

Identifier와 locator 분리 기반의 인터넷 구조 확장 연구

유태완* · 이승윤*

*한국전자통신연구원 표준연구센터

A Study on Evolution of Internet Architecture based on ID and Locator split

Tae-wan You* · Seung-yun Lee*

*ETRI PEC

E-mail : twyou@etri.re.kr

요 약

앞으로의 네트워크는 Convergence와 Integrate라는 키워드를 기반으로 IP 중심의 통합된 망으로 발전되고 있다. IP 중심의 망은 각각의 다양한 access 기술을 포함하며, voice, multimedia, 그리고 새롭게 정의되는 서비스가 모두 제공될 수 있어야 한다. 따라서 점차 인터넷을 중심으로 하는 하나의 통합된 망의 형태로 진화 될 것이다. 이러한 차세대 네트워크상의 단말은 소형화, 지능화, 그리고 이동성을 지니고 있으며, 다양한 access 기술을 사용하기 위한 multiple 인터페이스를 가진 멀티호밍 환경에 놓여있다. 따라서 이 네트워크는 기본적으로 이동성과 멀티호밍을 지원해야 하는 것이다. 그러나 현재 인터넷의 핵심인 Internet Protocol 구조는 이를 지원하지 못한다. 현재 IP 주소는 최종 단말의 식별자 (Identifier)와 단말의 위치 식별자 (locator)의 의미를 함께 사용하고 있어, 통신 중인 단말이 이동하면 IP 주소도 변경되어 통신 중인 세션이 끊기는 문제가 발생한다. 멀티호밍 환경에서도 역시 통신 중인 노드들의 경로를 바꾸게 되면 세션이 끊기게 되는 문제가 발생한다. 본 논문은 이와 같은 IP 구조의 근본적인 문제를 해결하기위해 Identifier와 locator를 분리하며, 단순히 단말에 스택으로 존재하는 L3SHIM을 소개하고, 모든 단말에 이 기능이 지원 되었을 때 기존의 인터넷 프로토콜의 확장과 인터넷의 구조에 어떤 영향을 줄 수 있는지에 대해 선행 연구를 하였다.

키워드

IP 구조, 이동성, 멀티호밍, Identifier, locator, 분리

1. 서 론

앞으로의 네트워크는 Convergence와 Integrate라는 키워드를 기반으로 IP 중심의 통합된 망으로 발전되고 있다. IP 중심의 망은 각각의 다양한 access 기술을 포함하며, voice, multimedia, 그리고 새롭게 정의되는 서비스가 모두 제공될 수 있어야 한다. 차세대 네트워크상의 단말은 소형화, 지능화, 그리고 이동성을 지니고 있으며, 다양한 access 기술을 사용하기 위한 multiple 인터페이스를 가진 멀티호밍 환경에 놓여있다. 따라서 이 네트워크는 기본적으로 이동성과 멀티호밍을 지원해야 하는 것이다.

그러나 차세대 네트워크의 기반이 되는 IP address는 단말, 사용자, 그리고 서비스를 지칭하는 Identifier로 사용되고 동시에 네트워크상의 위치를 나타내는 locator의 의미로 동시에 사용된다. 따라서 IP가 바뀌면 동시에 단말, 사용자, 그리고 서비스의 Identifier와 locator가 모두 변경되므로

통신전에 맺었던 session 또는 security association이 모두 끊기는 단점이 발생한다. 또한 차세대 IP인 IPv6는 기존의 IPv4와 같은 방식의 멀티호밍 지원이 되지 않기 때문에, 멀티호밍을 지원하는 프로토콜 개발 역시 시급한 상황이다.

인터넷 프로토콜 표준을 제정하는 IETF에서는 이동성과 멀티호밍 프로토콜을 위해 Mobile IP와 Level 3 SHIM (L3SHIM) 표준 [1]을 제정하고 있다. 그러나 Mobile IPv6 [2]를 표준이 완성되었으나 handover latency가 너무 길고, global scale에서의 이동성을 제공하고 있어 보조사 되는 여러 프로토콜이 동시에 표준화 되고 있는 실정이다. 이 Mobile IPv6는 아직 실험망 이외에 상용 망에 적용된 사례가 아직까지 없으며 국내에서 WiBro에 Mobile IPv6를 도입하는 시도를 하고 있으나 아직 해결해야 할 많은 문제를 가지고 있다. 특히 Mobile IPv6는 location management의 기법으로만 사용하고 실제 handover는 layer 2의 기술만을 이용하려는 움직임들도 있다.

IPv6 환경에서 멀티호밍을 지원하려는 L3SHIM 표준은 현재 IP 구조의 문제인 Identifier와 locator를 동시에 의미하는 것을 해결하기 위한 구조를 제안한다. 이 프로토콜은 단지 단말의 수정을 통해 Identifier와 locator분리 개념을 구현하고 있으며, 기존의 L3SHIM을 지원하지 않는 단말들과도 통신이 가능하도록 설계되었다. 이 프로토콜은 현재 단지 멀티호밍만을 위해 제안되었지만 단말에 위치한 L3SHIM 인해 기존의 인터넷 프로토콜과의 상호 협력이 가능하고 좀더 효율적인 프로토콜로 확장될 수 있다.

본 논문은 이와 같이 새롭게 정의된 L3Shim이 단말에 있을 경우, 인터넷 구조의 확장과 더불어 기존의 프로토콜과 상호 협력 할 수 있는 가능성에 대해 선행 연구이다.

II. Identifier와 Locator의 분리

이동성 및 멀티호밍을 지원하기 위해서는 단말의 식별자 (identifier)는 두 개 이상의 위치 식별자 (locator)와 동적으로 매핑이 되어야 한다. 다시 말하면, 단말의 locator를 담당하는 IP 계층과 통신의 주체인 단말의 identifier를 담당하는 Transport 계층 사이의 동적인 매핑을 통해 이동성 및 멀티호밍이 가능한 것이다. 예를 들어, 통신 중인 경로가 변경되었을 경우, locator는 변경되지만 통신 중인 단말의 Identifier는 변경이 되지 않도록 하는 것이다.

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

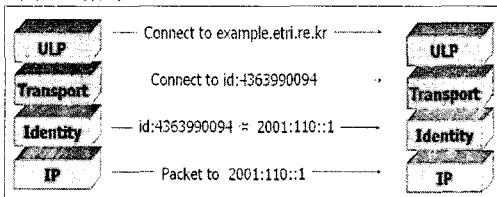


그림 1. Identifier와 locator의 분리

III. Approaches for Multiple addresses

멀티호밍은 통신 중인 두 호스트 사이의 통신 경로가 병렬적으로 두 개 이상을 가질 수 있으며 이동성은 이동하는 중에도 현재 통신 중인 context를 유지해야 한다는 것으로 간단히 말할 수 있다. 이와 같은 멀티호밍과 이동성은 다중의 주소를 한 통신상에서 사용할 수 있어야 한다는 공통의 요구사항을 가지고 있다. 그러나 앞서 살펴본 바와 같이 IP address의 Identifier와 locator의 중복된 사용으로 인해 이 두 가지 프로토콜을 지원 할 수 없다. 따라서 인터넷 아키텍처에서는 이를 해결하기 위한 공통적인 접근 방법을 사용

하고 있다.

3.1 지원방법

- Decoupling: 일반적인 지원 방법으로는 IP address의 중첩된 기능을 먼저 제거 하는 것이다. 즉 의미상으로 identifier로 사용되는 IP address와 locator로 사용되는 IP address를 "Decoupling" 시키는 것이다.
- Binding: 전송 계층 이상에서 사용되는 하나의 Identifier는 다중의 locator와 관련성을 가진다. 따라서 이 관련성을 표시하기 위해 "Binding"을 시도한다. 하나의 Identifier는 실제 사용가능한 다중의 locator와 매핑이 된다.
- Binding State: 이 매핑된 정보를 유지하기 위해 "Binding state"를 유지한다. 이 Binding state는 IP 계층에서 관리 될 수 있으며 IP 계층을 중심으로 상위 계층 프로토콜(Upper layer Protocol)은 Identifier를 사용하며, 하위 계층 프로토콜(Lower layer Protocol)은 locator들을 이용한다. 이와 같은 지원 방법을 이용하여 이동성을 지원하는 인터넷 프로토콜의 대표적인 예로 Mobile IPv6가 있다.

3.2 Case Study

3.2.1 Mobile IPv6 (Mobility support for IPv6)

- Home Address (HoA) 와 Care-of Address (CoA): Mobile IPv6 프로토콜은 인터넷 환경에서 이동성을 지원하기 위한 대표적인 표준 프로토콜이다. 이 프로토콜에서는 두 개의 address를 정의하여 사용한다. 먼저 HoA는 통신에 사용되는 단말 또는 세션의 Identifier에 해당하는 주소이다. 이 address는 통신 중인 단말이 이동할 때에도 변경되지 않는다. 다른 하나의 주소는 CoA로, 통신 중인 단말이 다른 네트워크로 이동할 때 할당받는 주소이다. 이 주소는 실제 단말의 위치를 나타내는 주소로 locator의 의미를 지니고 있다. 이와 같이 Mobile IPv6는 의미상 Identifier와 locator로 쓰이는 주소를 Decoupling 시킨다.
- Binding Update: Mobile IPv6에서는 HoA와 다른 네트워크로 이동할 때 할당받은 CoA를 매핑 시키기 위해 Binding Update 라는 메시지를 이용하여 하나의 HoA와 다수의 CoA들을 동적으로 매핑 시킨다.
- Home Agent (HA): Mobile IPv6에서는 HoA와 CoA 사이의 Binding state를 관리하기 위해 특별히 HA라는 에이전트를 사용한다. 또한 이 HA는 Binding state관리 이외에 실제 이동 단말로 오는 데이터 패킷을 가로채 터널링을 통해 전달하는 중요한 기능을 수행한다.
- Transmission: Mobile IPv6 프로토콜은 실제 통신 세션에서 Identifier로 사용되는 HoA와 실제 데이터를 받을 수 있는 위치를 의미하는 locator로 사용하는 CoA를 사용하기 위해 Destination 옵션의 Home agent 옵션과 통신 패스의 효율성을 위해 직접 이동 단말과 Correspondent node (CN) 사이의 통신을 가능

하게 하는 routing header를 사용하여 상위 계층에게 locator로 사용되는 CoA들의 동적인 변경을 숨기게 된다.

3.2.2 L3SHIM (Level 3 SHIM Protocol)

L3Shim은 IETF에서 IPv6 사이트 멀티호밍을 지원하기 위한 솔루션으로 제안되었다. 이 L3SHIM은 HIP (Host Identity Protocol) [3]와 같이 Identifier와 locator의 분리하는 개념을 사용하였으나, L3Shim architecture는 오직 호스트에 shim 계층만 존재하면 멀티호밍이 가능하게 한다. 또한 L3Shim의 가장 큰 특징은 shim이 없는 노드들과도 상호호환성을 제공한다는 것이다.

- Decoupling: L3SHIM은 전송 계층의 Identity와 IP 계층 이하에서 실제 사용되는 locator인 IP address를 분리한다. 그러나 HIP와 같이 전송 계층의 Identity를 새롭게 정의하지 않았다. 이 프로토콜은 처음 통신 세션을 맺는 IP address를 포함한 4개의 요소로 이루어진 집합을 그대로 사용한다. 특별히 전송 계층 Identity에 사용되는 IP address를 ULID (Upper Layer Identifier)라고 지칭한다. 이 ULID는 멀티호밍으로 인해 가질 수 있는 다중의 IP address 중 처음 통신 세션에 사용되는 IP address를 지칭하게 된다. 또한 IP 계층 하위에서 사용하는 IP address를 locator라 부르는데 한 호스트가 가지는 모든 IP address들은 모두 locator들이 된다.
- Mapping: L3SHIM에서의 IP address는 위에서 언급한 것 과 같이 전송 계층의 식별자인 ULID와 IP 계층 하위에서 사용되는 locator들 사이에 매핑을 시도한다. 하나의 ULID는 다중의 locator들과 매핑 되며, 새로 정의된 Context Exchange 메시지를 통해 통신 중인 상대방과의 locator 집합을 교환한다. 그 후 각각 호스트는 ULID pair를 유지한다.

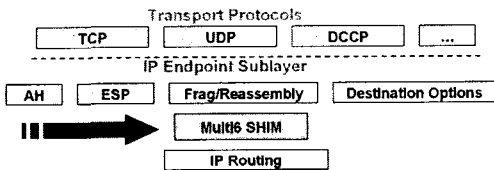


그림 2. L3SHIM의 구조

- Binding state: L3SHIM은 ULID와 다중의 locator들의 매핑을 IP 계층에 새로운 SHIM 계층을 구현하여 수행한다. 그림 2와 같이 L3SHIM은 실제 패킷을 보내기 위한 IP 라우팅 sub-layer와 fragmentation, reassembly, 그리고 IPsec등을 처리하는 IP endpoint sub-layer 사이에 위치한다. 이 SHIM 계층은 상위의 ULID와 하위의 locator들의 binding state를 유지하는데 이를 ULID-pair context라고 한다. 이 state는 각각 통신중인 sender와 receiver에서 별도로 유지된다.

IV. Extension to IP Protocol with L3SHIM

만일 단말에 간단히 상위 계층에서 사용하는 Identification과 IP 계층 하위에서 사용되는 실제 네트워크 위치를 의미하는 locator들 사이의 동적인 매핑을 가능하게 하는 L3SHIM이 위치한다면 기존의 인터넷 프로토콜은 L3SHIM으로 인한 좀더 효율적인 방향으로 발전해 나갈 수 있다.

3.1 L3SHIM over Mobile IPv6 [4]

L3SHIM은 응용 계층과 Mobile IPv6 프로토콜 사이에 위치한다. L3SHIM과 Mobile IPv6를 모두 가진 단말은 멀티호밍 또는 다중 인터페이스로 인해 다중의 HoA와 함께 다중의 CoA를 가진 상황이다. 이런 상황에서 L3SHIM을 사용하면 Mobile IPv6 프로토콜을 효율적으로 사용할 수 있다. 그림 3은 L3SHIM이 위치한 MN가 HA1을 통해 CN과 통신하는 그림이다. 현재 HoA는 P1:MN을 사용하고 있으며 CoA는 P4:MN을 사용하고 있다. 그림 4에서와 같이 MN는 사용할 수 있는 모든 주소 (HoA와 CoA)를 locator를 인식한다. 처음에는 ULID와 locator가 동일하므로 SHIM은 동작하지 않는다.

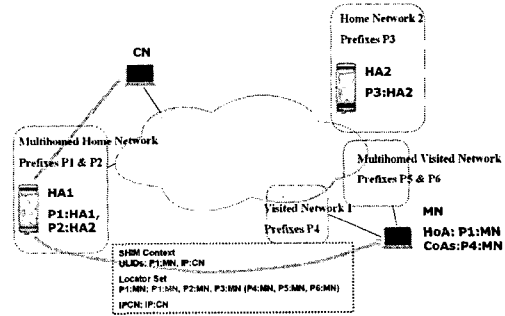


그림 3. Mobile IPv6 over SHIM

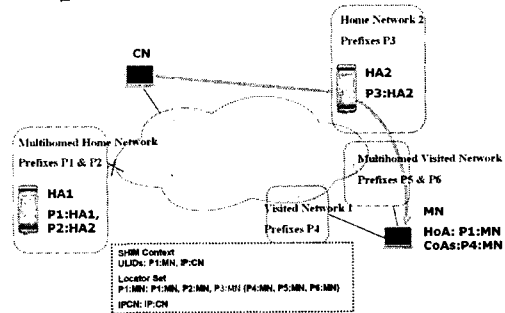


그림 4. Home link fail시 SHIM의 동작

갑자기 그림 4와 같이 HA1으로 가는 링크가 문제가 된 경우 일반적인 Mobile IPv6인 경우 세션이 끊기는 결과를 초래한다. 그러나 이 경우 L3SHIM이 존재하므로 MN는 스스로 P1:MN의 문제를 인식하고 새로운 locator로 변경을 시도한다. 이와 동시에 SHIM을 통해 ULID였던 P1:MN

와 변경된 locator인 P3:MN을 매핑을 시도해 자연스럽게 통신을 이어가게 된다. 이와 같이 동작하므로 더욱 효율적인 이동성을 지원하게 된다.

3.2 Traffic Engineering [5]

L3SHIM을 이용한 트래픽 엔지니어링은 기본적으로 사이트 단위에서의 트래픽 엔지니어링을 이야기 하고 있다. 기본적으로 두 가지 방식을 지원할 수 있는데 하나는 정적인 트래픽 엔지니어링이며 둘째는 동적인 트래픽 엔지니어링이다.

먼저 이를 지원하기 위해서는 기본적으로 DNS의 확장과 더불어 SRV 레코드를 사용해야 한다. 또한 L3SHIM에서 이야기 하는 ULID의 의미의 확장을 시도한다. L3SHIM은 ULID를위해 새로운 값을 만들지 않았지만 여기에서는 locator와 분리되는 새로운 ULID값을 제공해야 한다. 그림 5와 같이 일반적인 통신 순서와 같이 ULID를 이용하여 통신을 시도하였으나 통신이 되지 않을 경우에는 라우팅이 안되는 ULID값이라고 인식한 뒤 다시 DNS의 SRV 레코드 값을 이용해 연결을 시도한다. 여기에서 SRV 레코드 값에 우선 순위값을 미리 설정하여 트래픽 엔지니어링과 같이 경로를 변경할 수 있다. 그러나 이것은 통신전에 미리 설정해놔야 하므로 정적인 트래픽 엔지니어링에 해당한다.

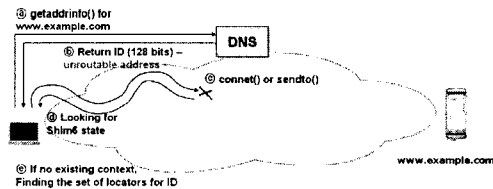


그림 5. ID와 Locator의 완전 분리

동적인 트래픽 엔지니어링을 위해서는 라우터의 기능 확장을 시도한다. 라우터는 L3SHIM에 해당하는 패킷에 대해서는 locator의 값을 새로 쓸 수 있는 기능을 추가 한다. ULID값은 실제 라우팅이 되지 않는 값이므로 사이트의 exit 라우터에서는 사이트의 상황에 맞추어 locator를 변경해 동적인 트래픽 엔지니어링이 가능한 것이다.

V. Evolution of IP Architecture

미래의 네트워크는 Ubiquitous 라는 키워드가 의미하듯 언제, 어디서, 누구나 네트워크를 통해 자신이 원하는 서비스를 제공받을 수 있는 환경이 될 것이다. 이를 지원하기 위해서는 여러 가지 네트워크 기술, 예를 들어 Blue-tooth, IEEE 802.11, 또는 WiBro 등 기술들의 발전도 필요하지만 궁극적으로는 각각 필요에 의해 정의되는 Identification과 실제 네트워크상의 위치를 나타내는 locator동과의 동적인 연관성을 지원해줄 수 있는 방법이 필요하다.

현재 이동성을 지원하기 위한 프로토콜로는 대표적으로 Mobile IPv6가 있으나 아직까지도 상용

화되지 못했으며, 멀티호밍 역시 지원하는데 많은 제약을 가지고 있다. 이 논문에서 언급한 L3SHIM은 IPv6 환경에서 멀티호밍을 지원하기 위한 프로토콜로 제안되었으나 단말에 SHIM이라는 스택이 설치되면 간단히 다중의 locator들과의 매핑이 가능하며 기존 응용들과도 호환성을 제공하는 등 쉽게 적용 가능한 장점을 지니고 있다.

이 L3SHIM이 모든 단말에 설치가 된다면 궁극적으로는 상위 계층에서 사용하는 Identification과 실제 네트워크의 위치를 의미하는 locator들 상의 동적인 매핑이 가능해지기 때문에 이동성을 지원하는 프로토콜까지 확장을 할 수 있다. 또한 HIP와 같이 궁극적으로 상위의 Identification을 완전히 IP address와 분리하여, 이동성 및 멀티호밍 그리고 보안까지도 지원하는 새로운 naming을 만들어 낼 수 있으며 이는 궁극적으로는 Ubiquitous Network에 알맞은 형태로의 변혁을 가져오게 될 것이다. L3SHIM이 단말에 장착되는 것은 바로 이 변혁의 시작을 알리는 것이라 말할 수 있을 것이다.

V. 결 론

미래의 네트워크는 Ubiquitous 라는 키워드가 의미하듯 언제, 어디서, 누구나 네트워크를 통해 자신이 원하는 서비스를 제공받을 수 있는 환경이 될 것이다. 따라서 이동성 및 멀티호밍은 기본적으로 지원되어야 한다. 지금의 인터넷의 IP 구조는 IP주소의 Identifier와 locator의 중복 사용으로 인해, 이러한 프로토콜을 지원하기에는 적합하지 않은 상황이다.

본 논문은 이와 같은 인터넷의 변화에 대처하기 위해 제시된 IP주소로부터 Identifier와 locator의 분리라는 개념을 이용한 L3SHIM을 기반으로 인터넷 프로토콜의 확장이 가능하며, 특히 궁극적으로는 Identification과 locator를 완전하게 분리되는 새로운 인터넷 구조의 변혁을 이룰 수 있는 가능성에 대해 연구하였다.

참고문헌

- [1] E. Nordmark, M. Bagnulo, Level 3 multihoming shim protocol, Internet-draft, March, 2006.
- [2] D. Johnson and etc, Mobility Support in IPv6, RFC 3775, June, 2004.
- [3] Host Identity Protocol (HIP), <http://www.ietf.org/html.charters/hip-charter.html>
- [4] E. Nordmark, Extended Shim6 Design for ID/loc split and Traffic Engineering, Internet-draft, Feb. 2006.
- [5] M. Bagnulo, E. Nordmark, SHIM - MIPv6 Interaction, Internet-draft, July, 2006.