

# MANET 환경에서 에너지 효율적인 Stochastic 노드 이동 모델

윤대열<sup>1,\*</sup> · 윤창표<sup>2</sup> · 황치곤<sup>1</sup>

<sup>1</sup>광운대학교 · <sup>2</sup>경기과학기술대

## Stochastic Mobility Model for Energy Efficiency in MANET Environment

Yun Dai-Yeol<sup>1,\*</sup> · Chang-Pyo Yoon<sup>2</sup> · Chi Gon Hwang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kwangwoon University · <sup>2</sup>GyeongGi College of Science and Technology

E-mail : hibig10@kw.ac.kr / cpyoon@gtec.ac.kr / duck1052@kw.ac.kr

### 요 약

모바일 애드혹 네트워크(Mobile Ad-hoc NETWORK, MANET)는 고정 네트워크에 종속되지 않은 이동 노드들로 이루어지고, 자체 네트워크를 형성할 수 있는 특징을 가져서 많은 분야에 활용되고 있다. 모바일 애드혹 네트워크에 적용되는 이동 모델은 활용 목적에 따라 다양하게 적용할 수 있다. 랜덤 이동 모델은 간편하고 구현하기가 쉽다는 장점이 있어서 가장 많이 활용되고 있다. 모바일 애드혹 네트워크에서 개별 노드들은 독립적으로 이동한다고 가정한다. 랜덤 이동 모델은 이러한 독립성을 표현하기에는 좋은 모델이다. 그러나, 개별 노드들의 무작위 속성으로 전체 노드 특성을 표현하기에는 부족하다. 본 논문은 MANET에서 적용 가능한 확률적 이동 모델을 제한한다. 제안 확률 이동 모델과 랜덤 이동 모델과 비교한다. 제안 이동 모델을 라우팅 프로토콜에 적용하여 에너지 소비 효율 측면에서 향상된 특성을 보임을 확인한다.

### ABSTRACT

MANETs(Mobile Ad-hoc Networks) are composed of mobile nodes that are not subordinate to fixed networks and have the feature that can form their own networks. they are used in various fields for specific goals. The mobility model in MANET can be applied in various ways depending on the purpose of usage. The random mobility model has the advantage of being simple and easy to implement, so it is being used the most. In a MANET, it is assumed that each node moves independently. The random movement model is a good model for expressing this independence of each node. However, it is insufficient to express the characteristics of all nodes with only random properties of individual nodes. This paper limits the stochastic mobility model applicable in MANET. we compare the proposed stochastic mobility model and the random mobility model. We confirm that the proposed mobility model is applied to the routing protocol to show improved characteristics in terms of energy consumption efficiency.

### 키워드

모바일 애드혹 네트워크, 이동 모델  
MANET, Mobility Model, Stochastic, Random

### 1. 서 론

모바일 애드혹 네트워크는 다수의 이동 노드로 구성된 분산형 자체 구성 네트워크로서, 각 노드는 통신 설비 중 하나인 라우터 임무를 수행한다. 모바일 애드혹 네트워크는 에너지 소비, 네트워크 전

송 대역폭, 이동 노드 수, 토폴로지 변화 등의 제약을 가진 특별한 형태의 네트워크이다. 모바일 애드혹 네트워크에서 클러스터링 기반 라우팅 기법은 많은 이점을 가지고 있다. 모바일 애드혹 네트워크의 클러스터링은 라우팅을 쉽게 해주고, 에너지 소비를 줄이므로 네트워크 수명 관리에 도움이 된다. 클러스터링 기법은 한 클러스터 내의 통신 장애가 전체 네트워크가 아닌 특정 클러스터에만

\* corresponding author

영향을 미치기 때문에 모바일 네트워크를 강력하게 만드는 요인이 된다.[1],[2]

노드의 이동성은 이동 네트워크의 핵심 속성이며, 모바일 애드혹 네트워크의 성능은 이동성이 있는 상태에서 연구되어야만 한다. 실제 노드 이동 패턴은 이동 노드의 목표, 즉, 활용 용도에 따라 매우 복잡할 수 있다. 이동 패턴이 복잡할수록 더 많은 세부 사항을 포함해야 하고 그에 따라서 모델링도 어려워질 것이다. 노드 이동 모델은 실제 이동 패턴을 얻기가 매우 어려워서, 모바일 애드혹 네트워크에서 이동의 영향을 연구하는 데 사용된다. 모바일 애드혹 네트워크의 노드 이동은 네트워크 토폴로지가 시간에 따라 변하게 하고, 그 성능은 이러한 변화에 능동적으로 조정되어야 한다. 따라서 모바일 애드혹 네트워크의 네트워킹 및 응용 프로토콜 성능은 네트워크 토폴로지 변화 즉 노드 이동 정도에 영향을 받는다. 반면, 모바일 애드혹 네트워크의 성능은 이동 모델에 따라 크게 다를 수 있다[3].

## II. 관련 연구

### 1) Random Mobility 이동 모델

RMM은 이동 노드가 방향과 속도 변화시키는 매우 간단한 모델이다. 이동 노드의 이동 속도는 미리 설정된 최소 속도(0)와 최대 속도( $V_{max}$ ) 사이에서 균등하게 무작위 결정된다. 미리 정해진 목적지에 도착하면 일정 시간 동안 정지하고, 설정된 시간 머무른 후 다시 임의로 설정되는 목적지로 임의 속도로 이동한다. 시뮬레이션이 끝날 때까지 이러한 과정을 반복하며 이동한다. 최대 이동 속도와 중지 시간(Pause Time)만 설정하면 된다. 그림 1은 RMM에서 하나의 노드가 이동 모습을 보여주고 있다[4].

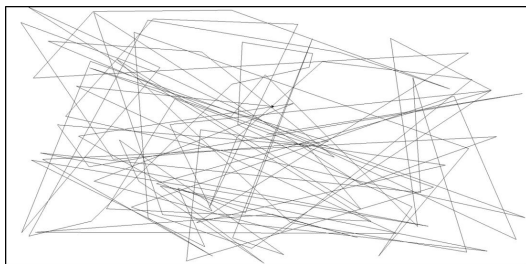


그림 1. 무작위 이동 모델에서 노드 이동

RWPM은 구현이 간단하여 많은 어플리케이션에서 활용이 되고 있지만, 속도 분포의 편향성, 이동 노드의 부적절 선택 및 균일한 분포들은 이를 사용하는 시뮬레이션 연구에서 공통으로 나타나는 문제이다.

2) Reference Point Group Mobility 이동 모델  
RPGMM은 주로 전장(Battle Field)이나 그룹 여행 응용 이동 모델로 활용된다. 이 모델에서 노드는 그룹으로 나누어지고 각 그룹에는 리더가 있다. 그룹 리더의 이동은 무작위 이동 모델에 기초한다. 그룹 구성원은 리더의 이동성을 약간 벗어나 부근에서 이동한다. 매 순간 모든 노드는 그룹 리더의 속도 및 방향에서 벗어난 속도와 방향을 가진다. 개별 노드는 미리 정의된 기준점을 기준으로 무작위로 이동한다. 이 모델은 그룹 이동성을 처리하는 일반적인 방법으로 사용되어 다양한 종류의 이동 응용 프로그램에 대한 다양한 모델(그룹 투어, 컨퍼런스, 그룹 회의, 응급 대원, 구조팀, 군사 군대/소대)로 사용될 수 있다. RPGM에서 입력 매개변수를 변경함으로써 Column 모델, Nomadic Community 모델, Pursue 이동 모델 등으로 변형할 수 있다.[5]

## III. 제안 모델

모바일 애드혹 네트워크의 노드 이동 관리에서 RMM은 노드 이동에 대한 무작위 모델이다. 무작위 기반 이동성 시뮬레이션 모델에서, 이동 노드는 제한 없이 무작위로 자유롭게 이동한다. 보다 구체적으로, 목적지, 속도 및 방향은 모두 다른 노드와 무관하게 독립적으로 선택된다. 노드 이동이 무작위적으로 일어나더라도 노드의 이동을 장기간 관찰한다면 노드의 이동들 사이에는 시간적 상관관계 특성을 가진다. 다음 이동은 현재 이동과 전혀 무관하게 이동할 수도 있겠지만, 각 이동은 정도의 차이는 존재하고 서로 시간적 공간적 상관관계를 가지고 있을 것이다. 단순한 무작위 이동에 따른 무작위 이동 속도나 무작위 이동 방향만으로는 현실 시나리오의 이동 특성을 나타내기에 부적합할 수 있다. 노드의 이동이 무작위 이동 특성을 가지면서 시간적 공간적인 연관성을 가진 이동 모델이 필요하다. RGMM은 개별 노드들의 이동에 따른 상관관계를 표현하였지만, 센서 필드에서 전체 노드 이동 특성을 표현하기에는 불충분하다. 즉 이동 모델은 개별 노드 이동 특성을 표현할 수 있으면서도 전체 노드의 이동 특성도 동시에 표현할 수 있어야 한다.

## IV. 실험 및 결과

### 1) 실험 환경

본 논문에서 제안한 모델을 검증하기 위한 무선 라디오 모델은 무선센서 네트워크 모델에서 활용이 많이 되는 이중 경로 전파 전송 모델을 사용하였다. 본 실험에서 성능 평가를 위한 라우팅 프로토콜은 대표적인 이동 알고리즘인 LEACH-mobile

을 활용한다.

2) 결과

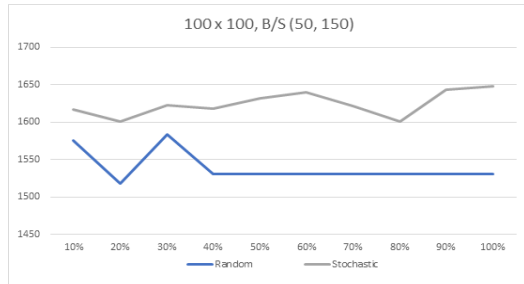


그림 2 LEACH-mobile에서 이동 모델별 FND

그림 2는 센서 필드 크기 100x100이고 BS(Base-Station) 위치가 (50, 150)에서, RMM과 제안 모델을 이동 노드 수에 따라 LEACH-mobile 프로토콜을 적용하였을 때, 센서 필드의 수명 척도인 FND(First Node Dead) 실험 결과이다. 실험 결과에서 볼 수 있듯이, 변동폭 변화값은 제안한 모델에서 기존의 RMM보다 19라운드만큼 감소하였고, 변동 비율도 4.29%에서 2.89%로 감소하였다.

V. 결 론

제안한 이동 모델 SMM(Stochastic Mobility Model)이 센서 노드의 이동 환경에서 대표적인 이동 모델인 RMM(Random Mobility Model)보다 안정적임을 보여주었다. 그리고 에너지 효율적 측면에서도 제안된 SMM이 5.52% 증가하였다.

References

[1] Dargie, W. and C. Poellabauer, "Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice", New York, NY: John Wiley & Sons Inc. 2010.

[2] Misra, Shreshtha, and Rakesh Kumar. "A literature survey on various clustering approaches in wireless sensor network", 2016 2nd international conference on communication control and intelligent systems, IEEE, 2016.

[3] Jason Hill, Robert Szewczyk, Alec Woo, Seth Hollar, David E. Culler, and Kristofer S. J. Pister. "System architecture directions for networked sensors. In Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems", Boston, MA, USA, pp. 93-104, 2000.

[4] Camp, Tracy, Jeff Boleng, and Vanessa Davies. "A survey of mobility models for ad hoc network

research", Wireless communications and mobile computing Vol. 2-5, pp. 483-502, 2002.

[5] Babak Pazand et al. "A Critique of Mobility Models for Wireless Network Simulation", 6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, 2007.