

유비쿼터스도시시설물관리를 위한 센서망 호환성에 관한 연구

Research for Compatibility of USN in U-City Facilities Management

이 경 현*, 김 화 중**

Kyoung-Hyoun Lee, Hwa-Jong Kim

Abstract

유비쿼터스도시서비스에서의 가장 핵심적인 기술을 유비쿼터스도시서비스를 제공하기 위하여 설치된 도시기반시설물과 도시기반시설물로부터 정보를 수집하고, 시설물을 관리하기 위하여 설치된 센서이다. 시설물에 설치된 센서는 USN으로 연결되어서 도시통합운영센터와 통신을 하여 센서로부터 수집된 정보를 전송한다. 도시통합운영센터에서는 USN을 통해서 센서 또는 시설물을 제어한다. 이러한 USN에는 Zigbee, 6LoWPAN 등 센서의 특징에 따른 프로토콜이 있고, 유선네트워크, 무선네트워크 등을 통해서 USN의 네트워크를 구성한다. 본 논문에서는 유비쿼터스도시의 시설물 관리를 위해서 사용되는 센서 및 USN의 특성을 분석하고, 센서 및 USN의 다양성에서 발생하는 문제점을 분석하고 이를 해결하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

Keywords : U-City, Facilities management, USN, Compatibility

I. 서 론

유비쿼터스 네트워크는 사물의 네트워크를 통하여 지능화, 자율화되어서 다양한 서비스에 적용되어지고 있다. 수년간 정부에서는 네트워크의 지속적인 발전과 세계시장을 선도하기 위해서 유비쿼터스 센서 네트워크(USN : Ubiquitous Sensor Network) 와 IPv6, 그리고 광대역통합망(BcN)을 주요 인프라기술로 발전시켰고, 이러한 USN은 RFID/Sensor 필드와 IPv6 기반의 BcN의 결합으로 이루어진 네트워크이다.

U-City에서는 U-City에서 제공하는 서비스에서 알 수 있듯이 U-City의 통신망에서 제공되는 서비스가 다양해질수록 안정적인 데이터 전송은 필수적인 요건이고, U-City에서의 네트워크에서 가장 핵심이 되는 네트워크는 유비쿼터스 센서네트워크이다.

USN은 ZigBee 중심의 기존의 표준에서 최근 LoWPAN 등 다양한 USN 기술이 연구 개발되어지고 있다.

다양한 USN 기술과 USN 기술의 발전에 따르는 호환성에 대한 문제는 USN 기술을 적용하는데 고려해야 한다.

이러한 USN의 호환성의 문제는 다양한 네트워크 기술, 다양한 형태의 게이트웨이와 미들웨어의 난립과 다양한 하드웨어 플랫폼, 운영체제 및 네트워크 프로토콜로 인해서 발생하고 있다.

본 논문에서는 U-City의 도시시설물관리에서 주로 사용되는 센서망의 기술과 센서망의 호환성의 문제에 대해서 정리하고 이를 해결하기 위한 방법으로 UCSF (U-City Service Framework)을 기반으로 한 프레임워크를 제안하고 이를 설명한다.

II. U-City에서의 USN의 종류와 특징

1. USN의 정의 및 표준화 동향

USN은 여러 개의 센서 네트워크 필드가 게이트웨이를 통해서 외부 네트워크에 연결되는 구조를 갖는다. 센서 노드들은 가까운 Sink 노드로 데이터를 전송하고, 센서 노드로 집적된 데이터는 게이트웨이로 전송된다. 게이트웨이에서 관리자에게 전달되는 데이터는 위성통신, 유무선 인터넷 등을 통해서 전송될 수 있으며 이런 Access Network 는 기존의 네트워크 인프라를 이용한다. 그림1은 전체적인 USN의 아키텍처를 설명한다.

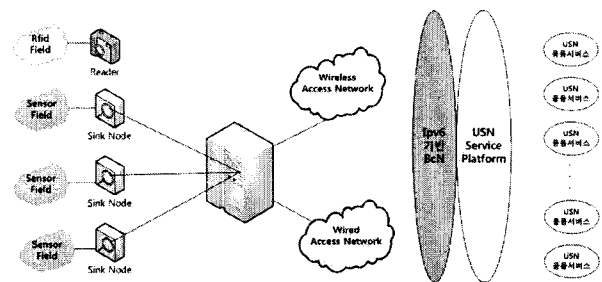


그림 1. USN의 구조

센서네트워크는 항상 네트워크 필드 안에 다른 네트워크와 통신할 수 있는 다른 형태의 노드를 가지고 있고, 이런 노드를 Sink라고 한다. 센서네트워크는 내에서 발생된 데이터는 모두 Sink 노드로 집적되어 센서 네트워크와 다른 방식으로 외부 네트워크에 연결된다. 이 방식은 Sink 노드의 특성에 따라서 위성통신, 무선랜, 블루투스, 유선인터넷 등의 방식을 가질 수 있다[1].

국내의 경우 센서 네트워크의 표준은 발표되지 않았으나 블루투스나 무선 랜 등의 표준은 존재하고 있고, TTA에서 RFID/USN에 대한 표준화를 진행하고 있다.

센서네트워크의 표준화에서 주로 고려되는 사항은 주로

접수일자 : 2009년 8월 03일

최종완료 : 2009년 8월 14일

* 강원대학교 전자공학과 박사과정

**강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수

교신처자, E-mail : meosil@naver.com

에너지 소모를 줄이기 위한 것이고, 이를 위해서 다양한 네트워크 기술들이 제안되어졌다. 최근 IETF를 중심으로 Ad-Hoc 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜의 표준화가 상당한 수준으로 발전하였고, 네트워크의 기본적인 성능과 함께 센서의 이동성관리와 QoS 지원 방안 등이 연구되어지고 있다.

그 외에도 IEEE802.15.4와 함께 연구되는 ZigBee Alliance의 라우팅 기법, Active Network 기법, 그리고, 네트워크 프로토콜의 구조에 변화를 주어서 성능을 개선하는 방법들이 제안되어서 표준화가 진행되고 있다.

2. USN의 종류 및 특징

센서네트워크에서 표준화를 진행하고 있는 기술들에 대해서 데이터 전송율과 에너지 소비에 대해서 정리하면 다음과 그림2와 같이 나타낼 수 있다.

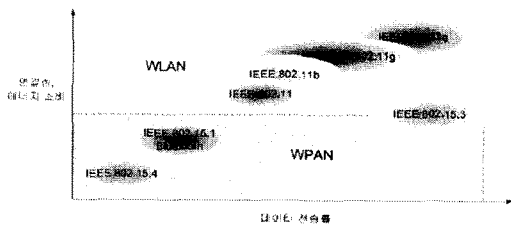


그림 2. USN의 데이터 전송률과 에너지소비

센서네트워크를 구성하는 주요한 무선 기술로는 무선 랜 기술, 무선 PAN 기술, Home RF, 무선 1394기술, 블루투스 등의 기술이 현재까지 있으면 기술을 정리하면 다음과 같다[2].

표 1. LAN, 블루투스, WPAN 기술 비교

	802.11b LAN	802.15.1 블루투스	802.15.4 LR-WPAN
통신거리	100m 이내	10-100m	10m
데이터전송률	2-11 Mbps	1 Mbps	250kbps
에너지 소비	보통	낮음	아주 낮음
크기	큼	작음	가장 작음
비용 및 복잡성	높음	보통	낮음

또한 센서간의 네트워크를 구성하는 기술로 최근 ZigBee, 6LoWPAN등의 기술이 소개되어지면서 USN을 구성하는 네트워크의 기술의 종류는 다양해졌다.

다음은 ZigBee, 6LoWPAN, Wireless Sensor Network의 기술의 동작 방법을 도식화해서 나타낸 것이다.

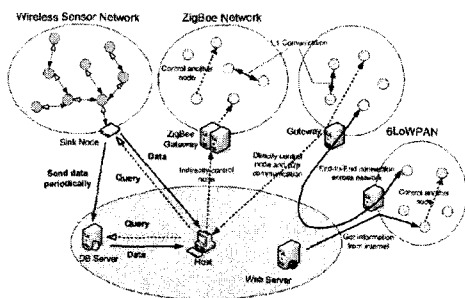


그림 3. Wireless Sensor Network, ZigBee, 6LoWPAN 네트워크 특징

이러한 센서네트워크는 저가격, 저 전력으로 보다 나은 성능을 가지기 위해서 지속적으로 기술이 발전되고 있다. 그림 4는 센서네트워크를 구성하는 센서노드, 통신기술, 네트워킹기술, 미들웨어, 보안에 대한 단계별 로드맵을 보여준다.

구분	1단계		2단계		3단계				
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
센서노드	저가 표준의 무선 기술 적용		표준화 센서노드		표제전력/소형화 일체형 센서노드				
통신기술 (MAC/PHY)	USN용 통합 OS 기술		USN용 OS API의 표준화		USN용 통합 OS 기술				
	직접 연결 기술		중계성능 통신기술		LWRS 기반 무선랜 기술			고속전송 기술	
네트워킹기술	스타트네트워크 기술		Ad-hoc 기반 센서네트워크		다중 IP를 지원하는 기술			IPv6 기반 전송 및 라우팅 기술	
	고밀도 프로파일 기술		IPv6 기반 전송 및 라우팅 기술		중간형/영종 라우팅 기술			2차 전용 기술	
미들웨어	USN 관리환경도		USN 관리환경 구축 및 운영		USN 관리환경 구축도				
	보안 및 관리 환경		보안 및 관리 환경		보안 및 관리 환경				
보안	USN 보안 관리 환경		USN 보안 관리 환경		USN 보안 관리 환경				
	USN 보안 관리 환경		USN 보안 관리 환경		USN 보안 관리 환경				

그림 4. USN 기술 개발 로드맵

3. USN Framework 개발 동향

센서는 도시시설물을 비롯한 다양한 분야에서 사용되고, 다양한 유·무선 기술들을 통합 및 연동하며, 센서 네트워크, RFID, IPv6 등의 기술을 적용하여 U-City를 구성한다.

센서망에서의 다양한 기술과 서비스들을 보다 효과적으로 제공하기 위해서는 이질적인 시스템간의 상호 호환성이 보장되어야 한다. 이러한 기술들에 대한 표준은 주로 홈네트워크를 중심으로 진행되어져 왔다.

다음은 이러한 홈네트워크 프레임워크의 특성 및 기능을 나타낸다.

표 2. 홈네트워크 프레임 특성 및 기능

프레임워크	특징	지원기능	요구사항
ECHONET	고유통신 미들웨어 및 프로토콜 사용	프로토콜 변환/융합처리 기능 제공	타 프레임워크와 호환성
TAHI OA	플랫폼 상호 독립성을 위한 객체 추상화 사용	응용 및 서비스들의 상호 호환성 제공	하위 하드웨어 호환성
IGRS	지능형 응용 프레임워크 사용	차별화된 상호 호환성 제공	구현 및 검증 필요
OSGi	개방형 프레임워크 제공	이종 표준들간 서비스 전달/ 연동 제공	Legacy 서비스 관리
OHF	프레임워크간의 상호호환성 제공	서비스 상호 연동과 품질 보장	구현 및 검증 필요

홈 네트워크 프레임워크의 기능 및 특성을 정리하면 USN 호환성을 위한 프레임워크의 기준을 살펴볼 수 있다. 다음은 USN 호환성을 위한 프레임워크를 고려하고자 할 때, 고려해야하는 핵심요소기술 및 공통 기반기술을 도출하여 필요한 요구사항 및 기능이다.

- 통합 미들웨어 지원
- 상호 호환성 제공
- 서비스 관리 지원
- 리소스 공유 지원

- 사용자 편의성 제공

이러한 프레임워크는 다양한 네트워크의 기술과 구조를 유연하게 적용할 수 있고, 사용자 측면과 서비스 제공자 측면을 모두 고려하여야 한다.

III. USN의 호환성 문제

센서네트워크에서 신뢰성은 크게 세 가지로 구분이 되는데 이는 네트워크에서의 안정성을 의미하는 네트워크 신뢰성, 안정적인 서비스 지원을 위한 센서 정보의 신뢰도에 기초한 서비스 신뢰성 그리고 기본적으로 안정적인 데이터의 전송을 위한 데이터 전송의 신뢰성으로 말할 수 있다[3].

USN 기술 중 주요핵심기술이라고 할 수 있는 ZigBee와 6LoWPAN을 비교하면, ZigBee와 6LoWPAN은 IEEE 802.15.4 표준 기반인 물리계층과 MAC계층을 사용하고, 저 전력, 저속, 저가격의 특징은 같지만, 데이터의 전송이나 네트워크의 관리 등에서 기능이 다르게 나타난다.

다음은 ZigBee 네트워크와 6LoWPAN에서의 데이터 전송을 도식화해서 나타낸 것이다[4].

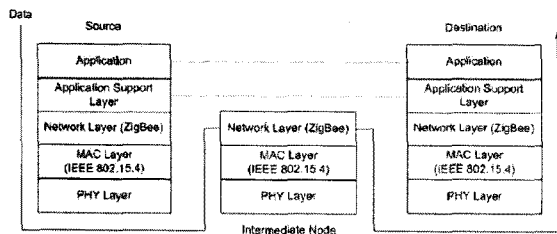


그림 5. ZigBee 네트워크에서의 데이터 전송

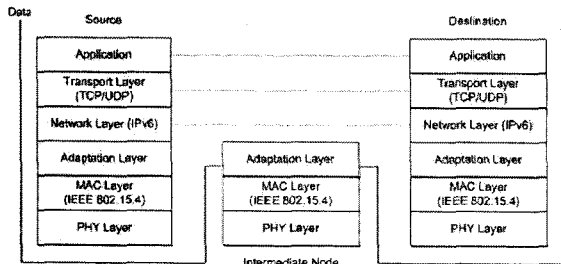


그림 6. 6LoWPAN에서의 데이터 전송

ZigBee에서는 라우팅 기능을 ZigBee 네트워크 계층이 가지고 있어서 응용(application) 계층과 응용 프레임워크(framework)는 소스와 목적지에서 단대단 연결이 된다. 중간노드에서의 메시지는 ZigBee 네트워크 계층까지만 올라가게 된다. 라우팅 기능을 통해 목적지로 가기위한 경로를 찾은 메시지는 다시 새로운 MAC헤더와 PHY헤더를 추가하는 작업을 거치고서 다음 노드로 전송된다.

6LoWPAN에서도 MAC계층에서 바로 위 계층인 adaptation 계층이 경로 탐색을 위한 기능을 가지고 있다. IPv6에서도 자체적인 라우팅 기능이 있지만 6LoWPAN 네트워크 내에서는 이 라우팅을 사용하지 않는다. 기존의 IP 네트워크와는 다르게 네트워크계층(IPv6)을 포함한 그 위 계층의 정보는 adaptation 계층의 페이로드가 되어 6LoWPAN 네트워크를 통과한다. 그로 인해 네트워크 계

층, 트랜스포트계층, 응용계층은 단대단 연결이 된다.

ZigBee와 6LoWPAN은 데이터의 전송이외에도, 게이트웨이의 구성, 품질지표등에서 서로 다른 계층구조와 프로토콜을 가지고 있다.

그리고 USN에는 ZigBee와 6LoWPAN 이외에도 블루투스, UWB등 다양한 기술이 개발되어 적용되어지기 때문에 USN을 구성하는 네트워크의 호환성 문제는 더 복잡하다

그림 7은 u-태화강 시범사업에 적용된 USN의 기술을 도식화해서 나타낸 것이다[5].

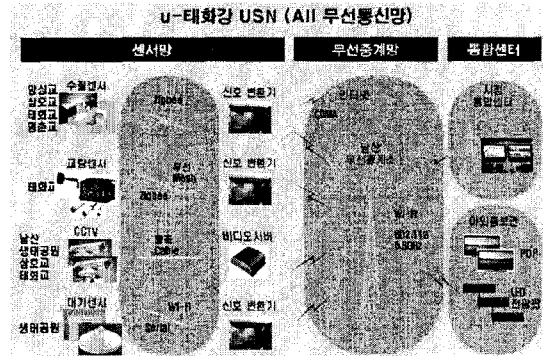


그림 7. u-태화강에 적용된 USN 예시

u-태화강 시범사업에는 센서를 통해서 수질정보, 교량정보, CCTV정보, 대기정보등을 수집해서 ZigBee, 무선 Mesh, 동축 cable, Wi-Fi, Serial Cable 등을 통해서 USN을 구성하였다.

IV. U-City에서의 USN 호환성을 위한 프레임워크

U-City에서의 통신망은 지능화시설과 운영시설간의 정보를 전달하는 기능을 제공한다. 통신망에서 정보전달의 기능은 같지만, 실제 전달하는 방법은 기술에 따라 다르기 때문에 기능과 기술을 분리하여 u-City 서비스를 구현하는데 기술적 특성의 반영을 최소화한다.

그림 9에서는 U-City 구성하는 운영시설과 지능화시설 그리고, 운영시설과 지능화시설사이에서 정보의 전송을 담당하는 통신망의 구성을 U-City 서비스-기술 참조모델을 기반으로 도식화한 것이다[6].

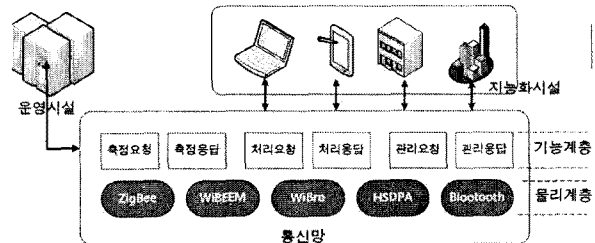


그림 8. u-City의 통신망 구성

통신망은 운영시설과 지능화시설사이에서 정보의 전달 기능을 제공하면서, 자체적인 관리기능을 가진다. 운영시설과 지능화시설에서는 정보의 전달을 위해서 측정요청의 6개의 기능을 호출하면 통신망에서는 기능과 일치되는 물리적인 네트워크요소를 사용하여 기능을 수행한다[7].

이러한 U-City에서는 USN을 기반으로 도시의 시설물을 비롯한 다양한 정보를 수집하여 전송하게 된다.

UCSF는 U-City 서비스-기술 참조모델을 실제 서비스에 적용하기 위한 프레임워크로 서비스계층-기능계층-물리계층(기술계층)으로 구성된다.

그림9은 UCSF의 적용 예시로 원격민원행정, 오염관리 서비스, 도시시설물관리 등의 서비스를 6가지의 기능으로 단순화하고, 이를 기반시설, 단위기술로 구성하고 있다.

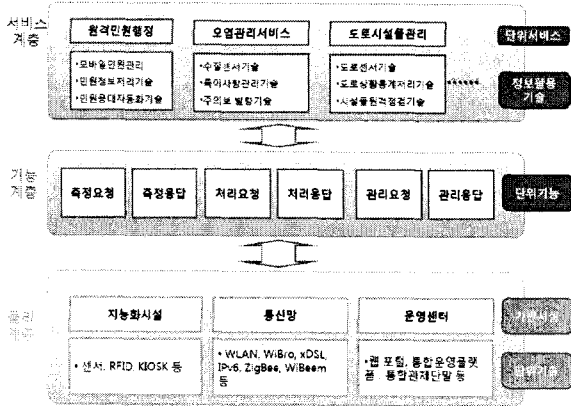


그림 9. UCSF의 적용 예

UCSF는 서비스에 대해서 기술을 바로 적용하지 않고, 기능을 단위로 서비스를 구성하고, 기능에 맞는 기술을 적용함으로써 기술의 호환성이 서비스의 호환성에 영향을 미치지 않도록 하고 있다.

UCSF를 사용함으로써 얻는 장점은 다음과 같다.

- ① 도시의 환경에 맞는 U-City서비스를 설계할 수 있도록 서비스-기술의 관계를 유연하게 정의한다.
- ② U-City서비스에 대한 기반시설 및 제공 기술을 서비스와 분리함으로써 기술의 발전에 따른 구축 및 운영을 보다 효율적으로 진행할 수 있다.
- ③ 수요자 중심의 서비스 설계 및 관련 기술을 검토함으로써 서비스 도입 시 동일한 기술을 중복 도입하지 않도록 한다.
- ④ 서비스와 기술 사이의 인터페이스를 정의함으로써 기술의 발전에 따른 서비스의 변경에 적응이 원활하게 이루어진다.

V. 결 론

U-City에는 정보를 수집하고, 이를 전송하고 관리하기 위해서 통신망을 구성하는 기술이 가장 핵심이 되는 기술이라고 할 수 있다.

U-City 네트워크 기술에서 가장 핵심이 되는 기술은 USN 기술로 최근 다양한 기술들이 개발되고, 표준화되고 있고, 계속적으로 새로운 기술이 제안되고, 기존의 기술의 개선되고 있다. 또한 이러한 기술의 변화와 발전은 U-City에서의 USN에 대한 호환성 문제를 발생시킨다.

본 논문에서는 U-City 서비스-기술 참조모델과 참조모델을 기반으로 프레임워크인 UCSF를 통해서 USN의 호환성 문제를 해결하는 방법을 제안하였다.

UCSF를 실제 USN 기술에 적용하기 위해서는 구조적인

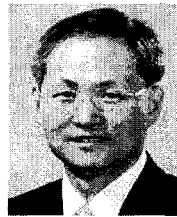
접근과 함께 UCSF의 기능적인 접근에 대한 연구가 진행되어서 향후 USN을 비롯한 통신망에 대한 호환성과 다양한 기술의 호환성을 수용할 수 있는 실제적인 프레임워크로 보다 구체화하고, 이를 실제 U-City 서비스의 설계에 적용에 관한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITA-2009-(C1090-0902-0036))

[참고 문헌]

- [1] 이재용, “유비쿼터스 센서 네트워킹 기술”, TTA저널, 제95호
- [2] 김정태, “홈네트워크 프레임워크 표준 동향”, 전자통신동향분석, 제21권 제6호 2006년 12월
- [3] 김승천, “유비쿼터스 센서네트워크의 신뢰성 확보를 위한 데이터 전송방법의 성능비교”, 전자공학회 논문지, 제 45권 CI편 제 6호, 2008년 11월
- [4] 김기형, “USN 기술동향연구”, 한국전산원, 2005.10.
- [5] “u-대화강 테스트베드 구축 완료보고회”, 한국정보사회진흥원, 2007.12.
- [6] 이경현, 김화중, 이종면, 박종건, “U-City의 통신망의 호환성 문제 및 해결방안”, 한국통신학회 2009년 하계 학술대회, 2009.06.
- [7] 이경현, 김화중, 이종면, 박종건, 안두현, U-City 서비스를 위한 기술 참조 모델에 관한 연구, 정보통신설비학술대회, 2008.08



김 화 중

1988년 KIAST 전기 및 전자과 공학박사
 2005년~2009년 강원도 u정책실장
 2009년~현재 행정안전부 u-City 정책전문위원회 위원장
 1988년~현재 강원대학교 IT대학 컴퓨터정보통신 전공 교수

<관심분야> 컴퓨터네트워크 시스템

<e-mail> hjkim3@gmail.com



이 경 현

1998년 강원대학교 전자공학과 졸업
 2000년 강원대학교 전자공학과(공학석사)
 2000년~현재 강원대학교 전자공학과 박사과정 재학중

<관심분야> 유비쿼터스컴퓨팅, QoS, QPS

<e-mail> meosil@naver.com