

## 인터넷의 진화와 ID기반 통신 구조의 잘못된 허리(Narrow Waist)

Architecture WG

전우직

미래인터넷 연구자들은 흔히 기존의 인터넷이 화석화되어(Ossified) 더 이상의 진화가 불가능하므로 완전히 새로운 (Clean-Slate) 구조를 연구해야 한다고 주장한다. 우리는 여기서 두 가지 명제를 생각해 보아야 한다. 첫째 “기존의 인터넷이 화석화되었는가?” 그렇다면 “그 원인은 무엇인가?” 라는 문제와 둘째 새로이 연구되는 미래인터넷은 일정 시간이 지나면 다시 화석화되어 또 다시 원점에서 새로이 설계되어야 하는가? 라는 문제이다. 진화가능성의 문제는 특정한 기능의 부족함이 아니라 새로운 변화의 적용할 수 있는지의 문제[1]이다. 본고에서는 최근 논의되고 있는 인터넷의 진화가능성 (Evolvability)문제를 소개하고자 한다.

기존의 인터넷이 화석화되었느냐에 대한 문제는 어떤 관점에서 보느냐에 따라 완전히 다른 해석이 가능하다. 사실 인터넷은 흔히 잘못된 허리(Narrow Waist) 모델로 표현되는 구조로 정의되어 허리에 해당되는 IP 프로토콜을 중심으로 아래로는 다양한 통신 기술을 수용하였고 위로는 수많은 종류의 응용 프로그램들이 적용되어왔다. 이런 관점에서 본다면 인터넷은 다른 어떤 기술에 비해서도 유연성과 진화 가능성을 가진 구조로 평가할 수 있다. 따라서 인터넷의 화석화 문제는 바로 Narrow Waist에 해당하는 IP 프로토콜 자체의 진화 가능성 문제를 의미한다.

인터넷의 Narrow Waist 구조란 인터넷에 접속된 모든 장비들이 IP (TCP/UDP와 함께)와 같은 합의된 프로토콜을 수용하고, IP 위에서 수행되는 모든 응용들은 특정 통신매체나 통신 기술에 종속되지 않는 통신 서비스를 제공받고, 새로운 통신 기술 개발자는 수많은 응용들의 다양한 요구와 독립적으로 개별 기술을 인터넷에 적용할 수 있도록 지원한다. 그러나 Narrow Waist자체가 변화해야 하는 경우에는 심각한 문제가 발생된다. 이미 IPv6의 사례에서 경험한 바와 같이 인터넷에 설치된 모든 장비들이 동시에 새로운 프로토콜을 수용해야 한다는 것을 의미한다. 이 새로운 프로토콜의 변화가 아주 작은 부분이라 하더라도 전 세계에 흩어져 있는 장비들 모두가 동시에 변경되는 시나리오는 현실적으로 가능성이 아주 희박할 것이다.

인터넷의 진화 가능성에 대한 또 다른 제안[2]은 HTTP와 DNS 기반의 응용 계층의 프로토콜을 Narrow Waist로 하자는 것이다. 이 제안은 이미 많은 부분의 인터넷 통신이 사실상 HTTP를 기반으로 이루어지고 있고, HTTP의 URL이 정적 혹은 동적 DNS의 기능과 결합하여 다양한 서비스를 제공하고 있다고 주장하고 있다. 또한 S-GET 방식을 이용한 datagram-over-HTTP도 가능하다고 주장한다. 이 방식이 기존의 IP 프로토콜 기반의 Narrow Waist비하여 진화 가능성이 개선되었다고 볼 수 있으나 여전히 HTTP라는 특정 프로토콜에 의존적이므로 미래의 새로운 프로토콜이 등장하는 경우 진화의 문제는 여전히 풀리지 않고 남아 있게 된다.

CMU대학의 XIA[3]에서는 진화가능성에 대하여 완전히 다른 관점으로 접근하고 있다. XIA에서는 기존의 인터넷에서 호스트 간 통신만으로 제한 된 것과 달리 서비스, 콘텐츠 등 다양한 방식의 통신이 동일한 인터넷 기반 구조에 적용되는 방식을 제안하고 있다. 이 제안은 기존의 호스트, 서비스, 콘텐츠 기반 통신과 미래의 새로운 통신 방식을 각각 독립된 Principal 유형으로 정의하고 다양한 Principal들이 유연하게 인터넷 기반 구조에 적용되는 것을 Narrow Waist로 하여 진화가능성의 문제에 접근하고 있다. 그러나 이 방식 역시 통신 방식의 변화에 따라 지속적으로 새로운 Principal이 추가되어야 하고, 이 새로운 Principal을 이해하지 못하는 기존의 장비들을 위한 우회 방식을 제공해야 하는 한계도 있다.

인터넷의 진화가능성에 대한 새로운 해법으로 컴퓨터공학에서 널리 채용되고 있는 "Policy-Mechanism Separation" 원칙을 적용하는 방안을 고려할 필요가 있다. 이 원칙에서 Policy는 인터넷을 사용하는 사용자나 응용들이 인터넷 인프라로부터 제공받기를 원하는 통신 서비스를 기술하고, 이 통신 서비스를 제공하는 Mechanism은 Policy와 분리하여 제공하는 방안이다. 인터넷에서의 Policy란 통신을 사용하고자 하는 통신의도(What)를 의미하며, Mechanism이란 사용자의 의도를 지원하기 위한 통신기술이나 프로토콜과 같은 통신기법(How)을 의미한다고 정의할 수 있다.

통신의도와 통신기법의 분리의 대표적인 사례로 ID기반 통신 구조를 들 수 있다. 기존의 주소기반 IP통신에서 통신 호스트들은 IP주소로 지칭되고 이 IP주소의 구조를 기반으로 (Longest Prefix Match) 경로를 선택하므로 통신의도와 통신기법이 상호 종속이라 볼 수 있다. 그러나 ID기반 통신에서는 모든 통신 객체에 네트워크의 토폴로지와 무관한 ID를 기반으로 Publish/Subscribe, DHT 등 다양한 기법이 적용 가능하다. 다시 말하자면 경로 선택 우선 순위나 대역폭, 보안 수준 등 다양한 사용자 의도는 추상화된 방식으로 정의하여 변화의 가능성을 최소화 하고, 이를 실현하는 기술이나 프로토콜은 통신 의도와 독립적으로 진화 가능하도록 설계될 수 있다. 즉, 네트워크에 접속하는 모든 장비나 응용은 자신의 의도를 해당 통신 객체를 직접 지정하는 ID를 기반으로 표현하고, 네트워크는 이 통신의도에 따라 적절한 통신기법(통신매체나 프로토콜)를 선택하여 사용자에게 통신서비스를 제공하게 된다.

결론적으로 진화가능성을 필수적으로 지원하여야 하는 미래인터넷에서 Narrow Waist는 ID를 기반으로 정의되는 통신의도를 중심으로 설계되어야 하며 변화가능성이 높은 통신기법들은 개별 네트워크에서 자율적으로 선택하고 진화 가능하도록 해야 할 것이다.

### [참고자료]

- [1] T. Koponen, S. Shenker, H. Balakrishnan, N. Feamster, I. Ganichev, A. Ghodsi, P. B. Godfrey, N. McKeownh, G. Parulkari, B. Raghavan, J. Rexford, S. Arianfar, and D. Kuptso. Architecting for Innovation. ACM CCR, 2011.
- [2] L. Popa, A. Ghodsi, and I. Stoica. HTTP as the narrow waist of the future Internet. In Proc. ACM Hotnets-IX, Oct. 2010.
- [3] D. Han, A. Anand, F. Dogar, B. Li, H. Lim, M. Machado, A. Mukundan, W. Wu, A. Akella, D. Andersen, J. Byers, S. Seshan and P. Steenkiste. XIA: Efficient Support for Evolvable Internetworking The 9th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI'12) (San Jose, CA) April 25-27, 2012