

# 마이크로파 검지기기술을 이용한 교통신호위반단속시스템 구현에 관한 연구

권근범, 김란숙, 노경자  
(주)콤위버정보통신  
전화 : 02-558-6168 /핸드폰 016-222-2409

## Design and Implementation of Traffic Signal Enforcement System Using Microwave Detection Technology

Guen-Bum Kwon, Ran-Sook Kim, Jung-Ja Roh,  
Comweaver Co, Ltd  
E-mail : gbkwon@comweaver.com

### Abstract

This paper has presented the architecture and function of the traffic signal enforcement system to detect and capture a image of the violating car in the street intersection. Also in the paper, the algorithm and method of detecting the violation car have been presented and the microwave detection method has been explained.

And then this paper has showed the operation software interface for system and presented the experiment data carried out in the field.

도입 필요성이 증대되고 있다.

본 논문은 대도시 교차로내에서 직진 및 좌회전 신호를 무시하고 신호를 위반하는 차량에 대하여 마이크로파를 이용하여 위반차량을 검지하고 번호판을 자동으로 인식하는 시스템을 구현하였다. 이를 위하여 신호위반 단속 여부를 판단하기 위한 알고리즘을 제시하였으며, 이에 따른 시스템의 기능 및 구조를 정의하였다. 끝으로 구현된 시스템의 기능을 검증하기 위하여 실험 방법과 결과를 제시하였다.

### I. 서론

1999년 경찰청이 공표한 교통사고 통계에 따르면 전체 교통사고에서 교차로 운행방법 위반을 포함한 신호위반이 차지하는 비율이 13.2%로 여러교통사고 원인 중 큰 비중을 차지하고 있다.[1] 현재 과속위반단속은 무인 단속기가 많이 보급되어 있으나, 신호위반 단속 업무는 주로 경찰공무원에 의한 인력에 의존하고 있어, 단속의 효율성과 공정성에 대한 시비가 끊이지 않고 있다. EK라서 최근에 들어 정부의 ITS(Intelligent Transport System)부문의 투자증대와 경찰공무원의 인력절감 시책과 맞물려 신호위반 단속시스템에 대한

### II. 신호위반단속시스템 개요

#### 2.1 마이크로파를 이용한 신호위반 단속시스템

마이크로파를 이용한 신호위반 단속시스템은 1대의 마이크로파 검지기 및 1대의 카메라를 사용하여 직진 신호위반과 좌회전 신호위반 차량을 검지할 수 있는 기능을 갖춘 시스템이다. 구현된 시스템은 루프검지기 사용단속시스템과는 달리 도로 굴착이 필요치 않으며, CCD카메라를 이용한 비디오 신호위반단속시스템의 약점인 기후 혹은 주야간에 따른 검지능력 저하의 약점을 극복한 시스템이다. (그림1)은 마이크로파검지기를 이용한 좌회전신호위반검지기개념을 보여준다.

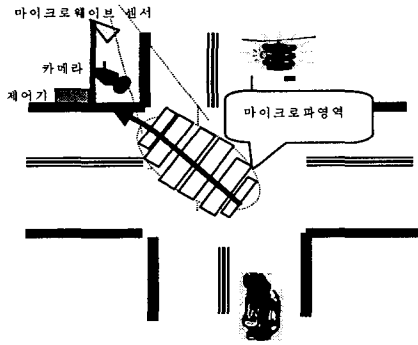


그림 1. 좌회전신호위반 검지 개념

좌회전신호위반 검지인 경우 좌회전신호에서 적색신호로 변경후 적색신호를 무시하고 직진하는 차량을 검지하는 것이다. 그림에서 교차로내의 타원형 마이크로파 영역에 표시된 사각형은 검지기에 의해서 형성되는 독립적인 검지영역을 표시한 것이다. 첫 번째 검지영역은 통산 정지선 수미터 앞에 위치하여 적색신호 변경후 첫 번째 영역에 진입하는 차량은 검지기 Controller에 의해서 궤적추적을 위하여 일정장소에 저장되며 이 차량이 연속적으로 검지영역을 통과 한 경우 사진포착 Triggering 영역에 도달 한 경우 카메라가 구동된다

2.2 마이크로파 검지기를 이용한 신호위반 단속 시스템 구조

신호위반 자동단속시스템은 신호등이 설치되어 있는 교차로에 설치되어 신호등 Controller와 연동하여 직진 혹은 좌회전 신호가 적색신호로 바뀐 후 교차로를 진입하는 차량을 자동으로 검지하는 시스템으로서 신호위반 전체 시스템 측면에서는 지역제어 장치이다(그림 2)

본 시스템은 마이크로파 검지기, 마이크로파검지기 Controller기능을 하는 Z8051 Board, 카메라를 조정하고 사진을 찍는 이미지처리PC, 이 Z8051 Board 및 이미지처리 전체를 관장하는 산업용 PC로 분리되어 구성된다. 이렇게 분리하여 각각의 기능을 처리하도록 함으로써 하나의 PC 로 구성할 때보다 신뢰성이 증가하고 연속으로 위반하는 차량을 검지 및 이미지 Processing이 가능하다.

이미지처리PC와 통합운용소프트웨어 탑재 PC와는 Ethernet으로 연결되어 이미지처리 PC에서 번호판인식

을 행한다. 이후 실시간으로 통합운용소프트웨어 운용자 화면에서 Capture된 화면을 육안으로 볼 수 있으며, 이미지처리PC는 이미지부분만 처리하고 나머지 부분은 통합운용소프트웨어 탑재PC에서 처리함으로써 과부하가 걸리는 것을 막을 수 있다.

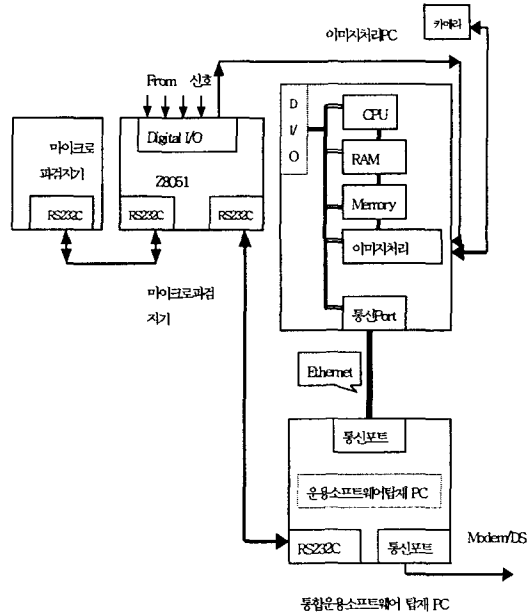


그림 2. 신호위반단속시스템 구조

마이크로파 검지기는 10.525GHz대역의 마이크로파를 투사하는 송신기와 차량에 반사되어 되돌아오는 마이크로파를 수신하는 수신부, 마이크로파검지기와 정보를 송수신하는 통신포트, 그리고 전원부로 구성된다. 마이크로파 검지기의 마이크로파는 수평으로 15°, 수직으로 45° 각도로 방사되며 도달거리는 3-60M 까지 가능하다.

따라서 외국도시의 교차로 영역보다 커서 검지거리가 긴 한국교차로의 직진 및 좌회전 영역도 하나의 마이크로파 검지기로 신호위반 차량단속이 가능하다는 장점이 있다. 마이크로파 검지영역은 8개까지 영역이 분리되어 있다. 차량이 검지영역을 지나는 순간 각 검지영역의 차량포착 신호가 Controller로 전달되며, 하나의 차량에 대하여 궤적 추적이 가능하다. 마이크로파검지기는 대도시 교차로에서 위반차량이 연속적으로 교차로에 진입하는 경우 같은 검지영역으로 10msec 이상 시간간격을 두고 진입하는 모든 차량을 검지 할 수 있어 여러 대의 차량이 거의 근접한 채로 진입하여도 단속이 가능하다.

그러나 이 모든 차량의 위반을 포착한다는 의미는

아니다. 왜냐하면 검지의 결과 증거자료인 사진 촬영은 카메라의 기능이며, 카메라의 렌즈각도는 어느 정도 기울기가 있으므로 거의 근접해 있는 차량들은 검지는 가능하나 모든 차량의 사진촬영은 불가능하다. 이런 점을 인식하여 각종 신호위반 시스템 규격에 관한 연구보고서에서도 7m간격으로 진입하는 차량을 검지 및 이미지 촬영하는 것으로 조건을 제시하고 있다.

### 2.3 신호위반 단속 알고리즘

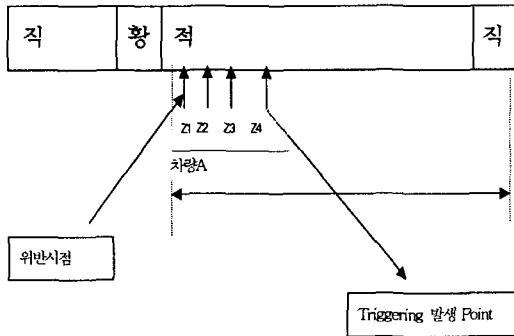


그림 3. 신호등 상태 전이도

(그림 3)는 정확한 신호위반 차량 판단을 하기위해서 필요한 시간적 변수인 신호등 점멸시각을 직좌 동시신호등을 도시한 것이며, 이를 참고하여 알고리즘을 설명하면 아래와 같다

- ▶ 검지기간: 직좌회전 동시신호가 점멸된 후 황색신호를 거쳐 적색신호가 점등된 시점부터 다음 직좌회전 점등 까지( 본 신호위반 단속알고리즘에서는 황색신호에 검지영역으로 진입하는 차량은 단속에서 제외된다. 엄밀한 의미에서 황색신호 동안 교차로 내에 진입하는 것은 위법이나, 법령에 황색신호인 경우 신속하게 교차로를 빠져나가야 한다고 규정되어 있어 단속할 경우 민원제기의 원인이 될 수 있다. 외국의 신호위반 단속시스템에서도 적색신호 점등후 정지선을 통과하는 차량을 단속하는 것으로 규정되어 있어 황색신호에서 위반검지 단속은 실제적인 효과는 미미한 것으로 판단됨)
- ▶ 적색신호가 점등되면 마이크로파 검지기가 ON되도 마이크로파 Controller는 검지기에서 나오는 Zone에 관한 정보를 감시한다
- ▶ Zon1에 적색신호 점등 후 차량이 존재하면 차에 관한 정보와 함께 차량이 있음을 임시메모리에 기록한다.

- ▶ 특정차량의 존재가 Zone2, Zone3에 감지되면 위반량이라 판단한다.
- ▶ 이 차량이 Zone4 영역에 들어오면 마이크로파검지기 Controller는 triggering 신호를 이미지처리 PC의 카메라 구동보드로 전송한다.
- ▶ Zone1에만 통과하고 Zone2, Zone3영역에 연속적으로 진입하지 않을 때에는 좌회전 위반 차량이 아니라 간주하고 Zone4 영역에 차량존재 신호가 들어오더라도 Triggering 신호를 발생시키지 않는다.
- ▶ 위 동작은 동일 Zone을 동시에 점하지 않고 연속적으로 진입하는 차량에 똑같이 적용된다.
- ▶ 위반시점 계산은 Triggering 신호를 받아들이는 이미지처리PC의 Timer를 이용하여 계산한다.  
(예: 2000년 12월 24일 오후 4시 30분 27초)
- ▶ Triggering 신호를 수신한 이미지처리 PC는 카메라에게 사진촬영을 지시하며 포착된 사진은 이미지처리 PC에 전송되고 인식프로세스를 거쳐 차량번호가 추출되어 저장된다.

### 2.2 신호위반 단속시스템 소프트웨어

신호위반 단속시스템 소프트웨어는 통합운용소프트웨어, 마이크로파검지기 Controller 소프트웨어, 번호판 인식소프트웨어로 나누어진다. 통합운용 소프트웨어는 전체 신호위반 자동단속시스템의 기능을 통괄하고 마이크로파검지기 Controller 소프트웨어와 번호판 인식 소프트웨어와 정보를 주고 받으며 신호위반 차량을 검지한다.

마이크로파검지기 Controller 소프트웨어는 Z8051 마이크로프로세서에 탑재되어 신호등점멸시각을 판단하고, 마이크로파검지기의 검지영역 출력을 일정 Buffer에 저장하여 최종적으로 Triggering 신호를 발생시킨다. 이 소프트웨어는 연속적으로 진입하는 여러 대의 차량의 위반여부를 판단하고 실시간으로 Triggering 신호를 발생하여야 하므로 Assembler 언어로 코딩되어 있다.

통합운용 소프트웨어의 GUI인터페이스는 (그림 18)와 같이 실시간으로 사용자가 위반차량 검지여부를 확인할 수 있도록 디지털카메라에 포착된 위반영상이 나타나는 영역, 차량번호판 확대영역, 차량번호인식결과 및 위반장소/시각이 나타나는 영역으로 구성되어 있다.

또한 지역제어기 설정을 포함한 서브메뉴가 구현되어 있어 통합운용 소프트웨어에서 주변장치의 파라메

타값을 변경 할 수 있어 운용자의 편의를 도모하였다. 통합운용소프트웨어의 각 기능은 VC++ 언어를 이용하여 모듈로 구성되어 향후 기능확장이 용이하도록 하였다.

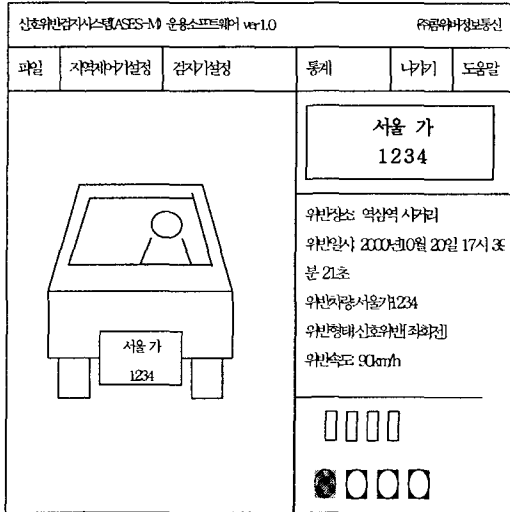


그림 4. 통합운용소프트웨어 구성도

서브메뉴는 PULL-DOWN방식을 취하여 각 메뉴의 하위메뉴가 과 같이 구성되어 있다. 서브메뉴에는 도움발기능이 있어 운용자가 서브메뉴에 해당 기능을 클릭하면 각 기능에 관한 설명을 화면에 표시하여 준다.

파일	지역제어기설정	검지기설정	통계	나가기	도움말
-설정 저장	지역제어기 위치	-마이크로 웨이브센 서	-통계 보기	DOS로 나가 기	파일 검지시스템 설정
-설정 보기	지역제어기 번호			-나가기취소	주변기기설 정
-화면 인쇄	검지차선 관할 경차청 관할 경차청 교차로신호 형태				위반기준설 정
	-위반통계주 기				통계
					-운용소프 트 웨어정보

표1. 통합운용소프트웨어 서브메뉴

### III. 신호위반 단속시스템 기능 검증

#### 3.1 실험개요

신호위반 자동단속시스템을 실제 대도시 교차로에 위반이 일어나는 환경에서 설치하여 시험하는 것은 시험시 일어날 지도 모를 위험성과 허가의 어려움등으로 인하여 어려움이 많다. 따라서 신호위반 자동단속시스

템의 실험은 학교운동장에서 대도시교차로와 같이 도로차선을 설정하고 신호등 Simulator를 이용하여 실제 신호등을 대신하였다.

신호등 주기는 실제 대도시교차로에서 시행되는 주기를 측정하여 신호등 Simulator에 입력하여 실제 상황에 근접하게 재현하였으며, 차간 간격은 규격서 대로 7m간격으로 주행하여 측정하였다.[2]

#### 3.2 실험결과

아래 (그림 5)는 실험결과로 얻어진 운용소프트웨어 화면을 Capture 한 것으로서 얻어진 위반검지와 영상 획득이 성공적으로 이루어졌음을 나타낸다.[3]

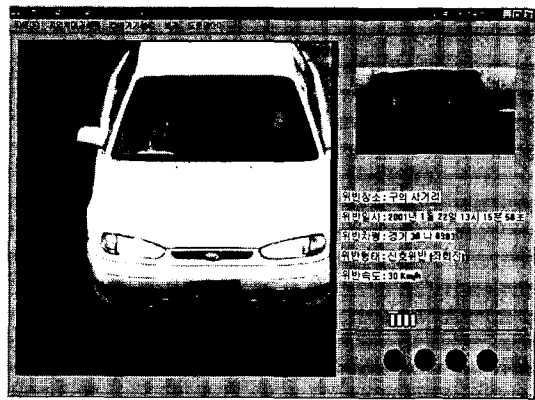


그림 5. 실험결과 Capture 된 화면

### IV. 결론

현재 신호위반 단속분야에서 채택되는 검지기는 루프코일검지기 및 Image 프로세싱을 이용하는 CCD검지기가 주류를 이루고 마이크로파 검지기를 채택한 신호위반단속시스템은 보고되어 있지 않다. 따라서 본 시스템에서 최초로 마이크로파 검지기를 이용하여 신호위반 단속시스템에 대한 기능을 구현하였다. shq 신호시스템 개발시 가장 어려운 점은 시스템 특성상 현장 실험을 수행하는 것이었으며, 실험에 대한 Know-How가 개발되어 더 많은 실험이 이루어져야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 도로교통안전공단의 교통사고 통계문서, 2000
- [2] 경찰청 신호위반 단속시스템 규격 초안, 2000
- [3] Syntheses and Evaluation of Red Light Running Electronic Enforcement Programs in the United States, FHWA, Washington, D.C., September 1999