

돈사 내 고정 구조물에 의하여 가려진 돼지 탐지

신현준*, 최윤창*, 사재원*, 정용화*, 박대희*, 김학재**

*고려대학교 컴퓨터융합소프트웨어학과

** (주)클래스엑트

e-mail: shj1504@korea.ac.kr

Detection of Pigs Occluded by a Fixed Structure in a Pigsty

Hyunjun Shin*, Younchang Choi*, Jaewon Sa*, Yongwha Chung*,
Daihee Park*, and Hakjae Kim**

*Dept. of Computer Convergence Software, Korea University

**ClassAct Co., Ltd.

요 약

사람의 출입이 없는 폐쇄된 돈사에서 돼지에 대한 자동 감시 시스템에 관한 연구는 돼지의 움직임을 탐지 및 추적함으로써 돼지의 상태를 실시간으로 분석하기 위해 진행되고 있다. 그러나 돈사 내 감시 카메라를 통한 돼지의 움직임 탐지 및 추적은 여러 환경적/구조적인 제약으로 인하여 문제점이 발생한다. 특히, 돈사 내 사료통 등과 같은 고정 구조물에 의하여 돼지를 정확히 탐지할 수 없는 문제가 있다. 본 논문에서는 이러한 고정 구조물에 가려진 돼지 영역을 탐지하기 위하여 먼저 구조물의 영역을 설정 후 제거하고, 돼지의 가려진 영역을 가려지지 않은 영역 정보를 이용하여 보정하는 픽셀 보간 기법을 제안한다. 실험 결과, 구조물에 의하여 가려진 돼지의 영역이 적절히 보간되었고, 실시간으로 처리(평균 보간 수행 시간은 2~3 msec)됨을 확인하였다.

1. 서론

대다수의 국내 양돈 농가에서는 돼지들을 폐쇄되고 밀집한 공간에서 사육하고 있다. 이러한 환경은 돼지들에게 쉽게 악영향을 미칠 수 있으며 이는 돼지에게 스트레스 발생, 면역력 저하를 유발시켜 전염병 확산에 매우 취약하다. 이에 따라 양돈 농가의 경제적 손실을 줄이기 위하여 개별 돼지들에 대한 세밀한 관리와 빠른 대처가 요구된다. 그러나 국내 농가의 현실은 관리가 1명당 2,000두 이상의 돼지들을 관리해야하는 실정이므로 모든 개별 돼지에 대한 직접적이고 세밀한 관리는 불가능하다[1].

이러한 문제를 해결하기 위해 탑뷰(top-view)로 설치된 감시 카메라를 이용하여 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하기 위한 연구가 진행되고 있다[2-5]. 그러나 양돈 농가의 돈방 구조에 따라 돼지를 가릴 수 있는 구조물 영역이 발생하며, 이러한 구조물 영역에 돼지가 위치한다면 정확한 탐지가 불가능하다. 따라서 돼지의 정확한 탐지를 위하여 사료통 등 고정 구조물에 의해 가려진 돼지 영역을 보간하는 방법이 요구된다.

본 논문에서는 가려지지 않은 돼지 영역의 정보들을 이용함으로써 구조물에 가려진 돼지의 영역을 보정하는 픽셀 보간 방법을 제안한다. 즉, 구조물로부터 가려진 돼지의 영역에 대하여 가림 위치를 파악하고, 이에 해당하는 주변 영역에 대한 픽셀 값의 평균을 계산함으로써 돼지 영역을 보간한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 돈사 내 구조물에 가려진 돼지 영역에 대하여 돼지 픽셀 보간 기법 알고리즘을 제안하고 3장에서는 제안된 보간 기법을 이용하여 구조물에 가려진 돼지 영역의 보간 결과를 보인다. 마지막 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 제안 방법

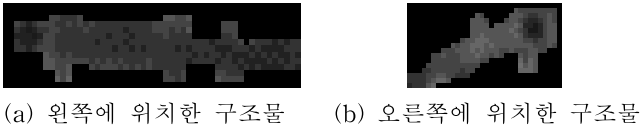
본 논문의 제안 방법에 이용되는 영상은 돈방의 천장에 최근 발매된 Intel RealSense D435 카메라를 설치하여 획득된다. 여기서, 햇빛, 조명, 그림자 등 여러 외부 방해 요소에 강인한 적외선 영상을 이용한다. 카메라로부터 획득된 적외선 영상 내에서 돼지와 관계없는 영역을 제거하기 위하여 관심 영역(ROI)을 설정한다. 그림 1은 적외선 영상에서 하나의 돈방만을 포함하는 ROI 영상을 보여준다. 이후 ROI 영상에서 구조물에 의하여 가려진 돼지 영역에 대하여 픽셀 보간 방법을 수행한다.



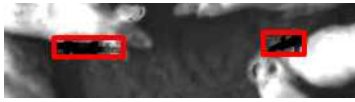
(그림 1) 적외선 영상에서의 ROI 설정

2.1 돈사 내 구조물 영역 설정

구조물에 가려진 돼지를 보간하기 위하여 구조물에 돼지가 얼마나 가려졌는지 판단할 기준이 필요하다. 따라서 돈방 내에서 돼지가 가려질 가능성이 있는 구조물의 영역이 설정되어야 한다. 먼저, 적외선 영상에서 구조물의 모양을 참고하여 구조물의 템플릿 영상을 생성한다. 이후 생성된 구조물 템플릿 영상을 원본 적외선 영상에서의 구조물 영역과 차영상 기법을 수행하여 돈방 내 구조물을 제거한다. 마지막으로 제거된 구조물 영역이 충분히 포함될 수 있도록 ROI를 수동으로 설정한다. 여기서 설정된 구조물의 ROI는 돈방 내에서 고정되어 있는 위치이기 때문에 해당 영역에서 지속적으로 돼지의 가려짐 여부를 판단할 수 있을 뿐만 아니라 가려진 돼지 영역에 대한 보간 방법을 수행할 수 있다. 그림 2는 구조물 템플릿과 차영상 기법을 적용하여 설정된 구조물 ROI를 보여준다.



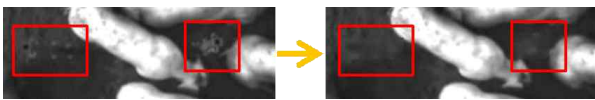
(a) 왼쪽에 위치한 구조물 (b) 오른쪽에 위치한 구조물



(c) 구조물 템플릿과의 차영상 기법 적용 및 ROI 설정
(그림 2) 구조물 ROI 설정

2.2 탐지된 돼지의 가림 영역 보간

2.1절에서 차영상 기법을 수행하여 설정된 구조물 ROI에 대하여 배경 혹은 돼지가 가려지는 등의 두 가지 경우를 고려하여 보간한다. 먼저, 구조물에 돼지가 가려지는 여부를 판단하기 위하여 구조물 ROI 내에 급격한 픽셀 변화 발생을 기준으로 배경 혹은 가려진 돼지를 보간한다. 구조물 ROI 내의 급격한 픽셀 변화의 발생을 파악하기 위하여 해당 ROI에서만 Canny edge detector[6]를 수행한다. 즉, 구조물 ROI 내에서 외곽선이 발생하지 않으면 이를 배경으로 판단하여 해당 ROI를 배경으로 보간하고, 그렇지 않으면 가려진 돼지로 판단하고 가림 영역을 보간한다. 구조물 ROI 내에 외곽선이 검출되지 않은 경우, 구조물 ROI 내에 미리 설정된 배경 픽셀 값으로 보간한다. 여기서 미리 정의된 배경 픽셀 값은 돈방에서 돼지가 위치하지 않은 위치의 바닥 픽셀 값을 이용하여 정의될 수 있다. 그림 3은 돼지가 구조물에 가려지지 않음으로 판단하여 배경 픽셀 값으로 보간한 영상을 보여준다.



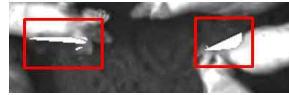
(그림 3) 구조물에 대한 배경 픽셀 보간

반대로, 구조물 ROI 내에 외곽선이 검출되면 급격한 픽셀 변화가 발생하였다고 판단함으로써 구조물에 가려진 돼지의 영역을 보간한다. 그림 4는 돼지가 구조물에 가려졌을 때 돼지의 가림 영역의 주변 픽셀들로 보간하는 방법을 보여준다.

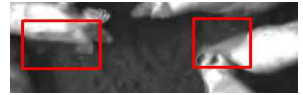


(a) 배경 픽셀 값 보간

(b) 가림 영역의 외곽선 검출



(c) 보간할 영역 탐지



(d) 가림 영역 보간 결과

(그림 4) 구조물에 의하여 가려진 돼지 영역의 보간

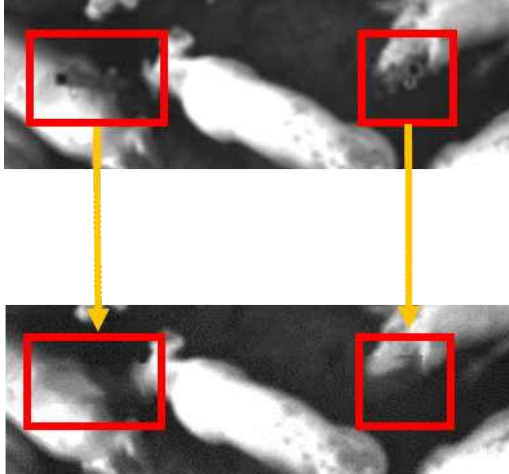
먼저, 그림 4(a)와 같이 구조물 ROI 내에 가려진 돼지가 없다고 가정하고 배경 픽셀 값으로 보간한다. 이후 Canny edge detector를 통하여 그림 4(b)와 같이 돼지의 외곽선이 검출되면, 검출된 좌표의 양 끝점을 연결한다. 구조물 ROI 내에 양 끝점을 연결함으로써 분리된 두 개의 영역 중에서 그림 4(c)와 같이 돼지에 가까운 영역을 보간할 영역으로 판단한다. 마지막으로, 보간할 영역에서 각 픽셀을 중심으로 8개의 주변 픽셀과 함께 평균 연산을 수행하여 그림 4(d)와 같이 가림 영역을 보간한다. 여기서, 주변 8개의 픽셀 중 배경 픽셀 값에 해당하는 픽셀은 평균 연산을 수행하지 않고 오직 돼지에 해당하는 픽셀만을 이용하여 평균 연산을 수행한다.

3. 실험 결과

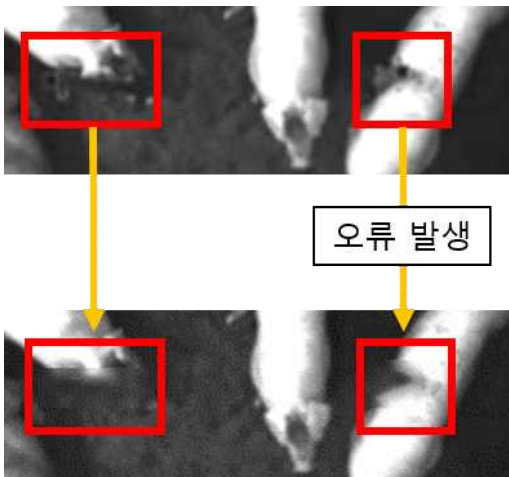
본 실험에서는 충북대학교의 실험 양돈장에서 바닥으로부터 3.2m 높이의 천장에 Intel RealSense D435 카메라를 설치하여 약 10분 분량의 적외선 영상을 획득하였다. 본 실험에서의 적외선 영상은 총 9마리의 돼지(Duroc×Landrace×Yorkshire)를 포함하고, 영상 데이터의 속성은 1280 × 720의 해상도를 가지며 30 FPS(frames per second)의 프레임 속도를 가진다. 본 논문의 제안 방법은 Intel Core i5-4460, 8GB RAM, Visual Studio 2017, 영상 처리 라이브러리 OpenCV 3.4의 환경에서 수행되었다.

먼저, 본 논문의 제안 방법을 수행하기 전에 하나의 돈방만을 포함하는 ROI를 설정하였고, 시공간 보간 기법[4]을 이용하여 영상 내 노이즈를 제거하였다. 이후 노이즈가 제거된 전처리 영상에서, 구조물 ROI에 접근하여 가려진 돼지의 영역에 대해 보간될 영역의 픽셀 평균 연산을 통한 가림 영역을 보간하였다. 실험 결과, 약 10분 영상의 18,000장의 프레임 중 16,115장에서 구조물에 의하여 가려

진 돼지 영역이 적절히 보간되었고, 162장에서의 가려진 돼지 영역은 적절하지 않은 결과를 얻었다. 그리고, 나머지 1,723장의 프레임은 구조물이 배경 픽셀 값으로 보간된 영상이므로 해당 프레임들은 제외하였다. 또한, 본 논문의 제안 방법에서 한 장당 보간 수행 시간은 평균 2~3 msec로 측정되어, 본 논문의 제안 방법이 실시간으로 처리됨을 확인하였다. 그림 5는 제안된 방법을 이용하여 구조물에 의해 가려진 돼지 영역이 보간된 결과를 보여준다.



(a) #4515 프레임에서의 보간된 결과



(b) #5899 프레임에서의 보간 오류 결과

(그림 5) 구조물에 의해 가려진 돼지 영역의 보간 결과

4. 결론

본 논문에서는 돈방 내 정확한 돼지 탐지를 위하여 돈방 내 고정 구조물에 의해 가려지는 돼지에 대한 보간 방법을 제안하였다. 돈방 내의 돼지가 고정된 구조물을 지나가면서 가려지는 영역에 대하여 주변 픽셀의 평균 연산을 통한 보간 방법을 이용함으로써 돼지의 가림 영역을 보간하였다.

실험 결과, 약 10분 분량의 적외선 영상 총 18,000장에서 16,115장의 돼지 가림 영역이 효과적으로 보간되었고,

한 장당 평균 수행 시간은 2~3 msec로 실시간 처리를 만족하였다. 향후 연구로 일부 보간이 정확하지 않은 경우에 대하여 보완한다면, 돈방 내 모든 돼지가 정확히 탐지될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지역신산업선도인력양성사업(2016H1D5A1910730)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, pp. 1746, 2018.
- [2] S. Matthews, A. Miller, J. Clapp, T. Plotz, L. Kyriazakis, "Early Detection of Health and Welfare Compromises through Automated Detection of Behavioural Changes in Pigs," *The Veterinary Journal*, Vol. 217, pp. 43-51, 2016.
- [3] J. Lee, L. Jin, D. Park, and Y. Chung, "Automatic Recognition of Aggressive Behavior in Pigs Using a Kinect Depth Sensor," *Sensors*, Vol. 16, pp. 631, 2016.
- [4] 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, pp. 2757, 2017.
- [5] 박창현, 사재원, 김희곤, 정용화, 박대회, 김학재, "움직임 정보를 이용한 근접 돼지 분리와 추적 검증," 정보처리학회논문지: 소프트웨어 및 데이터 공학, Vol. 7, No. 4, pp. 135-144, 2018.
- [6] J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 6, pp. 679-698, 1986.

돈사 내 고정 구조물에 의하여 가려진 돼지 탐지

2018. 11. 03

고려대학교 컴퓨터융합소프트웨어학과

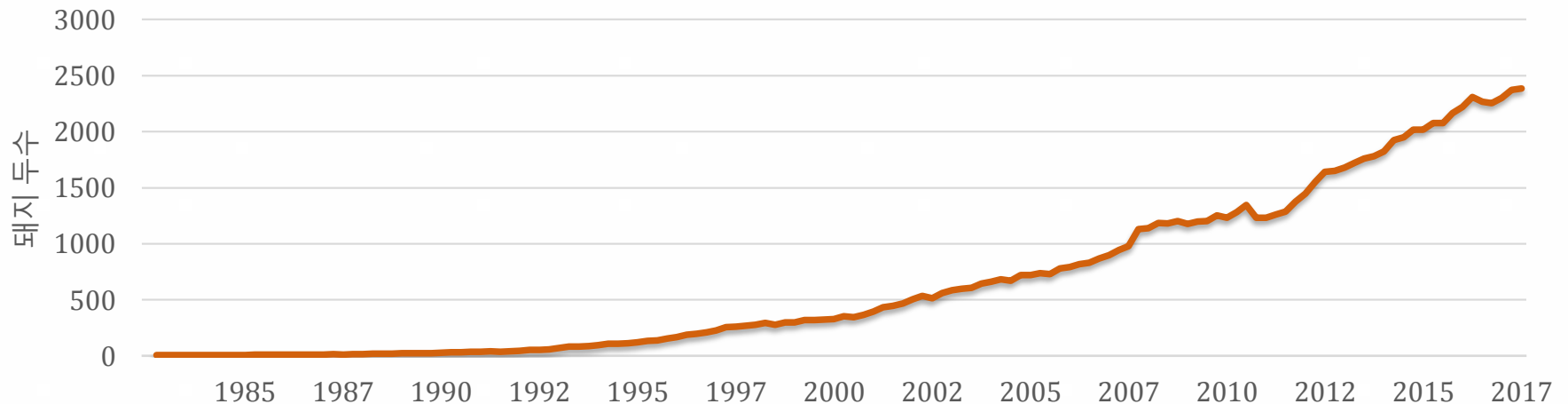
신현준

shj1504@korea.ac.kr

- 서론
- 실험방법
- 실험결과
- 결론
- Q & A

- 대다수 국내 양돈 농가의 실태
 - 폐쇄되고 밀집된 공간에서 사육
 - 1명당 2000두 이상의 돼지들을 관리
 - 모든 돼지들에 대한 직접적이고 세밀한 관리는 불가능

국내 양돈 농가당 평균 사육 돼지 수의 변화



(출처: 통계청 국가통계포털자료)

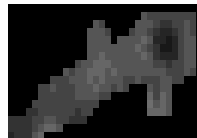
- 돈사 내 개별 돼지들을 자동으로 관리하기 위한 연구가 진행되고 있음
 - 탑뷰(top-view)로 설치된 Intel RealSense D435 카메라를 이용
 - 다양한 양돈 농가의 돈방 구조에 따라 돼지를 가릴 수 있는 구조물 영역이 발생
 - 정확한 탐지가 불가능
 - 돼지의 정확한 탐지를 위해 사료통 등 고정 구조물에 의해 가려진 돼지 영역을 보간하는 방법이 요구
- 본 논문에서는
 - 구조물에 가려진 돼지 영역을 보정하는 픽셀 보간 방법 제안
 - 구조물로부터 가려진 돼지의 영역에 대해 가림 위치를 파악
 - 가림 위치에 해당하는 주변 영역에 대한 픽셀 값의 평균을 계산

- 본 실험에서는
 - 돈방의 환경을 고려한 전처리 과정을 수행한 영상 사용
 - 시공간 보간 기법을 이용해 영상 내 노이즈 제거
 - 하나의 돈방만을 포함하는 관심 영역(ROI) 설정
 - 적외선 영상 내에서 돼지와 관계없는 영역을 제거



그림 1. 적외선 영상에서의 ROI 설정

- 돈사 내 구조물 영역 파악
 - 돼지가 얼마나 가려졌는지 판단할 기준 설정이 요구됨
 - 영상 내에서 구조물의 모양을 참고하여 구조물의 템플릿 영상 생성



(a) 돈방 내 설치된 구조물 템플릿



(b) 구조물 템플릿과의
차영상 기법 적용 영상

그림 2. 구조물 ROI 설정

- 파악한 구조물 영역(ROI)에 돼지가 가려지는 여부 판단
 - 구조물 영역 내에 급격한 픽셀 변화를 판단
 - 구조물 영역에서만 Canny edge detector 수행
 - 영역 내에서 외곽선이 검출되면 급격한 픽셀 변화를 판단할 수 있음

- 파악한 구조물 영역(ROI)에 돼지가 가려지는 여부 판단
 - 구조물 내에서 급격한 픽셀 변화가 일어나지 않는 경우
 - 보간이 필요하지 않은 경우
 - 구조물 영역 내에서 외곽선이 발생하지 않는 경우
 - 돼지가 구조물 영역 안으로 들어오지 않은 경우
 - 미리 정의된 배경 픽셀 값으로 보간
 - 즉, 돼지가 위치하지 않은 바닥 픽셀 값으로 보간

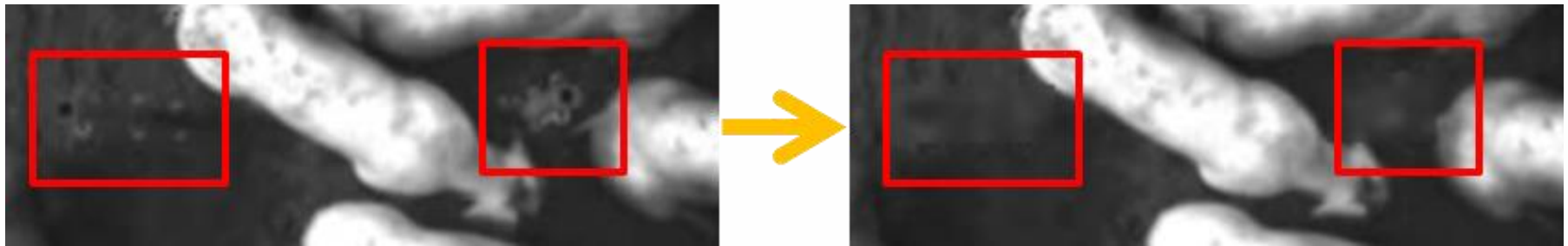


그림 3. 구조물에 대한 배경 픽셀 보간

- 파악한 구조물 영역(ROI)에 돼지가 가려지는 여부 판단
 - 구조물내에서 급격한 픽셀 변화가 일어난 경우
 - 보간이 필요한 경우
 - 구조물 영역 내에서 외곽선이 발생하는 경우
 - 돼지가 구조물 영역 안으로 들어온 경우
- 구조물에 가려진 돼지의 보간 방법



1. 구조물 ROI 내에 가려진 돼지가 없다고 가정하고, 미리 정의된 바닥값을 이용해 보간

제안 방법 (6)

■ 구조물에 가려진 돼지의 보간 방법



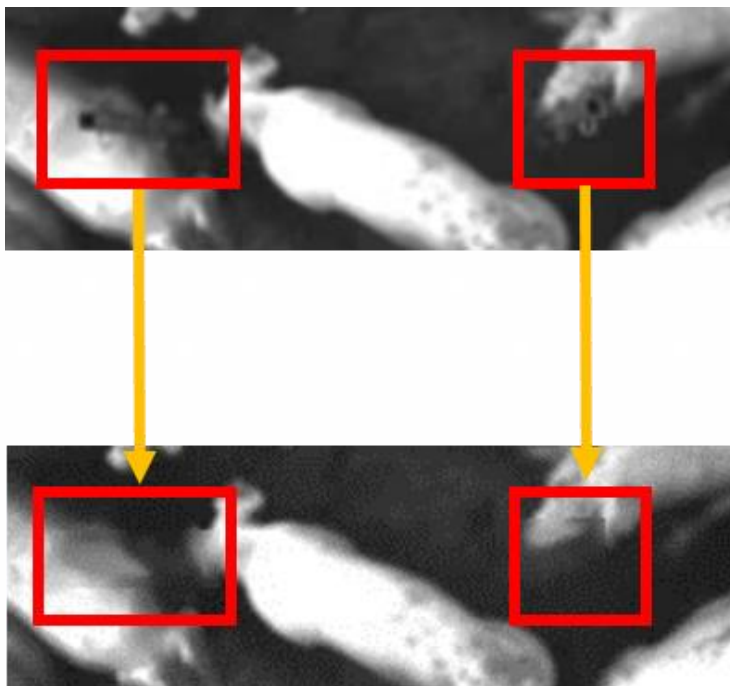
2. Canny edge detector를 이용해 검출된 돼지의 외곽선 양끝점을 연결하여 나누어진 두 영역 중 돼지와 가까운 부분을 보간할 영역으로 판단



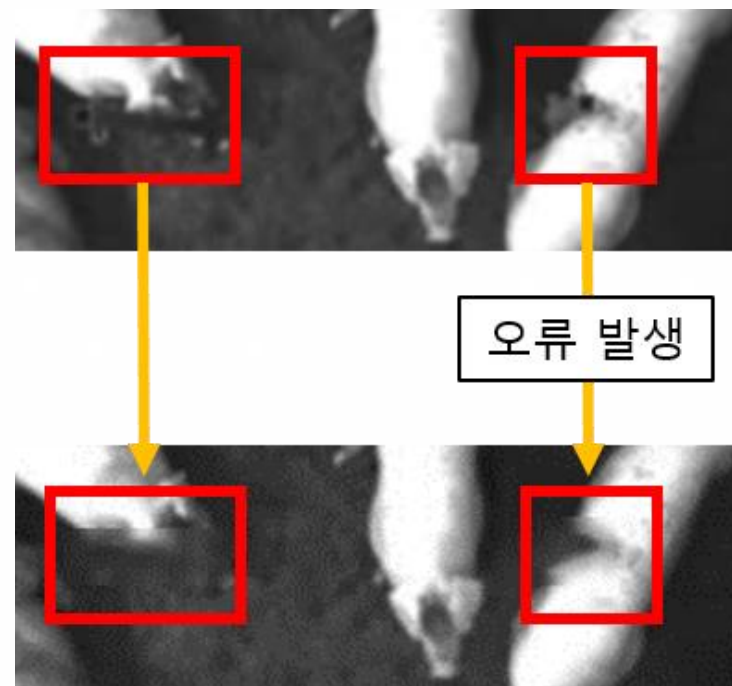
3. 보간할 영역에서 각 픽셀을 중심으로 8개의 주변 픽셀과 함께 평균 연산을 수행하여 가림 영역을 보간

- 본 실험을 위해
 - 바닥에서 3.2m 높이의 천장에 Intel RealSense D435 카메라를 설치
 - 10분 분량의 적외선 영상을 획득
 - 1280×720 해상도, 30 FPS
- 획득한 약 10분 분량의 영상에서의 18,000장 프레임 중
 - 16,115장에서 구조물에 의하여 가려진 돼지 영역이 적절히 보간
 - 162장의 돼지 영역은 정확하지 않은 픽셀 값(오류)으로 보간

실험 결과 (2)



(a) #4515 프레임에서의 보간된 결과



(b) #5899 프레임에서의 보간 오류 결과

그림 4. 구조물에 의하여 가려진 돼지 영역의 보간 결과

- 국내 양돈 농가에서 개별 돼지에 대하여 자동으로 관리하기 위한 연구가 진행 중임
 - 돈방 내 고정 구조물 등에 의해 돼지의 정확한 탐지에 어려움이 있음
- 본 논문에서는,
 - 돈방 내 고정 구조물에 의해 가려지는 돼지의 영역에 대하여, 주변 픽셀의 평균 연산을 통한 보간 방법을 제안함
- 실험 결과,
 - 10분 분량의 적외선 영상에서, 16,115장에서의 돼지 가림 영역이 효과적으로 보간됨
 - 한 장당 보간 평균 수행 시간은 2~3 msec으로, 실시간 처리를 만족
- 향후 자동으로 정확하지 않은 보간 결과를 fine-tuning 함으로써 보간 결과를 보완
 - 돈방 내 모든 돼지의 정확한 탐지 기대

Q & A