

노드 이동성 모델에 따른 AODV와 OLSR 라우팅 프로토콜의 성능 분석

준희원 강 미 선*, 정희원 금 동 원*, 종신회원 조 유 제*°

Performance Evaluation of AODV and OLSR Routing Protocol According to Node's Mobility Model

Mi-Seon Kang* Associate Member, Dong-Won Kum* Regular Member,
You-Ze Cho*° Lifelong Member

요 약

본 논문에서는 MANET (Mobile Ad hoc Network)를 위한 가장 대표적인 라우팅 프로토콜인 AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector)와 OLSR (Optimized Link State Routing)의 성능을 노드 이동성 모델에 따라 분석한다. 노드의 이동성은 망 토폴로지의 변화를 일으키므로 라우팅 프로토콜의 성능에 많은 영향을 미친다. 따라서, MANET 라우팅 프로토콜의 성능을 정확하게 평가하기 위해서는 노드의 이동 패턴에 가장 적합한 이동성 모델을 사용하는 것이 무엇보다 중요하다. 본 논문에서는 기존 MANET 라우팅 프로토콜 성능분석에 가장 많이 사용되고 있는 random way point 모델과 최근에 실제 인간의 이동 패턴과 가장 유사하다고 발표된 Levy walk 모델을 기반으로 AODV와 OLSR의 성능을 ns-2 시뮬레이션을 통해 비교 분석한다.

Key Words : Levy Walk Model, Randomway Point Model, AODV, OLSR, ART, MANET

ABSTRACT

This paper analyzes the performance of the Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) routing protocol and Optimized Link State Routing (OLSR) for Mobile Ad hoc Networks (MANETs) using node mobility models. Mobility affects the performance of a routing protocol as it causes changes to network topology. Thus, evaluating the performance of a MANET routing protocol requires mobility models that can accurately represent the movements of mobile nodes. Therefore, this paper evaluates the performance of the AODV and OLSR routing protocols using the random way point model and the Levy walk model by the ns-2 simulations.

I. 서 론

이동 애드혹 네트워크 (MANET: Mobile Ad-hoc Networks)는 중계기 역할을 하는 AP (Access Point) 없이 이동 단말들로만 구성되어, 이들 노드 간에 무선으로 데이터 송수신이 이루어지는 infrastructure가 없는 네트워크를 말한다^[1]. MANET은 모든 이동 단말

들이 데이터를 송신하거나 수신하는 주체임과 동시에 다른 단말을 위해 라우터로서의 기능을 병행하는 네트워크이다. 또한, 최근 스마트폰 시장이 활성화됨에 따라 인간이 이동 중에 애드혹 네트워크를 형성해 인터넷과 같은 데이터 통신 서비스를 이용하는 경우가 증가하고 있다. 따라서, 실제 인간의 이동패턴에 의한 이동성 모델 환경에서 이동 애드혹 네트워크 라우팅

* 본 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 [2010-0021297]과 방송통신위원회의 차세대통신네트워크 원천기술개발 사업의 연구 결과로 수행되었음 [KCA-2011-08913-05001]

* 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 (tams37, yzcho@ee.knu.ac.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : KICS2011-03-156, 접수일자 : 2011년 3월 24일, 최종논문접수일자 : 2011년 7월 6일

프로토콜의 성능을 평가하는 연구가 필요하다.

기존 이동 애드혹 네트워크에서는 이동성 모델링으로 대부분 Random Way Point (RWP)^[2] 모델을 사용해 라우팅 프로토콜 성능을 평가하였다. 그러나, 최근 연구결과에 의하면 일상적인 인간의 이동패턴은 RWP 모델 보다는 그 동안 동물의 이동패턴 모델링에 사용되어 온 Levy Walk (LW) 모델 과 유사하다고 알려지고 있다^[3].

RWP 모델은 특정 장소에서 얼마간의 정지시간 뒤에 분포 지역 내에 임의의 다음 장소를 선택한 후 랜덤하게 선택된 속도로 다음 장소까지 이동한다^[2]. 이와 달리 LW 모델은 자신의 활동영역 내에서 반복적인 생활을 하는 인간의 이동성 패턴과 유사하며, 일정한 분포 지역 내에서 랜덤하게 선택된 초기 위치에서 분포지역에 맞게 선택된 flight length와 direction (θ)으로 이동하면서 이동 노드의 확산 패턴을 다양하게 생성해 낼 수 있다^[3]. 따라서 LW 모델이 인간의 일상적인 이동 패턴을 더 정확하게 반영하므로, LW 모델을 사용한 MANET 라우팅 프로토콜의 새로운 성능 분석이 필요하다.

AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector)^[4]는 MANET을 위한 가장 대표적인 reactive (on-demand) 라우팅 프로토콜이다. 설정된 경로는 라우팅 테이블에 Active Route Time (ART) 시간 동안 유지된다. ART는 라우팅 테이블에 해당 경로를 유지하는 시간이므로 이동성에 의한 망 변화 환경에서는 ART 값에 따라 AODV 성능에 차이가 있을 수 있다. 반면에 OLSR (Optimized Link State Routing)은 MANET을 위한 가장 대표적인 proactive (table-driven) 라우팅 프로토콜이다^[5]. 이 방식은 모든 노드에 대한 일관되고 최신의 경로정보를 각 노드가 유지한다. 이 경로 정보는 HELLO_INTERVAL과 Topology Control (TC)_IN Terval, REFRESH_INTERVAL에 따른 NEIGHBOR_HOLD_TIME 변수의 변화에 따라 OLSR 성능에 차이가 있을 수 있다.

본 논문에서는 AODV와 OLSR 라우팅 프로토콜의 성능을 RWP와 LW 이동성 모델에서 성능을 비교 분석하며, LW 모델을 통해서 인간의 이동패턴이 라우팅 프로토콜 성능에 어떤 영향을 미치는지 알아본다. 특히 AODV에서는 ART 값이 망의 성능에 미치는 영향을 알아보고, OLSR에서는 HELLO_INTERVAL과 TC_INTERVAL, REFRESH_INTERVAL에 따른 NEIGHBOR_HOLD_TIME 변수 값이 망의 성능에 어떤 영향을 미치는지에 대한 부분을 패킷 전달률과 상대적인 라우팅 오버헤드 관점에서 분석한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서 이동성 모델인 RWP와 LW에 대해 자세히 살펴본다. 제3장에서는 MANET 라우팅 프로토콜인 AODV와 OLSR를 설명한다. 제4장에서는 AODV와 OLSR 프로토콜의 성능을 RWP와 LW 모델 성능을 평가한 후 제5장에서 결론을 맺는다.

II. 노드 이동성 모델

본 논문에서는 MANET 라우팅 프로토콜의 성능을 평가하기 위해서 두 이동성 모델을 사용하였다. 하나는 최근에 실제 인간의 이동패턴과 유사하다고 발표된 LW 모델이고 다른 하나는 기존 이동 애드혹 네트워크에서 성능평가를 위해 주로 사용해온 RWP 모델이다.

RWP 모델은 초기 위치를 랜덤 하게 선택한 후, $[V_{min}, V_{max}]$ 사이에서 랜덤하게 선택한 속도로 목적지까지 이동한다^[2]. V_{min} 은 시뮬레이션의 최소 속도이고, V_{max} 는 최고 속도이다. 목적지에 도달하자마자 이동 노드는 정해진 정지시간(pause time)만큼 기다렸다가 다시 랜덤하게 목적지를 정하고 이동하는 과정을 반복한다. 이동성 모델에서 가장 중요한 변수는 속도이다. RWP 모델은 $[0, V_{max}]$ 사이에서 일정하게 분포된 속도를 가지고 있고, 평균 속도는 $V_{max}/2$ 로 가정된다. 이 평균 속도는 시뮬레이션 과정동안 유지 된다. 그림 1은 이와 같은 특성을 갖는 RWP 모델의 노드의 이동패턴의 예를 보여주고 있다.

LW 모델은 인간의 일상적인 이동 패턴을 잘 나타낼 수 있다고 알려져 있다^[3]. 일반적으로 인간은 자신의 활동영역 내에서 규칙적으로 동일한 장소를 이동하면서 반복적인 생활을 한다. LW 이동성 모델은 이러한 유형의 특성을 가장 잘 나타낼 수 있으며 이동 노드의 확산 패턴을 다양하게 생성해 낼 수 있다.

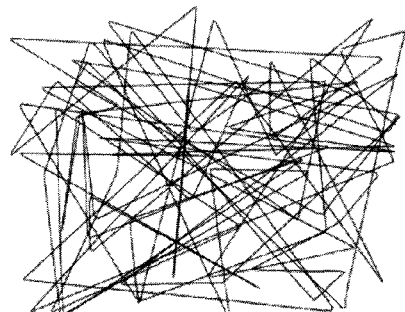


그림 1. 노드의 RWP 모델에 따른 이동 패턴의 예

RWP 이동성 모델과 달리 LW 모델은 flight length 와 direction(Θ)을 이용하여 다음 위치로 이동한다. 초기 위치를 일정한 분포 지역 내에서 랜덤하게 선택한 후, 이동 방향을 direction(Θ)인 $[0, 2\pi]$ 사이에서 랜덤하게 선택한다.

이동 방향을 선택한 후 flight length 값에 따라 결정된 평균 속도를 사용해 다음 위치로 이동한 후 정해진 정지시간 (pause time + flight time) 만큼 기다렸다가 다시 이동 한다. 모든 절차에서 flight length, direction (Θ), pause time, flight time는 해당하는 분포지역으로부터 랜덤하게 생성되고, 정지시간 후에 다시 반복적으로 생성된다. 그림 2는 LW 모델에 따른 노드의 이동패턴의 예를 보여주고 있다.

이와 같이 LW 모델은 RWP 모델 보다 인간의 일상적인 이동 패턴을 잘 나타낼 수 있기 때문에, LW 모델을 고려한 MANET 라우팅 프로토콜의 성능 분석이 필요하다.

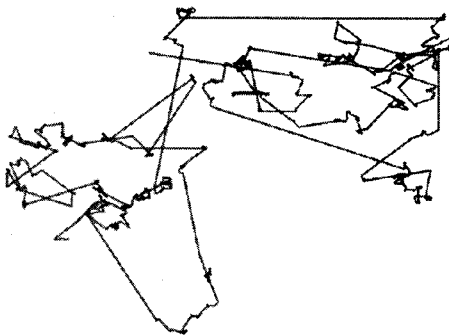


그림 2. 노드의 LW 모델에 따른 이동 패턴의 예

III. MANET 라우팅 프로토콜

에드혹 네트워크에서 라우팅 방식은 크게 두 가지로 분류 할 수 있다. 평상시에 라우팅 정보를 각 노드가 수시로 탐색하고 이를 테이블에 저장, 유지하면서 필요시에 그 테이블을 참조하여 패킷을 전송하는 proactive 라우팅 방식과 경로가 요구되어질 때에만 경로를 탐색하는 on-demand 라우팅 방식이 있다. proactive 라우팅 방식은 모든 노드에 대한 일관되고 최신의 경로 정보를 각 노드가 유지하고 있지만, on-demand 라우팅 방식에서는 단지 소스 노드가 요구할 시에만 목적지 노드와의 경로가 설정되어진다. 본 장에서는 reactive 방식의 대표적 라우팅 프로토콜인 AODV^[4]와 proactive 방식 중에 대표적 라우팅 프로토콜인 OLSR^[5]에 대하여 간략하게 설명하도록 하

겠다.

AODV^[4] 프로토콜은 MANET을 위한 가장 대표적인 reactive (on-demand) 라우팅 프로토콜이다. AODV는 소스 노드가 경로를 가지고 있지 않은 목적지에 데이터 전송을 원하는 경우, RREQ (Route Request) 메시지를 네트워크에 플러딩 한다. RREQ 메시지를 수신한 중간 노드들은 RREQ를 전송한 소스 노드로 도달하기 위한 다음 홉 노드의 주소를 알 수 있으며, 만약 자신이 목적지 노드에 대한 경로를 알고 있으면, RREP (Route Reply) 메시지를 소스 노드에게 보내고, 그렇지 않으면, RREQ를 다시 브로드캐스트 한다. 마침내, RREQ 메시지가 목적지 노드에 도착하면 목적지 노드는 RREP 메시지를 유니캐스트로 전송하여 응답하며, 이 메시지는 앞선 RREQ 플러딩 과정에서 생성된 경로를 통해 소스 노드로 전달된다. RREP가 소스 노드에 도착하면, 소스 노드와 목적지 노드 사이 양방향 경로가 설정된다. 설정된 경로는 각 노드의 라우팅 테이블에 Active Route Time (ART) 시간 동안 유지된다. ART는 라우팅 테이블에 해당 경로를 유지하는 시간으로서, 경로의 마지막 패킷 전송 후에 라우팅 테이블에 얼마나 오래 동안 해당 경로를 유지할 것인지를 나타낸다. AODV 표준에서는 ART값을 3초로 명시하고 있다. 위에서 언급한 것과 같이 ART는 라우팅 테이블에 경로를 유지하고 있는 시간이기 때문에, 이동성에 의한 망 변화 환경에서는 ART 값에 따라 AODV의 성능에 차이가 있을 수 있다.

OLSR^[5] 프로토콜은 다음과 같은 세 가지 매커니즘에 기반을 둔 proactive 라우팅 프로토콜이다. 첫 번째는 이웃 노드의 감지를 위해 HELLO message를 사용하고, 두 번째는 네트워크에서 패킷 플러딩이 중복되지 않게 효율적으로 전달되도록 제어 메시지의 전송을 위한 multipoint relays (MPRs)를 사용한다. 마지막은 최적화된 경로를 계산하기 위한 shortest path algorithm이다. OLSR은 브로드캐스트 메시지의 중복 전송으로 네트워크의 오버헤드를 줄이기 위해서 MPR을 사용한다. OLSR 프로토콜은 크게 제어 메시지 전달을 위한 MPR 노드 선택 과정과 데이터 전송을 위한 라우팅 테이블 작성과정으로 나눌 수 있다. 네트워크상의 노드는 2홉 떨어진 모든 노드들에게 제어 메시지를 재전송할 수 있도록 1홉 거리의 이웃 노드 중에서 2홉 노드로의 가장 많은 연결성을 제공하는 노드를 MPR로 선택한다. MPR 로 선택된 노드만이 제어메시지를 브로드캐스팅 할 수 있다. 이 때 전달되는 제어 메시지 중 하나가 HELLO message이다. 각

노드는 1홉 이웃 노드에게 주기적으로 브로드캐스팅 되는 Hello message를 통해 1홉 이웃노드, 2홉 이웃 노드, MPR, MPR Selector Set(MS)를 획득할 수 있다. 네트워크 토폴로지 정보는 TC message를 주기적으로 보내어서 교환한다. 각 노드는 자신의 MS와 주소들 이 메시지에 넣어 다른 노드들에게 알린다. 각 노드는 전체 네트워크의 정보를 수신하고, 이 정보로 shortest path algorithm을 이용해서 최적화된 경로를 계산한다. 토폴로지 정보는 정해진 주기 시간동안에 주기적으로 refresh 되어야 하며 이와 관련된 파라미터는 표 1과 같다.

표 1. OLSR에서 파라미터 설정

파라미터	값
HELLO_INTERVAL	지정한 값
TC_INTERVAL	2*HELLO_INTERVAL
REFRESH_INTERVAL	지정한 값
NEIGHB_HOLD_TIME	3xREFRESH_INTERVAL

IV. 시뮬레이션을 통한 성능분석

본 장에서는 AODV와 OLSR 라우팅 프로토콜을 RWP와 LW 이동성 모델 하에서 성능을 비교 분석하며, LW 모델에 의해서 인간의 이동패턴이 프로토콜 성능에 어떤 영향을 미치는지 알아본다. 특히, AODV에서는 ART값이 망의 성능에 미치는 영향을 알아보고, OLSR에서는 HELLO_INTERVAL과 TC_INTERVAL, REFRESH_INTERVAL의 값에 따른 NEIGHBOR_HOLD_TIME의 변화가 망의 성능에 미치는 영향에 대한 부분을 패킷 전달률과 상대적인 라우팅 오버헤드 관점에서 분석한다.

4.1 시뮬레이션 환경

AODV와 OLSR의 성능을 평가하기 위해, 본 논문에서는 ns-2 시뮬레이터^[6]를 사용하였다. 무선 인터페이스는 IEEE 802.11 DCF MAC을 사용하며, 전송 속도는 2 Mbps와 전송 반경은 250m를 갖는 50개의 노드들로 애드혹 네트워크 (1500 m x 500 m) 를 구성하였다. 노드의 이동성은 RWP와 LW 이동성 모델을 사용하였다. 또한, 이동성에 따른 성능 분석을 위해 이동성이 없는 고정 환경과 3m/s, 5m/s, 10m/s의 속도 및 60초의 pause time을 갖는 이동 환경을 고려하였다. 랜덤하게 선택된 7개의 각 소스 노드는 CBR에 따라 4 packets/second를 전송하며, 패킷의 크기는 512 bytes 이다. AODV에서는 ART에 따른 성능분석

을 위해 50초의 burst time과 패킷을 전송하지 않는 10초의 idle time을 사용하였다. 총 시뮬레이션 시간은 900초이다.

4.2 성능 메트릭

본 논문에서 AODV와 OLSR의 성능을 평가하기 위해 사용한 메트릭은 아래와 같다.

- 패킷 전달률 (packet delivery ratio): 목적지 노드에서 받은 패킷 수 / 소스 노드에서 보낸 패킷 수
- 상대적인 라우팅 오버헤드 (relative routing overhead): 전체 라우팅 패킷의 수 / (전체 라우팅 패킷의 수 + 전달된 데이터 패킷의 수)
- 종단간 지연시간 (end to end delay) : 목적지 노드에 소스노드에서 보낸 패킷이 성공적으로 전송되는데 걸리는 시간

4.3 시뮬레이션 결과

4.3.1 AODV 시뮬레이션 결과

그림 3은 두 이동성 모델에서 ART에 따른 AODV의 패킷 전달률 변화를 나타낸다. 그림 3에서 보는 것과 같이, 이동성이 없는 환경 (no mobility)에서는 ART 값이 커질수록 패킷 전달률이 점점 증가하는 것을 볼 수 있다. 반면, 3 m/s와 5m/s, 10m/s의 이동 환경에서는 ART 값이 작은 경우가 더 좋은 성능을 보이는데, 이는 ART 값이 작을수록 경로 재탐색을 자주 하기 때문에 잦은 망 변화에 적절하게 경로를 재생성하기 때문이다. 이동성 모델 관점에서는 AODV의 패킷 전달률이 LW 모델에서 RWP 모델 보다 약 7% 증가함을 볼 수 있다. 이는 RWP 모델은 이동 위치를 랜덤하게 선택하는 반면 LW 모델은 초기 위치를 기준

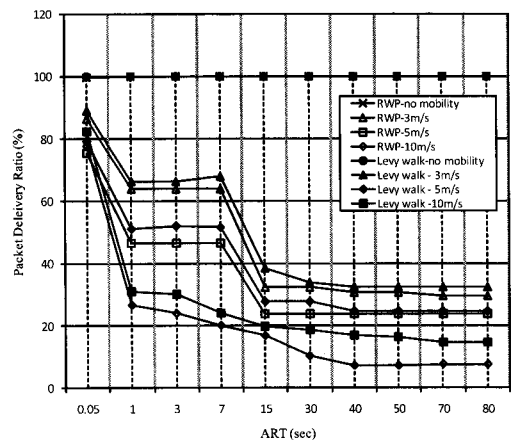


그림 3. 이동성 모델에 따른 AODV 패킷 전달률 비교

으로 direction(Θ)인 $[0, 2\pi]$ 사이에서 이동 위치를 랜덤 하게 선택함으로써 망의 변화가 적기 때문이다. 또한 전체적으로 ART값이 40초 이상일 때는 패킷 전달률의 값이 동일하다.

그림 4는 두 이동성 모델에서의 ART에 따른 AODV의 라우팅 오버헤드 변화를 나타낸다. 전체적으로 ART 값이 커질수록 새로운 경로를 찾는 횟수가 줄어들므로, 라우팅 오버헤드도 낮아지는 것을 볼 수 있으며, 또한 10m/s의 이동 환경이 이동성 없는 환경보다 더 높은 라우팅 오버헤드를 가짐을 볼 수 있다. 또한 전체적으로 ART값이 40초 이상일 때는 오버헤드 값이 동일하다. 이동성 모델관점에서는 AODV의 라우팅 오버헤드가 LW모델에서 RWP 모델 보다 약 18% 낮은 것을 볼 수 있으며, 그림3의 이유와 동일하다.

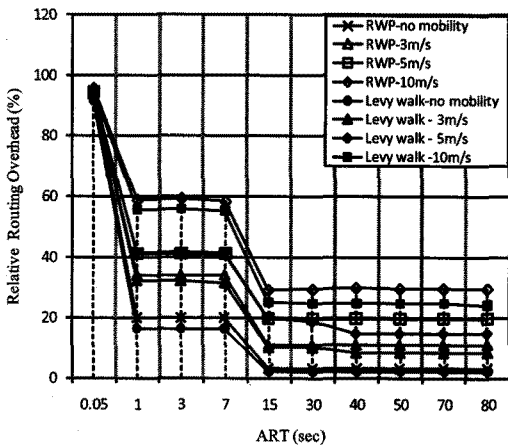


그림 4. 이동성 모델에 따른 AODV 상대적인 라우팅 오버헤드 비교

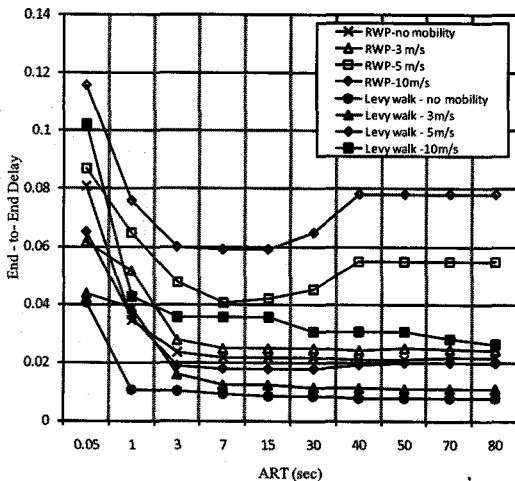


그림 5. 이동성 모델에 따른 AODV 종단간 지연시간

그림 5는 두 이동성 모델에서의 ART에 따른 AODV의 종단간 지연시간 변화를 나타낸다. 이동성이 없는 환경에서는 ART 값이 커질수록 경로변화가 없기 때문에 종단간 지연시간이 일정한 것을 볼 수 있다. 이동성 모델 관점에서는 전체적으로 LW 모델이 RWP 보다 종단간 지연시간이 약 5% 짧은 것을 볼 수 있다. 이는 RWP 모델은 이동 위치를 랜덤하게 선택하는 반면 LW 모델은 초기 위치를 기준으로 direction(Θ)인 $[0, 2\pi]$ 사이에서 이동 위치를 랜덤 하게 선택함으로써 망의 변화가 적기 때문이다.

4.3.2 OLSR 시뮬레이션 결과

그림 6은 두 이동성 모델에서의 HELLO & REFRESH_INTERVAL에 따른 OLSR의 패킷 전달률 변화를 나타낸다. 그림 5에서 보는 것과 같이, 전체적으로 HELLO & REFRESH_INTERVAL이 커질수록 패킷 전달률이 점점 감소하는 것을 볼 수 있다. 왜냐하면 네트워크 정보와 이웃노드들의 정보를 주기적으로 refresh 해야 하는데 INTERVAL이 커질수록 네트워크와 이웃 노드의 상태에 대한 최신 정보를 유지할 수가 없기 때문이다. 이동성이 없는 환경 (no mobility)에서 동일한 결과를 보이던 AODV의 패킷 전달률 결과와 달리, LW 모델이 RWP 모델에서의 OLSR의 성능보다 약 13% 증가함을 볼 수 있다. 이는 reactive 라우팅 프로토콜보다 proactive 라우팅 프로토콜이 망의 이동성 모델에 의한 노드 분포에 따른 성능의 영향을 더 많이 받기 때문이다. 이동성이 있는 3m/s와 5m/s, 10m/s 환경에서도 LW 모델이 RWP 보다 패킷 전달률이 약 16% 높게 나온다. 이는 RWP 모델은 이동 위치를 랜덤하게 선택하는 반면 LW 모델

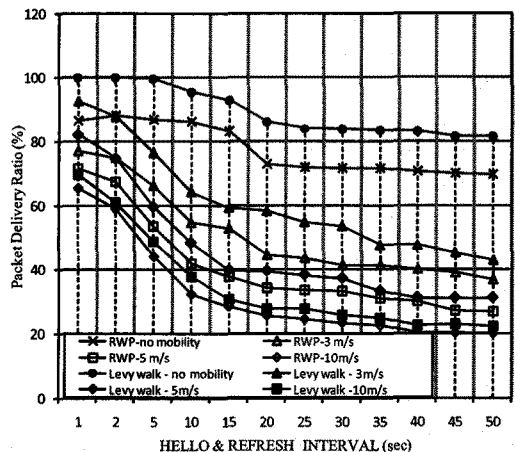


그림 6. 이동성 모델에 따른 OLSR 패킷 전달률 비교

은 초기 위치를 기준으로 direction(θ)인 $[0, 2\pi]$ 사이에서 이동 위치를 랜덤 하게 선택함으로써 망의 변화가 적기 때문이다.

그림 7은 두 이동성 모델에서의 HELLO & REFRESH_INTERVAL에 따른 라우팅 오버헤드의 변화를 나타낸다. 전체적으로 INTERVAL 값이 커질수록 주고받는 HELLO message와 TC message가 줄어들기 때문에 라우팅 오버헤드가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 또한 이동 환경 (3m/s와 5m/s, 10m/s)이 이동성이 없는 환경보다 더 높은 라우팅 오버헤드를 가짐을 알 수 있다. 이동성 모델관점에서는 OLSR의 라우팅 오버헤드가 LW모델에서 RWP 모델보다 약 15% 낮은 것을 볼 수 있으며, 이는 그림 6에서와 이유가 동일하다.

그림 8은 두 이동성 모델에서의 HELLO & REFRESH_INTERVAL에 따른 종단간 지연시간의

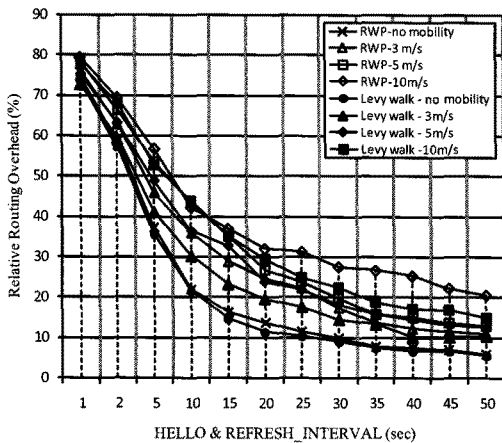


그림 7. 이동성 모델에 따른 OLSR 상대적인 라우팅 오버헤드 비교

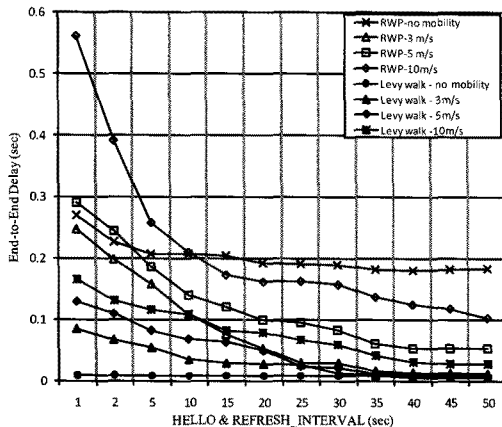


그림 8. 이동성 모델에 따른 OLSR 종단간 지연시간

변화를 나타낸다. 전체적으로 INTERVAL값이 커질수록 종단간 지연시간이 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 INTERVAL이 커질수록 성공적으로 전달하는 패킷의 양이 줄어들기 때문이다. 이동성 모델 관점에서는 OLSR의 종단간 지연시간이 LW모델에서 RWP보다 이동성이 없는 환경과 이동성이 있는 환경에서 각각 약 18%, 약 4% 짧은 것을 볼 수 있다. 이는 RWP모델인 경우 랜덤하게 이동 위치를 결정하는 반면, LW모델은 초기 위치를 기준으로 direction(θ)인 $[0, 2\pi]$ 사이에서 이동 위치를 랜덤 하게 선택함으로써 망의 변화가 적기 때문이다.

V.결 론

본 논문에서는 기존 MANET 라우팅 프로토콜 성능분석에 가장 많이 사용되고 있는 RWP 모델과 최근에 실제 인간의 이동 패턴과 가장 유사하다고 발표된 LW 모델을 기반으로 AODV와 OLSR 애드혹 라우팅 프로토콜의 성능을 ns-2 시뮬레이션을 통해 비교 분석하였다. 이를 통해 실제 인간의 이동 패턴에 보다 유사한 LW 이동성 모델에서 AODV와 OLSR 애드혹 라우팅 프로토콜 성능이 기존에 많이 고려되고 있는 RWP 모델에서 보다 전체적으로 약 15% 정도 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다. 따라서, AODV나 OLSR을 MANET을 위한 라우팅 프로토콜로 사용할 경우 일반적으로 RWP 이동성 모델 환경에서 알려진 네트워크 성능보다 더 나은 성능을 기대할 수 있다.

참 고 문 헌

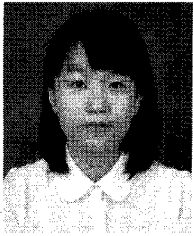
- [1] Corson, Scott S., and Macker J., "Mobile Ad-hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," *IETF RFC 2501*, Jan. 1999.
- [2] David B. Johnson and David A. Maltz. Dynamic source routing in ad hoc wireless networks. In *Mobile Computing*, edited by Tomasz Imielinski and Hank Korth, chapter 5, pp. 153-181, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [3] Kyunghan Lee, Seongik Hong, Seong Joon Kim, Injong Rhee, and Song Chong, "SLAW: A Mobility Model for Human Walks", in *Proc of IEEE INFOCOM*, Aug. 2009.
- [4] C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)

Routing," *IETF RFC 3561*, July 2003.

- [5] T. Clausen, P. Jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)," *IETF RFC 3626*, October 2003.
- [6] NS-2. Available from: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

강 미 선 (Mi-Seon Kang)

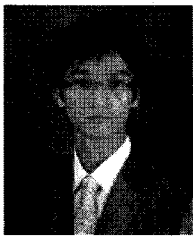
준회원



2010년 2월 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
 2010년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 석사과정
 <관심분야> 차세대 이동네트워크, 무선 메쉬 네트워크, 차량 간 통신 네트워크

금 동 원 (Dong-Won Kum)

정회원



2003년 우송대학교 전자정보통신 공학과
 2007년 경북대학교 전자공학과 석사
 2007년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 박사 과정

<관심분야> 차세대 이동네트워크, 무선 메쉬 네트워크, 차량 간 통신 네트워크

조 유 제 (You-Ze Cho)

종신회원



1982년 서울대학교 전자공학과
 1983년 한국과학기술원 전자공학과 석사
 1988년 한국과학기술원 전자공학과 박사
 1989년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 교수

1992년 8월~1994년 1월 Univ. of Toronto, 객원 교수

2002년 2월~2003년 1월 미국 국립표준연구소 NIST), 객원 연구원

<관심분야> 차세대 이동네트워크, BcN, 무선 메쉬 네트워크, 센서 네트워크