

## 지점검지기 신뢰도 비교를 통한 대표치 생성 개선방안 : 구간 교통량을 중심으로

### Improvement of Representative Value through Comparison of the Reliability of point detector : focusing on traffic volume

최 윤 혁\*                      이 윤 석\*\*  
(Yoon-Hyuk Choi)            (Yoon-Seok Lee)

#### 요 약

본 논문은 영상검지기 증가에 따라 교통정보 신뢰도에 대한 우려가 높아지고 있는 바, 지점검지기 데이터 분석을 통해 신뢰도가 높은 대표 구간 교통량 생성방법을 제안하였다. 이를 위해 고속도로를 대상으로 영상과 루프 검지기에서 각각 수집된 교통량 차이를 비교분석하고 통계적으로 검증하였으며, 실측교통량과의 오차율을 분석하였다. 분석 결과, 영상검지기과 루프검지기에서 각각 수집된 교통량은 동일 구간, 동일한 시간대에 수집된 자료라도 차이가 있었으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 또한 루프검지기에서 수집된 교통량이 실측교통량과의 가장 차이가 적어, 대표 구간 교통량 생성 시 루프 및 영상 교통량을 평균하는 현재의 방법보다 영상검지기보다 신뢰도가 높은 루프 검지기 자료를 대표치로 이용하는 방법을 제안하였다. 이는 다양한 신뢰도를 보이는 많은 데이터를 이용하여 대표치를 생성하는 것보다, 하나라도 보다 신뢰성이 높은 데이터를 대표치로 이용하는 것이 훨씬 양질의 데이터를 생성할 수 있음을 보여준다. 다만, 루프검지기라고 할지라도 유지관리 및 기타 다양한 요소에 의해 신뢰도가 저하될 수 있으므로 검지기 상태에 대한 검증과 평가는 반드시 전제되어야 한다.

핵심어 : 루프검지기, 영상검지기, 신뢰도, 대표치, 교통량

#### Abstract

With the increase in image detectors, concerns about the reliability of traffic information are increasing. In this paper, we propose a method to generate reliable traffic volume using analysis of the point detector data as a representative value. Therefore, targeting expressway, we analyzed the difference in traffic volume collected by loop and image detector, and verified statistically using t-test, and finally analyzed the error rate compare to the real traffic volume. Analysis revealed that there was a statistically difference the traffic date collected by the loop detector and the image detector, in the same period, the same time, respectively. In addition, the difference between the actual traffic volume and traffic that have been collected in a loop detector was the lowest Therefore, creating a traffic volume of representative value, we proposed a method to use loop detector than the average traffic volume collected by each detector. It shows that it is more important to use one high-quality data rather than various low-quality data to produce a representative value.

**Key words** : loop detector, image detector, reliability, representative value, traffic volume

---

\* 주저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 선임연구원  
\*\* 공저자 및 교신저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 과제연구원  
† 논문접수일 : 2013년 06월 19일  
† 논문심사일 : 2013년 08월 29일  
† 게재확정일 : 2013년 08월 30일

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

기존의 도로시설 및 교통운영에 첨단교통정보기술(ICT : Information and Communication Technology, 이하 ICT)이 융합된 지능형교통체계(ITS : Intelligent Transport Systems)는 도로교통시설의 이용효율을 극대화함은 물론 이용편의와 안전을 제고하며, 에너지 절감 등 환경친화적인 교통체계를 구현하는 것이 주된 목표이다. 우리나라에서는 물류비 부담이 가중되고 산업의 국제경쟁력을 저해하는 만성적인 교통혼잡을 완화할 새로운 교통정책이 필요함에 따라 1990년대부터 본격적으로 ITS를 도입하게 되었다.[1]

ITS를 통한 효율적인 교통관리 및 교통정보 제공을 위해서는 검지기를 통한 교통자료 수집이 필수적으로, 고속도로 교통관리시스템(ETMS : Expressway Traffic Management Systems, 이하 ETMS)은 1993년부터 구축되어 약 1km 간격으로 검지기를 설치하여 지점자료를 수집하고 있으며, 구간자료는 TCS(Toll Collection System, 이하 TCS)를 이용하여 수집하고 있다. 또한 최근에는 DSRC(Dedicated Short Range Communications) 기반의 구간자료 역시 수집되고 있다. 다양하게 수집된 교통자료는 교통센터에서 가공되어 VMS, 휴대폰, 교통방송 등의 정보제공매체를 통해 운전자에게 제공되고 있으며 갓길차로제(LCS, Lane Control Systems, 이하 LCS) 등 교통관리의 기본 자료로 이용되고 있다.[2]

지점검지기 자료는 전수화된 교통자료를 수집할 수 있다는 장점이 있지만, 구간 통행시간 등 교통정보 제공용으로 사용하기 위해서 변환하는 과정이 필수적이며, 이 과정에서 오차가 발생한다는 단점이 있다. 이에 반해 구간검지기 자료는 전수화된 자료는 아니지만, 보다 정확하게 구간 통행속도 및 통행시간 산출이 가능하다는 장점이 있다. 따라서 교통정보 제공을 위해서는 구간검지기 자료가, 교통관리를 위해서는 지점검지기 자료가 주로 활용되고 있다.

지점검지기는 루프, 영상, 극초단파, 자기, 초음파 등 다양한 센서기술이 이용되며, 이중에서도 루프

검지기는 전통적으로 가장 많이 이용되고 있으며 자료의 신뢰도 역시 높은 것으로 알려져 있다. 그러나, 루프검지기는 차로에 검지센서를 매설해야하는 방식으로 설치 및 유지보수의 한계를 가지고 있다. 이와 같은 매설방식 검지기의 한계를 극복하고자 영상검지기가 개발되었다. 영상검지기는 일반적으로 비디오 영상장비를 통해 교통자료를 수집하는 비매설방식으로 노변에 설치되어 교통정보를 수집한다.

그러나, 영상검지기는 카메라를 통해 수집된 영상자료를 이용하기 때문에 일출, 일몰, 야간 등의 조도 변화, 안개, 강우, 강설 등의 날씨 변화에 검지기의 신뢰도가 달라지는 문제를 보이고 있다. 그럼에도 불구하고 설치 및 유지관리의 용이성 때문에 최근 고속도로에는 영상검지기가 적극적으로 설치되고 있다. 이러한 영상검지기의 증가에 따라 교통정보에 대한 신뢰도에 대한 우려가 높아지고 있다.

따라서 본 연구에서는 고속도로를 대상으로 대표적인 지점검지기인 영상과 루프검지기의 신뢰도를 비교하고 구간 교통량<sup>1)</sup> 대표치를 생성할 때 오차를 감소시킬 수 있는 개선방안을 제시하고자 한다.

## II. 기존 연구 고찰

현재 교통관리시스템에 설치되는 차량검지기는 정보수집방식에 따라 지점검지방식과 공간검지방식이 있으며 지점검지방식의 장비는 검지센서 종류, 검지원리, 매설여부 등에 따라 <표 1>과 같이 구분할 수 있다. 또한 비콘, 영상인식장치, DSRC(Dedicated Short Range Communications) 등을 이용한 통행시간을 기반으로 정보를 얻는 AVI(Automatic Vehicle Identification)로 주로 통칭되는 구간검지방식에는 <표 2>와 같은 종류가 있다.[6]

전술한 것과 같이 구간검지기는 통행시간 등의 정보 제공을 위해 사용되며, 지점검지기는 정체 상황을 파악하고 병목지점 개선 등의 교통관리를 위해 사용된다.

<sup>1)</sup> 본 논문에서 정의하는 구간 교통량이란, 고속도로의 일정 구간(영업소-영업소간)을 통과하는 교통량을 의미하며, 이 구간에는 입출구가 존재하지 않으므로 통 구간을 대표하는 특정 시간단위 교통량을 의미함

〈표 1〉 지점검지기의 종류

〈Table 1〉 Classification of point detectors

Category	Type
Detection Sensor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pressure Detectors</li> <li>- Inductive Loop Detectors</li> <li>- Ultrasonic Detectors</li> <li>- Microwave Detectors</li> <li>- Infrared Detectors</li> <li>- Image Detectors</li> </ul>
Detection Principle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanical signals → Electrical signals (Pressure Detectors, Piezoelectric detectors, Piezoelectric detectors.)</li> <li>- Electromagnetic signals → Mechanical signals (Inductive Loop, Ultrasonic, Image Detectors)</li> </ul>
Detection Sensor - Whether buried	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Embedment type : Inductive Loop Detectors, Piezoelectric detectors, WIM(Weigh in Motion) Detectors.</li> <li>- Non-Embedment type : Ultrasonic, Microwave, Infrared, Image Detectors.</li> </ul>

Reference) Korea Institute of Construction Technology., Study on the Application of Alternative Vehicle Detector, 1999.

〈표 2〉 구간검지기의 종류

〈Table 2〉 Classification of section detectors

Division	Summary
GPS(Global Positioning System) System	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Travel time of road section is estimated by using the location of the vehicles equipped with GPS(Global Positioning System) -mobile and time information.</li> <li>- Performed in map matching.</li> </ul>
Probe Vehicle System (Beacon, DSRC(Dedicated Short Range Communications) )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- This is a way to transmit beacons transit time to center.</li> <li>- It estimates travel time and travel speed by using the recorded time difference.</li> <li>- It utilizing a taxi and probe vehicles to produce information.</li> <li>- DSRC(Dedicated Short Range Communications) system is communicate with center and vehicle.</li> </ul>
Image Recognition System	<ul style="list-style-type: none"> <li>- License plate information gathering.</li> <li>- Recognized license plate at entry and exit is send to center and calculate average travel time.</li> </ul>

Reference) D. Kim, S. Kim, *A study on testing the ability of Vehicle Detection System in ATMS*, The Journal of The Korean society Transportation, V. 20, No.5, pp.231~244, 2002.

〈표 3〉 지점검지기별 장단점

〈Table 3〉 Comparison of point detectors

Detector	Division					Advantage & Disadvantages
	Reliability	Setting Difficulty	Durability	Lane Recognition	Occupancy	
Loop	◎	△	○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- depending on the road intensity</li> <li>- difficult to manage and maintenance</li> <li>- interfering with the installation on traffic</li> </ul>
Ultrasonic	○	○	○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sensitive to high winds.</li> <li>- relatively expensive to install</li> </ul>
Microwave	-	○	○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- easy to install.</li> <li>- is not required to traffic control</li> <li>- required professionals to install</li> </ul>
Image	○	○	○	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- useful to detect queue length, unexpected events.</li> <li>- Detection ability is reduced at night, sunrise and sunset time.</li> </ul>

Reference) Korea Institute of Construction Technology., Study on the Application of Alternative Vehicle Detector, 1999.

지점 및 구간 검지기의 신뢰도와 관련된 연구는 국내에 ITS가 활성화된 2000년 이후 본격적으로 시행되었다. 장진환 외(2005)는 현재 고속도로와 일반국도 ITS를 위한 핵심 검지장비인 영상검지기에 대한 성능을 차량의 속도그룹별로 분석했고, 통과차량의 속도저하에 의한 검지자료의 부정확성의 원인을 규명한 후, 이에 대한 해결책을 제시했다. 분석결과, 속도 자료의 경우에는 차량의 통과속도가 50kph 이하로 떨어질 때부터 성능이 저하되고, 교통량과 점유율의 경우에는 30kph 이하일 때부터 성능이 저하되는 것으로 분석되었다.[3]

김대호 외(2002)는 현재 다양한 교통정보 서비스와 소통수준 제고를 목표로 국내 여러 도시에서 진행 중인 첨단교통관리체계(ATMS)사업이 운영 또는 구축 중에 있으며 도로상의 교통정보를 보다 정확히 수집하기 위해 다양한 종류의 차량검지시스템이 도입되고 있으나 기존 국내의 사례를 볼 때 제반 검지기의 성능평가 방안이 사업별로 상이한 기준으로 진행되었으며 객관적인 성능수준을 제시하지 못하고 있는 것으로 분석하였다.[6]

이환필 외(2012)는 차량검지기의 속도측정 성능평가방법을 개발하였다. 개발된 성능평가방법에서는 오차요인들을 기준속도에 반영하며 측정 불확도의 개념을 적용하였다. 기존 연구, 통계적 처리기법, 기존 교통단속장비 및 차량검지시스템의 속도측정 성능평가 방법 등에 대한 고찰을 통해 기존 평가방법의 문제점을 도출하고 개선된 성능평가 방법을 개발하였다.[7]

이청원 외(2007)는 설치 연도별로 영상검지기의 성능수준을 평가하고 시계열적인 분석을 위한 현장 자료를 수집하였다. 또한, 제조회사, 설치년도 등 각각의 영상검지기의 특성이 동일하지 않기 때문에 발생하는 이분산성(heteroscedasticity)문제를 고려하여 영상검지기의 정확도 감소 곡선을 추정하였다.[5]

강진기 외(2002)는 기존 지점검지기와 비콘 검지기 및 매설식 자동차량인식장치의 한계점을 극복하고자 비매설식 AVI를 개발하고 이를 통하여 도로상을 주행하는 일반적인 차량들을 프로브 차량으로 활용하여 신뢰성 있는 구간교통정보를 산출하는 방법을 개발하는 것을 목적으로 하였다. 현장 실험 결과 레이저센서

의 차량 검지율은 95%이상, 차량 인식률은 87.8%이며, 차량 매칭률은 약 14.3%로 분석되어 도로의 교통상황 추이를 잘 반영하는 것으로 분석하였다.[4]

그러나, 기존 연구에서는 주로 검지기 종류의 따른 특성분석, 검지기 종류에 따른 오차 분석, 영상검지기의 교통량·속도 분석 등의 연구가 진행되었으며, 각 검지기의 장단점, 특징을 비교하여 용도에 맞게 활용할 수 있도록 제안한 연구는 부족하였다. 특히 루프검지기 등 대표적 매설식 검지방식이 갖는 설치 및 유지관리의 한계 때문에 비매설식 검지방식인 영상검지기 등이 주로 활용되고 있으나, 두 검지기 자료가 어떻게 다른지, 두 검지방식을 결합했을 때 신뢰도가 어떻게 변화하는지에 대한 분석이 이루어지지 못했으며, 따라서 다양한 검지기에서 올라온 데이터를 조합하여 보다 신뢰할 수 있는 대표치를 생성하기 위한 노력이 부족하였다.

따라서 본 연구에서는 고속도로를 대상으로 영상과 루프검지기의 수집된 교통량 차이를 비교분석하고 실측교통량과의 차이를 분석하여 신뢰도가 높은 대표 구간 교통량 생성방법을 제안하였다. 단, 본 연구에서는 대표치 생성의 개선방안에 대한 내용적 범위를 교통량으로 제한하였으며, 이는 지점검지기를 통해서 수집되어 산출되는 구간 통행시간 및 통행속도는 구간 검지기인 DSRC(Dedicated Short Range Communications) 등을 통해 산출되는 자료를 통해 보정되기 때문이다.

〈표 4〉 기존 연구의 특징 및 한계점  
〈Table 4〉 Results of literature review

J. Jang, C. Park, et al.(2005)	Feature	Image detector performance was analyzed by the speed of the vehicle
	Limitation	Only Image detectors were analyzed
D. Kim, S. et al. (2002)	Feature	Were compared with previous studies(Vehicle Detection)
	Limitation	The actual analysis was only Image detectors
H. Lee, Y. Kim, et al. (2012)	Feature	Measures to improve the problems of existing research are derived. Improved performance evaluation method was developed
	Limitation	Only Loop detectors were analyzed.

(표계속)

C. Lee, N. Beak, et al. (2007)	Feature	Evaluate the performance of image detectors.
	Limitation	Only Image detectors were analyzed.
J. Kang, Y. Son, et al. (2002)	Feature	improves the reliability of Section Traffic Information.
	Limitation	limited to some sections (National Road 1, Suwon-Pyongtek)

### Ⅲ. 검지기 데이터 분석

#### 1. 대상지점 선정

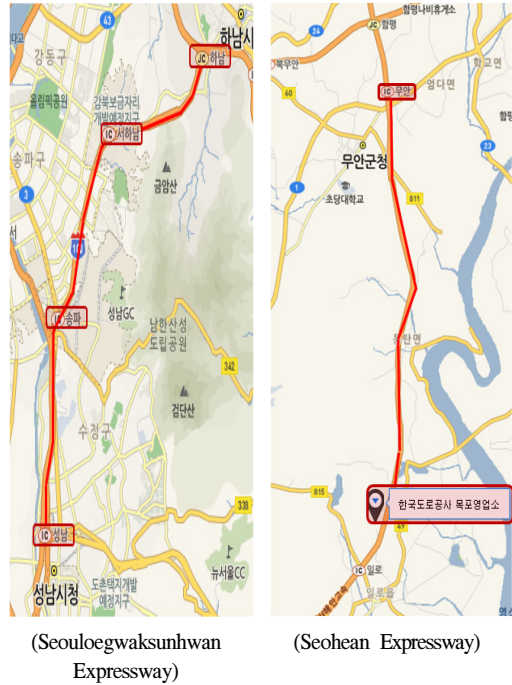
분석을 위해 영상검지기와 루프검지기가 동일 구간에 함께 운영되는 구간을 선정하였다. 선정된 구간은 구간 내에 휴게소 등 진출입부가 존재하지 않아, 비록 지점검지기 설치위치는 약간 상이하지만 거리가 짧아 단위 교통량이 통계적으로 동일하다고 판단할 수 있는 지점으로 제한하였다. 분석 시간단위는 교통량의 변동으로 인한 오차를 줄일 수 있도록 최소 시간단위인 1시간을 선택하였다. 또한 분석의 신뢰도를 위해 2개의 서로 다른 노선을 선택하였다.

최종적으로 선정된 구간은 서울외곽순환고속도로 성남TG~송파IC~서하남IC~하남JC의 총 14.9km 구간이다. 3개의 구간으로 구분된 대상구간에는 각 구간 내에 입출구가 존재하지 않는다. 또한 서해안고속도로 목포TG~무안IC 구간을 추가적으로 선정하여 함께 비교하였다. 대상구간의 위치 및 각 구간별 검지기의 종류 및 개수는 다음과 같다.

〈표 5〉 대상구간의 영상 및 루프검지기 현황  
 〈Table 5〉 Loop and image detectors on target section  
 단위 : 개

	Section	Image Detector	Loop Detector	Total
Seoul Ring Expressway	Seongnam TG~Songpa IC	2 (7.36, 8.08K)	3 (5.50, 6.55, 9.00K)	5
	Songpa IC~Seohanam IC	1 (10.56K)	1 (13.03K)	2
	Seohanam IC~Hanam JC	3 (13.77,14.97,18.08K)	2 (16.02K, 17.53K)	5
Seohean Expressway	Mokpo TG~Mooan IC	1 (12.90k)	7 (8.10,9.60,10.50,11.60,17.90,19.10,21.70k)	6

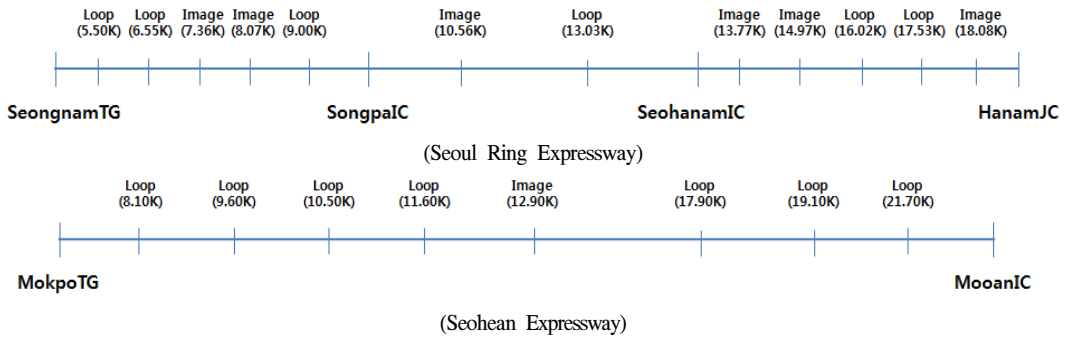
※ ( )는 검지기의 설치 이정을 나타냄



〈그림 1〉 대상구간  
 〈Fig. 1〉 Target Section

먼저, 서울외곽순환고속도로의 경우, 성남TG~송파IC 구간은 영상검지기가 2개, 루프검지기가 3개가 설치되어 있다. 송파IC~서하남IC 구간은 영상검지기가 1개, 루프검지기가 1개 설치되어 있다. 서하남IC~하남IC 구간은 영상검지기가 1개, 루프검지기가 1개 설치되어 있다. 서해안고속도로의 경우, 목포TG~무안IC구간에서 영상검지기가 1개, 루프검지기가 7개 설치되어 있다.

구간 내에 동일한 검지기가 여러 개 설치되어 있는 경우 검지기 종류별로 평균을 산출하여 각각을 비교하였다. 이는 전술한 것과 같이 본 연구의 핵심이 이종 지점검지기 자료의 결합으로 인해 대표 교통량 산출 시 오차율이 증가하는 현상을 확인하려고 했기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 동일 구간 내에 영상검지기와 루프검지기가 함께 설치되어 있는 구간을 선정하여 영상과 루프검지기의 차이를 일교통량과 시간대 평균교통량으로 비교분석하였다.



〈그림 2〉 대상구간 검지기 위치

〈Fig. 2〉 Status of vehicle detection system on target section

## 2. 검지기 교통량 비교

동일한 대상구간 내의 영상검지기와 루프검지기에서 1시간 간격으로 각각 수집된 시간대별 교통량 데이터를 비교분석하였다. 데이터는 2013년 3월 25일(월) ~ 29일(금)에 수집되었으며, 특정일에 대한 오차를 줄이기 위해 5일 데이터를 이용하였다.

〈표 6〉 영상 및 루프검지기 교통량 비교

〈Table 6〉 Comparison of volume of loop and image detectors  
단위 : 대/시, 대/일

Section	Time	Direction of starting point			Direction of endpoint		
		Image Detector (a)	Loop Detector (b)	Distinction (b-a)	Image Detector (a')	Loop Detector (b')	Distinction (b'-a')
Seo ng pa IC ~ So ng pa IC	00	772	818	46	768	847	79
	01	497	505	8	474	506	32
	02	338	347	9	313	331	18
	03	309	313	4	305	321	16
	04	458	456	-2	395	411	16
	05	1,264	1,271	7	886	934	48
	06	3,461	3,579	118	2,481	2,627	146
	07	5,479	5,708	229	4,311	4,658	347
	08	5,900	6,110	210	4,598	5,002	404
	09	5,271	5,295	24	4,263	4,512	249
	10	4,660	4,663	3	4,065	4,256	191
	11	4,197	4,191	-6	3,718	3,905	187
	12	3,543	3,572	29	3,195	3,353	158
	13	3,886	3,881	-5	3,397	3,551	154
	14	4,041	4,019	-22	3,572	3,708	136
15	4,110	4,079	-31	3,797	3,836	39	

16	4,099	4,257	158	4,338	4,322	-16
17	4,336	4,575	239	4,760	4,995	235
18	4,810	5,098	288	5,275	5,563	288
19	3,836	3,858	22	4,187	4,348	161
20	3,053	3,055	2	3,288	3,372	84
21	2,498	2,522	24	2,636	2,761	125
22	2,034	2,071	37	2,052	2,159	107
23	1,420	1,459	39	1,368	1,453	85
<b>Total</b>	<b>74,272</b>	<b>75,702</b>	<b>1,430</b>	<b>68,442</b>	<b>71,731</b>	<b>3,289</b>
00	770	1012	242	961	1115	154
01	462	612	150	618	724	106
02	324	423	99	421	478	57
03	307	416	109	398	451	53
04	470	683	213	509	574	65
05	1,396	1,714	318	1,075	1,179	104
06	4,171	4,689	518	3,181	3,124	-57
07	6,212	7,465	1,253	5,127	5,572	445
08	6,163	7,333	1,170	5,651	6,042	391
09	5,781	6,591	810	5,420	5,325	-95
10	5,234	5,771	537	5,176	5,189	13
11	4,621	5,094	473	4,686	4,787	101
12	3,939	4,333	394	3,985	4,048	63
13	4,429	4,851	422	4,148	4,227	79
14	4,691	5,068	377	4,394	4,481	87
15	4,873	5,232	359	4,759	4,600	-159
16	5,121	5,526	405	5,486	5,102	-384
17	5,174	5,972	798	6,001	6,067	66
18	5,453	6,407	954	6,025	6,452	427
19	4,507	4,963	456	5,111	5,522	411
20	3,378	3,719	341	3,987	4,343	356
21	2,689	3,096	407	3,149	3,572	423
22	2,158	2,533	375	2,611	2,935	324
23	1,442	1,742	300	1,698	1,965	267

(표계속)

Total	83,765	95,245	11,480	84,577	87,874	3,297
00	828	731	-97	807	873	66
01	507	454	-53	498	564	66
02	374	338	-36	352	388	36
03	370	332	-38	338	356	18
04	605	549	-56	524	474	-50
05	1,470	1,311	-159	1,270	1,063	-207
06	4,148	3,653	-495	3,615	2,970	-645
07	6,474	6,229	-245	5,550	4,832	-718
08	6,223	6,435	212	5,287	5,012	-275
09	5,910	5,288	-622	5,289	4,717	-572
10	5,431	4,774	-657	5,111	4,961	-150
11	4,769	4,244	-525	4,536	4,515	-21
12	4,092	3,666	-426	3,819	3,685	-134
13	4,582	4,145	-437	4,150	3,810	-340
14	4,831	4,401	-430	4,356	3,978	-378
15	5,075	4,660	-415	4,486	4,004	-482
16	5,446	5,011	-435	4,794	4,300	-494
17	5,808	5,487	-321	5,142	5,015	-127
18	5,888	5,687	-201	5,453	5,592	139
19	4,675	4,346	-329	4,503	4,773	270
20	3,470	3,228	-242	3,351	3,600	249
21	2,740	2,492	-248	2,710	2,993	283
22	2,157	1,924	-233	2,180	2,455	275
23	1,431	1,276	-155	1,433	1,593	160
<b>Total</b>	<b>87,304</b>	<b>80,661</b>	<b>-6,643</b>	<b>79,554</b>	<b>76,523</b>	<b>-3,031</b>

영상 및 루프검지기의 교통량을 비교한 결과, 1일 누적 교통량에서 성남TG~송파IC 구간은 기점방향 1,430대/일, 종점방향 3,289대/일 차이가 있었다. 송파IC~서하남IC 구간은 기점방향 11,480대/일, 종점방향 3,297대/일, 서하남IC~하남JC 구간은 기점방향 6,643대/일, 종점방향 3,031대/일 차이가 있었다. 결론적으로 영상검지기와 루프검지기에서 수집된 교통량은 적게는 약 1,500대/일에서 많게는 약 11,500대/일 차이가 있었다. 특히, 시간대별로 최대 약 1,200대/시 까지 차이가 발생하여 영상과 루프검지기의 교통량 차이가 매우 심각함을 알 수 있었다.

구간별로 분석한 결과, 성남TG~송파IC~서하남IC 구간은 루프가 영상보다 교통량이 많았으나, 서하남IC~하남JC 구간 영상은 루프보다 교통량이 많았다. 전반적으로 구간별로 차이는 있지만, 영상보다는 루프검지기의 교통량이 더 많은 것으로 나타났다. 이는 전술한 것과 같이, 영상검지기는 수집된 영상자료를 이용하기 때문에 검지영역의 설정, 조도 변화에 따

라 검지기의 신뢰도가 낮아지기 때문으로 판단된다.

### 3. 영상 및 루프 검지기 교통량 차이의 통계적 검증

앞서 영상 및 루프검지기에서 수집된 교통량의 차이가 시간대별, 일별로 매우 크다는 것을 확인하였다. 이러한 교통량 차이가 통계적으로 유의한 것 인지를 검증하였다. 각 시간대별로 영상 및 루프검지기에서 수집된 교통량을 변수로 설정하여 Paired T-test를 실시하였다.

〈표 7〉 영상 및 루프검지기 교통량 차이 T-test 결과  
(Table 7) Results of Paired T-test

Sectoin	Traffic Volume	
	T-Value	P-Value
SeongnamTG~SongpalC	-2.69	0.010
SongpalC~SeohanamIC	-2.52	0.015
SeohanamIC~HanamJC	2.71	0.009

※ 95% 신뢰수준

영상검지기와 루프검지기의 Paired T-test의 검증 결과, 모든 구간에서 유의수준 0.05 이하로 귀무가설(두 집단의 평균이 같음)을 기각하게 되어 두 집단의 평균에는 차이가 있다고 판단할 수 있었다. 즉, IC를 기준으로 동일한 구간 내에 설치된 루프검지기와 영상검지기 교통량 자료는 통계적으로 서로 다르다고 볼 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 통계적으로 차이가 확인된 각 검지기별 구간 교통량을 실측교통량과의 차이 및 오차율을 비교하여 구간 대표 교통량 생성 시 신뢰도를 향상 시킬 수 있는 방안에 대하여 제안하였다.

## IV. 대표치 생성 개선방안

### 1. 실측 자료 대비 검지기별 신뢰도 비교

<표 8> 실측교통량 대비 각 검지기별 오차율 (성남TG~송파IC, 기점방향)

<Table 8> Comparison of the reliability of traffic volume by detectors (Seongnam TG~SongpalC, Direction of starting point)  
단위: 대/시, 대/일, %

Time	Actual Traffic Volume (a)	Image Detector Traffic Volume (b)	loop Detector Traffic Volume (c)	Average Traffic Volume (d)	Distinction ①   a-b	Distinction ②   a-c	Distinction ③   a-d	Error Rate ①   (a-b)/a	Error Rate ②   (a-c)/a	Error Rate ③   (a-d)/a
0	819	772	818	799	47	1	20	5.74	0.12	2.44
1	517	497	505	502	20	12	15	3.94	2.40	2.98
2	353	338	347	344	15	6	9	4.14	1.59	2.44
3	319	309	313	311	10	6	8	3.01	1.76	2.39
4	465	458	456	457	7	9	8	1.55	1.98	1.76
5	1,289	1,264	1,271	1,268	25	18	21	1.91	1.37	1.60
6	3,611	3,461	3,579	3,532	150	32	79	4.15	0.89	2.19
7	5,832	5,479	5,708	5,616	353	124	216	6.05	2.12	3.70
8	6,269	5,900	6,110	6,026	369	159	243	5.89	2.54	3.88
9	5,459	5,271	5,295	5,286	188	164	173	3.45	3.01	3.17
10	4,795	4,660	4,663	4,662	135	132	133	2.81	2.75	2.77
11	4,313	4,197	4,191	4,194	116	122	119	2.69	2.83	2.76
12	3,650	3,543	3,572	3,560	107	78	90	2.92	2.13	2.46
13	3,999	3,886	3,881	3,883	113	118	116	2.82	2.95	2.90
14	4,162	4,041	4,019	4,028	121	143	134	2.92	3.45	3.23
15	4,223	4,110	4,079	4,092	113	144	131	2.67	3.40	3.09
16	4,384	4,099	4,257	4,194	285	127	190	6.49	2.89	4.33
17	4,713	4,336	4,575	4,479	377	138	234	7.99	2.92	4.96
18	5,258	4,810	5,098	4,983	448	160	275	8.53	3.05	5.24
19	3,963	3,836	3,858	3,849	127	105	114	3.20	2.64	2.87
20	3,126	3,053	3,055	3,054	73	71	72	2.34	2.28	2.31
21	2,584	2,498	2,522	2,512	86	62	72	3.33	2.40	2.79
22	2,107	2,034	2,071	2,056	73	36	51	3.48	1.73	2.44
23	1,488	1,420	1,459	1,443	68	29	45	4.57	1.95	3.02
계	77,697	74,272	75,702	75,130	3,425	1,995	2,567	4.41	2.57	3.30

<표 9> 실측교통량 대비 각 검지기별 오차율 (성남TG~송파IC, 종점방향)

<Table 9> Comparison of the reliability of traffic volume by detectors (Seongnam TG~SongpalC, Direction of endpoint)  
단위: 대/시, 대/일, %

Time	Actual Traffic Volume (a')	Image Detector Traffic Volume (b')	loop Detector Traffic Volume (c')	Average Traffic Volume (d')	Distinction ①   a'-b'	Distinction ②   a'-c'	Distinction ③   a'-d'	Error Rate ①   (a'-b')/a'	Error Rate ②   (a'-c')/a'	Error Rate ③   (a'-d')/a'
0	798	768	847	807	30	49	9	3.76	6.14	1.13
1	490	474	506	490	16	16	0	3.27	3.27	0.00
2	325	313	331	322	12	6	3	3.69	1.85	0.92
3	316	305	321	313	11	5	3	3.48	1.58	0.95
4	417	395	411	403	22	6	14	5.28	1.44	3.36
5	975	886	934	910	89	41	65	9.13	4.21	6.67
6	2,690	2,481	2,627	2,554	209	63	136	7.77	2.34	5.06
7	4,714	4,311	4,658	4,484	403	56	230	8.55	1.19	4.88
8	4,955	4,598	5,002	4,800	357	47	155	7.20	0.95	3.13
9	4,495	4,263	4,512	4,388	232	17	107	5.16	0.38	2.38
10	4,236	4,065	4,256	4,160	171	20	76	4.04	0.47	1.79
11	3,871	3,718	3,905	3,811	153	34	60	3.95	0.88	1.55
12	3,346	3,195	3,353	3,274	151	7	72	4.51	0.21	2.15
13	3,564	3,397	3,551	3,474	167	13	90	4.69	0.36	2.53
14	3,696	3,572	3,708	3,640	124	12	56	3.35	0.32	1.52
15	3,824	3,797	3,836	3,817	27	12	7	0.71	0.31	0.18
16	4,347	4,338	4,322	4,330	9	25	17	0.21	0.58	0.39
17	5,013	4,760	4,995	4,878	253	18	135	5.05	0.36	2.69
18	5,545	5,275	5,563	5,419	270	18	126	4.87	0.32	2.27
19	4,313	4,187	4,348	4,267	126	35	46	2.92	0.81	1.07
20	3,268	3,288	3,372	3,330	20	104	62	0.61	3.18	1.90
21	2,724	2,636	2,761	2,699	88	37	25	3.23	1.36	0.92
22	2,099	2,052	2,159	2,106	47	60	7	2.24	2.86	0.33
23	1,417	1,368	1,453	1,410	49	36	7	3.46	2.54	0.49
계	71,438	68,442	71,731	70,086	2,996	293	1,352	4.19	0.41	1.89



<표 10> 실측교통량 대비 각 검지기별 오차율 (목포TG~무안IC, 기점방향)  
 <Table 10> Comparison of the reliability of traffic volume by detectors  
 (MokpoTG~MooanIC, Direction of starting point)

단위: 대/시, 대/일, %

Time	Actual Traffic Volume (a)	Image Detector Traffic Volume (b)	loop Detector Traffic Volume (c)	Average Traffic Volume (d)	Distinction ①   a-b	Distinction ②   a-c	Distinction ③   a-d	Error Rate ①   (a-b)/a	Error Rate ②   (a-c)/a	Error Rate ③   (a-d)/a
0	140	134	137	136	5	3	4	3.72	1.87	2.76
1	95	93	96	95	2	1	1	1.68	0.64	0.53
2	74	79	75	77	5	1	3	6.50	1.02	3.79
3	61	63	64	64	2	3	2	2.93	4.25	3.65
4	95	103	97	100	8	3	6	8.67	2.75	5.83
5	189	200	201	201	12	13	12	6.15	6.44	6.49
6	459	484	484	484	25	25	25	5.54	5.15	5.49
7	879	931	902	917	52	23	37	5.87	2.43	4.22
8	878	917	884	901	40	7	23	4.54	0.72	2.64
9	847	869	856	862	21	9	15	2.53	1.04	1.79
10	851	883	873	878	32	22	27	3.76	2.50	3.18
11	901	905	893	899	4	8	2	0.40	0.91	0.26
12	701	728	711	719	27	10	19	3.91	1.39	2.68
13	817	848	827	838	30	10	20	3.72	1.18	2.47
14	788	828	801	815	41	14	27	5.15	1.64	3.44
15	796	852	801	827	55	5	30	6.93	0.59	3.78
16	757	817	768	792	60	11	35	7.93	1.29	4.66
17	792	841	798	819	50	6	28	6.27	0.73	3.52
18	720	713	728	720	7	8	0	1.03	1.15	0.05
19	570	549	562	555	21	8	14	3.62	1.42	2.49
20	457	462	469	466	5	12	9	1.09	2.65	1.89
21	405	404	403	404	1	2	2	0.35	0.59	0.47
22	312	309	312	310	3	0	2	1.09	0.03	0.56
23	241	241	242	241	0	1	0	0.00	0.24	0.12
계	12,824	13,253	12,984	13,118	429	161	295	3.34	1.21	2.30

<표 11> 실측교통량 대비 각 검지기별 오차율 (목포TG~무안IC, 종점방향)  
 <Table 11> Comparison of the reliability of traffic volume by detectors (MokpoTG~MooanIC, Direction of endpoint)

단위: 대/시, 대/일, %

Time	Actual Traffic Volume (a')	Image Detector Traffic Volume (b')	loop Detector Traffic Volume (c')	Average Traffic Volume (d')	Distinction ①   a'-b'	Distinction ②   a'-c'	Distinction ③   a'-d'	Error Rate ①   (a'-b')/a'	Error Rate ②   (a'-c')/a'	Error Rate ③   (a'-d')/a'
0	87	109	94	102	22	7	14	25.17	7.75	16.46
1	67	80	66	73	12	1	5	18.40	2.20	8.10
2	53	72	58	65	19	5	12	34.83	8.67	21.75
3	41	49	42	46	8	1	4	18.45	2.70	10.58
4	54	64	54	59	10	0	5	18.45	0.58	8.94
5	115	124	105	114	8	10	1	7.11	9.06	0.98
6	288	243	265	254	45	22	34	15.50	7.80	11.65
7	506	510	488	499	4	17	7	0.83	3.44	1.30
8	679	751	674	712	71	6	33	10.51	0.82	4.85
9	744	840	748	794	96	5	50	12.91	0.63	6.77
10	793	814	781	797	21	12	5	2.65	1.48	0.58
11	755	791	784	788	36	30	33	4.74	3.93	4.33
12	697	740	728	734	43	31	37	6.23	4.47	5.35
13	831	848	847	848	17	16	17	2.07	1.98	2.03
14	955	957	961	959	2	6	4	0.17	0.60	0.38
15	996	983	1,013	998	13	17	2	1.29	1.70	0.21
16	1,068	1,058	1,064	1,061	10	4	7	0.92	0.37	0.65
17	1,092	1,014	1,098	1,056	79	6	36	7.20	0.54	3.33
18	1,075	950	1,110	1,030	125	36	45	11.61	3.31	4.15
19	722	735	747	741	13	25	19	1.77	3.46	2.62
20	511	597	528	562	85	17	51	16.71	3.24	9.97
21	372	418	379	398	47	7	27	12.59	1.86	7.23
22	396	464	391	428	68	5	32	17.17	1.22	7.98
23	187	238	213	225	51	26	39	27.30	14.03	20.66
계	13,084	13,447	13,239	13,343	363	155	259	2.77	1.18	1.98

영상검지기와 루프검지기 교통량은 동일 구간에서 수집된 교통량이지만 차이가 있다는 것은 앞서 검증하였다. 하지만, 이는 단순한 차이를 의미하지, 실제 오차는 아니므로, 실측교통량을 이용하여 각각의 검지기에서 수집된 자료의 신뢰도를 확인하였다. 여기서, 실측교통량은 고속도로 본선형 영업소의 수납자료인 TCS(Toll Collection System)를 이용하였다.

고속도로 영업소는 본선형 영업소와 IC형 영업소로 구분될 수 있는데 IC형 영업소의 경우 기점 및 종점방향과 차량의 진출입이 발생하여 실측교통량을 곧바로 산정할 수 없기 때문이다. 그러나, 본선형 영업소의 경우는 휴게소 등 진출입부가 없는 경우 차량의 진출입이 불가능하다. 따라서 본선형 영업소가 있고 인근 IC까지 특정한 진출입이 없는 구간의 TCS를 실측교통량인 참값으로 활용 가능하다고 판단하였다.

실측교통량의 시간적 범위는 2013년 3월 25일(월)~29일(금)의 5일로, 실측교통량이 수집되는 구간<sup>2)</sup>인 성남TG~송파IC 구간으로 공간적 범위를 제한하였다. 성남TG~송파IC 구간 내에는 입출구부가 없으므로 각 검지기의 설치 구간(이정)이 상이하더라도 해당 구간을 통과하는 교통량은 통계적으로 차이가 없다고 판단할 수 있다.

하지만, 1개 구간은 분석이 제한적이고 표본의 수가 적기 때문에 한계가 있을 수 있다. 따라서, 전술한 것처럼 성남TG~송파IC 구간과 유사한 조건을 가지고 있어, 실측교통량과의 비교가 용이한 서해안고속도로 목포TG~무안IC 구간을 추가적으로 분석하였다. 시간적 범위와 공간적 범위는 동일하게 비교분석하였으며, 각 검지기의 신뢰도 비교를 위해 실측교통량과의 오차율 분석 및 통계적 검증을 실시하였다.

실측교통량을 기준으로 영상검지기, 루프검지기, 영상 및 루프검지기의 평균으로 산출되는 대표 교통량의 차이 및 오차율을 비교하였다. 먼저 성남TG~송파IC 구간의 실측교통량과 차이를 살펴보면, 기점방향은 영상검지기의 경우 3,425대/일, 루프검지기의 경우 1,995대/일, 평균교통량의 경우 2,567대/일로 나타났다. 종점방향은 영상검지기의 경우 2,996대/일, 루프검지기의 경우 293대/일, 평균교통량의 경우 1,352대/일로 나타났다. 실측교통량과의 차이를

분석한 결과 루프검지기의 차이가 가장 작은 것을 알 수 있다. 이를 오차율로 살펴보면, 기점방향은 영상검지기의 경우 4.41%, 루프검지기의 경우 2.57%, 영상 및 루프검지기의 평균으로 산출되는 대표 교통량의 경우 3.30%로 나타났다. 종점방향은 영상검지기의 경우 4.19%, 루프검지기의 경우 0.41%, 평균교통량의 경우 1.89%의 오차율을 보이고 있다.

그 다음으로, 목포TG~무안IC 구간의 실측교통량과 차이를 살펴보면, 기점방향은 영상검지기의 경우 429대/일, 루프검지기의 경우 161대/일, 평균교통량의 경우 295대/일로 나타났다. 종점방향은 영상검지기의 경우 363대/일, 루프검지기의 경우 155대/일, 평균교통량의 경우 259대/일로 나타났다. 실측교통량과의 차이를 분석한 결과 루프검지기의 차이가 가장 작은 것을 알 수 있다. 이를 오차율로 살펴보면, 기점방향은 영상검지기의 경우 3.34%, 루프검지기의 경우 1.21%, 영상 및 루프검지기의 평균으로 산출되는 대표 교통량의 경우 2.30%로 나타났다. 종점방향은 영상검지기의 경우 2.77%, 루프검지기의 경우 1.18%, 평균교통량의 경우 1.98%의 오차율을 보이고 있다.

<표 12> 실측교통량 기준 검지기별 오차율 종합  
<Table 12> Comparison of traffic volume by detectors  
단위: 대/일, %

Sections	Division	Direction of Starting Point		Direction of Endpoint	
		Distinction	Error Rate	Distinction	Error Rate
Seongnam TG~SongpaIC	Image Detector Traffic Volume	3,425	4.41	9,255	11.91
	loop Detector Traffic Volume	1,995	2.57	5,966	7.68
	Average Traffic Volume	2,567	3.30	7,611	9.80
MokpoTG~MooanIC	Image Detector Traffic Volume	429	3.34	363	2.77
	loop Detector Traffic Volume	161	1.21	155	1.18
	Average Traffic Volume	295	2.30	259	1.98

2) 성남TG, 목포TG의 TCS자료를 이용하였음. 해당 구간은 입출구가 존재하지 않은 '본선형 영업소'이므로 해당 분석구간을 통과하는 교통량은 유출입없이 동일하기 때문에 비교가 용이하다고 판단됨

<표12>를 보면, 성남TG~송파IC, 목포TG~무안IC 모두에서 실측교통량과의 차이가 가장 적은 검지기는 루프검지기로 나타났다. 평균적으로 영상검지기는 약 5.61%, 루프검지기는 약 3.16%, 영상 및 루프 검지기의 평균은 약 4.35%로 루프검지기에서 검지된 교통량이 실측교통량과의 차이가 가장 적은 것을 알 수 있다.

따라서 루프검지기에서 수집된 교통량이 상대적으로 신뢰도가 가장 높다고 판단할 수 있다. 특히 루프검지기 교통량은 대표 교통량보다 신뢰도가 높게 나타났다. 이는 현재 교통량 산출 방식인 구간 내에 존재하는 모든 지점검지기의 평균을 이용하는 방식에 문제가 있다는 것을 알 수 있다.

## 2. 통계적 검증

앞서 실측교통량과 영상검지기 교통량, 루프검지기 교통량, 영상 및 루프 검지기의 평균교통량과의 차이를 확인하였다. 이를 통계적으로 검증하기 위하여 기중점과 상관없이 시간대별 실측교통량을 변수1로 설정하고 루프검지기에서 수집된 시간대별 교통량과 영상검지기에서 수집된 시간대별 교통량, 시간대별 평균 교통량을 각각의 변수2로 설정하여 Paired T-test 검증을 실시하였다. 검증 결과는 다음과 같다.

<표 13> 실측교통량 대비 검지기 교통량 차이 검증  
<Table 13> Results of Paired T-test by detectors

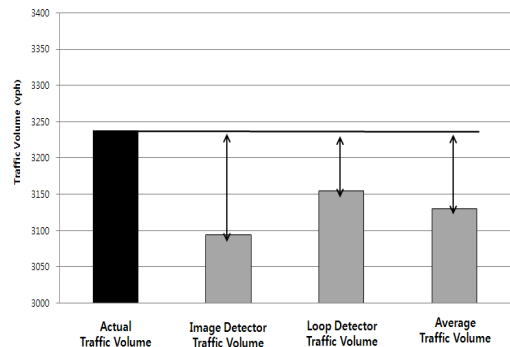
Sections	Variable 1	Variable 2	T-Value	P-Value
Seongnam TG~SongpaIC	Actual Traffic Volume	Image Detector Traffic Volume	2.57	0.013
		loop Detector Traffic Volume	2.45	0.018
		Average Traffic Volume	2.50	0.016
MokpoTG~MooanIC	Actual Traffic Volume	Image Detector Traffic Volume	-3.03	0.004
		loop Detector Traffic Volume	-3.62	0.005
		Average Traffic Volume	-3.91	0.000

※ 95% 신뢰수준

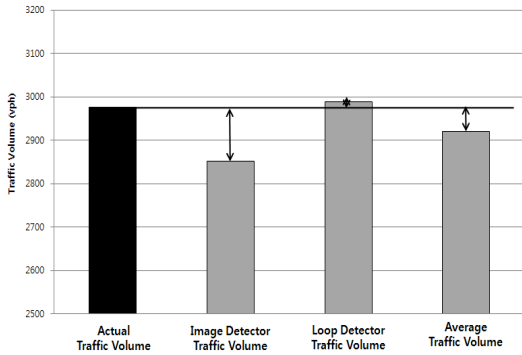
실측교통량과 영상검지기, 루프검지기를 통해 수집된 교통량의 Paired T-test의 검증결과, P-Value를 살펴보면 전구간의 모든 검지기에서 유의수준 0.05 이하로 귀무가설(두 집단의 평균이 같음)을 기각하게 되어 두 집단의 평균에는 차이가 있다고 분석되었다. 즉 통계적으로 실측교통량과 영상 검지기 교통량, 루프검지기 교통량, 평균 교통량이 모두 실측교통량과 차이가 있다고 판단할 수 있다.

## 3. 구간 교통량 대표치 생성 개선방안

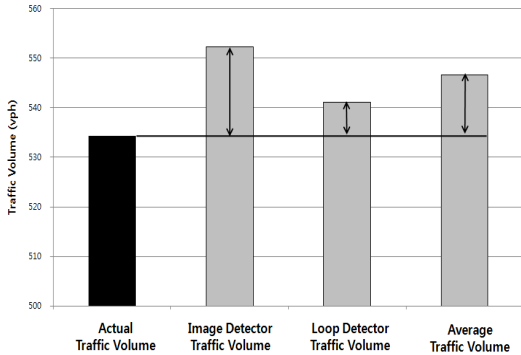
현재 구간 교통량의 대표치를 생성할 때 일반적으로 총 3가지의 방법이 있다. 첫 번째로 영상검지기에서 수집된 교통량을 대표 교통량으로 생성하는 방법, 두 번째로 루프검지기에서 수집된 교통량을 대표 교통량으로 생성하는 방법, 마지막으로 영상 검지기와 루프검지기에서 수집된 교통량의 평균을 대표 교통량으로 생성하는 방법이다. 이 중 실측교통량과 각각 영상검지기, 루프검지기에서 수집된 교통량, 영상 및 루프 검지기의 일평균 교통량을 도식화하여 분석하였다. 분석결과, 루프검지기에서 수집된 교통량이 실측교통량과의 차이가 가장 적게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.



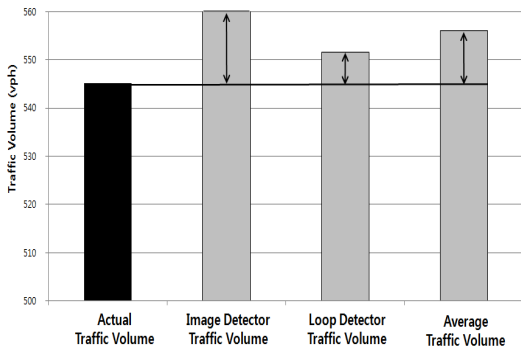
<그림 3> 실측교통량과의 비교(성남TG~송파IC,기점방향)  
<Fig. 3> Comparison of traffic volume by detector (Seongnam TG~Songpa IC, Direction of starting point)



〈그림 4〉 실측교통량과의 비교(성남TG~송파IC, 종점방향)  
 〈Fig. 4〉 Comparison of traffic volume by detector  
 (Seongnam TG~Songpa IC, Direction of endpoint)



〈그림 5〉 실측교통량과의 비교(목포TG~무안IC, 기점방향)  
 〈Fig. 5〉 Comparison of traffic volume by detector (Mokpo TG~Mboan IC, Direction of starting point)



〈그림 6〉 실측교통량과의 비교(목포TG~무안IC, 종점방향)  
 〈Fig. 6〉 Comparison of traffic volume by detector  
 (Mokpo TG~Mboan IC, Direction of endpoint)

이를 종합해보면, 통계적 검증방법을 통해서 모든 교통량 자료는 실측교통량과 차이가 있었으나,

루프검지기가 실측교통량과 가장 유사하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 영상검지기에서 수집된 교통량이나 영상과 루프를 평균 교통량 보다 루프검지기에서 수집된 교통량이 가장 실측치에 가깝다고 볼 수 있다. 즉, 본 대상구간에서는 구간 대표 교통량 생성 시 현재 방식인 루프 및 영상 검지기에서 수집된 교통량은 평균하는 것보다는 영상검지기보다 신뢰도가 높은 루프검지기를 대표치로 사용하는 것이 더 낫다고 볼 수 있다.

이는 동일한 지점검지기라고 하더라도 이종의 검지기 자료를 모두 이용하여 구간 교통량을 산출하는 것보다 신뢰도가 높은 검지기자료만을 이용하는 것이 훨씬 더 대표성이 높다는 것을 의미한다.

## V. 결론

본 논문은 영상검지기의 증가에 따라 교통정보에 대한 신뢰도에 대한 우려가 높아지고 있는 바, 고속도로를 대상으로 영상과 루프검지기에서 수집된 교통량 차이를 비교분석하고 실측교통량과의 차이를 분석하여 신뢰도가 높은 대표 구간 교통량 생성방법을 제안하였다. 주요한 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 영상검지기와 루프검지기에서 각각 수집된 교통량은 동일 구간, 동일한 시간대에 수집된 자료라도 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 영상검지기와 루프검지기의 검지된 교통량은 적게는 약 1,500대/일에서 많게는 약 11,500대/일 차이가 있었다. 특히, 시간대별로 최대 약 1,200대/시 까지 차이가 발생하여 영상과 루프검지기의 교통량 차이가 매우 심각함을 알 수 있었다. Paired T-test를 통해 영상검지기와 루프검지기의 차이를 검증한 결과, 동일한 구간 내에 설치된 영상검지기와 루프검지기 자료는 서로 다른 것을 알 수 있었다.

둘째, 실측교통량과 영상 검지기, 루프검지기를 통해 수집된 교통량, 영상 및 루프검지기의 평균으로 산출되는 대표 교통량과를 각각 비교한 결과, 루프검지기에서 수집된 교통량이 실측교통량과의 가장 차이가 적다는 것을 알 수 있었다. 다만, 통계적 검증 결과, 차이가 가장 적은 루프검지기도 실측교

통량과 통계적으로 다르다는 것을 확인하였다.

그럼에도 불구하고 영상검지기에서 수집된 교통량이나 영상과 루프를 평균 교통량 보다 루프검지기에서 수집된 교통량이 가장 실측치에 근접한 것으로 나타났다. 즉, 본 대상구간에서는 구간 대표 교통량 생성 시 현재 방식인 루프 및 영상 검지기에서 수집된 교통량은 평균하는 것보다는 영상검지기보다 신뢰도가 높은 루프검지기를 대표치로 사용하는 것이 더 낫다고 볼 수 있다. 이는 기존 연구에서 볼 수 있듯이 카메라를 통해 수집된 영상자료를 이용하는 영상검지기는 검지영역의 설정, 조도 변화에 따라 검지기의 신뢰도가 낮아지기 때문이다. 실제로 서울외곽순환선의 영상검지기는 실측보다 교통량이 적은 반면 서해안선 영상검지기는 교통량이 많았으며, 이는 영상검지영역의 설정에 대한 오차로 보인다.

따라서, 낮은 신뢰도를 보이는 다양한 데이터를 이용하여 대표치를 생성하는 것보다, 하나라도 보다 신뢰성이 높은 데이터를 대표치로 이용하는 것이 보다 높은 신뢰도를 확보하는 방법으로 판단된다. 특히 기존 연구와 동일하게 본 연구에서도 영상검지기보다 루프검지기의 신뢰도가 높게 나타났으므로, 구간내에 이중 검지기가 존재할 경우 루프검지기를 이용하여 구간 대표 교통량을 산정하는 방법을 제안한다. 다만, 루프검지기라고 할지라도 유지관리 및 기타 다양한 요소에 의해 신뢰도가 저하될 수 있으므로 검지기 상태에 대한 검증과 평가는 반드시 필요하다. 또한 구간 내에 영상검지기만 존재할 경우 대표 교통량에 대한 신뢰도가 낮아질 수 있으므로 하나의 루프검지기라도 설치하는 것이 바람직하다고 판단된다.

다만, 본 연구는 실측교통량에 대한 수집의 한계로 본선형 영업소가 존재하고 구간 내에 유출입이 없는 구간을 대상구간으로 선정하여 공간적 범위에 제한이 있었다. 따라서 연구 대상구간을 전국으로 확장하여 추가 분석할 필요가 있다. 본 연구에서는 보다 일반적인 조건에서 검지기 자료의 신뢰도를 비교하기 위해 검지기 설치와 관련한 세부 조건들은 분석하지 않았다. 향후 보다 구체적이고 세부적

인 연구를 위해서는 검지기 설치와 관련한 세부 조건들을 추가적으로 분석할 필요가 있다.

신뢰도 분석결과, 서울외곽순환선의 영상검지기는 실측보다 교통량이 적은 반면 서해안선 영상검지기는 교통량이 많았다. 이는 영상검지영역의 설정에 대한 오차로 보인다. 영상검지기는 검지영역의 설정, 조도 변화에 따라 검지 신뢰도가 변화하기 때문에, 영상검지기의 신뢰도를 높이는 방법과 이에 대한 성능평가에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

또한, 기존 연구에서 영상검지기의 신뢰도가 시간대별로 차량의 속도별로 달라질 수 있음을 밝혔으므로 이에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 시간대별로 검지기별 데이터의 수집특성이 어떻게 바뀌는지를 분석하고 이에 따라 대표치 생성방법을 바꾸는 것 역시 추가적인 연구가 필요한 부분이다. 특히, 본 연구에서는 내용적 범위를 구간 교통량으로 제한하였으나, 속도의 경우 어떠한 특성을 보이는 비교분석이 필요할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- [1] Y. Choi, K. Choi. *Methodologies of Qualitative Survey and Analysis for ITS Projects*, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, vol. 7, no. 1, pp.115-126, Feb. 2008.
- [2] S. Lee, Y. Choi, et al., *Development of Expressway TRaffic Analysis Model(ExTRAM)*, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, vol. 9, no. 6, pp.63-82, Dec. 2010.
- [3] J. Jang, C. Park, et al., *Analysis on Video Image Detection System Performance by Vehicle Speed*, The Journal of The Korean society Transportation, vol. 23, no. 5, pp.105-112, August. 2005.
- [4] J. Kang, Y. Son, et al., *Regional Traffic Information Acquisition by Non-intrusive Automatic Vehicle Identification*, The Journal of

- The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, vol. 1, no. 1, pp.22-32, 2002
- [5] C. Lee, N. Beak, et al., *Video Image Detector Calibration Period Decision*, The Journal of The Korean society Transportation, vol. 23, no. 5, pp.177-185, August. 2005.
- [6] D. Kim, S. Kim, *A study on testing the ability of Vehicle Detection System in ATMS*, The Journal of The Korean society Transportation, vol. 20, no. 5, pp.231-244, 2002.
- [7] H. Lee, Y. Kim, et al., *Development of an Performance Evaluation Method for Vehicle Detector Speed Measurement Applying Uncertainty in Measurement*, The Journal of The Korean Society of Road Engineers, vol. 14, no. 2, pp.165-174, April. 2012.
- [8] Korea Institute of Construction Technology., *Study on the Application of Alternative Vehicle Detector*, 1999.

#### 저자소개



**최 윤 혁 (Choi, Yoon-Hyuk)**

2006년 10월 ~ 현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 선임연구원

2010년 2월 : 아주대학교 건설교통공학과 박사(교통공학전공)

2003년 8월 : 아주대학교 건설교통공학과 석사(교통공학전공)

2001년 8월 : 아주대학교 환경도시공학부 교통공학 전공

E-mail : yhchoi76@ex.co.kr

연락처 : 031-371-3429



**이 윤 석 (Lee, Yoon-Seok)**

2013년 2월 ~ 현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 과제연구원

2013년 2월 : 경기대학교 도시교통공학과 석사(교통공학전공)

2011년 2월 : 경기대학교 도시교통공학 전공

E-mail : oungge@ex.co.kr

연락처 : 031-371-3269