



클라우드에서 드론과 SDN/NFV의 융합

Convergence of Drone and SDN/NFV in Cloud

김영화[†]
Young Hwa Kim[†]

한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

초연결 사회 및 제4차 산업혁명에서 중요한 센서형 디바이스 중 하나인 드론은 군사용, 취미용, 상업용에서 놀랄만한 발전을 보이고 있다. 하지만, 드론의 기체 작동이나 응용·서비스가 특정 기체에 종속되어 있고, 하나의 드론 제작 기관이 기체에서부터 응용·서비스까지 모든 것을 다루기 때문에 다양한 기술적 전문성과 즉시적인 사용자 요구사항에 대응하는데 한계가 있다. 본 논문에서는 이런 구조적 문제점을 해결하기 위해 참고할만한 사례를 알아보고, 드론과 서로 다른 기술처럼 보이는 클라우드 컴퓨팅 그리고 SDN/NFV 기술이 왜 어떻게 서로 융합되어야 하는지를 제안한다.

키워드: 드론, 로봇 클라우드, 차량 클라우드, 드론 클라우드, SDN/NFV

Abstract

One of the most important sensor-based devices in the hyper-connected societies and the Fourth Industrial Revolution, drones have made remarkable progress in military, hobby, and commercial applications. However, there are limitations in dealing with various technical expertise and immediate user requirements because the drone aircraft operations, applications and services are dependent on specific aircraft, and single drone vendor deals with everything from aircraft to their services. In this paper, we will look at some examples that could be helpful to solve these structural problems, and suggest how cloud computing and SDN/ NFV technologies, which seem to be different technologies from drones, should be fused together.

Key Words : Drone, Robot Cloud, Vehicle Cloud, Drone Cloud, SDN/NFV

Received: Jan. 12, 2017
Revised: Mar. 20, 2017
Accepted: May. 31, 2017
[†]Corresponding authors
yhwkim@etri.re.kr

1. 서론

2016년 6월 이세돌과 알파고의 바둑 시합을 기점으로 세계는 이제 제4차 산업혁명의 도래를 예견하고 있으며, 이 시대의 특징과 대응방안 등을 다양한 각도로 다루고 있다. 예를 들면, 이 산업혁명의 시대는 인공지능(AI)이 전제가 되는 사회로서 AI 플랫폼을 획득한 기업이나 국가가 경쟁우위를 확보할 것이며, 한국은 특화형 AI 플랫폼보다는 기반형 또는 범용형 AI 플랫폼 방향으로 나아가는 것이 바람직할 것이다 라고 권고하고 있다[1]. 그리고 머지않아 인터넷과 통신 기술 등의 발달로 네트워크를 통해 사람, 데이터, 사물 등 모든 것이 연결되는 초연결 사회에서 인간은 다양한 센서형 스마트 디바이스(차량, 로봇 등)를 폭넓게 활용하여 ICBM(IoT, Cloud, Big-Data, Mobile) 융합 서비스를 제공받게 될 것으로 예상하고 있다. 이러한 초연결 사회 및 제4차 산업혁명에서 중요한 센서형 디바이스 중 하나인 드론은 군사용에서 시작하여 취미용, 상업용으로 놀랄만한 발전을 거듭하고 있다. 예를 들면, 프랑스 항공사인 에어버스는 올해 8월에 스마트폰으로 목적지만 설정하면 자동으로 사람을 운반해주는 형태의 파일럿이 없는 드론 택시를 기획하고 있으며, 내년 말에 시제품을 만들어 시험 비행을 할 계획이라고 밝혔다[2].

한편, 서버 가상화 등을 통해 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 컴퓨팅 리소스들을 통합 제공하는 기술인 클라우드 컴퓨팅(이하 클라우드) 기술은 현재 자동차, 조선, 항공, 로봇, 의료, 영화/게임 등 다양한 분야와 융합하여 고부가가치를 창출하거나 기존 산업체계를 무너뜨리고 있는데, 인스타그램, 에어비엔비, 우버와 같은 파괴적인 비즈니스 모델의 배경에는 클라우드 컴퓨팅이 자리

본 연구는 미래창조과학부(MSP) 및 정보통신기술진흥센터(ITP)의 정보통신/방송 연구 개발 사업의 일환으로 수행하였음. [E0101-16-0233, 스마트 네트워킹 핵심기술 개발]
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.

잡고 있다고 한다[3].

그리고 오픈플로우(OpenFlow)를 시작으로 ONF(Open Networking Forum) 설립, 구글의 B4 프로젝트 발표, ETSI의 NFV 표준화 등을 통해 SDN(Software Defined Networking)는 네트워크 패러다임에 대한 변화의 주역으로 부상하고 있다. 이러한 SDN은 기존 하드웨어 기반의 경직된 네트워크 구조를 소프트웨어 기반의 유연한 구조로 전환함으로써 미래의 다양한 융복합 산업과 4차 산업혁명에 대응할 수 있는 네트워크 아키텍처로 받아들여지고 있다[4].

특히, 중국에서는 최근에 경량 드론의 운영관리(서비스정보제공, 실시간 모니터링 등)를 지원하는 클라우드 기반 드론 DB 시스템의 구축 상황을 발표하였으며, 미국에서는 구글, 아마존, 버라이즌 등과 함께 다양한 드론 동작을 안전하게 관리하는 클라우드 기반 민간용 드론 추적 및 트래픽 관리 시스템을 개발 중이다. 본 논문에서는 이러한 연관 기술 및 주변 상황을 참고하여 국내의 제4차 산업혁명 및 초연결 사회를 구체적으로 실현하기 위한 방안으로 드론과 서로 다른 기술처럼 보이는 클라우드 컴퓨팅 그리고 SDN/NFV 기술이 왜 어떻게 서로 융합되어야 하는지를 제안하고자 한다. 이를 위해, 2장에서는 로봇 클라우드 및 차량 클라우드 사례를 바탕으로 드론 클라우드화를 위해 드론과 클라우드 컴퓨팅을 융합하기 위한 필요성 및 드론 클라우드 컴퓨팅 아키텍처를 언급하고, 3장에서는 드론과 SDN/NFV를 융합하기 위한 방안 및 드론 지원 SDN 개념 구조를 다룬다. 마지막으로 4장에서 본 고에 대한 정리와 향후 진행사항을 기술한다.

2. 드론 클라우드 컴퓨팅 아키텍처

2.1 로봇 클라우드

클라우드 로봇공학(Cloud Robotics)은 클라우드 컴퓨팅, 클라우드 스토리지, 그리고 융합 인프라 및 공유 서비스 중심의 인터넷 기술과 같은 클라우드 기술을 적용하는 로봇공학이라고 되어 있다[5]. 이러한 로봇 클라우드는 기존 로봇과 달리 웹 기반의 클라우드 자원(컴퓨팅 서버, 스토리지 등)을 활용하는 로봇으로, 몸체에 부착된 센서들이 물체와 사람의 이미지/소리/냄새/촉각 등의 외부 환경을 인식해 그 데이터를 클라우드로 보내면, 클라우드 내의 검색엔진/머신러닝/딥러닝/이미지처리 등의 다양한 기술의 융합을 통해 고차원의 임무를 수행할 수 있다.

한 예로, 일본 최대 통신사업자인 NTT 그룹이 6개 계열사와 공동으로 NTT 인공지능 기술인 '코레보(Corevo)' 기반 로봇 서비스 시스템을 클라우드에 구축하고 공동으로 실증 실험 진행 중이다. 예를 들면, 시중은행 3곳과 로봇실증 시험 중이며, 로봇을 활용하여

고령자 지원 서비스를 실험하고 있다[6]. 그리고 구글은 “클라우드 컴퓨팅 방식으로 웹을 통해 다수의 로봇들을 원격 제어하는 기술” 특허(12.04 출원 및 '15.03 등록 완료)를 통해 군집 로봇의 제어에 활용하고자 한다[7].

2.2 차량 클라우드

IoT 기반 스마트 주차 솔루션 ‘아이파크킹’을 운영 중인 파킹클라우드는 서울 강남구 도시관리공단에서 운영 중인 공영주차장의 통합주차관리시스템 개발을 골자로 하는 강남구 스마트파킹 인프라 구축사업을 강남구로부터 올해 8 월 초에 수주하였다. ‘아이파크킹’은 내부에 설치된 무인정산기와 차량인식기가 클라우드 서버와 연결돼 있어 이용자가 아이파크킹 스마트폰 애플리케이션을 다운로드 받은 후 차량정보 및 결제정보 등록만 마치면 별도의 정산 과정 없이 고속도로 하이패스처럼 자동으로 주차비가 결제되는 방식이다[8].

이러한 차량 클라우드 좀더 진보된 형태로써 VANET (Vehicular Ad Hoc Network)이라는 차량 네트워크는 트래픽 혼잡, 사고, 주차, 환경 오염 등의 최소화를 통해 운전자나 사회 구성원에게 최적의 차량 운용 환경을 제공하고자 한다. 이러한 유형의 차량 클라우드는 구성 형태에 따라 차량 네트워크를 기반으로 구성되는 VANET 기반 클라우드와 차량에 탑재된 컴퓨팅 단말이 인터넷과 연계되어 구성되는 차량대-클라우드 두 가지로 나누어지며, 구조상으로 차량 클라우드, 노변 클라우드, 중앙 클라우드가 상호 연결되는 아키텍처를 갖는다[9, 10]. 한편, VANET이 IP 기술을 사용하는 관계로, 차량 한대가 센서, 스토리지, 컴퓨팅 등의 다양한 클라우드 자원을 소유할 수 있는 특성을 활용하여 이동성, 보안성, 콘텐츠 중심의 식별자 기반 네트워크 기술인 ICN(Information Centric Networking)을 차량에 접목하고자 하는 사례도 있다[11].

2.3 드론 클라우드

2.3.1 드론 클라우드의 필요성

군사용으로 시작한 드론은 이제 단순한 취미 활동뿐만 아니라 엔터테인먼트, 물류 배송, 농업 지원, 모니터링, 재난 안전 등으로 활용 범위가 빠르게 확대되고 있다. 이러한 드론 기술은 현재 하이프사이클(Hype-cycle) 측면에서 혁신 트리거링(Innovation Triggering) 단계로 예상되고 있으며, 특정 기관/기체/응용·서비스 중심의 사일로(Silo) 형태의 연구·개발·활용이 진행되고 있다. 드론의 기체 운용이나 기본/부가 응용이 특정 기체에 종속되어 있고, 해당 기관이 기체 제작에서부터 응용·서비스까지 모든 것을 다루기 때문에 다양한 기술적 전문성과 즉시적인 사용자 요구사항에 대응할 수 있는 역동성이 약하다. 예로 들면, 재난감시용 드론, 택배용 드론, 농약 살포용 드론 등처럼 현재까지 드론은 특정

응용을 수행하고자 하는 목적으로 드론을 개발하고 있다. 또한, GPS 제밍(Jamming) 및 스푸핑(Spoofing)에 대한 대비를 모든 기체 제작 기관이 진행한다는 것도 가능하지 않다. 이 때문에 특정 기체/기관의 응용·서비스 중심의 시장 형성으로는 드론 산업의 건설적인 에코시스템을 구성할 수 없다.

또한, 드론의 폐쇄된 사용자 환경으로 잠재적 사용자가 원하는 기체에 원활히 접근할 수 없어 더욱 완벽한 후속 버전을 만들기 위해 필요한 사용자로부터 피드백의 규모가 제한적일 수 밖에 없다. 거의 무제한으로 확장 가능한 클라우드 자원을 활용할 수 있는데도 불구하고 해당 기체가 보유하고 있는 자원과 해당 기관의 정책 범위 내에서만 드론을 활용함으로써 시장 성장성에 스스로 한계를 두고 있고 로봇이나 차량과 같은 다른 클라우드 기반의 다양한 센서형 스마트 디바이스와 연계하여 새로운 융합 서비스를 창출할 수 있는 기회를 만들지 못할 수 있다. 하지만, 로봇이나 차량이 자신과 클라우드 간의 통신을 통해 자신 능력의 한계를 벗어나 고부가가치를 확대·재생산할 수 있는 것과 같이, 유사한 센서형 스마트 디바이스으로써 드론도 클라우드화를 통해 상기 이슈들을 조기에 효과적으로 해결할 수 있으며, 접근 방법에 따라 로봇이나 차량보다 더 빠른 속도로 클라우드화가 될 수 있고, 국내의 얼리어댑터(Early Adapter)적이고 동적인 특성을 활용하여 드론 시장 상황의 판도를 뒤집을 수도 있을 것이다.

2.3.2 드론 클라우드 컴퓨팅 아키텍처

드론 클라우드 컴퓨팅 아키텍처는 다음 그림에서 같이 VCC(Vehicular Cloud Computing) 아키텍처와 유사하게 내부 드론 계층(Inside-Drone Layer), 드론 통신 계층(Drone Communication Layer), 그리고 드론 클라우드 계층(Drone Cloud Layer)으로 이루어지는 3계층 형태로 구성할 수 있다. 내부 드론 계층은

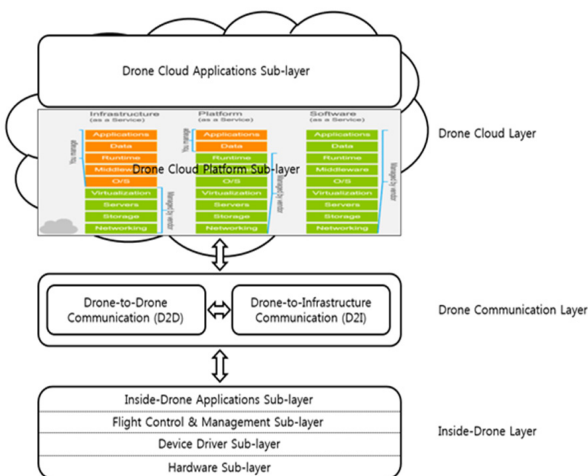


그림 1. 드론 클라우드 컴퓨팅 아키텍처
Fig. 1. Drone Cloud Computing Architecture

다시 모터, 배터리, IMU(Inertial measurement unit), GPS(Global Positioning System), 통신 모듈, 짐벌 등의 하드웨어 부계층, 디바이스 드라이버 부계층, 호버링, 모니터링, 고장 안전(Fail Safe) 등을 수행하는 비행 제어·관리 부계층, 그리고 로깅, 충돌 탐지, 비디오 스트리밍 등을 수행하는 내부 드론 응용 부계층으로 구성할 수 있다. 드론 통신 계층은 드론대드론 통신과 드론대인프라 통신으로 구성할 수 있으나, 좀더 세부적인 내용은 추후 검토가 필요하다. 드론 클라우드 계층은 다시 드론 관련 IaaS/PaaS/SaaS 서비스를 제공하는 드론 클라우드 플랫폼 부계층과 드론 고유의 클라우드 응용·서비스 그리고 다른 센서형 스마트 디바이스와의 융합 응용·서비스 등을 지원하는 드론 클라우드 응용 부계층으로 구성할 수 있으나, 이 또한 추후 검토가 필요하다.

3. 드론 자원 SDN 개념구조

3.1 SDN/NFV 개요

모바일 멀티미디어 데이터의 폭증, 일간 트래픽의 동적 변이 심화, 클라우드 컴퓨팅 및 빅데이터 수용을 위한 대규모 데이터 센터의 확산, IT 기반 비즈니스 신속성 요구 증가 등과 같은 ICT 기술산업의 환경 변화는 트래픽의 동적 변화와 新 비즈니스 수요에 손쉽게 적용할 수 있는 유연하고 효율적인 스마트 인프라로의 패러다임 전환이 요구하고 있으며, 이를 위한 방법론이 SDN/NFV 기술의 적용이다.

SDN은 하드웨어 기반 데이터 전달기능과 소프트웨어 제어기능이 밀접함되어 있는 기존의 네트워크 노드(스위치/라우터)에서 제어기능을 분리하여 중앙 집중화시키고, 개방형 API를 통해 네트워크의 트래픽 전달 동작과 기능을 소프트웨어 기반 컨트롤러에서 제어·관리하는 개념으로, 네트워크 노드와 컨트롤러 사이에 OpenFlow라는 표준 인터페이스(SBI, South-Bound Interface)와 주로 JSON(Javascript Object Notation) 유형의 표준 인터페이스(NBI, North-Bound Interface)를 사용하여 네트워크 프로그래밍(Programmability) 및 가상화(Virtualization)를 지원하고 있다[12].

NFV는 기존의 응용·서비스 중심의 네트워크 노드(예: Load Balancer) 기능을 소프트웨어 빌딩 블록 형태로 가상화하고, 필요에 따라 원격에서 설치/연결/수정/삭제 등을 동적으로 제어·관리하는 개념이다[13]. 이러한 SDN/NFV 기술은 클라우드 분야에서 이미 검증과정을 완료하였고, 이제는 다양한 제품들이 나오고 있으며, 국내의 데이터센터 구축에도 활용되고 있다[14]. 또한, 2014년부터 ETRI에서 수행하고 있는 스마트 네트워킹 핵심기술 개발 사업에서는 스마트 클라우드 네트워크 및 전달망을 위해 SDN/

NFV 기반 단일/다중 클라우드 지원 가상 네트워크 통합 제어·관리 기술을 개발하고 있다[15].

3.2 드론 지원 SDN 개념구조

국내에서 드론 제조 기업만 해도 16개 이상이 존재한다. 여기에 드론 관련 모듈(디바이스) 제조기업과 소프트웨어 개발 기관까지를 포함하면 최소 60여개 이상이 될 것이다[16]. 이를 중국, 일본, 미국, 프랑스 등으로 확장하면 드론 관련 기관의 규모를 파악하는 것은 쉽지 않을 것이다. 당연히 무선 조종기와 드론 기체 사이의 인터페이스는 해당 드론 제조 기관에서 정의한 인터페이스만을 사용하고 있으며, 특정 조종기는 다른 기체를 제어하는데 사용할 수 없다. 또한, 최근 발표된 한 드론은 장애물 자동 탐지 기능과 이동 물체 추적 기능을 가지고 있지만, 사용자가 원하는 수준의 품질을 제공하기 위해서는 사용자로부터 다양한 피드백을 수용할 수 있어야 한다. 하지만, 사용자와 기체 제조 기관과의 폐쇄된 관계 속에서는 사용자가 자신의 피드백을 해당 기관에게 제공하는 것이 여의치 않다. 이제, 벤더락인으로부터 벗어나고 신규 비즈니스의 신속 대응을 위해 SDN이 필요했던 것처럼, 드론 분야에도 SDN 개념을 제어·관리 프레임워크 차원에서 적용할 수 있다.

좀더 구체적으로 보면, 한 취미용 멀티콥터형 드론은 2.4GHz 주파수대에서 동작하고, 2가지의 작동 모드(1/2)와 3가지의 비행 모드(P/S/A)를 가질 수 있는데, 기본적인 작동 모드는 전진/후진, 선회, 상승/하강, 좌/우 이동으로 이루어진다. 여기에 스틸 사진 및 비디오 영상을 제어·전송하기 위한 인터페이스가 추가되어 있고, P 모드에서는 세부적으로 자동 이륙 및 착륙, RTH (Return to Home), 장애물 자동 탐지 기능과 이동 물체 추적 기능을 위한 인터페이스들이 고려되어 있다[17]. 또한, 무선 조종기와 기체가 1:1 관계로만 동작하지만, 하나의 컨트롤러에서 다수의 기체를 제어·관리하는 1:N 관계로 동작할 수 있는 드론 시스템도 머지않아 등장할 것이다. 따라서, 드론 지원 표준 SBI 인터페이스를 설계한다면 다음과 같은 인터페이스 세부 유형들을 고려할 수 있을 것이고, 드론 지원 표준 NBI는 응용·서비스 특성에 따라 추가적으로 정의될 수 있을 것이다.

- 기체 원격 제어 인터페이스
- 사진 및 동영상 제어 인터페이스
- 부가적 응용·서비스 제어 인터페이스
- 다중 드론 제어 인터페이스

또한, 현재의 드론은 사일로 구조로서 동일 응용·서비스에서만 해당 기체를 사용할 수 있다. 즉, 엔터테인먼트, 물류 배송, 농업 지원, 모니터링, 재난 안전 등에 활용되는 드론들은 해당 목적에만

사용되어 고가의 기체 및 자원에 대한 활용도가 낮을 수밖에 없다. 물론, 다양한 응용·서비스를 수용할 수 있는 플러그인 형태의 물리적 구조를 포함하고 있어야 하지만, 다양한 물리적인 디바이스 상에서 네트워크 프로그램화 및 가상화를 지원할 수 있는 오픈 인터페이스를 제공할 수 있는 소프트웨어 구조가 뒷받침되어야 기체 및 자원 활용도를 개선할 수 있다. 다음 그림은 이를 위한 드론 지원 SDN 개념구조를 나타낸다.

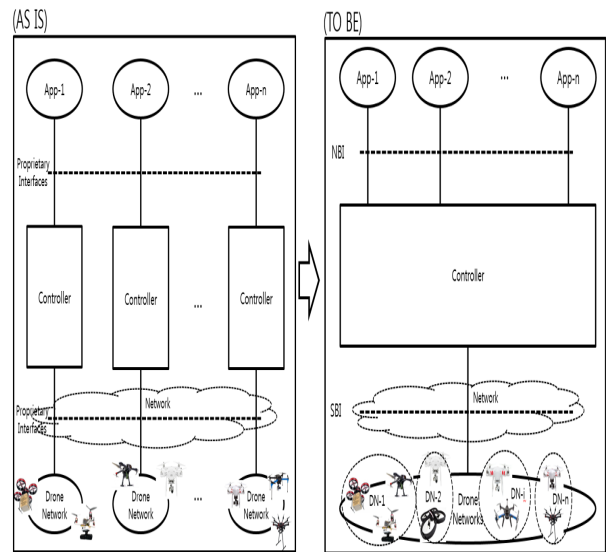


그림 2. 드론 지원 SDN 개념구조
Fig. 2. Drone-Supported SDN Conceptual Architecture

현재의 비선형 시스템의 제어 알고리즘, 자동비행, 군집비행 등의 응용들을 위한 제어관리 구조는 가상 네트워크 개념을 고려하고 있지 않지만[18, 19, 20], SDN 아키텍처는 기본적으로 가상 네트워크 개념을 지원하고 있다. 즉, 표준 SBI 및 NBI를 통해서 다양한 기체 및 응용·서비스를 수용할 수 있게 된다. 가상 네트워크도 인프라의 특징에 따라 다르게 구성될 수 있다. 예를 들면, CNPC(Control and Non-Payload Communication) 지상 네트워크 및 IP 네트워크는 서로 성격이 다르기 때문에 각각의 특징과 이들을 연계할 수 있는 방안이 필요하다[21]. 또한, GCS 기능과 SDN 컨트롤러 기능을 유지하고 있는 부분을 네트워크 하이퍼바이저 개념을 적용하여 제어평면 가상화를 지원하는 구조로 확장할 수 있다.

4. 결론

현재의 드론 제어·관리 구조와 제안하고자 하는 드론 제어·관리 구조의 차이점은 개념구조가 응용·서비스 또는 네트워크 인프라 종속적 모델인가 아니면 독립적 모델인가 하는 점이다.

최근에 전세계적으로 진행되고 있는 네트워킹 패러다임의 변화와 맞물려 응용·서비스 또는 네트워크 인프라 독립적 방식은 피할 수 없는 흐름이며, 이는 클라우드 및 5G와 같은 차세대 네트워크와 잘 연계되어 동작해야 하는 요구사항을 잘 만족하고 있기에 드론 분야에서도 SDN/NFV 개념은 필히 적용되어야 한다.

한국이 드론 분야에서 Fast-follower가 아닌 First-mover가 될 수 있는 방안을 제안하고자 이 논문을 작성하였지만, 드론, 클라우드, 그리고 SDN/NFV의 융합을 위한 토론의 문을 열 수 있는 것만으로도 성공이라는 생각이다. 이 과정에서 스마트 네트워킹 핵심기술 개발 사업 중 단일 클라우드 지원 SDN 가상 네트워크 통합 제어·관리 기술개발 부분은 드론, 클라우드, 그리고 SDN/NFV의 융합을 위한 기초 기술로써 활용될 수 있다. 향후, 본 논문 이후의 작업들로는 드론 클라우드 컴퓨팅 아키텍처의 구체화, 드론 지원 SBI 설계, 그리고 융합 Use Case 분석 및 적용 등이 있을 수 있다. 물론 이런 작업들이 의미가 있기 위해서는 국내에서 클라우드 기반 드론과 SDN/NFV의 융합에 대해 큰 틀의 합의가 있어야 지속성이 유지될 수 있을 것이다.

한편, 로봇과 차량의 클라우드와의 융합을 통해 스마트 디바이스 서비스를 제공하는 것처럼 드론과 클라우드의 융합만으로도 드론의 제한적인 자원의 한계를 극복하고, 사용자의 요구사항에 맞는 응용·서비스 컴포넌트들의 구성을 통해 온디맨드 서비스 프로비전을 수행할 수 있는 클라우드 기반 스마트 드론 서비스 (DaaS, Drone as a Service)를 제공할 수 있는데, 드론, 클라우드, 그리고 SDN/NFV의 융합을 주장하는 한 사람으로써 실제적인 DaaS 사례가 조만간에 나타나기를 바라마지 않는다.

References

- [1] <http://www.etnews.com/2016082400037>
- [2] <http://www.edaily.co.kr/news/NewsRead.edy?SCD=JC61&newsid=01161126612749616&DCD=A00306&OutLnkChk=Y>
- [3] <http://skccblog.tistory.com/2887>
- [4] <http://it.chosun.com/news/article.html?no=2818012>
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_robotics
- [6] <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=8221>
- [7] <http://www.itnews.or.kr/?p=14737>
- [8] <http://www.fnnews.com/news/201608110935004323>
- [9] Myeong Hak Heo, Kyung Hyune Rhee, "Utilizing Plans Security Requirements of Vehicular Cloud Computing," *Korea Institute of Information Security and Cryptology*, Vol. 24 No. 2, Apr. 2014
- [10] Md Whaiduzzaman, MehdiSookhak, AbdullahGani, RajkumarBuyya, "A survey on vehicular cloud computing," *Journal of Network and Computer Applications*, p325~344, 2014
- [11] Euisin Lee, Eun-Kyu Lee, and Mario Gerla, Soon Y. Oh, "Vehicular Cloud Networking: Architecture and Design Principles," p148~155, *IEEE Communications Magazine*, Feb. 2014
- [12] Sun Hee Yang, Tae Sang Choi, Saehoon Kang, "Technical Trend and Prospect of SDN Technology," *Broadcasting and Technology*, May 2014
- [13] Jong Hwa Lee, "Standardized Trend of ETSI NFV Technology," *TTA Journal* Vol. 151, p39~44, Jan. 2014
- [14] <http://www.ddaily.co.kr/cloud/news/article.html?no=142122>
- [15] Young Hwa Kim, Saehoon Kang, Chunglae Cho, Soomyung Pakh, "SDN-based Orchestration for Interworking Cloud and Transport Networks," *ICTC*, Oct. 2016
- [16] Sang Eun Oh, "Technical Trend and Enterprise's Action Plan of Drone," Korea Embedded Software and System Industry Association, *ISSUE REPORT 2016-04*, Aug. 2016
- [17] DJI, PHANTOM 4 User Manual, V1.2, Apr. 2016
- [18] Hyun Ho Yoo, Byung Jae Choi, "Design of Simple-structured Fuzzy Logic Systems for Quad-copter," *JKIIS* Vol. 25, No. 6, p600~606, Dec. 2015
- [19] Eun Hey Sun, Tran Huu Luat, Dong Yeon Kim, Yong Tae Kim, "A Study on the Image-based Automatic Flight Control of Mini Drone," *JKIIS* Vol. 25, No. 6, p536~541, Dec. 2015
- [20] Sung Tae, Yeon Ju Choi, Do Yoon Kim, Hyeon Cheol Gong, "Outdoor Swarm Flight System Based on the Relative Position Estimation," *Korea Computer Congress*, Jul. 2016
- [21] Hee Wook Kim, Kun Seok Kang, Dae Ik Chang, Jae Young Ahn, "Technical Standardization Trends on Control and Non-payload Communication for Unmanned Aircraft Systems," *ETRI Electronics and Telecommunications Trends* Vol. 30, No. 3, Jun. 2015

저자소개



김영희(Young Hwa Kim)

1998년~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

2005년 : 충남대학교 이학박사 전산학

관심분야 : 클라우드, SDN/NFV, 드론, 자율비행

Phone : +82-42-860-5819

E-mail : yhwkim@etri.re.kr