

# 깊이 정보를 이용한 돈사 내 겹침 돼지 탐지

이한해솔\*, 최윤창\*, 사재원\*, 정용화\*, 박대희\*, 김학재\*\*

\*고려대학교 컴퓨터융합소프트웨어학과

\*\*클래스엑트

e-mail : maxsoribada@korea.ac.kr

## Detection of Occluding Pigs Using Depth Information in a Pigsty

Han-Hae-Sol Lee\*, Yunchang Choi\*, Jaewon Sa\*, Youngwha Chung\*, Daihee Park\*,  
and Hakjae Kim\*\*

\*Dept. of Computer Convergence Software, Korea University

\*\*ClassAct, Co., Ltd.

### 요 약

최근 돼지의 상태 및 행동을 분석하기 위하여 카메라를 이용한 돈사 내 돼지에 대한 감시 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 대부분의 국내 돈사는 돼지를 밀집 사육하는 방식이기 때문에 돼지의 겹침이 빈번하게 발생한다. 돼지들 간 겹침이 발생하게 되면 한 마리의 돼지로 인식하는 문제가 있기 때문에 개별 돼지의 탐지 및 추적이 불가능하다. 본 논문에서는 깊이 정보 영상을 이용하여 겹침 돼지를 탐지하고 개별 돼지로 특정 하는 방법을 제안한다. 즉, 임계 값을 설정하여 돼지와 배경을 분리함으로써 돼지들의 영역을 탐지하고, 탐지된 돼지들의 영역 크기를 비교하여 겹침 돼지를 탐지한다. 이후 탐지된 겹침 돼지의 깊이 정보를 이용하여 겹침 돼지를 두 마리의 돼지로 특정한다. 실험 결과, 겹침 돼지를 탐지하였고 탐지된 겹침 돼지에 대하여 각각 서 있는 돼지와 누워 있는 돼지로 특정 하였다.

### 1. 서론

현재 대부분의 국내 양돈 농가에서 다수의 돼지들은 밀집한 공간에서 사육된다. 이러한 밀집 사육 환경은 돼지들의 스트레스를 유발하며, 이에 따라 면역력이 약화된 돼지들은 구제역과 같은 전염병 확산에 취약하다. 이러한 피해를 막기 위해 양돈 농가에서는 개별 돼지들에 대한 세밀한 관리가 요구된다. 그러나 국내 농가의 환경은 관리자 1 명당 약 2,000 두 이상의 돼지들을 직접 관리해야 하기 때문에 세밀한 관리가 어려운 실정이다[1].

최근까지 돈사 내 감시 카메라 환경에서 돼지를 관리하는 많은 연구가 보고되었다[2-5]. 그러나 감시 시스템 환경에서 개별 돼지 관리에 있어 여러가지 문제가 여전히 존재한다. 예를 들면, 밀집 사육 환경에서 돈사 내 개별 돼지들은 한 마리의 돼지가 다른 돼지 위로 올라타는 등의 겹침 상황이 빈번하게 발생한다. 이러한 문제로 인하여 돈사 내 돼지들에 대한 정확한 개별 식별은 매우 어렵다[6]. 따라서 돈사 내 돼지들의 정확한 개별 탐지 및 식별을 수행하기 위하여 돼지들 간 겹침 문제를 해결하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 수집된 깊이 정보 영상으로부터 돼지의 영역을 임계 값으로 설정하여 겹침 돼지를 탐지하는 방법을 제안한다. 즉, 탐지된 겹침 돼지 중에서 아래에 있는 돼지와 위에 있는 돼지의 깊이 정보 차이를 이용하여 겹침 돼지를 탐지하고, 탐지된 겹침 돼지에 대하여 겹침을 당한 돼지와 겹침을 발생시킨

돼지로 특정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 감시 카메라 환경에서 개별 돼지 관리에 관한 연구를 소개하고 3 장에서는 겹침 돼지 만을 탐지하는 방법과 탐지된 겹침 돼지를 다시 두 마리의 돼지로 특정하는 방법을 제안한다. 4 장에서는 제안된 방법을 이용하여 겹침 돼지 탐지의 결과를 보인다. 마지막으로, 5 장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 제안 방법

#### 2.1 전·배경 분리 및 노이즈 제거를 위한 전처리

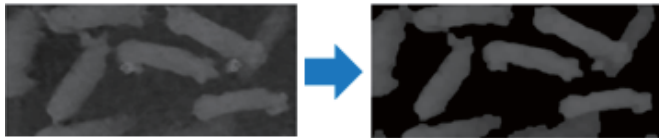
본 논문의 제안 방법에서는 돈사의 천장에 최근 Intel 에서 개발한 Intel RealSense D435 카메라를 설치하여 수집된 깊이 정보 영상을 이용한다. 먼저, 돈사 내에서 발생할 수 있는 겹침 돼지의 정확한 탐지를 위하여 깊이 정보 영상에서의 전·배경 분리 및 잡음을 제거하는 전처리가 요구된다. 그림 1 은 겹침 돼지 탐지를 위한 전처리 과정을 보여준다. 깊이 정보 카메라로부터 획득된 깊이 정보 영상에서 돼지와 관계 없는 영역을 제거하기 위해 그림 1(a)와 같이 관심 영역(ROI)을 설정한다. 이후 ROI 가 설정된 깊이 정보 영상에서 시공간 보간 기법[7]을 이용함으로써 깊이 정보 영상에서 발생하는 노이즈들을 보간한다.

마지막으로 배경과 돼지 객체들을 분리하기 위하여 누워 있는 돼지의 깊이 정보와 바닥의 깊이 정보의

중간 값으로 임계 값을 설정한다. 설정된 임계 값을 이용하여 ROI 영상에서 배경에 해당되는 바닥의 깊이 정보를 제거함으로써 그림 1(b)와 같이 돼지 객체가 탐지된 영상이 도출된다.



(a) 하나의 돈방 만을 포함하는 ROI 설정



(b) 돈사 내 돼지 객체 탐지

(그림 1) 겹침 돼지 탐지를 위한 전처리

## 2.2 겹침 돼지 탐지 및 구분

돼지 객체 탐지 영상에서 겹침 돼지 만을 탐지하기 위해 겹침 돼지와 개별 돼지를 구분하는 기준이 필요하다. 돼지 간 겹침이 발생할 경우, 돼지의 몸통 일부가 겹치기 때문에 겹침이 발생하지 않은 영역보다 큰 값으로 측정된다. 따라서 임계 값을 한 마리 돼지의 영역 크기와 겹침 돼지의 영역 크기 사이의 평균 값으로 설정함으로써 겹침 돼지를 탐지 할 수 있다. 그림 2 는 깊이 정보 영상에서 깊이 정보의 임계 값을 이용한 겹침 돼지 탐지 영상을 보여준다.



(a) 전처리 영상

(b) 돼지 간 겹침 탐지

(그림 2) 겹침이 발생한 돼지의 탐지 영상

겹침 돼지를 탐지한 이후에 겹침 상황에 대하여 각각의 겹침 돼지는 두 가지의 경우로 분류될 수 있다. 첫 번째 경우로, 한 마리의 돼지 위로 다른 돼지가 넘어가는 경우이다. 두 번째 경우로, 한 마리 돼지의 머리가 다른 돼지 몸통의 일부분을 가리는 경우이다. 이 두 가지의 경우 모두 한 마리의 돼지가 누워 있고 다른 돼지는 서 있는 경우이다. 즉, 겹침 돼지 내 누워 있는 돼지와 서 있는 돼지는 명확한 깊이 정보 차이가 발생한다. 깊이 정보는 적외선 카메라로부터 객체까지의 거리를 수치로 표현하기 때문에, 이와 같이 높이 차가 발생한 두 영역은 서로 다른 깊이 정보로 표현된다. 따라서 겹침 상황의 두 돼지는 서로 다른 깊이 정보의 영역으로 구분 되고, 두 영역의 깊이 정보의 평균 값을 임계 값으로 설정한다. 이후 임계 값보다 작은 값의 돼지 영역을 제거하면 겹침을 발생시키는 돼지를 획득 할 수 있다. 이와 반대로, 임계 값보다 큰 값의 돼지 영역을 제거 하면 겹침을 당하는 돼지를 획득 할 수 있다. 다시 말해서, 깊이 정보의

임계 값을 통하여 영상 내 겹침 돼지들은 겹침을 당하는 돼지, 그리고 겹침을 발생시키는 돼지로 각각 구분될 수 있다. 그림 3 은 설정된 임계 값을 이용하여 겹침 돼지를 구분한 영상을 보여준다.



(a) 겹침을 당한 돼지

(b) 겹침을 발생시킨 돼지

(그림 3) 임계 값을 이용한 겹침 돼지 구분

## 3. 실험 결과

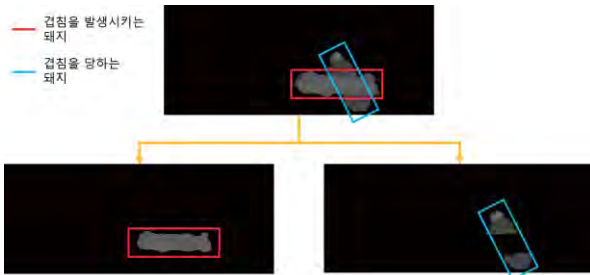
본 실험은 충북대학교의 실험 돈사에서 바닥으로부터 3.2m 높이의 천장에 Intel RealSense D435 카메라를 설치하여 약 10 분 분량의 깊이 정보 영상을 획득하였다. 깊이 정보 영상에는 총 9 마리의 돼지 (Duroc×Landrace×Yorkshire)를 포함하고, 깊이 정보 영상의 해상도는 1280×720 이며, 30 FPS(Frames per Second)의 프레임 속도를 가진다. 실험은 Intel Core i5-4690, 8GB RAM, 그리고 Visual Studio 2017, 영상 처리 라이브러리 OpenCV 3.4 의 환경에서 수행되었다.

수집된 깊이 정보 영상은 하나의 돈방 만을 포함하는 ROI 를 설정하였고, 시공간 보간 기법[7]을 사용하여 영상 내 노이즈를 제거하였다. 이후 모폴로지 기법을 사용하여 깊이 정보 영상의 돼지 객체의 크기를 조정하였다. 또한, 돼지 객체의 크기가 조정된 영상에서 Connected Component 를 이용하여 돼지 객체를 레이블링함으로써 돼지 객체 각각의 크기를 측정하였다. 여기서, 한 마리의 영역의 크기는 3100~3200 픽셀, 겹침이 발생한 영역의 크기는 4800~5100 픽셀로 각각 측정되었다. 따라서 두 영역의 평균값인 4050 을 임계 값으로 설정하였다. 깊이 정보 영상 내 돼지들의 영역의 크기가 설정된 임계 값을 넘는 경우 겹침 돼지로 탐지하였다.

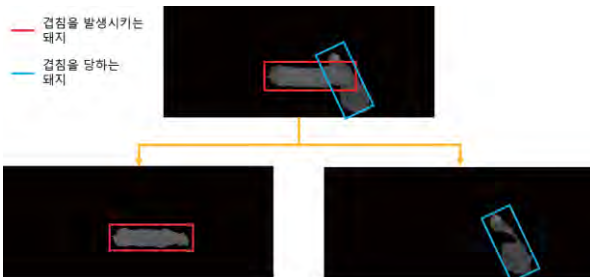
탐지된 겹침 돼지에서 서 있는 돼지의 깊이 정보는 78~89, 누워 있는 돼지의 경우 58~65 의 값으로 측정되었다. 따라서 서 있는 돼지의 최솟값 78 과 누워 있는 돼지의 최댓값 65 의 평균인 71.5 로 임계 값을 설정 하였다. 이후 탐지된 겹침 돼지에서 해당 돼지들의 깊이 정보가 임계 값을 넘는 경우, 겹침을 발생시키는 돼지로 구분하였고 임계 값을 넘지 않는 경우, 겹침을 당하는 돼지로 구분하였다.

본 논문에서 이용된 약 10 분 분량의 영상에서 누워 있는 돼지 위로 다른 돼지가 넘어가는 겹침 상황은 3 회, 누워 있는 돼지 위로 다른 돼지의 머리가 겹치는 겹침 상황은 12 회로, 총 15 회의 겹침 상황이 발생하였다. 본 논문의 제안 방법을 수행한 실험 결과, 총 15 회 발생한 겹침 돼지에 대하여 누워 있는 돼지 위로 다른 돼지가 넘어가는 3 회의 겹침 상황은 모두 정확히 탐지 및 구분하였다. 그림 4 는

3 회의 돼지 겹침 상황에서 제안 방법을 이용함으로써 겹침 돼지를 구분한 결과를 보여준다.



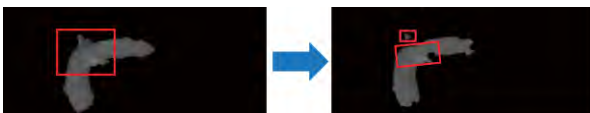
(a) 누워 있는 돼지 위로 다른 돼지가 넘어가는 경우



(b) 누워 있는 돼지 위로 다른 돼지의 머리가 겹치는 경우

(그림 4) 임계 값을 이용한 겹침 돼지 구분 결과

그러나 누워 있는 돼지 위로 다른 돼지의 머리가 겹치는 12 회의 겹침 상황 중 3 회에서는, 누워 있는 돼지의 깊이 정보와 다른 돼지의 머리에 대한 깊이 정보의 차이가 거의 없기 때문에 임계 값을 이용한 겹침 돼지 구분이 되지 않았다. 그림 5 는 깊이 정보의 차이 이슈로 인하여 돼지의 겹침 상황에 대한 겹침 상황 구분 실패 결과를 보여준다.



(그림 5) 깊이 정보로 인한 겹침 돼지의 구분 실패 결과

#### 4. 결론

본 논문에서는 감시 시스템에서 개별 돼지들을 관리하기 위하여 돈사 내 발생하는 겹침 돼지들에 대한 탐지 방법을 제안하였다. 먼저, 겹침 돼지의 영역의 크기와 깊이 정보를 이용하여 겹침 돼지를 탐지하였다. 이후 탐지한 겹침 돼지 사이의 깊이 정보를 분석하여 겹침 돼지를 구분할 수 있는 임계 값을 설정하였다. 마지막으로, 설정된 임계 값을 통하여 겹침을 발생 시킨 돼지와 겹침을 당한 돼지로 구분하였다.

실험 결과, 약 10 분 분량의 깊이 정보 영상에서 15 회의 겹침 돼지를 탐지 하였고, 돼지 사이의 15 회 겹침 상황 중 12 회 겹침 상황에 대하여 각각의 겹침 돼지의 경우로 구분하였다. 향후 연구로 본 논문에서 가정한 두 가지의 겹침 돼지 이외의 겹침 돼지에 대한 탐지와 구분을 수행한다면 돼지 감시 시스템에서

돈사 내 돼지를 효율적으로 탐지 및 식별을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2016 년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지역신산업선도인력양성사업(2016HID5A1910730)으로 수행된 연구결과임.

#### 참고문헌

- [1] M. Ju, Y. Choi, J. Seo, J. Sa, S. Lee, Y. Chung, and D. Park, "A Kinect-Based Segmentation of Touching-Pigs for Real-Time Monitoring," *Sensors*, Vol. 18, No. 6, pp. 1746, 2018.
- [2] Y. Chung, H. Kim, H. Lee, D. Park, T. Jeon, and H.-. H. Chang, "A Cost-Effective Pigsty Monitoring System Based on a Video Sensor," *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, Vol. 8, No. 4, pp. 1481-1498, 2014.
- [3] M. Oczak, K. Maschat, D. Berckmans, E. Vranken, and J. Baumgartner, "Automatic Estimation of Number of Piglets in a Pen during Farrowing, using Image Analysis," *Biosystems Engineering*, Vol. 151, pp. 81-89, 2016.
- [4] J. Lee, L. Jin, D. Park, and Y. Chung, "Automatic Recognition of Aggressive Pig Behaviors using Kinect Depth Sensor," *Sensors*, Vol. 16, pp. 631, 2016.
- [5] A. Nasirahmadi, O. Hensel, S. A. Edwards, and B. Sturm, "Automatic Detection of Mounting Behaviours among Pigs using Image Analysis," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 124, pp. 295-302, 2016.
- [6] 이한해술, 이희권, 김진성, 최윤창, 김희곤, 정용화, 박대회, 김학재, "깊이 정보를 이용한 깔린 돼지 탐지 및 분리," 2017 년도 한국멀티미디어학회 추계학술발표대회, pp. 813-815, 2017.
- [7] J. Kim, Y. Chung, Y. Choi, J. Sa, H. Kim, Y. Chung, D. Park, and H. Kim, "Depth-Based Detection of Standing-Pigs in Moving Noise Environments," *Sensors*, Vol. 17, No. 12, pp. 2757, 2017.