

A/V 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템

오승근*, 인경준*, 정용화*, 장홍희**, 박대희*

*고려대학교 컴퓨터정보학과

**경상대학교 축산학과

e-mail:gmo85@korea.ac.kr

A Real-time Pigsty Monitoring System Based on Audio/Visual Sensors

Seunggeun Oh*, Kyeongjun In*, Yongwha Chung*, Hong-Hee Chang**, Daihee Park*

*Dept of Computer Information Science, Korea University

**Dept of Animal Science, Gyeongsang National University

요 약

어미로부터 생후 21일령(또는 28일령)에 젖을 때는 어린 자돈들은 면역력이 약하여 통상 폐사율이 30~40%까지 치솟는 등 자돈 관리가 국내 양돈 농가의 가장 큰 문제 중 하나로 인식되고 있다. 본 논문에서는 이러한 양돈 농가의 문제를 해결하기 위하여 자돈사(새끼돼지 축사)에 카메라와 마이크를 설치하고 획득된 영상과 소리 정보를 이용하여 자돈들을 모니터링하는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 실시간으로 유입되는 영상과 소리 스트림 데이터로부터 각각 움직임 벡터와 평균 피치 값을 추출하여 이미 설정된 정상 상황의 임계치 값을 넘는 순간부터를 불특정 이상 상황이라 판단한다. 실제, 경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 A/V 센서 기반의 실험 환경을 구축하고 2012년 6월 한 달간의 이 유자돈 돈사의 모니터링 데이터 셋을 취득하였고 전반기 15일간의 데이터 셋을 이용하여 자돈사 모니터링 시스템의 프로토타입을 설계·구현하였으며 후반기 15일간의 A/V 스트림 데이터로는 검증 실험을 수행하였다.

1. 서론

최근 IT 기술이 급속하게 발전함에 따라 IT 기술과 농·축산업과의 융합 기술(Computers and Electronics in Agriculture)이라는 새로운 연구 분야가 선진 외국을 중심으로 활발하게 진행되고 있다[1-4]. IT 농·축산 융합 기술은 이미 돈사 모니터링 연구 분야에서도 다양한 형태로 발견된다[1-3]. Kruse 등[1]은 젖을 생산하는 모돈에 온도 센서를 장착하고 하루 동안 마시는 물의 양을 측정하여 모돈의 질병 유무를 탐지하는 방법을 제안하였으며, Guarino 등[2]은 돈사 내에 설치한 소리 센서로부터 돼지의 호흡기 질병을 탐지하는 시스템을 제안하였다. 또한 Ostensen 등[3]은 암돼지에 RFID 태그를 장착하여, 스타페지를 방문하는 횟수를 수집하고 이를 분석하여 암돼지의 발정기를 탐지하는 시스템을 소개하였다.

이와 같이 현재까지 제안된 대부분의 돈사 모니터링 시스템들은 미리 설정한 특정 이벤트를 탐지하는 특수 목적의 모니터링 시스템이라 볼 수 있다. IT기반의 모니터링 시스템은 다양한 센서로부터 정보를 종합·분석하여 정상적인 상황에서 벗어나는 불특정 비정상 상황들을 자동으로 탐지하는 시스템으로 정의 할 수 있다. 결국, 모니

터링 시스템의 정의를 충실히 고려하여 돈사 내의 특정 단일 이벤트가 아닌 실제 발생하는 모든 비정상 상황들을 탐지하는 연구가 바람직하다.

본 논문에서는 영상 및 소리 센서 환경에서 돈사 내의 불특정 다수의 비정상 상황 탐지에 관한 연구를 대상으로 한다. 제안된 시스템은 실시간으로 유입되는 영상과 소리 스트림 데이터로부터 각각 움직임 벡터와 평균 피치 값을 추출하여 이미 설정된 정상 상황의 임계치 값을 넘는 순간부터를 불특정 이상 상황이라 판단하는 실시간 돈사 모니터링 시스템이다. 실제, 경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 A/V 센서 기반의 실험 환경을 구축하고 2012년 6월 한 달간의 이 유자돈 돈사의 모니터링 데이터 셋을 취득하였다. 취득한 전반기 15일간의 데이터 셋을 이용하여 본 논문에서 제안하는 A/V 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템의 프로토타입을 설계·구현하였으며, 후반기 15일간의 A/V 스트림 데이터로 검증 실험을 수행하였다.

2. A/V 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템

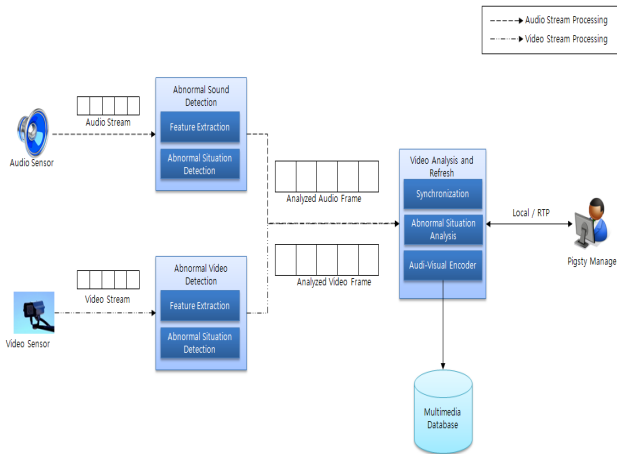
본 논문에서 제안하는 A/V 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템의 구조는 그림 1과 같다. 이는 비정상 오디오 탐지 모듈과 비정상 비디오 탐지모듈, 그리고 동영상 분석 및 재구성 모듈로 구성된다. 각 모듈의 기능은 다음과 같다. 1) 비정상 오디오 탐지 모듈에서는 1초 단위로

1) 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2012R1A1A2043679)

오디오 정보의 기본 주기인 피치(pitch)의 평균값을 추출하여, 정상 범위의 임계값과 비교하여 비정상 상황 유무를 판별한다. 2) 비정상 비디오 탐지 모듈에서는 1초 단위의 스트림에 존재하는 프레임으로부터 평균 움직임량을 추출하여, 정상 범위의 임계값과 비교하여 비정상 상황을 판별한다. 3) 동영상 분석 및 재구성 모듈은 비정상 오디오 및 비디오 탐지 모듈의 결과를 종합 분석하여 비정상 상황이 탐지됐을 경우 관리자에게 즉각적인 알람 경고와 함께 관련된 이벤트 유형 정보를 제공한다. 또한 해당 스트림 데이터로부터 메타데이터 추출하고 압축된 동영상 파일을 멀티미디어 데이터베이스에 저장한다.



(그림 2) 실험환경이 갖춰진 자돈사의 모습



(그림 1) A/V 센서 기반 실시간 돈사 모니터링 시스템의 전체 구성도

전반기 15일간의 실제 돈사의 영상 및 소리 데이터 셋을 분석한 결과는 다음과 같다: 비디오 스트림은 정상이나 오디오 피치 그래프의 평균값이 1400이상이라면, 돈사 내 이유자돈들이 스트레스를 받는 상황이거나 호흡기 질환과 같은 질병을 의심해볼 수 있다. 또한 비디오 스트림은 정상이나 오디오 피치 그래프의 평균값이 500~1400Hz라면 카메라 사각 지대에서 발생하는 집단 패닉을 의심해볼 수 있다. 그리고 비디오 스트림에서만 비정상 상황이 탐지됐을 경우는 이유자돈들의 갑작스런 흥분으로 인한 움직임 벡터의 급상승 등을 의심할 수 있다. 마지막으로 오디오 스트림과 비디오 스트림 모두에서 비정상 상황이 나타났을 경우는 돈사 내 낯선 사람이 침입하였거나 이유자돈간의 괴롭힘 등으로 인한 스트레스를 의심해볼 수 있다. 이상의 분석 내용을 표 1에 정리하였다.

3. 시스템 구현 및 실험 결과

경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 A/V 센서 기반의 실험 환경을 구축하고 2012년 6월 한 달간의 이유자돈 돈사 모니터링 데이터를 취득하였다(그림 2 참조). 취득한 전반기 15일간의 실제 돈사의 영상 및 소리 데이터 셋을 이용하여 본 논문에서 제안하는 A/V 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템의 프로토타입을 설계·구현하였으며, 후반기 15일간의 스트림 데이터로 검증 실험을 수행하였다.

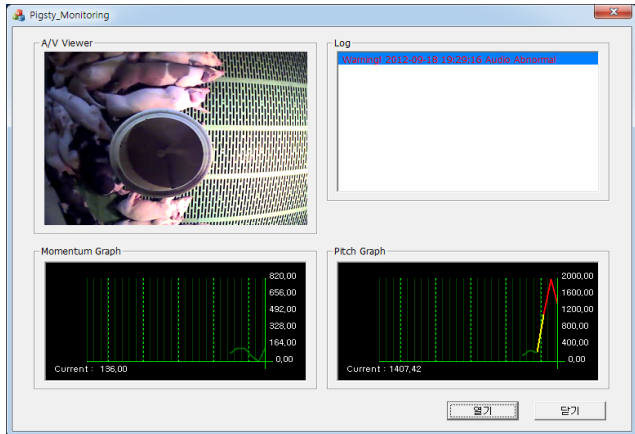
오디오 스트림 데이터로부터 피치 값을 추출하기 위해서는 오픈소스 라이브러리인 FMOD[5]를 사용하였으며, sample rate 44.1 KHz와 16비트의 bit rate로 소리 기반의 비정상 상황을 탐지하였다. 비디오 스트림 데이터에서 움직임 벡터를 추출하기 위해서는 실시간 처리로 널리 사용되는 LK(Lukas-Kanade) 알고리즘[6-7]을 이용하였다. 이때, 영상 프레임의 해상도는 원본 사이즈인 600×480을 그대로 사용하였으며, LK알고리즘의 움직임 벡터 추정 블록 크기는 3×3 픽셀이 하나의 블록을 이루도록 설정하였다.

<표 1> 오디오와 비디오 동기화에 따른 이벤트 분석

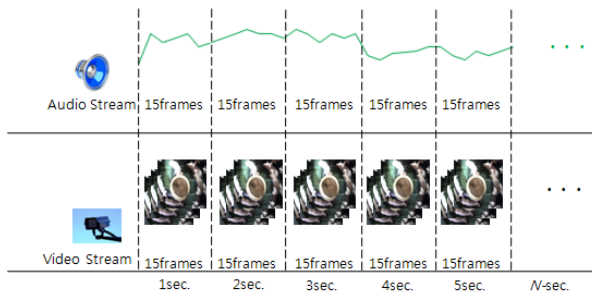
Event Type (Suspected Event) \ Data Type	Pitch	Motion Vector Momentum
Only Audio (Stress or Disease)	Over 1400Hz	Normal
Only Audio (Blind Spot Panic)	500~1400Hz	Normal
Only Video (Frenzy or Panic)	Normal	Over 300
Both Audio and Video (Invader(Group Panic) or Bully)	Over 1400Hz	Over 300

구현된 A/V 센서 기반 실시간 돈사 모니터링 시스템의 관리자를 위한 사용자 인터페이스는 그림 3과 같다. 먼저, 관리자는 실시간으로 들어오는 오디오 스트림과 영상 스트림을 A/V viewer에서 동영상으로 확인할 수 있으며, 오디오 정보의 평균 피치값의 변화와 영상정보의 움직임 벡

터 값을 그래프의 형태로 실시간 모니터링을 할 수 있다. 비정상 상황이 발생했을 경우는 알람 경고와 함께 해당 비정상 상황의 유형정보를 로그 형태로 제공하며, 빨간 색의 경고성 그래프의 형태로 시각적 효과를 도모하였다. 이때, 오디오와 비디오의 시간차로 인한 정보의 왜곡 현상을 피하기 위해서는 타임스탬프를 이용한 오디오와 비디오간의 동기화가 필요하다. 즉, 그림 4와 같이 초당 발생하는 프레임을 오디오와 비디오에서 모두 15프레임으로 설정하고 각 프레임의 생성 시간을 기록한 타임스탬프를 매칭하여 같은 시간에 발생한 스트림들을 동기화한다.



(그림 3) A/V 센서 기반 돈사 모니터링 시스템의 사용자 인터페이스



(그림 4) 오디오와 비디오의 동기화

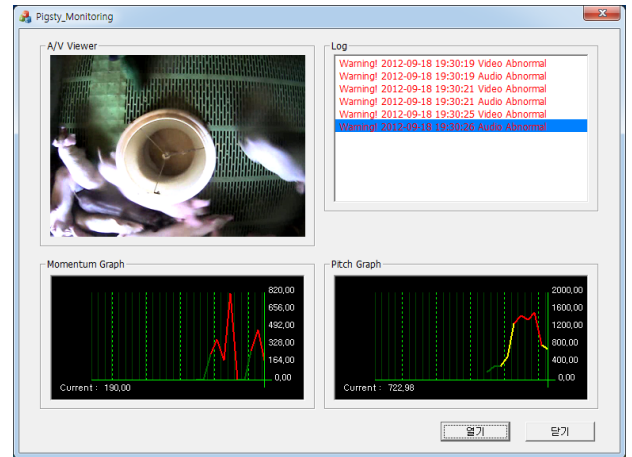
A/V 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템의 프로토타입 시스템을 후반기 15일간의 스트림 데이터로 검증 실험한 결과는 다음과 같다. 전체 스트림 데이터 중 약 20%가 비정상 상황으로 탐지되었으며, 탐지된 상황은 다음의 네 가지 유형으로 분류하여 분석하였다.

1) 오디오에서만 비정상 상황이 탐지되고 평균 피치가 1400이상인 경우: 돈사 내 이용자돈들의 움직임은 정상이지만 높은 피치 값이 탐지된 경우로써 돈사내의 암모니아 가스에 의한 단순 기침이거나 호흡기 질환으로 인해 발생한 진성 기침 소리로 의심되는 상황이다. 따라서 즉각적인 관리자의 주의가 요구된다.

2) 오디오에서만 이상 피치값이 탐지되었으나, 500~1400Hz로 다소 낮은 경우: 돈사 내 이용자돈들의 움직임이 정상이고 오디오 스트림 또한 위험할 정도의 피치 값은 아닌 경우로써 영상의 사각 지대에서 개체간의 괴롭힘 등으로 인하여 발생한 집단 패닉의 발소리로 확인된 상황이다.

3) 비디오에서만 비정상 상황이 탐지된 경우: 돈사내의 피치 값은 정상이고 움직임 량이 300이상으로 높은 경우이다. 움직임 량이 갑작스럽게 증가했지만 높은 피치값이 발견되지 않은 것으로 보아 활동시간 때 자주 발생하는 개체간의 괴롭힘으로 예측된다.

4) 오디오와 비디오 스트림 모두에서 비정상 상황이 탐지된 경우: 그림 5와 같이 오디오와 비디오 스트림 모두에서 비정상 상황이 탐지된 경우로써 돈사 청소를 위하여 관리자가 돈사에 출입하였음을 확인하였다.



(그림 5) 관리자를 위한 사용자 인터페이스 (오디오와 비디오 스트림 모두에서 비정상 상황이 탐지된 경우)

4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 실시간으로 유입되는 영상과 소리 스트림 데이터로부터 각각 움직임 벡터와 평균 피치 값을 추출하여 이미 설정된 정상 상황의 임계치 값을 넘는 순간부터를 불특정 이상 상황이라 판단하는 실시간 돈사 모니터링 시스템을 제안하였다. 실제, 경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 A/V 센서 기반의 실험 환경을 구축하고 2012년 6월 한 달간의 이용자돈 돈사의 모니터링 데이터셋을 취득하였으며 전반기 15일간의 데이터 셋을 이용하여 A/V 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템의 프로토타입을 설계·구현하였고 후반기 15일간의 A/V 스트림 데이터로는 검증 실험을 수행하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안한 프로토타입 시스템을 실세계에서 구현·운용하고자 한다.

참고문헌

- [1] S. Kruse, I. Traulsen, J. Salau, J. Krieter, "A Note on Using Wavelete Analysis for Disease Detection in Lactating Sows," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 77, no, 1, pp. 105-109, 2011.
- [2] M. Guarino, P. Jans, A. Costa, J.-M. Aerts, D. Berckmans, "Field Test of Algorithm for Automatic Cough Detection in Pig House," Computers and Electrnocs in Agriculture, vol. 62, no. 1, pp. 22-28, 2008.
- [3] T. Ostensen, C. Cornou, A.R. Kristensen, "Detecting Oestrus by Monitoring Sows' Visit to A Boar," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 74, no. 1, pp. 51-58, 2010.
- [4] B. Roberta, B. J. Whitea, D.B. Renterb, R.L. Larsona, "Evaluation of Three-Dimensional Accelerometers to Monitor and Classify Behavior in Cattle," Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 76, No.1-2, pp. 80-84, 2009.
- [5] <http://www.fmod.org/>
- [6] Z. Gosiewski, J. Ciesluk, L. Ambroziak, "Vison Based Obstacle Avoidnace for Unmanned Aerial Vehicles," 2011 4th International Congress on Image and Signal Processing, vol. 4, pp. 2020-2025, 2011.
- [7] S.S. Beauchemin, J.L. Barron, "The Computation of Optical Flow," ACM Computing Surveys, vol. 27, no. 3, pp. 433-467, 1995.