

IPv6 멀티호밍 환경에서 확장 헤더를 이용한 경로 최적화 메커니즘

(A Route Optimization Mechanism using an Extension Header in the IPv6 Multihoming Environment)

허지영[†] 이재훈^{**}
(Ji-Young Huh) (Jae-Hwoon Lee)

요약 멀티호밍은 하나의 기업 혹은 자율 시스템(AS, Autonomous System)이 둘 이상의 인터넷 서비스 제공업체(ISP, Internet Service Provider)로부터 인터넷 연결 서비스를 제공받는 메커니즘이다. 멀티호밍 메커니즘을 사용하는 AS는 망 내의 호스트들에게 여러 ISP를 통하여 좋은 성능과 신뢰성을 가지는 인터넷 연결을 제공할 수 있다. IPv6 멀티호밍에서는 멀티호밍 사이트가 하나의 ISP와의 연결에 문제가 발생하였을 경우 멀티호밍 사이트로 전송되어야 하는 패킷을 손실 없이 목적지로 전달할 수 있도록 하기 위하여 Non-direct EBG(Exterior Border Gateway Protocol)를 통한 터널링 메커니즘이 정의되었다. 그러나 이 메커니즘의 경우 신뢰성 있는 인터넷 연결은 제공하지만 통신 경로가 최적화 되지 못하는 문제점을 가진다. 본 논문에서는 IPv6 멀티호밍 환경에서 IPv6 확장 헤더를 사용함으로써 멀티호밍 사이트가 하나의 ISP와의 연결에 문제가 발생하였을 경우에 최적화된 경로를 통하여 신뢰성 있는 인터넷 연결을 제공할 수 있는 메커니즘을 제안한다.

키워드 : IPv6, 멀티호밍, 경로 최적화

Abstract A multihomed enterprise or AS(Autonomous System) improves reliability and performance by acquiring its Internet connectivity from more than two ISP(Internet Service Provider). Multihoming protocol must allow a multihomed site whose connectivity through one of the ISPs fails to keep its Internet connectivity. As one of mechanisms to do this, tunneling mechanism through Non-direct EBG(Exterior Border Gateway Protocol) is defined. This mechanism makes connectivity to the Internet more reliable, but causes the problem that makes the communication route non-optimal. In this paper, we propose the route optimization mechanism using an extension header in the IPv6 multihoming environment.

Key words : IPv6, Multihoming, Route optimization

1. 서론

기업과 개인에게 인터넷이 점차 중요해짐에 따라 기업이나 자율 시스템(AS, Autonomous System)은 망 내의 호스트들에게 좀 더 좋은 성능과 신뢰성을 가지는 인터넷 연결을 제공해야 할 필요가 있으며, 이와 같은 목적을 위해서 하나의 기업 혹은 AS가 둘 이상의 인터넷 서비스 제공업체(ISP, Internet Service Provider)로

부터 인터넷 연결 서비스를 제공받는 멀티호밍 메커니즘이 제안되었다. 이 메커니즘을 사용하는 멀티호밍 사이트는 트래픽을 여러 ISP들로 분산하여 송수신함으로써 혼잡을 줄이고 여러 ISP들 중 더 좋은 경로를 제공하는 ISP를 선택함으로써 인터넷 연결의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 하나의 ISP와의 연결에 문제가 발생하더라도 다른 ISP를 통하여 인터넷 연결을 유지함으로써 높은 신뢰성을 제공할 수 있다[1].

하나의 멀티호밍 사이트는 인터넷 연결을 제공해주는 여러 ISP들로부터 서로 다른 주소 프리픽스(Prefix)를 할당받고, 각 ISP와 직접 연결되어 있는 각 멀티호밍 사이트 경계 라우터들은 할당받은 주소 프리픽스를 이용하여 자신의 IPv6(Internet Protocol version 6) 주

· 본 논문은 영남대학교 ITRC 지원에 의하여 수행되었음

† 비회원 : 동국대학교 정보통신공학과

jiyoung@dongguk.edu

** 종신회원 : 동국대학교 정보통신공학과 교수

jaehwoon@dongguk.edu

(Corresponding author 입)

논문접수 : 2004년 6월 11일

심사완료 : 2006년 12월 1일

소를 구성한다. IPv6 주소를 구성한 각 멀티호밍 사이트 경계 라우터들은 그 사이트의 주소 할당 정책을 기반으로 멀티호밍 사이트 내의 호스트들에게 IPv6 주소를 부여한다. 이와 같은 구조에서 멀티호밍 메커니즘은 멀티호밍 사이트가 하나의 ISP와의 연결에 문제가 발생하였을 경우 다른 ISP를 통하여 인터넷 연결을 유지함으로써 기업이나 AS의 신뢰성을 향상시키는 것을 하나의 목적으로 하고 있다[2]. 이를 위해 제안된 하나의 방법은 멀티호밍 사이트가 하나의 ISP와의 연결에 문제가 발생했을 경우에 멀티호밍 사이트와 연결되어 있는 다른 ISP는 자신이 멀티호밍 사이트에 제공한 프리픽스 정보와 함께 장애가 발생한 ISP에 의해 제공된 프리픽스 정보를 모두 라우터 광고(Router Advertisement)하는 것이다[1]. 그러나 이러한 부가적인 라우터 광고는 주소 집합화(Address Aggregation)를 기반으로 하는 현재의 IPv6 라우팅 시스템에서는 사용할 수가 없다[3]. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 가지 메커니즘들이 제안되고 있으며[4], 현재 IPv6 멀티호밍에서는 Non-direct EBGPs를 통한 터널링 메커니즘이 표준으로 정의되어 있다[5].

Non-direct EBGPs를 통한 터널링 메커니즘은 BGP(Border Gateway Protocol)을 기반으로 프로토콜 스택의 추가나 수정 없이 신뢰성 있는 멀티호밍 메커니즘을 제공한다. 이 메커니즘에서는 그림 1에서 나타난 것과 같이 멀티호밍 사이트 경계 라우터 간에는 IBGP(Inte-

rior BGP)를 사용하여 라우팅 정보를 교환하고, 각 멀티호밍 사이트 경계 라우터는 EBGPs(Exterior BGP)를 사용하여 자신과 직접 연결되어 있는 ISP 경계 라우터와 라우팅 정보를 교환한다. 또한, 멀티호밍 사이트가 하나의 ISP와의 연결에 문제가 발생하였을 경우에 직접 연결되어 있지 않은 다른 ISP 경계 라우터를 통하여 인터넷 연결을 유지할 수 있도록 직접 연결되어 있지 않은 멀티호밍 사이트 경계 라우터와 ISP 경계 라우터 간에도 Non-direct EBGPs를 사용하여 라우팅 정보를 교환한다.

그림 1은 ISP 경계 라우터와 멀티호밍 사이트 경계 라우터 사이의 연결에 문제가 발생한 경우에 IPv6 멀티호밍 환경에서 Non-direct EBGPs를 통한 터널링 메커니즘을 사용하여 인터넷 연결을 유지하는 것을 보여주고 있다. 그림 1에서 멀티호밍 사이트 내의 노드인 Host-B는 ISP-A에서 제공되는 주소 프리픽스인 Pre-A를 사용하고 있기 때문에 기본적으로 ISP-A를 통하여 인터넷 서비스를 제공받는다. 그러나 ISP-A의 경계 라우터인 ISP-BR-A와 멀티호밍 사이트 경계 라우터인 BR-A 사이의 연결에 문제가 발생하면, Pre-A를 주소 프리픽스로 사용하는 Host-B는 ISP-BR-A를 통하여 패킷을 수신할 수 없다. 이 경우에 ISP-BR-A는 Host-B로 전송되는 패킷을 수신하면, Non-direct EBGPs를 통하여 자신과 직접 연결되어 있지 않은 BR-B로부터 획득한 라우팅 정보를 이용하여 Host-B로 전송되는 패킷

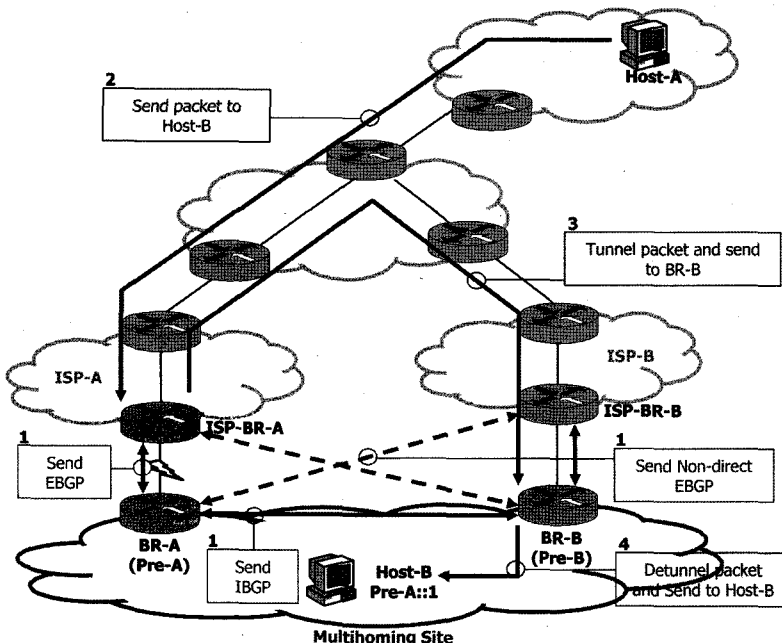


그림 1 Non-direct EBGPs를 통한 터널링 메커니즘

을 인캡슐레이션(Encapsulation)하여 BR-B로 터널링한다. 이 패킷을 수신한 BR-B는 그 패킷을 디캡슐레이션(Decapsulation)하여 Host-B로 전달한다. 이와 같이 Non-direct EBGP를 통한 터널링 메커니즘은 하나의 ISP 경계 라우터와 멀티호밍 사이트 경계 라우터 사이의 연결에 문제가 발생하더라도 인터넷 연결을 유지할 수 있도록 함으로써 멀티호밍 사이트의 신뢰성을 향상시킨다. 그러나 연결에 문제가 발생하였을 경우에 외부 망으로부터 멀티호밍 사이트로 전달된 패킷이 ISP 경계 라우터에서 터널링 됨으로써 패킷의 전송경로가 최적화되지 못하는 문제점을 가진다. 이러한 Non-direct EBGP를 통한 터널링 메커니즘의 문제점을 해결하기 위해서 SERDB(Site Exit Router Database) 메커니즘이 제안되었다[6].

그림 2는 SERDB 메커니즘의 동작을 나타낸다. SERDB 메커니즘에서는 SERDB라고 불리는 하나의 데이터베이스 서버를 사용하여 각 멀티호밍 사이트의 경계 라우터 정보와 연결 상태를 저장한다. 만일 하나의 멀티호밍 사이트의 경계 라우터와 ISP 경계 라우터와의 연결에 문제가 발생하였을 경우에 외부 망에 존재하는 임의의 호스트가 연결에 문제가 발생한 ISP 경계 라우터로 패킷을 전송하게 되면, ISP 경계 라우터는 수신한 패킷을 제거하고 송신지 노드에게 Destination Unreachable ICMPv6(Internet Control Message Protocol version 6) 메시지를 전송한다. 송신지 망의 경계 라우터는 이 메시지를 송신지 노드 대신에 가로채어 해당 멀티호밍 사이트의 연결에 문제가 있음을 감지하고, SERDB 서버에게 해당 멀티호밍 사이트에 대한 정보를 요청한다. SERDB 서버는 해당 멀티호밍 사이트의 경계 라우터들 중에 연결에 문제가 발생하지 않은 경계 라우터에 대한 정보를 송신지 망의 경계 라우터에게 전송한다. 이 정보를 수신한 송신지 망의 경계 라우터는 장애가 발생하지 않은 멀티호밍 사이트 경계 라우터로 패킷을 직접 터널링 함으로써 전송 경로가 최적화되지 못하는 문제점을 해결하였다. 그러나 SERDB 메커니즘은 모든 멀티호밍 사이트에 대한 정보를 저장하는 특정 서버를 가지고 있어야 하기 때문에 확장성(Scalability)을 지원하기 힘들고, 송신지 망의 경계 라우터가 송신지 노드를 대신하여 ICMPv6 메시지를 수신할 수 있어야 하기 때문에 구현에 어려움을 가진다. 또한, 송신지 망의 경계 라우터가 SERDB 서버로부터 멀티호밍 사이트의 도달 가능한 경계 라우터에 대한 정보를 수신하기 전까지 문제가 발생한 ISP 경계 라우터로 전달되는 모든 패킷들이 손실되는 문제점을 가진다.

본 논문에서는 IPv6 멀티호밍 환경에서 확장 헤더를 이용하여 ISP 경계 라우터와 멀티호밍 사이트 경계 라우터 간의 연결에 문제가 발생한 경우에 위와 같은 문제점 없이 최적화된 경로를 통하여 연결을 유지할 수 있는 메커니즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에

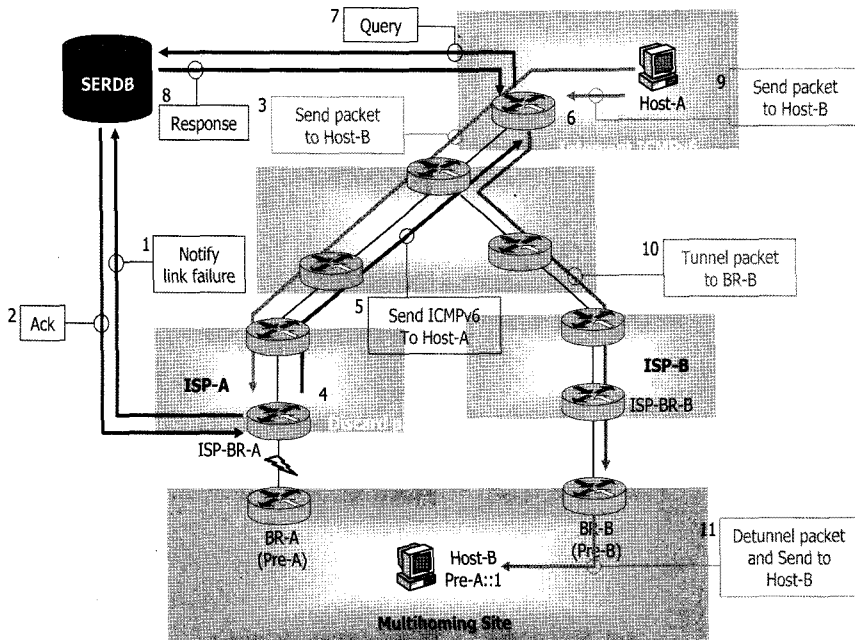


그림 2 SERDB 메커니즘의 동작

서 제안하는 IPv6 확장 헤더를 이용한 경로 최적화 메커니즘에 대해 설명하고, 3장에서는 모의실험을 통하여 제안 메커니즘의 동작과 성능을 분석한다. 그리고 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 확장 헤더를 이용한 경로 최적화 메커니즘

2.1 동작 원리

본 논문에서 제안하고 있는 메커니즘에서는 Multihomed 바인딩 옵션(Multihomed Binding Option)이란 새로운 홉-바이-홉(Hop-by-Hop) 옵션 헤더를 정의한다[7]. 이것은 직접 연결된 멀티호밍 사이트 경계 라우터와의 연결에 장애가 발생한 ISP 경계 라우터가 멀티호밍 사이트로 전달해야 하는 패킷을 수신하게 되면, 그 패킷의 송신지 노드까지의 중간 라우터들에게 장애를 알리는 역할을 함으로써 송신지 망의 경계 라우터와 중간 라우터들이 직접 패킷을 도달 가능한 다른 멀티호밍 사이트 경계 라우터로 터널링 할 수 있도록 한다. 그림 3은 제안한 메커니즘의 동작을 나타내고 있다.

본 논문에서 제안하고 있는 확장 헤더를 이용한 경로 최적화 메커니즘에서는 기존 Non-direct EBGP를 통한 터널링 메커니즘과 마찬가지로 멀티호밍 사이트 내의 라우터들 간에는 IBGP를 사용하여 라우팅 정보를 교환하고, 멀티호밍 사이트 경계 라우터와 ISP 경계 라우터들 간에는 EBGP를 사용하여 라우팅 정보를 교환한다. 또한, 망에 장애가 발생하였을 경우에 패킷을 전송할 수

있는 보조 경로를 확보하기 위해 Non-direct EBGP를 사용하여 직접 연결되어 있지 않은 ISP 경계 라우터와 멀티호밍 사이트 경계 라우터 사이에도 라우팅 정보를 교환한다. 멀티호밍 사이트 내의 노드들은 기본적으로 자신이 사용하고 있는 IPv6 주소의 주소 프리픽스를 제공한 ISP로부터 인터넷 연결 서비스를 제공받는다.

그림 3에서와 같이 하나의 ISP 경계 라우터 ISP-BR-A와 멀티호밍 사이트 경계 라우터 BR-A 사이의 연결에 문제가 발생하였을 때, ISP-BR-A가 외부의 호스트 Host-A로부터 멀티호밍 사이트 내의 호스트 Host-B로 전달해야 하는 패킷을 수신하게 되면, ISP-BR-A는 기존의 Non-direct EBGP를 통한 터널링 메커니즘과 마찬가지로 수신된 패킷을 전달 가능한 다른 멀티호밍 사이트 경계 라우터 BR-B로 터널링 한다. 그리고 동시에 ISP-BR-A는 ISP-A에서 멀티호밍 사이트에게 제공한 주소 프리픽스인 Pre-A 정보와 전달 가능한 다른 멀티호밍 사이트 경계 라우터 BR-B의 주소 정보를 포함하는 Multihomed 바인딩 옵션을 포함하는 IPv6 패킷을 Host-A로 전송한다. Multihomed 바인딩 옵션은 홉-바이-홉 옵션이기 때문에, 패킷의 송신지에서 목적지까지의 경로 상에 존재하는 모든 중간 라우터에 의해서 처리되어 진다. 송신지에서 목적지 사이에 존재하는 중간 라우터 R1, R2, R3, R4는 Multihomed 바인딩 옵션이 포함된 패킷을 수신하면 홉-바이-홉 옵션의 종류와 옵션 처리에 대한 정보를 가진 옵션 타입

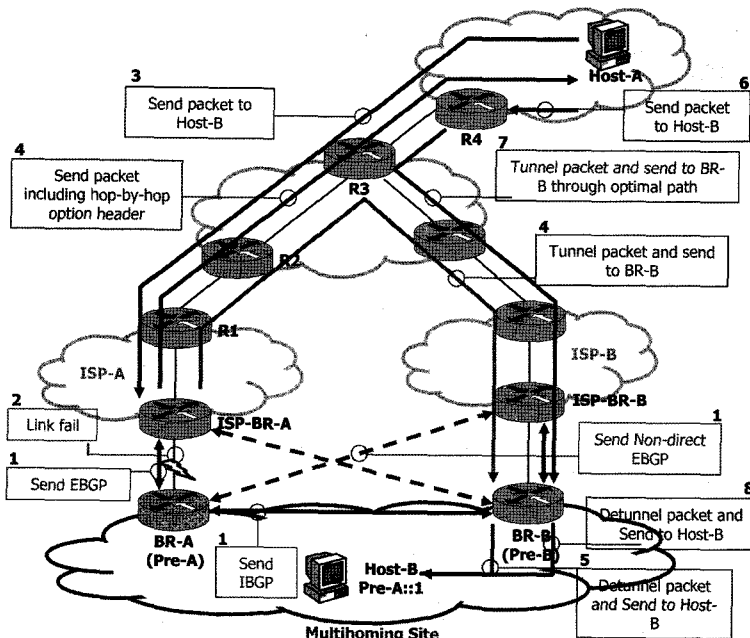


그림 3 IPv6 확장 헤더를 이용한 경로 최적화 메커니즘의 동작 원리

(Option Type) 필드를 이용하여 자신이 처리할 수 있는 옵션인지를 판단한다. 만일 중간 라우터가 Multihomed 바인딩 옵션을 처리할 수 있는 라우터라면, Multihomed 바인딩 옵션에 포함된 주소 프리픽스의 정보와 도달 가능한 다른 멀티호밍 사이트 경계 라우터의 정보를 저장한 후 다음 라우터로 패킷을 전달한다. 그러나 만일 중간 라우터가 Multihomed 바인딩 옵션을 처리할 수 없는 라우터라면, 이 옵션을 무시하고 수신한 패킷을 다음 라우터로 전달한다. Multihomed 바인딩 옵션의 정보를 저장한 중간 라우터 R1, R2, R3, R4는 연결에 문제가 발생한 주소 Pre-A를 목적지 주소 프리픽스로 하는 패킷을 수신하면, 수신한 패킷을 더 이상 ISP 경계 라우터 ISP-BR-A로 전달하지 않고, 저장한 바인딩 정보를 이용하여 직접 도달 가능한 멀티호밍 사이트 경계 라우터인 BR-B로 터널링 한다. 이와 같은 과정을 수행함으로써 Multihomed 바인딩 옵션에 포함된 라우팅 정보가 중간 라우터들에 의해 저장될 때마다 송신지 노드에서 멀티호밍 사이트로 전달되는 패킷의 전달 경로가 점차 최적화되며, 송신지 망의 경계 라우터인 R4가 Multihomed 바인딩 옵션 정보를 저장하면 패킷의 전달 경로는 최적화된다. 또한, 연결에 문제가 발생한 ISP 경계 라우터 ISP-BR-A가 Pre-A를 목적지 주소 프리픽스로 하는 패킷을 수신하면 패킷을 제거하지 않고 직접 전달 가능한 다른 멀티호밍 사이트 경계 라우터 BR-B로 터널링 함으로써 패킷이 손실되지 않도록 한다.

Multihomed 바인딩 옵션 정보를 저장하고 있는 중간 라우터들은 해당 정보의 Lifetime이 만료되기 전에 Multihomed 바인딩 옵션 정보가 유효한지를 알아보기 위해 Multihomed 바인딩 옵션을 전송한 ISP 경계 라우터에게 바인딩 요청(Binding Request) 메시지를 전송한다. 바인딩 요청 메시지를 수신한 ISP 경계 라우터는 멀티호밍 사이트 경계 라우터와의 연결이 복구되어 정상적으로 동작하면, 아무런 응답을 보내지 않음으로써 바인딩 정보의 Lifetime이 만료되어 바인딩 요청 메시지를 전송한 중간 라우터가 해당 바인딩 정보를 제거할 수 있도록 한다. 그러나 계속 연결에 문제가 있을 경우에는 바인딩 응답(Binding Reply) 메시지를 전송함으로써 바인딩 정보의 Lifetime을 갱신하여 바인딩 요청 메시지를 전송한 중간 라우터가 바인딩 정보를 계속 유지할 수 있도록 한다.

2.2 IPv6 Multihomed 바인딩 옵션

본 논문에서 제안하고 있는 메커니즘에서는 멀티호밍 사이트와 송신지 사이의 중간 라우터들에게 연결의 장애가 발생했음을 알려줄 수 있도록 하기 위해 홉-바이-홉 옵션 헤더에 Multihomed 바인딩 옵션을 새로 정의

Next Header(8bit)	Hdr Ext Len(8bit)	Option Type(8bit)	Option Length(8bit)
Life Time(16bit)		Prefix Length(8bit)	Pad1(8bit)
Target Address(128bit)			
Destination Address(128bit)			

그림 4 Multihomed Binding 옵션 헤더

하였다. 그림 4와 같이 IPv6 Multihomed 바인딩 옵션에 4개의 필드를 정의한다. Lifetime 필드는 바인딩 정보의 만료 시간을 나타내며, Target Address 필드는 각 중간 라우터가 패킷을 직접 터널링 할 수 있는 도달 가능한 멀티호밍 사이트 경계 라우터의 주소를 나타낸다. Destination Address 필드는 연결에 문제가 발생한 멀티호밍 사이트 경계 라우터의 주소 프리픽스를 나타내며, Prefix Length 필드는 Destination Address 필드의 프리픽스 bit 수를 나타낸다.

Multihomed 바인딩 정보를 수신한 중간 라우터는 Destination Address 필드와 Prefix Length 필드를 이용하여 연결에 문제가 발생한 ISP 경계 라우터를 경유하여 멀티호밍 사이트로 전달되어야 하는 주소 프리픽스를 얻게 된다. 따라서 목적지 주소의 프리픽스가 이와 동일한 패킷을 수신하게 되면 중간 라우터는 그 패킷을 Target Address 필드에 나타난 주소로 직접 터널링한다.

3. 성능분석

이 장에서는 네트워크 시뮬레이터 ns-2를 이용한 모의실험을 통하여 본 논문에서 제안하는 경로 최적화 메커니즘과 Non-direct EBGP를 사용한 터널링 메커니즘의 동작과 성능을 비교 평가한다[8]. 모의실험을 위한 시뮬레이션 모델은 그림 4와 같다. 멀티호밍 사이트 경계 라우터 BR-A는 ISP 경계 라우터 ISP-A와 직접 연결되어 있고, BR-B는 ISP-B와 직접 연결되어 있다. 멀티호밍 사이트 내의 호스트 Host-B는 ISP-A로부터 할당받은 주소 프리픽스를 사용하기 때문에 기본적으로 ISP-A를 통하여 패킷을 수신한다. 외부의 Host-A는 Host-B로 패킷을 전송하고, Host-A에서 ISP-A까지의 경로 상에 Multihomed 바인딩 옵션을 지원하는 중간 라우터 SR1과 SR2를 두었다. 각 링크의 전송 속도와 지연 시간은 그림 5와 같다.

그림 6은 ISP-A와 BR-A 사이의 연결에 장애가 발생하였을 경우에, Host-A로부터 멀티호밍 사이트 내의 Host-B로 전송되는 패킷의 전송 지연 시간을 보여준다.

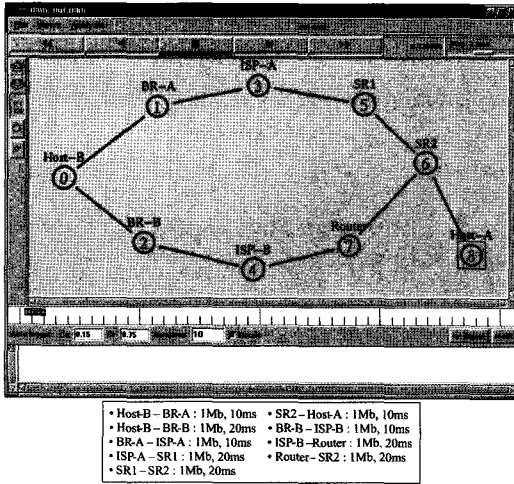


그림 5 모의 실험 모델

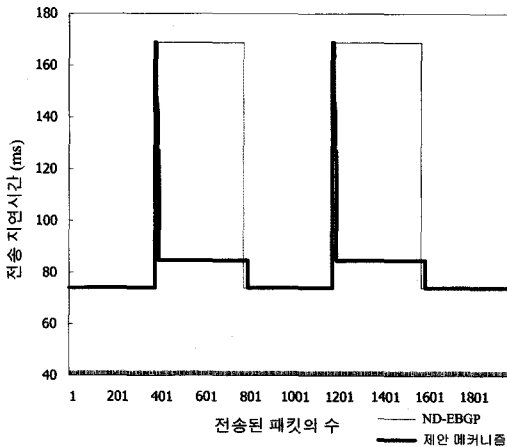


그림 6 전송지연시간 비교

기존의 Non-direct EBGP를 통한 터널링 메커니즘에서는 ISP-A와 BR-A 사이의 연결에 장애가 발생한 경우에 Host-A로부터 전송된 패킷이 ISP-A까지 전달되고, ISP-A에 의해 BR-B로 터널링 되기 때문에 큰 전송 지연 시간을 나타낸다. 반면에 제안 메커니즘에서는 ISP-A와 BR-A 사이의 연결에 장애가 발생한 동안에 ISP-A가 Host-B를 목적지로 하는 패킷을 수신하면, ISP-A는 수신한 패킷을 BR-A로 터널링하고 동시에 Host-A로 Multihomed 바인딩 옵션을 포함하는 IPv6 패킷을 전송한다. Multihomed 바인딩 옵션은 홉-바이-홉 옵션이기 때문에 ISP-A에서 Host-A까지의 경로 상에 존재하는 모든 중간 라우터 SR1과 SR2에 의해 처리된다. 그 이후부터 SR1과 SR2는 Host-B를 목적지로 하는 패킷을 수신하면 더 이상 ISP-A로 전송하지 않고, Multihomed 바인딩 옵션 정보를 이용하여 패킷을 직접

BR-B로 터널링 한다. 따라서 제안 메커니즘에서는 장애가 발생한 초기에는 기존 메커니즘과 동일한 높은 전송 지연 시간을 나타내지만 Multihomed 바인딩 옵션이 중간 라우터 SR1과 SR2에 의해 처리된 이후에는 작은 전송 지연 시간을 가지는 것을 볼 수 있다.

그림 7은 ISP-A와 BR-A 사이의 연결에 장애가 발생한 수에 따라 Host-A로부터 Host-B로 전송되는 패킷의 평균 전송 지연 시간을 측정하였다. 장애 복구 시간은 지수 분포(평균 5초)를 사용하였다. 기존 Non-direct EBGP를 통한 터널링 메커니즘은 ISP-A와 BR-A 사이에 장애가 발생했을 경우에 Host-A로부터 전송된 패킷이 ISP-A까지 전달되고, ISP-A에 의해 BR-B로 터널링 되기 때문에 장애 발생 횟수가 증가함에 따라 평균 전송 지연 시간이 크게 증가하는 것을 볼 수 있다. 반면 제안 메커니즘에서는 Host-A로부터 전송된 패킷이 Multihomed 바인딩 정보를 저장하고 있는 중간 라우터에 의해 BR-B로 터널링됨으로써 장애가 발생하는 횟수가 증가하더라도 평균 전송 지연 시간이 크게 증가하지 않는 것을 볼 수 있다.

본 논문에서 제안된 메커니즘에서는 멀티호밍 사이트와 송신지 망의 경계 라우터 사이에 장애가 발생하면, 송신지 망의 경계 라우터에서 Multihomed 바인딩을 포함하는 홉-바이-홉 옵션을 포함하는 IPv6 패킷을 송신지 노드로 전송한다. 이 패킷은 홉-바이-홉 옵션을 포함하고 있기 때문에 이 패킷을 전송한 라우터와 송신지 노드 사이의 모든 라우터에서 이 옵션을 검사할 수 있으며, 또한 이 옵션이 구현되어 있지 않은 라우터는 무시하고 다음 라우터로 전송할 수 있다. 반면에 SERDB 기반 메커니즘에서는 ICMPv6 메시지를 기반으로 하고 있기 때문에 ICMPv6 패킷의 송신지와 목적지 사이에 있는 중간의 모든 라우터들은 IPv6 패킷의 목적지 주소가 자신으로 설정되지 않더라도 수신되는 모든 ICMPv6 메시지를 분석해야 하기 때문에 IPv6의 향상된 옵션 처

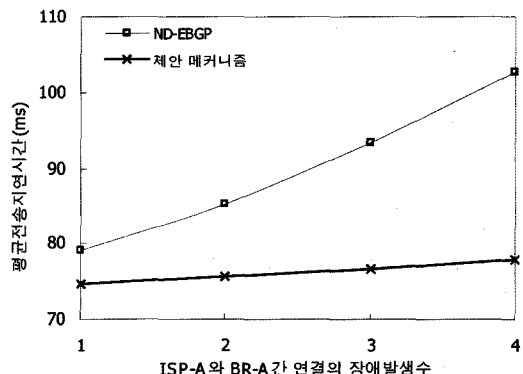


그림 7 장애 발생 수에 따른 전송지연시간 비교

리 기능을 사용하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 또한 SERDB 기반 방식에서는 SERDB 서버를 이용하기 때문에 모든 라우터들이 SERDB 서버의 주소를 알고 있어야 하며, SERDB 서버에 장애가 발생하면 메커니즘이 동작을 하지 않는 문제점과 더불어 이 서버와의 통신 방식도 정의되어야 한다는 문제점을 가지고 있다. 반면 이 논문에서 제안된 메커니즘은 IPv6에서 제공되는 홉-바이-홉 옵션 헤더를 이용하기 때문에 IPv6 프로토콜과의 호환성과 확장성이 우수하다. 즉 SERDB 방식과 이 논문에서 제안된 방식을 비교해보면, ICMPv6 대신에 multihomed 홉-바이-홉 옵션을 이용함으로써 동일한 오버헤드(즉, 하나의 IPv6 패킷이 경계 라우터로부터 송신지 노드까지 전송됨)로 IPv6 패킷의 손실을 방지하면서도 IPv6 프로토콜과의 호환성 및 확장성을 제공한다라는 장점을 가지고 있다.

Non-direct EBGP 메커니즘의 경우에는 멀티호밍 사이트와 송신지 망의 경계 라우터 사이에 장애가 발생하면 경계 라우터는 터널링 방법을 이용하여 멀티호밍 사이트의 다른 경계 라우터에게 패킷을 전송한다. 이 방식은 그림 1에 나타나 있는 것과 같이 서로 다른 ISP에 공통적으로 연결되어 있는 망까지 패킷이 거슬러 올라간 후, 이 망에서 멀티호밍 사이트의 다른 경계 라우터로 전송되게 된다. 따라서 송신지로부터 전송된 패킷은 최적화된 경로를 따라 전송되지 못한다는 단점을 가지고 있다. 이 논문에서 제안된 메커니즘을 non-direct EBGP 방식과 비교해보면 multihomed 홉-바이-홉 옵션을 포함하는 하나의 패킷이 추가적으로 전송되고, 이를 수신한 라우터는 자신의 라우팅 테이블의 정보를 최적화된 경로를 따라 패킷이 전송될 수 있도록 자신의 라우팅 테이블의 정보를 수정하는 등의 오버헤드가 발생하게 된다. 그렇지만 하나의 IPv6 패킷의 전송으로 인한 망의 오버헤드는 무시할 정도로 적으며 라우터에서 이 패킷을 수신하면 (마치 ICMP redirection 메시지를 수신한 것과 같이) 자신의 라우팅 테이블을 업데이트함으로써 기존의 방식보다 최적화된 경로를 거칠 수 있어서 그림 6과 7에 나타난 것과 같이 전송 지연 시간의 관점에서 훨씬 더 좋은 성능을 보여준다. 또한 중간 모든 라우터가 이 논문에서 제안된 옵션을 처리하지 못하는 경우에는 기존의 non-direct EBGP 메커니즘과 동일하게 동작하기 때문에 기존의 메커니즘과의 호환성도 유지할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 IPv6 멀티호밍 환경에서 하나의 ISP와 멀티호밍 사이트 사이의 연결에 문제가 발생하였을 경우에 확장헤더를 사용하여 최적화된 경로로 인터넷

연결을 유지할 수 있는 메커니즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안하고 있는 메커니즘은 연결에 문제가 발생한 ISP의 경계 라우터가 멀티호밍 사이트로 전송되는 패킷을 수신하면, 송신지 노드로 본 논문에서 새로 정의한 Multihomed 바인딩 옵션을 전송하도록 한다. Multihomed 바인딩 옵션은 멀티호밍 사이트의 주소 Prefix 정보와 도달 가능한 경계 라우터의 주소를 포함하며, 홉-바이-홉 옵션으로 ISP 경계 라우터에서 송신지 호스트까지의 모든 중간 라우터들에 의해 처리된다. Multihomed 바인딩 옵션을 인식할 수 없는 중간 라우터들은 이 옵션을 무시하고 다음 라우터로 전달하며, 인식할 수 있는 중간 라우터들은 이 옵션의 정보를 저장하고 다음 라우터로 전달한다. 그 이후에, Multihomed 바인딩 옵션 정보를 저장한 중간 라우터들이 연결에 문제가 발생한 ISP 경계 라우터를 거쳐서 멀티호밍 사이트로 전달해야 하는 패킷을 수신하면, 더 이상 문제가 발생한 ISP 경계 전달하지 않고 다른 도달 가능한 멀티호밍 사이트 경계 라우터로 직접 패킷을 터널링 한다. 따라서 본 논문에서 제안한 메커니즘은 멀티호밍 사이트로 향하는 패킷이 문제가 발생한 ISP 경계 라우터까지 전달되지 않고 중간 라우터들에 의해 다른 도달 가능한 멀티호밍 사이트 경계 라우터로 직접 터널링 됨으로써 패킷의 경로를 최적화시킬 수 있으며, 기존 메커니즘과 마찬가지로 연결에 문제가 발생한 ISP 경계 라우터에게 전달된 패킷은 ISP 경계 라우터에 의해 터널링 됨으로써 패킷이 손실되지 않는다.

본 논문에서는 네트워크 시뮬레이터 ns-2를 이용한 모의실험을 통하여 제안 메커니즘과 기존 메커니즘의 성능을 비교 분석하였으며, 제안 메커니즘은 장애발생시 패킷의 전송지연시간을 크게 단축시킴으로써 기존 메커니즘에 비해 높은 성능을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 또한 Multihomed 바인딩 옵션을 모든 중간 라우터들이 처리해야 하는 것은 아니기 때문에 이 옵션을 모든 라우터들이 처리하지 못하는 경우에도 기존 Non-direct EBGP 메커니즘과 동일하게 동작하기 때문에 기존 메커니즘과의 호환성도 유지할 수 있는 장점을 가진다.

참고 문헌

- [1] T. Bates and Y. Rekhter, "Scalable Support for Multihomed Multi-Provider Connection," RFC2260, 1998.
- [2] J. Abley, B. Black, and V. Gill, "Goals for IPv6 Site-Multihoming Architectures," RFC3582, 2003.
- [3] R. Hinden, S. Deering, "Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture," RFC3513, 2003.
- [4] G. Huston, "Architectural Approaches to Multi-Homing for IPv6," RFC4177, 2005.

- [5] J. Hagino and H. Snyder, "IPv6 Multihoming Support at Site Exit Routers," RFC3178, 2001.
- [6] Ki-Il Kim, Chang-Min Park, Tae-Il Kim, and Sang-Ha Kim, "Novel Scheme for Efficient and Scalable Multihoming Support in IPv6," ICCS2002. The 8th International Conference on, Vol. 2, pp. 25-28, 2002.
- [7] S. Deering, R.Hinden, "Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification," RFC2460, 1998.
- [8] nLBL, Xerox PARC, UCB, USC/ISI, VINT project, The Network Simulator ns-2 www.isi.edu/nsnam/ns



허 지 영

2002년 2월 동국대학교 산업공학과 학사
 2005년 2월 동국대학교 정보통신공학과 석사. 2005년 1월~현재 LG전자기술원 정보기술연구소 연구원. 관심분야는 WLAN, 메쉬 네트워크, Mobile IP, IPv6, 라우팅 프로토콜



이 재 훈

1985년 2월 한양대학교 전자공학과 학사
 1987년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사. 1995년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사. 1987년 3월~1990년 4월 데이콤 연구원. 1990년 9월~1999년 2월 삼성전자 정보통신부문 선임연구원. 2000년 3월~2000년 12월 삼성전자 자문교수
 2000년 5월~현재 한국이더넷포럼 운영위원. 1999년 3월~현재 동국대학교 정보통신공학과 부교수. 관심분야는 초고속통신, 다중 액세스 프로토콜, 인터넷 프로토콜, 메트로 이더넷