

소리와 영상 정보를 이용한 돼지 호흡기 질병 탐지

김희곤*, 사재원*, 이종욱*, 정용화*, 박대희*
*고려대학교 컴퓨터정보학과
e-mail:khg86@korea.ac.kr

Automatic Detection of Pig Wasting Diseases Using Audio and Video Data

Heegon Kim*, Jaewon Sa*, Jonguk Lee*, Yongwha Chung*, Daihee Park*
*Dept of Computer and Information Science, Korea University

요 약

24시간 모니터링 환경에서 돈사 내 개별 돼지들의 상태를 자동으로 탐지하는 연구는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 특히 돼지 호흡기 질병은 전염성이 매우 강하여, 막대한 경제적 손실을 최소화하기 위해서는 조기에 탐지하는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 마이크를 통한 소리 정보뿐 아니라 카메라를 통한 영상 정보를 동시에 활용하여 호흡기 질병에 걸린 개별 돼지를 조기에 탐지하는 방법을 제안한다. 즉, 돈사의 천장에 설치된 마이크로부터 호흡기 질병에 걸린 소리 정보를 먼저 탐지한 후 카메라로부터 획득된 영상 정보의 MHI 분석을 수행하여 호흡기 질병에 걸린 돼지를 특정한다. 실험결과, 소리와 영상 정보를 동시에 활용하는 제안 방법을 이용하여 호흡기 질병에 걸린 돼지를 특정할 수 있음을 확인하였다.

1. 서론

최근 IT 기술이 급속하게 발전함에 따라 IT 기술과 농·축산업과의 융합 기술(Computer and Electronics in Agriculture)이라는 새로운 분야의 연구가 선진 외국을 중심으로 활발하게 진행되고 있다[1-2]. 한편, 국내에서는 밀집 사육을 하기 때문에 이러한 융합 기술의 적용이 더욱 필요함에도 양돈 농가의 영세성으로 IT 기술을 농가에 적용한 사례가 활발히 보고되지 않고 있는 실태이다. 또한, 다수의 돼지를 좁은 공간에 사육하기 때문에, 구제역 등과 같은 전염병이 빠르게 확산되는 취약한 구조를 가지고 있다. 이러한 문제로 감시 카메라 환경에서 돈사 주인이 볼 수 없는 취약 시간에도 자동으로 돈사 내 이상 상황을 감시 할 수 있는 연구가 필요하다[1-5].

돈사내의 돈방 안에서 발생하는 소리를 분석하여 돼지의 질병을 분류하는 연구가 진행되었지만[6], 획득된 돼지의 기침소리 만으로는 돈방 내 어떤 돼지가 호흡기 질병에 걸렸는지 알 수 없는 문제가 있다. 돈사에서 전염성이 강한 질병으로 인한 피해를 최소화하기 위해서는 호흡기 질병에 걸린 돼지를 신속히 조치해야 하기 때문에 호흡기 질병에 걸린 돼지를 특정 할 필요가 있다. 본 논문에서는 소리 정보와 영상 정보를 동시에 사용하여 돈방 내에서 호흡기 질병에 걸린 돼지를 특정하는 방법을 제안한다. 즉, 오디오 센서에서 돼지의 기침소리가 탐지될 경우 비디오 센서에서 MHI(Motion History Image)[7] 방법을 적용

하여 영상을 분석하고, 호흡기 질병에 걸린 돼지를 특정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구에 대하여 설명하고, 3장에서 소리 정보와 영상 정보를 동시에 사용하여 호흡기 질병에 걸린 돼지를 특정하는 제안 방법을 설명한다. 4장에서는 실험 결과를 분석하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

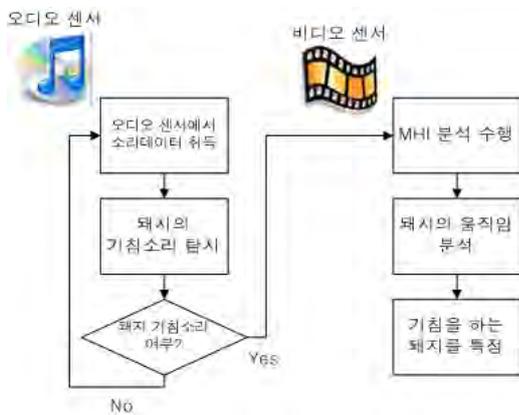
2. 관련 연구

돈사 내 이상상황을 탐지하는 방법 중 하나는 차영상 방법(Frame Difference)이 있다[5]. 차영상 방법은 이전 프레임 또는 배경 프레임과 현재 프레임 간의 픽셀 변화를 비교하여 움직임을 탐지하는 방법이다. 차영상 방법으로 움직임이 탐지되면, 탐지된 공간을 움직이는 돼지로 구분하여 번호를 부여하고, 이를 통해 돈방 내 돼지를 추적 할 수 있다. 그러나 단순히 차영상 방법만을 사용할 경우 기침하는 돼지를 특정하기가 어려운 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 MHI 방법을 사용할 수 있다. MHI 방법은 비디오 시퀀스의 움직임 영역을 한 장의 이미지 안에 표현하게 된다. MHI 방법은 간단한 알고리즘을 사용하고 쉽게 구현이 가능하기 때문에 영상에서 움직임을 인식하는 많은 응용[8-10]에 사용되고 있다. 본 논문에서는 오디오 센서와 비디오 센서를 동시에 사용하는 환경에서 MHI 방법을 이용하여 호흡기 질병에 걸린 돼지를

특정하는 방법을 제안한다.

3. 제안 방법

본 논문에서는 호흡기 질병에 걸린 개별돼지를 조기에 탐지하기 위해 오디오 센서를 통한 소리 정보와 비디오 센서를 통한 영상 정보를 동시에 사용한다. 즉, 돈방 내에서 돼지의 기침소리가 탐지되면 취득한 영상의 MHI 분석을 수행하여 기침이 발생된 돼지를 특정할 수 있게 된다. 오디오 센서를 통하여 탐지된 기침소리는 돈방 내의 돼지 중 한 마리에서 발생한 것을 의미하고, 오디오 센서 만으로는 돈방 내에서 어떤 돼지가 기침을 했는지 알아 낼 수가 없기 때문에 본 논문에서는 오디오 센서와 비디오 센서를 모두 사용하여 기침을 하는 돼지를 특정하는 방법을 제안한다. 그림 1은 개별 돼지 호흡기 질병 시스템의 구조를 보여준다.



(그림 1) 개별 돼지 호흡기 질병 탐지 시스템의 구성도

3.1 소리 정보를 이용한 호흡기 질병 탐지

돈방 내에서 효율적으로 개별 돼지의 호흡기 질병을 탐지하기 위하여 영상분석을 수행하기 이전에 소리 정보를 이용해 기침소리 탐지를 먼저 수행한다. 기침소리 탐지는 오디오 센서에서 1초 단위로 오디오 정보의 기본 주기인 피치(pitch)의 평균값을 추출하여, 기침소리 범위의 임계값과 비교하여 기침소리 여부를 확인한다. 돼지의 기침소리가 탐지 되지 않을 경우에는 오디오 센서에서 소리 정보를 다시 취득하여 기침소리 여부를 확인하고, 돼지의 기침소리가 탐지 될 경우에만 입력된 영상의 MHI 분석을 수행한다. 기침소리 탐지에 관한 보다 자세한 내용은 [6]에 기술되어 있다.

3.2 영상 정보를 이용한 호흡기 질병 돼지 특정

돈방 내에서 기침하는 돼지를 특정하기 위하여 비디오 센서에서 취득한 영상 정보는 MHI 분석이 수행된다. 단순히 프레임 차 방법을 사용할 경우에는, 빠르게 움직이는 돼지와 기침을 하는 돼지, 두 경우 모두 순간적인 움직임 양이 많아서 구분이 어렵기 때문이다. 돈방의 돼지에

MHI 방법을 사용하면 그림 2(c)와 같은 결과 영상을 얻을 수 있고, MHI 방법을 사용하면 순간적으로 많은 움직임을 보이는 두 경우를 구분할 수 있다. 빠르게 움직이는 돼지의 경우에는 지속적으로 많은 움직임을 보이는 특징이 있고, 기침을 하는 돼지는 멈추어 있다가 기침을 하면서 순간적으로 몸이 흔들리는 특징이 있기 때문이다. 따라서 현재 프레임의 MHI 움직임 양과 이전 프레임의 MHI 움직임 양의 변화량을 비교하면 움직임을 보이는 돼지 중 기침을 하는 돼지의 후보를 결정할 수 있게 된다.



(a) 과거 프레임 (b) 현재 프레임 (c) MHI 결과 영상
(그림 2) 돈방 내 돼지에 MHI를 적용한 결과영상

돈방 내에서 기침을 하는 돼지의 후보가 결정이 되면 각각 그 후보 돼지들의 중심점이 이전 프레임에서 얼마나 이동을 하였는지 확인한다. 기침을 하는 돼지는 멈추어 있다가 기침을 하는 특징이 있기 때문에 중심점이 이전 프레임과 같은 곳에 위치하게 된다. 따라서, 돼지의 MHI 움직임 변화량이 크고 돼지의 중심점이 이동하지 않을 경우에는 해당 돼지는 기침을 하는 돼지라고 특징이 가능하다.

4. 실험 결과

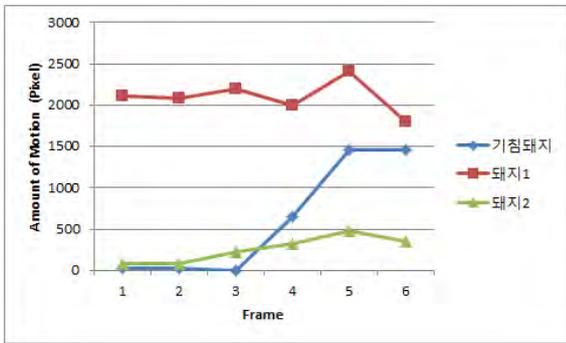
소리 정보 및 영상 정보는 충청남도 세종시의 한 돼지 농장에 마이크와 카메라를 그림 3과 같이 설치하여 실험 환경을 구축하고 데이터를 취득하였다. 카메라에서 획득한 영상은 640×480의 해상도를 가지고 있고, MHI의 Time duration은 3 프레임이 되도록 설정하였다.



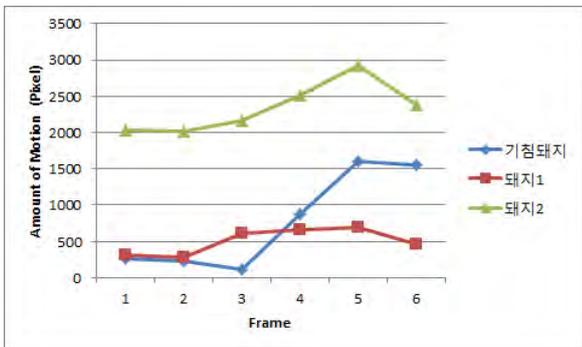
(그림 3) 마이크와 카메라가 설치된 돈방의 모습

그림 4는 오디오 센서에서 기침소리를 탐지한 상황의 MHI 움직임 양을 보여주는 그래프이고, 4번째 프레임에서 기침소리가 탐지되었다. 또한, 돼지1과 돼지2는 같은 돈방에 있는 돼지이고, 기침하는 돼지와 비교를 위하여 MHI 움직임을 함께 측정하였다. 그림 4(a)를 보면 움직이

고 있는 돼지1의 MHI 움직임이 기침하는 돼지의 MHI 움직임보다 지속적으로 큰 것을 확인할 수 있었다. 그림 4(b)도 움직이고 있는 돼지2의 MHI 움직임이 기침하는 돼지의 MHI 움직임보다 지속적으로 큰 것을 확인할 수 있었다. 즉, 단순 MHI 움직임 양만을 비교할 경우 움직이는 돼지와 기침하는 돼지를 구분 할 수 없었다.



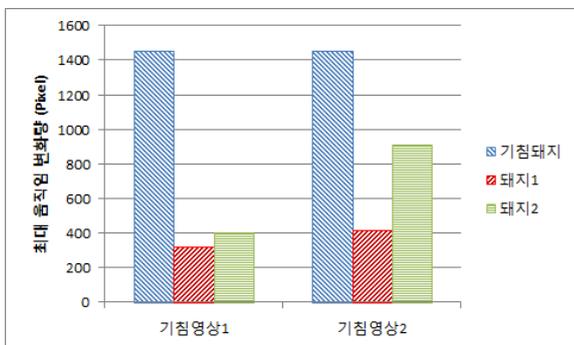
(a) 기침소리가 탐지 된 첫 번째 영상



(b) 기침소리가 탐지 된 두 번째 영상

(그림 4) 기침소리가 발생한 상황에서 MHI 움직임 양

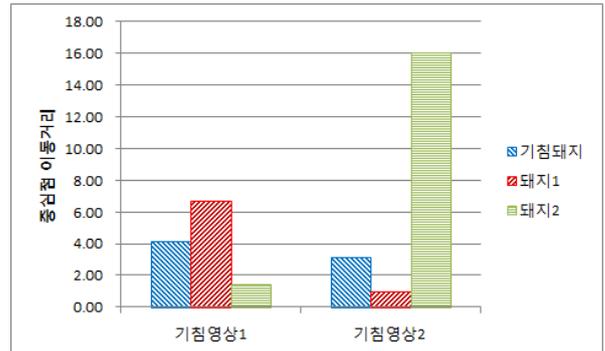
따라서, 기침하는 돼지와 움직이고 있는 돼지의 구분을 위하여 최대 MHI 움직임 변화량을 계산하였다. 그림 5를 보면 두 영상 모두 최대 MHI 움직임 변화량이 1000이상인 돼지가 기침을 하는 돼지임을 확인할 수 있었다.



(그림 5) 기침소리가 발생한 상황에서 최대 MHI 움직임 변화량

그러나 두 번째 영상의 돼지2의 경우에는 최대 MHI 움직임 변화량이 1000에 근접한 것을 알 수 있다. 따라서 기

침하는 돼지의 정확한 탐지를 위하여 각 돼지의 중심점 이동 거리를 추가적으로 확인 하였다. 그림 6은 기침소리가 발생한 상황에서 중심점 이동 거리를 나타낸 그래프이다. 그림 6을 보면 첫 번째 영상에서는 움직임을 있는 돼지인 돼지1의 중심점 이동 거리가 가장 큰 것을 확인할 수 있고, 두 번째 영상에서는 움직임을 있는 돼지인 돼지2의 중심점 이동 거리가 가장 큰 것을 확인할 수 있었다. 또한, 두 영상 모두에서 기침하는 돼지의 경우 기침하는 순간에는 움직임이 거의 없어 이동거리가 짧은 것을 확인할 수 있었다.



(그림 6) 기침소리가 발생한 상황에서 중심점 이동거리

실험 결과, 오디오 센서에서 기침소리가 탐지가 되었을 때, 비디오 센서에서 획득한 영상 내에서 최대 MHI 움직임 변화량이 1000 이상이고, 돼지의 중심점 이동거리가 5 이하로 설정하면 기침하는 돼지를 특정 할 수 있었다.

4. 결론

막대한 경제적 손실을 입히는 돼지의 호흡기 질병에 대한 조기 탐지는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 본 논문에서는 먼저 소리 정보를 분석하여 호흡기 질병에 걸린 경우를 탐지하고 영상 정보를 분석하여 해당 돼지를 특정하는 방법을 제안하였다. 즉, 저가의 마이크와 카메라를 천장에 설치하여 획득된 소리와 영상 정보를 동시에 활용하여 호흡기 질병에 걸린 돼지를 특정할 수 있음을 확인하였다. 소리와 영상 정보를 동시에 활용하여 가축의 상태를 자동으로 탐지하는 최초의 연구인 본 논문의 제안 방법을 확장한다면, 다양한 가축 모니터링 분야에 응용 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 BK21 플러스사업으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

[1] D. Berckmans, "Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming," *Animal Production in Europe: The way forward in an changing world, in between congress of the ISAH,*

- Vol. 1, pp. 27-30, 2004.
- [2] T. Banhazi, H. Lehr, J. Black, H. Crabtree, P. Schofield, M. Tscharke, and D. Berckmans, "Precision Livestock Farming : an International Review of Scientific and Commercial Aspects," *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, Vol. 5, No. 3, pp. 1-9, 2012.
- [3] Y. Chung, H. Kim, H. Lee, D. Park, T. Jeon, and H. Chang, "A Cost-Effective Pigsty Monitoring System based on a Video Sensor," *TIIS*, Vol. 8, No. 4, pp. 1481-1498, 2014.
- [4] B. Shao and H. Xin, "A real-time computer vision assessment and control of thermal comfort for group-housed pigs," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 62, pp. 15-21, 2008.
- [5] S. Zuo, L. Jin, Y. Chung, and D. Park, "An Index Algorithm for Tracking Pigs in Pigsty," *Proc. of ICITMS*, 2014.
- [6] Y. Chung, S. Oh, J. Lee, D. Park, H. Chang, and S. Kim, "Automatic Detection and Recognition of Pig Wasting Diseases using Sound Data in Audio Surveillance System," *Sensors*, Vol. 13, No. 10, pp. 12929-12942, 2013.
- [7] M. Ahad, "Motion History Images for Action Recognition and Understanding," *SpringerBriefs in Computer Science*, pp.31-76, 2013.
- [8] J. Davis "Hierarchical Motion History Images for Recognizing Human Motion," *Proc. Of IEEE Workshop on Detection and Recognition of Events in Video*, pp.39-46, 2001.
- [9] A. Bobick and J. Davis, "The Recognition of Human Movement using Temporal Templates," *IEEE PAMI*, Vol. 23, No. 3, pp. 257-267. 2001.
- [10] Y. Chung, D. Choi, H. Choi, D. Park, H. Chang, and S. Kim, "Automated Detection of Cattle Mounting using Side-View Camera," *TIIS*, Vol. 9, No. 8, 2015.