

그룹 이동성 모델에서 전방향 벡터를 이용한 정확한 파티션 시간 예측

하남구⁰ 이병직 황성호 한기준

경북대학교 컴퓨터공학과

{adama2⁰, leric}@netopia.knu.ac.kr, skdisk17@postech.ac.kr, kjhan@bh.knu.ac.kr

Sophisticated partition-time prediction using Omni-directional vector in Group Mobility model

Namkoo Ha⁰, Byeongjik Lee, Sungho Hwang, Kijun Han
Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University, Korea

요 약

에드혹 네트워크에서 그룹 이동성을 고려할 경우, 주요한 이슈 중 하나가 그룹의 파티션 문제이다. 파티션 시간의 예측을 위해서, 기존의 모델들은 파티션이 발생하는 두 그룹의 대칭적 이동을 가정한다. 그러나, 실제 상황에서 파티션은 다양한 방향으로 일어나므로 대칭적 방향만을 고려한다면, 정확한 파티션 시간을 예측할 수 없다. 본 논문은 대칭적 이동뿐만 아니라, 모든 방향을 고려한 네트워크 파티션 분석 모델을 제시하고 수학적 인 분석을 통해 이를 증명한다. 따라서, 정확한 파티션 시간의 예측이 가능하다.

1. 서론

무선 에드혹 네트워크는 기반구조 없이 모바일 노드에 의해 독자적으로 구성되는 네트워크이다. 무선 랜에서 AP의 기능을 하는 장치가 없기 때문에, 노드들은 라우터의 기능과 일반 노드의 기능을 동시에 한다. 또한, 모바일 노드는 다양한 이동 패턴을 가지기 때문에 링크 실패 등이 자주 일어난다.

관련된 기존 연구에서는 노드들의 다양한 이동 패턴을 나타내기 위해 많은 연구를 했으며, 네트워크의 연결성을 개선하기 위하여 많은 이동성 예측 기법을 제안했다[1].

기존의 노드 이동성 모델은 노드 각각의 이동성을 고려하여 이동 노드 패턴을 제안했지만, 군사 지역에서 분대나 소대의 작전 수행, 화재 지역에서 소방관들과 의료진들의 이동, 박물관 같은 컨벤션 센터에서의 관람객들의 이동 패턴 등을 예측하기 위해 그룹 이동성 모델 기법을 제안했다. 비슷한 이동 패턴 성격을 가진 노드들의 그룹들이 움직이는 중에, 그룹들 사이에서 다른 그룹들로 분리된다. 예를 들면, 군대에서 소대 규모의 작전 수행 중, 분대 규모의 작전 수행이라든지, 화재 진압시 팀별 이동등의 부분에서 파티션이 일어나게 된다. 기존의 연구에서는 이런 파티션의 패턴을 같은 영역과 속도, 반대 방향으로 가정하여 모델을 제안했다[2]. 본 논문은

[0, 2 π] 사이의 모든 방향을 고려한 파티션 예측 기법을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 그룹 이동성과 파티션 예측에 대한 관련 연구에 대해 서술하고, 3장에서 우리의 기법을 제안하고 4장에서 결론을 맺는다.

2 관련연구

많은 연구자들은 그룹 이동성에 관해 많은 모델들을 제시했다. 논리적인 센터의 이동을 참조해서 노드들이 이동하는 RPGM(Reference Point Group mobility) 모델과, RPGM 모델에 미세시간에 따른 벡터 값을 적용한 RVGM(Reference Vector Group Mobility) 모델이 제안되었다.

2.1 RPGM 모델

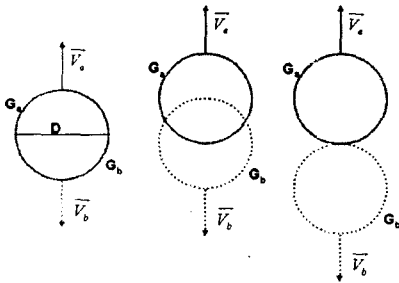
각 그룹은 논리적인 센터인 RP(Reference Point)를 가지며, 위치와 속도와 방향, 그리고 가속을 포함하는 전체 그룹의 이동 패턴은 RP의 이동으로 표현되어 질수 있다. 이 때, 각 그룹의 멤버 노드는 RP 근처에 랜덤하게 분포된다. 이 모델에서 각 멤버노드의 그룹 멤버쉽은 RP로부터의 상대적 위치로 표현된다[3].

2.2 RVGM 모델

이 모델은 RPGM 모델을 확장한 모델이다. 이 모델에서 각 각의 모바일 노드는 벡터값 $V=(v_x, v_y)^T$ 를 가진다. 여기에서 v_x 와 v_y 는 T 시간의 x 축과 y 축의 방향을 가진 벡터의 성분을 나타낸다. 각 이동성 그룹은 그룹마다 특징적인 평균 그룹 벡터, $W_j(t)$ 를 가지며, 그룹에 속해 있는 멤버 노드는 각각 지역 벡터 편차, $U_{j,i}(t)$ 를 가진다. 따라서, j 번째 그룹에 있는 i 번째 노드의 멤버십은 평균 그룹 벡터와 지역 벡터 편차의 합으로 표현된다.

- 평균 그룹 벡터 : $W_j(t)$
- 지역 벡터 편차 : $U_{j,i}(t)$
- 노드 벡터: $V_{j,i}(t)=W_j(t)+U_{j,i}(t)$

위의 세 가지의 요소를 이용하면, 각 그룹과 노드의 이동을 예측할 수 있다. 또한 한 그룹에서 각각 비슷한 성질을 가진 그룹의 파티션을 예측할 수 있다[4].



a. 파티션 전 b.파티션 진행중 c. 파티션 발생
그림 1. RVGM에서 파티션 예측

각각의 그룹 G_a 와 G_b 는 각각 \vec{v}_a 와 \vec{v}_b 의 벡터값을 가지고 반대 방향으로 이동하며, 일정시간 후 파티션이 일어난다. 이러한 과정을 그림 1에서 나타내었으며, 기존 RVGM 모델에서는 같은 영역과 속도, 반대 방향으로 가정하여 모델을 제안했다. 그릇의 영역의 지름이 D 이고, $\vec{v}_a = -\vec{v}_b$ 이므로 파티션 시간은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Partition_Time = \frac{D}{2\|\vec{v}_a\|} \quad (1)$$

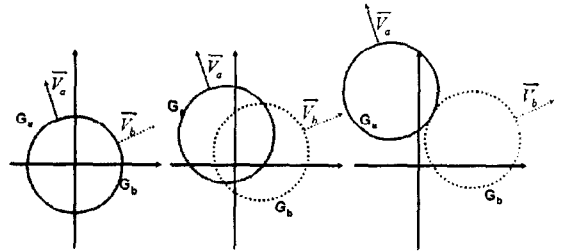
그러나 이 모델은 파티션을 180도로만 고려하기 때문에 90도나 45도의 이동은 예측할 수가 없다.

3. 제안 모델

기존의 그룹 파티션 예측 모델에서는 반대방향으로의 파티션만을 고려하고 있다. 실제로 그룹의 파티션이 반대방향으로만 일어나는 것이 아니므로, 여러 방향을 고려한 파티션 모델이 필요하다. 이 장에서는 여러 방향을 고려한 모델을 제시하고 수학적으로 분석한다.

3.1 분석 모델

비슷한 성질을 가진 그룹 안에서 다른 성질을 가진 그룹 G_a 와 G_b 가 각각 \vec{v}_a 와 \vec{v}_b 의 벡터값을 가지고 다른 방향으로 파티션된다.



a. 파티션 전 b.파티션 진행중 c. 파티션 발생
그림 2. 제안된 기법에서 파티션 예측

일정시간 후 일어날 수 있는 파티션 그룹 과정을 그림 2에서 보여주고 있으며, 본 논문에서 제안하는 기법을 위해 각 그룹들의 움직이는 속도는 같고 클러스터의 영역은 같다고 가정한다.

3.2 수학적 모델

각 그룹 G_a 와 G_b 에 대한 벡터를 \vec{v}_a 와 \vec{v}_b 라 하면 그룹 G_a 와 G_b 는 \vec{v}_a 와 \vec{v}_b 로 움직이지만 실제적으로 \vec{a} 와 \vec{b} 벡터로 이동한다. 파티션 그룹 G_a 와 G_b 의 모델을 그림 3에서 나타내었다. 또한, \vec{v}_a 와 \vec{v}_b 가 x 축과 이루는 각을 α 와 β 로 놓으면, θ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\theta = \frac{\alpha - \beta}{2} \quad (2)$$

식 (2)를 이용하여 $\|\vec{a}\|$ 를 구할 수 있다.

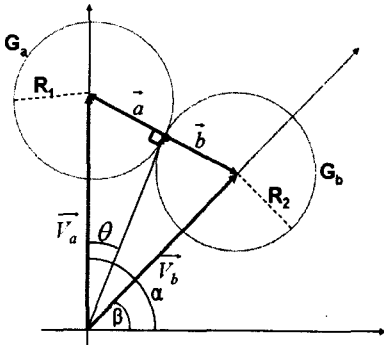


그림 3. 제안된 그룹 파티션 예측 모델

$$\left\| \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{\|\vec{a}\| \|\vec{b}\|} \right\| \sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \quad (0, \alpha, \beta \leq 2\pi) \quad (3)$$

실제로 \vec{v}_a 는 $\|\vec{a}\|$ 의 속도로, \vec{v}_b 는 $\|\vec{b}\|$ 의 속도로 파티션되는 것을 알 수 있다. \vec{a} 와 \vec{b} 는 크기, 즉, 속도는 $\|\vec{a}\| = \|\vec{b}\|$ 로 같고 방향이 반대임을 알 수 있다. 식 (3)를 이 용해서 식 (4)와 같이 파티션 시간을 예측할 수 있다.

$$Partition_Time = \frac{R_1 + R_2}{2\|\vec{a}\|} \quad (4)$$

기존의 모델에서 고려한 180도는 식 (2)에 따라 $\sin 90$ 이 되므로, 식 (1)과 식 (4)는 같게 된다. 그러나 이동 방향이 90도라면 식 (2)에 따라 $\sin 45$ 가 되므로 식 (3)에 따라 $\|\vec{a}\| = \|\vec{v}_a\|/\sqrt{2}$ 가 된다. 이 결과를 식 (4)에 적용하여 식 (1)과 비교하면, 파티션 시간이 기존의 모델에 비해 $\sqrt{2}$ 배만큼 길다는 것을 알 수 있다. 그러므로 반대 방향만을 고려한다는 것은 현실적이지 못하다고 할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구 과제

기존에 애드혹 네트워크의 그룹 이동성을 시뮬레이션하기 위한 모델들은 대표적으로 RPGM과 RVGM등이 있다. 대표적인 모델인 RPGM은 파티션에 대해 고려를 하지 않았으며, RVGM은 단지 반대 방향만을 고려하였다. 그러나, 한 방향만

을 고려한다는 것은 현실적인 그룹 이동성 모델의 파티션에 적합하지 않다. 따라서, 본 논문에서는 이런 문제점을 해결하기 위해 모든 방향을 고려한 파티션 기법을 제시한다.

본 논문에서는 $[0, 2\pi]$ 사이의 모든 방향을 고려한 좀더 현실적인 모델을 제시하고 있다.

우리는 파티션이 일어나는 각 그룹들의 속도가 다를 때와 영역이 다를 때를 고려하여 보다 현실적인 파티션 기법을 제안할 것이다.

참고문헌

- [1] A. McDonald and T. Znati, "A Mobility-Based Framework for Adaptive Clustering in Wireless Ad Hoc Networks," *IEEE Journal on selected Areas in Communications*, vol. 17, no. 8, pp. 1466-1486, August 1999.
- [2] Karen H. Wang and Baochun Li "Efficient and Guaranteed Service Coverage in Partitionable Mobile Ad-hoc Networks," *INFOCOM 2002 Twenty-First Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, Vol. 2, pp. 1089 - 1098, 23-27 June 2002
- [3] X. Hong, M. Gerla, G. Pei, and C. Chiang, "A group Mobility model for ad hoc wireless networks," *In Proceedings of the ACM International Workshop on Modeling and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM)*, August 1999
- [4] Karen H. Wang and Baochun Li, "Group mobility and partition prediction in wireless ad-hoc networks," *Communications, 2002. ICC 2002. IEEE International Conference*, Vol. 2 pp. 1017-1021, 28 April-2 May 2002