

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.4.93>  
JIIBC 2020-4-13

# 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템의 분석 및 설계

## Analysis and Design of Dron System for Smart Safety-City Platform Construction

조병호\*

Byung-Ho Cho\*

**요 약** 드론 기술의 발전으로 감시, 재난사고 예방 및 구호 등 공공임무 수행에도 지능화된 드론 활용이 급속히 늘어날 것으로 본다. 드론이 스마트 안전도시 플랫폼에 구축에 사용되기 위해서는 목표물 탐지 및 추적기술, 드론비행 시에 비행 조정 및 장애물 회피기능, 착륙지점 탐지 및 제어 기능 등의 주요 기술 구현이 필요하다. 드론 시스템 은 기술적 파급효과가 크고 신기술 분야의 산업화를 촉진한다. 본 논문에서는 이와 같은 드론 개발을 위하여 객체지향 분석/설계 방법을 이용한 요구사항 분석 및 플로우차트, 화면 설계 등을 보여줌으로 효과적인 드론 시스템의 소프트웨어 분석 및 설계 방법을 제시하고자 한다.

**Abstract** It seems to be increased rapidly that practical uses of intelligent Dron for public mission performance such as surveillance, prevention of disaster accident, relief etc with Dron technology development. Dron is needed for major technology realization of detection and trace technology of target, flight control and obstacle avoidance during flighting, detection and control of landing point functions to use smart safety-city platform construction. This dron system cause a great ripple effect technically and promote industrialization in the field of new technology. In this paper, an effective analysis and design method of dron system software will be presented by showing user requirement analysis using object-oriented method, flowchart and screen design.

**Key Words** : Dron, Detection and trace technology of target, Flight control and obstacle avoidance, Detection and control of landing point, Object-Oriented Analysis Method, Safety-city platform

### 1. 서 론

군사용에서 출발한 드론이 소형화되고 오락과 레저를 넘어 물품 배송 등 다목적으로 활용될 가능성이 높아지

면서 민간드론 시장이 급성장할 것으로 전망되고 있다. 또한 드론기술의 발전으로 감시, 재난사고 예방 및 구호 등 공공임무 수행에도 지능화된 드론의 활용이 급속히 늘어날 것으로 보인다. 드론을 이용한 스마트 안전도시

\*정회원, 가톨릭관동대학교 소프트웨어학과  
접수일자 2020년 5월 8일, 수정완료 2020년 6월 20일  
게재확정일자 2020년 8월 7일

Received: 8 May, 2020 / Revised: 20 June, 2020 /  
Accepted: 7 August, 2020  
\*Corresponding Author: bhcho@cku.ac.kr  
Dept. of Software, Catholic Kwandong University, Korea

플랫폼 구축을 위해서는 아직까지 짧은 비행시간, 실시간 영상처리 기술, CCTV 관제센터와의 연계한 드론시스템 개발, 운행금지구역 식별 및 도심 시설물 충돌회피 기술 개발, 기후변화에 따른 임무 수행이 어려울 시 비상착륙 기술 등의 해결할 부분이 많이 있다.

드론 기술의 발전과 시장이 확대되기 위해서는 공공드론의 역할이 매우 중요하다. 기술적 법적 제약이 적지 않은 환경에서 공공분야의 드론 활용은 기술개발과 수요증대를 동시에 자극할 수 있는 촉매제가 되기 때문이다<sup>[1]</sup>.

본 드론을 이용한 스마트 안전도시 플랫폼 구축 기술은 국가지방자치단체에서 필요에 의해 수요가 제기되어서 개발하는 것으로 수요가 안정적으로 보장되어 기업의 매출증대에 기여하고, 본 제안 기술개발로 드론을 활용한 재난 및 안전 분야에도 활용이 가능한 기술획득 및 상용화 기술 개발이 가능해진다.

스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템 기술은 최첨단 영상처리 기술, 인공지능 기술, 센서기술 기술 등의 시스템화 융합 IT기술로서 타 분야에 대한 기술적 파급효과가 크고, 신기술 분야의 산업화를 촉진한다<sup>[6]</sup>.

드론 분야는 최근에 폭발적 수요가 늘어나고 있는데 현재 중국 및 미국에 뒤져 있는 드론 연구 분야에서 본 논문을 통해 스마트 안전도시 플랫폼 시스템 구축을 위한 드론 시스템 개발 응용분야에서 최고의 기술력 축적하고 성공사례를 만들기 위한 기술적인 분석 및 설계 방법을 보여 줌으로써 국내 드론 응용 상용화 기술에 크게 기여하는데 도움이 되리라 본다.

본 논문에서는 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템 개발을 위하여 UML(Unified Modeling Language) 객체지향 분석/설계 방법을 이용하여 시스템을 분석하고 어떻게 설계할지를 제시하도록 함으로써 실제 시스템 개발에 유용한 예로서 가이드라인이 되도록 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 드론 시스템의 기술현황, 3장에서는 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템 분석, 4장에서는 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템의 설계, 5장에서는 결론을 기술한다.

## II. 드론 시스템의 기술 현황

드론에 포함된 기술은 현재 위치와 이동경로 등을 위

한 항법 시스템, 비행체의 자세 및 고도 등의 정확한 유지 및 제어를 위한 제어시스템 및 하드웨어의 설계와 제작 기술, 통신 시스템 등을 기반으로 한다. 그 이외에도 가장 두뇌에 해당되는 주요 기술로 오토파일럿 기술이 있다<sup>[2, 7, 8, 10, 13]</sup>.

### 1. 드론 시스템의 주요 기술현황

#### (1) 항법 시스템 기술

항법시스템은 무인 비행체의 위치, 속도, 자세등의 정보를 비행체에 내장된 관성센서 (Inertial Measurement Unit, IMU) 및 GPS (Global Positioning System), 기압센서 (Barometer), 라이다 등의 다양한 센서를 통해 획득한다.

#### (2) 제어 시스템

센서에서 들어온 데이터는 각종 필터링 기법 및 센서 융합기술을 통해 가공되어 제어 시스템에 사용된다. 제어 시스템은 무인 비행체의 위치나 속도, 자세 등을 사용자의 설정에 맞춰 정확하게 유지하고 목표 값을 추종할 수 있도록 하는 부분이다. 항법 시스템에서 얻어지는 센서 정보의 피드백을 통해 작동되며 일반적으로 PID 제어 기법이 많이 사용되고 있다.

#### (3) 하드웨어 설계와 제작기술

무인 비행체의 하드웨어 플랫폼의 경량화 및 모터 등의 구동기에 대한 기술 개발과 더불어 상업용 드론의 운용에 있어서 가장 중요한 부분인 운용 시간의 한계를 넘어서기 위해서는 배터리 기술의 발전이 필수적이다.

현재 보편적으로 사용되고 있는 리튬-폴리머 배터리의 경우, 30분 이상의 비행에는 무리가 따른다. 또한 기체의 성능이나 기상여건, 무게 등에 따라 운용 시간이 크게 영향을 받기 때문에 안정적인 비행체 운용과 비행 시간 확보를 위해서 배터리 기술의 발전이 선행되어야 한다. 최근 연구 중인 리튬-에어 배터리가 실용화되면 무인 비행체의 비행시간에 있어 획기적인 발전을 가져올 것으로 예상된다.

#### (4) 통신 시스템 기술

드론을 운용하는 지상국과의 원활한 통신 및 데이터 송수신 등을 위한 통신 시스템이 필요하며, 특히 군사용 목적의 드론 시스템에서는 신뢰성이 뛰어나고 정밀한 시스템 구축을 위해 재밍 등으로부터 시스템을 보호할 수

있는 기술의 개발도 필요하다.

### (5) 오토 파일러 기술

오토파일러 기술의 개발은 무인 비행체의 두뇌에 해당하는 핵심적인 부분이다. 오토파일러 기술 개발에 있어 포함되는 부분은 다양한 무인 비행체 플랫폼에서도 구동이 가능한 표준화된 펌웨어의 설계 및 개발, 무인 비행체에 탑재된 각종 센서들의 안정적인 데이터 획득을 위한 신호처리 기술과 센서 융합기술, 무인 비행체의 안정적인 움직임과 이동을 위한 제어 기술, 오토파일러의 원활한 운영을 위한 통신, 전원관리, 비전, 프로세스 관리, 파일 시스템 관리 등을 포함하는 OS 기술 등이 포함되어 있다. 특히 상업용 무인 비행체의 시장 규모가 커져감에 따라 다양한 무인비행체를 관리할 수 있는 공통의 OS에 대한 연구 개발의 필요성이 커져가고 있다. 또한 무인 비행체의 운용 목적 및 활용 범위에 따라 사용자가 손쉽게 응용할 수 있도록 하는 오픈소스 기반의 무인 비행체 소프트웨어 연구 개발이 진행 중이다.

## 2. 드론 시스템 국내외의 기술현황

무인 비행체 업체인 Airware 사는 2014년부터 실리콘밸리의 전문회사들로부터 총 4억 달러 가량을 투자받아 무인 비행체용 OS와 소프트웨어를 개발 중에 있다. 특히 Airware 사의 자동항법장치는 각종 센서 기술 뿐만 아니라 3D 카메라를 사용한 사물 인지 기술도 적용되어 있어서 충돌회피 기술 측면에서 매우 우수한 것으로 분석되고 있다.

중국의 DJI 사에서는 기존에 응용에 제약이 많이 있었던 소프트웨어 개발 키트 (Software Development Kit, SDK)의 단점을 보완하여 N1 flight controller를 출시하였고, 프랑스의 패럿 사에서는 리눅스 기반의 Parrot P7을 개발하여 오픈소스를 사용자에게 제공하고 있다. 이 밖에도 해외 드론 기업 및 사용자간 공동 프로젝트를 진행하고 연합체를 구성함으로써 오픈소스 기반의 오토파일러와 통합 OS를 개발하는 드론코드 프로젝트도 진행 중이다.

드론코드 프로젝트는 미국의 3D Robotics, 홍콩의 Yuneec, 중국의 Baidu, 인텔, 쉐컴 등이 참여하여 오픈소스 기반의 오토파일러와 통합 OS를 개발 중에 있으며, 최근 스위스 ETH Zurich를 주체로 한 PIXHAWK 프로젝트를 통해 저비용 고효율의 PX4 오토파일러와 OS를 개발하였다. 세계 각국의 유명 드론 업체에서는 오픈소스 기반의 드론 OS 개발을 이미 출시하였으며, 일부 업체는

추가적인 라이선스 구매를 통해 내부 소스 수정이 가능한 상황이다. 국내에서도 무인 비행체 OS에 대한 연구개발이 진행 중이다. ETRI에서는 자체 개발에 성공한 무인 비행체용 실시간 운영체제(Qplus-Air)를 통해 무인 비행체 소프트웨어 시장에 진출을 계획하고 있다. 하지만 국내 드론 시장의 성장 규모와 하드웨어 기술력 등을 고려하여 볼 때 OS를 비롯한 소프트웨어 기술은 매우 부족한 상황이며, 항법, 센서 신호처리, 제어 등을 총괄하는 오토파일러 기술은 대부분 해외에 의존하고 있다.

## III. 스마트안전 도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템의 분석<sup>[9]</sup>

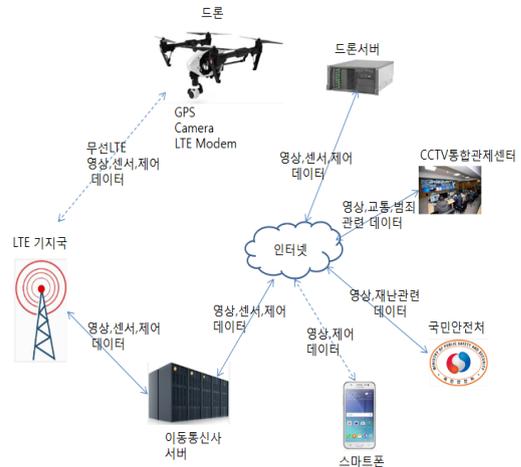


그림 1. 드론을 활용한 스마트 안전도시 플랫폼 시스템 구조  
 Fig. 1. an Architecture of Smart Safe-City Platform System using Drone

전체 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템은 위의 그림 1과 같은데, 시스템의 동작은 아래와 같다. 첫째 상공에 떠있는 드론에서는 도시의 안전을 위한 감시 영상, 위치신호 및 센서 제어 데이터를 무선 LTE 통신방식으로 LTE기지국으로 전송한다. 둘째 기지국으로부터의 영상, 위치신호 및 센서 제어 데이터는 이동통신사 서버에서 처리되어 인터넷을 통해 드론 서버로 전송되어진다. 셋째, 드론 서버에서는 이들 데이터리를 처리/저장하고 가공하여 CCTV 통합관제센터, 국가안전처 및 직접 사용자 스마트폰 등으로 스마트안전 도시의 주요 재난/안전 관련 정보를 전송하여 사용할 수 있다.

### 1. 요구사항 분석

스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템 설계 이전의 분석 단계로서 요구사항에 대하여 기술한다. 위에서 언급한 그림 1의 구조를 고려해서 개발하여야 할 주요 기능들을 기술하면 아래와 같다.

#### 가. 목표물의 탐지 및 추적

- (1) 드론을 이용해 높은 고도에서 목표물을 탐지하는 기능
- (2) 드론에서 영상의 이미지를 검출하기 위한 움직임을 추적하는 기능

#### 나. 드론 비행 조정 및 장애물 회피 기능

- (1) 드론장치에 의한 드론비행 기능
- (2) 영상에 의한 장애물 회피는 미리 설정한 경로(path)에서 장애물을 만났을 때 이를 인식하고 충돌(collision)을 회피(avoidance)하면서 지속적으로 임무를 수행하기 위한 기능

#### 다. 착륙지점의 탐지 및 착륙제어 기능

- (1) 드론 비행 중 다양한 기체 이상 증상으로 비상착륙해야 하는 상황이 발생하면 영상처리에 의한 착륙지점 탐지하는 기능
- (2) 착륙지점에 안전하게 착륙하기 위한 제어기능

#### 라. 영상에 의한 자세제어 및 내비게이션 기능

- (1) 습득한 영상내의 라인 간 상관관계를 분석해서 드론의 자세를 제어하는 기능
- (2) 영상 내비게이션 표시 기능

#### 바. 영상 및 제어 신호 데이터의 처리, 전송 및 저장 등의 관리 기능

- (1) 드론의 영상처리 수행 기능
- (2) LTE 모뎀을 이용해서 드론에서 기지국으로 영상 데이터 전송 및 무선데이망으로 서버로의 전송 기능 기능.c
- (3) 전송되어진 영상 및 제어 신호 데이터의 DB 저장 기능

### 2. 유스 케이스 다이어그램(Use Case Diagram)<sup>[4]</sup>

스마트 안전도시 플랫폼 시스템의 구축에 필요한 드론 시스템 제작을 위한 분석한 주요 기능들은 임베디드 프로그램으로 개발되어 드론에 내장되며 위에서 간략히 기술한 요구사항을 UML(Unified Manipulation Language)의 유스케이스 다이어그램(Use Case Diagram)으로 표시하면 그림2와 같다.

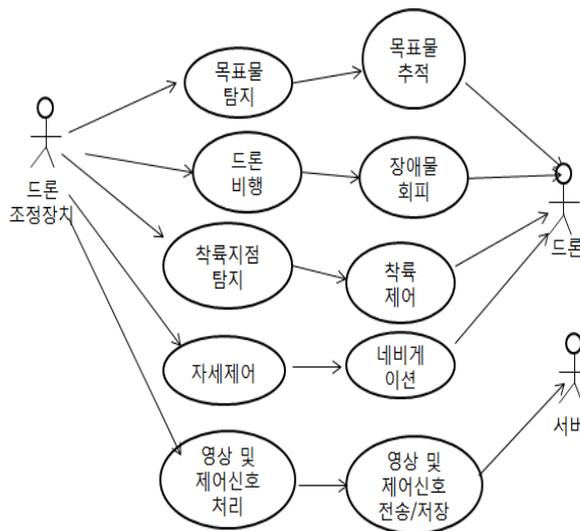


그림 2. 유스케이스 다이어그램  
Fig. 2. Use Case Diagram

### 3. 객체지향 클래스 다이어그램<sup>[4]</sup>.

객체지향 분석을 위하여 드론조정장치, 드론 및 서버를 객체로 설정하고 속성(attribute)과 메소드(method)로 구성된 클래스 다이어그램(Diagram)을 그리면 그림3과 같다.

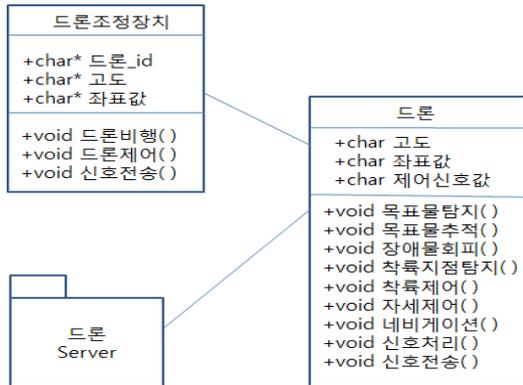


그림 3. 객체지향 클래스 다이어그램  
 Fig. 3. Object-Oriented Class Diagram

## IV. 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템의 설계

스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템의 개발에 있어 주요 설계요소로는 지상 목표물의 탐지 및 드론 비행중의 타 비행물체와의 충돌방지를 위한 장애물 회피 기능이 있다.

본 논문에서는 촬영한 영상의 전체영역, 국소 영상을 전환해가며 추적 및 탐지하는 공분산 행렬을 이용한 탐지 알고리즘 사용하여 프로그램을 개발하도록 한다. 즉, 목표물이 탐지 되지 않았을 때에만 영상 전체에 대한 공분산 추적을 수행하여 목표물을 탐지하고 목표물이 탐지 되면 관심영역을 설정하여 목표물을 추적한다. 이를 위한 알고리즘 설계를 위한 흐름도는 그림4와 같다<sup>[3, 12]</sup>.

소형 드론의 충돌회피 구현을 위해서 영상 내 특징점 검출 및 추적 방식을 사용한다. 촬영 위치가 다른 두 영상간의 호모그래피를 계산하면 영상을 변환시켜서 같은 시점에서 본 것처럼 변환할 수 있다. 드론이 비행중이고 상대 비행체도 비행하며 접근해 온다면 다른 시각에 촬영된 것 같은 시점의 두 영상간의 차이를 이용해 상대 비행체를 탐지할 수 있다 이와 같은 원리에 의해 비행충돌

을 방지하기 위한 다른 비행체의 이미지를 인식하기 위한 알고리즘 설계를 위한 흐름도는 그림5와 같다<sup>[5]</sup>.

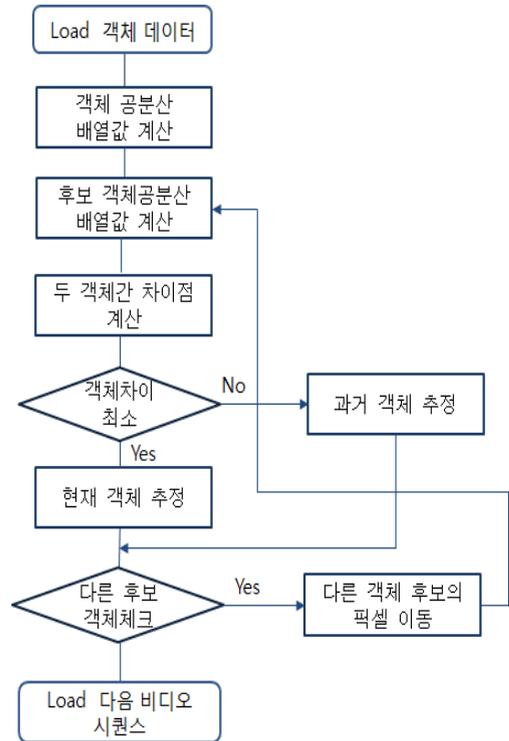


그림 4. 목표물 탐지 및 추적의 전체적인 흐름도  
 Fig. 4. the Whole Flowchart of Detect and Trace for Target

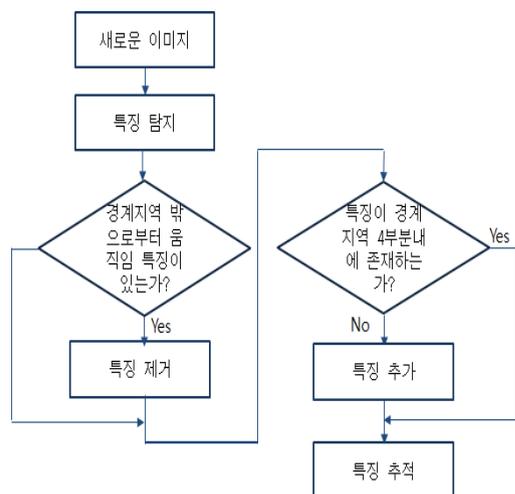


그림 5. 충돌방지를 위한 이미지 특징 관리 흐름도  
 Fig 5. Management Flowchart of Image Features for Prevention of Collision



그림 6. 스마트폰 앱 화면 설계  
Fig. 6. Design of Screen for Smartphone App.

드론 대부분의 주요기능들은 드론에 내장되어 있는 프로그램에서 자동으로 동작되어지지만 드론 조정장치를 이용해서 여기서는 스마트폰으로 조정장치를 설계하고 지상목표물의 탐지/추적, 드론비행, 착륙제어, 네비게이션 기능 등은 드론 사용자가 드론 조정장치를 이용해서 수행할 수도 있도록 한다. 이를 구현하기 위한 스마트폰 앱의 설계는 그림 2, 3을 기반으로 하여 그림 6과 같이 설계하도록 한다.

## V. 결 론

드론 산업은 미래 먹거리 산업이라고 불릴 만큼 시장의 확대가 급속도로 이루어지고 있다. 농업, 물류, 레저, 항공촬영 등에 많이 사용되고 있지만 공공분야도 점차 사용 분야가 늘어나고 있다. 드론이 산불 화재감시 및 진화, 산림보존을 위한 산림병 해충예찰 및 방제, 해양 분야에서 적조현상 탐지 등에 사용되고 있다. 또한 최근에는 고도화된 스마트안전도시 구축에도 활용되어지고 있다. 재난감시, 교통관제, 환경 및 도시개발 및 관리 등에 활용되어지도록 스마트 안전도시 플랫폼을 구축하려 하고 있으며 대표적으로 부산시에서 드론을 활용한 도시관리 테스트 베드 구축을 하고 있다<sup>[11]</sup>.

본 논문에서는 드론의 목표 탐지 및 추적, 드론 비행조정 및 장애물 회피 기능, 착륙지점의 탐지 및 착륙제어 기능, 영상에 의한 자세제어 및 네비게이션 기능 및 영상 제어 신호의 데이터의 처리, 전송 및 저장 등의 관리 기능 등의 드론의 핵심 주요 기술들을 구현하기 위해서 비행제어 및 영상처리 기술을 이용해서 소프트웨어적으로

어떤 기능들을 어떤 방법으로 구현할지를 객체지향 분석 방법인 UML을 통해 기술하였고 알고리즘 설계를 위한 플로우차트 및 화면 디자인 설계 예시를 보여주었다.

이와 같은 본 논문에서 제시한 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템 분석/설계방법은 실제 드론 시스템 소프트웨어 개발에 있어 매우 유용하고 주요 분석/설계 프로세스를 세우는 기준이 될 수 있으리라 본다. 또한 본 연구에서 제안한 드론 시스템 분석/설계 방법이 향후 정부의 공공 분야에서 스마트 안전도시 구축을 위해 드론 시스템을 활용하고자 할 때 드론 임베디드 소프트웨어 핵심 기술을 구현하고자 하는 실무자들에게 어떻게 그 소프트웨어를 설계할지에 대한 주요 가이드라인으로 자리매김 할 수 있기를 기대한다.

## References

- [1] J. H. Jin, H. S. Kim, "Use case of Public Application for Dron Technology", Broadcasting and Media Magazine, 2017. 4.
- [2] S. H. Yoo, C. K. Ann, J. H. Kim, "Introduction of Dron Technology and Development Trend", The Korean Institute of Electrical Engineers, 2017. 2.
- [3] B. I. Jeon, G. Y. Baek, H. C. Bang, "Target Detection and Tracking on Aerial Images from UAV", The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, 2013. 4.
- [4] W. S. Cho, "UML Object-Oriented Analysis and Design", Hongnung Publishing Company, 2000.
- [5] Sungwook Cho, David Hyun-Chul Sim, Hyoung Sik Choi, "An Images Processing Algorithm for Detection and Tracking Vehicles in Short-Range", Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, 2011. 11.  
DOI: <https://doi.org/10.5139/jksas.2011.39.12.1115>
- [6] W. K. Lee, "City Management using Dron", BDI Policy Focus, 2015. 8.
- [7] S. H. Son, J. H. Kang, K. J. Park, "Outline and Issue Dron Communication", The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences 33(2), 2016.1
- [8] H. S. Yang, D. S. Lee, "Flying Control and Status Estimation Basic", The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences 33(2), 2016.1.
- [9] Sang-Mok Choo, Ui-Pil Chong, Jung-Chul Lee, "Drone Flight Path for Contracting of Industry Disaster", Journal of Korean Institute of Intelligent Systems 27(2), 2017.4.  
DOI: <https://doi.org/10.5391/jkiis.2017.27.2.132>
- [10] Min Kim, Gi-Sig Byun, Gwan-Hyung Kim, "Gimbal

System Control for Drone for 3D Image”, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering 20(11), 2016. 11.

DOI: <https://doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.11.2107>

- [11] S. Y. Lim, “Practical use of Dron at Place of Disaster Safety”, Science & Technology Policy 25(6), 2015. 6.
- [12] Hong-Rak Choi\*, Tae-Yeong Hah\*, Young Won Kim\*\*, Kyung-Seok Kim\*\*\*, “A Study on the Technique of Efficient TDOA Technique Direction Finding Using Drones”, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC), Vol. 18, No. 4, pp.97-104, Aug. 31, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.4.97>
- [13] Dong-Gyu Jeong\*, Do-Sun Song\*\*, “Trend of Drone Industry”, Proceedings of KIIT Conference, 2019. 06.

### 저 자 소 개

#### 조 병 호(정회원)



- 1983년 인하대학교 전자공학과 학사
- 1989년 뉴욕공대 전산학과 석사
- 1996년 숭실대학교 컴퓨터공학과 박사
- 1996년 - 현재, 가톨릭관동대학교 소프트웨어학과 교수
- 주관심분야 : 소프트웨어공학, 인터넷 콘텐츠, 데이터베이스