방송통신정책연구
09-진흥-다-26

# 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 활용방안 연구

(A Study on Utilization Method of Sensor Network for Climatic Changes)

2009.10.

연 구 기 관 : 한국정보처리학회

방송통신위원회
KOREA COMMUNICATIONS COMMISSION

# 요 약 문

## 1. 제목

기후변화대응을 위한 센서네트워크 활용방안 연구

## 2. 연구의 목적 및 중요성

우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 관심이 고조 되고 있는 그린 IT는 환경을 의미 하는 녹색(Green)과 정보기술(IT)의 합성어로 아직 명확히 규정된 정의는 없으나 “IT 부문의 친환경 활동”과 “IT를 활용한 친환경 활동”을 포괄하는 용어로 사용되고 있다. 이는 미래사회로의 지속적인 발전을 위한 새로운 성장 동력으로 우리나라는 현재 2차 범정부 신 성장 동력 과제로서 Green IT를 위한 정책 지원과 산업 활성화를 전략적으로 지원하고 있다. 그린 IT를 위한 산업과 서비스는 다양한 형태로 시도되고 있다.

현재 선진국들은 향후 그린 IT가 IT 부문의 최대 화두로 떠오를 것을 예견하고 정부차원에서 전략적으로 접근하고 있다. 이에 따라 IT 제품 환경규제 및 전자폐기물을 중심으로 IT 부문의 환경문제를 다뤄 왔으나 최근 기후변화 문제가 글로벌 이슈로 떠오르면서 CO2 배출에 초점을 둔 그린 IT에 대한 관심이 고조되고 있다. 우리나라의 경우 IT 제품에 대한 환경규제 대응과 폐전자제품 처리에 관한 정책은 마련되고 있으나 에너지 절감 및 CO2 배출에 초점을 둔 그린 IT 전략 및 정책은 미흡한 실정이다.

그러나 그린 IT는 기후변화 대응과 에너지 절감이라는 두 가지 국가 현안을 동시에 해결할 수 있다는 점에서 국가 차원의 종합적이고 체계적인 정책 수립 및 사업의 추진이 필요하다. 특히 기후가 변화함에 따라 발생되는 여러 환경 정보들이 기존에는 산개되어있던 센서 및 장비로 측정되고 관리되었으나 이를 센서네트워크를 이용하여 통합, 연동 관리함으로써 다양한 그린 IT 관련 정책 수립과 활용방안 창출을 기대할 수 있다.

이에 따라 기후 변화 대응과 환경 보호, 에너지 절감 등을 위하여 센서네트워크의 그린 IT 분야의 활용 방안에 대한 정책적 연구가 절실히 필요하다. 이를 위하여 다양한 접근 방법들 중에서 환경 센서네트워크와 관련된 IT를 보다 효과적으로 활용하여 대기, 수질, 토양 오염 방지 및 에너지 소비 절감 등의 활동이 요구된다. 이는 센서네트워크와 같은 유비쿼터스 기술을 기반으로 관련 산업의 활성화와 서비스의 증진을 가져 올 수 있으며 기 구축된 센서네트워크에 대한 효율적인 통합·운영을 통해 환경 보호 및 에너지 사용 절감과 그린 IT 환경 조성을 위한 기반을 마련할 수 있다.

## 3. 연구의 구성 및 범위

| 주요 핵심 내용 | 연구 개발 범위 |
|---|---|
| 그린 IT 및 센서네트워크개요 | ▪ 그린 IT 개요 및 동향 분석<br>▪ 센서네트워크 개요 및 기반 기술 분석 |
| 환경 정보 수집 현황 및 문제점 분석 | ▪ 국내·외 기관별 USN 구축 및 센서 정보 수집 현황 조사·분석<br>▪ 기관 및 분야별 센서네트워크 활용 현황 조사·분석<br>▪ 기 구축 센서네트워크 활용에 대한 문제점 분석 |
| 센서네트워크 기술 현황 및 동향 분석 | ▪ 국내·외 USN 기술 및 표준화 동향 조사·분석<br>▪ 국외 USN 기술 및 수집정보 활용 현황 조사·분석<br>▪ 유·무선 통신 기술 및 USN 네트워크 연동 방안 마련 |
| 센서네트워크 구축 및 운영방안 제시 | ▪ 기상, 수질·대기 오염, 자연재해 등 분야별 환경 정보 수집을 위한 센서네트워크 구축방안 제시<br>▪ 기 구축된(분야별, 기관별) 센서네트워크에 대한 효율적인 통합·운영방안 제시 |
| USN을 통한 환경 정보 수집 및 활용방안 제시 | ▪ 산업체, 일반 가정 등 민간 분야의 환경정보 수집 방안 제시<br>▪ 방송, 통신, 의료, 교육, 재난 재해예방 등 공공 분야의 환경 정보 수집 방안 제시<br>▪ 공공 분야 환경 수집 정보의 그린 IT 분야 활용 방안 제시<br>▪ 에너지 사용 및 환경 보호 등의 그린 IT 환경 조성을 위한 환경 수집 정보 활용방안 제시 |
| 환경 정보에 대한 그린 IT분야 활용 정책 제안 | ▪ 그린 IT 기반 조성을 위한 서비스 모델 및 산업 발굴<br>▪ 센서 정보 수집·활용에 따른 환경, 경제, 산업적 기대효과 도출<br>▪ 민간 분야의 에너지 사용 절감 및 그린 IT 인식 확산을 위한 정책 방안 제시 |

## 4. 연구내용 및 결과

본 연구는 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 활용방안을 제시하는 것으로서 먼저 기반 연구로서 기후 변화와 환경 정보, 그린 IT에 대한 기본적인 동향을 조사·분석하고, 국내·외 분야별 센서네트워크 구축 및 센서 정보 수집현황을 분석하였다. 특히 기관 및 분야별 센서네트워크 활용 현황을 중점적으로 분석하며 기 구축 센서네트워크 활용에 대한 문제점을 기술적, 정책적 관점에서 파악하였다.

둘째, 관련 기반 기술로서 국내·외 센서네트워크 기술 표준화 동향을 조사·분석하였으며 유·무선 통신 기술과 센서네트워크 연동 방안을 제안하였다. 특히 센서네트워크 구축 및 운영 방안으로서 기상, 수질·대기 오염, 자연재해 환경정보 등과 같은 분야별 환경 정보 수집을 위한 센서 네트워크 구축방안과 기 구축된 센서네트워크에 대한 효율적인 통합·운영방안을 마련하고 분야별·기관별 센서네트워크의 통합·운영 방안을 제안하였다.

셋째, 센서네트워크를 통한 환경 정보 수집 및 그린 IT 분야 활용 방안으로 환경 보호 및 재난 재해 예방을 위한 공공분야의 환경정보 활용방안을 제시하였다. 특히 4 대강 수질 모니터링 시스템, 산간  벽지 환경 모니터링 시스템, 해역 환경 모니터링 시스템, 지반 침하 위험 모니터링 시스템 등 다양한 모델을 제시하여 구체적인 활용방안과 함께 그린 IT 환경 조성을 위한 민간분야 환경 정보 활용 방안으로 $CO_2$ 관리 시스템, 센서네트워크 기반 전기 계량 시스템, 개화기 서리 관리 시스템 등 다양한 모델을 함께 제안하였다.

끝으로 센서네트워크를 통해 수집된 환경 정보를 활용하여 그린 IT 인식확산을 위한 정책 방안으로 공공부문 그린 IT 실행계획 및 성과표 개발, 그린 IT 실천 가이드라인 제정 및 홍보 캠페인 전개,  IT를 활용한 에너지 절감 및 $CO_2$ 감축 방안 등 다양한 정책방안들을 제안하였다. 또한 연구결과물로 최종연구보고서와 국내 학술대회 논문 5편 및 5건의 정책을 제시하였다.

## 5. 정책적 활용내용

- 그린 IT 및 센서네트워크의 동향 조사를 통해 국내의 기술력 수준 및 경쟁력을 분석하고 USN을 통한 환경 정보 수집 및 활용방안들을 연구함으로써 기후변화 대응에 관련된 정책 수립에 기여
- 그린 IT 환경 조성을 위한 환경 수집 정보 활용 방안을 제시함으로써 민간분야의 에너지 사용 절감 및 그린 IT 인식 확산의 성공적 수행과 가이드라인 수립에 기여

## 6. 기대효과

- 환경적 기대효과
  - 무선 센서 네트워크의 활용으로 광범위한 지역의 환경 정보를 획득함으로써 객관성 있는 데이터 수집 가능
  - USN을 통해 환경정보를 수집하여 지구온난화에 따른 생태 및 대기, 수온 및 수질에 관련된 데이터 축적 및 분석으로 미래 예측 가능
  - 하천 등에 불법적인 오염물질 방류에 대한 경보 발생으로 수질오염 억제 효과
  - USN을 통한 환경정보를 가공하여 일반 시민에게 제공함으로써 환경오염과 Green IT에 대한 인식 확산
  - 센서를 이용한 위험정보 조기수집으로 재난재해에 신속히 대처하여 발생 가능한 피해 최소화

- 경제적 기대효과
  - USN을 이용한 환경정보 원격 센싱으로 물적, 인적자원의 낭비가 줄고 저렴한 비용으로 정보 수집이 가능해 관련분야 예산 절감 기대
  - 환경정보를 이용한 응용 비즈니스 모델 개발로 정보 사용자들에게 편의를 제공하고 정보제공자의 수익창출 기대
  - 환경정보 데이터 DB 일원화로 여러 기관의 중복투자를 방지하여 예산 절감 기여
  - 환경정보에 대한 데이터 가공 기술과 인프라 구축기술, 운영 기술 등의

확보로 향후 해외 컨설팅이나 사업 진출 가능

▪ 산업적 기대효과

- USN을 이용한 시스템 구축으로 USN 장비 제조업체나 관련 기술 업체의 활동 증가로 국내 USN 산업의 활성화 기여
- USN 기기의 여러 가지 응용 제품 출시로 다양한 분야에 적용할 수 있는 제품군 개발 가능
- USN을 응용한 시스템 구축을 통해 향후 USN 관련 인프라 구축과 여러 유무선 통신망과의 연동으로 새로운 복합 서비스를 구현하기 위한 기술 축적

# SUMMARY

## 1. Title

Study on Utilization Method of Sensor Network for Climatic Changes

## 2. Objective and Importance of Research

Green IT is a new growing supply of power for continuous development facing a future world. Currently Korea has supplied support of policy as a government subject of new growth power for Green IT and revitalization of industry strategically.

At present, a advanced countries expects Green IT will rise up controversial issue of IT part hereafter and has strategically approached in government level. Although for this reason they have managed a environment problem of IT part focused on IT product-environment restriction and scrapped electronic material, because currently problem of climate changes rising global issue.

Although Korea have prepared to encounter of environment restriction about IT product and policy about scrapped electronic product. But strategic and policy are not enough.

Moreover, Green IT needs promotion of organized policy establishment and business. Particularly, although some environment information of climate changes was measured and managed by sensor and equipment, we can expect an activating policies.

So, we urgently need political research about the expanding policies for Green IT part of sensor network for reducing consuming of energy. It demands activity of restriction pollution of air, water and land and energy consume reduction.

To get ready environment protection, reduction of energy consuming and a foundation for developing green IT environment through efficient unification and operation about sensor network.

## 3. Contents and Scope of the Research

■ Green IT and USN
- Concept of Green IT and Trends
- Concept of USN and related Technologies

■ Analysis of Problems and Present Status
- Analysis of Domestic/International Deployment and Status of USN
- Analysis of Utilization of Organizations and Divisions
- Analysis of Previous Problems in Utilization of USN

■ Analysis of Technologies and Trends in USN
- Domestic/International Standardization and Technologies
- Analysis of International Technologies and Utilization
- Interactions between USN and Legacy Wire/Wireless Technologies

■ Suggest of Methods Deployment and Operating of USN
- Suggest of Deployment of USN for Climate · Water · Natural Disaster
- Suggest of Methods for Converging and Operating of USN

■ Suggest of Methods for Utilization and Information Gathering of USN
- Information Gathering in Household and Industry
- Information Gathering in Broadcasting · Education · Communication
- Methods of Utilization for Public field in Green IT
- Methods of Utilization for Energy Consuming and Environpolitics

■ Suggest of Policies for Green IT with Environmental Information
- Finding of Service and Industry Models for Expanding of Green IT
- Expectation in Environment · Economy · Industry
- Policies for Effective Energy Consuming and Green IT

## 4. Research Results

In this report, we investigate Industry and Standardization in USN and Green IT that are the most controversial issue in these days and suggest improved policy and law solutions to expand USN and understanding of Green IT by analyzing domestic and International USN and Green IT trends.

- Research concept and definition of Green IT, general and standardization trends of USN
- Prospect of technical trends in USN and Green IT
- Analysis of obstacles to activate USN and Green IT
- Derivation for policy and law for expanding Green IT and USN

## 5. Policy Suggestions for Practical Use

- Can be used to frame policies for Climate Changes by researching and studying for trends of Green IT and USN
- Can be used as policies and guidelines for efficient Energy Consuming and Diffusing of Understanding of Green IT

## 6. Expectations

- Contribution to frame a policy by suggesting issues and solutions to activate domestic Wireless Internet
- Contribution to Expansion of Business and Service Models by suggesting models and solutions
- Contribution to commercial utilization and activation for USN related Industry and Market

# 목 차

**제 1 장 서 론 ····· 1**

제 1 절 연구 배경 및 필요성 ····· 1

제 2 절 보고서의 구성 ····· 2

**제 2 장 기후변화와 그린 IT ····· 3**

제 1 절 기후변화 ····· 3

1. 기후변화 ····· 3

2. 환경정보 ····· 6

제 2 절 Green-IT ····· 9

1. Green-IT 개념 및 범위 ····· 9

2. Green-IT 등장배경 ····· 14

3. 국내·외 Green IT 정책동향 ····· 20

4. Green IT 산업동향 ····· 33

제 3 절 Ubiquitous Sensor Network ····· 36

1. USN의 개념 ····· 36

2. 기반기술 ····· 39

**제 3 장 환경 정보 수집 현황 및 문제점 ····· 46**

제 1 절 국내·외 분야별 USN 구축 및 센서 정보 수집 현황 ····· 46

1. 국내 USN 구축 사례 ····· 46

2. 국외 USN 구축 사례 ····· 62

제 2 절 기관 및 분야별 센서네트워크 활용 현황 ····· 66

1. 자연 환경 ····· 66

2. 도시 환경 ····· 69

3. 생활 환경 ····· 72

제 3 절 기 구축 센서네트워크 활용에 대한 문제점 ····· 74

1. 기술적 문제점 ····· 74

2. 정책적 문제 ····· 77
3. 기타 문제점 ····· 79

**제 4 장 센서네트워크 기술 현황 및 동향 분석 ····· 81**
제 1 절 국내·외 USN 기술 및 표준화 동향 ····· 81
1. 국내·외 USN 기술 동향 ····· 81
제 2 절 국내·외 USN 수집정보 활용 현황 ····· 102
1. 국내 USN 수집정보 활용 현황 ····· 102
2. 국외 USN 수집정보 활용 현황 ····· 103
제 3 절 유·무선 통신 기술 및 USN 연동 방안 ····· 106
1. 유선 통신 기술 현황 분석 ····· 106
2. 무선 통신 기술 현황 ····· 115
3. USN 네트워크 연동 방안 ····· 122

**제 5 장 센서네트워크 구축 및 운영방안 ····· 133**
제 1 절 분야별 환경 정보 수집을 위한 센서 네트워크 구축방안 ····· 133
1. 기상 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 방안 ····· 133
2. 수질·대기오염 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 방안 ····· 134
3. 자연재해 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 방안 ····· 135
제 2 절 기구축된 센서네트워크에 대한 효율적인 통합·운영 방안 ····· 136
1. 기구축된 분야별·기관별 센서네트워크 현황 및 문제점 분석 ····· 136
2. 분야별·기관별 센서네트워크의 통합·운영 방안 ····· 138

**제 6 장 USN을 통한 환경정보 수집 및 그린 IT 분야 활용방안 ····· 141**
제 1 절 환경보호 및 재난재해 예방을 위한 공공분야의 환경수집정보 활용방안 ····· 141
1. 4대강 모니터링 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 141
2. 산간벽지 환경 모니터링 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 143
3. 해역 환경 모니터링 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 145

4. 긴급 재난 방재 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 147
5. 지반침하 위험 모니터링 시스템을 이용한 환경정보 활용방안 ····· 149
제 2 절 그린 IT 환경 조성을 위한 민간분야의 환경수집정보 활용방안 ····· 151
1. $CO_2$ 관리 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 151
2. USN 기반 전기계량기 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 153
3. 저수지 수위 관리 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 156
4. 개화기 서리 관리 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안 ····· 157

**제 7 장 센서정보 수집·활용에 따른 기대효과 도출 및 정책방안 ····· 160**

제 1 절 센서정보 수집·활용에 따른 환경, 경제, 산업적 기대효과 도출 ····· 160
1. 환경적 기대효과 ····· 160
2. 경제적 기대효과 ····· 161
3. 산업적 기대효과 ····· 161
제 2 절 USN 환경정보를 이용한 Green IT 인식확산을 위한 정책방안 ····· 162
1. 각 국가별 그린 IT 인식확산을 위한 정책방안 및 시사점 ····· 162
2. USN 환경정보 이용 그린 IT 인식확산을 위한 정책적 고려사항 ····· 166
3. USN 환경정보 이용 그린 IT 인식확산을 위한 정책방안 ····· 166

**제 8 장 결 론 ····· 169**

# Contents

**Chapter 1 Introduction ····· 1**

Section 1 Study Background and Necessity ····· 1

Section 2 Construction of Report ····· 2

**Chapter 2 Climatic Change and Green-IT ····· 3**

Section 1 Climatic Change ····· 3

Section 2 Green-IT ····· 9

Section 3 Ubiquitous Sensor Network ····· 36

**Chapter 3 Present Condition of Environment Information Collection and Problems ····· 46**

Section 1 Internal and External Classified Present Situations of USN Construction and Sensor Information Collection ····· 46

Section 2 Present Situation of Sensor Network Practical Use Classified by Organization and Sphere ····· 66

Section 3 Problems about Practical Use of Existing Constructed Sensor Network ····· 74

**Chapter 4 Present Condition of Sensor Network Technology and Tendency Analysis of Sensor Network ····· 81**

Section 1 USN Technology and Standardization Trend of Internal and External ····· 81

Section 2 Present Conditions of USN Collection Information

Practical Use ····· 102
Section 3 Wire and Wireless Communication Technology and USN Interworking Method ····· 106

**Chapter 5 Construction and Management Method of Sensor Network ····· 133**
Section 1 Classified Sensor Network Construction Method for Collecting Environment Information ····· 133
Section 2 Efficient Unification and Management Method about Existing Constructed Sensor Network ····· 136

**Chapter 6 Collecting Environment Information and Green IT Sphere Practical Use Method through USN ····· 141**
Section 1 Environment Information Public Sector Practical Use Method for Environment Protection and Disaster Prevention ····· 141
Section 2 Environment Information Private Sector Practical Use Method for Furtherance Green IT Environment ····· 151

**Chapter 7 Deducting Expected Impacts and Policy Plan by Sensor Information Collection and Practical Use ····· 160**
Section 1 Deducting Expected Classified by Environment, Economy and Industry by Sensor Information Collection and Practical Use ····· 160

Section 2 Policy Plans by Using USN Environment Information for Green IT Awareness Spread ····· 162

**Chapter 8 Conclusion ····· 169**

# 표 목 차

<표 2-1> 환경 분류 ····· 7
<표 2-2> 환경에 대한 IT의 부정적 영향 ····· 12
<표 2-3> IT 산업별 생산액 추이 ····· 13
<표 2-4> 1990 ~ 2004년간 국가별 온실가스 배출 지표 ····· 16
<표 2-5> 영국 정부의 Green IT 가이드라인 ····· 24
<표 2-6> 일본 Green IT 이니셔티브의 주요 정책 ····· 30
<표 2-7> 일본 에너지 절감에 공헌하는 Green IT ····· 32
<표 2-8> 센서네트워크 MAC 프로토콜 ····· 43
<표 2-9> 센서 네트워크 라우팅 프로토콜 ····· 44
<표 3-1> 해외 USN 적용 사례 현황 ····· 64
<표 3-2> 국내·외 위험물별 사고사례 ····· 67
<표 3-3> 위험물 처리 물량 현황 ····· 68
<표 4-1> 주요 USN 미들웨어별 특징 및 한계점 ····· 90
<표 4-2> IEEE 1451 워킹 그룹 ····· 97
<표 4-3> IEEE 802.15 워킹 그룹 ····· 98
<표 4-4> xDSL 기술비교 ····· 107
<표 4-5> 100Mbps VDSL2 개발동향 ····· 112
<표 4-6> WiBro 및 WiMAX 기술 상호 비교 ····· 117
<표 4-7> HSDPA 관련 물리 채널 특성 ····· 119
<표 4-8> WCDMA와 HSDPA의 비교 ····· 120
<표 4-9> CDMA 네트워크별 특성 ····· 121
<표 4-10> CDMA 네트워크별 특성 ····· 121
<표 4-11> 지역별 통신망 연동 방안 ····· 129
<표 5-1> 분야별·기관별 센서네트워크 구축 사례 ····· 136
<표 7-1> 주요국 그린 IT 정책 비교 ····· 163

# 그 림 목 차

<그림 2-1> 기후시스템 ····· 4
<그림 2-2> 정보의 구분 ····· 8
<그림 2-3> 전세계 탄소배출량 및 ICT를 활용한 탄소배출 저감량 ····· 11
<그림 2-4> 주요 국가들의 IT 부문 환경 관련 규제 ····· 13
<그림 2-5> 지구온난화와 기후변화 및 그로 인한 대표적 자연재해 ····· 15
<그림 2-6> 기후변화협약 경과 ····· 16
<그림 2-7> 국내 온실가스 배출 추이 ····· 17
<그림 2-8> '저탄소 녹색성장' 가운데 에너지 관련 정책 기조 ····· 18
<그림 2-9> 일본 및 전세계 총 전력생산량 가운데 IT 기기 사용량 ····· 18
<그림 2-10> 전세계 IT 산업의 제품별 $CO_2$ 배출 비율 ····· 19
<그림 2-11> 대기전력저감기준 제품표시 ····· 20
<그림 2-12> 국내 관련 부처별 Green IT 추진현황 ····· 21
<그림 2-13> 지식경제부의 뉴 IT 전략 비전 및 발전전략 ····· 22
<그림 2-14> 방송통신위원회의 방송통신산업 신성장 동력 육성 계획 ····· 22
<그림 2-15> 정보통신 부문 중점 과제별 예산 비율 ····· 26
<그림 2-16> 데이터센터의 전력사용량 증가 추이 ····· 27
<그림 2-17> 데이터센터의 에너지효율성시나리오에 따른 전력사용량 예상 ····· 28
<그림 2-18> 일본의 에너지 소비 및 IT 장비로부터의 탄소배출 예상 규모 ····· 29
<그림 2-19> Green IT 프로젝트에 의한 환경 변화 ····· 31
<그림 2-20> 후지쯔의 Green IT 정책 ····· 35
<그림 2-21> 가상의 차세대 IBM 데이터센터 ····· 36
<그림 2-22> USN 개념도 ····· 37
<그림 2-23> USN 구조 ····· 38
<그림 2-24> USN 기반기술 ····· 38
<그림 2-25> 센서노드 구조 ····· 40
<그림 2-26> 센서노드 프로토콜 스택 ····· 42
<그림 3-1> 2008 RFID/USN 사업추진체계 ····· 47
<그림 3-2> 시스템 구성도 ····· 49
<그림 3-3> 해양안전관리시스템 구성도 ····· 50

<그림 3-4> 지하수 모니터링 시스템 구성도 ····· 52
<그림 3-5> 대전 3대 하천 생태복원 모니터링 시스템 구성도 ····· 53
<그림 3-6> 기상·해양 통합 관측 시스템 구성도 ····· 55
<그림 3-7> u-Sports 지능형 스키장 시스템 구성도 ····· 56
<그림 3-8> 시스템 구성도 ····· 58
<그림 3-9> 시스템 구성도 ····· 59
<그림 3-10> 녹차 웰빙밸리 통합시스템 구성도 ····· 60
<그림 3-11> 백두대간 농특산물 생산유통지원시스템 구성도 ····· 61
<그림 3-12> 해외 USN Value Chain 현황 ····· 62
<그림 3-13> 위험 컨테이너에 의한 사고사례 ····· 68
<그림 3-14> u-Port 구성도 ····· 69
<그림 3-15> 고속도로 시설물 관리 시스템 구성도 ····· 70
<그림 3-16> 터널 안전관리 모니터링 시스템 구성도 ····· 71
<그림 3-17> u-IT 지능형 도시철도 및 지하도상가 안전모니터링시스템 구성도 73
<그림 4-1> 센서노드의 구성요소 ····· 81
<그림 4-2> USN 미들웨어 질의 유형 및 SQL 예제 ····· 86
<그림 4-3> 국내 USN 표준화 체계 ····· 91
<그림 4-4> ZigBee Alliance 프로모터 ····· 99
<그림 4-5> ZigBee Alliance 표준화 작업 범위 ····· 100
<그림 4-6> 6LoWPAN 워킹그룹 작업 범위 ····· 101
<그림 4-7> ADSL 계열 주파수 대역 ····· 108
<그림 4-8> VDSL 적용 시나리오 ····· 109
<그림 4-9> LAN 방식 유선가입자망 개념도 ····· 113
<그림 4-10> HFC망 구성도 ····· 113
<그림 4-11> FTTx 광가입자망의 개념 ····· 115
<그림 4-12> 인터넷과 연결된 센서네트워크 모델 ····· 123
<그림 4-13> 응용 게이트웨이를 통한 연동 ····· 124
<그림 4-14> 오버레이 IP 네트워크를 통한 연동기법 ····· 125
<그림 4-15> 오버레이 센서네트워크를 통한 연동 기법 ····· 126
<그림 4-16> 센서네트워크로 구성된 P2P 네트워크 ····· 127
<그림 4-17> 센서노드로 구성된 P2P 네트워크 ····· 128
<그림 4-18> 도시지역에서의 USN과 유·무선 통신망의 연동 ····· 130

<그림 4-19> 주거지역에서의 USN과 유·무선 통신망의 연동 ····· 131
<그림 4-20> 농촌지역에서의 USN과 유·무선 통신망의 연동 ····· 131
<그림 4-21> 연근해의 USN과 유·무선 통신망의 연동 ····· 132
<그림 6-1> 4대강 본류 및 지류 수질 관리 시스템 ····· 142
<그림 6-2> 산간벽지 환경 모니터링 시스템 ····· 144
<그림 6-3> 한반도 연안 해역 환경 모니터링 시스템 ····· 146
<그림 6-4> 긴급 재난 방제 시스템 ····· 148
<그림 6-5> 지반침하 위험 모니터링 시스템 ····· 150
<그림 6-6> 이산화탄소 관리 시스템 ····· 152
<그림 6-7> 전기 계량기 구성도 ····· 154
<그림 6-8> 저수지 수질 관리 시스템 ····· 157
<그림 6-9> 개화기 서리 관리 시스템 ····· 158

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구 배경 및 필요성

최근 기후변화 문제가 글로벌 이슈로 떠오르면서 $CO_2$ 배출에 초점을 둔 그린 IT에 대한 관심이 집중되고 있다. 이미 전 세계적으로 그린 IT에 대한 관심과 관련 산업의 지원이 고조되고 있으며 우리나라도 현재 제 2차 범정부 신성장동력 과제로서 그린 IT를 위한 정책 지원과 산업 활성화를 전략적으로 지원하고 있다.

그러나 국내의 경우 IT 제품에 대한 환경규제 대응에 관한 정책은 마련되고 있으나 에너지 절감 및 $CO_2$ 배출에 초점을 둔 기후변화 대응에 대한 그린 IT 전략 및 정책은 미흡한 실정이다. 이에 따라 기후 변화 대응을 위한 그린 IT 활성화를 위한 노력으로서 본 연구는 기후 변화 대응을 위한 센서네트워크 활용 방안을 제안한다.

본 연구는 센서네트워크를 통해 수집되고 있는 환경정보를 에너지절감, 환경보호 등 그린 IT 분야의 활용을 위해 환경정보 수집 현황 및 문제점을 분석한다. 이와 함께 국내·외 센서네트워크 활용 현황을 파악하고 센서네트워크로 수집되는 다양한 환경정보를 그린 IT 분야에 활용할 수 있는 방안을 도출하는 것이다.

이에 따라 본 연구에서는 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 활용방안을 도출하기 위해 환경정보 수집 현황 및 센서네트워크 기술 현황을 분석한다. 또한 유무선 통신 기술 및 센서네트워크 연동 방안을 도출하고 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 구축 방안을 제시한다. 이와 함께 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 활용 방안을 제시하고 그린 IT 기반 조성을 위한 서비스, 산업 발굴 및 민간분야의 에너지 사용을 절약하고 그린 IT 인식확산을 위한 정책 활용 방안을 제시한다.

## 제 2 절 보고서의 구성

최종 연구 목표인 기후 변화 대응을 위한 센서네트워크 활용 방안 제시를 위한 본 보고서의 구성은 다음과 같다.

▪ 기후 변화 및 그린 IT 개요

기후 변화와 그린 IT 개요로서 관련 기반 기술의 개념 및 정의와 함께 기후변화와 그린 IT의 국내·외 정책 및 기술 동향을 조사·분석한다.

▪ 환경정보 수집현황 및 문제점 분석

최신 국내·외 센서네트워크 정보 수집 현황과 활용 현황을 파악하고 센서네트워크 구축 사례를 분석한다. 이와 함께 기관 및 분야별 센서네트워크 활용 현황과 기 구축 센서네트워크 활용에 대한 문제점을 분석한다.

▪ 센서네트워크 기술 현황 및 동향 분석

국내·외 센서네트워크 기술 및 표준화 동향을 분석한다. 이와 함께 센서네트워크를 통해 수집되는 다양한 환경 정보 활용 현황을 파악하고 유·무선 통신기술과 센서네트워크와의 연동 방안을 제시한다.

▪ 센서네트워크 구축 및 운영 방안

분야별 환경 정보 수집을 위한 센서 네트워크 구축 방안을 제시하고 기 구축된 센서네트워크에 대한 효율적인 통합·운영방안을 제시한다. 이를 위하여 각각의 환경 정보를 다양한 분야로 구분하여 효율적인 센서네트워크 구축방안을 제시한다.

▪ 센서네트워크를 통한 환경 정보 수집 및 그린 IT 분야 활용 방안

환경 보호 미치 재난 재해 예방을 위한 공공분야의 환경 수집 정보 활용 방안과 그린 IT 환경 조성을 위한 민간 분야의 환경 수집 정보 활용 방안을 다양한 시스템 및 서비스 모델로 제시한다.

# 제 2 장 기후변화와 그린 IT

## 제 1 절 기후변화

### 1. 기후변화

기후란 대기현상이 시간적, 공간적으로 일반화된 것을 말한다. 바꾸어 말하면, 가장 출현확률이 높은 대기의 종합상태를 말하며, 기후도 기상도 모두 같은 대기현상이므로 많은 공통점을 가지고 있으나, 기후는 장기간의 대기현상을 종합한 것이고, 기상은 시시각각으로 변하는 순간적인 대기현상을 가리킨다.

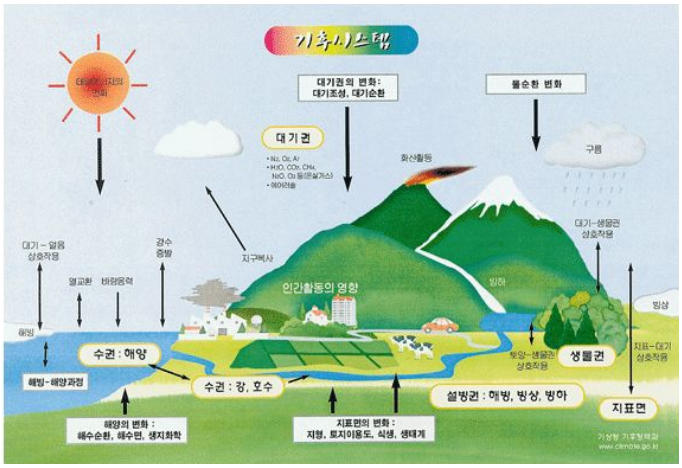
대기현상은 지구를 둘러싸고 있는 대기의 규칙적인 일변화 및 연변화 현상과 일시적으로 불규칙한 현상과의 복합적인 현상이다. 기후의 일년주기를 기후 년이라고 한다. 기후란 이들의 대기현상이 시간적, 공간적으로 일반화된 것을 말한다.

19세기에는 기후를 대기의 평균상태라 정의하고, 기후요소 관측 값의 연, 월 평균값 등의 조합에 의하여 표현하였다. 그러나 장년평균값이라고 해도 반드시 그곳의 최다빈도를 나타내지 않을 뿐만 아니라, 불규칙적인 현상의 설명이나 서인적 설명에도 불충분하다. 그래서 기후를 매일 매일의 대기의 종합 상태로 나타내 주는 날씨의 중복으로 받아들여 대기대순환이나 요란을 기초로 한 기단, 전선, 기압장, 일기도 등의 출현빈도 분포에 의하여 동적, 종관 적으로 받아들이는 견해가 근년에 들어 많이 발달되고 있다. 또, 각운동량 평형의 입장으로부터 무역풍, 편서풍 등 대기대순환의 기류계나 중위도의 요란을 설명하게 되었다. 또한, 기후를 특징지어 주는 지표나 대기 또는 지구-대기시스템 전체의 가열, 냉각 상태, 수분평형 에너지의 플럭스 등을 복사평형, 열수지, 물균형 등의 면으로부터 포착해서 기후를 표현하게 되었다. 일사량, 일조시간, 기온, 강수량, 습도, 증발량, 구름양, 기압, 바람 등은 기후를 구성하고 있는 기후요소이고, 이들 요소의 지역적 특성을 주고 있는 위도, 고도, 수륙분포, 지형, 식생 등은 기후 인자라고 불린다.

기후는 대상으로 하는 지역의 대소나 기후현상의 공간규모의 대소에 따라 대

기후, 중기후, 소기후, 미기후로 구분된다. 대기후의 특징을 결정하는 기후인자로는 위도, 큰 지형, 수륙분포 등이 중요한데 대하여, 소기후에서는 식생·토지이용 등의 토지피복 형태나 작은 지형이 큰 영향을 끼친다. 지구상에서는 위도, 수륙분포, 격해도 등의 기후인자와 대기대순환과의 상호작용에 의하여 열대다우기후, 건조기후, 온대기후, 냉대기후, 한대기후, 대륙서안기후, 대륙동안기후 등의 특징을 가진 기후대나 기후구가 형성된다. 또, 이들 기후대 주에서 다시 특정의 토지이용이나 토지피복 형태의 물리적 특성에 의하여 각각 특징적인 기후환경이 나타난다. 사면, 방향, 기복이 특히 관련을 가진 지형기후, 삼림 속이나 그 주변에 특징적인 삼림기후, 인공구조물, 피복물, 배기물질 등의 영향이 현저한 도시기후 등이 그것이다.

지구상의 기후를 세분하는 기준으로서 기온, 강수량, 습도 등의 기후요소의 평균값, 수분의 과다나 온난지수 및 계수, 기압배치, 기류계 등이 분류목적에 따라 사용된다. 현재의 기후에 대하여 과거의 기후를 고기후라고 부르며, 특히 관측시대로 들어가기 전의 역사적 시대 이전 또는 지질시대의 기후를 가리킨다. 기후는 지구의 역사와 더불어 변동을 되풀이하여 빙하기, 간빙기 또는 온난한 시대가 있었다. 또, 인류의 활동, 특히 이산화탄소의 증가에 의하여 기후가 변화하는 것도 지적하지 않을 수 없다.




<그림 2-1> 기후시스템

출처 : 기상청

기후변화란 현재의 기후계가 자연적인 요인과 인위적인 요인에 의하여 점차 변화는 것을 말한다.

자연적 요인에는 대기, 해양, 육지, 설빙, 생물권 자신의 내적 요인 외에, 화산 분화에 의한 성층권의 에어로졸(부유 미립자)증가, 태양 활동의 변화, 태양과 지구의 천문학적 상대위치 관계 등의 외적 요인이 있다. 인위적 요인에는 화석연료 과다 사용에 따른 이산화탄소 등 대기 조성의 변화(온실효과에 의한 지구 온난화), 인위적인 에어로졸에 의한 태양 복사의 반사와 구름의 광학적 성질의 변화(산란효과에 의한 지구 냉각화), 과잉 토지 이용이나 장작과 숯 채취 등에 의한 토지 피복의 변화 등이 있다.

또, 국지적으로는 인공열 등에 의한 도시 기후의 변화 등도 문제가 된다.

주요기후변화로는 온실효과, 지구온난화, 엘니뇨와 라니냐, 해수면 상승, 사막화 등이 있다.

최근 들어 기후변화의 개념은 과학논문과 국제 토론회에서 여러 가지 다른 의미로 받아들여지고 있다.

기후변화를 그 원인이 어디에 있든 전형적인 기후의 정의를 나타내는 30년 평균기후의 변화로서 단순하게 표현하려는 견해도 있다. 일반적으로 "기후변화"는 인간의 활동에 의한 온실효과와 화산폭발로 인한 성층권 에어로졸의 증가 등의 자연적인 원인에 의한 효과를 포함하는 전체 자연의 평균 기후변동을 나타낸다. 그런데, 이러한 정의를 복잡하게 만드는 것 중의 하나는 제한된 공간 스케일에서 인간의 활동에 의한 기후의 변화이다. 즉, 고도로 도시화된 지역은 그렇지 않은 지역과 비교하여 기온이 높은 열섬현상이 그 좋은 예이다.

이와는 달리 기후변화기본협약의 목적을 위한 기후변화의 정의는 다음과 같다. "직접적 또는 간접적으로 전체 대기의 성분을 바꾸는 인간 활동에 의한, 그리고 비교할 수 있는 시간동안 관찰된 자연적 기후 변동을 포함한 기후의 변화"이다. 더구나 기후변화 완화 조치의 목적을 위하여 기후변화기본협약은 국제적인 법적 도구에 의하여 오존-감소 물질이 지켜진다는 것에 근거하여 몬트리올 의정서와 그 개정서에 규제(CFCs와 HCFCs 같은 오존-감소 물질)를 받지 않는 온실기체들만을 고려하고 있는데 아마도 후자는 별개의 국제적인 법적 도구에 의해 제한 받

는다. 그러므로 이런 정의는 온실기체 농도를 증가시키는 인간의 활동으로 인하여 발생된 기후변화와 자연적으로 발생할 수 있는 기후변화 사이의 개념 차이를 알려준다. 그런데, 이점은 과학적으로 매우 중요하다. 왜냐하면, 이러한 기후상태 중에서 적어도 하나는 모델화되어야 하기 때문에 이러한 점은 기후변화의 탐지와 예측에 과학적으로 중요하다.

## 2. 환경정보

### 가. 환경의 정의

환경이란 한마디로 우주를 형성하는 모든 것들을 말한다고 할 수 있으며, 학술적으로는 자연의 상태인 자연환경과 사람의 일상생활과 밀접한 관계가 있는 재산의 보호 및 동식물의 생육에 필요한 생활환경을 말한다.

즉, 우리 인간이 호흡하는 공기, 마시는 물, 먹을 것을 얻는 땅과 우리가 생활하고 즐기는 대상인 산·강·바다·호수·나무·꽃·바위 등을 말하며, 그리고 생활하는 공간, 교통수단 등 실로 다양한 것들이 환경에 포함된다.

그러나 우리는 생활 속에 있는 것이라 해도 우리와 직접적인 관계가 없으면 환경으로 생각하지 않는 경우가 많다. 예를 들면 집 가까이에 강이 있다고 해도 그 강이 자신의 생활에 큰 영향을 주지 않는다면 우리는 그 강을 중요하게 생각하지 않는다.

결국 환경이란 '지구상의 생물과 직접 또는 간접적으로 관계를 맺고 있는 자연적·인위적인 모든 것'이라고 할 수 있다.

### 나. 환경요인 분류

환경은 자연환경과 인문적 환경, 물리적 환경과 생물학적 환경 등으로 다양하게 구분할 수 있으나, 주로 환경교육 분야에서 구분하는 주요 기준은 '자연 환경'과 '사회적 환경'이다.

자연환경은 우주만물의 생태, 즉 대기, 물, 일조, 통풍, 자연경관 등을 요소로 하는 자연 그대로의 생물·무생물의 일체를 말한다. 이는 지구상의 생태계를 구성

하고 있는 기본 체계로서 크게 나누어 생물체인 생물학적 요인과 비생물인 물리화학적 요인으로 구분할 수 있다. 생물학적 요인과 비생물적 요인 간에는 에너지의 흐름을 통하여 상호작용을 하고 있으며, 이러한 상호작용에 의하여 모든 생물체는 그 들의 생존을 계속할 수 있게 된다.

사회적 환경은 자연적 환경에 속하지 않는 모든 인공적인 요소를 말한다. 즉 인간을 둘러싸고 있는 주위의 모든 것을 환경이라 할 때, 사회적 환경은 인간이 살아가고 있는 장소를 말한다.

인간은 이 두 가지 환경을 떠나서는 살 수 없으며, 다른 생물이 생존할 수 없는 환경에서는 생명유지는 물론 문화도 발전 할 수 없다. 이 모든 것 하나하나가 매우 밀접한 관계를 맺고 도움을 주고받으며 살아 나가기 때문이다.

<표 2-1> 환경 분류

| 구분 | 분류 | 세부항목 |
|---|---|---|
| 자연적 환경 | 생물학적 요인 | 동물, 식물, 미생물 등 |
| | 물리학적 요인 | 우주, 공기, 물, 흙, 빛, 소리 등 |
| 사회적 환경 | 인공 환경 | 산업, 의복, 식생활, 주거, 교통 등 |
| | 사회 환경 | 문화, 경제, 정치, 교육, 종교 등 |

출처 : 야후 지식인

다. 정보의 정의

우리는 정보의 홍수시대에 살고 있다고 한다. 또한 하루도 빠짐없이 정보란 이야기를 듣고 살고 있으며, 정보의 격차에 뒤지지 않기 위하여 정보를 잘 입수하고 활용을 하여야 한다고 알고 있다.

정보란 개요, 개념, 아이디어를 의미하는 라틴어의 Information-en에서 유래된 낱말로서, 영어에 있어서는 알리는 행위, 정신이나 성격의 형식, 수련, 교수, 가르침, 유익한 지식의 전달, 영감 등의 의미로 다양하게 설명되어 있다. 우리나라에서도 1938년도의 '우리말사전'에 처음으로 '정보란 사정(事情)의 통지다'라고 해석되어 있다.

현재는 정보라는 용어가 여러 가지의 해석으로 사용되고 있어, 그 인식정도나 내용도 다양하게 정보를 관련된 각 분에서 정보에 대한 관점이나 견해를 다르게

사용하고 있다.

이러한 정보라는 용어를 학문적인 관점에서 구분하여 다음과 같이 이야기 할 수 있다.

<그림 2-2> 정보의 구분

'사실'이란 현실에 존재하는 모든 것(보고, 듣고, 느끼는 것 등)이며, 이러한 사실적 내용들을 관찰하여 일정한 주제별로 정리되어진 기록들이 하나의 '데이터'가 된다. 이러한 데이터를 가공하여 어떤 상황에 대처하기 위하여 필요한 데이터들을 집합하여 데이터베이스를 구축하였다고 한다면 이는 하나의 '정보'가 이루어졌다고 한다. 그리고 지식이라고 한다면 단순한 데이터베이스에 존재하는 정보이외에 다른 관련 정보를 입수하여 어떤 의도나 목적을 가지고 분석하여 나온 정보를 '지식'이라고 말할 수 있다.

정보는 다음과 같은 특정을 가지고 있다.

- 상품성 : 생산이나 소비에 비용이 수반되어 정보가 상품적 가치를 소유
- 자원성 : 생산의 3대 요소인 토지, 노동, 자본에 정보가 상품생산이나 의사결정의 중요한 하나의 자료로 취급
- 시한성 : 정보란 의사결정을 위한 중요한 자료로 활용되는 까닭에 최신 정보일수록 그 가치가 높으며, 시간이 경과하게 되면 그 가치가 감소하거나 소멸되는 성질을 가짐
- 공유성 : 정보의 내용을 다수의 개인이 동시에 소유 할 수가 있음
- 운반성 : 두뇌에 기억을 하거나 문자화하여 휴대가 가능
- 영구성 : 정보를 적절한 형태로 저장, 보존함으로써 재생산이 가능

- 확장성 : 수집된 정보가 전파, 확대 되는 것
- 개별성 : 동일한 정보가 사용자에 따라 다른 가치나 의미가 부여됨
- 상징성 : 상황에 따라 동일한 정보가 상이한 의미를 나타냄
- 측정난이성 : 정보란 양적, 질적인 측정이 매우 어려움
- 신용가치성: 정보를 구입 할 시 정보원의 신용이 중요한 판단 기준이 됨

라. 환경정보

환경정보란 시시각각 변화하는 우리 삶과 밀접한 관계가 있는 자연·사회적 환경의 모든 사실(기상, 기온, 강수, 풍향 등)을 기록하여 만들어진 데이터를 토대로 얻어진 정보를 뜻하며 이러한 정보를 통해 얻어진 지식은 사회 각 분야에서 활용 할 수 있고, 실제로도 그러한 정보를 활용하는 예는 우리 주변에서 적잖게 볼 수 있다.

## 제 2 절 Green-IT

### 1. Green-IT 개념 및 범위

가. Green IT 개념 정의

Green IT라는 용어가 등장한지 얼마 되지 않아 학계에서도 이에 관한 명확한 정의는 내려지지 않은 상태이다. 이러한 상황에서 IT 부문의 어떤 측면에 초점을 맞추는가에 따라 Green IT는 다양하게 규정된다. 한국정보사회진흥원의 IT 용어 사전에 따르면 Green IT란 IT 전 분야에서 유해 물질 사용을 자제하고 에너지 절감을 통해 친환경 제품과 서비스를 제공하는 개념이다. 가트너의 경우는 기업운영 및 공급자 관리 과정에서 지속가능성을 위해 상품, 서비스, 자원 라이프 사이클에 걸쳐 최적의 IT를 사용하는 것으로 규정하고 있다.

그러나 본 연구는 Green IT를 환경을 의미하는 녹색(Green)과 정보기술(IT)의 합성어로 “IT 부문의 친환경 활동과 “IT를 활용한 친환경 활동”을 포괄하는 의미로 정의한다. 이러한 측면에서 Green IT 개념의 범위는 크게 두 가지 측면으로 나뉜다. 첫째, IT 부문의 탄소배출 문제. 전세계 기업의 전산설비 전력소비량은 한

해 1천억KWH로 파리시 전체가 16년 동안 사용할 수 있는 전력량으로 자동차 1,400만대의 탄소배출량에 해당한다.

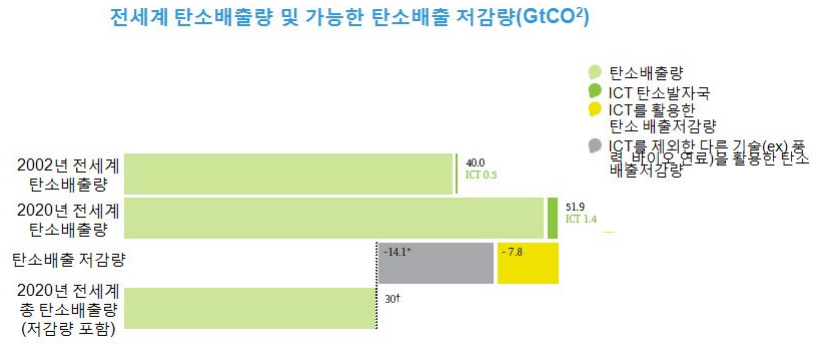
특히 데이터센터의 경우 “전기 먹는 하마”로 전력소비량이 연간 20% 이상 증가하고 있으며, 이러한 대규모 데이터센터 한 곳의 전력소비량은 인구 3 ~ 4만 도시의 전력소비량에 육박한다. 데이터센터는 가장 최신의 고밀도 시스템을 사용하려 하고 이로 인해, 고밀도 전력과 초기 데이터센터의 단위면적당 에너지 비용은 일반 사무실 빌딩의 10 ~ 30배에 이른다.

이러한 상황에서 점점 유비쿼터스 정보화가 진전됨에 따라 IT 장비 및 기기 사용은 증가할 것이고, 이에 따른 에너지 소비 및 탄소 배출 증가는 가속화될 것이다. 영국의 환경단체 글로벌 액션 플랜(Global Action Plan)의 보고서 ‘An inefficient truth’에 따르면 앞으로 수년 내에 전세계 탄소배출량의 3-4%를 IT 부문이 차지해 곧 항공 산업의 탄소배출량을 추월할 것으로 예상된다. 또한 우리와 정보화 수준 및 IT 산업 규모가 유사한 일본의 경우 현재 IT 산업부문 탄소배출량은 전 산업 배출량의 4%를 차지하고 있으며, 2025년에는 전체의 국가 온실가스 총배출량의 10~15% 이상 차지할 것이라는 전망을 내놓은 바 있다.

이러한 상황에서 보다 근본적인 문제는 해당 기업 및 국가들이 IT 부문의 환경 파괴적 성격을 거의 인식하지 못하고 있다는 것이다. 글로벌 액션 플랜이 기업 120여 곳의 IT 전문가를 대상으로 실시한 설문조사에서 응답자의 86%가 해당 부서에서 배출하는 탄소배출량에 대해 전혀 알지 못하고 있었으며, 약 20%만이 소요되는 에너지 비용을 파악하고 있었다.

이와 동시에 주목해야 할 것은 둘째, IT 활용을 통해 얻을 수 있는 탄소배출 저감 효과이다. IT는 환경문제를 유발하는 주된 요인인 동시에 환경문제를 해결할 수 있는 최적의 대안이기도 한 것이다.

영국의 Climate Group과 GeSI(Global e-Sustainability Initiative)가 발표한 보고서(SMART 2020 : Enabling the low carbon economy in the information age5)에 따르면 ICT를 활용하여 2020년까지 전세계 온실가스를 15% 감소시키고 최대 9,460억 달러의 비용 절감이 가능한 것으로 나타났다.




<그림 2-3> 전세계 탄소배출량 및 ICT를 활용한 탄소배출 저감량
출처 : SMART 2020

실제로 사회 각 부문에 전자정부서비스, 원격근무, 화상회의(텔레프레즌스), 전자출판, 지능형교통시스템(ITS) 등 다양한 IT기술을 도입함으로써 막대한 에너지 절감 및 탄소 감축이 가능하다. 일본의 경우는 단순한 IT 기기의 전력 저감을 뛰어넘어 IT 기기를 활용해 제품의 생산, 물류나 운송, 판매, 사용 등에서 전반적인 전력 사용량을 줄임으로써 실제로 석유제품 생산에 필요한 에너지 20%, 공항의 전력사용량도 30% 가까이 감축하는 효과를 거둔바 있다.

또한 일본 총무성의 IT 기기 활용에 의한 탄소 배출 저감량은 IT 기기 사용에 의한 배출량을 상회하고 있는 것으로 조사되었다.

이처럼 선진국 및 관련 국제기구들은 IT를 활용한 탄소배출 감축과 IT 사용에 따른 탄소배출 감소를 위한 기술 및 정책개발 연구를 동시에 진행하고 있다.

나. Green IT의 범위

IT 부문의 환경문제는 제조업 분야에서 제품에 대한 유해물질 규제에서 시작해 IT 장비 및 기기확산과 그에 따른 전력 소비 증가로 이어져 IT 부문의 에너지 소비가 사회적 이슈로 제기되었다. Green IT 개념이 등장한 초기에는 산업 전 분야에 걸쳐 유해물질 IT 사용을 억제하고 에너지절감형 제품과 서비스를 제공하는 동시에 기존산업에 IT를 적용해 지속가능한 상품, 서비스, 자원을 생산하는 것을 Green IT로 분류하였다.

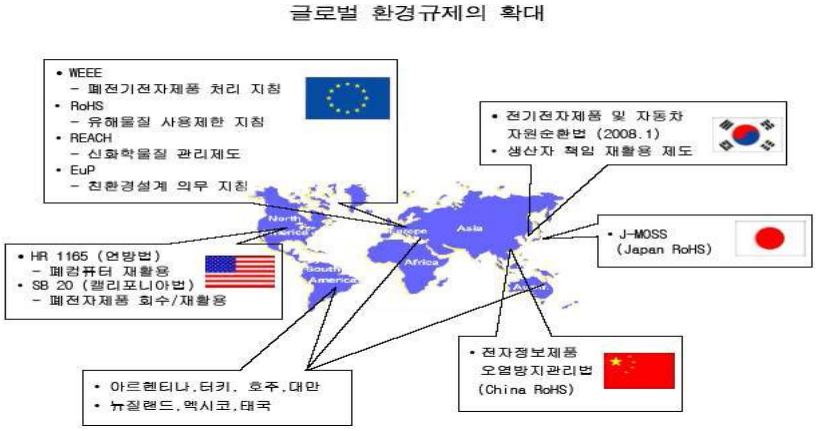
그러나 실제로는 EU, 미국, 일본 등 선진국들이 IT 제품의 환경기준을 강화하며 무역장벽을 형성함에 따라 IT 부문의 환경문제는 IT 장비의 생산과 재활용 및 폐기에 비중을 두었다.

일반적으로 IT산업은 크게 IT 제조업과 IT 서비스업으로 구분된다. IT 제조업이라 하면 보통 컴퓨터, 사무기기, 반도체, 전자부품 등의 제조를 의미하며, 이 분야는 온실가스 규제보다 유해물질 규제와 에코디자인에 중점을 두고 있다. 이미 EU, 미국, 일본 등 주요 국가들이 시행하는 다양한 환경규제에 대응해 협력업체와 함께 제조공정단계에서부터 유해물질의 사용을 배제하는 그린파트너십을 중심으로 구축되고 있다. 반면 IT 서비스업에서 친환경에 대한 인식은 2007년 이후 최근에서야 비로소 시작되었다고 할 수 있으며, 특히 IT 장비 및 기기확산과 그에 따른 에너지 소비 증가로 Green IT의 중요성이 부각되고 있다.

<표 2-2> 환경에 대한 IT의 부정적 영향

| 부정적 영향 | 설명 |
|---|---|
| 온실가스배출 | • IT 기기를 사용 또는 제조하면서 다량의 온실가스 발생<br>• PC는 전세계적으로 연간 약 3,500만 톤의 온실가스 배출 |
| 전자쓰레기 증가 | • 일반인들이 보편적으로 사용하는 IT 기기의 수가 빠른 속도로 증가하면서, 이와 비례하여 폐기되는 전자쓰레기의 양도 급증<br>• PC는 2005년 약 1억 3,500만대가 교체되었으나, 이중 27% 정도만이 재활용 |
| 에너지/자원낭비 | • 인터넷데이터센터와 같이 다른 IT 분야보다도 에너지를 많이 소모하거나, 제품의 물리적인 수명이 아직 끝나지 않았음에도 불구하고 신제품이 출시되면서 제품 수명 주기를 단축함으로써 불필요한 에너지/자원 낭비 초래<br>• 통신서비스/인터넷서비스 산업은 다른 IT 산업에 비해 에너지/전력을 많이 소모<br>• 신규 OS 출시로 조금 더 사용가능한 PC를 업그레이드를 위해 교체 |

출처 : NIA




<그림 2-4> 주요 국가들의 IT 부문 환경 관련 규제

출처 : NIA

<표 2-3> IT 산업별 생산액 추이 (단위 : 조원, %)

| 구 분 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IT 산업 (비중) | 160.9 (100) | 186.1 (100) | 199.2 (100) | 229.2 (100) | 238.1 (100) | 248.1 (100) |
| IT 제조업 (비중) | 109.9 (68) | 124.9 (69) | 139.1 (70) | 164.6 (72) | 168.9 (71) | 174.9 (70) |
| IT 서비스업 (비중) | 51.1 (32) | 61.2 (33) | 60.6 (30) | 64.7 (28) | 29.2 (29) | 73.2 (30) |

출처 : NIA

최근 부각되고 있는 성능을 향상시키고 절전기능을 강화함으로써 에너지비용을 절감하는 에너지 절약은 장기적인 관점에서 봤을 때 Green IT로 나아가는 단기적인 전략 가운데 하나에 불과하다. 그럼에도 불구하고 에너지 효율성 극대화 및 에너지 비용 절감은 단기간 내에 큰 효과를 거둘 수 있으며, IT산업에 대한 기존의 인식 전환의 계기가 된다는 점에서 의의를 지닌다. 또한 IT를 활용해 국가 전체의 에너지 저사용을 촉진하는 방안을 모색하는 것도 필요하다. IT 기술을 활

용한 환경관리시스템, IT 기반 지능형 도로교통시스템, 유·무선 홈네트워크 기술, 가정 및 빌딩 에너지 관리시스템 등을 통해 소비측면의 전력감소 및 환경오염 감소에 기여할 수 있다.

## 2. Green-IT 등장배경

### 가. 지구온난화 등 환경이슈의 대두

IT란 Information Technology의 약자로 정보를 전달하는 기술을 말한다.

Green IT의 출현은 지구온난화 등 환경문제가 글로벌 해결과제로 급부상하면서, IT 부문에서도 환경 이슈가 주요과제로 다루어지게 되면서 대두되게 되었다. 산업화에 따른 환경문제는 인류의 생존과 직결되는 이슈로 21세기 최대의 도전과제로 인식되고 있다.

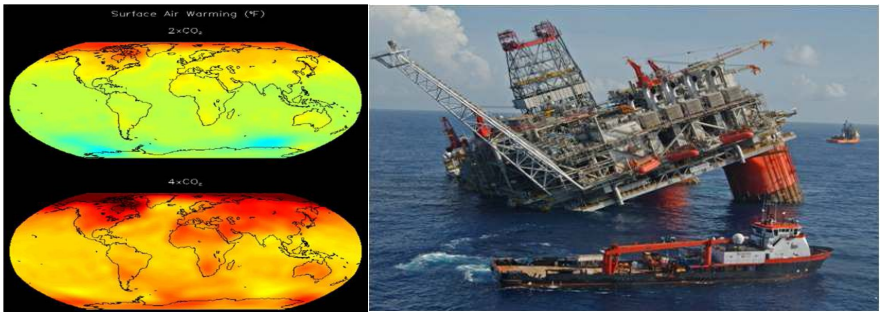
특히, 지구온난화의 문제는 북극지역의 해빙 및 이에 따른 동식물 생태계 파괴 및 멸종 등의 주요 원인으로 국제사회의 관심을 집중시키고 있다. G8 정상회담, APEC 정상회담 등 주요 국제회의에서 지구온난화가 주요 의제로 논의되고 있으며, UN의 기후변화정부간 패널은 지구 온난화로 인해 현존하는 생물의 약 30%가 멸종하는 등 심각한 환경 재난을 경고하며 즉각적인 대응을 촉구 하고 있다. 인도네시아 발리에서 2007년 12월에 개최된 UN 기후변화 총회에서 온실가스 감축을 위한 발리 로드맵을 채택하였으며, 우리나라는 세계 10위, OECD 국가 중 6위의 이산화탄소 배출 국가로 발리 로드맵 채택에 따라 강도 높은 감축 계획 수립이 불가피하다. 현재 우리나라 이산화탄소 배출량은 약 5.9억 톤으로 전세계 배출량의 1.7%를 차지한다.

환경문제가 인류 최대의 이슈로 부각이 되면서 IT 분야에서도 환경 이슈에 대한 논의가 다양하게 이루어지고 있다. IT 분양의 환경문제는 IT 제조업 분야에서 미국, EU 등 선진국들이 IT 제품의 환경 기준을 강화하며 무역장벽을 형성함에 따라 IT 부문의 환경문제가 이슈로 부각되기 시작하였다. 최근에는 IT 관련기기의 확산에 따른 전력 소비의 증가가, 지구온난화와 관련이 되면서 새로운 환경 이슈로 급부상하고 있다. 현 정부에서도 '60년 국가 비전으로 "저탄소 녹색성장"을 제시하였으며, '08년 6월 한국에서 개최된 OECD 장관회의에서도 IT 부문에서의 에

너지 소비 절감 및 IT를 통한 환경문제 해결이 주요 화두로 논의되었다.

최근 고유가 상황이 지속되고 지구온난화 등 기후변화 환경문제들이 부각되면서 에너지 효율성 극대화에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 국내의 경우 2008년 5월 현재 수입 원자재 가격이 8%이상 급등하는 등 높은 해외의존도로 취약한 에너지 수급구조를 가지고 있어 근본적인 대책이 시급한 상황이다.

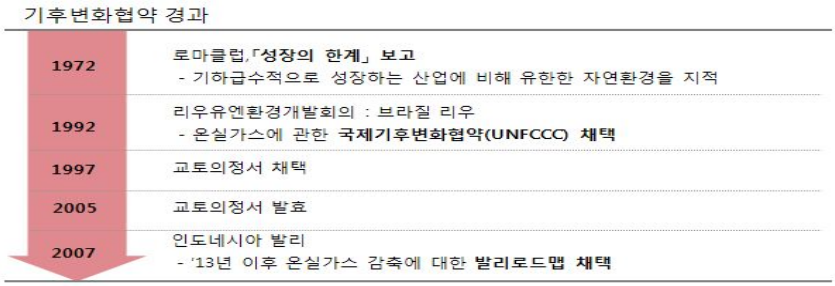
IPCC(Inter-governmental Panel on Climate Change)의 연구에 따르면 지구의 평균기온은 20세기에 약 0.6℃ 상승했는데 2100년에는 1990년 대비 1.4 ~ 5.8℃ 상승할 전망이며, 2100년 세계의 해수면은 1990년대 대비 최대 88cm 상승할 것으로 예상되는데, 이는 지난 10,000년 동안 지구가 겪은 가장 큰 변화라 할 수 있다. 지구온난화는 폭염, 가뭄, 홍수 등 자연재해와 동식물 멸종 등 생태계 파괴의 주요 원인으로서 인류의 생존과 직결된 글로벌 도전과제라 할 수 있다.




<그림 2-5> 지구온난화와 기후변화 및 그로 인한 대표적 자연재해
출처 : NIA

이러한 지구온난화의 주범으로 꼽히는 온실가스 배출이 기후변화에 미치는 인위적 요인을 줄이는 것을 목적으로 하는 1992년 6월 리우유엔환경개발회의에서 '유엔 기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change)'이 전세계 154개국에 의해 채택되어 1994년 3월 21일 발효되었다.

또한 기후변화협약의 목적을 구체화하기 위해 선진국의 온실가스 감축 목표를 주요 내용으로 하는 교토의정서(Kyoto Protocol)가 1997년 12월 일본 교토에서 개최된 제3차 당사국총회에서 채택되었다.




<그림 2-6> 기후변화협약 경과

출처 : NIA

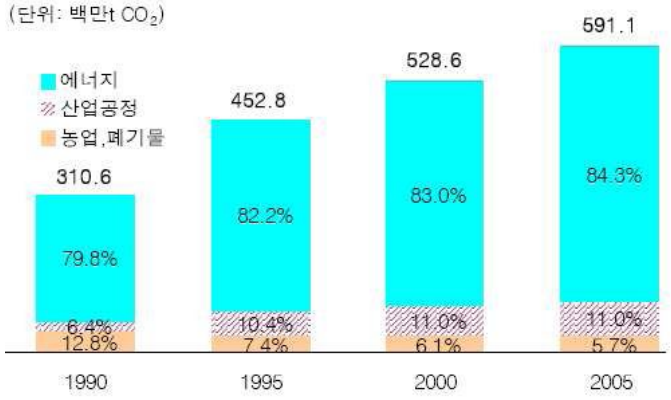
교토의정서의 온실가스 감축 목표치 규정에 따르면 각 회원국들은 2008년에서 2012년 사이 온실가스 배출량을 1990년 대비 평균 5.2%를 감축해야 한다. 현재 한국은 의무감축국은 아니지만 에너지 분야에서 온실가스 배출량 규모가 세계 10위라는 점과 1990년 이후 탄소배출량 증가가 세계 최고를 기록하고 있다는 점에 비추어볼 때 감축 참여에 대한 국제사회의 압력이 점점 커질 것으로 예상된다.

2005년 현재 국내의 온실가스배출량은 5억 9,110만t-$CO_2$ 로 전세계 배출량 490억t-$CO_2$ 의 1.2%를 차지한다. 세계 GDP의 1.6%인 경제규모와 비교할 때는 다소 적으나 세계인구의 0.76%인 인구비중과 비교하면 많은 편이다. 특히 1990년 이후 배출량 증가속도가 세계 최고수준으로 높으며, 에너지가 가장 큰 비중을 차지하고 그 비중이 급격하게 늘어나는 추세에 있다는 점에서 근본적인 해결방안이 시급한 상황이다.

<표 2-4> 1990 ~ 2004년간 국가별 온실가스 배출 지표

| 지표 | 한국 | 영국 | 미국 | 일본 |
|---|---|---|---|---|
| 온실가스배출증가율 | 90.1 | -14.3 | 15.8 | 6.5 |
| 1인당 배출증가율 | 69.5 | -18.0 | -1.6 | 3.0 |
| GDP당 배출증가율 | -32.9 | -57.5 | -42.8 | -33.7 |
| 에너지부문 배출증가율 | 104.6 | -3.7 | 19.8 | 14.8 |

출처 : NIA




<그림 2-7> 국내 온실가스 배출 추이

출처 : NIA

이러한 상황에서 각 선진국은 향후 Green IT가 IT 부문의 최대 이슈가 될 것을 예견하고 정부차원에서 전략적으로 접근, 온실가스 감축을 위한 정책을 적극 추진하고 있다.

한국 역시 지난 7월 이명박 대통령이 G8 확대정상회의에서 국제사회의 기후변화대응 노력에 적극적으로 동참할 의지가 있음을 피력했으며, 이후 건국 60주년 경축사를 통해 새로운 국가발전 패러다임으로 "저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)"을 제시한 바 있다.

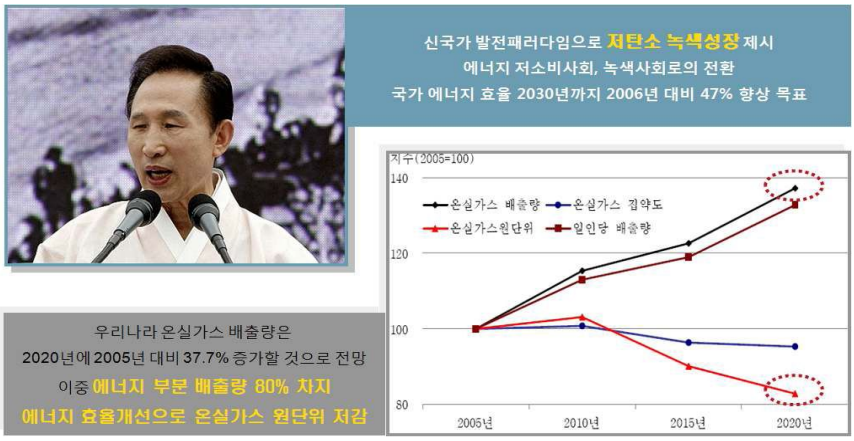
Green IT 는 기후변화대응과 에너지 절감이라는 두 가지 국가 현안을 동시에 해결할 수 있다는 점에서 국가 차원의 종합적이고 체계적인 정책 수립 및 사업 추진이 필요하다는 것을 보여준다.

나. IT 부문에서의 환경이슈의 대두

이처럼 환경문제에 대한 국제적 관심이 증대되면서 IT 부문에서도 환경이 중요한 이슈로 다루어지기 시작했다. 흔히 정보기술(IT) 산업은 환경문제와 관련이 없는 것으로, 오히려 생산성을 향상시켜 원자재 사용 저감, 더 나아가 탄소 배출을 감소시키는 효과가 있다고 알려져 왔다.

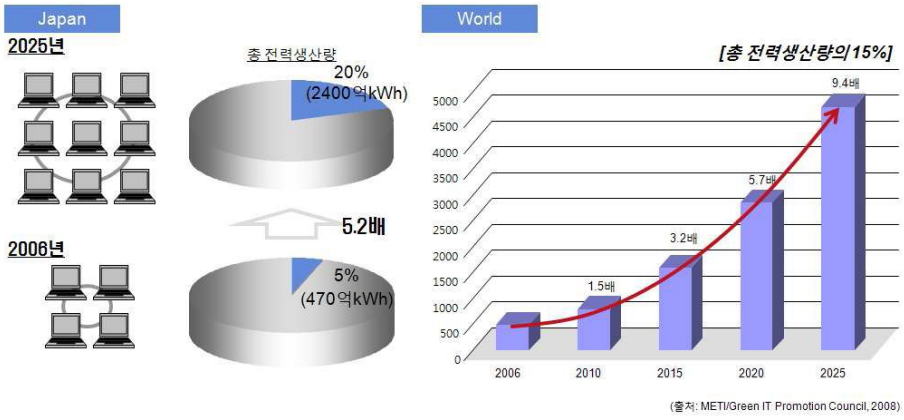
그러나 전자제품 사용량 증가에 따른 에너지 소비 증대, 폐기물 증가, 유해물질 배출 증가 등 환경파괴적인 성격이 부각되면서 이제 IT산업은 공해산업으로 인식

되고 있다. 즉, 전력소모량은 탄소배출량과 정비례하고 IT가 반드시 친환경적 산업이 아니라는 인식이 확산되고 있는 것이다. 실제로 일본의 경우 2025년까지 IT 기기의 전력소비가 2006년 대비 5.2배 증가할 것으로 전망되며, 전세계적으로는 9.4배까지 증가할 것으로 전망된다.




<그림 2-8> '저탄소 녹색성장' 가운데 에너지 관련 정책 기조

출처 : NIA

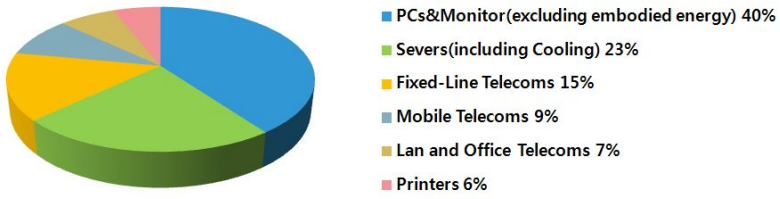



<그림 2-9> 일본 및 전세계 총 전력생산량 가운데 IT 기기 사용량

출처 : NIA

이러한 상황에서 Green IT가 사회적 이슈로 급부상하게 된 계기는 IT분야 리서치 전문 업체 가트너가 발표한 두 편의 보고서 「Green IT: The New Industry

Shockwave」와 「10 Key Elements of Green IT Strategy」를 통해 IT부문의 탄소배출량이 전세계 배출량의 2%를 차지하며 이는 전세계 항공기 배출량과 유사하다고 지적했다.




<그림 2-10> 전세계 IT 산업의 제품별 $CO_2$ 배출 비율

출처 : NIA

이와 동시에 가트너는 IT 기업들의 환경의식이 부족함을 지적하고 IT 산업의 환경영향력 및 이들 기업의 친환경 노력이 필요하다는 것을 역설했다. IT분야 시장조사기관 인포테크리서치그룹(Info-Tech Research Group) 역시 IT업종에서 가장 주목할 이슈로 '그린(Green)'을 지목하고 전력소비량감소, 탄소배출 규제 등 친환경적 요소에 대한 연구에 주력해야 함을 강조했다.

해외에서도 Green IT에 대한 연구는 2007년에 들어서야 주목받기 시작해 현재 활성화 단계에 있으며, 국내에서는 최근에 들어서야 관련 기관을 중심으로 소수의 연구보고서가 발표되고 있다.

가트너의 2007년 보고서로 전환기를 맞은 Green IT 연구는 IT산업으로 인한 환경영향을 지적하고 이에 대한 민간 및 정부의 대처를 강조하는 것에 중점을 두고 있다. Green IT는 Greening Computer, Greening Technology 등 다양한 용어를 포괄하며, 결국 IT 기기의 에너지 사용, 자원낭비 등의 환경문제를 해결하고, 첨단 기술을 개발·접목시키는 새로운 비즈니스 창출을 시사하고 있다. 대부분의 논의는 아직까지 Green IT에 대한 미국, 유럽 등의 민간기업 담당자(예를 들면 최고정보관리책임자(CIO) 등)들의 인식이 낮지만, Green IT를 효과적으로 정착시키려는 정부의 정책이 병행되고 Green IT의 비용효율성 문제가 개선된다면 IT 시장을 변화시키는 키워드가 될 것으로 결론짓고 있다.

국내 연구의 경우 IT부문을 환경적 측면과 접목시키는 기술과 노력이 부족한 것에 문제를 제기하고, IT 기술을 활용한 에너지 사용 절감을 위한 정부의 전략적/정책적 접근이 필요함을 강조하고 있다. 그러나 아직까지 국내외 Green IT 동향을 체계적으로 분석하고 IT 부문의 에너지 사용량을 정량적으로 측정하여 구체적인 대응 방안을 도출한 연구가 진행되지 않은 것으로 보인다.

### 3. 국내·외 Green IT 정책동향

가. 국내 Green IT 정책동향

현재 국내에서 추진되는 대표적인 Green IT 정책은 2005년부터 에너지 효율화를 위해 단계적으로 시행되어온 'Standby Korea 2010' 대기전력저감 프로그램이다. 이에 따라 대기전력저감 기준을 만족한 제품에 대해 에너지 절약마크를 부착하고 기준이하 제품에 대해서는 경고표시제를 적용한다.

이 프로그램은 1단계(2005~2007)는 자발적인 1W 정책, 2단계(2008~2009)는 의무적 정책 전환준비 및 일부제품 의무규정 적용, 3단계(2010)는 의무적 1W 정책을 단계별로 추진한다. 이에 따라 2007년까지 대기전력 저감을 위해 대기시간 슬립모드 채택과 대기전력 최소화를 규정하여 제조업체들의 자발적 참여를 유도하고, 2008년부터는 제조업체에게 의무적으로 강제하고 있다. 대기전력 저감기준 미달제품의 의무조항은 세계 최초로 시행되는 대기전력 경고표시제이기도 하다.

<대기전력 저감기준 미달제품>
의무 표시

<대기전력 저감기준 만족제품>
임의 표시

<그림 2-11> 대기전력저감기준 제품표시

출처 : NIA

이와 더불어 최근 정부는 2008년부터 추진하는 제4차 기후변화종합대책을 통해 감축분야, 적용분야, 연구개발분야, 인프라구축 분야, 국제협력분야 등 5개 중점 개혁분야를 제시했다. 각 부처별 Green IT 관련 방안을 살펴보면 다음과 같다.

<그림 2-12> 국내 관련 부처별 Green IT 추진현황

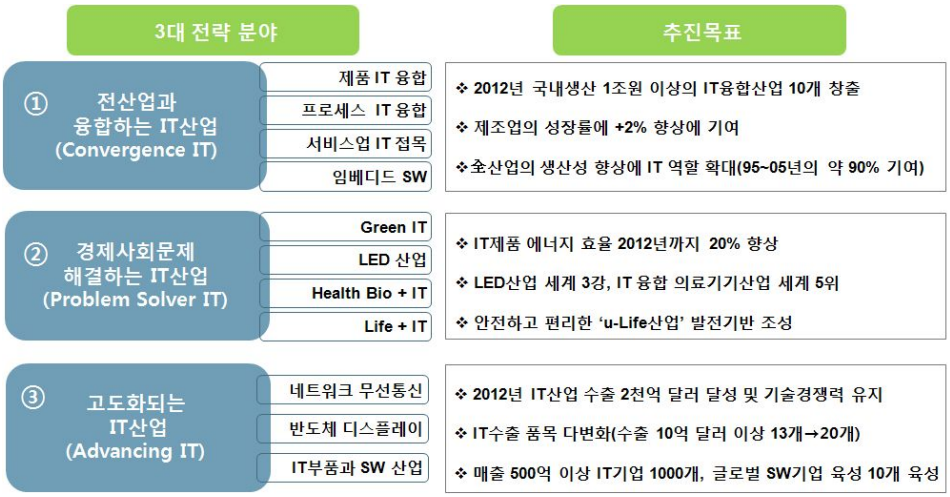
출처 : NIA

지식경제부는 새로운 IT 성장 전략으로 제시한 '뉴IT 전략' 12개 세부 과제중 하나로 Green IT를 선정하고 IT 기기 에너지 효율을 2012년까지 20%로 향상한다는 목표를 설정하고, 에너지 효율제고 기술개발을 확대하고자 향후 5년간 총 2천억 원을 투자하겠다고 밝힌 바 있다.

방송통신위원회는 에너지 효율이 높고 화석연료 사용이 거의 없는 방송통신 산업의 특성을 살려 Green IT 기술을 활용한 인프라 구축과 에너지 절약 등 친환경 녹색사회 건설에 기여하겠다는 의지를 밝힌 바 있다. 즉, 방송통신 인프라와 서비스가 확산될수록 물리적 이동이 줄어들고, 이에 따라 사회전반의 에너지 소비가 절감된다는 것이다.

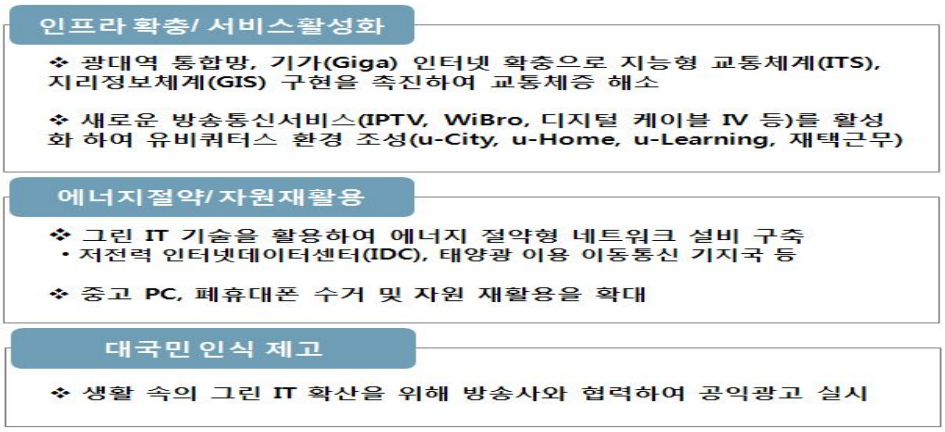
특히 Green IT를 제2차 범정부 신성장동력 과제로 추진하고자 방송통신콘텐츠 활성화, 방송통신망 고도화 등 방송통신위원회의 주요 정책을 Green IT에 맞추고

있다. 이와 관련해 방송통신위원회는 광대역통합망, 기가인터넷을 확충해 지능형 교통체계(ITS), 지리정보체계(GIS) 등을 구현, 교통체증을 줄이고 IPTV 등의 신규 서비스 활성화로 유비쿼터스 환경(u시티, u홈, u러닝, 재택근무)을 만들어나갈 방침이다.




<그림 2-13> 지식경제부의 뉴 IT 전략 비전 및 발전전략

출처 : NIA




<그림 2-14> 방송통신위원회의 방송통신산업 신성장 동력 육성 계획

출처 : NIA

행정안전부는 정부통합전산센터의 그린화를 위한 '그린 IDC(Internet Data Center) 테스크포스(T/F)'를 구성해 에너지 절약 신규과제를 발굴하고 '에너지 절약 종합추진계획'을 수립한 바 있다. 이 계획은 월1회 실내 환경 데이터 측정관리를 통한 적정 실내온도 유지, 자판기·정수기 타이머 설치 등의 내용을 담고 있다. 이와 함께 보다 체계적이고 종합적인 에너지 절감을 통한 환경보호 및 예산절감을 위해 '그린 기반의 통합전산센터 환경개선 계획'을 추진할 계획이다. 이 계획은 전문기관의 에너지 진단 실시, 유휴장비 전원 차단 및 철거 등 데이터센터의 특성에 적합한 에너지절감 방안을 담고 있다.

그러나 다양한 부처들이 제시한 계획들 가운데 Green IT 전략은 여전히 가전, 전자기기, 산업설비의 에너지효율기준 강화수준에 머물고 있다. 즉, 온실가스 배출 저감에 대한 국가적 인식과 추진방향의 밑그림은 있지만 IT 부문, 그 가운데서도 IT 서비스 부문에 대한 기본 정책 방향 설정이 시급한 상황인 것이다.

국가 차원의 IT 부문 에너지 사용 현황 분석 및 Green IT 정책 개발 연구의 필요성 및 그로 인한 기대효과는 다음과 같다. 첫째, 에너지 효율화를 통한에너지 비용 절감, 더 나아가 탄소배출량 감소, Green IT로 나아가는 데에 있어 가장 달성가능하고 시급한 방안은 바로 정확한 전력 프로파일 조사 및 국내 IT 부문의 정확한 탄소배출량 파악이다. 둘째, Green IT 이슈는 환경규제인 동시에 블루오션을 개척할 수 있는 기회이기도 하다. 적극적으로 에너지효율화 기술과 친환경 IT 서비스 제공을 통해 부가가치를 창출하는 동시에 신흥시장 진출 시 경쟁력을 갖출 수 있다.

나. 해외 Green IT 정책동향

1) 영국

영국 내각부(Cabinet Office)는 2008년 7월「Greening Government ICT: Efficient, Sustainable, Responsible」라는 보고서를 발표했다. 이 계획은 ICT(Information and Communication Technology)의 주요 재원인 에너지와 천연자원의 절감을 통한 탄소배출 저감을 목표로 삼고 있다.

영국은 정부가 선도적으로 Green IT를 실천함으로서 조기에 여건을 조성하고

향후 국제사회에서 주도권을 확보하고자 정부 차원의 Green IT 전략을 발표하는 등 활발히 움직이고 있다. 이미 2006년 모든 중앙정부와 실무부처를 포괄하는 '정부 부문의 지속가능한 운영' 목표를 수립하고 2003년 'Climate Change Bill'을 제정하여 부처 특성에 따라 탄소배출 감축 목표치를 할당한 바 있다.

<표 2-5> 영국 정부의 Green IT 가이드라인

| 구분 | 세부지침 |
|---|---|
| PC모니터 | • 데스크톱에서 액티브 스크린 세이버 제거<br>• 5분 동안 사용하지 않을 시 모니터 대기모드로 전환<br>• 근무 이외 시간에 컴퓨터 전원 끄기<br>• 일정 시간 사용하지 않을 경우 절전모드로 전환<br>• 컴퓨터 장비 재사용 및 친환경적 처분<br>• 저전력 CPU 및 고효율 전원장치 전환<br>• 씬 클라이언트 기술 적용 |
| 기타 사무용 IT 기기 | • 네트워크에 연결되지 않은 IT장비의 자동 전원 끄기 타이머 적용<br>• 양면, 흑백 등 친환경 인쇄 설정<br>• 프린터 전력절감 슬립 모드 최적화<br>• 프린터 병합으로 프린터 수 감소<br>• IT 기기 병합으로 IT 기기 수 감소 |
| 데이터센터 | • 가상화기술 적용, multi-tier 저장 방법 등을 통한 서버 최적화<br>• 실내 온도 최적화<br>• 사용하지 않는 서버 전원 차단<br>• 저전력, 저전압 서버 및 고효율 전원장치 전환<br>• 서버 장비 재사용<br>• 장비 배치 재점검 |

출처 : NIA

영국은 정부 부문의 에너지 소비가 예상만큼 감소하지 않는 중요한 원인 가운

데 하나로 IT 장비 및 기기를 지적하고 있다. 한 조사에 따르면 정부가 사무실에서 사용되는 총 전력의 15%를 사용하고 있으며 2020년까지 30%가 증가할 것으로 예상되고, 사무실에서 사용되는 에너지의 2/3가 컴퓨터에 의한 소비이다. 실제로 컴퓨터 1대를 근무 외 시간에 꺼둠으로서 연간 235kg의 탄소를 감축할 수 있는 것으로 알려져 있다.

이러한 문제의식에 기반을 두어 작성된 이 보고서는 영국 정부 부처(해당 건물 및 토지를 포함해 모든 중앙 정부부처와 실무기관)에서 발생되는 탄소 46만 톤 중 약 20%를 차지하는 IT 부문 탄소 배출에 대해 2012년까지 탄소중립(Carbon Neutral)을 달성하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 2009년 12월까지 각 부서가 IT부문의 탄소 배출 절감에 기여하고 있는 바를 조사해 제출하도록 하는 한편 영국 정부는 간단하지만 즉시 시행 가능한 실행방안들을 제시해주었다. 정부 IT 부문을 PC 및 노트북, 일반 사무실, 데이터센터 등 3대 영역으로 나누고 탄소 배출 저감을 위한 18개의 가이드라인 및 전략을 제시하고 있다. 내각부를 중심으로 각 정부 부처들이 이를 따르도록 할 예정이다.

2) EU

EU는 유럽위원회를 중심으로 한 7FP(Seventh Research Framework Program)에서 IT 관련 연구를 보다 구체화하고 강화하기 위해 7개의 핵심기술개발 과제를 선정하였다. 즉, EU의 경우에는 미국과 일본에 대한 경쟁력회복 및 동서유럽의 경제·기술격차 해소, 지구온난화 해결 등 유럽이 당면하고 있는 문제를 근본적으로 해결하고 국제 경쟁력 확보에 필수적인 과학기술 역량을 강화하고자 공동연구개발 활동 수행에서 비롯된 것이다.

7FP는 에너지 디자인, 에너지 생산·보존·유통, 에너지 소비 등의 부문으로 나누어 각 해당주제를 수행하면서 에너지 효율화를 추진하고 있다. 이 가운데 전력 네트워크의 효율적 관리를 목표로 IT 기반의 분산 인텔리전스 연구 프로젝트 BUSMOD(Business models for distributed power generation)와 CRISP(Critical Infrastructure for Sustainable Power) 프로젝트를 수행하고 있다. 7FP의 IT 관련 사업은 크게 IT 기술기반(IT Technology Pillars), 기술통합(Integration of

Technologies), 애플리케이션(Application Research), 미래 신기술(A Future and Emerging Technologies)의 4개 부문으로 구성되어 있다.

<그림 2-15> 정보통신 부문 중점 과제별 예산 비율

출처 : NIA

EU는 IT 부문의 에너지 소비차원에서 중요한 연구 주제로 센서를 통한 상황 감지와 그 감지된 상황을 관리하고 통제하는 것에 초점을 맞추고 있다. 상황을 보다 정확하게 해석하기 위해 여러 센서들로부터 얻은 정보를 융합하는 센서 데이터 융합 기술 개발의 비중을 높이고 센서에 상황인지 능력을 강화하여 에너지 시스템의 상황 적응력을 향상시켜 에너지 소비 절감을 이끌어내고자 하는 것이다.

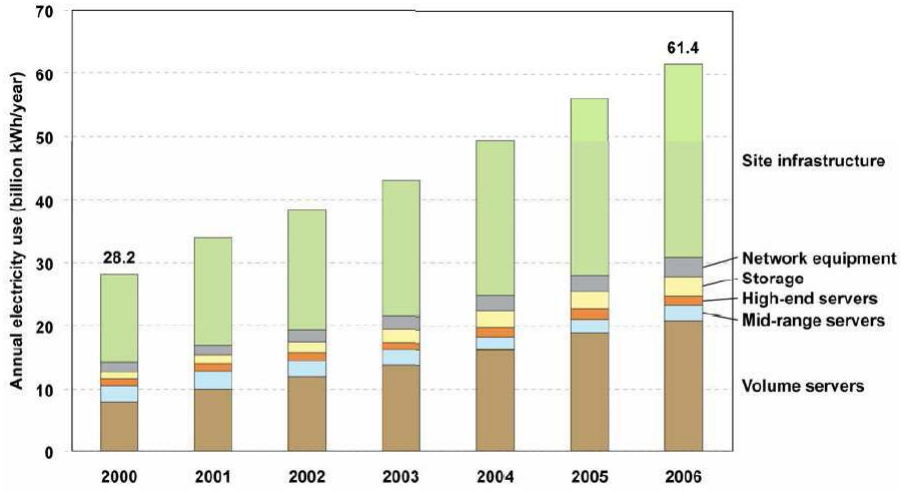
3) 미국

미국은 국가 차원의 Green IT 계획은 아직 나오지 않은 상황이며 때문에 정부 주도적 활동보다는 민간 주도적 활동이 더 강조되고 있다. 미국의 Green IT는 IT 기업의 비용절감 및 새로운 비즈니스 창출을 위해 민간 주도로 활발하게 진행되어 왔다. 대표적으로는 IBM, 인텔, AMD, 썬 마이크로시스템즈, HP 등이 주축이 되어 구성한 그린 그리드(Green Grid) 포럼은 에너지 효율적인 데이터센터 운영을 위한 지침 및 정책을 제시한 바 있다. 또한 구글, 인텔, MS 등의 IT 기업은 IT 기기의 전력 소비를 줄이고 전 세계의 탄소배출을 줄이고자 '기후보존 컴퓨팅 이니셔티브(Climate Savers computing Initiative)'를 발표하기도 했다.

또한 일본이나 EU와 달리 미국의 Green IT는 에너지 효율성 증대에 초점을 맞추고 데이터센터의 그린화에 큰 비중을 두고 있다. 미 의회는 2006년 12월 데이

터센터의 전력소비 문제의 심각성을 인지하고 환경보호국(Environmental Protection Agency)에게 미국 내 연방정부의 데이터센터 에너지 소비 현황에 대한 조사 연구 시행 법안을 통과시킨 바 있다.

이 보고서에 따르면 서버와 데이터센터가 소비한 에너지는 2006년 한해에만 614억 KWH였다. 이는 2000년 서버와 데이터센터의 에너지 사용량보다 2배 더 많은 것이며, 1000MW 발전소 14개의 용량을 합친 것과 미국 내 가정들에서 컬러텔레비전이 소비하는 전력량과 같다. EPA는 데이터센터의 전력소비량 증가의 원인으로 온라인 뱅킹 및 전자상거래와 같은 금융 서비스들의 사용 증가, 인터넷 통신 및 엔터테인먼트 사용 증가, 전자 의료 기록의 확산, GPS 및 RFID 도입에 따른 데이터 증가 등을 제시하였다. 정부 부문에서는 정부 정보를 출판하는 데에 사용되는 인터넷, 디지털 기록 보관 의무 규정, 정보 보완 및 국가 보안 등이 데이터센터의 전력 소비량을 증가시키는 것으로 밝혀졌다.

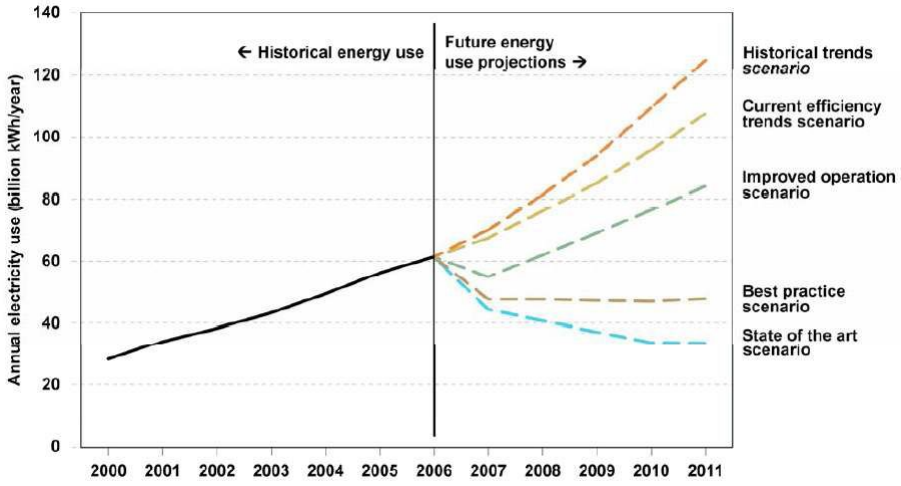



<그림 2-16> 데이터센터의 전력사용량 증가 추이

출처 : EPA

이러한 연구결과에 기초하여 EPA는 데이터센터 에너지 효율화 시나리오를 제시했다. 시나리오에 따르면 현재의 전력 사용량이 지속되는 최악의 경우 2011년 전력소비는 현재의 2배로 늘어 1,250KWH에 이를 것이며, 최첨단 기술을 활용해

에너지 효율성을 높일 경우 2011년 전력 소비는 55% 감소가 가능하다.




<그림 2-17> 데이터센터의 에너지효율성시나리오에 따른 전력사용량 예상
출처 : NIA

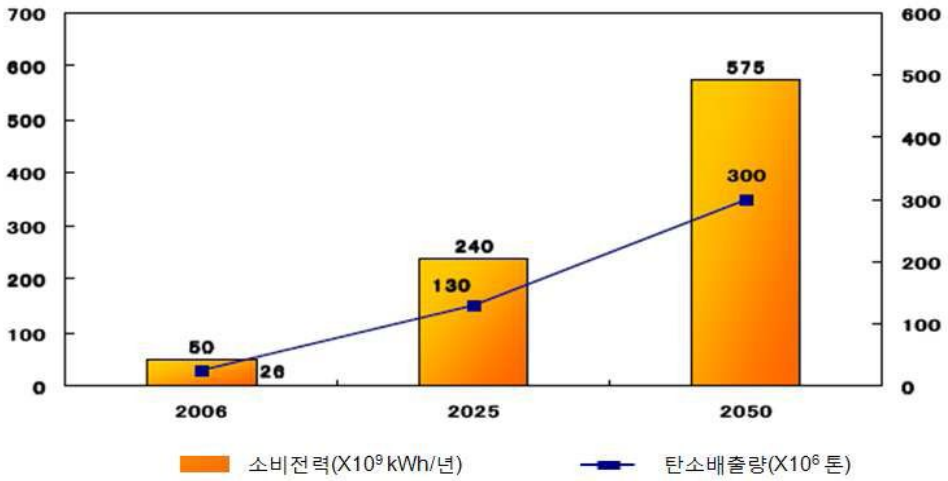
미국은 EPA가 도입한 에너지스타(Energy Star)라는 환경마크 프로그램을 시행하고 있다. 에너지 스타는 에너지 절약 제품의 사용을 장려하고 전력 에너지 소비로 발생되는 탄소배출량을 절감하기 위해 도입되었다. 시행 초기에는 컴퓨터 제품에만 적용되었으나 이후 다양한 전기전자 기기로 확대 적용되고 있으며, 미국은 2005년 한 해에만 에너지 스타를 통해 약 120억 달러 규모의 에너지를 절약한 것으로 알려지고 있다.

이와 함께 미국의 전력중앙연구원(EPRI; Electric Power Research Institute)은 2001년부터 전력과 IT 기기를 결합한 스마트 전력망인 '인텔리그리드(IntelliGrid)' 프로젝트를 진행 중이다. 이 프로젝트는 2003년 에너지부(DOE)의 지원 하에 전력중앙연구원이 시작해 현재는 다수의 전력회사와 대학 및 연구기관이 참여하는 국제적 프로젝트로 확대되었다.

4) 일본

일본은 교토의정서에 따라 2008년부터 1차 의무이행기간(2008 ~ 2012년)이 시

작되면서 온실가스 배출량 6% 절감을 달성하기 위해 국가 차원에서 목표달성 계획을 전면적으로 재검토 하고 있다. 이러한 노력의 일환으로 2008년 3월 METI(Ministry of Economy, Trade and Industry)는 중장기적 관점에서 에너지 수요 및 공급 전망을 다룬 보고서를 발간한 바 있다. 보고서에는 향후 탄소배출량의 예상 규모에 대한 구체적인 수치까지 포함되어 있는데, 이에 따르면 2025년 IT 장비에 의한 전력 소모는 2006년에 비해 5배가량, 2050년에는 12배 이상 증가할 것으로 예상된다.




<그림 2-18> 일본의 에너지 소비 및 IT 장비로부터의 탄소배출 예상 규모
출처 : Expectation for Innovative energy-saving technologies of IT equipments 2007(METI)

또한 에너지 절감 시나리오를 도출해냈는데, 여기에는 전자기기, 소비제품, 자동차, 주택 및 건설 분야에 적용하고 있는 환경 보존 관련 프로그램인 'Top-runner 프로그램'의 지속적인 운영을 통한 탄소배출 저감 효과가 포함되어 있다. 또한 최대 에너지 절감 시나리오인 B는 Green IT 프로젝트와 차세대 자동차 개발에서 나온 혁신기술을 사용함으로써 예상 가능한 탄소배출저감 효과를 나타낸다.

일본 정부는 2007년부터 2050년까지 탄소 배출량을 현재의 절반 수준으로 낮

추고자, IT 분야를 비롯한 20개 분야의 주요 에너지 혁신기술개발을 위한 'Cool Earth'를 수립한 바 있다.

이에 따라 METI는 제1회 'Green IT 이니셔티브' 회의를 개최하고 이를 실천하기 위한 에너지 절감 프로젝트인 'Green IT 프로젝트'를 실시하였는데, 이후 관련 산업계에서 이를 수렴하여 'Green IT 추진협의회'가 설립되었다. 여기서는 IT 기기의 효율적인 에너지 활용뿐만 아니라 데이터센터 등 네트워크 시스템 전체에서의 근본적인 에너지 절약을 실현하는 혁신적인 기술 개발을 목표로 설정하였다. 구체적으로는 서버와 스토리지의 에너지 절감 기술, 네트워크 장비의 에너지 절감 기술 반도체와 디바이스, 분야에서의 에너지 절감 기술을 들 수 있으며, 각 분야마다 20~30%의 소비전력절감을 목표로 하였다.

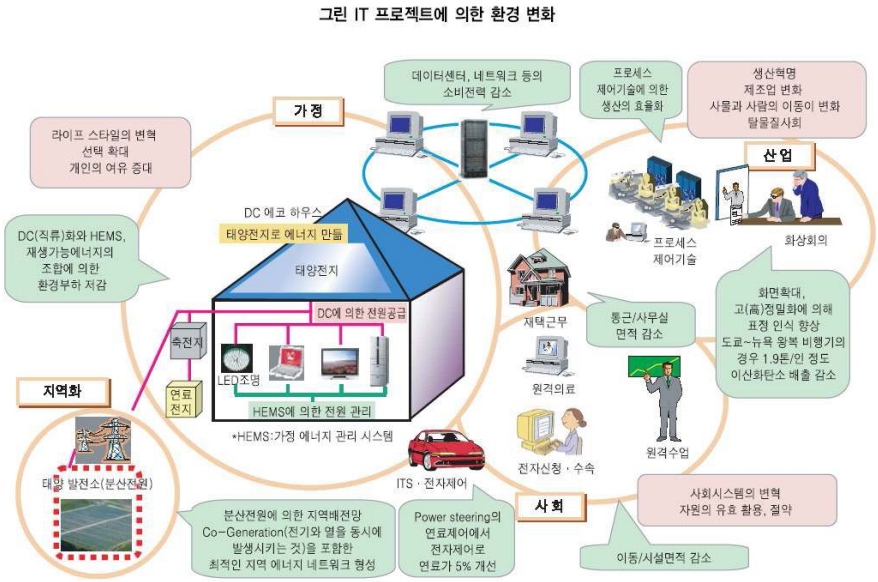
<표 2-6> 일본 Green IT 이니셔티브의 주요 정책

| 주요정책 | 내 용 |
|---|---|
| 기술혁신에 의한 돌파 | Green IT 프로젝트 : IT 기기의 효율적인 에너지 활용뿐만 아니라 데이터센터 등 네트워크 시스템 전체에서의 근본적인 에너지 절약을 실천하기 위한 혁신적인 기술개발 |
| IT 관련 기업의 환경 공헌 평가 | 제조 프로세스의 에너지 절감뿐만 아니라 제조·서비스 제공을 통한 공급망 전체에서 사회의 환경부하 감소에 공헌 및 이를 평가 |
| 환경, IT 경영 추진 | IT에 의한 환경경영 체제구축 및 보급 강화 |
| Green IT 국제 심포지엄개최 | 일본 산학관 관계자는 물론 해외 관련기업 및 관계자가 참여하여IT 활용에 따른 탄소배출량 감축 가능성 가시화 및 향후 효율적인 에너지 기술개발의 방향과 예측에 대하여 토론 및 홍보 |

출처 : 그린 IT 추진을 위한 규제 및 대응현황

일본에서의 Green IT는 'IT 자체의 에너지 절감'과 'IT 기술에 의한 에너지절감'이라는 양축을 중심으로 지구온난화 해소에 공헌하는 개념으로 설정되어있다.

즉, 혁신적인 IT 기술 개발에 의한 IT 자체의 에너지 절감과 IT 기술을 활용한 시스템에 의한 에너지 관리로 오피스 빌딩, 주택, 유통을 시장으로 각 분야에서 IT에 의한 에너지 절감이라는 목표를 설정하고 있는 것이다. 특히, 최신의 IT 기술 도입을 통해 사회 전 분야에 걸쳐 광범위하게 에너지 절감효과를 실현할 수 있기 때문에 Green IT는 일본 내에서 에너지 절감을 위한 최적의 솔루션으로 부각되고 있다.




<그림 2-19> Green IT 프로젝트에 의한 환경 변화
출처 : 그린 IT 추진을 위한 규제 및 대응현황

일본은 Green IT에 의한 에너지 절감 효과를 2025년 시점으로 약 5,900억 KWH로 예상하고 있으며 일본 전체 에너지 소비량의 약 10%에 해당하는 4,900억 KWH를 절감할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

이러한 일련의 노력을 통해 Green IT 제품 및 기술을 전세계로 개발·보급하여 지구온난화와 같은 환경문제를 해결하는 동시에 자국의 IT 및 정보통신산업의 경쟁력을 높이고자 하고 있는 것이다.

<표 2-7> 일본 에너지 절감에 공헌하는 Green IT (단위 : 억KWH)

| 구분 | | 사례 | 2010 | 2025 |
|---|---|---|---|---|
| IT자체 에너지 절감 | IT 기기 자체의 에너지 절감 합계 | 서버, 네트워크 기기, 스토리지, 디스플레이 | - | -995 |

| 구분 | | 사례 | 공헌도(%) | 2010 | 2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| IT에 의한 에너지 절감 | 전자기기의 IT 기술에 의한 새로운 에너지 절감화 | 조명의 LED화 | 100 | -58 | -333 |
| | | 가전(에어컨, 냉장고 등) | 30 | -145 | -457 |
| | 산업용 연소기기 등의 에너지 절감화 | 고성능보일러, 급유기기 등의 에너지 절감 | 10 | -49 | -318 |
| | 자동차 등 운송기기의 에너지 절감화 | 그린 에너지 자동차, 자동차의 연비 개선 등 | 30 | -326 | -775 |
| | 오피스 빌딩 및 주택의 에너지 절감화 (BEMS, HEMS) | 센서 등에 의한 건물 내의 전력 이용의 최적화 | 100 | -178 | -190 |
| | ITS, 에코드라이버 | ITS, ETC, VICS 등 | 100 | -205 | -836 |
| | 유통의 효율화 | IC태그 등을 이용한 최적의 공급망 관리 | 100 | -192 | -310 |
| | IT/인터넷을 이용한 사회활동의 효율화 | 네트워크, 재택근무, 화상회의, 온라인 쇼핑, 전자유통 등 | 100 | -412 | -1,263 |
| | IT에 의한 에너지 절감의 보급·촉진 | 에너지 소비량의 가시화를 통한 사업자의 에너지 절감 의식 고취 | | -107 | -385 |
| | | 인터넷 등을 이용한 에너지 절감의 효과 | 30 | -6 | -30 |
| | IT에 의한 에너지 절감 합계 | | 10 | -1,678 | -4,896 |

| 그린 IT의 에너지 절감량 합계 | -1,678 | -5,891 |
|---|---|---|

출처 : NIA

5) 국제기구

가) OECD

한편 OECD의 경우 2007년 각료이사회에서 과학기술산업국(Directorate for Science, Technology and Industry, DSTI)에게 2007년 기후변화대응을 위한 혁신 전략을 개발하도록 지시했다. 이에 정보통신정책위원회 정보경제작업반(Working

Party on the Information Economy, WPIE)은 정보통신기술과 환경에 대한 집중적인 연구의 일환으로 2008년 5월 'ICT and Environmental Challenges'를 주제로 워크숍을 개최했다.

본 워크숍에서 다루어진 논의는 지식경제에서 ICT의 환경적 영향, 오염관리, 청정기술 및 더 나은 자원관리를 위한 ICT 활용 방안, ICT 제조 부문의 도전과 진전, 미래를 위한 정책개발과 정책 이슈 및 함의 등이었다. 또한 OECD는 Green IT에 대한 국제적 관심 제고를 위해 2009년 제15차 UN 기후변화총회 개최국인 덴마크에서 국제 컨퍼런스를 개최할 예정이다.

나) UN

국제적인 차원에서도 데이터센터와 IT 인프라가 발생시키는 산업폐기물 및 증가하는 에너지 소비량 등의 문제를 인식하고 관련 문제를 해결하고자 다양한 방안을 모색하고 있다.

유엔 국제전기통신연합(International Telecommunication Union, ITU)은 2007년 「ITU and Climate Change」라는 보고서를 발표하면서 Green IT 관련 연구에 본격적으로 착수하였다.

본 보고서의 주요 내용은 ICT와 기후변화의 관계에 대한 데이터베이스 구축, ICT와 기후변화에 관한 전략적 리더로서의 역할 정립, ICT와 기후변화에 대한 글로벌 차원의 이해 확립, 3년 이내 ITU의 탄소중립 실현을 그 내용으로 하고 있다.

ITU는 에너지 효율성을 높여 전력 소비 및 탄소배출량 감축을 위한 효과적인 방안을 IT 장비 및 기기 표준화의 중요성을 강조해왔다. ITU는 일본 총무성 및 영국 BT(British Telecom)과 함께 'ICT와 기후변화'라는 주제로 공동 심포지엄을 개최해 ICT를 활용한 탄소배출 삭감량을 객관적으로 평가하는 방법에 대한 국제표준화 필요성을 제기하는 한편, 기후 모니터링, 원격회의 등 ICT를 활용한 다양한 탄소배출량 감축 방안을 연구 중이다.

### 4. Green IT 산업동향

가. Green Grid

Green Grid는 지속적으로 증가하는 데이터센터의 에너지 사용량과 발열량을 해결하기 위한 공동연구를 수행하는 IT 기업 및 전문가 등으로 구성된 글로벌 컨소시엄이다. 회원사로는 AMD, HP, 선마이크로시스템즈, IBM, 인텔 등이 참여하고 있다. Green Grid는 데이터센터 운영 및 구축, 설계와 관련한 방법론을 규명·제안함으로써 데이터센터를 비롯한 기타 IT 관련 설비들의 에너지 소비를 절감시키는 방안을 제시하고자 한다.

나. CSCI

CSCI(Climate Savers Computing Initiative)는 구글, 인텔, HP, IBM, MS 등과 환경단체, 미 정부기관이 지구온난화에 대응하고자 에너지 효율성이 높은 컴퓨터 기술개발과 사용화를 추진하기 위해 결성한 프로젝트이다. 이 프로젝트는 미 환경보호국(EPA)의 에너지스타 프로그램에서 에너지 효율 등급을 인정받은 제품판매를 촉진하기 위한 소비자 대상 교육 및 기업들의 참여 독려를 주 활동으로 하고 있다.

다. 해외 IT 기업 사례

후지쯔(Fujitsu)는 그린비지니스를 표방하면서 데이터 센터 및 제조공장의 $CO_2$ 를 줄이는 '그린팩토리', 서버 및 노트북 등의 전력 소모량을 낮추고 친환경 원재료를 사용하는 '그린 프로덕트', 고객사의 비즈니스 과정에서 $CO_2$ 배출량을 줄이는 '그린 솔루션', 친환경 국제 규약을 따르는 '그린 매니지먼트', 후지쯔 임직원들이 친환경운동에 동참하는 '그린어스(Earth)' 등의 친환경 정책 21을 전개하고 있다.

2007년부터 2010년까지 4년에 걸쳐 탄소 발생량을 700만 톤 이상 감축할 계획인 후지쯔는 IT 인프라로부터 0.76백만 톤의 탄소 배출량을, IT 활용을 통해 나머지 8.3백만 톤의 탄소 배출량을 줄이겠다고 선언한 바 있다. 또한 전 제품군에 에너지 효율을 높여 전 제품 대비 50% 전력 소비를 줄일 수 있는 신제품을 출시하였다. 설계·디자인·도입·운영 등 데이터센터 라이프사이클 전단계에 걸쳐 전력비용과 탄소발생량을 최대 50% 절감할 수 있다. 이와 더불어 후지쯔의 '그린IT 아웃

소싱 서비스', '그린 IT 컨설팅 서비스'도 관심을 모으고 있다.

<그림 2-20> 후지쯔의 Green IT 정책

출처 : NIA

히타치(Hitachi)는 2025년 전까지 연간 100백만 톤에 달하는 탄소배출량을 저감할 계획이다. 2010년까지 환경 친화적 제품 판매를 현재 수준의 2배인 6.6조 엔까지 증가시킨다는 방침이다. 히타치는 '쿨 센터 50'이라는 계획을 진행 중인데 이를 통해 향후 5년간 히타치 데이터센터의 전력 소비를 50%까지 저감한다는 목표다.

히타치는 전력 소비 절감의 핵심 기술로 Virtage라는 가상화 기술과 MAID 기술, 고성능 소형 HDD 기술 등을 들고 있다.

IBM은 일명 '빅 그린 프로젝트(Project Big Green)'를 발표하면서 본격적으로 Green IT 도입에 발 벗고 나섰다. 이는 최근 급증하고 있는 기후변화에 대한 관심에 대응해 전세계 온실가스의 가장 큰 주범인 에너지 사용에 초점을 맞춘 데에서 비롯되었다. 이 프로젝트는 IT 인프라의 에너지 효율성 확대를 목표로 연간 10억 달러의 예산을 투입해 전세계 전기전자 산업군 기업들의 녹색화를 위한 5단계 이니셔티브(진단, 구축, 가상화, 관리, 냉각)를 제공한다. IBM은 이를 통해 에너지 절약과 서비스 개발뿐 아니라 2010년까지 IBM 데이터센터의 전력 소비나 이산화탄소 배출량의 증가 없이 컴퓨팅 용량을 두 배로 늘릴 계획이다.

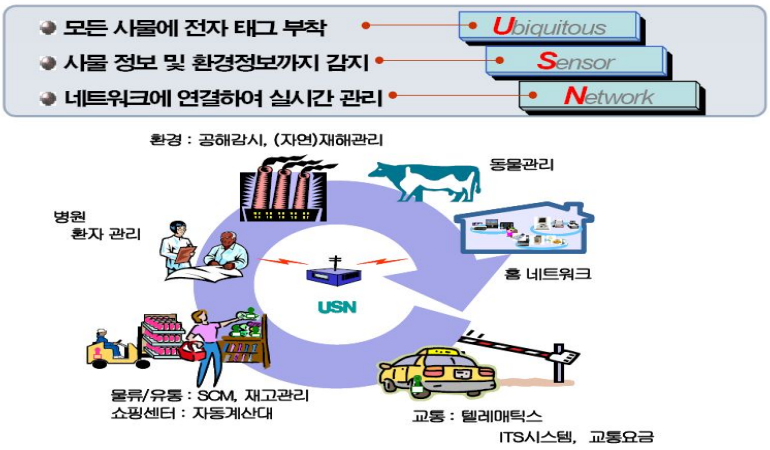
<그림 2-21> 가상의 차세대 IBM 데이터센터
출처 : NIA

Dell은 자사의 모든 제품 라이프 사이클이 환경 보전에 기여해야 한다는 확고한 경영마인드를 바탕으로 제품 디자인, 제조부터 제품 회수, 재활용까지 친환경적 경영 접근을 시도하고 있다. 자사 기업 전체에 파워세이브 소프트웨어를 설치해 왔으며, 에너지 스마트, 에너지 스타 등 환경 제품을 만들고 있다. 이러한 노력의 일환으로 Dell은 Fortune 50에 선발된 기업 중 가장 이산화탄소를 적게 배출하는 기업으로 선정되었으며, 델의 주요 공급 업체들은 연 4회 이산화탄소 배출 보고서를 델에 제출해야 한다.

## 제 3 절 Ubiquitous Sensor Network

### 1. USN의 개념

USN(Ubiquitous Sensor Network)란 “필요한 모든 곳(것)에 전자(RFID) 태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정보는 물론 주변의 환경정보까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것”을 의미한다.



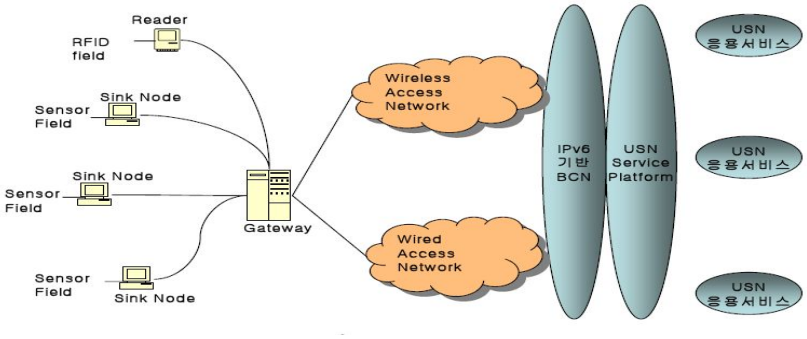

<그림 2-22> USN 개념도

출처 : NIA

USN은 5가지 기술이 합하여 형성된다.

- 브로드밴드(broadband)를 통하여 동영상을 이용하는 정보량이 풍부한 통신
- 모바일 단말기를 통한 '언제 어디서나'의 실현
- 상시접속에 의한 자연스러운 통신
- 장애 없는 인터페이스로 어린이, 고령자, 장애인 모두 쉽게 이용
- IIPv6를 채용하여 ID가 부여된 단말기 수의 대폭적 증가

USN은 5가지 요소가 맞물려 브로드밴드를 통해 유선/무선 통신/방송을 불문한 다양한 네트워크상에서 데스크톱 및 모바일 PC는 물론 휴대전화, PDA(Personal Digital Assistant), 내비게이션 단말기, 정보가전 등 소위 '모바일' 정보통신 기기가 'IPv6'로 접속되어 '상시접속'과 '장애 없는 인터페이스'에 의하여 지금과 비교하면 훨씬 더 자유롭고 쾌적한 콘텐츠를 양방향으로 이음매 없이 주고받는 환경을 창출할 수 있다.




<그림 2-23> USN 구조

출처 : NIA

USN의 구조는 센서 영역, 게이트웨이, 외부네트워크로 구분된다. 센서영역은 센서가 부착되어 있어 감지가 가능하고 감지된 정보를 가공할 수 있는 프로세서가 달려 있다. 센서에서 수집된 데이터는 가까운 Sink 노드로 전송된다. 게이트웨이는 센서 영역에서 수집된 데이터를 외부 네트워크와 연결하는 기능을 수행한다. 게이트웨이에서 관리자에게 전달되는 데이터는 위성통신, 유무선 인터넷 등을 사용할 수 있다.

<그림 2-24> USN 기반기술

출처 : NIA

RFID/Sensor 영역과 IPv6 기반의 BcN(Broadband Convergence Network)의 결합으로 이루어지는 네트워크로서, 또한 정보를 전송할 수 있는 무선 송수신기를 갖춘 센서 노드로 구성된다. 기존의 네트워크는 송신자와 수신자간에 의사소통을 위한 정보 전송의 수단이었다면, USN은 제품 및 환경정보를 수집하기 위한 목적을 갖는다.

USN 기술은 센서 영역을 구성하는 센서 노드 기술과 센서 영역을 유무선망과 접속하는 연동 기술, 센서 네트워크 기술, 보안 기술 그리고 응용을 위한 미들웨어 기술로 나눌 수 있다.

## 2. 기반기술

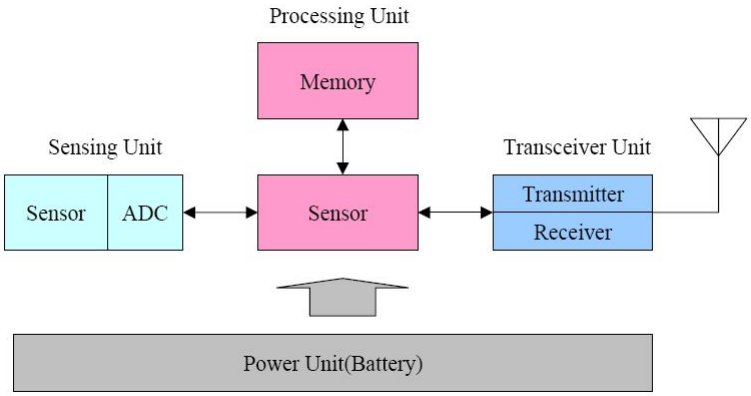
가. 센서 노드 기술

센서 영역은 일정 지역에 크기가 매우 작은($1mm^2$) 노드들이 수백 개에서 수천 개까지 설치하여 통시하는 구조를 갖는다. 센서 노드의 크기가 작기 때문에 센서 노드를 설계하는데 있어서 제한 사항이 존재한다.

- 센서 노드의 크기가 작기 때문에 배터리의 크기가 작아야 하며, 센서 노드는 에너지 효율성을 고려해서 설계되어야 한다.
- 센서 노드는 크기가 작기 때문에 메모리의 크기도 작아야 하며, 이로 인해 센서 노드에 저장되는 정보량도 많지 않다.
- 센서 노드들 간에 사용되는 프로토콜은 간단한 정보만으로 운영되어야 한다.
- 센서 노드의 크기가 작은 것은 통신 거리와 방법에 한계를 가져오기 때문에 외부 네트워크와의 연결을 위해 중계 노드(Sink 노드)를 필요로 한다.

센서 노드는 센서 모듈, 프로세서 모듈, 통신 모듈로 이루어진다. 센서모듈은 압력센서, 가속도 센서, 자기센서, 온도센서, 바이오센서 등으로 MEMS 기술과 Bio 기술을 접목한다. 센서 모듈의 중요한 연구 방향은 센서의 저비용, 고효율의 성능 향상이다. 센서 노드의 인터페이스는 센서 인터페이스 표준화 그룹인 IEEE

1451이 있다.




<그림 2-25> 센서노드 구조

출처 : NIA

나. 미들웨어 기술

미들웨어 기술은 센서 노드의 하드웨어와 운영체제 위에 존재하며, 응용 소프트웨어로는 추상화된 인터페이스를 제공한다. 센서 네트워크의 미들웨어는 상황인식(Context aware)에 기반을 둔 요구 처리를 기반으로 한다. 상황인식기술은 센서 노드의 주변 환경 정보를 객체로 표현하여 위치, 움직임은 물론 수행중인 작업이나 현재 상태 정보를 다른 센서노드, 응용계층, 센서 하드웨어가 활용할 수 있는 형태로 전달하는 기능을 담당한다. 센서노드의 미들웨어의 기능은 다음과 같다.

- 센서 네트워크의 재프로그래밍
- 응용 변화에 따른 프로그래밍 조정
- 센서 데이터에 대한 데이터베이스
- 데이터 보관 관리
- 전력 관리

센서 네트워크 미들웨어 기술은 응용에 따라 센싱된 정보를 체계적으로 파일 또는 DB에 보관하여 이용주체, 인식대상, 주변 환경 등의 조건하에서 객체 및 환

경을 인식할 수 있도록 패턴인식, 데이터마이닝 등도 중요하게 연구 되고 있다. 또한 센서 영역은 리소스의 제한이 있기 때문에 제한된 컴퓨팅 능력과 저전력 그리고 저대역폭 뿐만 아니라 응용의 특성상 노드들이 배치되는 환경으로부터 영향을 많이 받는다. 센서 영역은 노드 위치의 변화, 센서 네트워크 일부의 유실 등 센서 영역의 전체 혹은 일부분의 변화가 기존의 네트워크보다 높기 때문에 이에 대한 처리를 직접 사람이 하기 보다는 센서 영역의 운용을 수행할 수 있도록 센서 네트워크 미들웨어가 설계되어야 한다.

미들웨어는 기능에 따라서 고정(static), 동적(dynamic), 최적(reasoning) 미들웨어로 구분된다. 고정 미들웨어는 초기에 설정된 기능만으로 동작하는 미들웨어이며, 동적 미들웨어는 몇 가지 다양한 상황을 반영하여 동적으로 설정되어 동작하는 미들웨어이다. 최적 미들웨어는 현재 환경에 대한 데이터를 바탕으로 상황을 인지하여 동작하는 미들웨어이다.

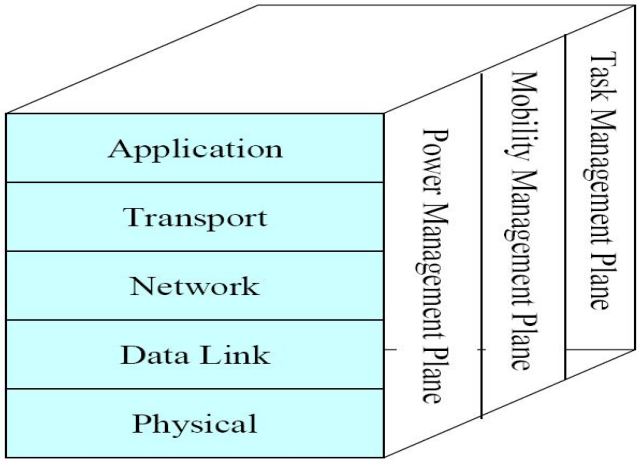
센서 네트워크의 OS는 센서 데이터 처리, 센서 네트워크 내에서의 노드간의 통신 등을 관리하는 기능을 수행한다. 센서 노드용 운영체제는 다음과 같은 사항을 고려해서 설계되어야 한다.

- 센서 노드용 운영체계는 에너지 및 메모리 등의 제한적인 환경에서 수행되어야 한다.
- 센서 노드용 운영체계는 크기가 작아야 한다.
- 센서노드용 운영체계는 센서 노드간 저전력 통신이 가능해야 한다.
- 센서노드용 운영체계는 프로세스와 메모리 관리를 효율적으로 수행해야 한다.
- 다양한 응용이 하드웨어 구조에 쉽게 적용될 수 있는 유연성 및 모듈성을 갖고 있어야 한다.
- 프로그램 개발이 용이한 개발환경을 갖추어야 한다.

다. 센서 네트워크 기술

USN은 센싱의 정확성과 감지 영역의 확장성을 위해 다수의 센서 노드들로 구

성되기 때문에 대규모 네트워킹 환경에서 동적인 상황 변화에 적응할 수 있는 자가 구성 능력 및 노드들 간의 상호 협력 능력이 필요한 네트워크이다. 또한 다양한 종류의 센서들에 의해 탐지된 정보를 Sink 노드에게 보다 효율적으로 전달하기위한 무선 네트워킹 기술이 필요하다. 하지만 무선 센서 네트워크는 일반 무선 네트워크와는 다른 특징을 갖는다. 첫째, 무선 센서 네트워크는 초소형의 센서 노드들로 구성되기 때문에 전력에 따른 한정된 에너지 자원을 갖게 된다. 둘째, 각 센서 노드들은 제한된 연산 처리능력을 갖고 있다. 셋째, 무선 센서 네트워크는 특정 인프라 구조가 없이 각 센서 노드들이 Ad-hoc의 형태로 구성된다. 넷째, 센서 노드간에 전송되는 데이터가 외부에 쉽게 노출되거나 변조될 위험이 있다.




<그림 2-26> 센서노드 프로토콜 스택

출처 : NIA

물리계층은 데이터 전송을 위한 물리적 통신 기능을 담당한다. 짧은 전송 범위를 갖기 때문에 전력 소비를 최소화하는 저전력 에너지 소모 기법 및 효율적인 변조 기법이 필요하다. 또한 신호 전파 과정에서의 신호 손실을 최소화할 수 있는 기법도 필요하다.

데이터 링크 계층은 센서 노드들 간에 데이터 전송을 위한 기본적인 전송 기법을 제공하는 계층이다. 에너지 효율적 데이터의 전송 및 노드들 간의 동기화, 위

치 정보 감지 기법 등이 필요하다. 에너지 자원이 부족한 센서 노드의 통신 에너지 소비를 최소화하기 위한 MAC(Medium Access Control)이 필요하다. 무선 센서 네트워크에 대한 기존의 MAC 연구는 센서의 이동성이 적은 경우를 가정해서 설계되었다. 하지만 무선 센서 네트워크의 응용에 따라 센서 노드가 이동하는 경우도 발생하기 때문에 센서노드의 이동성을 고려한 효과적인 매체제어 프로토콜이 필요하다.

<표 2-8> 센서네트워크 MAC 프로토콜

| 프로토콜 | 접근방식 | 에너지 효율 | 비고 |
|---|---|---|---|
| S-MAC | CSMA | good | duty-cycle |
| Adaptive S-MAC | CSMA | good | duty-cycle |
| DS-MAC | CSMA | good | dynamic duty-cycle |
| T-MAC | CSMA | good | duty-cycle |
| D-MAC | TDMA | good | low delay |
| ER-MAC | · | weak | 노드 에너지 고려 |
| BMA-MAC | TDMA | · | 클러스터 |
| ECCA-MAC | TDMA | weak | 위급상황에 유리 |

출처 : NIA

네트워크 계층은 경로 설정 및 데이터 통합 기능을 수행한다. 기존의 인터넷에서는 목적지에 대한 주소를 통해 데이터를 전송하는 주소 기반의 라우팅 기법을 사용한다. 하지만 무선 센서 네트워크에서는 이벤트를 수집한 센서 노드에 대한 정보를 알 수가 없기 때문에 무선 센서 네트워크에서는 주소 기반의 라우팅보다는 데이터 중심의 라우팅 기법이 널리 응용되고 있다. 무선 센서 네트워크는 다수의 노드들로 구성되기 때문에 이동성을 고려한 경우 네트워크의 토폴로지의 빈번

한 변화로 루트 정보의 갱신이 필요하다. 이러한 오버 헤드는 에너지 낭비를 초래한다. 무선 센서 네트워크는 전송 거리의 제약이 큰 많은 노드들이 원거리 노드들 간에 통신을 위해서 멀티-홉(Multi-hop) 통신 방식을 기본 전제로 라우팅을 하게 된다.

<표 2-9> 센서 네트워크 라우팅 프로토콜

| 프로토콜 | 접근방식 | 에너지 효율 | 비고 |
|---|---|---|---|
| SPIN (SPIN1, SPIN2) | flooding | bad (SPIN2:good) | SPIN1 : 에너지 효율을 고려하지 않음. SPIN2 : 에너지 효율 고려, 60% |
| Directed-Diffusion | Gradient | middle | multi-sink, flooding에 비해 에너지 효율적. |
| Rumor | flooding (partially) | good | 작은 토폴로지에 유리 |
| LAR | Geographic | good | 위치 인식 필요 |
| GPSR | Geographic | good | 위치 인식 필요, 단일 경로 |
| LEACH | Clustering | good | 분산 클러스터이용 모든 노드가 power control 기능이 있어 야함 |

출처 : NIA

센서 네트워크에서 라우팅 프로토콜을 설계할 때에 고려사항은 다음과 같다.

- (저전력) 전력 소모가 적어야 한다. 이를 위해 노드 휴지, 트래픽 스프레딩, 데이터 통합 기능이 필요하다.
- (융통성) 다양하게 변하는 환경에 쉽게 적응해야 한다.
- (확장성) 센서 네트워크는 수많은 센서 노드들로 구성될 수 있으므로 확장성이 좋아야 한다.
- 이를 위해 지역적이고 분산적인 (localized and distributed) 알고리즘이 필요

하다.

- (낮은 지연) 응용에 따라 지연에 민감하기 때문에 지연을 최소화해야 한다.

# 제 3 장 환경 정보 수집 현황 및 문제점

## 제 1 절 국내·외 분야별 USN 구축 및 센서 정보 수집 현황

### 1. 국내 USN 구축 사례

정부는 2004년도부터 RFID/USN 등 u-IT 기술 적용 가능성 검증, 초기시장 창출, 서비스 모델 발굴 등을 위해 성공가능성 및 파급효과가 크며 향후 u-IT 기술의 확산에 기여 가능한 분야를 중심으로 현장시험, 시범사업, 확산사업을 단계적으로 추진해 왔다.

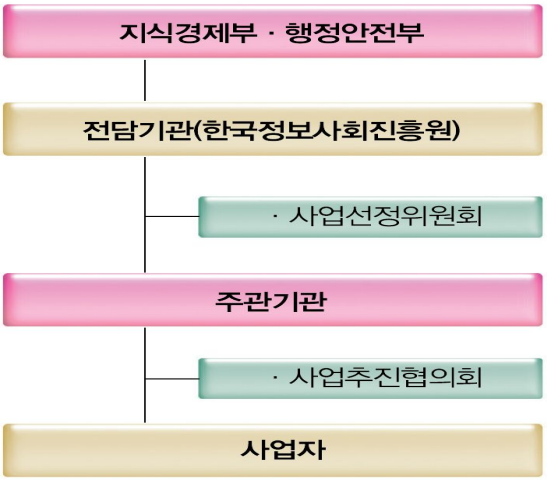
환경, 국방, 물류/유통 등의 분야에 RFID 확산사업을 통해 RFID 본격 확산을 위한 공공부문 대규모 수요기반을 마련하여 RFID 장비 국산화율을 높이고, 태그 가격을 낮추는데 기여하였다.

또한, 다양한 비즈니스 모델을 발굴하여 시범사업 및 확산사업을 추진하여 사업·경제적 타당성을 검증하고 성공가능성을 증명함으로써 기방자치단체, 민간업체 등에서 자발적으로 관련 사업을 추진하는데 기폭제 역할을 하였다. 특히, 시범사업/확산사업을 통해 추진된 감염성 폐기물 분야의 경우 확산사업의 주요한 목표 중의 하나인 제도화(의료 폐기물에 대해 RFID 적용을 의무화함, 폐기물관리법. '07.7)가 이루어진 매우 의미 있는 성과로 볼 수 있다.

2008년에는 미래 유비쿼터스 선도국가로의 부상을 위해 향후 공공서비스 질을 획기적으로 개선하고 민간 확산을 위한 대형 성공모델창출이 가능한 분야에 RFID/USN 확산사업을 추진하고 있다.

식·의약품 분야에서는 식품 안전성 확보를 위해 국민적 관심이 높은 영유아 조제식품을 대상으로 제조업체에서 물류센터·판매점에 이르는 유통 전 과정에 RFID 기반의 제품별 이력정보를 관리하는 안전안심 u-먹거리 환경조성사업을 추진하고 있다. 한미 FTA로 인해 가장 큰 타격을 받을 것으로 보이는 농수축산업의

경우, 양돈·원예·쌀·양식 수산물 등 다양한 분야를 대상으로 질병예찰, 최적 생장환경, 브랜드관리 등 생산자기반의 경쟁력 강화에 중점을 둔 사업을 추진하고 있으며, 물류 분야에서는 공·항만, 내륙물류기지, 세관등을 연계하는 물류 추적시스템을 구축하여 물류의 경쟁력을 향상 시키고 동북아 물류 선도국가로 부상할 수 있는 기반을 마련하기 위한 사업을 추진하고 있다. 유통 투명화를 위하여 귀금속 및 주류에 RFID를 적용 진품확인 서비스를 제공하는 등 일반 국민이 생활 속에서도 유비쿼터스 서비스를 체험할 수 있는 사업과 국가물품 및 도서 관리 체계 마련을 위한 확산 사업도 추진되고 있다. 아울러 미래戰 환경에 대응하고 국민 치안 향상을 위한 국방·치안·안전 과제와 IT 신기술을 활용하여 의료취약계층·만성질환자, 독거노인을 대상으로 원격 건강 모니터링, 활동 감지를 통한 안전관리 및 응급구조 등의 의료서비스를 제공하는 국민 복지 향상을 위한 사업도 추진되고 있다. 끝으로 기상·해양 분야에서도 해일 등 기후이변에 대비한 기상·해양감시 강화를 위한 USN 기반의 기상·해양 표준관측시스템구축사업을 추진한다.




<그림 3-1> 2008 RFID/USN 사업추진체계
출처 : NIA

u-IT 확산사업 추진과 더불어 RFID 정보·위치노출, 태그 위변조 등 다양한 보안 위협 등의 역기능에 대비하여 8개 분야 중점 확산과제에 대해서는 정보보호

사전진단 및 개인정보 영향평가를 실시하는 등 RFID/USN 활성화를 위한 다양한 기술·표준·보안 등 정책적 지원방안이 마련되었으며, 새로운 정책수요에 대응하여 지속적으로 신규과제를 발굴하고 우수한 과제에 대하여서는 관련부처와 공동으로 법·제도 개선을 포함하는 확산 세부계획을 수립함으로써 향후에도 지속적으로 관련 산업분야의 RFID/USN 도입을 촉진할 전망이다.

가. 재난·안전

재난·안전 분야에서는 폭우, 폭설 등 자연재해로 인한 피해를 최소화하고 국민 안전 및 치안강화를 위해 재난·재해 조기 예보시스템 및 해양안전관리 시스템을 구축하고 고속도로, 터널, 도시철도 및 지하상가 등 공공시설물에 대한 안전 모니터링사업을 추진하였다.

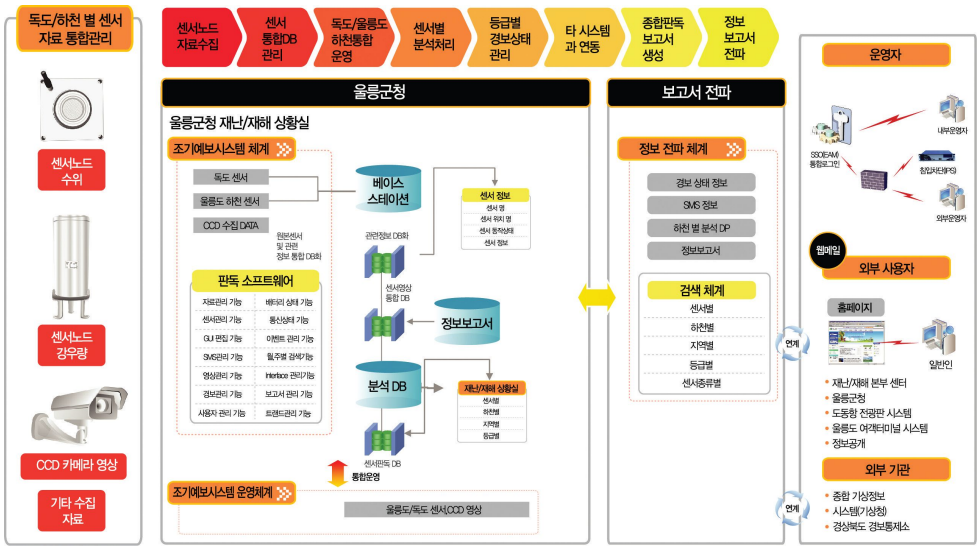
또한 스쿨존을 대상으로 어린이보호구역안전시스템을 구축하고, 주요 청사의 외곽경비와 출입통제 관리를 무인화 하는 주요청사 무인경비시스템 구축도 추진중이다.

1) u-울릉도, 독도 재난/재해 조기예보시스템

재난·재해 예방을 위한 정부의 지속적인 노력에도 불구하고 대규모 인명 및 재산 피해가 발생하여 국가재정 부담이 지속적으로 증가하고 있다. 또한 재난·재해는 사후복구보다 사전에 사고를 대비하고 예방하는 것이 매우 중요함으로 이를 조기에 예보할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.

울릉도의 경우 하천의 길이가 짧고 경사가 급해 태풍, 장마 등으로 폭우 발생 시 하천 범람 등의 재해가 발생할 위험이 매우 높다. 따라서 이를 대비하기 위해 실시간으로 하천의 수위와 유속을 모니터링 할 필요가 있으나, 인력에 의한 감시만 실시되고 있어 재난·재해 예방활동이 매우 취약하다고 할 수 있다.

독도는 연중 접안이 가능한 시기가 매우 제한적이고 독도 접안을 위해 배가 접근했을 때 파고의 높이에 따라 그 결과가 결정되는 어려움이 있어 독도접안 가능성을 사전에 파악할 필요가 있다. 또한 최근에는 독도지역의 관광객 증가로 인해 재난·재해 발생을 대비한 안전대책 마련이 필요하다.




<그림 3-2> 시스템 구성도

출처 : NIA

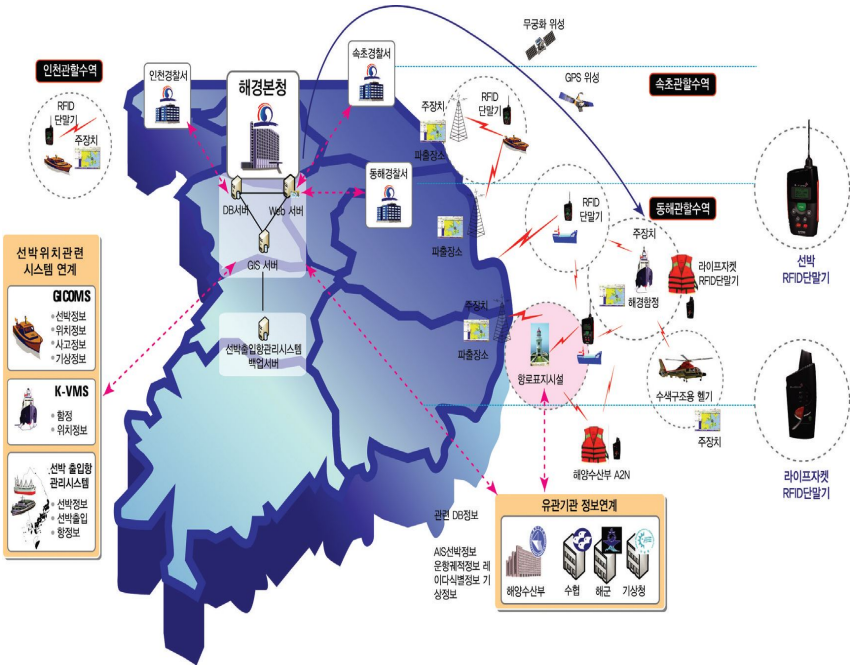
- USN 기술을 기반으로 울릉도 주요 하천범람 발생지역에 수위, 유속, 강우 등을 측정하는 센서와 울릉도·독도 접안시설에 파고센서를 설치하고 하천 범람 및 접안 환경에 대한 실시간 관리 체계를 구축
- 울릉도 내 주요 하천범람 사전예보시스템 구축을 통해 해당 부서간 정보를 공유하고 주변지역 주민들에게 실시간으로 상황을 안내
- 울릉도 지역의 특수성을 고려하여 강우, 폭설 등에 따른 하천유속의 상관관계 분석을 위해 울릉도 북면, 서면, 울릉읍 3개 지역에 강우량계를 설치하고 기후 변화에 따른 강우 측정
- 하천범람 예보 상황은 인터넷과 재난관리자 PDA를 통해 전파되고, 비상체계관리자는 인근 주민들 및 관광객들에게 SMS 서비스를 통해서 경보 안내 제공
- 독도 접안시설에 센서노드를 설치하여 수집된 정보를 울릉도 및 내륙에 실시간으로 전송함으로써 독도접안 가능성을 사전에 제공
- 독도 접안시설에 파고센서를 설치하고, 울릉군 도동항 전광판에 독도의 기

상 및 선반 접안여부를 표시하며, 관련정보를 인터넷을 통해 제공

2) 해양안전관리시스템

해양경찰청은 국가안보와 안전조업을 목적으로 제정된 선박 출·입항 신고 제도를 개선하기 위해 능동형 RFID와 USN 기술을 과·출장소 업무 혁신에 적용하여, 해상 조업 선박의 실시간 정보 관리 및 긴급 상황 발생시 SOS 요청을 통해 신속히 대응 할 수 있도록 안전망 구축을 추진하였다.

해양안전관리시스템은 RFID/USN 기반의 선박 및 라이프 재킷 송·수신시스템을 구축하여 선박의 출·입항을 자동화하고 국가안보·재난관리·해상안전·해상범죄를 예방하기 위해 구축되었다. 또한 유관기관과 공동인프라를 구축하여 선박 운항정보를 실시간 모니터링 함으로써 해양사고 발생 시 신속한 수색·구조 체계를 마련하여 국민의 생명과 재산을 보호하는데 목적이 있다.




<그림 3-3> 해양안전관리시스템 구성도

출처 : NIA

- 선박과 지역관할 해양경찰청 간에 능동형 RFID 시스템을 도입하여 선박의 실시간 운항정보 관리 및 해상 안전관리 수행
- 동해 해양경찰서 관할 파출소(25개) 및 경비함정(15개)에 수신기를 설치하고 출입선박(600개) 및 라이프재킷(20개)에 능동형 RFID와 GPS 기술 적용을 통한 위치정보 파악
- 선박과 라이프재킷, 선박과 선박 간 양방향 통신에 의한 상호 연계 서비스 제공
- 단말기를 통해 라이프재킷, 선박 위치 SOS 정보 등 조난구조 수신을 통한 인명구조
- 사고자 주변에 운항 또는 조업 중인 선박 및 함정의 위치 파악
- 능동형 RFID로 수집된 선박정보를 활용하여 해군 등 관련 기관 간 정보 연계를 통해 선박 출·입항 관리 자동화 시스템 구축
- 선박 출·입항 정보, 선박 위치정보, 선박 관련 신상정보, 긴급 신호정보, 면세유 지급 정보 등을 관리

나. 환경·문화

환경·문화 분야에서는 안전한 식수원 제공과 하천 생태복원, 기상관측을 통한 적절한 예·경보시스템 마련을 위해 지하수모니터링, 하천생태 모니터링 및 기상·해양관측 시범망 구축 사업을 추진하였다.

또한 국민 삶의 질을 제고하고 u-IT 기술을 활용하여 다양한 서비스를 체험할 수 있도록 지능형 스키장 구축사업을 추진하였다.

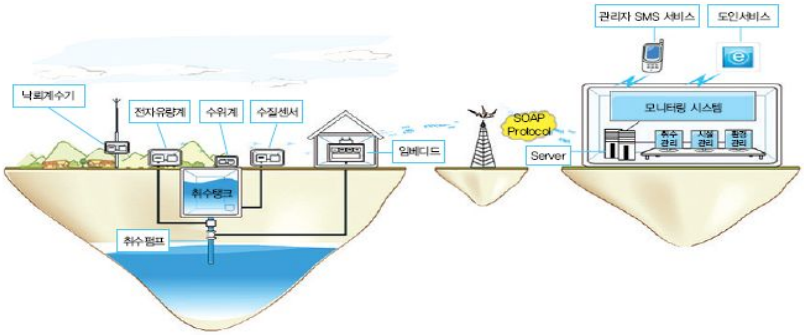
1) 지하수 모니터링 시스템

2001년부터 환경부가 국가 "e-상수도" 구축을 목표로 상하수도 정보화 장기종합계획(환경부, 2001)을 마련하고, 2011년까지 전국의 상하수도 시설에 대해 자동화 및 정보화 시스템 보급을 위한 세부사업을 진행 중에 있다.

취수장 및 상수원 등은 u-City의 기반 인프라로서 지속적인 공급이 이루어져야 하는 매우 중요한 요소로 시민들에게 안전한 식사원 제공과 쾌적한 도시 환경

마련을 위해 실시간 모니터링이 필요하다. 또한 도시지역의 환경변화를 예측하고 상수원 모니터링 및 물 공급의 효율적 관리를 위하여 유비쿼터스 기술 적용의 필요성이 증대되는 가운데 상수도(취수장) 주변의 기상환경 변화로 인한 수질 보호 및 낙뢰로부터 관련 기기 보호가 절실하다.

이를 위해 USN을 활용하여 제주도 상수원인 지하수의 수질, 수위, 유량, 낙뢰 정보 모니터링 및 통합 관제 시스템 구축을 통해 취수장 시설물을 효율적으로 관리하고 제주 도민에게 안전한 식수원을 제공한다.




<그림 3-4> 지하수 모니터링 시스템 구성도

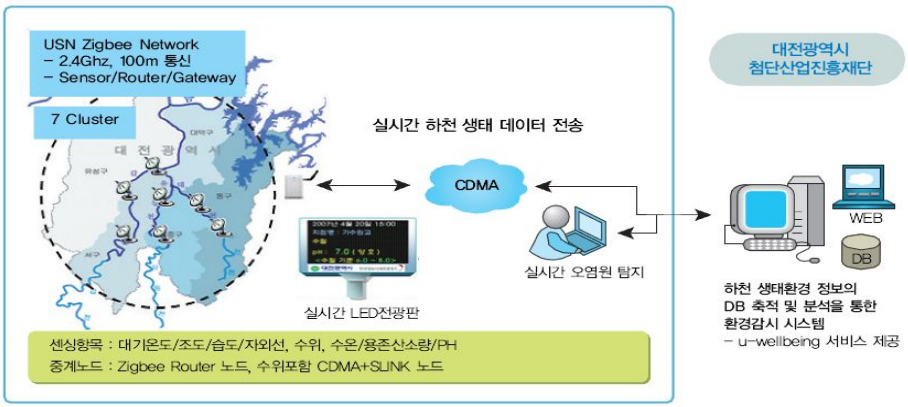
출처 : NIA

- 제주특별자치도 취수원 4개소(교래리, 상효동, 서홍동, 하례리 일대)를 대상으로 유량, 배수지내 수위, 수질(수온, pH, 전기전도도, 탁도, 잔류염소) 정보의 실시간 모니터링 및 취수펌프 원격제어
- 제주도에서 낙뢰가 가장 빈번한 교래리 지역을 낙뢰감시 우선지역으로 선정하여 취수관정 주변 낙뢰를 예측 경보하여 사전 조치할 수 있는 낙뢰경보기를 시범 설치함으로써 낙뢰 집중관련 기기 보호
- 현장관리자를 위해 취수장별 지하수 상태와 각종 통계 정보를 제공하며, 이상상황 감지시스템을 통해 수질 및 수위 범위가 임계치를 벗어날 경우 관리자에게 SMS 경보 메시지 전송
- 취수장 수질정보 및 각종 지하수 관련 통계자료를 인터넷을 통해 확인할 수 있는 대민서비스 제공

2) 3대 하천 생태복원 모니터링 시스템

대전광역시는 2006년도부터 대전의 주요 하천을 중심으로 생태복원 조성사업을 추진하여 시민들의 삶의 질 향상을 추구하고 있다. 이를 위해 대전의 주요 하천에 수질, 수위, 대기환경 정보 등을 수집할 수 있는 센서를 설치하여 하천 주변 환경을 모니터링하고, 생태복원 조성사업의 결과를 시각적으로 확인하기 위한 체계적인 시스템 마련이 요구되었다.

USN 기반의 3대 하천 생태복원 모니터링 시스템은 대전의 3대 하천(대전천, 타동천, 대동천)을 대상으로 오염원이 유입되는 주요 지점에 USN 센서를 설치하여 기존에 수작업으로 진행되던 도심하천의 수질검사를 자동화하고, 센서를 통한 실시간 모니터링 시스템 구축을 통해 하천 생태 사고 대응 및 복구 체계 기반을 마련함으로써 시민들에게 쾌적한 도시환경정보를 제공한다.




<그림 3-5> 대전 3대 하천 생태복원 모니터링 시스템 구성도

출처 : NIA

- USN 센서 노드들을 통해 실시간으로 수집한 하천 생태환경 정보를 바탕으로 하천의 오염정도 및 복원상황을 종합적으로 관리하고, 모니터링 할 수 있는 시스템 구축
- 3대 하천의 주요 오염원 유입지역 7개 지점에 USN 센서를 설치하여 원격

통합 관제 시스템 구축 및 환경 정보 관리 전산화

- USN 기반의 센서를 설치하여 하천의 대기(온도, 조도, 습도), 수질(수온, 산성도, 용존산소량) 정보 모니터링
- USN 센서 설치 지점
- 탄동천 : 내봉교, 장동천 합류지점
- 대동천 : 제 1 삼성교, 철갑교
- 대전천 : 현암교, 천석교, 대전천 하류 1개 지점
- 전광판을 이용하여 시민들에게 수집된 환경 및 기상정보 등을 실시간 제공

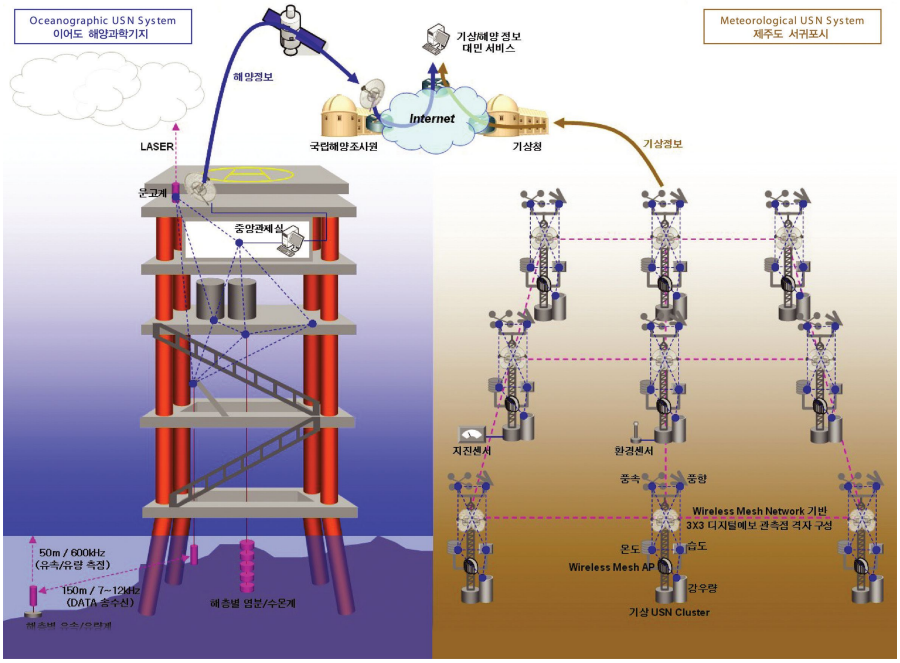
3) 기상·해양 관측 시스템

최근 환경오염이 심각해지면서 전세계적으로 풍수해, 태풍 등 기상이변이 속출함에 따라 국민의 생명과 재산이 위협받고 있다. 우리나라도 자연재해로 인한 피해가 매년 급증하고 있으며 최근 3년간 피해액은 1990년부터 2000년까지 10년간의 피해액보다 2배 많은 약 10억 원에 달한다.

이에 따라 기상변화에 의한 국민 피해를 최소화하기 위해 정확한 기상 관측이 무엇보다 중요하며, 기상·해양 감시 능력 강화와 적절한 예·경보 시스템을 갖추는 것이 필수적이다.

USN 기반 기상·해양 통합관측망 구축사업은 국가 관측망 확장에 따른 다양한 기상·해양 관측 시범망을 대규모로 구축하여 각 기관에서 수행해 온 관측업무를 통합·개선하고 유관기관 간에 상호 운영 지원과 정보공유를 통하여 예보의 정확도 및 신뢰도 향상에 기여한다.

- 효율적인 기상 관측 업무수행 및 관측 데이터의 질적 향상으로 기상 예보의 품질 향상 및 대국민 기상정보 서비스 강화
- 관측기관별로 운용중인 관측센서와 상이한 관측망의 개선 및 통합을 통한 관측망의 운영 및 유지보수 비용 절감
- 통합관측망 구축을 통한 중복 투자비용 절감
- 관측 업무의 효율화와 비용절감




<그림 3-6> 기상·해양 통합 관측 시스템 구성도

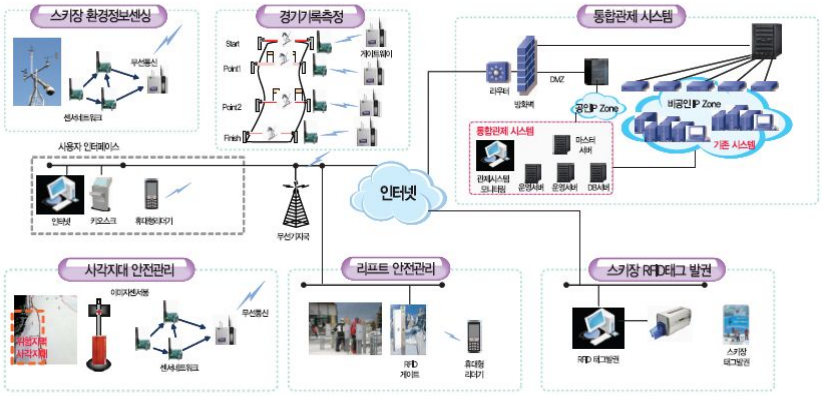
출처 : NIA

4) u-Sports 지능형 스키장 시스템

평창지역 스키 경기장 내에 u-IT 서비스를 적용한 선진 스키장 구축을 통해 2018년 동계올림픽을 대비하고, 전세계적인 u-IT 스포츠 선진사례를 마련함으로써 스포츠 IT 산업 발전을 촉진할 필요가 있다.

u-Sports 지능형 스키장은 RFID/USN 기술을 활용하여 스키장에서 다양한 상황별 서비스를 제공하고, 스키 이용자의 안전관리를 통해 효율적인 안전사고 방지와 신속한 대처를 가능하게 한다.

또한 u-스키장을 찾는 사람들이 다양한 유비쿼터스 서비스를 제공받아 보다 편리하고 안전하게 스키를 즐길 수 있도록 함으로써 u-IT 기술에 대한 홍보 및 인지도 향상에 많은 도움을 줄 것으로 예상된다.




<그림 3-7> u-Sports 지능형 스키장 시스템 구성도

출처 : NIA

- RFID 태그 발권 서비스와 함께 u-스키장에 적용된 센서정보, 이벤트정보 및 안전관리 정보 통합관제를 통한 지능형 스키장 구축
- 리프트 이용을 위한 RFID 태그 발권 및 리프트 안전관리를 위한 응용서비스 개발
- 스키장 기상환경정보, 이미지 정보에 의한 사각지대 모니터링 및 경기기록 측정 시스템 구축
- 스키장 환경정보 모니터링 시스템 구축
- 스키장내 환경정보센서(풍향, 풍속, 기온, 습도, 적설)를 설치하여 수집한 정보를 인터넷, 키오스크, 모바일 등으로 실시간 제공
- 리프트 안전관리 및 산간지대 안전관리 서비스 제공
- RFID를 활용하여 시키어 수준에 따른 리프트 출입통제와 USN을 이용한 사각지대 무인 안전관리
- 기록측정 서비스 제공
- 슬로프에 동작감지 센서를 부착하여 포인트별로 기록을 측정하고 인터넷, 키오스크, 모바일 등을 통해 관련 정보 제공

다. 농수축산

한미FTA등으로 경쟁력 제고가 시급한 농수축산 분야에서는 농가와 어민들의 소득증대 및 경쟁력 강화에 직접적으로 기여할 수 있는 친환경 농산물·양돈·수산물 분야의 질병 조기 발견, 최적 생장환경 구현, 이력관리 등의 과제를 추진한다.

1) 농산물 관리체계 실용화 구현

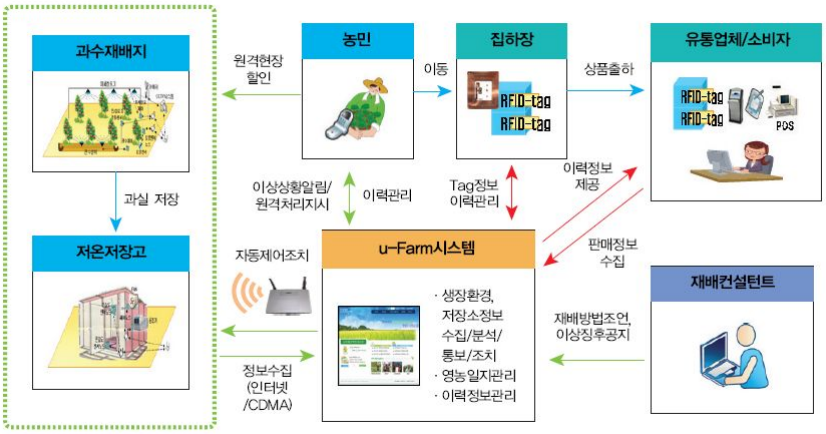
최근 WTO와 FTA 등의 농업분야 시장 개방으로 외국 농산물의 국내시장 잠식현상이 심화됨에 따라 국내 농업경영 기반 붕괴의 위기감이 고조되고 있다. 또한 저가·저품질의 수입농산물이 국산으로 둔갑하여 국내 농산물의 가격 경쟁력을 약화시키고 소비자들의 원산지 불신을 가중 시켜 이중의 피해가 발생하고 있다.

이와 더불어 농촌사회의 고령화가 심화됨에 따라 농업경쟁력이 약해지고 농산물 재배가 대부분 수작업으로 이루어져 수입 농산물과 차별성·우월성 부분 등에서 품질 경쟁력을 확보하기 어려운 실정이다.

국내 최대의 농산물 생산 중심지인 경북지역은 우리나라 국토의 19.1%(19,025㎢)에 달하는 넓은 면적을 보유하고 있으며 농업 비중도 28.8%로 달한다. 2004년 전국 최초로 '유비쿼터스 경북'을 선언을 통해 u-경북 조기실현을 위한 경상북도 농산물 이력관리시스템을 지속적으로 추진하고 있다.

- 경상북도의 과수 재배시설에 USN 센서를 설치하여 사과, 포도 등 과수의 생장환경을 모니터링하고 RFID 기술을 활용하여 유통이력 관리 서비스 제공
- 900㎒ RFID 기술을 활용하여 농산물 생산·출하·유통이력정보를 관리하는 시스템 구축
- 소비자들에게 생산자가 입력한 이력관리정보를 제공함으로써 농산물의 품질 향상과 소비자 신뢰성 향상
- USN을 기반으로 사과·포도의 생장 및 저장에 필요한 온도·습도·토양·일사량·강우·풍속 등의 정보를 실시간 모니터링 하여 냉해, 병충해 등 과

수 피해를 예측하고, 이에 따른 자동제어 및 이상상황 알림(SMS)서비스 제공




<그림 3-8> 시스템 구성도

출처 : NIA

2) 고흥 친환경 특산물 이력관리시스템

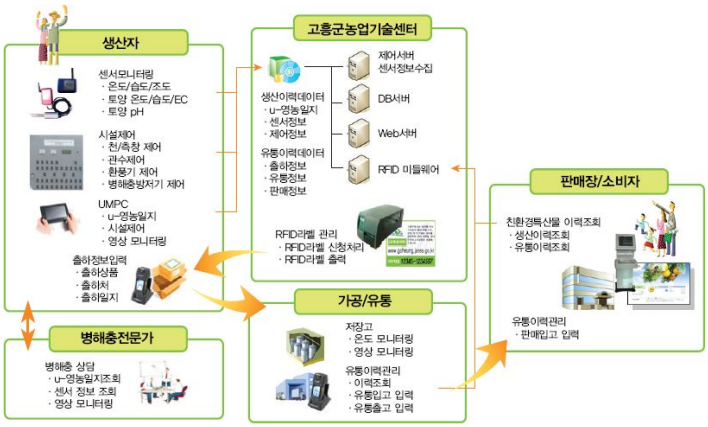
각 고장의 특산물 생산은 성장 잠재력과 부가가치가 무한한 사업으로 지역경제 발전을 유도할 수 있는 중요한 산업이다. 고흥군의 경우 특산물 성장에 유리한 기후조건 및 잠재력을 보유하고 있는데 비해 가공·유통과 판매 시스템의 미약함으로 인해 적당한 가격평가를 받지 못하고 있다.

따라서 유비쿼터스 IT 기술을 접목하여 생산부터 판매까지 특산물 생산 전 단계의 이력 관리를 체계화하고 친환경 재배에 대한 신뢰성을 높여 풍요로운 농촌환경을 마련할 필요가 있다.

- 고흥의 친환경 농특산물인 참다래, 유자, 부지화(한라봉)를 대상으로 USN 기반의 고품질 농특산물 생산을 위한 생장환경 모니터링 및 관리시스템과 UMPC를 이용한 RFID 기반의 친환경 농특산물 이력관리 시스템 구축
- 생장 환경 모니터링 및 관리시스템은 무선통합기상센서와 토양센서를 통하여 온도, 습도 등 생장 환경을 모니터링하고 수집된 데이터를 바탕으로 온

실설비 및 관수설비 자동제어

- 소비자에게 수확 시 농약의 잔류 량을 측정하여 공개하며 영상으로 작물의 생장과정을 소비자에게 보여줌으로써 소비자가 친환경 특산물을 믿고 구매할 수 있는 안심구매 서비스 제공
- RFID 기반의 친환경 농특산물 이력관리 시스템은 생산에서 판매까지의 전 과정에 대한 이력 정보를 관리하고 생산된 농·특산물에 대한 GAP 인증제도와 연계




<그림 3-9> 시스템 구성도

출처 : NIA

3) 녹차 웰빙밸리 통합시스템

국내 녹차생산량이 꾸준하게 증가하고 있으나 아직까지 전체 소비량에 비해 공급량이 부족한 상황이며, FTA 체결시 저가 녹차 수입 증가로 인한 국내 녹차생산농가의 타격이 우려되고 있다.

또한, 우리나라는 세계적으로 품질이 우수한 녹차를 생산할 수 있는 기후와 풍토를 갖추고 있으나, 생산량 증대를 위한 기술개발이 부족한 실정이다.

고급 무농약 녹차 생산량이 전국 수위에 있는 하동지역은 수입녹차와의 경쟁력 강화를 위해 RFID/USN 기반의 통합시스템을 구축함으로써 생산성 증대의 토대를 마련하였다.

<그림 3-10> 녹차 웰빙밸리 통합시스템 구성도

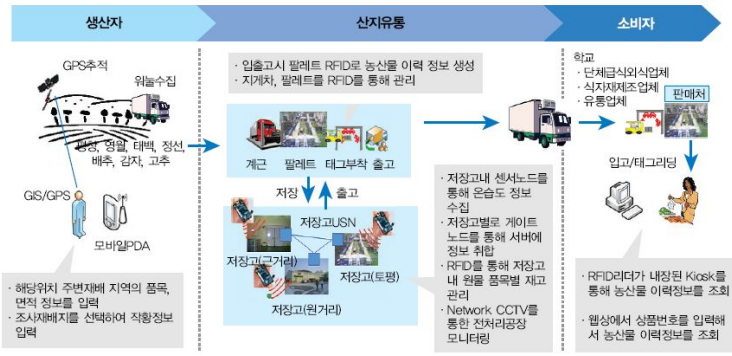
출처 : NIA

- 하동의 고품질 녹차 생산 기반 마련을 위해 USN을 활용한 녹차 생장환경 모니터링 및 재배환경 관리시스템과 RFID 기반의 녹차 생산이력관리 시스템 구축
- 녹차 생장환경 모니터링 및 재배환경 관리 시스템은 온도·습도·조도 및 토양센서를 이용하여 차나무의 기초 생장환경 정보를 모니터링하고 분석
- 하동 녹차 연구소 내에 고급 녹차 개량을 위한 최적의 재배환경 제공
- 녹차 가공 및 유통전반에 RFID 기반의 생산 재배이력관리 시스템을 구축하여 녹차의 품질을 향상시키고, 투명한 녹차생산 및 가공 과정을 소비자에게 제공

4) 백두대간 농특산물 생산유통지원시스템

매년 반복되는 고랭지 농산물의 가격폭락과 폭등으로 인해 농어민의 생활기반이 불안정하며 소비자들의 경제적 손실이 증가하고 있다. 이를 위해 고랭지 작물 수급조절과 유통 효율화를 실현하기 위해 u-IT 기술 도입의 필요성이 요구되고 있다. 또한, 안전하고 신선한 농산물에 대한 소비자 요구가 점점 증가하고 있으며, 위탁급식 학교의 대형 급식사고 발생 등 농산물의 안전성에 대한 요구가 높아짐에 따라 정보시스템을 통한 검증된 품질 보장이 필요하다.

백두대간 농특산물 생산유통지원시스템 구축 사업은 농가의 경제적 소득 증대, 공공적 측면에서 대국민 농특산물 신뢰도 향상과 신규 부가가치 창출의 초석을 마련할 것으로 기대된다.




<그림 3-11> 백두대간 농특산물 생산유통지원시스템 구성도
출처 : NIA

- 백두대간의 배추, 감자 등 고랭지 농산물을 대상으로 GIS/GPS 기반의 농산물 작황조사 시스템과 RFID/USN 기술을 활용한 생산 및 출하 관리 시스템 구축
- GIS/GPS를 이용한 농작물 작황조사 시스템
- 영월, 평창, 정선, 태백 지역에서 재배중인 고랭지 농산물(배추, 감자, 고추 등)을 대상으로 GIS/GPS 기반의 작황조사 서비스 제공
- GIS/GPS기술과 UMPC를 이용하여 고랭지 농산물의 재배 및 작성 정보등을 편리하게 수집하고, 재배 면적, 작황, 기상, 유통, 가격 정보에 대한 DB를 통해 출하시기를 조절하여 고랭지 농산물의 가격안정을 지원하는 시스템 구축
- RFID/USN 기반의 농식품 관리 시스템
- RFID 기반의 가공에서 소비자까지의 유통이력정보 관리 시스템 및 USN 기반의 농식품 처리공장 수온, 온·습도 등의 환경 모니터링 시스템 구축으로 신선한 농산물 유통 체계 마련

- RFID 기술을 이용하여 강원도 평창의 농산물 공장의 농식품 생산이력 정보를 관리하며, 농산물 입고·출고·저장 관리 및 대형 급식업소·학교 등 소비자에게 생산·유통과정의 이력정보 제공

### 2. 국외 USN 구축 사례

미국 국방성의 Smart Dust, CENS의 오염물질 전파 모니터링 등 국방, 과학, 환경 분야의 실시간 센싱이 필요한 영역에서 USN을 이용한 다양한 서비스 연구가 진행 중이며, 일부 상용 센서노드 제품이 판매되고 있다.

- HP의 Cooltown 프로젝트, Miooresoft의 Easy Living 프로젝트, 로체스터 대학의 Smart Medical Home 프로젝트 등 USN을 이용하여 삶의 질 향상을 위한 다양한 연구가 진행
- CrossBow는 Zigbee를 이용한 환경정보 센싱용 센서노드를 상용 판매

<그림 3-12> 해외 USN Value Chain 현황

출처 : 한국전산원

일본의 총무성은 제2기 IT혁명 추진을 위해 2010년 유비쿼터스 네트워크 사회를 목표로 「u-Japan 구상」을 발표하였으며, 유럽은 2001년 시작된 IST의 일환으로 '사라지는 컴퓨팅 계획(Disappearing Computing Initiative)'사업을 중심으로

16개 연구 프로젝트를 진행하여 RFID/USN 기술개발 및 보급에 박차를 가하고 있다.

XtremeSpectrum은 Motorola와 공동 Direct Sequence CDMA방식을 이용한 UWB Chip 개발을 완료하였으며, Freescale은 RF IC, MCU, Sensor 및 Stack을 모두 보유하여 'One Stop Shop'을 구현하였다. 최근에는 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)에 사용할 목적으로 RFIC, MCU, 압력/온도 Sensor를 하나로 패키지화하고 있다.

Chipcon사는 업계 최초로 Zigbee의 RF 및 MAC 일부분을 SoC 형태의 칩으로 개발하여 상용화에 성공하였다. Chipcon사의 Zigbee 칩은 다수의 MCU를 지원하며, ATMEL, TIm SiliconLabs 등의 MCU와 인터페이스가 가능하고, 8051 MCU를 내장하였다.

Ember사는 Zigbee 및 무선센서네트워크용 Stack 전문회사로서 Chipcon사의 CC2420과 동일한 Transceiver Chip인 EM2420을 출시한데 이어 독자 SoC 칩인 EM250을 출시하였다.

동경대학에서는 무선 센서 네트워크 시스템의 어플리케이션 효율성 향상을 목적으로 'u-Cube' 모듈을 개발, 버클리 대학의 MOTE와 호환성을 갖도록 구성하였다.

Crossbow사는 UC Berkeley 대학의 센서 네트워크 운영체계인 Tiny OS, Mote를 기반으로 센서 네트워크의 연구개발 및 애플리케이션을 위한 MICA 시리즈의 상용플랫폼을 제공 중이다.

일본 NEC는 30초 이내 고속충전이 가능하고 유연성을 가진 두께 0.3mm의 2차 전지를 개발하였다.

Colibrys사는 MMES를 이용한 분석 센서 시장의 선두업체 중 하나이며, MEMS기반의 생명공학용 분광계를 생산하고 있다.

대만의 국립 Cheng Kungeogkr은 화력발전소나 내연기관에서 발생하는 유독성 가수 중 하나인 이산화질소를 검출할 수 있는 센서를 개발하였으며 온도 보상 기능을 갖춘 MEMS 습도 센서를 개발하였다.

Oak Ridge National Laboratory는 MEMS 캔틸레버 배열을 기반으로 하는 화

학 센서를 개발하여 화학무기, 독성 산업 화학물질, 공해물질 등의 검출에 활용계획이며, Purdue, West Larayette, Berkeley대학은 미국 에너지부(Department of Energy)의 지원으로 독극물이나 생화학 물질의 검출을 위해 작은 칩 크기의 형광 검출 시스템을 개발하였다.

Oak Ridge 국립연구소는 femtogram 단위의 질량을 측정할 수 있는 질량센서를 개발하여 단백질, DNA 등의 측정에 활용하고 있으며, NIST(National Institute of Standards and Technology)는 MEMS 열전대열을 이용 실리콘 위에 작은 DSC(Differential Scanning Calorimeter)를 구현하였다.

Oracle은 'Sensor-based Service'란 명명 하에 RFID를 포함한 센서기반 서비스를 제공하기 위한 통합 플랫폼을 제시하고 기존 솔루션에 이와 같은 기능을 추가적으로 제공하는 통합 솔루션을 출시하였다.

<표 3-1> 해외 USN 적용 사례 현황

| 분야 | 해외 USN 적용 사례 |
|---|---|
| 국방·외교 | ● 군사용 지형탐사 : 이스라엘 공군이 팔레스타인 교전지역의 지형 탐사용으로 무인 무선데이터 전송 비행물체를 개발<br>● 금속탐지(A Line in the Sand) : Magnetometer 센서 및 임펄스 레이더 센서 이용<br>● Military Surveillance : US 해군함선에 RSC(보안과 감독을 위한 분산형 센서)를 통해 무선 센싱 네트워크 사용 |
| 유통·물류 | ● 청과류에 대한 유통환경 센싱 : 일본에서 딸기 유통과정상의 온도 변화를 센싱하기 위해 포장 박스 내에 초소형 액티브 센서 설치<br>● 신선 생선 유통 : 일본 총무성 실증실험의 일환으로 2004년 실행 |
| 도로·교통 | ● IrisNet의 The Seeing Internet : 주·정차된 자동차의 이상 상태를 사진을 찍어 사용자의 PDA에 전송하여 물리적인 피해보상<br>● 미교통국의 Intelligent Transport Systems : 진보된 통신 기술을 사용하여 운송 안전과 이동성을 개선 |
| 의료·보건 | ● E-Nightingale Project : 일본의 병원 호사들이 입을 수 있는 유비쿼터스 센서를 이용하여 실제 의료 환경에서 도처에 산재된 지식을 프로세싱<br>● 하버드 대학의 Vital sign Sensor : 환자의 몸에 착용하여 |

| | |
|---|---|
| | 심장 박동 수나 산소포화 심전도 등을 체크하여 이상시 보건소나 의사에게 위험신호 발신<br>● 의약품에 장착된 액티브 태그를 활용한 병원 의료사고 개선 : 일본 병원 내에 사용되는 약품에 액티브 태그를 설치, 약품의 과오용으로 인한 의료사고 방지 |
| 환경·보전 | ● NASA의 남극지역 원격 탐지 및 데이터 수집 시스템 : 남극의 원격지역 운석 탐사 프로젝트로 노출된 기반암과 모레인 물질 반응이 일어나는 곳에서 온도변화 측정<br>● CENS의 NIMS(Networked Informechanical System) : 불특정한 지역에서 예측할 수 없는 시간 변수적인 자연환경의 센싱<br>● Eco Grid의 Water Catchment Flow Monitoring : 강, 바다의 흐름이나 상태 또는 토양의 상태 등 자연환경의 상태를 수시로 파악하여 서버에 제공<br>● SenSAR의 Hyprid Sensor Network for Cane-toad Monitoring : 파나마 왕두꺼비 수가 급속도로 늘어 생태계에 위협이 되는 현상을 울음소리 인식 센서로 추적<br>● Intel의 Habital Monitoring : 미국 메인 주 앞바다에 서식하고 있는 바다제비의 생태를 원격지에서 모니터링<br>● 일본 YRP의 태양광 발전기 : 기존의 센서노드의 배터리 문제를 해결하기 위해 초소형 센서노드에 솔라 셀 배터리를 부착하여 장시간 독립적으로 운영<br>● 화산활동 감시시스템 : 화산 활동이 진행 중인 Voloan Tungurahua에 지진 활동을 감시할 수 있는 센서를 설치하여 원거리로 전송<br>● Sourceforge의 FireBug : 산불이 발생할 수 있는 장소에 센서를 미리 배치하고 배치된 센서들을 사용하여 실시간으로 산불 정보를 수집 |
| 산업·건설 | ● 일본의 건물 위험 모니터링 : 지진으로 인한 진동, 충격 및 화재에 인한 온도 상승 등을 감지하여 건물에서 일어날 수 있는 위험을 조기 발견 및 최적 조치<br>● JENNIC의 가스감지 시스템 : 산업현장에서의 심각한 재해를 가져올 수 있는 가스 사고에 대해 센서노드를 통한 신속한 대응<br>● 일리노이대의 Smart Brick : 벽돌 안에 들어가는 칩을 이용해 기울기, 진동, 습도 등의 정보 제공<br>● Intel의 Vibration Monitoring : 무선 센서네트워클 이용, 반도체 제작 장비의 상태 감시<br>● Savi Technology의 Cubeinfo 시스템 : 콘크리트 벽돌에 RF태그를 부탁해 벽돌의 품질 검사를 원활히 수행할 수 있도록 시스템 구축 |

| | |
|---|---|
| 농·축산 | ● NASA의 환경 관리시스템 : Huntington 식물원의 온실 내부, 실외 종묘원, 수분 온실 4곳, 지붕에 센서를 설치하여 각종 생장환경정보를 수집<br>● 아일랜드 듀블린 국립 식물원 : Eco-Sensor network를 설치하여 이산화탄소, 산소, 빛 등의 정보를 DB에 전송<br>● Intel의 Wireless Vineyard : 미국 오리건 주에 위치한 포도원에서 품질 좋은 와인을 생산하기 위해 센서 장비를 부착하여 여러 환경 요소들을 감시하는 시스템 |
| 건강·복지 | ● 미국 밀워키의 Elite Care : 숲 속에 노인들을 위한 Smart home을 설립하여 이상 증세 발생시 간호사에게 전달되고 침대에 체중 측정 센서를 통해 신체 이상을 의료진에게 컴퓨터로 보고<br>● 독일 Karlsruhe 대학의 Mediacup : 온도 감지와 통신 기능을 가진 센서를 커피 컵에 부착하여 손목시계에 경고 메시지 전달 |
| 교육·문화 | ● HP의 paper++ : 종이책에 전자펜을 대면 그림에 대한 여러 가지 자료와 애니메이션이 전자펜에 연결된 장치에 전달<br>● 버클리의 Virtual Keyboard : 손가락 끝에 센서노드를 부착하여 가상적으로 키보드를 입력하는 것처럼 데이터를 입력 |
| 정보가전 | ● JENNIC의 Commercial buliding Automation : Intelligent 빌딩 곳곳에 설치된 센서노드 들은 실시간으로 연기, 화재 발생위치, 환풍, 조도, 온도 등을 센싱하여 보다 쾌적하고 안전하게 유지시킴<br>● Motorola의 Home Monitoring : 사용자가 원하는 위치에 카메라나 센서를 설치하여 집안에서 일어나는 상황을 실시간으로 감시<br>● 토론토대학의 액티브지도 : 카멜레온 시스템은 손바닥 크기의 디스플레이에 공간 위치 센서를 부착한 디바이스를 주변에 있는 물체에 가까이 갖다 대면 그 물체에 관한 정보를 디스플레이에 표시<br>● AT&T의 The Bat Ultrasonic Location System : 2개 이상의 물체에 부착된 Bats의 상호 위치에 의해 물체에 방향을 계산하는 3차원 위치추적 시스템 |

출처 : 한국전산원

## 제 2 절 기관 및 분야별 센서네트워크 활용 현황

### 1. 자연 환경

가. 국토해양부 “RTLS/USN 기반 u-Port 구축”

해외 선진 항만들은 물류 허브로 도약하기 위해 u-IT 기술을 도입하여 항만 장비들에 대한 정밀 위치 파악을 통해 항만생산성 제고를 추진 중에 있다. 그러나 우리나라의 경우 항만 내 업무 생산성 향상의 핵심요소인 컨테이너 확인을 여전히 운영인력의 육안에 의해 처리하고 있다. 또한 미국과 캐나다 등은 1992년, 일본은 1997년부터 CIP(Container Inspection Program)제도를 시행하는 등 국제적으로 확산되고 있는 위험물 컨테이너에 대한 안전점검 및 체계적인 관리의 중요성이 강조되고 있다. 위험물컨테이너에 의해 발생될 수 있는 사고의 종류로는 화재, 폭발, 수질오염, 방사선사고 등이 있으며, 위험물컨테이너의 신속한 조기발견과 조치가 중요하다. 이에 따라 항만물류의 효율적인 관리와 동북아 물류 허브로 한 단계 도약하기 위해 RTLS와 USN을 기반의 u-Port 구축은 항만의 생산성 효율 및 경쟁력을 가져다 줄 것으로 기대하고 있다.

<표 3-2> 국내・외 위험물별 사고사례

| 구분 | 년도 | 장소 | 종류 | 사고원인 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 국내 | 2004 | 부산 | 제5급<br>제2급 | ·온도관리(-18도)가 되지 않아 자연발화 | 온도 |
| | 2001 | 부산 | 제2급<br>가스류 | ·공기 중 습기에 의해 분해되어 염소가스와 열 발생 | 습도 |
| | 1991 | 진해항 | 제3급<br>인화성 | ·질산암모늄이 수증기로 증발하면서 유독가스 유출 | 습도 |
| 국외 | 1997 | 대서양 | 제5급<br>산화성 | ·뜨거운 연료탱크 상부에 적재된 컨테이너에서 화재가 발생<br>·온도가 35℃이상 상승될 경우 분해 발열 되어 폭발 | 온도 |
| | 1994 | 홍콩 | 제3급<br>제8급 | ·부식성물질인 질산을 유엔표준용기가 아닌 불량 드럼에 수납하여 용기가 쉽게 부식되어 질산이 누출 | 질소<br>누출 |
| | 1970 | 미국<br>사베니 | | ·적재된 화물의 목재, 원면과 접촉에 의해 화재발생 | 마찰 |
| | 1970 | 대만<br>칼름 | | ·화공약품의 수납 컨테이너를 양하하여 야드의 아스팔트로 옮겨 대기온도 상승에 의해 폭발 | 온도 |

<표 3-3> 위험물 처리 물량 현황 (단위: TEU, %)

| 구분 | 2003년 | 2004년 | 2005년 | 2006년 | 2007년 |
|---|---|---|---|---|---|
| 총 컨테이너 처리물량 (증가율) | 13,186,000 (10.9) | 14,523,000 (10.1) | 15,216,000 (4.8) | 15,965,000 (4.9) | 17,544,000 (9.9) |
| 위험물 처리물량 (증가율) | 176,579 (13.4) | 199,860 (13.1) | 241,914 (21.0) | 251,669 (4.0) | 385,627 (53.2) |
| 위험물 비율 | (1.34) | (1.38) | (1.59) | (1.58) | (2.20) |

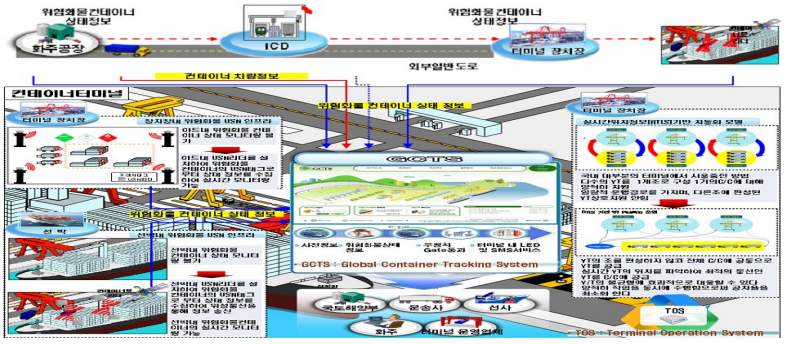
중동 예멘 아덴만에서 선박의 뒤쪽에 적재된 컨테이너 박스의 원인 모를 폭발로 선박 좌측 선미가 큰 손상을 입음[현대 포춘호(5,511 TEU) 2006.3.21]

지중해에서 선박에 적재된 컨테이너 박스의 원인 모를 폭발로 심하게 파손되어 고철로 매각됨[한진 펜실버니아호 (4,400TEU급), 2002.11.11]

<그림 3-13> 위험 컨테이너에 의한 사고사례

출처 : 국토해양부

국토해양부는 정부의 “동북아 물류 중심지 국가”라는 정책목표를 효율적으로 지원하기 위한 첨단 u-IT 기술을 이용한 해운·항만 물류분야의 경쟁력 강화와 경쟁항만과의 차별화된 IT 기술적용 및 이를 통한 운영방안을 개선하여 생산성 향상 및 서비스 개선, 국제적인 지구 온난화 대응을 위한 탄소 발생량 억제 및 최소화, 위험물컨테이너에 대한 안전점검 및 체계적인 관리를 위하여 2004년부터 부산항을 기점으로 RTLS/USN 기반의 그린 u-Port 구축을 추진 중에 있다.




<그림 3-14> u-Port 구성도

출처 : 국토해양부

이에 따라 2004년부터 부산항의 2개의 컨테이너 터미널 전체 하역장비의 실시간 위치 추적 및 통제 정보시스템(RTLS)을 컨테이너 터미널에 구축하여 터미널 운영시스템(TOS)과 정보 연계를 통한 컨테이너 양·적하 작업시간을 단축하였고, USN 센서태그(433MHz) 설치를 통해 각 거점별(화주·터미널·선박) 위험 컨테이너 상태정보(온도, 습도, 충격 등)를 실시간 수집하여 기존 항만 물류추적시스템(Global Container Tracking System, GCTS)과의 연계로 위험물 컨테이너의 내부 상태를 모니터링을 통하여 컨테이너에 적재된 위험물의 보안 및 안정성 극대화로 하역 및 운송 시 위험화물 관리를 통한 안전성을 확보하였다.

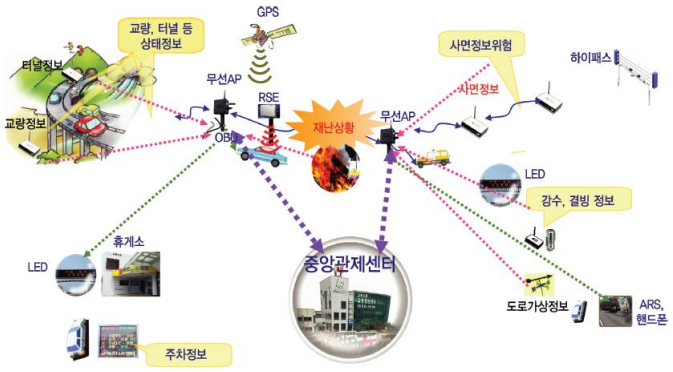
## 2. 도시환경

가. 한국도로공사 “USN 기반의 고속도로 시설물 관리”

한국도로공사는 고속도로 상의 결빙, 짙은 안개, 터널 등 위험구간에 대한 주의사항은 표지판과 CCTV를 통해 감시·안내되고 있으나, 위험 요인들이 불시에 발생하는 경우가 많아 인력에 의한 감시만으로는 사고를 사전에 예방하기가 어려워 이를 해결하가 위해, USN 및 무선 인프라를 도입하여 재난예방을 통해 경제적 손실을 방지하며, 실시간 교통정보와 도로 환경정보를 자동으로 통보하여 안전운행을 유도하고, 고속도로 휴게소 상황정보 안내로 혼잡과 불편을 해소할 수 있는 고속도로 시설물관리시스템을 구축하였다.

USN 기반의 고속도로 시설물 관리시스템은 고속도로 시설물이 위치하는 거점

(터널, 휴게소 등)에 센서 및 센서노드를 설치하고 이를 통해 Zigbee 방식의 센서 네트워크를 구축한 후 무선 중계네트워크와 연결 하여 상황실 서버에서 실시간으로 센서 데이터를 모니터링 하는 시스템이다.




<그림 3-15> 고속도로 시설물 관리 시스템 구성도
출처 : NIA

도로 재난 상황을 실시간 감시하기 위해 청계터널부터 판교구간까지 노면감지센서, 강우·강설 감지센서, 안개감지센서의 설치를 통한 도로 노면의 온도와 결빙정보를 수집하고, 터널 내 온·습도 센서, 화재감지센서, 화재감지영상 센서 설치를 통하여 터널 내 화재가 발생했을 시 즉각적으로 대응할 수 있도록 하였다.

또한, 노면감지센서와 터널 감시카메라 영상정보를 활용하여 특이 상황에 대한 자동인지 및 실시간 모니터링과 휴게소 이용시 불편함과 혼잡을 최소화하기 위해 휴게소 진출·입 감지 센서로 수집된 휴게소 인근 혼잡 상황등의 정보를 도로상의 LED 전광판 및 차량 단말기 설치를 통해 운전자들에게 실시간으로 도로 정보를 제공한다.

한국도로공사의 USN 기반의 고속도로 시설물 관리 시스템을 통하여 터널, 휴게소 등 고속도로 시설물 정보를 영상정보와 함께 관리자에게 전달함으로써 운영의 편의성을 증대시키고, 위급 상황 발생시 빠른 대응 및 조치가 가능 하고, 터널 상황정보를 제공함에 따라 터널 내·외부의 2차 사고를 예방 및 도로의 결빙, 안개 등 도로노면 정보 및 기상정보를 제공함으로써 안전운행을 유도하고, 휴게소

상황정보를 제공하여 진입로 주변의 교통 혼잡의 개선 및 이용자의 편의성을 증대 시킨다.

나. 부산광역시 “u-IT기반 터널 안전관리 모니터링”

시설관리공단에서 관리중인 터널 중 69%는 1990년도 이전에 준공된 터널들로 화재, 붕괴 등의 위험요소들에 대한 모니터링 장치가 부족하다. 또한 반 밀폐공간인 터널에서 대형사고가 발생할 경우 유독가스 확산 등으로 많은 인명 피해를 초래할 수 있어 이에 대비한 터널 안전관리가 필요하다. 특히, 부산은 전국 대도시 중 가장 많은 17개의 터널이 있으며 이 가운데 11개의 터널이 안전기준이 강화되기 전인 1990년 이전에 지어져, 지진 및 화재 등에 대한 대비가 미비하며 노후화도 심해 대형 인명피해의 우려가 높다.

터널 안전관리 모니터링 시스템은 부산지역의 제2만덕터널을 대상으로 터널 내·외부의 안전상태 정보를 실시간으로 수집하여 시민들과 유관기관에 정보를 제공함으로써 교통 환경을 최적화하고 획기적인 대민 서비스를 제공한다.

<그림 3-16> 터널 안전관리 모니터링 시스템 구성도

출처 : NIA

이를 위해 부산광역시는 제2만덕터널의 온천지소와 만덕지소에 대한 노후화를 구조적으로 진단하기 위하여 지진에 의한 터널 진동 변화를 계측하는 지진 진동 감지 센서, 터널의 차원 형상 내공 변위 및 균열부위에 대한 구조적 안전성을 감시하는 터널 3차원 형상 내공변위계측기, 노후로 인한 터널의 외벽 균열을 실시간으로 측정하는 외벽 균열 계측센서, 터널 주변에 낙석을 탐지하는 낙석감지센서 및 방호펜스를 설치하여 터널 구조물의 상태를 모니터링 할 수 있는 시스템을 구축하였다.

또한 터널 내 노면상태 감지 센서, CO 센서, 조도 센서, 연무 센서등을 통한 내·외부의 교통사고 유발 요인을 파악하며, 터널 내 실시간 터널상황 정보를 모니터링 하여, 유관기관과 통보, 관리자에게 SMS서비스, 전광판을 이용한 정보제공 등 터널 통합 안전관리시스템을 구축하였다.

터널 안전관리 모니터링 시스템을 통하여 1일 10만대의 차량이 통행하는 제2만덕터널내 화재, 차량고장, 교통사고 등의 문제를 조기 발견하고 터널 내 사고 발생시 교통량 분산을 통해 2차 피해 예방 및 간접비용의 절감, 터널 내 사고 발생시 긴급 대응, 터널의 교통량 분석을 통하여 신속한 정보 제공이 가능해졌다.

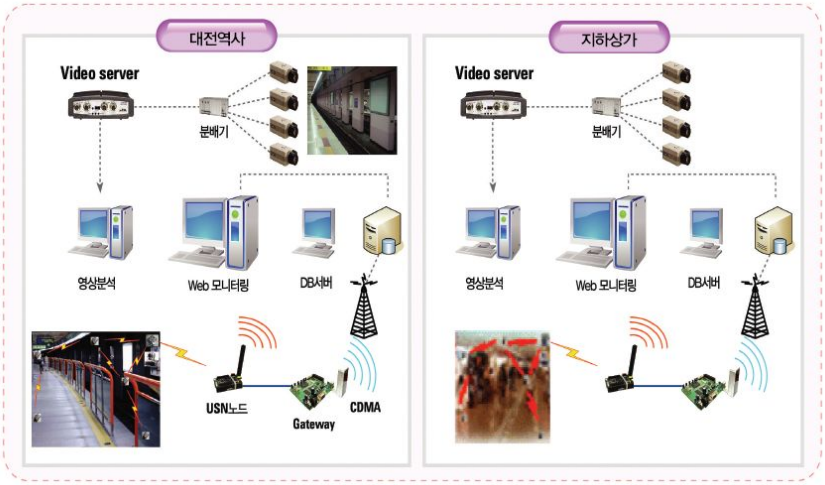
### 3. 생활환경

가. 대전광역시 “u-IT 지능형 도시철도 및 지하도 상가”

국내 지하시설(지하상가, 지하철 등)에는 가스•화재 등 감지 설비가 없거나, 감지범위가 제한되어 있어 사고 발생 시 대응능력에 한계가 존재한다. 그러나 기존 시설물에 감지 설비를 신규 설치할 경우, 기존 방식(유선으로 센서 설치)으로는 막대한 비용이 소요되어 엄두를 못내는 상황이다 또한, 역사 내 무단횡단, 실족 등으로 인한 인명피해가 지속적으로 발생하고 있고, 미세먼지, 유해가스(CO, 포름알데히드 등)에 대한 실태 파악이 어렵고 이에 대한 대응 역시 미흡하다. 동 사업에서는 대전역 지하철 역사와 지하상가를 대상으로 화재, 환경(유해가스, 미세먼지 등), 사고 발생 등을 실시간 감시할 수 있는 모니터링체계를 구축할 계획이다. 동 사업을 통해 도시철도 및 지하시설 이용자에게 안전하고 쾌적한 환경을 제공하고 재난발생 상황에 능동적으로 대처 가능하며, 지하철 위험요소(실족, 무단횡단 등)

를 사전에 감지하여 인명피해를 예방할 수 있을 것으로 예상된다.

차량의 증가와 잦은 황사 현상 등으로 인해 심각해지는 도심의 대기오염과 지하도 상가 및 도시철도역사의 실내 공기 오염(유해가스, 미세먼지)에 다수의 시민들이 노출되어 있다. 무엇보다도 지하철은 도로나 건물 등과 달리 외부에 노출되지 않은 밀폐된 지역인데다 수천 명이 한꺼번에 이용하는 다중이용시설이라는 점을 감안하면 화재 등의 사건·사고 발생 시 대형 참사로 이어질 가능성이 크다. 또한 지하 공간이라는 특수성으로 인해 유해가스 유입 시 다수의 사상자가 발생할 위험이 높고, 악의적인 집단 또는 사람에 의한 테러가 발생할 경우, 사전에 발생 징후를 모니터링 하기도 쉽지 않다.




<그림 3-17> u-IT 지능형 도시철도 및 지하도상가
안전모니터링시스템 구성도

출처 : NIA

USN 센서와 지능형 영상분석기술을 활용한 u-IT 지능형 도시철도 및 지하도상가 안전모니터링시스템은 도시철도 및 지하상가 이용자의 안전과 건강을 보호할 뿐만 아니라 각종 안전사고 발생시 즉각적인 대처와 빠른 의사결정을 지원하며, 지하공간의 실내 공기 측정 및 모니터링을 통하여 쾌적한 환경을 제공한다.

대전광역시는 도시철도 대전역사 및 역전 지하도 상가를 대상으로 21개 지점

에 설치된 센서 및 게이트웨이, 무선 네트워크를 통해 실시간으로 온도, 습도, CO, $CO_2$ , 미세먼지, 포름알데히드 정보를 수집하여 유해가스 누출감지와 지하 공기상태 측정을 위한 USN 기반 안전모니터링 시스템을 구축하였다.

또한, 지하철 역사 및 지하도상가 내 승객 실족 및 화재 감지등을 위한 지능형 영상분석시스템을 구축함으로써 지하철의 대합실 및 지하도 통로에 관리지역을 설정하여 카메라를 통해 수상한 물체를 감시하고, 혼잡한 상황 등을 감지한다.

이 시스템을 통하여 지하철 대전역사 및 지하도상가 이용시민의 안전 확보 및 건강보호에 기여하고, 지능형 영상분석시스템을 구축함으로써 재난 예방 및 테러 발생 시 능동적으로 대처가 가능해졌다.

또한, 실시간으로 도시철도 역사 및 지하도상가의 공기질 측정이 가능해짐에 따라 측정 즉시 자료 집계 및 처리를 통해 불필요한 업무처리 시간을 단축하였다.

## 제 3 절 기 구축 센서네트워크 활용에 대한 문제점

### 1. 기술적 문제점

가. 네트워크의 문제

1) 짧은 통신거리

USN기반의 시스템을 위하여 센서노드를 연근해와 하천에 적용하기 위해서는 약 1km 이상의 통신이 가능해야 한다. 실제로 국내의 전파법을 준수하여 ZigBee Mote 센서는 현재 10dbm으로 약 230m 정도의 통신이 가능하다. 원거리에서 통신하기 위해서는 기본적으로 센서노드가 최대한의 통신거리를 확보해야 하며, 인식거리의 한계에 도달 했을 경우 징검다리를 건너듯이 호핑(Hopping)하는 방법 등을 적용하여 통신거리에 대한 대안을 확보해야 한다.

2) 합리적인 라우팅 프로토콜 부재

여러 시범사업을 통하여 센서노드들 간에 Ad-hoc 네트워크가 가능함을 확인하였다. 특정 센서 노드가 idle 상태에 있을 때 스스로 경로를 설정하여 통신이 가능함을 확인하였다. 무선 센서네트워크의 라우팅은 현재까지 발표된 유무선 네트워

크의 라우팅과 다른 방향으로 접근하고 있다. 일반적인 유무선 네트워크의 목표는 데이터나 자원을 공유하는 것이지만 센서네트워크에서는 특정 임무를 수행하는 것이다. 그리고 기존 네트워크는 노드의 식별자(Identifier: ID)에 기반을 둔 통신을 수행하지만 센서네트워크에서는 각 노드에서 수행되는 데이터, 위치 등의 노드가 지니는 속성 (attribute)에 기반을 둔다. 마지막으로 기존 네트워크에서는 네트워크 내부에서의 데이터 처리 (in-network processing)에 대해 관심을 기울이지 않지만 센서네트워크에서 에너지 소모를 최소화하기 위해서 이는 필수적이라 할 수 있다.

센서 네트워크의 라우팅은 전력의 사용량을 줄여주어 보다 많은 시간 동안 센서가 활동을 할 수 있도록 센서의 수명을 보장해준다. 무선 센서네트워크의 라우팅 기술에 대한 연구가 현재 활발히 진행 중에 있으며, 이러한 라우팅 기술로 인하여 센서노드의 수명을 좀 더 증진 시킬 수 있다.

나. 하드웨어의 문제

1) 센서노드의 크기

기상 및 해양 관측용 센서들은 부피가 커서 설치면적의 확보가 용이하지 않고 센서의 고정을 위한 부대설비를 필요로 하다. 또한, 센서의 센싱이 짧은 시간(125us)에 계속해서 일어나기 때문에 전력의 소모량 또한 크다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 저전력, 소형의 센서의 개발이 필요하다. 센서 및 센서노드의 경우 설치환경의 변화에 따라 그 설치장소를 옮길 수 있도록 할 필요가 있다.

관측용 센서네트워크의 경우 실제 관측업무에 적용 시 그 업무의 특수성으로 인하여 안정적인 운용, 장비의 안전한 유지 및 네트워크의 보안이 매우 중요하다. 센서네트워크의 운용시 날씨, 주변 환경 등을 고려하여 안정적인 센서 네트워크의 운용을 위한 방안의 수립이 필요하며, 그와 같은 고려사항에는 지형과 환경을 고려한 센서네트워크의 설계, 관련 장비들의 하우징, 관련 장비의 유실을 방지책, 네트워크의 보안유지 등 여러 가지 이슈들을 종합적으로 검토하는 것이 필요하다.

2) 센서노드의 짧은 수명

해양과 하천에 설치된 센서 노드는 전원을 공급받을 수 있는 환경이 아니기

때문에 기본적으로 저전력형 이어야 한다. 센서노드 설계 시 이론적으로는 센서노드 및 센서의 전력 소모 등을 계산하여 적용해야 하지만 이는 이론적인 값일 뿐이며, 실사용에서는 상이한 경우가 많다. 실제로 태양열을 1시간 정도만 집중적으로 받을 경우 48시간을 사용할 수 있는 전력이 생성된다. 그러나 흐린 날이나 우천 시를 감안할 때 제대로 전력을 공급받지 못할 경우가 발생할 수 있기 때문에 적용 분야가 해양 또는 하천등 관리가 쉽게 이루어지지 않는 특성을 감안, 자체적으로 전원을 처리해야 한다. 그래서 설치장소를 고려하여 풍력 발전, 태양열 발전 등을 동시에 이루어지도록 하여 상시 전력공급이 가능하게 하여야 한다. 해양에서는 풍력발전을 통해 이러한 문제를 해결할 수 있음을 확인하였으며, 이는 태양열 발전 등 기존 전원 활용에 있어 발생할 수 있는 문제에 대한 대안이 될 수 있다.

그러나 하천의 경우 풍력발전을 이용했을 때는 기존의 전력에 따른 문제에 대안은 될 수 있으나 도난의 위협이 커진다는 문제도 생긴다.

3) 저성능의 센서노드

지금 까지 시행되어 온 기상 관측 사업들에서 각 센서들에 의해 센싱된 온도, 습도, 조도에서 각기 서로 다른 오차를 보이고 있었다. 이것은 센서 자체의 오차라기보다는 보드와의 결합 및 센서보드의 하우징 문제로 센서모듈 제작 시 센서와 보드의 분리 방안 및 적절한 모듈 하우징에 대한 연구가 필요하다.

배터리 수명에 있어서도 저전력 설계를 한 센서노드에 1200mA 3.6V 축전기 3개를 병렬로 연결하고 센싱 주기를 5분으로 하여 사용하게 되면, 이론상으로는 약 15 ~ 20일 정도 수명이 지속되어야 하지만 실제 현장에서는 수명이 약 3 ~ 7일 정도 되는 것을 볼 수 있었다. 이렇게 줄어든 이유는 트리구조에서 자식 노드가 부모노드를 찾지 못할 때 이를 탐색하는 과정에서 지속적으로 전력을 낭비하므로 새로운 경로를 탐색하는 최적알고리즘의 연구가 필요하다.

다. 시스템의 문제

1) 저성능의 센서시스템

센서의 전력원으로 축전지를 사용할 경우 수명이 매우 짧아 잦은 교체 작업이

필요하며, 전지의 전압이 임계 전압이하로 떨어질 때 충전하지 않으면 완전 방전되어 사용할 수 없게 된다. 이를 방지하기 위해서 축전지가 임계전압에 도달할 때 자동적으로 센서노드가 OFF 되는 제어장치가 필요하다.

센서노드의 잦은 오작동으로 데이터의 손실이 많으므로 USN 시스템의 신뢰도 향상 또한 요구된다. 센싱된 정보의 신뢰성 확보를 위하여 센서설치이전에 센서교정이 필요하다.

2) USN기반의 기상관측 시스템의 부재

기존 관측시스템의 데이터로거와 국지수집 서버 간 별도의 통신 프로토콜이 동작하여 데이터의 수집이 이루어지며 전원공급원으로 상전을 이용한다. 이러한 시스템을 USN 시스템을 적용하게 되면 센서, 센서노드 및 게이트웨이(데이터로거)의 운용에 있어 전원문제가 발생하게 된다. 센서네트워크를 통하여 기상관측시 관측데이터의 신뢰성과 정확성을 확보하기 위하여 각각의 관측항목(기온, 습도, 풍향, 풍속, 기압 등)에 대하여 단일 센서보다는 다중의 센서를 운용하여 얻어진 관측데이터로부터 받아 들일 수 있는 데이터를 추출하는 과정이 필요하다. 또한, 기존의 기상관측 시스템의 경우 관측망의 구성상 관측 장비의 상태를 직접적으로 확인할 수 있는 방법이 없었으나 USN 적용시 센서노드와 센서게이트웨이까지 상태를 확인 할 수 있기 때문에 센서네트워크의 동작 상태를 직접 확인 할 수 있는 별도의 운용 프로그램도 필요하고, 많은 센서노드들이 설치될 경우  고장 및 장비 이동등 운용시 센서의 위치를 확인하기 어렵기 때문에 지리적인 정보와 센서노드의 모니터링을 결합한 센서네트워크 운용관리 프로그램의 개발이 필요하다.

따라서 기존의 기상관측 시스템을 USN 시스템으로 대체할 수 있는 USN기반의 표준화된 기상관측 시스템의 개발이 필요하다. 이와 같은 표준 시스템의 개발을 위해서는 기상관측을 수행하는 기상청뿐만 아니라 유사 기상관측을 수행하는 기관들과 기상관측 데이터를 필요로 하는 기상정보 수요기관 들의 참여가 필요하다.

## 2. 정책적 문제

가. 기술·서비스적 측면

기상관측용 센서들 간의 원활한 통신을 위해서는 고층 빌딩 및 산과 같은 장애물을 피해야 하는 문제점과 민간소유지의 허가 등 설치장소의 확보에 있어 어려움이 있다. 공익을 목적으로 시행하는 기상관측에 관한 사업으로써 “공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률”에 의하여 타인이 소유하고 있는 토지의 측량·조사 및 장애물의 제거 등이 가능하고, 토지소유자와의 협의에 의한 취득 또는 사용이 가능하다.

하지만 사업시행자는 동일한 토지소유자에 속하는 일단의 토지의 일부를 취득 또는 사용하는 경우 당해 공익사업의 시행으로 인하여 잔여지의 가격이 증가하거나 그 밖의 이익이 발생한 때에도 그 이익을 그 취득 또는 사용으로 인한 손실과 상계 할 수 없는 것으로 인하여 협의 시 많은 어려움을 겪는다.

토지소유자의 경우 본 사업으로 인하여 생기는 이해관계로 인하여 쉽게 협의점을 찾지 못하고 있다.

정부는 공익사업으로 인하여 토지의 취득 및 사용할 시 토지소유자에게 있어 보상금과 함께 세금감면 등의 혜택을 추가로 주어 토지소유자게에게 있어 일시적인 금전적 혜택보다는 장기적 이득을 취할 수 있도록 하여야 한다.

재난·재해나 기상과 같이 국민생활과 직결되는 정보는 여러 기관에서 공통으로 측정하고 있지만 각각의 데이터는 서로 연계가 되지 않는 폐쇄적인 네트워크 상에 존재하고 있다.

이러한 여러 기관에서 측정한 정보의 공유와 관련 시스템의 연계를 통하여 향후 시스템의 구축비용이 절감이 되고 보다 좋은 서비스를 제공해 줄 수 있다.

초기 시스템 구축 중심에서 벗어나 이제는 적극적인 홍보와 교육으로 활용 중심의 정보화 추구가 필요하고, 관련부처 및 기관 간 적극적인 정보 공유를 통해 여러 분야에서의 활용도를 제고해야 한다.

나. 산업적 측면

USN 시범사업을 통하여 성공적이고 활용적인 사업은 정부의 적극적인 지원하에 산업화를 추구하여 보다 많은 민간 사업자를 유치하여 많은 일자리 창출과,

지속적인 테스트와 기술개발을 통한 문제점 개선으로 경쟁력 강화 노력을 실시하여 많은 USN 관련 산업모델 및 기술을 발견하여야 한다.

다. 제도적 측면

.관련부처 및 기관 간 적극적인 정보 공유와 시스템 연계를 위해서는 표준화가 선별조건으로 존재한다.

USN 관련 기술 및 장비의 기술 표준화를 통하여 범용성을 증대 시킬 수 있도록 노력하여야 한다.

또한, 시설물의 개조·신축 시, u-IT 서비스 적용가능성을 염두 해 둔 설계가 가능하도록 제도화를 통하여 u-IT의 기반을 마련해야 한다.

**3. 기타 문제점**

가. 센서노드의 유실 및 파손

관측용 센서의 크기와 고가로 인하여 센서노드를 인위적으로 파손 시키는 행위와 도난 사례가 시범사업을 적용한 후 발생하였다. 이를 해결하기 위해서는 CCTV를 이용한 도난 방지 및 GPS를 적용하여 파손 시점과 유실 되었을 때 위치를 파악하여 수거 할 수 있는 방안이 필요하며, 장비의 소형화와 대량생산으로 비교적 저가의 센서 장비들을 개발을 해야 한다.

나. 전자파에 의한 피해

전자파란 원래 전기자기파로서 이것을 줄여서 전자파라고 부른다. 전자파는 전기장과 자기장의 두 가지 성분으로 구성된 파동(波動)으로서, 공간을 광속도로 전파한다. 전기장은 전자파 발생원의 전압에 비례하여 발생하고, 자기장은 전류에 비례하여 발생한다.

전자파가 인체에 미치는 영향은 크게 인체에 흡수된 전자파 에너지에 의한 열작용, 전자기장에 의해 인체 내에 유도된 전류에 의한 자극작용, 미약한 전자파의 장기간 누적 효과에 의한 비열작용, 그리고 전기장에 의한 쇼크 및 화상으로 대별할 수 있다.

열작용이나 자극 작용은 주파수에 따라 그 영향이 다르다. 100kHz 이하 주파수의 전자파는 주로 유도전류에 의해 신경계 기능에 영향을 미칠 수 있으며, 10MHz ~ 10GHz 범위의 전자파는 주로 인체 내부에 흡수된 전자파 에너지에 의해 전신에 열스트레스를 주거나 과도한 국부가열 현상을 발생시킬 수 있다. 그리고 100kHz ~ 10MHz 범위의 주파수에서는 자극 작용과 열작용이 동시에 존재한다.

또한, 주파수가 10 ~ 300GHz인 전자파는 인체 내부에 깊이 침투할 수 없기 때문에 신체표면 또는 신체표면 근처에 흡수되어 가열작용일 일으킬 수 있다.

USN 시스템에서 주로 사용 되는 센서는 16MHz ~ 2GHz 까지 주파수 대역을 사용하기 때문에 인체 내부에 흡수되어 전자파 에너지에 의해 전신에 열스트레스를 주거나 과도한 국부가열 현상을 발생시킬 수 있다.

# 제 4 장 센서네트워크 기술 현황 및 동향 분석

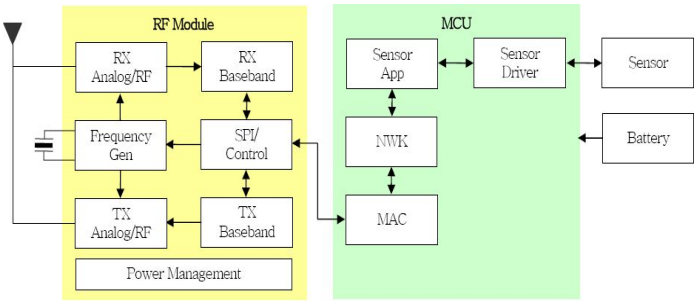
## 제 1 절 국내·외 USN 기술 및 표준화 동향

### 1. 국내·외 USN 기술 동향

군사적 목적으로 연구가 시작된 USN 기술은 지금까지 u-Military 서비스 이외에 다양한 서비스로의 확장을 통하여 USN 관련 기술과 서비스들이 개발되고 있다. 생활환경과 기후 변화를 감지하는 u-Environment 서비스, 교량 및 건물 등의 구조물의 안전 상태를 실시간 감지하기 위한 u-Structure 서비스, 환자의 상태를 실시간 감지하기 위한 u-Hospital 서비스, 실시간으로 교통정보를 수집하여 차량 사고를 감지하고 사고를 미연에 방지할 수 있는 u-Transportation 서비스 등 다양한 분야에 걸쳐 수많은 서비스 모델들이 개발 되고 있다. 이러한 서비스들은 다음과 같은 센서의 구성요들을 통해 이루 지고 있으며 이와 관련된 기술 동향을 분석한다.

가. 센서노드

센서노드는 USN을 구성하는 가장 기본적인 요소로 센서로부터 주위 환경을 모니터링 하면서 최적의 네트워크를 구성 및 기존의 유무선 통신 기술을 이용하여 사용자가 원하는 네트워크 구성이 가능하다.




<그림 4-1> 센서노드의 구성요소

센서노드의 구성은 주로 제어부(MCU), 무선통신부, 센서부 및 전원부로 구성

되며, 현재 운용 중인 응용서비스에서의 센서노드는 다수의 노드를 광범위한 환경에서 분산 배치하여 이용되므로 노드의 전원을 자주 교환하는 것이 어려워 저전력 센서노드 개발이 요구된다. 또한 응용 서비스에 따라 노드의 설치 용이성이 고려되므로 센서노드의 소형화와 경량화가 필수적이다.

1) 제어부(MCU)

센서노드의 MCU는 노드에 부착된 센서의 데이터 처리 및 외부 인터페이스를 위한 SPI, UART, I2C 등의 주변장치, timer, power control 등으로 구성된다. 이러한 주변 인터페이스들은 MCU 부하를 최소화하도록 제공되어야 하며 대량의 데이터를 발생시키는 ADC/DAC 인터페이스 최적화를 지원해야 한다.

MCU는 센서노드에 부착된 센서의 종류 및 노드의 사용 목적에 따라 다양한 성능의 MCU를 필요로 한다. 따라서 사용되는 MCU 구조가 호환성을 유지하면서 탄력적인 구조를 가지고 있어야 하며, 기술의 소형화, 집적화에 따라 소형 메모리가 내장된 저전력 초소형 MCU를 이용하는 기술이 발달되고 있다.

기존에 사용된 8bit MCU에서 센싱된 단순 데이터를 인식 및 감지하는 것이 아닌, 데이터 용량이 큰 영상 정보의 처리, 음성 신호 처리에 대한 분석을 가능하게 하기 위한 고성능 16~32bit의 저전력 MCU개발이 이뤄지고 있으며, MCU와 무선 통신부를 하나의 칩으로 구성하는 SoC 단일 칩 솔루션 개발로 전체 통합 칩의 크기 또한 계속 줄어들 것으로 예상된다.

2) 무선통신부(RF/Modem/MAC)

무선통신부는 송수신 형태 및 주파수, 기능에 따라 다양한 형태로 이루어지고 있으며, IEEE 802.15.4-2006 표준과 ZigBee를 기반으로 제안된 주파수 대역은 868~868.8MHz 대역의 유럽 주파수 대역과 902~928MHz 대역의 북미 주파수 대역, 그리고 ISM 밴드로서 세계 공용으로 사용 가능한 2.45GHz 대역으로 구분하고 있다. 무선통신부의 RF는 direct conversion 또는 Low-IF 구조로 송수신 방식을 제안하여 저전력을 위한 회로 설계로 시스템 구동이 이루어지며, modem에서는 BPSK, O-QPSK, ASK 등 다양한 변/복조 방식의 지원 및 동기 알고리즘을 구현

하고 있다. MAC의 경우, OS 독립적인 스케줄러 관리 및 RF와 modem의 레지스터 세팅기능을 제공한다. 현재, 무선통신부에서의 low duty cycle 적용 및 wake-up circuit 기술 등의 센서노드의 전류 소모를 감소하기 위한 저전력 기술 개발이 진행되고 있다.

3) 센서부(Sensor)

센서는 인간의 오감을 대신하여 물리계 또는 환경계의 현상을 정량적으로 측정하여 정보를 검출하는 소자 및 시스템으로서 센서노드의 중요한 구성요소이다. 센서네트워크의 다양한 응용 영역에 따라 일체식의 다양한 종류의 센서가 필요하므로 조도, 열, 습도, 가속도/지진강도, 음향, 지자기, 위치(GPS) 등과 같은 센서 중 선택적으로 센서노드에 장착할 수 있어야 하며 크기, 전력소모의 문제점과 다중 이종 센서를 집적할 수 있는 기술이 요구된다.

4) 전원부(Battery)

배터리 기술은 센서노드에 장기적으로 안정적인 전력을 공급하여 소자의 원활한 구동을 가능하게 해주는 핵심부품 기술로, 초기 배터리 기술은 폐기 가능한 1차 전지가 주로 사용되었으나, 새로운 휴대통신 단말기의 수요 증가에 따라 1차 전지뿐만 아니라 자가 충전 기능이 추가되는 형태의 태양전지나무선 급전의 방식 등의 다양한 기술들이 소개되고 있다.

나. 미들웨어 및 S/W

USN에서의 미들웨어는 센서 네트워크의 변화지원, 센싱 데이터의 처리·저장·질의처리, 이벤트 처리 기능 등을 제공하는 센서노드 자체를 위한 미들웨어인 센서노드 미들웨어와 이기종 센서 네트워크로부터 수집된 센싱 데이터를 의미 있는 상황정보로 추출·통합·분석하여 저장·관리하며 그 정보를 응용서비스로 전달함으로써 USN 기반의 응용서비스 구현을 효율적으로 관리하는 센서노드 하드웨어와 응용소프트웨어 사이의 중간계 소프트웨어로서의 USN 미들웨어로 나눌 수 있다. 그러나 일반적으로 센서노드 미들웨어와 USN 미들웨어를 USN 미들웨

어로 통칭하고 있다.

USN 미들웨어에서는 사용자의 환경을 감지하고, 상황을 인식 할 수 있는 상황인식(Context Awareness)기술이 주요 기능이라 할 수 있다. 상황인식기술은 센서노드의 주변 환경정보를 객체로 표현하여 위치, 움직임은 물론 수행중인 작업이나 현재 상태정보를 다른 센서노드, 응용계층, 센서 하드웨어가 활용할 수 있는 형태로 전달하는 기능을 담당할 예정이며, 상황인식 기술이 개발된 이후에는 자율적으로 사물제어가 가능한 에이전트 기술 기반의 미들웨어가 요구될 것이다. 현재 USN을 위한 미들웨어 기술은 아직 초기단계로, USN 미들웨어에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

국방 및 환경 분야를 위한 USN 응용 서비스 시스템 구축과 더불어 개발되기 시작한 초기의 USN미들웨어는 그 기능이 각 응용 분야의 서비스에서만 적용되는 수준으로 기능이 매우 단순하였으며 중요성 또한 크지 않았다. 그러나 최근 들어 USN 응용서비스에서 요구하는 센서노드의 수가 급격히 증가하고, 응용 서비스에 있어서 QoS를 보장해야 하고, 다중 센서 네트워크들 간의 연계와 같은 고수준의 기능을 필요로 하게 되고, 복잡도가 높은 USN 응용서비스 모델들이 새롭게 제시되고, USN 응용 서비스 시스템들 간의 통합이 일반화됨에 따라 USN 미들웨어에 대한 요구기능이 매우 다양화되고 그 중요성 또한 점차 증가하게 되었다.

특히, u-City 구축사업과 같이 행정, 의료, 교통, 환경, 재난방재 등의 다양한 USN 응용 서비스 분야들이 통합되어 있는 경우에는 USN 미들웨어에 대한 요구가 더더욱 커지게 되었다. 이와 같이, 복잡하고 다양해지고 있는 USN 응용 서비스들의 요구들을 만족시키기 위하여 USN 미들웨어가 지원해야 할 기능들에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

1) 센싱정보 관리

USN 미들웨어는 응용 서비스가 요청한 질의들에 대하여 응답하기 위하여 센서노드로부터 계속하여 센싱정보들을 획득하게 된다. 여기서, 획득된 센싱정보들의 관리에서 가장 간단한 방법은 센서노드로부터 주어진 정보들을 저장하지 않고, 이를 필요로 하는 USN 응용 시스템에게 단지 전달만 하면 되는 것이다. 그러나 상

황에 따라서 USN 미들웨어는 과거 센싱정보에 대한 요청을 처리하기 위하여, 또는 센싱정보 마이닝 등을 처리하기 위하여 연속적인 센싱정보들을 시간흐름에 따라 효율적으로 저장 및 관리할 수 있는 기능을 제공할 필요가 있다.

이를 위하여, USN 미들웨어는 센싱정보를 효율적으로 저장하기 위하여 local storage, clustered storage, 그리고 external storage 방식을 이용한다. Local storage 방식은 각 센서노드에 직접 센싱정보를 저장하는 방식으로, in-network 미들웨어 수준에서 질의 수행을 가능하게 하여 서버로 전송되어야 하는 센싱정보의 양을 줄임으로써 센서노드의 통신 부하를 감소시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 센서노드가 보유하고 있는 저장 공간의 한계로 인하여 과거 및 최신의 센싱정보를 효율적으로 유지하기 위한 방법이 추가적으로 요구된다. External storage방식은 센싱정보를 모두 server-side 미들웨어에 저장하는 방식으로 많은 양의 정보를 저장할 수 있으나, 모든 정보가 센서노드로부터 서버로 전송되어야 함으로써 센서노드의 통신으로 인한 부하가 매우 커지는 단점이 있다. Clustered storage 방식은 센서노드들 중에서 성능 및 저장 공간 상황이 우수한 몇 개의 싱크노드를 cluster-head 노드로 선정하고, 이 노드들에 센싱정보를 저장하는 방식으로 local storage와 external storage 방식의 장점을 동시에 취하고자 하는 방식이다. 이러한 방식들을 기반으로 USN 미들웨어는 주어진 USN 응용 서비스들의 요구사항에 따라서 위의 세 가지 방법을 적절히 혼용하여 사용하는 것이 가장 바람직하다.

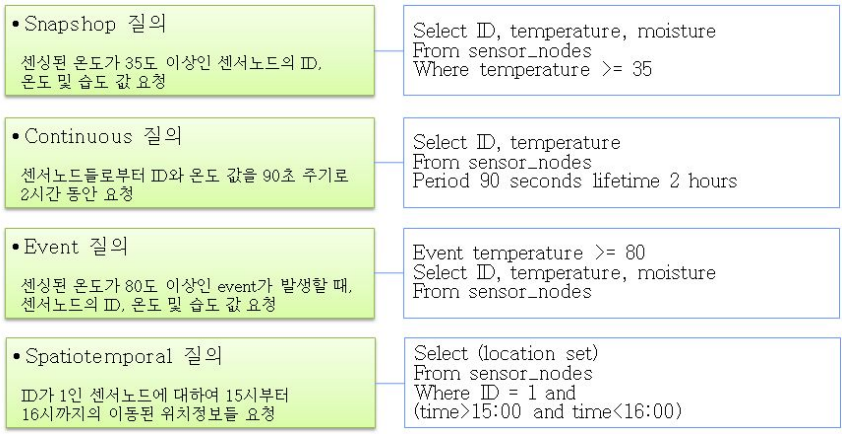
2) 메타정보 관리

USN 미들웨어는 센서 네트워크 및 센서노드에 관한 메타정보를 효율적으로 유지하고, USN 응용서비스 시스템에게 제공할 수 있어야 한다. USN 응용 서비스 시스템은 이러한 메타정보를 이용함으로써 다수의 센서 네트워크들이 복잡하게 동시에 연결되어 있는 USN 미들웨어로부터 자신이 원하는 정보만을 손쉽게 추출하여 획득할 수 있게 된다. USN 환경에서 이러한 메타정보로는 시간 흐름에 따라 변화가 없는 정적인 메타정보와 시간 흐름에 따라 변화가 발생하는 동적인 메타정보로 나눌 수 있다.

예를 들어, 센서 네트워크 ID, 센서 네트워크 내의 센서노드의 개수, 센서노드들의 ID, 센서노드들에 설치된 센서 및 구동기의 종류, 센서노드의 정보 처리능력 등과 같은 정보는 정적 메타정보로 볼 수 있으며, 센서노드의 잔여 전력량, 센서노드의 동작 유무상태, 센서 네트워크의 통신 상태와 같이 실시간으로 변화하는 정보는 동적 메타정보로 볼 수 있다. 여기서, 정적 메타정보는 USN 미들웨어의 메타정보 관리 도구를 통하여 초기에 입력시킴으로써 손쉽게 관리가 가능하다. 그러나 동적 메타정보의 경우는 정확한 정보를 유지하기 위해서 USN 미들웨어가 센서 네트워크에 대하여 주기적인 모니터링 메시지를 전송하여 메타정보를 효율적으로 획득하기 위한방법을 반드시 제공해야 한다.

3) 다양한 질의 유형 지원

USN 응용 서비스의 다양한 요구사항을 효율적으로 만족시키기 위해서 USN 미들웨어는 다양한 형태의 질의를 지원할 수 있어야 한다. 예를 들면, 현재 센싱된 정보를 실시간으로 요청하는 snapshot질의, 센싱정보를 일정한 주기로 연속적으로 요청하기 위한 continuous 질의, 특별한 상황 또는 이벤트가 발생하였을 때에만 센싱정보를 요청하는 event질의가 기본적으로 지원되어야 한다. 이외에도 모바일 센서노드를 지원하는 USN 미들웨어의 경우에는 시간 변화에 따른 위치정보의 획득이 가능한 Spatiotemporal 질의도 지원할 수 있어야 한다.




<그림 4-2> USN 미들웨어 질의 유형 및 SQL 예제

4) 상황정보 생성 및 관리

최근에 소개되고 있는 USN 응용 서비스 모델은 센싱정보를 획득하고 검증하여 단순히 사용자에게 제공하는 수준이 아니라, 수집된 센싱정보들을 이용하여 과거에 저장된 정보들과 비교 분석하고, 예측하고, 추론하여 새로운 상황정보를 생성할 수 있는 기능들을 필요로 하고 있다. 그러므로 USN 미들웨어는 상황정보 생성을 위하여 과거 수집된 정보 DB와 외부 비즈니스 DB 등을 연계하기 위한 기능과 상황정보 생성을 위한 규칙을 정의하고 이러한 규칙을 처리할 수 있는 방법 등을 지원해야 한다. 이러한 상황정보의 생성 기능은 센서노드 성능의 효율성과 다양한 USN 응용 서비스 모델을 지원하기 위하여 server-side 미들웨어에서 뿐만 아니라, in-network 미들웨어서도 지원 가능하도록 구현하는 것이 바람직하다.

5) 이기종의 센서 네트워크 통합 지원

u-City 구축사업과 같은 최근의 USN 응용 시스템에서는 한 개 이상의 다수 센서 네트워크들이 통합되어 시스템이 구성되는 경우가 많이 발생하고 있다. 여기서, USN 미들웨어에 연결된 모든 센서 네트워크 인프라들이 동일한 종류의 센서노드를 이용하고, 동일한 무선통신 방법을 이용하고, 동일한 기능을 제공하는 경우에는 USN 미들웨어와 다수 센서 네트워크와의 통합에 큰 어려움이 없다. 그러나 ZigBee, Bluetooth, WLAN, CDMA 등과 같이 다양한 종류의 무선통신 방법들이 이용되고, Mote 계열, Nano 계열, NeurFon 계열 등의 다양한 종류의 센서노드들이 이용되는 현실에서 USN 미들웨어는 이들을 추상화시킴으로써 센서노드 및 무선통신 방법에 독립적으로 USN 응용 서비스들의 모든 요구를 처리할 수 있는 기능을 반드시 지원해야 한다.

6) QoS 보장

u-Hospital, u-Healthcare, u-Transportation 서비스 등과 같이 사람의 안전과 관계되는 USN 응용 서비스들은 수집되는 센싱정보에 대하여 높은 신뢰도를 요구하게 된다. 여기서, '신뢰도'는 첫째는 수집된 센싱정보의 정확성을 의미하며, 둘

째는 수집된 센싱정보의 실시간성을 의미한다. 다시 말하면, 사람의 안전과 관계되는 USN 응용 서비스는 수집된 센싱정보의 오차가 매우 작아야 하고, 센싱정보가 요구하는 시간 내에 수집되어야 한다는 의미이다. 이를 위하여, USN 미들웨어는 응용 서비스의 우선순위가 높은 질의를 효율적으로 수행하기 위하여 server-side 미들웨어에서의 우선순위 질의 큐를 이용하는 방법과 in-network 미들웨어에서의 무선통신 및 센서노드의 자원을 우선적으로 할당받기 위한 방법 등을 제공해야 한다.

7) 센서노드 미들웨어의 갱신

컴퓨팅 능력이 우수한 센서노드들이 이용되는 경우에 USN 미들웨어는 고급 기능으로 센서노드에 설치된 미들웨어 소프트웨어를 원격으로 갱신할 수 있는 기능을 제공할 필요가 있다. 많은 수를 가지고 있고, 이동성을 가지고 있으며, 지리적으로 광범위하게 분포되고, 사람이 직접 제어하기 어려운 곳에 빈번히 위치하는 센서노드들의 특징을 고려할 때, 만약 센서노드 미들웨어의 갱신이 요청되게 되면 이러한 자동적인 센서노드 미들웨어 갱신 기능은 반드시 필요하게 된다. 그러므로 USN 미들웨어는 센서노드들 간의 무선 통신을 이용하여 센서노드들의 소프트웨어 기능을 갱신할 수 있는 방법을 제공해야 한다. 실제로, 이러한 센서노드의 기능 갱신은 센서네트워크 주변 상황이 급격하게 변화하거나 USN응용 서비스의 요구사항이 크게 변경될 때 빈번히 발생할 수 있다.

8) 센서노드의 위치인식

모바일 센서노드를 이용하는 경우에는 센싱정보 이외에, 실시간으로 센서노드의 위치를 파악하는 기능이 매우 중요하다고 할 수 있다. 실제로 사람 또는 이동체에 센서노드를 부착하여 실시간으로 센서노드의 위치인식을 바탕으로 센싱정보를 획득할 수 있는 기능은 다양한 USN 응용 서비스 모델의 생성을 가능하게 해준다. 예를 들면, u-Hospital에서 환자, 의료장비, 의사, 간호사들에 대한 실시간 위치 추적과 이러한 위치정보를 기반으로 환자들의 상태 정보수집 서비스가 가능해질 수 있다. 그러므로 USN 미들웨어는 센서노드들 간의 무선통신을 이용하여

센서노드들의 상대적인 위치를 파악하고, 기준 위치가 되는 고정 싱크노드들을 이용하여 실제 위치를 파악할 수 있는 기능을 제공해야 한다.

9) 센싱정보의 보안

센서 네트워크는 기본적으로 센서노드들 간의 무선통신으로 구성되어 있기 때문에 센싱정보들이 타인에 의하여 도청 당하거나, 심지어는 비정상적인 값으로 조작될 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 그러므로 USN 미들웨어는 in-network 미들웨어에서 센서노드들 및 게이트웨이 간의 협업을 통하여 센싱정보를 보호하기 위한 방법을 반드시 제공해야 한다. 이러한 센싱정보 보안에서 주의해야 할 점은 정보보호 기능을 구현할 때, 효율성을 위하여 센서노드의 자원(전력, 통신 등)의 점유를 최소화해야 한다.

다양한 분야의 USN 응용 서비스를 구축하기 위한 시스템의 개발은 USN 미들웨어 시스템의 발전에도 큰 영향을 미치게 되었다. 실제로 USN 응용 서비스에 따라서 다양한 형태의 USN 미들웨어들이 소개되었다.

- MiLAN : USN 응용 서비스의 QoS 요구조건에 대한 보장을 최우선 목표로 하여 개발된 미들웨어
- DSWare : RFID 미들웨어와 유사하게 끊임없이 획득되는 센싱 정보에 대하여 이벤트들을 설정함으로써 USN 응용 시스템에게 원하는 정보를 전송하는 이벤트 기반의 미들웨어
- Impala : USN 응용 서비스 변화 및 센서 네트워크 주변 환경 변화에 따라 센서노드 미들웨어의 기능을 무선 통신을 통하여 동적으로 변화시킬 수 있는 미들웨어
- TinyDB 및 Cougar : 센서 네트워크에 존재하는 센싱 정보들을 분산 데이터베이스의 분산 데이터로 간주하여 USN응용 시스템의 요구사항을 분산질의 처리 과정으로 수행할 수 있는 미들웨어

<표 4-1> 주요 USN 미들웨어별 특징 및 한계점

| USN 미들웨어 | 주요 특징 | 비고 |
|---|---|---|
| TinyDB (Berkeley) | • 센서 네트워크를 가상의 분산 데이터베이스로 간주<br>• Server와 in-network 미들웨어가 협력적으로 동작 | • TinyOS 기반의 센서노드에서만 이용이 가능하며, 센서노드에 신규 기능을 추가할 때, 모든 센서노드가 보유하고 있는 질의 처리기 모듈을 수정해야 함 |
| Cougar (Cornell) | • 모든 센싱정보를 서버에 불러온 다음, DB 기반 접근방식으로 질의 처리<br>• Server-side 미들웨어, SQL-like 질의 언어 지원, 질의 수행 최적화 지원 | • Server-side 미들웨어로서 모든 센서노드들이 센싱정보를 서버로 전송해야 함 |
| SINA (Delaware) | • Cougar와 유사한 server-side 미들웨어로, SQLlike 질의 언어를 지원<br>• 지리적으로 인접한 센서노드들을 계층적 cluster로 묶어서 관리함 | • Cougar와 마찬가지로 서버시스템이 모든 센싱정보를 유지하고 있어야함<br>• Cluster head 노드들이 센싱정보를 모두 서버로 전송함 |
| DSWare (Virginia) | • DB 방식으로 SQL-like 질의 언어를 지원<br>• 센서노드들에 대한 동적인 그룹 관리 방법 지원 | • 특정 제품의 센서노드 하드웨어에 대한 의존적인 미들웨어<br>• 이종의 센서노드들에 대한 추상적인 인터페이스 제공 기능이 부족함 |
| Milan (Rochester) | • USN 응용 시스템의 QoS 요구 처리 기능 지원<br>• QoS 요구와 센서 네트워크의 리소스를 비교 분석하여 센서 네트워크의 lifetime은 최대화하면서 QoS 만족 | • USN 응용 서비스에 tightly-coupled 되어 있어 이종의 센서노드들에 대한 추상화를 지원하지 않음<br>• 모바일 센서노드를 지원하지 않음 |
| Impala (Princeton) | • 센서노드 기능의 동적 갱신 지원<br>• Binary 명령어를 수행할 수 있는 모바일 코드 기술을 이용하여 노드의 기능을 실행 시에 동적으로 변경 | • Hewlett-Packard 제품에 의존적인 미들웨어로서, 이종의 센서노드들에 대한 추상화를 지원하지 않음 |
| Mate (Berkeley) | • 센서노드 기능의 동적 갱신 지원 (TinyOS 기반)<br>• Byte code와 Virtual Machine 기반의 센서노드 기능을 실행 시에 동적으로 변경할 수 있음 | • 센서노드가 VM 기반으로 구성됨으로써, 복잡한 기능의 갱신일 때 interpretation 과정으로 인한 추가의 리소스 손실이 있음 |
| COSMOS (ETRI) | • 다양한 유형의 질의 지원(일시성, 연속성, 이벤트)<br>• 이종의 센서 네트워크에 대한 추상화 기능 지원 | • In-network aggregation과 같은 센서노드 미들웨어 기능이 부족함 |

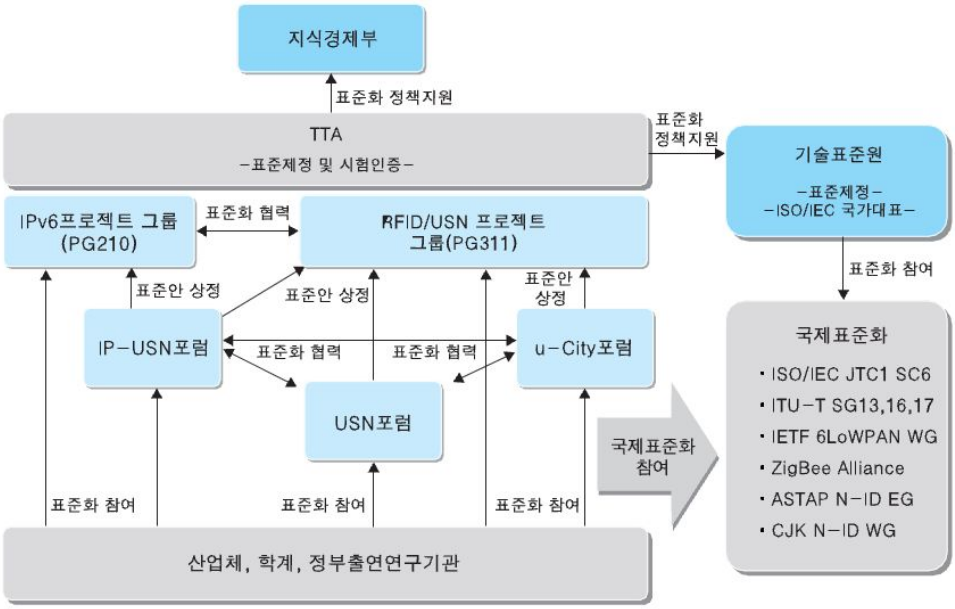
출처 : IITA, 주간기술동향

## 2. 국내·외 USN 표준화 동향

USN 표준과 관련하여 국내에서는 TTA와 USN포럼, IP-USN포럼, u-City포럼 등에서 표준화 작업이 진행되고 있다. 국제적으로는 ITU-T 및 ISO/IEC JTC1 등에서 USN 및 센서네트워크표준화작업이 진행되고 있다. 또한 USN의 센서네트워크를 위한 요소기술로 센서의 네트워킹에 대한 IEEE 1451, 개인영역무선통신에 관한 IEEE 802.15, 홈·빌딩·공장자동화를 목표로 빠른 응용을 위한 산업체결속인 지그비얼라이언스(ZigBee Alliance)등이 활발하게 활동하고 있다

### 가. 국내 USN 표준화 동향

USN 국내표준화는 IP-USN포럼, USN포럼, u-City포럼이 산업체표준을 만들고 TTA를 통해 정보통신단체표준으로 제정되며 상호간의 표준화 협력을 통해 국내표준화 활동이 이루어진다.




<그림 4-3> 국내 USN 표준화 체계

#### 1) TTA

IP-USN 포럼, USN 포럼, u-City포 럼의 포럼표준은 TTA로 제안되어 TTA 단체표준으로 제정하는 절차를 거치거나 TTA로 직접 제안되어 해당 프로젝트그룹에서 표준개발이 진행되고 있다. 지금까지 TTA에서 개발된 대표적인 USN 관련 표준들은 다음과 같다.

- TAS.KO-06.0165, USN 검색서비스(USNODS) 구조
- TAS.KO-06.0170, USN 미들웨어플랫폼 표준참조모델
- TAS.KO-06.0197, 센서노드식별코드체계 및 데이터구조
- TAS.KO-06.0198, u센서노드의 위치표현을 위한 위치정보코드(GGC)
- TAS.KO-06.0200, USN 응용을 위한 디렉터리 서비스 참조모델

또한 초소형 저전력형의 센서노드에 IPv4 및 IPv6 기능을 탑재하기 위한 저전력 무선 센서노드를 위한 IPv4 및 IPv6 기술표준들이 개발 중에 있으며 정부주도의 각종 USN 관련시범사업의 결과로 USN 서비스별 요구사항을 정의한 요구사항 프로파일표준이 개발되고 있다.

2) USN포럼

USN포럼에서는 USN 관련기술표준들이 개발되고 있으며, 포럼에서 개발된 표준들은 TTA로 제안되어 TTA 단체표준제정을 위한 절차를 밟게 된다. 현재 USN 포럼에서 개발되었거나 개발 중인 표준은 다음과 같다.

- SN 검색서비스(USN-ODS) 구조
- SN 응용서비스요구사항프로파일(서비스별 다수)
- SN 메타데이터(개정)
- 센서네트워크공통인터페이스(개정)

3) IP-USN포럼

IP-USN포럼은 IP 기반의 센서네트워크기술을 위한 표준작업을 하고 있으며

IETF 6LoWPAN WG과 연계해 저전력·초소형 센서를 위한 IP 기술관련 표준화 작업이 진행되고 있다. IEEE 802.15.4 PHY/MAC 기반의 IPv6에서 IP 기반라우팅 관련 기술에 대한 표준화작업도 활발히 진행 중이다.

4) IPv6 Convergence WG(Working Group)

IPv6 Convergence WG은 IPv6 포럼코리아에서 IPv6를 이용한 통합에 관련된 활동을 추진하는 국내워킹그룹이다. IPv6 포럼코리아는 지난 2005년 초기에 IPv6 포럼코리아의 워킹그룹을 개편하면서, 현재 IPv6의 주요 이슈를 IPv6 Convergence로 선정하고 본 워킹그룹을 신설하게 되었다. IPv6 Convergence WG은 특정분야에 한정되지 않고, IPv6를 광범위하게 적용 할 수 있는 가능한 분야를 찾고 이에 필요한 협력을 이끌어 내기 위해 2005년부터 활동하게 되었다. 따라서 IPv6 Convergence와 더불어 IPv6 기술의 국내조기도입과 IPv6 관련시장 활성화를 위해 정규 멤버를 산업체, 연구소 그리고 학계로 구성하고 격월로 워킹그룹정기회의를 통하여 정규멤버들 간의 주요이슈를 논의하고 최신정보를 공유해 나가고 있다.

IPv6 Convergence WG는 2005년 3월 25일 1차 정기회의를 시작으로 IETF/IEEE 및 관련분야전문가들을 초청하여, 주요기술에 대한세미나를 갖고 회원들 간의 유용한 정보를 공유하고 최신동향을 파악해왔다. 지난 2005년 6월 10일에는 2차 정기회의를 가지고 전문가초청세미나를 통한 IPv6와 센서네트워크간의 상호운용성에 대한논의를 하였다. 또한 포럼코리아 내 다른 워킹그룹들과의 효율적인 정보를 공유하며 IPv6 인프라통합을 위한 적극적인 활동을 전개해 나가고 있다.

IPv6 Convergence WG은 정기회의를 통해 IPv6 통합 중 어떠한 이슈가 선행되어야 하는지를 논의하였고 이에 Sensor 분야를 선정하게 되었다. 총3회에 걸친 정기회의에서 전문가초청세미나를 통해 주요이슈에 대한개념과 IPv6 적용방안, 그리고 IPv6 적용 어플리케이션에 대한 논의가 활발히 이루어졌다. 따라서 본 IPv6 Convergence WG의 취지는 관련기관들과의 협력 및 기술적 내용과 이슈 등의 공유를 비롯해 더 나아가 워킹그룹차원의 가이드라인 또는 국내 표준문서 등을 작

성 할 계획을 갖고 IPv6 통합에 대한전문가들의 상호의견과 정보를 공유해 나갈 것이다.

현재 IPv6 Convergence WG는 국내활동이외에도 IPv6에 관련한 IETF(Internet Engineering Task Force) 6LoWPAN(IPv6 over Low power WPAN) WG에 참여하고 있다. IPv6 Convergence WG에서는 아직까지 구체적인 표준화문서작업은 시작되지 않았지만, IETF의 6LoWPAN 기반기술의 국내표준화 또는 워킹그룹차원의 국제 표준제안 등을 예정하고 있다. 현재 IPv6 Convergence WG은 6LoWPAN 정기회의에 주기적으로 참여하고, 아주대학교와 6LoWPAN 관련표준화작업을 위해 Interoperability를 비롯한 4가지의 드래프트를 제출함으로써 IETF 6LoWPAN WG과의 활동을 꾸준히 연계하고 표준화문서작업에 노력하고 있다.

현재 IETF 6LoWPAN에서는 IEEE 802.15.4 MAC/PHY 상위 계층으로 IP 및 TCP/UDP 등의 기존 인터넷에서 사용하는 통신 프로토콜을 이용하는 환경에서의 IPv6 패킷 전송 방안을 결정하고 있다. 경쟁기술인 ZigBee가 소규모 USN에 적합하다면 IP-USN은 대규모 USN에 유용하며 기존 인터넷 서비스와 바로 연계된 장점을 지니고 있다. ZigBee에서도 IPv6를 적용하는 방안이 연구되고 있으나, 6LoWPAN과 비교하여 비용 면이나 복잡성면에서 경쟁력이 떨어지고 있다.

나. 국외표준화 동향

USN 관련 국제표준화단체는 ITU-T, ISO/IEC JTC1, IEEE, IETF 및 ZigBee 등이 있다. 또한 OGC(Open Geospatial Consortium)와 같은 단체에서도 센서 네트워크 관련 표준화 작업이 진행되고 있다.

그러나 ITU-T와 ISO/IEC JTC1을 제외한 나머지 표준화기구들은 초소형·저전력형 노드의 통신을 위한 PHY/MAC 기술(IEEE 802.15)이거나, IEEE 802.15.4 기반에 네트워크 프로토콜을 정의한 기술(ZigBee) 및 IEEE 802.15.4 기반에 IPv6를 탑재하기 위한 기술(IETF) 등에 관련된 표준화가 진행 중이며, USN 또는 센서 네트워크 주제의 기술표준화는 ITU-T와 ISO/IEC JTC1에서 진행된다.

1) ITU-T

ITU-T에서는 한국 주도로 2007년부터 USN 관련국제표준화가 진행되어 왔으며 SG13, SG16, SG17등에서 현재 3건의 국제 권고안이 개발되고 있다. SG13에서는 NGN(Next Generation Network) 환경에서 USN 서비스를 지원하기 위해 NGN이 지원해야 하는 서비스 요구사항을 정의하는 표준이 한국 주도로 개발되고 있다. 추후 개발된 표준을 바탕으로 USN 서비스를 지원하기 위한 NGN의 구조 및 기능 요구사항을 정의하는 권고표준안개발이 예상된다.

SG16에서는 국내 TTA 표준을 바탕으로 다양한 USN 서비스에서 요구하는 공통적인 기능을 지원하기 위한 USN 미들웨어에 대한 기능 및 참조구조를 정의하는 권고안이 개발되고 있다. 특히 SG16는 2009년 새로운 회기가 시작되면서 USN 표준화를 전담하는 Q(Question; ITU-T의 SG 내에서 관련 표준화 작업을 진행하는 소그룹)가 한국의 제안에 의해 새로 신설될 것이며, 이 경우 활발한 USN 표준화 활동이 예상된다.

SG17에서는 USN의 정보보호 프레임워크를 정의하는 권고안이 개발되고 있다. 현재 ITU-T에서 개발되고 있는 국제표준은 다음과 같다.

- Y.USN-reqts, NGN 환경에서 USN 서비스를 지원하기 위한 요구사항 정의
- F.usn-mw, USN 미들웨어의 서비스 요구사항 정의
- X.usnsec-1, USN 정보보호 프레임워크

2) ISO/IEC JTC1 SC6/WG7

한국이 제안한 센서 네트워크 참조모델 표준작업이 2008년 10월에 ISO/IEC JTC1 SC6에서 통과되어 11월에 WG7에서 이에 대한 첫 회의를 가졌다. 센서 네트워크 참조모델 표준은 다양한 센서 네트워크 응용에 대한 정의 및 분류와 이를 지원하기 위한 센서 네트워크의 기능 요구사항을 정의하며, 이러한 센서 네트워크의 기능들 간의 관계 등이 정의될 예정이다. ISO/IEC JTC1 SC6/WG7의 센서 네트워크 참조모델 표준 작업은 국내 TTA에서 진행되고 있는 USN 참조모델을 기반으로 진행될 것으로 예상하며, 현재 중국 및 영국과 독일을 비롯한 다수의 국가

에서 해당 표준화 작업에 대한 깊은 관심을 보이고 있다.

한국은 현재 ITU-T를 비롯해 ISO/IEC JTC1 SC6/WG7의 USN 표준화 작업을 주도하고 있다. 이는 USN 구조에서 하단의 센서 네트워크에서부터 고정망인 NGN 및 USN의 응용계층인 미들웨어 분야에서 한국이 주도권을 가지고 표준화 작업을 수행할 수 있음을 의미한다. 이를 통해 한국이 구상하는 USN에 대한 국제 표준화가 가능할 것으로 예상된다.

3) ISO/IEC JTC1 SGSN

ISO/IEC JTC1 SGSN(Study Group on Sensor Network)은 2007년 ISO/IEC JTC1 전체회의에서 구성하기로 결정했다. 2008년 6월과 9월에 각각 회의가 개최되었으며, 다음의 역할을 수행한다.

- 여러 다양한 분야에서 사용되는 센서 네트워크 응용의 정의 및 요구사항 파악
- 센서 네트워크 고유의 특성과 타 네트워크의 공통된 특성 파악
- 기능 관점에서 센서 네트워크 구조 정의 및 엔티티 정의
- 센서 네트워크에 적용할 수 있는 프로토콜분석 및 센서 네트워크 특징적인 프로토콜 요소 파악
- 타 표준화기구의 센서 네트워크 표준화 동향 파악
- JTC1에서 다루어야 할 센서 네트워크 표준화 분야 정의

SGSN은 2차 회의의 결과로 현재 센서 네트워크에 대한 기술문서를 발간한 상태이며, 이 기술문서는 추후에도 계속 개정될 것이다. SGSN의 기술문서는 센서 네트워크의 정의 및 다양한 응용이 정의되며, 센서 네트워크의 특성 및 요구사항 등도 명시된다. 또한 센서 네트워크 구조에 대한내용도 포함했으며, ISO/IEC JTC1 SC6/WG7의 센서 네트워크 참조모델 표준화 작업과 긴밀한 관계가 있다. USN 표준화 활동에서 반드시 고려해야 할 작업들이 진행되고 있으므로, 국내 관련 단체 및 연구자들의 주의 깊은 관심이 요구된다.

4) IEEE 1451

USN 응용 개발에는 여러 가지 문제가 있지만 특히, 다양한 지능형 변화기(센서, 엑츄에이터)와 네트워크 간 호황성 문제가 하드웨어, 운영체제, 응용 등의 설계와 구현에 있어 복잡함을 증가시키고 개발 비용을 증가시키는 근본적인 문제로 대두됨에 따라 1993년 3월, NIST(National Institute of Standards and Technology)와 IEEE의 기술 위원회를 중심으로 스마트 센서 통신 인터페이스의 표준에 대한 논의가 이루어져 1994년부터 IEEE 1451이 표준화 활동을 시작하였다. 현재 IEEE 1451.0부터 IEEE 1451.6까지 7개의 워킹 그룹을 통해 지능형 변환기와 네트워크 간 호환을 위한 하드웨어와 소프트웨어의 표준안을 출판, 제정하고 있다.

<표 4-2> IEEE 1451 워킹 그룹

| 구 분 | 목 적 |
|---|---|
| IEEE 1451.0 | ▪ IEEE 1451 지능형 변환기 표준을 위한 공통된 기능, 명령, TEDS(Transducer Electronic Data Sheet)를 정의 |
| IEEE 1451.1 | ▪ 네트워크화 된 지능형 변환기와 각 모델을 대표하는 클래스의 소프트웨어 인터페이스 특성을 위한 공통의 오브젝트 모델 정의 |
| IEEE 1451.2 | ▪ TEDS와 TEDS의 데이터 형식, 10-wire 유선 디지털 인터페이스 및 변환기와<br>▪ 마이크로프로세서간의 통신 프로토콜 정의 |
| IEEE 1451.3 | ▪ 디지털 통신 및 분산 멀티 시스템을 위한 TEDS 포맷을 지원 |
| IEEE 1451.4 | ▪ 아날로그(Analog) 변환기를 위한 인터페이스 정의<br>▪ 아날로그와 디지털(Digital) 운용 모드를 지원하는 아날로그 변환기를 위한 혼합<br>▪ 모드(Mixed-mode) 인터페이스 정의 |
| IEEE 1451.5 | ▪ IEEE 80211(WiFi), IEEE 802151(Bluetooth), IEEE 802154(ZigBee) 프로토콜을 물리계층으로 사용하는 무선 센서 인터페이스를 정의 |
| IEEE 1451.6 | ▪ 고속 CANopen 기반의 변환기 네트워크 인터페이스를 위한 표준 정의 |

출처 : 한국전산원

IEEE 1451 워킹 그룹은 1994년 '제1회 IEEE/NIST 스마트센서 인터페이스 표준화 워크숍'의 개최를 통해 표준화 활동을 시작 하였으며, 'Sensors EXPO'에서 그 성과를 발표하고 워크숍을 개최하는 등의 활발한 활동을 통해 센서 인터페이

스의 표준화를 진행 하였다. 그 결과, 1997년에 발표된 P1451.2 워킹그룹의 'IEEE Std 1451.2-1997' 표준문서를 시작으로 각각의 그룹을 통해 표준문서가 작성되어, 1999년에는 'IEEE Std 1451.1-1999', 2003년에 'IEEE-Std 1451.3-2003', 2004년에 'IEEE Std 1451.4-2004'가 각각 공개되었다. 현재, P1451.5, P1451.6 워킹그룹은 드래프트를 작성 중 이다.

5) IEEE 802.15

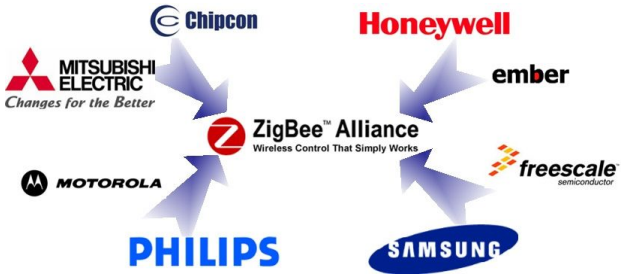
IEEE 802.15는 무선 LAN의 표준화를 진행하는 IEEE 802.11에서 분리된 근거리무선 통신 표준화 위원회로, 무선 개인영역 네트워크(Wireless Personal Area Networks, WPAN) 또는 단거리 무선네트워크를 위한 표준을 제정하는 것을 목표로 한다. WPAN은 PC, PDA, 셀룰러폰 등의 무선이동기기간의 통신을 가능하게 하며, 다른 무선통신기술에 비해 에너지소비가 낮고 저가이기 때문에 센서네트워크에 도입되기에 적합한 통신기술로 부각되고 있다. 특히, IEEE 802.15.4 표준은 센서네트워크에서 가장 적합한 통신기술로 인정받고 있으며, 현재 ZigBee와 6LoWPAN의 MAC(Medium Access Control) PHY(Physical) 계층표준으로 사용되고 있다.

<표 4-3> IEEE 802.15 워킹 그룹

| 구 분 | 목 적 |
|---|---|
| WPAN(TG1)<br>Bluetooth | ▪ 10m 정도 근거리 무선 통신 기술에 대한 표준 제정 |
| Coexistence<br>(TG2) | ▪ WPAN과 WLAn과의 전파 간섭 축소 방법 연구 |
| High Rate<br>(TG3) | ▪ 20Mbps 이상의 전송률 지원을 위한 MAC/PHY 연구<br>▪ 2.4GHz ISM 대역 |
| High Rate(TG3a)<br>Alt. PHY UWB | ▪ TG3에서 PHY를 100Mbps 이상 고속화하기 위한 Alternative PHY 연구 |
| mmWave<br>(SG3c) | ▪ TG3a에서 밀리미터파(60GHz)를 활용한 초고속 Alternative PHY 연구 |
| Low Rate(RG4)<br>ZigBee | ▪ 최대 전송 속도 20 ~ 25Kbps의 MAC/PHY 연구<br>▪ 2.4GHz ISM 대역, 868/915MHz 듀얼 PHY 연구 |
| Low Rate(TG4a)<br>Alt. PHY UWB | ▪ UWB PHY를 이용한 저속 위치인식 네트워킹 연구 |
| Mesh Networking<br>(TG5) | ▪ WPAN에서 Mesh Networking을 위한 MAC/PHY 연구 |

6) ZigBee Alliance

ZigBee Alliance는 가정, 상업, 산업 분야에서 사용되는 무선 솔루션들을 개발하는 회사들의 글로벌 협회로, IEEE 802.15.4 표준의 PHY층과 MAC층을 기반으로 저비용, 저전력으로 무선 네트워킹이 가능한 제어와 모니터링이 제품을 위해 상위 프로토콜 표준을 정의하는 것을 목표로 ZigBee의 네트워크 계층에서 응용계층까지 모든 계층을 정의하고 있다. ZigBee는 저비용, 저전력 WPAN 통신기술의 대표적인 기술 중 하나로, 설계가 용이하고 개발비용이 낮아 최근 원격제어 및 관리의 응용에 적합한 HA(Home Automation)과 USN 구현에 중추적 기술로 대두되고 있다.

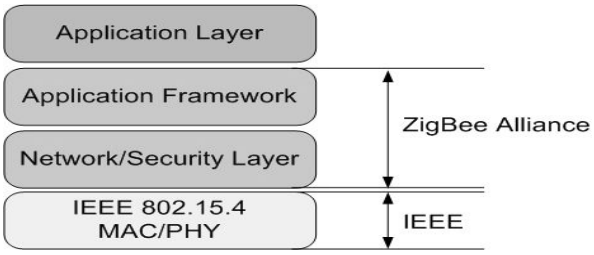



<그림 4-4> ZigBee Alliance 프로모터

ZigBee Alliance의 프로모터는 칩콘(Chipcon), 필립스(Philips), 미쓰비시(Mitsubishi), 모토로라(Motorola), Honeywell, Freescale, Ember, 삼성으로 구성되어 있으며, 100개 이상의 참여기업이 존재한다. 국내에서도 LG, TTA, 한국무선네트워크(Korwin), 한국전자통신연구원(ETRI) 등 다수의 기업 및 연구단체가 참여기업으로 활동하고 있다.

ZigBee Alliance는 2003년 완성된 IEEE 802.15.4 표준을 기반으로 저전력 무선네트워킹이 가능한 모니터링 및 제어(Control) 제품을 위해 상위 프로토콜표준을 정의하는 것을 목표로 한다. ZigBee는 단순기능이 요구되는 초소형, 저전력, 저가격시장에 적합한 기술로 우선 HA와 같은 홈네트워크 분야에서의 적용에 초점을 맞추고 있으나, 궁극 적으로는 다양한 분야에 적용시키는 것을 목적으로 하고 있다.

ZigBee Alliance는 ZigBee 네트워크를 구성하기위해 네트워크계층, 응용프로그램을 지원하기위한 응용지원부계층(Application Support Sublayer), 응용프레임워크(Application Framework), 보안계층, ZDO(ZigBee Device Object)등에 대한 표준화를 진행하여, 2004년에 ZigBee Alliance 0.92 버전을 발표하고 2004년 12월에 1.0 버전을 발표하였다. 그 후 ZigBee Alliance 멤버에게만 공개되었던 문서가 2005년 6월 ZigBee 표준1.0 버전으로 공개 되었다.




<그림 4-5> ZigBee Alliance 표준화 작업 범위

ZigBee 스택은 OSI(Open Systems Interconnection) 7계층 모델을 기반으로 계층적 구조를 가지고 있으며, IEEE 802.15.4 표준을 기반으로 네트워크계층에서 응용계층까지 모든 계층을 정의하고 있다. ZigBee의 계층적 구조는 논리적으로 명확히 구분이 되어있다. 우선 네트워크계층에서는 노드들이 네트워크에 접속하고 접속을 끊는 메커니즘과 보안이 적용된 데이터프레임, 그리고 원하는 목적지까지 데이터프레임을 전송하기 위해 경로를 찾는 라우팅알고리즘과 프레임전달 메커니즘 등이 정의되어있다.

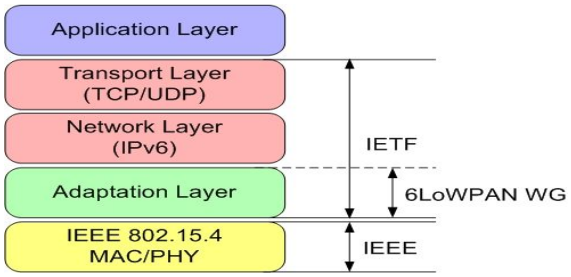
응용지원부계층(APS)에서는 두 개의 서로간의 장치를 연결하기 위한 바인딩 테이블관리와 바인딩된 장치 간에 메시지를 전송하기 위한 메커니즘이 정의되어 있다. ZDO에는 네트워크에서 각장치의 역할에 대한 정의와 바인딩에 대한 초기화와 바인딩이 되는 과정, 네트워크 장치간의 보안과 장치들이 제공하는 서비스를 발견하는 방법 등이 정의되어있다. ZigBee Alliance는 기업들이 주축이 된 만큼, 표준제정과 동시에 참여기업들에 의한 제품생산이 이루어지고 있다.

7) IETF 6LoWPAN

2004년까지 저전력 무선네트워크를 구축하기 위한 기술은 블루투스나 ZigBee와 같이 업계의 제휴에 의해 다뤄지고 있었다. 2004년 말에 이르러 저전력 무선네트워크기술을 개발하는 기업들 사이에서 ZigBee 대신 IEEE802.15.4 위에 직접 IP를 매핑 하는 방안에 관한 새로운 워킹그룹에 많은 관심이 몰리기 시작했다. 이에 힘입어 6LoWPAN이 2004년 11월 10일 미국워싱턴에서 열린 61번째 IETF에서 BOF(Birds of a Feather, IETF의 정식 워킹그룹이 되기 전 구성 할 수 있는 그룹) 활동을 시작하게 되었다. 그리고 2005년 3월 62번째 IETF에서 인벤시스(Invensys)의 Geoff Mulligan을 의장으로 하여 워킹그룹이 창설 되었다.

6LoWPAN(IPv6 over LoWPAN) IETF 워킹그룹은 LoWPAN 상에서 IPv6 패킷전송방안을 정의하는 것을 목표로 하고 있다. LoWPAN은 IEEE 802.15.4 장치들로 구성되어 있는 네트워크로서 저전력, 저가격, 저대역폭, 고밀도, 스타/메시 토폴로지 등의 특징을 가진다.

따라서 6LoWPAN은 MAC/PHY의 상위계층으로 IP 및 TCP/UDP 등의 환경을 구축하는 데에 있어서 주기적 수면을 포함한 라우팅, 적은오버헤드, 작은 라우팅테이블, 확장성 등을 구현하고자 한다. 이 과정에서 기존의 검증된 기술의 재사용을 비롯하여 ZigBee와 같은 비 IETF 기관들과의 정보교환 및 협력을 기대하고 있다.




<그림 4-6> 6LoWPAN 워킹그룹 작업 범위

6LoWPAN은 IP를 사용함으로써 기존의 구축된 인프라를 그대로 이용 할 수 있어서 추가비용이 절감될 뿐만 아니라 잘 알려지고 검증된 IP 기술들을 사용 할

수 있을 것으로 기대하고 있다. 그리고 LoWPAN에서는 기존네트워크들에 비해 상당히 많은 수의 노드가 배치되어야 하므로 큰 주소공간과 자동주소설정과 같은 기능을 내장하고 있는 IPv6가 적합하다. 따라서 6LoWPAN에서는 IPv4는 고려하지 않는다. ZigBee의 경우에도 IPv6를 적용하는 방안이 연구되고 있지만, 무겁고 비용이 많이 들며 복잡하여 6LoWPAN의 대안이 되지는 못할 것으로 내다보고 있다.

인텔(Intel)의 경우에도 처음에는 ZigBee에 참여하였지만 여러 가지 문제점들로 인해 다시 나오게 되었다. 최근 다수의 기업들이 위와 같은 이유로 LoWPAN에서 활동하고 있다. 현재 국외의 마이크로소프트(Microsoft), 선마이크로시스템즈(Sun Microsystems), 인텔등과 국내의 삼성, 아주대학교, 한국전산원등의 기업 및 대학, 연구단체에서 적극적으로 참여하고 있다.

2005년 11월 말에 캐나다에서 열린 64번째 IETF 정기미팅에서는 새롭게 추가된 워킹그룹 드래프트 및 ZigBee 네트워크와의 상호운용성, 보안, 라우팅, 구현 및 성능분석 등의 분야에 대해 논의가 되었다. 국내에서는 삼성전자와 아주대학교가 마이크로소프트등과 협력하여 라우팅분야에 있어 Dynamic MANET On demand Routing을 6LoWPAN에 적용하는 방안에 관하여 드래프트를 제출하였다.

## 제 2 절 국내·외 USN 수집정보 활용 현황

### 1. 국내 USN 수집정보 활용 현황

가. 해양관측 정보화(국립해양조사원)

현재 조위관측소 해양관측자료 디지털화 및 실시간 자료전송체계를 구축하였다. 총32개 조위관측소에서 무선인터넷망을 이용한 조석, 수온, 염분, 기상정보의 실시간 전송서비스를 하고 있으며 광역해수면관측기(HF Radar)를 설치하고 실시간으로 서비스하고 있다.

국립해양조사원은 현재 실시간 해양 정보 서비스를 위하여 실시간 관측자료 데이터베이스를 구축하여 운용하고 있다. 해당데이터베이스는 전용서버를 이용한 실시간자료 DB를 구축하였으며 항목표, 그래프, 이미지 등을 이용하여 정보를 제

공하고 있다.

나. 도로변 기상정보- RWIS(Road Weather Information System)

노면상태 관측 장치와 대기상태 관측 장치를 결합하여 도로주변의 기상정보를 수집·분석하는 시스템이다. 지중온도계, 노면상태센서, 온/습도계, 기압계, 순복사계, 강우량계, 강우검지기, 풍속계, 풍향계, 시정계(안개검지기), 데이터 로깅유닛, 전용선등으로 구성되어있다. 현재 서울북악스카이웨이, 제주시한라산 횡단도로 등에서 운영 중이다.

다. 기상관측정보화(기상청)

현재 기상청의 기상관측망은 전국에 산재한 600여개의 기상관측센서들로 구성된 무인관측시스템(AWS: Automatic Weather System)들과 AWS로 부터의 기상관측정보를 한곳으로 수집하는 국지수집장치(LAU: Local Acquisition Unit)가 2,400bps의 저속모뎀을 사용하여 연결되어있다. 유선의 시리얼통신을 통하여 AWS에서 LAU로 정해진 자료포맷의 기상정보를 주기적으로 전송하고 있다. LAU로 모아서 처리된 기상정보들은 기상청의 전용회선을 통하여 기상분석을 위한 기상정보저장소로 전송되어진다.

## 2. 국외 USN 수집정보 활용 현황

가. 해양관측 정보화

1) 미국

- 미국육군공병단(COE : Corps of Engineers)에서는 현장파랑프로그램에 따라 미국의 연안역(수심5-20m)과 항만에 50개소의 파랑관측소 설치 운영 중이다.
- 미국해양대기청(NOAA)의 기상국(NWS) 산하 국립부이센터에서 62개소의 해양관측부이를 알라스카연안, 하와이연안, 서태평양, 북서연안, 남서연안, 북동연안, 남동연안, 플로리다연안, 오대호, 걸프만, 카리브해 등에 설치 운영하고 있다.(매시간 관측 자료를 제공하며, 관측 자료는 NWS에서 해상기상예보를 위한 필수자료로사용)

2) 유럽

- 유럽에서는 Seawatch Europe이 1990년부터 1994년까지 시험 운영된 후 현재 유럽에서 13개의 Seawatch buoy를 이용한 Seawatch network가 운영 중이며, 해양기상과 해양예보, 해양의 건강 및 연안역 관리에 활용되고 있다.
- 현재 Seawatch시스템은 그리스, 인도네시아, 노르웨이, 스페인, 그리고 태국에서 운영 중이다.

3) 일본

- 운수성 항만국 산하 항만기술연구소에서 일본 전 연안의 장기 파랑통계자료 획득을 목적으로 1970년 이래 일본연안 51개소의 현장파랑관측소에서 매일 연속적으로 파랑관측을 수행하고 있다.
- 일본기상청에서는 3개의 해양기상 부이를 동해, 동중국해, 일본의 남쪽원해에 설치하여 해양기상관측(파랑포함)을 실시하고 있으며, 관측 자료는 GMS 위성을 통해 기상청에서 수신하여 해상기상예보에 활용한다.

나. 기상관측정보화

1) 미국

가) GEMS (Global Environmental Micro Sensors, 개발중)

- 공중 낙하식 부표에 장착된 센서를 활용하여 포괄적인 기상정보를 수집하는 시스템이다.
- 여러 개의 센서가 상호간 RF 통신을 수행하면서 기상정보교환, 수집 및 전송을 수행한다.

나) RoadNet (UCSD)

- 지구전역을 대상으로 한 실시간센서네트워크이다.
- TV 카메라나 해안레이더 같은 대략 22가지 서로 다른 형태로 된 4,000개 센서를 사용 한다.

- 관심대상에 변화가 감지되면 TV 카메라가 대상을 포착한 후 움직여서 확대/축소 할 수 있는 기능을 개발하고 있다.

2) 일본 : 자동차 와이퍼 기상정보수집 시스템(IIC, WIDE project)

- 2,000대의 자동차에 와이퍼 속도감지 센서를 장착하여 기상정보수집시험을 수행한다.
- 자동차 와이퍼의 속도정보를 수집·분석하여 그 지역의 강우상황을 파악하는 시스템을 개발 하였다.

3) 농업용 Field-Server (미국, 일본)

- 미국, 일본등지에서는 Field-Server라는 센서데이터수집용 Wireless Mesh Network노드를 농업분야에 실제 적용 할 수 있도록 기능개발을 추진 중에 있다.
- Field-Server에는 온도, $CO_2$ 농도, 자외선량, 대기습도, 토양습도 등을 측정할 수 있는 센서와 태양전지가 장착되어있고, 다른 Field-Server들과 Wireless Mesh Network을 구성하는 기능을 갖고 있다.

4) 대만 : Eco-Grid

대만에서는 고성능컴퓨팅기술을 연구하는 국가기관인 NCHC(National Center for High-Performance Computing)를 중심으로 다양한 환경 및 생태전반(기상정보 포함)에 대한 관측 및 연구를 위한 Eco-Grid의 구축이 이루어지고 있다.

Eco-Grid는 2003년 Fushan 지역의 구축을 시작으로 그 범위를 점차 확대되고 있다. Fushan 지역의 Eco-Grid는 각종센서, 카메라, 마이크를 산과바다, 그리고 공중(비행선에 장비장착)에 설치하여 다양한 환경 및 생태정보를 수집하고, 이를 2.4GHz Wireless LAN 기반으로 구축된 센서네트워크를 통해 연구망으로 전송함으로써, Eco-Grid를 공유하는 다양한 연구기관이 이를 바탕으로 연구를 수행 할 수 있도록 해준다. Eco-Grid는 크게 다음의 세가지요소로 구성되어있다.

- 센서네트워크: 각종센서를 다양한 방식의 프로토콜을 지원하는 무선네트워크로 연결
- 초고속연구망: 다양한 연구기관들이 초고속연구망(백본망대역폭 40Gbps)을 중심으로 환경 및 생태정보 수집을 위한 센서네트워크를 포함한 Eco-Grid 구성요소를 공유
- 고성능컴퓨팅자원: 환경 및 생태정보의 수집, 처리 및 분석을 위한 고성능컴퓨팅자원공유

## 제 3 절 유·무선 통신 기술 및 USN 연동 방안

### 1. 유선 통신 기술 현황 분석

가. xDSL

1) xDSL 서비스

xDSL 서비스 기술에는 품질 보장이 요구되는 기업의 전용회선 서비스 형태의 대칭형 서비스인 HDSL, SDSL, HDSL2, G.shdsl 기술이 있으며, 초고속 인터넷 서비스와 같은 비대칭 서비스를 위한 ADSL, ADSL2, ADSL2+/2++, VDSL 기술들이 있고, 이들은 대역폭과 거리 관계에서 타협점(trade-off)이 존재한다. 따라서 망측(교환국)과 이용자 사이의 선로 길이가 길면 대역폭은 낮아진다. 예를 들면 ADSL 기술의 경우 18,000피트 거리까지 전송할 수 있는 데이터 속도는 약 1Mbps 정도이며, 6Mbps 데이터 속도는 12,000피트까지 가능하다. 음성 전달을 위한 단일 UTP(Unshielded Twisted Pair) 선을 사용하고 있는 로컬 교환기 캐리어는 로컬 루프(교환국과 가입자 댁내사이 선로) 상에서 300~3,400Hz의 대역폭을 요구한다. 이 선로는 디지털 처리 기술의 발달로 보다 더 높은 속도의 정보를 전달할 수 있게 되었다. 따라서 선로의 동일한 페어상에 128Kbps까지 ISDN 서비스를 전세계에서 성공리에 마쳤다.

인터넷 접속의 폭발적인 성장으로 원격 LAN 접속과 원거리 통신은 기존 선로상에서 가능한 것보다 더 높은 데이터 속도를 요구한다. DSL 기술은 로컬 루프상에서 데이터 속도는 164Kbps에서 7.0Mbps까지 대역폭을 사용할 수 있다. 이와

같이 DSL은 고속 멀티미디어 서비스를 할 수 있다. 예를 들면 주문형 비디오, 인터넷 접속, 원격교육, 그리고 화상회의를 표준 전화 선로를 이용하여 서비스 한다.

xDSL 기술방식은 2006년 말 549만 명(39.1%)에서 2007년 말 460만 명(31.3%)으로 가입자 수와 전체 초고속인터넷 가입자 중 차지하는 비율이 모두 급속히 감소되고 있는 추세다. 주요 유선 사업자는 2010년까지 모든 ADSL회선을 LAN, FTTH 방식 등으로 대체한다는 계획이다.

현재까지 기존 동선로를 활용할 수 있는 방식으로 가장 진보된 형태인 VDSL2 방식은 300m 이내의 근거리에서 양방향 100Mbps 속도를 제공하며, 1㎞에서는 하향 35Mbps 상향 8Mbps의 속도 제공이 가능하다. 2006년 2월 VDSL2 기본기능을 정의한 표준안(G.993.2)승인 이후 2007년 4월 양방향 100Mbps 제공을 위한 스펙트럼, OLR 기능 등 향상된 기술을 포함한 'Amendment1 표준화'가 완료됐다.

<표 4-4> xDSL 기술비교

| 유형 | 표준화 | 주파수 | 전송속도 (상/하향) | 전송거리 | 변조방식 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HDSL | G.991.1 | 0.1㎐ ~ 196㎑ | 1.544M | 3.6㎞ | 2B1Q | 2쌍 |
| SDSL | 비표준 | 10㎑ ~ 500㎑ | 192K ~ 2.3M | 3㎞ | 2B1Q | 1쌍 |
| HDSL2 | ANSI(T1.418 | 80㎑ ~ 240㎑ | 1.544M | 3.6㎞ | TC-PAM | 1쌍 |
| G.shdsl | G.991.2 | 80㎑ ~ 240㎑ | 1992K ~ 2.3M | 3.6㎞ | TC-PAM | 1쌍 |
| ADSL | G.992.1 | 26㎑ ~ 1.1㎒ | 8M/640K | 4.5㎞ | DMT | POTS 수용 |
| G.lite | G.992.2 | 26㎑ ~ 552㎑ | 1.5M/512K | 5.4㎞ | DMT | POTS 수용 |
| ADSL2 | G.992.3/4 | 26㎑ ~ 1.1㎒ | 12M/800K | 4.7 ~ 5.6㎞ | DMT | POTS 수용 |
| ADSL2+ | G.992.5 | 26㎑ ~ 2.2㎒ | 25M/800K | 4.7㎞ | DMT | POTS 수용 |

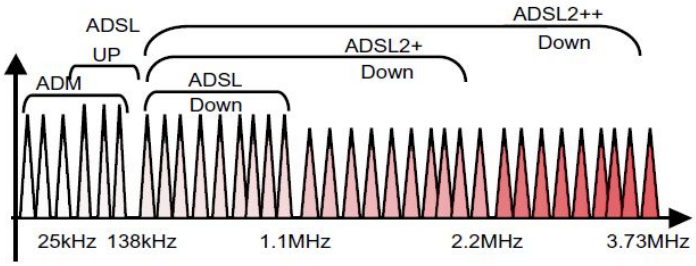
출처 : NIA

2) ADSL

1999년 6월 ITU-T에서 ADSL에 대한 표준이 완료 된 이후 국내 초고속 인터넷 가입자가 급속하게 증가하였으며, 현재 전체 초고속 인터넷 가입자의 약 60% 이상이 xDSL을 이용하고 있다. ADSL 도입 초기에는 가입자 수용을 위한 시설 확장이 통신사업자나 장비 제공자에게 가장 큰 관심사항이었으나 서비스의 안정화 및 기술발전으로 다양한 서비스가 등장함에 따라 사업자는 보다 높은 전송속도를 제공하고 광대역 서비스 수용 거리를 확장하기 위한 방안을 강구하게 되었다.

이러한 요구사항과 부합하여 좀 더 다양한 기능, 높은 전송성능, 서비스 제공거리 확장 등 기능과 성능을 향상 시킬 수 있는 방안으로 ADSL을 기반으로 한 기술의 진화와 VDSL이라는 새로운 기술이 병행하여 등장 하게 되었다. ADSL을 기반으로 하는 기술의 진화는 12Mbps ADSL, ADSL2, ADSL2+ 및 ADSL2++와 같은 용어들을 발생시키며 표준이 진행되고 있으며, VDSL은 새로운 기술로 표준화가 진행되고 있다.

앞서 언급한 바와 같이 ADSL 기반의 차세대 ADSL 기술은 ITU-T G.992.1 및 G.992.2의 기술을 기반으로 발전하고 있다. 12Mbps ADSL이란 용어는 2002년 하반기 일본의 초고속 인터넷 서비스 제공자 간 속도 경쟁에서 유래 한 것으로 별도의 표준이나 기술을 의미하는 것이 아니며, 8Mbps로 제한된 ADSL 전달기능을 S=1/2이라는 파라미터를 적용하여 12 Mbps를 제공하는 방법이다.




<그림 4-7> ADSL 계열 주파수 대역

출처 : TTA

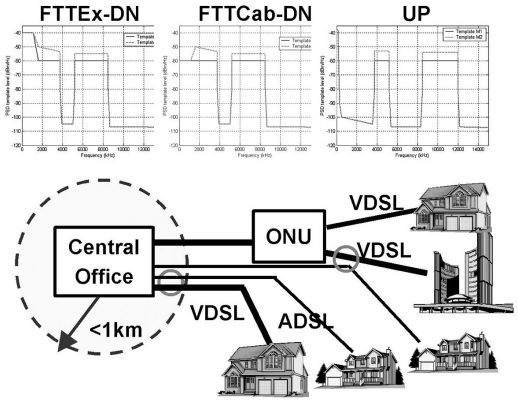
ADSL서비스는 기존의 동선을 사용하여 서비스를 제공하기 때문에 선로를 새

로 구축할 필요가 없으며, 3 ~ 5㎞까지의 전송거리로 가정에 초고속 서비스를 제공하기 때문에 망 구축비용뿐만 아니라 시간적인 측면에서도 유리하다. 8Mbps의 속도한계를 극복하기 위해 12Mbps까지 지원되는 ADSL2가 개발되었으며, 주파수 대역을 2.2㎒까지 증가시켜 25Mbps까지 속도를 향상시킨 ADSL2+도 개발되었다. 최근 선보인 ADSL2++는 짧은 거리에서 50Mbps까지 전송속도를 높일 수 있다.

ADSL 계열의 사용 주파수 이용대역은 상향 주파수 대역은 변화가 없지만 ADSL · ADSL2는 기존의 1.1㎒까지 대역을 사용하고, ADSL2+는 2.2㎒까지, ADSL2++는 3.78㎒까지 확장하였다. 138㎑ ~ 3.78㎒ 대역은 VDSL2의 1 밴드와 같은 주파수를 이용한다. ADSL은 새로운 ADSL2 · ADSL2+/2++등의 기술을 출시하고 있다. 국내에서는 2004년부터 ADSL 가입자는 지속적으로 감소하여 VDSL로 전환되고 있으며, 2005년에는 VDSL2가 상용화되어 서비스가 제공될 전망이기 때문에 ADSL 계열은 가입자 수가 기하급수적으로 감소하고 있다.

3) VDSL

VDSL 기술은 한 쌍의 동선 선로에서 POTS와 동시에 수십 Mbps의 대칭 또는 비대칭 데이터 전송속도를 제공한다. VDSL 망구조는 적용 시나리오에 따라 FTTCab(Fiber to the Cabinet) 구조와 FTTEx(Fiber to the Exchange) 구조로 구분된다.




<그림 4-8> VDSL 적용 시나리오

출처 : TTA

FTTEx 구조의 경우 동일 선로 바인더에 ADSL 신호와 VDSL 신호가 같이 전달되게 된다. 이때 ADSL의 하향신호 레벨이 VDSL의 하향신호 레벨에 비해 높기 때문에 VDSL 신호가 ADSL 신호에 의해 영향을 받을 수 있다. 이러한 현상을 제거하기 위해 VDSL 하양신호의 ADSL 주파수 대역(138㎑ ~ 1.1 ㎒)의 PSD 레벨은 ADSL과 동일하게 적용된다.

그러나 FTTCab 구조에서는 동일 위치에서 ADSL과 같은 바인더에 구성되지 않으므로 ADSL 신호에 의한 간섭영향을 고려하지 않아도 된다. 그러나 Central Office에 설치된 ADSL 회선이 ONU(Optical Network Unit)에 수용된 VDSL과 동일한 바인더에 구성될 경우 오히려 ADSL 신호가 VDSL 신호에 의해 영향을 받을 수 있다. 이러한 영향을 줄이는 방법은 규격에 따라 차이는 있으나, VDSL 하향 주파수 대역 중 138㎑ ~ 1.1㎒ 대역에 대해 PSD 감축(reduction) 기능을 규정하고 있다.

VDSL 신호의 상하향 대역 분리는 주파수 분할 이중화(Frequency Division Duplexing, FDD) 방식을 사용한다. 전송대역은 DS1, US1, DS2, US2로 구성되며, 각 대역은 f1, f2, f3, f4로 구분된다. 그리고 밴드플랜은 서비스 특성 및 서비스 적용환경에 따라 정해지며, 각 밴드를 구분하는 주파수 FX는 밴드플랜에 의해 정해진다. 주파수 밴드 f0 ~ f1(25㎑ ~ 138㎑)은 선택적으로 사용이 가능한 밴드로 필요에 따라 상향 전송대역 또는 하향 전송대역으로 사용할 수 있으며, 이대역을 상향 전송대역으로 사용할 경우 2Km 이상의 거리에서도 VDSL 서비스 제공이 가능하여 서비스 수용 범위를 확장시킬 수 있는 방안으로 고려될 수 있다.

아마추어 무선대역에 대한 VDSL 신호의 유출을 제한하기 위해 HAM 대역 Notching 기능이 제공되며, 동일 선로 바인더 내에서 거리가 다른 송수신기 간의 누화 영향을 줄이기 위해 상향 대역에 대한 PBO(Power Back Off) 기능을 정의한다.VDSL 전송수렴 부계층의 전달기술로는 규격에 따라 차이는 있으나 ATM 방식과 STM 또는 PTM 방식이 정의되어 망 구축환경에 따라 선택적으로 사용할 수 있다.

VDSL은 인터넷 방송, 주문형 비디오, 원격교육, 고화질 TV 등 대용량의 멀티

미디어를 수용할 수 있다. 그러나 고품질의 통방 융합 서비스를 제공하기 위해서는 FTTH(Fiber To The Home)가 필수다. 그 과도기로 아파트 등 주거 밀집지역까지 광케이블을 인입하여 가입자 집선 장비와 단말 장치를 기존의 전화선에 연결하는 기술의 FTTC(Fiber To The Curb), FTTB(Fiber To The Building)등의 형태로 VDSL 서비스를 제공한다.

VDSL은 약 300m ~ 1.5㎞ 정도의 전송거리에서 138㎑ ~ 12㎒의 주파수 대역을 사용하며, 대칭 서비스의 경우 최대 상하향 26Mbps의 속도로 전송이 가능하고, 비대칭 서비스의 경우 최대 하향 52Mbps, 상향 6.5Mbps의 전송속도를 제공한다.

VDSL의 국제 표준화는 ITU-T SG15에서 담당하고 있으며, 사용자 요구사항, 시스템 아키텍처, 가입자 장치, 운영 및 유지 보수 등의 VDSL 공통기능 요구사항에 대한 표준을 승인하였으나, 선로 부호화 방법에 대한 표준은 SCM(Single Carrier Modulation)의 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)방식과 MCM(Multi Carrier Modulation)의 DMT(Discrete Multi Tone) 방식이 첨예하게 대립하고 있다가, 2004년 ITU All Star Network Access 회의에서 50Mbps급 VDSL의 기술표준을 DMT 방식으로 결정하되 QAM 방식을 부칙으로 추가시켜 표준을 복수로 채택하였다.

ITU-T는 실무 연구단계에서 100Mbps급 차세대 VDSL(VDSL2)에 DMT 방식으로 단일표준을 채택하자는 데 의견을 모아 장기적으로는 DMT가 단일표준으로 될 것으로 보인다. DMT 방식의 특징은 다중 반송파 변조기술로서 가입자 선로의 주파수 대역을 여러 개의 서브채널로 분할해 주파수 간섭현상을 줄일 수 있고, 고속의 대용량 데이터 전송이 가능하며, 효율적 전원관리능력, ADSL과 상호호환을 유지할 수 있다. 반면 QAM 방식은 반송파 변조기술로 DMT보다 회로가 간단하기 때문에 가격이 저렴하고 주파수 변동 잡음에 강한 특징을 가지고 있다.

<표 4-5> 100Mbps VDSL2 개발동향

| 구 분 | Metalink | IKanos | Broadcom | Conexant |
|---|---|---|---|---|
| 선로부호화 | QAM | DMT | | |
| 부채널 간격 | · | 100/100M : 8㎑<br>100/50M : 8㎑<br>50/30M LR : 4 ~ 8㎑<br>50/30M : 8㎑ | 100/50M : 8㎑<br>50/30M LR : 4㎑<br>50/30M : 4㎑ | |
| 주파수 대역 | 25㎑ ~ 22㎒ | 25㎑ ~ 17.6㎒ | 25㎑ ~ 17.6㎒ | |
| 일 정<br>(하향/상향) | 100/50M : 상용화<br>100/100M : 2005.1Q | | 100/50M 2005.1Q 예정 | |
| 거리별 속도<br>(하향/상향) | 100/37@200m<br>48/31@500m<br>36/10@800m<br>23/6@1㎞ | 100/50@200m<br>60/40@500m<br>50/10@800m<br>35/6@1㎞ | · | |

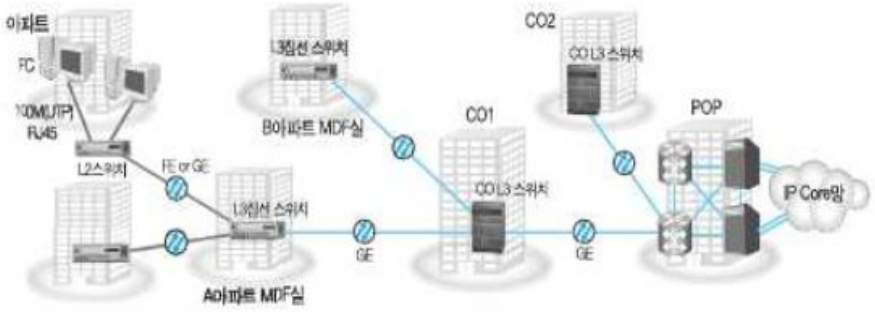
출처 : 하나로텔레콤

현재 100Mbps를 목표로 하고 있는 VDSL2는 아직까지 표준으로 결정된 방식은 없지만 DMT와 QAM 방식의 상용 칩들이 개발되고 있다. QAM 방식은 Metalink에서 개발된 상태이며, DMT 방식은 IKanos에서 개발하여 상용화되었으며, Broadcom, Conexant에서는 현재 개발 중이다.

나. LAN 방식

2005년부터 초고속인터넷 서비스의 본격적인 속도 경쟁을 촉발시킨 LAN 기술 방식은 2006년 말 328만 명(23.3%)에서 2007년 말 417만 명(28.4%)으로 지속적으로 증가하고 있는 추세다. LAN 방식은 주로 아파트 등 공동주택의 분배함에 기가 바이트급 집선 스위치와 동 단자함에 L2 스위치를 설치하고 가입자에게 최대 100Mbps급의 데이터서비스를 제공하고 있다.

그러나 100Mbps급의 서비스를 제공받기 위해서는 가입자까지의 거리가 100m 정도로 제한되어야 한다. 향후 LAN 방식에서는 L2, L3 스위치 용량의 확대와 QoS 보장, 인증체계 구축, 보안기능 강화등으로 고도화가 추진될 전망이다.

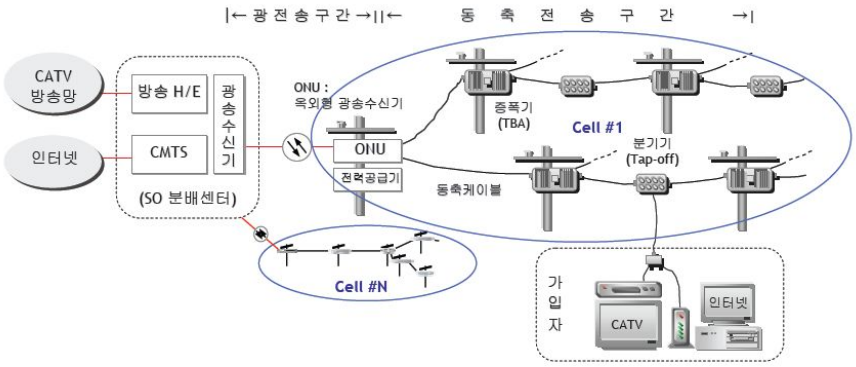



<그림 4-9> LAN 방식 유선가입자망 개념도

출처 : 한국정보사회진흥원

다. HFC(광동축 혼합망, Hybrid Fiber Coaxial)

HFC망은 케이블 TV망을 이용하여 초고속 인터넷 서비스를 제공하며, SO의 헤드엔드 CMTS(Cable Modem Termination System)에서 ONU까지 광케이블을 이용해 성형(Star) 토폴로지로 구성되나. ONU에서 가입자의 가정까지는 동축 케이블을 이용하여 트리 토폴로지로 구성된다.




<그림 4-10> HFC망 구성도

출처 :한국디지털케이블연구원

헤드엔드에서 가입자까지는 평균 8개 정도의 신호 증폭기가 설치되며, 하나의 ONU당 4개 정도의 동축 케이블이 접속된다. ONU에 접속된 케이블은 같은 셀에 있는 가입자들(500 ~ 2,000가입자)에게 동일한 신호를 보낸다. HFC망을 이용하여

1998년 6월 두루넷이 처음으로 초고속 인터넷 서비스를 개시하였으며, 1999년 하나로텔레콤이 서비스를 시작하였다.

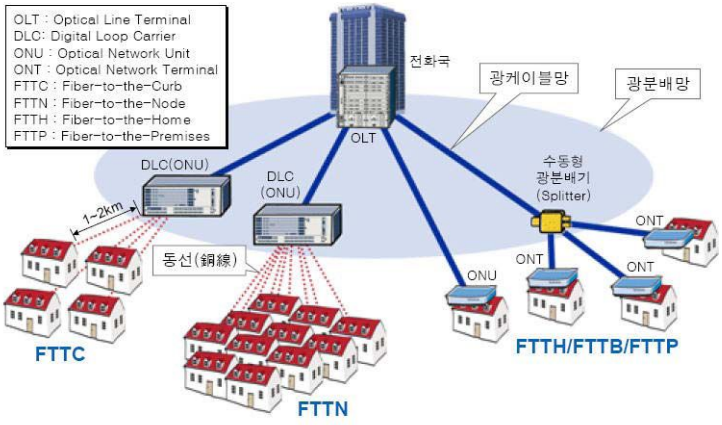
HFC 기술방식도 LAN 방식 가입자의 확대에 따라 2006년 말 515만 명(36.7%)에서 2007년 말 509만 명(34.6%)으로 점유율이 줄어들었다. 이에 대응해, MSO를 중심으로 주요 케이블 사업자들은 HFC의 고도화와 디지털케이블방송서비스, VoIP의 결합서비스 출시 등을 통해 가입자를 유치할 계획이며, DOCSIS 3.0 및 기가급 케이블모뎀 등의 기술을 도입해 셀(Cell)당 수백 Mbps급의 데이터서비스를 제공할 계획이다.

특히 상하향 채널본딩 기술이 적용된 DOCSIS 3.0은 2008년부터 본격적으로 상용화되고 있으며, 현재까지는 하향 데이터 전송에만 채널본딩 기술을 적용한 pre-DOCSIS 3.0이 부분적으로 도입되고 있다. 주요 케이블업체들은 2010년까지는 상향 85MHz, 하향 3GHz로 대역폭을 확대하고, 셀당 100가입자 이하로 분할함으로써 FTTH, LAN 방식 등과 속도 경쟁을 본격화할 계획이다.

라. FTTx

FTTH(Fiber To The Home)는 미국의 FTTP(Fiber To Ther Premises) 개념과 유사하며, 서비스 사업자와 가입자 주택 사이를 광케이블로 연결하는 전통적인 개념의 FTTP 뿐만 아니라, 공동주택 통신실까지 광케이블이 연결되고 공동주택 통신실로부터 각 가입자까지 150m 내외의 짧은 거리를 전화선 또는 LAN 케이블로 연결하는 FTTB(Fiber To The Building)도 포함하고 있다.

그리고 광분배망 구간까지만 광케이블이 연결되고, 그 다음부터 각 가입자 가정까지 대략 1 ~ 2㎞ 구간에서 이미 포설되어 있는 동선이나 동축 케이블을 이용하는 FTTC(Fiber To The Curb) 방식은 FTTN(Fiber To The Node)과 기술적 관점에서 동일한 의미이며, 다만 FTTN의 서비스 지역이 FTTC보다 조금 더 크다는 차이가 있다. 일반적으로 FTTN/FTTC는 FTTH에 포함되지 않는데, FTTC는 사실상 케이블 방송 전송망의 주류 방식인 HFC와 동일한 개념이어서 옥외 전송로가 광섬유뿐만 아니라 동축케이블도 포함되기 때문이다.




<그림 4-11> FTTx 광가입자망의 개념

출처 : IITA 2005.

ADSL과 VDSL은 동선을 이용하기 때문에 통방 융합 서비스 제공시 서비스 품질 및 대역폭 문제에 봉착하게 된다. 이 문제를 원천적으로 해결하기 위해서는 가입자 가정까지 대역폭이 거의 무한대에 가까운 광케이블이 인입되어야 한다. 그러나 기존망을 FTTH로 모두 전환하기 위해서는 많은 투자비가 필요하기 때문에 투자비를 절감하면서 대역폭을 향상 시킬 수 있는 망구조로 전환되고 있다.

투자비를 절감하기 위한 방법으로는 PON 방식이 있으며, 이 방식은 교환국사의 OLT(Optical Line Terminal)에서 스플리터까지는 광케이블을 포설하여 공유하고 스플리터부터 ONU/ONT(Optical Network Terminal)까지는 Point to Point 방식으로 구성하며, 1:16 또는 1:32 스플리터를 이용하여 하나의 광케이블을 여러 개의 광케이블로 분할하는 방식이다. PON은 ATM 방식을 이용한 ATM/B(Broadband)/G(Gigabit)-PON과 이더넷 방식을 이용한 이더넷-PON, 광파장 분할을 이용한 WDM(Wavelength Division Multiplexing)-PON이 있다.

## 2. 무선 통신 기술 현황

### 가. WiBro / WiMAX

휴대인터넷(Portable Internet)의 서비스 명칭을 의미하는 와이브로는 언제, 어

디서나, 이동 중에도 높은 전송속도로 무선인터넷 접속이 가능한 서비스를 지칭한다. WiBro는 도시지역에서 대중교통 주행속도 이상(120㎞/h 이상)의 이동성을 보장하고 높은 수준의 전송속도(상향링크 1Mbps 이상, 하향링크 3Mbps 이상)로 무선 초고속인터넷과 멀티미디어의 이용이 가능한 서비스를 의미한다.

WiBro는 기술진화와 이용자의 새로운 인터넷에 대한 필요성이 결합된 결과로 등장하였다. 저렴한 요금으로 이동성, 전송속도, 멀티미디어를 복합적으로 제공하는 통신서비스에 대한 이용자의 욕구가 높아지면서 기존의 초고속인터넷과 무선랜, 이동전화 무선인터넷은 각각의 제한성으로 인해 새로운 서비스의 필요성이 대두되었다. 이에 무선통신 기술의 급속한 발전을 바탕으로 초고속인터넷 및 무선랜에 이동성을 보완하고 이동전화 무선인터넷보다 전송속도가 빠르며 저렴한 WiBro가 등장하게 되었다.

WiBro는 모바일 브로드밴드(Mobile Broadband)로 대표되는 초고속 무선인터넷 시대를 주도하면서 제 4세대 멀티미디어 통신으로 진화할 것으로 전망된다. 즉, WiBro는 현재 최고의 통신기술을 결집하는 동시에 차세대 통신서비스의 진화방향을 제시하는 서비스의 특징을 지닌다. 또한, WiBro는 초고속인터넷, 무선랜과 이동전화 무선인터넷의 중간 영역에 위치함으로써 틈새시장으로 독자적 시장영역 확보와 기존 통신서비스와의 연계를 통하여 이용자 편익이 증진되는 특징을 지닌다.

그리고 WiBro는 이용자의 용도에 따라 핸드폰/스마트폰, PDA(Personal Digital Assistants), HPC(Handheld PC), 노트북, 울트라 모바일 PC, PMP(Portable Multimedia Player)등 다양한 단말기에서 이용이 가능하며 이를 기반으로 유무선이 결합되거나 컨버전스형의 콘텐츠와 비즈니스 모델의 활용과 전개가 가능하다는 잠재력을 지닌다. 특히, WiBro는 유비쿼터스 네트워크 형태를 지향하기 때문에 디지털 콘텐츠를 서비스나 단말기에 제약시키지 않으며 일상이나 업무 환경에서 활용성을 극대화 할 수 있는 특징을 지닌다.

와이맥스(WiMAX)는 Worldwide Interoperability for Microwave Access의 준말로, 점대점 연결에서 완전한 휴대형 접근에 이르기까지 다양한 방식으로 먼 거리를 걸쳐 무선으로 자료를 제공하는 것을 목표로 하는 전자 통신 기술이다.

WirelessMAN이라고도 불리는 IEEE 802.16 표준에 기반을 두고 있다. "와이맥스"라는 이름은 표준의 상호 운용성과 순응을 제고시키기 위해 와이맥스 포럼이 2001년 6월에 만든 것이다. 이 포럼은 와이맥스를 "케이블, DSL의 대안으로서 라스트 마일(last mile)의 무선 광역 접근 전달을 가능하게 하는 표준 기반의 기술"로 설명하고 있다.

WiMax는 기존의 WiFi 장비가 몇 십 미터밖에 되지 않는 도달거리 때문에 엄청난 액세스 포인트를 설치해도 가용성에 한계가 크다는 단점을 극복하는 것을 목표로 하고 있다. WiBro는 휴대전화로부터, WiMAX는 무선랜으로부터 서로의 영역으로 진보하려는 기술들로서 WiBro는 약 5 ~ 6㎞ 거리에서 1Mbps를 제공하고, WiMAX는 30㎞ 정도의 거리에서 50Mbps를 서비스 한다. 그러나 WiBro는 WiMAX에 고려되지 않은 이동시의 통신(약 60㎞/s 정도의 이동속도)과 과금체계를 가지고 있고, 상용화도 WiMAX보다 훨씬 빨리 적용 되었다.

그리고 WiBro는 이미 통신 기술 자체의 개발과 상요화가 끝나있는 상황인데 비해 WiMAX는 통신 기술이 아직 검증이 되지 않고 이론적인 수준에 머물러 있다고 할 수 있다. 또한 WiBro는 Mobile WiMAX 표준의 하나로 인정받았으므로 Mobile WiMAX 최초의 상용화시스템이라고 할 수 있다.

<표 4-6> WiBro 및 WiMAX 기술 상호 비교

| 구분 | WiFi | WiMAX | Mobile WiMAX | WiBro |
|---|---|---|---|---|
| 주파수 대역 | 2.4㎓/5.0㎓ | 2 ~ 11㎓ | 2.5㎓/3.5㎓/5.8㎓ | 2.3㎓ |
| 서비스 | 고정무선랜 | 고정인터넷 | 휴대인터넷 | 휴대인터넷 |
| 단말기 이동성 | 고정 | 고정 | 이동성 | 휴대폰형/노트북형 |
| 접속방식 | DSSS/OFDM | OFDMA | OFDMA | OFDMA |
| 대역폭 | 20㎒ | 1.25 ~ 28㎒ | 10㎒ | 8.75㎒ |
| 최대 전송속도 | 11Mbps/24Mbps/54Mbps | 36Mbps | DL : 20Mbps<br>UL : 5Mbps | DL : 18.4Mbps<br>UL : 4.0Mbps |
| 커버리지 | 100m | 3.5 ~ 7㎞ | 1 ~ 1.5㎞ | 1 ~ 1.5㎞ |
| 사업자 | 기업 | Intel | Intel | KT/SKT |

나. HSDPA

HSDPA는 기존의 WCDMA Release 99 및 Release 4와 동일한 주파수 대역에서 사용 가능한 고속의 하향 패킷 데이터 서비스를 위한 시스템이다. HSDPA에서는 전송 효율의 증대를 위해 AMC(Adaptive Modulation and Coding)와 H-ARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 기법을 적용하고 있으며, 스케줄러 기능을 Node B에 추가하여 빠른 채널 적응을 수행하도록 하였다.

AMC 기술은 채널 환경의 변화에 따라 미리 정의된 MCS(Modulation and Coding Selection) 레벨 중 가장 적합한 전송 방식을 결정하는 링크 적응 기법이다. HSDPA에서는 효율적인 AMC 동작을 위해 QPSK와 16QAM 변조 방식이 사용되고 코드율 1/3인 터보 코드를 효율적으로 펑처링하여 다양한 MCS 레벨을 얻을 수 있도록 하였다. 또한 채널의 품질을 송신측에 전달하기 위해 CQI(Channel Quality Indicator)를 상향으로 보내게 된다.

H-ARQ는 MAC 계층의 오류 제어 기법인 ARQ와 물리계층의 오류 제어 기법인 채널 코딩을 결합한 기술로 재전송 횟수를 감소하여 시스템 용량을 증대 시키는 기술이다.

HSDPA는 하향 고속 패킷 데이터 전송을 가능하게 하기 위해 기존의 WCDMA 시스템에 영향을 주지 않는 범위에서 다음과 같은 하향 및 상향 링크가 추가되었다

- HS-DSCH(High Speed Downlink Shared Channel) : 고속 패킷 데이터 전송을 위한 하향 링크 전송 채널. HS-DSCH는 한 개 이상의HS-PDSCH를 통해 데이터 전송 가능
- HS-PDSCH(High Speed Physical Downlink Shared Channel) : HS-DSCH 데이터를 전송하기 위해 사용되는 하향 물리채널. 각 기지국은 최대 15개의 HS-PDSCH 운용 가능
- HS-SCCH(High Speed Shared Control Channel) : HS-DSCH로 전송되는 패킷 데이터를 단말기가 수신하는데 필요한 제어정보와 기타 용도의 제어정보를 기지국이 전송하는데 사용하는 하향채널

- HS-DPCCH(High Speed Dedicated Physical Control Channel) : 각 단말이 하향 파일럿 채널 상황이 가장 양호한 기지국을 선택하여 해당 채널 상황에 적합한 변조 및 부호화 정보를 피드백 하는데 사용하는 상향채널. 또한 기지국으로부터 패킷 데이터를 수신한 단말은 ACK/NACK 정보를 HS-DPCCH를 통해 전송함

<표 4-7> HSDPA 관련 물리 채널 특성

| 채널명 | 채널용도 | 주요 특성 |
|---|---|---|
| HS-PDSCH | DL 전송 채널 | ▪ 데이터 전송 채널<br>▪ 2msTTI(3slots)<br>▪ SF = 16, QPSK/16QAM<br>▪ 1 TrCH에 1 TrBlk 존재 |
| HS-SCCH | DL 제어 채널 | ▪ 2 영역으로 구성<br>▪ HS-PDSCH 채널 정보<br>▪ H-ARQ 파라미터<br>▪ SF = 256, QPSK 사용<br>▪ UE(User Equipment) 당 최대 4개 사용 |
| HS-DPCCH | UL 제어 채널 | ▪ AMC를 위한 채널 품질 정보(CQM)<br>▪ H-ARQ를 위한 ACK/NACK 정보 |

출처 : IITA

HSDPA와 기존 WCDMA와의 커다란 차이점은 WCDMA는 전파상태에 관계없이 통신 속도가 일정한데 반해 HSDPA는 전파상태에 따라 속도에 변화가 많다는 점이다. 즉, 옥내에 HSDPA용 IMCS(In-building Mobile Communication System) 기지국을 설치하는 경우에 기지국 바로 밑과 같이 전파상태가 우수한 곳인 경우 통신 속도가 14Mbps, 기지국 주변의 전파상태가 비교적 양호한 장소에서는 7 ~ 8Mbps, 그리고 셀 주변지역과 같이 잡음이 많은 장소에서는 2Mbps 정도로 떨어진다. 이처럼 통신 속도가 크게 변화하는 주된 이유는 전파상태에 따라 2ms마다 변조방식이나 부호화율을 제어하기 때문이다.

HSDPA는 이처럼 전파 상태나 사용자의 혼잡 상태에 따라 통신 속도가 크게 변화하는 피크 속도 중시의 통신 방식이라고 하는 특징을 가지고 있다. 이 같은 특징으로 인해 HSDPA는 best effort라고 하는 형태로 정액제를 도입하기 쉬운 통신 방식으로 평가되고 있다.

<표 4-8> WCDMA와 HSDPA의 비교

| 구분 | R99 WCDMA | R5 HSDPA | 비고 |
|---|---|---|---|
| 속도 | 384Kbps | 약 14Mbps | 35배 |
| 변조속도 | QPSK | 16QAM | 2배 |
| 부호화율 | 1/2.2 | 1 | 2.2배 |
| 코드 사용률 | 0.165 | 0.94 | 7.5배 |

출처 : IITA

다. CDMA / WCDMA

우리나라 이동전화 네트워크는 CDMA 방식과 WCDMA 방식을 모두 제공 하고 있다. 각 방식의 장·단점을 살펴보면, 먼저 CDMA 방식에서 IS-95A/B는 저속 무선데이터 서비스를 제공하고 있으며, 최대 14.4Kbps의 속도로 서비스 하고 있다. CDMA2000 1X의 경우 2006년 말 현재 MOD(Movie On Demand), VOD 스트리밍이 가능한 153.6Kbps까지 가능하나 Rev.A 상용화를 고려할 경우 307.2Kbps까지 속도 향상을 기대 할 수 있고, 또한 데이터 서비스 전용인 CDMA2000 1xEV-DO의 경우 순방향(기지국에서 단말기 방향)으로는 최대 2.4Mbps까지 지원가능하며 이를 통해 화상전화, 실시간 MOD·VOD 등 다양한 서비스 제공이 가능하다. 국내에서 최초로 2007년 하반기 상용화가 예상되는 1xEV-DO의 진화 규격인 DO Rev.A의 경우 최대 3.1Mbps까지 무선데이터 서비스 제공이 가능하다.

한편, WCDMA 방식의 경우 우리나라에서는 R4 버전으로 2003년 12월 세계 최초로 상용화한 이후, 2006년 5월 WCDMA R5 기능인 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)를 적용하여 현재 2Mbps 속도로 서비스를 제공하고 있다. 또한 2007년 상반기 전국 단위로 커버리지를 확장하고, 2007년 말 이후 네트워크 및 단말의 지속적인 업그레이드를 통해 최대 14.4Mbps 속도까지 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

<표 4-9> CDMA 네트워크별 특성

<table>
<tr><th rowspan="2">표 준</th><th colspan="2">IS - 95</th><th colspan="5">CDMA2000 1X</th><th colspan="2">1xEV - DO</th></tr>
<tr><th>A</th><th>B</th><th>Rel.0</th><th>Rel.A</th><th>Rel.B</th><th>Rel.C</th><th>Rel.D</th><th>Rel.0</th><th>Rel.A</th></tr>
<tr><td>음성</td><td colspan="3">EVRC,QCELP Vocoder<br>9.6~14.1 kbps</td><td colspan="4">EVRC,QCELP Vocoder<br>9.6~14.1 kbps</td><td colspan="2">Data Only<br>(Rev.A는<br>VoIP를 통한<br>음성 가능)</td></tr>
<tr><td>SMS</td><td colspan="2">SMS(텍스트기반)</td><td colspan="5">SMS(텍스트, 컬러 SMS, Long SMS)</td><td colspan="2">없음</td></tr>
<tr><td>위치<br>서비스</td><td colspan="7">Cell ID, 기지국 삼각 측량 기반의 위치 서비스<br>GPS 기반 위치 서비스 (써킷망 기반)</td><td colspan="2">GPS 기반<br>(패킷망 기반)</td></tr>
<tr><td>화상<br>전화</td><td colspan="2">없음</td><td colspan="3">패킷 기반 화상 전화</td><td>패킷<br>기반<br>(QoS<br>제어)</td><td>패킷<br>기반<br>(QoS<br>낮음)</td><td>패킷<br>기반<br>(QoS<br>보장)</td></tr>
<tr><td>PDR<br>(순방<br>향,역<br>방향)</td><td>9.6kbp<br>s<br>14.1<br>kbps</td><td>64kbp<br>s</td><td>153.6kb<br>ps<br>153.6kb<br>ps</td><td>307.2kbps<br>307.2kbps</td><td>3.1Mbps<br>307.2kbps</td><td>3.1Mpb<br>s<br>1.8Mbp<br>s</td><td>2.4Mb<br>ps<br>153.6k<br>bps</td><td>3.1Mb<br>ps<br>1.8Mb<br>ps</td></tr>
<tr><td>무선<br>인터넷</td><td colspan="2">텍스트 기반<br>WAP<br>- 뉴스, 이메일<br>단순 이미지<br>게임 다운<br>로드</td><td colspan="6">WAP 서비스<br>MOD/VOD 다운 로드, 스트리밍<br>IM, MMS, PTT 등 IMS 기반 서비스<br>데이터 착신 및 Always On 서비스</td></tr>
</table>

출처 : SK 텔레콤

<표 4-10> CDMA 네트워크별 특성

| 표준 | R3 | R4 | R5 | R6 |
|---|---|---|---|---|
| 음성 | AMR Vocoder (4.75~12.2kbps) | | WAMRVocoder (6.6~23.4kbps) | |
| SMS | SMS(텍스트, Long SMS) | | SMS(텍스트, Long SMS, 컬러 SMS) | |
| 위치<br>서비스 | Cell ID, 기지국 삼각측량 기반의 위치 서비스<br>GPS 기반 위치 서비스 (써킷망 기반) | | | |
| 화상<br>전화 | 써킷 기반 화상전화 | | 썻킷, 패킷 기반 화상 전화<br>패킷 기반화상 전화도 QoS 제어 가능 | |
| PDR<br>(순방향,<br>역방향) | 384kbps,<br>384kbps | 2 Mbps, 2<br>Mbps | 14.4 Mbps, 2<br>Mbps | 14.4 Mbps,<br>5.8 Mbps<br>(HSUPA 포함) |
| 무선<br>인터넷 | WAP 서비스, MOD/VOD 다운로드 & 스트리밍 서비스<br>IM, MMS 서비스, 데이터 착신 및 Always On 서비스 | | | |
| | 패킷 기반 서비스의 QoS 보장 | | 패킷 기반 서비스의 QoS 보장 기능 강화 | |

출처 : SK 텔레콤

### 3. USN 네트워크 연동 방안

2005년부터 시행되어온 국내 여러 USN 시범사업은 국지적인 환경에서 다양한 센서 네트워크기술들을 활용하였다. 이와 함께 센서 네트워크를 통해 수집된 데이터를 지역적으로 한정된 데이터베이스와의 연동 방안을 제공하였다. 이후 2008년부터 그동안의 시범사업에서 가능성을 제공한 여러 센서 네트워크기술에 WiBro, CDMA 등과 같은 무선통신기술을 연동하여 기존에 수집된 데이터를 데이터베이스에 전송하는 방안들에 대하여 연구가 진행되고 있다.

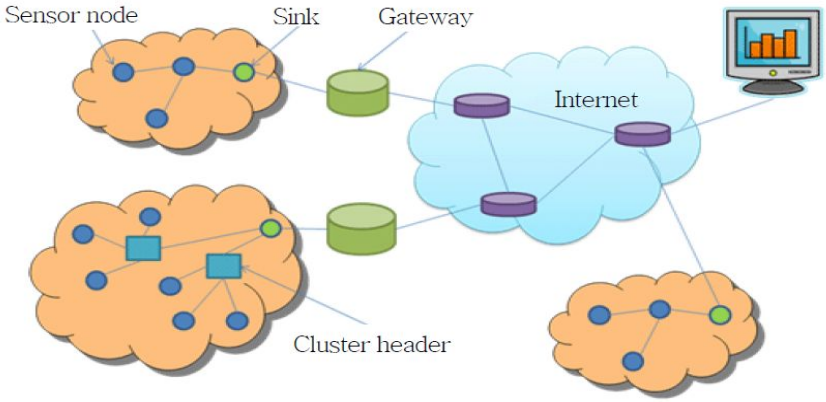
그러나 이러한 시범사업들은 국지적인 시범사업으로서 한계를 안고 있다. 이는 단순히 무선 통신기술에만 의존함으로서 구축비용 및 유지비용 절감과 활용성 확장 등 보다 합리적인 대안으로는 취약하다는 평가를 받고 있는 것이다. 뿐만 아니라 각각의 시범 사업이 추가 적인 데이터베이스 유지로 인하여 중복예산이 발생하고 개방되어있지 않은 각각의 데이터베이스로 인하여 수집된 정보의 연동이 불가능하기 때문이다. 이러한 중복투자는 각각의 데이터베이스에 대한 추가적인 관리비용을 필요로 하게 되며 이에 따른 예산관리의 어려움과 자원의 낭비를 초래하였다.

이러한 문제점에 대한 해결 방안으로서 수집된 데이터를 중앙 데이터베이스에서 통합하고 각각의 시범 사업 중 생성되는 데이터 공유 및 활용을 위하여 유·무선 통신기술과 USN의 연동방안이 필요하다.

가. 센서네트워크와 인터넷 연동

센서네트워크의 가장 대표적인 형태의 응용은 센서네트워크 상의 다양한 센서들을 통해 센싱된 데이터를 수집하고, 인터넷을 통해 이 데이터를 필요로 하는 사용자에게 전달해 주는 형태이다. 센서네트워크 사용자가 원하는 정보를 요청하면, 센서네트워크는 그에 해당하는 데이터를 전송한다. 이때, 센서네트워크와 인터넷 호스트간 또는 센서노드와 인터넷 호스트간 통신이 이루어지게 된다. 일반적으로 센서 노드는 TCP/IP와 같은 인터넷 프로토콜을 수용하기에는 부족한 연산 자원을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 센서네트워크와 연결된 게이트웨이를 통해서 외부 네트워크와 통신하거나, 센서노드가 수용 가능한 작은 인터넷 프로토

콜 스택을 센서노드에 탑재하여 통신을 수행하는 등의 방법들이 제안되고 있다.




<그림 4-12> 인터넷과 연결된 센서네트워크 모델
출처 : 정보통신연구진흥원

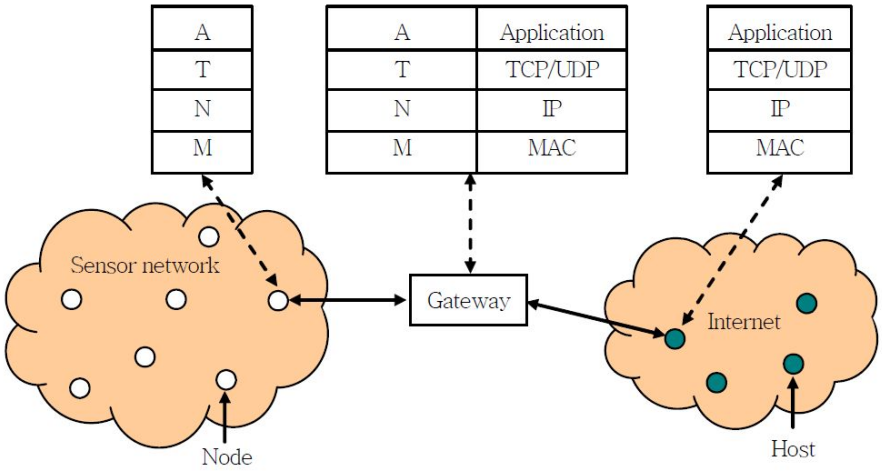
센서네트워크의 구조 및 그에 사용되는 프로토콜은 센서네트워크의 목적에 따라 다양하다. 그리고 사용되는 센서노드들의 능력 또한 각기 상이하다. 따라서 센서네트워크를 인터넷과 연동하기 위해서는 단순히 인터넷과 연결 가능한 프로토콜 스택 뿐만 아니라 이종 센서네트워크와 함께 연동될 수 있는 표준화된 기법이 필요하다.

나. 센서네트워크와 인터넷 프로토콜 계층별 연동

센서네트워크에서 수집된 데이터를 원격지의 사용자에게 전달하고, 사용자의 요청을 센서네트워크로 전달하기 위해서는 센서네트워크와 인터넷과의 연결은 반드시 필요하다. 센서네트워크와 인터넷을 연결하기 위해 제안된 방법들을 구현 계층에 따라 구분하면, 응용계층에서의 메시지 변환을 위한 응용계층 게이트웨이 연동 기법, 센서네트워크 또는 인터넷 상에 오버레이 네트워크를 구성하여 연동하는 기법, 네트워크 브릿지를 이용한 주소 및 프로토콜 포맷 변환 기법들로 구분할 수 있다. 다음은 이를 두 가지 기술에 대해 좀더 자세하게 기술한다.

1) 응용계층 게이트웨이 기반 연동기법

이것은 센서네트워크와 인터넷 연동을 위해 두 네트워크 사이에서 네트워크 프로토콜의 변환을 담당하는 응용계층의 게이트웨이를 적용하는 방법이다.




<그림 4-13> 응용 게이트웨이를 통한 연동

출처 : 정보통신연구진흥원

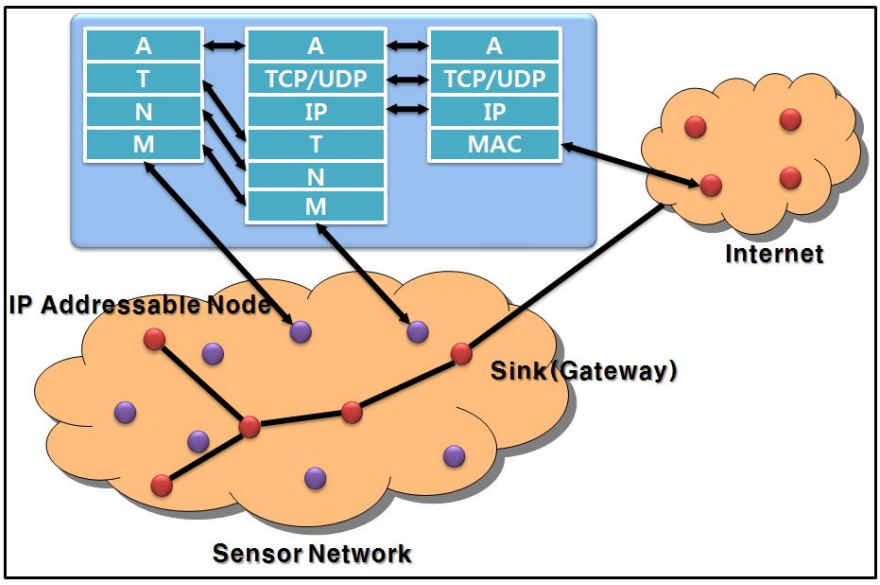
응용계층의 게이트웨이를 이용한 방법에서는 센서네트워크와 인터넷간의 연동을 위해 서로 다른 네트워크의 메시지를 다른 형태의 네트워크의 메시지로 변환해 줄 응용 계층의 게이트웨이 기술이 논의되고 있다. 이러한 접근법은 패킷 변환 기능을 담당하는 게이트웨이만 구현하면 적용 가능하다. 그러나 일관성 관점에서 볼 때, 외부 네트워크에서 특정 센서네트워크에게 직접 데이터를 요청하거나 명령을 전달할 방법이 없다는 단점이 있다.

2) 오버레이 기반 연동기법

가) TCP/IP Over Sensor Network

TCP/IP 오버레이를 통한 기법은 무선 센서네트워크 상에 IP 오버레이 네트워크를 구성하는 방법이다. 이 기법은 무선 센서네트워크 상의 센서 노드들에게 IP 프로토콜 스택을 구현하고 IP 주소를 부여하여 IP 패킷을 통해 데이터를 주고받는

오버레이 네트워크를 구성하는 것이다. 그러나 센서노드들의 자원적 제약으로 인해 모든 센서 노드에 IP 프로토콜을 구현하는 것은 사실상 불가능하다. 따라서 센서 노드 중 일부 처리 능력이 있거나 잔여 유용한 자원이 많은 노드들을 클러스터 헤더로 선택하여 IP 프로토콜을 구현할 수 있다.



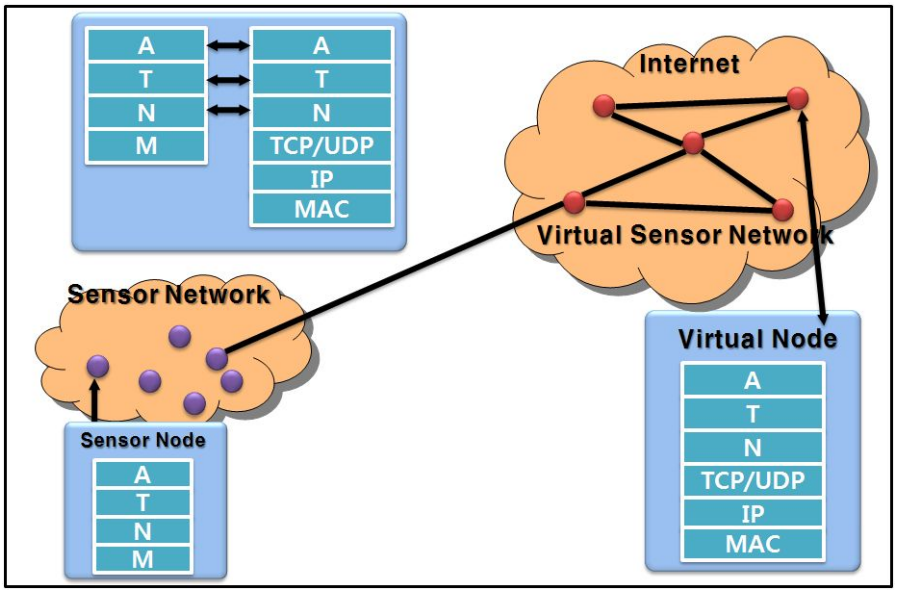

<그림 4-14> 오버레이 IP 네트워크를 통한 연동기법

출처 : 정보통신연구진흥원

나) Sensor Network Over TCP/IP

오버레이 센서네트워크 기법은 인터넷에 위치한 호스트에 무선 센서네트워크와 연동할 수 있도록 센서네트워크 프로토콜 스택을 구현하여 오버레이 센서네트워크를 구성하는 방법이다.

이는 인터넷 상의 호스트에 무선 센서네트워크에서 사용되는 응용, 트랜스포트, 네트워크 계층의 프로토콜 스택을 구현하는 방법이다. 인터넷 호스트에서 생성된 메시지가 게이트웨이까지 캡슐화 되어 전달되므로 센서노드와 인터넷 호스트 간의 통신이 가능하다.




<그림 4-15> 오버레이 센서네트워크를 통한 연동 기법

출처 : 정보통신연구진흥원

다) 센서네트워크와 P2P 네트워크

Peer-to-Peer(P2P) 모델은 서버-클라이언트 모델에 대비되는 개념으로 통신에 참여한 노드들이 자신의 자원을 공유하여 다른 노드에게 자원을 제공하는 서버의 역할과 다른 노드의 자원을 제공받는 클라이언트의 역할을 동시에 수행하는 네트워크 형태이다. 현재 인터넷 상에서의 P2P 네트워크는 다양한 형태의 응용들로 사용되고 있다. P2P 네트워크가 사용되는 예로 단순하게는 음악 및 파일을 공유하는 응용에서부터 학술적인 목적의 협업을 목적으로 하는 응용, 국방에 관련된 응용까지 다양한 형태로 활용되고 있다.

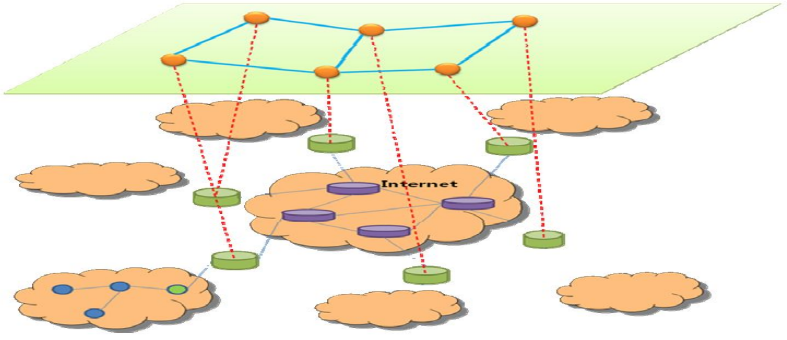
P2P 네트워크가 이와 같이 다양하게 활용되는 주요 두 가지 사항은 다음과 같다. 첫 번째 요인은 높은 확장성으로 P2P 네트워크에 참여하는 노드들이 증가함에 따라 네트워크 자원용량도 증대되게 된다. 이는 P2P에 참여하는 노드들이 자신의 대역폭, 저장공간, 컴퓨팅 용량 등의 자원을 공유하여, 자신의 자원을 제공하는 서버이자 동시에 다른 노드의 자원을 사용하는 클라이언트가 되기 때문이다. 두 번째 요인은 P2P 네트워크의 분산처리 능력이다. P2P 네트워크는 특정 서버에

의존하여 서비스를 제공하는 형태의 중앙집중식 방식이 아닌 네트워크에 참여하는 모든 노드들이 기능을 분담하는 분산방식으로 서비스를 제공하고 있다. 따라서 네트워크의 일부 노드들이 손실되거나 장애가 발생해도 전체 시스템의 기능이나 데이터는 손실되지 않는다. 위의 특징을 바탕으로 P2P 네트워크 모델은 센서네트워크 상의 주요한 응용 모델이나 미들웨어 플랫폼으로 사용될 것으로 기대된다.

앞서 언급한 P2P 네트워크의 장점들을 바탕으로 P2P 네트워크를 센서네트워크에 적용하여 그의 다양한 이점을 이용하고, 새로운 형태의 서비스를 개발하는데 활용할 수 있다. 인터넷 상의 대표적인 P2P 네트워크의 활용 형태인 자원 검색과 공유의 관점에서 센서네트워크를 P2P 형태로 사용자나 다른 시스템이 원하는 센서네트워크 자원을 효율적으로 검색하는데 활용될 수 있다. 또한 자원이 부족한 센서네트워크 노드간의 자원 공유를 위한 시스템 구축도 가능하다. 센서네트워크에 P2P 네트워크를 구현하기 위해서는 다음과 같은 형태의 모델 활용이 가능하다.

1) 센서네트워크로 구성된 P2P 네트워크

센서네트워크 간의 자원공유 및 자원검색을 위해 하나의 센서네트워크가 하나의 피어(Peer)로 P2P 네트워크를 구성하는 형태이다.



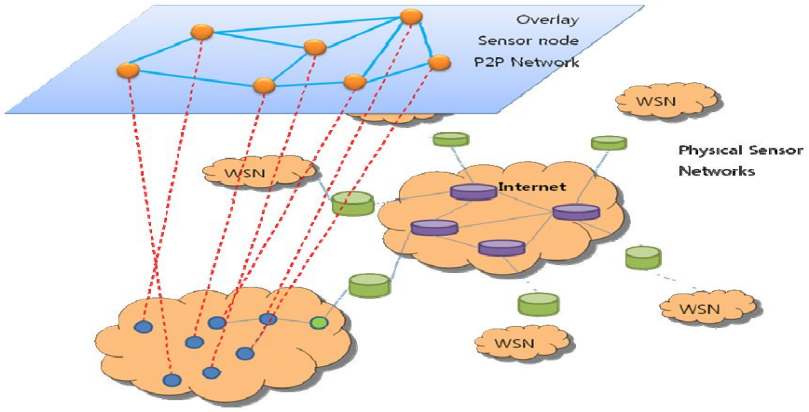

<그림 4-16> 센서네트워크로 구성된 P2P 네트워크
출처 : 정보통신연구진흥원

이러한 P2P 네트워크를 구축하기 위해서는 각 센서네트워크를 대표하는 싱크

또는 게이트웨이가 P2P 네트워크의 피어로서 기능을 수행하게 된다. 싱크나 게이트웨이의 경우 일반 센서노드들에 비해 연산능력이나 저장 자원등이 풍부하여 현재 인터넷 상에서 사용되는 P2P 네트워크의 기능이 거의 그대로 이용 가능하다.

2) 센서노드로 구성된 P2P 네트워크

센서네트워크 내부의 센서노드들이 하나의 피어로 동작하는 P2P 네트워크를 구성하는 형태이다. 센서네트워크에서 사용하는 네트워크 프로토콜 및 센서노드의 능력에 따라 적합한 P2P 네트워크의 종류가 다를 수 있다. 일반적으로 센서노드는 연산능력이 낮고 사용 가능한 메모리와 저장공간이 부족하다.




<그림 4-17> 센서노드로 구성된 P2P 네트워크
출처 : 정보통신연구진흥원

따라서 해시 함수를 사용하는 Structured P2P와 같은 방식의 P2P 네트워크를 구축하기는 어렵다. 따라서 P2P 네트워크는 오버레이 방식의 네트워크로 구성된다. 이 또한 센서노드들에 큰 오버헤드로 작용할 수 있으므로, 오버레이 네트워크 구축의 오버헤드를 줄이는 연구가 필요하다.

3) 센서네트워크 및 센서노드들로 구성된 P2P 네트워크

센서네트워크 단위의 P2P 네트워크와 센서노드 단위의 P2P 네트워크가 혼합

된 형태로 구성된 네트워크이다. 하나의 센서네트워크가 하나의 피어가 되어 P2P 네트워크에 참여하는 경우와 충분한 자원을 가진 센서노드가 직접 센서네트워크에 참여하는 경우가 잇을 수 있다. 이를 위해서는 각 센서노드들의 전체 P2P 네트워크 단위의 유일한 ID를 부여하는 과정이 필요하다.

라. USN과 유·무선 통신망 연동 방안

USN에서 활용되는 센서들은 대부분 저전력, 낮은 연산능력, 메모리 부족 등의 이유로 저장할 수 있는 데이터의 양은 극히 소량이며 보관 가능한 시간이 매우 짧다. 이에 따라 센서 노드들을 통해 수집된 방대한 데이터들을 효과적으로 중앙 데이터베이스에 전송함과 동시에 관련 네트워크 간으로의 통합이 요구된다. 이러한 USN의 수집된 데이터를 데이터베이스로 전송하기 위해서는 센서노드와 유무선 네트워크간의 통신에 의해서 가능하며 다양한 유·무선통신 기술을 이용하여 센싱 데이터를 전송하기 위해서는 기존 유선가입자망 기술인 xDSL, HFC, LAN 방식, FTTx와 무선 네트워크인 WiBro, HSDPA, CDMA 등을 이용할 수 있다.

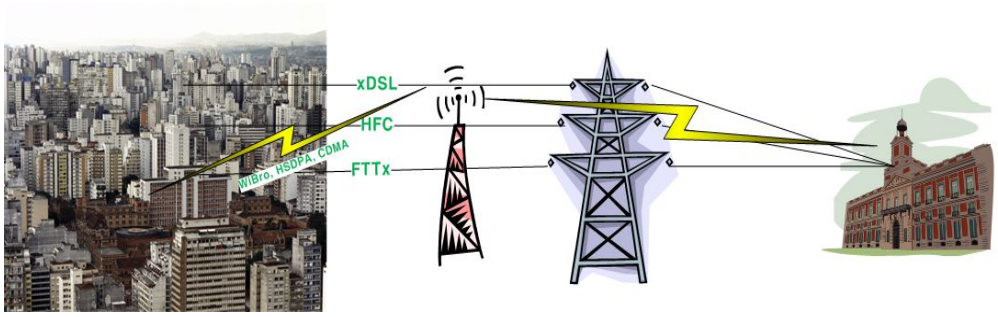
특히 유선통신 기술은 통신 회선이 구축 되어 있어야 한다는 제한사항으로 인하여 주로 육지에서 사용이 가능하다. 뿐만 아니라 국내의 경우 HSDPA, CDMA 등과 같은 무선통신망의 구축이 활성화 되어 있어 실제로 육지 내에서는 유선 및 무선 통신망 모두가 사용이 가능하다는 강점이 있다. 다음의 표는 지역별 특성에 따라 통신망 연동 방안을 나타낸다.

<표 4-11> 지역별 통신망 연동 방안

| 지역 | 주요 센싱 데이터 | 통신망 | |
|---|---|---|---|
| | | 유선 | 무선 |
| 도시 밀집지역 | 도로 기상정보, 기상정보, $CO_2$ 배출정보 등 | xDSL, HFC, FTTx | WiBro, HSDPA, CDMA, WCDMA |
| 주거지역 | 기상정보, $CO_2$ 배출정보 등 | xDSL, HFC | WiBro, HSDPA, CDMA, WCDMA |
| 농·어촌 지역 | 기상정보, 오염물질 유입 등 | xDSL | HSDPA, CDMA, WCDMA |
| 연근해 | 해상정보, 기상정보 오염물질 유입 등 | · | HSDPA, CDMA, WCDMA |

1) 도시 밀집 지역 및 주거지역에서의 네트워크 연동방안

도시 밀집지역은 유선망의 보급률이 높을 뿐만 아니라 CDMA, HSADPA, WiBro 등과 같은 수준 높은 무선망 인프라를 통해 보다 빠르고 정확한 센싱 데이터를 얻을 수 있다. 이에 대하여 다음 그림은 도시 밀집지역으로부터 중앙 데이터베이스가 있는 유관 기관까지의 데이터 전송 방안을 나타낸다.



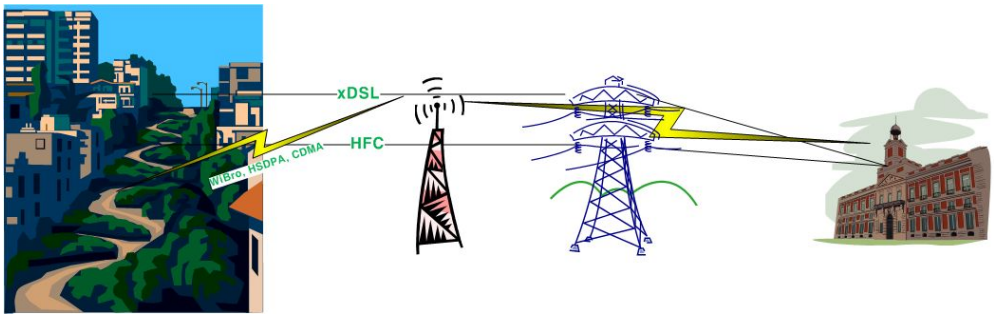

<그림 4-18> 도시지역에서의 USN과 유·무선 통신망의 연동

국내의 경우 도시 밀집지역에는 xDSL 뿐만 아니라 HFC, FTTx 망의 구축이 활발하게 이루어져 있으며 특히 FTTx망의 경우 아파트 단지와 같은 고층 건물이 밀집되어 있는 곳에 주로 구축이 되어 있다. 이러한 지역을 기반으로 FTTx망이 구축되어 있는 도시지역을 중심으로 환경 정보 수집과 기타 기반 시설 관련 상황 정보 수집을 위해 센서네트워크를 구현할 수 있다.

이를 통해 센서노드들은 FTTx 기술뿐만 아니라 xDSL, HFC 등과 같은 유선 회선을 이용하여 센싱된 정보를 중앙데이터베이스로 빠르게 전송할 수 있으며 이로 인하여 수집된 데이터의 지연시간을 대폭감소 할 수 있다. 이에 따라 수집된 정보를 바탕으로 실시간 환경 감시 및 다양한 재난 방지를 위한 즉각적인 대응이 가능하다. 뿐만 아니라 수집된 데이터를 장기적으로 분석하여 기후 변화 대응을 위한 기반 자료로 활용할 수 있다.

이와 더불어 아파트단지와 같은 고층건물이 밀집되어 있지 않은 도시 근교의 일반주거지역은 xDSL과 HFC 망이 주로 구축되어 있다. 이러한 주거지역들은 xDSL과 HFC망을 이용하여 수집된 데이터를 중앙데이터베이스로 전송이 가능하

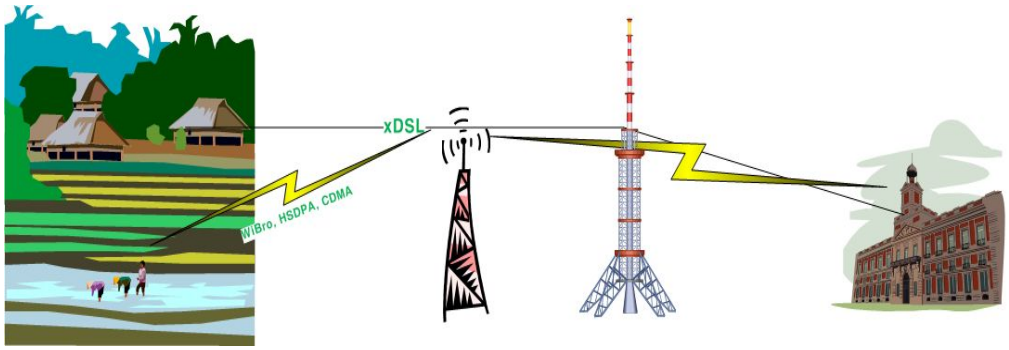
다. 특히 주거지역은 분포가 넓고 유선 회선의 보급률이 매우 높기 때문에 센서네트워크를 통해 다양한 데이터들을 수집하기에 가장 적합하다. 이와 함께 주거 지역은 환경 정보 활용도가 높기 때문에 주거 지역에서의 데이터 수집을 위한 센서네트워크 구축이 필요하다.




<그림 4-19> 주거지역에서의 USN과 유·무선 통신망의 연동

2) 농·어촌 지역에서의 네트워크 연동 방안

농·어촌의 경우 환경의 영향을 많이 받기 때문에 이 지역에서 수집되는 환경정보들은 다양한 형태로 활용이 가능하다. 이에 따라 해당 지역의 강수량, 서리 발생 빈도, 수리시설 상태 정보, 해수 수위, 태풍 발생 등 다양한 환경정보를 수집하는 센서네트워크의 구축이 요구된다.



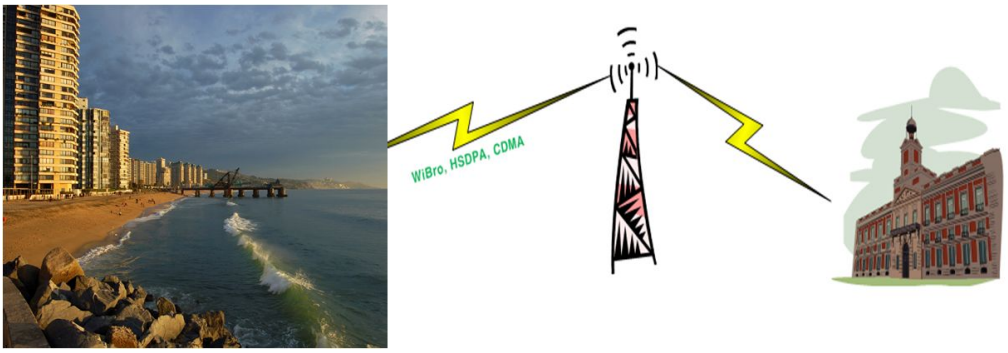

<그림 4-20> 농촌지역에서의 USN과 유·무선 통신망의 연동

일반적으로 센서네트워크를 통해 수집된 정보를 유선망을 이용하여 수집된 데이터를 전송한다면 보다 빠르고 정확하게 중앙데이터베이스로 전송이 가능하다. 그러나 FTTx, HFC망 같은 경우는 현재 대도시 및 도심 근교를 중심으로 구축이 되어 있을 뿐 농·어촌의 경우에는 아직까지 보급률이 낮다. 이러한 지역을 대상으로는 일부 xDSL 기술과 함께 다양한 무선 네트워크의 활용이 요구된다.

먼저 환경 정보 수집을 위하여 센서네트워크를 저수 시설, 산간 지역, 개활지, 해안가 등에 구축한다. 이와 함께 일부 센서노드에 게이트웨이 기능을 확장하여 무선 네트워크와 연동이 가능하도록 싱크노드, 코디네이터로 활용함으로서 센서네트워크와 무선 네트워크 인프라를 연동한다. 국내의 경우 CDMA, HSDPA 등과 같은 다양한 무선 네트워크 인프라가 매우 발달 했으며 향후 WiBro의 보급이 확대 된다면 저렴한 비용으로 네트워크를 활용 할 수 있기 때문에 향후 센서네트워크와의 연동이 활성화 될 수 있을 것이다.

3) 연근해의 네트워크 연동 방안

해수면 온도와 수위변화, 오염 물질 유입 등 연근해역의 환경 정보를 수집하기 위한 센서네트워크 구축의 경우xDSL, HFC, FTTx와 같은 유선망과의 연동이 불가능 하다. 이에 대하여 HSDPA, CDMA/WCDMA 등의 무선 통신망 활용을 통해 수집된 환경 정보를 유관 기관 및 중앙 데이터베이스 센터로 실시간 전송이 가능하다.




<그림 4-21> 연근해의 USN과 유·무선 통신망의 연동

# 제 5 장 센서네트워크 구축 및 운영방안

## 제 1 절 분야별 환경 정보 수집을 위한 센서 네트워크 구축방안

본 절에서는 분야별로 환경 정보 수집을 위한 센서네트워크 구축방안을 제시한다. 이를 위해 환경 정보를 기상 환경정보, 수질·대기오염 환경정보, 자연재해 환경정보로 나누고, 각각 분야에 대해 센서네트워크의 구축 방안을 제시하였다.

### 1. 기상 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 방안

지구관측 자료는 해양, 기상, 환경, 농업 등의 다양한 분야에서 이루어지며 실시간 수집을 통해 자료처리, 모델링으로 합리적인 국가안보와 경영을 위한 과학적 정보로 생산된다. 이와 관련 지구계의 기상, 기후, 해양, 육지, 생태계 등을 포괄적·지속적으로 조정된 관측을 수행하고 관측자료를 분석 예측한 후, 유용한 최종 정보를 수요자에게 신속하게 전달하는 시스템의 구축을 계획하고 있는 국립해양조사원과 기상청은 현재의 통신망과 관측시스템을 개선하고 고도화할 필요가 있다. 현재 국립해양조사원의 관측망은 해양관측(해류, 조류, 조석) 및 측량을 위하여 다양한 관측목적의 센서들로 관측업무를 수행하고 있으며, 실시간 국가해양관측망 운영기관으로 실시간 해양관측업무 통합과 효율적인 관측업무의 수행을 위하여 관측센서들을 위한 관측용 네트워크 인프라와 네트워크 인프라기반의 센서망의 필요성을 생각하게 되었다. 또한 현재 기상청의 기상 관측망은 기상관측센서들로 구성된 무인관측시스템들과 기상관측정보를 한곳으로 수집하는 국지수집장치로 구성되어 있다. 현재의 네트워크로는 사양화되어 가는 시리얼 통신을 사용하기 때문에 장비의 유지보수가 어렵고 유선기반의 네트워크는 관측센서를 적당한 위치에 설치하는 것을 어렵게 만들어 왔다. 따라서 기상청은 현 기상청의 네트워크를 개선하기 위한 해결책이 필요하게 되었다. 가능한 방안으로 WiBro가 있는데,

그 서비스 지역이 84개 대도시 중심이어서 해결책이 되기 어렵고 향후 서비스될 HSDPA는 전국 커버리지를 갖고 있지만 여전히 해양도서지역까지의 커버리지와 전송속도가 불확실하고 서비스 이용에 따른 망운영비용이 크며 공공기관간 공동의 네트워크 인프라 활용이 어려운 단점이 있다. 따라서 이런 네트워크 환경을 개선하기 위해 USN을 적용한 네트워크 인프라 구축이 필수가 되는데, USN을 통하여 센서네트워크를 구축하면 많은 장점을 가질 수 있다. 기상 환경정보를 수집하기 위한 센서네트워크를 구축하기 위한 방안은 다음과 같다.

- 해안지역을 중심으로 USN 망 구축지역으로 선정한다.
- USN인프라로 장비의 국산화를 추진한다.
- IPv6기반 센서네트워크를 활용하여 기상관측 시스템에 적용하여 기존 AWS의 단점을 보완 가능성을 평가한다.
- USN 관련 기술정보 수집을 위한 국제적 협력 네트워크를 구축한다.
- USN 통합인프라 망 확산을 위한 시범 가이드라인을 제시한다.

**2. 수질·대기오염 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 방안**

수질오염 및 대기오염은 세계적으로 빈번히 발생하고 있는 환경재해로 하천 및 식수원 오염 등을 예로 들 수 있다. 특히 수질 오염은 오염된 식수원이나 하천을 복구하는데 엄청난 비용과 시간이 소요됨을 볼 때 수질오염모니터링 관리가 중요함을 알 수 있다. 그러나 기존의 수질 측정 방식은 범위가 제한적이며, 채수를 통한 수질 측정으로 측정 시간이 오래 걸리며 수질 오염 발생 시 빠른 대처를 할 수 없는 어려움이 있었다. 따라서 기존 수질 측정 방식에 문제점을 해결하기 위해 실시간으로 수질 오염 여부 식별이 가능하고, 관리 업무의 효율성을 높여 생산성을 높이는 수질모니터링 시스템을 위한 센서네트워크 구축이 필요하다.

또한 대기오염의 환경정보 수집도 수질오염의 환경정보 수집과 크게 다르지 않다. 현재의 대기 오염 측정 방식은 대기의 측정 범위가 제한 적이며, 대기의 오염도에 따라 상황을 유추하기에 상당한 어려움이 있다. 따라서 측정된 대기오염에 따른 대처를 하기에 많은 시간이 걸린다. 이런 대기 오염 측정 방식에 문제점을

해결하기 위해 넓은 지역에서의 환경정보 데이터를 실시간으로 수집하고, 이를 관리 할 수 있는 센서네트워크 구축이 필요하다. 수질·대기오염 환경정보를 수집하기 위한 센서네트워크를 구축하기 위한 방안은 다음과 같다.

- 하천 및 지상에 설치되는 센서 노드는 저전력 소비를 원칙으로 자체적 전원 처리가 가능한 노드를 설치한다.
- 실제 구축되는 센서네트워크는 하천 및 지상 넓은 지역에 적용해야 하는데, 이를위해서는 약 1km이상의 통신이 가능한 노드를 설치한다.
- 복잡한 센서 네트워크 환경을 인식할 수 있는 라우팅 알고리즘을 적용한다.
- 센서노드의 유실 및 파손을 해결하기위해 웹카메라를 이용하여 도난 방지 및 감시를 하거나, GPS를 이용하여 파손 시점과 유실시 위치를 파악하여 수거할 수 있는 시스템을 구축한다.

### 3. 자연재해 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 방안

자연재해 환경정보 수집은 주로 사고를 예방하기 위해 실시해야 하는데, 특히 도시기반시설에 대한 환경정보가 중요하다. 도시기반시설이란 도시의 도로, 전기, 전화, 주택, 상하수도 등을 말하는데 모든 시설은 도시민의 안락하고 편리한 생활을 위해 필수적으로 요구되지만 적절한 관리가 이루어지지 않는다면 오히려 불편과 안전의 위협을 초래할 수 있다. 기존의 도시기반시설 관제시스템은 유선방식의 센서를 이용함으로써 관리범위가 국한적이며 설치비용이 많이 들고 추가 확장에 어려움이 있었다. 또한 시설에 따라 개별 시스템을 도입, 관리함으로써 중복투자, 비효율, 재난·재해에 따른 신속, 일원화된 대응·대처능력 부족의 문제점을 갖고 있었다. 따라서 기존 시스템의 문제점을 해결하기위해 실시간 관리가 가능하고 비용절감 및 추가 확장이 용이한 센서네트워크를 구축하는 것이 시급하다. 자연재해 환경정보를 수집하기 위한 센서네트워크를 구축하기 위한 방안은 다음과 같다.

- 자연재해 환경정보 수집 시스템을 구축하기 위해서는 다양한 정보들을 통합할 수 있는 정보관리 서버를 구축해야 한다.

- USN기반의 ZigBee 모듈 및 지능형 가로등을 통해 센서 노드를 구성한다.
- 센서의 저 전력화가 필수적으로 요구된다.

## 제 2 절 기구축된 센서네트워크에 대한 효율적인 통합·운영 방안

### 1. 기구축된 분야별·기관별 센서네트워크 현황 및 문제점 분석

정부는 2004년도부터 RFID/USN의 추진을 해왔다. 환경, 국방, 물류/유통 등의 분야에 RFID/USN 확산사업을 통해 다양한 분야의 센서네트워크 구축에 기여하였다.

또한, 다양한 비즈니스 모델을 발굴하여 시범사업 및 확산사업을 추진하여 사업·경제적 타당성을 검증하고 성공가능성을 증명함으로써 기방자치단체, 민간업체 등에서 자발적으로 관련 사업을 추진하는데 기폭제 역할을 하였다. 표 5-1은 기구축된 분야별·기관별 센서네트워크의 구축 사례이다.

<표 5-1> 분야별·기관별 센서네트워크 구축 사례

| 분야 | 주관기관 | 사업명 |
|---|---|---|
| 기상환경정보 | KT | USN 기반의 기상/해양 관측시스템 구축 |
| 기상환경정보 | 기상청 | USN 기반의 기상/해양 통합관측 환경 구축 |
| 기상환경정보 | 국립해양조사원 | USN 기반의 기상/해양 통합관측 환경 구축 |
| 수질,대기오염 | 대전광역시 | u-IT 지능형 도시철도 및 지하도상가 안전모니터링시스템 구축 |
| 수질,대기오염 | 대전광역시 | USN 기반의 3대 하천 생태복원 모니터링 시스템 |
| 수질,대기오염 | 제주특별자치도 | USN 기반의 지하수 모니터링 시스템 |
| 자연재해 | 부산광역시 | u-IT기반 터널 안전관리 모니터링 시스템 구축 |
| 자연재해 | 한국도로공사 | USN 기반의 고속도로 시설물 관리 시범사업 |
| 자연재해 | 경상북도 | u-울릉도, 독도 재난/재해 조기예보 시스템 구축 |
| 자연재해 | 해양경찰청 | 해양안전관리시스템 |

기상 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 현황으로는 KT에서 실시한

USN 기반의 기상/해양 관측시스템 구축 사업, 그리고 기상청과 국립해양조사원이 공동으로 실시한 USN 기반의 기상/해양 관측시스템이 있다.

환경오염이 심각해지면서 기상이변이 속출함에 따라 이로인한 피해가 매년 급증하고 있다. 이에 따라 기상변화에 의한 피해를 최소화 하기위해 정확한 기상 관측이 무엇보다 중요하며, 기상과 해양에서의 감시 능력과 이를 경보하는 시스템이 필수적이게 되었다. USN 기반의 기상/해양 통합 관측망 구축사업을 기상에서의 정보와 해양에서의 정보를 각각 수집하여 이를 통해 상호 운영 지원과 정보공유를 통하여 예보의 정확도 및 신뢰도 향상에 기여한다.

그러나 이런 기상 환경정보 수집을 위해 구축된 센서네트워크는 매우 좁은 지역을 한정적으로만 감시한다는 단점이 있으며, 특정 지역에만 특화된 시스템이기 때문에 이를 전국적으로 확대하는 데에는 문제점이 있다.

또한 수질/대기 오염 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 현황으로는 대전광역시에서 실시한 u-IT 지능형 도시철도 및 지하도상가 안전모니터링시스템구축사업, USN 기반의 3대 하천 생태복원 모니터링 시스템이 있으며, 제주특별자치도에서 실시한 USN 기반의 지하수 모니터링 시스템이 있다.

수질/대기 오염 환경정보 수집을 하는 목적은 실제 생활할 수 있는 지하철, 상가 등에 대한 미세먼지, 유해가스(CO, 포름알데히드 등)에 대한 실태 파악이 어렵고 이에 대한 대응 역시 미흡하기 때문에 이를 효과적으로 측정하여 위험도에 따른 즉각적인 대처를 하기 위함이다. 기존 시설물에 감지 설비를 신규 설치할 경우, 기존 방식으로는 막대한 비용이 소요되어 엄두를 못내는 상황이다. 따라서 이런 문제점을 해결하고자 센서네트워크를 활용한 시스템이 각광받는 실정이다.

또한 대전광역시는 2006년도부터 대전의 주요 하천을 중심으로 생태복원 조성사업을 추진하고 있다. 이를 위해 대전의 주요 하천에 수질, 수위, 대기환경 정보 등을 수집할 수 있는 센서를 설치하여 하천 주변 환경을 모니터링하고, 생태복원 조성사업의 결과를 시각적으로 확인하기 위한 체계적인 시스템 마련이 요구되었다. USN 기반의 3대 하천 생태복원 모니터링 시스템은 대전의 3대 하천(대전천, 타동천, 대동천)을 대상으로 오염원이 유입되는 주요 지점에 USN 센서를 설치하여 기존에 수작업으로 진행되던 도심하천의 수질검사를 자동화하고, 센서를 통한

실시간 모니터링 시스템 구축을 통해 하천 생태 사고 대응 및 복구 체계 기반을 마련함으로써 시민들에게 쾌적한 도시환경정보를 제공한다.

그리고 자연재해 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 구축 현황으로는 부산광역시에서 시행하는 u-IT기반 터널 안전관리 모니터링 시스템, 한국도로공사에서 시행하는 USN 기반의 고속도로 시설물 관리 시범사업, 경상북도에서 시행하는 u-울릉도, 독도 재난/재해 조기예보 시스템, 해양경찰청에서 시행하는 해양안전관리 시스템 등이 있다. 이들은 시설물의 관리나 재난/재해에 대한 예보를 위한 시스템인데, 주로 사고를 예방하기 위한 용도로 구축되어 졌다. 이렇게 구축된 센서네트워크는 향후에 다양한 분야에서 활용 될 수 있다.

그러나 현재와 같은 센서네트워크 관리 시스템에서는 각 사업별, 부처별 정보들이 공유되어지지 않기 때문에 정보들이 별도로 관리되어지는 문제점이 있고, 나아가 더 큰 규모의 시스템을 구축하기에도 상당한 자금이 필요하게 된다.

### 2. 분야별·기관별 센서네트워크의 통합·운영 방안

가. 분야별 센서네트워크의 통합·운영 방안

분야별 센서네트워는 우선 앞에서 살펴본 세가지의 분야로 구분하여 통합·운영한다는 의미이다. 기상환경정보를 위한 센서네트워크, 수질/대기오염의 환경정보를 위한 센서네트워크, 그리고 자연재해 환경정보 수집을 위한 센서네트워크로 구분되어 지며, 이런 센서네트워크는 비슷한 기능을 하기 때문에 통합·운영하기 용이하다.

기상환경정보는 주로 기상에 해당하는 데이터와 해양에 해당하는 데이터를 같이 관측하는데, 해양에서는 유속 및 유량을 측정하는 센서와 해층별 염분이나 수온을 측정하는 센서들을 해양 중앙관제실에서 통합하여 데이터를 처리한다. 또한 풍속, 풍향, 온도, 습도, 강우량 등의 기상센서들을 이용한 기상센서 및 지진계를 통한 지진 데이터  들이 기상정보로 기상청에 전송되는 시스템이다. 이런 해양정보 및 기상정보는 센서네트워크의 구축이 어려운 해안지역을 중심으로 USN 망 구축을 실시하고, USN 통합인프라 망 확산을 위한 시범 가이드라인을 제시한다. 특히 실시간 기상환경정보 서비스를 위해서 실시간 관측자료 데이터베이스를 구

축하여 운용해야 하고, 해당 데이터베이스는 관련 기관에서 표, 그래프, 이미지 등 다양한 방법으로 이용할 수 있어야 한다.

수질·대기오염 환경정보는 하천의 데이터와 대기의 데이터를 같이 관측하는데, 하천에서는 온도 및 수질 모니터링 데이터를 측정하여 담당 관리소에서 통합하여 데이터를 처리한다. 또한 대기의 데이터는 온도, 습도, 특정 오염물질에 대한 측정 센서 등을 이용한 대기오염 데이터 들이 담당 관리소에 전송되는 시스템이다. 따라서 이런 수질·대기오염 환경정보는 먼저 이 둘을 통합하여 관리할 수 있는 통합 서버가 필요하다. 그리고 별도의 센서가 특정 데이터에 대한 측정만을 하게 되면 센서노드의 불필요한 낭비가 될 수 있다. 따라서 중복되는 데이터를 측정하는 센서의 경우에는 중앙서버에서 통합하여 제공하여야 한다. 그리고 네트워크 망이 취약한 지역에서의 데이터 전송방식이 대부분 이동통신망임을 가만할 때, 이는 사업자나 사용자에게 부담이 될 수 있다. 따라서 이런 이동통신 요금에 대한 정책도 뒷받침 되어야 한다. 그리고 실시간 환경정보 서비스를 위해서 실시간 관측자료 데이터베이스를 구축하여 운용해야 하고, 해당 데이터베이스는 관련 기관에서 다양한 방법으로 이용할 수 있어야 한다.

자연재해 환경정보 수집은 특히 도시기반시설에 대한 환경정보를 수집하여 이런 시설들의 상태를 이용해 자연재해를 사전에 예방하거나 대처할 수 있어야 한다. 상수도의 압력 센서, 하수도의 유량/수실 센서, 도로노면 센서 등을 이용하여 데이터를 가져오는데, 별도의 데이터를 통합하여 제공할 수 있는 중앙 서버가 필요하다. 이 서버는 도로에 대한 데이터, 상하수도에 대한 데이터 등을 제공한다. 또한 u-Traffic, CCTV, 텔레매틱스와 연계하여 개별적으로 관리되는 Data를 공유함으로써 이상발생시 자동적으로 신속하게 대처할 수 있는 통합 재난방재 시스템을 구축해야 한다. 그리고 이런 시스템이 구축되면 소방방재청 및 경찰청 등의 유관기관과의 협의를 통해 즉각적인 자연재해 대처를 할 수 있다.

나. 기관별 센서네트워크의 통합·운영 방안

일반적으로 수질·수위·시설물·기상 등 센싱 정보가 필요한 기관은 해당 지역에 센서만 설치하여 정보를 수집하고 이를 유관기관과 공유한다. 현재는 이용 기관별

로 통신망, 전력 등 관련 인프라를 독자 구축하여, 시간·비용이 소요되고 있다. 따라서 통합 센서네트워크 인프라가 구축된다면 시간과 비용 절감 및 고품질·안정적 서비스가 가능하게 된다.

먼저 각 지자체에서는 수질 정보 및 대기 정보, 기상환경정보와 도시기반시설에 대한 정보를 수집하여 관리한다. 이는 우리나라의 전체 영역을 세분화 하여 관리되기 때문에 지자체끼리의 센서네트워크 통합은 향후 다른 기관에서도 다양하게 이용될 수 있다. 지자체별 센서네트워크 통합 방안은 다음과 같다.

- 센싱된 정보를 체계적으로 통합·관리 할 수 있는 정보 제공 서버를 구축한다.
- 분야별로 수집되는 정보를 목적과 용도에 맞게 분류하여 저장한다.
- 기준데이터의 상호보완 분석을 통한 모니터링 시스템을 구축한다.

그리고 지자체별 센서네트워크의 통합 후에는 여러 민간 사업자 및 다른 유관기관에서도 이에 대한 데이터를 충분히 이용할 수 있어야 하고, KT, LG, SK 등 국내 통신 사업자 끼리의 센서네트워크 통합에 대한 정책이 필요하다. 각 센서 네트워크 구축비용 및 망 이용요금, 제도 등을 일관되게 책정하여 이를 구축하기 용이하게 해야 한다. 또한 기상청 및 유사기관에서는 지자체에서 구축한 통한 센서네트워크 외에도 고유한 기상정보 및 측정된 정보들을 제공하여야 한다.

마지막으로 해양경찰정, 재난방재청, 소방방재청 및 경찰청 등의 상황대처관련 기관에게 편리하고 신속한 정보전달 인프라를 구축하면 더욱 빠르고 효과적인 재난·재해에 대한 대처 및 환경오염의 조기 발견을 할 수 있을 것이다.

# 제 6 장 USN을 통한 환경정보 수집 및 그린 IT 분야 활용방안

## 제 1 절 환경보호 및 재난재해 예방을 위한 공공분야의 환경수집정보 활용방안

2005년 교토의정서가 발효되고 G6 정상회의 등에서 기후변화 문제가 이슈화되고 온실가스 감축 의무가 부과되면서 국제적인 문제로 대두되고 있다. 이제 기후변화는 특정 지역과 국가를 넘어서 전 지구적 차원의 문제로 확대되고 있다. 특히 전 세계적으로 급격히 확산되고 있는 환경문제는 인류나 국가 차원의 큰 위협이 될 뿐만 아니라 기업에게도 피할 수 없는 새로운 위험요소로 다가오면서 국민들의 생명과 자산이 위협받고 있다. 최근에는 이러한 기후변화와 관련된 환경문제를 모니터링하고 방송, 통신, 교육, 의료, 재난재해예방 등의 분야에 환경정보를 수집 활용함으로써 기후변화에 대응하려는 움직임이 활발해지고 있다.

우리나라도 기후변화로 인한 피해가 매년 급증하고 있으며 이에 따라 기후변화에 따른 환경 보호 및 재난재해로부터 국민 피해를 최소화하기 위한 환경수집정보의 활용방안이 매우 중요하다.

### 1. 4대강 모니터링 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안

가. 서비스개요

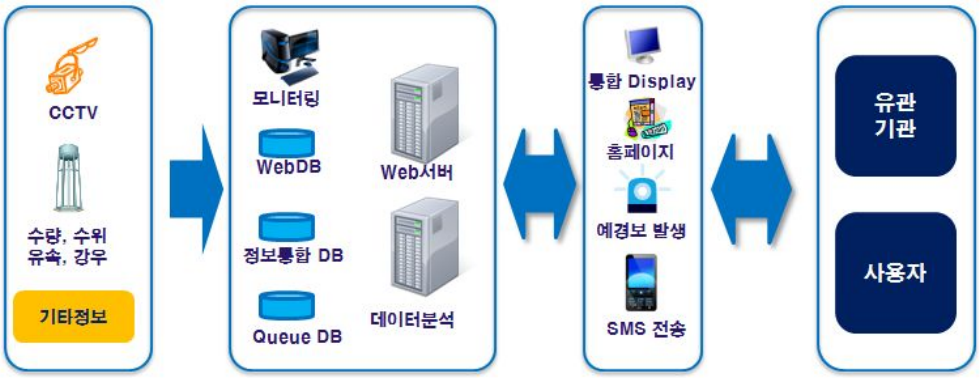
4대강 본류 및 지류 수질 모니터링 시스템은 하천 곳곳에 설치된 센서 및 IP-USN을 통하여 4대강으로 유입되어지는 본류 및 지류의 수질을 모니터링하여 실시간으로 오·폐수 및 오염물 투기를 감지하여 오염사고에 즉각 대처할 수 있는 시스템이다.

나. 추진배경

오·폐수로 인하여 강물의 수질이 악화되어 가고 있으며, 사람이 직접 배출업소를 돌아다니며 점검을 하고 있는 현 시스템은 정확한 오·폐수 배출지를 찾기 힘들고 시간도 오래 걸려서 강물의 수질오염을 예방하기 힘들다. 따라서 본류 및 지류에 대한 수질측정 자동화를 통하여 실시간 감시를 통하여 오염원의 유입 시 조기 발견하여 즉각적인 대처가 필요하다.

다. 서비스 구성도

4대강 영향권 내의 1~3종 공장, 하·폐수 처리시설 60여개소와 강으로 유입되는 하천에 각각 수량, 수위, 유속, 강우, 수질, 수온 등을 측정하는 센서를 설치하여 강으로 유입되는 본류 및 지류에 대한 수질 조사를 통한 오염원을 파악하고 조기에 발견하여 유관기관으로 빠르게 전파한다.




<그림 6-1> 4대강 본류 및 지류 수질 관리 시스템

라. 서비스 기능

4대강의 본류 및 지류의 수질을 실시간으로 모니터링하여 4대강 및 주변 지형의 친환경 생태관리를 할 수 있다. 또한 모니터링을 통해 오염사고를 즉각적으로 대처할 수 있으며 4대강의 생태환경정보를 인터넷을 통해 국민들에게 제공할 수 있다. 4대강 유역의 주변 생태 자원의 분포 DB 및 생태지도를 작성하여 지역 생태계 인식을 제고하고 홍보 효과를 증대시킬 수 있으며 생태관리의 기초연구자료로서 생태지도 구축 및 생태체험관을 통한 4대강 살리기의 대한 대국민 인식 제

고와 생태환경에 대한 교육자료로 활용이 가능하다. 본 시스템을 이용하면 유관기관에서의 빠른 조치가 가능하여 오염원의 확산을 예방할 수 있다.

마. 서비스 시나리오

- 4대강 유역 본류 및 지류의 유입 지점에 수량, 수위, 유속, 강우 등의 센서를 배치한다.
- 강물 본류 및 지류의 실시간 수질 측정 자료를 관제센터로 전송한다.
- 관제센터내의 분석 시스템에서 센싱 데이터를 기초로 하여 강물의 현재 수질을 판단한다.
- 분석 시스템에서의 오염물 유입 확인 시 관련 자료(센서위치, 오염물 농도 및 종류 등)를 경고 메시지와 CCTV 화면을 함께 관제센터 및 연관 기관(수질 조사원, 경찰청 등)으로 전송한다.
- 신속한 오염원 유입의 경로를 확인함으로써 연관기관에서의 빠른 현장 확인 및 조기에 오염원을 제거 한다.

**2. 산간벽지 환경 모니터링 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안**

가. 서비스 개요

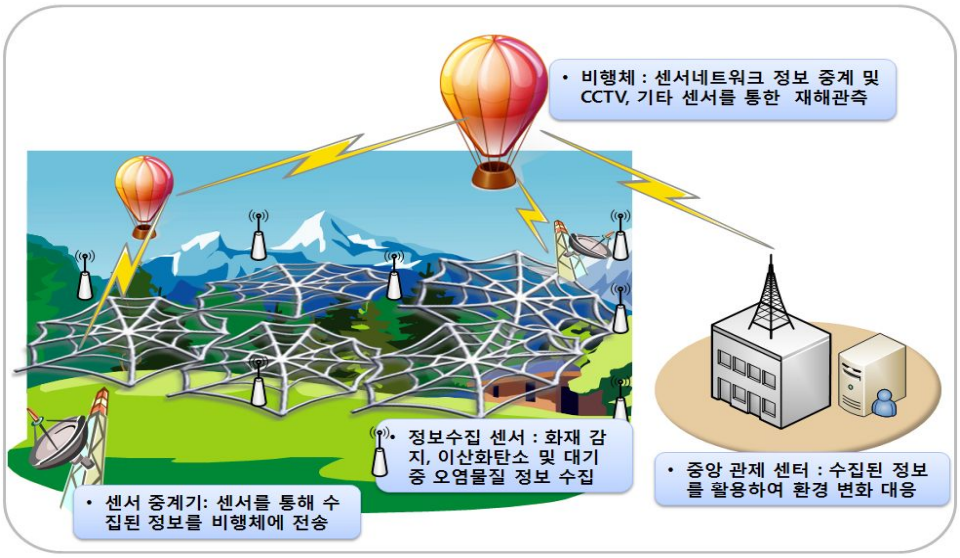
산간벽지 환경 모니터링 시스템은 유선 네트워크 설비가 어려운 산간벽지에 대하여 센서네트워크 망을 구성하여 급격한 기후 변화 및 산불과 같은 자연 재해에 대한 실시간 모니터링을 가능하게 하는 시스템이다.

나. 추진배경

우리나라와 같이 산이 많은 지형적 특성을 가지고 있는 곳에서는 매년 크고 작은 산불의 발생으로 살림훼손 및 인명 피해가 발생하고 있다. 이를 위해 국가차원에서도 대형 산불을 조기에 진압할 수 있는 다양한 형태의 소화약재 개발 등에 심혈을 기울이고 있지만, 고성능 소화약재의 신속한 투입에 의한 산불의 조기 진압을 위해서는 신속하고 정확하게 화재 발생을 감지 할 수 있는 IT 기술을 활용한 산불감시 시스템이 개발이 요구된다. 이러한 연구의 일환으로 무인항공 로봇과

지리정보 시스템을 이용한 산불감시 시스템이 개발된바 있으며, 이 시스템은 자동비행 중에 로봇에 장착된 불꽃감지 센서와 후각센서, 온도센서, 카메라 등을 이용하여 산불을 감시하며 산불이 발생하면 이를 지상관제 시스템에 알리고, 지상관제 시스템은 지리정보시스템을 이용해 소방당국에 산불 발화지점 등의 정보를 제공하는 형태로 운영된다. 인적이 드믄 산간벽지에 센서네트워크 기반의 망을 구축함으로써 녹림의 기후변화 및 산불, 산사태 등과 같은 자연 재해에 대한 대비가 필요하고, 산간벽지에 센서네트워크 구축을 통해 지구 온난화에 의한 국지적, 광역의 기후변화 측정을 통하여 대기 중 이산화탄소 및 기타 오염 물질 정보를 수집하여 환경 변화에 대하여 적극적인 대응이 필요하다.

다. 서비스 구성도




<그림 6-2> 산간벽지 환경 모니터링 시스템

라. 서비스 기능

날로 심각해지는 기후변화 대응을 위하여 대기 중 이산화탄소 농도에 대한 지속적인 관련 정보의 수집으로 인하여 인적이 드믄 산간지역에서 발생할 수 있는 산불, 산사태 등과 같은 재해를 실시간으로 모니터링할 수 있으며 이상 징후 발생

시 즉각적인 대응 및 방송을 통해 해당 지역 주민들에게 경보 가능하다. 또한 센서를 통해 수집되는 산간지역의 생태환경정보를 지속적으로 관리하여 산간벽지의 생태환경의 체계적 관리와 생태정보를 웹으로 제공하여 생태환경에 대한 대국민 인식 제고와 교육자료로 활용할 수 있다.

마. 서비스 시나리오

- 강원도 또는 인적이 드믄 산간벽지 지역에 태양광을 주 전원으로 하는 센서들을 광범위하게 분포 시킨다.
- 이러한 센서들은 바람 또는 강우에 유실 되지 않도록 높은 나무 꼭대기를 중심으로 고정 시키며 각각의 센서들은 메쉬 네트워크를 구축한다.
- 센서들로 이루어진 메쉬 네트워크는 비행체와 정보를 송·수신할 수 있는 코디네이터들이 곳곳에 설치되며 센서로부터 수집된 정보들은 코디네이터를 거쳐 공중의 비행체로 전송된다.
- 산악 기후 변화 관측을 위하여 비행체는 센서네트워크 상공을 선회 하며 실시간으로 수집된 기후 변화 정보를 중앙 관제 센터로 전송한다.
- 이와 함께 비행체는 CCTV 및 기타 센서들을 장비함으로써 산불 및 산사태 등과 같은 갑작스런 재해를 신속히 파악하고 관련 정보를 중앙 관제 센터로 전송한다.

### 3. 해역 환경 모니터링 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안

가. 서비스 개요

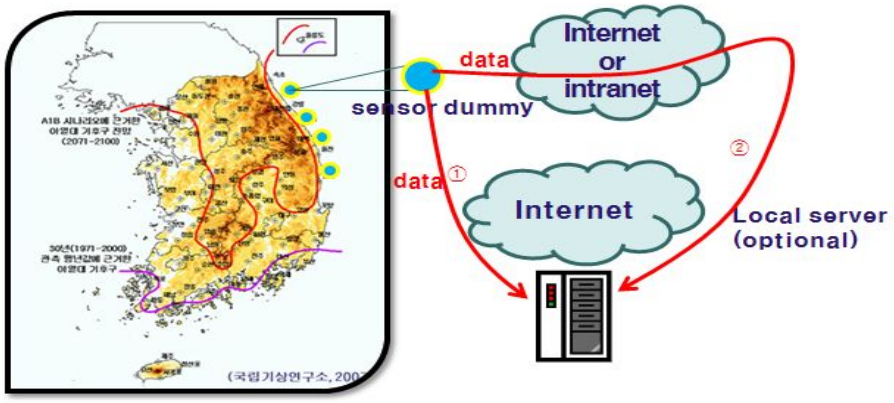
한반도 연안 해역 환경 모니터링 시스템은 해수온도센서 및 성분 분석 관련 센서를 통해 우리나라 근해의 해수 상태를 파악하여 모니터링 하는 시스템이다.

나. 추진배경

반도로 이루어진 우리나라의 지리학적 특성상 해수온도에 따른 기후변화가 심할 것으로 예상됨에 따라 전반적인 지구온도 변화 때문에 일어나는 우리나라 생태의 변화에 대한 대응이 필요하다.

다. 서비스 구성도

우리나라 해안선을 따라 인근해역에 유속 및 수온, 수질을 측정하는 센서를 배치하여 센싱된 데이터는 분석시스템을 통해 우리나라의 생태 환경 변화를 측정한다.




<그림 6-3> 한반도 연안 해역 환경 모니터링 시스템

라. 서비스 기능

해수 상태를 모니터링 함으로써 홍수 및 수해를 조기에 발견하여 피해를 줄여 매년 수해 복구로 들어가는 국가예산의 절감 효과를 가질 수 있고, 이러한 해양정보를 인터넷 및 방송을 통해 국민들에게 전파함으로써 피해를 조기에 방지할 수 있다. 또한 해수면의 생태환경을 감시하여 생태환경정보에 대한 DB를 구축해 많은 해양 연구에 연구자료로 활용될 수 있다..

마. 서비스 시나리오

- 전국 해안선 근처 시설물(ex, 군부대 등) 주변에 해수 온도 모니터링 기기를 배치한다.
- 이러한 센서는 두 가지 형태가 존재하게 되는데 하나는 시설물과 직접 유선으로 연결된 모델이며 하나는 인근 바닷가 바닥에 기둥이 꽂혀있는 형태의 모델이다

- 각 센서는 해수나 조수의 차를 이용한 부력통 등을 이용해 자가발전 할 수 있으며 각 해안 시설물에 위치한 센서 관리기기는 센서의 상태를 파악, 관리한다.
- 센서들이 해수에 관한 데이터를 해안 근처 시설물에 있는 코디네이터로 보내면 코디네이터는 데이터를 메인 서버로 전송한다.
- 메인서버는 기상청이나 그 외 환경 기구에서 관리되며 DB에 해당 데이터를 축적하여 분석, 통계, 예측 등에 도움을 준다.

### 4. 긴급 재난 방재 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안

가. 서비스 개요

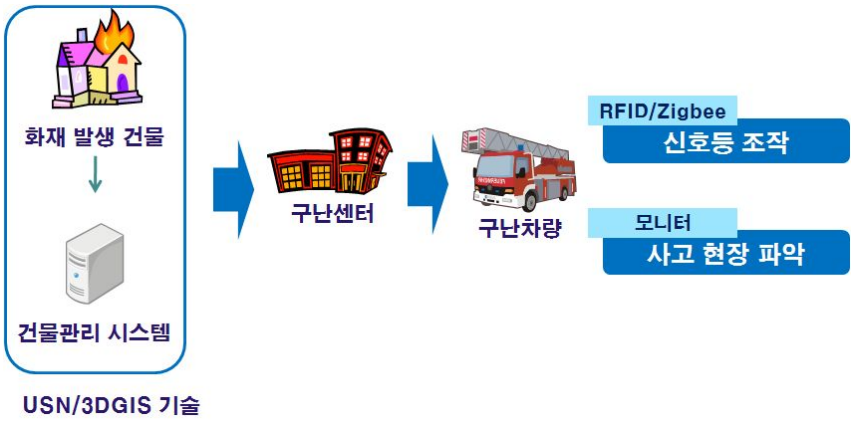
긴급 재난 방재 시스템은 건물 관리 시스템과 연계하여 화재 및 붕괴 등의 안전사고를 센서를 통해 감지하고 해당 기관에 알려서 119구급차, 경찰차, 소방차 등이 빠르게 대처할 수 있는 시스템이다. 또한 GIS(지리정보시스템) 기반의 재난방재 시스템으로써 긴급차량이 사고현장에 빠르게 도달 할 수 있도록 긴급차량의 진행 방향의 신호를 우선적으로 처리해줌으로써 신속한 재난 대응 체계 수립이 가능하도록 해주는 시스템이다.

나. 추진배경

국내는 재난관련 업무가 주로 재난발생후의 상황수습에 초점이 맞추어져 있을 뿐만 아니라, 예방은 점검 위주와 민간과 시민 스스로 관리하는 보수 관리에 중점을 두고 있어, 예방경보, 신속한 상황처리, 복구지원 등의 재난에 대한 총체적인 관리가 이루어 지지 않고 있는 실정이다. 또한 재난은 상황에 따라 유형별로 다원화되고 있는데 반해 관련 주무부처간의 업무 연계가 미비하여 상황발생시 효과적이고 유기적인 대응을 하지 못하고 있다. 따라서 재난관리의 전 단계를 관리할 수 있는 시스템이 필요하다. 또한 신속하게 출동하였더라도 교통상황 때문에 사고현장에 도착이 늦어진다면 신속한 상황대처가 이루어지지 않아 인명 및 재산피해가 늘 수 있다.

다. 서비스 구성도

건물 관리시스템과 연계하여 센서를 통해 소방서, 경찰서, 응급구조원등의 구난센터로 사고 상황을 조기에 전파하고 이들 차량의 출동 시 차량에 부착되어 있는 GPS 수신기를 통하여 보다 빠른 경로를 안내 받을 뿐만 아니라 텔레매틱스 기술을 활용하여 현재의 위치를 자동으로 파악하고, 이를 바탕으로 각 지방의 교통정보센터와 연계하여 긴급차량의 진행방향에 대한 신호를 미리 제어하여 구급차량이 신속하게 사고현장에 도달 할 수 있도록 해준다.




<그림 6-4> 긴급 재난 방제 시스템

라. 서비스 기능

USN 기반 건물 관리시스템과 연계하여 빠르게 사고를 감지하여 사고 발생 시 구난센터로 빠른 구난요청이 가능하여 긴급차량이 신속하게 사고현장으로 출동할 수 있게 해준다, 또한 기존의 도로상에 설치된 검지기 또는 기타 장치를 이용하던 방식에서 GPS 및 텔레매틱스 기술을 활용하여 현재의 위치를 자동으로 파악하고, 이를 바탕으로 각 지방의 교통정보센터와 연계하여 긴급차량의 진행 방향에 대한 신호를 미리 제어하여 구난차량이 사고현장으로 신속하게 출동 할 수 있도록 해준다. 긴급재난 방제 시스템은 재해관련기관들이 각기 보유 운영하고 있는 재해관련 정보와 자원을 공유하도록 유도하고, 재난발생시 재난의 확산을 미리 예측하여 대응할 수 있으며 이러한 정보를 방송 및 웹을 이용해 지역 주민에게 제공할 수

있다. 또한 재난 등의 위기상황에서 가까운 의료시설이나 대처할 수 있는 유관기관에 연계해줌으로써 신속한 상황대처가 가능하다.

마. 서비스 시나리오

- USN 기반 건물 관리시스템에서 화재 및 붕괴 등의 사고 감지 시 즉시 인근 구난센터로 정보(건물 주소, 3D GIS를 통한 정확한 사고 현장 등)와 함께 구조요청을 한다.
- 구조요청을 받은 구난센터에서는 현장의 위치를 정확히 파악하여 구난차량이 신속하게 출동한다.
- 구난차량의 부착되어 있는 RFID/Zigbee 및 GPS를 이용하여 구난차량 이동 시 신호등을 조작하여 구난차량이 신속하게 사고 현장으로 도달 할 수 있도록 해준다.
- 구난차량 내부에 부착되어 있는 모니터 등을 통하여 출동 중 건물에서의 정확한 사고현장을 파악하여 도착즉시 구난 활동을 시행하여 피해가 확산되는 것을 방지할 수 있다.

### 5. 지반침하 위험 모니터링 시스템을 이용한 환경정보 활용방안

가. 서비스 개요

지반침하 위험 모니터링 시스템은 침하 위험을 내포한 고산지대의 국도 혹은 강변 도로 등에서 발생할 수 있는 지반 침식 및 도로 유실에 의한 사고를 사전에 탐지 하고 예방하기 위한 시스템이다.

나. 추진배경

강변 도로 및 산간벽지의 국도들은 홍수 및 가뭄에 의한 자연 침식과 도로 유실의 위험이 많다. 또한 폭우나 해빙기 지반침하로 인하여 많은 재산 및 인명 피해가 우려되기 때문에 인위적으로 조성된 지반 및 산등성이의 지반침하 위험을 사전에 감지하여 재산과 인명피해를 줄일 수 있는 방안이 요구된다.

다. 서비스 구성도

지반침하의 위험이 있는 전국의 도로나 4대강 사업에 의하여 만들어진 강변의 자전거도로 등에 지반 변형 감지 및 온도, 습도를 감지하는 센서를 배치하고 이들로부터 습득한 데이터를 분석시스템을 통하여 지역별·구간별 지반의 침하정도를 측정 할 수 있도록 한다. 이와 함께 수집된 지역별·구간별 지반의 침하 정도 및 사고 발생 상황은 전광판과 도로공사 등의 인터넷 홈페이지를 통하여 이용자가 한눈에 파악할 수 있도록 해준다.

<그림 6-5> 지반침하 위험 모니터링 시스템

라. 서비스 기능

지반 및 도로주변 상태 정보(습도, 침하, 유실 등)를 모니터링하며 지반침하로 인한 사고 발생 위험이 있거나 발생했을 시 이를 유관기관 및 지역주민에게 전파하여 재난재해에 대한 신속한 대응이 가능하게 한다. 이와 함께 사고 발생 데이터를 수집 및 분석하여 사고 다발 지역에 대한 생태정보를 DB화하고 해당 자료를 공개함으로써 교육 자료로 활용한다.

마. 서비스 시나리오

- 지반의 변형률, 습도, 온도 등을 측정하여 데이터를 관제센터로 전송한다.
- 관제센터의 분석시스템에서 데이터를 분석하여 현재 지반의 침하정도를 측정한다.
- 측정된 결과는 관제 센터 및 전광판에 전송하여 사람들에게 안내한다.
- 폭우나 해빙기로 인하여 지반이 침하하거나 지반 내에 수분이 많아 침하의

위험이 있을시 이를 즉시 관제 센서 및 연관기관에 전송하여 빠른 조치를 취할 수 있도록 한다.

- 각 지역의 전광판과 경고 시스템을 통하여 지반침하로 인한 인명피해를 줄일 수 있다.

## 제 2 절 그린 IT 환경 조성을 위한 민간분야의 환경 수집정보 활용방안

급속한 기술의 발전과 무분별한 도시개발로 인해 대기질 악화, 수질 오염 및 수생태계 파괴 등 도시환경 문제를 비롯한 지구온난화가 심화되고 있다. IT 기술은 지구온난화를 일으킨 주원인임과 동시에 기후변화 문제를 해결해 줄 수 있는 해결책이다. IT 기술은 복잡한 정보 분석이 필요한 이슈사항에 대해서 의사결정자들에게 보다 나은 결정을 할 수 있도록 사용되어 왔으며, 그린 IT 기술은 단순히 에너지를 절감하는 것뿐만 아니라. 기후변화라는 복잡하고 다양한 문제를 해결하기 위한 IT 솔루션을 제공할 수 있다.

국내에서도 환경보호 및 에너지사용 등의 그린 IT 환경 조성을 위한 환경수집정보 활용방안에 관심이 집중되고 있다.

### 1. $CO_2$ 관리 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안

가. 서비스 개요

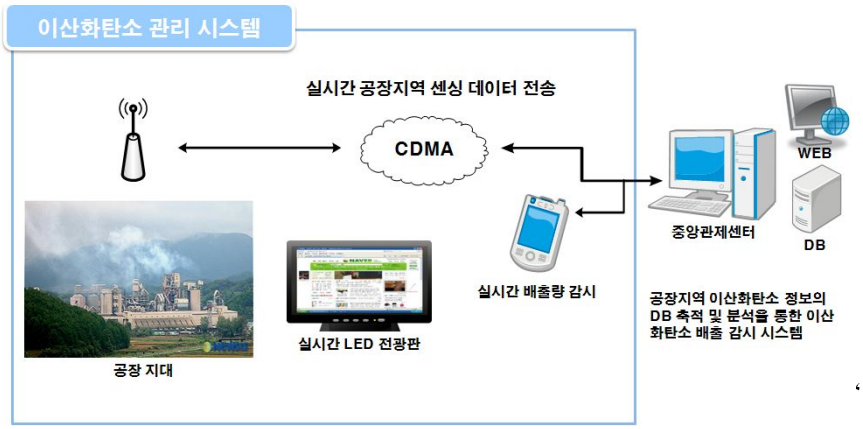
$CO_2$ 관리 시스템은 국내의 주요 공장들이 밀집되어 있는 산업단지에 이산화탄소 감지 센서를 설치하여 관리함으로써 이산화탄소 배출량을 감시하는 시스템이다. 기존에 공장에서 매연을 몰래 배출하거나 기준치 이상으로 배출을 관리하기가 어려웠지만 본 이산화탄소 관리 시스템을 구축함으로써 각 공장마다 이산화탄소의 배출량 관리와 기준치 이상의 매연을 배출할 시 적절한 조치를 취할 수 있다. 또한 전국의 공장지역에 설치함으로써 전국적인 이산화탄소 배출량을 관리할 수 있는 시스템이다.

나. 추진배경

기후변화와 관련하여 대기환경 문제는 특정 지역과 국가를 넘어서 전 지구적 차원의 문제로 확대되고 있다. 기존의 대기환경 측정소는 식생환경이 양호한 지역에 독립적인 건물 옥상이나 일정한 공간에 설치되어 있기 때문에 대기오염이 심각한 공장지대나 전국적인 대기환경을 정밀하게 측정할 수 없는 한계성을 갖고 있다. 또한 이산화탄소의 배출량은 국내 대표 산업단지 33곳에서 약 1억 4000만 톤으로 전국 에너지 사용량의 57.5%, 전체 지정폐기물 발생량의 65.5%를 차지하고 있는 실정이며, 지구온난화를 대처할 이산화탄소 줄이기 및 환경규제강화가 세계적인 흐름으로 자리매김 해감에 의해 2013년부터 탄소감축의 의무화를 대비한 탄소배출권 할당과 배출량 감시 등 탄소 관련 관리시스템과 산업단지에 대한 이산화탄소 감시 체계와 같은 기후변화 대응을 위한 이산화탄소 관리 시스템이 필요하다.

다. 서비스 구성도

이산화탄소 관리 시스템은 이산화탄소 배출량을 감지하는 센서와 센서에서 수집된 정보를 수집하여 서버로 전송하는 네트워크 게이트웨이 및 IP-USN 그리고 수집된 정보를 관리하고 모니터링 하는 중앙관제 센터로 구성된다.




<그림 6-6> 이산화탄소 관리 시스템

라. 서비스 기능

전국 주요 공장지대에 대한 이산화탄소 배출량 감시가 가능하다. 이로 인하여 기준치 이상으로 이산화탄소를 배출하는 공장을 제지함으로써 이산화탄소 배출량 감소 할 수 있고, 전국적인 탄소 배출량 측정으로 향후 탄소거래제 활성화를 위한 밑거름을 마련하고, 또한 공장 굴뚝의 불법 매연 배출을 미연에 방지함으로써 에너지사용 및 환경보호 등의 그린 IT 환경을 조성할 수 있다. 또한 기후변화 대응에 필요한 모니터링과 완화 적응에 모두 기여할 수 있으며, 기후변화 관련 국가의 각종 대기환경 보전정책 수립 및 의사결정 지원을 위한 데이터를 수집하는 기본 정보로써 활용이 가능하다. 나아가 축적된 대기환경정보를 국민들에게 제공하여 그린 IT 환경 조성을 위한 분위기 조성 및 그린 IT 교육 자료로써 활용할 수 있다. IP-USN을 활용한 $CO_2$ 관리 시스템은 기후변화에 대비한 그린 IT 기술 분야에서 선도적인 역할을 수행할 것으로 기대된다.

마. 시나리오

- 전국 주요 공장지대와 공장 굴뚝에 이산화탄소 감지 센서, 그리고 일정 지역마다 게이트웨이를 설치해서 IP-USN을 통해 센싱된 이산화탄소 배출량을 중앙관제센터로 전송한다.
- 이산화탄소 관리 담당자는 PDA로 중앙관제센터로 접속하여 관리지역의 상태를 확인 할 수 있다.
- 특정 공장이나 지역에서 이산화탄소와 매연을 기준치 이상 배출하는 곳을 확인 후 그에 따른 적절한 조치를 취할 수 있다.
- 국내 모든 지역의 공장에 센서를 설치함으로써 국내 전체에 대한 이산화탄소 배출량을 실시간으로 측정할 수 있고 이를 인터넷을 통해서 실시간 이산화탄소 배출량 정보를 공개한다.
- 2013년부터 탄소감축의 의무화를 대비한 탄소배출권 할당과 배출량 감시 등 탄소 관련 관리시스템에서 배출량 감시 부분을 대체할 수 있다.

## 2. USN 기반 전기계량기 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안

가. 서비스 개요

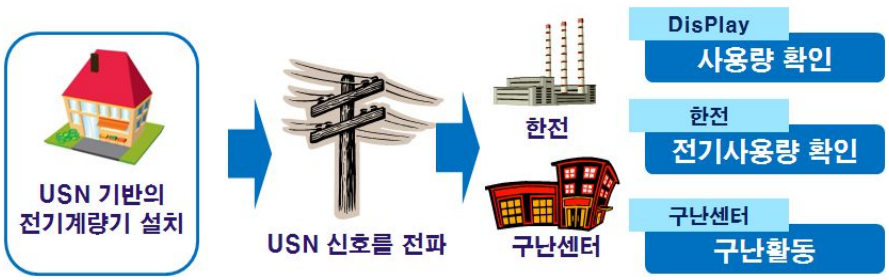
USN 기반 전기계량기 시스템은 가정 및 사무실, 기타 사업장에 설치된 전기계량기를 USN으로 통합 및 확장 적용한다. 이를 통해 고객에게 소비자가 사용하고 있는 가전제품에 따른 전기 소비량 정보를 제공한다. 또한 전기 계통에 이상 징후를 조기에 발견하여 전기로 인한 화재 및 안전사고와 같은 재난사고에 빠르게 대응할 수 있는 시스템이다.

나. 추진배경

현재의 전기계량기는 단순히 해당 가정 및 사업장에서의 사용량만을 측정하는 기능을 가지고 있다. 또한 현재의 전기요금을 확인하기 어려워 사용자는 현재 자신이 사용하고 있는 전기의 요금이 얼마인지 또는 TV, 냉장고 등 가전제품에 따른 전기 소비량의 확인이 불가능하다. 이에 보다 지능적이며 사용자에게 더 많은 정보를 제공하고 전기로인한 안전사고에 대응할 수 있는 시스템으로의 전환이 필요하다.

다. 서비스 구성도

구식 계량기를 USN 기반의 디지털 계량기로 바꿔 설치하고 USN 기반의 디지털 계량기 및 센서는 실시간으로 전기로 인한 사고에 대한 모니터링과 전기 사용량에 대한 정보를 IP-USN을 통해 한국전력공사로 전송한다. 전송된 정보를 바탕으로 웹을 통해 사용자에게 공개하고 이상 징후 발견시 유관기관에 빠르게 통보함으로써 대응이 가능하다.




<그림 6-7> 전기 계량기 구성도

라. 서비스 기능

사용자는 현재 자신이 사용하고 있는 전기의 정확한 사용량을 파악할 수 있을 뿐만 아니라 계량기의 디스플레이 패널을 이용하여 현재 사용하고 있는 전기량에 따른 전기요금을 확인가능하고, 사용자가 설정한 전기사용량 또는 요금에 도달할 시 사용자에게 이를 안내하여 사용자 스스로 전기를 절약 할 수 있도록 도와준다. 또한 국가적 차원에서는 단순히 전기를 절약하여 사용하라고 소비자에게 요구하는 것이 아닌, 소비자가 사용하고 있는 가전제품에 따른 전기 소비량 및 분당 사용량과 비용을 알려주며 소비자의 전력 사용 패턴을 인식시키고 절약할 수 있도록 도와줄 수 있다.

이와 함께 집집마다 부착된 센서를 통해 화재, 계량기 도난·파손 등과 같은 위급 상황 발생 시에도 이를 신속하게 구난센터로 및 한국전기공사로 전송하여 피해를 최소화 시킨다. 사용자의 자발전기 전기절약 실천과 사고 시 신속한 구난 활동으로 피해를 최소화함으로 인하여 $CO_2$ 발생량을 감축하고 결과적으로 에너지 사용 및 환경보호 등의 그린 IT 환경조성을 위한 인식을 확산시킬 수 있다.

마. 서비스 시나리오

- 건물 내부로 들어오는 전기의 계량기를 USN 기반의 디지털 계량기로 교체하여 설치한다.
- 일정한 단위 시간 마다 센서네트워크를 통해서 현재의 전기사용량을 한국전력공사로 전송한다.
- 사용자는 전기계량기의 디스플레이 패널을 통하여 현재 사용하고 있는 전기의 양과 그것을 금액으로 환산한 예상 전기료를 확인 한다.
- 사용자가 설정해 놓은 일정한 전기 사용량 또는 요금에 다다를 때 디스플레이 패널 또는 소리를 이용하여 사용자에게 이를 알려준다.
- 사용자는 스스로 전기를 절약한다.
- 화재 발생 시 이를 신속하게 구난센터에 전송하여 피해를 최소화 한다.
- 전기계량기의 도난·파손 등의 인위적인 훼손행위 발생 시 이를 한국전력공

사로 전송하여 전기계량기의 훼손을 초기에 조치한다.

### 3. 저수지 수위 관리 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안

가. 서비스 개요

저수지 수위 관리 시스템은 USN을 기반으로 저수지의 수질에 대한 모니터링과 농업용수의 원활한 공급을 위해 농업용 저수지의 수위를 조절하여 적정수위를 유지 할 수 있도록 해주는 시스템이다.

나. 추진배경

가뭄은 홍수와 달리 진행속도가 느리므로 시·공간적으로 정확하게 판단하기가 쉽지 않고, 가뭄의 영향은 상당기간 완만히 누적되어 나타나고 가뭄이 해결된 후에도 수년 동안 파급효과가 나타날 수 있기 때문에 가뭄의 시작과 끝을 판단하기란 무척 어렵다. 따라서 이와 같은 속성 때문에 가뭄을 잠행현상이라 하고, 예로부터 농사가 중요한 비중을 차지했던 우리나라에서는 가뭄이 농경 등 인간생활에 직접적인 영향을 끼쳐왔다. 현재 사람에 의한 저수지의 수위 관리로 인하여 저수지의 수위를 정확히 측정 할 수가 없고 적절한 시기에 대처할 방안이 없어 가뭄으로 인한 피해는 고스란히 농민들에게 전해지고 있는 상황이다. 농업용수의 특성상 강수량 부족에 따라 과거 가뭄이 결정되는 경향이 있으므로 가뭄으로 부터 농작물 피해를 줄일 수 있도록 가뭄의 현재 상태를 자동으로 파악하고 조기에 예방하는 방안 마련이 필요하다.

다. 서비스 구성도

주요 저수지내에 저수, 폐수, 등에 수질 측정센서와 유량, 수위 등을 측정할 수 있는 센서를 USN 통신 노드 또는 USN 게이트웨이를 설치한다. 이를 통해 센서 데이터 및 장비 데이터를 수집하고 IP-USN으로 서버에 전송해 원격지에서 수질 데이터 및 수위 데이터를 모니터링하여 효과적으로 수질 및 수위를 관리하여 일정 수위 이하로 낮아지게 되면 유관기관에 통보를 하여 조기에 예방할 수 있도록 한다.

<그림 6-8> 저수지 수질 관리 시스템

라. 서비스 기능

이 시스템은 농업용저수지의 수위 및 오염도를 실시간으로 측정하고 현행 수작업에 의존하는 데이터 수집을 원거리에서 모니터링을 통해 수집이 가능하며, 오폐수가 유입할 시 이를 신속히 경보하고 즉각적인 대응을 취할 수 있다. 또한 일정한 수위 이하로 낮아 지게 되면 이를 신속히 파악하여 관계기관과 가뭄에 대한 적절한 대응이 가능하다. 또한 전국적인 저수지를 관리함으로써 전국적 저수지 생태 환경정보를 DB화하여 일반에게 공개하고 교육자료로 활용할 수 있다.

마. 서비스 시나리오

- 4대강 살리기 사업으로 조성된 농업용 저수지와 그 외 기존 농업용수로 사용되는 저수지에 수위를 측정 할 수 있는 센서를 배치하고 저수지의 수위를 측정한다.
- 측정된 데이터를 중앙의 분석시스템으로 전송되어 분석시스템을 통하여 저수지별 수위 부족 상태를 파악한다.
- 저수지의 수위가 일정한 수위 이하로 떨어지면 관제센터에 관련정보(지역, 저수지명, 현재 수위 등)을 전송한다.
- 수위조절 시스템과 연계하여 수위를 조절함으로써 농작물의 피해를 막는다.

### 4. 개화기 서리 관리 시스템을 이용한 환경수집정보 활용방안

가. 서비스 개요

개화기 서리 관리 시스템은 국지적으로 발생하는 서리를 센서를 통해 측정하

여 경보해줌으로써 농가에 발생할 수 있는 냉해 피해를 최소화할 수 있는 시스템이다.

나. 추진배경

최근 지구온난화로 인한 기온의 상승은 온대 기후에서 작물의 생육이 가능한 기간이 늘어난다는 장점이 있으나 기후변화에 따른 이상 난동현상으로 작물의 개화시기가 앞당겨지고 있어 서리에 의한 피해는 더 커질 것으로 예상되지만, 현재까지 기상청에서 제공하는 정보는 기온, 강수, 습도, 풍향, 풍속 등의 원 자료로서 서리가 발생하는 조건에 대한 구체적인 정보가 없을 뿐더러 서리는 지역에 따라 발생되는 시기에 차이를 보이고 있어 정확한 예보가 어렵기 때문에 정확하고 지역에 맞는 서리 관리를 통하여 특정 지역별로 정확한 서비스가 필요하다.

다. 서비스 구성도

농어촌 지역 및 4대강 정비 사업으로 조성된 녹지에 강우, 강수, 온도, 습도, 풍향, 풍속을 측정하는 센서를 배치하고 수집된 데이터는 분석시스템을 통하여 서리를 사전에 예고 또는 경보한다. 전광판을 통해서 현재의 환경정보 및 안개 발생 조짐 등의 정보를 사용자에게 제공한다.

<그림 6-9> 개화기 서리 관리 시스템

라. 서비스 기능

서리피해가 자주 발생하는 지역에 센서를 설치하여 통합 관리함으로써 현재

기상 정보를 실시간으로 파악할 수 있으며, 이를 바탕으로 그 지역의 서리 발생 가능성을 예상하여, 서리로 인한 피해가 발생하기 전에 경보 및 정보를 제공함으로써 농민들의 서리피해를 최소한으로 유지할 수 있다.

마. 서비스 시나리오

- 4대강 유역 및 농촌에 배치된 센서를 통하여 강우, 강수, 온도, 습도, 풍향, 풍속을 측정한다.
- 측정한 데이터는 관제센터의 분석시스템으로 전송한다.
- 분석시스템에서 전송된 측정 데이터를 기반으로 해당지역의 서리 발생 가능성을 판별한다.
- 분석시스템은 서리 발생 가능성이 높은 경우 해당 관청(기상청 등) 및 해당 지역에 전광판 및 인터넷을 통하여 사용자에게 서리 발생 가능성을 안내한다.

# 제 7 장 센서정보 수집·활용에 따른 기대효과 도출 및 정책방안

## 제 1 절 센서정보 수집·활용에 따른 환경, 경제, 산업적 기대효과 도출

본 연구의 결과로 제시된 USN을 활용한 여러 가지 환경정보 수집을 위한 센서네트워크 인프라는 단기간에 경제적으로 구축이 가능하며, 여러 가지 방법으로 환경 정보를 획득, 가공하여 여러 분야에 필요한 정보를 직접 제공하거나 방대한 데이터를 가공하여 정련된 정보를 생성하여 제공할 수 있다. 인프라를 구축하는데 필요한 설비나 시설 등이 많이 필요하지 않아 친환경적으로 구축이 가능하며 원격 관리나 모니터링으로 인해 많은 물질적, 인적 자원 낭비의 감소 효과가 예상된다.

또한 본 과제에서 제안한 환경정보 수집을 위한 구축은 필요시 확장하거나 재배치가 용이하여 정보 이용자가 원하는 인프라를 신속하고 저렴하게 재구축할 수 있고 이러한 인프라 변경이나 확장으로 유지보수적인 측면에서도 이점이 많다. 또한 국내 지형이나 환경에 적합한 독자적인 노하우를 확보하며 국내기술 수준을 국제적으로 끌어올리고 USN을 이용한 환경정보 수집 분야에 대한 기술적 우위를 확보할 경우 선진국 및 개도국에 대한 컨설팅이 가능하며 해외 기술 수출이 가능한 신기술이 될 것이다. 특히, 본 사업을 통해 구축된 인프라나 기술의 등록 및 국내·외 특허를 통해서 기술 수출을 유도할 수 있다.

다음은 각 분야별 기대효과이다.

### 1. 환경적 기대효과

▪ 무선 센서 네트워크의 활용으로 광범위한 지역의 환경 정보를 획득함으로써

객관성 있는 데이터 수집 가능

- USN을 통해 환경정보를 수집하여 지구온난화에 따른 생태 및 대기, 수온 및 수질에 관련된 데이터 축적 및 분석으로 미래 예측 가능
- 하천 등에 불법적인 오염물질 방류에 대한 경보 발생으로 수질오염 억제 효과
- USN을 통한 환경정보를 가공하여 일반 시민에게 제공함으로써 환경오염과 Green IT에 대한 인식 확산
- 센서를 이용한 위험정보 조기수집으로 재난재해에 신속히 대처하여 발생 가능한 피해 최소화

## 2. 경제적 기대효과

- USN을 이용한 환경정보 원격 센싱으로 물적, 인적자원의 낭비가 줄고 저렴한 비용으로 정보 수집이 가능해 관련분야 예산 절감 기대
- 환경정보를 이용한 응용 비즈니스 모델 개발로 정보 사용자들에게 편의를 제공하고 정보제공자의 수익창출 기대
- 환경정보 데이터 DB 일원화로 여러 기관의 중복투자를 방지하여 예산 절감 기여
- 환경정보에 대한 데이터 가공 기술과 인프라 구축기술, 운영 기술 등의 확보로 향후 해외 컨설팅이나 사업 진출 가능

## 3. 산업적 기대효과

- USN을 이용한 시스템 구축으로 USN 장비 제조업체나 관련 기술 업체의 활동 증가로 국내 USN 산업의 활성화 기여
- USN 기기의 여러 가지 응용 제품 출시로 다양한 분야에 적용할 수 있는 제품군 개발 가능
- USN을 응용한 시스템 구축을 통해 향후 USN 관련 인프라 구축과 여러 유

# 제 2 절 USN 환경정보를 이용한 Green IT 인식확산을 위한 정책방안

## 1. 각 국가별 그린 IT 인식확산을 위한 정책방안 및 시사점

가. 그린 IT 관련 정책 추진 현황

현재 국내에서 추진되는 대표적인 그린 IT 정책은 2005년 시작된「Standby Korea 2010」 대기전력 저감 프로그램을 들 수 있다. 지식경제부는 신정부 IT 전략으로 제시한 「뉴IT 전략」 12개 세부 과제 중 하나로 그린 IT를 선정하고 IT 제품 에너지 효율을 2012년까지 20% 향상한다는 목표를 제시하였다. 한편 행정안전부는 정부통합전산센터 그린화를 위해 에너지 절약 신규과제를 발굴하고 「에너지절약 종합추진계획」을 수립했다.

상기 계획은 매월 실내 환경 데이터를 측정 관리하여 적정 실내온도 유지, 자판기·정수기 타이머 설치, 승용차 함께 타기 활성화 및 경차 사용유도 등을 포함하고 있으며 종합적인 에너지 절감을 통한 환경보호 및 예산절감을 위해 전문기관의 에너지 진단, 유휴장비 전원차단 및 철거 등을 주요 내용으로 「그린기반의 통합전산센터 환경개선 계획」을  추진 중이다.

나. 국가별 정책 비교분석

2장에서 살펴본 국내·외 Green IT 정책동향을 살펴본 분석 및 시사점은 다음과 같다.

1) 주요국 그린 IT 정책 분석 종합

- 미국, 일본, 영국 등 선진 각국들은 기후변화 문제에 IT가 미치는 영향이 지대함을 일찍이 인식하고 IT 부문의 에너지 절감 및 $CO_2$ 감축을 위한 다각적인 노력을 전개 중

- IT가 환경에 미치는 부정적 영향보다 긍정적 영향이 더욱 크다는 점을 인식하고 IT를 활용한 에너지 절감 및 $CO_2$ 감축에 관한 연구도 활발히 진행하고 있으나 가시적인 성과는 아직 미흡한 상태
- 최근 선진국이 추진하는 그린 IT 정책은 기존의 IT 제품 환경규제와 IT를 활용한 환경보호 보다는 기후변화와 에너지 효율성 제고에 초점
- 한편 선진국들은 그린 IT 시장 선점 및 의제 주도권 확보를 위해 국제기구 활동에 적극 참여하며 발언권 강화에 주력

<표 7-1> 주요국 그린 IT 정책 비교

| 구분 | 추진 주체 | 특징 | 주요 정책 |
|---|---|---|---|
| 일본 | IT전략본부,<br>총무성,<br>경제산업성 | 미래 국가 성장전략과 연계<br>국가정보화 전략 차원 접근 | xICT 비전<br>그린 IT 이니셔티브 |
| 영국 | 내각부, 오프콤 | 정부 부문 솔선수범<br>탄소중립 실현에 중점 | 그린 IT 추진단, 그린 IT<br>성과표, 탄소감사 도입 |
| 미국 | 환경보호청,<br>에너지부<br>그린 그리드 | 에너지 효율성 제고 접근<br>민간 주도 / 그린 IDC 중점 | 에너지스타, 인텔리그리드<br>데이터센터 에너지 효율화 |
| 덴마크 | 과학기술혁신부<br>정보통신진흥원 | 그린 IT 기반 마련<br>국제적 역할 강화 | 그린 IT 실행계획 수립<br>(Green IT Acton Plan) |

2) 주요국 그린 IT 정책 비교

가) 일본 : 국가 미래 전략으로 그린 IT 추진

- 일본은 그린 IT를 국가 미래전략과 연계하여 경제성장과 환경이 양립하는 유비쿼터스 네트워크 사회를 추구하며 국가정보화 기본 계획 비전의 한 축으로 그린 IT 반영
- 산관학연 협력체계를 구축하고 기술개발, 정책수립, 산업육성을 일관되게 추진함으로써 시너지 발휘
- 그린 IT를 글로벌 IT 패권 확보 방안으로 인식하고 국제적 역할 및 발언권 강화를 위해 국제기구 활동을 활발히 전개하며 OECD와 UN ITU 등 관련 국제기구와 공동연구 추진 및 적극 참여 및 지원

나) 영국 : 정부가 그린 IT 솔선수범

- 영국은 그린 IT 추진단을 신설하고 그린 IT 성과표 및 탄소 감사제를 도입하는 등 정부 부문이 솔선하여 그린 IT를 실천
- 영국 정부는 에너지 소비 및 $CO_2$ 배출 주체로서 중앙 정부 차원의 그린IT 비전 및 실천과제 제시
- 데이터센터를 비롯한 정부 ICT 부문의 탄소중립 추구
- 명확한 성과 목표 제시 및 관리를 통하여 그린 IT 정책을 기후변화 대응정책과 연계 추진
- 기후변화 대응을 위해 도입된 최고지속가능책임자(CSO) 제도와 지속가능한 운영(SOGE) 목표 아래 그린 IT 정책 추진

다) 미국 : 비용절감과 비즈니스 기회 창출을 위한 그린 IT

- 미국은 에너지 문제에 대응하기 위한 방안을 오래 전부터 추진해 왔으며 연장선상에서 그린 IT 정책 추진
- IT 장비 및 기기의 에너지 효율성에 중점, 특히 데이터센터의 효율적 운영이 핵심 이슈
- 최근에는 IT 기업의 비용절감 및 새로운 비즈니스 창출 측면에서 민간주도의 그린 IT 활동 활발
- IBM, 인텔, AMD, 썬 마이크로시스템즈, HP 등이 주도적으로 그린 IT추구, 그린 그리드(Green Grid) 포럼을 구성하여 에너지 효율적 데이터센터 운영을 위한 지침 및 정책 마련
- 2007년 6월 구글, 인텔, MS 등 IT 기업은 IT 장비의 전력소비를 줄이고 전 세계의 탄소배출을 줄이고자 "기후보존 컴퓨팅 이니셔티브(Climate Savers Computing Initiative)" 발표
- 100여개의 기업 및 기관이 참여, 컴퓨터와 관련 부품 에너지 효율 제고 방안마련

라) 덴마크 : 선도적 대응으로 국제적 역할 강화

- 덴마크는 세계 최초로 그린 IT 실행계획을 수립하여 선도적 대응체계 마련
- 그린 IT 관련 우수 사례 발굴, 홍보 캠페인 전개, 공공부문 가이드라인 제정, 지식기반 구축 등 친환경적인 IT 사용 방안 마련
- 그린 IT 연구개발 지원, 기술 및 노하우 수출, 국제컨퍼런스 개최 등 지속가능한 미래를 위한 IT 솔루션 개발 추진
- IT와 환경 관련 기술력을 바탕으로 그린 IT 기술 및 시장 선점을 위해 국제적 역할 강화에 주력
- 2009년 제15차 UN 기후변화 회의와 OECD 그린 IT 컨퍼런스 동시유치를 통한 의제 주도력 강화를 위한 시너지 도모

다. 국가별 정책 시사점과 그린IT 인식확산을 위한 정책과제

세계 각 국의 정책들의 시사점은 다음과 같으며 이들이 시사 하는 바는 다음과 같다.

- 선진국들은 향후 그린 IT가 IT 부문의 최대 화두로 떠오를 것을 예견하고 정부차원에서 전략적으로 접근
- 이제까지 IT 제품 환경규제 및 전자폐기물 중심으로 IT 부문의 환경문제를 다뤄 왔으나 최근 기후변화 문제가 글로벌 이슈로 떠오르면서 $CO_2$ 배출에 초점을 둔 그린 IT 관심 고조
- 우리나라의 경우 IT 제품에 대한 환경규제 대응과 폐전자제품 처리에 관한 정책은 마련되고 있으나 에너지 절감 및 $CO_2$ 배출에 초점을 둔 그린 IT전략 및 정책은 미흡
- 그린 IT는 기후변화 대응과 에너지 절감이라는 두 가지 국가 현안을 동시에 해결할 수 있다는 점에서 국가 차원의 종합적이고 체계적인 정책수립 및 사업 추진 필요
- 최근 발표된 국정 비전인 『저탄소 녹색성장』 실현을 위한 IT 기여방안을 모색하고 정부 차원의 종합 대책 수립 필요
- 선진국 및 국제기구의 그린 IT 추진 동향 분석을 바탕으로 국내 그린 IT

## 2. USN 환경정보 이용 그린 IT 인식확산을 위한 정책적 고려사항

USN 환경정보 시스템의 성공적인 구축과 그린 IT 인식확산을 위해서는 관계 부처간의 협력 도모와 잘 정돈된 프로세스, 적절한 업무 분담 등이 부가적으로 필요하다. 먼저, 중앙부처, 지자체, 시행사(시공사) 등 이해관계자의 역할 정립을 통하여 중복투자 방지 및 효율적인 USN 환경정보 시스템 구축을 실현하고, 유관기관과 통합 연계된 서비스를 위해 범부처적인 조직을 개설하는 등의 과감한 제도 개선이 필요하다. 그리고 USN 시스템의 구축과 운영단계에서 발생할 수 있는 업무갈등 부분 같은 문제는 구축/운영의 업무를 명확히 하고 범부처적인 조직을 개설하여 업무를 담당하게 하는 것이 필요하며, 많은 USN 환경정보 시스템이 구축/운영되어야 할 경우에는 각 기관별로 다양한 인원이 관련되어 있어 업무분장이 어려우므로 운영조직에 대한 표준화된 업무지침을 만들 필요가 있다.

또한 USN 환경정보 시스템 구축/운영에 있어서는 광범위하게 적용되는 법제도에 대해 유연한 관점의 접근이 필요하며 기관간의 연계문제, 서비스 운영에 대한 문제 등의 해결을 위해 관계 부처가 할 수 있는 역할에 대한 법제도적 개선방안을 도출하여 USN 환경정보 시스템 구축 및 운영에 대한 거버넌스 체계를 확립해야 한다.

## 3. USN 환경정보 이용 그린 IT 인식확산을 위한 정책방안

그린 IT 인식확산을 위해 USN으로 취득한 환경정보를 사용하기 위해서는 여러 가지 현황 분석과 더불어 단계적인 계획 및 추진이 필요하다. 본 항목에서는 그린 IT 인식 확산을 위한 USN 환경정보 이용방안을 위한 정책 방안을 제시한다.

① USN 환경정보를 이용한 그린 IT 전략 및 정책 수립 기초자료 수집을 위한 실태조사

- USN을 이용한 환경정보 측정 가능 분야 도출

- 환경정보 수집 가능 분야별 시범사업 수행으로 유용성 평가
- USN 환경정보 수집 시스템의 환경오염물질 감축 기여도등 USN 활용 오염물질 모니터링을 통한 감축량 추산
- 환경정보 수집으로 인한 오염물질 배출 감소, 재난 재해 예방 등에 따른 경제적 효과 분석

② USN 환경정보를 이용한 그린 IT 인식 확산 기본계획 수립 및 USN 환경정보 수집을 차기 국가정보화 기본계획에 반영
- 국가 차원의 체계적/종합적인 USN 활용 그린 IT 정책 추진을 위한 "USN 활용 그린 IT 기본계획"을 수립하고, 이를 "저탄소 녹색성장" 실현을 위한 국가정보화 기본계획 비전에 포함하고 기본 방향으로 제시

③ 공공부문에 그린 IT를 위한 USN 활용 환경정보 수집 실행계획 수립 및 환경정보 활용 성과표 개발
- 사회적 인식 제고를 위해 중앙부처, 자치단체, 공공기관 등 공공부문이 솔선하여 "USN 활용 환경정보 수집계획" 수립
- 공공부문의 환경정보 활용성과를 진단하고 개선점을 도출하기 위한 성과측정 도구로서 "USN활용 환경정보 수집 및 활용 성과표" 개발 및 도입

④ USN 통해 수집한 환경정보를 이용하여 전자정부 탄소중립 계획 수립 및 추진
- 전자정부 운영을 통한 $CO_2$ 배출량을 최소화하고 USN 기술을 이용한 환경정보 수집 등의 상세 프로그램을 운영하여 전자정부의 기후변화 대응 및 에너지 절감 기여 극대화

⑤ 환경정보 활용 가이드라인 제정 및 홍보 캠페인 전개
- 일반 국민과 민간 기업들의 그린 IT 실천을 활성화하고 구체적인 실행방안을 제공하기 위한 환경정보 활용 가이드라인 제정

- 그린 IT는 인식과 행동의 변화가 중요하므로 필요성을 공유하고 가이드라인 도입을 촉진하기 위한 대국민 홍보 캠페인 전개

⑥ 수집된 환경정보를 활용한 에너지 절감 및 $CO_2$ 감축 방안 연구

- 기후변화 대응 및 에너지 절감을 위한 적극적인 USN 활용 및 기여 방안마련을 위해 해외 우수 사례 발굴 및 시범 사업 추진

# 제 8 장 결 론

현재 전 세계적으로 그린 IT에 대한 관심이 고조되고 있으며 우리나라 역시 제 2차 범정부 신성장동력 과제로서 그린 IT를 위하여 산업 및 정책 활성화를 전략적으로 추진하고 있다. 이는 그린 IT를 위한 다양한 산업과 관련 기술의 개발뿐만 아니라 다양한 정책적 지원이 요구 되는 현 시점에서 이상적인 유비쿼터스 사회의 구현을 위해 시의적절한 노력이라 할 수 있다.

이러한 그린 IT 활성화 방안으로서 현재 활용되고 있는 다양한 센서네트워크 기술의 효과적인 구축과 통합 운영이 요구된다. 이에 따라 기상과 대기·수질·토양, 재난 등 다양한 분야에서 센서네트워크를 통해 수집되는 환경정보를 유·무선 통신 등과 연계하여 에너지절감·환경보호 등 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 활용방안이 필요하다.

이를 위하여 먼저 기반 연구로서 기후 변화와 환경 정보, 그린 IT에 대한 기본적인 동향을 조사 및 분석하였다. 또한 국내·외 분야별 센서네트워크 구축 및 센서 정보 수집현황을 분석하였다. 특히 기관 및 분야별 센서네트워크 활용 현황을 중점적으로 분석하며 기 구축 센서네트워크 활용에 대한 문제점을 기술적, 정책적 관점에서 파악하였다.

이와 함께 관련 기반 기술로서 국내·외 센서네트워크 기술 표준화 동향을 조사·분석하였으며 유·무선 통신 기술과 센서네트워크 연동 방안을 제안하였다. 특히 센서네트워크 구축 및 운영 방안으로서 기상, 수질·대기 오염, 자연재해 환경정보 등과 같은 분야별 환경 정보 수집을 위한 센서 네트워크 구축방안을 제안하였다. 뿐만 아니라 기 구축된 센서네트워크에 대한 효율적인 통합·운영방안을 마련하고 분야별·기관별 센서네트워크의 통합·운영 방안을 제안하였다.

또한 본 연구를 통해 센서네트워크를 통한 환경 정보 수집 및 그린 IT 분야 활용 방안을 제안하였다. 이에 대하여 환경 보호 및 재난 재해 예방을 위한 공공분야의 환경정보 활용방안을 제안하였다. 특히 4 대강 수질 모니터링 시스템, 산간벽지 환경 모니터링 시스템, 해역 환경 모니터링 시스템, 지반 침하 위험 모니터링 시스템 등 다양한 모델을 제시하여 구체적인 활용방안을 제안하였다. 이와 함께

그린 IT 환경 조성을 위한 민간분야 환경 정보 활용 방안으로 $CO_2$ 관리 시스템, 센서네트워크 기반 전기 계량 시스템, 개화기 서리 관리 시스템 등 다양한 모델을 함께 제안하였다.

끝으로 센서네트워크를 통해 수집된 환경 정보를 활용하여 그린 IT 인식확산을 위한 정책 방안을 제안하였다. 이에 대하여 각 국가별 그린 IT 관련 정책 추진 현황을 조사·분석하고 각각의 정책들을 비교·분석하였다. 이를 바탕으로 공공부문 그린 IT 실행계획 및 성과표 개발, 그린 IT 실천 가이드라인 제정 및 홍보 캠페인 전개, IT를 활용한 에너지 절감 및 $CO_2$ 감축 방안 등 다양한 정책방안들을 제안하였다.

본 연구는 최종 연구 목표인 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 활용방안을 도출하기 위하여 환경정보 수집 현황 및 센서네트워크 기술 현황을 분석하였다. 이와 함께 유·무선 통신 기술 및 센서네트워크 연동 방안을 도출하고 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 구축 방안과 기후변화 대응을 위한 센서네트워크 활용 방안을 제안하였다.

이러한 연구 결과는 그린 IT 및 센서네트워크에 대한 이해를 촉진하고 그린 IT 활성화와 기후변화 대응을 위한 정책 수립 자료로 활용 될 수 있다. 이와 함께 그린 IT 기반 조성을 위한 서비스 모델을 제안함으로서 산업체 및 관련 시장의 활성화에 기여할 수 있으며 다양한 환경정보 활용방안을 제안하여 국가적 저탄소 녹색성장 실현에 기여할 수 있다.

# 참 고 문 헌


[1] 허재두, “센서네트워크 응용 기술 동향”, 정보통신연구진흥원, 2008.07.30

[2] 이준섭, “USN과 BcN 연동에 대한 고찰”, 한국통신학회지, 2007.08

[3] 기후변화정보센터, “http://www.climate.go.kr/”

[4] 이영선, “IT 부문 에너지 사용현황 분석 및 Green IT 정책개발 연구”, 한국정보사회진흥원, 2008.11.24

[5] 노선식, “RFID/USN 확산 저해요인 및 개선 대책 연구”, 한국전산원, 2005.10.31

[7] 한국정보사회진흥원, “2006년도 USN 현장시험 결과보고서”, 한국정보사회진흥원, 2007.04

[8] 김지은, “USN 센서노드 기술 동향”, 한국전자통신연구원, 2007.06

[9] 김민수, “USN 미들웨어 기술개발 동향”, 한국전자통신연구원, 2007.06

[10] 표준화 백서, “주요 핵심기술 개발 및 표준화 동향”, 한국정보통신기술협회, 2009.02

[11] 임주연, “u-IT 확산사업 브로셔”, 한국정보사회진흥원, 2008.07

[12] 한국전산원, “인터넷 인프라 현황 및 동향”, 한국전산원, 2005.05.24

[13] 박승규, “인터넷 인프라”, 한국인터넷진흥원, 2008.05.26

[14] 박성균, “케이블 방송망 상향 주파수 확대를 위한 제도개선 연구”, 한국무선국관리사업단, 2006.06.20

[15] 주종옥, “WiBro의 IMT-2000 표준채택 의의와 시사점”, 정보통신정책, 2007.11.16

[16] 건설교통부, “수자원장기종합계획”, 2006

[17] 국토해양부, “기후변화 대응 국토공간계획 평가 및 과제”, 2008

[18] 국토해양부, “도시 침수피해 방지를 위한 효율적 실행방안 연구”, 2008

[19] 심우배, “국토계획측면에서의 집중호우 관리방안”, 방재정보 제 23호, vol 7, no 3, 2005

[20] 심우배, “우리나라 도시침수피해 특성과 정책과제”, 국토정책 Brief, 제 189호,

국토연구원, 2008

[21] 박상현, “저탄소 녹색성장을 위한 주요국 그린 IT 정책 추진 동향과 시사점”, 한국정보사회진흥원, 2008.9.3

[22] 김은숙, “기후변화 모니터링 : USN(Ubiquitous Sensor Network)의 활용”, 전자공학회지 제 35권, 제 11호, 2008. 11.

[23] 장희선, “u-City에서의 비즈니스 모델”, 주간기술동향 통권 1406호, 정보통신연구진흥원, 2009. 7. 22.

[24] 한국정보사회진흥원, “공공부문 USN 도입 방안에 관한 연구”, 2006. 12.

[25] 한국정보사회진흥원, “현장에서 바라 본 USN 시범사업 현황과 과제”, 2008. 7.

[26] 김지은, 김세한, 정운철, 김내수, “USN 센서노드 기술 동향”, 전자통신동향분석, 제 22권, 제 3호, ETRI, 2007. 6.

[27] 송준근, 마평수, “IP-USN을 위한 센서 네트워크 운영체제 동향”, 전자통신동향분석, 제 23권 제 1호, ETRI, 2008. 2.

[28] 권영아, 이효신, 권원태, 부경은, “서리 예보 자료 구축을 위한 서리 현상 발생일의 기상 조건 연구”, 한국기상학회 봄 학술대회 논문집, 2008.

[29] 위키피디아, “http://wikipedia.org”

[30] TTA, "ICT Standardization Roadmap 2009", 2009

[31] 김성진, 정우석, 박가람, 최연경, 김선중, “USN 응용서비스 동향”, 전자통신동향분석 제 22권 제3호, 2007. 6.

[32] 정훈 외 5인, “센서 네트워킹 기술 동향”, 전자통신동향분석 제 22권 제 3호, 2007. 6.

[33] 진희채, 김도현, “서비스 특성을 고려한 공공부문 USN 서비스 도입 전략”, 한국GIS학회 공동춘계학술대회 논문집, pp. 453~460, 2007. 6.

[34] 하경자, 여운동, “기후 및 기후변화 예측 및 영향 평가 기술”, 한국과학기술정보연구원, 2005

[35] 정학진, 김영일, 김윤기, 차맹규, “모바일 USN 환경모니터링을 통한 기후변화 대비 ICT 역할”, TTA Journal No. 120, 2008. 11.

[36] 이해동, 박남제, 최두호, 정교일, “모바일 USN 기술 및 보안 취약성 사례 분석”, 한국정보보호학회 정보보호학회지 제 18권 제 6호, pp. 58~69, 2008. 12.
[37] 전황수, 조원진, “유비쿼터스 시대의 새로운 서비스 모델 창출 방안 연구”, 전자통신동향분석 제 19권 제 6호 2004년 12월
[38] 표철식, 채종석, “차세대 RFID/USN 기술 발전 전망”, 한국통신학회지 제 24권 제 8호, pp 7~13, 2007. 8.
[39] 김태훈, 이상훈, 구지희, “USN 기반의 지반침하모니터링 모델 개발 활용기술 개발”, 한국공간정보시스템학회 추계학술대회, pp 151~156, 2006. 11.
[40] 한재일, "u-City 도입에 따른 도로기반시설물 관리 환경변화와 USN 기술 동향“, 국토 2008년 4월호, pp. 140~147, 2008. 4.