

## 소형 무인기의 오픈아키텍처 기반 비행제어/임무컴퓨터 개발 현황

윤원근\*, 최인호\*, 김태식\*

### Development Status of Open-architecture based Flight Control/Mission Computer for Small UAV

Youn, Won-Keun\*, Cho, In-Ho\*, Kim, Tae-Sik\*

#### ABSTRACT

Recently, open source in computer science has been widely accepted. The Dronecode project with ROS(robot operating system) middleware is an open-source, collaborative project that brings together existing and future open-source drone/robotics projects for unmanned aerial vehicle(UAV). This result will be a common, shared open source platform for UAV. In this paper, the comprehensive description of open-source based flight controller and mission computer for small UAV will be presented.

#### 초 록

컴퓨터 과학 분야에서 오픈소스(open source)는 하나의 트렌드로 이미 많은 시스템이 스스로 공개하여 그 영역을 넓혀가고 있으며, 특별히 소형 드론의 비행제어 및 임무컴퓨터의 개발 흐름은 드론코드 프로젝트(Dronecode Project) 및 ROS(Robot Operating System)와 같은 기존의 오픈소스 로보틱스 분야의 협업으로 국가를 뛰어넘는 초월적인 협업이 이루어지고 있는 상태이며, 소형 무인기 산업체를 이끌어 가는 원동력이 되고 있다. 여기서 세계적인 오픈소스 기반 비행제어 및 임무컴퓨터 개발 현황을 살펴보기로 한다.

**Key Words :** Unmanned Aircraft Vehicle(무인항공기), Flight Control Computer(비행제어컴퓨터),  
임무컴퓨터(Mission Computer), Open Platform(개방형 플랫폼)

\* 윤원근, 최인호, 김태식, 한국항공우주연구원 항공연구본부 미래비행체연구단 항공전자연구팀  
wkyoun@kari.re.kr, inho@kari.re.kr, kts@kari.re.kr

## 1. 서 론

컴퓨터 과학 분야에서 오픈소스(open source)는 하나의 트렌드로 이미 많은 시스템이 스스로 공개하여 그 영역을 넓혀가고 있으며, 오픈소스란 소프트웨어 혹은 하드웨어 제작자의 권리를 지키면서 원시 코드를 누구나 열람할 수 있도록 한 소프트웨어 혹은 오픈소스 라이선스에 준하는 모든 통장을 일컫는다(표. 1).

표 1. 오픈플랫폼 정의

요소 기술	설명
오픈소스 하드웨어 (OS HW : Open Source Hardware)	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 제품과 똑같은 모양 및 기능을 가진 제품을 만드는 데 필요한 모든 것(회로도, 자재 명세서, 인쇄 회로 기판 도면 및 개발 환경)을 대중에게 공개한 전자제품</li> </ul>
오픈소스 소프트웨어 (OSS : Open Source Software)	<ul style="list-style-type: none"> <li>오픈소스 소프트웨어는 소스 코드를 공개해 누구나 특별한 제한 없이 그 코드를 보고 사용할 수 있는 오픈소스 라이선스를 만족하는 소프트웨어</li> </ul>

오픈소스의 이런 경향은 IT 뿐만 아니라, 항공 우주를 비롯한 다양한 분야에서 나타나고 있으며, 실제로 드론에서도 마찬가지로 나타나고 있다. 2009년 스위스 취리히 대학의 Lorenz Meier 박사과정 학생은 학교 프로젝트로 드론 개발을 위해 비행제어 시스템을 개발하였다. 처음에는 단순하게 시작된 프로젝트는 점점 많은 학생들이 참여하게 되었고, 컴퓨터비전 분야에서 사용할 UAV 프레임워크로 진행되었다.

최근 개발된 비행제어(Pixhawk) 컴퓨터는 소프트웨어뿐만 아니라 하드웨어까지 공개함으로써 다양한 개발자가 참여하게 되었고, 리눅스 재단은 Pixhawk 프레임워크를 기반으로 인텔, 퀄컴 등과 연대해 드론 OS의 오픈소스화를 위해 '드론코드(Dronecode)' 프로젝트를 수행중이다.

이러한 드론코드는 리눅스를 기반으로 한 오픈소스 업체 간 협의체로 UAV OS와 SW 개발자 키트(SDK, Software Development Kit)를 만들고 있으며, 현재는 3D 로보틱스, 인텔, 퀄컴 등 다국적

SW 업체뿐 아니라, 하드웨어 업체, 통신사들이 참여해 빠르게 영향력을 확대하고 있으며, 오픈파일럿은 관련 기업들 중심인 드론코드와 달리 개발자 중심의 UAV OS 프로젝트이다. 개발자들 중심으로 운영돼 커뮤니티 성격이 강하며, OS 뿐 아니라 UAV 개방형 하드웨어를 함께 개발하고 있다[1].

드론코드 프로젝트는 현재 1,200개 이상의 업체가 드론코드 개발에 나서고 있으며, APM/아두파일럿, 미션 플래너(Mission Planner), MAVLink와 DroidPlanner 등 몇몇 프로젝트에서는 하루 150개 이상의 코드가 개발되고 있다. 또한 개발된 플랫폼은 스카이캐치(Skycatch), 하비킹(HobbitKing), 호라이즌(Horizon Ag), 프레시전호크(PrecisionHawk), 애그리보틱스(Agribotix), 웰케라 등의 드론 기술 선두 기업들이 채택하여 상용화에 성공하고 있다(그림. 1). 다음은 소형 드론 분야의 오픈 아키텍처 기반의 개발 현황 및 임무컴퓨터 개발 현황에 대해서 살펴보자 한다.

## 2. 본 문

소형 드론분야는 기존 군사용으로 시작하여 오픈플랫폼으로의 전환이 이루어지고 있으며, 이것을 대중화 시킨 사람은 크리스 앤더슨(Chris Anderson, 3D 로보틱스 CEO)이다. 실제 기존 소형 드론이 고가인 이유는 지적재산권의 가격 때문이었으며, 이를 파악한 크리스 앤더슨은 오픈소스의 힘을 이용해서 저렴하고 누구나 만들 수 있는 드론 프로젝트를 시작하게 되고, 이렇게 시작된 커뮤니티 사이트인 DIY (Do It Yourself Drones)를 통해 저렴한 드론 시장이 열리기 시작했다[2].

3D Robotics와 DIY Drones 커뮤니티 간에 이루어진 무인기 제작을 위한 개방형 드론 플랫폼 구축 협업 사례를 바탕으로 소프트웨어를 비롯한 최신 R&D 기술개발 분야에서 활발히 활용되고 있는 개방형 혁신 생태계가 구축되었으며, 이러한 변화는 현재의 생산과 고용형태를 획기적으로 변화시켜, 사회 전반에 큰 파급효과를 가져오고 있다.

이를 바탕으로 크리스 앤더슨의 DIY 드론스는

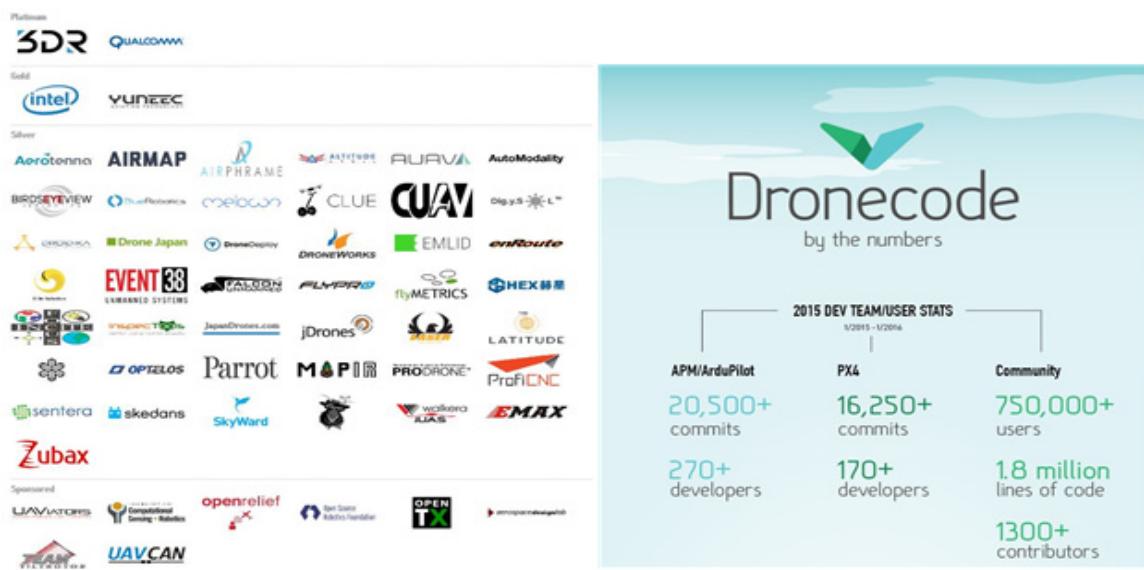


그림 1. 드론코드 프로젝트 현황

2007년 첫 해에 25만 달러의 매출을 올린 것을 시작으로, 2010년에는 매출이 백만 달러를 돌파하였으며, 회사 이름도 3D 로보틱스로 바꾸면서 지속적으로 성장해서 2015년 2월 인텔, 웰컴 등에서 5,000만 달러에 이르는 대규모 투자를 유치하면서 최첨단 ICT기술을 접목하는 것에 집중하고 있으

며, 중국의 DJI를 위협하는 세력으로 급부상하고 있다[3].

이들이 오픈소스를 사용하는 이유는 디자인을 자유롭게 교환함으로써 “집단지성”을 공유하고 상용화를 장려하여 사람들이 자유롭게 기술을 제어할 수 있도록 하기 때문이다. 또한 최근 들어 DIY

표 2. 오픈소스 기반 비행제어 컴퓨터 현황

제품명	Pixhawk	Arducopter	Openpilot	Paparazzi	Mikro-kopter	KKmulti-copter	Multiwii	Aeroquad
비행제어 컴퓨터								
프로세서	STM32M4F (32bit)	ATmega2560 (16bit)	STM32F103 (32bit)	STM32F105 (32bit)	ATmega644 (16bit)	ATmega168	Arduino (ATmega2560)	Arduino (ATmega2560)
자세제어 알고리즘	EKF*	NCF*	EKF	NCF	LCF*	—	LCF	NCF
GPS 기반 경로향법	—	V	△	V	△	△	△	—
고도유지	V	V	△	V	V	—	—	V
영상처리	V	—	—	—	—	—	—	—
GCS	V	V	V	V	V	—	V	V
카메라 안정화	—	V	V	V	△	V	V	V



그림 2. ROS 생태계 현황[5]

가 하나의 문화로써 자리 잡으면서 오픈소스 하드웨어의 관심은 점점 커지고 있으며, 낮은 진입이 용, 빠르고 유연한 개발, 오픈 포맷과 프로토콜 간 호환성 제공 등의 장점으로 인해 더욱 호응을 얻고 있다.

전문 엔지니어나 일반인, 예술가 등의 개인을 넘어 중소 벤처 기업은 물론 대형 사업자들에까지 미치고 있는 오픈소스 하드웨어의 영향력은 이제 명백히 새로운 산업 트렌드로 자리를 잡아가고 있다. 특별히 아두이노(Arduino), 라즈베리 파이(Raspberry Pi), 비글본(Beaglebon) 등이 급부상하면서 전 세계적으로 오픈소스 하드웨어에 대한 수요가 크게 증가하고 있으며, 현재 오픈소스 하드웨어는 아직까지 하드웨어 디자인의 로우 엔드(Low End)에 위치해 있지만, 산업 및 교육 분야에서의 수요 증가로 인해 결국 전자 제품 디자인의 주류로 진입할 가능성이 높을 것이다.

이와 같이 혁신적인 오픈소스의 탄생과 인기몰이가 꾸준히 명맥을 이어 간다면, 업계가 급속히 영향력을 확대해 나갈 가능성도 충분할 것으로 기대되는 바이며[4], 특별히 소형 드론분야에 있어서 오픈소스를 기반으로 다양한 비행제어컴퓨터가 출시되어 사용되고 있으며, 상용화에 성공하였다(표. 2).

## 2.1 ROS(Robot Operating System)

ROS(Robot Operating System)은 로봇용 공개소스 메타 운영체제이다[5]. ROS는 일반 운영체제에서 제공하는 하드웨어 추상화, 저수준기기 제어, 빈번히 사용되는 기능들이 구현되어 있으며, 프로세스 간 메시지 전달, 패키지 관리 기능 등을 제공한다. 또한, ROS는 여러 컴퓨터 시스템 작동하는 코드를 얻어오고, 빌드하고, 작성하고, 실행하기 위한 도구 및 라이브러리를 제공하며, 기존의 로봇, 무인 이동체 분야에서 개발된 많은 SW와 시뮬레이션 툴인 Gazebo 등으로 드론에서 임무컴퓨터의 Open-Source로 자리매김하여 많은 개발자들이 참여하고 있으며, ROS가 호응 받고 있는 이유는 다음과 같다(그림. 2).

첫째, 프로그램의 재사용성이다. 개발자는 개발하고자 하는 부분에 집중하고 나머지 기능에 대해서는 관련 패키지를 다운로드하여 사용할 수 있으며, 자신이 개발한 프로그램은 다른 이들이 사용할 수 있도록 공유할 수도 있다. 예를 들어, 미국 NASA의 경우 국제 우주 정거장에서 사용하는 로보노트2(Robonaut2) 로봇 제어를 위하여 자체 프로그램 이외에도 다양한 드라이버 기능과 멀티 플랫폼에서 사용 가능한 ROS와 실시간 제어, 메시지 통신 복구, 신뢰성을 갖춘 OROCOS를 혼용함으로써 우주에서 임무를 수행할 수 있었다.

둘째, 통신 기반 프로그램이다. 일반적으로 하나의 서비스를 제공하기 위하여 센서나 액추에이터 단의 드라이브부터 센싱, 인식, 동작까지 하나의 프레임에서 프로그램을 작성하는 것이 많은데 로봇 소프트웨어의 재사용을 위해서는 이를 각각 처리 프로세서의 목적에 따라 작게 나누게 된다. 플랫폼마다 이를 컴포넌트화 혹은 노드 패키지화라고 한다. 최소 실행 단위로 나뉜 프로그램은 나누어진 컴포넌트(노드)끼리 데이터를 주고받아야 하는데 플랫폼들은 이 데이터 통신에 대한 전반적인 사항을 모두 갖추고 있다. 각 컴포넌트는 하드웨어의 존성을 떠나 네트워크에서 통신을 제공함으로써 네트워크 프로그래밍이 가능하게 되고 로보틱스에서 흔히 다루는 원격제어에서 매우 유용하다. 또한, 최소 실행 단위로 프로그램을 나누게 되면 작은 단위로 디버깅할 수 있어서 오류를 찾아낼 때도 매우 유용하다.

셋째, 개발도구 지원이다. ROS의 경우 디버깅 관련 툴, 2차원 플롯과 3차원 시각화 툴을 제공함으로써 로봇 개발에 필요한 개발 도구를 사용할 수 있다. 예를 들어, 로봇 개발에 있어서 로봇의 모델을 시각화하는 경우가 많은데 이를 정해진 포맷에 맞추기만 하면 로봇의 모델을 직접 확인할 수 있을 뿐만 아니라 3차원 시뮬레이터도 제공하기 때문에 시뮬레이션으로의 확장도 용이하다. 또한, 요즘 주목받는 마이크로소프트사의 키넥트 등으로 얻은 3차원 거리 정보는 3D pointcloud 형태로 쉽게 변환하여 보여준다. 그 이외에도 실험에서 사용된 데이터는 녹화할 수 있으므로 언제든지 필요할 때 재생하여 실험할 때의 상황을 그대로 재현할 수도 있다. 이처럼 로봇 개발에 꼭 필요한 소프트웨어 도구를 제공하여 개발 편의성을 극대화한 점이 중요한 원인 중의 하나이다.

넷째, 생태계 조성이다. 스마트폰 혁명은 안드로이드와 iOS 등 소프트웨어 플랫폼이 만든 생태계가 있기 때문이라고 한다. 로봇 분야도 마찬가지 흐름으로 이어 가고 있다. 처음에는 각종 하드웨어 기술들이 넘쳐흘렀으나, 이를 통합해 줄 운영체제가 전무했다. 이 상황에서 앞서 설명했던 것과 같

이 다양한 소프트웨어 플랫폼이 등장했고, 가장 주목 받은 ROS의 경우 이제 그 생태계의 틀을 갖추기 시작했다. 그리고 로봇과 센서 회사처럼 로봇 관련 하드웨어 분야의 개발자, ROS 개발 윤용팀, 응용 소프트웨어 개발자, 사용자가 선순환적 생태계를 만들어 가고 있다.

다섯째, 활성화된 커뮤니티이다. 지금까지 달혀 있던 로봇 학계, 로봇 업계는 위에서 언급한 기능들로 인하여 서로 협업을 중시하는 방향으로 나아가고 있으며, 이러한 소프트웨어 플랫폼을 통하여 협업이 실제로 이루어지고 있다. 이 중심에는 오픈 소스 소프트웨어 플랫폼의 커뮤니티가 있다. 예를 들어 ROS의 경우에는 자발적으로 1,600개 이상의 패키지들이 개발되어 공유되고 있고, 그 사용 방법을 설명한 위키 페이지가 사용자들의 개별적인 참여로 14,600페이지를 넘어서고 있다. 그리고 커뮤니티에서 매우 중요한 질의응답의 경우 18,000건 이상이 오고 가며 상생의 커뮤니티를 만들어 가고 있다.

이는 단순히 사용법에 대한 토론을 넘어서 로보틱스 소프트웨어에서 필요한 구성요소를 찾아내고 규칙을 만들고 있다. 나아가 로보틱스의 발전을 위해 로봇의 소프트웨어가 갖추어야 할 부분에 대해서 고민하고 부족한 부분은 서로 협업을 통하여 다수가 하나의 퍼즐을 맞추는 식으로 발전하고 있다. 실제로 모바일 로봇에서 시작된 ROS의 인기는 소형 드론에도 확산되어 다음과 같이 많은 소형 무인기가 ROS 프레임 워크를 사용하고 있으며(표. 3), 오픈 로보스 생태계를 이루고 있다.

표 3. ROS 기반 UAV 제품

	ROS 기반 UAV 제품
제품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AscTec Pelican and Hummingbird Quadrotors</li> <li>- Berkeley's STARMAC</li> <li>- Bitcraze Crazyflie</li> <li>- DJI M100/M600 Onboard SDK ROS support</li> <li>- Erle-copter</li> <li>- ETH sFly</li> <li>- Parrot AR-Drone</li> <li>- Parrot Bebop Drone</li> <li>- Penn's AscTec Hummingbird Quadrotors</li> <li>- PIXHAWK MAVs</li> <li>- Skybotix CoaX Helicopter</li> </ul>

## 2.2 소형 무인기 임무컴퓨터 현황



그림 3. DJI 임무컴퓨터(Manifold)

소형 드론의 전용 임무컴퓨터를 처음 출시한 곳은 드론 업계 1위의 DJI사이다. DJI사는 엔비디아(Nvidia TK1)의 쿼드코어 2.2GHz ARM Cortex A-15 프로세서를 장착하고 있으며, 192 CUDA Core를 장착하여 강력한 이미지 처리능력을 가지며, 효율적인 병렬 컴퓨팅이 가능하다. 또한 리눅스 계열의 우분투(Ubuntu 14.04) OS 기반의 ROS가 지원되도록 하였다. 이를 통해 LiDAR 및 스테레오 카메라의 신호처리/영상처리가 실시간으로 가능해져 다양한 어플리케이션으로 확장이 가능해졌다(그림. 3).



그림 4. 웰컴의 스냅드래곤

또한 2016년 2월에 출시된 Qualcomm사의 SnapDragon Flight 통합컴퓨터는 Pixhawk 기반의 비행조종(FC)컴퓨터와 임무(MC) 컴퓨터를 통합한

고성능 2.26GHz(Quad-core Qualcomm CPU) 기반의 One-Chip Solution의 탑재컴퓨터로 많은 미디어매체의 관심을 받고 있으며, 소형드론의 스마트 기술 적용 및 지능화를 위한 고성능의 SWaP-C 절감 탑재컴퓨터로 획기적 제품으로 지대한 관심을 받고 있다(그림. 4).

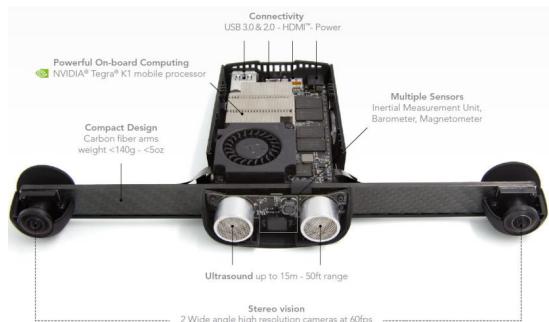


그림 5. 패롯(Parrot) 슬램덩크(Slam Dunk)

이에 더불어 DJI와 소형드론 분야의 양대 측을 담당하고 있는 Parrot사는 고성능의 영상처리가 가능한 GPU(Graphic Processor Unit)을 포함하는 엔비디아(Nvidia TK1) 기반 임무컴퓨터를 출시하였다. 또한 리눅스 계열의 우분투(Ubuntu 14.04) OS 기반의 ROS가 지원되도록 하였으며, 스테레오 카메라를 장착해 초당 60 프레임, 1500x 1500의 해상도를 구현할 수 있다(그림. 5).

궁극적으로 Parrot사는 임무컴퓨터를 통해 GPS가 작동하지 않는 실내 공간 등에서 위치 및 방향을 알 수 있는 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기술을 지원한다는 의미를 담고 있다. 이 임무컴퓨터를 활용하면 실내에서 자율이동, 및 충돌회피 기능이 수행이 가능하며, 드론뿐만 아니라 다른 로봇에도 탑재 할 수 있다.

위와 같이 최근 해외의 경우 소형 드론의 다양한 임무를 위해서 고성능 신호 및 영상처리가 가능하여, LiDAR 및 스테레오카메라를 실시간으로 처리할 수 있는 고성능의 임무컴퓨터가 출시되고 있다. 또한 이 임무컴퓨터를 활용해서 적외선 카메라, 대기권 연구장치, 지리조사 장비 등과 연결이 가능하며, 더욱 강력한 기능의 전문 애플리케이션

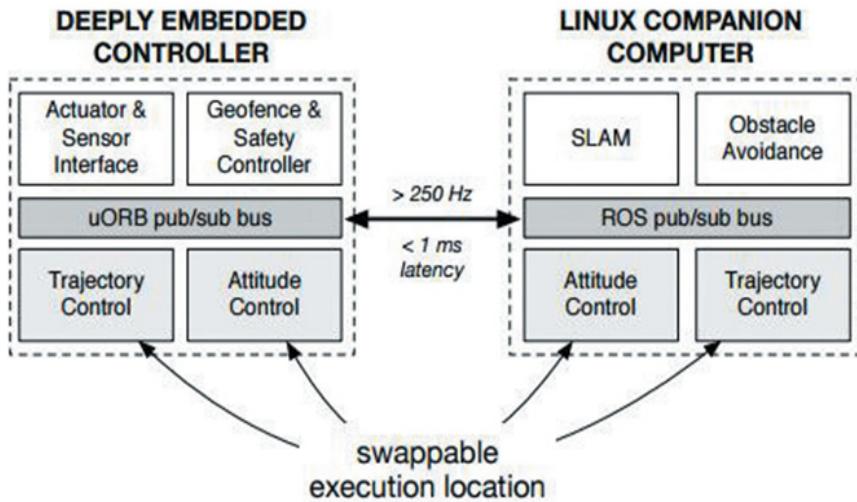


그림 6. 비행제어컴퓨터 및 임무컴퓨터 개발 방안[3]

을 개발할 수 있을 것으로 예상되며, 이를 통해 국내와 해외와의 기술격차가 점점 커질 것으로 예상된다.

이에 더불어 소형 드론의 임무컴퓨터의 개발 흐름은 드론코드 프로젝트 및 ROS와 같은 기존의 오픈소스 로보틱스 분야의 협업 해결책으로 국가를 뛰어넘는 초월적인 협업이 이루어지고 있는 상태이다.

### 2.3 국내 기술 현황 및 개선 방안

국내의 드론 시장 규모와 업체 수는 크게 증가하고 있으나 외형적인 하드웨어 제작에 집중되는 상황이다. 주요 이유로는 국내업체의 경우 내부 소프트웨어 기술이 없어서 대부분 비행제어컴퓨터 및 임무컴퓨터가 장착된 제품을 구입하고 있으며, 이를 이용하여 사용자 입장에서 미리 정해진 조작만이 가능한 수준이다. 또한 항법, 신호처리, 제어 등을 관리하는 종합적인 핵심 소프트웨어 및 OS 개발 없이는 해외 수입에 의존할 수밖에 없는 상황이다.

따라서, 국내 영세 기업의 자체 프레임워크를 기반으로 개발을 하기 보다는 전 세계적인 Open-Source Frame Work를 활용하는 방향으로

선회해야 한다(그림. 6). 즉, 비행제어컴퓨터는 드론코드 프로젝트의 PX4(Pixhawk) 기반으로 개발을 하고, 임무컴퓨터의 경우는 ROS 기반으로 개발을 통해 오픈소스 로보틱스 분야와의 협업을 통해 해외시장 진출을 시도해야 한다.

특별히 ROS의 경우 학계 연구자, 산업현장의 개발자, 그리고 취미로 활동하는 하비스트(hobbyist)까지 개발에 참여하고 있으며, 로봇 전공자뿐만 아니라 네트워크 전문가, 컴퓨터 사이언스, 컴퓨터 비전 분야의 사람들도 대거 참여하고 있어서 로봇 분야뿐만 아니라 다양한 배경의 지식이 모여 융합을 이루고 있어서 로봇공학이 지금까지와는 다른 양상으로 발전할 것으로 예상된다.

### 3. 결 론

소형 무인기의 오픈 아키텍쳐 기반 비행제어/임무컴퓨터 개발 현황을 조사한 결과, 국내의 소형 드론 개발진도 전 세계적인 Open-Source Frame Work에 참여하여, 비행제어컴퓨터는 드론코드 프로젝트의 PX4(Pixhawk), 임무컴퓨터는 ROS을 기반으로 추진하면, 지금까지 풀지 못한 숙제들을 효율적으로 풀 수 있을 것으로 생각한다.

## 후기

본 연구는 “오픈아키텍처 기반 무인이동체 비행 조종 및 다중임무 통합 컴퓨터 개발(SR16120)”의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Lorenz Meier, Dominik Honegger and Marc Pollefeyts, PX4: A Node-Based Multithreaded Open Source Robotics Framework for Deeply Embedded Platforms”, ICRA (Int. Conf. on Robotics and Automation) 2015.
2. SungTae Moon, Wesub Eom, Hyunchul Gong, “Development of Large-Scale 3D Map Generation System for Indoor Autonomous Navigation Flight - work in progress”, APISAT (Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology) 2014
3. Drone Code, <https://www.dronecode.org/>
4. Open Pilot, <https://www.openpilot.org/>
5. ROS, <http://www.ros.org>