

IPv6 지원 중간 계층을 이용한 단말의 Traffic Engineering

유대완 · 이승윤*

*한국전자통신연구원 표준연구센터

End-host Traffic Engineering using IPv6 Intermediation

Multihoming with L3Shim

Tae-wan You* · Seung-yun Lee*

ETRI PEC

E-mail : twyou@etri.re.kr

요 약

현재 IETF (Internet Engineering Task Force)의 SHIM6 (Site Multihoming by IPv6 Intermediation) 워킹그룹에서는 Network layer Shim (L3Shim)이라는 새로운 IPv6 스택을 정의하여 IPv6 환경에서 멀티호밍을 지원하는 방법에 대해 표준을 제정하고 있다. 이 Multihoming은 redundancy, load sharing과 같은 멀티호밍 장점을 지원할 수 있다.

본 논문은 이와 같이 새롭게 정의된 L3Shim이 단말에 있을 경우, 단말에서 효과적인 Policy 정책을 통한 load sharing 및 balancing 통한 traffic engineering 방법을 제시한다. 현재 SHIM6 워킹그룹에서는 L3Shim을 이용한 load balancing 부분은 다루고 있지 않다. 그러나 멀티호밍의 장점 중 하나는 load balancing이며 실제 load balancing이 지원 됐을 경우 응용 차원에서 많은 장점을 가질 것으로 여겨진다. 따라서 이와 관련한 메커니즘이 필요하며, 이를 위한 선행적인 연구가 필요로 되어진다.

키워드

IPv6, Multihoming, L3Shim, load sharing, traffic engineering

1. 서 론

앞으로의 인터넷은 무선 구간의 일반화와 더불어 디바이스들의 소형화, 지능화로 인해 이동성이 무엇보다도 강조되는 시점이며, 사용자는 자신이 원하는 다양한 서비스를 제공받기 위한 QoS(Quality of Service)를 요구하고 있다. 그러나 인터넷에서 가장 기본적으로 제공되어야 할 것은 연결성 (Connectivity)이다. 따라서 하나의 사이트의 네트워크 관리자는 하나 이상의 Internet으로의 연결을 위한 경로를 가지고 있으며, 문제가 발생했을 경우 다른 경로를 이용하여 Internet과의 연결성을 보장해야 한다. 이것을 멀티호밍이라 부르는데, 이와 같이 멀티호밍은 실제 Internet이 발달하면서 보편적인 현상으로 자리 잡고 있다 [1]. 그러나 이러한 Multihoming은 scalability적인 측면에서 큰 문제를 야기하고 있으며, 다른 path로 변경 했을 경우 통신 세션이 끊기는 것과 같은 transparency 문제도 가지고 있다.

현재 IETF (Internet Engineering Task Force)의

SHIM6 (Site Multihoming by IPv6 Intermediation) 워킹그룹 [2]에서는 Network layer Shim (L3Shim)이라는 새로운 스택을 정의하여 위에 언급한 scalability 및 transparency 문제 등을 해결함과 동시에 IPv6 환경에서 멀티호밍을 지원하는 방법에 대해 표준을 제정하고 있다. 멀티호밍을 지원하기 위해 이 워킹그룹은 IP 주소가 내포하는 Identity와 locator의 개념을 분리시켜 IP layer 상위에서 사용하는 Upper layer Identifier (ULID)와 실제 라우팅이 되는 locator - 실제 IP 주소 - 로 나누고 새롭게 호스트에 위치시킨 L3Shim이라는 스택을 이용하여 각각을 매핑 시킨다. 따라서 locator인 IP 주소가 바뀌어도 ULID는 바뀌지 않기 때문에 응용 차원에서의 세션을 계속 적으로 유지하면서 redundancy, load sharing과 같은 멀티호밍 장점을 지원할 수 있다. 이 L3Shim은 단말에게까지 멀티호밍의 장점을 제공하고 IP 주소의 ID와 locator의 역할을 증첩하여 사용하는 단말까지 보안할 수 있다.

Multihoming의 가장 큰 장점은 하나의 path가

문제가 발생했을 경우 다른 path를 사용할 수 있는 Redundancy이다. 그러나 비용적인 측면에서 생각해보았을 때 primary path 이외의 것을 backup용으로만 사용한다는 것은 큰 낭비라고 생각할 수 있다. 따라서 다중의 path가 존재할 때 이들을 이용하여 traffic을 분산하고 공유하는 것은 중요하다 할 수 있다. 또한 이러한 traffic의 분산은 단말로 하여금 마치 traffic engineering과 같은 결과를 가져올 수 있는 것이다. 본 논문은 이와 같이 새롭게 정의된 L3Shim이 단말에 있을 경우, 단말에서 효과적인 Policy 정책을 통한 load sharing 및 balancing 통한 traffic engineering 방법을 제시한다. 현재 SHIM6 워킹 그룹에서는 L3Shim을 이용한 load balancing 부분은 다루고 있지 않다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 L3Shim을 통해 IP address로부터 Identifier와 locator를 분리하는 의미와 함께 SHIM6 워킹그룹에서 제정 중인 L3Shim의 Multihoming에 대해 간단히 언급하였다. 다음으로 실제 traffic 분산을 위해 address 선택 시 고려해야 할 여러 가지 사항들을 나타내었다. 그 후 실제 address selection이 일어나는 과정을 나타내고 결론을 맺는다.

II. Related Works

2.1 Identifier와 locator의 분리란?

이동성을 지원하기 위해서는 단말이 이동한 위치 정보 (locator)를 상대방 단말이 알 수 있어야 하며, 이동한 네트워크상에서 이동한 단말이 처음 나와 통신을 한 단말인지의 정보 (Identifier) 또한 알 수 있어야 한다. 즉, 통신 중인 단말에서 자신을 나타내는 식별자 (Identifier)는 유일해야 하며 위치 정보는 (locator) 이동할 때 마다 바뀔 수 있어야 한다. 또한 이 다양한 locator 집합은 하나의 Identifier에 동적으로 매핑이 되어야 한다. 멀티호밍 역시 인터넷과 연결성을 보장하기 위해 ISP와의 두 개 이상의 경로를 갖게 하는 것이기 때문에, 통신 중인 단말들의 경로를 바꾸게 되더라도 단말의 Identifier는 유지되어야 하며 locator만 변경되면 되는 것이다. 이와 같은 Identifier와 locator의 분리를 위해서는 다음과 같은 기능들이 필요하다.

- End-to-end 개념을 가지는 transport 계층 상위에서는 통신 중에 세션이 끊기지 않도록 Identifier를 이용하여 세션을 맺어야 한다.
- 실제 경로를 찾아 라우팅을 하는 IP 계층에서는 locator의 의미로 IP 주소를 사용해야 한다.
- Transport 상위의 계층에서 사용되는 Identifier와 IP 계층 하위에서 사용하는 locator 간의 동적인 매핑을 담당하는 기능이 필요하다.

아래 그림은 1은 3계층 (IP)과 4계층 (Transport) 사이에 Identity라는 계층을 집어넣어 상위 프로토콜을 대상으로 사용되는 identifier와 IP 계층 하위로 사용되는 locator인 IP 주소와의 매핑을 보여주고 있다.

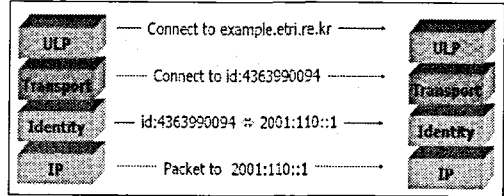


그림 1. Identifier와 locator의 분리

2.2 L3Shim (Layer 3 Shim)

Network layer Shim (L3Shim)은 처음 IETF의 Multi6 워킹그룹 [3]에서 IPv6 사이트 멀티호밍을 지원하기 위한 솔루션으로 제안되었다. 호스트의 Identifier와 locator의 분리하는 개념을 사용하였다. L3Shim은 오직 멀티호밍만을 지원하기 위한 방법으로, public key등을 호스트의 identifier로 사용하지 않으며 오직 호스트에 identifier와 locator를 매핑하는 Shim 계층만 존재하면 멀티호밍이 가능하게 한다.

L3Shim의 가장 큰 특징은 shim이 없는 노드들 과도 상호 호완성을 제공한다는 것이다. 이를 위해 먼저 호스트의 Identifier는 HIP와 같이 새로운 name space를 사용하지 않고 기존 IP 주소를 사용한다.

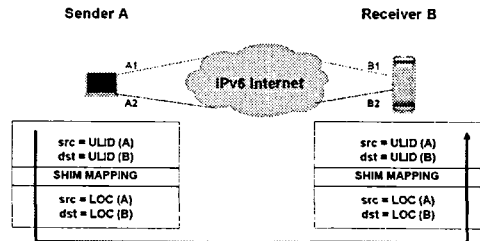


그림 2 L3Shim의 동작

위의 그림 2는 L3Shim의 동작을 보여준다.

1. 처음 통신이 설정되는 순간에는 호스트의 Identifier인 ULID (A)와 Locator LOC (A)가 동일하게 IP 주소를 이용 (기존 통신방법과 동일)
2. 통신이 설정된 후 서로 Shim을 지원하는지 지원하지 않은지에 대한 context 교환
3. 현재 통신경로인 A1-B1에서 문제 발생으로 인한 A2-B2로의 경로 변경 발생. 호스트의 Identifier는 변경되지 않고,

locator들은 각각 A1에서 A2로 B1에서 B로 변경

III. Considerations of Address selection for load sharing

이용 가능한 여러 address들이 있을 때 어떤 address를 사용하여 traffic을 보내느냐에 따라 load sharing을 가능하게 할 수 있다. 먼저 세션이 처음 시작 할 때 이용 가능한 다중인 address들 사이에서 주소를 선택하는 것으로 load sharing을 수행 할 수 있다. 현재는 IPv6 address 선택은 단지 [4]문서를 통해서만 이루어지는 것으로 되어있다. 두 번째로는 세션이 맺어진 이후에 현재 이용중인 path에 문제가 발생해 새로운 path를 선택하는 경우 다시 한 번 주소 선택을 통해 traffic을 분산 시킬 수 있다. 이 장은 load sharing을 위해 이용 가능한 여러 address를 선택하기 위해 여러 가지 상황들에 대한 고려사항을 나타내고 있다.

3.1 What is target for load sharing?

traffic을 분산시키는 궁극적인 대상이 어떤 것이냐에 따라 우리는 여러 가지를 생각할 수 있다. 먼저 Site Multihoming을 지원하는 site exit router를 대상으로 traffic을 분산한다고 가정하자. 이 사이트 내의 단말은 자신의 site exit router들이 처리하고 있는 traffic의 양을 알고 있어야 한다. 따라서 address를 선택하는 시점에서 traffic 부하가 작은 site exit router로 통해 생성한 address를 선택하게 되는 것이다. 이를 위해 단말은 site exit router의 traffic 양을 측정하는 메커니즘이 필요하게 된다.

대상은 end-to-end link 또는 통신 세션이라고 정한다면, 노드는 자신의 address들과 목적지 address들의 가능한 path 조합을 만들어 관리해야 한다. 또한 현재 traffic이 흐르고 있는 path의 traffic 부하를 체크해야 하며, 이와 동시에 traffic 분산을 위해 다른 사용하고 있지 않은 path들에 대해서도 지속적인 체크가 필요하다. 이를 지원하려면 실제 data packet 이외에도 traffic의 부하를 위한 signaling packet도 많이 발생하므로 전체적인 path 성능은 좋지 않을 수 있다.

3.2 Who offer the information for address selection?

위에서 언급한 바와 같이 site exit router 또는 end-to-end path를 대상으로 traffic 부하를 측정하기 위해서는 누군가가 지속적인 작업을 수행해야 한다. 만일 이와 같은 traffic 부하 측정을 end node에서 수행한다면 실제 응용 프로그램을 동작시키고, 필요한 data를 보내는 일 외에도 지속적인 동작을 위한 메커니즘이 필요하게 된다. 또한 이 메커니즘으로 인해 시스템 유용성을 떨어진다.

반면 또 다른 agent를 통해 수행하게 된다면 불 필요한 메커니즘을 end node에서 수행 할 필요가 없으며, 단지 traffic load table과 같은 정보 table만 유지하고 있으면 된다. 그러나 이 경우 역시 새로운 agent의 추가로 인한 비용적인 측면과 실제 적용하는 어려운 단점을 가지고 있다.

3.3 Who offer the information for address selection?

traffic 분산을 위한 주소 선택은 시간상으로 세션이 시작 하는 시점과 통신 세션이 맺어진 이후로 나눌 수 있다. 먼저 세션이 시작하는 시점에서는 간단히 사용 가능한 address들에 대해 round robin등과 같은 방법을 이용하여 세션을 맺을 수 있다. 또한 랜덤하게 세션이 시작 요청이 올때 마다 address를 선택 할 수 있다. 만일 end node가 3.2에서 언급한 것과 같이 traffic load table을 유지하고 있다면 그 table을 기초로 주소를 선택할 수도 있다.

세션이 시작한 후에는 특정 address change trigger가 발생하여 주소를 변경할 경우에 다시 선택할 수 있다. 이 경우 역시 end node에 traffic load table을 가지고 있다면 이를 이용할 수 있다.

3.4 What is situations to trigger address change?

우리는 3.3에서 세션이 시작된 후 address 선택은 address change trigger가 발생 시 나타난다고 언급하였다. 일반적으로 L3Shim에서 이야기 하는 address change trigger는 Redundancy 측면에서 바라보고 있다. 즉 현재 사용 중인 path가 문제가 발생했을 경우 새로운 address선택을 통한 path를 변경하는 것이다. 이러한 상황에 우리는 traffic 측정을 통한 traffic load table을 가지고 있다면 가능한 address들 중 가장 좋은 address를 선택 할 수 있게 된다.

그러나 Traffic load balancing 측면에서 address change trigger또한 발생 시킬 수 있다. 다시 말해 현재 이용 중인 path에 어떤 문제가 발생하여 packet을 받지 못하는 상황이 아니더라도 특정 traffic 부하 측정으로 인한 threshold 값 이상으로 해당 path에 traffic 부하가 걸렸을 때 address change trigger를 발생 시킬 수 있는 것이다. 이 메커니즘을 통해 우리는 궁극적으로 end node의 Traffic Engineering을 수행 한다고 말할 수 있을 것이다. 이와 같은 예는 다음 4장에서 설명한다.

3.5 Are Ingress and Egress link equal?

일반적으로 우리는 end-to-end path는 symmetric 하다고 말한다. 즉 ingress 와 egress path가 같다는 것이다. 만약 우리가 end-to-end path에 대한 traffic 부하를 고려한다고 하면 이 link의 특성에 따라 address 선택 시 고려할 사항이 다르다.

먼저 link의 특성이 symmetric하다면 end node는 traffic 부하 측정을 Receiver 측면에서 수행해야 한다. 또한 address change trigger 발생 후 새로운 address를 선택하였다면 통신 중인 상대방에게도 이와 같은 변화의 사실을 알려야 한다. 왜냐하면 상대방도 같은 동작을 수행하려고 하기 때문이다.

반면 asymmetric 속성을 지녔다면, traffic 부하 측정은 Sender 측면에서 수행해야 한다. 또한 address change trigger가 발생하여 새로운 address를 선택했다더라도 그 변경을 상대방에게 알릴 필요는 없다.

IV. Traffic Engineering based on Address Selection

이 장에서는 3장에서 살펴보았던 다양한 고려 사항들 중 몇 가지 사항에 대한 가정을 통해 traffic engineering을 수행하는 예를 보이고 있다.

4.1 STEP 1: Monitoring

[5][6]에 따르면 link의 문제는 명확한 address change trigger의 발생 사유가 된다. 그러나 3.4와 같이 traffic load balancing 측면에서 현재 사용 중인 path의 traffic 부하를 측정하여 address change trigger를 발생 시킨다. 따라서 end node는 현재 사용 중인 path에 대한 traffic 부하를 계속적으로 측정함과 동시에 address change trigger 발생 후 address 선택 시 가장 성능이 좋은 path를 선택하기 위한 traffic load table을 관리한다.

4.2 STEP 2: The best address pair selection

이 단계는 address change trigger가 발생 한 뒤 가장 좋은 address pair를 선택하는 단계이다. 앞선 3.4에서 언급한 것 같이 현재 통신 중인 link status 값과 지속적인 traffic 측정으로 생성한 traffic load table과 비교하여 address change trigger를 발생 시킬 수 있다. 우리는 현재 사용 중인 link status와 traffic load table의 측정된 값 사이의 단순한 비교를 통한 trigger 발생을 하지 않기 위해 특정 비용적인 측면이나 기타 이유로 인한 policy 측면의 우선순위를 이용하여 비교할 수 있는 값을 결정 하였다. 다음과 같이 계산된 값과 현재 link status의 값 사이의 비교를 통해 address change trigger를 발생 시킨다.

$$\bullet V\text{-Cal} = R\text{-measured} + T\text{-gen} * C\text{-pol}$$

여기서 V-Cal은 실제 address change trigger를 하기 위해 현재 사용 중인 link status와 비교할 값이다. 이 값은 먼저 지속적인 측량으로 인해 관리되는 traffic load table의 값 (R-measured)에 현재 세션에서 발생시킬 수 있는 전체

traffic 양 (T-gen)에 정책적 상수 (C-pol)을 곱한 값을 더하였다. 여기서 정책적 상수인 C-pol은 0~1 사이의 소수 첫째자리 수이다.

이 V-Cal 값과 현재 link status와의 비교를 통한 trigger가 발생했을 경우 우리는 사용 가능한 address pair를 중 가장 traffic 부하가 적인 것을 찾아 선택하게 된다.

4.3 STEP 3: After change address pair

4.2와 같이 가장 적합한 address pair로 선택이 완료 됐다면, 3.5에서 언급한 것과 같이 end-to-end link의 성격이 symmetric이나 asymmetric 이냐에 따른 동작이 수행된다. 예를 들어 symmetric 이라면 새로운 address 선택의 결과를 상대방에게 바로 알린다. 또한 반대의 경우라면 상관하지 않아도 된다.

이 단계는 address change trigger가 발생 한

V. 결 론

현재 멀티호밍은 실제 Internet이 발달하면서 보편적인 현상이 되었으며 Internet 및 서비스의 100% 지원을 위해 필요한 기술이 되었다. 그러나 이러한 Multihoming은 scalability적인 측면에서 큰 문제를 야기하고 있으며, 다른 path로 변경했을 경우 통신 세션이 끊기는 것과 같은 transparency 문제도 가지고 있다. 따라서 현재 IETF의 SHIM6 워킹그룹에서는 Network layer Shim (L3Shim)이라는 새로운 스택을 정의하여 scalability와 transparency 등의 문제를 해결함과 동시에 IPv6 환경에서 멀티호밍을 지원하는 방법에 대해 표준을 제정하고 있다.

이와 같은 Multihoming의 가장 큰 장점은 하나의 path가 문제가 발생했을 경우 다른 path를 사용할 수 있는 Redundancy이다. 그러나 비용적인 측면에서 생각해보았을 때 primary path 이외의 것을 backup용으로만 사용한다는 것은 큰 낭비라고 생각할 수 있다. 따라서 다중의 path가 존재할 때 이들을 이용하여 traffic을 분산하고 공유하는 것은 중요하다고 할 수 있다. 또한 이러한 traffic의 분산은 단말로 하여금 마치 traffic engineering과 같은 결과를 가져올 수 있는 것이다. 본 논문은 이와 같이 새롭게 정의된 L3Shim이 단말에 있을 경우, 단말에서 효과적인 Policy 정책을 통한 load sharing 및 balancing 통한 traffic engineering 방법을 제시한다. 이를 통해 실제 end node의 Multihoming 환경에 대해 load balancing이 지원 됐을 경우 응용 차원에서 많은 장점을 가질 것으로 여겨진다.

참고문헌

- [1] Ilijtsch van Beijnum, "A Look at Multihoming and BGP," O'Reilly Network, Aug. 2002.
- [2] Site Multihoming by IPv6 Intermediation (Shim6 WG),
<http://www.ietf.org/html.charters/shim6-charter.html>.
- [3] Site Multihoming in IPv6 (Multi6 WG),
<http://www.ietf.org/html.charters/multi6-charter.html>
- [4] R. Draves, "Default address selection for IPv6," RFC 3484, February 2003.
- [5] C. Huitema, etc "Address selection in multihomed environments," I-D, October 2004.
- [6] J. Arkko, "Failure Detection and Locator Selection in Multi6," I-D, January 2005.