

USN 기반 농업 IT 융합기술 동향

USN Based Agricultural IT Convergence Technology Trends

스마트 서비스 시대의 IT 융합기술 특집

강성수 (S. S. Kang)	RFID/USN플랫폼연구팀 책임연구원
김세한 (S. H. Kim)	USN기반기술연구팀 선임연구원
이준욱 (J. W. Lee)	RFID/USN플랫폼연구팀 선임연구원
강현중 (H. J. Kang)	RFID/USN플랫폼연구팀 연구원

목 차

-
- I. 서론
 - II. 농업 IT 융합기술 개요
 - III. 농업 IT 융합기술 개발 동향
 - IV. 농업 IT 융합기술 개발 사례
 - V. 향후 전망

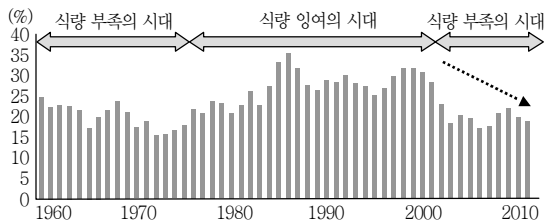
2000년대 이후 전 세계적으로 곡물 재고율 하락이 장기화되고, 인구증가 및 생활 여건의 개선에 따라 식량부족 상태의 심화가 예측됨에 따라 세계 각국은 곡물의 생산성 제고 및 품질향상 방안을 확보하고자 노력하고 있다. 농업 IT 융합기술은 기존의 농업기술에 IT 고유기술을 농업에 융합시켜 농업의 생산·유통·소비 전 과정에 걸쳐 생산성과 효율성 및 품질향상 등과 같은 고부가가치 창출을 추구하고자 하는 기술이다. 크게 보면 축산업 분야도 포함되는 것이지만 여기에서는 재배 작물의 생산에 국한하고, IT 기술 중에서 USN 기술을 적용한 USN 기반의 IT 기술을 농업에 융합하는 분야로 한정된 기술의 연구 동향을 고찰하고자 한다. 노지 작물과 시설원에 작물 및 외부 환경에 영향을 받지 않는 새로운 개념인 식물공장에 IT 기술을 적용하기 위하여 필요한 사항을 고찰하고, 국내외 기술개발 및 표준화 동향과 향후 추진되어야 할 기술적 이슈들을 제시하였다.

I. 서론

2010년 전 세계 곡물의 시장 규모는 1조 4,000억 달러로서 자동차 시장규모인 1조 6,000억 달러와 비슷하다[1]. 이러한 곡물이 2000년대 이후 전 세계적으로 재고율 하락이 장기화 되고(그림 1) 참조), 인구증가 및 생활 여건의 개선에 따라 향후에는 심각한 식량부족 상태가 예측됨에 따라 세계 각국은 곡물의 생산성 제고 및 품질향상 방안을 확보하기 위하여 다방면으로 노력하고 있으며 그러한 방안 중의 하나가 농업 IT 융합기술이다.

농업 IT 융합기술은 기존의 농업기술에 정보화 기술, 자동제어 기술 등 IT 고유기술을 농업에 융합시켜 농업의 생산·유통·소비 전 과정에 걸쳐 생산성과 효율성 및 품질향상 등과 같은 고부가가치 창출을 추구하고자 하는 기술이다. 이러한 분야는 작물뿐만 아니라 축산업 분야도 포함되는 것이지만 여기에서는 재배 작물의 생산에 국한하고, IT 기술 중에서 USN 기술을 적용한 USN 기반의 IT 기술을 농업에 융합하는 분야로 한정된 기술의 연구 동향을 고찰하고자 한다.

IT 기술을 적용에 적용하기 위해서는 적용 대상의 경제성 고려가 우선이다. 따라서 고부가가치를 지닌 노지 작물과 시설원에 작물 및 외부 환경에 영향을 받지 않는 새로운 개념인 식물공장에 IT 기술을 적용하기 위하여 필요한 사항들을 살펴보았다. 이와 관련하여 국내외 관련 기술의 개발과 표준화 동향을 살펴



(그림 1) 전 세계 곡물재고율 추이[2]

보고, 지금까지 추진되고 있는 국내의 농업 IT 융합 기술 개발 사례로써 시설원에 최적 품질 재배 기술과 스마트 와이너리 기술 및 도시형 식물공장 소프트웨어 플랫폼 기술을 고찰하였으며, 마지막으로 농업 IT 융합기술이 해결하여야 할 기술적 이슈들을 제시하였다.

II. 농업 IT 융합기술 개요

본 고에서는 작물 생산과 관련된 농업 IT 융합기술의 기술동향 및 기술개발 현황에 대해 논한다.

농업 IT는 국가 그린 생명 산업의 초일류화를 위한 첨단 농업 인프라 조성을 목적으로 한다. 도시 농업 등 농업 패러다임의 변화에 순응하는 점진적인 발전의 토대를 마련해야 하며, 농업 생산 활동의 실질적인 효율성 제고, 부품, 에너지 서비스 등의 다양한 상호 보완적 기술의 가시화가 필요하다.

농업 IT 융합기술은 작물의 재배 형태에 따라 노지형, 시설형(온실형) 및 식물공장 기술로 분류할 수 있다.

1. 노지형 IT 융합기술

노지 작물은 주로 쌀, 보리, 옥수수 등의 곡물과 포도, 사과, 배, 오렌지 등의 과수 그리고 수박, 호박, 고추 등의 과채류 등이 해당된다. 전 세계적으로 노지에 는 기후, 토양 특성에 따라 지역적으로 다양한 작물이 재배되고 있다. 때문에 노지작물 재배를 지원하는 IT 기술은 매우 다양하게 존재한다. 노지작물을 위한 IT 융합기술의 목적은 생산량 증대, 피해 예방 그리고 상품성 향상 등에 있다.

이를 위해 노지재배 작물에 있어서 융합기술의 적용은 (그림 2)에서와 같이 작물의 생산, 수확단계, 저



(그림 2) 농업 IT 융합기술의 적용단계

장단계, 유통 및 가공단계, 그리고 소비자가 구매하는 전 단계에 걸쳐 기술이 적용되고 있다. 특히 RFID, USN 기술은 생산/수확, 저장 및 유통에 이르는 단계에 있어 생산/품질관리 및 안정성 보장을 위한 핵심 기술로 활용되고 있다.

(그림 3)은 노지재배 작물에 대한 IT 융합기술의 적용 개념이다. 노지작물에 있어 재배/수확단계에서의 적용과, 가공/유통단계에서의 적용으로 나누어 볼 수 있다. 재배단계에서는 고품질의 작물을 수확, 피해 예방 등을 중심으로 기술개발 요구가 크며, 유통/가공 단계에서는, 이를 가공하고 유통하는 과정에서의 신선도, 안전성 유지, 그리고 가공에 따른 부가가치 향상과 관련한 요구가 크다. 재배단계에서 이를 지원하는 주요 기술적 요소들로는 생장관리 및 피해예방 지원, 생산량 및 품질 예측, 고기능성/친환경 재배 지

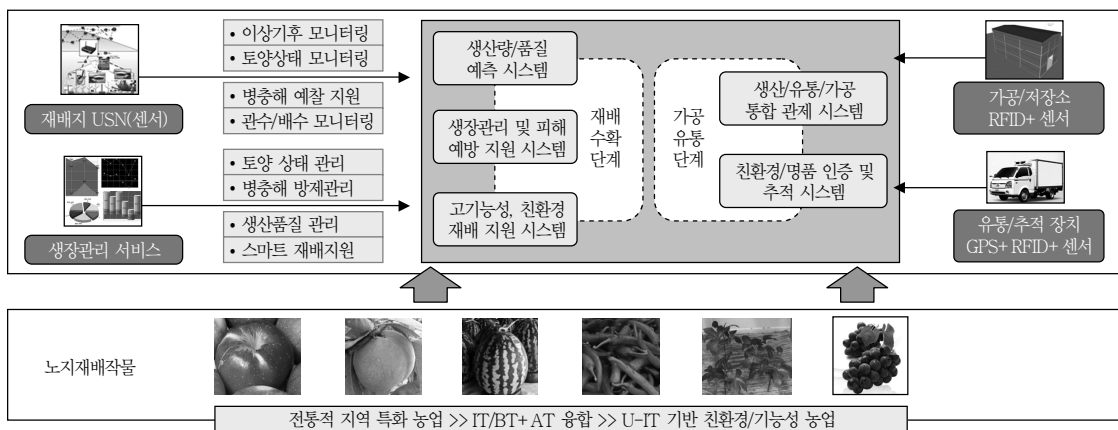
원 등의 기술이 중요하다. 반면, 가공/유통단계에 있어서는 안전성/친환경/신선도 인증 및 추적, 생산/가공/유통의 통합 관제 등의 기술이 중요하다.

하지만 기후변화에 따른 피해예방, 고품질 대량 생산을 위해 시설재배, 특히 식물공장과 관련한 농업기술 개발이 증대되고 있는 실정이다. 때문에 노지 작물에 IT 기술을 적용하는 사례는 경제성 등의 이유로 시설 및 식물공장에 비해 부족한 실정이다.

2. 시설형(온실형) IT 융합기술

우리나라 시설재배 환경은 고소득 작물인 파프리카를 예로 2007년 제곱미터당 9.4kg으로 네덜란드의 26.9kg에 비해 약 3배 이상 적다. 이는 환경조건, 특히 광 조건이 좋지 않은 네덜란드이지만, 장기간에 걸친 최적 성장조건 연구를 통해 각종 식물생장 정보, 환경 정보 등의 다양한 생장 정보를 수집 및 누적하고 다양한 성장조건을 최적화하여 작물 생육과 생산력을 최적으로 유지할 수 있었기 때문이다[3].

첨단 시설원에 관리 기술은(그림 4)와 같이 USN 기술을 이용하여 시설 내 생장환경 정보를 자동으로 수집하고, 작물의 종류, 성장단계, 기후 및 계절에 따라 각종 성장조건을 최적으로 관리하며, 각 재배 작물



(그림 3) 노지재배 작물을 위한 IT 융합기술 개념



(그림 4) 첨단 시설원에 관리 기술 구조

에 최적화된 파라미터를 바탕으로 성장 및 품질을 예측하여 작물의 성장 및 생산력을 극대화하는 기술을 말한다. 즉, 작물 성장환경을 측정하기 위한 각종 센서와 이러한 센서 간의 네트워크를 통해 데이터를 실시간으로 수집하고 시설환경의 변화를 실시간으로 모니터링 할 수 있어야 한다. 그리고 식물변화의 관찰과 각종 생장조건 및 환경 정보를 종합적으로 분석하여 작물의 품질 최적화를 위한 예측 정보를 제공하고, 각종 환기팬, 보조광원, 관수시설, 차단막 등의 시설환경을 작물의 생장단계와 환경의 변화에 따라 유기적으로 제어할 수 있어야 한다. 또한 각종 식물생장 정보와 생육 정보 및 각종 환경 정보를 통해 작물의 생장예측 정보를 가시화 하고, 이러한 생장예측 정보를 다양한 작물에 대해 제공할 수 있어야 한다.

3. 식물공장 IT 융합기술

식물공장이란 주변 환경과 관계없이 통제된 시설 내에서 광, 온도, 습도, 양분, 수분 등을 조절하여 최대의 생산성을 얻을 수 있는 신농업 형태로써, 기존의 시설하우스와 비교하면 환경 및 작물 생육 모니터링을 통하여 고도의 환경제어와 생육예측이 가능하며, 인공광 조사를 위한 LED 등 광원 기술, 로봇 자동화 공정, USN, 통합관제 등 환경 자동제어를 위한 첨단 IT 기술 및 최적생장을 위한 BT 기술이 융합된 농업·IT 미래 기술이다. 특히 최근 새로운 농업의 형태로 생산지와 소비자기 동일한 도시농업, 빌딩농업(vertical farming), 공장형 첨단농업으로 정의되고 있다[4].

식물공장은 농업, IT, NT 등 다양한 산업 기술이

융합된 형태로 에너지 산업, 환경, 제어, 바이오 등 다양한 산업이 융합된 형태로 발전될 것으로 예상된다. 특히 식물공장의 상용화를 위해서는 농업·IT 융합 기술의 적용을 통한 설비투자 및 운용 비용(전기, 수도)의 감축을 위한 기술개발이 노력이 병행되어야 한다[5].

III. 농업 IT 융합기술 개발 동향

1. 시설원에 국내외 IT 기술 개발 동향

네덜란드 등에서는 지난 수십 년 이상의 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어솔루션을 개발하였으며, 이러한 농업 IT 기술을 통해 생산량 및 품질 최적화를 도모하고 있다.

캐나다의 Priva사[6]는 50년 이상의 축적된 시설 제어 기술을 바탕으로, 각종 센서를 기반으로 시설 내 환경을 최적으로 제어하며, 다양한 연동 모듈 라이브러리를 통합하여 각종 센서 및 제어장치 등의 다양한 모듈이 유기적으로 연동되어 최적제어를 지원한다. 또한 RFID 등 첨단 기술을 이용하여 작물 수확량 모니터링, labor tracking 등을 지원한다.

캐나다의 Hoogendoorn사는 작물에 대한 40년 이상의 연구를 바탕으로, 적외선카메라, 토양습도 센서, 일사량 센서 등의 다양한 센서를 이용해 작물의 스트레스를 모니터링하고 최적 생장조건을 관찰할 수 있다(그림 5) 참조). 또한 이러한 센서 정보를 바



(그림 5) Hoogendoorn사의 전문가 시스템 Let's grow와 환경 센서[7]

탕으로 시설 및 관수 자동화를 지원하며, 다양한 현장 정보를 종합하여 전문가 시스템과 온라인으로 연동함으로써 보다 효과적이고 전문적인 의사결정을 지원 정보를 제공한다.

네덜란드의 HortiMax사[8]는 다양한 센서 및 날씨 정보를 이용하여, 시설의 기상 정보를 예측하며, 시설 내의 온도 편차를 최적화하는 솔루션을 제공한다. 또한 인공과일 센서, 적외선 온도 센서, CO₂ 센서 등을 이용하여 보다 정확한 작물 주변 환경 정보를 수집하도록 지원한다. 사용자 설정이 가능한 소프트웨어 기반의 제어 시스템을 통해 다양한 제어 옵션을 지정할 수 있으며, 다수의 블록을 동일한 조건으로 제어할 수 있도록 지원한다.

국내에는 2005년부터 동부정보기술 등에서 USN 및 RFID 기술을 기반으로 시설원에 환경관리를 위한 다양한 시범사업을 통해 생산 환경을 원격에서 모니터링하고 제어할 수 있는 환경관리 시스템이 소개되어 왔다. 하지만 대부분이 단기간의 일회성 시범사업으로 미검증된 RFID/USN 시스템의 적용으로 인해 호환성이 부족하였으며, 장기적 활용 및 보급을 위한 표준체계 적용, 다양한 작물 적용을 위한 파라미터 도출, 시스템의 효율적·안정적 운영을 위한 매뉴얼 도출 등이 어려워, 결과물을 통한 시너지 효과를 만들어 내지 못하였다.

KT는 원격 농업현장 모니터링 및 감시, 제어를 위한 Smart Farm 서비스를 선보였다. Smart Farm은 채소 재배 시설에 각종 센서와 CCTV 등을 설치하고 이를 스마트폰, 스마트패드 등을 이용하여 원격에서 실시간으로 모니터링을 수행하고 지정된 임계치 범위를 초과하는 센서값이 수집되면 사용자에게 알림 메시지를 전달하여, 환경제어, 이력조회 등을 가능하도록 지원한다.

고양시, 용인시, 화성시는 지식경제부 u-IT 사업

으로 화훼 생산환경 관리 시스템 구축하여 시범사업을 통해 보조광원과 각종 센서를 이용하여 화훼 재배 환경을 원격지에서 모니터링 하고 각종 제어장치를 임계치 기반으로 제어하는 시스템을 구축 및 인프라를 개선 하였으며, 연간 출하횟수 및 생산량 증가, 유류비 절감 효과 등을 확인하여, 적용 면적을 확대 중에 있다[9].

ETRI(한국전자통신연구원)은 고부가가치 원예작물(딸기, 토마토)의 품질향상을 위해 RFID/USN 기술을 융합하여 작물의 성장상태 분석 및 관수/광원의 최적, 품질 및 생산 이상(질병, 재해) 예측/대응의 지능화 처리, 사용자 재배/숙성 업무의 효율화 처리를 가능하게 하는 H/W 및 S/W를 포함하는 농업 IT 융합기술을 개발하고 있다.

2. 식물공장 국내외 기술 개발 동향

식물공장은 1957년 덴마크 크리스텐센 농장의 새싹채소를 컨베이어 시스템으로 재배하면서 시작되었다. 1960년대에는 오스트리아 루스나(Ruthner)사에서 빌딩 형태의 입체식 자동 식물공장에 태양광과 고압나트륨 램프를 병행한 광원 사용을 도입하였으며, 미국에서는 1960년대 GE 등 기업 등에서 식물공장을 도입하였다. 최근 가장 연구 활동이 활발한 일본에서는 학교를 중심으로 하는 완전 제어형 연구를 진행하고 있다[10].

우리나라는 농촌진흥청 국립농업과학원에서 1996년에 상추를 포함한 엽채류를 재배하는 태양광 이용형 식물공장에 대한 연구에 착수하여 체인식 주간조절장치를 개발하였으며, 2001~2004년 수평형 식물공장 모델 개발로서 파종기, 발아기, 육묘장치, 주간조절장치, 수확기, 환경제어 시스템 등 단위기계를 개발하고 2005년부터 태양광 이용형 수평형 식물공장

을 가동 중에 있다. 또한, 2009년부터는 수직형 식물 공장 시스템 개발로서 수직이송시스템, 엽채소 정식 로봇, 이식로봇, 다단식 이동재배시스템 등을 연구하고 있다. 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 극지의 열악한 환경에서도 작물을 재배할 수 있는 완전 제어 컨테이너형 식물공장을 개발하여 남극 세종기지에 설치 활용하고 있다.

전라북도, 광주시, 남양주시, 부천시가 식물공장 사업을 선도적으로 추진하고 있는 상황이다. 구미의 카스트엔지니어링은 4열 8단의 재배베드에 적색, 청색, 백색 LED를 조합한 광원으로 상추 등 재배시험을 실시하고 있다. 인성테크는 4년간의 연구를 통해 LED를 이용한 다단식 식물공장을 개발하였다. 소하테크는 식물공장용 제어 시스템을 주로 개발 양산하고 있으며, 주요 제품으로는 무선 원격제어, 환경자동 컨트롤러, 환기 경보 컨트롤러, 유무선 수위 조절기 등을 식물공장용 제어 시스템으로 사용하고 있다.

가장 최근에는 메카트로닉스 중심의 식물공장 제어에서 RFID/USN, LED, S/W 기술을 도입한 연구 시제품이 연구되고 있으나, 상용화를 위한 식물공장은 도입초기로 식물공장 환경제어 시스템 분야에서 아직까지 명확한 리더 기업이 존재하지 않으며 주로 PLC를 기반의 SI 형태로 진행하고 있는 상태이다.

3. 농업 IT 융합서비스 기술 개발 동향

원격 재배관리 서비스(remote farming)는 재배자가 재배현장에서 수행하는 작업을 언제 어디서나 가능하게 하는 서비스 기술이다.

<표 1>에서와 같이 USN을 이용한 농업 융합 서비스는 모니터링 및 제어, 서비스 플랫폼 그리고 진단 및 예측 기술로 구성된다.

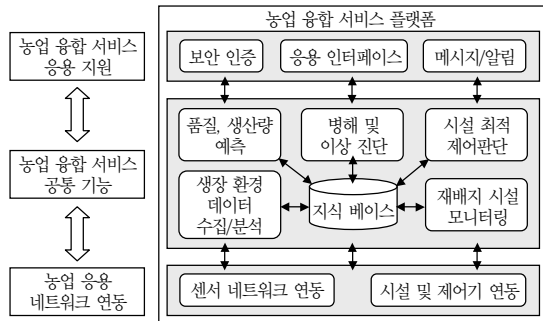
모니터링 및 제어 서비스에 있어 기존에는 일반폰

<표 1> 농업 융합 서비스 기술의 분류

서비스 구분	주요 기술
모니터링 및 제어	- 기후, 토양, 관수 등의 센서 기반 모니터링 - 관수 장치, 재배시설, CCTV 등의 제어
서비스 플랫폼	- 생장 데이터 수집 및 분석 - 시설 최적 제어 관리 - 융합 서비스 개발 환경
진단 및 예측	- 병충해 진단 - 생육, 생산량, 품질 예측

(feature phone)을 기반으로 재배지의 환경 변화, 이상을 감지하고 이를 SMS 등을 통해 제공하는 수준에서 원격에서 모니터링과 제어를 가능하게 하는 기술로 발전되었다. 특히 최근 들어서는 스마트폰 또는 스마트 패드와 같은 첨단 단말장치에서 이용 가능한 다양한 재배 응용 앱(app)을 기반으로 하는 서비스 기술 개발이 증대되고 있다. KT는 스마트폰 또는 태블릿 PC를 이용 3G망이나 WiFi 망을 기반으로 원격 재배지 현장의 '필드 환경제어 시스템'에 접속하고 이를 통해 재배현장의 센서상태 파악, 임계치 조정, 액추에이터 구동 등을 할 수 있도록 하며 CCTV를 통한 실시간 모니터링이 가능한 기술을 개발하였다. 이스라엘의 히브리 농대 연구팀은 식물의 잎 두께를 측정해 식물이 필요로 하는 만큼의 물을 자동 공급하는 첨단 센서를 개발했으며, 미국의 Fruition Science사는 포도 등의 작물의 수분보유 함량을 측정하는 SAP Flow 센서를 통해 포도 등의 작물에 대한 관수량의 예측을 가능하게 하는 기술을 개발하였다.

노지, 시설 및 식물공장 등 다양한 유형의 농업 융합 서비스 개발을 위해서는 (그림 6)와 같이 공통기능을 제공하는 플랫폼 기술이 요구된다. 서비스 플랫폼을 통해 응용은 센서 네트워크, 시설 및 제어기기 등의 연동에 대한 표준화된 인터페이스를 이용할 수 있다. 특히 생장환경 데이터의 수집/분석, 예측 및 시설 제어, 모니터링 등은 기본적으로 공통적으로 다양한 농업 응용이 활용할 수 있는 기능들로 작물 정보,



(그림 6) 농업 융합 서비스 플랫폼 아키텍처

재배 정보, 품질 및 병해충 이력 등의 종합적인 지식 베이스를 구축하고 이를 기반으로 서비스 기능을 제공할 수 있다. 특히 다양한 방식의 응용 개발에 따른 서비스 응용을 지원하는 것도 중요하다.

ETRI는 USN 미들웨어 플랫폼 기술을 활용하여, 농업 융합 응용서비스에 적합한 플랫폼 기술개발을 위해, 2010년부터 시설원에 작물의 최적 제어 및 예측 기술을 제공할 수 있는 성장관리 플랫폼 기술을 개발하고 있으며, 2011년부터 식물공장을 지원하는 플랫폼 기술개발을 시작하였다.

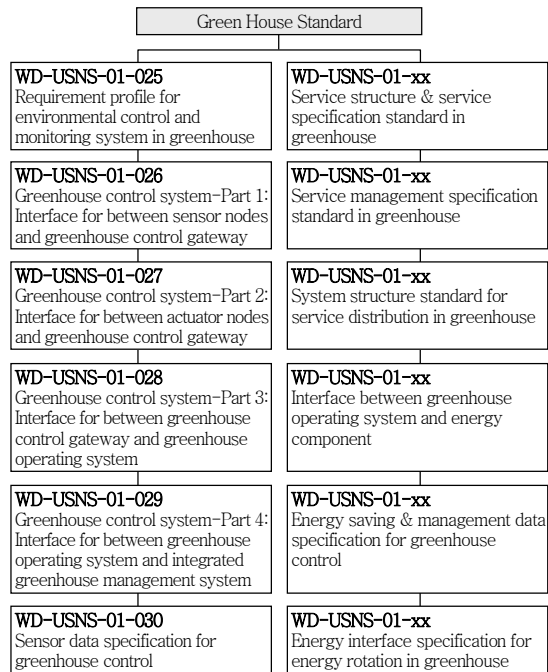
품질/생산량 예측 기술은 제어를 통해 최적환경을 제공하는 시설부문에 있어 많은 연구가 진행 중에 있다. 농촌진흥청에서는 감귤의 익는 시기를 15일 간격으로 7단계로 나누어 과중을 예측하는 방정식을 개발하여 과실의 과중, 크기를 기초로 전체 생산량 예측을 가능하게 하는 기술을 개발하였다. 하지만 품질/생산량 예측은 과실 특성과 노지/시설 여부, 기후 특성에 따라 많은 차이가 있기 때문에 오랜 기간에 걸쳐 많은 추가적 연구가 필요하다. 또한 병충해 예방/진단 기술은 주로 포도, 사과 등의 노지 과수 작물을 대상으로 많은 기술개발 시도가 이루어 지고 있다. 국립원예특작과학원의 방제 예측기술은 성페로몬 트랩과 CCD 카메라를 활용해 채집한 해충의 이미지를 촬영하고 유/무선 통신을 통해 이미지를 전송하여 분석함으로써 방제시기 결정을 지원한다. 경북 영주시는

u-IT 기술을 이용한 사과 병해충 예찰 및 생장환경 관리시스템 개발을 진행 중에 있으며 핵심 시스템으로는 병/해충예찰시스템, 성장모니터링시스템 및 냉해(한발)방지시스템, 저장 환경관리시스템, 이력관리시스템 등을 개발한다. T-페로몬 트랩과 IR LED 센서를 이용하여 병해충을 예찰하고, 센서 등을 이용하여 냉해 피해를 예방하는 기술이다.

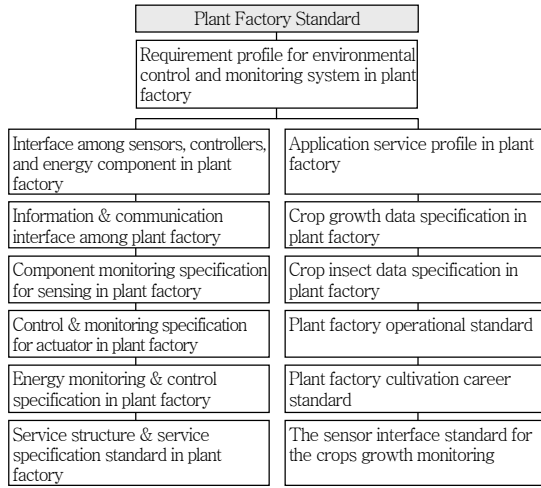
4. 표준 개발 동향

국내의 농업 IT 융합기술과 관련된 표준화는 RFID/USN융합협회를 통해 2010년부터 시설원에 및 식물공장을 중심으로 시작되어 일부 표준이 제정되고 있다[11],[12].

시설원예를 중심으로 하는 표준들은 시설원예를 구성하는 장치들의 구성, 구성요소들 간의 유무선 인터페이스, 장치와 운영 시스템 간의 인터페이스 표준을 중심으로 하여 표준이 진행 중이다(그림 7) 참



(그림 7) 시설원예 표준화 현황[12]



(그림 8) 식물공장 표준화 현황[12]

조). 또한 식물공장과 관련한 표준은 식물공장 내부를 구성하는 에너지 관련 장치, 재배 장치, 광원, 환경 제어, 양액, 자동화 로봇 등의 제어 정보, 환경 정보, 생육 정보, 에너지 정보 수집 절차 및 장치 간 통신 인터페이스, 생육 및 제어 정보를 위한 데이터베이스 및 식물공장 간 광역 인터페이스 등 IT 중심의 표준화를 시작하였다(그림 8) 참조.

현재는 IT 기술을 중심으로 하는 표준규격을 중심으로 진행 중이며, 시설 전체에 대한 본격적인 표준화가 앞으로 진행될 것으로 예상된다.

IV. 농업 IT 융합기술 개발 사례

1. 시설원에 최적 품질 재배 기술 개발

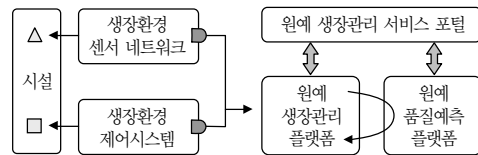
가. 원예 성장관리 플랫폼 기술

ETRI는 금오전기, (사)한국온실작물연구소, 가림정보기술 등과 공동으로 2009년부터 시설원에 최적 품질 재배 기술을 개발 중이며, 원예 성장관리 플랫폼은 성장환경 모니터링/제어를 위한 센서 네트워크와 연동하여 성장환경의 데이터 획득, 최적제어/품질 예측을 유기적으로 지원하는 공통기능을 포함하는 S/W

플랫폼으로, ETRI 기술로 개발된 RFID/USN 미들웨어 플랫폼인 COSMOS[13] V3를 경량화하고 최적화하여 개발을 진행 중이다.

나. 시설환경 모니터링 및 성장환경 최적 제어 기술

시설환경 모니터링은 대기 온/습도, CO₂, 토양 온/습도, 토양 pH, 일사량 센서, 기상 센서 등의 환경 센서로부터 시설 내·외부의 환경 정보를 실시간으로 모니터링 하여, 원예 성장관리 플랫폼으로 전달하도록 개발 중이다. 성장환경 최적 제어 기술은 광원 및 관수 제어 시스템을 통해 네트워크와 제어 시스템과의 연결상태를 모니터링 하고, 시설 내부 현장에서 수집되는 센서데이터를 확인하며, 보조광원 및 관수 제어를 통해 수동, 기간/계절별 제어, 센서데이터에 의한 보조광원의 부족분 자동 제어 등을 수행하게 될 것이다(그림 9) 참조.



(그림 9) 시설원에 최적 품질 재배 기술 구조

다. 원예작물 품질 예측 및 생장이상 예측 기술

작물 품질에 영향을 미치는 관수와 광원을 중점적으로 분석하며, 시험군과 대조군의 전체 생육 정보(경, 엽, 꽃, 과실, 근)에 대해 단위 기관별 성장해석, 종합기관의 성장해석, 각 기관별 광합성량 측정, 광 stress 유무 확인, 작물 품질 구성 요소 등을 확인하여, 관수와 광원의 변화가 작물 성장 및 품질에 미치는 영향을 조사한다. 이러한 작물의 생육분석 정보와 함께 환경의 변화에 따른 적산일사량, 적산온도, 재배일수, 건물중, 증발산량 등을 분석함으로써 성장 예측 모델을 구축하고 있다.

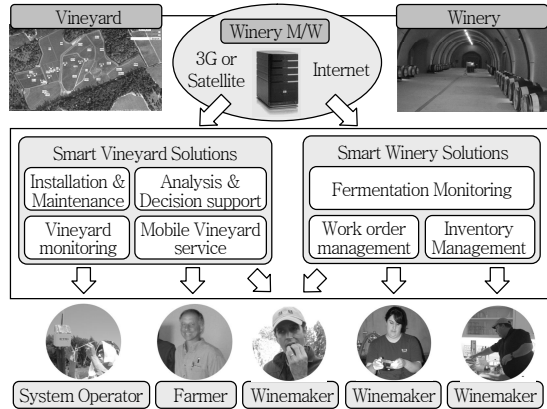
원예 품질 예측 플랫폼은 수집된 각종 생육, 파괴,

과실 조사 정보와 센싱 데이터 등의 복합생장 정보를 이용해, 수집된 데이터와 생장 모델을 기반으로 knowledge를 생성하고 과거의 생장, 생육 및 품질 정보를 기반으로 하는 지식관리를 수행하게 될 것이다. 이렇게 축적된 knowledge를 기반으로 생장 이상을 예측하고, 과제 생장, 생육, 품질 정보를 기반으로 품질 예측을 수행하도록 지원하게 될 것이며, 또한 작물 생육 분석 결과 정보와 작물 생장상태 정보에 대한 측정 및 수집 결과를 스마트 패드를 기반으로 실시간으로 기록하여, 예측 시스템으로 전달함으로써 품질 예측 및 생장 이상 예측에 반영될 수 있도록 지원하게 될 것이다.

2. 스마트 와이너리 기술 개발

세계적으로 포도 생산 및 와인강국인 프랑스를 시작으로, 이탈리아, 스페인, 독일 등의 유럽 전통 와인 생산국과 미국, 칠레, 남아공, 아르헨티나 등 50여 개국에서 포도를 재배하고 있다. 미국은 20세기 중반 무렵부터 본격적으로 와인 산업이 변창하기 시작하였으며, 최근 30년 사이에 비약적으로 발전하였다. 와이너리 분야에 IT 적용이 최근 들어 급증하고 있으며, 캘리포니아의 U.C. Davis와 같은 대학에서 와인에 관한 과학적 연구가 많이 진행되고 있다. Crossbow사는 2005년도 센서 네트워크 기술을 캘리포니아 Camelie vineyard에서 시험 후, 2008년 eKo 시스템으로 상용화하였다. 미국 Premiere Viticultural Services사에서는 포도밭과 관련된 데이터 수집/분석, 작업 지원 등이 가능한 PremiereVision을 개발하였으며, Fruition Science사는 SAP Flow등을 통한 관수 예측, 환경 모니터링을 지원하고 있다.

ETRI는 2009년부터 미국 캘리포니아 Napa 지역에 (주)동아원과의 공동개발로 스마트 와이너리 시스템 개발을 진행하고 있다. 특히 포도 재배부터 와인



(그림 10) 스마트 와이너리 시스템 개발 구조

생산 전 단계에 걸쳐 RFID 및 USN 기술을 접목하고 있으며 생장/양조 환경 모니터링, 의사결정 지원, 재배 및 양조 활동 지원, 추적 및 재고관리 등 다양한 기술을 개발하고 있다. (그림 10)은 스마트 와이너리 시스템의 전반적 기술 구성을 보여준다.

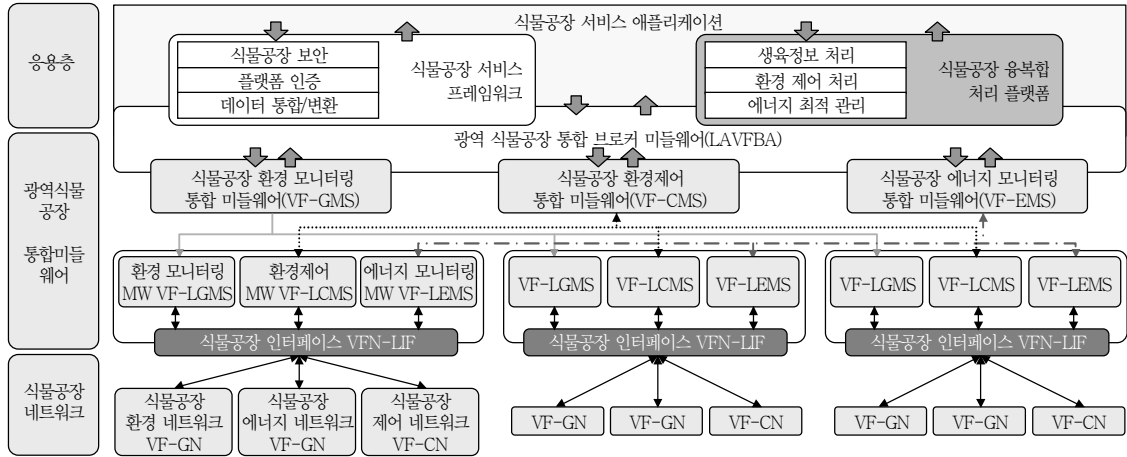
3. 도시형 식물공장을 위한 S/W 플랫폼 개발

최근 ETRI는 지식경제부 산업원천융합기술 R&D를 통해 농촌진흥청이 최근 완공한 식물공장과 지식경제부를 중심으로 하는 최신 IT 기술의 접목을 통한 도시형 식물공장 구축 지원을 위한 보급형 소프트웨어인 “SCIENCE” 플랫폼 개발을 진행하고 있다. 농촌진흥청이 개발하고 있는 식물공장을 한국의 대표, 표준 시설화하기 위한 핵심 기술을 개발한다(그림 11) 참조).

“SCIENCE” 플랫폼은 도시형 식물공장의 주요



(그림 11) 식물공장을 위한 부처 간 협력 모델



(그림 12) SCIENCE 플랫폼 구성

구성 요소인 센서, 제어 및 에너지를 효율적으로 제어, 관리, 운영하고 작물의 성장 정보를 처리하는 컴포넌트 기반의 광역 보급형 통합 환경제어 S/W 플랫폼 원천 기술개발을 위한 프로젝트로 ETRI, 농촌진흥청 및 관련 기업과 공동으로 국내외 표준화 및 농촌진흥청의 식물공장을 연계한 시험 및 검증도시형 표준화 및 핵심 요소 기술인 생육진단 플랫폼 기술, 광역 식물공장 통합 미들웨어 플랫폼, 보급형 통합 S/W 및 응용 S/W, 식물공장 검증기술 등의 개발을 진행하고 있다(그림 12) 참조).

V. 향후 전망

이와 같이 추진되고 있는 농업 IT 융합기술의 결과물은 우리의 주변에서 재배되는 “먹거리”이며, 환경에 직접적인 영향을 받는 살아있는 작물이라는 특수성을 지니고 있다. 그러므로 지금까지 유럽, 미국, 일본 등 선진국 중심으로 진행되고 있는 관련 기술들의 경쟁력 확보를 위한 지속적 노력이 필요하며, 국가적으로 FTA 등으로 인한 수입 농산물 증대에 따라 안정적 식량 확보를 위한 기술로 인식되어야 한다. 뿐만 아니라 지구 온난화 현상으로 인한 국내 재배 환

경 변화에 대한 대처 방안이 적극적이며 지속적으로 강구되어야 한다.

농업 IT 융합기술을 활용하여 지속적으로 해결되어야 할 기술적 이슈들로,

- 농업 관련 시설의 설비 투자, 인건비, 전기/수도 요금 등의 고비용 해결기술
- 농업 활동에서의 환경오염 추적/방지, 저탄소 에너지 응용기술
- 농산물의 생산, 유통, 이력, 인증 등의 기술뿐만 아니라 관광, 교육, 유통, 레저, 식품 등 보다 다양한 응용 분야로의 확대기술
- 일반 노지 대비 훨씬 높은 생산성 확보와 제조제,

● 용어해설 ●

도시농업: 도시민의 건강과 휴식을 위한 공간에 대한 필요성이 제기. 도시 속의 농업 공간은 식량 생산뿐만 아니라 도시민의 녹색 휴식 공간으로서 기능 수행. 도시 주거지로부터 가깝게는 도보거리, 멀게는 1~2시간 이내 거리에 위치

빌딩농업: 도심 지역에 고층의 건물을 건설, 최첨단기술로 농작물을 재배 생산하는 미래의 자족형 농업

공정형 첨단농업: 통제된 시설 안에서 생물의 생육환경을 인공적으로 제어하여 계절이나 장소에 관계없이 농축산물을 공신품처럼 규격과 품질이 균일하게 연속 생산하는 시스템적인 농업

농약, 병충해 피해 극복기술

- 지구 온난화, 태풍, 가뭄, 홍수 등에 대비한 생산성 약화 극복기술
- 농자재 사용, 유통 등으로 발생하는 화석 연료 사용 억제를 위한 기술 등의 개발이 필요하다.

약어 정리

AT	Agriculture Technology
COSMOS	COMmon System for Middleware Of Sensor network
GE	General Electric
NT	Nano Technology
RFID	Radio Frequency ID
SI	System Integration
USN	Ubiquitous Sensor Network

참고 문헌

- [1] 매일경제 아그리젠토 코리아 프로젝트팀, 아그리젠토코리아 첨단 농업부국의 길, 매일경제신문사, 2010.
- [2] 박환일 외, “농산물 시장의 트렌드 변화와 대응,” CEO Information, 제816호, 삼성경제연구소, 2011. 8.
- [3] 정원주, 명동주, 이정현, “한국과 네덜란드의 파프리카 재배온실의 시설 내·외부 기상환경 비교,” 생물환경조절학회지, 제18권 제3호, 2009, pp. 244-252.
- [4] 한국농촌경제연구원, “2020 농어업 농어촌 비전과 전략,” 2010.
- [5] 강희찬, “기후변화에 대응한 농업의 進化: 식물공장,” SERI 경제 포커스, 제255호, 2009. 8. 11.
- [6] <http://www.priva.ca>
- [7] <http://www.hoogendoorn.ca>
- [8] <http://www.hortimax.com>
- [9] 정용윤, “농식품에 대한 u-IT 컨버전스 적용사례,” u-IT기반 녹색 첨단농업 심포지엄 및 전시회, 2009.
- [10] 한국공학한림원, “농산업 경쟁력위원회 연구보고서,” 2009. 12.
- [11] 한국RFID/USN융합협회. www.karus.or.kr
- [12] USN융합포럼. www.usnforum.or.kr
- [13] Marie Kim et al., “COSMOS: A Middleware for Integrated Data Processing over Heterogeneous Sensor Networks,” *ETRI J.*, vol. 30, no. 5, Oct. 2008.