

# Ad Hoc 네트워크와 인터넷 사이의 연결을 제공하는 모바일 IP의 동적 에이전트 광고

최대인<sup>0</sup> 정진우 강현국

고려대학교

{nbear<sup>0</sup>, jjw, kahng}@korea.ac.kr

## Dynamic Agent Advertisement of Mobile IP to Provide connectivity between Ad Hoc Networks and Internet

Daeln Choi<sup>0</sup> Jin-Woo Jung, Hyun-Kook Kahng

Dept. of Electronics Information Engineering, Korea University

### 요 약

Ad Hoc On-Demand Routing Protocol(AODV)이 ad hoc 네트워크에 알맞게 잘 설계 되었지만, 인터넷과의 통신에는 그렇지 못하다. 인터넷과 ad hoc 네트워크의 통합에 몇 가지 해결책이 제안되었다. 그러나 그 제안들은 몇 가지 결점을 가지고 있다. 그에 따라 우리는 중복 제어 패킷을 처리하는 동안의 제어 패킷 오버헤드와 전원 소모를 줄인 동적 에이전트 광고를 제안하였으며 패킷 전송에 대한 오버헤드를 기존의 해결책과 비교하였다.

### 1 서 론

최근에 모바일 통신과 멀티미디어 서비스의 급격한 증가는 인터넷의 이동성 지원을 중요한 문제로 가지고 있다. 이러한 경향에 따라 새로운 프로토콜이 소개 되었다. 이 문서에서 무선 환경에서 인터넷 연결에 Ad Hoc On-Demand Routing Protocol (AODV)와 Mobile IPv4(MIP)로 실험하였다.[1,2]

네트워크 층에서 매크로 이동성을 지원하는 MIP는 이동성 관리 방법으로 가장 오래되었고 가장 널리 알려져 있다. MIP는 인터넷이 연결되는 세계에 어느 곳으로 이동 하더라도 이동성이 지원된다. AODV는 일반적으로 자립형(stan-alone) 네트워크와 같이 볼 수 있다. 통신은 오직 특별한 ad hoc 네트워크에서의 노드들 간에만 지원 된다.

인터넷 이동성의 관점에서부터, ad hoc 환경에서의 인터넷 연결을 제공을 위하여 몇 가지 MIP를 기본으로 하는 방법이 제안되었다. 동적이고 적은 자원(예, 한정된 전원과 대역폭)을 가진 환경에서 좋은 연결을 지원하기 위해 노력하였지만, 제안된 방법은 통합된 환경에서의 여러 결점을 가지고 있다. 이 문서에서는 이동 노드가 새로운 서브 넷으로 이동할 때, 적은 오버헤드로 좋은 연결과 좋은 성능을 제공하는 동적 에이전트 광고를 제안 한다. 이동 에이전트는 두 개의 다른 라이프타임과 광고 범위를 가지며, 이동 에이전트는 ad hoc 네트워크와 고정된 네트워크 사이에 위치한다. 제안한 방법은 MIP와 AODV의 장점을 가진다.

### 2 관련 연구

한 ad hoc 네트워크의 로밍과 인터넷 연결을 지원하기 위하여 MIP의 확장에 대한 여러 연구가 이루어졌다. 그 방법들을 이동 감지와 이동 에이전트 발견의 양상에 따라 세 가지 종류로 나누었다.

\* 본 연구는 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음

- 이동 에이전트(일반적으로 게이트웨이)로부터의 주기적인 광고에 의존하는 방법 : 이 방법은 좋은 연결을 제공하지만, ad hoc 네트워크의 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 지원을 가진다.

### 3 동적 에이전트 광고

이 문서에서 우리는 ad hoc 환경에서의 인터넷 연결에 짧은 핸드오프 지연과 적은 대역폭을 사용하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 AODV를 사용하는 ad hoc 네트워크에 인터넷과의 연결에 MIP를 사용 한다. AODV는 액티브 루트와 서브넷의 변화(또는 새로운 AODV 네트워크)를 모바일 노드의 MIP에 알려 등록 과정 중에, 이동 노드의 홈 주소와 현재의 의탁주소(Care-of Address) 사이의 바인딩 정보를 갱신한다. 제안한 방법은 외부 에이전트에서 두 가지 광고를 사용한다.

- 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 ad hoc 네트워크의 다중 홉이 요구한 특성에 만족하는 이동 감지 방법을 제공하지 못한다[4][5]. 이 문서에서는, 이동 노드는 다음의 세 가지 방법 중에 한 가지로 새로운 이동 에이전트를 발견할 수 있다.

- 이동 노드가 하나 이상의 액티브 경로를 가지고 있다면, 확장 RREP (e-RREP)로 새로운 이동 에이전트를 알 수 있다.
- 이동 노드가 외부 에이전트로부터 한 홉 안에 있다면, AASI 수신으로 새로운 이동 에이전트를 탐지할 수 있다.
- 이동 노드가 액티브 경로를 가지고 있지 않다면, 유니캐스트 요청 메시지로 새로운 이동 노드를 알 수 있다.

제안한 방법의 이동 감지는 경로 갱신 처리와 확장 RREP에 의해 이루어진다.

이동 노드가 다른 이동 에이전트 정보를 가진 새로운 e-RREP를 수신하였다면, 첫 번째로 새로운 e-RREP의 홉 수가 현재의 이동 에이전트에 대한 홉 수 보다 작은지를 확인 한다. 새로운 e-RREP의 홉 수가 기존의 홉 수 보다 작다면, 이동 에이전트를 바로 갱신 한다. 그렇지 않다면, 몇 주기(대기 시간) 동안 기다린다. 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 같은 과정이다.

3.2 경로배정

이동 노드는 e-RREQ 패킷을 생성하고 ad hoc 네트워크 전체로 브로드캐스트 한다. 이 e-RREQ 패킷은 세 가지 요소에 따라 하나 이상의 노드에게 응답을 받게 된다.

- e-RREQ를 수신한 중간 노드가 목적지에 알맞은 경로를 가지고 있다면, 이동 에이전트 정보를 포함한 e-RREP 메시지로 송신 노드에게 응답한다.
- 이동 노드가 e-RREQ를 수신한다면, 목적지에 대한 비지터 엔트리(visitor entry)를 확인한다. 비지터 엔트리에 존재하지 않는다면 큰 홉 수(예, 200)를 가진 e-RREP 메시지로 송신 노드에 응답한다. 이동 에이전트는 송신 노드에게 proxy ARP로 응답한다.
- ad hoc 네트워크 안의 목적지 노드가 e-RREQ를 수신하게 된다면, 에이전트의 정보를 포함한 e-RREP 메시지로 송신 노드에게 응답한다.

3.3 ad hoc 이동 노드에 대한 동작

ad hoc에서의 이동 노드는 안쪽 노드와 바깥쪽 노드로 나눈다. AASI는 오직 안쪽 노드에게만 브로드캐스트 되고, AALI는 안쪽 노드와 바깥쪽 노드 양쪽에게 광고한

다. 이동 노드가 AALI는 수신하였을 때, 외부 에이전트 리스트에 외부 에이전트의 IP 주소와 에이전트 광고의 시퀀스 번호를 기록한다. 외부 노드는 새로운 외부 에이전트나 어떤 내부 노드로부터 경로 에러 (RERR) 메시지를 수신할 때까지 이 경로는 변하지 않을 것이다. 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 노드가 광고된 AASI의 라이프타임 안에 광고 메시지를 수신하지 못하면, 외부 에이전트에 유니캐스트 요청 메시지를 보낸다. 안쪽 노드가 연속 세 번의 요청을 브로드캐스트 한 후에 어떤 에이전트 광고도 받지 못한다면, ad hoc 네트워크 전체에 외부 에이전트에 대한 RERR 메시지를 브로드캐스트 해야 한다. 안쪽 노드가 이동 에이전트의 범위를 벗어나도록 이동하였다면, 이동 에이전트로부터 긴 라이프타임 유니캐스트 광고 메시지를 받을 것이다.

3.4 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 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 메시지를 지원할 수 있음을 나타낸다. ad hoc 네트워크의 이동 노드는 이 정보를 기반으로 서브넷의 변화를 감지한다.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
Type			R	A	C	Reserved															Prefix Sz	Hop Count									
Destination IP address																															
Destination Sequence Number																															
Originator IP address																															
Lifetime																															
(maximum) Registration Lifetime															Sequence Number																
Mobility Agent's address																															

그림 1 e-RREP

4 성능 평가

이 장은 시뮬레이션 결과에 대한 요약이다. 이 프로토콜은 NS-2 시뮬레이터[4]로 구현하였다. 임의의 시나리오 생성에는 ns-22.1b91에 CMU의 노드이동 생성을 사용하였다. 이 문서의 다른 내용들은 [1,2]의 MIP와 AODV의 매개변수 값을 사용하였다.

4.1 시뮬레이션 모델

홉 에이전트와 외부 에이전트는 AODV와 MIP가 실행 중이다. 그들은 R0을 통해 같은 무선 도메인으로 유선 네트워크의 하나의 대응 노드에 연결되어 있다. 그림 2

는 네트워크 설정을 그린 것이다. CBR(Constant Bit rate) 데이터 패킷은 120 바이트이고 전송률은 66 sec/packet이다. 이동 노드의 속도는 0에서 20 milliseconds 사이에 임의의 시간이다. 정지 시간은 10 초로 고정적이다. 제안한 방법에서 AASI는 1초, AALI는 180초의 주기로 플루딩을 가정한다.

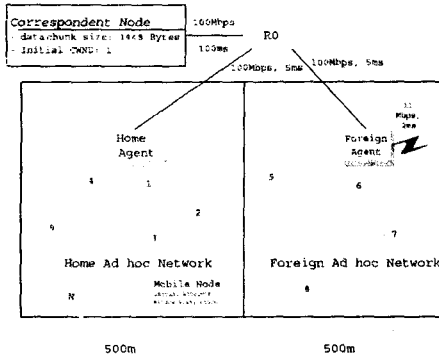


그림 2 시뮬레이션 구성도

4.2 시뮬레이션 결과

그림 3은 브로드캐스트와 제안한 방식에 대한 MIP 오버헤드의 차이를 보여주고 있다. MIP 오버헤드는 한 층의 초당 광고 수를 기준으로 계산하였다.

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

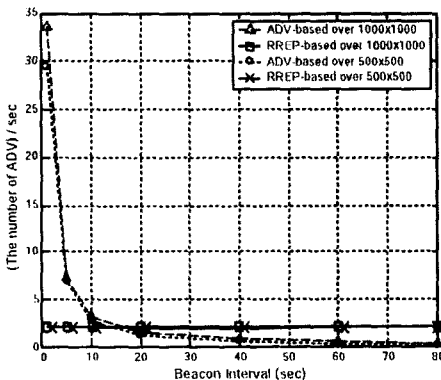


그림 3 MIP 오버헤드

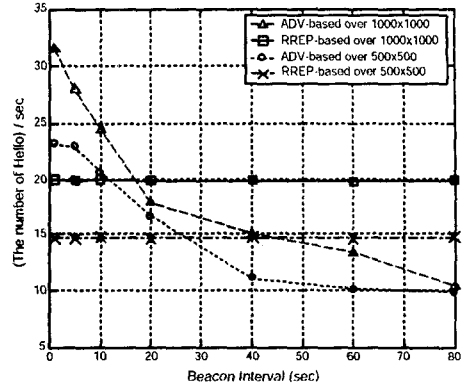


그림 4 AODV 오버헤드

5 결론

MANET에서 MIP와 AODV는 함께 동작하여 인터넷과의 연결을 지원할 수 있다. 이 문서에서, MIP의 동작 에이전트 광고는 적은 플루딩 오버헤드를 유지하면서 ad hoc 네트워크와 인터넷 사이의 좋은 연결을 제공한다. 제안한 방법은 노드가 이동하자마자 목적지의 경로를 바로 갱신하기 때문에, MIP의 이동 감지 보다 더 빠른 핸드오프를 지원할 수 있다. 그렇지만 ad hoc 네트워크의 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.

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. Alriksson, 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.