

IPv6기반의 사물지능통신 환경 표준기술 연구

A Study on IPv6 based machine-to-machine
communication Standards

수탁기관 : 한국전자통신연구원

2011. 12.

제 출 문

한국인터넷진흥원 원장 귀하

본 보고서를 “IPv6 기반의 사물지능통신 환경 표준기술 연구”의
최종연구개발 결과보고서로 제출합니다.

20011년 12월 18일

수탁 기관 : 한국전자통신연구원

연구책임자 : 책임연구원 박정수 (ETRI 표준연구센터)

참여연구원 : 선임연구원 홍용근 (ETRI 표준연구센터)

요 약 문

1. 제목

IPv6 기반의 사물지능통신 환경 표준기술 연구

2. 연구개발의 목적 및 중요성

가. 연구개발의 목적

o IPv6 전환기술 표준 개발

- IPv4 주소가 2011년에 고갈될 것으로 예측되고 있음에 따라 IPv6 중심의 전환 및 시나리오 기술 개발 적기라고 할 수 있다. 따라서 IETF 표준화 기구를 중심으로 관련 표준화 동향 분석 및 국내외 표준화를 진행한다.

o IPv6 운용기술 표준 개발

- 국내 ISP 백본, 가입지망, 단말 등의 측면을 고려할 때, IPv6 보급률은 낮은 편이다. 이를 해결하기 위해, IPv6 운용측면에서 국내외 IPv6 운용 및 관련 표준화 동향을 분석 조사한다.

o IPv6 응용기술 표준 개발

- 저탄소 Green IT 기술 및 산업화 확산에 따라, 다양한 공중 및 개인 통신 네트워크는 에너지 효율 향상을 요구받고 있으며, 유무선 융합 및 통신 기술의 발달로, 이 통신 네트워크들에는 인간(human) 외에도 기계(machine), 사물(things), 정보(server, software) 등 다양한 통신 대상들이 포함되기 시작하고 있다. 따라서 이 통신 대상들에 대한 효과적인 식별/네이밍, 주소체계, 탐색/제어 등을 제공하는 스마트 IPv6 네트워킹 표준에 대해 IETF를 중심으로 표준화 동향을 분석하고 국내외 표준화를 진행한다.
- 스마트 IPv6 네트워크: 경량화되고 다양한 이종 연결을 제공하는 통신 엔티티 (Communication Entities)들의 집합으로 구성되는 네트워크이며, 네트워크 상의 오브젝트들의 네트워킹을 위해 IPv6 주소 체계를 이용한다.

o IPv6 적용 서비스 기술 구현

- 스마트 홈, 빌딩, 차량/교통 등 다양한 네트워크 환경에서 공통으로 요구되는 통신 오브젝트(Smart object)를 도출하고, 에너지 효율적인 통신오브젝트 프로파일 및 탐색/제어 표준을 제시하고,
- 이와 같은 대규모 통신 오브젝트들 간의 동시 네트워킹을 지원하는 네이밍과 어드레싱 및 상호연동 표준 개발을 위한 프로토타입을 구현한다.
- 스마트 오브젝트(SO: Smart Object): 스마트 IPv6 네트워크 상에서 IPv6 네트워킹을 위해 사용되는 통신 엔티티들을 의미한다.

나. 연구개발의 중요성

o IPv6 보급 현황 및 활성화 필요

- 국내의 IPv6 적용 현황이 대체적으로 낮아서, 각 분야별로 사용될 수 있는 IPv6 전환 및 시나리오에 대한 지침을 제공할 필요가 있다.

- IPv6 전환기술 및 저전력 기술 표준의 필요성 대두
 - 2009년 말부터 지금까지 세계적으로 가장 주목받은 IT 분야의 키워드는 단연 ‘스마트 폰’이며, 흔히 애플의 ‘아이폰’이나 구글의 ‘안드로이드’를 탑재하여 만들어진 스마트 폰은 기존의 ‘모바일 폰’과는 다르게 3G나 WiFi 등을 통해 ‘인터넷’에 접속할 수 있다. 이들 스마트폰이 인터넷을 접속하려면 IP 주소가 필요하며, 3G용과 WiFi용으로 각각 1개씩의 IP 주소를 할당받아야 하므로 IPv4 주소의 고갈은 더욱 가속화되고 있다.
 - 사물통신망(M2M/IoT)은 최근 새롭게 조명되고 있으며, 사람과 사람뿐 아니라 주위에 존재하는 모든 사물이 네트워크에 접속하여 서비스를 주고받을 수 있는 환경을 의미한다. 이와 같은 M2M 환경이 보편화된다면, 기존에 네트워킹과 전혀 관계가 없을 것처럼 보이던 에어컨, 커피포트 등 다양한 사물들도 네트워크에 연결되게 될 것임. 따라서 네트워크에 연결되는 개체수가 기하급수적으로 늘어나게 되어 IPv6만이 네트워킹을 위한 유일한 대안 기술이 될 것이다. IEEE 802.15.4 기술에 기반한 ZigBee와 같은 기술을 사용한다면 단말(End device)은 IP 주소를 가질 필요가 없다는 의견도 있지만, 최근 하드웨어 기술의 발전으로 저전력 환경에서도 사용될 수 있는 저가의 WiFi 디바이스도 출시되고 있는 상황에서 양방향 통신 및 제어가 원활한 All-IP 네트워크를 구축하는 것이 효과적인 접근 방법일 것이다.
 - 지금까지 IETF에 개발된 IPv4/IPv6 전환 및 시나리오 표준들은 실제 사용되거나 사용될 네트워크 환경을 고려하여 개발되지 못했다. 또한, IPv4 기술과의 공존을 고려하지 않고 순수 IPv6 망으로 만의 전환을 기본 전제로 개발되었기에, 이는 현실에 맞지 않는다. 현재 IETF에서 전환 및 시나리오 기술들이 다시 한창 진행되고 있으므로, 이 전환변환 기술들의 최근 표준화 동향을 분석하고, 국내 환경에 맞는 전환 및 변환 기술을 개발하고 제안해야 할 것이다. 또한, 국내의 다양한 적용 환경에 따라 IPv6 기본 개발과

응용 기술들을 연계하여 개발해야 할 것이다.

- IPv6 보급을 빠르게 확산시킬 수 있는 응용 분야 발굴 필요
 - 스마트 빌딩 구축 시, IPv6 적용 가능한 분야는 빌딩 제어 시스템 (BMS: Building Management System, BAS: Building Automation System 및 빌딩 내 센서 네트워크 구축 기술임. 국내 빌딩 제어 시스템은 KT MOS가 있지만, 아직 IPv6 기반의 제어 시스템을 적용한 사례는 없다. 또한 센서네트워크에 IPv6 적용 통신 프로토콜 기술에 대한 개발이 전무한 상태임. 따라서 스마트 빌딩 제어 시스템 시장은 시스템의 신뢰도 향상을 위해 IPv6 적용 사례가 증가할 것이며 매년 20~30%의 성장이 예상되며, 더불어 센서네트워크를 통한 빌딩 내 모니터링 시스템 구축도 확대되어 환경 및 도시 인프라로 적용 범위가 확대되어 매년 10%성장이 예상된다. 그러므로 관련 기술들에 대한 빠른 개발이 요구된다.

3. 연구개발의 내용 및 범위

가. IPv6 전환기술 표준 개발

- IPv6 전환기술 표준화 동향 분석 보고서 개발
 - IETF 6MAN, v6ops, behave 및 softwire WG 표준화 동향 분석서
 - ITU-T SG13에서의 IPv6 표준화 동향 분석서
- IPv6 전환기술 국제표준 개발
 - IETF 및 ITU-T에서의 IPv6 전환기술 관련 국제 기고
- IPv6 사용자/운영자측면에서의 분석 보고서 개발
 - IETF v6ops, behave WG 에서 개발되고 있는 문서 요약서 개발
 - 국내 네트워크 이용자, 공급자 및 서비스 별 IPv6 전환 기법 및

시나리오 제시

나. IPv6 운용기술 표준 개발

- 홈게이트웨이 국제표준화 동향 분석 보고서
 - 홈게이트웨이/가입자단 장비(CPE) 국제 표준화 동향 보고서 개발
 - 홈게이트웨이 포럼 동향 분석서
- 네트워크/서비스의 운영/관리상 표준화 이슈 연구
 - 월간 표준화 이슈 리포트

다. IPv6 응용기술 표준 개발

- IoT/M2M 관련 표준화 동향 분석 보고서 개발
 - IETF 6lowpan, roll, core 및 eman WG 표준화동향 분석서 작성
 - IRTF IoT Bof 표준화 동향 분석서
 - ITU-T IoT-GSI 관련 표준화 동향 분석서 (Q7/13, Q25/16, JCA-IoT, CJK)
- IoT/M2M 관련 국제표준 개발
 - IoT/M2M 관련 IETF 및 ITU-T 국제 기고
 - ISO TC204에서의 스마트 차량에서의 IPv6 최적화 국제기고

라. IPv6 적용 서비스 기술 구현

- M2M 환경에서의 IPv6 적용 서비스 개발
 - 스마트 홈, 빌딩, 차량 등의 M2M 서비스를 위한 액세스 네트워크는 다양할 수 있으며, Non-IP 기반의 무선 센서네트워크이거나 IP 기반의 무선 LAN일 수 있다.
 - 따라서 IPv6 보급 확산 측면에서 더욱 효과적인 IPv6를 적용한 무선 LAN 환경에서 IEEE 802.11s 메쉬 라우팅 프로토콜을 구현하고자 한다.
 - 또한, ZigBee 등 IEEE 802.15.4 기반의 무선 센서네트워크 환경도 많이 존재하므로, 이와 같은 환경에서 IPv6를 적용하기 위한 IETF CoAP 프로토콜을 분석하고, IPv6 보급측면에서의 적용방안

을 제시하고자 한다.

- 스마트 환경(홈, 빌딩 등)에서의 IPv6 적용 시나리오 및 프로토타입 구현
 - IEEE 802.11s 표준 드래프트 문서를 기반으로 최신 진행되고 있는 IEEE 802 TGs 표준화 현황을 반영하여 이동성 지원 라우팅 기법을 개발한다.
 - IEEE 802.11s 환경에서의 PU 메시지 기능을 설계 및 구현한다.

마. 국내 표준화 활동

- TTA IPv6 PG 및 산하 IoT 실무반, 무선랜 PG 및 무선메쉬네트워킹 실무반, IPv6.식별자포럼 및 M2M/IoT 포럼 등에서 IPv6 보급 확산을 위한 표준 개발 및 관련 협력 활동을 진행할 예정이다.

4. 연구결과

- 1장 서론
 - 스마트 IPv6 네트워킹 기술의 개발 및 표준화 필요성을 기술한다.
- 2장 IETF 국제 표준화 동향
 - 2011년 7월에 개최된 제81차 IETF 및 11월에 개최된 제82차 IETF 표준화 동향을 주요 워킹그룹별로 자세히 기술한다.
- 3장 ISO TC204 표준화 동향
 - ISO TC204의 8월 및 10월 회의 중에서 IPv6 관련 동향을 살펴본다.
- 4장 ITU-T SG13 표준화 동향
 - ITU-T SG13의 2011년 5월 및 10월 회의 동향을 기술한다. 특히,

IPv6 관련 동향 및 IoT/M2M 관련 표준화 동향을 살펴본다.

o 5장 IPv6 시뮬레이션

- OMNet++ 시뮬레이터를 기반으로 네트워크 시뮬레이션을 할 수 있는 방법을 제시한다. 특히, IPv6 시뮬레이션에 대해서 소개한다. 또한, M2M 서비스를 실험하기 위한 방법을 제시한다.

o 6장 결론

- 관련 연구의 기대효과 및 활용방안, 향후 연구방향에 대해서 간략히 소개한다.

5. 활용에 대한 건의

본 과제 의 결과물 은 KISA에서 추진 중인 IPv6 보급을 위하여 IETF 표준화 결과가 올바르게 산출되도록 지원하고 향후 IPv6 전환기술이 IPv6 기반 차세대 네트워크에 활용될 때 성능 및 품질을 향상시키는데 활용할 수 있다.

6. 기대효과

본 연구에서 수행할 IPv6 표준화 및 이에 대한 시뮬레이션 코드개발을 통하여 현재 KISA에서 추진 중인 IPv6 보급 활동과 관련한 신규 사업을 발굴하고 추후 미래 네트워크 환경에서 필요한 응용 기술을 선도적으로 개발하는데 기여할 수 있다.

SUMMARY

1. Title

A Study on IPv6 based Machine-to-machine Communication Standards

2. Purpose of the study

1) Goal of the Study

- o Development and Standardization of the IPv6 Transition/translation Technologies
- o Development and Standardization of the IPv6 Operation Technologies
- o Development and Standardization of the IPv6 Application Technologies
- o Development and Standardization of the IPv6 Service Technologies

2) Importance of the Study

The advent of smart-phone and its expansion lead a new trend in

the ICT area. A smart-phone has multiple communication interfaces, e.g., 3G and WLAN, and thus it can make two or more connections at the same time. In the future, there will be more such devices with multiple interfaces. In particular, since each network has different characteristics, several sessions which require different QoS service should be supported through proper networks. And also numbers of IP address should be required to connect the Internet through each interface. IPv6 address is a good candidate.

Many SDOs are now active on the standardization about IPv6/IPv4 coexistence and transition, light-weight IP networking, mobility and cloud computing. Therefore, in this project, we will look into the trends of these issues in IETF, ITU-T and ISO. The results of this project will be important in terms of IPv6 deployment.

3. Contents and scope

- 1) Development and Standardization of the IPv6 Transition/translation Technologies
 - o The trend analysis of IPv6 Translation Technology and Standardization
 - o The trend analysis of IPv6 user, operator and service
- 2) Development and Standardization of the IPv6 Operation Technologies
 - o The trend analysis of home gateway standardization
 - o Standardization issues on network service and management
- 3) Development and Standardization of the IPv6 Application

Technologies

- o Issues of IoT/M2M application and service
- o The trend analysis of IoT/M2M Standardization

4) Development and Standardization of the IPv6 Service Technologies

- o Design of an IPv6 service in M2M environment
- o Development of IPv6 scenarios in Smart home, building and etc.
- o Develop a simulation implementation and verify the design through the simulation

5) Domestic Standardization

- o Development of IPv6 Standard for IPv6 deployment
 - TTA IPv6 PG, WLAN PG, IPv6.URN forum, and M2M/IoT forum

4. Results of the study

- o Chapter 1. Introduction
 - To introduce about smart IPv6 networking technologies
- o Chapter 2. IETF Standardization
 - The analysis report of IPv6 standardization produced by 81st and 82nd IETF event.
 - The analysis report of M2M/IoT standardization produced by 81st and 82nd IETF event.
- o Chapter 3. ISO TC204 Standardization
 - The analysis report of ITS standardization produced by ISO

TC204 August and October meeting

o Chapter 4. ITU-T SG13 Standardization

- The analysis report of IPv6 migration standardization produced by ITU-T NGN-GSI May and SG13 October event.
- The analysis report of M2M/IoT standardization produced by ITU-T IoT-GSI May and October event.

o Chapter 5. IPv6 Simulation

- The usage of the OMNet++ simulator
- the IPv6 simulation by using OMNet++ INET framework
- Design of an efficient M2M Service based on IEEE 802.11s.

o Chapter 6. conclusion

- To describe the expected effects and utilization

5. The proposal of utilization

The results of this project can be utilized to support KISA's IPv6 deployment and standardization activities and enhance the service quality of the IPv6 services for Internet user and operator in the future.

6. The expected effects

By using the IPv6 technology and its simulation verification results of this project, it is possible to support KISA's IPv6 deployment and standardization activities.

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 필요성	1
1. 스마트 IPv6 네트워킹 기술	1
2. 연구의 필요성	3
제 2 절 국내외 동향	6
1. 국내외 시장현황	6
2. 국내외 기술현황	11
제 3 절 연구방향	17
 제 2 장 IETF 국제 표준화	 18
제 1 절 제81차 IETF 표준화 회의	18
1. 개요	18
2. WG별 주요 회의 결과	19
제 2 절 제82차 IETF 표준화 회의	53
1. 개요	53
2. WG별 주요 회의결과	55
 제 3 장 ISO TC204 국제 표준화	 72
제 1 절 ISO TC204 8월 회의	72
1. 회의개요	72
2. 주요 회의 결과	72

제 2 절 ISO TC204 10월 회의	75
1. 회의개요	75
2. 주요 회의결과	75
제 3 절 향후 표준화 활동 방향	78
제 4 장 ITU-T SG13 국제 표준화	79
제 1 절 ITU-T IoT-GSI 국제 회의	79
1. 회의개요	79
2. IoT-GSI 주요 회의 결과	80
3. NGN-GSI 주요 회의 결과	84
제 2 절 ITU-T SG13 국제회의	91
1. 회의개요	91
2. Q.7/13 회의 결과	92
3. Q.9/13 회의 결과	93
4. Q.21/13 회의 결과	94
5. 권고안 개발 현황	96
제 3 절 최근 주요 쟁점사항들	102
1. 클라우드 컴퓨팅 관련 신규 Question 신설 논의	102
2. SG13의 차기회기 준비를 위한 특별그룹 신설및운영 ..	103
3. SDP 워크숍 개최	103
4. IoT 관련 사항 논의	104
5. SUN 관련 신규 권고안 개발 착수	104
6. 미래네트워크 관련 권고안 승인	105
7. IPv6 관련 권고안 승인	105
제 5 장 IPv6 시뮬레이션	107
제 1 절 실험 환경	107
1. OMNet++ 시뮬레이터	107
2. OMNet++ 기본기능	108

3. OMNet++ 설치	111
제 2 절 패킷 스위칭 네트워크 실험	111
1. 실험 환경	111
2. 실험 구성	113
3. 실험 결과	116
제 3 절 무선 메쉬 네트워크의 이동성 실험	122
1. 이동성 관리 기술 개요	122
2. 무선 메쉬 네트워크 기반 M2M 서비스 지원 방법	129
제 4 절 참고문헌	132
제 6 장 결론	134
제 1 절 기대효과 및 활용방안	134
1. 기대효과	134
2. 활용방안	135
제 2 절 향후연구방향	136

Contents

Chapter 1 Introduction	1
Section 1 Needs of study	1
1. Smart IPv6 networking technologies	1
2. Needs of study	3
Section 2 Domestic and international trends	6
1. Market trends	6
2. Technology trends	11
Section 3 Future works	17
 Chapter 2 IETF Standardization	 18
Section 1 81 st IETF meeting	18
1. Overview	18
2. Summary of WG meeting	19
Section 2 82 nd IETF meeting	53
1. Overview	53
2. Summary of WG meeting	55
 Chapter 3 ISO TC204 Standardization	 72
Section 1 ISO TC204 august meeting	72
1. Meeting overview	72
2. Summary of meeting	72

Section 2 ISO TC204 October meeting	75
1. Meeting overview	75
2. Summary of meeting	75
Section 3 Future works	78
Chapter 4 ITU-T SG13 Standardization	79
Section 1 ITU-T IoT-GSI Event	79
1. Meeting overview	79
2. Summary of IoT-GSI event	80
3. Summary of NGN-GSI event	84
Section 2 ITU-T SG13 Meeting	91
1. Meeting overview	91
2. Summary of Q.7/13 Meeting	92
3. Summary of Q.9/13 Meeting	93
4. Summary of Q.21/13 Meeting	94
5. Development of the ITU-T recommendations	96
Section 3 Current typical issues	102
1. New Question of cloud computing	102
2. Provision of ITU-T SG13 next study period	103
3. SDP Workshop	103
4. IoT issues	104
5. SUN issues	104
6. Future network issues	105
7. IPv6 issues	105
Chapter 5 IPv6 simulation	107
Section 1 Experimental environments	107
1. OMNet++ simulator	107
2. Basic function of OMNet++ simulator	108

3. Installation of OMNet++ simulator	111
Section 2 Simulation of packet switching network	111
1. Environments	111
2. Experimental networks	113
3. Results and consideration	116
Section 3 Simulation of mobility management in wireless mesh network	122
1. Overview of mobility management	122
2. Method of M2M services in wireless mesh network	129
Section 4 References	132
Chapter 6 Conclusion	134
Section 1 The expected effects and applications	134
1. The expected effects	134
2. The proposal of utilization	135
Section 2 Future work	136

그림 목차

(그림1-1) 스마트 IPv6 네트워킹	2
(그림2-1) 제81차 IETF 회의 국가별 참가 현황	18
(그림2-2) 실제 홈네트워크 환경 예시	33
(그림2-3) RPL 제어 메시지 형식	40
(그림2-4) 제82차 IETF 표준화 회의 등록현황	53
(그림2-5) EAH와 NEAR 기반 네트워크 예시	57
(그림2-6) IETF Softwire 워킹그룹의 표준개발 현황	59
(그림2-7) DS-lite 기법 적용 환경	61
(그림5-1) 패킷 스왑칭 네트워크 실험환경	112
(그림5-2) 패킷 스왑칭 네트워크 상의 클라이언트와 서버 구조	112
(그림5-3) 패킷 스왑칭 네트워크 상의 라우터 구조	113
(그림5-4) IPv4용 omnetpp.ini 파일	114
(그림5-5) IPv6용 omnetpp.ini 파일	116
(그림5-6) PMIPv6 프로토콜 기본 동작	124
(그림5-7) IEEE 802.11s 환경에서의 프록시 동작 예시	127
(그림5-8) IEEE 802.11s 환경에서의 단말 이동 시나리오	128
(그림5-9) 단말 이동을 위한 IEEE 802.11s PU 시그널링	129
(그림5-10) 일반적인 무선 메쉬 네트워크 구조	130
(그림5-11) 초기 경로 설정 절차 예시	130

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 필요성

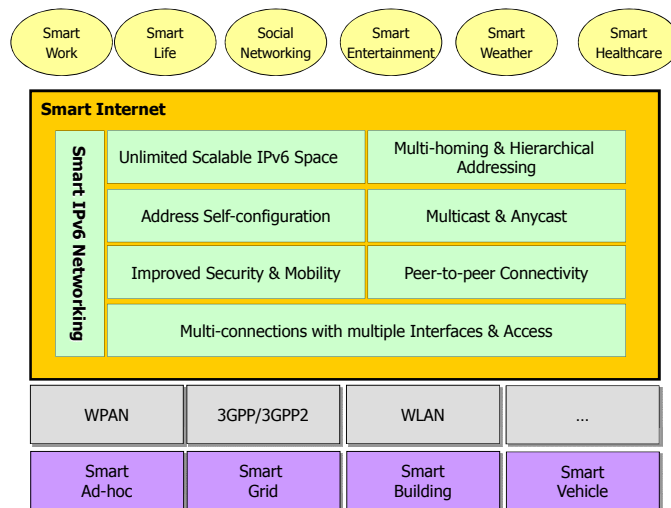
1. 스마트 IPv6 네트워킹 기술

IPv6는 민간 국제표준화기구인 IETF가 1996년에 표준화한 128비트 차세대인터넷 주소 체계이다. 특히, IPv6 멀티네트워킹은 IP 계층을 중심으로 PHY/MAC 계층, 수송계층 및 응용계층 프로토콜들과의 멀티호밍 기술을 중심으로 한 접목을 의미한다. 여기서, 스마트 IPv6 네트워킹(Smart IPv6 Networking)은 기본적으로 IPv6 멀티호밍 특성을 이용하여 기존의 백본 인터넷 외에도 대규모 단말들로 구성된 네트워크, 경량 단말로 구성된 네트워크를 지원하고 독립적으로 구성된 다양한 액세스 네트워크를 종단간 고품질의 서비스를 제공하기 위해 다중 경로를 동시에 사용할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

스마트 IPv6 네트워킹 기술은 스마트 인터넷을 지원하기 위한 네트워킹 기술로, 세부적으로 “경량화(lightweight) IPv6 기술”과 “IPv6 멀티네트워킹 기술”로 나눌 수 있다. 스마트 인터넷은 사용자와 그 주변 사물 또는 사물과 사물간 협업을 통하여 수집된 상황 정보를 이용하여, 사용자가 원하는 형태의 최적의 정보와 서비스를 제공하고자 한다. 다시 말해, 스마트 인터넷은 구조적인 측면에서 다중연결, 다중인터페이스 및 다중채널(multi-connection, multi-interface and multi-channel) 특성을 가지는 동시에 경량화 특성을 지녀야 하며, 프로토콜 측면에서 기본적으로 IPv6 프로토콜을 사용하여 종단간의 서비스를 만족함과 동시에 멀티호밍과 식별자/로케이터(identifier/locator) 분리 기능도 제공해야 한다. 서비스 측면에서 IoT/M2M(Internet of things/machine-to-machine) 환경에서

고품질의 서비스를 제공해야 한다.

경량화 IPv6 기술은 동작 모드 시에 10mW 이내, 수면 모드 시에 10uW 내의 전력을 사용하는 저전력 센서 노드 플랫폼에 탑재되는 통신 프로토콜 경량화에 관한 기술로써, 이 기술에 포함되는 IPv6 헤더 압축 기법과 IPv6 이웃 탐색 시의 방송 패킷 발생 억제 기법은 센서 노드의 전송 데이터양과 패킷 전송 수의 감소를 통해 전력 소비를 감소시킬 수 있다. 또한 IPv6 자동 주소 설정과 라우터 탐색 등을 통해 사람의 개입 없이 통신이 가능한 네트워크 구축을 가능케 함으로써, 물류 및 인간 이동의 감소 효과를 볼 수 있다. 경량화 IPv6 기술은 현재 IETF 6lowpan, Roll, CoRE 워킹그룹에서 논의되고 있으며, IPSO와 같은 포럼에서도 논의가 진행되고 있다. 스마트 빌딩, 스마트 자동차, 스마트 그리드, M2M 과 같은 환경에서 한층 경량화된 IPv6 프로토콜을 활용하여 네트워크 구조 및 주소체계, 전달 프로토콜 등에 대해 연구한다. 그렇지만, 현재의 IPv6 프로토콜이 센서와 같은 경량화된 디바이스 탑재될 수 없을 정도로 무겁지는 않다. 다만 실제로 적용함에 있어서 어떤 방법이 최적인 지를 찾는 것이 주 목적이다.



(그림 1-1) 스마트 IPv6 네트워킹

IPv6 멀티네트워킹 기술은 망 계층 프로토콜 및 주소체계를 다루는 기본기술, 멀티인터페이스, 라우팅 및 이동성관리를 포함하는 확장기술, cross-layer 개념에 기반을 둔 L2.5 및 L3.5를 다루는 계층 간 연동기술, IPv4 망에서 IPv6로의 전환 및 타 네트워크와의 연동을 다루는 변환 및 전환 기술, IPv6 상용 망과 실험 망 구축을 포함한 네트워크 자원 관리 기술, IPv6에 특화된 응용기술로 분류된다. IPv6 멀티네트워킹 표준화는 IETF, IEEE 및 ITU-T에서 논의 중이다. IETF는 mif, mext, netext/netext2, manet, hip 등의 워킹그룹에서, ITU-T는 SG13 Q.7과 Q.9에서 주로 진행 중이다. IEEE는 802.11s, 802.11ac, 802.11ad, 802.11 WNGwg, 802.11 TVWSsg, 802.15.4e, 802.15.6에서 논의된 바가 있지만, 활발하지는 않은 상황이다. 이와 같은 스마트 IPv6 네트워킹 기술 개발과 함께, IPv4 기반 네트워크에서 IPv6 기반 네트워크로의 자연스러운 전환을 위해, IPv6 변환 및 전환기술에 대한 개발을 함께 진행해야 한다. IPv6 전환기술들은 민간표준화기구인 IETF에서 주로 논의되고 있으며, 6man, v6ops, behave, softwire 등의 워킹그룹에서 논의되고 있다.

2. 연구의 필요성

가. IPv6 보급 활성화

국내의 IPv6 적용 현황이 대체적으로 낮아서, 각 분야별로 사용될 수 있는 IPv6 전환 및 시나리오에 대한 지침을 제공할 필요가 있다.

ISP의 백본망 IPv6 적용 장비 교체율은 70.7%로 매우 높은 편이나 IPv6 수요가 적어 가입자망 적용은 27.7%로 낮다. 아직까지 IPv4 주소의 보급·활용으로 전체적인 IPv6 적용은 낮으며, ISP 백본망을 제외한 다른 분야의 IPv6 전환 준비율은 낮은 수준이다 (출처 : IPv6 도입실태 및 동향조사보고서, KISA '09.12.). 인터넷의 주요 설비인 라우터·스위치 등 백본망 장비, 주요 운용체계는 IPv6가 적용된 듀얼 스택 장비 공급되어

있으며, IPv6 네트워크용 대형 라우터는 주로 외산이 공급되고 있다. 중형 스위치, 모뎀 등 중소형 가입자망 장비는 국산기술로 개발된 장비들이 탑재되고 있다. 특히, 정부 및 공공기관의 '네트워크 장비구매 규정' 및 '예산편성지침'에 IPv6 지원 장비 구매규정 반영. 공공기관에 대한 IPv6 장비구매규격 마련 및 IPv6 시범사업을 통해 공공부분 IPv6 전환율이 약 47% 수준이다. 2006년에 공공기관 통신장비 구매 시 IPv6 장비채택 규정 고시하였으며('06.9월), 2008년에 예산·기술운영 계획 집행지침'에 IPv6장비 사용규정 신설한 바 있다('08.1월).

그 외에 많은 국민들이 이용하는 포털, 온라인쇼핑몰과 이용기관 등은 IPv6 전환율이 낮다. 해당 사이트 DNS IPv6 등록여부 점검결과 기업, 금융기관, 대형포털, 인터넷 쇼핑몰 등 대부분의 이용기관들은 IPv6 미적용 상태이다.

나. IPv6 전환 및 저전력 기술 표준의 개발

2009년 말부터 지금까지 세계적으로 가장 주목받은 IT 분야의 키워드는 단연 '스마트 폰'이며, 흔히 애플의 '아이폰'이나 구글의 '안드로이드'를 탑재하여 만들어진 스마트 폰은 기존의 '모바일 폰'과는 다르게 3G나 WiFi 등을 통해 '인터넷'에 접속할 수 있다. 이들 스마트폰이 인터넷을 접속하려면 IP 주소가 필요하며, 3G용과 WiFi 용으로 각각 1개씩의 IP 주소를 할당받아야 하므로 IPv4 주소의 고갈은 더욱 가속화되고 있다.

또 다른 이슈로 사물통신망(M2M/IoT)은 최근 새롭게 조명되고 있으며, 사람과 사람뿐 아니라 주위에 존재하는 모든 사물이 네트워크에 접속하여 서비스를 주고받을 수 있는 환경을 의미한다. 이와 같은 M2M 환경이 보편화된다면, 기존에 네트워킹과 전혀 관계가 없을 것처럼 보이던 에어컨, 커피포트 등 다양한 사물들도 네트워크에 연결되게 될 것이다. 따라서 네트워크에 연결되는 개체수가 기하급수적으로 늘어나게 되

어 IPv6만이 네트워킹을 위한 유일한 대안 기술이 될 것이다. IEEE 802.15.4 기술에 기반을 둔 ZigBee와 같은 기술을 사용한다면 단말(End device)은 IP 주소를 가질 필요가 없다는 의견도 있지만, 최근 하드웨어 기술의 발전으로 저전력 환경에서도 사용될 수 있는 저가의 WiFi 디바이스도 출시되고 있는 상황에서 양방향 통신 및 제어가 원활한 All-IP 네트워크를 구축하는 것이 효과적인 접근 방법일 것이다.

따라서 다양한 액세스 망과 백본망 환경에서 IP 주소에 대한 사용 요구가 늘어나고 있기에, IPv4에서의 IPv6로의 빠른 전환, 변환기법 및 시나리오 기술 개발 및 표준화를 진행하여야 한다.

지금까지 IETF에 개발된 IPv4/IPv6 전환 및 시나리오 표준들은 실제 사용되거나 사용될 네트워크 환경을 고려하여 개발되지 못했다. 또한, IPv4 기술과의 공존을 고려하지 않고 순수 IPv6 망으로 만의 전환을 기본 전제로 개발되었기에, 이는 현실에 맞지 않다. 현재 IETF에서 전환 및 시나리오 기술들이 다시 한창 진행되고 있으므로, 이 전환/변환 기술들의 최근 표준화 동향을 분석하고, 국내 환경에 맞는 전환 및 변환 기술을 개발하고 제안해야 할 것이다. 또한, 국내의 다양한 적용 환경에 따라 IPv6 기본 개발과 응용 기술들을 연계하여 개발해야 할 것이다.

다. IPv6 응용 기술의 발굴

스마트 빌딩 구축 시, IPv6 적용 가능한 분야는 빌딩 제어 시스템(BMS: Building Management System, BAS: Building Automation System 및 빌딩 내 센서 네트워크 구축 기술이다. 국내 빌딩 제어 시스템은 KT MOS가 있지만, 아직 IPv6 기반의 제어 시스템을 적용한 사례는 없다. 또한 센서네트워크에 IPv6 적용 통신 프로토콜 기술에 대한 개발이 전무한 상태이다. 따라서 스마트 빌딩 제어 시스템 시장은 시스템의 신뢰도 향상을 위해 IPv6 적용 사례가 증가할 것이며 매년 20~30%의

성장이 예상되며, 더불어 센서네트워크를 통한 빌딩 내 모니터링 시스템 구축도 확대되어 환경 및 도시 인프라로 적용 범위가 확대되어 매년 10%성장이 예상된다. 그러므로 관련 기술들에 대한 빠른 개발이 요구된다.

국내에서는 해외 선진국가들 보다는 늦었지만 정부의 녹색성장 정책과 맞물려 최근 스마트 그리드에 대한 빠른 기술 개발이 진행 중이다. 국토가 작은 것을 이점으로 2030년까지 전 국토에 걸쳐 지능형 전력 네트워크가 도입되는 세계 최초 국가단위의 지능형 전력 네트워크 구축을 목표로 하고 있다. 하지만 아직까지 스마트 그리드 구축 시 IPv6 기술 도입에 대한 구체적 시나리오와 이와 관련된 기술 개발이 활발히 이루어지고 있지 않다. 2010년 9월 방송통신위원회에서는 IPv6 주소 전환 추진계획에 IPv6 기반의 스마트그리드 서비스 제공을 고려하고 있다. 향후, 스마트 그리드는 M2M, 스마트 교통, 스마트 홈/빌딩 등과 연계되어 다수의 네트워크 주소를 필요로 하게 될 것이므로, 지금부터 관련 기술 개발을 진행하여야 한다.

제 2 절 국내외 동향

1. 국내외 시장현황

가. 국내현황

2011년 6월로 국내 IPv4 주소 할당을 종료하기로 한 방통위의 발표와 함께, 2013년까지 ISP의 백본망은 100%, 가입자망은 45%까지 각각 IPv6 전환을 완료하기 위한 "IPv6 전환 계획"이 세워졌다. 이에 따라 국내 IPv6 장비 중 기존 IPv4 망과 IPv6 망 사이에서 사용될 전환 장비 관련 시장은 크게 성장할 것으로 예측 된다(방송통신위원회, IPv6 전환 추진

계획(안), '10년 9월).

다중 연결 및 다중 인터페이스 환경에서의 무선 메쉬 네트워크 시장은 아직까지 무선 메쉬 네트워크 시장이 활성화되지 않은 만큼 기본적인 단일 연결 및 단일 인터페이스 기반의 무선 메쉬 장비가 출시되고 있다. 하지만 시장에서 요구하는 높은 신뢰성과 처리율을 만족시키기 위해서는 점차 다중 연결 및 다중 인터페이스를 장착한 무선 메쉬 장비 출시가 증가하고 있다. 최근 무선 메쉬 네트워크 기술에 기반을 둔 장비들이 M2M 서비스 환경, 산불 감시와 같은 재난 환경에서 활용되고 있다.

다중 인터페이스 환경에서의 이동단말 및 호스트 시장 동향을 살펴보자. 애플 IOS, 안드로이드 운영체제 및 윈도우 모바일 운영체제를 사용하는 스마트폰은 기본적으로 무선랜 인터페이스와 WCDMA 인터페이스를 장착하고 있다. 삼성전자에서 나오는 스마트폰의 경우에는 무선랜 WCDMA, 와이브로 등 3개의 다중 인터페이스를 장착한 경우도 있다. 노트북의 경우도 무선랜과 이더넷 인터페이스 이외에 별도의 인터페이스를 장착할 수 있는 경우도 있다.

센서네트워크 관련 시장 동향: 현재 국내 아이비트(주)사에서 IEEE 802.15.4 상에서 TinyOS 기반으로 IETF 6LoWPAN 규격에 의한 통신(IPv6, ICMPv6, UDP)이 가능한 센서 노드 제품과 6LoWPAN 게이트웨이를 개발하여 판매하고 있다. 하지만 기본 IPv6 인프라의 부재와 전력 소모, 비용 등의 센서 네트워크의 고질적인 문제점 등으로 시장성을 갖추지 못하는 상태이다.

스마트빌딩에서의 IPv6 적용 관련 시장: 스마트 빌딩 관련 기술 시장은 그린 소프트웨어, 에너지 분석 시뮬레이션, 빌딩 제어 시스템, 센서네트워크 등으로 분류된다. 이 중 IPv6 적용 분야는 빌딩 제어시스템, 센서네트워크 분야이다. 아직 국내 시장은 빌딩 제어 시스템, 센서네트워크

관련 연구를 지속적으로 수행하였으나 성과는 미비한 상태이며 IPv6 적용 시스템은 개발되지 않았다. 현재 해외 글로벌 기업이 국내시장의 70%이상을 점유하고 있는 실정이며 이와 관련된 업체는 하니웰, 존슨 컨트롤즈, 앤도버 등 미국기업, 델타 컨트롤즈 등 캐나다기업, 지멘스 등 독일 기업, 사우타 등 스위스기업, 야마다계 등 일본기업 등으로 부터 70% 이상을 수입에 의존하고 있고 국내기술만으로 영업하는 업체는 극 소수에 불과하다. 스마트 빌딩이 포함된 건설 분야는 국가 에너지 소비량의 25%를 차지하는 종합기술 분야는 정부의 지속적 지원에도 불구하고 파급효과가 미비한 상태이다. 스마트 빌딩 분야에서 IPv6 기술을 포함한 국내 기술 시장은 건설관련 전체 시장의 10%까지 성장할 것으로 전망되며 2007년 2,000억 원에서 2030년 1조원으로 확대될 것으로 예상되는 차세대 블루칩 시장으로 평가된다.

스마트 그리드에서의 IPv6 적용 관련 시장: 스마트 그리드 관련 국내 시장의 경우 우선, 정부는 세계 최초로 국가단위 스마트 그리드를 구축 계획을 가지고 있으며 이와 관련해서 2030년까지 약 68조 원 규모의 스마트 그리드 관련 내수시장이 창출될 것으로 전망하고 있다.

IPv6/IPv4 전환 기법 및 시나리오 관련 장비에 대한 정부 정책을 2010년 9월에 방송통신위원회는 선도적 미래인터넷서비스기반 구축을 위한 '차세대 인터넷 주소(IPv6) 전환 추진계획'을 발표하였다. 이제, 스마트 그리드, 스마트 빌딩, 사물 지능 통신 등 새로운 네트워크 융합 서비스 환경 하에서, 다양한 미래 응용 서비스 기반을 IPv6 전환 기술과 연계하여 구축하는 본격적인 IPv6로의 전환을 추진해야 할 시점이다.

나. 국외현황

최근 미국 지방자치단체의 무선랜 망 구축사례가 증가하고 있다. 지방자치단체가 공중 무선랜 망을 구축하는 이유는 도시 기반시설을 사용함

으로써 망 구축비용을 줄일 수 있으며, 치안, 소방 활동 등 각종 공공 업무의 효율성을 증대시키고, 지역 경제 활성화 및 정보격차 해소에 기여하는 장점이 있기 때문이다.

전 세계적으로 유무선 통합 추세가 가속화되면서, 이동전화망과 유선망을 연결하려는 움직임이 더욱 활발해지고 있다. 유선통신사업자들과 이동통신사업자들은 유무선 통합 서비스의 주도권을 잡기 위해 통합 서비스를 선보이고 있으며, 단말기 제조업체들 역시 통합 서비스가 가능한 단말기를 이미 출시하고 있다.

다중 연결 및 다중인터페이스 환경에서의 무선 메쉬 네트워크 시장을 살펴보면, 해외에서 출시되는 무선 메쉬 네트워크 장비는 대부분 장비의 신뢰성과 처리율을 높이기 위하여 다중 인터페이스를 채용한 제품들이 많다. 기존의 유선 인프라를 무선 네트워크로 대체하는 만큼 한 개의 인터페이스와 한 개의 네트워크 연결로는 신뢰성과 처리율을 높이기 어렵기 때문에 다중채널과 다중 인터페이스를 이용한 다중 연결 방식을 지원하는 네트워크 장비가 많이 출시되고 있다.

다중 인터페이스 환경에서의 이동단말 및 호스트 시장을 살펴보면, 애플 아이폰이나 안드로이드 기반의 스마트 폰은 기본적으로 무선랜과 WCDMA 인터페이스를 동시에 장착하고 있으며 점차 출시되는 스마트폰이나 이동을 목적으로 하는 노트북이나 단말의 경우는 다중 인터페이스를 장착하고 있다.

6LoWPAN 관련 센서 네트워크 환경 동향을 살펴보면, ArchRock사에서 세계 최초로 IEEE 802.15.4 상에서 IETF 6LoWPAN 규격에 의한 IPv6 통신 규격을 지원하는 센서 노드 제품과 6LoWPAN 게이트웨이 제품을 개발하여 판매하고 있으나 시장성이 높지는 않은 상태이다. 최근, ETSI는 6LoWPAN 환경에서 사용되는 응용계층 제어 프로토콜인 IETF

의 CoAP을 M2M 환경에 적용하기 위해 채택하였다. 이는 관련 시장이 활성화될 수 있는 계기는 마련되었다고 할 수 있다.

식별자 및 로케이터 관련 장비 및 시장은 인터넷의 BGP 라우팅 테이블의 확장성 문제를 해결하기 위해서 제안된 식별자와 로케이터 (Identifier/locator) 분리 기술은 현재 시스코에서 제안한 LISP (Locator Identifier Separation Protocol)과 관련 기술들이 시스코 라우터에서 실제 사용될 수 있도록 software가 개발되었고, 시스코의 ISO 15.1 등과 함께 여러 라우터에서 사용될 수 있도록 보급된 상황이다. 따라서 쉽게 해당 라우터들은 소프트웨어 업데이트를 통해 LISP을 지원할 수 있게 되어, 기술의 보급과 함께 관련 시장이 성장할 것으로 예상된다.

IPv6/IPv4 전환 및 시나리오 관련 시장 환경을 살펴보면, 시스코를 비롯 대부분의 중대형 라우터관련 회사들은 IPv4/IPv6 전환 기능들을 탑재한 라우터 및 전환기들을 제품화하였다. 따라서 2011년 이후 IPv6의 상용화 전략에 맞춰 전 세계적으로 관련 장비시장이 확장될 것으로 예상된다.

스마트 빌딩에서의 IPv6 적용 관련 시장 환경을 살펴보면, 미국, 일본, 유럽 등은 그린 산업 정책을 통해 에너지 절감을 위해 스마트 빌딩 시장을 확대하고 있다. 하지만 아직까지 IPv6 적용 시스템 모델 관련 시장 개척한 곳은 없는 실정이다. 스마트 빌딩의 세계시장의 규모는 2007년 10조원에서 2030년 30조원으로 확대될 것으로 전망된다. 또한 에너지절약형 건물기술의 미래가 밝다는 판단에 따라 선진국은 다양한 분야를 개척하고 있다.

스마트 그리드에서의 IPv6 적용 관련 시장을 살펴보면, 전력 환경 변화로 인한 전력 수요는 2004년 14,000 TWh에서 2030년 28,000 TWh로 두 배가 될 것으로 예상하고 있으며 이로 인한 전력 수요의 증가에 따라

2030년까지 전력부분의 신규 투자 규모는 약 11.3조 달러에 달할 것으로 예상하고 있으며, 국제에너지기구(IEA)에 따르면 이 중 스마트 그리드 관련 세계 시장 규모는 2030년 최소 3조 달러 수준이라 예상하고 있다. 스마트 그리드 시장은 크게 통합 커뮤니케이션, 스마트 미터 하드웨어 및 소프트웨어, 스마트 센서/디바이스, 그리고 IT 하드웨어 및 소프트웨어로 구분할 수 있으며 전체 시장규모는 2009년 전체 693억 달러에서 2014년 1,714억 달러로 연평균 약 16%로 성장할 것으로 예상된다.

2. 국내외 기술현황

가. 국내현황

무선랜 및 무선 메쉬 네트워크 기술이 외국에 비해서 활발하지는 않지만, ETRI를 비롯한 연구소와 중소기업체에서 무선랜과 무선 메쉬 네트워크 기술을 연구 개발하고 있으며, 최근 신뢰성과 처리율, QoS 지원을 위하여 다중 연결과 다중 인터페이스에 기반을 둔 무선 메쉬 네트워크 기술을 개발하고 있다.

다중 인터페이스 환경에서의 이동단말 및 호스트 기술은 CDMA, WCDMA, HSDPA, 와이브로, 무선랜 등의 무선 액세스 기술이 널리 보급되고 상용화 되어서 있기 때문에 쉽게 사용할 수 있는 환경이 제공된다. 이에 따라 스마트폰이나 이동 라우터 등에서 다중 인터페이스를 지원하는 기술이 이미 개발되었으며, 실제로 상용 제품에도 적용되고 있다.

스마트 빌딩 구축에 필요한 기술 중 IPv6 적용 가능한 기술은 빌딩 제어 시스템 (BMS: Building Management System, BAS: Building Automation System), 빌딩 내 센서 네트워크 구축 기술 등이 있다. 국내 빌딩 제어 시스템은 KT MOS가 있다. 하지만 이 시스템은 IPv6 적용 사례가 아니며 아직 IPv6 기반의 제어 시스템은 기술 개발이 되어 있지

않다. 센서 네트워크 관련 국내 기술 개발 현황은 중소기업, 대기업의 MEMS 센서의 다품종 소량생산, 시장의 미성숙 등으로 스마트 빌딩을 위한 센서네트워크 기술에 관한 장기적 연구 개발과 대규모 시설 투자가 저조한 상황이다. 더불어 근접센서, 온도센서, 압력 센서 등은 국산화가 진행되고 있고, 초소형, 첨단 MEMS 형 물리 센서는 상용 수준까지 1~2 개 제품을 제외하곤 개발된 것이 적으며, 바이오센서나 화학센서는 연구 초기 단계이다. 또한 센서네트워크에 IPv6 적용 통신 프로토콜 기술에 대한 개발이 전무한 상태이다.

스마트 그리드에서의 IPv6 적용 관련 기술 개발에 대한 국내의 상황은 해외 선진 국가들 보다는 늦었지만 정부의 녹색성장 정책과 맞물려 최근 빠르게 성장하고 있다. 국토가 작은 것을 이점으로 2030년까지 전 국토에 걸쳐 지능형 전력 네트워크가 도입되는 세계 최초 국가단위의 지능형 전력 네트워크 구축을 목표로 하고 있다. 한국전력은 2009년 8월 제주시에 스마트그리드 시범단지 조성을 추진 중이다. 시범단지에는 풍력/태양광으로 생산된 전기의 송배전 시설, 분산 전원장치(배터리), 전기자동차 충전소, AMI 시스템 등 스마트 그리드 관련한 많은 기술들이 도입될 계획이다. 그 외에는 국책과제로 녹색 전력 IT 10대 과제에 한전 KDN, LS 산전, 현대중공업, 효성 등의 기업체와 더불어 전력거래소, 전기연구원, 전력연구원, 한국전력 등의 공기업 및 연구소들도 참여하여 전력의 송배전망 개선, 상태 감시 및 관리 등의 시스템 기술 등이 포함된 IT 기반 스마트 그리드가 구축될 예정이다. 또한, 한국스마트그리드협회(KSGA)가 설립되어 있으며 2009년 19개 사가 가입을 하였으며 2010년에 100개 회원사를 확보할 계획이고 국외 협력도 계획 중인데, 90여 개 회원사를 확보하고 있는 미국의 GridWise Alliance와 협력양해각서 체결 및 공동투자포럼 개최를 추진 중이다. 전력분야 3대 연구기관인 한전 전력연구원, 한국전기연구원, 기초전력연구원들도 각각 응용 기술개발, 기반기술개발 및 시험 인증, 기초연구 역할을 수행 중이다. 정부는 차세대 전력기술과 IT 기술의 융합을 위한 전력 IT 프로젝트로서 전력 IT 기술에 대한 민·

관 공동기술개발을 통해 전력 IT 1단계 지능형 전력 네트워크 개발기술의 상용화를 추진하고 수출산업화를 위한 지능형 전력 네트워크 통합실증단지(test bed)를 구축중이다. 또한, 스마트 계량기 보급 관련해서는 2009년 8,000대 시범 보급, 2011년 상용화를 목표로 기술 개발을 진행 중이다. 하지만 아직까지 스마트그리드 구축 시 IPv6 기술 도입에 대한 구체적인 시나리오와 이와 관련된 기술 개발이 활발히 이루어지고 있지 않다. 2010년 9월 방송통신위원회에서는 IPv6 주소 전환 추진계획에 IPv6 기반의 스마트그리드 서비스 제공을 고려하고 있다.

나. 국외현황

(1) 스마트 IPv6 기술

미국의 산업체들도 IPv6 전환에 대해 발 빠른 대응을 하고 있다. 시스코, MS 등의 산업체가 중심이 되어 IPv6 제품을 출시하고 있다. 2006년 ArchRock, HP에서 IETF 6LoWPAN 기본 규격(RFC 4944)을 지원하는 6LoWPAN 센서 노드와 게이트웨이 개발을 수행하였다. 시스코를 비롯한 중국의 Huawei 등의 네트워크 장비 업체들은 대부분 전환 IPv6 스택 지원 뿐 아니라 전환 기술들을 이미 지원하는 장비들을 가지고 있는 상황이다.

NTT, 히타치, 파나소닉, 캐논 등 주요 IT 업체를 중심으로 세계 최고 수준의 IPv6 상용제품을 출시하고, 세계 각국의 IPv6 시장 상황에 적극적으로 대응하고 있으며, 현재 일본에는 IPv6 카메라, 프린터, 라우터, Chip 등 다양한 기기들이 출시되어 상용서비스를 제공하고 있다. 일본의 산업체들은 1998년부터 산. 학. 연 협동 기술개발을 추진해오고 있다. 세계최초로 IPv6 상용 서비스를 실시한 이래로 대다수 ISP들은 이미 IPv6 서비스를 제공하고 있다. 인터넷이 사용 가능한 자동차나 기차, 원격 건

강진단, 온라인 게임 등의 다양한 영역에서도 IPv6의 적용이 시도되고 있다. 일본 ISP는 자체 IPv6 전환계획을 수립하여 추진 중에 있으며 NTT는 FLET 서비스를 통해 2011년 4월경 가입자단에 IPv6 서비스 예정 이다.

1998년부터 유럽집행위원회(EC)에서 연 1,100억 원을 연구목적으로 투자하여 6INIT, 6WINIT, Euro6IX, 6NET 등 40개 이상의 프로젝트를 수행하는 등 유럽은 IPv6 적용을 위한 다양한 연구 과제를 추진 중이다.

(2) 다중 연결 및 다중 인터페이스 환경에서의 무선 메쉬 네트워크 기술

외국은 일찍부터 무선랜과 무선랜을 활용한 무선 메쉬 네트워크 기술을 개발하기 시작했으며, 특히 무선 메쉬 네트워크와 관련하여 다중 채널 및 다중 인터페이스에 기반을 둔 기술이 많이 발전되었다. 이러한 기술 개발은 IEEE 802.11s에서 진행되고 있는 표준화보다 일찍 관련 기술 이 시장 제품에 적용되어 기술을 선도하고 있다.

멀티 라디오 및 채널 기술이 적용된 무선 메쉬 네트워크 시장은 현재 신생 벤처 업체인 Tropos Networks, Belair, PacketHop, SkyPilot, RoamAD가 제품 개발을 이끌어 가고 있다. 한편, 전통적인 네트워크 업체들은 기존 무선 기술, 라우팅, 안테나 등을 활용해 파트너 제휴 또는 자체 개발을 통해 무선 메쉬 네트워크 시장에 접근하고 있다. 예로 노텔은 PacketHop , 루슨트는 Belair 와 파트너 제휴를 맺고 제품 개발을 진행 중이다. 한편 모토로라는 Mesh Networks 사를 인수해 모토메쉬 (Motomesh) 제품을 개발하고 있으며, 시스코는 무선 스위치 회사인 Airspace을 인수하여 듀얼 라디오 (Dual-Radio) 기술이 적용된 메쉬 라우터/스위치를 개발 중이다. 그 외 LG-Nortel, Cisco, Belair 등은 멀티 라디오(Multi-Radio) 시스템을 제공을 위한 라우터 및 스위치를 개발 중이다.

(3) 다중 인터페이스 환경에서의 이동단말 및 호스트 기술

외국은 국내만큼 무선 액세스 인프라가 발전하지는 않았지만, 유럽을 중심으로 다양한 무선 액세스 기술을 사용하는 환경이 갖추어 졌다. 따라서 스마트폰이나 노트북을 중심으로 다중 인터페이스를 장착하고 이동성 지원이나 새로운 서비스를 위하여 다중 인터페이스 기술을 개발하고 있다.

시스코를 중심으로 PMIPv6 프로토콜을 기술한 IETF RFC 5213 기술 스펙 개발 및 테스트베드를 구축하고 있으며, 이 밖에도 많은 WiMax 관련 장비 업체들이 PMIPv6 테스트베드를 구축하는 중이다.

(4) 스마트빌딩에서의 IPv6 적용 관련 기술

빌딩 내 기기의 전력 제어 SW 기술로는 2009년 시스코 시스템스의 "EnergyWise" 있다. 이 SW는 전화나 무선 라우터를 포함한 IP에 접속된 기기가 사용하는 전력을 감시 및 제어할 수 있는 기술이다. 또한 시스코 시스템스는 2010년에 이 SW를 이용하여 난방, 환기, 공조, 조명, 종업원의 입실 관리 시스템 등 빌딩의 자산을 관리할 수 있는 오토메이션 시스템으로 갱신한다. 하지만 "EnergyWise" SW도 아직 IPv6 기술이 적용되지는 않았다.

일본의 파나소닉은 오피스빌딩 전력 사용량 약 30% 삭감시킬 수 있는 종합 빌딩 시스템을 발표하였다. 이 기술은 파나소닉이 개발한 설비 기기를 네트워크에 연결한 네트워크 기술로써 다양한 통신 규격에 대응 멀티 프로토콜, 휴대용 퍼스널 컴퓨터에서 조작 기술, 저가격의 설비 기기에도 탑재 가능한 경량화 소프트웨어 기술을 개발하였다.

스마트 빌딩용 네트워크 기술은 BACnet 기반의 빌딩 자동화 시스템,

메쉬 네트워킹 건물 에너지 제어 기술, 건물 제어 통신망 Lonworks 2.0 등이 있다. 최근 IETF 6MAN 워킹그룹에서 BACnet 기반으로 IPv6를 적용하는 표준화가 진행 중에 있다.

미국 에너지부(DoE) 주관으로 Grid 2030과 같은 정책적인 비전 발표를 하였으며 이에 부합하여 전력중앙연구소(EPRI), ModernGrid Initiative, GridWise 등 10여 개 이상의 기관에서 전력 시스템의 지능화 및 선진화에 대해서 연구를 진행 중이다. 그 중에서도 전력중앙연구소(EPRI)에 의해 시작된 인텔리그리드(IntelliGrid)는 가장 대표적인 스마트 그리드 연구 프로젝트로 2003년 DoE의 지원으로 시작한 이래 세계적으로 많은 수의 전력회사, 연구소 및 대학들이 참여하고 있으며, 아키텍처, 소비자 포털, DER/ADA, FSM 등 크게 네 가지 영역으로 나누어 기술 개발 진행 중이다. 제품별로는 스마트 미터기, 스마트 가전제품용 칩, 전력저장기술, 연료전지 및 고온 초전도체 등이다. 또한 오스틴 에너지(Austin Energy) 사는 2008년에 13만 여 대의 스마트 미터기와 7만 여 대의 스마트 써모스탯(Thermostat)을 필드에 설치하였으며 2009년에는 이를 각각 27만 여 대와 7만 여 대를 추가로 더 설치할 예정이다. 송배전망의 감시를 위해서도 1만 여 대의 전력망 감시기도 설치 계획 중이다. 특히 온코 (Oncor)사는 2008년 8월에 정부로부터 첨단 계량 시스템 사업의 승인을 얻었고, 2012년까지 3백만 개의 스마트 미터기를 설치할 계획이며, 첨단계량시스템 도입으로 얻어지는 경제적 효과를 소비자에게 다시 돌려주기 위한 프로그램 및 규정을 도입 계획 중이고 세계 최대 규모의 전압보상장치(static var compensator)를 설치하여 전력 네트워크의 용량 및 품질을 한 단계 개선할 계획하고 있다.

EU는 국가 간 경계를 넘어선 지능형 전력망 프로젝트를 추진하고 있고, 풍력 등의 신재생 에너지의 확산에 적극적이며, EU 국가들 간 신재생에너지 중심의 분산형 전원의 보급 확대, 환경, 보전, 국가 간 전력 거래에 초점을 맞추고 있다. 현재 유럽의 스마트 계량기 보급 수준은 전체

가정 대비 6% 수준이고, 2012년까지 25~40% 정도 보급될 것으로 보고 있으며, 온실가스 감축과 에너지 보존 목표 달성을 위해 보다 태양에너지 친화적인 정책을 추진하고, EU 회원국의 온실가스 배출량을 2020년까지 1990년 대비 20% 감축을 목표로 점진적으로 2030년까지 지능형 전력 네트워크 분야에 투자할 계획이다.

제 3 절 연구방향

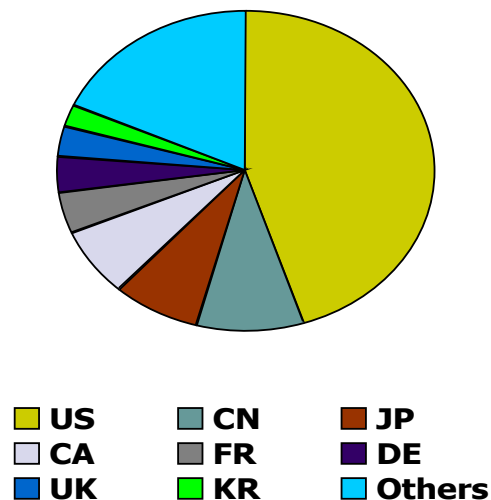
본 연구를 통해, IETF 중심으로 IPv6 확장기술, 변환기술, M2M/IoT 기술, 이동성관리 동향을, ITU-T를 중심으로 NGN 환경에서의 IPv6 적용 및 식별자/로케이터 기술 동향을, ISO TC204를 중심으로 차량 환경에서의 IPv6 적용 동향을 살펴보고자 한다.

제 2 장 IETF 국제 표준화

제 1 절 제81차 IETF 국제 표준화 회의

1. 개요

제 81차를 맞는 이번 회의는 총 46개국에서 1057명이 참석하였으며, 한국은 ETRI, KISA, 삼성, 학계 등에서 30여명이 참석하였다. 우리나라는 미국, 중국, 캐나다, 프랑스, 독일, 영국에 이어 8번째 많이 참석한 나라이다.



(그림 2-1) 제81차 IETF 회의 국가별 참가 현황

운영총회 (Operations and Administration Plenary)에서는 존 포스텔 상 수상자로 아시아에서는 일본, 중국에 이어 세 번째로 우리나라의 전길남 교수가 선정되어 시상이 예정되어 있었으나 개인적인 사정으로 불

참하여 차기 회의에 시상하는 것으로 연기되었다. 한편, 존 포스텔 어워드는 1998년에 55세로 타계한 존 포스텔의 업적을 기리기 위해 제정되었다. 그는 인터넷 프로토콜인 TCP/IP을 처음 개발하는 등, 구글의 빈트 서프 등과 함께 인터넷을 탄생시킨 실제 주역이며, 그의 업적을 기리기 위해 인터넷 발전에 기여가 큰 1인을 매년 선정하여 시상하고 있다.

지난 회의의 주요한 사항을 요약하면 다음과 같다.

- 지난 제80차 IETF 프라하 3월 회의 이후, 5개 신규 워킹그룹 생성되었으며 5개 워킹그룹이 종료되었다. 현재 121개의 워킹그룹이 운영되고 있다.
- 553개의 신규 인터넷 드래프트 문서와 1,138개의 수정 드래프트가 제출되었다.
- 149개의 새로운 표준 (RFC: Request For Comments)이 제정되었다. 이 중에서 63개는 표준트랙, 5개는 BCP, 66개는 정보제공용, 15개는 실험결과 RFC 표준이다.
- 이번 회의기간 중 2번의 총회(Plenary), 100회의 워킹그룹 회의, 7개의 BoF (Bird of Feather) 회의 등이 개최되었다.

2. WG별 주요 회의 결과

가. 6man (IPv6 Management) 워킹그룹

6man 워킹그룹은 IPv6 워킹그룹의 활동을 이어받아서, IPv6 보급 촉진함에 있어서 IPv6 프로토콜 및 주소 체계상의 추가적인 확장 이슈를 다룬다. 최근 주요한 이슈는 플로우 레이블의 사용, 노드 요구사항 등이 있다. 현재 Bob Hinden과 Brian Haberman이 의장을 맡고 있다.

○ 주요 회의 논의사항

- 개요, 안건 및 문서 현황 소개 (의장)
 - Flow label 이슈들에 대한 IESG 검토가 진행 중이며,

draft-ietf-6man-flow-3697bis 문서는 예약 비트에 대한 논의를 반영한 새로운 문서 작성이 요구된다. draft-ietf-6man-flow-ecmp와 draft-ietf-6man-flow-update 문서는 AD가 검토 중에 있다.

- Node 요구사항에 대한 문서는 IESG 검토 중에 있으며, 필수 키워드 사용에 대한 논의가 있어 이를 반영하여 새로운 문서 작성이 필요한 상황이다.
- RPL 문서는 현재 AD가 검토한 의견을 반영하여 새로운 문서를 작성 중에 있다.
- 이외에도 draft-ietf-6man-udpzero 문서는 WGLC 준비 중이며, draft-ietf-6man-udpchecksums 문서는 WGLC을 위한 수정 작업이 진행 중이다

- An uniform format for IPv6 extension headers (Suresh Krishnan)

- 드래프트는 draft-ietf-6man-exthdr-04 문서를 바탕으로 WGLC을 완료했으며, 모든 쟁점사항들이 해결된 상태이다.
- 주요 목적은 RFC2460에 대한 갱신이며, 현재 IESG로 검토 요청을 보내는 것에 동의된 상태이다.

- Security Implications of the Use of IPv6 Extension Headers with IPv6 Neighbor Discovery (Arturo Servin)

- ND 메시지를 가진 IPv6 확장 헤더들은 단순한 로컬 네트워크 보호(protection) 문제를 극복할 수 있도록 돕는다. 이와 같은 네트워크 보호 경우는 "RA 방어(Guard)"와 같은 예가 있다. ND 메시지 내에 IPv6 확장헤더들을 위한 합법적인 사용 방법이 없으며, 이 사용으로 인해 네트워크 모니터링과 보안 완화를 복잡하게 한다. 이 문서는 호스트가 조용히 IPv6 확장 헤더를 사용하는 ND 메시지를 무시하는 절차를 제안하였다.

- 현재 ND를 가진 IPv6 확장헤더들은 사용되지 않고 있지만, 노드들은 여전히 이 헤더들을 지원해 줄 것을 요구한다.
 - 이 확장 헤더들은 ND 제어와 모니터링 (RA-Guard, NDPMon 등)의 복잡도를 증기시킨다. 즉, 전체 IPv6 헤더 체인이 parsing 되어야 하기 때문에 분할과 병합(fragmentation/reassembly)의 복잡도가 증가된다.
 - RA-Guard 기피(Evasion)의 예를 살펴보면, L2 스위치에 "allowed ports"와 같은 필터링 정책을 적용해서 잘못된(rogue) RA 메시지로 부터 네트워크를 보호한다. RA-Guard 방식은 다방면에 잘 보급되었으며, 하나의 보안 메커니즘으로 여겨졌다. 비록 이 방식은 IPv6 확장 헤더를 기피하게 하는 매우 사소한 기법이다. 하여간, ND를 가진 모든 IPv6 확장 헤더들의 사용을 금지하는 것이 아니라, 단지 ND 제어와 모니터링만을 단순화 시키고자 한다. 일반적으로 라우팅 프로토콜들은 종종 눈속임 공격(spoof attack)에 영향받기 쉽다. IPv6를 위한 표준 해결 방법은 SEND(Secure Neighbor Discovery)이지만, 실제로 IPv6 보급 측면에서는 적용이 어렵다. 따라서 RA-Guard 방식은 L2 네트워크에서 필터링에 기반을 둔 SEND의 경량화된 방식이라 할 수 있다. 이때 SEND 상태 정보뿐만 아니라 다양한 필터링 정책(criteria)을 사용하게 된다. IETF RFC 6105 표준을 참고하기 바란다.
 - 이 문서는 여러 가지 고려사항들이 포함되어야 워킹그룹 채택될 수 있다.
- Update to RFC 3484 Default Address Selection for IPv6 (Tim Chown)
- draft-ietf-6man-RFC3484-revise-04 문서와 draft-ietf-6man-addr-select-opt-01.txt는 디폴트 주소 선택을 기술하고 있다.
 - 이 작업의 주요 목적은 IETF RFC3484 표준의 개정이며,

WGLC을 통과하기 위해 해결해야 할 3가지 문제점이 있다. 그러나 메일링 리스트를 통한 논의에서 문제점들은 거의 해결된 상태이며, 차기 개정 문서를 바탕으로 WGLC을 진행하기로 하였다. 해결되어야 할 3가지 문제점은 폐기된 프리픽스들, 보안 확장 시나리오를 위한 선호도 지원, 선호하는 최대 프리픽스 생존주기이다. 첫째로 정책 테이블에서의 폐기된 프리픽스들은 잘못된 처리를 방지하기 위해, 이 프리픽스들에 대한 정보는 정책 테이블에 포함되어야 한다. 둘째로 프라이버시 확장 사용을 위한 선호도의 지원 여부이다. RFC5014에는 응용 측면에서 바른 스위칭을 위한 우선순위를 고려한다. 그러나 EUI-64 주소와 Privacy 주소를 선택하는 메커니즘들에 대한 것들은 추가적인 논의가 필요한 상태이다. 셋째로, 선호하는 최대 프리픽스 생존주기를 결정하는 것이다. SLAAC 주소 상에서 수동으로 설정된 주소들에 대한 우선권을 부여하는 규칙이 제안되었다. 개념적으로 주소 생존주기는 non-zero 값을 가진 주소를 선택하는 것들과 독립적이어야 한다. 현재 세 번째 문제는 아직 해결되지 않고 있다.

- addr-select-opt 문서는 WGLC을 위해 DHC 워킹그룹에서 검토 중이며, DHC 워킹그룹으로 검토를 요청한 상태이다.
- Duplicate Address Detection Proxy (Jean Michel Combes)
 - 2009년 9월에 BBF (Broadband Forum)에서의 liaison 문서에 따라, DAD 프락싱을 위한 메커니즘과 IP 스누핑 방지 기법을 개발하고 있다. TR-177 문서에 관련된 내용을 다루고 있다. 자세한 사항은 www.broadband-forum.org/technical/download/TR-177.pdf과 datatracker.ietf.org/documents/LIAISON/file729.pdf 문서를 참고하기 바랍니다.
 - 지난 79차 IETF 회의에서 정식 워킹그룹 문서로 채택되었으며, 현재 SAVI 워킹그룹과의 협력을 통한 보안고려사항 등에 대한

개정문서를 작성하고 WGLC을 진행할 예정이다.

- Operational Neighbor Discovery Problems and Enhancements (Igor Gashinsky)
 - IPv6 ND DoS 공격에 대한 문제점을 제기하였다. 문제점은 원격 트래픽으로 인해, 과부하가 걸린 라우터 상의 이웃 테이블(neighbor table)에 있다.
 - 이에 대한 해결 방안으로 주소들에 대한 필터링, 주소 수에 대한 제한 또는 주소 길이의 제한이 있다. 이 기고는 이 문서의 필요성에 대한 것을 명확히 하기 위해 개정될 필요가 있으며, 잠재적인 해결방안들에 대한 장단점을 분석해야 할 것이다.
- Neighbor Unreachability Detection is too impatient (Erik Nordmark)
 - IETF RFC4861은 NUD를 위한 엄격한 규칙을 요구한다. 3번의 재전송을 지원해야 하며, 이때 재전송 간격은 1초이다. 또한, NCE(Neighbor cache entry)를 파기해야 한다. 이와 같은 사항들이 구현 시 제약 사항으로 작용하지 않도록, 이 문서는 유연성을 주는 방법을 제시하고자 한다. 유연성에 대한 문제를 심도 있게 다루고 있는 gashinsky-v6nd-enhance 문서를 참조하기 바란다.
- Energy Aware IPv6 Neighbor Discovery Optimizations (Samita Chakrabarti)
 - IPv6 ND (RFC 4861) 프로토콜은 이웃 주소 탐색, 비도달가능성 검출, 주소 자동화, RA 및 RS를 위해 설계되었다. 홈, 무선 및 M2M 통신을 포함해서 다양한 산업들에서 인터넷을 채택함에 있어서, 좀 더 에너지 효율적인 네트워크와 노드를 위해 RFC4861 프로토콜을 확장하고 최적화할 필요가 있게 되었다.

연구의 결과로, stand-alone 노드들보다 networked 노드들이 더 많은 에너지를 요구한다는 것이 제시되고 있으며, 이는 노드의 에너지 사용이 송수신하는 네트워크 메시지에 의존하기 때문이다. 어떤 머신 상에서 배터리에 의해 동작하는 노드들은 에너지 소비를 줄이는 것이 필수적이며, 나아가 디바이스 사용이 폭발적으로 증가하면, 사회 전반에서 더 많은 서버들과 네트워크 인프라의 사용을 야기하게 된다. 이 기고는 주기적인 멀티캐스트 메시지, 잦은 NS 메시지의 감소에 의한 최적화 방법을 기술하고, 간단한 시나리오를 통해 built-in 프리픽스 보급(dissemination) 메커니즘을 제공한다.

- 배터리로 운용되는 디바이스 상에서 NDP 메시지에 의한 소비 전력에 사용에 관한 다양한 문제점들을 기술한다.
 - 이 기고는 라우터 상에 "permanent" NE (neighbor entry)를 강제화하는 주소 등록 옵션(address registration option)의 사용을 제안한다. 이 옵션을 이용하면, 이웃 노드들 간에 ND를 필요로 하지 않게 되고, DAD를 간편화하여 라우터로 부터 지연 전송(timed transmission)을 허용하게 된다.
 - 기고 발표 후에, 멀티캐스트와 유니캐스트를 사용해야만 하는 경우를 결정하는 방법에 대한 질문이 있었으며, 대체로 IoT에 관심이 많은 사람들로 부터 많은 흥미를 유발시켰다.
- Transmission of IPv6 over MS/TP Networks (Kerry Lynn)
- MS/TP (Master-Slave/Token-Passing)는 비경쟁(contention-free) 액세스 메커니즘이며, TIA-485-A 물리계층을 위해 사용된다. 이 물리계층은 빌딩 자동화 네트워크에서 확장해서 사용되고 있다. 이 기고는 MS/TP 네트워크상에서 IPv6 패킷 전송, 링크-로컬 주소 형성 및 상태정보를 필요로 하지 않는 IPv6 주소 자동화 기법을 제시한다.
 - BACnet은 이미 IPv6-compliant 프레임의 전송을 허용할 수 있

도록 그 프로토콜들을 변경했다. 이는 프레임을 크게 해서 적절한 CRC 기법을 지원하는 것을 의미한다.

- 또한, RFC4944의 dispatch 헤더와 RFC6282의 IPHC 압축을 사용하며, 6LoWPAN과 밀접하다.
- 이 문서의 진행에 대해서는 메일링 리스트를 통해 논의하기로 한다.

- IPv6 Router Solicitation Driven Access Considered Harmful (Wojciech)

- 브로드밴드 액세스 네트워크로 IPv6 라우터를 attach하는 방법에 대한 논의이다.
- 디바이스간의 상호동작과 다양한 NDP 타이머에 의한 상호동작의 영향에 대한 문제점을 논의한다.
- 여러 가지 옵션, 다른 프로토콜들, 노드의 동작 등을 고려한다.
- 여러 사람들은 저자들이 새로운 해결 방안을 제시해 주기를 원하고 있다.

나. v6ops (IPv6 Operations) 워킹그룹

v6ops 워킹그룹은 IPv6 도입하고 운영 시 문제가 되는 것들을 해결하려는 워킹그룹으로, 현재 그 동안 진행하였던 주요 작업들은 대부분 마무리 되었고, 4건의 기고서만 워킹그룹 문서로 작업되고 있다. Fred Baker와 Kurt Lindqvist이 의장을 맡고 있다.

o 주요 논의사항

- World IPv6 Day: What worked, what didn't, and what do we want to do about it? World IPv6 Day Call to Arms
- ISOC (the Internet Society)은 지난 6월 8일을 "world IPv6 day"라 명명하고, 주요 기관들을 대상으로 IPv6 상에서 데이터를 전달하는 실험을 진행한다. 구글이나 페이스북에서도 자신의

도메인 내에서만 IPv6 데이터를 흐르게 하는 것이 아니라, 인터넷을 통한 실험을 진행하였다. 이 경우, IPv6 연결성 문제의 공통 원인을 완화시키기 위해 시스템과 네트워크를 위한 알림을 발생시켰다. W6D에 증가된 트래픽은 IPv6 성능과 동작을 관찰할 수 있는 다양한 기회를 제공하였다. 따라서 적절한 측정 도구를 개발하는 것을 가능케 하였으며, 이 도구들에 대한 논의를 진행할 필요가 있게 되었다.

- 향후, 중단 사이트의 연결성을 위한 공통 문제점들에 대한 지침과 IPv6 단절(brokenness)을 측정하는 방법에 대한 연구를 진행하고자 한다.

- Some Measurements on World IPv6 Day from End-User Perspective

- W6D는 IPv6 콘텐츠의 가용성과 실패율에 대한 효과를 보여주었다.
- AAA 레코드를 가진 사이트들의 일부가 여전히 HTTP/TCP 연결 시도에 응답하지 않았다.
- 지연 특성들이 IPv4와 IPv6에서 유사하게 나타났다. IPv6는 종종 IPv4보다 빨랐으며, 이는 IPv6 설정(setup)상의 정교함 때문일 것이다.

- Microsoft measurement report, Chris Palmer

- 목표는 클라이언트의 visibility를 개선하고, IPv6 사용자의 트래픽 규모를 가늠하기 위함이다.
- 웹사이트가 연결성에 문제를 일으키지 않으면서 연결되는 것을 보기 위한 작업을 진행하였으며, 아무런 문제가 없는 것으로 판단되었다.
- IPv6 사용자의 연결성은 91%가 native를, 8%가 6to4를, 1% 이하가 teredo를 사용했다.

- 8%가 사용한 6to4 연결은 RFC3484(bis) 표준을 적절하게 구현한다면 응용에서 발생하는 문제를 피할 수 있을 것이다.
 - IPv6 단절(brokenness)은 IPv6 서비스의 감소에 대한 우려라고 할 수 있다. 호스트를 적절하게 개선하고 브라우저를 잘 구현한다면 이 문제는 해결될 것이다. 그 외에도 멀티 홈, 홈 내에서 NAT 사용에 대해서도 고려해야 할 것이다.
 - 지리 정보는 third-party에 의해 관리되기 때문에 MS는 알 수 없다.
 - XBOX 플랫폼에 대한 질문들이 있었다.
- Checkpoint experience, Bob Hinden
- World IPv6 Day 이전에는 IPv6 연결성을 가지지 않았다. 고객들의 요청으로 참여하고자 했으나, IT 팀은 경험이 없었다.
 - 이번 행사에서의 목표는 IPv6를 경유해서 www.checkpoint.com 이 도달할 수 있도록 하는 것이다. 이는 ISC IT 팀의 도움으로 처리할 수 있다.
 - BGP를 통해 IPv6 프리픽스를 ISP로 전달하고, Ran Dual stack 설치하였다. 또한, 라우터와 로드 밸런스 사이에 방화벽을 설치하였다.
 - 생각보다 IT folks가 초기에 IPv6를 배우는 것이 어렵지는 않다고 생각된다. 우리의 ISP와 보급 장비들은 IPv6를 잘 지원했지만, 적은 수의 소프트웨어가 도착하지 않았다. 특히, IPv6 듀얼스택을 설치했을 때, IPv4 특성을 감소시키지는 않다. Load balancer도 적절하게 동작했다.
- RIPE measurement report, Bert Wijnen
- 네거티브 캐싱
 - IPv6/듀얼스택은 잘 동작하지만, 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

- Hurricane Electric measurement report, Martin Levy
 - W6D는 IPv6를 위한 웹기반 트래픽을 유발했다. 우리는 CP(content providers) 관점에서 측정했으며, Web (port 80 & 443 TCP traffic) 기반으로 하였다. 이를 통해 IPv6에 대한 인지도가 놀라울 정도로 증가했으며, 실제적인 IPv6 사용, 실질적인 IPv6 보급 및 측정이 이루어진다. W6D 행사 이후에도, IPv6 트래픽 레벨이 유지되고 있다.
 - PMTU와 ICMPv6 블로킹에 대한 문제에 대해 살펴보면, Teredo변환 기법은 초기 프로토콜로 ping에 응답하기 위해 end-node를 요구한다. 이는 일반적인 엔터프라이즈 방화벽/필터 설정에 위배된다. 따라서 서버 앞단의 요소들인 라우터, 방화벽, 로드 밸런스(load-balancer) 에서 이 기능을 수행하는 것이 적절하다.
 - 우리의 결과를 요약하면, 이제 백본이 IPv6를 가졌다고 하는 것은 뉴스거리도 아니게 되었다. IPv6 는 end-site를 지원하도록 요구되며, 이 end-site는 IPv4의 고갈이 일어났다. IPv6는 복잡하지 않으며, 단지 교육이 필요할 뿐이다. 다시 한번 말하지만, IPv6 네트워크 설정은 잘 되었다.
 - 관련 자료는 <http://bgp.he.net/ipv6-progress-report.cgi>에서 찾을 수 있다.
- Comcast IPv6 Trial/Deployment Experiences
 - IPv6 사용은 W6D 동안에 증가하였으며, 그 이후에도 유지되고 있다. Teredo, 6to4, Native 및 6rd를 점검했으며, Teredo는 변화가 없었고, 6to4는 두 배로, Native는 약간 증가, 6rd 역시 배로 증가했다.
 - comcast.net의 콘텐츠가 W6D 동안 IPv6 상에 전달되었으며, SMTP도 사용되었다.

- IPv6 AAAA DNS Whitelisting Implications
 - 이 문서는 리커시브 DNS 리졸버들의 실제와 권한을 기술하며, AAA 리소스 레코드 응용 제한하게 한다. 이 응답들은 관리 DNS 서버들에 의해 전달되었다. 이 IPv6 전환 메커니즘은 점진적으로 전환하는 인바운드 트래픽을 위해 사용되며, IPv4에서 IPv6 트랜스포트 도메인으로 전달되는 경우에 사용된다.
 - IESG 검토 결과를 반영하여 수정된 문서를 기반으로 실시된 WGLC 이후의 진행사항을 소개한다. 워킹그룹에서 논의를 통해 해결해야할 문제들이 있다.

- Request to move Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds (6to4) to Historic status
 - IETF는 6to4 방식을 권고하지 않는다. 다만, 6to4를 구현할 지는 vendor가 알아서 할 것.

- IPv6 Diagnostic Header
 - IPv4 헤더는 16비트 IPID를 포함하며, 분할과 결합을 위해 사용된다. 이 필드는 주로 네트워크 진단을 위해 사용되며, multi-tier 네트워크상에서 패킷들을 트래킹한다. IPv6의 경우, IPID는 기본헤더에서 분할헤더로 이동되었기에, 전송되는 모든 패킷에서 IPv6를 위한 새로운 진단 헤더를 새롭게 정의한다. 이 헤더는 64비트 IPID이며 목적지 옵션 헤더의 한 부분으로 정의된다.
 - IPv4의 경우, IPID 필드는 주어진 IP 패킷의 플로우별로 유일한 식별자로 사용된다. 때때로 데이터그램 번호(Datagram number)라고 불리기도 한다.
 - IPv6의 경우, 분할 확장 헤더(type 44)의 구현에서 32비트 오프셋은 적절한 크기인가. 또한 IPID 필드는 진단을 위해 항상 존재하는 것도 아니다

- 새로운 옵션 형식이 정의되어야 하는 것이 아닌가? 8 오프셋이 32 또는 64로 확장되어야 하는 것이 아닌가? 추가되는 옵션은 진단 및 보안 목적으로 유용할 것이다.
- 기타 논의된 이슈들은 다음과 같다.
 - IPv6 Router Advertisement Guard (RA-Guard) Evasion, <draft-gont-v6ops-ra-guard-evasion-01.txt>
 - Advanced Requirements for IPv6 Customer Edge Routers, <draft-ietf-v6ops-ipv6-cpe-router-bis-01.txt>
 - IPv6 Router Advertisement Guard (RA-Guard) Evasion, <draft-gont-v6ops-ra-guard-evasion-01.txt>
 - A Discard Prefix for IPv6, <draft-hilliard-v6ops-ipv6-discard-prefix-00.txt>
 - DHCPv6 Prefix Delegation as IPv6 Migration Tool in Mobile Networks, <draft-sarikaya-v6ops-prefix-delegation-07.txt>
 - Implementing AplusP in the provider's IPv6-only network, <draft-deng-v6ops-aplusp-experiment-results-01.txt>
 - Wireline Incremental IPv6, <draft-kuarsingh-wireline-incremental-ipv6-00.txt>
 - Reserved IPv6 Interface Identifier for Proxy Mobile IPv6, <draft-gundavelli-v6ops-pmipv6-address-reservations-00.txt>
 - IPv6 Practices on China Mobile IP Bearer Network, <draft-chen-v6ops-ipv6-bearer-network-trials-00.txt>
 - NAT64-CPE Mode Operation for Opening Residential Service, <draft-chen-v6ops-nat64-cpe-02.txt>
 - IPv6 Address Accountability Considerations, <draft-chown-v6ops-address-accountability-01.txt>
 - Operational Neighbor Discovery Problems and Enhancements, <draft-gashinsky-v6nd-enhance-00.txt>

- Rapid Transition of IPv4 contents to be IPv6-accessible,
<draft-sunq-v6ops-contents-transition-01.txt>

다. Homenet 워킹그룹 회의 요약

o 의장들: Ray Bellis, Mark Townsley

o 일반 개요:

- 이 워킹그룹은 이번 회의를 기준으로 신설된 지 8일 되었으며, 상대적으로 작은 규모의 "residential home" 네트워크 내에서 또는 간에 요구되는 네트워킹 기술들에 집중하고 있다.
- 더 많은 홈 네트워크 디바이스와 더 떨어진 통신 거리를 고려하여 확장된 네트워킹 기술이 요구되며, 다음과 같은 사항들이 고려되고 있다.

- 다중 세그먼트

- IPv4/IPv6 전환: 주소매핑, NAT 등

- E2E 통신

- 특별히 홈 네트워크에 IPv6를 적용하기 위해 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

- 라우터의 프리픽스 설정(Prefix configuration for routers)

- 경로 관리(Managing routing)

- 네이밍 레졸루션 (Name resolution)

- 서비스 탐색 (Service discovery)

- 네트워크 보안 (Network security)

- 관련 자료

- www.networkworld.com/news/2011/070611-ietf-mulls-ipv6-for-home.html

- slashdot.org/story/11/07/07/1748214/IETF-Mulls-Working-Group-For-IPv6-Home-Networking

o 이번 회의 주요 내용

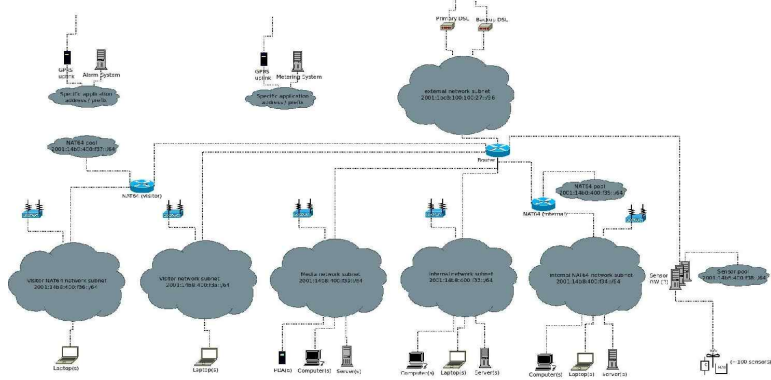
- Introduction

- Homegate BoF는 성공적이었다. 많은 사람들로 부터 관련된 작업의 결과들을 많이 받았다. RFC 6092, 6125, 6204, v6ops-ipv6-cpe-router-bis 등의 문서를 받다. 결론적으로 다른 어떤 것을 개발할 필요가 있음을 알게 되었다.
- 따라서, homenet은 homegate와의 목적하는 바는 다르며, prefix configuration, routing, name resolution, service discovery, network security 등의 분야를 다루게 될 것이다.

- Architecture, Jari Arkko, draft-arkko-townsley-homenet-arch-00

- RFC 6204, draft-ietf-v6ops-ipv6-cpe-router-bis-01
- 최근 경향을 살펴보면, 현재 IPv6가 driving force이며, CDN 같은 것에 비해서 홈 네트워크이 느리게 가고 있고, 홈 네트워크는 손님, 개인 공간, 시설(utility) 등의 네트워크로 분리되어 논의되고 있다. 이와 같은 여러 가지 홈 네트워크에 많은 네트워크 디바이스들이 등장하고 있으며, IoT/M2M 장비 및 응용의 연구가 필요한 이유이기도 하다. 따라서 이더넷이나 센서네트워크와는 다른 기술적인 특성을 가지게 된다. 또한, 경계라우터에 NAT를 제거하는 방안과 네이밍과 주소의 수동 설정에 대한 고려가 진행되고 있다.
- 기본적인 네트워크 구조는 RFC 6204, v6ops-ipv6-cpe-router-bis 및 draft-baker- 문서를 참조하기 바란다.
- 다음 그림과 같은 실제적인 환경을 참고해 볼 때, 자동화(Automation)은 꼭 필요하며, 그 외 라우팅 프로토콜, 디바이스 경로 탐색, 프리픽스 설정 등도 필요하다. 또한 ISP로 부터의 IPv6 서비스에 대한 생각: ISP들은 아직 IPv6 서비스를 제공할 마음이 없으며, IPv6 보안은 아직 정의되어 있지 않다. 그러나 IPv6 주소를 받을 수 있는 있는 환경이다.

· 실제 예시 (A real-world example)



(그림 2-2) 실제 홈 네트워크 환경 예시

- IoT, M2M 및 센서 네트워크에서 현재 많은 레거시 장비들에서 IP 노드가 네트워크의 전위(front-end)에서 동작하고 있다. 그러나 센서나 소형 디바이스를 고려한다면, 이더넷 네트워크상의 IPv6 모델처럼 새로운 형태로 이행해야 할 것이다. LAN기반의 센서 네트워크와 다중 홉 다중 경로 설계 네트워크와는 상당한 차이가 있다. 멀티 홉 네트워크는 저전력 라우팅 프로토콜 설계, LAN 네트워크를 필요로 하게 된다. 또한, 소유권, 법적문제, 보안 이슈 등으로 인해 다른 형태의 네트워크를 고려할 수 밖에 없게 된다. 그럼에도 불구하고, 우리는 일반 목적 기술 (general-purpose technology)를 고려해야 하며, 무선랜, GSM, 이더넷, HTTP/CoAP, 표준 스위치 장비, 라우터, 서버 등을 필요로 하게 된다. 이는 일반적인 레거시 장비들에 IP 솔루션을 탑재해야 하는 이유이다. 라우터 외에도 파일 서버, 프린터, 다중 디바이스 홈 자동화 등을 위해 네이밍과 서비스 탐색이 요구된다.
- 홈 네트워크상의 장비의 주요 기능에는 프리픽스 설정, 라우팅 관리, 네이밍, 서비스 탐색, 보안 등이 있다.
- 홈 네트워크를 설계함에 있어서 가능한 큰 규모의 서브넷

(largest possible subnets), NAT를 배제한 E2E 통신 (Transparent end-to-end communication (avoid NATs etc)), 자동화 (self-organization), 토폴로지에 대한 가정을 배제 (avoiding topology assumptions), 지능형 정책 (Intelligent policy), 하나의 Box 내에 코드를 설치 (Enable existing code in the box, don't add too much more) 등을 고려해야 한다. 다만, RFC 규격에 너무 억매이지 말고, NAT와 같은 네트워크 구조를 벗어나 설계할 수도 있어야 한다.

- Prefix Configuration & Managing Routing, Fred Baker

- 관련 문서에는 draft-baker-fun-multi-router-00, draft-baker-fun-routing-class-00, draft-herbst-v6ops-cpeenhancements-00 등이 있다.
- 소규모 네트워크에서 라우팅을 하고자 할 때 , 저비용으로 다중 라우터들을 설치할 수 있다. 그렇지만, 라우팅에 문제가 발생할 수도 있음에 주의해야 한다. RIPng, OSPFv3, IS-IS, BGP4+ 또는 그 밖의 어떤 방식을 사용할 수 있을 지를 검토해야 한다.
- 다중 LAN 환경에서 다중 서브넷을 구성하면, zeroconf 형태로 subnet 번호를 할당하는 것이 하나의 방법이다. 또는 새로운 프로토콜 개발, DHCPv6, OSPF/IS-IS 등을 활용할 수도 있을 것이다. 이때, DHCPv6를 서브넷을 할당할 수 있도록 확장구현하거나 LAN 상에 특화된(designated) 라우터를 식별하기위해 OSPF/IS-IS를 사용할 수도 있다. 여기에 특화된 라우터는 DHCPv6 서버로 부터 서브넷 프리픽스를 할당받아야 한다.
- 현재의 IPv6 멀티호밍 모델에서, 호스트들은 라우팅에 대한 지식을 가지고 있지 않으면서 최적 송신 주소를 선택한다. 또한 라우터는 적절한 라우팅 세만틱을 가지고 있지 않으면서 exit 게이트웨이로 트래픽을 전달한다. shim6의 결과를 살펴보면, exit 라우팅을 할 수 있는 방법을 가진다면 좋겠지만, 적절한 방

법은 있을 지를 검토해야 한다. 현재 권고되는 upstream 경로 설정에 대한 예를 살펴보면, 일본의 IPTV ISP는 할당된 송신 주소를 사용해서 트래픽을 받아들일 지를 결정하고, 그에 따라 처리한다. 그러나 일반적으로 ISP들은 레지텐셜 고객들과 라우팅을 위한 정보를 교환하지는 않는다. BCP 38 문서 참조하라.

- 일반적으로 인터넷 라우팅 프로토콜들은 트래픽 클래스에 따라 목적지로의 경로를 설정한다. 최근 그 변형이 제공되고 있다. 예로, OSPF는 DSCP (Differentiated Service Code Point)를 사용해서 목적지에 대한 경로 관리를 지원한다. 또한, ACL(Access control lists)를 통해, 일치되는 트래픽만 이웃 라우터로 라우팅되어야 한다. 여기서 DSCP는 ToS 영역 등의 상위 6비트를 사용하며, 네트워크 트래픽에 서로 다른 수준의 서비스를 할당할 수 있도록 하는 IP 패킷의 한 필드를 의미한다. 여기서 사용되고 있는 개념적 모델은 “longest match” 규칙을 “most specific”으로 대체한다. 이는 다수의 호스트-호스트 경로들의 집합(aggregation)을 고려해야 하기 때문이다. 따라서 가장 특별한 트래픽 클래스에 일치되는 경로를 선택할 것이 적절할 것이다. 여러 개의 “specific traffic class”에 일치되는 하나의 트래픽 클래스는 이런 트래픽 클래스들의 집합이라 할 수 있다

- Network Security, Chris Palmer

- 로컬 사이트 내에서의 보안과, 로컬 사이트 외부로 부터의 보안으로 구분해서 논의할 필요가 있다.

- Name Resolution, Chris Griffiths

- 관련 자료는 RFC 6092과 draft-vyncke-advanced-ipv6-security-02이 있다.
- 홈 네트워크에서 네임 탐색과 레졸루션은 복잡하며, IPv6 범주 내에서 잘 관리되지 않고 있다. 이는 홈 네트워크 내부와 외부

양쪽에서 호스트들을 리졸빙하기 위해 잘 정리할 필요가 있기 때문이다. 따라서 홈 네트워크 내의 로컬 네이밍에 대한 연구를 진행하여야 하며, 대안이 되는 여러 가지 기술들이 있다. 예로, mDNS, UPnP, SSDP 탐색, DHCPv4와 DHCPv6 네임, 웹 UI를 통한 수정 설정 등이 있다.

- 메일링 리스트를 통해 제안된 방식을 살펴보면, 게이트웨이로 DNS 위임(DNS delegation to gateway): ISP는 zone을 위해 게이트웨이로 위임하게 된다. 먼저 ISP는 기본적인 zone (example.com)을 제공하고, 고객은 하나의 zone (foo.example.com)을 등록한다. 그 후 ISP는 등록된 zone을 고객의 게이트웨이로 위임하게 된다. Reverse zone의 경우도 동일한 형태로 게이트웨이에 위임하게 된다. 이후에, DHCPv6 또는 SLAAC를 통해 위임된 프리픽스와 게이트웨이의 공개 주소를 고객은 제공받게 된다. 제안된 방식에 대해 메일링 리스트를 통해 논의된 사항들을 살펴보면, 게이트웨이 디바이스가 오프라인일 수 있으므로, 절름발이 위임(Lame delegation)이 될 수 있다. Upstream DNS에 대한 리소스 제약이 있을 수 있으므로, 대규모 네트워크는 문제를 발생할 여지가 있다. 게이트웨이를 권위 있는 DNS 서버(Authoritative DNS Server)로 만드는 것은 보안 위험에 노출될 수 있다. 하나의 게이트웨이 디바이스에는 두 번째 서버를 설정할 수 없다. DDNS (Dynamic DNS)를 IoT(Internet of Things) 범주까지 확장하는 것은 문제의 여지가 있어 보인다. 사용자 또는 ISP에 의해 미리 등록된 “pre-defined zone”에만 DDNS 업데이트를 사용하는 것이 적절할 것이다. 물론 DDNS 업데이트는 DHCPv6 서버에 의해 다룰 수 있을 것이다. 레지덴셜 게이트웨이를 위해 RDNS를 사용하는 것은 어떨지. 포워드 레코드를 위해서만 이 방식은 적절할 것이다. 대규모 zone을 위해서는 적절하지 않을 수 있다. IPv6와 IPv4 호스트네임 탐색을 지원하는 것이 설계상에 포함되어야 한다. 게

이트웨이에서 DNS 캐싱과 프락싱은 여전히 문제일 수 있다. 이상과 같은 내용들이 제시되고 논의되었다. 좀더 자세한 사항을 알고자 한다면, draft-howard-isp-ip6rdns-04와 draft-cloetens-homenet-dns-delegation 문서를 참고하세요.

- Recursive DNS Delegation to support IPv6 Routed Topologies
 - draft-cloetens-homenet-dns-delegation-00.txt
 - IPv4 네트워크 환경에서 널리 사용되고 있는 NAT로 인해, DNS는 공공 인터넷 주소들(public internet addresses)을 리졸브하기 위해 큰 도메인 공간을 세그먼트화해 왔다. 또한 인트라넷 주소를 리졸브하기 위해 셀 수 없을 만큼 작은 도메인 공간으로 세분화되었다. IPv6는 기본적으로 NAT에 대한 필요성을 제거한다. 그래서 인터넷을 글로벌하게 라우팅되는 주소 토폴로지로 합치는 노력이 있다. 이 문서는 하나의 큰 공공 인터넷 도메인 공간으로 도메인을 재합치는 것을 목표로 한다.
- Service Discovery
 - 이번 회의에서 논의되지 않았다.

라. roll 워킹그룹 회의 요약

저전력 Lossy 네트워크에 연결된 다양한 PHY/MAC 기반의 장비를 위한 end-to-end IP 기반 라우팅 기술을 연구하는 그룹으로, 2007년 11월 BoF를 열어 2008년 3월에 첫 워킹그룹 회의를 한 이후 4개의 응용 기반 라우팅 요구사항 및 프로토콜 survey문서를 진행하였다. 현재 JP Vasseur과 David Culler가 의장을 맡고 있다.

- o 이번 회의 주요 논의 사항
 - 워킹그룹 주요 현황 (의장)
 - IESG는 RPL을 위한 AS (Applicability statement) 문서를 요구

했다. RPL이 어떻게 설정되고 사용되며, RPL을 위한 어떤 이슈들을 있는 지를 정리할 것을 요구한다. 따라서 워킹그룹은 charter를 정리해서 관련 작업을 진행한다. RPL applicability statement for AMI networks, Draft-popa-roll-applicability-ami-00, Advanced Metering Infrastructure (AMI) 등의 문서가 논의 대상이다.

- 신규 문서로 draft-ietf-roll-trickle-mcast-00, draft-ietf-roll-p2p-measurement-01, draft-popa-roll-applicability-ami-00 등의 문서가 제안되었다.
- "Applicability Statement for the Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks (RPL) in AMI Networks"
 - draft-popa-roll-applicability-ami-00
 - 이 문서는 AMI 네트워크에서 RPL을 적용하기 위한 논의를 다루고 있으며, 대략적인 목차에는 개요, 보급시나리오, RPL을 사용할 때 기능요구사항, RPL 프로파일, 고려사항 및 보안고려사항 등이 포함되어 있다.
 - AMI 보급 시나리오는 미터링 디바이스를 포함해서 수백만 개의 리소스-제한 디바이스에 대한 고려, 다양한 네트워크의 밀집도(노드 당 이웃노드의 수는 1에서 100개까지), 1~10K 디바이스들이 형성하는 자신들만의 라우팅 도메인, 미터와 유틸리티 네트워크 사이의 트래픽은 많은 NAP(Network Aggregation Points)를 통해 전달되는 유틸리티 네트워크의 많은 트래픽 등을 고려해야 한다.
 - AMI 응용에는 MDM과 DA를 고려해야 한다. MDM (Meter Data Management)은 유틸리티 응용과 미터 간에 유니캐스트 또는 멀티캐스트 통신이 필요하며, 주기적인 미터링을 위한 스케줄된 트래픽을, 요구에 의한 미터링일 경우는 주문형 (on-demand) 트래픽을 사용해야 한다. DA (Distribution

Automation)는 지연에 민감하면서도 참을 수있는 (Delay sensitive & delay tolerant) P2P 응용을 적용한다.

- RPL P2P (Mukul)

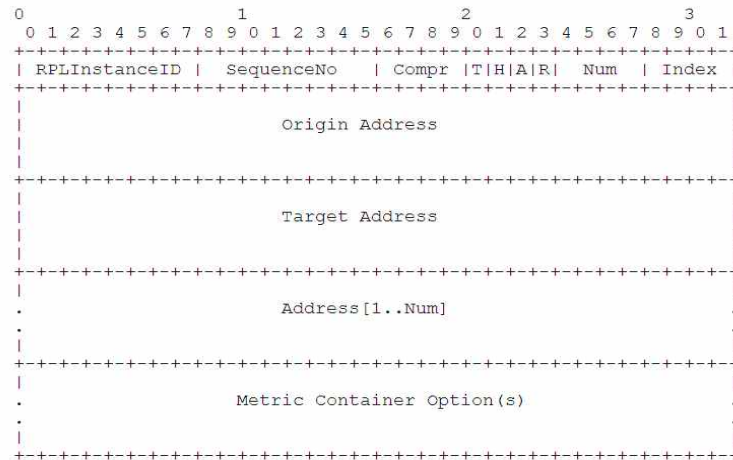
- draft-ietf-roll-p2p-rpl-04 "Reactive Discovery of Point-to-Point Routes in Low Power and Lossy Networks" 문서가 논의되고 있다.
- LLN 에서 임의의 IPv6 라우터들 간의 P2P 통신은 많은 응용들의 주요한 요구사항이다. 또한 RPL은 LLN 토폴로지를 제약해서 DAG (Directed Acyclic Graph)로 한정하며, DAG 링크 간에 유지되는 P2P 라우팅을 요구한다. 이런 P2P 경로들은 최적이지 아닐 수 있어서, DAG root 부근으로 트래픽 혼잡을 일으킬 수 있다. 따라서 이 문서는 RPL 기반 기능들을 보완하기 위한 P2P 경로 탐색 메커니즘을 제시함. 이 메커니즘은 IPv6 라우터들에 의해 LLN 상의 다른 IPv6 라우터들로의 경로를 탐색하고 설정하는 기능을 허용하게 된다. 현재 INRIA에서 Contiki (2.x-20110630) 기반으로 구현 중에 있다. Contiki, 802.15.4, 6LoWPAN, IPv6 및 P2P-RPL을 가진 응용이 대략 47KB 메모리를 필요로 한다. www.lix.polytechnique.fr/~mph/p2p/ 사이트를 참고하기 바란다.

- A Mechanism to Measure the Quality of a Point-to-point Route in a Low Power and Lossy Network

- 목적지로의 경로가 만족스럽지 못할 경우, 라우터는 P2P-RPL 메커니즘을 사용해서 더 나은 경로를 탐색하게 될 것이다.
- 따라서, P2P-RPL 경로 탐색 방식은 탐색된 경로가 요구한 만족도를 충족하는지를 알 수 있도록 라우팅 제약사항 규격을 필요로 한다.
- 그래서, 라우터는 존재하는 경로를 따라 라우팅 메트릭의 합쳐

진 값들을 이용해서, P2P-RPL 경로 탐색 내에서 사용되고 있는 합리적인 라우팅 제약사항과 비교해야 한다.

- 이렇게 측정된 경로는 RPL이나 P2P-RPL에서 사용되는 소스 라우팅 또는 hop-by-hop 경로 설정이 될 수 있을 것이다.
- 기능을 살펴보면, 먼저 송신자는 “Measurement request” 메시지를 측정된 경로를 따라 전송하게 된다. 이때, request 메시지는 목적지를 향해 전달되면서 라우팅 메트릭의 값들을 축적하게 된다. Request 메시지를 수신한 목적지 노드는 유니캐스트로 송신자에게 “Measurement Reply” 메시지를 전송하게 된다. 이 메시지에는 축적된 라우팅 메트릭 정보가 포함되게 된다.
- 새로운 RPL Control 메시지, Measurement Object (MO)



(그림 2-3) RPL 제어 메시지 형식

- draft-goyal-roll-rpl-compression-00 - "A Compression Format for RPL Control Messages"
 - 이 문서는 RPL ICMPv6 RPL control 메시지를 위한 압축 포맷을 제시한다.
 - RPL은 LLN을 위한 IPv6 라우팅 프로토콜이며, 동작을 위해 새

로운 ICMPv6 제어 메시지를 이용함. 이 메시지들은 작은 페이로드를 가진 링크를 통해 RPL을 적용하고자 할때 분할(fragmentation)에 매우 민감하다.

- 따라서, 이 문서는 ICMPv6 RPL 제어 메시지를 위한 압축 포맷을 제시하며, 이를 통해 분할을 최소화하고자 한다.
 - 이 문서는 현재 RPL의 DIO (DODAG Information Object) 기반 오브젝트, DODAG 설정 옵션 및 라우팅 메트릭/제한된 오브젝트를 위한 압축 포맷을 제시함. 향후 다른 RPL 메시지에 대한 압축 포맷도 포함시킬 예정이다.
- "Adapted Multimedia Internet KEYing (AMiKEY): An extension of Multimedia Internet KEYing (MIKEY) Methods for Generic LLN Environments" (Roger Alexander)
- draft-alexander-roll-mikey-lln-key-mgmt-01
 - MIKEY (Multimedia Internet Keying)는 실시간 응용을 위해 사용되는 키 관리 프로토콜이다.
 - RFC 3830에 정의되어 있는 것처럼, 4개의 키 분배 기법을 정의하고 있으며, pre-shared key, public-key 암호화 및 DH (Diffie-Hellman) 키 교환을 포함하고 있다.
 - 또한 프로토콜 확장을 가능하게 정의되어 있기에, 이 프로토콜을 기반으로 많은 확장들이 개발되고 있다. 예로, IETF RFC4442, 4563, 4650, 4738, 5410, 6043 및 6267이 있다.
 - 그러나, 이런 많은 확장과 범용성에도 불구하고 MIKEY와 관련 확장들은 안전한 실시간 수송 프로토콜 (SRTP, Secure Real-time Transport Protocol)에 초점을 맞추고 있다.
 - 이 문서는 MIKEY와 관련 확장들이 SRTP 도메인 외에 보다 일반적인 환경에서 적용될 수 있도록 단순화시키는 것을 목적으로 함. 특히, LLN 내에서 또는 다른 제한된 디바이스 기반 네트워크에서 적용하는 것을 목표로 한다.

- "The Direction Field in Routing Metric/Constraint Objects Used in RPL" (Mukul)
 - draft-goyal-roll-metrics-direction-00
 - LLN 환경은 일반적으로 비대칭 링크로 구성된다. 따라서 많은 링크-레벨 라우팅 메트릭들은 지향성(방향성)을 가진다.
 - 또한, 링크 레벨 메트릭을 양방향 형태로 계산하는 것이 항상 적절한 것은 아니다. 만약 하나의 DAG가 DAG root로 저속 지연 통신을 한다면, 링크 지연은 “UP” 방향으로 측정되어야만 한다. 만약 임시 DAG가 목적지로의 P2P 경로를 탐색하기 위해 구성되어 있다면, 라우팅 메트릭은 “DOWN” 방향으로 측정되어야만 한다.
 - 따라서, 라우팅 메트릭과 제약사항 이내에서 방향성 측면을 명시하는 것이 매우 중요하다.
 - 이 문서는 “Routing Metric/Constraint Object” 헤더 내에 2비트의 “Direction” 필드를 새롭게 정의한다. 여기서, 0x00은 undefined, 0x01은 Up, 0x02는 Down, 0x03은 Bidirectional이다.

- Identifying Defunct DAGs in RPL (Mukul)
 - Defunct DAGs를 노드가 식별할 수 있는 메커니즘이 요구되며, 이 메커니즘은 DAG를 위해 유지되는 상태 정보들도 삭제 기능도 포함해야 한다.
 - DIS 내에 “no inconsistency” 플래그를 명시하고, 이 플래그가 설정되면 멀티캐스트 DIS는 수신 RPL 라우터 내에서 Trickle 타이머를 리셋하지 않도록 해야 한다.
 - 참고 문서는 draft-dejean-roll-selective-dis-00이 있다.

- Update from Pascal Thuber on Applicability statement: RPL for Industrial Automation
 - draft-phinney-rpl-industrial-applicability-statement

- IP를 포함하는 산업 네트워크 (Industrial network)은 기존의 IT 환경과는 다른 목적을 가짐. 프레스 제어(Process control)나 공장자동화(Factory Automation)는 IT 환경에서의 제약사항들과는 다름. 즉, 낮은 지연과 높은 사이클 결정론 (low latency and high cyclic determinism)을 필요로 한다. 예시로 100 헥타르 규모의 대규모 정련소, time-critical 프로세스 제어 환경 등이 있다.
- 유지비용 문제, 대규모 센서 연결을 위한 경제성 등을 고려할 때, 무선 환경을 적용하는 것이 적절하다.

마. Iwig (Light-Weight Implementation Guidance) 워킹그룹 회의 요약
제한된 환경에서 IP-capable 디바이스들 간의 최소 상호동작을 가능하게 하는 것을 목표로 한다. 따라서 이 워킹그룹은 초소형 디바이스의 구현을 목표로 하고 있다. 지난 3월 회의에 이어 이번이 2번째로 개최되었다. Zhen Cao와 Robert Cragie가 의장을 맡고 있다.

o 이번 회의 주요 토의 내용:

- Introduction

- Cao는 워킹그룹의 목표와 마일스톤을 발표했으며, Iwig-guidance 문서는 현재 개발 중이며, 더 많은 기고가 필요함을 언급하였다.
- Jari는 Samita와 Eric에 의해 6man 워킹그룹에서 개발되고 있는 energy-aware ND에 대한 고려를 언급하였다.

- Lightweight Implementation Guidance

- 현재 우리는 6LoWPAN, 6LoWPAN_ND, RPL, CoAP 등의 프로토콜들을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 이 기술들을 최적화한 프로토콜을 구현하는 것이 요구된다. 구현은 작고 상호운용될 수 있도록 하기 위한 지침을 개발해야 한다.

- 따라서, constrained device를 위한 IP 스택을 구현한 경험을 서로 공유하고, 최신의 실제적인 기술들을 공유하여 관련 스펙들을 위한 적합성 기법을 개발하고자 한다. 우리에게는 최적의 소프트웨어 엔지니어가 필요한 것은 아니다.
- 현재, 10여명의 design team이 있지만, 아직도 더 필요하다.
- "Constrained" 디바이스는 두 가지 등급(class)를 가진다. 데이터 크기가 ~10kb, 코드크기가 ~100kb 정도이면 class 1이고, 데이터 크기가 ~50kb, 코드크기가 ~250kb 정도이면 class 2이다.
- 노드의 역할은 기술하면, constrained 노드는 sleepy 노드여야 하며, constrained 노드와 통신을 시도하는 노드들은 sleepy 노드이거나 일반적으로 항상 alive한 노드일 수도 있다. 또한, 게이트웨이나 프락시 노드는 sleepy이거나 always-alive일 수도 있다.
- 관련 기술들에는 Data Plane을 위해 6LoWPAN과 CoAP, Control Plane을 위해 RPL, 보안을 위해 PANA 등이 있다.
- 6LoWPAN 환경에서 분할 포워딩 기술은 구현되어야 한다. 6LoWPAN 적응계층은 분할을 요구하며, 각 홉 상의 노드에서 재결합 기능을 수행해야 한다. Route-Over 기술은 적응계층(adaptation layer) 위에서 수행되게 된다. 따라서 초기 분할에 들어가기 전에 캐시 엔트리를 만들어야 하며, 초기 분할은 즉각적으로 포워딩되어야 한다. 초기 분할이 아닌 경우, 캐쉬된 IP 헤더 정보에 따라 포워딩되면 된다.
- CoAP는 constrained 네트워크상의 M2M 통신을 위해 사용되며, 인터넷 상의 스마트 오브젝트들을 연결하기 위해 사용된다. 따라서 CoAP는 WSN을 위한 HTTP 등가(equivalent)라 할 수 있을 것이다.
- Message layer processing은 분할과 재전송을 피해야 하며, state 유지와 전력 사용을 최소화해야 한다. 특히 서버 측면에서

- 중요하다. 또한, "Send buffer"와 "tick counter"를 가져야만 한다. 이때 분리된 응답(response)들을 발생할 수 있도록, 서버들은 클라이언트의 트랜스포트 주소와 토큰을 유지해야만 한다. Sleepy 노드는 클락을 조정해야 하며, 이를 통해 sleep 기간 동안 인터럽트들이 실행되지 않도록 할 수 있게 된다. 다만, 첫 1 또는 2 재전송 사이클 동안에는 sleep 상태여서는 안된다.
- 일반적인 메시지 파싱 전략이 요구되며, type-decoding 방법으로 bit-vector 방식을 제안한다. 어떤 옵션들은 여러 경로를 허용한다. 여기서 마지막 segment는 유일해야 한다.
 - Cao는 Route-over fragment forwarding에 대해 발표함. Angelo는 fragmentation 환경에서 충돌 위험이 있다고 설명함. 2개의 분할된 패킷들이 동일한 데이터그램 태그를 가질 수 있기 때문이다. Cao는 충돌이 일어나지 않을 것이라고 함. 오프라인에서 논의하자고 Angelo가 언급하였다.
 - Olaf는 메시지 계층 처리를 포함해서 CoAP 가이드를 발표하였다. Jari는 송신과 수신 fragment 사이에 차이가 있을 수 있음을 언급했으며, Michael이 IP fragment를 의미하냐고 질문하자, Jari는 그렇다고 대답함. 또한 Olaf는 Block option을 통해 IP 계층의 분할을 피할 수 있다고 언급하였다.
 - Alex는 proxy를 운영하는CoAP이 요구되는 지를 물었고, olaf는 불필요하다고 언급함. 그렇다면, 디바이스가 IP를 사용하지 않는 KNX나 BACnet은 CoAP 프락시 사용을 금지해야 하며, 매우 주의깊게 고려할 필요가 있다고 Kerry가 언급함. 이때, Jari는 CoAP가 IP 기반 프로토콜인지를 명확히 할 필요가 있음을 언급했으며, 보급측면에서 non-IP 디바이스를 위한 non-IP 프락시를 사용할 수도 있다고 하였다.
 - Angelo는 분리된 응답을 발생하는 경우가 무엇인지를 물었으며, 하나의 서버는 요구 상태를 유지할 필요가 있으며, 관리되는 상태는 서버를 위한 요구사항은 아님을 언급함. 이에 Olaf는

서버는 상태를 유지할 필요가 있으며, 응답을 위한 추가적인 메모리를 필요로 한다고 언급함. 그러자 Angelo는 고정 또는 동적 메모리 할당이나고 물었다. Olaf는 대답하지 않았다.

- Cao는 분할을 간편화하기 위한 방법을 이전에 자신이 설명했는데, 그렇다면 분할을 피하기 위한 당신(olaf)의 제안은 무엇이며, 전반적인 가이드라인은 무엇인 지 묻다. Olaf는 언급하지 않았다.
- 일반적인 질문으로, Kerry는 CoAP가 재전송 메커니즘을 사용하고, 그에 대한 응답이 클라이언트에게 전달되지 않는다면 서버에는 어떤 문제가 있는 지를 질문함. 서버는 아마도 이와 같은 목적을 달성하기 위해 request 상태를 유지할 필요가 있을 것이라 언급한다.
- Kerry는 HTTP와 CoAP를 위한 동일한 인터페이스가 있는 지를 질문함. Jabber로 부터 메시지 ID에 의해 해결될 수 있을 것이라 한다.
- 토큰 핸들링에 대해서, Olaf는 디폴트 값, 0은 사용되지만 pipelining되지 않음을 설명하였다. Non-zero 값이 다중 출력 요구들을 위해 필요함을 언급하였다. Angelo는 토큰을 사용하는 것은 문제가 있음을 언급하였다. 왜냐하면, 토큰은 요구/응답 계층에 있는 것이며, 우리는 메시지 계층에 주로 관심이 있다. Olaf는 2계층을 명확히 분리할 수 없다고 했으며, Angelo는 어떤 문제로 계층 위배를 발생하지 않도록 토큰을 유지해야 한다고 하였다.

- Implementing Tiny CoAP Sensors (Jari Arkko)

- Sleeping 노드를 지원하는 방식이 간단하고, 구현이 용이하고, 문제가 별로 없는 통신 모델 등의 장점으로 사용자 측면에서 설계가 용이하다. 따라서 IPv6 기반 센서 제작이 가능하다.
- ARM 기반으로 프로토타입을 구현했으며, 구현된 프로토콜은

- 이더넷, IPv6, UDP, CoAP, XML과 응용, 멀티캐스트, 체크섬 등을 구현하였다. Device ID를 사용하며, 설정은 필요하지 않다.
- 구현상의 첫 번째 문제점으로 슬리핑 노드의 처리이다. 디바이스는 이상적으로 가능한 sleep할 수 있어야 하며, 기능적으로 응답을 기다리는 형태로 구현되어야 한다. DHCP의 주소, RA의 프리픽스, DAD 응답, CoAP/HTTP 요청 대기, CoAP 등록 대기 등이 있다. 센서(S)는 정보를 멀티캐스트하고, 캐시 노드(C)는 메시지를 수집하고, 동시 다른 노드(U)들은 캐시로 접근할 수 있다. 따라서 현재의 CoAP통신 모델은 잘못되었다. 주기적인 메시지 전송시간, 센서가 깨어나는 시간 등을 고려해서 구현해야 한다.
 - 구현상의 두 번째 문제점은 브로드캐스트 스톰(storm)이다. 모든 노드들이 수신하는 것을 피하기 위해 IPv6 멀티캐스트를 적절하게 사용해서 해결해야 한다. 즉, 브로드캐스트를 사용하지 않아야 한다는 의미이다. "Sensor-class specific multicast" 그룹을 만들어서 활용할 수 있다. 여기서, ND 내에 solicited node multicast address를 활용한 트릭이 있다. 예로, FF02::1:FEXX:XXXX, XXXXXX = 1을 온도 센서용으로 사용하면 된다. Sleeping 주기를 랜덤하게 해야 할 것이다.
 - 구현상의 세 번째 문제점은 주소 설정이다. 깨어있지 않는 상황에서 어떻게 주소를 가지고 유지할 것인가 하는 것이 문제이다. IPv6 링크-로컬 주소를 사용하는 방법이 있을 수 있으며, RA를 기다릴 필요가 없다는 장점이 있다. 또는 미리 정해진 프리픽스를 활용하면 될 수도 있다. 이는 MAC 기반으로 새로운 주소를 생성하는 방법과 DAD를 사용하지 않는 방법을 활용하면 된다.
 - 구현상의 네 번째 문제점은 Zero configuration이다. 초소형 디바이스들의 경우, 설정을 하지 않는 방법은 없을까하는 것이다. 센서 ID는 공장 출하 시 하드웨어에 이미 포함되어 있다. 센서

들은 멀티캐스트를 사용하기 때문에 특정 목적지 주소를 알 필요가 없다. 센서 노드를 위해 필요한 모든 설정은 게이트웨이 및 캐시 노드에서 일어난다. 예로, 특정 센서 X 는 방 Y에 있을 수 있기 때문이다.

- 구현상의 다섯 번째 문제점은 체크섬이다. 재계산하거나 미리 계산하는 것이 가능하다.
 - CoAP에 대한 추가 사항으로, 선택스와 동작 측면에서의 변경 사항, 현명한 통신 모델의 선택, sleep 노드 선택 상의 주의점, CoAP Observe 규격 등을 고려해야 한다.
 - 사용될 수 있는 통신 모델들 환경에 따라 다양하다. 센서가 클라이언트인 경우(Sensor-only), Confirm 여부와 상관없이 바로 power-down되어야 한다. 센서가 confirm을 받은 후에 (Send-Confirm), power-down되어야 한다. 센서가 서버(Server) 역할을 하는 경우, ACK 응답을 보내야 한다. 센서가 관찰자(Observer) 역할을 하며, 최초 요청을 받은 후에 응답은 wake-up 할 때마다 보낸다.
 - 주소 기반 통신을 위해 L2 특성을 고려해야 하는 지(Angelo)에 대해, 셀룰러는 sleep 노드에 대한 L2 기능을 가지고 있기 때문에 L2와 상위 계층 간의 cross-layer 최적화가 필요함(Jari) 반면 L2는 비콘을 가지고 싱크를 맞추지만, 많은 최적화된 방법들은 L2 특성을 이용하지 않는 것으로 알고 있다(Michael). 아마도 Wired 환경은 특별한 경우라고 봐야 할 것이다(Jari).
- HTTP-CoAP (by Angelo)
- HC (HTTP-CoAP) 프락시 구현자들을 위한 참고문서 제공을 목적으로 함. 또한, 상세한 보급 옵션들을 제시하며, URI 매핑, 프로토콜 전환 고려사항 등을 기술한다.
 - 또한, HC 프락시는 제한된 디바이스 상에서 운영되는 것을 고려하지 않고 있다.

- Cross-protocol URI는 2가지 측면에서 고려해야 한다. Protocol-aware인 경우, 클라이언트는 프로토콜에 특화된 방식을 사용한다. 예로, `coap://node.something.net/foo`이 있을 수 있다. Protocol-agnostic인 경우, 클라이언트는 자연스러운 방식을 지원한다. 예로, URI 내에 `coap://xxxx` 부분을 포함해야 한다. 또한 Cross-protocol URI 매핑 방식이 요청된다.
- URI 매핑을 살펴보면, 2개의 다른 방식을 사용하는 도메인간의 URI 매핑을 위한 메커니즘이 필요하다. 일반적인 방식으로 매핑이 시간에 따라 변하지 않는 Static 방식과 매핑이 시간에 따라 변경되는 Dynamic 방식이 있다. Homogeneous 방식의 예를 살펴보면, URI의 일부인 스킴 부분만 변경되고, 관리기관 (authority)와 경로(path)는 변경되지 않는다. 가로채기 프락시 (Interception proxy) 보급 측면에서 이 기법을 사용해야 한다. `coap://node.something.net/foo`, `http://node.something.net/foo` 등이 이용될 수 있다. Embedded 방식의 예를 살펴보면, 매핑되는 URI 내로 내포되어야 한다. Reverse 프락시 보급에서 이 방법을 사용하는 것이 매핑 복잡도를 줄여주기에 유리하다. `coap://node.something.net/foo`, `http://example.com/node.something.net/foo` 등으로 표현될 수 있다.

바. CORE 워킹그룹 회의 요약

o Chair : Carsten Bormann (TZI), Cullen Jennings (Cisco)

o 워킹그룹 일반 개요:

- 6LoWPAN 노드와 같이 작은 노드에 IP를 연결해 하는 통신이 스마트 그리드, 산업체, HAN, 도시, 임베디드 응용 네트워크 등이 있으며, 인터넷 통신 관련해서는 6LoWPAN 워킹그룹이 있으며, 라우팅을 위한 ROLL 워킹그룹이 관련 표준화를 진행하는데 반하여, 관리, 서비스 탐색 등과 같이 응용 프로토콜에 대한 요구사항을 해결할 장소가 없다.

- IP의 사용을 통하여 글로벌 동작 프로토콜로 사용할 수 있으며, IPSO Alliance, ETSI M2M, Wavenis, IEC Smart Energy, Zigbee IP, IP500 Alliance, Open Geospatial Consortium 등이 6LoWPAN 기반의 6LoWAPP의 필요성을 요구하고 공감하고 있다.
- 75차 IETF에서 6LoWAPP BarBof로 출발하여 76차 회의에서 6LoWAPP BoF를 열고, 이번 77차 회의에서 워킹그룹으로 승인되며 CoRE(Constrained RESTful Environments) 워킹그룹으로 이름을 바꾸어 출발하였다.

o 이번 회의 주요 토의 내용:

- Link Format, draft-ietf-core-link-format (Shelby)
 - 현재 버전 7 단계이다. 지난 1월 26일에 WGLC이 완료되었다. LC 동안에 나온 의견(LC tickets)들이 -06 버전에 반영되었다. 유효한 AD 검토가 있었으며, attribute registry 제거, attribute 의 ABNF 형식 개선, UTF-8 형식이 고정된다. 이번 주에 버전 7이 공개되었으며, 다음 단계는 IESG로 보내는 것이다.
 - 이 문서는 Web 링크를 정의하고 있다. 호스트의 리소스, 속성 및 링크간의 연관관계 등을 기술하기 위해 제한된 웹 서버들에 의해 사용되는 링크 포맷을 사용하는 것을 웹 링크(web linking)이라고 한다.
 - RFC5988에 정의된 HTTP 링크 헤더 형식에 기반을 두어서, CoRE 링크 형식은 페이로드 내에서 전달되고 인터넷 미디어 형식을 할당한다. 잘 알려진 URI가 서버들에 의해 호스팅되는 링크들을 요청하는 entry-point로 사용된다.
- CoAP, draft-ietf-core-coap (Shelby)
 - 현재 버전 7까지 나와 있다.
 - ETSI M2M TC가 CoAP binding을 승인(approve)했으며,

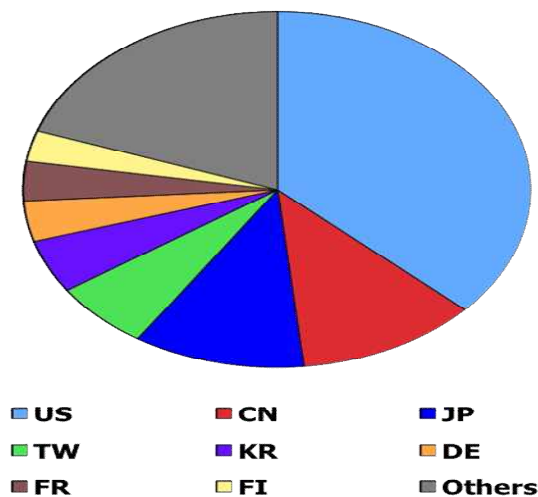
- ZigBee SE2에서도 CoAP를 사용 하는 것을 고려하고 있다.
- 최근 Firefox CoAP plug-in이 나왔으며, Wireshark에서도 CoAP를 지원하고 있다.
 - UTF-8 언어를 사용할 수 있도록 개선되었으며, 보안강화를 위해 DTLS를 강제사항(mandatory)으로 사용하도록 한다.
 - 새로운 수용 옵션(accept option)에 대한 논의가 진행되었으며, preference에 따라 다양하게 허용하는 것에 대해서 논의가 진행되었다. CoAP 서버는 가능한 accept media type 중에서 하나만 return해야 한다.
 - 필요하다면, 보안 관련된 부분을 수정해야 하며, 이미 고유된 키 모드(pre-shared key mode)와 인증서 제공(certificate provisioning story)을 완성해야 한다.
 - 현재 WGLC 단계이다.
 - CoRE의 기본 구조는 아래 그림과 같이 인터넷상의 서버가 Constrained 환경의 노드와 직접 통신 또는 서버와의 통신에 사용되는 인터페이스 프로토콜이다.
- Block, draft-ietf-core-block (Shelby)
 - request에 block transfer를 enable하고, 응답으로 block1, block2를 수신하는 것을 설정한다.
 - 주요한 사용 예는 POST를 사용하는 RPC 환경이다.
 - -03 버전을 기준으로 block1은 구현된 것이 있으며, block1, block2를 대치할 좋은 이름이 필요하다.
 - CoAP는 데이터그램 전송을 위해 사용되고 있으며, 더 많은 분할을 하지 않도록 전달되는 리소스의 최대 크기가 제한되어 있다. 여기서, block 옵션은 블록 형태로 더 큰 크기의 데이터그램 전송을 위한 방법을 제시한다.
 - Observe, draft-ietf-core-observe (Hartke)

- 리소스(resource)를 관찰(observe)하는 방법을 제시하고 있으며, 버전 2까지 나와 있다.
 - 검출(detection)을 재정렬(reordering)하는 부분이 너무 복잡하여 문장을 간단히 정리할 필요가 있다.
 - 서버가 대부분의 시간을 sleeping 상태에 있기 때문에, 서버로 관찰 설정 요구(observation relationship establishment request) 메시지를 전송하는 어려움이 있다. sleeping 노드를 대신해서 프락시 버퍼 요구(proxy buffers requests) 메시지를 보낼 수도 있다. 또는 고정 observation relationship을 사용하자 (설정된 observation relationship)
 - CoAP 서버 상의 리소스의 상태는 시간에 따라서 계속 변화하게 된다. 이 문서는 그런 변화를 관찰할 수 있는 능력을 클라이언트에게 줄 수 있도록 CoAP에 대한 간단한 확장을 제공한다.
- Proxy Implementation Advice (Castellani)
 - HTTP와 CoAP 매핑을 위한 가장 적절한 방법은 CoAP REST interface의 사용에 대한 간단한 지침을 제공하는 것이다.
 - 그 외 논의된 문서들은 다음과 같다.
 - Group Communications (Rahman)
 - Size Option (Li)
 - Request Timeout Option (Li)
 - Building Automation Usage (Van der Stok)
 - SoAP over CoAP (Moritz)

제 2 절 제82차 IETF 국제 표준화 회의

1. 개요

- 제82차를 맞는 이번 회의는 총 48개국에서 931명이 참석하였으며, 한국은 ETRI, KISA, 삼성, 학계 등에서 30여명이 참석하였다. 한편 우리나라는 미국, 중국, 일본, 대만에 이어 5번째 많은 참석 국가이다.



(그림 2-4) 제82차 IETF 표준화 회의 등록현황

- 운영총회 (Operations and Administration Plenary)에서는 존 포스텔 어워드 수상자로 아시아에서는 일본, 중국에 이어 세 번째로 우리나라의 전길남 교수가 13번째로 선정되어 시상하였다.
- 존 포스텔 어워드: 1998년에 55세로 타계한 존 포스텔은 인터넷 프로토콜인 TCP/IP을 처음 개발하는 등, 구글의 빈트 서프와 함께 인터넷을 탄생시킨 실제 주역이며, 그의 업적을 기리기 위해 인터넷 발전에 기여가 큰 1인을 선정하여 1999년부터 시상하고

있다. 2010년까지 12명이 수상하였다.

- o 3번째 Itojun 서비스 어워드 수상자로 6rd 기술 개발에 대한 공로로 Alexandre Cassen이 수상하였다.
- o 지난 제81차 IETF 퀘벡 7월 회의 이후, 4개 워킹그룹 생성, 8개 워킹그룹 종료된다. 현재 대략 117개의 워킹그룹이 활동하고 있다.
- o 512개의 새로운 인터넷드래프트와 1112의 수정 드래프트가 제출되었다.
- o 97개의 새로운 표준 (RFC: Request For Comments)이 제정되었다. 51개는 표준트랙, 7개의 BCP, 35개의 정보제공용, 2개의 실험결과 RFC이다.
- o 기술총회에서 “smart object”에 대한 논의가 진행되었다.
- o 주요한 이슈들
 - 데이터센터, 클라우드 컴퓨팅 관련 논의 본격화되었으며, DCops(Data Center Operation) 워킹그룹으로 승인되었다.
 - 이동성 관리는 DMM(Distributed Mobility Management) 중심으로 논의 시작되었다. MEXT 워킹그룹이 DMM 워킹그룹으로 이름을 바꾸고, MIPv6 및 PMIPv6를 중심으로 DMM 연구를 본격화되었다.
 - SDN (Software Defined Networks) BoF 등 미래인터넷 관련 논의도 본격화되고 있다.
 - IPv6는 IPv4/IPv6 공존 환경을 기반으로 v6ops, softwire, behave 등의 워킹그룹이, 순수 IPv6 네트워크를 목표로 homenet 워킹그룹, IPv6 최적화를 위해 lwip, 6LoWPAN, CoRE, roll 등의 워킹그룹이 활동하고 있다.
 - Internet Area 워킹그룹 회의에서 IPv6 비전에 대한 3가지 발표가 진행되었으며, CGN 같은 기술은 사용을 자제하고, 터널링, NAT44, NAT64 등을 효율적으로 사용하는 것에 대해 소개하고 있다.

2. WG별 주요 회의 결과

가. 6man (IPv6 Management) 워킹그룹

o 의장들: Bob Hinden, Brian Haberman

o 6man 워킹그룹 일반 개요:

- 워킹그룹 현황: 6man 워킹그룹은 IPv6 워킹그룹의 활동을 이어받아서, IPv6 보급 촉진함에 있어서 IPv6 프로토콜 및 주소체계 상의 추가적인 확장 이슈를 다루고 있다.
- 현재 주요한 이슈는 플로우 레이블의 사용, 노드 요구사항 등이 있다

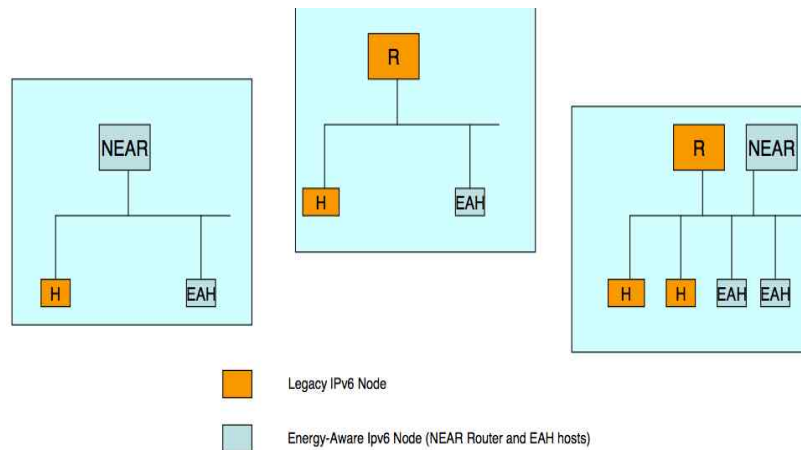
o 주요 토의 내용:

- Introduction, Agenda Bashing, Document Status
 - Flow label 규격 발행: RFC6437, 6436, 6438
 - Node 요구사항 문서: AUTH48 상태이며, 플로우 레이블 관련 텍스트를 첨가할 예정이다.
 - RPL 문서: IESG에서 검토 중에 있다.
 - Line ID: 실험용 문서로 WGLC 상태에 있다. 메일링리스트를 통해 논의되고 있으며, opaque data의 인코딩에 대한 이슈가 있다 (string or binary). 결론이 없었으며, 메일링리스트를 통해 추가적인 논의를 진행하기로 하였다.
 - An uniform format for IPv6 extension headers: PS 표준으로 IESG로 보낸 상태이다.
- Node Requirements update based on new Flow Label RFC
 - 노드 요구사항 BIS 문서는 AUTH48 상태였으나, 워킹그룹 의장은 AD와 협의하여 워킹그룹으로 돌려보냈다. 이는 플로우 레이블 관련 RFC가 완료되지 않은 상황이기 때문이다.
 - 현재 플로우 레이블 RFC들이 완료된 상황에서, 노드 요구사항 문서의 5.1절의 내용에 대한 수정 제안에 동의하는 분위기이다.
 - 일반적으로 노드 요구사항 문서들은 매 5년마다 수정/보완하

로 문서에 대해서 그렇게 민감한 분위기는 아니다.

- Updates to RFC3484 Default Address Selection for IPv6, Arifumi Matsumoto
 - [draft-ietf-6man-rfc3484-revise-05] 문서는 11월 18일까지 WGLC 상태이며, 2가지 사소한 코멘트가 있었다. 6bone 테스트 주소가 디폴트 정책 테이블을 사용한 경우에 되돌아오는 문제와 송신 주소로 애니캐스트 주소 사용을 제한했던 것에 대한 해지 등이 논의되었다. [draft-ietf-6man-addr-select-opt-01] 문서는 6man 워킹그룹에서 논의되기 이전에 DHC 워킹그룹에서 논의되어야 한다. [draft-ietf-6man-addr-select-considerations-04] 문서는 주소 선택 설계 팀에서 논의된 결과이며, 사소한 수정이 있었다.
- UDP Checksums for Tunneled Packets, Marshall Eubanks
 - Inner 체크섬이 있는 경우, outer UDP 헤더 체크섬을 zero로 하는 것을 허용한다. LISP와 AMT(Automatic IP Multicast tunneling) 드래프트 문서와도 관련이 있다.
- Energy Aware IPv6 Neighbor Discovery Optimizations
 - 지난 7월 퀘벡 회의에서 논의를 시작했으며, [6lowpan-nd-18] 문서를 기반으로 동일한 개념을 가지고 있으며, 에너지 효율적인 사용을 위해 EAH (Energy-aware host)에 의해 사용되는 ARO (Address Registration Option)을 정의하여 사용함. 특히, DAD와 사전에 설정된 NCE (Neighbor Cache Entries)를 사용함. -01 버전은 기존 RFC4861과 함께 사용될 수 있도록 mixed-mode를 정의하였으며, 2가지 NCE 형태 (legacy와 registered)를 지원한다.
 - NCE는 2가지 모드를 지원하지만 한 순간에는 하나의 모드만 지원한다.
 - 다음은 Mixed-mode 동작에 대한 예시이다. EAR과 레거시 IPv6 호스트 및 EAH들은 서로 잘 동작한다. 또한 레거시 라우터와 EAH의 경우도 잘 동작한다.

- 6lowpan-nd 기법은 ZigBee와 다른 SDO에서 이미 채택하고 있으므로, 6lowpan-nd에 기반을 둔 본 기법은 쉽게 구현될 수 있다.
- 본 문서는 Data center 서브넷 라우터, 홈 라우터와 레지덴셜 게이트웨이 및 M2M 네트워크에서 다양한 시나리오로 활용될 수 있다.
- 본 이슈는 큰 문제이므로, 프로토콜 레벨이 아닌 시스템 레벨에서 추가적인 논의를 진행할 필요가 있음을 언급한다.



(그림 2-5) EAH와 NEAR 기반 네트워크 예시

- Transmission of IPv6 over MS/TP Networks, KerryLynn
 - MS/TP (Master-Slave/Token-Passing)는 비경쟁(contention-free) 액세스 매커니즘이며, TIA-485-A 물리계층을 위해 사용된다. 이 물리계층은 빌딩 자동화 네트워크에서 확장해서 사용되고 있다. 이 기고는 MS/TP 네트워크상에서 IPv6 패킷 전송, 링크-로컬 주소 형성 및 상태정보를 필요로 하지 않는 IPv6 주소 자동화 기법을 제시한다.
 - BACnet은 이미 IPv6-compliant 프레임의 전송을 허용할 수 있도록 그 프로토콜들을 변경했다. 이는 프레임을 크게해서 적절

한 CRC 기법을 지원하는 것을 의미한다.

- 또한, RFC4944의 dispatch 헤더와 RFC6282의 IPHC 압축을 사용하며, 6lowpan과 밀접하다.
- 이 문서는 Jari가 워킹그룹 문서 채택에 동의하였으며, 5~8이 읽었으며, 20~30명이 워킹그룹 문서 작업에 동의하였다. 반대는 없었다.

- An Offset Indicating Option for IPv6

- 노드가 직접적으로 IPv6 패킷의 페이로드에 접근하고자 할때, 일반적인 IPv6의 동작은 모든 확장헤더를 one-by-one으로 처리해야 만 최종적인 페이로드에 이를 수 있다. 따라서, 확장헤더 처리를 필요로 하지 않는 노드들에게는 RFC2460에 기반을 둔 일반적인 방법이 비효율적이므로, OI(Offset Indication) 옵션을 정의하여 IPv6 헤더 체인의 맨 마지막의 위치에 대한 정보를 가지고 있다. 이 옵션은 H-B-H 옵션헤더에 포함되거나 DO(Destination Option) 헤더에 포함시켰다.
- 일반적으로 방화벽은 이 옵션을 해석할 수 있을 것이다.
- 패킷인 분할(fragment) 된 경우에 대한 처리 문제가 있다.
- IPv6 패킷에 IPv4 패킷이 캡슐화된 경우, 오프셋은 어디서부터 시작해야 하는가?
- Mobile IPv6의 경우, HA (Home Address)를 알기 위해 확장헤더를 살펴봐야 하므로, 확장헤더를 skip할 수 없다.

- Enhanced Duplicate Address Detectio, HemantSingh

- cable modem 환경에서 loop-back DAD로 인해 오동작하는 환경을 개선하기 위해 사용한다.
- SEND의 nonce 값을 사용한다.
- 워킹그룹 문서 여부에 대해서는 mailing list에서 논의하기로 하였다.

나. Softwire 워킹그룹

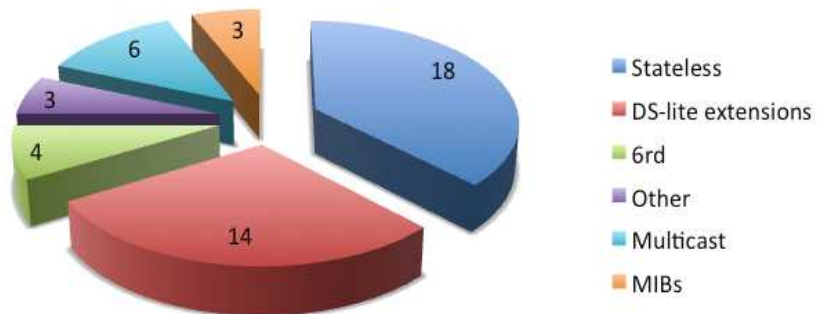
o 일반 개요:

- 본 워킹그룹은 IPv6 도입하고 운영 시 문제가 되는 것들을 해결하기 위해 터널링에 관련된 문제를 논의하고 있다.

o 주요 토의 내용:

- Status updates

- DS-lite RADIUS 확장의 07 문서가 발행되었으며, 현재 IESG에서 논의 중에 있다. 한편 6rd RADIUS 관련 사항은 해결되었다.
- 현재 DS-lite deployment 문서는 3명 이상의 지원자를 요구하고 있으며, 문서를 읽고 검토의견을 보내주기 바란다.
- 현재 softwire 워킹그룹은 다음과 같이 46의 문서가 논의되고 있다.

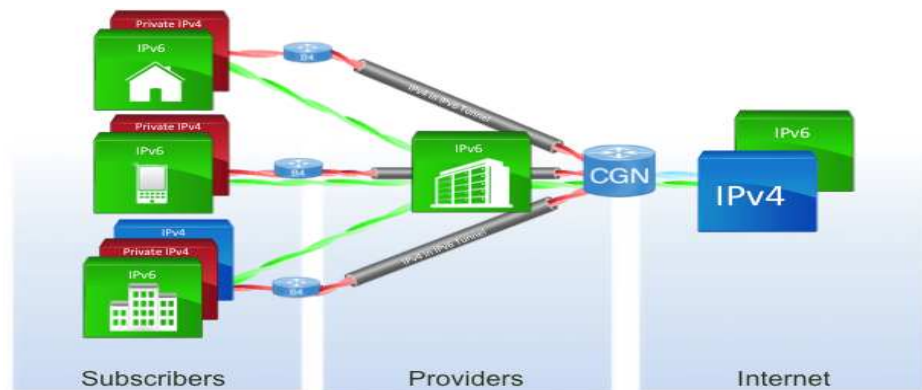


(그림 2-6) IETF Softwire 워킹그룹의 표준개발 현황

- 회의에서 논의된 문서들 중에서 Stateless IPv4 over IPv6에 관련된 문서들은 다음과 같다.
 - Mapping of Address and Port, Ole
 - Stateless address mapping for 4rd, Rémi Després
 - MAP DHCP option, Tomasz Mrugalski

- dIVI-PD, Xing Li
- 4rd-E, Tetsuya Murakami
- 4rd-U, Rémi Després
- 회의에서 새로운 접근 방식에 대해서도 논의가 진행되었다.
 - SD-NAT, Olivier Vautrin
- 회의에서 논의된 DS-lite 확장에 대한 문서들은 다음과 같다.
 - Lightweight 4over6, Qiong Sun
 - B4 NAT, Xiaohong Deng
 - A+P experiment results, Xiaohong Deng
 - DS-lite MIB, Eleven Fu
- 회의에서 논의된 문서들 중에서 멀티캐스트에 관련된 문서들은 다음과 같다.
 - DS-lite multicast, Jacni Qin
 - Mesh multicast, Mingwei Xu
 - SA46T Multicast, Naoki Matsuhira
 - SAVI in IPv4/IPv6Transition, Mingwei Xu
 - 464XLAT experiences, Masataka Mawatari
- draft-mdt-softwire-mapping-address-and-port (Ole Troan)
 - 이 문서는 일반적인 메커니즘을 기술하며, IPv4 프리픽스, 주소 또는 주소의 일부, 수송계층 포트 그리고 IPv6 프리픽스 또는 주소를 이용한다.
 - MAP(Mapping address and port)는 하나의 빌딩 블록이며, IPv4 주소, 프리픽스 또는 IPv4주소와 포트를 IPv6 주소로 매핑하는 방법을 기술한다.
 - 이 기술은 다양한 프로토콜 메커니즘들에 의해 사용될 수 있다. 예로 4rd-{E,T,U}, dIVI-PD, stateless 4over6 등에서 사용될 수 있다.
 - MAP DHCPv6 옵션에 의해 제공된다.

- 설계팀은 주소 매핑 기능(캡슐화와 전환 양쪽 분야에서)을 일원화하는 작업을 진행하고 있다. 단순화와 유연화 측면에서 몇가지 검토 의견이 있었다. 단순화시키는 것에 대한 의견이 더 많은 것 같다.
- 체크섬(checksum translation)에 대한 이슈가 있으며, 응용을 break하지 않는 형태로 제시되어야 한다.
- DS-Lite 적용 환경



(그림 2-7) DS-lite 기법 적용 환경

- dIVI-PD: Dual-Stateless IPv4/IPv6 Translation with Prefix Delegation (Xing Li)
 - dIVI-PD 방식은 RFC6052와 6145에 제시된 주소 공유방식을 가진 상태비보존형 IPv4/IPv6 전환기법의 확장이다. 물론 MAP 설계와 호환된다.
 - 홈 내의 stateful 방식의 디바이스보다는 거의 포트를 사용하지 않고 특정 요구사항이 없는 CPE에서 stateless 방식이 유용하다.
- Stateless Deterministic NAT (Olivier Vaitrun)
 - 이 기법은 softwire 워킹그룹의 연구 범위에 속하지 않는다는 의견도 있으며, 6rd가 v4-only 액세스 네트워크에서 명확한 해

결책을 이미 제공하고 있다고 판단하고 있다.

- A+P 방식과의 차이에 대한 질문이 있었으며, 이 방식은 double NAT 방식이라고 설명하였다.
- Behave 워킹그룹에서 추가적인 논의가 필요하다고 언급되었다.

다. Homenet 워킹그룹 회의 요약

o 의장들: Ray Bellis, Mark Townsley

o 일반 개요:

- 이 워킹그룹은 이번 회의를 기준으로 신설된 지 8일 되었으며, 상대적으로 작은 규모의 "residential home" 네트워크 내에서 또는 간에 요구되는 네트워킹 기술들에 집중하고 있다.
- 더 많은 홈 네트워크 디바이스와 더 떨어진 통신 거리를 고려하여 확장된 네트워킹 기술이 요구되며, 다음과 같은 사항들이 고려되고 있다.
 - 다중 세그먼트
 - IPv4/IPv6 전환: 주소매핑, NAT 등
 - E2E 통신
- 특별히 홈 네트워크에 IPv6를 적용하기 위해 다음과 같은 사항을 고려한다.
 - 라우터의 프리픽스 설정(Prefix configuration for routers)
 - 경로 관리(Managing routing)
 - 네이밍 레졸루션 (Name resolution)
 - 서비스 탐색 (Service discovery)
 - 네트워크 보안 (Network security)

o 이번 회의 주요 토의 내용:

- Homenet Architecture (Tim Chown / Jari Arkko)
 - Dual-stack homenet을 원칙으로 문서를 기술하지만, 향후

IPv6-only 네트워크를 위한 내용을 포함한다. DNS 탐색, NAT64가 그 예이다.

- IPv6 부분에서 IPv4가 break되면 동작하는 방식을 정의하지는 말아야 한다. IPv6는 IPv4가 실패한 이후에 동작하도록 정의하면 된다.
- 또한, IPv4 NAT가 사용되는 환경 하에서 IPv6를 routing시킬 수 있어야 한다는 원칙을 제시하는 군요..
- VM과 ICS 시나리오를 포함시켜야 한다는 의견입니다.
- Self-organizing은 가능한 수동 설정을 피해야 하며, "secrets"을 이용해서 shared 영역을 설정하는 것이 좋겠다. 또한, 다양한 ISP 실재를 적용하기 위해, 다양한 형태의 prefix 길이를 가질 것을 AD가 권고하였다. Internal operation을 ISP와 독립적으로 허용하라. 즉, 자신이 가지고 있는 prefix를 이용해서 내부적으로 처리해야 한다. 외부로 전송되지 않는다고 할지라도, 연결을 제공할 수 있으면 제공하는 것이 좋으며, ULA 주소들은 ISP와 연결이 제공되기 이전에 설정되어야 한다. 또한 "beyond-lease connectivity problems"을 다루기 위한 명확한 방법이 있어야 하며, 6renum 워킹그룹에서 static 주소 할당에 대한 논의와 함께 진행되었으면 한다.
- 프리픽스 할당을 위한 프로토콜을 다룰 것인지는 아직 논의가 필요하며, 현재 이 워킹그룹에서는 개념과 요구사항을 다루기로 한다. 유용한 프리픽스는 글로벌 IPv6 프리픽스이며, 홈에 위임되는 것이 적절하다. 이때 할당된 프리픽스는 /64로 자동으로 할당되어야 한다. 이 경우 고려되어야 할 주요 요구사항들을 살펴보면, 할당은 리부트(reboot), 전력 사이클(power cycles), 소프트웨어 갱신 및 간단한 변경에도 stable을 유지해야 한다. 효율성을 위해, 물리 네트워크 당 유용한 프리픽스를 할당하고, 유용한 프리픽스에서 하나의 할당된 프리픽스를 가져야 한다.
- 경계 장치를 탐색하는 방식은 다양한 형태의 장치를 가지게 되

므로 고려해야 할 점이 많다. 다양한 형태를 살펴보면, homenet:ISP, private:guest, route:bridge hop 등이 있다. ISP 경계 장치(border)를 찾는 여러 가지 방법이 있지만, 가능한 기존의 프로토콜을 재사용하는 것이 선호된다.

- 구조적인 측면을 살펴보면, 다중 서브넷과 라우터들을 지원하며, OSPF와 같은 링크로컬 라우팅 프로토콜을 사용하는 것이 적절하다. 또한 IPv4 NAT가 사용되는 환경에서도 IPv6 경로 설정이 가능해야 한다. 이때 가능한 서브넷 크기를 최대화하여, 안정적이고 효율적인 프리픽스를 사용해야 한다. /64를 주로 사용하며, NAT64를 지원한다. 또한 보안(RFC6092), PCP 등을 지원해야 한다. DNS 서비스를 위해, 로컬 DNS 서버와 cross-subnet mDNS를 지원해야 한다.
- homenet에서도 멀티캐스트를 다루어야 하는 가에 대한 질문에 future work이라고 하였다.

- Prefix Assignment

- 관련문서들에는 draft-chakrabarti-homenet-prefix-alloc-00, draft-baker-homenet-prefix-assignment-00, draft-arkko-homenet-prefix-assignment-01 등이 있다.
- 주요한 고려사항은 Stable 프리픽스를 임의의 토폴로지를 가진 홈 네트워크 상의 링크에 할당할 것인가와 DNS 서버 정보와 같은 설정 정보를 어떻게 분배할 것인가에 있다.
- 가능한 interim 솔루션에는 Layer 2/RFC6204 토폴로지 기반 방식, 멀티캐스트 서브넷 라우팅 방식, 계층적인 DHCP 프리픽스 위임 (RFC3633, draft-chakrabarti-homenet-prefix-alloc-00), 일반 DHCP 프리픽스 위임 (RFC3633, draft-baker-homenet-prefix-assignment-00), Zeroconf OSPF(draft-arkko-homenet-prefix-assignment-01), NAT (IPv6 NAT or NPT66) 등이 있다.
- 이 방식들은 다시 flooding 방식과 request/reply 방식으로 분류할 수 있다. request/reply 방식은 god server를 요구하며, 다

양한 정보 소스를 다루는 것이 어려우며, server 탐색 방식도 어렵다. flooding 방식은 분산 state이며, 네트워크상의 모든 라우터들은 동일한 지위를 가진다. link-state 라우팅 방식은 "충돌 방지(collision detection)" 방식을 지원해야 한다.

- Hierarchical Prefix Delegation in Basic Home Networks (Erik Nordmark)
 - 현재 IPv4 기반 홈 네트워크는 다양한 NAT를 사용하고 있다. 따라서 IPv6 NAT를 적용하지 않고 어떻게 IPv6를 도입할 수 있겠는가?
 - 이와 같은 환경에 효율적으로 사용하기 위해 DHCPv6 PD를 사용해야 한다. 이를 통해 ULA 주소를 사용하고 사이트 멀티호밍 효과도 얻을 수 있다.
- Prefix allocation in small networks, Fred Baker
 - 분산된 환경에서 제어와 DHCP/DHCPv6가 사용된다고 한다면, 특별한 새로운 프로토콜을 만들 필요가 없다.
 - 가장 단순한 경우는 하나의 CPE 라우터가 존재하는 경우이며, 내부 네트워크용으로 /64 를 사용하면 복잡하지 않게 사용할 수 있다. 좀 더 복잡한 예는 하나의 CPE 라우터 내부에 여러 개의 라우터가 존재하는 트리구조 네트워크이며, CPE에 위치한 DHCPv6 서버로 부터 프리픽스를 할당받아 사용하게 된다.
 - 중앙집중식과 분산(Centralized vs. distributed) 방식의 장단점 비교, zeroconf 방식의 이점, 토폴로지 변화에 따른 리넘버링의 발생 가능성 등에 대한 질문이 있었다.
- OSPFv3 IPv6 Prefix Assignment, Jari Arkko
 - 홈 게이트웨이는 ISP와 IPv6 포워딩과 DHCPv6 PD를 사용해서 IPv6 서비스를 제공하게 되며, 홈 게이트웨이는 이를 활용하여 손님 세그먼트(guest segment), 개인 세그먼트(private segment), 무선랜 세그먼트 (WLAN segment) 등을 구분하여 적

용하게 된다. 특히 무선랜 세그먼트와 홈 자동화 세그먼트(home automation segment)는 내부 라우터를 경유해서 연결되게 된다. 이 내부 라우터와 홈 게이트웨이는 라우터 ID 자동화(Router ID autoconfig)를 위해 OSPF 확장을 이용하며, 프리픽스 할당을 위해 OSPFv3를 이용한다.

라. ISOC events

o 일반 개요: Internet Society Panel @ IETF 82

- 주제: Beyond PUT, POST and GET: Application data routing carves its own path
- <https://www.isoc.org/isoc/conferences/ietf82-briefing/>

o 요약:

- 양질의 응용과 서비스는 인터넷을 통해 사람들이 볼 수 있게 할 것인가. 이는 직접적으로 “응용 데이터의 플로우”에 관련되어 있다.
- 패킷을 라우팅하기 위한 인터넷의 주요한 인프라 구조는 다양한 범위의 응용과 서비스를 endpoint를 연결하고, best-effort 형태의 패킷의 포워딩, 플로우의 최적화 등을 통해 제공하고 있다. 이제 응용과 서비스들은 단순한 클라이언트-서버 모델을 넘어 진화하고 있으며, 움직이는 데이터에 대한 효율적이고 효과적인 메트릭으로 특징지어져야 한다.
- 일반적인 CDN(Content Delivery Networks)은 응용 데이터에 더욱더 밀접한 메커니즘으로 진화하고 있으며, 액세스 제공자는 정보 라우팅을 위한 다양한 응용을 찾고 있다. 네임 데이터(named data), 정보 중심형(information centric), 네임 기반 네트워킹(name oriented networking) 등이 고려되어야 한다.
- 이 panel은 다음과 같은 질문에 따라 다양한 접근방식을 조사한다.
 - How are they useful/what problems do they solve?

- What are the lessons learned for general Internet infrastructure - are there general components that could or should be standardized?
- How do these play with the network-level routing optimization techniques? Assumptions about the underlying network (e.g., IP address equated with geo location)
- What are the implications for privacy, data ownership, interoperability?

마. v6ops (IPv6 Operations) 워킹그룹

- o 의장들: Fred Baker <Cisco>, Kurt Lindqvist
- o 워킹그룹 일반 개요:
 - 워킹그룹 현황: v6ops 워킹그룹은 IPv6 도입하고 운영 시 문제가 되는 것들을 해결하려는 워킹그룹으로, 현재 그 동안 진행하였던 주요 작업들은 대부분 마무리 되었고, 4건의 기고서만 워킹그룹 문서로 작업되고 있다.
- o 이번 회의 주요 토의 내용:
 - Agenda bashing
 - 논의될 10개의 문서 중에서 3개는 워킹그룹 문서이며, 7개는 새롭게 제안되었다.
 - Basic Requirements for IPv6 Customer Edge Routers
 - 6rd, DS-lite, co-existence 환경에 적용하기 위해 새로운 요구사항의 추가이다.
 - DHCPv6는 할당할 주소가 없는 경우, 6.5분마다 재할당을 요청한다. 이로 인해 DHCPv6의 보급에 어려움이 있다. 따라서 DHCPv6를 disable시킬 수 있는 방법이 포함되어야 한다.
 - Ongoing LAN, DHCPv6 server storm, 멀티캐스트, PCP, UPnP/PCP 프락시는 본 문서에 포함되지 않았다.

- 추가적인 논의는 메일링리스트를 통해 진행하기로 하였다.
- Operational Neighbor Discovery Problems
 - 워킹그룹 문서로 승인되었다.
- Stateless Source Address Mapping for ICMPv6 Packets
 - 워킹그룹 문서로 승인되었다.
 - RFC6145를 참고하기 바란다.
 - CMPv6 헤더 상의 IPv6 주소들은 IPv4-translatable 주소가 아니다. 따라서 변환기가 대신 stateless 변환을 할 수 있는 메커니즘의 개발이 요구된다.
- Experiences from an IPv6-Only Network in the WIDE Camp Autumn 2011
 - 특이사항 없다.
- Wireline: Incremental IPv6
 - 벤더와 운영자 측면에서 IPv6 전환을 위한 지침이 필요하다. 이는 모든 운영자들이 IPv6 보급에 대해서 동일한 입장을 취하고 있는 것은 아니기 때문이다.
 - 현재 4개의 전환 Phase가 고려되고 있다. Phase 0는 라우팅, 정책, 보안, 전환 구조 등의 기본적인 연구 항목을 고려하는 단계이다. Phase 1은 6rd와 같은 터널링을, phase 2는 CGN등을 고려하는 Native 듀얼스택을, phase 3는 IPv6가 성숙된 것을 고려한 tunneled IPv4를 대상으로 한다.
- Analysis and recommendation for the ULA usage
 - ULA를 사용해야 하는 경우에 대한 명확한 요구사항이 제시될 필요가 있다.
 - ULA는 FC00::/7 프리픽스를 사용하며, 40비트의 글로벌 ID와 독립적인 주소 공간을 사용하는 것을 특징으로 한다. 따라서 글

로벨 라우팅이 가능하지 않으며, 단지 로컬에서만 사용된다.

- 고립된 네트워크(isolated network)의 사용 예는 자동차, 비행기, 빌딩 등 인터넷에 직접적으로 연결되지 않는 closed 네트워크들이 해당된다. 연결 네트워크(connected network)는 IPv6 NAT (NATv6-rfc6296, RFC1918) 또는 프락시를 사용하는 경우이다. 따라서 ULA을 글로벌 환경에서 적용하기 위해서는 주소 선택 정책의 개발이 요구된다.
- 추가적인 논의 문서들은 다음과 같다.
 - Pv6 Guidance for Internet Content and Application Service Providers
 - Rapid Transition of IPv4 contents
 - Using the IPv6 Flow Label for Server Load

바. intarea (Internet Area) 워킹그룹

o 일반 개요:

- Internet 전반에 대한 새로운 이슈들을 소개한다.

o 이번 회의 주요 토의 내용:

- L3 Overlays for Network Virtualization, Thomas Narten 15 minutes
 - draft-narten-nvo3-overlay-problem-statement-01
 - L3 overlay 네트워크상에서 L2 네트워크 가상화 서비스를 제공하는 연구에 대해 소개하였다. 주요한 기능들은 L2VPN 상에서 제공될 것이지만, 여러 Internet area 워킹그룹들과 연계되었다.
- Revealing a Host Identifier in Shared Address Deployments, Mohammed Boucadair 10 mins
 - draft-boucadair-intarea-nat-reveal-analysis-04
 - IP 서버들은 특별한 처리를 하기 위해 입력 트래픽의 송신자 주소를 필요로 한다. 특히 CGN이나 응용 프락시가 경로 상에 포함되는 경우에 호스트 식별자를 이용하는 수단에 대해서 주

로 기술한다. 이 호스트 식별자는 동일 공유된 IP 주소 공간 내에서 각 호스트 별로 유일하게 구분될 수 있어야 한다.

- One vision for IPv6

- IPv6 비전에 대한 3가지 발표가 진행되었다.
- 가능하면 CGN같은 것은 사용되지 않아야 하며, 터널링, NAT44, NAT64의 사용에 대한 소개가 있었다.

사. ARMD (address resolution for massive numbers of hosts in data center) 워킹그룹

o 주요 내용 요약

- Data center 구조, PS 및 향후 작업 계획에 대해서 소개하였다.
- 일반화된 L3 계층 DC 구조에 대해서 논의하였으며, L2 계층과의 ARP/ND 측면에서의 연관관계는 존재한다.
- DC를 위한 ARP/ND의 동작에 대한 연구, 기존 구현물의 조사, 보안, ARP/ND에 의해 야기되는 문제점 최소화를 위한 권고안 개발을 목표로 하고 있다.

아. L2VPN 워킹그룹

o 주요 내용 요약

- L2VPN 워킹그룹 회의에서 NVO3(Network Virtualisation over L3)에 대한 특별 세션이 있었으며, 클라우드 컴퓨팅과 NVO3 등 2가지 주제로 발표가 진행되었다.
- o 발표주제들은 다음과 같다.
- Cloud Networking: Framework and VPN Applicability
- NVO3: Network Virtualization
- DCops 워킹그룹을 만드는 것으로 논의를 마무리하였다.

자. MEXT 워킹그룹

o 주요 발표 주제들은 다음과 같다.

- Per-Host Locators for Distributed Mobility Management, Marco Liebsch
 - Approaches to Distributed mobility management using Mobile IPv6 and its extensions, draft-patil-mext-dmm-approaches, Carl Williams
 - PMIP Based Distributed Mobility Management, Wen Luo
 - Use of Proxy Mobile IPv6 for Distributed Mobility Control, Ji-In Kim
- o MEXT 워킹그룹 charter 변경에 대한 논의가 진행되었다.
- Mext 워킹그룹은 DMM(Distributed Mobility Management) 분야에 대한 연구를 집중하는 것으로 결론이 났다. 다만, MIPv6, PMIPv6 등의 기술을 이용하는 것으로 논의를 진행하고 있다.

제 3 장 ISO TC204 표준화

제 1 절 ISO TC204 8월 회의

1. 회의 개요

- 회 의 명: ISO TC204 WG16 회의
- 회의기간: 2011년 8월 22일 ~ 26일
- 출 장 지: 일본 교토 (Kyoto)

2. 주요 회의 결과

가. ISO 21210 관련 주요 사항

- ISO 21210 (ITS CALM IPv6 Networking)은 ISO TC204에서 개발된 CALM에 IPv6을 적용하기 위하여 ITS-S 노드에서의 IPv6 구현, IPv6 기능 모듈, ITS-S IPv6 노드에서의 구현된 모듈, IPv6 주소 설정 등을 주요 내용으로 담고 있다.
- 이번 회의에서는 제출한 기고서와 다른 검토 내용을 바탕으로 수정 되었으며, 기제출한 버전에서 이번 회의에서 수정한 버전을 반영하기 위하여 ISO CS (Central Secretariat)에게 제출되었다.
- ISO/PWI 16788 (ITS CALM IPv6 Security)와 ISO/PWI 16789 (ITS CALM IPv6 Optimization)의 내용이 ISO/DIS 20210과 합쳐져서 multi-part 문서로 될 가능성이 있다.

나. ISO 16788 관련 주요 사항

- ISO 16788 (ITS CALM IPv6 Security)는 ISO 21217 (ITS CALM Architecture)와 ISO 21210 (ITS CALM IPv6 Networking)에 기반을

두어 ITS (Intelligent Transport System) 스테이션 관리와 ITS 스테이션 보안을 MN-SAP와 SN-SAP 관점에서 접근하려는 것이다.

- o 이번 회의에서는 문서로 배포되지는 않았고, 10월 달 Tampa 미팅을 앞두고서, WG16 멤버들 간에 consensus를 모으기 위하여 논의되고 있다.
- o 주요 논의 사항은 ITS와 IPv6 보안을 어떻게 연계 시킬 것인가와, MN-SAP와 SN-SAP에 대하여 아직까지 명확하지 않은 부분이 있어 해결이 필요하다.

다. ISO 16789 관련 주요 사항

- o ISO 16789 (ITS CALM IPv6 Optimization)는 ISO 21210 (ITS CALM IPv6 Networking)에 관하여 다루고 있지만, IPv6 적용을 좀 더 최적화 시키고 핸드오버 이슈, 라우팅 이슈, 다중 인터페이스 이슈, 운영 고려사항 등을 다루려고 하고 있다.
- o 이번 회의에서는 문서로 배포되지는 않았고, 10월달 Tampa 미팅을 앞두고서, WG16 멤버들 간에 합의점을 찾기 위해 논의되었다.
- o 이번 회의에서는 핸드오버 이슈에 관하여 많은 논의가 이루어 졌다.

라. ISO/ITU 합동 회의

- o 2011년 8월 24일(수) 오전에는 ITS 통신이라는 주제로 ISO/ITU Joint Workshop이 열렸다.
- o 회의 프로그램은 다음과 같다.
 - Welcome/Opening by TTC, Mr. Yoichi Maeda
 - Opening address from ISO; Mr. Andy Dryden (ISO Secretariat)
 - Opening address from ITU; Mr. Reinhard Scholl (ITU Secretariat)

- Key note speech; Ms. Michiko Fukahori (MIC, Japan)
- Invited talk: Ms. Chiori Hiori (NICT)
- Invited talk: Mr. András Csepinszky (ISO TC 204 WG 16)
- Invited talk: Mr. Yushi Naito (Chairman ITU-T SG 16)

- Invited talk: Mr. Gary Schkade (SAE)
- Invited talk: Mr. Satoshi Oyama (ARIB)
- Invited talk: Mr. Russ Shields (TIA)
- Invited talk: Ms. Duo Liu (CCSA)
- Invited talk: Mr. Hans-Joachim Fischer (ETSI)
- Invited talk: Mr. Fumihiko Tomita , (TTC)

- o ITS를 M2M의 주요 분야로 보는 경향이 많았으며, ITS분야는 ITU-T 보다는 ISO에서 많은 작업이 이루어진 것을 알 수 있었다.

마. ISO/ITU Joint Task Force ad hoc 회의 관련 주요 사항

- o 2011년 8월 24일(수) 오후에는 ISO/ITU Joint Task Force ad hoc 회의가 열려 ToR 문서를 수정하였다.
- o Work scope은 아래와 같이 결정되었다.
 - Gap analysis of ITS communications standards and create an action plan
 - Update and extend existing ITS communications standards
 - Develop of ITS communications security frameworks and standards
 - Study wireless communication aspects of ITS applications
 - Gap analysis of implementing IPv6 for ITS communications and create an action plan
 - Assess the role of ITS communications standards for the

Internet of Things

- Assess the role of ITS communications and global standards to increase road safety
- Develop standards to govern the interaction of ITS communications with drivers
- Review mobility network services and ITS communications for their application to emergency and disaster handling
- Study communications standards for charging, billing and other services for electric/hybrid vehicles
- Investigate the actions needed to facilitate the deployment of the ITS communication standards

제 2 절 ISO TC204 10월 회의

1. 회의 개요

- o 회 의 명: ISO TC204 회의
- o 회의기간: 2011년 10월 10일 ~ 14일
- o 출 장 지: 미국 탐파 (Tampa)
- o 출장기간: 2011년 10월 9일~ 16일 (6박 8일)

2. 주요 회의 결과

가. ISO 16788 관련 주요 사항

- o 이번 회의에서는 IPv6 네트워크 보안에 대한 본질적인 논의는 진행되지 못하였고, IPv6 네트워킹과 관리 엔티티 및 보안 엔티티와의

연결 및 통신 시 필요한 파라미터 정의에 많은 시간이 할애되었다.

- 지난 번 일본 교토회의에서 주로 논의 되었던 ITS 보안과 IPv6 보안을 어떻게 연계 시킬 것인가와, MN-SAP와 SN-SAP에 대해서는 아직까지 명확하지 않은 부분이 있어 해결이 필요하다.

나. ISO 16789 관련 주요 사항

- ISO 16789 (ITS CALM IPv6 Optimization)는 ISO 21210 (ITS CALM IPv6 Networking)에 관하여 다루고 있지만, IPv6 적용을 좀 더 최적화 시키고 핸드오버 이슈, 라우팅 이슈, 다중 인터페이스 이슈, 운영 고려사항 등을 다루려고 하고 있다.
- 이번 회의에서는 IPv6 네트워킹 최적화에 대한 본질적인 논의는 진행되지 못하였고, IPv6 네트워킹과 관리 및 보안 엔티티와의 연결 및 통신 시 필요한 파라미터 정의에 많은 시간이 할애되었다.

다. 재난 및 복구를 위한 V-X 통신을 활용한 Ad hoc 네트워크 관련 주요 사항

- 이번 회의에서 일본이 재난 및 복구를 위한 V-X 통신을 사용한 adhoc 네트워크에 관하여 발표를 하고 새로운 PWI (Preliminary work item)로 제안하였다.
- 배경으로는 올 초에 일본에서 발생한 지진 및 원자력 사고 등으로 많은 일본 사람들이 큰 피해를 입었고, 피해를 입은 것 중에 하나로써 기존의 통신 및 네트워크 인프라가 많은 손상을 입어 사람들이 제대로 통신 및 위험 경보를 수신 할 수 없었기 때문에 일본 정부 차원에서 지진 같은 자연재해에서 어떻게 하면 위험 경보를 빨리 전달하고 통신을 보장할 수 있을 것인가가 논의되고 있다고 한다.
- 지진이나 자연 재해가 발생하면 이동통신 시스템이나 인터넷을 위한 네트워크 장비 같은 인프라 네트워크는 큰 손상을 받고 제대로

동작하지 않을 수 있다. 따라서 인프라보다는 임시의 빠른 구축이 가능한 adhoc 네트워크를 이용하여 차량 대 차량 및 차량 대 사람, 차량 대 도로에서의 통신을 제공하고자 하는 것을 목표로 한다.

- 주로 네트워크 계층(layer 3)에서 관련된 기술을 개발하고 표준을 제정하는 것을 목표로 한다.
- 한국에서는 이미 adhoc 네트워크 및 메쉬 네트워크와 많은 연구가 있었고, 한국에서도 재난통신과 같은 관련 기술과 표준이 개발되고 있는 만큼 일본의 작업에 협력과 함께 한국의 입장을 반영시키기 위하여 작업에 참여 의지를 표명하였다.
- 다음 단계로 내년 4월 호주에서의 TC204회의 전에 일본, 한국, 미국, 프랑스 전문가들이 각 분야를 나누어서 공동 작업을 하기로 하였다.

라. ISO/ITU Joint Task Force 관련 주요 사항

- 수요일 오후에 진행된 ISO TC204 WG16 회의에서 ITS 통신 분야 ISO/ITU Joint Task Force 활동에 관하여 미국의 전문가가 지금까지의 활동 결과에 관하여 발표를 하고 논의를 하였다.
- 미국 입장에서는 이러한 활동에 관하여 ETSI의 견제 차원에서 아주 적극적인 입장을 보였다.
- ISO TC204 WG16 Convener인 T. Russell도 관련 활동에 적극적인 의지를 표명하였다.
- 하지만 금요일 오후에 진행된 ISO TC204 총회에서는 유럽을 비롯한 다른 WG 전문가들이 ITU와의 협력에 관하여 부정적인 의견을 보인다.
- 앞으로 ITU와의 협력 작업 분야 및 ITU에서 진행했던 결과물을 조사하는 작업을 하기로 하였다.

제 3 절 향후 표준화 활동 방향

- ISO는 ITU-T와 함께 국가레벨에서 각 나라가 참여하여 표준화가 진행되는 국제표준화 기구이다. 이중에서 TC204는 ITS에 관하여 표준화를 진행하는 곳이며, 총 18개의 WG이 있다.
 - TC 204 WG16은 WAN 통신 프로토콜과 인터페이스(Wide Area Communications-Protocols and Interfaces)를 연구한다. ITS는 전통적인 차량과 차량 주행 및 안전에 관한 이슈로 시작되었지만, 최근에는 다양한 사물이 인터넷과 네트워크에 연결되는 추세에 따라 차량의 네트워킹도 중요한 이슈가 되었다.
 - 국내에서는 기술표준원과 한국표준협회의 주도로 ISO TC204K 국내위원회의 활동과 함께 TTA에서는 PG310 텔레매틱스/ITS 프로젝트 그룹이 있어, 국내 표준화 활동과 함께 국외 표준화 활동을 병행하는 길이 필요하다.
- ITS 분야는 전통적인 차량과 관련된 분야에서 많이 참석하지만, 최근에는 차량 통신/네트워킹의 중요성에 따라 통신 분야에서도 많이 참석하는 추세이다.
 - ISO TC204에서는 차량 통신을 위하여 CALM (Communications Access for Land Mobiles) 개념을 만들었고, 많은 표준들이 CALM에 기반을 두어 개발되고 있다. 하지만 CALM은 어느 정도 Concept한 개념이라서 실제로 많이 사용되는 통신 기술이나 네트워크 기술이 적용되기 위해서는 또 다른 노력이 필요하다.
 - 최근에 TC204 WG16에서는 LTE를 이용한 CALM 기술이나 IPv6를 적용한 CALM 등이 주요 이슈로 논의되고 있는 만큼, 통신이나 네트워크 분야에서 축적한 경험과 지식을 바탕으로 ITS 분야로 접근하는 방법을 모색해야 할 것이다.

제 4 장 ITU-T SG13 국제 표준화

제 1 절 ITU-T IoT-GSI 국제회의

1. 회의 개요

ITU-T SG13은 NGN 및 미래네트워크 구축 및 서비스 제공과 관련하여 다양한 웹 서비스, 융합 서비스 등을 제공하기 위한 요구사항, 기능 구조 및 시나리오를 규정을 목표로 한다. 현재 유비쿼터스 네트워크, IPTV, NGN QoS, DPI (Deeply Packet Inspection), 이동성 연동, 융합서비스, 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing) 등과 관련된 현안들을 5개의 WP(Working Party) 산하 Question별로 논의하고 있다.

ITU-T SG13 산하 WP1은 NGN 연구 범위의 조정 및 계획 수립을 목표로 하고 있으며, IMT-2000 시스템 진화(Q.10), 개발도상국의 모바일 통신망에 IMS와 IMT 적용(Q.15), 연구범위의 조정과 계획, 용어 정의 (Q.25)에 대한 의제를 수행한다. WP2는 서비스 요구사항, 시나리오와 진화 연구를 목표로 하고 있으며, NGN 신규 서비스와 특성에 관한 요구사항과 구현 시나리오(Q.3), 통합 멀티서비스 네트워크와 인터워킹(Q.12), 서비스 시나리오와 적용 모델 및 전환 이슈(Q.24) 등에 대한 의제를 수행한다. WP3는 프레임워크와 기능 구조 개발을 목표로 하고 있으며, NGN 원리와 기능 구조(Q.5), 멀티 액세스 기술 환경에서 다중 연결을 지원하기 위한 모바일 관리 메커니즘(Q.9), 모바일 관리와 유무선 융합(Q.22) 등의 의제를 수행한다. WP4는 QoS와 보안 분야에 대한 연구를 진행하고 있으며, NGN QoS 요구사항과 프레임워크(Q.4), 보안과 식별자 관리(Q.16), NGN에서 멀티 서비스 트래픽의 패킷 전달과 검사(Q.17) 등의 의제를 수행한다. WP5는 미래 네트워크 분야 연구를 수행하고 있으며, IPv6의

NGN 적용(Q.7), 분산 서비스 네트워킹(Q.19), 공중 데이터 네트워크(Q.20), 미래 네트워크(Q.21) 등의 의제를 수행한다.

가. ITU-T IoT-GSI 회의

- 회 의 명: ITU-T IoT-GSI Event
- 회의기간: 2011년 5월 9일 ~ 13일
- 출 장 지: 스위스 제네바
- 회의개요:
 - ITU-T SG3, SG11, SG13 및 SG16에서 총 20개의 Question이 IoT-GSI 키포프 회의에 참가하였다.
 - 김형준 팀장은 Q.25/16의 라포쳐 및 Q7/13의 라포쳐로 회의 주재를 담당하였으며, 이준섭 선임은 Q.21 및 Q22의 라포쳐 대행으로 회의를 주재하였다.
 - 또한, 별도의 ITU-T JCA-IoT(Joint Coordination Activity - Internet of Things) ad-hoc 회의가 3월 9일 개최되었으며, 김형준 팀장은 본 JCA-IoT 회의의 컨비너 자격으로 본 회의를 주재하였다.

나. ITU-T NGN-GSI 회의 요약

- 회 의 명: ITU-T NGN-GSI Meeting
- 회의기간: 2011년 5월 9일 ~ 20일
- 출 장 지: 스위스 제네바

2. IoT-GSI 주요 회의 결과

가. 주요 논의사항

o IoT의 정의 관련 논의

- Q.3/13, Q25/13, Q.21/16, Q.22/16 및 Q.25/16을 중심으로 IoT의 정의에 대한 논의가 진행되었다.
- IoT의 정의를 다양한 기술을 포괄하는 개념적 정의로 보는 의견과 특정 네트워크 기술로 보는 의견이 대립되었다.
- Q.25/13을 중심으로 권고안 Y.IoT-term의 개발을 계속 진행하고, IoT-GSI에 참여하는 Question 들의 의견을 청취하여 정의를 내리기로 하였다.
- 이번 회의에서 수집 및 논의된 IoT의 정의를 TD 26/IoT-GSI, TD 27/IoT-GSI 및 TD 29/IoT-GSI로 발간하고 차기 회의에서 다시 논의를 진행하기로 하였다.

o IoT 개요 및 참조 모델 논의

- IoT-GSI-C4, IoT-GSI-C7 및 IoT-GSI-C13를 기반으로 향후 IoT 관련 권고안 개발의 기본 문서로 활용될 IoT 개요 및 참조 모델에 대한 권고안 개발에 대한 논의가 진행되었다.
- IoT overview 권고안은 IoT-GSI에 참여하는 모든 Question과의 협력을 통해 개발하기로 하고 IoT-GSI 회의 때마다 Q3/13, Q12/11, Q25/16의 조인트 회의를 통해 권고안을 개발하기로 했으며, 이의 leading Question으로 Q3/13을 선정하였다.
- 이번 회의에서는 권고안에 포함될 내용에 대한 논의가 주로 진행되었으며, 합의된 내용은 TD 28/IoT-GSI로 발간되었다.
- 권고안 IoT overview의 에디터로 이준섭 선임(ETRI) 및 중국의 Li Haihua(CATR), Li Weihua(ZTE)가 추천되었으나 최종 결론을 내리지 못하고, 차기 8월 회의로 그 결정이 유보되었다.

o 차기회의 일정

- ITU-T IoT-GSI 제2차 회의: 2011년 8월 22일 ~ 8월 26일, 스위스 제네바

- ITU-T SG 16 WP 2 Rapporteur Groups 회의: 2011년 7월 18일 ~ 7월 22일, 미국 앤도버
- ITU-T IoT-GSI 제3차 회의: 2011년 11월 21일 ~ 11월 25일, 스위스 제네바

나. ITU-T SG 16 Q21 및 Q22 joint 회의

- o Q.22/16은 ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 6와 공동으로 개발하고 있는 다음 권고안을 검토하고 수정된 사항을 ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 6에 ITU-T 쪽의 ballot comment로 제출하였다.
 - TD11/IoT-GSI, Draft Recommendation ITU-T H.IDscheme | ISO/IEC 29174-1, Information technology - UII scheme and encoding format for Mobile AIDC services - Part 1: Identifier scheme for multimedia information access triggered by tag-based identification
 - TD10/IoT-GSI, Draft Recommendation ITU-T H.ID-RA | ISO/IEC 29174-2, Information technology - UII scheme and encoding format for Mobile AIDC services - Part 2: Registration procedures
 - TD12/IoT-GSI, Draft Recommendation ITU-T H.IRP | ISO/IEC 29177, Information technology - Automatic identification and data capture technique - Identifier resolution protocol for multimedia information access triggered by tag-based identification

다. ITU-T Q25/16

- o IoT-GSI - C12, ITU-T F.USN-SM: Proposed modification of Draft Recommendation

- 본 기고서는 smart metring 서비스의 요구사항을 지원하기 위한 USN의 기능(Connectivity, QoS support, address assignment 및 unicasting & multicasting)을 추가할 것을 제안하였다.
 - Gap analysis는 editor note로 변경하기로 하고 추후 최종 승인 시에 삭제하기로 하였다.
 - 수정된 권고안 초안은 TD 23/IoT-GSI로 발간되었다.
- o IoT-GSI - C5, Semantic-based open USN service platform
- 본 기고서는 손쉬운 접근, 설치, 센서 리소스의 사용 및 응용 보급 (easy access, installation, use of sensor resources and easy development of applications) 기능을 제공하기 위한 시멘틱 기반 USN 서비스 플랫폼(semantic-based USN service platform)을 소개하고 Q25/16의 향후 작업 항목에 추가할 것을 제안하였다.
 - 제목을 “semantic-based open USN service”으로 변경하여 Q25/16의 향후 작업 항목에 추가하기로 하였다.

라. ITU-T JCA-IoT ad hoc 회의

- o JCA-IoT ad hoc 회의는 TSR(Technical and Strategic Review)의 coordinator로 Liu Duo(CATR, China)를 선임하였다.
- o IoT 표준 로드맵(standard roadmap)의 개발은 지난 회의의 결정대로 이준섭 선임이 맡기로 하고 별도의 correspondent group은 생성하지 않기로 하였다.

마. IoT-GSI 합동 회의 및 TSR 회의

- o IoT의 정의에 대한 논의가 진행되었으며, IoT를 concept으로 보는 의견과 technology로 보는 의견에 대한 논의가 진행되었으나, 결론을 내리지 못하였다.
- IoT의 정의에 대한 초안을 TD26/IoT-GSI, TD27/IoT-GSI 및 TD

29/IoT-GSI을 발간하고 추가적인 기고를 요청하였다.

- o IoT의 개요 및 참조 구조와 관련된 IoT-GSI-C4, IoT-GSI-C7 및 IoT-GSI-C13가 논의되었으며, 해당 권고안의 개발은 다양한 Question의 협력으로 진행하기로 하였으며, laeding Question은 Q3/13이 맡기로 하였다.
 - 해당 권고의 에디터의 후보로 이준섭 선임과 중국의 Li Haihua(CATR) 및 Li Weihua(ZTE)가 거론되었으며, 차기 회의에서 선정하기로 하였다.
- o IoT-GSI TSR(Technical and Strategic Review)은 2012년도 IoT-GSI 회의를 다음의 일정에 개최하기로 하고 JCA-IoT에 승인을 요청하기로 하였다.
 - 제4차 IoT-GSI event: 2012년 2월 9일 ~ 2월 15일
 - 제5차 IoT-GSI event: 2012년 4월 30일 ~ 5월 4일
 - 제6차 IoT-GSI event: 2012년 9월 3일 ~ 9월 7일

3. NGN-GSI 주요 회의 결과

가. 회의 개요

- o ITU-T Q.7/13 회의
 - 2011년 5월 9에서 20일까지 스위스 제네바에서 열린 IoT-GSI 및 NGN-GSI 회의 중에 김형준 의장의 주재로 진행되었음. IoT-GSI 회의 기간 중에 타 Question들과의 합동회의를 통해 13개의 입력 문서를 검토하였으며, 4개의 결과 문서가 발행되었으며, NGN-GSI 회의 기간 중에 5개의 결과 문서를 검토하였으며, 4개의 output 문서가 발행되었다.
 - 이번 ITU-T Q7/13 회의의 주요 목적은 제출된 기고서 검토와

IoT-GSI에서의 Q7/13의 역할에 대한 논의가 진행되었다. 특히, 현재 진행 중인 드래프트 권고안 3건에 대해 심도있게 논의하였으며, Y.2056(Y.ipv6-vmh) 문서가 이번 SG13 총회에서 승인되었다.

- ITU-T SG13 Q.7은 IPv6 관련 4개의 권고안을 개발하고 있다.
 - Y.ipv6-vmh, “IPv6기반 NGN에서의 인지 버티컬 멀티호밍 프레임워크(Framework of cognitive vertical multi-homing in IPv6-based NGN)” 권고안은 이번 회의 기간 중에 진행된 SG13 총회에서 Y.2056로 승인(consent)되었다.
 - Y.ipv6split, “IPv6기반 NGN에서의 ID/LOC 분리를 위한 프레임워크(Framework of ID/LOC separation in IPv6-based NGN)” 권고안은 2011년 10월 회의에서 승인을 요청하기로 결정하였다.
 - Y.ipv6na, “IPv6 기반 NGN에서 네트워크 액세스를 위한 기능 요구사항(Functional requirement for network access in IPv6-based NGN)” 권고안은 2011년 10월 회의에서 승인을 요청하기로 하였다.
 - Y.ipv6migration, “NGN 오퍼레이터 측면에서 IPv6 전환을 위한 로드맵(Roadmap for IPv6 Migration from NGN Operators’ Perspectives)” 권고안은 이번 회의에서 승인하기로 되어 있었으나, 에디터의 부재로 논의가 되지 못했기 때문에 2011년 10월 회의에서 승인하기로 연기되었다.
- Q7/13의 향후 연구 주제로, IPv6와 IoT(Internet of Things)와의 연관성에 대해 심도있는 논의가 진행되었다. 특히, 네이밍과 어드레싱 분야에서 IPv6는 IoT를 위한 좋은 방식 중에 하나이며, 추가적인 논의가 필요함에 동의함. 차기 8월에 개최되는 IoT-GSI 회의에도 Q7/13은 계속 참여하기로 하였다.

o ITU-T Q.9/13 회의

- ITU-T Q.9/13 회의는 20건의 기고가 검토되었고, 회의록을 포함해서 6건의 결과 문서가 발행되었다. Q.9/13의 rapporteur로서 Yachen Wang (China Mobile, China)과 Oscar Lopez-Torres (InterDigital, USA)이 회의를 주재하였다.
- ITU-T Q.9/13 회의의 주요 목적은 3개의 드래프트 권고안의 개발이며, Y.MC-ARCH 권고안이 차기 NGN-GSI 10월 회의에서 승인 요청하기로 하였다.
- ITU-T SG13 Q.9은 MC(Multi-Connection) 관련 3건의 권고안 개발을 진행하고 있다.
 - Y.MC-ARCH (Functional Architecture of Multi-connection), Y.MC-ID (Identification and configuration of resources for Multi-Connection), Y.MC-Streaming (Streaming Service over Multi-connection) 등 3개의 드래프트 권고안을 개발하고 있다.
 - Y.MC-ARCH 권고안은 2011년 10월 회의에 승인을 목표로 하고 있으며, 2011년 7월에 인트림 회의를 개최하여 주요한 쟁점 사항들은 해소하고자 하였다.

o ITU-T Q.5/13 회의

- ITU-T SG13 Q.5는 ID/LOC 분리 구조 (Y.FAid-loc-split) 권고안을 개발하고 있으며, 2011년 5월 회의에서 승인되었다.
- Q.5/13은 NGN에서 호스트 기반 ID/LOC 분리를 지원하기 위한 기능 구조 (Functional architecture for the support of host-based ID/locator separation in NGN) 권고안을 개발하고 있으며, 2011년 5월 SG13 총회에서 Y.2022로 승인되었다.

o NGN-TSR 회의

- 일시 및 장소:
 - 2011. 5. 9(월) 09:30~ 11:00, 제네바 ITU T빌딩
 - 2011. 5.16(월) 16:30 - 17:30, 제네바 ITU T빌딩
- 주요내용:
 - IoT-GSI가 이번 회의기간에 같이 시작됨을 알리고 이의 표준화 추진을 위한 협력 방안에 대해 일부 의견 조정하였다 (IoT용어 정의 및 연구 범위를 놓고 NGN관점에서의 의견 조율 필요).
 - SUN관련하여 이번 회의에 제출된 기고문을 다루려 하였으나 이번 회의 기간 다수의 GSI가 공동으로 진행됨을 고려하여 5월 16일 월요일 아침 별도로 SUN을 다루는 공동 세션을 갖기로 하였다.
 - 지난 3월 일본에서 발생한 지진 및 해일에 따른 전기통신망 액세스 망에의 피해와 이의 복구를 위한 일본 NTT의 상황을 소개하는 특별 튜토리얼 세션을 갖기로 하였다.
 - Future Network과 관련된 기고서를 검토하고 재해 환경에서 미래 통신망의 역할 제고를 위한 표준화 개발의 필요성에 대해 협의하였다.

o JCA-NGN 회의

- 일시 및 장소: 2011. 5. 18(수) 16:30 - 17:30, 제네바 ITU T빌딩
- 주요내용:
 - NGN TSR의 회의 결과를 검토하고 JCA 지원 사항에 대해 검토하였다.
 - 지난 회의에서 의결되어 TSAG에 제출되었던 NGN-GSI/JCA 명칭 변경을 위한 요구가 부결되었음이 통보되었으며 그러나 이를 SUN에 대한 표준화 연구를 금하는 것으로 해석해서는 안 된다는 의장의 설명이 있었다.

- SUN과 Future Network 간의 관계 정립을 위해 SUN에 보다 명확한 정의 및 연 범위의 정립이 필요함이 논의 되었으며 이를 계속해서 추진해 나가기로 하였다.
- 그 동안 SG13에서 추진해 왔던 Physical Architecture 에 관한 표준화 추진 업무가 TSAG에 의해 SG11 로 이관되었음을 확인 하였으며 SG11을 통해 관련 연구가 지속되기를 희망하였다.

나. 주요 회의 결과

o ITU-T Q.7/13 (Impact of IPv6 to an NGN) 회의 결과

- 일반사항

- Q7 agenda : [TD659 (NGN-GSI)]
- Q7 meeting report : [TD38(IoT-GSI)][TD755 (NGN-GSI)] [TD149 (WP5/13)]

- 주요 회의결과

- Q.7/13 회의는 2011년 5월 9에서 20일까지 스위스 제네바에서 열린 IoT-GSI 및 NGN-GSI 회의 중에 김형준 의장의 주재로 진행되었다. IoT-GSI 회의 기간 중에 타 Question들과의 합동회의를 통해 13개의 input 문서를 검토하였으며, 4개의 output 문서가 발행되었으며, NGN-GSI 회의 기간 중에 5개의 input 문서를 검토하였으며, 4개의 output 문서가 발행되었다.
- 이번 ITU-T Q7/13 회의의 주요 목적은 제출된 기고서 검토와 IoT-GSI에서의 Q7/13의 역할에 대한 논의이다. 특히, 현재 진행 중인 드래프트 권고안 3건에 대해 심도있게 논의하였으며, Y.2056(Y.ipv6-vmh) 문서가 이번 회의기간 중에 승인되었다.
- 3개의 진행 중인 드래프트 권고안에 대한 검토 후에, 검토 결과가 반영되어 TD 문서로 발행되었다. 발행된 문서는 Y.ipv6-vmh, Framework of Vertical Multi-homing in

IPv6-based NGN, TD713(NGN-GSI), Y.ipv6split, Framework of ID/LOC separation in IPv6-based NGN, TD719(NGN-GSI), Y.ipv6na, Functional requirement for network access in IPv6-based NGN, TD754(NGN-GSI)이다.

- 특히 Y.ipv6-vmh 문서는 Y.2056 번호를 부여받았으며, SG13 총회에서 승인되었다. Y.ipv6split, Y.ipv6migration 및 Y.ipv6na 문서는 2011년 10월 회의에서 승인을 목표로 한다.
- Q7/13 의 향후 연구방향을 논의하기 위해, IPv6와 IoT (Internet of Things)와의 연관성에 대해서 심도있는 논의가 진행되었다. 특히, 네이밍과 어드레싱 분야에서 IPv6는 IoT를 위한 좋은 방식 중에 하나이며, 추가적인 논의가 필요함에 동의한다. 차기 IoT-GSI 회의에도 Q7/13은 계속 참여하기로 하였다.
- 2011년 8월의 ITU-T IoT-GSI 회의 및 10월의 NGN-GSI 회의에서의 Q7/13의 ToR이 검토되고 결정되었다. 이외에도 Q.7/13의 향후 작업계획 및 리빙 리스트가 검토되었으며, 검토 결과는 미팅 리포트의 Annex B와 C에 포함되었다.

o ITU-T Q.9/13(MM mechanisms supporting multi-connections for multiple access technologies) 회의 결과

- 일반사항

- Q.9 Agenda : [TD624(NGN-GSI)] Q.9/13 Meeting agenda
- Q.9 Meeting Report : [TD740(NGN-GSI)][TD167(WP3/13)] Meeting report of Q.9/13

- 주요 논의 내용

- Q9/13은 2009년부터 2011년까지 시작되는 새로운 Study Period에 만들어진 Question, “MM mechanisms supporting multi-connections for multiple access technologies” 으로서, 2010년 1월에 Y.MC-SCEN 권고안이 Supplement 9으로

approve되었고, 2011년 1월에 Y.MC-REQ 문서가 승인되었다. 현재 3건의 권고안(Y.MC-ARCH, Y.MC-ID, Y.MC-Streaming)이 개발되고 있다.

- 이 Question의 연구범위는 사용자 장비(UE) 측면에서 다중 인터페이스(multiple interface)를 통하여 하나 이상의 연결(connection)이 제공되는 환경을 가정한 것으로 수직적인 입장에서 Access point, Access control, Session control, 그리고 Application 입장에서 MC(multi-connection)를 지원하기 위한 서비스 시나리오, 요구사항, 구조, 스트리밍서비스 그리고 자원 관리에 관한 권고안이 개발 중이다.
- 이번 회의에 총 20건의 기고가 검토되었고, 회의 안건, 회의 보고서(meeting report), 권고안 개발 결과문서 3건 및 리빙 리스트(Living list)의 6건의 TD 문서가 발행되었다.
- Q9/13의 rapporteur로서 Yachen Wang (China Mobile, China) 과 Oscar Lopez-Torres (InterDigital, USA)이 회의를 진행하였다.
- 차기 회의는 인트림 회의이며, 중국에서 7월 14일과 15일 양일간 개최 예정이다.
- 회의에서 모든 명료화 (clarification)를 위한 질문들은 모두 해소되었으며, 대부분의 기고들은 논의 내용을 반영한 수정사항을 포함하여 모두 수용되었다.
- C1114, C1115, C942, C943, C944, C945 및 C947 기고들은 지난 1월 회의에 제출되었으나, 기고자의 부재 및 시간의 부족으로 논의되지 않다. 이번 회의에서도 MC 기능 구조 문서가 완료되지 않은 상황이라 논의되지 않고, 리빙 리스트에 포함되어 차기 회의에서 논의하기로 하였다.

제 2 절 ITU-T SG13 국제회의

1. 회의 개요

- 회의명: ITU-T SG13 회의
- 회의 기간: 2011. 10. 10(월) ~ 10. 21(금)
- 회의장소: 스위스, 제네바
- 관련 Letter No.: TSB Collective letter 9/13
- 참석자: 전체 143명 참석 중 한국 30명 참석(참고: TD231(PLEN/13))
- 국가대표단: 수석대표 김형준 등 13명, 섹터 19명(KT 2명, ETRI 17명)이 참여하였다.
- 기고서 : 전체 254건의 기고서 중에서 국가기고서 27건, 섹터기고서 70건(ETRI 67건, KT 2건, ETRI/KT 1건) 제출되었다.
- ITU-T SG13 총회는 제출된 8건의 신규 권고(안)들의 AAP 승인 절차 상정 및 1건의 Supplement 승인되었다. 폐막 총회를 통해서 제안된 모든 권고(안)들이 AAP로 상정되었으며, 1개의 문서는 Supplement로 승인되었다. 상정된 권고(안)들은 다음과 같다.
 - Q.1741.7, IMT 2000 References to Release 9 of GSM evolved UMTS Core Network
 - Q.1742.9, IMT 2000 References (approved as of 31 December 2010) to ANSI-41 evolved Core Network with cdma2000 Access Network
 - Y.2809 (formerly Y.SMF), Framework of Mobility Management in Service Stratum for Next Generation Network
 - Y.2111, Resource and admission control functions in Next Generation Networks
 - Y.2122Amd1, Flow Aggregate Information Exchange Functions in Next Generation Networks - Information model

- Y.2057 (formally Y.ipv6split), Framework of ID/LOC separation in IPv6-based NGN
- Y.2058 (formally Y.ipv6migration), Roadmap for IPv6 Migration from NGN Operators' Perspectives
- Y.3011 (Y.FNvirt), Framework of network virtualization for Future Networks
- Y.3021, Framework of energy saving for Future Networks
- Supplement 15 (ex Y.pass), Profile based application adaptation service using NGN

2. ITU-T Q.7/13 (Impact of IPv6 to an NGN) 회의 결과

- o 일반사항
 - Q7 agenda : [TD160 (WP5/13)]
 - Q7 meeting report : [TD187R2(WP5/13)]
- o Q.7/13 회의는 2011년 10월 10에서 21일까지 스위스 제네바에서 열린 SG13 회의 중에 김형준 의장의 주제로 진행되었다. 회의 기간 중에 10개의 input 문서와 2개의 TD 문서를 검토하였으며, 4개의 output 문서가 발행되었다.
- o 이번 ITU-T Q7/13 회의의 주요 목적은 제출된 기고서 검토와 차기 회기에서의 Q7/13의 ToR에 대한 논의이다. 특히, 현재 진행 중인 드래프트 권고안 3건에 대해 심도있게 논의하였으며, Y.2057(Y.ipv6split)과 Y.2058(Y.ipv6migration) 문서가 이번 회의기간 중에 승인(consent)되었다.
- o 3개의 진행 중인 드래프트 권고안에 대한 검토 후에, 검토 결과가 반영되어 TD 문서로 발행되었다.
 - Y.ipv6split, Framework of ID/LOC separation in IPv6-based NGN, TD 174 (WP5/13)

- Y.ipv6migration, Roadmap for IPv6 Migration from NGN Operators' Perspectives, TD 175 (WP5/13)
 - Y.ipv6na, Functional requirement for network access in IPv6-based NGN, TD 188 (WP5/13)
 - o 특히, Y.ipv6split과 Y.ipv6migration 문서는 각각 Y.2057, Y.2058 번호를 부여받았으며, SG13 총회에서 승인되었다.
 - o Q7/13 회의에서 Question에 대한 명시적인 문서는 만들어지지 않았지만, 여러 가지 측면에서 Q7/13이 차기 회기에서도 유지될 필요가 있음에 동의하였다. 첫째 일반적인 수송계층 프로토콜로서 미래에 출현할 네트워크에서의 IPv6의 중요성에 비추어볼 때, 차기 회기에서도 유지되어야 한다. 다만 Question의 범주는 좀더 넓혀져야 한다. 둘째, 이번 회기동안 Q7/13은 주로 현재 NGN FRA 문서에 기반을 두어 IPv6 적용에 대해서만 다루었다. 차기 회기에는 SUN, FN 등의 미래 네트워크에서 IPv6 적용에 대한 부분을 고려해야 한다. 셋째, core 네트워크와 edge network 사이의 gateway 역할로서의 IPv6를 고려해야 한다. 차기 2012년 2월 회의에서 Q7의 역할과 목표에 대해 논의하기로 하였다.
 - o 2011년 11월의 ITU-T IoT-GSI 회의 및 2012년 2월의 NGN-GSI 회의에서의 Q7/13의 ToR이 검토되고 결정되었다. 이외에도 Q.7/13의 향후 작업계획 및 리빙 리스트가 검토되었으며, 검토 결과는 미팅 리포트의 Annex B와 C에 포함되었다.
3. ITU-T Q.9/13(MM mechanisms supporting multi-connections for multiple access technologies) 회의 결과
- o 일반사항
 - Q.9 Agenda : [TD174(WP3/13)] Q.9/13 Meeting agenda
 - Q.9 Meeting Report : [TD198(WP3/13)] Meeting report of Q.9/13

- o Q9/13은 2009년부터 2011년까지 시작되는 새로운 Study Period에 만들어진 Question, “MM mechanisms supporting multi-connections for multiple access technologies”으로써, 2010년 1월에 Y.MC-SCEN 권고안이 Supplement 9으로 제정되었고, 2011년 1월에 Y.MC-REQ 문서가 승인되었다. 현재 3건의 권고안 (Y.MC-ARCH, Y.MC-ID, Y.MC-Streaming)이 개발되고 있다.
- o 이번 회의에 총 14건의 기고가 검토되었고, 회의 안건, 회의 보고서 (meeting report), 권고안 개발 결과문서 5건과 차기회기 Q9/13 계획 등 6건의 TD 문서가 발행되었다.
- o Q9/13의 rapporteur로서 Yachen Wang (China Mobile, China)과 Oscar Lopez-Torres(InterDigital, USA)이 회의를 진행하였다.
- o 이 Question의 연구범위는 사용자 장비(UE) 측면에서 다중 인터페이스(multiple interface)를 통하는 하나 이상의 연결(connection)이 제공되는 환경을 가정한 것으로 수직적인 입장에서 액세스 포인트(access point), 액세스 제어(access control), 세션 제어(session control), 그리고 응용(application) 입장에서 MC(multi-connection)를 지원하기 위한 서비스 시나리오, 요구사항, 구조, 스트리밍 서비스 그리고 자원 관리에 관한 권고안이 개발 중이다.
- o 차기 회의는 인트림 회의이며, 중국에서 12월 19일과 21일까지 중국에서 개최 예정이다.
- o 이번 회의에서 2개의 권고안이 신규로 개발되는 것으로 승인되었다.
 - Y.MC-eMMTel (“Capabilities of multi-connection to support Multimedia Telephony (eMMTel) services”)
 - Y.MC-URM (“Unified Registration Mechanism in Multi-connection”)

4. Q21/13 (Future networks) 회의 결과

- o 일반사항

- Q21 meeting report : TD 176 (WP 5/13)
- o Q21/13 회의는 2011년 10월 10일에서 21일까지 스위스 제네바에서 개최되었다. 5개의 Liason Statement, 3개의 TD문서를 포함하여 총 35개의 관련 기고문서들이 Q21 회의에서 논의되었으며, 미팅 리포트, 권고안 초안 수정본, 신규 제안 권고안 초안 등 총 10개의 결과 문서가 발행되었다. Q21/13의 라포처는 일본 NEC의 Takashi Egawa와 ETRI의 신명기 책임이 공동 라포처를 맡고 있으며, 슬로베니아의 Alojz HUDOBIVNIK이 Associate 라포처를 맡고 있다.
- o ITU-T Q21/13 회의의 주요 목적은 Q21에서 권고안 작업이 마무리 상태로 접어든 두 권고안 초안인 Y.FNvirt (Framework of network virtualization for Future Networks)와 Y.FNenergy (Framework of energy saving for Future Networks) 권고안을 승인(consent) 시키는 것이다. 두 권고안 초안은 지난 5월 NGN-GSI 회의에서 논의를 통해서 이번 SG13 회의에 승인시키는 것으로 합의함에 따라, 지난 6월과 8월 두 차례에 걸쳐 서울과 도쿄에서 각각 Q21 인터림 회의를 개최하여 문서의 내용을 수정하였다. 이번 회의에서 두 문서에 대한 승인을 추진하여 SG13 총회에서 승인되었고, AAP 절차에 들어가는 것으로 결정하였다.
- o 새로운 권고안 대상 항목으로 Y.FNsocioeconomic (Methods to Achieve Socio-economic Design Goals and Objectives for Future Networks), Y.FNamnsa (Requirements and Architectural Framework for Auto Manageable Future Networks and Services), Y.SUNoverview (Overview of SUN (Smart Ubiquitous Networks))을 선정하여 Q21에서 권고안을 개발하는 것으로 결정하였다.
- o 또한, 2013년 ITU-T 신규 회기를 준비하여 각 Question에서 담당할 study item에 대한 question description을 2012년 7월까지 진행하는 것으로 결정됨에 따라 이번 회의에서 Y.3001 의 4가지 목적에 따라 Q21 산하에 5개의 세부 question을 신설하는 것을 논의하였고, 논의된 내용을 바탕으로 5개의 Question 연구방향을 작성하여

검토하였다.

- o Q3과 Q12와의 공동 회의를 통해 Y.SUNoverview 권고안 초안의 내용을 공동으로 검토하였으며, 향후 권고안의 내용을 지속적으로 공동으로 검토하는 것으로 합의하였다. 권고안은 Q21에서 작업을 주도하는 것으로 결정되었다.
- o 마지막으로, ISO/IEC JTC1 SC6에서 진행 중인 FN 관련 활동과의 협력을 위한 방안에 대해 논의하고, Liason 문서를 교환하였다.

5. 권고안 개발 현황 요약

가. Framework of ID/LOC separation in IPv6-based NGN (Y.ipv6split) 드래프트 권고안

- o 일반사항
 - 기고문서 : [COM13 - C951] Technical and editorial revisions of Y.ipv6split
 - 기고문서 : [COM13 - C1025] Proposal for revised text on sub clause 7.1 of Y.ipv6split
 - 기고문서 : [COM13 - C1175] Revised Text of Y.ipv6split (October 2011)
 - 기고문서 : [COM13 - C1176] Update Text of clause 6.1 in Y.ipv6split (October 2011)
 - 기고문서 : [COM13 - C1177] Update Text of clause 6.2 in Y.ipv6split (October 2011)
 - 결과문서 : [TD-174(PLEN/13)] Framework of ID/LOC Separation in IPv6 based NGN
- o 주요 논의 내용

- C951은 주로 6장과 7장에 제시된 그림들에 대한 상세 설명을 추가 및 수정 제안하였다. 또한 “로케이터(locator)”와 “IPv6 주소 분리(IPv6 address separation)” 정의에 대해서 수정하였다. 특히, 로케이터는 호스트기반과 네트워크기반 환경에서 그 쓰임새가 다르기 때문에 “로컬 로케이터”와 “글로벌 로케이터”로 구분하였다.
- C1175는 문서 작성 지침(Author’s guide)에 따라 문서 전반적으로 수정하여 제안하였다. 회의에서 편집상의 오류를 수정하고 동의되었다.
- C1176은 6.1절의 그림 1과 그에 따른 설명에 대한 수정 제안하였다. C951도 동일한 부분에 대해서 제안하였으며, 회의에서 논의를 통해 두 기고에 내용을 반영하여 수정하는 것으로 동의되었다.
- C1177은 6.2절의 그림 2와 3에 대한 수정 제안이다. 이 그림들에 대한 모호성이 지난 회의에서 제기되었으며, 이를 해결하기 위하여 상세한 인터페이스, FE(Functional Entity) 등에 대해서 자세히 기술한다. 회의에서 논의 후에 반영되었다.
- C1025는 7장의 그림 5와 6에 대한 수정을 주로 제안하였다. IPv6 기반 ID/LOC 분리 기법을 적용하기 위해 호스트와 네트워크로 나눠서 각 기능에 대해서 자세히 기술하였다. 회의에서 논의 후, 반영되었다.
- 기고서를 반영한 두 차례의 드래프팅 결과 회의를 후에, 회의는 Y.ipv6split 문서를 SG13 폐막 총회에서 승인을 요청하는 것으로 결정하였다.

o 표준화 추진 관련 주요 쟁점 사항

- 개요: IPv6기반 NGN에서 IPv6 주소를 Identifier와 Locator로 구분하는 프레임워크를 개발하고 있다.
- 국내외 동향: 2008년 9월 회의에서 신규 권고안 작업을 진행하는 것에 동의되었으며, ETRI의 박정수 책임연구원, 일본 NICT의 Ved P. Kafle 박사, 서울대의 유태완선임, 중국 Huawei

Technologies Co. LTD의 Sheng Jiang 등이 co-editor로 선임되었다. 본 문서는 차기 회의인 2011년 10월 ITU-T SG13 회의에서 승인을 목표로 하였으며, 승인되었다.

○ 주요 쟁점 사항의 산업화 관련 분석

- 본 기술 분야는 IETF LISP, HIP, SHIM6, IRTF 등에서 연구가 활발히 진행되고 있으며, CISCO 등은 자체 솔루션을 가지고 있는 실정이다.
- 우리나라의 자국 산업 보호를 위해, IPv6를 기반으로 ID/Locator 분리를 적용한 표준 및 기술 개발이 시급하다고 사료된다. 또한, 이동환경, 멀티호밍 환경 등에 적용할 수 있도록 하는 것이 무엇보다도 중요하다. 또한, 현재 논의되고 있는 미래 네트워크 환경에서도 ID/Locator 분리 개념은 중요하게 활용될 수 있는 기술이다.

○ 향후 우리나라의 대응전략/방안

- 2011년 10월 회의에서, Y.ipv6split 문서는 Y.2057로 승인되었으며, 차기 회기(2013-2016)에서의 Q7/13의 역할과 함께 ID/LOC 기법을 기반으로 한 Y.ipv6split의 후속 작업에 대해서 논의해야 한다. 차기 회의에서 기고할 필요가 있다.
- 국내 TTA IPv6 PG 에서 Y.2057에 대한 국내표준화 작업을 진행할 필요가 있다.
- 향후, 미래네트워크, 클라우드 컴퓨팅 등의 분야에서 IPv6 기반 ID/LOC 분리 개념의 적용에 대한 논의가 진행될 필요가 있다.

나. Identification and configuration of resources for Multi-Connection (Y.MC-ID) 드래프트 권고안 관련사항

○ 일반사항

- 문서번호 [TD193] The output document of Y.MC-ID (October

2011)

- 관련기고 [C1026] Proposal for revised text of Y.MC-ID (ETRI)

o 주요 논의내용

- C1026 기고문은 Multi-connection으로 인해 발생하는 여러 가지 자원을 UE 측면에서 식별하기 위해 작성된 새롭게 식별을 제안하는 6장을 새롭게 재구성하고, 일반적인 설명을 하는 text를 간략화 하는 기고서이다.
- 기고문에 제안된 text 와 수정된 그림들은 다 반영 되었으나, 실제 3GPP 등에서 사용 중인 기존 ID와의 관련성과 다중 연결 시나리오를 기반으로 한 유즈케이스에 대한 추가 기고가 필요한 상황이다.
- Y.MC-ID는 내년 2월 consent 예정인 Y.MC-ARCH 문서와 연관성이 있으므로, Y.MC-ARCH문서의 승인 이후 7월 회의를 통해 consent 될 예정이다.

o 표준화 추진 관련 주요 쟁점 사항

- 개요 : 다중 연결(Multi-connection)은 중국에서 주도한 Question 9 / SG 13 으로 진행 중인 드래프트 권고안들이 모두 중국의 editor들에 의해 작업되고 있으며, IETF 등의 MIF WG 등과의 연계성과 스마트폰과 같은 다중 인터페이스(multi-interface)등을 탑재한 단말들이 증가함에 따라 기술적으로 주목 받고 있는 내용이다. 따라서 다중 연결을 통해서 발생하는 여러 자원을 UE 측면에서 정의 및 관리하기 위한 드래프트 권고안 Y.MC-ID는 한국이 주도적으로 작업하고 있으며 다중 연결의 핵심 부분이라는 데 의의가 있다.
- 국내외 동향 : 그동안 SG13의 다중 연결 연구를 위한 Question은 시나리오 (ITU-T Suppl.9)와 요구사항 (ITU-T Y.2251), 그리고 Y.MC-ARCH 등이 승인 예정이며, 향후 NSP를 위해 새롭게

Registration (Y.MC-URM) 및 streaming (Y.MC-streaming) 그리고 multimedia service (Y.MC-eMMTel) 등의 신규 권고안 작업들이 승인되었다. 이러한 기술들은 지속적으로 3GPP와 IETF 등에서도 적극적인 기술 개발 및 표준을 선도하고 있으나, 아직 한국은 별다른 관심을 보이지 않는 상황이다. 따라서 선도적인 표준 기술을 위해 좀더 한국에서도 관심을 가지고 주도적인 참여가 필요한 상황이다.

○ 주요 쟁점 사항의 산업화 관련 분석

- 중국은 China Mobile을 중심으로 향후 다중 연결 기술을 이용한 스트리밍, 네트워크 탐색, 멀티미디어 서비스 등의 기술 개발과 함께 표준 권고안 작업을 하고 있으나, 한국은 아직까지 멀티호밍 및 다중 연결과 관련 새로운 서비스에 대한 움직임이 없는 상황이다. 그러나 이 다중 연결은 가까운 미래에 존재하는 환경이기 때문에 중국의 서비스 개발에 관심을 가지고 국내에서도 관련 기술 표준 및 특허 등에 대한 관심이 필요한 상황이다.

○ 향후 우리나라의 대응전략/방안

- 한국 역시 중국의 표준 기술 동향을 파악하며, 협력과 함께 적절한 견제가 필요할 것으로 보인다. 따라서 현재 한국이 주도적으로 참여하는 Y.MC-ID의 활동과 함께 중국 측의 기술 및 서비스 개발 동향에 관심을 가지고 관련 표준 및 특허 등에 대한 선행 확보를 위한 노력이 필요하다.

다. Framework of network virtualization for Future Networks (Y.3011)

○ 일반사항

- 결과번호 : Framework of network virtualization for Future Networks, TD 245 (PLEN/13) (Editors)
- 권고안번호: Y.3011, Framework of network virtualization for

Future Networks

o 주요 논의 내용

- 이 문서는 ITU-T에서 보는 미래 네트워크에 대한 4가지의 목적 중 서비스 다양성을 실현하기 위한 핵심 기술 중 하나로, 네트워크 가상화의 정의/개념/문제 정의/설계 목표 및 적용 사례를 정의한 권고안이다. 이번 회의에서는 지난 6월, 8월 개최되었던 인트립 회의의 결과를 반영한 권고안 수정본의 내용을 논의하였으며, 문서 최종본을 작성 후, SG13 총회에서 권고안이 승인되었다.
- 이번 회의에서 권고안 수정본에 대해서 Y.3011로 권고안이 승인되었다.

o 표준화 추진 관련 주요 쟁점 사항

- 개요 : 2009년 7월~2010년12월까지 진행된 FG-FN의 핵심 결과물 중 하나로, 미래 네트워크에 대한 목표, 설계 원칙, 유망 기술들을 도출하고 있는 권고안인 Y.3001문서에서 서비스 다양성의 지원을 위한 핵심 기술로 도출한 네트워크 가상화 기술에 대한, 권고안이다. 이번 회의에서 권고안 제정이 완료되어 ITU-T에서 제정된 미래 네트워크 관련 두 번째 표준이 되었다.
- 국내외 동향 : 이 권고안은 ETRI의 정상진 선임연구원과 일본 NICT의 Hideki Otsuki가 공동으로 에디터를 맡았다. 지난 5월 SG13 회의 이후 인트립 회의를 통해 수정된 권고안을 이번회의에서 제출하여 승인이 완료되었다.

o 주요 쟁점 사항의 산업화 관련 분석

- Y.3011은 네트워크 가상화 기술과 관련하여 최초로 제정된 국제표준으로 ITU-T에서 작업 중인 미래 네트워크의 핵심 표준 중 하나이다. 국제 표준화 기구에서 제정되는 최초의 국제표준이 되었으며, 전 세계 네트워크 가상화 관련 연구 및 기술개발의 기반 표준

으로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

- 가상화 기술의 일반적인 장점은 장비의 효율을 높일 수 있는 점에 있으나, 성능이 저하되는 단점을 가지고 있으며, 이를 보완하기 위해 개발될 네트워크 가상화 표준들에서는 네트워크 가상화 소프트웨어의 최적화 작업을 병행하여, 가상화 기술이 가지는 성능 저하의 문제를 최소화 하는 방향으로 표준 소프트웨어 프로파일을 개발할 필요가 있다.

o 향후 우리나라의 대응전략/방안

- ITU-T에서 최초로 제정된 네트워크 가상화 관련 권고안에 한국이 에디터로 주도적으로 참여함에 따라, ITU-T의 미래 네트워크 분야에서의 한국의 입지를 굳건히 확보하였다. 이를 기반으로 미래 네트워크의 핵심 기술인 네트워크 가상화 기술의 세부 표준 제정에 한국이 지속적으로 참여해야 할 것으로 예상된다.

제 3 절 최근 주요 쟁점사항들

1. 클라우드 컴퓨팅관련 신규 Question 신설 논의

2011년 10월 회의에 한국의 제안으로 지난 1월에 TSAG 동의를 받지 못하였던 클라우드 컴퓨팅 관련 연구과제의 재신설에 대한 논의였다. 본 제안은 한국을 중심으로 일본, 캐나다, 미국 등에서 지지를 하는 반면 프랑스, 독일 및 스위스 등에서 반대가 있었다. 장시간 논의 끝에 2012년 1월 TSAG에서 FG-Cloud에 대한 검토가 완료되는 대로 본 연구과제의 신설에 대해 협의하기로 하였으며 이를 위해서 2012년 2월 NGN-GSI 회의의 첫째 날에 SG13 총회를 하여 본 제안을 검토하기로 하였으며 원만한 준비를 위하여 2월 회의까지 Correspondence 그룹을 구성하여 운영하기로 하였다.

2. SG13의 차기 연구회기 준비를 위한 특별 그룹 신설 및 운영

차기 연구회기 SG13의 연구 비전 및 연구과제의 제안을 위하여 금번 회의부터 라포쳐 그룹은 해당 Question 과제에 대한 재검토가 요청되었으며, 이 논의를 보다 본격화하고 구체화하기 위하여 이른바 NSP(New Study Period) 특별 그룹을 구성하여 운영하기로 하였으며 본 그룹의 리더로 SG13 부의장 겸 WP4 의장인 Ms. Hui-Lan Lu를 임명하였다. 이에 따라서 2회에 걸쳐서 회의가 진행되었다. 1차 회의는 10월 14일 금요일에 있었으며 주로 2주간의 SG13 회의 중에서 첫 번째 주에 회의를 개최하는 Question 그룹들로부터 수정 제안된 연구과제 제안서를 접수하여 논의하였다. 2차 회의는 10월 18일 있었으면 2주차 회의 참가 그룹으로부터 수정된 연구 과제들과 1차 회의 이후 수정 보완된 그룹으로부터 의견을 받아 검토하였다. 회의 결과는 TD 234/PLEN 문서에 요약되어 있으며 본 준비를 원활하게 하기 위하여 차기 2월 회의까지 온라인으로 협의를 계속해 나가기로 하였다. 차기 회의에서 수정된 연구과제들이 좀더 심도있게 논의될 것이며, 6월 회의에서 최종적으로 확정될 예정이다.

3. SDP (Service Delivery Platforms) 워크숍 개최

SDP에 대한 논의의 필요성이 지난 ITU-T NGN-GSI 5월 회의에서 제기되어, 이번 회의 기간 중에 one-day 워크숍 형태로 진행되었다. 주제는 “전기통신 에코시스템을 위한 서비스 전달 플랫폼(Service Delivery Platform)”이었으며, 워크숍 개요 소개 및 기초연설, SDP 보급과 사업 모델, SDP 기술, SDP 표준화 현황, 향후방향 등 5개의 세션으로 구성되어 진행되었다. 워크숍의 발표 자료는 ITU-T 웹페이지를 참고하기 바란다(<http://www.itu.int/ITU-T/worksem/sdp/>).

4. IoT(Internet of Things) 관련 논의

ITU-T Q3/13은 Y.IoT-overview 권고안을 개발하고 있으며, 대한민국 ETRI의 이준섭 선임연구원과 중국 CATR의 Haihua Li가 에디터로 활동하고 있다. 이번 회의에서 IoT의 기본 개념 및 전반적인 목차가 수정되었으며, 2012년 2월 회의에서 승인을 목표로 하고 있다. 본 권고는 M2M(Machine to Machine), MOC(Machine oriented Communication), USN(Ubiquitous Sensor Network) 등의 다양한 분야에서 표준화가 진행되고 있는 IoT의 개념을 정립을 목표로 하고 있으므로, 향후 M2M 산업에의 영향 등을 고려할 때 그 중요성은 매우 크다고 할 수 있으며, 우리나라가 주도해야 할 분야이다. 한편 Q25/13이 개발 중인 IoT 로드맵(roadmap)과 JCA-IoT에서 개발 중인 IoT 표준 로드맵(Standards roadmap)의 중복성 문제가 제기되었으며, 논의 결과 Q25/13의 IoT 로드맵의 개발을 중지하기로 하였다.

5. SUN(Smart Ubiquitous Network) 관련 신규 권고안 개발 착수

ITU-T Q4/13은 Y.SUN-trcmf, Traffic Resource Control and Management Functions for Smart Ubiquitous Networks(에디터: 원수섭, 이승익)에 대해 신규 권고안 작업을 승인하였으며, TD196(WP4/13)으로 발행하였다. ITU-T Q12/13은 Y.SUN-context, Framework of context awareness for Smart Ubiquitous Networks (에디터: 이규명)와 Y.SUN-content, Framework of content awareness for Smart Ubiquitous Networks (에디터: 박춘걸, 강신각)이 이번 회의에서 신규 권고안 작업을 시작하는데 동의를 받고, 각각 TD278(WP2/13)과 TD279(WP2/13)으로 발행되었다. ITU-T Q21/13은 Y.sun-overview, overview of smart ubiquitous network (에디터: 이규명)에 대한 권고안을 작업을 승인하였으며, 그 결과문서는 TD183(WP5/13)으로 발행되었다.

아직은 SUN이 기존망(NGN 등)과 미래 네트워크 (FN) 등과의 관계에 대한 이견의 계속 제기됨에 따라 NGN과 FN과의 관계를 명확하게 하고 SUN 연구 목표와 범위를 명확히 할 필요가 있다. 특히 이번 회의에서 중국에서 제안한 NICE 등과의 차별성 등에 대한 상세 검토가 필요한 상황이다.

6. 미래네트워크 관련 권고안 승인

ITU-T Q21/13은 Y.FNvirt (Framework of network virtualization for Future Networks)와 Y.FNenergy (Framework of energy saving for Future Networks) 권고안을 이번 회의에서 승인시켰다. 두 권고안은 지난 5월 NGN-GSI 회의에서 논의를 통해서 이번 SG13 회의에 승인을 시키는 것으로 합의된 바 있으며, 지난 6월과 8월 두 차례의 서울과 도쿄에서의 인트림 회의를 통해 기술적인 논의를 마쳤다. SG13 폐막 총회에서 Y.3011, Y.3021의 문서를 부여받았으며, AAP 절차에 들어가는 것으로 결정되었다. 특히 대한민국이 주도적으로 개발한 Y.FNvirt 문서를 기반으로 ITU-T의 미래 네트워크 분야에서 우리나라의 입지를 굳건히 확보하였으며, 이를 기반으로 미래 네트워크의 핵심 기술인 네트워크 가상화 기술의 세부 표준 제정에 우리나라가 지속적으로 참여할 수 있을 것으로 예상된다.

7. IPv6 관련 2건의 권고안 승인

ITU-T Q7/13은 Y.2057(Framework of ID/LOC separation in IPv6-based NGN)과 Y.2058(Roadmap for IPv6 Migration from NGN Operators' Perspectives) 권고안을 이번 회의기간 중에 승인시켰다. 특히 Y.2057은 IPv6기반 NGN에서 IPv6 주소를 식별자와 로케이터로 구분하는 프레임워크를 정의하고 있으며, 우리나라가 주도하고 일본과 중국에서 에디터로 참여하였다. 향후, 미래네트워크, 클라우드 컴퓨팅 등의 분

야에서 ID/LOC 분리 개념은 공통적으로 적용될 필요가 있으며, 이 분야에서 논의가 활발히 진행될 것으로 예상되며, 지속적인 참여가 필요하다.

제 5 장 IPv6 시뮬레이션

제 1 절 실험 환경

IPv6를 보급하기 위해, 적절한 응용분야가 필요하다. 최근 데이터센터, 클라우드 등의 분야가 이슈가 되고 있지만, 전통적으로 빌딩네트워크, 차량네트워크 등에서 IPv6가 빠르게 도입될 것으로 예상된다. 또한, 산불감시 등의 M2M 서비스 분야에서도 그 도입이 가능할 것으로 예상된다. 본 실험은 이와 같은 다양한 환경에서 적용할 수 있는 있는 시뮬레이션 환경을 소개한다.

1. OMNET++ 시뮬레이터

OMNET++는 마치 레고 블록처럼 다양한 방법으로 재사용할 수 있는 모듈(simple modules)을 가지는 컴포넌트 구조를 제공한다. 각 모듈들은 서로 게이트(gates)를 통해 연결(connected)되어 좀더 복잡한 “compound modules”을 구성한다. 시뮬레이션을 위한 환경도 이 “compound module”의 인스턴스(instance)라고 할 수 있으며, 이들은(components and topology) NED 파일을 통해 정의된다.

simple module들은 C++ 클래스들이며, cSimpleModule 클래스의 subclass이며, virtual 멤버 함수들을 재정의하여 작성한 코드에 포함시킬 수 있다. 새롭게 정의한 클래스들이 OMNeT++와 함께 사용될 수 있도록 Define_Module() 매크로를 통해 등록해야 한다. 또한 모듈 간에 통신을 위한 메시지를 생성해서 전달할 수 있으며, cMessage 클래스를 이용한다. 이때 각 모듈 내에 있는 handleMessage() 함수가 맨먼저 호출되어서 처리하게 되면, 전송을 위해 send(), sendDirect(), sendDelay(),

scheduleAt(), cancelEvent() 등의 함수들을 이용하게 된다.

```
message NetworkPacket {  
    fields:  
        int srcAddr;  
        int destAddr;  
}
```

2. OMNET++ 기본 기능

다음은 EtherMAC이라고 명명된 simple module component의 예이다. 여기서, simple이라는 키워드를 사용해서 정의한다.

```
//  
// Ethernet CSMA/CD MAC  
//  
simple EtherMAC {  
    parameters:  
        string address; // others omitted for brevity  
    gates:  
        input phyIn;    // to physical layer or the network  
        output phyOut;  // to physical layer or the network  
        input llcIn;    // to EtherLLC or higher layer  
        output llcOut;  // to EtherLLC or higher layer  
}
```

이 EtherMAC 컴포넌트를 이용해서 Ethernet station의 MAC 계층 형식을 정의하기 위해 다음과 같이 사용할 수 있다. 이 모듈은 compound 모듈이며, “module”이라는 키워드를 이용해서 명명한다.


```
//
// Host with an Ethernet interface
//
module EtherStation {
    parameters: ...
    gates: ...
        input in;    // for connecting to switch/hub, etc
        output out;
    submodules:
        app: EtherTrafficGen;
        llc: EtherLLC;
        mac: EtherMAC;
    connections:
        app.out --> llc.hlIn;
        app.in <-- llc.hlOut;
        llc.macIn <-- mac.llcOut;
        llc.macOut --> mac.llcIn;
        mac.phyIn <-- in;
        mac.phyOut --> out;
}
```

마지막으로 Ethernet LAN을 시뮬레이션하기 위해, “network”이라는 키워드를 이용해서 다음과 같이 compound module을 정의해야 한다.

```
network EtherLAN {
    ... (submodules of type EtherStation, etc) ...
}
```

이제, 실행을 해보자. 위의 그림에서 EtherMAC, EtherLLC와 EtherTrafficGen과 같은 모듈들은 모두 가지고 있다고 가정하자. omnet++ 시뮬레이터를 설치하면 기본적으로 있는 코드들이다. 시뮬레이션 실행코드를 생성하기 위해서, 기본적인 디폴트 값들을 정의하기 위한 omnetpp.ini 파일이 있어야 함을 기억하자.

```
[General]
network = etherLAN
*.numStations = 20
**.frameLength = normal(200,1400)
**.station[0].numFramesToSend = 5000
**.station[1-5].numFramesToSend = 1000
**.station[*].numFramesToSend = 0
```

간단한 예로 모든 파일들이 하나의 디렉토리에 있다고 가정하면 다음과 같이 실행하면 된다. opp_makemake 파일은 omnet++ 시뮬레이터의 bin 디렉토리 내에 있으며, Makefile을 만들어 주는 역할이다. 그 후에, make 파일을 수행해서 실행 파일을 생성한다. 디폴트로 파일이 있는 디렉토리의 이름과 동일한 실행파일이 만들어진다.

```
opp_makemake --deep
make
```

실제로 실행 파일을 구동하면 시뮬레이션이 진행되며, 이때 omnetpp.ini 파일이 있어야 한다. 여기서 추가적인 ini 파일을 필요로 하는 경우는 실행파일 다음에 써주면 되며, 기본적으로 Tkenv라는 그래픽 사용자 인터페이스가 사용되는데, Cmdenv 커멘드라인 사용자 인터페이스를 이용하면 된다.

```
$ ./etherlan
OMNeT++/OMNEST Discrete Event Simulation (C) 1992-2005 Andras Varga [....]
<I> Error during startup: Cannot open ini file `omnetpp.ini'
```

```
$ ./etherlan common-settings.ini params15.ini seeds3.ini
```

```
$ ./etherlan -u Cmdenv
```

이 시뮬레이션 결과는 out 디렉토리 내에 (.vec)과 (.sca) 확장자로 저장된다.

3. OMNET++ 설치

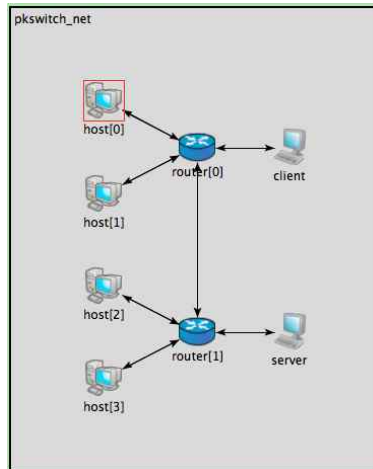
다양한 OS 환경을 지원하지만 본 장에서는 리눅스 계열에서 사용 방법 위주로 설명한다.

- o \$HOME/oppsim 디렉토리를 만든다.
- o OMNET++ 코드 (현재 4.2 버전이 최신) 및 INETFramework 파일을 www.omnetpp.org 사이트에서 다운받는다.
- o \$HOME/oppsim/omnetpp 디렉토리에 OMNET++를 설치한다.
- o \$HOME/oppsim/INET 디렉토리에 INETFramework을 설치한다.
- o \$HOME/oppsim 디렉토리에서 시뮬레이션 실험을 하고자 하는 것들을 각각 디렉토리를 만들어서 실행하면 된다.

제 2 절 패킷 스위칭 네트워크 실험

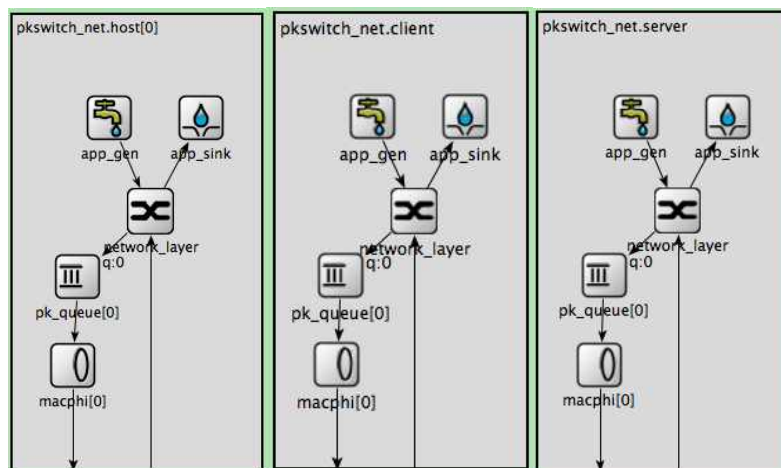
1. 실험 환경

패킷 스위칭 네트워크를 2개의 라우터와 6개의 호스트로 구성되도록 구성한다. 기본적인 네트워크 구성은 pkswitch_net.ned 파일을 참조하라.



(그림 5-1) 패킷 스위칭 네트워크 실험환경

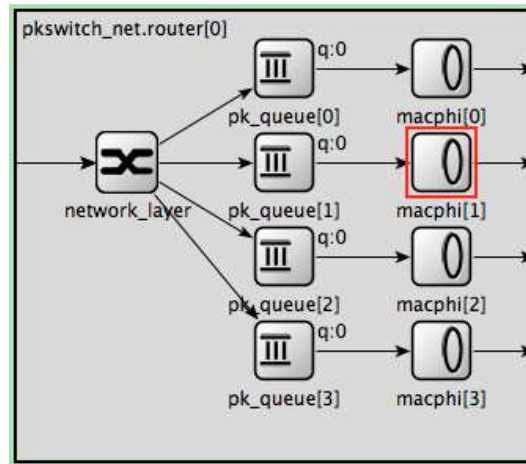
여기서, host는 AppGen, AppSink, NetworkLayer, PDropTailQueue 및 macphy계층으로 구성되며, host.ned 파일에 정의되어 있다. client와 서버도 호스트와 동일한 구조를 가진다.



(그림 5-2) 패킷 스위칭 네트워크 상의 클라이언트와 서버 구조

라우터는 NetworkLayer, 다수의 PDropTailQueue 및 macphifh 구성되

며, Dijkstra 알고리즘에 기반하여 라우팅 테이블을 관리한다.



(그림 5-3) 패킷 스위칭 네트워크 상의 라우터 구조

2. 실험 구성

IPv4와 IPv6를 실험하기 위해, 다음과 같이 omnetpp.ini 파일 정의하여 사용한다. 상세히 살펴보면, IPv4와 IPv6를 구분하여 전송 패킷의 최소값과 최대값을 다르게 정하였다. IPv4의 경우는 20바이트가 최소이며, IPv6는 40바이트가 최소값이다. 최대값은 동일하며, 65,536바이트이다. uniform 분배함수를 이용해서 최소값과 최대값 사이에서 패킷을 임의로 생성해서 보내도록 했다. 또한, geometirc 분배함수를 이용해서 최소값 이상의 평균 1000바이트의 패킷을 전송하는 경우로 나누어서 실험했다.

다음은 IPv4를 위해 만든 omnetpp.ini 파일이다.

```

# $Id: omnetpp.ini,v 1.8 2006/10/08 11:19:01 ahmet Exp $

# Like-IPv4 Simulation

[General]
network = pkswitch_net
rng-class = "cMersenneTwister"
num-rngs = 1
seed-0-mt = 1000
#sim-time-limit = 180s # seconds
sim-time-limit = 360s # seconds

# tkenv-default-run = 1

pkswitch_net.client.destAddressList = "7"
pkswitch_net.server.destAddressList = "6"

pkswitch_net.host[0].destAddressList = "3 2"
pkswitch_net.host[1].destAddressList = "2 3"
pkswitch_net.host[2].destAddressList = "1 0"
pkswitch_net.host[3].destAddressList = "0 1"
#pkswitch_net.**.pkSize = pk_geometric(160,8000)
pkswitch_net.**.pkSize = pk_intuniform(160,524288)
# min. packet size: 160 bits ( 20 Bytes)
# avg. packet size: 8,000 bits ( 1,000 Bytes)
# max. packet size: 524,288 bits (65,536 Bytes)

pkswitch_net.**.pk_queue[*].pkCapacity = 100 # packets - queue capacity

[Config One4]
description = "10% router-to-router link utilization"
pkswitch_net.**.iaTime = exponential(0.152) # seconds

[Config six4]
description = "60% router-to-router link utilization"
pkswitch_net.**.iaTime = exponential(0.019) # seconds

[Config ten4]
description = "100% router-to-router link utilization"
pkswitch_net.**.iaTime = exponential(0.008) # seconds

```

(그림 5-4) IPv4용 omnetpp.ini 파일

iaTime 값은 평균 휴지 시간(average idle time)이며, 평균 도착 시간(average interarrival time)이라고도 할 수 있다. 본 시뮬레이션에서 모든 패킷들은 두 라우터 간에 전달되기 때문에, 이 구간이 병목을 일으킬 수 있다. 따라서 적절한 네트워크 링크 사용율(link utilization)을 계산해서, 링크 상에 가해지는 부하(offered link load)를 조절해야 한다. 이를 평균 도착 시간을 조절해서 조정하게 된다. 다음은 계산하는 예를 보여준다.

- 평균 패킷 크기를 8kbps라고 가정하고, 링크의 최대용량을 1Mbps라고 하자.
- 링크 사용율을 60%만 사용한다고 하자. 그러면 $600 \text{ kbps} (= 1\text{Mbps} \times 60\%)$ 로 패킷을 전달하면 된다.
- 초당 전송할 패킷 수를 계산하자. 평균 패킷의 크기가 8kbps라고 했으므로, 초당 75 패킷 $(= 600\text{kbps} / 8\text{kbps})$ 을 전달해야 한다.
- 패킷을 전송하기 위해 대기해야 하는 시간인 평균 상호 도착 시간은 대략 0.013초 $(= 1/75)$ 가 된다. 이 값을 omnetpp.ini 파일의 `pkswitch_net.**.iaTime=exponential(0.013)`으로 넣어서 전달하면 된다.

다음 그림은 IPv6에서 사용되는 omnetpp.ini 파일의 예시이다.

```
# $Id: omnetpp.ini,v 1.8 2006/10/08 11:19:01 ahmet Exp $

# Like-IPv6 Simulation

[General]
network = pkswitch_net
rng-class = "cMersenneTwister"
num-rngs = 1
seed-0-mt = 1000
sim-time-limit = 3600s # seconds, 60*60=3600

# tkenv-default-run = 1

pkswitch_net.client.destAddressList = "7"
pkswitch_net.server.destAddressList = "6"

pkswitch_net.host[0].destAddressList = "3 2"
pkswitch_net.host[1].destAddressList = "2 3"
pkswitch_net.host[2].destAddressList = "1 0"
pkswitch_net.host[3].destAddressList = "0 1"
#pkswitch_net.**.pkSize = pk_geometric(320,8000)
pkswitch_net.**.pkSize = pk_intuniform(320,524288)
# min. packet size:      320 bits (   40 Bytes)
# avg. packet size:      8,000 bits ( 1,000 Bytes)
# max. packet size: 524,288 bits (65,536 Bytes)

pkswitch_net.**.pk_queue[*].pkCapacity = 100 # packets - queue capacity

[Config One6]
description = "10% router-to-router link utilization"
pkswitch_net.**.iaTime = exponential(0.152) # seconds

[Config six6]
description = "60% router-to-router link utilization"
pkswitch_net.**.iaTime = exponential(0.019) # seconds

[Config ten6]
description = "100% router-to-router link utilization"
pkswitch_net.**.iaTime = exponential(0.008) # seconds
```

(그림 5-5) IPv6용 omnetpp.ini 파일

3. 실험 결과

예상했던 결과를 얻지는 못했지만, 좀더 세밀한 실험을 통해 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

가. 링크 사용율이 10%인 경우

다음은 IPv4에 대한 실험 결과이다. 클라이언트에서 23,678개의 패킷이

생성되었으나, 서버에는 4,520개만이 전달되었다. 19,158개가 전송되지 않은, 19%만이 전송되었다. 클라이언트에서 받은 평균 패킷 크기가 대략 260,810 비트인 것을 보면 패킷 하나의 크기가 너무 커서 처리되지 않은 경우라고 할 수 있다. 평균 패킷을 크기를 8,000 비트 정도로 해서 전송하면 대부분의 패킷이 전달되는 것을 볼 수 있다.

```
scalar pkswitch_net.client.app_gen    #sent    23678
scalar pkswitch_net.client.app_sink    #received    4574
scalar pkswitch_net.server.app_gen     #sent    23932
scalar pkswitch_net.server.app_sink     #received    4520
```

```
statistic pkswitch_net.client.app_sink "pk delay"
field mean 26.376832591142
field min 0.06509352
field max 30.702489430588
statistic pkswitch_net.client.app_sink "pk size"
field mean 260810.85701793
field min 162
field max 524174
```

```
statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk delay"
field mean 26.512151475119
field min 1.743405670769
field max 31.435025839093
statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk size"
field mean 264957.05243363
field min 220
field max 524061
```

다음은 IPv6에 대한 실험 결과이다. IPv4의 결과와 별로 차이가 나지 않는다.

```
scalar pkswitch_net.client.app_gen    #sent    23502
scalar pkswitch_net.client.app_sink    #received    4516
scalar pkswitch_net.server.app_gen     #sent    23718
scalar pkswitch_net.server.app_sink     #received    4554
```

```
statistic pkswitch_net.client.app_sink "pk delay"
```

```
field count 4516
```

```
field mean 26.517509525477
```

```
field stddev 2.0404891824797
```

```
field sum 119753.07301705
```

```
field sqrsum 3194351.8908436
```

```
field min 0.06525672
```

```
field max 31.485867173634
```

```
statistic pkswitch_net.client.app_sink "pk size"
```

```
field count 4516
```

```
field mean 263364.38020372
```

```
field stddev 152281.53776801
```

```
field sum 1189353541
```

```
field sqrsum 4.179347035222e+14
```

```
field min 500
```

```
field max 524223
```

```
statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk delay"
```

```
field count 4554
```

```
field mean 26.54531863652
```

```
field stddev 1.9728082628992
```

```

field sum 120887.38107071
field sqrsum 3226714.2001856
field min 1.744208870769
field max 32.485729391475
statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk size"
field count 4554
field mean 263641.43939394
field stddev 152993.92905764
field sum 1200623115
field sqrsum 4.2310672522987e+14
field min 371
field max 524264

```

나. 링크 사용율이 60%인 경우

다음은 IPv4의 경우를 가정해서 측정한 결과이다. 링크 효율을 높였지만 더 좋은 결과를 얻지는 못했다. 링크 사용율과 평균 지연 시간의 상관 관계를 자세히 살펴볼 필요가 있다.

```

scalar pkswitch_net.client.app_gen      #sent  189590
scalar pkswitch_net.client.app_sink      #received 4460
scalar pkswitch_net.server.app_gen      #sent  190020
scalar pkswitch_net.server.app_sink      #received 4341

statistic pkswitch_net.client.app_sink  "pk delay"
field count 4460
field mean 27.6076498674
field stddev 2.1242543099907
field sum 123130.1184086

```

field sqrsum 3419454.2401256
field min 0.06509352
field max 32.894617275116
statistic pkswitch_net.client.app_sink "pk size"
field count 4460
field mean 275135.07219731
field stddev 149819.70363425
field sum 1227102422
field sqrsum 4.3770537596973e+14
field min 162
field max 524248

statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk delay"
field count 4341
field mean 27.449924380346
field stddev 1.9097839357197
field sum 119160.12173508
field sqrsum 3286765.502897
field min 2.111993373846
field max 31.449715379491
statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk size"
field count 4341
field mean 272089.47523612
field stddev 151637.09701348
field sum 1181140412
field sqrsum 4.2116900676878e+14
field min 264
field max 524253

다음은 IPv6를 가정하고 측정한 결과이다.

```
scalar pkswitch_net.client.app_gen    #sent    188917
scalar pkswitch_net.client.app_sink    #received    4402
scalar pkswitch_net.server.app_gen     #sent    188988
scalar pkswitch_net.server.app_sink    #received    4432
```

```
statistic pkswitch_net.client.app_sink "pk delay"
```

```
field count 4402
```

```
field mean 27.287176656691
```

```
field stddev 1.960550809471
```

```
field sum 120118.15164276
```

```
field sqrsum 3294601.6090073
```

```
field min 0.06525672
```

```
field max 31.839774348774
```

```
statistic pkswitch_net.client.app_sink "pk size"
```

```
field count 4402
```

```
field mean 269251.40049977
```

```
field stddev 150830.22810454
```

```
field sum 1185244665
```

```
field sqrsum 4.1925046966814e+14
```

```
field min 325
```

```
field max 524286
```

```
statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk delay"
```

```
field count 4432
```

```
field mean 27.592708775622
```

```
field stddev 1.8014295424387
```

```
field sum 122290.88529356
```

field sqrsum 3388716.0363624
field min 2.112796573846
field max 32.578277046389
statistic pkswitch_net.server.app_sink "pk size"
field count 4432
field mean 272520.38786101
field stddev 149085.82802144
field sum 1207810359
field sqrsum 4.2763894171893e+14
field min 594
field max 524263

제 3 절 무선 메쉬 네트워크의 이동성 실험

1. 이동성 관리 기술 개요

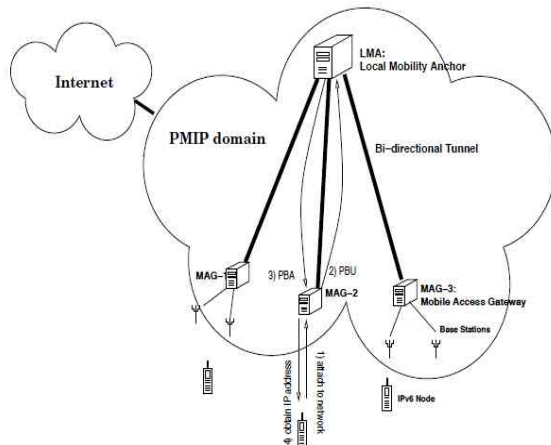
IPv6 기반의 다양한 이동 환경을 실험하기 위해, 기본적으로 최근 가장 쟁점이 되고 있는 기술들을 살펴봐야 한다. IETF에서 논의되고 있는 3계층 기술인 PMIPv6와 IEEE 802.11에서 논의되고 있는 2계층 기술인 HWMP이다.

가. Proxy MIPv6 기술

Proxy MIPv6 프로토콜은 네트워크 기반 이동성 제공 프로토콜이다. 또한 Wi-MAX, 3GPP, 3GPP2 와 같은 다양한 접속 기술의 네트워크 인터페이스를 이용한 동시 접속 서비스와 같은 멀티인터페이스 지원 기술을 제공한다. 또한 PMIPv6 프로토콜은 이동 노드의 인터페이스 사이에서의 이동성 제공 기술을 가지고 있다. 이는 부착된 인터페이스별로

HNP를 별도로 할당하는 인터페이스 별 주소 할당 기법 기반으로 주소를 할당한다. 따라서 인터페이스 별로 별도의 주소를 사용하도록 정의하고 있다.

기본적인 PMIPv6 프로토콜은 멀티인터페이스 사이에서의 핸드오버 지원을 위해서 이동 노드가 핸드오버 수행 동안 주소를 얻을 수 있게 한다. 이동 노드가 PMIPv6 도메인에 접속 시, 접속에 사용된 인터페이스를 통해서 이동 노드 응용이 사용할 수 있는 특정 주소를 할당 받으며 이후 이동 노드가 자신에 장착된 또 다른 인터페이스를 통해서 PMIPv6 도메인에 접속되고 기존에 사용된 인터페이스를 이용하는 모든 플로우를 새로 접속된 인터페이스에 핸드오버를 수행 할 경우 새로 접속된 인터페이스에 기존에 사용하던 주소를 재 할당하도록 규정하고 있다. 이 기술은 PMIPv6 프로토콜에서는 inter-technology 핸드오버로 정의하고 있다. 이때 기존에 사용된 주소를 재 할당하기 때문에 세션 연결성을 유지 할 수 있다. 하지만 만약 이동 노드에 멀티 인터페이스에 동시 접속 서비스를 위해서 별도의 주소를 할당 받아 사용하고 있다면 세션 연결성을 유지하고 못하는 경우가 발생한다. 따라서 이를 지원하기 위한 별도의 지원 기술이 필요하다. 이러한 문제를 해결하는 데 여러 가지 방법들이 있다. 이 중에서도 논리 인터페이스 기술을 적용하기 위한 해결 방법이 IETF netext 워킹그룹에서 진행 중이며 PMIPv6 환경 속에서 효율적으로 사용할 수 있다. 여기서 가상 인터페이스 기술은 모든 운영체제 안에서 활용할 수 있는 간단한 해결책이 될 수 있다. 그리고 inter-technology 핸드오버와 플로우 이동성 지원에 적절히 사용 가능하다. 우선 이번 절에서는 PMIPv6 프로토콜의 멀티인터페이스 지원 동작을 간단히 분석하고 다음 절에서 논리 인터페이스 사용에 대한 분석을 기술한다.



(그림 5-6) PMIPv6 프로토콜 기본 동작

PMIPv6 프로토콜은 네트워크 기반의 이동성 관리 기술로써 이동성 지원 시그널링을 직접 전해주는 역할을 수행 할 필요가 없다. 그 주요한 기능은 그림에서 볼 수 있듯이 PMIPv6 프로토콜의 기본 요소인 LMA, MAG에서 수행한다.

LMA는 PMIPv6 도메인 내에서 이동 노드를 위한 홈 에이전트 역할을 수행한다. 그것은 이동 노드의 연결 상태를 유지하고, 이동 노드의 HNP 할당을 위한 topological anchor point 이다. 일단 이동 노드가 PMIPv6 도메인에 들어가고, 접속 링크에 접속되면 그 네트워크는 접속된 인터페이스를 위해 여러 개의 HNP 를 할당한다. 만약 이동 노드가 멀티 인터페이스와 멀티 접속 네트워크를 통해서 PMIPv6 도메인에 접속하게 되면, 그 네트워크는 각 접속된 인터페이스를 위해 HNP 의 유일한 집합을 할당 한다. 이동 노드는 인터페이스 별로 할당된 각각의 HNP로부터 사용할 주소를 생성한다.

만약 이동 노드가 하나의 인터페이스를 가지고 MAG 사이에서 핸드오버를 수행하고 주소 설정을 수행할 경우 두 MAG가 같은 LMA에 연결

된 경우 새로 접속된 MAG를 통해서 헤드 오버 힌트를 받아 같은 HNP를 할당 받기 때문에 세션의 손실이 발생하기 않는다. 이에 관한 절차는 다음과 같다.

이동 노드가 그림에서 보이듯이 점대점 테크놀로지에 의해 PMIPv6에 접속할 경우, MAG는 접속점을 찾고, 그림의 2)에서처럼 LMA에 PBU를 보낸다. 이 후 LMA는 PBU에 의해 모바일 노드의 접속 위치를 인지하게 된다. 그리고 그림의 3)에서 보이는 것처럼 모바일 노드의 HNP 할당과 함께 MAG와 터널을 설정한다. 그 이동 접속 게이트웨이는 점대점 링크를 통해 모바일 노드의 home prefix를 알린다. 그러므로 4)에서 보이듯이 home address는 자동으로 검색할 수 있다. 그 이동 노드가 이동으로 인해 접속 MAG가 변경 될 경우 위에 기술한 절차를 새롭게 접속된 MAG를 통해서 수행하고 기 할당된 HNP를 재할당한다. 이 과정은 싱글 인터페이스를 통한 이동성 지원 시나리오에 대한 설명이다. 다음은 이동 노드가 멀티 인터페이스를 통해서 접속 시 지원 시 관리 기술에 대해서 내용이다. 기본적인 PMIPv6 프로토콜의 멀티 인터페이스 지원 기술은 동시 접속 서비스 지원 기술이다.

- 이동 노드가 멀티인터페이스를 통해 PMIPv6도메인에 동시 접속되어 있을 때 LMA 는 접속된 각각의 인터페이스 별로 다중 모바일 세션을 생성/할당한다. 각각의 모바일 세션은 분리된 Binding Cache Entry와 자신의 생존시간 (lifetime)을 가지고 관리된다.
- LMA는 이동 노드의 각각의 인터페이스에 하나 이상의 HNP를 할당한다. 하지만 할당된 모든 Prefix는 하나의 모바일 세션의 한 부분으로서 관리된다.
- LMA는 이동 노드의 두 개의 다른 인터페이스 사이에서의 인터 핸드오버를 허용 및 지원하기 위한 시나리오를 가지고 있다. 이 시나리오에서는 하나의 모바일 세션을 유지하는 하나의 인터페이스와 관련된 모든 HNP가 이동 노드의 다른 인터페이스와 연관되어 있

어야 한다. 따라서 새롭게 활성화된 인터페이스에 새로운 모바일 세션을 생성하고 존재하는 모바일 세션의 갱신 시기 결정을 Proxy Binding Update (PBU) 메시지 내에 Handover Hint 필드를 통해서 이루어지도록 하며 또한 Binding Cache Entry Lookup을 통해서도 이루어지도록 한다.

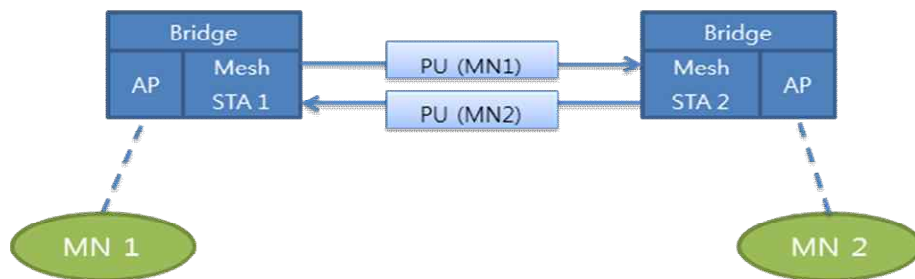
나. IEEE 802.11s 기술

IEEE 802.11s 에서 각 메쉬 스테이션들은 MBSS (Mesh Basic Service Set) 내에 위치한 메쉬 스테이션들의 주소 정보만을 사용하여 패킷을 전달한다. 따라서 MBSS 외부에 위치한 외부 단말들의 패킷을 MBSS 통해 전달하기 위해서는 외부 노드의 주소를 프록시된 주소 (proxied address)로 취급하여 전달하게 된다. 이때, 프록시된 주소의 패킷을 처리하는 메쉬 스테이션을 프록시 메쉬 스테이션이라 지칭하며, 이 메쉬 스테이션의 MAC 주소를 프록시 주소 (proxy address) 라 지칭한다. 프락시는 메쉬 스테이션과 결합된 AP에 연결된 무선랜 단말에서 또는 메쉬 스테이션에 결합된 메쉬 포털 (mesh portal) 뒤에 있는 무선랜 단말에서 사용된다. 일반적인 정보의 전달을 위해 PREQ/PREP 메시지를 사용한다.

이제 프록시 정보 생성 과정을 살펴보자. 메쉬 스테이션이 외부 단말의 패킷이 전달되는 목적지 메쉬 스테이션에게 자신이 관리하는 프록시된 주소를 알려주기 위해 프록시 업데이트 (PU) 메시지를 사용한다. 메쉬 스테이션은 자신이 관리하는 프록시 정보에 새로운 정보가 더해지거나 삭제되었을 때, PU 메시지를 전송하여 그 정보를 필요로 하는 메쉬 스테이션에게 전달한다. 프록시 정보를 가진 메쉬 스테이션은 그 정보를 필요로 하는 다른 메쉬 스테이션들에게 PU 메시지를 통해 그 정보를 전달하게 되는데, PU를 수신할 패킷 선정을 위한 규칙이 요구된다. PU 메시지의 전송은 주기적으로 이루어지며, PU 메시지를 수신한 메쉬 스테

이션은 프록시 업데이트 확인 메시지 (Proxy update confirmation, PUC) 메시지로 응답한다.

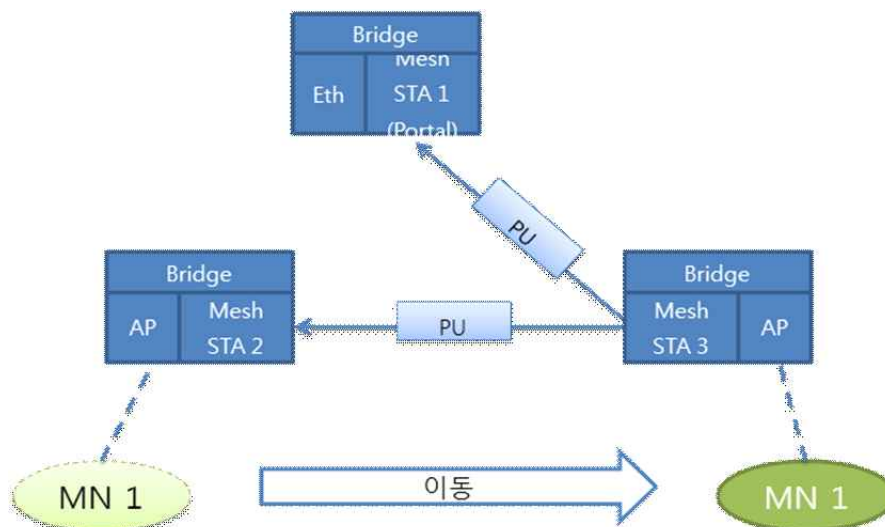
아래 그림 5-2는 프록시 프로토콜 동작의 예제이다. 그림에서는 외부 노드 MN1과 MN2가 서로 다른 메쉬 스테이션, 메쉬 스테이션1, 메쉬 스테이션2 에 각각 연결되어 있는 상태에서 외부 노드들 간에 데이터를 송수신하는 것을 가정한다. 외부노드가 송신한 패킷을 MBSS를 통해 전달하기 위해서는 외부노드와 연결된 메쉬 스테이션들이 목적지 외부 노드의 프록시 메쉬 스테이션 정보를 알아야 한다. 즉, MN1이 생성한 패킷을 Mesh STA1이 MBSS를 통해 MN2에게 전달하기 위해서는 MN2의 프록시 주소, Mesh STA2의 주소를 알아야 한다. 이를 위해 Mesh STA2는 주기적으로 프록시 주소 정보가 담긴 PU 메시지를 Mesh STA1에게 전송하며, Mesh STA1 또한 MN1의 프록시 정보를 Mesh STA2에게 주기적으로 전송한다.



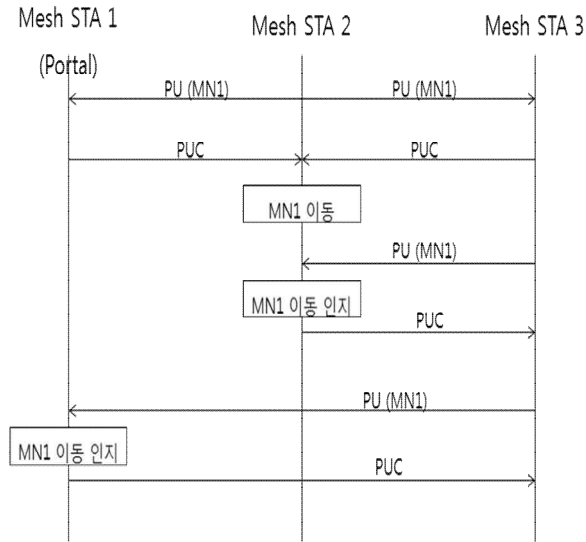
(그림 5-7) IEEE 802.11s 환경에서의 프록시 동작 예시

이제 프록시 프로토콜 기반의 노드 이동성 지원 방법을 살펴보자. 메쉬 스테이션에 연결된 AP나 이더넷을 통해 일반 단말의 패킷을 MBSS 내에서 멀티 홉으로 전송하기 위해서는 메쉬 스테이션들이 이들 패킷이 멀티 홉으로 전송이 가능하도록 패킷을 처리해 줘야 한다. 이때, 각 메쉬 스테이션들이 자신에게 직접 연결된 일반 단말의 MAC 주소 정보를 다른 메쉬 스테이션들에게 알려주기 위해 PU/PUC 메시지를 활용한다.

단말의 이동성을 지원하기 위해 이러한 PU 메시지를 활용하여 노드의 이동성을 지원하는데 활용한다. 기존의 IEEE802.11s 기반의 메쉬 네트워크에서는 노드의 이동성에 대한 고려가 없으므로, MBSS 내에서 메쉬 스테이션이 단말의 이동을 인지하고 지속적인 네트워크 서비스를 지원하기 위해서는 추가적인 기능이 정의되어야 한다. 아래 (그림 5-3)은 모바일 노드(MN) 1이 메쉬 스테이션 1과 연결된 AP에서 메쉬 스테이션 2와 연결된 AP로 이동하는 시나리오를 나타낸다. 이때, 메쉬 스테이션3이 MN1의 이동을 인지하고 이 정보를 이전에 MN1이 연결되어 있던 메쉬 스테이션2와 메쉬 포털 (메쉬 스테이션1)에게 알려줘야 하는데, 이 과정을 PU 메시지를 활용하여 전달 할 수 있다. MN1의 정보가 포함된 PU를 수신한 두 메쉬 스테이션은 MN1의 이동을 인지하고, MN1으로 전송되는 패킷을 메쉬 스테이션3에게 전달할 수 있게 된다.



(그림 5-8) IEEE 802.11s 환경에서의 단말 이동 시나리오



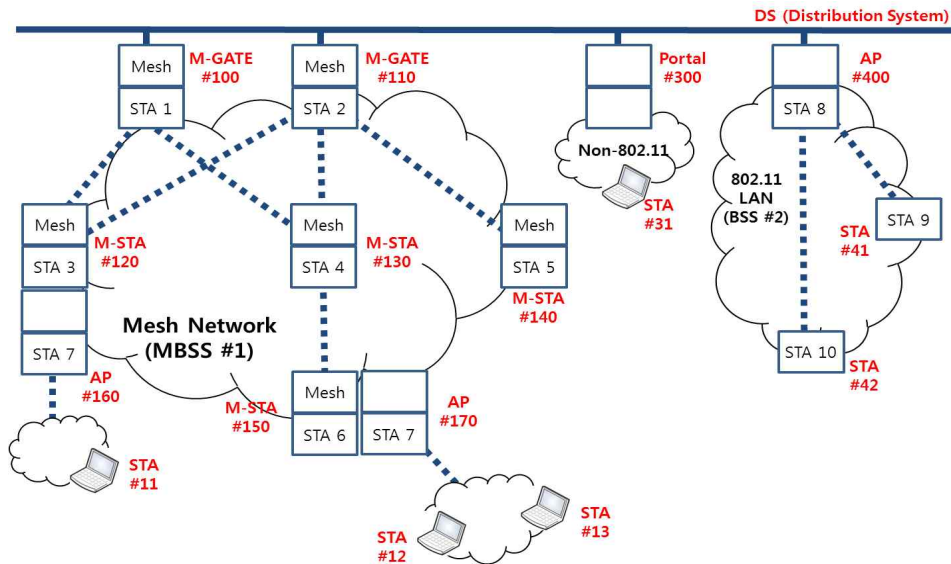
(그림 5-9) 단말 이동을 위한 IEEE 802.11s PU 시그널링

2. 무선 메쉬 네트워크 기반 M2M 서비스 지원 방법

가. M2M 서비스를 지원하기 위한 무선 메쉬 네트워크 구조

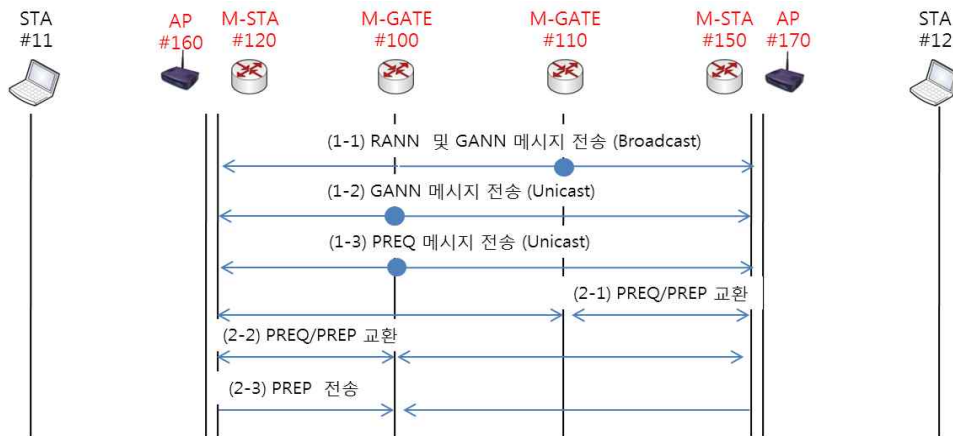
그림 5-4와 같은 무선 메쉬 네트워크 구조 하에서, M2M 서비스의 제공을 목적으로 한다. 이 네트워크 구조는 계층 2에서 IEEE 802.11s 규격을 기반으로 하고 있으며, M2M 서비스를 제공할 수 있도록 확장한다.

하나의 메쉬 네트워크는 MBSS에 의해서 구분되며, 기본적으로 여러 개의 메쉬 게이트 (M-GATE)가 위치할 수 있으며, 이 M-GATE들은 각 메쉬 스테이션과의 경로(Path)를 설정할 수 있다. 동일 MBSS 내의 모든 장치 간에만 데이터 전송이 가능하며, 외부에 위치한 노드들과는 DS를 통해서만 가능하다. 다만, 메쉬 스테이션과 동일 위치에 위치하여 연계된 AP(예, AP#160) 하에 놓여 있는 일반적인 장치들을 통신이 가능하다.



(그림 5-10) 일반적인 무선 메쉬 네트워크 구조

그림 5-6은 M-GATE들과 M-STA와의 경로 설정 절차를 예시한다. 이 과정을 통해 하나의 MBSS 내에서 M-GATE에서 M-STA로의 다양한 경로가 설정되게 된다. 각 M-GATE는 M2M_SRV_LIST에 포함된 모든 장치로의 최적의 경로를 유지하게 된다.



(그림 5-11) 초기 경로 설정 절차 예시

1-1) RANN 메시지를 브로드캐스트함으로써, M-GATE 장치가 이 무선 메쉬 네트워크 환경에서 root 역할을 수행함을 알린다(예, “M-GATE #110”). 이때, MESH_ROOT 값이 TRUE로 설정되어 있어야 한다. 또한, RANN_INTERVAL 값에 따라 주기적으로 전송되며, 이 Interval 정보는 RANN 전송 메시지에 포함된다. 이 과정을 통해 GANN 메시지를 통해 외부 인터넷과 연결할 수 있는 게이트웨이(gateway) 역할을 함을 알린다. 이때, MESH_GATE 값이 TRUE로 설정되어 있어야 한다. 여기서, M2M_SRV_LIST 목록에 M-STA의 MAC 주소들이 없거나, M2M_SRV_LIST가 정의되어 있지 않는 경우에, 이웃하는 모든 장치들에게 전달될 수 있도록 GANN 메시지를 브로드캐스트한다. 또한, GANN_BROADCAST_INTERVAL 값에 따라 주기적으로 GANN 메시지는 브로드캐스트한다.

1-2) 1-1) 절차가 완료되면, M-GATE는 GANN 메시지를 유니캐스트로 전송한다(예, “M-GATE #100”). 여기서, GANN_UNICAST_INTERVAL 값에 따라 주기적으로 유니캐스트로 전송하며, 이 interval 정보는 GANN 메시지에 실제로 포함되어서 전송된다. GANN_UNICAST_INTERVAL 값은 GANN_BROADCAST_INTERVAL 값보다 작게 설정한다. 이 값들은 네트워크 특성을 고려하여 적절하게 설정되어야 한다. 여기서, M2M_SRV_LIST 목록에 M-STA의 MAC 주소들이 있는 경우, GANN 메시지를 유니캐스트로 직접 전송한다. 이를 통해 자신이 외부 인터넷과 연결할 수 있는 게이트웨이 역할을 함을 알린다. 여기서 M2M_SRV_LIST는 M-STA 뿐만 아니라, M-GATE의 MAC 주소도 포함할 수 있다.

1-3) 1-2) 절차가 완료되면, M-GATE는 GANN 메시지 대신, PREQ 메시지를 M2M_SRV_LIST에 포함된 장치들 중에서 직접 전송하여 경로 설정을 개시한다. 1-2) 단계를 통해 설정된 경로들이 전체 메쉬 네트워크를 포괄하지 못한다고 판단되면, 특정 M-STA/M-GATE로의 경로를 다시

설정하게 된다. 이 과정은 설정된 경로 정보들의 상태에 따라 여러 번 수행될 수 있다.

나. 실험 및 고찰

OMNet++ 시뮬레이터 상에 구현되어 있는 DYMO 또는 AODV 라우팅 프로토콜을 이용하거나 계층 2에 구현되어 있는 HWMP를 이용하여 실험할 수도 있다. 기본적으로 제공되는 코드를 일부 수정해서 간단히 테스트할 수 있다.

제 4 절 참고문헌

- [1] S. Gundavelli, K. Leung, and V. Devarapalli, K. Chowdhury, B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," RFC 5213, Aug. 2008.
- [2] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, June 2004.
- [3] C. Perkins, Ed., "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3344, August 2002.
Hesham Soliman (Ed.), "Mobile IPv6 support for dual stack Hosts and Routers (DSMIPv6)," IETF RFC 5555, June 2009.
B. Aboba and M. Beadles, "The Network Access Identifier," IETF RFC 2486, Jan. 1999.
- [4] C.J. Bernardos (Ed.), "Proxy Mobile IPv6 Extensions to Support Flow Mobility," draft-ietf-netext-pmipv6-flowmob-02, Oct. 2011.
- [5] T. Melia (Ed.), "Logical Interface Support for Multi-mode IP hosts," draft-ietf-netext-logical-interface-support-04.txt, Oct. 2011.
- [6] IETF Core WG, <http://datatracker.ietf.org/wg/core/>
- [7] IETF behave WG, <http://datatracker.ietf.org/wg/behave/>

- [8] IETF 6man WG, <http://datatracker.ietf.org/wg/6man/>
- [9] IETF softwire WG, <http://datatracker.ietf.org/wg/softwire/>
- [10] IETF v6ops WG, <http://datatracker.ietf.org/wg/v6ops/>
- [11] IETF roll WG, <http://datatracker.ietf.org/wg/roll/>
- [12] IEEE 802.11 WG, <http://www.ieee802.org/11/>
- [13] ITU-T SG13, www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/index.asp
- [14] OMNet++, <http://www.omnetpp.org>

제 6 장 결 론

제 1 절 기대 효과 및 활용방안

1. 기대효과

- 스마트 IPv6 네트워킹 표준화를 통해 차세대 네트워크 구조 및 주소체계 기술을 확보하고, 홈, 빌딩, 차량 등 다양한 네트워크에 적합한 응용 서비스 및 시나리오를 제공하기 위해 요구되는 국내/국제 표준 개발 선도할 수 있다.
- 인터넷 주소의 부족문제를 근본적으로 해결하고 인터넷망의 고도화, 이용환경을 개선하기 위한 IPv6/IPv4 전환/시나리오 적용, 순수 IPv6 기반 차세대 인터넷망 구축, IPv6 응용 단말 개발 등을 통한 IPv6의 연구개발, 교육 및 보급 촉진할 수 있다.
- EU의 IPv6 빌딩네트워크 프로젝트와 같이, 국내에서도 홈, 빌딩, 차량 등에서 IoT 서비스 환경 조성 및 이를 위한 표준 규격 개발을 유도, 이를 위한 서비스 인프라 확보 및 조성, 이를 바탕으로 국제 표준화 선도 및 향후 시장 선점 효과 유도할 수 있다.
- 현재 국내 빌딩제어 및 센서네트워크 시장을 해외 기업이 70% 차지하고 있으며, 이를 IPv6 빌딩 네트워크 개발을 계기로 국내기업 중심의 시장으로 전환 유도할 수 있다.
- IPv6 스마트 빌딩 분야는 국내 건설 관련 시장의 10%까지 성장할 전망이며, 2030년에 1조원 규모로 확대될 것으로 예상된다.
- 스마트 IPv6 네트워크 표준의 개발로 새로운 사업 모델 발굴 및 제시할 수 있다.

- 현재 국내 빌딩제어 및 센서네트워크 시장을 해외 기업이 70% 차지하고 있으며, 이를 IPv6 빌딩 네트워크 표준 개발을 계기로 국내 기업 중심의 시장으로 전환 유도할 수 있다.
- o 스마트 오브젝트 기반의 새로운 응용 서비스 개발 및 제시
 - 스마트 IPv6 네트워킹 표준화를 통해 차세대 네트워크 구조 및 주소체계 기술을 확보하고,
 - 홈, 빌딩, 차량 등에서 IoT 서비스 환경 조성 및 이를 위한 응용 및 시나리오 표준 규격 개발을 유도하며,
 - 이를 통한 서비스 인프라 조성으로 국제 표준화 선도 및 향후 시장 선점으로 유도한다.
- o 차량네트워크를 위한 산, 학, 연 합동 국내 고유표준 개발 주도
 - 국내 무선 메쉬 장비시장의 활성화로 인한 국내 산업보호 목적의 국내 공공기관의 요구가 증대
 - 이를 위해 산, 학, 연이 연계하여 "무선 메쉬네트워크 상호접속기준", "라우팅 및 이동성 국내 고유표준 개발 진행
 - ETRI, KT, 크리웨이브, 아주대 등이 참여하여 실제 업체들의 요구사항을 반영한 국내 고유표준 개발 유도

2. 활용방안

- o IPv6 지원 스마트 네트워크 구조 및 네트워킹 표준의 개발로 IPv6 보급 촉진을 위한 새로운 사업 모델 제시 및 국내 산업적 경제적 활성화 도모한다.
- o IPv4 고갈에 따른 IPv6 보급을 위한 국내 붐 조성을 위한 사업 개발한다.
- o 국내표준화는 IPv6 보급, 촉진 측면에서 IPv6 응용 및 서비스 표준을 발굴한다. 동시에 네트워크 이동성 지원 표준화, M2M/IoT 기술 표준화, NGN에서의 IPv6 연계 방안 등의 분야에서 국제 표준화와 병행하여 추진한다. 특히 TTA IPv6 PG 산하 멀티호밍 네트워킹과

- IoT 실무 작업반을 중심으로 효과적인 국내 산·학·연 협력 모델을 제시하고, 이를 바탕으로 국제 표준화 공동 추진한다.
- o IPv6 보급을 위해, IPv6/IPv4가 공존하는 네트워크 환경에서 요구되는 전환/변환/연동 기법 등에 대한 표준화를 추진한다.

제 2 절 향후 연구방향

최근 할당된 IPv4 주소 자원의 고갈로, IPv6에 대한 수요가 증가하고 있다. 지금까지 큰 관심을 보이지 않고 있던 산업체에서 관심을 보이고 있다는 것은 고무적이라 할 수 있다. 오랜 기간 동안 국내에서 IPv6가 연구되어 왔지만, 신기술의 개발이라는 측면이 강조되었다고 보이며, 이제 IPv6 보급 측면에서 정확한 응용 분야를 정해서 필요한 기술들을 찾고, 그에 따라 추가적으로 필요한 기술이 있다면 개발해야 할 것이다. 먼저 명확한 응용 분야를 찾는 것이 무엇보다도 중요하다고 하겠다.

지난 82차 IETF 회의의 분위기를 살펴보면, IPv6 기술 자체보다는 적용분야에 대한 연구가 더욱더 활발하게 진행되고 있음을 볼 수 있다. 특히 클라우드 분야와 데이터센터 분야에서 L2VPN와 같은 기술을 활용하여 오버레이 네트워크 구축 등, 네트워크 측면에서의 IPv6 기술의 적용과 확장에 대한 요구가 있다. 국내에서도 많은 ISP와 CP들이 동시에 관심을 가질 수 있는 분야이므로 데이터센터 등에서의 IPv6 필요성을 동시에 살펴보는 것도 좋은 것 같다.

IPv6기반의 사물지능통신 환경 표준기술 연구

인 쇄 : 2011 년 12 월
발 행 : 2011 년 12 월

발행인 : 서 종 렬
발행처 : 한국인터넷진흥원(KISA, Korea Internet&Security Agency)
서울시 송파구 중대로 109 대동빌딩
Tel: (02) 405-4118
인쇄처 : 애드파워
Tel: (042) 862-9610

<비매품>

1. 본 보고서는 방송통신위원회의 출연금으로 수행한 정보보호 강화 사업의 결과입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 한국인터넷진흥원 정보보호 강화사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 본 보고서의 판권은 한국인터넷진흥원이 소유하고 있으며, 당 진흥원의 허가 없이 무단 전재 및 복사를 금합니다.