



USN 표준화 동향 및 전망

박준석 (항공대학교)

1. 서론

USN(Ubiquitous Sensor Network)이란 향후 국가 경쟁력을 좌우할 가장 유망한 차세대 성장 동력이자 사회전반의 일대 혁신을 가져올 수 있는 중요한 미래 기술이다. 또한 USN의 특성 상 공공 부문 및 민간 부문의 IT산업은 물론 비 IT산업 전반에 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 중요한 산업이며, 무한한 성장 잠재력을 내포하고 있어 향후 산업 전반에 커다란 변혁을 가져올 수 있는 분야로 대두되고 있다. USN의 적용 분야는 국방, 제조, 건설, 교통, 의료, 환경, 교육, 물류, 유통, 농/축산업 등에 걸쳐 다양하다. 따라서 국내외적으로 관련 산업에 대한 관심이 크게 고조되고 있으며, 이미 미국, 유럽, 일본 등 일부 선진국에서는 USN 기반기술을 상당부분 확보하고 응용기술에서 우위를 차지하기 위한 치열한 경쟁이 전개되고 있다. 우리나라에서도 2008년 지식기반 사회 구현의 기치 아래 신성장 동력 산업으로 USN 분야를 지정하여 그 중요성을 범국가적인 차원에서 기술 개발, IPR 및 표준 선점 등에 노력과 투자를 기하고 있다.

모든 사물에 컴퓨팅 기능과 네트워크 기능을

부여하여 인간의 편리성과 안전성을 고도화 할 수 있는 센서 노드 기술과 다양한 계층에서 수집 가공된 정보를 처리 및 연계하는 등의 USN 미들웨어 기술, 기존 유무선 네트워크와의 연동 및 검색을 가능케 하고, 이를 바탕으로 다양한 분야에 응용할 수 있는 기술을 대상으로 한다.

USN 기술은 물리계층에서 RFID 및 Ad-hoc 네트워크가 가능한 센서 노드에서 수집된 다양한 센싱 정보를 수집하여 유무선 기반의 인프라 네트워크와 연동되어 u-Life 구현을 위한 다양한 서비스를 제공하는 기술이다.

21세기 대한민국을 이끌 새로운 성장엔진과 IT산업의 활로로써 유비쿼터스 기술이 움직이고 있고 모든 사회가 유비쿼터스 기반의 u-Life 구현을 위한 범국가적으로 다각적인 노력을 기울이고 있다. 따라서 u-Life의 기반인 USN 기술에 대한 국내 표준화 확립을 통한 글로벌 표준 선점 전략적으로 매우 중요하고, 이러한 일환으로 2004년부터 국가 IT 기술 표준화 전략 대상 기술로 지정되어 공격적인 핵심기술 및 응용기술 개발과 더불어 꾸준히 표준화에 대한 다양하고 지속적인 노력을 기울이고 있는 분야이다.

II. 본론

1. USN 기술

USN 분야의 기술 개발과 그 표준 개발은 이제 시작 단계이다. 그만큼 가능성이 열려있고 선점이 중요하다고 할 수 있다. USN은 다양한 기술의 결합인 만큼, 각각의 기술들이 유비쿼터스 구현을 위해 개별적인 표준 개발이 요구되는 분야이다. USN 기술은 크게 USN 응용 기술, USN 미들웨어 기술, USN 네트워크 기술 그리고 마지막으로 센서노드 기술로 구분 할 수 있다. USN 응용 기술은 센서 네트워크를 통해 제공할 수 있는 서비스 모델을 구축하고, 그에 필요한 응용 및 서비스 요구사항에 대한 프로파일을 정의하고, USN 서비스의 등록 및 검색 기능을 제공하기 위한 기술을 의미한다. USN 미들웨어 기술은 센서 네트워크와 USN 응용 서비스의 중간에 위치하여, 그들 간을 유연하게 연결하며 응용 개발에 필요한 공통 기능을 제공하는 기술이며, 이기종 센서 네트워크의 통합 관리, 센싱 데이터 관리 및 질의 처리, 기존 정보시스템과의 연동, 상황정보 관리 기능 등을 제공하는 기술이다. USN 네트워크 기술은 센서 노드들이 적은 에너지를 가지고 효율적으로 통신을 하도록 하는 프로토콜 기술과 기존의 네트워크 망과 연동을 하기 위한 기술이다. 센서 네트워크의 특성상 배터리로 동작을 하기 때문에 배터리 소모를 최소화 하면서 통신을 할 수 있는 프로토콜 등이 요구된다. 마지막으로 센서 노드 기술은 센서 네트워크를 구성하는데 요구되는 센서 및 통신/네트워크 기능을 갖는 노드, 싱크 노드 등 다양한 센서 노드를 구현하는 기술이다. 각 센서 노드에 대한 구조를 정의하고 센서와 센서 노드 OS에 대한 인터페이스와 API를 정

의하여 기본적인 서비스를 제공하는데 필수적으로 요구되는 기술이다.

2. USN 표준화 현황 및 전망

가. 국내 표준화 현황 및 전망

국내 USN 관련 표준화는 USN포럼, IP-USN포럼, u-City포럼 등의 다양한 기술 표준화 포럼을 통한 산업체 의견 수렴 및 TTA RFID/USN 표준화 그룹(PG 311), IPv6 표준화 그룹 (PG 210)등에서 정보통신단체표준을 추진하고 있으며, 채택된 국내 표준 초안을 바탕으로 ISO, ISO/IEC JTC 1, ITU-T, IETF 등의 국제 표준화 기구에서 국제 표준으로 개발을 추진하고 있다. 특히, 포럼들 간의 역할 분담 및 협력적 표준 개발을 통해 표준의 공동 활용 및 특성화 개발을 효율적으로 추진하고 있다. USN포럼에서는 Non-IP 네트워킹 기술과 USN의 응용 및 제반 기술 분야에 대한 표준화를 추진하고 있으며, IP-USN포럼에서는 IP 네트워킹 기술을 바탕으로 하는 센서 네트워킹, 라우팅, 및 관리 기술에 대한 표준화를 담당하여 추진하고 있다. 또한 u-City포럼에서는 u-City 현장 적용 및 응용 사례에서의 서비스 요구사항을 도출하고, 관련 응용 기술에 대한 표준화를 추진하고 있다. 이와 같이 각 포럼에서 제정된 포럼 표준들은 TTA의 그룹별 연구 활동을 통해 정보통신단체표준으로 제정되는 과정을 연계된다. TTA의 PG210은 IPv6 표준화 그룹으로서 IP-USN포럼에서 개발되는 IP 기반 센서 네트워킹 및 라우팅에 대한 기술 표준을 검토하여 정보통신 단체 표준으로 제정하고, PG311은 RFID/USN의 모든 기술분야에 대한 표준을 개발하는 곳으로서 USN포럼과 u-City포럼의 모든 기

술 표준과 IP-USN포럼의 응용서비스 기술 표준을 검토하여 정보통신단체표준을 개발하고 있다. 특히, 센서 네트워크 관리 프로토콜 및 정보체계 관련 국내 표준 초안 개발을 위한 기능 요구사항 분석이 진행 중에 있으며 국내 표준을 개발하여 기술 개발시 활용하고 국제표준화도 병행 추진 할 것으로 예상되고 있다.

USN 식별 코드체계 표준화에 대한 중요성이 인식되어 국내표준화가 진행 중에 있으며 USN 노드 위치 위치정보 표현을 위한 위치코드 표준화가 완료단계에 있다. 국내에서 센서 네트워킹 및 센서 네트워크/이동성 기술과 관련되어 제정된 표준은 아직까지 없으나, 센서 네트워킹 및 센서 네트워크/이동성 관련 국내 표준은 ETRI를 중심으로 TTA의 IPv6프로젝트 그룹 산하의 저전력 IP 네트워킹 실무반에서 관련 표준 초안들이 개발되고 있어서, 2010년 까지 관련 표준들이 발표될 것으로 전망되고 있다. 주파수 대역 관련하여 우리나라의 경우 미국과 달리 900MHz대역에서는 ISM 대역이 없기 때문에 902~928MHz대역의 일부만을 RFID/USN에 할당하였고, 2008년 말 917MHz~923.5MHz의 대역을 RFID와 공유하여 사용할 수 있도록 관련 기술기준 개정을 앞두고 있다.

나. 국외 표준화 현황 및 전망

USN의 국제 표준화와 관련하여 센서 네트워킹 관련 표준화는 IEEE, ZigBee Alliance, IETF, ITU-T, ISO/IEC JTC1/SC6, JTC1/SC31 등에서 활발히 추진 중이나, USN 개념 및 관련 기술과 서비스를 위한 표준화 그룹은 없는 실정이었다. 1993년 NIST와 IEEE가 공동으로 시작하여 발표된 IEEE 1451은 센서 네트워크를 위한 새로운

표준화 그룹으로 첫 번째 표준을 1997년 1451.2로 발표되었고, 이는 하드웨어적인 데이터 시트에 액세스하기 위한 디지털 인터페이스와 센서의 동작 등과 관련된 표준화 활동을 추진 중이다. 그 면면을 살펴보면, WPAN(Wireless Personal Area Network)을 구축하기 위해 결성된 IEEE 802.15 working group은 저가이며 저전력 장치들 간에 WPAN을 구성할 수 있도록 하는 IEEE 802.15.4의 표준화를 수행하고 있으며, 현재 멀티 홉 지원 표준을 다루는 IEEE 802.15.5의 표준이 완성 단계에 있으며, IEEE 802.15.4의 신뢰성 확장을 위한 IEEE 802.15.4e 표준화를 추진 중이다.

ITU-T는 네트워크 및 통신 서비스 관련 국제 표준 개발을 해왔기 때문에 정보 서비스 인프라로서의 USN 개념을 표준화하기에 최적의 국제 표준화 기구로, 다양한 유, 무선 네트워크 상에서 광역 USN 서비스를 적용하기 위한 네트워크 및 응용 서비스 기술 표준화를 진행하고 있으며, SG13에서 NGN에서 USN 서비스를 지원하기 위한 표준화 작업과 SG16에서 USN 참조모델과 미들웨어 관련 표준 개발을 ETRI의 제안으로 2007년 4월과 9월부터 진행 중에 있으며, SG17에서 USN을 지원하기 위한 보안 요구사항 표준 또한 한국 주도로 진행되고 있는 상황이다. 이들 SG들간의 조율은 JCA-NID가 담당하고 있다. ITU-T SG16에서는 USN 표준화를 전담하기 위한 표준화 그룹이 제안되어 승인되었으며, 2008년 10월에 개최된 WTSA2008 회의를 통해 최종 결정 되었으며, 2009년부터 표준화에 착수할 수 있을 것으로 전망된다.

ISO/IEC JTC 1/SC 6는 2007년부터 USN의 개념을 수용한 센서 네트워크에 대한 표준화 착수를 선언하였고, ITU-T SG13, SG16, SG17과 공



동 국제표준 개발을 추진 중에 있다. IETF의 6LoWPAN(IPv6 over LoWPAN) 워킹 그룹은 IEEE 802.15.4와 같은 LoWPAN 상에서 IPv6 패킷 전송 방안을 정의하는 것을 목표로 하고 있는데, IEEE 802.15.4의 128비트 프레임 안에 헤더 사이즈가 큰 IPv6 패킷을 사용하기 위한 헤더 단편화와 IPv6 자동 주소설정 기능을 표준화 하고, 이웃노드 탐색, 응용 use-case, 구현 가이드 등에 대한 표준 기술 논의 중에 있다.

ZigBee Alliance는 IEEE 802.15.4 PHY/MAC 층을 기반으로 상위 프로토콜 및 응용을 규격화 하는 시장 표준화 기구이며, Non-IP 기반의 USN 네트워크와 응용서비스 및 브리지 기술 표준등을 추진하고 있으며, 현재 V2.0규격을 개발중에 있다. 또한 GIS 표준화단체인 OGC에서는 USN 미들웨어 관련 표준화를 진행 중이며 그 결과로서, Web 기반 센서 네트워크 소프트웨어 규격인 SWE를 제정하였다. 또한 우리나라는 ETRI 주관 기술 개발을 통해 TTA 국내표준으로 제정된 USN 미들웨어 표준(안)을 ITU-T에 국제표준으로 제안하기 위한 활동이 진행되고 있는 상황이다. 특히 정보서비스 인프라로서의 USN 개념은 우리나라가 창출한 것으로서 관련 국제표준화를 추진할 표준화 기구를 발굴할 필요가 있었으며, ISO/IEC JTC 1/SC 6와 ITU-T가 적극적인 국제표준화 의사를 밝혔고, 관련 표준화 작업이 2007년부터 이미 착수되었으므로, 이들 기구들을 활용한 국내 기술에 대한 국제표준 추진 전망이 밝은 것으로 알려져 있다. 그러나 이들 기구에서의 우리나라 단독의 주도적 국제표준화는 외국의 견제에 막혀 국제표준화 추진이 어렵기 때문에 USN 국제표준화에 대한 우호적 환경을 조성하기 위하여 국제표준화에 있어서 국내 기술의 국제표준화에 우호적 환경을 조성하기 위하여 관

련 표준화 기구들의 활용이 중요한 실정이다. 이러한 일환으로 ASTAP(Asia-Pacific Telecommunity Standardization Program)과 CJK(China-Japan-Korea) 표준화 회의를 통해 USN 응용 및 기술을 소개하고, 표준화 이슈들을 발굴하여 검토 의견을 수렴하는 등의 활동을 통해 한-중-일 간 USN 국제표준화에 대한 외연 확대 및 지지 세력 확보를 추진하고, ITU-T 국제표준화 활동에 활용하고 있으며, GSC(Global Standards Collaboration) 표준화 회의를 통해 USN 개념, 응용, 기술 및 표준 현황 등을 소개함으로써 USN에 대한 관심 제고 및 산업화 촉진과 국제표준 활성화를 유도하고, 관련 표준화 그룹 간의 협력을 도모하고 있다.

3. 국내 USN 표준화 추진 전략

국내 USN 표준화는 2004년을 시점으로하여 2006년까지 RFID와 병행하여 추진되었다. 2007년 부터는 RFID와 별도로 USN에 대한 표준화 전략 수립 및 표준 개발이 독자적으로 추진되었다. 2008년에는 <표 1>에 나타난 바와 같이 2007년도에 기획된 표준화 전략에 근거하여 6개 분야에 중점적인 표준화 활동이 이루어 졌으며, 2009년의 표준화 방향을 제시하는 Ver.2009 중점 표준화 항목으로 USN 응용기술, 미들웨어 기술, 네트워크 기술, 센서노드 기술로 분류하여 각각 기술 분류에서 중점 표준화 항목을 8개의 기술로 세분화하여 표준화 전략을 수립하였다. 또한 상위 기술 및 IPR 보유 기관과의 기술, 표준 연계방안을 마련하여 국제표준의 국내 수용/적용 및 초기 표준화 기구/단체에서의 입지 강화를 위한 전략적인 표준화 기본방향을 마련하였다.

〈표 1〉 국내 USN 표준화 전략 및 표준화 추진 동향

2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
RFID air interface 기술	RFID 태그 및 리더 기술		-	900MHz대역 센서네트워크 PHY/MAC 표준
RFID 하드웨어 기술				센서노드 플랫폼 및 HAL 기술 표준
RFID 미들웨어 기술	RFID 미들웨어 기술		USN ARP / SRP	USN ver.2009 응용기술
RFID 네트워크 연동 기술			USN 네트워킹 프로토콜기술	USN 메타데이터 관리 기술
USN 네트워크 프로토콜 기술	센서 노드 기술	센서 노드 하드웨어 기술	WSN-IP 네트워크 연동기술	센서 네트워크 라우팅/이동성 기술
USN OS 기술		USN 프로토콜 기술	USN 미들웨어 인터페이스	센서 네트워크 관리 및 식별 기술
USN BcN 연동 기술	USN 유무선 접속 및 보안 기술	USN / BcN 연동기술	센서 노드 아키텍처	센서 네트워킹 기술
USN 미들웨어 기술	유비쿼터스 미들웨어 및 보안 기술	미들웨어 기술	USN 데이터 프로세싱기술	USN 미들웨어 인터페이스 기술

〈표 2〉 국내 USN 관련 시장 전망

(단위 : 억 원)

구분		2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
기기	센서노드	409	685	1,198	2,342	4,345	6,952	12,396	13,648	15,818	16,506	19,945	22,696
	네트워크	31	64	152	300	572	947	1,754	2,107	2,547	2,658	3,211	3,706
	USN 소계	440	749	1,350	2,643	4,917	7,899	14,150	15,755	18,365	19,164	23,156	26,402
서비스(S/W포함)	USN 서비스	78	146	385	1,350	3,515	6,841	17,158	27,334	43,887	62,217	82,064	118,008
	서비스(S/W포함) 소계	744	1,045	2,634	6,084	12,297	20,058	41,940	63,845	96,448	133,165	173,653	238,906
USN 국내 시장규모 합계		1,184	1,794	3,984	8,727	17,214	27,957	56,090	79,600	114,813	152,329	196,809	265,308

※ RFID/USN 산업실태 '07년 하반기 조사결과를 기반으로 추정, 2008.5.

4. 국내외 현황 분석

가. 국내 시장 현황 및 전망

2008년 한국 RFID/USN 협회 주도로 국내 RFID/USN 산업실태 조사를 통하여 국내 시장 규모를 산출한 결과, 2006년 1천 1백억 수준에서 2017년에는 국내 USN 전체 시장 규모가 약 26조 5천 3백억 수준에 이를 것으로 전망하고 있다. 기

기 분야의 경우, 2006년 4백억 수준에서 2017년에는 2조 6천 4백억 수준으로 추정되었으며, 소프트웨어를 포함한 서비스의 경우에는 2006년 7백억 수준에서 2017년에는 23조 8천 9백억 수준에 이를 것으로 전망하고 있다.

나. 국외 시장 현황 및 전망

USN 전체 세계시장 규모는 2006년 약 45억 달

〈표 3〉 국외 USN 관련 시장 전망

(단위 : 억불)

구분			2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
기기	USN	센서노드	409	685	1,198	2,342	4,345	6,952	12,396	13,648	15,818	16,506	19,945	22,696
		네트워크	31	64	152	300	572	947	1,754	2,107	2,547	2,658	3,211	3,706
		USN 소계	440	749	1,350	2,643	4,917	7,899	14,150	15,755	18,365	19,164	23,156	26,402
서비스 (S/W포함)	USN 서비스	78	146	385	1,350	3,515	6,841	17,158	27,314	43,887	62,217	82,064	118,008	
	서비스(S/W포함) 소계	744	1,045	2,634	6,084	12,297	20,058	41,940	63,845	96,448	133,165	173,653	238,906	
USN 국내 시장규모 합계			1,184	1,794	3,984	8,727	17,214	27,957	56,090	79,600	114,813	152,329	196,809	265,308

※ IDTechEx(2006,2007), BCC(2006), VDC(2007), Fuji-Kezai(2006), Frost & Sullivan(2006), 한국소프트웨어진흥원(2007) 자료를 기반으로 추정, ETRI, 2008. 5.

러에서 2017년에는 1,495억 달러가 될 것으로 전망하고 있다. USN 전체시장은 2006년 약 19억 불 시장에서 2017년에는 1266억불 시장으로 급속한 성장 추세를 이어갈 것으로 보고 있다.

5. 기술개발 현황 및 전망

가. 국내 기술개발 현황 및 전망

정부는 지난 2003년부터 RFID/USN 수요창출을 위해 시범사업과 본 사업 등을 추진해 왔으나, 민간 인식 저조, 보안성 문제 등으로 본격적 확산이 아직 미흡한 실정이다. 이에, 2008년 7월에 2017년 RFID/USN 산업 세계 3강 실현을 비전으로 하는 “RFID/USN 산업 발전 전략”을 발표하였다. 특히, RFID/USN 표준화 추진체계를 정비하기 위해 현재 한국표준협회, 정보통신기술협회, 각종 포럼 등 분산되어 있는 표준화 관련 기관의 역할을 재정립하고 통합·연계 방안을 마련하는 한편, 국내 기업이 주도할 수 있고 파급 효과가 큰 핵심표준 분야를 발굴하여 지속적인 국제 표준화를 추진하고 미정립된 표

준은 전문가의 논의를 거쳐 조속히 마련할 예정이다.

각 요소 기술별 기술 동향을 센서노드 칩 및 센서노드 플랫폼 기술, USN 전송기술, OS 기술, 센서노드 전원기술, 서비스 플랫폼 기술로 구분하여 다음과 같다.

1) 센서노드 칩 및 플랫폼 기술

저전력 기술을 위한 RF, Modem, MAC, MCU 소자 개발 및 관련 소자를 하나의 칩으로 구성하는 단일 칩 솔루션 개발을 중심으로, ETRI, KAIST, 삼성종합기술원, 레이디오펠스사 등 연구기관 및 업체 등에서 ZigBee (IEEE802.15.4포함) 기반의 통신 소자를 개발 중에 있음

- ETRI: IEEE802.15.4 (2003,2006) 기반 RF, Modem, MAC 통신 소자 및 USN용 32-bit MCU 개발을 통한 One-Chip Solution 개발, 저전력 wake-up 기술을 포함한 900MHz /2.45GHz의 다중대역 센서노드 SoC 칩 개발중
- KAIST: 미세정보시스템(MICROS)프로젝트에서 한화 오백 원짜리 크기의 칩 개발
- 삼성종합기술원: IEEE802.15.4 표준에 준하



〈그림 1〉 RFID/USN 확산 종합대책

는 통신모듈 MICROS 개발, 이를 이용한 USN 구축 중

- 레이디오펀스: ZigBee 표준에 따른 소자 개발
- KETI: 무선 센서네트워크를 위한 무선통신 칩셋 설계와 상용 부품을 사용한 플랫폼 시제품인 Tiny Interface for Physical World (TIP) 개발
- 한백전자: ZigbeX Mote는 ATmega128 CPU를 사용하고 RF는 CC2420을 사용하며, 기본으로 온도, 조도, 습도 센서, RTC를 모드에 장착하고 있음
- 휴인스 UStar-2400은 CC2420을 사용하여 TinyOS와 TinyDB를 지원하고 UStar-Dev라는 Emulator를 포함한 개발환경과 센서 네트워크 응용 프로그램 등을 지원하여 ZigBee 통신을 가능케 함

2) USN 전송기술

2006년부터 본격적으로 착수한 저전력 센서노

드, 멀티홉 라우팅 기술 등 USN 요소기술을 개발하여 서비스 발굴 추진

- ETRI: IEEE 802.15.4-2006 기반 다중플랫폼 센서노드용 MAC 개발 (2007년)

3) OS기술

센서노드용 운영체제로는 세계적인 추이와 더불어 국내 대학에서 연구와 교육용으로 공개되어 있는 버클리에서 개발한 TinyOS를 많이 사용하고 있으며, ETRI, 고려대, ICU 등에서 운영체제를 개발하고 있음

- ETRI: 센서 네트워크용 운영체제로써 멀티쓰레드 스케줄러 방식의 나도 Qplus 개발
- 고려대: 이벤트 기반의 운영체제와 멀티홉 에드홉 라우팅 프로토콜로 구성된 센서 네트워크 기반의 소형 실시간 시스템의 구조를 가지는 ELOS 개발
- ICU: UCLA의 SOS와 마찬가지로 마이크로 커널 기반의 경량 코어 커널 위에, 여러 개의

모듈들이 서로 통신하여 하나의 OS를 이루는 구조를 가지고 있으나 이중 쓰레드 모델을 지원하는 ATNS-EOS 개발

4) 센서노드 전원기술

국내 주요 전자 기술은 이동통신 및 Notebook PC, PDA 등의 새로운 휴대 통신 단말기의 수요 증가에 따라 2차 전지, 대형 리튬이온 전지와 향상된 에너지 밀도와 초박형 경량의 리튬폴리머 전지 개발에 주력

- ETRI를 중심으로 RFID/USN용 초소형 전지, 초소형 태양전지, 초소형 전원 모듈 충전 관련 회로 기관, 소형 전원 모듈 패키징 및 연결 단자에 연구 및 시제품 제작 중
- 현재 국내에서 리튬이온 전지, 리튬폴리머 전지 사업 참여를 공식선언한 기업은 삼성전관, LG화학, SKC, (주)새한, 한일 베일런스 등 5개 회사이며, 여기에 자동차용 연료전지 사업을 추진을 모색하고 있는 현대 자동차, 성우 에너지, 한국 타이어를 합치면 10여개 국내 기업이 2차 전지 사업에 참여 하고 있음

5) RFID/USN 서비스 플랫폼 기술

RFID/USN 미들웨어는 대학 및 연구소를 중심으로 RFID 네트워크, 센서 노드 및 센서 네트워크 수준의 미들웨어 기술 개발 추진에 관심이 집중되고 있으며, 최근 u-City 사업추진과 더불어 유비쿼터스 통합관제센터 구축을 위한 핵심기술로서 관심이 부각되고 있음

- RFID/USN 미들웨어 플랫폼 기술 : ETRI를 중심으로 이기종 다수의 USN 및 RFID 기반의 미들웨어 플랫폼 기술 개발하고 있으며, 이씨오, 한국 HP 등에서는 해운물류 및 수화물 관리 등의 RFID 활용 기술을 개발

- 센서 정보 통합 관리 기술 : ETRI에서는 센서 데이터 스트림을 처리하는 기술을 개발, 서울대, 충북대, KAIST 등에서는 센서 네트워크 응용을 위한 스트림 데이터 관리 기술 및 센서 데이터마이닝 기초 기술을 개발
- RFID/USN 서비스간 상호 연동 기술 : 한국인터넷진흥원에서는 다양한 RFID 서비스간 상호 연동기술 및 USN 네임 서비스 및 정보서비스 제공 기술을 개발

나. 국외 기술개발 현황 및 전망

미국은 NCO/NITRD(National Coordination Office for Networking and Information Technology Research and Development)을 통해 ICT 프로젝트를 추진 중에 있다. 2009년에 High End Computing Infrastructure & Applications 등 8개 분야에 3,548백만 달러를 투입할 예정이고, Cyber Security and Information Assurance, Large Scale Networking, Software Design and Productivity 등 3개 분야에서 assured access, jamming-resistant, robust, secure, dynamic, mobile을 만족하는 WSN 기술 개발을 요구하고 있는 실정이다.

MIT와 UCC, P&G 등 현재 75개 협력사가 공동으로 참여하는 'Auto-ID' 프로젝트를 통해 'Smart Tag'를 각종 상품에 부착하여 사물을 지능화하고 사물 간 또는 기업 및 소비자와의 커뮤니케이션을 통해 자동화된 공급망 관리시스템(SCM) 개발에 주력하고 있다. 또한 MIT MediaLab은 '생각하는 사물' 프로젝트의 범위를 확장하여 '인간의 중요한 가치 향상을 위해서 컴퓨터 능력을 활용하는 것'으로 비전을 변경하고 29개 세부 프로젝트 과제를 진행하고 있으며, RFID는

〈표 4〉 NSF의 센서 네트워크 관련 프로젝트 현황

프로젝트명	내용
Integrated Smart-Sensor Networking Aqueous Environment	수중에서 동작하는 네트워크에 접속하는 센서의 설계와 개발, 환경모니터링, 산업의 프로세스제어, 보안 등에 응용
Architectures and Design Methodologies for Secure Low-Power Embedded Systems	센서 네트워크에서의 보안확보에 필요한 저전력/안전한 삽입형 기기 연구(암호 알고리즘 포함)
Toward a Petabyte Storage Infrastructure	센서로 수집한 방대한 정보를 보존하기 위한 기억장치 개발
Ad Hoc Wireless Networks Utilizing Multi-Rate and Power-Save Capabilities	에드훅 네트워크 실현에 필요한 멀티 레이트, 성(省)전력의 MAC프로토콜, 각 레이어간 상호작용과 효율의 관계성 연구
MAC Protocols Specific for Sensor Networks	센서 네트워크의 MAC계층 프로토콜 연구 및 새로운 어플리케이션 개발
Technologies for Sensor-based Wireless of Toys for Smart Developmental Problem-solving Environment	동적인 무선네트워크의 형성, 오브젝트의 자동인식과 추적, 리얼타임 센서 데이터 해석, 음성자동인식 등의 연구개발
Collaborative Information Processing of Distributed Sensor Networks for Manufacturing Quality Improvement	분산형 센서 네트워크에 의한 제조업 품질관리 실현, 센서의 협조동작에 의한 실패분석, 자기진단, 최적배치 등의 연구
Intelligent Sensor Motes for Vertical Seismic Arrays	3차원 가속도 센서, 자이로스코프, 자력 센서, 기압 센서를 갖춘 MOTE 연계를 통한 지진파 관측시스템 개발
A Simulation-based Test Bed for Networked Sensors in Surface Transportation Systems	ITS분야에 이용하는 센서 네트워크를 신속하게 평가하는 테스트 베드 및 그것을 이용한 데이터처리 아키텍처의 연구개발
A Real-Time National GPS Network for Atmospheric Research	GPS를 이용하여 실시간으로 대기관측을 하기 위해 센서 네트워크와 리얼타임 데이터 송수신 구조 활용
Ocean Observing System Infrastructure	해양관측 시스템에서 센서 네트워크로부터의 정보를 효율적으로 처리하기 위한 분산 오브젝트 기술, XML기술, API 개발
Secure Data Distribution and Access in Large Sensor Networks	센서 넷에 필요한 시큐리티 확보, 노드간 데이터 접속 시의 성(省)전력화를 게임이론을 활용하여 분석, 프레임워크 개발
Network Support for Distributed Sensing Applications	어플리케이션 관점에서 센서 네트워크로부터 얻은 정보평가 및 네트워크 특성, 센서의 처리능력 등 연구
Distributed Learning in Sensor Networks	센서 네트워크의 무선통신과 수집한 정보활용 방법, 정보처리를 어느 레벨에서 수행할 것인가 등의 과제해결 및 적응방책 연구
Water security Network : Sensors and Control	수질오염을 막기 위한 시스템으로써 리스크평가, 최적 센서 배치, 수중 네트워크의 품질관리 등 연구

각 프로젝트별로 주요 인식수단 또는 센서의 역할을 담당하고 있다.

국립과학재단(NSF)은 새로운 센서의 컨셉 및 디자인 개발과 센서 네트워크 환경에 초점을 맞추어 연구개발을 추진 중에 있으며, UCLA CENS(Center for Embedded Networked Sensing)의 임베디드형 센서 넷의 기술개발과 응용분야 연구에 자금을 지원하고 있다. 2007년, 혁신적인 아키텍처, 알고리즘, 프로토콜, 센서 네

트워크 프로그래밍, 하드웨어/소프트웨어, 프라이버시/시큐리티, 무선 네트워크 프로그램, 네트워크 관리, 인프라스트럭처 연구, 미들웨어 개발과 보급에 주력하고 이와 더불어 편재형 컴퓨팅과 네트워킹 관련 연구의 대학들에게 자금을 지원한다.

국방부고등연구계획국(DARPA)은 NIST와 함께 대학연구소와 민간기업의 유비쿼터스 컴퓨팅 프로젝트에 연구자금을 지원하고 있으며, 확장기능성

보기반(SII: Scalable Information Infrastructure) 프로젝트를 추진하고 있다. 2007년에는 Connectionless 센서 네트워크의 에너지소비 최소화, Edge Network의 상황-인지 프로토콜 기술, 100Tbps 대역폭 이상의 자동 데이터 라우트에 대한 연구개발에 주력하였으며, 상호운영과 통합을 위한 센서 인터페이싱과 네트워킹, 사이버 안보, Ad-hoc 무선 센서 네트워크의 보안에 대한 연구개발을 추진 중에 있다.

미국 연방 정부는 Green IT 활용을 통해 향후 5년 동안 약 13억 달러의 에너지 비용을 절감할

수 있을 것으로 전망이다. 에너지 효율적인 데이터 센터를 구축할 경우 9억 5,990만 달러의 에너지 비용 절감을, 환경보호국(Environmental Protection Agency, EPA)의 에너지스타(Energy Star) 사양을 충족하는 친환경 PC를 사용할 경우 3억 3,000만 달러의 에너지 비용을 절감할 수 있을 것으로 전망이다.

* 미국 정부는 PC 전원 공급을 위해 연간 2억 9,300만 달러를, 데이터 센터 전원 공급과 냉각 시스템에 연간 4억 7,950만 달러를 지출

〈표 5〉 IST의 센서네트워크 관련 프로젝트 현황

프로젝트명	내용
Extrovert Gadgets(E-GADGETS)	일상 환경의 물건을 자율적으로 동작 가능한 가공품(e-Gadgets)으로 만들어 현실세계와 소프트웨어 구조와의 융합
Network Interconnected Photoacoustic Gas Sensing Microsystems(NETGAS)	초고감도, 높은 안정성을 가진, 적외선 검지기를 비롯한 광응향 가스 센서를 삽입한 CO/CO2를 검지하는 소형 시스템 개발
Cricket Inspired perception and Autonomous Decision Automata(CICADA)	MEMS와 바이오 일렉트로기사를 이용하여 지각 액션 기구를 가진 인공생명체와 비슷한 소형, 고도의 시스템 개발
Secure Authentication by a Biometric Rationale and Integration into Network Applications(SABRINA)	초음파 센서에 의한 고도의 생체인증을 수행하기 위한 플랫폼과 센서 유닛 개발
Energy Efficient Sensor Network(EYES)	re-configurable 소형 센서 노드를 가진 자율 협조형 센서 네트워크 구축에 필요한 아키텍처 및 기술개발
Self Organised Societies of connectionist Intelligent Agents capable of Learning(SOCIAL)	유체(流體) 중에서 초소형 지적 에이전트가 집단으로 미션을 수행하는 하드/소프트웨어 개발
Mobile Health Care(MOBIHEALTH)	2.5G 또는 3G의 휴대전화기술을 이용한 건강 원격감시시스템, 긴급 시에는 생체정보를 음성과 영상으로 제공
Video Sensor Object Request Broker open Architecture for distributed Service(VISOR BASE)	행동 탐지, 통행 카운터, 얼굴인식 등, 인공적인 관찰기능을 가진 비디오 감시시스템에 요구되는 COBRA를 적용하는 구조 개발
Advance Distributed Architecture for telemonitoring services(ADA)	분산형 센서 네트워크를 통해 환경 모니터링 등의 데이터 수집에 드는 비용을 극히 줄이는 아키텍처 개발
Network of Excellence in AI Planning(PLANET)	인공지능 계획분야로 연구개발 및 기술이전용 통합 프레임워크의 유지 목적으로 한 네트워크 구축
Parcelcall - An Open Architecture for Intelligent Tracing Solutions in Transport and Logistics(PARCEL CALL)	센서 네트워크를 이용한 고도의 추적시스템을 통해 로지스틱스로 인터넷 전송의 seamless 통합화
Health Early Alarm Recognition And Telemonitoring System(HEARTS)	건강 원격감시와 이상의 조기 검지시스템 개발, 탈착 가능한 센서로 사람의 동작이나 환경, 행동이력을 감시, 분석

<표 5>의 계속

프로젝트명	내용
Universal Remote Signal Acquisition For Health(U-R-SAFE)	개인용 헬스케어시스템, 회복기나 초로의 환자에게 병원과 같은 감시 체제 제공, UWB나 위성을 포함한 통신기술, 자동음성인식 등
Cognitive Vision Systems(COGVISIS)	시각검지 시스템의 분산기술을 개발하여 인공지능분야와 협력, 교통감 시나 행동양식 해석 등
Context Aware Vision Using Image-Based Active Recognition(CAVIAR)	상황에 따라 시각인식을 하므로 실제 시각적인 인식이 어느 정도 이루어졌는지 해석

※ 출처: 『Go Green Power Play』, 2008. 1. 22.

유럽은 USN관련 사업으로 IST에서는 Pervasive, Trusted, Cognitive, Environmental Sustainable WSN 관련 FP7 ICT 프로젝트를 추진하고 있고, 2007~2013년에 걸쳐 2,021백만 Euro를 ‘The network of the future’, ‘Cognitive systems, interaction, robotics’, ‘Networked embedded and control systems’, ‘ICT for cooperative systems’, ‘Accessible and inclusive ICT’ 등 31개 연구 분야에 투입할 예정이다. 특히, 로봇, 인공지능 시스템과 센서 네트워크 연동, 객체간 자발적 협동을 위한 WSN, 대규모 분산 복잡계 제어를 위한 WSN, zero-accident 지능형 자동차를 위한 WSN, 환경 관리 및 에너지 관리를 위한 WSN 연구 과제를 수행 중에 있다. 또한 Ubiquitous Communication, Ubiquitous Computing, Intelligent Interface 기술이 통합된 Ambient Intelligence 기술 연구는 FP6에서 Networked Home Environment를 위한 Amigo 프로젝트를 수행하였고, FP7에서 보다 실제적인 Ambient Assisted Living 프로젝트를 수행하고 있다.

ITS에서는 ETPs(European Technology Platform)을 구축하여 유럽 각국의 전문기관, 연구소, 기업들이 참여하여 연구 투자확대와 기술

선도를 목적으로 Artemis(Advanced Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems), eMobility, ENIAC (European Nanoelectronics Initiative Advisory Council), EUROP, ISI, NESSI, NEM(Networked and Electronic Media), Photoncs21 등을 형성하고 있다.

<표 6> ETPs(European Technology Platform) 구축현황

연구주체	연구 분야
Artemis	임베디드 컴퓨팅기술 분야
eMobility	무선 커뮤니케이션 플랫폼 분야
ENIAC	나노전자기술 분야
EUROP	미래 출현 기술 분야
ISI	커뮤니케이션 기술 분야
NESSI	소프트웨어 기술 분야
NEM	네트워크 및 오디오 시스템 분야
Photoncs21	나노 전자기술 분야

※ 출처: IST, CORDIS(<http://cordis.europa.eu/ist/about/tech-platform.htm>)

일본은 e-Japan II 전략을 통한 유비쿼터스 환경실현을 목표로, 차세대 IT기반 네트워크 기반 확보의 일환으로 센서와 소자기술을 활용한 유

비쿼터스 컴퓨팅 기술개발 전략을 추진하고 있으며, 특히 2008년까지 범아시아권의 IPv6 등 유비쿼터스 네트워크 환경 구축을 추진하고 있다. 경제산업성의 저가형 IC 태그개발 프로젝트인 “히비키 프로젝트”가 2006년 여름, 성공적으로 종료됨에 따라 저가의 5엔(50원) 태그가 개발되었다. (under condition of monthly output 100 million) 히비키 프로젝트는 정부와 100여개 기업이 공동으로 참여해 저가 안테나 제조와 태그 표면장착 기술, 국제표준 UHF 대역 IC칩 개발을 추진하는 프로젝트로 2006년에는 주파수 대역에 상관없이 RFID 태그를 인식하는 멀티프로토콜 리더 개발, 2009년에는 태그 안테나 프린팅기술, 2010년에는 태그집적 칩 기술을 개발한다는 청사진을 마련하여 추진하고 있다. 또한 경제산업성 주도로 IC 태그 밴더 및 반도체 메이커 등 기술 개발 업체 이외에 의류·도서·물류 등 잠재 사용자 기업 등 약 100여개 기업이 참가한 컨소시엄이 구성되어 관련 기술개발에 주력하고 있다. 총무성을 중심으로 센서네트워크 관련 기술 개발 및 비즈니스 모델을 개발 중이며, USN의 요소기술을 센서노드, 네트워크, 상위 어플리케이션으로 크게 분류하고 이와 관련한 기술개발 정책에 대한 로드맵을 마련하여 추진하고 있으며, USN 기술이 사회의 안전·안심, 생활에서의 쾌적성·여유의 향상, 생산·업무의 효율화 등에 이바지하는 것으로 보고 안전·안심, 쾌적·여유·오락, 최적·효율의 3가지 축을 중심으로 응용서비스 분야를 13개로 분류하고 이와 관련한 기술과제를 진행 중에 있다.

III. 결론

21세기 대한민국을 이끌 새로운 성장엔진과 IT 산업의 활로로써 유비쿼터스가 움직이고 있고, 모든 사회가 유비쿼터스 기반의 u-Life 구현을 위한 범국가적으로 다각적인 노력을 기울이고 있다. 따라서 u-Life의 기반인 USN 기술에 대한 국내 표준화 확립을 통한 글로벌 표준 선점이 전략적으로 매우 중요하다. 모든 정보가 자유롭게 흘러 다니고, 사람과 컴퓨터 그리고 사물이 하나로 연결되는 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)은 더 이상 이상적인 구호로 머물러 있지 않게 되었다. 다른 공간에 존재하는 u-세상을 찾는 것이 아닌 우리가 살고 있는 현실은 u-세상으로 변해가고 있다. 이런 움직임에 맞춰 수년간 관련 기술 개발과 사업 아이디어를 개발해온 중견, 중소 전문 업체들도 협의체를 만들어 효과적인 시장 창출에 적극 나설 태세이며, 대기업 역시 유비쿼터스 IT 기술을 응용한 자사의 미래 비즈니스 모델 발굴에 어느 해 보다 전략 질주할 전망이다. 또한 정보 보호를 위한 표준안과 관련법의 제정을 통해 각종 정보의 오염이나 유출을 막을 수 있고, 정보의 오염은 기술적인 문제로 어느 정도 해결이 가능하지만 정보의 유출은 표준안과 법에 의해 제한되어야 하며, 일반 소비자에게 가장 치명적인 문제가 될 수 있어 USN 기술 분야에서 중추적인 역할을 자리매김 하고 있고, 관련 기술에 대한 표준화 역시 발 빠르게 움직이고 있는 실정이다. 빠르게 변화하는 유비쿼터스 센서네트워크의 기술과 시장을 고려할 때 국내/세계 시장 표준 선점은 IPR(지적재산권) 확보에 유리한 고지를 선점하게 되고 이에 따라 막대한 부가가치 창출이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] TTA, <http://www.tta.or.kr>
 [2] IEEE, <http://www.ieee.org>
 [3] IETF, <http://ietf.org>
 [4] ISO/IEC JTC1/SC31, <http://usnet03.uc-council.org/sc31>
 [5] USN 표준화 포럼, <http://www.rfid-usn.or.kr>
 [6] Sensors online, <http://www.sensorsmag.com>

저자소개



박준석

- 1987년 3월 ~ 1991년 2월 국민대학교 공과대학
전자공학과 / 공학사
 1991년 3월 ~ 1993년 2월 국민대학교 공과대학
전자공학과 / 공학석사
 1993년 3월 ~ 1996. 8월 국민대학교 공과대학
전자공학과 / 공학박사
 1997년 3월 ~ 1998. 2월 Dept. of EE, UCLA
/ Post Doctoral Fellow
 1998년 3월 ~ 2003. 2월 순천향대학교 정보기
술공학부 / 조교수
 2003년 3월 ~ 현재 국민대학교 전자정보통신공
학부 / 부교수
 2007년 1월 ~ 현재 대한전자공학회 통신소사이
어티 이사
 2006년 11월 ~ 현재 900MHz RFID 기술기준개
정반 반장
 2007년 8월 ~ 현재 USN 포럼 운영위원
 주관심분야 : RF/마이크로파 회로 설계, RFIC,
RFID/USN 등