
DTN에서 UAV 편대를 이용한 효율적인 네트워크 구조

도윤형* · 이강환**

*한국기술교육대학교

Efficient Network Structure Using UAV Squad In DTN

Yoon-hyung Dho* · Kang-whan Lee**

*Korea University Of Technology And Education

E-mail : zephyrus@koreatech.ac.kr

요 약

본 논문에서는 DTN에서 UAV 편대를 이용한 효율적인 네트워크 구조를 제안한다. 기존 MANET에서 불안정한 종단간 연결성으로 인한 문제를 해결하기 위해 제안된 DTN은 Store-Carry-Forward 방식을 사용하여 통신한다. Store-Carry-Forward 방식의 통신은 종단간의 연결 없이도 중계 노드가 확보되면 번들 계층을 통해 메시지를 저장하여 목적 노드까지 손실 없이 메시지를 전달한다. 이러한 라우팅 구조는 재해재난 상황이나 전쟁 지역과 같이 네트워크 기반시설이 없는 곳에서도 네트워크를 구성하는 데 유리하기 때문에 현재 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문은 그런 연구의 일환으로 UAV 편대를 이용하여 유동적인 환경에서 더 효율적인 네트워크 구조를 제안한다. 제안하는 방안은 센서로써 작동하는 이질적인 노드들의 환경 정보 이용해 UAV 분대를 조직하여 안정적인 통신이 가능하도록 한다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed efficient network structure using UAV squad in DTN. In Delay Tolerant Network(DTN), the routing protocols adopting store-carry-forward method are used for solving network problem occurred by the unstable network environments. This routing method is useful for work in disaster and battle field so many researches are in progress. This paper is part of that, we use UAV squad in DTN which is dynamic environments for efficient network structure. Proposed measure use environment information in disparate sensor node and organize UAV squad for stable network.

키워드

Delay Tolerant Network, Unmanned Aerial Vehicle, Drone, Routing algorithm

1. 서 론

Delay Tolerant Network(DTN)이란 종단간의 연결이 불안정한 네트워크에서도 통신이 가능하도록 디자인된 네트워크 구조이다[1]. 기존의 무선 랜(Wireless LAN, WLAN)은 이질적으로 연결된 망들을 이용하여, 미리 라우팅 경로를 설정하고 이를 이용하여 메시지를 전송하게 된다. 하지만 기존의 통신 설비가 상실된 환경에서는 네트워크 단절이 빈번하게 일어나, 기존의 TCP/IP 프

로토콜을 사용하는 문제가 생긴다. DTN은 이를 해결하기 위해서 저장 및 전달(store-carry-forward)기반의 메시지 전달을 사용하여 종단 간 연결이 끊어지더라도 메시지를 보존하여 통신을 가능하게 한다. 이러한 DTN의 특성은 재난재해 환경이나 전쟁 지역과 같이 네트워크 기반 시설이 없는 지역에서 통신을 하는데 유리하다. 또한 드론과 같은 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)를 DTN의 중계 노드로 작동시켜 Ad HOC 망과 같은 이종의 네트워크들과 함께

구성되면 원하는 환경 정보를 효율적으로 습득할 수 있으며 그에 따라 다양한 상황에 대한 대처를 수립하는 것이 수월해진다. 때문에 현재 DTN과 UAV를 이용한 네트워크 구성에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 본 논문은 그런 연구의 일환으로 UAV 분대를 이용하여 유동적인 환경에 대해 적응적으로 대응하여 안정적인 통신을 가능할 수 있게 하는 네트워크 구조를 제안한다. 기본 UAV를 이용한 Ad HOC 라우팅 구조나 DTN 라우팅 구조는 단일 UAV의 순회나 상위 계층 노드로 작동하게 하여 환경 변화에 대해 유동적으로 대응하기 힘들고 UAV 자체의 문제 대해 취약했다. 본 논문에서 제안하는 방안은 다수의 UAV를 환경 정보에 따라 유동적으로 분대를 구성하게 하여 이 문제를 해결하려 한다.

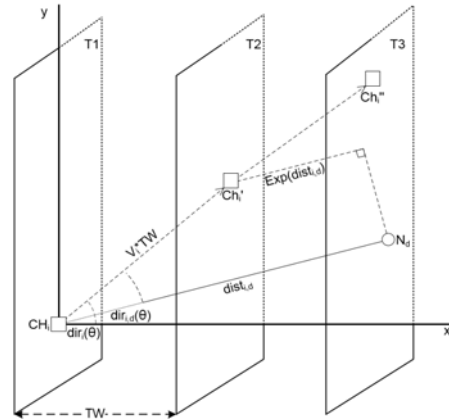


그림 1. $dist_{i,d}$, $Exp(dist_{i,d})$, $dir_i(\theta)$, $dir_{i,d}(\theta)$ 의 표현

II. 본 론

본 논문에서 제안하는 방법은 UAV와 같이 이동에 제약을 받지 않으며 고속으로 이동이 가능하고 직접적인 이동 제어가 가능한 슈퍼 노드와 이동성이 낮거나 거의 없는 고정 노드, 이동성은 있으나 장애물과 환경에 따라 이동이 제약이 되는 이동 노드로 구성된다. 슈퍼 노드를 제외한 고정 노드와 이동 노드의 통신 방식은 Epidemic 라우팅[2]이나 Spray and Wait[3] 라우팅 기법과 같은 플러딩(flooding) 기반의 메시지 전달 방식이다. 특히 이동 노드들은 재해 재난 환경이나 전쟁 지역에서 환경이나 목적에 따라 무작위적인 이동이 아닌 예측 가능한 이동성을 가지기 때문에 속도나 방향, 목적지와 같은 정보를 가진다. 따라서 각각의 노드의 속성 정보를 슈퍼 노드를 통해 공유하고 통신을 하여 슈퍼 노드의 경로와 위치를 제어 할 수 있는 정보를 얻을 수 있다. 슈퍼 노드와 공유한 정보 표1과 같으며 그림 1에서와 같은 방법을 통해 네트워크의 노드 이동성을 예측 할 수 있다[4].

표 1. 노드의 속성 정보 테이블

ID	Position	Velocity	Direction	Time
N_i	(pos_x, pos_y)	v_i	$dir_i(\theta)$	t

$dist_{i,d}$ 는 노드 i 와 노드 d 가 이루는 직선이고, $dir_{i,d}$ 는 직선 $dist_{i,d}$ 와 v_i 가 이루는 각을 의미한다. 이에 따라 구성되는 네트워크 구성은 그림 2와 같다.

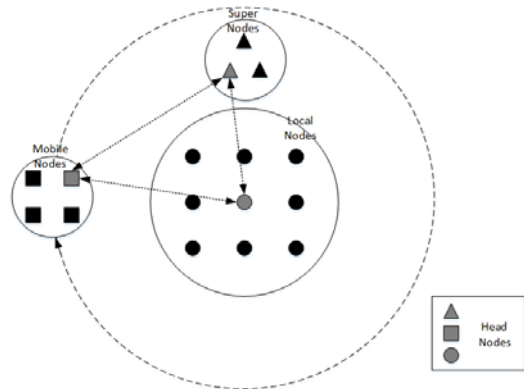


그림 2. 제안하는 네트워크 구조

각 노드들은 동종의 노드들과 같은 계층을 이루고 헤드 노드를 선출해 통신하게 된다. 이때 통신하는 방식은 DTN 방식을 사용하여 고정 노드의 정보를 이동 노드와 슈퍼 노드를 통해 기간 네트워크와 통신 할 수 있도록 한다.

이때 기간 네트워크를 이룰 수 있도록 슈퍼 노드는 수집한 정보를 통해 분대를 편성해 고정 노드의 중계 노드 역할 할 수 있는 위치로 이동한다.

이때 중계 노드로 선출될 확률은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
P_i = & \left(\frac{Energie}{Energie(MAX)} \right) ((W_{dir} \cdot \cos(dir_{i,d}(\theta))) \\
& + (W_v \cdot \frac{v_i}{MAX(v)}) \\
& + (W_{dist} \cdot \frac{Rt_d}{dist_{i,d}})) \\
s.t. & dir_{i,d}(\theta) < \frac{\pi}{2} \\
& dist_{i,d} < Rt_d \\
& W_{dir} + W_v + W_{dist} = 1 \\
& MAX(P_i) = 1
\end{aligned}$$

여기서, W_{dir} 은 방향성에 대한 가중치를 의미하며, W_v 는 속도에 대한 가중치, W_{dist} 는 거리에 대한 가중치를 의미한다. 식 (1)에 따라 현재 속도와 잔존 에너지, 이동 방향을 사용하여 슈퍼 노드 중 중계 노드를 선택하여 고정 노드의 중계 노드로 선택한다.

III. 결 론

본 논문에서 제안하는 네트워크 구조는 기존 고정 노드들과 이동성에 제한이 있는 이동노드들로 이루어진 네트워크에서의 통신 단절 문제를 UAV를 사용하여 해결하였다. 기존 UAV를 사용하는 네트워크 구조는 슈퍼 노드로서 큰 통신 범위를 통해 고정 노드와 이동 노드의 AP로서 작동하는 방식을 연구했으나 이는 비용과 제작에 문제가 있을 수 있다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해 DTN에서 중계 노드로 작동할 수 있는 소규모의 UAV를 다수 사용하여 편대를 형성해 통신 하는 네트워크 구조를 제안하였다. 현재 재해재난 환경과 전쟁 지역에서 지속적인 통신을 위해 꾸준히 연구되고 있으며 본 논문의 제안은 이러한 연구의 일환이다. 하지만 현재 제안된 구조에 대한 모의실험이 없어 추후 제안된 구조를 통한 전송률과 통신 지연 시간을 검증하는 과정이 더 필요하다.

참고문헌

- [1] Delay Tolerant Networking research group <http://www.dtnorg.org>
- [2] A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic Routing for Partially-connected Ad hoc Networks", *Technical Report CS-2000-06, Duke University*, 2000.
- [3] T. Spyropoulos, K. Psounus, and C. S. Raghavendra, "Spray and Wait : An Efficient Routing Scheme for Intermittently Connected Mobile Networks", *CM Workshop on Delay*

Tolerant Networking, pp. 252-259, 2005.

- [4] Yue Cao, Zhili Sun, Naveed Ahmad and Haitham Cruickshank, "A Mobility Vector Based Routing Algorithm for Delay Tolerant Networks Using History Geographpic Information", *2012 IEEE Wireless Communications and Networking Conference: Mobile and Wireless Networks*