

# 비매설식 자동차량인식장치를 이용한 구간교통정보 산출 방법 연구

## Regional Traffic Information Acquisition by Non-intrusive Automatic Vehicle Identification

강진기\*(Jin-Kee Kang), 손영태\*\*(Youngtae Son)

윤여환\*\*\*(Yeo-Hwan Yoon), 변상철\*\*\*\*(Sangchul Byun)

Key Words : 교통정보, 비매설, 검지기

### 요 약

본 연구는 기존 지점검지기과 비콘검지기 및 매설식 자동차량인식장치(Automatic Vehicle Identification : AVI)의 한계점을 극복하고자 비매설식 AVI를 개발하고 이를 통하여 도로상을 주행하는 일반적인 차량들을 프루브 차량으로 활용하여 신뢰성 있는 구간교통정보를 산출하는 방법을 개발하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 비매설식 자동차량인식장치를 개발하고, 국도1호선 수원~평택구간(9.5km)에 설치되어 운용중인 장비에 대하여, 현장에서 수집된 자료를 분석하여 신뢰성 있는 구간교통정보 수집 가능성을 살펴보았다. 현장 실험 결과 레이저센서의 차량 검지율은 95% 이상, 차량 인식률은 87.8%이며, 차량 매칭률은 약 14.3%로 분석되어 도로의 교통상황 추이를 잘 반영하는 것으로 판단되었다.

본 시스템의 신뢰도 시험 및 지속성 시험 방법에 의한 시험결과와 성능을 비교 평가하기 위하여 기존의 이와 유사한 장비를 설치하여 검수하는 각 기관의 검수기준을 적용하여 평가한 결과 본 시스템은 각 검수기준을 모두 만족하는 것으로 나타나 현장 적용성에서 매우 뛰어난 성능을 보이고 있다.

향후 연구과제로서, 설치 대상 차로 및 적정 설치구간 거리, 정보 제공 주기 등에 대한 상세한 연구 및 기존 지점검지기 자료와의 퓨전(Fusion) 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

This paper describes about non-burial AVI (Automatic Vehicle Identification) system using general vehicle as probe car for obtaining more accurate traffic information while conserving road pavement surface. Existing spot traffic detectors have their own limits of not obtaining right information owing to its mathematical method. Burial AVI systems have some defects, causing traffic jam, needing much maintenance cost because of frequent cutting of loop and piezo-electric sensors. Especially, they have hard time to make right detection, when it comes to jamming time. Therefore, in this paper, we propose non-burial AVI system with laser trigger unit.

Proposed non-burial AVI system is developed to obtain regional traffic information from normal passing vehicle by automatic license number recognition technology. We have adapted it to national highway section between Suwon city and Pyong-Taek city(9.5km) and get affirmative results. Vehicle detection rate of laser trigger unit is more than 95%, vehicle recognition rate is 87.8% and vehicle matching rate is about 14.3%. So we regard these as satisfying results to use the system for traffic information service.

We evaluate proposed AVI system by regulation of some institutions which are using similar AVI system and the proposed system satisfies all conditions. For future study, we have plan of detailed research about proper lane number from all of the target lanes, optimal section length, information service period, and data fusion method for existing spot detector.

\* 정회원, (주)로드닉스, 개발부장, \*\* 중신회원, 명지대학교, 부교수  
\*\*\* 비회원, 한국건설기술연구원, 수석연구원, \*\*\*\* 비회원, 한국건설기술연구원, 연구원  
논문접수일 : 2002. 10. 7

## I. 서론

기존의 교통관리시스템들이 운용하고 있는 지점검지기에 의한 구간교통정보 수집방법은 지점검지기의 특성상 구간 전체의 교통정보를 수집하는 데 한계가 있다. 또한 기존의 매설 방식의 장비는 시공 및 유지보수가 어려워 구간교통정보의 수집장비로 적용하는 데 걸림돌이 되고 있다.

본 연구는 기존 지점검지기와 비콘검지기 및 매설식 자동차량인식장치(Automatic Vehicle Identification:AVI)의 한계점을 극복하고자 비매설식 AVI를 개발하고, 이를 통하여 도로상을 주행하는 일반적인 차량들을 프루브 차량으로 활용하여 신뢰성있는 구간교통정보를 산출하는 방법을 개발하는 것을 목적으로 한다.

비매설식 AVI는 도로상을 주행하는 일반 차량을 프루브차량으로 이용할 수 있는 장비로서, 비접촉식 검지기(레이저 센서)로 차량을 검지하고 그 번호판을 인식하여, 도로상의 차량소통정보(통행속도, 여행시간)를 구간 단위로 수집하는 시스템이다.본 연구에서는 국도에 설치된 비매설식 AVI에서 수집된 구간 교통 정보를 국도 구간(수원~평택) 현장에서의 실험을 통하여 구간교통정보 수집의 신뢰성을 검토 분석하였다.

구간여행시간 수집 알고리즘은 시스템에서 수집된 개별 차량들의 구간여행시간을 이상치를 제거하고 가공하여 정보제공주기에 적합한 구간 대표 여행시간을 산출할 수 있도록 하였다.

## II. 기존 기술 검토

### 1. 기존 교통자료 수집장치 분석

현재 국내의 교통정보 수집시스템에 적용되고 있는 교통자료 수집장치는 지점검지기와 구간검지기 두 종류가 있다. 지점 검지기는 매설식으로 루프식검지기, 피에조검지기, 자기식검지기 등이 있으며 비매설식으로 영상식검지기, 초단파검지기, 레이저검지기, 초음파검지기 등이 있다. 현재 구간검지기로 대표적으로 적용되고 있는 것은 비콘(bacon) 방식이다.

지점검지기를 이용한 교통정보 수집시스템은 지점 검지기 자료를 구간 전체의 교통자료로 변환보정하여 운전자에게 제공하기 때문에 순간순간변하는 도로상의 모든 지점의 교통특성을 반영할 수 없다. 따라서, 지점을 통과하는 차량의 교통관리 자료는 비교적 상세히 구축할 수 있으나, 구간

전체에 대하여서는 부정확한 교통정보를 제공하는 문제가 있다.

비콘을 이용하는 구간교통정보 수집시스템은 도로상의 일정한 구간 단위로 차량 내 통신장치와 통신이 가능한 비콘(beacon)을 설치하고 이 지점을 통과하는 프루브(Probe) 차량 내의 통신장치와의 통신으로 차량구간정보를 수집하여 센터에서 이를 가공하여 운전자들에게 제공하는 방식이다.

이러한 비콘방식은 프루브차량이 자료 수집기간 내에 신뢰할 수 있는 자료를 수집할 수 있도록 비콘과 통신할 수 있는 프루브차량이 충분히 많이 비콘을 통과할 경우, 지점검지기보다 우수한 자료의 정확도를 나타낼 수 있으나, 프루브차량이 충분히 확보되지 못할 경우 자료의 신뢰도가 현저히 감소될 수 있다는 문제점이 있다.

<표 1> 지점검지기와 구간검지기 검토

검지체계		신뢰도 <sup>1)</sup>		
		평균제곱오차	평균절대상대오차	등가계수
지점검지기	영상검지기	118.9	0.51	0.720
	지역방송실	549.1	1.21	0.674
	루프검지기	134.5	0.58	0.779
구간검지기	ITS인테크	142.1	0.38	0.771
	로티스비콘	120.9	0.38	0.788
검지체계		장단점		
		장점	단점	
지점검지기	영상검지기	검지영역 조정 쉽고, 도로면 영상 관찰	기상, 환경이 검지 성능에 영향을 미침	
	지역방송실	인력에 의한 광범위한 지역의 교통 정보 수집 가능	정밀하고, 지역적인 교통자료 수집 곤란	
	루프검지기	교통자료의 정확성 높음	설치, 유지보수의 곤란	
구간검지기	ITS인테크	구간의 파악 가능	교통상황 수집 차량의 부족	
	로티스비콘	구간의 파악 가능	교통상황 프루브차량의 부족	

1) 교통개발연구원(1999)

### 2. 매설식 검지기를 이용한 AVI



현재 차량 번호판을 인식하여 자동으로 차량을 인식하는 자동 차량 인식장치는 루프 및 피에조 검지기를 사용하여 차량을 검지하고 트리거 신호를 발생시켜 차량을 촬영할 수 있도록 하고 있다.

이러한 매설식검지기에 의한 차량검지신호 발생방법은 차량의 검출 영역을 사전에 결정하므로 검출 영역 변경이 불가능하며, 도로면에 루프나 피에조를 매설함으로써 도로가 파손되며, 차량에 의한 센서선(루프, 피에조 등)의 빈번한 단선 등의 문제가 있어 유지 보수시 많은 비용과 인력이

소요되는 단점이 있다.

본 시스템에서 적용한 레이저방식의 비매설식 트리거 발생장치는 5ms 이내의 빠른 반응속도와 정확한 차량 검출 기능을 갖고 있으며, 도로의 파손이 없으며, 교통특성에 따라 검출 영역을 자유롭게 변경할 수 있어 유지보수가 용이하다.

<표 2> 트리거 펄스 발생장치 비교

센서 항목	매설형 루프 센서	비매설형 레이저 센서
설치 형태	• 도로의 표면에 루프 센서를 매설하여 설치함	• 구조물을 이용하여 레이저 센서를 도로상에 설치
설치 전경		
검출 원리	• 도로면에 루프선을 설치하고 차량이 통과하면 자장이 변화되는 것을 감지하여 트리거 펄스 발생	• 빛의 반사방식의 레이저 검출장치 적용 • 거리를 정하여 일정 거리 이내로 차량이 진입하면 트리거 펄스 발생
정확도	• 차량 검출 정확도 95% 이상	• 차량 검출 정확도 95% 이상
시공성	• 설치시 도로 커팅 시간 동안 교통 방해 • 차로수에 따라 설치 시간(커팅, 센서 삽입, 레진 충전) 증가(차로별 약 1시간 이상) • 노면 커팅으로 인한 도로 파손	• 설치시 교통 통제가 없음.(교통흐름 원활) • 설치 시간(구조물 거치) 짧음(약 30분 소요) • 도로 파손 없음
유지 관리	• 루프 및 피에조 선의 잦은 단선과 도로면의 파손으로 빈번한 유지보수 필요 • 센서 매설 공사로 인해 도로가 파손되어, 시간이 경과되면 도로 보수 필요 • 설치 지점 변경시 센서 재사용 불가 • 차로 수에 따라 센서 수량 증가 • 도로면에 매설되어 차량에 의한 손상 또는 자연적인 도로 파손, 덩크우기, 굴착 공사 등 시간 경과에 따른 고장으로 내구성 약함(센서 내구 연한 약 2년)	• 검지기 세팅 후 파손이나 변형이 없음 • 자연 시간 경과에 따른 검지 성능 저하 현상 약함 • 설치지점 변경시 센서 재사용 가능 • 센서의 검지 영역 변경이 용이함 • 교장시 제품을 현장 대체하고 센터로 수집하여 수리할 수 있으므로 유지보수가 용이함 • 하우징 내부에 위치하며, 외부적 간섭이 없는 전자적 장치로서 반영구적임
경제성	• 루프선 단선 등 소모품에 의한 지속적인 유지보수가 필요함	• 반영구적인 레이저 발생장치로 소모품의 유지보수가 필요 없이 경제성이 우수함

III. 시스템 구성

본 시스템은 차량검지부, 촬영장치부, 주처리 제어부로 구성된다.

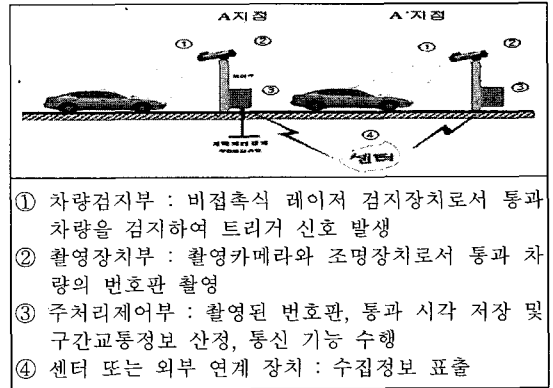
차량검지부인 레이저센서는 차량 검지를 위한 트리거 신호를 발생시킨다.

촬영장치부는 도로상의 각 지점을 통과하는 차량의 번호를 카메라로 촬영하여 촬영된 차량 번호판 영상을 이용하여 자동으로 번호를 추출하여 인식한 후 번호 정보와 차량이 통과한 시각을 수집하여 대상 도로를 주행하는 차량에 대한 정보를 수집한다.

주처리제어부는 촬영장치로부터의 검지 자료를 분석, 처리하여 각 지점을 통과한 시간 차이로 구간 여행시간 및 통행속도를 산출한 후, 센터로 전송하거나 현장에서 정보를 제공할 수 있도록 자료를 가공하여 저장한다.

또한 필요시 현장제어기 간 또는 센터, 도로전광표지 등 외부로 송수신하는 기능을 담당한다.

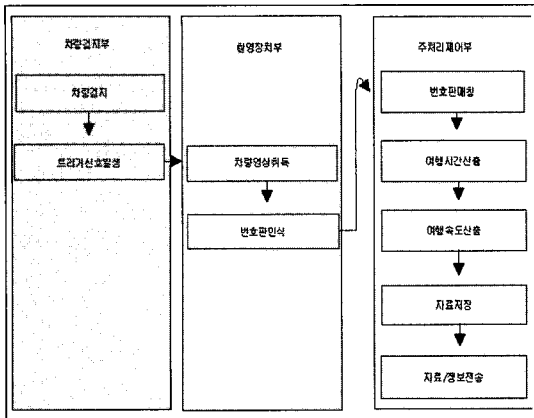
<표 3> 시스템의 기본 구성



<표 4> 시스템 역할 및 자료 처리 내용

구분	시스템 역할	자료 처리 내용
차량 검지부	• 레이저를 이용한 트리거 신호 발생 • 신호의 안정적인 송수신	• 트리거 신호 발생
촬영 장치부	• CCD 카메라를 이용한 차량 번호판 촬영 • 야간 촬영을 위한 적외선 전자 스트로보 플래쉬	• 번호판 촬영 • 차량 검지 • 차량 ID 추출 • 기기상태 정보 수집 • 속도 정보 수집
주처리 제어부	• 자료수집 및 처리 분석을 위한 현장제어기 • 외부와 통신을 위한 유무선 통신장치 • 구간 대표속도 산정, 소요시간 판정, 정체 판정, 지체 길이 판정 등 교통정보 제공을 위한 정보 분석 및 처리 • 정보 제공을 위한 자료 가공 • 자료 저장 • 현장제어기간 통신 • 현장제어기와 센터 간 통신 • 현장 도로전광표지 또는 정보제공장치와 통신	• 차량 대응 • 차량 실제 여행시간 산출 • 구간 대표 여행시간 산출 • 기기 상태 종합감시 • 지점 검지기 자료 퓨전 • 여행시간 검증/보정 • 자료 저장 및 보존 • 검출 자료의 축적 • 제어기 간 자료 송수신 • 센터와 자료 송수신 • 정보제공장치와 자료 송수신

<표 5> 시스템 자료 처리 흐름

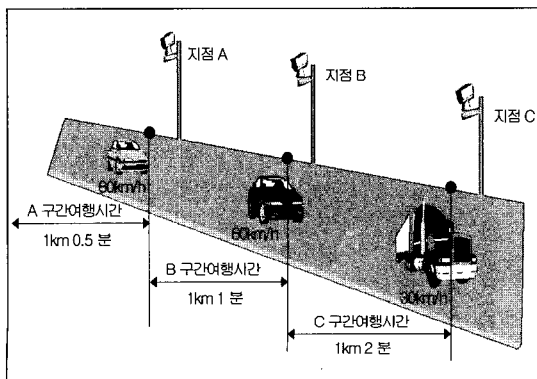


IV. 구간여행시간 산출

주행차량을 검지하고 차량 번호판을 자동으로 촬영하는 구간교통정보 수집장치의 설치 지점을 <그림 1>에서와 같이 A와 B지점이라 하면, A지점을 통과한 차량이 B지점을 통과하면 A지점에서 B지점까지의 구간여행시간을 산출할 수 있다. 또한, 연속한 구간(B지점에서 C지점)의 여행시간을 측정하여 노선 전체의 여행시간을 산출할 수 있다.

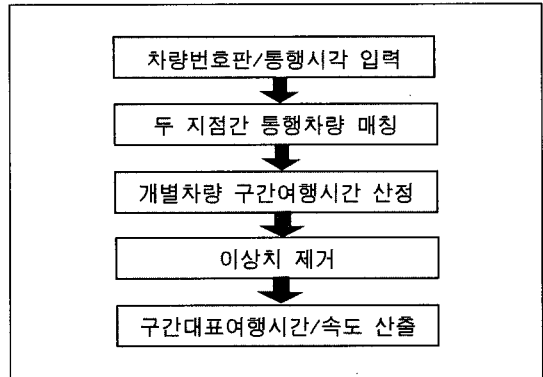
이때 구간교통정보수집시스템의 지점 간 구간 여행시간은 각각의 차량이 두 지점을 통과한 시각의 차이로 개별 차량의 구간여행시간 및 구간 통행속도를 산출한다.

또한 교통정보 제공을 위하여 개별 차량의 구간교통정보에서 이상치를 제거하고 남은 값들을 평균하여 구간대표여행시간을 산출하고, 이 값에 구간 거리를 적용하여 구간통행속도를 산출한다.



<그림 1> 구간교통정보 측정 대상

가. 차량 번호판 및 통행 시각 입력  
지점 A와 지점 B를 통과하는 각 차량의 번호판을 촬영하여 인식된 번호판과 통과 시각을 기록한다.



<그림 2> 구간교통정보 산정 흐름도

나. 두 지점 간 차량 번호판 매칭  
각 차량의 번호판을 B 지점의 통과 시각을 기준으로 A 지점을 통과한 번호판 기록과 비교하여 같은 번호판을 찾는다. 이때 같은 번호판을 매칭할 때 서로 다른 차량과의 매칭을 최소화하기 위해 번호판의 글자 모두(예 : 경기 00 가 12 34)를 비교하여 같은 번호판의 차량을 찾는다.

다. 각 차량의 구간여행시간 산출  
매칭된 결과를 바탕으로 B 지점과 A 지점의 통과 시각 차이를 통하여, 각 차량의 구간여행시간을 구한다.

$$T_i = (T_b - T_a)$$

$T_i$  : 차량 i의 구간여행시간값(지점 A와 B 사이)  
 $T_a$  : 차량 i의 지점 A의 통과 시각  
 $T_b$  : 차량 i의 지점 B의 통과 시각

V. 이상치 제거

구간교통정보수집장치에 의해 산출된 각각의 차량에 대한 구간여행시간 정보에는 다음과 같은 여러 가지 요인에 의해 이상 측정치가 발생하여 구간대표여행시간 산정에서 제외시켜야 할 필요가 있다.

□ 차량 주행 도중 고장 및 주차 등에 의하여 주

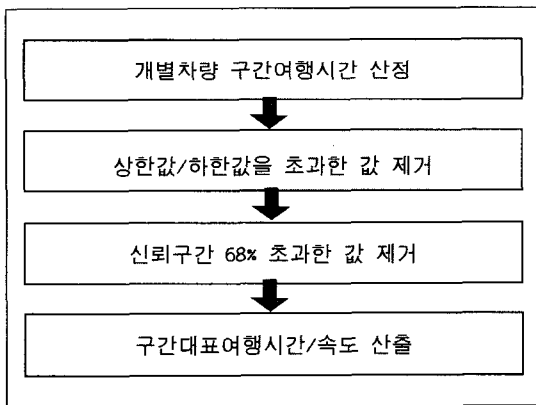
행시간이 너무 장시간인 경우  
 □ 긴급시 주행 또는 불법적인 주행 등으로 인해 구간주행시간이 너무 짧은 경우

상기와 같은 요인에 의해 발생한 이상 측정치는 정상적인 통행시간 데이터 모집단과 큰 차이를 보이기 때문에 통계적인 처리방법에 의해 정상적으로 조합에 성공한 데이터 범위에서 제외한다.

기존의 이상치의 제거방법에는 지수평활화법(한국전설기술연구원, 2000) 또는 Box and Whisker Plot법(정진혁, 2000) 등의 방법이 있다.

본 연구에서는 기존에 시도되지 않았던 신뢰구간 추출법을 사용하였다.

신뢰구간 추출법은 이상치를 제거하기 위해 먼저 각 개별 구간여행시간값들이 극단적인 측정치들에 의하여 편중되지 않도록 상한값과 하한값들을 상수값으로 설정하여, 이 범위 이외의 구간여행시간 자료 측정치를 제거한다. 그리고 남은 값들 중에서 신뢰도 95%(신뢰구간 68%)의 범위를 초과하는 값들을 제거하는 방법이다.



<그림 3> 이상치 제거 흐름도

① 상한값/하한값 설정 방안

구간여행시간의 이상치를 제거하기 위해서는 시스템이 설치된 구간의 교통현황을 검토하여야 한다. 시스템이 설치된 구간에 대하여 상한값과 하한값을 설정할 때 대상 도로의 설계속도를 기준으로 산정한다.

상한값을 설정할 때, 설계속도로 구간을 통과할 경우의 2배에 해당하는 구간여행시간값을 초과할 경우 상한값을 초과한 값으로 제외한다.

또한 구간여행시간의 하한값을 설정할 경우는 정체상태로 판정될 수 있는 10km/h 이하의 구간통행속도를 보이는 구간여행시간값을 제외한다.

단, 이때 10km/h 이하의 구간여행시간값 개수가 전체 통행시간값들의 50% 이상일 경우 이 값들을 포함하여 계산한다. 이는 사고나 돌발상황 등의 비반복적이고 돌발적으로 발생하는 교통상황에 대응하기 위함이다.

<표 6> 상한값/하한값 설정 방법

순서	내용
상한값 산정	• 구간의 설계속도의 2배를 초과하는 구간여행시간값을 제외
하한값 산정	• 구간을 10km/h 이하로 통행하는 구간여행시간값을 제외 • 단, 이러한 하한치를 보이는 구간여행시간값들의 개수가 전체 구간여행시간값들의 50% 이상을 초과할 경우 포함하여 산정함

자료) 실험구간에서의 실험치임

② 신뢰구간 68% 자료 추출 방안

운전자에게 정확한 교통정보를 제공하기 위해서는 도로상의 교통상태를 정확히 표현할 수 있는 구간대표여행시간값을 산출하여야 한다. 따라서 상한값과 하한값을 제거한 개별 구간여행시간 자료에 대하여 신뢰구간을 설정하여 이 범위 이외의 자료를 제거하였다. 이때 신뢰구간 설정방법은 정규분포에서 평균값과 표준편차와의 신뢰도 확률을 적용하여 산정하였다.

정규분포에서 개별 차량의 구간여행시간 자료와 평균값의 차이가 표준편차 이내일 확률은 68.26%, 표준편차의 2배 이내일 확률은 95.46%, 표준편차의 3배 이내일 확률은 99.5%이다. 이때 표준편차가 크면 구간여행시간값들의 크기 차이가 많이 나는 상태이며, 표준편차가 작으면 구간여행시간값들의 크기가 고른 상태이다.

또한 구간교통정보수집장치로부터 수집된 개별 차량의 구간여행시간값들은 이 구간을 통행한 전체 차량 중에서 샘플링된 값이다. 따라서 이

샘플링된 값들의 범위를 제한하여 구간여행시간 평균값을 산정함으로써 보다 정확한 구간대표여행시간값을 산정할 수 있다.

즉, 개별 차량의 구간여행시간값과 이들 구간여행시간값들로부터 산정된 구간여행시간평균값의 차이가 신뢰구간 68% 이내의 범위(표준편차 1배)에 존재하도록 제한한다.

구간교통정보수집장치로부터 수집된 개별 차량의 구간여행시간값으로부터 평균값을 구한 후, 표준편차를 산출하고, 표준편차의 1배 범위를 만족하지 못하는 개별 차량의 구간여행시간값들을 제거한 후 나머지 구간여행시간값을 산술평균하여 구간대표여행시간값으로 적용한다.

**VI. 구간교통정보 산출**

이상치를 제거한 각 개별차량의 구간여행시간을 기준으로 다음 식을 적용하여 구간교통정보인 구간대표여행시간 및 대표통행속도를 산출한다.

<표 7> 신뢰구간 자료 추출 방안

수 식	정규분포곡선
$\bar{T} = \frac{\sum T_i}{n}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum T_i^2 - n \bar{T}^2}{n-1}}$ $T_{is} :  T_i - \bar{T}  \leq \sigma$	
<p><math>\bar{T}</math> : 구간교통정보수집장치로부터 수집된 개별 차량들의 구간여행시간 산술평균값</p> <p><math>T_i</math> : 구간교통정보수집장치로부터 수집된 개별 차량의 구간여행시간값</p> <p><math>\sigma</math> : 구간교통정보수집장치로부터 수집된 개별 차량들의 구간여행시간 표준편차</p> <p><math>T_{is} :  T_i - \bar{T}  \leq \sigma</math> 인 <math>T_i</math></p> <p><math>n</math> : 구간교통정보수집장치로부터 자료가 수집된 차량 수 중 상한값/하한값 제외한 차량 대수</p>	

<표 8> 구간교통정보 산출

$T_s = \frac{\sum T_{is}}{n_s} \quad V_s = \frac{S_s}{T_s}$
<p><math>T_{is} :  T_i - \bar{T}  \leq \sigma</math>인 <math>T_i</math> (개별 차량 구간 여행시간)</p> <p><math>S_s</math> : 구간 s(지점 A와 B 사이)의 거리 (m)</p> <p><math>n_s</math> : <math>T_{is}</math> 의 차량 대수</p> <p><math>T_s</math> : 구간 s(지점 A와 B 사이)의 구간 대표 여행시간</p> <p><math>V_s</math> : 구간 s(지점 A와 B 사이)의 구간 대표 통행속도</p>

**VII. 현장 설치 실험**

본 시스템의 국도 1호선 수원~평택구간 현장에 설치하여 신뢰성 및 내구성을 실험하였다.

시스템의 신뢰도 및 지속성 시험결과 레이저센서에 의한 차량검지율은 주간 94.9%, 야간 95.1%로 평균 95% 를 보인다.

전체 통과차량에 대한 번호판 인식율은 주간 90.4%, 야간 90.3%로 평균 90.3%로 분석되었다. 이중 육안으로 번호판이 인식 가능한 차량중 인식률은 주간 94.6%, 야간 94.6%로 평균 94.6%로 경찰청에서 제시하는 “무인단속장비”의 규격을 모두 만족시키고 있다. (<표 11>, <표 12> 참조)

구간대표여행시간값을 구하기 위한 변수인 매칭률은 매칭률은 주간 86.5%, 야간 86.9%로 평균 86.7%이며, 전체 통과차량에 대한 매칭률은 주간 17% 이상이며, 야간에는 20% 이상을 보이고 있다.

이러한 매칭률을 바탕으로 시스템에 의해 산정된 구간여행시간대표값 ( $T_s$ )과 1,2차로 모두를 비디오로 촬영하여 분석한 실제구간여행시간 대표값 ( $T_r$ ) 결과와의 비교 결과 오차율은 약 10% 이내로 분석되었다.(<표 13> 참조)

시스템의 내구성 신뢰도를 시험하기 위한 1주일간의 지속실험에서 레이저센서에 의해 검지된 차량중 인식률은 평균 87.8%로 분석되며, 매칭율 평균은 14.3%로 나타났다. 이를 바탕으로 개별차량 구간여행시간자료 ( $T_{is}$ )와 시스템에 의한 구간여행시간대표값 ( $T_s$ )과의 추세를 비교한 결과,

첨두시 및 비첨두시와 야간에도 교통상황에 대한 추세를 잘 반영하고 있음을 보이고 있다.

또한 2002년 6월 21일 및 22일의 변화가 심한 도로의 교통상황에 대한 통행패턴도 잘 반영하고 있으며, 2002년 6월 24일의 비가 오는 날에도 시스템의 교통정보수집능력은 감소되지 않고 도로의 교통상황을 반영하고 있다.<표 14>, <그림 4>, <그림5> 참조)

<표 9> 현장 설치 현황

일자	설치현황	설치지점(현장)
2002/4/8 ~ 5/30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상하행 3개 지점: 구간교통정보수집 시스템 6기 설치 (상행3, 하행3)</li> <li>• 각지점 구간거리: A~B 구간 거리 9.5km, B~C 구간 거리 10.8km</li> <li>• 본 연구 자료 수집: A~B 구간 하행 거리 9.5km</li> </ul>	

<표 10> 현장 실험 결과 요약

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실험기간 : 2002. 6. 20 ~ 26(1주일)</li> <li>• 실험환경 : 주간/야간 및 맑은날/비오는날</li> <li>• 대상구간 : 국도 1호선 수원 ~ 오산 구간</li> <li>• 대상거리 : 9.5km</li> <li>• 신호등 교차로수 : 18개소</li> <li>• 유입 유출수 : 10개소</li> <li>• 실험목적 : 일반적인 국도의 도로 여건에서 차량 번호판 인식률을 파악하고, 중간에 유입유출이 있을 경우 A 와 B 지점 양쪽 모두에 인식되는 차량 매칭률 분석하여, 이러한 매칭률을 통하여 충분히 신뢰할 수 있는 구간교통정보의 산출가능성 분석</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이저센서 검지율 : 주간 94.9%, 야간 95.1%로 평균 95%</li> <li>• 번호판 인식률 : 주간 90.4%, 야간 90.3%로 평균 90.3%</li> <li>• 매칭률 : 주간에는 17% 이상이며, 야간에는 20% 이상</li> <li>• 오차율 : 약 10% 이내 [구간여행시간대표값(<math>T_s</math>)과 실제구간여행시간 대표값(<math>T_r</math>) (비디오 촬영)과 차이]</li> <li>• 1주일간 인식률 : 87.8%(레이저센서에 의한 검지 차량중)</li> <li>• 1주일간 매칭률 : 14.3%</li> </ul>

< 표 11 > 시스템 성능 시험 결과(주간)

항목(조사시간대 : 2002년 5월 23일 주간)	결과
조사시간대	16:15~16:58
통과차량(대)(1차로)(A)	641
통과차량(대)(2차로)(B)	543
통과차량(대)(합계)(C)	1,184
육안인식 차량(대)(1차로)(D)	611
검지대수(대)(1차로)(E)	610
검지율(%) (1차로)(E/A)	95.2
인식대수(대)(1차로)(F)	578
인식률(%) (1차로총차량)(F/A)	90.2
인식률(%) (1차로검지차량)(F/D)	94.8
인식률(%) (1차로육안인식차량)(F/E)	94.6
조사시간대	16:28~17:12
통과차량(대)(1차로)(A')	593
통과차량(대)(2차로)(B')	465
통과차량(대)(합계)(C')	1058
육안인식 차량(대)(1차로)(D')	565
검지대수(대)(1차로)(E')	563
검지율(%) (1차로)(E'/A')	94.9
인식대수(대)(1차로)(F')	536
인식률(%) (1차로총차량)(F'/A')	90.4
인식률(%) (1차로검지차량)(F'/D')	95.2
인식률(%) (1차로육안인식차량)(F'/E')	94.9
통행차량 대수(대)(1차로)(G)	126
통행차량 대수(대)(2차로)(H)	84
통행차량 대수(대)(합계)(I)	210
장비에 의한 매칭 차량(대)(1차로)(J)	109
통과차량과의 매칭률(%) (A지점)(J/A)	17.0
통과차량과의 매칭률(%) (B지점)(J/A')	18.4
전체통행 차량과 매칭률(%) (J/I)	51.9
1차로 통행 차량과 매칭률(%) (J/G)	86.5
구간대표여행시간(초) ( $T_s$ ) (1차로)	867.3
구간대표통행속도(km/h) ( $V_s$ )	39.5

< 표 12 > 시스템 성능 시험 결과(야간)

항목(조사시간대 : 2002년 5월 23일 야간)		결과
A 지점	조사시간대	20:15~20:58
	통과차량(대)(1차로)(A)	392
	통과차량(대)(2차로)(B)	316
	통과차량(대)(합계)(C)	708
	육안인식 차량(대)(1차로)(D)	373
	검지대수(대)(1차로)(E)	373
	검지율(%) (1차로)(E/A)	95.2
	인식대수(대)(1차로)(F)	354
	인식률(%) (1차로총차량)(F/A)	90.3
	인식률(%) (1차로검지차량)(F/D)	94.9
인식률(%) (1차로육안인식차량)(F/E)	94.9	
B 지점	조사시간대	20:28~21:12
	통과차량(대)(1차로)(A')	349
	통과차량(대)(2차로)(B')	270
	통과차량(대)(합계)(C')	619
	육안인식 차량(대)(1차로)(D')	333
	검지대수(대)(1차로)(E')	332
	검지율(%) (1차로)(E'/A')	95.1
	인식대수(대)(1차로)(F')	315
	인식률(%) (1차로총차량)(F'/A')	90.3
	인식률(%) (1차로검지차량)(F'/D')	94.9
인식률(%) (1차로육안인식차량)(F'/E')	94.6	
구간 전체	통행차량 대수(대)(1차로)(G)	99
	통행차량 대수(대)(2차로)(H)	67
	통행차량 대수(대)(합계)(I)	166
	장비에 의한 매칭 차량(대)(1차로)(J)	86
	통과차량과의 매칭률(%) (A지점)(J/A)	21.9
	통과차량과의 매칭률(%) (B지점)(J/A')	24.6
	전체통행 차량과 매칭률(%) (J/I)	51.8
	1차로 통행 차량과 매칭률(%) (J/G)	86.9
	구간대표여행시간(초) ( $T_s$ )(1차로)	721
	구간대표통행속도(km/h) ( $V_s$ )	47.7

< 표 13 > 주간/야간 산출 자료 분석 결과

항목	시험결과										합계
주간	조사시간대	16:28	16:33	16:38	16:43	16:48	16:53	16:58	17:03	17:08	-
		16:32	16:37	16:42	16:47	16:52	16:57	17:02	17:07	17:12	
	통과차량(대)	17	12	8	10	19	15	14	14	17	126
	매칭차량(대)	14	9	7	8	16	13	13	13	16	109
	$T_s$ (초) <sup>1)</sup>	842.9	797.7	899.7	892.7	881.9	846.4	840.7	911.9	892.1	867.3
	$T_r$ (초) <sup>2)</sup>	914.0	784.0	929.0	941.0	924.0	866.0	891.0	956.0	891.0	899.6
야간	조사시간대	20:28	20:33	20:38	20:43	20:48	20:53	20:58	21:03	21:08	-
		20:32	20:37	20:42	20:47	20:52	20:57	21:02	21:07	21:12	
	통과차량(대)	15	9	7	8	14	12	10	10	14	99
	매칭차량(대)	13	8	6	7	12	10	9	9	12	86
	$T_s$ (초) <sup>1)</sup>	712	659	788	797	704	727	680	661	757	720.6
	$T_r$ (초) <sup>2)</sup>	760	705	822	804	766	716	748	653	832	756.2
오차율(%) <sup>3)</sup>	6.3	6.5	4.1	0.9	8.1	1.5	9.1	1.2	9.0	4.7	

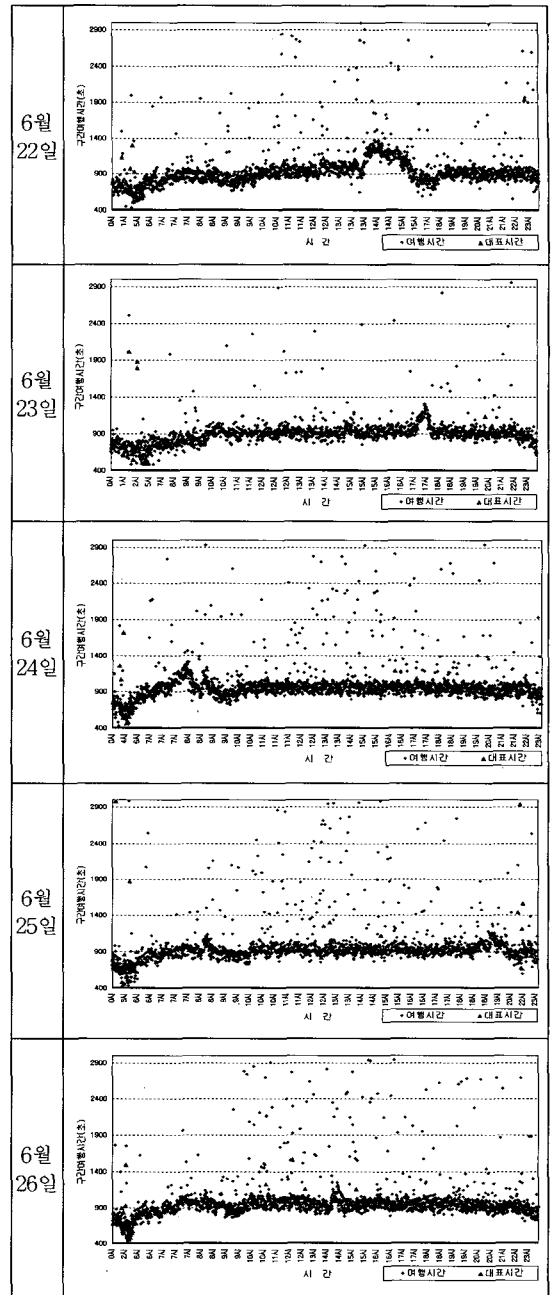
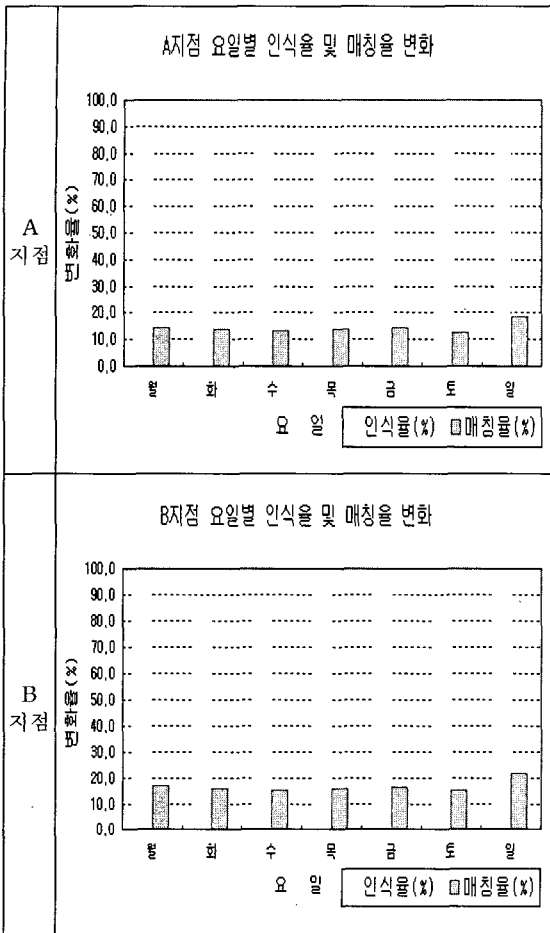
- 주) 1)구간대표여행시간(초)  
 2)실제구간여행시간(초): 모든 개별차량의 비디오 촬영 구간여행시간을 이상치를 제거한 나머지 값의 산술평균값  
 3)오차율 :  $|T_s - T_r| / T_r$  (%)

< 표 14 > 1주일/24시간 교통정보수집 실험 결과

날짜	요일	지점	총검지 차량수 (대)	총인식 차량수 (대)	인식률 (%)	총매칭 차량수 (대)	매칭률 (%)	비고
6/20	목	A지점	15,575	13,477	86.5	2,140	13.7	강우 3mm
		B지점	13,317	12,017	90.2	2,140	16.1	
6/21	금	A지점	15,956	13,968	87.5	2,236	14.0	
		B지점	13,785	12,504	90.7	2,236	16.2	
6/22	토	A지점	13,900	12,057	86.7	1,724	12.4	
		B지점	11,179	9,895	88.5	1,724	15.4	
6/23	일	A지점	10,926	9,344	85.5	1,989	18.2	강우 3mm
		B지점	9,153	8,276	90.4	1,989	21.7	
6/24	월	A지점	14,985	13,312	88.8	2,152	14.4	강우 10mm
		B지점	12,684	11,414	90.0	2,152	17.0	
6/25	화	A지점	14,036	12,134	86.4	1,916	13.7	
		B지점	12,084	10,798	89.4	1,916	15.9	
6/26	수	A지점	15,427	13,037	84.5	2,029	13.2	
		B지점	13,253	11,372	85.8	2,029	15.3	
합계		A지점	100,805	87,329	86.6	14,186	14.2	
		B지점	85,455	76,276	89.3	14,186	16.8	
		소계	186,260	163,605	87.8	28,372	14.3	



<그림 4> 요일별 인식률 및 매칭률 변화



<그림 5> 구간대표여행시간과 개별차량구간여행시간 추이 그래프(24시간)

**VIII. 결론**

현장 설치 실험결과 본 시스템은 주간 및 야간과 맑은날 및 비오는날 모두 침두시 및 비침두시 모두 도로의 교통상황 추이를 잘 반영하고 있다.

본 시스템의 신뢰도 시험 및 지속성 시험 방법에 의한 시험결과의 성능을 비교 평가하기 위하여 기존의 이와 유사한 장비를 설치하여 검수하는 각 기관의 검수기준을 적용하여 평가한 결과 본 시스템은 각 검수기준을 모두 만족하는 것으로 나타나 현장 적용성에서 매우 뛰어난 성능을 보이고 있다.

추후 교통자료의 신뢰성을 높일 수 있도록 본 시스템의 신뢰성 향상을 위한 적정 설치구간과 설치 대상 차로 및 정보제공주기 등에 대한 세밀한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

아울러 보다 신속하면서도 신뢰성 높은 교통정보를 제공할 수 있도록 본 시스템과 기존 지점검지기 자료와의 퓨전(Fusion) 방안에 대한 연구도 뒤따라야 할 것이다.

<표 13> 검수 기준에 따른 결과

검수기관	검수장비	검사항목	검수기준	결과
경찰청 <sup>1)</sup>	과속 단속장비	번호판인식률	80%이상	83%
	루프 검지기	지점속도	95%이상	구간속도 90%
서울시 <sup>2)</sup>	영상 검지기	지점교통량 지점속도 지점점유율	90%이상 90%이상 90%이상	95% 구간속도 90% -
	루프 검지기	지점교통량 지점속도 지점점유율	90%이상 90%이상 90%이상	95% 구간속도 90% -
한국건설기술연구원	영상 검지기 <sup>3)</sup>	지점교통량 지점속도	95%이상 95%이상	95% 구간속도 90%
	차량인식 장치 <sup>4)</sup>	차량검지율 번호판인식률	80%이상 80%이상	95% 83%
한국도로공사	루프 검지기 <sup>5)</sup>	지점교통량 지점속도 지점점유율	95%이상 95%이상 95%이상	95% 구간속도 90% -
	영상 검지기 <sup>6)</sup>	지점교통량 지점속도 지점점유율	95%이상 95%이상 95%이상	95% 구간속도 90% -

- 주) 1) 도로교통안전관리공단(2001)
- 2) 서울특별시(2001)
- 3) 한국건설기술연구원(2001)
- 4) 한국건설기술연구원(2002)
- 5) 한국도로공사(2001)
- 6) 한국도로공사(2001)

### 참고문헌

- [1] 교통개발연구원(1999), 교통정보시스템 구축 최종보고서, 278쪽
- [2] 도로교통안전관리공단(2001), 무인교통 단속시스템 실무지침 개선방안 연구, 12쪽, 74쪽
- [3] 서울특별시(2001), 서울특별시 도시고속도로 2단계 1공구 설치공사 제안요청서, 129쪽
- [4] 정진혁(2000) 중앙대학교 도시공학과, 통행정보 제공을 위한 AVI 검지기의 활용방안에 대한 연구, 13~14쪽
- [5] 한국건설기술연구원(2000. 8.), 국토 교통관리시스템의 데이터 사전/센터/논리 모델 제작 구매(교통관리 알고리즘), 참고자료1, 6~8쪽
- [6] 한국건설기술연구원(2001), 수도권 국토교통관리체계 주요장치 제조 설치 영상식 차량감지장치 시방서, 30쪽
- [7] 한국건설기술연구원(2002), 수도권 국토교통관리체계 주요장치 제조 설치 자동차량인식장치(AVI) 시방서, 64쪽
- [8] 한국도로공사(2001), FTMS 현장설비 제조·구매(설치포함) 루프식 차량감지장치 시방서, 30쪽
- [9] 한국도로공사(2001), FTMS 현장설비 제조·구매(설치포함) 영상식 차량감지장치 시방서, 30쪽



### 강진기

1989. 2 서울대학교 공과대학 토목공학과 (도시전공) 졸업  
 1994. 2 서울대학교 대학원 도시공학 석사  
 1992. 2. ~ 1995. 3(사)한국교통문제연구원 연구원  
 1995. 4. ~ 1995. 9.(주)삼우기술단 대리  
 1995. 10. ~ 2000. 2. (주)동일기술공사 과장  
 2000. 11. ~ 2001. 5. (주)지트시스템 팀장  
 2001. 6. ~ 2002. 3. (주)LGCNS 과장  
 2002. 4. ~ 현 재 (주)로드닉스 부장



**손영태**

1994.12 美國 Purdue Universit  
y 土木工學科 交通專攻

1989.2 서울大學校 工科大學 土  
木工學科 都市專攻 工學碩士

1987.2 서울大學校 工科大學土  
木工學科 都市專攻 工學士

1989.4~1989.8 韓國建設技術研究院道路 및 施工室委  
囑研究員

1990.4~1991.7 韓國交通問題研究院交通研究研究員 2  
室

1996.9~現在 現在明知大學校 交通工學科 副教授



**윤여환**

1987. 2.서울대학교 공과대학 토  
목공학과 (도시전공) 학사

1987. 3. ~ 1989. 2.서울대학교  
대학원 도시공학 전공공학 석사

1989. 2. ~ 1995. 12.한국건설기  
술연구원 도로연구실 연구원

1996. 1. ~ 2002. 9.한국건설기술연구원 도로연구  
실선임연구원

2002. 10. ~ 현재 한국건설기술연구원 첨단연구그  
룹수석 연구원



**변상철**

1994. 02. 충북대학교 공과대학  
도시공학과공학 학사

1996. 02. 충북대학교 공과대학  
도시공학과공학 석사

1996. 01. ~ 현재. 한국건설기술  
연구원 토목연구부 연구원