
공중무인기 기반의 무선애드혹 네트워크 성능 분석

천정명* · 하동훈* · 박재성* · 윤석훈*

*울산대학교

UAV based Wireless Ad hoc Network Performance Analysis

Jeong-myong Chun* · Dong-hun Ha* · Jae-seong Park* · Seok-hoon Yoon*

*University of Ulsan

E-mail : jeongmyong.chun@gmail.com hdh91go@naver.com wotjd243@naver.com seokhoonyoon@ulsan.ac.kr

요 약

제한된 통신 범위를 가진 무선 노드가 형성하는 무선애드혹 네트워크는 재난 지역 감시, 사물 추적 및 전술 시스템에서 활용될 수 있다. 하지만 지상에 위치한 무선 노드의 경우 지형지물에 의한 무선채널의 영향과 노드 배치의 제한으로 네트워크 성능이 감소된다. 본 논문에서는 배치의 공간적 제약이 작고 신속한 배치가 가능한 공중무인기(Unmanned Aerial Vehicle)를 이용하는 무선애드혹 네트워크를 고려한다. 지상 노드와 공중무인기를 포함하는 테스트 베드를 구현하며 야외 시험을 통해 공중무인기의 유무에 따른 전송 처리량(Throughput)과 패킷 수신율(PDR)을 측정한다. 공중무인기가 데이터를 무선 중계함으로써 무선 애드혹 네트워크의 성능이 향상됨을 보인다.

ABSTRACT

Wireless ad hoc network which is comprised of wireless nodes that have the limited communication range is utilized to monitoring disaster area, tracing object, and tactical system. But in the case of wireless node on the ground, a network performance decrease because wireless channel is affected from obstacle or the node deployment is restricted. In this paper, we consider wireless network based on UAV(Unmanned Aerial Vehicle) which has little spatial constraint and quickly deploy a position. We implement test-bed included ground nodes and UAV, and measure throughput and PDR(Packet Delivery Ratio) according to the usage of UAV. We show that network performance is improved by relaying data on UAV.

키워드

Ad hoc Network, Unmanned Aerial Vehicle, Test-bed, Experiment

1. 서 론

무선애드혹 네트워크는 AP(Access Point) 없이 제한된 통신 범위를 가진 무선 노드가 형성하는 네트워크이다. 다수의 무선노드는 데이터 송수신과 중계 기능과 노드 배치의 신속성, 편의성을 이용하여 다양한 시스템에 활용 가능하다.

최근 무선애드혹 네트워크를 이용한 재난 지역 감시, 사물 추적 및 전술 시스템이 활발히 연구되고 있다[1][2]. 하지만 대부분의 연구는 지상에 국한되어 있으며 지상에 위치한 무선 노드의 경우

지형지물에 의한 무선채널의 영향과 노드 배치의 제한으로 네트워크 성능이 감소된다.

본 논문에서는 배치의 공간적 제약이 작고 신속한 배치가 가능한 공중무인기(UAV)를 이용한 무선애드혹 네트워크를 고려한다. 지상 노드와 공중무인기를 포함하는 테스트 베드를 구축하며 야외 시험을 통해 공중무인기의 유무에 따른 전송 처리량(Throughput)과 평균 패킷 수신율(PDR)을 측정한다.

본 논문의 구성으로 2장에서는 공중무인기 기반 무선애드혹 네트워크 테스트베드 구조와 무선

노드의 하드웨어와 소프트웨어에 대해 논한다. 3장에서는 야외 실험을 통한 무선에드혹 네트워크 성능평가 및 결과 분석, 4장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 테스트 베드

A. Hardware

지상 노드는 랩탑과 임베디드 보드를 사용한다. 임베디드 보드는 FALinux사의 G100-S5PV210으로 ARM Cortex A8 프로세서, SDRAM 256MB, ROM 2 512MB 낸드 플래시로 구성된다. 랩탑은 DELL사의 Vostro-3450으로 인텔 i5 듀얼 코어 프로세서, DDR3 4G RAM가 장착된다. 지상 노드는 802.11b/g/n 프로토콜을 지원하는 IP-time사의 N300UA 무선 네트워크 어댑터가 사용된다.

공중무인기는 PARROT의 AR.Drone2.0[3]으로 1GHz 32비트 ARM Cortex A8 프로세서, 1G DDR2 RAM, USB 2.0 연결 방식의 WI-FI, 3축 자이로스코프 2000°/초 정밀도, 3축 가속계 ±50mg 정밀도, 3축 자기계 6° 정밀도, 초음파 센서, 압력 센서가 장착된다.

B. OLSRD

무선 라우팅 프로토콜 OLSR(Optimized Link State Routing)[4]을 구현한 데몬(daemon)이다. 무선노드는 OLSRD를 이용하여 데이터 전송을 위한 라우팅 경로가 설정된다. 공중무인기와 임베디드 보드의 경우 ARM 프로세서이므로 크로스 컴파일러(Cross compiler)를 이용해 컴파일 된 데몬을 사용한다.

C. Traffic generator

본 논문에서는 UDP 프로토콜 기반 고속 데이터 트래픽 발생 툴을 구현하여 사용한다. 데이터 송신 시 사용자의 명령 인자 값에 따라 트래픽 속도가 선택된다. 또한 송신노드에서 시퀀스 넘버(Sequence number), 송신시간(Send time), 패킷 크기(Packet size) 정보를 패킷에 기록하며 수신노드는 수신된 패킷에 기록된 정보와 수신시간(Receive time)을 로그 파일에 기록하여 네트워크 성능인 패킷 처리량과 평균 패킷 전송율(PDR) 측정에 사용한다.

D. MAVLink

MAV(Micro Air Vehicle)Link[5]는 지상 관제 센터와 공중무인기 간의 통신 프로토콜이다. 이를 통해 관제 센터는 공중무인기의 이착륙 명령, 목적지 설정, 지면으로부터 고도 지정 명령을 전송하며 또한 공중무인기의 배터리 잔여량, 센서의 센싱값과 같은 상태 정보 획득이 가능하다. 본 논문의 테스트베드 실험 시 각 공중무인기의 목적지를 설정하며 이착륙 명령 전송에 사용된다.



그림 1. 임베디드 보드와 공중무인기

III. 실험 및 결과

본 절에서는 다수의 공중무인기의 유무에 따른 무선에드혹 네트워크 성능 측정 및 결과를 분석한다. 지상노드는 서버, 클라이언트, 중계노드로 나뉜다. 클라이언트는 고속 데이터 트래픽을 서버로 송신하며 서버는 수신된 패킷을 로그파일에 기록한다. 제한된 통신 범위로 인하여 서버와 클라이언트의 직접적인 통신이 불가능하므로 라우팅 프로토콜에 의해 설정된 라우팅 경로와 중계노드를 이용하여 고속 데이터를 전달한다.

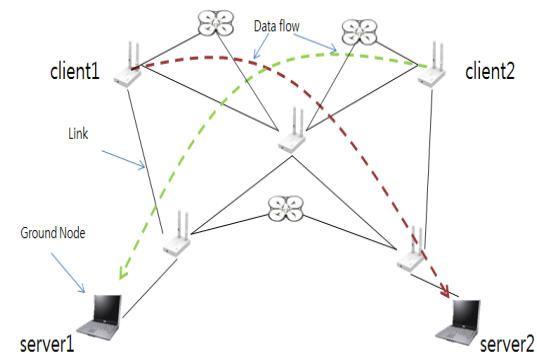


그림 2. 야외 실험 시나리오

그림 2은 공중무인기를 이용한 야외 실험 시나리오를 나타낸다. 장소는 캠퍼스 운동장에서 진행하였으 야외 실험에서는 7개의 지상노드와 3개의 공중무인기가 사용된다. 무선 노드의 인터페이스는 최대 처리량 54Mbit/s의 성능을 가지는 802.11g 프로토콜과 AP에 중속되지 않는 에드혹 모드를 사용한다. 클라이언트들은 서로 다른 서버로 동시에 동일한 트래픽 크기로 데이터를 전송한다. 각 실험은 트래픽은 166kbps, 333kbps, 666kbps이며 약 150초 동안 트래픽을 전송한다. 공중무인기는 서버와 클라이언트의 데이터 중계를 위해 사용된다. 또한 지면으로부터 약 6미터에서 호버링(Hovering)하며 공중무인기 간 일정 간격 이격시켜 위치한다.

표 1. 네트워크 환경 설정

Parameter	Value
Physical Layer	IEEE 802.11g
Transport Layer	UDP Protocol
Network Layer	OLSR
Packet Size	1040 byte
Experiment Duration	150 seconds
Wireless Mode	Ad-hoc
Network Load	166/333/666 Kbps

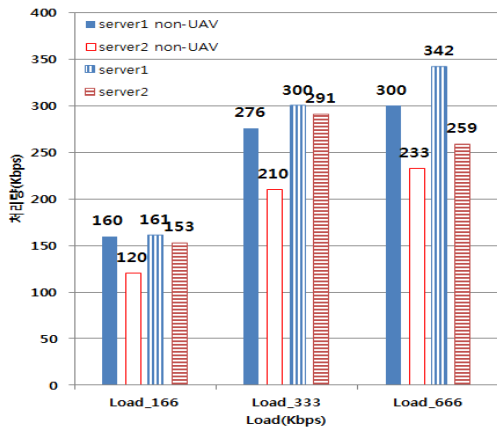


그림 3. 패킷 처리량(Throughput)

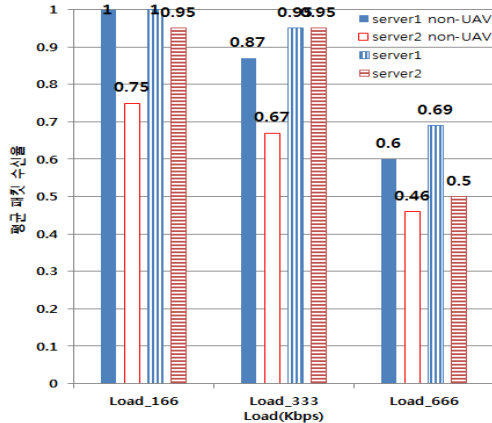


그림 4. 평균 패킷 수신율(PDR)

그림 3은 무선애드혹 네트워크에서 공중 무인기 중계 유무에 따른 패킷 처리량(Throughput)을 나타낸다. 클라이언트의 전송 트래픽이 166Kbps 일 때 서버의 패킷 처리량은 유사하나 트래픽 크기가 증가할수록 공중무인기의 중계 성능이 조금 더 향상된다. 패킷 처리량의 경우 수신노드의 처리속도보다 많은 양의 데이터가 송신되어 큐의 오버플로우가 발생한다. 이로 인해 송신노드의 트래픽 크기에 비해 수신노드의 처리량이 감소된다.

그림 4는 두 서버의 수신된 평균 패킷 수신율

을 나타낸다. 트래픽 크기가 333Kbps일 때 공중 무인기를 이용한 중계 시 패킷 분실이 거의 없으나 666Kbps에서 급격히 성능이 감소한다. 평균 패킷 수신율 또한 트래픽이 증가할수록 큐의 오버플로우로 인하여 다량의 패킷이 유실되어 수신율이 감소된다.

패킷 처리량과 평균 패킷 수신율에서 볼 수 있듯이 무선애드혹 네트워크의 공중무인기 데이터 중계는 일반적인 지상노드 중계에 비해 소폭 향상됨을 알 수 있다. 이는 야외 실험 시 무선노드의 지형지물에 의한 외부 영향이 없는 경우이며 외부 영향에 의해 제한된 노드 배치와 무선채널 신호 방해 등이 발생 할 경우 공중무인기가 없는 일반 지상노드의 네트워크 성능은 더욱 감소 할 것이다.

IV. 결 론

본 논문에서는 지상에 위치한 노드의 제한된 노드배치, 무선 채널신호의 영향과 같은 네트워크 성능 감소 요인으로부터 영향을 받지 않는 공중 무인기를 이용한 데이터 중계를 고려한다. 공중무인기 기반 무선애드혹 네트워크 테스트 베드를 구현하여 실제 야외에서 고속 데이터 중계 야외 실험하였다. 공중무인기를 통해 데이터를 중계함으로써 무선애드혹 네트워크의 성능이 향상됨을 보여준다.

참고문헌

- [1] J. Han, J. Jang, J. Han, "On-Time Internal Pedestrian Localization Algorithm Based on Ad-Hoc Networks", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol.39C No.11, pp. 1000-1008, 2014.
- [2] 이순화, 윤재선, 김장복, 임승각, "재난현장에서 신속한 애드혹 백본망 형성과 통신권역 최적화를 위한 중계장치 배치기법", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제11권, 제6호, 31-39쪽, 2011년.
- [3] AR.Drone2 <http://ardrone2.parrot.com/>
- [4] P. Jacquet, P. Muhlethaler, T. Clausen, A.Laouiti, A. Qayyum, L. Viennot, "Optimized linkstate routing protocol for ad hoc networks", IEEE INMIC 2001. Technology for the 21st Century. Proceedings. IEEE International 62 - 68, 2001.
- [5] <http://qgroundcontrol.org/mavlink>