

움직임 정보를 이용한 근접 돼지 추적

박창현*, 김진성*, 김희곤*, 정용화*, 박대희*, 김학재**

*고려대학교 컴퓨터융합소프트웨어학과

**클래스 액트

e-mail:bch0322@korea.ac.kr

Tracking of Touching Pigs using Motion Information

ChangHyun Park*, Jinseong Kim*, Heegon Kim*, Yongwha Chung*,

Daihee Park*, Hakjae Kim**

*Dept of Computer Convergence Software, Korea University

**Class Act

요 약

국내 돈사 환경에서 돼지들의 세밀한 관리를 위해, 개별 돼지 관리를 자동화하는 방법이 필요하고, 개별 돼지 관리를 위해서는 근접한 돼지들을 개별 돼지들로 구분이 우선적으로 수행되어야 한다. 영역 기반의 정보를 사용하여 개별 돼지를 구분하는 기존 방법으로는 복잡한 상황에서 개별 돼지로의 분리가 정확하게 되지 않는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 움직임 정보를 활용하여 근접 돼지를 분리하고 추적하는 방법을 제안한다. 이전 프레임의 움직임 정보를 계산하여 현재 돼지의 위치 및 방향을 예측하고, 예측된 돼지의 정보를 사용하여 근접한 돼지를 분리하고 추적한다. 실험 결과, 실제 돈사에서 획득한 근접 돼지 시퀀스에서 근접 돼지의 분리 및 추적이 가능함을 확인하였다.

1. 서론

국내 돈사에서는 좁은 공간에 돼지들을 밀집 사육하는 구조가 대다수이다. 이러한 환경은 돼지들에게 스트레스를 발생시키고, 면역력을 저하시키며, 전염병의 확산에 매우 취약하기 때문에, 모든 돼지들에 대하여 세밀한 관리가 요구되어진다. 그러나 국내 돈사 환경은 관리자 1명이 2,000두 이상의 돼지를 관리하고 있으며, 모든 개별 돼지에 대해서 관리인이 직접 세밀히 관리하는 것은 현실적으로 불가능하다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 국내에서는 감시 카메라를 활용하여 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하기 위한 연구가 보고되고 있다[1-2].

돈사 내 집단 돼지를 개별 돼지로 분리시키는 것은 개별 돼지 관리를 위해 필수적이고, 영역을 기반으로 집단 돼지 내에서 개별 돼지들을 분리하는 방법[3-4]이 연구되었다. 그러나 영역을 기반으로 개별 돼지로 구분하는 방법은 돼지끼리 겹침 상황과 같은 복잡한 상황에서는 돼지 분리가 어려운 문제점이 있고, 이러한 복잡한 상황의 개별 돼지 분리 문제는 돼지 객체의 과거 움직임 정보를 활용하여 해결 할 수 있다. 개별 돼지의 과거 움직임 정보를 기반으로 현재 돼지의 위치를 예측 할 수 있고, 예측한 개별 돼지의 분리를 수행하게 된다. 따라서 복잡한 상황에서 개별 돼지 분리는 과거 움직임 정보를 사용한 현재 돼지의 위치 예측이 우선적으로 수행되어야 한다.

본 논문에서는 근접하는 집단 돼지를 개별 돼지로 추적

하기 위해, 움직임 정보를 활용한 근접 돼지 분리 방법을 제안한다. 과거의 움직임 정보를 사용하여 현재 움직임을 계산하고, 이를 근거로 근접한 개별 돼지들의 현재 위치를 예측하여 근접 돼지를 분리한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 움직임 정보를 활용한 예측과 예측한 객체의 영역을 통해 근접 돼지를 추적하는 방법을 제안한다. 3장에서는 제안 방법에 대한 실험결과와 결과에 대해 분석하고, 4장에서 본 논문을 정리하면서 향후 연구 계획에 대해서 서술한다.

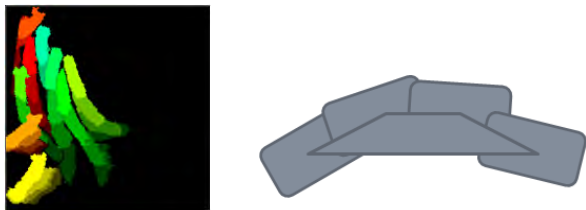
2. 제안 방법

본 논문에서는 보다 정확한 돼지 전배경 분리를 위하여 컬러 영상 대신에 키넥트 카메라로부터 수집한 깊이 데이터를 사용한다. RGB 카메라의 컬러 데이터는 조명과 그림자의 변화에 취약한 문제점이 있기 때문에, 깊이 카메라로부터 획득한 깊이 데이터를 이용하여 이러한 문제점을 해결 한다[5]. 키넥트 카메라는 깊이 데이터를 수집하기 때문에, 조명이 꺼진 야간에도 지속적으로 돼지를 탐지 및 관리할 수 있는 장점이 있다. 깊이 데이터는 돈방의 천장에 키넥트 카메라를 설치하여 획득한다. 획득한 깊이 데이터는 전배경분리와 otsu 알고리즘[6]을 통해 돼지 탐지가 되어 있고 두 돼지가 근접하기 전에는 각각의 개별 돼지로 분리되어 있다고 가정한다. 두 마리 근접 돼지를 추적하기 위해, 추적에 필요한 과거 프레임으로부터 움직임 정보를 계산한다. 두 돼지가 붙기 이전 3개 프레임에서의

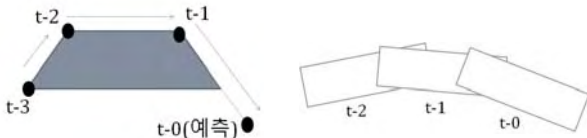
움직임을 통해 현재 프레임에서의 해당 돼지가 위치할 영역을 예측하고, 예측한 영역을 근거로 근접 돼지를 분리한다.

2.1 움직임 정보를 활용한 돼지 위치 예측

개별 돼지의 움직임 정보를 활용하기 위해서는 개별 돼지의 위치를 표시할 기준이 필요하다. 돼지의 위치는 돼지를 감싸는 최소 사각형의 중심점 좌표, 각도, 사각형 크기를 사용하여 나타낼 수 있다. 과거 3개의 프레임동안 돼지의 위치는 최소 사각형을 통해 파악하고, 현재 프레임에서의 해당 돼지 위치를 예측한다. 실험을 통해, 돼지들의 움직임은 불규칙적으로 변하지 않고, 앞으로 나아가거나 왼쪽 또는 오른쪽으로 회전하는 움직임을 보이는 것을 확인하였다. 그림 1(a)은 Motion History Image(MHI) 기법을 사용한 일반적인 돼지 움직임을 보여준다. 현재프레임에 해당하는 t-0 에서의 돼지 중심점 위치는 그림 1(b)와 같이 등변사다리꼴을 활용하여 예측을 한다.



(a) 일반적인 돼지 움직임(MHI) (b) 단일 객체 움직임(t-0~t-3)



(c) t-0 객체 중심점 예측 (d) t-0 객체 방향 예측
(그림 1) 현재 프레임에서의 돼지 위치 예측 방법

먼저, 돼지의 이동 방향을 예측한다. t-3 와 t-2 사이에 이동하는 방향과 t-2 에서 t-1 사이에 이동하는 방향을 통해, t-1 에서 t-0 사이에 이동하는 방향을 예측할 수 있다. 이동 방향의 계산이 완료된 후에, 이동 거리를 예측한다. 세 프레임동안의 중심 좌표를 통해 돼지의 이동거리를 예측할 수 있다. t-3 에서 t-2 로 이동하는 동안 돼지가 이동한 거리에 비해 t-2 와 t-1 사이에 이동한 거리가 더 크면, 돼지의 이동 속도가 증가하고 있음을 의미한다. 그러므로 t-1 에서 t-0 로 가는 이동 거리 또한 증가할 것으로 예측 할 수 있다. 반면에, t-3 에서 t-2 로 이동하는 동안 돼지가 이동한 거리에 비해 t-2 와 t-1 사이에 이동한 거리가 더 작으면, 돼지의 이동 속도가 감소하고 있는 것이고, t-1 에서 t-0 로 가는 이동 거리 또한 감소할 것으로 예측 할 수 있다. 따라서 그림 1(c)에서와 같이 t-0 에서의 중심점 좌표는 등변사다리꼴 모형의 선분의 연장 선상에 있으며, t-1 에서의 중심 좌표로부터 t-1 과 t-2 사이에 이동한 거리만큼 떨어진 지점을 t-0 에서의 중심

점으로 예측한다.

개별 돼지의 이동 방향과 이동 거리를 계산한 이후에는 t-0 에서 위치한 돼지의 방향을 예측한다. 예측 사각형의 각도는 그림 1(d)와 같이 t-2 와 t-1 사이에 변화한 크기만큼 t-1 과 t-0 사이에 변화했을 것이라 예측할 수 있다. 그러므로 앞에서 예측한 좌표와 각도, 크기를 통해 돼지의 t-0 에서의 위치와 방향을 예측 할 수 있게 된다.

이렇게 예측 되어진 두 돼지의 위치는 두 돼지의 상대적인 위치로 활용하고, 두 돼지의 중심점의 중점을 현재 프레임에서의 중점과 일치하도록 이동시키어 전체적인 위치를 조절해준다.

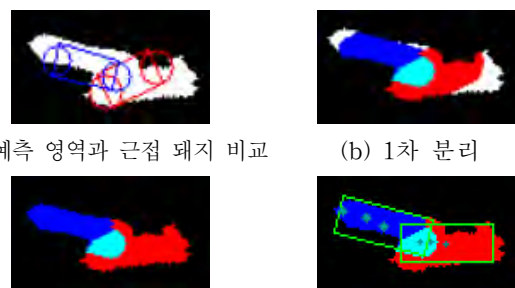
마지막으로 예측하는 영역을 표시를 위해서, 돼지를 포함하는 최소 사각형의 네 모서리에 대한 추가적인 작업을 수행한다. 실제로 돼지 객체는 돈사의 천장에서 아래를 내려다본 영상이기 때문에, 사각형이 아닌 타원과 유사하다. 정확한 예측을 위해, 예측하는 최소 사각형의 네 모서리 영역을 그림 2(a)와 같이 제거한다.



(그림 2) 예측 최소 사각형의 모서리 제거

2.2 예측한 영역을 통한 근접 돼지 분리 및 추적

우선 첫 번째 돼지는 빨간색, 두 번째 돼지는 파란색의 고유한 색을 가지고 있다고 가정하고, 그림 3(a)와 같이 예측한 두 영역을 탐지된 근접 돼지와 비교한다. 이후에 그림 3(b)와 같이 첫 번째 돼지의 예측 영역에만 포함되는 경우는 빨간색으로, 두 번째 돼지의 예측 영역에만 포함되는 경우는 파란색으로 표시한다. 만약 두 영역이 겹쳐지는 부분이 있다면, 해당 부분의 색을 그림 3(b)의 하늘색과 같은 별도의 색으로 표시하고, 첫 번째 돼지와 두 번째 돼지가 겹쳐있다고 간주한다. 그리고 해당 영역은 두 돼지의 공통 영역으로 분류한다.



(a) 예측 영역과 근접 돼지 비교 (b) 1차 분리
(c) 팽창연산 (d)다음 예측을 위한 최소 사각형
(그림 3) 예측 영역을 통한 근접 돼지 분리 및 추적

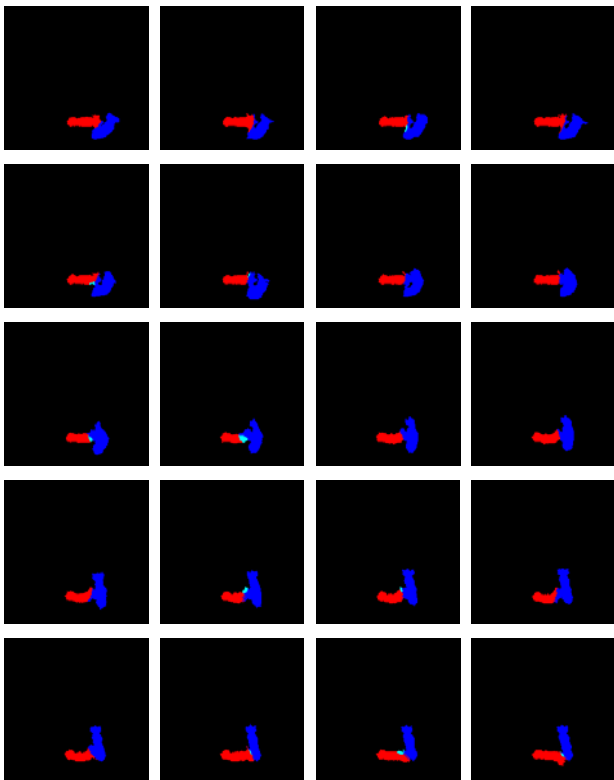
그림 3(b)의 흰색 영역과 같이 각각의 돼지 영역으로 결정되지 않은 영역에 대해서는 팽창 연산을 활용하여 처

리한다. 예측한 영역을 단계적으로 팽창하여 결정되지 않은 부분이 결정된다. 분리가 완료된 두 돼지는 그 다음 프레임의 근접 돼지를 분리 및 추적하기 위한 $t-1$ 에서의 데이터로 사용된다. 이 때, 두 돼지의 공통영역으로 결정된 영역에 의해 각 객체의 크기가 점점 커짐을 막기 위해, 최소 사각형의 크기는 객체들의 평균 크기보다 커지지 않도록 제한한다.

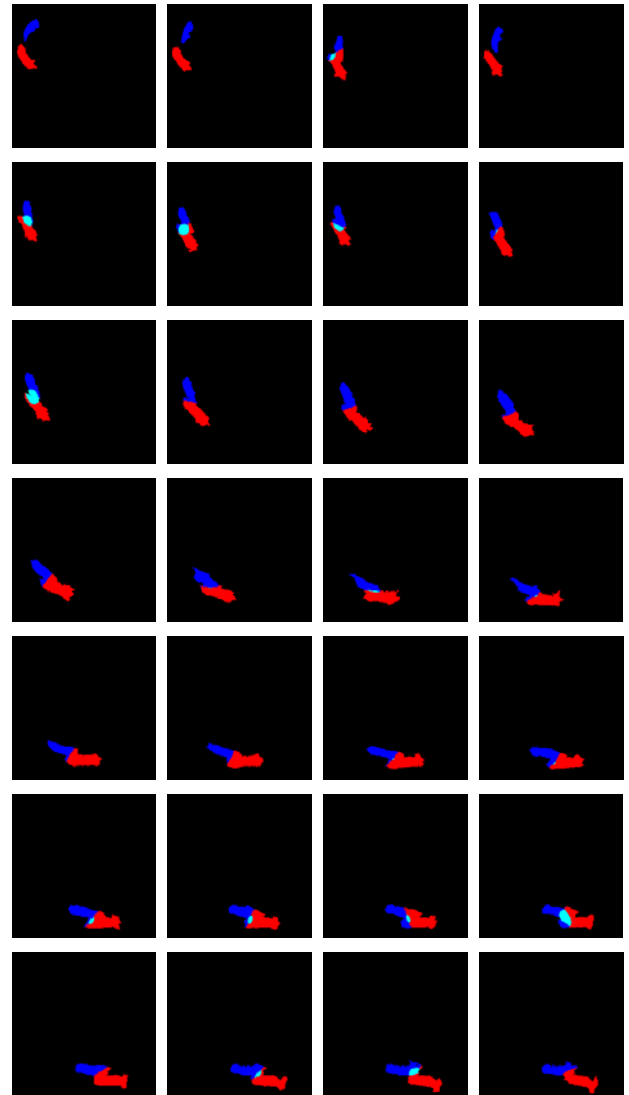
3. 실험 결과

본 논문에서는 실험을 위해 돈방의 바닥으로부터 약 4m 높이의 천장에 키넥트v2 카메라를 설치하였고, 설치된 카메라를 통해 획득한 깊이 데이터는 512×424 의 해상도를 갖는다. 깊이 데이터는 수행시간의 단축을 위해 이미지 축소를 수행하여 해상도가 200×200 이고 10 fps(frame per second)의 깊이 데이터로 변환하였다. 축소 변환된 깊이 데이터는 전배경 분리 알고리즘을 수행하였고, 처리된 영상에서 돼지로 탐지된 데이터에 제안 방법을 적용 하였다. 실험은 Intel Core i5, 8GB RAM, Visual Studio 2015, 영상처리 라이브러리 OpenCV 2.4의 환경에서 실시하였다.

획득한 영상에서 두 마리 근접 돼지에 대한 시퀀스들을 찾았고, 그림 4, 그림 5와 같이 일반적인 움직임에 대한 제안 방법은 개별 돼지의 영역이 반전되지 않고 돼지를 정확하게 추적 하고 있음을 보여준다.



(그림 4) 시퀀스1



(그림 5) 시퀀스2

그러나 돼지기리 싸움을 하여서 급작스럽게 빠른 움직임을 보이거나, 좌우로 붙어서 추월하는 경우와 같은 일반적인 움직임의 경우에 대해서는 돼지 영역의 정보가 반전되어 추적 실패가 발생하였다.

4. 결론

효율적인 돈사 관리를 위해 감시 카메라 환경에서 돈사 내 개별 돼지 관리 자동화는 중요하고, 개별 돼지를 관리하기 위해서 근접 돼지들의 정확한 추적은 필수적이다. 또한 복잡한 상황에서 영역 정보 기반으로 정확한 추적을 하는 것은 쉽지 않은 문제이다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 움직임 정보를 사용하여 다음 움직임을 예측하고, 예측한 정보를 기반으로 근접해 있는 두 마리 돼지를 분리 및 추적하는 방법을 제안하였다. 실험 결과, 실제 돈사에서 획득한 일반적인 근접 돼지 시퀀스에 대해서 분리 및 추적이 가능함을 확인하였다.

향후 연구로 일반적이지 않은 움직임을 포함한 모든 경우의 근접 돼지의 추적과 다수의 돼지들이 근접해있는 경우의 추적이 가능하도록 연구를 진행 할 예정이다. 또한 제안 방법을 실시간으로 처리 할 수 있도록 근접 돼지 분리 방법을 개선할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No.2015R1A1204367)과 2016년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지역신산업선도인력양성사(2016H1D5A1910730)으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] 김용, 좌상숙, 이종욱, 박대희, 정용화, “이유자돈의 공격적인 행동 탐지,” 인터넷정보학회 추계학술대회, pp.325-326, 2014.
- [2] S. Zuo, L. Jin, Y. Chung, and D. Park, “An Index Algorithm for Tracking Pigs in Pigsty,” Proc. of ICITMS, pp.797-803, 2014.
- [3] 사재원, 주미소, 한승엽, 이상진, 김희곤, 정용화, 박대희, “효과적인 근접 돼지 분할을 위한 진경 픽셀 정렬,” 정보처리학회 추계학술대회, pp.1428-1430, 2015.
- [4] 주미소, 사재원, 한승엽, 이상진, 김희곤, 정용화, 박대희, “효과적인 영역 분할을 이용한 근접 돼지 구분,” 한국스마트미디어학회 추계학술대회, pp.33-36, 2015.
- [5] 김우열, 서영호, 김동욱, “깊이 정보를 이용한 템플릿 매칭 기반의 고속 얼굴 추적 방법”, 방송공학회논문지, 18(3), pp.349-361, 2013.
- [6] H. Vala and A. Baxi “A Review on Otsu Image Segmentation Algorithm,” International Journal of Advanced Research in Computer Engineering and Technology, 2(2), pp.387-389, 2013.