

118080-02

머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발

2021

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
농축산물안전유통소비기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003375-01

## 머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발

2021. 01. 22.

주관연구기관 / (주)에코팜  
협동연구기관 / 한국로봇융합연구원

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "머신러닝을 활용하여 두디지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발"(개발기간 : 2018. 09. 10~ 2020. 09. 09)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 01. 22.

주관연구기관명 : (주)에코팜 (대표자) 조재두 (인)  
협동연구기관명 : 한국로봇융합연구원 (대표자) 여준구 (인)  
참여기관명 : 대구경북농업농협 (대표자) 손규삼 (인)

주관연구책임자 : 조재두  
협동연구책임자 : 오장석  
참여기관책임자 : 박정환

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

**보고서 요약서**

과제고유번호	118080-02	해당 단계 연구 기간	2018. 09. 10 - 2020. 09. 09 (24개월)	단계 구분	1/1
연구사업명	단위사업	농림축산식품연구개발사업			
	사업명	농축산물안전유통소비기술개발			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부 과제명	머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발			
연구책임자	조재두	해당단계 참여연구원 수	총: 9 명 내부: 9 명 외부: 0 명	해당단계 연구개발비	정부: 150,000천원 민간: 100,000천원 정부 외 : 150,000천원 계: 400,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 9 명 내부: 9 명 외부: 0 명	총 연구개발비	정부: 150,000천원 민간: 100,000천원 정부 외 : 150,000천원 계: 400,000천원
연구기관명 및 소속부서명	주식회사 에코팜 / 연구소			참여기업명: 한국로봇융합연구원, 대구경북능금농협	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반과제
-------------------------	------

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	1) 1598-6 721 2) 1598-6 721	1) 30-099 5843 2) 10-201 9-0079 423 3) 2019-0 15400 4) 30-201 8-0046 125 5) 제20-0 490201 6) 102020 0097637									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

<p>요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)</p> <p>○ 두더지의 학습효과를 방지하기 위해 자연바람에 의해 발생하는 진동 학습 시스템개발 (H/W+S/W)</p> <p>○ 전원부 최적 설계를 통한 연속 동작 시간 향상(H/W)</p> <p>○ 기구부 형상 최적화를 통해 진동 세기 및 내구성 향상(H/W)</p> <p>○ 상태 모니터링이 가능한 사용자 중심의 앱 개발(S/W)</p> <p>○ 과업 수행 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 논문 2편</li> <li>- 특허 및 산업재산권 6건</li> <li>- 고용창출 9명 달성</li> <li>- 국내 홍보1건, 해외홍보 1건</li> <li>- 전시회 2회 참가</li> <li>- 수상실적 2건</li> <li>- 학술대회 발표 2회</li> </ul>	<p>보고서 면수 128</p>
---	-------------------

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>■ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두더지의 학습효과를 방지하기 위해 자연바람에 의해 발생하는 진동 학습 시스템개발</li> <li>- 전원부 최적 설계를 통한 연속 동작 시간 향상</li> <li>- 기구부 형상 최적화를 통해 진동 세기 및 내구성 향상</li> <li>- 상태 모니터링이 가능한 사용자 중심의 앱 개발</li> </ul> <p>■ 연구의 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자가 학습을 통한 자연바람 모방 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자연바람의 진동특성 분석을 위한 데이터 수집</li> <li>- 수집된 데이터에 머신러닝을 활용하여 자연바람과 유사한 진동 특성을 나타내는 알고리즘 구현</li> <li>- 진동모터를 이용하여 구현된 알고리즘의 인공 진동 발생 시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 회전속도 5% 향상된 기구부 형상 최적 설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 프로펠러 형상 최적화를 통한 회전 RPM 향상</li> <li>- 자연바람을 효과적으로 활용하기 위한 꼬리날개 형상 설계</li> <li>- 마찰부 형상 최적 설계로 내구성 향상</li> <li>- 생산성 향상을 위한 금형 최적 설계</li> </ul> </li> <li>○ 태양광 독립전원의 모듈화를 통한 전원부 최적 설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최적의 태양광 모듈 용량 산정</li> <li>- 저전력 모듈 설계로 동작 시간 향상</li> <li>- 전력관리 모듈 제작</li> <li>- 어플리케이션과 연동하여 전력 관리 시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 사용자 중심의 모니터링이 가능한 어플리케이션 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두더지퇴치기의 이상상태 유무 점검</li> <li>- 배터리 잔량 점검</li> <li>- PIR 기능을 활용한 방범 시스템 개발</li> <li>- 모니터링이 가능한 송수신기 개발</li> </ul> </li> </ul>
------------------------	--

<p>연구개발성과</p>	<p>■ 경북 사고 주산지에서의 두더지 서식 밀도와 동식물상 정보를 학술발표</p> <p>■ 두더지 서식 밀도는 토양 유기물 함량 및 토양 소동물 군집 크기와 높은 상관관계</p> <p>■ 퇴치기 시제품의 현장 적응성 검증</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적응성 검증 지속</li> <li>- 시제품 우선 보급 중</li> </ul> <p>■ 산업재산권 획득 현황</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 논문 2, 특허 외 지식재산권 6</li> </ul>																																						
<table border="1" 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>생명 정보</th> <th>생물 자원</th> <th>정보</th> <th>실물</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>예상성과 (N/Y)</td> <td>Y</td> <td>Y</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</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		생명 정보	생물 자원	정보	실물	예상성과 (N/Y)	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N
구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 · 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종																													
								생명 정보	생물 자원	정보	실물																												
예상성과 (N/Y)	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N																												

<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>■ 퇴치기 시제품의 지속 개량을 통한 성능 향상</p> <p>■ 개발 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용함으로써 두더지 피해 최소화</p> <p>■ 과원용 두더지 퇴치기를 개량하여 시설재배 포장용 또는 과원 유해 조류 퇴치기로 확대 적용</p> <p>■ 두더지 생태와 서식환경에 관한 정보를 대외에 제공</p> <p>■ 두더지 퇴치기의 산업재산권 확보와 사업화로 참여 기업의 수익성 개선</p> <p>■ 참여 기업의 두더지 퇴치기 사업 확대로 일자리 창출</p> <p>■ 농가 소득 증대에 기여</p>
------------------------------------	---

<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	머신러닝	두더지퇴치	인공지능	최적설계	모니터링
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	machine learning	mole eradicator	artificial intelligence	optimal design	monitoring

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	1
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	15
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	119
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	122
붙임. 참고 문헌 .....	125
<별첨1> 연구개발보고서 초록	1
<별첨2> 주관연구기관의 자체평가의견서	2
<별첨3> 연구성과 활용계획서	3

# 1. 연구개발과제의 개요

## 1-1. 연구개발 목적



- 두더지의 학습효과를 방지하기 위해 자연바람에 의해 발생하는 진동 학습 시스템개발(H/W+S/W)
  - 수집된 데이터에 머신러닝을 활용하여 자연바람과 유사한 진동 특성을 나타내는 알고리즘 구현
  - 진동모터를 이용하여 구현된 알고리즘의 인공 진동 발생 시스템 개발
  
- 전원부 최적 설계를 통한 연속 동작 시간 향상(H/W)
  - 저전력 모듈 설계로 동작 시간 향상
  - 어플리케이션과 연동하여 전력 관리 시스템 개발
  
- 기구부 형상 최적화를 통해 진동 세기 및 내구성 향상(H/W)
  - 자연바람을 효과적으로 활용하기 위한 꼬리날개 형상 설계
  - 생산성 향상을 위한 금형 최적 설계
  - 프로펠러 형상 최적화를 통한 회전 RPM 향상
  
- 상태 모니터링이 가능한 사용자 중심의 앱 개발(S/W)
  - 두더지퇴치기의 이상상태 유무 점검
  - 모니터링이 가능한 송수신기 개발
  - 원격지에서 온습도 모니터링

## 1-2. 연구개발의 필요성

- 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.
- 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.
  - 농작물별 피해실태

(단위 : 백만원)

연도	계	사과	배	포도	호도	벼	채소	기타*
'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

- 유해 야생동물에 의한 최근 5년간 피해액은 다음 그림과 같이 574억원에 달함.



<연도별 유해야생동물 피해액(국회의원 이완영(경북 칠곡, 성주, 고령))>

- 야생동물 퇴치를 위해 사용하던 기본적인 방법으로는 총기 및 포획단 운영 등을 국내에서는 수행하고 있음. 그러나 이러한 유해 야생동물 퇴치를 위해 포획하는 것에 대한 동물보호단체 및 환경단체와 지속적인 마찰이 있음.

지역	농가명	재배면적(m <sup>2</sup> )	추산 피해액(천원)
군위군	이용우	2,3000	6,000
청송군	윤덕희	9,900	4,000
영주시	박종천	16,500	3,000

<사과 주산지 두더지 피해 일부 농가의 피해액 추산(2015년 현지조사결과)>

- 유해야생동물 중에서 위의 표에서 보듯이 농가의 근심거리가 되고 있는 두더지를 퇴치하는 장치가 필요함. 특히, 두더지의 생태에 관해서는 그리 알려진 것이 많지 않기 때문에 다음과 같이 일부 알려진 생태적 특징을 고려한 연구가 요구됨.
  - 두더지는 식물의 뿌리는 거의 먹지 않고 주로 흙 속의 곤충과 애벌레를 주식으로 함.
  - 최근에는 지렁이와 굼벵이류를 섭식하기 위하여 과수나 시설재배 채소의 근권부를 파헤치고 있어 그 피해가 심각한 실정임.
  - 두더지는 매일 자기 체중의 70~100%에 이를 정도로 다량의 먹이를 필요로 하기 때문에 불과 몇 마리만의 두더지가 농경지에 서식한다고 할지라도 그 피해는 상당할 수 있음.
  - 체중 140g의 두더지 한 마리가 연간 20kg 이상의 곤충이나 벌레를 잡아먹으며 땅굴 파는 속도는 시간당 5.5m이고 이미 파 놓은 터널을 통해서는 분당 약 25미터의 이동이 가능한 것으로 보고 된 바 있음. 또한 두더지는 큰나무 뿌리 밑이나 바위 아래의 터널과 연결된 곳에 은신처를 짓고 하루에 8시간 간격(오전 5시경, 오후 1시경, 오후 9시경)으로 먹이활동을 하는데 대부분의 시간(약 18시간)을 은신처에서 지냄.



<과원의 두더지 피해>

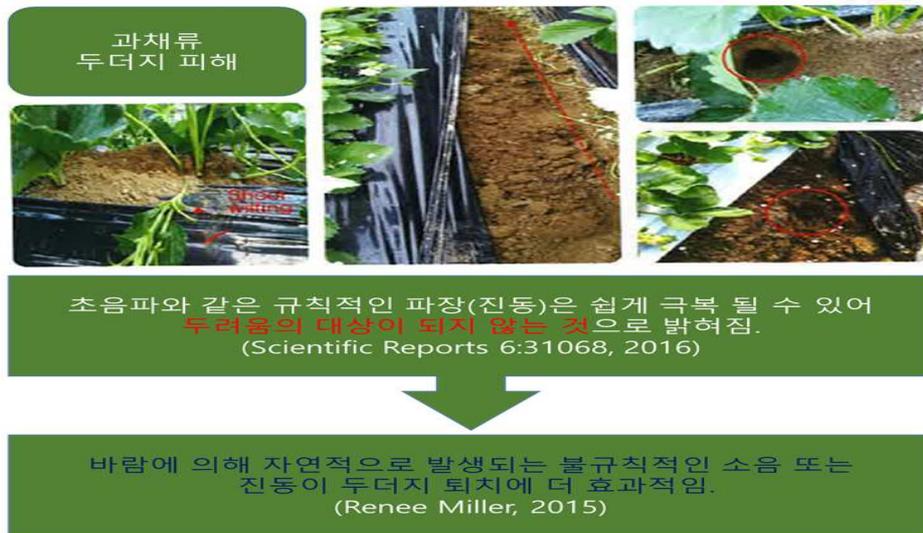
- 위의 그림과 같이 먹이 활동을 위해 과수원 등에 파 놓은 터널은 식물체 뿌리에 건조스트레스를 유발하여 작물의 정상적 성장과 발육을 저해함으로써 결국 수확물의 품질을 떨어뜨리는 악영향을 미침. 과수원과 비닐하우스 같은 시설재배지에 유기물을 사용하면 미생물군이 발달하게 되고 그에 따라 지렁이와 곤충의 애벌레 등 각종 토양 미소동물이 번성하게 되는데 이는 두더지의 좋은 먹이가 될 수 있음. 특히 겨울철에는 농경지가 두더지의 서식처 또는 먹이 공급처로 제공됨.
- 병해충의 화학적 방제 또는 화학비료 사용 시에도 두더지 피해가 심각하지만, 특히 농가에서 주목받으면서 늘어나고 있는 친환경재배의 경우 다음과 같이 더 심각함.
  - 친환경 재배로 농약이나 화학비료 사용이 줄어들고 퇴비 살포가 늘어나면서 지렁이나 굼벵이 등을 먹이로 하는 두더지 개체 수가 늘어나고 있음.
  - 두더지가 뿌리를 해쳐 나무 껍질 말라 죽거나 생육이 더더지는 현상이 발생.

- 과수농가들의 경우 부직포를 씌워 놓은 과수 포장이 두더지가 땅을 파헤쳐서 어린 묘목의 뿌리가 치솟아 말라죽는 현상이 종종 나타남.
- 특히 최근 새로운 소득 작물로 각광받고 있는 블루베리를 비롯한 외래종 묘목을 심어 놓은 농장의 피해가 두드러짐.

○ 두더지 퇴치를 위해 약제나 덩을 사용하는 것은 두더지의 서식 영역이 워낙 넓어 큰 효과를 거두기가 어렵다고 알려져 있으며 과수류의 경우 재배법 자체가 두더지에게 우호적일 수 있다는 어려움이 있음. 즉 두더지 피해를 받았지만 겨울철 휴면에 들어간 과수는 봄철 발아하기 전에는 지상부 관찰만으로 식물체가 피해를 받았는지 구분하기 어렵고 멀칭(부직포, 솔잎, 바크 등의 파쇄목)은 두더지가 서식하기 좋은 환경을 만들어 줌.

### 1-3. 연구개발 범위

○ 진동과 소리를 이용한 두더지 퇴치의 가장 큰 문제는 두더지가 학습하여 효과가 점점 없어진다는 것임. 따라서 아래의 연구결과와 같이 학습이 되지 않는 자연바람과 같은 진동을 만들어 내는 것이 아주 중요함.



<두더지습성을 이용한 효과적인 방법에 대한 연구>

또한, 기존 시제품의 단점(전원에너지 공급)을 보완하고 새로운 기능(어플리케이션 등)을 추가하여 수요자의 요구에 맞는 제품 개발.

⇒ 1차년도에는 기존 제품에 전원을 공급하여 자연바람을 학습한 알고리즘으로 진동을 구현하고, 기구부의 최적설계를 통한 성능이 향상된 제품개발.

⇒ 2차년도에는 기구부의 난반사를 적용한 새로운 기능(조류 퇴치)을 추가하고 효율적인 태양광전원부를 설계하여 제품에 적용하고, 사용자의 요구에 맞는 어플리케이션을 함께 제공하는 제품개발.

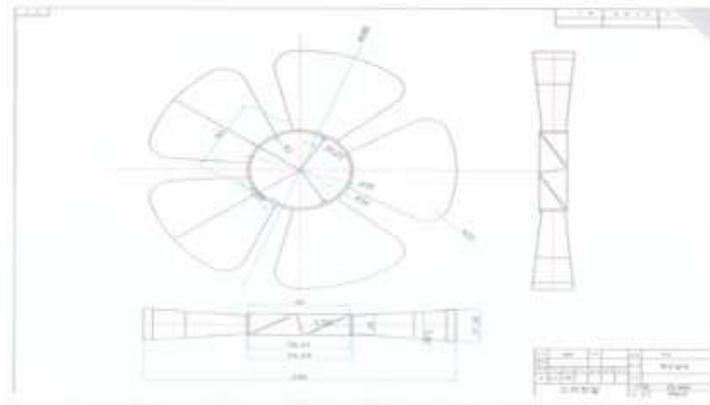
○ 구체적인 내용

<1차년도>

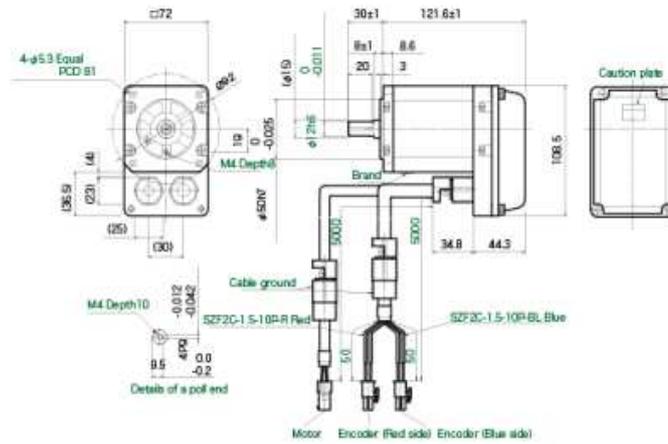
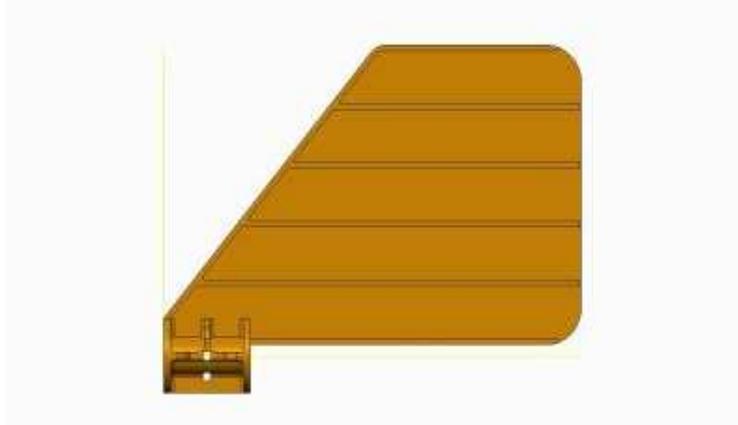


<1차년도 개발기술 및 제품의 내용>

- 주관연구기관(주식회사 에코팜) : 기구부 형상 최적화를 통한 두더지퇴치기 개발 통합 및 제품화
  - 내구성 및 진동 세기 향상을 위한 기구부 설계
    - : 내구성 향상을 위한 마찰부 소재 최적화
    - : 진동 세기 향상을 위해 회전체 및 꼬리날개 설계최적화
    - : 회전체 회전속도 향상을 위한 프로펠러 형상 최적화

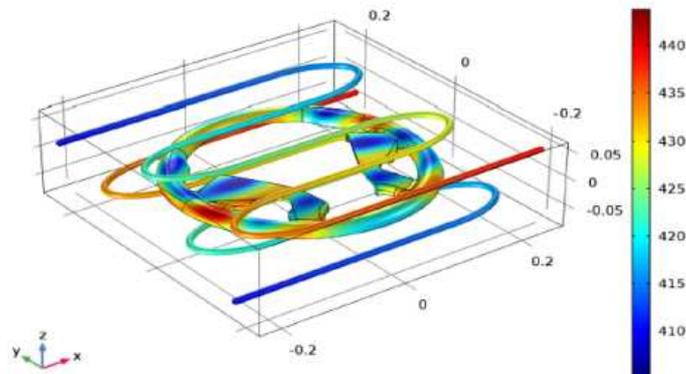


<회전체 도면>



<기구부의 꼬리날개 설계>

- 대량 생산을 위한 금형 형상 3D 모델링 및 열전달 해석
  - : 길이, 직경, 단면적, 형상 등을 고려한 금형표면온도 제어를 위한 냉각유로 형상 설계
  - : 금형재종 및 냉각유체 상태량에 따른 온도 분포 특성 분석
  - : 냉각수 온도 특성에 따른 금형 온도 분포 분석 및 설계 반영

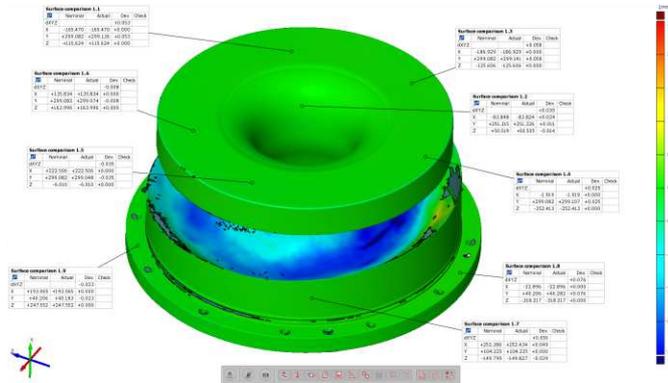


<냉각유 특성에 따른 제품 온도변화 예>

- 3D Scan을 이용하여 금형 제품의 제작 정밀도 확인 및 3D 형상 검사를 통해 금형 최적 설계

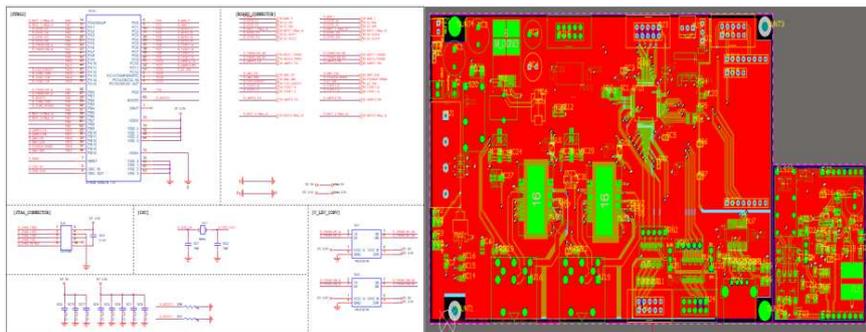
: 사출 시제품의 변형량 측정하여 금형최적화를 통한 불량률 감소

: 동일 샘플제작 경향 분석



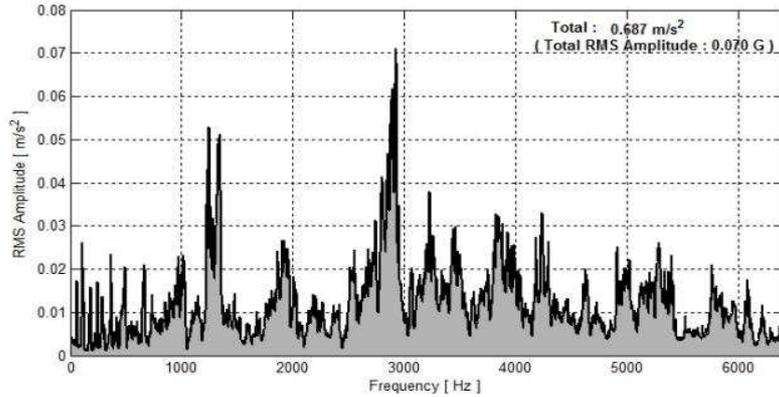
<3D 형상 측정 예>

- 속도제어 회로 및 제어 모듈 시스템 개발



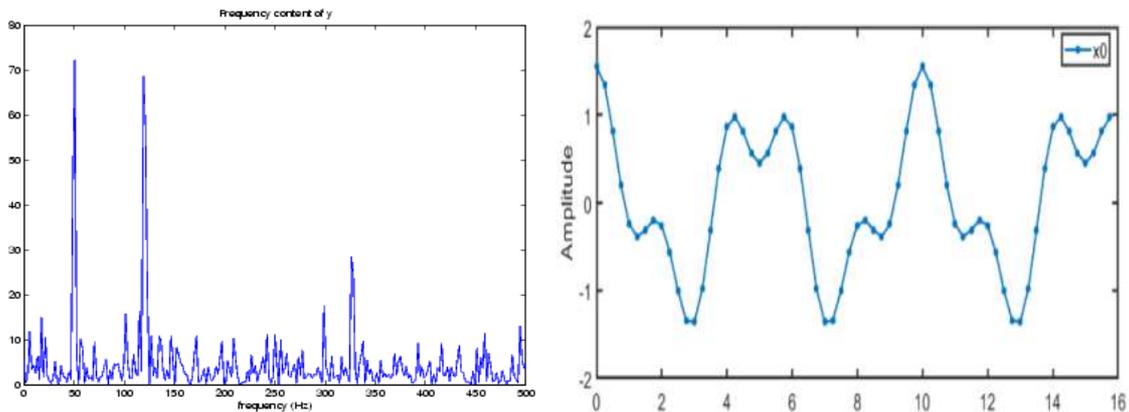
<회로도 작성 및 PCB제작 예시>

- 1차 시제품 통합설계, 제작 및 평가
- 협동연구기관(한국로봇융합연구원) : 자연바람을 학습한 속도제어 두더지퇴치기 개발
- 자연바람의 진동 특성을 고려한 데이터 수집 알고리즘 개발
  - : 다양한 자연바람의 진동 샘플을 측정하기 위한 진동 측정 프로그램 개발
  - : 가속도 센서와 진동모터의 통합모델을 통한 진동 데이터 수집



<시험체에서 발생하는 진동측정의 예>

- 수집된 자연바람의 진동 특성을 머신러닝으로 분석하여 자연바람의 진동 특성을 나타내는 알고리즘 구현
  - : 진동분석방법으로 먼저 퇴치기에서 측정된 가속도값을 FFT분석을 통해 주파수 성분으로 나타내며, 이때 측정되는 진동의 최대 피크값의 크기와 주파수를 시간축으로 저장하여 자연바람에 의해 발생하는 진동의 성분을 저장



<고속 푸리에 변환(FFT) 변환 및 측정값 분석 예시>

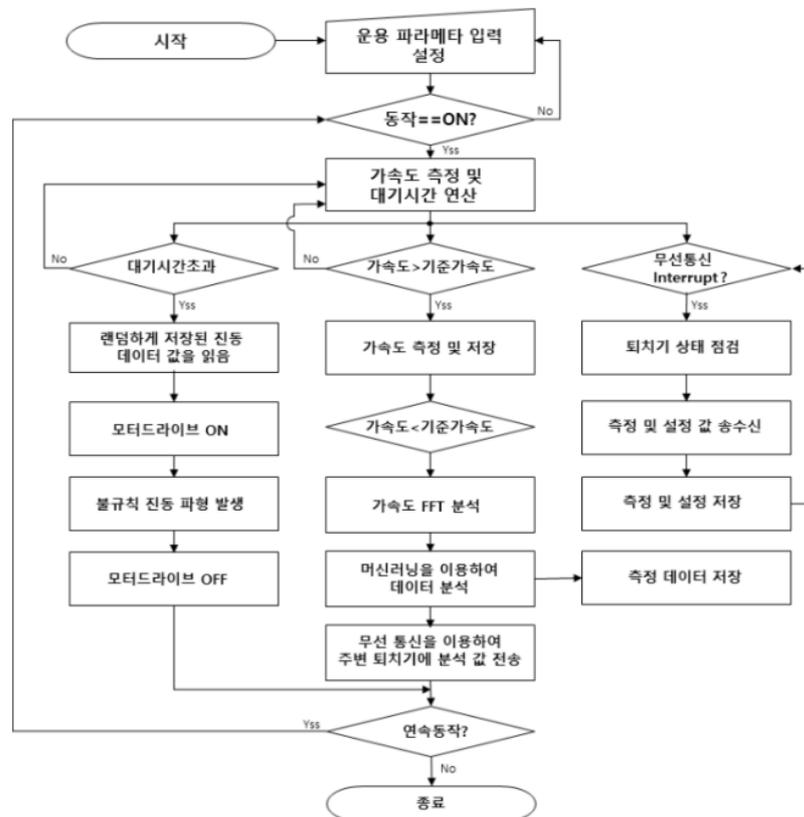
- : 측정한 진동성분 데이터를 기반으로 머신러닝을 통해 진동의 패턴을 분석하고 다양한 진동 모션을 만들 수 있도록 학습 개발



<자연바람의 진동을 학습>

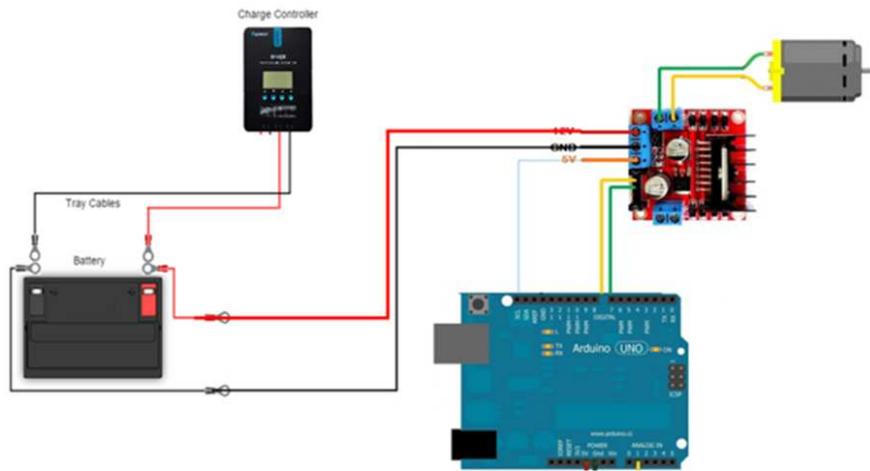
: 머신러닝으로 생성된 진동 모션은 진동모터의 PWM 주기를 변화하여 진동모터의 회전속도를 지속적으로 바꿈으로써 인공진동을 최대한 자연바람에 의해 발생하는 진동과 유사하게 발생시키는 알고리즘 개발.

: 인공 진동으로 발생하는 진동을 고속 푸리에 변환 (Fast Fourier Transform)하여 주파수 성분을 분석하여 자연바람에 의해 발생하는 진동의 피크성분을 60% 이상 유사성을 나타내도록 인공 진동 알고리즘 개발.



<자연 바람 진동 측정 알고리즘 개발 순서도>

- 불규칙적인 속도제어를 위한 시스템 개발
  - : 머신러닝으로 학습된 진동 알고리즘 적용
  - : 동작시간 최적화를 위한 전력관리시스템 개발



<자연바람 진동 모방 속도제어 시스템>

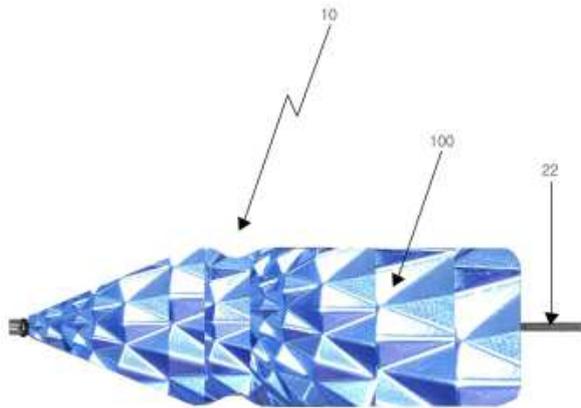
- 협동연구기관(대구경북능금농협)과 단순참여기관(금호농협, 신녕농협, 고경농협) : 두더지퇴치의 수요조사 및 제품개발 반영, 개발된 두더지 퇴치기 1차 시제품 현장 검증

<2차년도>



<2차년도 개발기술 및 제품의 내용>

- 주관연구기관(주식회사 에코팜) : 조류퇴치 기능을 추가한 본체 개발 및 어플리케이션 개발
  - 기구부의 최적설계와 조류퇴치를 위한 난반사 본체 개발
    - : 난반사 표면 제작을 위한 표면 코팅 방법 연구
    - : 난반사 표면 제작을 위한 금형 형상 최적 설계
    - : 내구성 향상을 위한 마찰부 형상 최적 설계

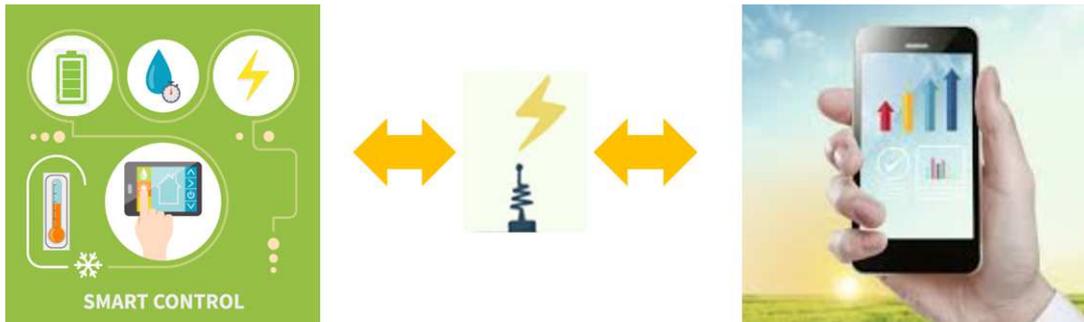


< 난반사 표면을 구비하는 본체 >

- 사용자 중심의 편의를 위한 모니터링이 가능한 어플리케이션 개발
  - : 배터리의 잔량을 모니터링하여 퇴치기의 상태 점검
  - : 진동 모듈 상태 및 이상상태 감지 고장진단 기능 개발

- : 수동동작 및 자동동작 기능으로 사용자 중심의 인터페이스 제공
- : 소프트웨어 최신화 및 보안을 위한 무선 펌웨어 시스템 개발
- : 휴대폰과 연동한 주/야간 및 동작 모드 사용자 설정 기능 제공

• 2차 시제품 통합설계, 제작 및 평가



< 어플리케이션 개발과 화면표시 예시 >

- 협동연구기관(한국로봇융합연구원) : 전원부 최적설계를 통한 두더지퇴치기 개발

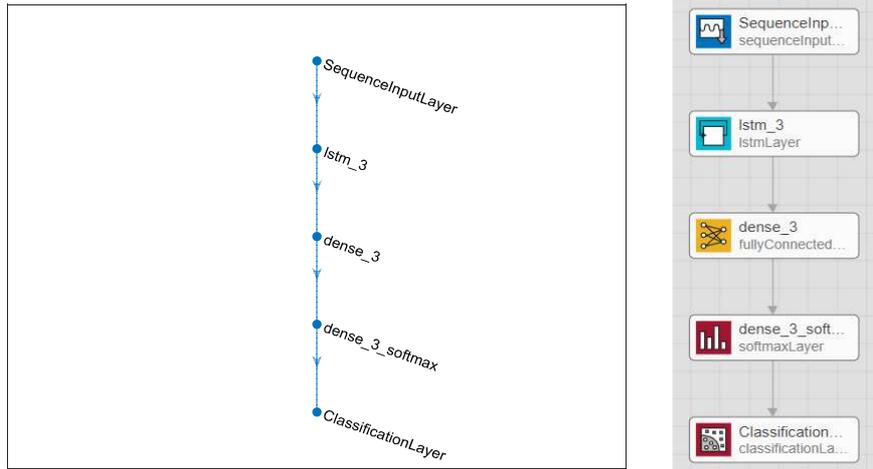
- 1차년도 진동제어 알고리즘을 수정 보완한 시스템 개발

- : 1차 시제품 출력 진동데이터 수집 및 분석

- : 진동 제어시스템에 적용 가능한 데이터 수집 및 분석

- : 1차 시제품의 성능평가 데이터를 고려한 학습 알고리즘 개발

- : 개발된 학습 알고리즘의 네트워크를 심층적으로 디자인하여 보다 두더지가 학습하기 어려운 진동패턴 발생 모델 개발



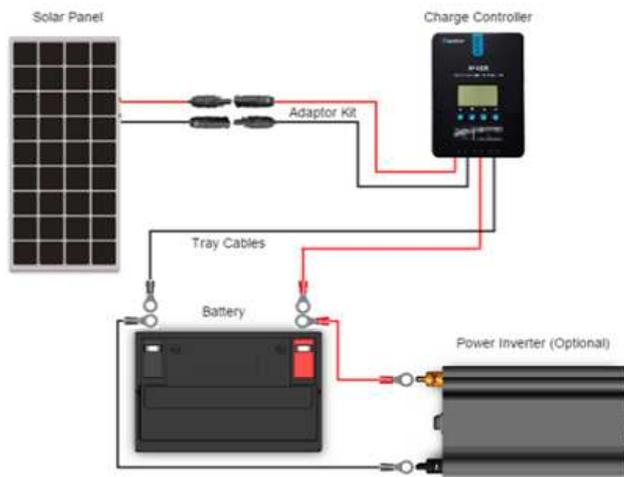
< 개발된 학습 알고리즘 네트워크 >

- 태양광을 적용한 전원부 최적설계

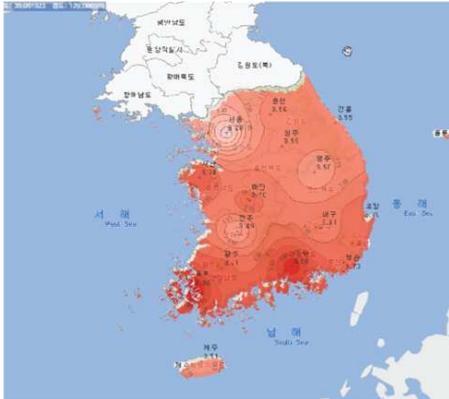
- : 배터리 충전 시스템 모듈화 개발 및 저전력 설계를 통한 동작시간 최적화

- : 지역의 평균 일조시간과 진동제어시스템의 소비전력을 고려한 최적의 태양광 충전 패넬 선정

- : 충전 효율을 고려한 배터리 선정



< 태양광을 이용한 전원부 시스템 >



< 지역별 평균 일조 시간 >



< 30W용 태양광 발전 시스템 예 >

: 1차 시제품의 측정 소비 전력값 기준 산정하였을 30W 태양광 패널 적용이 적정할 것으로 판단됨

: 1차 시제품과 2차 시제품의 제어시스템의 저전력 설계 개발

- 동작 시 : 2A
- 동작시간 : 15초
- 동작소모전력 :  $12V \times 2A = 24W$
- 대기 시 : 0.5A
- 대기시간 : 1~10분 (평균 5분으로 적용)
- 대기 소모전력 :  $12V \times 0.5A = 6W$
- 1 시간 기준으로 예상한 소모전력 : 6.9W
- 약 10시간 기준으로 필요한 전력 : 69W
- 일 평균 일조 시간 : 3.5시간

: 전원부 전력사용량을 농사용(을)기준으로 환산하여 계산

	1차 시제품	2차 시제품		원
한시간	0.069 W	태양광 패널	연사용량	596.16
하루(24h)	1.656 W		전력량요금(원/kWh)	39.2
한달(30일)	49.68 W		계산식	$596.16 * 39.2$
일년(12개월)	596.16 W		연절감 요금	23,369

• 두더지 퇴치 효율성을 고려한 진동 구현 방식 선정 및 시제품 개발

: 타입별 진동 모듈 적용 및 퇴치 연관성 확인

: 진동 구현 방식 선정 및 모듈 시제품 적용

- 단순참여기관(대구경북농협, 금호농협, 신녕농협, 고경농협)

• 1차 시제품에 대한 반응조사 및 제품개발 반영

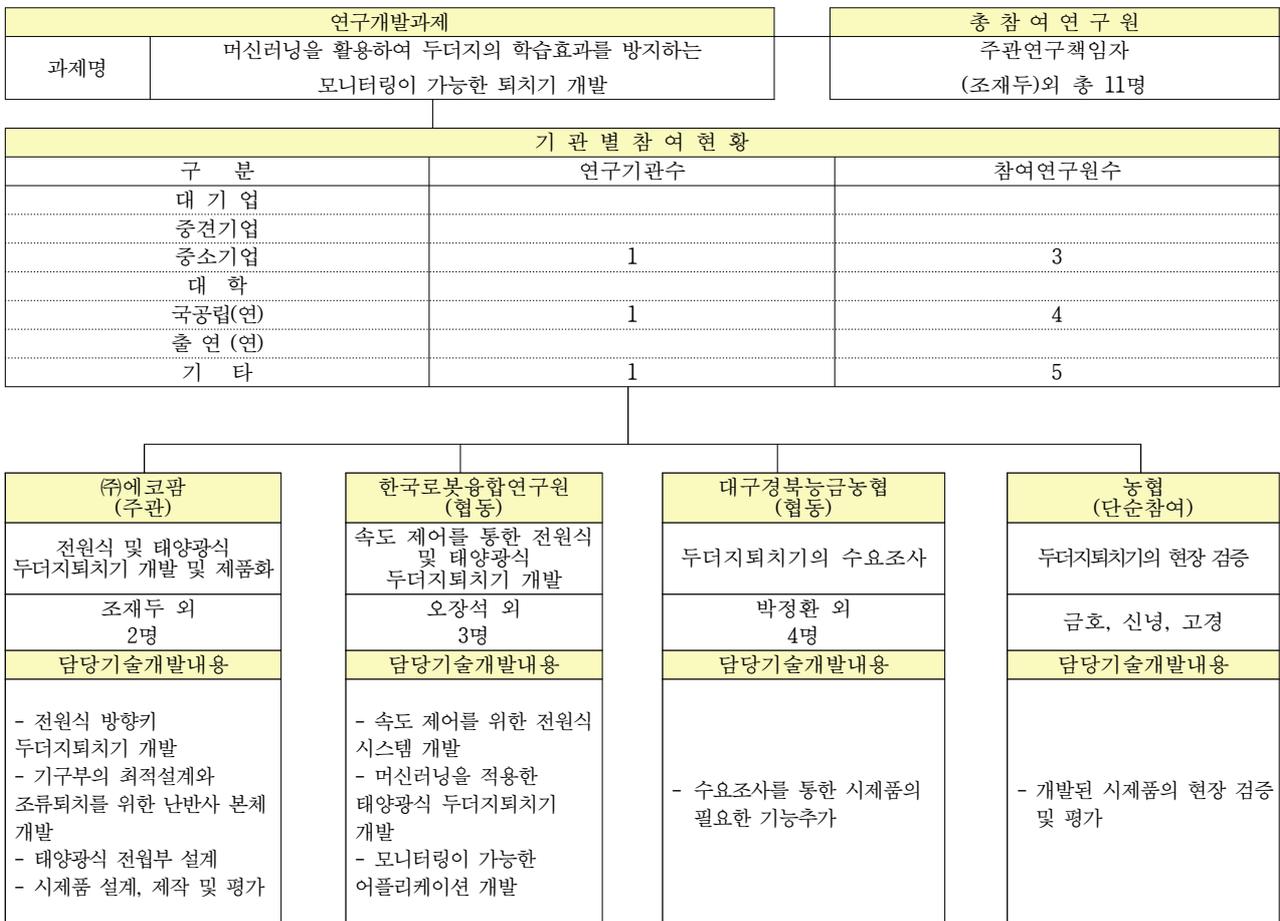
• 개발된 두더지 퇴치기 2차 시제품 현장 검증

## 2. 연구수행 내용 및 결과

### 2-1. 연구개발 추진전략

- 주식회사 에코팜(주관기관)은 농자재 전문기업으로서, 제품의 필요한 기술, 기능 등을 개발하고 협력기관과 함께 현장 검증하고 성능 분석함.
  - 협력기관(성주 과채류 연구소, 성주군 농업기술센터, 시설 원예연구소, 등)과 생산자단체(한국참외생산자연협회, 수출딸기생산자연협회, 상주딸기연합회, 진주대평딸기연합회)와의 활발한 교류
  - 전시회 참가, SNS 등을 통한 기술홍보 추진
  - 특허출원을 통해 해외(중국)시장 진출
- 한국로봇융합연구원(협력기관)은 로봇분야 산업통상부 산하 전문생산연구소로서, 원천기술을 제품화가 가능하도록 지원하는 기관임. 이에 과제에서 핵심기술인 머신러닝을 이용하여 두더지의 학습을 방지하는 진동 알고리즘 개발함.
- 대구경북농금농협(협력기관)은 수요조사를 통해 시제품개발에 필요한 기능 제안.
- 금호농업협동조합청통지점, 신녕농업협동조합, 고경농협(단순참여기관)은 개발된 두더지퇴치기의 현장 검증을 함.

### 2-2. 연구개발 추진체계



## 2-3. 추진일정

1차년도																
일련번호	연구내용	월별 추진 일정												연구개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	계획수립 및 자료조사	■													5,000	조재두 (주)에코팜
2	자연바람의 진동 특성을 고려한 데이터 수집 및 학습 알고리즘 개발		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	45,000	오장석 (KIRO)
3	속도제어를 통한 전원식 퇴치기 개발				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25,000	오장석 (KIRO)
4	내구성 및 진동 세기 향상을 위한 기구부 설계		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	40,000	조재두 (주)에코팜
5	주요평가방법에 따른 성능평가항목 결정							■	■	■	■	■	■	■	10,000	조재두 (주)에코팜
6	1차 시제품 통합 설계도면 작성									■	■	■	■	■	30,000	조재두 (주)에코팜
7	1차 시제품 금형 제작 및 생산										■	■	■	■	40,000	조재두 (주)에코팜
8	1차 시제품 평가												■	■	5,000	조재두 (주)에코팜, 대경부금협
2차년도																
일련번호	연구내용	월별 추진 일정												연구개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	1차년도 결과분석 및 보완	■													5,000	조재두 (주)에코팜
2	난반사 본체 설계		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25,000	조재두 (주)에코팜
3	1차년도 결과를 반영한 학습 알고리즘 개발		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	45,000	오장석 (KIRO)
4	태양광식 전원부 최적설계					■	■	■	■	■	■	■	■	■	25,000	오장석 (KIRO)
5	모니터링이 가능한 어플리케이션 개발						■	■	■	■	■	■	■	■	30,000	조재두 (주)에코팜
6	주요평가방법에 따른 성능평가항목 결정							■	■	■	■	■	■	■	10,000	조재두 (주)에코팜
7	2차 시제품 통합 설계도면 작성									■	■	■	■	■	25,000	조재두 (주)에코팜
8	2차 시제품 금형 제작 및 생산										■	■	■	■	30,000	조재두 (주)에코팜
9	2차 시제품 평가												■	■	5,000	조재두 (주)에코팜, 대경부금협

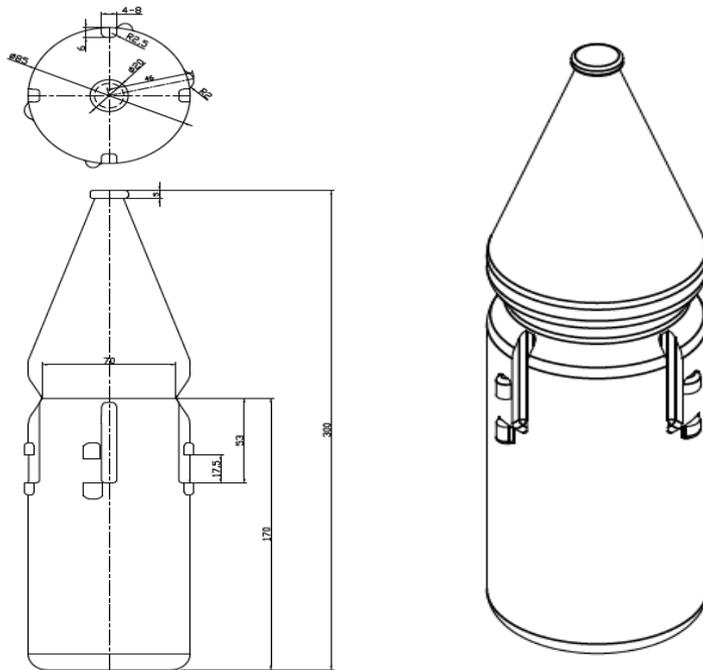
## 2-4. 연구내용

주관기관: 주식회사 에코팜

○ 두더지퇴치기 기구부(프로펠러, 꼬리날개) 설계

(1) 퇴치기 회전체부 소재 및 구조 최적화

- 퇴치기 회전체는 철재봉이 중앙을 관통하는 형상이고 내부가 비워져 있어 회전하면서 발생하는 소음을 극대화되는 구조임
- 이에 블로우 사출 기법을 적용하였으며 자연스러운 유동 흐름을 위하여 유선형의 원통 구조로 설계하였음
- 두더지 퇴치기 회전체의 사이즈는 높이 300mm, 둘레  $\phi$  85이며, 프로펠러를 고정하는 끼움홈, 이탈을 방지하는 걸쇠로 구성되어 있음
- 재질은 플라스틱 계열의 폴리에틸렌(PE) 적용하였음



< 퇴치기 회전체 제작 도면 >

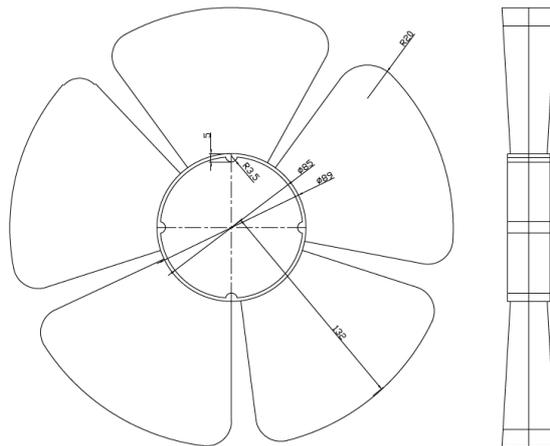
- 퇴치기의 회전체는 자연 바람에 의해 회전이 되는 부분이므로 몸통부 중앙홀은 회전하는 동안 지속적으로 철재봉과 마찰을 일으키는 부위임
- 장기 마찰에 의한 형상 마모를 방지하기 위해 회전체 봉의 프레스 작업(90℃ 꺾임) 대신에 일정 라운드 처리로 변형하여 강도의 세기를 향상시켰고, 몸통부 중앙홀 부분에는 하기의 그림과 같이 진동링을 추가하여 마찰부에 마찰을 최소화하였음



- 앞서 언급한 두더지퇴치기의 회전체 회전감도는 바람방향 유도를 위한 꼬리 날개뿐만 아니라 회전체 자체의 회전 속도를 향상하기 위한 프로펠러 형상을 최적화하는 것이 중요함



< 형상별 프로펠러 시제품 >



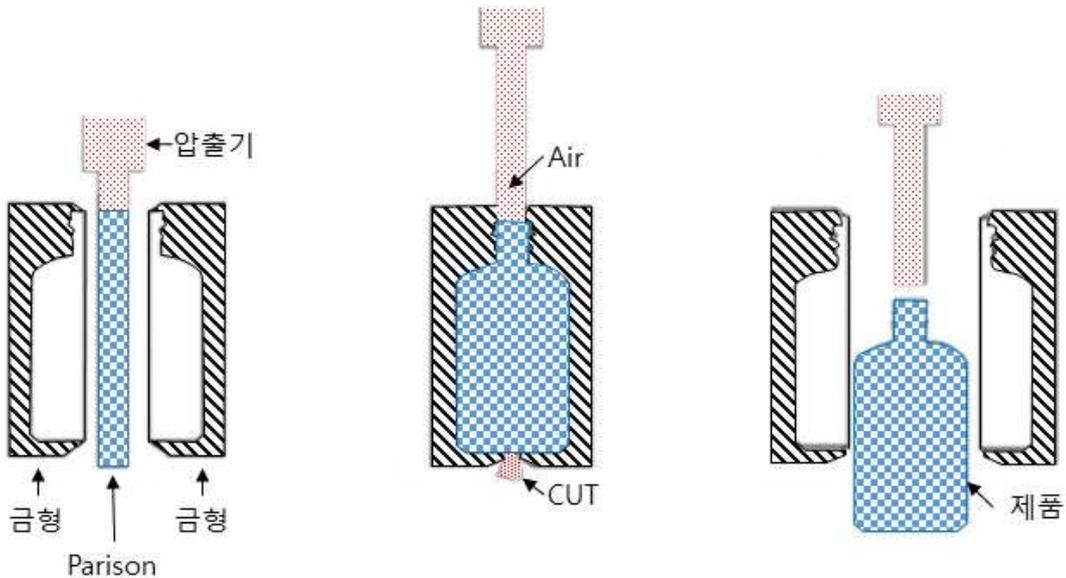
< 프로펠러 제작도면 >

- 프로펠러의 날개 개수와 회전 감도와와의 관계를 파악하기 위해 상기의 그림과 같이 날개 모양 별 개수별 간이 시제품을 제작하였음
- 자체 테스트 및 과수원에서의 평가 결과 가로 방향의 프로펠러 모양과 5개의 날개 개수가 적합함을 확인하였음

○ 두더지 퇴치기 회전체 금형 형상 3D 모델링 및 열전달 해석

(1) 금형 최적 설계를 위한 열전달 해석

- 두더지퇴치기의 성능을 향상시키기 위해서는 바람에 의해서 회전하는 회전체가 큰 소리를 낼 수 있는 구조 이면서 회전축이 있어 약한 바람에도 회전체가 회전 할 수 있도록 개발한다면 효과가 증대 됨
- 회전체가 약한 바람에도 회전하기 위해서는 회전체의 중량을 작게 할수록 회전에 필요한 에너지가 작아지므로 안이 비어 있는 중공성형으로 제작 할 경우 소리를 크게 키우는 울림통 역할을 하면서 중량을 가볍게 제작 할 수 있어 두더지퇴치기의 회전체는 중공성형으로 제작하였음
- 중공성형에도 다양한 방법이 있으나, 두더지퇴치기의 회전체는 일반적으로 PET병을 만드는 방법인 블로우 성형으로 제작 가능하며, 좌우로 위치한 금형에 예열되어 있는 예비성형체를 끼워 내부로 공기를 불어 넣어 부풀게 하여 냉각시키면 금형의 본을 뜬 특정한 형태의 고형물을 제작 가능함



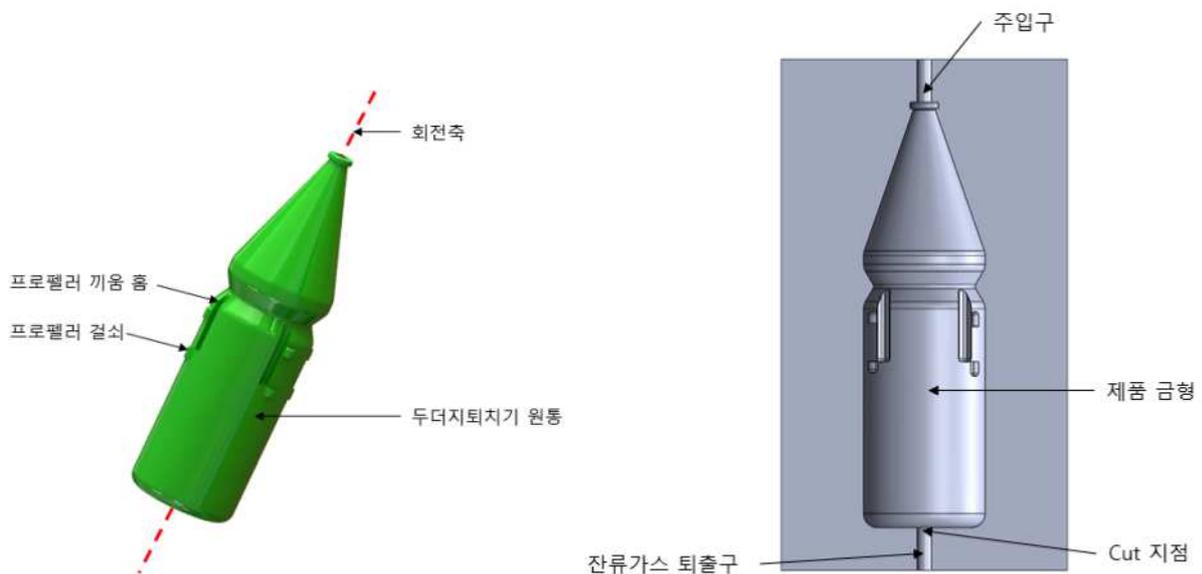
< 블로어 성형 모식도 >

- 일반적으로 예비성형체(Parison)은 폴리에틸렌(PE)로 각종 용기 및 파이프 등 압출성형에 널리 사용되는 재질로 175℃ ~ 185℃ 사이에서 성형이 이루어지며, 연화점은 100℃ ~ 130℃ 임
- 연화점이 이하로 떨어져야 표면이 고화되기 시작하므로, 최적의 냉각 유로를 설계하여야만 양질의 제품을 생산가능하며 Cycle Time을 줄여 생산성을 높일 수 있음. 이러한 이유로 금형에 냉각유로 설계가 필요함

밀도	0.92	0.95	0.96
결정도 (%)	65	85	95
다이 및 헤드(°C)	165~175	180	175
수지 온도	165~175	180	175
블로우 압력(Kg/CM <sup>3</sup> )	1.5~6.0	3.5~6.0	1.5~6.0
연화점(°C)	100	120	130
금형온도(°C)	25	25~65	25~65

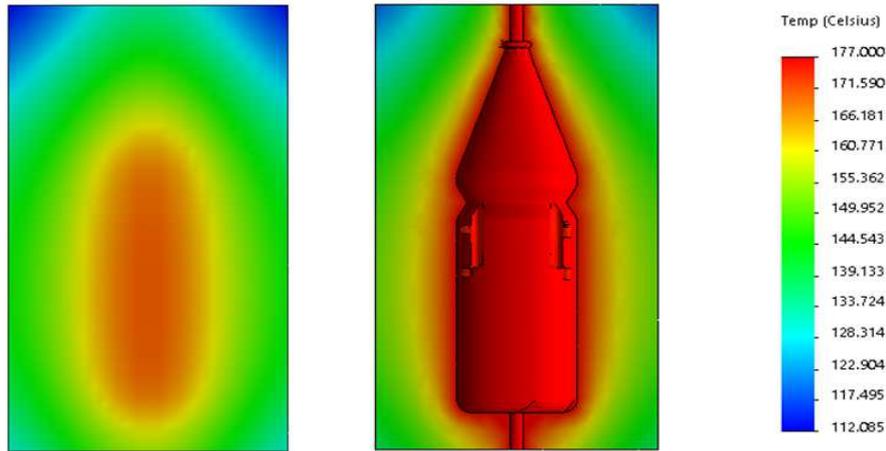
< 폴리에틸렌의 성형 표준 조건 >

- 본 과제에서는 두더지퇴치기의 회전체 금형의 냉각유로를 설계하여 Cycle Time을 줄이고 고품질의 제품을 생산 가능하도록 열전달 해석을 통해 최적의 냉각 유로를 설계함
- 금형의 표면 온도는 공기 대류로 상온으로 25°C 환경일 때 고온의 예비성형체가 고압의 Air로 부풀러지게 되면 상온의 금형에 접촉하게 되는데, 이때 예비성형체의 온도가 떨어져 고화되어 제품이 완성하게 됨



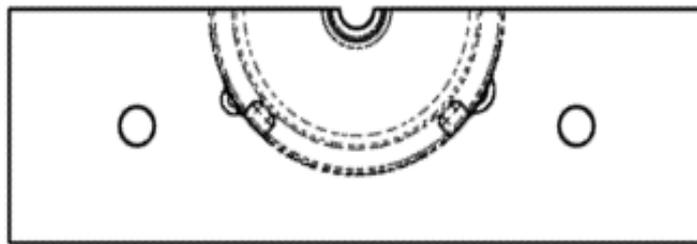
< 두더지퇴치기 회전체 설계 및 블로우 금형 설계 >

- 두더지 퇴치기 회전체는 높이 300mm에 둘레  $\phi$  85 크기이며, 바람에 회전하기 위해 장착하는 프로펠러를 고정하는 끼움 홈, 이탈을 방지하는 결쇠가 있음. 이 회전체는 블로우 성형으로 제작하므로 속이 비워있는 원통형 구조체이며, 재질은 폴리에틸렌(PE)로 일반적으로 사용하는 원료를 사용하여 제작 단가를 줄임
- 금형은 좌우측 대칭형으로 사이즈는 260\*350\*60이며, 블로우 금형으로 끝단 부분은 금형에서 제품이 탈거를 쉽게 할 수 있도록 유선형으로 처리하였음



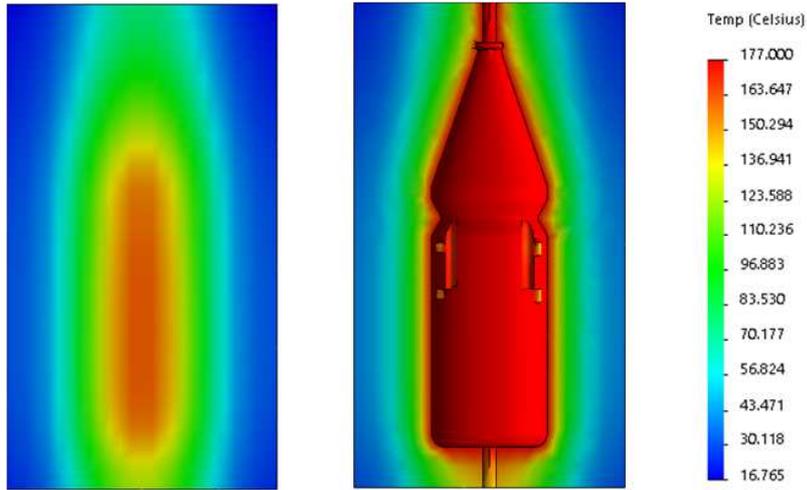
< 상온상태의 금형 온도 분포 >

- 냉각유로 없이 상온상태에 금형이 노출되었을 때 온도분포를 확인하기 위해 열 분포 해석을 진행하였으며, 해석조건은 재질은 Alloy Steel이며, 메시는 야코비안포인트로 만들었으며 총 질점수는 17,562이며, 노드개수는 11,125개 임. 열원은 예비성형체(Parison)의 온도로 설정하였으며, 금형의 외형은 자연대류로 상온 25°C 인 상태임
- 해석결과 예비성형체(Parison)가 직접적으로 접촉하는 형상주변이 가장 높은 온도를 나타내었으며, 상대적으로 두께가 원통형상 위쪽의 얇은 부분이 고온으로 나타나며, 두께가 두꺼운 상부쪽 모서리가 112°C 정도 열 분포를 보임. 폴리에틸렌의 밀도에 따라 연화점이 다르나 0.92밀도에서 연화점이 100°C 인 점을 감안하면 불로우 금형의 온도가 높아 제품 성형 시 고화되지 않고 형태를 잃어버리게 됨
- 제품 생산 Cycle Time을 줄이고 양품을 만들기 위해서는 열 분포를 균일하게 하면서 고온의 예비성형체(Parison)를 냉각해야 하므로 냉각유로를 설계하였음



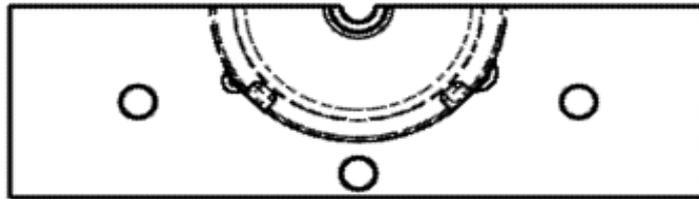
< 금형의 냉각 유로 설계 Case 1 >

- 금형의 중심을 기준으로 PCD 140에 10파이의 냉각유로 좌우로 2개를 만들고 냉각수를 넣을 수 있도록 설계하였음
- 앞서 진행한 해석조건과 동일하게 설정하였으며, 메시의 질점수는 23,317, 노드 수는 14,942개로 해석의 정밀도는 확보함. 냉각수가 흐르는 유로에는 25°C 온도를 설정함. 해석결과 제품의 주변 온도 분포가 평균 96°C 분포를 이루고 있으며, 전체적으로 균일하게 열 분포를 보임

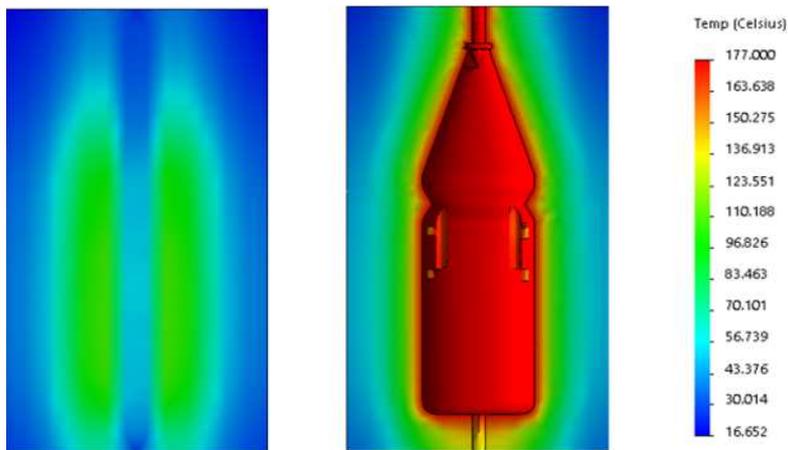


<금형의 냉각 유로 Case 1 해석 결과 >

- 그러나 금형의 뒷부분의 온도분포를 보면 금형의 두께가 얇은 부분인 중심 부분이 약 136°C 정도의 온도 분포를 보이고 있으며, 이 부분에서는 폴리에틸렌의 연화점인 110°C 보다 높아서 일부분이 고화가 덜 된 제품이 생산 될 수 있음. 이러한 문제점을 해결하기 위해 온도가 높은 중심부를 관통하는 냉각유로를 가지는 Case2 금형을 설계 함



<금형의 냉각 유로 설계 Case 2 >



<금형의 냉각 유로 Case 2 해석 결과 >

- Case2의 경우 Case1과 동일한 해석조건으로 해석을 진행하였으며, 해석결과 Case1의 결과 값과 비슷한 경향을 나타내며, 평균 96°C로 제품의 주변부 온도는 크게 변화가 없으나, 뒷부분의 온도도 100°C 이하로 떨어진 것을 볼 수 있으며, 이 경우 폴리에틸렌이 정상적으로 고화가 이루어 질 것으로 예상 됨



< 두더지퇴치기 회전체 금형 >

○ 금형 설계 최적화 검증

(1) 금형 설계 조건별 사출 시제품 경향 분석

- 앞서 설명한 금형 사출 조건 Case 1, 2 조건에 따라 사출을 진행하였고, 시제품의 사출 상태를 확인하였음
- 아래 그림과 같이 Case 1은 고화과정에서 온도 불균형에 의해 제품의 두께가 균일하지 않은 현상을 보였고, Case 2는 제품의 두께가 동일함으로 확인하였음

Case 1 (불량품)
Case 2 (정상품)

< 금형조건별 회전체 사출 시제품 >

○ 조류 퇴치를 위한 난반사 본체 개발

(1) 난반사 본체부 설계를 위한 더미 제품 제작

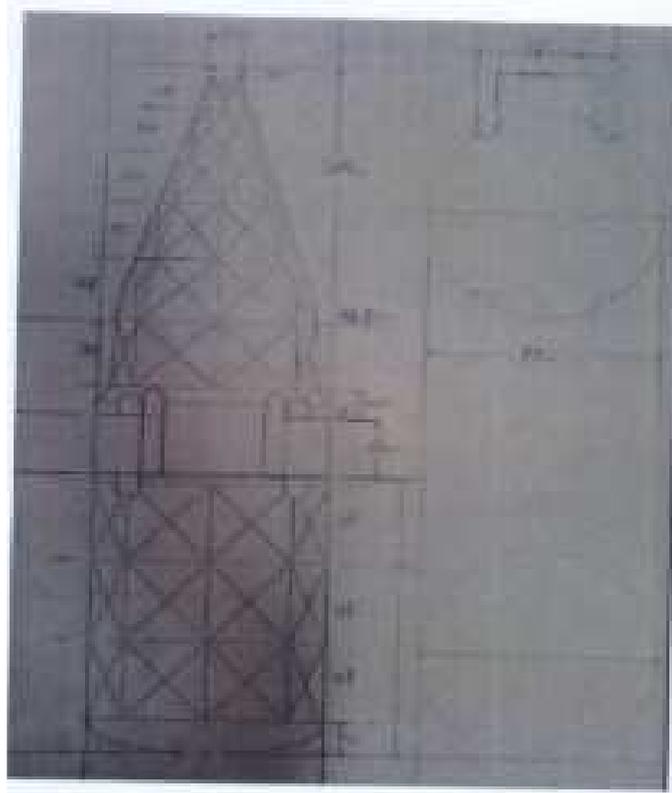
- 기존의 회전형 두더지 퇴치기는 실외 설치가 되는데, 실외 설치 시 태양빛을 본체에 난반사 시켜 조류 퇴치에 대한 기능도 구현하였음
- 난반사 본체 제작에 앞서 난반사 구조 최적화를 위해 3D 프린터를 이용하여 더미 제품을 제작하였음
- 더미 제품에 은색 컬러의 도장을 한 뒤 여러 각도에 대해 태양 빛 반사가 적당한지를 검토한 결과, 사방 및 전 후에서 난반사가 발생함을 확인하였음



< 난반사 본체 더미 제품 >

(2) 난반사 본체 설계

- 더미 제품 검증 결과를 기반으로 난반사 본체 설계를 수행하였음
- 플라스틱 재질 및 사출 공정으로 제품을 제작하여야 하므로 금형 빼기구배, 두께에 따른 후 변형등을 고려하여 제품을 설계하였음
- 기존의 본체 형상은 그대로 유지하되 매끄럽던 구조의 표면을 작은 피라미드 탑 모양으로 설계하였음
- 몸체의 중간부에는 프로펠러를 조립해야 되므로 민자 구조를 그대로 적용하되 프로펠러 고정을 위한 키를 형성하였음

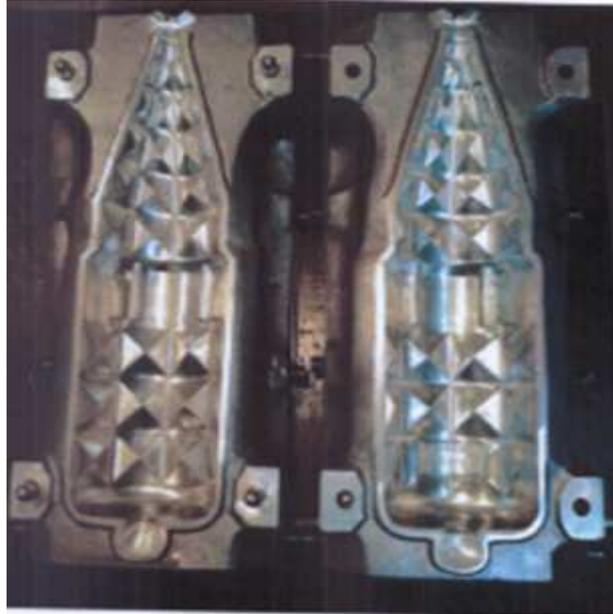


< 금형조건별 회전체 사출 시제품 >

(3) 난반사 본체 제작을 위한 금형 제작

- 두더지 퇴치기 난반사 본체 제작을 위한 금형을 아래 그림과 같이 제작하였음
- 기본 블로잉 사출 공법을 채용하였고, 본체 금형은 코어의 상판, 하판으로 나누어져 있음
- 사출공정 조건
  - \* 사출 블로우성형은 프리폼이라고 불리는 중공품을 사출성형에 의해 제작하고 금형의 코어에 끼워져 있는 프리폼을 블로우금형 속에서 공기를 주입하여 블로잉하는 작업임
  - \* 사출 온도 : 150℃
  - \* 냉각 시간 : 1hr
  - \* 블로우 압력 : 2MPa





< 난반사 몸체 금형 (상) 몰드, (하) 코어 >

(4) 난반사 본체 시제품 제작

- 난반사 본체 시제품을 아래 그림과 같이 제작하였음
- 블로잉 성형을 통해 제작된 본체는 난반사 효과를 극대화하기 위해 크롬재질로 도금을 하였음
- 크롬 도금의 두께는 약 5~10um 수준으로 하였으며 전해도금 공법으로 수행하였음
- 제작된 시제품은 태양빛에 노출되었을 때, 전체 모든 방향에서 빛 반사를 일으켰고, 단순 설치만으로 두더지뿐만 아니라 조류까지 시각적으로 퇴치할 수 있는 효과가 구현되었음
- 기존 도금의 경우 내구성이 약하여 PS 폴리스티렌(polystyrene)으로 변경 필요성.



< 난반사 몸체 제작 시제품 >

○ 사용자 편의를 위한 모니터링이 가능한 어플리케이션 개발

(1) 사용자 중심 모니터링 가능한 어플리케이션

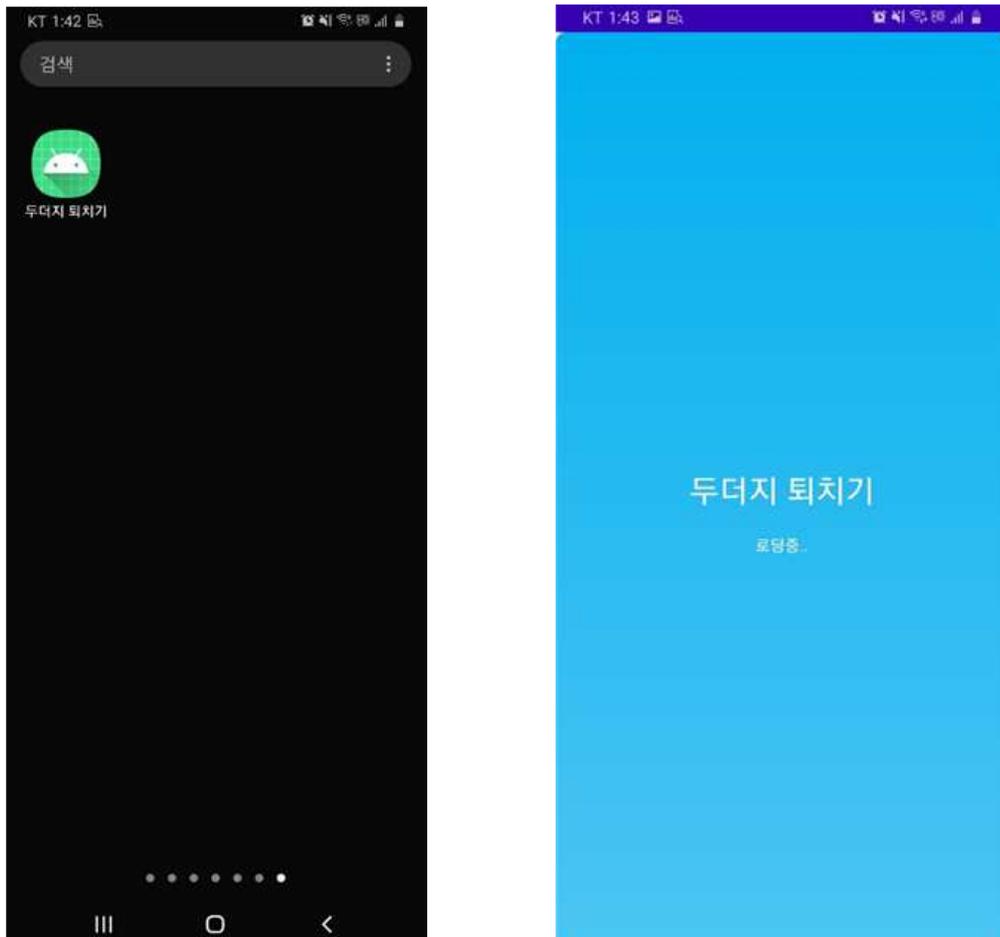
- 일반 관리 기능

- \* 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

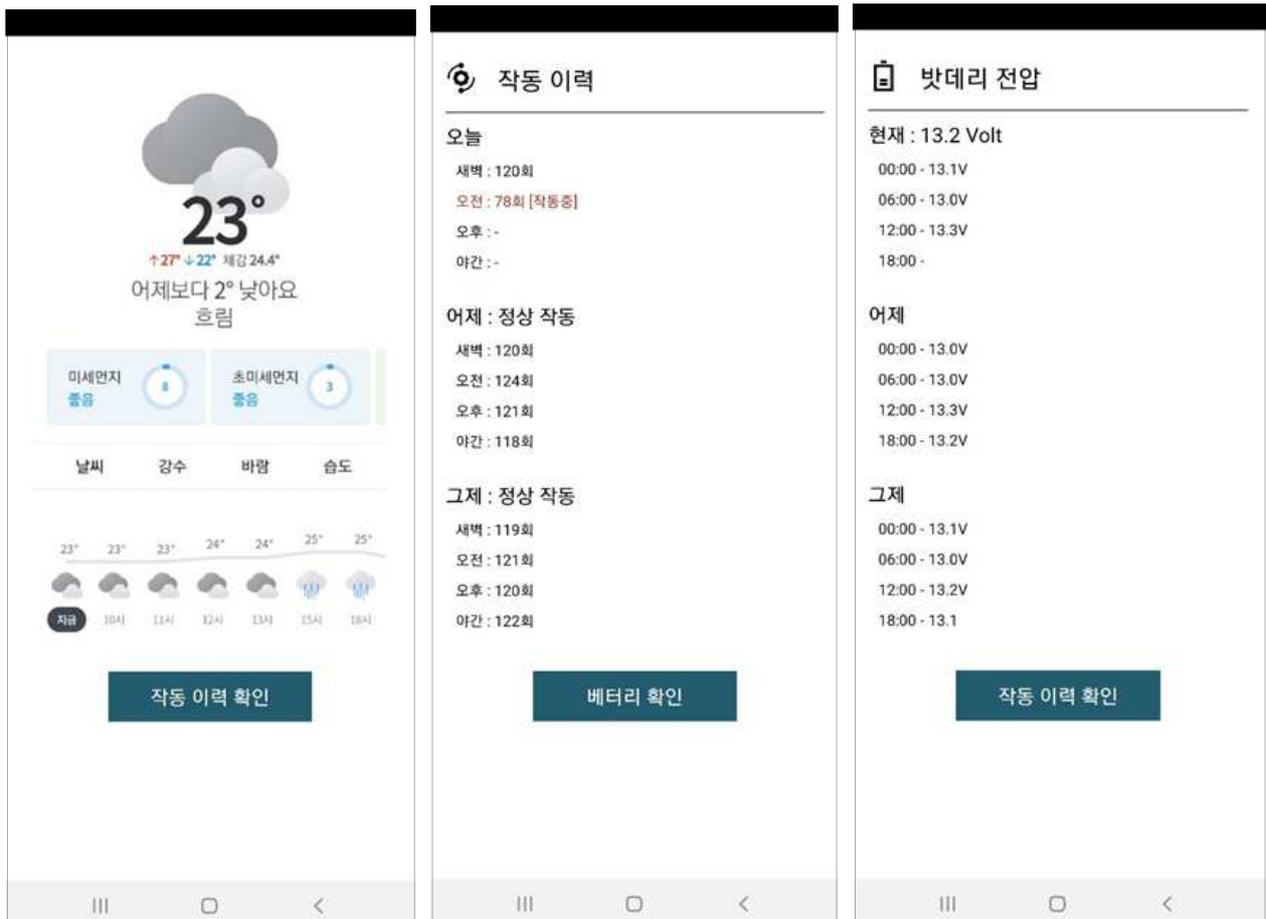
- \* 실시간 퇴치기 동작 상태 모니터링 기능
- \* 결함 등 문제 발생 시 사용자에게 알림 (푸시 기능을 통한 팝업)  
( 통신 오류, 일정시간 이상 동작 X )
- \* 실시간 동작상태 데이터 수치 조회 (진동 1, 2 구분해서 표기)
- \* 배터리 충전/방전 상태 데이터 수집 및 실시간 모니터링

(2) APP 설치 및 작동



< 휴대폰 APP 설치 및 APP 구동 시 초기 화면 >

- APP 구동 화면



< 휴대폰 APP 구동시 주요 기능 화면 >

- \* 두더지퇴치기 애플리케이션은 현재의 날씨와 시간 정보를 상시 디스플레이가 되고, 설치된 퇴치시스템의 작동이력 및 배터리 전압을 확인할 수 있음
- \* 작동이력은 상시 화면에서 3일간의 동작 횟수가 디스플레이 되며, 내역확인을 통해 1년간의 데이터는 서버에 보관되게 됨
- \* 배터리 전압은 퇴치시스템의 태양광 발전량에 따른 배터리 잔량을 상시 모니터링하여 상태를 나타냄. 배터리 전압 이력도 최근 3일간의 데이터를 확인할 수 있음

○ 두더지퇴치기 기구부 시제품 제작

(1) 1차 시제품 기구부 부품

- 상기 설계안을 바탕으로 두더지퇴치기 회전체, 프로펠러, 꼬리날개, 철재봉 시제품 제작을 진행하였음
- 회전체, 프로펠러, 꼬리날개는 모두 플라스틱 재질을 적용하였고, 블로우 및 일반 사출 공정을 통해 제작을 진행하였음
- 철재봉은 직경 5mm용 철재봉을 벤딩 지그를 통해 가공하여 제작하였음
- 추가로 두더지퇴치기는 높은 지주대 봉 위에 설치되므로 형상 변경을 통해 두더지뿐만 아니라 조류퇴치 효과도 볼 수 있음
- 개발된 시제품은 회전하는 프로펠러에 홀로그램 스티커를 부착하여 프로펠러가 회전할 때 태양광을 난반사함으로써 조류 회피 효과를 가질 수 있도록 하였음
- 제작된 두더지 퇴치기 기구부의 부품별 시제품은 아래 그림에 나타내었음

회전체	프로펠러
	
꼬리날개	철재봉
	

< 기구부 부품별 시제품 >

(2) 두더지 퇴치기 1차시제품 어셈블리

- 제작된 부품을 조립하여 두더지퇴치기 기구부를 제작하였음. 두더지퇴치기 회전은 직경 30mm의 지주대에서 가장 큰 진동을 보였고, 전장박스는 직경50mm 지주대에 장착되도록 제작되어 지주대를 2종으로 구성하였고, 별도의 지그를 이용하여 조립하였음



< 두더지퇴치기 기구부 어셈블리 >

(3) 2차 시제품 기구부 부품

- 진동발생부 컨셉 개발

- \* 1차 시제품 리뷰 결과, 슬레노이드를 활용한 타격방식의 진동 발생은 제품 내구성에 문제가 있었음
- \* 또한 야외에 설치되는 프로펠러 방식의 두더지 퇴치기의 효과가 뛰어나 별도의 전원을 소모하는 전자식 퇴치기를 야외용으로 사용함에 있어서 가성비가 좋지 않음
- \* 그러므로 2차년도 시제품은 프로펠러를 삭제하고 자연바람이 불지 않는 시설원예 (온실, 비닐하우스)에서 사용 가능한 제품으로 컨셉을 설계하였음
- \* 간단한 구조로 진동의 효과를 크게하기 위해 지주대 내부에 진동편 및 진동자를 구성하여 회전시킴으로써 지주대 자체의 진동 및 소음을 발생시킬 수 있음
- \* 이와 같은 컨셉은 기존의 2개이상의 모터를 사용해야 하는 강제 타격 방식 보다 단일 모터만 사용하더라도 지주대에 발생하는 진동의 크기는 더 크게 발생시킬 수 있고, 또한 소비전력도 낮출 수 있는 효과가 있음



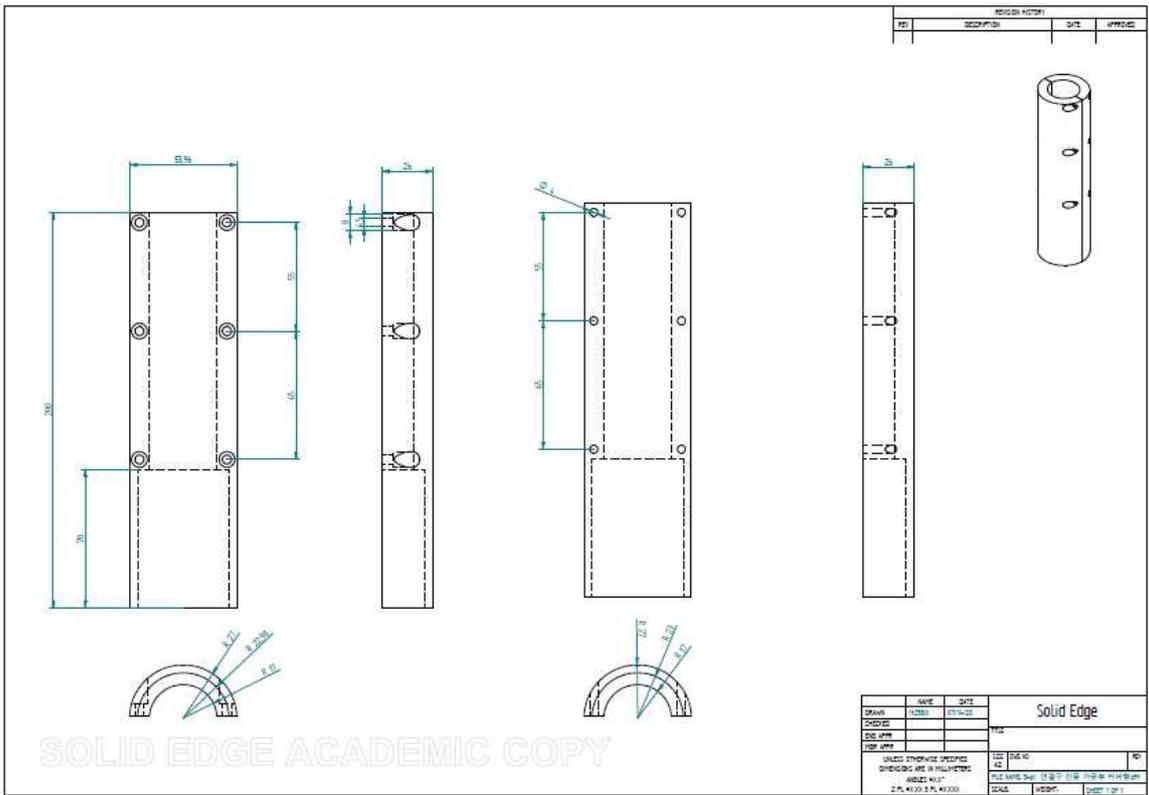
<진동발생부 컨셉안>

- 두더지 퇴치기 2차 시제품 설계

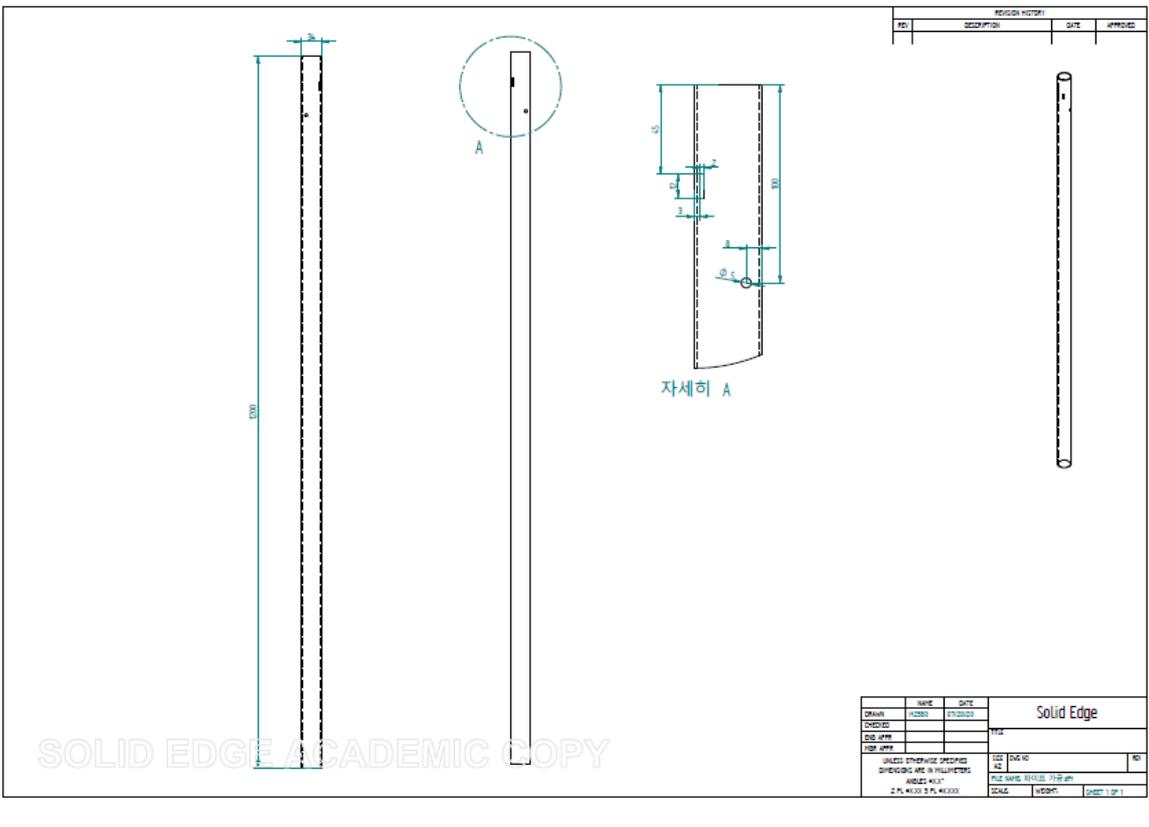
- \* 시제품을 제작하기 위해 기구부의 주요 부품을 설계하였음
- \* 진동 발생이 중요한 사항이므로 진동자 설계에 집중하였으며, 지주대 설치를 위한 파이프 및 브라켓을 설계하였음



### 진동부 커버

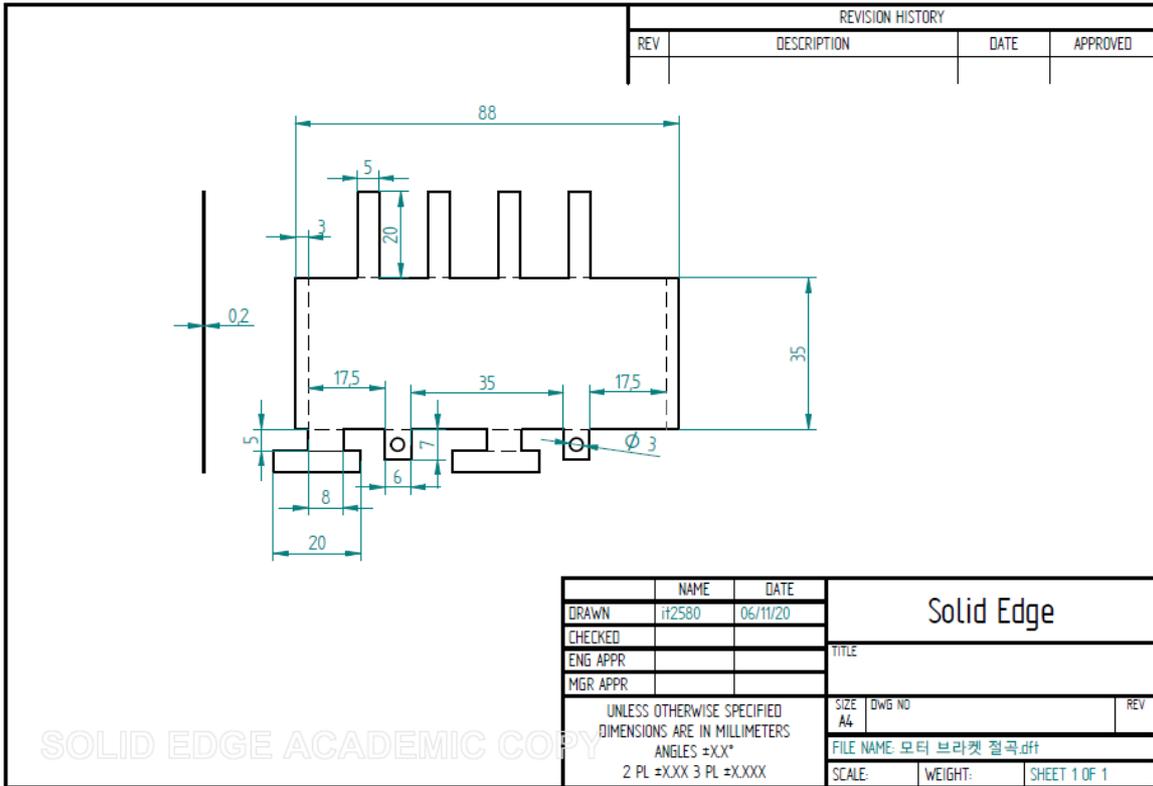


### 파이브 가공부

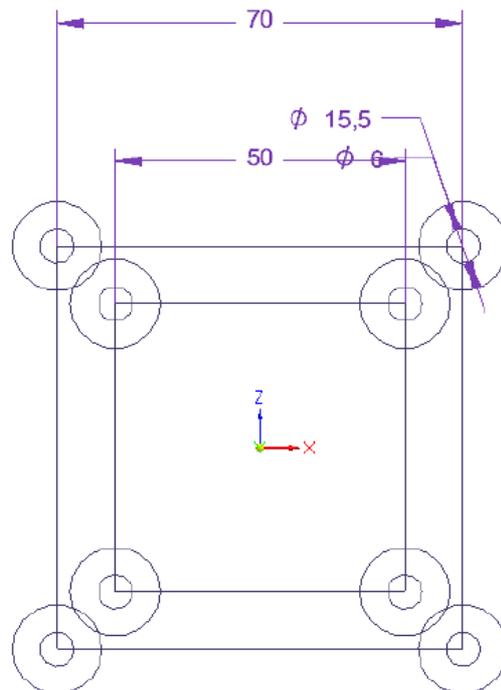




## 모터 브라켓 절곡



## 제어부 설치 레이아웃



- 2차 시제품 기구부 제작

모터와 진동자



봉 내부 진동편



<진동자 및 지주대 내부 형상>

\* 상기 그림은 컨셉 설계한 바와 같이 모터와 진동자 조합을 지주대 내에 설치하여 봉 내부의 진동편자와 접촉을 통한 진동 및 소음을 발생하도록 하였음

\* 진동자 스테인레스 강 재질 선정 기준

- : 내식성 우수
- : 내마모성 높음 (기계적 성질 양호)
- : 강도가 높음
- : 내화, 내열성이 큼 (고온 강도)
- : 가공성이 뛰어나

\* 지주대 내부와 진동자가 지속적으로 마찰 및 충격에 따라 발생하는 진동이므로 내구성 확보를 위해 강성 재질 선정은 중요한 사항임

#### (4) 두더지퇴치기 2차 시제품 어셈블리

- 두더지 퇴치기 2차 시제품은 언급한 바와 같이 프로펠러형 두더지 퇴치기 본체는 삭제하였음.
- 프로펠러형 두더지 본체는 기구식 저가형으로 별도 제품화 예정임
- 2차 시제품은 전자식 두더지 퇴치기로 시설원에 환경에 적용 가능하므로 농민이 실외, 실내 농가 환경에 따라 적정 제품을 선택할 수 있게 하였음
- 2차 시제품은 태양광 모듈, 시스템 제어부, 지주대, 진동 발생부로 구성되어 있음



< 두더지 퇴치기 2차 시제품 >

○ 두더지퇴치기 현장 검증 및 1차시제품 평가



< 두더지퇴치기 진동 소음 평가 >

- 소음 세기 (127 dBA 이하)

- \* 측정 방법 : 시험체 작동 상태에서 10초 동안 소음 레벨 측정
- \* 측정 조건 : 전면에서 1m 떨어진 곳, 바닥에서 1.6m 높이에서 5회 측정한 소음 측정
- \* 평가 결과

횟수	측정 결과 [dBA]	비고
1	72	
2	74	
3	76	
4	68	
5	71	

※ 동일 시험에 대해 동일 조건으로 별도 공인입회시험 진행

○ 개발 두더지퇴치기 시스템 성능평가

- 시스템 퇴치 면적 (목표 : 230m<sup>2</sup> 이상)

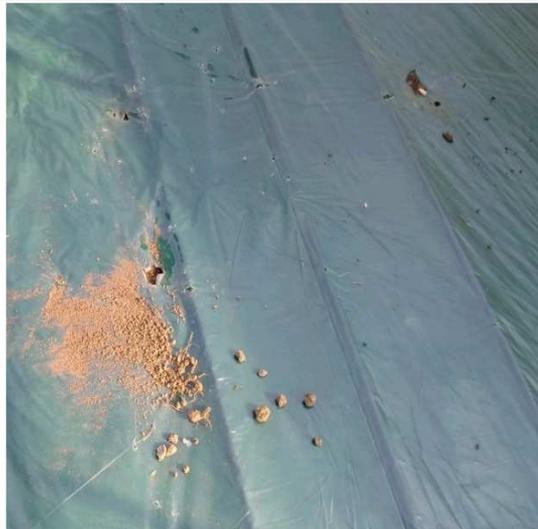
- \* 측정 방법 : 목표 면적(230m<sup>2</sup>)의 경작지에서 1개월 동안 설치 전후 현장조사를 통해 두더지 굴의 수를 비교 측정
- \* 설치 장소 : 경북 성주군 월항면 보암 1길 69 (참외 하우스)
- \* 평가 조건 : 하우스 내 두더지 굴이 다수 발견되는 중심 위치를 선정하여 퇴치기 설치. 설치위치 기준 230m<sup>2</sup>의 반경에 대한 두더지 굴 수를 파악한 후 두더지 굴을 무너뜨림. 1개월 단위 신규 생성 두더지 굴 수 파악
- \* 설치 기간 : 2019년 6월 3일 ~ (계속)
- \* 설치 내용

하우스 옆 두더지 흔적



< 두더지퇴치기 시제품 설치 전 두더지 굴 >

두더지 피해 흔적



<두더지퇴치기 설치 전 농가 피해 모습>

하우스 안 두더지 퇴치기 설치



< 두더지퇴치기 시제품 설치 모습 >

\* 평가 결과

순	목표면적	항목	설치 전	설치 후
1	230m <sup>2</sup>	두더지 굴 수 [ea]	42	4

- \* 설치 전/후 두더지 굴 수의 신규 생성 수는 4개로 확인되어 두더지 퇴치는 효과가 있음을 확인되었음. 다만 작물이 있는 하우스 내부의 상태를 확인할 수 없으며, 두더지 굴 수로만 퇴치 여부를 확인할 수 있으므로 두더지 마리 수에 대한 퇴치는 정량화되기 어려움
- \* 설치된 시제품은 지속 운영 예정이며 올해 11월 말 참외 정식을 시작할 때 두더지 흔적(구멍수)을 파악 후 동일한 방식으로 퇴치기를 설치하여 두더지 피해를 파악하고 시험성적서를 발급.

# 시험성적서

상 호	(주)에코팜	사업자등록번호	515-81-46244
주 소	대구시 북구 대학로 80 경북대학교 창업보육센터 408호		
시험품명 (상표명)	두더지퇴치기 (스마트 NO두조)		

2019년 12월 12일

경북대학교 농업생명과학대학 원예과학과 교수 최 철



## 두더지퇴치기(상표명 : 스마트 NO두조 ) 시험성적서

시험기관 : 경북대학교 원예과학과

담당자 : 최철

### 1. 목적

최근 시설하우스 내에 참외하우스에서 문제되고 있는 두더지 피해의 기피 효과를 알아보하고자 본 실험을 실행하였다.

2. 실험 기간 : 2019년 01월 01일 ~ 2019년 11월 30일

### 3. 재료 및 방법

가. 실험장소 : 경북 성주군 성주읍 금산리 764-5 (다정농원)

나. 공시작물 : 참외

다. 공시샘플 : 두더지퇴치기 (제품명 : 스마트 NO두조 )

라. 시험구 배치 : 처리구 : 560㎡(250묘,1년생), 생산량 약1,300kg / 한 동(2018년 기준)

10kg × 130박스 생산 (₩8,000,000원 상당)

무처리구 : 560㎡(250묘,1년생),생산량 약1,300kg /한 동(2018년 기준)

마. 처리내용

3) 처리일 : 01월 01일부터 11월 30일까지

4) 처리방법 : 처리구의 하우스 내에 한 대, 두 대, 세 대 각 설치 3동 / 무처리 2동

바. 조사방법 : 달관조사 방법 (2018년 대비)



# 시험성적서

상 호	(주)에코팜	사업자등록번호	515-81-46244
주 소	대구시 북구 대학로 80 경북대학교 창업보육센터 408호		
시험품명 (상표명)	에코팜 스마트 두더지퇴치기		

2020년 09월 10일

경북대학교 농업생명과학대학 원예과학과 교수 최 철



## 에코팜 스마트 두더지퇴치기 시험성적서

시험기관 : 경북대학교 원예과학과

담당자 : 최 철

### 1. 목적

최근 성주 참외 하우스에서 문제되고 있는 두더지 피해의 기피 효과를 알아보기로 본 시험을 실행하였다.

2. 시험 기간 : 2020년 01월 01일 ~ 2020년 06월 30일

### 3. 재료 및 방법

가. 시험장소 : 경북 성주군 성주읍 금산리 764-5

나. 공시작물 : 참외하우스

다. 공시샘플 : 에코팜 스마트 두더지퇴치기

라. 시험구 배치 : 처리구 : 560㎡(250묘,1년생), 생산량 약1,300kg / 한 동(2018년 기준)

10kg × 130박스 생산 (₩8,000,000원 상당)

무처리구 : 560㎡(250묘,1년생),생산량 약1,300kg /한 동(2018년 기준)

마. 처리내용

3) 처리일 : 01월 01일부터 6월 30일까지

4) 처리방법 : 처리구의 하우스 내에 한 대, 두 대, 세 대 각 설치 3동 / 무처리 2동

바. 조사방법 : 달관조사 방법 (2019년 대비)

#### 4. 기상상황

표 1. 2019년 성주 월평균 기상 상황. (기상자료개방포털) (인근지역인 구미자료 사용)

월	강수량(mm)	평균기온(℃)	최고기온(℃)	최저기온(℃)
1월	6.0	1.0	6.5	-3.9
2월	23.3	3.4	9.0	-1.5
3월	21.4	8.9	15.4	2.6
4월	109.6	13.2	19.4	7.2
5월	53.3	20.0	27.1	12.6
6월	113.2	22.7	28.5	17.6
7월	174.1	25.2	29.7	21.4
8월	146.9	26.4	31.4	22.5
9월	219.4	21.9	26.6	18.2
10월	227.5	15.7	21.5	11.1
11월	20.4	8.8	15.3	3.6

#### 5. 결과 요약

본 실험은 두더지퇴치기(제품명 : 에코팜 스마트 두더지퇴치기)의 효과를 검토하기 위한 실험이다.

##### 1) 참외에 처리한 두더지퇴치기의 효과

번호	구분	총생산량	수확량	피해량	피해금액(원)
1	3개 처리구	1,300kg	1,259.4kg	40.6kg(3.13%)	₩250,000
2	2개 처리구	1,300kg	1,186.3kg	113.7kg(8.75%)	₩700,000
3	1개 처리구	1,300kg	1,040kg	260kg(20%)	₩1,600,000
4	무 처리구	1,300kg	975.1kg	324.9kg(25%)	₩2,000,000

※ 피해금액 = 피해량 x 단가/kg (kg 당 단가 6,154원)

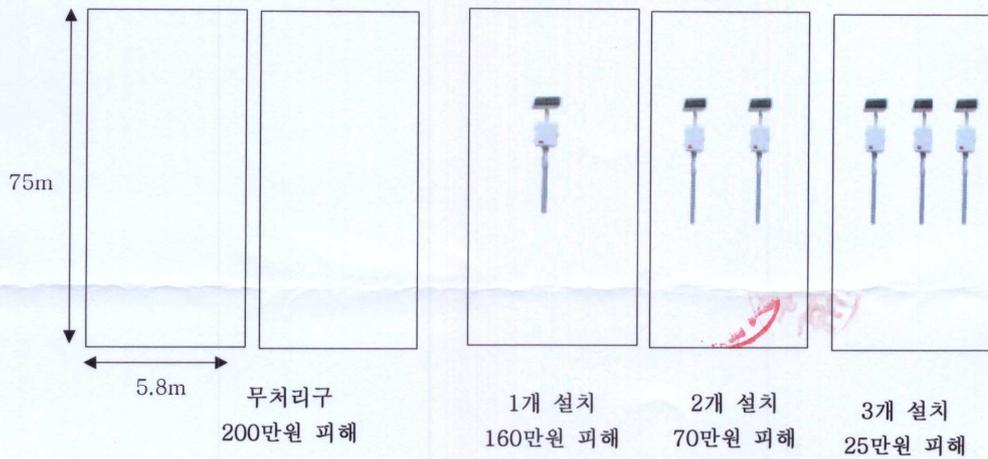
##### A. 두더지 퇴치기 3개 처리구

: 총 생산량 1,300kg 기준 1,259.4kg 수확 약 40.6kg(3.13%)정도 수확량이  
줄었고, (1,259.4kg 생산) (약 한 동당 ₩250,000원 피해)

- 1 개 설치 약 ₩1,600,000원 피해
- 2 개 설치 약 ₩700,000원 피해
- 3 개 설치 약 ₩250,000원 피해

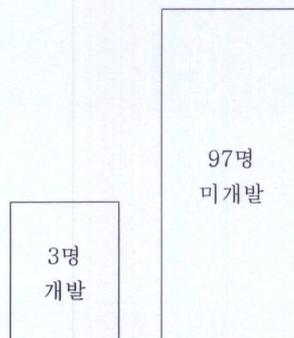
무처리구(약 1,300kg 생산)에서는 약 324.9 kg( 25%)정도 수확량이 줄었다,  
 (약 한 동당 ₩2,000,000원 피해) (975.1kg 생산)

- 다정농원 두더지 퇴치기 시험포 -



- 휴대폰 앱을 통한 모니터링 및 제어 필요여부 조사 -

(자체 응대 조회 2020년 3월 1일 ~ 3월 31일)



## - 두더지 굴 수 조사표 -

- (2019년 12월1일 ~12월15일 조사자 : 경북대 생태학 전공 ; 김경아 박사) -

설치장소	대상 과수	목표 면적	항목	설치 전	설치 후
성주	참외	560m <sup>2</sup>	두더지굴수 (개)	39	3

### 6. 의견

개발된 두더지퇴치기 시제품 농장 설치 및 평가 결과, 두더지에 의한 주요 피해 상황은 참외 수확량이 감소하는 것이며, 피해 발생 시 피해 지역에 재 정식을 하는 막대한 번거로움이 있다. 두더지 퇴치기는 두더지가 기피하는 청각 및 불규칙 진동음(타격음)을 이용하여 두더지의 시설하우스 환경 적응을 방해한다(학습 행동 없음). 앞으로 추가적인 모니터링을 통한 성능 검증이 필요하지만, 현재까지 농가 현장에서의 본 두더지퇴치기의 효과를 검증한 결과, 무처리구 대비 처리구에서는 참외 피해량이 줄었음을 확인할 수 있었고, 3대를 설치한 처리구에서의 두더지 피해량이 2.2%로 현저하게 낮게 확인되었으므로 퇴치기 한 대의 퇴치 범위는 약 10m×33m 전후(하우스 내 조건)라고 사료된다.

- 두더지 굴 수 조사표 -

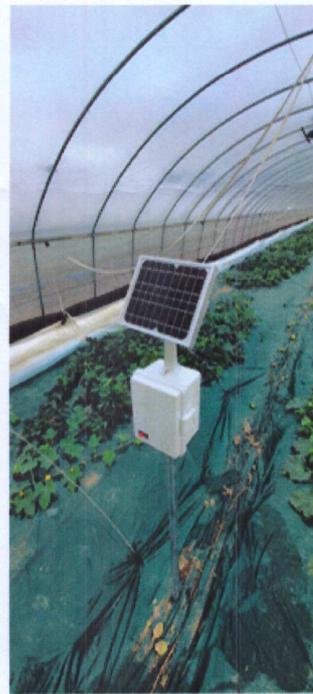
- (2019년 12월1일 ~12월15일 조사자 : 경북대 생태학 전공 ; 김경아 박사) -

설치장소	대상 과수	목표 면적	항목	설치 전	설치 후
성주	참외	560m <sup>2</sup>	두더지굴수 (개)	39	3

6. 의견

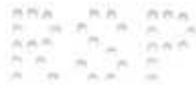
개발된 두더지퇴치기 시제품 농장 설치 및 평가 결과, 두더지에 의한 주요 피해 상황은 참외 수확량이 감소하는 것이며, 피해 발생 시 피해 지역에 재 정식을 하는 막대한 번거로움이 있다. 두더지 퇴치기는 두더지가 기피하는 청각 및 불규칙 진동음(타격음)을 이용하여 두더지의 시설하우스 환경 적응을 방해한다(학습 행동 없음). 앞으로 추가적인 모니터링을 통한 성능 검증이 필요하지만, 현재까지 농가 현장에서의 본 두더지퇴치기의 효과를 검증한 결과, 무처리구 대비 처리구에서는 참외 피해량이 줄었음을 확인할 수 있었고, 3대를 설치한 처리구에서의 두더지 피해량이 2.2%로 현저하게 낮게 확인되었으므로 퇴치기 한 대의 퇴치 범위는 약 10m×33m 전후(하우스 내 조건)라고 사료된다.

스마트 두더지 퇴치기 모습



참외 처리구		참외 무처리구	
			
			





# 시험 성적서

## 1. 의뢰자

회 사 명 : ㈜에코팜

주 소 : 대구광역시 북구 대학로 80 경북대학교 테크노빌딩 B133호

## 2. 시험 품 목

제 품 명 : 두더지퇴치기

모 델 명 : -

3. 시험 기 간 : 2020. 09. 03. ~ 2020. 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 승	

- 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 : 두더지회차기

## 2. 시험 조건

### 2.1. 방진시험

- IP5X
- 시험조건 : 표 1) 에 따름

분진종류	분진양	시험시간
활석가루	2 kg/m <sup>3</sup>	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.

협동연구기관: 한국로봇융합연구원

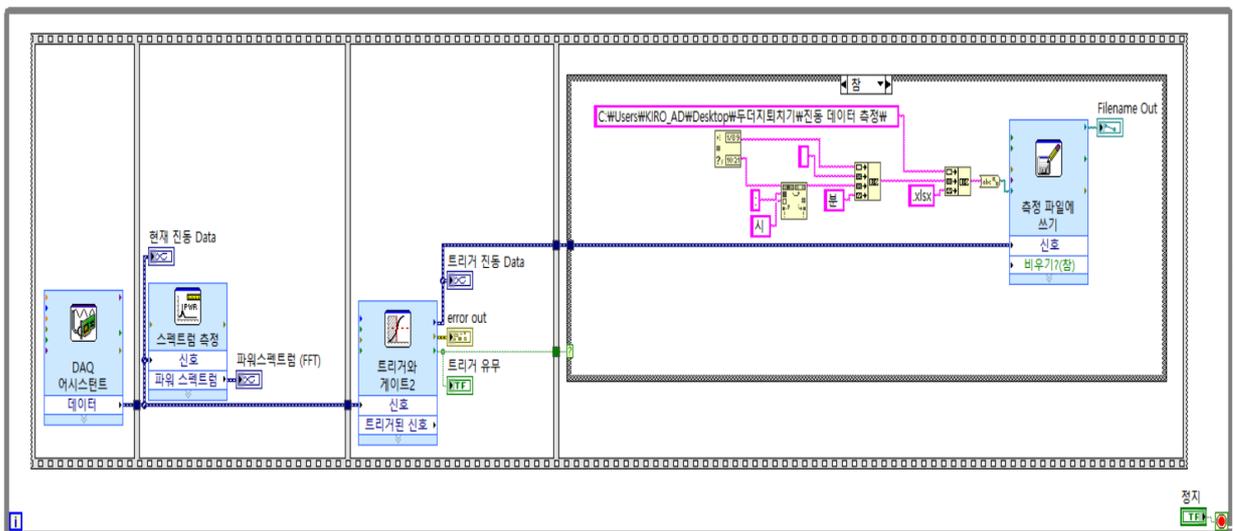
○ 자연바람의 진동 특성을 고려한 데이터 수집 알고리즘 개발

가) 다양한 자연바람의 진동 샘플을 측정하기 위한 진동 측정 프로그램 개발

- 자연바람의 진동 데이터를 획득하기 위해서 두더지퇴치기에 3축가속도 측정기를 부착하여 다음 그림과 같이 개발한 프로그램을 이용하여 측정함
- 측정된 가속도 값이 3g 이상을 경우 앞의 1000개의 샘플을 포함하여 샘플링 주기를 1kHz로 10분간의 데이터를 획득함



(a) 진동 데이터 측정



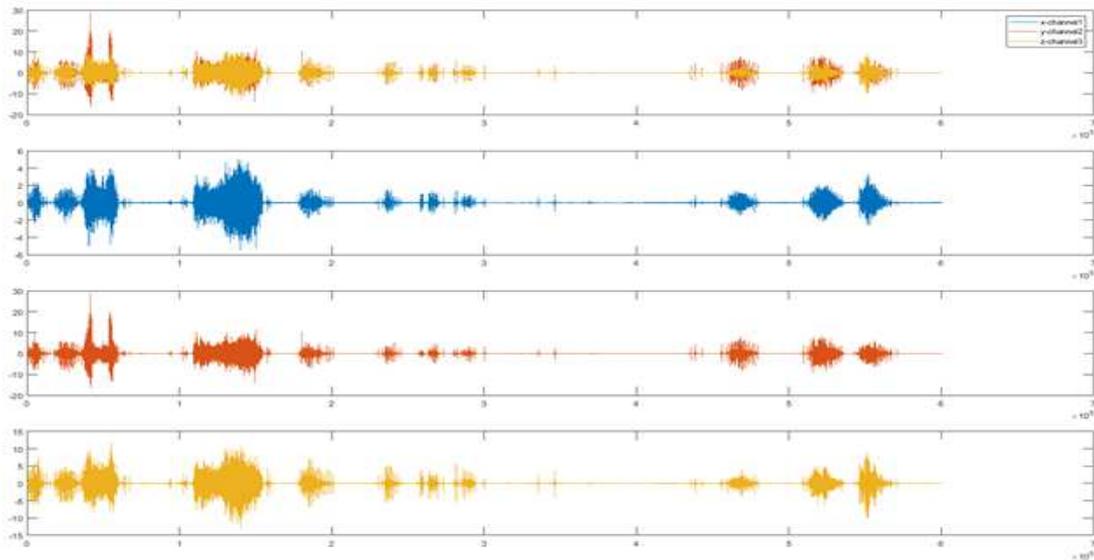
(b) 블록다이어그램  
< 진동 측정 프로그램 >

나) 가속도 센서와 진동모터의 통합모델을 통한 진동 데이터 수집

- 기존 두더지퇴치기에 개발한 진동 측정 프로그램을 이용하여 자연바람의 진동 데이터

를 획득함

- 그림과 같이 첫 번째 행은 전체 진동데이터이고, 두 번째 행(파란색)은 x축 진동데이터, 세 번째 행(주황색)은 y축 진동데이터, 마지막 네 번째 행(노란색)은 z축 진동데이터를 나타냄
- 학습 모델에 적용하기 위해 x축에 비해 진동 값이 큰 y, z축의 진동데이터 중에서 y축의 진동 값을 학습데이터로 사용함

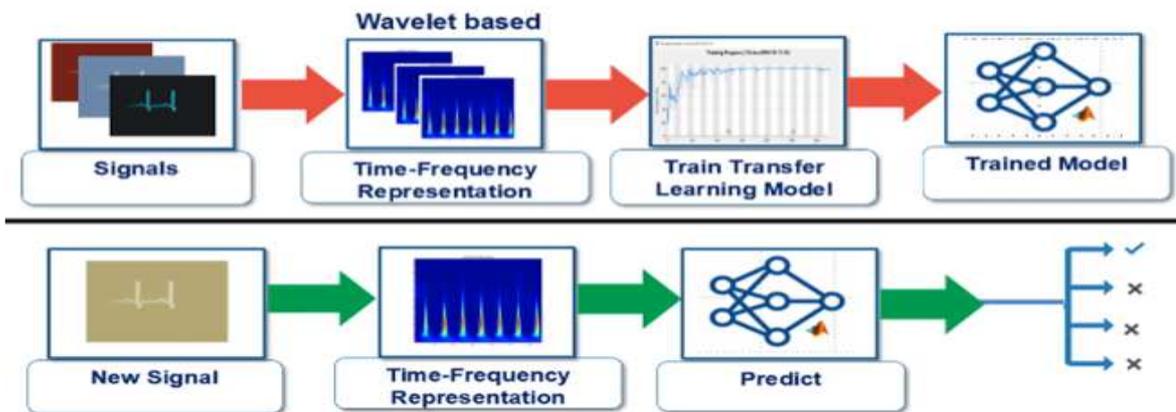


< 측정된 진동데이터 예 >

○ 수집된 자연바람의 진동 특성을 머신러닝으로 분석하여 자연바람의 진동 특성을 나타내는 알고리즘 구현

가) 머신러닝을 통해 진동의 패턴을 분석하고 다양한 진동 모션 개발

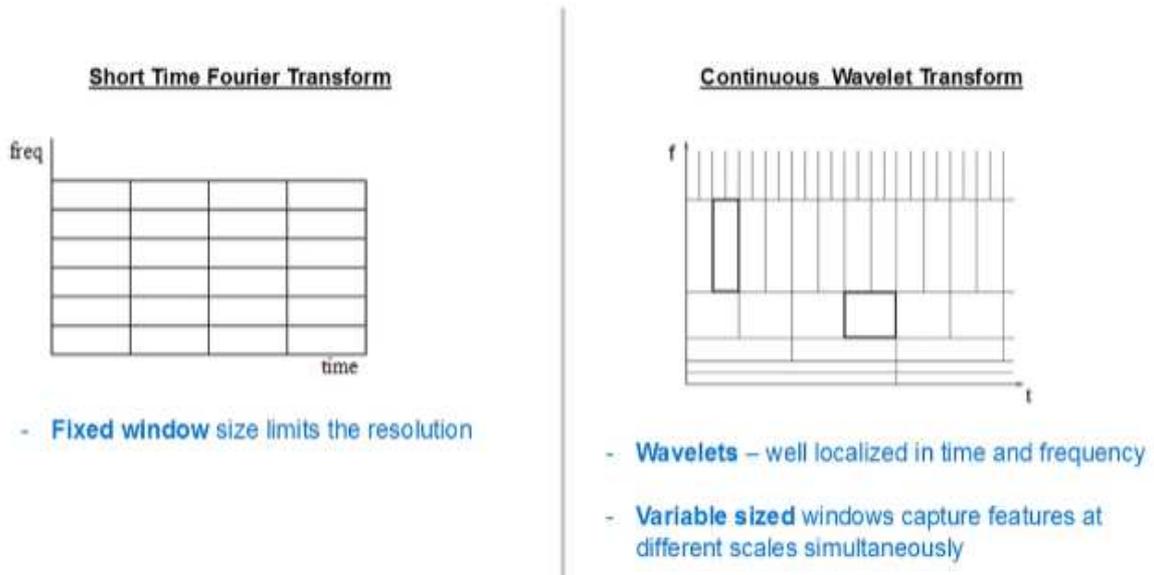
- 다음 그림은 1차원 신호를 학습알고리즘 중에 CNN(Convolution Neural Networks) 모델에 대한 순서도임



< 학습알고리즘 순서도 >

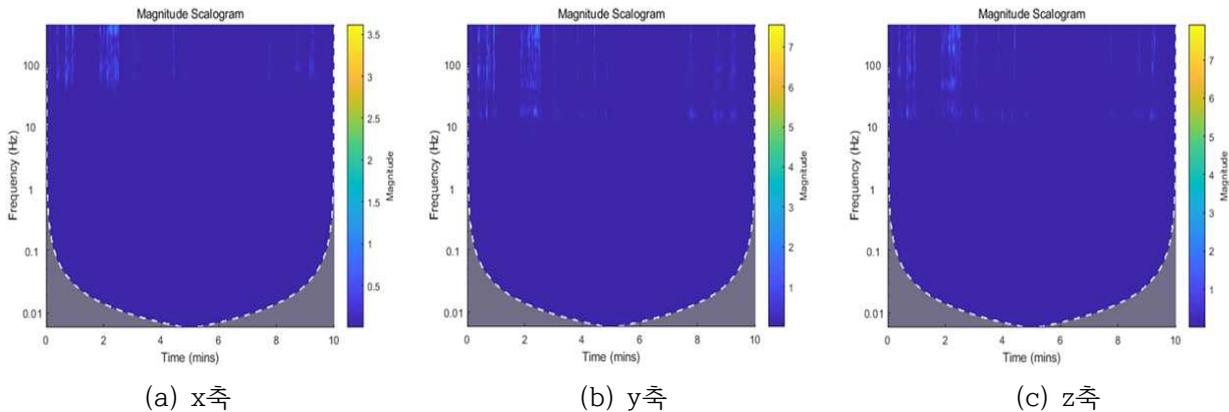
- 두 번째 단계에서 신호의 특성을 분석하기 위해 시간-주파수의 성분으로 나타냄
- 다음 그림은 시간-주파수 성분으로 변화할 때 사용하는 STFT(Short Time Fourier

Transform)과 Wavelet Transform에 대해 설명함



< STFT와 Wavelet 비교 >

- STFT는 분석하기 위해 사용하는 윈도우가 고정되어 분석력에 한계가 있는 반면에, Wavelet은 변할 수 있는 윈도우를 사용하여 지역적으로 분석이 더 잘할 수 있기 때문에 Wavelet을 이용하여 아래 그림과 같이 획득한 데이터를 분석함



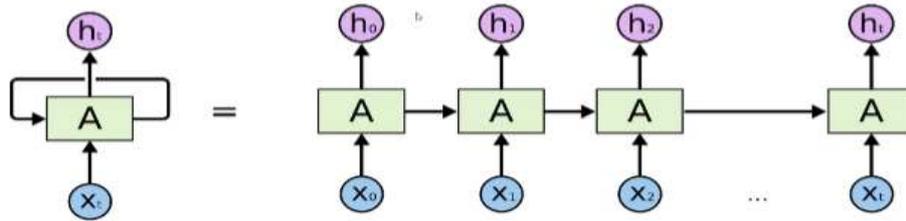
< 획득한 진동데이터를 Wavelet를 이용한 분석 이미지 >

- 위와 같이 1차원 신호를 2차원 영상으로 만들어서 학습에 적용하여 분류하는 방법임
- 학습 알고리즘의 목적은 1차원 시계열데이터를 학습하여 새로운 데이터를 만들어 내는 것이므로 CNN보다 적합한 학습알고리즘을 고려함

나) 진동모터의 회전속도를 지속적으로 바꿈으로써 인공진동을 최대한 자연바람에 의해 발생하는 진동과 유사하게 발생시키는 알고리즘 개발

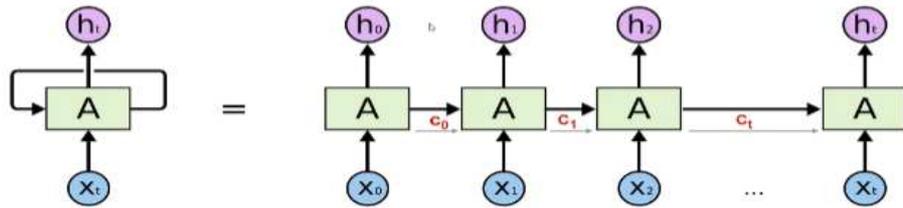
- 진동데이터와 같이 시계열데이터는 아래의 그림과 같이 순환 신경망 모델인 RNN(Recurrent Neural Networks)과 LSTM(Long Short Term Memory Networks) 등을 사용함

- Take previous data into account when making new predictions
- Signal, audio, text & time series data



(a) Recurrent Neural Networks

- They carry a memory cell throughout the process



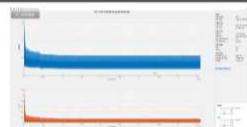
(b) Long Short Term Memory Networks

< 시계열(진동) 데이터에 적합한 학습 알고리즘 >

- 획득한 진동데이터 중 하나의 샘플을 가지고 bi-LSTM에 적용하여 다음 그림과 같은 결과를 도출함

획득 결과			
구분	Train Data(학습 모델에 사용)	Test Data(모델 검증에 사용)	All Data
학습 결과			

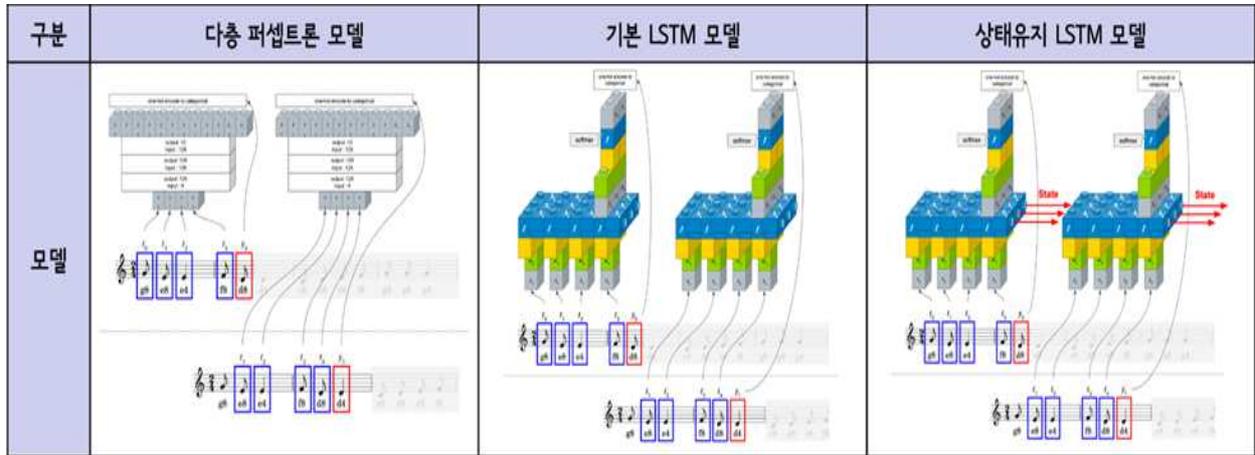
**결론** : 재구현은 잘하지만 학습시간이 너무 오래 걸림 (5만개의 데이터로 약1week걸림)



< bi-LSTM 알고리즘 적용 결과 >

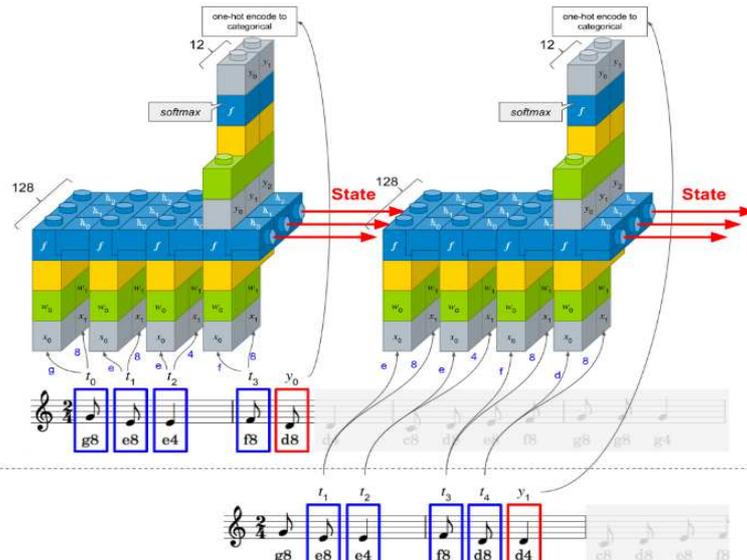
- 획득한 데이터는 Train Data와 Test Data로 나누어 학습알고리즘에 적용함. Train Data는 모델을 학습할 때 사용하며, Test Data는 학습에 의해 얻어진 모델에 적용하여 얼마나 잘 학습되었는지 판단하는데 사용함
- 결과를 보면 학습된 모델에 전체데이터를 적용하여 최종 유사도를 구함. 자연바람의 진동을 잘 묘사하는 모델이 만들어지지만 5만개의 진동데이터를 가지고 걸리는 학습시간이 약

- 1주일 정도 소요되므로 다양한 자연바람의 진동데이터를 학습하는 데는 무리가 있음
- 따라서 다음 그림과 같이 소리(음악)를 예측하는 알고리즘에 대해 조사하여 진동데이터를 학습할 적당한 모델을 선정함



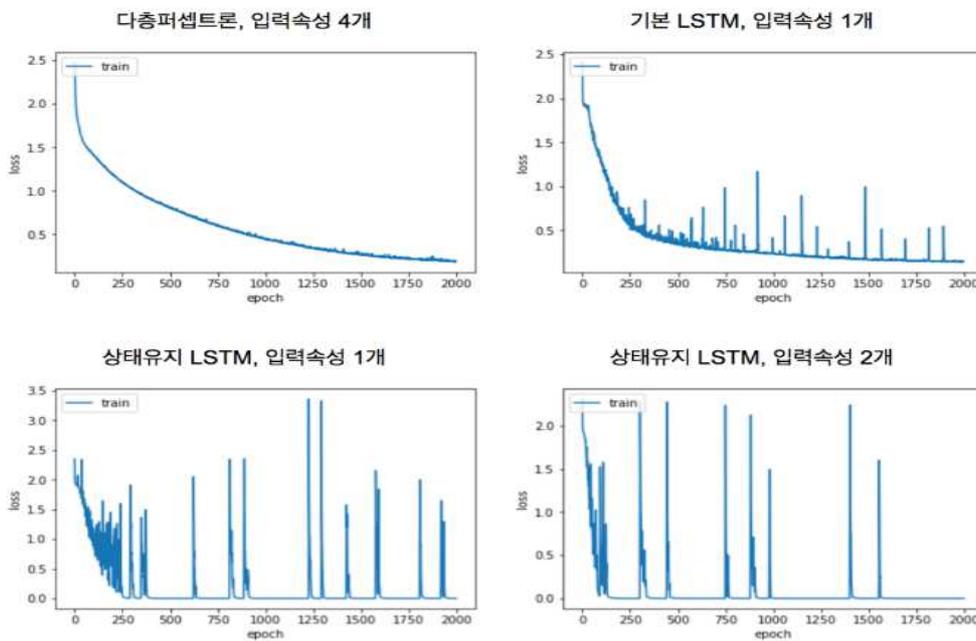
< 소리를 예측하는 다양한 학습모델 >

- 먼저 다층 퍼셉트론 모델은 4개의 음표를 입력으로 받고, 그 다음 음표를 예측하고 이러한 과정을 거치면서 전체를 만들어냄. 하지만 학습결과가 92%의 정확도가 나오므로 적당하지 않음
- 다음으로 시계열데이터에 많이 적용되는 기본 LSTM 모델을 이용하여 소리를 예측하는 것이 잘 학습되는지 확인한 결과 역시 92%의 정확도가 나옴
- 마지막으로 상태유지 LSTM 모델은 현재 학습된 상태가 다음 학습 시 초기 상태로 전달되는 모델로 기존 LSTM 모델의 단점을 보완한 모델임. 학습결과 예측을 100%로 하는 좋은 모델을 구현할 수 있음. 특히, 긴 시퀀스 데이터를 처리할 때 샘플 단위로 잘라서 학습하더라도 LSTM 내부적으로 기억할 것은 기억하고 버릴 것은 버려서 기억해야할 중요한 정보만 이어갈 수 있도록 상태가 유지되므로 자연바람의 진동데이터를 학습하는데 적합함
- 상태유지 LSTM 모델에서 한 가지 더 고려해야하는 것이 바로 입력 속성임. 즉 위의 소스코드에서는 음악을 학습하기 위해서 음정과 음길이를 하나의 속성처럼 한 묶음으로 처리하였음. 진동을 예측하여 시스템에 구현하기 위해서 진동의 주파수, 세기, 시간이라는 세 개의 속성을 각각 고려하여 학습하여야 함
- 따라서 그림과 같이 입력 속성을 여러 개인 모델을 최종적으로 선정함



< 입력 속성이 여러 개인 상태유지 LSTM 모델 >

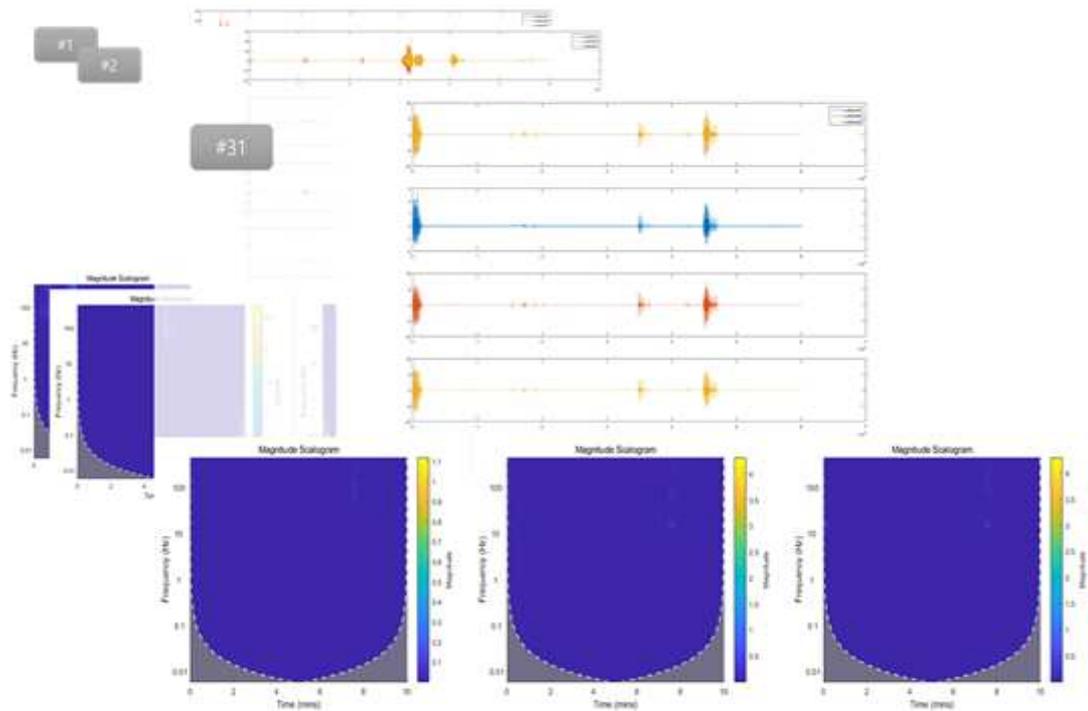
- 앞의 4가지 모델에 대해서 학습 손실값을 그래프로 표시하면 아래 그림과 같음
- 다층퍼셉트론 > 기본 LSTM > 상태유지 LSTM(1개 속성) > 상태유지 LSTM(2개 속성) 순으로 더 빨리 학습되는 것을 확인함



< “나비야” 를 학습한 4가지 모델의 학습 손실값 그래프 >

○ 진동제어 알고리즘 수정 보완 시스템 개발

가) 추가 자연바람 획득 및 분석

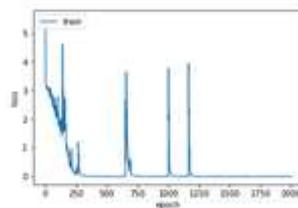


< 다양한 자연바람의 데이터 획득 및 분석 >

- 기존 학습알고리즘에 적용하기 위해 데이터 정리 및 정규화



```
seq = ['a0t', 'f1o', 'g1o', 'h1r', 'g1o', 'f1p', 'c1o', 'd1o', 'e1o', 'h1o',
       'g1p', 'f1o', 'i1u', 'a0r', 'h1t', 'i1r', 'b1o', 'b1q', 'i1p', 'i2p',
       'h2p', 'h1o', 'g1p', 'b1o', 'b1p', 'c1o', 'd1p', 'e1o', 'i1r',
       'i1o', 'f1t', 'g1o', 'i1p', 'h1t', 'i1t']#35
```



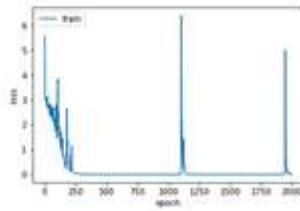
```
['a0t', 'f1o', 'g1o', 'h1r', 'i1q', 'c1p', 'a0r', 'b1q', 'a0r', 'b1q', 'd1s', 'd1s',
 'c1p', 'a0r', 'i1q', 'g1t', 'h1o', 'i2t', 'a0r', 'a0r', 'd1s', 'd1s', 'c1p', 'a0r',
 'b1q', 'a0r', 'a0r', 'i1q', 'h1p', 'd1s', 'd1s', 'c1p', 'a0r', 'h1o', 'd1s']
```

< 획득한 23번째 데이터로부터 학습하여 얻어진 모델의 성능 및 적용(새로운 패턴 생성) >

#31



```
seq = ['a0u', 'h1p', 'i1u', 'a0s', 'i1u', 'f1o', 'd1o', 'c1p', 'i1r', 'h1p',
      'g1s', 'a0v', 'i1s', 'a0x', 'd1o', 'e1t', 'a0p', 'i1q', 'a0r', 'i1q',
      'g1t', 'h1o', 'i2t', 'i1q', 'd1s', 'c1p', 'a0r', 'b1q', 'a0w']
```



```
['a0u', 'h1p', 'i1u', 'a0s', 'g1o', 'f1p', 'f1p', 'c1o', 'd1o', 'e1o',
  'h1o', 'g1p', 'b1o', 'e1o', 'i1r', 'i1p', 'i2p', 'e1o', 'h1o', 'd1p',
  'e1o', 'g1o', 'i1p', 'a0r', 'i1t', 'i1p', 'i1p', 'i2p', 'e1o']
```

< 획득한 31번째 데이터로부터 학습하여 얻어진 모델의 성능 및 적용(새로운 패턴 생성) >

- 위의 2예제에서 보듯이 학습하는 데이터에 따라 다양한 모델을 생성할 수 있고 이를 새로운 패턴을 생성할 수 있음

1x1 SequenceInputLayer
1x1 LSTMLayer
1x1 FullyConnectedLayer
1x1 SoftmaxLayer
1x1 ClassificationOutputLayer

< 학습모델의 Layer 구성 >

- 학습모델은 총 5층 구조로 구성되어 있으며, 각각의 파라미터 구성은 다음 그림들과 같음

속성 ▲	값
Name	'SequenceInputLayer'
InputSize	3
Normalization	'none'
Mean	[]
NumInputs	0
InputNames	0x0 cell
NumOutputs	1
OutputNames	1x1 cell

< SequenceInput Layer의 파라미터 구성 >

속성 ▲	값
Name	'lstm_1'
InputSize	'auto'
NumHiddenUnits	128
OutputMode	'last'
StateActivationFunction	'tanh'
GateActivationFunction	'hard-sigmoid'
InputWeights	<i>512x3 single</i>
InputWeightsInitializer	'zeros'
InputWeightsLearnRateFactor	1
InputWeightsL2Factor	1
RecurrentWeights	<i>512x128 single</i>
RecurrentWeightsInitializer	'zeros'
RecurrentWeightsLearnRateFactor	1
RecurrentWeightsL2Factor	1
Bias	<i>512x1 single</i>
BiasInitializer	'zeros'
BiasLearnRateFactor	1
BiasL2Factor	1
HiddenState	<i>128x1 single</i>
CellState	<i>128x1 single</i>
NumInputs	1
InputNames	<i>1x1 cell</i>
NumOutputs	1
OutputNames	<i>1x1 cell</i>

< LSTM Layer의 파라미터 구성 >

속성 ▲	값
Name	'dense_1'
InputSize	128
OutputSize	262
Weights	<i>262x128 single</i>
Bias	<i>262x1 single</i>
WeightsInitializer	'glorot'
WeightLearnRateFactor	1
WeightL2Factor	1
BiasInitializer	'zeros'
BiasLearnRateFactor	1
BiasL2Factor	0
NumInputs	1
InputNames	<i>1x1 cell</i>
NumOutputs	1
OutputNames	<i>1x1 cell</i>

< DENSE Layer의 파라미터 구성 >

속성 ▲	값
Name	'dense_1_softmax'
NumInputs	1
InputNames	1x1 cell
NumOutputs	1
OutputNames	1x1 cell

< SoftMax Layer의 파라미터 구성 >

속성 ▲	값
Name	'ClassificationLayer'
Classes	'auto'
OutputSize	'auto'
LossFunction	'crossentropyex'
NumInputs	1
InputNames	1x1 cell
NumOutputs	0
OutputNames	0x0 cell

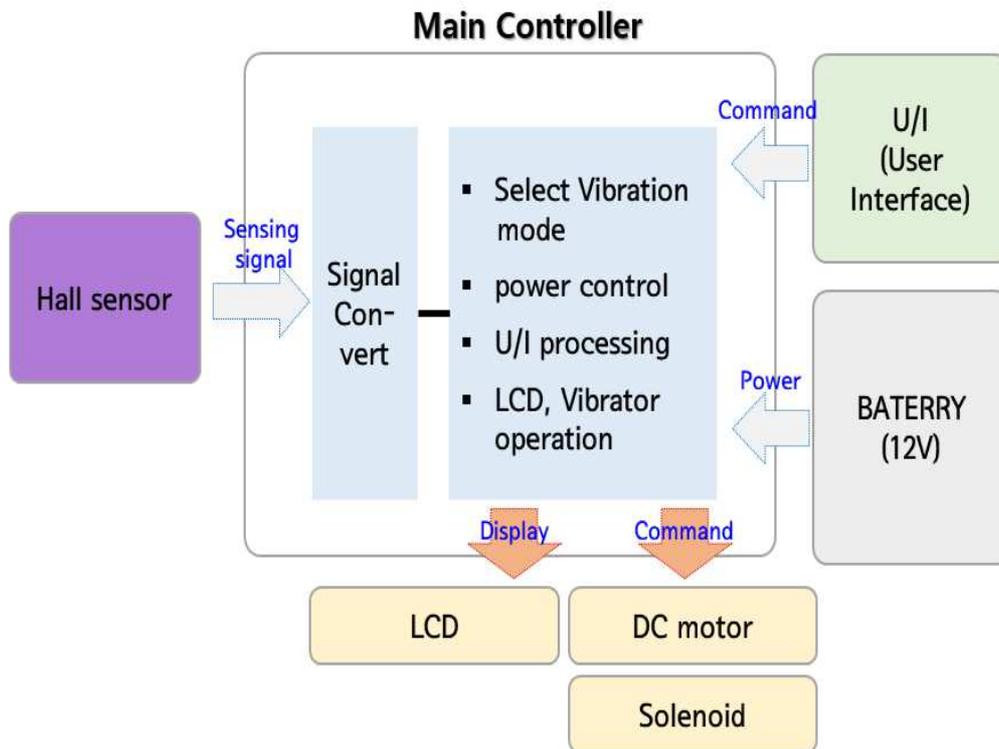
< Classification Layer의 파라미터 구성 >

- 각각의 Layer의 파라미터 값을 조절을 통해 모델들로부터 파생되는 모델도 생성이 가능하여 생성되는 패턴을 더 다양하게 만들 수 있으며, 실증테스트를 통해 보완하는 연구를 진행 중임

## ○ 진동제어 회로 및 제어모듈 시스템 개발

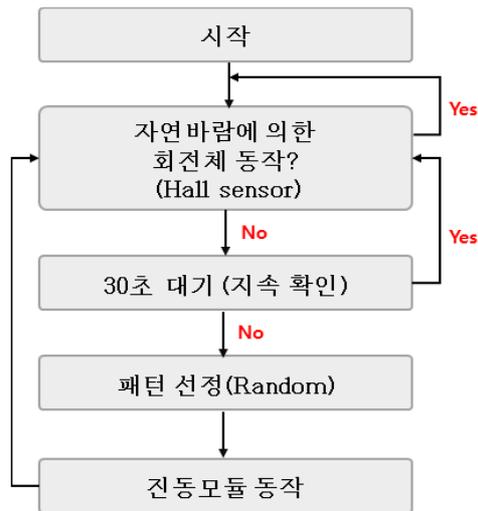
### 가) 두더지퇴치기 1차 시스템 제어부 설계

- 두더지퇴치기의 두더지 퇴치 성능 확보를 위해 진동발생 메커니즘을 연구한 결과, 기존 계획상의 퇴치기 프로펠러를 모터를 이용해 회전시켜 진동을 발생시키는 것 보다 별도의 진동모듈을 구성하여 지주대에 진동을 전달하는 것이 효과적인 것으로 판단됨
- 기존 계획상의 모터를 이용한 프로펠러 회전은 모터가 동작하지 않을 때는 자연 바람에 의해 모터를 돌려야 함으로 회전력이 더 필요하게 되어 회전 감도가 낮아지는 문제점이 있고, 또한 프로펠러가 철재봉과 불규칙한 마찰을 일으켜 진동을 발생시켜야 하는데 모터를 구성할 경우 회전하면서 철재봉과의 마찰을 발생시키기 어려우므로 별도의 비대칭 지그를 추가 구성해야하는 단점이 있음
- 본 연구에서는 위와 같은 단점을 극복하기 위해 전장박스 내 별도의 진동모듈을 구성하여 지주대를 직접 타격함으로써 진동과 소음을 발생시키는 구조로 설계를 진행하였음



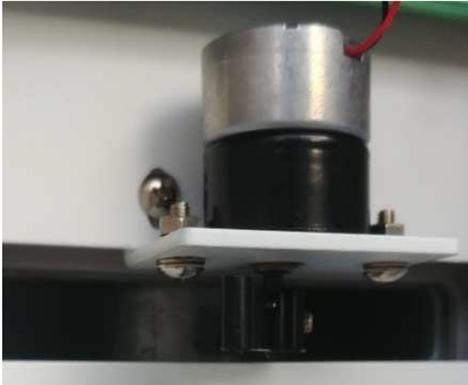
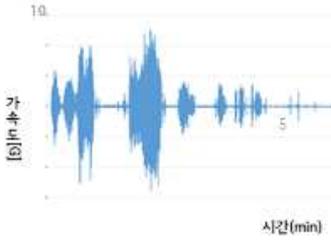
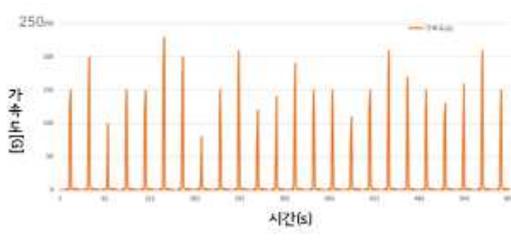
< 두더지퇴치기 시스템 제어부 구조도 >

- 본 연구에서 개발한 두더지퇴치기의 시스템 제어부는 아래와 같은 순서로 동작하도록 설계하였음
- 자연바람에 의해 프로펠라가 동작하면 회전체의 자석과 홀센서의 조합으로 동작여부를 판단하게 되고, 홀센서의 신호를 기반으로 동작하지 않을 때 진동모듈을 동작시키고, 동작하면 동작하지 않는 방식으로 작동됨
- 진동 모듈이 동작되면 알고리즘에 의해 생성된 패턴들 중 하나를 랜덤으로 선택하여 동작시키게 됨
- 선택된 패턴에 의해 진동모듈이 동작하고 나게 되면 다시 프로펠라 회전여부를 판단하는 로직으로 돌아가는 구조임



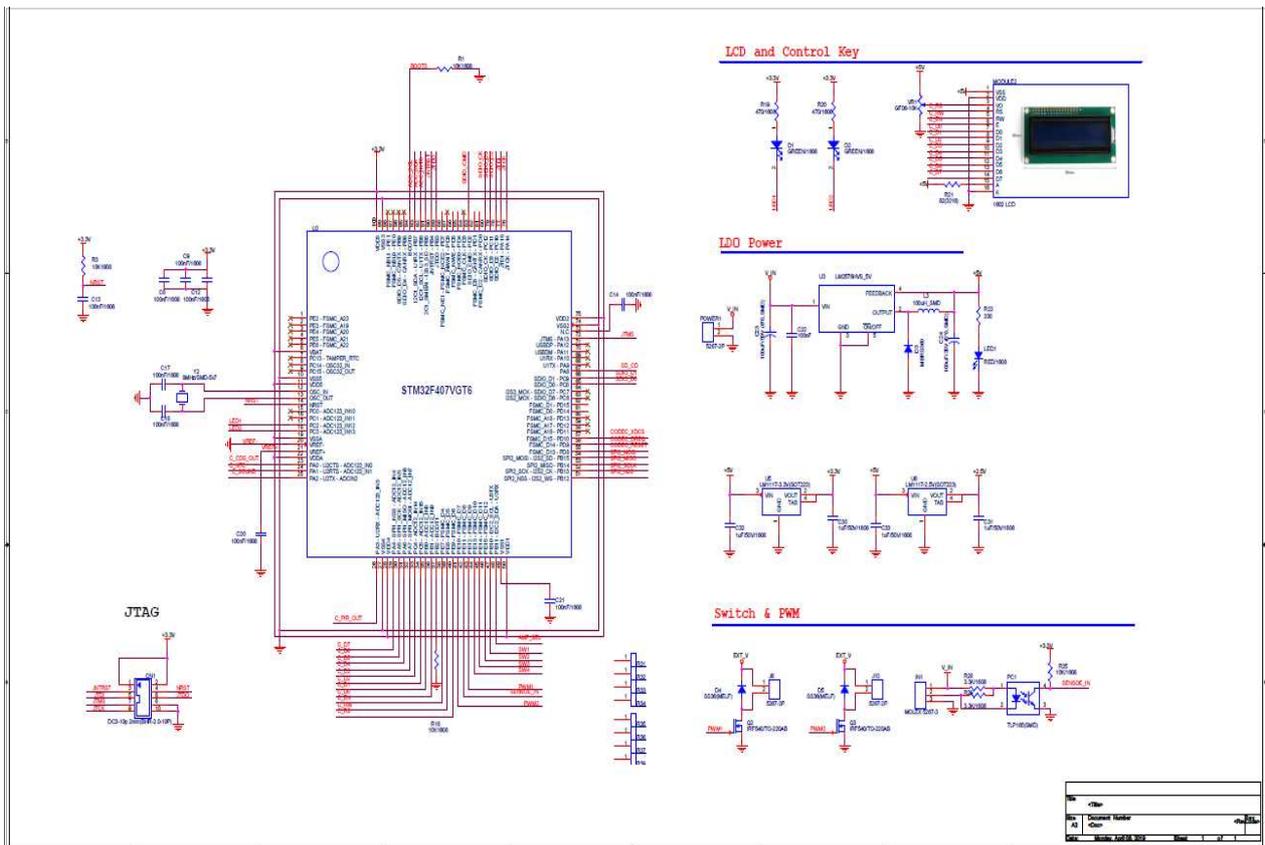
< 두더지퇴치기 시스템 제어부 순서도 >

- 시스템 제어부 회로 설계는 시스템 전체 전원을 관리하고 적정전압을 레귤레이팅하는 전원부, 회전체의 회전여부를 판단하는 센서부, 시스템을 전체 컨트롤하는 중앙제어부, 알고리즘에 따른 진동을 발생시키는 진동모듈부로 구성하였음
- 진동모듈이 동작하고 나면 일정시간 동안 대기시간을 랜덤하게 가지고 다시 진동패턴을 동작시키는 것을 반복적으로 동작하게 됨
- 진동모듈부는 DC 모터와 슬레노이드 2종으로 구성되어 있으며 이들 소자를 제어하기 위해서는 PWM 방식으로 출력되도록 하였음
- DC 모터는 프로펠러에 의해 발생하는 진동 주파수 및 크기는 재현하기 위한 소자로써 모터 회전축에 타격봉을 연결하여 회전하면서 타격봉이 지주대를 타격하고 지나가는 방식을 선정하였음
- 슬레노이드는 DC모터와는 다르게 강한 진동이 저주파 형태로 발생함으로써 지주대를 금속으로 타격하는 방식의 퇴치방법을 모사하였음

방식명	바람개비 설치방식	쇠파이프 타격
기존 방식		
구현 방식		
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 쇠파이프 지주대에 바람개비 구조물을 달고 바람에 의해 바람개비가 회전할 때 바람개비 기둥과 지주대 간의 충돌로 진동 및 소음 노이즈를 발생시키는 방법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 밧에 쇠파이프를 박아두고 가끔씩 망치로 세게 때려 강한 진동과 소리를 일으키는 방법</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 음파 / 저강도 진동(바이브레이션) 노이즈 발생</li> <li>- 가속도 10G이하/주파수 100~1KHz</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 저주파/고강도 진동 노이즈 발생</li> <li>- 가속도 100G이상/주파수 0.5Hz 이하</li> </ul> 

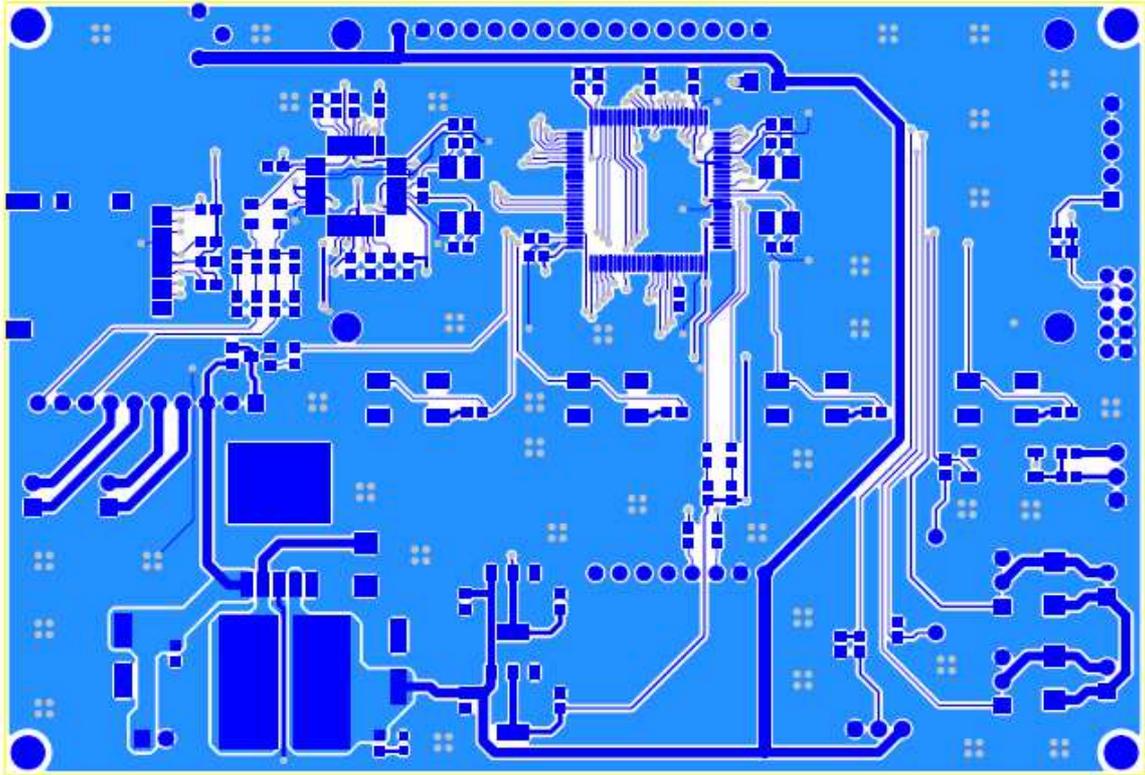
< 진동 발생 방식과 구현 방법 비교 >

- 아래 그림은 본 연구에서 개발된 두더지퇴치기 시스템 제어부 회로도를 나타낸 것임
- 전원부는 6V용 배터리를 병렬로 연결하여 12V로 전원을 사용하였으며, 각 부품의 전원에 따라 5V, 3.3V, 2.5V로 정전압 레귤레이터를 이용하여 전원을 생성하였음
- 센싱부는 홀센서의 전원인가 및 센서 출력신호를 중앙제어부의 MCU로 연결시켜주는 역할을 함. 자석을 회전체에 부착하고 홀센서가 회전과 수평방향으로 설치되어 자석이 회전체와 같이 회전하면 홀센서에서 값을 읽는 방식임
- 중앙 제어부는 홀센서의 ON/OFF TTL 신호를 기반으로 타이머를 통해 일정 대기 시간동안 센서 신호 발생 여부를 판단하고, 이에 따라 진동모듈 동작여부를 결정함
- 진동모듈이 동작해야 할 시점에는 알고리즘으로부터 생성된 패턴 중 랜덤으로 패턴을 선택, 출력시킴으로써 모듈을 동작시킴
- 디스플레이부는 2 Line 캐릭터 LCD를 적용하여 현재 센싱 상태 및 사용자 동작 모드 및 수행 현황을 나타내도록 하였음. 또한 전원 입력 정상 여부 판단을 위한 별도의 LED도 구성되어 있음

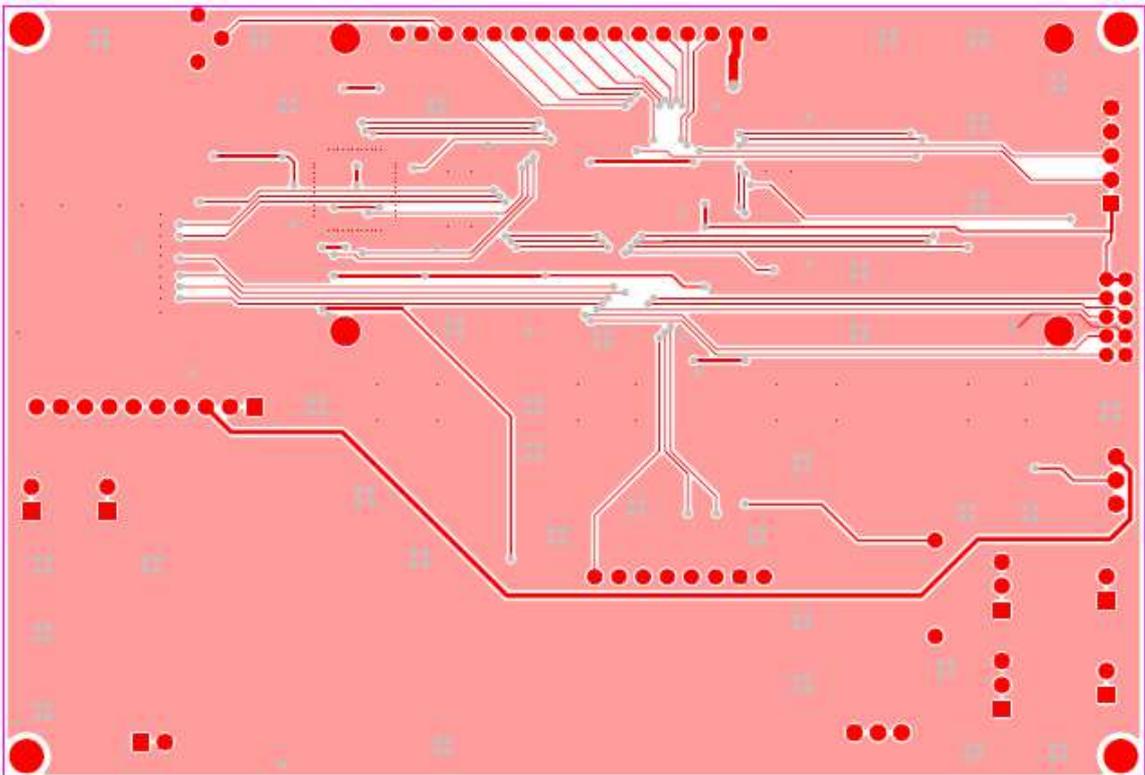


< 두더지퇴치기 시스템 제어부 회로도 >

- PCB는 2-Layer를 동판 1oz 사양을 적용하였으며, 시스템 노이즈 방지를 위해 그라운드 (디지털 & 아날로그) 및 전원과 신호를 분리하였음
- 아래 그림은 설계된 PCB Art-work 설계 이미지임



(a) Top

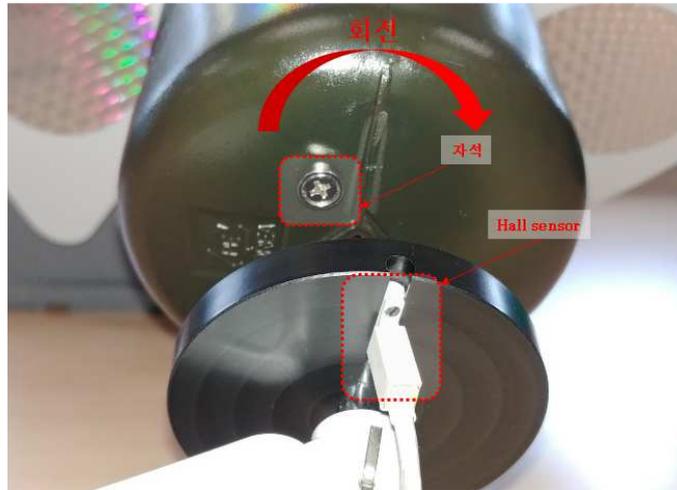


(b) Bottom

< 시스템 PCB Art-work 설계도 >

나) 두더지 퇴치기 1차 시스템 제어부 시제품 제작

- 시스템 제어부의 센서부는 나사형 자석과 Hall sensor로 구성되어 있음. 나사형 자석을 회전체 몸통에 관통 조립하고 홀센서는 별도의 홀센서 장착 지그에 조립을 함. 이때 홀 센서 조립 지그는 철재봉과 조립되어 있어 회전을 하지 않기 때문에 홀 센서는 고정되어 있음
- 아래 그림은 시스템의 센서부의 제작된 시제품을 나타낸 것임

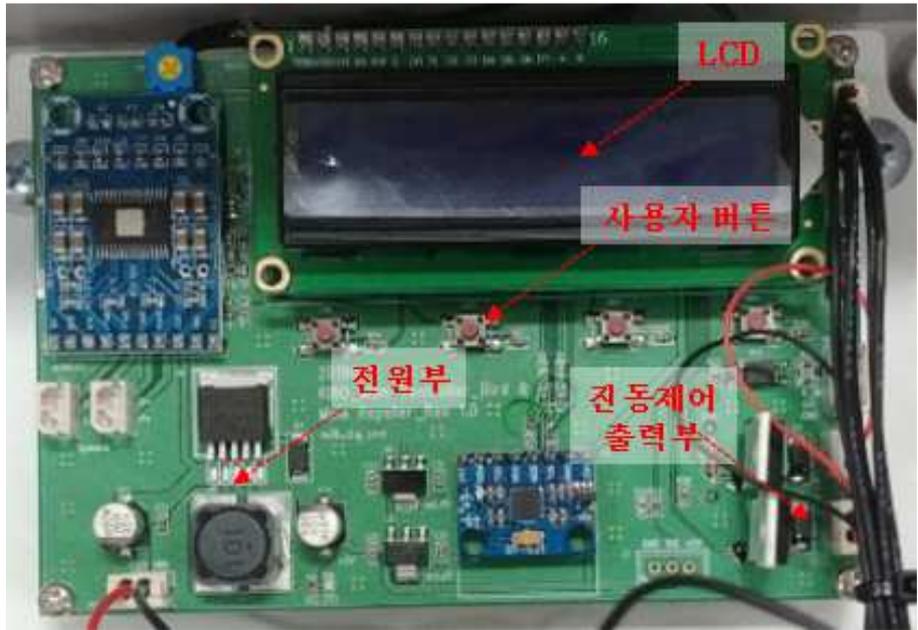


< 센서부 (Hall sensor) >



< 진동모듈부 >

- DC모터와 솔레노이드로 구성되어 있는 진동 모듈은 별도의 상용 모터를 적용하였으며 지주대와 타격 최적화를 위하여 깊이를 가변 할 수 있도록 나사 고정형 구조로 제작하였음
- DC모터는 모터 회전축에 타격봉을 조립하여 회전하면서 지주대를 타격하는 구조이며, 솔레노이드는 솔레노이드 소자가 직접 지주대를 타격하는 구조임



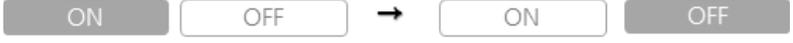
< 시스템 제어부 시제품 >

- 시스템 제어부는 위의 그림과 같이 단일보드에 통합 제작하였으며 진동제어 출력부는 5V 레벨의 PWM 신호에 전류가 증폭되어 출력되게 됨
- 제작된 퇴치기 시제품은 자동과 수동동작을 구분하여 사용할 수 있음. 4개의 버튼으로 구성된 사용자 인터페이스부는 아래 그림과 같이 종류에 따라 각각의 기능을 부여하였음
- 전원 ON 이후 1번 KEY를 3초 이상 눌렀을 때 각종 메뉴 및 수동제어를 할 수 있는 모드로 진입하게 되며, 그렇지 않을 경우에는 자동으로 동작하게 됨
- 다만 자동모드에서도 진동모듈 동작/정지와 기동유지 시간 상승/하강을 조작할 수 있음

KEY 종류	항목		KEY 종류	항목
1	메뉴키	메뉴키 3초 이상 누르면 메뉴선택 모드 진입	1	메뉴키
2	상승키 ▲		2	상승키 ▲
3	하강키 ▼		3	하강키 ▼
4	동작 / 정지		4	선택키

< 사용자 인터페이스 버튼 기능 >

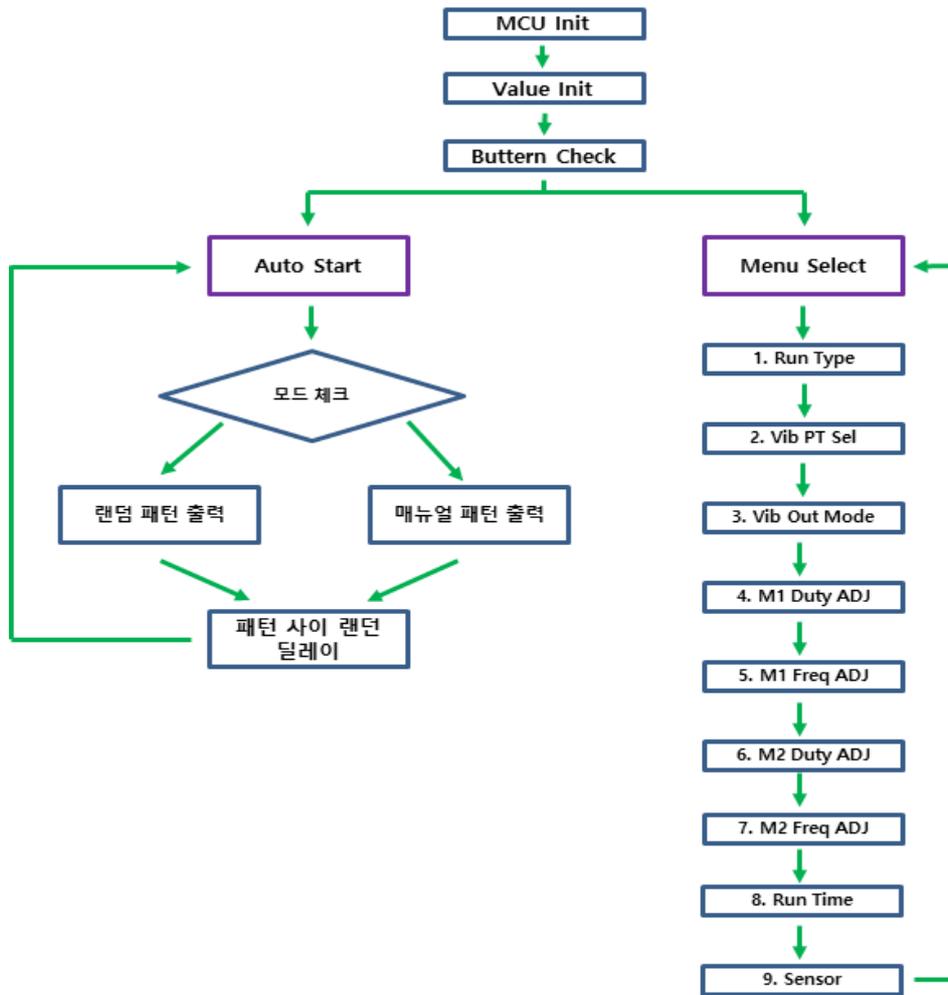
- 상기 사용자 인터페이스와 같이 메뉴에 진입하면 아래 표3과 같은 기능을 조작할 수 있음

메뉴키	항목	내용
1	기동 방식	
2	진동패턴 선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진동패턴의 순서를 숫자로 입력 표기 (ex. 000)</li> <li>- 숫자 입력 후 선택키 입력 시 선택 번호의 음원부터 재생</li> <li>- 자동 시 선택음원부터 순차 or 랜덤 재생 / 수동 시 선택 음원만 재생 (4. 재생시간만큼)</li> <li>- 000 → 000 → 000 (첫째자리 조정/선택 → 둘째자리 조정/선택 …….)</li> </ul>
3	진동 출력 모드	
4	모터(1) Duty 조절	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [1] ~ [20] 단계 5% 단위로 조절 (숫자로 표기 - ex 0%, 5%, 10% …….)</li> </ul>
5	모터(1) 주파수 조절	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조절 범위 : 0.01 ~ 5Hz (범위 가변 가능)</li> <li>- 조절 단위 : 0.01Hz</li> </ul>
6	모터(2) Duty 조절	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [1] ~ [20] 단계 5% 단위로 조절 (숫자로 표기 - ex 0%, 5%, 10% …….)</li> </ul>
7	모터(2) 주파수 조절	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조절 범위 : 0.01 ~ 5Hz (범위 가변 가능)</li> <li>- 조절 단위 : 0.01Hz</li> </ul>
8	기동유지 시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분 단위 전체 재생 시간 입력 ( 00 : 00 → 시간 : 분)</li> <li>- 00:00 → 00:00 → 00:00 → 00:00 (첫째자리 시 조정/선택 → 둘째자리 시 조정/선택 …….)</li> </ul>
9	센서 동작	

< 모드별 사용자 조작 기능 >

다) 두더지 퇴치기 1차 시스템 제어부 제어로직 개발

- 제작된 제어부는 랜덤함수를 통한 진동 패턴 선택과 패턴과 패턴사이의 간격을 1분에서 10분 사이 범위에서 분 단위로 랜덤하게 부여함으로써 불규칙한 주기와 길이로 다양한 패턴이 출력되도록 하였음
- 진동을 발생시키는 진동원이 2가지이므로 단일 진동모듈로 구현할 수 있는 패턴의 경우의 수보다 많은 패턴을 생성해 낼 수 있으므로 두더지의 학습효과 회피에 매우 효과적임
- 아래 그림은 제어 S/W의 제어로직 순서도를 나타낸 것임

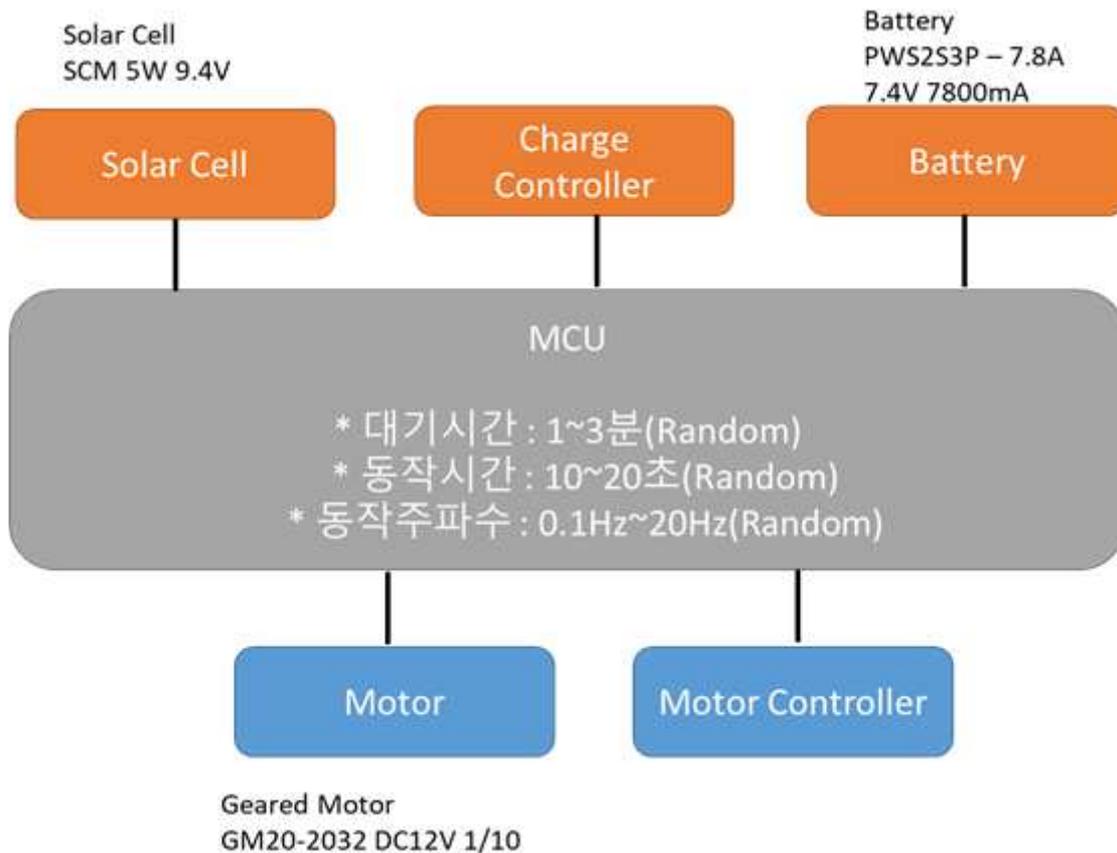


< 제어로직 순서도 >

- 개발된 시제품은 당해 연도에서는 배터리를 차 년도에는 태양광 발전을 통해 전원을 사용하고 자 함. 상시 전원을 사용하지 않기 때문에 시스템 운영 시 소모전력 관리를 통한 최적화가 중요한 요소임
- 당해 연도에서는 진동을 발생시키지 않는 대기시간과 회전체가 회전하는 시간 중 일정 이상이 시간이 지속적으로 이어질 경우 제어부를 Sleep 모드로 진입시켜 대기전력만 소모되도록 프로그래밍 하였음

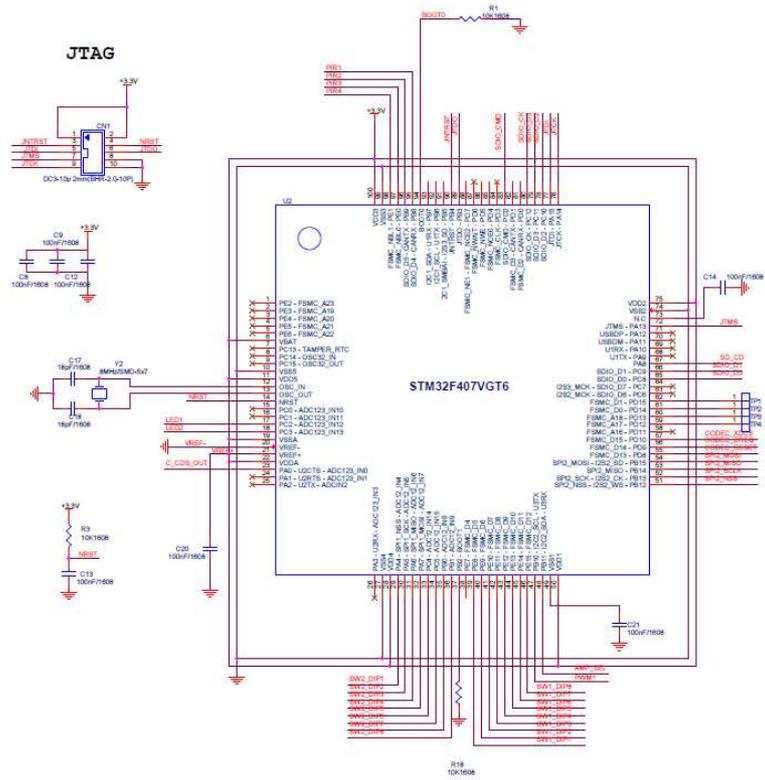
라) 두더지 퇴치기 2차 시스템 제어부 설계

- 시스템 제어부는 제품 소형화를 위해 하나의 보드에 통합 개발하였음
- 중앙 제어부의 단일 MCU에서 전체 입/출력을 제어함
  - \* 입력 : 태양광 발전전압, 충전기, 배터리 전원
  - \* 출력 : 구동모터, 모터 컨트롤러
- 아래 그림은 제어부의 구성 모식도를 나타낸 것임



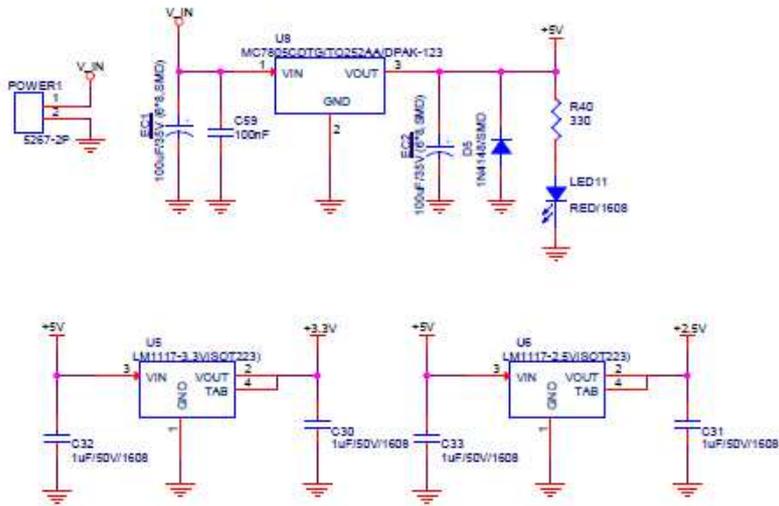
< 두더지 퇴치기 2차 시제품 제어부 구성도 >

- 아래 그림은 제어 및 신호처리부의 회로도를 나타낸 것임
- 회로도는 메인컨트롤러, 전원부, 센서 입력 및 모터 컨트롤러부, 디스플레이부로 구성됨
- 메인컨트롤러는 STM32 계열의 MCU를 선정하여 설계하였으며 JTAG 모듈을 통해 프로그램 writing을 수행하였음
- 전원부는 태양판넬로부터 입력되는 12v 전압 강하를 위해 MC7805 LDO 소자를 사용하여 5V로 감압하였고, LM1117을 활용하여 감압된 5V를 다시 3.3V, 2.5V로 각각 생성하였음
- 센서 및 모터 컨트롤러부는 PIR 센서로 부터의 전압 신호를 MCU로 전달되도록 배선하였고, 모터 컨트롤러부도 MCU 제어 신호를 FET 통해 전류 증폭하여 출력하는 형식임



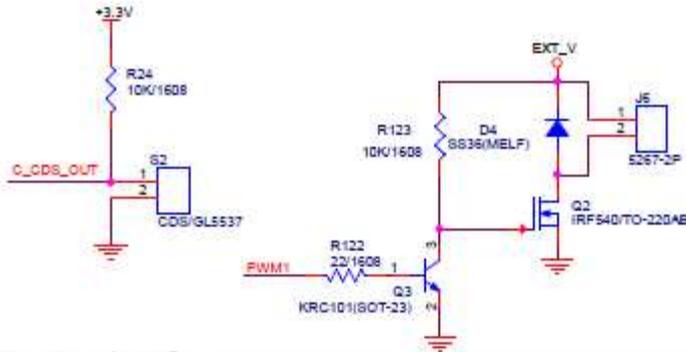
< 메인 컨트롤러 회로도 >

### LDO Power

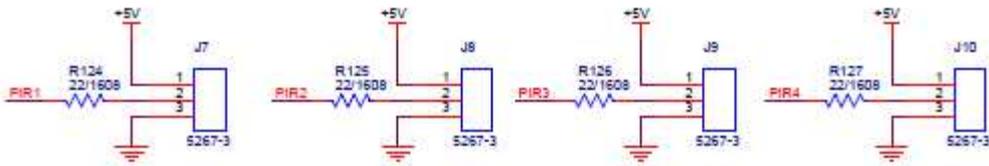


< 전원부 회로도 >

## CDS & Motor Control

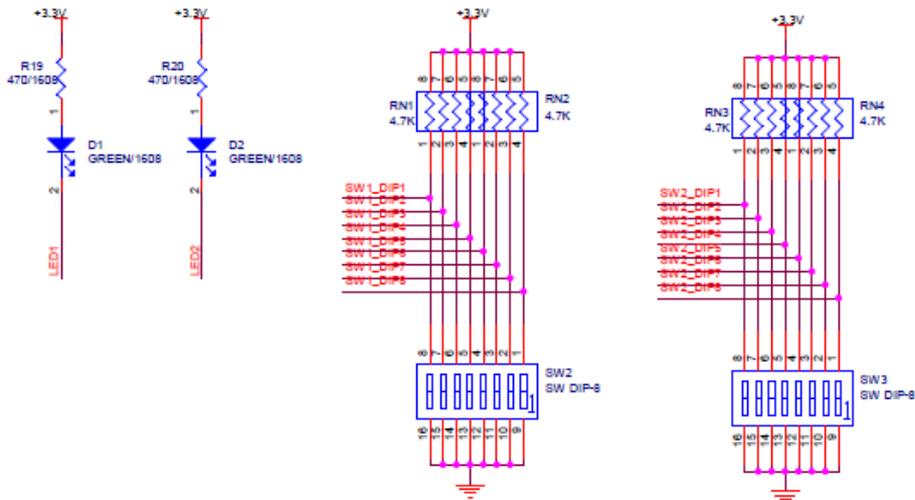


## PIR Control



< 센서 입력 및 모터 컨트롤러 회로도 >

## LCD and Control Key



< 디스플레이부 회로도 >

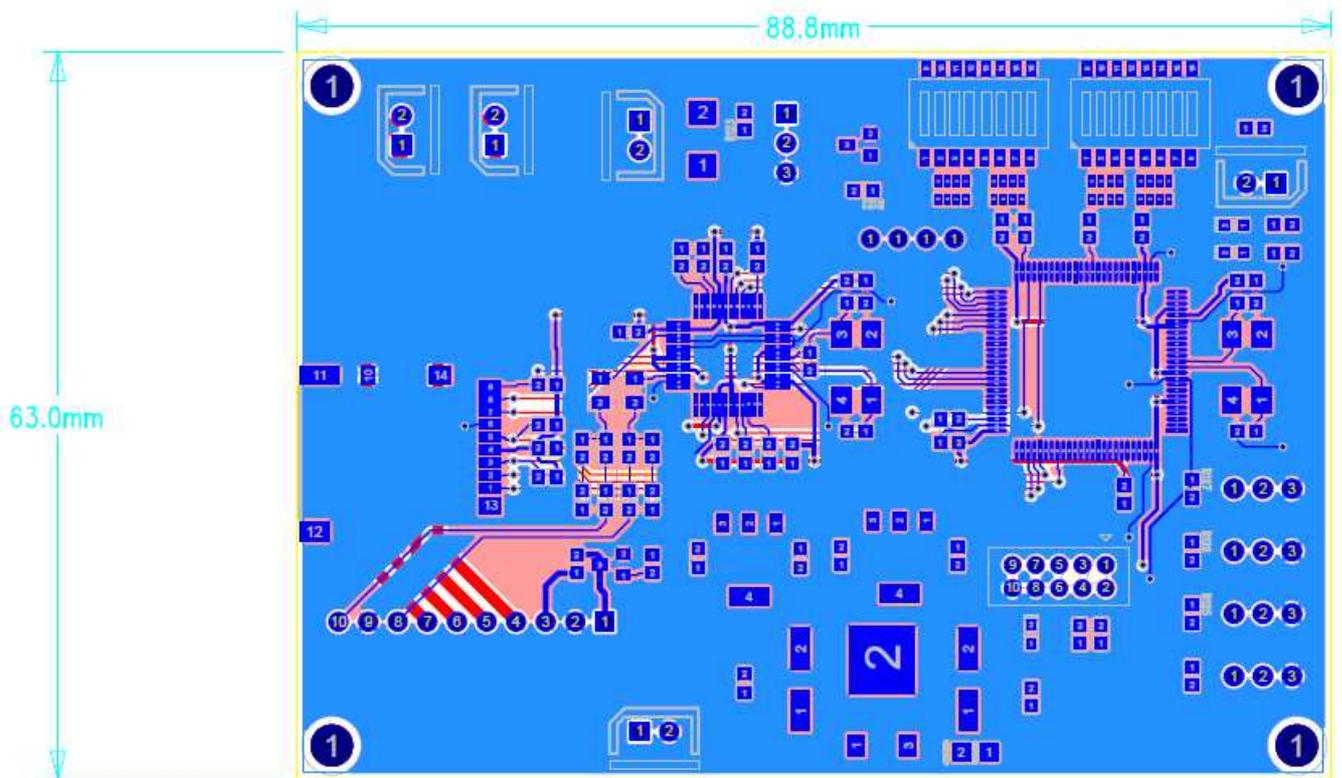
- 아래 그림은 제어 및 신호처리부에서 사용된 부품의 BOM LIST를 나타낸 것임
- 총 38종의 부품이 적용되었고, IC류 능동소자는 5종이 적용되었음
- 본 사업 이후 제품 상용화를 위하여 기능과 함께 원가 부분을 동시에 검토하였음

Item	Quantity	Reference	Part
1	1	CN1	DC3-10p 2mm(BHR-2.0-10P)
2	6	C1,C2,C3,C4,C5,C19	100nF1608
3	2	C6,C7	1uF/1608
4	7	C8,C9,C12,C13,C14,C20,C21	100nF/1608
5	2	C10,C11	10nF/1608
6	4	C15,C16,C17,C18	18pF/1608
7	4	C30,C31,C32,C33	1uF/50V/1608
8	1	C59	100nF
9	2	D1,D2	GREEN/1608
10	1	D4	SS36(MELF)
11	1	D5	1N4148/SMD
12	2	EC1,EC2	100uF/35V (6*8,SMD)
13	1	J1	MICRO_SD_CARD/MS110-C10B-C16
14	4	POWER1,J2,J3,J6	5267-2P
15	4	J7,J8,J9,J10	5267-03
16	1	LED11	RED/1608
17	2	L1,L2	100nH/1608
18	1	MODULE1	SZH-EK370
19	2	Q1,Q3	KRC101(SOT-23)
20	1	Q2	IRF540/TO-220AB
21	3	R1,R3,R18	10K1608
22	2	R2,R6	20R/1005
23	5	R4,R5,R7,R8,R9	100K/1005
24	1	R10	1M/1005
25	6	R11,R122,R124,R125,R126,R127	22/1608
26	6	R12,R13,R14,R15,R24,R123	10K/1608
27	2	R16,R17	0/1608
28	2	R19,R20	470/1608
29	12	TP1,TP2,TP3,TP4,R31,R32,R33,R34,R35,R36,R37,R39	TEST POINT
30	1	R40	330
31	1	S2	CDS/GL5537
32	1	U1	VS1003B
33	1	U2	STM32F407VGT6
34	1	U5	LM1117-3.3V(SOT223)
35	1	U6	LM1117-2.5V(SOT223)
36	1	U8	MC7805CDTG/TO252AA/DPAK-123
37	1	Y1	12.288MHz/SMD-5x7
38	1	Y2	8MHz/SMD-5x7

< 2차 시제품 전장부 BOM LIST >

- 상기 회로도를 기반으로 PCB 보드 제작을 위한 Art-work 설계를 수행하였음
- 고전력 모터 구동에 따른 신호 노이즈 영향 최소화를 위해 모터 그라운드를 별도로 분리 하였으며 주요 IC 최근접단 디커플링 캐피시터를 모두 배치하였음
- PCB 보드의 주요 사양은 아래와 같음

순	항목	사양
1	CCL Tg	MIDDLE Tg (141도 이상)
2	Copper	1.5oz
3	PSR Color	green INK
4	재질	FR-4 TYPE B
5	표면처리	무전해도금 (ENIG)



< 2차 시제품 PCB 설계도 >

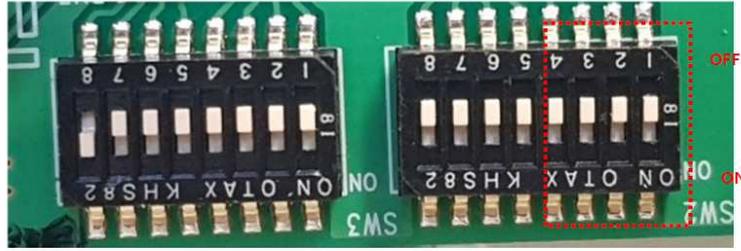
마) 두더지 퇴치기 2차 시스템 제어부 제작

- 2차 제어부 시제품을 아래 그림과 같이 제작하였음
- 시스템의 최상단에 태양광 패널이 구성되어 있고, 제어부는 전장박스 내부에 설치하였음
- 전장박스는 IP66 이상의 방수방진 기능을 가지고 있어, 두더지 퇴치기의 농가 설치 시 신뢰성에 탁월한 효과가 있을 것으로 예상됨
- 설계된 제어보드 외에 리튬이온 전원 배터리 및 외부 LED망과 통신을 위한 라즈베리파이 보드가 구성되어 있음
- 라즈베리파이 보드는 마스터 제품에만 구성되어 있고, 나머지 슬레이브 제품은 와이파이 기능을 통해 마스터와 통신을 하게 됨.



< 2차 시제품 제어부 내부 사진 >

- 두더지 퇴치기 2차 시제품은 제어부 알고리즘대로 자동동작을 기본으로 수행하지만, 사용자의 지시에 따라 수동 조작에 따른 진동 발생 동작도 할 수 있음
- 아래 이미지는 간단한 스위치 조작으로 두더지 퇴치기의 진동 패턴 (주파수, 주간 및 야간 음원 선택)을 선택하여 재생할 수 있게 하였음



NUM	스위치 상태				패턴		
	1	2	3	4	주파수 모드	주간 음원	야간 음원
0	OFF	OFF	OFF	OFF	100	0	50
1	OFF	OFF	OFF	ON	101	1	51
2	OFF	OFF	ON	OFF	102	2	52
3	OFF	OFF	ON	ON	103	3	53
4	OFF	ON	OFF	OFF	104	4	54
5	OFF	ON	OFF	ON	105	5	55
6	OFF	ON	ON	OFF	106	6	56
7	OFF	ON	ON	ON	107	7	57
8	ON	OFF	OFF	OFF	108	8	58
9	ON	OFF	OFF	ON	109	9	59
10	ON	OFF	ON	OFF	110	10	60
11	ON	OFF	ON	ON	111	11	61
12	ON	ON	OFF	OFF	112	12	62
13	ON	ON	OFF	ON	113	13	63
14	ON	ON	ON	OFF	114	14	64
15	ON	ON	ON	ON	Randum	Randum	Randum

< 진동패턴 수동 조작부 >

바) 진동 패턴 발생 알고리즘

- 제어부에서 진동 패턴을 생성하기 위해 하기와 같이 알고리즘이 구성되어 있음

\* 프로펠러 타격 방식 모터

: 주파수 주기 조절 범위 : 0.01~5Hz

: 주파수 조절 단위 : 0.01Hz

\* 자동 작동 시 작동 방법

: 패턴 재생 : 기존 500개 보유 패턴 랜덤하게 재생

: 패턴과 패턴 사이 재생 주기

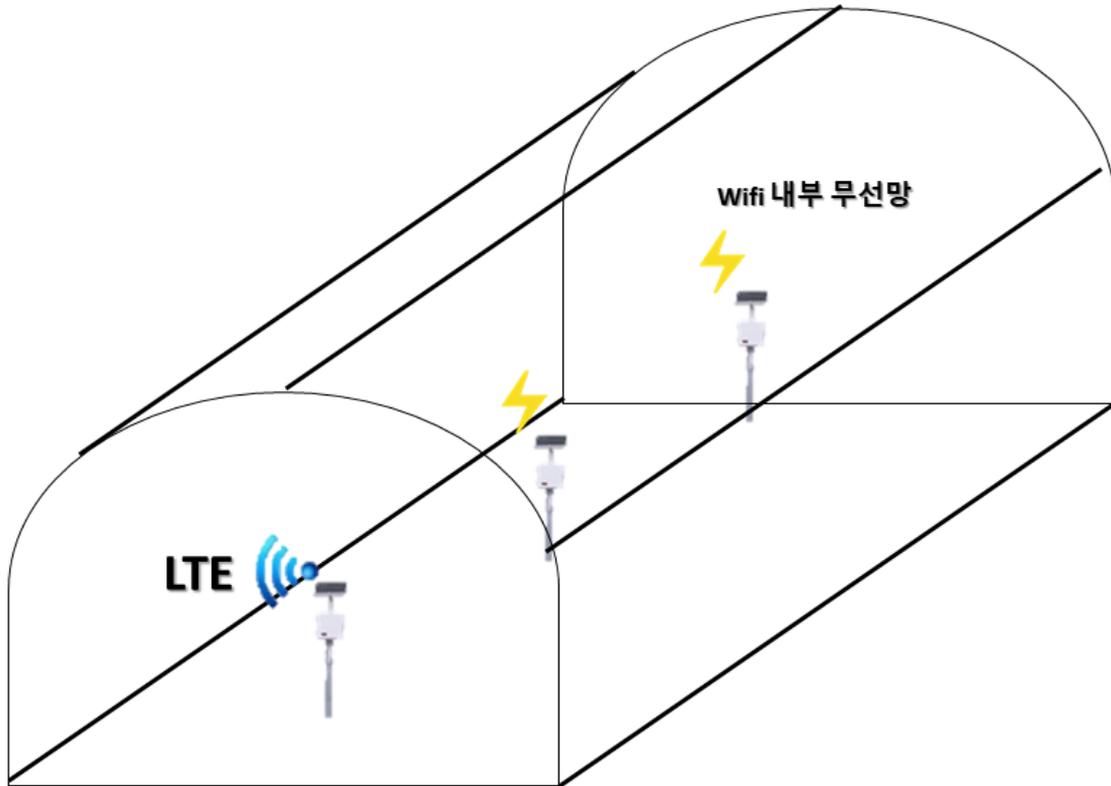
➔ 일출/일몰 시간 : 10초에서 3분을 10초 단위로 랜덤하게 설정

➔ 그 외 시간 : 5분에서 60분을 5분 단위로 랜덤하게 설정

- 향후 고주파를 이용한 두더지퇴치기의 영역 확대를 위한 연구 예정

사) 2차 시스템 전체 구성도

- 2차 시제품은 1차 시제품에서 개발된 MCU 기반의 독립적인 구동방식 보다는 IOT 기능 구현을 위해 인터넷 망 내에서 날씨, 시간 정보 기반으로 구동하는 방식으로 업그레이드함
- 라즈베리파이 보드가 장착되어 있는 마스터는 외부 인터넷 라우터와 통신을 통해 외부 인터넷망에 접속하게 되고, 이로부터 시간 및 날씨 정보를 받게 됨. 슬레이브는 마스터와 와이파이 망을 통해 통신함으로써 마스터가 수신한 정보를 공유하게 되는 구조임

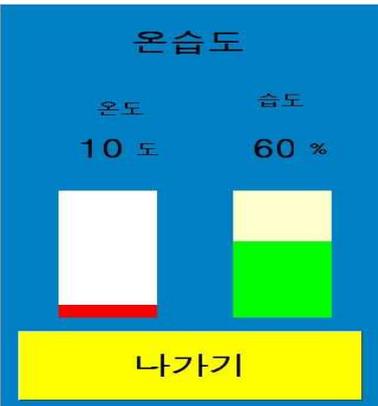


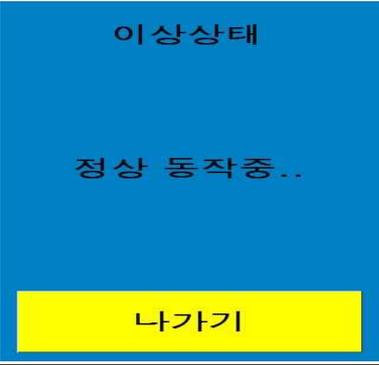
< 두더지 퇴치기 전체 시스템 구성도 >

입력		출력	
인자	내용	인자	내용
전원	배터리 전원 (12V)	모터 제어	프로펠러형 진동 발생 회전용
무선 수신	LTE 망 (Master), 내부 무선망(Slave)	LCD	제어상태 및 정보 표시
음원	외부 저장소 (ex. SD 카드)	조작버튼	전원(전체, 모터 1, 모터 2), 메뉴, 상승, 하강, 선택

< 시스템 입출력 인자 정의 >

- 상기 모바일 운용자 인터페이스와 같이 메뉴에 진입하여 아래와 같이 기능을 조작할 수 있음

구성화면	기능 설명
 <p>배터리 배터리잔량 표시</p> <p>조작 상태 수동/자동</p> <p>온습도 온도/습도 출력</p> <p>이상상태 특이사항 알람</p>	<p>1. 메인 화면</p> <p>1.1. 배터리 잔량 표시 .설치된 시스템의 배터리 잔량 상태를 확인 버튼을 클릭</p> <p>1.2. 조작 상태 .현재 시스템은 운영 상태를 조작 및 확인 수동/자동 버튼을 클릭</p> <p>1.3. 온습도 .설치된 노지의 주변 온도나 습도를 확인 온도/습도 출력 버튼을 클릭</p> <p>1.4. 이상상태 .시스템의 동작 상태를 확인 특이사항 알람 버튼을 클릭</p>
 <p>배터리 잔량</p> <p>80 %</p> <p>나가기</p>	<p>2. 배터리 잔량</p> <p>2.1. 설치된 시스템의 현재 배터리 상태를 표기</p> <p>2.2. 나가기 버튼을 클릭하면 메인 화면으로 이동</p>
 <p>조작 상태</p> <p>자동 수동</p> <p>현재 자동모드 동작중..</p> <p>나가기</p>	<p>3. 조작 잔량</p> <p>3.1. 현재 설치된 시스템의 동작 상태를 확인</p> <p>3.2. 선택된 모드는 붉은색으로 표기</p> <p>3.3. 동작 상태 표기</p> <p>3.4. 나가기 버튼을 클릭하면 메인 화면으로 이동</p>
 <p>온습도</p> <p>온도 습도</p> <p>10 도 60 %</p> <p>나가기</p>	<p>4. 온습도</p> <p>4.1. 설치된 시스템의 주변(노지, 임야등) 환경에 대한 온습도를 표시</p> <p>4.2. 나가기 버튼을 클릭하면 메인 화면으로 이동</p>

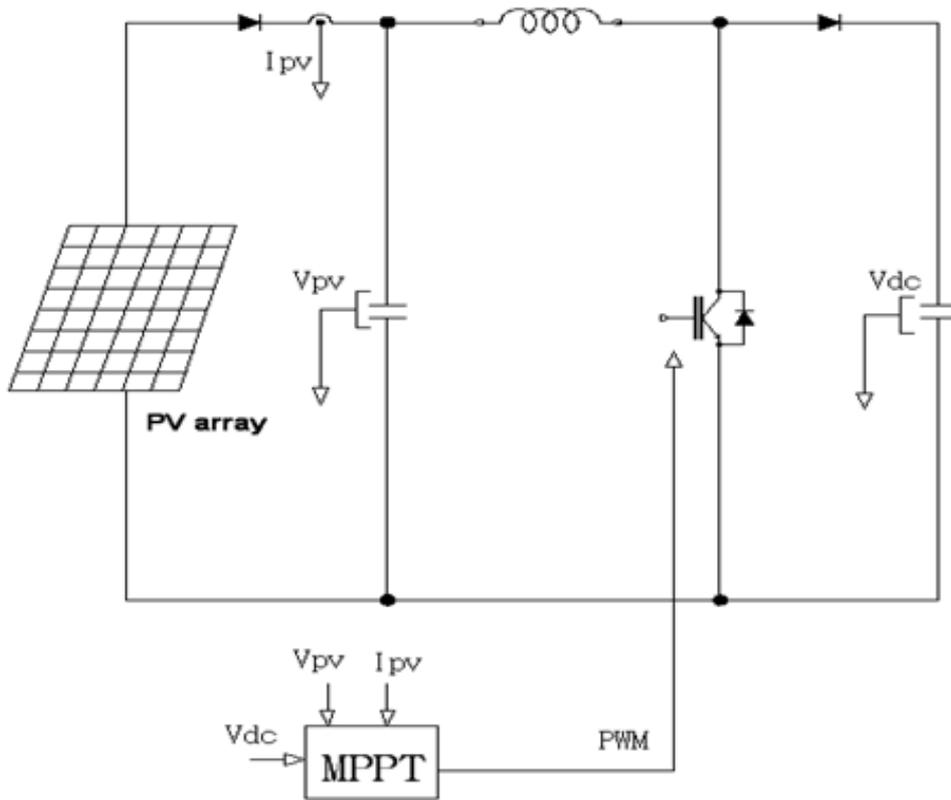
구성화면	기능 설명
	<p>5. 이상상태</p> <p>5.1.설치된 시스템의 현재 동작 상태 이상 유무를 표기</p> <p>5.2.정상동작 상태</p> <p>5.3. <b>나가기</b> 버튼을 클릭하면 메인 화면으로 이동</p>
	<p>5. 이상 상태</p> <p>5.1.현재 설치된 시스템의 동작 상태 이상 유무를 표기</p> <p>5.2.이상 발생시 붉은색으로 표기</p> <p>5.3. <b>나가기</b> 버튼을 클릭하면 메인 화면으로 이동</p> <p>5.4.이상 발생시 전원 ON/OFF를 1~2회 반복</p> <p>5.5.전원 ON/OFF 후에도 같은 이상이 발생 할 경우 서비스 센터에 연락</p>

< 모드별 사용자(운영자) 조작 기능 >

○ 태양광을 적용한 전원부 최적설계

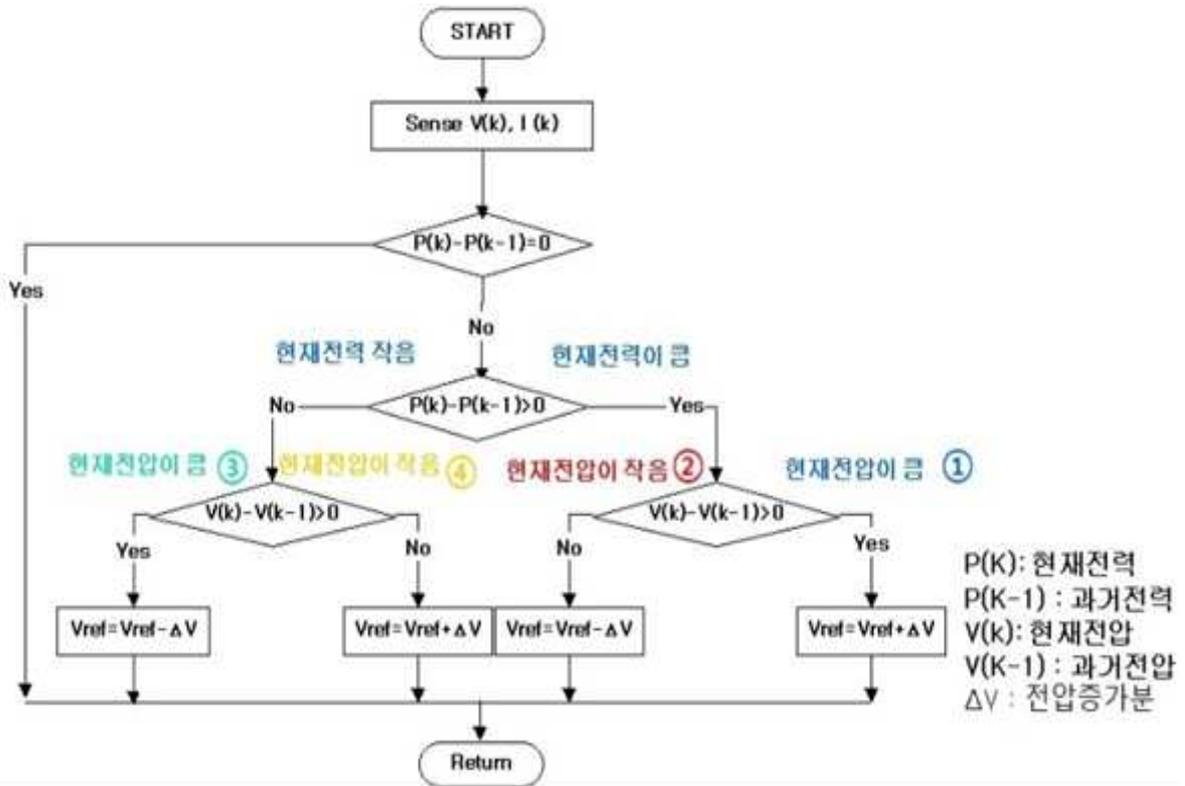
가) 전력 충전 원리

- Boost 회로로 회로상에 보이는 반도체 스위치( IGBT)를 on/off 하면서 MPPT를 추종하면서 승압작용을 함.



<일반적인 Boost 등가회로>

- 태양전지 전압을 낮추는 모드부터 시작이 됨 따라서 추종하고자 하는 전압을 낮춤 ( $V_{ref} - V$ , 여기서  $V_{ref} =$  추종하려고 하는 PV 전압( $V_{pv}$ )이고 델타(삼각형)  $V$ 는 전압증가 분임. 여기서 전압을 낮추는 것은 듀티(Duty)를 증가시키는 것임.
- 이때 현재 전력과 과거전력을 비교하여 현재전력이 많으면 계속 증가하는 모드로 전압을 감소시킴
- 만약 현재전력보다 과거전력이 더 크면 최대전력 발전 지점 ( MPPT ) 지점을 넘어선 것이므로 전압을 증가시키는 방향으로 변경함. 따라서  $V_{ref} + V$  가 되게 제어를 함
- 전압을 다시 증가시키는 방향으로 진행을 했는데 과거전력이 현재전력보다 크면 최대전력 발생지점( MPPT) 을 넘어선 것임
- 따라서 다시 방향을 바꿔서 전압을 감소시키는 방향으로 변경을 함



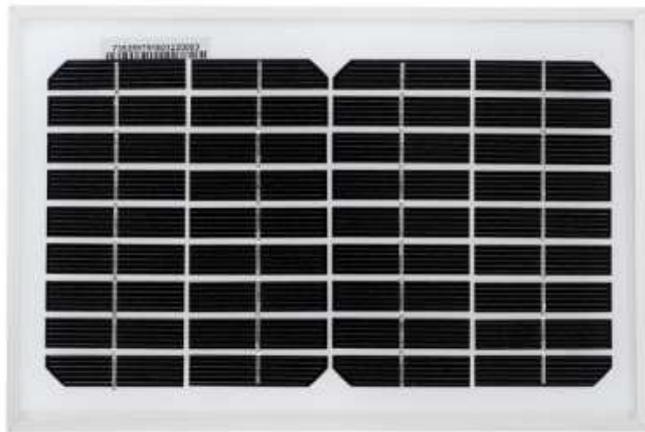
<태양전지 충전 알고리즘>

나) 제품 선정

- 두더지퇴치기 태양광발전을 적용하기 위한 제품선정을 아래와 같이 수행하였음
- 먼저 태양광 패널의 사양은 12v-10W로 선정하였음. 두더지퇴치기 모터 및 제어부 소모전력이 시간당 동작 시간을 10분 (6분에 1회 동작 기준)으로 가정하여 최대 40A/4.8W인 것을 감안하면 소모전력의 약 2배 이상의 발전 사양임
- 태양광 리튬폴리머 충전기를 적용하여 발전 전압을 안정적으로 제어부로 공급할 수 있도록 함



< 태양광 리튬 폴리머 충전기 >



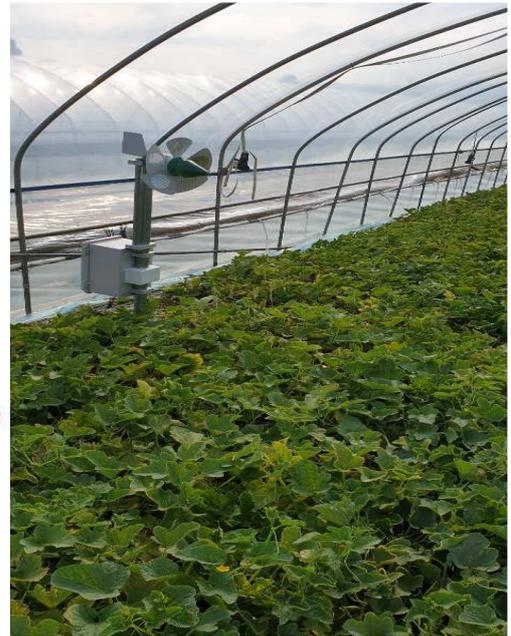
<태양전지모듈 >

단순참여기관: 대구경북농협, 금호농협, 신녕농협, 고경농협

○ 두더지퇴치기의 수요조사 및 제품개발 반영, 개발된 두더지 퇴치기 1차 시제품 현장 검증



<두더지 퇴치기 1차 시제품>



<두더지 퇴치기 1차 시제품 현장 검증>

○ 1차 시제품에 대한 반응조사 및 제품개발 반영, 개발된 두더지 퇴치기 2차 시제품 현장 검증



<두더지 퇴치기 2차 시제품>



<두더지 퇴치기 2차 시제품 현장 검증>

## 2-5. 연구개발 성과

사업화				
번호	사업화명	제품명	업체명	사업화 형태
1	노지에 설치하는 난반사 두더지 퇴치기	No두조	주식회사 에코팜	기술보유자의 직접사업화_ 기존업체-상품화
2	머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 시설재배용 두더지 퇴치기	스마트두더지퇴치기	주식회사 에코팜	기술보유자의 직접사업화_ 기존업체-상품화

교육 및 지도활용 내역				
번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
1	하절기 과원 관리	에코팜 카탈로그	최근 두더지 피해가 심함 5월달 과원관리에는 특히 두더지 피해를 조심히 다룰 것	2019
2	풍기 탑애플영농법인 두더지 교육	에코팜 카탈로그	최근 고독성 농약의 사용 취소로 토양소동물 증가로 인해 두더지 피해가 날로 급증 함 이에 두더지 퇴치 방법 설명	2018
3	발농업용 지능형 로봇 개발 워크숍	에코팜 카탈로그	발농업용 지능형 로봇 개발 워크숍에 참석하여 두더지퇴치기 개발과 관련하여 의견 조율	2019
4	경주 체리 연구회 동계 교육	에코팜 카탈로그	요즈음 체리 농가에도 두더지 피해가 심함 - 고독성 농약 사용 금지 두더지 퇴치 방법에 대하여 강의 함 - 불규칙 진동(타격음)	2019
5	밀양체리연구회 동계 교육	에코팜 카탈로그	밀양체리연구회 동계 교육 경주보다는 농사를 못함 - 열정이 있음 선생님 정하면 선생님과 모든 것을 의논 할 것	2019
6	사과원 4월~6월 관리방법	에코팜 카탈로그	두더지 피해가 점점 나타나는 가운데 두더지 기피방법 설명	2019

교육 및 지도활용 내역				
번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
7	4월~6월 과원 관리 방안	에코팜 카탈로그	두더지 출몰이 빈번하여 과원의 지하부에 피해를 주고 있는 실정임으로 - 과일 생산이 제대로 되지 않음 두더지 기피 방안 설명	2019
8	4월에서 6월 과원 관리방안	에코팜 카탈로그	두더지 출몰이 빈번하여 과원의 지하부에 피해를 주고 있는 실정임으로 - 과일 생산이 제대로 되지 않음 따라서 두더지 피해를 줄이는 방안 설명	2019
9	건강한 과원 관리	에코팜 카탈로그	최근 두더지 피해 호소 - 막는 방법 설명	2019
10	6월 중과원 관리	에코팜 카탈로그	6월 중 건강한 과원 관리를 위해 병해충 및 야생동물 퇴치에 만전을 기할 것 특히 야생동물 중에서 두더지 피해 - 막는 방법 설명	2019
11	농가 현장 탐방(경기 포천, 강원 철원)	에코팜 카탈로그	최근 강원도 및 경기도에서도 두더지 피해 발생 피해 규모가 점점 늘어나는 추세임 강원도, 경기도 거점 농업인들 대상으로 두더지 피해를 막는 법 소개	2019
12	여름철 사과원 관리	에코팜 카탈로그	하계전정-수세를 제어하는데 동계전정 보다 유리 과실품질 향상, 광환경 개선에 의한 꽃눈 확보 위주 결과지 관리는 하계전정에서 두더지 퇴치기 설명 등	2019
13	두더지 퇴치요령	에코팜 카탈로그	최근 두더지 피해가 심각 9월 과원 관리에 두더지 피해를 조심히 다룰 것을 당부	2019

교육 및 지도활동 내역				
번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
14	한국과수협회 하반기 세미나	에코팜 인쇄물	한국과수협회 하반기 세미나에 현재 개발 중인 NO두조의 특성과 개발 완료 후에 두더지 퇴치 효과에 대하여 세미나로 설명 하였음 주로 강의 내용은 시설 재배에서 바람이 불지않을 때	2019
15	영농창업특성화사업단 2019년 교수역량강화 워크숍	에코팜 인쇄물	영농창업특성화사업단 2019년 교수역량강화 워크숍에서 최근 문제가 되고 있는 두더지 피해에 대하여 별다른 대책이 없는 바, 저희 제품을 설명하여 퇴치 방안을 강구하여 영농창업단	2019
16	경주체리연구회 동계교육	에코팜 카탈로그	최근 두더지 피해로 인한 과원관리의 중요성과 노하우 교육	2020
17	상반기 과원관리	에코팜 카탈로그	두더지 퇴치와 피해 예방요령	2020
18	여름철 과원 피해예방법	에코팜 카탈로그	여름철 두더지 피해를 막기위한 예방법	2020
19	두더지 퇴치기 회의	에코팜 카탈로그	제품 및 두더지 피해 소개	2020
20	6월 과원 관리 방법	에코팜 카탈로그	두더지 피해로 인해 수익 손실을 예방하기 위한 방지대책 마련	2020
21	하절기 과원 피해사례와 관리요령 교육	에코팜 카탈로그	두더지로 인한 농가 피해 사례와 관리요령 컨설팅	2020
22	건강한 과수원 관리방법	에코팜 카탈로그	여름철 두더지 피해로 인한 농가피해 사례와 농작물 손실의 해결방안 논의	2020

고용창출					
번호	고용인력명	고용창출기관명	고용창출내용	고용창출일	고용형태
1	박경영	주식회사에코팜	주식회사 에코팜의 연구소에 연구원으로 고용함	2018-08-25	정규직
2	김규혜	한국로봇융합연구원	주임행정원(기업지원)	2019-06-24	계약직
3	김동우	한국로봇융합연구원	연구원(소프트웨어)	2019-06-24	계약직
4	김준성	한국로봇융합연구원	주임연구원(전장)	2019-07-01	계약직
5	윤해룡	한국로봇융합연구원	선임연구원(기획)	2019-02-01	정규직
6	이창수	한국로봇융합연구원	주임행정원(시설)	2019-06-24	계약직
7	장수진	한국로봇융합연구원	연구원(설계)	2019-06-24	계약직
8	정호용	한국로봇융합연구원	주임행정원(회계)	2019-06-01	정규직
9	조용준	한국로봇융합연구원	선임연구원(전장)	2019-02-01	정규직

산업재산권(발명특허, 실용신안, 의장, 규격 등), 신품종, 프로그램개발					
번호	출원등록명	출원등록자명	구분	산업재산권종류	출원등록일
1	동물 퇴치기	주식회사 에코팜	특허등록	디자인	2019-02-25
2	두더지 및 조류퇴치기	주식회사 에코팜	특허출원	디자인	2018-10-08
3	유해 조수 퇴치기	주식회사 에코팜, 한국로봇융합연구원	특허출원	특허	2019-07-02
4	유해 조수 기피기	주식회사 에코팜	특허출원	디자인	2019-07-09
5	두더지 퇴치기	주식회사 에코팜	특허등록	실용신안	2019-10-02
6	유해 조수 퇴치 장치 및 그 제어방법	한국로봇융합연구원	특허출원	특허	2020-08-04

**논문(국내외 전문학술지) 게재**

번호	논문명	학술지명	주저자명	학술지게재일	SCI구분
1	조류 퇴치 시스템의 설계 및 구현	한국기계가공학 회지 = Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers	홍형길	2019-08-30	비SCI
2	작물의 저해상도 이미지에 대한 3차원 복원에 관한 연구	한국기계가공학 회지 = Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers	오장석	2019-08-30	비SCI

**국내 및 국제 학술회의 발표**

번호	발표자	발표제목	발표일시	장소, 국명 출원등록일
1	오장석, 홍형길, 조용준, 우성용, 송수환, 김대희	두더지퇴치기의 진동 특성 분석을 위한 머신러닝 적용 연구	2019-05-1 7	라마다프라자제주 호텔
2	조용준, 윤해룡, 오장석, 송수환, 우성용, 홍형길, 김준성, 김대희, 조재두, 이민호	다양한 진동성분을 이용한 설치류 퇴치시 스템 연구	2019-10-1 8	히든베이호텔
3	오장석, 홍형길, 조용준, 윤해룡, 우성용, 송수환, 김준성, 김동우, 장수진, 김대희	두더지 퇴치기 진동특성 학습모델에 대한 연구	2019-10-1 8	히든베이호텔
4	조용준, 홍형길, 송수환, 윤해룡, 우성용, 김준성, 서갑호, 노봉천, 조재두	과수 조류피해 방지용 회전형 조류퇴치시 스템 연구	2020-08-1 8	휘닉스평창(온라 인)

**정책활용 내역(농정시책 반영 및 정책건의)**

번호	정책활용상태	주관부처	시책추진실적 및 계획	활용년도
1	정책건의	문경시	문경시에서 고독성 농약 사용 금지 (토양 살충제도 금지)로 인해 과원에 토양 유기물이 증가하여 토양소동물이 많아져서 두더지 먹이에 최적화가 되어 있어 두더지 피해가 심함.	

**홍보계획(신문, 방송, 저널 등)**

번호	홍보유형	매체명	제목 산업재산권 종류	일시
1	중앙전문지	원예산업신문	신기술, 새상품	2019-03-20
2	외국홍보	호치민 방송	2019년 대구경북 수출상담회	2019-07-09

**홍보실적(신문, 방송, 저널 등)**

번호	홍보유형	매체명	제목 산업재산권 종류	일시
1	기타	2019년 풍진생산농원	과수묘목백화점 2019년도 풍진생산농원 풍진종묘영농조합법인	2018-11-08

**전시회 등 참여(전시회, 박람회, 제품설명회 등)**

번호	유형	행사명칭	전시품목	장소	활용년도
1	박람회	2018경북농업기술혁신대축전	두더지퇴치기	경상북도농업기술원농업인회관	2019
2	전시회	관계 공무원 및 농민들과 강의 및 전시목적	NO두조	대전 선사인 호텔	2019

**기타 홍보실적(수상실적)**

번호	일자	홍보명칭 구분	주요내용 출원등록일
1	2018-12-06	표창장	귀하는 평소 맡은 바 직무를 성실히 수행하여 왔으며 특히 산학연 협력사업 추진을 통하여 지역 농업, 농촌 발전에 기여한 공로가 크므로 이에 표창합니다.
2	2019-10-18	우수논문발표상	한국기계공학회 2019년추계학술대회 우수논문발표상

## 조류 퇴치 시스템의 설계 및 구현

홍형길\*, 조용준\*, 우성용\*, 송수환\*, 오장석\*, 윤해룡\*, 김대희\*<sup>#</sup>

\*한국로봇융합연구원 스마트커넥티드연구센터

## Design and Implementation of Bird Repellent System

Hyunggil Hong\*, Yongjun Cho\*, Senongyong Woo\*, Suhwan Song\*, Jangseok Oh\*, Haeyong Yun\*,  
Dae Hee Kim\*<sup>#</sup>

\*Korea Institute of Robot & Convergence, Smart Connected Research Center

(Received 24 July 2019; received in revised form 3 August 2019; accepted 6 August 2019)

### ABSTRACT

Damage caused by wild animals such as pheasants and magpies is a problem in rural areas. A bird repellent system based on sensing and repelling farm pest animals and birds is proposed herein. This system is equipped with a bird model part on a supporting platform and comprises a sound source generator, a system control user interface, and a sensor in the center. The sensor is composed of an illuminance sensor and a PIR sensor. The illuminance sensor distinguishes between day and night, whereas the PIR sensor detects birds or wild animals and outputs them from the sound generator. The entire system can be managed easily by the user interface and system control.

**Key Words** : Bird Repellent System(조류 퇴치 시스템), Wild Animals Repellent System(야생 동물 퇴치 시스템), Passive Infrared Sensor (PIR Sensor)

### 1. 서 론

까치와 뫌새지 같은 야생동물들은 개체 보호를 위한 관련 법 제정으로 최근 야생동물 개체수가 급증하면서 농작물의 피해가 매년 늘어나고 있는 상황이며, 2016년을 기준으로 최근 5년간 유해조류 및 야생동물에 의한 최근 5년간 피해액은 약 574억 원에 달하고 있다. 이에 일부에서는 농작물 피해를 최소화하기 위해 유해 야생동물이라는 항목을 두어

집중적으로 관리를 하고 있다.

유해 조류를 퇴치하는 방법에는 여러 가지가 있다. (1) 울타리를 설치 또는 그물을 설치해서 퇴치하는 방법으로 새 접근을 효과적으로 방지 가능하나 과수원 전체에 설치가 필요하므로 많은 비용이 소요된다. (2) 화학적인 약물을 살포하여 조류를 퇴치하는 방법도 있으나 최근 화학적 약물 사용에 대한 규제가 세계적으로 이슈화되고 국내에서도 농약 살포에 대한 규제를 시작하려고 함에 있어 점차 사용량이 줄어들고 있다. (3) 불빛 또는 레이저 등을 이용하는 시각적인 방법으로 일정한 주기적으로 빛을 발생해서 유해 조류 또는 야생동물의 접근을 퇴

# Corresponding Author : dhkim@kro.or.kr  
Tel: +82-54-821-5400, Fax: +82-54-823-5411

Copyright © The Korean Society of Manufacturing Process Engineers. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 License (CC BY-NC 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 작물의 저해상도 이미지에 대한 3차원 복원에 관한 연구

오장석\*, 홍형길\*, 윤해룡\*, 조용준\*, 우성용\*, 송수환\*, 서갑호\*, 김대희\*<sup>#</sup>

\*한국로봇융합연구원 스마트커넥티드연구센터

### Study on Three-dimension Reconstruction to Low Resolution Image of Crops

Jang-Seok Oh\*, Hyung-Gil Hong\*, Hae-Yong Yun\*, Yong-Jun Cho\*, Seong-Yong Woo\*,  
Su-Hwan Song\*, Kap-Ho Seo\*, Dae-Hee Kim\*<sup>#</sup>

<sup>#</sup>Smart Connected Research Center, Korea Institute of Robot Convergence.

(Received 12 July 2019; received in revised form 25 July 2019; accepted 4 August 2019)

#### ABSTRACT

A more accurate method of feature point extraction and matching for three-dimensional reconstruction using low-resolution images of crops is proposed herein. This method is important in basic computer vision. In addition to three-dimensional reconstruction from exact matching, map-making and camera location information such as simultaneous localization and mapping can be calculated. The results of this study suggest applicable methods for low-resolution images that produce accurate results. This is expected to contribute to a system that measures crop growth condition.

**Key Words** : 3D Reconstruction(3차원복원), Feature Matching(특징점매칭), Low Resolution(저해상도)

#### 1. 서 론

물체의 3차원 복원은 컴퓨터비전의 중요한 영역으로 다음과 같은 단계를 거쳐서 이루어진다. 첫 번째 단계는 영상 간의 정확한 매칭을 찾고, 두 번째 단계에서는 이로부터 카메라의 위치를 계산하고, 마지막 단계에서 카메라위치와 매칭점을 가지고 3차원의 포인트를 복원한다. 이를 위해서 특징점을 추출하고 매칭하는 방법으로 대표적인 방법인 Scale Invariant Feature Transform(SIFT)<sup>[1]</sup>과 Speeded Up Robust Features(SURF)<sup>[2]</sup>을 이용한다. 이 방법의 장점은 크기변화에 강인한 특징점을 추출

할 수 있다. 생육상태를 측정하기 위한 3차원 정보를 제공할 수 있는 방법을 제안하기 위해서 영상들 간의 매칭점을 이용하여 물체의 3차원 복원하는 대표적인 방법인 Incremental Structure from Motion(SFM)<sup>[3-5]</sup>을 이용한다.

본 연구에서는 작물의 저해상도 영상에도 적용 가능한 방법을 제안하여 기존의 대표적인 방법을 발전시켰다. 다음 장에서는 저해상도 영상에서 특징점을 추출하기 위해서 필요한 Affine model<sup>[6]</sup>과 Adaptive threshold에 대해서 알아보고, 또한 정확한 매칭문제를 풀기 위하여 Epipolar geometry<sup>[7]</sup>에 대해서 알아본다. 이러한 개념을 적용한 우리의 알고리즘을 작물영상에 적용하여 3차원 복원 결과를 살펴본다.

# Corresponding Author : dhkim@kro.re.kr

Tel: +82-54-821-5400, Fax: +82-54-823-5411

○ 특허성과 : 등록2건, 출원4건



# 디자인등록증

CERTIFICATE OF DESIGN REGISTRATION

등록 제 30-0995843 호  
Registration Number

출원번호 제 30-2018-0046125 호  
Application Number

출원일 2018년 10월 08일  
Filing Date

등록일 2019년 02월 25일  
Registration Date

등록의 구분 심사 등록  
Type of Registration (EXAMINED REGISTRATION)

물품류 Class 제22류  
디자인의 대상이 되는 물품 Product 동물 퇴치기

디자인권자 Owner (주)에코팜(174811-\*\*\*\*\*)  
대구광역시 북구 대학로 80, 경북대학교 창업보육센터 408호 (산격동)

창작자 Creator 조재두(620306-\*\*\*\*\*)  
대구광역시 동구 효목1동 강나루타운 105동 301호

위의 디자인은 「디자인보호법」에 따라 디자인등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Design Protection Act, a design has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2019년 02월 25일



QR코드로 현재기준  
등록사항을 확인하세요

특허청장  
COMMISSIONER,  
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주

# 실용신안등록증

CERTIFICATE OF UTILITY MODEL REGISTRATION



등록  
Registration Number 제 20-0490201 호

출원번호  
Application Number 제 20-2018-0000156 호

출원일  
Filing Date 2018년 01월 11일

등록일  
Registration Date 2019년 10월 02일

고안의 명칭 Title of the Device  
두더지 퇴치기

실용신안권자 Owner of the Utility Model Right  
(주)에코팜(174811-\*\*\*\*\*)  
대구광역시 북구 대학로 80, 경북대학교 창업보육센터 408호 (산격동)

고안자 Deviser  
등록사항란에 기재

위의 고안은 「실용신안법」에 따라 실용신안등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Utility Model Act, a utility model for the device has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청  
Korean Intellectual  
Property Office

2019년 10월 02일



QR코드로 현재기준  
등록사항을 확인하세요

특허청장  
COMMISSIONER,  
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주

관인생략

# 출원번호통지서

출원일자 2018.10.08  
 특기사항 공개신청(무)  
 출원번호 30-2018-0046125 (접수번호 1-1-2018-0988024-15)  
 출원인명칭 (주)에코팜(1-2012-053868-7)  
 대리인성명 김병진(9-1999-000334-1)

## 특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2019.07.02  
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(유)  
 출원번호 10-2019-0079423 (접수번호 1-1-2019-0677721-59)  
 출원인명칭 (주)에코팜(1-2012-053868-7) 외 1명  
 대리인성명 김병진(9-1999-000334-1)  
 발명자성명 조재두 김대희 조용준 오장석 송수환 우성용  
 발명의명칭 유해 조수 퇴치기

특허청장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000

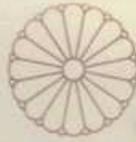
# 관인생략 출원번호통지서

**출원일자** 2020.08.04  
**특기사항** 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(CDP20200397)  
**출원번호** 10-2020-0097637 (접수번호 1-1-2020-0819869-18)  
(DAS접근코드 0345)  
**출원인명칭** 한국로봇융합연구원(1-2012-021970-0)  
**대리인성명** 특허법인 천지(9-2008-100061-9)  
**발명자성명** 조용준 홍형길 윤해룡 우성용 송수환 오장석 서갑호  
**발명의명칭** 유해 조수 퇴치 장치 및 그 제어방법

## 특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr-특허마당-PCT/마드리드>  
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내  
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. DAS접근코드는 이 특허출원을 기초로 외국에 특허출원을 할 경우 파리조약 제4조D(1)에 따른 우선권주장 증명서류를 세계지식재산기구의 전자적 접근 서비스(DAS, Digital Access Service)를 통해 전자적 송달을 신청할 때 필요합니다.
9. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.



意匠登録証  
(CERTIFICATE OF DESIGN REGISTRATION)

登録第1651825号  
(REGISTRATION NUMBER)

意匠に係る物品  
(ARTICLE TO WHICH THE DESIGN IS APPLIED)

有害鳥獣忌避器

意匠権者  
(OWNER OF THE DESIGN RIGHT)

大韓民国 デグ ブクグ デハクロ 80 ギ  
ョンブク・ナショナル・ユニバーシティ ビジ  
ネス・インキュベーター 408  
国籍・地域 大韓民国  
株式会社エコファーム

意匠の創作を  
した者  
(CREATOR OF THE DESIGN)

ジョ ゼドウ

出願番号  
(APPLICATION NUMBER)

意願2019-015400

出願日  
(FILING DATE)

令和 1年 7月 9日(July 9, 2019)

登録日  
(REGISTRATION DATE)

令和 2年 1月14日(January 14, 2020)

この意匠は、登録するものと確定し、意匠原簿に登録されたことを証する。  
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE DESIGN IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

令和 2年 1月14日(January 14, 2020)

特許庁長官  
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)

松永 明



○ 고용창출 : 9명

□ 고용창출

등록

No	고용인력	고용기관명	고용창출일	고용형태	승인여부
1	박경영	주식회사에코팜	2018-08-25	정규직	승인
2	윤해룡	한국로봇융합연구원	2019-02-01	정규직	등록
3	조홍준	한국로봇융합연구원	2019-02-01	정규직	등록
4	정호용	한국로봇융합연구원	2019-06-01	정규직	등록
5	이창수	한국로봇융합연구원	2019-06-24	계약직	등록
6	장수진	한국로봇융합연구원	2019-06-24	계약직	등록
7	김동우	한국로봇융합연구원	2019-06-24	계약직	등록
8	김규혜	한국로봇융합연구원	2019-06-24	계약직	등록
9	김준성	한국로봇융합연구원	2019-07-01	계약직	등록

○ 교육지도 : 22건

□ 교육 및 컨설팅

등록

No	교육 및 컨설팅명	교육 및 컨설팅 교재명	주요내용	활동년도	승인여부
1	하절기 과원 관리	에코팜카다로그	최근 두더지 피해가 심함 5월달 과원관리에는 특..	2019	등록
2	종기 탐해결영농법인 두더지 교육	에코팜 카다로그	최근 고독성 농약의 사용 취소로 토양소동물 증가..	2018	등록
3	발농업용 지능형 로봇 개발 워크...	에코팜 카다로그	발농업용 지능형 로봇 개발 워크숍에 참석하여 두..	2019	등록
4	경주 체리 연구회 동계 교육	에코팜 카다로그	요즈음 체리 농가에도 두더지 피해가 심함 - 고독..	2019	등록
5	밀양체리연구회 동계 교육	에코팜 카다로그	밀양체리연구회 동계 교육 경주보다는 농사를 못..	2019	등록
6	사과원 4월~6월 관리방법	에코팜 카달로그	두더지 피해가 점점 나타나는 가운데 두더지 기피..	2019	등록
7	4월~6월 과원 관리 방안	에코팜 카달로그	두더지 출몰이 빈번하여 과원의 지하부에 피해를..	2019	등록
8	4월에서 6월 과원 관리방안	에코팜 카달로그	두더지 출몰이 빈번하여 과원의 지하부에 피해를..	2019	등록
9	건강한 과원 관리	에코팜카다로그	최근 두더지 피해 호소 - 막는 방법 설명	2019	등록
10	6월 중과원 관리	에코팜카다로그	6월 중 건강한 과원 관리를 위해 병해충 및 야생..	2019	등록
11	농가 현장 탐방(경기 포천, 강원...	에코팜 카다로그	최근 강원도 및 경기도에서도 두더지 피해 발생 ..	2019	등록
12	여름철 사과원 관리	에코팜카타로그	히게전정-수세를 제어하는데 동계전정 보다 유리..	2019	등록
13	두더지 퇴치요령	에코팜 카달로그	최근 두더지 피해가 심각 9월 과원 관리에 두더..	2019	등록
14	한국과수협회 하반기 세미나	에코팜 인쇄물	한국과수협회 하반기 세미나에 현재 개발 중인 N..	2019	등록
15	영농창업특성화사업단 2019년 교...	에코팜인쇄물	영농창업특성화사업단 2019년 교수역량강화 워크..	2019	등록
16	경주체리연구회 동계교육	에코팜카달로그	최근 두더지 피해로 인한 과원관리의 중요성과 노..	2020	등록
17	상반기 과원관리	에코팜카달로그	두더지 퇴치와 피해 예방 요령	2020	등록
18	두더지 퇴치기 회의	에코팜카달로그	제품 및 두더지 피해 소개	2020	등록
19	여름철 과원 피해예방법	에코팜카달로그	여름철 두더지 피해를 막기위한 예방법	2020	등록
20	6월 과원 관리 방법	에코팜카달로그	두더지 피해로 인해 수의 손실을 예방하기 위한 ..	2020	등록
21	하절기 과원 피해사례와 관리요령...	에코팜카달로그	두더지로 인한 농가 피해사례와 관리요령 컨설팅	2020	등록
22	건강한 과수원 관리방법	에코팜 카달로그	여름철 두더지 피해로 인한 농가피해 사례와 농작..	2020	등록

○ 제품화 : 2건

<첨부3>

### 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과제명	머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모나타량이 가능한 퇴치기 개발			
주관연구기관	(주)에코팜	참여기관	한국로봇융합연구원	
연구책임자	조재두	연구기간	2018년 09월 ~ 2020년 09월(총2년)	
총 정부출연금	300,000,000 원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )	
신제품(제품출시 완료)	( <input checked="" type="checkbox"/> )	기 타	( )	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
NO두조		무동력으로 과수원, 노지등에서 난반사를 적용하여 두더지 퇴치에 효과적	2020.01	100
<p>* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등)          **식품R&amp;D는 품목제조보고서 제출 필수          상기와 같이 R&amp;D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</p>				

2020년 09월 09일

연구책임자 : 조재두 (서명 또는 인)



<첨부3>

## 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과제명	머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발			
주관연구기관	(주)에코팜	참여기관	한국로봇융합연구원	
연구책임자	조재두	연구기간	2018년 09월 ~ 2020년 09월(총2년)	
총 정부출연금	300,000,000 원			
<b>해당 기술의 제품출시 유형</b>				
시제품(제품출시 예정)	( <input checked="" type="checkbox"/> )	기존 제품 공정개선	(    )	
신제품(제품출시 완료)	(    )	기 타	(    )	
<b>제품 출시 실적</b>				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
스마트두더지 퇴치기		머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 시설재배용 두더지 퇴치기	2020.09	100
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 <b>상기와 같이 R&amp;D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</b>				

2020년 09 월 09 일

연구책임자 : 조재두 (서명 또는 인)



○ 매출액 : 363,888,000원

<첨부4>

### 농림축산식품 연구개발과제 매출 확인서

과제명	대안타농을 활용하여 두더지의 확산효과를 방지하는 요나라양이 가능한 타기 개발		
주관연구기관	㈜에코팜	출여기관	한국로봇융합연구원
연구책임자	조계두	연구기간	2018년 09월 - 2020년 09월(총2년)
기업 정보	기업 매출 총액 : 363,888,000원		
관련 실적	특허출원( <input checked="" type="checkbox"/> ), 표준( <input type="checkbox"/> ), 소프트웨어( <input type="checkbox"/> ), 디자인( <input checked="" type="checkbox"/> ), 상표( <input checked="" type="checkbox"/> ), 기타(실용신안)		
	명칭(번호) :		
	기술실시 명칭 :		
<b>해당제품의 매출 실적</b>			
제품명	제품사진	매출액(원)	해당 과제의 매출액 기여율(%)
NO두로		363,888,000	100
스마트두더지퇴치기		-	
<p>· 첨부 : 당해연도 매출액을 확인할 수 있는 자회매출전표, 세금계산서, 매출원장, 수출계단 등 상기와 같이 R&amp;D 기술을 사업화하여 발생한 매출액을 보고합니다.</p>			

2020년 09 월 09 일

연구책임자 : 조계두 (서명 또는 인)



○ 정책활용 : 1건

### □ GAP(친환경과원관리) 내역

(단위:천원/30ha)

구분	품명	규격	단위	수량	단가(원)	금액
합계						217,600
ITM 적용	농약구입	-	ha	30	2,300,000	69,000
친환경기차재 (선택사항)	삼베로곤드레	6종	세트	30	198,000	5,940
	고비고만재	1종	개	16,200	9,900	16,038
	검정향상기차재	7종	개	1,400	26,250	36,720
	생기피동		개	25	1,100,000	27,500
	사과 붓가루	20g	통	300	40,000	12,000
	이물질 화상실 (농약보관함)	-	개	30	300,000	9,000
	농기림비료	-	포	400	8,000	3,200
	뚜더지 피치기		개	600	18,000	10,800
	소개					121,200
별대중예찰용역 (필수사업)	예방요원활동	-	ha	30	380,000	11,400
	발생역거발		식	1	10,000,000	10,000
	소개					23,400
건설실 (필수사업)	과원관리,수확 유물등 사형추진-안도까지	-	ha	30	200,000	6,000

- 지원대상은 GAP인증을 획득한 단체 또는 소리에 한함
- 지원 면적은 재소당 20ha 이상이어야 하며, 개별농가 지원은 불가
- 필수사업(별대중 예찰용역, 건설실)은 사업내용에 포함되어야 함
- 추가면적의 지원단가는 7,200천원/ha임
- 농약 및 차재 등은 전문기관을 통해 기능, 성능, 효능, 품질이 검증된 제품 사용
- 검정향상기차재는 품질향상을 위해 아래 기재 중 선택하여 사업을 할 수 있음
  - 순정별, 인공수분기, 유인주, 수분주, 갈습제 등 선택
- 이물질 화상실, 농약보관함은 1회만 지원
- 추가달로 폐입기관 : 시설분류3년, 소묘실 자재1년

## 다양한 진동성분을 이용한 설치류 퇴치시스템 연구

### A Study on Rodents Repellent System using Various Vibration Components

\*조용준<sup>1</sup>, 윤해룡<sup>1</sup>, 오장석<sup>1</sup>, 송수환<sup>1</sup>, 우성용<sup>1</sup>, 홍형길<sup>1</sup>, 김준성<sup>1</sup>, 김동우<sup>1</sup>, 장수진<sup>1</sup>,  
\*김대희<sup>1</sup>, 조재두<sup>2</sup>, 이민호<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Y. J. Cho<sup>1</sup>, H. Y. Yun<sup>1</sup>, J. S. Oh<sup>1</sup>, S. H. Song<sup>1</sup>, S. Y. Woo<sup>1</sup>, H. G. Hong<sup>1</sup>, J. S. Kim<sup>1</sup>,

D. W. Kim<sup>1</sup>, S. J. Jang<sup>1</sup>, \*D. H. Kim(cyj@kiro.re.kr)<sup>1</sup>, J. D. Cho<sup>2</sup>, M. H. Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국로봇융합연구원 농업로봇자동화연구센터, <sup>2</sup>주에코팜, <sup>3</sup>한국세라믹기술원

Key words : Rodents Repeller, Mole Repeller, Repellent System, Solenoid

#### 1. 서론

2005년 2월부터 ‘야생동물 보호 및 관리에 관한 법률’이 제정으로 인해 야생동물의 개체수가 급증하면서 지속적으로 농가의 근심거리가 되고 있다. 그 중 설치류는 다른 유해 조수에 비해 생태에 관한 연구도 많이 이루어지지 않아 친환경적인 방법으로 설치류를 퇴치하는데 어려움을 겪고 있다.

#### 2. 시제품 설계 및 제작

본 연구에서 개발된 설치류 퇴치시스템은 지주대와 솔레노이드와 DC모터로 조합된 진동모듈로 구성되어 있으며 이는 지주대를 직접 타격함으로써 각각의 다른 진동성분을 만들어 설치류의 학습효과를 회피할 수 있었다. 전통적인 퇴치 방식 중 바람개비에 의한 진동은 DC 모터를 이용하여 가속도 10G이하, 주파수 100-1kHz, 쇠파이프 타격에 의한 진동은 솔레노이드를 이용하여 가속도 100G이상, 주파수 0.5Hz이하의 진동 성분을 생성할 수 있었다. Fig. 1은 본 연구에서 개발된 설치류 퇴치시스템을 나타낸 것이다.



Fig. 1 Proto type of rodents repellent system

#### 3. 실험결과

개발된 설치류 퇴치시스템은 실제 농가 현장 검증

을 통해 성능 평가를 실시하였다. 측정방법은 참외 하우스에 퇴치기를 1개월 간 설치하여 전/후 설치류(두더지)의 굴 수를 비교 측정하였다. Table 1은 현장 설치를 통한 평가 결과를 나타낸 것이다.

Table 1 Test result

Parameter	Before installation	After installation
Number of Mole oyster	42	4

설치 직후 두더지 굴을 모두 제거한 뒤 1개월 뒤 신규 생성 수는 4개로 확인되어 두더지 퇴치는 효과가 있음이 확인되었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 진동모듈을 통해 설치류 퇴치 시스템을 제작하고 실제 농가현장 평가를 통해 효과를 검증하였다. 향후 제품 상용화를 위한 저전력 설계 및 태양광시스템을 적용할 예정이며, 이를 구현 시 농가의 설치류 문제점을 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 후기

“이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2018R1D1A1B07049072).본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(317072-04, 118076-2, 118080-2).”

#### 참고문헌

1. Hong, H. G., Cho, Y. J., Woo, S. Y., Song, S. H., Oh, J. S., Yun, H. Y., Kim, D. H., “Design and Implementation of Bird Repellent System”, J.of KSMPE, Vol. 18, No. 8, pp. 104-109, 2019.

## 두더지 퇴치기 진동특성 학습모델에 대한 연구

### A Study on the Learning Model of the Vibration Characteristics of Mole Eradicator

\*오장석<sup>1</sup>, 홍형길, 조용준, 윤해룡, 우성용, 송수환, 김준성, 김동우, 장수진, \*김대희<sup>1</sup>

<sup>1</sup>J. S. Oh<sup>1</sup>, H. G. Hong, Y. J. Cho, H. Y. Yun, S. Y. Woo, S. H. Song, J. S. Kim, D. W. Kim, S. J. Jang, \*D. H. Kim(dhkim@kiro.re.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국로봇융합연구원 농업로봇자동화연구센터

Key words : Mole Eradicator, Machine Learning

#### 1. 서론

기존의 두더지 퇴치기는 자연바람을 이용하여 땅에 진동을 전달하는 시스템으로 구성되어 있어, 바람이 불지 않는 상황에서는 작동이 안 되는 단점을 가지고 있다. 이를 극복하기 위해서 다양한 진동을 발생시킬 수 있는 제품들이 개발되었다. 하지만 규칙적인 진동은 두더지가 학습하여 쉽게 극복될 수 있다는 연구결과가 있다.<sup>[1]</sup> 본 논문은 학습이 어려운 자연바람의 진동 특성을 머신러닝을 이용하여 학습모델을 만들고 시스템에 적용하는 연구를 제안한다.

#### 2. 진동특성 학습모델

본 논문에서는 머신러닝 중에서 딥러닝을 이용하여 자연바람의 진동특성을 분석하고 진동발생 알고리즘을 구현하고자 한다. 자연바람의 진동은 시계열 데이터이므로 순환 신경망 모델을 적용한다. 순환 신경망 모델로는 다층 퍼셉트론 모델, LSTM(Long Short Term Memory)모델[2] 등 다양하다. 본 논문에서는 자연바람과 비슷한 진동을 발생하기 위해서 그림1과 같이 LSTM 모델을 적용하여 알고리즘 구성하였다.

#### 3. 실험 및 고찰

자연바람의 학습을 위해서 두더지 퇴치기에 진동측정기를 부착하여 진동데이터를 획득하고, 학습을 위해서 그림2와 같이 데이터를 분석 및 가공하였다.

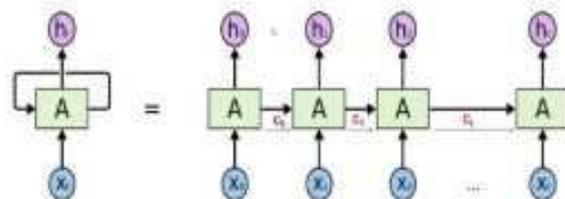


Fig. 1 LSTM(Long Short Term Memory) model

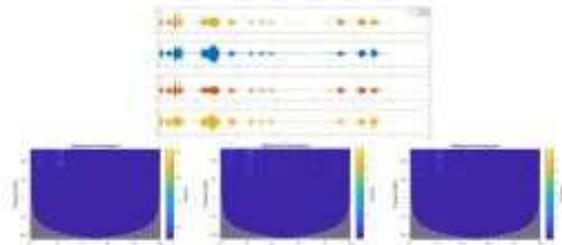


Fig. 2 Vibration dataset

#### 4. 결론

실험결과 자연바람의 진동 데이터를 분석하여 특성을 학습하는 모델로 LSTM이 효율적인 방법이며, 향후 이 모델의 실효성 검증을 위해서 두더지퇴치기의 진동발생시스템에 적용하고, 실증 실험을 통해 진동발생 모델을 보완하는 연구가 필요하다.

#### 후기

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(317072-04, 118076-2, 118080-2). 이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2018R1D1A1B07049072).

#### 참고문헌

1. S. Park, J. Lee, K. Park, J. Kim, B. Song, I. Hong, J. Kim, S. Lee, S. Choi, "Sound tuning of amygdala plasticity in auditory fear conditioning", Scientific Reports, Vol. 6, No. 31069, pp. 1-14, 2016.
2. F. A. Gers, D. Eck, J. Schmidhuber, "Applying LSTM to Time Series Predictable Through Time-Window Approacher", Neural Nets WIRN Vietri-01, pp. 193-200, 2002.

# 과수 조류피해 방지용 회전형 조류퇴치시스템 연구

## A Study on Rotary Type Bird Repeller to Prevent Damage by Birds

조용준<sup>1</sup> · 홍형길<sup>1</sup> · 송수환<sup>1</sup> · 윤해룡<sup>1</sup> · 우성용<sup>1</sup> · 김준성<sup>1</sup> · 서갑호<sup>1,1</sup> · 노봉천<sup>2</sup> · 조재두<sup>3</sup>  
Yongjun Cho<sup>1</sup>, hyunggil Hong<sup>1</sup>, Suhwan Song<sup>1</sup>, Haeyong Yun<sup>1</sup>, Sungyong Woo<sup>1</sup>,  
Junsung Kim<sup>1</sup>, Kapho Seo<sup>1</sup>, Bongchun Noh<sup>2</sup>, JaeDoo Jo<sup>3</sup>

**Abstract:** We studied bird repeller that have various natural enemy sounds, sound reproduction patterns and speaker rotation to avoid the learning effects of harmful birds. The bird repeller system consists of a speaker unit, a central control unit, a solar panel, a case and a pendants. We have installed bird repeller in orchards to verify their effectiveness. After the installation, the amounts of apple damage was reduced by 83.3%.

**Keywords:** Bird repeller, Repellent system

### 1. 서 론

유해조류를 퇴치하기 위한 전통적인 방법으로는 허수아비, 농작물에 봉지 씌우기, 그물설치, 울타리 설치, 수림 등 다양한 시도들이 있으나 유해조류를 퇴치하기에는 역부족이었다. 또한 화학적인 약물을 살포하여 조류를 퇴치하는 방법도 있으나 화학 물질에 대한 환경오염이 이슈화되고 법적 규제도 제정이 되면서 점차 사용량이 줄어들고 있다. 최근에는 조류의 천적모형이나 음향 제품들이 개발 및 상용화 되고 있다. 하지만 조류의 학습효과로 인해 이에 대한 제품의 효과는 미미한 실정이다. 조류는 이동하는 물체에 민감하게 반응하며 고정된 물체에 대한 학습 효과가 빠르기 때문에 불규칙한 움직임 및 음원을 이용하는 것이 유해 조류의 학습을 방해하는 좋은 방법 중 하나이다. 본 연구에서는 유해조류의 학습효과를 회피하도록 천적음의 종류, 음향 재생 패턴, 스피커 회전 기능을 구현하였으며 이를 실제 사과 농가에 설치하여 설치 전후에 따라 피해 정도를 관찰하였다.

### 2. 시제품 설계 및 제작

개발된 유해조류퇴치시스템은 앞서 보고된 고정형 조류퇴치기 시스템<sup>1)</sup>에서 퇴치시스템 하드웨어의 회전 기능을 추가 구현한 것이다. 회전 기능을 추가함에 따라 천적음 재생 패턴, 천적음 종류와 같이 천적음을 발생하는 방향 또한 다양하게 조정할 수 있으므로 조류 학습효과 회피에 효과적이다. [Fig. 1]은 본 연구에서 개발된 조류퇴치시스템을 나타낸 것이다.



[Fig. 1] Prototype bird repeller system

1. Researcher, Corresponding author, KIRO, Agriculture Robotics & Automation Research Center, Andong, Korea (jy, dhkim}@kro.re.kr)  
2. Director, Innovation Technology, Gumi, Korea (nbc@inte.co.kr)  
3. Director, Ecofam, Daegu, Korea (jegro@naver.com)  
\* This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry(IPET) through Advanced Production Technology Development Program, Agro and Livestock Products Safety-Flow Management Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(317072-04, 118090-2, 118076-2)

## 두더지퇴치기의 진동 특성 분석을 위한 머신러닝 적용 연구 A Study on the Application of Machine Learning to Analyze the Vibration Characteristics of Mole Eradicator

\*오장석(한국로봇융합연구원), 홍형길(한국로봇융합연구원), 조용준(한국로봇융합연구원),  
우성웅(한국로봇융합연구원), 송수환(한국로봇융합연구원), \*김대희(한국로봇융합연구원)  
\*J. S. Oh, H. G. Hong, Y. J. Cho, S. Y. Woo, S. H. Song, \*D. H. Kim

Key words : Mole eradicator, Machine learning

본 논문에서는 자연바람을 이용한 두더지 퇴치기 시스템의 한계를 극복하기 위한 머신러닝 알고리즘 적용 사례연구이다. 기존 자연바람을 이용한 두더지 퇴치기 시스템의 한계는 바람이 불지 않는 상황이다. 이를 극복하기 위해서는 바람으로 불규칙적인 진동을 발생하는 것을 인공적으로 발생하여야 한다. 그러나 일정한 패턴의 진동은 두더지가 학습하여 시간이 조금 지나면 효과가 없는 것으로 알려져 있다. 따라서 학습이 불가능한 자연바람처럼 불규칙적인 진동을 발생하는 시스템이 필요하다. 이를 구현하기 위해 자연바람에 의해 진동을 발생하는 두더지퇴치기의 진동 특성을 파악하여 바람이 안부는 상황에서도 적용 가능한 시스템 개발을 위해 머신러닝을 적용하는 연구를 제안한다. 머신러닝 중에서 이미지뿐 아니라 시계열 데이터에도 적용 가능한 딥러닝 알고리즘을 자연바람 구현하기 위한 진동 특성 분석에 이용한다. 진동 특성을 분석한 딥러닝 적용 알고리즘을 바람이 없는 환경을 극복하기 위해 기존 바람을 이용하는 두더지 퇴치기 시스템에 적용을 제안한다.

**후기** 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농축산물 안전생산·유통관리기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(118080-2).

\*발표자, \*교신저자(dhkim@kiro.re.kr)

제 2019-2-183호

## 우수 논문 발표상

제목 : 다양한 진동성분을 이용한 설치류 퇴치시스템 연구  
저자 : 조용준(한국로봇융합연구원), 윤해룡, 오장석, 송수환,  
우성용, 홍형길, 김준성, 김동우, 장수진, 김대회, 조재두,  
이민호  
형식 : 포스터 발표

위 논문은 한국기계가공학회 2019년도  
추계 학술대회에서 우수 발표 논문으로  
선정되어 이 상을 드립니다.

2019년 10월 18일

사단법인 한국기계가공학회  
회장 류 성



## 2-6. 연구결과

- 기술적 성과

### ○ 국내외 경쟁사 기술 및 제품 비교

비교	자사 신청기술 (기술명:무동력두더지 퇴치기) (제품명: 스마트 NO두조)	국내 유사·경쟁기술 (기술명:해충포획트랩) (제품명: 두더지퇴치기)	선진국 유사·경쟁기술 (기술명:초음파) (제품명: 초음파 쥐 퇴치기)	선진국 유사·경쟁기술 (기술명:무동력 회전) (제품명: 줘미츠기론(일본))
제품				
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 태양전지를 활용하여 에너지 절감</li> <li>- 불규칙한 진동시스템으로 인한 야생동물의 학습효과 방해</li> <li>- 모니터링 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 파이프의 진동으로 두더지를 퇴치</li> <li>- 태양광 패널 이용</li> <li>- 진동의 다양성 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초음파와 LED불빛으로 퇴치</li> <li>- 측정거리가 10미터 이내로 짧은편</li> <li>- 센서 앞쪽 범위 내에서만 측정 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 프로펠러의 회전과 진동에 조류와 두더지의 접근을 방지</li> <li>- 회전력이 약해 효과가 미미</li> </ul>

### ○ 선진국 대비 기술 및 국산화률

본 연구를 통해 개발된 퇴치기와 유사한 원리를 가진 제품은 아직까지는 시장 형성이 미미한 것으로 확인되며, 두더지 기피 또는 살서를 위해 2종의 약제가 개발되어 판매하고는 있지만 효과가 높지 않을뿐더러 친환경적이지 못하고 가축의 피해가 우려되는 등의 문제점으로 인해 외면당하고 있는 실정이므로 본 연구에서는 친환경 물리적 방법(불규칙 진동 발생)으로 퇴치 할 수 있는 방향으로 연구를 추진하여 제품을 생산하여 판매할 계획임.

따라서 본 퇴치기에 관한 한 선진국 제품을 추월한 것으로 판단하며, 국산화율은 100%라고 할 수 있음.



- 사업화 성과 => 하기 표와 함께 사업화를 위해 수행한 모든 실적 작성  
(구매의향서, 발주서 등등)

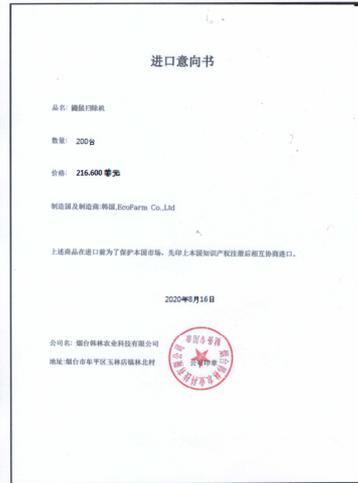
항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	2억2천8백만원
			향후 3년간 매출	50 억원
		관련제품	개발후 현재까지	- 억원
			향후 3년간 매출	- 억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 30 % 국외 : 5 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 0 % 국외 : 0 %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		1위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		1위

구분	구체적인 내용
전시회	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 한국과수협회 세미나(2019.08.28.) 참석 및 발표</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 2018경북농업기술혁신대축전 (2018.11.02.~11.03) 참석</li> </ul>



구매의향서

o 중국구매의향서

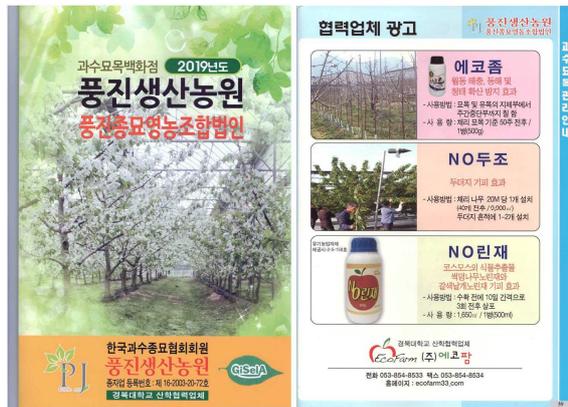


홍보

o 두더지 퇴치기 신문 기사(2019.03.20.)



o 풍진생산농원 소식지



o 일영 세미나(2020.05.15.)



o 문경 세미나(2020.06.03.)



세미나

o 영주 세미나(2020.06.10.)



교육 및 컨설팅

o 경주체리연구회 동계교육(2020.02.04.)



수상실적

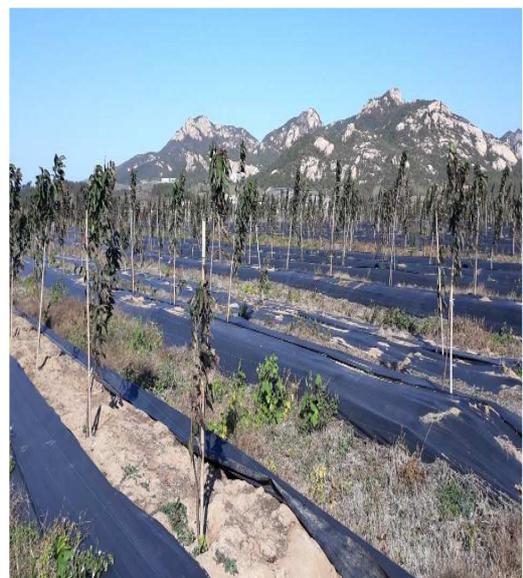
o 농촌진흥청 표창장 (2018.12.06.)



- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2018. 09. 10 - 2020. 09. 09 (24개월)			
	소요예산(백만원)	400			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		2억2천8백만원	50	70	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0	30	50
국외		0	5	10	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	- 등록 및 출원된 지식재산권을 활용하여 유해 야생동물과 조류 퇴치기능이 겸비된 퇴치기 개발 - 감지 범위를 더욱 넓혀 넓은 면적에도 최소한의 수의 퇴치기로 퇴치가 가능하도록 개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	0	10	50	
	수 출	0	5	10	

- 중국 수출을 위한 제품 홍보, 시제품 설명, 설치장소 방문, 시험 장소 협의



<중국 연태농림원 및 KOREA BLUEBERRY방문>

- 일본 수출을 위해 국제 농기자재 전시회에 참가하여 일본 두더지 퇴치기의 기술력을 분석, 연구
- 일본 의장 등록



<일본 국제 농기자재 전시회>



<일본 농장의 두더지 퇴치기 최초 모델>



<현재 일본 두더지 퇴치기 제품>

### 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

#### 3-1. 목표

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책 활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	15	10		5	5	20	15	10	5				5	3		2	5		
최종목표	3	3		1	3	2	1470	2600	3			2	3	60	4	2	12		
1차년도	1					1	100	100	1				1	5	1		1		
2차년도	1	1		1	3	1	200	100				1	1	5	1	1	1		
소 계	2	1		1	3	2	300	200	1			1	2	10	2	1	2		
종료 1차년도		1					120	200					1	10			2		
종료 2차년도							240	400	1					10	1	1	2		
종료 3차년도	1						360	600				1		10			2		
종료 4차년도		1					360	600	1					10	1		2		
종료 5차년도							360	600						10			2		
소 계	1	2					1440	2400	2			1	1	50	2	1	10		
합 계	3	3		1	3	2	1470	2600	3			2	3	60	4	2	12		

#### 3-2. 목표 달성여부

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책 활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	15	10		5	5	20	15	10	5				5	3		2	5		
1차년도	1					1	100	100	1				1	5	1		1		
2차년도	1	1		1	3	1	200	100				1	1	5	1	1	1		
소 계 (달성치)	2 (4)	1 (2)		1 (-)	3 (-)	2 (2)	300 (363)	200 (-)	1 (9)			1 (2)	2 (4)	10 (22)	2 (-)	1 (1)	2 (3)		

평가 항목 (주요성능 Spec)		단위	전체 비중 (%)	개발 목표치*		개발 결과	달성도 (%)
				1차년도	2차년도		
1	퇴치면적	$m^2$	30	230	330	230	100
2	진동세기	$m/s^2$	20	-	2	-	-
3	소음세기	dBa	20	127	118	70.9	100
4	연속사용시간 (태양광)	Hour	20	-	2	-	-
5	방수·방진	IP	10	-	55	-	-

<관련분야의 기술발전 기여도>

○ 기술적 측면

- 동력원으로 풍력 또는 태양광을 활용하므로 동작비용에 부담이 없음.
- 한번 설치로 반영구적으로 활용되므로 농촌 고령화에 대응할 수 있음.
- 두더지 퇴치뿐 아니라 유해조류의 피해도 경감할 수 있는 일석이조의 효과 달성 가능.

○ 경제·산업적 측면

- 두더지 피해로 발생한 손실을 농가 소득으로 전환 (두더지로 인한 농작물의 피해액을 소득으로 전환 가능)
- 타 과수류 및 시설재배에 보급하여 추가 수익 발생
- 국가 또는 지자체의 영농보조사업으로 연계하여 퇴치기 설치에 따른 농가 부담을 경감
- 중소기업 육성 정책에 부합하여 청년 일자리 창출과 고용에 기여 (주관기관의 신규채용 등)
- 두더지퇴치기의 수출 (중국 연태농림원과 수출 테스트 진행)

○ 사회적 측면

- 안전한 먹거리 생산에 기여
- 두더지에 의한 농업인 피해액의 수익화
- 농업인들의 살서제 구입 비용 절감
- 농업인들의 보건 향상
- 유기 농산물 생산으로 소비자 선호도 증가

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

- 기술이전 및 기술료 목표는 연구기간 종료 후 진행예정임.
- 수출액은 코로나19사태로 해외진출이 어려워짐. 수출을 위한 다양한 방법을 모색 중임.

**进口意向书**

品名: 鼯鼠扫除机

数量: 200台

价格: 216.600 美元

制造国及制造商: 韩国, EcoFarm Co., Ltd

上述商品在进口前为了保护本国市场, 先印上本国知识产权注册后相互协商进口。

2020年8月16日

公司名: 烟台韩林农业科技有限公司  
地址: 烟台市牟平区玉林店镇林北村



< 중국 구매의향서 >

## 4. 연구결과의 활용 계획 등

### 4-1. 활용분야 및 활용방안

- 사업화 계획
  - 생산계획

구분		( 2021 년 ) 개발 종료 후 1년	( 2022 년 ) 개발 종료 후 2년	( 2023 년 ) 개발 종료 후 3년
국 내	시장점유율(%)	20	40	60
	판매량(단위: 대 )	20,000	40,000	60,000
	판매단가(원)	60,000*	60,000*	60,000*
	국내매출액(백만원)	1,200	2,400	3,600**
해 외	시장점유율(%)	10	20	30
	판매량(단위: 대 )	2,000	4,000	6,000
	판매단가(\$)	100	100	100
	해외매출액(백만\$)	0,2	0,4	0,6**
당사 생산능력1)		두더지퇴치기 2.2만대/년	두더지퇴치기 4.4만대/년	두더지퇴치기 6.6만대/년

\*퇴치기의 사양에 따라 가격이 다름. 60,000은 type1(30,000), type2(50,000), type3(100,000)의 평균값임.

\*\*국내/해외 매출액은 판매량x판매단가로 예측한 것으로 중국(특허출원 및 수출협약서)에 판매예정임.

- 사업화전략

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상용화 형태 : 두더지퇴치기</li> <li>○ 수요처 : 농협, 각 지자체 영농조합, 개인 농가</li> <li>○ 예상 단가 : 60,000원</li> <li>○ 개발 투입인력 및 기간               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발 투입인원 : 2명</li> <li>- 개발 기간 : 24개월(2018년~2020년)</li> </ul> </li> </ul>
상용화 능력 및 자원보유	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 농자재 전문회사</li> <li>○ 당사 연구소에서 자체 개발 및 상품화</li> <li>○ 자체 공장을 통한 생산 및 품질 관리</li> </ul>
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시제품 개발 완료 및 현장 적용 : 2년</li> <li>○ 단가 절감 및 상품화 작업 완료 : 2년</li> <li>○ 판매 개시 : 2년 후</li> </ul>

- 본 연구를 통해 개발된 두더지퇴치기를 협동기관인 농협을 통해 공급할 경우 편의제공
  - 가격인하, 무상 A/S를 제공함

- 본 연구를 통해 개발된 두더지퇴치기를 과수 및 시설에 모두 제공가능
  - 두더지 피해가 발생하는 농가를 대상으로 우선적으로 보급
- 본 연구를 통해 개발된 두더지퇴치기를 개량하여 타 원예작물 재배지로 확대 적용
  - 피해가 심한 시설 채소재배지에 적용 가능한 type으로 우선 개량
  - 피해가 알려진 인삼 육묘장에서 활용 가능한 type으로 추가 개량
- 개발 두더지퇴치기의 홍보를 통한 농가 소득 증진과 기업매출 확대에 기여
  - 국가 및 지자체 주관 전시회 등 참가
  - 대농민 워크숍, 심포지엄 등 개최 / 두더지퇴치기 개량을 위한 실수요자 정보 수집
  - SNS를 통한 개발 두더지퇴치기의 대농민 지원
- 후속연구
  - 개발된 두더지 퇴치기의 적용환경에 따른 모델 개발연구
  - 다른 유해동물 퇴치기와 통합모델 개발연구

#### 1) 특허분석 측면

- 기존 특허는 음파발생을 통한 퇴치에 치중되어 있어 그 퇴치 효과가 미미하므로 현재 두더지 퇴치기는 진동의 종류와 강도를 조절하는 방향으로 연구를 추진하였고 특허 등을 자사는 국내에 등록하였으며, 국외에도 출원할 계획임.
- 조류 및 두더지 퇴치기에 관한 것으로 전력으로 구동되지 않고 자연에서 부는 바람에 의해 지상에는 소음이 발생하도록 함으로써 조류의 접근을 차단하고 땅속에서는 불규칙한 진동에 의해 두더지의 접근을 차단함으로써 농작물의 피해를 감소시킴과 동시에 작황을 증대시킬 수 있음.

#### 2) 논문분석 측면

- 기 게재된 논문은 대부분 두더지의 분류와 생태에 관한 학술적 내용을 담고 있어 실용적으로 두더지 피해를 줄이기 위한 퇴치방법에 관해서는 찾아 볼 수 없음.
- 실용적 목표를 가지고 두더지 피해를 최소화 할 수 있도록 퇴치기를 개발하는데 초점을 맞추되 두더지의 진동 등에 대한 생태적 정보를 반영할 수 있도록 연구를 추진 함.

#### 3) 제품 및 시장분석 측면

- 국내 및 국외시장 분석결과 두더지 퇴치를 위해 음파발생을 시키는 제품과 물리적 덩 등의 생산과 판매가 이루어지고 있으나, 효과가 미미하여 현재 쇠퇴기에 접어들었으므로 에코팜은 두더지가 기피하는 불규칙 진동을 발생시킬 수 있는 방향으로 연구를 추진하였고, 고효율의 퇴치가 가능한 제품을 개발했으며, 산업화 하여 국외에도 수출할 계획임.

- 국외에서 두더지 기피 또는 살서를 위해 2종의 약제가 개발되어 판매하고는 있지만 효과가 높지 않을뿐더러 친환경적이지 못하고 가축의 피해가 우려되는 등의 문제점으로 인해 외면당하고 있는 실정이므로 친환경 물리적 방법(불규칙 진동 발생)으로 퇴치 할 수 있는 방향으로 연구하였음.

## 4-2. 추가 연구의 필요성

- 개발된 두더지 퇴치기의 적용환경에 따른 모델 개발연구
- 다른 유해동물 퇴치기와 통합모델 개발연구
- 두더지퇴치기 시제품의 지속 개량을 통한 성능 향상
- 과원용 두더지퇴치기를 개량하여 시설재배 포장용 또는 과원 유해조류퇴치기로 확대 적용

## 4-3. 기업화 추진방안

- 기존 야생동물 퇴치기 제품의 기능을 향상시켜 효율적인 야생동물 퇴치기를 개발하여, 기술적 차별성을 가진다.
- 본 사업을 통해 개발된 야생동물 퇴치기는 기존 두더지퇴치기와 더불어 농협중앙회 코드를 발급 받아 단위 농협을 통하여 공급함으로써 시장 진입이 가능하다.
- 과수 및 시설 등 모든 원예작물에 사용이 가능하다
- 야생동물 퇴치기의 홍보(세미나, SNS 등)를 통하여 야생동물로 인해 손실을 입은 농가의 소득 증진과 기업매출 확대에 기여한다.
- 국가 및 지자체 주관 전시회 등에 참가한다.
- 국가 및 지자체 주관 영농 보조사업에 참여한다.
- 대농민 워크숍, 컨설팅, 심포지엄 등 개최 / 야생동물 퇴치기 개량을 위한 실수요자 정보를 수집 한다.

## 붙임. 참고문헌

1. 오장석, 홍형길, 조용준, 우성용, 송수환, 김대회, “두더지퇴치기의 진동 특성 분석을 위한 머신러닝 적용 연구”, 한국정밀공학회 춘계학술대회, 2019.
2. 조용준,윤해룡,오장석,송수환,우성용,홍형길,김준성,김대회,조재두,이민호, “다양한 진동성분을 이용한 설치류 퇴치시스템 연구”, 한국기계가공학회 추계학술대회, 2019.
3. 오장석,홍형길,조용준,윤해룡,우성용,송수환,김준성,김동우,장수진,김대회, “두더지 퇴치기 진동특성 학습모델에 대한 연구”, 한국기계가공학회 추계학술대회, 2019.
4. 세계 스마트 농업시장 전망, 중소기업청, 기술로드맵(2017-2019)
5. 세계 스마트팜 시장보고서, Research & Market(2016).
6. 스마트팜 시장과 유망산업 자료, Frost & Sullivan(2016.2)
7. 스마트 농업분야 관련 국내 시장규모 및 전망, World Agricultural Equipment(2011)

[별첨 1]

## 연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발				
	(영문) Development of a monitoring mole eradicator to prevent learning effects by using machine learning				
주 관 연구 기관	주식회사 에코팜		주 관 연 구 책 입 자	(소속) 주식회사 에코팜	
참 여 기 업	한국로봇융합연구원			(성명) 조 재 두	
총 연구개발비  (400,000천원)	계	400,000,000원	총 연 구 기 간	2018.09.10~2020.09.09( 2년 0월)	
	정부출연 연구개발비	150,000,000원	총 참 연 구 원 수	총 인 원	9명
	기업부담금	100,000,000원		내부인원	9명
	연구기관부담금	150,000,000원		외부인원	-
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>■ 연구의 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두더지의 학습효과를 방지하기 위해 자연바람에 의해 발생하는 진동 학습 시스템개발</li> <li>- 전원부 최적 설계를 통한 연속 동작 시간 향상</li> <li>- 기구부 형상 최적화를 통해 진동 세기 및 내구성 향상</li> <li>- 상태 모니터링이 가능한 사용자 중심의 앱 개발</li> </ul> <p>■ 연구 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경북 사고 주산지에서 두더지 서식 밀도와 동식물상 정보를 학술발표</li> <li>- 두더지 서식 밀도는 토양 유기물 함량 및 토양 소동물 군집 크기와 높은 상관관계</li> <li>- 퇴치기 시제품의 현장 적용성 검증</li> <li>- 산업재산권 획득 (논문 2, 특허 외 지식재산권 6)</li> </ul> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자가 학습을 통한 자연바람 모방 시스템 개발</li> <li>- 회전속도 5% 향상된 기구부 형상 최적 설계</li> <li>- 태양광 독립전원의 모듈화를 통한 전원부 최적 설계</li> <li>- 사용자 중심의 모니터링이 가능한 어플리케이션 개발</li> <li>- 퇴치기 시제품의 현장 적용성 검증</li> <li>- 개발 퇴치기 시제품의 특허출원과 상품화</li> </ul> <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 퇴치기 시제품의 지속 개량을 통한 성능 향상</li> <li>- 개발 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용함으로써 두더지 피해 최소화</li> <li>- 과원용 두더지 퇴치기를 개량하여 시설재배 포장용 또는 과원 유해 조류퇴치기로 확대 적용</li> <li>- 두더지 생태와 서식환경에 관한 정보를 대외에 제공</li> <li>- 두더지 퇴치기의 산업재산권 확보와 사업화로 참여 기업의 수익성 개선</li> <li>- 참여 기업의 두더지 퇴치기 사업 확대로 일자리 창출</li> <li>- 농가 소득 증대에 기여</li> </ul>					

[별첨 2]

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

		과제번호		118080-2	
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야	농업자동화		과제구분	단위	
사업명	농축산물안전생산유통관리기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	(주)에코팜		연구책임자	조재두	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2018. 09. 10 - 2019. 09. 09	75,000,000	125,000,000	200,000,000
	2차연도	2019. 09. 10 - 2020. 09. 09	75,000,000	125,000,000	200,000,000
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계	2018. 09. 10 - 2020. 09. 09	150,000,000	250,000,000	400,000,000
참여기업					
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020. 10. 15

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)에코팜	대표이사	조재두

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약      조재두 

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

국내에서는 효과가 미미한 미국의 특허제품(일정 진동음)과 두더지 방제를 위한 약제가 두더지 퇴치의 차선적 방안으로 지금까지 활용되어 왔으나 본 연구를 통해 개발된 “두더지 퇴치기(스마트 NO두조)”는 지지부진한 국내외 두더지 퇴치의 효과적 방안으로 제시될 수 있으며 조기 상업화와 농업의 최첨단시스템을 가속화 시킬 수 있는 기술적 토대가 됨.

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

- 동력원으로 풍력 또는 태양광을 활용하므로 동작비용에 부담이 없음.
- 두더지 퇴치뿐 아니라 유해조류의 피해도 경감할 수 있는 일석이조의 효과 달성 가능.
- 두더지 피해로 발생한 손실을 농가 소득으로 전환 (두더지로 인한 농작물의 피해액을 소득으로 전환 가능)
- 국가 또는 지자체의 영농보조사업으로 연계하여 퇴치기 설치에 따른 농가 부담을 경감
- 중소기업 육성 정책에 부합하여 청년 일자리 창출과 고용에 기여 (주관기관의 신규채용 등)
- 두더지퇴치기의 수출 - 중국 연태농림원과 수출 테스트
- 안전한 먹거리 생산에 기여
- 농업인들의 살서제 구입 비용 절감
- 농업인들의 보건 향상

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

- 개발 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용함으로써 두더지 피해 최소화
- 과원용 두더지퇴치기를 개량하여 시설재배 포장용 또는 과원 유해조류퇴치기로 확대 적용
- 두더지 생태와 서식환경에 관한 정보를 대외에 제공
- 두더지퇴치기의 산업재산권 확보와 사업화로 참여기업의 수익성 개선
- 참여기업의 두더지퇴치기 사업 확대로 일자리 창출
- 친환경 농작물의 생산성을 높여 농가 소득 증대에 기여

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

주관기관인 주식회사 에코팜과 협동기관인 한국로봇융합연구원은 상호 주어진 연구내용을 성실히 수행하였을 뿐 아니라 개발 퇴치기의 현지적용 테스트 등에 있어 긴밀하게 의사소통하고 협조함으로써 소기의 목표를 달성하였으므로 연구개발 수행노력의 성실도가 아주 우수하다고 판단함.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

- 논문 2편
- 특허 및 지적재산권 6건
- 2018경북농업기술혁신대축전 참가(경상북도농업기술원농업인회관)
- 관계 공무원 및 농민들과 강의 및 전시회(대전 선사인 호텔)
- 표창장1, 우수논문 발표상 수상
- 학술대회 2회 참가

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
경상북도 각 지역별 농원에서 두더지 서식 밀도 조사	15	100	충분한 표본 지역을 조사
두더지의 생태 정보와 기피 요인 탐색	15	100	서식지 밀도가 토양 유기물함량 및 토양 소동물 밀도와 밀접한 관계가 있음을 구명
두더지 퇴치 효율	20	100	목표로 한 두더지 퇴치효율 이상을 넘음
기피 요인 정보를 기반으로 한 퇴치기 성능 개량 및 시제품 개발	15	100	다수의 prototype을 대상으로 현장 검증을 수행하여 최종 시제품을 개발
퇴치기 시제품의 현장 적용성 검증	15	100	현장 적용성 검증을 통해 두더지 퇴치효율을 확인하고 농가의 긍정적 반응을 획득
완성 퇴치기의 특허출원 및 등록과 상품화	20	100	특허출원 2건, 실용신안등록 1건, 디자인등록 2건, 일본 의장 1건
합계	100점		

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구를 통해 개발된 “두더지 퇴치기(스마트 NO두조)”는 지지부진한 국내외 두더지 퇴치기상업화를 가속화 시킬 수 있는 초석이 됨

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

모터를 이용한 프로펠러 회전은 모터가 동작하지 않을 때는 자연 바람에 의해 모터를 돌려야 함으로 회전력이 더 필요하게 되어 회전 감도가 낮아지는 문제점이 있고, 또한 프로펠러가 철재봉과 불규칙한 마찰을 일으켜 진동을 발생시켜야 하는데 고정된 모터는 철재봉과의 마찰을 발생시키기 어려우므로 별도의 비대칭 지그를 추가 구성해야하는 단점이 있기 때문에 최종 단계에서 프로펠러 부분을 태양전지로 교체하여 태양전지, 진동시스템, 전장박스로 구성하였음

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 개발된 두더지 퇴치기를 과수 재배 시설의 하나로 활용 및 향수 정착
  - 두더지 피해가 발생하는 농가를 대상으로 우선적으로 보급
  - 국가/ 지자체 영농보조사업과 연계하여 퇴치기 설치의 농가 초기 부담 경감
- 두더지의 생태정보와 기피요소에 관한 정보를 대외에 제공
  - 주과수 혼합 음과 등의 효과 정보 : 상기 원예/특용작물용 퇴치기 개발에 참고
  - 서식지 환경 정보 : 농민 컨설팅 등을 통해 전파하여 서식지 환경 회피에 활용

#### IV. 보안성 검토

○ 해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

##### 1. 연구책임자의 의견

○ 해당사항 없음

##### 2. 연구기관 자체의 검토결과

○ 해당사항 없음

[별첨 3]

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농림축산식품연구개발사업	
연구과제명	머신러닝을 활용하여 두더지의 학습효과를 방지하는 모니터링이 가능한 퇴치기 개발			
주관연구기관	주식회사 에코팜	주관연구책임자	조재두	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	150,000,000원	100,000,000원	150,000,000원	400,000,000원
연구개발기간	2018.09.10.~2020.09.09.(2년)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타( 영농활용 ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①두더지의 학습효과를 방지하기 위해 자연바람에 의해 발생하는 진동 학습	진동모터를 이용하여 구현된 알고리즘의 인공 진동 발생 시스템 개발
②전원부 최적 설계를 통한 연속 동작 시간 향상(H/W)	어플리케이션과 연동하여 전력 관리 시스템 개발
③기구부 형상 최적화를 통해 진동 세기 및 내구성 향상(H/W)	프로펠러 형상 최적화를 통한 회전 RPM 향상
④상태 모니터링이 가능한 사용자 중심의 앱 개발(S/W)	모니터링이 가능한 송수신기 개발

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과			교육 지도	인 력 양 성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연 구 활 용)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	진 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문 SC I	비 논 문 SC I	학 술 발 표 IF			정 책 활 용	홍 보 전 시	

단위	건	건	건	건	백만 원	백만 원	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건	등)
가중치	15	10		5	5	20	15	10	5					5	3		2	5
최종목표	3	3		1	3	2			3			2		3	60	4	2	12
연구기간내 달성실적	2	1		1	3	2	300	20	1			1		2	10	2	1	2
달성율(%)	66	33		100	100	100	300	20	33			50		66	16	50	50	16

#### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	자가 학습을 통한 자연바람 모방 시스템
②	회전속도 5%를 향상된 기구부 형상
③	태양광 독립전원의 모듈화를 통한 전원부
④	사용자 중심의 모니터링이 가능한 어플리케이션

#### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v	v				v				
②의 기술							v	v		
③의 기술								v		
④의 기술							v	v		

\* 각 해당란에 v 표시

#### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	자연바람의 진동특성 분석을 위한 데이터를 수집하고 수집된 데이터에 머신러닝을 활용하여 자연바람과 유사한 진동 특성을 나타내는 알고리즘 구현
②의 기술	프로펠러 형상 최적화를 통한 회전 RPM을 향상하고 마찰부 형상 최적 설계로 내구성 향상
③의 기술	최적의 태양광 모듈의 용량을 산정하고 저전력 모듈 설계로 동작 시간 향상
④의 기술	두더지퇴치기의 이상상태 유모 점검 및 모니터링이 가능한 송수신기 개발

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	15	10		5	5	20	15	10	5				5	3		2	5		
최종목표	3	3		1	3	2	.	.	3			2	3	60	4	2	12		
연구기간내 달성실적	2	1		1	3	2	300	200	1			1	2	10	2	1	2		
연구종료후 성과창출 계획	3	1		1	3	2	14700	26000	3			2	3	60	2	2	12		

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 <sup>1)</sup>			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간		실용화예상시기 <sup>3)</sup>	
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리  
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술이전시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

### 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.