멀티드론 통신을 위한 라우팅 프로토콜 연구

김종권*, 정영지**
*원광대학교 컴퓨터공학과
**원광대학교 컴퓨터공학과
e-mail:{kwon325,yjchung}@wku.ac.kr

A Study on Multi-Drone Communication Routing Protocol

Jongkwon Kim*, Yeongjee Chung**
*Dept of Computer.Software Engineering, Won-Kwang University
**Dept of Computer.Software Engineering, Won-Kwang University

요 약

드론을 이용한 영상 촬영이 대두되고 있는 현재에 효율적으로 영상을 전송하기 위한 대역폭이나 네트워크 시스템을 연구해야할 필요성이 있으며 2대 이상의 멀티 드론을 동기화 및 군집화 시키기 위한 라우팅 프로토콜을 설계하려 한다

1. 서론

최근 들어 드론에 의한 영상 촬영은 다양하게 산업적으로 활용되고 있다. 이 때 촬영된 드론 영상은 대부분 메모리에 저장하고, 회수된 드론의 메모리로부터 영상을 다운로드하여 확인하는 방식이다. 하지만 최근에는 셀룰러 네트워크을 통해 촬영된 영상을 바로 전송하는 방식이 연구되고 있으나 셀룰러 네트워크의 비용 및 셀룰러네트워크의 연결성 문제로 실시간으로 촬영 영상을 모니터링 하는데 한계가 있다. 본 연구에서는 멀티드론을 이용하여 촬영 범위를 넓히기 위한 군집화 드론의 D2D(Drone-to-Drone) 프로토콜을 정의하고자 한다.

2. 관련 연구

Ad-hoc 망은 중앙 집중화된 관리나 표준화된 지원 서비스의 도움 없이 임시 망을 구성하는 무선 모바일 노드들의 집합이다. 다수의 드론을 제어하기 위해서는 드론 간의 통신을 유지하며 필요한 정보들을 주고 받아야 한다. 그러기 위해서는 Ad-hoc 망을 구성하여 다수의 드론들의 데이터를 통신하며 군집화 하여야 한다. 이번 연구에서 사용할 Ad-hoc 라우팅 알고리즘과 다수의 드론에 대한 위치 추정 방식에 대해 알아보고자 한다.

2-1 Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing

Ad-hoc On-DemandDistance Vector Routing Protocol은 On-Demand 기반에 의해 경로를 만들어 일반적으로 요구되는 브로드캐스트 수를 최소로 한다. 경로 정보를 유지하지 않거나, 경로 테이블 교환에 참여하지 않고 선택되었던 경로가 없는 순수 On-Demand 경로 획득 절차에 의해 AODV 구분이 시작된다. 소스 노드가 유효한 경로를 가지고 있지 않은 목적지에 메시지를 보내려고 할 때 다른 노드의 위치 결정을 하는 Path Discovery 과정을 시작한다. 소스의 이웃노드 또는 요청을 하는 중간 노드에까지 route request packet(RREQ)을 브로드캐스트 한다.

2-2 라우팅 알고리즘(Routing Algorithm)

드론 및 무인이동체들은 자율주행, 충돌방지 및 지상통제센터에서의 운항정보 수집, 통제의 목적으로 위치, 속도, 방향을 포함하는 항법정보를 주기적으로 전달한다. 또한 동적인 토폴로지 변화에 적응적으로 경로를 구성하기 위해서는 라우팅 방식은 가능한 상태 정보를 저장하지 않아야 하고 또한 라우팅 프로토콜의 오버헤드를 최소화해야 한다. 무인이동체 협업을 지원하기 위한 애드혹 라우팅은 위치정보를 기반으로 한다. 각각의 무인이동체는 자신의 항법정보를 일정한 주기로 브로드캐스팅한다. 이러한 데이터를 수신한 노드는 해당 정보를 이웃노드와 포지션 테이블에 저장하여 어플리케이션 데이터를 전달 시 테이블을 참조하여 목적지 노드로 가장 근접한 이웃노드를 선택하여 전달하게 된다. 그리고 수식(1)과 같이 속도, 시간정보를 바탕으로 현재시점에서의 이웃노드를 예측하여 다음 홉을 선택한다

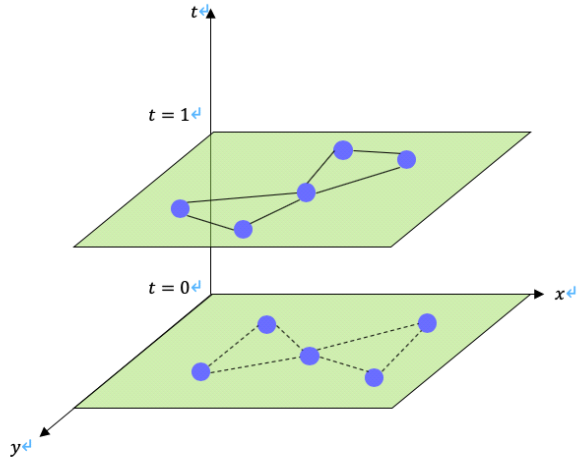
$$Loc_{curr} = Loc_{prev} + (t_{curr} - t_{prev}) \times V \quad (1)$$

3. 본론

3-1 라우팅 패스(Routing Path)

기존의 고정형 노드의 라우팅패스 알고리즘에서 드론의 특성상이동체라는 점과 고도에 따른 차이가 존재하므로 이

동형 노드의 라우팅패스 알고리즘과 프로토콜을 재정립할 필요성이 있다. 그로인해 현재 사용 중인 고정형 노드 라우팅 프로토콜에 2차원적 구성에서 드론의 이동형 노드에 맞게 3차원적 구성으로 설계를 하는 중이며 matlab과 ns3를 이용하여 라우팅 시뮬레이션을 구성 중에 있다. 이동형 노드의 특성상 기존 라우팅 패스에서 x,y,z 축이 변경된 상태에 맞게 라우팅 패스를 재정립해주어야 하며 가장 가까운 위치에 있는 노드가 변경될 수 있으므로 통신 루트를 변경



해주어야 한다.

그림 1. 라우팅 패스 재정립

그림 1과 같이 드론의 위치가 변경됨에 따라 t =0일 때의 라우팅 패스에서 t=1으로 변경되었을 때의 변경되었을 경우의 노드의 위치에 맞게 라우팅 패스를 재정립 해주어야 한다. 그러기 위해서는 노드들의 위치를 추정하는 방법이 필요하다.

3-2 노드의 위치 추정 방안

본 연구에서는 드론의 특성상 이동식 노드라는 점을 감안하여각 노드의 위치를 추정하는 방법이 필요하다. 그러기 위해서 두 가지 방안을 연구하고 있다.

- GPS를 이용한 추정

GPS는 위성의 삼각측량을 통해서 해당 노드의 위치를 추정한다. 이러한 특성상 1~3m 정도의 오차가 발생하게 되는데 먼 거리를 떨어진 상태로 모니터링을 할 계획인 현재의 연구내용에 있어서 큰 오차가 아니라 판단하여 해당 GPS 모듈을 드론에 장착하여 각 드론간의 통신으로 각자의 GPS 좌표값을 주고받아 위치르 추정하여 최적의 라우팅 패스를 구성하는 방안이다.

- 신호세기를 이용한 추정

멀티드론 간에 통신에 사용한 ZigBee를 사용할 때 신호의 세기를 바탕으로 드론의 위치를 추정하는 방법도 연구 중에 있다. 각각의 드론이 통신을 주고받기 위해 신호를 보낼 때 거리에 따라 신호의 세기를 증폭해야 하는 경우가 있다. 그걸 바탕으로 거리에 따라 어느 정도의 신호 세기를 주어야 하는지를 측정하여 신호 세기 강화 정도를 정하여 측정을 하는 방법이다.

3-3 라우팅 프로토콜

AODV는 주문형 MANET 라우팅 프로토콜이므로 네트워크에 요청이 있을 경우 경로를 유지한다. 목적지 노드에 도달하기 위해 다음 홉과 함께 라우팅 테이블을 유지 관리한다. 사용하지 않으면 잠시 후 라우팅 시간이 초과된다. AODV에는 다음과 같은 라우팅 메시지 유형이 있다.

RREQ : 경로 요청 RREP : 경로 회신 RERR : 경로 오류

노드가 패킷을 보내려고 하는데 목적지로 가는 경로를 모르면 RREQ 멀티 캐스트 메시지를 보내서 경로 탐색을 시작한다. 이웃 노드는 메시지가 어디에서 왔는지 기록하고 메시지가 목적지 노드에 도착할 때까지 이웃 노드에 전달한다. 대상 노드는 RREP로 응답하며 RREP는 RREQ와 함께 역방향 경로의 소스로 돌아간다. RREP가 소스 노드로 다시 이동함에 따라 중간 노드에 정방향 경로가 설정된다. 중간 노드는 수신한 RREQ에 대한 응답으로 RREP를 전송할 수도 있다. 따라서 목적지까지의 경로를 알고 있으면 노드가 기존 경로에 참여할 수 있다. RREP가 소스에 도착하고 경로가 작성되면 소스와 대상간에 통신을 시작할 수 있다. 링크 중단으로 인해 라우트가 더 이상 작동하지 않으면 링크 중단을 감지하는 노드가 RERR 메시지를 브로드 캐스트한다. 다른 노드는 메시지를 다시 브로드 캐스트하게 된다. RRER 메시지는 도달 할 수 없는 대상을 나타내게 된다. 메시지를 수신한 노드는 경로를 비활성화하게 되고 경로는 삭제된다.

소스 노드의 주소와 목적지 노드의 주소를 포함한 패킷을 소스 노드가 브로드 캐스트한다.

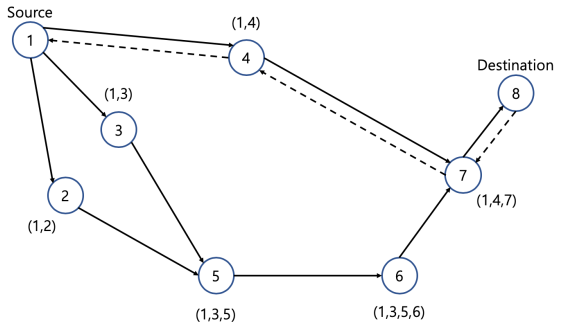


그림 2. AODV 라우팅 프로토콜 예시

그림 2와 같이 소스 노드에서 목적지 노드로 패킷이 브로드 캐스트 된다. 목적지 노드는 패킷을 받고나면 소스 노드로 응답하게 된다. 먼저 도착한 패킷에 대한 응답을 하게 되고 다른 경로를 통해 늦게 전송된 패킷은 삭제된다. RIP 패킷 형식으로 전송되어 각 드론의 비행정보를 주고 받는다.

데이터링크 프레임 헤더	IP 패킷 헤더	UDP 세그먼트 헤더	RIP 메시지 (비행 정보)

그림 3. RIP 패킷

4. 결론

본 논문은 멀티 드론간에 통신을 효율적으로 유지하고 드론의 비행 정보를 주고 받으면서 군집 비행의 최적화 방안에 대한 연구이다. 이를 위해, AODV 라우팅을 통해 이웃 드론과 통신하여 마스터 드론의 비행 정보를 다른 노드들에게 브로드 캐스트하여 위치 추정을 통해 통신 가능 거리를 계산 하여 비행하도록 하는 것이다. 기존의 지상국 시스템에서 멀티 드론의 통신으로 군집 비행을 가능하도록 한다.

참고문헌

[1] Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, “ A survey on sensor networks,” IEEE Commun.
Mag., pp. 102 - 114, Aug. 2002.
[2] B. Yahya and J. Ben-Othman, "REER:Robust and Energy
Efficient Multipath Routing Protocol for Wireless Sensor
Networks," in Proc. IEEE Globecom, Nov. 2009.
[3] Perkins, C., Belding-Royer, E., & Das,
S. Ad hoc on-demand distance vector (AODV)
routing (No. RFC 3561), 2003.