

# 레이저 센서 기반의 다차로 교통정보 측정용 드론시스템 구현

박지현\*, 서연곤\*\*<sup>1</sup>, 엄성용\*\*<sup>2</sup>, 김윤호\*\*\*

## Implementation of Drone System for Measuring Multilane Traffic Information based on Laser Sensor

Ji-Hyun Park, Yeon-Gon Seo\*\*<sup>1</sup>, Soung-Young Om\*\*<sup>2</sup>, and Yoon-Ho Kim\*\*\*

### 요 약

본 연구에서는 복수의 차로로 구성된 도로에서 주행중인 차량의 교통정보(교통량 및 주행속도)를 실시간으로 정밀측정이 가능한 레이저 센서 기반의 다차로 교통정보 측정 드론시스템을 설계 및 구현하였다. 먼저, 레이저 거리측정센서를 기반으로 한 다차로 레이저 검지시스템의 알고리즘과 하드웨어를 설계하였고, 두 번째로 드론에 탑재된 다차로 레이저 검지시스템과 무선데이터 통신으로 연계되어 실시간 교통정보처리가 가능한 지상제어부를 설계하였다. 또한 단위시스템이 모두 결합된 다차로 교통정보 측정용 드론시스템을 구축하여 실증 실험을 수행 하였다. 다수의 현장실험 결과, 구현된 시스템의 측정성능이 유효함을 검증하였고 기존 레이저 검지시스템이 가지고 있는 교통사고 위험성과 다차로 동시측정의 제한성을 극복할 수 있었다.

### Abstract

In this paper, we designed and implemented a multilane traffic information measurement drone system based on a laser sensor that enables real-time measurement of traffic information (traffic volume and driving speed) of vehicles that are driven on multiple lanes. First, the algorithm and hardware of the laser detection system were designed in a multilane based on the laser distance measuring sensor, and secondly, the ground control unit that enables real-time traffic information processing was designed by connecting the multilane laser detection system with wireless data communication. Furthermore, a multilane drone system for measuring traffic information was established to conduct demonstration experiments. A number of field test have confirmed that the performance of the implemented system is valid and have been able to overcome the risk of traffic accidents and the limitations of simultaneous measurements.

### Keywords

multilane traffic information, drone system, laser sensor, standard measuring system, VDM, DIMM

\* 목원대학교 일반대학원 IT공학과 석사과정

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6834-5342>

\*\* (주)블루젠드론 시스템드론개발 연구소

- ORCID<sup>1</sup>: <https://orcid.org/0000-0002-3696-3648>

- ORCID<sup>2</sup>: <https://orcid.org/0000-0003-4165-2905>

\*\*\* 목원대학교 융합컴퓨터·미디어학부 교수(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5739-953x>

• Received: Nov. 20, 2020, Revised: Dec. 15, 2020, Accepted: Dec. 18, 2020

• Corresponding Author: Yoon-Ho Kim

Division of Convergence Computer & Media, Mokwon University,

88, Doanbuk-ro, Seo-gu, Daejeon, 35349, Korea

Tel.: +82-42-829-7633, Email: [yhkim@mokwon.ac.kr](mailto:yhkim@mokwon.ac.kr)

### I. 서 론

드론(Drone), 혹은 무인비행장치(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)는 군사용 무인기로 개발되어 발전되어 왔으나 최근에는 산업 현장과 실생활에 투입되어 기존의 비즈니스나 서비스 시스템과의 기술 융합을 통하여 새로운 서비스 모델을 창출하고 있다. 독일 최대 드론 시스템 개발 공급사인 Micro-drones 사는 다수의 공공 환경 대상 개발 시스템 중 교통 상황 감시 드론 시스템을 개발하였고, 프랑스의 Elistair사는 드론 시스템과 교통정보 수집 기술을 융합하여 교통 흐름의 방향성 및 차종 등을 측정하여 정보를 수집할 수 있는 드론 시스템을 개발 하였다. 미국 미시건주의 교통부에서는 무인비행 시스템을 도로시설, 시스템의 검사 및 정보를 수집하는 시스템의 도입 방안을 실증 진행하고 있다. 스페인의 Sistemay Montajes Industriales사는 스페인 고속도로 운영 및 기술 개발사로써 공공 고속도로상의 교통정보 수집 및 시설 관리를 위하여 전용 무인 비행시스템을 개발하였다[1]-[4]

우리나라에서도 지능형교통체계(ITS) 구축에 필요한 현장 설비가 도로증설 및 ITS 추가구축 사업에 따라 지속적으로 설치되고 있다. 또한, 국토교통부 고시에 정기적인 성능평가를 시행하도록 법제화함에 따라 현장 장비의 체계적인 유지관리(교정, 수리, 교체 등) 및 점검 및 평가가 필요하게 되었다 [5]. 지금까지 국내에서 개발된 성능평가를 위한 레이저 기준 장비는 제일 바깥 차로만 실제 평가가 가능하며 모든 차로를 동시에 평가할 수 없어 현장 장비의 전체성능평가에 불합리한 부분이 많이 있다. 또한 평가운영 요원의 도로변 교통사고 위험요인을 최소화 할 수 있는 운영환경 개선이 시급한 실정이다[6].

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 다차로 레이저 검지 시스템을 개발하였고 이를 자율비행 무인기(드론)에 탑재하여 다차로 교통정보 측정용 드론 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 평가하고자 하는 지점 도로의 갓길 상공에서 레이저 빔을 투사하여 전차로의 교통량 및 속도 정보를 동시에 실시간 측정 할 수 있는 속도 측정 알고리즘과 시스템을 설계하였다.

### II. 교통정보 측정용 드론 시스템

#### 2.1 다차로 레이저 검지 시스템 설계

본 연구에서 구현하고자 하는 다차로 교통정보 측정 드론 시스템은 기존의 측정시스템과는 다르게 고정되지 않은 드론에 탑재되어 운영된다. 이에 따라 부동체(浮動體)에서도 속도 측정이 가능한 알고리즘과 시스템이 고안되어야 한다. 다차로 교통정보 측정 드론 시스템의 구현은 거리 측정용 고속 레이저 센서 2개를 센서 세트(센서 세트)로 구성하여 차로의 두 지점을 통과하는 차량의 속도를 산출한다[5][6].

그림 1과 같이 2개의 레이저 센서를 센서 사이각  $\theta_s$ 로 설정한 센서 세트를 제작하여 차로의 두 지점까지의 거리를 실시간 측정하도록 설치하는 것을 측정시스템의 기본 형상으로 한다[6][7].

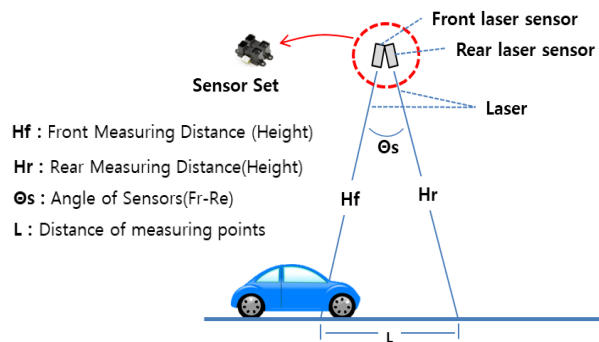


그림 1. 차량 속도 측정을 위한 기본 프레임  
Fig. 1. Frame for speed detection of vehicle

그림 1에서 속도  $V$  및 거리  $L$ 은 각각 식 (1), 식 (2)로 구할 수 있다

$$\text{속도 } V = \frac{L}{\text{TRIANGLE}t} \tag{1}$$

$$L = \sqrt{Hf^2 + Hr^2 - sHf * Hr * \cos\theta_s} \tag{2}$$

또  $\text{TRIANGLE}t$ 는 일정 시간 간격(ST)으로 수집되는 거리 데이터의 개수를 기반으로 식 (3)과 같이 계산된다[8][9].

$$\text{TRIANGLE}t = \sum_{k=1}^n ST_k \tag{3}$$

여기서,  $k=1$ 은 앞 센서에서 차량 검지 시점이고  $n$

은  $k=1$  이후 뒤 센서에서 차량 검지 시점까지의 카운터 값이며  $ST$ 는 센서의 데이터 샘플링 간격이다.

## 2.2 VDM 및 DIMM 설계

레이저 기반 검지 시스템 구성은 그림 2와 같이 설계하였다. 즉, Laser 센서 2개와 차량 검지 모듈 1개로 한 차선을 검지하도록 구성하였다. 차량검지모듈(VDM: Vehicle Detection Module)은 차량 통행 방향 속도 계산을 위해 두 지점 간 거리 변화를 검지하는 센서로부터 실시간 데이터를 수집하여 상위 제어부로 전달하는 모듈이다. 그리고 검지정보 수집 모듈(DIMM: Detect Information Management Module)은 복수개의 VDM과 통신을 통하여 차량의 센서 거리 정보를 수집하고 가공하여 교통정보처리 지상스테이션으로 전달하여 실시간으로 교통량과 속도 정보를 계산할 수 있도록 구성하였고, 여기서 수집된 센서 데이터는 차량 유무 및 주행속도를 판단할 원시정보로 사용된다[10].

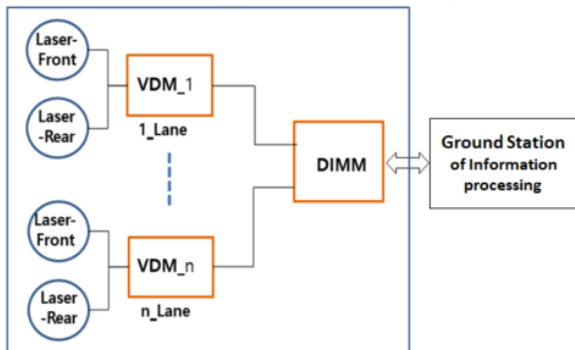


그림 2. 다차로 레이저 검지 시스템의 블록도  
Fig. 2. Block diagram for laser detection system of multiple lane

설계된 시스템에서는 드론이 도로 밖의 안전지대에 위치하여 정지 비행을 하며 원거리에서 총 3차로의 차량을 감지해야 하며, 최대 200km/h 이하의 차량에 대해 약 3% 이하의 오차를 갖는 것을 목표로 하였다. 이러한 목표를 만족하기 위한 거리검지기능 및 샘플링속도  $ST$ 의 요구도를 계산하면 표 1과 같다. 표 1에서는 3차로(갓길 제외) 도로에서 2차로에도 화물차가 통행한다는 가정하에 센서에 요구되는 검지 거리를 산출하였으며, 최소 42m 이상의 거리를 검지 가능해야 하며 레이저빔의 입사

각이 1.2 라디언 이하도 검지가 가능해야 하는 요구도를 얻을 수 있다. VDM의 하드웨어 구성 블록도는 그림 3과 같다.

표 1. 레이저센서 거리검지기능 최소 요구사항  
Table 1. Min. requirement specification for laser sensor-based VDM

System requirement	Spec.	Note
Number of lanes(Including shoulder)(Lane)	4	
Width of lane(m)	3.5	
Width of lane marking(m)	0.15	
Max. height of vehicle(m)	4	
Distance of 1st. Lane point (From drone position)(m)	13.7	
Distance of last lane edge from drone position(m)	1	
Min. distance of each lane point(m)	4	
Set height vale of Max. drone altitude (m)	40	
Required sensor measuring capacity(m)	42.3549	
Required laser angle of measuring(rad)	1.2408	About 71°

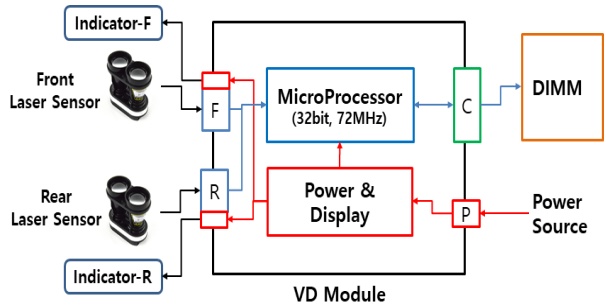


그림 3. VD 모듈의 구성 블록도  
Fig. 3. Block diagram of VD module

DIMM은 3개의 VDM과 통신을 통하여 차량의 센서 거리 정보를 실시간으로 저장하며 동시에 3개의 VDM으로부터 각각 초당 1000개 이상의 거리 정보를 수신하여야 하고, 이 데이터를 처리하여 결과를 DMCA에 전송해야 한다. 따라서 본 연구에서는 비교적 높은 성능이 제공되는 임베디드 Mini PC인 BeagleBone Black을 사용하였다.

검지 모듈 제어 어플리케이션 프로그램(DMCAP: Detect Module Control Application Program)은 DIMM과 통신하며 차량 검지부의 동작을 제어하고 차량 검지 데이터를 수집하는 기능 모듈이며, 윈도우 운영체제의 노트북 또는 데스크탑 PC를 하드웨어로 사용하도록 개발하였다[그림 4].

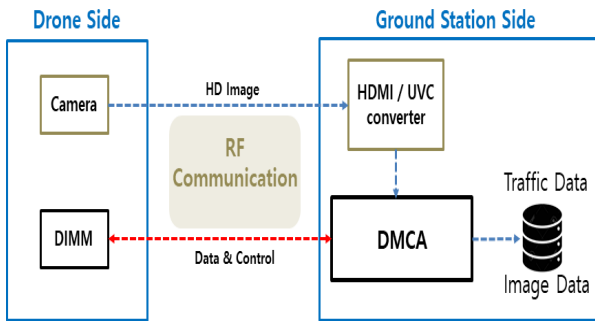


그림 4. DMCAP 연결 블록도  
Fig. 4. Block diagram of DMCAP configuration

DACMP는 수집된 데이터를 이용하여 통행량 및 속도와 같은 교통정보를 생성하고, 이를 UI 내에 그래프나 수치로 표현하며, 동시에 로그 파일로 저장하는 역할을 수행한다. 더불어 현장 상황에 따른 검지 알고리즘의 동작 상태를 확인하기 위해 실시간 원시정보를 표시하는 기능도 포함되어 있다.

### III. 개발 시스템의 현장 실험

#### 3.1 다차로 레이저 검지시스템 단위 성능 검증

레이저 센서 기반의 다차로 차량검지 및 교통량 정보수집 시스템의 검증 실험을 위해 사진 1 같이 수행하였다. 대상 차로는 편도 4차선 도로이며, 실험은 센서 모듈의 레이저빔을 1/2/3 각각 차로의 전방/후방 검지 포인트에 주사하였다. 본 실험에서의 빔의 주사 각도 및 형상은 그림 5와 같다. 또한, 교통량과 속도의 정확도를 검증하기 위한 방법으로 고속카메라를 통해 240 FPS 녹화를 하고 사후에 영상 프레임에 수동 카운팅하여 비교 분석하는 방법을 사용하였다.

본 실험은 3차례 진행하였으며 그 결과를 정리하면 각각 표 2, 3, 4와 같다. 총 3회의 실험을 통해 미 감지된 차량은 없었으며 총 속도 평균 오차율은 2.02%로 목표한 3% 이내로 유지됨을 확인할 수 있었다.

결과적으로, 개발된 레이저 검지 시스템만의 검지 성능은 교통정보 측정 드론 시스템의 임무장비로서 만족할 만한 성능임을 확인하였다.

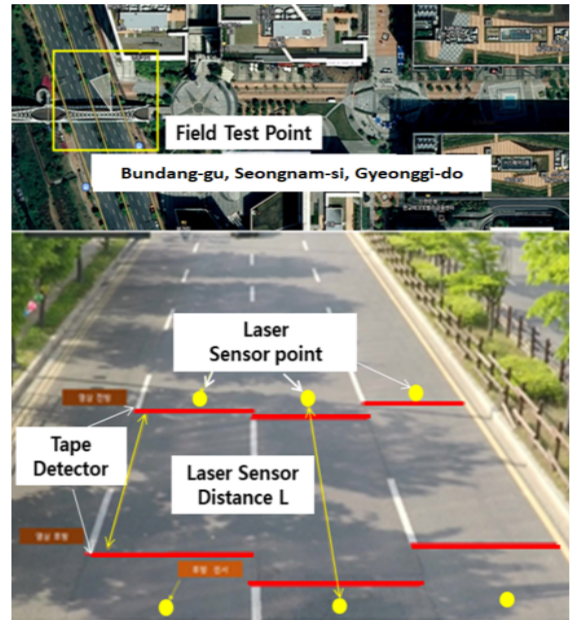


사진 1. 다차로 레이저 검지 시스템의 단위 성능 검증 실험  
Picture 1. Scene of field test for VDM performance in the multiple lane

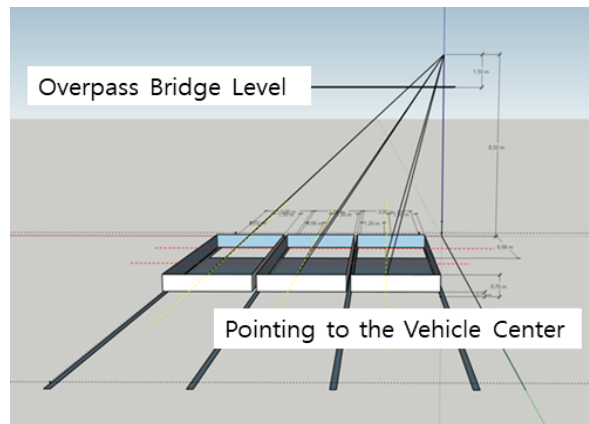


그림 5. 레이저 빔의 주사 각도 및 형상  
Fig. 5. Laser beam angle and configuration

#### 3.2 드론 시스템에 탑재한 실증 실험

설계 제작된 시스템을 드론에 탑재하여 현장 실험을 수행하였으며, 실증 실험은 용인시 처인구 이동읍 용인 일반 산업단지에 위치한 도로에서 수행하였다[사진 2]. 실험 방법은 드론의 고도를 15m에서 정지 비행 시킨 후 1차로 / 2차로에 레이저 인디케이터를 통해 실제 레이저 빔이 주사되고 있는 위치를 전후방 5미터 간격이 될 수 있도록 조정하였다.

표 2. 1차 현장실험 데이터

Table 2. 1'st field test output data

First experiment (164210)						
Count	Lane	DMCA	Video	Velocity gap	Error rate	Note
1	3	56.21	57.60	-1.39	2.41	-
2	2	56.12	53.58	2.54	4.74	-
3	1	63.83	64.60	-0.77	1.19	-
4	2	58.25	55.74	2.51	4.50	-
5	3	57.82	56.20	1.62	2.88	-
6	1	61.33	63.41	-2.08	3.28	-
7	3	52.05	52.36	-0.31	0.59	-
8	1	57.10	57.60	-0.50	0.86	-
9	3	45.78	46.39	-0.61	1.31	-
10	1	60.49	60.63	-0.14	0.23	-
11	2(3→2)	-	-	-	-	Weaving(Front missing)
12	2	48.46	47.02	1.44	3.07	-
13	1(1→2)	-	-	-	-	Weaving(Both missing)
14	2	47.24	45.18	2.07	4.58	-
15	3	38.83	39.72	-0.90	2.25	-
16	2	51.02	49.02	2.00	4.09	-
17	3	56.04	55.74	0.30	0.54	-
18	2(2→3)	-	-	-	-	Weaving(Rear missing)
19	2(2→1)	38.24	39.27	-1.03	2.63	Weaving
20	3	55.29	56.20	-0.91	1.62	-
21	2	56.60	54.00	2.60	4.82	-
22	3	57.76	59.08	-1.32	2.23	-
23	2	57.82	55.30	2.52	4.56	-
24	3	50.04	51.20	-1.16	2.26	-
25	1	60.82	62.27	-1.45	2.32	-
26	2	63.36	60.63	2.73	4.51	-
27	3	43.75	44.59	-0.85	1.90	-
28	1	56.15	58.08	-1.93	3.33	-
29	3	41.60	42.40	-0.81	1.91	-
30	1(2→1)	-	-	-	-	Weaving(Front missing)
31	2	53.89	51.58	2.31	4.48	-
32	1	54.13	54.86	-0.73	1.33	-
33	1(1→0)	-	-	-	-	Weaving(Both missing)
34	3	56.59	59.08	-2.49	4.21	-
35	3	47.57	48.34	-0.76	1.58	-
36	3	35.36	37.16	-1.81	4.86	-
37	1	66.21	65.83	0.38	0.58	-
Average rate					<b>2.68</b>	

표 3. 2차 현장실험 데이터

Table 3. 2'nd field test output data

Second experiment (164428)						
Count	Lane	DMCA	Video	Velocity gap	Error rate	Note
1	1	51.75	52.36	-0.61	1.17	-
2	-	-	-	-	-	Weaving
3	2	-	-	-	-	Motocycle
4	1	59.13	59.38	-0.25	0.43	-
5	2	50.57	49.91	0.66	1.31	-
6	2	50.01	50.35	-0.34	0.67	-
7	2	59.44	56.14	3.30	5.88	Driving of edge lane
8	2	49.77	51.61	-1.84	3.57	-
9	3	48.61	49.74	-1.13	2.27	-

10	1	50.52	50.79	-0.27	0.54	-
11	1	41.76	42.11	-0.34	0.81	-
12	3	53.15	53.93	-0.78	1.45	-
13	1	47.46	49.91	-2.46	4.92	Driving of edge lane
14	2	51.53	51.89	-0.37	0.70	-
15	1	53.43	53.53	-0.10	0.18	-
16	3	59.63	60.89	-1.25	2.06	-
17	1	46.14	46.83	-0.69	1.47	-
18	3	62.25	63.44	-1.19	1.87	-
19	-	-	-	-	-	Weaving
20	3	63.07	64.86	-1.80	2.77	-
21	2	46.44	47.45	-1.00	2.11	-
22	3	58.13	58.90	-0.76	1.30	-
23	1	44.73	44.86	-0.13	0.29	-
24	1	51.79	39.56	-	-	Weaving
25	2	48.56	48.65	-0.09	0.19	-
26	3	47.22	48.32	-1.11	2.29	-
27	3	43.33	44.31	-0.98	2.20	-
Average rate					<b>1.76</b>	

표 4. 3차 현장실험 데이터

Table 4. 3'rd field test output data

Third experiment (165116)						
Count	Lane	DMCA	Video	Velocity gap	Error rate	Note
1	3	65.81	65.21	0.60	0.93	-
2	1	46.70	48.34	-1.64	3.39	-
3	3	56.94	56.20	0.74	1.32	-
4	3	59.21	58.58	0.63	1.08	-
5	2	54.63	55.74	-1.11	2.00	-
6	1	54.35	52.36	1.99	3.80	-
7	3	47.62	48.68	-1.06	2.19	-
8	3	48.37	48.34	0.03	0.07	-
9	3	59.40	60.63	-1.23	2.02	-
10	2	41.04	41.64	-0.60	1.44	-
11	1	52.60	41.64	-	-	Weaving
12	2	44.80	45.47	-0.67	1.48	-
13	3	38.56	39.05	-	-	-
14	2	41.53	42.40	-0.87	2.05	-
15	2	56.96	49.73	-	-	Driving of edge lane
16	2	51.32	52.36	-1.04	1.99	-
17	3	43.23	42.93	0.30	0.70	-
18	3	44.78	44.88	-0.10	0.21	-
19	2	43.32	44.31	-0.99	2.23	-
20	1	43.87	44.03	-0.16	0.37	-
21	3	47.56	48.00	-0.44	0.91	-
22	2	50.42	51.58	-1.16	2.25	-
23	1	44.10	44.59	-0.49	1.11	-
24	2	51.16	52.36	-1.20	2.29	-
25	3	43.90	44.03	-0.13	0.30	-
26	3	44.26	44.88	-0.62	1.38	-
27	2	53.77	55.30	-1.53	2.76	-
28	3	42.88	43.75	-0.87	1.98	-
29	3	41.46	42.93	-1.47	3.42	-
30	2	44.53	44.31	0.22	0.50	-
31	-	-	45.18	-	-	Weaving
32	1	53.09	54.86	-1.77	3.23	-
33	3	-	52.36	-	-	-
34	3	41.10	41.64	-0.54	1.29	-
35	2	56.29	41.89	-	-	Weaving
36	3	41.92	41.64	0.28	0.68	-
37	3	43.63	44.31	-0.68	1.53	-
38	3	43.14	43.47	-0.33	0.76	-
39	3	39.12	39.95	-0.83	2.07	-
Average rate					<b>1.63</b>	



사진 2. 현장 실험 (덕성산업단지 근교)  
 Picture 2. Field test(Near by Duck-Song industrial complex)

교통량과 속도 정확도를 검증하기 위한 테이프 스위치 방식의 기준 검지기를 각 차로에 설치하고 실험용 차량을 1차로 및 2차로를 번갈아 가면서 측정하였으며 총 10회 시험을 반복하였다. 또한, 드론에 탑재하여 실시한 실험에서 전체 차량 속도의 평균 오차는 1.33%로 육교에서 센서 시스템을 고정하고 실시한 실험 결과보다 높은 정확도를 갖는 것으로 분석되었다. 이는 센서 시스템이 드론에 탑재되어 운영되는 환경(지표고도 15m에서 측정)에서는 레이저 빔의 입사각이 수직에 가까워짐으로써 차량 범퍼의 검지 시점 오차가 줄어들었기 때문으로 해석 된다.

표 5. 드론탑재 실증 실험 데이터  
 Table 5. Field test output data for equipped into drone

No.	①DMCA	②TF	③Gap	Error rate(%)	Note
	Drone	Standard	①-②	③/②×100	
1	44.32	43.64	0.68	1.56	
2	42.81	43.06	0.25	0.58	
3	48.93	49.13	0.20	0.41	
4	45.07	44.68	0.39	0.87	
5	45.84	45.03	0.81	1.80	
6	51.70	51.46	0.24	0.47	
7	46.28	45.30	0.98	2.16	
8	51.16	50.98	0.18	0.35	
9	44.48	44.77	0.29	0.65	
10	23.67	23.89	0.22	0.92	
11	44.04	46.31	2.27	4.90	None target
Average error rate				<b>1.33</b>	

최종 실증실험을 통한 성능평가는 표 5와 같이 평균오차 1.33%의 결과를 얻었다. 이 결과는 연구 목표 성능을 3%로 설정한 것을 감안 할 때 만족할 만한 수준의 결과로 평가되었다.

또한 최대오류 값이 4.9%인 데이터도 발생 되는 현상도 포함하고 있었다. 이는 진입 차량을 감지하기 위한 처리 부분에서 노이즈 데이터를 제거(필터링)하는 과정에서 발생한 오류로 확인되었다.

#### IV. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 도로변에 임시로 가설하여 교통정보를 검지하던 기존 ‘레이저 기준 검지 시스템’이 가지고 있는 교통사고 위험성과 다차로 동시측정의 제한성을 극복하기 위하여, 복수 차로의 도로에서 주행중인 차량의 교통량 및 주행속도를 실시간으로 정밀측정이 가능한 레이저 센서 기반의 다차로 교통정보 측정 드론 시스템을 설계 및 구현하였다.

주요 연구내용으로 다차로 레이저 검지 시스템 구현을 위한 소형 고성능 H/W와 부동체(浮動體)에서의 속도 측정 알고리즘 및 F/W를 개발하였고, 또한 다차로 레이저 검지 시스템에서 전송되는 실시간 데이터를 처리하여 교통정보를 생성하는 지상 제어부를 구현하였다.

구현된 시스템은 교통정보 평가 또는 측정하고자 하는 지점의 도로 갓길 상공에서 레이저 빔을 투사하여 전차로의 교통량 및 속도정보를 동시에 실시간 측정함으로써 ITS 현장에 설치된 VDS 장비들의 정확한 성능평가는 물론 교통영향 평가, 조사 등을 위한 임시 교통정보 측정 업무에서도 안전하게 사용할 수 있음을 확인하였다. 향후 3차로 이상의 도로 환경에서 안전하게 운영할 수 있는 시험 환경 구성과 판단 알고리즘의 노이즈 필터의 고도화 연구를 통한 오류 결과 개선을 진행할 계획이다.

#### References

[1] T. G. Kang and S. B. Lee, "A Study on Performance Evaluation of ITS Detectors using UAV", Journal of KITS, Vol. 17, No. 6, pp. 111-120, Dec. 2018.

- [2] S. B. Lee, "A Study on Dilemma Zone Safety Improvement using Drone Videos", Journal of KITS, Vol. 16, No. 4, pp. 122-131, Dec. 2018.
- [3] M. Y. Lee, "A Basic Study on Traffic Information Collection Method Using Drone", Master's thesis of Chongnam National University, Feb. 2019.
- [4] I. J. Park, Y. H. Kim, and W. J. Jeong, "Car speed measurement using remote images", Conference of Korean Society of Transportation, Vol. 58, pp. 1071-1076, 2008.
- [5] Y. M. Kim, J. H. Rheu, and D. H. Choi, "A Vehicle Speed Measurement System Implementation using a Stereo Camera and a License Plate Recognition Algorithm", Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 53, No. 7, pp. 78-84, Jul. 2016.
- [6] J. S. Kim and H. S. kim, "The Construction Scheme of LASER Detectors for calculating Reference Data in ITS Certification", KITS Autumn Conference, pp. 155-158, 2012.
- [7] S. J. You, S. Y. Om, and J. Y. Park, "Multi lane standard system for vehicle detector's evaluation by Drone system", KITS 2018 Smart Mobility : New Horizon, pp. 210-221, 2018.
- [8] S. J. You and J. Y. Park, "A Study on Development of Mobile Multi-lane Speed Enforcement System With a Laser Detector", Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 32, No. 4, pp. 114-121, Aug. 2017.
- [9] J. H. Gu, J. S. Lee, and J. G. Jang, "A Study of Measuring Vehicle Speed Using Double Laser Detection", The Institute of Electronics and Information Engineers Autumn Conference, pp. 93-96, Nov. 2006.
- [10] S. Y. OM, "A Study on the Implementation of the Unmanned Aerial Vehicle Diagnostic System Using Vibration Sensor", ph. D. thesis of Mokwon University, Aug. 2020.

## 저자소개

박 지 현 (Ji-Hyun Park)



1999년 2월 : 홍익대학교  
기계설계과(공학사)  
2020년 12월 현재 : 목원대학교  
일반대학원, IT공학과 석사과정  
2016년 ~ 현재 : (주)블루젠드론  
수석연구원  
관심분야 : 무인기 비행제어  
시스템, 무인 이동체 통신 네트워크 시스템

서 연 곤 (Yeon-Gon Seo)



2003년 2월 : 광운대학교 대학원  
제어계측 공학과(공학석사)  
2018년 8월 : 전남대학교 대학원  
전자컴퓨터공학과(공학박사)  
2016년 ~ 현재 : (주)블루젠드론  
수석연구원  
관심분야 : 무인기 비행제어  
시스템, 무인 이동체 통신 네트워크 시스템, 로봇시스템

엄 성 용 (Soung-Young Om)



1988년 2월 : 청주대학교 대학원  
전자공학과(공학석사)  
2012년 2월 : 연세대학교 대학원,  
정보공학(박사수료)  
2015년 2월 : 세종대학교, 대학원,  
항공우주공학과(박사수료)  
2020년 8월 : 목원대학교, 대학원,  
IT공학과(공학박사)  
2016년 ~ 현재 : (주)블루젠드론 대표이사/연구소장  
관심분야 : 임베디드 시스템, 무인기 비행제어 시스템,  
무인 이동체 통신 시스템/단말기

김 윤 호 (Yoon-Ho Kim)



2012년 ~ 2014년 : 사회안전학회  
회장  
2017년 ~ 2018년 :  
한국정보기술학회 회장  
1992년 6월 ~ 현재 : 목원대학교  
융합컴퓨터·미디어학부 정교수.  
(전) 공과대학장, 교학부총장.  
2008년 ~ 현재 : ISO/TC 292 Korea Delegate.  
관심분야 : Image Processing, Computer Vision,  
퍼지응용, IT 기반 재난안전망 설계