

이동 네트워크를 위한 가우스 마코프 모델에서 평균 이동각도 조절을 통한 균형잡힌 이동 패턴 생성

노재환^o, 이병직, 류정필, 하남구, 한기준

경북대학교

{ambitions^o, leric, goldmunt, Adama2}@netopia.knu.ac.kr, kjhan@bh.knu.ac.kr

Balanced mobility pattern generation using Random Mean Degree modification in Gauss Markov model for Mobile network

Jaehwan Noh^o, Byeongjik Lee, Jungpil Ryu, Namkoo Ha, Kijun Han
Department of Computer Engineering, Kyungpook National University, Korea

요 약

이동성이 중요시 되는 네트워크에서 특정 프로토콜의 성능 평가를 위해서는 노드의 이동패턴을 정확하게 표현할 수 있는 Mobility Model이 필요하다. 노드의 연속적인 이동패턴을 필요로 하는 Mobile Ad-hoc 네트워크를 위해선 Markov process 기반의 Gauss-Markov Mobility Model이 적절하다. 그러나 맵의 엣지 부근에서 노드 이동의 부적절한 처리로 인해, 기존의 Gauss-Markov Model은 편중된 이동 패턴을 야기한다. 본 논문은 엣지 부근의 평균 이동각도를 랜덤하게 조정함으로써 기존의 모델이 가진 문제를 해결하고, 시뮬레이션을 통해서 이를 검증한다.

1. 서론

Ad-hoc에 대한 새로운 프로토콜을 검증하기 위해서는 노드의 이동패턴을 정확하게 표현할 수 있는 이동성 Model이 필요하다. 네트워크 이동성 Model은 2가지 대표적 Model이 있다. 노드의 실제적인 이동경로 추적을 통한 Traces Model과 추적 없이 가상적으로 노드의 움직임을 시뮬레이션 하는 Synthetic Model이 있다. Trace Model은 정확한 정보를 제공하는 반면에 Ad hoc과 같은 네트워크 환경에서는 싼게 Model링 되어지지 않는다. 따라서, 본 논문에서는 Ad hoc 네트워크를 위한 Synthetic Model만을 고려한다.

이동성 Model은 실제 상황에 맞는 노드들의 이동성을 잘 표현 해야 한다. 이동성노드의 속도나 방향의 변화가 적절하게 주어짐으로써 노드의 움직임을 실제 상황과 유사하게 시뮬레이션 할 수 있다. 예를 들어, 이동 노드가 동일한 속도와 방향을 가짐으로써 이동패턴의 변화가 정적이거나, 반대로 변화가 너무 동적이면 이것은 현실상황을 잘 반영할 수 없다. 이런 면에서 Gauss Markov Mobility Model은 Random Walk Model, Random Waypoint Mobility Model, Random Direction Mobility Model보다 실제 상황을 잘 반영한다.

기존의 Gauss Markov Model은 엣지(Edge) 부근에서

노드의 평균 이동각도를 영역 안으로 되돌림으로써 영역을 벗어나려는 노드의 이동을 제한한다. 그런데, 이때 평균 이동각도를 영역의 중앙으로만 조정함으로써 노드의 이동패턴이 제한을 받는다. 따라서, 본 논문은 기존 Gauss Markov Model의 이런 문제점을 해결하기 위해 평균 이동각도의 새로운 조절방식을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 대표적 Synthetic Model인 Random Walk Model과 Gauss Markov Model에 대한 소개와 문제점을 제시한다. 제3장에서는 본 논문에서 제안하는 Gauss Markov Model에서의 평균 이동각도 조절방식에 대해 설명하고, 4장에서는 시뮬레이션을 이용하여 제안된 방식과 기존의 방식을 비교, 검증하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. Synthetic Mobility Model

이 장에서는 현재 Ad hoc 네트워크 프로토콜의 성능 평가를 위해 대표적으로 사용되어지는 몇몇의 이동성 Model에 대해서 설명 한다.

2.1 Random Walk Model

Random Walk Model은 memoryless 이동패턴을 가지

고 있다[1]. 현재의 위치와 속도는 과거의 위치와 속도에 전혀 영향을 받지않고 완전히 독립적이다[3]. 이러한 특징들로 인해 Random Walk Model은 노드의 연속적인 이동성을 표현하기에 부적합하다. 왜냐하면 이동 노드가 급격한 속도나 방향의 변화를 보이기 때문이다.

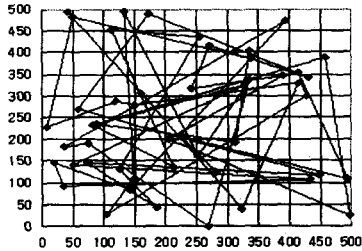


그림 1. Random walk model (Map : 500 * 500 m)

그림 1은 Random Walk Model의 이런 특징을 잘 보여주고 있다.

2.2 Gauss-Markov Model

이 Model은 이전의 속도, 방향, 좌표를 가지고 다음 좌표를 결정하기 때문에 Ad hoc network에서의 실제 상황을 잘 반영한 노드 이동을 나타낼 수 있다. 처음 각각의 노드는 현재의 속도와 방향이 주어진다. 고정된 시간간격 n 동안에 각각의 노드는 방향과 속도를 갱신하면서 이동한다. n 시점의 속도와 방향은 $(n-1)$ 시점의 속도와 방향을 기준으로 계산된다. 식(1),(2)는 n 시점의 방향과 속도를 나타낸다.

$$s_n = \alpha s_{n-1} + (1 - \alpha) \bar{s} + \sqrt{(1 - \alpha^2)} s_{m-1} \quad (1)$$

$$\theta_n = \alpha \theta_{n-1} + (1 - \alpha) \bar{\theta} + \sqrt{(1 - \alpha^2)} \theta_{m-1} \quad (2)$$

식 (1),(2)에서 s_n 과 θ_n 은 시간간격 n 에서 이동성 노

드의 새로운 속도와 이동 각도이다. \bar{s} 과 $\bar{\theta}$ 은 $n \rightarrow \infty$ 일 때 평균 이동각도와 속도이며, s_{m-1} 과 θ_{m-1} 은 평균 0과 분산 1을 따르는 표준 정규 분포이다. α 는 $0 < \alpha < 1$ 사이의 값으로 α 의 값에 따라 직전 속도와 이동각도에 영향을 더 받을 것인지, 평균 이동각도와 속도에 영향을 더 받을 것인지 결정된다.

각각의 시간간격에서 다음의 위치는 현재의 위치와 속도, 각도를 이용해서 결정되어 진다. 식(3),(4)는 시간간격 n 에서, 이동성 노드의 위치를 나타낸다.

$$x_n = x_{n-1} + s_{n-1} \cos \theta_{n-1} \quad (3)$$

$$y_n = y_{n-1} + s_{n-1} \sin \theta_{n-1} \quad (4)$$

이 Model은 시뮬레이션 시간동안 이동 노드가 맵의 영역을 벗어나는 것을 막기위해 이동 노드가 맵의 엣지 근

처에 도착하면 평균 각도를 맵의 중심쪽으로 수정한다. 예를 들면, 이동 노드가 맵의 오른쪽 엣지에 다다르면 평균 이동각도 $\bar{\theta}$ 를 현재 진행방향과 반대 방향인 180도로 조정하여 맵의 중심쪽으로 방향을 전환한다. 이렇게 함으로써, 이동 노드가 맵을 못 벗어나게 한다.

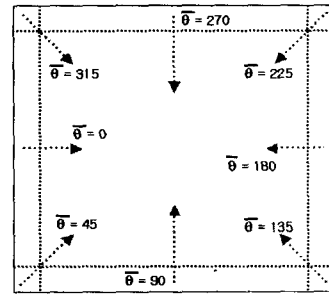


그림 2. 평균각도 변화

그림 2는 이동 노드가 맵을 벗어나려 할 때, 어떻게 평균 이동각도를 변화시키는 지를 보여준다[2][3].

이동 노드가 맵의 엣지 근처로 갈 때, 평균 이동각도를 영역의 중앙으로만 조정함에 따라 노드의 이동패턴이 제한을 받는다. 그림4는 이러한 문제점을 보여준다.

따라서, 본 논문은 기존 Gauss Markov Model의 이런 문제점을 해결하기 위해 평균 이동각도의 새로운 조절방식을 제안한다.

3. 제안된 평균 이동각도 조절방식

이동노드가 맵의 엣지 근처로 갈 때 그림2와 같은 방식을 사용하지 않고 맵의 안쪽 방향으로 움직일 수 있는 모든 각도범위 내에서 랜덤하게 평균 이동각도를 조정한다.

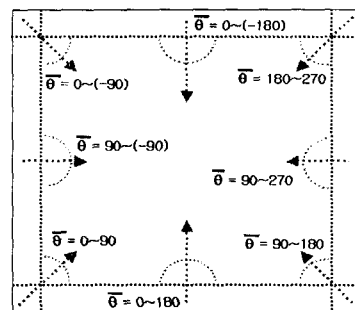


그림 3. 제안된 평균각도 변화

그림 3은 이동 노드가 맵의 엣지 근처에 도달했을 때 선택 할 수 있는 평균 이동각도를 보여준다.

시뮬레이션을 통해 제안된 방식과 기존의 방식을 비교,

검증한다.

4. 시뮬레이션

시뮬레이션 환경은 다음과 같다. 시뮬레이션 전체 시간은 5000초, α 의 값은 0.75로 고정하고 시간간격 n 은 1초로 고정했다. s 과 θ 는 각각 1m/s, 0으로 두고, 맵의 크기는 500 * 500m이다.

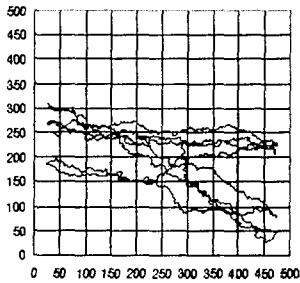


그림 4. 평균 이동각도 변화에 따른 노드이동 패턴

그림 4는 기존방식의 평균 이동각도 변화를 이용했을 때의 노드들의 이동 패턴이다. 노드들의 이동 패턴이 제한적인 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 그림5에서 보는 바와 같이, 시뮬레이션 시간이 증가함에 따라 노드의 이동이 맵의 특정영역에 편중되는 부적절한 이동패턴을 야기한다.

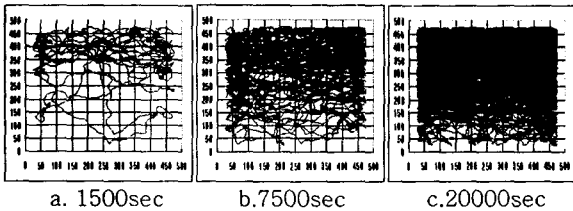


그림 5. 기존 방식에서 시간변화에 따른 이동패턴

제안한 방식을 이용하면 이러한 문제점을 해결할 수 있다.

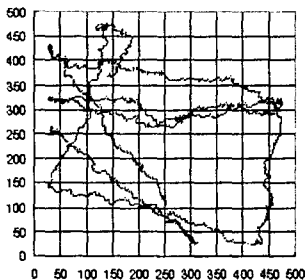


그림 6. 제안된 평균각도 변화에 따른 노드 이동패턴

그림 6은 본 논문에서 제안하는 방식을 적용했을 때, 노드들의 이동패턴이 제한적이지 않고, 균등한 분포를 나타냄을 보여준다. 또한, 시뮬레이션 시간이 증가되어도 노드의 이동이 맵의 특정영역에 편중되지 않고 맵의 모든 영역에 넓게 분포된다. 그림7은 기존 방식에서의 문제점들을 해결한 제안된 방식의 결과이다.

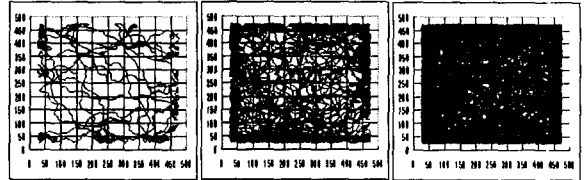


그림 7. 제안된 방식에서 시간변화에 따른 이동패턴

5. 결론

Ad hoc 네트워크에서 특정 프로토콜을 시뮬레이션 하기 위해 제안된 이동성 Model은 상당히 많다. 우리는 많은 Mobility Model 중에서 Synthetic Mobility Model의 대표적인 Random Walk Model을 살펴보았으나, 노드의 연속적인 이동성을 표현하기에는 한계가 있음을 확인했다. 이러한 한계를 벗어나기 위해 Gauss Markov Mobility Model을 선택하였으나, 기존의 Gauss Markov Model은 평균 이동각도를 영역의 중앙으로만 조정함으로써 노드의 이동패턴이 제한을 받았고 이로 인해 편중된 이동패턴을 야기했다. 따라서, 본 논문에서는 기존 Gauss Markov Model의 이런 문제점을 해결하기 위해 평균 이동각도의 새로운 조절방식을 제안하였으며 시뮬레이션을 통해서 제안방식의 우수함을 검증하였다.

참고 문헌

- [1] V. Davies. Evaluating mobility models within an Ad hoc network. *Master's thesis, ColorAdo School of Mines*, 2000.
- [2] B. Liang and Z. Haas. Predictive distance-based mobility management for PCS networks. In *Proceedings of the Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM)*, March 1999.
- [3] V. Tolety. LoAd reduction in Ad hoc networks using mobile servers. *Master's thesis, ColorAdo School of Mines*, 1999.