

멀티홉 기반의 프리픽스 할당 메커니즘

이상도*, 김용운*, 김형준*
한국전자통신연구원
e-mail : {sdlee, qkim, khj}@etri.re.kr

Multi-hop prefix delegation Mechanism

SangDo Lee*, Yong-Woon KIM *, HyoungJun Kim
*Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

IPv6 프리픽스를 자동으로 할당 받기 위한 메커니즘으로 IETF 워킹그룹을 중심으로 DHCPv6 프리픽스 옵션을 이용한 방식과, APD 기술을 이용한 방식으로 나눌 수 있다. 본 고에서는 IPv6 네트워크 환경에서 프리픽스 할당을 지원하는 싱글홉 기반의 DHCPv6 프리픽스 옵션을 살펴보고 멀티홉환경에서 이를 지원하기 위한 요구사항 및 프리픽스 할당 메커니즘을 제안하고자 한다.

1. 서론

본 논문에서는 멀티홉을 지원하는 프리픽스 할당 메커니즘을 제안하고자 한다. 싱글 홉 기반의 프리픽스 메커니즘은 NTT 도코모에서 xDSL 를 이용한 환경에서 홈 게이트웨이가 자신의 프리픽스를 자동으로 할당 받아 홈망의 네트워크 장비들에게 주소를 자동으로 설정할 수 있는 기능을 제공하는 서비스를 이미 서비스하고 있다.

그러나, 기업망과 같은 멀티홉으로 구성된 거대 규모의 네트워크 환경에서는 싱글홉 기반의 프리픽스 할당 과정보다는 멀티홉을 지원하는 라우터간의 프리픽스 자동 설정 방식이 필수적으로 요구될 것으로 기대된다. 기업 환경에서 라우터를 새롭게 설치할 때마다 네트워크 주소 및 환경 정보를 수동으로 설정하던 방식을 멀티홉을 지원하는 DHCPv6 PD 옵션에 기반한 프리픽스 메커니즘을 이용하여 자동으로 라우터의 프리픽스 및 주소를 자동으로 설정할 수 있다.

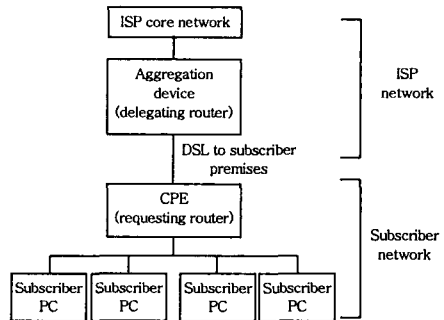
이러한 멀티홉 기반의 프리픽스 메커니즘을 지원하기 위한 요구 사항 및 동작 시나리오에 관련된 내용은 다음과 같다.

관련 연구

• 싱글홉 기반의 프리픽스 할당 메커니즘

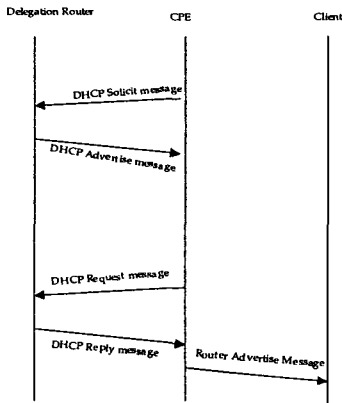
네트워크가 싱글홉으로 구성된 환경에서 기존의 DHCPv6 PD[1] 옵션을 지원하는 xDSL 망으로 연결된 환경에서 호스측에 설치된 싱글홉 기반의 홈 게이트웨이는 자신의 프리픽스 설정 및 주소 설정을 기본적으로 수행할 수 있어야 한다. 클라이언트가 주소 정보 이외에 DHCPv6 PD 를 이용한 DNS 정보 요청이 있을 경우에 이를 지원해야 한다. 앞서 살펴본 NTT 도코모에서는 싱글 홉을 지원하는 서비스를 이미 제공해주고 있다.[2]

DHCPv6 프리픽스 옵션을 이용한 싱글홉 프리픽스 할당 서비스 모델은 (그림 1)와 같다.



(그림 4) 프리픽스 네트워크 구성 모델

(그림 1)는 ISP(Internet Service Provider)가 xDSL 인터넷 서비스 모델에 IPv6 프리픽스 Delegation 을 적용한 그림이다[6]. 클라이언트 망에 설치된 CPE (Customer Premises Equipment) 라우터는 인터넷에 접속하기 위해서 ISP 코어망의 PE(Provider Edge) 라우터에게 IPv6 프리픽스 할당을 DHCPv6 프리픽스 옵션을 DHCPv6 서버 멀티캐스팅 주소를 이용하여 요청한다. ISP 망에 존재하는 DHCPv6 서버는 IPv6 프리픽스 요청에 대해서 메시지 검증 및 인증을 거친 후 사용 가능한 프리픽스들을 선택한다. 서버에서 프리픽스를 할당하는 방식으로는 정적(Static), 동적(Dynamic), 정책 기반의 (Policy-Based)방식들이 존재한다. CPE 라우터에게 DHCPv6 광고(Advertise) 메시지를 이용하여 IA_PD 옵션과 IA_PD 프리픽스 옵션에 할당한 IPv6 프리픽스 정보와 파라미터 값을 세팅하여 전송한다. 적절한 처리 과정을 거쳐 선택한 IPv6 프리픽스 정보들을 다시 확인하기 위해서 CPE 라우터는 DHCPv6 광고 메시지 (Advertise) 안에 포함된 IA_PD 와 IA_PD 프리픽스 옵션값을 IPv6 요청(Request)메시지를 이용하여 PE 라우터에게 전송한다.



(그림 2) 메시지 전송 과정

이러한 과정이 정상적으로 수행된 후, CPE 라우터는 PE 라우터로부터 할당 받은 IPv6 프리픽스(일반적으로 /48bit)를 /64bit 프리픽스로 서브네팅해서 PE 라우터의 RA(Router Advertisement) 메시지를 통해서 자신의 망에 전송한다. RA 메시지를 받은 호스트는 주소 자동설정 메커니즘을 이용하여 자신의 IPv6 주소를 생성하므로 외부 네트워크와의 연결성이 제공된다.

- 호스트 주소 및 DNS 서버 자동 설정

DHCPv6 서버를 이용한 호스트의 주소 및 DNS 설정을 자동으로 설정할 수 있도록 DHCPv6 도메인 환경에서의 호스트는 RA 메시지를 이용하여 자신의 주소를 설정하고 DHCPv6 DNS 옵션을 통하여 DNS 정보를 구할 수 있어야 한다.[3]

- 네트워크의 Renumbering 기능 제공

멀티홉 기반의 프리픽스 자동 할당 메커니즘을 이용한 서버는 관리자가 상위의 라우터의 프리픽스의 변경이 있을 경우에 DHCPv6 Reconfigure 메시지를 통해서 자신의 하위 네트워크 라우터의 프리픽스를 변경할 수 있는 기능을 제공할 수 있어야 한다.

확장된 멀티홉 기반의 시나리오

- 멀티홉 기반의 프리픽스 할당 메커니즘

기업망과 같이 멀티홉으로 구성된 환경 즉, 기존의 싱글홉 기반의 프리픽스 할당 메커니즘에서 확장된 형태의 멀티홉으로 구성된 환경에서도 프리픽스 자동 할당 과정이 요구되고 있다. DHCPv6 를 이용한 라우터간의 프리픽스 할당 과정이 활용될 수 있다. 이러한 멀티홉 모델에서 라우터는 DHCPv6 서버 /클라이언트 기능을 동시에 수행한다.

(그림 4)는 DHCPv6 서버를 이용하여 라우터가 자신의 프리픽스 정보를 할당 받은 후 자신의 인터페이스 주소를 생성하는 과정을 나타낸 것이다. 이러한 기본적인 메커니즘을 지원하기 위해서 라우터에서 지원해야 할 몇가지 네트워크 환경 설정이 필요하다. 다음과 같은 로컬 정책이 적용되어야 라우터간의 멀티홉 기반의 프리픽스를 메커니즘을 지원할 수 있다.

- 라우터 로컬 정책

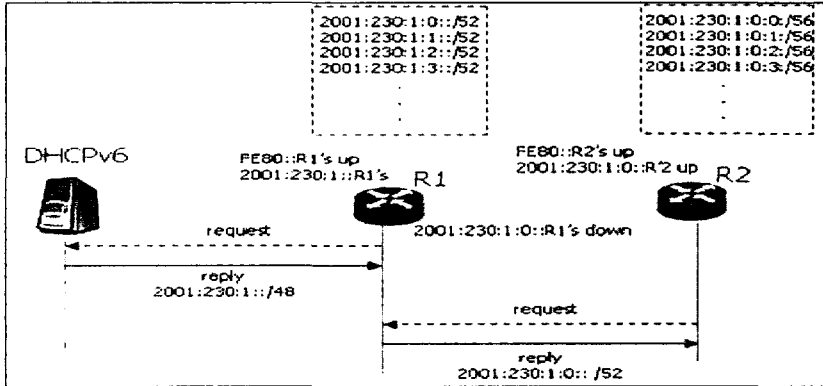
- 네트워크에 설치된 라우터는 자신의 하위 라우터를 위한 DHCPv6 서버/클라이언트 기능을 수행한다. 기존의 라우터는 서버 역할만을 하기 때문에 자신의 주소를 요청하는 역할을 수행할 수 없었다. 그러나, 이 논문에서는 라우터도 클라이언트의 역할을 수행하기 때문에 DHCPv6 스펙에서 정의하고 있는 서버/클라이언트 포트를 리스닝 하고 있어야 한다.

- 상위 라우터로부터 프리픽스를 할당 받은 하위 라우터는 자신의 프리픽스 풀(Prefix Pool)을 생성 및 관리를 한다. 프리픽스 풀을 생성하는 방식

은 로컬 정책에 따라 질 수 있으며, 여기서는 할당 받은 프리픽스에 /4 비트를 더해서 프리픽스를 생성한다.

- 자신의 하위 라우터에서 DHCPv6 메시지를 통한 프리픽스 요청시 프리픽스 풀(Prefix Pool)에서 자신의

하위 인터페이스에 설정한 프리픽스 정보를 전송한다. 프리픽스를 요청한 하위 인터페이스와 연결된 인터페이스는 동일한 네트워크를 가지므로 이와 같은 동작이 필요하다.



(그림 4) 멀티홉 기반의 프리픽스 동작 과정

• 라우터간의 동작 과정

(1) R1 라우터가 DHCPv6 도메인 환경에 설치되면 R1의 링크로컬 주소 FE80::R1'(상위 인터페이스)를 소스 주소로 DHCPv6 프리픽스 동작 과정을 수행한다. 수행 과정은 (그림 1) 과정과 동일하다.

(2) DHCPv6로부터 받은 2001:230:1/48 프리픽스와 업스트림 인터페이스의 MAC 어드레스를 이용하여 R1의 상위 인터페이스의 IPv6 주소를 생성 및 인터페이스에 설정한다.

(3) 서버로부터 받은 2001:230:1/48 프리픽스를 로컬 정책에 따라 프리픽스 풀을 생성한다. 예를 들어 4bit씩 추가하여 {2001:230:1:0::/52, 2001:230:1:1::/52, 2001:230:1:2::/52,.....} 등의 프리픽스 풀을 생성할 수 있다. 생성된 프리픽스 풀에서 자신의 하위 인터페이스 주소에 사용할 프리픽스를 선택한다. 여기서는 첫 프리픽스 풀 중에서 첫번째 프리픽스 값인 2001:230:1:0::/52를 선택해서 R1의 하위 인터페이스의 MAC 주소를 이용하여 IPv6 주소를 생성한 다음 하위 인터페이스의 주소를 설정한다. 하위 인터페이스의 설정된 프리픽스를 /64 형태로 만든 후 RA 메시지로 Advertise 한다.

(4) 하위 라우터 R2가 설치되면 R2 라우터는 자신의 프리픽스 정보를 할당 받기 위해서 (1)과 동일한 과정을 반복 수행한다. 이때, Solicit Message를 전송받은 R2의 상위 라우터 R1은 하위 인터페이스에 설정된 프리픽스를 DHCPv6 Reply 메시지로 전송한다. 상위 인터페이스와 하위 인터페이스가 동일한 네트워크를 형성한다.

(5) 상위 라우터 R1으로 받은 프리픽스 값을 자신의 상위 인터페이스에 Stateless IPv6 프리픽스 방식을 이용하여 IPv6 주소를 설정한다. 나머지 과정은 위의

과정과 동일하다.

• 호스트와 라우터간의 동작 과정

최하단의 주소 설정 및 프리픽스의 자동 할당 과정이 종료된 라우터는 RA(Router Advertisement) 메시지안의 "O"(OtherConfig), "M"(ManagedFlag) 플래그 비트를 설정하여 메시지를 로컬 망으로 전송한다. 이 논문에서 제안하고 있는 네트워크 설정 과정은 DHCPv6를 통한 자동 네트워킹을 지원하므로 "O" 플래그와 "M" 플래그는 True 값으로 설정하여 RA 메시지로 형태로 로컬 망으로 전송한다. RA 메시지를 받은 호스트는 자신의 IPv6 주소를 상대 비보존형 자동 주소 설정 방식을 이용하여 주소를 생성한다. 호스트는 자신의 주소를 설정한 후 DNS 도메인 서버 정보를 얻기 위해서 DHCPv6 INFORMATION-REQUEST 메시지를 이용한 DNS 서버 주소를 요청한다. DHCPv6 서버 기능을 제공하는 상위 라우터에서는 DHCPv6 DNS 정보 요청시 자신의 설정 값을 참조하여 DNS 서버 주소를 DHCPv6 Reply 메시지를 이용하여 호스트에게 DNS 정보를 알려준다. 이러한 과정이 종료 되면 호스트는 자신의 IPv6 환경에서 네트워크 연결에 필요한 모든 설정 과정들을 자동으로 수행할 수 있다.

(3). 고려사항

- 호환성

IPv6 Stateless Auto Configuration 과정은 단지 호스트를 대상으로 동작하도록 기본 스펙에 기술 되어 있다. 따라서, 이러한 메커니즘을 지원 하기 위해서 호스트로 되어 있는 용어를 노드로 변경해야 한다.

- 라우팅

라우터의 주소 설정 과정이 종료된 후 자신의 라우팅 테이블을 정적 방식 또는 RIP 와 같은 프로토콜을

정상적으로 지원하는지에 대한 과정이 고려되어야 한다.

- 보안

DHCPv6 메시지를 이용한 라우터간의 프리픽스 할당 과정에서는 보안에 취약점이 있으므로 메시지간의 인증을 위한 별도의 IPSec 을 이용한 Security 옵션이 필요할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] S. Miyakawa and R. Droms, "Requirements for IPv6 Prefix Delegation", RFC 3769, June 2004.
- [2] Droms, R., Bound, J., Volz, B., Lemon, T., Perkins, C. and M. Carney, "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)", RFC 3315, July 2003.
- [3] O. Troan and R. Droms, "IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6", RFC3633, December 2003.
- [4] S. Tomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration", RFC2462, Dec. 1998.