JKSCI

한국컴퓨터정보학회논문지
Journal of The Korea Society of Computer and Information
Vol. 24 No. 11, pp. 153-161, November 2019
https://doi.org/10.9708/jksci.2019.24.11.153

A Method of White Noise Reduction for Recognizing Cattle's Gulp Downing Sounds

Ho-Young Kwak*, Woo-Chan Kim*, Jin-Wook Chang**

*Professor, Dept. of Computer Engineering, Jeju National University, Jeju, Korea
*Student, Graduate School of Computer Engineering, Jeju National University, Jeju, Korea
**Research director, HRG Incorporated., Jeju, Korea

[Abstract]

In this paper, we proposed a method to measure the feed intake of cattle using the cattle's gulp downing sounds. To measure the sound of cattle's gulp downing, the recording is performed through a wearable device attached to the cattle's neck. A lot of noises are recorded according to the ranching environment. This paper proposed a method for spectralizing raw gulping sound data containing white noise and removing white noise through the signal transformation using a filter. This allows the feed intake to be measured. Through the proposed white noise reduction method, it was possible to extract only the cattle's gulp downing sound, and through this, the number of cattle's gulp downing could be measured. The proposed method in this paper makes it possible to measure cattle's feed intake easily, so that estrus prediction, health care for cattle, and feed management can be done efficiently.

▸ **Key words**: Gulp downing sound, White noise, Feed intake, Sound spectrum, Signal transformation

[요 약]

본 논문에서는 소의 목 넘김 소리를 이용하여 소의 사료 섭취량을 측정할 수 있도록 하는 방법을 제안하였다. 목 넘김 소리를 측정하기 위해 소의 목에 부착한 웨어러블 장치를 통해 녹음을 하게 되는데, 목장 사육환경에 따라 많은 소음이 함께 녹음되어진다. 이처럼 백색 잡음(white noise)이 섞여 들어간 원시 사운드 데이터를 스펙트럼화 하고, 필터를 이용한 신호 변환을 통하여 백색 잡음을 제거할 수 있는 방법을 제안하였다. 이를 통해 사료 섭취량을 측정할 수 있도록 하였다. 제안된 백색 소음 제거 방법을 통하여 소의 목 넘김 소리만을 추출하는 것이 가능하였고, 이를 통하여 소의 목 넘김 횟수 측정이 가능하였다. 본 논문에서 제안된 방법을 통하여 손쉽게 소의 사료섭취량을 측정할 수 있게 됨으로써 발정기 예측, 건강관리, 그리고 사료 관리 등이 효율적으로 이루어질 수 있게 되었다.

▸ **주제어**: 목 넘김 소리, 백색 잡음, 사료섭취량, 사운드 스펙트럼, 신호 변환

• First Author: Ho-Young Kwak, Corresponding Author: Ho-Young Kwak
*Ho-Young Kwak (kwak@jejunu.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Jeju National University
*Woo-Chan Kim (supernet29@jejunu.ac.kr), Graduate school of Computer Engineering, Jeju National University
**Jin-Wook Chang (kerimc14@gmail.com), HRG Incorporated., Jeju, Korea
• Received: 2019. 11. 01, Revised: 2019. 11. 19, Accepted: 2019. 11. 19.

Copyright © 2019 The Korea Society of Computer and Information
http://www.ksci.re.kr pISSN:1598-849X | eISSN:2383-9945
www.kci.go.kr

I. Introduction

오늘날 인구의 식량을 위해 축산업은 지속적으로 발전해 오고 있다. 한우/낙농의 경우 그동안의 기술 발전으로 인해 생산 자동화나 ICT 기술과 접목하여 다양한 형태의 자동 관리 기술을 적용하고 있다. 예를 들면, 단순한 발정 탐지기나 로봇착유기 및 로봇포유기처럼 대동물의 각 개체별 관리 기술 등이 많이 발전되어 있다. 그러나 이들은 단순히 정보의 수집과 관찰로 실질적으로 각 개체의 자동적인 관리와는 거리가 멀다. 특히 발정기의 예측이나 개체의 건강관리, 사료관리 등 전반적인 관리를 위해서는 개체별 특정 정보를 수집하고 가공하여 저비용으로 보다 체계적인 첨단 관리방법을 필요로 하고 있다. 개체(한우 또는 젖소) 관리를 위해서는 각 개체들이 먹는 사료섭취량이 절대적으로 영향을 미친다.

이러한 관점에 그동안 사용되어 오던 전자저울을 이용한 기존의 사료섭취량 측정 방식은 비용이 많이 들뿐만 아니라 시설 자체를 새롭게 구축해야하는 불편함이 있으며, Fig 1의 ④에서와 같이 사료통 밑에 설치하는 전자저울로는 실제 Fig 2와 같이 운영되고 있는 농장에서는 각각의 개체들에 대한 사료섭취량을 측정하기에는 불가능하다. 따라서 각 개체의 목에 웨어러블형 신호 수집 장치를 채용하게 하고, 이 수집장치로 들어오는 각종 신호를 수신하여 개체별 관리가 가능하게 하는 방법을 사용한다면 개체마다 따로 관리가 가능해지므로 전체 목장의 개체들에 대한 다양한 정보를 토대로 건강 및 발정기, 활동량 등을 관찰할 수 있게 된다(Fig 1).

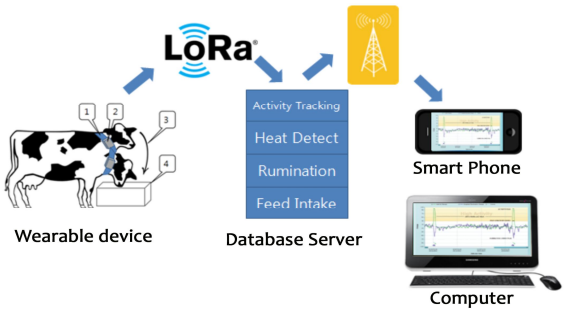


Fig. 1. The Environment of cattle house with cooling fan

IoT 기술이 발전하면서 음성인식 기술도 발전하고 있으나 대동물용 IoT 기술로 적용한 사례는 국내외에서 극히 한정적이어서 본 연구의 결과를 대동물용 IoT기술로 적용한다면 대동물 관리에 있어서 큰 효과를 볼 수 있을 것이다.

본 논문은 축사(畜舍)에서 사육되고 있는 대동물(육우/젖소)이 사료를 저작(詛嚼)하고, 식도를 통해서 위로 저작된 사료를 넘길 때 발생하는 목 넘김 소리를 취득한 후, 그 소리 신호의 추적을 통해 목 넘김 횟수를 계산하고 이를 다시 대동물의 사료섭취량으로 환산하여 축사에서 사육되고 있는 개체별 사료 섭취량을 축주가 알 수 있도록 하는 일련의 과정에서 가장 중요한 신호에 대한 백색잡음을 제거하는 방법을 제안하였다.

현재 농장 운영비용의 70%는 사료 구매이므로 개체별 사료투입량의 조절은 성공적인 농장 경영을 위해서 필수조건이다. 또한 소의 개체 번식을 위해 발정기를 모니터링하는 데에는 사료섭취량에 대한 정보가 매우 큰 역할을 하고 있어 사료 섭취량을 기존의 전자저울 방법보다 저비용으로 편리하게 측정할 수 있다면 축주들에게는 매우 매력적인 방법으로 인식되고 효용가치가 있을 것으로 판단된다.

본 논문에서는 2장에서 관련 연구와 동향에 대하여 기술하고, 3장에서는 제안한 목 넘김 소리 인식 방법에 대하여 설명하고 실험 결과를 기술하였다. 끝으로 4장에서는 결론을 맺었다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 Domestic trends

기존에는 사람의 목소리에서 주변 잡음을 제거하는 것이 일반적인 백색잡음 제거 방식이었다[1-4]. 사람의 목소리를 주변 잡음에서 제거하는 방식은 비교적 간단하다. 그 이유는 사람의 음성을 기록하기 위한 장치가 사람의 입에 근접하므로, 주변의 잡음과 비교하였을 때, 사람의 목소리가 가장 크게 녹음되기 때문이다. 본 논문에서는 추적하고자 하는 소리가 주변의 잡음보다 작아서 추출이 힘든 경우인데 반해서 사람의 목소리를 녹음하기 위한 기록 장치는 사람의 입에 기록 장치를 근접시킴으로써 최초 녹음 시 사람의 목소리가 주변 잡음보다 훨씬 큰 파워로 녹음되어 진다. 따라서 이후 잡음을 제거하는 방식을 다양하게 적용할 수가 있어서 비교적 쉽게 제거가 가능하다. 그러나 본 논문에서 처리하고자 하는 샘플들은 사람의 목소리 녹음과는 반대로 원신호의 소리가 주변 백색 잡음보다 적을 수 있다.

이처럼 소의 목넘김 소리에 대한 분석에는 어려움이 있지만 간편하고 효율적인 사료 섭취량 모니터링 시스템을 구현하기 위해서도 Sound recording을 통한 디지털 필터 기술의 적용이 필요하다.

농촌진흥청에서는 2015년 소의 발정기를 활동량 감지를 통해서 활동량을 수량화하는 시스템을 개발하였다. 농진청이 2년간 시스템을 농가에 설치, 보급한 결과, 암소의 발정 재귀 일수가 67.7일에서 57.3일로 줄어들었으며, 수태율은 75%에서 83.6%로 높아진 것을 확인할 수 있었다[5-6].

또한 반추 모니터링과 관련해서는 유라이크코리아[7]에

www.kci.go.kr

서 온도 및 PH센서를 접목한 경구투여 방식의 바이오캡슐을 반추위에 부착하여 가축의 체내에서 체온을 측정해 체온변화를 실시간 모니터링하며, 이를 바탕으로 가축의 질병을 사전에 예방하는 시스템을 발표하였다.

1.2 Global trends

해외에서의 사료 섭취량 모니터링과 관련해서는 (1) Ameraican Calan (2) Growsafe System, 그리고 반추 및 발정기 모니터로는 (3) SCR이 대표적인 업체이다.

(1) American Calan : 저울 방식으로 사료섭취 측정은 정확하나, 한 마리씩만 측정이 가능하여, 반추,발정기 측정 기능은 없음

(2) Growsafe system : 저울 방식으로 사료섭취 측정이 정확하며, 동시에 여러 마리 측정이 가능하지만 시설이 고가이며, 반추, 발정기 측정 기능이 없음

(3) SCR : 반추 및 발정기 모니터링으로는 전 세계 1위이며, 한국에도 진출하였으나 사료 섭취량 분석 기능이 없으며, 사용을 위해서는 별도의 중계기를 농장에 설치해야 하는 불편이 있음

1.3 Traditional measuring methods

Table 1. A table showing changes in gulp downing sound as a change in amplitude along the time axis.

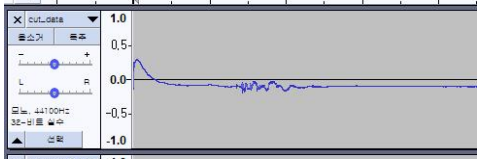
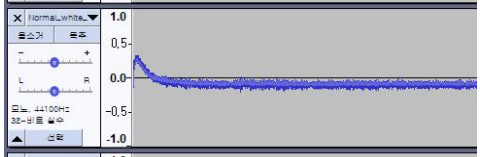
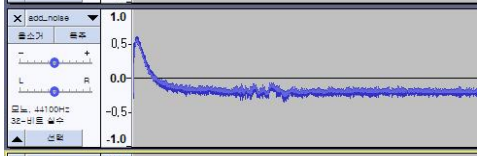
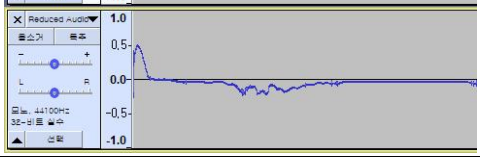
Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) White noise	
(c) Gulping sound + White noise	
(d) Restored gulping sound	

Table 1의 (a)는 사람의 목소리에서 잡음을 제거하는 방식을 소의 목 넘김 소리에 적용한 예를 보인 것이다. 입력되는 소의 목 넘김 소리(가로축은 시간, 세로축은 진폭)를 푸리에 변환을 이용하여 가로축은 주파수, 세로축은 데시벨로 변환한 뒤, 노이즈의 주파수 범위를 디지털 필터를 이용하여 cut-off하는 방식을 사용하였다. Table 1 (b), (c), (d)는 소의 목 넘김 소리에 백색잡음을 합성하고, 디지털 필터를 사용해서 백색잡음을 다시 제거한 뒤, 원래의 소의 목 넘김 소리로 복원하는 일반적인 과정이다.

그러나 이 방법은 몇 가지 문제점을 가지고 있다. Table 1의 (d)에서 보인 바와 같이 원래의 소의 목 넘김 소리가 복원된 것으로 보인다. 진폭의 크기가 조금 더 커졌으나, 위상(시간)에 따른 그래프의 변화는 유사한 것으로 보인다.

Table 2. A comparison of the original gulp downing sound with the restored sound based on the change in amplitude

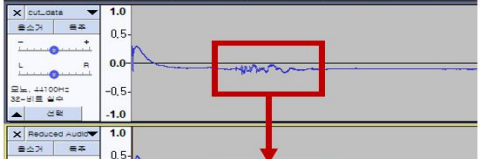
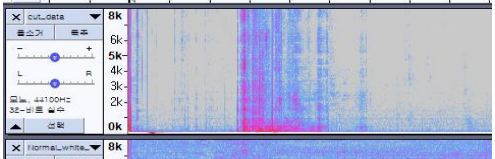
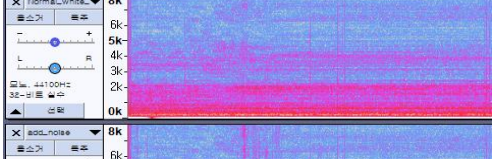
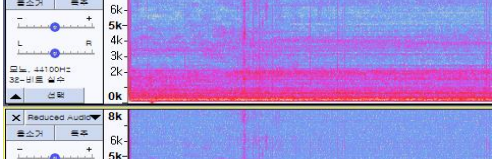
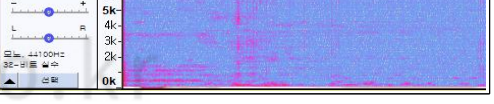
Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) Restored gulping sound	

Table 2에서 보인 바와 같이 진폭의 변화로 나타낸 그래프를 보면, 백색잡음이 소거된 것으로 보이지만, 이를 주파수와 해당 주파수의 크기(파워)의 관점에서 보면, 백색잡음이 여전히 전 대역에 존재하는 것을 볼 수 있다. 또한 실제로 소의 목 넘김 소리와 복원한 소의 목 넘김 소리를 재생하면 Table 2에서 나타난 바와 같이 전 대역에 백색잡음이 제거되지 않아 재생 전 시간동안 하울링이 발생하며, 원래의 소의 목 넘김 소리와 상이함을 알 수 있다.

Table 3. A table showing changes in gulp downing sound as a change in the spectrogram along the time axis.

Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) White noise	
(c) Gulping sound + White noise	
(d) Restored gulping sound	

www.kci.go.kr

Table 4. A spectrogram comparison of the original gulp downing sound with the restored sound based on the change in amplitude

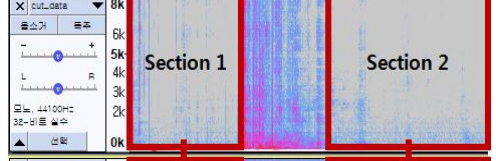
Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) Restored gulping sound	

Table 3과 Table 4에서의 결과를 보면 알 수 있듯이 스펙트로그램으로 변환하여 분석해본 결과도 복원된 신호에는 백색잡음이 남아 있으면 소리의 모양도 많이 변형되었음을 알 수 있다. 이와 같이 기존에 많이 사용하던 방법으로 백색잡음을 제거하면 원 신호와는 다른 변형된 신호 형태로 만들어지며, 이는 원 신호의 소리와도 상이한 문제점을 가지고 있다.

III. The Proposed Scheme

3.1 The condition analysis for cattle's gulp downing sounds

Fig. 2에서 보인 바와 같이 실제 목장의 축사 내의 환경은 팬 소음이나 관계자들이 작업하면서 발생시키는 소음, 소가 사료를 먹으러 사료통으로 머리를 내밀 때 부딪치면서 발생되는 소음, 축사 주변의 다양한 소음 등이 백색잡음으로 녹음이 된다.

Fig. 2. The Environment of cattle house with cooling fan

① 백색잡음이 소의 목 넘김 소리보다 30배가 크다.

목 넘김 소리 추적 장치로 입력되는 신호를 분석해보면, 저작된 사료가 식도를 통과할 때 발생하는 목 넘김 소리와 쿨링팬 등 백색잡음이 섞여 녹음이 된다.

② 저역통과 필터 등 단순한 필터로는 전 대역에 분포하고 있는 백색잡음을 제거할 수 없다.

농장에서 발생하는 백색잡음은 전 대역에 걸쳐서 분포하고 있으므로 특정 대역을 cut-off하는 필터로는 백색잡음을 제거할 수 없다.

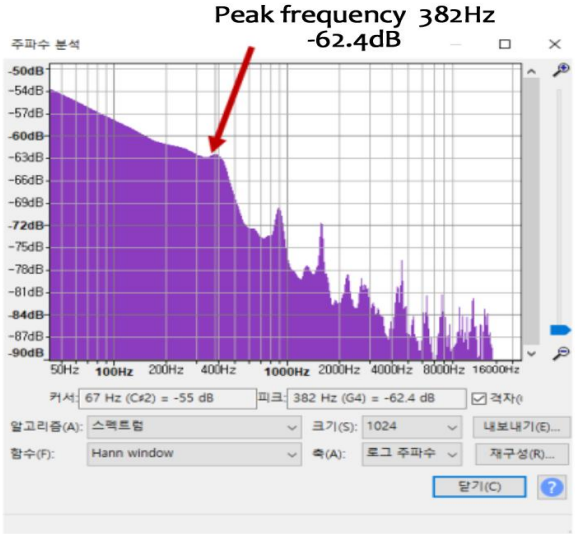


Fig. 3. The spectrum of cattle's gulp downing sound

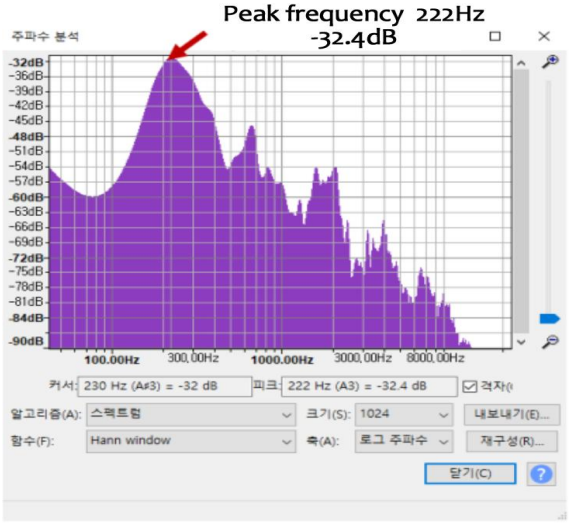


Fig. 4. The spectrum of white noise

①과 ②의 조건에 대하여 실험·분석된 결과는 다음과 같다. Fig. 3과 Fig. 4는 저작된 사료가 식도를 통과할 때 발생하는 목 넘김 소리의 크기와 쿨링팬 등 백색잡음의 소리 크기를 스펙트럼으로 변환하여 데시벨로 변환한 것이다.

www.kci.go.kr

Fig. 3을 보면 소의 목 넘김 소리 중에서 가장 큰 소리는 382Hz의 -62.4dB이며, 백색잡음은 222Hz의 -32.4dB이다. 이를 실제 전압으로 변환하여 그 차이를 보면 Table 4와 같다.

Table 5. The comparison of white noises vs. gulp downing sounds

Item	cattle's gulp downing sound	White noise	difference
dB	-62.4	-32.4	-30
Voltage Gain	0.000759	0.023988	0.023229
Difference of white noises vs. gulp downing sounds			30.6

이 실험 결과를 보면 알 수 있듯이 현재와 같은 방식으로 목 넘김 소리를 구분하는 것은 불가능하다. 그 이유는 백색잡음이 목 넘김 소리보다 월등히 크기 때문에 필터를 사용하여 잡음을 제거하더라도 원래 소리를 복원하는 것은 매우 어렵다.

목 넘김 소리가 백색잡음보다 30배 이상 작은 이유는 집음을 위한 방식에서 기인한다(Fig. 5와 Fig. 6 참조). 즉, 목 넘김 소리와 백색잡음이 소의 목에 위치한 집음 구멍으로 함께 입력되기 때문에 목 넘김 소리 크기가 상대적으로 작게 기록되기 때문이다.

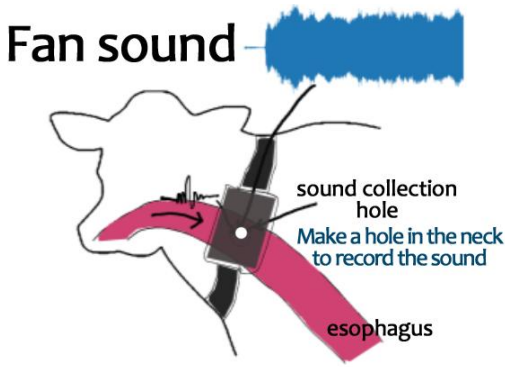


Fig. 5. The drawing with sound recorder attached

3.2 A proposed model

본 논문에서는 Fig. 6과 같이 소의 목 넘김 소리를 집음하는 녹음장치와 백색잡음을 집음하는 장치를 별도로 설치하여 집음된 각각의 소리 데이터를 이용하여 서버에서 사운드 데이터를 분석할 수 있도록 하였다. 각 장치의 구성은 다음과 같다.

(1) 식도에서 발생하는 목 넘김 소리도 기록하여 서버로 전송한다. 식도로 씹은 사료를 넘기는 소리를 보다 효과적으로 집음하기 위하여 Fig. 7과 같은 형태의 다이아프램(diaphragm) 방식으로 기구를 설계하여 최대한 백색잡음을 제거할 수 있도록 하였다.

(2) 집음 방식을 소의 목 넘김을 집음하는 장치와 쿨링팬으로 인해서 발생하는 백색잡음을 집음하는 장치를 별도로 구성하고, 각기 집음된 소리 데이터를 서버로전송하여 서버에서 분석을 실시하였다.

대동물은 더위에 취약하여, 열사병이 발병하면 낙농우의 경우 착유량이 현저하게 줄어들거나 심한 경우 폐사에 이르는 경우도 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 쿨링팬, 쿨링 샤워 등 다양한 장치가 축사에 적용되고 있다[8-9]. 그 중에서 가장 일반적인 방식이 쿨링팬이다. 본 논문에서는 축사에서 발생하는 백색잡음을 목 넘김 소리와 구분 및 분리하기 위한 것이므로 축사에서 백색잡음의 대부분 원인인 쿨링팬에서 발생하는 소리를 집음하여 노이즈로 기록하고 서버로 전송한다.

(3) 서버에서는 목 넘김 소리와 백색 소음을 수신하여, 이를 푸리에 변환을 통하여 스펙트럼 차트로 변환한다. 신호 변환 이후에는 백색잡음의 주파수를 분석하여 피크 주파수와 데시벨을 분석한다. 그리고 목 넘김 소리로부터 백색잡음을 제거한다. 그러나 백색잡음 제거 시 원래의 목 넘김 소리까지 훼손될 수 있으므로, 이를 보정하는 알고리즘을 적용하여 원래의 목 넘김 소리를 복원한다.

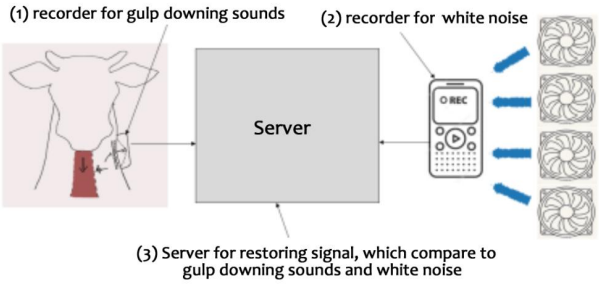


Fig. 6. The system configuration

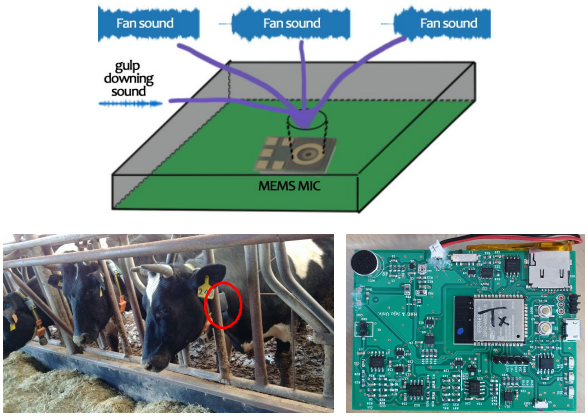


Fig. 7. Environment of the input of white noise and gulp downing sounds

www.kci.go.kr

Fig. 7은 소의 목 넘김 소리를 집음하는 장치로 청진기의 다이아프램 방식을 적용한 소의 피부를 진동판으로 하여, 식도에서 발생하는 목 넘김 소리만을 진폭이 큰 상태로 집음할 수 있는 구조로 설계하여 적용하였다. 본 구조를 위해 소의 피부 대신 0.5mm이하의 플라스틱 막을 사용해보았지만, 플라스틱 막과 소의 털이 스치면서 발생하는 소리가 실제 녹음되어야할 목 넘김 소리의 청음을 방해하여 적용이 불가능하였다. Fig.7에서 보인 바와 같이 소의 목에 웨어러블 디바이스를 부착하고 녹음된 소리 샘플은 WiFi를 통하여 서버에서 수집하였다. 우측 사진은 소의 목에 채용된 웨어러블 디바이스 PCB를 보인 것이다.

Fig. 8은 백색잡음과 소의 목 넘김 소리를 각각 집음하여 푸리에 변환을 실시하고 백색잡음에 대하여 스펙트로그램 방식으로 분석한 후, 소 목 넘김 소리 데이터로부터 백색잡음을 제거하여 복원하는 전체 시스템 흐름을 보인 것이다. 또한 이 과정에서 계속 녹음을 할 수 없기에 녹음의 시작과 종료 시점을 선정할 수 있도록 하기 위하여 웨어러블 장치에 채용되어 있는 6축 센서를 통하여 사료를 먹기 위해 소가 머리를 숙이는 동작 등을 인식하여 집음을 시작할 수 있도록 하였다.

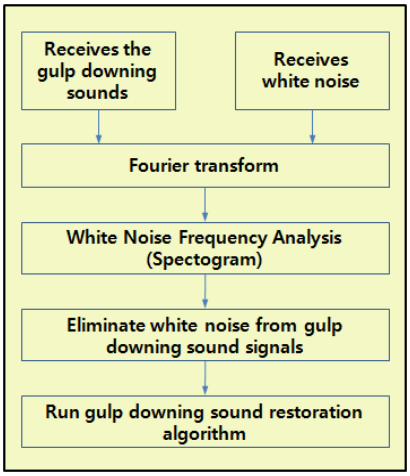


Fig. 8. The process for eliminating white noise

3.3 Experiments and analysis

제안된 방법을 통하여 신호를 수집한 후, 다음과 같이 분석을 실시하였다.

(1) 백색잡음에 대해서 푸리에 변환을 실행하여, 주파수별 파워를 분석한다.

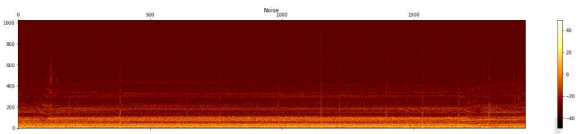


Fig. 9. Fourier Transform for white noise

(2) 백색잡음의 개별 주파수에 대한 표준편차를 계산하고, 계산된 표준편차를 이용하여 향후 목 넘김 소리로부터 백색잡음을 제거할 때 적용할 마스크의 민감도와 임계값을 계산한다.

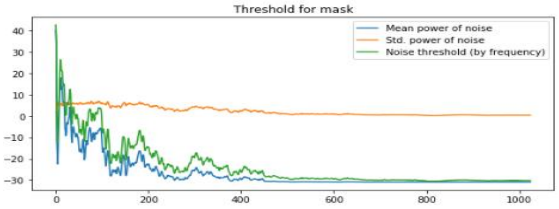


Fig. 10. Calculation of mask sensitivity and threshold

(3) 목 넘김 소리에 대해서도 푸리에 변환을 실행하여 주파수별 파워를 분석한다.

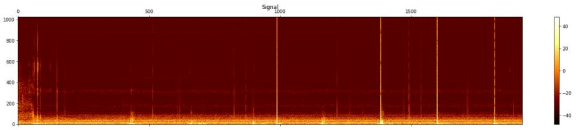


Fig. 11. Frequency-specific power by performing Fourier transform

(4) (2)에서 구한 마스크의 임계값과 목 넘김 소리의 푸리에 변환값을 비교하여, 마스크의 임계값이 목 넘김 소리의 임계값보다 크면 마스크의 임계값을 작게, 그리고, 마스크의 임계값이 목 넘김 소리의 임계값보다 너무 작으면 마스크의 임계값을 크게 조정한다.

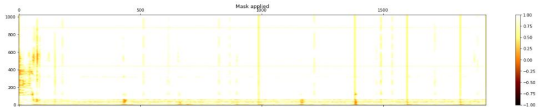


Fig. 12. Adjustment of threshold

(5) 그대로 마스크를 목 넘김 소리에 적용할 경우, 전술한 바와 같이 원래의 목 넘김 소리도 일부가 제거될 수 있으므로, 스펙트로그램에서 나타내는 가로축인 시간과 세로축인 주파수에 따른 필터를 마스크에 적용하여 마스크를 부드럽게 만든다.

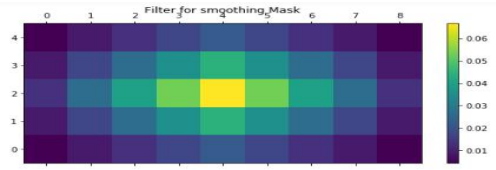


Fig. 13. Softening masks by applying filters

(6) 목 넘김 신호에 마스크를 적용해서 백색잡음을 제거한다. 이 때, 마스크를 적용하면 스펙트로그램 상에 색

www.kci.go.kr

상이 반전되어 나타나고, 결국 색상의 반전은 파워가 0을 기준으로 해서 부호가 바뀌게 되므로 원래의 신호로 변환하기 위해서는 0을 기준으로 반전시켜서 원래의 신호로 복원시킨다.

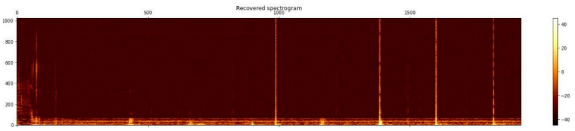


Fig. 14. Restore to original signal

이상의 실험 결과에서 보인 바와 같이 실제 테스트를 해본 결과 Table 6, 7과 같이 Table 2에서 문제가 되었던 구간1, 구간2 구간에서 백색잡음이 제거되고 온전하게 원신호가 복원된 것을 확인할 수 있다. 소의 목 넘김 소리의 진폭은 작아지기는 하였지만 정확한 위상에 같은 폼을 유지하고 있는 것을 볼 수 있다. 또한 Table 7을 보면 Table 2에서 문제가 되었던 구간1과 구간2가 구간 1-1과 구간 2-1로 복원되면서 전대역에 분포되어 있던 백색잡음이 제거된 것을 확인할 수 있다.

Table 6. After improvement, a table showing changes in the amplitude of cattle's gulp sound according to the time axis

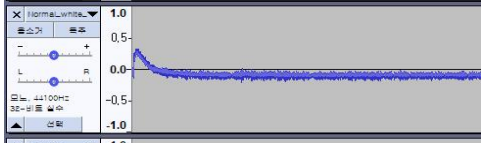
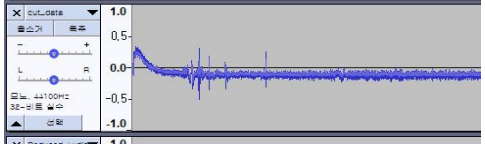
Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) White noise	
(c) Gulping sound + White noise	
(d) Restored gulping sound	

Table 7. After improvement, a table showing changes in cattle's gulp sound as a change in the spectrogram along the time axis.

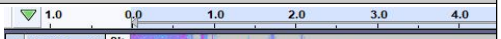
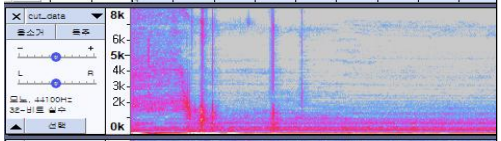
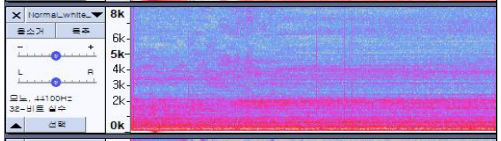
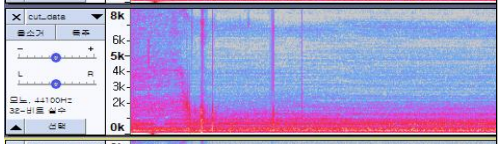
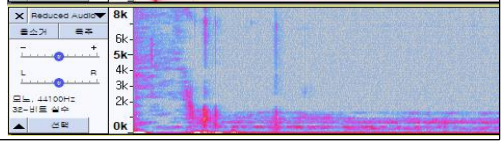
Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) White noise	
(c) Gulping sound + White noise	
(d) Restored gulping sound	

Table 8, 9에서 보인 바와 같이 복원된 신호가 2장에서 기술한 백색잡음의 제거가 효율적이지 못했던 부분이 해결되어 원래의 신호에 가깝게 비교적 손실 없이 복원된 것을 알 수 있다.

Table 8. After improvement, a comparison of the original gulp downing sound with the restored sound based on the change in amplitude

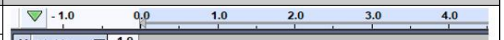
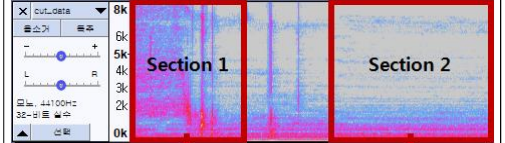
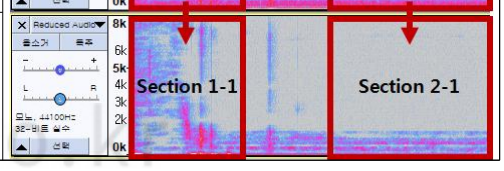
Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) Restored gulping sound	

Table 9. After improvement, compare the original gulp downing sound with the restored gulp downing sound based on the change in spectrogram.

Items	Waves
Time	
(a) Cattle's gulping sound	
(b) Restored gulping sound	

www.kci.go.kr

이렇게 복원된 신호를 DTW (Dynamic time wrapping)[10-11] 알고리즘을 통하여 목 넘김 소리의 횟수를 셀 수 있었다.

Table 10. After improvement, compare the original gulp downing sound with the restored gulp downing sound based on the change in spectrogram.

Sample No.	No. of actual gulping sound	Suggested method	Accuracy (%)
1	10	10	100.00
2	11	10	90.91
3	9	9	100.00
4	10	9	90.00
5	8	8	100.00
6	12	11	91.67
7	7	7	100.00
8	9	9	100.00
9	12	11	91.67
10	11	11	100.00
11	8	9	87.50
12	10	10	100.00
Total	117	114	1151.74
Mean	9.75	9.5	95.98

제시된 알고리즘을 통하여 3분 동안 녹음된 12두의 소의 목 넘김 소리 샘플 사운드를 수집하여 처리한 결과는 Table 10과 같은 성능을 보였다. Table 10에서 보인 바와 같이 12두의 목 넘김 소리 인식에서 95.98%의 인식도를 보였으며, 이는 목장의 사료 관리 시스템으로 적용 가능하다고 평가되었다.

IV. Conclusions

본 논문의 실험에서 알 수 있듯이 축사에서 소의 목 넘김 소리를 집음하고, 집음된 소리에서 백색 잡음을 제거한 후 소의 목 넘김 소리를 인식하여 사료를 취식하는 행동을 인식하는 방법이 가능함을 보였다.

일반적으로 축사의 환경은 설치된 기기의 동작 소음(팬 소리 등)과 작업에서 발생하는 소리(자동차 소리, 각종 동물들의 소리, 목장 관계자의 소리 등)가 함께 섞여 매우 소음이 많이 발생한다. 이러한 환경에서 소가 사료를 씹어 목으로 넘기는 소리만을 취득하여 이를 분석한 후 사료를 소비하는 양을 측정하기 위해서는 집음이 효율적으로 되어야 하고, 집음된 소리에서 백색잡음을 제거하는 것이 관건이다.

본 논문에서 제시한 녹음 방법과 백색잡음 제거 방법을 적용하여 소의 목 넘김 소리를 취득하여 취식한 사료량의 측정이 가능함을 보였다.

향후 연구로는 DTW에 의한 알고리즘의 적용으로 사료 섭취 횟수를 카운트하는 방법 이외의 다른 효율적인 알고리즘 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries(IPET) through Export Promotion Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA) (318066-03).

REFERENCES

[1] J. S. Choi, "Noise Reduction Algorithm in Speech by Wiener Filter," JKIECS, Vol. 8, No. 9, pp. 1293-1298, Aug. 2013. DOI: 10.13067/JKIECS.2013.8.9.1293

[2] K. Daqrouq, I. N. Abu-Isbeih, M. Alfauri, "Speech signal enhancement using neural network and wavelet trans- form," 6th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices, pp. 1-6, Mar. 2009.

[3] X. Dang, T. Nakai, "Noise reduction using modified phase spectra and Wiener Filter," 2011 IEEE International workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP) pp.1-5, Sep. 2011.

[4] J. I. Seo, E. K. Park, "De-Noising of Electroretinogram Signal using Wavelet Transforms," Journal of Korean Ophthalmic Optics Society, Vol. 17, No. 2, pp. 203-207, Jun. 2012.

[5] H. H. Lee, B. Y. Lee, "A Case Study on The Implementation of EA for The Rural Development Administration of Korea," Journal of Information Technology and Architec- ture, Vol. 8, No. 3, pp. 267-274, Sep. 2011.

[6] S. J. Kim, S. H. JEE, H. C. Cho, C. S. Kim, H. S. Kim, "Implementation of unmanned cow estrus detection system for improving impregnation rate," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 16, No. 9, pp. 6236-6246, Sep. 2015. DOI: 10.5762/KAIS.2015.16.9. 6236

[7] UlikeKorea Co., Inc.: LiveCare, http://www.livecare.kr/

[8] J. H. Kim, S. J. Kim, D. I. Kim, J. Y. Chung, H. S. Kim, "A Study of Spatial Approach and Policy Alternatives for Foot-and-mouth-disease Prevention," Space and Society, Vol. 24, No. 4, pp. 158-182, Dec. 2014.

[9] S. K. Son, "Cattle Shed Monitoring System based on Behavioral Characteristics of Hanwoo," Journal of The Korea Entertainment

www.kci.go.kr

Industry Association, Vol. 8, No. 4, pp. 395-404, Dec. 2014.
[10] H. T. Kwon, S. K. Lee, D. I. Kim, J. Y. Chung, H. S. Kim, "Human Computer Interaction : Feature-Strengthened Gesture Recognition Model based on Dynamic Time Warping," KIPS Transactions on Software and Data Engineering, Vol. 4, No. 3, pp. 143-150, Mar. 2015.
[11] S. W. Kim, S. W. Kim, "On Optimizing Dissimilarity-Based Classifications Using a DTW and Fusion Strategies," Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea-Computer and Information-Computer and Information, Vol. 47, No. 2, pp. 21-28, Mar. 2010.

Authors

Ho-Young Kwak received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Hong-Ik University, Korea, in 1983, 1985 and 1990, respectively. Dr. Kwak joined the faculty of the Department of Computer Engineering at Jeju National University, Jeju, Korea, in 1990. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Jeju National University. He is interested in IT-Medical convergence, Healthcare system, IoT and Software system.

Woo-Chan Kim received the B.S. degrees in Computer Engineering from Jeju National University, Korea, in 2018, respectively. Kim joined the Department of Computer Engineering, Graduated School at Jeju National University, Jeju, Korea, in 2018. He is interested in System software.

Jin-Wook Chang received the B.S. degrees in Electrical Engineering from Sungkyunkwan University, Korea, in 2004. Chang joined the LG electronics Multimedia research laboratory, Korea, in 2004, where he has served as the researcher. He is currently a research director, HRG Inc. He is interested in pet and livestock internet of things.

www.kci.go.kr