 압력식 차폭검출 장치의 초기 저항치(좌측)
- R2: 압력식 차폭검출 장치의 초기 저항치(우측)
- R3: 압력식 차폭검출 장치의 종단 저항치(좌측)
- R4: 압력식 차폭검출 장치의 종단 저항치(우측)

그림 19. 압력식 차폭장치를 이용한 차폭 검출 방법(2)
 Fig. 19. The breadth detection method(2) of vehicles by pressure

이와 같이 제안한 압력식 차폭검출장치는 제작비가 저렴하고 저항의 선형성을 이용하는 방식으로 최적화만 이루어진다면 어떤 차종인식 장치보다 더 정확한 인식을 가져올 수 있으므로 신뢰성을 확보할 수 있다.

4.2 이동차량 인식

차량에 대한 영상을 모자이킹 흐름도에서 획득한 결과는 그림 20과 같다. 측면에 설치된 카메라에서 획득된 일련의 영상의 수는 차량의 진행 속도에 따라 매우 다르다. 즉 차량이 낮은 속도로 진행하면 많은 수의 영상이 획득되고 빠른 속도로 진행하면 획득영상의 수가 적어진다. 차량이 카메라 앞에서 정지하면 영상 획득은 무한히 계속된다.

파노라마 영상의 생성 과정은 다음과 같다[10]. 그림 20(a)는 차량의 상단을 순차적으로 획득한 영상 프레임이고 $F_{a1}, F_{a2}, F_{a3}, \dots, F_{an}$ 으로 표시한다. 그림 20(b)는 차량의 하단을 순차적으로 획득한 영상 프레임이고 $F_{b1}, F_{b2}, F_{b3}, \dots, F_{bn}$ 으로 표시한다. 그림 20의 F_{a1} 과 F_{b1}, F_{a2} 과 F_{b2} 등을 순차적으로 파노라마 합성법에 의하여 각각을 하나의 영상으로 만든다. 합성된 영상은 그림 20(c)와 같이 $F_{c1}, F_{c2}, F_{c3}, \dots, F_{cn}$ 으로 표시된다. F_{c2} 는 F_{c1} 과의 블록정합 알고리즘을 통하여 블록별 움직임 벡터를 구한다[9]. 그 결과 두 영상간의 움직임 이동량이 임계값(threshold) 보다 적은 경우에는 F_{c2} 영상을 제거한다. 반대로 움직임 이동량이

기대치 보다 큰 경우는 F_{c1} 과 F_{c2} 를 합하여 파노라마 영상 F_p 를 만든다. F_{c2} 와 F_{c3} 간의 처리도 동일한 절차에 의하여 움직임 이동량이 기대치 보다 큰 경우는 F_p 와 F_{c3} 를 합하여 새로운 파노라마 영상 F_p 를 만든다. 이와 같이 반복된 절차에 의하여 완성된 차량 파노라마 영상으로부터 차종의 특징을 추출한다. 그림 20(d)는 차량 영상의 경계를 획득하기 위한 에지특징을 구한 결과이고, (e)는 에지 특징을 이진화한 결과이며, 하단부에 차량 바퀴가 원의 성분을 가지는 것을 이용하여 바퀴를 찾고 바퀴 중심 간의 거리 정보를 구함으로써 폭의 길이를 계산한다. 차종의 식별은 명암값 변화 빈도수와, 차량의 전체 윤곽을 이루는 좌표 벡터 정보를 이용하여 차량의 앞·뒤 바퀴 사이의 폭이 소형, 중형, 대형 차량에 따라 각기 다르므로 이들 정보를 차종의 분류를 위한 추가 정보로 이용한다.

4.3 번호판 인식

번호판의 구성 체계는 경차, 1종, 2종, 3종, 4종, 5종에 따라 각각 차이가 있다. 번호판의 종류는 보통 대형번호판, 보통번호판, 소형번호판으로 구분된다. 그리고 번호판의 도색은 녹색지에 백색문자, 황색지에 흑색문자, 황색지에 남색문자이며, 차종 및 용도구분 등의 기호는 구형과 신형에 따라 차종별, 용도별로 각 시, 도마다 각각 다르다. 이와 같은 구분을 토대로 해서 차종을 분류하게 되면 경차, 1종, 2종에 대해서는 구분이 어려우며, 번호판 인식은 3종, 4종, 5종에 사용된다. 하지만 다른 차종인데도 불구하고 번호판이 같은 경우를 발견할 수 있는데, 이 경우는 레이저 거리계를 이용하여 차고를 측정해서 판별하는 방식을 취하고 있다. 결국 카메라에 의한 차종은 레이저 거리계가 함께 이용되는 구조를 취해야 된다.

그림 21은 번호판 인식의 절차를 나타낸다. 이와 같은 방법으로 실시간 처리된 차량을 인식한 결과를 그림 22에 나타내었다. 그림 22의 결과를 보면 번호판의 구성에 따라 4종이나 5종으로 분류되어진다. 여기에 보완 방법으로 사용되는 레이저 거리계를 이용해서 길이를 측정하면 4종, 5종의 정확한 구분이 가능하다.

V. 결론

차종인식은 경차, 1종, 2종은 자료 수집 결과 차폭에 의한 측정이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 본 시스템에서

는 독자적인 방식인 압력식으로 차폭을 측정해서 이용하는 방식을 이용하였다. 여기에 보다 더 정확도를 맞추기 위해서 SICK사의 DT60 레이저 거리계를 이용해서 차고와 차 길이를 측정함으로써 보다 더 정확성을 높일 수 있도록 시도하였다. 그러나 운영 목적에 따른 방식인 3중, 4중, 5중은 폭의 통일이 거의 없고, 또한 길이가 달라 번호판의 특징점을 찾아서 번호판을 인식하여 차종 구분을 수행하였다. 그러나 이것도 4중, 5중의 정확한 구분이 없는 차가 발생하고, 여러 가지 변수들을 감안해서 번호판 인식에도 레이저 거리계를 사용해야 차종 인식의 성능이 개선됨을 실험결과로 알 수 있었다. 본 시스템은 3중, 4중, 5중을 구분할 수 있는 번호판 인식 시스템, 여기에 보다 더 정확도를 기할 수 있게 레이저 거리계를 사용하는 2개의 세트로 시스템을 구성해 보았다. 또한 본 시스템에 영상의 파노라마 구성방법을 추가하여 차폭을 측정해서 인식하는 방식을 실험을 통하여 가능성을 확인해 보았다.

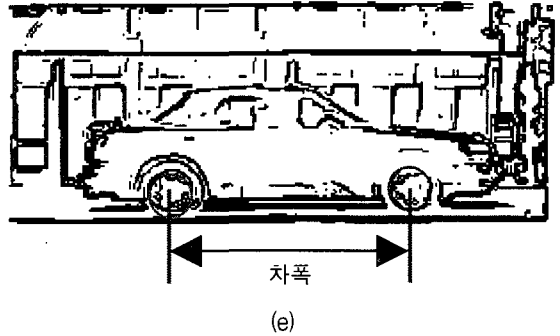
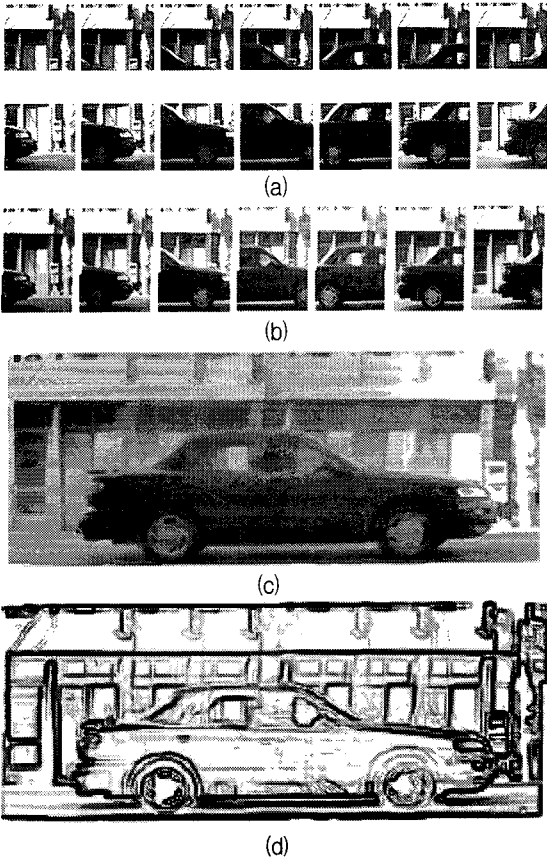


그림 20. 파노라마 영상 생성 결과. (a) 차량 상단부의 파노라마 영상, (b) 차량 하단부의 파노라마 영상, (c) 합성된 영상, (d) 에지 영상, (e) 에지의 이진 영상
 Fig. 20. Results by generation of panoramic images. (a) Panoramic images of the upper vehicle, (b) panoramic images of the lower vehicle, (c) combined image, (d) extracted edge image, and (e) binary image of (d)

향후의 과제는 압력식 차폭 측정 방식을 신뢰성이 더 있도록 시스템을 개선시켜야 하고 영상의 파노라마 구성 방법에 있어서 영상 모자이크 오차를 줄일 수 있는 방법을 더 연구하여 차종 구분이 가장 어려운 경차와 1중, 2중을 인식해낼 수 있는 다른 방법을 찾아야 하고, 양질의 영상을 얻기 위한 영상입력 메카니즘 개선, 기구부의 보완과 새로운 번호판 구성 체계에 대한 대비 등에 대한 신뢰성을 확보할 수 있는 일이 계속 이루어져야 할 것이다.

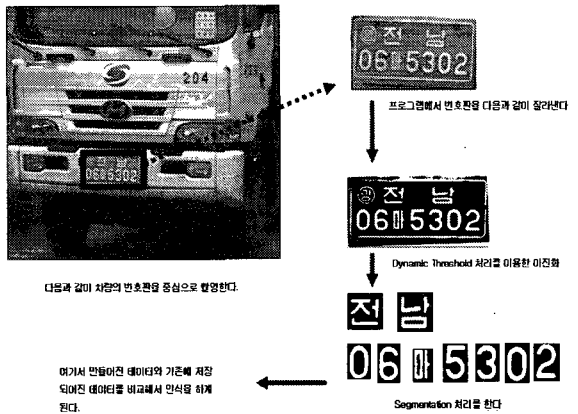


그림 21. 번호판 인식 절차
 Fig. 21. Process of number-plate recognition

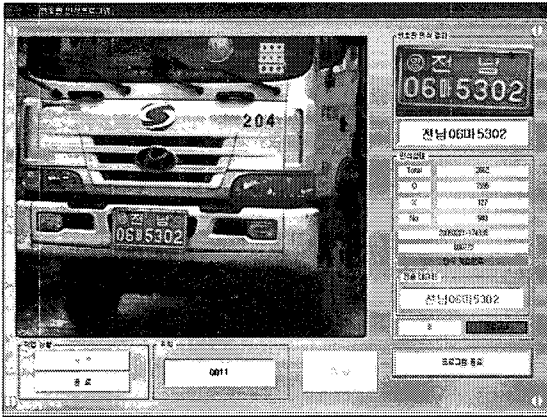


그림 22. 번호판 인식 결과
Fig. 22. Results of number-plate recognition

ACKNOWLEDGMENTS

Portions of this work were performed while author was with the InPEG Co., Ltd. Also, portions of this work were supported by the InPEG Co., Ltd. The author would like to thank CEO Dr. H.I. Kang for providing data and implementation systems.

참고문헌

- [1] R. A. Lotufo, A. D. Morgan, and A. S. Johnson, "Automatic number-plate recognition," *IEE Colloquium on Image Analysis for Transport Applications*, Feb. 1990.
- [2] Neuricam, Number Plate Recognition System NC6000 Data Sheet, <http://www.neuricam.com>, 2002.
- [3] Choudhury A. Rahman, Wael Badawy, and Ahmad Radmanesh, "A Real Time Vehicle's License Plate Recognition System," *Proc. of the IEEE Conf. on Advanced Video and Signal Based Surveillance*, 2003.
- [4] Kohtaro Ohba and Kasushi Ikeuchi, "Detectability, Uniqueness, and Reliability of Eigen Windows for Stable Verification of Partially Occluded Objects," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, no. 9, pp. 1043-1048, 1997.
- [5] H. Murase and S. Nayar, "Visual Learning and Recognition of 3D Objects from Appearance," *Int'l J. of Computer Vision*, vol. 14, pp. 5-24, 1995.
- [6] W. Hwang and H. Ko, "Real-time Vehicle Recognition Using Local Feature Extraction," *Electronic Letters*, vol. 37, no. 7, pp. 424-425, Mar. 2001.
- [7] Christoph Bush, Ralf Dörner, Christian Freytag, Heike Ziegler, "Feature Based Recognition of Traffic Video Streams for Online Route Tracing," *Proc. of the IEEE Conf. on Vehicle Technology Conference*, pp. 1790-1794, 1999.
- [8] Masataka Kagesawa, Shinichi Ueno, Katsushi Ikeuchi, and Hiroshi Kashiwagi, "Local-Feature Based Vehicle Recognition in Infrared Images Using Parallel Vision Board," *Proc. of the IEEE Int'l Conf. on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1828-1833, 1999.
- [9] A. Schanz, C. Knoeppel, and B. Michaelis, "Robust Vehicle Detection at Large Distance Using Low Resolution Camera," *Proc. of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, pp. 267-272, 2000.
- [10] Wei Wu, Zang QiSen, and Wang Mingjun, "A Method of Vehicle Classification Using Models and Neural Networks," *Proc. of the IEEE Conf. on Vehicle Technology Conference*, vol. 4, pp. 3022-3026, 2001.
- [11] Xia Limin, "Vehicle Shape Recovery and Recognition Using Generic Models," *Proc. of the 4th World Congress on Intelligent Control and Automation*, pp. 1055-1059, 2002.
- [12] 강현인, 최태완, "압력식 차폭 감지장치," 특허출원 번호 10-2005-0043455, May, 2004.
- [13] SICK, *Analogue Distance Sensors Data Sheet: DT60*.
- [14] Matrox Co., Ltd., <http://www.matrox.com>.
- [15] Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, *Pattern Classification*, Wiley Inter-Science, 2001.
- [16] Ryad Benosman and Sing Bing Kang, *Panoramic Vision*, Springer, 2001.
- [17] Gonzalez and Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall, 2002.

저자소개



최 태 완(Taewan Choi)

1996년 부산대학교 전자공학과
(공학박사)

1985년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)

1983년 동아대학교 전자공학과 (공학사)

1984년 12월~1991년 2월 (주)LG전자 디지털어플라이언스
연구소 선임연구원

1991년 3월~1993년 2월 부산대학교 전자공학과 조교

1993년 3월~1997년 2월 부산대학교 전자공학과 시간강사

1996년 3월~1997년 2월 (주)하나정보기술 부설연구소
기술이사

1997년 3월~현재 진주산업대학교 메카트로닉스공학과
부교수

※ 관심분야: 컴퓨터비전 및 영상처리, 신경회로망, 패턴
인식 등