

Mobile Ad Hoc Network을 위한 효율적인 Mobile IP Agent Advertisement

최대인^o 정진우 강현국

고려대학교

{nbear^o, jjw, kahng}@korea.ac.kr

Efficient Mobile IP Agent Advertisement for MANET

Dae-In Choi^o Jin-Woo Jung Hyun-Kook Kahng
Korea University

요 약

Mobile Ad Hoc Network (MANET)은 인프라가 없거나 급박한 상황에서 별도의 작업 없이 빠른 시간에 네트워크를 구성할 수 있다. 그러나 현재 발표된 MANET에서의 라우팅 프로토콜만으로는 인터넷에 연결이 지원되지 않는다. 인터넷과 ad hoc 네트워크의 연결에 여러 가지 방법들이 발표되고 있다. 그러나 그 제안들은 몇 가지 결정을 가지고 있다. 그에 따라 우리는 중복 제어 패킷을 처리하는 동안의 제어 패킷 오버헤드와 전원 소모를 줄인 동적 에이전트 광고를 제안하였다. 또한 패킷 전송에 대한 오버헤드를 NS2로 기존의 해결책과 비교하여 우수성을 확인하였으며 리눅스 시스템 상에서 구현하여 실제 환경에서의 동작을 확인하였다.

1 서 론

모바일 통신 사용자의 증가는 인터넷과의 연결에 아직까지 많은 문제점을 가지고 있다. 특히 인터넷과 Mobile Ad Hoc Network (MANET)사이의 연결에는 많은 어려움을 가지고 있다. 이에 여러 가지 방법들이 제안되고 있다. 이 문서에서는 무선 환경에서의 인터넷 연결에 Ad Hoc On-Demand Routing Protocol (AODV)와 Mobile IPv4 (MIP)로 실험한다.[1,2]

MANET은 자립형 네트워크이다. 따라서 인터넷과의 연결을 위해서는 라우팅 프로토콜이 기존에 발표된 MANET을 위한 라우팅 프로토콜만으로는 불가능하다. 이에 따라 인터넷의 연결을 지원함과 동시에 네트워크 간의 이동을 지원하는 방법들이 연구되어지고 있다. 네트워크 층에서 매크로 이동성을 지원하는 MIP는 이동성 관리 방법으로 가장 오래되었고 가장 널리 알려져 있다. MIP는 인터넷이 연결되는 세계에 어느 곳으로 이동하더라도 이동성이 지원 된다.

인터넷 이동성의 관점으로 부터, MANET 환경에서 인터넷에 연결을 지원하기 위한 몇 가지 MIP를 기초로 한 방법들이 제안되었다. MANET은 환경의 특성상 한정된 자원과 대역폭을 가지고 있기 때문에 제안된 방법들은 우수한 연결성 유지에 있어 여러 가지 문제점이 있다. 이 문서에서는 이동 노드가 새로운 서브 넷으로 이동시에 적은 자원을 사용하여 우수한 연결성을 제공해 주는 동적 에이전트 광고의 방법을 제안하고 NS2를 이용하여 검증한다. 또한 리눅스 상에서 구현을 통해 실제 환경에서의 동작을 확인한다.

2 관련 연구

한 MANET의 로밍과 인터넷 연결을 지원하기 위하여 MIP의 확장에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 이러한 연구들은 이동 감지와 이동 에이전트 발견의 양상에 따라 크게 세 가지 종류로 나누었다.

- 이동 에이전트(일반적으로 게이트웨이)로부터의 주기적인 광고에 의존하는 방법 : 이 방법은 좋은 연결을 제공하지만, MANET의 모든 노드들이 인터넷 연결을 요구하지 않더라도 많은 오버헤드가 소모 된다.
- 요청(solicitation)을 사용하는 방법 : 이와 같은 방법은 외부 트래픽 패턴의 연결 관리에 오버헤드를 가지고 있지만, 에이전트 발견과 이동 감지에 MIP와 같은 단점을 가지고 있다.
- MANET 노드와 게이트웨이 사이에 요청과 광고 시그널링을 활용한 하이브리드 방법이다. 이 방법은 트래픽 오버헤드와 등록에 대한 지연을 가진다.

3 동적 에이전트 광고

우리는 이 문서에서 MANET과 인터넷 사이에 연결성을 제공하면서 짧은 핸드오프 지연과 적은 대역폭을 사용하는 방법을 제안 한다. 인터넷과의 연결에 MIP를 사용하여 라우팅 프로토콜로 AODV를 사용하는 MANET을 제안한다. AODV는 액티브 루트와 서브넷의 변화를 모바일 노드의 MIP에게 이와 같은 변화를 알림으로서 등록과정중에 이동 노드의 홈 주소와 현재의 의탁 주소(Care-of-Address) 사이의 바인딩 정보를 갱신하도록 한다. 우리가 제안한 방법은 다음의 두 가지 형태의 에이전트 광고 메시지를 가진다.

- Agent Advertisement message with Short beacon Interval (AASI) : 이 메시지의 모든 값은 MIP 에이전트 광고 메시지와 동일하다. (이 광고 범위는 이동 노드로부터 한 홉으로 제한한다.)
- Agent Advertisement message with Long beacon Interval (AALI) : 이 메시지는 긴 등록 라이프타임과 큰 TTL 값을 제외하고 MIP의 에이전트 광고 메시지와 동일하다. (예. 등록 lifetime은 300 초 이상이고 TTL은 200으로 한다)

3.1 에이전트 발견

MIP는 MANET의 다중 홉이 요구한 특성에 만족하는 이동 감지 방법을 제공하지 못한다[4][5]. 이 문서에서는, 이동 노드는 다음의 과정을 통해 새로운 에이전트를 발견하게 된다. 이동 노드가 다른 이동 에이전트 정보를 가진 새로운 e-RREP를 수신하면, 첫 번째로 새로운 e-RREP의 홉 수가 현재의 이동 에이전트에 대한 홉 수보다 작은지를 확인 한다. 새로운 e-RREP의 홉 수가 기존의 홉 수보다 작다면, 이동 에이전트를 바로 갱신 한다. 그렇지 않다면, 몇 주기(대기 시간) 동안 기다리게 된다. 대기 시간 동안에 다른 e-RREP 메시지를 수신하지 못한다면, 이동 에이전트를 갱신 한다. 이동 노드가 액티브 경로를 가지고 있지 않다면 유니캐스트 에이전트 요청으로 새로운 이동 에이전트를 찾는다. 모바일 노드가 이동 에이전트로부터 한 홉에 있다면, AASI로 이동을 감지할 수 있다. 이 과정은 표준 MIP와 같다.

3.2 MANET 이동 노드에 대한 동작

MANET에서의 이동 노드는 안쪽 노드와 바깥쪽 노드로 나눈다. AASI는 오직 안쪽 노드에게만 브로드캐스트 되고, AALI는 안쪽 노드와 바깥쪽 노드 양쪽에게 모두 광고 된다. 이동 노드가 AALI는 수신하였을 때, 외부 에이전트 리스트에 외부 에이전트의 IP 주소와 에이전트 광고의 시퀀스 번호를 기록 한다. 외부 노드는 새로운 외부 에이전트나 어떤 내부 노드로부터 경로 에러(RERR) 메시지를 수신할 때까지 이 경로는 변하지 않는다. AASI는 외부 에이전트에 의해 외부 에이전트의 한 홉 안에서 뿌려지기 때문에, 외부 에이전트는 이 메시지로 외부 노드를 관리 할 수 없다. 이 한계를 해결하기 위하여, 안쪽 노드는 광고된 AASI의 라이프타임 안에 에이전트로부터의 광고 메시지를 수신이 이루어지지 않을 경우에는 외부 에이전트에게 유니캐스트 요청 메시지를 보낸다. 안쪽 노드가 연속적으로 세 번의 요청을 브로드캐스트 한 후에도 에이전트 광고를 받지 못한다면, MANET 전체에 외부 에이전트에 대한 RERR 메시지를 브로드캐스트 해야 한다. 안쪽 노드가 이동하여 이동 에이전트의 AASI 도달 가능 범위를 벗어나면 이동 에이전트로부터 긴 라이프타임 유니캐스트 광고 메시지(AALI)를 받게 된다.

3.3 새로운 메시지 형태

중간 노드나 이동 노드가 e-RREQ를 수신하였을 때, 이동 에이전트 정보를 포함한 e-RREP로 응답해야 한다. 그림1은 표준 AODV의 RREP를 확장한 것을 나타내고 있다. 다른 RREP의 다른 매개 변수의 값은 [2]의 표준 AODV와 같다. 제안한 알고리즘을 사용하던 사용하지 않던 동작할 수 있도록 RREQ 메시지와 RREP 메시지를 확장하였다. RREQ 메시지는 표준 AODV의 예약 필드에 'C' 비트를 추가하였다. 이 비트는 메시지가 새로운 이동 에이전트 정보(그림 1의 음영부분)를 포함한 확장 메시

지를 지원할 수 있음을 나타낸다. MANET의 이동 노드는 이 정보를 기반으로 서브넷의 변화를 감지한다.

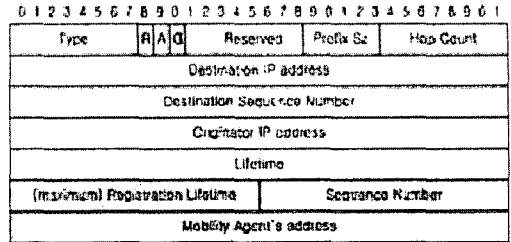


그림 1 e-RREP

4 시뮬레이션 결과 및 구현

이 장은 시뮬레이션 결과에 대한 요약과 리눅스 시스템 상에서의 구현을 통해 실제 환경에서의 동작 확인을 통해 검증한다.

4.1 시뮬레이션 모델

이 프로토콜은 NS-2 시뮬레이터[4]로 구현하였다. 임의의 시나리오 생성에는 ns-22.1b91에 CMU의 노드이동 생성을 사용한다. 이 문서의 다른 내용들은 [1,2]의 MIP와 AODV의 매개변수 값을 사용한다. 홉 에이전트와 외부 에이전트는 AODV와 MIP가 실행중이다. 그들은 R0을 통해 같은 무선 도메인으로 유선 네트워크의 하나의 대응 노드에 연결되어 있다. 그림 2는 네트워크 설정을 나타내었다. CBR(Constant Bit rate) 데이터 패킷은 120 바이트이고 전송률은 66 sec/packet이다. 이동 노드의 속도는 0에서 20 milliseconds 사이에 임의의 시간이다. 정지 시간은 10초로 고정적이다. 제안한 방법에서 AASI는 1초, AALI는 180초의 주기로 플루딩을 가정한다.

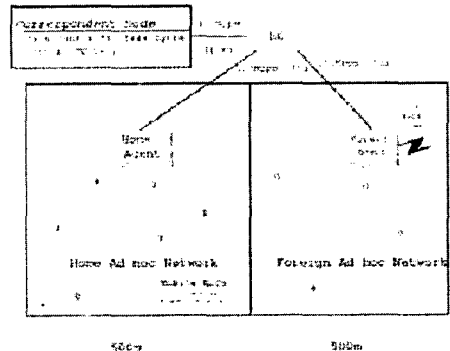


그림 2 시뮬레이션 구성도

4.2 시뮬레이션 결과

그림 3은 브로드캐스트와 제안한 방식에 대한 MIP 오버헤드의 차이를 보여주고 있다. MIP 오버헤드는 한 홉의 초당 광고 수를 기초로 계산한다.

ADV-based(advertisement based) 방법은, 두개의 이동 에이전트가 에이전트 광고를 주기적으로 네트워크에 플루드 하게 된다. 그림 3에 따르면 ADV-based 방법의 MIP 오버헤드는 5초까지 급격한 감소를 하고, 초당 광고

가 1일 때는 40초이다. 그림 4는 제안에 대한 AODV 오버헤드를 보여 준다. 이 시뮬레이션에서는 전체 네트워크에 여섯 개의 트래픽을 가정하였다. 헬로우 메시지는 1초주기를 가정한다. ADV-based 방법은 에이전트 광고와 AODV 오버헤드의 증가에 따라 여유 액티브 경로의 증가로 짧은 비컨(beacon) 간격을 갖는다.

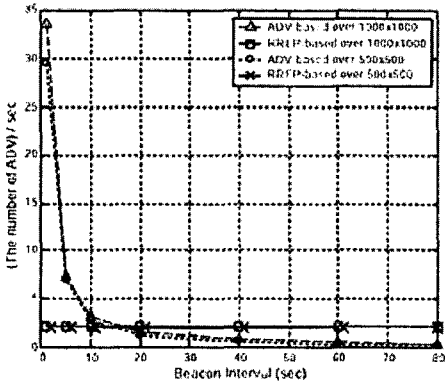


그림 3 MIP 오버헤드

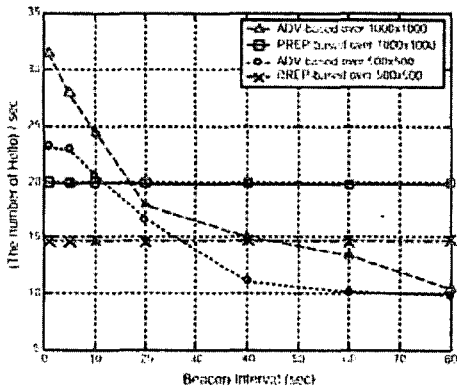


그림 4 AODV 오버헤드

4.3 구현을 통한 실제 환경에서의 동작

그림 5 실험망의 한 흡의 범위는 원으로 표시 되어 있다. 두 대의 데스크톱은 레드햇 리눅스 9.0을 운영체제로 사용하여 에이전트로 동작하며, 세 대의 PDA는 GPE 리눅스를 운영체제로 사용하여 전달 노드로 동작한다. MN은 레드햇 9.0을 운영체제로 사용하여 이동 노드로 사용하였다. 모든 노드들은 NIST Kernel AODV와 Dynamic Mobile IP를 이용하여 제작한 커널 드라이버와 애플리케이션을 사용하여 실험하였다. 실험은 PDA2를 통해 모바일 에이전트1을 통해서 인터넷에 FTP 세션이 연결되어 있다. MN은 사용자의 이동에 따라 PDA2의 연결 범위를 벗어나게 된다. 그리고 PDA3의 연결 가능 범위에 들어가게 된다. 이에 따라 MN은 새로운 모바일 에이전트(모바일 에이전트 1)를 발견하게 되고 이를 통해 인터넷에 세션의 끊김없이 연결이 된다. 이 과정에서 MN은 AALI 메시지의 TTL과 AODV RREP의 흡 수를 가지고 모바일 에이전트를 선택하게 된다.

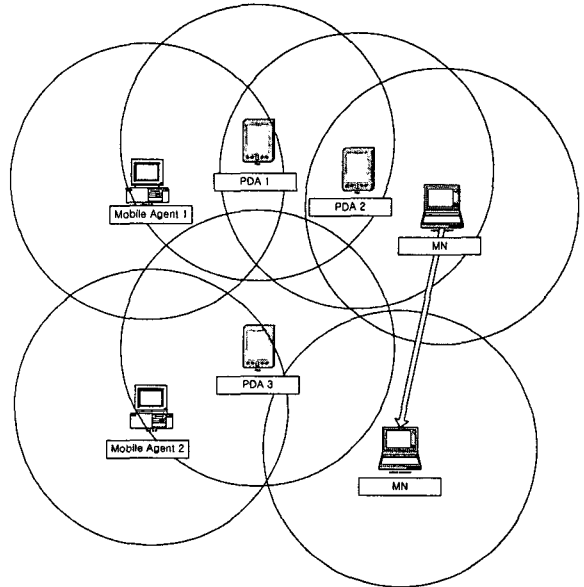


그림 5 실험 망

5 결론 및 차후 연구과제

MANET에서 MIP와 AODV는 함께 동작하여 인터넷과의 연결을 지원할 수 있다. 이 문서에서 제안한 방법은 MIP의 동적 에이전트 광고를 적은 플루딩 오버헤드를 유지하면서 MANET과 인터넷 사이의 우수한 연결을 제공한다. 노드가 이동하자마자 목적지의 경로를 바로 갱신하기 때문에, MIP의 이동 감지 보다 더 빠른 핸드오버를 지원할 수 있다. 그렇지만 MANET의 모든 노드들이 인터넷 연결을 원하거나 노드들의 경로가 빈번하게 변할 때에는 몇 가지 제한을 가지게 된다. 이 제한은 빈번한 경로 변화는 RREP의 수를 증가시키기 때문에 RREP의 오버헤드 증가를 가져온다.

이 문서에서 제안한 방법에 대한 검증을 위해 NS2를 사용하여 검증을 하였다. 또한 구현을 통해 동작을 확인하였지만 성능 측정은 이루어지지 못하였다. 따라서 차후 연구과제로서 실제 환경에서의 성능 측정을 통한 실제 환경에서의 비교 분석이 필요하다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support", RFC 3344 in IETF, August 2002
- [2] C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector(AODV) Routing", RFC 3561 in IETF, July 2003
- [3] ns2 home pages, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>
- [4] U. Jonsson, F. Aliksson, T. Larsson, P. Johansson, and G. Q. Maquire Jr., "MIP MANET - Mobile IP for Ad Hoc Networks", Proceedings of the 1st Workshop on Mobile Ad hoc Network and Computing(MobiHOC'00), Boston, Massachusetts, August 2000.
- [5] Y. Sum, E. M. Belding-Royer, and c. E. Perkins, "Internet connectivity for ad hoc mobile networks", International Journal of Wireless Information Networks special issue on Mobile Ad Hoc Networks(MANETs) : Standards, Resrach Applications, 2002.