

농림수산업 관련 최신 유비쿼터스 기술 동향

Trend of Ubiquitous Technology on Agriculture, Forestry and Fisheries Industry

권우성* · 변원기** · 이신석*** · 전병준****

WooSung Kwon, WonKi Byun, ShinSeok Lee, ByeongJun Jeon

ABSTRACT

지식경제부는 2009년부터 RFID(Radio-Frequency IDentification)와 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술의 중요성을 파악하고 이를 집중적으로 육성하여 2017년까지 세계 RFID/USN 산업에서 3강에 진입하겠다는 로드맵을 발표하였다. RFID와 USN은 전 세계적으로 매년 큰 폭으로 성장하고 있는 산업이며, 정부에서도 의욕적으로 지원을 발표하였다. 또한 RFID/USN 산업에 종사하고 있는 기업의 80%가 중소기업이기 때문에 이 분야에 대한 정부의 지원은 중소기업의 활성화라는 측면에서도 매우 중요하다.

본 논문에서는 RFID/USN 최신 기술에 대해 간략하게 정리하였으며, 농림수산업 분야에서 RFID/USN 기술을 적용한 연구 사례를 충실히 소개하고 있다. 또한 해외 사례를 토대로 RFID 및 USN 산업이 나아가야 할 시사점을 제공함으로써, 정부가 유비쿼터스 분야의 커다란 로드맵을 구성하는데 있어 중요한 지표가 될 수 있을 것이다.

Key Words: 농림수산업 IT기술, 유비쿼터스 기술, RFID, USN, U-Farm

* 아주대학교 경영정보학과 석사과정 E-mail: kwons@ajou.ac.kr

** 아주대학교 경영정보학과 석사과정 E-mail: jacob@ajou.ac.kr

*** 아주대학교 경영정보학과 석사과정 E-mail: sindory@ajou.ac.kr

**** 아주대학교 경영정보학과 석사과정 E-mail: cbjlove@ajou.ac.kr

1. 서론

2009년 지식경제부는 미래 지식기반 시대와 유비쿼터스 사회의 중요 인프라로 자리 잡을 무선인식(RFID/유비쿼터스센서네트워크(USN) 산업을 집중 육성, 2017년까지 세계 RFID/USN산업에서 3강을 실현하겠다는 의욕적인 목표를 제시하였다. 특히 정부는 RFID/USN 정책에 있어 선도적 시장수요 창출, 세계적 기술경쟁력 강화, 산업발전 기반 고도화라는 큰 맥락에서 세부 정책 내용을 구체화하고 RFID/USN 산업 확산의 굳은 의지를 내보였다. 전 세계 RFID/USN 시장은 세계적인 경제 침체에도 불구하고 비접촉 티켓 및 지불, 의류 및 신발업체의 단품단계 추적, 자산관리, RTLS(Real Time Locating System), 전자인식 문서 등의 실질적인 애플리케이션을 바탕으로 '07년 76억 불의 시장규모를 보였으며, '17년에는 1,495억 불까지 시장이 확대 될 것으로 예상된다(연평균 성장률 34.7%)(장경희, 2009).

전 세계 RFID/USN 시장은 미국과 중국이 이끌어 가고 있는 가운데, 독일, 영국, 일본, 한국의 순으로 시장규모가 형성되어 있으며, 국내 RFID/USN 시장 규모는 '05년 2,137억 원에서 '06년에는 2,871억 원, '07년 4,333억 원으로 매년 큰 폭으로 성장하고 있다. 이 분야에 있어 국내 기술 수준은 최고 기술 보유국인 미국과 상대적으로 비교 할 때 83.3%의 기술 달성도를 보이고 있으며, 이는 약 1.3년 정도 기술 격차를 보이는 것으로 평가된다(유오씨(주), 2009).

특히 국내 RFID/USN 분야에 종사하고 있는 370여 개의 기업 중 80%가 중소기업이기 때문에, 이 분야에 대한 투자는 중소기업 육성에도 직결되므로 향후 정부의 장기적인 정책과 투자가 주요하다.

RFID(Radio Frequency Identification)는 무선(라디오 주파수)에 의하여 초소형 칩(Tag)이 부착된 객체와 데이터통신을 수행하고, 초소형 칩을 통해 객체를 판독, 추적, 관리하는 기술을 의미한다. RFID는 크게 태그, 안테나, 리더로 구성된다. 태그는 객체의 정보를 송신하는 초소형 칩이며, 안테나는 태그의 정보를 무선으로 송수신 할 수 있도록 도와주는 장치이다. 리더는 안테나에 의해 송신되어진 태그의 정보를 판독 할 수 있는 장치를 말한다.

RFID는 눈, 비, 바람, 먼지, 자석 등 환경적인 영향을 거의 받지 않으며, 빠른 인식력을 지니고 있기 때문에, 이동 중 인식과 원거리 인식이 가능하며, 반복해서 재사용 하더라도 품질의 하자가 발생하지 않는다. 또한 제조 과정에서 각 RFID 마다 고유의 ID를 부여하기 때문에 위조가 불가능하다는 특징이 있다.

USN(Ubiquitous Sensor Network)이란, 모든 사물에 전자 태그를 부착하여, 사물 정보와 환경정보까지 감지하며, 네트워크에 연결해서 실시간으로 관리한다는 개념이다. 필요한 모든 곳에 전자태그를 부착하고, 이를 통해 사물의 인식정보, 즉 주변의 온도나 압력, 오염, 균열 등의 환경 정보까지 각종 센서를 통해서 실시간으로 수집하며, 이 수집한 정보를 이용해서 관리 또는 통제할 수 있도록 구성된 네트워크를 의미한다. 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부과해 anytime, anywhere, anything 통신이 가능한 환경이 만드는 것이 가능해질 것이다(표철식 & 채종석, 2008).

본 연구에서는 계속적으로 시장이 확대되고 있는 RFID/USN 시장의 최신 기술 동향을 살펴보고 이를 농림수산업에 적용시킨 해외 주요 사례를 안내한다. 해외 주요 사례를 통해 국내 농림수산업의 RFID/USN 시장의 나아갈 시사점을 제시한다.

2. RFID 기술 동향

RFID 기술은 하드웨어(HW)와 소프트웨어(SW)로 나눌 수 있다. RFID의 하드웨어 기술은 전파를 내보내는 RFID 태그와 그것을 인식하는 안테나가 개발 중에 있으며, 소프트웨어 기술은 태그와 리더기가 서로 주고받는 정보를 처리하는 기술과 그것을 이중의 기기로 변환해주는 미들웨어 등이 계속 연구 중이다. 아래의 표는 RFID 최신 기술을 하드웨어와 소프트웨어로 분류하고 간략히 서술하고 있다. 자세한 내용은 본문에서 각각 기술과 그 활용방안을 소개하고 있다.

〈표 1〉 대표적인 RFID 기술

구분	기술명	설명
HW	Printed RFID Tag	저가격이며 배터리가 필요 없는 차세대 RFID 태그 기술
	광선조정 위상배열 안테나	낮은 전력으로 넓은 영역을 3차원으로 커버할 수 있는 안테나 기술
	디바이스 불법 복제 차단을 위한 RFID 및 SID 칩	진품 식별, 위조/변조에 따른 불량 식별이 가능한 보안 인증 칩 기술
SW	Real Time Locating System	목표의 위치 및 상태 정보를 실시간으로 제공하는 자동화된 무선통신 시스템
	UHF대역 개별단위물품 인식 RFID 전자선반 기술	UHF 대역 Near-Field RFID 기술을 이용한 근거리 인식 기술
	ALE 1.1 기반의 RFID 경량 미들웨어 보안 기술	소규모로 유동적으로 사용할 수 있도록 개발된 RFID 미들웨어 기술

2.1. RFID 하드웨어 기술

2.1.1. Printed RFID Tag

Printed RFID란, 저가격이며 배터리가 필요 없는 RFID로 차후에 상용화가 된다면 유통시장에서 바코드를 완전히 대체 할 수 있는 차세대 태그 기술이다. 한국 NPK(주)는 전기전도성이 우수한 전도성 나노 잉크를 사용한 UHF 및 HF 용 RFID 안테나를 Rotary screen 인쇄로 생산하는 양산체계를 완비했으며, 특히 정밀 인쇄 설비와 전도성 나노 잉크를 최적화하는 정밀 인쇄 기술 확보를 통해 미세 칩에 대응하는 안테나 인쇄를 가능하게 하였다. 전도성 나노 잉크는 고농도 잉크로, 인쇄물의 두께조절이 가능하여 종이, PET, PI, Glass등에도 적용 가능하고, 120도 이하의 저온 소성으로 열 안정성이 낮은 PET 필름에도 적용이 가능하다(유인규, 구재분, 이유경 & 조정익, 2009).

2.1.2. 광선조정 위상배열 안테나(Beam-Steerable Phased-Array Antenna)

이 기술은 낮은 전력에 전자적으로 조정이 가능한 RF에너지를 활용하는 형태로 넓은 영역을 커버할 수 있는 기술이다. EPC RFID Reader와 함께 사용될 경우 현재의 Passive UHF 시스템으로는 불가능했던 기능을 제공할 수 있다. 이것은 Receiver의 감도가 훨씬 뛰어나고 장거리에서도 판독이 가능해지며, 3D 형태로 Tag를 위치시킬 수 있다. 또한 넓은 지역을 커버하는 것이 가능해 지기 때문에 도입 비용이 낮아지고, 3차원으로 Tag를 판독할 수 있어 새로운 Application이 등장하는 것이 가능하다는 장점이 있다.

2.1.3. 디바이스 불법 복제 차단을 위한 RFID 및 SID 칩 기술

I/O 통신이 무선에 의한 비접촉 방식인 13.56MHz RFID와 접촉 I/O 직렬 통신 방식인 SecureID(SID)로 구성되어 보안 인증을 실현하는 기술이다. 이 기술은 모바일 단말기의 진품 식별 기술로 활용할 수 있으며 위조/변조에 따른 불량 단말기의 식별도 가능하다. 또한, 농수산물 안전관리, 고가 미술품 안전관리

등 각종 물품의 안전관리에 활용 가능하다.

2.2. RFID 소프트웨어 기술

2.2.1. RTLS(Real Time Locating System) 기술

RTLS는 능동형 RFID에 기반을 두고 제한된 영역의 실내 또는 실외에 있는 특정 사람 또는 사물의 위치 및 상태 정보를 실시간으로 제공하는 자동화된 무선통신 시스템이다. RTLS는 태그와 리더기가 300m 정도 떨어져있는 환경에서 3m 이내의 위치 정확도를 제공해 준다. 국내에서는 2008년부터 ETRI가 ISO/IEC 24730-2에 준하는 RTLS 시스템을 자체 개발했고, 또한 좀 더 완성도가 높은 ISO/IEC 24730-2 revision 국제 표준 및 관련 기술 개발을 주도하고 있어 원천기술 확보 및 기술선도에 있어 유리한 입장이다(이신경, 이해동, 정교일 & 최두호, 2008).

2.2.2. UHF대역 개별단위물품 인식 RFID 전자선반 기술

이 기술은 중/대형 유통매장의 진열대 상의 물품 관리를 위한 RFID 전자 선반 기술로, UHF 대역 Near-Field RFID 기술을 이용하여 개별 단위 물품에 부착 가능한 태그 안테나 및 매장 선반에 내장 가능한 리더 안테나 기술이다. 이 기술을 이용하여 물류창고 자동화 시스템 구축, 마트 진열 물품 정보 실시간 제공, 검수, 재고 조사, 적재 위치 검색 등의 창고 업무 프로세스 적용과 같은 근거리 인식 분야에서 활용 가능하다.

2.2.3. ALE 1.1 기반의 RFID 경량 미들웨어 보안 기술

미들웨어의 표준인 ALE가 1.1로 업그레이드되면서, 소형 매장이나 중소기업에서 유동적으로 사용할 수 있도록 개발 된 미들웨어 기술이다. RFID가 응용될 수 있는 물류 및 유통, 교통안전, 농축수산, 전자조달, 사회 안전, 보건복지 등

의 분야에서 활용 가능하다.

3. USN 기술동향

USN의 기술은 하드웨어(HW)와 소프트웨어로 구분할 수 있다. 하드웨어 기술은 태그 및 통신에 관한 기술과 이러한 기술을 사용하여 지능형 전력망에 사용하는 응용 기술이 연구 중이다. 소프트웨어 기술은 보안 노드 센서의 프로토콜에 대한 연구가 있다. 아래의 표는 USN 기술을 소개한 것이다.

〈표 2〉 대표적인 USN 기술

구분	기술명	설명
HW	AMI	USN 기술을 활용한 지능형 전력망 구현에 필수적인 핵심 인프라 시스템
	콜드 체인 센서	온도센서가 부착된 Tag
	Sub-GHz	2.4GHz 대역보다 전파 감쇄가 적은 Sub-GHz 대역을 활용
SW	USN 보안 노드	보안 센서 노드에 필요한 키 분배 프로토콜 및 연산 모듈

3.1. USN 하드웨어 기술

3.1.1. AMI(Advanced Metering Infrastructure) 기술동향

AMI에 대한 최근 지역 및 국제 표준화 단체의 흐름은 미터기(검침기)와 AMI 관리시스템 간의 직·간접 통신 방식을 취하고 있으며, 이를 기반으로 홈네트워크 사업자, AMR(Automatic Meter Reading)/AMI 사업자, 전력회사 등의 사업자 형태에 따라 유연하게 시스템 구성을 변경하기도 하는 형태로 진행되고 있다. 미터기는 자체적으로 통신 모듈을 내장하고 있으며, 통신 모듈을 통해 지역적 네트워크(예, ZigBee 등)에 연결되어 중계기를 이용해 또 다른 통신 방식(예, CDMA 등)으로 AMI 관리 시스템에 접근하는 형태가 된다(김선진, 서정해, 전중암 & 표철식, 2008).

3.1.2. 콜드 체인 센서(Cold-Chain Sensor)

일반적인 온도 감시 제품과는 달리, 온도 센서가 부착된 RFID Tag는 냉동 창고와 냉장트럭, 냉동장비에서 꽃이나 화장품, 식료품, 의약품 같이 상온에서 쉽게 상할 수 있는 제품의 상태를 실시간 감시할 수 있다. 이러한 콜드 체인 센서를 이용하면 제조업체와 유통업체 모두에게 이점을 제공하는 것으로 밝혀졌으며, 냉동 공급 망에 있어 효율성을 강화해줄 것으로 기대된다.

3.1.3. Sub-GHz USN 서비스

무선 LAN 등과 공유하는 2.4GHz ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 대역 보다 전파감쇄가 적은 Sub-GHz 대역을 활용하려는 시도가 전 세계에 걸쳐 활발히 진행 중이다. Sub-GHz USN 서비스 활성화 동향에 발맞추어 국내에서도 Sub-GHz 대역주파수 재배치 계획을 세웠고, 2008년 하반기에는 기존의 USN의 문제점을 보완하는 'RFID/USN 기술 기준 작업반'을 방송통신위원회, 전파연구소, 관련 산업체 및 학계를 중심으로 조직하였다. 따라서 국내에서도 Sub-GHz 대역에서 다양한 USN 서비스가 출현될 것으로 기대 중이다(장병준, 2009).

3.2. USN 소프트웨어 기술

3.2.1. USN 보안 노드

ETRI에서는 보안 센서 노드에 필요한 키 분배 프로토콜 및 이에 필요한 ECC 연산 모듈을 TinyOS 상에서 소프트웨어 구현 및 전용 하드웨어를 개발하였다(김호원, 이석준 & 오경희, 2008). 이 기술은 트리 구조의 센서 네트워크에서 센서 노드들이 부모-자식 관계로 키를 생성하는 것으로, 키 생성시간은 14~15초 정도로 센서 네트워크 설정 단계에서 충분히 적용할 수 있는 시간이다.

4. U-Farm 해외 및 국내 사례 비교

본 연구에서는 선진 U-Farm 해외 사례를 찾아 소개하는 동시에, 국내 사례의 미흡한 점과 개선 방향을 제시하고자 한다. 아래에 소개하고 있는 U-Farm 해외 사례들은 Computers and Electronics in Agriculture 와 같은 해외 학술 저널에서 소개된 최신 연구들 중에 우수 연구들을 조사 것들이다. 본 연구에서는 각각의 사례들을 “기술 개발 단계”, “기술 시험 단계”, “현장 적용 단계”로 분류하여, 세계적인 U-Farm 기술 흐름을 쉽게 파악 할 수 있도록 하였다.

4.1. 기술 개발 단계

〈표 2〉 U-Farm 해외 사례 - 기술 개발 단계 -

사례명	분야	적용 기술	적용 단계
체리 수확 로봇	수확	로봇기술, 이미지 인식, 3D 시각센서	기술 개발 단계
관개 스케줄링 시스템	재배	무선 센서 네트워크, RFID 태그	기술 개발 단계
소 움직임의 시각적 조사를 통한 짙음발이 소 자동탐지 시스템	축산	Vision Techniques	기술 개발 단계
양을 분류하는 자동적인 센서 기반 시스템	축산	Pitch and Tilt Sensor, GPS	기술 개발 단계
출산이 예상되는 소의 온라인 이미지 분석을 통한 실시간 움직임 모니터링 시스템	축산	컴퓨터 비전 기술, 자동 실시간 모니터링 기술	기술 개발 단계
돼지의 호흡기 감염 판별을 위한 기침 소리 분석	축산	음향분석기술	기술 개발 단계
선형 바코드와 2D 바코드를 사용한 가금류 이력 추적	유통	2D 데이터 매트릭스 바코드기술	기술 개발 단계
소리분석을 통한 실시간 돼지 스트레스 감시시스템	축산	사운드 처리기술, 사운드 분석 기술	기술 개발 단계

4.1.1. 체리 수확 로봇 (Cherry-harvesting robot)

국가 : 일본

적용 기술 : 로봇기술(Robot), 이미지 인식(Image recognition), 3D 시각센

서 (3-D vision sensor.)

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 체리 수확은 짧은 기간 동안에 이루어지고 있어 수확기에는 평소보다 노동력을 많이 필요로 한다. 또한, 높은 체리 나무의 특성상 작업간의 효율성이 떨어지고 안전에도 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 3-D 시각센서를 이용한 체리 수확 로봇이 개발되고 있다(Tanigaki, Fujiura, Akase & Imagawa, 2008).

4.1.2. 관개 스케줄링 시스템(A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation)

국가 : 미국

적용 기술 : 무선 센서 네트워크(Wireless sensor network), RFID 태그

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 세계 어디에서나 관개라는 것은 작물 생산에 있어서 필수적인 요소이다. 이 시스템은 RFID와 Sensor Network 기술을 이용하여 만들어졌으며, 온도, 토양의 수분 함량 등을 분석하여 필요시에 자동적으로 물을 공급해준다(Vellidis, Tucker, Perry, Kvien & Bednarz, 2008).

4.1.3. 소 움직임의 시각적 조사를 통한 절름발이 소 자동탐지 시스템(Automatic detection of lameness in dairy cattle—Vision-based trackway analysis in cow's locomotion)

국가 : 벨기에

적용 기술 : Vision Techniques

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 가축의 성장을 효율적으로 관리하기 위해서 절름발이 가축의 발생 파악이 중요해지고 있다. 이전까지는 전문가가 직접 소의 움직임을 관찰하여 가축의 절름발이 정도를 채점해야 했으나, 이러한 방법은 시간이 너무 많이 소요되었기 때문에 절름발이 소가 상태가 심각해지기 전에는 거의 진단하지 못했다. 이 연

구의 목적은 Vision 기술을 이용하여 계속적으로 소의 절름발이 유무를 감지, 예측하는 시스템을 만드는 것이다. 이 시스템을 통해 소의 걸음걸이를 카메라로 녹화하여 걸음에 이상이 있는 소를 판별할 수 있으며, 정확도는 사람 전문가와 비교하여 94.8%정도 일치함을 보였다(Song et al., 2008).

4.1.4. 양을 분류하는 자동적인 센서 기반 시스템(An automated sensor-based method of simple behavioural classification of sheep in extensive systems)

국가 : 스코틀랜드

적용 기술 : Pitch and Tilt Sensor, GPS

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 이 연구의 목표는 양에 장착된 센서의 데이터를 이용해서 방목과 관련된 다른 행동 타입을 정확하게 인식하는 것이다. 본 연구의 결과 낮낮이와 경사 데이터만으로도 Active와 Inactive라는 양의 두 가지 행동 패턴을 구분 할 수 있으며, 행동 분류를 이용함으로써 양 농장의 유전형질, 시스템 혹은 관리 옵션에 따른 데이터를 획득 할 수 있었다. 게다가 GPS를 추가함으로써 관리 전략을 향상시키고 방목 생태학에 관련된 정보를 획득 할 수 있음을 보여주었다(Umstatter, Waterhouse & Holland, 2008).

4.1.5. 출산이 예상되는 소의 온라인 이미지 분석을 통한 실시간 움직임 모니터링 시스템(Automatic real-time monitoring of locomotion and posture behaviour of pregnant cows prior to calving using online image analysis)

국가명 : 아일랜드

적용 기술 : 컴퓨터 비전 기술(Computer Vision), 자동 실시간 모니터링 기술(Automatic Real-time Monitoring Technique)

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 이 사례는 축사에 컴퓨터 비전 기술을 내장한 카메라를 설치하여 출산이 임박한 소의 상태를 판단하는 것을 목적으로 하고 있다. 연구 결과 컴퓨터

비전을 통해 소가 서 있거나 누워 있는 상태, 그리고 물을 마시거나 사료를 먹는 행위를 전문가와 거의 비슷한 수준으로 판단 할 수 있으며, 이를 통해 시스템에 의해 자동으로 관리자가 소의 출산의 시기를 파악할 수 있다(Cangar et al., 2008).

4.1.6. 돼지의 호흡기 감염 판별을 위한 기침 소리 분석(Cough sound analysis to identify respiratory infection in pigs)

국가명 : 이탈리아

적용 기술 : 음향분석기술(Acoustic Analysis)

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 돼지 사육에서 이상 기침 소리 감지는 폐렴과 같은 일반적인 호흡기 질병을 진단하는 중요한 요소이다. 본 연구에서는 폐 감염으로 인한 돼지 기침 소리의 음파적 특성을 정상 돼지 기침 소리와 비교를 통하여 폐렴에 걸린 돼지를 자동으로 선별할 수 있기 때문에 돼지 축사 전체에 폐렴이 번지는 사고를 막을 수 있음을 보여준다(Ferrari, Silva, Guarino & Berckmans, 2008).

4.1.7. 선형 바코드와 2D 바코드를 사용한 가금류 이력 추적(Investigation of the potential use of e-tracking and tracing of poultry using linear and 2D barcodes)

국가명 : 아일랜드

적용 기술 : 2D 데이터 매트릭스 바코드기술(2 Dimensional Data Matrix (DM) Barcode)

적용 단계 : 기술개발단계

내용 : 현재 가금류 제품의 정밀한 가축 기술은 매우 제한적이며 유럽의 이력 추적 기준을 준수하지 못하고 있다. 하지만 전 세계적으로 발생한 조류독감은 가금류 제품에 위조방지 태깅 장치와 공급업자 증명 시스템의 필요성을 불러일으켰다. 본 사례에서는 가금류 제품에 대한 이력추적을 제공하기 위해, 소형화된 선형 또는 2차원 바코드를 잉크젯으로 가금류의 부리와 다리에 출력한다. 이

를 통해 보통의 바코드 스캐너로 간단하게 가금류에 대한 이력추적을 할 수 있다(Froschle, Gonzales-Barron, McDonnell & Ward, 2009).

4.1.8. 소리분석을 통한 실시간 돼지 스트레스 감시시스템(Real time computer stress monitoring of piglets using vocalization analysis)

국가명 : 브라질

적용 기술 : 사운드 처리기술(Sound Processing), 사운드 분석 기술(Sound Analysis)

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 동물의 울음소리를 분석하는 것은 스트레스 패턴을 해석할 수 있게 해주는 비침습적인 방법이다. 그리고 이 방법은 동물복지, 건강상태, 사회적 적응 등을 측정 할 수 있게 해주는 추가적인 장점도 가지고 있다. 본 연구에서는 복지를 위해서 스트레스 정도에 따른 새끼돼지가 방출하는 울음소리의 연관성을 모니터링하고 분석하는 소프트웨어를 구현하였다(Moura et al., 2008).

4.2. 기술 시험 단계

〈표 3〉 U-Farm 해외 사례 - 기술 시험 단계 -

사례명	국 가	적용 기술	적용 단계
동물의 눕는 시간을 실시간으로 측정하는 임베디드 센서 기술	축산	가속도계, 나노와트 전력기술	기술 시험 단계
남부 스페인의 정교 원예를 위한 무선 센서 네트워크	원예	무선 센서 네트워크	기술 시험 단계

4.2.1. 동물의 눕는 시간을 실시간으로 측정하는 임베디드 센서 기술 (Embedded sensor technology for real time determination of animal lying time)

국가명 : 미국

적용 기술 : 가속도계(Embedded Sensor Technology: Accelerometer), 나

노와트 전력기술(Nano-watt Power Technology)

적용 단계 : 기술 시험 단계

내용 : 동물의 늪는 습관이 절름거림 발생에 큰 영향을 끼친다는 연구결과를 토대로 젖소의 뒷다리에 가속도 센서가 내장된 마이크로컨트롤러를 부착하여 소의 자세(서있는지 누워있는지)와 누워있는 시간을 자동으로 측정하였다. 연구 결과 자세 판별은 100%, 누워있는 시간 측정은 실제 측정과 2.2% 밖에 차이하지 않았다. 이를 통해 소의 나쁜 습관 때문에 다리를 저는 현상을 미연에 방지 할 수 있을 것으로 기대된다(Darr & Epperson, 2009).

4.2.2. 남부 스페인의 정교 원예를 위한 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network for precision horticulture in Southern Spain)

국가 : 스페인

적용 기술 : 무선 센서 네트워크

적용 단계 : 기술 시험 단계

내용 : 이 사례는 원예산업에 무선 센서 네트워크를 적용하려는 시도이다. 먼저 두 개의 센서를 이용하여 토양의 온도, 습도, 염도 등을 측정하며, 두 번째 부분은 센서를 이용하여 대기의 온도 습도 등을 측정한다. 마지막 부분은 센서를 사용하여 원예에 사용되는 물을 감지할 수 있다. 이를 통해 식물에 가장 좋은 상태의 물을 적당량 공급하기 위해 물의 온도, 염도 등을 감지할 수 있다고 한다(Matese, Di Gennaro, Zaldei, Genesisio & Vaccari, 2009).

4.3. 현장 적용 단계

〈표 4〉 U-Farm 해외 사례 - 현장 적용 단계 -

사례명	분야	적용 기술	적용 단계
웹기반 토마토 농장 병충해 위험 관리 시스템	재배	웹 기술(PHP, XML)	현장 적용 단계
돼지 환경 관리 시스템	축산	센서 네트워크	현장 적용 단계
식물 모니터링	재배	식물 인식 기술	현장 적용 단계

4.3.1. 웹기반 토마토 농장 병충해 위험 관리 시스템

국가 : 미국

적용 기술 : 웹 기술(PHP, XML)

적용 단계 : 현장 적용 단계

내용 : 기상 상태에 따른 병충해 발생을 미리 경고함으로써 병충해 발생 위험 관리가 가능하게 한다. 이 서비스는 미시건 주립대학교 주도하에 개발되었으며 서비스 지역 또한 미시건 주를 대상으로 하였다. 기상 정보를 미시건 기상 자동화 네트워크(Michigan Automated Weather Network: MAWN)에서 자동으로 가져와 이것을 병충해 위험관리 시스템(Late Blight Risk Management System: LBRM)을 이용하여 각 지역의 위험도를 분석한 후 웹을 통한 양방향 서비스를 제공한다. 이 때 구글 맵을 이용하여 리스트 지역을 한 눈에 볼 수 있으며 위험도 표시를 녹색 < 노란색 < 오렌지색 < 분홍색 < 빨간색 순으로 나타내었다(Wharton, Kirk, Baker & Duynslager, 2008).

4.3.2. 돼지 환경 관리 시스템(Climate control system for pig)

국가 : 네덜란드

적용 기술 : 센서 네트워크(Sensor network)

적용 범위 : 현장 적용 단계

내용 : 돈사의 내부 환경은 계절적 영향, 일교차, 바람, 습도 등의 외부 환경과 돈사 내부의 공기 분포의 변화, 돼지로부터의 영향, 배기 상태 등에 영향을 받는다. 이러한 내부 환경의 변화에 따라서 돼지의 행동이 변하게 되고 그에 따른 스트레스는 되어 돼지고기 품질에 영향을 줄 수 있다. 따라서 돼지 사육에 가장 좋은 환경을 효율적으로 제공하는 것이 이 사례의 목적이라고 할 수 있다 (Van Wagenberg et al., 2005)

4.3.3. 식물 모니터링(Phytomonitoring)

국가 : 이스라엘

적용 기술 : 식물 인식 기술(plant-sensing techniques)

적용 단계 : 현장 적용 단계

내용 : Phytomonitoring는 실시간으로 식물의 상태를 모니터링 하여 날씨나 관수에 관한 결정을 하는데 도움을 주는 정보 시스템이다. 또한 식물 생장량을 자동으로 측정하여 관수 주기, 관수량 등의 재배법 개선에 이용할 수도 있다. 이 장치는 식물에 설치된 센서들이 5분에서 10분 사이 간격으로 토양 습도, 온도 대기 습도, 식물의 생장 등을 측정하여 사용자의 컴퓨터로 전송해주며, 컴퓨터에 설치된 소프트웨어는 식물의 컨디션을 최적상태의 녹색부터 최악상태인 적색까지 그래프로 표시해 준다. 또한 이 시스템은 스트레스의 원인 분석도 제공한다(LI & ZHANG, 2007).

4.4. 국내 U-Farm 사례

〈표 5〉 국내 U-Farm 사례

사례명	분 야	적용 기술	적용 단계
온실환경 통합관리 시스템	재배	USN 모니터링 시스템	기술 개발 단계
농산물재배관리 및 이력추적 시스템	재배, 유통	유비쿼터스 센서 네트워크, 상황인식, 원격지 제어기술	기술 개발 단계
통합 센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템	재배, 관리	유비쿼터스 센서 네트워크	기술 개발 단계

4.4.1. 온실환경 통합 관리 시스템

국가 : 대한민국

적용 기술 : USN 모니터링 시스템

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 농업은 농작물의 파종 및 수확에 이르기까지 토지 위에서 연중생장을 지속하므로 농작물은 빛, 공기, 온도, 물, 토양과 같은 여러 환경 요소에 의해 영향을 받는다. 온실 환경 통합 관리 시스템은 환경 요소를 측정하는 센서 및 CCTV를 통해 온실 환경 정보를 실시간으로 수집하여 사용자가 온실의 상황을 모니터링과 제어할 수 있도록 하는 시스템이다(이명훈, 신창선, 조용윤 & 여현, 2009).

4.4.2. 농산물 재배관리 및 이력추적 시스템

국가 : 대한민국

적용 기술 : 유비쿼터스 센서 네트워크, 상황인식, 원격지 제어 기술

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : USN 기술을 적용한 사용자 중심의 농산물 생산, 가공, 유통 및 판매가 통합된 시스템으로 농작물의 생산에서부터 판매되기 이 전까지 진행되는 모든 과정을 지원하는 통합 서비스이다. 사용자는 이 시스템을 이용하여 영농활동에 필요한 각종 정보를 실시간으로 제공 받을 수 있고, 재배 과정의 농산물의 상황을 실시간으로 모니터링 할 수 있으며, 재배지의 각종 시설물들을 직접, 원격, 자동 제어할 수 있다. 이를 통해 농산물에 대한 신뢰도 및 품질 향상이 기대된다(유남현 등, 2009).

4.4.3. 통합 센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템

국가 : 대한민국

적용 기술 : 유비쿼터스 센서 네트워크

적용 단계 : 기술 개발 단계

내용 : 다양한 농작물 재배 환경에 필요한 환경 정보를 얻기 위해 여러 요소들을 한 번에 취득할 수 있는 통합 센서 모듈이다. 기존의 센서 모듈은 각 필요한 환경 정보의 센서 노드별로 따로 설치가 되어 설치 비용이 높아지고 노드의 점검과 같은 관리가 어려웠다. 이러한 단점을 극복하기 위해 통합 센서 모듈을 개발하였으며, 이로 인해 설치 비용의 감소와 좀 더 쉬운 센서 노드의 관리가 기대된다(이은진, 이권익, 김홍수 & 강봉수, 2009).

4.5. 국내 U-Farm 사례의 한계점

국내외 사례에서 볼 수 있듯이 국내 사례는 외국 사례에 비해 그 응용 범위가 넓지 않다. 외국에서는 다양한 경우에서 USN 기술을 적용하였지만 우리나라의 경우는 모니터링과 같은 관리 기능에 집중되어 있다. 이것은 기술적인 차

이러기보다는 비용이나 농업 자체의 시스템적인 문제에서 비롯된 것이다. 우리나라의 농민들은 외국의 농민들에 비해 영세한 경우가 많기 때문에 새로운 시스템을 농민 스스로의 의지만으로 도입하기란 쉬운 것이 아니다. 또한 노령화 되어 있는 국내 농업 구조의 특성상 새로운 시스템의 도입에 대해 적극적이지 않은 경우가 많다. 따라서 앞으로는 국가 차원에서 USN 기술을 응용한 시스템의 필요성을 알리고 그것이 적극적으로 활용될 수 있도록 지원이 필요하다.

5. 시사점

지금까지 RFID/USN 기술과 그것들을 농림수산업에 활용한 해외 선진 U-Farm 사례에 대해 알아보았다. 본 논문에서는 이에 따라 다음과 같이 다섯 가지 시사점을 제시 할 수 있었다.

5.1. U-Farm은 IT산업 신규시장 창출의 원동력

u-Farm은 원재료나 농수산물 제품의 생산 및 제조, 농수산물을 산지에서 도시나 시장으로 나르는 물류와 유통, 그리고 그것을 최종 소비자에게 판매하기 위한 도소매 및 서비스에 이르기까지 농수산업 가치사슬에 따라 새로운 IT 신규시장 창출이 가능하다.

또한, 최종소비자를 대상으로 하는 서비스 분야는 단순 일회성에 그치는 것이 아니라 지속적인 것이며, 먹을거리 문제에 예민한 소비자에게는 국내 농수산물은 믿을 수 있다는 신뢰를 안겨주게 되어 이를 통한 부가가치 창출에 원동력이 될 수 있다.

5.2. U-Farm의 성공적인 확산을 위해서는 구체적인 개념 제시가 급선무

U-Farm 도입의 주체가 될 농민층의 폭넓은 확산을 위해서는 U-Farm의 도입이 어떠한 새로운 편의와 혜택이 제공되는가에 대한 설득력 있는 U-Farm 모델을 제시해야한다.

특히 전문가들 사이에서도 개념과 이해가 모호한 “유비쿼터스 기반 서비스 중 하나인 U-Farm”으로 농민들에게 소개하기보다는 기존의 농가에서 겪는 어려운 점들을 해결해줄 수 있는 “정형화된 U-Farm모델과 구체적인 예시”가 필요하다.

5.3. 적용 기술의 표준화 또는 통합화를 지향하여 부가서비스 시장 확대 추진

U-Farm을 중심으로 다른 사업 영역에까지 부가서비스 시장을 확장하기 위해서는 U-Farm의 각 모델에 기반이 되는 기술의 표준화가 시급하다.

지금까지 각기 여러 다른 단체에서 개별적으로 U-Farm 관련 기술을 개발해왔기 때문에 기반 기술에 대한 국내외 기술 표준화가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 또한 표준화 작업 지연은 시스템과의 호환성을 고려하여 U-Farm 조성에 필요한 부품을 개발해야 하는 중소기업의 성장에도 악영향을 끼친다.

이미 진행되고 있는 국내외 기술표준을 수용하면서 아직 미비한 U-Farm의 기반 및 응용서비스 기술에 대해서는 표준통합시기를 앞당길 필요가 있다.

5.4. 개인정보 침해에 대한 사회적 인프라 구축 및 기술적 보완

USN을 통해서 수집되는 각종 환경, 지리 정보로 인해 프라이버시 침해가 우려된다. 예를 들어, 쇠고기 이력추적과 같이 선한 의도로 구축된 USN이나 RFID 시스템을 통해서 소비자가 제공하기 원치 않는 위치정보나 개인정보가 기업의 마케팅 정보의 원천으로 제공될 수 있는 것이다. 이를 미연에 방지하기 위해서는 각종 센서나 RFID를 통해 얻어진 정보가 집중 되는 곳을 중심으로 철저한 보안책을 마련하여 악의적인 침입을 원천봉쇄하는 것이 최우선 보안 과제이다.

또한, 양질의 서비스 제공과 개인정보 보호라는 두 가지 공적 가치를 한 번에 구현할 수 있도록 제도개선, 관리의식함양, 정책발전과 같은 사회적 인프라를 구축하고 관련 정보보호 기술을 확보해야한다.

■ 참고문헌 ■

- 김선진, 서정해, 전종암 & 표철식. (2008). USN 기반 AMI 서비스 및 기술동향: 전력 산업과 USN 산업의 융합기술. *전자통신동향분석* 23(5), 67-78.
- 김호원, 이석준 & 오경희. (2008). 센서네트워크보안 기술 개발 동향. *정보보호학회지* 18(2), 33-39.
- 유남현, 송길중, 유주현, 양수영, 손철수, 고진광, et al. (2009). 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 농산물 재배관리 및 이력추적 시스템의 설계 및 구현. *정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터* 15(9), 661-674.
- 유오씨(유). (2009). RFID 관련 해외 산업 동향. 전자부품연구원 전자정보센터.
- 유인규, 구재본, 이유경 & 조경익. (2007). Printed RFID 기술, 한국전자통신연구원.
- 이명훈, 신창선, 조용운 & 여현. (2009). 유비쿼터스 농업에서의 온실 환경 통합관리 시스템. *정보과학회지* 27(6), 21-26.
- 이신경, 이해동, 정교일 & 최두호. (2008). 안전한 USN을 위한 정보보호기술 동향. *전자통신동향분석* 23(4), 72-29.
- 이은진, 이권익, 김홍수 & 강봉수. (2010). 통합 센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템 개발. *한국콘텐츠학회논문지* 10(2), 63-71.
- 장경희. (2009). RFID/USN 기술 현황 및 전망, 한국통신학회.
- 장병준. (2009). Sub-GHz 대역 USN 기술 동향 및 발전 방향, RFID저널코리아.
- 표철식 & 채종석. (2008). RFID/USN 기술동향, 한국전자통신연구원
- Bencini, L., Chiti, F., Collodi, G., Di Palma, D., Fantacci, R., Manes, A. & Manes, G. (2009). *Agricultural Monitoring Based on Wireless Sensor Network Technology: Real Long Life Deployments for Physiology and Pathogens Control*. Paper presented at Third International Conference on Sensor Technologies and Applications, IEEE.
- Blasco, J., Aleixos, N., Cubero, S., Gomez-Sanchis, J. & Molto, E. (2009). Automatic sorting of satsuma (Citrus unshiu) segments using computer vision and morphological features. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(1), 1-8.
- Cangar, O., Leroy, T., Guarino, M., Vranken, E., Fallon, R., Lenehan, J., Mee, J. & Berckmans, D. (2008). Automatic real-time monitoring of locomotion and posture behaviour of pregnant cows prior to calving using online image analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*,

64(1), 53–60.

- Darr, M. & Epperson, W. (2009). Embedded sensor technology for real time determination of animal lying time. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(1), 106–111.
- Domdouzis, K., Kumar, B. & Anumba, C. (2007). Radio-Frequency Identification (RFID) applications: A brief introduction. *Advanced Engineering Informatics*, 21(4), 350–355.
- Ferrari, S., Silva, M., Guarino, M. & Berckmans, D. (2008). Monitoring of swarming sounds in bee hives for early detection of the swarming period. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 72–77.
- Ferrari, S., Silva, M., Guarino, M., Aerts, J. & Berckmans, D. (2008). Cough sound analysis to identify respiratory infection in pigs. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(2), 318–325.
- Froschle, H., Gonzales-Barron, U., McDonnell, K. & Ward, S. (2009). Investigation of the potential use of e-tracking and tracing of poultry using linear and 2D barcodes. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(2), 126–132.
- Harmsen, S. & Koenderink, N. (2009). Multi-target tracking for flower counting using adaptive motion models. *Computers and Electronics in Agriculture*, 65(1), 7–18.
- Kotamaki, N., Thessler, S., Koskiaho, J., Hannukkala, A., Huitu, H., Huttula, T., Havento, J. & Jarvenpaa, M. (2009). Wireless in-situ Sensor Network for Agriculture and Water Monitoring on a River Basin Scale in Southern Finland: Evaluation from a Data User's Perspective. *Sensors*, 9(4), 2862–2883.
- Li X. & ZHANG S. (2007). *Application of SCM Control System in Pig House Environment based on Fuzzy Control Theory*. Proceedings of 2007 International Conference on Agriculture Engineering, Baoding, China.
- Markom, M., Shakaff, A., Adom, A., Ahmad, M., Hidayat, W., Abdullah, A. & Fikri, N. (2009). Intelligent electronic nose system for basal stem rot disease detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(2), 140–146.
- Matese, A., Di Gennaro, S., Zaldei, A., Genesio, L. & Vaccari, F. (2009). A wireless sensor network for precision viticulture: The NAV system.

- Computers and Electronics in Agriculture*, 69(1), 51–58.
- Morais, R., Matos, S., Fernandes, M., Valente, A., Soares, S., Ferreira, P. & Reis, M. (2008). Sun, wind and water flow as energy supply for small stationary data acquisition platforms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(2), 120–132.
- Moura, D., Silva, W., Naas, I., Tolon, Y., Lima, K. & Vale, M. (2008). Real time computer stress monitoring of piglets using vocalization analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 11–18.
- Naganathan, G., Grimes, L., Subbiah, J., Calkins, C., Samal, A. & Meyer, G. (2008). Visible/near-infrared hyperspectral imaging for beef tenderness prediction. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(2), 225–233.
- Okamoto, H. & Lee, W. (2009). Green citrus detection using hyperspectral imaging. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(2), 201–208.
- Panda, S., Hoogenboom, G. & Paz, J. (2009). Distinguishing blueberry bushes from mixed vegetation land use using high resolution satellite imagery and geospatial techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*, 67(1–2), 51–58.
- PhyTech. (2010). Introduction to Phytomonitoring. from <http://www.agrisupportonline.com/phy/introduction.html>
- Rath, T. & Kawollek, M. (2009). Robotic harvesting of Gerbera Jamesonii based on detection and three-dimensional modeling of cut flower pedicels. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(1), 85–92.
- Riquelme, L. (2009). Wireless Sensor Networks for precision horticulture in Southern Spain. *Computers and Electronics in Agriculture*, 68(1), 25–35.
- Song, X., Leroy, T., Vranken, E., Maertens, W., Sonck, B. & Berckmans, D. (2008). Automatic detection of lameness in dairy cattle—Vision-based trackway analysis in cow's locomotion. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 39–44.
- Steinberger, G., Rothmund, M. & Auernhammer, H. (2009). Mobile farm equipment as a data source in an agricultural service architecture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 65(2), 238–246.
- Tanigaki, K., Fujiura, T., Akase, A. & Imagawa, J. (2008). Cherry-harvesting robot. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63(1), 65–72.

- Umstatter, C., Waterhouse, A. & Holland, J. (2008). An automated sensor-based method of simple behavioural classification of sheep in extensive systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 19–26.
- Van Wagenberg, A. V., Aerts, J. M., Van Brecht, A., Vranken, E., Leroy, T., Berchmans, D. (2005). Climate Control Based on Temperature Measurement in the Animal-Occupied Zone of a Pig Room with Ground Channel Ventilation. *American Society of Agricultural Engineers*, 48(1), 355–365.
- Vellidis, G., Tucker, M., Perry, C., Kvien, C. & Bednarz, C. (2008). A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61(1), 44–50.
- Wharton, P., Kirk, W., Baker, K. & Duynslager, L. (2008). A web-based interactive system for risk management of potato late blight in Michigan. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61(2), 136–148.