

이동 네트워크 상에서 이동 IPv4와 이동 IPv6 상호 연동을 위한 이동 에이전트 구현

김재은⁰, 정진우, 남상우*, 이윤주*, 강현국
고려대학교 전자정보공학과, 한국전자통신연구원 무선방송기술연구소*
(jindia⁰, grijw, kahng)@tiger.korea.ac.kr, (namsw, yjlee)@etri.re.kr*

Implementing of Mobile Agent for transition mechanism in Mobile IPv4 to Mobile IPv6

Jae-Eun Kim⁰, Jin-Woo Jung, Sang-Woo Nam*, Yoon-Ju Lee*, Hyun-Kuk Kahng

Dept. of Electronics and Information Engineering, Korea University, ETRI Radio & Research Laboratory*

요 약

현재 IPv6(Internet Protocol Version 6) 도입을 위한 시험망이 세계 각국에서 구축되어 있으며, 이러한 IPv6망을 인터넷 망에 연결하기 위한 IPv6로의 전이에 대한 연구가 활발하게 추진되고 있다. 그러나 현재 대부분의 전이 기술 및 전이 메커니즘들은 고정망을 기반으로 연구되고 있기 때문에 이러한 전이 메커니즘들을 수정과정 없이 이동망으로 적용하기에는 문제가 있다. 본 논문에서는 이러한 IPv6로의 전이 단계에서 이동 노드의 IP버전에 무관하게 이동 노드에게 이동 서비스를 제공하기 위한 계층적 이중 스택 이동 에이전트(Hierarchical Dual Stack Mobility Agent)[1] 개념을 서술하고 이에 대한 구현 알고리즘을 제시하고자 한다.

1. 서 론

현재 IPv4 주소의 부족으로 IPv6를 도입하려고 하고 있으며 이에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 IPv6 도입에 있어서 기존 IPv4 망과 IPv6 망의 상호 연동을 위하여 라우터 및 게이트 웨이에서 IP 주소를 변환하기 위한 전이 메커니즘들이 제안되고 있다. 이와 같은 기본 유선망의 경우와 마찬가지로 이동 네트워크 환경에서도 에이전트간의 주소 변환 장치에 관한 연구가 진행중이다. 이동 노드가 이동 IPv6만을 지원하는 망과 이동 IPv4만을 지원하는 망에 수시로 접속해야 하는 경우에 이동 노드가 접속할 망에 대한 버전 정보를 구별하여 적절한 등록 및 통신을 하여야 한다[4]. 본 논문에서는 이러한 이동 환경에서의 전이를 위해 제안된 HDSMA(Hierarchical Dual Stack Mobility Agent)에 대한 고찰과 이와 관련된 이동 에이전트에 대한 구현 알고리즘을 정의하려고 한다.

2. 본 론

2.1 HDSMA[1]

2.1.1 이동 IPv6로의 전이를 위한 고려사항

현재 IPv4를 사용하는 이동 환경에서 IPv6로의 전이 메커니즘을 제공하기 위한 고려사항들을 보면 다음과 같다. 이동노드는 낮은 대역폭과 낮은 전력 등의 리소스에 대한 제약을 가지기 때문에 가벼운 프로토콜 스택을 가지는 것이 바람직하다. 따라서 이동 노드는 하나의 프로토콜 스택만을 가지는 것으로 가정하였다. 이러한 단일 스택 이동 노드는 해당 스택의 광고 메시지를 인식하고 처리할 수 있기 때문에 다른 버전이 적용되는 네트워크로 이동하는 경우에도 광고 메시지를 수신 할 수 있다.

특 이동 에이전트 또는 라우터의 역할을 확장하였다.

따라서, 이동 에이전트들은(이동 IPv4의 홈 에이전트 [2], 이동IPv4의 외부 에이전트, 이동 IPv6의 홈 에이전트[3]) 모두 이중 스택 구조를 가져야 하며, 홈 도메인의 이동 에이전트들과 외부 도메인의 이동 에이전트들은 계층적인 구조를 가지기 때문에 이동 IPv4의 에이전트 광고 메시지와 IPv6와 IPv4의 라우터 광고 메시지를 전송할 수 있다.

2.2.2 HDSMA의 일반적인 동작

HDSAM의 기본적인 네트워크 구성은 <그림1>과 같이 구성된다. 기존의 이동 IP의 네트워크 구성과는 틀리게 각 네트워크는 하나의 경계 이중 스택 이동 에이전트(Boundary Dual Stack Mobile Agent)와 하나 이상의 내부 이중 스택 이동 에이전트(Interior Dual Stack Mobile Agent)로 구성된다.

다음은 HDSMA의 동작 절차에 대해 기술하였다.

1) IDSFA(Interior Dual Stack Foreign Agent)는 이동 IPv4에서의 에이전트 광고 메시지와 IPv6에서의 라우터 광고 메시지를 주기적으로 광고한다.

2) 이동 노드는 현재 연결중인 IP 버전을 기반으로 등록 메시지(이동 IPv4에서는 등록 메시지이고 이동 IPv6에서는 바인딩 업데이트)를 IDSFA에게 전송하고
3) IDSFA는 방문중인 도메인의 BDSFA(Boundary Dual Stack Foreign Agent)에게 등록 메시지를 전달한다.

4) 등록 메시지를 수신한 BDSFA는 자신의 방문자 리스트(visitor-list)의 등록 정보를 갱신하고, BDSHA(Boundary Dual Stack Home Agent)에게 등록 메시지를 터널링한다.

- 5) 유효한 등록 메시지를 수신한 BDSHA는 이동 노드에 대한 위치 정보를 갱신하고, IDSHA(Interior Dual Stack Home Agent)에게 전달한다. 유효한 등록 메시지를 수신한 IDSHA는 자신의 홈 리스트를 갱신하고, 수신된 등록 메시지에 대한 응답으로 등록 확인 메시지를 BDSHA에게 터널링하여 전달한다.
- 6) BDSHA는 등록 확인 메시지를 수신하고, 이를 BDSFA에게 전달한 후, BDSFA는 등록 확인 메시지를 다시 IDSFA에게 전달한다.
- 7) IDSFA는 수신된 등록 확인 메시지를 직접적으로 이동 노드에게 전송한다.

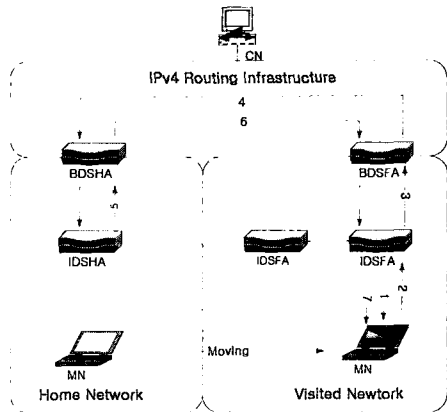


그림 1. HDSMA의 기본 동작

3. 구현

HDSMA의 구현에 있어서 이동 에이전트에서 Gratuitous ARP 또는 Proxy ARP 기능, 그리고 에이전트 광고, 라우터 광고와 터널링 기능들을 제공하기 위해서 일부 기능을 커널 모드 형태로 동작 하도록 구현하였으며, NIC 드라이버와 TCP/IP 프로토콜 사이의 패킷처리를 위하여 홈 에이전트와 HDSMA의 기능을 NDIS intermediate 드라이버 형태로 구현하였다.

HDSMA는 환경설정과 위치관리를 위한 응용 프로그램과 ARP 기능(gratuitous ARP, proxy ARP)과 터널링 기능을 포함하는 HDSMA Intermediate 드라이버로 구성된다. 이러한 HDSMA Intermediate 드라이버는 이동 노드에 대한 패킷을 가로챌 수 있도록 ARP기능을 가져야 하고, 이동 노드의 위치 정보를 응용 계층을 거치지 않고 바로 이동 노드에게 전달 할수 있도록 하기 위한 캐쉬 기능을 가져야 하며, 이동 IPv4상의 이동 에이전트 광고 메시지와 이동 IPv6상의 라우터 광고 메시지 생성 기능과 터널링 기능 등을 처리할 수 있어야 한다.

3.1 에이전트 광고 메시지 및 IPv6 라우터 광고 메시지
 에이전트 광고 메시지 및 IPv6 라우터 광고 메시지의 제어는 사용자 모드 제어와 커널 모드 제어로 나눌 수 있다. 각각의 모드에 대한 동작 알고리즘은 그림2와 같이 구성하였다.

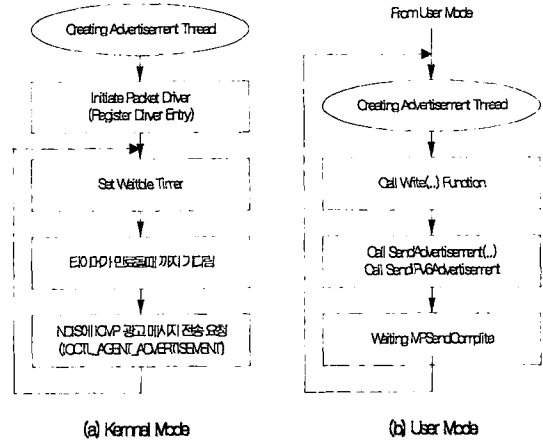


그림2. 에이전트 광고 및 IPv6 라우터 광고 메시지 알고리즘

3.2 등록 메시지 처리 알고리즘

에이전트 광고 메시지와는 다르게 등록 메시지 처리 메커니즘은 HDSMA Intermediate 드라이버가 초기화 될 때 시작된다. 즉 시스템이 시작한 이후에 수신된 모든 패킷을 검사하고, 등록 요청 및 등록 응답과 관련된 메시지라고 판단 되면 해당 처리 모듈에 의해 처리된다.

광고 메시지와 마찬가지로 등록 메시지 처리 모듈은 사용자 처리 모드와 커널 처리 모드로 구성된다.

HDSMA Intermedia 드라이버는 수신된 모든 패킷을 검사하고 등록 메시지가 요청 메시지 인지 응답 메시지 인지를 검사한다. 이렇게 수신된 등록 요청 메시지는 침시적인 캐쉬에 저장한 후 UDP 프로토콜에 의해 홈 에이전트로 전달 된다. 임시적인 캐쉬에 저장된 바인딩 정보는 상위 프로토콜 또는 홈 에이전트로부터의 등록 요청에 대한 응답 메시지를 수신 함으로써 바인딩 리스트에 추가된다. 이런 바인딩 리스트에는 이동 노드에 대한 IPv4 주소 또는 IPv6 주소, 현재 연결된 에이전트의 IP 버전, 등록 유지 시간, 홈 에이전트와 외부 에이전트의 IP 버전, CoA(Care-of-Address)등이 저장되며, 터널링과 헤더변환에 대한 정보를 제공하는데 사용된다.

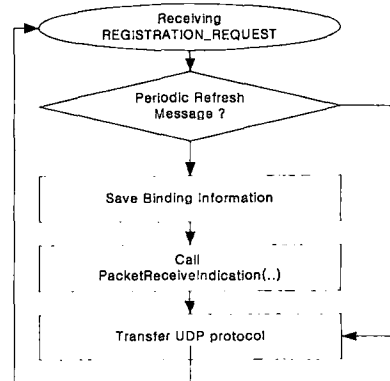


그림3. 커널 모드의 등록 요청 메시지 처리 알고리즘

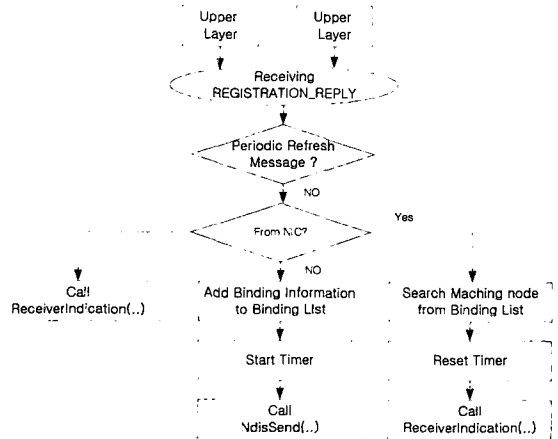


그림 4. 커널 모드의 등록 응답 메시지 처리 알고리즘

3.3 터널링 처리 모듈

홈 에이전트와 외부 에이전트에서 이동 노드의 위치 정보에 대한 갱신이 완료되면, 홈 에이전트는 이동 노드로 전달되는 모든 데이터그램을 가로채어, COA(Care-of-Address)를 사용하여 외부 에이전트로 터널링을 하게 된다.

이동 노드로 전송되는 데이터그램을 가로채기 위해서는 Proxy ARP와 Gratuitous ARP가 사용되며, 홈 에이전트는 이동 노드로 전달되는 데이터그램의 IP 헤더를 기반으로 IP 버전을 결정하고, 바인딩 리스트에서 인터셉트된 데이터그램 목적지 주소(IPv4 또는 IPv6)와 일치하는 이동 노드가 존재하는지를 검색한다. 만약 목적지 주소와 일치하는 이동 노드의 레코드를 찾게되면, 홈 에이전트는 IP-in-IP 캡슐화 [7] 방법을 사용하여 등록된 COA로 캡슐화 하여 외부 에이전트로 전달한다.

캡슐화된 패킷의 전달과정에서 이더넷 미디어를 사용하기 때문에 전송되는 프레임의 MTU(Maximum Transmission Unit)는 1500 바이트로 한정 되어 있다. 따라서, 가로챈 데이터그램의 크기가 1480바이트 이상일 때, 패킷을 분할하여 캡슐화 하고 외부 에이전트로 전달 하여야 한다.

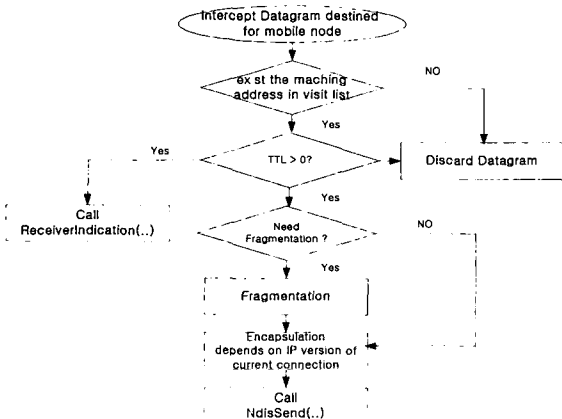


그림 5. Intermediate 드라이버 캡슐화 알고리즘

외부 에이전트가 COA 주소를 포함하는 데이터그램을 수신할 때에는 외부 에이전트 outer IP 헤더의 IP 버전과 inner IP 헤더의 버전을 검사하거나, outer IP 헤더의 프로토콜 번호를 검사한다.

이러한 검사 결과를 바탕으로 inner IP헤더의 목적지 주소와 일치하는 주소가 바인딩 리스트에 존재하는지를 검색하고, 일치하는 주소가 있다면 외부 에이전트는 역캡슐화를 수행한다. 그리고 역 캡슐화 된 패킷은 이동 노드로 전달되는 것이다. 역캡슐화는 수신된 데이터그램으로부터 outer IP 헤더를 제거함으로써 수행된다.

4. 결 론

지금까지 이동 네트워크 상에서 이동 IPv4와 이동 IPv6와의 연동을 위한 이동 에이전트의 구현 방안에 대해 살펴 보았다. 이동노드에서 이동 서비스를 제공하기 위한 계층적 이중 스택 이동 에이전트(HDSMA)는 IPv6로의 전이를 위해서 제안된 기존의 이동 IPv4와 이동 IPv6, 그리고 지역 등록 방식의 확장에 기반을 두고 있기 때문에 새로운 개체가 필요 없다는 장점과 단일 스택 이동 노드에게 이동 서비스를 제공하기 때문에 이동 단말의 요구사항을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 또한 이동 서비스를 위한 개체와 전이를 위한 개체를 구분하여 구현 및 이전이 용이 하다는 장점도 포함하고 있다. 즉 이동 노드의 변경을 최소화 하고, 이동 서비스와 전이 메커니즘의 엄격한 구분으로 IPv4에서 IPv6로의 전이 환경에서 좀 더 쉽게 적용될수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 본 논문에서는 HDSMA의 구현을 통한 이동 네트워크에서의 IPv4와 IPv6 상호 연동에서의 기능적 우수함을 측정하지 못했다는 아쉬움이 있다.

참고 자료

- [1] Hyun-Kook Kahng, "Requirements for 4to6 mobility transition using Hierarchical Mobility Agent", draft-kahng-ngtrans-hdsma-00.txt, Oct 2001
- [2] C. Perkins "IP mobility Support", RFC2002, Oct. 1996
- [3] C. Perkins "Mobility Support in IPv6", draft-ietf-mobileip-ipv6-15.txt, July 2001
- [4] P. Engelstad, "Transitional Integration of Mobile IPv4 and Mobile IPv6", draft-engelstad-ngtrans-mip4-over-mip6-01.txt, August 2001.
- [5] B. Carpenter, C.Jung, "Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels", RFC 2529, Mar 1999
- [6] R. Gilligan. E. Nordmark, "Translation Mechanism for IPv6 Hosts and Routers", RFC 2893, Aug 2000
- [7] Simpson. W. "IP-in-IP Tunneling", RFC 1853, Oct 1995.
- [8] 천정훈. "Mobile IPv4와 Mobile IPv6 연동을 위한 요구사항 및 구조 분석", 제28차 추계종합학술 발표회, 한국 통신학회