미래 인터넷을 위한 네이밍과 어드레싱을 위한 연구

서울대학교 ▌**유태완**
한국기술교육대학교 ▌**한연희**
광운대학교 ▌**이혁준***
충남대학교 ▌**김대영***
경북대학교 ▌**고석주***
한국전자통신연구원 ▌**신명기 · 정희영**

1. 서 론

ARPAnet(Advanced Research Projects Agency Network)을 기반으로 하는 인터넷은 세계 최초의 대규모 패킷 스위칭 네트워크이며 현재 폭넓게 사용되고 있다. 인터넷 사용자의 수는 기하급수적으로 증가하고 있으며, 초고속 인터넷의 전송속도는 다양한 신기술들이 적용되면서 인터넷 사용자와 제공자들의 수요에 따라 증가하고 있다.

그러나 인터넷에서는 예상치 못한 많은 문제들이 끊임없이 발생되어 왔다. 그 중 인터넷 주소의 고갈 문제는 대표적인 예로서, 일부에서는 NAT(Network Address Translation) 혹은 IPv6 기술을 통해 인터넷 주소 고갈 문제가 해결될 수 있다고 주장하기도 했다. 그러나 NAT의 경우, 인터넷의 단대단 원칙에 어긋나며, IPv6는 현재까지 실질적으로 운용되지 않고 있다[19]. 또한 IETF의 IAB(Internet Architecture Board) 워크숍에서 라우팅 확장성의 문제에 대한 해결방법들이 제시되었지만, 아직까지 확실한 해결 방법이 도출되지 않았다[7]. 더욱이, 현재의 인터넷 아키텍처는 이동성, 멀티 호밍 및 Qos를 거의 지원하지 못한다. 비록 새로운 기술들이 이 문제들을 해결하기 위해 제안되고 있지만, 대부분의 것들은 근본적인 아키텍처의 한계를 극복할 수 없다.

본 기고문에서는 인터넷 구조의 근간을 이루는 네이밍 및 어드레싱과 관련된 문제를 설명하고, 이 문제를 해결하기 위해 기존의 방법 및 새롭게 제안되고 있는 기술들을 소개하고자 한다. 본 기고문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제2장에서는 미래 인터넷을 위한 네이밍 및 어드레싱 기술이 필요로 하는 요구사항들을 기술한다. 제3장에서는 라우팅 확장성과 관련된 다양한 네이밍 및 어드레싱 문제와 대표적인 해결방법에 대한 관점에서의 인터넷의 역사를 다루고 있고, 제4장에서는 현재 진행중인 표준화 활동을 소개한다. 제5장에서는 MOFI(Mobile Oriented Future Internet), SILO (Scalable Internet with Local Addressing & Orthogonal Routing)등의 국내에서 진행 중인 네이밍과 어드레싱 관련 연구내용을 소개하고, 제6장에서 최종적으로 결론을 맺는다.

2. 요구 사항

미래 인터넷을 위한 네이밍과 어드레싱 아키텍처는 다음의 요구사항을 만족할 수 있도록 설계될 수 있다.

2.1 Clean-slate Design

기존의 네이밍과 어드레싱 방법을 수정하는 정도로는 미래 인터넷이 야심 차게 추진 중인 목표를 달성하기 어렵다. 즉, 이상적인 네이밍과 어드레싱에 대한 설계는 기존과는 전혀 다른 새로운 시도(즉, clean-slate design)로서 추진되는 것이 바람직하다. 그러나, clean-slate design은 기존에 설치 및 운영되어온 모든 것을 제거해야 한다는 것을 의미하지는 않는다. 즉, 새롭게 개발되는 네이밍과 어드레싱 방식은 기존 방식과의 호환성 및 상호 운용성이 확보될 수 있음을 보여야 한다.

2.2 확장성

현재의 비결합(unaggregated) 라우팅 테이블 엔트리의 증가 속도에 하여 코어 라우터의 하드웨어 발전속도가 상대적으로 느려, 가까운 미래에 라우팅 테이블 탐색의 요구조건을 충족시키지 못하게 될 것으로 예

* 종신회원

상되고 있다. 라우팅 테이블 엔트리 증가의 첫 번째 이유는 인터넷 사용자들이 자신의 인터넷 서비스 제공자를 바꾸더라도 주소 공간이 바뀌지 않는 상태로 유지되는 PI(Provider Independent) 주소공간을 선호하여 인터넷 사용자의 PI 주소와 서비스 제공자의 주소 공간이 결합될 수 없기 때문이다. 두 번째 이유는 멀티호밍과 관련해서 다수의 ISP(Internet Service Provider)를 통해 인터넷과 연결된 사이트에 각각의 ISP에 의해 할당된 주소 블록은 서로 다른 ISP 라우팅 테이블에 저장되어야 하기 때문이다. 세 번째 이유는 트래픽 엔지니어링과 연관되어 있는데, 트래픽 엔지니어링의 결과로 목적지에 대한 경로가 토폴로지 상의 최단 경로와 같지 않을 수도 있으므로, 각 경로 정보는 라우팅 테이블에 개별적으로 저장되어야 하기 때문이다. 위와 같은 이유들로 인하여, 인터넷의 백본망 내의 라우터들의 테이블 크기는 빠르게 증가하고 있어, 라우터의 성능은 곧 한계에 도달하게 될 수도 있다. 따라서, 미래 인터넷을 위한 새로운 네이밍 및 어드레싱 아키텍처는 확장성을 가질 수 있도록 고안 되어야 한다. 이와 더불어, 새로운 네이밍 및 어드레싱 아키텍처는 누구든지 인터넷 서비스에 대한 네임 및 주소를 원하는 누구에게나 저렴한 비용으로 제공해 줄 수 있어야 한다.

2.3 이동성

모바일 네트워크의 폭발적인 성장과 더불어, 자신의 폰으로 무선 네트워크를 즐기는 사람의 숫자가 지속적으로 증가하고 있다. 따라서, 모바일 네트워크는 미래 네트워크로 향하는 핵심 추진체가 되고 있다. 더욱이 애드 혹과 센서 네트워크와 같은 다양한 종류의 무선 액세스 네트워크가 나타나고 있고, 향후에 주요한 액세스 네트워크가 될 것이다. 그러나, 현재의 도메인 네임과 어드레싱 프로토콜은 미래 네트워크 환경에 적합하지 않기 때문에, 이동성이 고려된 형태로 설계되어야 한다.

2.4 멀티-호밍

미래 네트워크는 동종 및 이종 네트워크로의 다중 접근 경로에 대한 멀티-호밍을 지원할 것이다. 또한 다중 접근 경로들간에 동일한 접속환경을 제공하는 스위칭을 지원할 것으로 기대된다. 새로운 네이밍과 어드레싱 아키텍처는 멀티 호밍 동작을 지원해야 한다.

2.5 강건성

인터넷은 확립된 이론 없이 발전해 왔다. 인터넷의 복잡성, 강건성 및 취약성은 모든 복잡계 시스템들의 일반적인 속성들과 같다. 특히, 강건성은 인터넷 통신이 네트워크나 게이트웨이, 라우터 등의 오작동에도 불구하고 지속적으로 통신이 가능할 때 보장될 수 있다. 새로운 네이밍 및 어드레싱 아키텍처는 반드시 강건성에 대한 요구사항을 만족해야 한다.

2.6 다양한 액세스 네트워크, 응용, 서비스의 통합

현재의 도메인 네임 서비스와 어드레싱 방법은 네트워크, 응용 및 서비스가 통합된 형태를 수용하기 위한 구조를 제공하지 못한다. 새로운 네이밍과 어드레싱 아키텍처는 다양한 종류의 네트워크, 응용 및 서비스의 통합과 조화를 지원하는 메커니즘을 제공해야 하며, 미래 인터넷 플랫폼은 다양한 네트워크에 대해 모든 서비스 네트워크의 개념을 지원하도록 설계되어야 한다.

2.7 보안성 지원

현재의 인터넷이 안고 있는 대부분의 보안 문제는 오픈 커뮤니케이션 원칙과 전역 주소의 사용으로부터 발생한다. 인터넷 상에 존재하는 모든 호스트는 각 전역 주소를 할당 받게 되는데, 만약 하나의 호스트가 다른 호스트의 주소를 알고 있다면, 패킷을 전송할 수 있다. 전송 과정에서 첫 번째 문제점은 하나의 호스트는 일정 시간 동안 통신을 하기 전에는 다른 호스트가 유해한지 구분할 수 없다. 비록 그 호스트가 유해한지를 구분할 수 있다 하더라도, Denial-Of-Service (DOS)와 같은 공격을 예방할 수 없다. 두 번째 문제로 오픈 네트워킹을 예로 들 수 있는데, 하나의 호스트가 매체를 공유하고 있는 다른 호스트로 가는 패킷을 엿들을 수 있다. 이와 같은 문제들을 해결하기 위한 방법으로서 IPsec이 제안되었지만, 오버헤드가 단점으로 지적되고 있다. 미래 인터넷은 현재의 인터넷과 마찬가지로 상업적인 네트워크의 역할을 수행하게 될 것이며, e-commerce와 같은 높은 레벨의 보안성을 요구하는 일부 응용들이 인터넷에서 동작되어야 하기 때문에 기본적인 기능으로 보안 메커니즘을 제공해야 한다.

이와 더불어, 중앙 관리되는 도메인 네임 서비스와 공개된 IP 어드레스는 광범위한 보안 문제를 유발한다. 새로운 네이밍 및 어드레싱 방법은 미래 네트워크를 통해 정보 교환을 할 때의 보안성을 향상시키는 메커니즘을 포함해야 하고, 또한 이를 운영할 수 있는 옵션을 제공해야 한다.

3. 관련 연구

인터넷 라우팅 및 어드레싱 문제는 10년 전부터 계속 논의되었다. 특히, 많은 연구들이 인터넷 아키텍처

는 전역 라우팅 시스템의 확장성을 용이하게 하고 멀티-호밍과 다중 LOCs를 지원하기 위해 IP 주소를 ID와 LOC로 분리해야 한다고 주장한 바 있다.

이번 장에서, 우리는 호스트 네임 관리, 라우팅 확장성, 투명성, 이동성, 및 멀티 캐스트 등에서 발생하는 다양한 문제들에 대한 해결방법의 관점에서 인터넷의 역사를 살펴보고, 라우팅 확장성 문제를 해결하기 위해 제안된 ID-LOC 분리 방법들을, 호스트 기반 접근법과 네트워크 기반 접근법으로 나누어 소개한다.

3.1 역사와 배경 지식

1990년대 초반에, 인터넷은 WWW의 발명에 힘입어 기하급수적으로 성장해 왔고, 마침내 1991년에 IETF는 이 상황을 조사하기 위해 ROAD 그룹을 창설했다.

ROAD의 조사 결과, 인터넷 사용 증가가 고려된 핵심 문제는 RFC 1287 “미래 인터넷 아키텍처를 향해”에 의해 발표되었다. 첫 번째 문제는, 클래스 B 네트워크 주소의 고갈이고, 두 번째는 “디폴트 프리” 라우팅 테이블의 폭발적 증가이다. 세 번째는 32비트 IPv4 주소 공간의 고갈 문제이다. 이 문제에 대해, ROAD 그룹은 단기 및 장기 접근법으로 나눠지는 사용 가능한 해결책들을 제시했다. 단기 접근법에서, 클래스 기반의 의미론(semantics)을 제거하고, 명시적으로 구분된 접두사 길이를 사용하는 것을 제안했다. 이 제안은 1993년에 RFC 1518 ”IP 주소 할당을 위한 아키텍처”에 의해 발표되었고, CIDR(Classless Inter-Domain Routing)로 잘 알려졌다. 그리고, 장기 접근법으로는, 주소 공간을 확장하는 새로운 프로토콜이 개발되었는데, 이것은 IPv6이다.

CIDR은 인터넷에서 성공적으로 적용되었고, BGP 라우팅 테이블의 증가 속도를 줄이는데 성공했다. 그러나, 인터넷은 라우팅 확장성 문제에 다시 직면하게 되었다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 RAW(Routing and Addressing Workshop)이 IETF의 IAB에 의해 개최되었다. 이 워크숍의 목적은 백본망의 관리자들이 겪고 있는 라우팅 문제에 대해 공유할 수 있는 합의점을 도출하는 것이다. 워크숍의 결과는 RFC 4984 “2006 라우팅과 어드레싱에 대한 IAB 워크숍으로부터의 보고”로 발표되었다. 이 보고는 다음의 주요 항목들을 분석했는데, 현대의 인터넷 주소 아키텍처의 라우팅 테이블의 확장과 한계를 중점으로 다루었다. 라우팅 확장성을 필요로 하는 잘 알려진 문제로는 무엇보다도 인터넷이 PI(Provider Independent Assigned)정책에 의한 평면적 라우팅(flat site-based routing)을 기반으로 한다는 점과 “멀티-호밍”이라고 불리는 문제로서, 사용자가 하나의 인터넷 서비스 제공자에게 다른 제공자로 이동할 때 이전에 사용하던 글로벌 라우팅 테이블 엔트리가 새로운 서비스 제공자의 라우팅 테이블에 추가되면서 발생한다. 마지막으로 “트래픽 엔지니어링”이라고 불리는 문제로서 라우팅 시스템 전반에 영향을 주는 다양한 트래픽 패턴을 조절할 때 라우팅 엔트리가 추가되는 문제이다.

IAB 워크숍 후 IETF는 위 문제에 대한 해결책을 고려해왔으며, 그 결과, 라우팅 확장성에 대해 많은 해결책들이 제시되었다. 이러한 해결책들이 RG에서 토의가 되어왔는데, 특히 ID와 LOC의 분리 해결책들은 다음 절에서 소개한다.

3.2 Host based approaches

3.2.1 LIN6(Location Independent Network Architecture in IPv6)

ID와 LOC의 분리 방법을 사용하여 호스트 이동성을 지원하기 위해 1999년에 LINA가 개발되었으며 이를 IPv6 네트워크에 적용한 LIN6는 노드 ID와 인터페이스 표시자의 분리를 기반으로 멀티-호밍과 이동성을 위해 제안되었다[8,9]. LIN6 에서 사용되는 ID는 상위 계층을 위한 ID로서 128비트로 구성되어 있으며, 64비트의 LIN6 prefix와 64비트의 LIN6-ID로 다시 구분된다. 또한, LIN6 주소는 네트워크 계층을 위한 ID로 128비트를 사용하는데, 64비트로 구성된 네트워크 prefix와 64 비트로 구성된 LIN6-ID로 구분되어 있다(그림 1 참조).

LIN6의 주요 장점은 기존의 IPv6 인프라 스트럭처에 대한 영향 없이 멀티-호밍 및 이동성을 제공하는 것뿐

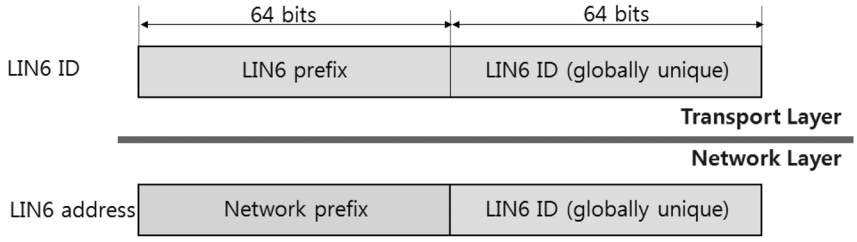


그림 1 LIN6 ID and address structure

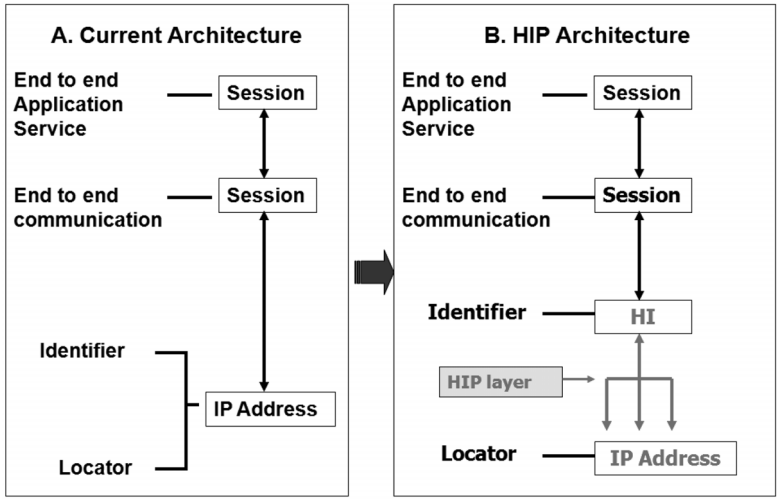


그림 2 Comparison protocol stack between current Internet and HIP

만 아니라 전통적 IPv6에 대한 호환성을 유지하는 것이다.

3.2.2 HIP(Host Identity Protocol)

HIP는 네트워크 계층과 트랜트포트 계층이 분리되어 있어, 통신 세션이 전통적인 방법과 달리 IP 주소와 바인딩이 되어있지 않는 메커니즘이다[1][10][11]. HIP는 IP주소를 사용하는 대신 그림 2에서 확인 할 수 있는 것과 같이 TCP/IP 스택에서 ID와 LOC의 분리를 통해 HI(Host Identifier)라고 불리는 새로운 암호화된 공개 키 네임 스페이스를 정의한다.

HIP에서, 트랜스포트 계층 소켓과 IP SA(security associations)는 IP 주소와 바인딩 되는 대신 HI와 바인딩 되며, HI는 HIP 계층에서 다중 IP 주소에 동적으로 매핑된다.

HIP의 가장 큰 단점은 HIP을 지원하는 애플리케이션은 기존의 애플리케이션과 통신을 할 수 없다는 것이다. 다시 말해서, HIP는 기존의 것과의 호환성을 제공하지 않으며, 단순한 단대단 기능성이 이동성과 멀티-호밍을 지원하지 못하는 상황이 상당히 존재하므로, 확장된 DNS와 같은 확장된 메커니즘들이 IP 주소뿐만 아니라 HI와 HIP RVS(rendezvous server)를 유지하기 위해 필요하다[12].

3.2.3 SHIM6(Level 3 SHIM)

SHIM6는 TCP/IP 스택에 shim 계층을 더해서 오직 IPv6 사이트 멀티-호밍(site-multihoming)을 지원하기 위해 제안되었다[13]. SHIM6는 논리적으로 IP 주소 없이 ULI(Upper Layer Identifier)를 통해 HID와 LOC로 분리해야 한다. ULI는 라우팅이 가능한 IP 주소와 같은 형태를 가지고 있지만, 기존의 IP 주소와 달리 ULI는 상위 계층 프로토콜과 바인딩된다. SHIM6은 주변의 동료 노드와 통신하는 각 세션에 대해 ULI와 LOC가 바인딩된 정보를 유지한다.

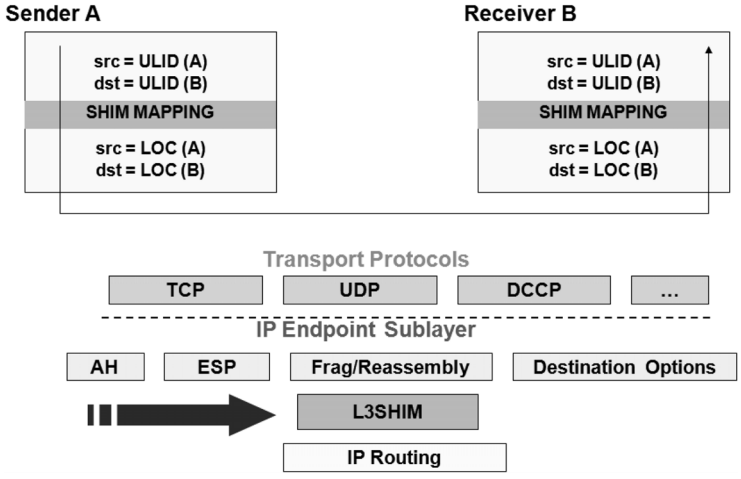


그림 3 Overview of SHIM6 stack in TCP/IP

표 1 ILNP proposed new DNS records

NAME	DNS Type	Definition
Identifier	I	Name a node
Locator	L	Names a subnetwork
Locator Pointer	LP	Forward pointer from FQDN to an L Record

SHIM6의 가장 큰 특징으로는, 이 프로토콜은 전통적인 호스트와의 호환성을 제공한다는 점이다. 그래서 SHIM6 프로토콜은 현재의 인터넷에서 종단 노드에 쉽게 적용할 수 있다. 더욱이, 비록 종단 사용자가 다른 네트워크로 이동한다 하더라도, SHIM 스택을 활성화해서 종단 사용자는 응용과 서비스를 통해 세션을 연속적으로 유지할 수 있다.

3.2.4 ILNP (Identifier/Locator Network Protocol)

ILNP는 IPv6 주소를 ID와 LOC라는 두 개의 파트로 나누어서 NAT와 보안, 기존의 이동성 및 멀티-호밍을 활성화하는 대안적인 네트워크 프로토콜이다[14, 20-22]. ILNP는 IPv6를 위한 GSE/8+8 프로토콜에 대한 Mike O'Dell의 이전 연구에 영향을 받았기 때문에 IPv6와 함께 완벽한 호환성을 제공한다. ILNP에서 IPv6 주소의 절반은 LOC로, 남은 절반은 ID로 구분된다[15-17]. 상위 64비트는 라우팅을 위해 사용하는 LOC로 쓰고, 하위 64비트는 호스트를 식별하는 것으로 사용된다.

LISP(Location Identity separation protocol)와는 달리 ILNP은 LOC와 ID간의 연결 정보를 저장하기 위해 DNS를 사용하고, 이를 위해서 표 1에서 보여지는 리소스 레코드를 사용한다.

DNS는 토폴로지상에서 네트워크의 위치를 표시하는 L 표시자 레코드를 가지고 있다. L 네트워크 안에서 한 노드를 식별하기 위해 I 식별자가 사용되며 L과 I를 통합하여 128비트의 IPv6 주소를 형성한다. 전송계층은 연결 설정을 위해 I 식별자와 바인딩되며 LISP 계층은 L값과 I값 간에 적절한 매핑을 수행하며 이것을 호스트 기반 접근법 이라 부른다. L 리소스 레코드를 적절하게 업데이트함으로써, INLP은 이동성과 멀티-호밍 모두를 제공할 수 있다.

3.3 Network(Router) based Approach

3.3.1 8+8/GSE(Global, Site, and End System Address Elements)

GSE는 1997년에 Mike O'Dell에 의해 IP주소를 ID와 LOC로 분리하지 않으면서 전역 라우팅 테이블의 확장성을 개선하기 위해 차세대의 프로토콜인 IPv6 프로토콜에 맞게 개발되었으며 다른 서비스와는 달리 확장 가능한 멀티 호밍을 지원한다. 또한, 이 방법은 종단 노드의 ID와 LOC가 분리되는 IPv6를 위한 라우팅 아키텍처를 설명한다. GSE는 새로운 주소 체계를 제안하는데, 그림 4에서 보는 것처럼, 6바이트의 'Routing Goop'(하나의 사이트에 대한 전역 연결성을 인코딩하여 토폴로지상에 나타내는 LOC), 2바이트의 'Site Topology Partition'(종단 시스템에 대한 내부 라우팅 정보), 8바이트의 'End System Designator'(종단 시스템 또는 종단 시스템의 인터페이스를 식별함)를 포함한다.

Routing goop는 전역 인터넷에서 사이트 외부로의 라우팅을 위해 사용된다. Routing goop는 사이트의 부가 정보에 해당하므로, 에지 네트워크에 포함되는 주소들은 전역 인터넷으로 전파될 수 없다. 이와는 반대로, ESD와 STP는 사이트 내의 라우팅을 위해 사용된다. 그러므로 사이트상의 라우팅은 Routing goop에 독립적이어서, 사이트의 내부 토폴로지는 숨겨진 상태를 유지한다.

GSE가 제안될 당시 GSE에서 얻는 이익과 더불어, 많은 문제 사항들이 발생하였고 이는 인터넷에서 다른 개념의 아키텍처의 출현을 야기하였지만, GSE 제안은 GSE의 장점을 충분히 이해할 수 있도록 연구되어 지지 않았다. 주요 관심 사항은 각 renumbering 이슈들을 고려하지 않은 것이며, 이것은 사이트가 통신

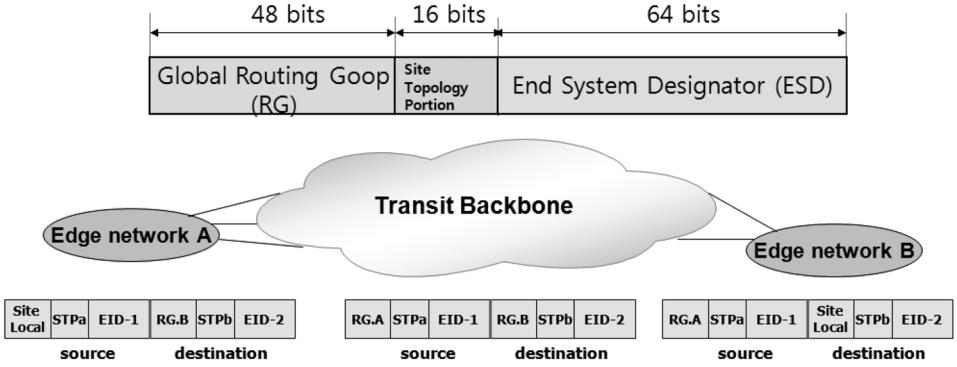


그림 4 Overview of GSE packet structure and operation

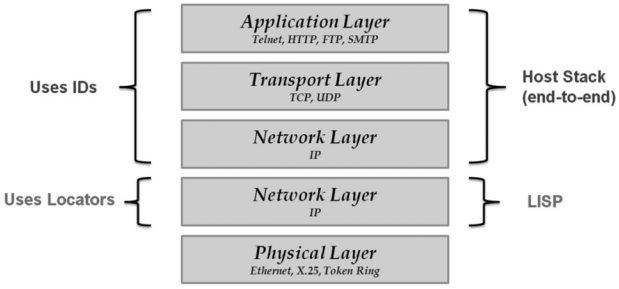


그림 5 LISP proposed stack for ID/LOC separation by Map-n-Encap

에 참여하는 것과는 별도로 독립적으로 통합 토폴로지를 조절하는 것을 힘들게 한다. 더욱이, DNS는 룩업 사이트 네임에서 Routing goop로 혹은 반대로의 변환을 보조해야 한다.

3.3.2 LISP(Location Identity Separation Protocol)

시스코에서 제안한 LISP(Location Identity Separation Protocol)는 라우팅 확장성을 실현하기 위해 IP 주소를 LOC와 ID로 분리하여 사용하는 아키텍처를 제안했다. LISP는 종단 호스트 변경이 요구되지 않는 에지 라우터에서 map-and-encapsulation 구조에 사용된다. LISP는 주로 stub AS들이 transit AS들로 전파되는 것을 막는 것을 주목적으로 고안되었다. LISP가 사용된 stub AS에서는 오직 에지 라우터들만이 그림 5에서 보여지는 바와 같이 IP 주소에 있는 map-n-encapsulation에 의해 처리된다.

LISP는 주소 공간 분리를 위해 새로운 용어를 정의한다. 첫째, 호스트 주소는 EID(Endpoint Identifiers)로 사용되고, LISP가 사용된 에지 라우터의 주소는 RLOC (Routing Locator)로 사용된다. LISP의 기본 아이디어는 패킷을 근원지의 EID와 연관된 RLOC에서 목적지의 EID와 연관된 RLOC로 터널링 방식으로 패킷을 전달하는 것이다. 패킷이 목적지로 전달될 때, 근원지와 목적지 주소는 EID 주소이다. 패킷은 ITR(Ingress Tunnel Router)이라고 명명된 LISP가 사용된 라우터를 통해 전달된다. ITR에서 근원지와 목적지의 EID는 외부 헤더를 설정하여 RLOC와 매핑 된다. LISP을 사용하는 목적지 라우터는 목적지 도메인에 위치해 있고, ETR (Egress Tunnel Router)로 알려져 있다. 이 라우터는 RLOC를 EID로 변경하여, 바깥 헤더 정보를 분리하여 그 패킷을 분해할 것이다. ITR에서 EID와 RLOC간의 연결 데이터베이스는 적절한 매핑을 위해 필요하다.

3.4 Hybrid approach

3.4.1 6/1(A Solution for Routing and Addressing in IPv6)

6/1은 멀티-호밍, 이동성 및 라우팅 확장성을 실현하기 위해 하이브리드 인터넷 아키텍처를 제안한다 [18]. 하이브리드 아키텍처라 불리는 이유는 SHIM6와 8+8/GSE의 개념을 빌려왔기 때문이다. 특히 6/1은 SHIM6를 위한 호스트 기반의 LOC 선택 특징과 8+8/GSE를 위한 주소 재입력 접근법(address-rewriting approach)의 변경된 버전이 통합된 것이다. SHIM6와 비슷한 호스트 기반의 개념에서, 각 호스트는 모든 서비스 제공자들로부터 주소 묶음을 할당 받는다. 이 때, 모든 호스트는 데이터의 마지막 64 비트를 공유하는데, 이 64 비트는 “인터페이스 ID’를 의미한다. 그래서 호스트들은 각 주소 묶음 중 하나의 주소를 사용하여 이 주소 묶음이 교환될 수 있다. GSE와 유사한 네트워크 기반의 개념에서, 패킷이 전송중에 특정 경로를 선택하는 동안, 6/1이 적용된 에지 라우터는 high-order bits(MSB)를 다시 쓴다. 게다가 에지 네트워크는 둘 간의 연결된 호스트 사이에서 패킷을 독립적으로 전달할 수 있고, 에지 네트워크는 전역 연결성을 위해 네트워크에 접속한다. 그러므로, 6/1은 GSE나 LISP와 같은 네트워크 접근에서의 장점들을 상속받아, 라우팅 확장성 및 이동성과 멀티-호밍을 지원할 수 있다.

6/1과 8+8/GSE의 주요 차이점으로 호스트는 Routing goop을 포함하는 전체 주소를 인식해서, SHIM6 프로토콜에 의해 가능한 방법처럼 네트워크 서비스 제공자에게 호스트의 로컬 도메인을 알릴 수 있다. 게다가, map-n-encapsulation 방식과 달리, 6/1 호스트는 DNS에 있는 목적지 호스트의 전체 128비트를 모두 참조하기 때문에, 추가적인 매핑 시스템이 필요하지 않다.

4. 네이밍과 어드레싱을 위한 새로운 제안들

국내에서도, 새로운 네이밍과 어드레싱 아키텍처를 개발하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 절에서는 국내에서 연구되고 있는 두 가지의 네이밍 및 어드레싱 구조, 즉 MOFI(Mobile Oriented Future Internet), SILO(Scalable Internet with Local Addressing & Orthogonal Routing)를 소개한다.

4.1 MOFI(Mobile Oriented Future Internet)

본 절에서는 미래 인터넷에서 네임-어드레싱 아키텍처 후보 중에서 하나의 예를 설명하는데, 이 아키텍처는 Mobile Oriented Future Internet의 연구를 기반으로 되어 있다(http://www.mofi.re.kr)[23].

4.1.1 개요

그림 6은 ON, HID, IID, 그리고 LOC간 관계를 간

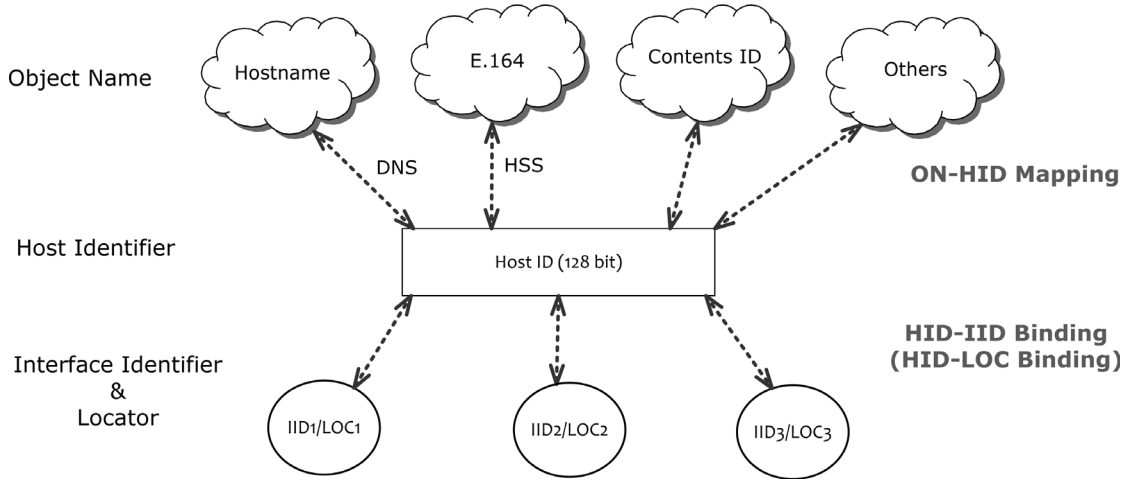


그림 6 Relationship between ON, HID, IID, and LOC

단히 도식화한 예를 보여주고 있는데, 이 관계를 ON과 HID, HID와 IID, HID와 LOC를 각각 분리하여 나타내었다.

MOFI에서, 그림 7에서 설명하듯이, 두 가지 종류의 매핑이 사용된다.

1) 네임 매핑 시스템(NMS, Name Mapping System)에 의해 관리되는 객체 이름과 호스트 ID를 매핑, 그리고
2) LOC 바인딩 시스템(LOC Binding System)에 의해 관리되는 HID와 LOC간의 바인딩

위에서 설명된 매핑과 바인딩 시스템을 사용함으로서 단대간 통신을 위해서 네임은 HID를 통해 LOC로 변환될 수 있다[3].

NMS는 호스트 ID로부터 사용자/서비스/데이터 (객체명)를 분리하는 기능을 제공한다. 예를 들어, 우리는 다중의 HID를 가진 특정 객체에 접근할 수 있거나, 하나의 HID는 다중의 객체(name)들에 의해 공유될 수 있다. 하나의 객체는 하나의 호스트에서 다른 호스트로 이동되거나 복사될 수 있다.

또한, LBS는 특히 모바일 네트워크에서, 호스트 ID로부터 LOC를 분리하는 기능을 제공한다.

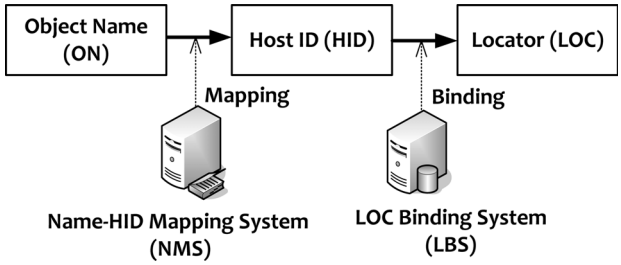


그림 7 Name, HID and LOC

LOC는 모바일 호스트의 이동성에 따라 변하기 쉬우나, HID는 변하지 않는다. 호스트는 HID에 의해 식별되고, 변환 가능한 LOC는 백본 네트워크에서 패킷의 라우팅을 위해서 사용된다.

4.1.1.1 Name

네임은 인간에 의해 네트워크에서 그 네임에 상응하는 객체를 유일하게 식별한다. 객체는 사람, 디바이스, 데이터, 서비스 등등이 될 수 있다. 사람의 이해를 위해 네임은 알파벳과 같이 사람이 읽을 수 있는 형태를 갖추어야 한다.

사람이 읽고 이해할 수 있는 문자열 혹은 숫자는 네임으로 사용되어 나타낼 수 있다. 특정 형식의 네임은 미래 인터넷에서 사용되는 서비스와 애플리케이션에 종속적일 수 있다. 지금까지 관례적으로 사용되는 대표적인 네임 형식으로 호스트 이름(e.g., www.google.com), user@realm 및 전화번호와 같은 NAI(Network Access Identifier) 등이 있다. 기타 다른 형태의 네임은 향후에 추가적으로 정의될 것이다.

4.1.1.2 Host ID(HID)

네임에 의해 구별되는 인간, 서비스 혹은 데이터는 종단 호스트의 서비스를 이용한다. 각 HID는 통신에서 사용되기 때문에 불순한 의도를 가진 사용자에게 노출될 수 있고, 따라서 HID에 의한 종단 호스트의 식별은 안정적으로 보안성이 높은 방법을 통해 이루어져야 한다. MOFI에서는 128 비트의 고정 길이를 갖는 암호화된 HID를 고려한다.

이 형태는 HIP 프로토콜(Host Identity Protocol)에서 사용하는 Overlay Routable Cryptographic Hash Identifiers(ORCHID)를 기반으로 생성되는 HIT(Host Identity Tag)와 비슷하다[2]. HID 포맷은 해시 함수를 사용하

는 프로토콜에서 얻을 수 있는 두 가지 장점이 있다. 첫 째는, HID의 고정된 길이는 보다 쉬운 프로토콜 구현을 할 수 있게 하여 패킷 크기에 대한 비용을 효율적으로 관리할 수 있다. 둘째, 사용되는 암호화 알고리즘과는 별도로 이 프로토콜에서 일관된 형태로 ID를 나타낼 수 있다. MOFI에서 HID를 구현하는 방법에 대한 구체적인 메커니즘은 아직 연구 중이다.

네임과 HID 간의 매핑은 NMS(Name-HID Mapping System)에 의해 관리 되는데, 이 시스템은 서버 혹은 계층적 시스템의 서버와 함께 구현된다. 만약 IP 주소가 기존의 DNS에서 HID로 사용된다면, DNS는 호스트 네임과 IP 주소의 매핑을 유지한다는 점에서 NMS의 한 예로 간주될 수 있다. NMS에 포함된 네임과 HID의 매핑 정보는 정적으로 설정된 후 동적으로 업데이트 될 수 있다. 예를 들어, 객체(데이터/서비스)가 하나의 호스트에서 다른 호스트로 이동될 때, NMS에 있는 관련 매핑 엔트리는 동적으로 업데이트 될 것이다.

4.1.1.3 Locator(LOC)

LOC는 네트워크에서 하나의 객체의 위치를 나타내는데 사용된다. LOC는 네트워크에서 사용자의 지리적 혹은 토폴로지의 위치에 대한 정보를 포함한다. 또한 LOC는 네트워크에서 객체간의 데이터 패킷의 전송을 위해 사용된다.

MOFI에서, 종단 호스트에 연결된 액세스 라우터의 IP 주소는 종단 호스트의 LOC로 사용된다. 다른 형태의 LOC는 현재 연구 중이다. HID는 액세스 네트워크 내의 통신만을 위해 사용되는 반면, LOC는 IP 주소의 형태로 백본 네트워크에서만 사용된다. 모바일 환경에서, 하나의 HID를 가진 호스트는 이동성에 따라 자신의 LOC를 바꿀 수 있다.

4.1.1.4 Interface(IID)

더욱이 우리는 액세스 네트워크에서 호스트의 인터페이스 링크(연결점 혹은 인터페이스)를 식별하기 위해 IID를 고려하고 있으며, 이 링크는 액세스 라우터와 호스트와의 데이터 패킷 전달을 위해 필요하다. IID의 예로서 유선 혹은 무선 네트워크 인터페이스를 위해 호스트의 IEEE 802 MAC 주소 또는 기타 링크 계층의 물리 주소를 들 수 있다.

IID는 호스트의 네트워크 인터페이스를 위해 주어지므로, 멀티-호밍 호스트는 많은 IID를 가지고 있다. IID의 특정 형식은 IID와 관련된 링크 계층 액세스 기술에 종속적이다. 현재 고려되고 있는 IID는 다음과 같다.

- IEEE 802 MAC address (for LAN or WLAN);
- GPRS Tunnel ID (for cellular networks);
- IPv6 or IPv4 address (for overlay network).

LID는 액세스 네트워크에서 이 호스트를 식별하기 위해 액세스 라우터를 위해 연속적으로 2개 이상의 ID로 구성되어 있다(예를 들어, 하나 이상의 PoA는 호스트와 액세스 라우터 사이에 위치해 있다).

4.1.2 Functional Reference Model

우리는 그림 8에서 보여지는 것처럼, MOFI의 기능

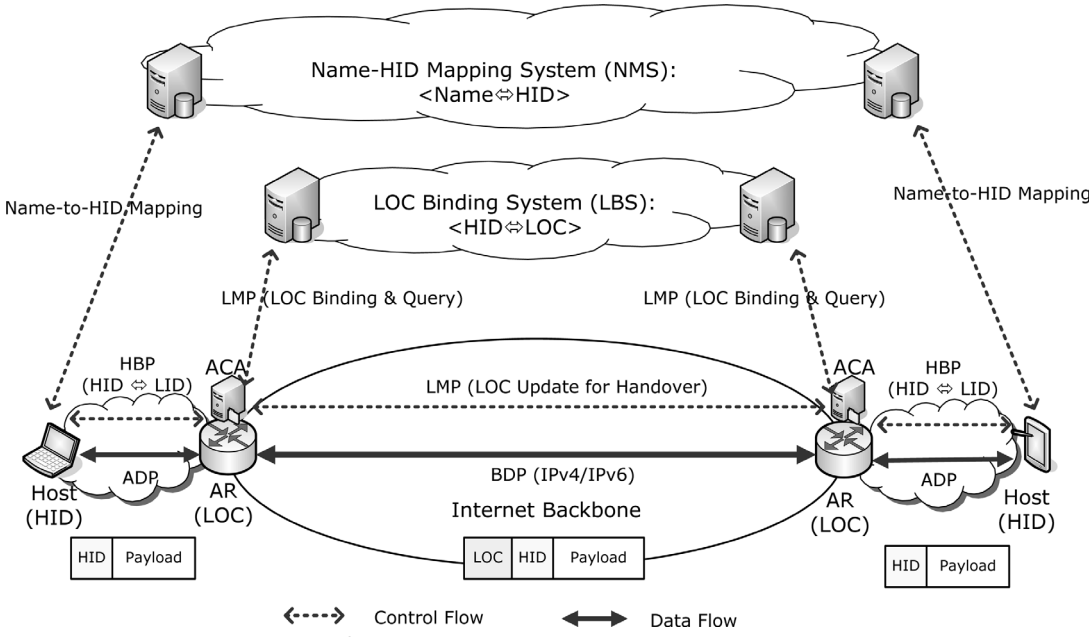


그림 8 Functional reference model of MOFI

적 참조 모델을 고려한다.

- NMS: Name-HID Mapping System;
- LBS: LOC Binding System;
- HBP: HID Binding Protocol;
- ADP: Access Delivery Protocol, which is optionally used;
- AR: Access Router;
- ACA: Access Control Agent;
- LMP: LOC Management Protocol.

4.1.3 Functional Entities

4.1.3.1 Name-HID Mapping System(NMS)

NMS는 호스트의 호스트 ID와 객체(혹은 사용자)의 네임을 연결하는 역할을 수행한다[4]. MOFI에서, 각 호출 사용자는 그 호출에 상응하는 사용자의 이름만을 알아도 된다. 그 상응하는 호스트의 호스트 ID를 얻기 위해, 그 호출 호스트는 호출 사용자를 대신해서, NMS와 협의할 것이다. NMS는 파일 복사/이동 혹은 서버/호스트 변경 등과 같은 "컨텐츠 이동성"에 따라 객체의 네임을 위해 호스트 ID를 동적으로 업데이트 할 필요가 있다.

NMS는 현재의 DNS 아키텍처에서 보여지는 것처럼 전세계 규모로 많은 양의 분산된 서버로 구성된 논리적 overlay network가 될 수 있다. NMS의 확장성 관리를 위해, 계층적 네임 형식이 사용될 수 있으나 이것은 추후의 연구가 될 것이다.

4.1.3.2 Hosts

MOFI에서는, 객체(혹은 사용자)는 네임에 의해 식별되고 호스트 ID로 식별되는 자신만의 호스트를 가지고 있다고 가정이 되어 있다. 네임은 서비스에 따라 존재하고, 하나 이상의 호스트 ID와 연결된다. 이 기능은 호스트와 NMS 사이에서 수행될 것이다.

호스트는 많은 링크 ID(LID)를 가질 수 있는데, 이것은 호스트가 멀티-호밍을 위해 하나의 네트워크 인터페이스 혹은 다중의 네트워크 인터페이스를 가지고 있느냐에 따라 결정된다.

4.1.3.3 Access Router(AR)

미래 인터넷에서, 호스트와 액세스 라우터 사이에 다양한 유선/무선 액세스 네트워크가 존재할 수 있다. 근본 액세스 네트워크에 따라, 하나 이상의 PoAs(Point of Attachments) 혹은 라우터가 호스트와 액세스 라우터 사이에 위치할 수 있는데, 다음 그림 9에서 보여지는 것처럼, 무선 애드 혹, 센서, Wireless Mesh Network를 예로 들 수 있다.

네트워크 부가정보와 함께, 호스트는 HBP 프로토콜을 통해 호스트 ID와 링크 ID를 액세스 라우터에 연결할 것이다. 연결 후에 호스트는 ADP(Access Delivery Protocol)을 사용하여 액세스 라우터와 데이터 패킷을 주고받는다[5]. 즉, 액세스 라우터는 로컬 호스트로부터 데이터 패킷을 수신하고, 기존 IPv4/IPv6 프로토콜을 사용하여 액세스 라우터에 연결된 호스트에게 데이터 패킷을 전송한다. 액세스 라우터가 다른 원격 액세스 라우터로부터 데이터 패킷을 수신할 때, 그 액세스 라우터는 ADP를 사용하여 로컬 호스트들에게 패킷을 전달할 것이다.

이동성 컨트롤 관점에서, 액세스 라우터는 ACA를 사용한다.

4.1.3.4 Internet Backbone

MOFI에서, 백본 네트워크는 많은 사이트가 존재하는 네트워크, ISP, 네트워크 제공자들로 구성된 기존 인터넷을 대표한다. 인터넷 백본 네트워크에서, 데이터 전달 메커니즘은 현재 사용되고 있는 IPv4/IPv6 프로토콜을 준수하고 있다.

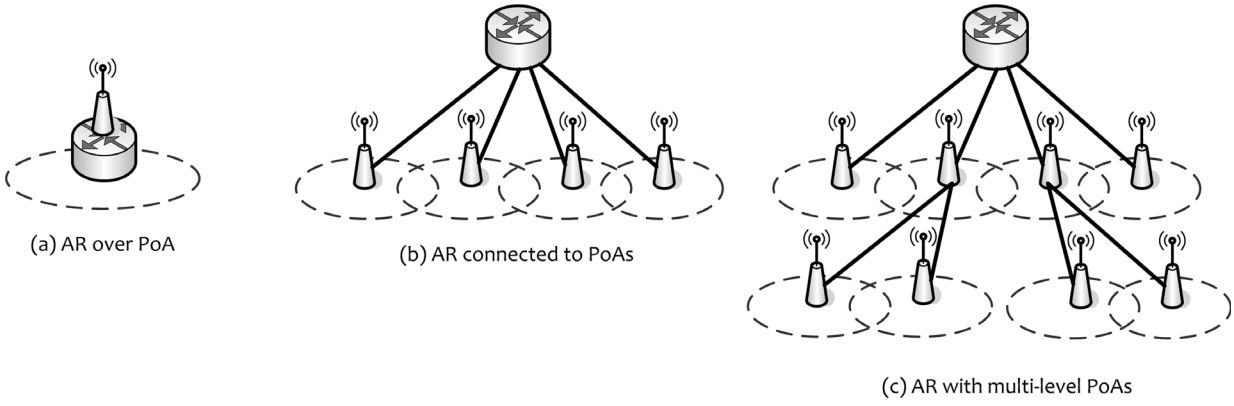


그림 9 Configuration of AR and PoA

4.1.3.5 Access Control Agent(ACA)

ACA는 액세스 라우터와 함께 있는 에이전트로, LOC 연결 및 쿼리와 같은 컨트롤 기능을 담당한다. 각 ACA는 일반적으로 액세스 라우터를 포함한다. 즉, 액세스 라우터와 액세스 컨트롤 에이전트는 논리적으로 (혹은 기능적으로) 분리되어 있으나, GSM 시스템에서 MSC와 VLR의 예로 보여지듯이, 물리적으로 같은 공간에 함께 위치해 있다[6].

각 액세스 컨트롤 에이전트는 LOC 관리 프로토콜(LMP)를 사용하여 LBS와 함께 LOC 연결 및 쿼리 기능을 수행한다. LMP는 데이터를 전달 할 때 LOC의 정보를 얻기 위해 사용되어 진다. 또한 LMP는 모바일 호스트의 핸드오버 컨트롤을 위해 사용되는데, 이 기능은 액세스 컨트롤 에이전트 간에 수행된다.

4.3.3.6 LOC Binding System(LBS)

LBS는 호스트 ID와 LOC를 바인딩하기 위해 데이터베이스를 제공한다. LBS는 ACA로부터 LOC 연결 요청 메시지를 받게 되면, 데이터베이스에서 호스트 ID-LOC 바인딩 정보를 생성하거나 업데이트 한다. 게다가, ACA가 호스트 ID- LOC 연결 정보를 특정 호스트 ID와 연결하는 것을 요청하면, LOC 연결 시스템은 그 액세스 컨트롤 에이전트에게 상응하는 LOC 정보로 응답할 것이다. LBS는 사용자의 서비스 프로파일 및 인증에 관한 정보를 포함하는 데이터베이스를 유지한다.

LBS는 전세계 규모로 많은 양의 분산된 서버들로 구성되어 있는 논리적 overlay network이다. 컨트롤 기능의 로드 공유 혹은 확장성 향상을 위해, LBS는 분산되거나 혹은 계층적 환경에서 설정될 수 있다. 더욱이, 모바일 환경에서 LBS의 확장 가능한 관리를 위해, GSM 시스템에서 VLR(Visited Location Register)와 HLR(Home Location Register)의 예에서 보여지듯이, HOME LBS와 Vistied LBS가 사용될 수 있다.

4.2 SILO(Scalable Internet with Local Addressing & Orthogonal Routing)

4.2.1 Architecture

인터넷은 자율적 사이트들의 연결된 집합체로 모델화 된다. 하나의 사이트는 노드들, 즉, 호스트 혹은 라우터(단말 노드들)의 집합체이다. 호스트들의 부 집합과 하나의 라우터는 하나의 서브넷을 형성한다. 그러므로, 하나의 사이트는 서브넷들이 연결된 집합체로 간주될 수 있다. 사이트 자체는 단말 혹은 수송 노드가 될 수 있다(그림 10 참조). 그러므로, 인터넷은 두

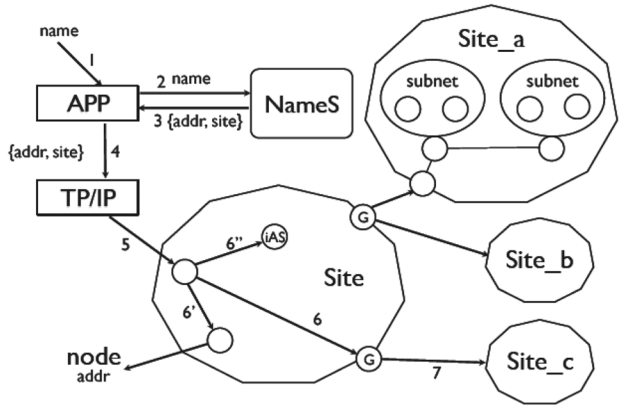


그림 10 Operational overview of SILO

개의 연결 관리에 의해 조절된다. 즉, 전역 권한, 사이트 권한.

사이트는 전역 사이트 주소에 의해 이름이 부여된다. 각 서브넷은 하나의 라우터와 연결되어 있고, 그 서브넷은 그 라우터의 주소로 식별될 수 있다. 사이트 중에 외부 라우팅은 사이트 주소로 수행되는 반면 내부 라우팅은 노드 주소로 수행된다. 노드 주소는 외부 라우팅으로 사용되지 않는다. 즉, 외부와 내부 라우팅은 서로 직교성을 가지고 있다.

트랜스포트 연결은 노드 주소와 연관되어 있다. 이 관점에서, 노드 주소는 의미상으로 과부하가 될 수 있다. 이 제안된 네트워크 아키텍처에서, 의미적 과부하의 주소는 유해한 것으로 고려되지 않는다. 즉, 이것은 오히려 자연스럽고 심지어 희망적이다.

노드 주소와 사이트 주소는 둘 다 토폴로지의 중요성을 가지고 있지 않다; 그것들은 각각 분리된 공간을 사용한다. 노드 주소는 노드가 한 사이트 내에서 이동하는 동안 변하지 않는다. 사이트 주소 또한 업스트림 네트워크 제공자들 사이에서 이동 중 혹은 멀티 호밍을 할 때 변하지 않는다.

노드 네임은 세계적이다. 네임 서버는 노드 네임과 노드 주소, 사이트 주소 튜플간을 연결하는 기능을 제공한다. 만약 목적지 사이트 주소가 로컬이면, 패킷은 내부 라우팅의 사용으로 인해 타켓 내부 노드로 전달된다. 만약 목적지 사이트 주소가 로컬이 아니라면, 다른 사이트와 상호 영향을 주면서 패킷은 외부 라우터들 중에 하나로 전송된다.

4.2.2 Exterior Routing

사이트와 관계없는, global tier에서의 패킷들은 사이트 주소만으로 라우팅 된다. 노드 주소는 global tier로 방송되지 않는다. BGP, OSPF, 혹은 ISIS와 같은 어떤 프로토콜도 Exterior Routing에 적용될 수 있다.

각 transit-site는 일반적인 네트워크에 부합되기 위해 노드(라우터)를 단말 사이트와 단말 노드(호스트)로 연결한다. 그러므로 각 tier에서 네트워크 아키텍처의 대칭성이 반복된다.

4.2.2.1 Flat-Address Routing

at-address 라우팅 시나리오에서, 사이트 주소는 직접적으로 라우팅과 전송 결정에 사용된다. 각 transit gateway는 타켓 사이트 주소, 타켓 전송-사이트 주소, 다음 홉 전송- 사이트 주소 튜플에 관한 테이블을 유지한다. 테이블은 transit gateway간의 라우팅 정보 교환으로 업데이트된다. 멀티 호밍된 타켓 사이트를 위해 다중의 엔트리들은 다른 집합의 타켓 과/혹은 다음 홉 전송-사이트 주소와 함께 존재할 수 있다.

단말 게이트웨이는 위와 같은 라우팅 테이블과 함께 직접적으로 연관되지 않을 수 있다. 단말 사이트에서 전송하는 패킷을 라우팅하는 전송 게이트웨이에 따라 다를 수 있다.

4.2.2.2 Mapped-Address Routing

가상 주소 라우팅의 시나리오에서, 결합 가능한(aggregatable)주소는 라우팅 테이블 크기를 줄이기 위해 사용된다. 전송 게이트웨이는 사이트 주소 대신에 라우팅을 위해 가상 주소로 PA(provider-aggregatable) prefixes를 사용할 수 있다. 각 사이트 주소는 하나 혹은 그 이상의 PA prefixes와 전역 연결에서 서버에 의해 유지되도록 연결될 것이다. 사이트 주소는 그 업스트림 제공자와 연결될 때 업스트림 전송게이트웨이에 의해 PA prefix로 변환되고, 그 연결된 PA prefix는 다운스트림 타켓 사이트를 위해 업스트림 제공자와 연결이 끊길 때 그 사이트 주소로 재 변환된다.

단말 게이트웨이는 PA prefix의 존재를 인식할 수

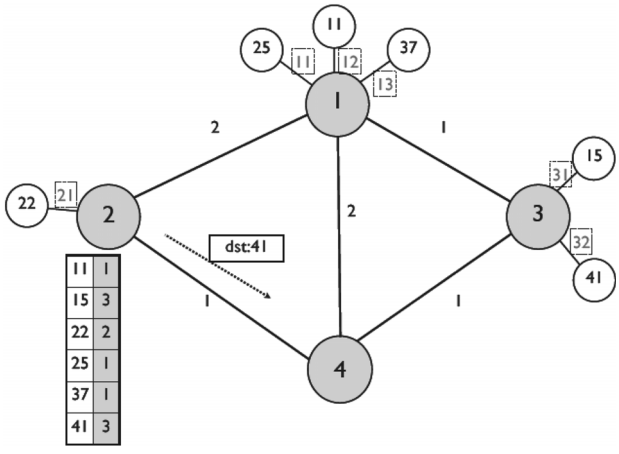


그림 11 Flat and mapped exterior routing of SILO

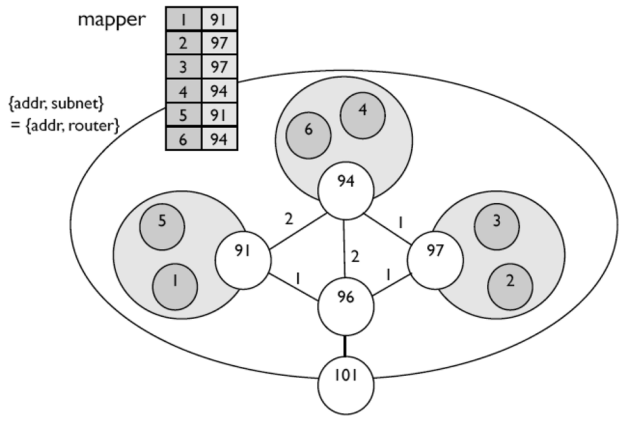


그림 12 Flat and mapped interior routing of SILO

없다. 단말 게이트웨이는 소스와 타켓을 위해 오직 사이트 주소를 사용하여 지속적으로 연결할 것이고, 라우팅할 때 쓰는 방법으로 동작될 것이다.

4.2.3 Interior Routing

사이트의 내부에 있는 패킷들은 노드 주소만으로 라우팅된다. 사이트 주소는 Interior Routing에서 사용되지 않는다. OSPF 혹은 ISIS와 같은 어떤 프로토콜도 이 내부 라우팅에 적용될 수 있다.

4.2.3.1 Flat-Address Routing

at-address 라우팅의 시나리오에서, 노드 주소는 라우팅과 전송 결정에 직접적으로 사용된다. 각 라우터는 타켓 노드 주소, 타켓 라우터 주소, 다음 홉 라우터 튜플을 저장한 테이블을 유지한다. 테이블은 라우터간의 라우팅 정보 교환을 통해 업데이트 된다. 호스트는 라우팅 테이블과 직접적으로 연관이 없을 수 있다. 이것은 노드에서 전송하는 패킷을 라우팅하는 라우터에 따라 다르다.

노드가 서브넷에서 다른 서브넷으로 이동할 때, 구성원 변화는 순간적으로 이전 라우터 혹은 새롭게 방문된 서브넷 라우터에 의해 그 사이트에 있는 모든 다른 라우터에게 브로드캐스팅 된다. 이런 방법으로, 호스트 이동성은 라우터에 의해 직접적으로 제공되고, 따라서 훨씬 빨라질 수 있다.

서브넷이 연관된 라우터와 함께 이동할 때, 이 움직임은 네트워크의 토폴로지 변화로 인식될 수 이고, 연관된 링크-스테이트 업데이트의 속도로 라우팅 테이블에 반영될 수 있다. 이 후로 (서브넷)네트워크 이동성은 라우팅의 상속된 특징으로 제공될 수 있다.

4.2.3.2 Mapped-Address Routing

사이트 내부에 있는 공통 연결 서버는 연결된 주소 라우팅의 시나리오에서 라우터의 테이블 크기를 줄이

기 위해 사용된다. 타켓 노드 주소, 타켓 라우터 주소 튜플은 매핑 서버에 의해 유지되고, 일반적 라우터 활동으로서 라우터는 타켓 라우터 주소, 다음 홉 라우터 주소 튜플만을 유지할 것이다. 한 노드로부터 패킷의 수신할 때, 라우터는 연관된 타켓 라우터 주소를 위해 매핑 서버와 상의할 것이다. 연관된 다음 홉 라우터는 주어진 라우팅 알고리즘에 의해 결정될 것이다. 주어진 타켓 노드 주소, 타켓 라우터 주소 튜플은 라우터에 저장될 수 있으나, 모바일 호스트를 위해 사용되는 정보가 오래되지 않도록 짧은 시간 동안 존재할 것이다.

호스트들은 매핑 서버의 존재를 인지하지 못한다. 호스트들은 소스와 타켓을 위해 오직 노드 주소로 연결을 지속하고, 경로를 찾는 것을 위해 라우터에 의존할 것이다. 호스트들은 자신이 라우팅을 할 때 연결하는 방법과 똑 같은 방식으로 동작할 것이다.

5. 결 론

본 기고문에서, 우리는 미래 인터넷에서 네이밍과 어드레싱과 관련된 문제와 이슈들을 설명하였다. 또한 우리는 네이밍과 어드레싱의 중요한 요구사항을 지적했고, 한국 연구원들이 현재 개발하고 있는 두 가지 제안들을 소개했다. 이 기고문는 새롭게 업데이트 되는 네이밍과 어드레싱 아키텍처에 대해 진행중인 개발에 도움이 될 거라 생각된다.

어드레싱 아키텍처의 범위는 한 가지의 방법으로 해결하기에 너무 광범위하다는 사실을 이해했다. 그래서 네이밍과 어드레싱 연구는 다른 연구 영역의 활동과 함께 수행되어야 한다. 예를 들어서, 라우팅, 해상도, 이동성, 멀티 호밍, 그리고 보안성은 네이밍과 어드레싱 이슈와 상당한 연관성을 지니고 있다.

이 기고문의 다른 목표는 미래 인터넷 연구자들이 네이밍과 어드레싱과 관련된 연구 성과를 만들기를 요구한다. 이런 결과들은 이 문서의 다음 버전에 첨가될 것이고, 따라서 미래 인터넷 연구자들에 의해 제작된 완벽한 연구들이 이 문서에 최종적으로 추가되기를 희망한다.

참고문헌

[1] IETF Host Identity Protocol (HIP) WG, http://www.ietf.org/html.charters/hip-charter.html

[2] IETF RFC 4843, An IPv6 Prefix for Overlay Routable Cryptographic Hash Identifiers (ORCHID), April 2007

[3] Name-to-HID Mapping System and Protocol, working in progress, http://www.mofi.re.kr/

[4] Host ID Binding Protocol (HBP) in MOFI, working in progress, http://www.mofi.re.kr/

[5] Access Delivery Protocols (ADP) in MOFI, working in progress, http://www.mofi.re.kr/

[6] Asha Mehrotra, GSM System Engineering, Artech House, 1997

[7] Meyer, D., Zhang, L., and K. Fall, “Report from the IAB Workshop on Routing and Addressing”, RFC 4984,September 2007.

[8] M. Ishiyama, M. Kunishi, K. Uehara, H. Esaki, and F. Teraoka, “LINA: A New Approach to Mobility Support in Wide Area Networks,” IEICE Transactions on Communication, vol. E84-B, no.8, August 2001.

[9] Mitsunobu Kunishi, etc, “LIN6: A New Approach to Mobility Support in IPv6,” International Sympo-sium on Wireless Personal Multimedia Communi-cation, 2000.

[10] Host Identity Protocol (HIP WG) Webpage, “http://datatracker.ietf.org/wg/hip/”

[11] P. Nikander and J. Laganier, “Host Identity Protocol (HIP) Domain Name System (DNS) Extensions,” RFC 5205, April 2008.

[12] J. Laganier and L. Eggert, “Host Identity Protocol (HIP) Rendezvous Extension,” RFC 5204, April 2008.

[13] E. Nordmark and M. Bagnulo, “Shim6: Level 3 Multihoming Shim Protocol for IPv6,” RFC 5533, June 2009.

[14] R. Atkinson, “ILNP Concept of Operations,” draft-rja-ilnp-intro-03, February 2010.

[15] Odell, M., “GSE - An Alternate Addressing Architecture for IPv6”, Oct 2006

[16] Zhang, L., “An Overview of Multihoming and Open Issues in GSE”, Sept 2006

[17] Locator Identifier Separation Protocol (LISP WG) Webpage, “http://datatracker.ietf.org/wg/lisp/”

[18] Christian Vogt, “Six/One Router – Design and Motivation”, draft-vogt-2008-six-one-router-design-00, 2008.

[19] Hisashi Kobayashi, “An End to the End-to End Arguments,” EuroView 2009, July 28, 2009

[20] Jianli Pan, Subharthi Paul, Raj Jain and Xiaohu Xu, “Hybrid transition mechanism for MILSA architecture for the next generation Interent,” IEEE Globecom, December 2009

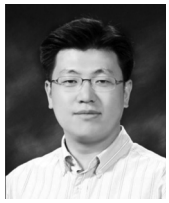
[21] Jianli Pan, Subharthi Paul, Raj Jain and Mic Bowman, “MILSA: a mobility and multihoming supporting iden-

tifier locator split architecture for naming in the next generation Interent," IEEE Globecom, December 2008
[22] Kafle, V.P., Nakauchi, K., and Inone M, "Generic identifiers for ID/locator split internetworking," First ITU-T Kaleidoscope Academic Conference, May 2008
[23] http://www.mofi.re.kr

약 력

유 태 완

2001 전북대학교 컴퓨터과학과(학사)
2004 서울대학교 컴퓨터공학부(석사)
2011 서울대학교 컴퓨터공학부 박사과정
2003~2007 한국전자통신연구원 표준연구센터, 연구원
관심분야 : 이동성 및 멀티호밍, 인터넷 주소체계, 미래인터넷
E-mail : twyou@mmlab.snu.ac.kr



한 연 희

2002 고려대학교 컴퓨터학과 박사
2002~2006 삼성종합기술원 전문(책임)연구원
2005~현재 TTA PG210, Multi6 WG 의장
2010~현재 정보처리학회 이사
2006~현재 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 조교수
관심분야 : 이동 컴퓨팅, 미래인터넷, 센서 네트워크
E-mail : yhhan@kut.ac.kr

이 혁 준

1987 University of Michigan, Ann Arbor, Computer Science(학사)
1989 Syracuse University, Computer Science(석사)
1993 Syracuse University, Computer Science(박사)
1994~1996 삼성전자 멀티미디어 연구소, 선임연구원
현재 광운대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 모바일 컴퓨팅, 무선 네트워킹, 차량간 통신, 미래인터넷
E-mail : hlee@kw.ac.kr

김 대 영

1975 서울대학교 공과대학 전자공학과 공학사
1977 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학석사
1983 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사
1983~현재 충남대학교 정보통신공학과 교수
2006~현재 ISO/IEC JTC 1/SC6 의장
2007~현재 미래인터넷포럼(FIF) 부의장
APAN(Asia-Pacific Advanced Network) 부의장
2009~현재 아시아인터넷포럼(AsiaFI)부의장
2010~현재 미래인터넷표준포럼(FIF-std) 의장
관심분야 : 미래인터넷, 인터넷 표준, 인터넷 아키텍처
E-mail : dykim@cnu.ac.kr

고 석 주

1998 KAIST 박사
1998~2004 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
2004~현재 경북대학교 컴퓨터학부 교수
관심분야 : 미래인터넷, 이동통신네트워크, 이동성제어
E-mail : sjkoh@knu.ac.kr

신 명 기

2003 충남대학교 공학박사
현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
현재 한국기술연합대학원대학교(UST) 겸임교수
현재 ITU-T SG13 Q.21 (Future networks) 래포쳐
현재 TTA 미래인터넷프로젝트그룹(PG220) 의장
2004~2005 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology) 초빙연구원
관심분야 : 미래인터넷, 인터넷 표준, 네트워크 가상화, 인터넷 아키텍처
E- mail: mkshin@etri.re.kr

정 희 영

1991~현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
2004 충남대 공학박사
2010~현재 MOFI 사업책임자
관심분야 : 미래인터넷, 이동통신네트워크, 이동성제어
E-mail : hyjung@etri.re.kr