

드론 제어 자율복원성을 위한 SDN 기반 controller switching 기법

권영민, 박경준
대구경북과학기술원

{kym9102, kjp}@dgist.ac.kr

SDN-based controller switching for resilient drone control

Young-Min Kwon and Kyung-Joon Park

Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology (DGIST)

요약

CPS 시스템에서 물리시스템과 연동된 네트워크는 신뢰성을 보장하여 제어 정보를 전달해야하는 중요한 역할을 맡고 있다. 네트워크를 통한 드론 제어 환경에서 네트워크 공격 상황 시, 드론 제어의 자율복원성을 보장하는 controller switching 기법을 SDN 을 활용한 실험환경을 통해 확인하였다.

I. 서론

최근 CPS (Cyber Physical System)에 대해 관심이 높아지면서 관련 연구가 많이 진행되고 있다[1, 2]. CPS 에서 네트워크는 신뢰성을 보장하여 데이터를 전송해야 하는 중요한 역할을 맡고 있다. 특히 물리시스템과 연동된 네트워크의 경우, 물리시스템의 제어 성능을 보장하는 것이 중요하다. CPS 에서 네트워크 장애 발생 시 성능 복구 기법으로 SDN 을 활용한 controller switching 이 제안되었다[3]. 본 논문에서는 controller switching 기법을 드론 제어 시스템에 적용하여 실험을 통해 제어 자율복원성 성능을 검증하였다. 드론이 GCS (Ground Control Station)와 네트워크로 연결되어 제어되는 상황에서 네트워크 공격에 대응하여 드론 제어 자율복원성을 보장하는 controller switching 방식을 실험을 통해 확인한다.

II. 본론

드론이 네트워크를 통해 제어되는 환경을 만들기 위하여 그림 1 과 같이 테스트베드를 구성하였다. GCS (Ground Control Station) switching 을 위해 SDN (Software Defined Networking)을 활용하여 테스트베드를 구축하였다. SDN controller 는 확장성이 용이하고 가용성이 뛰어난 분산형 구조의 controller 인 ONOS 를 사용하였다[4]. 또한 소프트웨어 기반의 스위치인 openvSwitch 와 AP (Access Point)의 기능을 수행하는 소프트웨어인 hostapd 를 라즈베리파이에 설치하여 네트워크를 구성하였다[5][6]. 드론은 Pixhawk 기반의 X8 드론을 사용하였으며, GCS 는 mission planner 를 사용하였다[7].

테스트베드 실험 시나리오는 다음과 같다. GCS1 (Flow1)이 드론을 제어하는 상황에서 네트워크에 침투한 attacker 가 ICMP flooding 공격을 수행한다. 이때, attacker 는 네트워크에 침입했다고 가정한다. ICMP

flooding 공격을 당한 GCS1 은 드론 제어를 안정적으로 하지 못하게 된다. 따라서 드론 제어의 신뢰성을 복구하기 위해 backup GCS 인 GCS2 (Flow2)로 SDN Application 을 이용하여 스위칭 한다. 총 10 번의 실험을 진행한 결과, 평균 564ms 의 스위칭 시간이 소요되는 것을 확인하였다. Pixhawk 드론의 경우 1 초의 주기로 heartbeat 메시지를 전달하는데, 만약 heartbeat 메시지를 3 번이상 전달받지 못하는 경우, failsafe 모드로 동작하게 된다. 하지만 564ms 는 heartbeat 메시지를 충분히 전달할 수 있는 시간이므로 controller switching 을 통해 안정적인 드론제어를 수행할 수 있다.

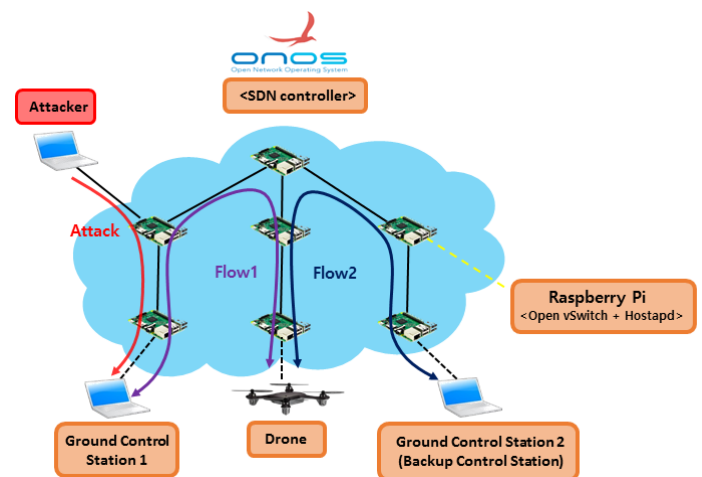


그림 1. Controller Switching 을 위한 테스트베드 구성도

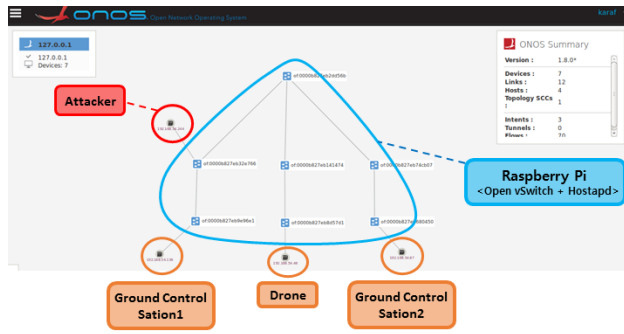


그림 2. ONOS 에서 확인한 테스트베드 환경

[6] <https://w1.fi/hostapd/>

[7] ardupilot.org/planner/index.html

III. 결론

본 논문에서는 네트워크 공격에 대응하는 Controller switching 을 실험을 통해 확인하였다. 테스트베드 구성을 통해 controller switching 기법을 실험하였고, 드론 제어가 안정적으로 수행되는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partly supported by Unmanned Vehicles Advanced Core Technology Research and Development Program Through the Unmanned Vehicle Advanced Research Center (UVARC) funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning, the Republic of Korea (NRF-2016M1B3A1A01937599) and Institute for Information and communications Technology Promotion (IITP) grant funded by the Korea government (MSIP; 2014-0-00065, Resilient Cyber-Physical Systems Research).

참 고 문 헌

- [1] K.-J. Park, R. Zheng, and X. Liu, " Cyber-physical systems: Milestones and research challenges," Computer Communications, vol. 36, issue 1, pp. 1-7, December 2012.
- [2] K.-J. Park, J. Kim, H. Lim, and Y. Eun, "Robust path diversity for network quality of service in cyber-physical systems," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 10, no. 4, pp. 2204-2215, November 2014.
- [3] S. Yoon, J. Lee, Y. Kim, S. Kim, and H. Lim, "Fast controller switching for fault-tolerant cyber-physical systems on software-defined networks," IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing (PRDC 2017) - Fast abstract, Christchurch, New Zealand, Jan. 22-25, 2017.
- [4] <http://onosproject.org>
- [5] <http://openvswitch.org>