

미래인터넷 표준화 동향

신명기 | TTA 미래인터넷 프로젝트 그룹(PG 220) 의장,

ETRI 표준연구센터 u-인프라표준연구팀

강신각 | ETRI 표준연구센터 융합통신표준연구팀

김형준 | ETRI 표준연구센터 u-인프라표준연구팀



1. 머리말

현재의 인터넷은 1962년 패킷 스위칭과 1974년 네트워크와 네트워크를 엮는 “inter-net”의 기본 개념이 처음 제안된 이래로 1978년 TCP/IP란 단일 프로토콜을 설계, 표준화 함으로써 그 당시 ISO에 의해 설계되고 논의되어 온 OSI 프로토콜을 누르고, 글로벌 네트워크의 대표주자로 자리매김하게 되었다. 인터넷 성공의 이면에는 현 인터넷의 시초가 된 1969년 미 국방성 주도의 ARPANet이란 대규모 시험 네트워크 선행 도입, 1990년대 이를 NSF 주도의 NSFNet 학술연구망으로 발전시켜, 기개발된 각종 프로토콜/응용들을 시험적으로 운용, 단계별로 발전시킴으로써 현재의 글로벌 인터넷 구조를 가능하게 했다는 점이다. 또한 1993년 사용자 응용의 혁명을 가져온 WWW이 개발된 후, TCP/IP 응용이 글로벌 네트워크의 사용자 환경을 통합하는 대표적인 수단으로 자리잡게 된 점을 들 수 있다.

그러나 2000년대에 들어서면서부터 통신환경의 급격한 변화 및 다양한 사용자 요구사항의 증대로 인해 현재의 인터넷이 갖는 근본적인 문제에 대해 심각한 고민을 하기 시작했으며, 그 연장선 중 하나로 최근 혁

신적 설계(clean-slate design)방법에 기반을 둔 미래인터넷 기술개발 및 표준화 연구가 국내외로 활발히 진행되고 있다[1,2]. 본 고에서는 clean-slate 설계 방식에 기반을 둔 미래인터넷을 위한 표준 요구사항 및 설계목표 등을 알아보고, 현재 진행되고 있는 국내외 표준화 동향에 대해 논의한다.

2. 미래인터넷을 위한 표준 요구사항 및 설계 목표

미래인터넷의 기술개발 및 표준화는 새로운 인터넷을 위한 설계목표 및 요구사항을 다시 기술하고, 정의하는 작업으로부터 시작한다. 현재까지 논의되고 있는 대표적인 표준 요구사항들 및 설계목표들은 다음과 같다 [3,4,5].

(1) 확장성/편재성(Scalability/Ubiquity)

확장성은 현 인터넷을 가지고 가장 큰 문제점 중 하나로 미래인터넷을 설계할 때 가장 중요하게 요구되는 설계 목표 중 하나이다. 먼저 인터넷 대역폭은 앞으로 50~100배 이상 증가할 것으로 예상된다. 또한 미

래인터넷은 센서와 같이 새로운 유비쿼터스 단말들이 100억 개 이상 연결되고 천만 개 이상의 멀티홈을 갖는 단말을 지원할 수 있어야 한다. 최근 인터넷은 PI(Provider Independence), 멀티호밍, 이동단말, IPv6 영향 등으로 인해 어드레싱과 라우팅면에서 확장성에 문제가 있음을 보고받고 있다. 따라서 미래인터넷은 크기, 대역폭, 라우팅, 어드레싱 상에서의 지속적인 인터넷의 증가에 대해 확장성을 갖도록 설계되어야 한다.

(2) 보안성/견고성(Security/Robustness)

미래인터넷은 스파이, 웜, DDoS 공격 등 다양한 보안 공격으로부터 완벽하게 안전하다는 것을 전제로 구축되어야 한다. 또한 현재 유선 전화망과 같은 수준의 견고성과 오류 시 복구기능이 제공되어야 한다.

(3) 이동성(Mobility)

미래인터넷은 무선 단말의 이동 시에 이와 연계된 보안과 라우팅 기능이 유선 단말 수준으로 투명하게 이음매 없이 지원되어야 하며, 다양한 물리계층을 지원하는 이기종 간 네트워크 환경에서도 빠른 이동성 지원이 제공되어야 한다. 또한 새로운 디바이스로 센서와 RFID와 같은 저전력, 소형 단말들도 이동성 기능이 제공되어야 한다. 이동 컴퓨팅은 미래인터넷 응용의 대표적인 사례 중 하나가 될 것으로 전망된다.

(4) 이질성(Heterogeneity)

미래인터넷은 다양한 범위의 새로운 응용들을 지원 가능해야 한다. 또한 광 파이버, 다양한 무선링크(IEEE 802.11, 802.16, 802.15.3/802.15.4 등), 애드-혹 네트워킹, 메쉬 네트워킹 등, 이질적 물리계층을 이음매 없이 지원해야 한다. 이러한 물리계층의 이질성은 미래인터넷의 이동성 연구, 이기종 간 빠른 핸드오버 연구, 프

로토콜 계층화 개념에 많은 영향을 미친다.

(5) 서비스 품질(QoS/QoE: Quality of Service/Quality of Experience)

서비스 품질은 미래인터넷을 위한 새로운 요구사항으로 볼 수는 없지만, 현 IP 기반의 인터넷의 가장 근본적인 제약으로 꼽히는 서비스 품질 제공은 여전히 미래인터넷 설계 목표에서 빠질 수 없는 주요 목표 중 하나이다. 미래인터넷에서는 다양한 등급의 서비스 품질을 어디에서 어떠한 방법으로 제공해야 하는 지에 대한 명확한 구조가 제시되어야 한다.

(6) 재설정/자동설정(Re-configurability/Self-Organization)

재설정/자동설정 기능은 미래인터넷을 위한 새로운 요구사항 중 하나이다. 현재의 인터넷은 고정적인 네트워크 기능과 장비들로 구성되어, 새로운 서비스나 기술들을 적용하기 위해서는 네트워크 토폴로지의 재구성이나 서비스 재설정 등이 동적으로는 불가능하다. 미래인터넷에서는 토폴로지, 장비의 동적인 재설정 등을 제공하기 위해서는 프로그램-가능/자기설정-가능(Programmable/Self-organized) 네트워킹/컴퓨팅, 네트워크 가상화(Network Virtualization) 방법 등이 적용 가능한 구조로 설계되어야 한다.

(7) 상황인지(Context-awareness)

상황인지 기능은 미래인터넷 서비스를 위한 새로운 요구사항 중 하나이다. 미래인터넷 단말들은 잦은 이동에 따른 자신의 물리 환경을 인식하고, 자신이 사용하는 서비스 상황에 맞게 적응할 수 있어야 한다. 상황을 결정짓는 기본적인 요소로는 사용자 위치(where are you), 누구와 있는지(who you are with), 어떠한 자원이 근처에 있는지(what resource are nearby) 등이 사용된다.

(8) 관리성(Manageability)

현 인터넷은 관리 플레인(Management Plane)이라는 개념이 처음부터 설계되지 않았고, SNMP 라는 단순한 망 관리 프로토콜을 통해 장비와 네트워크의 오류 등을 모니터링 하는 수준으로 국한되어 관리 기능이 제공되어 왔다. 미래인터넷은 다양한 이기종의 무선, 애드-혹 단말과 네트워크의 빈번한 이동기능 제공이 기본적으로 전제되므로, 미래인터넷에서는 이러한 새로운 환경을 위한 체계적인 관리 기능의 제공이 요구된다. 미래의 이동 단말과 네트워크를 지원하기 위해 관리 측면에서의 편리성, 추적성, 자동성, 최적화 기능 등은 기본적으로 고려되어야 한다.

(9) 데이터/정보/지식 중심(Data/Information/Knowledge-centric)

현 인터넷은 초기 호스트-중심의 서비스에 맞추어 설계되었다. 대표적인 호스트- 중심의 서비스로는 초기, telnet, ftp 응용 등을 들 수 있다. 그러나 P2P와 같이 최근 대두되고 있는 새로운 인터넷 응용들은 사용자가 특정 데이터나 서비스 사용만을 지정하고, 호스트나 서비스의 위치는 고려할 필요가 없다. 추가해서 단순 데이터 이상의 정보, 지식-기반의 서비스 지원이 용이해야 한다. 미래인터넷은 이러한 데이터/정보/지식-중심의 새로운 응용이나 서비스 지원이 가능하도록 새롭게 설계되어야 한다.

(10) 경제성(Economics)

초기 인터넷은 전문가의 집단에 의해 운용, 사용되어, 경제성에 대한 요구사항이 전혀 반영되지 않고 설계된 네트워크이다. 미래인터넷은 ISP나 응용 제공자들이 어떻게 경제적 이익을 창출할 수 있는가에 대한 명시적인 프리미티브 및 인센티브를 제공할 수 있어야 한다.

3. 미래인터넷 국내외 표준화 동향

미래인터넷 관련 표준화 작업은 초기 단계에 있으나, 현재의 인터넷 표준화가 IETF에 의해 1986년에 시작되어, 본격적인 인터넷 사용증가가 일어난 1990년대 후반을 준비하였다고 생각해 볼 때, 2015년~2020년 이후를 예상하는 미래인터넷 보급 시기를 고려한다면, 미래인터넷 표준화 역시 지금부터 논의되고 시작되어야 하는 주요 연구 테마 중의 하나이다.

표준화와 관련해서는 현재 국제 표준화기구인 ITU-T와 ISO/IEC JTC1를 중심으로 미래네트워크란 이름으로 요구사항 및 미래네트워크 비전 문서 작업을 시작했으며, IRTF를 중심으로는 각 미래 요소기술에 대한 표준화 작업이 진행되고 있다. 국내에서는 지난 5월 TTA 산하 미래인터넷 PG를 구성하여 국내 표준화에 대한 본격적인 작업을 이미 시작했다.

3.1 ITU-T Q.21/SG13 [6]

ITU-T SG13 표준화그룹은 2009년부터 시작되는 신규 연구회기의 테마를 “Future Network including mobile and NGN”으로 선정하고, 미래네트워크 관련한 연구 작업반(Questions)을 WP5에 배속시켜 미래네트워크 표준화와 관련한 강한 의지를 표방하고 있다. 현재 SG13아래 WP5에 속하는 Question들의 목록은 다음과 같다.

- Q.7 Impact of IPv6 to an NGN
- Q.19 Distributed services networking^(DSN)
- Q.20 Public data networks
- Q.21 Future networks

Q.7, Q.19, Q.20은 NGN을 기반으로 하고는 있으나,

IPv6 적용(Q.7), 오버레이 서비스 네트워킹(Q.19), 향상된 패킷 전송기능(Q.20) 등의 개발을 목표로 하고 있는 Question들이다. 특히 Q.21은 NGN과는 다른 새로운 방식의 clean-slate에 따른 미래네트워크 표준화를 목표로 승인된 작업반으로 라포처에는 일본 NEC의 예가와 다카시와 ETRI의 신명기 박사가 선임되어 표준작업 활동을 주재하고 있다. Q.21은 미래네트워크를 위한 비전과 서비스 시나리오를 개발하고, 이를 기반으로 아키텍처 요구사항, 프레임워크와 같은 미래네트워크를 위한 권고안 작업을 목표로 승인되었다. 지난 1월과 5월의 제네바에서 두 번의 회의를 갖은 바 있으며, 이를 통해 아래와 같은 미래네트워크에 대한 용어에 대해 정의하고, Y.FNvision(미래네트워크 비전, 개념 및 요구사항)과 Y.FNvirt(네트워크 가상화 요구사항)에 대한 두건의 표준초안을 개발하기로 결정했다.

· Q.21/13에서의 미래네트워크 정의 : Future Network^(FN) is a network which is able to provide revolutionary services, capabilities, and facilities that are hard to provide using existing network technologies. Note: FN provides mechanisms that benefit every participant as much as they contribute. It will be studied based on clean-slate approaches.

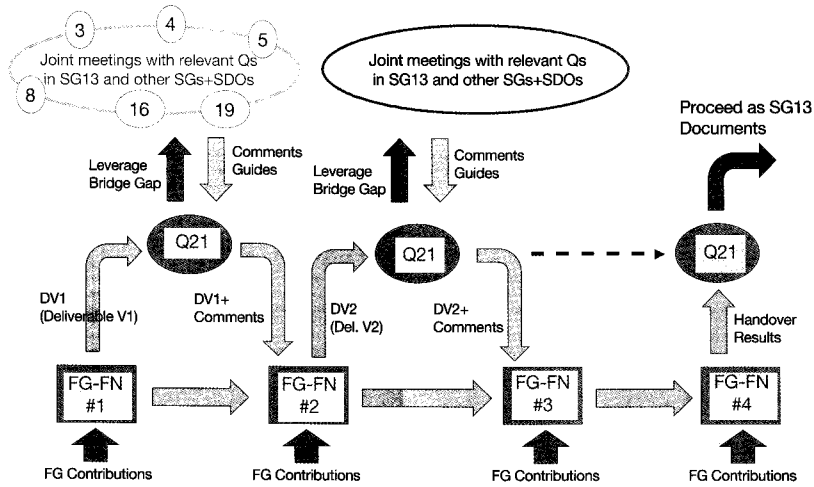
3.2 ITU-T FG-FN(미래네트워크 포커스그룹)기

ITU-T는 ISO/IEC JTC1과 같은 표준화기구 외에도 미국 FIND/GENI, 유럽 FP7/FIRE, 우리나라, 중국, 일본 등 아시아 미래네트워크 연구 노력들과의 글로벌한 국제 협력 증진과 미래네트워크 표준화에 대한 공감대 확산을 위해 미래네트워크 포커스그룹(FG-FN: Focus Group on Future Network)을 구성하고, 지난 6월에 스웨덴 룰리오에서 유럽의 FIRE 행사와 co-location하여 첫 번째 회

의를 진행하였다. 현재 FG-FN의 의장 및 부의장은 일본 NTT의 모리타 나오타카와 ETRI의 김형준 팀장이 각각 맡고 있으며, 미래네트워크의 비전과 도입시기, 핵심기술에 대한 공감대를 구성하여 글로벌한 표준화 추진방향을 결정하는 것을 목표로 하고 있다. FG-FN은 1년 동안 운용되는 것을 전제로 하고 있으며, 2차 회의는 오는 11월에 미국 솔트레이크시티에서 열리는 GEC6(GENI Engineering Conference 6차 회의)와 함께 co-location 회의를 갖는 것으로 추진 중에 있다. 올해 6월 열린 FG-FN의 1차 회의의 주요 결과로는 미래네트워크의 개발 및 도입시기를 2015년~2020년 사이로 규정했으며, Q.21에서 개발 중인 2개의 표준초안을 입력으로, '미래네트워크 비전, 개념 및 요구사항' 문서와 '네트워크 가상화 프레임워크' 표준초안 문서를 개발하는 것으로 결정했다. 이 두 문서가 FG-FN의 최종 문서로 승인되어 Q.21으로 넘어가기 전까지는 Q.21에서는 앞서 승인된 두 표준문서의 개발은 당분간 보류하기로 했다. [그림 1]은 이러한 FG-FN과 Q.21과의 표준초안 개발 협력 방법에 대해 도식화한 것이다.

3.3 ISO/IEC JTC 1/SC 6[8]

ISO/IEC JTC1 내 SC6에서는 2007년 4월 중국 시안(Xian) 회의에서 한국의 제안으로 미래네트워크 표준화 추진 필요성 대한 논의가 시작되었고, 구체적인 표준화 추진 이슈 및 표준화 추진방안 등에 대한 검토를 위한 애드혹 회의를 개최하기로 결정했다. 시안 회의 결과에 따라, 2007년 9월에 파리 AFNOR(프랑스 표준국)에서 미래네트워크 애드혹 회의가 개최되었다. 이 회의는 ISO/IEC JTC1, ITU-T 등에서 미래네트워크라는 이름으로 열린 최초의 개별 회의였으며, 아래와 같은 미래네트워크 관련 단계적 표준화 추진 이슈를 결정한다. 애드혹 회의에서는 또한 미래네트워크 요구



[그림 1] FG-FN과 Q21과의 표준초안 개발 협력 방법

사항, 문제정의, 그리고 현재 표준기술과의 격차 이슈에 대해 SC6 회원국의 기고를 요청하기로 하고, 기고 검토를 위한 회의를 2008년 4월에 개최 예정인 SC6 회의와 연계하여 회의를 개최하기로 결정하였다.

- 미래네트워크 요구사항
- 미래네트워크를 위한 문제정의
- 외부 요구사항과의 비교 분석
- 미래네트워크 프레임워크
- 미래네트워크 구조 및 세부 프로토콜

2008년 4월, 제네바에서 열린 SC6 회의에서는 미래네트워크 표준화를 새로운 표준개발 프로젝트(NP)로 공식제안하기로 하고, 같은 해 10월 SC6 회원국의 투표로 NP 통과가 되면서 본격적인 미래네트워크에 대한 표준화 작업을 시작했다. 현재 SC6 내 미래네트워크에 대한 작업은 WG7에서 진행하고 있으며, 이 작업반의 컨비너는 ETRI 강신각 팀장이 맡고 있다. 지난해 승인된 NP를 통해 개발될 미래네트워크의 첫 번

째 표준초안의 문서제목은 “Future Network: Problem Statement and Requirement”이며, 2008년 11월 프랑스 몽트레 회의, 2009년 6월 일본 동경 회의 등, 두 번의 SC6 회의를 통해 미래네트워크와 관련한 문제정의, 요구사항 및 설계목표 등을 기술하는 작업을 진행했다. 미래네트워크의 개념 및 요구사항 등을 기술하는 첫 번째 문서 개발 작업이 구체화되고 다양한 미래네트워크 관련 세부 기술들이 제안되면, 추가적인 개별 프로토콜 문서의 국제 표준화 작업을 단계별로 추진할 예정이다. 대표적으로는 중국이 올해 6월 동경 회의에서 미래네트워크를 위한 새로운 네이밍 및 어드레싱 개념을 제안한 바 있으며, SC6 회원국들에 배포하여 검토의견을 요청한 상태이다. 중국은 향후 미래네트워크를 위한 네이밍 및 어드레싱에 대한 표준개발 작업을 새로운 SC6 신규 표준과제로 제안할 것으로 예상된다.

3.4 IRTF[9]

IRTF는 IETF 내에 선행적인 연구를 목적으로 운영되고 있는 연구그룹(Research Group)들로서, 직접적으로 미래인

터넷이라는 이름으로 연구가 진행되지는 않으나, 2000년 이후 IRTF에서 진행되어 온 상당수의 개별 연구테마들이 현재 미래인터넷이라는 이름으로 FIND, GENI 등의 프로젝트 등에서 연계되어 연구가 수행되고 있다. 현재 총 13개의 RG 들이 연구작업을 진행 중이며, 미래인터넷과 관련한 대표적인 연구들로는 ID/Locator 분리, 라우팅, DTN 연구 등이 있으며, 최근에는 실험인프라를 위한 핵심 기술로 부각되고 있는 네트워크 가상화 관련한 새로운 연구그룹 구성을 협의 중에 있다. 관련 연구그룹을 나열하면 다음과 같다.

- Delay-Tolerant Networking RG
- End-to-End RG
- Routing Research RG
- Peer-to-Peer RG
- Network Management RG
- Network Virtualization RG(구성 협의 중)

3.4 TTA 미래인터넷 PG[10]

TTA에서는 지난 3월 미래인터넷에 대한 본격적인 국내 표준화 작업을 추진하기 위해 미래인터넷 PG(PG220)를 승인하고 본격적인 국내 표준화 작업을 이미 시작했다. 현재 PG 의장과 부의장은 ETRI 신명기 박사와 KT의 백은경 박사가 각각 맡고 있으며, 올 6월과 7월 두차례 회의를 통하여 국내 영문표준 6건과 고유 국문표준 2건을 개발하는 것으로 결정했다. 올해 개발될 대표적인 고유표준으로는 우선 미래인터넷 관련한 용어 표준으로, 미래인터넷, 미래네트워크, 네트워크 가상화, 계층 간 통신기법, 상황인지, 자율통신 등 기존 IT 용어와는 다른 개념의 기술들에 대해 전문가 의견을 들어 정의하는 작업을 진행할 예정이다. 아래는 회의를 통해 논의한 미래인터넷에 대한 정의를 나

타낸다.

- 미래인터넷이란 ‘현재 인터넷 구조의 한계성을 극복하고 미래의 새로운 요구사항을 수용하기 위해, 기존 인터넷과의 호환성을 고려하지 않고 전혀 다른 혁신적인 개념(clean-slate)으로 설계될 미래의 새로운 인터넷’을 의미함

4. 다른 차세대 표준기술들과의 비교[2]

4.1 NGN과 미래인터넷

앞서 기술한 미래인터넷을 위한 요구사항 및 설계목표의 일부는 ITU-T의 차세대통신 프레임워크인 NGN에서 이미 언급되고, 개발 중인 내용이라는 지적이 있다. 대표적으로 관리성과 서비스 품질보장은 통신사업자 중심의 텔코들이 가장 중요하게 생각하는 요구사항 중의 하나였다. 현 인터넷은 초기 설계 당시 통신사업자의 요구와는 달리 단순히 패킷망을 기반으로 네트워크를 설계하여, 최근 이러한 문제를 풀기 위해 다시 텔코의 요구사항을 반영, 재설계하려 한다는 텔코 입장의 비판도 있다. 그러나 이러한 움직임은 단편적인 시각일 뿐이며, 최근 네트워크들이 전화망과 인터넷의 통합, 수렴화 되는 경향을 살펴볼 때 차세대 텔코망과 미래인터넷의 여러 요구사항은 결국 유사할 수 밖에 없을 것이다.

NGN과 미래인터넷과의 가장 큰 차이점은 NGN의 경우, 현 인터넷의 근간인 IP를 기반으로 All-IP 망의 구축을 통해 차세대 네트워크 요구사항들을 구현한 접근 방법인 데 반해, 미래네트워크는 이러한 요구사항을 구현하기 위해 패킷 스위칭, 서킷 스위칭과 같은 기존의 어떠한 네트워크 기법들을 전제하지 않은 채 clean-slate 설계 기법에 따른 혁신적인 방법으로 네트워크를 재설계하려는 데 있다.

4.2 IPv6와 미래인터넷

국내에서 미래인터넷 연구와 가장 많이 비교되는 표준기술은 차세대인터넷을 대변하는 IPv6 기술이다. IPv6 역시 현재의 인터넷 문제점을 해결하기 위해 1988년 IETF 중심으로 표준화가 시작된 새로운 IP를 설계하기 위한 노력으로 미래인터넷의 clean-slate 접근방법과 비교하면, 동일한 문제를 IP와 패킷 스위칭 방식을 그대로 수용한 채 점진적인(Incremental) 설계 방식에 따라 현재의 인터넷 문제를 일부 해결해 보려는 현실적인 접근 방법이다. 아직 IPv6가 본격적인 도입이 안된 시점에서 미래인터넷의 연구는 IPv6 도입을 저해하고, 해당 연구를 넘어 곧바로 미래인터넷 기술개발로 건너 뛰려는 노력으로 이해될 수 있으나, 이는 두 기술에 대한 잘못된 이해에서 비롯된다고 보여진다. IPv6는 차세대인터넷을 위한 현실적 대안으로 2011년 전후로 본격적으로 도입될 예정이며, 미래인터넷은 보다 장기적인 관점에서 2015년~2020년 이후를 목표로 진행되는 대규모 중장기 프로젝트이다. 또한 미래인터넷의 설계 철학인 clean-slate 방식은 많은 전문가들이 경고하듯, 새로운 패러다임과 구조를 고안하기 위한 수단일 뿐이어서, 그 자체로 결과물이 되어서는 안 된다고 전제하며, 현재의 IP와 패킷 스위칭 방식을 부정하는 것이 아닌, 그 어떠한 네트워킹 기법의 전제없이 새로운 백지에서 미래인터넷을 설계하려는 노력 중의 하나라고 보는 것이 타당하다. 또한 미래인터넷 연구의 상당수는 다시 IPv6 기반의 현 인터넷 구조를 향상시키는 데 기여를 하게 될 것이다. 결국 미래인터넷과 차세대인터넷인 IPv6는 도입면에서는 시기적인 차이가, 기술 개발면에서는 상호 보완적인 면을 취함으로써 계속해서 함께 연구되어야 할 중요한 분야들이다.

5. 맺음말

본 고에서는 최근 인터넷 상의 가장 큰 화두로 떠오른 미래인터넷 표준화 동향에 대해 살펴보았다. 최근 이와 관련하여 쟁점화되고 있는 문제는 과연 현실성 있는 접근 방법으로 현 인터넷을 대체 가능한가, 혁신적인 기술이 제안되고 개발 중에 있는가, 미래인터넷 혹은 미래네트워크 설계 주체는 누구여야 하는가, 표준화가 지금 필요한가 등이다.

네트워크 진화의 과정은 일부 반복적인 성격을 띠고 있으며, 현재 미래네트워크의 연구개발 및 표준화의 과정은 지난 1970년 현재의 인터넷이 설계되고 도입되었던 과정을 그대로 답습하고 있다고 해도 과언이 아니다. 그렇다면 지금 전 세계에서 추진하려는 미래인터넷 연구 노력은 1970년대 미국에 의해 주도되어 진행된 제1세대 인터넷 성공기를 지나, 제2세대 글로벌 네트워크 설계 단계에 참여할 수 있는 30년 만에 다시 찾아온 마지막 기회 일지도 모른다. 이는 초기 인터넷 ARPANet 프로젝트를 지원했던 미국 NSF가 다시 한번 FIND와 GENI 프로젝트를 지원하는 이유에서 해답을 찾을 수 있다.

[참고문헌]

- [1] Standford Univ, "Clean Slate Designs for the Internet," <http://cleanslate.stanford.edu/>.
- [2] A. Feldmann, "Internet Clean-Slate Design : What and Why?," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 37, No. 3, pp 59-64, 2007.
- [3] 신명기, "미래인터넷 기술 및 표준화 동향", 전자통신동향분석 제22권 제6호 2007.
- [4] ISO/IEC JTC1/SC6, Working Draft of TR, FNPSR, "Future Network : Problem Statement and Requirements", 2009.

- [5] ITU-T SG13, Working Draft of Y.FNvision, "Future Network : Vision, Concept, and Requirements", 2009.
- [6] ITU-T SG13, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/index.asp>
- [7] FG-FN, <http://www.itu.int/ITU-T/focusgroups/fn/index.html>
- [8] ISO/IEC JTC1/SC6, http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=45072
- [9] IRTF, <http://www.irtf.org>.
- [10] TTA, <http://www.tta.or.kr> **TTA**

정보통신용어해설



울프램 알파

Wolfram Alpha[컴퓨터]

영국의 물리학자 스테픈 울프램(Stephen Wolfram) 박사가 개발한 검색 엔진.

기존 검색엔진들의 '정보를 찾아주는 방식'의 서비스와는 달리, 사용자가 검색어를 입력하면 슈퍼컴퓨터로 청밀하게 연산된 정제된 답변만을 제공해 주는 '응답형 엔진'이다.