

# 한-EU간 트랜스유라시아 망 기반의 IPv6 기반 차세대인터넷 망 및 응용 연동 연구

이승윤 · 김형준 · 박기식

한국전자통신연구원 표준연구센터  
{syl, hjkim, kipark}@etri.re.kr

A study of IPv6-based NGI network and application Interworking  
over TEIN(TransEurasia Information Network)

Seung-Yun Lee, Hyoung-Jun Kim, Ki-Shik Park  
ETRI/PEC

E-mail: {syl,hjkim,kipark}@etri.re.kr

## 요약

트랜스유라시아 망(TEIN)은 2001년 12월에 한-EU간 구축되어진 대륙간 초고속정보통신망으로써, 본 전자통신연구원(ETRI)에서는 TEIN 활성화를 위한 연구로써 2001년 초부터 현재까지 IPv6 기반 차세대인터넷 망 및 응용기술을 개발하고, 이 결과물들을 TEIN에 접목시키는 연구를 해 왔으며, 또한 유럽과의 국제공동연구 기반의 수행을 해오고 있다. 이러한 IPv6 기반 및 응용 기술에 관한 연구는 차세대인터넷 도입을 위한 구체적인 시도으로써, IPv6 기반 기술 및 응용기술에 있어 실질적인 활용을 위한 검증과 함께 IPv6 기반 차세대인터넷 환경 구축 및 활용 가능성을 제시한다고 할 수 있다.

## ABSTRACT

TransEurasia Information Network(TEIN) was established at December 2001, which is a kind of continental network between Korean and Europe. For promoting the TEIN, ETRI has developed the IPv6-based NGI network and applications since early of 2001, and also trying to apply the results into TEIN. With this results for IPv6 research and development as well as its experiences, we can verify the IPv6 related technology and applications on the TEIN as a NGI infrastructure.

## 키워드

IPv6, NGI, TEIN, 차세대인터넷, 트랜스유라시아

## 1. 서론

트랜스유라시아 망(TEIN: Trans Eurasia Information Network)은 지난 1996년 아시아-유럽 국가 정상회의인 ASEM(Asia-Europe Meeting) 회의를 통하여 아시아와 유럽을 잇는 초고속 정보통신망을 의미한다.[1]. 따라서, 트랜스유라시아 망을 활용하여, 한국을 비롯한 아시아와 유럽간의 정보통신 인프라를 구축함으로써 대륙간의 신속한 정보 및 기술 교류를 가능하도록 하여 궁극적으로는 21세기 지식경제 발전의

기틀을 다지는데 그 목적을 두고 있다. 현재 트랜스유라시아 망은 2001년 12월에 한국과 프랑스가 허브가 되어 망이 구축 운영되고 있다.

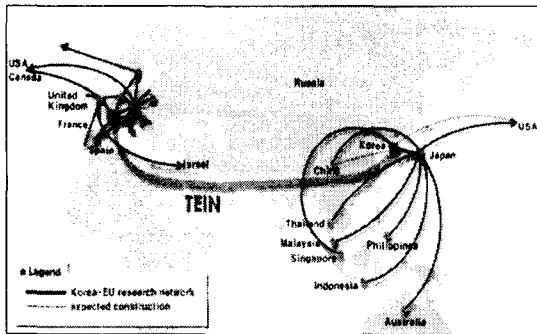
한편, 트랜스유라시아망의 활성화를 위해 정보통신부 주관으로 2001년부터 4개의 파일럿 과제가 수행되고 있으며, 그중 하나가 IPv6 기반의 망 및 응용 연동 기술을 개발하고 실제 트랜스유라시아 망에 적용하는 과제이다. 이들 과제는 모두 국제공동연구 과제 형태로 진행됨으로써 과제의 결과물이 실제 유럽의 기관들과 연계되어 트랜스유라시아 망에 적용될 수 있도록

진행되고 있다. 특히 IPv6 관련 과제는 유럽연합 차원의 프로젝트[13]들과 연계하여 공동연구를 수행함으로써 다양한 형태의 기술개발을 시도하고 있다.

본 논문에서는 이미 구축되어진 트랜스유라시아 망을 기반으로 차세대인터넷 도입을 위한 시도로써 IPv6 망 기술 적용을 비롯한 응용개발 및 적용 내용을 통하여 트랜스유라시아망의 발전방향을 제시하고자 한다.

## II. 트랜스유라시아 망(TEIN) 구성

TEIN망은 아시아와 유럽을 잇는 대륙간 네트워크로써 아시아에서는 한국이, 유럽에서는 프랑스가 허브 역할을 수행하게 된다. 즉 한국은 아시아 망의 연동 포인트가 되고, 프랑스는 유럽 망의 연동 포인트가 되며 실제로 그 역할은 각각 한국의 KOREN[2]/APII 테스트베드[5]와 프랑스의 RENATER[6]가 맡게 된다. 아시아 망은 APII 테스트베드를 통하여 주요 아시아 국가로 연결성을 유지하며, 유럽은 유럽의 연구망 백본망인 GEANT[7]로 연동하게 된다. (그림 1 참고)



[그림1] 트랜스유라시아 망 개념도

트랜스유라시아 망은 ATM 기반으로 한국-프랑스 간 연동이 되며, 실제로 IP 네트워킹을 위해 다음과 같은 두 개의 PVC를 사용하고 있다. (표1)

[표1] 트랜스유라시아 망 대역폭 할당(2002.10현재)

PVC #	용도 (프로토콜)	대역폭 (구분)
1	IPv4 Unicast/Multicast	15Mbps (UBR)
2	IPv6	5Mbps (UBR)

트랜스유라시아망은 현재 표1에서와 같이 총 대역폭 20Mbps를 사용하고 있지만, 올 3월 TEIN 전문가 회의[1]에서의 합의에 의해 올 하반기 또는 2003년 상반기 내에 45Mbps로 확장 운영될 계획이다.

## III. 한-EU간 국제공동연구 현황

현재 트랜스유라시아 망 활성화를 위해 2001년부터 추진되어오고 있는 연구과제는 모두 4개 과제이며, IPv6 기술 분야, 인터넷 QoS 기술 분야, 바이오메트릭 기반 사용자 인증 및 보안 기술 분야 그리고 3차원 가상 박물관 기술 분야 등이 있다. (표2)

[표2] 트랜스유라시아 과제

	과제명 (기간: 2001~2003)	수행기관
1	IPv6 Native Network and Application Interworking between Korea and EU [15]	ETRI
2	Interoperability Tests of Internet QoS Provisioning Technologies between Korea and EU	ETRI
3	Network Based User Authentication and Security Using Multiple Biometrics	ETRI
4	3D Cyber Museum	KISTI

IPv6 기술분야의 경우, 트랜스유라시아 망을 활용한 IPv6 기반의 차세대인터넷 인프라망 구축을 바탕으로 하여, 여기서 적용 및 운용 가능한 응용을 개발하고 실험하는 것을 주요 목표로 하고 있다. 이들 과제는 모두 국제공동연구 형태로 진행되고 있으며, 실제로 다양한 유럽기관들과 협력하여 연구가 진행되고 있다.

IPv6 기술분야에 있어 유럽과의 공동연구는 분야별로 다각적으로 진행되고 있다. 현재 영국의 UCL (University College London)[16] 대학과는 IPv6 기반 멀티미디어 화상회의 응용 시스템개발을 진행하고 있으며, 유럽연합 IST[13]가 주관하는 프로젝트 중 하나인 6WINIT 프로젝트[9]와 6NET 프로젝트[10]에 ETRI가 정식 파트너기관으로 참여하여 IPv6 관련 기술에 대한 협력연구활동을 진행하고 있다. 또한 트랜스유라시아 망의 유럽 Point인 프랑스의 Renater2와도 IPv6 멀티캐스트 기술 등에 관한 지속적인 실험을 수행해 오고 있다. (표3)

[표3] ETRI, 트랜스유라시아 공동연구 현황

	공동연구기관	공동연구내용
1	英, UCL (2001년~2003년)	- IPv6 멀티미디어 응용개발 및 실험
2	유럽, 6WINIT 프로젝트 (주관: EC-IST*)[9] (2001년~2002년)	- IPv6 Transition 기술개발 - Mobile IPv6 기술개발 - IPv6 멀티미디어 응용 개발 기술
3	유럽, 6NET 프로젝트 (주관: EC-IST*)[10] (2002년~2004년)	- IPv6 망 및 핵심기술 연구 (Mobility, QoS, IPv6 Transition Mechanism, etc)
4	佛, Renater2 (2002년~2003년)	- IPv6 Multicast 및 응용 기술 개발 및 실험

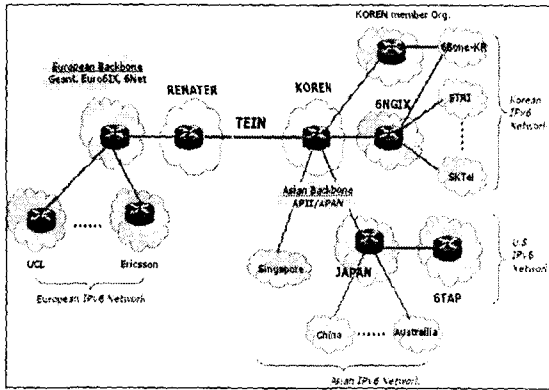
\* European Commission, Information Society Technology [13]

#### IV. IPv6 차세대인터넷 망 연동 및 응용 개발

##### 4.1 IPv6 망 국내외 연동

트랜스유라시아 망에서의 IPv6 망 구축은 2001년 12월에 KOREN-Renater2 간에 물리적인 망이 구축되면서 별도의 PVC 할당을 통해 연동되고 있으며, 이를 중심으로 한국은 허브역할로써 아시아 쪽의 트래픽과 유럽 트래픽을 연동시키는 역할을 해 오고 있다.

아시아에는 한국의 KOREN이 중심이 되어 아시아-태평양 정보통신망 테스트베드(APII Testbed)가 구축되어 있으며, 여기에는 한국을 비롯한 일본, 싱가포르가 참여하고 있다. 따라서, APII Testbed 참가국들은 이미 이 테스트베드 상에서 Native IPv6 망 연동을 이루고 있으며, 기타 국가에 대해서는 일본을 통한 연동만이 가능한 상황이다. (그림2)



[그림2] 트랜스유라시아 망 기반 국내외 연동 현황

국내망 연동은 선도망인 KOREN을 중심으로 국내 연구망(KREONET2, HPCNET 등)과 연동하고 있으며, ETRI 등의 연구기관들과 IPv6 Native 망으로 연동서비스를 제공하고 있다. 한편 KREONET2[3]는 2001년부터 미국의 STARTAP[12]으로 45Mbps로 직접 연동되고 있다. 국외연동의 경우 아시아는 일본의 Tokyo-XP를 통해 아시아 태평양 국가들과 연동이 제공되고 있다.

유럽으로의 연동은 Renater가 중심이 되어 유럽의 연구망인 GEANT[7]를 통해 유럽 전역의 기관들과 연동이 가능하다. 이중 일부 국가는 IPv6 Native 망 서비스를 제공하고 있지 않아 터널링으로 연동하는 경우가 있으나 6NET, Euro6IX[11] 프로젝트 등을 통하여 Native IPv6 망으로 전환할 예정이다.

##### 4.2 IPv6 응용개발

ETRI는 2001년부터 트랜스유라시아 망에 적용가능하고 IPv6를 활성화하기 위하여 IPv6 Native 응용개발

을 진행해왔으며, Mobile IPv6를 비롯하여, 멀티미디어 화상회의 응용 그리고 IPv6 비디오스트리밍 시스템까지 다양한 응용들을 개발하였다. (표4)

[표4] ETRI의 IPv6 응용 개발 현황

	응용 내용	개발(주)
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobile IPv6 프로토콜</li> <li>- 윈도우 운영체제기반 Mobile IPv6 스택</li> <li>- Internet Draft v16 표준 지원</li> <li>- Smooth Handoff 기능 지원</li> </ul>	2001 (기술이전*)
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv6 고품질 오디오 회의도구</li> <li>- IPv6 멀티캐스트 기반 구현</li> <li>- MPEG오디오 기반 고품질 오디오 지원</li> <li>- 윈도우 기반 구현</li> </ul>	2001
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv6 고품질 비디오 회의도구</li> <li>- IPv6 멀티캐스트 기반 구현</li> <li>- MPEG오디오 기반 고품질 오디오 지원</li> <li>- 윈도우 기반 구현</li> </ul>	2002
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv6 비디오스트리밍 시스템</li> <li>- IPv6/IPv4 듀얼 스트리밍 시스템</li> <li>- HTTP, RTP 스트리밍 지원</li> <li>- 웹 기반 인터페이스 지원</li> <li>- 다중 미디어 지원: MPEG1,2,4, Divx</li> <li>- 리눅스 서버 엔진</li> <li>- 리눅스/윈도우 클라이언트 지원</li> </ul>	2002

\* 기업체 기술이전 완료

Mobile IPv6 프로토콜 스택의 개발은 현재 이미 개발되어있는 Mobile IPv6 코드들에 대한 호환성 문제로 인해 실제 보급에 문제가 있었기 때문에 당시의 가장 최근의 표준스펙을 기준으로 가장 많은 사용이 예상되는 윈도우 운영체제를 대상으로 Mobile IPv6 프로토콜 스택을 구현하였다. 또한 보다 효율적인 핸드오버 성능을 갖도록 하기위해 Smooth Handoff 기능을 구현함으로써 실제 망에 적용 가능한 수준의 프로토콜 구현을 하였다. 하지만 현재 IETF에서 Mobile IPv6 스펙에 대한 많은 수정이 이루어진 바 이에 맞는 시스템으로 재설계 작업 중에 있다.

트랜스유라시아 망에서 가장 많은 활용도가 있는 응용으로써 IPv6 화상회의 응용을 개발하였으며, IPv6 멀티캐스트 응용에 대한 검증과 함께 실제 개발 결과를 트랜스유라시아 망에서 UCL, Renater 기관 등과 함께 다각적인 실험을 통하여 완성도를 높였다. 특히 MPEG 기반의 미디어를 이용한 비디오/오디오 화상회의 도구 개발을 통해 IPv6 멀티캐스트 망에서 미디어 전송에 대한 특성을 파악할 수 있었으며, 트랜스유라시아 망에서의 활용 가능성을 타진해 볼 수 있었다.

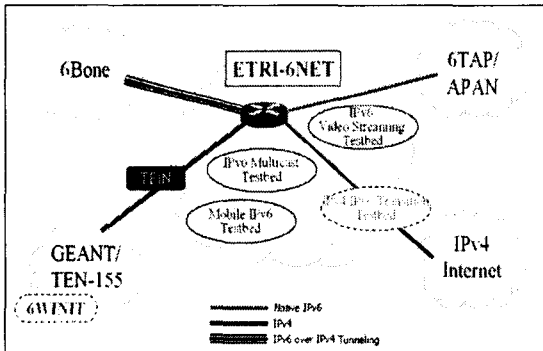
마지막으로 IPv6 비디오스트리밍의 개발은 리눅스 운영체제를 기반으로 서버엔진을 구현하였으며, 클라이언트는 윈도우 및 리눅스 사용자 모두 지원할 수 있도록 하였다. 특히 제공되는 미디어로는 MPEG-1,2,4

그리고 Divx 등을 모두 지원할 수 있도록 하였다. 또한 트랜스포트 프로토콜로 RTP 뿐만 아니라 HTTP 스트리밍을 제공함으로써 사용자 인터페이스의 유연성을 제공하고 있다. IPv6 비디오스트리밍 시스템은 가장 안정적이고 지속적으로 IPv6 트래픽을 유발시킬 수 있는 응용으로써, 특히 트랜스유라시아 망에서의 활용도는 높을 것으로 기대한다.

### V. IPv6 응용연동 실험 및 활용

#### 5.1 테스트베드 구축

현재 ETRI는 자체적으로 ETRI-6NET이라는 테스트베드를 구축하고 있다. 이 테스트베드의 구성은 기본적으로 IPv6 Native 라우팅을 제공하며 부분적으로 IPv6 터널링 망으로 이루어져있다. 또한 IPv6 멀티캐스트 라우팅을 제공하며, 이를 바탕으로 화상회의 응용 테스트베드가 구축되어 있다. 한편 Mobile IPv6 테스트베드, IPv6 비디오스트리밍 테스트베드 그리고 IPv4/IPv6 변환기술 테스트베드 등으로 구성되어 있다. (그림 3)



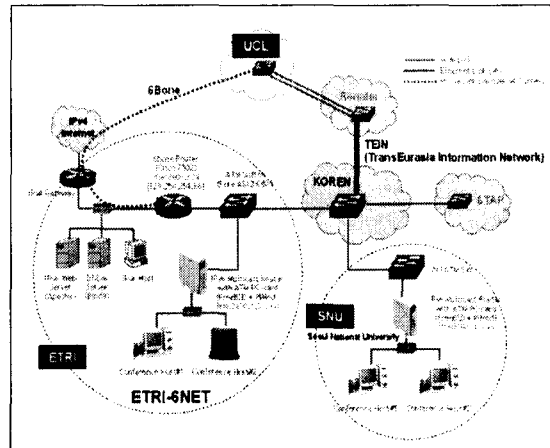
[그림3] ETRI-6NET 테스트베드

ETRI-6NET의 외부 망 연동은 기본적으로 터널기반의 6Bone이 있으며, KOREN을 통하여 APAN/API로 연동되고 있고 최근에 트랜스유라시아 망 개통이 이루어지면서 유럽과도 연동이 되고 있다. 여기서 6Bone을 제외한 나머지 연동은 모두 Native IPv6 망으로 연동이 이루어진다.

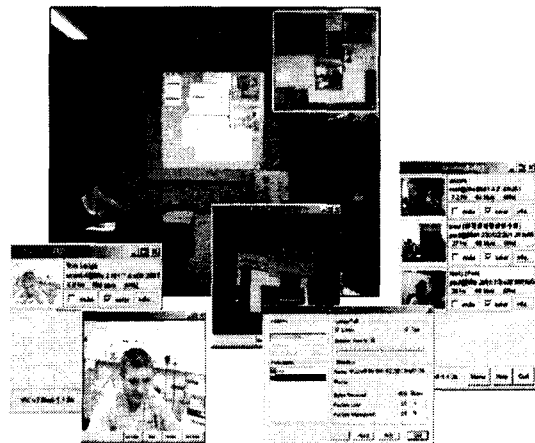
#### 5.2 실험 및 활용

ETRI에서는 2001년부터 영국의 UCL과 IPv6 멀티캐스트 망 구축 연동 및 응용에 관해 현재까지 공동실험을 해오고 있으며, 초기에는 UCL에서 개발한 멀티미디어 회의도구를 활용하였으며, 최근에는 ETRI가 개발한 IPv6 비디오 및 오디오 회의도구를 이용하여

실험을 해오고 있다. 이 실험 환경은 기본적으로 IPv6 멀티캐스트 환경이 제공되어야 하기 때문에 트랜스유라시아 망에서 기본적으로 제공하지 않는 IPv6 멀티캐스트를 제공하기 위해 두 실험 기관간 별도의 IPv6 in IPv6 터널링 환경을 구축하였으며, IPv6 멀티캐스트 프로토콜로는 PIM-DM을 이용하였다. (이후 프랑스의 Renater와의 실험에서는 PIM-SM을 이용) 그림4~6는 ETRI-서울대-UCL간에 구축된 IPv6 멀티캐스트 실험 환경과 실제 시연 화면이다.



[그림4] ETRI-6NET IPv6 멀티캐스트 테스트베드



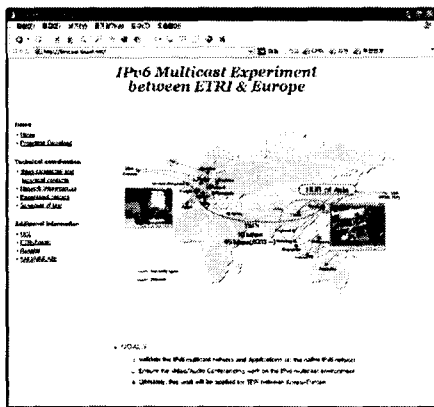
[그림5] ETRI-서울대-UCL 공동실험



[그림6] IPv6 고품질 MPEG기반 비디오 회의도구 실험

또한 이러한 국제간의 실험을 보다 효율적이고 지속적으로 진행하기 위한 별도의 실험 목적의 IPv6 멀티캐스트 테스트 웹페이지를 구축하여 공개하였다.

(그림7, <http://6mcast.6neat.net>)



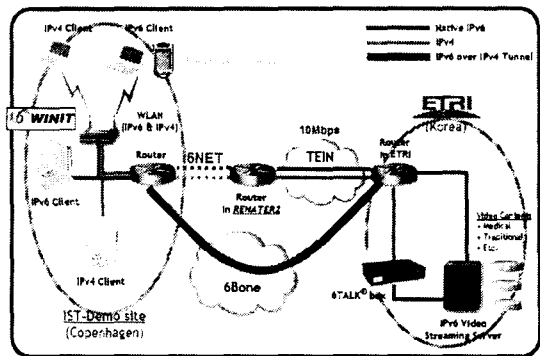
[그림7] 공동실험용 홈페이지  
( <http://6mcast.6neat.net> )

IPv6 비디오스트리밍 시스템의 경우, ETRI-6NET 테스트베드 내에 스트리밍엔진과 콘텐츠 서버를 구축하여 트랜스유라시아망 및 6Bone 사용자들에게 IPv6 Native 비디오 스트리밍 서비스를 제공하고 있으며, 아울러 IPv4 단말 사용자들을 위한 IPv4/IPv6 변환기능을 통한 비디오스트리밍 서비스도 함께 제공하고 있다.(그림8)



[그림8] IPv6 비디오스트리밍서비스  
( <http://v6stream.6neat.net> )

본 IPv6 비디오스트리밍 시스템은 ETRI가 개발한 IPv4/IPv6 변환기인 6TALK[\*]과 함께 "IPv6 Video Streaming with 6TALK"이라는 제목으로 오는 2002년 11월 초에 유럽의 EC-IST가 주관하는 IST2002 컨퍼런스에서 6WINIT 공동 프로젝트의 ETRI의 결과물로써 시연할 계획이다.(그림9)



[그림9] ETRI IPv6 스트리밍시스템,  
IST2002 시연 시나리오

## VI. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 트랜스유라시아 망 구축이후 ETRI 중심으로 IPv6 망 구축 및 연동현황, 유럽과의 국제공동연구 현황 그리고 이를 통해 개발된 IPv6 응용의 내용과 실제 적용실험 내용 등을 알아보았다. 이러한 작업들은 트랜스유라시아망을 통해 IPv6 기반의 차세대 인터넷의 인프라를 구축하는 초석이 되었으며, 실제 운용 가능한 IPv6 응용을 개발하고 실제 적용하여 성

공적으로 실험을 함으로써 향후 구축 발전되어질 IPv6 기반의 차세대인터넷 도입을 앞당길 수 있는 계기가 되었다고 할 수 있다.

나아가서 트랜스유라시아 망의 성공적인 구축과 활용은 한국과 유럽간 차세대인터넷 기반의 지식정보 인프라를 확보하고, 이를 토대로 한국은 아시아의 허브 역할을 하는 정보통신인프라의 창구역할을 하도록 함으로써 한국을 비롯한 아시아권 국가와 유럽권 국가간에 활발한 정보교류를 가능하게 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] TransEurasia Information Network (TEIN), <http://www.teinet.org/>
- [2] KOREN, <http://noc.koren21.net/>
- [3] KREONET, <http://www.kreone2.net>
- [4] Asia Pacific Advanced Network (APAN), <http://www.apan.net>
- [5] Asia Pacific Information Infrastructure (APII), <http://www.apii.net/>
- [6] RENATER, <http://www.renater.fr/>
- [7] GEANT, <http://www.geant.net>
- [8] 6Bone-KR, <http://www.6bone.ne.kr/>
- [9] 6WINIT, <http://www.6winit.org>
- [10] 6NET, <http://www.6net.org>
- [11] Euro6IX, <http://www.euro6ix.net/>
- [12] STARTAP, <http://www.startap.net>
- [13] EC-IST, <http://www.cordis.lu/ist>
- [14] 6TALK, <http://www.6talk.net>
- [15] 한-EU간 IPv6 망 및 응용 연동기술 개발 과제, <http://www.6neat.net/>
- [16] University College London, <http://www.ucl.ac.uk>