

발간등록번호

11-1543000-003595-01

**빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 능동확장형 실내용
스마트팜 솔루션 개발**

2021. 06. 21

주관연구기관 / (주)카탈로닉스

능동확장형실내용스마트팜솔루션개발
빅데이터 플랫폼 솔루션 기반

2021

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션 개발”(개발기간 : 2019. 05 . 10 ~ 2020. 01. 09)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021.06.21

주관연구기관명 :

(대표자) 석 민

협동연구기관명 :

(대표자) 정명률



주관연구책임자 : 석 민

협동연구책임자 : 성 민

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서							보안등급			
							일반[], 보안[]			
중앙행정기관명	농림식품부			사업명	사업명			농식품연구성과후속지원		
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)						
공고번호	819005-02			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)						
				연구개발과제번호	819005-2					
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0804	40%	LB0805	40%	LB0599	20%			
	농림식품과학기술분류	RC0103	50%	CA0301	50%		%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문									
	영문									
연구개발과제명	국문	빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션 개발								
	영문	A novel method expandable smart-farm solution using big dataset platform solution								
주관연구개발기관	기관명	(주)카탈로닉스			사업자등록번호	133-87-00830				
	주소	강원도 춘천시 한림대학길1 창업센터 12210호			법인등록번호	140111-0070405				
연구책임자	성명	석민			직위	대표				
	연락처	직장전화	01099644422			휴대전화	01099644422			
		전자우편	m.suk@catalonix.com			국가연구자번호	1158 5732			
연구개발기간	전체	2019. 05. 10 - 2020. 01. 09(1년 8개월)								
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2019. 05. 10 - 2020. 01. 09(1년 8개월)							
		n단계	YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)							
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담		그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발비 외 지원금
		현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
총계	175,000	5,833	52,500					180,833	52,500	233,333
1단계	1년차	75,000	2,500	22,500				77,500	22,500	100,000
	2년차	100,000	3,333	30,000				103,333	30,000	133,333
n단계	1년차									
	n년차									
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고				
						역할	기관유형			
공동연구개발기관	(주)보라스카이	성민	부대표		sm@vorasky.com					
위탁연구개발기관										
연구개발기관 외 기관										
연구개발담당자 실무담당자	성명	석민			직위	대표				
	연락처	직장전화	01099644422			휴대전화	01099644422			
		전자우편	m.suk@catalonix.com			국가연구자번호	1158 5732			

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021년 06월 15일

연구책임자: 석민



주관연구개발기관의 장: (주)카탈로닉스 대표 석민 (직인)
 공동연구개발기관의 장: 주식회사 보라스카이 대표 성명환 (직인)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원 귀하

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		농식품연구성과후속지원			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)								
내역사업명 (해당 시 작성)					연구개발과제번호		819005-2						
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0804	40 %	LB0805	40 %	LB0599	20%						
	농림식품 과학기술분류	RC0103	50 %	CA0301	50 %								
총괄연구개발명 (해당 시 작성)													
연구개발과제명		빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션 개발											
전체 연구개발기간													
총 연구개발비		총 233,333천원 (정부지원연구개발비: 175,000천원, 기관부담연구개발비 : 5,833천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)											
연구개발단계		기초[] 응용[●] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()						
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)													
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)													
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		빅데이터 플랫폼 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션										
	전체 내용		- 실내 재배기 하드웨어 개발 및 적용										
	1단계 (해당 시 작성)	목표	재배기 하드웨어 및 웹 솔루션 개발										
		내용	재배기의 능동조절 기능 구현을 위한 제반 기능 개발										
	n단계 (해당 시 작성)	목표											
내용													
연구개발성과		분광학 기반의 생육도 측정기술을 이용해 실내 재배기의 환경을 조절하는 기술 개발 완료											
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과		- 향후 노지 스마트팜, 식생 관리, 골프장 관리 등에 이용 - 재배기의 시판 및 출시 예정											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유		해당없음											
연구개발성과의 등록·기탁 건수		논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
									생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황		구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)		빅데이터		사물인터넷		모듈		스마트팜		식생지수			
영문핵심어 (5개 이내)		Big-data		IoT		Module		Smart-farm		NDVI			

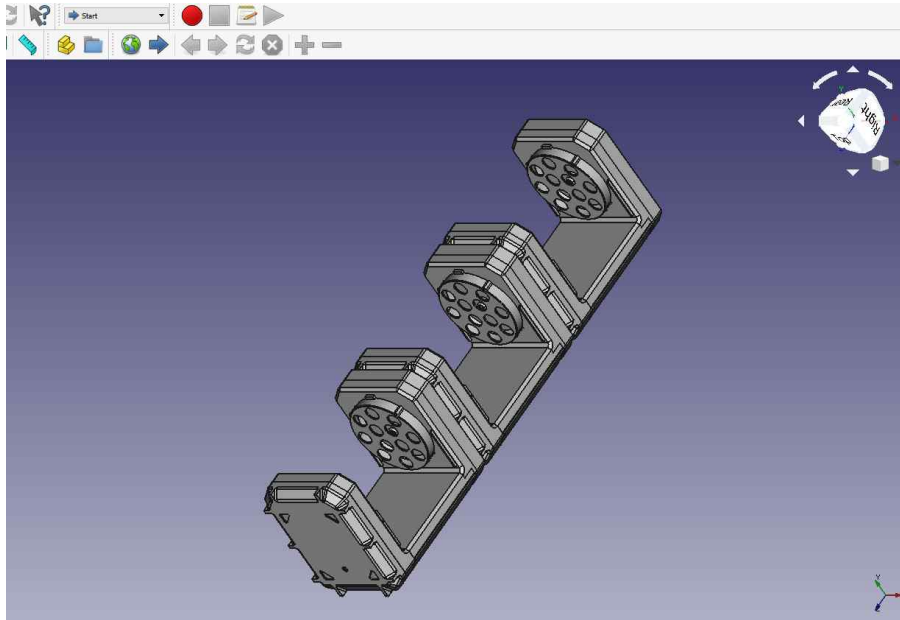
< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

○ 연구개발 개요 : 실시간 작물 생육도 측정이 가능한 다분광 분석 장비를 이용하여 이를 중앙 서버로 전송 후 인공지능 판단을 통해 온도, 관수, 용존이온 등의 생육 인자를 제어, 작물의 생산성을 최대화할 수 있는 스마트팜 장비 개발



<능동확장형 실내용 스마트팜 기계기구 최종설계>

○ 핵심기술

- 실시간 생육도 검출 및 모니터링 기술 : 촬상소자부, 필터부, 연산처리부로 구성된 장치를 이용, 실시간으로 식물별 생육 데이터를 수집 후 이를 생육인자 조절에 이용. 이는 다분광 분석 기법에 기반하여 능동형 이미지 프로세싱을 수행
- 실시간 딥러닝 기반 작물 생육인자 조절기술 : 수온, 수질, 기온 등이 감지 가능한 센서 노드에서 생육도 이외의 부가적 인자를 측정하고, 이를 별도의 모듈을 통하여 측정한 생육도와 연동, 딥러닝을 서버에서 수행하며 서버에서 판단한 결과에 따라 용존산소, 수온, 용존 이온 농도 및 환풍 등의 조절이 가능한 통합 하우스 내에서 각 작물 특성에 맞는 최적 환경인자로 주변 환경을 조절

○ 최종 개발 산출물 : 자유롭게 확장이 가능하고 다분광 측정을 통해 얻은 생육도의 분석 결과를 바탕으로 생육에 필요한 환경인자를 조절할 수 있는 재배용 기계기구

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

[주요 목표]

- 생육도 기반 환경변수 조절 매커니즘 개발
 - 근적외 활상소자 기반의 False-color NDVI/EVI 직접 계측 장치 개발
 - 실시간 계측 자료 및 생육도를 통한 최적 환경 조절 기술 개발

- 빅데이터 적용을 통한 최적 환경 조성 인공지능 알고리즘 개발
 - 작물별 최적 환경 조건 데이터베이스 및 측정 데이터 누적 프로그램 개발
 - 빅데이터 서버를 활용한 분석 및 수집 시각화 기능 프로그램 개발

- 하이드로포닉스 시스템 적용 및 다단확장형 모듈 구성
 - 하이드로포닉스 장비의 기기 내 구현
 - 다단확장형 모듈 플랫폼 구성을 통한 생육 효율 개선



<능동확장형 기구의 배지 설치 설계>

[수행 내용]

- 광학적 분석을 바탕으로 실시간 식물 생육에 최적화된 환경을 조성하여 광 부족 및 과다로 고사하는 경우 방지 및 식물 성장 속도 증진

- 작물 및 식물의 성장 정도 및 건강상태에 따른 자동 조절 LED 적용

- 다분광 기술을 통한 작물 실시간 생육도 분석
 - 식물의 광반응 분석을 통해 NDVI 및 EVI 등의 생육지수를 빅데이터화 하여 측정데이터에 기반한 최적 성장 조건 확보

- 기존 개인용 LED 및 하이드로포닉스 장비의 스마트화 구현
 - 식물 생장에 따른 지능화, 실시간 수분/작물 상태, 온도 모니터링을 통하여 빅데이터 데이터베이스 구축 및 작물의 변화 및 성장률에 의거한 성장 최적 조건 자동 컨트롤 기술 개발

- 빅데이터 서버를 활용한 통계분석/상관분석 기술 적용 프로그램 개발
 - 상용 클라우드에 구축한 하둡 기반의 핸들링 시스템을 이용하여 인, 질소, 탄소, 물 부족에 따른 잎의 이미지 데이터를 기 수집 데이터와 실시간 비교하여 식물의 취약점 분석

- 빅데이터 및 실시간 계측 기반 환경변수에 따른 온습도, 환풍, 관수 조절
 - 기초 환경인자인 용존산소, 수온, 수질, 광량, 파장 등 기본 분석 및 조절 기능을 제공하고 식물의 환경인자 민감도 분석을 통하여 식물 생육도의 기계구조를 통해 온습도, 수분 공급, 용존산소, 환풍 등을 능동적으로 조절할 수 있는 기술 개발

- 재배 다단계(Multi-stage)를 통한 가내 작물 공급 모듈러 플랫폼 개발
 - 기존 가내 재배기들은 1단 형태의 제품이 대다수로 한 번에 많은 양의 작물을 생산할 수 없으므로 다단계가 가능한 솔루션을 제공하여 최소 1단 ~ 최대 8단에 걸쳐 다양한 종을 재배할 수 있고 한 번에 많은 양을 재배하는 데 문제가 없도록 하는 모듈형 플랫폼 개발

[수행 과정]

<1단계> 실시간 생육도 계측 및 산출 기구 개발

- 라즈베리파이 및 CCD카메라모듈 기반 3중 밴드패스 필터 적용
- 제품 구성: 3중 밴드패스 필터, 광학 이미지 센서, 연산 프로세서, 저장장치, 전원 모듈
- 현재까지 존재하지 않았던 미소단위 식생 관측 및 관리 하드웨어로 작물 정밀 모니터링 기법을 새로이 정립
- 3중 밴드패스 필터의 적용을 통하여 국지 식생에 대한 원격탐사 기법을 진일보할 수 있는 통합 솔루션이 제공 가능
- 방수, 방진 하우징 처리



<능동확장형 재배기구 조명 및 관수모듈>

<2단계> 실시간 배지 환경인자 계측 모듈 개발

- 재배기에 설치 가능한 토양 배지 혹은 코코피트 배지 등의 적용 시 함수율, 지온, EC 등 배지의 환경인자와 관련된 데이터를 수집
- 교체가 가능한 모듈 방식으로 구성하여 유지 및 관리의 용이성 확보
- 해상도: 함수율(0.1%), 지온(0.1° C), EC(0.01 dS/m)
- 라즈베리파이 및 기성 제품 혼용
- 방수, 방진 하우징



<능동확장형 재배기구 열개>

<3단계> DB 축적 및 분석 시스템 개발

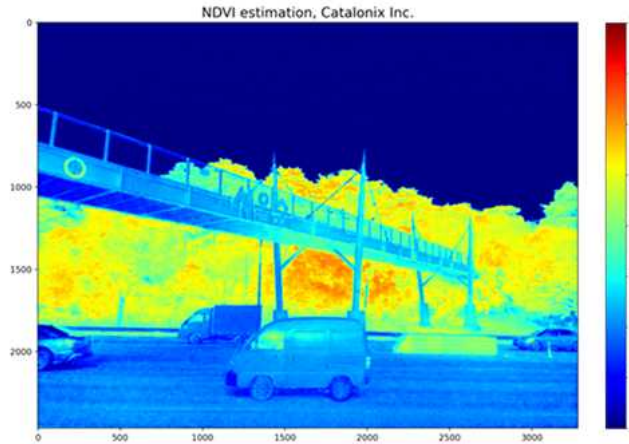
- 원격 서버 구축
- 통신모듈을 통한 계측 데이터 전송 및 저장 기능
- 시계열 데이터를 누적하는 빅데이터 알고리즘 구축
- 실시간 계측 정보 및 시계열 정보를 검색 가능하고 이를 화면에 표출하는 웹 서비스 개발
- 누적된 빅데이터 및 기계학습을 기반으로 수목 활력도 예측 모델 구축
- 특정 임계값 초과 시 자동동보하는 예방적 관리를 위한 시스템 개발
- 디바이스 원격 조정(on/off) 기능 개발

○ 실시간 작물 생육도 계측 및 산출 기구 개발



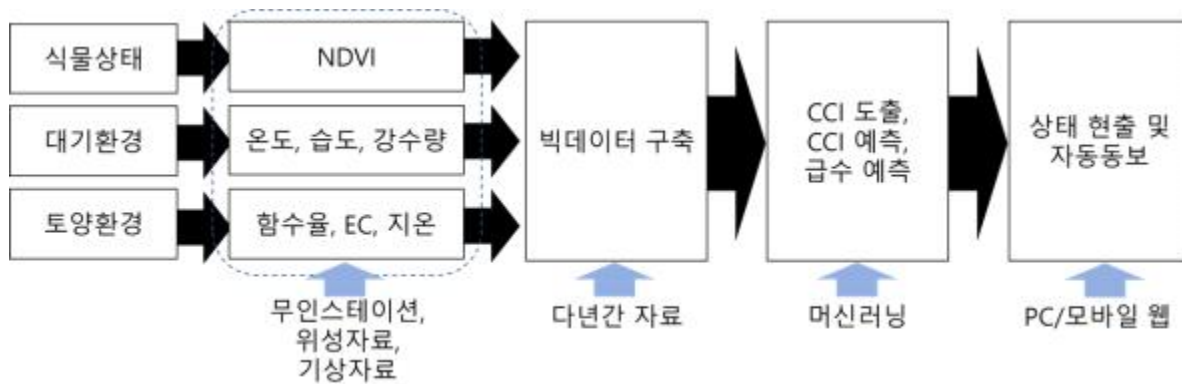
<NDVI 계측기구 시제품; 설치사진(좌), 모듈 구성(우상단), 휴대용 시제품(우중 및 우하단)>

- 라즈베리파이 기반 NDVI계측기구 개발완료
 - * CPU : 1 .4GHz ARM Cortex-A53 MP4
 - * RAM : 1 GB LPDDR2
 - * Raspberry Pi Camera Module v2 (NO IR)
 - (1080p30, 720p60, 3280×2464 Pixels)
 - * Triple bandpass filter
 - (550 nm (G); 660 nm (R); 850 nm (NIR))
- NDVI, EVI 계측 및 저장
- 설치형 및 휴대용 제품 개발완료
- 휴대용은 터치스크린을 이용하여 NDVI계측 및 결과를 실시간으로 관찰 가능
- 실시간 데이터 전송 기능 개발완료
- 설치형 시제품은 방수, 방진 하우징 장착 완료
- 발열 관리를 위한 냉각팬 설치



<실제 관측된 NDVI 영상>

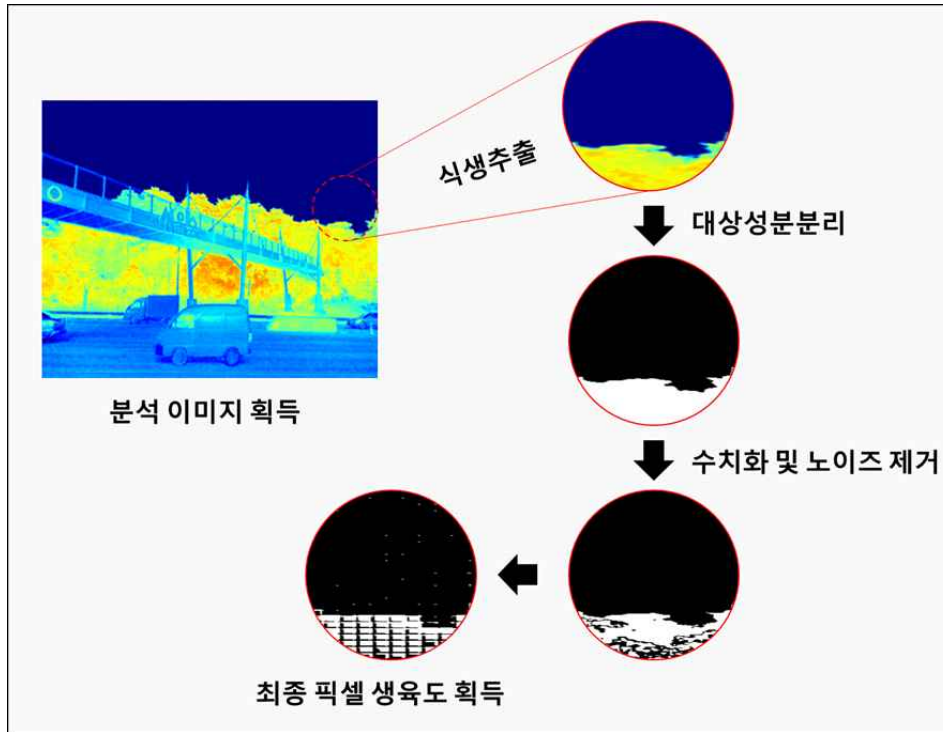
○ 작물 생육도 계측 실험설계



<실내 재배기 생산관리 시스템의 개념도>

- 실험대조군 설정 : IR 차단 이미지 센서, IR 촬영 이미지 센서, RGB 필터 센서
- 계측 방법 : 동일 노출, 동일 셔터스피드로 연속 반복 이미지 획득 후 분석
- 분석 방법 : 픽셀별 데이터를 통하여 방정식 계산 (NDVI)
- 산출물 설정 : 추출 이미지, 배경 제거 이미지, 최종 픽셀별 생육도 이미지
- 민감도 분석 : 조도 및 대기상태에 따른 생육도 산출 변화를 Spectroradiometer 산출 값과 비교하여 검보정 수행

- 이미지 프로세싱 및 분석자료 획득



○ 실시간 배지 및 주변 환경인자 계측 모듈 개발

- 실시간 실내 환경인자 계측 모듈 개발



<환경인자 센서 테스트 환경>

DEVICE_ID	TM	PACKET	SIZE	SEND_TYPE	FW_VER	HW_VER	DEVICE_TYPE	CYCLE	ERROR	PM25	PM10	TEMP	HUMI	DP	CHKSUM
01A03346	2020-12-01 21:51:04	SA2	84	S	2.00.00	2.00.00	ZIN20080	0000	3	0007	0011	026.2	053.0	0.000	9C
01A03346	2020-12-01 22:01:59	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0019	0020	000.9	039.0	0.026	93
01A03346	2020-12-01 22:03:59	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0033	001.6	038.3	0.046	95
01A03346	2020-12-01 22:06:00	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0021	002.2	036.8	0.039	96
01A03346	2020-12-01 22:08:01	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0030	002.6	035.1	0.049	98
01A03346	2020-12-01 22:10:01	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0019	0020	002.9	034.0	0.029	93
01A03346	2020-12-01 23:03:01	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0017	0018	000.8	039.0	0.046	8D
01A03346	2020-12-01 23:05:02	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0018	0019	001.5	037.3	0.026	8E
01A03346	2020-12-01 23:07:02	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0019	0022	002.1	036.6	0.036	92
01A03346	2020-12-01 23:09:03	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0019	0028	002.4	035.6	0.032	8F
01A03346	2020-12-01 23:11:04	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0018	0019	002.7	034.6	0.033	8D
01A03346	2020-12-02 00:05:28	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0019	0020	000.5	039.0	0.051	99
01A03346	2020-12-02 00:07:29	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0019	0020	001.2	038.9	0.038	8E
01A03346	2020-12-02 00:09:30	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0021	001.7	036.0	0.035	9E
01A03346	2020-12-02 00:11:30	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0033	002.1	034.9	0.030	9E
01A03346	2020-12-02 00:52:31	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0021	0022	000.6	039.9	0.051	94
01A03346	2020-12-02 00:54:32	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0022	0023	001.2	039.5	0.052	98
01A03346	2020-12-02 00:56:33	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0022	0037	001.7	038.6	0.055	8E
01A03346	2020-12-02 00:58:33	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0022	0023	002.1	037.7	0.051	9B
01A03346	2020-12-02 01:51:54	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0022	0023	000.3	040.7	0.042	9F
01A03346	2020-12-02 01:53:54	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0022	0023	001.0	039.3	0.033	9D
01A03346	2020-12-02 01:55:55	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0021	0022	001.6	037.1	0.036	9A
01A03346	2020-12-02 01:57:56	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0021	0022	002.0	036.0	0.030	A7
01A03346	2020-12-02 01:59:56	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0021	0022	002.3	036.0	0.044	9C
01A03346	2020-12-02 02:53:44	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0019	0020	000.2	041.1	0.039	9C
01A03346	2020-12-02 02:55:45	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0033	000.9	038.9	0.037	8D
01A03346	2020-12-02 02:57:45	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0021	001.5	036.9	0.038	94
01A03346	2020-12-02 02:59:46	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0021	0031	001.8	036.1	0.030	9F
01A03346	2020-12-02 03:01:47	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0021	002.1	035.9	0.023	9E
01A03346	2020-12-02 04:01:09	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0021	0024	000.0	040.6	0.034	A2
01A03346	2020-12-02 04:03:09	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0021	0022	000.7	039.5	0.026	95
01A03346	2020-12-02 04:05:10	SA2	84	S	2.00.00	2.00.02	AHG20001	0024	0	0020	0021	001.3	037.6	0.030	9E

<서버로 전송된 환경인자 데이터>

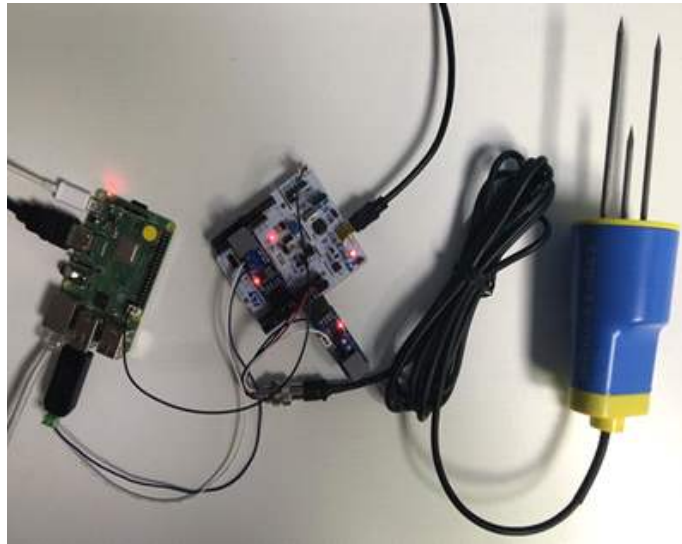
- 협력사로부터 실제 산업현장에서 활용되고 있는 센서 모듈 도입 및 체계통합 완료
- 모델명: ZDAE-9004
- 해상도: 실내 대기 부유 물질 농도(0.1mg/m³)
- 방수, 방진 하우징 적용
- 실시간 계측데이터 전송 기능 개발완료
- 모델명 : ZDAE-9004
- PM2.5: 0.3~2.5µm, PM10: 0.3 to 10.0µm
- 측정범위 : 0~ 1000ug/m³

- 실시간 배지 환경인자 계측 모듈 개발

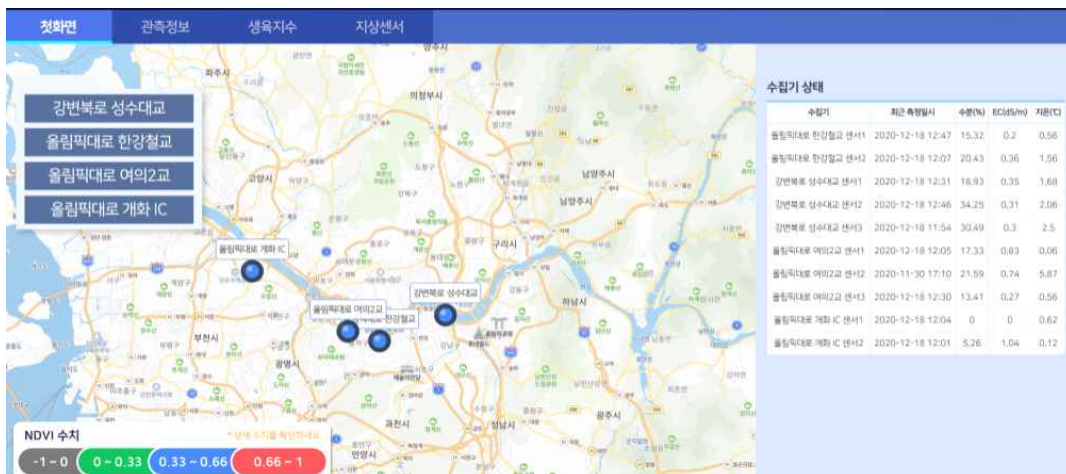


<KSM8900모델 기반 토양센서 구성>

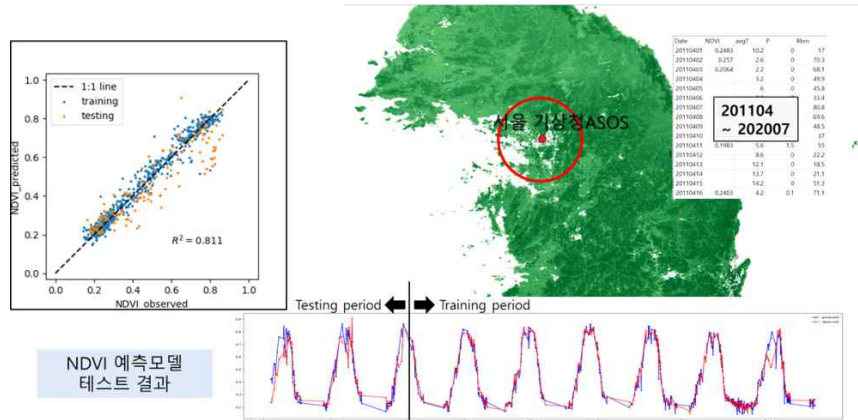
- KSM8900모델 기반 지중환경인자 계측 모듈 구성완료
- 커넥터 및 운용 소프트웨어 개발완료(표준화 연결방식 개발완료)
- 해상도: 함수율(0.1%), 지온(0.1° C), EC(1%)
- 검출 범위:
 - 함수율 측정범위 : 0.0~ 100.0% VWC
 - 전기전도도 측정범위 : 0~ 10 dS/m
 - 지온 측정범위 : 0~60 °C. ±0.5 °C
- 전원: 5V DC



<RS-485방식 연결 및 라즈베리파이용 표준화 연결방식 개발완료>



<제작 웹앱 및 생육도 제공 클라우드 시스템>



<GOCI 위성 영상을 이용한 NDVI산출 및 이를 이용한 시계열 NDVI변화 예측 모델 결과>

○ 생육도 계측 장비 적용성 및 효용 검토

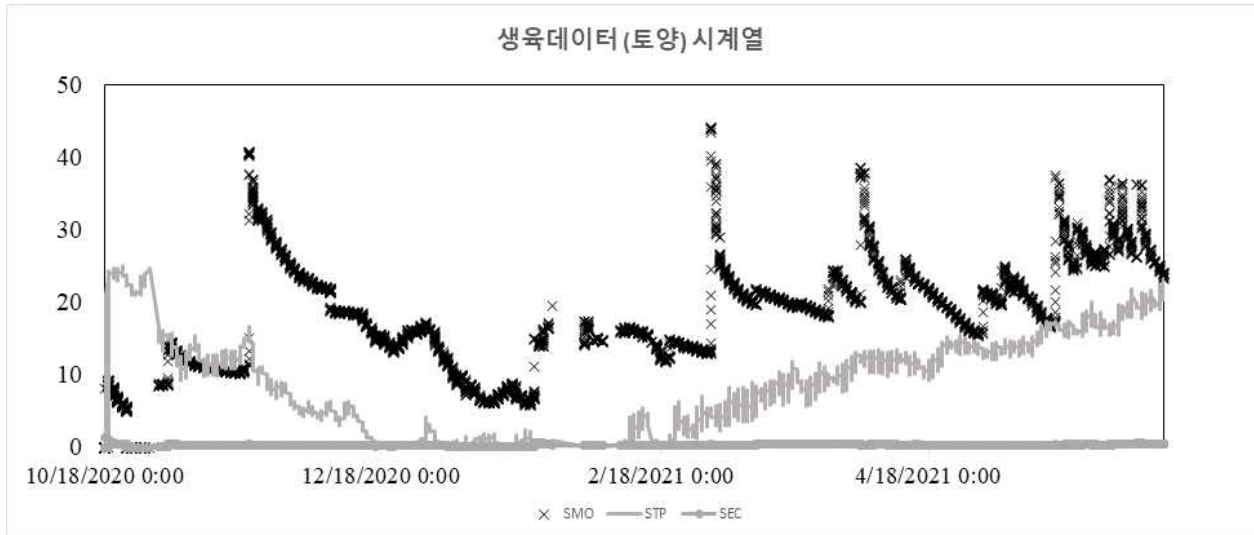
- 기기 오차 : Spectroradiometer 로 계측한 NDVI와 10% 이내 오차 (총 샘플: 1,000 건)
- 엽록소 예측능 : 엽록소 측정기로 계측한 농도와 5% 이내 오차 (총 샘플: 1,000 건)
- 현장 적용성
 - 가. 실내농가 적용성 : 실내 하우스 농가 테스트 수행 완료 (전남 나주, 5개소)
 - 나. 노지농가 적용성 : 경기 여주 일대 테스트 수행 중 (1개소)
 - 다. 도심녹지 적용성 : 서울시 협조 하 도심녹지 테스트 수행 완료 (서울시, 5개소)
- 적용성 개선 방안 : 향후 detachable mount를 통하여 쉽게 탈부착이 가능한 형태의 이미지 모듈로 개선 계획 수립 완료

○ 식물 생육 데이터 획득 및 가공

- 생육데이터 (토양)

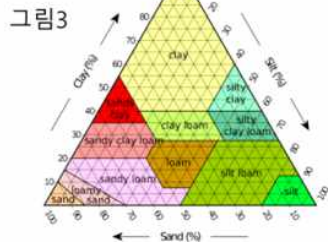
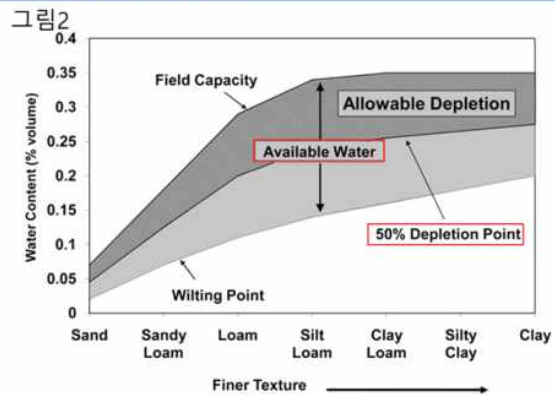
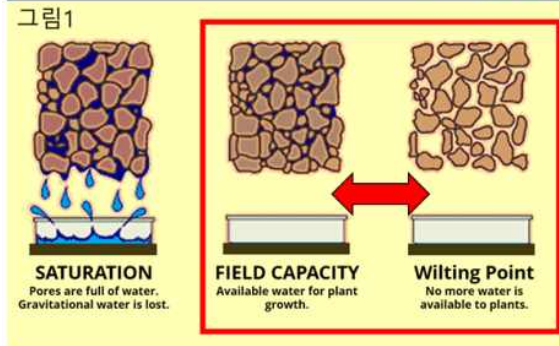
TM	SENSOR_NO	SMO	STP	SEC
6/9/2021 18:47	1	23.34	23.25	0.4
6/9/2021 17:49	1	23.34	23.25	0.4
6/9/2021 16:48	1	23.48	23.18	0.4
6/9/2021 15:48	1	23.41	22.93	0.4
6/9/2021 14:49	1	23.63	22.56	0.4
6/9/2021 13:48	1	23.77	22.12	0.4
6/9/2021 12:47	1	23.84	21.62	0.4
6/9/2021 11:47	1	23.91	21.12	0.41
6/9/2021 10:48	1	23.99	20.68	0.41
6/9/2021 9:47	1	24.06	20.5	0.41
6/9/2021 8:48	1	24.06	20.37	0.41
6/9/2021 7:48	1	24.06	20.37	0.41
6/9/2021 6:47	1	24.06	20.5	0.41
6/9/2021 6:00	1	24.06	20.56	0.41
6/9/2021 2:48	1	24.13	21.06	0.41
6/8/2021 22:57	1	24.2	21.81	0.41
6/8/2021 21:57	1	24.27	22.06	0.41
6/8/2021 20:49	1	24.35	22.25	0.41
6/8/2021 19:48	1	24.35	22.31	0.41
6/8/2021 18:46	1	24.49	22.43	0.41
6/8/2021 17:48	1	24.49	22.37	0.41

- 클라우드 서버를 이용한 자동 수집 및 시계열 작성 기능 탑재
- 토양 센서로부터 수집한 자료를 1차적으로 로컬 노드에 저장 후 서버 전송
- 토양 센서 오차율의 최소화를 위하여 서버에서 대기상태에 따른 검보정 수행



- 민감도 분석 결과

1. 토양 함수율 기준값 관련 (1)



1. Field Capacity: 토양이 중력을 거스르고 머금을 수 있는 함수율 최대량
2. Wilting Point: 더 이상 식물이 물을 빨아들일 수 없는 수준의 함수율
3. Available Water: 식물이 이용가능한 함수율 범위(F.C. - W.P.)
4. 보통은 A.W.의 50% 수준까지 도달하면 관수 필요(그림2)
5. 토양 타입에 따라 다르지만, W.P.는 5~30%, F.C.는 10~42% 사이
6. 비가 오고 1~2일 후를 F.C.로 잡고, 토양 타입 추정 후 A.W.의 절반이 되는 시기에 관수가 필요함을 알리는 방식 가능

1. 토양 함수율 기준값 관련 (2)

Soil Type	Permanent Wilting Point	Field Capacity
Sand	5% VWC	10% VWC
Loamy Sand	5% VWC	12% VWC
Sandy Loam	8% VWC	18% VWC
Sandy Clay Loam	17% VWC	27% VWC
Loam	14% VWC	28% VWC
Sandy Clay	25% VWC	36% VWC
Silt Loam	11% VWC	31% VWC
Silt	6% VWC	30% VWC
Clay Loam	22% VWC	36% VWC
Silty Clay Loam	22% VWC	38% VWC
Silty Clay	27% VWC	41% VWC
Silt	30% VWC	42% VWC

비가 오고 1~2일 후를 F.C로 잡고, 토양 타입 추정 후 A.W.의 절반이 되는 시기에 관수가 필요함을 알리는 방식 가능



사이트별로 고려를 달리 해야 하고(지형기복의 문제), 장기적인 데이터를 쌓는다면 다소간의 조정은 있을 수 있으나, 기본적으로 세 군데 중의 한 군데만이라도 A.W.의 50%수준에 미달하면 관수가 필요한 것으로 판단

2. EC 관련 (1)

EC는 토양 내 영양분의 양과 상관관계가 있으나, 직접적으로는 염도(Salinity)와 관련이 있다. 너무 높으면 식물이 염해를 입고, 너무 낮으면 양분이 부족한 것으로 판단해야 한다. 우리나라의 도로완충지의 경우 EC가 높아지는 요인으로는 제설작업 등의 영향이 있을 것이며, 지나치게 낮은 EC일 경우 시비 등을 통한 관리가 필요할 것이다.

Convert BULK EC to PORE WATER EC

$$\sigma_w = \frac{\epsilon_w \sigma_b}{\epsilon_b - \epsilon_{b=0}}$$

- σ_w conductivity of the pore water
- ϵ_w real portion of the dielectric permittivity of the soil pore water -> 대략80
- σ_b bulk electrical conductivity -> 센서로 측정하는 수치
- ϵ_b real portion of the dielectric permittivity of the bulk soil -> 대략20
- $\epsilon_{b=0}$ real portion of the dielectric permittivity when $\sigma_b = 0$ -> 통상적으로 4.1

Convert PORE WATER EC to ECe(SATURATION EXTRACT EC)

$$\sigma_e = \sigma_w \left(\frac{\theta}{\theta_c} \right) \quad \longrightarrow \quad \sigma_e = \frac{80\theta\sigma_b}{\theta_c(\epsilon_b - 4.1)}$$

θ 함수율
 θ_c 포화상태 함수율 -> 약 50%가정

이 식에 센서값을 대입하면 ECe가 나오고, 이를 경우에 따라서는 다시 참고문헌의 수치로 환산하여 (EC1:1 등) 비교해야함
 농작물의 ECe의 경우 0.75-5.00 (dS/m or mS/cm) 사이면 적절한 수준이다.

2. EC 관련 (2)

사업대상지의 ECe 데이터를 보고 판단한바, 일반적인 농업용으로 적합한 환경보다는 다소 척박한 것으로 판단됨. 다만, 새로이 나무를 심고 비료를 준 사이트들은 ECe가 농업환경의 그것과 유사하게 좋은 것으로 나타남(개화IC, 여의하류 IC).


생산량의 극대화를 추구하는 농업과는 그 목적에서 다소 차이가 있고, 유지관리 비용의 문제도 있으므로 ECe의 하한 수치(낮음 경보 수치)는 다소 완화시켜 적용해도 무방할 것으로 생각됨. 그러나 염해의 경우 식물의 즉각적인 고사를 유발할 수 있으므로 다소 보수적인 수치를 적용하는 것이 합당해보임.

ECe 하한기준: 0.4 dS/m
 ECe 상한기준: 5.00 dS/m


- 생육데이터 (작물) : 수집 NDVI 정보를 분석할 시에 기준값을 설정하는 부분에 대한 많은 민감도분석을 수행하였으며 이를 통하여 최적 방정식 상수 및 계수를 도출하여 적용, 오차가 적은 결과를 얻을 수 있었음.

3. NDVI 기준값 관련

NDVI의 Calibration을 위해 White reference plate 설치 예정



1. NDVI는 식생활력도 + 식생밀도에 영향을 받음
2. 따라서 계절적인 영향이 있으며 식물종에 따라 서로 절대수치가 다소 다를 수 있음
3. 첫째(1): 함수율을 기준으로 하는 관수관리 중심, 그에 따른 NDVI 반응 시계열 데이터 확보
4. 첫째(2): 보유중인 머신러닝모델(기온, 강수량, 상대습도 기반, 위성자료로 학습됨)을 NDVI예측 자료 생산에 이용
5. **첫째(3): NDVI 기준값은 일평균 0.35로 하되, 관수 필요 여부 판단에는 적용하지 않음**
6. 이듬해부터(1): 기온, 강수량, 습도, 지온, 함수율, EC 등의 시계열 데이터를 이용, 예측자료 생산
7. 이듬해부터(2): 계절, 생육시기 고려하여 사이트별 NDVI의 적정값 설정, 예측값 또는 관측값에 따른 관수 여부 통보

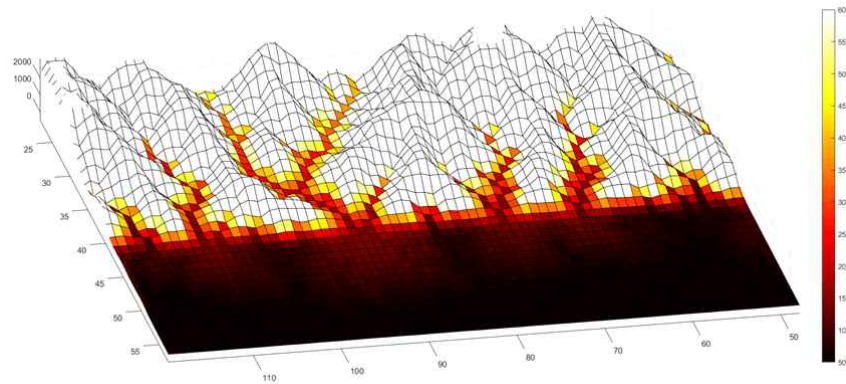


대상지별 스테이션 종류 및 위치정보

	SENSOR_NO	BRANCH_NO	SENSOR_NAME	SENSOR_CODE	LAT	LON
F	0001	2	센서1	(NULL)	37.516967,126.946829	
	0002		센서2	(NULL)		
F	0011	1	센서1	(NULL)	37.540103,127.036547	
	0012		센서2	(NULL)		
M	0013	1	센서3	(NULL)	37.5419837,127.0317255	
F	0021	3	센서1	(NULL)	37.52918,126.90975	
	0022		센서2	(NULL)		
M	0023	3	센서3	(NULL)	37.5277601,126.9102339	
M	0031	4	센서1	(NULL)	37.5927336,126.801117	
	0032		센서2	(NULL)		

각종 기준값 요약

<p><토양 함수율 하한기준></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 한강철교: 센서평균 12% 2. 성수대교: 센서평균 20% 3. 여의하류: 센서평균 10% 4. 개화C: 센서평균 10% 	<p><ECe 하한기준></p> <p>각 대상지 센서평균 0.4</p> <p><ECe 상한기준></p> <p>각 대상지 센서평균 5.0</p>	<p><ECe 계산식></p> $\alpha_e = \frac{80\theta\alpha_b}{\theta_s(\epsilon_b - 4.1)}$ <p>(80*함수율*EC)/(50*(20-4.1))</p>	<p><NDVI 하한기준></p> <p>각 대상지별로 평균(하루&센서) 0.35 (첫해)</p> <p>이듬해부터 산정방식 고도화</p>
--	---	--	---



○ 개발 제품 활용 형태 및 시장 전략



<목표 시장>

- 서울시설공단, 농촌진흥청 및 유관기관, 산림청을 통한 농업지원기관 납품으로 수요자 시장 반응 점검
- 기상청/환경부에 인증된 기상사업자/환경사업자 등록으로 유관기관 협조
- 각급 교육청/교육기관을 통한 학교농장 및 KOICA 사업을 통한 해외 낙후 농업 진출
- 얼리어답터 도시농업자/귀농인들을 통한 기기 및 부가 모듈 판매

○ 제품화 계획

- 1단계 : 초도 시제품 검증 및 알고리즘 출시
 - 개요 : 초도 시제품의 제작 및 현장 실사 검증
 - 내용 : 초도 시제품의 현장 실제 적용 및 데이터 누적 검증
 - 검증분야 : 실시간 생육도, 환경변수 측정 하드웨어 기능
 - 제품화 내역 : 인공지능 알고리즘, 빅데이터 알고리즘, 생육도 검측 기능
- 2단계 : 2차 검증 및 제품 출시
 - 개요 : 1차 검증 후 보완 하드웨어의 최종 출시 전 점검
 - 내용 : 검증 완료된 프로토 타입 국내 시장 출시
 - 검증분야 : 하드웨어 통신 및 프로토콜 점검, 체결성 점검
 - 제품화 내역 : 최종 하드웨어
- 3단계 : 홍보 및 마케팅
 - 개요 : 최종 마케팅 및 세계시장 출시
 - 내용 : 바이럴 마케팅, 온라인 및 오프라인, 전시회 참가
 - 분야 : 홍보 및 마케팅 중심의 시장 개척
 - 제품화 내역 : 최종 하드웨어 및 빅데이터 솔루션

○ 양산

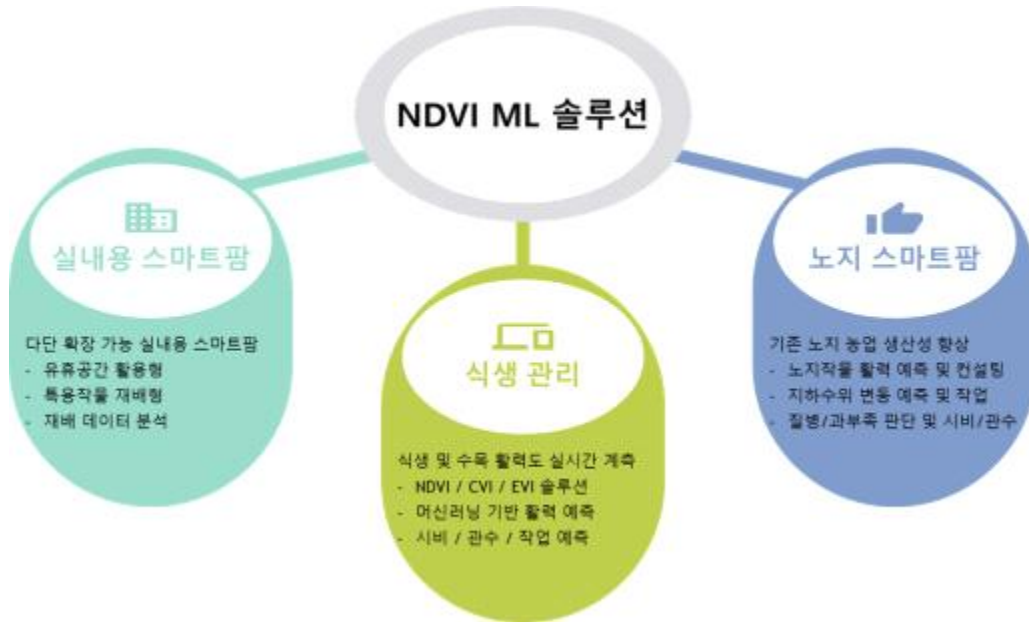
- 1단계 : 초기 양산 체계 구축
 - 개요 : 팹리스 형태 양산 체계 구축
 - 내용 : 제품화 2단계 완료 후 국내외 모듈 공정 수행
 - 상세내역 : 생육도 검측모듈, 환경변수 측정 모듈, 하우징
 - 공정 : 모듈 검수 및 출고 → 최종 조립 및 판매
- 2단계 : 양산 고도화 체계 구축
 - 개요 : 연 300 EA 생산 체계 고도화
 - 내용 : 국내 또는 해외 팹리스 공정을 상승 및 도입 물량 강화
 - 상세내역 : 부품 선수급-후제작 형태로 물량 확보, 일 1 EA, 연 최소 300 EA 생산 체계 구축(2공장 확보)

○ 통합 비즈니스 모델(BM)

- 수요처 : 노지/임산물 스마트팜, 도심 녹지화 사업자, 공공기관, 지자체
- 서비스 전달 체계
 - 가. 사용자 : 하드웨어 설치 및 운용
 - 나. 정보제공사 : 주기적인 모니터링 장치를 통한 클라우드 기반 캘리브레이션 및 후속 시스템관리



<<주>카탈로닉스 사업 모델>



<NDVI, 기계학습 기반 식생관리 솔루션의 적용 분야>

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 실시간 작물 생육도 계측 및 산출 기구 개발
 - 휴대형 시제품 개발완료
 - 설치형 시제품 하우징 및 자료전송 알고리즘 개발 완료

 - 실시간 배지 환경인자 계측 모듈 개발
 - 함수율, 지온, EC 복합센서 도입
 - 실시간 자료전송 시스템 개발완료

 - 생육도 계측 모듈 개발
 - NDVI카메라, 배지 센서 통합 및 데이터로거 개발 완료
 - 통신모듈 및 데이터 전송 기능 개발완료
 - 방수, 방진 합체 개발완료
 - 프로그램의 원격 업데이트 기능 개발완료
 - 풀스펙 : 배지센서, NDVI카메라, 미세먼지 센서 등,
 마이너스펙 : 배지센서, NDVI 카메라
 - 실내 및 야외 테스트 완료

 - DB 축적 및 분석 시스템 개발
 - LTE 및 Wi-Fi 기반 계측 데이터 실시간 전송 기능 개발완료
 - 데이터를 전송받아 빅데이터 구축, 분석을 수행하기 위한 원격 서버(아마존 AWS 기반) 구축 완료
 - 시계열 데이터를 누적하기 위한 DB 개발 완료
 - 과학적 방법론에 의거하여 함수율, EC, NDVI 등에 대한 기준값 제시
 - 상기 기준값들을 바탕으로 하는 이메일, SMS 기반 자동동보 시스템 개발 완료
-

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

- 공인 시험성적서 확보
- 수요기관 확보
- 실내 및 실외 테스트 수행 완료
- 성능지표 달성

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거	
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (YYYY~YYYY)	n단계 (YYYY~YYYY)		
1	정규식생 지수와 실제 식생 활력도와 의 상관관계 ²⁾	-	20	해당없음 (최초기술)	-	해당없음 (최초기술)	결정계수 (R ²) 0.6 이상	-	공인인증기관 을 통한 인증완료 및 기준 충족 (0.96784)
2	데이터 송수신 정확성	%	20	미국 등 (복수)	100 %	100%	90%	-	공인인증기관 을 통한 인증 완료 및 기준 충족 (송수신 정확성 100%)
3	배지 수분 측정 정확성	%WVC	20	미국 / Thermo-fis her	해상도 0.1%VW C	해당없음 (미제조)	측정범위 0.0 ~ 100.0%WVC 정확도 ±3%WVC (0 ~ 50%WVC) 해상도 0.1%WVC	-	전문인증기관 확인 및 인증서 발행
4	배지 EC 측정 데이터 정확성	dS/m	20	미국 / Thermo-fis her	해상도 0.01dS/m	해당없음 (미제조)	측정범위 0 ~ 10dS/m 정확도 ±0.1dS/m (@ 0 ~ 1dS/m) ±10% (@ 1 ~ 10dS/m) 해상도 0.01dS/m	-	전문인증기관 확인 및 인증서 발행
5	배지 온도 측정 데이터 정확성	℃	20	미국 / Thermo-fis her	해상도 0.1℃	해당없음 (미제조)	측정범위 0 ~ 60℃, ±0.5℃ 정확도 ±1℃ 해상도 0.1℃	-	전문인증기관 확인 및 인증서 발행

* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
	Suitability of satellite-based hydro-climate variables and machine learning for streamflow modeling at various scale watersheds	Hydrological Sciences Journal	Wondwon M. Seyoum, 권동재	65, 13	미국	Hydrological Sciences Journal	비SCIE	2020-07-31	2159-2335	30

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
	Geological Society of America Annual Meeting 2019	한경도	2019-09-25	피닉스	미국
	AAIA AVIATION virtual forum	이선영	2020-06-17	온라인	미국

□ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

□ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
	식물 생육 상태 판단 방법 및 이를 이용한 식물 생육 장치	대한민국	㈜카탈로 닉스	2020.12. 03	10-2020 -016786 4						20
	식물 생육 상태 판단 방법 및 이를 이용한 식물 생육 장치	대한민국	㈜카탈로 닉스	2020.12. 03	10-2020 -016786 5						20
	광보강 다단대차형 스마트팜	대한민국	강원대학 교 산학협력 단	2019.10. 10		1787430					20
	식물 생육 상태 판단 방법 및 이를 이용한 식물 생육 장치	대한민국	㈜카탈로 닉스	2019.11. 27	10-2019 -015456 1						20

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
	등록	연구개발서비스협회	연구개발서비스업	20202757	2020.04.09	대한민국

□ 표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자
	KC 인증	인증 중	KC		(주)카탈로닉스	KC	2020.12.26

- * 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	다단확장형	2019.12	(주)카탈로닉스	연구실	작물제배	6개월		
2	무인스테이션	2020.12	(주)카탈로닉스	서울시일대	작물관리	10개월		

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	기술이전	생육관측솔루션 기술이전	농업회사법인 팜루덴스	2020.11	65,000	65,000

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
1	150,000천원	20,000천원		170,000천원	연구개발

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품개발	국내	무인스테이 션	생육관측	(주)카탈 로닉스				

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
무인스테이션	2021	336,000		336,000	과세표준
합계		36,000		336,000	

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		무인스테이션 및 다단확장형 디바이스 개발				
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3				
	소요예산(천원)	300,000				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후		
		500,000	1,000,000	3,000,000		
	시장 점유율	단위(%)		현재까지	3년 후	5년 후
		국내		1	5	10
국외		0	0	2		
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		생육관측 디바이스 개발, 생육 DB 솔루션 개발, 식생측정 계측기 개발				
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후		
		5,000	100,000	2,000,000		
	수출	100	1,000	1,000,000		

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2019년	2020년	
1	다단확장형디바이스 개발	(주)카탈로닉스	3	4	7
합계			3	4	7

□ 고용 효과

고용 효과	구분	고용 효과(명)	
		개발 전	개발 후
	개발 전	연구인력	3
		생산인력	0
	개발 후	연구인력	5
		생산인력	2

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	다단확장형디바이스	50,000	10	100,000	-	3	
기대 목표		50,000	10	100,000	-	3	

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용
해당없음							

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용
해당없음					

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용
해당없음					

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황												
			학위별				성별		지역별						
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타		
	해외학위	2020	2				2								해외

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
해당없음						

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용
해당없음						

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
	전시회참가	INNOTECH	스마트팜센서	
	전시회참가	기상기후박람회	스마트팜	
	전시회참가	digital thailand big bang	스마트팜	
	전시회참가	소프트웨어브2020	스마트팜 솔루션	

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
해당없음						

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비



구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

- 하드웨어 성과
 - 생육도 계측기구
 - 실내용 스마트팜, 노지 스마트팜, 시설원예 등 다양한 분야의 농업에서 식생 모니터링에 사용 가능
- 소프트웨어 성과
 - 생육도 기반 식생 활력도 추산 기계학습 모델
 - 실내농업, 시설원예, 노지농업, 임업 등 다양한 분야에서 식생의 실제 활력도 정보를 제공받아 산출량 관리에 활용 가능
 - 생육도 예측 기계학습 모델
 - 노지농업의 경우 기온 및 강수량 등 기후조건, 실내농업의 경우 관급수, 온습도 관리 등의 환경변수에 따른 식생의 변화를 예측하여 선제적 대응에 활용 가능

시험 성적서

 <p>서울 서초구 강남대로 273 송남빌딩 3층 (Tel: 02-6257-9958, Fax: 02-6257-9957)</p>	<p>성적서번호 : 202011-VSW-290-R 페이지(1)/총(8)</p>	 <p>ICT시험인증연구소 ICT Testing & Certification Lab</p>
---	---	---

1. 신청기관

- 회사명 : ㈜카탈로닉스
- 대표자 : 석민
- 주소 : (본사)강원도 춘천시 한림대학길 1, 12210호(옥천동, 한림대학교 창업보육센터)
(서울)서울특별시 서대문구 경기대로 47, 3층 306호(충정로2가, 진양빌딩)



2. 시험성적서의 용도 : 제출용

3. 시험대상 제품명 및 버전 : 수목 생육환경 검측 기구 v1.0

4. 접수일자 : 2020.11.19

5. 시험일자 : 2020.12.07 ~ 2020.12.09

6. 시험장소 : □ 고정시험실/ ■ 현장시험실(주소: 서울특별시 동작구 노량진동 316)

7. 시험방법 : 신청기관 제시 기준 및 방법

8. 시험결과 : 시험결과 참고

확 인	실무자 : 김 홍 기 	기술책임자 : 정 세 린 
-----	---	---

- 이 성적서는 신청기관이 제공한 시료 및 시료 명으로만 시험한 결과로서, 제공된 시료 외 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
- 이 성적서는 당 기관의 사전 서면 동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
- 이 성적서는 신청기관이 제시한 시험방법에 의한 시험결과입니다.
- 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025와 KOLAS 인정과 관련이 없습니다.

2020 년 12 월 11 일

(주)와이즈스톤 대표



성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
기탁	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·꽃자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 실시간 작물 생육도 검출	○ 생육도 검출 하드웨어 제작 완료	○ 100
○ 스마트팜 하드웨어 접목	○ 스마트팜 기계기구 적용 완료	○ 100
○ 빅데이터 플랫폼 적용	○ 빅데이터 플랫폼 개발 완료	○ 100

4. 목표 미달 시 원인분석

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당없음

2) 자체 보완활동

- 신규 고용 인원 지속 추가 중 (2021년 내 1인 추가 고용)
 - 학술논문 2건 발표 준비 중 (2021년 내)
 - 학술발표 2건 준비 중 (2021년 말, AGU 및 GSA)
 - 특허 3건 출원 준비 중 (2021년 내)
 - 해외 수출을 위한 플랫폼 마련 중 (아마존 등)
-

3) 연구개발 과정의 성실성

- 전 인원이 연구개발에 투입되어 연구를 성실히 수행한 바 있음.
 - 이에 따라, 실내 및 실외 테스트, 공인시험 인증, 표준화 등을 성공적으로 수행하였음.
 - 이와 더불어, 향후 수요기관으로 예측되는 서울시 및 서울시설공단 등과의 협업을 통하여 개발된 기자재의 납품 수요를 창출하였음.
-

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 현재까지 존재하지 않았던 지상 인근 분광학 기반 생육도 분석 시스템의 개발을 완료함으로써 향후 스마트팜 분야의 선도기술을 개발하였음
 - 위성자료를 통한 검증, 빅데이터를 통한 예측능 검증 등을 성공적으로 수행하여 이를 기술이전 및 판매 등을 통해 현실화 및 구체화 할 계획에 있음.
-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 향후 당 연구개발성과를 바탕으로 국외 논문 2건, 국내 논문 2건 발표 예정에 있음
 - 특허는 총 5건 출원을 목표로 하며, 향후 2건의 추가 등록을 본 연구개발을 통하여 달성할 수 있음
 - 향후 인력양성은 부가적 지원을 통하여 학사 2, 석사 1, 박사 1이 예정되어 있음
 - 당 연구개발 제품의 사업화를 통하여 출시 2건, 기술이전 1건, 공정개발 1건, 시제품 개발 2건을 달성할 예정에 있음.
-

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	1	
	비SCIE	1	
	계	2	
국내논문	SCIE	1	
	비SCIE	1	
	계	2	
특허출원	국내	3	
	국외	2	
	계	5	
특허등록	국내	1	
	국외	2	
	계	3	
인력양성	학사	2	
	석사	1	
	박사	1	
	계	4	
사업화	상품출시	2	
	기술이전	1	
	공정개발	1	
제품개발	시제품개발	2	
비임상시험 실시		해당없음	
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	해당없음
		2상	해당없음
		3상	해당없음
	의료기기	해당없음	
진료지침개발		해당없음	
신의료기술개발		해당없음	
성과홍보		해당없음	
포상 및 수상실적		해당없음	
정성적 성과 주요 내용		기 개발 연구 내용을 바탕으로 향후 투자유치 활동 및 상품 출시에 매진 계획에 있음	

최종보고서										보안등급	
										일반[], 보안[]	
중앙행정기관명		농림식품부			사업명		사업명			농식품연구성과후속지원	
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)						
공고번호		819005-02			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)						
					연구개발과제번호		819005-2				
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0804	40%	LB0805	40%	LB0599			20%		
	농림식품과학기술분류	RC0103	50%	CA0301	50%				%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문									
		영문									
연구개발과제명		국문		빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션 개발							
		영문		A novel method expandable smart-farm solution using big dataset platform solution							
주관연구개발기관		기관명		(주)카탈로닉스		사업자등록번호		133-87-00830			
		주소		강원도 춘천시 한림대학 길1 창업센터 12210호		법인등록번호		140111-0070405			
연구책임자		성명		석민		직위		대표			
		연락처		직장전화		01099644422		휴대전화		01099644422	
				전자우편		m.suk@catalonix.com		국가연구자번호		1158 5732	
연구개발기간		전체		2019. 05. 10 - 2020. 01. 09(1년 8개월)							
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2019. 05. 10 - 2020. 01. 09(1년 8개월)					
				n단계		YYYY. MM. DD - YYYY. MM. DD(년 개월)					
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외 지원금	
		현금		현금		현물		현금		현물	
총계		175,000		5,833		52,500		180,833		52,500	
1단계		75,000		2,500		22,500		77,500		22,500	
		100,000		3,333		30,000		103,333		30,000	
n단계											
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편	
		비고		역할		기관유형					
공동연구개발기관		(주)보라스카이		성민		부대표				sm@vorasky.com	
위탁연구개발기관											
연구개발기관 외 기관											
연구개발담당자 실무담당자		성명		석민		직위		대표			
		연락처		직장전화		01099644422		휴대전화		01099644422	
				전자우편		m.suk@catalonix.com		국가연구자번호		1158 5732	

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021년 06월 15일

연구책임자: 석민



주관연구개발기관의 장: (주)카탈로닉스 대표 석민 (직인)

공동연구개발기관의 장: 주식회사 보라스카이 대표 정명철 (직인)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원 귀하

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		농식품연구성과후속지원			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)								
내역사업명 (해당 시 작성)					연구개발과제번호			819005-2					
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0804	40 %	LB0805	40 %	LB0599	20%						
	농림식품 과학기술분류	RC0103	50 %	CA0301	50 %								
총괄연구개발명 (해당 시 작성)													
연구개발과제명		빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션 개발											
전체 연구개발기간													
총 연구개발비		총 233,333천원 (정부지원연구개발비: 175,000천원, 기관부담연구개발비 : 5,833천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)											
연구개발단계		기초[] 응용[●] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 기재)			착수시점 기준() 종료시점 목표()					
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)													
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)													
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		빅데이터 플랫폼 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션										
	전체 내용		- 실내 재배기 하드웨어 개발 및 적용										
	1단계 (해당 시 작성)	목표	재배기 하드웨어 및 웹 솔루션 개발										
		내용	재배기의 능동조절 기능 구현을 위한 제반 기능 개발										
	n단계 (해당 시 작성)	목표											
내용													
연구개발성과		분광학 기반의 생육도 측정기술을 이용해 실내 재배기의 환경을 조절하는 기술 개발 완료											
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과		- 향후 노지 스마트팜, 식생 관리, 골프장 관리 등에 이용 - 재배기의 시판 및 출시 예정											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유		해당없음											
연구개발성과의 등록·기탁 건수		논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원 생명 정보 생물 자원		화합물	신품종 정보 식물	
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황		구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)		빅데이터		사물인터넷		모듈		스마트팜		식생지수			
영문핵심어 (5개 이내)		Big-data		IoT		Module		Smart-farm		NDVI			

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호			
사업구분	농식품연구성과후속지원				
연구분야				과제구분	단위
사업명	농식품연구성과후속지원				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 농동확장형 실내용 스마트팜 솔루션 개발			과제유형	(응용)
연구개발기관	(주)카탈로닉스			연구책임자	석민
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	'19.05-'19.12	75,000	25,000	100,000
	2차년도	'20.01-'21.01	100,000	33,333	133,333
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계				
참여기업	(주)보라스카이				
상대국	-	상대국연구개발기관	-		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.12.31

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)카탈로닉스	대표	석민

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

- 당사의 솔루션은 소규모 가내 재배부터 대규모 하우스 농가까지 적용 가능한 확장성을 가진 모듈러 플랫폼으로서, 식생 상태의 관측 및 예측, 능동 환경관리까지 종합적으로 가능한 독창성으로 인해 생산성 향상을 위한 수요가 많을 것으로 예상
- 특히 품질에 따른 가격 편차가 심하고, 장기적이고 정밀한 관리가 필요한 가내 작물 산업은 당사의 솔루션과 같은 빅데이터 및 IoT기술이 융합된 자동화 관리 시스템이 적용될 경우 강력한 경쟁력 상승효과가 기대됨

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

- 실내 작물 뿐만 아니라 실외 및 노지환경, 임산환경 등에 두루 적용가능한 연구 결과 획득
- 다양한 이미지 센서를 이용하여 계측하고 이후 보정가능한 빅데이터베이스 획득
- 향후 노지 스마트팜 등에 적용하여 부가적인 파급효과 획득이 가능한 것으로 사료됨

기술확산 및 사업화 기대 분야

수목관리 솔루션
도심숲, 산림 등

임산업 스마트팜
임산물 관리/조작

노지 스마트팜
과실물 관리/조작

- 수목관리 : 도심지 수목, 가로수 및 산림 등
- 임산물 : 송이, 산양삼 등
- 노지스마트팜 : 사과 등
- 시설농예스마트팜 : 생육정밀관리 등

일조량, 기온, 습도, 강수량

함수량, EC, 지온

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

○ 경제적 측면 활용

- 전통적인 작물 관리 방식은 다수의 인력과 시간을 요구하여 비용이 과다함
- 당 연구개발은 고해상도의 생육자료를 높은 시간해상도로 제공함으로써 관리의 효율성 및 비용효율성 제고

○ 산업적 측면 활용

- 작물 상태평가에 있어 객관적이고 자동화된 계측 방식은 현재 존재하지 않음
- 작물 상태평가에 대한 표준화된 방법론을 제시함으로써 스마트팜, 임업, 노지농업 등 다양한 분야의 기초자료 제공 방법론으로서 기능할 수 있음

○ 사회적 측면 활용

- 작물의 생육에 대한 정량적인 기초자료를 제시함으로써 식량자원에 대한 시민들의 교육 의식 제고
- 보다 효율적이고 체계적인 관리방식이 가능하게 함으로써 진일보된 먹거리 서비스 제공 가능

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 보통

- 일부 지표의 달성에 애로가 있었으나, 하드웨어 개발 및 플랫폼 개발 면에서 예상보다 뛰어난 결과를 얻을 수 있었음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 보통

- 특허 1종 등록

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
생육도 기반 환경변수 조절 매커니즘 개발	50	100	제시 기준 충족 및 개발 완료
빅데이터 적용을 통한 최적 환경 조성 인공지능 알고리즘 개발	25	100	제시 기준 충족 및 개발 완료
포닉스 시스템 적용 및 다단확장형 모듈 구성	25	100	제시 기준 충족 및 개발 완료
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 하드웨어 및 소프트웨어면에서 진일보한 제품을 개발 완료 하였음
- 특히, 분광학 기반의 지상 모니터링 시스템을 정립하였다는 점에서 의의가 큼
- 연구개발을 통하여 부가적인 시장 창출이 가능함

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 하드웨어 및 소프트웨어 실적의 중점 평가가 필요하다고 사료됨

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 향후 연구결과의 활용에 있어 기술로드맵 및 경영전략 컨설팅의 부가 지원이 있다면 중소기업의 애로를 해소할 수 있는 좋은 기회가 될 것이라 사료됨

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구개발기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

- 보안성 검토 이상 없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

- 보안성 검토 이상 없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	산업계
연구과제명	빅데이터 플랫폼 솔루션 기반 능동확장형 실내용 스마트팜 솔루션 개발			
주관연구개발기관	(주)카탈로닉스		주관연구책임자	석민
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구개발기관부담금	총연구개발비
	175,000	58,333	-	233,333
연구개발기간	2019. 05. 10 - 2020. 01. 09			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①생육도 기반 환경변수 조절 매커니즘 개발	제시 기준 충족 및 개발 완료
②빅데이터 적용을 통한 최적 환경 조성 인공지능 알고리즘 개발	제시 기준 충족 및 개발 완료
③하이드로포닉스 시스템 적용 및 다단확장형 모듈 구성	제시 기준 충족 및 개발 완료

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표										
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용등)	
	특허 출원	특허 등록	품 종 등 록	S M A R T	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시			
													SCI	비SCI						논 문 평 균 I F		
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건					
가중치	5	5			5		10	20	10	20	10	5			5	5		5				
최종 목표	2	1	0	0	1	10	2	250	55	3	500	1	1	1	3	2		2	0	4	0	
당해 년도	목표	1	1	0	0	1	10	1	250	50	2	500	1	1	1	3.0	1		2	0	2	0
	실적	1	1	0	0	1	65	1	336	0	3	100	1	1	1	3	1		2	0	0	0
달성률 (%)	100	100	0	0	100	100	100	100	0	150	0	0	100	100	100	100		100	0	0	0	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	분광학 기반 생육도 계측 및 산출 기술
②	빅데이터 기반 향후 생육도 예측 기술
③	환경인자 조절 기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v					v	v			
②의 기술		v				v	v			
③의 기술		v				v	v			

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	- 노지 스마트팜 및 임산물 스마트팜용 기계기구 개발 및 적용
②의 기술	- 위성 자료 대비 고해상도의 산출물 획득 및 연구자료 활용
③의 기술	- 수직농장 및 도심형 식물공장에 폭넓게 적용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T 평균등급	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문 SCI	비SCI	논문평균 IF			학술 발표	정책 활용		홍보 전시
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건	건		
가중치	5	5			5	0	10	20	10	20	10	5			5	5		5		5	
최종목표	2	2	0	0	0	0	2	500	0	4	0	1		1	3	1		2	0	0	0
연구기간내 달성실적	2	1	0	0	1	10	2	250	1	3	100	1		1	3	2		4	0	4	0
연구종료후 성과창출 계획	3	2	0	0	2	10	2	500	55	3	500	1	1	1	3	2		4	0	4	0

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품연구성과후속지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품연구성과후속 지원 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. ‘국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.’