

공공임무를 위한 무인이동체 탑재용 임무소프트웨어 구조 분석

박종홍^{1*} · 최성찬¹ · 안일엽²

Analysis of Dedicated Mission Software Architecture for Unmanned Vehicles for Public Mission

Jong-Hong Park^{1*} · Sungchan Choi¹ · Il-Yeup Ahn²

^{1*}Senior Researcher, Autonomous IoT Research Center, Korea Electronics Technology Institute, Gyeonggi-do, 13509 Korea

²Principal Researcher, Autonomous IoT Research Center, Korea Electronics Technology Institute, Gyeonggi-do, 13509 Korea

요약

최근 무인이동체를 활용한 서비스 수요가 다양해지고 무인이동체 서비스 시장의 규모가 급격하게 증가하고 있다. 특히 산불 진압, 우편 배송, 시설 관리 등 공공임무 분야에서의 무인이동체 활용 서비스 요구도가 높아지고 있다. 이러한 요구도의 증가와 함께 무인이동체 기반의 다양한 임무 수행을 지원하기 위한 무인이동체 탑재용 임무소프트웨어 개발의 중요도가 갈수록 높아지고 있는 추세이다. 공통화된 임무소프트웨어 개발을 위해서는 다양한 공공기관에서 공통적으로 필요한 임무 분석을 통해 재사용 가능한 기능들을 라이브러리로 개발하고, 이를 활용하여 무인이동체 관련 기업들이 쉽게 임무소프트웨어를 개발할 수 있도록 구조 설계가 이루어져야 한다. 본 논문에서는 공공임무용 무인이동체 전용 임무소프트웨어 연구 동향에 대해서 언급하고, 소프트웨어 개발을 위한 정형화된 임무소프트웨어의 구조 설계를 제안한다. 마지막으로, 임무소프트웨어와 데이터 플랫폼 간 데이터 전송 아키텍처를 제안한다.

ABSTRACT

The application of the unmanned vehicles in various fields has been attracting attention, and the development of a service utilizing unmanned vehicles has been proceeding. As the service market using the unmanned vehicles rapidly increases, the demand for the development of software for performing the mission with unmanned vehicles is increasing. In particular, as the demand for unmanned vehicle utilization services for public missions such as fire detection, mail delivery, and facility management increases, the importance of developing mission software for unmanned vehicle is increasing. To develop common mission software, architecture design should be made so that unmanned vehicle service provider can easily develop software using reusable libraries or functions through analysis commonly required by various public institutions. In this paper, we discuss the research trends of mission software for public mission unmanned vehicles. In addition, the architecture design of developing formal mission software is proposed. Finally, we propose a data transfer architecture between mission software and data platform.

키워드 : 무인이동체, 드론, 임무소프트웨어, 공공 임무

Keywords : Unmanned vehicle, Drone, Mission software, Public mission

Received 17 February 2020, Revised 20 February 2020, Accepted 29 February 2020

* Corresponding Author Jong-Hong Park (E-mail: jhonghong@keti.re.kr, Tel: +82-31-789-7598)

Senior Researcher, Autonomous IoT Research Center, Korea Electronics Technology Institute, Gyeonggi-do, 13509 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.3.435>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)을 포함하는 무인이동체의 활용 분야가 활발하게 확산됨에 따라, 무인이동체 활용 서비스 시장의 규모가 급격하게 증가하고 있다. 특히, 많은 공공기관에서 무인이동체를 활용한 공공임무 서비스의 수요가 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 적외선 카메라, 고해상도 카메라, 360도 카메라 등 무인이동체에 탑재한 카메라를 통해 필요한 영상을 전송하는 임무는 이미 많은 공공기관에서 활용하고 있는 무인이동체 기반 임무 서비스들이다.[1] 최근에는 영상 전송 임무서비스와 함께 영상 분석 및 데이터 처리, 객체인식, 자율 비행을 통한 임무 수행의 요구사항이 높아지고 있다.

무인이동체를 활용한 공공임무 특화 서비스 개발을 위해서는 무인이동체에 탑재되는 임무소프트웨어(mission software)의 개발이 필수적이다. 지금까지 대부분의 임무소프트웨어는 무인이동체를 개발하는 업체에서 수요처의 요구사항에 맞춰 무인이동체 제작과 함께 해당 임무 전용으로 소프트웨어를 개발을 하여 제공하는 방식으로 이루어졌다. 따라서, 해당 무인이동체를 다른 임무에 활용하고자 할 때, 새로운 임무에 맞춰 임무소프트웨어를 처음부터 재개발해야 한다는 큰 단점이 존재한다. 또한 실제 무인이동체를 운용하는 운용기관 입장에서도 원하는 임무 수행 시나리오가 변경되어도 직접 소프트웨어를 수정할 수 없는 환경이기 때문에, 구매한 무인이동체의 활용도가 떨어질 수 밖에 없는 구조적인 문제점이 존재한다. [2]

본 논문에서는 공공임무용 무인이동체 전용 임무소프트웨어를 개발하는데 있어, 개발자들로 하여금 개발의 편의성과 용이성을 부여하기 위해 하나의 정형화된 임무소프트웨어의 구조를 설계하고, 임무소프트웨어와 데이터 플랫폼 간 데이터 전송 아키텍처를 제안한다. 또한, 공통의 임무소프트웨어 라이브러리를 개발을 제안함으로써 소프트웨어의 품질을 향상시키고, 공통으로 적용되는 소프트웨어의 중복개발을 방지하여 개발 효율을 향상시키는 것을 목표로 한다. 최종적으로는 무인이동체 기업의 임무소프트웨어 개발의 부담을 줄이면서 성능이 보장된 임무소프트웨어의 활용이 가능하도록 하고자 한다.

II. 무인이동체 탑재 임무소프트웨어 기술 개발 동향

무인이동체 소프트웨어 플랫폼 관련 선도업체에서는 자사의 무인이동체를 기반으로 다양한 서비스 개발 지원 도구를 배포하고 있으며, 이를 활용한 데이터 응용 서비스를 위한 도구들을 제공하고 있다. 이러한 선도업체들은 같은 도메인에 속한 다양한 응용 시스템을 개발할 때 각 시스템들의 공통점과 차이점을 분석하고 공통 부분을 재사용함으로써 생산성을 높일 수 있는 개발 방법론을 활용하고 있다. 이를 통해 임무 관련 소프트웨어의 재사용 아키텍처 및 프레임워크를 개발하고 해당 아키텍처 기반의 재사용 가능한 소프트웨어 컴포넌트를 개발하여 적용하고 있다. [3]

미국의 Boeing사는 Blod Stroke 프로젝트를 통해 비행체에 탑재되는 임무컴퓨터에서 실행되는 시스템 아키텍처와 실시간 미들웨어 서비스 제공을 통해 동일한 비행 운용 프로그램인 Operational flight program을 다양한 비행체 플랫폼에 탑재하여 재사용하고 있다. 핵심적인 특징은 Real-time CORBA 미들웨어 서비스와 VxWorks Operating System을 기반으로 한 시스템 아키텍처를 제공하고, Core API와 하드웨어의 의존적 API 분리 등을 통해 효율성을 증대한다는 것이다. 프랑스의 Airbus사는 임무소프트웨어 개발을 위해 PLD(product line development) [4] 개발 방법론을 적용하여 코어 시스템과 임무 시스템을 분리하여 특징적인 기능별로 소프트웨어 컴포넌트를 재사용 가능하도록 하였다. PLD 개발 방법론을 사용하는 주 목적은 다양한 하드웨어 플랫폼에 적용 가능한 소프트웨어를 개발한다는 것에 있다. NASA의 경우, 2000년대 중반부터 오픈소스 기반의 우주왕복선 비행 제어 소프트웨어 프로젝트인 CFS(Core Flight Software)를 다양한 하드웨어 플랫폼과 운영체제를 지원하고 재사용이 가능하도록 프레임워크 기반 소프트웨어를 개발하고 있다.

오픈소스 진영인 Dronecode의 경우, 3D 로보틱스, 바이두, 드론디플로이, 인텔, 쉘컴 등이 참여하여 드론 자동항법 및 제어 기술과 APM/아두파일럿 SW 플랫폼과의 연동, 미션 플래너, MAVLink와 DroidPlanner 등과 PX4 프로젝트와의 연동을 지원하는 공동 SW 플랫폼을 개발하고 있다.[5] 오픈소스 프로젝트의 참여기업들은 오픈 하드웨어와 비행코드를 공동으로 개발하여 실제

사용 가능한 수준으로 개발, 검증 및 지속적인 보안을 하고 있다. 이를 위해 DroneCode SDK는 DroneCode의 하위 프로젝트로 지상제어센터, 미션컴퓨터, 모바일 응용 프로그램 개발에 필요한 MAVLink 라이브러리를 제공하고 있다.

DJI, Yuneec, Parrot 등 글로벌 무인이동체 개발 업체들도 역시 자사의 무인이동체와 연동 가능한 SDK를 제공하여 임무컴퓨터 혹은 모바일 어플리케이션과 연동되는 응용 프로그램 개발을 지원하고 있다. 대표적인 임무소프트웨어 관련 지원 기능으로는 비행제어, 카메라, 짐벌 시스템, 실시간 텔레메트리 데이터 전송, 경로 미션, 지오펜스, 실시간 비디오 스트리밍 등이 있다.

국내의 경우, 개방형 소프트웨어 플랫폼 관련 연구 개발이 아직은 초기 단계에 머물고 있기 때문에, 아직은 정해진 방식이나 틀 없이 오픈소스 소프트웨어를 기반으로 개발자의 역량에 의존하여 각각의 독자적인 방식으로 개발 중인 실정이다. 현재 무인이동체 개방형 플랫폼 개발을 통해서 하드웨어 및 소프트웨어 변경과 기능 추가 기능을 지원하기 위한 공통 임무소프트웨어 기술 개발이 초기 단계에 있으며, 국방, 민간 등 국가연구개발 과제를 통해서 무인이동체에 적용이 가능한 개방형 플랫폼 기술 개발을 진행 중에 있다. 이를 통해, 하드웨어와 응용프로그램의 개발을 쉽게 지원할 수 있는 표준화된 플랫폼 소프트웨어 개발을 정의하고 있으며, 임무소프트웨어 개발을 위하여, 임무소프트웨어 개발도구를 함께 제공하여 개발자로 하여금 쉽게 소프트웨어를 개발할 수 있는 환경을 제공하기 위한 기술 연구를 수행 중에 있다.

III. 공공임무를 위한 무인이동체 탑재용 임무 소프트웨어 설계

무인이동체 기반 서비스 수요가 다양하고 복잡해짐에 따라 기본 비행 기능 위주의 임무에서 수집된 데이터를 활용한 다양한 임무 서비스로 확장되었다. 이러한 요구사항은 카메라나 짐벌과 같은 기존의 오픈소스 기반의 간단한 동작 관련 임무 솔루션 이상의 소프트웨어를 필요로 하게 되었다. 센서 정보, 영상 정보 등을 분석한 결과를 활용하는 임무 장비를 탑재할 경우 이를 제어하거나 데이터를 분석하는 소프트웨어 개발을 위하여 임

무소프트웨어의 구조 분석과 기능 정의가 필요하게 되었다. 특히, 공공에서 활용되는 다양한 임무에서 공통적으로 사용가능한 임무 기능을 도출하여 무인이동체 개발 업체들이 활용할 수 있는 방안과 함께 공공임무를 위한 무인이동체 탑재용 임무소프트웨어의 구조 및 기능의 재정의가 필요하게 되었다.

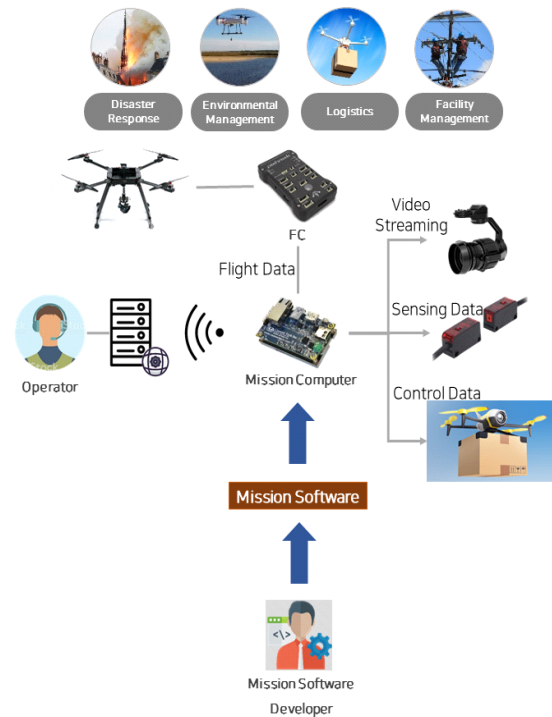


Fig. 1 Concept of Dedicated Mission Software for Unmanned Vehicles for Public Mission

그림 1은 공공임무를 위한 무인이동체 탑재용 임무 소프트웨어의 정의를 보여준다. 임무소프트웨어는 무인이동체에 탑재되는 임무장비(카메라, 센서, 소화탄 투하 장비, 물품 집하 장비 등)와 연결되어 임무장비로부터 취득된 데이터를 데이터 플랫폼으로 전달하거나, 운용자의 명령을 받아 임무장비를 제어하는 역할을 하는 소프트웨어를 의미한다. 본 논문에서는 임무소프트웨어 개발을 위한 oneM2M 표준 기반[6]의 요구사항을 분석하고 시스템 동작 구조를 제안한다.

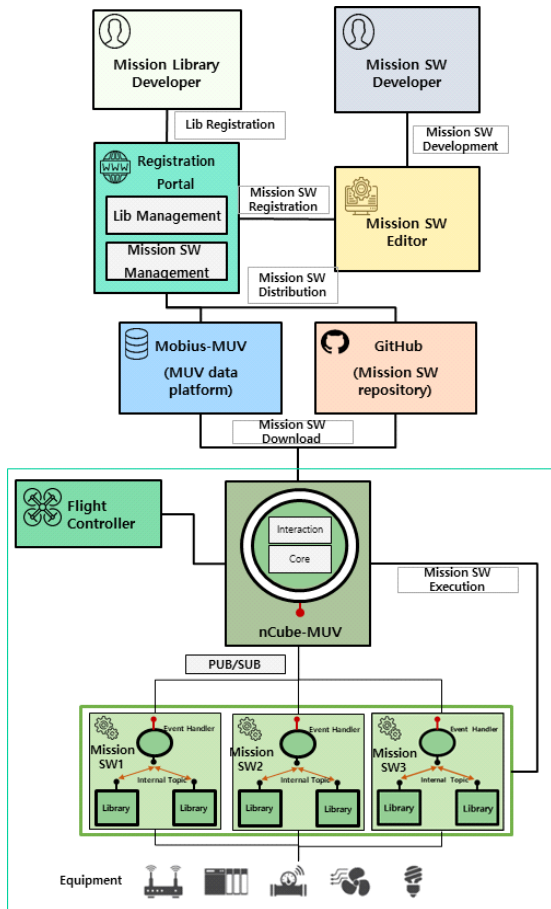


Fig. 2 System Architecture

3.1. 임무소프트웨어 구조

그림 2는 임무소프트웨어를 포함한 oneM2M 표준 기반의 시스템의 동작을 표현한 그림이다. 기본적으로 임무소프트웨어는 하드웨어인 임무컴퓨터에 탑재가 된다. 임무컴퓨터에는 하나의 nCube-MUV 소프트웨어가 프로세스 형태로 구동된다. nCube-MUV 소프트웨어는 oneM2M 표준을 따르는 IoT 플랫폼인 Mobius-MUV와의 동작을 위한 데이터 연동 소프트웨어이다. nCube-MUV는 내부적으로 동작시키는 임무소프트웨어에 대한 프로세스 구동 상태를 관리하며 이는 각각의 고유 ID를 통해 구별된다. 임무컴퓨터에 탑재되는 하나의 nCube-MUV를 통해 한 개 이상의 임무소프트웨어를 동시에 동작할 수 있다. nCube-MUV와 임무소프트웨어는 경량형 메시지 프로토콜인 MQTT (Message Queuing

Telemetry Transport) 프로토콜을 사용하여 데이터를 교환한다.[7]

임무소프트웨어는 한 개 이상의 임무라이브러리와 한 개의 이벤트 핸들러의 조합으로 구성된다. (그림 3) 임무소프트웨어는 임무컴퓨터에 물리적으로 연결된 임무장비와 데이터를 주고받을 수 있다. 임무장비에 대한 제어는 임무소프트웨어에 의해 제어된다. 임무소프트웨어는 이벤트 핸들러와 임무라이브러리 간의 MQTT 프로토콜을 활용하여 내부 토픽으로 통신한다[8]. 임무소프트웨어의 개발의 입장에서 이미 만들어진 임무라이브러리를 최대한 활용하는 것이 가장 중요하다. 임무라이브러리는 여러 공공기관에서 공통적으로 필요한 임무소프트웨어 분석을 통해 필수 기능들을 개발하여, 소프트웨어 개발자들이 활용할 수 있도록 제공되어야 한다. 이를 위하여 임무라이브러리는 기본적으로 임무소프트웨어를 재사용 가능하도록 구조가 설계되어야 하며, 운용시스템과의 통신을 위한 임무 명세가 정의되어야 한다.

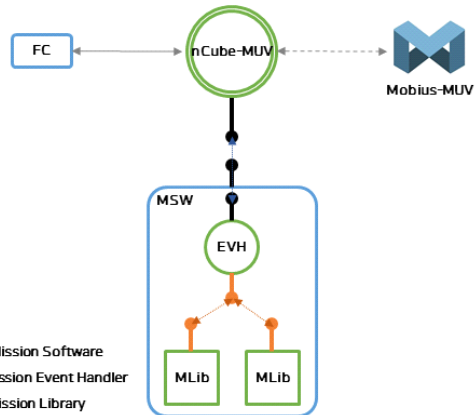


Fig. 3 Structure Design of Mission Software

3.2. 임무소프트웨어 동작

그림 4는 제안하는 임무소프트웨어 구조 기반 동작 흐름을 표현한 것이다. nCube-MUV는 FC(Flight Controller) 데이터를 oneM2M 표준을 기반으로 Mobius-MUV 데이터 플랫폼에 업로드하는 기능을 포함한다. nCube-MUV는 Mobius-MUV로부터 자신이 구동해야 하는 임무소프트웨어에 대한 정보를 조회하여 github에서 해당 임무소프트웨어를 다운로드 한다. nCube-MUV는 Mobius-MUV로부터 데이터를 수신하여 임무소프트

웨어에 명령을 전달하며, 임무소프트웨어에서 발생하는 데이터를 Mobius-MUV로 전달하는 역할을 수행한다. 이러한 일련의 과정은 데이터 플랫폼에서의 리소스 구조 정의와 함께 데이터가 관리될 수 있는 환경을 제공하게 된다.

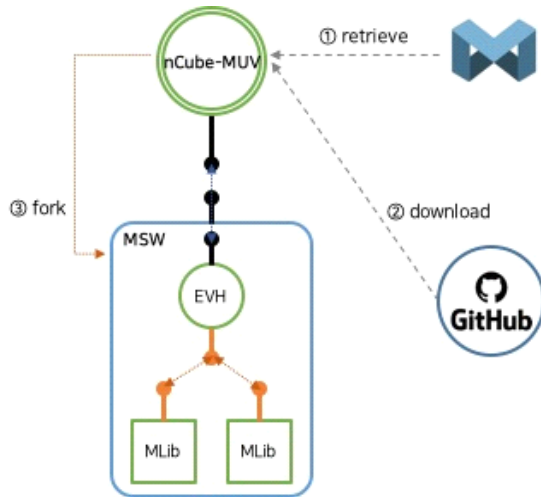


Fig. 4 Flow of Mission Software

3.3. 임무소프트웨어 개발도구

임무소프트웨어 개발도구(Mission Software Editor)는 소프트웨어 개발자로 하여금 새로운 임무소프트웨어를 개발할 때 쉽고 편하게 개발하기 위해서 제공된다. 개발도구는 일반적으로 임무 서비스에서 관제 소프트웨어로 많이 사용하고 있는 QGroundControl (QGC) 혹은 Mission Planner 기반의 플러그인 형태로 제공이 가능하다. 또한 소프트웨어 개발의 편의를 위하여, 블록 코딩(예. Google의 Blockly) 기반으로 설계하였다. 또한 QGC 혹은 Mission Planner가 없는 환경에서도 개발이 가능하게끔 웹페이지 형태로도 개발도구가 제공되어야 한다. 개발도구의 기본 제공 기능은 임무라이브러리가 관리되는 MSW Portal로부터 개발된 임무라이브러리를 검색하여, 원하는 라이브러리를 다운로드 받을 수 있게 한다. 또한, 다운로드 받은 라이브러리들을 활용하여 블록 코딩 기반으로 임무소프트웨어를 개발할 수 있는 환경을 제공한다. 이때 개발도구는 앞서 정의한 임무소프트웨어의 구조인 한 개의 이벤트핸들러와 한 개 이상의 임무라이브러리를 내부 MQTT 통신으로 동작할 수 있는 기본 구조에 대한 가이드를 제공한다. 마지막으로,

개발된 임무소프트웨어에 대한 명세(description) 생성 기능 제공과 함께 소프트웨어를 MSW Portal과 연동하여 github에 자동 업로드 기능을 제공한다. 그림 5는 제안하는 임무소프트웨어 개발도구를 활용한 임무소프트웨어 개발 흐름도를 도식화한 것이다. 제안하는 개발도구 기반의 임무소프트웨어 개발 방법론은 앞서 언급하였듯이 일반적으로 임무 서비스 관제 소프트웨어로 많이 사용되는 QGC 기반으로 개발될 수 있기 때문에, 소프트웨어 개발자 입장에서는 관제 소프트웨어 툴 하나만을 사용하여 라이브러리 호출과 개발된 소프트웨어의 업로드가 이루어지고 QGC 연계를 통해 임무 할당까지 한 번에 이루어진다는 장점이 존재한다. 일반적으로 공공임무의 경우, 비행 경로 설정, 위험 경로 회피 등의 비행 관련 임무와 직접적으로 연결되기 때문에 관제 소프트웨어와 개발도구의 일원화는 공공임무 서비스 운영자의 입장에서 그 효율성을 높일 수 있다.

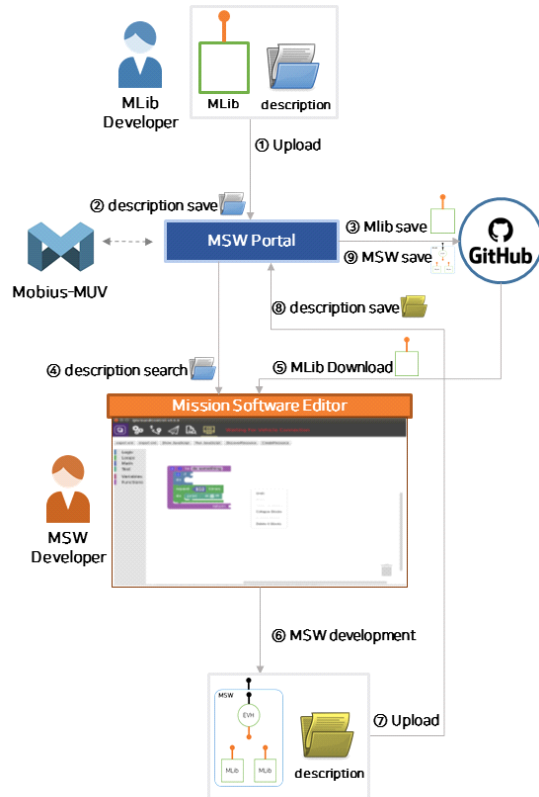


Fig. 5 Development Flow of Mission Software with Mission Software Editor

IV. 결 론

본 논문에서 제안하는 임무소프트웨어 구조 및 설계 기반의 표준화된 소프트웨어 플랫폼 개발을 통해 소프트웨어 개발자의 입장에서는 재사용 가능한 소프트웨어 개발이 가능해지기 때문에, 소프트웨어 개발의 효율성이 증대되고 중복 개발 방식을 통한 개발 효율의 향상을 기대할 수 있다. 운용자의 입장에서는 향상된 품질의 소프트웨어 기반 서비스 제공이 가능하며, 특화 임무 변동에 유연한 소프트웨어를 제공받아 다양한 임무서비스에 활용이 가능하다는 장점을 기대할 수 있다.

최종적으로 본 논문에서 제안하는 임무소프트웨어의 구조 기반으로 개발된 임무라이브러리 및 임무소프트웨어의 오픈소스 배포 추진을 통해 소프트웨어의 중복 개발 방식을 통한 개발 효율성 향상과 드론 산업계의 활용 촉진이 기대되며, 소프트웨어 및 플랫폼 API의 국내외 표준화를 통해 국내 드론 관련 기업들의 무인이동체 관련 소프트웨어 플랫폼 시장에서 세계적 우위를 가질 수 있는 효과가 기대된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAITA) grant funded by the Ministry of Science and ICT, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Ministry of Trade, Industry and Energy (Grant 19DPIW-C153691-01).

REFERENCES

[1] “Global UAS Traffic Management (UTM) System Market: Focus on Regional Perspective and Stakeholder Assessment,” *Research and Market*, Feb. 2018.

[2] E. Pastor, J. Lopez, and P. Royo, “UAV Payload and Mission Control Hardware/Software Architecture,” *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, vol. 22, no. 6, pp. 3-8, Jun. 2007.

[3] A. Ortiz, F. Bonnin-Pascual, E. Garcia-Fidalgo, and J. P. Beltran, “A Control Software Architecture for autonomous unmanned vehicles inspired in generic components,”

Proceeding of 19th Mediterranean Conference on Control & Automation (MED), Corfu, pp. 1217-1222, 2011.

[4] S. Sezer, S. Scott-Hayward, P. K. Chouhan, B. Fraser, D. Lake, J. Finnegan, N. Viljoen, M. Miller, and N. Rao, “Are we ready for SDN? Implementation challenges for software-defined networks,” *IEEE Communications Magazine*, vol. 51, no. 7, pp. 36-43, Jul. 2013.

[5] E. Ebeid, M. Skriver, and J. Jin, “A Survey on Open-Source Flight Control Platforms of Unmanned Aerial Vehicle,” in *Proceeding of Euromicro Conference on Digital System Design (DSD)*, Vienna, pp. 396-402, 2017.

[6] S. Choi, I. Ahn, J. Park, and J. Kim, “Towards Real-Time Data Delivery in oneM2M Platform for UAV Management System,” in *Proceeding of International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC)*, Auckland, New Zealand, pp. 1-3, 2019.

[7] G. Kim, S. Kang, J. Park, and K. Chung, “An MQTT-Based Context-Aware Autonomous System in oneM2M Architecture,” *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 6, no. 5, pp. 8519-8528, Oct. 2019.

[8] S. Zitnik, M. Jankovic, K. Petrovic, and M. Bajec, “Architecture of standard-based, interoperable and extensible IoT platform,” in *Proceeding of 24th Telecommunications Forum (TELFOR)*, Belgrade, pp. 1-4, 2016.



박종홍(Jong-Hong Park)

2006-2010 연세대학교 전기전자공학부 공학사
2010-2012 연세대학교 전기전자공학부 공학석사
2012-2016 연세대학교 전기전자공학부 공학박사
2017-현재 전자부품연구원 자율지능IoT연구센터
선임연구원

※관심분야: 무인이동체 소프트웨어, 무인이동체 네트워크, IoT 네트워크



최성찬(Sungchan Choi)

1999-2006 연세대학교 전기전자공학부 공학사
2006-2008 연세대학교 전기전자공학부 공학석사
2008-2013 삼성전자종합기술원 미래인터넷 그룹
2013-현재 전자부품연구원 자율지능IoT연구센터
선임연구원

※관심분야: IoT 소프트웨어 플랫폼, 무인이동체 통신 네트워크



안일엽(Il-yeup Ahn)

1994-1999 한국외국어대학교 제어계측공학과 공학사
1999-2001 한국외국어대학교 전자제어공학 공학석사
2010-2019 한국외국어대학교 전자정보공학 공학박사
2001-현재 전자부품연구원 자율지능IoT연구센터
책임연구원

※관심분야: 무인이동체 소프트웨어, 무인이동체 네트워크, IoT 플랫폼