

효과적인 근접 돼지 분할을 위한 전경 픽셀 정렬

사재원*, 주미소, 한승엽, 이상진, 김희곤, 정용화, 박대희

*고려대학교 컴퓨터정보학과

e-mail:sjwon92@korea.ac.kr

Foreground Pixel Alignment for Efficient Segmentation of Touching Pigs

Jaewon Sa*, Miso Ju, Seungyup Han, Sangjin Lee, Heegon Kim,
Yongwha Chung, and Daihee Park

*Dept of Computer and Information Science, Korea University

요 약

감시 카메라 환경에서 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하는 연구는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 그러나 움직이는 돼지들이 근접해 있을 경우 돼지들을 개별적으로 구분하기 어렵기 때문에 근접한 돼지들을 분할하는 효과적인 방법이 필요하다. 본 논문에서는 비디오 시퀀스에서의 근접 돼지 분할 문제를 연속 프레임간의 전경 픽셀 정렬 문제로 정형화하여 해결하는 방법을 제안한다. 즉, 돈사에서 top-view로 획득한 영상 중에서 움직이는 돼지들이 근접한 경우, 돼지들의 경계가 구분된 이전 프레임의 정보를 현재 프레임에 투영한다. 이 때 개별 돼지의 움직임이 독립적임을 고려하여 이전 프레임의 개별 돼지 영역을 현재 프레임의 전경 영역에 각각 정렬함으로써 현재 프레임의 근접한 돼지를 개별적으로 분할한다. 실험결과, 제안 방법을 이용하여 3마리 이상의 근접한 돼지를 개별적으로 분할할 수 있음을 확인하였다.

1. 서론

최근 IT 기술이 급속하게 발전함에 따라 IT 기술과 농·축산업과의 융합 기술(Computer and Electronics in Agriculture)이라는 새로운 연구 분야가 선진 외국을 중심으로 활발하게 진행되고 있다[1-2]. 한편, 밀집 사육을 하는 국내에서는 이러한 융합 기술의 적용이 더욱 필요함에도 양돈 농가의 영세성으로 이와 같은 IT 기술을 적용한 사례가 활발히 보고되지 않고 있는 실태이다. 또한, 좁은 공간에 다수의 돼지를 사육하기 때문에, 구제역 등과 같은 전염병 발생시 피해가 빠르게 확산되는 취약한 구조를 가지고 있다.

이러한 문제로 감시 카메라 환경에서 돈사 주인이 볼 수 없는 취약 시간에도 자동으로 돈사 내 이상 상황을 감시할 수 있는 연구가 필요하다[1-6]. 특히, 감시 카메라 환경에서 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하는 연구는 효율적인 자동 관리 측면에서 중요한 이슈로 떠오르고 있다[5,6].

그러나 위의 방법들을 사용하여 움직이는 돼지에 대한 탐지 또는 추적을 하는 경우, 색상이 유사한 두 마리 이상의 돼지가 서로 근접하게 되면 하나의 돼지로 오탐지되는 문제가 발생하여 각각의 돼지를 지속적으로 추적하기 어렵다[5,6]. 따라서 24시간동안 자동으로 돼지들을 추적하기 위해서는 여러 마리의 근접 돼지들을 분할하여 개별적으로 탐지할 수 있는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 비디오 시퀀스에서의 근접 돼지 분할 문제를 연속 프레임간의

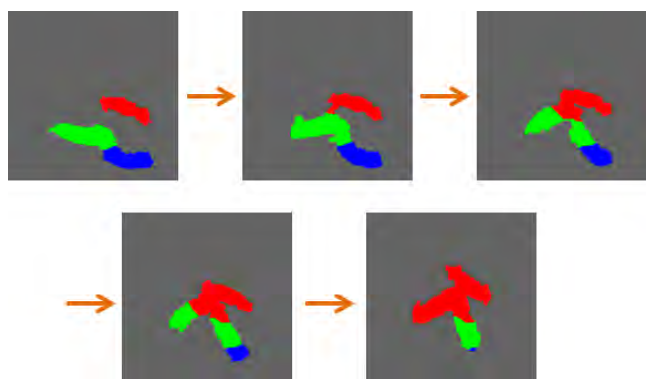
전경 픽셀 정렬 문제로 정형화하여 해결하는 방법을 제안한다. 즉, 개별 돼지로 레이블링된 이전 프레임의 정보를 현재 프레임에 독립적으로 투영하고, 이전 프레임의 개별 돼지 영역을 현재 프레임에 위치한 각각의 돼지 영역에 정렬함으로써 현재 프레임의 근접한 돼지를 개별적으로 분할한다. 실험 결과, 연속적인 프레임에 대해서 근접 돼지들이 각각의 개별 돼지로 구분이 가능함을 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구에 대하여 설명하고, 3장에서 개체 독립적 전경 픽셀 정렬을 이용하여 근접 돼지들을 분할하는 제안 방법을 설명한다. 4장에서는 실험 결과를 분석하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

돈사 내 이상상황을 탐지하는 방법 중 하나는 차영상 방법(Frame Difference)을 이용하는 것이다[5,6]. 차영상 방법은 이전 프레임(또는 배경 프레임)과 현재 프레임 간의 픽셀 변화를 계산하고 움직임을 탐지하는 방법이다. 움직임이 탐지되면, 탐지된 공간을 이동하는 돼지로 구분하여 번호를 부여하고, 이를 통해 움직임을 추적한다. 그러나 추적중인 돼지가 다른 돼지에 근접하면 두 마리의 돼지들이 하나의 돼지로 탐지되는 문제가 발생한다. 즉, 두 마리의 돼지로 분할되지 않는 상황이 발생하여 돈사 내 개별적인 돼지들을 지속적으로 추적하기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 근접한 두 마리의 돼지를 분할하는 연

구가 진행되었다. 먼저, OpenCV[7]에서 기본으로 제공하는 워터셰드 기법과 시공간 정보 및 영역확장 기법을 이용하여 근접 돼지를 구분하는 연구가 진행되었다. 워터셰드 기법만을 이용할 경우, 각각의 돼지 객체가 오분할되는 문제가 발생하였고, 이러한 문제를 해결하기 위해 시공간 정보를 이용한 영역확장 기법을 통하여 개체를 분할하는 방법이 제안되었다[8]. 시공간 정보와 영역확장 기법을 이용하였을 경우, 두 마리의 근접한 돼지에 대해 개별 돼지로 분할이 된다. 그러나 세 마리 이상의 돼지가 근접한 경우, 그림 1과 같이 분할 오류가 발생하여 분할 정확도가 떨어지는 문제점이 발생하게 된다. 본 논문에서는 비디오 시퀀스에서의 근접 돼지 분할 문제를 연속 프레임간의 전경 픽셀 정렬 문제로 정형화하여 해결하는 방법을 제안한다.



(그림 1) 세 마리의 돼지가 근접했을 때 분할 오류

3. 제안 방법

본 논문에서는 세 마리 이상의 돼지가 근접한 경우의 문제를 해결하기 위해 각각의 돼지에 대해 전경 픽셀 정렬 기법을 수행한다. 먼저, 돼지들이 근접하기 이전의 프레임을 현재 프레임에 투영하고 이전 프레임에서 각각의 돼지 객체의 중심점, 현재 프레임에 이전 프레임의 돼지 객체들을 투영했을 때 중복되지 않는 부분의 중심점을 계산한다. 두 개의 중심점에 대해 이동량 및 이동 방향을 계산하여 현재 프레임에 투영된 각각의 돼지 객체들을 이동시킨다. 그 후, 남은 불확정 영역에 대해 팽창 연산 및 연결 요소(Connected Component) 레이블링 처리를 하여 보정한다.

3.1 ROI 설정

돈사 내에서 취득한 영상은 돼지의 그림자, 바닥의 오물과 같은 잡음이 존재하여 돼지만을 나타내기 위해서는 영상에서의 배경을 우선적으로 제거할 필요가 있다. 이러한 결과를 얻기 위해 영상의 컬러스페이스를 Hue Saturation Value(HSV)로 변경하고, 변경된 영상에서 돼지만을 나타내기 위해 이진화한다. 결과 영상에서 Background Subtraction을 수행하여 움직임이 탐지된 돼지들의 영역에서 여러 마리의 개별 돼지가 근접한 경우 해당 영역을 관심 영역으로 설정하고 근접 돼지 구분 알고리즘을 적용한다[8].

3.2 이전 프레임 정보를 현재 프레임에 투영

본 논문에서는 근접 돼지 분할 문제를 해결하기 위해 먼저 이전 프레임 정보를 이용하여 대략적인 영역 구분을 수행한다. 먼저, 돼지들이 근접하지 않은 프레임에 대해서는 컬러 정보와 Background Subtraction을 이용하여 정확히 움직이는 돼지 영역을 구분할 수 있다고 가정한다. 만약, 근접 돼지가 구분되지 않는 경우에는 이전 프레임의 영역 구분 정보를 현재 프레임에 투영하여 현재 프레임을 변환한다. 변환된 현재 프레임에서 아직 영역이 정해지지 않은 불확정 영역에 대해서는 다음에 설명하는 전경 픽셀 정렬 기법과 후처리 보정 기법을 적용하여 최종 영역을 구분한다. 그림 2는 돼지들이 근접하기 이전의 프레임을 근접한 현재 프레임에 투영한 결과를 보여준다.



(그림 2) 근접하기 이전 및 현재 프레임과 투영된 프레임

3.3 전경 픽셀 개별 정렬

근접 돼지 구분 알고리즘을 적용하기 전에 연산 시간을 줄이기 위해 이전 프레임과 현재 프레임 모두 절반의 크기로 축소한다. 축소된 두 개의 프레임에서 돼지 객체의 날카로운 부분이나 비정상적으로 튀어나온 부분을 다듬기 위해 열림 연산을 이용하여 전처리한다. 전처리된 이전 프레임을 현재 프레임에 대해 각각의 돼지 객체를 투영하고 중복된 부분의 중심점과 중복되지 않는 부분의 중심점을 계산한다. 이러한 두 개의 중심점을 이용하여 돼지의 이동량 뿐만 아니라 이동방향을 파악할 수 있다. 계산 결과로 획득한 돼지의 이동량 및 이동방향을 이용하여 투영된 프레임(그림 2(c))의 각 돼지 객체들을 현재 프레임 안에 독립적으로 정렬시킨다. 그림 3은 각 돼지 객체들을 독립적으로 정렬한 영상을 보여준다.



(그림 3) 각각의 객체를 독립적으로 정렬한 영상

돼지 객체들을 정렬하면 그림 4(a)와 같이 빈 공간인 불확정 영역이 나타난다. 이때 각 돼지 객체들의 픽셀 수를 세어 가장 많은 픽셀 수를 갖는 돼지 객체부터 순차적으로 팽창 연산을 수행하여 불확정 영역을 채운다. 픽셀 수가 가장 적은 돼지 객체, 즉 마지막에 수행 될 돼지 객체는 팽창 연산을 수행하지 않고 연결요소 레이블링을 이용하여 아직 채워지지 않은 불확정 영역을 채움으로써 그림

4(b)와 같이 모든 돼지 객체에 대한 보정을 수행한다.



(a) 정렬 연산의 결과 영상 (b) 후처리 보정 프레임
(그림 4) 정렬 연산과 후처리 보정의 결과

4. 실험결과

영상을 취득할 돈사의 중심을 기준으로 약 4.8m의 높이의 천장에 카메라를 설치하였고, 설치된 카메라를 이용하여 돈사 내 활동하는 돼지들을 녹화한 640×480의 해상도와 8 fps의 속성을 갖는 영상을 취득하였다. 그림 5와 그림 6은 세 마리의 돼지가 근접했을 경우에 대한 입력 영상의 연속적인 시퀀스와 이러한 영상에 대해 제안 방법을 적용한 영상을 보여준다.



(그림 5) 근접한 돼지의 입력 영상



(그림 6) 입력 영상에 대한 결과 영상

세 마리가 근접한 프레임은 총 3장이며 각각의 프레임에 대해 제안 방법을 적용하여 그림 6과 같이 세 마리의 돼지가 각각의 개별 돼지로 분할되었다. 그림 1에서의 개별 돼지 정렬을 적용하지 않은 기존의 분할 방법에 비해 제안 방법에서 보다 정확한 구분이 가능함을 확인하였다. 또한, 이전 프레임에서 계산된 중심점을 이용하여 돼지 객체가 현재 프레임의 돼지 객체 위치로 정렬되고 간단한 후처리 보정을 수행하기 때문에 기존 방법에 대한 수행시간보다 빠른 처리 성능을 얻을 수 있었다.

5. 결론

감시 카메라 환경에서 돈사 내 개별 돼지들의 행동을 자동으로 관리하는 연구는 효율적인 돈사 관리 측면에서 중요한 화두로 떠오르고 있다. 그러나 전처리 과정에서 움직이는 돼지가 근접할 경우 돼지들이 하나로 탐지되기 때문에 지속적으로 개별 돼지를 추적하기 어렵다. 본 논문에서는 근접 돼지 분할 문제를 연속 프레임간의 전경 픽셀 정렬 문제로 정형화하여 해결하였다. 즉, 개별 돼지로 레이블링된 이전 프레임의 정보를 현재 프레임에 투영할 때,

개별 돼지의 움직임이 독립적임을 고려하여 이전 프레임의 개별 돼지 영역을 현재 프레임의 전경 영역에 각각 정렬한 후 투영하였다. 실험 결과, 연속적인 프레임에 대해서 근접 돼지의 경계가 보다 정확히 구분됨을 확인하였다. 이러한 결과는 돼지의 이동량 및 방향을 고려하여 정렬하므로 여러 마리의 돼지가 근접한 다른 경우에서도 효과적인 분할이 이루어질 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 BK21 플러스사업으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

[1] D. Berckmans, "Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming," in F. Madec, G. Clement (ed.), *Animal Production in Europe: The way forward in an changing world, in between congress of the ISAH*, Vol. 1, pp. 27-30, 2004.

[2] T. Banhazi, H. Lehr, J. Black, H. Crabtree, P. Schofield, M. Tscharke, and D. Berckmans, "Precision Livestock Farming : an International Review of Scientific and Commercial Aspects," *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, Vol. 5, No. 3, pp. 1-9, 2012.

[3] Y. Chung, H. Kim, H. Lee, D. Park, T. Jeon, and H. Chang, "A Cost-Effective Pigsty Monitoring System based on a Video Sensor," *TIIS*, Vol. 8, No. 4, pp. 1481-1498, 2014.

[4] B. Shao and H. Xin, "A real-time computer vision assessment and control of thermal comfort for group-housed pigs," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 62, pp. 15-21, 2008.

[5] 김용, 좌상숙, 이종욱, 박대회, 정용화, "이유자돈의 공격적인 행동 탐지," 인터넷정보학회 추계학술대회, pp. 325-326, 2014.

[6] S. Zuo, L. Jin, Y. Chung, and D. Park, "An Index Algorithm for Tracking Pigs in Pigsty," *Proc. of ICITMS*, 2014.

[7] OpenCV. Available online: <http://docs.opencv.org>

[8] 한승엽, 이상진, 사재원, 김희곤, 이성주, 정용화, 박대회, "시공간 정보를 이용한 근접 돼지 구분," 한국정보처리학회 춘계학술대회, 2015.