

# 딥러닝 기반의 돼지 호흡기 질병 식별

이종욱\*, 조현석\*, 박대희\*, 정용화\*  
\*고려대학교 컴퓨터융합소프트웨어학과  
e-mail: eastwest9@korea.ac.kr

## Classification of Porcine Wasting Diseases using Deep Learning

Jonguk Lee\*, Hyun Seok Cho\*, Daihee Park\*, Yongwha Chung\*  
\*Dept. of Computer and Convergence Software, Korea University

### 요 약

본 논문에서는 이우자돈의 건강에 심각한 문제를 발생시키고, 농가의 생산성을 급격하게 저하시키는 돼지 호흡기 질환을 효과적으로 식별하는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 먼저, 돼지가 내는 소리에서 스펙트로그램 정보를 추출한다. 추출된 정보는 최근 각광을 받고 있는 딥러닝 기법 중 하나인 CNN에 적용되어, 효과적인 특징으로 변환된 후 돼지 호흡기 질환을 탐지 및 식별한다. 세종시에 위치한 돼지농장에서 취득한 실제 소리 데이터 셋을 이용하여 본 논문에서 제안하는 소리 센서 환경에서의 돼지 호흡기 질병 탐지 시스템의 성능을 실험적으로 검증한다.

### 1. 서론

2010년 농림수산물부 통계[1]에 따르면, 우리나라 축산업의 연간 총생산액은 약 12조 5천억원이며, 그 중에서 양돈업계의 생산액은 약 5조 5천억원으로 전체 농업에서 단일 업종으로는 벼 생산 다음으로 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 우리나라 양돈산업은 1997년 679만 여두에서 2010년 980만 여두로 꾸준히 증가하고 있으며, 소규모 사육농가는 급격히 감소하는 반면 중·대규모 사육농가는 급격히 증가하고 있다. 또한 우리나라 농가의 60세 이상 농업종사자의 비중이 2000년 44.1%에서 급격히 증가하여 2015년에는 62.2%로 고령화가 심화되어 영농인력의 부족 현상이 발생하고 있다[2]. 즉, 양돈농가의 규모가 전업화·기업화·대형화 및 고령화에 따라 관리인 1인당 관리 두수의 증가되었기에, 개별 돼지에 대한 세밀한 관찰 및 관리의 현실적으로 어려운 상황이다. 결국, 이로 인한 돼지의 질병 발생 가능성은 증가할 것으로 예상되며, 전염병 발생 시 대규모로 확산될 가능성이 매우 높은 것이 현실이다.

돼지 호흡기 질병을 유발하는 환경인자 중, 양돈장의 주요 세균성 및 바이러스성 호흡기 질병의 원인체는 Mycoplasma Hyopneumonia(MH), Porcine Circo Virus 2(PCV2) 및 돼지생식기호흡기증후군(Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome: PRRS) virus가 주된 병원체이며, 이우 후 전신성소모증후군(Postweaning Multisystemic Wasting Syndrome: PMWS)을 유발하는데, 이는 특히 연령이 낮은 돼지(이우자돈)를 키우는 농가에 막대한 경제적 손실을 초래한다.

따라서, 돼지 호흡기 질병에 따른 막대한 손실을 방지하기 위해서는 질병이 발병하기 전에 미리 질병을 차단하고 예방하는 작업이 요구된다. 그러나 현재 기술적, 경제적, 환경적 영향으로 인하여 돼지 호흡기 질병을 위한 조기 방제 시스템은 전무한 실정이며, 이로 인한 경제적 손실은 날로 증가되고 있는 것이 현실이다.

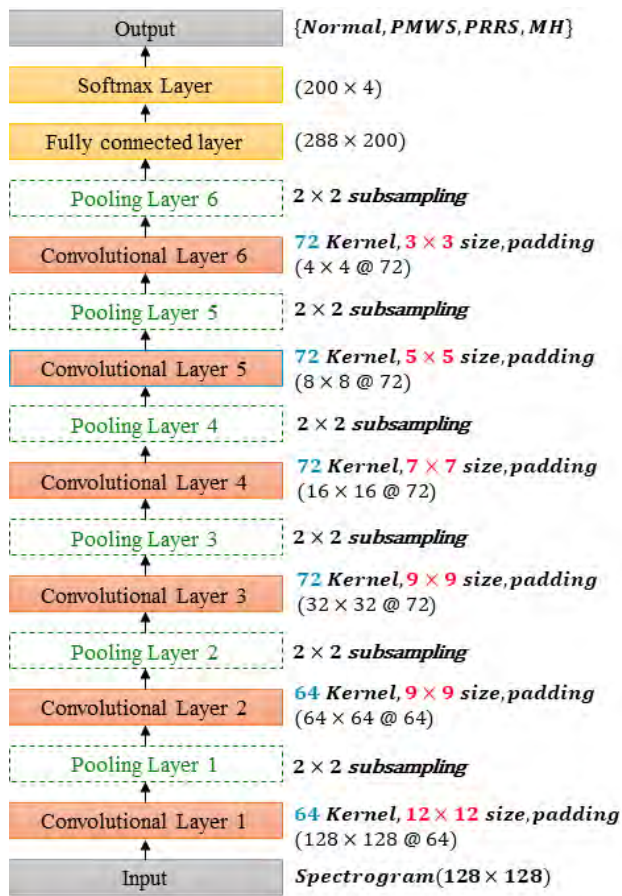
최근 ICT(Information and Communication Technology) 기술이 급속하게 발전함에 따라 ICT 기술과 농·축산업과의 융합 기술(Computers and Electronics in Agriculture)이라는 새로운 연구 분야가 선진 외국을 중심으로 활발하게 진행되고 있다[3-7]. 일반적인 ICT 기반의 축산 연구들은 소리 또는 영상 등 특정한 센서를 이용하여 동물을 모니터링하거나 특정한 행동 또는 증상을 탐지한다. 즉, RGB 카메라 또는 키넥트 카메라를 이용하여 대상 동물의 이상상태를 탐지[3]하기 위한 노력으로부터, 24시간 돈사의 이상상태를 탐지하기 위하여 개별 돼지들을 탐지하는 시스템들이 존재한다[4-5]. 또한 소리 정보를 이용하여 산란계 닭의 스트레스를 탐지[6], 소의 호흡기 질병을 탐지[7] 하는 다양한 연구들이 수행되었다.

본 논문에서는 소규모의 농장에서도 저비용으로 구축이 가능한 소리 센서 환경에서의 돼지의 호흡기 질병 탐지 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 소리 신호에서 스펙트로그램 특징을 추출한 후 이를 최근 각광을 받고 있는 CNN(Convolutional Neural Network)에 입력 정보로 사용한다. CNN의 계층(layer)을 거치면서 호흡기 질병을 식별하기 좋은 특징으로 변환한 후 최종 softmax 계층에서 정상소리와 호흡기 질병 소리들 중 하나로 분류한다.

## 2. CNN 기반의 돼지 호흡기 질병 식별 시스템

본 논문에서 제안하는 돼지 호흡기 질병 식별 시스템의 구조는 크게 3개의 모듈로 구성된다: 1) 소리 센서로부터 소리를 취득하는 단계, 2) 취득한 소리 데이터에서 스펙트로그램 정보를 추출하는 단계, 3) 돼지의 호흡기 질병을 식별하기 위하여, 정상과 호흡기 질병 소리들을 이용하여 CNN을 훈련하고, 훈련된 CNN 구조를 이용하여 돼지의 정상 및 호흡기 질병을 식별하는 단계.

본 논문에서 식별하고자 하는 돼지 소리는 정상인 경우의 소리와 호흡기 질병들 중 하나인 PMWS, PRRS, MH 이며, 제안한 CNN 구조는 다음 그림 1과 같다.



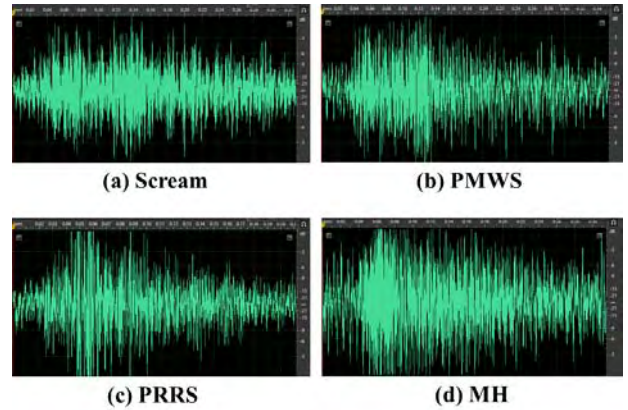
(그림 1) 돼지의 호흡기 질병 식별을 위한 CNN 구조

## 3. 실험 결과 및 분석

### 3.1 돼지 소리 취득 환경

실험을 위한 데이터는 충청남도에서 위치한 4개의 돼지 농장에서 평균적으로 25~30 kg의 총 36마리의 돼지 (Yorkshire×Landrace×Duroc)를 대상으로 호흡기 질병으로 의심되는 돼지의 혈액을 채취한 후, virus 분리와 serological analysis로 PMWS, PRRS, 그리고 MH에 감염된 개체 및 질병에 걸리지 않은 돼지를 확인하였다. 환축 및 정상축의 음성 수집은 각 개체로부터 1m의 거리에서

디지털 캠코더(JVC GR-DVL520A, Japan)로 녹화하였다. 돼지의 정상소리(grunt, health cough, scream)와 호흡기 질환 소리의 종류별 신호 형태의 예는 그림 2와 같으며, 정상소리 중 하나인 scream과 호흡기 질병 소리인 PMWS, PRRS 그리고 MH 질환은 소리 시그널 자체로는 육안으로 쉽게 구분하기 어렵다.



(그림 2) 정상과 호흡기 질병 소리의 시그널 예제

### 3.2 실험 내용 및 결과

실험에 사용한 컴퓨터의 사양은 Windows 10, Intel® i7-7700K CPU@4.2GHz, 32GB Ram, Geforce GTX 1080Ti 이다. 실험을 위하여 취득한 정상소리는 {grunt 110, healthy cough 100, scream 140}, 호흡기 질병 소리는 {PMWS 150, PRRS 140, MH 70}이다. 호흡기 질병 식별을 위한 CNN 구조를 설정하기 위하여 데이터의 80%를 무작위로 선택하였으며, 나머지 20%를 테스트 데이터로 사용하였다. 설정된 CNN 구조는 입력 계층, CNN 계층 (Convolutional layer, Pooling layer), Fully-connected 계층, Softmax 계층 그리고 출력 계층으로 구성되며, 실험에 사용한 구조는 그림 1과 같다.

돼지의 정상적인 소리 및 호흡기 질병 소리 데이터의 길이는 모두 다른 이유로 인하여 추출한 스펙트로그램의 크기도 다르나 CNN에 적용하기 위해서 동일한 크기로 입력되어야 한다. 모든 소리 스펙트로그램은 128×128 크기로 조정된 후 CNN의 입력으로 사용하였다. CNN은 최근 구글(Google)사에서 개발한 오픈소스 기계학습 엔진인 TensorFlow 1.02[8]을 활용하여 구조를 설계하고 실험을 진행하였다. CNN 구조에 사용한 옵션들은 Xavier.initializer, Learning rate: 0.001, Max pooling, 각각의 Convolutional layer의 경우 padding 기법을 적용하였으며, Drop out 비율은 50%, 반복횟수 1000, Activation 함수는 Rectified Linear Unit으로 설정하였다. 또한 커널의 개수는 일반적인 구조와 다르게 첫 번째 계층부터 그 수를 크게 하였다. 또한, 커널의 사이즈는 12×12로 시작한 후 점차 작은 크기로 설정하였으며, 최종 커널 사이즈는 3×3이다. 실험에 사용한 평가지표는 precision, recall,

f-measure이다.

설정된 구조를 이용하여 학습을 진행한 결과 99.5%의 학습률을 기록하였으며, 해당 구조에서 테스트를 진행한 결과 평균 precision 95.7%, recall 96.2%, f-measure 95.9%의 안정적인 성능을 보였으며, 혼동행렬(confusion matrix)은 다음의 표 1과 같다.

(표 1) 돼지 호흡기 질병 식별 혼동행렬

	PMWS	PRRS	MH	Normal
PMWS	28	0	1	0
PRRS	1	28	0	1
MH	1	0	13	0
Normal	0	0	0	69

혼동행렬의 PMWS 결과를 보면 30개의 테스트 데이터 중 28개는 PMWS로 올바르게 식별되었으나, PRRS와 MH로 각각 1개씩 잘못 판단된 결과를 확인할 수 있다. PRRS는 모두 올바르게 판단되었으며, MH는 1개가, 정상적인 소리는 70개 중 단 하나만 질병으로 잘못 식별되었다.

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 실제 돈사에서 수집한 돼지의 소리 데이터를 이용하여 돼지의 호흡기 질병을 식별할 수 있는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 먼저 센서로 유입되는 소리를 취득한 후, 해당 소리에서 시간-주파수 대역의 대표적인 특징인 스펙트로그램을 추출하였다. 추출된 특징은 CNN 구조에 적용된 후 돼지의 호흡기 질병을 식별하기 좋은 특징으로 변환된 후 CNN의 최종 계층인 softmax 계층에 적용되어, 호흡기 질병을 효과적으로 탐지 및 식별할 수 있음을 확인하였다. 추후 돈사에서 발생하는 다양한 잡음 환경에서도 강인한 시스템에 관하여 연구하고자 한다.

#### 감사의 글

본 연구는 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015R1D1A3A01018731).

#### 참고문헌

[1] 농림수산물부: <http://www.mifaff.go.kr>  
 [2] 김병률, 이용선, 김연중, 김태훈 등, “2017년 10대 농정 이슈”, 한국농촌경제연구원, 농정포커스, Vol. 142, pp. 1-27, 2017.  
 [3] Lee, J., Jin, L., Park, D., and Chung, Y., “Automatic Recognition of Aggressive Behavior in Pigs using a Kinect Depth Sensor,” Sensors, Vol. 16, No. 5, 631,

2016.  
 [4] 최장민, 이종욱, 정용화, 박대회, “고속 영역기반 컨볼루션 신경망을 이용한 개별 돼지의 탐지”, 멀티미디어학회논문지, Vol. 20, No. 2, pp. 216-224, 2017.  
 [5] 김재학, 김진성, 최윤창, 정용화, 박대회, 김학재, “깊이 정보를 이용한 벽과 바닥 경계에서의 돼지 탐지”, 한국정보처리학회 춘계학술대회, pp. 955-957, 2017.  
 [6] Lee, J., Noh, B., Jang, S., Park, D., Chung, Y., and Chang, H. H., “Stress Detection and Classification of Laying Hens by Sound Analysis,” Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, Vol. 28, No. 4, 592, 2016.  
 [7] Chung, Y., Lee, J., Oh, S., Park, D., Chang, H. H., and Kim, S., “Automatic Detection of Cow’s Oestrus in Audio Surveillance System,” Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, Vol. 26, No. 7, 1030, 2013.  
 [8] <http://www.tensorflow.org> [Accessed: 09. Apr. 2017]