

# 비디오 센서 기반의 실시간 돈사 온도제어 시스템

최동휘, 김혜련, 김희곤, 정용화, 박대희  
고려대학교 컴퓨터정보학과  
e-mail: dongwhee@korea.ac.kr

## A Real-Time Pigsty Thermal Control System Based on a Video Sensor

Dongwhee Choi, Haelyeon Kim, Heegon Kim, Yongwha Chung, Daihee Park  
Dept. of Computer Information Science, Korea University

### 요 약

어미로부터 생후 21일령 또는 28일령에 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 자돈사에 비디오 카메라를 설치하고 획득된 영상 정보를 이용하여 자돈들을 관리하는 시스템을 제안한다. 특히 제안된 시스템은 실시간으로 유입되는 영상 스트림 데이터로부터 움직임 여부를 신속히 판단하고, 움직임이 없는 경우(수면 또는 휴식)에 바닥면적 중 자돈들이 차지하지 않은 부분의 면적을 추출하여 수면 또는 휴식 중 자돈들의 밀집 여부를 판단한다. 즉, 카메라를 이용하여 과도하게 밀집된 경우 온도를 올려주고 반대의 경우 온도를 낮춰주는 온도제어 시스템을 설계할 수 있다. 실제, 경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 비디오 센서 기반의 실험 환경을 구축하고 자돈사 감시 데이터 셋을 취득하였고, 이를 이용하여 제안된 자돈사 관리 시스템의 프로토타입을 개발하였다.

### 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]. 예를 들어, Kruse 등 [1]은 젖을 생산하는 모돈에 온도센서를 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, 슷돼지를 방문하는 횟수를 수집하고 이를 분석하여 암돼지의 발정기를 탐지하는 시스템을 소개하였다.

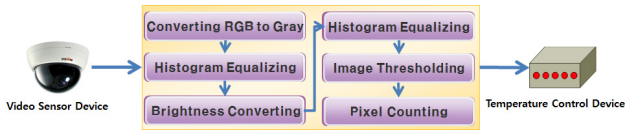
반면, 밀집 사육을 하는 국내에서는 이러한 기술의 적용이 더욱 필요함에도 양돈 농가의 영세성으로 이와 같은 IT 기술을 활용한 사례가 보고되지 않고 있는 실정이다. 예를 들어, 경상남도 진주에 위치한 2만두 규모의 한 양돈 농가에 관리인은 10명(관리인당 2,000두)에 불과하고, 또 다른 5천두 규모 농가에는 2명의 관리인(관리인당 2,500두)만 있는 실정으로, 돼지에 대한 세밀한 관찰/관리가 사실상 불가능한 상황이다. 또한, 자돈들이 배출하는 분뇨 등의 요인에 의해서 자돈들의 실제 체감온도는 돈사 내에서 센서로 수집한 온도와 차이가 발생하게 된다. 이러한 상황의 사육환경에서 자돈들의 체감 온도를 일일이

확인하여 실시간으로 적절한 온도로 조절하는 것은 쉽지 않은 문제이다[5].

본 논문에서는 비디오 센서 기반의 돈사 환경에서 자돈들의 실제 체감온도를 탐지하여 돈사내의 온도를 제어하는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 실시간으로 유입되는 영상 스트림 데이터로부터 색상 정보 히스토그램을 이용하여 자돈들이 존재하는 영역을 추출하고, 전체 영상 영역에서 자돈들이 차지하는 영역을 제외함으로써 바닥의 면적을 계산한다. 특히, 바닥의 면적이 설정된 임계값을 넘어서는 경우는 자돈들의 체감온도가 낮아 서로 겹쳐 수면을 하는 상태로 볼 수 있고, 이러한 정보를 온도제어 시스템과 연계하여 자돈들에게 최적의 온도를 제공할 수 있다. 실제 경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 비디오 센서 기반의 실험 환경을 구축하고, 획득한 데이터 셋을 이용하여 본 논문에서 제안하는 돈사 관리 시스템의 프로토타입을 설계 및 구현하였다.

### 2. 비디오 센서 기반의 실시간 온도제어 시스템

본 논문에서 제안하는 비디오 센서 기반의 실시간 돈사 모니터링 시스템의 구조는 그림 1과 같다. 이는 스트림으로 입력되는 비디오 데이터에서 바닥의 면적에 따라 자돈들의 분포상태를 결정하는 모듈과 이 정보를 기반으로 돈사 내부의 온도를 제어하는 모듈로 구성된다.



(그림 1) 비디오 센서 기반의 실시간 돈사 온도제어 시스템의 전체 구성도

자돈들의 분포상태를 결정하는 모듈에서는 비디오 센서에서 돈사 내부 영상을 스트림으로 받아와 자돈영역을 추출하게 된다. 전체 영상 영역에서 자돈의 영역을 제외하여 바닥의 면적을 계산할 수 있고, 이를 바탕으로 자돈의 분포 상태를 결정할 수 있게 된다. 자돈의 영역을 추출하기 위해 단순 색상추출이나 단순 이진변환을 수행할 경우, 돈사 내 조명으로 발생하는 그림자 등의 외부 요인으로 인하여 정상적인 자돈의 영역이 추출되지 않게 되거나 일부 영역의 자돈은 추출이 되지 않는다. 실험에 쓰인 영상의 경우에는 조명으로 발생하는 사료통의 그림자 때문에 그 영역에 존재하는 자돈들은 추출이 되지 않는다. 또한, 돈사 바닥에는 자돈들의 분뇨를 배출하기 위한 구멍들이 다수 존재하는데, 단순 이진변환을 수행할 경우 이러한 구멍들 또한 추출되기 때문에 정확한 바닥의 넓이를 구할 수 없게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 색상 정보 히스토그램을 이용하여 밝기 성분을 추출하고 평준화를 하여 그림자가 발생된 영역의 자돈을 추출 가능하도록 하였고, 영상 팽창 및 침식을 반복하여 돈사 바닥에 존재하는 구멍들을 제거 하여 바닥 면적 넓이의 오차를 최소화 하였다.

온도를 제어하는 모듈에서는 앞의 모듈에서 얻은 정보를 기반으로 돈사내의 온도를 재설정한다. 기존의 돈사에 설치된 온도센서 기반의 온도제어 시스템의 경우에는 자돈들의 실제 체감 온도를 반영하지 못하지만, 제안된 시스템은 자돈들의 실제 체감온도를 반영하기 때문에 자돈들에게 더 쾌적한 환경을 제공하게 된다.

본 논문에서는 대부분의 자돈들이 수면을 취하는 야간 영상 중에서 자돈들이 추위를 느끼고 겹쳐 수면을 취하는 1000장 프레임의 영상(40초)과 추위를 덜 느끼고 겹치지 않고 수면을 하는 1000장 프레임의 영상(40초)에서 자돈들의 분포상태를 결정하였다.

### 3. 시스템 구현

제안된 시스템을 구현하기 위하여, 경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 비디오 센서 기반의 실험 환경을 구축하고 자돈 22두에 대한 돈사 감시 데이터를 취득하였다(그림 2 참조).

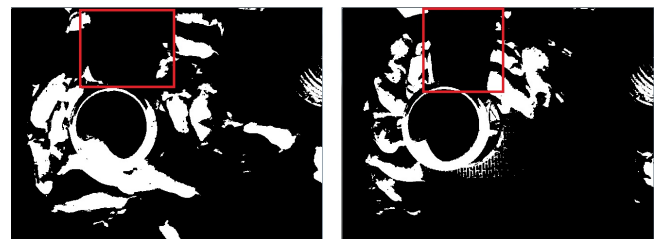


(그림 2) 실험 환경이 갖춰진 자돈사의 모습

획득한 영상(그림 3)에서 자돈과 돈사 바닥을 분리하고 밀집도를 검출하기 위해, 먼저 획득한 영상을 그레이 값으로 변환하였다. 변환된 영상은 임계값을 기준으로 단순 이진화 작업을 하게 될 경우, 돈사 내부의 조명 및 측창을 통해 들어오는 자연광에 의한 명암의 차이로 인해 객체가 검출되지 않는 영역이 발생하게 된다(그림 4).



(a) 퍼져있는 돈사영상 (b) 밀집해있는 돈사영상  
(그림 3) 자돈의 밀집도 실험을 위한 영상 데이터

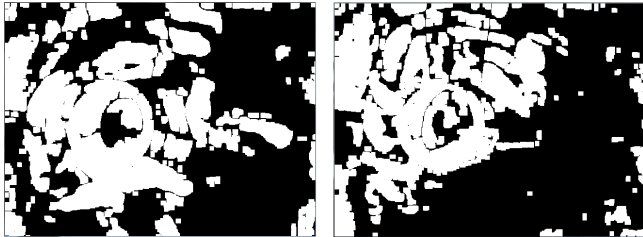


(그림 4) 이진화 영상 전처리 실시 후 영상

이러한 문제를 해결하기 위해서 그레이 값으로 변환 후 각 픽셀에 대한 히스토그램 값을 통해 밝기 값을 조절하였다[6]. 밝기 값이 조절된 영상은 이진화 작업을 통해 자돈들의 밀집도를 검출할 수 있게 한다. 그러나 그레이 값으로 변화시킨 프레임에 대한 히스토그램 평준화 작업만을 수행하게 되면 그늘진 부분과 밝은 부분에 대한 밝기의 평균화가 이루어지지 않아, 검출에 있어서 또 다시 오분류가 발생하게 되고 추가적인 데이터 보정이 필요하게 된다.

본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위하여 밝기 값을 조절하고 이진화하는 세 단계를 거치게 된다. 먼저 히스토그램 평준화를 실시한 후 각 픽셀과 실험적으로 얻은

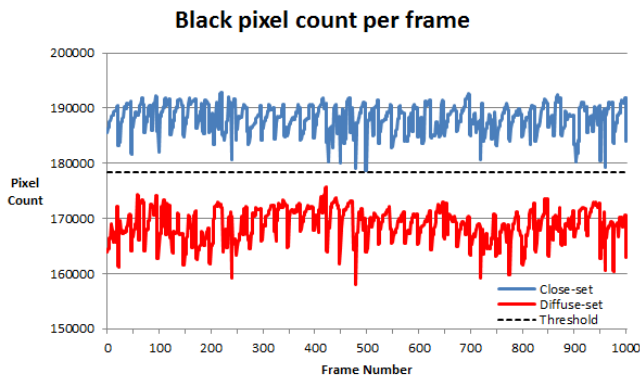
임계값 사이의 픽셀 비교연산을 수행한다. 그 후에 밝기 값이 최소 임계값보다 큰 경우 밝기 값을 감소, 밝기 값이 작은 경우 밝기 값을 증가시켜 부분적으로 밝기를 변화시킨다. 다시 전체 픽셀에 대한 히스토그램 평균화를 통하여 조명의 평균화를 수행한 영상 처리 결과에 침식과 팽창 연산을 적용하면 바닥의 구멍 때문에 발생한 오차를 해결 할 수 있다. 이러한 전처리 과정을 거친 영상 데이터는 이진화를 통하여 그림 5와 같이 흰색으로 분류된 자돈 객체를 구분할 수 있게 된다.



(그림 5) 밝기 값 평균화 전처리 과정을 거친 후 이진화를 통하여 검출된 돼지 객체

#### 4. 실험 결과

실험은 해상도 640×480, 초당 25 프레임의 자돈들의 수면 영상 두 종류(그림 3 (a),(b) 참조)를 사용하여 진행하였고, 바닥 면적은 이진화 된 영상에서 검은색으로 표시되는 픽셀의 양으로 계산하였다. 임계값은 두 영상 바닥 면적 값의 평균으로 계산할 수 있다.



(그림 6) 영상에서 검출된 바닥의 면적 비교

그림 6은 영상에서 검출된 바닥의 면적을 비교하는 실험 결과를 보여준다. 그림 6을 보면 자돈들이 밀집되어 있는 영상(Close-set)의 바닥 면적이 그렇지 않은 영상(Diffuse-set)의 바닥 면적과 확연한 차이가 있음을 알 수 있었고, 이를 토대로 임계값을 계산할 수 있었다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 실시간으로 유입되는 영상 스트림 데이터로부터 움직임 여부를 신속히 판단하고, 움직임이 없는 경우에 수면 또는 휴식중 자돈들의 밀집 여부를 판단하는 실시간 돈사 관리 시스템을 제안하였다. 실제, 경상남도 함양군의 한 돼지 농장에 비디오 센서 기반의 실험 환경을 구축하고 2012년 6월 한 달간의 자돈사 감시 데이터셋을 취득하였으며 이를 이용하여 비디오 센서 기반의 실시간 돈사 관리 시스템의 프로토타입을 설계 및 구현하였다. 실험 결과, 자돈들의 밀집 여부를 실시간으로 파악할 수 있고, 이를 온도제어 시스템과 연계하여 자돈들에게 최적의 온도를 제공할 수 있음을 확인하였다.

#### 감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(No. 2012R1A1A2043679)

#### 참고문헌

- [1] S. Kruse, I. Traulsen, J. Salau, and J. Krieter, "A Note on Using Wavelet 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. Aerts, and D. Berckmans, "Field Test of Algorithm for Automatic Cough Detection in Pig Houses," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 62, No. 1, pp. 22-28, 2008.
- [3] T. Ostensen, C. Cornou, and A. Kristensen, "Detecting Oestrus by Monitoring Sows' Visits to A Boar," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 74, No. 1, pp. 51-58, 2010.
- [4] B. Roberta, B. Whitea, D. Renterb, and R. Larsona, "Evaluation of Three-Dimensional Accelerometers to Monitor and Classify Behavior Patterns in Cattle," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 67, No. 1-2, pp. 80-84, 2009.
- [5] 황정환, 이명훈, 주휘동, 이호철, 강현중, 여현 "유비쿼터스 농업환경에서의 돈사 통합관리 시스템 구현," 한국통신학회논문지, 제35권 제2호, pp. 252-262, 2010.
- [6] 허진경, 김종민, "조명 변화에 강한 물체인식에 관한 연구," 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, Vol. 5, No. 2, pp. 58-63, 2009.