

드론을 이용한 교통영상정보 수집체계 정립에 관한 연구

이문엽* · 박제진** · 진태희*** · 하태준****

Lee, Moon-Yeob*, Park, Je-Jin**, Jin, Tae-Hee***, Ha, Tae-Jun****

Establishment of Traffic Information Image Collection System Using Drones

ABSTRACT

This study considers various equipment used for collecting traffic information, analyzes that equipment in accordance with the operation states and problems, the suggests a process of traffic information collection using drones to reduce the problems and errors of existing methods. In this field investigation study using drones, the results were analyzed by altitude, angle, and direction. We suggested a standard for drone filming-based traffic information collection. Pros and cons were presented through comparison and review of the existing traffic information collection method and traffic information collection method using drones. Drones can be used to collect various traffic information from the air, more extensively than is possible with existing traffic information collection points, and provide traffic information to users proactively, responding to various accidents and disasters. It is believed that it will be possible to contribute to achieving accurate traffic volume investigation by supplementing the traffic information collected by fixed equipment, including changes and enlargement of collecting points as needed.

Key words : Drone, Traffic information collection, Traffic count survey, Drone shooting

초 록

본 연구는 교통정보 수집 시 사용되고 있는 다양한 수집장비에 대하여 고찰하고, 이에 따른 운영현황 및 문제점을 분석하여, 기존 교통정보 수집방식의 문제점과 오차를 저감시킬 목적으로 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법을 제시하고자 한다. 본 연구에서는 드론을 이용한 현장조사 결과를 기반으로 고도별, 각도별, 방향별로 분석을 시행하였다. 분석결과를 토대로 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법에 관한 드론 촬영기준을 제안하였고, 기존의 교통정보 수집방법과 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법과의 비교·검토를 통해 장·단점을 제시하였다. 또한, 교통영상정보 수집 시 드론을 활용하여 공중에서 각종 교통정보를 수집할 수 있고, 기존에 설치한 교통정보 수집지점과 더불어 주변의 상황까지 더 광범위하게 수집하고 각종 돌발상황, 재난상황 등 유고상황에 능동적으로 대응하여 이용자에게 주변 교통정보를 제공할 수 있으며, 필요에 따라 수집지점을 변경·확대하는 등 고정식 장비로 수집되는 교통정보를 보완하여 정확한 교통량 조사 목적을 달성하는데 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.

검색어 : 드론, 교통정보수집, 교통량조사, 드론촬영

* 전남대학교 토목공학과, 공학석사 (Chonnam National University · mylee2990@naver.com)

** 중신회원 · 교신저자 · 전남대학교 토목공학과, 조교수 (Corresponding Author · Chonnam National University · jinpark@jnu.ac.kr)

*** 정회원 · 전남대학교 토목공학과, 박사과정 (Chonnam National University · xogml5052@naver.com)

**** 중신회원 · 전남대학교 토목공학과, 교수 (Chonnam National University · tjha@jnu.ac.kr)

Received November 25, 2019/ revised December 17, 2019/ accepted April 14, 2020

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

4차 산업혁명으로 사물인터넷 등 각종 유·무선통신망의 발달과 시장의 급격한 성장으로 인해 국민의 사회·경제적 생활에서 교통정보에 대한 실시간 시·공간적 정보의 수요가 증가하고 있어 정부는 『국가통합교통체계효율화법 제12』, 『도시교통정비촉진법』에 의거 국가기간교통망 계획 및 중기투자계획 등 국가교통정책을 합리적으로 수립·시행하기 위하여 교통조사(정기조사와 수시조사)를 시행하고 있고, 교통관리의 주체로서 경찰은 전국 주요 도시에 ‘교통정보센터’를 구축·운영하여 교통정보를 수집·제공 중에 있다.

교통정보 수집의 다양화를 모색하기 위한 방법으로 드론을 활용하여 공중에서 각종 교통정보를 수집할 수 있다면 제반 범규에 의거하여 설치되어 있는 교통정보 수집지점과 더불어 주변의 상황까지 더 광범위하게 수집하여 각종 돌발상황, 재난상황 등 유고상황에 능동적으로 대응함으로써 이용자에게 주변 교통정보를 제공할 수 있을 것이다. 필요에 따라 수집지점을 변경확대하는 등 고정식 장비로 수집되는 교통정보보다 현실감 있고 입체적인 현재의 교통상황을 정확하게 제공하게 된다. 또한 돌발적으로 발생하는 상황에서 교통정보 수집을 위해 투입되는 기회비용을 줄여 비용절감 효과도 기대할 수 있다.

본 연구에서는 기존의 교통정보 수집방법인 고정식 교통정보 수집방법의 설치지점 부족에 따른 한계와 교통영향분석에 필요한 사업대상지 교통량 조사와 같은 소규모, 단기적, 국지적 교통량 조사와 인력식 조사방식 및 과정에서 발생할 수 있는 실수를 줄여 수집 정보의 정확성을 높이고자 한다. 또한 영상촬영 조사방식에 따른 영상장비 구매설치, 회수비용, 데이터 코딩비용 등 계수시간 단축에 따른 조사시간 단축효과 및 고정식 교통정보 수집장비의 설치 부족에 따른 추가 설치비용을 절감하고 유지보수에 필요한 인력과 장비 등 보다 많은 경제적 효과와 정확한 교통량 조사목적을 달성할 수 있는 비용·효율적인 방법인 드론을 이용한 교통영상정보 수집체계를 정립하고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법에 관한 연구를 수행하기 위해 다음과 같이 연구를 수행하였다.

첫째, 교통정보 수집방법에 관한 기준과 법규, 교통정보 수집제공에 대한 주체와 제공방식에 대하여 고찰하였다.

둘째, 다양한 교통정보 수집방법 및 운영현황과 문제점을 분석하고, 특히 인력식 조사방식의 문제점을 제시하였다.

셋째, 인력식 조사방식의 문제점과 오차를 줄이기 위해 드론을 이용한 교통영상정보 수집방안을 제시하였고, 영상검지방식에서

발생되는 카메라 설치높이에 따른 검지오차를 줄이기 위하여 고도별, 방향별, 각도별 촬영을 통한 현장조사를 실시하였다.

넷째, 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법을 제안하기 위하여 현장조사한 촬영영상을 토대로 기존의 인력식 조사방식과 비교·검토하였다.

다섯째, 드론촬영의 결과를 바탕으로 교통영상자료를 추출하는 방식은 인력을 동원한 육안 영상판독을 시행하고 있으나, 본 연구에서는 다른 연구들에서 필요성을 제기한 자동교통영상자료추출 S/W를 개발하였다. 본 연구의 전체적인 연구흐름도는 Fig. 1과 같다.

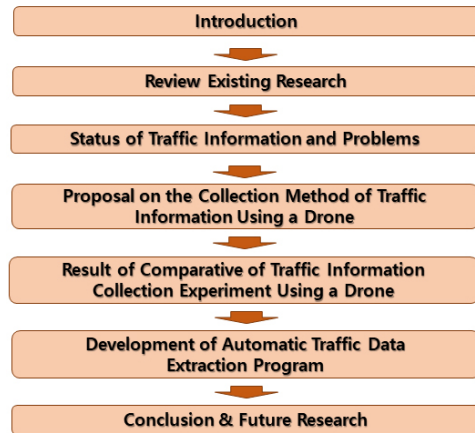


Fig. 1. Flow Chart

1.3 연구의 범위

본 연구의 시간적 범위는 요일별 계절별 변화가 심하여 1년 내내 교통량조사연구를 수행하는 것은 비경제적으로 연구대상지의 교통특성을 잘 반영하여 4주간 조사하였으며, 광주광역시 북구 A지점과 B지점을 공간적 범위로 지정하였으며, 직각평면교차로를 중심으로 연구를 수행하였다.

- 공간적 범위 : 광주광역시 북구 A지점, B지점 교차로(2개소)

2. 기존 연구문헌 고찰

국내 드론의 활용에 관한 선행연구 검토를 수행하였다. 검토한 결과 드론 활용부문에서의 유사연구 사례가 현재 진행 중이거나 연구수행 중인 것으로 파악되었다.

2.1 드론에 관한 연구

2.1.1 Kim et al.(2017)

드론산업이 최근 대표적인 차세대 성장산업으로 주목받고 있으나, 국토조사, 건설공정 및 시설물 유지관리, 해안선 및 접경지역

관리 등에서만 활발히 진행되고 있으며, 교통분야에서의 실제 적용 사례는 미흡한 실정이라고 할 수 있다.

드론 항공영상 촬영방법 및 개별차량의 주행데이터 추출방법, 교통조사 분석방법 등 교통관련 담당자들이 실질적으로 활용할 수 있도록 절차별로 세부적인 방법을 제시하였으나, 고속도로(본선 구간)를 범위로 한정지어 교통조사분석 방법론을 개발하였다. 또한, 드론을 이용한 영상촬영 데이터는 인력을 동원한 육안 영상판독을 통하여 개별차량의 주행행태 데이터를 추출하였다.

2.2 교통정보 수집방법에 관한 연구

2.2.1 교통정보 수집·제공 법적 근거 및 기준

교통정보의 수집과 제공은 공공부문과 민간부문으로 나누어질 수 있는데 공공부문의 주체인 국토교통부와 경찰청은 각각 『국가통합교통체계효율화법』과 『도로법』, 『도로교통법』에 근거하여 교통정보 수집 및 제공 사업을 시행하고 있다. 국토교통부는 국가기간교통망계획 등 국가교통정책을 합리적으로 수립·시행하기 위하여 국가 차원의 교통조사를 전국을 대상으로 5년 단위로 실시하고 있고, 『도로법』제87조(도로에 관한 조사 등) “도로의 관리청은 그 소속 공무원으로 하여금 도로의 교통량 등 교통정보, 도로의 구조 그 밖에 도로에 관한 사항을 조사하도록 하거나 교통량 등 교통정보를 도로이용자에게 제공하게 할 수 있다.”는 조항에 의거하여 시행하고 있다. 또한, 경찰청은 교통소통과 안전 확보를 위해 교통정보를 필요로 하여 『도로교통법』제145조(교통정보의 제공) “경찰청장은 교통의 안전과 원활한 소통을 확보하기 위하여 필요한 정보를 수집하여 분석하고 그 결과를 신속하게 일반에게 제공하여야 한다.”라는 조항에 근거하고 있다(National Police Agency, 2008; MOLIT, 2016).

2.2.2 교통정보 수집방법에 관한 고찰

교통정보의 조사방법은 크게 수시조사와 상시조사로 구분된다. 수시조사란 기본 교통량 자료가 필요하다고 판단되는 모든 구간에 대하여 광범위하게 실시하는 조사로서, 전체적인 도로 이용상황을 파악하기 위한 조사이다. 본 조사의 목적은 지점 또는 도로구간의 연평균일교통량(AADT)의 산출을 위한 기본 교통량을 구하는 것이다. 조사 주체와 방법에 따라 일반국도를 대상으로 하는 수시조사와 10월 셋째 주에 고속국도 및 지방도를 대상으로 조사하는 수시조사로 나뉜다. 상시조사란 해당 조사지점에 교통량 조사장비(고정식 조사장비)를 설치하여, 장기간에 걸쳐 그 특정 지점을 통과하는 차량 수를 관측하고 기록하는 조사이다. 이 조사의 목적은 특정 장소의 교통량을 장기간 동안 조사하여 그 지점의 교통량 변동에 대해 월별, 계절별 특성을 포함하여 시계열적으로 파악하는데 있다. 그 밖에도 항공장비를 이용한 공공이동식 조사가 가장 효율적인

관찰자 시점을 확보할 수 있는데 드론의 범용화 이전까지는 인공 위성, 관찰조사 전용 항공기를 이용한 교통조사가 시행되어졌다(Seoul Metropolitan Facilities Management Corporation, 2017).

2.2.3 드론의 교통분야 이용 사례에 관한 고찰

드론으로 촬영한 영상자료의 육안 판독을 기반으로 도로와 차량의 속도, 차두간격(headway), 기준 구간 당 통과교통량 및 통과속도, 도심도로 차로변경, 차로변경 횟수, 차로변경의 원인, 차로별 속도, 연결도로와 갓길차로의 이용빈도, 도로의 거리 및 길이의 세분화 분석 등의 정보를 수집하여, 고속도로 정체 원인과 시점에 대한 분석 실험과 도로안전에 관한 연구를 고찰하였다. 또한, 교통관련 시설물의 비파괴 검사, 안전진단 자료수집의 예로는, 대형 교량 하부의 육안조사에 특수차량이 동원되어 교통통제로 인한 교통체증이 발생하는 등의 점검방법 개선 필요성에 의해, 부산 교통공사에서는 육안점검이 어려운 교각 하부 등에 드론 기반의 정밀점검을 통해 교량 하부의 나사 조임 상태, 균열 등을 정밀 관측한 경험이 있었고, 드론산업의 발전동향, 교통분야의 활용 방안 등을 이론적으로 제시한 연구들을 일부 확인하였다(MOCT et al., 1998; MOLIT, 2016).

3. 교통정보 수집방법의 현황 및 문제점

3.1 교통정보 수집방법의 현황

현재 각 지자체 교통정보센터의 교통정보 수집체계는 주로 검지기(루프, 영상)를 통한 지점정보 수집체계와 교통관제용 CCTV가 활용되고 있으나, 그 신뢰성은 장담할 수 없는 수준이다. 그나마 지방경찰청 별로 도로면에 설치된 검지기는 잦은 도로공사로 인한 오작동률이 많고 유자보수에 많은 예산이 소요되는 상황이며, CCTV 역시 돌발 상황 대처, 집회, 시위관리 등 교통관제용으로만 활용되고 있어 교통정보 제공을 위한 수집자료로는 활용도가 부족한 실정이다.

3.2 교통정보 수집시스템 현황

전국적으로 교통정보 수집장비 설치현황을 살펴보면, CCTV가 977대, 검지기가 17,099대 설치 운영되고 있으며, 연구의 공간적 범위로 지정한 광주지역에는 CCTV 68대, 검지기 2,033대가 설치 운영되고 있다. 특히, 매설형 교통정보 수집장비의 운영방식에서 영상검지기 같은 비매설형으로 확대한 기술들의 발전은 ICT 발전에 따른 교통정보 수집의 기술, 장비, 시스템 등의 패러다임 변화를 관찰할 수 있었다. 매설형에서 비매설형으로 설치형태 변화, 도로형태, 기후요소, 설치환경 등을 고려한 기술적 변화와 장비 기술들의 발전에 기반한 S/W의 동반 개발 등의 변화가 교통정보 수집시스템 운영현황의 특징적 변화들이었다.

교통정보 수집자료의 분석 System은 교통사고 분석서비스인 미국 California PeMS Site에서 제공하는 교통관련 Data Service, 서울교통정보센터에서 제공하는 TOPIS 3.0, V2I, V2V 등이 활용되고 있는데 유동인구, 교통량, 정체, 사고발생 유무 등의 육안 식별 한계의 문제점이 있고, 이를 극복하기 위한 인공지능경망 기반의 교통정보 분석, 인지 기술에 대한 연구개발이 진행되고 있는 실정이다.

3.3 교통정보 수집방법 및 시스템의 문제점

3.3.1 인력식조사(조사원조사) 수집방법의 문제점

현재 교통정보 수집방법 중 인력식조사 수집방법은 조사원이 현장에서 직접 조사하는 방식으로 영상장비를 사용하여 교통상황을 영상 촬영한 후 실내에서 모니터를 통하여 정밀하게 교통량을 계수하는 방식과 조사원이 계수기를 이용하여 서식지에 작성하는 방식으로 시행되고 있다. 그러나, 조사원의 업무성실도에 따라 데이터의 정확도가 달라질 수 있으며 계수기로 측정하는 방식은 실수로 측정하지 못했을 경우 재측정하지 못한다는 치명적인 단점이 있다. 추가적으로 각 교차로 마다 인력이 투입되어야 하는 단점을 내포하고 있다.

3.3.2 수집장비의 한계점

현재 교통정보 수집에 사용되는 각종 장비들의 한계점은 다음과 같다. 마지막부분 한계점은 Table 1과 같다.

Table 1. Method of Investigation by Manpower

Div	Investigation by Manpower	Investigation by Filming
Quality	Qualities are Influenced by Investigator's Sincerity	Make Accurate Measurement of Investigation Period, Car Model and Volume of Traffic
Verification	Impossible to Remeasure volume of Traffic Passing Through in Real Time	Possible to Verify Anytime Through Repeated Play
Basis	Lack of Evidence When Comparing Volume of Traffic Measured by Other Agency	Possible to Suggest Obvious Basis Through Filmed Screen
Form	Form of Materials are Number - Insufficient to Grasp Traffic Condition	Save Data File about Traffic Flow on Monitoring Station.
Speed	Partially Possible for Passing Speed	Compute Stop Speed of Arterial Link Sections- Possible to Measure Average Speed
Personnel	Need Large Scale of Investigation Personnel. - Coefficient of Day is Possible	Need Indoor Measuring Personnel Only. - Requires 3 to 4 Days Coefficient Period

Loop Coil 검지장비는 설치장소인 도로상의 포장상태와 운행차량의 운행특성에 따른 전자기장 감도의 변화와 도로 종단 및 횡단곡선 비율과 최소곡선반경, 포장상태 등 도로 제반조건에 영향을 받는 한계점이 있다.

영상 검지장비는 영상촬영용 카메라의 설치위치와 각도에 따라 그림자 현상 때문에 속도와 차량길이 측정에 오차가 발생하기도 하며 밝기의 차이로 물체를 검지하는 방식의 특성 때문에 일조량, 바람, 비, 눈, 안개 등의 기후환경에 민감한 영향을 받는 한계점이 있다.

초단파 검지장비는 검지 정확도에 영향을 주는 환경요소 중, 일조량, 바람, 비, 눈, 안개 등에 강점을 보인 반면, 초단파의 주파수는 자연 발생 소음의 주파수와 유사하기 때문에 오작동 발생빈도가 관찰되고 인접 전자기와 통신장비와의 전자기 충돌이 발생하는 한계점이 있다.

4. 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법 제시

4.1 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법론

기존 영상검지기는 카메라 설치높이(H)와 차량높이(h)에 따라 영상 교합과 원근으로 인한 오차에 있어 카메라 설치높이가 낮을수록 오차가 많이 발생한다. 이러한 오차를 줄이기 위한 방법으로 촬영 실험목적으로 고도별, 각도별, 방향별 촬영을 통해 차량검지의 오차율을 줄이고자 하였다. 추가적으로 이륜차 검지여부를 확인하기 위한 드론 촬영 실험순서도를 정하여 Fig. 2와 같이 수행하였다.

4.1.1 연구 방법

카메라로 영상을 촬영할 때 발생하는 교합현상으로 실제거리와 검지선 거리와의 차이를 줄이고자 고도를 달리하여 최적의 촬영고도를 도출하고자 하였다. 그러나 카메라 높이별 오차율이 작아지므로 드론 촬영고도의 설정은 매우 중요하다. 따라서 카메라의 설치높이 또는 각도는 여건이 되는 한 최대한 높이 설치하여 직하방 각도로 유지하면서 촬영하는 것이 가장 좋은 방법이며, 본 연구에서는 Table 2의 오차율을 참고하여 드론 촬영고도를 실험하였다.

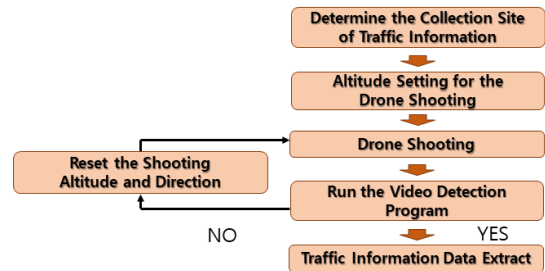


Fig. 2. Flowchart of Drone Shot Experiment

Table 2. Actual Distance and Error Distance by Height of Camera

Height of Camera (M)	Detection Line Distance	Actual Distance (L1)	Error Distance (L1-L1)	Error Rate (%)	Detection Speed (Km)
5.25	9	7.3	1.7	23.5	99
7.5	5	4.3	0.7	15.4	92
9.1	9	8.0	1.0	12.3	90
12	5	4.6	0.4	9.1	87

4.1.2 촬영위치 선정

촬영위치 선정에 있어 드론을 이용하기 위해서는 항공법 조종자 안전수칙(비행관제구역 내 비행금지 구역 9.3 km, 비행고도 150 m 이내)을 준수하여야 하기에, 이를 준용하여 실험을 수행하였다.

- A 지점 : 광주광역시 북구 “A” 교차로 교통정보 수집을 위한 촬영위치 선정은 침두시에 학생들과 일반인들의 출근으로 인하여 승용차, 버스, 이륜차, 자전거 등 다양한 교통수단이 혼재된 지점으로 선정하였다.
- B 지점 : 광주광역시 북구 “B” 교차로 산업단지를 관통하는 도로이며 주로 화물차량의 교통류가 많은 지점으로 선정하였다.

4.1.3 드론을 이용한 교통영상정보 수집 실험조건

드론을 이용하여 최적의 교통영상정보 데이터를 얻기 위한 항공촬영 실험조건으로는 고도별, 방향별, 각도별 촬영과 기상조건을 고려한 변수들을 적용하여 오차범위를 줄이도록 Table 3과 같이 항공촬영 실험조건을 제시하였으며, 드론사양은 Table 4와 같다.

5. 드론을 이용한 촬영 조건별 결과 비교

5.1 드론을 이용한 교통영상정보 수집실험 결과 비교

앞서 제시한 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법 및 조건을 토대로 항공촬영하여 도출한 결과는 촬영고도가 높을수록 촬영의 범위가 넓어졌으나, 검지를 위한 차량의 식별이 어려워 고도 30 m에서 촬영했을 때 검지대상 차량의 중첩현상이나 교합현상이 나타나지 않았고, 차량의 길이를 추출할 수 있었다. 또한, 실험조건 중 방향별 변수를 적용하여 촬영한 결과, 카메라 촬영각도가 교통정보 조사지점을 직하방 90°로 촬영했을 때 차량 영상검지를 적용하기 위한 최적의 방법인 것으로 확인되었다. 항공촬영 실험결과는 Table 5, 항공촬영 고도별 실험결과는 Fig. 3과 같다.

드론을 이용하여 교통정보를 수집할 경우, 검지영역을 주변 도로까지 설정 시 조사지점 교차로뿐만 아니라 주변 이면도로까지 별도의 추가 인력의 투입없이 동시 조사도 가능한 것으로 확인되었다.

Table 3. Experimental Condition of Aerial Shot

Div	Experimental Condition
Shooting Altitude	<ul style="list-style-type: none"> • 25 m, 50 m, 80 m, 150 m • According to Regulations in Regard to Ultra-light Flying Device, • Regulation Observance of Flight Restriction more than 150 m Altitude
Shooting Angle	<ul style="list-style-type: none"> • Directly Under Side 90 Degree, Front Side 90 Degree, Back Side 90 Degree, Left Side 90 Degree • Right Side 90 Degree, Front Left-Right Diagonal 45 Degree, Front Right-Left Diagonal 45 degree • Back Left-Right Diagonal 45 Degree, Back Right-Left Diagonal 45 Degree
Shooting Direction	<ul style="list-style-type: none"> • Directly Under Side, Front, Backside, Left Side, Right Side • Front Left-Right Diagonal, Front Right-Left Diagonal • Back Left-Right Diagonal, Back Right-Left Diagonal
Weather Condition	<ul style="list-style-type: none"> • Clear, Wind Velocity (2~5 m/sec)

Table 4. Technical Specifications of Camera Drone

Div	Values
Sensor	1/2.3" CMOS Effective pixels 12.4 M
Lens	FOV 94°20 mm f2.8
Shutter speed	1/8000 S
Maximum Image Size	4000*3000
Image File Type	JPEG.DNG (RAW)
Video File Type	MP4, MOV
Supported SD Card	Micro SD

촬영고도를 100 m로 실험 하였을 경우에는 교차로 주변의 접속도로와 주변까지 촬영할 수 있었으나, 차종분류를 위한 차량의 길이를 검지하기에는 부적합 하였고, 촬영고도를 30 m로 실험하였을 때는 차종분류 및 통과속도를 검지하기에 충분한 값을 얻을 수 있었다. 또한, 이륜차 까지도 검지할 수 있었음을 확인하였다. 단, 1개의 조건이라도 만족을 못할 시 X로 가정하였다.

5.2 교통정보 수집방법에 따른 결과 비교

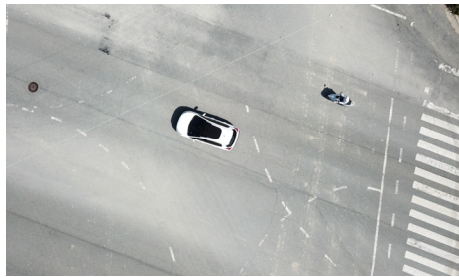
5.2.1 인력식조사방식과 드론촬영방식의 비교

드론을 이용한 교통영상정보 수집방법에 의해 도출된 결과를 포함하여 Table 6에 드론촬영방식과 인력식조사방식을 비교하여 제시하였다.

인력식조사방식은 조사일 당일 기상여건에 거의 영향을 받지 않고, 차종분류에 있어 오류를 범하지 않는 장점이 있으며, 조사인력 투입에 따른 비용과 장비 설치에 따른 시간이 많이 소요되는 단점을 가지고 있는 반면, 드론 촬영방식은 드론 1대로 조사지점의

Table 5. Experimental Results of Aerial Shot

Experimental Condition		Vehicle Overlapping Phenomenon	Vehicle Occlusion Phenomenon	Two-Wheeled Vehicle Detection or not
Altitude of 30 m	Angle of Shot Directly Under 90°	○	○	○
	Angle of Shot Directly Under 45°	X	X	○
Altitude of 50 m	Angle of Shot Directly Under 90°	○	○	X
	Angle of Shot Directly Under 45°	○	○	X
Altitude of 80 m	Angle of Shot Directly Under 90°	○	○	X
	Angle of Shot Directly Under 45°	X	X	X
Altitude of 100 m	Angle of Shot Directly Under 90°	○	○	X
	Angle of Shot Directly Under 45°	X	X	X



Altitude of 30 m Image



Altitude of 100 m Image

Fig. 3. Experimental Results of Drone Shooting by Altitude

Table 6. Comparison Result for Investigation Method of Traffic Volume

Div	Manpower Survey Method	Drone Filming Method	Note
Number of Manpower Input on Investigation Point	1 Person/ 1 Point/ One-Way	1 Person/ 1 Point / Multi-Direction	By Standard of Intersection
Coefficient Work of Traffic Volume	Manpower Coefficient Work	Using Program	-
Data Input & Video Editing	Yes	No	-
Installation or not on Filming Equipment	Yes	No	-
Average Set-Up Time Per Place	1 Day	5 Minutes	Investigation Standard of 1 Hour-Traffic Volume
Possibility of Simultaneous Investigation Between Side-Street and Around Road	Impossible	Possible	Needed Manpower Input When Adding Site

Table 7. Results of Pro and Con Comparison for Investigation Method of Traffic Volume

Div	Manpower Survey Method	Drone Filming Method
Strength	<ul style="list-style-type: none"> No Influence of Weather Conditions at Time of Survey Almost no Data Error for Classification of Car 	<ul style="list-style-type: none"> Investigation Cost is Relatively Low Possible to Investigate Simultaneously Volume of Traffic in Surrounding Street such as Intersection and Junction Using a Drone Automatic Coefficient Using Detection Program
Weakness	<ul style="list-style-type: none"> Increased Time and Cost According to Installation and Demolition at Filming Equipment Investigation Point for Filming Constraint of Space When Installing Filming Equipment Possible Error Occurrence Error Because Coefficient Works are Counted Manually 	<ul style="list-style-type: none"> 25 Minutes of Restricted Investigation Time for One Flight Because of Battery Capacity Problems of Drone Impossible to Investigate in Bad Weather Possible Occurrence of Data Error for Classification of Car

주변 가로 교통량까지 조사할 수 있고, 검지 프로그램을 활용하여 수집 데이터의 오차를 줄일 수 있으나, 배터리 용량 문제로 1회 조사시간의 제약을 받고, 기상 악화 시 조사가 불가능하다는 점을 확인할 수 있었다. 교차로 드론 촬영 영상에서 보는 바와 같이 드론을 이용하면 교차로의 조사지점 교차로뿐만 아니라 주변 도로 까지 검지영역을 설정하여 조사지점과 이면도로까지 인력의 투입 없이 동시 조사가 가능하였다. Table 7에 인력조사방식과 드론촬영 방식의 장·단점을 비교하여 제시하였다.

6. 자동교통자료추출 프로그램 개발(DVDS)

기존에 이용되고 있는 교통영상정보 수집방법과 더불어 주변의 상황까지 더 광범위하게 수집하고 각종 돌발상황, 재난상황 등 유고상황에 능동적으로 대응하여 이용자에게 주변 교통정보를 제공할 수 있기 위해 기존 연구문헌 고찰에서 필요성을 제기한 드론을 이용한 영상촬영 후 영상자료를 인적 데이터 추출방식으로 판독하고 있으나, 시간적 비용 절감을 위하여 자동으로 영상판독 자료를 추출해 주는 프로그램을 C++을 이용하여 개발하였으며, 개발한 DVDS (Drone Video Detection System) 자동교통자료추출 프로그램은 Fig. 4와 같다.

개발한 자동교통자료추출 프로그램 주요 기능으로는 교차로 검지차선 설정(16개), 차종(4종), 개별차량 속도, 통행량, 촬영좌표 등이 자동인식이 가능하도록 설계 및 개발하였으며, 교통류 분석시의 최소 단위인 15분을 기준으로 하였다.

또한, 적용대상으로는 교통량 검지기가 설치되어 있지 않은 교차로나 일반도로에 특별한 사유로 일시적 교통량 조사가 필요한 경우와 교통영향평가를 위한 교통량 조사 업무 수행 시 인력방식을 대체 또는 보완이 가능할 것으로 사료된다.

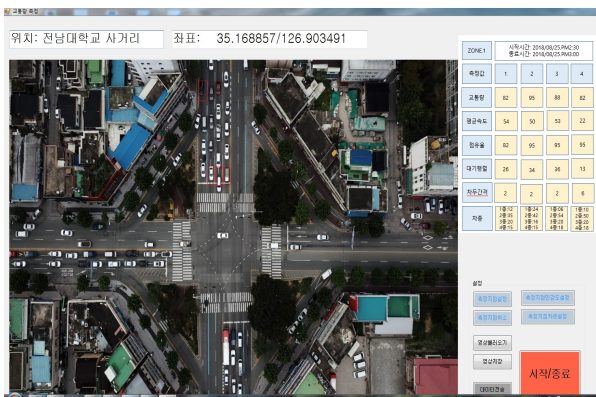


Fig. 4. Experimental Results Obtained Using Detection Program for Drone Filming (DVDS)

7. 결론 및 향후 연구과제

7.1 결론

본 연구에서는 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법을 제안하기 위하여 광주광역시 교차로를 중심으로 교통량이 많은 교차로를 선정하여 연구를 수행하였다. 검지오차를 최소화하기 위해 조건별(고도별, 각도별, 방향별)로 영상촬영을 시행하였고, 드론을 이용한 교통영상정보 수집자료를 토대로 인력조사방식과의 비교·검토를 통해 새로운 교통영상정보 수집방법을 제안하였다. 또한, 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법을 이용하면 교통정보수집 및 운영측면에서 관리도로의 유고상황, 재난 발생 같은 돌발상황 관리를 위한 신속하고 능동적인 대처에 적합한 방법이라고 판단된다. 연구수행 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 드론을 이용한 교통정보 수집방법은 고도 30 m, 카메라각도 직하방향 90°로 촬영하는 방법이 오차를 최소화할 수 있는 최적의 방법임을 확인하였다.

둘째, 드론을 이용하여 교통정보수집을 실시할 경우 인력조사 방식의 조사장비 설치와 철거에 따른 불필요한 시간과 비용을 줄이고, 수동식 계수작업에 의한 오차를 보완하여 비용절감을 통한 경제성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 드론을 이용한 영상촬영을 기반으로 한 자동교통자료추출 프로그램 개발을 통해 인적 및 시간적 비용을 절감할 수 있을 것으로 판단되며, 인적 데이터 추출방식으로 인하여 발생하는 오류도 보완이 가능할 것으로 판단된다.

7.2 향후 연구과제

본 연구에서는 드론을 이용한 교통영상정보 수집방법에 대한 연구를 수행하였으나, 향후 정확하고 입체적인 교통정보수집 자료 추출을 위해 다양한 환경에서의 연구가 추가로 필요할 것으로 판단된다.

첫째, 교차로 크기에 따라 교통정보 수집 범위가 달라질 것으로 예상됨에 따라 다양한 기하구조를 고려한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 드론을 이용한 영상촬영 후 영상자료를 인적 데이터추출 방식으로 판독하고 있으나, 자동으로 영상판독 자료를 추출해 주는 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

또한, 본 연구에서 개발한 자동교통자료추출 프로그램을 보완하여 기존 교통제어 시스템과의 호환 및 교통정보 추출 정확도를 높일 수 있도록 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

- Kim, S. H., Lee, J. K., Han, D. H., Yoon, J. Y. and Joung, S. Y. (2017). "Basic study for the application of drones-based highway traffic survey analysis." *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, Vol. 16, No. 6, pp. 182-194 (in Korean).
- Ministry of Construction and Transportation (MOCT), Korea Transportation Development Institute, Korea Highway Corporation (1998). *Research and development of intelligent transportation systems* (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2016). *Guidelines for road traffic survey* (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2016). *Momemorative symposium on expanding the business model and demonstration project using drones* (in Korean).
- National Police Agency (2008). *Effective police traffic information service plan* (in Korean).
- Seoul Metropolitan Facilities Management Corporation (2017). *Improve the reliability of collected information to provide accurate traffic information* (in Korean).