

<표지>

(뒷면) (옆면)

(앞면)

11-1543  
000-002  
357-01

발간등록번호

11-1543000-002357-01

영상기술  
활용가축  
호흡기  
질병과  
철새이동  
모니터링  
및  
피드백시  
스템개발

최종보고서

2018

농림축산식품부

농림축산식품연구개발사업

R&D Report

# 영상기술 활용가축 호흡기 질병과 철새 이동 모니터링 및 피드백 시스템 개발

## 최종보고서

2018. 11. 15.

주관연구기관 / 서울대학교  
협동연구기관 / (주)크레아소프트  
(주) 이지팜

농림축산식품부

※ 최종보고서 표지 작성시 과제명이 길 경우 글씨 크기 변경 가능

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농림식품기술기획평가원”(개발기간 : 2015. 08. ~ 2018. 08.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 11. 9.

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단 (대표자) 김성철 (인)  
협동연구기관명 : (주)크레아소프트 (대표자) 이순월 (인)  
(주)이지팜 (대표자) 김영국 (인)

주관연구책임자 : 박용호  
세부연구책임자 : 김용백  
협동연구책임자 : 김대영  
협동연구책임자 : 이성중

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "농림식품기술기획평가원"(개발기간 : 2015. 08. ~ 2018. 08.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 11. 9.

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단 (대표자) 김성철 (인)  
협동연구기관명 : ㈜크레아소프트 (대표자) 이순월 (인)  
                          ㈜이지팜 (대표자) 김명국 (인)



주관연구책임자 : 박용호  
세부연구책임자 : 김용백  
협동연구책임자 : 김대영  
협동연구책임자 : 이성중

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

**보고서 요약서**

과제고유번호	315005-3	해당 단계 연구 기간	2017. 08.~ 2018. 08./ 2015. 08.~ 2018. 08.	단계 구분	3/ 3
연구사업명	단위사업	농림축산식품연구개발사업			
	사업명	첨단생산기술개발사업			
연구과제명	대과제명	영상기술활용가축 호흡기 질병과 철새이동 모니터링 및 피드백 시스템 개발			
	세부과제명	1세부: 병성감정 진단 이미지의 미생물학적 표준판정 기준 수립 및 영상기술의 현장 적용 2세부: 가축 질병 모니터링의 영상기반 진단시스템 개발 및 임상병리학적 표준판정기준 수립 1협동: 돼지 및 소의 호흡기 질병 진단을 위한 이미지 분석 시스템 및 이미지 스캐너 개발 2협동: 철새 개체 파악 및 통합 모니터 시스템 연구 및 개발			
연구책임자	박용호	해당단계 참여연구원 수	총: 24명 내부: 13명 외부: 11명	해당단계 연구개발비	정부: 500,000천원 민간: 125,000천원 계: 625,000천원
		총연구기간 참여연구원 수	총: 47명 내부: 47명 외부: 0명	총연구개발비	정부: 1,500,000천원 민간: 375,000천원 계: 1,875,000천원
연구기관명 및 소속부서명	서울대학교 수의과대학			참여기업명 (주) 크레아소프트 (주) 이지팜	
국제공동연구 위탁연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정 보	생물자 원	정보	실물
등록·기탁 번호	2 (3)	3	3			3					

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•목적: 농가나 도축장 그리고 철새도래지에 영상시스템을 구축함으로써 질병 의심 가축 발생 시 실시간 모니터링을 통한 신속·정확 질병 진단에 도움을 주고자 함.</li> <li>•우군 및 돈군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미를 확립하고 이를 자동화시켜 검사할 수 있는 IT 기술을 개발.</li> <li>•AI(조류 인플루엔자) 감염 확산을 방지할 수 있는 지능형 영상분석기술과 AI 방역관리지구 (철새 주요 도래지)에 설치된 CCTV를 연계하여 철새도래 및 개체수를 모니터링하는 철새 도래지 통합 관제 시스템을 개발.</li> </ul>
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•다양한 질병 상태의 우군 및 돈군을 대상으로 각 폐 질환을 대표하는 영상학적 이미지 자료 확보</li> <li>•국내 도축장의 돼지와 소 폐렴 병변 실태 조사</li> <li>•영상학적 data 확보 위한 우군 및 돈군에서 임상적으로 의미가 있는 세균성 질병의 원인체 분리 및 항생제 내성패턴 분석</li> <li>•분리된 원인체의 분자유전학적 특성 분석 및 영상학적 스캐닝 진단 기법의 현장 적용</li> <li>•국내 소, 돼지에서 마이코플라즈마성 폐렴 평가 및 원인체 확인</li> <li>•각 동물의 폐렴에 대한 종류별 대표적인 조직병리학적 병변 이미지를 확보</li> <li>•디지털영상이미지를 기반으로 가축의 폐렴을 진단할 수 있는 필수적인 기초 자료를 확보 및 제공</li> <li>•이미지 기반의 가축 폐렴 진단 가능성의 타진과 컴퓨터 진단 모델을 개발</li> <li>•우군 및 돈군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미를 확립하고 이를 자동화시켜 검사할 수 있는 IT 기술을 개발하여 우군 및 돈군의 건강상태를 자동적으로 예찰할 수 있는 시스템의 구축</li> <li>•개발된 우군 및 돈군 도축장 내 도체의 육안 식별 가능 폐 병변 질병 이미지 스캐닝 및 질병 가능성 판단</li> <li>•이미지 마이닝 선진 국내외 사례 발굴 및 적용가능성 검토</li> <li>•전국 주요 철새 도래지의 CCTV 설치 및 운영 현황 조사 및 분석</li> <li>•전국 주요 철새 도래지 CCTV 통합 관제 시스템 프로토타입 개발 및 서비스 제공</li> <li>•철새 도래현황, 개체수 및 개체 유형을 파악할 수 있는 알고리즘 개발</li> </ul>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•영상분석 기술을 축산현장에 도입하여 그간 축적된 정보를 신속하게 해석하여 피드백함으로써 현장의 방역요원 및 축주들의 관리능력 배양</li> <li>•가축 부위별 병변의 이미지 기반 분석 모델링을 지속적으로 고도화하여 질병 진단의 신속화, 관리지식의 명시화 달성</li> <li>•도축장의 부족한 검사관의 업무를 지원하게 됨으로써 업무 과중 등의 열악한 근무 환경개선을 통해 도체검사의 활성화 도모 및 이직감소와 숙련근로자의 증가의 긍정적 영향</li> <li>•도축되는 가축의 전수 조사가 가능해져 농장별, 개체별 식별된 질병 스캐닝 정보를 농장 및 수의사에게 피드백하여 질병관리 참조</li> <li>•농장 및 도축장에 설치되는 영상장치로 인해 도덕적인 출하 가축의 선정 및 위생적인 관리가 가능하며 이는 공중보건학적 안전성 확보에 큰 도움</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•돈군 건강상태 파악을 통한 양돈장의 자주적 질병관리를 통한 양돈 경쟁력 확보</li> <li>•학계 및 산업계의 질병별 안정화 전략 수립을 통한 양돈 소모성 질병 박멸</li> <li>•영상 마이닝 등 IT 기술을 활용한 폐병변 지수화 알고리즘 개발, 철새 개체수 파악 등을 통한 IT 융합형 소프트웨어 개발을 통한 새로운 시장 창출</li> <li>•도축장 내 도체의 폐 병변에 대한 이미지 스캐닝을 통해 가축질병 진단 서비스 개발</li> <li>•도축장 내 도체검사 폐 병변 이미지 스캐너 개발</li> <li>•국가재난형 가축전염병의 주요 원인인 AI 감염 철새에 대한 신속하고 효율적인 조기 대응체계 구축으로 AI 확산 방지 등으로 축산농가의 경제적 손실 예방</li> </ul>				
국문핵심어 (5개 이내)	영상기술	가축질병	모니터링	도축장	철새
영문핵심어 (5개 이내)	imaging technology	livestock disease	monitoring	knackery	migratory bird

\* 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	9
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	11
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	105
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	125
붙임. 참고 문헌 .....	128

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

## <뒷면지>

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농림축산식품연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농림축산식품연구개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.



## <본문작성 양식>

### 1. 연구개발과제의 개요

#### 1-1. 연구개발 목적

본 연구는 이미지 스캐닝을 통한 질병 가능성 진단 서비스 시스템 구축 시 시각적 이미지와 실제 진단사이의 간극을 최소화 시키기 위하여 정확한 진단에 필수적인 원인체 분리 및 항생제 내성 프로파일 그리고 분자유전학적 특성 분석을 통해 영상학적 데이터의 임상적의미를 극대화시킨다. 즉, 돈군 및 우군의 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미를 확립하고 이를 자동화시켜 검사할 수 있는 IT 기술을 개발하여 우군 및 돈군의 건강상태를 자동적으로 예찰할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다. 뿐만 아니라 세균성 질병 제어를 통한 안전한 축산물 생산 기반 구축 및 축산업의 세계시장 경쟁력 확보하고자 한다.

#### 1-2. 연구개발의 필요성

##### - 국내 양돈 산업

국내 양돈 산업은 쌀 산업을 제외하면 가장 큰 농업분야로 그 규모는 1조 3천억원의 총 양돈 경제 산출 규모를 지닌다. 한육우 산업 역시 전체 축산 산업의 30%를 차지하고 있는 큰 축산 분야로 2008년을 기준으로 양돈 경제 산출 규모와 대등한 규모를 지닌다. 이러한 축산업에서 도체 검사(slaughter inspection)는 안전한 축산물 공급을 위한 필수적인 단계로, 생체검사와 해체검사 과정으로 구성된다. 그 결과는 생산자와 수의사 등에 의해 돈군 및 우군의 건강상태 평가, 특정 질병의 지수 및 전산화, 질병별 안정화 전략 수립에 사용되고 있는데 스웨덴을 포함한 서구 국가와 북미주, 호주 등 여러 축산선진국의 경우 현재 slaughter check을 통한 health monitoring scheme이 널리 이용되고 있다 (대한양돈협회, 2005).

##### - 가축 병변에 대한 질병 진단

국내에서도 최근 많은 한육우 및 양돈 농가에서 도축되는 소와 돼지의 병변을 이용한 질병 진단에 대한 관심이 증가하고 있다 (대한한돈협회, 2012). 현재는 소와 돼지의 생체 검사 결과 이후 도축금지 여부를 먼저 결정하고 해체검사(내장 검사)를 통해 질병명을 결정하여 최종 처리 내역을 기재하는 순으로 진행된다. 양돈의 소모성 질병 컨설팅 도체 검사 시, 내외부 기생충 검사, 결핵 등의 해체 검사가, 양돈 소모성질병컨설팅의 도체 검사에서는 내, 외부 기생충 검사, 마이코플라즈마 검사, 흉막염 검사, 위축성비염 등의 해체검사가 실시되어 결과가 통보되고 있다. 그러나 이러한 검사들은 산발적으로 수행되므로 한육우 및 양돈 소모병 질병의 유행율, 전파과정 등을 체계적으로 파악하기 어렵다. 더욱이 부족한 검사관과 신속하게 진행되어야 하는 도축 고정의 특성상 폐병변을 정확하게 진단하는데 한계가 있다.

##### - 가축 병변에 대한 질병 모니터링

또한 축산 경쟁력 저하의 큰 요인인 가축질병을 체계적으로 방지하기 위해서는 도축장에서 전

수조사를 통한 질병스캐닝이 매우 중요하며 위생적인 돈육과 육우 생산에 있어서도 폐 병변 모니터링은 필수적이다. 도축장에서 질병 의심 가축을 초기에 가진단하는 것이 가능하다면 보다 신속하고 정확한 질병 진단과 방제가 가능할 것으로 기대되며 이는 나아가 질병 발생률 및 폐사율의 감소와 생산성의 증가로 이어질 것으로 기대된다. 그러므로 질병전파의 영향력이 큰 중우과 중돈장을 중심으로 체계적인 우군 및 돈군의 질병 수준 등을 판단하고 생산자 등에게 규칙적으로 전달하여 질병별 안정화 전략 수립에 기여할 수 있는 ‘도체 검사 및 혈청검사 농장 통보 시스템’의 구축 필요성이 요구된다.

#### - 미생물학적·임상병리학적 질병 진단

질병을 진단하는데 있어 임상병리학적 소견에 미생물학적 진단이 뒤따를 경우 더욱 정확한 진단이 가능하다. 폐렴을 일으키는 *Mycoplasma* spp. 중 소에서는 *M. bovis*, 돼지에서는 *M. hyopneumoniae* 등이 유행성 폐렴을 일으키면서 다른 감염체에 의한 2차 감염의 원인이 되기도 한다 (제미성, 박용호 *et al.*, 2018). 유행성 폐렴은 *M. hyopneumoniae*와 2차적 감염균에 의한 폐렴을 통칭하며, 폐렴병변은 두개복측 경화병소(cranio-ventral consolidation)가 특징이다. *M. hyopneumoniae*의 단독감염은 드물며, *P. multocida*, *S. suis*, *H. parasuis*, *M. hyorhinis* 및 기타 opportunistic pathogen들이 혼합감염하여 소위 유행성 폐렴의 형태로 발생한다. 육안적 검사와 더불어 폐의 복면과 배면, 중간엽의 촉진검사를 정밀히 수행하여야 한다. 그러나 현재까지 산업 동물 진단에서 빅데이터 기반 진단 기법에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구는 다양한 병리학적 이미지 데이터에 근거하여 미생물학적 진단명을 추가한 연구라 할 수 있다.

#### - 영상학적 질병 진단

최근에는 질병 진단에 있어 영상분석 기술의 중요성이 증가하고 있다 (최영찬, 장익훈 2014). 인의에서 다양한 영상 기법을 이용한 진단 보조 기법이 등장하고 있다 [(1) 위내시경 영상을 이용한 병변진단을 위한 딥러닝 기반 컴퓨터 보조 진단시스템: Deep Learning based Computer-aided Diagnosis System for Gastric Lesion using Endoscope, 2018, (2) MRI를 이용한 치매진단을 위한 패턴 인식 기법의 비교분석: comparative analysis on pattern recognition techniques for diagnosis of Alzheimer's disease using MRI data, 2016]. 특히 폐 병변 이미지 분석 기술을 도입할 경우 그동안 축적된 정보와 결과에 대한 확정 질병 내용 등을 반영하여 현장의 방역 요원 및 농장주의 관리 능력을 배양시킬 수 있을 것이다. 그간 축적되어 있는 가축 병변 사진 정보가 현장에서 쉽게 활용되고, 나아가 도축장의 육안 도체검사의 1차 스캐닝에 활용된다면 우군 및 돈군 건강상태 파악을 통한 한육우 및 양돈장의 자주적 질병관리가 가능해지고 이는 한육우 및 양돈의 경쟁력 확보, 학계 및 산업계의 질병별 안정화 전략 수립을 통한 한육우 및 양돈 소모성 질병 박멸의 기회, 그리고 영상 마이닝 등 IT 기술을 활용한 폐 병변 지수화 알고리즘 개발 등이 가능하여 최종적으로 IT 융합형 소프트웨어 개발을 통한 새로운 시장 창출을 이끌어 낼 수 있을 것으로 판단된다.

현재까지 산업 동물 진단에서 빅데이터 기반 진단 기법에 대한 연구는 거의 없는 실정이나, 국내 도축장의 돈군/우군 폐 병변에 대한 원인체 분리와 항생제 내성 프로파일에 대한 연구는 지역별로 다양하게 존재하는 것으로 보고되어 있다 (Yeh JC, Lo DY, Chang SK, Chou

CC, Kuo HC. 2017.). [(1) 도축 돼지에서 유래한 돼지 호흡기 질환의 폐병변 및 원인 병원균에 대한 연구: Study on gross finding of lung lesions and causative pathogens of porcine respiratory disease complex from slaughtered pigs in Incheon, 2011, (2) 국내 도축장에서 분리한 세균의 항생제 감수성 조사: surveillance of antimicrobial susceptibility of bacteria isolated from slaughterhouse in Korea, 2007].

#### - 영상정보 활용 AI예찰의 한계

농어촌공사에서는 철새도래지에 CCTV를 설치하여 철새 군집의 관찰 영상을 확보해나가고 있으나 이 영상정보를 이용하여 방역 예측에 활용하는 수준으로 나아가지 못한 실정이며, 철새 유입 사전 인지 부실에 의한 AI피해가 확산되는 실정이다. 농림축산검역본부는 국내에 도래하는 AI 감수성 철새에 대하여 GPS를 부착하여 실시간으로 철새의 위치를 파악하는 연구를 실시하여 철새의 국내 유입을 모니터링하고 있다. 검역본부는 철새의 이동경로 및 주변국의 질병 발생을 모니터링 하여 철새 유입 시 철새 도래지 주변 검사 등 예찰을 실시하여 AI 감염 철새 도래시 방역 경보를 발령하여 철새 도래지 주변의 농가 및 도로에 대한 차단방역을 강화하여 AI 확산을 예방하고 있다. 그러나 부착 개체수의 제한 등으로 예찰의 실효성이 의문시 되고 있는 상황이다.

### 1-3. 연구개발 범위

본 과제 of 연구내용은 크게 (1) 국내 도축장의 돈균/우균 폐병변에 대한 세균성 호흡기 질환 원인체 분리와 항생제 내성 프로파일, 분자유전학적 특성분석 (2) 폐 병변에 대한 조직학적 진단 및 육안 병변 교차분석과 패턴화 (3) 돈균 및 우균 폐사전에 대한 수집/가공 알고리즘 개발과 사진촬영 기법지정 (4) 폐병변 이미지의 자동분석 알고리즘 및 소프트웨어 개발 및 유효성평가 (5) 철새 영상 정보의 판독을 통한 개체수 파악 기술개발이라는 총 다섯 부분의 개발연구로 구성된다.

## 2. 연구수행 내용 및 결과

### [제1 세부 서울대학교]

#### <병성감정 진단 이미지의 미생물학적 표준판정 기준 수립 및 영상기술의 현장 적용>

### 연구개발 최종목표

가축의 호흡기 질환에 복합적으로 발생하는 원인체 제어를 통한 안전한 축산물 생산 기반 구축 및 축산업의 세계시장 경쟁력을 확보하고자 함

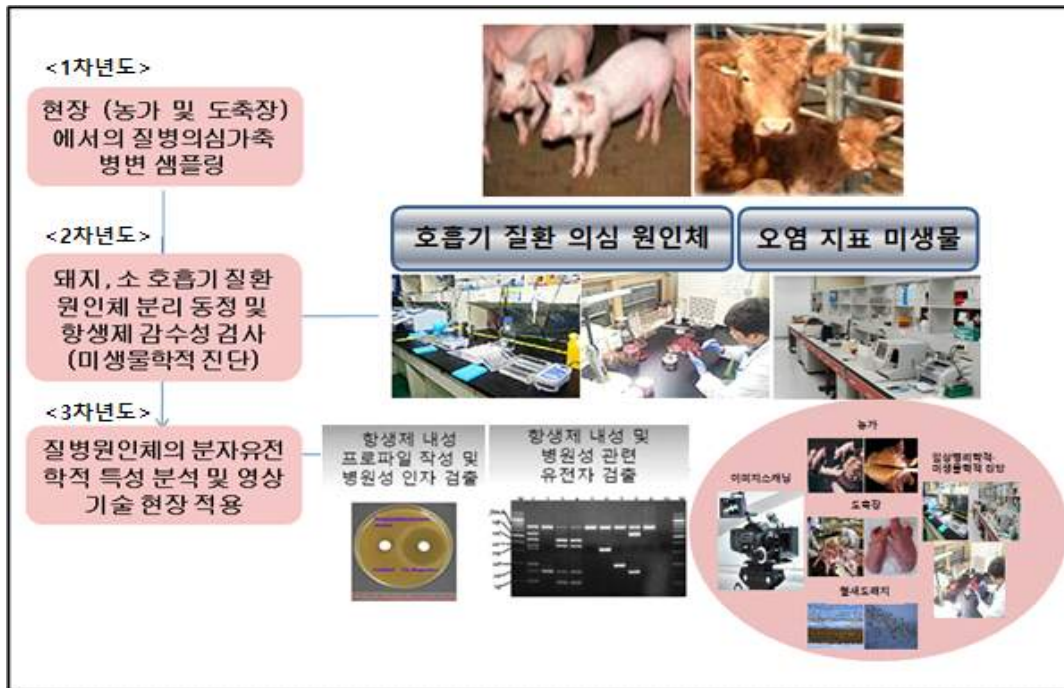


그림 1. 제 1 세부 연구기관의 연구개발 모식도

[1차년도]

■ 농림축산검역검사본부 및 유관단체의 돈군 질병 정보 수집을 통한 현장 이미지 DB확보

1. 유관단체의 돈군 폐 이미지 수집

1) 농림축산검역본부, 경기도 가축위생연구소, 안양축산물 도매시장 (주)협신식품, 부천축산물 공판장, 도드람 동물병원, (주)선진사료 브릿지 랩 동물병원 및 양돈농가의 연구 참여를 통한 현장에서의 돈군 폐 이미지 확보 및 이미지 데이터베이스를 구축하였다(그림 1, 2).

표 1. 돈군 폐 이미지 수집 현황

	No. of image	비고
부천 축산물 공판장	2,043	제1, 2세부 직접 촬영
도드람 동물병원	860	협조
브릿지 랩	250	협조
협신 식품 도축장	54	제1, 2세부 직접 촬영
경기도 축산 위생연구소	40	협조
농림축산검역본부	25	협조
남양주 소재 양돈 농장	5	제 1세부 직접 촬영
평택 소재 양돈 농장	2	제 1세부 직접 촬영
Total	3,279	

2) 또한 제 1세부와 제 2세부 과제 팀은 2015년 11월부터 2016년 5월까지 약 20여 차례에 걸쳐 부천 축산물 공판장 및 협신식품 도축장에서 돈군의 정상 폐 조직 사진을 비롯하여 병변 폐 조직 사진을 촬영하여 이미지를 확보하였다(그림 3, 4). 확보한 이미지 현황에 대한 정보는 표 1에 나타내었다.



그림 2. 도드람 동물병원 및 선진브릿지랩 동물병원으로부터 협조 받은 돈군 폐 사진



그림 3. 경기도 소재 농가에서 직접 부검 실시 후 공유받은 돈군 폐 사진

그림 4. 부천농협 축산물공판장과 안양축산물 도매시장에서의 샘플링 하는 모습

부천농협축산물공판장 & 안양축산물도매시장-㈜협신식품



3) 유관기관과 도축장으로부터 확보한 폐 이미지는 세부 과제 팀 및 협동 과제 팀과 공유하여 제 1 협동기관의 이미지 모델링 및 스캐닝 연구 개발에 협조하였다(그림 5).

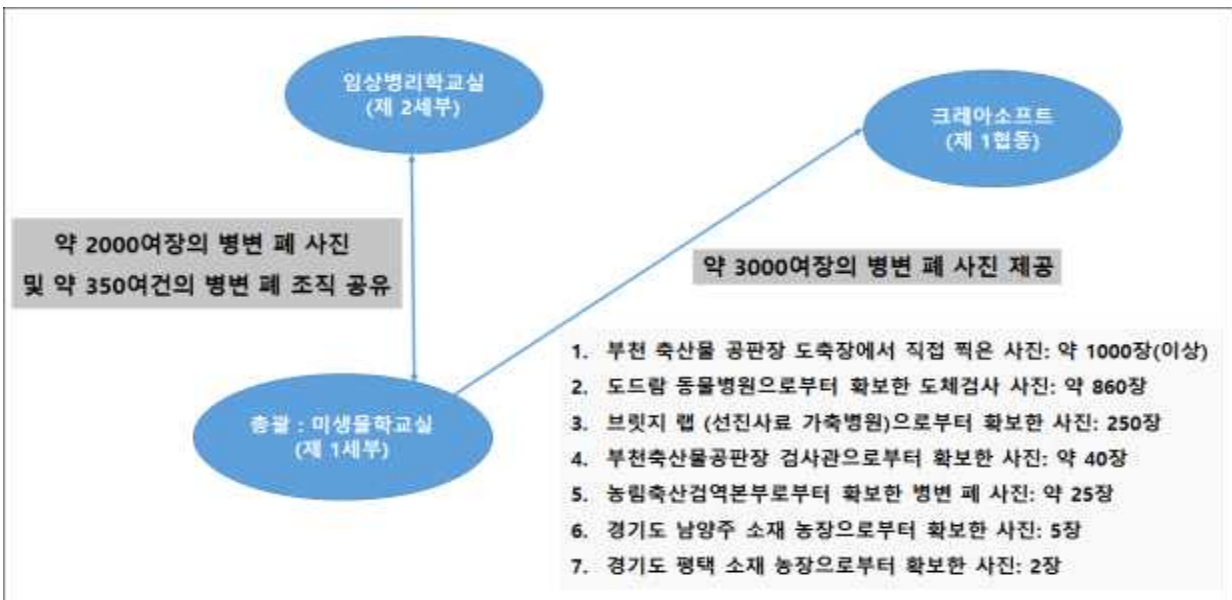


그림 5. 제 1 세부에서 제공·공유한 자료 현황

■ 영상학적 data 확보를 위한 돈군에서의 호흡기 질병 원인체 분리 및 미생물학적 확진

# 1. 확보한 돈군 폐 시료로부터 호흡기질병 원인체 검사 및 진단

## 1.1 돈군 폐 조직 확보

- 정상 폐 확보: 도축 후 출하 될 부산물에 속하는 정상적인 폐의 경우, 병변 폐와 비교하기 위한 대조군으로 사용하기 위해 도축장의 협조를 얻어 이미지를 촬영 하였다(그림 6).

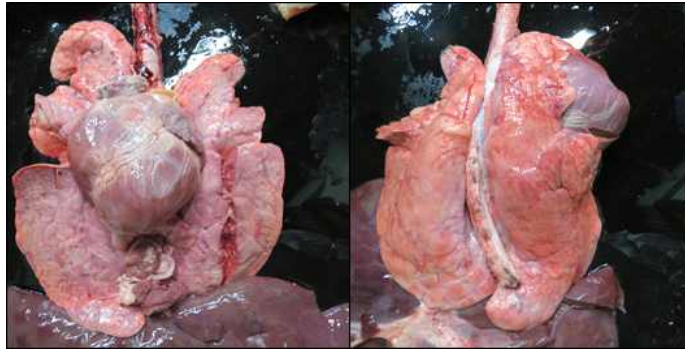


그림 6. 돈군 정상 폐 촬영본

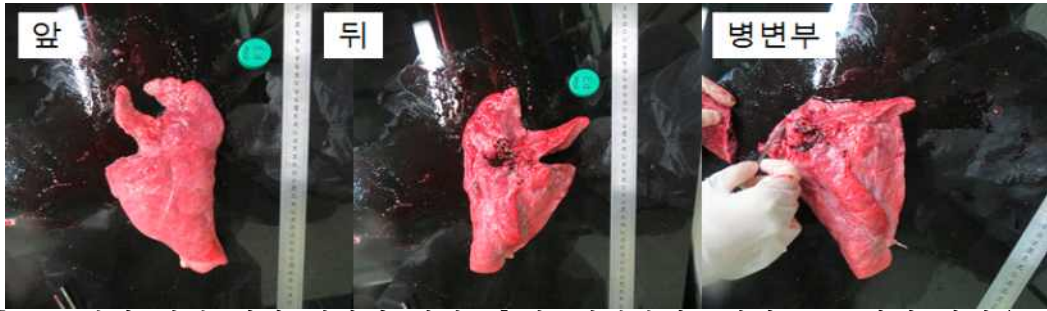
- 병변 폐 확보: 도축 후 식용 색소가 뿌려진 뒤 폐기 될 병변 폐의 경우, 도축장의 협조를 얻어 식용 색소가 살포되지 않은 병변 폐를 확보하여 이미지를 촬영한 후 병변부위를 대상으로 조직을 4X4X2 cm로 확보하였다. 또한 비대해진 림프절이 관찰 될 경우, 림프절 역시 확보하였다(그림 7).



그림 7. 돈군 병변 폐 촬영본

- 이미지 촬영: 조직을 확보하기 전 병변 폐의 전면부와 후면부의 이미지를 촬영하고, 조직을 확보한 후 병변부위의 이미지도 촬영하였다(그림 8).

그림 8. 돈군 병변 폐에 대한 삼면(앞, 뒤, 병변부) 촬영 장면



- 총 681건의 병변 폐에 대하여 전면, 후면, 병변부위 3컷의 2,043장의 사진을 확보하였으며, 그 중 35건(105장)의 소 병변 폐 사진도 확보하였다. 병변 폐 사진과의 비교를 위해 33건(66장)의 돼지 정상 폐 사진 역시 확보하였다(그림 9).

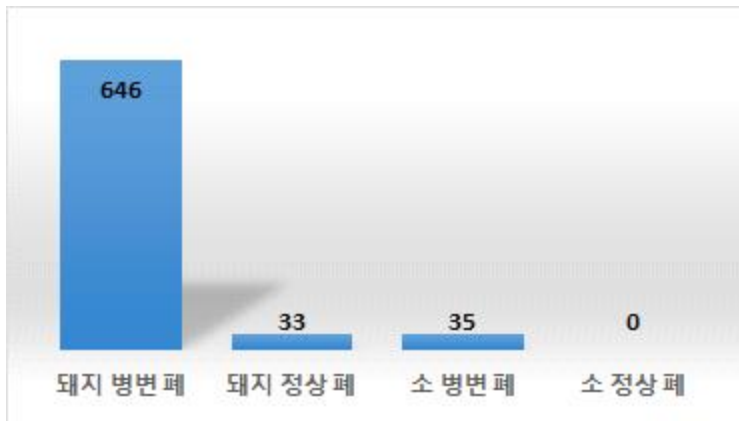


그림 9. 병변 폐 샘플링 현황

### 1.2 폐렴의 종류에 따른 돈균 폐 조직으로부터 미생물 배양

- 시료채취: 검사할 시료를 무균적으로 채취하여 가검 채취용 용기(whirl-bag)에 담아 실험실에서 배양검사를 실시하였다. 이 후 조직은 -70°C에 보관하였다(그림 10).



그림 10. Deep-freezer에 보관된 가검물

- 미생물 배양: 도축 검체(병변 폐) 표면을 무균적으로 멸균한 후 병변 부위를 절제하여 내부 조직검체를 혈액배지와 초콜렛 배지에 직접 도말한다. 또한



식품공전의 미생물 시험법에 따라 검체 4 g을 멸균된 가위나 칼로 잘게 자른 후 희석액을 가해 40 ml로 만들어 균질기를 이용해서 균질화한 용액을 시험용액으로 사용하였다(그림 11).



그림 11. Deep-freezer에 보관된 가검물 시험용액

• 목적 미생물 배양

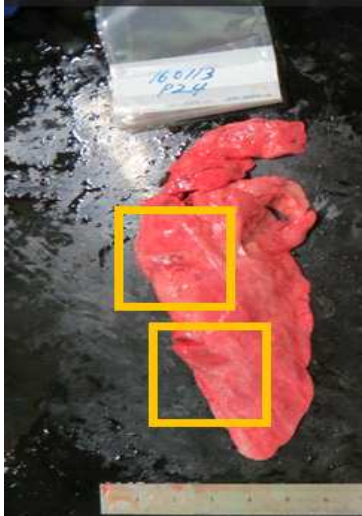
1) 흉막 폐렴의 원인체: *Actinobacillus pleuropneumoniae*

돼지에서 흉막염을 동반한 전염성이 강한 섬유소성 흉막 폐렴의 원인균(그림 12)으로 배양시 NAD(v factor)를 요구하며, 통성 혐기성 조건에서 2~3일 배양한다. 급성 감염 시 흉막염과 심낭염을 동반한 괴사성 섬유소성 출혈성 폐렴을 일으키고, 만성 감염시 유착이 심한 섬유소성 흉막염을 동반한 염증을 보인다. NAD를 포함한 혈액배지에서 배양하거나, 초콜렛 배지에서 배양하였다.



그림 12. 흉막 폐렴 증상

그림 13. 본 연구에서 *Actinobacillus pleuropneumoniae*가 분리된 병변 폐 사진



2) 유행성 폐렴의 원인체: *Mycoplasma hyopneumoniae*

돼지 유행성 폐렴은 비말 또는 구강의 접촉감염에 의해서 전파되며, 특히 모돈에서 포유자돈으로의 수직전파가 문제시되는 호흡기 질환으로 *Mycoplasma hyopneumoniae*가 그 원인체다. 감염 시 호흡기관의 면역체계를 억제하고 기능을 약하게 하여 *Bordetella bronchiseptica*, *Pasteurella multocida*, *Actinobacillus pleuropneumoniae* 등의 2차 감염이 용이하게 하며 혼합 감염 시 병세가 악화된다. 배양시간이 보통 1~2주일 정도 소요되어 분리 배양 보다는 원균의 유전자 증폭반응을 이용한 기법(PCR)을 이용하여 진단하였다. 유행성 폐렴의 전형적인 증상으로 폐의 침엽과 심엽 부위에 적자색 또는 포도주색의 경결된 부위를 확인할 수 있었다(그림 14-a). 또한 *Mycoplasma hyopneumoniae*와 함께 *Pasteurella multocida*가 복합 감염된 사례도 많았다(그림 14-b).

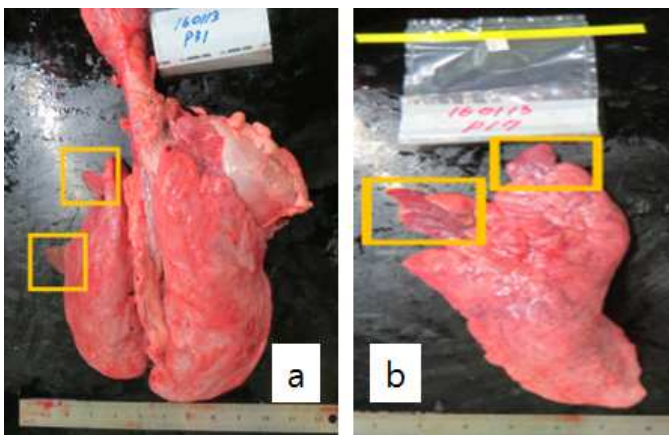
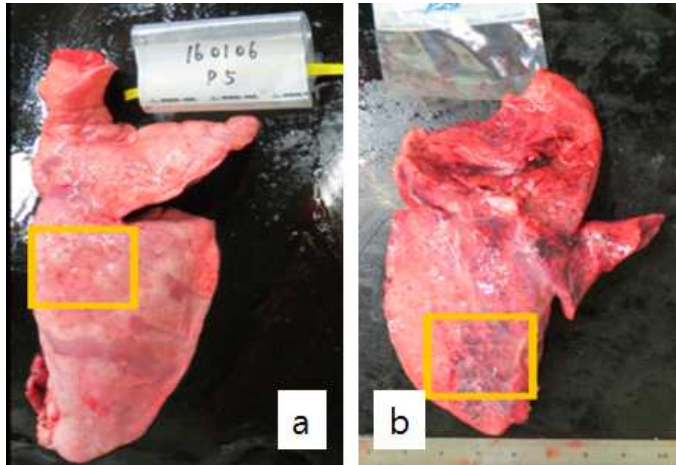


그림 14. *Mycoplasma hyopneumoniae*가 분리된 검체(a)와 *Mycoplasma hyopneumoniae*와 *Pasteurella multocida*가 함께 분리된 검체(b) 사진

3) 기관지폐렴의 원인체: 기관지폐렴은 폐포강의 염증(폐렴)이 기관지를 중심으로 해서 그 주위에 소엽단위로 존재하는 것으로 기관지염이나 세기관지염이 주위  
그림 15. 황색포도상구균과 녹농균이 분리된 검체(a)와 황색포도상구균과 연쇄상구균이 분리된 검체(b)



폐실질로 퍼져 생기며 폐실질에 여러 개의 작고 불규칙한 점 모양의 경화(硬化)가 나타나는 것이 특징인 기관지폐렴의 원인체로는 포도상구균, 연쇄상구균, 녹농균, 대장균, 바이러스 등으로 알려져 있다. 그림 15-a는 기관지폐렴의 특징인 불규칙한 점모양의 경화된 부분 및 황색으로 용기된 염증을 관찰할 수 있다. 그림 15-a의 검체로부터 황색포도상구균과 녹농균이 검출되었다. 그림 15-b는 황색포도상구균과 연쇄상구균이 검출된 폐로써 출혈부위가 2차적으로 산재된 모습을 볼 수 있다.

#### 4) 파스튜렐라폐렴의 원인체: *Pasteurella multocida*

*Pasteurella multocida*에 의해 발생하는 돼지 전염성 질병으로 단독감염에 의하기보다는 마이코플라즈마성 폐렴이나 흉막폐렴 등에 이은 2차 감염으로 발병하며 만성으로 경과하기 쉬운 질병으로 폐엽이 딱딱해 지고 폐 표면에 적회색의 반점을 보이며 폐 조직 전반에 황록색의 삼출물을 함유한 농양병소가 산재해 있다. 폐가 흉막이나 횡격막의 섬유소성 결재직에 의해 유착되어 있으며 폐기관지에서 화농성의 삼출물이 관찰된다.

혈액우무배지 (blood agar base, Difco)를 분리배지로 사용하며, 37℃에서 18~24시간 배양한 후 독특한 집락 형태, 그람염색성 및 협막염색성등으로 균형태를 확인한 후 *P. multocida*로 추정되는 집락을 분리하여 혈액배지에 1주 일 간격으로 계대, 냉장보존 한다. 혈액우무배지와 초콜릿우무배지에서 잘 자라는데 하룻밤 배양하면 큰 버터양 집락 (buttery colony)이 생기고 인돌생성에 의한 특징적인 곰팡이 냄새 (musty odor)가 난다.



그림 16. *Pasteurella multocida* 가 분리된 검체

### 1.3 도축 폐 병변에서의 호흡기 질환 원인체 오염 실태 분석

- 시료용액에 대한 PCR을 통한 원인체 분석

총 271건의 폐 병변 시료 용액에 대하여(20151216P1~20160510P18) DNA를 추출하여 다음의 5종 *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Haemophilus parasuis*, *Pasteurella multocida*, *Streptococcus suis*, *Mycoplasma hyopneumoniae*에 대한 PCR을 시행하였다. *M. hyopneumoniae* 141주, *S. suis* 14주, *H. parasuis* 6주, *A. pleuropneumoniae* 5주, *P. multocida* 5주가 분리되었고, 그 결과는 표 2와 같다. *A. pleuropneumoniae*, *H. parasuis*, *P. multocida*, *S. suis*의 경우 약 5%이하로 분리 되었으며, *M. hyopneumoniae*의 경우 50% 이상 분리되었다(그림 17).

표 2. 병변 조직에서 PCR을 통한 주요 호흡기질환 원인체 분리 현황

Microorganisms	No. of isolates	Isolation rate (%)
<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	141	52.0
<i>Streptococcus suis</i>	14	5.2
<i>Haemophilus parasuis</i>	6	2.2
<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>	5	1.8
<i>Pasteurella multocida</i>	5	1.8
Total	171/271	63.1/100

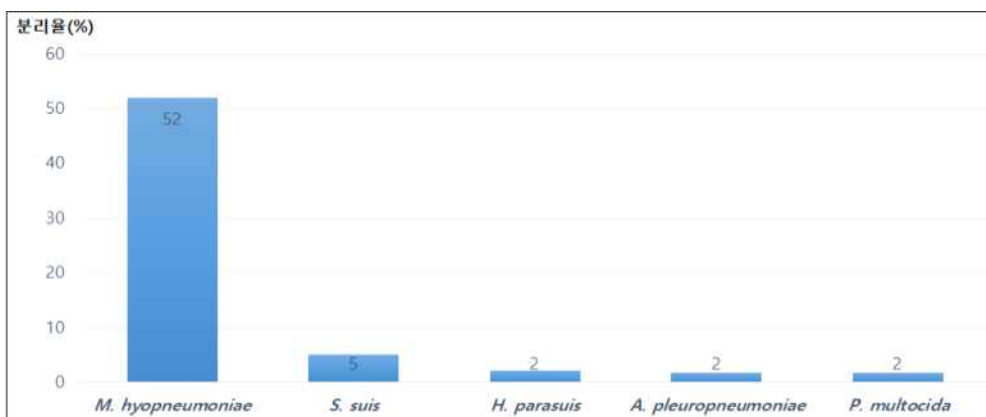


그림 17. 병변 조직에서 PCR을 통한 주요 호흡기질환 원인체 분리율(%)

multiplex PCR을 통해 *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Haemophilus parasuis*,

*Pasteurella multocida*에 대하여 진단하였다. 346bp에서는 *A. pleuropneumoniae*, 460bp에서는 *Pasteurella multocida*, 821bp에서는 *Haemophilus parasuis*를 진단할 수 있었다.

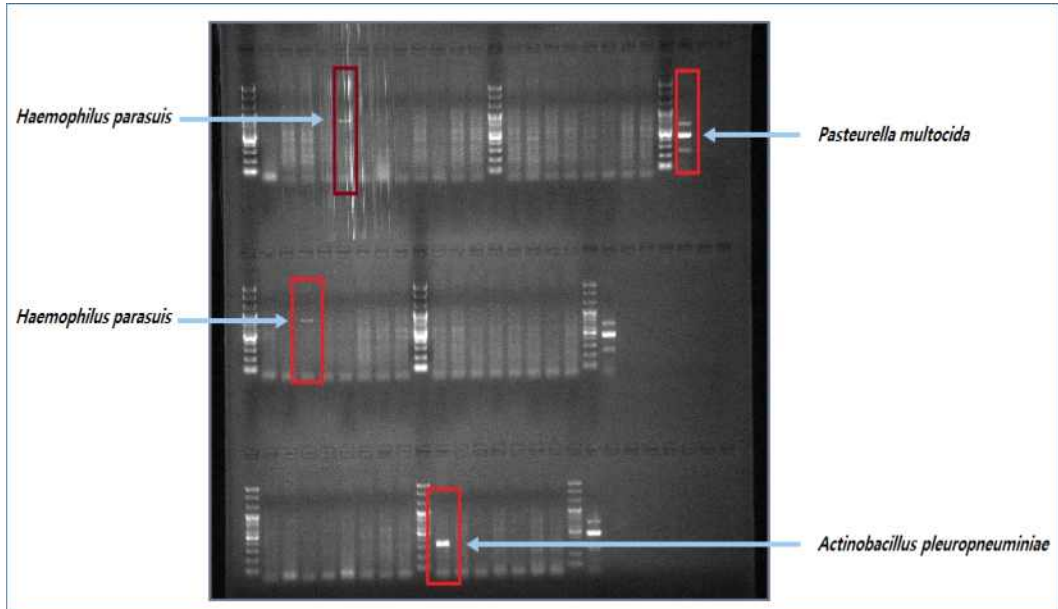


그림 18. multiplex PCR을 통한 주요 호흡기 질환 원인체 진단 사진

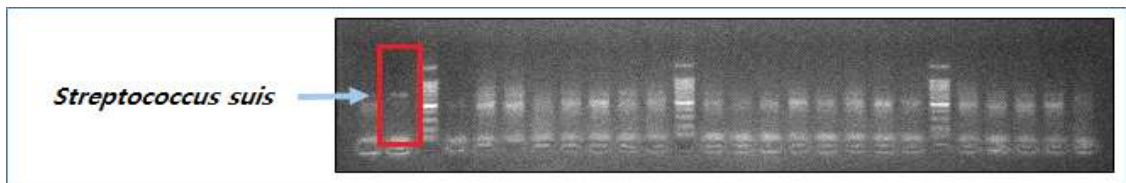


그림 19. PCR을 통한 *Streptococcus suis* 진단 사진

- 미생물 분리 배양 후 MALDI-TOF-MS를 이용한 원인체 진단

총 179건의 폐 병변 시료를 배양하여 (20151216P1~20160316P18) 총 115균주를 진단하였다. 진단된 115균주(64.2%)의 종류는 표 3에 나타난 것과 같으며 *Pasteurella multocida* 24주로 13.4%의 비율로 가장 많이 분리되었으며, *Streptococcus suis* 16주(8.9%), *Staphylococcus sciuri* 9주(5%)의 순으로 분리되었다. 분리된 호흡기 질환 원인체의 비율은 그림 20과 같다.

표 3. MALDI-TOF-MS를 이용한 주요 호흡기질환 원인체 종류

Microorganisms	No. of isolates
<i>Pasteurella multocida</i>	24
<i>Streptococcus suis</i>	16
<i>Staphylococcus sciuri</i>	9
<i>Arcanobacterium sp.</i>	8
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	7
<i>Arcanobacterium pyogenes</i>	5
<i>Brevibacterium sp.</i>	5
<i>Staphylococcus warneri</i>	5
<i>Streptococcus sp.</i>	5
<i>Carnobacterium divergens</i>	4
<i>Lactococcus garvieae</i>	2
<i>Lactococcus lactis</i>	2
<i>Pasteurella spp.</i>	2
<i>Streptococcus mitis/oralis/pseudopneumoniae</i>	2
<i>Streptococcus porcinus</i>	2
<i>Streptococcus salivarius</i>	2
<i>Vagococcus fluvialis</i>	2
<i>Acinetobacter sp.</i>	1
<i>Aerococcus viridans</i>	1
<i>Escherichia coli</i>	1
<i>Lactococcus raffinolactis</i>	1
<i>Micrococcus luteus</i>	1
<i>Pseudomonas sp.</i>	1
<i>Pseudoxanthomonas japonensis/mexicana</i>	1
<i>Rothia mucilaginosa</i>	1
<i>Staphylococcus hominis</i>	1
<i>Streptococcus agalactiae</i>	1
<i>Streptococcus parasanguinis</i>	1
<i>Streptococcus parauberis</i>	1
<i>Streptococcus sanguinis</i>	1
<b>Total</b>	<b>115</b>

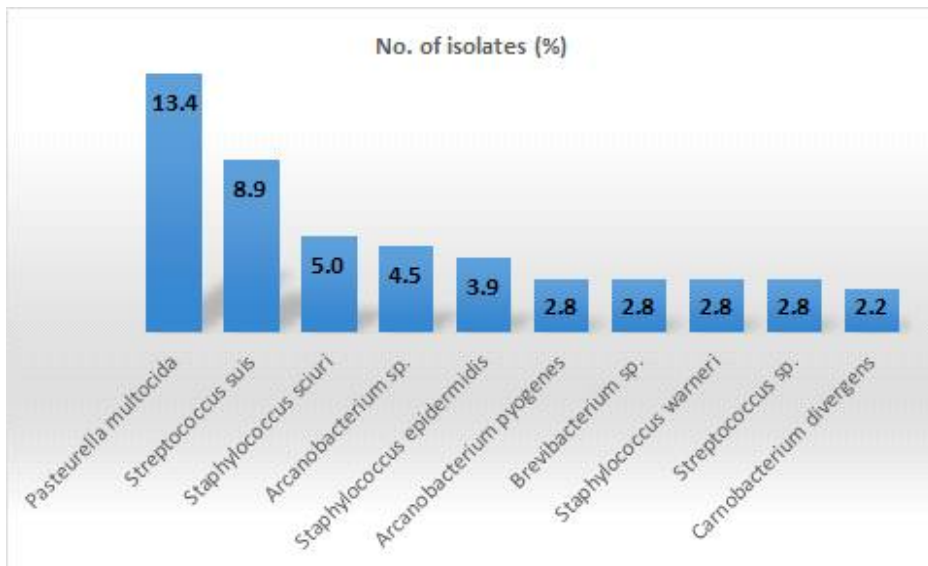


그림 20. MALDI-TOF-MS를 이용하여 분리된 호흡기 질환 원인체의 비율



#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	id	Details	acquisition name	sample	%	family	genus	species	typ	strain	datacount	matrix	export to	import	delete	print	detail	compare	compare	notification		
2	41054b9c-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-94		0						266	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
3	391bb64a-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-92		0						202	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			
4	aae9f30-e21	Oct 20	QIA_000_0 ss-91		0						192	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			
5	4b055561-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-90		0						249	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			
6	cd79eacb-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-86		0						251	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
7	9f740f39-f21	Oct 20	QIA_000_0 ss-85		0						291	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
8	cc1276a3-f21	Oct 20	QIA_000_0 ss-83		0						264	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
9	49cad081-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-81		0	76.3 Family VIII	Staphylococcus	sciuri			345	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
10	6772a439-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-80		0	76.7 Family VIII	Staphylococcus	saprophyticus			249	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
11	e28563c6-21	Oct 20	QIA_000_0599_x2C1[c		0	76 Family VIII	Staphylococcus	delphini/intermedius/pseudintermedius			249	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
12	41202a20-21	Oct 20	QIA_000_0600_x2B1[c		0	76 Family VIII	Staphylococcus	delphini/intermedius/pseudintermedius			108	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
13	e4aff282-121	Oct 20	QIA_000_0 ss-79		0						334	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
14	95d284c8-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-78		0	76.3 Family VIII	Staphylococcus	sciuri			317	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
15	64d6a3fa-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-77		0	77.6 Family VIII	Staphylococcus	sciuri			303	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
16	70d28bbb-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-76		0	76.1 Family VIII	Staphylococcus	sciuri			272	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
17	387dddea-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-75		0						283	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
18	a400d41f-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-74		0						181	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			
19	e252a105-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-73		0						269	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
20	bb323ca-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-72		0						182	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			
21	7323e905-21	Oct 21	QIA_000_0 ss-40		0		No Spectrum				260	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
22	2da2acaf-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-39		0						247	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			
23	9cb5d948-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-38		0						299	CHCA	False	False	False	False	False					For Research Use Only. Not for use in
24	fa3d2f50-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-37		0						214	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			
25	85fe5492-21	Oct 20	QIA_000_0 ss-36		0						84	CHCA	False	False	False	False	False	Show Dets	For Research Use Only. Not for use in			

그림 21. MALDI-TOF-MS를 이용하여 미생물 진단 중인 사진과 결과를 보여주는 파일

## [2차년도]

### ■ 우균 병변 폐 수집을 통한 현장 이미지 DB확보

#### 1. 우균 폐 이미지 수집

제 1 세부와 제 2 세부 과제 팀은 2016년 11월부터 2017년 4월까지 약 10여 차례에 걸쳐 음성, 부천 축산물 공판장 및 (주) 축림 축산물 도매시장, (주) 협신식품 도축장에서 우균의 정상 폐 조직 사진을 비롯하여 병변 폐 조직 사진을 촬영하여 이미지를 확보하였다 (그림 1, 2, 3, 표 1).

표 1. 우균 폐 이미지 수집 현황

수집 장소	No.		비 고
	정상 이미지	병변 이미지	
음성, 부천, 안양, 익산 축산물 공판장	1,702	660	제1, 2세부 직접 촬영

- 정상 폐 이미지 확보

: 도축 후 출하 될 부산물에 속하는 정상적인 폐의 경우, 병변 폐와 비교하기 위한 대조군으로 사용하기 위해 도축장의 협조를 얻어 이미지를 촬영하였다(그림 1).



그림 1. 우군 정상 폐 촬영본

- 병변 폐 이미지 확보

: 도축 후 식용 색소가 뿌려진 뒤 폐기 될 병변 폐의 경우, 도축장의 협조를 얻어 식용 색소가 살포되지 않은 병변 폐를 확보하여 이미지를 촬영하였다(그림 2).



그림 2. 우군 병변 폐 촬영본

- 이미지 촬영: 조직을 확보하기 전 병변 폐의 전면부와 후면부의 이미지를 촬영하고, 조직을 확보한 후 병변부위의 이미지도 촬영하였다(그림 3).



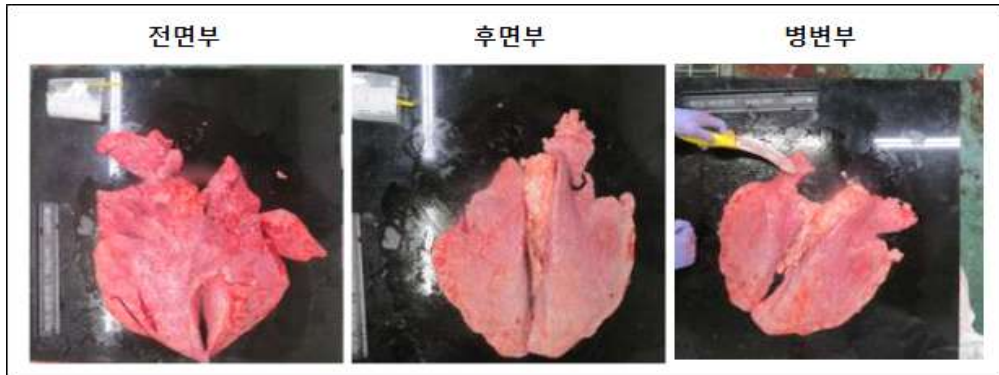


그림 3. 돈군 병변 폐에 대한 삼면(앞, 뒤, 병변부) 촬영 장면

- 총 239건의 병변 폐에 대하여 전면, 후면, 병변부위 3개의 700여장의 사진을 확보하였으며, 병변 폐 사진과의 비교를 위해 1,702장의 소의 정상 폐 사진 역시 확보하였다. 도축장으로부터 확보한 폐 이미지는 세부 과제 팀 및 협동 과제 팀과 공유하여 제 1 협동기관의 이미지 모델링 및 스캐닝 연구 개발에 협조하였다.

■ 영상학적 data 확보를 위한 우군에서의 호흡기 질병 원인체 분리 및 미생물학적 확진

1. 확보한 우군 폐 시료로부터 호흡기질병 원인체 검사 및 진단

1.1 우군 폐 조직 확보

폐기될 병변 폐의 경우, 도축장의 협조를 얻어 식용 색소가 살포되지 않은 병변 폐를 확보하여 이미지를 촬영한 후 병변부위를 대상으로 조직을 4X4X2 cm로 확보하였다. 또한 비대해진 림프절이 관찰 될 경우, 림프절 역시 확보하였다(그림 4).



그림 4. (주) 축림 축산물 도매시장과 충북 음성 축산물 공판장에서의 샘플링

## 1.2 폐렴의 종류에 따른 우군 폐 조직으로부터 미생물 배양

- 시료채취: 검사할 시료를 무균적으로 채취하여 가검 채취용 용기(whirl-bag)에 담아 실험실에서 배양검사를 실시하였다. 이 후 조직은  $-70^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다(그림 5).



그림 5. Deep-freezer에 보관된 우군 폐 가검물

- 미생물 배양: 도축 검체(병변 폐) 표면을 무균적으로 멸균한 후 병변 부위를 절제하여 내부 조직검체를 혈액배지와 초콜렛 배지에 직접 도말한다. 또한 식품 공전의 미생물 시험법에 따라 검체 4 g을 멸균된 가위나 칼로 잘게 자른 후 희석액을 가해 40 ml로 만들어 균질기를 이용해서 균질화한 용액을 시험용액으로 사용하였다
- 목적 미생물 배양
  - 1) 기관지 폐렴의 원인체: *Manheimia hemolytica*, *Pasteurella multocida*  
소에서 기관지 폐렴을 일으키는 주요 원인체로 소에서 소수송열을 일으키는 원인체이다.
  - 2) 마이코플라즈마성 폐렴의 원인체: *Mycoplasma* spp., *Mycoplasma bovis*  
*Mycoplasma* spp.는 인공배지에서 증식되지만, 증식이 대단히 느리기 때문에 진단을 위해서 배양이 이용되는 일이 거의 없다. 그래서 가검물을 통한 PCR을 이용하여 검출한다.
  - 3) 파스튜렐라 폐렴의 원인체: *Pasteurella multocida*  
혈액우무배지 (blood agar base, Difco)를 분리배지로 사용하며,  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 18~24시간 배양한 후 독특한 집락 형태, 그람염색성 및 혐막염색성 등으로 균의 형태를 확인한 후 *P. multocida*로 추정되는 집락을 분리하여 혈액배지에 1주 일간격으로 계대, 냉장보존 한다. 혈액 우무배지와 초콜릿우무배지에서 잘 자라는데 하룻밤 배양하면 큰 버터양 집락 (buttery colony)이 생기고 인돌

생성에 의한 특징적인 곰팡이 냄새 (musty odor)가 난다.

4) 기타 폐렴의 원인체: *Streptococcus* spp.

혈액우무배지 (blood agar base, Difco)를 분리배지로 사용하며, 37°C에서 18~24시간 배양한 후 독특한 집락 형태, 그람염색성 균의 형태를 확인한 후 *Streptococcus* spp.로 추정되는 집락을 분리하여 혈액배지에 1주일 간격으로 계대, 냉장보존 한다.

1.3 도축 폐 병변에서의 호흡기 질환 원인체 오염 실태 분석

• 시료용액에 대한 PCR을 통한 원인체 분석

총 271건의 폐 병변 시료 용액에 대하여(20161115P1~20170420P20) DNA를 추출하여 다음의 4종 *Pasteurella multocida*, *Manhemia hemolytica*, *Mycoplasma* spp., *Mycobacterium paratuberculosis* 에 대한 PCR을 실시하였다. 1차년도 돈군에서와는 달리 우군의 병변 조직에서 실시한 위의 세균 4종에 대한 PCR 양성 반응은 한 건도 없었다.

• 미생물 분리 배양 후 MALDI-TOF-MS를 이용한 원인체 진단

- 총 239건의 폐 병변 시료를 배양하여 (20160106P1~20170420P20)총 443균주를 진단하였다. 분리된 호흡기 질환 원인체의 배양결과는 그림 6과 같다. 진단된 443균주의 종류는 표 2에 나타난 것과 같으며 *Streptococcus* spp. 126주로 28.4%의 비율로 가장 많이 분리되었으며, *Lactococcus garviae* 37주(8.4%), *Aeromonas* spp. 36주(8.1%), *Echerichia coli* 29주(6.5%), *Lactococcus lactics* 26주(5.9%), *Enterococcus faecalis* 23주(5.2%), *Pasteurella multocida* 19주(4.3%), *Staphylococcus saprophyticus* 12주(2.7%)등의 순으로 분리되었다. 그 밖에 *Staphylococcus* spp. 6주(1.9%), *Streptococcus uberis* 3주(0.7%), *Streptococcus suis* 2주(0.5%), *Streptococcus parauberis* 1주(0.2%)등이 분리되었다.

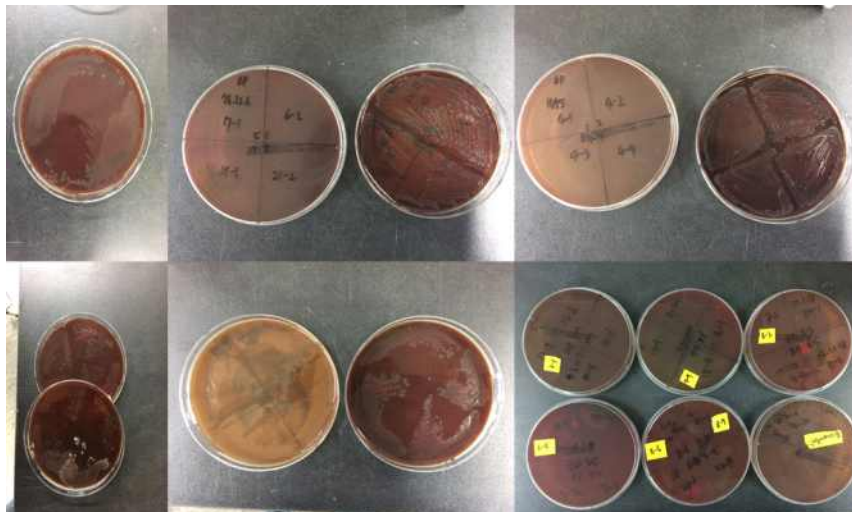


그림 6. 혈액배지에 배양된 호흡기 질병 원인체

표 2. MALDI-TOF-MS를 이용한 주요 호흡기질환 원인체 종류

Microorganisms	No.
<i>Streptococcus sp.</i>	126
<i>Lactococcus garvieae</i>	37
<i>Aeromonas sp.</i>	36
<i>Vagococcus fluvialis</i>	34
<i>Escherichia coli</i>	29
<i>Lactococcus lactis</i>	26
<i>Enterococcus faecalis</i>	23
<i>Pasteurella multocida</i>	19
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	12
<i>Moraxella osloensis</i>	9
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	8
<i>Psychrobacter phenylpyruvicus</i>	8
<i>Pantoea agglomerans</i>	7
<i>Buttiauxella agrestis</i>	6
<i>Bacillus licheniformis</i>	5
<i>Citrobacter sp.</i>	5
<i>Hafnia alvei</i>	4
<i>Lactococcus raffinolactis</i>	4
<i>Acinetobacter johnsonii</i>	3
<i>Arcanobacterium pyogenes</i>	3
<i>Pseudomonas spp</i>	3
<i>Streptococcus uberis</i>	3
<i>Aeromonas hydrophila</i>	2
<i>Arcanobacterium sp.</i>	2
<i>Bacillus subtilis</i>	2
<i>Bacillus cereus group</i>	2
<i>Proteus vulgaris/penneri</i>	2
<i>Proteus mirabilis</i>	2
<i>Staphylococcus sp.</i>	2
<i>Streptococcus suis</i>	2
<i>Acinetobacter sp.</i>	1
<i>Brevundimonas vesicularis</i>	1
<i>Enterococcus faecium</i>	1
<i>Enterococcus hirae</i>	1
<i>Ewingella americana</i>	1
<i>Klebsiella oxytoca</i>	1
<i>Mannheimia haemolytica</i>	1
<i>Morganella morganii</i>	1
<i>Pasteurella sp.</i>	1
<i>Pseudochrobactrum sp.</i>	1
<i>Serratia liquefaciens</i>	1
<i>Shewanella putrefaciens</i>	1
<i>Staphylococcus xylosus</i>	1
<i>Staphylococcus sciuri</i>	1
<i>Staphylococcus chromogenes</i>	1
<i>Staphylococcus warneri</i>	1

Total

443

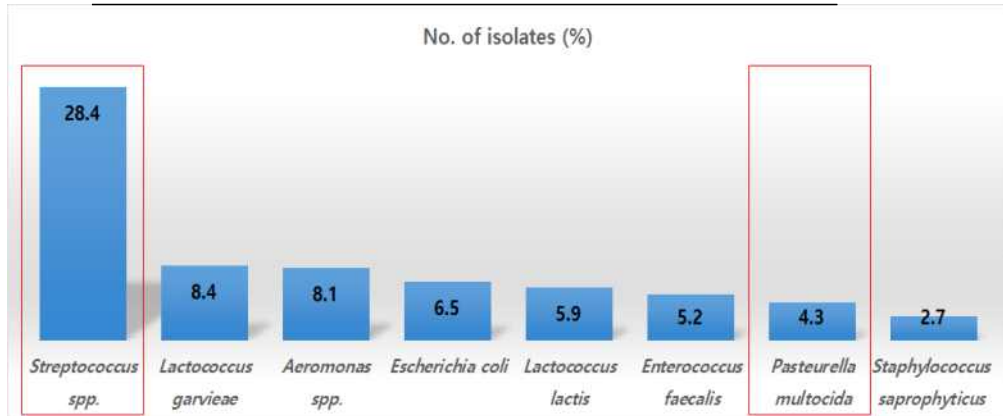


그림 7. MALDI-TOF-MS를 이용하여 분리된 우군의 호흡기 질환 원인체의 비율

- MALDI-TOF-MS를 이용하여 진단된 우군 및 돈군 유래 *Pasteurella multocida*(돈군 40주, 우군 16주)와 돈군 유래 *Streptococcus suis*(돈군 56주)에 대하여 PCR을 통해 double check 하였다. 그 결과 각각 1주를 제외하고 MALDI에서 진단된 결과와 PCR 결과가 동일하였다(그림 8).

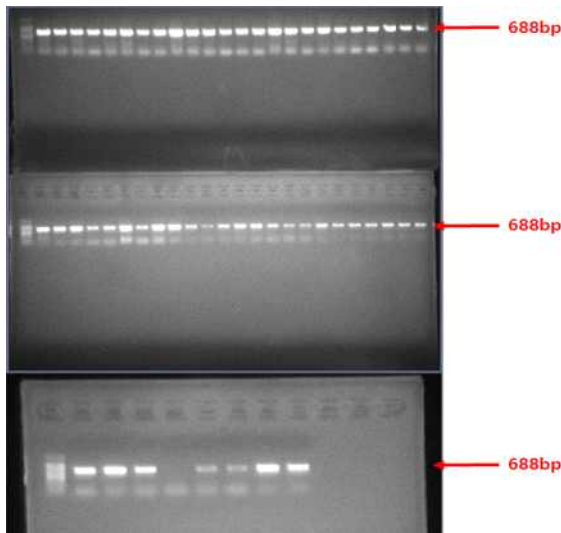


그림 8. 우군 및 돈군 유래 *Pasteurella multocida* PCR 진단 결과

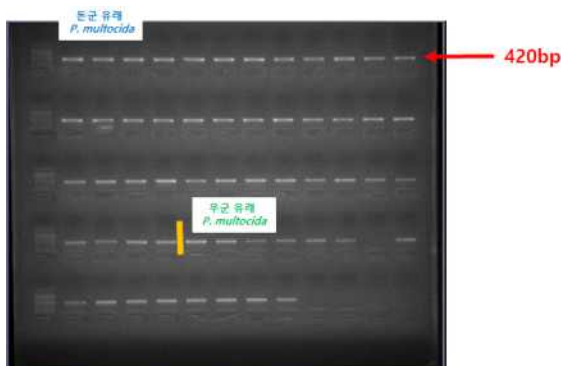


그림 9. 돈균 유래 *Streptococcus suis* PCR 진단 결과

- 가장 높은 비율로 분리된 *Streptococcus* spp.의 경우, species 확진을 위하여 16srRNA sequencing을 실시하였다. 표현형으로 비교 시 가장 많이 분리되는 것에 대해 먼저 sequencing을 실시하였고 그 결과, *Streptococcus equinus*, *Streptococcus dysgalactiae* subsp. *dysgalactiae/equisimilis*로 분석되었다. 현재 미 분류된 species 확진을 위하여 추가적으로 실험 수행 중에 있다(그림 9).
- 1차년 돈균에서 분리된 *Streptococcus suis*의 경우, Serotyping을 위하여 추가적으로 PCR을 실시하였다. Serotype 1, 2, 1/2, 7, 9에 대한 typing이 실시되었다(그림 10, 11, 12, 표 3).

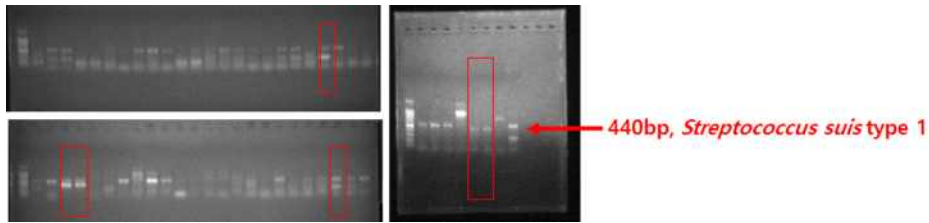


그림 10. 돈균 유래 *Streptococcus suis* serotyping PCR 진단 결과 1

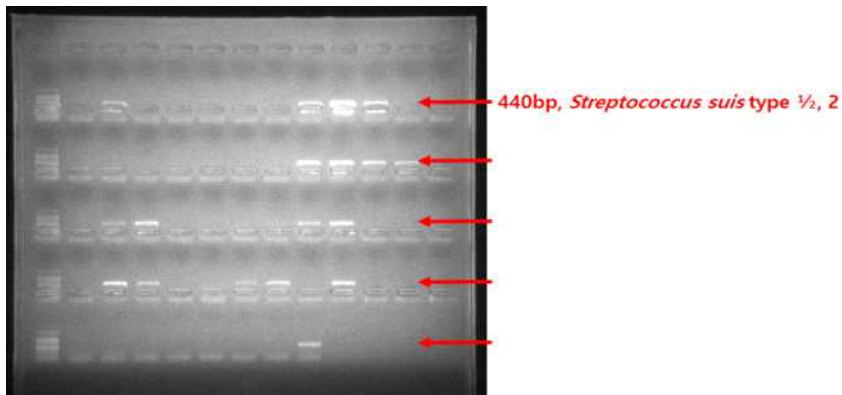


그림 11. 돈균 유래 *Streptococcus suis* serotyping PCR 진단 결과 2

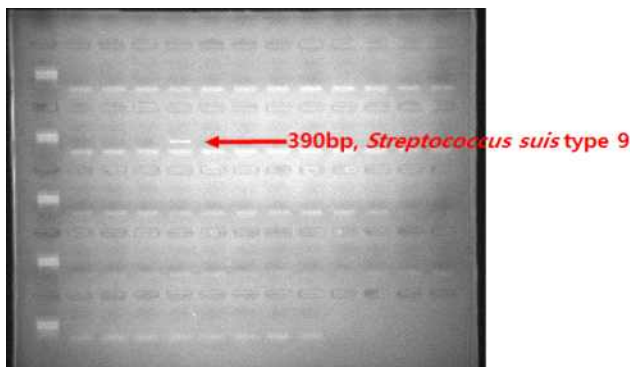


그림 12. 돈균 유래 *Streptococcus suis* serotyping PCR 진단 결과 3

표 3. 돈균 유래 *Streptococcus suis*의 serotyping 결과

gdh	CPS1	CPS2	CPS7	CPS9	gdh	CPS1	CPS2	CPS7	CPS9
688bp	440bp	575bp	250bp	390bp	688bp	440bp	575bp	250bp	390bp

	ALL	type 1	type 1/2, 2	type 7	type 9		ALL	type 1	type 1/2, 2	type 7	type 9
1	●					31	●				
2	●		●			32	●		●		
3	●					33	●		●		
4	●					34	●				
5	●					35	●				
6	●					36	●				
7	●					37	●				
8	●		●			38	●		●		
9	●		●			39	●		●		
10	●		●			40	●				
11	●					41	●				
12	●					42	●		●		
13	●					43	●		●		
14	●					44	●				
15	●			●		45	●		●		
16	●				●	46	●	●			
17	●					47	●	●			
18	●	●				48	●				
19	●	●				49	●				
20	●		●			50	●				
21	●	●	●			51	●				
22	●		●			52	●				
23	●		●			53	●	●			
24	●					54	●	●			
25	●					55	●				
26	●		●			56	●		●		
27	●	●	●								
28	●	●									
29	●										
30	●			●							

▪ 우군에서의 호흡기 질병 원인체의 항생제 감수성 검사

1. 진단된 호흡기 질환 원인체의 항생제 내성 패턴 분석

- 현재 MALDI-TOF-MS로 진단된 원인체 중 *Pasteurella multocida*와 *Streptococcus suis*에 대하여 액체희석법(micro broth dilution법)을 이용하여 19가지 항생제에 대한 감수성 검사를 수행하였다. 이외의 균주에 대하여 항생제 감수성 검사 수행 중에 있다. 균종확진검사 및 내성패턴 검사는 지속적으로 수행할 예정이다.
  - 우군에서 분리된 *P. multocida* 16균주에 대하여 항생제 감수성 검사를 수행하였다. Tilmicosin과 Trimethoprim/Sulfamethoxazole에 대해 100% 내성을 보였다. 뿐만아니라 Sulfadimethoxine, florfenicol, chlortetracycline(93.8%), Tetracycline(81.3%), Oxitetracycline(75.0%)에 대하여 높은 내성률을 보였다. Tylosin(56.3%), Tiamulin(50.0%), Erythromycin(50.0%)에 대하여 50%정도의 내성을 보였으며, Ampicillin, Tulathromycin, Penicillin, Spectinomycin에 대하여 100% 감수성을 보였다. 이외의 항생제에 대하여 낮은 내성률을 보였다(그림 13).
  - 돈군에서 분리된 *P. multocida* 40균주에 대하여 항생제 감수성 검사를 수행하였다. 우군에서와 마찬가지로 Tilmicosin과 Trimethoprim/Sulfamethoxazole에 대해 100%

내성을 보였고, Florfenicol과 Oxytetracycline에 대해서도 100% 내성을 보였다. Tylosin과 chlortetracycline에서 97.5%, Sulfadimethoxine에서 95.0%의 높은 내성을 보였고, Tiamulin(75.0%), Enrofloxacin(55.0%), Erythromycin(50.0%)에 대하여 절반 이상의 균주들이 내성을 보였다. 우균에서와 마찬가지로 Ampicillin, Tulathromycin, Penicillin, Spectinomycin에 대하여 100% 감수성을 보였고, Neomycin에서도 100% 감수성을 보였다. 이외의 항생제에 대하여 낮은 내성률을 보였다(그림 13).

- 우균과 돈균에서 분리된 *P. multocida* 56균주의 항생제 감수성 검사 결과는 우균에서 보다는 돈균에서 전체적으로 더 높은 내성률을 보였다. 특징적인 것은 Gentamicin과 Neomycin에서 돈균보다는 우균에서 약간 더 높은 내성률을 보였다(그림 13).

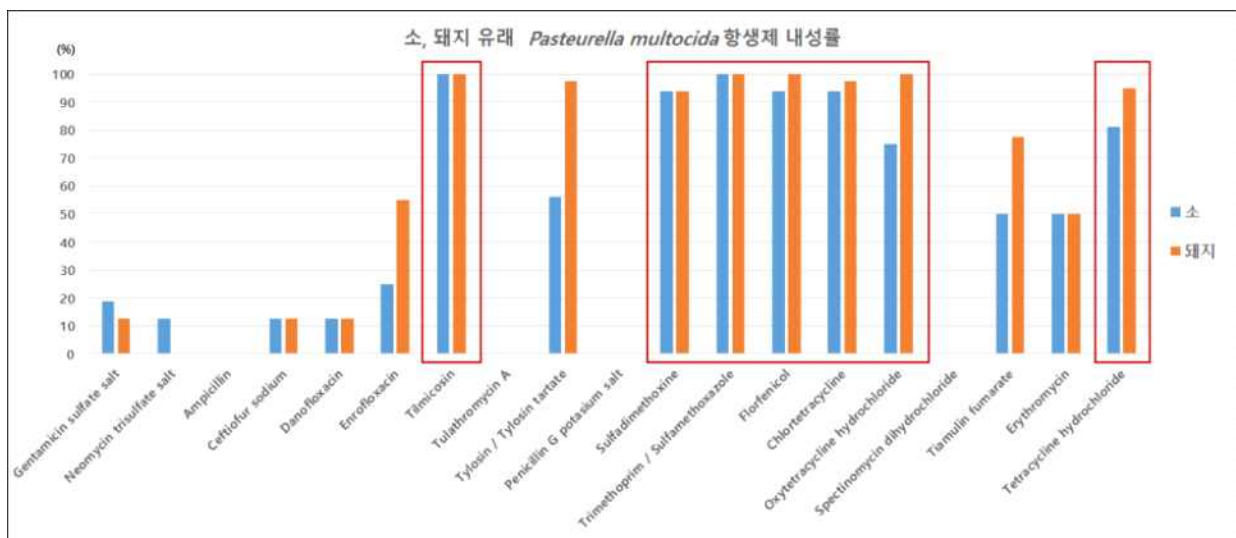


그림 13. 우균 및 돈균 유래 *P. multocida* 항생제 감수성 검사 결과

- 돈균에서 분리된 *Streptococcus suis* 56균주에 대하여 항생제 감수성 검사를 수행하였다. Tilmicosin(100%), Oxytetracycline(98.2%), Enrofloxacin(96.4%), Florfenicol(96.4%), Danofloxacin(94.6%), Tetracycline(94.6%), Chlortetracycline(92.9%), Tulathromycin(89.3%), Tylosin(87.5%), Erythromycin(85.7%), Trimethoprim / Sulfamethoxazole(73.2%), Ceftiofur(57.1%)에 대해 내성을 보였다. 나머지 항생제에 대해서는 50%미만의 내성률을 보였다(그림 14).

- *P. multocida* 56균주와 *S. suis* 56균주에 대하여 액체희석법(micro broth dilution법)을 이용하여 20가지 항생제에 대한 MICs결과는 다음의 표와 같다(표 5, 6, 7)



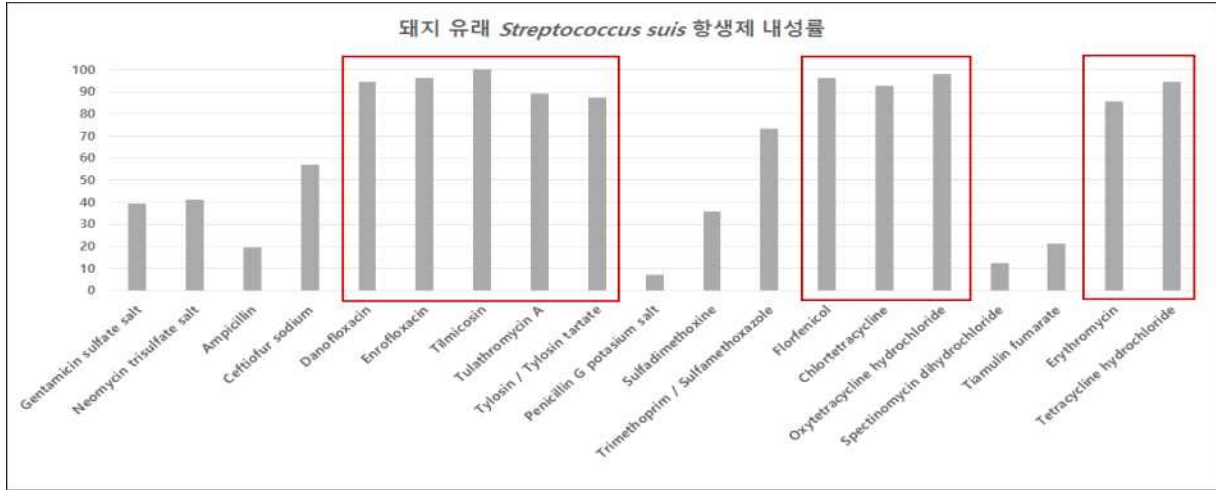


그림 14. 돈군 유래 *S. suis* 항생제 감수성 검사 결과

표 5. 우군 유래 *Pasteurella multocida*의 MICs결과

소 폐 유래 *Pasteurella multocida*

Antimicrobials	MIC50	MIC90	Distribution (%) of MICs( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )													
			$\leq 0.125$	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	>256	
Gentamicin sulfate salt	4	16			2.5	2.5	7.5	52.5	22.5	5.0	7.5					
Neomycin trisulfate salt	8	16		2.5				7.5	45.0	45.0						
Ampicillin	1	4			12.5	67.5	5.0	5.0	7.5	2.5						
Ceftiofur sodium	2	4	12.5	7.5	10.0	7.5	32.5	20.0	2.5		2.5	2.5				2.5
Danofloxacin	1	4	27.5	10.0	7.5	20.0	15.0	12.5	2.5	5.0						
Enrofloxacin	1	8	15.0	22.5	7.5	10.0	7.5	22.5	7.5	5.0	2.5					
Tilmicosin	>256	>256	5.0					2.5	2.5			2.5				87.5
Tulathromycin A	0.5	4	25.0	5.0	22.5	17.5	15.0	10.0	2.5							2.5
Tylosin / Tylosin tartate	32	64				2.5			2.5	20.0	52.5	20.0	2.5			
Penicillin G potassium salt	0.25	0.5	25.0	57.5	10.0	5.0	2.5									
Sulfadimethoxine	>256	>256													2.5	97.5
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	32	128								5.0	15.0	42.5	22.5	10.0		5.0
Clindamycin hydrochloride	128	128				2.5					5.0	7.5	30.0	47.5	2.5	5.0
Florfenicol	64	256									7.5	22.5	40.0	17.5	2.5	10.0
Chlortetracycline	32	64	2.5				2.5		7.5	10.0	52.5	25.0				
Oxytetracycline hydrochloride	8	16					2.5	10.0	52.5	32.5						2.5
Spectinomycin dihydrochloride	16	32						2.5	17.5	67.5	10.0	2.5				
Tiamulin fumarate	32	64						2.5	7.5	12.5	62.5	15.0				
Erythromycin	4	8		2.5	7.5	20.0	47.5	17.5	2.5				2.5			
Tetracycline hydrochloride	8	8				5.0	17.5	25.0	47.5	5.0						

표 6. 돈균 유래 *Pasteurella multocida*의 MICs결과

돼지 폐 유래 *Streptococcus suis*

Antimicrobials	MIC50	MIC90	Distribution (%) of MICs( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )														
			0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	>256		
Gentamicin sulfate salt	8	16		3.6		5.4	5.4	10.7	35.7	35.7	3.6						
Neomycin trisulfate salt	32	64	1.8					3.6	3.6	5.4	12.5	32.1	33.9	1.8	1.8		3.6
Ampicillin	1	64	30.4	8.9	1.8	7.1	17.9	5.4	1.8	7.1	7.1	3.6	5.4	1.8	1.8		
Ceftiofur sodium	8	32	23.2	14.3	1.8	3.6				26.8	19.6	5.4	1.8	3.6			
Danofloxacin	4	32		1.8	3.6	5.4	10.7	28.6	14.3	25.0	1.8	3.6	5.4				
Enrofloxacin	8	32	1.8	1.8		3.6	3.6	16.1	26.8	30.4	10.7	1.8	3.6				
Tilmicosin	>256	>256													1.8	8.9	89.3
Tulathromycin A	256	256				1.8		5.4	1.8	1.8		3.6	5.4	71.4	8.9		
Tylosin / Tylosin tartate	256	>256	1.8	5.4	5.4							1.8		71.4	14.3		
Penicillin G potasium salt	$\leq 0.125$	1	71.4	5.4	5.4	8.9	1.8			1.8	5.4						
Sulfadimethoxine	128	>256									3.6	8.9	10.7	32.1	8.9	35.7	
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	16	128	3.6	3.6	5.4	3.6	10.7	14.3	7.1	25.0	8.9	7.1	7.1	1.8	1.8		
Clindamycin hydrochloride	256	>256	3.6	1.8		1.8		3.6				1.8	1.8	57.1	28.6		
Florfenicol	256	>256	1.8	1.8										19.6	62.5	14.3	
Chlortetracycline	256	256	7.1							3.6		1.8	3.6	10.7	69.6	3.6	
Oxytetracycline hydrochloride	128	128	1.8				5.4	1.8		3.6	10.7	25.0	50.0	1.8			
Spectinomycin dihydrochloride	16	128	3.6			1.8		1.8	8.9	33.9	35.7	1.8	3.6	1.8	7.1		
Tiamulin fumarate	2	64	5.4	5.4	8.9	26.8	25.0	3.6	3.6		7.1	10.7	3.6				
Erythromycin	>256	>256	10.7	1.8		1.8								8.9	5.4	71.4	
Tetracycline hydrochloride	128	128	3.6			1.8	1.8	1.8	3.6				26.8	51.8	8.9		

표 7. 돈균 유래 *Streptococcus suis*의 MICs결과

돼지 폐 유래 *Pasteruella multocida*

Antimicrobials	MIC50	MIC90	Distribution (%) of MICs( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )														
			$\leq 0.125$	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	>256		
Gentamicin sulfate salt	8	16			6.3				31.3	43.8	18.8						
Neomycin trisulfate salt	16	64					6.3	18.8		62.5		6.3					6.3
Ampicillin	0.5	1	12.5	6.3	50.0	31.3											
Ceftiofur sodium	0.25	16	43.8	18.8	18.8	6.3				12.5							
Danofloxacin	$\leq 0.125$	8	75.0	12.5						12.5							
Enrofloxacin	$\leq 0.125$	128	62.5	12.5						6.3			6.3	12.5			
Tilmicosin	>256	>256															100.0
Tulathromycin A	0.5	0.5	12.5	31.3	50.0						6.3						
Tylosin / Tylosin tartate	8	32	6.3	6.3	12.5	12.5		6.3	12.5	6.3	31.3	6.3					
Penicillin G potasium salt	0.25	0.25	25.0	68.8	6.3												
Sulfadimethoxine	>256	>256								6.3							93.8
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	64	>256							6.3	6.3	18.8	12.5	31.3	6.3	6.3	12.5	
Clindamycin hydrochloride	64	256	12.5						6.3	12.5	12.5		12.5	18.8	25.0		
Florfenicol	64	256							6.3			12.5	56.3	18.8	6.3		
Chlortetracycline	16	32				6.3	12.5	18.8	6.3	18.8	37.5						
Oxytetracycline hydrochloride	4	8			6.3	18.8	12.5	37.5	25.0								
Spectinomycin dihydrochloride	8	32				6.3		6.3	50.0	25.0	12.5						
Tiamulin fumarate	16	64	6.3	25.0	6.3				6.3	6.3	12.5	37.5					
Erythromycin	4	8	25.0	12.5			6.3	6.3	50.0								
Tetracycline hydrochloride	4	8				18.8	18.8	25.0	37.5								

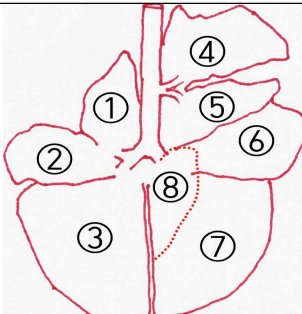
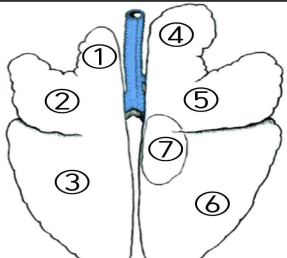
### [3차년도]

▪ Mycoplasma성 폐렴 평가 및 원인체 확인

- 육안 검사

폐렴병변은 소의 경우 FAJT (2003), Leruste (2012), Di Provvido (2017) 의 방법에 따라, 돼지의 경우 Straw (1986), Steinmann (2014)의 방법에 따라 해부학적 위치에 따른 병변 비율, 병변 크기에 따른 폐병변 지수에 따라 분류하였으며 (표 1), 병변의 종류, 형태학적 인 차이에 따라 5가지로 분류하여 검사를 진행하였다. (표 2)

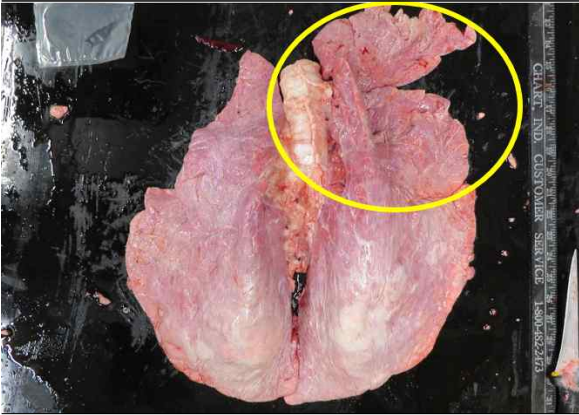
표 1. 육안 병변의 범위에 따른 Scoring 평가

Species	Lung lobe	Score	
Bovine (소)		① Left cranial lobe	5.3 %
		② Left cardiac lobe	4.9 %
		③ Left diaphragmatic lobe	31.9 %
		④ Right cranial lobe (cranial part)	6.3 %
		⑤ Right cranial lobe (caudal part)	6.0 %
		⑥ Right cardiac lobe	6.1 %
		⑦ Right diaphragmatic lobe	35.2 %
		⑧ Accessory lobe	4.3 %
Swine (돼지)		① Left cranial lobe	10 %
		② Left middle lobe	10 %
		③ Left caudal lobe	25 %
		④ Right cranial lobe	10 %
		⑤ Right middle lobe	10 %
		⑥ Right caudal lobe	25 %
		⑦ Intermediate lobe	10 %

< 그림 참고 소 FAJT (2003), Leruste (2012), Di Provvido (2017) / 돼지 Straw (1986), Steinmann (2014) >  
 폐병변의 정도는 각 폐엽이 차지하는 비율에 따라서 %를 나누고, 병변범위에 따라 기록하였다. 예를 들어 돼지의 경우 ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥의 폐엽이 정상이고, ⑦ Intermediate lobe의 50%에 병변이 있다면, 이 폐 전체 병변 점수는 5% (Score 10% × 병변 범위 50% = 5%)로 환산하였다.

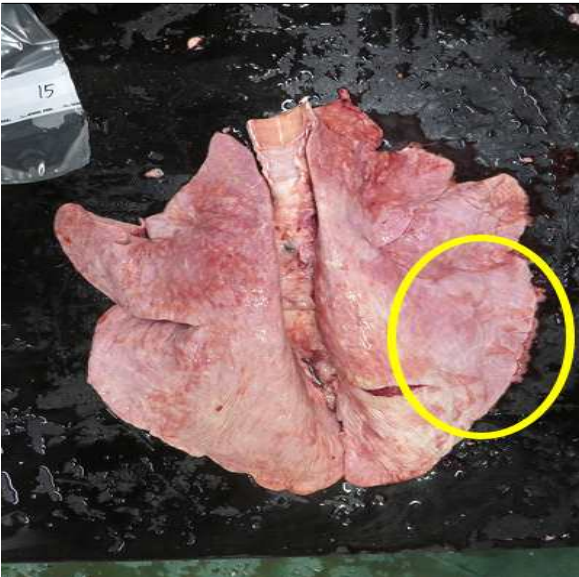
표 2. 육안사진을 바탕으로 병소의 분류

Type	Bovine (소)
------	------------



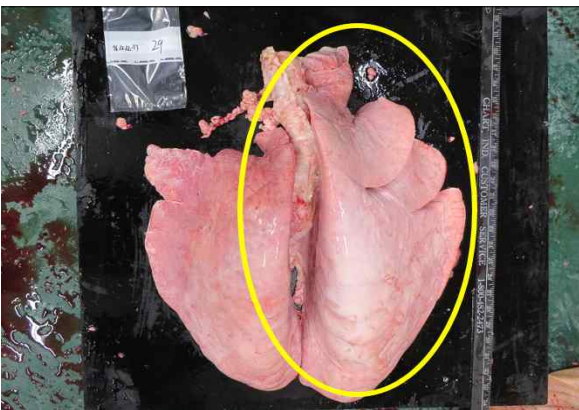
- 위치 : 두개복측 경화병소 (Cranio-ventral consolidation)
- 정상부위와 병변의 경계가 명확
- 색깔은 병변의 진행상태에 따라 다름 (Dark to greyish red)
- 폐의 충출혈로 경화 소견이 관찰됨 (Consolidation)
- 세균성 감염

Bronchopneumonia (Suppurative) 기관지성 폐렴 (화농성)



- 폐의 충출혈로 경화 소견이 관찰됨. (Consolidation)
- 폐엽 간의 유착
- 폐의 가장자리에 섬유소성 병변 관찰.

Bronchopneumonia (Fibrinous) 기관지성 폐렴 (섬유소성)



- 도축 후 폐가 허탈되지 않음. (폐실질조직이 간질조직으로 대체되어 팽창된 것처럼 보임)

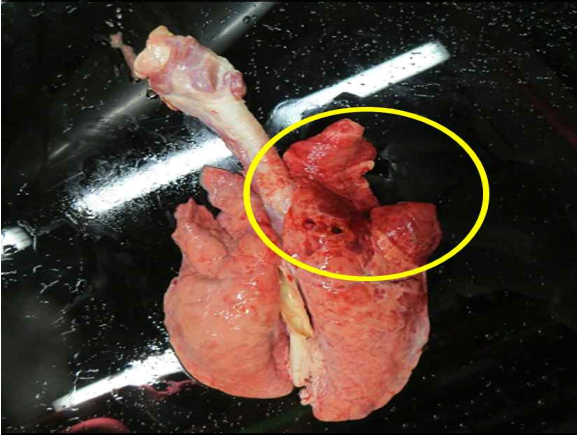
Interstitial pneumonia 간질성 폐렴

Granulomatous pneumonia 육아종성 폐렴 : 이번 연구에서 관찰되지 않음.

Embolc pneumonia 색전성 폐렴 : 이번 연구에서 관찰되지 않음

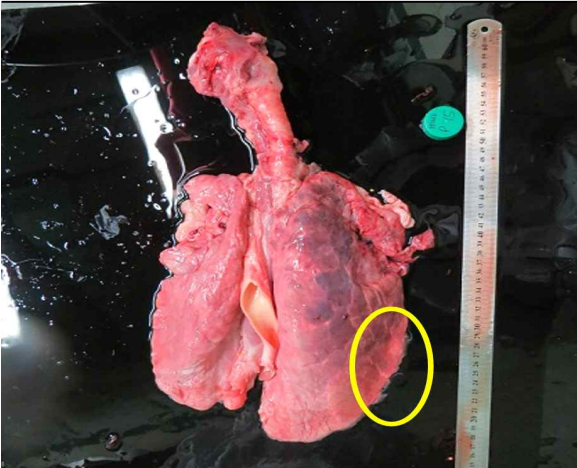
Type

Swine (돼지)



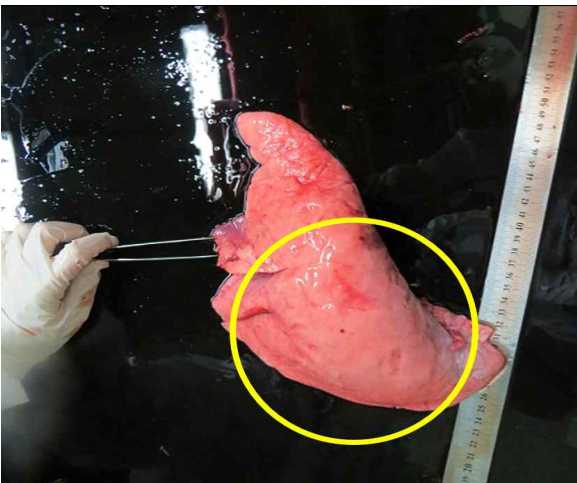
- 위치 : 두개복측 경화병소  
(Cranio-ventral consolidation)
- 정상부위와 병변의 경계가 명확
- 색깔은 병변의 진행상태에 따라 다름  
(Dark to greyish red)
- 폐의 충출혈로 경화 소견이 관찰됨  
(Consolidation)
- 세균성 감염

Bronchopneumonia (Suppurative) 기관지성 폐렴 (화농성)



- 폐의 충출혈로 경화 소견이 관찰됨.  
(Consolidation)
- 폐엽간의 유착, 폐의 가장자리에 섬유소성 병변 관찰.

Bronchopneumonia (Fibrinous) 기관지성 폐렴 (섬유소성)



- 도축 후 폐가 허탈되지 않음. (폐실질조직이 간질조직으로 대체되어 팽창된 것처럼 보임)

Interstitial pneumonia 간질성 폐렴

Granulomatous pneumonia 육아종성 폐렴 : 이번 연구에서 관찰되지 않음.

Embolic pneumonia 색전성 폐렴 : 이번 연구에서 관찰되지 않음

<사진출처 : 본 연구를 위해 이번 도축장 방문을 통해 수집된 사진을 바탕으로 작성>

- *Mycoplasma* 검사 (DNA 추출)

충북 음성 축산물 도축장에 출하된 소와 돼지 각 300두에 대하여 육안적 검사를 하고, 이

중 병변을 보인 소 192두와 돼지 257두의 폐에 대하여 DNA extraction kit를 이용하여 DNA를 추출하고, 추출된 DNA에 대해 PCR을 실시하였다 (표 3). PCR 반응이 완료된 후, 각 반응액 5 $\mu$ l를 취하여, 1% agarose gel에서 전기영동을 실시한 다음 자외선 하에서 특이 밴드 유무를 확인하였다.

표 3. primer sequences used for PCR assays.

Species	Primer	Oligonucleotide sequence(5'-3')	Size (bp)
<i>M. universal</i>	F	GGCGAATGGGTGAGTAACACG	464bp
	R	CGGATAACGCTTGCGACCTATG	
<i>M. dispar</i>	F-C	GGCTGTGTGCCTAATACATGC	583bp
	R-C	CAGCGTGGACTACCAGGGTATC	
	<i>M. dispar</i> F	GGTGCGCAACATTAGTTAGTTTGC	
<i>M. agalactiae</i>	STJB1	ATATCAGAAACAAAACACCCAGT	409bp
	STJB2	TGCAGAAGAAAGTCCAATCA	
<i>M. bovis</i>	MBOUVRC2-L	TTACGCAAGAGAATGCTTCA	1626bp
	MBOUVRC2-R	TAGGAAAGCACCCCTATTGAT	
<i>M. bovirhinis</i>	F-C	GGCTGTGTGCCTAATACATGC	358bp
	R-C	CAGCGTGGACTACCAGGGTATC	
	<i>M. bovirhinis</i> F	AGCATTAGAGGAAATGCCAG	
<i>M. hyorhinis</i>	F	GTAGTCAAGCAAGAGGATGT	346bp
	R	GCTGGAGTTATTATACCAGGA	
<i>M. hyopneumoniae</i>	F	GGGCCGATGAAACCTATTAAAATAGCT	948bp
	R	GCCGCGAAATTAATATTTTTTAATTGCA TCCTG	
<i>M. hyosynoviae</i>	F	GCAGTTGAGGAAATGCAACTG	400bp
	R	TTAGCTGCGTCAGTGATTGG	

<각 진단 Primer의 PCR 조건 : Wong-Lee (1993), Miles (2004), Bashiruddin (2005), Subramaniam (1998), Caron (2000) 참고 >

그림 1. 소 폐병변 조직으로부터 universal primer를 이용한 *Mycoplasma* spp. 양성 확인

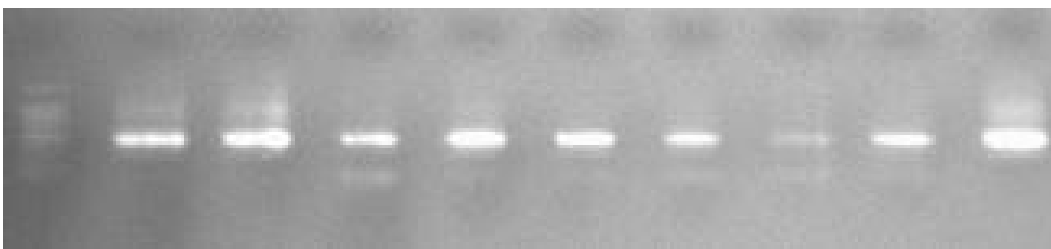
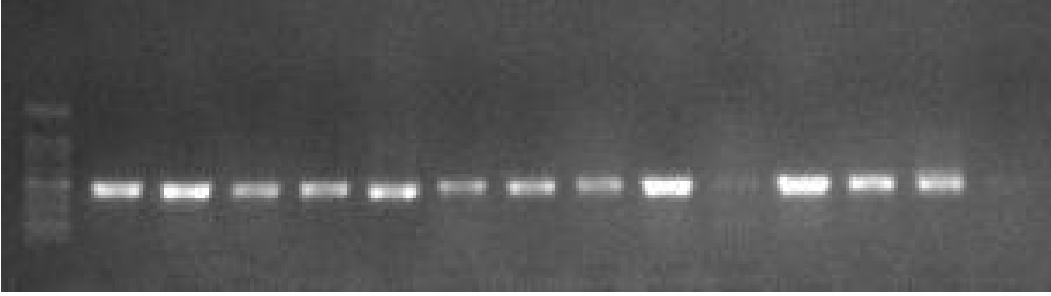


그림 2. 돼지 폐병변 조직으로부터 universal primer를 이용한 *Mycoplasma* spp. 양성 확인



**- 육안 병변 검사 결과**

충북 음성 도축장내 도축된 소와 돼지의 각 폐엽에 대한 병변 정도는 아래와 같다 (표 4). 소에서는 좌우 앞엽 (88.2%, 79.8%, 84.8%), 심장엽 (72.2%, 78.7%), 돼지에서는 좌우 앞엽 (63.4%, 65.2%), 중간엽 (63.8%, 65.9%) 에서의 병변 정도가 상대적으로 소의 횡경막엽 (50.7%, 55.8%), 돼지의 뒤엽 (53.8%, 59.2%)보다 높다는 것을 확인하였다. 또한 도축장 내 소와 돼지의 폐병변 평균 스코어는 61.3%, 62.5% 인 것을 확인하였다.

**표 4. 소, 돼지의 각 엽에서 경화 폐병소의 관찰 비율**

Origin	Lung lobe	Mean	Median	Range
Bovine	① Left cranial lobe	88.2 %	100.0 %	5-100 %
	② Left cardiac lobe	72.2 %	75.0 %	5-100 %
	③ Left diaphragmatic lobe	50.7 %	50.0 %	5-100 %
	④ Right cranial lobe (cranial part)	79.8 %	100.0 %	10-100 %
	⑤ Right cranial lobe (caudal part)	84.8 %	100.0 %	10-100 %
	⑥ Right cardiac lobe	78.7 %	100.0 %	10-100 %
	⑦ Right diaphragmatic lobe	55.8 %	50.0 %	10-100 %
	⑧ Accessory lobe	83.9 %	100.0 %	5-100 %
Total score		61.3 %		
Swine	① Left cranial lobe	63.4 %	70.0 %	0-100 %
	② Left middle lobe	63.8 %	75.0 %	0-100 %
	③ Left caudal lobe	53.8 %	50.0 %	0-100 %
	④ Right cranial lobe	65.2 %	75.0 %	0-100 %
	⑤ Right middle lobe	65.9 %	75.0 %	0-100 %
	⑥ Right caudal lobe	59.2 %	75.0 %	0-100 %
	⑦ Intermediate lobe	71.6 %	100.0 %	0-100 %
Total score		62.5 %		

소 : Total score = (①×5.3%)+(②×4.9%)+(③×31.9%)+(④×6.3%)+(⑤×6%)+(⑥×6.1%)+(⑦×35.2%)+(⑧×4.3%)

돼지 : Total score = (①×10.0%)+(②×10.0%)+(③×25.0%)+(④×10.0%)+(⑤×10.0%)+(⑥×25.0%)+(⑦×10.0%)

병변의 종류, 형태학적인 차이에 따른 분류에서는 기관지 폐렴이 93.7%, 90.0%을 차지하는 것을 확인하였으며, 화농성 폐렴은 61.7%, 73.0%, 섬유소성 폐렴은 32.0%, 17.0% 이었고, 간질성 폐렴은 6.3%, 10.1% 임을 확인하였다. 반면에 이번 연구에서 육아종성 폐렴과 색전성 폐렴의 케이스는 확인하지 못하였다 (표 5).

표 5. 폐렴의 형태학적 구분에 따른 비율 (%)

Type	Bovine (%)	Swine (%)
Bronchopneumonia (기관지성 폐렴)	93.7 %	90.0 %
Suppurative (화농성)	61.7	73.0
Fibrinous (섬유소성)	32.0	17.0
Interstitial pneumonia (간질성 폐렴)	6.3 %	10.1 %
Granulomatous pneumonia (육아종성 폐렴)	0.0 %	0.0 %
Embolic pneumonia (색전성 폐렴)	0.0 %	0.0 %

- PCR 검사 결과

소 192두 및 돼지 257두에 대한 PCR 검사 결과, *Mycoplasma spp.* 양성율은 소에서는 76.56% (147두), 돼지에서는 80.93% (203두) 에서 각각 확인되었다. (Figure 1-2) 소, 돼지 각각의 *Mycoplasma spp.*에 대한 세부 primer를 이용한 검사 결과에서는 소에서 *M. agalactiae* 에 대한 양성이 9.38% (16두)가 확인되었으나, *M. dispar*, *M. bovis* 및 *M. bovirhinis* 에서는 양성이 확인되지 않았다. 돼지에서는 *M. hyorhinis* 에 대한 양성율은 5.06% (13두), *M. hyopneumoniae* 에 대한 양성율은 28.79% (74두)를 확인하였다. 한편 *M. hyosynoviae* 에 대한 양성은 확인할 수 없었다.

표 6. Species별 *Mycoplasma spp.* 분리현황

Species	Species	Total number (A)	Positive number (B)	B/A(%)
Bovine	<i>M. universal</i>	192	147	76.56
	<i>M. dispar</i>		0	0
	<i>M. agalactiae</i>		16	9.38
	<i>M. bovis</i>		0	0
	<i>M. bovirhinis</i>		0	0
Swine	<i>M. universal</i>	257	208	80.93
	<i>M. hyorhinis</i>		13	5.06
	<i>M. hyosynoviae</i>		0	0
	<i>M. hyopneumoniae</i>		74	28.79



- *Mycoplasma*성 폐렴의 미생물학적 표준판정 기준 수립에 대한 고찰

도축장 내 소와 돼지의 폐에 대한 육안 병변검사와 조직 샘플수거를 통한 *Mycoplasma spp.* 및 세부 species에 대한 항원 PCR 검사를 결과를 통해, 우리나라 농장내 폐렴이 상재하고 있음을 확인하였다. 특히 육안 병변 평가를 통하여, 기관지성 폐렴이 93.7% 90.0%로 매우 우세한 것을 확인하였고, 병변 부위에 따른 분석에서는 앞, 중간, 심장엽부분에 병변이 우세한 것을 확인할 수 있었는데, 이는 주로 세균성 호흡기 질환에서 확인할 수 있는 항목이며, 또한 *Mycoplasma spp.*의 항원 양성율이 76.56%, 89.93%로 매우 높은 것을 통하여, 국내 농장의 경우 병원성 세균에 의한 호흡기 질환이 상재하고 있음을 확인하였다. 또한 이번에 실시한 육안적 병변 검사의 경우 우세한 병변의 형태를 기준으로 폐렴의 종류를 분류한 것이기 때문에 (표 5), 농가내 세균성 호흡기 질환이 상재한다는 것을 의미할 수는 있지만, 2차 감염이나, 바이러스 질환에 의해 유발되는 간질성 폐렴이 6.3%, 10.1%로 매우 낮다는 것을 의미하는 것은 아니다. 실제로 이번에 현장에서 확인한 폐의 육안 병변 대부분은 기관지성 폐렴과 간질성 폐렴이 혼합된 형태였기 때문에, 병변의 분류를 위해, 육안으로 우세한 병변을 기준으로 분류를 진행하였기 때문에 기관지 폐렴이 많이 확인되었지만, 실제로 기관지성 폐렴에서 간질성 폐렴을 수반하고 있는 경우가 많았기 때문이다.

해외에서도 소의 경우 *Mycoplasma*성 폐렴이 문제가 되고 있음을 확인하였는데, 영국에서 보고된 결과에 따르면, 혈청학적 screening 조사 결과 (2000~2009), *M. bovis*에 대한 혈청학적 유병율은 30% 이상이며, 동일 기간 동안 폐 샘플의 40%에서 *M. bovis*가 분리되었다는 발표가 있다. 이스라엘에서는 폐렴 송아지 샘플의 25~65%에서 *M. bovis*가 분리되었으며 (2004~2008), 프랑스에서는 기관지 폐렴에 걸린 1000개 송아지 샘플을 확인한 결과, *M. bovis*가 50% 이상 분리되었음이 밝혀지기도 하였다 (2003-2008). 서부 캐나다의 경우 항생제에 저항성을 보이는 만성 폐렴의 feedlot cattle 90% 이상의 사례에서, 폐 조직으로부터 *M. bovis*가 검출되었으며, 육우에서 폐렴과 관절염의 발생은 *M. bovis* 감염과 관련이 있다는 것이 확인되었다. 덴마크에서도 *M. bovis* 감염 유병율은 수 년에 걸쳐 증가하는 것으로 확인되었다. *M. bovis*뿐만 아니라, *M. dispar*, *M. bovirhinis*도 폐렴이 있는 소에서 분리되는데 이들이 폐렴의 일차 원인인 것에 대해서는 아직 불확실하다고 한다. 벨기에의 경우 3년간 송아지의 호흡기계 질병에서 *M. bovis*의 유병율이 31.5%, *M. dispar*의 유병율이 45.5%인 것으로 보고되었다. 가장 우세한 *Mycoplasma species*는 *Ureaplasma spp.* (72%) *M. dispar* (48%) *M. bovis* (24%)이며, 단독감염보다, 다양한 종류에 의한 *M. species*들의 감염이 많다고 한다.

하지만, 우리나라의 경우 육우 송아지의 폐 샘플에서 *M. bovis*의 양성율은 0-7%로 낮은 것으로 보고되어 있는데, 본 실험에서도 9.38% (16두)의 양성율을 보인 *M. agalactiae*를 제외하고, 해외에서 발생한다고 알려져 있는 다른 *M. dispar*, *M. bovis*, *M. bovirhinis*의 양성율이 0%로 확인되었다. 국내에서는 한우, 육우, 송아지에 대한 *Mycoplasma species*의 질병 발생 및 폐사에 대한 분석이 체계적으로 이루어지지 않은 실정이며, 역학정보 역시 매우 부족한데, 세부 Species를 확인하고, 이것이 폐사에 얼마만큼 영향이 있는지를 체계적으로 확인하는 것이 축산업에서의 생산성 증대를 위해 필요하다고 생각된다.

돼지의 경우 소와 비교하여 사육기간이 짧고 밀집 사육으로 인한 *Mycoplasma*성 폐렴에 의한 경제적 영향력이 큰 편이며, *M. hyorhinis* *M. hyosynoviae* 및 *M. hyopneumoniae*이

각각 돼지 기관지에 서식하며, 특히 *M. hyopneumoniae*는 PRDC-porcine respiratory disease complex 를 유발하는 주요 질병으로 알려져 있다.

국내 도축 돼지에 대한 폐 병변 발생률은 매우 다양하게 나타나는데 전체적으로 61~84% 수준을 나타내었다. 김승일 (2005) 연구팀 결과에 따르면, 우리나라 양돈장에는 *Mycoplasma* 폐렴이 상재하고 있음을 확인하였는데, 이번 연구에서도 *Mycoplasma*에 대한 80.93% (208두)에 대한 높은 양성률을 확인하였고, 세부 Species에서 *M. hyopneumoniae*가 28.79% (74두)로 우세한 것을 확인하여, 돼지에서도 *Mycoplasma*성 폐렴이 상재하며, 그 중 *M. hyopneumoniae*이 주요 질병임을 확인하여, 이전 선행연구와 유사한 양상을 확인하였다. 하지만, 해외에서 유행하는 세부 Species에 대해 검사한 결과 0%의 양성률을 확인하여, 국내에서 상재하는 *M. hyopneumoniae*를 제외하고 다른 species를 확인하지 못하였다. 이는 유행하는 Species 의 차이가 있거나, 계절, 사양관리, 사육두수, 도축장 출하시기 등 표본 집단의 설정, PCR 진단에 사용한 진단 Primer의 민감도, 대상 가검물의 분리, 보관 등의 검사 방법 등의 차이 등 여러 가지 항목을 생각해볼 수 있겠지만, 이번 연구에서는 확인하지 못하였다.

가축의 질병으로 인한 경제적 손실을 막기 위해서는 상재성 질병에 대한 검사를 실시하여 사양관리에 반영하는 것이 중요하다. 이를 위해 이번 연구에서는 도축장의 출하돈에 대해 병변을 조사하는 slaughter check 방법의 일부를 활용하는데 (Christensen 1999), 아직 표준화된 방법이 정립되지 않아, 이에 대한 세부적인 지침이 마련이 된다면, 이를 통해 폐 병변을 확인하고 원인체에 대한 항원을 검출함으로써 사양관리 자료로 활용할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 이번 연구의 경우 도축장에서 출하된 가축에 한정된 검사라는 한계를 갖고 있는데, 후속 연구에서는 농장의 규모와 지리적 위치 사양관리 방식의 차이 등을 세부적으로 분류하여 연구가 진행될 필요가 있고, 또한 이런 상재성 질병에 대해서 특이도, 민감도가 높고, 야외 검사에서 쉽게 적용 가능한 진단 키트의 개발에 집중하여 농장의 사양관리에 직접적인 도움을 줄 수 있어야 한다고 생각한다. 또한 *Mycoplasma*를 비롯한 국내에서 유행하는 전염병 원인체에 대한 유병률의 차이가 있기 때문에 국내 상황을 반영한 primer 개발을 통해 조기진단이 가능토록 해야 하며, 더불어 지속적인 역학조사를 병행하여 근본적인 대책수립 및 농가의 생산성 향상에 기여해야 된다고 생각된다.

▪ **돈군 병변 폐 이미지 DB 추가 확보**

제 1 협동에서 개발한 정량적 영상획득을 위한 간이장비 실험을 위해 추가적으로 돈군 병변 폐 조직 사진을 촬영하여 이미지를 확보하였다 (표 7).

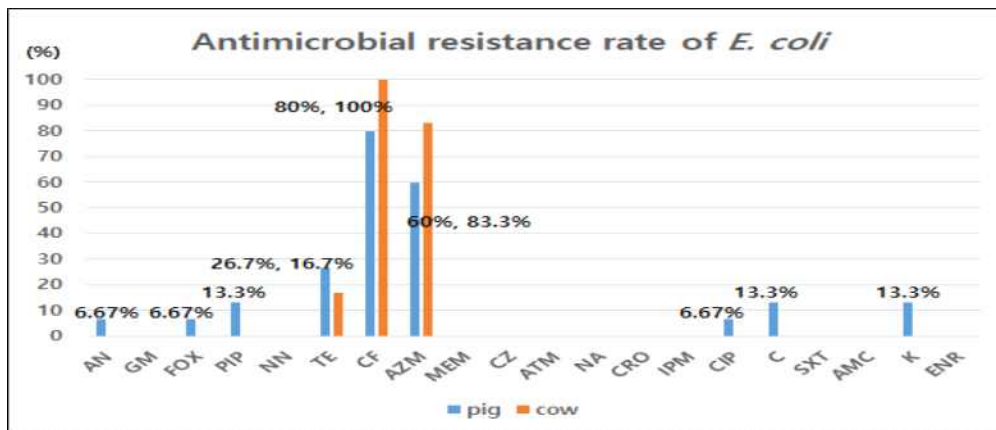
표 7. 돈군 폐 이미지 수집 현황

수집 장소	No. 돈군 폐 병변 이미지	비 고
부천 축산물 공판장	444	제1, 2세부 & 제 1협동 직접 촬영

▪ **돈군·우군 분리 지표세균 (대장균)의 항생제 내성 패턴 분석**

돈군 및 우군에서 분리된 *Escherichia coli* 27균주 (돼지:15주, 소:12주)에 대하여 항생제 감수성 검사를 수행하였다. 검사한 20종의 항생제 중 11종의 항생제에 대해서 돼지와 소에서 분리된 *E. coli*는 100% 감수성을 보였다. Ceftiofur(돼지: 80%, 소: 100%)에 가장 높은 내성을 보였으며 Azithromycin, Tetracycline 순으로 내성이 높았다. 이외의 항생제에 대해 돼지에서 내성균이 분리되었다. carbapenemase나 ESBLs균주는 관찰되지 않았다 (그림 3).

그림 3. 돈군 및 우군 유래 *E. coli*의 항생제 감수성 검사 결과



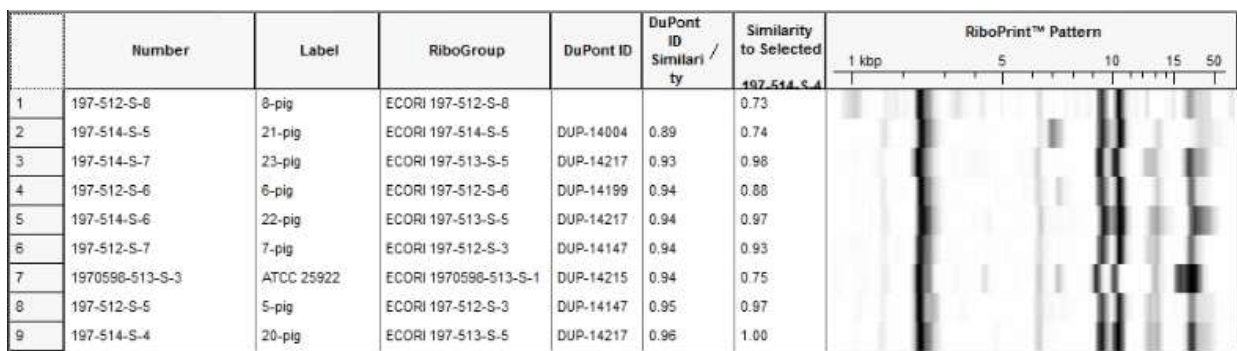
▪ 돈군·우군 분리 지표세균 (대장균)의 PFGE pattern

- PFGE는 역학 연구의 gold standard로 여겨지는 방법으로, 소와 돼지에서 분리된 *E. coli*에 대하여 분석을 실시하였다.

1. 돈군 *E. coli* 분리주 간의 분자역학적 특성 분석

돈군에서 분리된 항생제 내성 패턴이 다른 8주를 대상으로 *EcoRI* 제한효소를 이용하여 PFGE pattern을 분석하였다 (그림 4). 그러나 균주간의 역학적 차이는 보이지 않았다. similarity 90% 전후로 거의 동일균으로 분석되었다.

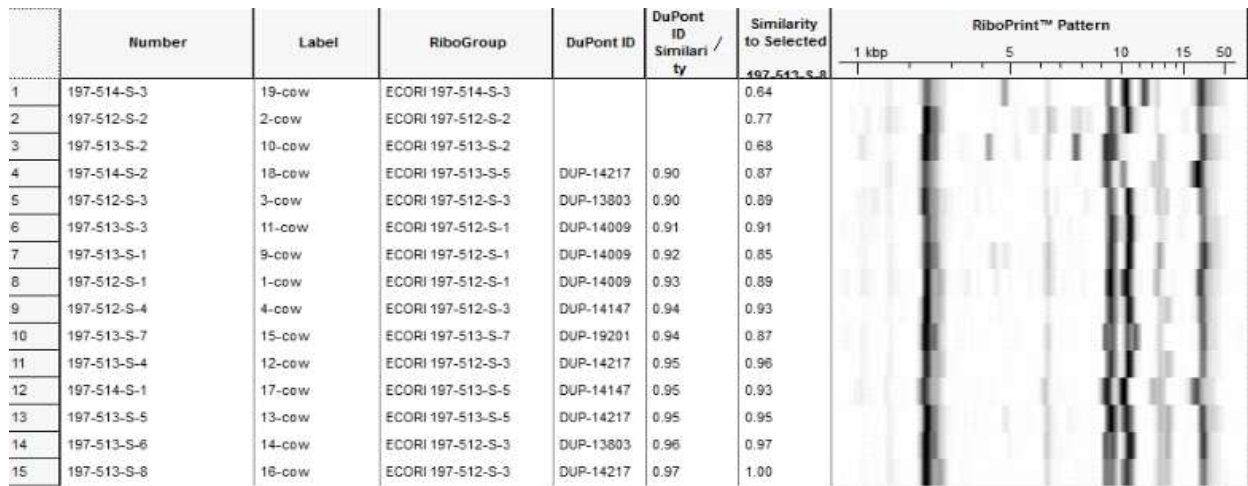
그림 4. 돈군 유래 *E. coli*의 PFGE pattern



## 2. 우균 *E. coli* 분리주 간의 분자역학적 특성 분석

우균에서 분리된 항생제 내성 패턴이 다른 15주를 대상으로 *EcoRI* 제한효소를 이용하여 PFGE pattern을 분석하였다 (그림 5). 그러나 균주간의 역학적 차이는 보이지 않았다. similarity 90% 로 거의 동일균으로 분석되었다.

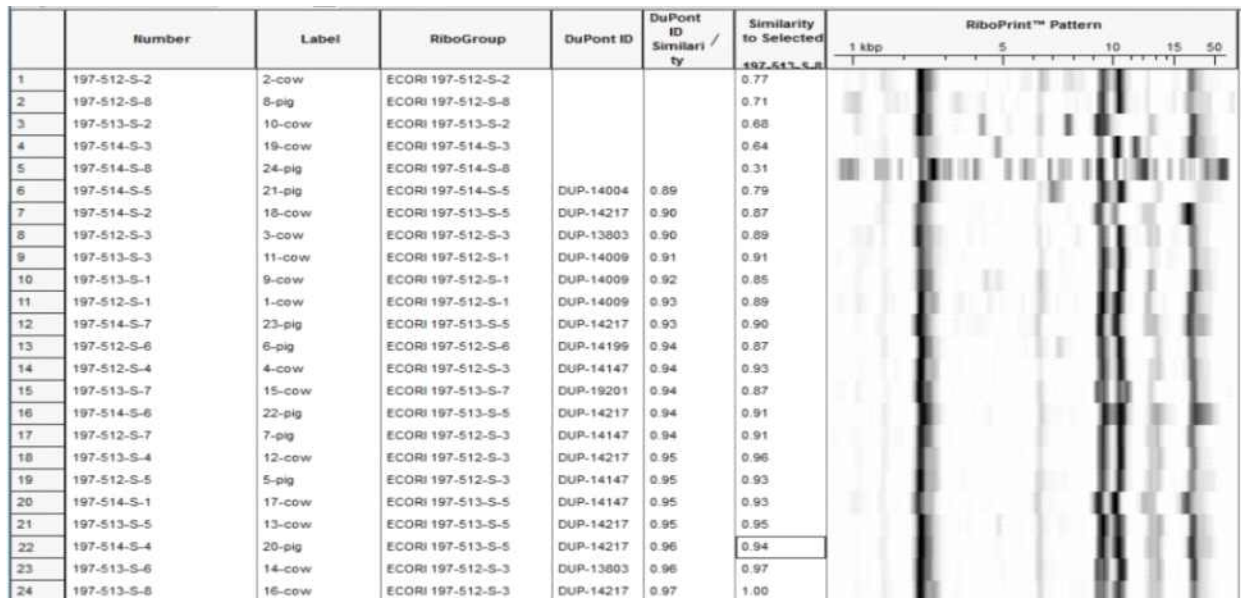
그림 5. 우균 유래 *E. coli*의 PFGE pattern



## 3. 돈균·우균 *E. coli* 분리주 간의 분자역학적 특성 분석

돈균 및 우균에서 분리된 항생제 내성 패턴이 다른 23주를 대상으로 *EcoRI* 제한효소를 이용하여 PFGE pattern을 분석하였다 (그림 7). 실험적 오류로 보여지는 4균주를 제외하고, similarity 90% 전후로 거의 동일균으로 분석되었다. 축종이 다른 소와 돼지에서 분리된 *E. coli*임에도 균주간의 역학적 차이는 보이지 않았다.

그림 7. 우균 유래 *E. coli*의 PFGE pattern



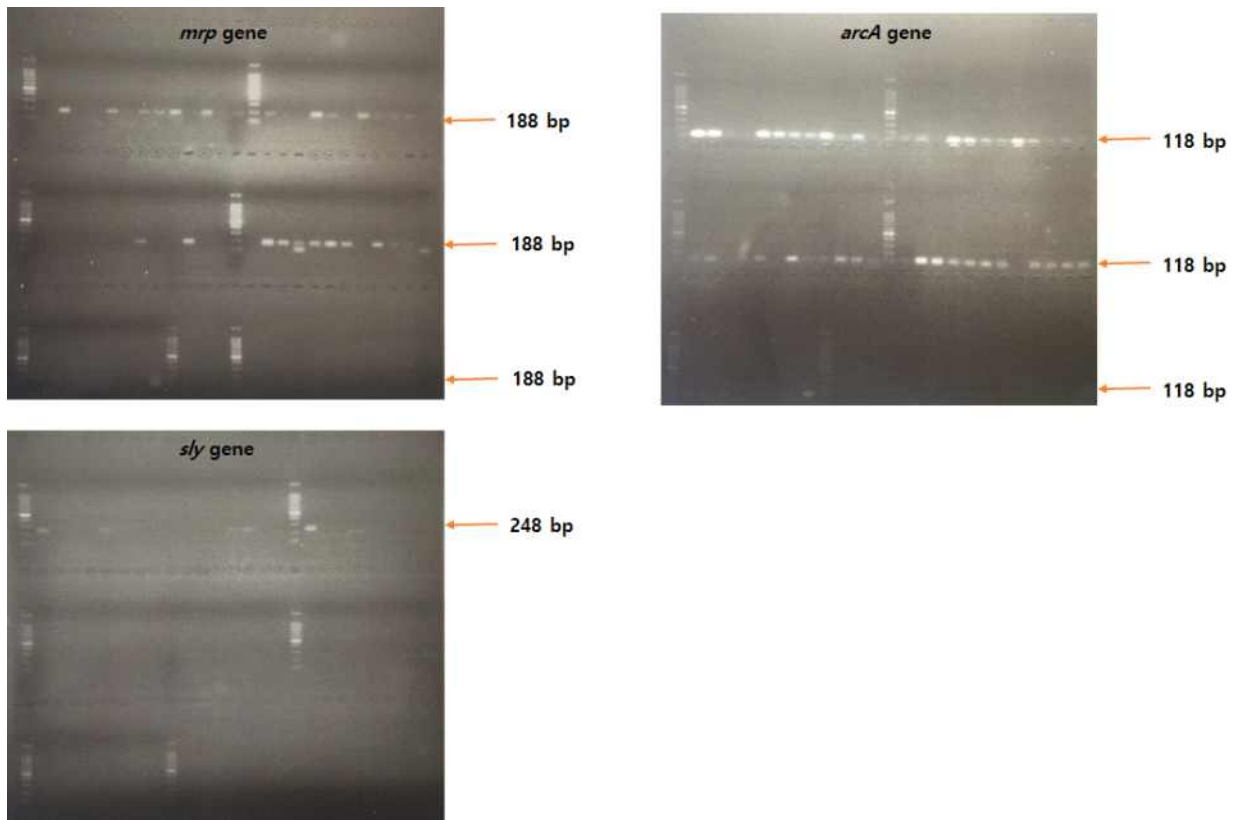
■ **돈균·우균 분리 *Pasteurella multocida* serotyping**

*Pasteurella multocida*는 세포벽의 capsular antigen에 따라 5가지 type으로 구분된다. 본 연구에서는 분리된 56주에 대하여 serotyping을 실시하였으나, type B만 7주 분석되었고, 나머지는 nontype으로 분류되었다.

■ **돈균 분리 *Streptococcus suis* 병원성 유전자 보유 현황**

돈균에서 분리된 56주의 *S. suis*에 대하여 병원성 유전자 10가지(*epf*, *cps1J*, *gdh*, *cps2J*, *cps7H*, *cps9H*, *sly*, *mrp*, *arcA*, *luc*, *mrp*)를 분석하였다. capsular polysaccharides (*cps*), extracellular factor (EF), muraminidase-related protein (MRP), suilysin, arginine deiminase 중 3가지 factor (*sly*, *mrp*, *arcA*)에서 양성을 보였다. 매우 병원성이 높은 *S. suis* serotype 2에서 *epf* gene과 *mrp* gene을 빈번하게 가진다고 알려져있으나 아직 기능은 밝혀지지 않았다. 이러한 *mrp* gene을 *S. suis*의 55.4%가 보유하였다. Suilysin은 thiol-activated hemolysin으로 *sly* gene에 의해 암호화되는데 이것은 세포독성을 나타내며 더 깊은 조직으로 침투할 수 있는 것으로 알려져있다. 이러한 *sly* gene을 *S. suis*의 8.9%가 보유하였다. *arcA* gene은 arginine deiminase를 암호화하는데 이 효소는 세균이 열악한 환경에서도 살아남을 수 있도록 stress에 견디게 해주는 역할을 한다. 이러한 *arcA* gene을 *S. suis*의 80.3%가 보유하였다 (그림 8).

그림 8. 돈균 유래 *S. suis*의 병원성 유전자 보유 현황



■ 개발 영상장치의 현장적용

제 1협동이 개발한 축산물 질병진단 영상인식 관리 시스템을 주관기관으로서 (주)축림의 동의를 얻어 설치·시연하였다. 여러 가지 제약이 있었음에도 개발자 및 관리자의 노력으로 현장에 설치하였다. 전북 익산 소재지인 축림도축장에 설치할 영상장치에 대한 설명·설계·설치를 위해 본 연구과제 총괄책임자인 박용호 교수를 비롯하여 제 1협동 관계자와 3회이상 방문하여 과제를 수행하였다.

그림 9. (주)축림에 영상장치 설치 전과 후의 모습



■ 철새 도래지 통합 관제시스템의 농림축산검역본부 및 관계기관과의 연계 및 활용

제 2협동이 개발한 머신러닝 및 철새 최적화 모델을 이용한 철새 개체 관측 기술을 적용 및 활용하기 위하여 주관기관으로서 CCTV 공유 및 설치를 위해 적극 협조하였다. 특히 철새도래지역에 기 설치된 농어촌공사의 CCTV활용이 쉽지않아 여러차례 문의 및 활용을 유도하였다.

그림 10. (주)이지팜 협조 및 지원을 위한 모식도



[제2 세부 서울대학교]

<가축 질병 모니터링의 영상기반 진단시스템 개발 및 임상병리학적 표준판정기준 수립>

- 연구개발 추진전략 및 방법

- 도축장 방문 및 조직 병변 및 영상 자료 확보: 부천 농협축산물 공판장, 농협 축산물 위생교육원, 협신식품에서 폐 질환 우군 (202개의 폐 병변/2308장의 폐 이미지), 돈군 (687개의 폐 병변/2061장의 폐 이미지) 조직 및 전체 이미지 확보하였음.
- 확보된 조직들은 10% 포르말린에 최소 3일 이상 고정된 뒤 통상적인 조직병리학적 과정에 따라 파라핀 포매 실시 하여 3~4  $\mu\text{m}$ 의 조직 절편 제작 후 hematoxylin and eosin 염색 후 조직병리학적 검사 실시함.
- 조직병리학적 소견을 바탕으로 간질성 폐렴(Interstitial pneumonia), 기관지성 폐렴(Bronchopneumonia), 농양성 폐렴(Abscessing pneumonia), 폐성 출혈(Pulmonary hemorrhage)으로 구분 후 간질성 폐렴의 경우는 폐포 상피세포의 증식 정도에 따라 경도, 중등도, 중등도 이상으로 분류하였음.
- 촬영한 대표적인 폐질환 우군, 돈군 이미지를 machine learning 기법을 기반으로 폐병변 지수화 모델을 개발하여 폐 이미지를 진단 및 예측함.
- 폐병변 촬영 이미지 분석 결과와 조직병리학적 소견과의 상관성을 비교하여 신뢰성, 민감도, 특이도 확인함.

- 연구개발 추진체계

- 임상병리학교실(제 2세부)는 실제 도축 현장(부천 농협 축산물 공판장, 안양 협신 식품 도축장, 축립 도축장, 음성 농협 축산물 공판장)에서 폐 질환 조직 및 이미지 확보
- 확보한 각 폐 질환 조직을 고정 후 전처리 과정을 진행하여 조직병리학적 진단 실시 후 폐렴의 종류 및 병변 지수 산정
- 정상 및 질환 우군, 돈군 대표 폐 조직 영상학적 이미지 자료를 machine learning 기법으로 학습하여 영상진단 가공 알고리즘 개발



그림1 . 연구 개발 추진체계 전략 모식도

○ 연구개발성과

- 논문게재 성과

이홍석, et al. 국내 도축돈에서 발생한 폐렴에 대한 실물 폐 병변 지수와 조직병리학적 진단의 상관성 평가. *Korean Journal of Veterinary Research*, 2017, 57.4: 227-233.

이홍석, et al. Classification of swine lung lesions using a computer-aided diagnostic model created by an image-based machine learning algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018, (Submitted and under revision)

○ 연구결과

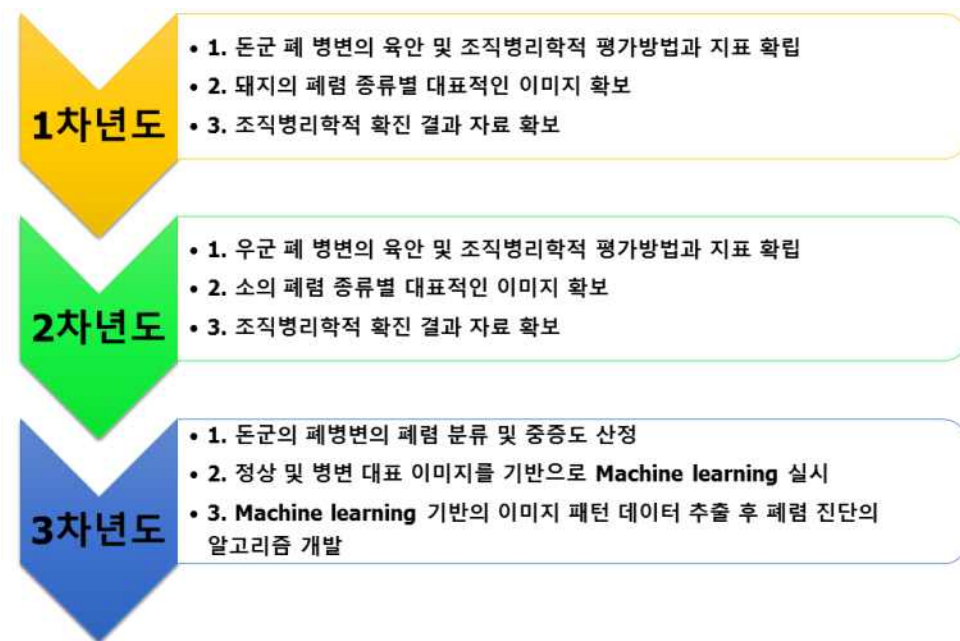


그림 2. 연구 결과 도식도

1차년도

▶ 돼지 폐 병변의 육안 및 조직병리학적 평가방법과 지표 확립

1. 돼지의 폐렴 종류별 대표적인 이미지 확보

- 도축장(부천 농협 축산물 공판장, 농협 축산물 위생교육원, 협신식품)으로부터 병변 및 정상 폐에 대한 대표적인 이미지 촬영



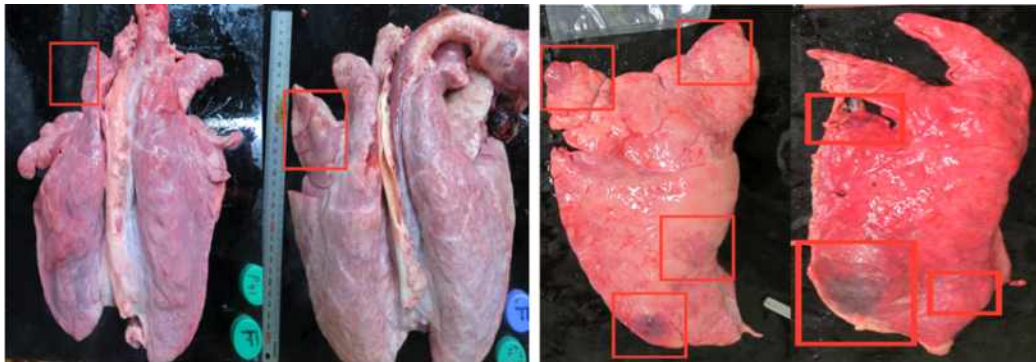


돼지 도축 공정 중 폐 조직 확보

확보한 돼지 폐 가공 후 사진 촬영 실시

그림 3. 도축장 내 도축 공정 중 폐 조직 샘플 확보 및 가공 과정

- 전체 폐를 하나의 사진에 담는 것을 최우선으로 실시하였으며, 불가피하게 도축장에서 제공되는 병변폐의 위치에 따라 양쪽 폐 중 한쪽이 절제되어 나오는 폐도 함께 촬영
- 병변 부위를 탐색 후 절제하여 시료 채취 실시 총 687개의 병변 폐조직에 대한 병리조직학적 확진 검사 수행 결과 아래와 같이 폐렴 분류를 실시함



돼지 유행성 폐렴  
(Enzootic pneumonia)

흉막폐렴  
(Pleuropneumonia)



기관지 폐렴  
(Bronchopneumonia)

Secondary disseminated  
bronchopneumonia

그림 4. 돼지 폐의 육안적 병변 특징에 따른 폐렴 분류

표 1. 육안적 병변 특징 분류 기준

	돼지 유행성 폐렴	홍막 폐렴	기관지 폐렴	2차 파종성 기관지 폐렴
육안적 특징	두 개복층 경화병소	섬유화, 출혈 및 괴사성 병변	출혈 및 경화성 병변	붉은 출혈 병변

2. 조직병리학적 진단 검사를 통한 폐렴의 확진 및 대표적인 이미지 확보

- 채취한 조직을 10% 포르말린에 고정 후 조직 표본 제작 실시
- 조직병리학적 샘플 염색(Hematoxylin & Eosin staining) 실시
- 확보된 조직 슬라이드를 바탕으로 병리조직학적 확진 검사 수행

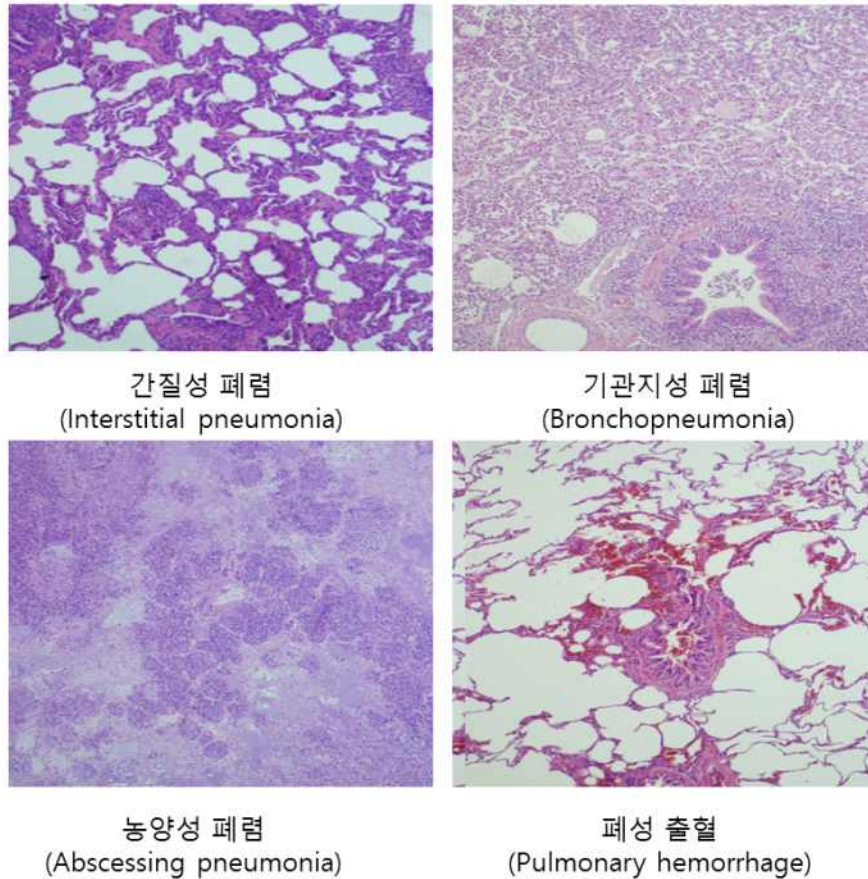


그림 5. 조직슬라이드 진단에 따른 돼지 폐렴 분류

표 2. 조직병리학적 진단 분류 기준

	간질성 폐렴	기관지성 폐렴	농양성 폐렴	폐성 출혈
조직병리학적 특징	폐포 벽 비후, 단핵구 침윤, 폐포강 내 림프구, 폐포 대식세포 침윤	호중구, 림프구 및 폐포 대식세포 침윤, 세기관지강 내 염증세포 침윤	폐포강 내 호중구, 림프구, 폐포 대식세포 관찰, 단백성물질 개재	폐포벽 비후, 폐포강 및 세기관지 내 다수의 적혈구 개재

- 조직병리학적 진단 결과, 각 폐렴 병변 진단 비율은 다음과 같았으며, 도축장 내 발생된 폐지 폐 병변 중 간질성 폐렴과 기관지성 폐렴이 가장 많았음.

	간질성 폐렴	기관지성 폐렴	농양성 폐렴	폐성 출혈
돼지 폐렴의 조직병리학적 진단 비율	69%	26%	3%	3%

## 2차년도

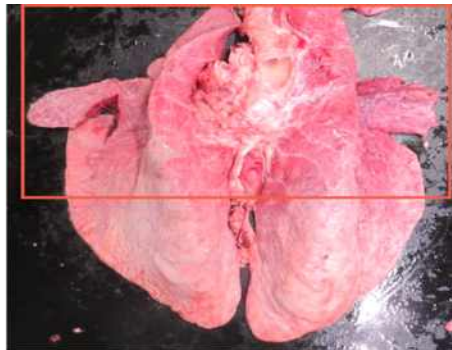
### ▶ 우군 폐 병변의 육안 및 조직병리학적 평가방법과 지표 확립

#### 2. 소의 폐렴 종류별 대표적인 이미지 확보

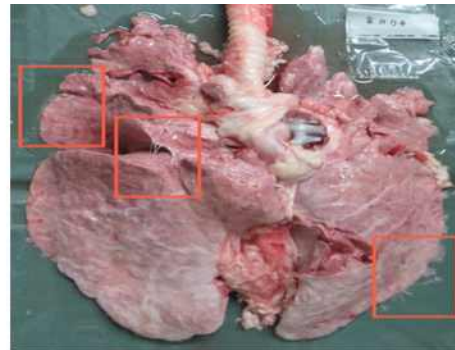
- 도축장(부천 농협 축산물 공판장, 음성 농협 축산물 공판장)으로부터 병변 및 정상 폐에 대한 대표적인 이미지 촬영

전체 폐를 하나의 사진에 담는 것을 최우선으로 실시함. 불가피하게 도축장에서 제공되는 병변폐의 위치에 따라 양쪽 폐 중 한쪽이 절제되어 나오는 폐도 함께 촬영

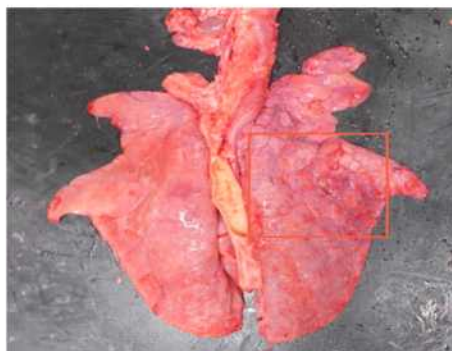
- 병변 부위를 탐색 후 절제하여 시료 채취 후, 총 202개의 병변 폐조직에 대한 병리조직학적 확진 검사 수행 결과 아래와 같이 폐렴 분류를 실시함.



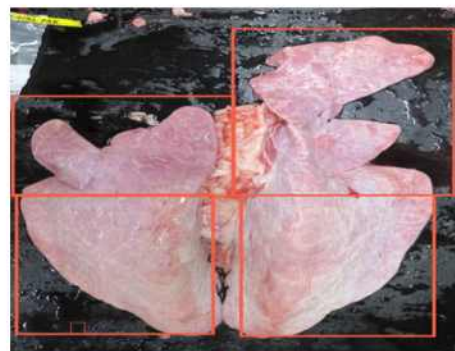
기관지 폐렴  
(bronchopneumonia)



흉막폐렴  
(Pleuropneumonia)



마이코플라즈마성 폐렴  
(mycoplasma pneumonia)



급성 간질성 폐렴  
(interstitial pneumonia)

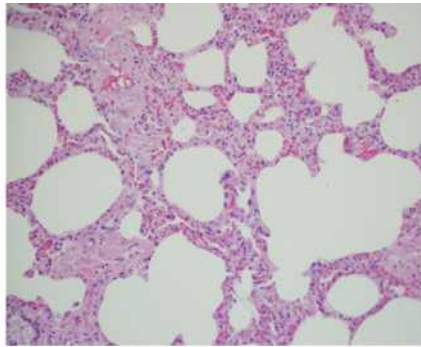
그림 1. 소 폐의 육안적 병변 특징에 따른 폐렴 분류

표 1. 육안적 병변 특징 분류 기준

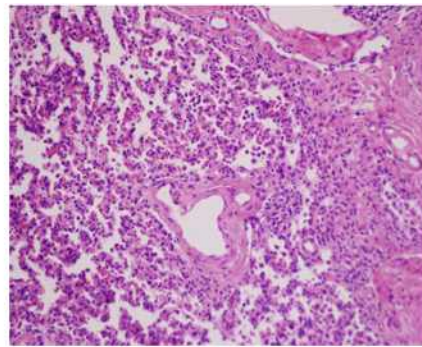
	기관지 폐렴	흉막 폐렴	마이코플라즈마 폐렴	간질성 폐렴
육안적 특징	두 개복층 경화소	섬유화 및 황색의 피브린 침착	암적색의 경화소	회색 및 분홍색의 경화소

2. 조직병리학적 확진 결과 자료 확보

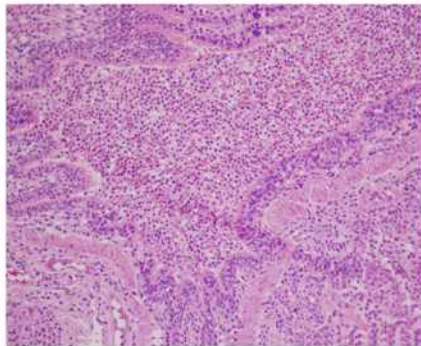
- 채취한 조직을 10% 포르말린에 고정 후 조직 표본 제작 실시
- 조직병리학적 샘플 염색 (Hematoxylin & Eosin staining) 실시
- 확보된 조직 슬라이드를 바탕으로 병리조직학적 확진 검사 수행



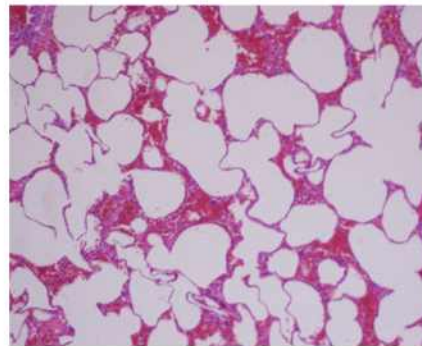
간질성 폐렴  
(Interstitial pneumonia)



기관지성 폐렴  
(Bronchopneumonia)



농양성 폐렴  
(Abscessing pneumonia)



폐성 출혈  
(Pulmonary hemorrhage)

그림 2. 조직슬라이드 진단에 따른 소 폐렴 분류

표 2. 조직병리학적 진단 분류 기준

	간질성 폐렴	기관지성 폐렴	농양성 폐렴	폐성 출혈
조직병리학 적 특징	단핵구 침윤, pneumocyte 비후, 폐포강 내 림프구, 폐포 대식세포 침윤	폐포 내 호중구, 림프구, 폐포 대식세포 침윤, 세기관지 강 내 호중구 관찰	폐포벽 파열 및 세기관지 내 다수의 호중구, 림프구, 폐포 대식세포 관찰	세기관지 내 및 폐포강 내 다수의 적혈구 개재, 폐포벽 비후

- 조직병리학적 진단 결과, 각 폐렴 병변 진단 비율은 다음과 같았으며, 도축장 내 발생된 소 폐 병변 중 간질성 폐렴이 가장 많았음.

	간질성 폐렴	기관지성 폐렴	농양성 폐렴	폐성 출혈
돼지 폐렴의 조직병리학적 진단 비율	85%	6%	2%	6%

### 3차년도

#### ▶ 디지털 이미지 기반 폐렴 병변의 영상학적 진단 모델 확립

1. 촬영한 정상 및 병변 돼지 폐 이미지 사진(773)을 기반으로 폐렴의 종류 분류

- 폐렴의 육안 및 조직 병리학적 병변 기준은 다음과 같음.

	기관지 폐렴	간질성 폐렴	늑막염	흉막 폐렴
	호중구와 폐 대식세포가 호흡기에 존재	폐 전체와 rubbery texture에 미만성 염증이 존재하며, 조직병리학적으로 폐포중격의 비후와 염증세포의 침윤	섬유화가 특징적이며, 조직병리학적으로 막이 호중구와 대식세포의 침윤으로 비후	흉막과 늑막 사이에 출혈을 동반한 염증 및 섬유화가 특징적이며, 조직병리학적으로 호중구와 폐포 대식세포가 기관지 및 세기관지에 침윤
육안 및 조직병리학적 특징	 <p>A: 기관지 폐렴 (Bronchopneumonia); B: 간질성 폐렴 (Interstitial pneumonia); C: 늑막염 (Pleuritis); D: 흉막염 (Pleuropneumonia)</p>			

- 폐렴 병변에 대하여 확대 및 전면 돼지 폐 육안 사진을 다음과 같이 확보하였음.

표 1. 확대 및 전면 폐지 폐 육안 사진으로 분류된 4가지 종류의 폐렴 분포

Label	Images of close-up lung	Images of complete lung
Bronchopneumonia	188	188
Interstitial pneumonia	94	95
Pleuropneumonia	22	22
Pleuritis	82	82
Total	386	387

▶ 정상 및 병변 대표 이미지를 기반으로 Machine learning 실시

1. 확보한 정상 및 병변 폐 조직 이미지의 픽셀 강도의 지수화

- 정상 및 병변 폐 조직 이미지 내 128 픽셀의 square area와 keypoint 간의 강도 차이를 계산하는 Scale Invariant Feature Transform (SIFT) 방법으로 계산

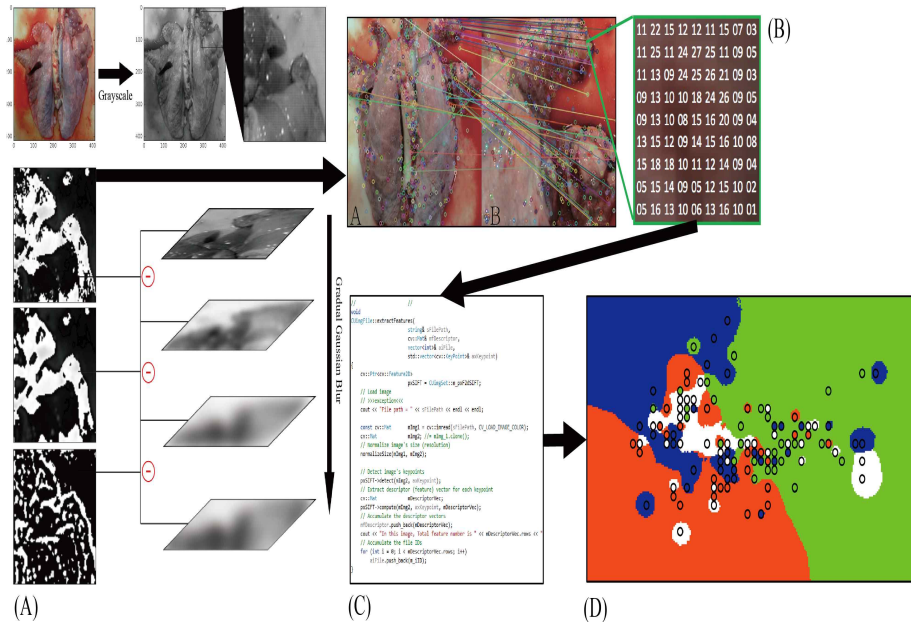


그림 2. SIFT 추출 방법과 k-nearest 인접 분류(KNN) 방법.

A: SIFT 추출의 각 단계 설명.

B: 폐지 폐 이미지 사진으로부터 SIFT 추출법 사용의 예시.

C: 추출한 데이터를 컴퓨터 인지 및 분석 방법.

D: 폐지 폐렴의 네가지 타입 분류에서 KNN방법론 적용 방법.

2. 각 폐 전면부 사진에서 총 532개의 특징 식별

- 이미지 내 폐가 차지하는 비중은 평균 64.06% 이며 폐 내에서의 식별 특징은 총 91.73%를 나타냈으며, 이를 통해 SIFT 방법을 이용한 학습기법으로 이미지 내 폐 특이적인 식별이 가능함을 확인함.

3.전체 폐지 폐 사진에서 SIFT 특징을 추출하여 폐렴 분류

- 돼지 병변 폐 전면 이미지로부터 SIFT 특징 추출. 각 추출된 특징은 이미지 내 색을 가진 동그라미로 표시되었으며, 특정 SIFT 값을 갖는 위치를 인식하여 특정 폐렴으로 인식하여 분류.

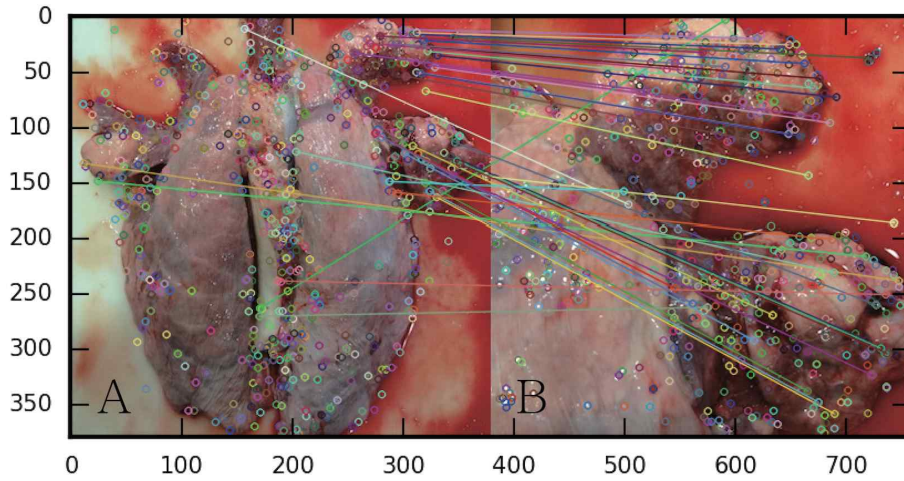


그림 3. 전체 돼지 폐 사진으로부터 SIFT 특징 추출. A와 B 사진 간에 동일한 SIFT 특징 값을 갖는 부분을 인식.

### ▶ Machine learning 기반의 이미지 패턴 데이터 추출 후 폐렴 진단 알고리즘 개발

#### 1. 돼지 폐 이미지 개수에 따른 분석 차이

- 총 773 개의 돼지 폐 CAD 이미지를 개수에 따라 총 4개의 군으로 설정. 25% (n=193), 50% (386), 75% (580), 100% (773).
- 각 군으로 알고리즘 분석 시 소요되는 시간 측정하였으며, 이미지의 개수가 증가할수록 러닝 타임 또한 증가되는 것을 확인함.

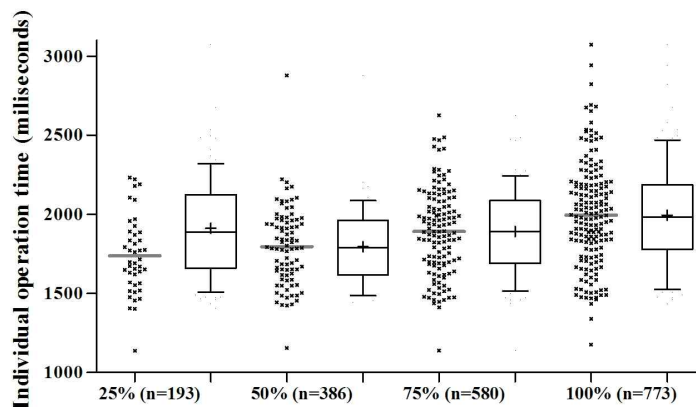


그림 4. 돼지 폐 CAD 이미지 개수에 따라 각 작동 소요시간

- 각 군으로 질병 진단 시 민감도, 특이도, 정확도 변화에 있어 이미지 개수가 증가할수록 진단 효율이 증가되는 것을 확인함.

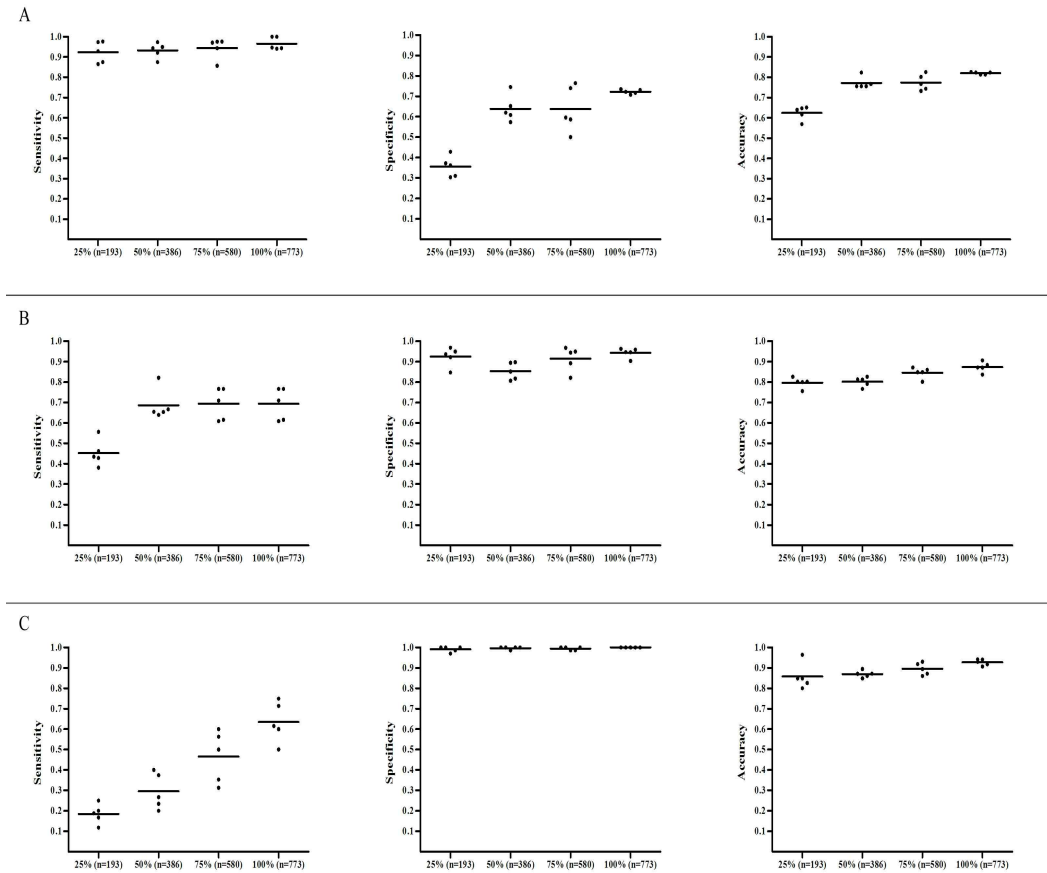


그림 5. 이미지 개수에 따른 돼지 폐렴 분류의 민감도, 특이도, 정확도  
(A) 기관지 폐렴, (B) 간질성 폐렴, (C) 늑막염

## [제1 협동 (주)크레아소프트]

### <돼지 및 소의 호흡기 질병 진단을 위한 이미지 분석 시스템 및 이미지 스캐너 개발>

#### 1. 1차년도 연구수행 내용 및 결과

##### 가. 1차년도 연구수행 계획 (연구개발 계획서)

##### 1) 연구개발 목표

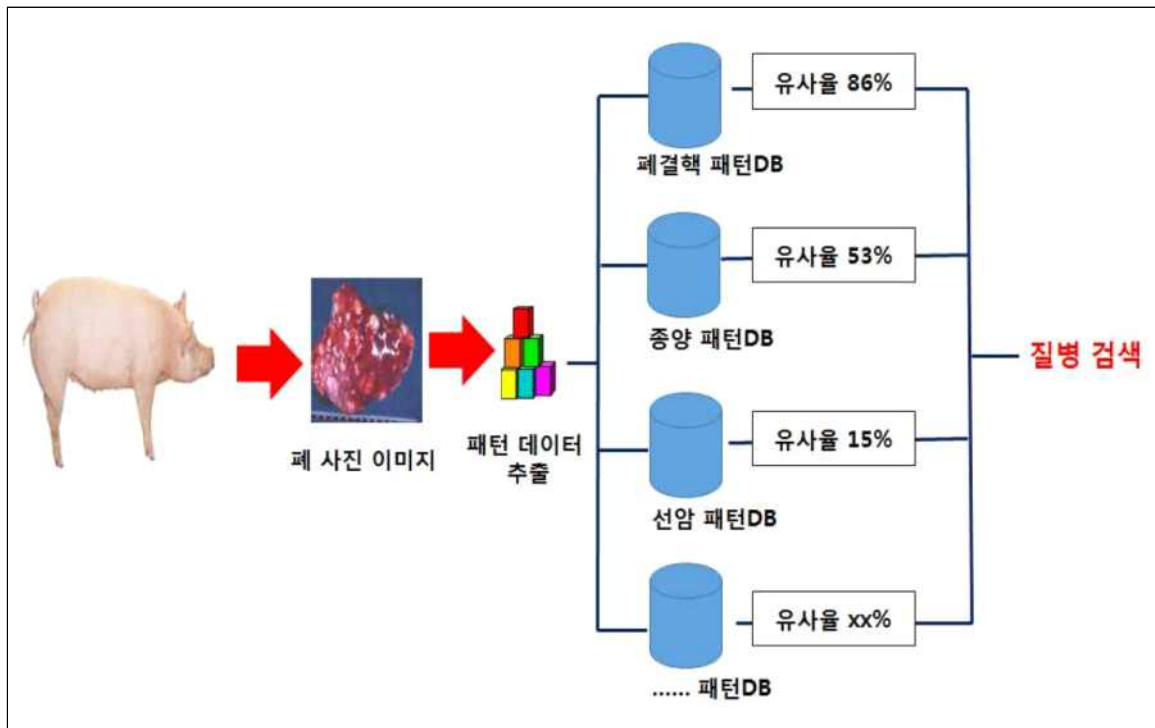
- 선정된 돈군의 폐 병변 사진 이미지를 디지털화 하여 질병패턴을 분석.
- 선정된 돈군의 폐 병변 사진의 이미지 패턴 DB 구축 및 검출 알고리즘 개발.

##### 2). 주요 연구 내용

- 돈군의 폐 병변 사진으로부터 이미지 분석 및 기계학습(Machine learning) 기반의 이미지 색인을 통하여 패턴 데이터를 추출하고 추출된 패턴 데이터에 기반하여 폐 병변 패턴 DB 를 구축



- 검출 알고리즘 개발은 먼저 다수의 폐 병변 사진을 질병별로 분류하고 해당 질병에 대한 기계학습(Machine learning)기반의 이미지 색인을 통하여 이미지로부터 해당 질병의 모양, 색상, 질감, 패턴의 누적 특징값(Signature) 등을 추출, 해당 질병에 대한 병변 패턴DB 를 생성하게 됨. 이렇게 질병별로 생성된 여러 병변 패턴DB들은 병변 판별이 필요한 이미지에서 추출된 누적 특징값(Signature)과 검색 연산 및 유사도 비교를 실시하고 각 병변 패턴DB별 유사율을 분석하여 해당 질병에 대한 감염 여부를 판별.



나. 1차년도 연구개발 내용

1) CBIR(내용기반 영상검색) 방법에 의한 접근

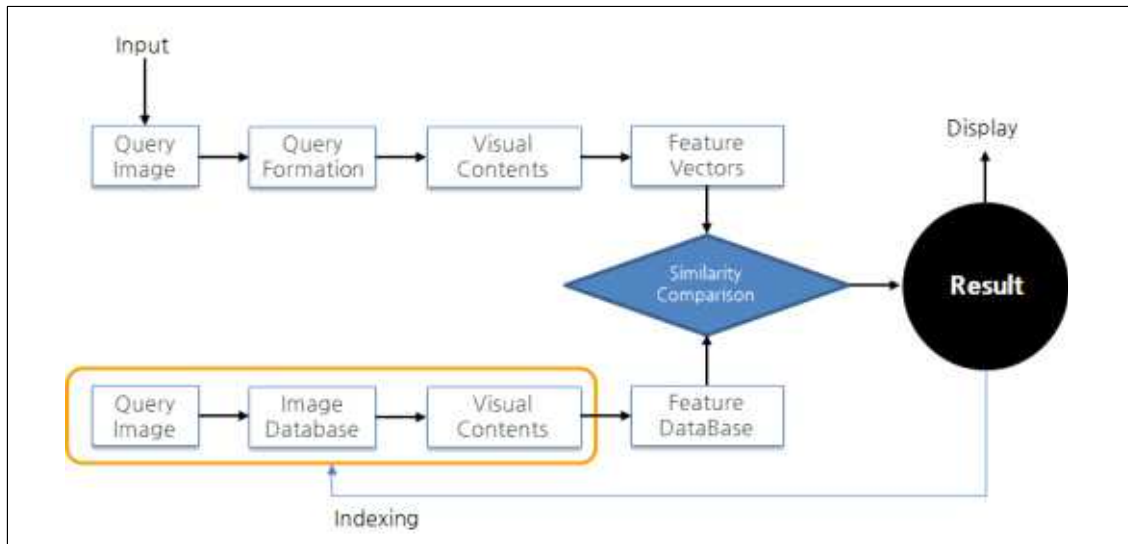
기존에 도축장 검사관의 육안에 의존하여 검사결과를 확정하였으나 제1협동의 연구는 직접 도축장에서 가축의 폐 부위 사진을 촬영하여 이미지 분석 및 학습기법 기반의 이미지 색인을 통하여 패턴 데이터를 추출하고 추출된 패턴 데이터를 디지털화하여 이를 기반으로 빠른 폐 병변을 찾을 수 있도록 하는 자동화할 수 있도록 하고 있음.

유사분야 수행 사례로는 같은 이미지 찾기 등에 활용하고 있으나 본 연구처럼 도축장 환경에서 획득한 가축 장기의 이미지를 통한 병변을 자동 분류하는 솔루션은 국내에 아직 없는 것으로 판단 확인되고 있어, 현재 많은 부분이 도축장에서는 수동식 도체 이미지 보관 방법을 사용하는 부분을 본 연구를 통해 수집한 이미지를 실시간 디지털화하여 자동 분류 보관한다면 충분한 가치가 있을 것으로 판단하여 개발을 추진

1차년도의 연구방법은CBIR (Content-based Image Retrieval: 내용기반 영상검색) 기법을

기본 골격으로 함. 이를 위해 Scale-invariant Feature Transform 기법으로 특징정보를 추출, 표현하고 있으며, 그에 기반해 고차원 인덱싱 알고리즘으로 기계학습과 클래스 분류를 행하는 방식을 채택하여 개발

CBIR은 컴퓨터 비전 기술을 영상검색에 적용한 분야로서 대량의 디지털 이미지들로 구축된 DB(데이터베이스)에서 특정 혹은 원하는 관련된 이미지 검색을 응용

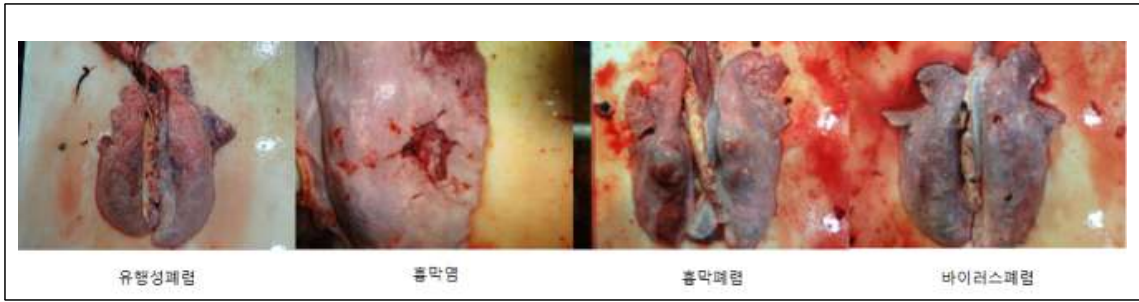


본 연구에서 검색의 대상은 사전에 수집된 돈 폐 병변들의 사진 이미지들로 인덱싱된 병변 영상 DB를 말하며, '내용기반'이란 상기의 병변영상 DB를 병변이 담긴 돈 폐의 입력 영상으로 검색하는 것

따라서 SIFT(Scale-invariant Feature Transform) 방법으로 얻어진 특징서술자(Descriptor)를 통하여 돈군 폐 이미지에서 얻어지는 특징을 위계 k-means 트리(Hierarchical k-means Tree)를 사용하여 DB의 클래스와 매칭하는 방법으로 질병분류를 수행

## 2) 알고리즘 테스트

이미지 데이터는 총 800여개의 데이터 파일로 이루어져 있고, 각 파일은 질병명으로 레이블링 되어 있으며 복수의 병명으로 복합병변의 경우도 표기되어 있음. 질병 클래스들은 '바이러스성폐렴,' '홍막염,' '홍막폐렴,' '유행성폐렴'의 총 4개임.



이미지 데이터를 training과 testing 용도의 두 그룹으로 나누어 training 데이터를 인덱싱에 사용 함. Training과 testing 공히 이미지 데이터는 일정한 사이즈로 정규화하여 사용 함. 정규화된 이미지는 특징벡터 추출기를 거쳐 특징점들과 그에 상응하는 특징벡터들이 생성됨. 이 과정이 training 데이터셋의 각 이미지마다 반복되어 얻어진 특징벡터 집합과 어느 특징벡터가 어느 이미지에서 온 것인지의 기록이 k-means 인덱스 빌더에 입력되면 인덱스 빌드 과정을 진행함

#### 다. 1차년도 연구수행 결과

##### 1) 문제점 분석

- 둔군 폐에 대하여 클래스별로 수집된 이미지를 SIFT 특징점 추출을 바탕으로 매칭하는 방법으로 연구한 결과 두가지 문제점을 발견
- 촬영 수집된 이미지에서 배경의 색상이나 이물질에 의한 의미없는 디스크립터의 추출이 클래스 구분의 정확도를 방해
- 폐 도체 이미지 샘플 양이 늘어날수록 정확도는 높아지나 알고리즘이 수행되는데 필요한 연산량이 급격하게 늘어나는 현상

##### 2) 해결 방안

- 폐 도체 촬영시 이물질 등이 제거된 정량적인 이미지 촬영 방법에 대한 연구를 통하여 의미있는 이미지 수집이 가능하도록 함
- 기존 SIFT 알고리즘의 수행시간 문제를 해결하기 위하여 딥러닝 기법을 적용, 2차년도 연구를 통하여 해결하도록 함

#### 2. 2차년도 연구수행 내용 및 결과

##### 가. 2차년도 연구수행 계획(연구개발 계획서)

##### 1) 연구개발 목표

- 선정된 우군의 폐 병변 사진 이미지를 디지털화 하여 질병패턴을 분석.
- 선정된 우군의 폐 병변 사진의 이미지 패턴 DB 구축 및 검출 알고리즘 개발.

##### 2). 주요 연구 내용

- 우군의 폐 병변 사진으로부터 이미지 분석 및 기계학습(Machine learning) 기반의 이미

지 색인을 통하여 패턴 데이터를 추출하고 추출된 패턴 데이터에 기반하여 폐 병변 패턴 DB 를 구축

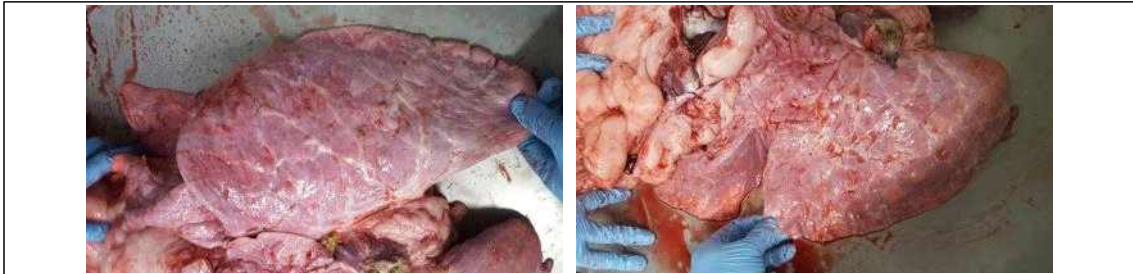
- 검출 알고리즘 개발은 먼저 다수의 폐 병변 사진을 질병별로 분류하고 해당 질병에 대한 기계학습(Machine learning)기반의 이미지 색인을 통하여 이미지로부터 해당 질병의 모양, 색상, 질감, 패턴의 누적 특징값(Signature) 등을 추출, 해당 질병에 대한 병변 패턴DB 를 생성하게 됨. 이렇게 질병별로 생성된 여러 병변 패턴DB들은 병변 판별이 필요한 이미지에서 추출된 누적 (Signature)과 검색 연산 및 유사도 비교를 실시하고 각 병변 패턴DB별 유사율을 분석하여 해당 질병에 대한 감염 여부를 판별.

나. 2차년도 연구수행 내용

1) 우군 촬영 현장에서 병태 특성 학습 및 우군 촬영 기법에 대한 정의 및 연구

가) 우군 폐 병변 특징에 대한 학습

- 도축장에서 병변 검출에 의하여 폐기된 폐를 중심으로 폐의 병태를 육안으로 확인하고 우폐의 간질화, 염증발생, 종기, 림프절 부종등의 형태를 확인



(그림) 좌: 간질화된 우폐 병변, 우: 염증 및 종기가 발생된 우폐병변



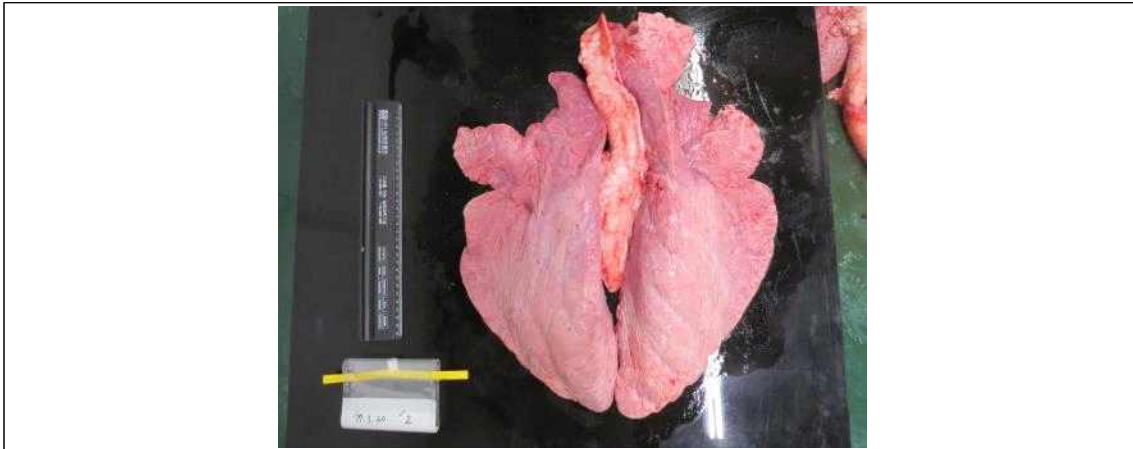
(그림) 우내장 변별 작업 현장 트레이 확

- 우폐의 경우 돈폐에 비하여 크기가 크고 선별작업에서 폐 상태를 확인하기 위하여 절개가 이루어 질 수 있으며, 병변의 형태가 돈군에 비하여 확연하게 들어나는 경우가 적음을 확인

나) 사진 촬영 방법에 대한 연구

- 샘플영상을 취득하기 위하여 사진 촬영시 배경에서 사진을 폐색시키는 객체나 잡음에 해당하는 다른 부위가 있을 경우 사진 인식률이 떨어지는 것을 1차년도 연구에서 확

인한 바 사진의 배경과 레이블 객체들과의 위치를 조절해야함



(그림) 우폐 인식이 양호한 영상



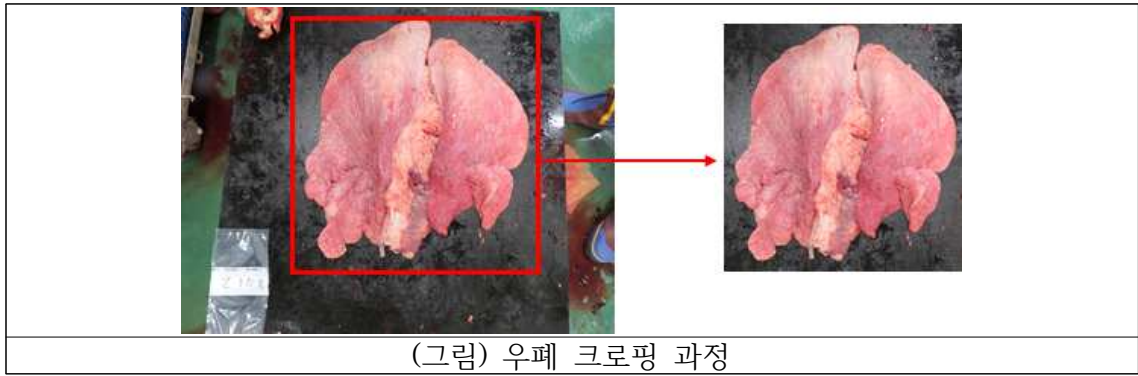
(그림) 우폐 인식이 어려운 영상

- 샘플 영상 취득시 우폐가 깨끗한 검은색 배경판의 중심에 위치해 있고 사격형의 틀로 크로핑 하였을 때 우폐 영역만 분리 가능한 사진이 영상 인식에 유용하며 사진을 가리는 객체나 사물이 없어야 함을 확인함
- 우폐 사진 촬영시 사람 손에 의하여 촬영된 자연영상으로 우폐에 비치는 반사광의 억제나 초점의 변화 및 촬영 각도의 변화는 허용 가능하나 질병 진단예측 결과에 영향을 줄 수 있으므로 최대한 억제하여 촬영해야함

## 2) 우군 폐 사진에 대한 수집 및 가공 알고리즘 개발

### 가) 우군 폐 사진에 대한 수집 방법

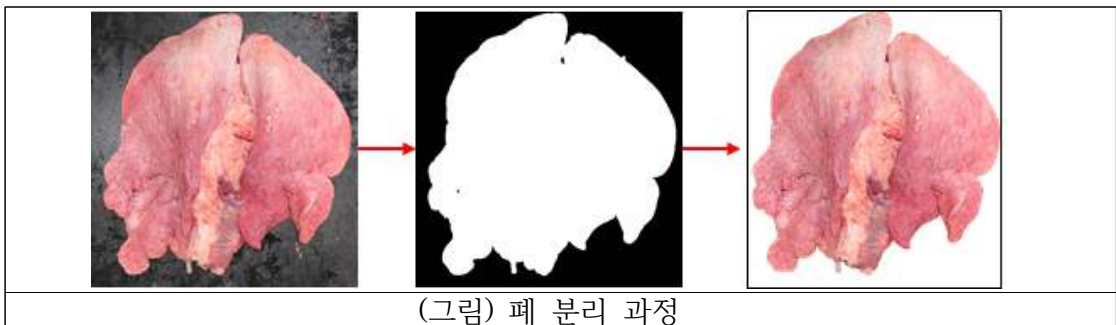
- 우폐 사진 촬영시 우폐 샘플들을 세균학적, 병리학적으로 진단하기 위한 샘플 레이블이 함께 찍혀야하므로 영상처리에 의한 인식을 위해서는 사진들을 폐 영역에 맞추어 추출해야함



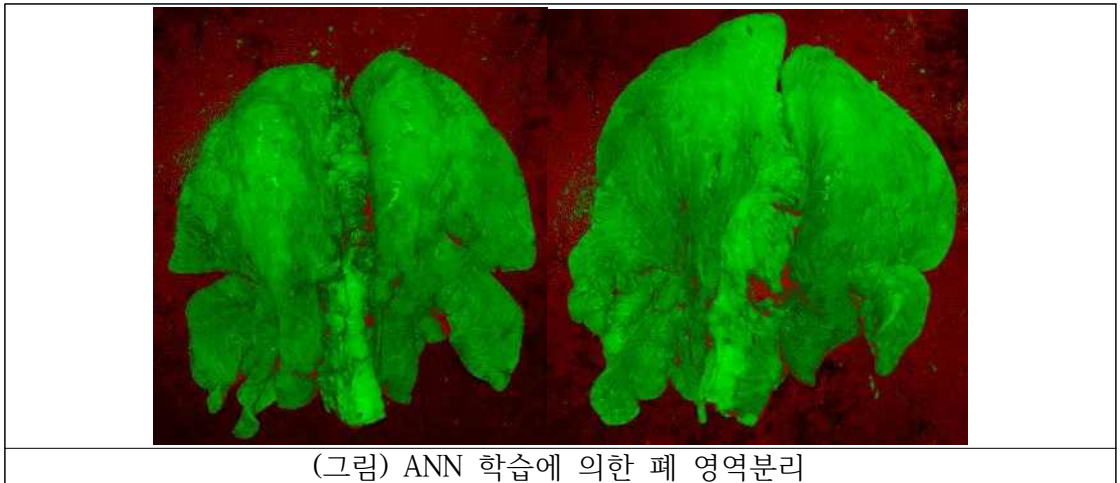
- 현재 연구개발 목표는 폐 이미지로부터 영상진단을 위한 알고리즘을 개발하는 것으로 알고리즘 정의 완료 후 3차년도 장비개발시 정량적인 사진을 취득 가능하므로 크로핑 과정이 따로 필요하지 않음

나) 우군 폐 사진에 대한 가공 알고리즘

- 크로핑 된 우폐 사진 역시 아직 배경과 완벽하게 분리가 되어있지 않으므로 조각난 폐의 파편이나 혈전에 의하여 오검출율을 높일 위험이 있으므로 자동적으로 폐 영역을 분리하고 잡음을 제거하는 알고리즘이 필요



- 폐영역의 전경과 배경 분리 방법은 크로핑된 이미지 입력, 그래프컷(graph cut) 알고리즘에 의한 폐 영역 분리, 이미지 레이블링 사이즈에 의한 잡음 제거, 전산적인 앤드(and)연산에 의한 영역분리 과정으로 이루어짐



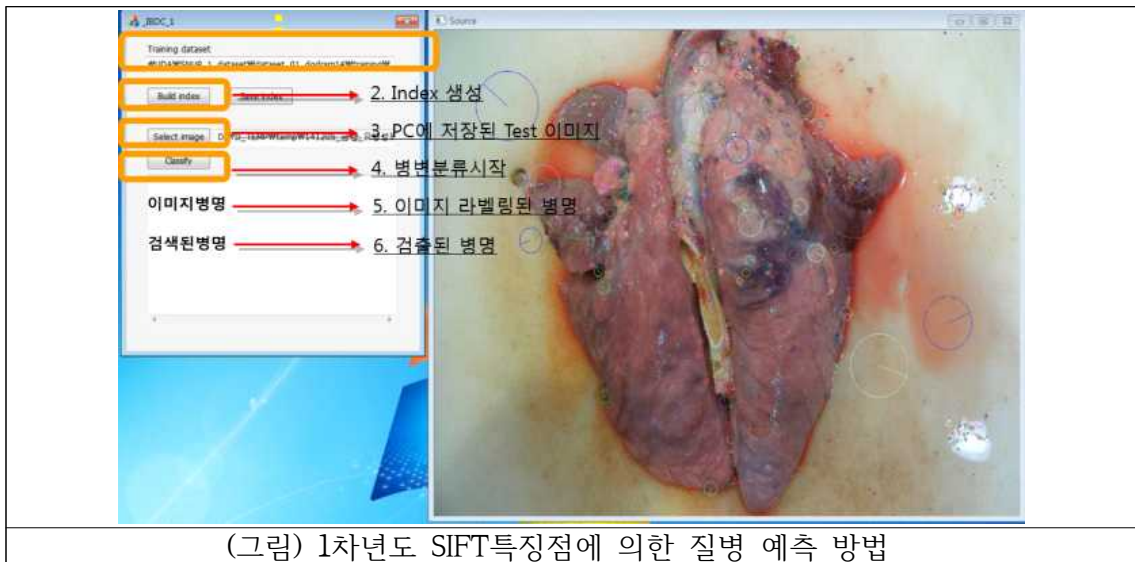
(그림) ANN 학습에 의한 폐 영역분리

- 폐 영역을 분리하기 위하여 ANN\_MLP(Artifition neural networl / multi layer perceptron), otsu-threshold 방법등의 영상처리 기법을 실험하여 봤으나 위 사진과 같이 오검출율이 높은 경향을 보임

### 3) 돈군 영상인식 알고리즘의 변형과 신규 알고리즘

#### 가) 1차년도 돈군인식 알고리즘의 문제점

- 1차년도 알고리즘에서는 샘플 사진으로부터 직접적으로 폐 진단 예측을 수행하려고 하였으며 병태 인식에 대한 내용을 알고리즘 안에서 자체적으로 평가하게 만드는 방식을 사용



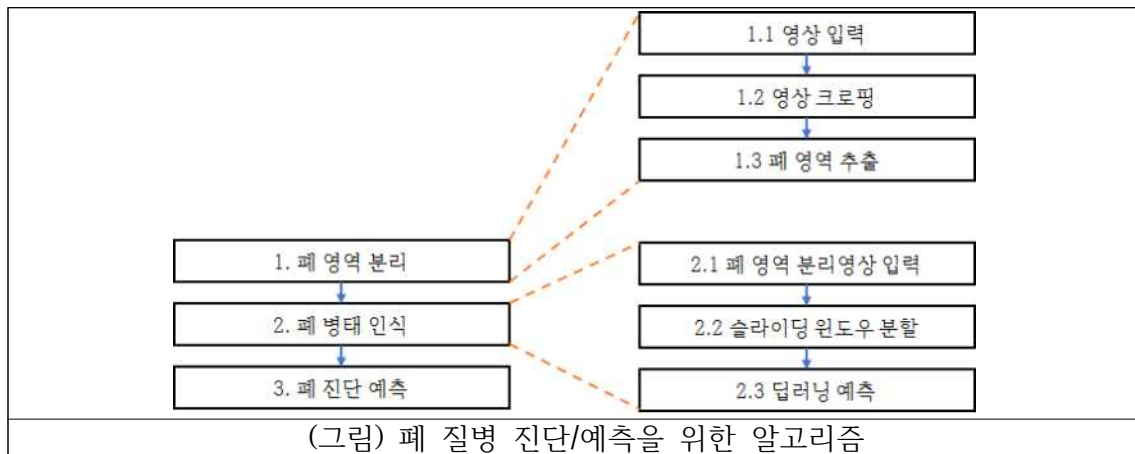
(그림) 1차년도 SIFT특징점에 의한 질병 예측 방법

- 샘플 사진이 충분할 경우 병태인식이 자동적으로 이루어져 쿼리이미지로부터 바로 폐에 대한 진단이 가능할 것으로 보이나 1년간의 샘플 취득으로는 샘플에 대한 세부적인 병리학적, 세균학적 진단이 필요하므로 질병 진단을 위한 충분한 자료를 구하기 어려움
- 영상 분류를 위하여 SIFT특징을 사용했으나 이는 칼라 특징을 사용하기 어렵고 폐 표면의 넓은 질감영역을 인식하는데 어려움이 있으며 SIFT서술자에 의한 이미지 분류

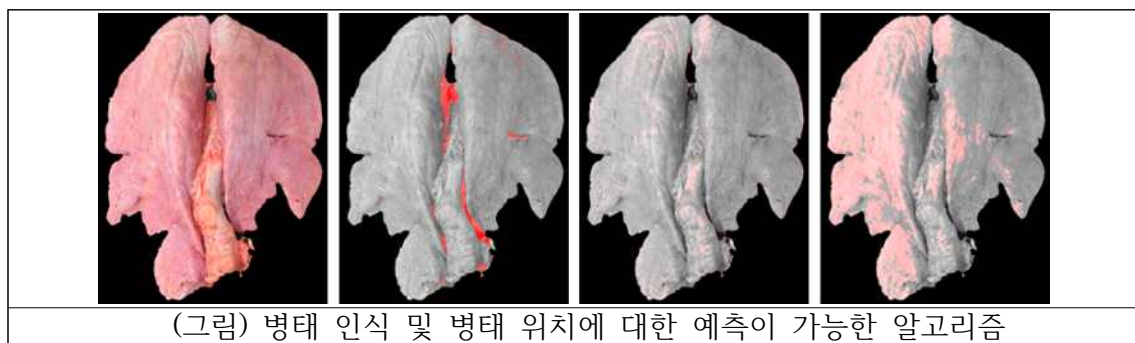
방식은 이미지가 많아질수록 데이터 연산량이 기하급수적으로 늘어난다는 단점이 있음

나) 우군 폐 영상진단을 위한알고리즘 설계

- 기본적으로 딥러닝 학습방법으로 폐 영상진단을 구현하기 위해서는 진단된 결과가 있는 폐 사진이 다량으로 필요
- 폐 사진이 실험환경에서 거리, 초점, 광원 등 다양한 제약조건을 통하여 촬영된 사진으로 구성되면 학습에 필요한 영상이 줄어들거나 현재 1, 2차년도 돈군과 우군 폐 영상진단을 위한 알고리즘 개발 기간에는 어려움



- 학습에 필요한 데이터를 줄이기 위한 방안으로 이미지를 슬라이딩 윈도우로 나누어 학습함으로써 샘플 수를 강제적으로 늘리고, 따라서 병태 인식과 질병 예측 과정을 두 단계로 분할함으로써 정상적인 결과를 얻을 수 있도록 함



- 슬라이딩 윈도우를 통한 병태인식기 학습과 병리인식 결과를 통한 질병 예측 과정을 분할함으로써 폐 병변의 위치를 가시적으로 확인하고 점검할 수 있는 부가적인 효과를 얻을 수 있는 독창적인 알고리즘임

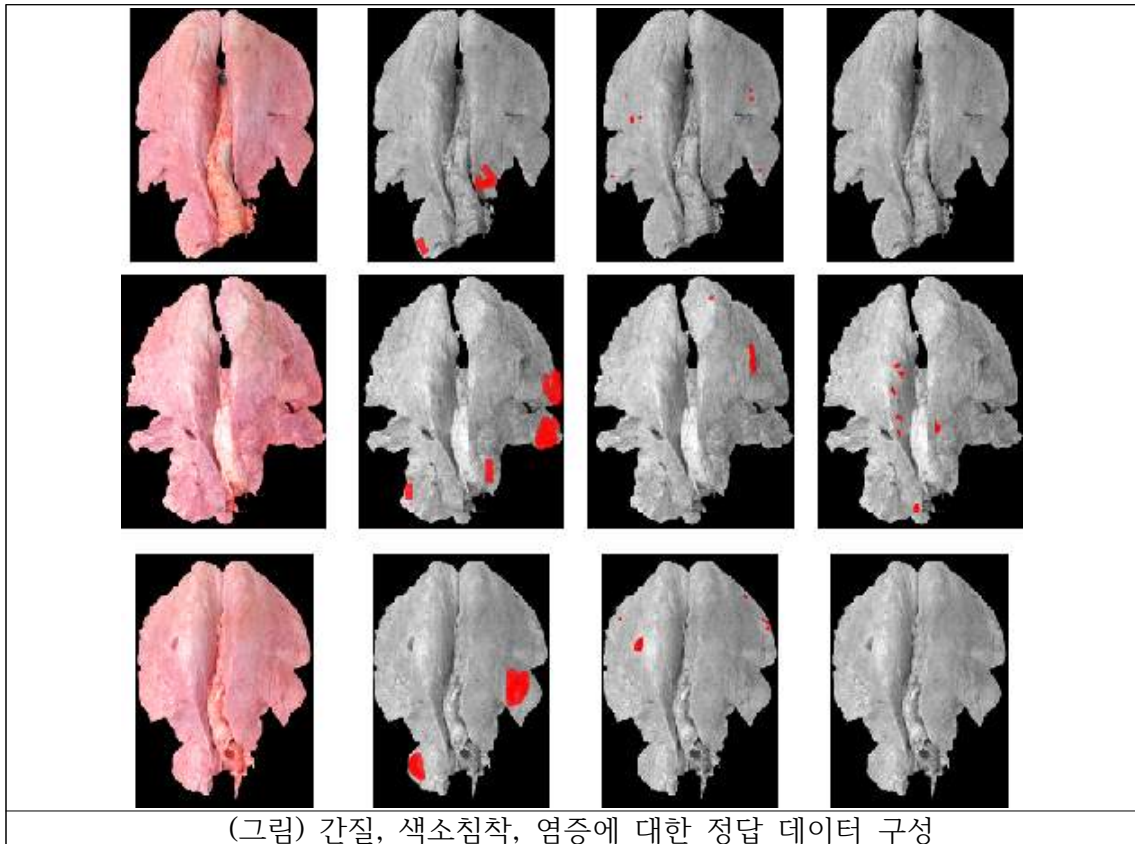
다. 우군 영상인식 알고리즘 실험 결과 및 고찰

1) 병태 인식 알고리즘

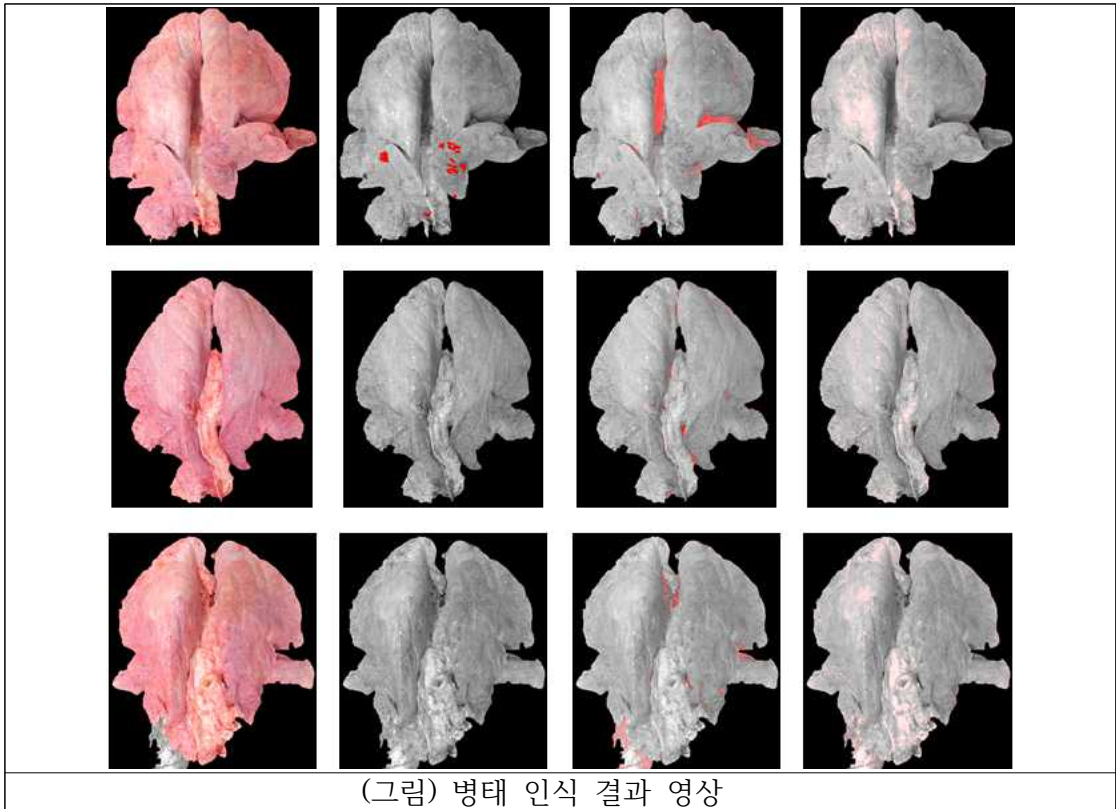
- 병태 인식을 위하여 촬영된 우군 폐 이미지에 대한 크로핑 결과물들에 간질, 색소침착, 염증 세가지 부분에 대하여 마스킹을 통하여 아래 그림과 같이 학습용 이미지들에



대한 학습 데이터를 구성함



- 수집된 영상에 대한 정답 데이터는 축산농가 방문을 통하여 수의학과 연구원 및 담당 주무관에게서 배운 진단 방법을 바탕으로 마스킹한 것이며 전문가에 의하여 농, 림프 부종, 축색등 더 다양한 마스킹이 가능
- 마스킹 된 결과로부터 학습용 이미지들을 ANN 방식으로 학습하여 학습된 인식기를 통해 실험용 이미지들에 대한 아래 그림과 같은 인식 결과를 얻음



- 슬라이딩 윈도우는 9x9 크기를 사용하였고 1픽셀마다 이동하여 검출된 인식 결과는 각 클래스 별로 그레이 이미지에 적색으로 표시함 (인식 확률에 따라서 색의 농담이 결정됨)

- 최종 결과는 임계값  $a > 0.5$  일 때 나온 결과를 이미지 픽셀 전체에 대한 비율로서 표현하였고 아래 표는 실험용 이미지에 대한 진단 결과로 다시 질병 진단 예측에 사용함

이미지번호	간질	염증	색소침착
1	0.185972	0.139626	0.513527
2	0.0122639	0.0414988	0.398323
3	0.0334953	0.0562392	0.356642
4	0.0113999	0.0830925	0.485797
5	0.0268684	0.0891864	0.307557
6	0.01557	0.164625	0.540521
7	0.159158	0.150957	0.393302
8	0.043941	0.0924204	0.373259
9	0.00877828	0.0710546	0.478993
10	0.376621	0.0646632	0.24518
11	0.171998	0.0502931	0.293645
12	0.08818	0.107186	0.396563
13	0.265968	0.1482	0.357186
14	0.183938	0.0968448	0.369566
15	0.324812	0.196728	0.304379
16	0.263893	0.128754	0.449612
17	0.321048	0.147753	0.381301

(표) 실험용 이미지에 대한 병태인식 결과

- 위 표와 유사하게 얻어진 학습용 이미지에서의 병태 인식 결과를 쿼리 데이터로 삼고 수의학과에서 실험을 통한 진단 결과를 정답 데이터로 학습하여 학습된 질병예측기를 바탕으로 실험용 이미지들을 테스트함

## 2) 질병 예측 알고리즘

- 질병 예측기에 사용될 수 있는 항목으로 마이코플라스마, 만헤미아, 파스튜렐라, 소결핵, microscopic lung, lymphoid hyperplasia, interstitial pneumonia, bronchopneumonia, abscess, hemorrhage 등이 있으나 축산농가에서 얻어진 샘플들에서 실험에 사용되지 않은 다른 질병이 진단되는 경우가 많지 않아 균형있는 학습이 불가능하므로 2차년도에서는 4가지 진단 결과에 대하여 학습 및 실험함

- 학습용 이미지들로 학습된 병태인식기와 질병예측기를 실험용 이미지에 대입해본 결과 아래 표와 같은 결과를 얻음

이 미 지 변 호	수의학과 진단 결과				영상진단 결과			
	my co pla sma	mi cro sco pic lung sco re	lym ph oid hy per pla sia	inte rstit ial pne umonia	mycoplasma	microscopic lung score	lymphoid hyperplasia	interstitial pneumonia
1	4	4	0	0	4.10515	3.788080	0.000000	0.000000
2	4	4	0	0	4.10489	4.009960	0.350888	0.296427
3	4	3	1	4	4.05744	2.989760	0.085561	3.721260
4	4	2	0	0	4.10137	2.248930	0.517174	0.000000
5	0	3	1	0	0.00000	3.014150	1.053330	0.214426
6	4	2	0	0	3.95232	2.070990	0.000000	0.000000
7	0	2	1	0	0.28955	1.959810	0.872955	0.000000
8	4	4	0	0	3.88473	3.861240	0.100260	0.000000
9	4	4	3	0	4.10476	3.799290	2.480540	0.000000
10	4	2	0	0	4.07991	1.954420	0.097663	0.126337
11	4	2	1	4	4.06916	2.130660	1.000730	3.864620
12	4	2	1	0	3.87490	2.082530	0.000000	0.000000
13	4	3	0	0	4.04713	3.133480	0.507154	0.000000
14	4	3	0	0	4.10332	2.944780	0.121332	0.000000
15	4	3	0	0	3.73158	3.007000	0.150393	0.000000
16	4	2	1	0	4.10465	2.392330	1.085190	0.000000
17	4	3	2	0	4.09336	2.670200	1.592820	0.000000

(표) 실험용 이미지의 병태인식 결과를 바탕으로 예측한 질병예측 결과

- 각 질병 네가지 항목에 대하여 표 순서대로 10.3%, 8.3%, 12.7%, 10.5% 의 확률적 오류를 보였으며 학습용 이미지와 조명등이 상이한 환경 하에서 촬영된 사진은 제외함

### 3) 우군 폐 영상진단 결과에 대한 고찰

- 폐로부터 병태인식 후 질병 진단을 예측하는 것은 일반적으로 의사들이 활용하는 방법으로 증상(병태)에 대하여 종합적으로 판단하여 질병을 판단하는 것과 동일한 방법
- 우군은 돈군에 비하여 질병 관리가 잘 되는 것으로 보이며 따라서 질병이 다양하지 않고 한쪽으로 편향되는 경향을 보이는 것으로 판단됨
- 영상처리 알고리즘 개발을 우선하여 개발하고 후에 3차년도에서 프로토타입으로 이미지 샘플링이 가능한 하드웨어를 개발하기로 한 이유로 자연 영상을 바탕으로 연구함

으로써 좀더 다양한 환경에 강건한 알고리즘이 생성됨

- 현재 만들어진 알고리즘은 실제 사용되기에는 아직 학습된 질병과 병태의 종류가 많지 않으므로 이를 확장하고 정량적인 이미지를 얻을 수 있는 기기를 구성한다면 더 좋은 결과가 가능할 것

### 3. 3차년도 연구수행 내용 및 결과

#### 가. 3차년도 연구수행 계획 (연구개발 계획서)

##### 1) 연구개발 목표

- 모바일 기반의 돼지 및 소 호흡기 질병 이미지 분석 시스템 개발
- 도축검사시 폐 병변 질병 이미지 스캐너 개발

##### 2) 주요 연구 내용

- 농장 등 현장에서 돼지 및 소의 폐 병변 사진을 모바일로 촬영 후 서버 전송 시 촬영된 사진의 질병패턴을 분석하고 DB화된 사진들의 질병패턴을 찾아 유사 질병에 대한 탐색 서비스 구현
- 폐 병변 질병사진의 표준 촬영과 촬영 품질을 높이기 위하여 촬영화면에 대한 촬영 안내 선 제공
- 촬영된 사진을 분석하여 의심되는 질병을 유사도 %를 기준으로 예시(A질병 90%, B질병 70%, C질병 50%)
- 검색된 의심질병(A질병, B질병, C질병)에 대한 관련 참고 사진을 조회하여 볼 수 있는 기능을 구현하여 유관으로도 의심질병의 유사도를 확인할 수 있는 기능 구현
- 각 의심질병(A질병, B질병, C질병)에 대한 설명서 조회 구현(의심질병의 증상, 조치사항, 처방약, 담당 공무원, 담당 수의사, 연락처 등)
- 최종적으로 질병이 확정된 경우에 농장주, 관련기관, 수의사, 기타 관련자에게 피드백을 제공
- KAHIS(동물방역통합시스템)과 축산농가 정보 및 질병발생 정보 연계 방안 분석
- 도축장에서 이미지 스캐닝 촬영장치를 통해서 질병사진을 찍으면 돼지 및 소 호흡기 질병 이미지 분석 시스템을 통하여 의심되는 질병을 유사도에 따라서 보여줌
- 미리 기존의 폐 병변 사진들을 디지털화하여 폐 병변 질병패턴 DB를 구축하고 도축장에서 폐 병변 질병촬영 시 이미지 검색 기술을 통하여 의심질병을 검출함
- 의심질병에서 확정질병으로 판별되는 경우 해당 폐 병변 질병사진의 폐 병변 질병패턴을 DB에 저장하여 지속적으로 폐 병변 질병사진을 DB화하고 폐 병변 질병사진이 누적될수록 폐 병변 질병 검출에 대한 신뢰도는 높아지게 됨
- 폐 병변 질병 이미지 스캐너를 1~2개소 도축장에 시범적으로 테스트하고 돼지, 소의 폐 병변에 대해 이미지 스캐닝
- 도축장 내의 작업에 방해가 되지 않는 질병 이미지 스캐너 촬영장치를 개발(천정형, 선반형 등)

- 이미지 스캐너 촬영장치에 촬영 표준위치, 방향 등 촬영의 품질을 높이는 가이드를 표시하여 제작
- 이미지 스캐너로 촬영한 사진에 대해서 모니터링 가능하고 모바일 기반 돼지 및 소 호흡기 질병 이미지 분석 시스템과 접속하여 동일한 서비스 기능을 사용

나. 3차년도 연구수행 내용

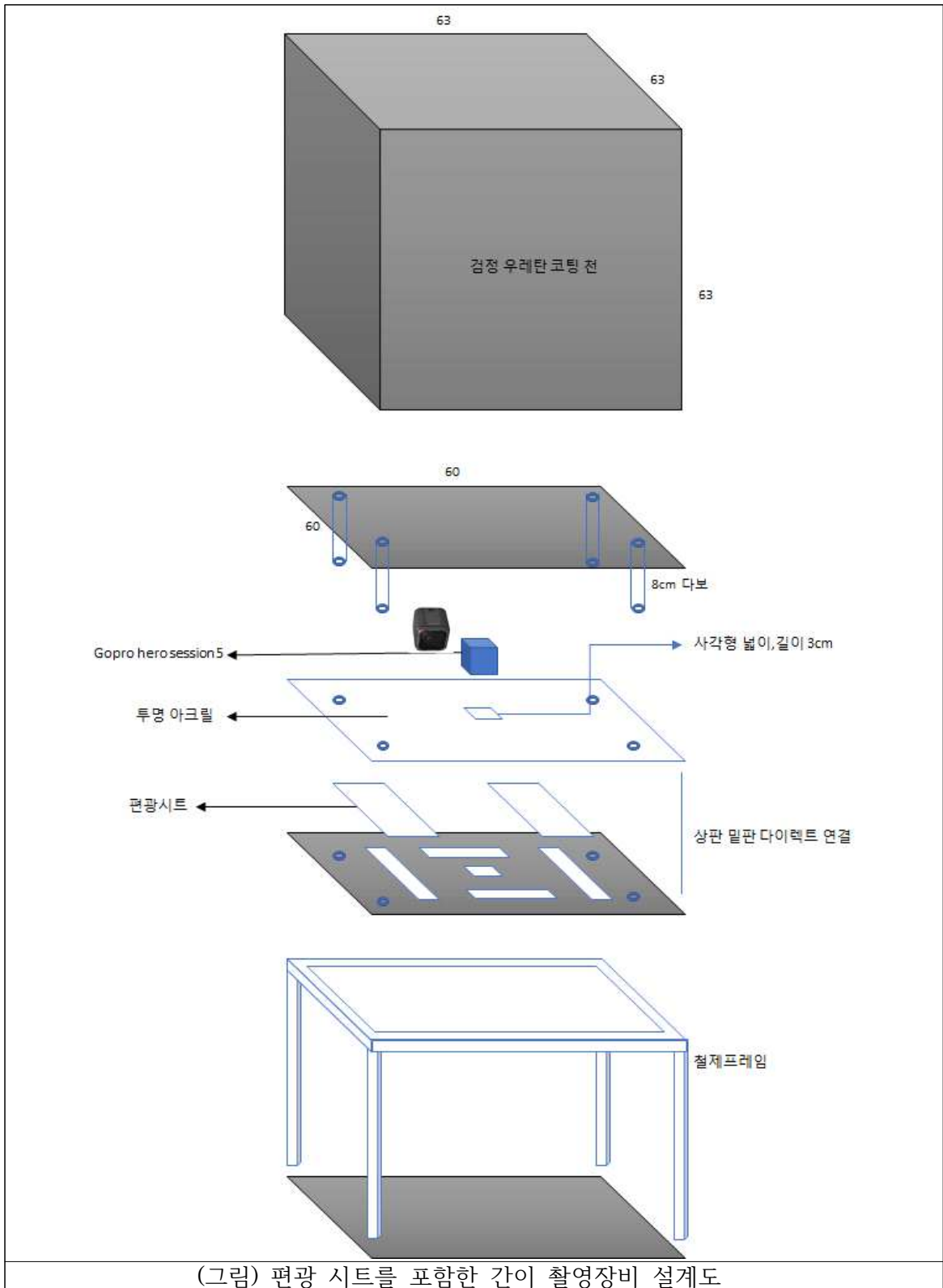
1) 정량적 영상획득을 위한 간이장비 실험

- 질병 이미지 스캐너를 제작하기 전에 사전에 정량적 사진 수집이 가능한 장비를 제작하여 장비 설계가 적합한지 검토함
- 장비 설비에 있어서 중요한 점은 정량적 영상 획득이 가능하도록 외부 광원을 차단하는 차단막과 조명으로부터의 반사 및 빛퍼짐 현상을 방지하기 위한 필터의 구성임
- 간이장비는 도축장으로의 이동이 용이하도록 가볍게 제작하였으며 이를 위하여 철제 프레임 및 방수 압막천, 충전식 조명을 이용하여 설계됨
- 이를 통하여 실제 장비를 제작하고 이를 통하여 3차에 걸쳐 폐 사진을 수집함



(그림) 제작된 간이촬영장비 실제 이미지

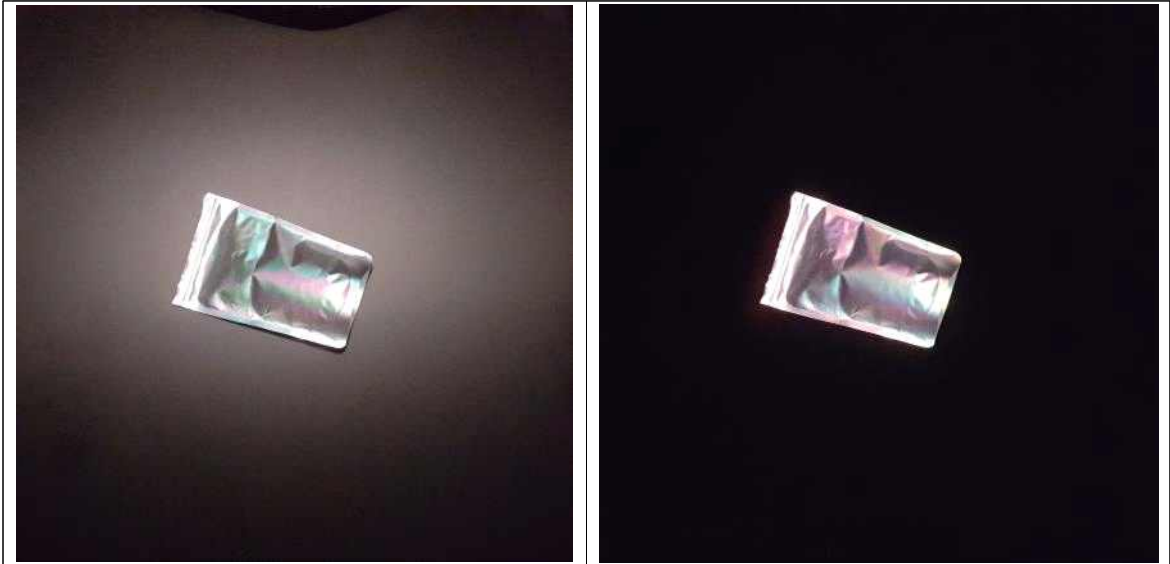
- 간이장비를 통하여 실험 결과 조명과 카메라 사이에 편광필름을 직각으로 구성하는 방법을 통하여 빛의 반사와 빛번짐 현상에 의한 영상의 왜곡을 억제 가능함
- 또한 외부 광원을 차단하고 고정된 높이에서 촬영이 가능하도록 함으로써 정량적 이미지를 수집하기 더 쉬워진 결과를 얻을 수 있었으며 이는 다양한 구조의 도축장 내장부속 운송시스템에 적용 가능할 것으로 보임



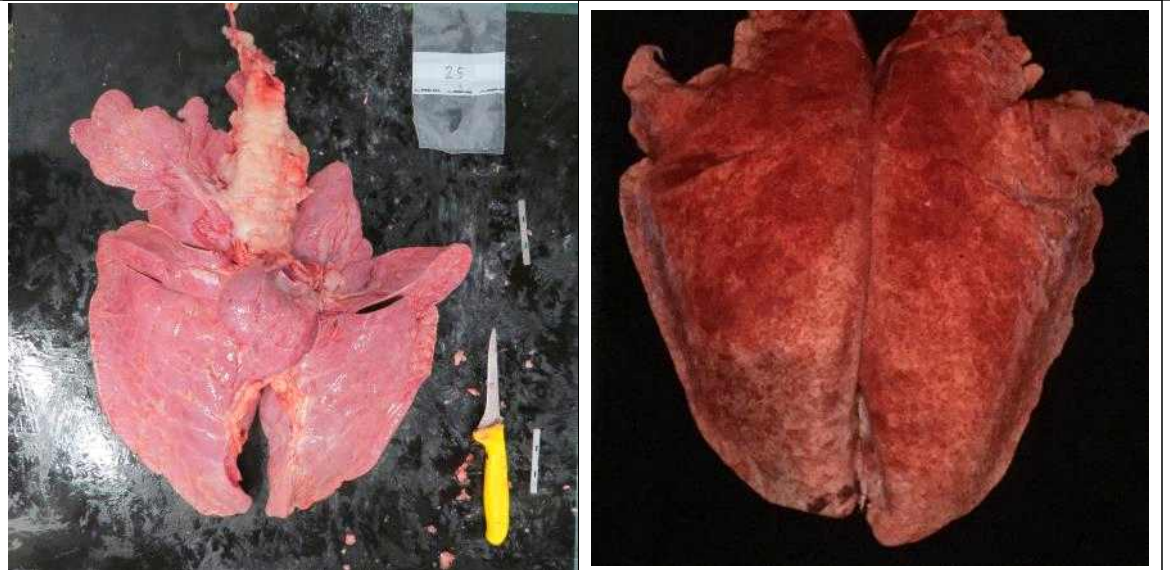
(그림) 편광 시트를 포함한 간이 촬영장비 설계도

- 빛 번짐현상을 억제함으로써 얻어진 영상의 전체 이미지의 화소 색상의 명도가 고르게 되고 이를 통하여 화소값을 분석하여 질병진단을 할 때 이의 정확도를 올릴 수 있음

- 2차년도 사진에서 발생하는 빛 반사와 빛 번짐 문제에 대하여 3차년도 간이장비 촬영



(그림) 필터 적용 전 후의 빛 번짐현상 비교



(그림) 2차년도 사진과 3차년도 간이장비 촬영 사진 비교

사진에서는 나타나지 않음을 확인함

- 2차년도와 동일한 배경판을 사용했음에도 외부 광원과 편광을 사용한 결과 전체 화소 색상이 정량적으로 표현되는 사진 획득이 가능

## 2) 간이장비 획득 영상 활용 알고리즘 수정

- 간이장비의 개발로 정량적 사진수집에 충분한 기술을 획득했다고 판단하여 1세부 2세부 연구원들의 협업으로 부천 농협축판장에서 병변을 가진 폐 사진을 수집하고 이에 대하여 1세부와 2세부에서 시료채취를 통해 질병검사를 수행함
- 질병검사 수행시 2차년도 개발된 알고리즘을통하여 질병진단 인식 결과가 약 90% 정도의 정확도를 보였으나 질병진단을 하기 위하여 병태인식을 하는 부분에서 사용자 편의성을 개선하고자 함





(그림) 간이장비를 활용한 폐 사진 수집자료 예



(그림) 시료 채취 및 사진 촬영

- 기존 알고리즘에서 병태인식을 하기 위한 방법으로 사용자 마킹된 병변클래스를 학습하는 방법을 사용하였으며, 이는 학습율을 높이기 위한 재학습에 필요한 코스트를 증가시키는 문제가 있음

(표) 간이장비 촬영된 도체 검사 결과 일례

10	정상	<i>Streptococcus suis</i>	
11	정상	<i>Streptococcus suis</i>	
12	정상	<i>Streptococcus canis</i>	

13	간부착		
14	초점이상	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	
15	정상	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	<i>Enterococcus avium</i>
16	정상	<i>Escherichia coli</i>	
17	간부착		
18	정상	<i>Staphylococcus capitis</i>	
19	간부착	<i>Streptococcus dysgalactiae 2</i>	<i>Streptococcus suis</i>
20	정상		
21	정상		
22	간부착	<i>Staphylococcus warneri</i>	<i>Streptococcus parauberis</i>
23	정상		
24	정상	<i>Streptococcus suis</i>	<i>Streptococcus canis</i>
25	정상	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	
26	정상	<i>Staphylococcus chromogenes</i>	<i>Staphylococcus xylosus</i>
27	정상	<i>Escherichia coli</i>	
28	정상	<i>Staphylococcus sciuri</i>	
29	정상	<i>Staphylococcus capitis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
30	정상	<i>Pasteurella multocida</i>	

- 따라서 1세부의 협업을 통하여 확진 판정된 도체들에 대하여 RBM(restricted boltzman machine) 방법을 통하여 마스킹 없이 비교사 학습으로 특징을 학습함
- RBM학습을 통하여 얻어진 특징은 병변특징이 아닌 자기 조직화된 특징으로 질병 학습시 질병 클래스와의 관련성을 통하여 자동 분류됨
- 따라서 2차년도에서 병변특징을 학습하기 위하여 사용자가 직접 마스킹하기 위한 비용을 제거하고 자동 학습이 용이하도록 변경

3) 알고리즘 파인 튜닝

- 당해년도 인식된 병태들로부터 질병을 인식하기 위한 방법은 2차년도에서 개발한 방법과 동일하게 ANN(artificial neural network)를 사용하여 DBN(deep belief network)에서의 파인튜닝(fine tuning) 으로 사용함
- 파인 튜닝하기위한 레이블은 2세부에서 검토한 결과를 바탕으로 하였으며 주어진 자료를 0~3의 값으로 정규화 하여 사용함

(표) 정규화되기 이전 레이블 일례

Sample number	microscopic lung score not_interstitial_pneumonia=0; mild=1; moderate=2;	has_lymphoid hyperplasia?(0,1)	Diagnosis 0=interstitial pneumonia; 1=bronchopneumonia;	text_diagnosis
---------------	---	--------------------------------	---	----------------

	severe=3;		2=abscess; 3=hemorrhage)	
1	0	1	1	bronchopneumonia with lymphoid hyperplasia
2	2	1	0	moderate interstitial pneumonia with lymphoid hyperplasia
3	0	0	3	hemorrhage
4	0	1	2	abscess with lymphoid hyperplasia
5	0	1	2	abscess with lymphoid hyperplasia
6	2	0	0	moderate interstitial pneumonia
7	0	1	1	bronchopneumonia with lymphoid hyperplasia
8	1	1	0	mild interstitial pneumonia with lymphoid hyperplasia
9	1	1	0	mild interstitial pneumonia with lymphoid hyperplasia
10	1	0	0	mild interstitial pneumonia
11	3	1	0	severe interstitial pneumonia with lymphoid hyperplasia

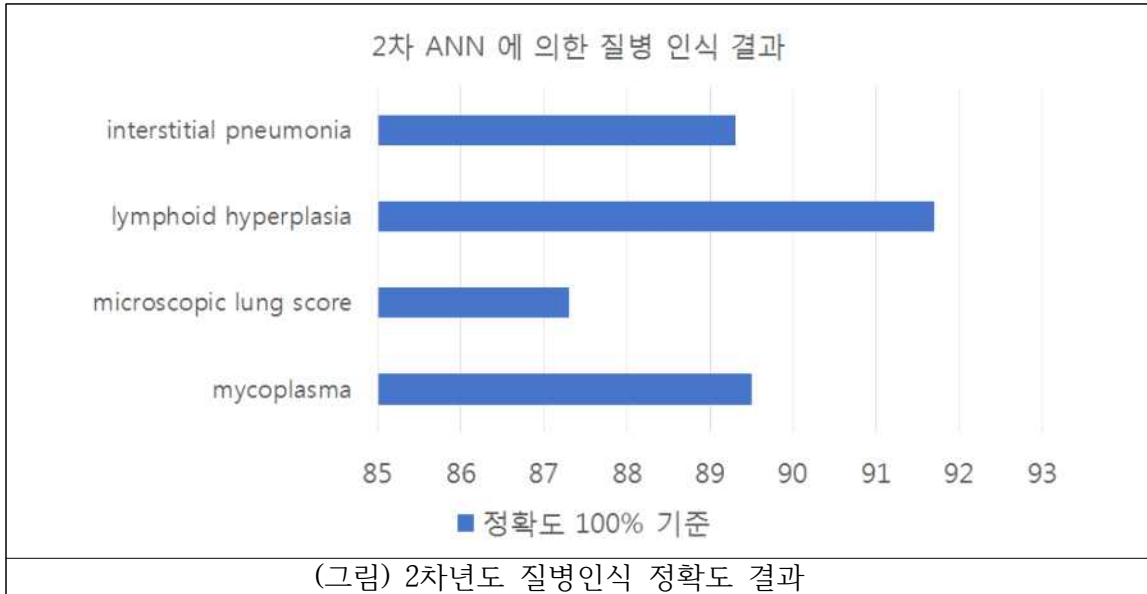
- 2세부에서 분석한 레이블은 부천도축장에서 촬영된 샘플들에 대한 실검 자료로 microscopic lung score 에 대하여 0~3 의 점수를, lymphoid hyperplasia, interstitial pneumonia, bronchopneumonia, abscess, hemorrhage 에 대하여 0,1 의 값을 갖도록 레이블링 되어 있으나 학습에 사용하기 위하여 점수의 강도를 0~3 의 값을 갖도록 정규화 함

(표) 정규화 레이블 일례					
microscopic lung score	lymphoid hyperplasia	interstitial	broncho	abscess	hermorrhage
0	3	0	3	0	0
2	3	3	0	0	0
0	0	0	0	0	3
0	3	0	0	3	0
2	0	3	0	0	0
0	3	0	3	0	0
1	3	3	0	0	0
1	3	3	0	0	0
1	0	3	0	0	0
3	3	3	0	0	0
2	3	3	0	0	0
2	0	3	0	0	0
2	3	3	0	0	0
0	3	0	3	0	0
2	0	3	0	0	0
2	0	3	0	0	0
0	3	0	3	0	0
2	3	3	0	0	0
1	3	3	0	0	0
0	3	0	3	0	0
0	3	0	3	0	0
1	0	3	0	0	0
0	3	0	3	0	0
1	3	3	0	0	0
0	3	0	0	3	0
2	0	3	0	0	0

- 정규화된 자료 50건중 랜덤한 40건을 파인튜닝에 사용함으로써 질병진단이 가능하도록 함
- 2차년도에서 병태인식, 질병인식의 단계를 통한 연속된 ANN 의 학습 방법이 질병 진단을 90% 정확도로 진단하는 것을 확인하였으므로 병태인식을 고도화하는 것에 초점을 둠
- 따라서 세균진단에 의한 정밀한 진단보다 육안적, 병리학적 소견의 진단 결과를 최종 진단 레이블로 활용

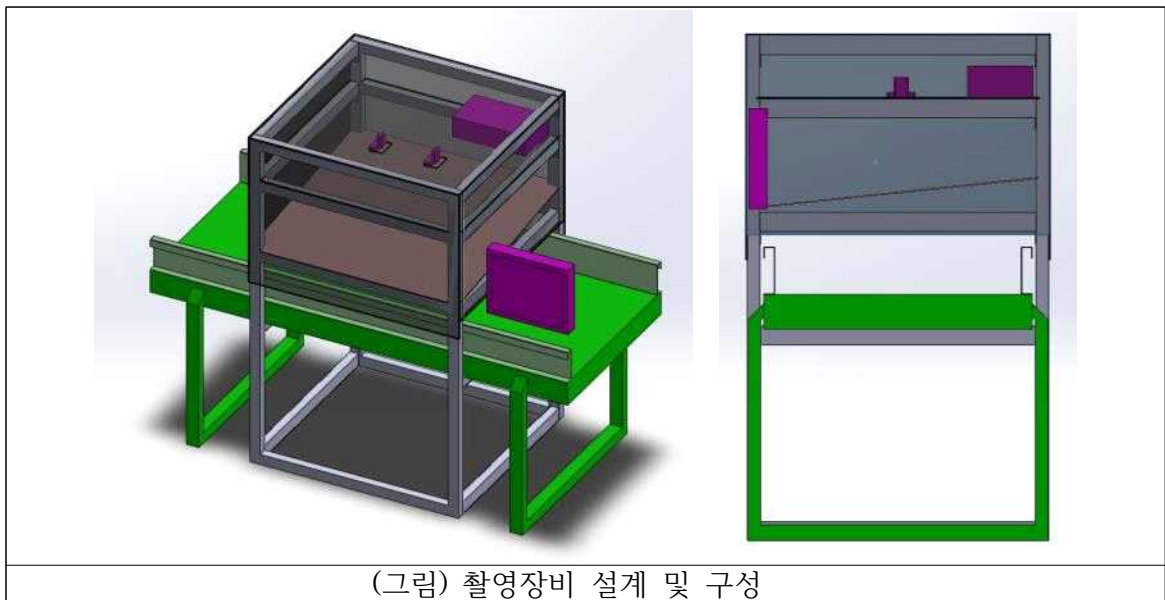
4) 폐 자동화 진단 장비 설계 및 제작

- 도축장 내 질병진단 장비를 설치하기 위하여 도축장의 습기가 많은 특성에 강인한 장



비를 설계함

- 프레임에 대하여 스텐프레임에 내식성 처리를 통하여 녹을 방지하도록 하였고 카메라 및 서버가 들어가는 합체 부분에 대하여 외부로부터 습기를 차단하기 위한 아크릴 프레임을 설치함



- 실제 장비 설치 및 운영을 위한 대상 기관을 서울대의 협력을 통하여 충북 축림도축장으로 선정하였으며 축림도축장 내부에 소 부속물 운송장비의 형태가 컨테이너 벨트의 형태로 구성되어 있으므로 상부에서 컨테이너벨트 하부를 촬영하는 방식으로 설계됨
- 또한 도축장 특성상 기기 외부 및 컨테이너벨트 상부를 물청소하는 경우를 대비하기 위하여 카메라 하단면에 물 흐름막을 설치하여 습기 및 결로에 의한 화질 저하를 방지함



(그림) 적내장 운송방법 비교, 컨테이너벨트



(그림) 적내장 운송방법 비교, 박스컨테이너, 루프훅

- 운송 방법은 도축장 별로 크게 컨테이너벨트, 루프훅방식, 박스컨테이너 방식 등이 있으며 본 과제 개발된 방법은 기기 설계변경을 통하여 다양한 방식에 적용 가능함
- 본 단에 설치함



(그림) 설치 위치 및 설치중 영상

- 설치 과정중에 본 개발 장비가 컨테이너벨트 하단 외부로 다리를 놓아 공간을 차지하

는 문제로 인하여 다리부분을 절삭하고 컨테이너 하단의 프레임 위에 올리는 방법을 취함

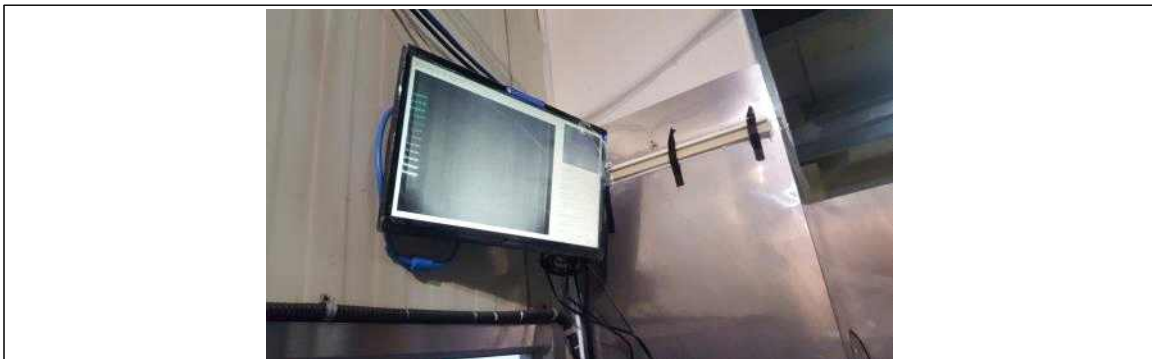
- 설치 공간 위치에서 검역관의 검토 및 폐기 내장에 대한 레이블링이 수행되기 때문에



(그림) 설치 완료 영상

최대한 공간을 차지하는 면적을 축소함

- 운영소프트웨어의 표출장치의 설치는 기존에 프레임 상단 또는 옆면으로 설계했었으나 검역관이 서있는 위치에서 보고 파악하기 편한 위치로 재조정하여 벽면에 설치함 (장비 설치하는 축립도축장 내부 설비중 소 도축라인의 적내장 운송 컨테이너 벨트 마지막 위치)



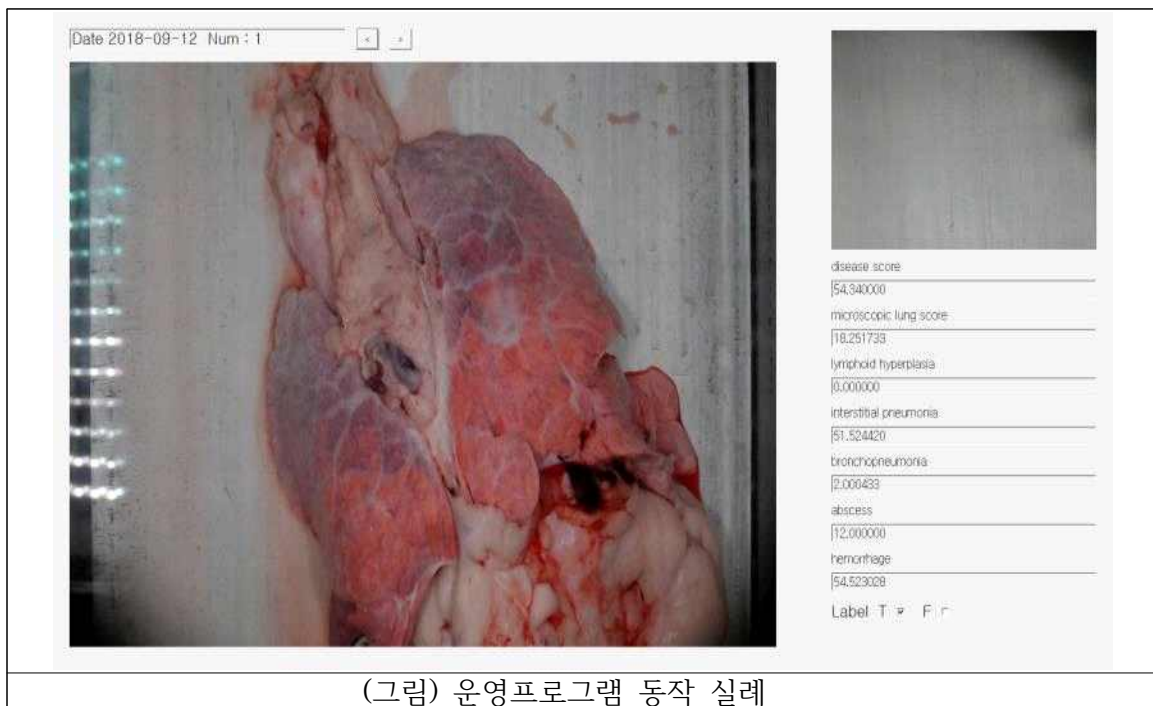
(그림) 설치 완료 영상

- 운영소프트웨어는 컨테이너 벨트 상단에서 운송되는 도체에 대한 실시간 영상과 파노라마 촬영에 의한 스틸컷 촬영을 실시간으로 검역관이 확인하기 위한 용도로 표출장치를 필요로 함

- 촬영된 스틸컷과 그 분석자료에 대하여 이전 시간의 결과를 확인하기 위한 인터페이스가 있었으나 수의사가 검역 도중에 운영프로그램을 컨트롤 하는 것이 불편함으로 별도의 컨트롤 장치를 부착하지 않고 관리프로그램에서 확인 가능하도록 함

5) 운영프로그램

- 촬영된 스틸컷과 그 분석자료에 대하여 이전 시간의 결과를 확인하기 위한 인터페이스가 있었으나 수의사가 검역 도중에 운영프로그램을 컨트롤 하는 것이 불편함으로 별도의 컨트롤 장치를 부착하지 않고 관리프로그램에서 확인 가능하도록 함
- 본 운영프로그램의 기능은 장비 내 카메라 및 조명장치 컨트롤, 실시간영상과 검지영상 표출기능, 질병인식기능, 질병인식결과 표출기능, 검지 결과에 대한 DB업데이트 기능을 포함함
- 운영소프트웨어는 C++ MFC 로 동작되며 window 10 운영체제 상에 탑재하였고 전원이 자주 온오프 되는 환경에 맞추어 자동으로 켜짐 동작을 수행하도록 구성
- 검지 결과는 총 질병 가능성을 나타내는 disease score과 3차년도 2세부에서 제공한 레이블 목록 microscopic lung score, lymphoid hyperplasia, interstitial pneumonia, bronchopneumonia, abscess, hemorrhage 7가지 값으로 구성됨
- 병태 특징인식 결과 및 질병인식결과와 검지 사진은 실시간으로 GCP 클라우드 서버의

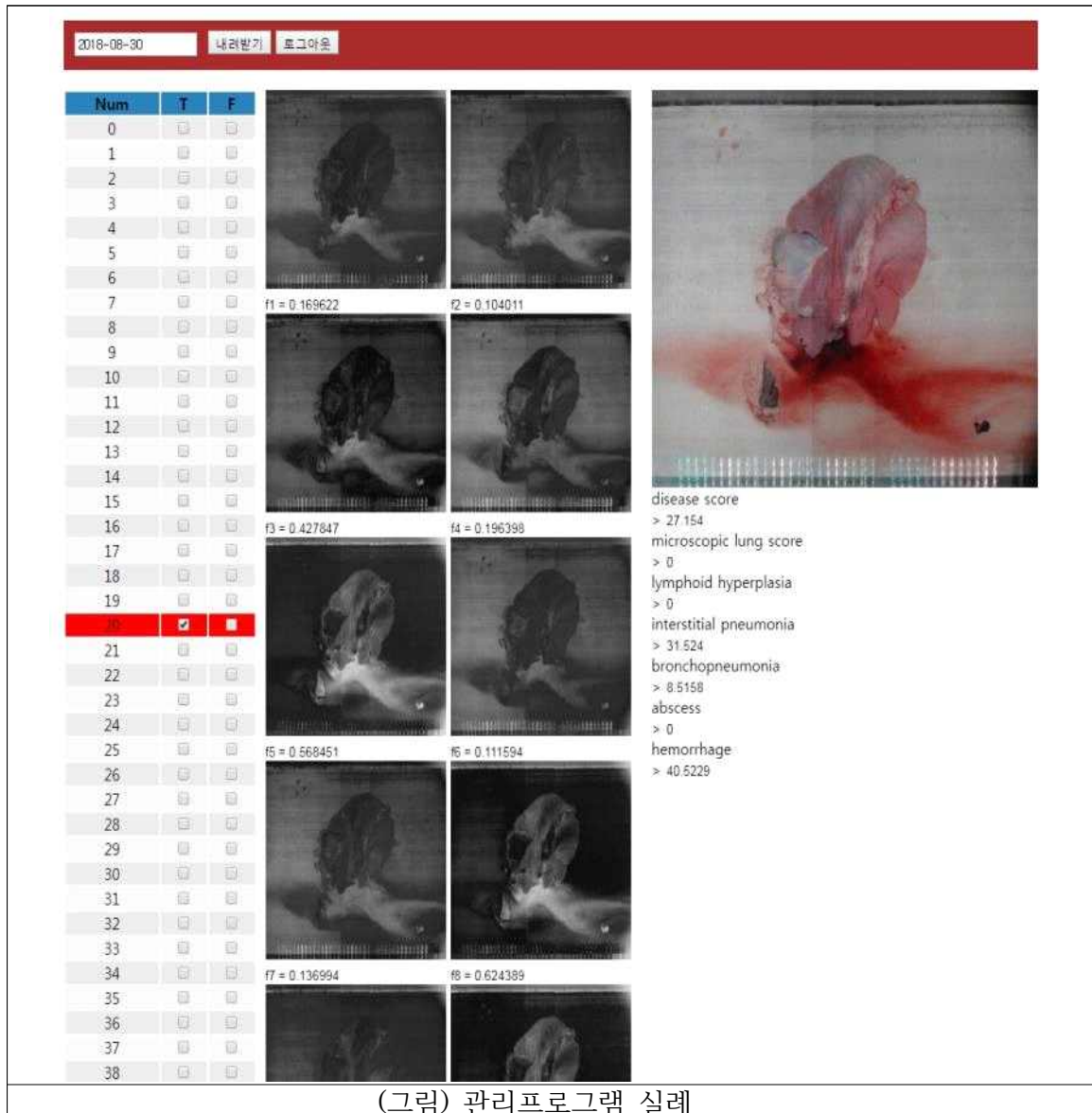


(그림) 운영프로그램 동작 실행

웹 관리서버로 업데이트 되도록 구성함

- 상기 알고리즘 및 장비 개발 검토에 사용한 간이실험장비와는 배경판의 색상이 다르고 흘러가는 컨테이너 벨트 상의 오브젝트를 검사하는 이유로 특징 구분을 위한 RBM재학습을 시도하였고 검지 이미지에 대하여 파노라마촬영을 통해 이미지를 구성하게 하였음





6) 관리프로그램

- 관리프로그램은 운영프로그램을 통해 분석된 파노라마 이미지들에 대하여 실시간 업데이트된 내역을 검토하고 추후 재학습을 위한 레이블링이 가능하도록 함
- 검역관이 실제 사용할시 가장 필요한 것은 대상 오브젝트에 대하여 육안평가를 보조할 지표로서 질병진단의 상세한 결과보다는 폐기가능성이 높은지를 판단하는 것이 중요하여 disease score 에 대하여 레이블링을 통한 학습 및 업데이트가 가능하게 함
- 폐기된 객체중 도체의 표본을 추출하여 병리학, 세균학적으로 상세하게 검사한 결과를 레이블로 만들 경우 검토되는 질병의 클래스와 그 정확도에 대하여 업데이트가 가능함
- 검토된 오브젝트 영상에 대하여 DB에 장기간 보관 가능하도록 하였으며 이에 대하여 추후 자료가 필요할 때가 있다는 도축장내 현장 요구사항에 대하여 데이터를 개별로 다운받을수 있는 기능을 추가함



(그림) 모바일 관리프로그램 실례

- 검사 결과 및 검토 결과에 대하여 그 DB를 모바일 환경에서도 피드백 받을 수 있도록 웹앱 형태의 프로그램을 개발
- 도축장 내부에는 순차적으로 도체를 제공한 농가에 대한 정보를 가지고 있으므로 이를 확장하여 농가에 모바일 형태의 피드백 시스템을 제공하는 것이 가능함
- 도축장 내부에는 순차적으로 도체를 제공한 농가에 대한 정보를 가지고 있으므로 이를 확장하여 농가에 모바일 형태의 피드백 시스템을 제공하는 것이 가능함

#### 다. 3차년도 장비 개발에 따른 결과 및 고찰

- 1, 2차년도를 통하여 개발한 알고리즘과 설비에대한 설계로 만들어진 간이장비 사진 촬영에서는 영상진단에 가장 적합한 정량적 사진을 얻을 수 있음으로 인하여 높은 정확도로 질병을 예측 가능함을 보였다.
- 3차년도 실제 장비를 통하여 필드적용시 입력되는 이미지에 대하여 선반형 장비로 적용한 결과 도체 운송플레이트 위에 피의 번짐 또는 폐 이외의 객체가 돌아다님으로 인하여 질병진단의 정확도를 낮출 수 있음을 확인하였다.
- 상기 문제를 해결하기 위하여 도축장에서 플레이트의 청결 관리와 적내장에 대한 분리

이동을 명확하게 지켜주어야 하나 실제 작업자를 교육하고 가이드를 엄수하는 것을 강제하는 것에 어려움이 있음을 확인하였다.

- 현재 도축장 식용부산물 위생관리 매뉴얼에서는 적내장의 경우 현수 이송장치의 설비를 권장하나 필드에서는 선반형 장비를 사용하는 부분이 많음에서 발생하는 문제로 차차 개선될수 있을 것으로 보인다.

## [제 2협동 (주)이지팜]

### <철새 개체 파악 및 통합 모니터 시스템 연구 및 개발>

#### (1) 철새 도래지 통합 관제 시스템의 개발 및 운영

(가) 이미지 마이닝 선진 국내외 사례 발굴 및 적용가능성 검토

① 이미지 마이닝 사례 연구

② Comparison of Image Processing Techniques for Bird Detection(Elsa Reyes, June 2014)

◦ 농작물에 해가 될 수 있는 조류를 상대하는 전통적인 방식은 허수아비같이 새떼를 쫓아내는 것인데 이는 단기 해결책일 뿐이다. Image Processing method(이미지 프로세싱법)을 통해 보다 효과적으로 조류를 감시하고 더불어 이를 시스템적으로 퇴치함으로써(Smart Scare Crow System) 농작물을 보호할 수 있는데 이 연구는 새의 움직임에 포커스로 하여 영상 차감법(Image subtraction)을 이용하여 먼저 움직임을 포착하는 것과 템플릿 매칭 기술(template matching)과 Viola-Jones 알고리즘을 이용하여 새를 감별하는 것을 다루고 있다. 여러 검토한 방법 중 Viola-Jones 알고리즘 기법을 이용한 새의 감별이 87%의 가장 높은 정확성과 낮은 의양성을 보였다.

Keywords: bird detection, bird recognition, Viola Jones, template matching, motion detection

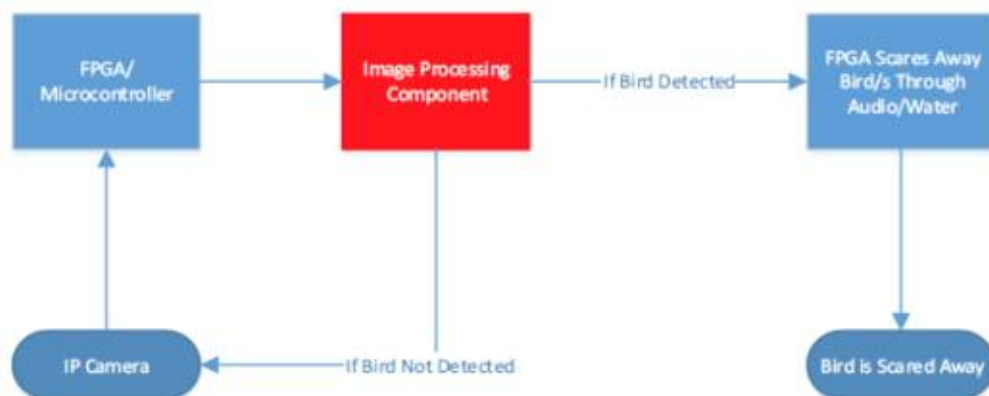


그림 1. Smart Scare Crow System 구성도



그림 2. 움직임 모니터링 예



그림 3. 새 감별 예

⊕ Animal observation case study: Automatic population counts of birds from low-cost terrestrial images (9 MAY 2014)

◦ 생태계 종의 보존과 다양성을 확보하기 위해 일정 구역 내 새의 종류와 더불어 개체수의 자료는 필수인데 기존 육안으로 이의 자료를 수집하는 일은 매우 어렵고 시간과 노력이 많이 들기 때문에 이를 대신하여 영상이미지를 통해 자동으로 새의 식별과 종의 구분, 개체수를 방법에 대한 연구이다.

Keywords: automatic animal detection, counting methodology

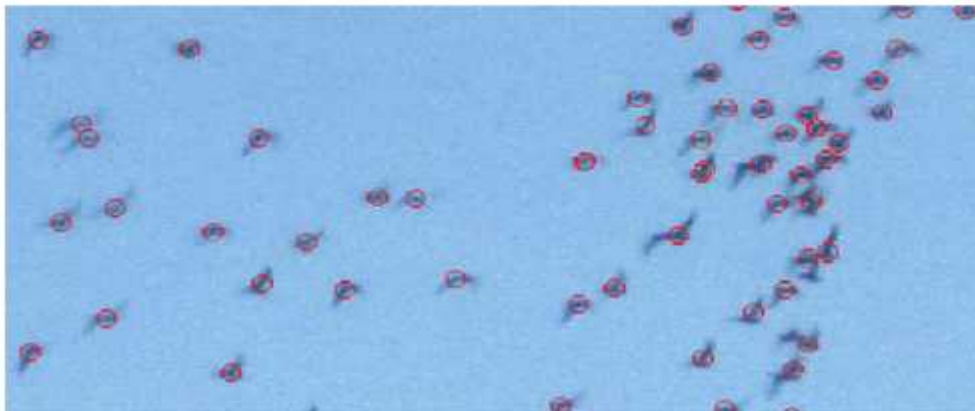


그림. 조류 자동 식별 및 집계법

⊕ Bird census and survey techniques

◦ 본 연구는 지역내 조류를 연구 조사함에 있어 기술이고 방법적인 접근을 제시하고 있다. 먼저 지역내 조류를 조사하는데 있어 초기에 목표를 설정하는 것이 중요하며 다음으로 이의 실용성과 상대적 우선 순위를 고려하여야 함을 조언하고 있다. 조사의 목적은 샘플링 전략(어디에서 개체 수를 조사할지 여부)와 실제 방법(어떻게 측정할 것인지) 등과 상호 작용하며 영향을 받으며 이를 종합적으로 검토하여 적당한 조사 계획을 수립할 수 있다.

Keywords: Bird census, bird survey, sampling strategy stratification



그림1. 서로 다른 서식지에서의 다른 분포 (각각의 점은 새를 나타냄)

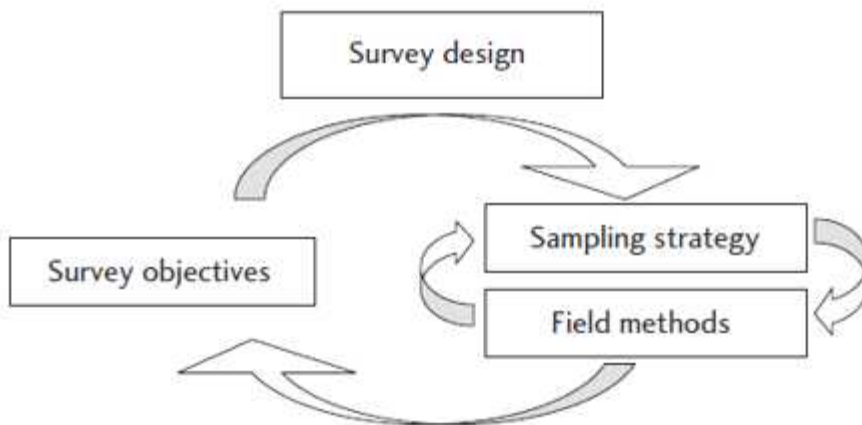


그림2. 조사 설계시의 피드백 회로도 - 목적, 샘플전략, 필드 방법에 영향

㊤ Wild Birds Target Detection and Tracking Technology in Video System

◦ 비디오 감지기 정보 교류 통신망(video sensor network)를 통해 장기간 필드 관찰이 가능하지만 이를 갖고 연구하는 것은 매우 비용이나 시간이 많이 소요되는 반복적인 작업이다. 이 연구는 background subtraction method와 continuous adaptive mean shift algorithm을 이용해 Moving objective detection and tracking 방법으로 비디오에 원하는 목표를 효과적으로 찾아

추적할 수 있게 한다.

Keywords: target detection; target tracking; Camshift algorithm

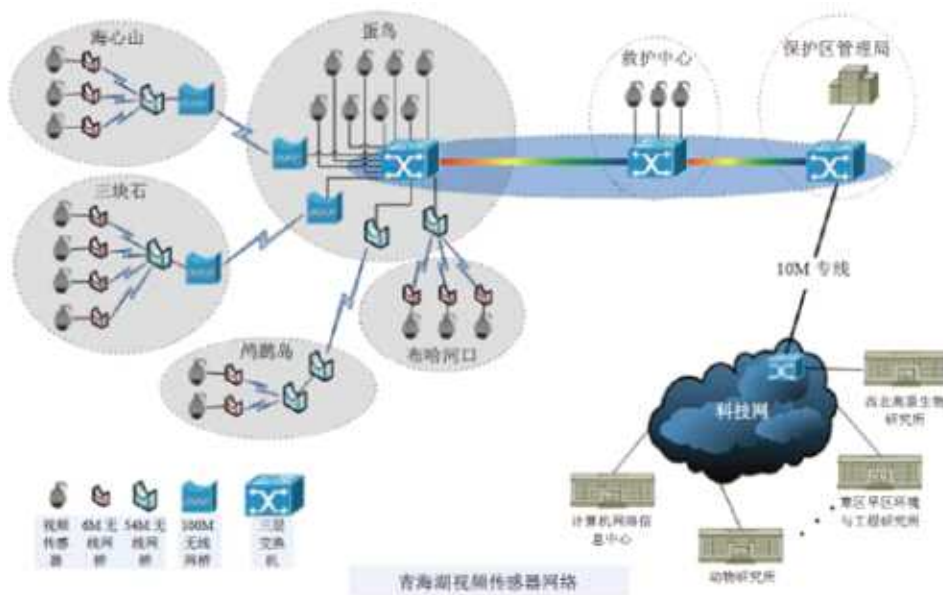


그림1. 비디오 감지기 정보 교류 통신망(Video monitor network)



그림2. 목표 매뉴얼 추적 방식(위), 목표 자동 추적 방식(아래)

② 이미지 분석을 통한 철새 종 인식 적용 가능성 검토

- 다양한 포지티브 이미지를 이용하여 머신러닝 기법을 활용하면 70-80% 내외의 조류를 감지할 수 있을 것으로 조사되었으나 목적하고자 하는 조류인플루엔자 민감종 인식은 근접 촬영된 고해상도 이미지를 활용하여 종을 인식하는 이미지 처리 기술이 있으나 군집 상태에

있거나 CCTV 이미지의 선명도 등의 이유로 인식율이 현저히 떨어지는 것으로 중 인식은 불가능한 것으로 보인다.

③ 드론을 활용한 근접 촬영 적용 가능성 검토

- 다수의 철새 도래지를 관찰한 결과 저수지 외곽의 형태에 따른 관측 시야가 좁아져 전체 철새 서식지 관찰 등이 어려워 철새 서식지를 통합적으로 관찰할 수 있는 이동형 영상기록 장치인 드론 활용을 검토하고 철새 관찰을 위해 저수지에서 드론으로 철새 서식지 영상을 촬영하였으나 드론 소음 등으로 철새가 저수지를 이탈하는 등의 문제 발생으로 드론을 활용한 철새 관찰은 쉽지 않은 것으로 판단된다.

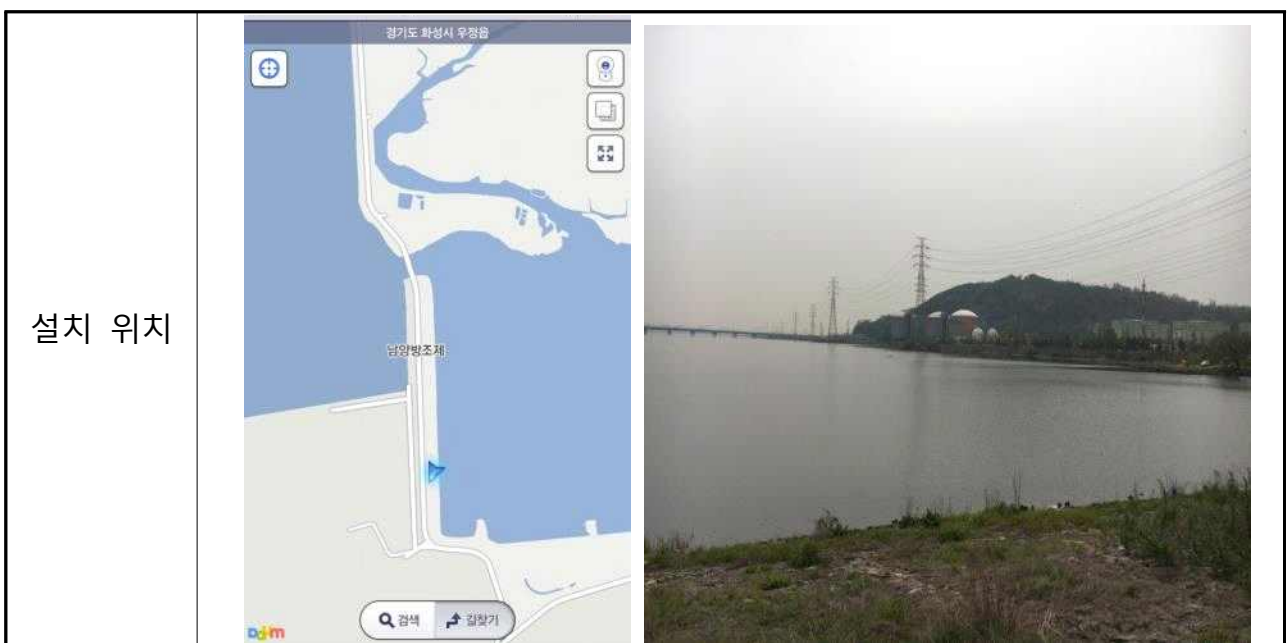
(나) 전국 주요 철새 도래지의 CCTV 설치 및 운영 현황 조사 및 분석

- 주요 저수지 관리 기관인 농어촌공사를 방문 인터뷰하여 농어촌공사의 AI 예찰활동 점검 결과의 샘플 데이터 입수하였으나 농어촌공사 보유 CCTV 및 인터넷망 운영현황은 영업정보로서 민간기업에 우선 제공은 어렵다는 답변을 얻음. 그러나 농어촌공사 보유 저수지에 철새 관찰 CCTV 설치 후 운용 결과 검토 후 자료제공을 협조하기로 하였다.

① CCTV 설치 현황

② 남양만 방조제(1차년도 설치)

- 철새도래 개체수 및 가금류 농가수가 많고, AI 발생지역이므로 설치장소로 선택
  - 설치장소 : 경기도 화성시 우정읍 남양만 남양방조제
  - 남양방조제는 ‘한국농어촌공사가 농어촌정비법 제18조(농업생산시설의 관리)에 따라 관리하고 있는 국가 중요 농업생산기반시설로 승인된 시설외에는 설치가 불가’하여 이에 따라 장소 협조요청 공문을 발송
  - 조건부 협조요청 승인 : CCTV설치시 공사 직원 입회하에 설치, 재해대비 비상근무 및 농업생산기반시설 시설관리시 공사도 CCTV를 관찰할 수 있도록 조치



CCTV  
구성도



기초베이스



치수: W500 \*L 500 \*H 1000

협조공문 및  
승락서

세계를 보고 미래를  
Defining the world to Pioneer the Future

**산학협력단**

수신자 수신자 참조  
(경유)  
2015년 농림축산식품부 '형사도범죄 통합 관리 시스템의 개발 및 운영' 연구과제 수행을 위한 CCTV 설치요청(박영호 교수)

제목  
(TITLE)

1. 귀 기관은 무궁화 광장을 가동합니다.
2. 우리대학 교내 범용형 급수기 수동 운영 2015년 농림축산식품부 '형사도범죄 통합 관리 시스템의 개발 및 운영' 연구과제 수행을 위한 CCTV 설치를 요청하오니 검토부탁드립니다.

과. 요청사항

출발일	종료일	출발시간	종료시간	비고
2015.08.14	2015.08.13	09:00	17:00	연구과제 수행을 위한 CCTV 설치요청(박영호 교수)

나. 설치내용: 범용형급수기 CCTV 1개소 설치요청

붙임: 1. 형사도범죄통합관리시스템 운영지원 방안 및 보안관리 요청서 1부  
2. 연구과제 명세서 및 계획서 표지 1부

**서울대학교 산학협력단**

수신자: 한국농어촌공사사업, (장소)수원지사 수직유동센터, (주소) 경기도 수원시 영통구 영통1로 149 / 서울대학교 산학협력단 (전화) 031-250-4111

발신자: 산학협력단 연구관리팀-110955 김승현  
시행 (2016.08.12)

"행복한 농어촌을 만드는 글로벌 농기업"

**한국농어촌공사 화성·수원지사**

수신자 서울교육대학교총장(산학협력단장)  
(장소)  
(참조)  
과 목 2015년 농림축산식품부 '형사도범죄 통합 관리시스템' CCTV 설치  
장소: 범용형급수기

1. 귀 단의 무궁화 광장을 가동합니다.
2. 관 면: 산학협력단 연구관리팀부-216988(2016.08.02)호.
3. 2015년 농림축산식품부 연구과제 '형사도범죄 통합 관리 시스템의 개발 및 운영'을 위한 CCTV설치 장소 필요요청에 대하여 아래에 요청으로 승인해오나 이해하여 주시기 바랍니다.
- 가. 남양양소계는 우리공사가 농어촌정비법 제18조(농림생산기반시설의 관리)에 따라 관리하고 있는 국가 중요 농림생산기반시설로 승인된 시설이라는 설치가 불가함을 알려드립니다.
- 나. 동 시설내 CCTV설치시 농림생산기반시설 보호를 위하여 우리공사 직원 1명에게 설치하여야 함으로 사전에 연락(확정)주소: 남양양 직공함 031-863-2180하여 주시기 바랍니다.
- 다. 재해대비 비상근무, 농림생산기반시설 시설관리시 우리공사도 CCTV를 관할할 수 있도록 조치하여 주시기 바랍니다. 알.

**한국농어촌공사 화성·수원**

발신자 김삼도 수원지원리수장 최경미 호도수원지사장 031-863-2180  
발신일

주소: 서울 영등포구 여의도동 1215 (전화) 02-200-0611 / http://www.abc.or.kr  
수 1800 / 경기도 수원시 영통구 서울대학교 149호 / http://www.sdc.or.kr  
전화 031-250-4111 / 팩스 031-250-4115 / e-mail: abc@abc.or.kr

"같이가요, 함께해요, 행복 농어촌!"

시스템 사양

- \* 태양전지판
  - 규격 : 954x655x35(100W)
- \* 컨트롤러
  - 규격 : DC12V20A
- \* 납싸이클 배터리
  - 규격 : 12V 200A
- \* 인버터
  - 규격 : Output 220V/Input12V1000A
- \* 합체
  - 규격 : 스탠/500\*600\*600



\* HD IP 카메라

• 규격

- 2메가픽셀 HD영상(1920\*1080 고해상도)
- 2.1M 10배 광학 전동ZOOM
- 네트워크 : 이더넷(10Base -T/100Based-TX/RJ45 Connector)

설치사진



[공사전,대지공사]





[설치 중]

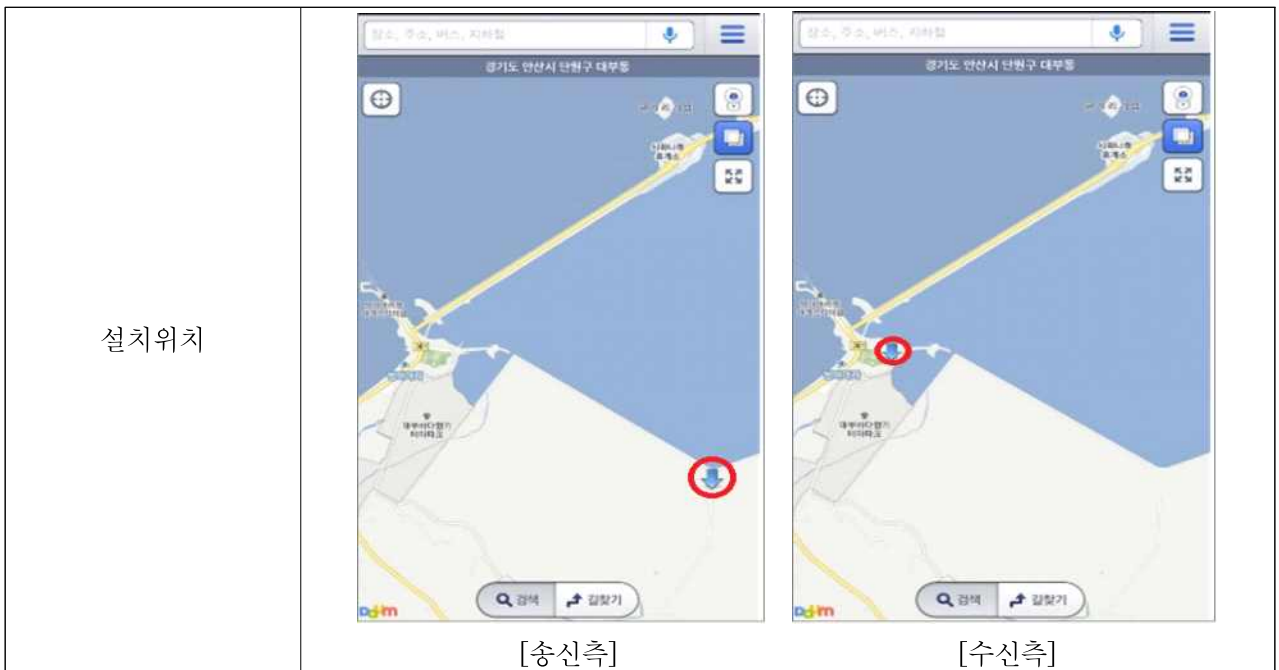


[설치완료]



㊤ 탄도항(2차년도 설치)

- 설치장소: 경기도 안산시 단원구 대부북동 구선착장
- 설치협조 및 허가사항: 탄도호의 설치 지역은 농어촌공사 소유로 장소협조 공문에 따라 설치 허가받아 진행, 설치 시 농어촌공사 직원 입회하에 설치하도록 하고 허가된 사용면적 내 사용 준수하며 연구기간이 끝나면 철거하기로 합의
- CCTV 설치 장소는 LTE통신망을 직접 연결하기 어려워 별도의 RF망을 활용하여 송신측에서 수신측으로 CCTV영상을 전송하며 수신측에 유선통신을 연결, 송신측 전기는 태양 전지판을 활용





- 4.7~94mm 20배 광학 전동ZOOM
- Pan 범위 : 360 endless
- 야간 최대 가시거리 150M
- 네트워크 : 이더넷(10Base -T/100Based-TX/RJ45 Connector)



설치 전



설치공사



설치 후



[송신측]



[수신측]

설치 후 영상

탄도항 철새 관측 CCTV 실시간 중계



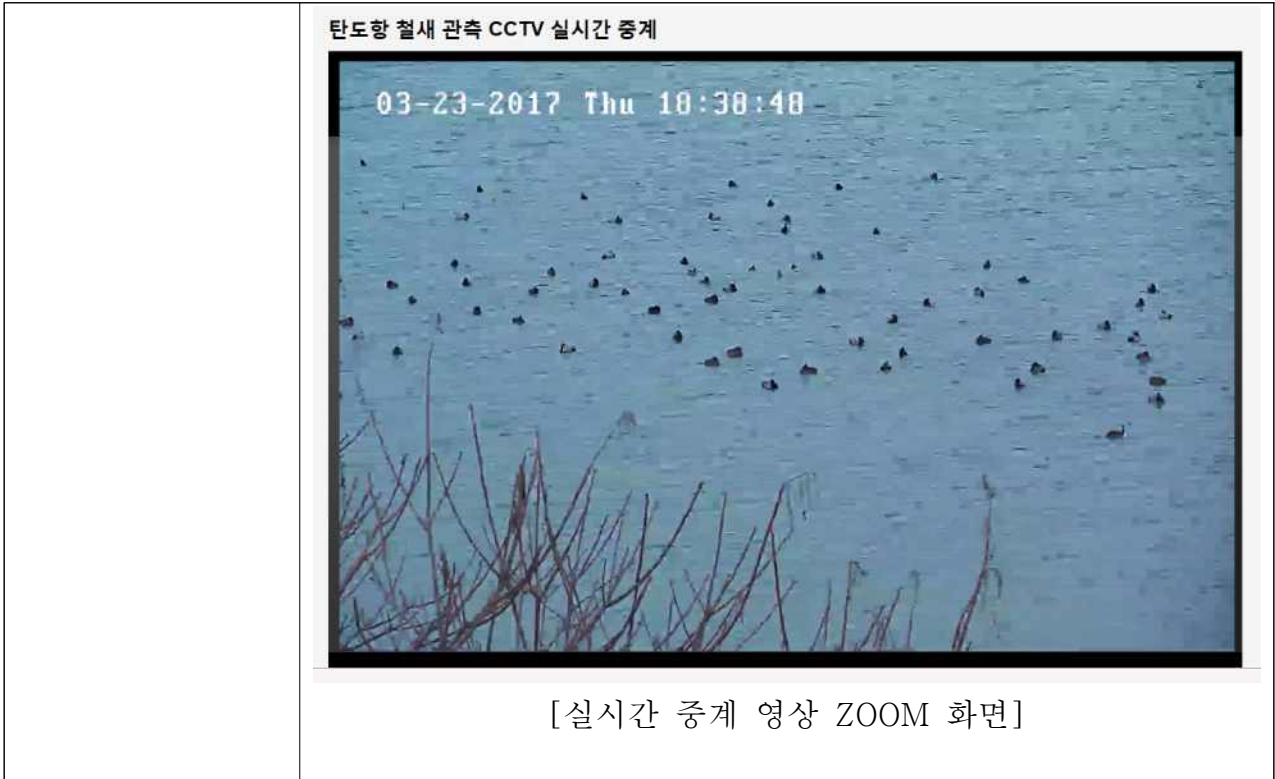
[실시간 중계 영상]

탄도항 철새 관측 CCTV 실시간 중계



[좌우 회전 영상 <360도 회전가능>]





㉔ 나주 우습제(3차년도 설치)

- 설치장소: 전라남도 나주시 공산면 동촌리 943-1
- 설치협조 및 허가사항: 나주시 관할구역인 우습제 공원 내의 탐방로 내에 CCTV 설치를 허가받음
- 2018년 8월 탐방로가 내려앉아 나주시에서 탐방로 재구축 작업을 한다고 통보받아 설치 CCTV 철거함
- 이후 가축위생방역지원본부에 협조 요청하여 차량에 이동식 CCTV를 설치하는 방안을 검토중임(2018년 9월 현재)



<p>협조공문 및 승락서</p>	<p style="text-align: center;">세계사적 소양을 함양하는 최고의 지식공동체</p> <p style="text-align: center;"><b>산학협력단</b></p> <p>수신자 수신자 참조 (경유)</p> <p>제목 2017년도 농림축산식품부·질서도래지 통합 관리 시스템의 개발 및 운영 연구과제 수행을 위한 CCTV 설치 장소 협조 요청(관동권 교수)</p> <p>1. 경향: 2017년 10월 18일(2017. 10. 18.)</p> <p>2. 유한 대학교에서는 농림축산식품부(농림축산식품부)의 지원을 통해 관동권 지역 농촌 발전을 위하여 농업·농촌 관련 연구를 진행하고 있습니다.</p> <p>3. 이에 귀 대학에서 관리하는 무수대에 CCTV를 설치하고자 하오니 협조 부탁드립니다.</p> <p>가. 요청사항</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주관연구책임자: 관동권 교수(서울대)</li> <li>- 주관연구과제명: 영상기술 활용 기술개발 모니터링 및 빅데이터 시스템 개발</li> <li>- 협동연구책임자: 정현호(유한대)</li> <li>- 협동연구과제명: 질서도래지 통합 관리 시스템의 개발 및 운영</li> </ul> <p>나. 요청내용: 무수대 CCTV 1개소 설치 장소 협조 요청</p> <p>다. 사정사항내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나주시에서 관리하고 있는 무수대 방향으로 상하에 설치 예정</li> <li>- 전기공급이 어려운 환경이므로 태양광 CCTV 설치 예정</li> <li>- 기존 배이스는 현장 상황에 맞게 설치하도록 함</li> </ul> <p>붙임 1. 관련공문 1부, 2. 질서도래지 연구과제 설명자료 1부, 끝.</p>	<p style="text-align: center;">"사회적 소통하는 행복한 나주시"</p> <p style="text-align: center;"><b>나주시</b></p> <p>수신자 서울대학교산학협력단장 (경유)</p> <p>제목 2017년도 농림축산식품부·질서도래지 통합 관리 시스템의 개발 및 운영 연구 과제 수행을 위한 CCTV 설치 장소 협조 요청</p> <p>1. 산학협력단 연구관리본부-301-46(2017. 2. 7.)호차 관한되나이다.</p> <p>2. 취호와 관련 귀 대학에서 관리하고 있는 시설물인 무수대에 2017년도 질서도래지 통합 관리 시스템의 개발 및 운영 연구 과제 수행을 위한 CCTV 설치 장소에 대하여 불합격과 같은 장소 무수대에 설치 가능함을 통보합니다.</p> <p>붙임 : 무수대 제2 시설물(설치가능장소) 현황 1부, 끝.</p> <p style="text-align: center;">나 주 시</p> <p style="text-align: right;">[Red Seal]</p> <p>관공서장관 나주광역시청 2017. 10. 18.</p> <p>부서: 기획재정국-2018 (2018. 02. 28.) 관공서 / 서울대학교산학협력단      서울: 관공서(2018. 02. 28.) 관공서 / 서울대학교산학협력단      서울: 관공서(2018. 02. 28.) 관공서 / 서울대학교산학협력단</p>
-----------------------	---	--

CCTV 구성도



시스템 사양

- \* 태양전지판
  - 규격 : 954x655x35(100W)
- \* 컨트롤러
  - 규격 : DC12V30A
- \* 산업용무누액 배터리
  - 규격 : 12V 200A
- \* 인버터
  - 규격 : Output 220V/Input12V1000A
- \* 합체
  - 규격 : 송신측(스탠/650\*650\*850), 수신측(스탠/400\*400\*300)

	<p>* HD IP 카메라</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 규격 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2메가픽셀 HD영상(1920*1080 고해상도)</li> <li>- 4.7~94mm 20배 광학 전동ZOOM</li> <li>- Pan 범위 : 360 endless</li> <li>- 야간 최대 가시거리 150M</li> <li>- 네트워크 : 이더넷(10Base -T/100Based-TX/RJ45 Connector)</li> </ul> </li> </ul>
<p>설치사진</p>	
<p>설치 후 영상</p>	



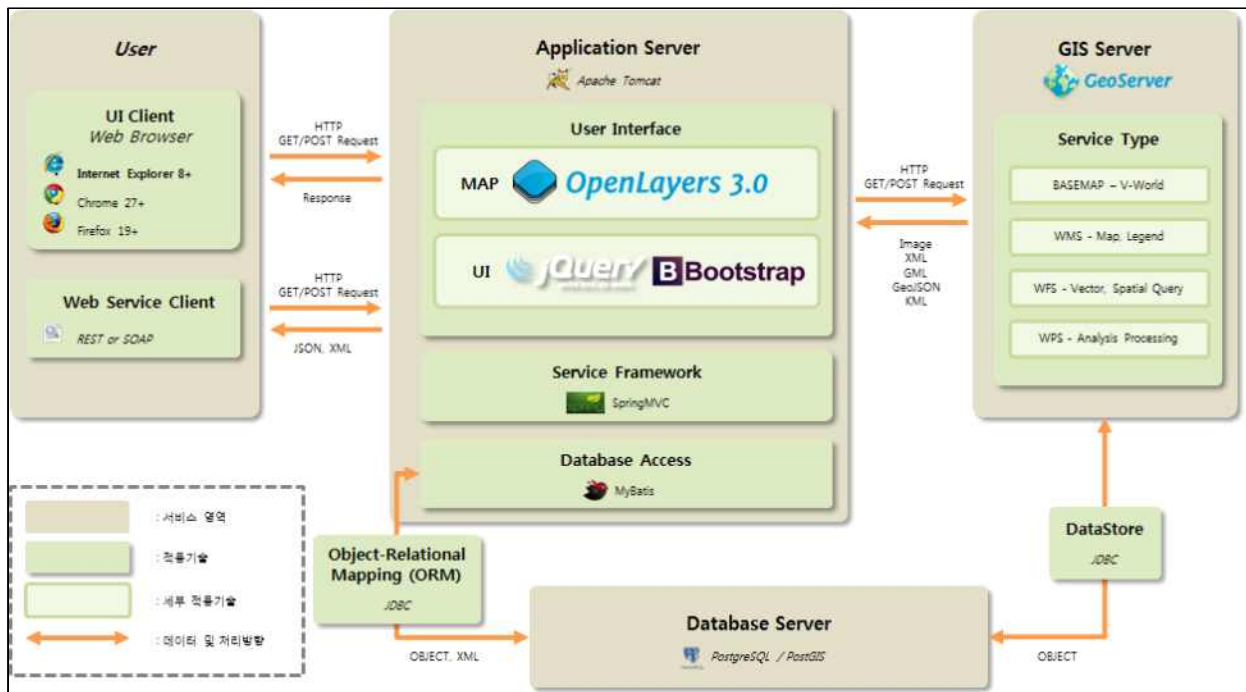
(다) 전국 주요 철새 도래지 CCTV 통합 관제 시스템 프로토타입 개발 및 서비스 제공

① 개발목표

- 철새도래지 관제 웹 지도 프로토타입 구현

② 아키텍처

- 전자정부 표준 프레임워크에서 활용하고 있는 Spring 기반의 웹 아키텍처를 적용하여 확장성 있는 아키텍처 수립



[ 철새도래지 관제 웹 지도 프로토타입 아키텍처 ]

③ 개발환경

분류		제품	버전	비고
DB Server	데이터베이스	PostgreSQL	9.2 ~ 9.6	
		PostGIS	2.2.2	Spatial Extension
Application Server	운영체제	ubuntu	14.04	
	Java VM	JDK	1.7	
	웹 컨테이너	Apache Tomcat	7	
	GIS 서버	GeoServer	2.8.5	
분석시스템 (Web)	Application Framework	Spring Framework	3.2.2	
	자바스크립트 라이브러리	Bootstrap	3.2.0	
	리	jQuery	1.11.1	
	지도 시각화 라이브러리	OpenLayers 3	3.13.1	

㉔ 활용소프트웨어

1) 공간 DBMS(PostgreSQL + PostGIS)

- 공식 사이트: <http://postgis.net/> 또는 <http://postgis.org/>
- License: GNU GENERAL PUBLIC LICENSE(GPL) Version 2.0
- 특징 및 기능
  - 오픈 소스 기반의 가장 인기 있는 공간 DBMS이며 벡터 뿐만 아니라 Raster, Topology, Routing 지원
  - PostGIS 2.0 한글 매뉴얼 번역 완료 (2013/11)
  - ESRI ArcGIS 뿐만 아니라 QGIS, uDig 등 거의 모든 오픈 소스 GIS 프로그램이 편집 기능까지 지원

2) WAS(Apache Tomcat)

- 공식 사이트: <http://tomcat.apache.org/>
- License: Apache License version 2
- 특징 및 기능
  - 웹 컨테이너로서 가장 널리 보급되어 있음
  - JK Connector를 통한 로드 밸런싱을 지원하여 대량의 트래픽에 대비
  - JMX 원격지원과 서버 모니터링으로 효율적인 서버 관리를 지원

3) GIS Server(GeoServer)

- 공식 사이트: <http://geoserver.org/>
- License: GNU GENERAL PUBLIC LICENSE(GPL) Version 2.0
- 특징 및 기능
  - 국내 및 전 세계에서 가장 많이 활용되고 있는 오픈 소스 GIS 서버
  - 프로그램 한글화(2013/01) 및 한글 매뉴얼 완료(2014/01)
  - 국내 공간 DBMS(Altibase, Tiberio, Kairos) 및 국토지리정보원 NGI 포맷 드라이버 지

## 원

### 4) Web Framework(Spring Framework)

- 공식 사이트: <http://spring.io>
- License: Apache License version 2
- 특징 및 기능
  - 국내 및 전 세계에서 가장 많이 활용되고 있는 오픈 소스 GIS 서버
  - 국내 공간 DBMS(Altibase, Tiberio, Kairos) 및 국토지리정보원 NGI 포맷 드라이버 지원

### 5) Web Mapping Library(OpenLayers 3)

- 공식 사이트: <http://openlayers.org>
- License: 2-clause BSD License (FreeBSD)
- 특징 및 기능
  - 국내외 Web GIS 개발에 가장 많이 활용되는 자바스크립트 맵 라이브러리
  - 현재 3.0 버전 출시와 함께 Web GL 기반의 Cesium.js와 3D Globe까지 포함 개발
  - 공간정보산업진흥원의 VWorld를 포함하여 대부분의 국내 웹 GIS의 클라이언트로 활용

### 6) JavaScript Library(jQuery)

- 공식 사이트: <http://jquery.com>
- License: MIT License
- 특징 및 기능
  - Rich Client UI를 개발하는 다양한 기능을 지원
  - HTML에서 구조와 동작을 분리하여 작성, 크로스 브라우저 지원, 다양한 플러그인 지원
  - 여러 동작을 한 줄에 나열이 가능하며, 임시 변수 사용을 최소화 하거나 불필요한 반복을 피할 수 있음

### 7) JavaScript Library(Bootstrap)

- 공식 사이트: <http://getbootstrap.com>
- License: MIT License
- 특징 및 기능
  - HTML에서 사용되는 기본 스타일을 제공
  - 기본 요소 외에도 사용자들이 자주 사용하는 요소들을 포함
  - 자바 스크립트를 이용하여 드롭다운, 탭, 버튼 등의 기능을 구현

## ③ OGC 표준 서비스

### ㉞ WMS(Web Map Service)

- 웹을 통해 지도 형식(이미지)으로 GIS 데이터에 접근하기 위한 인터페이스로 데이터 서버에 저장된 레이어 또는 분석을 통해 생성된 벡터 및 래스터 데이터를 시각화(Visualization)하는 서비스
- WMS는 Basic WMS(GetCapabilities, GetMap), Queryable WMS(GetFeatureInfo)로 구분

#### 1) Basic WMS

- GetCapabilities: Web Map Server에서 서비스 가능한 레이어의 메타정보 반환
  - GetMap: 요청한 레이어를 이미지로 반환
  - Queryable WMS
  - GetFeatureInfo: 요청한 위치의 피쳐 정보를 반환
- WMS는 Styled Layer Descriptor(SLD) 확장을 통해서 다음의 Operation을 추가할 수 있음

## 2) Styled Layer Descriptor(SLD)

- GetLegendGraphic: 요청한 레이어의 범례정보를 이미지로 반환
  - GetStyle: 요청한 레이어의 스타일 정보를 반환
  - PutStyle: 요청한 레이어의 스타일 정보를 등록
- 일반적으로 GetMap Operation을 사용해 지도를 요청하는 과정은 다음과 같음
- WMS 클라이언트는 관심 레이어, 레이어에 대한 심볼 및 스타일, 좌표체계, 요청범위, 이미지 형식 등을 설정한 후 서버에 요청
  - 서버는 클라이언트의 요청에 맞게 지도를 생성하고 이를 이미지로 반환

## ㊤ WFS(Web Feature Service)

- 웹을 통해 피쳐(Feature) 형식으로 GIS 데이터에 접근하기 위한 인터페이스로 데이터 서버에 저장된 벡터 레이어를 공간 및 속성조건을 이용해서 불러오거나 관리(피쳐의 추가/수정/삭제)하기 위한 서비스
  - 벡터 레이어에 대한 접근(Access) 및 관리(Management)
  - 공간 데이터를 인코딩하기 위하여 Geography Markup Language(GML) 사용
  - 공간 및 속성조건을 설정하기 위해 Filter Encoding Standard(SES) 사용
- WFS는 Basic WFS(GetCapabilities, DescribeFeatureType, GetFeature), Transaction WFS(LockFeature, Transaction)로 구분할 수 있음

### 1) Basic WFS

- GetCapabilities: 서비스 가능한 Layer, Operation, Parameter에 대한 메타정보를 XML로 반환
- DescribeFeatureType: 요청한 Layer에 해당하는 스키마 등 메타정보를 XML로 반환
- GetFeature: 요청한 레이어의 공간 정보를 GML형식으로 반환

### 2) Transaction WFS

- LockFeature: 레이어의 특정 피쳐에 대해 편집 중임을 알리는 Lock 요청
  - Transaction: 요청한 입력, 수정, 삭제를 처리하여 처리결과를 XML로 반환
- 일반적으로 GetFeature Operation을 사용해 피쳐를 요청하는 과정은 다음과 같음
- WFS 클라이언트는 관심 레이어, 레이어에 대한 필터, 좌표체계, 요청범위, 요청 포맷 등을 설정한 후 서버에 요청
  - 서버는 클라이언트의 요청포맷에 맞게 인코딩(GML 등)하여 반환

#### ㉔ WCS(Web Coverage Service)

- 웹을 통해 그리드 커버리지(Grid Coverage) 형식으로 GIS 데이터에 접근하기 위한 인터페이스로 데이터서버에 저장된 Coverage를 불러오기 위한 서비스
  - 래스터 레이어에 대한 접근(Access)
  - Grid Coverage는 위성영상, DEM, TIN과 같은 래스터 데이터를 포함
  - 반환값은 일반적으로 잘 알려진 Coverage 포맷을 사용함
- WCS의 Operation
  - GetCapabilities: 서비스 가능한 Coverage에 대한 메타정보를 XML로 반환
  - DescribeCoverage: 요청한 Coverage에 해당하는 메타정보를 XML로 반환
  - GetCoverage: 요청한 범위의 Coverage를 Raw Data 형식(GeoTIFF 등)으로 반환
- 일반적으로 GetCoverage Operation을 사용해 커버리지를 요청하는 과정은 다음과 같음
  - WCS 클라이언트는 관심 레이어, 좌표체계, 요청범위, 요청 포맷 등을 설정한 후 서버에 요청
  - 서버는 클라이언트의 요청포맷에 맞게 인코딩(GML Coverage, GeoTiff 등)하여 반환

#### ㉕ WPS(Web Processing Service)

- WPS는 지리정보에 대한 다양한 처리 서비스(Geo-Processing<sup>1)</sup> Service)를 웹상에서 정의하고 접근할 수 있도록 하기 위한 인터페이스이며 모든 OGC 표준 웹 서비스들과 상호 호환성을 갖도록 정의됨
  - 특정 데이터에 직접 바인딩되어 있지 않으며, 클라이언트에 의해 동적으로 주어지는 데이터 또는 데이터 참조(WFS Request 등)들을 입력으로 받아들여 이를 처리하는 프로세스 서비스들로 구성
  - 간단한 계산(버퍼 연산 등)에서부터 복잡한 분석 연산(기후 모델의 생성 등)을 지원하며, 원칙적으로 WPS 인터페이스에 기반을 두고 구현함에 있어 어떠한 제약사항도 없음
  - 따라서 WPS 인터페이스 준수를 통해서 다양한 분석기능의 확장이 가능함
- WPS의 Operation
  - GetCapabilities: 서비스 가능한 Process에 대한 메타정보를 XML로 반환
  - DescribeProcess: Process에 대한 상세정보(input, output, 사용가능 포맷 등)를 XML로 반환
  - Execute: PS가 제공하는 프로세스들 중 하나를 실행하고 결과를 요청형식에 맞게 반환
- 일반적으로 Execute Operation을 사용해 분석을 요청하는 과정은 다음과 같음
  - WPS 클라이언트는 분석프로세스, 입력 파라미터, 출력형식을 설정한 후 서버에 요청

1) Geo-Processing이란 GIS 데이터를 조작하기 위해 사용되는 작업으로 하나 이상의 입력데이터를 이용하여 자료 처리 후 결과물을 반환하는 형식이며, 일반적으로 중첩, 래스터 분석, 데이터 변환 등이 있음



- 서버는 클라이언트의 입력 파라미터를 이용하여 요청 프로세스를 실행하고 결과를 요청형식에 맞게 반환

### ③ 개발내용

#### 1) 데이터 변환 및 구축

##### 가) 레이어와 테이블

- 농가정보(10,251 건)
- HPAI 발생정보 (2000년 이후 발생 926 건)
- 조류센서스 데이터 (199 건)
- 철새 이동경로 데이터 (433,209 건)

##### 나) 지오코딩, 데이터 정제

- 농장과 HPAI발생 데이터의 지오코딩을 통해 위치정보(건물의 중심점 또는 지번의 중심점)를 생성
- 환경부 국가환경지도시스템(<http://eais.me.go.kr/>)으로부터 철새 도래지 다각형 (polygon) 데이터 입수, 정제 및 샘플데이터 재구성
- 2014-15 겨울 조류센서스 보고서(pdf)에서 자료를 추출, 가공하여 csv파일로 저장하고 지역코드를 기준으로 철새 도래지 shapefile과 조인



[ 겨울철새 도래지 다각형(polygon) 데이터 ]

#### 2) GeoServer 설정

##### 가) GeoServer에서 레이어 등록

##### (1) DB구성 및 레이어 등록

- 레이어 등록
  - ① 행정구역(시도): kob\_pa\_sid
  - ② 행정구역(시군구): kob\_pa\_sgg
  - ③ 행정구역(읍면동): kob\_pa\_emd
  - ④ 조류센서스: kob\_pa\_bird

- ⑤ 가금류 사육농장 : kob\_pp\_farm
- ⑥ AI 발생농장 HeatMap: kob\_pp\_ai
- ⑦ AI 발생농장 Point: kob\_pp\_ai\_poi
- ⑧ 철새관측 CCTV: kob\_pp\_cctv

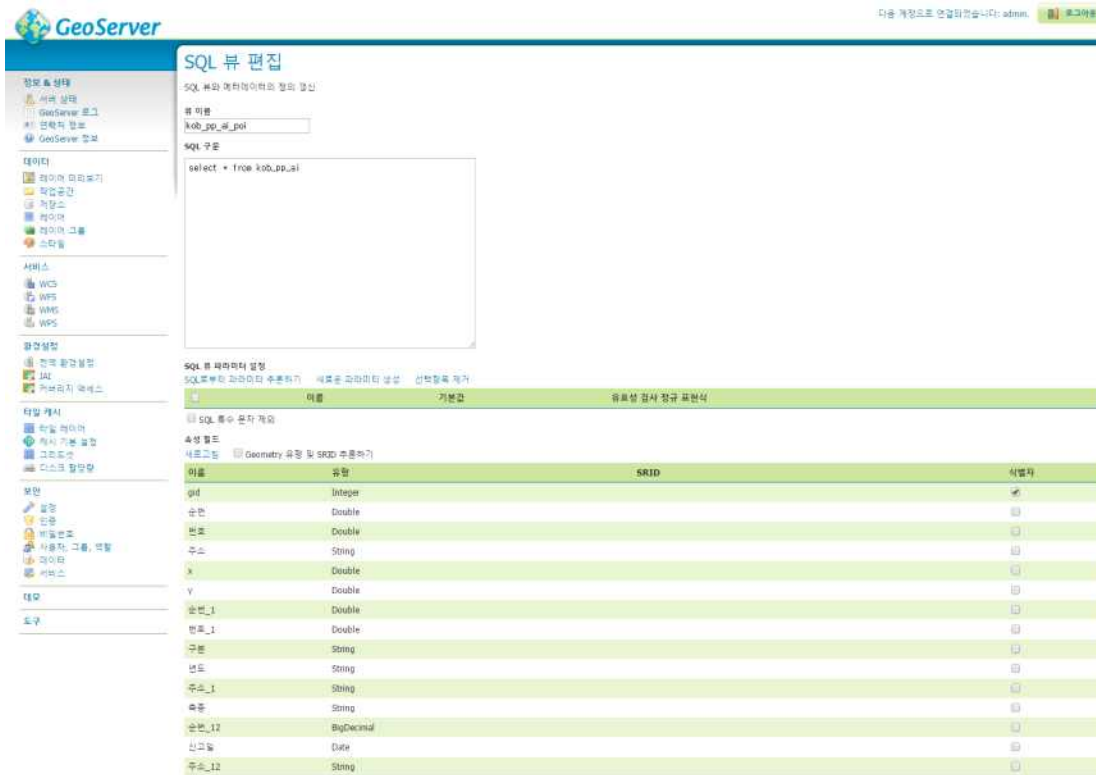
유형	작업공간	스토어	레이어 이름	활성화	기본 SRS
	birdSanc	bird_sanc	kob_pa_bird	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857
	birdSanc	bird_sanc	kob_pp_ai_poi	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857
	birdSanc	bird_sanc	kob_pp_ai	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857
	birdSanc	bird_sanc	kob_pp_cctv	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857
	birdSanc	bird_sanc	kob_pa_emd	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857
	birdSanc	bird_sanc	kob_pa_sgg	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857
	birdSanc	bird_sanc	kob_pa_sjd	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857
	birdSanc	bird_sanc	kob_pp_farm	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:3857

[ GeoServer 레이어 등록 화면 ]

○ GeoServer SQL View

① AI 발생농장 Point(kob\_pp\_ai\_poi)에 대하여 SQL 뷰 편집.

쿼리 : select \* from kob\_pp\_ai

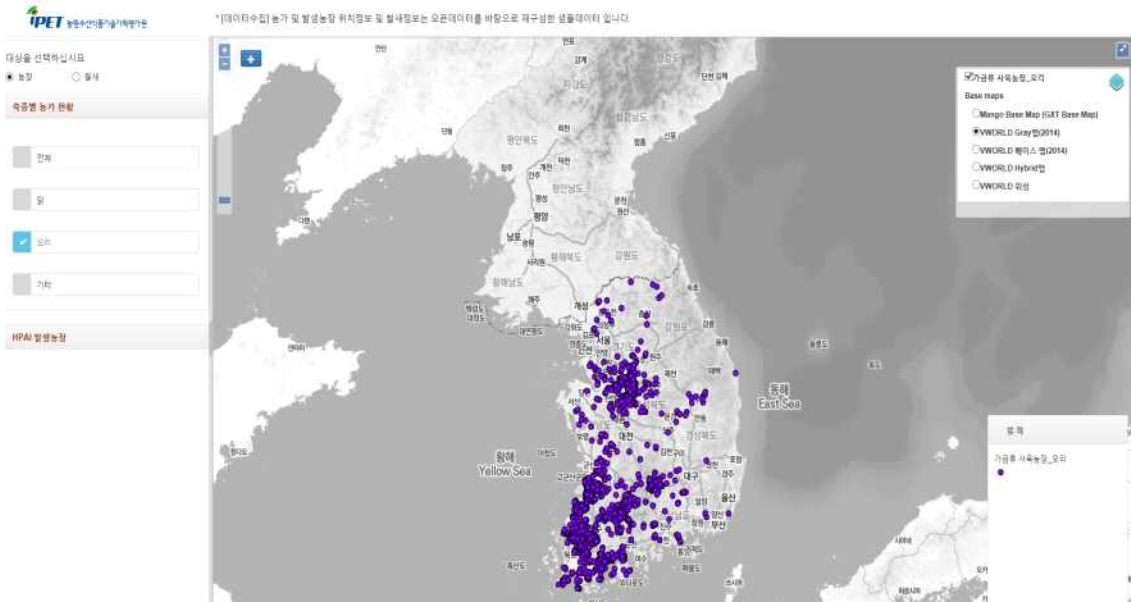


[ SQL View 편집 화면 ]

④ 개발결과

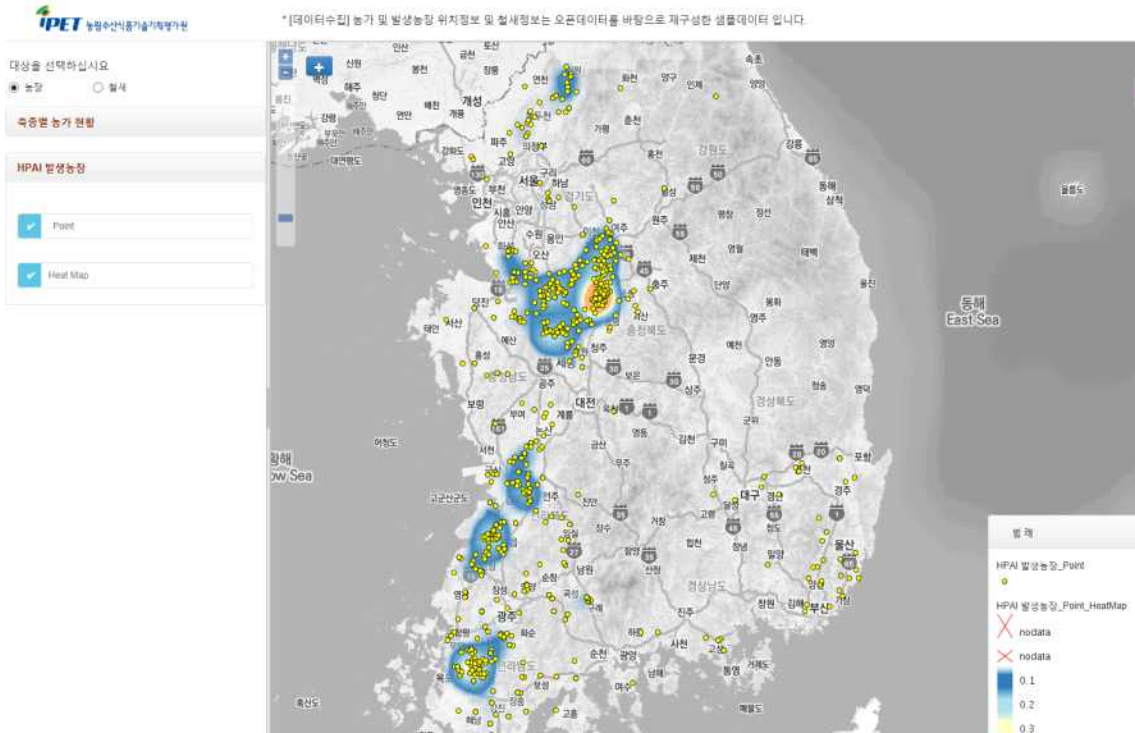
1) 가금 축종별 농가 현황

- 전체 가금농가 웹지도 표시, 닭, 오리, 기타 각각 표시가능
- 지도 확대/축소 기능
- VWORLD맵/기본 BASE맵 등 선택 기능



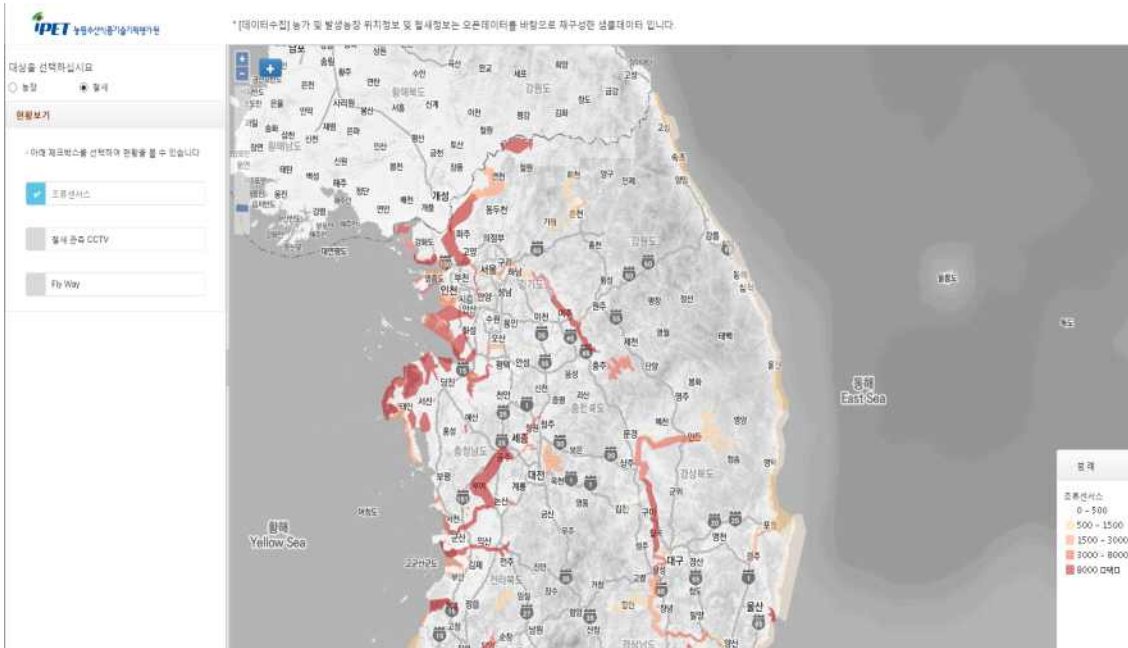
2) HPAI 발생농장 현황

- HPAI 발생농장의 위치를 웹지도에 표시(Point/Heat Map 방식 선택)



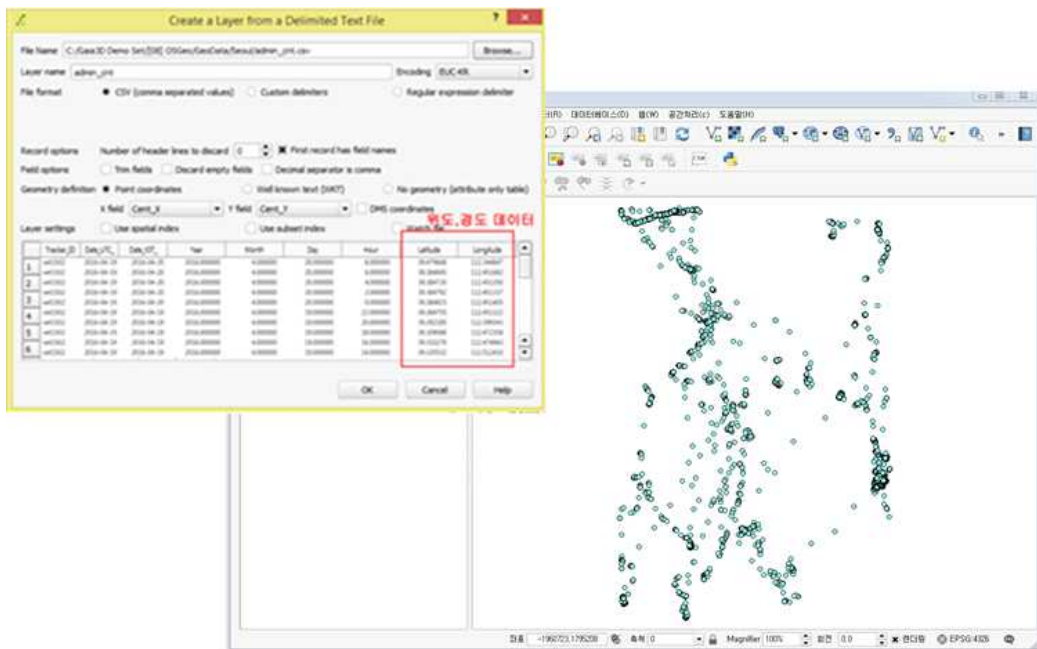
3) 조류센서스 현황

- '14-15 조류센서스 보고서'의 데이터를 가공한 샘플 데이터를 기반으로 조류센서스 정보를 웹 지도에 표시함
- 색깔이 진할수록 조류가 많이 포착된다고 볼 수 있음



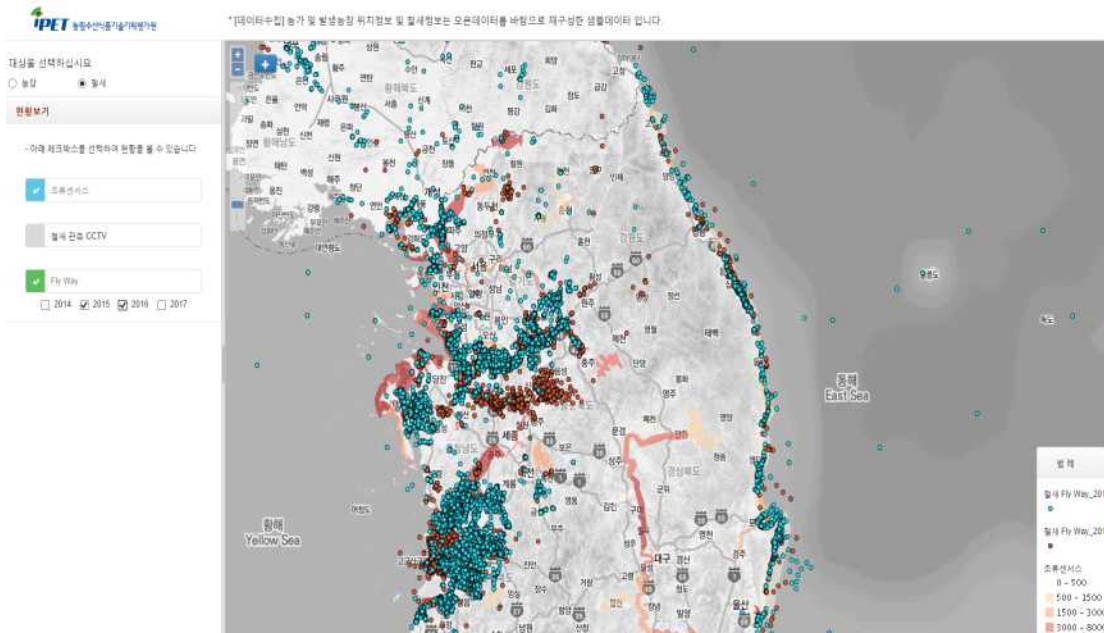
#### 4) Fly Way

- 철새 이동 경로 데이터는 샘플 데이터로 관계 당국 협의 완료 후 데이터 출처 및 정식 데이터 연계
- 철새에 위치추적기 부착 후 신호감지시마다 쌓인 데이터를 활용하여 구현
- 전체 이동경로가 뿌려지는데 시간이 상당히 소요되어 년도별로 선택하여 볼 수 있도록 조건 추가



[DB에 데이터 입력 및 좌표 표출화면]

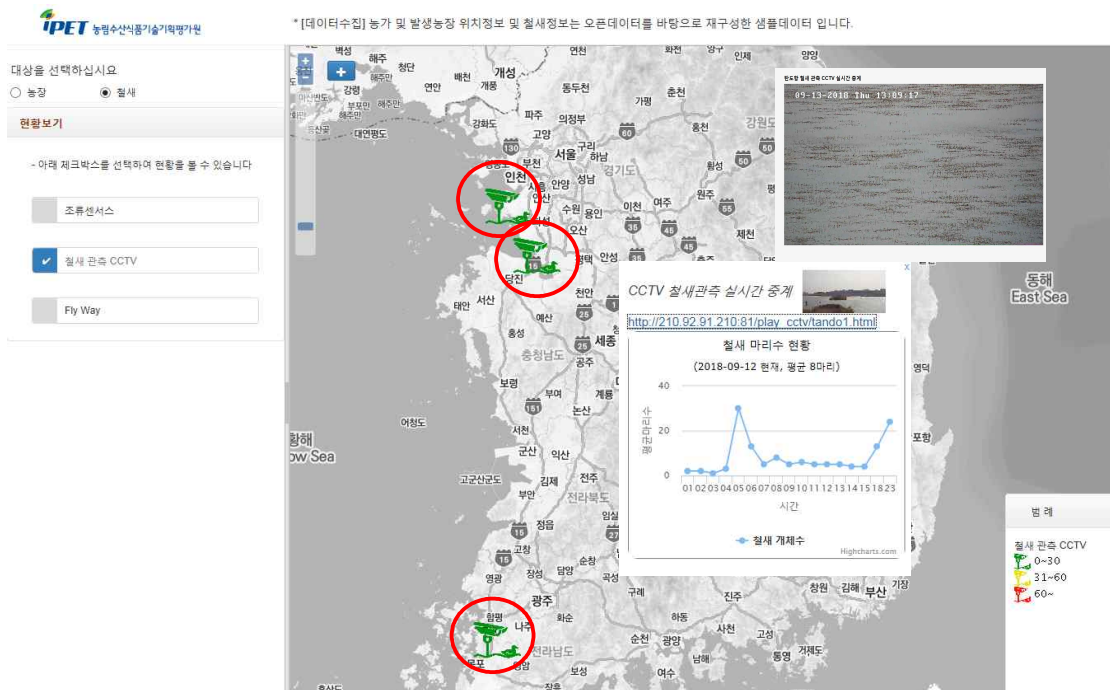
- 위·경도 좌표값으로 날짜 시간별 위치 표시하여 철새 개체당 이동경로를 지도에 표현
- 년도별로 다른 색깔로 표현
- 년도별 철새의 이동 경로 좌표를 표시



- 기존 HPAI발생농가 현황 및 조류센서스 등과 같이 표출시켜 보면 철새의 이동경로와 HPAI발생지역, 조류센서스 수치가 높은 지역이 유사하다는 것을 알 수 있음, 이러한 정보를 축적하여 시스템을 활용하면 AI발생을 미리 예방하는데 크게 도움이 될 것으로 판단됨

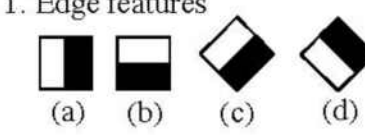
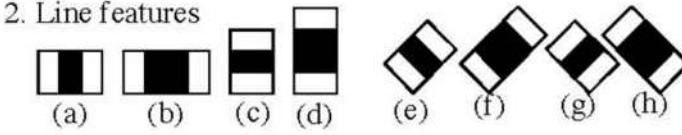
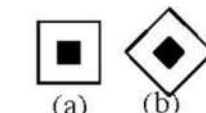

5) 철새 관측 CCTV

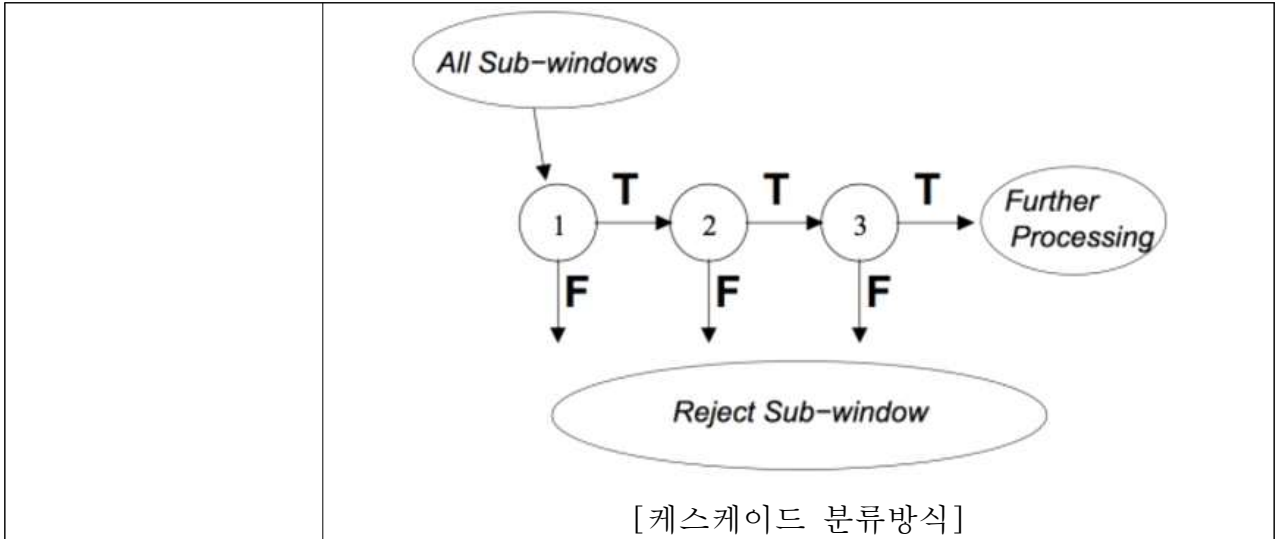
- 설치된 CCTV 위치에 아이콘으로 표시, 아이콘 클릭 시 실시간 CCTV 영상확인 가능
- 전날 철새 도래 마리수 그래프로 확인 가능



(라) 철새 도래현황, 개체수 및 개체 유형을 파악할 수 있는 알고리즘 개발

- 본 연구에서는 카메라로 입력되는 영상을 분석하여 영상 내에 존재하는 철새를 관측하고자 함  
이를 위해서 개체 인식과 분류에 탁월한 성능을 보여주고 있는 머신러닝 기법중의 하나의 하르  
유사 특징추출(Haar like feature) 과 캐스케이드 분류기(Cascade)를 이용함
- 먼저 관측하고자 하는 철새가 포함된 샘플과 그렇지 않은 샘플을 입력 받아서 학습을 시키  
고, 학습과정 동안 샘플로부터 고유한 철새 특징 패턴을 획득하고 획득된 패턴을 이용하여  
철새로 추정되는 개체를 단계별로 진행되는 분류기에 의해 개체 후보군을 포착하고 개체수  
를 카운팅 함

<p>1) 철새 관측 시스템 동작 알고리즘</p>	<p>- 하르 유사특징(Haar like feature): 사각형 안의 내부 영역 에 흰색, 검정색 영역으로 구분하고 화소 값의 총합의 차로 정의. 모양, 크기에 따라 다양한 형태로 구성된 특징추출 방법을 구성</p> <p>1. Edge features</p>  <p>2. Line features</p>  <p>3. Center-surround features</p>  <p>4. Special diagonal line feature used in [3,4,5]</p>  <p>[하르 유사 특징법]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 찾고자 하는 객체가 포함된 샘플과 그렇지 않은 샘플을 입력 받아서 학습</li> <li>- 학습과정 동안 샘플로부터 서로 다른 특징점들이 추출되고 객체를 분류할 수 있는 고유의 특징이 선택됨, 이러한 특징 정보들은 통계적 모델의 입력으로 저장</li> <li>- 캐스케이드 분류기(Cascade)처음에는 단순 검출기를 적용 하고 점점 더 어려운 검출기를 적용하며, 초기 단순 검출기 를 통과한 후보에만 시간이 많이 걸리며, 진행할수록 검출 에 쓰이는 영역이 작아지면 계산량이 줄고 속도가 빨라지 는 강력한 검출방법</li> </ul>
---------------------------------	--

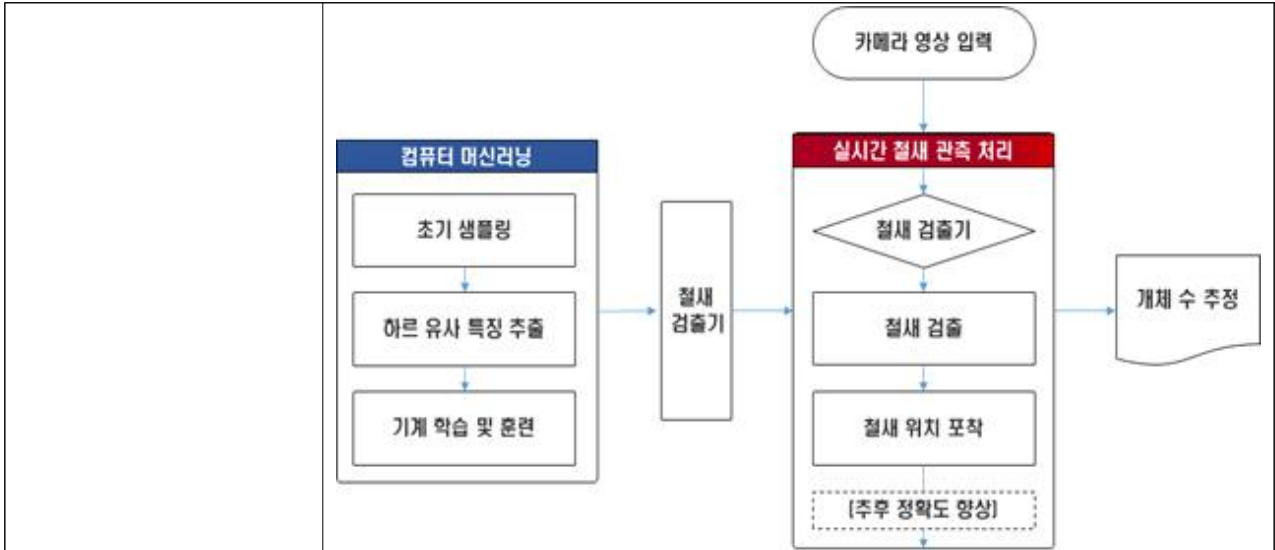


[케스케이드 분류방식]

2) 철새 검출 과정

- 01 철새가 포함된 영상을 다수 추출하여 저장
- 02 네가티브 데이터로서 철새가 포함되지 않은 다양한 영상을 수집하여 저장
- 03 수집한 샘플을 하르 유사 특징 추출법을 이용하여 학습
- 04 학습된 철새 추출기 모델이 위의 학습결과에 의해 출력
- 05 생성된 철새 추출기를 이용하여 개체의 위치를 포착하고 검출
- 06 철새 개체수 추정

[검출 단계 6단계]



[철새 관측 시스템 처리과정]



[기계학습 위한 철새가 포함된 영상 샘플 수집(Positive)]



[철새가 포함되지 않는 영상 샘플 예(Negative)]

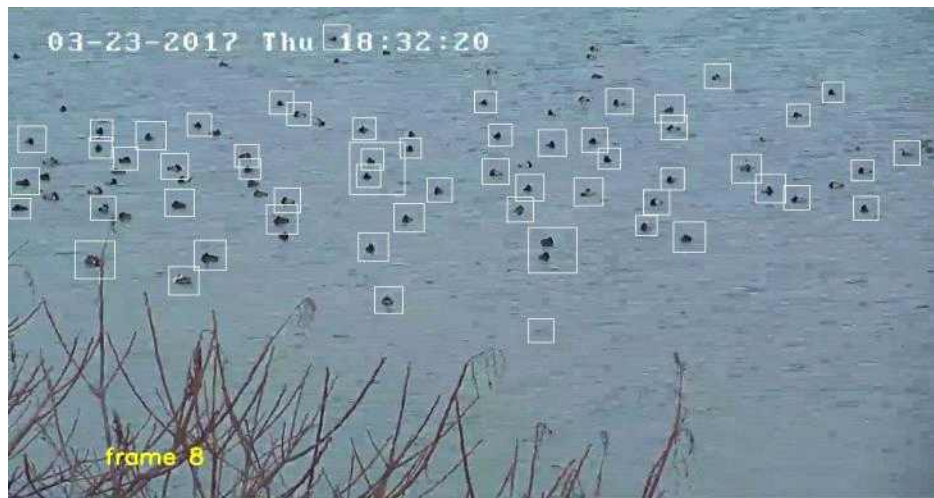
3) 철새 관측 결과 예시

- 전반적으로 철새로 추정되는 개체는 포착됨, 그러나 철새의 특징을 분석할 수 없을 만큼 작게 촬영된 철새는 영상분석하기 위한 최소한의 화소정보가 부족하여 인식은 불가능, 즉 개체 수는 파악되나 종류 파악은 불가능함





[결과 예시 1: 대체로 관측]



[결과 예시 2: 대체로 관측]



[결과 예시 3: 날아가는 철새 포착]

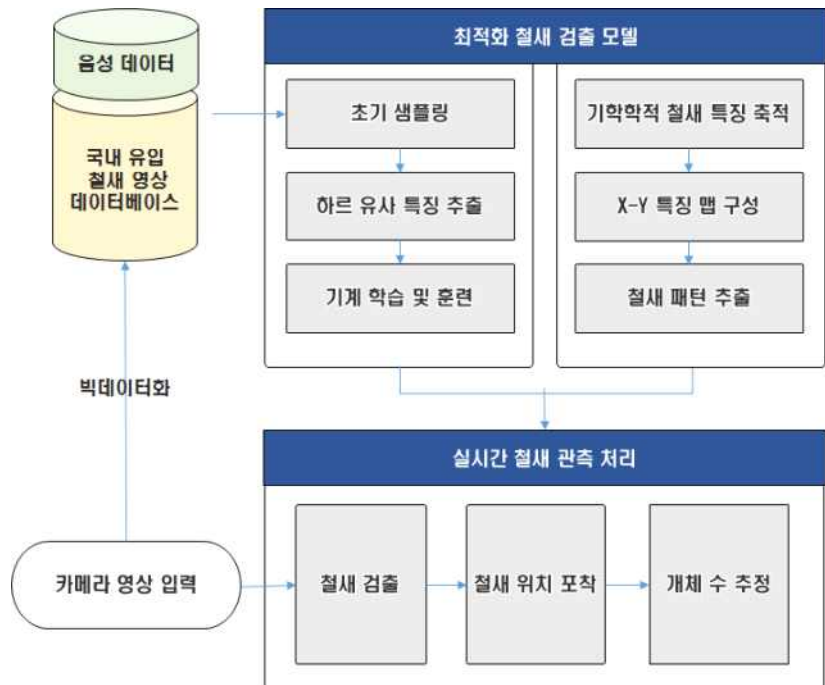


부정확 추출 예

[결과 예시 4 : 부쉬 또는 물결 파장 노이즈에 의한 부정확 추출 예]

4) 알고리즘 고도화

- 철새 검출 최적화 기법 적용



[철새 검출 최적화 기법 적용 관측 시스템 처리과정]

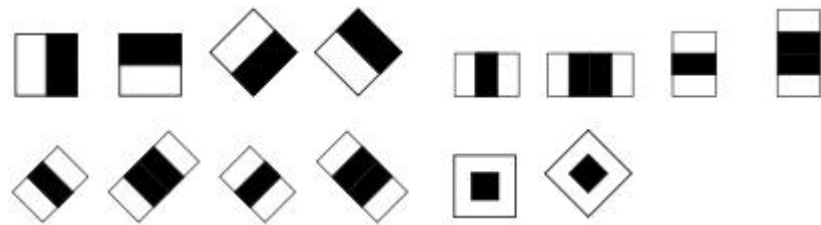
- 철새 검출 최적화 모델 동작 알고리즘

단계1) 철새 영상 데이터베이스로부터 철새가 포함된 영상을 다수 추출하여 양성 데이터 샘플 구성한다. 그리고 철새가 포함되지 않은 다양한 영상을 음성 데이

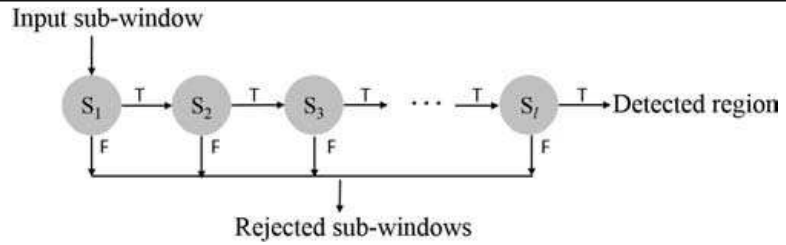
터 샘플을 구성한다.

단계2) 수집된 양성 데이터 및 음성 데이터 샘플들을 이용하여 하르 유사 특징 기계 학습을 실시하고 기본적인 추출기를 만들어 낸다. 추출기는 하르 유사 특징을 찾는 서브윈도우의 실행에 의해 수락 또는 거절의 단계를 반복적으로 거치고 통계적인 모델의 입력으로 다시 입력하는 절차에 의해 고유한 특징 패턴만을 분류해 내는 캐스케이드(Cascade) 분류 방식을 가진다. 캐스케이드 분류기는 처음에는 단순 검출기를 적용하고 점점 더 어려운 검출기를 적용하며, 초기 단순 검출기를 통과한 후보에만 시간이 많이 걸리며, 진행할수록 검출에 쓰이는 영역이 작아지면 계산량이 줄고 속도가 빨라지는 강력한 검출방법이다. 하르 유사 특징(Haar like feature)은 수식 (1)과 같이 t개의 사각형 안의 내부 영역에 흰색, 검정색 영역으로 가중치 w를 할당하는 화소 값의 총합의 차로 정의 된다. 이러한 내부적인 특성은 철새의 모양, 크기, 철새가 유입된 호수의 배경에 따라 변화하는 특징들을 유동적으로 감지하면서 철새 후보군 패턴을 추출하는데 적합하다.

$$f = \sum_{t=1}^m w^t \cdot \mu^t \quad (1)$$



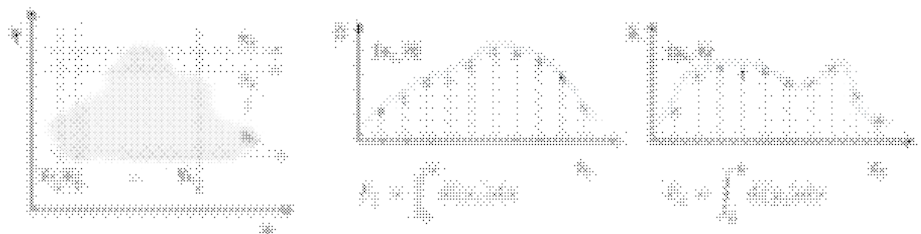
[철새 검출위한 대표 하르 유사 특징]



[철새 특징 패턴을 분류위한 캐스케이드 분류기]

단계3) 픽셀의 밝기 정보의 차를 이용한 하르 유사 특징은 철새 영상이 아닌 유사한 밝기 정보를 가진 노이즈 정보에 대해서 둔감하여 종종 오 인식 결과를 발생시킨다. 이러한 오 인식을 줄이기 위해서 철새의 형태 정보를 반영하는 최적화 알고리즘을 결합하여 새로운 모델을 제안한다.

단계4) 1차적으로 분류된 특징 패턴들로부터 좌우방향 그리고 상하방향으로 진행되는 프로젝션 연산을 실시하고 그 결과 X-Y 특징 맵을 구성할 수 있다. 특징 맵은 xy좌표축으로 각각 진행하는 픽셀의 값을 누적하는 함수 연산에 의해 생성된다.



(a)

(b)

(a) xy좌표축상의 입력 영상 (b) X-Y 특징 맵을 위한 각각의 프로젝션 연산 함수

$$\tau = \frac{\sum_j (F_j^x + F_j^y) / (x_{nj} + y_{kj})}{j} \quad (2)$$

단계 5) 제안된 특징 맵은 철새만이 가지고 있는 윤곽 정보와 철새의 크기를 추정할 수 있는 영상 대비 면적 비율, 수식 (2)와 같이 기하학적인 정보를 얻을 수 있다. 기계학습 동안 분류된 1차적인 특징 패턴에 오류

가 발생할 경우 철새만이 가지는 기하학적인 정보를 결합함으로써 기존의 정확도를 더욱 향상시킬 수 있다. 특징 맵은 프레임 단위로 처리하며 기하학적 철새 특징 패턴을 만들기 위해서 군집 데이터로 축적한다.

단계 6) 최적화된 철새 검출 모델은 실시간 철새 관측 시스템에 삽입하고 동작을 실시한다. 철새로 추정되는 영역은 바로 위치 파악을 실시하고 프레임 단위로 개체 수 추정이 가능 해진다.

5) 학습과정

- 학습데이터 샘플링: 총 4종류로 분류해서 데이터 샘플링
  - 가) 단일(철새 한 마리)
  - 나) 군집(서로 모여 붙어 있는 철새무리)
  - 다) 멀리단일(멀리 있는 철새 한 마리)
  - 라) 멀리군집(멀리 있고, 서로 붙어 있는 철새무리)



[단일]



[군집]



[멀리 단일]



[멀리 군집]

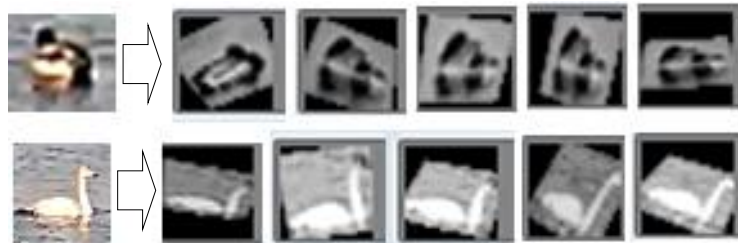
- 학습 샘플 추출 파일

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----
1 rawdata/20171226_0940_namyang.bmp 1 337 313 22 16
2 rawdata/20171226_1010_namyang.bmp 1 540 296 34 16
3 rawdata/20171227_1055_namyang.bmp 1 888 493 39 23
4 rawdata/20171227_1110_namyang.bmp 3 629 411 35 24 879 485 36 24 923 503 27 25
5 rawdata/20171228_0830_namyang.bmp 5 495 183 26 17 638 383 30 21 671 387 33 19 808 381 32 24
6 rawdata/20171228_0835_namyang.bmp 4 639 384 32 19 672 388 31 20 826 397 26 23 855 392 33 24
7 rawdata/20171228_0840_namyang.bmp 3 644 386 27 22 753 396 21 21 784 394 22 20
8 rawdata/20171228_0845_namyang.bmp 3 643 387 31 21 753 396 24 22 785 392 22 22
9 rawdata/20171228_0850_namyang.bmp 3 694 275 24 14 641 384 32 22 784 394 22 21
10 rawdata/20171228_0855_namyang.bmp 2 640 384 32 23 780 395 25 20
11 rawdata/20171228_0900_namyang.bmp 2 862 290 18 15 892 291 19 14
12 rawdata/20171228_0905_namyang.bmp 4 460 369 33 17 510 362 30 20 629 357 25 24 751 380 29 24
13 rawdata/20171228_0910_namyang.bmp 3 512 363 29 21 535 377 23 15 541 393 18 18
14 rawdata/20171228_0915_namyang.bmp 3 455 362 31 20 688 371 22 23 696 415 31 18
15 rawdata/20171228_0920_namyang.bmp 2 710 374 31 16 705 417 31 18
16 rawdata/20171228_0925_namyang.bmp 2 614 367 26 21 706 415 29 19
17 rawdata/20171228_0930_namyang.bmp 1 901 325 29 13
18 rawdata/20171228_0950_namyang.bmp 1 681 175 25 13
19 rawdata/20171228_1000_namyang.bmp 1 781 300 25 13
20 rawdata/20171228_1100_namyang.bmp 2 841 388 41 19 850 412 41 17
21 rawdata/20171228_1110_namyang.bmp 4 760 299 33 15 481 222 35 13 902 398 33 21 593 359 35 18
22 rawdata/20171228_1120_namyang.bmp 3 657 354 31 13 742 364 37 17 466 345 23 21
23 rawdata/20171228_1125_namyang.bmp 2 462 265 25 17 439 265 19 17
24 rawdata/20171228_1130_namyang.bmp 2 360 239 36 15 408 238 20 16
25 rawdata/20171228_1135_namyang.bmp 5 539 279 24 19 749 298 28 21 725 323 19 19 754 332 26 17
26 rawdata/20171228_1140_namyang.bmp 4 421 241 29 17 452 246 30 12 810 316 17 17 915 334 39 18
27 rawdata/20171228_1145_namyang.bmp 3 577 302 33 17 610 293 30 18 868 372 33 20
28

```

- 추출 샘플을 multi expand 방식으로 샘플 자동 생성, 샘플 파일을 모양을 변형시켜 5배수 혹은 그 이상의 샘플을 자동 생성시킴



- 이후 오픈소스인 CascadeTrainer로 학습 진행  
negative 3021개, positive 4종류의 분류군 조합하여 학습 데이터 생성(xml)
- 철새 단일 및 군집 개체 탐지



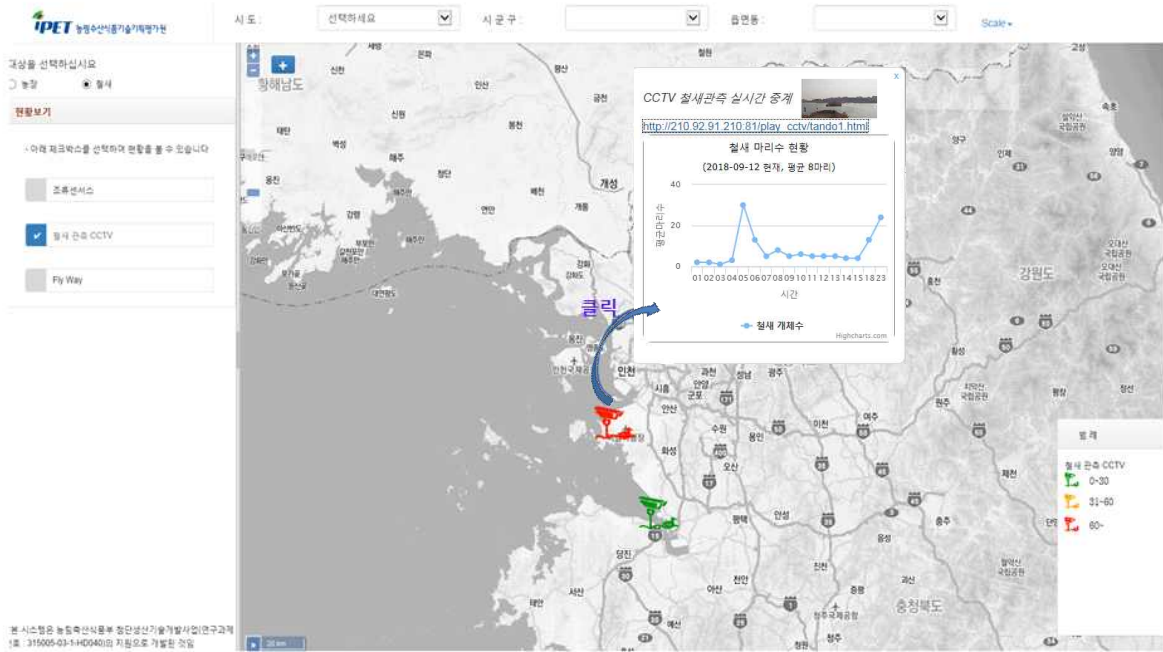


\* 학습과정에서 무조건 샘플을 많이 추출하는 것보다 정확한 샘플의 추출이 중요하다는 사실을 알게 되었고, 불명확한 샘플은 오히려 인식에 방해요소가 되었다.  
 좋은 샘플 데이터를 사용하여 충분한 학습이 이루어지면 철새 인식에서 상당히 높은 인식률을 보여 성공적인 결과를 나타낼 수 있다.  
 하지만 배경 등 환경이 변화가 되면 그 환경에 따른 학습이 추가적으로 이루어져야 한다.

(마) 통합 관제 시스템의 철새 경보시스템 구현 및 국가동물방역시스템과의 연계

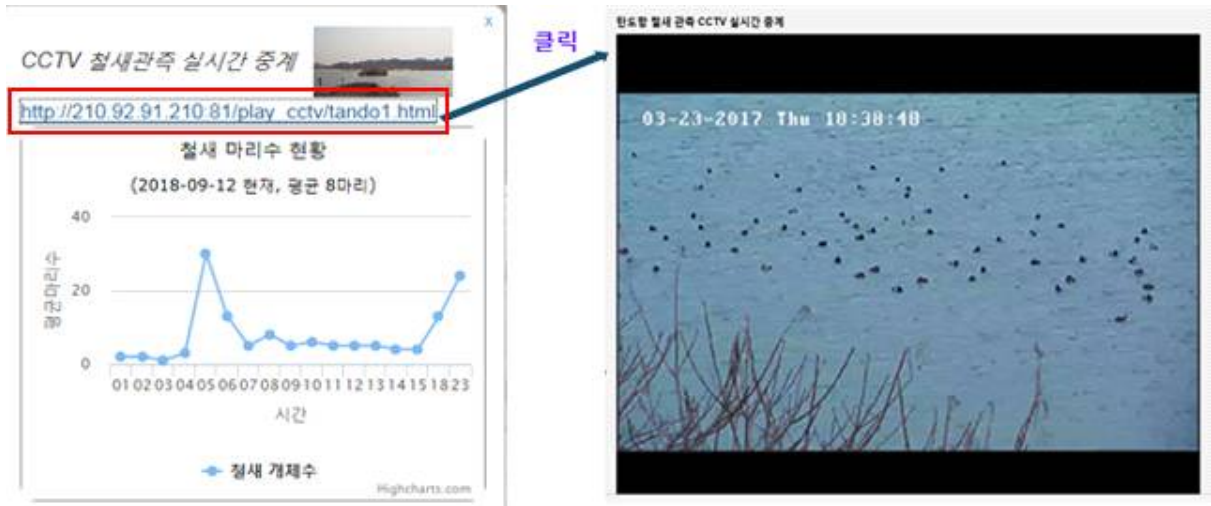
① 철새 경보시스템 기능 구현

- CCTV 설치장소에 CCTV 아이콘으로 위치 표시, 일별 철새의 개체수에 따라 CCTV 아이콘의 색깔을 달리 표현(0~30: 초록색, 31~60: 주황색, 60이상: 빨간색)하여 철새 도래를 경보함
- 아이콘 클릭 시 해당 CCTV 실시간동영상 정보 링크와 일별 개체수 그래프를 확인할 말 풍선 표시
- 일별 그래프는 CCTV 아이콘 클릭 시 전달 철새 개체수 출력



[철새도래지 관제 웹 지도 CCTV 개체수 분석 결과 및 일별 그래프]

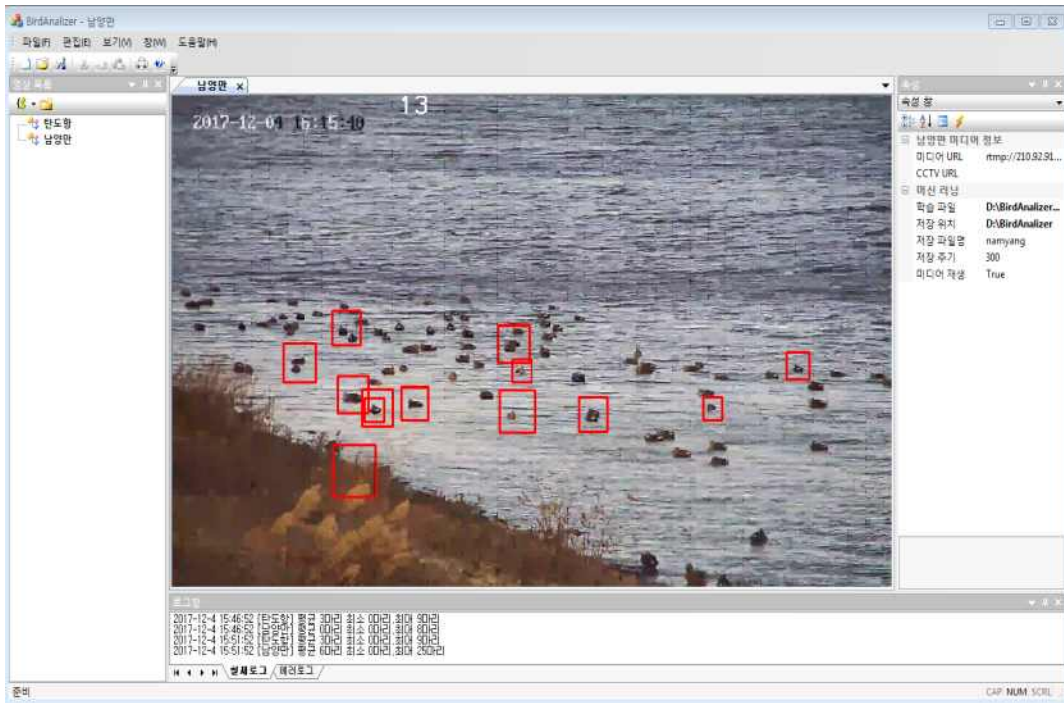
- 실시간 중계 링크 클릭 시 중계화면 팝업 호출



[철새도래지 관제 웹 지도 CCTV 중계 화면 ]

- 영상분석을 알고리즘을 적용한 분석 프로그램을 개발, 개체 마리수를 5분간격으로 파일로 생성
- 파일을 일배치 스케줄러로 DB에 입력하여 실시간 영상분석 결과 마리수 적재





[철새 영상 분석 알고리즘 적용한 분석 프로그램]



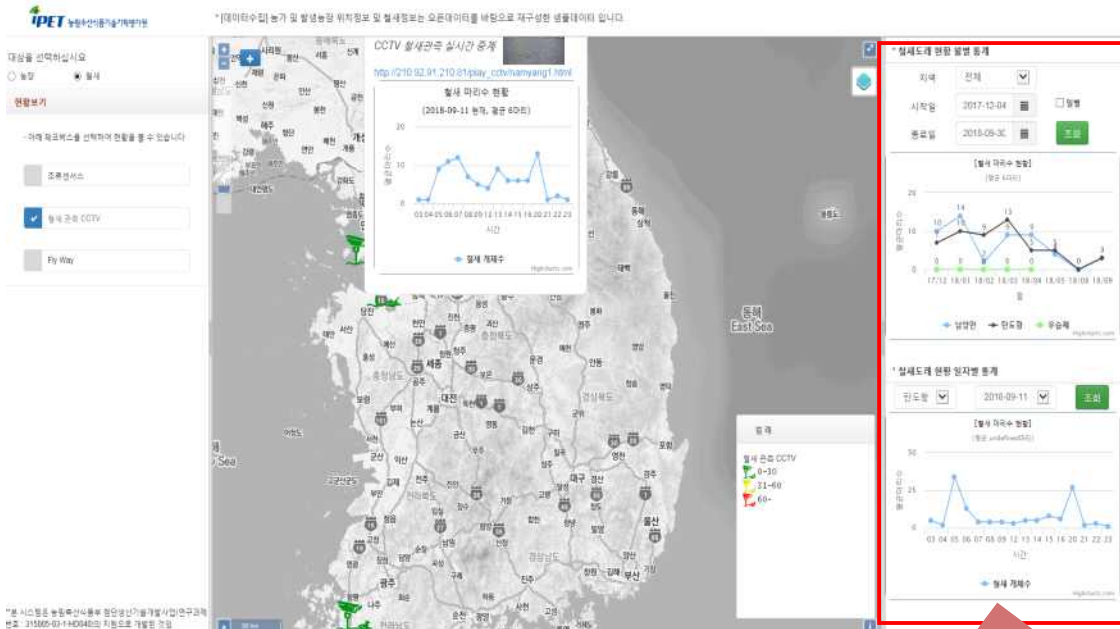
[파일로 생성]

The screenshot shows a spreadsheet application window with a table containing 8 rows of data. The table has the following columns: gid [PK], serial, date character va, gubun character va, avg numeric(10,1), min numeric(10,1), and max numeric(10,1).

gid [PK]	serial	date character va	gubun character va	avg numeric(10,1)	min numeric(10,1)	max numeric(10,1)
1	433203	2017-12-04	남양만	35	0	56
2	433204	2017-12-03	남양만	62	2	87
3	433205	2017-12-02	남양만	55	5	64
4	433206	2017-12-01	남양만	57	3	68
5	433207	2017-12-04	탄도항	24	0	56
6	433208	2017-12-03	탄도항	36	2	87
7	433209	2017-12-02	탄도항	45	5	64
8	433210	2017-12-01	탄도항	47	3	68

[일 배치로 DB에 적재]

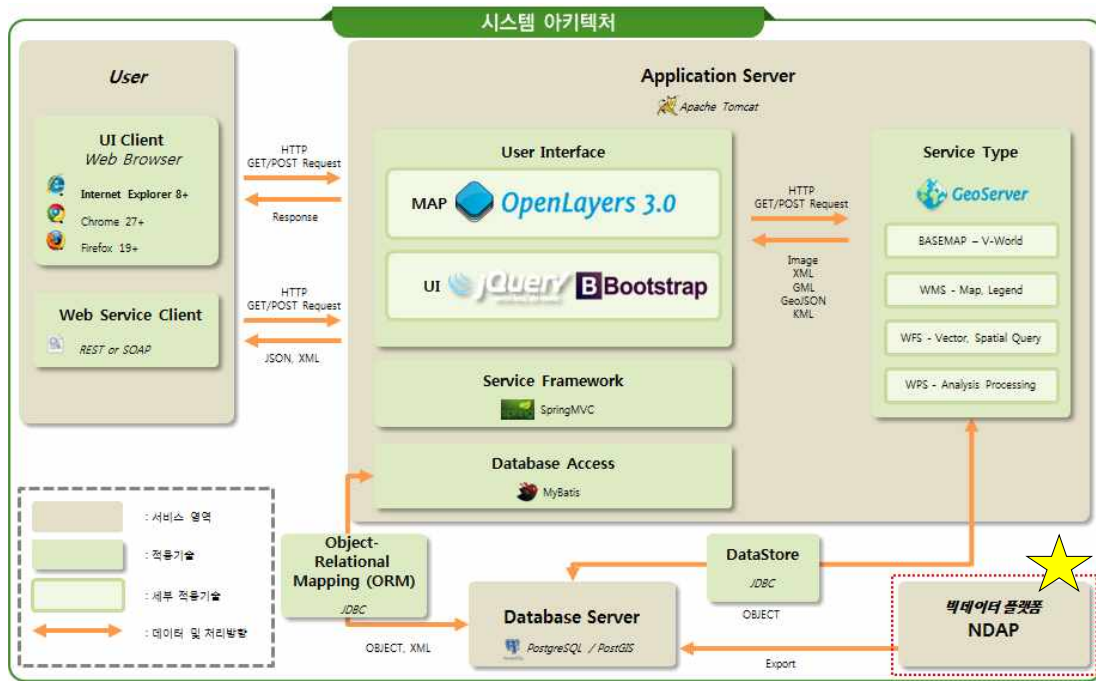
- 오른쪽 프레임에 통계 화면 배치, 일별·월별통계, 일자별 시간대별 통계 그래프 조회 가능



[철새 도래지 개체수 현황 통계]

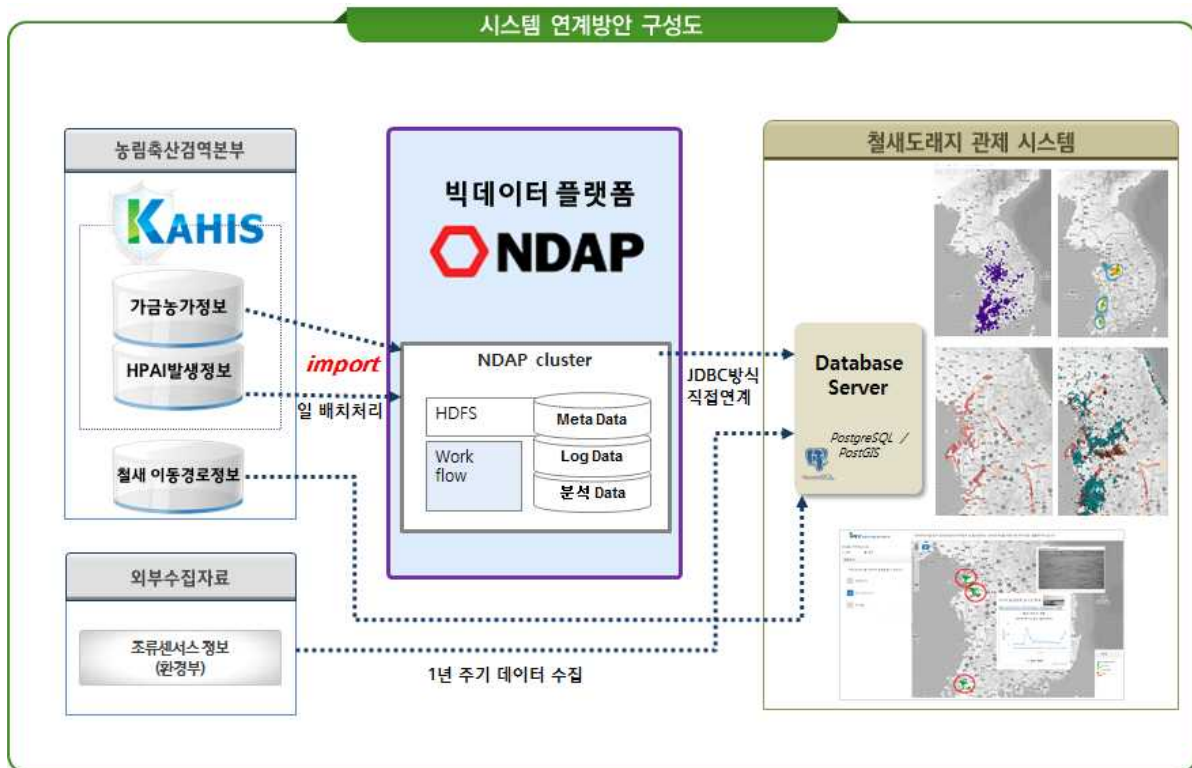
② 국가동물방역시스템과의 연계방안 제시

- 현 철새관제시스템 구성에서 빅데이터 플랫폼인 NDAP과의 DB-to-DB 방식의 연계로 정기적 혹은 필요시에 Data를 가져올 수 있도록 구성하는 것이 효율적일 것 같다.(현 시스템 아키텍처에서 별표표시 부분 연계)



[시스템 내 연계 구성 방안]

- Kahis 시스템을 통해 NDAP에 쌓인 데이터를 직접연계 방식인 JDBC 드라이버를 이용하여 송신 시스템의 DB(Tibero)와 연결하여 필요 정보를 조회하여 철새 관제 시스템 DB에 입력하는 방식으로 연계구성을 설계하는 방안 제시



(바) CCTV 영상분석 외 철새인식 연구의 가능성 탐구 결과

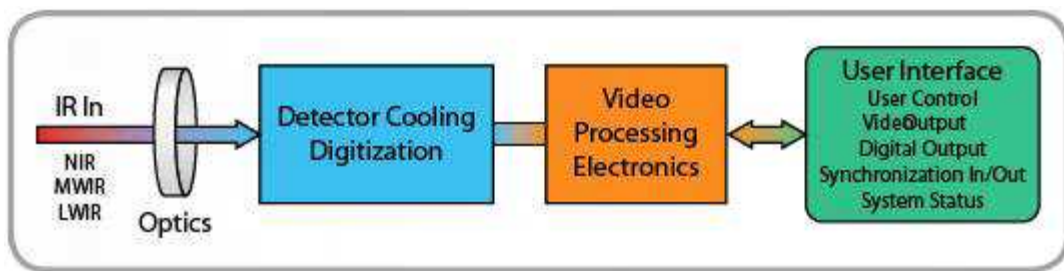
① 적외선 열화상을 이용한 철새 검출 분석

- 철새의 체온이 비교적 높은 편이고 야간에도 철새를 포착할 수 있는 특징을 연구에 반영하고

자 적외선 촬영을 통해 열화상으로 철새 마리수 분석가능성을 연구하고자 열화상 검출을 진행하였다.

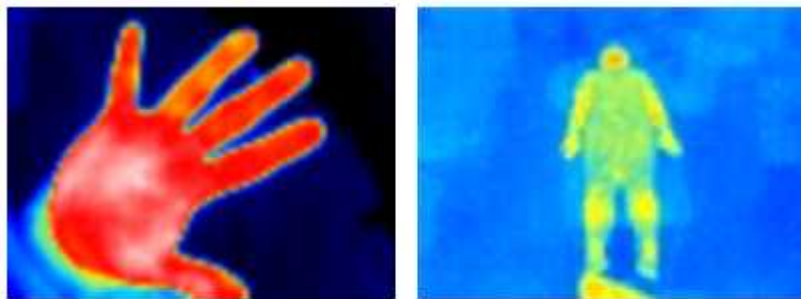
◦ 분석결과

- 적외선은 절대온도 0K 이상의 온도를 갖는 모든 물체에서 방출이 되는데, 이를 이용하여 모든 물체의 온도를 측정할 수 있는 기술이 적외선 열화상이다. 적외선의 복사량은 온도의 증가에 따라 비례하여 증가하는데, 그 방출되는 복사량의 차이에 대한 데이터를 변환하여 영상화하면 그 이미지로 물체의 온도분포를 알 수 있다. 물체는 고유의 방사율을 가지고 있으며, 주변 환경과 열(온도) 차이를 이용해 물체를 탐지할 수 있다. 만약 물체와 주변 환경이 열적 평형상태에 있으면 적외선 열화상 카메라는 물체를 탐지하지 못한다.



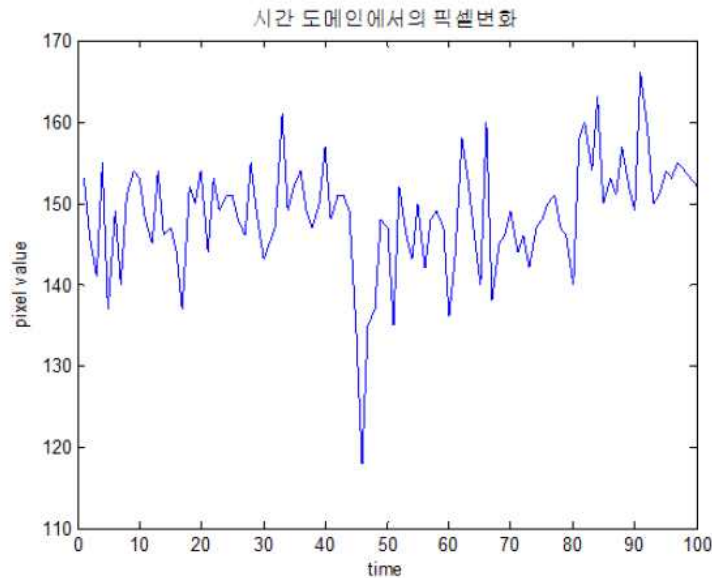
[적외선 열화상 개략도]

- 적외선 열화상은 기본적으로 위 그림에서 보여 지는 것과 같은 원리로 구현되는데, 많은 산업 응용분야에서 대상체의 상태를 진단하는 수단으로 이용되고 있다. 그러나 열화상을 이용한 분석 기술에는 결과 성능에 영향을 끼치는 여러 가지 변수가 존재한다. 특히 온도, 습도, 풍속 등과 같은 주위 환경과 적외선 카메라의 성능, 물체의 표면상태, 측정 위치 등이 변수 요인에 해당한다. 센서의 특성상 센서와 대상간 거리에 따라 그 형상 구별에도 영향을 미친다. 아래그림 좌측은 대상물이 센서로 부터 0.3m정도 이격되어 있는 상태이며, 우측은 4m 정도 떨어져 있는 상태이다. 안정적인 열화상을 이용한 철새 검출을 위해서 근접 촬영을 시도하여야 하며, 철새를 도발하지 않으면서 열화상을 얻는데 필요한 거리를 유지하는데 한계가 있다.



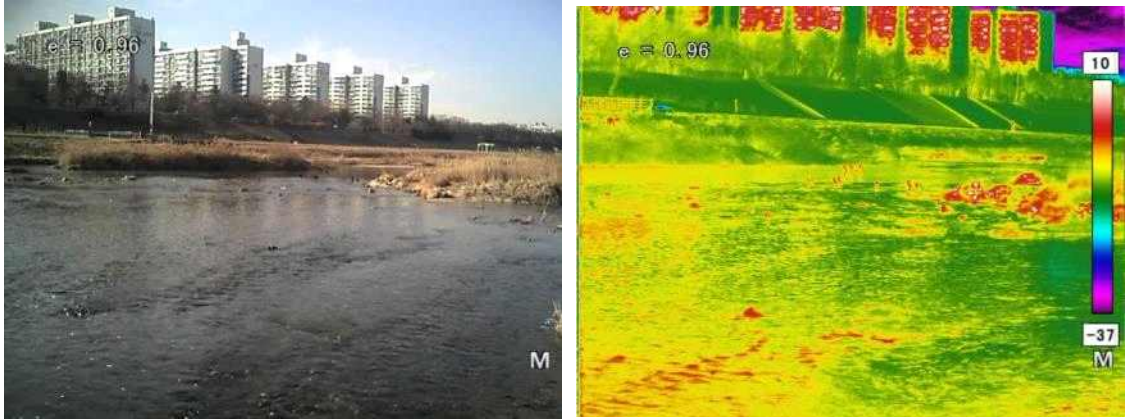
[ 검출대상의 거리에 따른 형상 비교(0.3m거리에서 촬영:왼쪽, 4m 거리에서 촬영:오른쪽) ]

- 열화상은 외부 조명 등에 의한 간섭이 적을수록 배경과 객체를 뚜렷하게 구분할 수 있고, 원거리 객체 정보를 획득할 경우 공기의 영향에 의해 영상분석 결과 성능이 달라진다. 아래그림은 동일한 영상 프레임이 시간대 별로 달라지는 것을 보여 주는 픽셀 값을 표현한 그래프이며, 픽셀 변화가 빈번히 발생한다. 따라서 가시영상에서의 객체 분리에 주로 사용하는 차영상 기법만으로는 배경과 객체의 분리가 어렵다는 것을 알 수 있다.



[시간 영역에서의 픽셀 변화]

- 열화상은 객체와 배경간의 온도차이가 클수록 이미지 상에서도 확연하게 구분이 되는 특징을 가지고 있어 햇빛의 영향을 받지 않는 저녁과 안개, 비, 눈 등에 의해 주변 온도가 낮아졌을 경우, 그리고 전반적으로 온도가 낮은 겨울에 더 좋은 효과를 기대할 수 있다. 다용도로 사용되는 열화상 카메라는 일반적으로 영하의 낮은 온도에서부터 화재와 같은 높은 온도까지 굉장히 넓은 영역의 온도를 검출해야하기 때문에 상온의 환경에서는 명암의 분포가 좁은 경향이 있다. 햇빛이 있는 주간에 촬영한 열화상에서는 주변 물체의 온도 때문에 철새 영상을 포착하는데 간섭을 주고 있고, 야간의 경우 철새의 체온이 주변과 뚜렷하게 나타나지 않고 있어, 이 역시 원거리 촬영에서는 철새 검출 효과를 기대하기는 어렵다.



[주간 실화상과 주간 열화상 비교]

- 열화상 장치에 적용되는 감지 및 신호처리부의 특성에 따라 목표물들의 온도차가 존재함에도 불구하고 주변의 열적 환경에 따라 목표물의 온도차를 영상으로 구현하지 못하는 열영상 포화상태가 나타날 수 있어 철새 도래지에 분포하는 철새 검출에 열화상을 이용하는데 어려움이 있다.

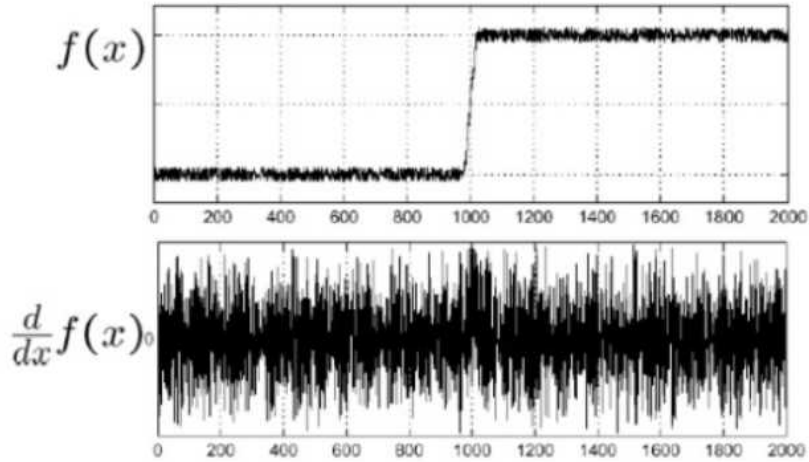
② 드론을 활용한 저수지 전체 철새 개체수 인식 연구

㉞ 윤곽선 검출과 구조적 마스크를 활용한 철새 검출

- 움직이는 카메라로 촬영된 드론 영상으로부터 철새 검출은, 수시로 바뀌는 배경을 가진 환경으로부터 특정 객체를 검출해야한다는 특수성을 가지고 있으며, 이를 고려한 문제를 해결 방법이 필요하다. 사용한 방법은 철새가 표현하는 특징적인 윤곽선을 계산하여 예측하고, 주위에 제거된 경계를 결합하여 새로운 윤곽선을 계산하는 방식을 사용한다.

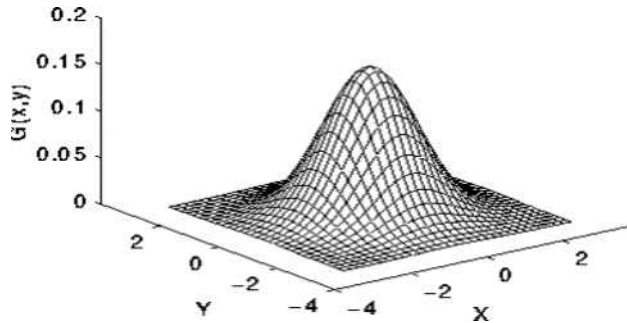
1) 스무딩 작업

- 아래 그림은 미분을 하게 되면 잡음이 발생하게 되는데 이로 인한 잡음을 제거해 줄 필요가 있다. 스무딩을 위해 가우시안 필터로 컨볼루션을 취한 뒤 영상을 업데이트한다.



[미분처리 후 잡음 비교]

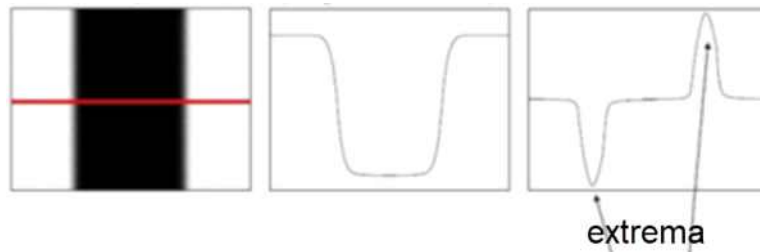
- 가우시안 필터는 표준편차에 따라 정규 분포를 갖고 자연스러운 잡음 생성으로 필터로 사용으로 적합하다.



[평균이 0인 가우시안 정규분포]

## 2) 기울기 값 검출

- 윤곽선 검출은 다른 명암도를 가진 경계선, 픽셀의 밝기가 임계값보다 크게 변하는 경우에 발상하는 변화량의 기울기(미분) 값을 이용하여 판단한다.



(a) 원영상

(b) 강도

(c) 미분한 영상

- 미분한 영상에서 강도가 급격하게 변하는 부분 2군대를 찾아야 하며, 기본적인 소벨 마

스크를 이용하여 컨볼루션을 하면 extrema를 찾을 수 있다.

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

$S_x$

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

$S_y$

[소벨 마스크]

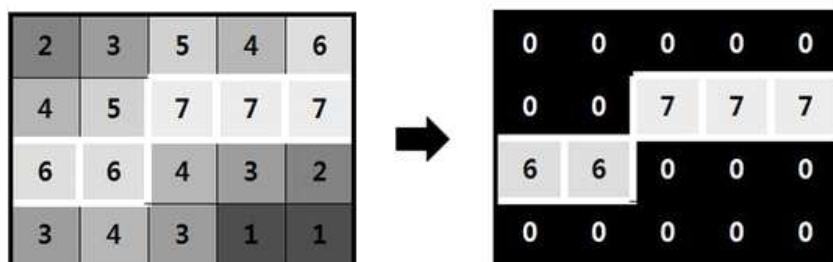
- 소벨 마스크를 사용하여 영상의 각 점에서의 윤곽선 기울기 값의 크기(magnitude)와 방향(direction)을 측정한다. 3x3 크기의 소벨 마스크를 x방향과 y방향으로 전체 이미지에 적용시켜서 전체 이미지에 적용하여 각 픽셀에서의  $S_x$ 와  $S_y$ 를 구한다.  $S_x$ 의 제곱 +  $S_y$ 의 제곱에 루트 씌운 값이 윤곽선의 기울기 값의 크기이며 코탄젠트  $S_x/S_y$ 의 값이 윤곽선의 방향이다.

$$\text{magnitude} = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

$$\text{direction} = \arctan(S_y / S_x), \text{ if } S_x=0 \text{ then angle}=0$$

### 3) Non-maximum 억제

- 스무딩 작업은 Local maxima 선택하는 오류를 야기 시킬 수 있으므로 local maxima를 남기고 나머지를 제거하는 Non-Maximum을 제거 작업이 필요하다. 상하좌우 4방향을 고려하여 가운데 픽셀의 에지 강도를 비교판단을 하는데 가운데 현재 픽셀의 에지 강도가 가장 크다면 그 값을 보존하고 아니면 제거한다.

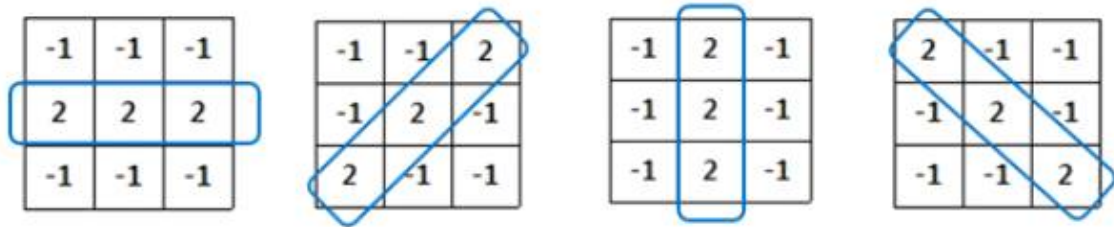


[Non-maximum 억제 수행 후 픽셀의 변화]

### 4) double thresholding

- Non-maximum suppression 작업 후 검출 에지와 노이즈가 함께 존재하며 이때 이중의 (고/저) 임계값을 이용하여 강한 경계를 우선적으로 구분한다. 강한 경계는 실제 검출해야한 객체의 경계로 판단되기 때문에 강한 경계를 포함하는 블립을 연속적으로 조합하고 그 외 나머지는 제거하여 최종 검출 영역을 분류한다.


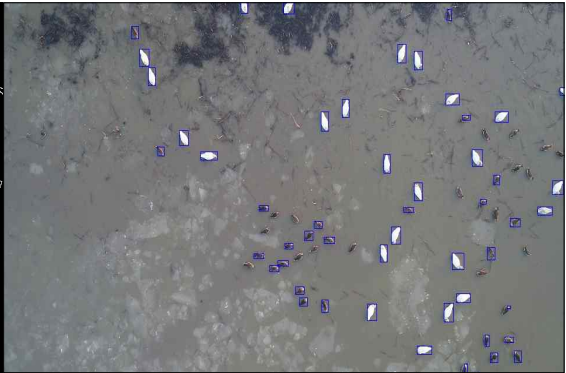




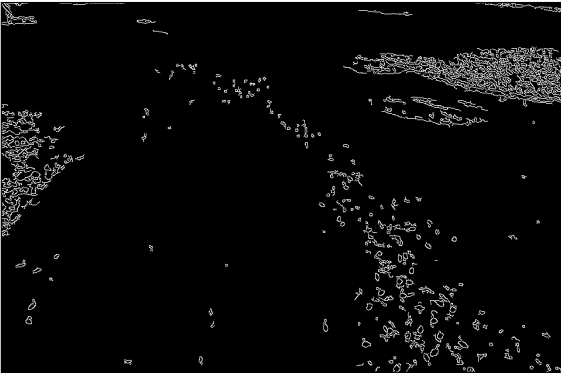
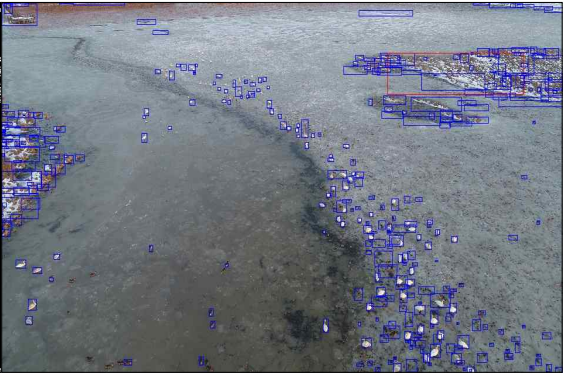
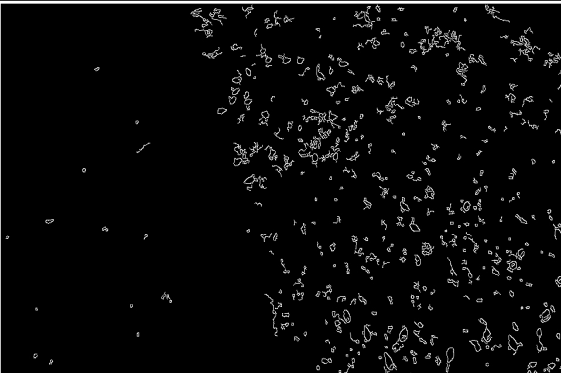
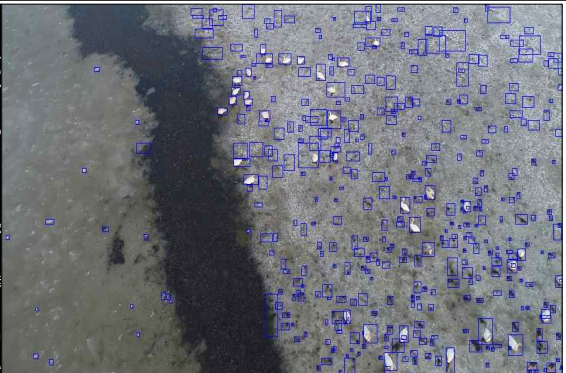
[방향 성분 검출 위한 구조적 마스크]

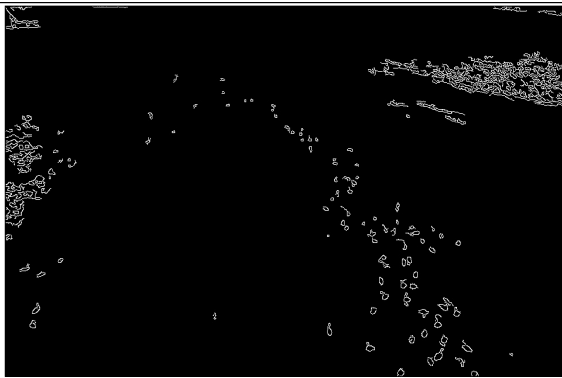
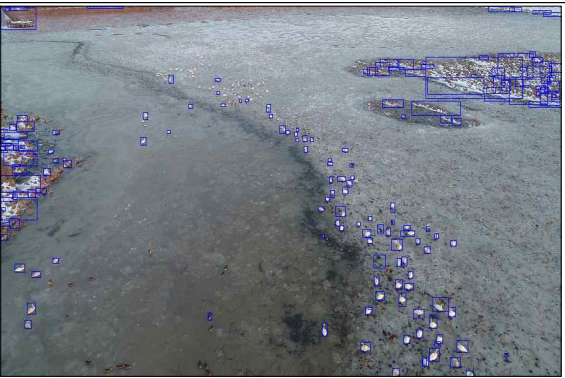
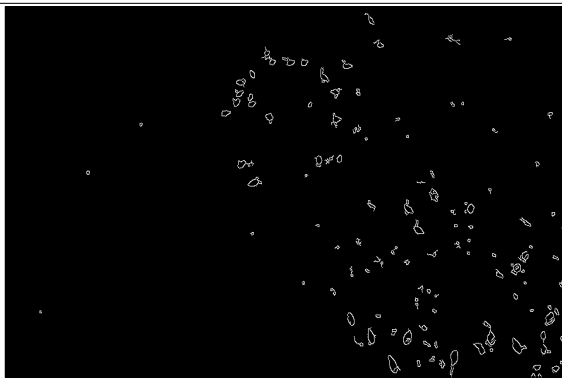

5) 검출결과

임계값	윤관선 검출 결과	철새 검출 결과
t=70		
(원거리 촬영 영상으로부터 철새 검출)		
t=70		
(근접 촬영 영상으로부터 철새 검출)		
t=100		

	(원거리 촬영 영상: 노이즈 개선)	
t=100		
	(근접 촬영 영상: 노이즈 개선, 성능 우수)	

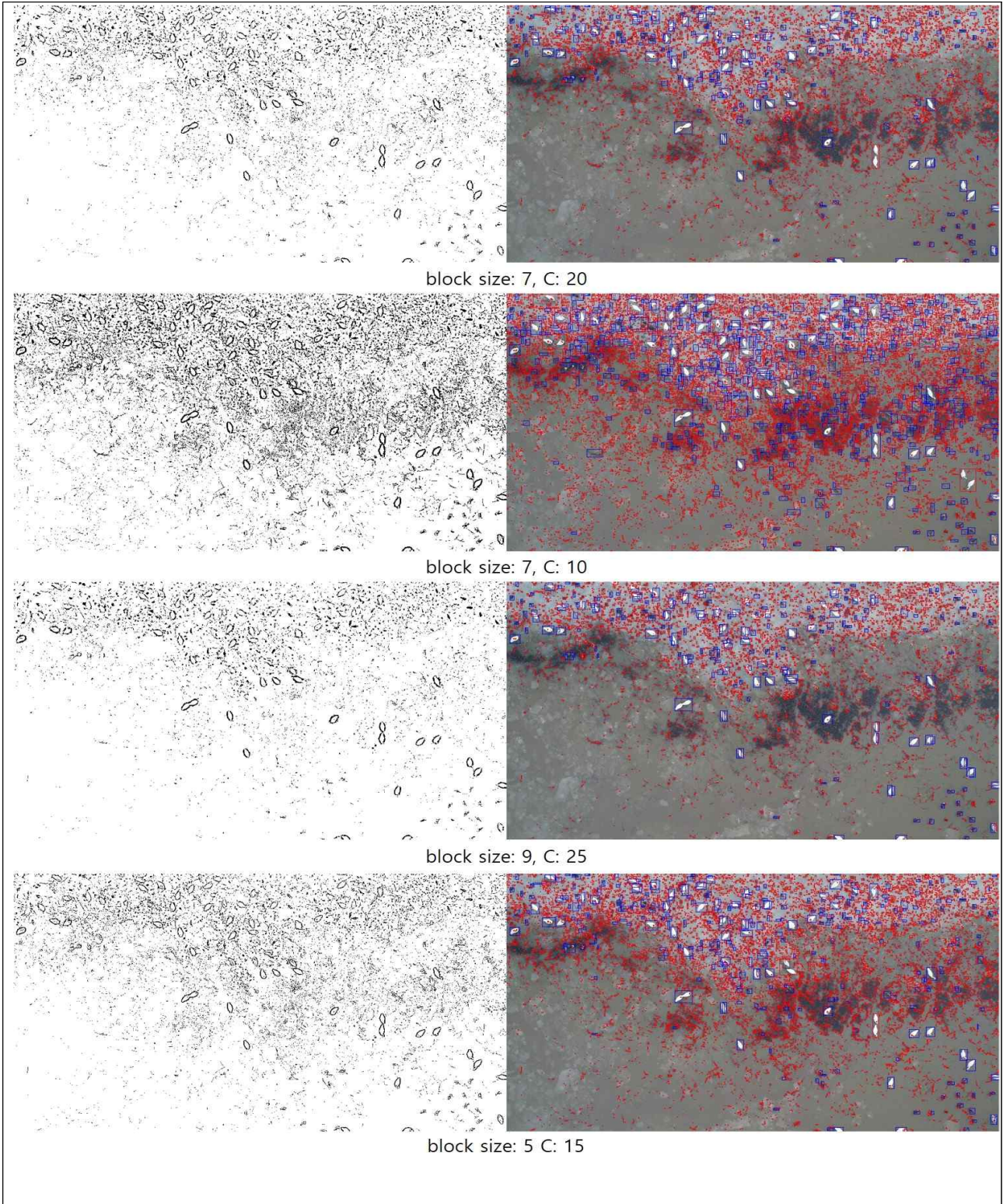
[임계값 변화에 따른 윤곽선 검출 및 철새 검출 비교 (1)]

임계값	윤곽선 검출 결과	철새 검출 결과
t=70		
	(원거리 촬영 영상으로부터 철새 검출)	
t=70		
	(근접 촬영 영상으로부터 철새검출)	



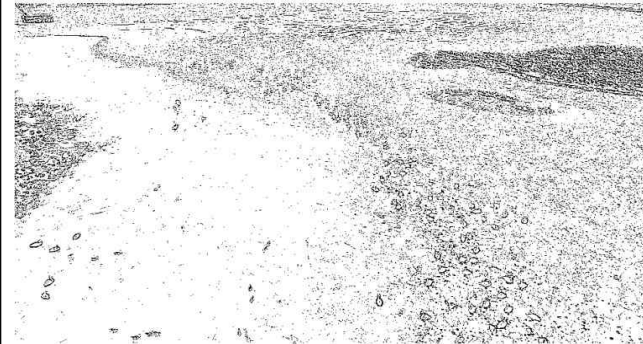
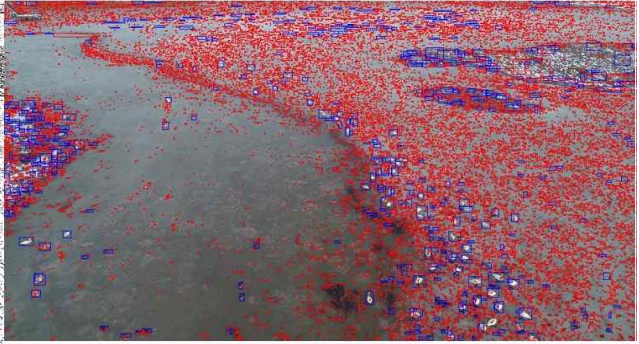



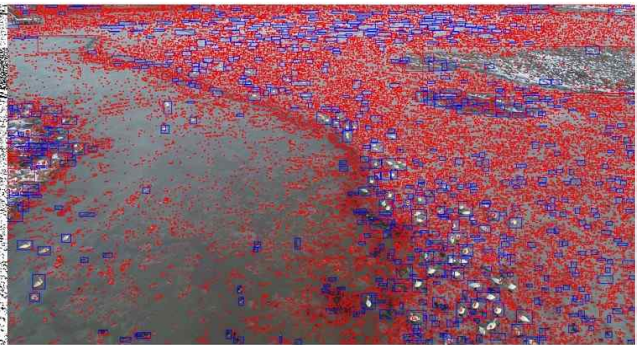
t=100		
(원거리 촬영 영상: 노이즈 개선)		
t=100		
(근접 촬영 영상: 노이즈 개선, 성능 우수)		

[임계값 변화에 따른 윤곽선 검출 및 철새 검출 비교 (2)]


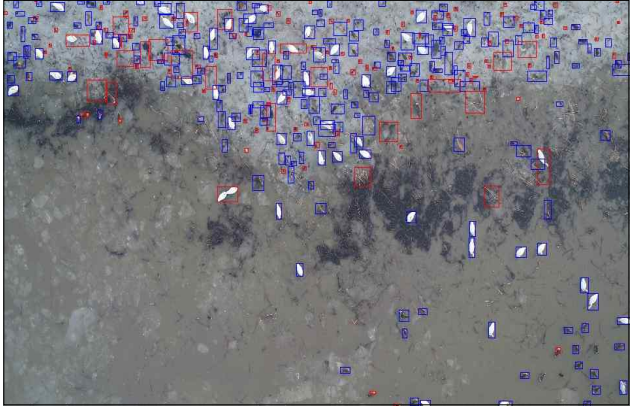

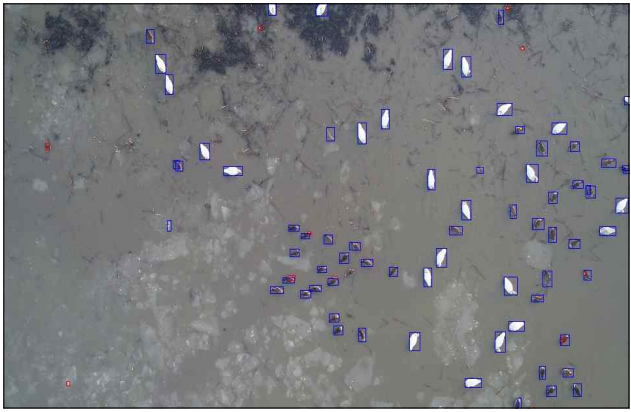

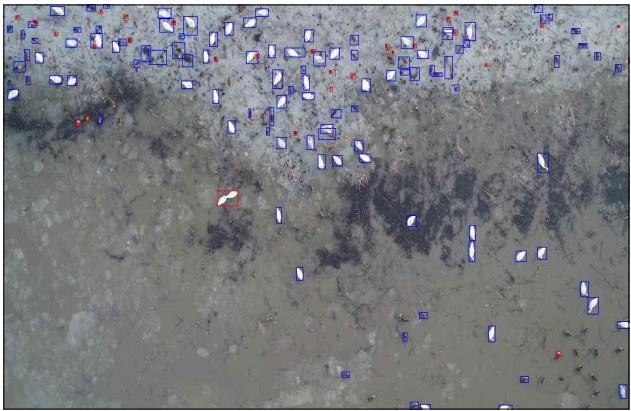

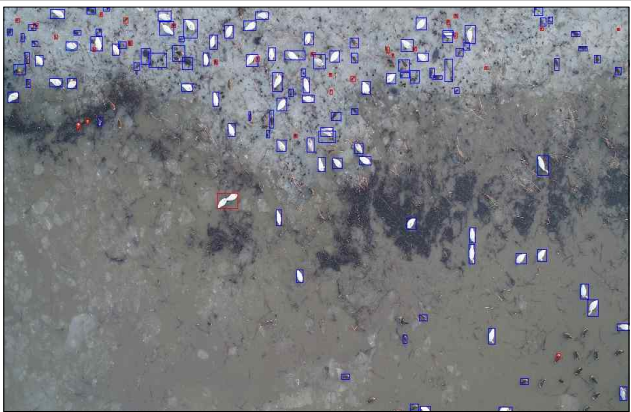
구조적 마스크 크기 변화	철새 검출 결과
---------------	----------



[구조적 마스크 변화에 따른 결과 비교 (1)]

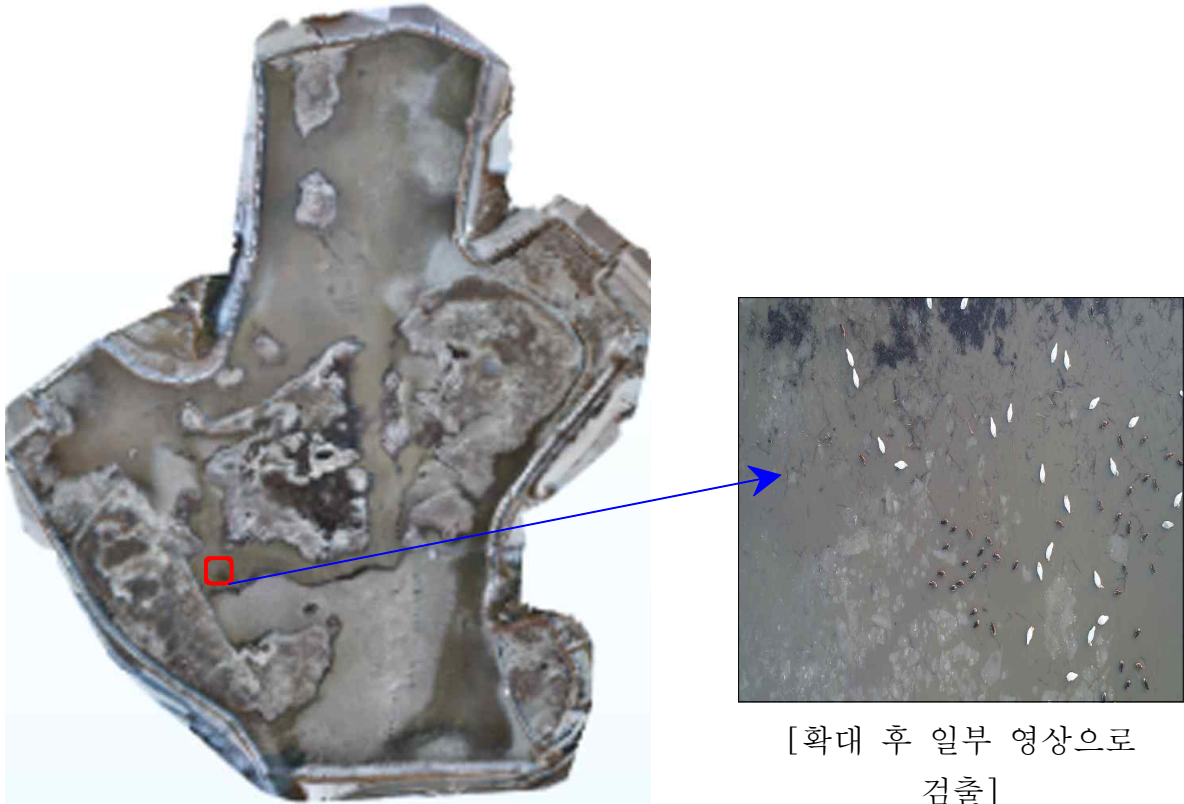
구조적 마스크 크기 변화	철새 검출 결과
	
block size: 7, C: 20	
	
block size: 5, C: 15	
	
block size: 9, C: 25	
	
block size: 7, C: 10	

[구조적 마스크 변화에 따른 결과 비교 (2)]

드론 영상	검출 영상(붉은 색은 제거된 노이즈)
	
	
	
	

[노이즈 제거 후 개선된 철새 검출 결과]

- 저수지 전체 map 이미지는 용량이 크고 전체이미지에서 철새를 바로 확인이 불가하여 확대하여 일부 지점을 분석



[확대 후 일부 영상으로  
검출]

[Stitcher 기법으로 저수지 전체 map 생성]

- 드론 촬영을 진행한 결과 30미터에서는 철새들이 놀라서 날아가 버렸으나 50미터에서는 놀라지 않고 전체를 촬영할 수 있었다. 전체 저수지를 50미터 상공에서 촬영하여 일부 영상으로 분석해본 결과 원거리, 근거리 모두 검출율이 뛰어나는 것으로 결과가 도출이 되었다. 전체 저수지map을 촬영하고 영상을 이어 붙이는 스티치 알고리즘(OpenCv) 또는 스티치 프로그램으로 전체 저수지map을 생성한 후 위의 검출 방법으로 전체 저수지에 대한 철새 개체수를 검출하는 것이 가능한 것으로 판단된다.

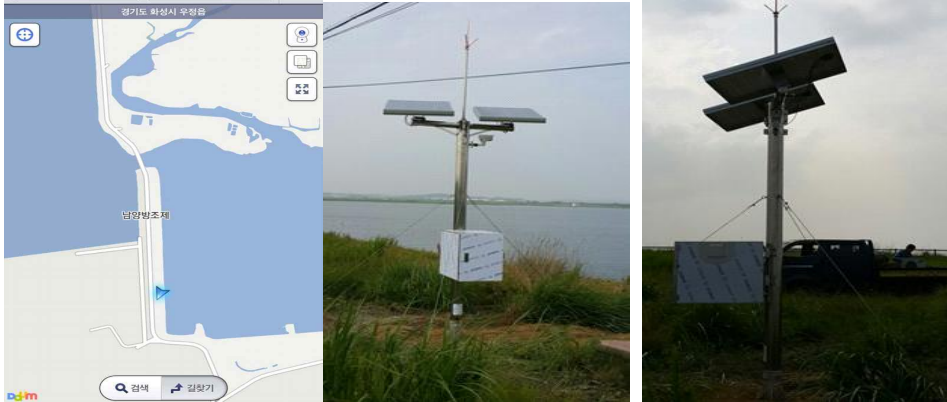
(사) 철새 도래지 통합관제 시스템 제안 및 현장 적용 방안 개발

- ① 전국 주요 철새 도래지의 CCTV 설치 및 운영 현황 조사 및 분석
  - 전국 철새도래지에 설치된 CCTV시스템의 현황 분석
  - CCTV시스템 3개소 설치(경기지역, 전남 나주)

- 주요 저수지 관리 기관인 농어촌공사를 방문 인터뷰하여 농어촌공사의 AI 예찰 활동 점검결과의 샘플 데이터 입수하였으나 농어촌공사 보유 CCTV 및 인터넷 망 운용현황은 영업정보로서 민간기업에 우선 제공은 어렵다는 답변을 얻음
- 그러나 농어촌공사 보유 저수지에 철새 관찰 CCTV 설치 후 운용 결과 검토 후 자료제공 협조하기로 하여 현재 3곳의 cctv 영상 확보

1. 남양호

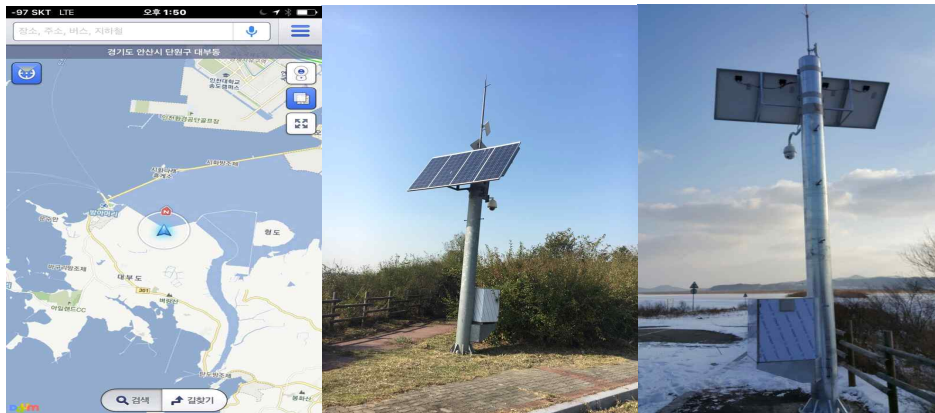
- 독립적 태양광 전력 및 LTE 인터넷망
- 설치비용 500만원, 통신비용 연간 60만원



[남양호 CCTV 설치사진]

## 2. 탄도호

- 전기 및 통신 유선 설치, 송신측 수신측 2군데 설치
- 설치비용 1,700만원, 전기설치비용 100만원, 통신비용 연간 40만원



[탄도호 CCTV 설치사진]

## 3. 우습제

- 독립적 태양광 전력 및 LTE 인터넷망
- 설치비용 500만원, 통신비용 연간 60만원



[나주 우습제 설치위치]



\* 독립적 태양광 설치시 1곳당 평균 설치비용 500만원=> 철새도래지 200여개 설치 시 10억 예상

② 제안 기대효과

- 주요 철새 서식지에 CCTV를 설치하여 영상(이미지)마이닝 기술을 활용하여 철새 도래 현황 및 철새 서식수 모니터링을 통한 철새 도래 경보 서비스를 제공하여 조류 인플루엔자의 국내 유입 위험을 예측하도록 함
- 철새 관제 시스템을 활용하여 철새 도래정보 등을 파악하여 AI 감염철새의 국내 유입 시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용하여 국가 방역정책 수립에 기초자료로 사용 가능함
- 원격으로 주요 철새 서식지를 실시간 제공하여 담당자의 업무 편리성 및 효율성 증대에 기여하도록 함

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표 & 3-2. 목표 달성여부

[제1 세부 서울대학교]

1세부	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위	달성도
1차년도	- 돈군 시료에 대한 미생물학적 확진. - 병리학적 소견과 더불어 미생물학적 확진을 통한 돈군 폐병변 이미지분석 알고리즘 개발.	농림축산검역검사본부 및 유관단체의 돈군 질병 정보 수집을 통한 현장 이미지 DB확보	100%
		영상학적 data 확보를 위한 돈군에서의 호흡기 질병 원인체 분리 및 미생물학적 확진	100%
2차년도	- 우군 시료에 대한 미생물학적 확진. - 병리학적 소견과 더불어 미생물학적 확진을 통한 우군 폐병변 이미지분석 알고리즘 개발.	도축장에서 우군의 정상 폐 및 병변 폐 이미지 확보	100%
		우군 병변 폐의 미생물학적 진단을 위한 시료 확보	100%
		돈군 및 우군에서 임상적으로 의미가 있는 호흡기 질병 원인체 분리 및 항생제 내성 프로파일 분석	100%
3차년도	병성감정 진단 이미지의 미생물학적 표준판정 기준 수립	추가적인 돼지 폐 병변 이미지 분류 및 확보	100%
		호흡기 질환 세균 및 지표세균의 분자 유전학적 특성분석	100%
		영상기술의 현장 적용	100%

[제2 세부 서울대학교]

2세부	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위	달성도
1차년도	돈군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미 개발	대표적인 돼지 폐 병변 육안 분석 및 질병 진단	100%
		돼지 병변 폐 조직병리학적 진단 실시	100%
		진단된 돼지 폐 병변 이미지 분류 및 확보	100%
2차년도	우군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미 개발	대표적인 소 폐 병변 육안 분석 및 질병 진단	100%
		소 병변 폐 조직병리학적 진단 실시	100%
		진단된 소 폐 병변 이미지 분류 및 확보	100%
3차년도	개발된 돈군 및 우군 도체의 육안식별 가능질병의 영상학적 스캐닝 진단 기법의 현장 적용	추가적인 돼지 폐 병변 이미지 분류 및 확보	100%
		분류된 각 돼지 폐렴 이미지를 기반으로 컴퓨터 기계학습 실시 후 알고리즘 개발	100%
		개발된 알고리즘을 이용하여 실제 폐 이미지 진단	100%

## [제1 협동 (주)크레아소프트]

### 1. 과제 목표 달성

- 1협동의 목표는 우군 및 돈군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미를 확립하고 이를 자동화시켜 검사할 수 있는 IT 기술을 개발하여 우군 및 돈군의 건강상태를 자동적으로 예찰할 수 있는 시스템을 구축하는 것으로 이에 대하여 영상처리, 머신러닝에 입각하여 모든 도축장과 도축장별 설비에 적용 가능한 범용적 기술을 개발하였으며 실제 설비를 만들어 축림도축장에서 테스트 함으로써 적용 가능성을 보였다.
- 또한 농장 등 현장에서 돼지 및 소의 폐병변 사진을 모바일로 촬영 후 서버 전송 시 촬영된 사진의 질병패턴을 분석하고 DB화된 사진들의 질병패턴을 찾아 유사 질병에 대한 탐색 서비스를 구현함에 있어서 현장 필드에 적용되는 운영소프트웨어와 관리 웹 서버를 통한 질병패턴과 DB를 구축함으로써 축산물 질병 방재와 연구에 필요한 기반을 마련하였다.

### 1. 정량적 목표 달성

No	항목	명칭	코드	달성도
1	실용신안	질병 예측 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치	1017945780000(2017.11.01)	100%
2	실용신안	영상 학습 장치, 이를 이용한 촬영영상 분석 시스템 및 방법, 이를 수행하기 위한 기록매체	10-2018-0027033	100%
3	프로그램등록	축산물 질병진단 영상 인식 관리시스템	C-2018-017276	100%
4	정책건의	도축장 축산 부산물 관리 신뢰성 증진방안 정책제안	210807-005 식품의약품안전처 식품안전표시인증과	100%
5	교육지도	폐 질병진단 장치 운용 가이드	축림 교육확인서(전산실)	100%
6	교육지도	폐 질병진단 장치 운용 가이드	축림 교육확인서(품질관리팀)	100%
총계				100%

No.1 질병 예측 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치 (특허등록)

No.2 영상 학습 장치, 이를 이용한 촬영영상 분석 시스템 및 방법, 이를 수행하기 위한 기록매체

No.3 축산물 질병진단 영상 인식 관리시스템

No.4 도축장 축산 부산물 관리 신뢰성 증진방안 정책제안

No.5 폐 질병진단 장치 운용 가이드 (전산실)

No.6 폐 질병진단 장치 운용 가이드 (품질관리팀)

## [제 2협동 (주)이지팜]

### 1. 과제 목표 달성

2협동	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위	달성도
1차년도	AI방역관리지구(주요 철새도래지)의 CCTV 설치 및 운영 현황 파악 및 철새도래지 통합 관제 방안 개발	현업 부서 인터뷰를 통한 AI방역 관리지구(주요 철새도래지)의 CCTV 설치 및 운영 현황 파악	100%
		선진 사례 및 문헌 연구를 통한 철새도래지 통합 관제 방안 개발	100%
2차년도	AI방역관리지구의 CCTV의 연계 및 철새 도래 및 개체수 모니터링 알고리즘 개발	기 운영되고 있는 AI방역 관리지구의 CCTV 연계 저수지 모니터링 시스템 구축을 위한 Prototype 개발	100%
		지능형 영상분석을 통한 철새 도래 및 개체수 모니터링 알고리즘 개발	100%
3차년도	철새 도래지 통합 관제 시스템 제안서 작성 및 방역 현장 적용 최적화 방안 개발	전국 주요 철새도래지의 CCTV를 활용한 철새 도래지 통합 관제 시스템 제안서 작성	100%
		AI예방센터 등 현업 부서 활용을 통한 최적화 방안 개발	100%

## 2. 정량적 목표 달성

No	항목	명칭	코드	달성도
1	실용신안	철새 이미지 인식 기술을 이용한 철새도래지 CCTV 통합 관제 시스템	20-2017-00054 58(2017.10.23)	100%
2	프로그램등록	철새도래지 통합 관제 시스템의 개발 및 운영	C-2018-012388( 2018.05.15)	100%
3	정책건의	CCTV를 활용한 철새 도래 및 서식 현황 모니터링 시스템 확산	농림축산식품부 방역정책국 조류인플루엔자방 역과 2018.02.23	100%
4	타연구활용	인공지능기술을 활용한 고병원성 조류인플루엔자 국내 유입, 발생 초기 감지 및 확산 대응 시스템 개발	과학기술정보통신 부	100%
총계				100%



- 첨단생산기술개발사업으로 2015년 8월부터 수행 중임

### 3. 연구 결과

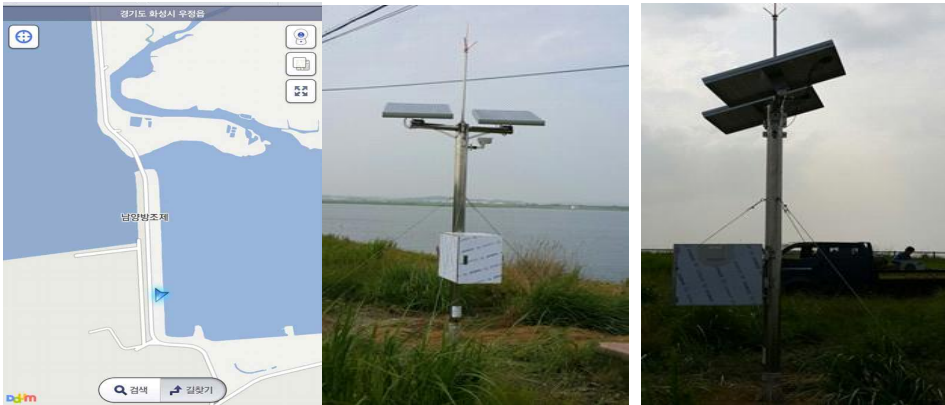
#### 1) 전국 주요 철새 도래지의 CCTV 설치 및 운영 현황 조사 및 분석

- 전국 철새도래지에 설치된 CCTV시스템의 현황 분석
- CCTV시스템 3개소 설치(경기지역, 전남 나주)

- 주요 저수지 관리 기관인 농어촌공사를 방문 인터뷰하여 농어촌공사의 AI 예찰활동 점검 결과의 샘플 데이터 입수하였으나 농어촌공사 보유 CCTV 및 인터넷망 운용현황은 영업 정보로서 민간기업에 우선 제공은 어렵다는 답변을 얻음
- 그러나 농어촌공사 보유 저수지에 철새 관찰 CCTV 설치 후 운용 결과 검토 후 자료제공 협조하기로 하여 현재 3곳의 cctv 영상 확보

#### 1. 남양호

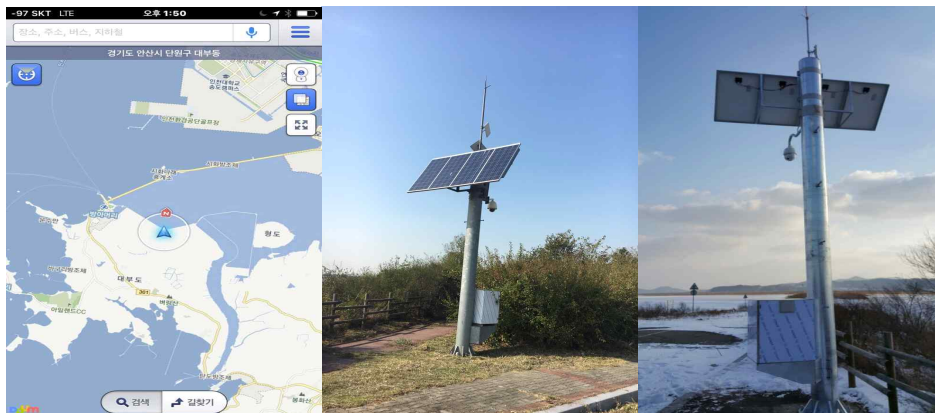
- 독립적 태양광 전력 및 LTE 인터넷망
- 설치비용 500만원, 통신비용 연간 60만원



[남양호 CCTV 설치사진]

#### 2. 탄도호

- 전기 및 통신 유선 설치, 송신측 수신측 2군데 설치
- 설치비용 1,700만원, 전기설치비용 100만원, 통신비용 연간 40만원



[탄도호 CCTV 설치사진]

#### 3. 우습제

- 독립적 태양광 전력 및 LTE 인터넷망
- 설치비용 500만원, 통신비용 연간 60만원



[나주 우습지 설치위치]

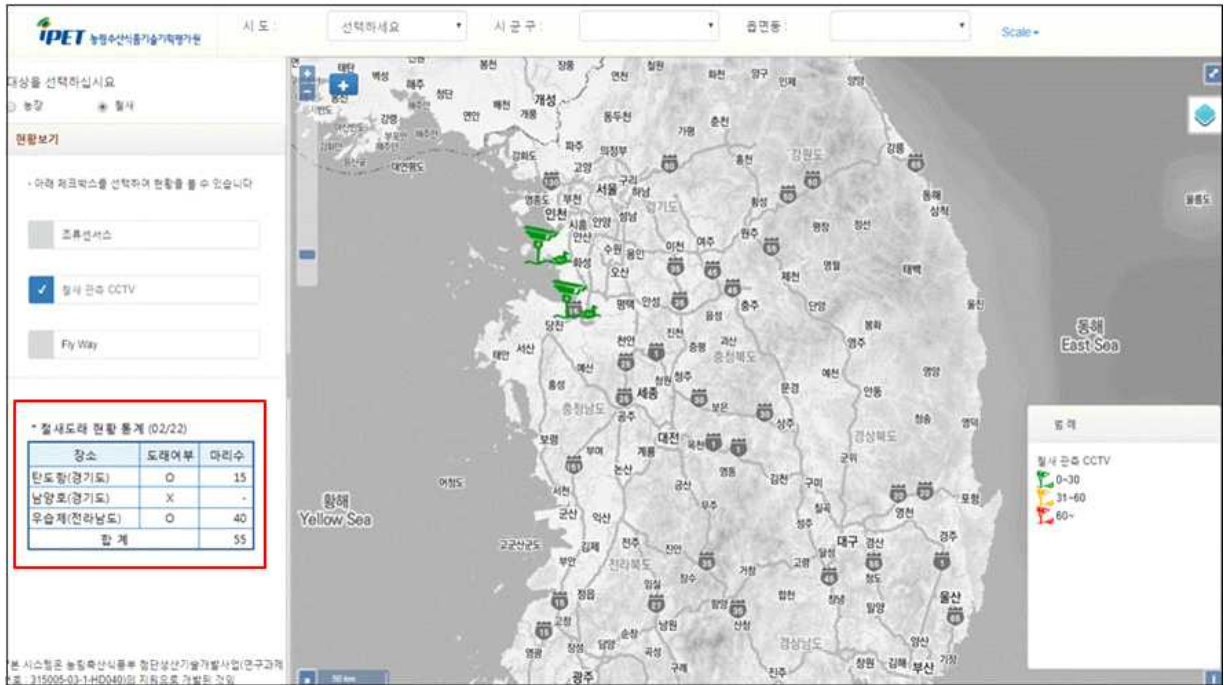
**\* 독립적 태양광 설치시 1곳당 평균 설치비용 500만원=> 철새도래지 200여개 설치시 10억 예상**

## 2) 철새 도래지 모니터링 시스템 개발

- 철새도래지 관제를 위한 유관기관의 정보 수집
- 수집된 정보를 지오코딩하여 시각화 표출하는 웹 지도 제작
- CCTV 영상의 스트리밍 서비스를 위한 미디어 서버 설치, 운영 중
- 이미지 마이닝 결과를 통합 관제 시스템과 연계하기 위한 웹 지도 제작

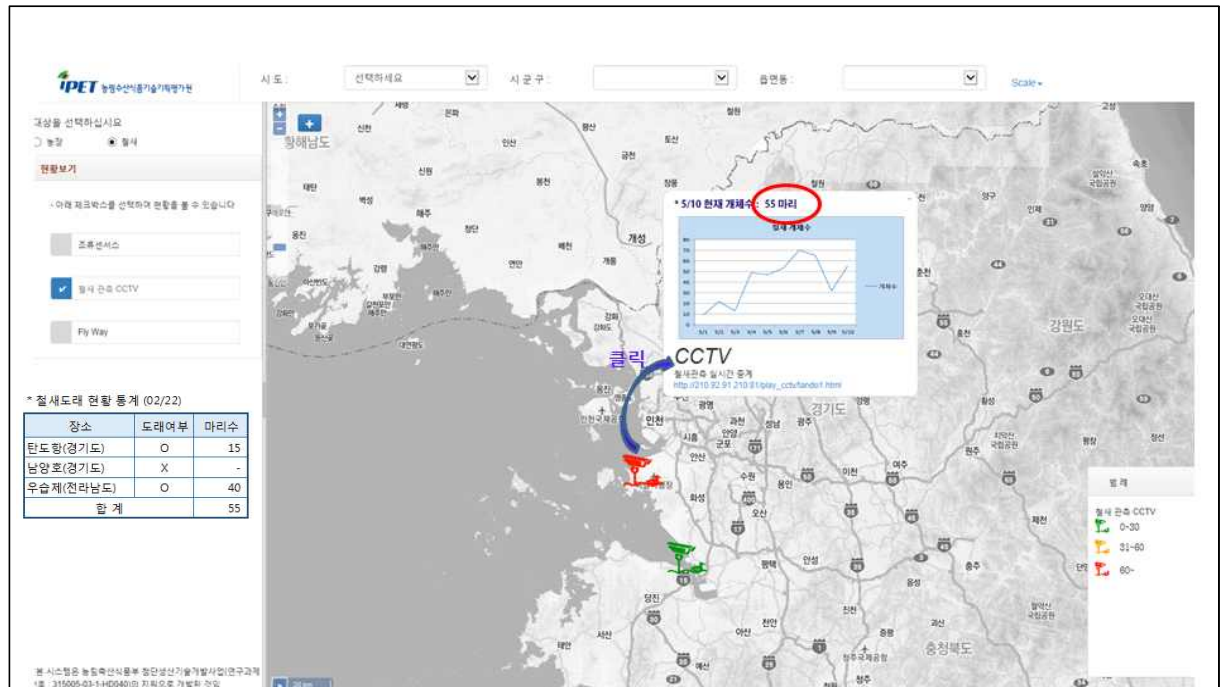
### 1) 철새관측 CCTV 설치 현황

- 전국 철새도래지에 설치된 CCTV 위치 표시
- CCTV 아이콘 색깔에 따라 일별 평균 철새도래 마리수 예측 가능(30마리 이하 초록색, 30~50마리 노란색, 50마리이상 빨간색)
- 왼쪽 메뉴 아래에 철새도래 현황 통계 정보 표시(지역별 도래여부, 마리수)

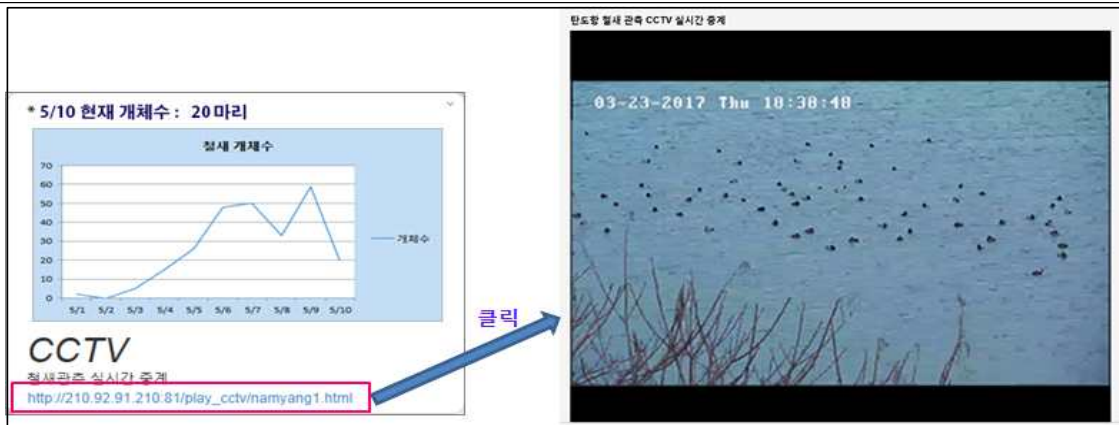


2) CCTV 영상의 마리수를 그래프로 표시

- CCTV아이콘 클릭시 일별 평균 철새 마리수 그래프 표출, 아래 영상 링크 클릭시 실시간 영상 확인가능







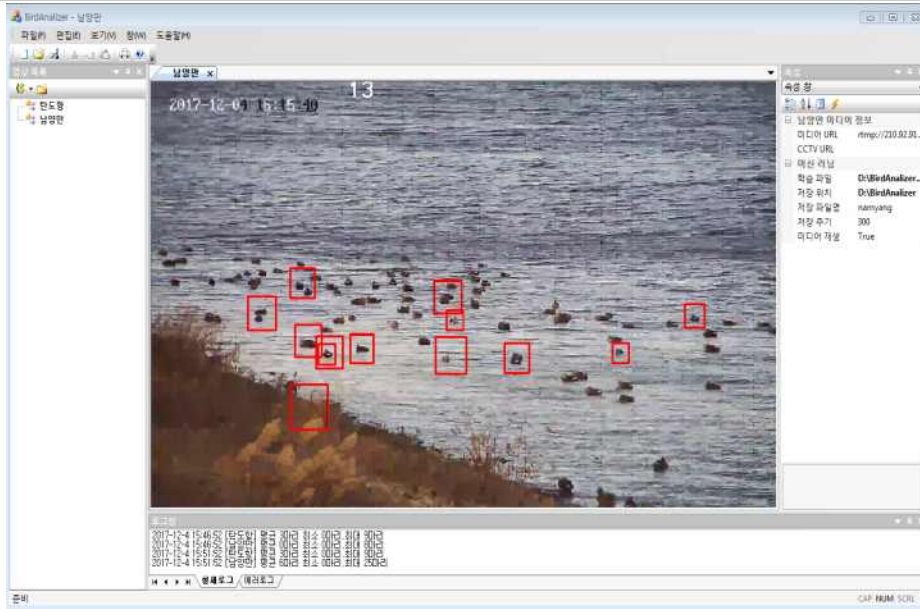
[철새도래지 관제 웹 지도 CCTV 중계 화면 ]

### 3) CCTV 영상 철새 마리수 분석 알고리즘 개발

- 철새도래지 현황 지도에 철새 마리수 측정에 사용되는 알고리즘



[알고리즘 적용 결과]



[철새 마리수 생성 및 DB 입력 시스템 개발]

- 철새 검출 최적화 모델 동작 알고리즘 개선 및 고도화 완료

#### 4. 정책제안 기대효과

- 주요 철새 서식지에 CCTV를 설치하여 영상(이미지)마이닝 기술을 활용하여 철새 도래 현황 및 철새 서식수 모니터링을 통한 철새 도래 경보 서비스를 제공하여 조류 인플루엔자의 국내 유입 위험을 예측하도록 함
- 철새 관제 시스템을 활용하여 철새 도래정보 등을 파악하여 AI 감염철새의 국내 유입 시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용하여 국가 방역정책 수립에 기초자료로 사용 가능함
- 원격으로 주요 철새 서식지를 실시간 제공하여 담당자의 업무 편리성 및 효율성 증대에 기여하도록 함

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

##### [제1 세부 서울대학교]

1. Canadian Journal of Veterinary Research에 투고한 논문이 ACCEPT되어 게재예정임.

2. 이미 지난 8월 게재되었으나, 서지정보유통지원시스템에 연계되는 과정에서 시간이 소요되어 성과입력 지연상황임. 게재예정증명서 첨부함.

**[제2 세부 서울대학교]**

1. Computers and Electronics in Agriculture 저널에 “Classification of swine lung lesions using a computer-aided diagnostic model created by an image-based machine learning algorithm” 논문 투고하여 리비전 과정 중에 있음.

2. 돼지 및 소의 폐렴 병변의 유병율을 면역화학염색법을 탐지할 수 있다는 내용의 2편의 논문이 현재 국제 학술지에 투고 준비 중에 있음.

- “Prevalence of Swine Respiratory Diseases Detected by Immunohistochemistry”
- “Prevalence of Bovine Respiratory Diseases Detected by Immunohistochemistry”

**[제1 협동 (주)크레아소프트]**

1. 특허 출원에대한 등록 예정

No	항목	명칭	코드	달성도
2	실용신안	영상 학습 장치, 이를 이용한 촬영영상 분석 시스템 및 방법, 이를 수행하기 위한 기록매체	10-2018-0027033	100%

- 상기 실용신안(특허) 출원에 대하여 3차년도 완료 이후 특허 등록이 예정되어 있으며 이에 대하여 현재 아래와 같이 특허 결정되었으므로 추후 특허 등록할 예정임

3차년도 특허 출원에 대한 특허 결정서
-----------------------

**[제2 협동 (주)이지팜]**

특허 출원(2017.10.23)이후 등록 심사 중인 상황으로 심사 결과를 기다리고 있음.

**4. 연구결과의 활용 계획 등**

**[제1 세부 서울대학교]**

국내 소·돼지의 도축 폐렴 병변 사진을 확보함으로써 폐 이미지에 따른 세균성 원인체를 유추할 수 있는 기초자료로 활용가능하며, 세균성 폐렴 원인체의 현재 유행하고 있는 항생제 내성패턴 등의 역학 자료로 활용될 것임. 영상분석 기술을 축산현장에 도입하여 영상정보를 신속하게 해석하여 피드백함으로써 현장의 방역요원 및 축주들의 관리능력 향상시킬 수 있으며, 도축장의 부족한 검사관의 업무를 지원하게 됨으로써 업무 과중 등의 열악한 근무 환경 개선을 통해 도체검사의 활성화 도모 및 이직감소와 숙련근로자의 증가의 긍정적 영향. 질

병의 진단이 정확·신속해짐에 따라 증체 저하, 질병발생 및 폐사의 감소를 통해 잃어버린 생산성 회복으로 수익극대화, 안정적인 농장경영이 가능함. 세균성 질병 제어를 통한 안전한 축산물 생산 기반 구축 및 축산업의 세계시장 경쟁력 확보할 수 있음.

## [제2 세부 서울대학교]

본 연구팀에서 확보한 결과는 소와 돼지의 폐렴을 영상학적으로 진단할 수 있는 기초 자료로 활용될 것이며, 국내 도축장에 **산업 동물의 폐렴 병변을 신속하고 정확하게 검출하는데 유용한 새로운 진단 모델 확립**에 필요한 자료로 활용될 것임. 또한, 본 연구에서 확보된 지식, 방법론, 그리고 논문과 특허의 지식 재산권 및 여타 연구 성과물은 **산업 동물의 다양한 병태 생리와 관련된 육안 병변을 진단하는데 새로운 기법**으로써 실용화 및 산업화 될 가능성이 매우 높다고 판단됨. 특히, 본 연구팀의 결과물은 **도축장과 해당 농장을 보다 직접적으로 연계할 수 있는 사양 지도 수단 방안 확립**에 공헌할 것으로 기대함. 또한, 본 연구는 기타 산업 동물 및 사람에도 확대 적용하여 다양한 진단 분야에 있어 디지털이미지를 기반으로 하는 획기적인 방법을 개발하는데 필수적인 연구 기반으로 활용될 것임.

## [제1 협동 (주)크레아소프트]

### 1. 기술 테스트베드를 통한 제품 안정화

- 본 과제에서 1협동은 축림도축장에 상기 개발된 프로토타입 제품을 운영중에 있으며 제품에 적용된 알고리즘을 고도화하여 현장적용에 안정적이고 적합한 소프트웨어 안정화를 계획중에 있음
- 추가로 적용해야할 기술로서 상기 개발된 알고리즘 이전에 현장의 컨테이너 방식과 플레이트의 색상에 따른 적용이 가능한 전처리 알고리즘을 추가 개발할 예정이며 사진을 이어붙이는 파노라마 알고리즘이 더 정밀하게 동작하도록 개선할 예정임

### 2. 사업화 계획

- 현장 제품이 안정화될 경우 본 과제에서의 정책제안과 이전받은 기술을 바탕으로 전국 도축장 및 영상감지가 필요한 유사 축산업계에 개발된 시스템을 제안 직접 판매를 계획함
- 2017년 전국 도축장/집유장 현황에 따르면 62개의 거점이 있으며 이에 대하여 영업시 매출 증가와 함께 본 과제의 목적인 질병 확산방지에 기여할 수 있을것으로 예상함

### 3. 기술이전 예정

- 본 과제를 통하여 1협동에서 개발된 특허 2건에 대하여 IPET 기술실시 계약 절차에 따라 기술이전 후 직접시행하여 기술이전을 수행하고 본 기술로 직접 제품 생산과 판매할 예정임
- 기술이전에 관한 사항은 기술개발 계획에서 정량적 목표에 해당하나 3차년도 완료 이후 진행 예정되어 본 항에 서술함

## [제2 협동 (주)이지팜]

◦ 타 연구개발사업에 활용

- 연구사업명: 연구사업명: 정보통신·방송 연구개발 사업
- 연구제목: 인공지능기술을 활용한 고병원성 조류인플루엔자 국내 유입, 발생 조기 감지 및 확산 대응 시스템 개발
- 연구자: 박선일(강원대학교), 이광녕(농림축산검역본부), 박용현(케이웨어), 박혁(이지팜), 이민파(망고시스템), 박창원(한국전자부품연구원)
- 연구기관유형: 공공기관, 중소기업, 연구소
- 연구기관명: 강원대학교, 농림축산검역본부, 케이웨어, 이지팜, 망고시스템, 전자부품연구원
- 연구기간: 2018.4.1 ~2020.12.31
- 발주처명: 과학기술정보통신부
- 본 연구의 활용내용: 본 연구과제에서 철새의 고유 특성을 파악하여 철새에 적합한 머신러닝 기술을 개발하였고, 닭개체 인식도 철새와 맥락이 비슷하고 철새 인식 알고리즘과 학습과정 등을 참고하여 닭에 적합한 머신러닝 알고리즘을 만들어내는 데 본 과제의 결과를 활용함



[타 연구개발사업 추진전략 구성도]

## 붙임. 참고문헌

1. 대한양돈협회. 2005. 양돈선진국의 실태와 경쟁력 비교조사.
2. 대한한돈협회. 2012b. 2011년도 전국 양돈장 질병 실태조사 보고서.

3. 한국통신학회지(정보와통신). 2014. "양돈산업 정보화의 현황과 전망." 31(5):67-72. 최영찬, 장익훈.
4. Journal of Food Hygiene and Safety. 2018. 경기지역 도축우 및 도축돈의 폐렴병변에서 *Mycoplasma* spp. 원인체에 관한 연구. 33(4) 306-309 제미성, 이찬희, 김용백, 박건택, 정우경, 박용호.
5. Prev Vet Med. 2017. 15(145):67-72. Persistence of *Mycoplasma hyopneumoniae* sequence types in spite of a control program for enzootic pneumonia in pigs. Overesch G, Kuhnert P.
6. Vet Rec. 2017. 21;181(12):323 Antimicrobial susceptibility, serotypes and genotypes of *Pasteurella multocida* isolates associated with swine pneumonia in Taiwan. Yeh JC, Lo DY, Chang SK, Chou CC, Kuo HC.
7. Nicholas, R., R. Ayling, and L. McAuliffe, *Mycoplasma* diseases of ruminants. 2008: CABI.
8. 손대호, *Mycoplasma* species in milk from bulk tank and abattoir dairy cows in Korea. 1999, 서울대학교 대학원.
9. Maunsell, F.P. and G.A. Donovan, *Mycoplasma bovis* infections in young calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2009. 25(1): p. 139-177.
10. 김혜권, et al., 우리나라 양돈장에서 *Mycoplasma hyopneumoniae* 유행을 조사. *대한수의학회지*, 2005. 45(1): p. 55-61.
11. 김승일, et al., 제주지역 도축돼지의 폐렴병변에서 *Mycoplasma hyopneumoniae* 항원 및 혈중 항체 조사 연구. *한국임상수의학회지*, 2005. 22(4): p. 365-370.
12. Thacker, E.L., et al., *Mycoplasma hyopneumoniae* potentiation of porcine reproductive and respiratory syndrome virus-induced pneumonia. *Journal of Clinical Microbiology*, 1999. 37(3): p. 620-627.
13. Kim, U.-H., et al., Korean native calf mortality: the causes of calf death in a large breeding farm over a 10-year period. *Korean Journal of Veterinary Research*, 2015. 55(2).
14. 강문일, et al., 한우 송아지의 질병발생과 폐사율 조사. 2001.
15. Kim, N.-H., et al., Pathological observation of porcine respiratory disease in slaughter pigs. *Korean Journal of Veterinary Service*, 2011. 34(4): p. 389-395.
16. Fajt, V.R., et al., The effects of danofloxacin and tilmicosin on neutrophil function and lung consolidation in beef heifer calves with induced *Pasteurella* (*Mannheimia*) *haemolytica* pneumonia. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*, 2003. 26(3): p. 173-179.
17. Leruste, H., et al., The relationship between clinical signs of respiratory system disorders and lung lesions at slaughter in veal calves. *Preventive veterinary medicine*, 2012. 105(1): p. 93-100.
18. Di Provvido, A., et al., Lung lesion score system in cattle: proposal for contagious

- bovine pleuropneumonia. *Tropical animal health and production*, 2017: p. 1-6.
19. Straw, B., L. Backstrom, and A. Leman, Examination of swine at slaughter. II. Findings at slaughter and their significance. *The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian (USA)*, 1986.
  20. Steinmann, T., T. Blaha, and D. Meemken, A simplified evaluation system of surface-related lung lesions of pigs for official meat inspection under industrial slaughter conditions in Germany. *BMC veterinary research*, 2014. 10(1): p. 98.
  21. Radostits, O.M., et al., *Veterinary Medicine E-Book: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 2006: Elsevier Health Sciences.
  22. 김철규, 비육우 단지에서 미코플라즈마균 분리와 PCR 에 의한 동정. 1997, 서울대학교 대학원.
  23. Wong-Lee, J.G. and M. Lovett, Rapid and sensitive PCR method for identification of *Mycoplasma* species in tissue culture. *Diagnostic Molecular and Microbiology Principles and Applications*. Washington DC: American Society for Microbiology, 1993: p. 257-260.
  24. Miles, K., et al., Rapid detection of *Mycoplasma dispar* and *M. bovirhinis* using allele specific polymerase chain reaction protocols. *FEMS microbiology letters*, 2004. 241(1): p. 103-107.
  25. Bashiruddin, J.B., et al., Evaluation of PCR systems for the identification and differentiation of *Mycoplasma agalactiae* and *Mycoplasma bovis*: a collaborative trial. *The Veterinary Journal*, 2005. 169(2): p. 268-275.
  26. Subramaniam, S., et al., Species identification of *Mycoplasma bovis* and *Mycoplasma agalactiae* based on the *vrC* genes by PCR. *Molecular and cellular probes*, 1998. 12(3): p. 161-169.
  27. Caron, J., M. Ouardani, and S. Dea, Diagnosis and differentiation of *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Mycoplasma hyorhinis* infections in pigs by PCR amplification of the *p36* and *p46* genes. *Journal of clinical microbiology*, 2000. 38(4): p. 1390-1396.
  28. KOBAYASHI, H., et al., *Mycoplasma hyorhinis* infection levels in lungs of piglets with porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS). *Journal of veterinary medical science*, 1996. 58(2): p. 109-113.

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 영상기술 활용 가축 호흡기 질병과 철새이동 모니터링 및 피드백 시스템 개발				
	(영문) Monitoring of livestock respiratory diseases and migratory bird movement using imaging technology and development of feed-back system				
주관연구기관	서울대학교		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 수의과대학	
참 여 기 업	(주)크레아소프트, (주)이지팜			(성명) 박 용 호	
총연구개발비 (1,875,000천원)	계	1,875,000	총 연구 기간	'15.08.14. ~ '18.08.13.(3년)	
	정부출연 연구개발비	1,500,000	총 참 여 연구 원 수	총 인 원	47
	기업부담금	375,000		내부인원	47
	연구기관부담 금			외부인원	0

○ 연구개발 목표 및 성과

농가나 도축장 그리고 철새도래지에 영상시스템을 구축함으로써 질병의심가축 발생 시 실시간 모니터링을 통한 영상정보 전송 및 활용으로 가진단 및 지원을 가능하게 하여, 신속·정확 질병진단 및 질병방제에 그 목표가 있다.

- 돼지·소의 대표적인 폐렴의 육안 소견 사진 확보
- 미생물학적·조직 병리학적 검사를 위한 생검 조직의 확보
- 국내 도축장에서의 돼지·소 폐 병변의 양상을 파악
- 도축장에서 채취한 돼지·소 폐 병변에 대한 미생물학적·조직병리학적 진단 및 분류 체계 기준 확립
- 국내 도축장 내 돼지·소 폐렴에 대한 확진 검사 및 진단 결과 확보
- 미생물학적·조직병리학적 진단 결과 상호 비교하여 진단적 신뢰성 확보
- 확진 검사 결과로부터 폐 병변 대표 이미지의 최종 비교 분석을 위한 진단 데이터베이스 구축
- 최종 진단된 폐 병변 결과와 이에 상응하는 영상학적 이미지와의 교차 및 비교 분석을 통한 검정에 필요한 자료 제공
- 우군 병변 폐 촬영 현장으로부터 병태 특성 학습 및 우군 촬영 기법에 대한 정의
- 우군 폐 사진 수집 및 가공 알고리즘 개발
- 이미지 분석에 필요한 CCTV 영상 추가 확보
- 설치된 CCTV의 사양 설계
- 이미지 분석을 통합 개체 유형 인식 방안 개발
- CCTV 2개소 추가 설치
- GIS에 제작된 MAP view 화면 제공
- 철새 도래 현황 및 개체수 변화 일별 그래프 보고

○ 연구내용 및 결과

국내 도축장의 돈군·우군 폐 병변에 대한 세균성 호흡기 질환의 원인체를 분리하여 오염 실태 분석하고 돈군 폐 병변에 대한 미생물학적·조직병리학적 진단. 돈군·우군의 호흡기 질환



진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미 개발을 위하여 소 폐렴 병변들에 대한 대표적인 사진을 확보하여 모바일 기반 가축질병 이미지 분석 서비스 확립을 위한 기초 자료를 확보. 또한 수집된 돈군·우군 폐병변 이미지를 분석하여 질병 진단을 위한 이미지 분석 기법을 개발. 즉, 주요 폐 병변 사진을 해석하여 이미지 색인을 통하여 패턴 데이터를 추출하고 추출된 패턴 데이터를 기반으로 폐 병변 패턴DB와의 검색 연산 및 유사도 비교를 통한 폐 관련 질병을 검출, 폐 영상 진단을 위한 알고리즘을 개발. 더불어 AI 방역관 리지구(주요 철새도래지)의 철새 도래현황, 개체수를 파악할 수 있는 알고리즘 개발 및 주요 철새도래지 CCTV 통합 관제 시스템 프로토타입 개발 및 서비스를 제공

- 기 설치된 CCTV(또는 IP카메라)의 구성현황 조사, 상호운용성(Interoperability)를 위한 국제표준(ONVIF/PSIA)적용 또는 향후 적용 여부 파악
- 지능형 영상분석 기술(Image mining)을 활용한 철새의 개체수(Bird flocks population)파악
- 개체유형 파악을 위한 고해상도(HD 해상도 이상) 카메라 테스트
- 철새 개체수 분석 시스템 모델(통합관제실 모델)을 제시
- 구축된 시스템을 KAHIS 시스템과 연계하는 방안 제시

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 도축장 내 도체의 폐 병변에 대한 이미지 스캐닝과 미생물학적·조직병리학적 진단을 통한 가축질병 진단 서비스 개발
- 가축 병변의 이미지 기반 분석 모델링을 지속적으로 고도화하여 질병 진단의 신속화, 관리 지식의 명시화 달성
- 학계 및 산업계의 질병별 안정화 전략 수립을 통한 양돈 소모성 질병 박멸
- 국가 재난형 가축전염병의 주요 원인인 AI 감염 철새에 대한 신속하고 효율적인 조기대응 체계 구축으로 AI확산 방지 등으로 축산농가의 경제적 손실 예방
- 해당 농장 및 도축 검사장에 생산성 재고 및 대책 등에 대한 통보를 통한 국가 축산 위생 시스템 강화
- 돼지 폐렴 병변에 대한 대표적인 사진을 확보하여 가축기반 이미지 분석 서비스의 질을 높이기 위한 데이터베이스의 질적 강화가 기대됨
- 국내 도축장내 돼지 폐 병변에 대한 발생현황에 대한 자료를 구축하여 후속 연구를 위한 양적 데이터 확보
- 영상 마이닝 등 IT 기술을 활용한 폐 병변 지수화 알고리즘 개발을 통한 IT 융합형 소프트웨어 개발을 통한 새로운 시장 창출
- 국가재난형 가축전염병의 주요 원인인 AI 감염 철새에 대한 신속하고 효율적인 조기 대응체계 구축으로 AI 확산 방지 등으로 축산농가의 경제적 손실 예방
- 본 연구는 공공기술을 개발하는 것을 목적으로 하므로 본 과제에서 개발되는 기술은 사업화 가능성이 낮으나 협동과제에서 개발되는 요소기술의 완성도를 높여 동식물(병해충)의 군체수 파악 및 유형 파악 등 타 분야에 응용할 수 있음

본 연구를 통해 확보된 폐 질환별 대표적 영상학적 이미지 데이터베이스는 향후 도축장내 도체의 육안식별이 가능한 질병에 대해 신속하고 정확한 진단을 내림으로써 현재의 소 폐렴 진단이 직면한 문제를 극복할 수 있는 전략을 수립하는데 크게 기여할 것으로 기대됨.

- 1) 해당 농장 및 도축 검사장에 생산성 재고 및 대책 등에 대한 통보를 통한 국가 축산 위생 시스템 강화가 기대됨
- 2) 소 폐렴 병변에 대한 대표적인 사진을 확보하여 가축기반 이미지 분석 서비스의 질을 높

이기 위한 데이터베이스의 질적 강화가 기대됨

- 3) 국내 도축장내 소 폐 병변에 대한 발생현황에 대한 자료를 구축하여 후속 연구를 위한 양적 데이터 확보

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

		과제번호	315005-3		
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	영상기술 활용 가축 호흡기 질병과 철새이동 모니터링 및 피드백 시스템 개발			과제유형	(기초, 응용, <b>개발</b> )
연구기관	서울대학교			연구책임자	박 용 호
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2015.08.14~ 2016.08.13	500,000	125,000	625,000
	2차연도	2016.08.14~ 2017.08.13	500,000	125,000	625,000
	3차연도	2017.08.14~ 2018.08.13	500,000	125,000	625,000
	4차연도				
	5차연도				
	계		1,500,000	375,000	1,875,000
참여기업	(주) 크레아소프트, (주) 이지팜				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2018. 10. 30.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
서울대학교 수의과대학	교수	박 용 호

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약	
-----	--

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 본 연구팀은 한국 도축장에서 (1) 돼지와 소 폐렴 병변의 종류별 대표적인 육안 병변 이미지를 확보하였으며, (2) 각 동물의 폐렴에 대한 종류별 대표적인 조직병리학적 병변 이미지를 확보하였음. 본 연구팀은 한국 도축장에서 돼지와 소 폐렴 병변에 대한 조직병리학적 확진 검사를 통해서 (3) 디지털영상이미지를 기반으로 가축의 폐렴을 진단할 수 있는 필수적인 기초 자료를 확보 및 제공하였으며 (4) 이미지 기반의 가축 폐렴 진단 가능성의 타진과 컴퓨터 진단 모델을 개발하였음에 의의가 높음. 본 연구팀은 이에 대한 연구 성과물을 논문으로 창출하였음. 본 연구팀은 (5) 국내 도축 현장에서 관찰되는 돼지와 소 폐렴 병변의 실태 조사를 통하여 도축장 검사를 활용하여 해당 농장에 대한 사양지도 및 도축 검사장에 생산성 재고 및 대책 수립을 위한 기반자료를 확보한 것으로 '우수' 하다고 판단됨.
- 본 과제에서 개발한 영상진단장비는 검진된 폐 영상으로부터 머신러닝 기법을 도입하여 학습함으로써 질병 진단평가를 수행하는 장비로 재학습이 가능하다는 점과 CT 등의 특수촬영 없이 육안검사를 보조할 수 있다는 점에서 '우수' 하다고 판단됨
- 본 과제에서 개발한 철새 도래지 CCTV 통합 관제 시스템을 통해 전국의 주요 저수지 및 철새 도래지의 철새 도래현황 및 실시간 영상을 확인하고 철새의 도래 경보 기능을 활용하여 조류 인플루엔자의 국내 유입을 예측하는 데 도움이 될 것으로 사료되며 철새 도래지만의 특징을 적용한 영상분석 알고리즘 개발의 결과가 만족스럽고 기존에 개발된 사례가 없음을 감안해 볼 때 본 연구개발의 결과 우수성 및 창의성은 '우수' 하다고 판단됨

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 영상분석 기술을 축산현장에 도입하여 그간 축적된 정보를 신속하게 해석하여 피드백함으로써 현장의 방역요원 및 축주들의 관리능력 배양 가능
- 가축 부위별 병변의 이미지 기반 분석 모델링을 지속적으로 고도화하여 질병 진단의 신속화, 관리지식의 명시화 달성 가능
- 도축장의 부족한 검사관의 업무를 지원하게 됨으로써 업무 과중 등의 열악한 근무 환경개선을 통해 도체검사의 활성화 도모 및 이직감소와 숙련근로자의 증가의 긍정적 영향
- 도축되는 가축의 전수 조사가 가능해져 농장별, 개체별 식별된 질병 스캐닝 정보를 농장 및 수의사에게 피드백하여 질병관리 참조 가능
- 농장 및 도축장에 설치되는 영상장치로 인해 도덕적인 출하 가축의 선정 및 위생적인 관리가 가능하며 이는 공중보건학적 안전성 확보에 도움
- 돈군 건강상태 파악을 통한 양돈장의 자주적 질병관리를 통한 양돈 경쟁력 확보 가능
- 학계 및 산업계의 질병별 안정화 전략 수립을 통한 양돈 소모성 질병 박멸 가능
- 영상 마이닝 등 IT 기술을 활용한 폐병변 지수화 알고리즘 개발, 철새 개체수 파악 등을 통한 IT 융합형 소프트웨어 개발을 통한 새로운 시장 창출 가능

- 도축장 내 도체의 폐 병변에 대한 이미지 스캐닝을 통해 가축질병 진단 서비스 개발 가능
- 도축장 내 도체검사 폐 병변 이미지 스캐너 개발 가능
- 국가재난형 가축전염병의 주요 원인인 AI 감염 철새에 대한 신속하고 효율적인 조기 대응체계 구축으로 AI 확산 방지 등으로 축산농가의 경제적 손실 예방 가능
- 소, 돼지에 대하여 육안평가를 통하여 질병 여부를 판별하나 이에 대하여 육안검사를 보조 가능한 수준의 장비를 판매하는 곳은 찾기 힘들며 CT, X-Ray 와 같은 정량적으로 촬영된 이미지가 아닌 RGB 이미지에서 평가한다는 점에서 적은 비용으로 크게 확장 가능할 것으로 보이며 이에 본 연구개발결과의 파급효과는 '우수'인 것으로 판단됨
- 본 과제에서 개발한 철새 도래지 CCTV 통합 관제 시스템은 철새 도래지의 철새 도래정보를 파악하여 AI 감염철새의 국내 유입 시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용하여 국가 방역정책 수립에 기초자료로 사용할 수 있을 것으로 판단되며 개발에 사용된 영상분석 기술을 비슷한 연구결과에서도 활용가능성이 높을 것으로 예상되며 본 연구개발결과의 파급효과는 '우수'인 것으로 판단됨

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 본 연구팀에서 확보한 결과는 소와 돼지의 폐렴을 영상학적으로 진단할 수 있는 기초 자료로 활용될 것이며, 국내 도축장에 산업 동물의 폐렴 병변을 신속하고 정확하게 검출하는데 유용한 새로운 진단 모델 확립에 필요한 자료로 활용될 것임. 또한, 본 연구에서 확보된 지식, 방법론, 그리고 논문과 특허의 지식 재산권 및 여타 연구 성과물은 산업 동물의 다양한 병태생리와 관련된 육안 병변을 진단하는데 새로운 기법으로써 실용화 및 산업화 될 가능성이 매우 높다고 판단됨. 특히, 본 연구팀의 결과물은 도축장과 해당 농장을 보다 직접적으로 연계할 수 있는 사양 지도 수단 방안 확립에 공헌할 것으로 기대함. 또한, 본 연구는 기타 산업 동물 및 사람에도 확대 적용하여 다양한 진단 분야에 있어 디지털이미지를 기반으로 하는 획기적인 방법을 개발하는데 필수적인 연구 기반으로 활용될 것임. 이에 본 과제의 활용가능성은 '우수'인 것으로 판단됨.
- 본 과제에서 개발한 장비에 포함되어 있는 알고리즘은 3차년도에 걸쳐 딥러닝 알고리즘을 포함하여 딥러닝 전문가의 필요 없이 정량적 자료 수집만으로도 재학습이 가능하도록 하였으며, 정량적 사진을 촬영할 수 있는 가이드를 마련하여 추후 유사산업에서 활용 가능하여 '우수'인 것으로 판단됨.
- 본 과제에서 개발한 철새 도래지 CCTV 통합 관제 시스템은 국가 방역기관에서 정책결정을 위한 기초자료로 사용 가능하고 원격으로 주요 철새 서식지를 실시간 제공하여 담당자의 업무 편리성 및 효율성 증대에 기여할 수 있을 것으로 예상되며 본 과제의 활용가능성은 '우수'인 것으로 판단됨.

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

• 연구기간 3년동안 당초 계획했던 정량적·정성적 목표를 달성하였으며, 과제 설계와 관련하여 부딪히는 문제들에 대하여 매년 문제 검증, 설계, 구현의 결과를 거쳐 소, 돼지의 질병진단 장비를 개발함. 또한, 본 과제 수행기간 동안 연차별로 수행하고자 한 연구내용에 대해서는 **유관기관과 협의를 통해 성실히 수행**하였고 질병발생 및 유관기관의 사정으로 설치 등의 진행이 미비한 부분은 있었으나 늦게라도 설치를 하여 분석 하는데는 무리가 없도록 이행하였음. 이에 **매년 달성하기로 한 목표에 매우 근접하게 연구를 수행**하였다고 생각되며 본 과제의 성실도는 '우수'인 것으로 판단됨

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

• 기존에 달성하기로 한 성과에 대부분 도달한 상태임. 교육 및 컨설팅 2건, 정책건의 2건, 타 연구 활용 1건, 연구인력 양성 6명, 특허 3건, 현재 2편의 논문이 이미 출판되었으며, 3편의 논문이 게재 예정임. 학술대회 발표 10건, 저작권 3건.

<논문-비SCI 2건, SCI 3건>

<p><b>SCI 논문 1</b></p> <p><i>Journal of Food Protection</i>, Vol. 80, No. 7, 2017, Pages 1145-1151. doi:10.4315/JFP-16-502 Published 2017 by the International Association for Food Protection This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/</a>)</p> <p style="text-align: center;"><b>Research Paper</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Prevalence and Mechanism of Fluoroquinolone Resistance in <i>Escherichia coli</i> Isolated from Swine Feces in Korea</b></p> <p style="text-align: center;">YOON SUNG HU, SOOK SHIN, YONG HO PARK,* AND KUN TAEK PARK*</p> <p style="text-align: center;"><i>Department of Veterinary Microbiology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Seoul 151-742, Republic of Korea</i></p> <p style="text-align: center;">MS 16-502. Received 15 November 2016/Accepted 31 January 2017/Published Online 9 June 2017</p>	<p><b>SCI 논문 2</b></p>
<p><b>SCI 논문 3</b></p> <p>Your co-authored submission</p> <p>Computers and Electronics in Agriculture &lt;<a href="mailto:ElsevierSupport@elsevier.com">ElsevierSupport@elsevier.com</a>&gt; 0167-6369 / 0300-0000 Copyright © 2017</p> <p>Dear Mr. Kim, You have been listed as a Co-Author of the following submission: Journal: Computers and Electronics in Agriculture Title: Classification of swine lung lesions using a computer-aided diagnostic model created by an image-based machine learning algorithm Corresponding Author: <a href="mailto:YoonSungHu@snu.ac.kr">YoonSungHu@snu.ac.kr</a></p> <p>Co-Authors: SungHyun Heang, He-Yun Kim, Yeseul Yang, Yong Ho Park, Young-Kyoung Park, Hong-Saek Lee, Oowook Jeong, Myung-Chul Kim, Sunmi Ji</p> <p>*YoonSungHu submitted this manuscript via Elsevier's online submission system, EVISE®. If you are not already registered in EVISE®, please take a moment to set up an author account by navigating to: <a href="https://www.elsevier.com/locate/evise">https://www.elsevier.com/locate/evise</a></p>	<p><b>비 SCI 논문 1</b></p> <p>ISSN 2466-1384 / eISSN 2466-1392 국립농업과학원 (2017) 57호 4호 Korean J Vet Res 2017; 57(4): 227-233 <a href="https://doi.org/10.14405/kjvr.2017.57.4.227">https://doi.org/10.14405/kjvr.2017.57.4.227</a></p> <p><b>&lt;원 저&gt;</b></p> <p><b>국내 도축돈에서 발생한 폐렴에 대한 실험 폐 병변 지수와 조직병리학적 진단의 상관성 평가</b></p> <p>이종혁<sup>1</sup> · 김명철<sup>2</sup> · 김나연<sup>3</sup> · 황성현<sup>4</sup> · 지수민<sup>5</sup> · 박형경<sup>6</sup> · 박종호<sup>7</sup> · 김홍백<sup>8</sup> ·* 서울대학교 수의과대학 임상병리학과, <sup>1</sup>수리비영양학실, <sup>2</sup>IK21플러스 수리병리연구인력양성사업단, <sup>3</sup>수리과학연구소 (원수: 2017년 7월 1일, 수필: 2017년 10월 23일, 게재승인: 2017년 11월 1일)</p>
<p><b>비 SCI 논문 2</b></p> <p>pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 <i>J. Food Hyg. Saf.</i> Vol. 33, No. 4, pp 306-309 (2018) <a href="https://doi.org/10.13103/JFHS.2018.33.4.306">https://doi.org/10.13103/JFHS.2018.33.4.306</a></p> <p style="text-align: center;"> <b>Journal of Food Hygiene and Safety</b> Available online at <a href="http://www.jodhygiene.or.kr">http://www.jodhygiene.or.kr</a></p> <p style="text-align: center;"><b>경기지역 도축우 및 도축돈의 폐렴병변에서 <i>Mycoplasma</i> spp. 원인체에 관한 연구</b></p> <p style="text-align: center;">제마성<sup>1</sup> · 이찬희<sup>2</sup> · 김용백<sup>3</sup> · 박건택<sup>4</sup> · 정우경<sup>5</sup> · 박용호<sup>1*</sup></p>	<p>사립법인 한국수립농업생명연구소 Korea Veterinary Research Institute 151-742 Seoul, Korea Tel: +82-2-5150-3000 Fax: +82-2-5150-3001 E-mail: <a href="mailto:info@kvetri.com">info@kvetri.com</a> www.kvetri.com</p> <p>주요사업 수립농업생명연구소 수립수업생명연구소 수립수업생명연구소 수립수업생명연구소</p> <p>수립농업생명연구소 수립수업생명연구소 수립수업생명연구소 수립수업생명연구소</p>

<지적소유권-특허 출원 3건, 특허 등록 3건, 프로그램 등록 2건>

### 특허

### 프로그램

### 교육지도

### 정책제안

<포스터발표 10건>

No	발표자	발표제목	발표일시	장소/국명
1	이훈석	Development of Image-based Diagnostic Sy...	2016-04-29	서울
2	허준성	The mechanisms of fluoroquinolone resist...	2016-08-03	미국
3	허준성	Antimicrobials Resistance Rates of Echer...	2016-08-18	Qingdao, China
4	이훈석	Development of Image-based Diagnostic Sy...	2017-04-28	더케이호텔 서울
5	이훈석	Development of Image-based Diagnostic Sy...	2017-04-20	서울대학교
6	이찬희	Comparison of PCR method and bacterial c...	2016-10-27	경남 진주 MBC 컨벤션센터
7	이찬희	Detection of bacterial pathogens associa...	2016-10-21	더케이호텔
8	이훈석	Development of Image-based Diagnostic Sy...	2017-08-30	인천 송도컨벤시아
9	이훈석	Pathological Classification of Pneumonia...	2016-10-28	MBC컨벤션센터/경남진주
10	박용호, 김창중	Prevalence of antimicrobial resistance i...	2018-07-10	Salt Lake City, Utah

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
(제 1세부) 농림축산검역검사본부 및 유관단체의 돈군질병정보 수집을 통한 현장 이미지 DB확보	10	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○부천 농협 축산물 공판장과 협신 식품 도축장에서 병변 폐와 정상 폐 촬영 후 이미지 확보</li> <li>○농림축산검역본부, 도드람동물병원, 선진사료 대동물 병원 (브릿지랩)으로부터 병변 이미지 확보</li> <li>○남양주, 평택 소재 농장으로부터 병변 폐 이미지 확보</li> <li>○정상 폐 이미지 1,702장, 병변 폐 이미지 660장 확보</li> <li>○제 2세부과제 팀과 함께 우군의 정상 폐와 병변 폐 이미지를 촬영하여 제 1 협동팀의 알고리즘 개발을 위한 기초자료제공</li> </ul> <p>[자체평가 지표: 100%]</p>
(제 1세부) 영상학적 data 확보를 위한 돈군·우군에서의 호흡기 질병 원인체 분리 및 미생물학적 확진	10	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○총 239개의 병변 폐 샘플로부터 약 50여종의 세균을 분리</li> <li>○병변 조직에서 PCR을 통한 주요 호흡기질환 원인체에 대해 169건 진단</li> <li>○MALDI-TOF-MS를 이용하여 443건의 원인체 진단</li> </ul> <p>[자체평가 지표: 100%]</p>
(제 1세부) 원인체의 분자 유전학적 특성 분석 및 영상학적 진단기법의 현장적용	5	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○돈군 148개의 병변 폐 샘플로부터 추가적으로 세균 분리 및 동정 &amp; 이미지 확보</li> <li>○분리된 세균의 항생제 내성 패턴 및 분자유전학적 특성 분석</li> </ul> <p>[자체평가 지표: 100%]</p>
(제 2세부) 돈군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미 개발	5	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○돼지 폐렴 종류별 대표 이미지 (2,061장)및 최종 진단을 위한 시료 (687개)확보</li> <li>○확보된 조직 샘플에 대한 조직병리학적 검사 결과와 영상학적 이미지간의 labeled training data set을 확보함</li> </ul> <p>[자체평가 지표: 100%]</p>
(제 2세부) 우군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미 개발	5	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○소 폐렴 종류별 대표 이미지 (폐렴 606장/정상 1702장) 및 최종 진단을 위한 시료 (202개) 확보</li> <li>○확보된 조직 샘플에 대한 조직병리학적 검사 결과와 영상학적 이미지간의 labeled training data set을 확보함</li> </ul> <p>[자체평가 지표: 100%]</p>
(제 2세부) 개발된 돈군 및 우군 도체의 육안식별 가능 질병의 영상학적 스캐닝 진단 기법의 현장 적용	15	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○분류된 각 돼지 폐렴 이미지를 기반으로 컴퓨터 기계학습 실시후 알고리즘 개발</li> <li>○개발된 알고리즘을 이용하여 실제 폐렴 이미지의 진단</li> <li>- 늑막염(민감도 64%)을 제외한 돼지 폐렴에 대하여 70% 이상의 민감도, 특이도, 정확도를 보이는 것을 확인함</li> </ul> <p>[자체평가 지표: 100%]</p>
(제 1협동) 돈군의 이미지 분석	10	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○1세부, 2세부의 협업으로 수집된 영상과 그 정량적 평가로부터 재학습 및 평가가 가능한 딥러닝 응용</li> </ul>



알고리즘 개발			질병진단 알고리즘을 개발함 [자체평가 지표: 100%]
(제 1협동) 우군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미 개발	5	100	○ 비교사학습법을 통하여 폐 영상으로부터 질병진단의 의미를 가지는 특징들을 자가분리하고 이에 대하여 정량적 데이터를 통하여 교사학습함으로써 유의미한 패턴 추출을 가능하도록 함 [자체평가 지표: 100%]
(제 1협동) 돼지 및 소 호흡기 질병 이미지 분석 시스템 개발	10	100	○ 폐 영상에 대하여 자동수집 및 자동진단이 가능한 장 비를 필드테스트 가능한 수준의 프로토타입으로 개 발하였으며 영상수집된 폐의 검사결과에 따라서 질 병 구분의 클래스를 확장 가능하도록 함 [자체평가 지표: 100%]
(제 2협동) AI방역관리지구(주요 철새도래지)의 CCTV 설치 및 운영 현황 파악 및 철새 도래지 통합 관제 방안 개발	10	100	○ 주요 철새 도래지 조사 및 운영 현황 파악 - 운영 현황 파악 이후 CCTV 공유는 불가하나 CCTV설치에 협조하는 것으로 협의 ○ CCTV시스템 3개소 설치 및 사양 설계 - 3개소 설치하면서 철새 모니터링에 적합한 카메라 성능 및 사양을 정의 ○ 통합관제 시스템 개발을 위한 기초데이터인 AI농가 현황, 발생현황 조회 기능 개발 및 조류센서스, 철새 이동경로 조회 기능 개발 [자체평가 지표 : 100%]
(제 2협동) AI방역관리지구의 CCTV의 연계 및 철새 도래 및 개체수 모니터링 알고리즘 개발	10	100	○ Object Detection 기법 적용 - 하르 유사 특징추출(Haar like feature) 과 캐스케 이드 분류기(Cascade)를 이용하여 인식을 높은 알고 리즘 개발 1) 확보한 다양한 영상으로 Training 실행(포지티브, 네거티브 이미지 학습) 2) 학습된 철새 추출기모델 생성 3) 생성된 철새 추출기를 이용하여 이미지 검출 4) 철새 이미지 검출 후 개체 수 데이터화 [자체평가 지표 : 100%]
(제 2협동) 철새 도래지 통합 관제 시스템 제안서 작성 및 방역 현장 적용 최적화 방안 개발	5	100	○ 검역본부와의 연계를 위한 데이터 구조화 및 최적화 수행, 방역 정책국에서 시스템을 활용하도록 시스템 정책제안 작성 [자체평가 지표 : 100%]
합계	100점	100	

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구는 성공적인 연구 수행을 위해 서울대학교 수의과대학, (주) 크레아소프트, (주) 이지팜, 농림축산검역본부, 축산위생연구소 및 도축장의 산·학·연이 효율적으로 협력하고, 기술 정보를 서로 공유하여 효과적인 기술 개발 및 산업화를 위해 노력하였다고 사료됨
- 일반적인 디지털 영상 이미지를 기반으로 돼지의 폐렴 병변들을 컴퓨터 진단 모델을 활용하여 신속하고 정확하게 감별 진단할 수 있다는 가능성을 타진하였음에 본 연구팀의 연구 개발 결과는 매우 우수하다고 판단됨. 본 연구에서 확보된 연구 개발 결과는 산업 동물의 다양한 병태생리와 관련된 육안 병변을 진단하는데 새로운 기법으로써 실용화 및 산업화 될 가능성이 매우 높다고 판단됨.
- 마이닝된 영상 데이터를 학습하여 실제 도축장에서 활용 가능한 영상인식 장비를 개발하는 것을 목적으로 하였으며 3차년에 걸쳐 정량적 기준과 정성적 기준에 부합되는 특허 기술 및 HW/SW 개발을 수행하였고 폐 병변 인식을 위한 도체 검사장비의 개발을 성공적으로 수행하였다고 판단됨
- 철새 도래지 CCTV 통합 관제 시스템을 질병데이터 및 철새데이터 등과 연계하여 AI 감염 철새의 국내 유입 시 신속한 대응을 할 수 있는 시스템으로 적극 활용하여 국가 재난형 가축질병 관리에 도움이 되는 데 기여할 수 있을 것으로 판단됨

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 도축장 섭외 및 출입에 제약이 매우 컸고, 기존 도축장의 시스템을 이용하여 장치를 개발했어야 했기 때문에 여러 가지로 제한점이 많았음. 현재 국내 도축업계 추세를 보면 도축·가공·물류 등의 과정에서 자동화 설비를 통해 생산성 향상 및 교차오염의 가능성을 줄이고 있는데 본 연구를 통해 개발된 이미지 스캐닝 촬영 장치를 통한 영상 분석 기술을 접목시킨 시도는 가축의 폐렴을 진단할 수 있는 필수적인 기초 자료를 확보했다는 점에서 높은 평가를 받을만 하다 사료됨
- 모바일에서 활용 가능한 영상인식 장비 개발이 있었으나 실제로 영상판독을 위하여 머신러닝 기법을 도입해본 결과 서버 및 H/W 기준이 높아 모바일에서 알고리즘을 동작시키기 어렵다는 현실적 문제에 부딪침. 따라서 수집된 영상에 대하여 내부 인트라넷을 통하여 관리 가능한 서버를 개발하였으며 이를 통하여 모바일에서도 웹으로 접근 가능한 시스템을 구성함
- 본 과제에서 영상분석 알고리즘 개발 시 저수지의 특징, 철새의 특징을 적용하여 개체 인식하는 부분에서 완성도를 높이고자 했고, 요소기술을 타 연구에서 활용할 가능성이 높다고 판단됨

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 연구팀에서 확보한 결과는 소와 돼지의 폐렴을 영상학적으로 진단할 수 있는 기초 자료로 활용될 것이며, 국내 도축장에 산업 동물의 폐렴 병변을 신속하고 정확하게 검출하는데 유용한 새로운 진단 모델 확립에 필요한 자료로 활용될 것임. 또한, 본 연구에서 확보된 지식, 방법론, 그리고 논문과 특허의 지식 재산권 및 여타 연구 성과물은 산업 동물의 다양한 병태생리와 관련된 육안 병변을 진단하는데 새로운 기법으로써 실용화 및 산업화 될 가능성이 매우 높다고 판단됨. 특히, 본 연구팀의 결과물은 도축장과 해당 농장을 보다 직접적으로 연계할 수 있는 사양 지도 수단 방안 확립에 공헌할 것으로 기대함. 또한, 본 연구는 기타 산업 동물 및 사람에도 확대 적용하여 다양한 진단 분야에 있어 디지털이미지를 기반으로 하는 획기적인 방법을 개발하는데 필수적인 연구 기반으로 활용될 것임
- 제 1협동에서 개발한 알고리즘은 본 과제에서 우균, 돈균의 폐 병변을 인식하는 것을 목표로 개발되었으나 두 가지 핵심기술인 정략적 사진촬영 기술과 머신러닝을 통한 병변 인식 및 질병인식 방법은 그 대상이 폐로 한정되지 않고 정략적 사진 취득이 가능한 모든 조직에 적용 가능할 것으로 보임. 따라서 산업적으로 충분히 이용 가능하다고 판단하여 추후 CT 및 X-ray 영상등 정략적 사진이 취득되는 모든 도체들에 적용, 활용할 수 있도록 할 예정임
- 본 과제에서 개발한 철새 도래지 CCTV 통합 관제 시스템에서 활용되는 데이터를 검역본부 및 유관기관 과의 연계를 통해 최신 정보가 반영이 되어 활용도가 높은 시스템으로 자리 매김 하기를 바라며 가축전염병 관리에 도움이 될 것으로 판단됨

#### IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

##### 1. 연구책임자의 의견

--

##### 2. 연구기관 자체의 검토결과

--

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	
연구과제명	영상기술 활용 가속 호흡기 질병과 철새이동 모니터링 및 피드백 시스템 개발			
주관연구기관	서울대학교		주관연구책임자	박 용 호
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,500,000,000	375,000,000		1,875,000,000
연구개발기간	'15.08.14. ~ '18.08.13.(3년)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타( 타연구활용 ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: )			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 사업화	<제 1협동 (주)크레아소프트> 지식재산권 특허 출원 2건 및 등록 2건 (종료 1년차 1건 등록 예정 목표_기완료)과 프로그램 출원 및 등록 1건을 통한 사업화지표 정량적 목표 달성 완료 <제 2협동 (주)이지팜> 실용신안(특허) 출원 1건 및 등록 1건, 프로그램 출원 및 등록 1건, 사업화 계획 없으나 국가 방역정책에 활용하도록 정책건의 실시 정량적 목표 달성 완료
② 연구기반	<제 1세부 서울대학교> 비SCI 1편/SCI 논문 2편 게재 (1편 게재 예정), 인력양성 5명, 학회발표 5건 <제 2세부 서울대학교> 비SCI 1편/SCI 논문 1편 revision 중 (2편 게재 예정), 인력양성 1명, 학회발표 5건 <제 1협동 (주)크레아소프트> 도체 촬영기술을 바탕으로한 도체 영상자료 수집기술에 관한 내용으로 정책제안 발의 완료 <제 2협동 (주)이지팜>

	정책건의 (조류인플루엔자방역과)를 통해 철새 도래지에 CCTV를 설치하여 철새도래 개체수 파악하여모니터링 하는 안을 제시
③ 기타	<p>&lt;제 1협동 (주)크레아소프트&gt; 본 과제를 통하여 개발된 기술에 대하여 직접 실시 방법으로 제품개발 및 개선을 위하여 기술이전 계약</p> <p>&lt;제 2협동 (주)이지팜&gt; 이미지 인식기술을 활용한 철새 개체수 파악 기술을 타 사회문제 해결형 과학기술정통부 국가연구과제(“인공지능기술을 활용한 고병원성 조류인플루엔자 국내 유입, 발생 조기 감지 및 확산 대응 시스템 개발”) 활용</p>

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표	정책 활용			홍보 전시		
												SCI	비SCI						논문 평균 IF	
단위	건	건	건	건	백만 원	백만 원	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	3	2			7.7							5	2		6	2	3	2	1	
연구기간내 달성실적	3	2			초과							3	2		10	2	6	2	1	
달성율(%)	100	67			초과							60	100		100	100	100	100	100	

구분	핵심기술명
①	질병 예측 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치
②	영상 학습 장치, 이를 이용한 촬영영상 분석 시스템 및 방법, 이를 수행하기 위한 기록매체
③	축산물 질병진단 영상 인식 관리시스템
④	새 이미지 인식 기술을 이용한 철새 도래지 통합관제 시스템
⑤	폐 병변에 대한 미생물학적, 조직학적 진단 및 육안 병변 교차분석과 패턴화 - 돼지 폐렴 병변에 대한 조직학적 진단과 육안 병변의 Lung scoring system 교차분석을 통한 상관성 확립

### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화.흡수	외국기술 개선.개량	특허 출원	신업제이전 (상품화)	현장으로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술	v					v		v		
②의 기술	v	v				v			v	v
③의 기술	v	v				v			v	v
④의 기술	v	v				v			v	v
⑤의 기술		v								

\* 각 해당란에 v 표시

### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	질병 영상 진단장비 개발에 활용할 예정이며 사용된 영상 처리방법을 타 질병 진단 방법의 고도화에 사용 가능함
②의 기술	질병 영상 진단장비 개발에 활용할 예정이며 특수 촬영기술에 대하여 영상 수집장치를 포함하는 타 진단장비에 응용 가능함
③의 기술	현장 응용 가능한 소프트웨어로 현재 축림도축장을 통하여 시범운영중에 있음 고도화하여 상품화 예정임
④의 기술	철새개체를 파악하여 철새 도래를 경보하여 조류인플루엔자 발생 시 신속한 차단방역 지대 설정에 활용하여 국가 방역 정책 수립에 기초자료로 사용할 수 있을 것으로 판단되며 타 국가과제 연구에도 이미지 인식 기술의 활용가능성이 높음
⑤의 기술	우군 및 돈군 질병 진단 및 모니터링에 유용한 폐 병변의 영상학적 분류 및 임상적 의미를 확립을 통해 우군 및 돈군의 건강상태를 자동적으로 예찰할 수 있는 시스템의 구축 가능하고 개발된 장치를 통해 우군 및 돈군 도축장 내 도체의 육안 식별 가능 폐 병변 질병 이미지 스캐닝 및 질병 가능성 판단

### 7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목 표	사업화지표				연구기반지표				
	지식 재산권	기술실 시	사업화	기 술	학술성과	교 육	인 력	정책 활용홍	기 타

	(이전)										논문		논문 평균 IF	학술 발표	지도	양성	보		(타 연구 활용 등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치	인 증	SC I					비 SC I	정 책 활 용		홍 보 전 시
												건					건			
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명						
가중치																				
최종목표		1			1						1									
연구기간 내 달성실적		1			7.7															
연구종료 후 성과창출 계획											1									

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

[제 1협동 (주)크레아소프트]

핵심기술명 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•질병 예측 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치</li> <li>•영상 학습 장치, 이를 이용한 촬영영상 분석 시스템 및 방법, 이를 수행하기 위한 기록매체</li> <li>•축산물 질병진단 영상 인식 관리시스템</li> </ul>		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	7,700 천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간	계약 후 1개월	실용화예상시기 <sup>3)</sup>	2020년
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	특허 실시권 및 알고리즘 이전 (직접실시)		



[제 2협동 (주)이지팜]

핵심기술명 <sup>1)</sup>	철새 이미지 인식 기술을 이용한 철새 도래지 통합관제 시스템		
이전형태	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간	약 1개월	실용화예상시기 <sup>3)</sup>	
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>	<p>본 기술은 국가방역정책 수행을 위하여 개발된 기술로서 농림축산검역본부 및 유관 기관에 무상으로 기술이전을 예정하고 있음.</p> <p>주요 철새도래지에 CCTV를 설치하고 이미지를 수신하여 이미지 분석할 수 있도록 CCTV 설치가 선행되어야 하고 200개소 설치시 설치비 10억이 예상됨.</p> <p>설치 후 수집된 영상에 대하여 알고리즘을 적용하여 사용가능하나 개체인식 정확도가 떨어지는 경우 CCTV의 환경에 따라 영상의 배경처리 및 철새개체에 대한 추가 학습이 필요함.</p> <p>1개소 설치마다 학습기간 1~2달 소요되므로 본 시스템에 대한 유지보수인력이 필요함.</p>		

- 1) 핵 심기술이 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) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)