

지역 정보 기반의 IPv6 멀티호밍 제공을 위한 확장된 BGP 적용 방안

최 다혜^o, 유 환석, 김 상하
충남대학교 컴퓨터과학과
{dhchoi, grep, shkim}@cclab.cnu.ac.kr

An Application of Extended BGP in IPv6 Multihoming Based on Geographical Information

Da-Hye Choi^o, Hwan-Souk Yoo, Sang-Ha Kim
Dept. of Computer Science Chungnam National University

요 약

최근 IPv6 망에 멀티호밍을 제공하기 위한 연구 방향 중의 하나는 지리적 정보를 이용하는 것이다. 대표적인 메커니즘인 Geo for Now[1]은 지리적 위치 정보를 기반으로 주소를 할당하고 멀티호밍 제공 시 DFZ내의 글로벌 라우팅 테이블 엔트리가 급격히 증가되는 문제점을 해결하기 위한 방안을 제공한다. 그러나 [1]은 멀티호밍을 위하여 반드시 새로운 주소가 할당되어야 하며 멀티호밍 서비스를 요구하는 사이트가 증가되는 경우 확장성 문제를 야기한다. 본 논문에서는 지리적 위치 정보를 기반으로 IPv4 형식의 멀티호밍 기법을 그대로 적용하는 동시에 확장성 문제를 해결하기 위한 메커니즘을 제안한다. 제안된 메커니즘의 경우 지리적 위치 정보 및 확장된 BGP 속성의 사용으로 멀티호밍으로 인해 야기되는 상세한 경로 정보의 확산을 제한한다. 이로써 확장성의 문제를 발생시키지 않으면서도 IPv4 형식의 멀티호밍 기법을 사용함으로써 IPv4 멀티호밍에서 제공하던 기능들을 유사한 수준으로 제공할 수 있다.

1. 서론

오늘날 멀티호밍은 IPv4 망에서 장애 극복, 부하 분산 등을 위해 널리 사용되고 있는 기법으로서 IPv6를 이용한 인터넷의 지속적인 성장이 기대되는 가운데 IPv6 망에서의 멀티호밍 기법에 대한 요구도 점차 증가되고 있다. 그러나 IPv6 망의 경우 서비스 제공자를 기반으로 한 경로 군집을 엄격하게 수행하도록 함으로써 IPv6 주소 체계로 인해 확장성의 문제를 해결한다. 그러므로 IPv4 형식의 멀티호밍 기법을 IPv6에 적용하는 경우 멀티호밍으로 인한 상세한 경로 정보의 확산에 의해 DFZ 내의 BGP 테이블 크기가 급격히 증가되는 문제를 발생시킬 수 있다.

IPv4 형식의 멀티호밍 기법을 유지하면서도 IPv6 멀티호밍에서 야기되는 확장성 문제를 해결하기 위해 제안된 기법으로는 지리적 위치 정보를 이용하는 GEO for Now[1]가 있다. [1]은 기존의 주소체계 이외에 지리적 위치를 기반으로 한 별도의 주소 체계[2]를 할당하여 사용한다. 멀티호밍 네트워크에 의해 발생된 상세 경로 정보들은 그것이 발생된 지리적 위치에 따라 DFZ 내의 특정 부분으로 유입된다. 이러한 정보들은 경로 군집되어 다른 부분으로 전달되므로 IPv4 형식의 멀티호밍 기법을 사용하면서도 확장성을 제공할 수 있게 된다. 그러나 [1]의 기법에서는 멀티호밍을 위한 별도의 주소 체계가 요구될 뿐만 아니라 멀티호밍 서비스를 요구하는 사이트가 증가되는 상황에서 발생하는 확장성 문제를 위한 해결책을 제공하지 못한다는 문제점을 갖는다.

본 문서에서는 [1]과 같이 지리적 위치 정보를 기반으로 IPv4 형식의 멀티호밍 기법을 유지하면서 멀티호밍 서비스를 제공하기 위한 방법을 제안한다. 그러나 제안된 메커니즘의 경우 [1]과 달리 별도의 주소 체계를 사용하지 않으며 전체 인터넷이 아닌 특정 지역 내에서만 IPv4 형식 멀티호밍의

평평한 라우팅이 적용되도록 하여 상세 정보가 전달되는 범위를 제한함으로써 특정 지역 내에서 IPv4 멀티호밍에서 가능한 여러 가지 기능들을 제공하면서도 확장성의 문제를 발생시키지 않도록 한다.

제안된 메커니즘은 IPv4 형식 멀티호밍의 평평한 라우팅이 특정 지역 내에서만 이루어지도록 제한하기 위해 지리적 위치 정보와 함께 확장된 BGP 속성을 이용한다. 멀티호밍 사이트를 위해 생성된 상세 정보는 그것이 생성된 지역의 정보를 확장된 BGP 속성 내에 유지하면서 전달된다. 이러한 상세한 경로 정보를 전달 받은 BGP 라우터는 그것이 생성된 지역의 위치 정보를 확인하여 자신과 동일한 지역의 정보인 경우 그것을 라우팅 테이블에 반영하고 그렇지 않은 경우에는 라우팅 테이블에 반영하지 않고 통과(transit)하므로 멀티호밍으로 인한 상세한 경로 정보가 글로벌 라우팅 테이블에 반영되는 것을 방지할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 서론에 이어 2장에서는 라우팅 정보의 확산을 제한하기 위해 방법을 제안하며 3장에서는 제안된 기법을 망에 적용하는 경우 라우팅 정보의 전달과정과 트래픽의 흐름을 그림을 통해 설명하도록 한다. 마지막으로 4장에서는 결론과 향후 연구 방향을 알아본다.

2. 라우팅 정보의 확산을 제한하기 위한 방법

본 메커니즘에서는 지역을 구분하고 라우팅 정보가 확산되는 것을 제한하기 위해 기존의 BGP Community 개념과 유사한 REGION_COMMUNITY를 제안한다. 특정 지역에 위치한 BGP 라우터는 그 지역에 해당하는 특정한 REGION_COMMUNITY에 참여하며 멀티호밍으로 인해 생성된 상세 경로 정보는 REGION 속성 내에 그 정보가 생성된 지역의 REGION_COMMUNITY 정보를 저장하여 전달된다.

BGP 라우터는 라우팅 정보를 수신하여 그 라우팅 정보가 생성된 지역의 정보를 담고 있는 REGION 속성의 값을 확인함으로써 수신된 정보에 어떠한 라우팅 정책을 적용할 것인지 판단하게 된다. 만약 수신된 라우팅 정보의 REGION 속성 값이 자신이 참여한 REGION_COMMUNITY와 동일하다면 그 정보가 자신과 동일한 지역의 것이라 판단하고 자신의 라우팅 테이블에 반영한다. 반면 동일하지 않은 경우 라우팅 테이블에 반영하지 않고 그대로 통과시키거나 폐기한다. 이와 같은 방법을 통해 멀티호밍으로 인한 상세한 경로 정보가 그것이 생성된 지역 밖으로 확산되어 글로벌 라우팅 테이블에 반영되는 것을 방지 할 수 있다.

그림 1은 서비스 제공자인 ISP A와 ISP B에 의해 서비스를 제공 받는 대규모의 지역을 그림으로 나타낸 것이다. 대규모의 지역은 좀 더 작은 범위의 여러 소규모 지역으로 나뉘며 각각의 소규모 지역은 그것을 구분하기 위한 REGION_COMMUNITY 값을 할당 받는다.

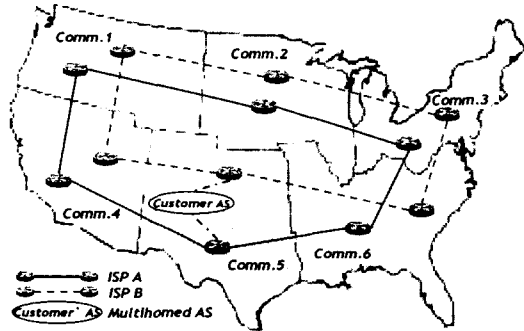


그림 1 각각의 지역을 구분하기 위해 지역마다 서로 다른 REGION_COMMUNITY를 할당한 경우의 예

3. 지역 내에 위치한 서로 다른 서비스 제공자 간의 연결성 존재 유무에 따른 멀티호밍 기법

제한된 메커니즘의 경우 지리적 위치에 기반하여 REGION_COMMUNITY에 참여하여 오직 동일한 REGION_COMMUNITY 참여한 BGP 라우터들 간에 상세한 경로 정보가 전달된다. 그러므로 비록 서로 다른 서비스 제공자에 속한 BGP 라우터라 할지라도 위의 조건이 만족된다면 상세한 경로 정보를 교환하여 멀티호밍 서비스를 제공한다. 그러나 이러한 조건이 만족 되더라도 서비스 제공자들 간에 실제적인 연결성이 존재하지 않는다면 그들간에 상세한 경로 정보 교환이 불가능하게 되므로 멀티호밍 서비스를 제공하지 못하게 된다. 따라서 제한된 메커니즘을 사용하여 멀티호밍 서비스를 제공하고자 할 때 멀티호밍 AS에게 서비스를 제공하는 다종의 서비스 제공자들의 지역 내 연결성 존재 여부에 따라 다음과 같이 지역 내 서비스 제공자들 간에 연결성이 있는 경우와 그렇지 않은 경우 나누고 각 상황에서 멀티호밍 서비스를 제공하기 위한 방법에 대해 기술하도록 한다.

3.1. 지역 내에 위치한 서로 다른 서비스 제공자 간에 연결성이 존재하는 경우

그림 2는 그림 1의 특정 지역을 나타낸 것으로 지역 내에

위치한 서로 다른 서비스 제공자들 간에 연결성이 있는 경우이다. 멀티호밍 AS(Cus.)는 서로 다른 서비스 제공자인 ISP A와 ISP B에 멀티호밍 되어 있다. 라우터 R5A~R5E 그리고 멀티호밍 AS는 모두 동일한 지역에 위치하므로 동일한 REGION_COMMUNITY에 참여한다. ISP A와 ISP B는 여러 지역에 걸쳐 서비스를 제공하며 지역 내의 R5A와 R5D에 의해 연결성을 제공 받는다.

그림 2에서 보는 바와 같이 ISP A의 R5D와 ISP B의 R5A는 서로 다른 ISP에 속해있지만 하나의 지역에 위치하며 동일한 REGION_COMMUNITY에 참여하였다. 그러므로 상세한 경로 정보의 교환이 가능하다. ISP A와 ISP B는 비록 서로 다른 서비스 제공자라 할지라도 R5A와 R5D에 의해 실제 라우팅 정보를 교환하기 위한 연결성을 제공 받았으므로 멀티호밍 AS에게 멀티호밍 서비스를 제공할 수 있다.

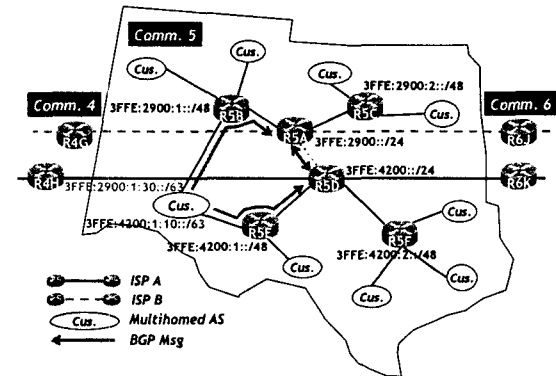


그림 2 지역 내 서비스 제공자들 간에 연결성이 있는 경우

3.1.1. 라우팅 정보의 전달과 트래픽 흐름

그림 2에서 멀티호밍 AS의 멀티호밍 정보가 지역 내의 서비스 제공자들에게 전달되는 과정은 다음과 같다. 우선 멀티호밍 AS의 BGP 라우터는 상세한 경로 정보 전달 시 REGION 속성 내에 그 라우팅 정보가 생성된 지역을 표시하기 위한 REGION_VALUE 필드를 정의하고 REGION_COMMUNITY 값을 저장한다. 이러한 라우팅 정보를 수신한 R5B와 R5E에서는 수신된 정보의 REGION_COMMUNITY가 동일하지 판단한다. 만약 동일하다면 수신된 상세 경로 정보는 라우팅 테이블에 반영되며 그렇지 않다면 통과 또는 폐기한다. 그림 2의 경우 R5B와 R5E는 멀티호밍 AS를 위한 상세 경로 정보가 생성된 지역과 동일한 지역에 위치하므로 수신된 라우팅 정보를 자신의 라우팅 테이블에 반영한다. 이러한 과정은 R5A와 R5D에서도 동일하게 이루어져 멀티호밍 서비스를 제공하기 위해 요구되는 라우팅 정보를 획득하게 된다.

그림 2에서 보는 바와 같이 비록 R5A와 R5D가 서로 다른 서비스 제공자에 속해 있다고 하더라도 동일한 REGION_COMMUNITY에 참여하였으므로 지역 내에서 서로에 대한 연결성을 갖는다면 멀티호밍 AS에 대한 상세한 경로 정보를 교환한다. 이러한 과정을 통해 멀티호밍 AS에 대한 복구 경로가 생성되어 멀티호밍 서비스의 제공이 가능해진다.

ISP A로부터 할당 받는 주소 블록을 목적지로 하는 데이터가

전달되는 경우 R5D -> R5E -> Cus.의 경로로 목적지에 전달된다. 만약 해당 경로 상에 어떠한 장애가 발생하게 된다면 이러한 사실은 지역 내의 BGP 라우터들에게 전달되어 기존의 경로에 장애가 발생했다는 사실을 알 수 있게 되므로 R5D -> R5A -> R5B -> Cus.라는 복구 경로를 통해 데이터를 전달한다.

3.2. 지역 내에 위치한 서로 다른 서비스 제공자 간에 연결성이 존재하지 않는 경우

앞서 지역 내에 위치한 서로 다른 서비스 제공자 간에 연결성이 있는 경우에 제안된 메커니즘을 이용하여 멀티호밍 서비스의 제공이 가능함을 보였다. 그러나 제안된 메커니즘의 경우 동일한 REGION_COMMUNITY에 참여한 BGP 라우터에게만 상세한 경로 정보를 전달하므로 서비스 제공자들 간의 연결성이 지역 내부에 존재하지 않은 경우에는 서비스 제공자 간에 상세 경로 정보의 교환이 불가능하게 되어 복구 경로를 제공하지 못한다. 이러한 경우에는 터널링 기법을 사용하여 멀티호밍 서비스를 제공한다.

터널링 기법을 사용하기 위해 지역 외부의 연결성을 이용하여 라우팅 정보를 교환하기 위한 외부 REGION_COMMUNITY를 사용한다. 외부 REGION_COMMUNITY는 새로운 REGION_COMMUNITY 값을 요구하는 것이 아니라 동일한 REGION_COMMUNITY 값에 대하여 REGION 속성에 적용되는 라우팅 정책을 달리하는 것을 말한다. 동일한 외부 REGION_COMMUNITY에 속한 BGP 라우터의 경우 라우팅 정보를 자신의 테이블에 반영하지 않고 외부 REGION_COMMUNITY에 속한 다른 BGP 라우터로 통과하여 지역 내부에 연결성을 갖지 못한 서비스 제공자들 사이에 라우팅 정보의 교환이 가능하게 만든다.

REGION_COMMUNITY와 외부 REGION_COMMUNITY 참여 여부에 의해 다음과 같은 경우가 발생할 수 있다.

- 1) REGION_COMMUNITY가 같은 경우: 수신된 경로 정보를 라우팅 테이블에 적용함
- 2) REGION_COMMUNITY는 다르지만 외부 REGION_COMMUNITY가 같은 경우: 수신된 경로 정보를 통과시킴
- 3) REGION_COMMUNITY와 외부 REGION_COMMUNITY가 모두 다른 경우: 수신된 경로 정보를 폐기함

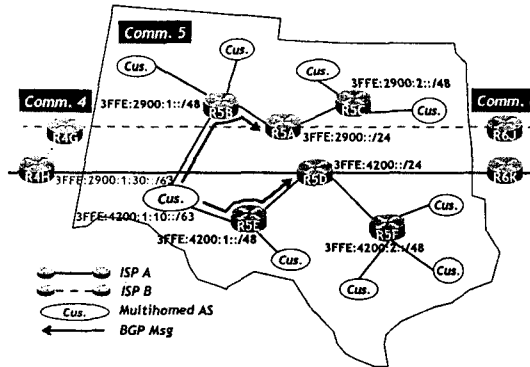


그림 3 지역 내 서비스 제공자들 간에 연결성이 없는 경우

3.2.1. 라우팅 정보의 전달과 트래픽 흐름

그림 3은 지역 내 서비스 제공자들 간에 연결성이 없는 경우를 나타낸 것으로 그림 2에서와 달리 멀티호밍을 위한 상세 경로 정보의 교환을 위해서는 터널링 기법을 사용해야 하며 이를 위해 터널링 구간의 양끝 정보가 필요하다. 캡슐화 및 디캡슐화의 기능을 수행하기 위한 대상을 알리기 위해 REGION 속성에 REGION_NEXT_HOP 필드가 정의되며 이를 전달하기 위한 경로구성을 위해 외부 REGION_COMMUNITY가 구성된다. 그림 3에서 외부 REGION_COMMUNITY에 참여하게 되는 대상은 R5A, R4G, R4H, R5D이다.

R5A에서는 상세 경로 정보 전달 시 REGION 속성의 REGION_NEXT_HOP 필드에 터널링을 위한 구체적인 IP 정보인 R5A의 인터페이스 정보가 저장되며 이러한 정보는 외부 REGION_COMMUNITY에 참여한 BGP 라우터들을 통해 R5D에게 전달된다. R5A로부터 상세 경로 정보를 받은 R4G는 먼저 REGION_COMMUNITY의 동일성 여부를 확인하고 동일하지 않은 경우에 외부 REGION_COMMUNITY를 확인한다. R5A와 R4G는 내부 REGION COMMUNITY는 서로 다르지만 동일한 외부 REGION COMMUNITY에 참여하고 있으므로 수신한 상세 경로 정보를 통과시킨다. 통과된 정보는 동일한 과정을 통해 R5D에 전달된다. R5D의 경우 R5A와 동일한 내부 REGION COMMUNITY에 속하므로 전달 받은 상세 경로 정보를 자신의 라우팅 테이블에 적용한다. 이를 통해 터널링 기법을 사용하여 multihoming service를 제공하기 위한 기반이 마련된다.

그림 3에서 멀티호밍 AS에서 ISP B로부터 할당 받은 주소 블록을 목적지로 하는 데이터는 R5A -> R5B -> Cus.의 경로로 목적지에 전달된다. 이때 만약 해당 경로 상에 어떠한 장애가 발생하게 된다면 R5A에서는 장애 사실을 인식하고 복구 경로를 통해 데이터를 목적지에 전달한다. 그림 3의 경우 ISP A와 ISP B간에 연결성이 없기 때문에 터널링을 해야 한다. R5A에서는 이러한 사실을 이미 알고 있으므로 캡슐화하여 R5D에게 전달한다. R5D에서는 이러한 데이터를 수신한 후 디캡슐화하여 목적지로 전달한다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

IPv4 형식의 멀티호밍 기법을 유지하면서 IPv6망에 멀티호밍을 제공하기 위해서는 확장성의 문제를 해결해야만 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 지리적 정보를 기반으로 BGP 속성의 확장을 통해 보다 확장성 있고 효율적인 IPv6 멀티호밍 기법을 제안하였다.

본 연구와 관련하여 제안된 메커니즘에 대한 검증은 위해 시뮬레이션 등의 추후 연구가 계속 진행 될 것이다.

5. 참고 문헌

[1] I. van Beijnum, "Provider-Internal Aggregation based on Geography to Support Multihoming in IPv6," IETF Internet-Draft, draft-van-beijnum-multi-isp-int-aggr-00, October 2002.
 [2] M. Py and I. van Beijnum, "GAPI: A Geographically Aggregatable Provider Independent Address Space to Support Multihoming in IPv6," IETF Internet-Draft, draft-py-multi6-gapi-00, October 2002.