

118076-02

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

농축산물안전유통소비기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003373-01

과
수
원

조
류

퇴
치
기

개
발

과수원 조류 퇴치기 개발

2021. 01. 22.

2021

주관연구기관 / 한국로봇융합연구원
협동연구기관 / 안동대학교 산학협력단
(주)에코팜

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “과수원 조류 퇴치기 개발”(개발기간 : 2018. 09. 10. ~ 2020. 09. 09.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 01. 22.

주관연구기관명 : 한국로봇융합연구원 (대표자) 여준구 (인)

협동연구기관명 : 안동대학교 산학협력단 (대표자) 이혁재 (인)

협동연구기관명 : 주식회사 에코팜 (대표자) 조재두 (인)

주관연구책임자 : 조용준

협동연구기관책임자 : 이영태

협동연구기관책임자 : 조재두

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	118076-2	해 당 단 계 연 구 기 간	2018.09.10.~ 2020.09.09	단 계 구 분	(2차년도)/ (2차년도)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농축산물안전유통소비기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	과수원 조류 퇴치기 개발			
연구책임자	조 용 준	해당단계 참여연구원 수	총: 19명 내부: 19명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 95,000천원 민간: 63,500천원 정부외:95,000천원 계: 253,500천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 22명 내부: 22명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:190,000천원 민간:127,000천원 정부외:190,000천원 계:507,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국로봇융합연구원 농업로봇자동화연구센터 안동대학교 산학협력단			참여기업명 (주)에코팜 대구경북 능금농협	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반과제				

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	비 SCI:1	출원:5 등록:1									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

○ 과수원 환경 적응을 방해하는 인공지능형 조류퇴치기 개발

가. 특허출원(5건)/등록(1건)

- 1) 유해조수퇴치기, 2019.04.04, 출원번호 : 2019-0039560
- 2) 학습효과를 방지할 수 있는 조류 및 야생동물 퇴치기, 2020.06.25., 출원번호 : 2020-0077735
- 3) 유해조수퇴치 장치 및 그 제어방법, 2020.08.04, 출원번호 : 2020-0097637
- 4) 천적음 생성 장치 및 방법, 2020.10.15., 출원번호 : 2020-0133282
- 5) 상표 출원 : NO(노)새, 출원번호 : 2018-0166845
- 6) 디자인 등록 : 유해조수퇴치기, 등록번호 2019-0032815

나. 논문 (3건)

- 1) 한국기계가공학회지, 2019년, 조류퇴치 시스템의 설계 및 구현
- 2) 한국기계가공학회지, 2019년, 작물 저해상도 이미지에 대한 3차원 복원연구
- 3) 한국기계가공학회지, 2020년, A Study on Bird Deterrent system to Improve the Performance of Repelling Harmful Birds

다. 학술대회 (4건)

- 1) 딥러닝을 이용한 조류퇴치기 사례 연구, 2019. 05
- 2) GAN 기반 데이터 증강과 새음원 분류에 관한 연구, 2020.06
- 3) 다양한 진동성분을 이용한 설치류 퇴치시스템, 2019.10
- 4) 과수 조류피해 방지용 회전형 조류퇴치시스템. 2020.08

라. 매출

- 1) 조류퇴치기 제품화 및 매출 발생 : 23,760천원

마. 고용창출 : 10명

- 1) 한국로봇융합연구원 : 9명 / 에코팜 : 1명

보고서 면수
160p

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과수원 환경 적응을 방해하는 인공지능형 조류 퇴치기 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 천적을 모방한 외형 디자인 설계 - 인공지능 학습을 통한 유해조류가 기피하는 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 시스템 개발 - 초음파 발생 진동을 이용한 반사, 스트레스 자극 시스템 개발 - 친환경 독립전원 전원부 최적 설계 - 원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발 																																							
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 특허출원(5건)/등록(1건) : 유해조수퇴치기 외 ○ 논문 (3건) : A Study on Bird Deterrent system to Improve the Performance of Repelling Harmful Birds 외 ○ 학술대회 (4건) : 딥러닝을 이용한 조류퇴치기 사례 연구 외 ○ 제품화 (2건) : 스마트조류퇴치기(유선), 과수원조류퇴치기(무선) ○ 매출 실적 (23,760천원) ○ 고용창출 (10명) : 한국로봇융합연구원 : 9명 / 에코팜 : 1명 ○ 수상실적 (1건) : 한국기계가공학회 추계학술대회 우수논문상 ○ 홍보실적(3건) : 2019년 대구경북지역 수출상담회 외 ○ 교육 및 컨설팅(14건) : 2019년 사과사랑동호회 외 <table border="1" data-bbox="432 1048 1369 1305" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구분</th> <th rowspan="2">논문</th> <th rowspan="2">특허</th> <th rowspan="2">보고서 원문</th> <th rowspan="2">연구 시설 · 장비</th> <th rowspan="2">기술 요약 정보</th> <th rowspan="2">소프트 웨어</th> <th rowspan="2">화합물</th> <th colspan="2">생명자원</th> <th colspan="2">신품종</th> </tr> <tr> <th>생 명 정 보</th> <th>생 물 자 원</th> <th>정 보</th> <th>실 물</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>예상성 과 (N/Y)</td> <td>Y</td> <td>Y</td> <td>Y</td> <td>N</td> <td>Y</td> <td>Y</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>												구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 · 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종		생 명 정 보	생 물 자 원	정 보	실 물	예상성 과 (N/Y)	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N
구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 · 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종																														
								생 명 정 보	생 물 자 원	정 보	실 물																													
예상성 과 (N/Y)	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N																													
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 퇴치기 시제품의 성능 향상과 농가의 유형에 따라 개량을 하여 활용 ○ 기업의 조류 퇴치기 사업 확대로 일자리 창출 ○ 일반 및 친환경 농가 소득 증대에 기여 ○ 국가 또는 지자체의 영농보조사업으로 연계하여 퇴치기 설치에 따른 농가 부담을 경감 ○ 중소기업 육성 정책에 부합하여 청년 일자리 창출과 고용에 기여함 																																							
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	머신러닝	조류 퇴치기	해충 퇴치기	인공지능	모니터링																																			
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	machine learning	bird repellent system	insect repellent system	artificial intelligence	monitoring																																			

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 5
2. 연구수행 내용 및 결과 26
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 121
4. 연구결과의 활용 계획 등 124
붙임 1. 참고 문헌 125
붙임 2. 부록 126

- <별첨 1> 연구개발보고서 초록
- <별첨 2> 주관연구기관의 자체평가의견서
- <별첨 3> 연구성과활용 계획서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

가. 연구개발 목표

(1) 조류의 과수원 환경 적응을 방해하는 인공지능형 조류 퇴치기 개발



< 개발 시스템 개념도 >

- 천적을 모방한 외형 디자인 설계
 - 유해 조류의 종류 및 피해내용 수집
 - 가청 주파수 별 분리
 - 가청 주파수 및 기피 음역 수집
 - 유해조류의 천적의 형태를 모방한 모형 적용
 - 움직임에 용이한 외팔보 기구부 적용
 - 흔들림이나 움직임이 가능한 고정부 설계

- 인공지능 학습을 통해 유해조류가 기피하는 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 시스템 개발

- 유해 조류와 천적 정보를 통한 음원추출 적용
 - 유해 조류의 스트레스 음원의 정보 수집
 - 각 천적음의 스펙트럼 분석
 - 스펙트럼 분석을 통한 주파수 대역과 파워 대역 정보 수집
 - 음원의 조합을 통한 학습효과 최소화 소리 프로파일 형성
 - GAN(Generative Adversarial Network) 인공지능 알고리즘을 통한 모방 학습으로 다양한 신규 음원 생성
 - 인공지능 알고리즘을 통해 생성된 500가지 이상의 천적음 음원 재생시스템 실장
 - 무선통신을 이용하여 주변의 조류 퇴치기에 멀티로 연동하여 음원 출력의 패턴 변화
- 초음파 발생 진동을 이용한 반사, 스트레스 자극 시스템 개발
 - 압전소자 적용 플라스틱 필름 형 음파 발생기 개발
 - 해충의 생리적 활동 방해 자극 신호 개발
 - 진동발생장치를 통한 반사 자극
 - 진동으로 인한 해충과 조류에 스트레스 자극 요인 생성
 - 친환경 독립전원 전원부 최적 설계
 - 사용시간을 고려한 전원 시스템 설계
 - 친환경에너지사용
 - 전력관리 및 모듈화를 통한 경제성 향상
 - 모니터링 가능한 IOT 기능 적용
 - 원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발
 - 원격지에서 기기상태 확인
 - 구동특성 및 소리 패턴의 사용자 설정화
 - 사용자 인터페이스 개발
 - 스마트기기용 어플리케이션 개발

1-2. 연구개발의 필요성

가. 관련 기술 현황

- 조류 퇴치기는 음향 제품 및 천적의 외형에 음향 제품을 결합한 제품들을 개발 및 상용화된 제품으로 판매가 되고 있으며, 유해 조류들의 학습효과를 막는데 초점을 맞추어서 개발이 진행되고 있으며, 인공지능을 융합한 새로운 형태의 연구가 도입단계임

現 활용 수준 (조류 퇴치기)

앞으로의 제품



나. 연구 개발 방향

- 조류는 이동하는 물체에 민감하게 반응하며 고정된 물체에 대한 학습 효과가 빠르기 때문에 불규칙한 움직임을 이용해서 유해 조류의 학습을 방해하는 모델 개발
- ICT융합 신기술(ICBM) 등을 활용한 조류 퇴치기 모델 개발
 - * ICBM(IoT, Cloud, Bigdata, Mobile), Robot, AI 등
- 과수원 환경에 설치된 조류 퇴치기를 각자가 아닌 연동을 시켜서 과수원 전체의 불특정한 패턴으로 연쇄적인 음향을 내는 조류 퇴치 시스템 개발
 - 기존의 조류 퇴치기는 1ha에 2개 정도 설치하며, 개별로 작동되고 소리 패턴이 일정함
 - 조류는 자신에게 근접하며 이동하는 음에 위협감을 느끼며, 원거리에 위협감이 적음

다. 연구 개발 대상의 국내외 현황

(1) 국내기술 수준 및 시장 현황

- 기술현황
 - 조류퇴치를 위한 전통적인 방법으로는 허수아비, 농작물에 봉지 씌우기, 그물설치, 울타리 설치, 수렵 등 다양한 시도들이 있으나 여전히 피해가 발생되고 있음



<전통적인 방법의 예>

- 또한 화학적인 약물을 살포하여 조류를 퇴치하는 방법도 있으나 최근 화학적 약물 사용에 대한 규제가 세계적으로 이슈화되고 국내에서도 농약살포에 대한 규제를 시작하려고 함에 있어 점차 사용량이 줄어들고 있음
- 최근에는 센서 및 장치를 이용하여 조류를 감지하고 퇴치할 수 있는 첨단 조류퇴치 장치들이 개발되어지고 있음



<조류 퇴치기의 예>

- 현재의 조류기피제들은 효과적인 기능을 발휘하거나 기존 환경을 해치지 않으면서 효과를 발휘하는 제품은 찾아보기 힘든 실정임
- 현재 상용화된 조류 퇴치기는 아래와 같음
 - 초음파발생기 : 고가의 장비이며, 큰 조류에게만 효과 있음
 - 반사경 및 모형 : 효과 기간이 짧음
 - 스파이크형 구조물 : 설치비 고가, 공간의 제약성, 학습효과에 의한 일정기간만 효과가 있음, 사람에게 하여금 시각적 불안감을 줌
 - 화합물(겔형태) : 효과 기간이 짧음, 설치비용, 설치공간의 제약성, 건물훼손
- 또한 화학적인 약물을 살포하여 조류를 퇴치하는 방법도 있으나 최근 화학적 약물 사용에 대한 규제가 세계적으로 이슈화되고 국내에서도 농약살포에 대한 규제를 시작하려고 함에 있어 점차 사용량이 줄어들고 있음
- 국내의 경우, 인천항만공사를 시작으로 유해조류 기피 약제 '닥터배트(Dr.B.A.T)가 국내항만기관에서 사용되고 있으며, 전국 지방항만청에서도 항만출·입항로에 설치한 등·부표에 자주 앓는 조류를 퇴치하는 데에 쓰이고 있음. 약제는 계피, 박하 등 친환경 물질로 만들어져 특유의 맛과 냄새로 조류의 후각, 촉각, 미각을 자극하고, 자외선을 흡수, 발산함으로써 조류의 시각을 자극해 기피하도록 함

○ 시장현황

- 정부는 환경부를 중심으로 멸종위기 야생생물 보호, 밀렵활동 근절, 생태계 보전을 목적으로 2005년 2월부터 ‘야생생물 보호 및 관리에 관한 법률’을 개정하였으며, 지속적으로 야생생물 보호 및 관리를 위하여 지속적인 법률적인 개정이 이루어져 왔음



<야생 생물 보호 및 관리를 위한 법률>

- 하지만, 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률의 제정으로 인해, 멧돼지, 까치, 고라니 등 야생동물의 개체수가 급증하면서, 농작물, 전기시설, 건물 등에 피해가 확산이 커져가고 있는 실정임
- 이에 대한 문제를 해결하기 위해서, 야생 생물 보호 및 관리를 위한 법률에는 유해야생동물이라는 항목을 두어 집중적으로 관리를 하구 있으며 일부 지역에서는 서식밀도에 따라 관리를 하는 등 종의 종류에 따라서도 유해야생동물을 구분했으며 멸종위기 야생 동물은 여기에서 제외됨
- 농작물별 피해실태

(단위 : 백만원)

연 도	계	사 과	배	포 도	호 도	벼	채소	기 타※
'11	15,454	1,679	644	253	98	3,484	2,872	6,424
'12	12,149	1,213	989	217	73	2,169	1,793	5,695
'13	12,661	855	1,021	376	86	2,176	2,183	5,963
'14	10,883	865	896	288	115	1,199	3,160	4,360
'15	10,672	877	961	309	139	1,526	2,452	4,408
'16	10,911	1,103	918	357	135	1,609	2,642	4,147

※ 기타 : 고구마, 옥수수, 감자, 콩, 복숭아 등

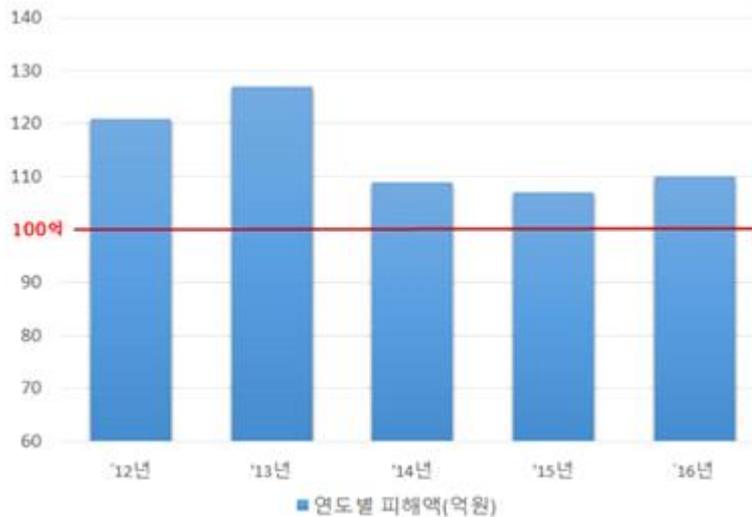
- 동물별 피해실태

(단위 : 백만원)

연 도	계	멧돼지	고라니	꿩	까 치	청설모	오리류	기 타※
'11	15,454	8,077	2,188	340	1,859	146	886	1,958
'12	12,149	5,752	3,051	281	1,647	127	380	911
'13	12,661	5,186	2,604	360	1,764	93	778	1,876
'14	10,883	4,202	2,309	458	1,710	94	475	1,635
'15	10,672	4,701	2,055	300	1,588	138	353	1,537
'16	10,911	5,648	2,460	259	1,263	79	276	926

※ 기타 : 멧비둘기, 어치, 참새 등

- 유해 조류 및 야생동물에 의한 최근 5년간 피해액은 574억원에 달함



<연도별 유해 조류 및 야생동물 피해액(억원)>

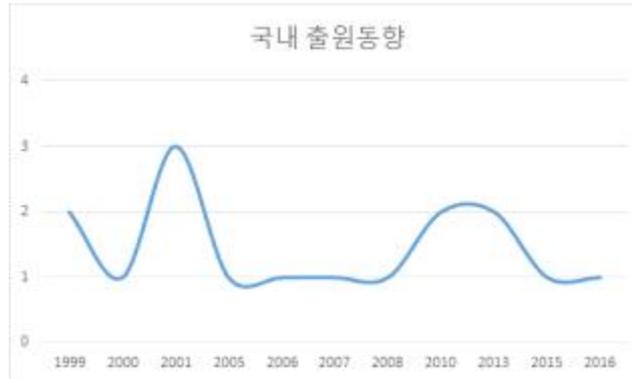
- 유해 조류 퇴치를 위해 사용하던 기본적인 방법으로는 총기, 허수아비 등이 있었으나, 개체수 증가 등의 원인으로 인해 한계가 존재하였으며, 조류기피제에 대한 획기적인 수요 증대
- 현재의 조류기피제 시장에 출시된 제품들은 각기 개별적 특성을 가지고 출시되었으나 어느 하나 효과적인 기능을 발휘하거나 기존 환경을 해치지 않으면서 효과를 발휘하는 제품에 대한 요구 존재
- 설치공간의 제약성, 미관의 저해, 곤충의 유입, 오염물질, 소음공해, 유지배비용 등 기존의 제품들이 가지고 있는 한계점 극복 필요

○ 경쟁기관현황

업체명	제품	특징	단점
한국농림 시스템(주)	<p><조류퇴치시스템></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 팽과리와 기피음을 통한 기피제 - 경고음, 스트레스성 음향, 천적음향 등 - 독수리 모빌 - 전기 레일식의 경우, 유해조류의 착지 지점을 따라 고압전류를 흐르게 함 	<ul style="list-style-type: none"> - 지역별, 작물별 맞춤형 개별내장 (주문제작) - 새가 과수원 환경을 빠르게 학습 가능함 (단조로운 패턴)
(주)에스콤코리아	<p><조류퇴치 시스템></p> 	<p>청각과 시각 자극(기피음향, 레이저, 경광등, 에어풍선, 모형퇴치기 적용)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 음원이 다양하나 단조로운 패턴임
단비	<p><버드엑스 쓰리웨이></p> 	<p>100,000~43,000Hz에서 7,000~3,000Hz까지 사용자가 수시 임의 조절가능 장거리 표적방사 및 하울링 음 발사 해충, 여우, 늑대, 이리, 동물류, 담비류, 두더지류 등 사용 주파수에 따라 퇴치가능</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 단조로운 패턴과 비싼 가격으로 과수원에 설치시 비용 문제가 발생함 - 320,000원에 판매중

○ 지식재산권현황

- 조류퇴치관련 국내 현황은 아래 그림과 같으며 1999년부터 관련 기술의 출원이 시작된 것으로 파악되며, 미미하지만 지속적인 출원이 이뤄지고 있음



<연도별 조류퇴치기 출원동향>

○ 표준화현황

- 현재까지 국내외 관련 뚜렷한 표준화현황은 존재하지 않음

○ 기타현황

- 조류로 인한 피해 사례

- 농/수산업분야

- : 과중 시 초기 농사피해 및 발아성장과정에서 이중 작업피해
- : 수확기-과실수를 쪼아냄으로써 상품값어치를 상당히 떨어뜨림
- : 농산물 매출손실과 직결
- : 노천 양어/가두리양식장 스트레스 / 매출손실

- 배설물에 의한 오염

- : 각종 폐질환 피부질환(아토피)의 원인
- : 길거리 환경오염-청소비용 부담
- : 자동차 바디페인팅 부식 변색
- : 공기 중 부유물질 중 각종 전염 원
- : 항구/방파제 주변 갈매기 떼들에 의한 환경오염

- 산업적 피해

- : 산란기 등지, 서식에 의한 정전사고/ 변압기 화재 피해
- : 곡물저장 과정 중 배설물, 사체 혼입
- : 산업시설 표면 부식 부패 외 다수



<조류에 인한 산업적 피해의 예>

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 미국은 연방항공국, 농업학과, 국방성, 항공사, 공항의 인원들이 참여하는 버드 스트라이크 위원회를 구성하여, 피해를 줄이기 위하여 노력하고 있음. 대표적인 예로 미국의 조류회피모델(Bird Avoidance Model; BAM)로, GIS에 접목하여 조류충돌 위험 정도를 컴퓨터 지도상에 맵핑(mapping)해서 조종사 및 임무계획 요원에게 제공하지만, 현재의 조류 상황에 대한 정보제공은 하지 않음
- 캐나다 벤쿠버 국제 공항의 경우는 캐나다 기러기의 접근을 막기 위해 갈대를 이용하여 일부지역에서 75cm이상의 높이를 유지하는 초지관리 프로그램을 실험적으로 운영하였음. 그러나 최근에 보고된 USDA의 연구결과, 75cm 이상되는 초지높이를 유지해도 캐나다 기러기의 접근 방지에 효과가 없는 것으로 밝혀짐

○ 시장현황

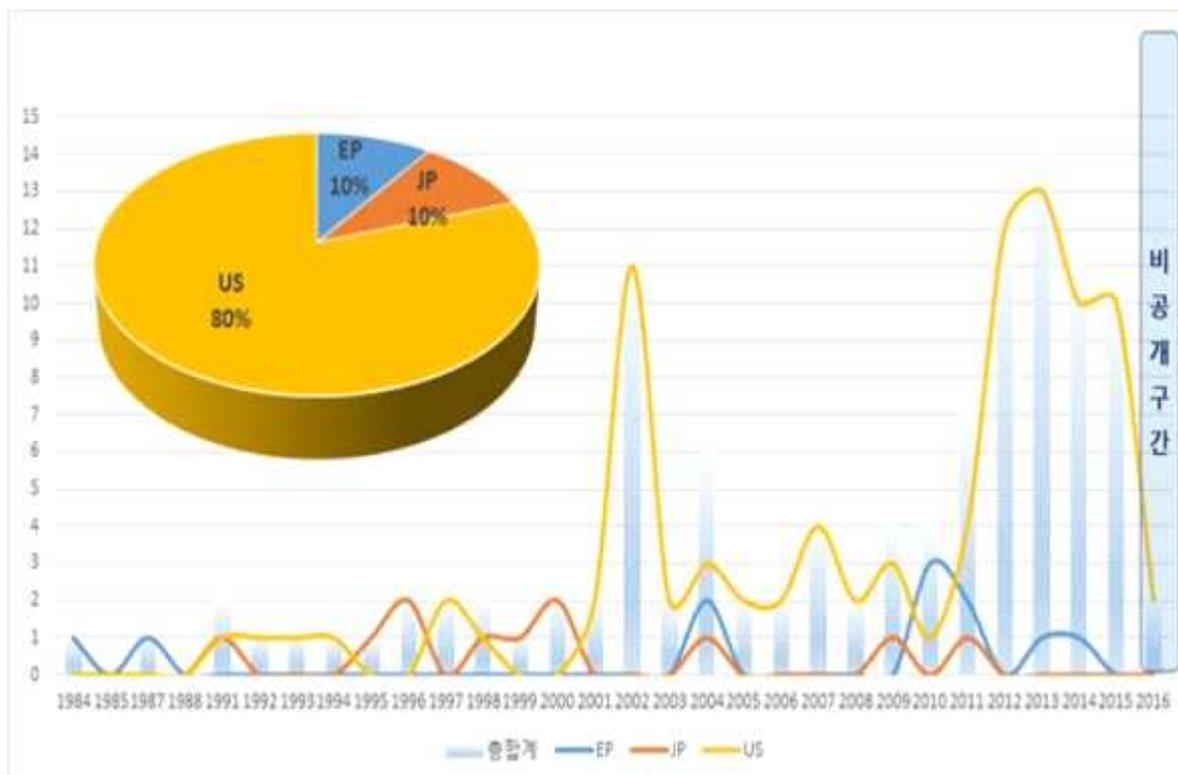
- 조류기피제 시장은 세계적으로 완전히 형성되지 않은 것으로 추정되며, 야생생물의 습성, 피해 등 근본적인 원인에 의한 아이디어성 제품이 출시되고 있는 실정
- 매일신문과 (주)전진바이오팜의 인터뷰에 따르면, 전 세계 1조 7천억원의 시장을 추정할 수 있으며, 미국, 일본에서는 조류기피제 개발화가 진행중인 것으로 파악
- 유해 동물 및 해충피해 감소제 산업의 정의
 - 유해동물 및 해충피해 감소제 산업(Pest Control): 인간에 해를 끼치는 조류, 포유류, 설치류, 모기, 개미 등을 포함한 다양한 유해 동물과 해충의 퇴치와 방역을 목적으로 하는 산업
 - 물리적 퇴치와 화학적 퇴치 및 친환경적 방법을 사용하여 유해 생물로부터 발생할 수 있는 피해를 예방시켜주는 솔루션을 제공해주는 시장임
 - 무분별한 화학물질 사용에 대한 규제가 강화되고 환경보호에 대한 인식이 높아지면서 천연유래 원료를 사용, 유해 동물과 해충의 감각기관을 자극하여 접근금지하는 방법에 대한 선호도가 높아지는 추세임

○ 경쟁기관현황

업체명	제품	특징	단점
Bird-B-Gone, Inc.	<p data-bbox="469 275 651 353"><버드 체이스 슈퍼소닉></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 10분 간격으로 반복 - 광센서로 주야간 모드 활성화 - 22개 이상의 조류 및 육식동물 소리 이용 - 199 달러에 판매중 	<ul style="list-style-type: none"> - 새가 과수원 환경을 빠르게 학습 가능함 (단조로운 패턴)
Bird Barrier	<p data-bbox="424 797 695 831"><Audio Deterrents></p> 	<p>특정 조난 신호 또는 육식동물 소리 사용</p> <p>110V 전원콘센트 사용</p> <p>효과를 높이기 위해 시각적인 효과를 주는 장비와 함께 사용하는 것을 권장함</p> <p>235.15 달러에 판매중</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 음원 출력 및 시각적인 효과를 주나 간격 조절이 안되고 다양한 패턴으로 음원 출력이 불가능함
Bird Barrier	<p data-bbox="437 1361 683 1395"><Zon Scare Gun></p> 	<p>경량 휴대용 프로판 발사대포</p> <p>폭파 간격은 2분에서 30분사이로 조정가능</p> <p>Piezo라이터 사용</p> <p>412.80 달러에 판매중</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 고가의 가격 - 음원 출력의 간격을 조절 가능하나 다양한 음원 및 음원 출력 패턴 변화가 없음

○ 지식재산권현황

- 일본, 미국, 유럽의 조류 퇴치 관련 특허 출원동향은 아래와 같음
- 미국이 가장 많은 출원을 수행하고 있으며, 유럽과 일본의 출원건은 유사함
- 가장 먼저 조류 퇴치와 관련된 특허 출원은 유럽에서 1984년부터 수행된 것으로 확인되었으며, 이후 뚜렷한 특허 출원의 증가 추세를 보이고 있지는 않으나 2004년 이후로 지속적인 특허 출원이 이뤄지고 있는 것을 확인할 수 있었음
- 미국의 경우 2002년 가장 많은 출원건을 기록한 후 2011년부터 지속적으로 조류퇴치와 관련된 특허 출원이 이뤄지고 있는 것으로 확인됨
- 일본의 경우 1991년 이후로 미미한 건수지만 지속적으로 조류퇴치와 관련된 특허 출원이 이뤄지고 있음
- 조사국에서의 조류퇴치 특허 출원동향을 살펴본 결과, 미미하지만 지속적인 특허 출원이 발생하고 있음. 이를 통해 지속적으로 조류퇴치에 대한 니즈가 있으며, 연구가 진행되고 있는 것으로 해석가능 함



<연도별 출원 현황>

○ 표준화현황

- 현재까지 국내의 관련 뚜렷한 표준화현황은 존재하지 않음

1-3. 연구개발 범위

가. 1차년도

(1) 주관연구기관(한국로봇융합연구원) : 인공지능 학습을 통한 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 조류 퇴치 시스템 개발

○ 각 매 소리의 스펙트럼 분석 및 다양한 음원 생성

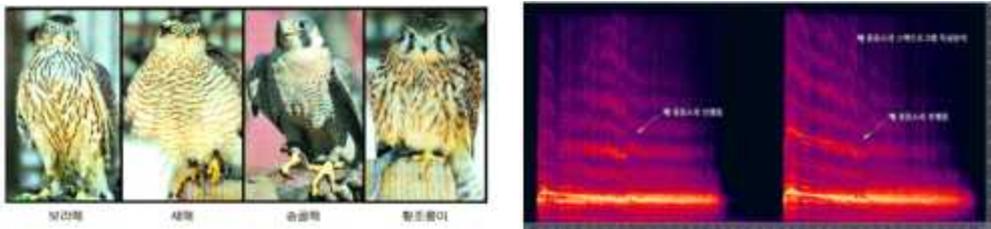
- 각 매의 소리를 사육장 또는 음원으로 데이터베이스화하여 스펙트럼 분석

- 스펙트럼 분석 과정을 통한 인공지능을 이용한 300여 종의 음원 제작

* 유해 조류에 효과 있는 천적음 소리들을 분석

* Data Augmentation의 방식을 변경해가면서 학습 시에 사용되는 다양한 천적음 소리들의 Data Set 구성

* 분석된 소리들을 결합 및 다양한 조합으로 유해 조류 퇴치가 가능한 음원 제작



<다양한 매의 종류 및 매 스펙트럼의 예>

- 유해 조류의 스트레스 음원의 정보 수집

- 유해 조류와 천적 정보를 통한 음원 추출 적용



<유해 조류>

○ 유해 조류의 가청주파수를 분석하여 음원 생성

- 유해 조류의 가청 주파수를 이용한 퇴치 효과 확인

*사람이 소음에 인한 스트레스를 받지 않을 정도의 조류 퇴치 주파수 범위를 설정

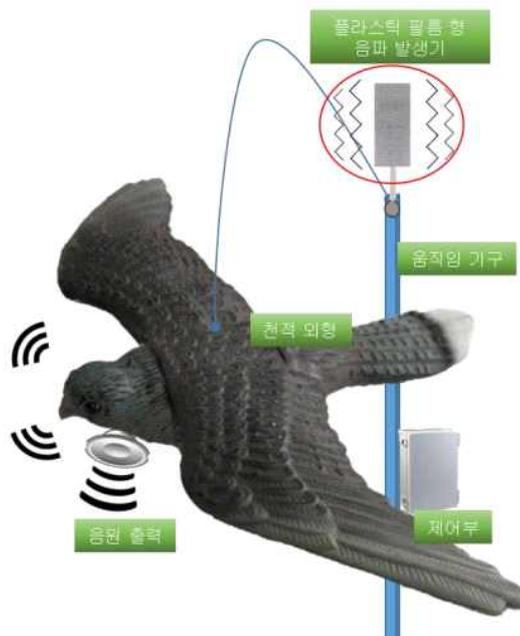
○ 가청주파수

Species	Lower Limit (HZ)	Most Sensitive (Hz)	Upper Limit (Hz)
까치	100	800~1,600	21,000
까마귀	300	1,000~2,000	8,000
어치	-	-	7,800
꿩	250		10,500
멧비둘기	50	1,800~2,400	11,500
새	-	1,000 ~ 4,000	-
사람	20	2,000 ~ 5,000	20,000

- 스펙트럼 분석을 통한 주파수 대역과 파워 대역 정보 수집
- 음원의 조합을 통한 학습효과 최소화 소리 프로파일 형성

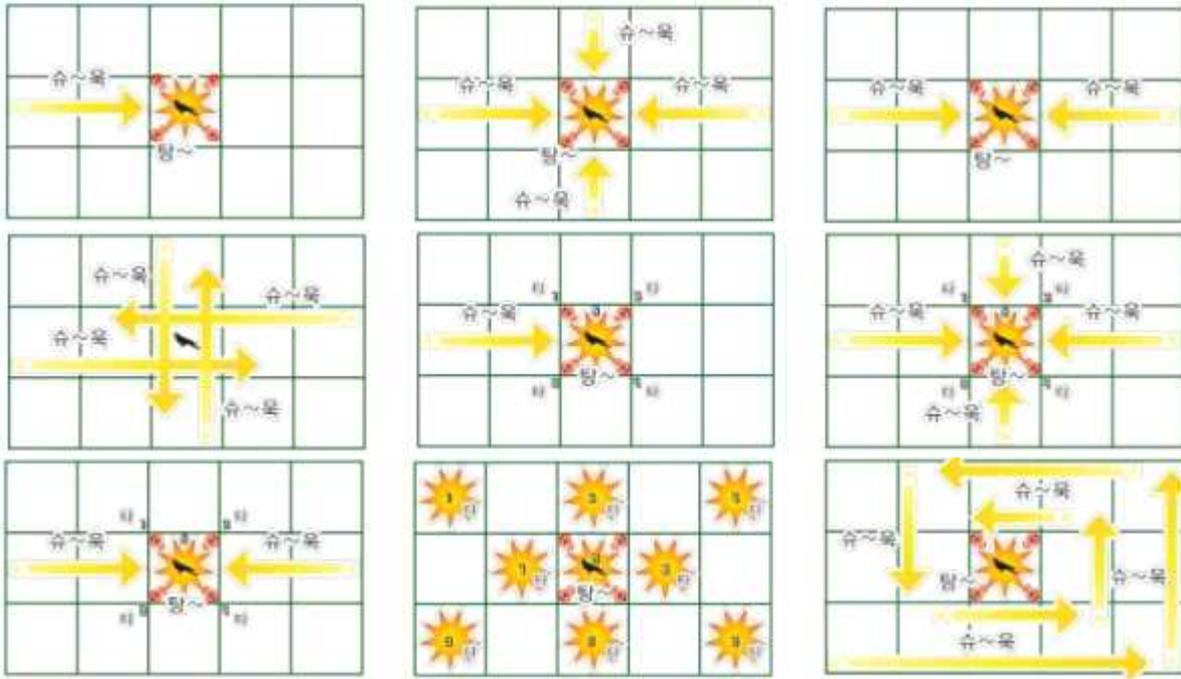
(2) 협동연구기관(주식회사에코팜) : 유해 조류의 천적을 모방한 외형 디자인 설계 및 제품화 및 현장 적용성 검증

- 유해 조류의 종류 및 피해내용 수집
- 유해 조류의 가칭 주파수 별 분리
- 가칭 주파수 및 기피 음역 정보 수집
- 유해 조류의 천적의 형태를 모방한 모형 적용 (2개의 종류로 제작 예정임)
 - 천적의 모형 내부에 스피커를 부착
- 움직임에 용이한 외팔보 기구부 적용
 - 자연 바람에 따라서 천적의 모형의 움직임을 여러 방향으로 이동 가능한 구조로 설계
- 진동에 용이한 형태 적용



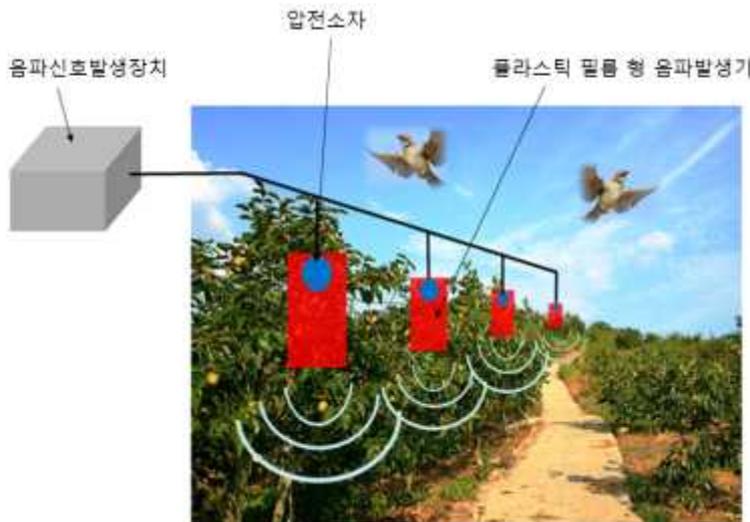
<1차년도 예상 시제품>

- 흔들림이나 움직임이 가능한 고정부 설계
- 고리형 링크를 이용한 기구 고정부 설계
- 무선통신을 이용하여 주변의 조류 퇴치기에 멀티로 연동하여 음원 출력의 패턴 변화
- 유단 방향 음 진행이 아닌 과수원 전체에 과수 퇴치기 개수에 따른 음 진행 방향 시나리오 작성
- 주로 피해가 가는 위치를 가중치로 두어 음 진행 방향을 결정하는 알고리즘 개발
- 조류의 위치를 파악해서 음의 진행방향을 결정하는 알고리즘 개발
- 1차년도의 시제품은 제품에 전원을 공급하여 작동을 하는 형태이며, 안동대학교에서 개발한 플라스틱 필름 형 음파 발생기와 한국로봇융합연구원에서 개발한 인공지능 학습을 통한 천적 음원을 결합한 시스템이 장착한 제품개발



<음원 출력 패턴 방향의 예>

(2) 협동연구기관(안동대학교) : 압전소자 적용 플라스틱 필름 형 음파 발생기 개발



<개발된 플라스틱 필름 형 음파 발생기의 예>

- 압전소자 적용 플라스틱 필름 형 음파발생기 설계: 10Hz ~ 20kHz 범위 음파 발생, 1종류 설계
 - 과수원과 같은 넓은 지역에 유해 조류가 기피하는 주파수의 음파를 발생하는 플라스틱 필름 형 음파 발생기 다수를 분산시켜 배치하고, 음파신호발생장치를 이용하여 특정 음파를 발생하는 유해 조류 퇴치기 개발
 - 천적의 모형 내부에 스피커를 부착
- 플라스틱 필름 형 음파발생기의 태양광 반사 층 형성: 단가 최우선 검토

- 플라스틱 필름 형 음파 발생기는 특정 형태의 PET 필름에 압전소자를 장착하여 제작하기 때문에 저가로 생산이 가능
 - 플라스틱 필름 형 음파 발생기를 과수원 전체에 일정 간격으로 고르게 분포시켜서 음파를 발생시킴으로써 조류 퇴치 효과를 극대화할 수 있으며, 플라스틱 필름 형 음파 발생기가 저가이기 때문에 전체 시스템의 단가도 비교적 낮게 개발이 가능함
 - 플라스틱 필름 형 음파발생기 제작: 10Hz ~ 20kHz, 1 종류 개발
 - 천적의 모형 내부에 스피커를 부착
 - 과수원과 같은 넓은 지역에 유해 조류가 기피하는 주파수의 음파를 발생하는 플라스틱 필름 형 음파 발생기 다수를 분산시켜 배치하고, 음파신호발생장치를 이용하여 특정 음파를 발생하는 유해 조류 퇴치기 개발
 - 통합형 음파신호발생장치 개발: 10Hz ~ 20kHz 범위 제어, 10 종류 주파수 반복 발생 기능
 - 플라스틱 필름 형 음파 발생기는 유해 조류의 천적의 형태로 개발하여 조류 퇴치 효과를 극대화 함
 - 플라스틱 필름 형 음파발생기에 장착된 압전소자의 가진에 따라 특정 주파수의 음파가 증폭되어 발생할 수 있도록 ANSYS를 이용하여 플라스틱 필름의 진동 특성을 분석하고, 최적화 설계를 실시함
 - 유해 조류가 기피하는 음파의 특성을 측정하고 분석하여, 유해 조류 기피 음파 확보
- (4) 단순참여기관(대구경북농금농협) : 전원식 인공지능형 조류 퇴치기 현장 검증 및 현지 농가현장의 수요 분석
- 농협 및 현지 농가와 연동해서 실제 사용자들의 수요 분석
 - 상용화 제품의 품질평가 및 개선사항 피드백
 - 제품의 특성 및 효과 분석

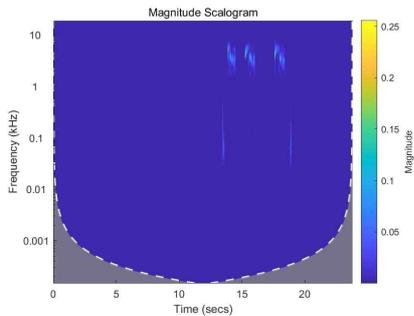
나. 2차년도

- (1) 주관연구기관(한국로봇융합연구원) : 인공지능 학습을 통한 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 조류 퇴치 시스템 개발 및 친환경 독립전원 전원부 최적 설계
- GAN(Generative Adversarial Network)인공지능을 통한 모방 학습으로 다양한 음원 생성
 - 생성 모델 (Generative Model)의 특정한 확률 분포 $P_{data}(X)$ 를 갖는 학습 데이터를 학습을 시키면 이것과 유사한 분포 $P_{model}(X)$ 를 갖는 데이터 혹은 샘플을 생성 가능

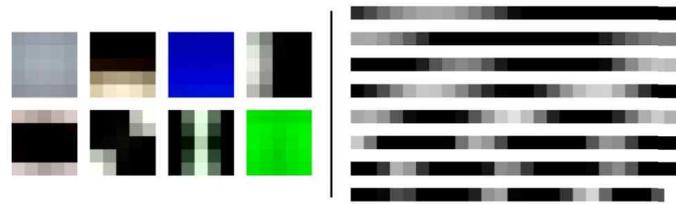


< GAN을 이용한 생성된 영상 샘플의 예 >

- GAN이란, 생성망(Generator)과 판별망(Discriminator)을 경쟁적으로 각각 학습을 시켜 Real 혹은 Fake인지 구별이 힘든 수준까지 발전시키는 것을 의미함
- 실제 음원을 GAN이란, 생성망(Generator)과 판별망(Discriminator)을 경쟁적으로 각각 학습을 시켜 Real 혹은 Fake인지 구별이 힘든 수준까지 발전시키는 것을 의미함
- 실제 음원 데이터를 1차 년도에서 소리 스펙트럼을 분석한 결과 이미지에서의 마스크 연산과는 다르게 일정한 주기성과 다양한 Phase의 특성을 가진 것으로 확인함.



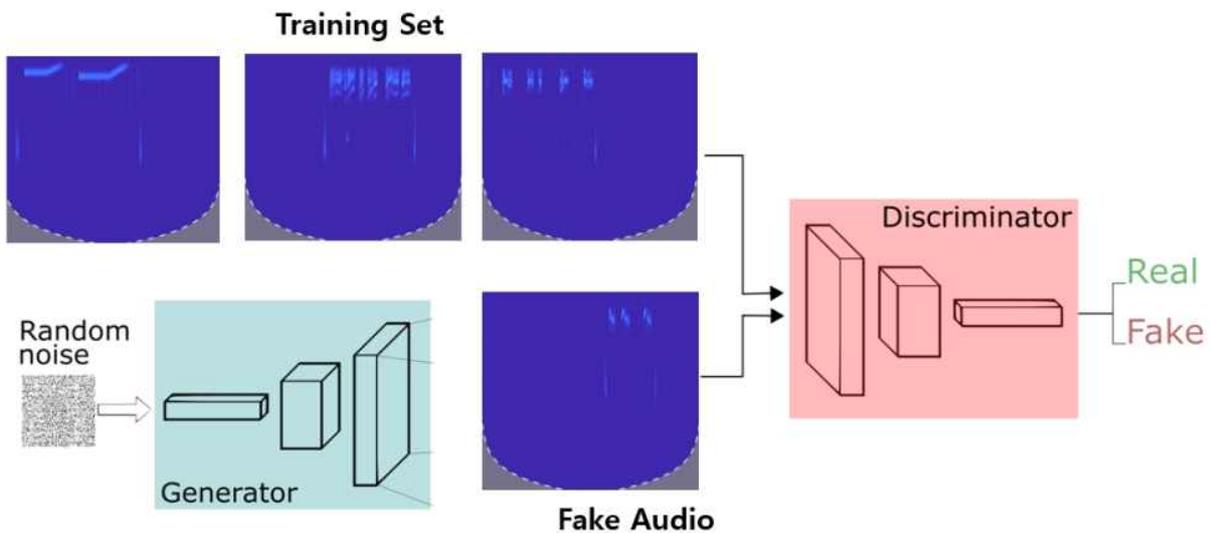
(a) 소리 스펙트럼



(b) 이미지와 오디오의 차이

< 이미지와 오디오 데이터의 예 >

- 자연스러운 새소리 또는 폭발음 등은 자연스러운 이미지보다 더 주기성이 나타나며, 주 성분 분석을 통해 주기적인 성분을 최대한 뽑아낼 수 있게 GAN의 네트워크 구조를 설계할 계획임.



< GAN을 이용한 오디오 학습의 예 >

- 총소리, 폭발음 등 유해 조류의 위협이 되는 소리들을 학습을 시켜 Real 혹은 Fake 인지 구별이 힘든 수준까지 만들어내서 300 여종의 음원을 생성
- 학습 데이터들의 입력이란, 총소리, 폭발음 등 유해 조류의 위협이 되는 소리들을 Class로 구분해서 사용하고, 출력이 되는 데이터들은 Fake 폭발음, Fake 총소리 등 인지 구별이

힘든 수준의 음원을 생성

- 태양광 패널을 이용한 주간 에너지 공급 장치의 개발



< 태양광 충전 시스템 >

- 주, 야간 및 빛의 강도에 따른 충전 효율 증대를 위한 제어 모듈의 개발
- 배터리 전원의 관리와 에너지 잔량을 측정하는 시스템 개발
- 배터리 전원을 사용전원으로 변환하는 출력 변환기의 개발
- 유해 조류의 활동 시간을 고려한 작동 및 감지 장치 개발
- 시스템 작동을 위한 전원 컨버터 개발
- 태양광을 매체로 친환경 전원 시스템 구현
- 시스템 모듈화를 통한 정비 및 관리 편의성 향상
- 모니터링 가능한 IOT 기능 적용
- 1차 상용제품 기능과 유해 조류의 학습을 최소화 시키는 모듈 및 곤충 퇴치 모듈 통합작업
- 태양광을 적용한 전원부 최적설계
 - 배터리 충전 시스템 모듈화 개발 및 저전력설계를 통한 동작시간 최적화
 - 지역의 평균 일조시간을 고려한 최적의 태양광 충전 패널 선정
 - 충전 효율을 고려한 배터리 선정



< 지역별 평균 일조 시간 >



< 태양광 시스템 >

- 1차 시제품의 측정 소비전력값 기준 산정하였을 20W 태양광 패널 적용이 적정할 것으로 판단됨
- 1차 시제품과 2차 시제품의 제어시스템의 저전력 설계 개발

동작시 : 1.1A
 동작시간 : 10초
 동작소모전력 : $12V \times 1.1A = 13.2W$
 대기시 : 0.5A
 대기시간 : 1~10분 (평균 5분으로 적용)
 대기소모전력 : $12V \times 0.5A = 6W$

1 시간 기준으로 예상한 소모전력 : 6.2W
 약 10시간 기준으로 필요한 전력 : 62W

일 평균 일조 시간 : 3.5시간

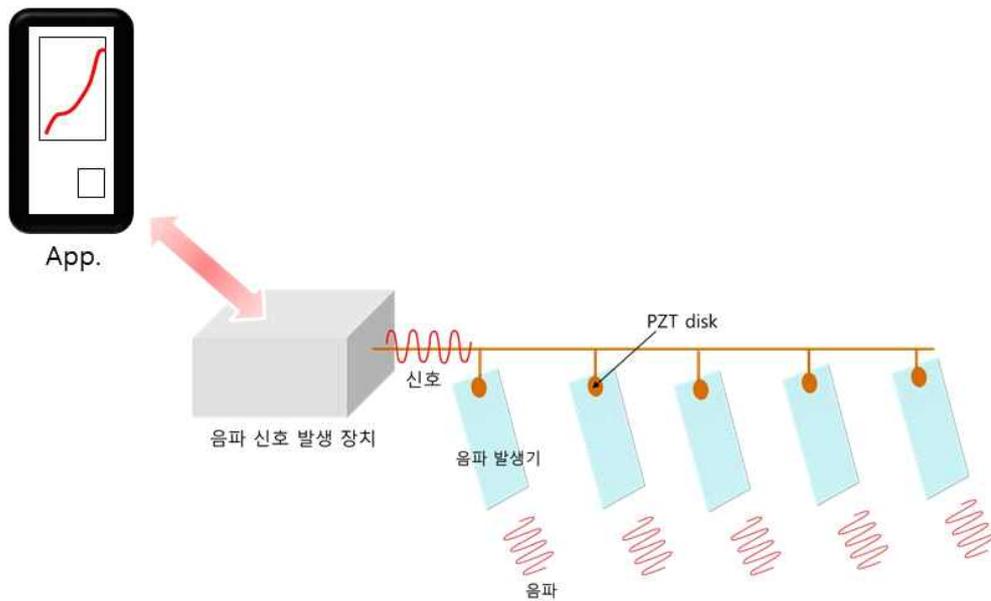
< 태양광 패널선정 계산 예 >

- (2) 협동연구기관(주식회사에코팜) : 원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발
 - 사용자 중심의 편의를 위한 모니터링이 가능한 어플리케이션 개발
 - 배터리의 잔량을 모니터링하여 퇴치기의 상태 점검
 - 모듈 상태 모니터링 및 이상상태 감지 시스템 개발
 - 수동동작 및 자동동작 기능으로 사용자 중심의 인터페이스 제공
 - 소프트웨어 최신화 및 보안을 위한 무선 펌웨어 시스템 개발



< 어플리케이션 개발 >

- 2차 상용제품 개발
 - 기기 제어용 어플리케이션 개발을 통해 IoT로 원격제어
 - 테스트베드에서 성능을 검증 및 제품화
- 2차년도의 상용제품은 제품에 효율적인 태양광 전원부를 설계하여 제품에 적용하고, 안동대학교에서 개발한 플라스틱 필름 형 음파 발생기에 난반사를 기능을 추가하고, 한국로봇융합연구원에서 개발한 인공지능 학습을 통한 다양한 음원을 결합한 시스템이 장착한 제품(1차년도 평가 및 검증을 통해 보완할 부분 포함)
- (3) 협동연구기관(안동대학교) : 압전소자 적용 플라스틱 필름 형 음파 발생기 및 진동발생장치를 통한 반사 자극 시스템 개발
 - 압전소자 적용 플라스틱 필름 형 및 스피커 형 음파발생기 설계를 위한 진동 해석: 10Hz ~ 20kHz 범위 음파 발생, 4종류 설계
 - 기기 제어용 어플리케이션 개발을 통해 IoT로 원격제어
 - 하나의 플라스틱 필름 형 음파 발생기를 특정 주파수로 구동시키기 위한 개별 음파신호발생장치를 마이크로프로세스 기반 개발
 - 다수의 플라스틱 필름 형 음파 발생기를 연결하여 구동시키기 위한 통합 음파신호발생장치 개발
 - 음파 발생과 함께 태양광이 효과적으로 반사하여 유해 조류를 퇴치하기 위하여 태양광 반사 층 개발(가격 최우선) 및 반사 패턴 설계
 - 과수원에 개발된 유해 조류 퇴치기를 설치하여 현장 검증 실시
 - PVDF 압전 필름을 적용한 플라스틱 필름 형 음파 발생기를 개발하고 상품화 가능성 검토



< 앱을 활용한 음파 발생 시스템 제어 >

- 플라스틱 필름 형 및 스피커 형 음파발생기 설계 및 제작: 100Hz ~ 15kHz, 4 종류 개발
- 열 압착(hot press) 공정을 이용한 스피커 형 플라스틱 필름 형 음파발생기 제작
- 개별 음파신호발생장치 개발: 100Hz ~ 15kHz, 3 종류 이상 주파수 반복 발생 기능
- 플라스틱 필름 형 및 스피커 형 음파 발생기에 반사 자극 장치 부착
- 진동 발생 장치를 통한 반사 자극
- 진동으로 인한 해충과 조류에 스트레스 자극 요인 생성

(4) 단순참여기관(대구경북농협) : 태양광식 인공지능형 조류 퇴치기 현장 검증 및 현지 농가현장의 수요 분석

- 농협 및 현지 농가와 연동해서 실제 사용자들의 수요 분석
- 상용화 제품의 품질평가 및 개선사항 피드백
- 제품의 특성 및 효과 분석

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 최종목표

- 과수원 환경 적응을 방해하는 인공지능형 조류 퇴치기 개발
 - 천적을 모방한 외형 디자인 설계
 - 인공지능 학습을 통한 유해조류가 기피하는 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 시스템 개발
 - 초음파 발생 진동을 이용한 반사, 스트레스 자극 시스템 개발
 - 친환경 독립전원 전원부 최적 설계
 - 원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발

2-2. 연구개발 목표 및 결과

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
1차 년도 (2018)	인공지능 학습을 통한 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 조류 퇴치 시스템 개발 (한국로봇융합연구원)	인공지능 학습을 통한 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 조류 퇴치 시스템 개발 음향 출력 및 제어시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 각 매소리의 스펙트럼 분석 • 스펙트럼 분석을 통한 주파수 대역과 파워 대역 정보 수집 • 유해 조류와 천적 정보를 통한 음원추출 적용 • 유해 조류의 스트레스 음원의 정보 수집 • 음원의 조합을 통한 학습효과 최소화 소리 프로파일 형성 • 조류 퇴치용 음향 출력 방안 및 사양 선정 • 시스템 제어부 회로 설계 및 제작 • 퇴치시스템 시제품 제작 및 성능평가 	 <p><제어부 및 인공지능을 사용한 음원 생성> 특허출원 1건 학술발표 1건</p>
	천적을 모방한 외형 디자인 설계 및 제품화 (주식회사 에코팜)	유해 조류의 천적을 모방한 외형 디자인 설계 및 제품화 및 현장적응성 검증	<ul style="list-style-type: none"> • 농협 및 현지 농가와 연동해서 실제 사용자들의 수요 분석 • 상용화 제품의 품질평가 및 개선사항 피드백 • 제품의 특성 및 효과 분석 • 유해 조류의 종류 및 피해내용 수집 • 유해 조류의 가청 주파수 별 분리 • 가청 주파수 및 기피 음역 정보 수집 • 유해 조류의 천적의 형태를 모방한 모형 적용 • 움직임에 용이한 외팔보 기구부 적용 • 진동에 용이한 형태 적용 • 흔들림이나 움직임이 가능한 고정부 설계 • 고리형 링크를 이용한 기구 고정부 설계 • 유단 방향 음 진행이 아닌 과수원 전체에 과수 퇴치기 개수에 따른 음 진행 방향 시나리오 작성 • 주로 피해가 가는 위치를 가중치로 두어 음 	 <p><1차 시제품 1종></p>

			<p>진행 방향을 결정하는 알고리즘 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 조류의 위치를 파악해서 음의 진행방향을 결정하는 알고리즘 개발 	특허출원 1건
	<p>초음파 발생 진동을 이용한 반사 및 스트레스 자극 시스템 개발 (안동대학교)</p>	<p>압전소자 적용 플라스틱 필름 형 음파 발생기 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 압전소자 적용 플라스틱 필름 형 음파발생기 설계: 10Hz ~ 20kHz 범위 음파 발생, 1종류 설계 • 플라스틱 필름 형 음파발생기 제작: 10Hz ~ 20kHz, 1 종류 개발 • 과수원과 같은 넓은 지역에 유해 조류가 기피하는 주파수의 음파를 발생하는 플라스틱 필름 형 음파 발생기 다수를 분산시켜 배치하고, 음파신호발생장치를 이용하여 특정 음파를 발생하는 유해 조류 퇴치기 개발 • 통합형 음파신호발생장치 개발: 10Hz ~ 20kHz 범위 제어, 10 종류 주파수 반복 발생 기능 • 플라스틱 필름 형 음파 발생기는 유해 조류의 천적의 형태로 개발하여 조류 퇴치 효과를 극대화 함 • 플라스틱 필름 형 음파발생기에 장착된 압전소자의 가진에 따라 특정 주파수의 음파가 증폭되어 발생할 수 있도록 ANSYS를 이용하여 플라스틱 필름의 진동 특성을 분석하고, 최적화 설계를 실시함 • 유해 조류가 기피하는 음파의 특성을 측정하고 분석하여, 유해 조류 기피 음파 확보 	 <p><음파발생기 1종></p>
2차년도 (2019)	<p>인공지능 학습을 통한 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 조류 퇴치 시스템 개발 (한국로봇융합연구원)</p>	<p>인공지능 기반 조류퇴치 시스템용 음원 생성 알고리즘 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GAN(Generative Adversarial Network) 인공지능을 통한 모방 학습으로 다양한 음원 생성 	
		<p>태양광 독립전원 전원부 최적 설계</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 패널을 이용한 주간 에너지 공급 장치 개발 • 주, 야간 및 빛의 강도에 따른 충전 효율 증대를 위한 제어 모듈의 개발 	 <p><제어부, 태양광 패널 및 인공지능을 사용한 음원 생성></p>
		<p>인공지능형 조류 퇴치기 현장 검증 및 현지 농가현장의 수요 분석 (대구경북 능금농협)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 농협 및 현지 농가와 연동해서 실제 사용자들의 수요 분석 • 상용화 제품의 품질평가 및 개선사항 피드백 • 제품의 특성 및 효과 분석 	<p>특허출원 2건 학술발표 3건 비SCI 3건 게재</p>

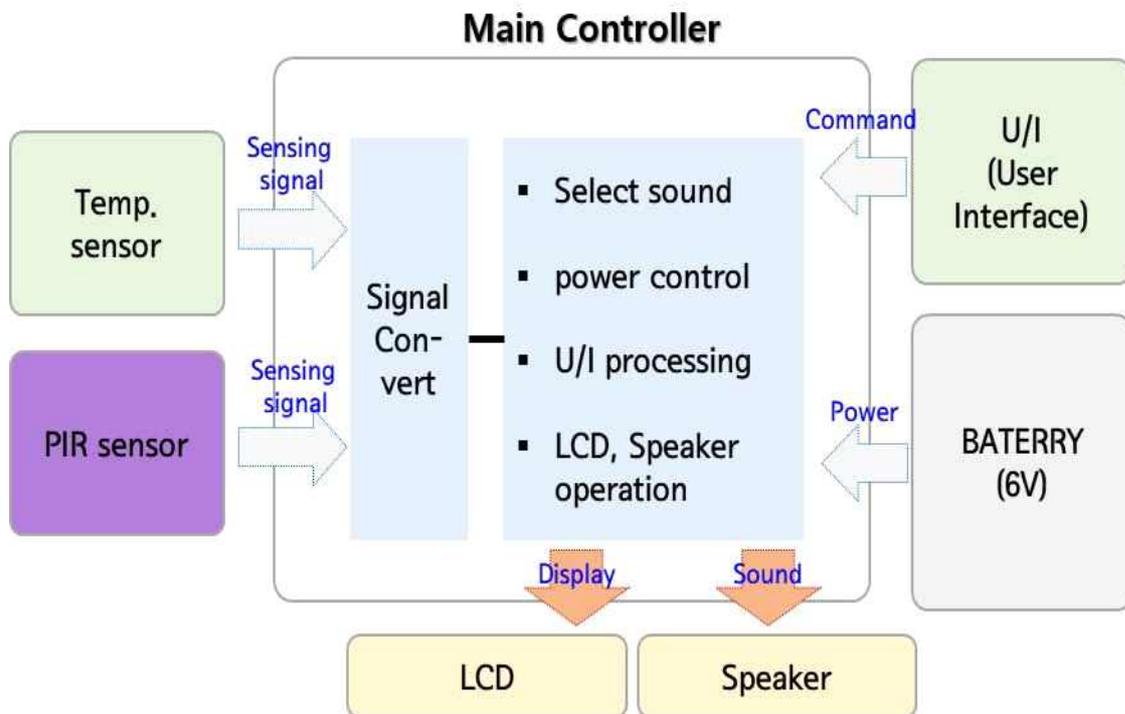
	<p>원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발 및 제품화 (주식회사 에코팜)</p>	<p>원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발 및 제품화</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 중심의 편의를 위한 모니터링이 가능한 어플리케이션 개발 • 배터리의 잔량을 모니터링하여 퇴치기 상태 점검 • 모돌상태 모니터링 및 이상상태 감지 시스템 개발 • 기능별 인터페이스 제공 및 소프트웨어 최신화 • 2차 상용제품 개발 	 <p><2차 시제품 1종> 특허출원 1건</p>
	<p>초음파 발생 진동을 이용한 반사 및 스트레스 자극 시스템 개발 (안동대학교)</p>	<p>압전소자 적용 플라스틱 필름형 음파 발생기 및 진동 발생장치를 통한 반사 자극 시스템 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 압전소자 적용 플라스틱 필름형 음파 발생기 설계 및 개발: 100Hz ~ 20kHz 범위 음파 발생, 1종류 설계 및 개발 • PVDF 압전 필름형 음파 발생기 제작: 100Hz ~ 20kHz, 3 종류(CNT 전극, Silver 전극, Gold 전극 등) 설계 및 개발 • 압전소자 적용 플라스틱 필름형 음파 발생기 1종 및 PVDF 필름형 음파 발생기 3종 ANSYS 활용 공진 주파수 해석 • 무선형 음파 발생기 구동 시스템 개발(블루투스 통신 방식으로 원격제어 및 출력 음파 주파수의 실시간 원격 모니터링) • 스마트폰을 이용한 원격제어 및 모니터링을 위한 시스템 구축 • 무선형 음파 발생기 구동 시스템은 100Hz에서 20.1KHz 까지 400Hz 간격으로 50종류의 음파 신호 주파수 발생(외부기관인증) • 음파 발생기의 현장 적용을 위한 모델 개발 	 <p><음파발생기 4종></p>  <p><무선 음파 발생기 구동 시스템></p>

2-3. 주관기관 : 한국로봇융합연구원

가. 조류퇴치기 제어부 개발

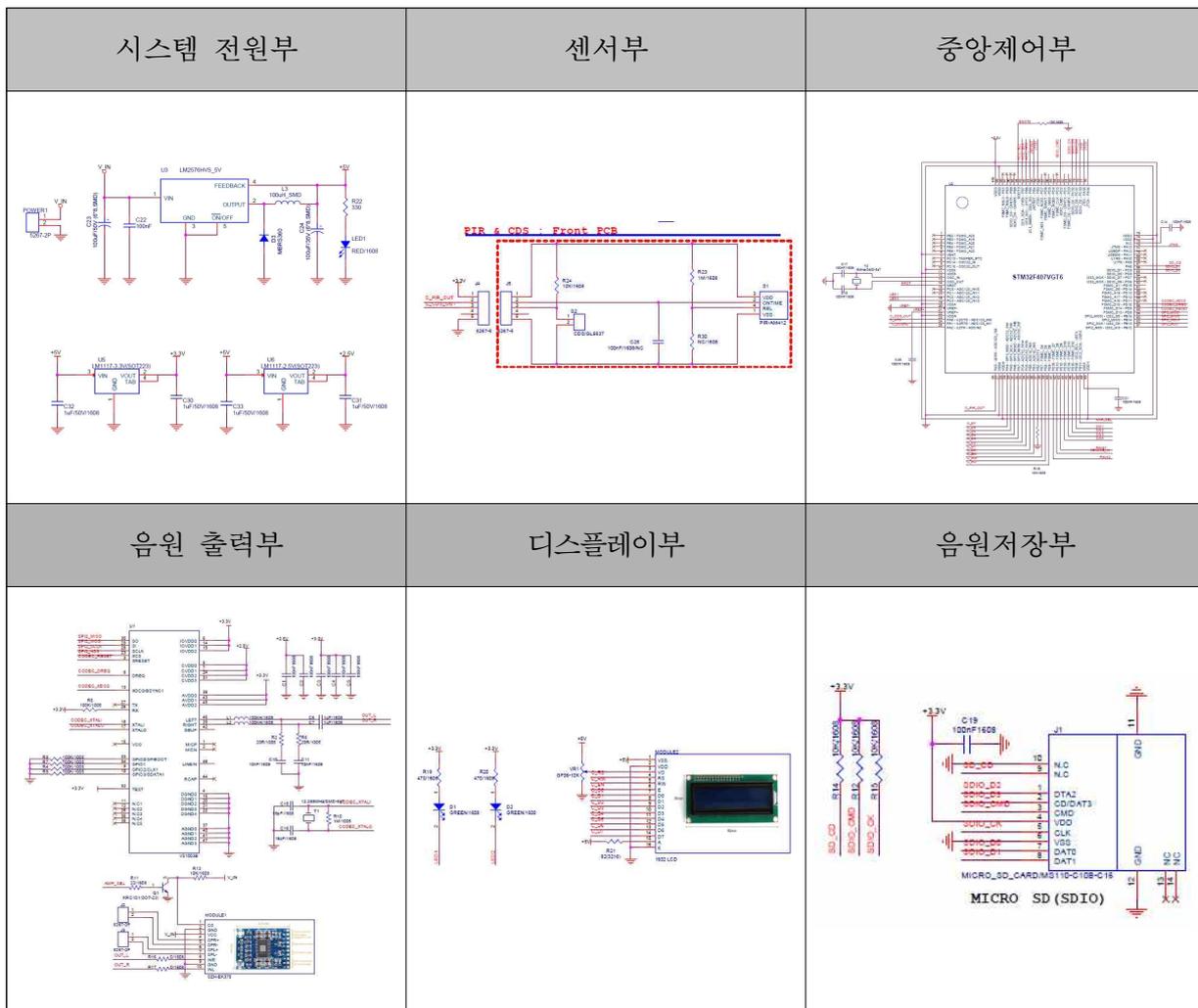
(1) 1차 시제품

- 유해 조류를 퇴치하는데 있어 가장 어려운 점이 있다면 조류의 학습능력을 회피하는 것이라 할 수 있음
- 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 유해조류의 천적음을 스피커를 통해 발생시킬 때 조류가 반복적인 청취를 통한 학습을 할 수 없도록 불규칙한 주기 및 음향으로 구성된 패턴으로 음원을 발생시키는 것이 중요함
- 본 연구에서 개발된 1차 조류퇴치기 시제품 제어부는 MCU를 기반으로 구동하는 시스템으로써 자가 학습을 통해 생성된 음원이 저장되어 있는 저장장치에서 불규칙한 순서와 간격으로 음원을 재생시키는 것을 주요 기능으로 함
- 시스템 제어부의 구성은 먼저 외부에서 입력되는 온도 및 PIR 검지 신호를 입력받아 Analog to Digital 변환을 한 후 변환된 디지털 값을 이용하여 LCD에 디스플레이 및 음원 출력을 위한 판단로직의 인자로 사용하게 됨
- 또한 사용자의 명령을 User interface 기능을 통해 입력받아 시스템 동작 모드를 결정함
- 전원부는 6v용 랜턴용 배터리 혹은 DC 어댑터를 사용하여 220V 교류전원을 선택하여 사용할 수 있도록 하였음
- 시스템의 출력은 LCD와 스피커로 구성되어 있고 LCD는 시스템 동작 모드 및 동작상태를 사용자가 볼 수 있도록 표기하고 있고, 스피커는 50W 용량으로 출력되는 음원을 재생하게 됨



<조류퇴치기 1차 시제품 제어부 구조도>

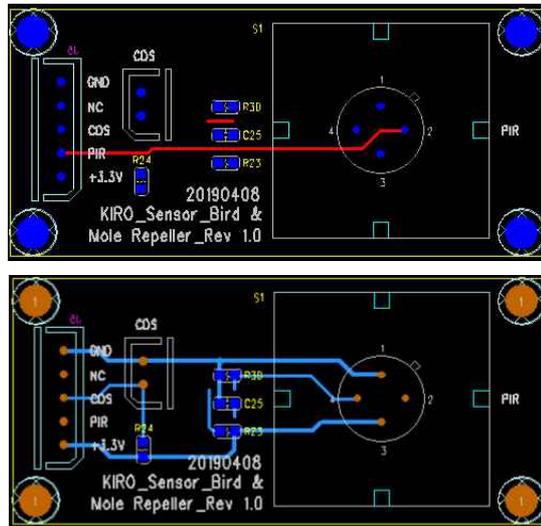
- 제어부의 회로도에는 크게 전원부, 센서부, 중앙제어부, 음원 출력부, 디스플레이부, 음원 저장부로 나눌 수 있음
- 전원부는 LDO를 사용하여 전원 6~24V까지 입력이 될 수 있도록 하였음. 기준전압 12V가 입력되면 1차 LDO를 통해 5V로 변환이 되고 변환된 5V는 2차 LDO를 통해 3.3V, 2.5V로 각각 변환이 됨. 5V는 스피커 파워증폭 소자 및 LCD 전원으로 사용하게 되고, 2.5V는 스피커 제어전원, 3.3V는 중앙제어부를 포함한 주요 능동 소자 전원으로 사용됨.
- PIR 센서와 조도센서 소자로 구성된 센서부는 각 센서소자로부터 출력되는 신호를 받아 중앙제어부로 전달할 수 있도록 하였
- 중앙 제어부는 MCU로 STM32 계열의 소자를 채용하였으며 별도의 발진소자를 구성하여 외부 클럭을 이용하도록 설계하였음
- 음원 출력부는 10bit 오디오 코덱소자를 적용하여 저장된 음원을 아날로그 신호로 변환하여 스피커를 통해 재생될 수 있도록 설계함.
- 디스플레이부는 사용자의 조작 명령 및 현재 상태를 표기하기 위해 2 Line 캐릭터 LCD를 적용하였으며 전원 입력 정상 여부 판단을 위한 별도의 LED도 구성되어 있음
- 음원 저장부는 최대 용량 4GByte 저장용량을 선정하였으며, SD 카드 형태의 저장소를 적용하여 용량만 변경하면 음원의 수 및 용량에 따라 호환이 될 수 있도록 설계하였음



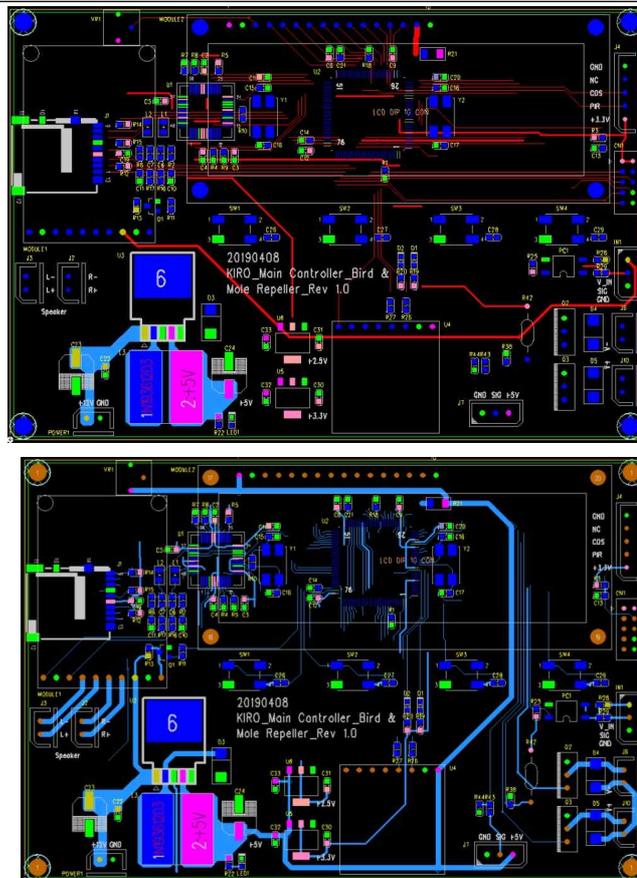
< 조류퇴치기 1차 시제품 주요 회로도 >

- 유해조수 감지를 위한 센서는 제어부와 별도로 장착이 되어야 되므로 센싱부는 제어부와 분리된 보드로 설계를 하였고, 나머지 기능부는 모두 단일 보드로 구성되도록 나누어 설계하였음
- 조류퇴치시스템은 과수원 혹은 노지에 장착이 되고 태양 직사광선을 받아 온도가 높아질 수 있으므로 온도 사양 만족을 위해 PCB 재료는 Tg 온도 105도 만족하는 제품을 사용하였고 또한 두께는 1.6T의 일반 사양을 채택하였음

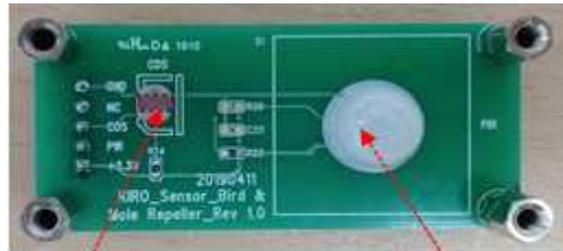
센싱부 PCB Art-work 설계도



제어부 PCB Art-work 설계도



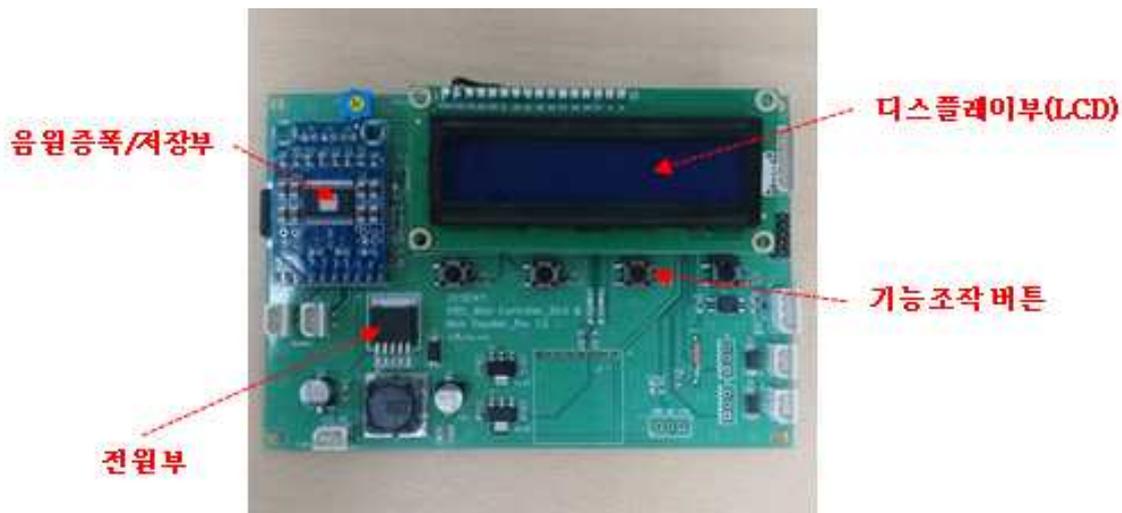
- 센서부의 조도센서에 따라 주/야간 상태를 검지하여 저장된 음원의 파일명을 구분함으로써 주/야간에 따라 재생되는 음원을 그룹으로 구분하여 재생되도록 하였음.
- 유해조류 퇴치의 센서부는 PIR센서와 조도센서로 구성되어 있음. 조도 센서는 주/야간 상태를 인지하여 제어부로 전달함으로써 조류의 활동이 활발한 주간에는 매소리와 같은 유해조류의 천적음을 출력하고 야생동물이 활동하는 야간에는 총소리, 개 짖는 소리 같은 야생동물을 퇴치할 수 있는 음원을 구분하여 출력하도록 하였고 PIR센서는 야간 야생짐승 퇴치를 위한 것으로서 조도센서에 의해 야간 상태임으로 제어부가 인지한 상태에서 PIR센서로 움직임이 감지되며 즉시 야생짐승 퇴치음을 출력하는 방식으로 설계되었음
- 저장된 음원은 주간(천적조류음) 및 야간(개소리, 잡음) 모두 총 217종으로 구성되었음



조도센서

PIR센서

< 센서부 제작 시제품 >



음원증폭/저장부

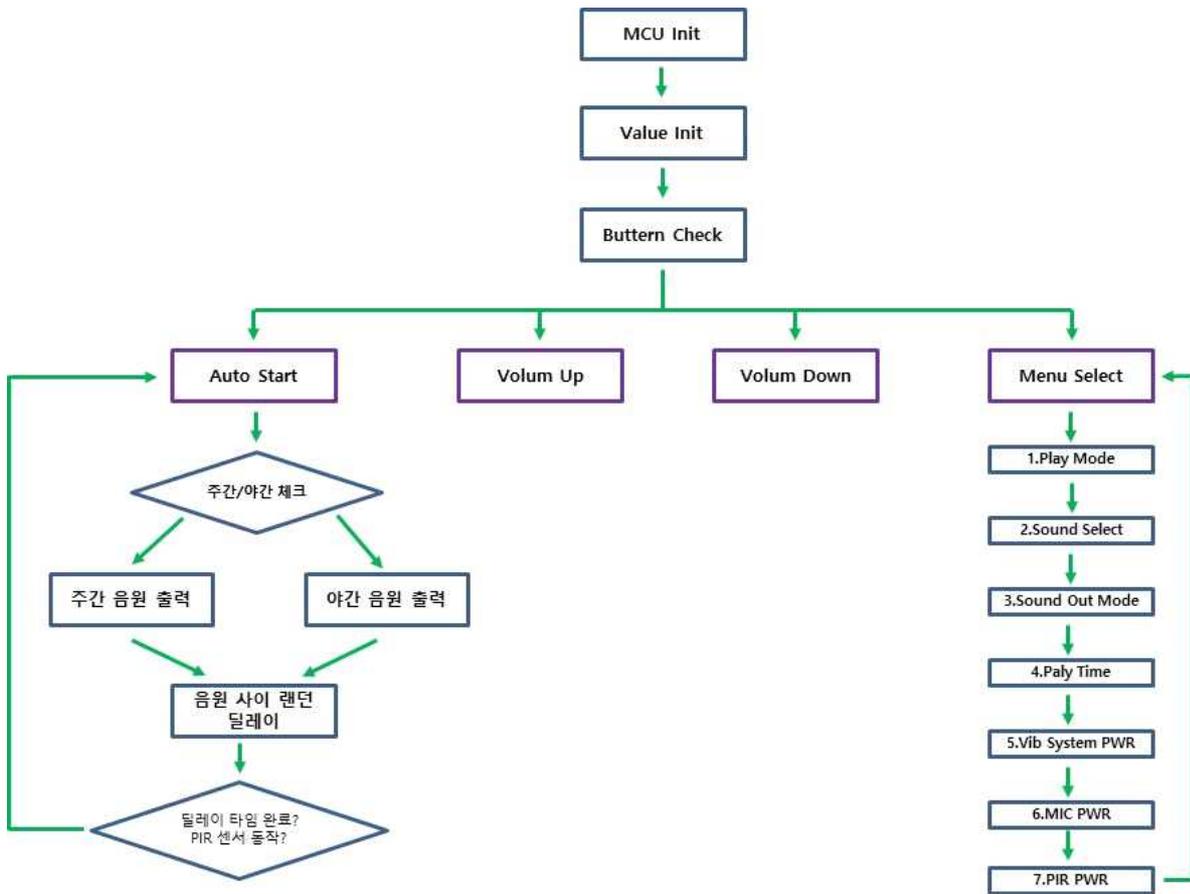
디스플레이부(LCD)

기능조작버튼

전원부

<제어부 제작 시제품>

- 제어부 시제품은 랜덤함수를 통한 음원선택과 음원과 음원 사이의 간격을 1분에서 10분 사이 범위에서 분 단위로 랜덤하게 부여함으로써 불규칙한 주기와 길이로 다양한 음원이 재생되도록 하였음.
- SD카드에 저장되는 음원의 수(파일명들 음원의 고유 넘버로 표시)에 따라 제어 S/W에서 음원 숫자 변경만으로도 시스템에 적용이 가능함



< 1차 시제품 제어로직 순서도 >

- 사용자 인터페이스는 4개의 버튼과 1개의 LCD로 구성되어 있어 버튼을 통해 전달되는 명령에 따라 조류 위치가 수동으로 동작하게 되고, 동작되는 모드 및 상황은 LCD를 통해 디스플레이되도록 구현하였음.
- 상기 표의 내용은 시스템 전원이 인가가 되면 사용자가 LCD를 통해 동일한 구성의 디스플레이 화면을 보면서 기능을 명령 및 선정할 수 있음.

No	Item	Contents
1	Select Play Method	<input type="button" value="Auto"/> <input checked="" type="button" value="Manual"/>
2	Select Sound	Displays the sound file name as a number
3	Select Output Mode	<input type="button" value="Regular"/> <input checked="" type="button" value="Random"/>
4	Play time	Enter play time (in minutes) ex) 00:00
5	Select ON/OFF Temp. Sensor	<input type="button" value="ON"/> <input checked="" type="button" value="OFF"/>
6	Select ON/OFF PIR Sensor	<input type="button" value="ON"/> <input checked="" type="button" value="OFF"/>

< 1차 시제품 사용자 인터페이스 모드별 기능 >

(2) 2차 시제품

○ 1차 시제품 개발 및 운영을 통해 하기 이미지와 같이 리뷰를 통해 개선점을 도출하였음

순	문제점	개선방안	비고
1		- 스피커 사방 설치 or 모터를 이용한 사방 회전	
2	조류 퇴치음 효과 범위 협소 (정면 대비 측면 20~30dB 차이 발생)	- 스피커 용량 증가 (55W → 100W) - 음원 크기 증폭 (야생동물 천적음 재 녹음 필요)	
3		- 스피커 방향 조정 기능 (산악 및 굴곡 지형 대응)	
4	전원 배터리 수명 짧음	- 태양광 발전 솔라셀 구성	
5	(약 3주 구동 / 랜턴 배터리 4EA 기준)	- 회로 및 제어프로그램 저전력 설계 (Sleep 모드)	
6		- 음원별 완성된 한 주기 기준 음원 길이 조정	기존 5/10/30초
7	천적음 감지 및 음원 저하	- PIR 센서 or 태양광 신호 기준 일출/일몰 시점 집중 동작	
8		- PIR 센서 기울기 조절 기능 추가 (최상단에서 아래로 보는 방향)	
9	박스 내부 버튼 조작부 위치에 따른 조작 어려움	- 퇴치기 케이스 외부형 버튼 구성 (최대한 단순)	
10	조류 퇴치 추가 악세사리	- 시각 퇴치 효과를 위한 LED 및 레이저 적용 - 퇴치기 케이스 크롬 도금 적용 및 난반사 구조 적용	
11	조류모형 효과 검증 X	- 1차 시제품 동일 모형 / 대형 독수리 모형 / 모형 X 비교 평가 진행 결정	

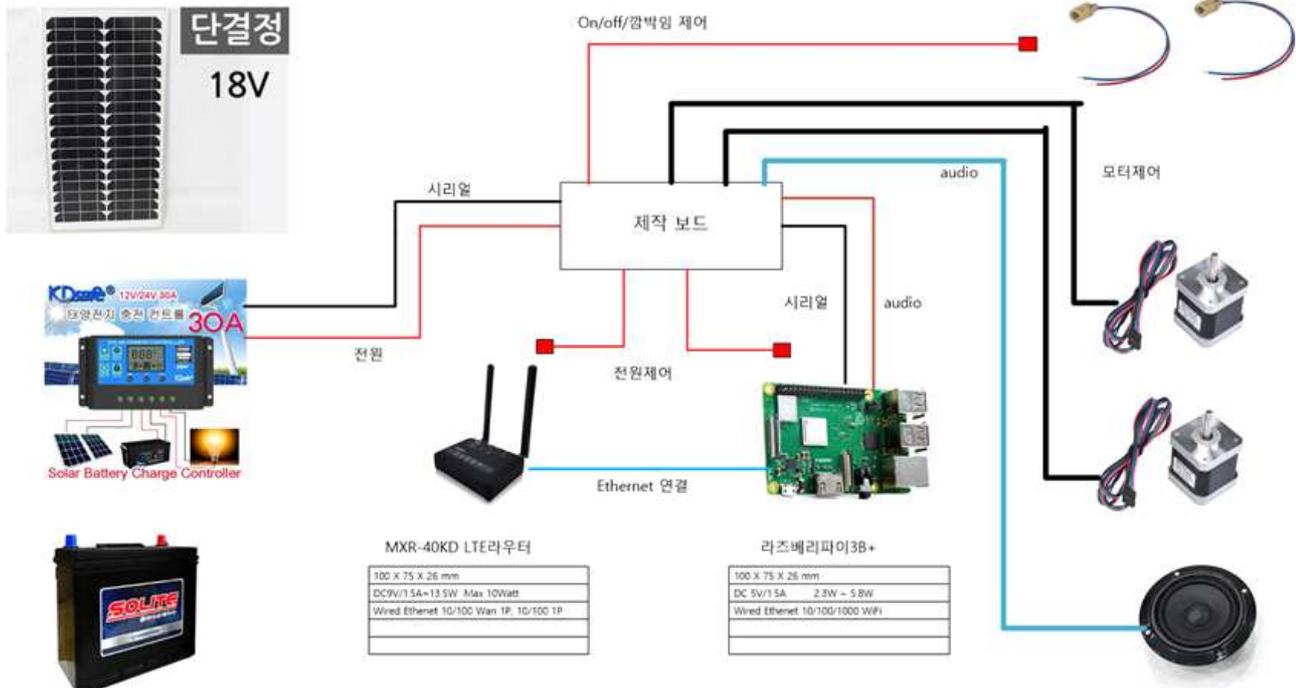
< 1차 시제품 개발 리뷰 >

- 2차 시제품은 1차 시제품에서 개발된 MCU 기반의 독립적인 구동방식 보다는 IOT 기능 구현을 위해 인터넷 망 내에서 날씨, 시간 정보 기반으로 구동하는 방식으로 변경하여 개발함
- 이에 조류퇴치기 시제품은 마스터, 슬레이브로 구분되어 개발되었음
- 마스터는 제어부 내에 인터넷 라우터를 구성하여 외부 인터넷망과 연결하여 정보를 송수신하는 역할을 하며, 슬레이브는 마스터와 와이파이 망을 통해 통신함으로써 마스터가 수신한 정보를 공유하게 되는 구조임

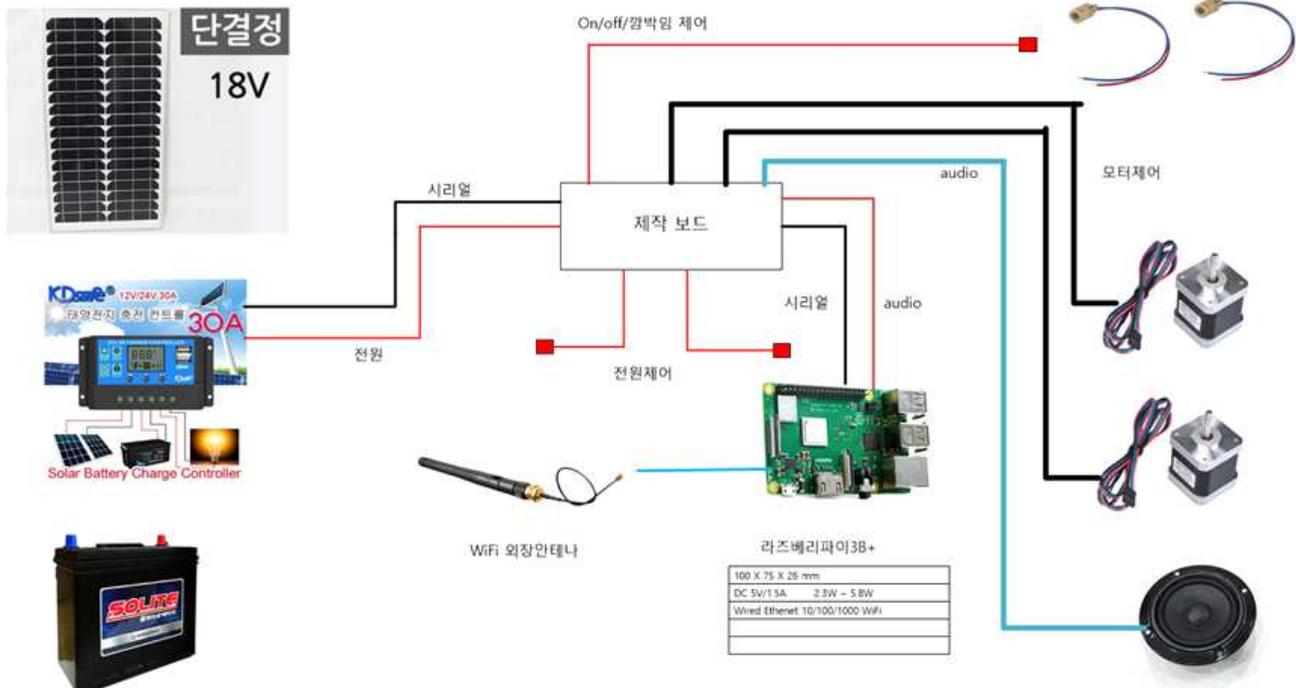


< 조류퇴치기 최종시제품 전체 구성도 >

○ 조류퇴치기 마스터 및 슬레이브 구조에 대한 모식도는 아래 그림과 같음

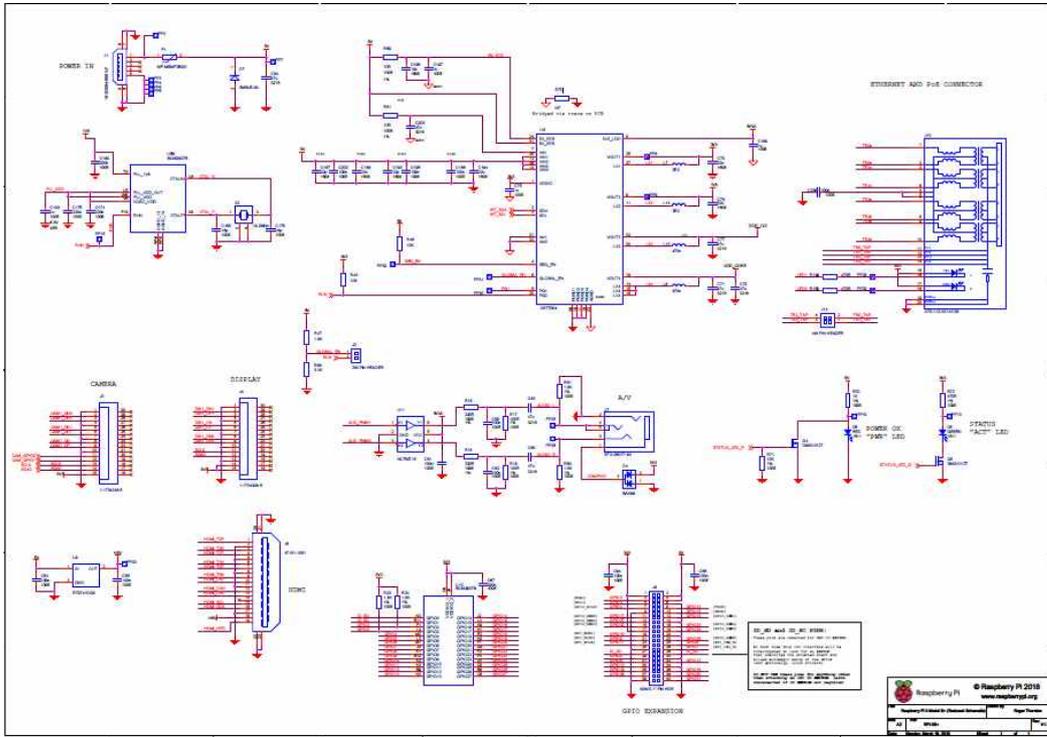


< 마스터 시스템 구조도 >

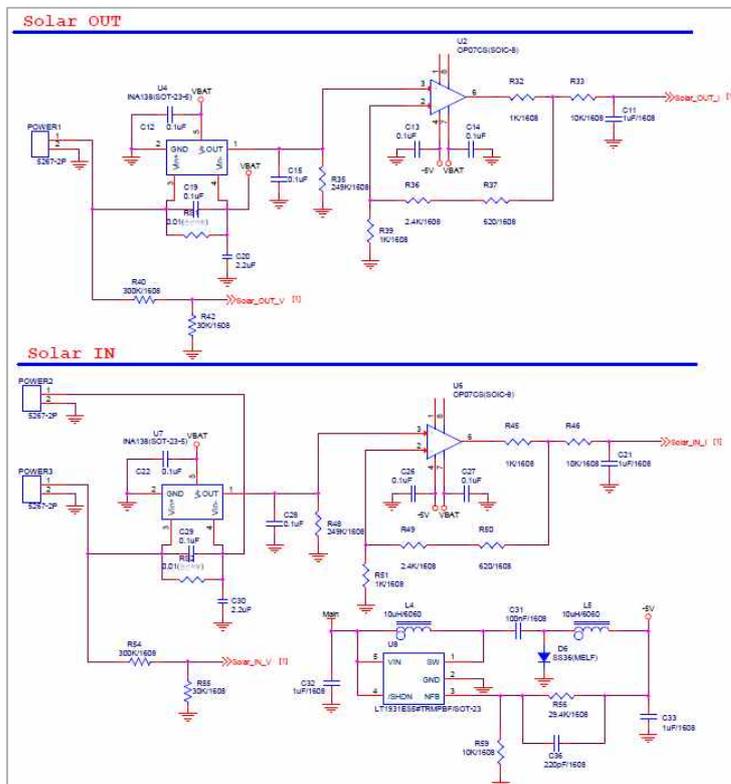


< 슬레이브 시스템 구조도 >

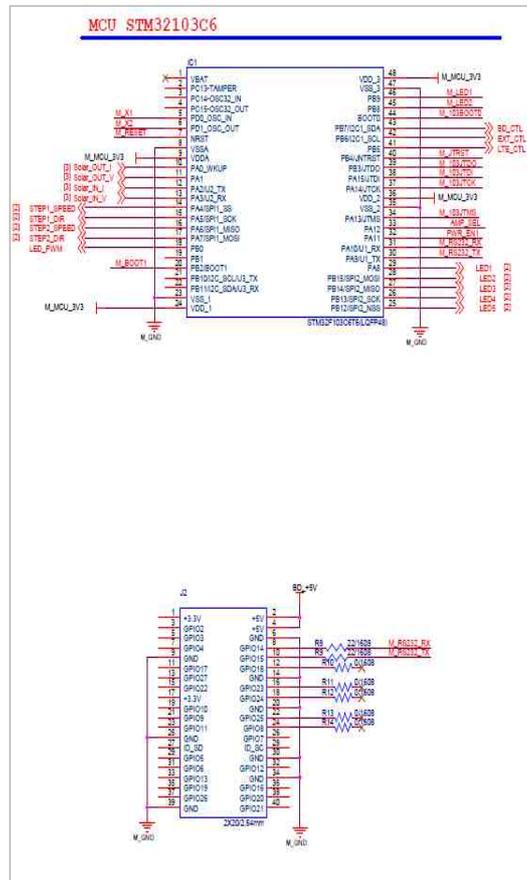
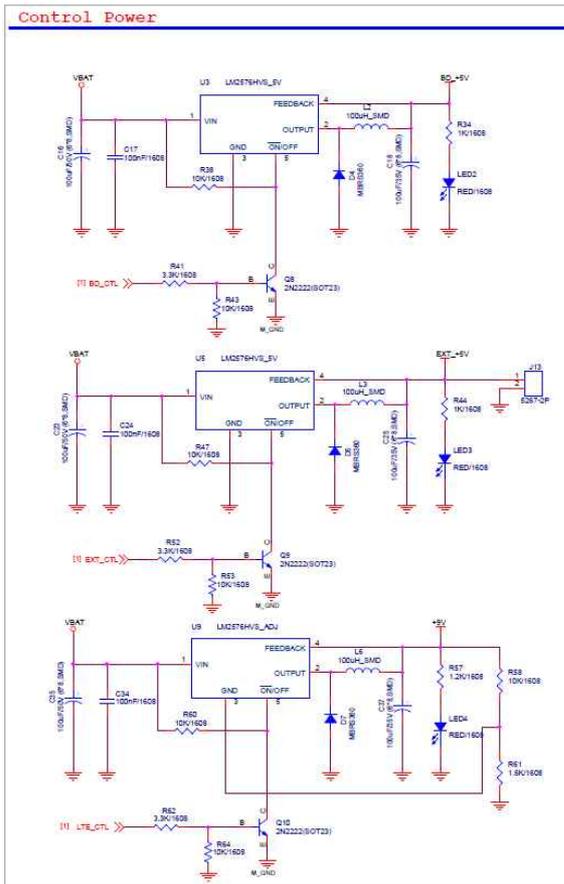
- 2차 시제품은 라즈베리파이 보드를 사용하여 인터넷망과 통신 및 DB 역할을 할 수 있도록 하였으며 레이저, 스피커 및 모터 제어를 위한 제어보드는 별도로 설계를 진행하였음
- 제어보드는 전원부, 제어부, 음원출력부, 모터제어부, 레이저출력부, 태양광 출력부로 구성되어 있음



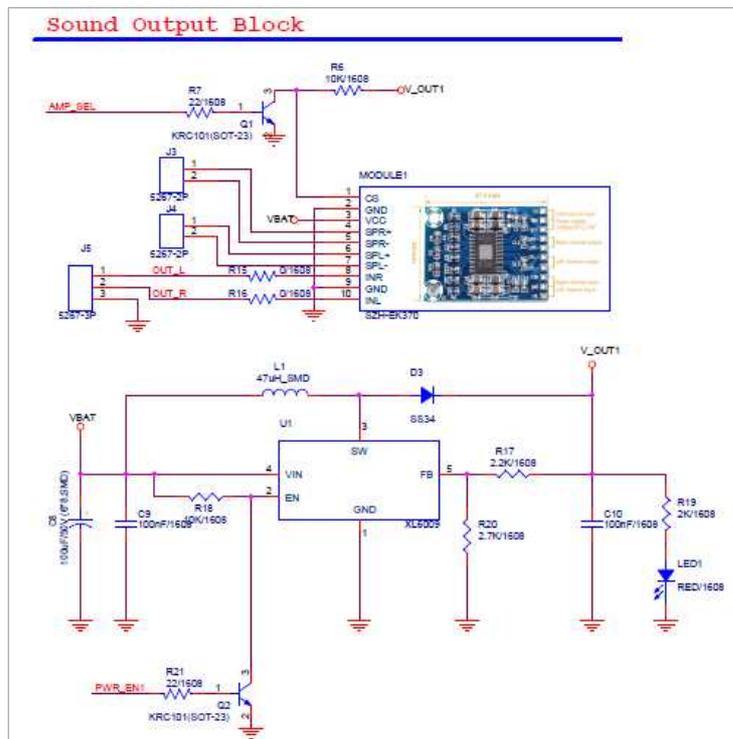
<라즈베리파이 보드 회로도>



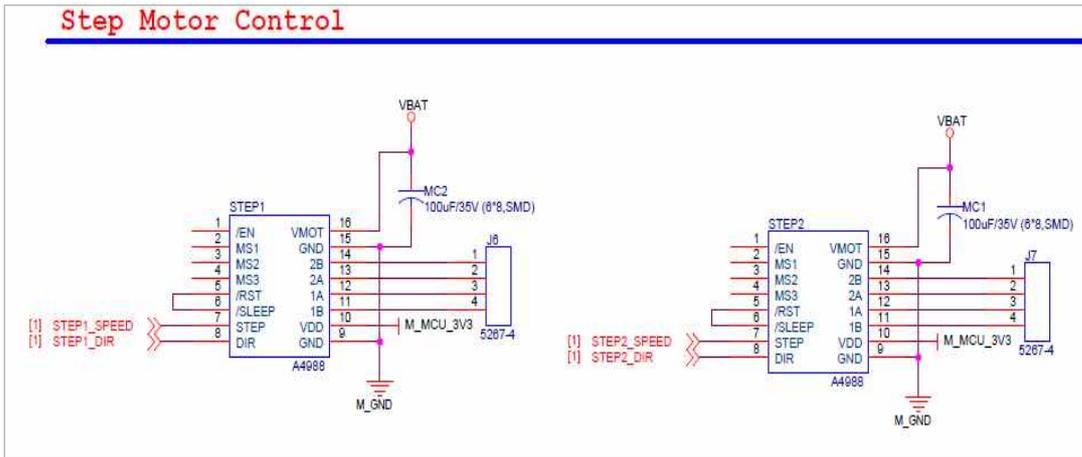
<제어부 회로도 - 태양광 출력부 >



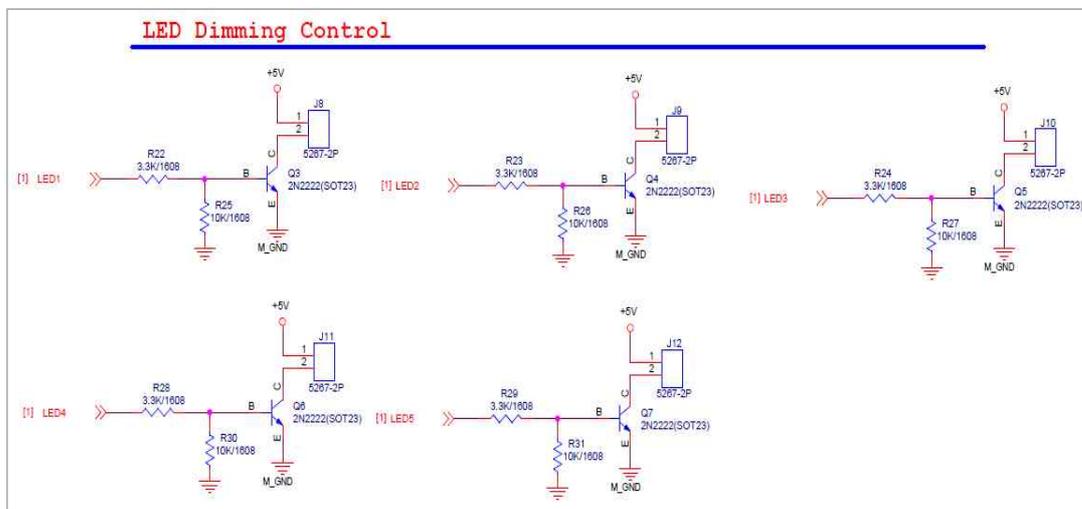
<제어부 회로도 - (좌)전원부, (우)제어부 >



< 제어부 회로도 - 음원 출력부 >

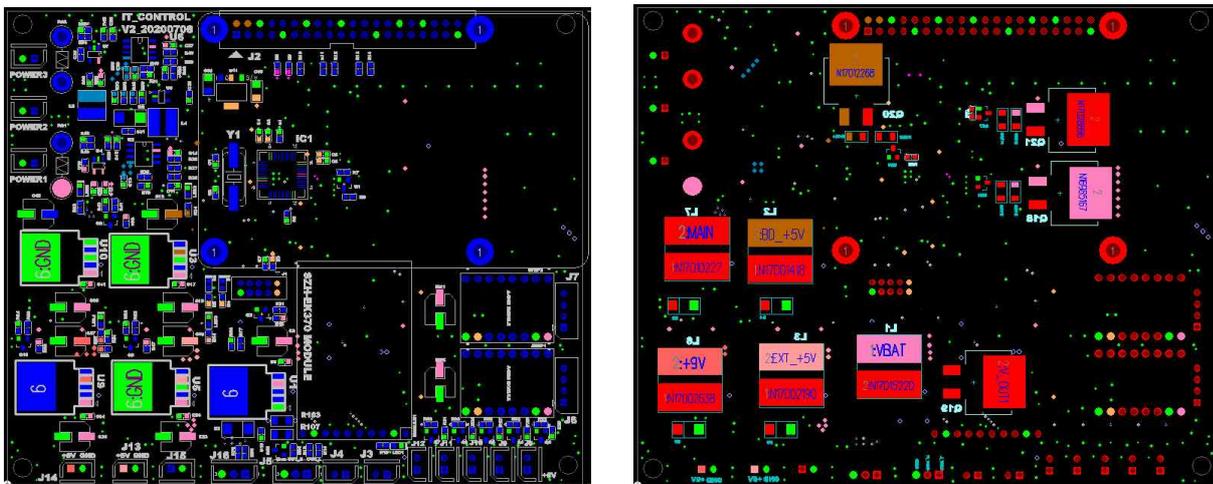


< 제어부 회로도 - 모터 출력부 >



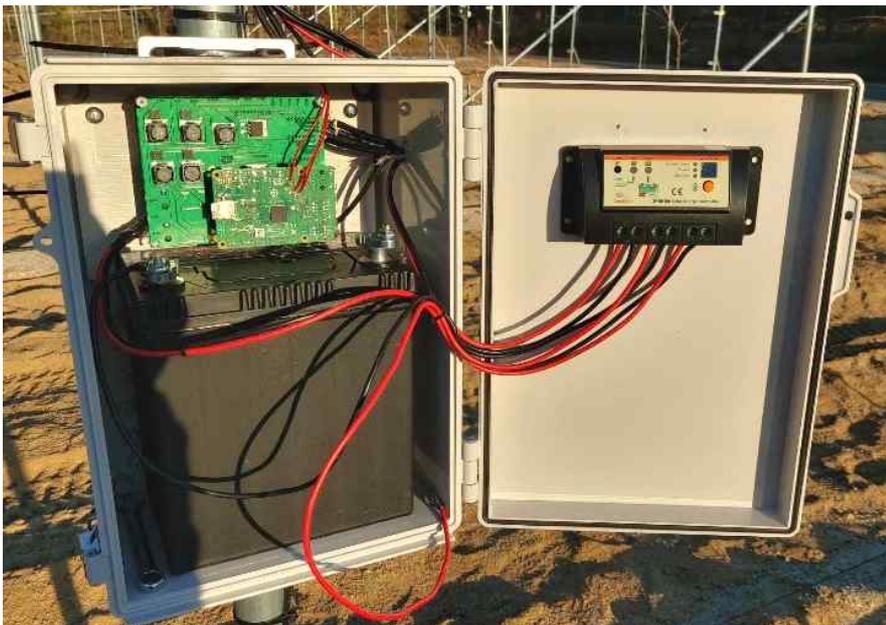
< 제어부 회로도 - 레이저 제어부 >

○ 상기 회로 설계도를 기반으로 라즈베리파이 보드는 일반 구매를 통해 공급하였고 제어부는 아래 이미지와 같이 PCB 아트웍 작업을 통해 제작 설계를 수행하였음



< 제어부 PCB Art-work 작업 파일 >

- 조류퇴치기 2차 제어부 PCB 제작 및 모듈 어셈블리를 수행하였음
- ㈜에코팜에서 개발된 제어부 전장박스 상단에 위치할 수 있도록 아웃라인 사이즈를 선정 하였으며, 하단에는 배터리를 장착하였음



< 2차 시제품 제어보드 >

- 조류퇴치시스템을 설치한 후 하기의 순서와 같이 초기 설정을 수행하여야 하며, 1회 설정 이후에는 자동으로 동작하도록 하였음
- * Fi-Box 내 설치된 축전지에 전원을 연결
- * Rapsberry-pi의 HDMI연결단자와 모니터를 연결
- * 부팅 후 아래화면이 나오면 비밀번호를 입력

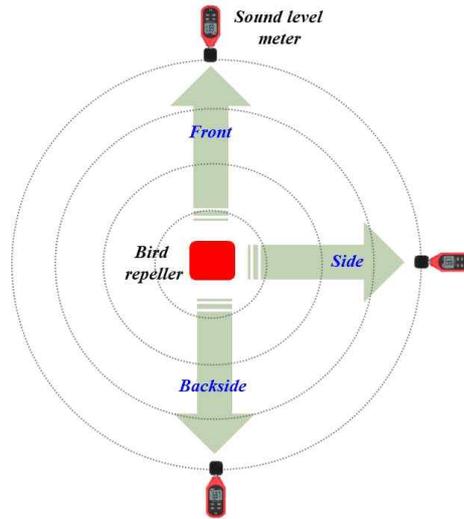


- * Password : 1234567890abc
 - * 로그인 후 우측 상단의 Wi-Fi를 클릭하여 네트워크를 연결
 - * Network ID : mLTExxxx(숫자네자리)
 - * Password : mexusxxxx(숫자네자리는 ID의 마지막 숫자와 동일)
 - * Rapsberry-pi 가 Wi-Fi에 연결될때까지 대기한다(약1분이내)
 - * Wi-Fi가 연결되면 자동 작동
- 2차 시제품에서는 제어부 및 통신부 신규 설계 이외에도 1차 시제품 리뷰에서 발견된 음원 증대에 대해서도 부품 사양 변경 및 신호처리 개선을 통해 구현하였음
 - 개선시제품에 적용된 스피커는 기존 스피커보다 용량, 출력주파수, 음압 특성이 우수한 제품으로 변경하였으며, 방수기능이 구현되어 있어 야외용으로 사용하기에도 적합함. 아래는 기존 및 개선 조류퇴치시스템에서 사용된 스피커 사양을 비교한 것임

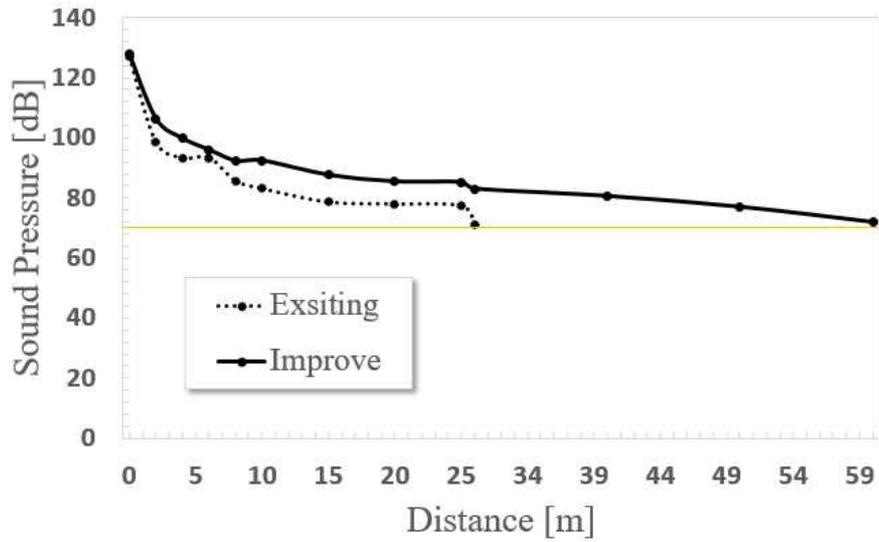
Parameters	Existing	Improve
Power	10 W	20 W
Frequency	~ 7 kHz	~ 10 kHz
SPL (Sound Pressure level)	94 dB/w/m	96 dB/w/m
Image		

- * 시험 장소 : KIRO 테스트 베드
- * 시험 목적 : 퇴치기 기존 및 개선 시제품 방향별/거리별 음원 데시벨 특성 확인
- * 시험 수량 : 1SET
- * 시험 방법 : 시제품 기준 전방/측면/후방별 거리에 따른 dB 측정
- * 시험 결과

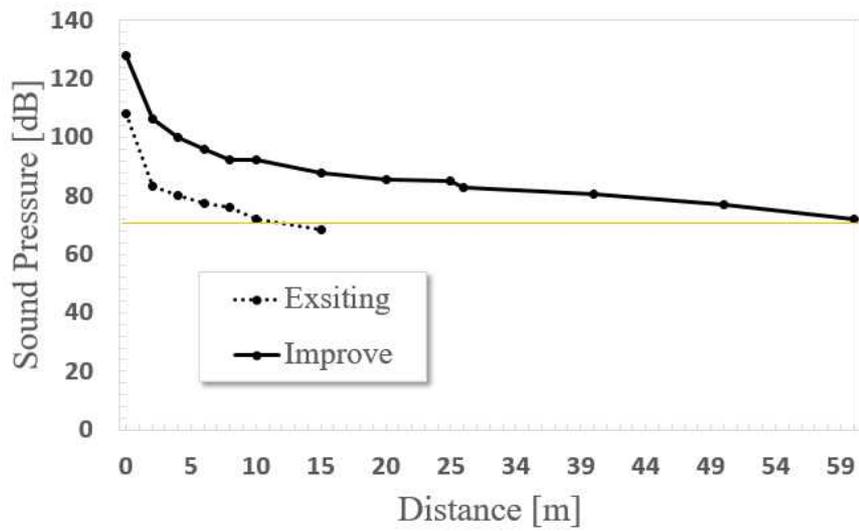
- 측정 위치



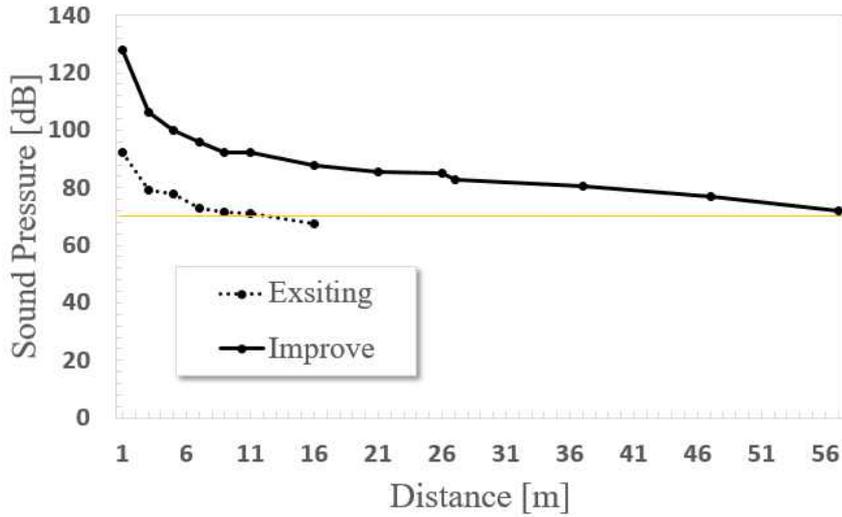
- 측정 결과



< 전방 음압 측정 >



< 측면 음압 측정 >

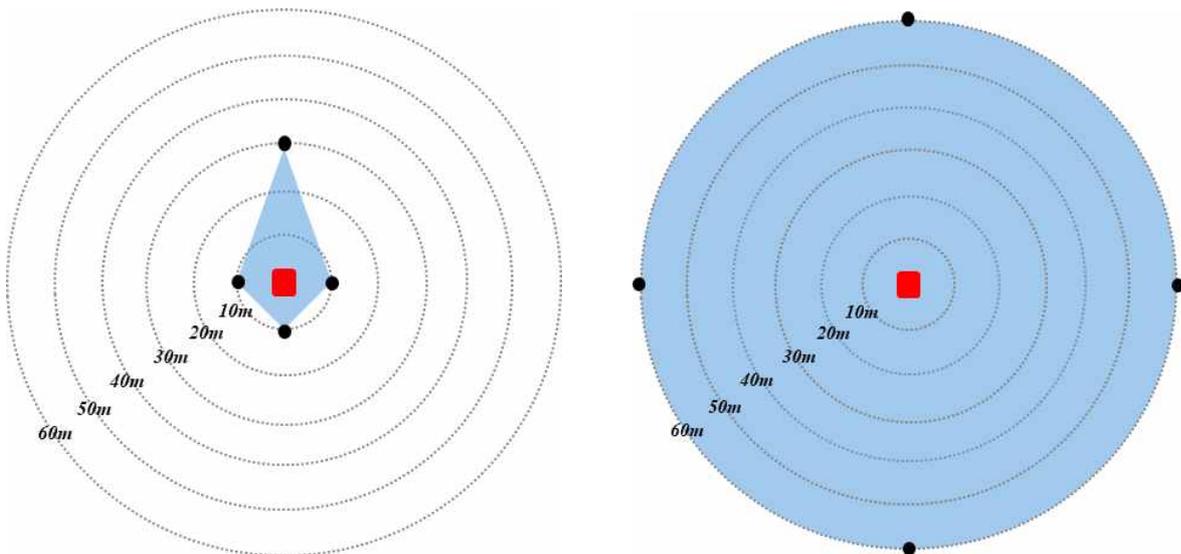


< 후방 음압 측정 >

- 기존 제품은 0m에서 전방 대비 측면, 후면의 음원의 음압은 19~35dB(A) 정도로 크게 차이가 나며, 거리가 멀어짐에 따라 음압 역시 지속적으로 감소하여 전방 30m 거리에서 약 71.1dB(A)가 측정되었음.
- 반면에 스피커 음압 향상 및 회전형 스피커 구조를 반영한 개선 퇴치시스템은 스피커 음압이 전체적으로 10dB(A) 증가하였고, 스피커가 360도 회전을 하기 때문에 방향에 따른 차이 없이 전 방향 동일한 음압 특성을 보였음.
- 60m 거리에서 71.8dB(A)가 측정되어 기존 퇴치시스템 대비 음향 전달 거리가 약 2배 증가하였음을 확인하였음.

- 고찰

- 개선 퇴치시스템의 경우 사방의 점을 원 형상으로 이어서 면적을 정의하고, 해당되는 영역을 원 넓이로 계산할 경우 약 11,304m²(약 3,419평)로 퇴치 면적이 확인되었음.



< 퇴치 영역 표시 (좌) 기존시제품, (우) 개선 시제품 >

나. 태양광을 활용한 전원부 개발

(1) 소비전원 계산

- 외부 전원없이 무선으로 퇴치가 동작하기 위해 에너지 발전 방법으로 태양광 발전을 선정하였음
- 태양광 모듈은 타 제품외에도 산업적으로 가장 널리 사용되는 발전 방식이므로 원가 및 제품 안정화 측면에서 우수함
- 조류퇴치시스템에 적절한 태양광 모듈을 선정하기 위해서는 시스템의 소비전원을 계산하여 예측하는 과정이 필요함

* 상시전원 부품 소비전원 계산

부품명	전압(V)	평균전류(A)	최대전류(A)	평균소비전력(W)	최대소비전력(W)
Raspberry Pi 3+	5	1.5	2.5	7.5	12.5
LTE Router	9	1.5	2.5	13.5	22.5
태양광컨트롤러	-	-	-	-	-
제작보드	5	0.1	1	0.5	5
합계	-	3.1	6	21.5	40

* 작동 부품 소비전원 계산

부품명	개수	작동시간(분)	사용시간	전압(V)	평균전류(A)	최대전류(A)	평균소비전력(W)	최대소비전력(W)	시간당소모전류(A)	시간당소모전력(W)
레이저	8	10	0.166667	5	0.04	0.04	0.2	0.2	0.05333333	0.2666667
모터(17HS8401)	2	10	0.166667	12~24		1.7	2	48	0.5666667	16
A4988모터드라이버	2									
스피커(PA-125B 10PH)	1	15	0.25				20			5
파워엠프칩										
					1.74	2.04	68.2	0.2	0.62	21.26667

* 작동 부품 전원 사용시간 반영

시작시간	종료시간	시간	무충전일	와트수	전류량(12V)AH
오전 5:00:00	오후 7:00	14	3	2573	214
오전 8:00:00	오후 6:00	10	3	1838	153

시간	무충전일	와트수	전류량(12V)AH
14	3	2573	214
10	3	1838	153
6	3	1103	92
3	3	551	46

* 장비운용을 위해서 1시간당 60W 사용함.

흐린날이 3일이라고 가정할 때, 하루 6시간 운전하면 100AH, 하루 3시간 운전하면 50AH임

(2) 태양광 전원부 부품 선정

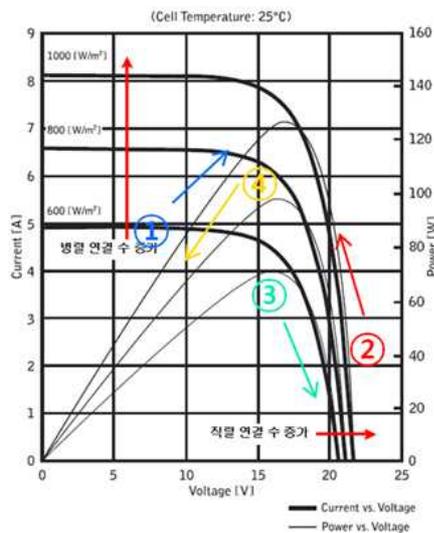
- 태양광 패널 : 솔라콤 태양광 모듈 (30W) 전지판 패널 (18V)



<태양광 패널 부품>

- 태양광 충전기 : LS-1024R

- * 태양광을 이용하여 전력을 발생하는 태양광 인버터에서 중요한 알고리즘 중에 하나가 최대전력 추종(MPPT : Maximum Power Point Tracking) 알고리즘임. 이러한 알고리즘은 여러가지가 있는데 가장 보편적으로 사용하는 방식은 P&O (Perturbation & observation)방식임.
- * 계통연계 인버터는 항상 태양전지의 최대 전력 발생지점(MPPT)을 추적하는 알고리즘을 통해 계통으로 최대 발전전력을 송전함.
- * 태양전지는 아래와 같은 전기적인 특성을 가지고 있음. 가는 선이 전력의 특성을 나타내는 선이고 굵은 선이 전압과 전류의 특성 곡선임.

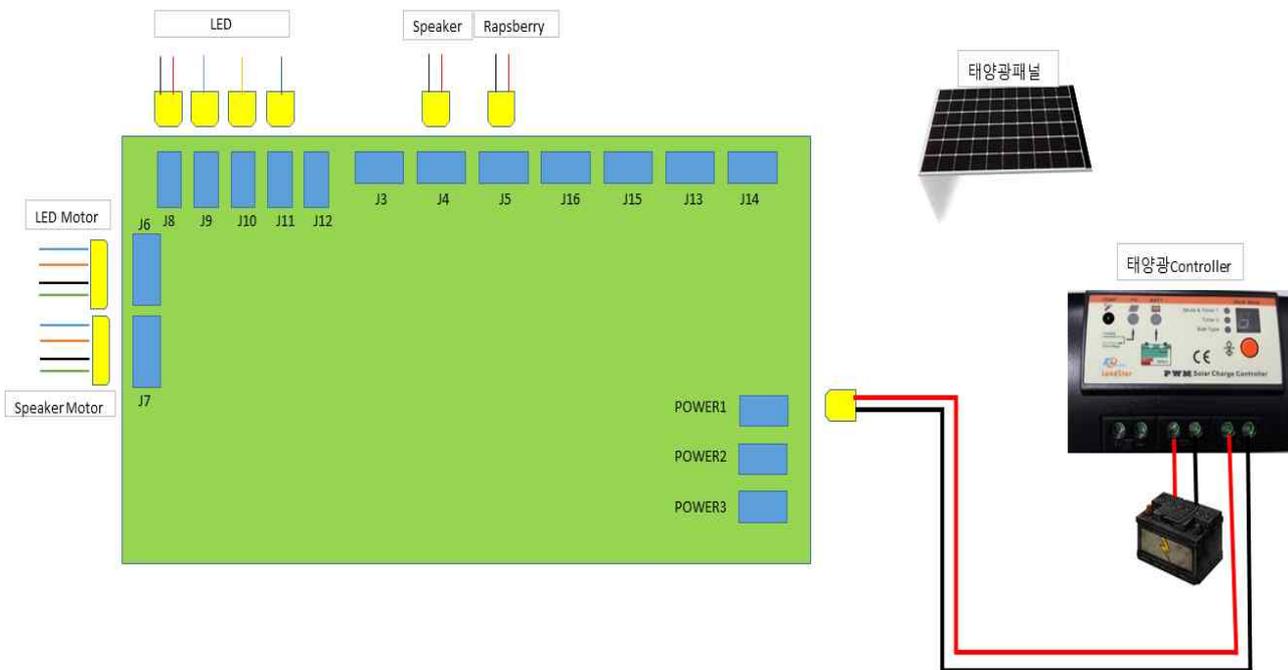


<태양전지 전기적 특성>



<태양광 충전기 부품>

(3) 태양광 모듈 및 충전기 결선



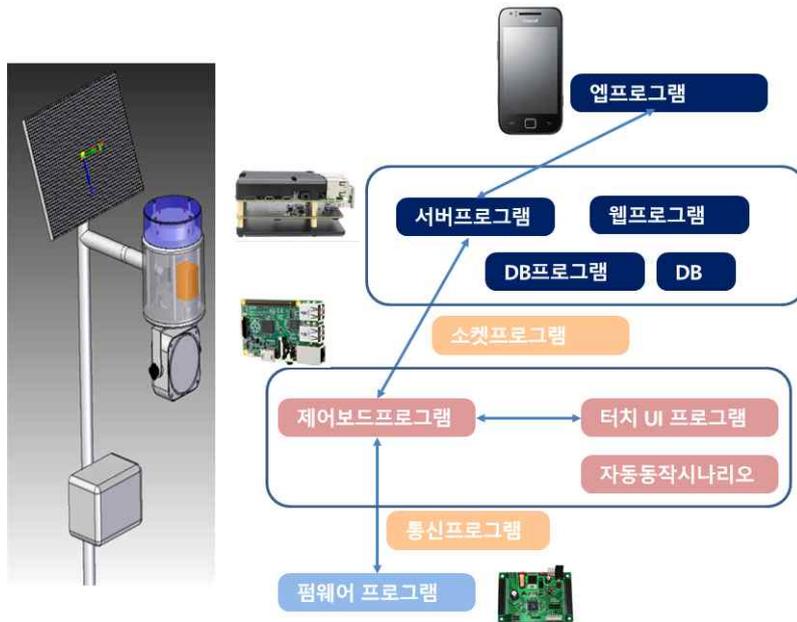
< 시스템 전원부 결선도 >

- 태양광 충전 컨트롤러는 배터리와 태양광 패널 전원을 모두 연결한 후, 태양광 패널에서 발전이 되어 충전이 될 경우에는 배터리 충전을 진행하고, 비오는 날과 같이 발전이 없을 때는 배터리 전원을 사용하도록 제어됨

다. 퇴치시스템 시스템 구성

(1) 전체 시스템 운영 구성도

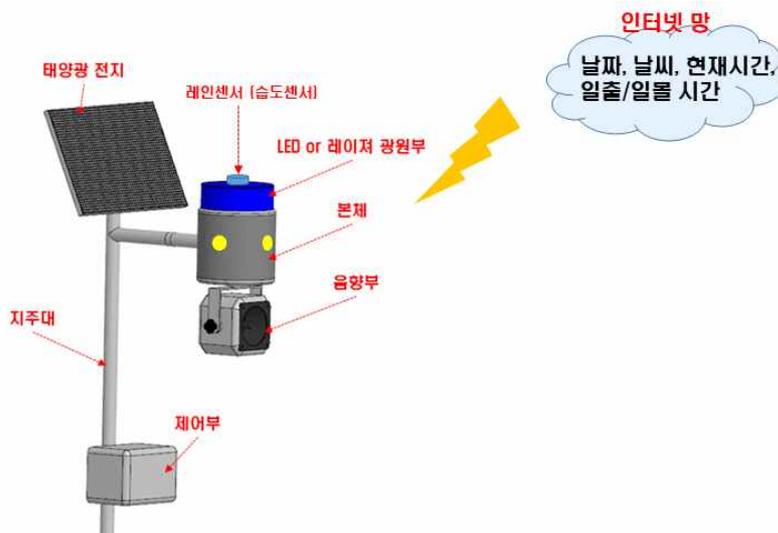
- 2차 조류퇴치시스템은 언급한 바와 같이 마스터의 라우터를 통해 인터넷 망에서 수신한 정보를 기반으로 구동하는 구성이므로 아래 그림과 같이 펌웨어 프로그램, 통신 프로그램, 제어보드 제어프로그램, 서버 프로그램, 앱 프로그램으로 구성될 수 있음



< 2차 시제품 S/W 구성도 >

(2) 퇴치기 시스템 구동 시나리오

- 조류퇴치기는 인터넷 망을 통해 당일 일출/일몰 시간 및 날씨 정보를 접수하여 동작함
- 밭이나 과수원은 환경 상 상시 전원을 공급하기 어렵기 때문에, 태양광 모듈을 통해 자가 발전 방법을 많이 사용함.
- 크기의 한계 및 전력을 자가발전을 해야 하므로 공급전력이 충분하지 않기 때문에 퇴치 효과는 높이는 동시에 효율적으로 전력관리를 할 수 있는 방법이 필요함
- 조류는 야간이나 비 오는 날에는 먹이 활동이 하지 않기 때문에 퇴치기가 동작될 필요가 없으므로 전력 관리 차원에서 자동 감지하여 동작을 멈출 필요가 있음
- 입력 정보 및 신호
 - * 내부 구성된 라우터로 인터넷망으로 부터 날짜, 현재시간, 일출시간, 일몰시간, 날씨 정보를 수신함
 - * 태양광 모듈 발전 전압 신호

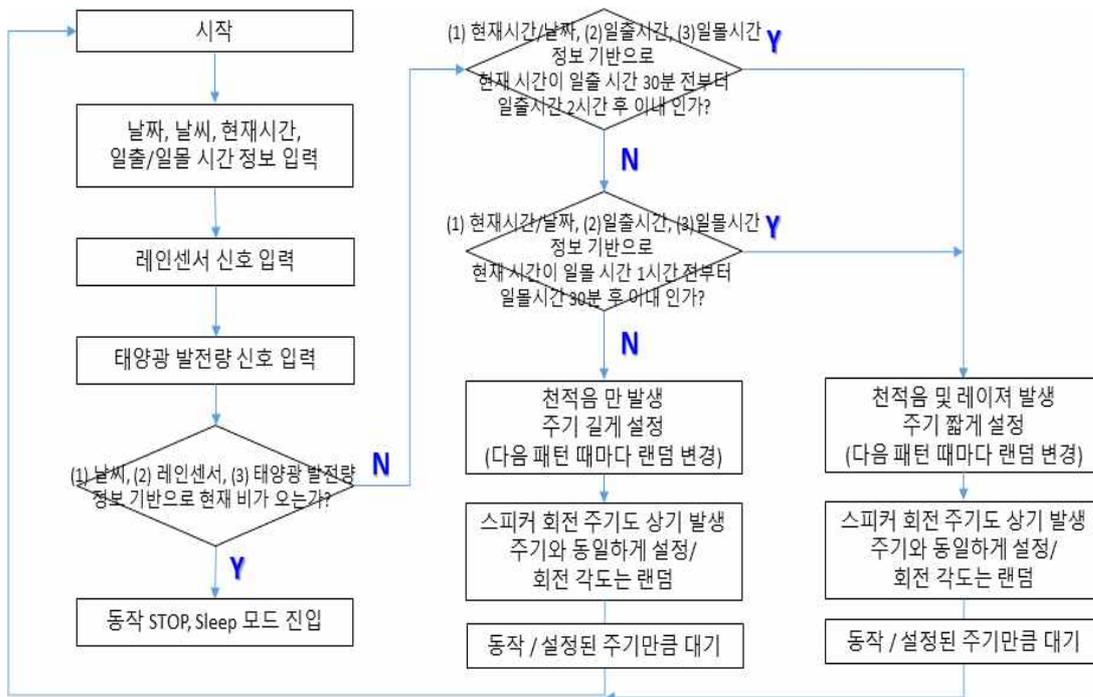


< 시나리오 이미지 >

○ 구동 시나리오

항목	내용
스피커 회전 각도	- 각도 범위 : 0~360도 - 단위 : 10도 - 랜덤함수를 통해 선정된 해당 각도로 회전
스피커 회전 주기 (인터벌)	- 주기 범위 : 앞장 주기 내용 참조 - 스피커 먼저 회전 후 소리 발생
레이저 회전	- RPM범위 : 3종 (구동 가능한 RPM 범위 내에서 육안으로 구별되는 RPM 3종 선정) - 랜덤함수로RPM 종류를 선정하여 회전
레이저 깜빡임	- 깜빡임 주파수 : 3종 (구동 가능한 깜빡임범위 내에서 육안으로 구별되는 3종 선정) - 랜덤함수로 주파수 선정하여 회전
레이저 발생 주기 (인터벌)	- 스피커 회전 주기와 동일 - 단 1회 동작 시 20초 이상 무조건 동작 (스피커 소리 발생 이후에도 레이저는 동작됨)

○ 구동 패턴 알고리즘



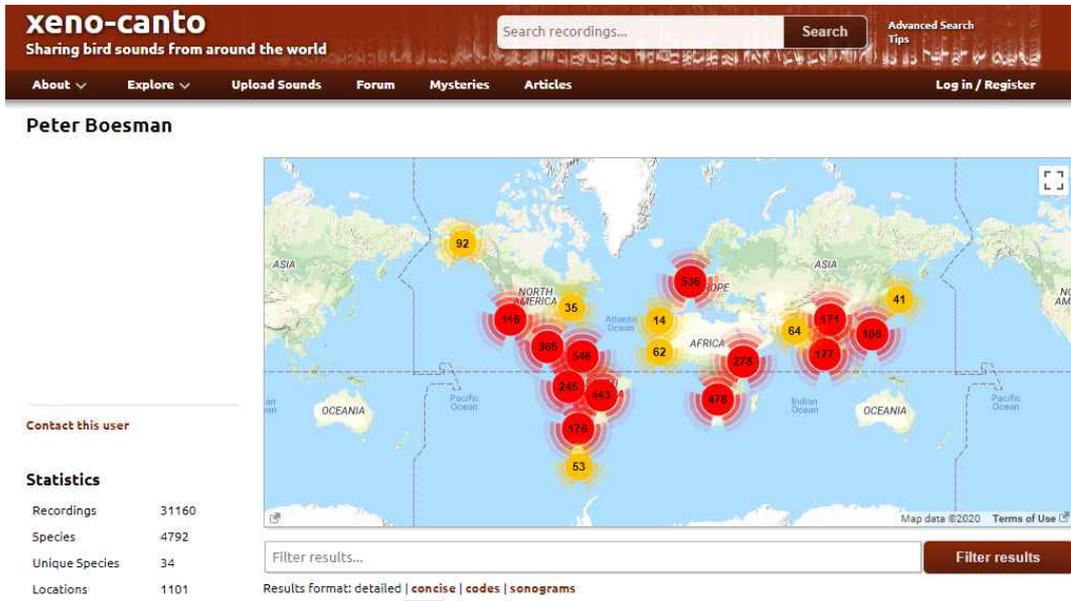
(3) 시스템 적용 주요 하드웨어 선정

레이저 모듈	구동 모터																		
																			
<ul style="list-style-type: none"> - 작동 전압: DC 5V - 동작 전류: <40mA - 광 출력: <5mW - 길이: 헤드 직경 6mm / 전원 선 120mm 	<table border="1" data-bbox="774 651 1332 779"> <thead> <tr> <th>Motor Length (mm)</th> <th>Rated Current (A)</th> <th>Phase Resistance (Ω)</th> <th>Phase Inductance (mH)</th> <th>Holding Torque (N.cm Min)</th> <th>Detent Torque (N.cm Max)</th> <th>Rotor Inertia (g.cm²)</th> <th>Lead Wire (No.)</th> <th>Motor Weight (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>1.3</td> <td>2.5</td> <td>5.0</td> <td>40</td> <td>2.2</td> <td>54</td> <td>4</td> <td>280</td> </tr> </tbody> </table>	Motor Length (mm)	Rated Current (A)	Phase Resistance (Ω)	Phase Inductance (mH)	Holding Torque (N.cm Min)	Detent Torque (N.cm Max)	Rotor Inertia (g.cm ²)	Lead Wire (No.)	Motor Weight (g)	40	1.3	2.5	5.0	40	2.2	54	4	280
Motor Length (mm)	Rated Current (A)	Phase Resistance (Ω)	Phase Inductance (mH)	Holding Torque (N.cm Min)	Detent Torque (N.cm Max)	Rotor Inertia (g.cm ²)	Lead Wire (No.)	Motor Weight (g)											
40	1.3	2.5	5.0	40	2.2	54	4	280											
모터 드라이버	라우터																		
																			
<ul style="list-style-type: none"> - 동작전압 : 6~30V - 허용전류 : 약 1A 이하 	<ul style="list-style-type: none"> - 전원 9V, 1.5A - OS : Linux kernel 2.6x - weight : 200g 																		
스피커	배터리																		
																			
<ul style="list-style-type: none"> - 임피던스 : 4ohms - Nominal power : 15W - Sensitivity : 94dB/w/m 	<ul style="list-style-type: none"> - 용량 : 50Ah - Post type : LUG - Polarity : L (-. +) 																		

라. 조류퇴치시스템용 음원 생성 알고리즘 개발

(1) 천적음 및 스트레스음 수집

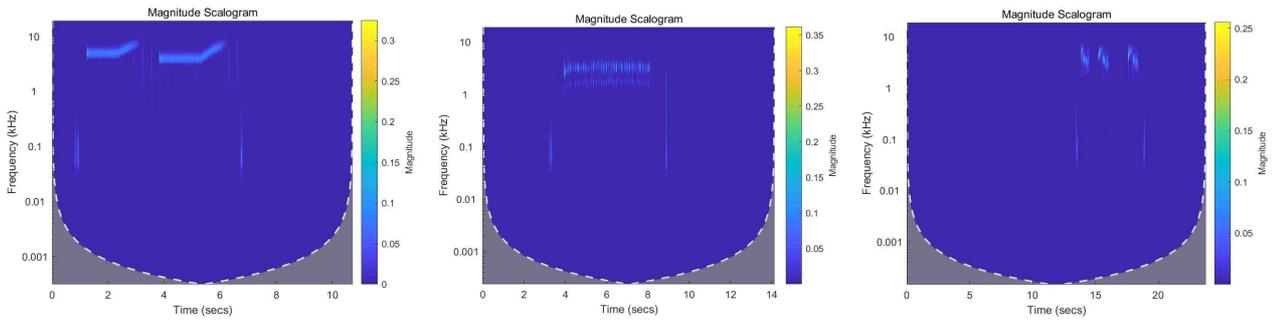
- 본 연구에서는 에코팜에서 제공해준 유해 조류 가청 주파수를 고려해서 유해 조류의 스트레스 음원의 정보를 수집함(폭팔음, 팽가리, 멧금류 등)
- 천적음 및 스트레스 음을 녹음하는 것은 한계가 있으므로, 해외 웹사이트에서 국가별로 무료로 제공되는 새소리의 음원 정보를 수집함(멧금류, 동물 죽는소리 등).



<음원 무료사이트의 예>

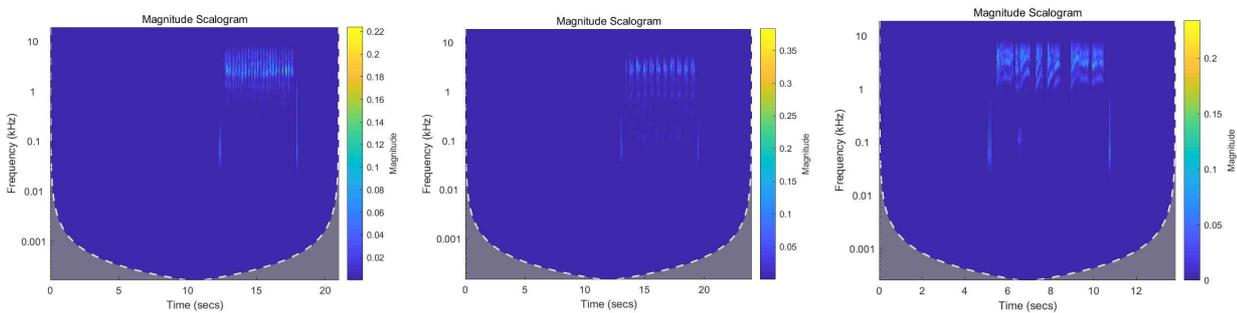
(2) 천적음 및 스트레스음 스펙트럼 분석 및 Data Augmentation로 음원 생성

- 유해 조류의 스트레스 소리, 천적음 등을 웹에서 제공되는 무료 음원을 다운받아서 스펙트럼 분석을 통해 주파수 대역과 Magnitude의 값을 확인함.
- 음원의 신호의 특성을 분석하기 위해 시간-주파수 성분으로 나타내기 위해서, STFT(Short Time Fourier Transform)과 Wavelet Transform을 적용함.
- STFT는 신호를 일정한 크기의 창으로 잘라내서 시간 별 주파수를 알아내는 방법으로 창의 크기에 따라 창의 작은 경우에 어떤 주파수가 어떤 시간에 존재하고 있는가를 구분하기 편해지고, 창의 크기가 큰 경우에 큰 주파수가 존재하고 있는가를 알기 편해지므로, 최적의 창의 크기를 찾는 문제에 빠지는 것을 확인함.
- 본 연구에서는 다양한 스트레스 소리, 천적음 등의 다양한 소리의 창의 분석이 필요하므로 Wavelet Transform을 적용하는 것으로 결정함.
- Wavelet 변환을 하게 되면 Time, Frequency, Magnitude에 대한 정보가 획득이 가능하며, 그림 11와 같이 데이터를 분석한 결과임.



< 매소리의 스펙트럼 분석 >

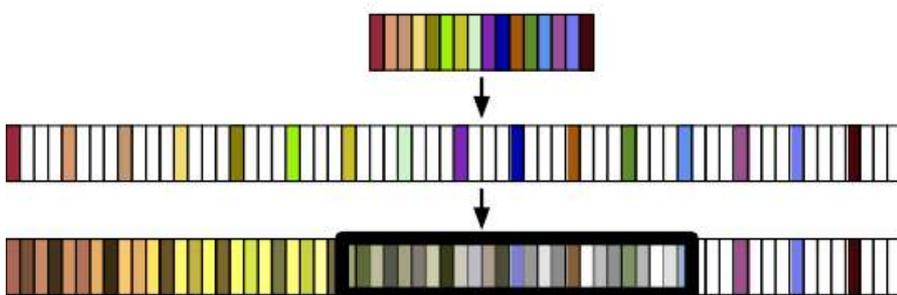
- 분석된 매소리의 Data Augmentation을 적용해서 음원을 생성해냄. 기존의 스펙트럼의 주파수 변환, 음원 이동, 확대/축소 등을 통해 재가공해서 새로운 음원을 생성해냈으며, 시제품에 217개를 선택해서 사용함.



< Data Augmentation으로 생성된 스펙트럼 영상 >

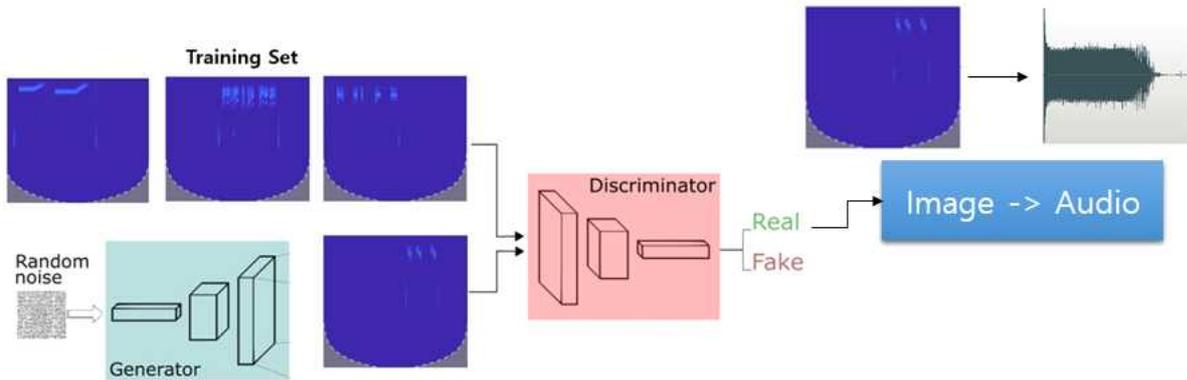
(3) 인공지능 네트워크 모델 설계

- 분석된 음원 데이터를 인공지능 네트워크 모델을 설계하기 위해서는 입력 데이터의 형태가 중요한 것을 확인함.
- Data Augmentation으로 생성된 스펙트럼과 기존의 음원 스펙트럼을 분석한 결과 이미지에서의 마스크 연산과는 다르게 일정한 주기성과 다양한 Phase의 특성을 가진 것을 확인함.



< 음원 데이터의 예 >

- 수집된 음원들은 재생시간, 주파수 등이 전부 다르며 영상과는 고유한 특성을 추출하는 부분에 명확한 척도가 존재하지 않았음.
- 기존에 대중화되어있는 영상 GAN을 활용하여 영상을 음원으로 변환시켜서 음원 특성을 얻기 위해서 GAN의 네트워크 모델을 설계하여 진행함.
- 실행결과 음원이 변환된 영상은 Real과 Fake로 영상을 생성했으며, Real로 학습된 영상을 음원으로 변환함.
- 변환된 음원을 재생했으나 실제 새소리와 같은 패턴의 소리 또는 비슷한 느낌은 없는 것을 확인함. 실제 영상과 오디오 데이터 자체가 다른 부분이 존재하기 때문에 새소리의 고유한 특성만 추출해서 학습시키는 것은 실패함.



< 영상데이터를 활용한 GAN의 예>

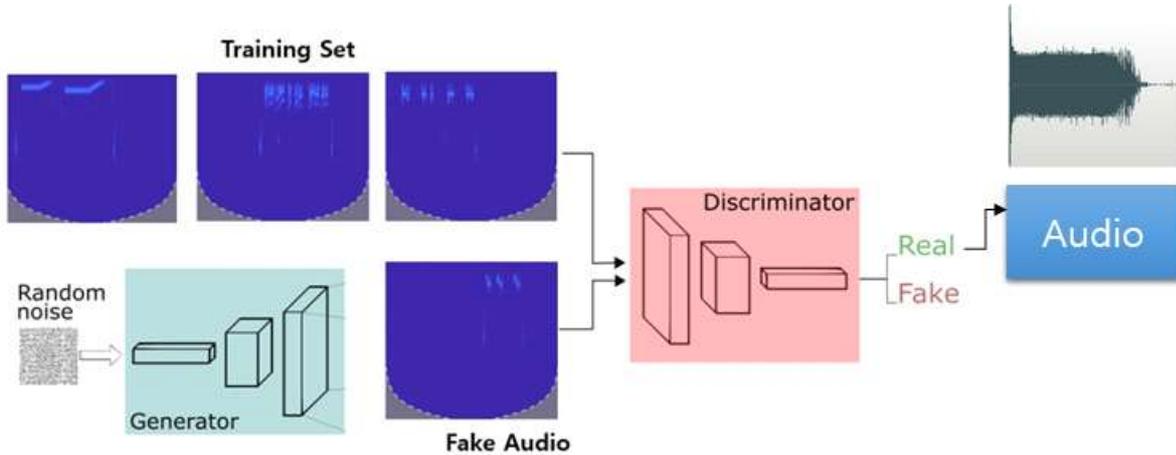
- 음원만 학습 시에는 재생시간이 다르므로 새소리의 연속 주기 성분을 담기 위해서 1초, 2초, 3초 등으로 라벨링을 해서 학습할 데이터셋을 구성함.
- 음원의 네트워크 모델에서 1x25의 필터를 사용하였으며, Stride는 2에서 4를 선택해서 구성하였음.
- 생성된 음원의 한 개의 최종 길이는 16,384개의 값으로 표현하였으며, 벡터의 길이가 4의 거듭제곱으로 표현되며 16kHz로 샘플링된 합성 오디오의 약 1초를 얻기 위해서는 16,384로 설정함.
- 음원 GAN과 이미지 GAN은 동일하며 필터를 1차원으로 변경하고 4배로 업스케일 및 축소를 하는 과정이 필요하며, Loss function을 구하는 방식은 동일 한 것을 확인함.
- 본 개발 과제의 Loss function은 학습한 음원의 예제와 G의 샘플 모두에 올바른 라벨링이 할당할 확률을 최대화하기 위해서 트레이닝을 함.

$$\min_G \max_D V(D, G) = \underbrace{\mathbb{E}_{x \sim p_{\text{data}}(x)} [\log D(x)]}_{\text{Discriminator loss}} + \underbrace{\mathbb{E}_{z \sim p_z(z)} [\log(1 - D(G(z)))]}_{\text{Generator loss}}.$$

< 설계한 GAN Loss function>

- G는 $\log(1-D(G(z)))$ 로 G값이 최소화가 되게 하면서 트레이닝을 진행함.

- Transposed Convolutions를 사용하여 오디오 노이즈를 16,000 긴 벡터로 업 스케일링 하면 이미지와 같이 바둑판처럼 끝에 부분이 영향을 미치기 때문에 Discriminator는 생성된 음원을 쉽게 구분할 수가 있으며, 이를 해결하기 위해 Phase Shuffle을 사용함.
- Phase Shuffle은 Discriminator가 필터가 가진 고질적인 문제의 생성된 음원을 판단하기 힘들게 만들기 위해서 파라미터 n 을 사용하여 Phase를 랜덤하게 변형하여 고유패턴을 없애서 더욱 판별하기 힘들게 함.
- 16kHz 음원은 16bit x 1,024 (kHz)로 표현이 가능하며 16bit 데이터를 32-bit 부동 소수점으로 실제 데이터를 양자화하여 부동 소수점 파형으로 출력 가능함.



< 음원데이터를 활용한 GAN의 예>

- 최종적으로 설계한 Generator architecture, Discriminator architecture 이며, 표에서 n 은 배치크기, d 는 모델 크기, c 는 채널을 나타냄.

* 설계한 Generator architecture

Operation	Kernel Size	Output Shape
Input z		$(n, 100)$
Dense 1	$(100, 256d)$	$(n, 256)$
Reshape		$(n, 16, 16d)$
ReLU		$(n, 16, 16d)$
Trans Conv1D(Stride=4)	$(25, 16d, 8d)$	$(n, 64, 8d)$
ReLU		$(n, 64, 8d)$
Trans Conv1D(Stride=4)	$(25, 8d, 4d)$	$(n, 256, 4d)$
ReLU		$(n, 256, 4d)$
Trans Conv1D(Stride=4)	$(25, 4d, 2d)$	$(n, 1024, 2d)$
ReLU		$(n, 1024, 2d)$
Trans Conv1D(Stride=4)	$(25, 2d, d)$	$(n, 4096, d)$
ReLU		$(n, 4096, d)$
Trans Conv1D(Stride=4)	$(25, d, c)$	$(n, 16384, c)$
Tanh		$(n, 16384, c)$

* 설계한 Discriminator architecture

Operation	Kernel Size	Output Shape
Input x or G(z)		(n, 16384, c)
Conv1D (Stride =4)	(25, c, d)	(n, 4096, d)
LReLU ($\alpha= 0.2$)		(n, 4096, d)
Phase Shuffle (n = 2)		(n, 4096, d)
Conv1D (Stride =4)	(25, d, 2d)	(n, 1024, 2d)
LReLU ($\alpha= 0.2$)		(n, 1024, 2d)
Phase Shuffle (n = 2)		(n, 1024, 2d)
Conv1D (Stride =4)	(25, 2d, 4d)	(n, 256, 4d)
LReLU ($\alpha= 0.2$)		(n, 256, 4d)
Phase Shuffle (n = 2)		(n, 256, 4d)
Conv1D (Stride =4)	(25, 4d, 8d)	(n, 64, 8d)
LReLU ($\alpha= 0.2$)		(n, 64, 8d)
Phase Shuffle (n = 2)		(n, 64, 8d)
Conv1D (Stride =4)	(25, 8d, 16d)	(n, 16, 16d)
LReLU ($\alpha= 0.2$)		(n, 16, 16d)
Reshape		(n, 256d)
Dense	(256d, 1)	(n, 1)

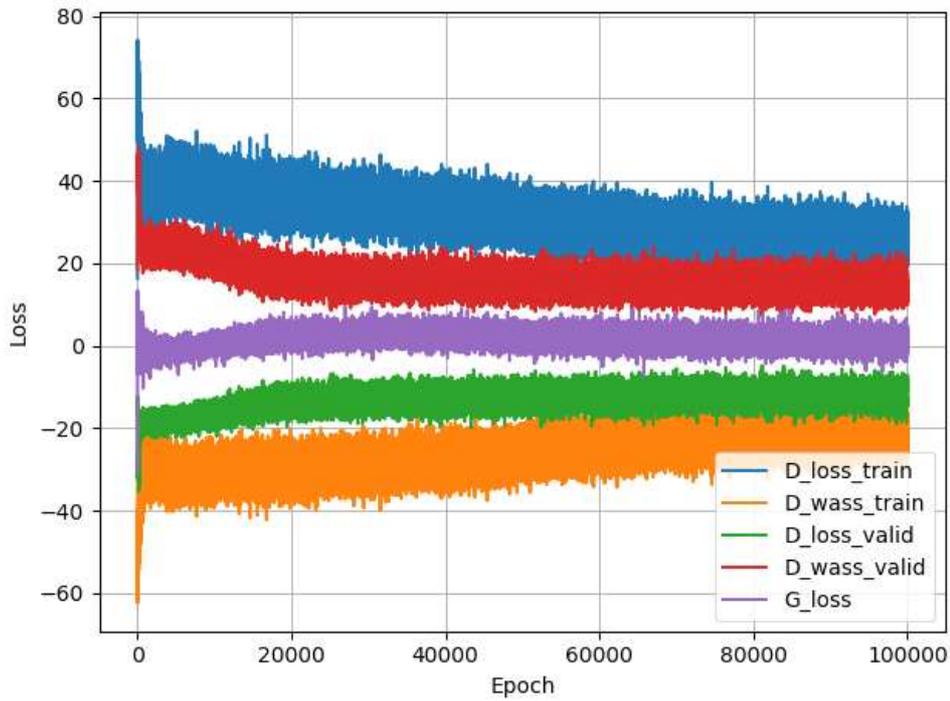
* 사용한 parameters

Name	Value
Input data type	16-bit PCM
Model data type	32-bit floating point
Num channels (c)	1
Batch size (b)	64
Model size (d)	64
Phase shuffle	2
Loss	WGAN-GP
WGAN-GP λ	10
D update per G update	5
Optimizer	Adam
Learning rate	0.0001
Beta 1	0.5
Beta 2	0.9

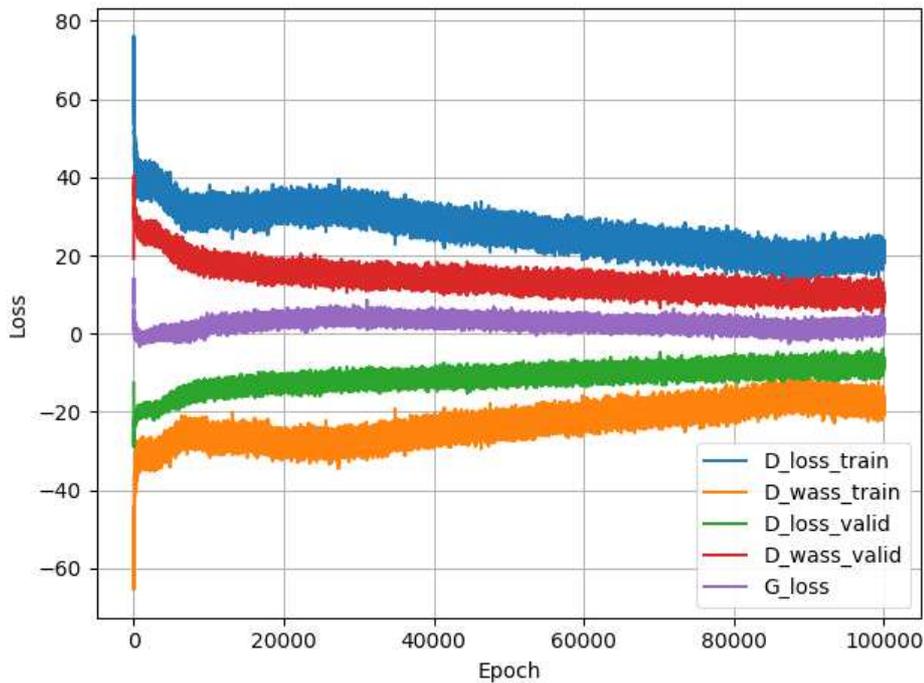
(4) 네트워크 트레이닝 분석 및 최종 음원 결과

- 본 연구에서는 GAN 네트워크 모델을 활용하여 3초, 2초, 1초 라벨링된 음원들을 트레이닝을 진행하였음.
- 3초 라벨링된 음원 트레이닝은 음원의 재생시간 또는 패턴 추출 문제로 트레이닝 자체가 실패하였고, 2초와 1초 라벨링된 음원 트레이닝 결과를 분석해보면 loss function 자체가 0에 가까웠으며, 학습이 되는 것을 확인함

- Learning rate 0.0001 과 Adam을 활용하여 Gradient 조절하였을 시에 결과적으로 트레이닝이 된 것을 확인 가능하였음.

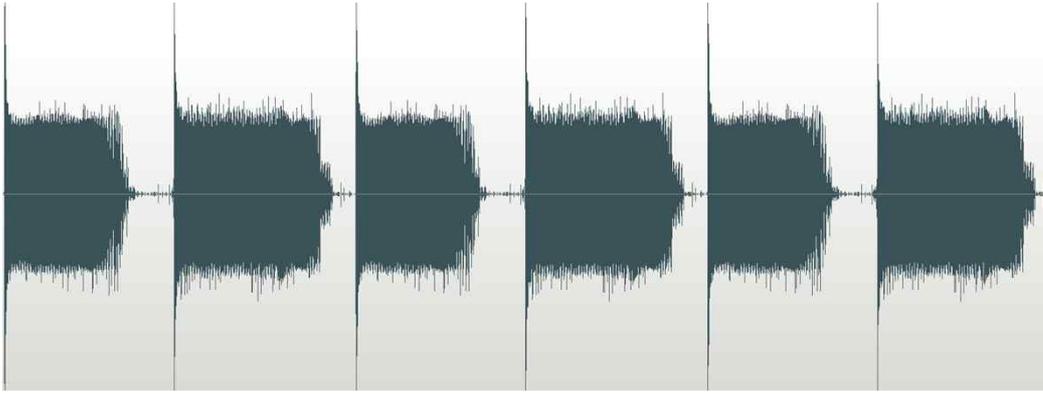


<2초 라벨링된 음원 트레이닝 결과>



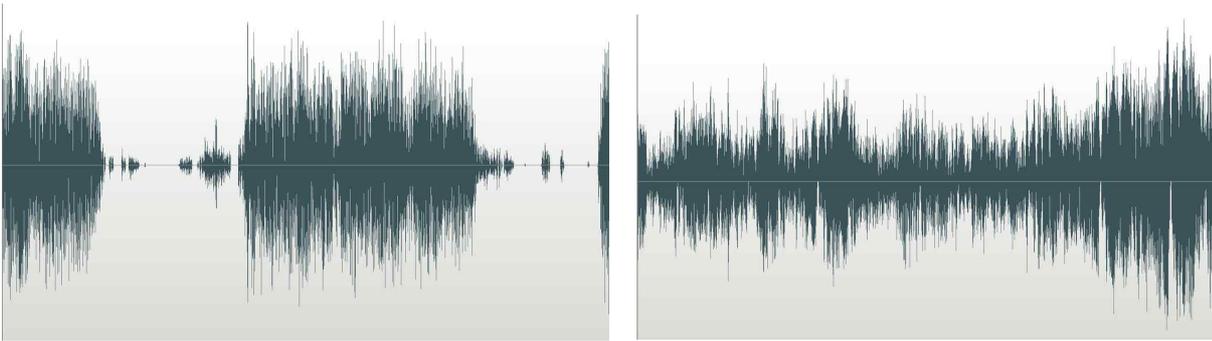
<1초 라벨링된 음원 트레이닝 결과>

- 음원 생성된 GAN의 경우에 영상과 다르게 유사성 또는 정확성을 구하는 척도가 없으므로 실제 사람의 귀로 조류의 소리와 같은지 확인을 할 수 밖에 없었음.



< 트레이닝에 사용된 라벨링된 음원의 예 >

- 학습된 음원의 연속성 주기, 주파수, 재생 시간 등을 추출하여 생성된 음원들은 새소리와 비슷한 음원을 생성해내는데 성공함.
- 다양한 음원(매소리, 부엉이, 독수리, 황조롱이), 멧돼지 죽는소리, 개소리 등등을 활용한 결과 약 500개 이상의 천적음 음원을 생성하였으며, 필요한 만큼 생성이 가능한 장점을 가지고 있음.



< 생성된 천적음 음원 >

마. 조류퇴치기 시제품 성능평가

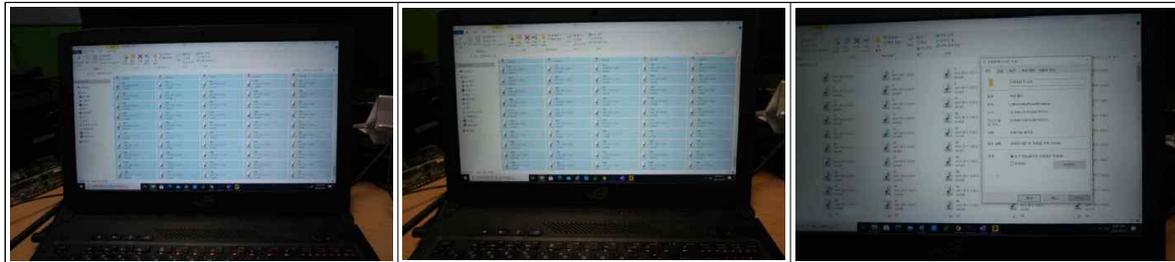
(1) 시험 항목

순	시험항목	요구조건
1	천적음 수	500종 이상
2	퇴치면적	330m ² 이상
3	음원출력 소음측정	127 dBA 이하
4	조류 퇴치 주파수	50종 이상
5	사용시간	2시간 이상

(2) 시험 결과

○ 천적음 수

- * 시험 방법 : 조류퇴치기 시스템 내 저장소에 음원 파일 저장 개 수를 확인
- * 시험 사진



* 시험 결과

시험항목	음원 파일 개수	시험결과
천적음 수	500ea	만족

○ 퇴치 면적

- * 시험 방법 : 조류 퇴치기 스피커에서 80dB이상의 소음발생 거리를 5m 단위로 측정 회전형 스피커임으로 거리를 원넓이로 환산함

* 시험 사진



* 시험 결과

시험항목	거리	소음	시험결과
퇴치면적	15m	83dB	706.5m ²

○ 음원출력 소음측정

- * 시험 방법 : 조류 퇴치기 작동상태에서 시험체의 소음을 측정
전면에서 1m, 바닥에서 1.6m 떨어진 위치에서 10초간 측정하여 평균값을 계산
- * 시험 사진

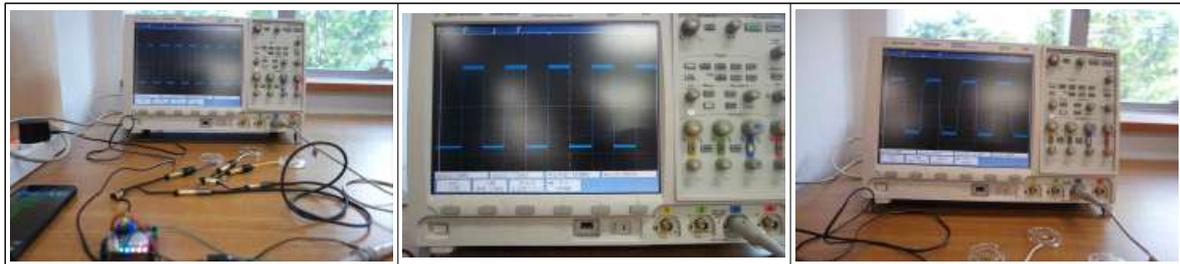


* 시험 결과

시험항목	정량목표	단위	시험결과
음원출력 소음측정	127	dBA	79.4

○ 조류 퇴치 주파수

- * 시험 방법 : 조류 퇴치기 시스템 내 주파수 발생기에서 주파수의 종류를 확인
오실로스코프로 파형 및 주파수를 측정하여 개수를 확인
- * 시험 사진



* 시험 결과

시험항목	주파수 범위	주파수 개수	시험결과
조류퇴치주파수	10Hz ~ 20.1kHz	50 종	만족

○ 사용시간

- * 시험 방법 : 배터리 완충 후 태양광이 없는 실내에서 전원이 소모되어 시스템이 정지할 때까지 시간을 측정
- * 시험 사진



* 시험 결과

시험항목	시작일시	종료일시	사용시간
사용시간	9월 3일 17시 04분	9월 4일 18시 46분	25시간 42분

- 상기 결과는 정량적 목표를 기준으로 만족여부를 판단하기 위한 시험결과이며, 실제 배터리가 완전 소모되어 시스템이 정지되는 시간은 약 1주일 정도임

○ 방수 및 방진 시험

* 시험 방법

분진 종류	분진량	시험시간
활석가루	2kg/m ³	8시간

노즐크기	분사거리	유속	시험시간
지름 6.3mm	3m	12.5 L/min	3분

* 시험 사진



* 시험 결과

시험기준	시험 결과
IP55	시험 전후 정상 동작함
	

라. 현장 농가 테스트

(1) 테스트 현황

- 본 연구에서 개발된 시제품의 성능 검증을 위해 2019년부터 2년간 현장 농가에 설치 및 운영하였음
- 과수별, 지역별 과수원을 선정하여 개발 시제품을 설치하였음.

순	위치	과수종류	설치기간
1	경북 경주	체리	2019.05~06 / 2020.05~06
2	경북 예천	사과	2019.08~10 / 2020.08~10
3	경북 안동	사과	2020.10~
4	경북 의성	사과	2020.10~
5	경북 청송	사과	2020.10~
6	경북 현동	사과	2020.10~

(2) 경주 체리 농장

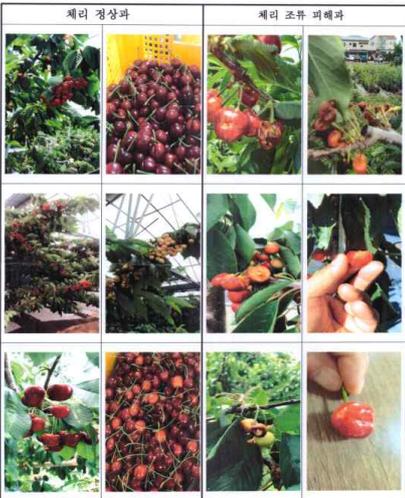
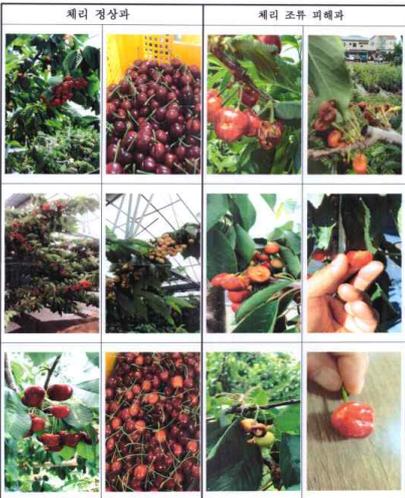
○ 2019년도 1차 시제품

- * 일시 및 장소 : 2019년 5월 1일 / 경주시 강동면 경주체리
- * 설치기간 : 2019년 5월 1일 ~ 6월 28일 (체리 수확기간까지)
- * 설치 수량 및 위치 : 2대 / 하우스 가장자리
- * 테스트 결과
 - : 야간/주간 모드 임의 부여 시 음원 종류 변경 확인 完
 - : 퇴치기 소리 크기 : 약 130dB (스피커 0.5m 거리 기준)
 - : 대상 과수에 대한 조류 피해량 적어짐



< 경주체리 농장 설치 사진 >

- * 체리의 경우 시제품 설치 주변의 과수(200주)를 기준으로 별도 퇴치 조건을 부여하지 않은 작년 과수(200주)의 피해량을 비교 평가하였으며 시험 기간은 5월 1일부터 6월 22일 까지 약 2개월간 진행하였음
- * 평가 결과 작년(퇴치 조건 없음)의 과수 피해량은 총 2,000kg 생산 기준 약 65kg으로 3.25%의 피해율을 보인 반면, 개발 시제품을 설치한 과수의 피해량은 동일 생산 기준 약 7kg으로 0.35%의 피해율을 보여 시제품의 퇴치 효과를 확인할 수 있었음

조류퇴치기(상표명 : NO세) 시험성적서	체리 정상과	체리 조류 피해과	
시험기관 : 경북대학교 원예학과 담당자 : 최 필 1. 목적 최근 체리 파원에서 문제되고 있는 조류 피해의 기피 효과를 알아보기와 본 시험을 실행하였다. 2. 시험 기간 : 2019년 05월 01일 ~ 2019년 06월 30일 3. 재료 및 방법 가. 시험장소 : 경북 경주시 강동면 모서리 371-1 나. 공시작물 : 체리나무 다. 공시제품 : 조류퇴치기 (제표명 : NO세) 라. 시험구 배치 : 처리구 : 1,650㎡(200주, 5년생), 생산량 약 10kg / 한그루(2019년 기준) 무처리구 : 1,650㎡(200주, 5년생), 생산량 약 10kg / 한그루(2019년 기준) 마. 처리내용 3) 처리일 : 5월 01일부터 6월 22일까지 4) 처리방법 : 처리구의 양방향으로 각각 한 대씩 설치 바. 조사방법 : 달관조사 방법 (2018년 대비) 무처리구(약 2,000kg 생산)에서는 약 70kg(3.5%) 피해 (2018년 기준)			

< 조류퇴치기 시험 성적서 (발행처 : 경북대학교) >

○ 2020년도 최종 시제품

- * 장소 : 경주시 강동면 경주체리
- * 설치기간 : 2020년 5월 15일 ~ 6월 28일 (체리 수확기간까지)
- * 설치 수량 및 위치 : 1대 / 하우스 중앙
- * 테스트 결과
 - : 회전반경을 고려하여 하우스 중앙에 설치
 - : 농민 의견 청취 결과, 과수 피해 약 20% 절감 예상됨



<경주체리농장 최종시제품 설치 사진>

(3) 예천 사과 농장

○ 2019년도 1차 시제품

- * 장소 : 경북 예천군 지보면 두레원
- * 설치기간 : 2019년 6월 20일 ~ 9월 28일
- * 설치 수량 및 위치 : 1대 / 노지 농장 최상단부
- * 테스트 결과 : 산에 위치한 과수원인 관계로 음원 재생 시 산란되는 현상 발생



< 예천 사과농장 설치 사진 >

○ 2020년도 최종 시제품

- * 장소 : 경북 예천군 지보면 두레원
- * 설치기간 : 2020년 8월 14일 ~
- * 설치 수량 및 위치 : 1대 / 노지 농장 최상단부
- * 테스트 결과 : 현재 설치 및 테스트 中



< 예천 사과농장 최종시제품 설치 사진 >

(4) 안동 사과 농장

- * 장소 : 경북 안동 일직면 능금길 농원
- * 설치기간 : 2020년 10월 12일 ~
- * 설치 수량 및 위치 : 1대 / 과수원 중간
- * 테스트 농장 : 4,000평 / 후지사과
- * 테스트 결과 : 현재 설치 및 테스트 中



< 안동 사과농장 최종시제품 설치 사진 >

(5) 의성 사과 농장

- * 장소 : 경북 의성군 단촌면
- * 설치기간 : 2020년 10월 12일 ~
- * 설치 수량 및 위치 : 1대 / 과수원 중간
- * 테스트 농장 : 6천평 / 아리수 사과
- * 테스트 결과 : 현재 설치 및 테스트 中



< 의성 사과농장 최종시제품 설치 사진 >

(6) 현동 사과 농장

- * 장소 : 경북 청송군 현동면 국당농원
- * 설치기간 : 2020년 10월 15일 ~
- * 설치 수량 및 위치 : 1대 / 과수원 중간
- * 테스트 농장 : 800평 / 후지사과 10년생
- * 테스트 결과 : 현재 설치 및 테스트 中



< 의성 사과농장 최종시제품 설치 사진 >

(7) 청송 사과 농장

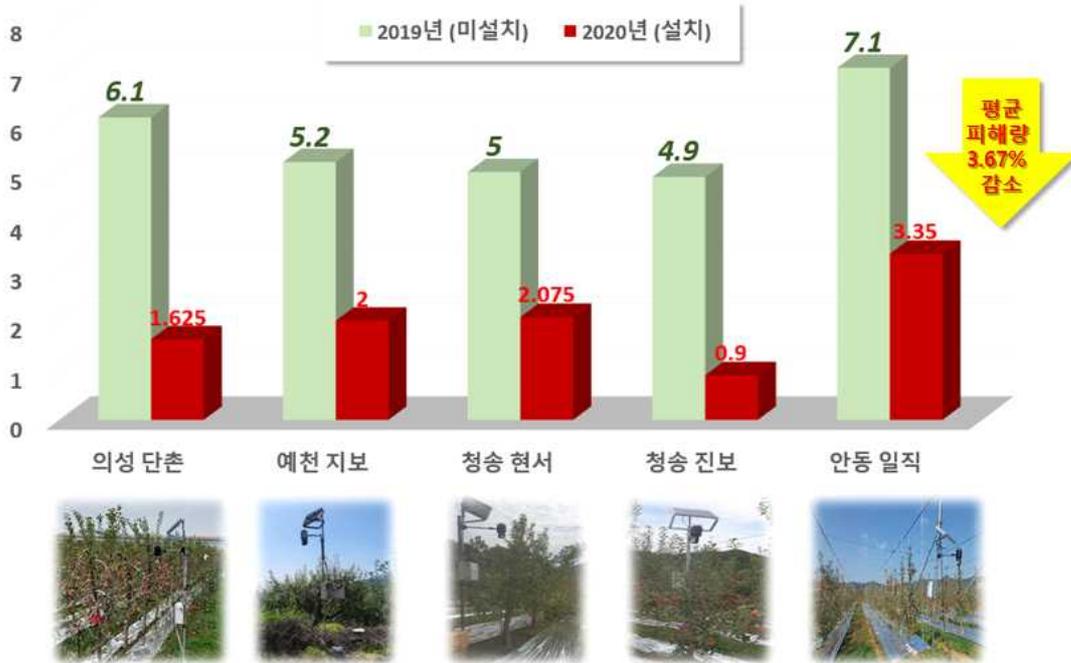
- * 장소 : 경북 청송군 진보면 엘리트 농장
- * 설치기간 : 2020년 10월 16일 ~
- * 설치 수량 및 위치 : 1대 / 과수원 중간
- * 테스트 농장 : 4,500평 / 후지사과 7년생
- * 테스트 결과 : 현재 설치 및 테스트 中



< 청송 사과농장 최종시제품 설치 사진 >

(8) 테스트 결과

- 상기 최종시제품 현장 농가 평가 결과는 아래와 같음
- 현장 평가는 총 5곳(의성 단촌, 예천 지보, 청송 현서, 청송 진보, 안동 일직)에서 이루어졌으며, 평가 결과에 대해서는 경북대학교 원예과학과로부터 시험성적서까지 발행하였음



< 최종 시제품 현장농가 평가 결과 >

- 사과나무에 처리한 조류퇴치의 5개 지역에서 효과를 보면, 처리구(약 4,000kg 생산)에서 약 1.99%정도 관찰되었고, 무처리구(약 4,000kg 생산)에서는 약 5.66%관찰되어, Eco-No새 설치에 따른 처리구 효과는 3.67% 향상됨을 확인할 수 있었음.



< 시제품 설치 및 피해과수 현황>

시험성적서

성명	성명 기재	학번(학사번호)	2019-1234-56789
부과	대학원 석사 과정 석사학위 석사학위논문 작성요청서 제출		
시험과목 (영문과목)	석사학위논문 작성 (영문과목)		

1. 성적 요약

본 성적은 석사학위논문작성요청서 제출 후 2019-12-31까지 결과를 집계하여 제공 예정입니다.

성명	2019년 1학기 성적		2019년 2학기 성적		2019년 3학기 성적	
	시험과목	시험결과	시험과목	시험결과	시험과목	시험결과
김민준	영어	합격	영어	합격	영어	합격
김민준	영어	합격	영어	합격	영어	합격
김민준	영어	합격	영어	합격	영어	합격
김민준	영어	합격	영어	합격	영어	합격
김민준	영어	합격	영어	합격	영어	합격
합계	5명	5명	5명	5명	5명	5명

본 성적은 석사학위논문작성요청서 제출 후 2019-12-31까지 결과를 집계하여 제공 예정입니다.

본 성적은 석사학위논문작성요청서 제출 후 2019-12-31까지 결과를 집계하여 제공 예정입니다.

2. 비고

본 성적은 석사학위논문작성요청서 제출 후 2019-12-31까지 결과를 집계하여 제공 예정입니다.

2019년 12월 31일

한국대학교 석사과정 석사학위 석사학위논문 작성요청서 접수 부서



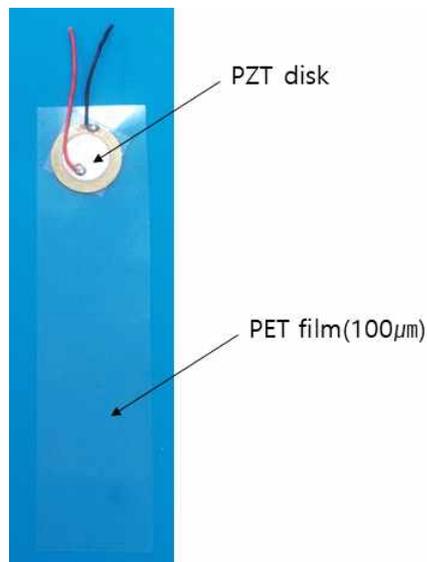
< 시험성적서 발급 >

2-4 참여기관 : 안동대학교 산학협력단

가. 음파 발생기 설계 및 제작

○ 압전소자 적용 필름 형(압전 소자/플라스틱 필름) 음파 발생기 설계 및 제작

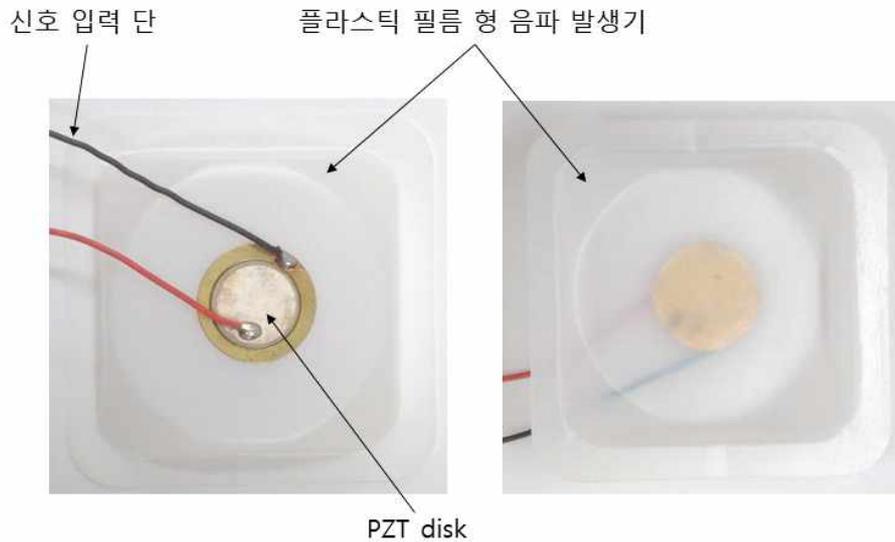
- 과수원과 같은 농업 현장에 음파를 활용하여 유해 조류의 접근을 막는 시스템은 대부분은 한, 두 개 정도로 배치된 스피커로 큰 소리를 발생하여 유해 조류의 접근 막음
- 이 방법의 경우 스피커 근처에서는 너무 큰 소리를 발생하여 근처의 농업인들의 스트레스의 원인이 될 수 있으며, 스피커에서 멀리 떨어진 과수원에서는 소리가 너무 작아, 유해 조류에게 영향이 미미해지는 문제점 있음
- 본 연구의 목표는 과수원 전체에 음파의 강도는 높지 않지만 동일한 강도의 음파를 발생시킬 수 있는 저가의 음파 발생기 개발하는 것임
- PET 필름과 매우 단순한 구조에 압전 소자인 PZT 소자를 부착하여, 가진 시킴으로써 특정 주파수의 음파를 발생함
- 본 연구에서는 단순한 구조의 밴드형 음파 발생기를 제작하고, 구동 회로와 연결하여 음파 발생 실험을 실시함
- 플라스틱 필름형 음파 발생기는 약 100 μ m 두께의 플라스틱 필름(PET, polyimide 필름)을 사용하여 제작하기 때문에 다양한 형태로 제작이 가능하며, 목표 조류의 천적 구조로 제작하는 것도 가능함
- 플라스틱 필름의 사이즈 및 두께에 의해 공진 주파수, 특정 주파수에서의 음파의 강도 등이 달라서 목적에 따라서 사이즈를 최적화해서 사용할 필요가 있음
- 플라스틱 필름 형 음파 발생기는 단순한 공정을 이용하여 저가형으로 제작이 가능하나, ANSYS를 이용한 진동 특성을 검토한 결과 공진 주파수가 너무 낮은 문제점이 있어서 고주파 대역의 가진에는 불리하고, 복잡한 진동 패턴 때문에 음파의 강도가 너무 낮게 발생하는 것이 문제점임



< 플라스틱 필름 형 음파 발생기(PET film) >

- 음파의 강도를 높이고, 진동 패턴을 단순화하기 위하여 조금 더 두꺼운 플라스틱 필름으로 이용하여 스피커 형태로 제작하는 방법 검토

- 단순한 플라스틱 필름을 스피커 형태로 제작하면 음파를 집중할 수 있어서 더욱 강하고 효과적인 음파 발생이 가능함
- 압전소자 적용 스피커형 음파 발생기 설계 및 제작
 - 음파를 모아주고, 진동 패턴을 단순화시키기 위하여 다소 두꺼운 플라스틱 필름을 이용하여 스피커 모양의 음파 발생기를 제작하였음



< 플라스틱 필름형(스피커형) 음파 발생기 >

- 스피커 모양의 플라스틱 음파 발생기의 진동 구조물에 PZT disk를 접착제 또는 양면테이프를 이용하여 접착함
- 수분에 의한 단락 문제를 해결하고, 태양광의 반사에 의한 반사광을 발생시키기 위하여 음파 발생기의 PZT 근처를 폴리우레탄으로 코팅함

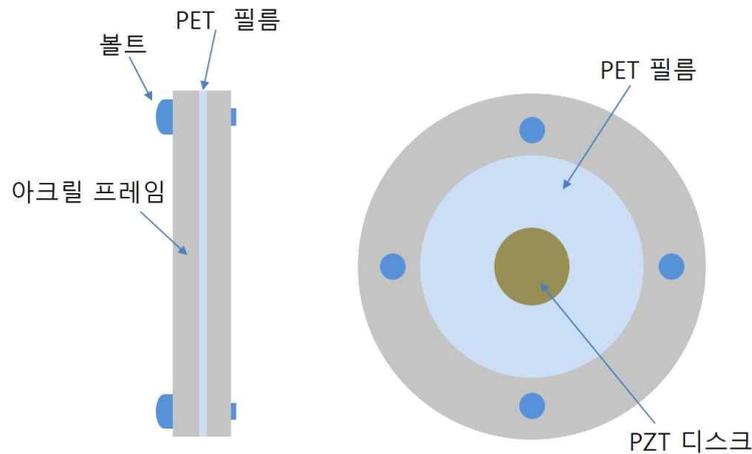


< 폴리우레탄 코팅된 음파 발생 장치 >

- 신호 입력단에 특정 주파수의 교류 신호를 인가하면 동일한 주파수의 진동으로 음파를

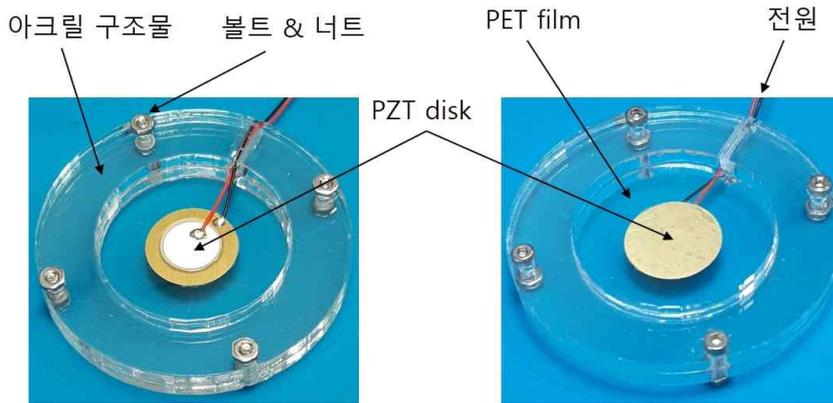
발생함

- 플라스틱 필름을 고온 프레스 공정으로 다양한 형태의 스피커 구조를 제작할 수 있어서 효과적인 음파 발생기 제작이 가능함
 - 플라스틱 필름을 고온 프레스 공정으로 구조물을 제작하고, 압전소자를 접착제로 고정하는 방법으로 제작이 가능, 저가, 경량의 음파 발생기를 개발할 수 있음
 - 공정 전체를 자동화할 수 있어서 대량 생산에도 적합함
- 아크릴 프레임(frame)에 고정된 플라스틱 필름을 이용한 음파 발생기 설계 및 제작
- 아크릴 프레임에 플라스틱 필름을 고정하고, 플라스틱 필름 위에 압전소자를 접착하는 방법으로 음파 발생기 제작
 - 도넛 모양의 아크릴 프레임에 플라스틱 필름을 고정하여 텐션을 높여, 탄성이 높아지면 공진 주파수 대역의 범위를 넓힐 수 있음(공진 주파수는 \sqrt{E} 에 비례함, E 는 Young's modulus)
 - 아크릴 프레임 사이에 플라스틱 필름을 고정하여 음파 발생기를 제작하기 때문에 가공성이 나쁜 필름 등 다양한 필름을 사용할 수 있음



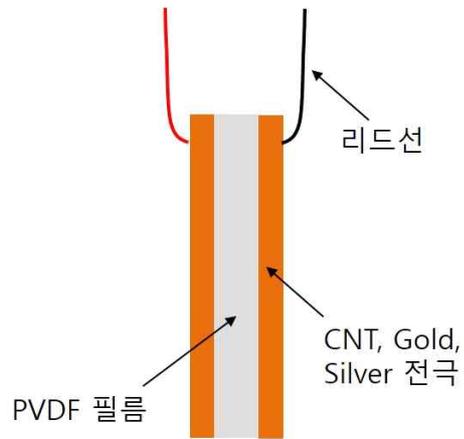
<아크릴 프레임에 고정된 플라스틱 필름을 이용한 음파 발생기>

- 두 장의 아크릴 프레임 사이에 플라스틱 필름을 고정하고, 소형 볼트와 너트로 아크릴 프레임을 고정하며, 자연스럽게 플라스틱 필름은 고정되며, 플라스틱 필름 위에 압전소자를 접착제로 고정하는 방법으로 완성함
- 플라스틱 필름을 아크릴 프레임 사이에 두고 볼트와 너트로 고정할 때 볼트의 조임 정도에 따라서 플라스틱 필름의 텐션을 어느 정도 조절할 수 있음
- 100 μ m 내외의 얇은 플라스틱 필름을 사용하여 음파 발생기를 제작할 때, 공진 주파수의 대역 범위가 너무 좁아서 초음파와 같은 고주파 대역의 음파 발생에 효율이 낮음
- 얇은 플라스틱 필름을 아크릴 프레임으로 고정하는 방법으로 탄성을 높일 수 있어서 공진 주파수 대역을 넓일 수 있음

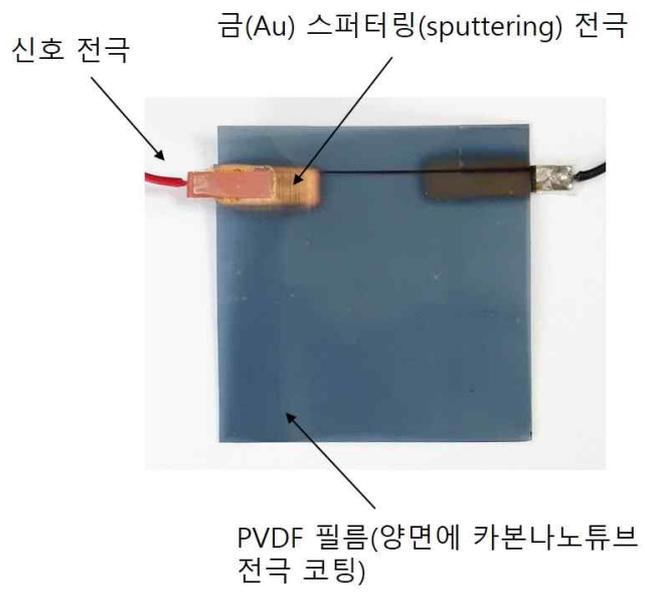


<아크릴 프레임으로 고정된 플라스틱 필름을 이용한 음파 발생기 사진>

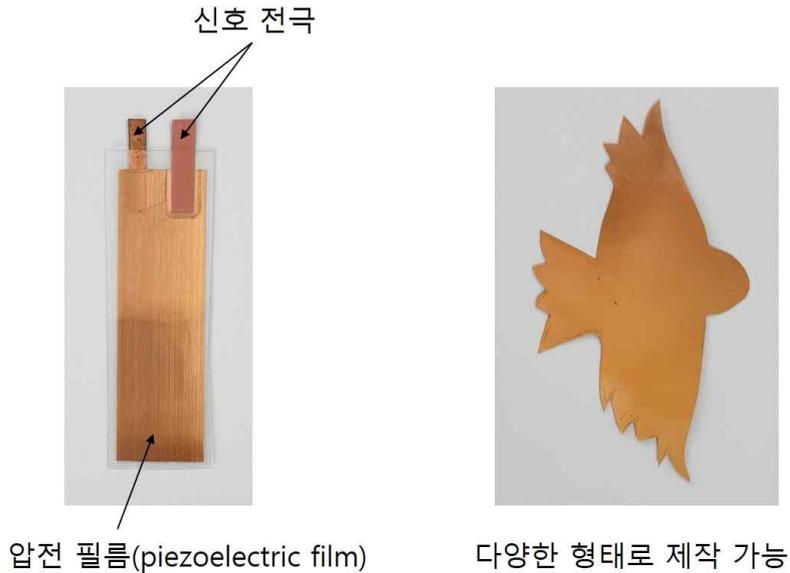
- 아크릴 프레임은 내경 30mm Φ , 외경 50mm Φ 사이즈로 제작되었으며, 4개의 볼트 구멍이 형성되어 있음
 - 아크릴 프레임은 레이저 절단기를 이용하여 제작하였음
 - 빛의 반사를 이용해 유해 조류의 접근을 방해하기 위해 아크릴 프레임에 금, 은, 니켈 등을 코팅하여, 빛의 반사 효율을 높이는 방법으로 개발 가능
 - 압전소자의 사이즈에 따라서 프레임의 사이즈를 증가시키거나 축소 시킬 수 있음
 - 플라스틱 필름을 비롯한 아크릴 프레임, 압전소자 등 단가 면에서 비교적 낮은 재료들이기 때문에 타제품과 비교해서 음파 발생기의 가격 경쟁력은 획기적으로 높음을 알 수 있음
- 압전 필름(PVDF: Polyvinylidene fluoride)을 이용한 음파 발생기 설계 및 제작
- 압전 효과(Piezoelectric effect) 특성을 나타내는 PVDF 필름을 이용하여 음파 발생기를 제작하여 특성을 분석하였음
 - PVDF 필름은 자체가 압전소자로 추가 적으로 압전소자 등의 접착이 필요 없으며, 필름 양단에 교류 전압을 인가하면 진동하여 음파를 발생함
 - 하지만 PZT 압전 세라믹스와 비교해서 압전 강도는 상대적으로 낮아, 음파 발생 효율은 낮을 것으로 판단됨
 - PZT 압전소자를 사용하는 음파 발생기와 비교해서 구조가 단순하고, 생산 자동화가 가능하여 대량 생산 가능성이 높음
 - PVDF 필름은 열가소성 불소 중합체로, 우수한 내화학성 및 171 $^{\circ}$ C의 높은 용점을 가지며, 다른 불소수지와 달리 우수한 기계적 특성을 나타내며, 가공성이 매우 우수함
 - 압전 효과에 의한 진동을 유도하기 위해서는 PVDF 필름 양면에 균일한 교류 전압을 인가하는 것이 중요함
 - PVDF 양면에 균일한 교류 전압을 인가하기 위하여 가급적 전기 저항이 낮은 금속의 코팅이 필요함
 - 100 μ m 두께의 필름 양쪽에 CNT, 금, 은 등을 증착(deposition) 공정으로 코팅하고, 리드선을 연결하여 특정 주파수의 교류 전압을 인가하면 동일 주파수, 동일 진폭의 음파를 발생함
 - PVDF는 일종의 플라스틱 필름으로 가공성이 우수하여 다양한 모양의 가공이 용이



< PVDF 필름을 이용한 음파 발생기 구조 >

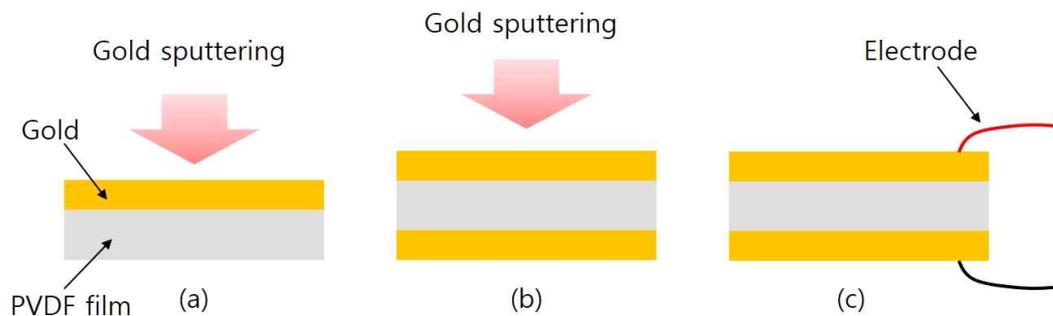


< PVDF 필름을 이용한 음파 발생기, CNT 전극 >



< PVDF 필름을 이용한 음파 발생기, 금 전극 >

- PVDF 필름 양면에 CNT가 증착되어 있는 전도성 PVDF 필름을 구입하고, 리드선을 연결하기 위하여 금을 증착(deposition)함
- 증착된 금 전극에 리드선을 conductive epoxy를 사용하여 접착함
- PVDF 필름 양면에 금 전극(gold electrode)을 스퍼터링(sputtering) 공정으로 증착하고, 리드선을 연결한 음파 발생기 제작함

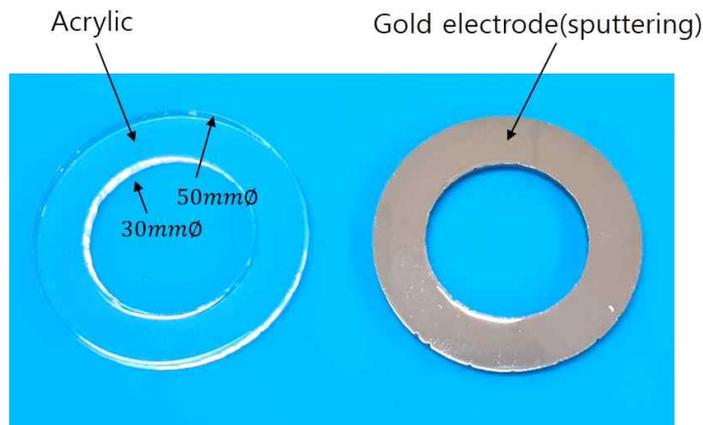


<Gold sputtering 공정, (a) PVDF 필름 앞면 금 스퍼터링, (b) 뒷면 금 스퍼터링, (c)리드선 연결>

- PVDF 필름의 앞면과 뒷면을 차례로 금을 스퍼터링 하여 금 전극을 형성함
- 금 스퍼터링 시간 조절을 통해서 금 전극의 두께를 조절할 수 있으며, 금 전극의 두께는 전기 저항과 연관이 있을 뿐 아니라 빛의 반사율도 달라질 수 있어서 적당한 두께 확보가 중요함
- 전극 재료로는 금 이외에 단가가 낮은 재료인 알루미늄, 니켈, 은 등을 사용할 수 있음
- 금 전극은 빛을 반사율이 높아, 반사 빛을 이용하여 유해 조류에게 스트레스를 인가할 수 있음
- PVDF 필름 양면에 금이 증착된 필름은 간단한 컷트를 이용하여 다양한 모양의 음파 발

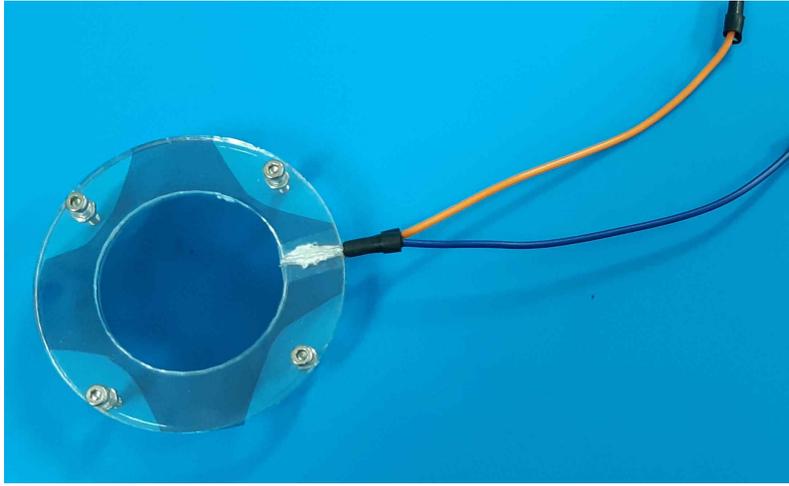
생기 제작이 가능함

- 본 공정을 사용하는 음파 발생기의 단가도 높지 않아서 제품화를 기대할 수 있을 것으로 판단됨
 - PVDF 필름으로 제작된 음파 발생기의 특성을 분석하기 위하여, 음파 발생 시스템을 연결하여 다양한 주파수의 교류 전압을 인가하면서 음파를 측정하였음
 - 측정 결과 음파의 진폭이 너무 낮은 문제점이 확인됨
- 아크릴 프레임으로 고정된 압전 필름(PVDF: Polyvinylidene fluoride)을 이용한 음파 발생기 설계 및 제작
- 양면에 전극이 형성된 PVDF 필름만으로 제작된 음파 발생기의 음파 강도가 너무 낮고, 공진 주파수 대역의 폭이 너무 좁은 문제를 해결하기 위하여 아크릴 프레임으로 고정하여 텐션(tension)을 높이는 방법을 사용함
 - PVDF 압전 필름의 텐션을 높이면 탄성이 높아져, \sqrt{E} 에 비례하는 공진 주파수 대역을 확장할 수 있음
 - PVDF 압전 필름에 교류 전압을 인가하기 위한 전극으로 CNT(carbon nano tube), silver ink 및 gold를 사용함
 - CNT 또는 silver ink가 코팅된 PVDF 압전 필름은 구입하여 리드선을 연결하여 적용하고, gold 전극은 스퍼터(sputter) 공정으로 직접 증착함
 - PVDF 필름을 고정하기 위한 아크릴 프레임을 디자인하고, 레이저 컷터를 사용하여 제작함
 - 아크릴 프레임에 스퍼터로 금을 증착하여, 빛의 반사를 이용해 유해 조류에게 스트레스를 주는 방법으로 음파 발생과 함께 효과를 극대화하기 위함임

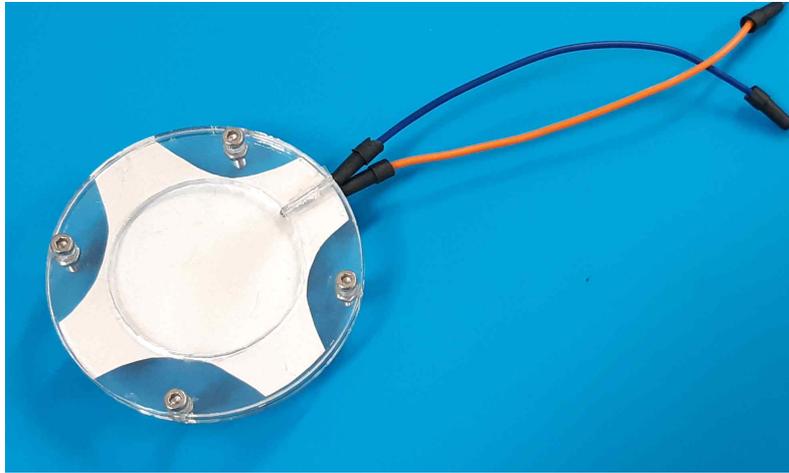


< 아크릴 프레임 >

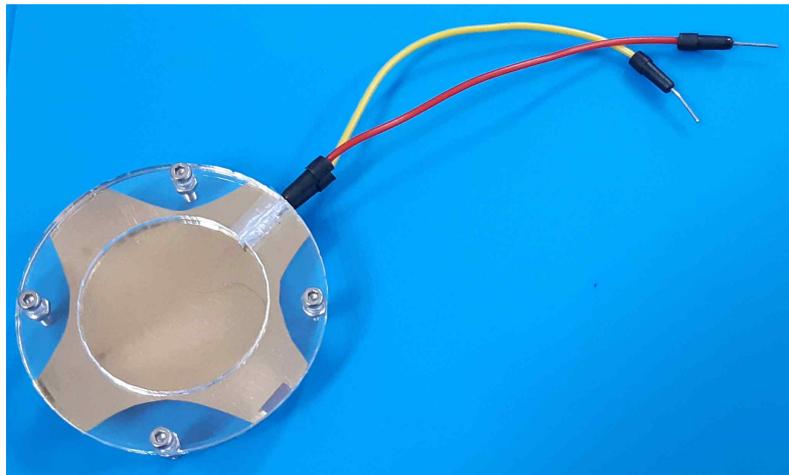
- 아크릴의 내경은 30mm Φ , 외경은 50mm Φ 이며 두께는 1mm와 3mm로 제작함
- 아크릴 프레임에 나사 구멍을 형성하여 완성함
- 3종류의 전극(CNT, silver ink, Gold sputtering)이 형성된 PVDF 압전 필름을 약 50mm Φ 사이즈로 잘라서 프레임과 조립함
- PVDF 압전 필름을 아크릴 프레임 사이에 삽입하고, 나사로 고정함



< 음파 발생기, CNT 전극이 형성된 PVDF 압전 필름 적용 >

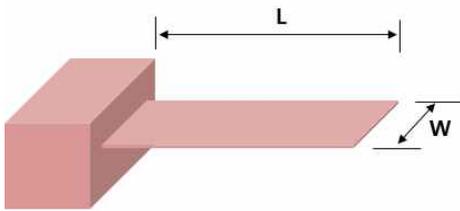


< 음파 발생기, silver ink 전극이 형성된 PVDF 압전 필름 적용 >



< 음파 발생기, gold 전극이 형성된 PVDF 압전 필름 적용 >

- 아크릴 프레임에 고정된 PVDF 압전 필름 양면의 전극에 리드선을 conductive epoxy를 사용하여 접착하여 완성함
- 음파 발생기의 진동 특성 검토
 - 음파 발생기의 진동 특성을 분석하여 유해 조류를 퇴치하기 위한 시스템으로 적용 가능성을 판단하고, 최적화 설계에 활용함
 - 진동 분석에는 ANSYS를 활용하여 구조물의 공진 주파수대를 판단하기 위한 modal analysis 해석을 실시함
 - 직사각형 형태의 플라스틱 필름 형 음파 발생기의 경우 필름의 폭과 길이가 길어지면 공진 주파수 낮아지기 때문에 적절한 사이즈 선정이 중요함



$$f_0 = 3.526 \sqrt{\frac{EI}{mL^4}}$$

E: Young's modulus
 m: equivalent mass
 L, W, h: cantilever length, width and thickness

$$I = \frac{Wh^3}{12}$$

공진주파수 f_0 는 L^2 에 반비례하기 때문에 cantilever 길이가 길어지면 공진주파수는 낮아지는 특징을 나타낸다.

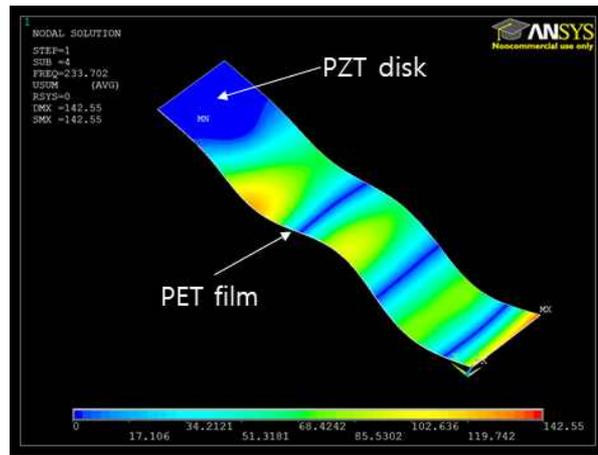
< 음파 발생기의 진동 특성 >

- 음파 발생기의 진동 형태와 공진 주파수를 파악하기 위하여 ANSYS를 사용하여 modal analysis를 실시함

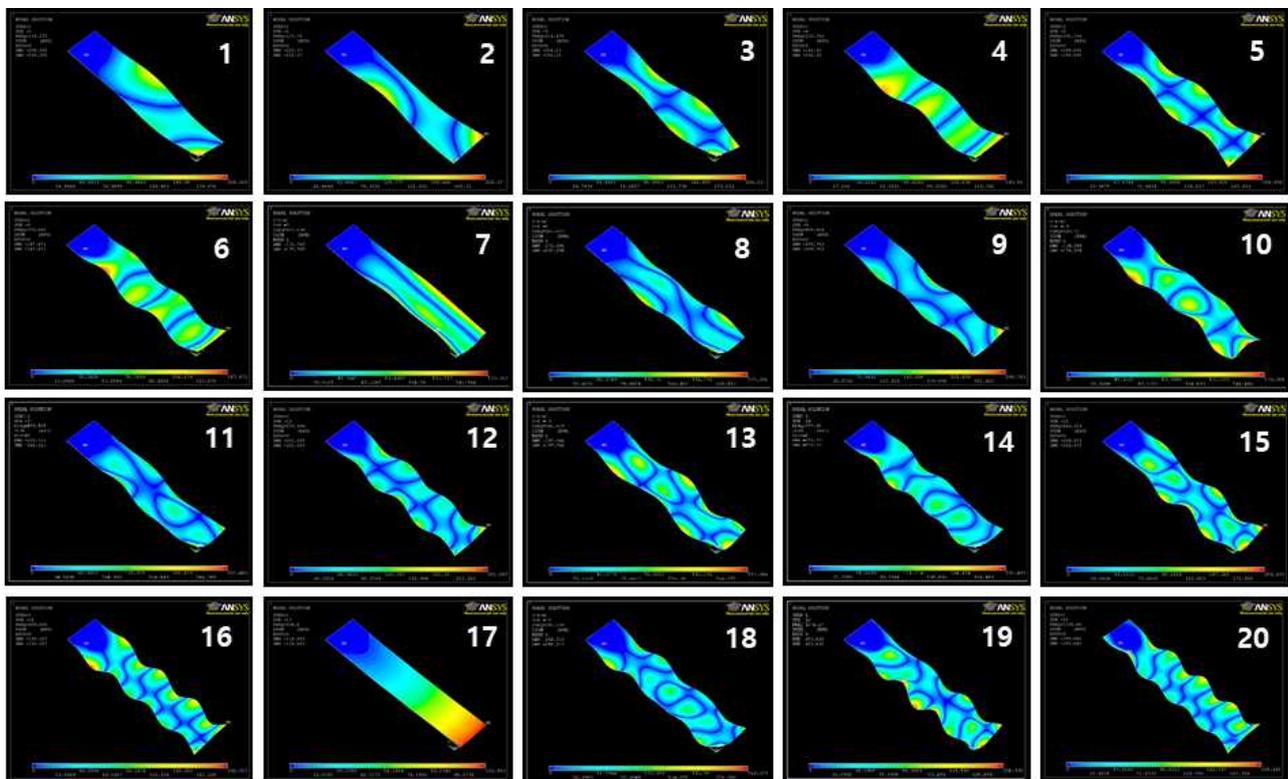
Material property	Value
Young's modulus	4.6GPa
Possion's ratio	0.25
Density	1400Kg/m ³

< ANSYS에 적용한 PET film의 물성값 >

- 모델의 사이즈는 $95 \times 24 \text{ mm}^2$ 에 두께 $100 \mu\text{m}$ 의 PET film을 사용하고, $15 \text{ mm} \phi$ 의 PZT disk를 사용함
- PZT disk가 장착된 부분의 3자유도를 구속하고 자유 진동 시에 진동 특성 분석함



< 플라스틱 필름형 음파 발생기의 modal analysis 해석을 위한 모델 >



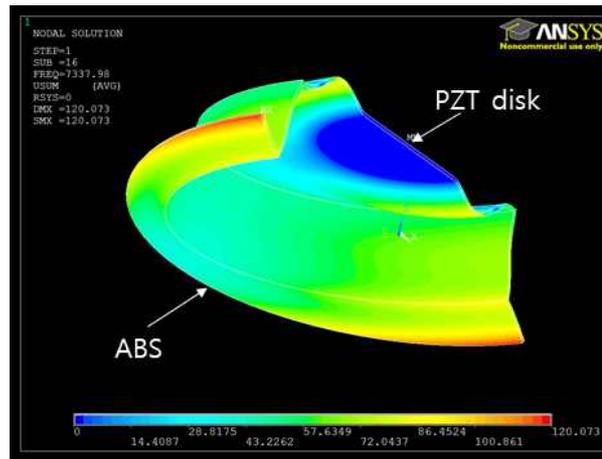
< 플라스틱 필름 형 음파 발생기의 modal analysis 해석 결과 >

- 플라스틱 필름형 음파 발생기의 modal analysis 결과 공진 주파수가 너무 낮은 위치에 집중되어 나타나고, 진동 패턴이 복잡하여 100Hz에서 15kHz까지의 음파 발생을 위한 소자로는 다소 부적합한 것으로 파악됨
- 개선 방향은 플라스틱 필름의 두께를 증가시키는 방법을 시도할 필요가 있을 것으로 판단됨
- 스피커 형태의 플라스틱 필름 형 음파 발생기의 진동 특성을 분석하기 위하여 ANSYS modal analysis를 실시함

- 스피커 형 음파 발생기의 경우 ABS film을 재료로 사용하여 진동 특성을 분석함

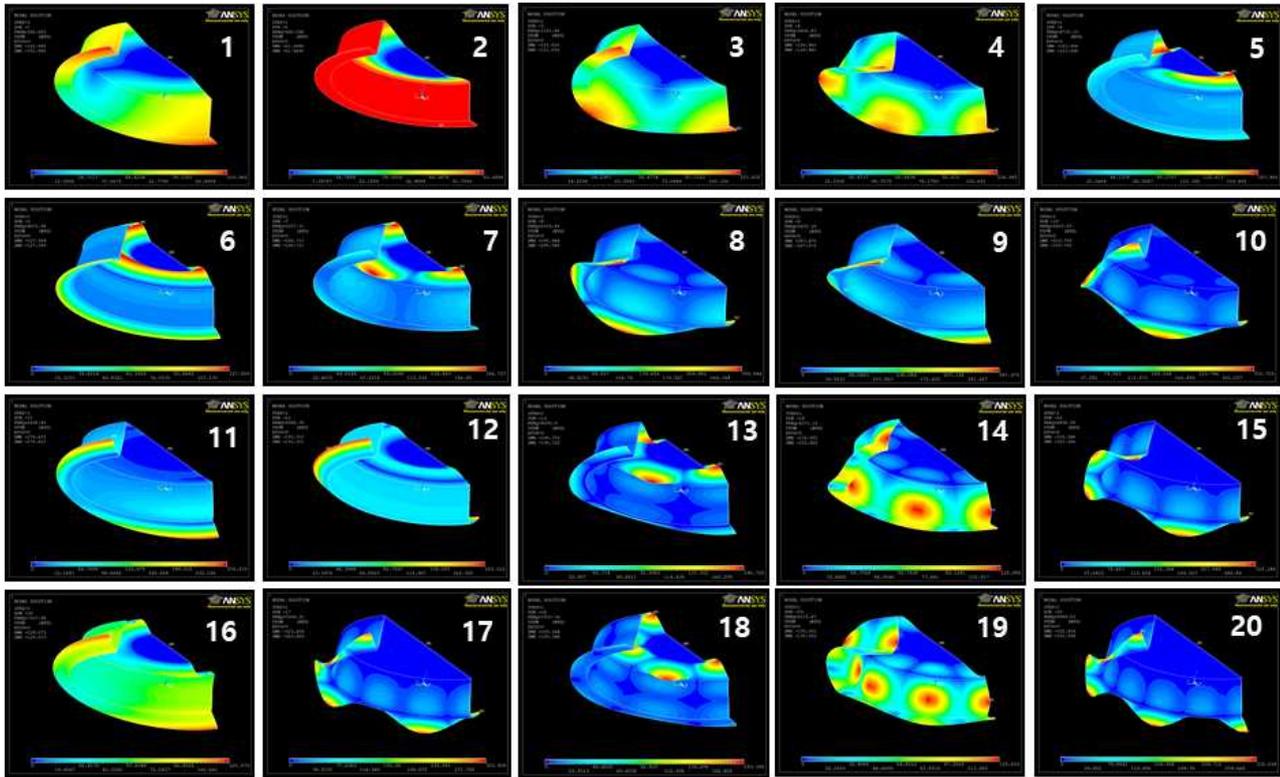
Material property	Value
Young's modulus	2.45GPa
Possion's ratio	0.35
Density	1050Kg/m ³

< ANSYS에 적용한 ABS film의 물성값 >



< 스피커 형태의 플라스틱 필름 형 음파 발생기의 modal analysis 해석을 위한 모델 >

- 스피커 형태의 음파 발생기의 modal analysis를 위한 모델은 실제 실험에 사용한 구조를 사용함
- Modal analysis를 위한 모델은 실제 구조의 1/2로 모델링 하여 시뮬레이션 시의정보량을 줄여 시뮬레이션 시간을 절약함
- 총 지름 44mm Φ 의 원형 구조물에 필름의 두께는 300 μ m로 모델링 함
- 스피커 형태의 음파 발생기의 modal analysis 결과는 진동 패턴이 비교적 단순하고 공진 주파수가 음파 발생기가 발생시킬 음파 범위 내에 고르게 분포하여 효과적일 것으로 판단됨



< 스피커 형태의 플라스틱 필름 형 음파 발생기 modal analysis 해석 결과 >

- 플라스틱 필름 형의 경우 진동 패턴이 복잡하고, 공진 주파수가 너무 낮아서 음파를 발생하는 용도로는 다소 문제점이 있는 것으로 판단됨
- 본 연구에 사용한 플라스틱 필름은 100 μ m 두께의 PET film으로, 개선을 위해서는 두꺼운 필름을 사용하는 방법이 검토 됨
- 스피커 형의 경우에는 발생하는 음파를 모아주는 구조로 되어있어서 다소 음파의 강도를 높이는 효과가 있으며, PET film을 300 μ m 두께를 사용하기 때문에 진동 패턴도 비교적 단순하여 음파 발생기로 응용이 적절할 것으로 판단됨
- 아크릴 프레임으로 고정된 플라스틱 필름(PET film)을 이용한 음파 발생기의 진동 주파수 특성을 검토함
- 아크릴 프레임 사이에 PET 필름을 고정한 구조물을 모델링함
- 아크릴 프레임의 사이즈는 내, 외경 30mm Φ , 50mm Φ , PET 필름 두께는 100 μ m로 모델링 함

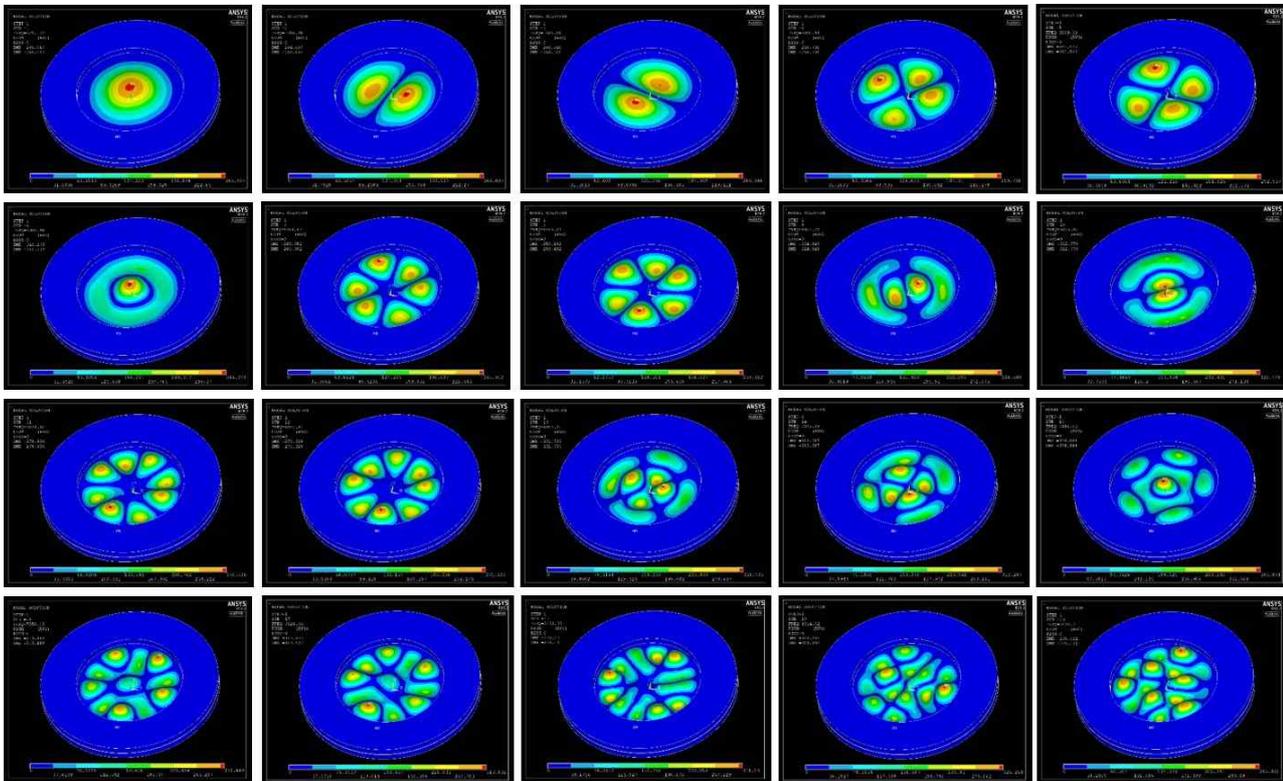
Material property	Value
Young's modulus	4.6GPa
Possion's ratio	0.25
Density	1400Kg/m ³

< ANSYS에 적용한 PET film의 물성값 >

Material property	Value
Young's modulus	3.2GPa
Possion's ratio	0.37
Density	1051Kg/m ³

< ANSYS에 적용한 아크릴의 물성값 >

- 공진 주파수 특성을 분석하기 위하여 ANSYS Modal analysis 해석을 실시함
- 두꺼운 아크릴 프레임을 사용하는 것으로 설정하여 아크릴 프레임의 3자유도를 모두 구속하고, 진동 주파수를 변화시키면서 진동 모드와 공진 주파수를 해석함
- 총 20가지의 진동 모드(mode)에 대해서 해석하고 공진 주파수를 해석함



< 아크릴 프레임으로 고정된 플라스틱 필름 형 음파 발생기의 Modal analysis 해석 결과 >

- 최초 공진 주파수는 Mode1의 929Hz이며, Mode20의 공진 주파수는 9426Hz임
- Modal analysis 해석 시에 해석 모드를 증가시키면 초음파 대역인 20KHz까지의 해석 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단됨
- 유해 조류 퇴치를 위한 음파 발생기의 개발 목표인 100Hz부터 20KHz 사이의 50종의 음파 발생이 가능할 것으로 판단됨

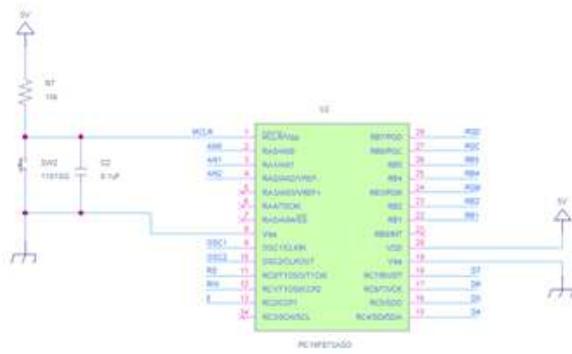
Mode	공진 주파수(Hz)
1	929
2	1856
3	1866
4	3021
5	3089
6	3389
7	4405
8	4469
9	4953
10	5017
11	5834
12	6063
13	6805
14	7067
15	7447
16	7550
17	7627
18	9124
19	9354
20	9426

< 아크릴 프레임으로 고정된 플라스틱 필름형 음파 발생기 Modal analysis 해석 결과 >

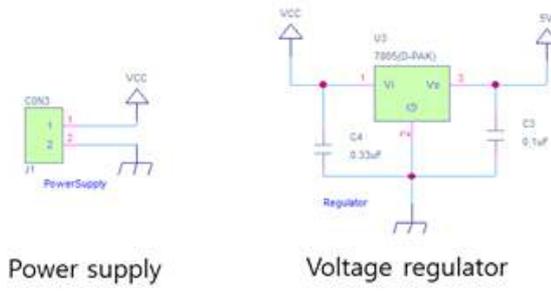
나. 음파 발생기 구동 시스템 설계 및 제작

○ 마이크로프로세스 기반 음파 발생기 구동 시스템 설계 및 제작

- 음파 발생기에 특정 주파수의 음파를 발생시키기 위하여 구동 시스템이 필요함
- 본 연구에서는 총 3종류의 구동 시스템을 개발하여 음파 발생기와 연결하고, 특성을 분석함
- 음파 발생기 구동 시스템은 마이크로프로세스 기반으로 개발되었으며, 특정 주파수의 음파는 마이크로프로세스의 코딩을 통해 특정 주파수의 음파를 형성함
- 마이크로프로세스에서 발생하는 특정 주파수의 신호를 바로 음파 발생기에 적용하는 방법의 구동 시스템을 개발함



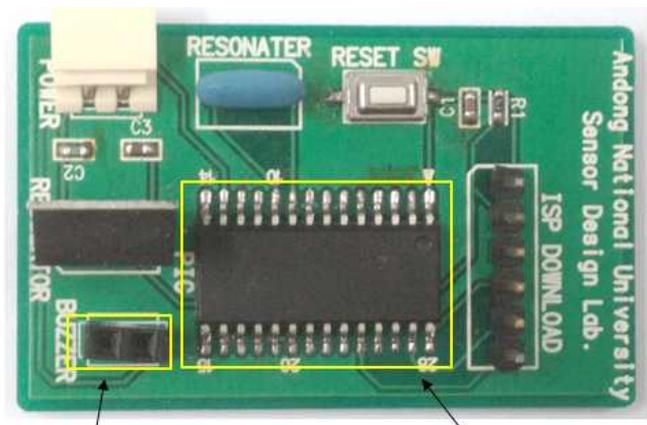
CPU(PIC16F873ASO)



Power supply

Voltage regulator

< 음파 발생기 구동 회로 >



음파 발생기 연결 단자

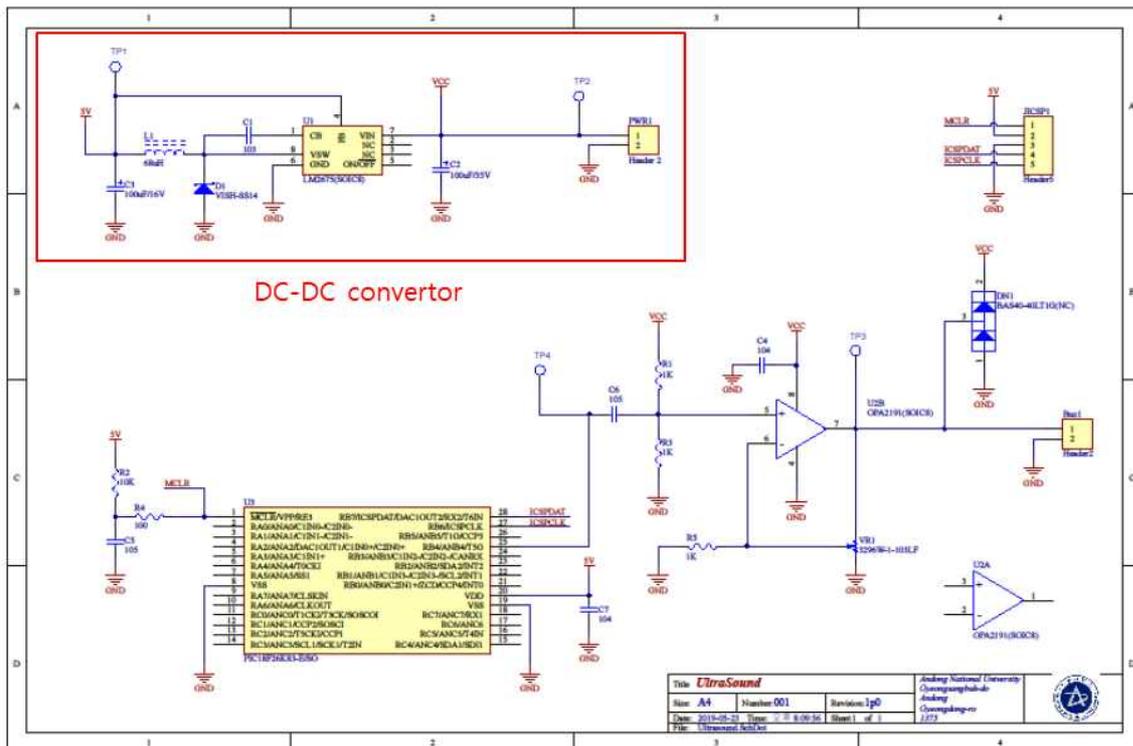
마이크로프로세스 (PIC16F873ASO)

< 음파 발생기 구동 시스템 >

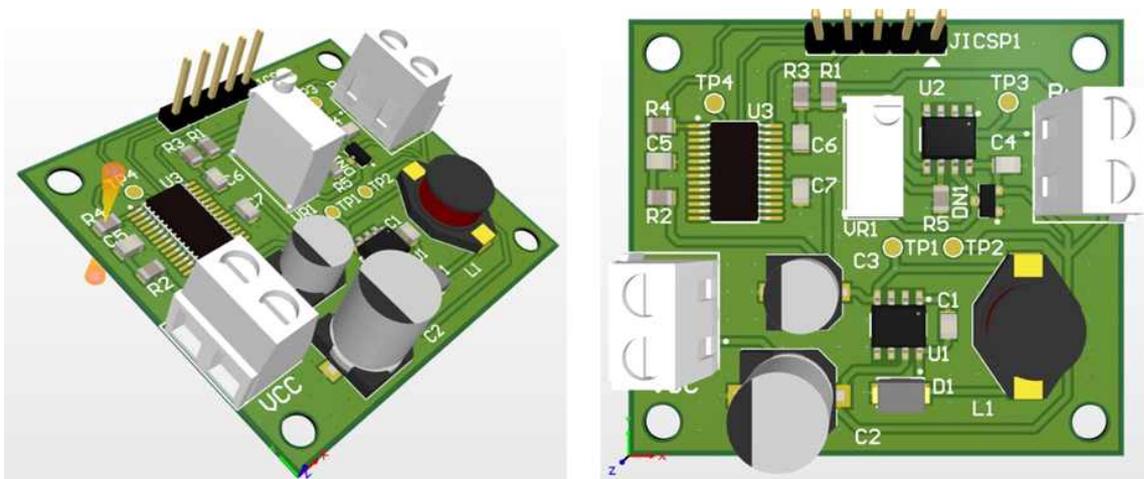


< 음파 발생 시스템 >

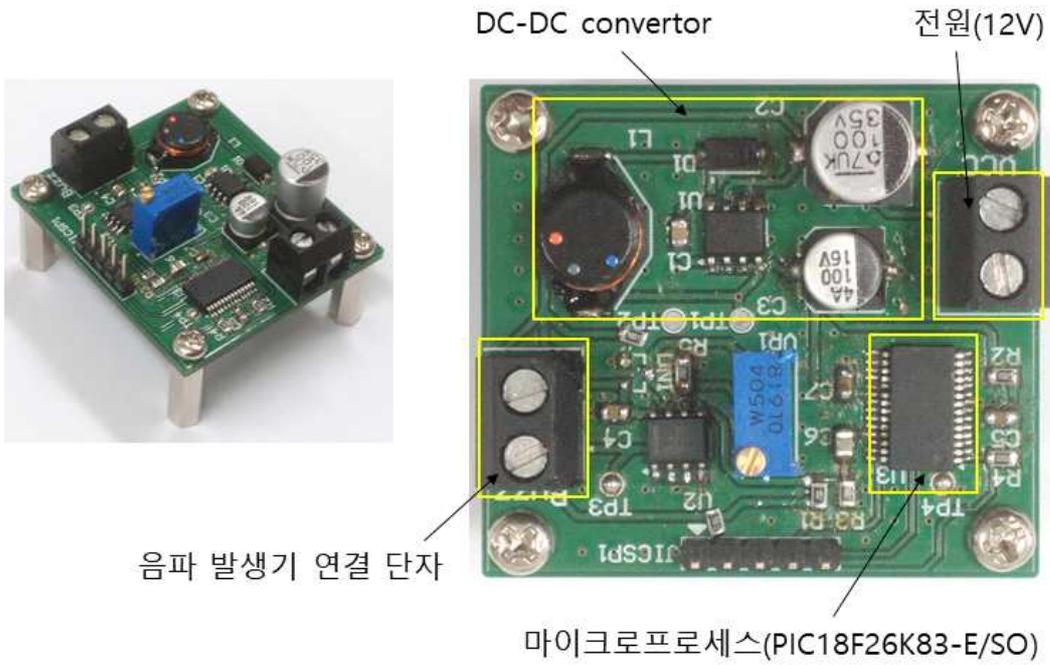
- 구동 시스템의 구조는 마이크로프로세스와 voltage regulator 각각 1개와 기본 소자 몇 개의 정도로 매우 단순하여 단가 면에서도 장점이 있으나, 발생하는 음파의 강도(pick to pick)가 5V로 한정되기 때문에 강한 음파가 필요할 경우 사용이 불가한 단점 판단
 - 구동 시스템에 DC-DC convertor를 추가하여 출력 음파의 강도(pick to pick)를 최대 12V까지 확장할 수 있도록 하는 회로를 설계함
- DC-DC 컨버터를 적용한 음파 발생기 구동 시스템 설계 및 제작
- 음파 발생기의 강도를 높이기 위하여, 음파 발생 신호의 pick to pick 가 12V로 출력이 가능한 시스템을 설계함
 - 기존의 회로에 DC-DC convertor를 추가하여 전원 입력이 40V까지 가능하도록 하며, 마이크로프로세스 전원 5V와 음파 발생기 신호 12V로 출력되게 설계함
 - 제작된 구동 시스템의 사이즈는 $40 \times 45 \text{mm}^2$ 이기 때문에 현장에서 제어 박스에 장착하기 편리하도록 설계함



< 음파 발생기 구동 회로 설계 >



< 음파 발생기 구동 시스템 PCB 설계 패턴 >



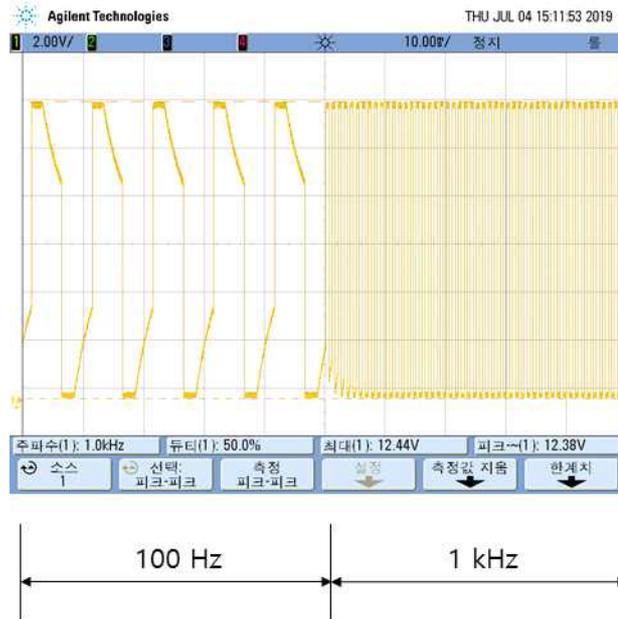
< 음파 발생기 구동 시스템 제작 >

- 특정 주파수의 음파 신호를 형성하여 음파 발생기에 공급하기 위하여 마이크로프로세스 코딩 과정 필요
- 유해조류 및 야생동물의 과수원 접근을 방지하기 위하여 유해조류 및 야생동물의 스트레스 인가 후보 주파수대의 음파는 대략 1kHz에서 15kHz 범위인 것으로 파악됨

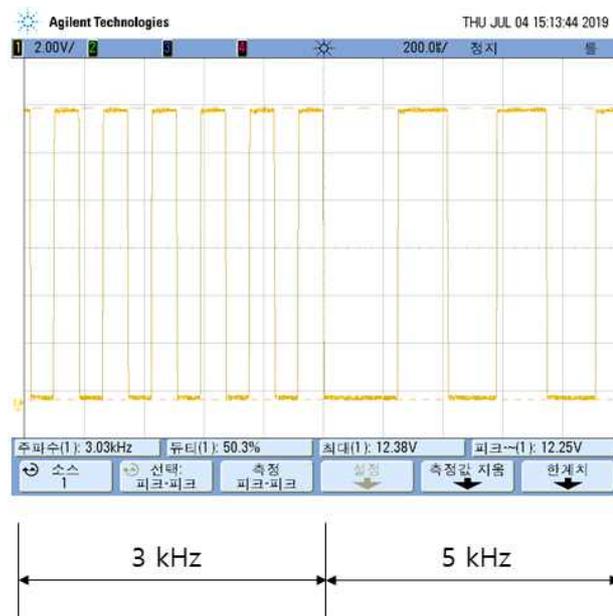
대상	주파수(kHz)
곤충	1 ~ 2
까마귀	2 ~ 4
참새	4 ~ 6
쥐	6 ~ 10
멧돼지, 사슴	14 ~ 19
박쥐	20 ~ 24

< 스트레스 인가 후보 음파 주파수 >

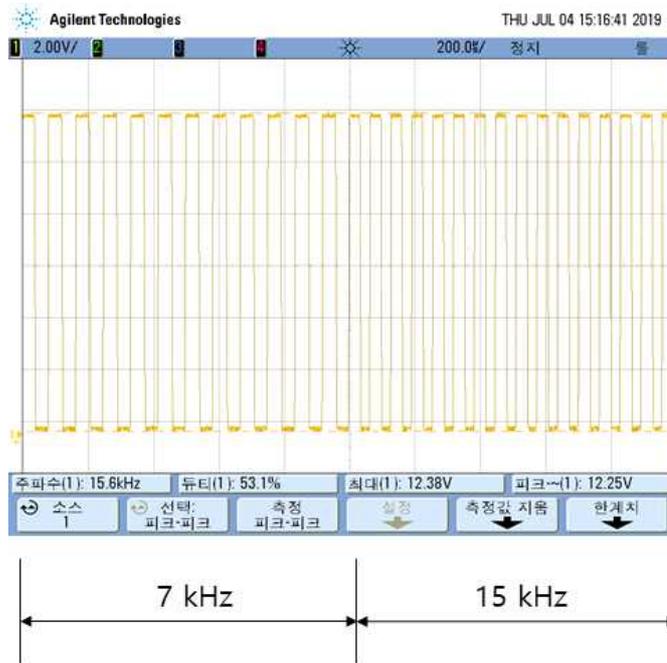
- 본 연구의 계획은 후보 주파수 50개를 선정하여 순차적으로 음파를 발생하도록 시스템을 구성하는 것이지만, 짧은 시간 구간에 50종류의 주파수의 음파를 순차적으로 발생하는 것에 대한 문제점(너무 복잡한 소리 발생)을 해소하기 위하여 50종류의 주파수 중에 구간별로 나누어서 필요한 주파수 구간을 선택하도록 함
- 6종류의 주파수를 선정 순차적으로 발생하는 방법을 적용함(주파수 종류를 추가로 증가시키는 것은 코딩으로 간단하게 수정 가능함)
- 본 연구에서는 관련 음파 주파수 구간 중에 100Hz, 1kHz, 3kHz, 5kHz, 7kHz alc 15kHz를 선택하여 각 0.5초간 총 3초간 1세트로 반복하도록 설계함



(a) 100Hz, 1kHz



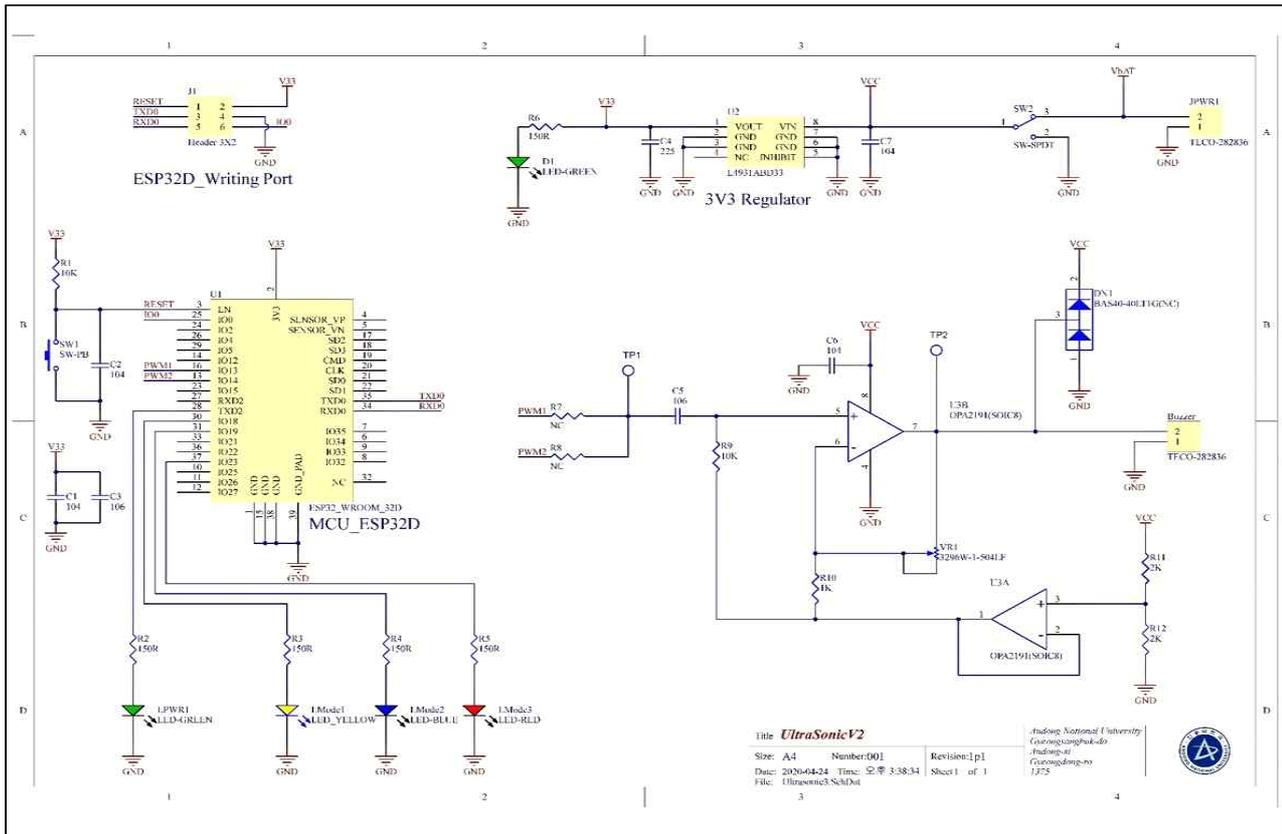
(b) 3kHz, 5kHz



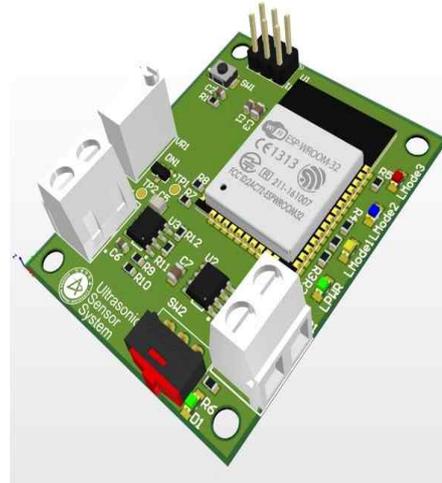
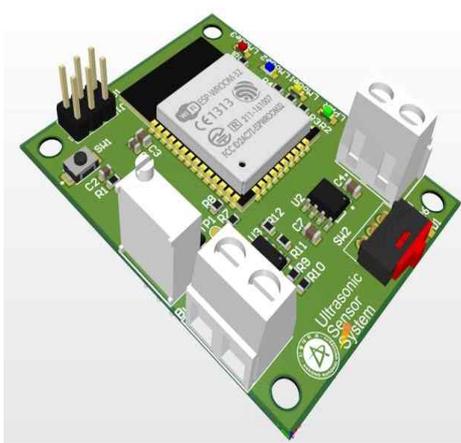
(c) 7kHz, 15kHz

< 음파 발생기 구동 시스템의 음파 신호 출력 특성(오실로스코프 측정 캡처) >

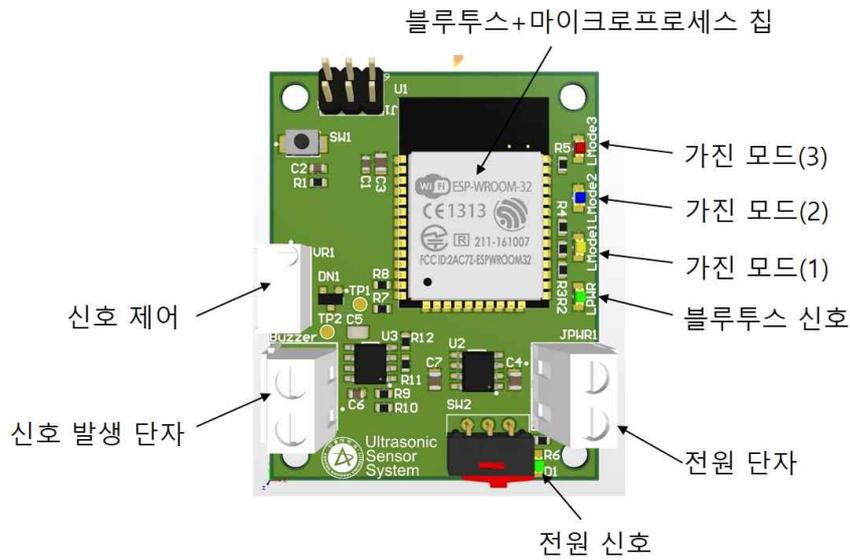
- 음파 발생기와 구동 회로 시스템을 연결하여 측정 결과 각 주파수의 음파를 0.5초씩 3초간 반복 발생함을 확인할 수 있음
- 무선 음파 발생기 구동 시스템 설계 및 제작
 - 음파 발생기를 무선으로 구동, 모니터링 하기 위하여 마이크로프로세스와 블루투스 통신 기능이 통합된 ESP-WROOM-32 칩을 사용함
 - 음파 발생기 구동 시스템 보드에는 전원, 음파 신호 단자와 현재에 적용 중인 모드(특정 주파수 구간 분리, 총 3개 모드로 설계)를 표시하기 위하여 3개의 3색 LED를 배치함
 - 음파 발생기 구동 시스템은 마이크로프로세스 및 블루투스가 통합된 ESP-WROOM-32 칩, OP-AMP 2개, 전원 레귤레이터 칩 등으로 설계됨
 - 과수원 등 농업 현장에서 사용되는 것을 고려할 때 10m에서 100m까지 통신이 가능할 뿐 아니라 노트북, 스마트폰 등 다른 기기와의 호환성 등을 고려할 때, 블루투스 시스템이 적절할 것으로 판단됨
 - 무선 음파 발생기 구동 시스템의 전원은 DC40V 까지 인가할 수 있으며, 음파 발생기 구동 신호는 9V를 출력함



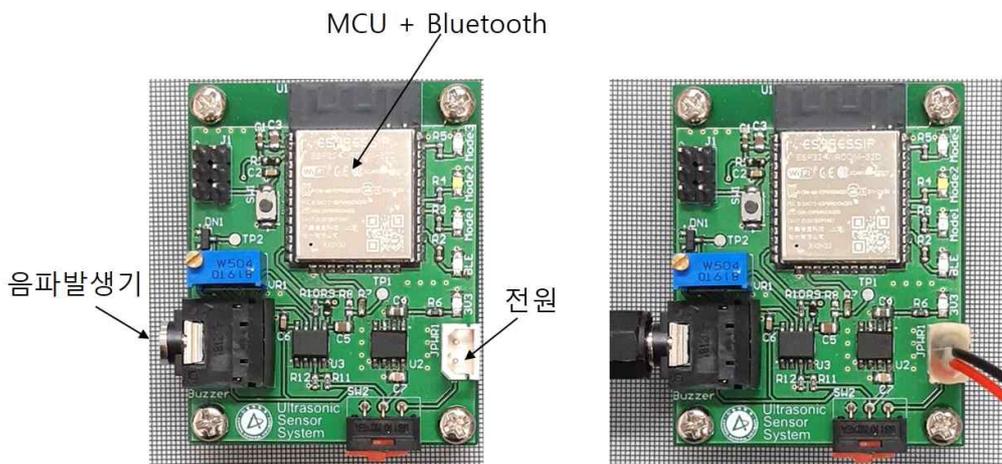
< 무선 음파 발생기 구동 시스템 회로 >



< 무선 음파 발생기 구동 시스템 PCB 설계도 >

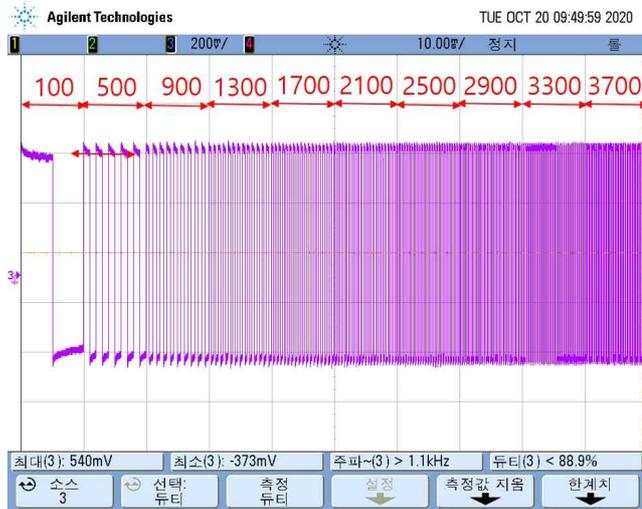


< 무선 음파 발생기 구동 시스템 PCB 배치도 >

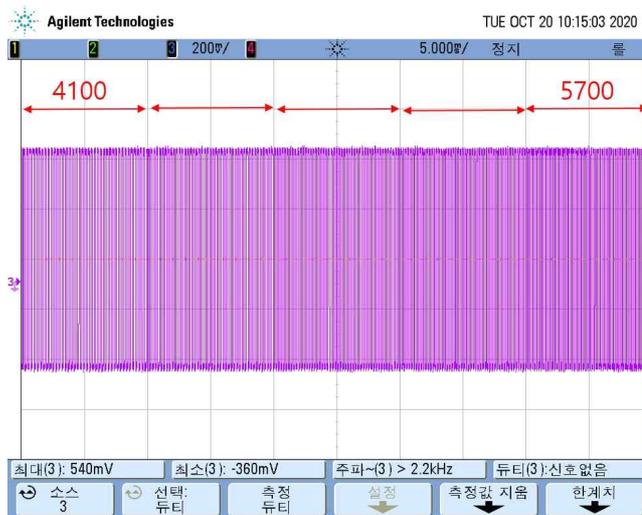


< 무선 음파 발생기 구동 시스템 사진 >

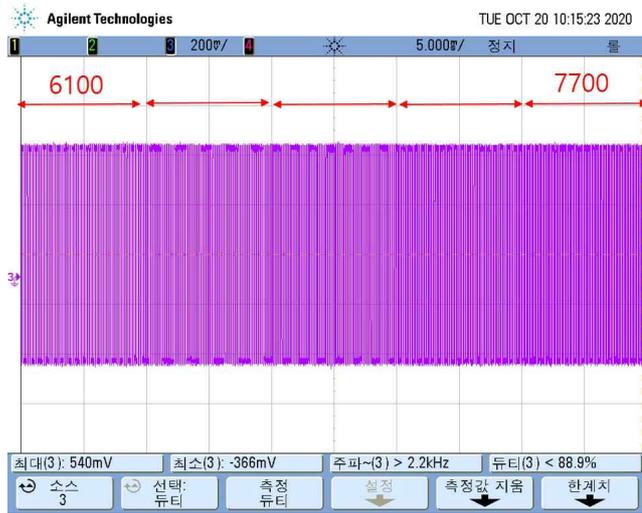
- 무선 음파 발생기 구동 시스템의 전원 연결 단자 및 음파 신호 발생 단자를 연결을 간편성을 고려하여 수정하였으며, 특히 음파 신호 발생 단자는 오디오 잭으로 수정하여 상시 부착 및 탈착이 쉽게 가능하도록 함
- 무선 음파 발생기 구동 시스템의 출력 특성을 평가하기 위하여 음파 신호 단자에서 출력하는 신호를 오실로스코프로 측정함



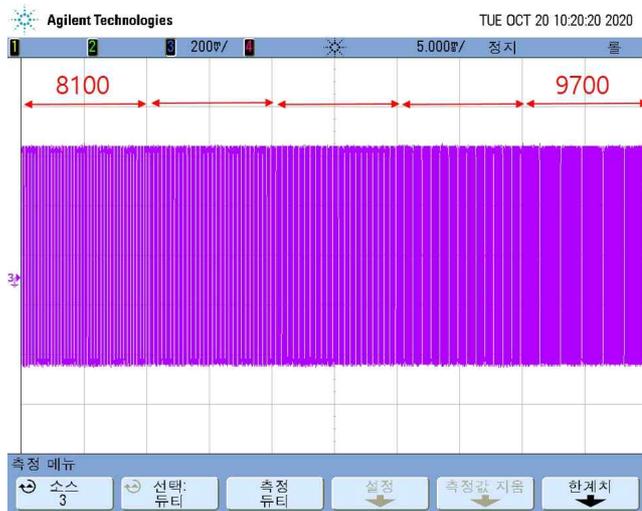
< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(100Hz~3700Hz) >



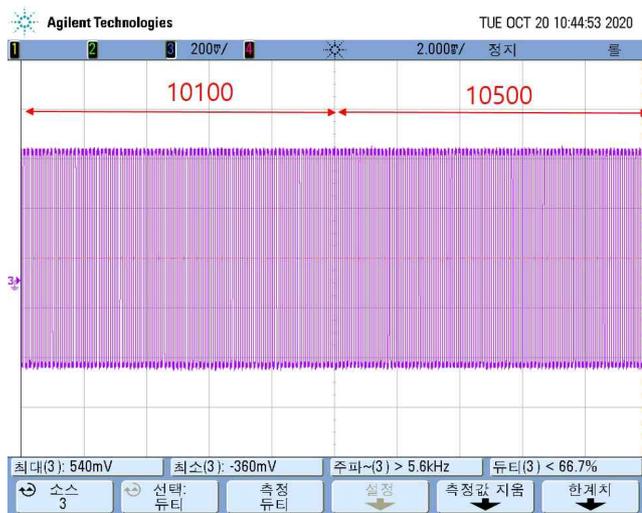
< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(4100Hz~5700Hz) >



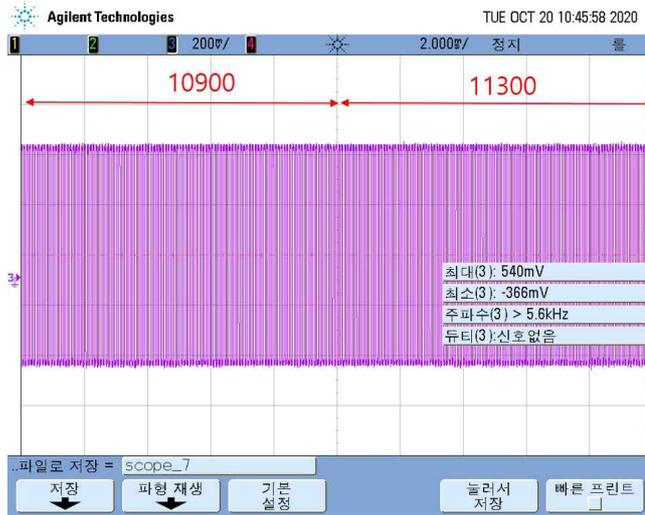
< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(6100Hz~7700Hz) >



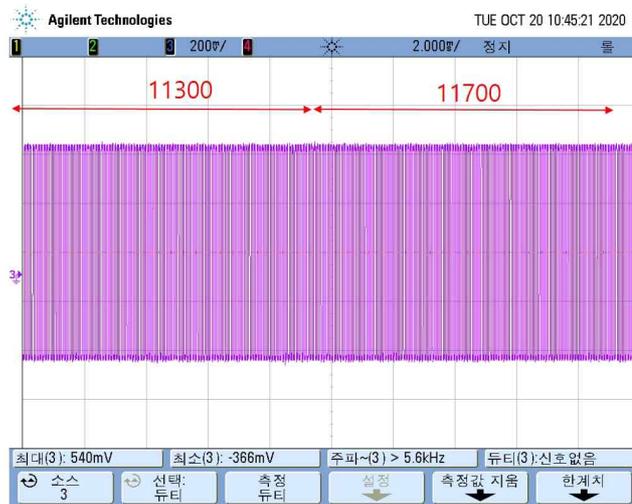
< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(8100Hz~9700Hz) >



< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(10100Hz~10500Hz) >



< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(10900Hz~11300Hz) >



< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(11300Hz~11700Hz) >



< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(15700Hz) >



< 음파 발생기 구동 시스템 음파 신호 출력 특성(20100Hz) >

- 음파 발생기 구동 시스템의 음파 발생 단자에서는 총 50가지(100Hz에서 20.1KHz까지)의 음파를 순차적으로 발생하는 것을 알 수 있음
- 특정 주파수 구간만 출력할 수 있어서 총 50종의 음파 주파수 중에서 특정 구간만으로 구동이 가능함

다. 유해조류 퇴치를 위한 음파 발생기 현장 적용 평가

○ 음파 발생기의 현장 적용을 위한 검토

- 아크릴 프레임으로 고정된 플라스틱 필름 또는 PVDF 필름형 음파 발생기 4종류의 특성을 비교하여 최적의 모델을 선택함
- 음파 발생 성능을 평가하기 위하여 음파 발생기를 설치하고 1m 떨어진 위치에서 소음 측정기를 사용하여 음파의 강도를 측정함

전극 종류	음파 강도(dB)	비고
압전 소자/PET 필름	55	2.5VAC
CNT / PVDF 필름	35	2.5VAC
Silver ink / PVDF 필름	34	2.5VAC
Gold / PVDF 필름	37	2.5VAC

< 음파 발생기의 음파 강도 측정 결과 >

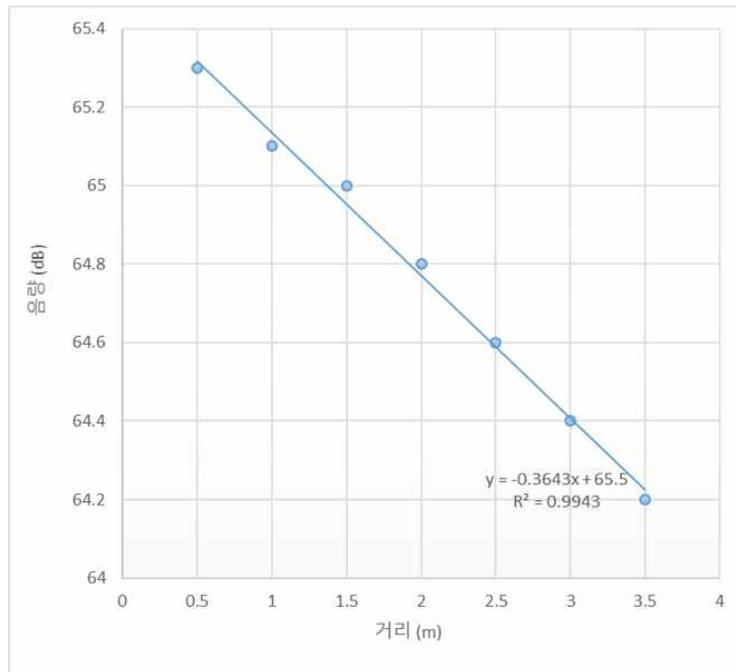
- 음파 발생기 구동을 위하여 2.5VAC 신호를 인가하고, 음파 발생기에서 1m 떨어진 위치에서 소음 측정기를 사용하여 음파의 강도를 측정한 결과 PET 필름 위에 코인형 PZT

디스크를 접착하는 형태의 음파 발생기가 약 55dB로 가장 강한 음파를 발생하는 것으로 판단됨

- PVDF 필름을 적용한 음파 발생기의 경우 CNT 전극의 경우 35dB, Silver ink를 도포한 경우 34dB, Gold sputtering 전극의 경우 약 37dB로 3종류 모두 비슷한 특성을 나타냈음
- 과수원 등 현장에 음파 발생기를 1m 간격으로 설치한다면 약 30dB~60dB(2.5VAC 전원)의 강도로 음파를 발생할 수 있음
- 음파의 강도를 높이기 위해서는 전원을 높이면 가능함
- 압전 효율 면에서 PZT 압전소자가 PVDF 필름보다 높아, PZT 압전소자를 사용하는 음파 발생기의 음파 강도가 높음
- PVDF 필름을 사용하는 음파 발생기의 경우 대량 생산 시에 공정이 단순하여 자동화 생산이 가능한 장점이 있음
- 적용 장소나 용도에 따라서 PZT 압전소자나 PVDF 필름 형 음파 발생기를 선택하면 효과적일 것으로 판단됨
- PET 필름에 PZT 압전소자를 적용한 형태의 음파 발생기의 음파 발생 강도의 거리 영향을 평가함



< 음량 측정 방법 >



< 음파 발생기의 출력 음향의 거리 영향 >

- 음파 발생기로부터 0.5m~3.5m 사이에서 거리를 변화시키면서 음량을 측정한 결과 직선적으로 반비례하는 것으로 판단됨
 - 음파 발생기로부터 약 3m 떨어져도 음파의 강도는 약 1.68% 정도밖에 떨어지지 않기 때문에 음파 발생기를 현장에 설치할 경우 1m~5m 간격으로 설치해도 음파 발생기의 영향력은 심각하게 떨어지지 않음
- 음파 발생기의 현장 적용 방법 검토
- 음파 발생기는 과수원 등의 현장에 설치할 경우 음파 발생기 구동 시스템에 여러 개(30에서 50개)의 음파 발생기를 병렬로 연결하여 사용할 수 있을 것으로 판단함
 - 과수원 현장(체리 농장)에서의 테스트를 위하여 15m의 전선에 병렬로 10개의 음파 발생기(스피커형 음파 발생기, 압전소자 적용 모델)를 설치하여 음량을 측정함

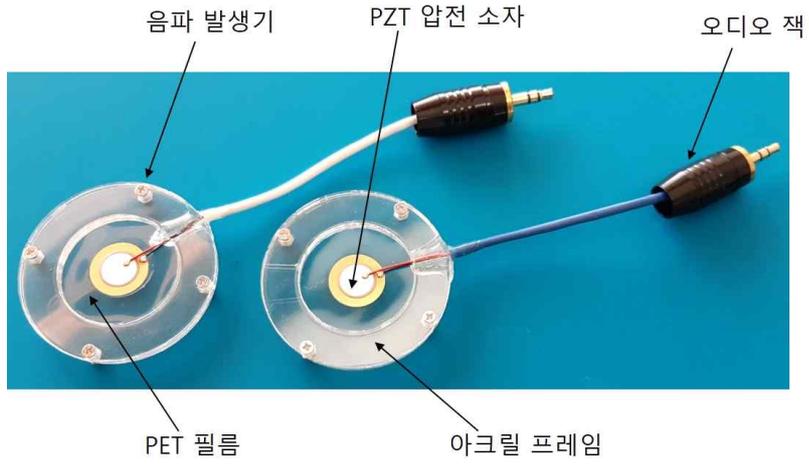


< 체리 과수원 음파 발생 시스템 설치 사진 >



< 사과 과수원 음파 발생 시스템 설치 사진 >

- 음파 발생기가 설치된 장소부터 2m 내외에서 4dB~6dB의 음파 강도가 측정되었음
- 유해조류 퇴치 효과를 검토한 후에 효과가 낮다면 음파의 강도를 조절하여 최적의 상태를 유지할 필요가 있음
- 현장에서 음파 발생기의 설치 및 교환 등의 수리가 단순화시키기 위하여 음파 발생기의 연결부를 오디오 잭으로 개발하여 쉽게 연결 또는 제거할 수 있도록 함



< 현장용 음파 발생기 >



< 복수의 음파 발생기 연결 >



< 무선 음파 발생기의 제어 및 현재 출력 음파 주파수 모니터링 시스템 >

- 유해조류 퇴치용 음파 발생기의 전체 시스템은 음파 발생기, 음파 발생기 구동 시스템 및 원격 제어 및 모니터링 하기 위한 소프트웨어로 구성되어 있음
- 스마트폰에서 블루투스 통신을 활용하여 출력 음파 주파수 구간을 정하는 Mode 선택 단자와 중지 단자가 있으며, 현재 출력되는 음파의 주파수를 실시간으로 표시하도록 개발되었음

○ 검토

- 음파 발생기 적용 환경에 따라 적절한 형태의 음파 발생기를 적용할 수 있음
- 본 연구에서 개발된 플라스틱 필름형(PET film), 스피커형(ABS), PZT 압전소자를 적용한 아크릴 프레임으로 고정된 플라스틱 필름형(PET film) 및 아크릴 프레임을 고정된 PVDF 필름형 음파 발생기 중에서 단순한 플라스틱 필름형은 음파 강도가 너무 낮고, 공진 주파수 대역이 너무 좁아서 현실적으로 사용이 불가능할 것으로 판단됨
- 플라스틱 필름을 고온 프레스 공법으로 스피커 형태의 구조물을 제작하고, PZT 압전소자를 부착하는 형태의 음파 발생기는 단가 문제나, 성능 면에서 매우 효과적인 제품으로 판단되어, 적극적인 상품화 고려를 검토해 볼 가치가 있음
- 아크릴 프레임으로 고정하는 형태의 음파 발생기의 경우 PET 필름을 고정하고 PZT 압전소자를 부착하는 형태가 음파의 강도 면에서 효과적이었음
- 아크릴 프레임으로 고정하는 형태의 음파 발생기 중에 PVDF 압전 필름을 적용하는 형태의 경우 PVDF 압전 필름을 진동 구동하기 위한 전극을 CNT, Silver, Gold 등을 사용한 결과 3종류 모두 비슷한 음파 강도를 나타내고 있어서 전극 선정 시에 단가, 내구성, 가공성 등을 고려하여 선택하면 됨
- 음파 발생기 구동 시스템은 개발된 블루투스 통신을 이용한 무선형 시스템이 효과적인 것으로 판단됨
- 필요에 따라서 블루투스 외에 와이파이, 고주파 통신 등을 고려할 수 있음

2-5. 참여기관 : 에코팜

가. 유해조류 퇴치 정보 조사 및 수집

- 본 연구에서 유해 조류 퇴치를 위해서 사람과 조류의 가청 주파수를 조사하여 이를 반영함.
- 사람의 가청 주파수는 약 20 ~ 20,000Hz에 이르며, 동물들은 사람보다 훨씬 더 넓은 범위의 가청 범위를 갖는 것을 확인함
- 또한 사람의 경우 나이 별로 가청 주파수 범위가 바뀌며, 새의 경우에도 조류별 가청 주파수가 다른 것을 확인함
- 조류와 사람의 가청 주파수 영역은 비슷하지만, 사람이 민감하게 듣는 주파수는 4,000Hz에 가장 민감한 것을 확인하였으며, 조류는 민감하게 듣는 주파수가 사람보다는 낮은 것을 표 4에서 확인 가능함

새 종류	최저 주파수 (Hz)	민감한 주파수 (kHz)	최고 주파수 (kHz)
BlacBlack-footed Penguin	100	0.6~4	15
Mallard	300	2~3	8
Canvasback	190		5.2
Americal Kestrel	300	2	10
Ring-necked Pheasant	250		10.5
Turkey			6.6
Gull	100	3	10
Ring-billed Gull	100	0.5~0.8	3
Rock Dove	50	1.8~2.4	11.5
Budgerigar	40	2	14
Barn Owl			12.5
Eagle Owl	60	1	8
Great Horned Owl	60		7
Long-eared Owl	100	6	18
Tawny Owl	100	3~6	21
Horned Lark	350		7.6
European Robin			21
American Crow	300	1~2	8
Black-billed Magpie	100	0.8~1.6	21
Blue Jay			7.8
Red-winged Blackbird			9.6
Brown-headed Cowbird			9.7
Euopen Starling	700	2	15
House Sparrow	675		11.5
Chaffinch	200	3.2	29
Greenfinch			20
Canary	1100	2.8	10
Bullfinch	200	3.2	20~25
Field Sparrow			11
House Finch			7.2
Red Crossbill			20
Snow Bunting	400		7.2

< 조류의 가청 주파수 >

- 올빼미와 펭귄을 제외한 유해조류 및 일반 조류의 가청 주파수가 3,000Hz 이하 정도로 본 연구에서 음원 생성 시에 반영함
- 타업체 조류 퇴치기를 조사해서 실제 사용되는 주파수와 dB가 어떤지를 확인하였으며, 일반적으로 조류가 민감하게 반응하는 주파수 영역대의 제품은 절반 정도로 확인이 되며 평균적으로 110dB 정도로 사용되는 것을 표 5에서 확인 가능함

조류 퇴치기	주파수 범위(kHz)	소리 레벨(dB) @ 거리에서 측정	참고사항
BirdXPellerPro Super BirdXpeller Pro Bird-X	3~5	105~110 @1m	distress calls
Broad Band Pro Bird-X	3~5 15~25	105~110 @1m 92~102 @1m	audible and ultrasonic
Transonic IX-L Bird-X	20~50 10~50	116 @ 0.5m	
Critter Blaster Bird-X	2~10	105~110 @1m	
Quadrablastar QB-4 Bird-X	20 20~30		warble
Goosebuster Bird-X	0.5~1.5	110 @1m	alert and alarm calls
YardGuard Bird-X	15~26	114 @1m	
Sillent Bird Scarer Pestoff	17~65		
Bird Scarer Pestoff	3~25		predator calls
Ultrasound Celling Device U-Sprary	22	112 @1m	
Yard Team	15~25	114 @1m	

< 타업체 조류 퇴치기 >

- 본 연구에서는 사람에게 최대한 스트레스를 적게 주면서 조류에게 최대한 피해를 줄 수 있는 가청 주파수 영역과 dB를 찾기 위해서 조류의 가청 주파수와 타업체 조류 퇴치기를 분석하였으며, 최종적으로 사람의 가청 주파수에 스트레스를 적게 받으면서 청각을 잃는 위험시간을 확인하여 조류 퇴치기에 반영함

Noise Level (dBA)	노출 시 청각을 잃는 위험시간
85	8시간
88	4시간
91	2시간
94	1시간
100	15분
103	7.5분
106	3.7분
109	112초
112	56초
115	28초
118	14초
121	7초
124	3초
127	1초
130~140	1초 이하
140	-

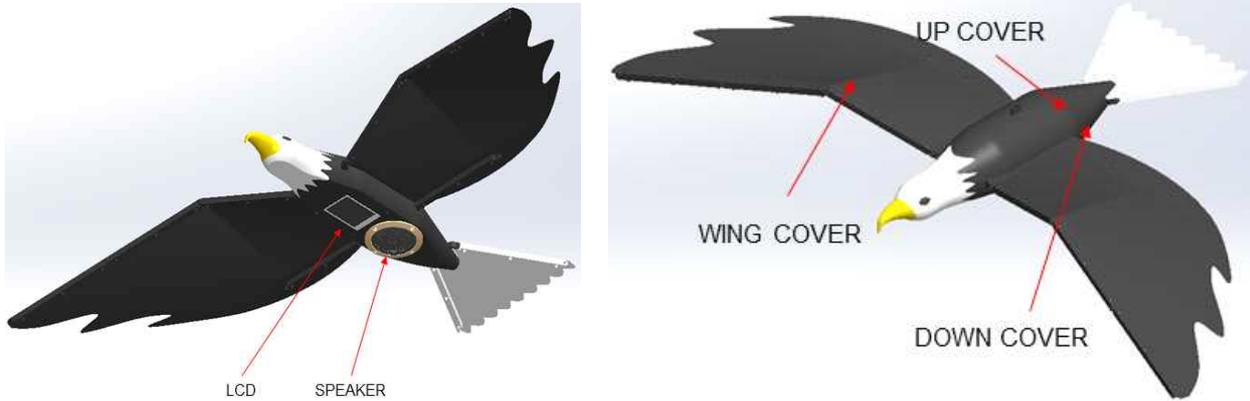
< 노출 시 청각을 잃는 위험시간 >

나. 조류퇴치기 기구부 설계 및 제작

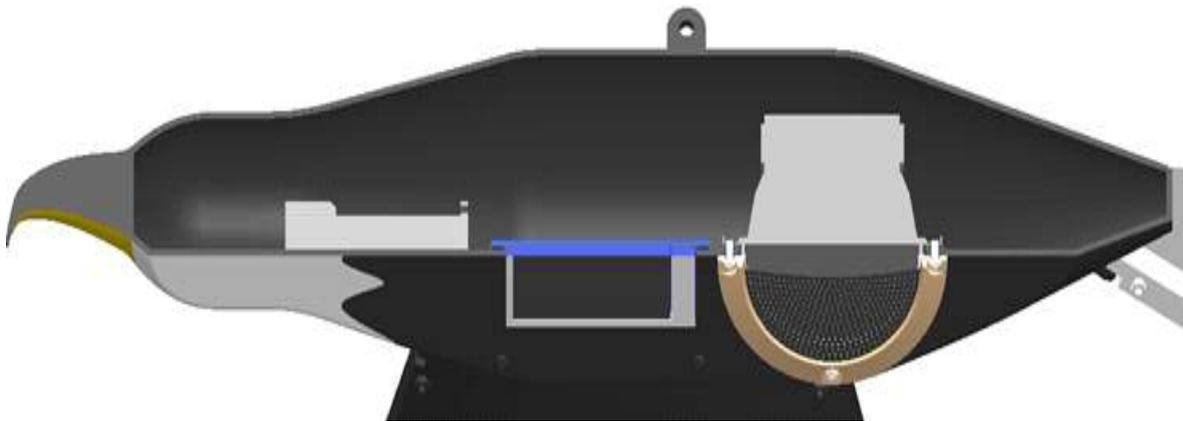
(1) 1차 시제품 개발

- 일반적으로 유해조류퇴치기는 조류에 의한 피해가 가장 큰 과수원에서 가장 많이 사용됨
- 그러므로 개발된 시제품은 과수원에 설치되어 있는 지주대를 그대로 이용할 수 있도록 함으로써 별도의 설치 구조물이 필요없도록 설계하였음
- 조류 모형부는 지주대 최상단부에 설치되어 모형이 잘 보일 수 있도록 시연성을 확보하였고, 시스템 제어부가 포함되어 있는 전장 박스는 사용자의 사용 편의에 따라 높이를 조절하여 설치할 수 있도록 설치 지그를 제작하였음
- 조류 모형부는 천적 조류인 매모형을 이용하였고 바람에 따른 모형의 회전을 위해 중앙부 회전축, 모형의 반대쪽에는 외부의 바람 풍향에 따라 모형부의 회전 방향이 유도될 수 있도록 방향키를 구성하였음

- 조류 모형부는 실제 천적 매의 사이즈를 확인하여 약 1,168 x 118 x 634mm 사이즈로 모형을 설계하였고 음원 재생을 위한 스피커와 동작 상태를 확인할 수 있는 LCD도 함께 구성하였음
- 제품 전원은 별도의 유선 전원을 인가하기가 용이하지 않기 때문에 배터리 2EA를 적용하도록 하였음.

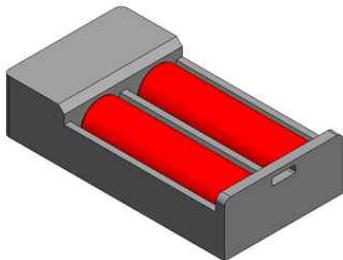


(a) 사시도

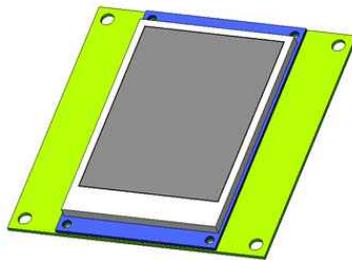


(b) 단면도

1. BATTERY HOLDER
 -. SPEC : 18650
 -. SIZE : 75.0 x 40.0 x 18.0



2. PCB BOARD & LCD
 -. SPEC : 2.8" LCD
 -. SIZE : 60.0 x 70.0(Board)



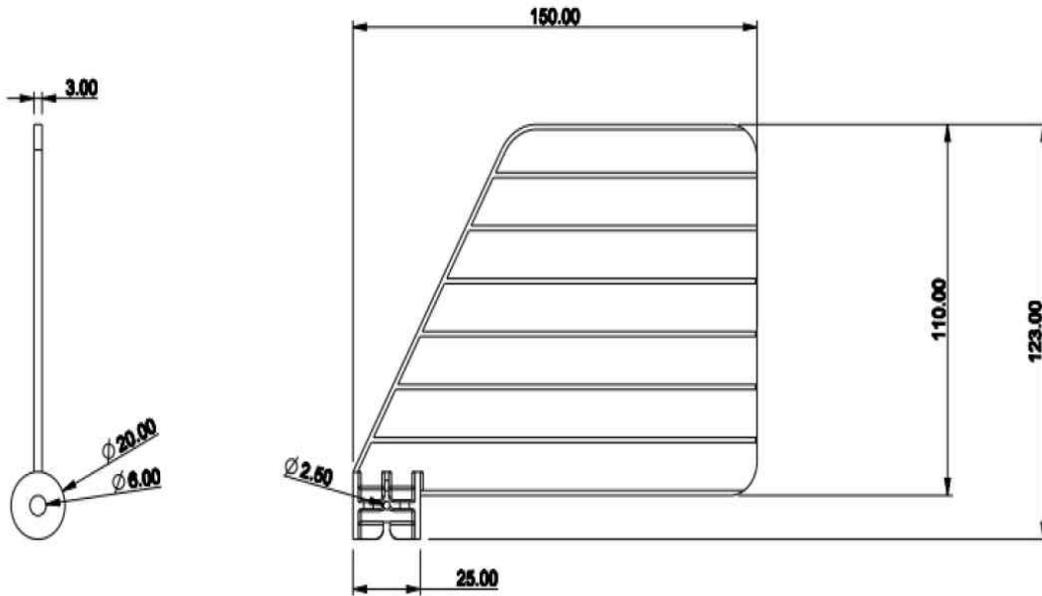
3. SPEAKER
 -. SPEC : 3" 15W
 -. SIZE : Ø94.5 x 63.0



(c) 구성 부품도

< 천적 조류 모형 설계도 >

- 지주대 상단에 설치된 조류 모형은 움직임이 활발해야 조류의 시야에 쉽게 들어오고 퇴치의 효과가 발휘할 수 있음. 그러므로 자연 바람에 의해 조류모형을 설치한 부품이 쉽게 회전할 수 있도록 조류모형 반대편에 장착할 방향키도 설계 및 제작을 진행하였음

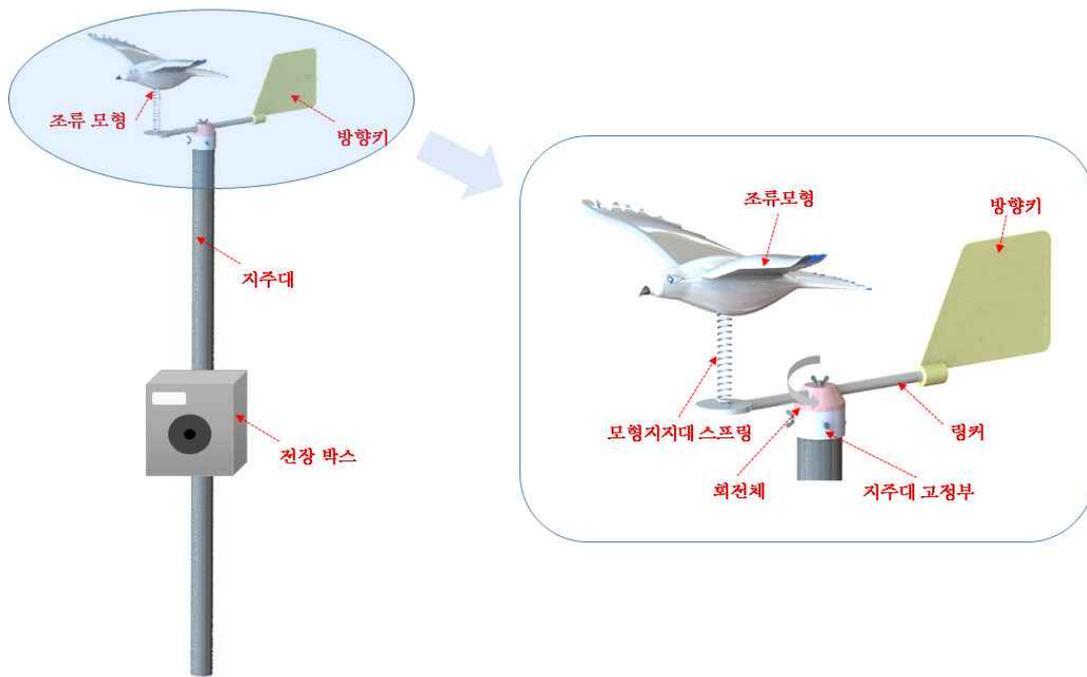


< 방향키 도면 이미지 >

- 조류모형을 포함한 기구부 구성은 아래와 같음

- * 조류모형 : 유해 조류 천적 조류와 동일형상으로 제작
- * 방향키 : 자연바람에 방향에 따라 유도되어 회전될 수 있도록 하는 역할
- * 지주대 고정부 : 지주대와 기구부 간의 연결을 위한 지그
- * 회전체 : 조류모형의 회전을 위해 지주대 고정부를 기준으로 상단에 구성됨
- * 링커 : 조류모형과 방향키를 연결해주는 부분으로 회전체의 중앙을 관통하여 설치되고 회전체에 있는 나비후크로 좌/우간의 길이를 조절하여 균형을 잡을 수 있음
- * 지주대 : 과수원에 설치되어 있는 일반 쇠 지주대 그대로 사용
- * 전장박스 : 한국로봇융합연구원에서 개발된 시스템제어부를 장착하는 역할

- 조류퇴치기의 기구부 전체에 대한 모식도 및 부품별 모델링 이미지/도면을 나타낸 것임



< 조류퇴치기 기구부 전체 모식도 >

<p style="text-align: center;">스프링</p>	<p style="text-align: center;">지주대 고정부</p>
<p style="text-align: center;">회전체</p>	<p style="text-align: center;">링커</p>

< 조류퇴치기 기구부 설계도면 >

- 상기의 설계안을 바탕으로 조류퇴치기 시제품을 제작하였음. 다만 조류 모형의 경우 현재 설계 완료 이후 제작 진행 중인 관계로 1차년도에서는 기존의 매 모형을 구매하여 시제품에 적용하였음. 구매한 매모형의 고정 방법이 모형의 상단에서 별도 줄로 연결하는 방식인 관계로 설계안인 스프링 방식을 배제하였음.

조류모형	방향키
	
링커	지주대 고정부
	
회전체	전장박스
	

< 조류퇴치기 시제품 사진 >

- 제작된 부품을 설계안과 같이 어셈블리하여 직경 48mm의 과수원 지주대에 설치할 수 있도록 하였음. 설치한 이미지는 그림 20에 나타내었음

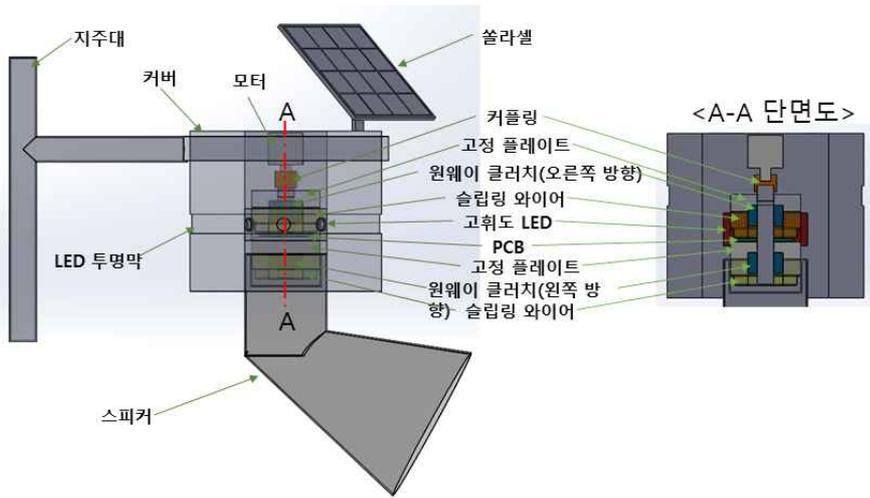


< 조류퇴치기 기구부 시제품 설치 이미지 >

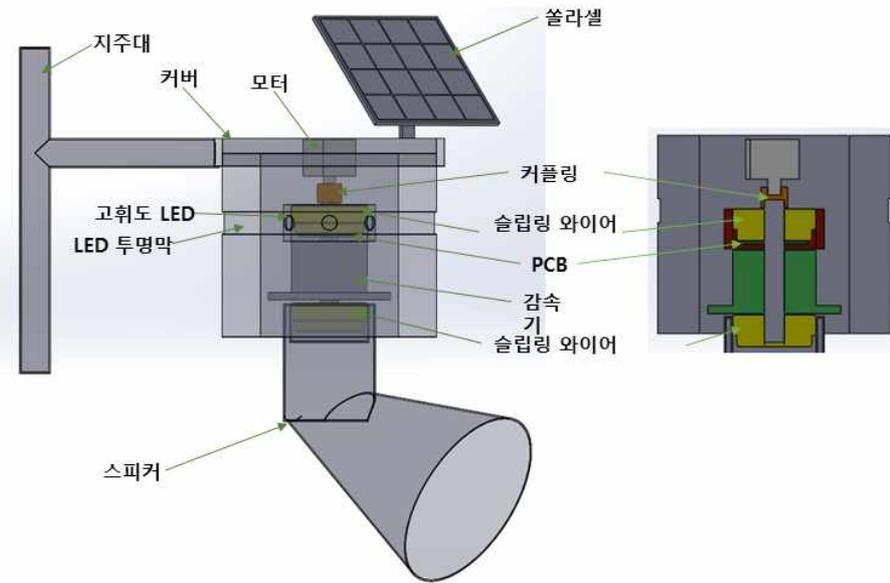
- 조류퇴치기는 70~100 평당 1개가 설치되며, 일반적으로 과수원을 하는 농가들은 규모는 일정하지 않기 때문에, 여러 개의 연동 방법을 처음에는 무선 통신을 이용해서 시나리오를 생각하였으나, 단가의 문제와 동기화를 시켜야하는 문제 등으로 실제 농가에서 사용하기에는 무리가 있음을 확인하였음.
- 이를 해결하고 음원 패턴의 다양화를 주기 위해서 각종 센서(PIR, 마이크, 음파발생기 등)을 이용해서 조류를 감지하거나 조류퇴치기의 소리를 감지하는 방법을 적용하기로 함.
- 조류퇴치기 음원 출력 패턴의 한 예로 총 4개의 조류퇴치기를 설치하였다고 가정하면 1번째 조류퇴치기에서 실제 천적음, 스트레스음을 스피커로 재생하였을 경우에 2,3,4 조류 퇴치기에는 이를 감지하고 연쇄적으로 틀어주는 형태로 실제 설치 위에 따라 소리가 전달되는 시간은 다르며, 재생되는 시간도 다르기 때문에 다양한 패턴의 효과를 줄 수 있음.
- 이 방법은 소리를 계속 감지하고 음원을 재생하면 무한 반복해서 재생이 되는 문제가 있음으로, 스피커로 음원을 재생 시에 일정시간동안은 소리를 감지했어도 재생을 하지 않도록 개발함.

(2) 2차 시제품 개발

- 2차 개선 시제품에서는 퇴치영역 확대를 위해서 퇴치음이 방향성을 제거하기 위해 스피커를 360도 회전하는 구조에 대해 컨셉안을 설계하였음



< 원웨이 클러치 회전 퇴치기 구상안 >



< 감속기 활용 회전 퇴치기 구상안 >

- 스피커의 360도 회전 및 시각적 퇴치 효과 추가를 위한 레이저 발광부를 포함한 컨셉안은 기존의 고정된 위치에서 소리만으로 퇴치하는 방식보다는 보다 더 퇴치방법의 종류 및 경우의 수가 대폭 증가하여 조류퇴치효과는 물론 학습 회피 효과도 높을 것으로 기대하였음
- 1차년도 연차보고서에서 언급한 바와 같이 유해조류 퇴치 방식의 중 매 모형을 이용한 시각적 퇴치 효과는 현장농가 평가 결과, 미미한 것으로 확인되었으며, 오히려 레이저를 활용한 시각 퇴치 효과가 있기 때문에 최종 시제품에서는 매모형 대신 레이저 회전 및 감빡임을 통한 퇴치 기능을 구현하였음

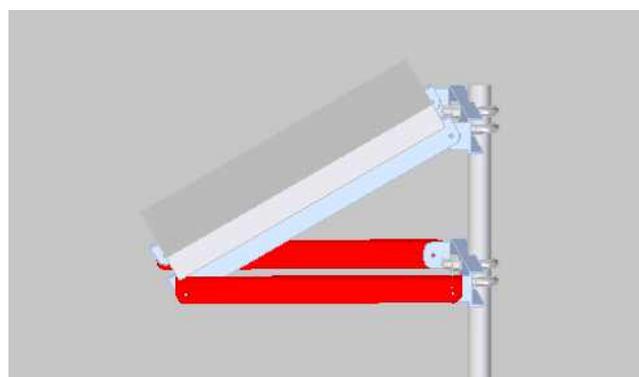
- 상기 컨셉안을 기반으로 태양광과 회전형 스피커, 레이저 발광을 포함하는 조류퇴치시스템 기구부를 설계하였음
- 아래 그림은 설계된 기구부의 컨셉 모델링을 나타낸 것임



< 조류퇴치기 최종시제품 기구부 컨셉 모델링 >

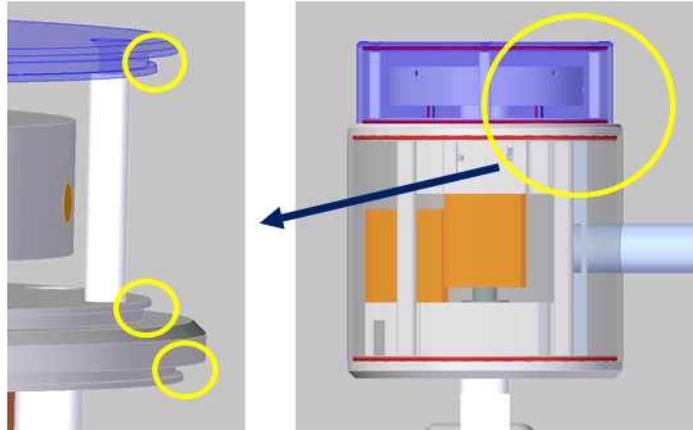
- 조류퇴치기 최종 시제품 기구부는 제작을 위한 상세 모델링 설계를 수행하였음
- 컨셉 설계에서 고려되지 않았던 상세 조립 부분을 아래와 같이 개선하였음

* 태양광 패널 발전 효율성을 위해 각도를 더 높히는 구조로 변경



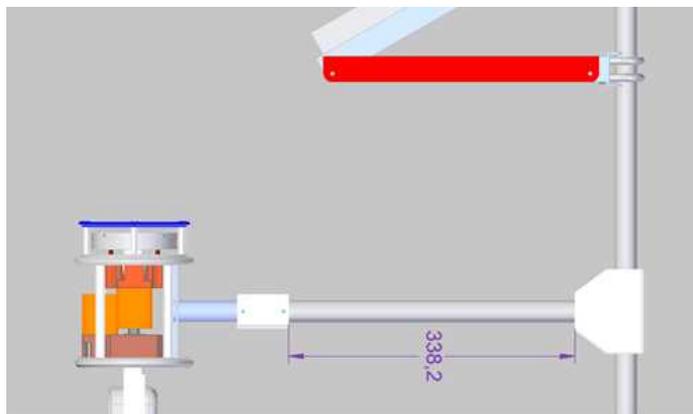
< 태양광 패널 각도 조절 구조 설계 >

* 제품 실외 설치를 목적으로 한 방수 성능 개선 (실리콘 오링 적용)



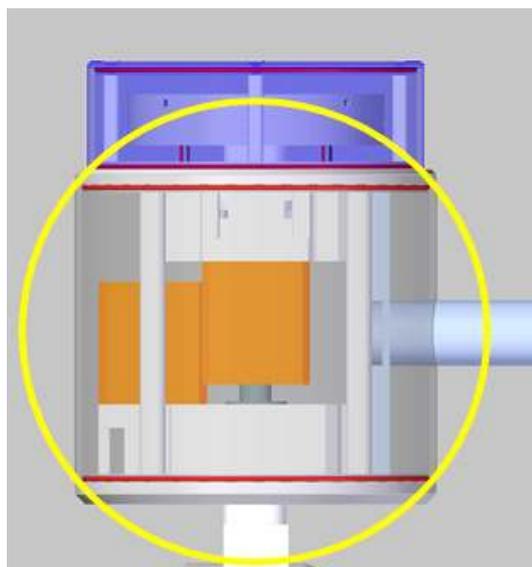
< 본체부 실리콘 오링 적용 구조 설계 >

* 태양열 패널 브라켓의 길이가 변경됨에 따라 본체 지지파이프 길이 변경



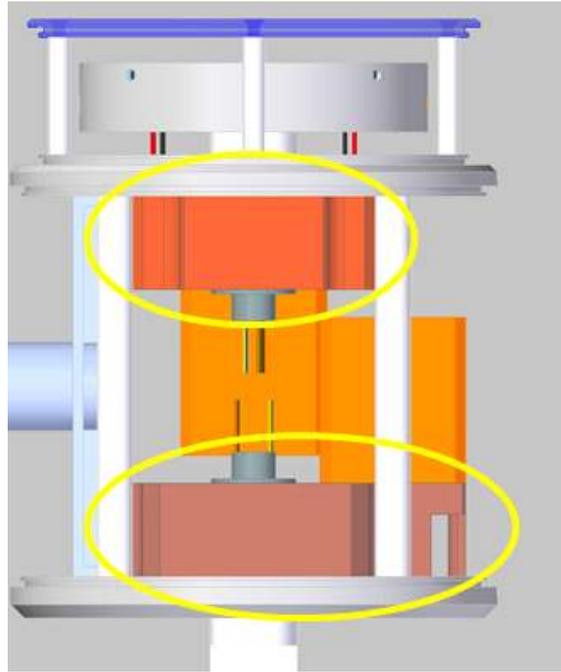
< 본체 지지파이프 길이 변경 >

* 본체 원통구조재질 변경 (SUS -> PC)



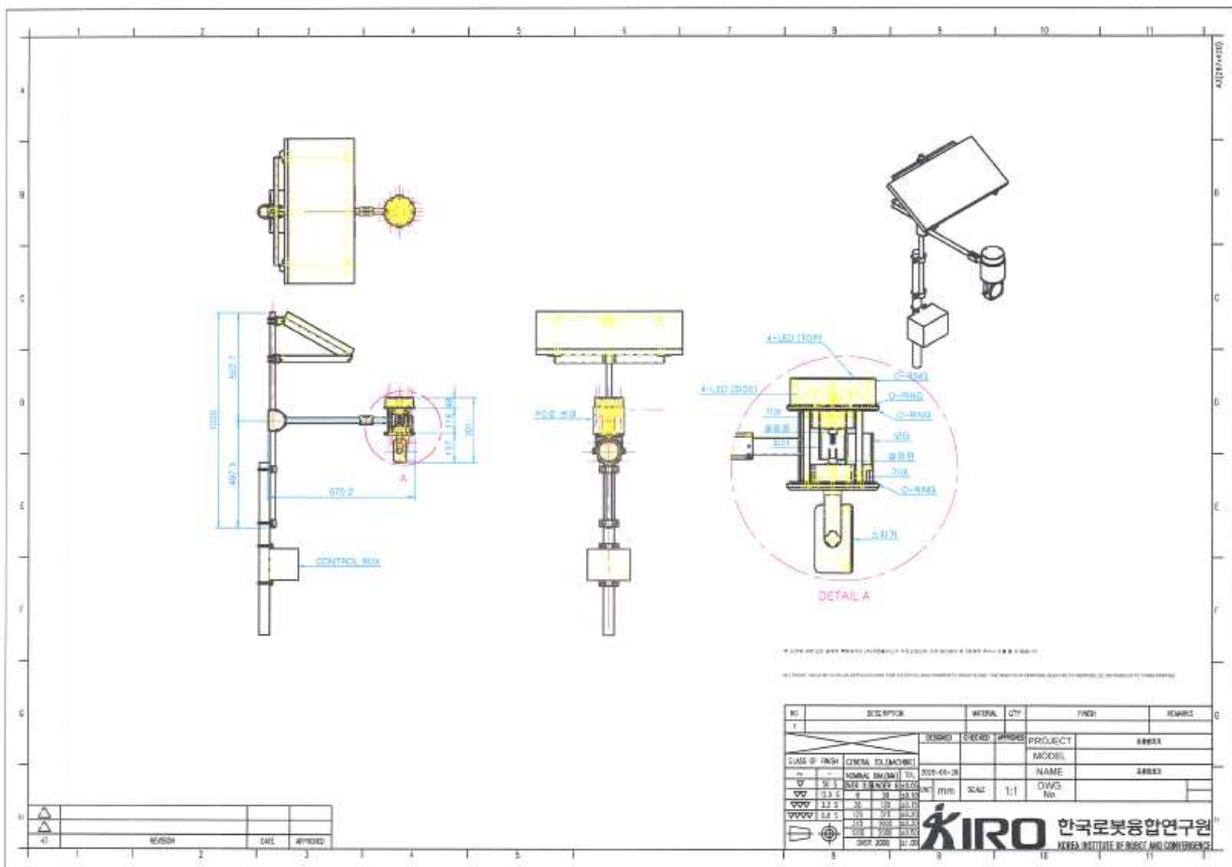
< 본체 외부케이스 재질 변경 >

* 배전 끼임 방지를 위한 모터 브라켓 변경



< 모터 브라켓 최적화 >

- 상기 설계한 모델링을 바탕으로 시제품을 제작을 위한 도면작업을 진행하였음
- 아래 그림은 어셈블리 도면이고 상세부품별 도면은 부록을 참조바람



< 조류퇴치기 최종시제품 어셈블리 도면>

- 조류퇴치기 최종 시제품을 각 부품별로 제작하여 조립하였음
- 아래 이미지는 한국로봇융합연구원에서 개발한 전장 및 제어부와 조립을 완료한 조류퇴치기 제품임
- 제어박스는 사용자가 조정 및 고장A/S가 용이하도록 사람 가슴높이에 맞도록 설치하였음

부품별 제작	퇴치시스템 어셈블리
	

< 조류퇴치시스템 부품 및 어셈블리 제작 >

레이저 발광부	회전형 스피커부
	
본체부	제어부
	

< 주요 부품별 상세 이미지 >

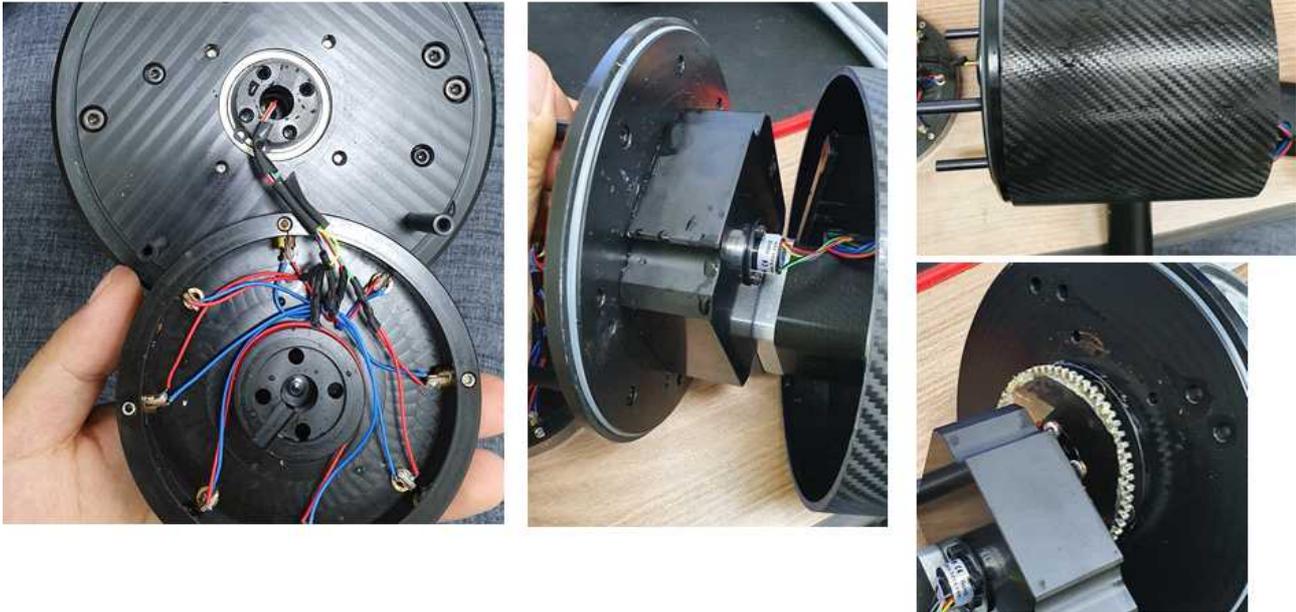
- 실외 설치 시에는 태양판넬의 방향을 남쪽 방향으로 하고 설치하면 되고, 퇴치기 시스템은 'U'자 볼트를 사용하여 기존 과수원에 설치되어 있는 지주대에 간단한게 설치할 수 있었음



< 조류퇴치시스템 최종시제품 실외 설치 >

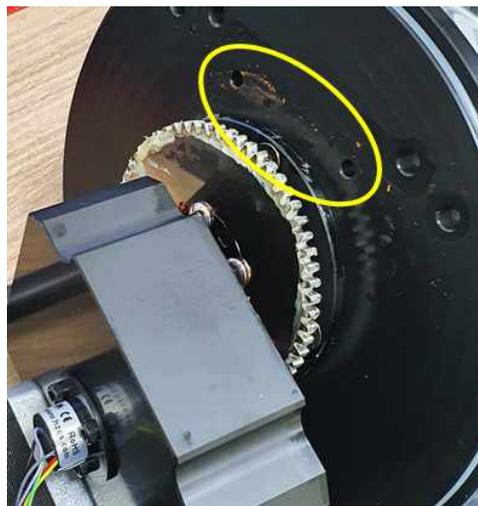
- 개발된 조류퇴치기 시제품의 실외 설치 시 일부 제품에서 방수 문제가 발생되어 원인분석 및 문제 해결을 수행하였음
- 연구된 대책안을 적용하여 현장 농가 설치 및 최종 시제품의 IP55 테스트도 만족할 수 있었음

* 문제 현상 : 실링 검사를 위한 분사 테스트 시 구조물 내부로 물 유입 발생
(볼트 및 금속 가공부 일부 부식 발생)



<수분 유입 문제현상>

* 원인 분석 : 해당 스피커 회전을 담당하는 모터 브라켓을 고정하는 볼트의 오체결로 인하여 브라켓이 연결되는 볼트 홀으로 물이 유입된 것으로 확인됨



< 브라켓 고정 볼트 오조립 확인 >

- * 대책방안 : 모터 브라켓을 고정하는 볼트를 체결하여 브라켓이 연결되는 볼트 홀으로 물이 유입된 것을 차단함
- * 검증 : 타 제품 방수테스트 결과, 수분 유입현상 없음



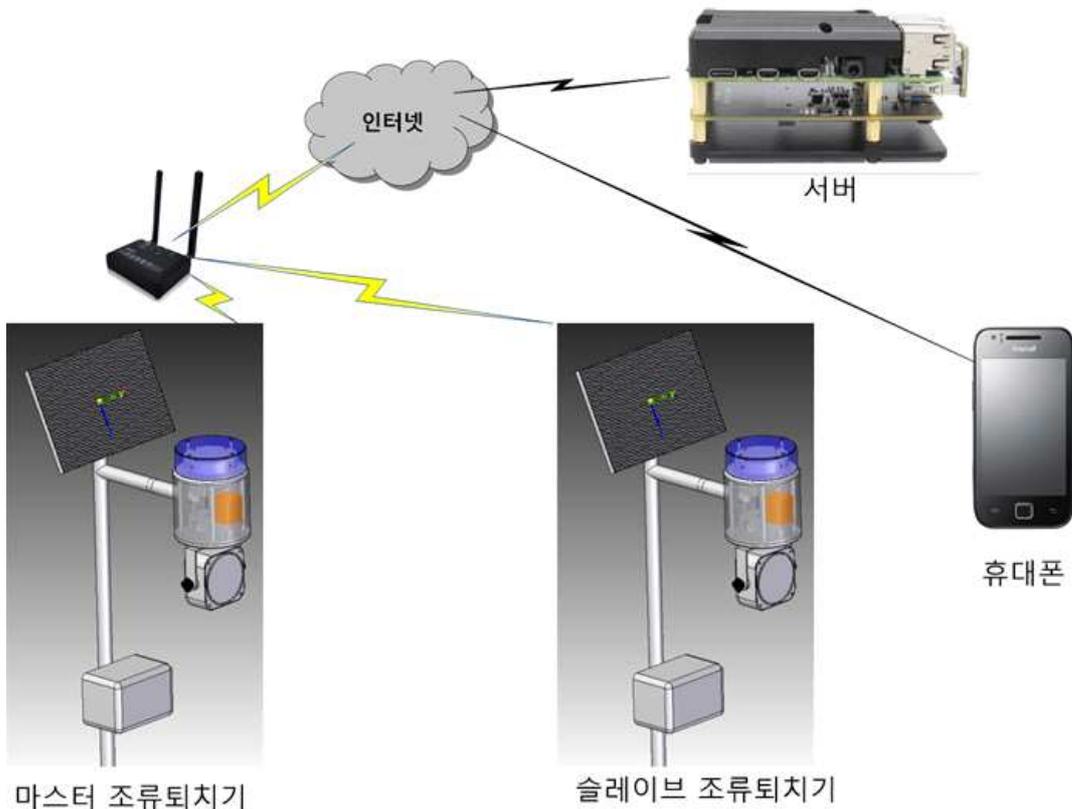
< 볼트 조립 수정 및 검증 테스트 결과 >

다. 원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발

(1) 사용자 중심 모니터링 가능한 어플리케이션

- 일반 관리 기능
 - * 퇴치기 그룹 관리 : 한 농장에 퇴치기 여러 개 설치할 경우, 해당 퇴치기 고유 넘버 및 설치 위치 표시
 - * 퇴치기 등록 및 삭제 : 신규 및 고장 퇴치기 제품 등록 및 삭제 기능 추가
 - * 사용자 관리 및 로그인 내역 관리 : 관리 프로그램 로그인 및 로그인 가능 사용자 권한 부여
- GUI기반 환경 관리 및 제어
 - * 실시간 퇴치기 동작 상태 모니터링 기능
 - * 결함 등 문제 발생 시 사용자에게 알림 (푸시 기능을 통한 팝업)
(통신 오류, 일정시간 이상 동작 X)
 - * 실시간 동작상태 데이터 수치 조회 (진동 1, 2 구분해서 표기)
 - * 배터리 충/방전 상태 데이터 수집 및 실시간 모니터링

(2) 제어부 및 APP 구동시스템



< 조류퇴치시스템 제어부 & 앱 구동 시스템 구성도 >

- 연구용을 위한 별도의 서버 구성은 많은 비용 부담이 발생하므로 서버 대신 호스트 노트북을 적용하였으며, 앱프로그램은 인터넷을 통해 호스트에 접속하여 호스트와 통신하는 것으로 시스템을 구성하였음

○ APP 설치 및 작동



< 휴대폰 APP 설치 및 APP 구동 시 초기 화면 >

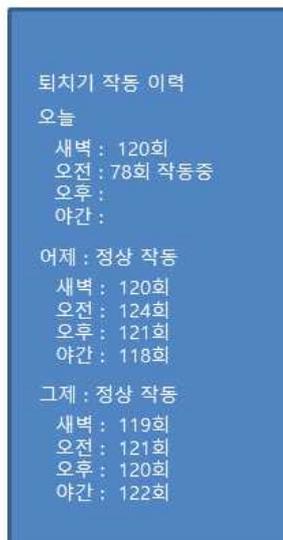
○ APP 구동 화면

화면 #1



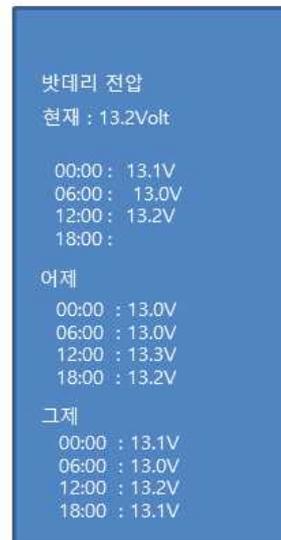
일반 Ap처럼
주간 날씨를 보여주면 OK

화면 #2



퇴치기 작동 횟수
3분에 1회 기준 비슷한
숫자를
00시~06시 : 새벽
06시 ~12시 : 오전
12시~18시 : 오후
18시~00시 : 야간

화면 #3



бат데리 전압을 표시
일 4회 측정하여 표시함.

< 휴대폰 APP 구동시 주요 기능 화면 >

2-6. 연구개발 성과

가. 특허 출원 및 등록

번호	출원 등록명	출원 등록자명	구분	산업재산권 종류	출원등록일
1	유해 조수 퇴치기	KIRO/에코팜	출원	특허	2019-04-04
2	NO(노)새	에코팜	출원	상표	2019-07-01
3	유해 조수 퇴치기	에코팜	등록	디자인	2019-07-09
4	학습효과를 방지할 수 있는 조류 및 야생동물 퇴치장치	에코팜	출원	특허	2020-06-25
5	유해조수 퇴치 장치 및 그 제어방법	KIRO	출원	특허	2020-08-04
6	천적음 생성 장치 및 방법	KIRO	출원	특허	2020-10-15

나. 논문 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	학술지게재일	SCI구분
1	조류 퇴치 시스템의 설계 및 구현	한국기계가공학회지	홍형길	2019-08-30	비SCI
2	작물의 저해상도 이미지에 대한 3차원 복원에 관한 연구	한국기계가공학회지	오장석	2019-08-30	비SCI
3	A Study on Bird Deterrent system to Improve the Performance of Repelling Harmful Birds	한국기계가공학회지	조용준	2020-08-24	비SCI

다. 학술대회

번호	발표자	발표제목	발표일시	장소, 국명 출원등록일
1	홍형길, 조용준, 오장석, 우성용, 송수환, 김대희	딥러닝을 이용한 조류 퇴치기 사례 연구	2019-05-17	라마다프라자
2	홍형길, 김동우, 조용준, 우성용, 윤해룡, 송수환	GAN 기반 데이터 증강과 새 음원 분류에 관한 연구	2020-06-26	금호마리나 리조트
3	조용준	다양한 진동성분을 이용한 설치류 퇴치 시스템 연구	2019-10-18	여수 히든베이
4	조용준, 홍형길, 송수환, 윤해룡, 우성용, 김준성, 서갑호, 노봉천, 조재두	과수 조류피해 방지용 회전형 조류퇴치 시스템 연구	2020-08-18	휘닉스평창 (온라인)

라. 고용창출

번호	고용인력명	고용창출기관명	고용창출내용	고용창출일	고용형태
1	김규혜	한국로봇융합연구원	주임행정원(기업지원)	2019-06-24	계약직
2	김동우	한국로봇융합연구원	연구원(소프트웨어)	2019-06-24	계약직
3	김준성	한국로봇융합연구원	주임연구원(전장)	2019-07-01	계약직
4	윤해룡	한국로봇융합연구원	선임연구원(기획)	2019-02-01	정규직
5	이창수	한국로봇융합연구원	주임행정원(시설)	2019-06-24	계약직
6	장수진	한국로봇융합연구원	연구원(설계)	2019-06-24	계약직
7	정호용	한국로봇융합연구원	주임행정원(회계)	2019-06-01	정규직
8	조용준	한국로봇융합연구원	선임연구원(전장)	2019-02-01	정규직
9	홍민경	주식회사에코팜	주식회사 에코팜 고용	2018-03-29	정규직
10	강민수	한국로봇융합연구원	주임연구원 (기계)	2020-04-27	계약직

마. 교육 및 지도활동

번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
1	사과사랑동호회 회의	에코팜 카다로그	조류퇴치기 과제 개요 설명 2018년도 과원에도 역시 조류 피해 발생 - 기피 자재 효과 없음 자연적인 매소리로 조류 기피, 밤에는 야생 동물 기피 (사과 명장, 관계공무원)	2019
2	4월에서 6월까지 사과원 관리 방법	에코팜 카다로그	4월에서 6월까지 사과원 관리 방법 중 조류 기피 방안 설명 2018년도에 착과된 과실을 치울 것 과제 개요 설명 - 대농민 기대가 큼	2019
3	상반기 사과원 관리 방안	에코팜 카다로그	과제 개요 설명 및 과원 관리 방안 설명 과원에서 조류 기피 방법 설명 자연적인 매소리에 대하여 토론	2019
4	강원도, 경기도 농가 현장 탐방	에코팜 카다로그	최근 강원도 및 경기도에서도 조류 피해 발생 피해 규모가 점점 늘어나는 추세임 강원도, 경기도 거점 농업인들 대상으로 조류 피해를 막는 법 소개	2019
5	하절기 과원 관리	에코팜 카다로그	하절기 과원 관리에 있어 조생종부터는 조류 피해가 있을 것으로 예상되어 에코팜이 한국로봇융합연구원과 개발 중인 제품의 원리와 작용 기작을 설명	2019

6	하계 전정 및 조류 기피 방안	에코팜 인쇄물	수확기에 접어든 아오리부터 조생종인 아리수까지 조류 기피 방안 설명 새는 촉각을 제일 무서워하므로 그물망이나 장대로 위젯는 것이 제일 조은 방법 - 원시적인 방법 에코팜에서 개	2019
7	조류 퇴치요령	에코팜 인쇄물	과수원 유해조류 피해 대책 마련	2019
8	한국과수협회 하반기 세미나	에코팜 인쇄물	한국과수협회 하반기 세미나에 현재 개발 중인 조류 퇴치기의 특성과 개발 완료후에 조류 퇴치 효과에 대하여 세미나로 설명 하였음. 주로 강의 내용은 현재까지의 조류퇴치기는 학습효과	2019
9	영농창업특성화 사업단 2019년 교수역량강화 워크샵	에코팜 인쇄물	영농창업특성화 사업단 2019년 교수역량강화 워크숍에서 최근 문제가 되고 있는 조류 피해에 대하여 별다른 대책이 없는바, 자사 제품을 설명하여조류 퇴치 방안을 강구하여 영농창업단에	2019
10	과수원 조류 퇴치기 개발	에코팜카탈로그	지역작목반 현장 컨설팅, 제품 및 조류 피해소개	2020
11	조류 피해 예방	에코팜카탈로그	최근 조류로 인해 체리농가 피해가 발생하여 예방법을 교육	2020
12	경북사과산학연합력단 현장컨설팅	에코팜카탈로그	최근 조류로 인해 사과농가의 피해가 발생한 사례와 조치방법 설명	2020
13	조류 피해 사례와 해결방안 논의	에코팜 카탈로그	여름철 더욱 증가한 조류로 인해 농작물의 피해가 극심하여 그에 따른 예방대책을 논의하였다	2020
14	여름철 과수원 조류 피해예방 컨설팅	에코팜카탈로그	여름철 조류로 인한 농가의 피해규모와 해결방안 논의	2020

2-7 연구결과

가. 기술적 성과

- (1) 제품의 규격과 성능 정밀도 등의 사양은 선진경쟁사 대비 동등이상의 특성을 확보함
 - (2) 인터넷 정보기반으로 조류집중 활동시간 대 동작, cctv 형상의 360도 회전형 퇴치기는 특허출원을 통해 기술권리도 확보된 상태임
 - (3) 인공지능 기반의 생성음원을 통해 조류 학습 효과를 회피할 수 있다는 것도 국내최초로 퇴치 시스템에 적용된 기술임
- 선진국 대비 기술수준 : 90 (디자인 부분 외 동등이상 수준)
 - 국산화율 : 95% (하우징, 제어부, 앱 국산화 이상의 성과 도출)
 - 파급효과 : 과수원 조류퇴치기 외 다양한 퇴치음 적용을 통한 유해조수(멧돼지, 산짐승 등)을 퇴치하는 시스템으로 확대 적용할 수 있음.

나. 경제적 성과

(1) 사업화성과 및 매출실적

○ 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.23억원	
			향후 3년간 매출	50억원	
		관련제품	개발후 현재까지	- 억원	
			향후 3년간 매출	- 억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 5 % 국외 : 0 %	
			향후 3년간 매출	국내 : 30 % 국외 : 5 %	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : - % 국외 : - %	
			향후 3년간 매출	국내 : 5 % 국외 : 1 %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			5위 이내
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			3위 이내

○ 매출실적

- 과수원용 조류퇴치시스템 시제품 판매 및 설치
- 2019년도부터 수행한 시범 설치에서 퇴치 효과 검증 후 상품 구매 진행
- 제품 단가 : 297만원
- 매출금액 : 2,376만원
- 증빙자료

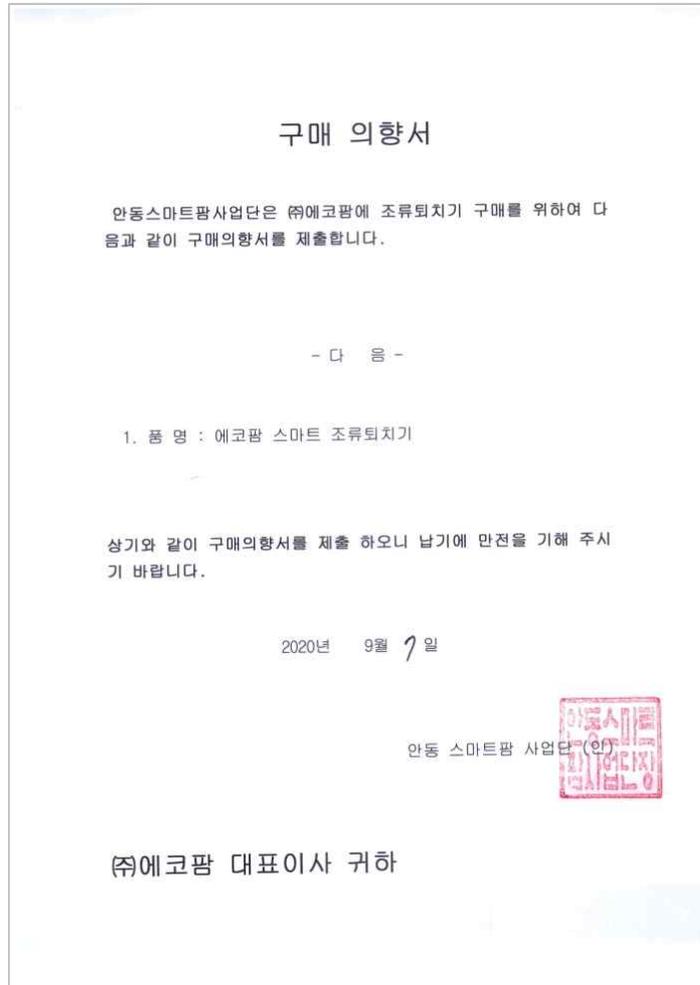
전자세금계산서				승인번호		20200902-10000000-49923287			
공 급 자	등록번호	515-81-46244	총사업장 번호	공 급 받 는 자	등록번호	631-86-00531	총사업장 번호		
	상호 (법인명)	(주) 예크람	성명		조재두	상호 (법인명)	주식회사진왕사	성명	김성호
	사업장 주소	대구광역시 북구 대학로 80, 4층(산격동, 경북대학교 환 업보육센터 406호)			사업장 주소	전북 정읍시 정읍사로509.203호(사기동)			
	업태	제조업	종목		비료,농자재	업태	제조업	종목	비료
이메일	jegro@naver.com			이메일	shlam358@hanmail.net				
작성일자	공급가액	세액	수량	수령사유	비고				
2020-09-02	21,600,000	2,160,000	해당없음						
발	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고	
09	02	스마트조류퇴치기	ES1	8	2,700,000	21,600,000	2,160,000		
합계금액		합금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (정구) 함			
23,760,000									

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송입력된 전자(세금)계산서입니다.
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 <조회/발급>전자세금계산서> 제3차 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

< 조류퇴치기 매출 세금계산서 >

○ 구매 의향서

- 안동지역에서 수행 중인 노지스마트팜사업단으로부터 사과 과수원에 설치될 조류퇴치 시스템에 대한 구매 의향서를 접수받았음
- 노지스마트팜 시범 단지로서 안동지역에 약 300대 이상의 공급이 예상됨 (매출 환산 시 약 8.1억 예상됨 / 총 50ha (1.650m² 당/ 1대))
- 예상 공급 시점 : 2021년 6월 경
- 증빙 자료



< 안동 노지스마트팜 사업단 구매 의향서 >

○ 사업화를 위한 시범 설치

- 설치 농가현장에서는 새로운 퇴치기를 설치해도 일정 시간이 지나면 조류가 퇴치기의 움직임을 학습해 결국 과수에 피해를 주는 일이 많은데, 이 퇴치기는 불규칙음파의 종류를 다양하게 만들어(500여가지 소리) 동물들이 기계에 적응하지 못하도록 하여 유해조류퇴치 효과가 있다고 함.
- 2년 간 국내 과수농가 여러 곳에 개발 시제품을 설치 운영하면서 농민의 의견을 피드백 받고, 제품 내구성 증진을 꾸준히 수행하였음

		
경북 군위(사과)	경북 의성(사과)	경북 경주(체리)

○ 홍보 활동

- 본 사업으로 개발된 조류퇴치기의 사업화를 위해 개발 시제품의 꾸준한 홍보를 수행하였음
- 2019년 대구경북지역 창업기업 해외마케팅 지원사업-NEW WORLD SAIGON HOTEL 에서 개최
 - * 호치민 TV에서 대대적으로 방송을 하였고, 베트남에도 조류 피해가 있는만큼 많은 관심을 보임. 이에 한국로봇융합연구원과 공동으로 개발 중인 조류퇴치기도 큰 인기를 보임
- 한국과수협회 2019 전시회 참가
 - * 개발 조류퇴치시스템 관련 공개 발표
 - * 농민들과 강의 및 전시목적
- 조류퇴치기 농림식품기술기획평가원 “ 창 ” 기사 중 발췌 (2020. 07. 15)



< “창” 기사 수록 >



<한국과수협회 전시/발표>

○ 사업화 계획 및 매출실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	1년			
	소요예산(백만원)	600			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		0.23	50	70	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	5	30	50
국외		0	5	10	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	센서 및 장치를 이용하여 조류를 감지하고 퇴치할 수 있는 첨단 조류퇴치 기술과 연계 계획			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	0	10	50	
	수 출	0	5	10	

○ 해외 제품 사업화를 위한 활동

- 일본 농자재 업체 '마리오 주식회사' 방문

* 조류퇴치시스템 관련 기술교류 및 수출 상담 실시 (2019.12.25.~12.26)



< 日마리오주식회사 방문 >

- 현재 일본 조류퇴치기 제품 조사



< 일본 조류퇴치기 제품 카달로그 >

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

가. 사업화 및 연구기반 지표 달성

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 구 활용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	15		5	5	20	20	5	5					5	3		2	5		
최종목표	2	2		1	5	2	185	183	3			3	3	60	4	2	12			
1차연도	목표	1				1	10		1			1	1	5	1		1			
	실적	3				1			9			2	1	5			1			
2차연도	목표	1	1		1	5	1	10	3			1	1	5	1	1	1			
	실적	3	1			1	23.7		1			1	3	9			1			
소계	목표	2	1		1	5	2	20	3	1		2	2	10	2	1	2			
	실적	6	1			2	23.7		10			3	4	14			2			
종료 1차연도		1					125	12						10			2			
종료 2차연도							250	24	1				1	10	1	1	2			
종료 3차연도							375	36				1		10			2			
종료 4차연도							500	48	1					10	1		2			
종료 5차연도							625	60						10			2			
소 계		1					1875	180	2			1	1	50	2	1	10			
합 계	6	2		1	5	2	1887	183	12			4	5	64	4	2	12			

나. 정량적 개발 목표 달성 : 전 항목 100% 달성

평가 항목 (주요성능 Spec)	단위	전체 비중 (%)	개발 목표치*		개발 결과	달성도 (%)
			1차년도	2차년도		
1 천적음 및 스트레스음	개	40	≥150	≥500	500	100
2 퇴치면적	m ²	30	230	330	706.5	100
3 소음세기	dB(A) (시간당 평균)	20	127	118	79.4	100
4 조류 퇴치 주파수(종류)	개	20	≥10	≥50	50	100
5 사용시간(태양광)	Hour	20	-	2	25	100
6 방수방진	IP	10	-	55	55	100

○ 공인입회시험 성적서 (세부사항은 부록 참조)

* 발행기관 : 대구기계부품연구원, 알에스피

대구기계부품연구원
DAEGU MECHANICAL COMPONENTS RESEARCH INSTITUTE
대구광역시 달서구 송서로11길32(8동6) TEL: 053-2666-2112 FAX: 053-2666-2118

시험성적서

· 성적서 번호 : TE-20-02808 · 페이지 번호 : 7 쪽 중 1 쪽

· 의뢰자
기관명 : 한국로봇융합연구원
주 소 : 경북 포항시 남구 지곡로 39(지곡동) 한국로봇융합연구원

· 시험대상 품목 : 조류 퇴치기

· 접수일자 : 2020. 08.27 · 시험기간 : 2020. 09. 03 ~ 2020. 09. 04

· 시험장소 : ■ 고정시험실 □ 현장시험
(주소 : 대구광역시 달서구 송서로11길32)

· 시험방법 : 다음 쪽 "시험방법" 참조

· 시험결과 : 다음 쪽 "시험결과" 참조

작성자 기술책임자
성명 : 박진훈 성명 : 손영범

2020.09.16

대구기계부품연구원장

본국 및 외국문서: <http://www.dsu.or.kr>
TE-0114-00(1/2X01) A-4216(427mm)

성적서 번호 : 2020 - E1826
총 3 페이지 중 1 페이지

IRSP Integrity Solution Provider

시험성적서

- 의뢰자
회 사 명 : 한국로봇융합연구원
주 소 : 경상북도 안동시 경동로 1486-20
- 시험 품 목
제 품 명 : 조류퇴치기
모 델 명 : -
- 시험 기간 : 2020. 09. 03. ~ 09. 04.
- 시험 방법 : 의뢰자 제시 조건
- 시험 장소 : ■ 고정시험실 □ 현장시험 (주소:)
- 시험 결과 :

시험항목	시험결과
방진시험	- 반환서류와 같음
방수시험	

확 인 작성자 승인자
성 명 : 조 영 상 성 명 : 김 경 중

- 본 성적서는 신청자로부터 제공된 시험품에 한하여 평가한 결과로서 전체 제품에 대한 품질 및 성능을 보증 하지 않습니다.
- 당사의 사전 승인 없이 본 성적서의 전부 혹은 일부를 복사하여 사용될 수 없습니다.
- 본 성적서의 시험결과는 KOLAS인정과 관련 없음을 밝힙니다.

2020 . 09 . 09 .

주식회사 알에스피 대표이사

경기도 양주시 당현구 상남로 67번길 83 RSP-QP-15-04
Tel : 070-7841-0604 Fax : 031-492-2050 Home Page : www.rsp.co.kr A4(210 X 297)

다. 개발시제품과 타 제품의 성능 비교

항목	타 제품(팜캡스)	개발 시제품
사진		
공급전원	태양광 (DC 6V)	태양광 (DC 12V)
시각적 퇴치	LED 적용	레이저 적용
천적음 크기	60~125dB	70~127dB
천적음 수	100종 (예상)	500종 이상
초음파 퇴치	無	有 (주파수변조 가능)
방수방진	산업용 방수방진	산업용 방수방진 (IP55)

- 상기 성능비교 테이블과 같이 본 과제 개발시제품은 기존 국내 상용화 시제품과 비교하여 항목별로 동등 혹은 수준 이상의 특성을 보였음
- 개발 시제품은 레이저를 적용하여 시각적 퇴치효과를 더욱 강화시켰고, 천적음도 인공지능을 통해 생성하여 음원 수도 무한하게 늘릴 수 있음. 또한 초음파 퇴치 효과도 추가하여 천적음 외에 조류 퇴치가 가능하도록 하였음

3-2. 목표 달성여부

가. 모든 성과 목표치 달성(사업화,연구기반지표)- 세부사항은 2-6,7 연구개발성과 참조

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

가. 목표 미달성 시 원인 : 해당사항 없음

나. 후속연구 필요성

- 후속 개발을 통하여 플라스틱 필름 형 음파발생기를 조류 퇴치 뿐 아니라 과수원의 해충 퇴치 기능 포함 개발 추진 필요
- 기존에 과수원 등에 사용되고 있는 조류 퇴치기(천적 모양 연, 반사판, 스피커를 이용한 음파 발생 형) 가격 및 성능 경쟁력 확보가 가능하기 때문에 단품 별도의 후속 개발을 통해 조기 상품화 가능
- 다수의 저가형 음파 발생기를 과수원에 배치하여 음파를 발생하는 방법에 대해서는 특허 획득이 가능할 것으로 판단되기 때문에 원천 기술에 해당함. 원천기술 확보를 통해 기술이전, 로열티 등의 수익발생도 가능
- 생산 시설이 단순하고 생산에 고도의 기술이 필요하지 않기 때문에 관련 기업이 소규모의 생산 설비 투자를 통한 생산 가능
- 생산 기술 고도화를 통한 성능 및 가격 경쟁력 확보를 위해 지속적인 개발 필요
- 사물인터넷을 활용한 원격 모니터링 및 제어가 가능한 시스템으로 업그레이드 개발 필요함

4. 연구결과의 활용 계획 등

○ 사업화 전략

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 : 조류 퇴치기 ○ 수요처 : 농각 지자체 영농조합, 개인 농가 ○ 예상 단가 : 2,000,000원 ○ 개발 투입인력 및 기간 <ul style="list-style-type: none"> - 개발 투입인원 : 3명 - 개발 기간 : 24개월(~2020년)
상용화 능력 및 자원 보유	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 농자재 전문회사 ○ 당사 연구소에서 자체 개발 및 상품화 ○ 자체 공장을 통한 생산 및 품질 관리
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용제품 개발 완료 및 현장 적용 : 1년 (양산금형 및 라인 설계) ○ 단가 절감 및 상품화 작업 완료 : 1년 ○ 판매 개시 : 1년 (2021년~)

- * 본 연구를 통해 개발된 조류 퇴치기를 협동기관인 농협을 통해 공급할 경우 편익제공이 격인하, 무상 A/S를 제공함
- * 중국 제품 PSG-046B 단가 60,000원 정도로 저렴하나, 초음파를 이용해서 물체를 감지하고 작동하나 3가지 기능으로 단조로운 패턴으로 본 연구를 통해 개발된 조류 퇴치기는 다양한 패턴 및 음원을 이용하므로 시장 경제성은 충분하다고 판단됨
- * 본 연구를 통해 개발된 조류 퇴치기를 과수 및 시설 재배 하나로 정착하고 조류 피해가 발생하는 농가를 대상으로 우선적으로 보급
- * 개발 조류 퇴치기의 홍보를 통한 농가 소득 증진과 기업매출 확대에 기여
 - 국가 및 지자체 주관 전시회 등 참가
 - 대농민 워크숍, 심포지엄 등 개최 / 조류 퇴치기 개량을 위한 실수요자 정보 수집
 - SNS를 통한 개발 조류 퇴치기의 대농민 지원

붙임 1. 참고문헌

1. 세계 스마트 농업시장 전망, 중소기업청, 기술로드맵(2017-2019)
2. 세계 스마트팜 시장보고서, Research & Market(2016).
3. 스마트팜 시장과 유망산업 자료, Frost & Sullivan(2016.2)
4. 스마트 농업분야 관련 국내 시장규모 및 전망, World Agricultural Equipment(2011)

시험결과 (Test Results)

성적서번호 : TE-20-02008



(7)쪽 중 (2)쪽

1. 시험 개요

a. 시험품명 : 조류 퇴치기



b. 시험기간 : 2020년 9월 3일 ~ 2020년 9월 4일

c. 시험항목

No	시험항목	시험방법	요구조건 (개발목표)
1	전적용 수	세부항목 참조	500종 이상
2	퇴치면적	세부항목 참조	330 m ² 이상
3	음원출력 소음측정	세부항목 참조	127 dBA 이하
4	조류 퇴치 주파수	세부항목 참조	50종 이상
5	사용시간	세부항목 참조	2 hour 이상

※ 상기 시험항목에 대한 세부 시험방법은 한국로봇융합연구원에서 제시한 시험방법을 참조하였음

시험 결과 (Test Results)

성적서번호 : TE-20-02808

(7) 쪽 중 (3) 쪽



2. 시험항목별 평가결과

2.1 천적음 수

(1) 시험방법

- 조류 퇴치기 시스템내 저장소에 음원 파일 저장 개 수를 확인하여 검증함

(2) 시험전경

시험 준비	시험 전경(1)	시험 전경(2)

(3) 시험결과

시험항목	음원 파일 개수	시험결과
천적음 수	500 ea	이상없음

- 이 하 여 백 -

시험 결과 (Test Results)

실적서번호 : TE-20-02808

(7) 쪽 중 (4) 쪽



2.2 퇴치 면적

(1) 시험방법

- 조류 퇴치기 스피커에서 80 dB이상의 소음발생 거리를 5 m단위로 측정하여 검증함
- 회전형 스피커임으로 거리를 원넓이로 계산함

(2) 시험전경



(3) 시험결과

시험항목	거리	소음	시험결과
퇴치면적	15 m	83 dB	706.5 m ²

- 이 하 여 백 -

시험 결과 (Test Results)

성적서번호 : TE-20-02808

(7) 쪽 중 (5) 쪽



2.3 음원출력 소음측정

(1) 시험방법

- o 조류 퇴치기 작동상태에서 시험체의 소음을 측정하여 검증함
- o 전면에서 1 m, 바닥에서 1.6 m 떨어진 위치에서 10초간 측정하여 평균값을 계산함

(2) 시험전경



(3) 시험결과

시험항목	정량목표	단위	시험결과
음원출력 소음측정	127.0 이하	dBA	79.4

- 이 하 여 백 -

시험 결과 (Test Results)

성적서번호 : TE-20-02808

(7)쪽 중 (6)쪽



2.4 조류 퇴치 주파수

(1) 시험방법

- o 조류 퇴치 시스템 내 주파수 발생기에서 발생하는 주파수의 종류를 확인하여 검증함
- o 오실로스코프로 파형 및 주파수를 측정하여 개수를 확인함

(2) 시험전경



(3) 시험결과

시험항목	주파수 범위	주파수 개수	시험결과
조류 퇴치 주파수	10 Hz ~ 20.1 kHz	50 ea	이상없음

- 이 하 여 백 -

시험결과 (Test Results)

성적서번호 : TE-20-02008

(7)쪽 중 (7)쪽



2.5 사용시간

(1) 시험방법

- 배터리 완충 후 태양광이 없는 실내에서 전원이 소모되어 시스템이 정지될 때 까지 시간을 측정하여 검증함

(2) 시험전경

시험 준비	시험 전경(1)	시험 전경(2)
		

(3) 시험결과

시험항목	시작 일시	종료 일시	사용 시간
사용시간	9월 3일 17시 04분	9월 4일 18시 46분	25 hour 42 min

끝.

2. 공인입회시험성적서 (주식회사 RSP)

성적서 번호 : 2020 - E1826

총 3 페이지 중 1 페이지



시험 성적서

1. 의뢰자

회 사 명 : 한국로봇융합연구원

주 소 : 경상북도 안동시 경동로 1486-20

2. 시험 품 목

제 품 명 : 조류퇴치기

모 델 명 : -

3. 시험 기 간 : 2020. 09. 03. ~ 09. 04.

4. 시험 방 법 : 의뢰자 제시 조건

5. 시험 장 소 : 고정시험실 현장시험 (주소:)

6. 시험 결 과 :

시험항목	시험결과
방진시험 방수시험	- 반환시료와 같음

확 인	작성자	승인자
	성 명 : 조 영 상	성 명 : 김 경 중

- 본 성적서는 신청자로부터 제공된 시험품에 한하여 평가한 결과로서 전체 제품에 대한 품질 및 성능을 보증 하지 않습니다.
- 당사의 사전 승인 없이 본 성적서의 전부 혹은 일부를 복사하여 사용할 수 없습니다.
- 본 성적서의 시험결과는 KOLAS인정과 관련 없음을 밝힙니다.

2020 . 09 . 09 .

주식회사 알에스피 대표이사





시험결과

1. 시험품 정보



그림 1) 시험 전 사진 : 조류퇴치기

2. 시험 조건

2.1. 방진시험

- IP5X

- 시험조건 : 표 1) 에 따름

분진종류	분진량	시험시간
활석가루	2 kg/m ³	8 시간

표 1) 방진시험 조건표

2.2. 방수시험

- IPX5

- 시험조건 : 표 2) 에 따름

노즐크기	분사거리	유속	시험시간
지름 6.3 mm	3 m	12.5 L/min	3 분

표 2) 방수시험 조건표



3. 시험 사진



그림 2) 방진시험 설치사진



그림 3) 방수시험 설치사진

4. 시험 결과

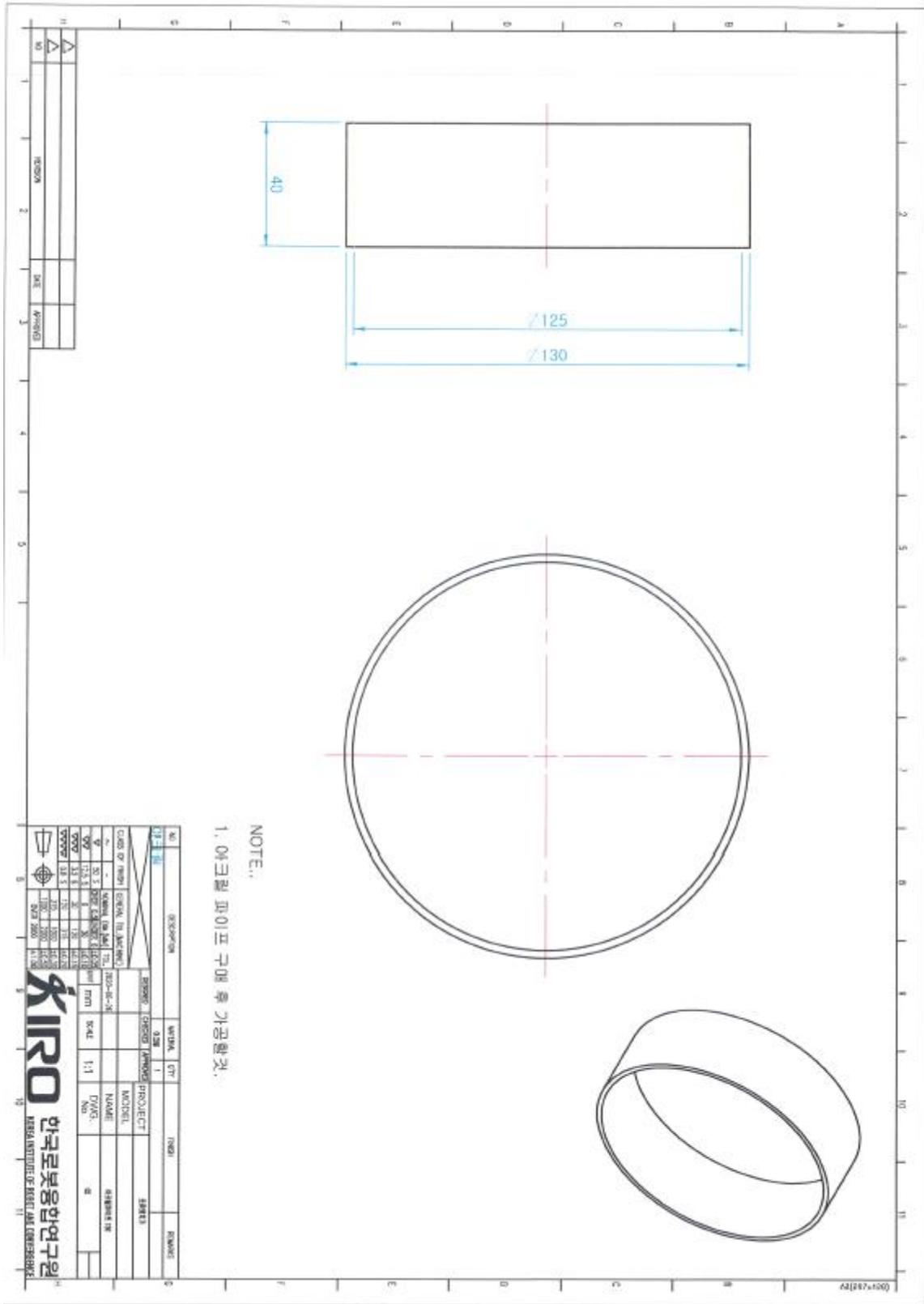


그림 4) 시험 후 시험품 사진

5. 시험 장비

장비명	모델명	제작사
먼지시험기	JFM-IP-001	JFM / KOREA
살수시험기	JFM-IP-003	JFM / KOREA

이상 끝.



NOTE.:

1. 여크릴 파이프 구매 후 가공받겠.

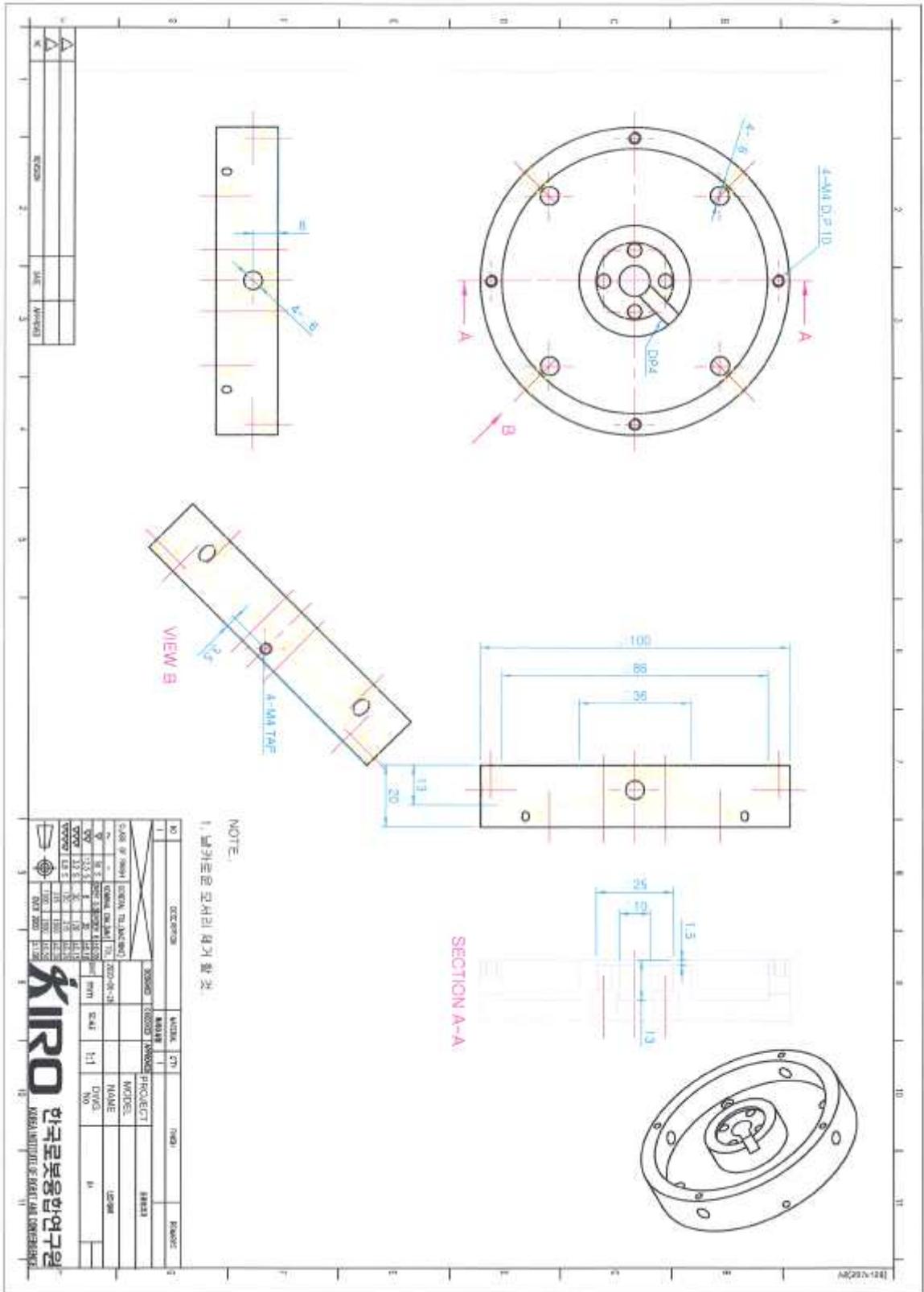
NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REMARK
1	PIPE FITTING	PCS	1	

CLASS OF DRAWING	DESIGN	PROJECT	SHEET
DATE	SCALE	NO.	
PROJECT	SCALE	NO.	

DATE	SCALE	NO.
PROJECT	SCALE	NO.

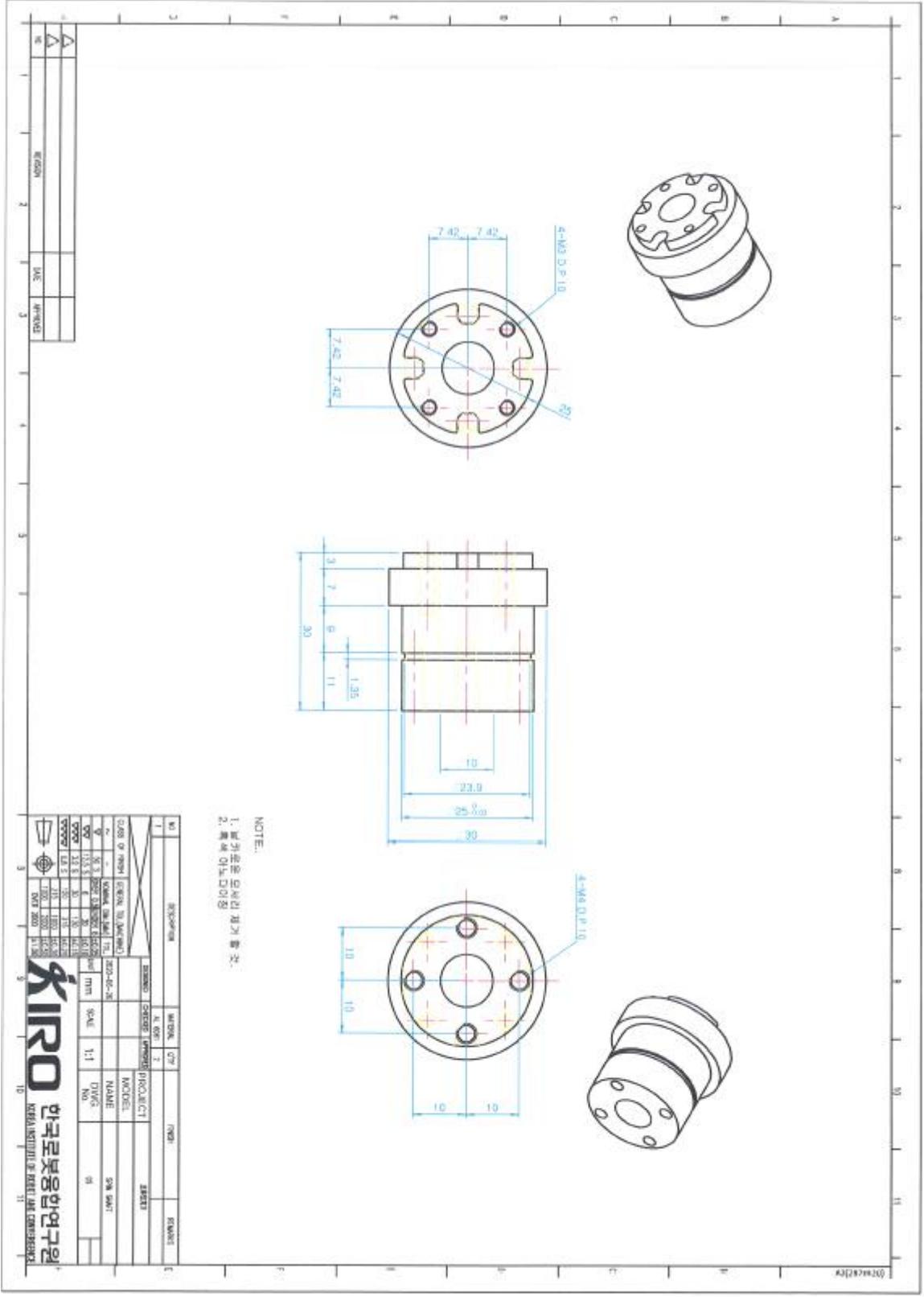
DATE	SCALE	NO.
PROJECT	SCALE	NO.

KIRO 한국로봇융합연구원
Korea Institute of Robot and Convergence



NOTE.
1. 날카로운 모서리를 제거 함

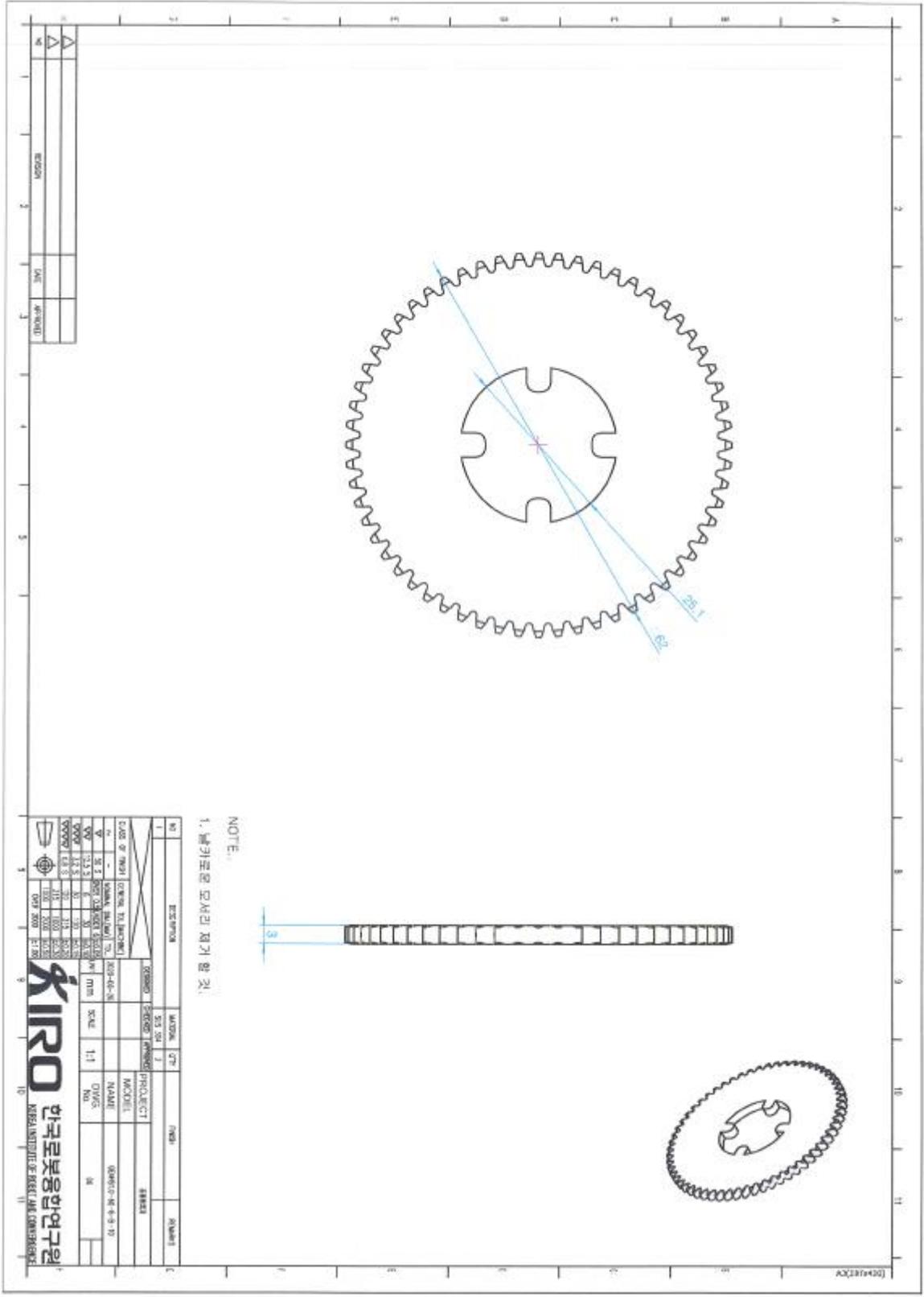
NO	DESCRIPTION	DATE	CHK	REV	REWORK
1					
NAME DESIGNER CHECKER DATE		PROJECT MODEL NAME NO.		SHEET TOTAL	
KIRO 한국로봇융합연구원 KIRO ROBOTICS RESEARCH CENTER					



NOTE:
 1. 별첨자료에 의해서 제작
 2. 축삭에 이노도이싱

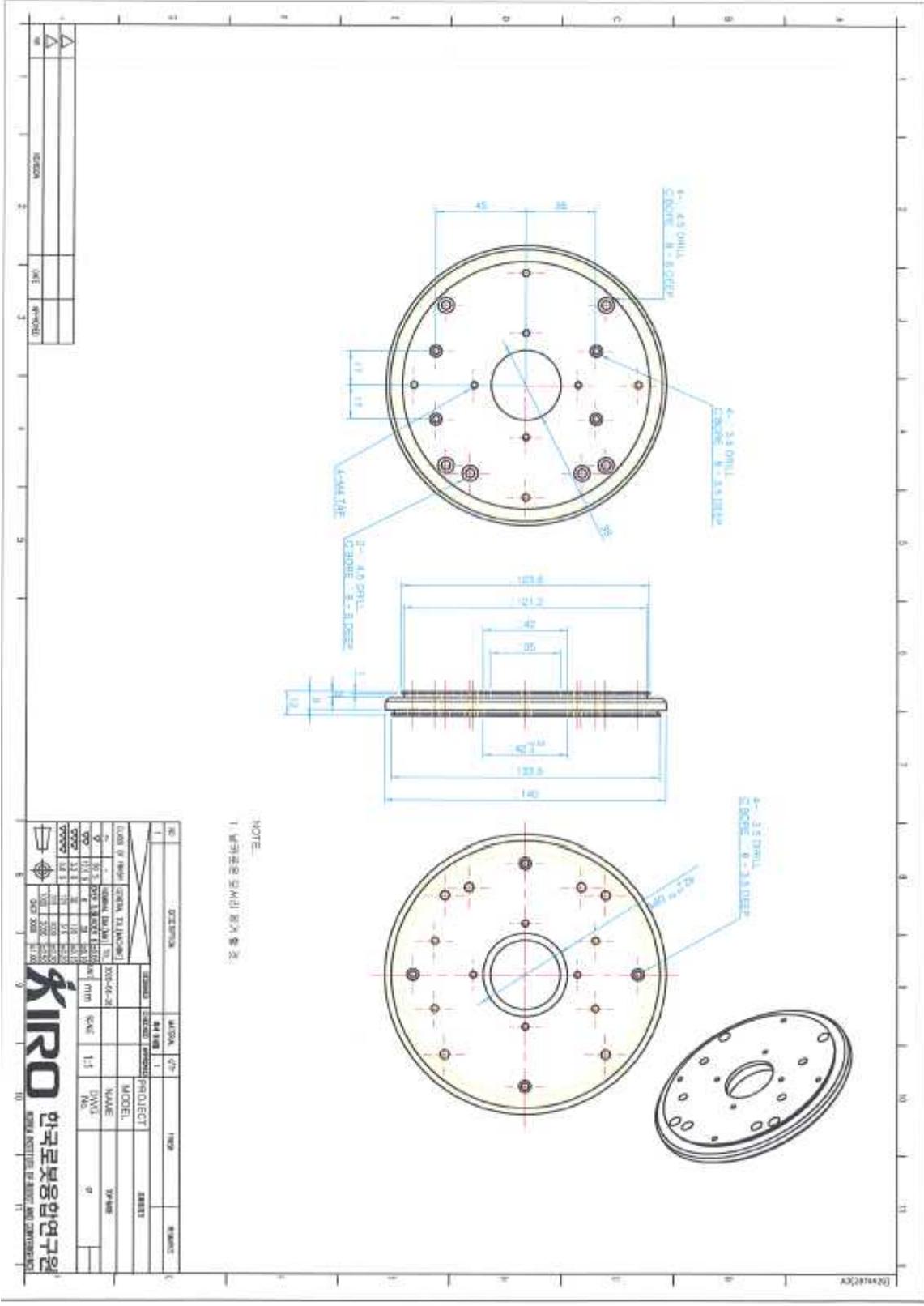
NO	1	DESCRIPTION	WORK	DATE	REV
CLASS OF DRAWING	DESIGN	PROJECT	SHEET	REMARK	
DATE	1.1.2023	PROJECT NAME	SCALE	SHEET NO.	
SCALE	1:1	PROJECT NO.	SHEET NO.		
DATE	1.1.2023	PROJECT NAME	SHEET NO.		
SCALE	1:1	PROJECT NO.	SHEET NO.		
DATE	1.1.2023	PROJECT NAME	SHEET NO.		
SCALE	1:1	PROJECT NO.	SHEET NO.		
DATE	1.1.2023	PROJECT NAME	SHEET NO.		
SCALE	1:1	PROJECT NO.	SHEET NO.		
DATE	1.1.2023	PROJECT NAME	SHEET NO.		
SCALE	1:1	PROJECT NO.	SHEET NO.		

KIRO 한국로봇융합연구원
 KIRORobotics Institute of Robot and Convergence



NOTE.
1. 날카로운 모서리 제거 함.

NO	REVISION	DATE	BY	CHK
1				
CLASS OF PART (외부/내부) : 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100		DRAWING STANDARD : KS-A-10 UNIT : mm SCALE : 1:1	PROJECT NAME : PROJECT CODE :	DRAWING NO. :
KIRO 한국로봇융합연구원 ROBOTICS RESEARCH CENTER		10		

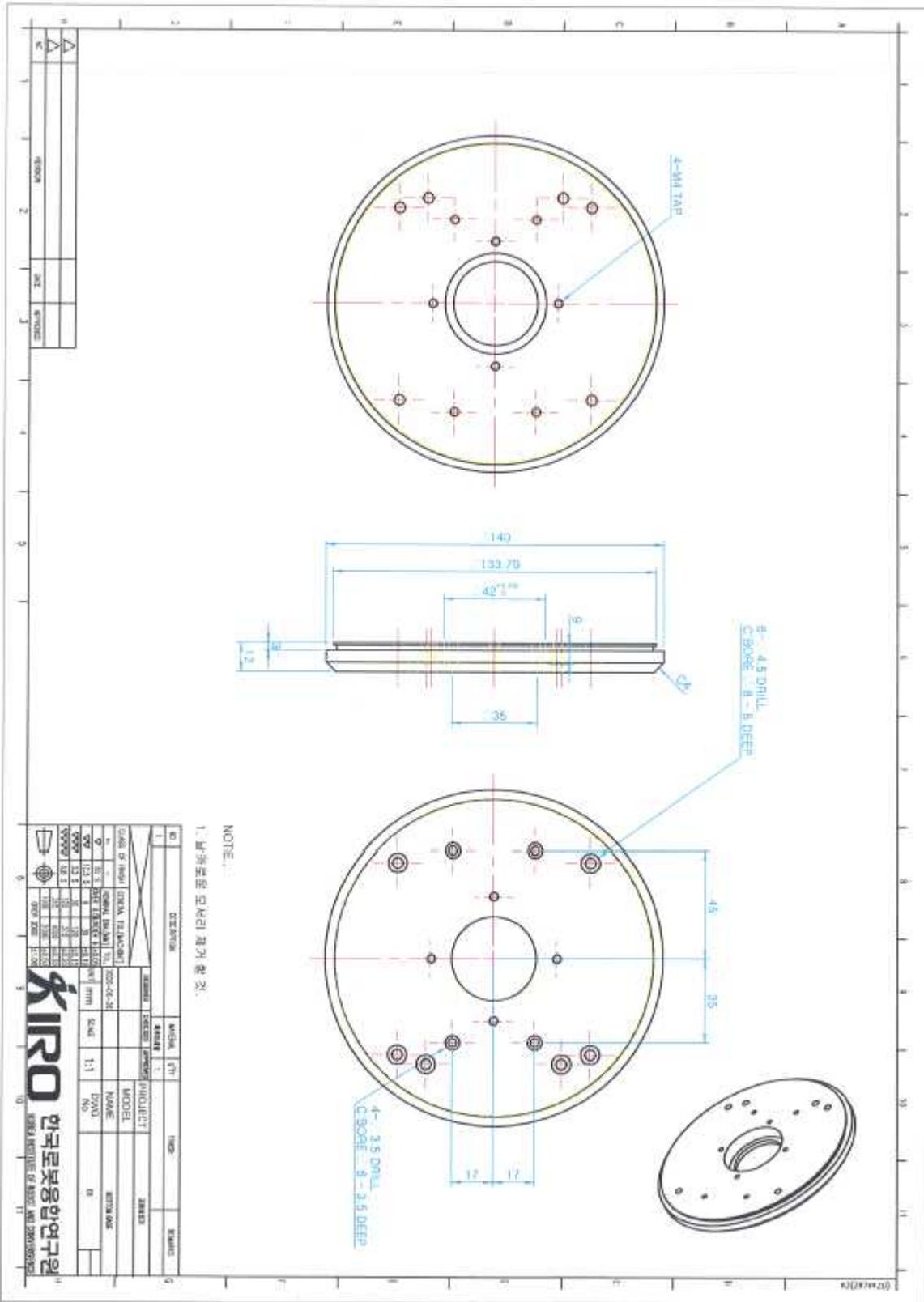


NO.	REV.	DATE	DESCRIPTION
1			

NO.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHK
1				

LOAD OR MFG. CODE	DESIGN. TO	PROJECT	SHEET
01	01		
NO.	REV.	DATE	BY
01	01		
SCALE	UNIT	DATE	BY
1:1	mm		

KIRO 한국로봇융합연구원
Korea Institute of Robot and Convergence

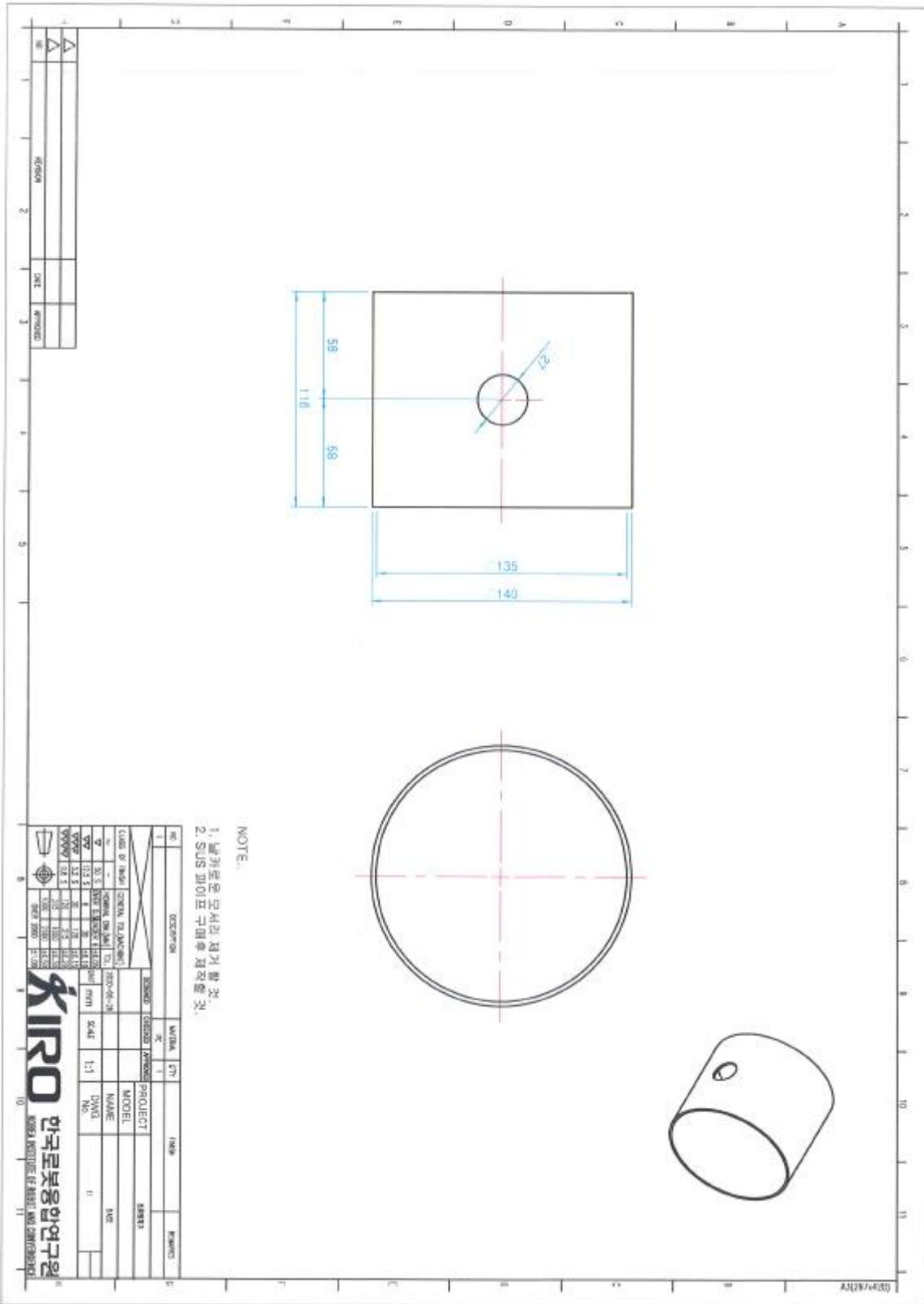


NOTE :
 1. 단면도만 모사된 경우 생략.

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REMARKS
1				

CASE 1 CASE 2 CASE 3 CASE 4 CASE 5 CASE 6 CASE 7 CASE 8 CASE 9 CASE 10 CASE 11 CASE 12 CASE 13 CASE 14 CASE 15 CASE 16 CASE 17 CASE 18 CASE 19 CASE 20	CASE 1 CASE 2 CASE 3 CASE 4 CASE 5 CASE 6 CASE 7 CASE 8 CASE 9 CASE 10 CASE 11 CASE 12 CASE 13 CASE 14 CASE 15 CASE 16 CASE 17 CASE 18 CASE 19 CASE 20	CASE 1 CASE 2 CASE 3 CASE 4 CASE 5 CASE 6 CASE 7 CASE 8 CASE 9 CASE 10 CASE 11 CASE 12 CASE 13 CASE 14 CASE 15 CASE 16 CASE 17 CASE 18 CASE 19 CASE 20	CASE 1 CASE 2 CASE 3 CASE 4 CASE 5 CASE 6 CASE 7 CASE 8 CASE 9 CASE 10 CASE 11 CASE 12 CASE 13 CASE 14 CASE 15 CASE 16 CASE 17 CASE 18 CASE 19 CASE 20	CASE 1 CASE 2 CASE 3 CASE 4 CASE 5 CASE 6 CASE 7 CASE 8 CASE 9 CASE 10 CASE 11 CASE 12 CASE 13 CASE 14 CASE 15 CASE 16 CASE 17 CASE 18 CASE 19 CASE 20
---	---	---	---	---

KIRO 한국로봇융합연구원 KIRO ROBOTICS & MECH. INT'L CENTER	MODEL : NAME : DRAW : NO. :	PROJECT : NO. :	DATE : SCALE : 1:1
--	--------------------------------------	--------------------	-----------------------



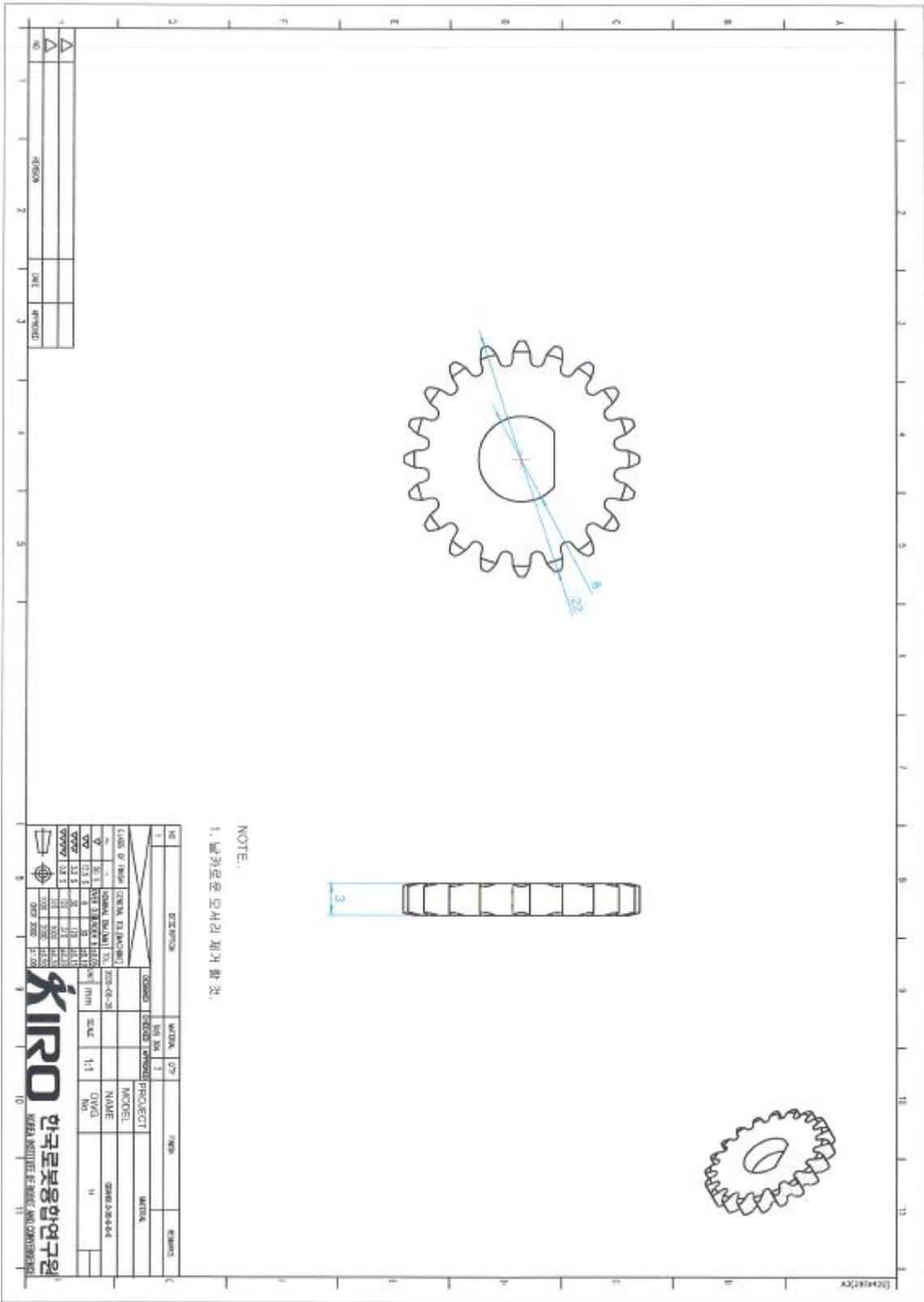
NOTE.
 1. 불포문은 문서의 첨가 불가.
 2. SUS 파이프 규격에 따라 다를 수 있음.

NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
1		SC	1	

CLASS OF PAPER	GENERAL EXPLANATION	REVISION	DATE	PROJECT	REVISION
SC	SC	SC	SC	SC	SC
DATE	SCALE	PROJECT	MODEL	NAME	DATE
2024. 11. 15	1:1	SC	SC	SC	SC

SCALE	1:1
DATE	2024. 11. 15
PROJECT	SC
MODEL	SC
NAME	SC
DATE	SC

KIRO 한국로봇융합연구원
 KIRO ROBOTICS & AI RESEARCH INSTITUTE

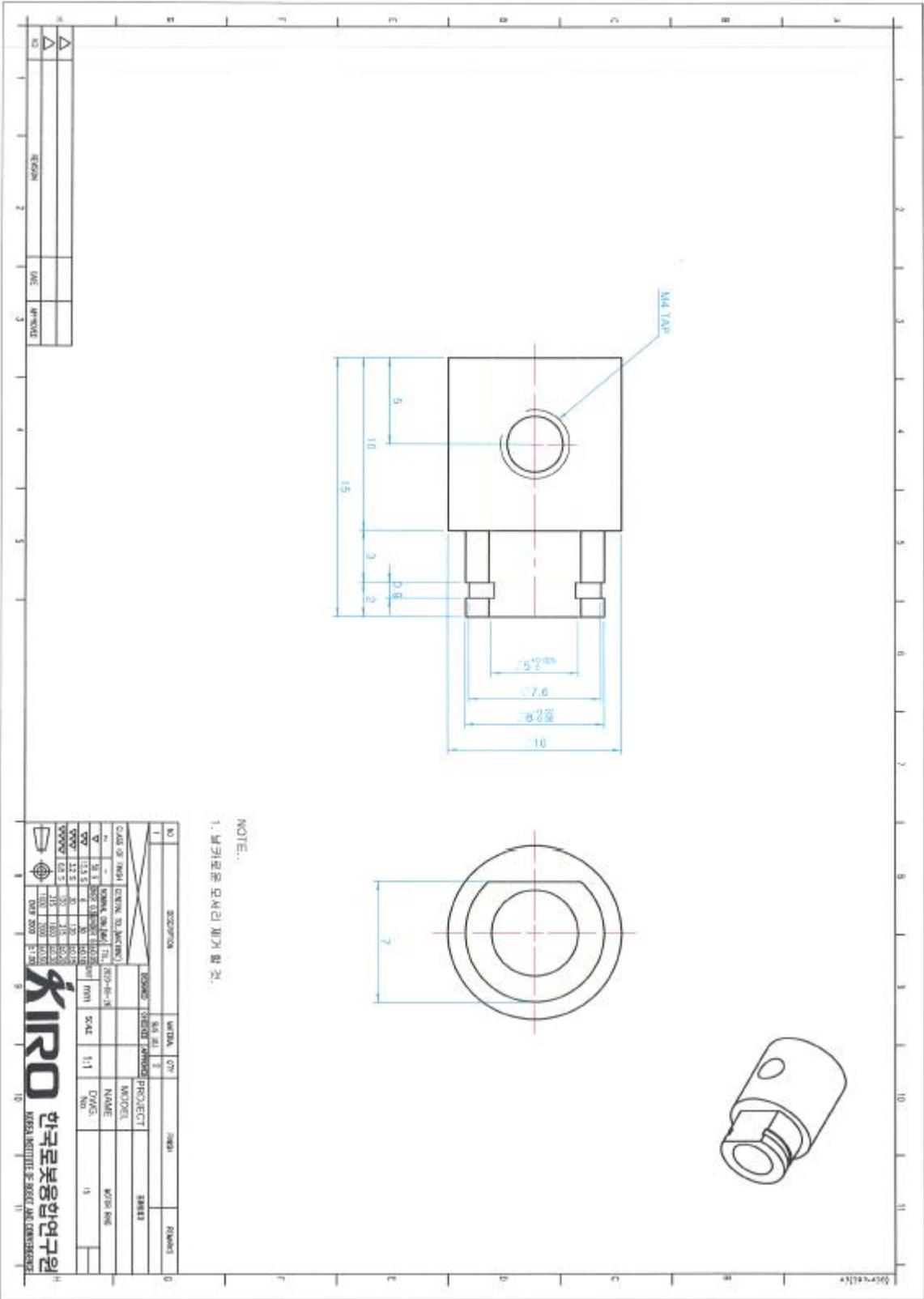


NOTE.
1. 단순화된 도서의 제가 함 것.

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REMARKS
1	GEAR	PCS	1	
2	SHAFT	PCS	1	

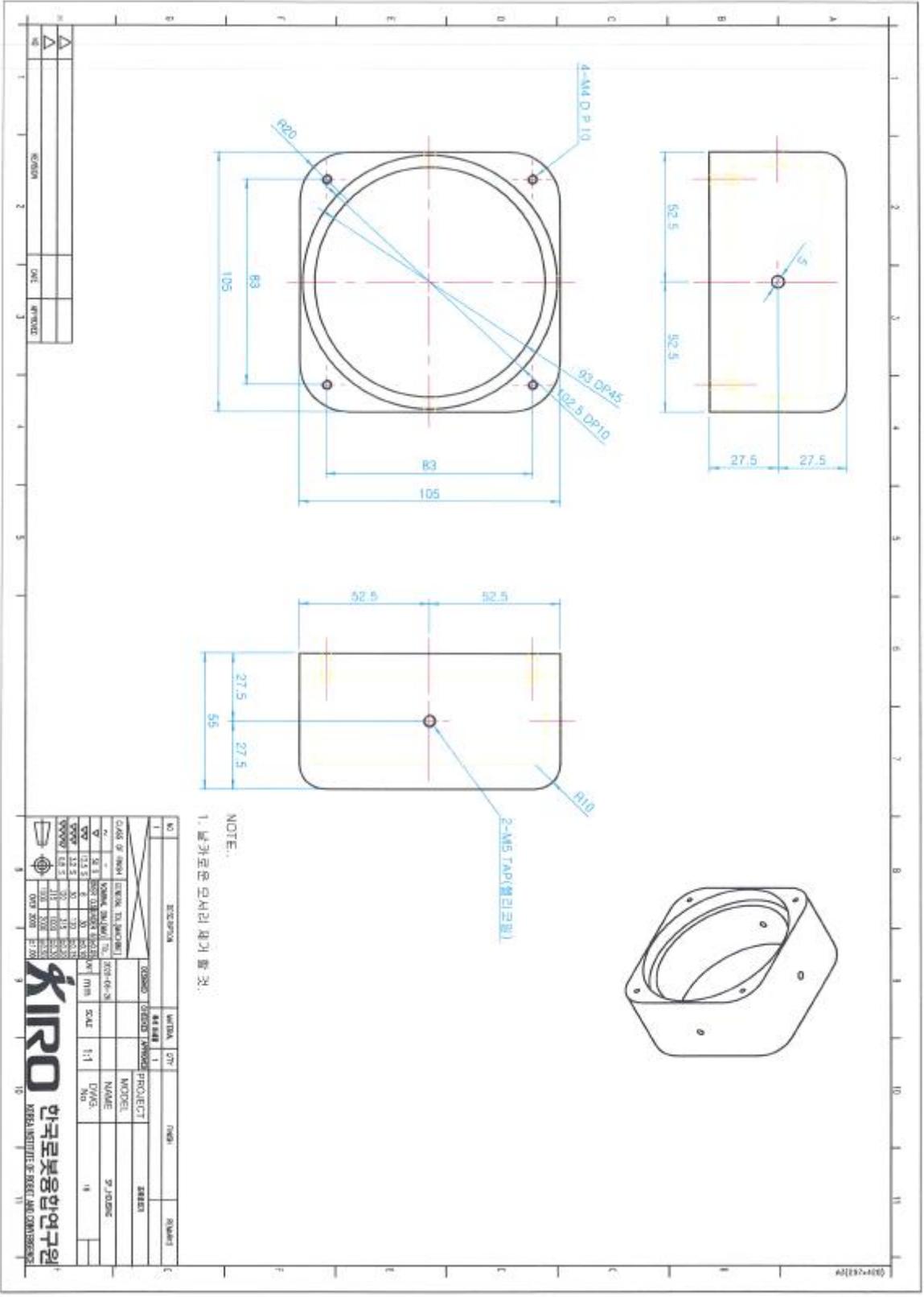
CLASS	CLASSIFICATION	PROJECT	UNIT
01	01-01-01	01-01-01	01-01-01
02	02-01-01	02-01-01	02-01-01
03	03-01-01	03-01-01	03-01-01
04	04-01-01	04-01-01	04-01-01
05	05-01-01	05-01-01	05-01-01
06	06-01-01	06-01-01	06-01-01
07	07-01-01	07-01-01	07-01-01
08	08-01-01	08-01-01	08-01-01
09	09-01-01	09-01-01	09-01-01
10	10-01-01	10-01-01	10-01-01
11	11-01-01	11-01-01	11-01-01
12	12-01-01	12-01-01	12-01-01
13	13-01-01	13-01-01	13-01-01
14	14-01-01	14-01-01	14-01-01
15	15-01-01	15-01-01	15-01-01
16	16-01-01	16-01-01	16-01-01
17	17-01-01	17-01-01	17-01-01
18	18-01-01	18-01-01	18-01-01
19	19-01-01	19-01-01	19-01-01
20	20-01-01	20-01-01	20-01-01
21	21-01-01	21-01-01	21-01-01
22	22-01-01	22-01-01	22-01-01
23	23-01-01	23-01-01	23-01-01
24	24-01-01	24-01-01	24-01-01
25	25-01-01	25-01-01	25-01-01
26	26-01-01	26-01-01	26-01-01
27	27-01-01	27-01-01	27-01-01
28	28-01-01	28-01-01	28-01-01
29	29-01-01	29-01-01	29-01-01
30	30-01-01	30-01-01	30-01-01
31	31-01-01	31-01-01	31-01-01
32	32-01-01	32-01-01	32-01-01
33	33-01-01	33-01-01	33-01-01
34	34-01-01	34-01-01	34-01-01
35	35-01-01	35-01-01	35-01-01
36	36-01-01	36-01-01	36-01-01
37	37-01-01	37-01-01	37-01-01
38	38-01-01	38-01-01	38-01-01
39	39-01-01	39-01-01	39-01-01
40	40-01-01	40-01-01	40-01-01
41	41-01-01	41-01-01	41-01-01
42	42-01-01	42-01-01	42-01-01
43	43-01-01	43-01-01	43-01-01
44	44-01-01	44-01-01	44-01-01
45	45-01-01	45-01-01	45-01-01
46	46-01-01	46-01-01	46-01-01
47	47-01-01	47-01-01	47-01-01
48	48-01-01	48-01-01	48-01-01
49	49-01-01	49-01-01	49-01-01
50	50-01-01	50-01-01	50-01-01
51	51-01-01	51-01-01	51-01-01
52	52-01-01	52-01-01	52-01-01
53	53-01-01	53-01-01	53-01-01
54	54-01-01	54-01-01	54-01-01
55	55-01-01	55-01-01	55-01-01
56	56-01-01	56-01-01	56-01-01
57	57-01-01	57-01-01	57-01-01
58	58-01-01	58-01-01	58-01-01
59	59-01-01	59-01-01	59-01-01
60	60-01-01	60-01-01	60-01-01
61	61-01-01	61-01-01	61-01-01
62	62-01-01	62-01-01	62-01-01
63	63-01-01	63-01-01	63-01-01
64	64-01-01	64-01-01	64-01-01
65	65-01-01	65-01-01	65-01-01
66	66-01-01	66-01-01	66-01-01
67	67-01-01	67-01-01	67-01-01
68	68-01-01	68-01-01	68-01-01
69	69-01-01	69-01-01	69-01-01
70	70-01-01	70-01-01	70-01-01
71	71-01-01	71-01-01	71-01-01
72	72-01-01	72-01-01	72-01-01
73	73-01-01	73-01-01	73-01-01
74	74-01-01	74-01-01	74-01-01
75	75-01-01	75-01-01	75-01-01
76	76-01-01	76-01-01	76-01-01
77	77-01-01	77-01-01	77-01-01
78	78-01-01	78-01-01	78-01-01
79	79-01-01	79-01-01	79-01-01
80	80-01-01	80-01-01	80-01-01
81	81-01-01	81-01-01	81-01-01
82	82-01-01	82-01-01	82-01-01
83	83-01-01	83-01-01	83-01-01
84	84-01-01	84-01-01	84-01-01
85	85-01-01	85-01-01	85-01-01
86	86-01-01	86-01-01	86-01-01
87	87-01-01	87-01-01	87-01-01
88	88-01-01	88-01-01	88-01-01
89	89-01-01	89-01-01	89-01-01
90	90-01-01	90-01-01	90-01-01
91	91-01-01	91-01-01	91-01-01
92	92-01-01	92-01-01	92-01-01
93	93-01-01	93-01-01	93-01-01
94	94-01-01	94-01-01	94-01-01
95	95-01-01	95-01-01	95-01-01
96	96-01-01	96-01-01	96-01-01
97	97-01-01	97-01-01	97-01-01
98	98-01-01	98-01-01	98-01-01
99	99-01-01	99-01-01	99-01-01
100	100-01-01	100-01-01	100-01-01

KIRO 한국로봇융합연구원
Korea Institute of Robot and Service



NOTE.
1. 별첨공용표준규격참조.

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REMARK																
1		개	1																	
<table border="1"> <tr> <td>DATE OF ISSUE</td> <td>ISSUED TO</td> <td>ISSUED BY</td> <td>PROJECT</td> </tr> <tr> <td>DATE OF REV.</td> <td>REV. NO.</td> <td>REV. BY</td> <td>REV. REASON</td> </tr> <tr> <td>SCALE</td> <td>1:1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DWG. NO.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					DATE OF ISSUE	ISSUED TO	ISSUED BY	PROJECT	DATE OF REV.	REV. NO.	REV. BY	REV. REASON	SCALE	1:1			DWG. NO.			
DATE OF ISSUE	ISSUED TO	ISSUED BY	PROJECT																	
DATE OF REV.	REV. NO.	REV. BY	REV. REASON																	
SCALE	1:1																			
DWG. NO.																				
<p>KIRO 한국로봇융합연구원 Korea Institute of Robot and Convergence</p>																				



NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REMARK
1	렌즈	개	1	

CLASS OF INSTRUMENT	CLASSIFICATION	PROJECT	MODEL
CLASS OF INSTRUMENT	CLASSIFICATION	PROJECT	MODEL
DATE	SCALE	DWG. NO.	REV.
DATE	SCALE	DWG. NO.	REV.

DATE	SCALE	DWG. NO.	REV.
DATE	SCALE	DWG. NO.	REV.

DATE	SCALE	DWG. NO.	REV.
DATE	SCALE	DWG. NO.	REV.

KIRO 한국로봇융합연구원
Korea Institute of Robot and Convergence

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 과수원 조류 퇴치기 개발				
	(영문) Development of an Orchard Bird Repellent System				
주 관 연구 기관	한국로봇융합연구원		주 관 연 구 책 입 자	(소속) 한국로봇융합연구원	
참 여 기 업	(주)에코팜, 안동대학교, 대구경북 능금농협			(성명) 조용준	
총 연구개발비 (507,000 천원)	계	507,000	총 연구 기간	2018.09.10. ~ 2020.09.19. (24개월)	
	정부출연 연구개발비	190,000	총 참 여 수	총 인원	22
	기업부담금	127,000		내부인원	22
	정부외부담금	190,000		외부인원	0
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과수원 환경 적응을 방해하는 인공지능형 조류 퇴치기 개발 - 특허출원(5건)/등록(1건) : 유해조수퇴치기 외 - 논문 (3건) : A Study on Bird Deterrent system to Improve the Performance of Repelling Harmful Birds 외 - 학술대회 (4건) : 딥러닝을 이용한 조류퇴치기 사례 연구 외 - 제품화 (2건) : 스마트조류퇴치기(유선), 과수원조류퇴치기(무선) - 매출 실적 (23,760천원) - 고용창출 (10명) : 한국로봇융합연구원 : 9명 / 에코팜 : 1명 - 수상실적 (1건) : 한국기계항공학회 추계학술대회 우수논문상 - 홍보실적(3건) : 2019년 대구경북지역 수출상담회 외 - 교육 및 컨설팅(14건) : 2019년 사과사랑동호회 외 <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 천적을 모방한 외형 디자인 및 친환경 독립전원 전원부 최적 설계 - 인공지능 학습을 통한 유해조류가 기피하는 음원을 생성하여 환경 적응을 방해하는 시스템 개발 - 초음파 발생 진동을 이용한 반사, 스트레스 자극 시스템 개발 - 원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발 <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 퇴치기 시제품의 성능 향상과 농가의 유형에 따라 개량을 하여 활용 - 기업의 조류 퇴치기 사업 확대로 일자리 창출, 일반 및 친환경 농가 소득 증대에 기여 - 국가 또는 지자체의 영농보조사업으로 연계하여 퇴치기 설치에 따른 농가 부담을 경감 - 중소기업 육성 정책에 부합하여 청년 일자리 창출과 고용에 기여함 					

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	118076-2			
사업구분	농식품기술개발사업					
연구분야				과제구분	단위	
사업명	농축산물안전유통소비기술개발사업					주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	과수원 조류 퇴치기 개발			과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	한국로봇융합연구원, 안동대학교 산학협력단			연구책임자	조용준, 이영태	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	정부외	계
	1차연도	2018.09.10.~ 2019.09.09	95,000	63,500	95,000	253,500
	2차연도	2019.09.10.~ 2020.09.09	95,000	63,500	95,000	253,500
	3차연도					
	4차연도					
	5차연도					
	계			190,000	127,000	190,000
참여기업	(주)에코팜, 대구경북 농금농협					
상대국	상대국연구기관					

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.10. 26

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
한국로봇융합연구원	선임연구원	조용준

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	조용준
----	-----

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 기존 개발제품의 개선의 필요성 대두와 글로벌 선진 경쟁사 제품을 비교분석한 후, 조류퇴치 시스템의 고도화를 진행하여 과제의 기술개발 목표를 모두 성공적으로 달성함. 개발제품의 성능은 선진사 제품과 비교시 동등 이상의 수준을 확보하였으며, 인공지능 기반의 음원을 탑재한 국내최초로 적용된 기술임.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 기존 당사제품 및 국내외 경쟁사 제품들과 비교시 장시간 연속으로 동작 가능하고, 천적음, 주파수(종류), 소음세기, 퇴치 면적 등의 사용자 편리성을 확보하고 기술 및 경제적 그리고 사회적 파급효과가 기대됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 조류퇴치시스템은 2021년도로 약 300대 이상의 공급이 예상되고 있으며, 이미 판매한 제품대수만 8대이며, 납품진행중임. 본격적인 시장진출은 과제 종료후 3년 이내로 예측되며, 글로벌 시장진출도 가능할 것으로 판단됨.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 과제의 목표달성을 위해 주관 및 협동 연구기관들과 유기적인 협력을 통해 적극적으로 과제를 수행한 결과 기술 및 성과 목표를 단기간에 모두 달성한 것으로 여겨짐.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 과제기간 2년간, 국내 특허 등록 1건, 국내 특허 출원 6건, 비SCI 논문 3건 게재, 학술발표 4건, 전시회 참가 교육 14건 등의 실적을 얻음. 고용창출효과 10명

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가 (공인기관 평가 결과)
천적음 및 스테르스음	40	100	조류 퇴치기 시스템 내 저장소에 음원 파일 저장 수 (500 개)
퇴치면적	30	100	80 dB이상의 소음 발생 거리로 면적 계산 (706.5 m ²)
소음세기	20	100	전면에서 1m 떨어진 위치에서 10초간 측정 (79.4 dBA)
조류 퇴치 주파수(종류)	20	100	조류 퇴치기 시스템 내 저장소에 주파수의 개수 (50 개)
사용시간(태양광)	20	100	25시간 42분
방수·방진	10	100	IP 55
합계	100점	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 기존 개발제품의 개선의 필요성 대두와 글로벌 선진 경쟁사 제품을 비교분석한 후, 조류퇴치 시스템의 고도화를 진행하여 과제의 기술개발 목표를 모두 성공적으로 달성함. 개발제품의 성능은 선진사 제품과 비교시 동등 이상의 수준을 확보하였으며, 인공지능 기반의 음원을 탑재한 국내최초로 적용된 기술임.
- 기존 당사제품 및 국내외 경쟁사 제품들과 비교시 장시간 연속으로 동작 가능하고, 천적음, 주파수(종류), 소음세기, 퇴치 면적 등의 사용자 편리성을 확보하고 기술 및 경제적 그리고 사회적 파급효과가 기대됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 기존제품 대비 사용자의 편리성 등을 고려하여, 현재 국내 농촌의 고령, 여성화에 따른 대비책을 제시한 부분과 글로벌 선진 경쟁사 제품 수입을 막는 수입대체 효과가 가능한 부분을 고려해 주시기 바람.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 개발제품을 통한 본격적인 상품화는 2021년도에 시작될 것으로 예측되나, 2020년 과제 종료해에도 이미 주문대수가 8대이며 납품될 예정임.
- 개발제품의 차별성과 편리성 등을 고려시 관련 시장에서의 우위는 가능할 것으로 보이며, 안동지역에서 수행 중인 노지스마트팜사업단으로부터 사과 과수원에 설치된 조류퇴치시스템에 대한 구매 의향을 접수 받았음. 약 300대 이상의 공급이 예상됨

IV. 보안성 검토

해당사항 없음.

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음.

2. 연구기관 자체의 검토결과

해당사항 없음.

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	
연구과제명	과수원 조류 퇴치기 개발		
주관연구기관	한국로봇융합연구원	주관연구책임자	조용준
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	정부외 연구개발비
	190,000	127,000	190,000
연구개발기간	2018.09.10.~2020.09.09		
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)		

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 조류 퇴치기 제어부 개발	인공지능 기반 음원을 재생하여 환경 적응을 방해하는 조류 퇴치 시스템 개발 완료함 특히 3건 출원 특허 1건 등록, 비SCI 3건, 학술발표 4건 게재함
② 태양광을 활용한 전원부 개발	태양광을 기반으로 태양 없이 25시간 42분 작동하는 전원부를 제작 완료함.
③ 인공지능 기반 조류 퇴치 시스템용 음원생성 알고리즘 개발	GAN을 활용한 음원 생성 알고리즘을 개발 완료함 특히 1건 출원함.
④ 조류퇴치기 시제품 성능 평가	농가의 수요 조사를 통해 구성된 정량적 개발 목표에 근거하여 실시하여 전 항목 100% 달성 완료함.
⑤ 현장 농가 테스트	경북의 인근 농가 (경주, 예천, 안동, 의성, 청송, 현동) 등을 방문하여 시제품 성능 평가를 진행하였고, 보완점 발췌하여 개선하면서 양산할 예정임.
⑥ 초음파 발생 진동을 이용한 반사, 스트레스 자극 시스템 개발	초음파 발생 진동을 이용한 조류 퇴치 시스템을 개발 완료함.
⑦ 조류퇴치기 기구부 설계 및 제작	1차 시제품을 개선한 스피커를 360도 회전하는 구조의 2차 시제품을 제작 완료함.
⑧ 원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발	사용자 중심 모니터링 가능한 어플리케이션을 개발 완료함.

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	15		5	5	20	20	5	5					5	3		2	5		
최종목표 (과제종료)	2	1		1	5	2	20	3	1			2		2	10	2	1	2		
연구기간내 달성실적	6	1				2	23. 7		10			3		4	14			2		
달성율(%)	300	100				100	118		100			150		200	140			100		

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	조류 퇴치기 제어부 개발
②	태양광을 활용한 전원부 개발
③	인공지능 기반 조류 퇴치 시스템용 음원생성 알고리즘 개발
④	조류퇴치기 시제품 성능 평가
⑤	현장 농가 테스트
⑥	초음파 발생 진동을 이용한 반사, 스트레스 자극 시스템 개발
⑦	조류퇴치기 기구부 설계 및 제작
⑧	원격지 모니터링 기기 제어용 어플리케이션 개발

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술						V				
②의 기술							V	V		
③의 기술	V	V				V				
④의 기술							V	V		
⑤의 기술								V		
⑥의 기술		V						V		
⑦의 기술						V		V		
⑧의 기술								V		

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	기존에 태양광을 활용한 제품은 많았으나 개발된 기술은 인공지능을 활용하여 조류의 학습을 방해하는 시스템으로 퇴치 효과는 극대화하고 사용자의 편의성을 증대하겠습니다.
②의 기술	
③의 기술	
④의 기술	
⑤의 기술	실증 테스트 및 안동지역 노지스마트팜사업단에 조류퇴치 시스템을 판매하여 개선 및 홍보 효과를 활용할 예정입니다.
⑥의 기술	후속 개발을 통하여 플라스틱 필름 형 음파발생기를 조류 퇴치 뿐 아니라 과수원 해충 퇴치 기능을 포함하여 응용하겠습니다.
⑦의 기술	기존의 조류퇴치기의 기구와 다르게 다양한 음원 패턴을 주는 기구부를 설계하여 퇴치 효과는 극대화하고 사용자의 편의성을 증대하겠습니다.
⑧의 기술	실증 농가의 사용자에게 테스트를 시키고, 개선하여 사용자의 편의성을 증대시키겠습니다.

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균 IF			학술발표	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치	10	15		5	5	20	20	5	5					5	3		2	5		
최종목표	2	2		1	5	2	1,895	183	3			3		3	60	5	2	12		
연구기간내 달성실적	6	1				2	23.7		10			3		4	14			2		
연구종료 후 성과창출 계획	6	1		1	5	2	1,898	183	12			4		5	64	4	2	12		

주 의

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