

# u-City 및 홈네트워크 서비스와 연계한 RFID/USN의 표준화 전망

전 호 인 강원대학교 전자·전기정보공학부 교수

## ● 홈네트워크 + RFID/USN 특집

RFID/USN의 HealthCare 관련 응용

USN을 이용한 홈네트워크

USN 현장시험 추진성과와 향후 전망

U-City 및 홈네트워크 서비스와 연계한 RFID/USN의 표준화 전망

홈네트워크 적용 가능한 RFID/USN 국내 기술의 기술 표준화 Issue

Home Robot에서의 RFID/USN 응용

## 1. 서론

최근 무선통신 네트워크 시스템을 이용하여 기기를 무선으로 제어하고 초 광대역 인프라 네트워크를 활용하여 주변에 사건이 발생하면 상황에 따라 필요한 조치를 즉시에 취할 수 있는 시스템을 구현하여 U-City와 그 안에 함께 존재하는 홈 네트워크 시스템에 적용하려는 요구가 늘어나고 있다. U-City 구축이 한국의 각 지방자치단체마다 서둘러 추진하고 있는 이유는 이 도시에 사는 주민들에게 이러한 상황인지(Context-Awareness) 기능을 제공하여 편안한 삶을 제공함으로써 지자체의 존재 의미를 다지고자 하는 의도도 있지만 U-City 서비스를 통해 확보할 수 있는 서비스 모델보다 더 나은 수익모델을 찾기도 쉽지 않기 때문이다.

이와 같은 U-City 구축에 필요한 무선통신 네트워크 시스템은 ‘항시 접속성’, ‘광대역성’, 그리고 ‘하나의 네트워크에 모든 기기의 접속성’ 지원을 요구하고 있다. ‘항시

접속성’은 Ad-Hoc Network를 지원하는 Mesh Network 기능에 Seamless Connection, 단말의 이동성, 고속의 기기인식 및 접속기능이 필수이다. ‘광대역성’은 백본망의 고속화를 의미하지만 다양한 센서 네트워크의 데이터 통신을 어느 정도의 QoS를 보장하는 수준으로 지원하면 문제가 없는 것으로 이해해도 된다. 끝으로 ‘하나의 네트워크에 모든 기기의 접속성’은 IPv6나 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기능을 이용하여 강의 수질을 제공하는 작은 센서도 End-to-End로 접속되어 도시통합운영센터에서 그 도시의 모든 상황을 파악하고 이에 적당한 대응능력을 구비하게 하는 것이다. 이를 위해서는 저전력을 소모하는 메쉬 네트워크 지원 센서 네트워크 프로토콜 및 기기의 개발이 필수이다.

본 고에서는 먼저 세계적으로 인정받고 있는 근거리 무선통신 기술에 대해 간단히 알아보고 이 기술들의 USN 기술로서의 가능성을 타진해 본 후, u-City 서비스와 u-Home 서비스의 핵심 기술을 파악한 뒤 이와 같은 핵심 서

비스를 구현할 수 있는 핵심 기술인 MEU(Mesh-Enabled USN) 아키텍처에 대해 소개하고 이의 국·내외의 표준화 현황에 대해 소개하였다.

## 2. 근거리 무선통신 기술표준화 동향

근거리 무선통신 네트워크 시스템을 표준화하려는 시도는 1990년대 말부터 꾸준히 이루어져왔다. 그 중에서 가장 먼저 표준화된 기술은 Bluetooth 기술이다. Bluetooth는 2.4GHz의 주파수 대역에서 1MHz 대역폭의 채널 79개를 1초에 1,600번 바꾸어가며 송수신하는 주파수 도약(Frequency Hopping) 방법을 사용한다. 최대 유효 데이터 전송율은 ACL(Asynchronous Connectionless) 모드일 경우 723.2Kbps이다. Master 기기와 Slave 기기들로 구성되는 작은 네트워크인 Piconet에서 하나의 Piconet은 1개의 Master와 7개까지의 활성(Active) Slave를 지원가능하며 전력절약 모드인 Park 모드를 이용하면 255개까지의 Slave를 제어가능하다. Bluetooth 기술은 전력소모가 높고 Joining Time이 3초 이상으로 길며 동시에 제어할 수 있는 기기의 수가 7개 밖에 되지 않을 뿐만 아니라 2.4GHz 대역에서 83.5MHz의 Full Band를 사용하여 79개의 다른 주파수를 Hopping 하면서 데이터를 전송하므로 데이터 충돌의 확률도 높은 표준이다. 또한 Mesh Network와 같은 기능을 수행하는 Scatternet 기능을 정의하는 Bluetooth 1.2 규격은 아직 완성되지 않은 상태이어서 Master 기기의 RF 영역을 벗어난 기기와는 통신이 불가능한 것이 문제이다.

보다 빠른 WPAN 기술에 대한 요구에 따라 IEEE 802.15.3 Task Group에서 제정한 IEEE 802.15.3 표준은 낮은 전력을 소모하는 저가의 칩으로 Security와 QoS는 물론 최대 55Mbps의 데이터 전송속도를 지원함으로써 이동용 무선 영상 시스템과 멀티미디어 시스템에의 적용을 고려하였다. WLAN과는 달리 WPAN에서 DEV(Device)들의 연결은 인프라스트럭처 형태를 거의 가지지 않는다. 따라서 저가이면서 전력낭비가 심하지 않은 소형 디바이스를 구현

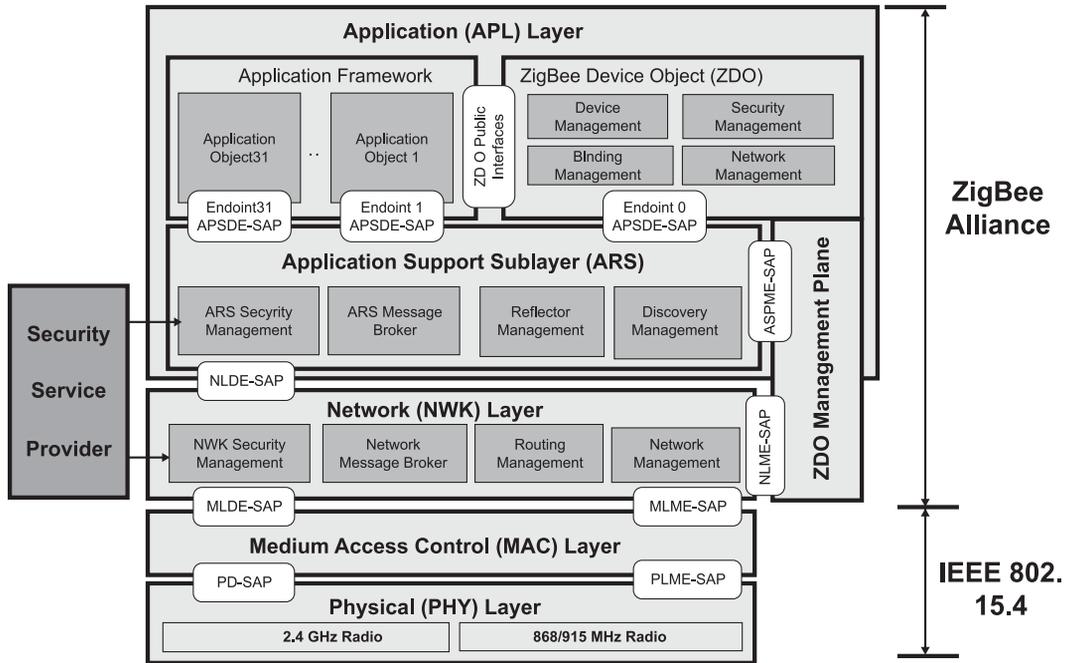
할 수 있는 방법이 가능하게 된다. 그러나 IEEE 802.15.3 규격의 문제는 아직 Mesh Network 기능이 완성되지 않았으며 Mesh 기능이 지원될 경우 QoS 수준이 어느 정도 지원될 것인지가 가장 염려스러운 부분이다. 현재 IEEE 802.15.5 Mesh Network Task Group에서 표준을 정의하고 있지만 Recommended Practice 수준으로 실제 상황에 어느정도 적용될것인지는 시장의 동향에 따라 좌우될 것으로 보인다.

USN Architecture를 위해 Bluetooth 보다 나은 기술로 인정받고 있는 기술은 IEEE 802.15.4 PHY 및 MAC 계층 규격이며 이 MAC 계층 위에서 Network 계층과 Application 계층, 그리고 Security 방식을 정의한 ZigBee 표준이다. CSMA/CA 기술을 이용하여 최대 65,535개의 노드들이 동시에 통신이 가능하며, 최대 250 Kbps의 전송속도에 전력소모도 낮고 최대 16개의 채널을 지원하는 ZigBee 표준은 2005년 6월 현재 버전 1.0이 확정되었으며 전등제어 등과 같은 서비스를 구현하는 데에 핵심적인 기술로 부각되고 있다.

ZigBee 프로토콜 스택은 IEEE 802.15.4 PHY 계층과 MAC 계층 위에 ZigBee Alliance가 정의하는 네트워크 계층과 응용지원 부계층, 그리고 응용 프레임워크와 ZDO(ZigBee Device Object) 및 이들 사이의 인터페이스를 정의하는 응용계층으로 구성된다. <그림 1>은 ZigBee의 프로토콜 스택 구조를 나타낸 것이다.

ZigBee NWK 규격은 Star, Tree, Mesh형의 Topology를 지원하며 Star Topology에서는 ZigBee coordinator가 network의 시작과 유지를 관장하며, 모든 node들은 ZigBee coordinator를 통해서 통신한다. Mesh 및 tree topology에서는, ZigBee coordinator는 몇 개의 중요한 Network Parameter만을 결정할 뿐, ZigBee Router들에 의해서 Network이 확장가능하다. Tree Network에서는 router가 계층적인 routing 전략에 따라서, data와 control message를 전송한다. Mesh network에서는 모든 node들이 peer-to-peer 방식의 통신이 가능하다.

그러나 ZigBee Alliance에서 2005년 표준화한 ZigBee



〈그림 1〉 ZigBee의 프로토콜 스택 구조

1.0 규격은 Star Topology 만을 지원하므로 ZC (ZigBee Coordinator)로부터 전파가 도달하는 거리 이상의 위치에 있는 기기와는 데이터 통신을 할 수 없다. 따라서 벽으로 막혀있는 지역이나 전파음영 지역에 이 기술을 사용하기에는 한계가 있다. 이 문제를 해결하기 위해 Beacon을 사용하지 않고 통신을 하는 기기들 간의 Tree Topology를 지원하지 않으면 이 경우 End Device를 제외한 모든 기기들이 항상 켜져

있어야 하므로 전력소모를 줄일 수 있는 장점을 잃게 된다. 또한 Short Address를 할당하는 방식으로 Hierarchical Block Addressing 방식을 채택하여 Address Space를 낭비하는 문제를 안고 있다. 〈표 1〉은 현재 IEEE 802.15 WPAN 국제 표준과 이와 유사한 RFID 기술에 대해 그 성능에 대한 비교 데이터를 표로 나타낸 것이다.

〈표 1〉 IEEE 802.15 WPAN 국제표준과 RFID 기술 성능 비교

| Features        | IEEE 802.11b                             | Bluetooth   | ZigBee over IEEE 802.15.4 | UWB               |   | RFID                                  |
|-----------------|--|-------------|---------------------------|-------------------|---|---------------------------------------|
|                 |  |             |                           | IEEE 802.15.3a HR | IEEE 802.15.4a LR                                       |                                       |
| Frequency band  | 2.4G ISM                                 | 2.4G ISM    | 868/915/2,400 MHz         | 3.1-10.6GHz       |   | 135K, 13,56M, 433.92M, 900M, 2.4G, 5G |
| 출력파워(mW)        | 100mW/16dBm                              | 100mW/16dBm | 100mW/16dBm               | -41,25dBm/MHz     |   | 100mW                                 |
| Spread Spectrum | DSSS                                     | FH          | -                         | MB-OFDM/DS        | Temary Code   | FHSS                                  |
| Modulation      | DBPSK(1M)<br>DQPSK(2M)<br>CCK(11 & 5.5M) | GFSK        | BPSK/O-QPSK               | MB-OFDM           | DS-UWB<br>Impluse Radio/<br>Coherent and<br>Noncoherent | ASK, FSK                              |

| Features                | IEEE 802.11b                 | Bluetooth          | ZigBee over IEEE 802.15.4 | UWB               |                   |                           | RFID                    |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|
|                         |                              |                    |                           | IEEE 802.15.3a HR | IEEE 802.15.4a LR |                           |                         |
| MAC Mechanism           | CSMA/CA                      | Polling            | CSMA/CA                   | MBOA MAC          | 802.15.3 MAC      | 802.15.4 MAC with Ranging | LBT, Aloha, Binary Tree |
| Power Profile (전원 지속시간) | Hours                        | 1 Week             | 1 Year*                   | 2 Days            | 3 Days            | 1 Year*                   | 10 Years                |
| BOM(Chipset)            | \$9                          | \$6                | \$3                       | \$6               | \$6               | \$4                       | \$0.1                   |
| Complexity              | Very Complex                 | Complex            | Simple                    | Complex           | Simple            | Very Simple               | Simple                  |
| Nodes/Piconet           | 236                          | 8                  | 65,536                    | 236               | 236               | 65,536                    | 200 Tags/Sec/A          |
| Latency                 | 3 Seconds Max.               | 10 Seconds Max.    | 30ms Max.                 | 1 Second Max      | 1 Second Max      | 30ms Max.                 | 0.01-0.1Sec.            |
| Range                   | 100m                         | 10m                | 10-30m                    | 10m               | 10m               | 10-40m                    | 0-10m                   |
| Extendibility           | Roaming possible             | No                 | YES                       | Yes               | No                | YES                       | No                      |
| Data Rate               | 11Mbps                       | 723.2Kbps          | 20/40/250Kbps             | 110/480M          | 110/480M          | 1Mbps                     | 40Kbps                  |
| Security                | 64/128Bit WEP Key & ID(SSID) | 64/128Bit AES      | 128bit AES & Trust Center | AES-128 with CCM  | AES-128 with CCM  | 128bit AES & Trust Center | AES-128                 |
| Mesh Capability         | IEEE 802.11s에서 진행 중이나 미완     | BT 1.2에서 추진 중이나 미완 | Non-Beacon에서 제한적으로 가능     | 지원 안함             | 지원 안함             | 지원 안함                     | 지원 안함                   |

### 3. u-City 서비스와 홈 네트워크 서비스

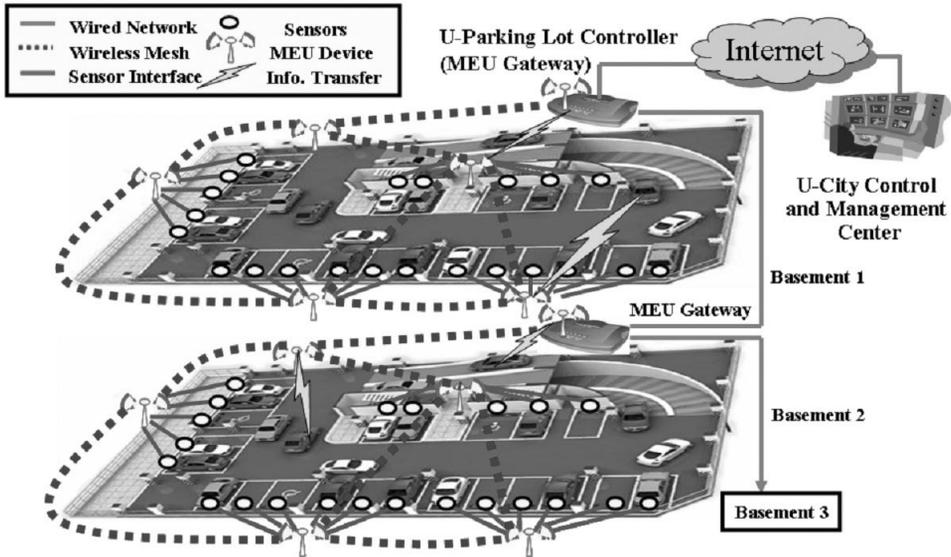
U-City의 핵심 서비스는 다양한 계층의 사람들에 의해 다양하게 정의되어 있지만 5장에서 소개할 U-City Forum에서 정의한 핵심 서비스가 가장 많은 인정을 받고 있는 서비스의 종류이다. 이 중에는 U-정부를 포함하는 U-공공 서비스, U-환경 관리 서비스, U-Healthcare 서비스, U-ITS 서비스, U-주차장 서비스, U-Home 서비스 등이 USN 기술을 적용하여 구현할 수 있는 중요한 핵심 서비스로 ARP(Application Requirement Profile)를 작성 중에 있다. 본 절에서는 U-주차장 서비스와 U-Home 서비스에 대해 구현을 위한 기술적인 문제점과 해결방안을 알아보았다.

U-주차장 서비스는 <그림 2>에 나타난 바와 같이 가입자가 유비쿼터스 통합 단말기를 휴대한 채로 차 안에 탑승하여 움직이면 운전자가 누구인지를 파악함으로써, 주차장

출입을 관리할 뿐만 아니라 주차 가능 위치를 알려주기도 한다. 또한 출차를 위해 주차장으로 돌아올 때에도 주변의 USN 시스템이 자신이 주차한 차의 위치를 음성이나 문자로 유비쿼터스 통합 단말기를 통해 알려 주는 서비스이다.

U-주차장 서비스의 가장 큰 어려움은 현재 어떤 사용자의 차가 주차장에 진입하였을 때 이전에 진입한 차량이 아직 주차위치를 확정하지 않은 상황에서 주차 가능한 위치를 알려 주었으므로 알려준 주차위치에 도착하였을 때 다른 차량이 이미 주차함으로 인하여 그 곳에 주차를 할 수 없는 가능성이 발생할 수 있다. 따라서 이 주차가능 위치정보의 Update는 매우 중요한 역할을 하게 된다.

이와 같은 일을 위해서는 기기의 빠른 이동성을 지원해 주어야 하며 센서 데이터의 빠른 전송과 수신한 데이터의 실시간 관리 시스템이 매우 중요하다. 또한 주차 관리 시스템은 새로운 주차정보가 입력될 때 가능한 빨리 동작하는 알고리즘으로 이 데이터를 처리하여 현재 주차위치를 찾아 가는 모든 차량에게 알려 주어야 한다.



〈그림 2〉 U-주차장 서비스

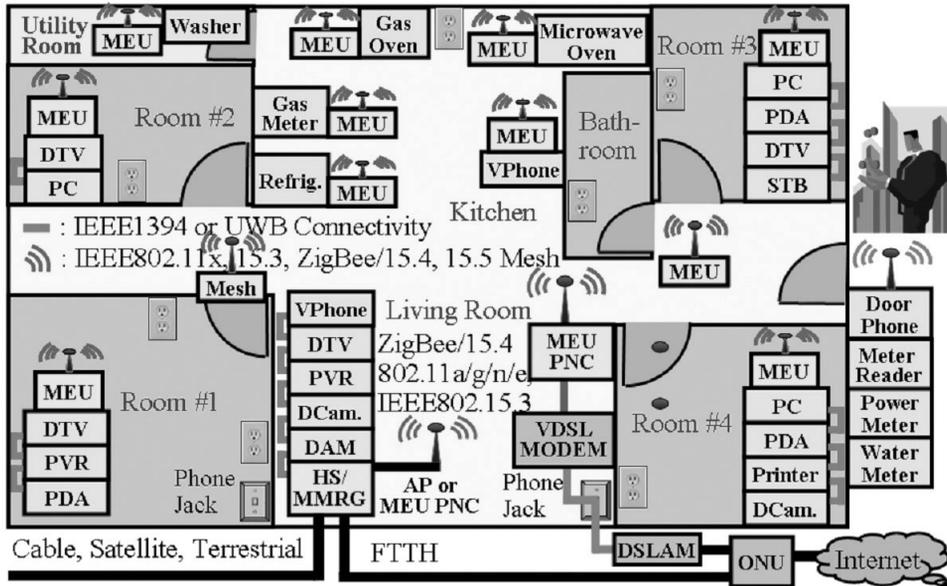
또한 각각의 유비쿼터스 통합 단말기는 자체의 통신능력과 계산 알고리즘으로 어디에 자신이 주차하기 가장 좋은 곳이 있는지를 판단하고 이를 판단하기 위해 다른 정보가 필요하면 주차관리 센터와 통신하여 이에 대한 정보를 계속 파악한 후 운전자에게 알려주어야 한다. 이와 같은 일은 다양한 서비스 모델 중에서 사용자의 니즈와 핵심 서비스를 어떻게 정의하느냐에 따라 달라질 수 있으므로 많은 기획 작업이 필요하다.

이와 같은 U-주차장 서비스는 모든 위치에 인프라를 깔아서 이 인프라 위에 PNC를 설치하고 그 아래에 유비쿼터스 통합 단말기들이 Association하는 방식이 가장 구현하기 좋은 방식이다. 그러나 이 방식은 U-주차장 서비스를 지원하는 데에 전력의 소비가 높고 유선 통신망을 새로 깔아야 하는 등 많은 단점을 안고 있다. 이와 같은 문제는 다음 절에서 제시하는 MEU(Mesh-Enabled USN) 기술을 이용하면 기존의 무선 네트워크 시스템이 제공하지 못하는 절전 및 이동성 효과를 얻을 수 있다.

〈그림 3〉은 무선 네트워크 시스템을 이용하여 홈 네트워크를 구축하였을 때 전파음영 지역을 해소하여 전 가정의 기기를 모두 연결할 수 있는 방법에 대해 보여주고 있다. 예

를 들어 건강 손목시계를 착용한 노모가 부엌에서 일을 하다가 의식을 잃고 쓰러지면 LOS(Line of Sight) 안에 있는 RG(Residential Gateway)가 이 신호를 인식하여 인터넷을 통해 상황을 ISP에게 전달하고 필요한 조치를 취해 줄 수 있는 것이다. 그러나 만약 전파음영 지역인 다용도실에서 이와 같은 일이 발생하면 응급 서비스를 받을 수 없게 되는 것이다.

이와 같은 일은 ZigBee 표준으로는 불가능하다. 그 이유는 ZigBee 표준은 IEEE 802.15.4 PHY 계층과 MAC 계층 위에 올라가는 상위계층 프로토콜로서 IEEE 802.15.4 MAC 계층이 하나의 Superframe 안에 단 하나의 Beacon 전송을 허용한다. 따라서 Multi Hop을 통해 Tree 구조나 Mesh 네트워크를 통해 중간 노드를 거쳐 전력손실이 적은 무선데이터 통신을 실현하려면 Beacon을 사용해야 하는데 Beacon의 충돌로 인하여 데이터 통신이 불가능해진다. 이 문제의 해결을 위해서는 여러 개의 Beacon을 전송할 수 있는 Superframe 구조를 갖도록 하고 Beacon 충돌을 회피할 수 있는 Beacon Scheduling 기법을 개발해야 한다. Beacon Scheduling 기법에 의해 다용도실에 있는 기기는 Mesh 기능을 통해 RG에 연결될 수 있게 된다.



〈그림 3〉 가전 기기 제어 및 전등 제어 서비스

이와 같은 Mesh 기능의 구현으로 맥 내 곳곳에 이미 설치되어 있는 기기들이 MEU 모듈을 장착하고 있으므로 전파음영 지역이 해소되어 진정한 유비쿼터스 홈 네트워크가 완성되는 것이다. 또한 MEU 모듈이 장착된 U-Terminal을 맥내로 가지고 들어오면 자동으로 인식하여 맥내의 모든 서비스를 파악할 수 있고 다양한 U-City 서비스를 누릴 수 있게 되는 것이다.

#### 4. U-City 및 U-Home 서비스 구현을 위한 핵심 기술인 MEU(Mesh-Enabled USN) 프로토콜의 기술 개요 및 표준화 현황

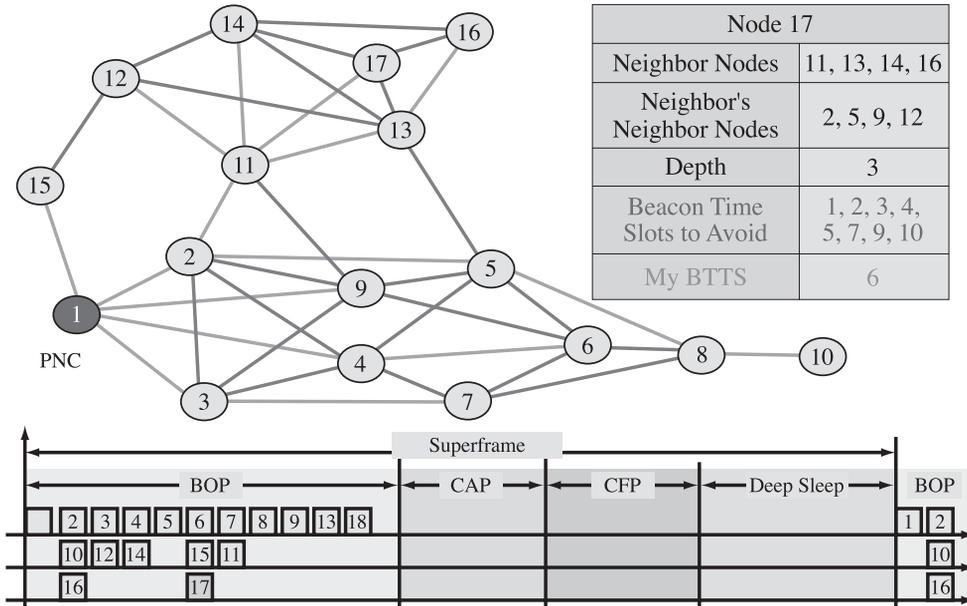
MEU Protocol의 핵심은 하나의 Superframe 안에 여러 개의 Beacon을 전송할 수 있는 BOP(Beacon-Only Period)를 두는 것이다. 이와 같은 BOP 안에 모든 Mesh 노드들은 자신의 Beacon을 전송하게 되고 Beacon 충돌 없

이 Mesh Network의 모든 기기가 동기화되어 함께 Deep Sleep Mode로 들어갈 수 있게 된다. 여기에서 가장 중요한 부분은 Beacon 충돌을 방지하는 기술이다.

Beacon 충돌을 회피하기 위한 방법으로는 모든 Mesh Node들이 자신의 Beacon을 전송할 때 Beacon Payload에 〈표 2〉와 같은 정보를 실어 전송하면 된다. 이 정보를 이용하여 모든 기기는 자신의 Neighbor Table의 정보를 Update 하면 자신의 Neighbor's Neighbor 정보를 알게 되고 이 정보를 통하여 실시간으로 자신이 전송해야 할 Beacon 전송시간을 파악할 수 있게 된다. 〈그림 4〉는 MEU 기술에서 Beacon 충돌 회피 방법을 적용한 각 Mesh Node들의 Beacon 전송시간을 나타낸 것이다. 구체적인 기술적 내용은 IEEE 802.15.5 Mesh Network Task Group에

〈표 2〉 Beacon에 실어 전송할 Beacon Payload 정보

| Name                      | Value                     |
|---------------------------|---------------------------|
| My Depth                  | Integer(16 bits)          |
| My BTTS(BeaconTxTimeSlot) | Integer(8 bits)           |
| Neighbors' BTTS           | Integer(64 bits, bit map) |



〈그림 4〉 MEU 기술에서 Beacon 충돌 회피 방법을 적용한 각 Mesh Node 들의 Beacon 전송 시간

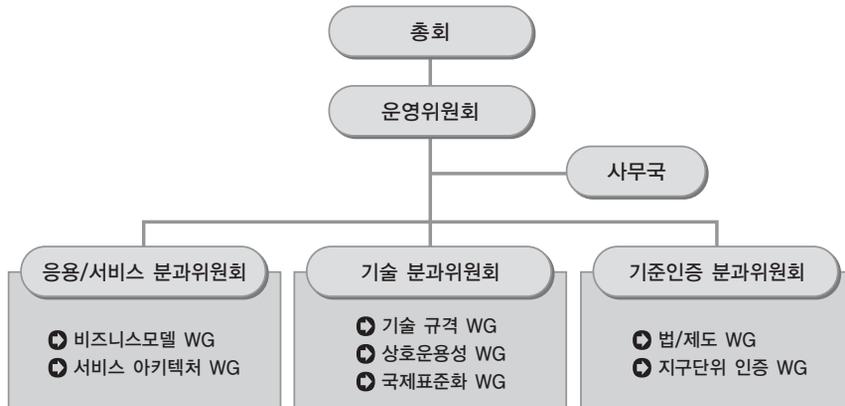
서도 제안하였으며 ISO/IEC JTC1 SC6 WG1 국제 표준화의 의에서 표준으로 제안하였다. 보다 자세한 내용은 다음의 지면을 이용하는 기회에 소개될 수 있기를 기원한다.

BOP 개념을 적용한 Mesh Network 기술은 IEEE 802.15.5 Mesh Network Task Group에서 표준안으로 제안된 상태이다. 문제는, IEEE 802.15.5 TG는 기존의 IEEE 802.15.4 MAC을 대대적으로 수정하는 것이 TG 내에서 가능하다고 해도 IEEE SA의 Sponsor Ballot에서 실패할 것이라는 이유로 이와 같은 MAC의 수정을 꺼리고 있는 상황이다. 현재 IEEE 802.15.5 Mesh Network Task Group에서 준비하고 있는 Baseline Document는 IEEE 802.15.4 MAC을 가능한 변경하지 않고 상위계층에서의 Routing 방식과 Short Address 할당방식에 대한 표준안을 담고 있다. 중요한 것은 이와 같은 상위계층의 표준안 만으로는 USN 기술이 필요로 하는 저전력의 효율적인 근거리 무선통신 프로토콜을 지원하기에 어려움이 있으므로 이에 대한 대책이 필요한 상황이다.

## 5. U-City Forum 및 USN 발전협의회의 표준화 진행현황

BOP 개념을 도입한 Multiple Beacon 방식의 MEU 프로토콜은 실시간 Node ID 할당방식과 함께 U-City를 구현하는 데에 핵심적인 근거리 무선통신 네트워크 프로토콜로 인정받고 있으며, U-City Forum에서 구체적으로 적용 방안을 추구하고 있다. 2005년 5월 창립한 U-City 포럼은 〈그림 5〉에 나타난 바와 같이 총회와 운영위원회 산하에 응용/서비스 분과와 기술분과, 그리고 기준 인증분과가 있다.

U-City에 적용될 구체적인 서비스 시나리오는 응용서비스 분과에서 제정 중이며 이 서비스 시나리오에 의해 기술 분과위원회에서는 어떤 기술을 적용하여 서비스를 구현할 것인지에 대한 방향을 제공하는 역할을 담당하고 있다. 한편 기준 인증 분과위원회에서는 이와 같은 기술기준과 서비스 분류에 의해 U-City의 등급을 제정하는 역할을 하는 것이 기준인증 분과의 임무이다. 서비스 분류는 어느 정도



〈그림 5〉 U-City Forum의 조직도

진행이 되었지만 공공 서비스와 민간 서비스의 차별화 및 각각의 서비스에 대한 향후 지원 기관에 대한 구체적인 방안을 제시하기에는 사업적/정책적으로 해결해야 할 문제가 많이 남아 있다.

특히 U-City 구현을 위해 광대역 통합망을 기반으로 하는 인프라 구축비용에 대해 사업자와 도시개발 주체와의 이해관계도 해결해야 할 문제이지만 도시통합 운영센터를 유지하는 데에 연간 약 10억여 원의 유지비를 어떻게 충당할 것인지에 대한 구체적인 방안이 제시되지 않고 있어서 이에 대한 최적의 방안 모색은 매우 중요한 일로 남아 있다.

기술분과위원회에서는 현재 도시통합운영센터 아키텍처를 위한 표준화를 진행 중이며 유비쿼터스 통합단말기 아키텍처, MEU(Mesh-Enabled USN) 기술, 지하 매설물 관리기술, UFID와 같은 U-City를 위한 통합 코드체계의 표준화가 진행 중이다. 그리고 U-City에 사용될 다양한 센서 데이터들의 표준화가 이루어지고 있다.

USN 아키텍처를 정의하고 있는 한국 내의 또 다른 단체는 USN 발전협의회이다. 2006년 4월 창립되었으며 현재 4개 분과가 구성되어 USN 아키텍처 개발은 물론 개발된 기술의 표준화를 진행하고 있다. USN 발전협의회에서 추진하는 USN 기술과 U-City Forum에서 추진하는 USN 기술의 차이는 간단하다. U-City Forum에서는 오직 하나만의 근거리 무선통신 기술을 이용하여 USN 아키텍처를

정의함으로써 서비스 간 그리고 다른 U-City 간 상호호환성을 제공하는 것이 그 목적이라면 USN 발전협의회에서는 현재 가능한 모든 기술을 이용하여 가장 최적의 USN 기술을 개발한다는 것이다. U-City Forum은 USN 발전협의회에서 개발한 여러 가지의 USN 기술 중에서 최적의 기술을 채택하면 되는 것으로 이해하면 된다.

## 6. 결론

U-Home을 포함하는 U-City 서비스는 21세기를 대비하는 데에 가장 커다란 신성장동력 산업의 중심에 있으며 킬러 애플리케이션으로 작용할 것으로 보는 데에 이견이 없는 것으로 보인다. 이 서비스를 구축하려는 지방자치단체와 주택공사 및 토지공사가 구체적인 서비스를 제시하고 있고 그 위에 이 서비스를 구현하여 사용자에게 제공하고 서비스를 받는 형식으로 ISP 사업자로서의 사업성을 확인한 상태이기 때문이다.

그러나 가장 큰 문제는 이러한 U-City가 다양한 기술로 구현이 가능하며 따라서 서비스 간의 상호운용성이 지원되지 않음으로 인하여 발생할 사용자의 불편함을 고려하면 정부는 산·학·연 관계자와 머리를 맞대고 표준화를 추진

해야 할 일이다. 즉, 최소한의 기술로 최소한의 유비쿼터스 통합 단말기를 사용하여 최대한의 서비스를 지원해 줄 수 있는 표준화된 방안을 제시하여야 한다는 것이다. 그리고 각각의 U-City를 다른 사업자가 추진한다고 하더라도 각 U-City 사이의 상호운용상 또한 중요한 일이므로 U-Korea의 아키텍처를 정의하고 U-City를 구현하여야 이러한 문제가 발생하지 않게 되며, 이렇게 정의된 U-City 아키텍처 안에서 U-Home를 구현하여야 Home Network 서비스의 상호운용성이 제공됨은 물론 홈 네트워크 산업이 꽃을 피울 수 있게 되는 것이다.

이와 같은 U-City와 U-Home 서비스를 위한 핵심 기술로 MEU(Mesh-Enabled USN) 기술이 현재 U-City Forum에서는 물론 IEEE 802.15.5와 ISO/IEC JTC1 SC6에서 국제 표준으로 진화하고 있다. 이 표준을 적용한 U-City와 U-Home 서비스가 조속한 시일 내에 가능해지면 U-City 담당자들이 이를 수용하게 될 것이며, 이는 곧 한국 산업이 세계로 진출할 수 있는 교두보 확보와 함께 핵심 기술을 구비하는 계기가 될 것이다. 한국이 시발점이 된 USN 기술이 세계가 사용하는 핵심 기술로 자리매김할 수 있는 시기가 빨리 도래하여 3만 불의 국민 소득이 이루어지는 그 날을 기대해본다.

## 참고 문헌

- [1] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," Scientific America, pp. 94-104, Sept., 1991; reprinted in IEEE Pervasive Computing, pp. 19-25, Jan.-Mar. 2002.
- [2] 사카무라 켄, 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명, 동방미디어, 2002.
- [3] 하원규, 김동환, 최남희, 유비쿼터스 네트워킹과 시장 창조, 전자신문사, 2003.
- [4] IEEE Std 802.15.4-2003, IEEE Standard for Information technology - Telecommunication and Information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements, Part 15.4: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks(LR-WPANs)
- [5] ZigBee Draft Version 1.0
- [6] W. Ye, J. Heidemann, and D. Estrin, "An Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks," in Proceedings of the IEEE INFOCOM 2002, pp. 1567-1576, Jun. 2002.
- [7] E. Callaway, P. Gorday, L. Hester, J.A. Gutierrez, M. Naeve, B. Heile and V. Bahl, "Home networking with IEEE 802.15.4: a developing standard for low-rate wireless personal area networks," IEEE Communications Magazine, Aug. 2002.
- [8] IEEE 802.15 Working Group for WPAN Web site, <http://grouper.ieee.org/groups/802/15/index.html>.
- [9] ZigBee Alliance Web site <http://www.zigbee.org/members/> **TTA**