

이동 노드를 위한 외부 에이전트의 설계 및 구현

이명호, 문영성
승실대학교 컴퓨터학부

Design and Implementation of Foreign Agent for Mobile Node

Myoungho Lee, Youngsong Mun
School of Computing, Soongsil Univ.

요 약

외부 에이전트는 이동 노드가 외부 네트워크로 이동했을 때 이를 감지할 수 있도록 하고 이동 노드가 새로운 Care-of address를 획득할 수 있도록 에이전트 광고 메시지를 발송한다. 이동 노드는 홈 에이전트에 새로운 Care-of address를 알리기 위해 외부 에이전트를 거쳐 홈 에이전트로 등록을 하게 되며 외부 에이전트는 이동 노드에 대해 게이트웨이 서비스를 지원해야 한다. 또한 홈 에이전트에 의해 터널링된 데이터그램을 디터널링하여 이동 노드로 전송해 주어야 한다. 본 논문에서는 외부 에이전트가 처리하는 패킷을 종류별로 구분하고, 위와 같은 기능을 가지는 외부 에이전트가 가져야 하는 이동성 정보를 정의하며 외부 에이전트를 설계 및 구현하고 결과를 보인다

1. 개요

Mobile IP[1]는 기존 IP[2]상에서 호스트에게 이동성을 제공하기 위한 프로토콜이다. Mobile IP를 사용하여 호스트의 IP를 바꾸지 않고 이동할 수 있다.

현재 많은 대학 및 연구 기관에서 이 프로토콜을 리눅스나 유닉스 계열의 운영 체제에 구현하고 있다. 그러나 대중적으로 널리 보급되어 있는 윈도우즈 환경에서의 개발은 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 윈도우즈에서 동작하는 외부 에이전트를 설계 및 구현하여 그 결과를 보인다.

외부 에이전트와 co-located Care-of address 획득 방법 중에서 본 논문은 연결이 설정된 중에도 네트워크를 이동해도 이동 노드의 설정 변경을 최소화할 수 있는 외부 에이전트 Care-of address 방식을 채택하였다. co-located Care-of address 방식을 사용하면 이동 노드는 네트워크를 이동할 때마다 라우팅 테이블을 변경해야 하며 디터널링 작업을 직접 수행해야 한다. 그러나 외부 에이전트의 서비스 불 빈게 되면 그러한 문제를 해결할 수 있다.

외부 에이전트는 이동 노드가 요청하는 모든 ARP에 대해 대신 응답함으로써 이동 노드는 네트워크를 이동할 때 등록 절차만 수행하여 새로운 네트워크에서 인터넷에 성공적으로 접속하게 된다.

이 논문에서는 이동 노드가 요청한 등록, 요청 처리, 홈 에이전트로부터 전달받은 등록 응답 처리, 이동 노드로부터 전달되는 데이터그램의 처리 그리고 홈 에이전트에 의해 터널링[3]된 데이터를 이동 노드로 전달하는 기능 등을 수행하는 외부 에이전트를 설계하였다.

2. 외부 에이전트가 송·수신하는 데이터그램의 분류

이동성 에이전트는 자신이 서비스하는 네트워크에 에이전트 광고 메시지를 발송하여 이동 노드가 새로운 Care-of address를 획득할 수 있도록 한다.

이동 노드가 새로운 네트워크로 이동하였을 때 에이전트 광고 메시지를 청취하여 자신이 다른 네트워크로 이동했음을 판단하며, 홈 에이전트에 새로운 Care-of address를 등록하기 위해 UDP 프로토콜을 사용하여 외부 에이전트로 등록 메시지를 보낸다. 이 메시지를 받은 외부 에이전트는 등록 정보를 등록 보류 리스트에 저장하고, 메시지 내의 홈 에이전트 주소로 메시지를 보워딩한다.

홈 에이전트는 등록이 성공하거나 실패한 경우 모두 등록 응답 메시지를 외부 에이전트로 전송한다. 응답 메시지를 받은 외부 에이전트는 등록 메시지 식별자와 이동 노드 IP를 사용하여 등록 보류 리스트를 검사한다. 리스트에 응답 메시지의 이동 노드 IP와 일치하는 슬롯이 존재하면 등록 보류 리스트에서 해당 슬롯을 삭제하며 등록이 성공한 경우 등록 보류 리스트의 링크 계층 주소와 이동 노드 IP 주소를 방문 노드 리스트에 복사한다. 그리고 등록 보류 리스트에 있는 이동 노드의 링크 계층 주소를 사용하여 응답 메시지를 이동 노드에 전송한다.

외부 에이전트가 터널링된 패킷을 받으면 이를 디터널링하고, 내부 IP 헤더의 목적지 주소와 방문 노드 리스트의 이동 노드 IP 주소를 비교한다. 주소가 일치하는 방문 노드 리스트가 존재하면 외부 에이전트는 방문 노드 리스트에 있는 이동 노드의 링크 계층 주소를 사용

하여 이동 노드에 패킷을 전달한다

앞의 경우기 이던 패킷을 받았을 때 외부 에이전트는 방문 노드 리스트와 데이터그램의 소스 IP 주소를 비교하여 일치하는 리스트가 있을 때 이 데이터그램을 게이트웨이로 전송한다 이외의 모든 패킷은 무시한다

즉 외부 에이전트가 처리해야 하는 패킷을 다음과 같이 구분할 수 있다

- 목적지 IP 주소가 외부 에이전트가 아닌 경우
 - 이동 노드가 다른 노드로 보내는 패킷으로 게이트웨이로의 로워딩 서비스를 제공해야 한다.
- 목적지 IP가 외부 에이전트인 경우
 - IP-in-IP 타입
 - 홈 에이전트로부터 터널링된 데이터그램으로 분할된 데이터그램인 경우 제조되며, 이를 이동 노드에 전달한다
 - UDP 데이터그램
 - 등록 요청 또는 등록 응답 패킷이다.

이와 같은 기능을 수행하기 위해 외부 에이전트는 등록 보류 리스트와 등록 노드 리스트를 관리하여야 하며 각 리스트는 다음과 같은 항목들을 가진다

등록 보류 리스트	등록 노드 리스트
이동 노드의 링크계층 주소	이동 노드의 링크계층 주소
이동 노드의 IP 주소	이동 노드의 IP 주소
등록 메시지 식별지	홈 에이전트 주소
포트 번호	등록 유효 시간
응답 대기 시간	

표 1 외부 에이전트가 가지는 이동성 정보

이동 노드의 링크 계층 주소는 이동 노드가 전송한 등록 요청 메시지에서 얻는다

외부 에이전트는 타이머를 가지고 있으며 표 1의 응답 대기 시간과 등록 유효 시간을 주기적으로 감소시킨다 위의 값이 0이 되면 해당 항목은 리스트에서 삭제된다.

3. 등록 요청 루틴 설계

외부 에이전트에 의해 수신된 패킷이 등록 요청 메시지인지 확인하기 위해 먼저 IP 헤더의 프로토콜 타입을 체크한다 IP 헤더의 프로토콜이 17인 경우 계속하여 UDP 헤더의 목적지 포트 번호가 434이며 Mobile IP 메시지 헤더의 타입이 1임을 확인한다 이 조건이 일치한다면 전송 받은 패킷은 등록 요청 패킷이므로 홈 에이전트로부터 등록이 완료되었다는 등록 응답 메시지가 올 때까지 보류 리스트에 저장한다. 등록 요청 메시지는 링크 계층 헤더, IP 헤더, UDP 헤더, Mobile IP 헤더의 순서로 되어 있으며 Mobile IP 헤더의 내용은 그림 1과 같다 Mobile IP 헤더의 Care-of address가 외부 에이전트의 IP 주소와 일치하는 경우에만 전송 받은 패킷의 Mobile IP 메시지 헤더의 내용을 보류 리스트에 저장하며, 등록 요청 패킷을 홈 에이

진트에게 전송하기 위해 게이트웨이의 링크 계층 주소를 목적지 링크 계층 주소로 옮기고, 소스 링크 계층 주소에는 전송 받은 패킷의 목적지 링크 계층 주소(외부 에이전트의 링크 계층 주소)를 복사한다. IP 헤더의 소스 IP 주소에 수신한 등록 요청 메시지의 COA를 복사하고 목적지 IP 주소에는 홈 에이전트 IP 주소를 복사하며 패킷의 나머지 부분은 변경하지 않고 홈 에이전트에게 전송한다.

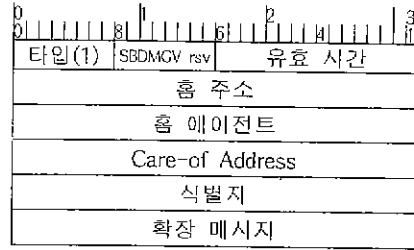


그림 1 등록 요청 패킷 형식

4. 등록 응답 루틴 설계

이동 노드가 요구한 등록 요청을 처리하기 위해 보류 리스트에 정보를 저장하고 홈 에이전트에게 보낸 등록 요청에 대한 등록 응답 메시지를 수신함으로써 등록 여부를 결정한다. 홈 에이전트로부터 등록 수용 메시지가 전송되면 등록 보류 리스트에 저장했던 등록에 관한 정보를 방문 노드 리스트에 추가하고 등록 거부 메시지가 도착한 경우에는 등록 보류 리스트의 정보를 폐기한 후 두 경우 모두 그 결과를 해당 이동 노드에게 전달한다. 등록 응답 패킷도 그림 1과 동일한 형식을 사용한다

UDP 헤더의 소스 포트 번호가 434이고 Mobile IP 메시지 헤더의 타입이 3이면 그 메시지는 홈 에이전트로부터 전송된 등록 응답 패킷이다. 외부 에이전트는 등록 응답 메시지에 기록된 이동 노드가 보류 리스트에 등록되었는지를 확인한다. 보류 리스트에 이동 노드가 존재하면, Mobile IP 메시지 헤더의 등록 응답 코드를 조사한다. 등록 응답 코드가 0이나 1이면, 이동 노드의 등록이 홈 에이전트에 의해 수용된 것이므로 해당 이동 노드가 외부 에이전트로부터 서비스를 받을 수 있도록 방문 노드 리스트에 등록 정보를 추가하고 등록 응답 코드가 0이나 1이 아니면, 이동 노드의 등록이 홈 에이전트에 의해 거부된 것을 의미하는 것이기 때문에 보류 리스트에서 해당 이동 노드의 정보를 제거한다. 등록 응답 메시지의 결과에 관계없이 등록 응답 패킷을 해당 이동 노드에 전달해야 한다. 보류 리스트에서 이동 노드의 이더넷 주소를 복사하여 전송할 패킷의 목적지 이더넷 주소에 기록하고 전송 받은 등록 응답 패킷의 목적지 이더넷 주소를 전송할 패킷의 소스 이더넷 주소로 복사한다. 외부 에이전트의 IP 주소를 이동 노드에게 전송할 패킷의 소스 IP 주소에 기록하고, 전송받은 패킷의 Mobile IP 메시지 헤더에서 이동 노드 IP 주소를 복사하여 전송할 패킷의 IP 헤더의 목적지 IP 주소로 하여 그 패킷을 이동 노드에 전송한다.

5. 터널링에 의한 데이터그램 분할의 조립

외부 IP 헤더 항목의 프로토콜 타입이 94이면 홈 에이전트에 의해 터널링된 데이터그램으로 판단한다. 터널링된 데이터그램은 홈 에이

진트에서 20바이트의 외부 IP 헤더를 추가시키기 때문에 전송될 데이터그램의 길이가 증가되어 결과적으로 MTU보다 패킷의 길이가 클 수 있다. 이 때 IP 헤더의 DF(Don't frag.) 비트가 설정되어 있다면 ICMP 에러 메시지를 보내며 그렇지 않으면 두 개의 패킷으로 분할하여 외부 에이전트에 전송된다[4]. 패킷이 분리되어 전달되었다면, 외부 IP 헤더의 MF(More frag) 비트의 값이 1이고, 단일 패킷으로 전송되었다면, MF의 값이 0으로 표시된다 따라서 MF의 값이 1이라면 오프셋을 조사하여 첫 번째 패킷인지, 두 번째 패킷인지를 확인하여 처리한다

MF가 1이고 오프셋이 0이면 두 개로 분리된 패킷 중 첫 번째 패킷에 해당하므로, 두 번째 패킷이 도착할 때까지 첫 번째 데이터그램을 분할 리스트에 저장한다. MF가 0이고 오프셋이 1이면, 두 개로 분리된 패킷 중 두 번째 패킷을 의미한다. 첫 번째 패킷을 찾기 위해 분할 리스트에 저장된 슬롯 중에서 수신한 패킷의 외부 IP 헤더의 식별자와 동일한 식별자를 갖는 슬롯을 찾는다. 이렇게 찾은 슬롯의 내용을 수신한 데이터그램의 앞부분에 복사하여 이동 노드로 전송한다.

MF와 오프셋이 모두 0이면 패킷이 분할되지 않고 단일 패킷으로 전송받은 것이므로 내부 IP 헤더의 목적지 IP 주소와 동일한 IP 주소를 갖는 슬롯을 방문 리스트에서 찾아서 이동 노드의 링크 계층 주소를 이용하여 이동 노드에 전송한다.

아래의 그림 3은 위의 순서도를 기반으로 프로그램을 작성하고, 하나의 이동 노드를 외부 에이전트에 등록 시켜 인터넷에 접속하였을 때 외부 에이전트가 출력하는 메시지들을 보여주고 있다

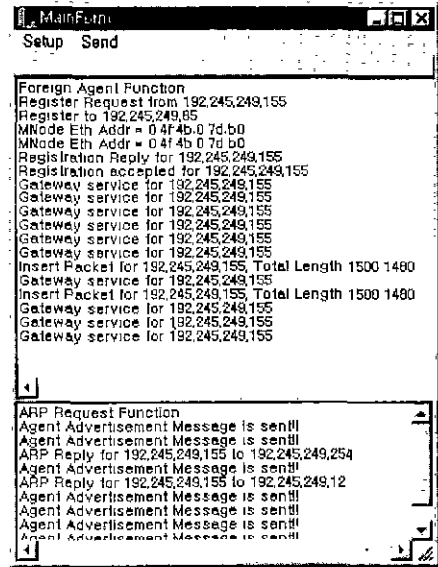


그림 3 외부 에이전트 프로그램

6. 이동 노드에 대한 게이트웨이 서비스

외부 IP 헤더의 목적지 주소가 외부 에이전트가 아닌 경우, 그 데이터그램은 이동 노드가 다른 노드로 전송하는 것이다. 따라서 외부 에이전트는 그 데이터그램의 소스 IP 주소가 자신이 서비스해주는 이동 노드들 중의 하나인지를 확인하기 위해 이동 노드들의 정보를 저장해 둔 방문 노드 리스트를 조사한다. 방문 노드 리스트에서 해당 IP 주소를 찾으면 이 패킷을 게이트웨이에 전달한다 그 외의 모든 패킷은 무시된다

위와 같은 기능을 수행하는 외부 에이전트 프로그램의 간략한 순서도를 그림 2에서 보여주고 있다.

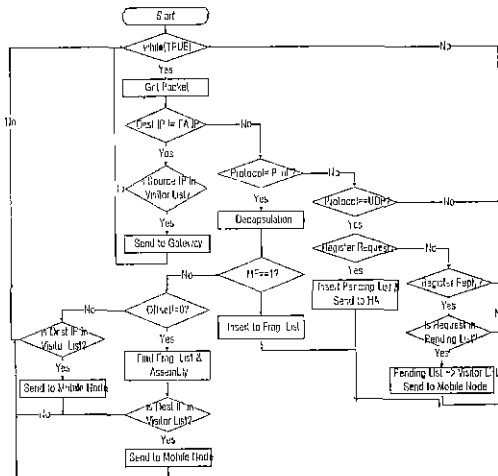


그림 2 외부 에이전트의 순서도

7. 결론

외부 에이전트가 처리하는 패킷을 종류별로 구분, 분류하고 각각의 처리 절차를 기술하였으며, 외부 에이전트가 가져야 하는 이동성 정보를 정의하였다. 또한 윈도우즈 환경에서 시간과 장소의 구애를 받지 않고 인터넷 서비스를 지속적으로 제공받을 수 있도록 Mobile IP의 외부 에이전트를 구현하였다.

8. 참고 문헌

- [1] Perkins, Charles E., ed. IPv4 Mobility Support, RFC 2002, October 1996.
- [2] Postel, J. B., ed. Internet Protocol, RFC 791, September 1981.
- [3] W. Simpson, Daydreamer, IP in IP tunneling, RFC 1853, October 1995.
- [4] W. R. Stevens, TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols, Addison Wesley, 1994