

애드 홀에서의 3차원 이동 모델 및 시뮬레이션

이춘길^o 박용진 조인휘
한양대학교

{cglee^o, park}@hyuee.hanyang.ac.kr, iwjoe@hanyang.ac.kr

Simulation for Three-Dimensional Mobility Model in Ad Hoc Networks

Chungil Lee^o Yongjin Park, Inwhee Joe

요 약

애드 홀 네트워크에서 이동 모델은 가장 중요한 요인 중 하나이다. 또한 실험의 어려움 때문에 시뮬레이션을 통한 성능 평가가 애드 홀 네트워크에서는 꼭 필요하다. 하지만 현재 존재하는 애드 홀 네트워크 시뮬레이션에서는 3 차원 이동 환경이 전혀 고려되지 않은 이동 모델을 사용하고 있다. 즉, 현재의 시뮬레이션 이동 모델은 3차원에서 이동 하는 실제의 이동 형태를 정확하게 반영 못하고 있다. 본 논문에서는 장애물 까지 포함하는 좀더 현실적인 3차원 이동 모델을 제시하고, 그것의 시뮬레이션 방법을 제시 한다. 3DMG를 통해 3차원 이동 정보와 장애물 정보를 만들고, 그러한 정보를 Glomosim 시뮬레이션 툴에 입력하여, 3차원 이동 모델에 따른 시뮬레이션이 가능하게 만들었다. 또한 본 논문에서는 이러한 방법에 의한 예제 시뮬레이션을 보여주며, 이를 통해 3차원 이동 모델의 효과를 보여준다.¹⁾

1. 서 론

애드 홀 네트워크는 네트워크 인프라가 구축되지 않는 전쟁의 전투지역이나, 자연재해 지역 등에서 유용하게 사용될 수 있다. 하지만 애드 홀 네트워크에서는 노드가 넓은 지역에 분포되고, 물리적으로 이동하기 때문에 실험을 통해 새로운, 또는 기존의 프로토콜의 성능을 평가 하기가 어렵다. 따라서 시뮬레이션을 통한 성능 평가가 유선망 또는 인프라가 있는 무선망에서 보다 유용하다.

현재 애드 홀 네트워크를 위한 다양한 시뮬레이션 툴들이 존재 하고 있다. 특히 NS-2[1], Glomosim[2]는 많이 사용되는 무상 소프트웨어이다. 이러한 툴들은 Random Walk model[3], Random Waypoint model[4] 과 같은 다양한 이동 모델을 지원하고 있다. 하지만 이런 이동 모델들은 모두 2차원에서의 이동 형태를 모델링 한 것으로 실제세계의 3차원 이동 형태와는 차이가 있다.

한편, 실제세계에는 시뮬레이션 툴에서는 무시되는 무수히 많은 장애물들이 존재한다. 장애물은 전파 통신 및 노드의 이동 형태에 많은 영향을 주기 때문에 반드시 시뮬레이션에 반영되어야 하는 요소이다.

본 논문에서는 실제 세계와 좀더 유사한 시뮬레이션 환경을 제시하기 위해 장애물을 포함하는 3차원 이동 모델을 제시하고, 그 시뮬레이션 방법과 예제를 보여준다.

2. 관련 연구

애드 홀 네트워크를 위한 다양한 이동 모델이 이미 제시 되고 연구되고 있다[5]. Random Walk model은 아주 간단한 이동 모델로써, 노드는 현재의 위치에서 다음의 위치로 이동할

때, 임의의 방향과 속도를 선택하여 이동하게 된다.

Random Waypoint model은 Random Walk model과 유사하나 방향과 속도를 전환할 때 임의의 또는 일정한 정지 시간을 갖게 된다.

Random Walk model과 Random Waypoint model은 급제동, 급격한 방향 전환과 같은 비현실적인 이동 형태를 가지고 있다. Gauss-Markvo model은 이러한 비현실적인 이동 형태를 줄인 것으로, 노드의 현재 방향과 속도는 다음의 이동 방향과 속도에 영향을 준다. 이 모델에서는 몇몇의 변수를 변경함으로써, 이러한 영향의 정도를 조절하여 좀더 현실적인 이동 형태를 만들어 낸다. 그 밖에 City Section model[6]은 이동 형태가 도심의 거리에서 움직이는 것과 유사 하며, Reference Point Group Mobility Model[7]은 무리를 지어 움직이는 노드 이동 형태를 보여준다.

Glomosim(Global Mobile Information System simulator) 는 최근에 소개된 시뮬레이션 툴로써, 병렬 연산이 가능하게 만들어 졌으며, 각각의 프로토콜 층이 독립적으로 구현 및 작동 하게 만들어 졌다.

3. 3DMG - 3Dimensional Mobility Generator

Glomosim은 기본적으로 3차원 환경을 지원하지만, Glomosim에 포함되어 있는 이동 모델은 노드의 3차원 이동 형태를 만들지 않는다. 예를 들어, Glomosim에서 지원하는 Random Waypoint model에서는 노드의 위치에서 높이(z-축) 값의 변화가 거의 없다. 따라서 Glomosim에서 제공하는 기존의 이동 모델은 3차원을 지원하지 않는다.

한편, Glomosim은 "MOBILITY TRACE"이동 모델을 지원하는데, 이것은 그 자체로 노드의 이동 형태를 만드는 것이 아니라, 노드의 이동 경로 정보가 저장되어 있는 파일을 읽어 노드의 이동 형태를 만든다. 3DMG는 이러한 노드 이동 경로 정보를 저장하는 파일을 자체적으로 만들어, 별도의 Glomosim 코드 변경 없이 3차원 이동 형태를 만들어 준다.

본 논문은 한국과학재단의 지원을 받는 프로젝트의 성과물이다. 과제번호:F01-2003-000-20011-0

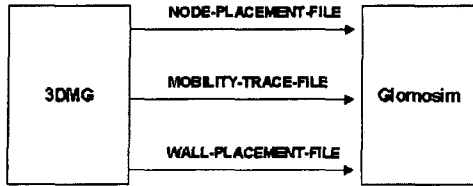


그림 1 3DMG과 Glomosim과의 관계

그림 1은 3DMG와 Glomosim과의 관계를 보여주는데 각각의 파일은 노드의 초기위치, 노드의 시간 변화에 따른 움직임, 그리고 장애물의 위치 정보를 가지고 있는 파일을 나타낸다. 장애물의 위치 정보를 나타내는 WALL-PLACEMENT-FILE을 다음 장에서 설명이 된다.

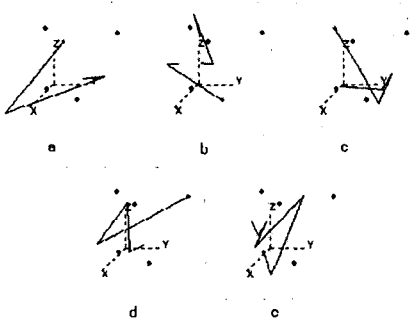


그림 2 노드의 이동 형태

그림 2는 3DMG가 만든 노드의 이동 형태를 보여준다. 이것은 장애물이 없는 형태이며, 각 점은 노드를 나타내고, 선은 해당 노드의 이동 경로를 나타낸다.

3DMG는 JAVA J2SE[8]기반으로 구현되어 있어, Windows OS 및 Linux, 그 밖의 Unix 환경에서 실행 될 수 있다.

4. 장애물 지원을 위한 Glomosim 수정

실세계에서 장애물은 무선 통신에서 아주 중요한 요인이나, Glomosim에서는 장애물을 적용하는 코드가 포함되어 있지 않다. 수정된 Glomosim은 장애물 지원을 위한 코드가 추가 되었으며, 이를 위해 "WALL-PLACEMENT" 라는 옵션을 추가 하였다. 이 옵션이 활성화하지 않을 경우에는 기존의 Glomosim과 동일하게 작동한다. "WALL-PLACEMENT" 옵션에서는 장애물 정보를 파일로부터 가지고 오며, 이러한 장애물 정보는 3DMG

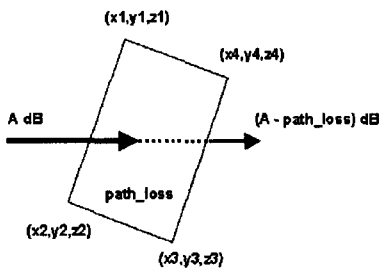


그림 3 장애물

를 통해 만들어진다. 장애물은 사각형으로 만들어지며, 여러 개의 사각형을 모아 사용자가 원하는 모든 형태의 장애물도 만들어 낼 수 있다.

그림 3은 하나의 사각형(장애물)의 형태를 나타낸다. 4개의 꼭지 점은 3차원 좌표로 나타내며, 'path_loss' 는 전파가 이 장애물을 통과 할 경우 줄어드는 전파 경로 손실을 나타낸다. 즉, A dB 크기의 전파가 통과하면, (A - path_loss) 로 그 크기가 줄어드는 것이다. 현재 수정된 Glomosim에서는 전파의 반사나 입사각을 고려하지 않고 있다. 본 논문에서 고려하는 애드 혹 네트워크는 사무실이나, 집과 같이 금속 물질이 그나마 적은 곳을 초점으로 잡고 있으며, 이러한 장소에서는 반사된 전파의 크기가 작아 원래의 전파에 영향(Fading)을 적게 준다. 특히, 여러 번의 반사에 의해 Fading 효과가 크게 나타날 경우 문제가 되지만, 이 경우에는 반사 할수록 전파의 세기가 큰 폭으로 감소하므로, 이러한 영향은 무시 될 수 있다 [9].

장애물은 전파의 세기에도 영향을 미치지만, 노드의 이동 형태에도 영향을 미친다. 노드는 장애물을 통과 할 수 없다.

5. 시뮬레이션

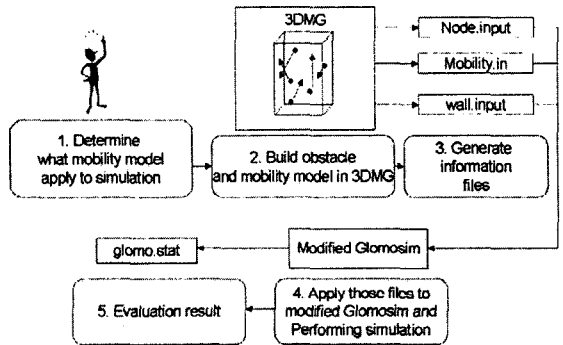


그림 4 시뮬레이션 순서

시뮬레이션은 그림 4와 같이 진행된다. 우선 사용자는 자신이 사용할 이동 모델을 구상하고, 3DMG로 구체화 한다. 3DMG에서 만들어진 노드의 이동 정보와 장애물 정보는 수정된 Glomosim에서 사용되며, 그 결과를 기존의 Glomosim의 결과 파일에서 볼 수 있다.

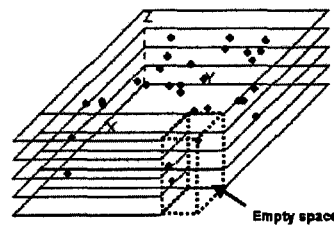


그림 5 빌딩의 예제 이동 모델

그림 5는 예제 시뮬레이션의 장애물 형태를 보여준다. 이것은 빌딩에서의 노드 이동 형태를 만들기 위한 장애물이다. 각각의 장애물은 빌딩의 층의 바닥과 천정을 나타내며, 오른쪽

아래의 빈 공간은 계단 또는 엘리베이터와 같이 층간에 이동할 수 있는 공간을 뜻한다.

노드 수는 30개, 각 층은 5 미터이고, 바닥 면적은 50X50 미터 이다. 노드는 Random Waypoint model에 따라 3차원적으로 움직인다. 802.11을 MAC층으로, 네트워크 층에서는 "BELLMAN FORD" 라우팅 알고리즘을 사용하였고, CBR(Constant Bit Rate) 트래픽 모델을 사용하였다.

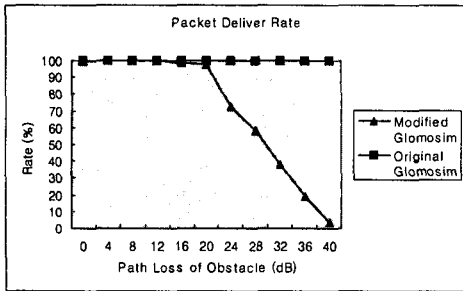


그림 6 각 층간의 전파 손실 정도에 따른 패킷 전송 비율

그림 6은 시뮬레이션 결과를 보여준다. 각각의 장애물의 path loss 가 낮을 때(장애물이 없는 것과 같을 때)는 기존의 Glomosim과 별 차이가 없다. 하지만 장애물의 path loss 가 상당히 높을 때는, 많은 패킷 손실이 발생 한 것을 볼 수 있다. 즉, 각 층간의 전파 손실이 20dB 가 넘을 때는 기존의 BELLMAN-FORD 알고리즘이나 802.11 프로토콜을 그대로 사용할 수 없다고 볼 수 있다.

6. 결론

3DMG는 3차원 이동 형태와 장애물을 만든다. 이렇게 만들어진 이동 정보과 장애물 정보는 수정된 Glomosim에서 사용된다. 이러한 방법을 통해 애드 혹에서 3차원 이동 형태를 모델링하고 시뮬레이션이 가능한 것이다.

하지만 현재 3DMG는 전파의 반사, 입사각 그리고 다양한 이동 모델 등을 지원하지 않는다. 이러한 문제와 함께 특정한 환경(빌딩, 도심, 공원)에 적합한 이동 모델에 관한 연구, 이러한 이동 모델에 적합한 프로토콜에 대한 연구가 앞으로 필요하다.

참고 문헌

[1] "The Network Simulator NS-2" Web site at <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
 [2] "Global Mobile Information Systems Simulation Library Web" <http://pcl.cs.ucla.edu/projects/gloimosim/>.
 [3] V. Davies, "Evaluating mobility models within an ad hoc network," Master's thesis, Colorado School of Mines, 2000.
 [4] D. Johnson and D. Maltz, "Dynamic source routing in ad hoc wireless networks," In T. Imelinsky and H. Korth, editors, *Mobile Computing*, pages 153-181. Kluwer Academic Publishers, 1996.
 [5] T. Camp, J. Boleng, V. Davies, "A Survey of Mobility

Models for Ad Hoc Networks Research," *Wireless Communication & Mobile Computing (WCMC): Special issue on Mobile Ad Hoc Networking: Research, Trends and Application*, vol. 2, no. 5, pp. 483-502, 2002.

[6] T. Camp, J. Boleng, B. Williams, L. Wilcox, and W. Navidi, "Performance Evaluation of Two Location Based Routing Protocols," *In Proceedings of the IEEE International Conference on Network Protocols(ICNP)*, 1998.

[7] 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.

[8] "Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE)" <http://java.sun.com/j2se/index.jsp>.

[9] J. Geier, "Optimize Your Wireless LAN by Reducing Multipath," Web page at <http://www.smallbusinesscomputing.com/webmaster/article.php/1122381>.