

깊이 정보를 이용한 돼지의 공격 행동 탐지

이종욱, 김용, 좌상숙, 박대희*, 정용화
고려대학교 컴퓨터정보학과

{eastwest9, jinlong823, mining2015, dhpark, ychungy}@korea.ac.kr

Detection of Aggressive Pig Activity using Depth Information

Jonguk Lee, Long Jin, Shangsuo Zuo, Daihee Park, Yongwha Chung
Dept. of Computer & Information Science, Korea University

요 약

어미로부터 생후 21일령 또는 28일령에 젓을 때는 이유자돈들만을 개별적인 돈사에서 합사하는 경우, 낯선 환경 및 새로운 동료들과의 서열 구분을 위한 공격적인 행동이 매우 빈번하게 발생한다. 이로 인한 돼지의 성장 저하는 농가의 소득 하락으로 이어져 국내·외 양돈 농가의 큰 문제로 인식되고 있다. 본 논문에서는 키넥트 카메라에서 취득할 수 있는 영상의 깊이정보를 이용하여 이유자돈들의 공격적인 행동을 조기 탐지할 수 있는 프로토타입 모니터링 시스템을 제안한다. 먼저 제안한 시스템은 키넥트의 적외선 센서에서 실시간으로 취득하는 깊이 정보로부터 움직임이 있는 객체들만을 탐지하고, 해당 객체들의 ROI를 설정한다. 둘째, ROI를 이용하여 5가지 특징 정보(객체의 평균, 최고, 최소 속도, 객체 속도의 표준편차, 두 객체 사이의 최소 거리)를 추출한다. 셋째, 취득한 특징 정보는 이진 클래스 분류 문제로 해석하여, 기계학습의 대표적인 모델인 SVM을 탐지기로 사용하였다. 실제 이유자돈사에서 취득한 키넥트 영상을 이용하여 모의 실험을 수행한 결과 안정적인 성능을 확인하였다.

1. 서론

상업적인 농가에서는 효율적인 생육관리를 위하여 어미에게서 젓을 땀 이유자돈들을 어미와 분리한 후 합사시켜 관리한다. 이 때, 낯선 환경 및 새로운 자돈들과의 만남은 사회적인 충돌을 발생시키며[1], 이는 돼지들 사이에 스트레스 및 서열 설정을 위한 공격행동들을 유발 시킨다[2-3]. 이와 같은 공격적인 행동은 서로에게 상처를 입히게 되며, 이로 인한 늦은 발육은 농가의 생산성에 큰 영향을 미치게 된다[4]. 따라서, 공격적인 행동에 대한 조기 탐지 및 관리를 위한 방안이 필수적으로 요구된다.

행동을 분석하는 대다수의 연구들은 일반적인 RGB 정보를 취득하는 동영상 카메라를 이용하고 있다. 그러나 RGB 카메라에서 취득한 영상은 조명, 햇빛과 같은 빛에 의한 영향 그리고 폐색(occlusion) 등의 문제점들이 존재하며[5-6], 이는 행동 분석을 위해 추출하는 특징들을 왜곡 시킨다. 결국 이와 같은 문제점들은 행동 분석을 심각하게 방해하는 요소로 작용한다. 최근 마이크로소프트사에서 개발한 키넥트 카메라는 RGB 센서 뿐만 아니라 적외선 센서를 내장하였으며, 카메라와 객체 사이의 깊이 정보들도 제공하고 있다. 이와 같은 키넥트 카메라는 RGB 카메라와 비교하여 색상 변화, 빛에 의한 영향, 폐색 등에 강인한 특징을 갖고 있음이 이미 입증되었다[5-6].

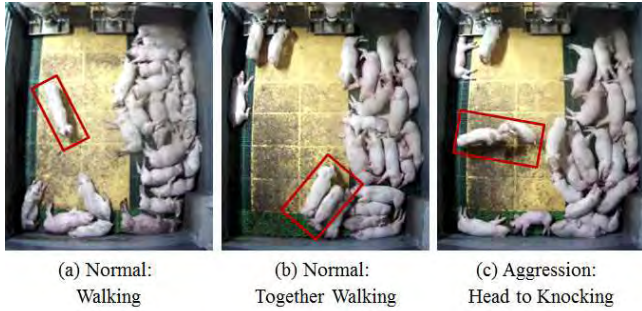
본 논문에서는 이유자돈사에서 발생하는 이유자돈들의 공격적인 행동들을 키넥트 기반의 깊이 정보를 이용하여 조기 탐지가 가능한 프로토타입 모니터링 시스템을 제안한다. 먼저 제안한 시스템은 키넥트에서 실시간으로 취득되는 정보로부터 움직임이 있는 객체들만을 탐지하고, 해당 객체들을 Region Of Interest (ROI)로 설정한다. 둘째, 설정된 객체 ROI가 움직임이 존재할 때 해당 객체의 속도와 객체 사이의 거리와 같은 특징정보들을 계산한다. 셋째, 취득한 특징정보들을 이용하여 공격적인 행동 여부를 탐지에 사용한다. 공격적인 행동 탐지를 문제는 정상과 공격(비정상)적인 행동의 이진 클래스 분류 문제로 볼 수 있다. 본 연구에서는 이진 클래스 분류에 효과적인 기계학습 방법인 Support Vector Machine (SVM)을 공격 행동 탐지기로 사용한다. 본 논문에서 제안하는 키넥트 기반의 공격 행동 탐지 시스템은 설치 가격이 경제적일 뿐만 아니라 이유자돈들에게 직접 센서를 부착하지 않기 때문에, 스트레스를 유발하지 않은 상태에서 움직임 정보를 효과적으로 취득할 수 있다. 실제 이유자돈사에서 취득한 키넥트 정보를 이용하여 본 시스템의 우수성을 실험적으로 검증하였다.

2. 이유자돈의 공격적인 행동 탐지 시스템

본 논문에서 탐지하고자 하는 이유자돈의 공격적인 행동은 다음과 같이 정의 된다: 이유자돈사에서 움직이는 두

* 교신저자

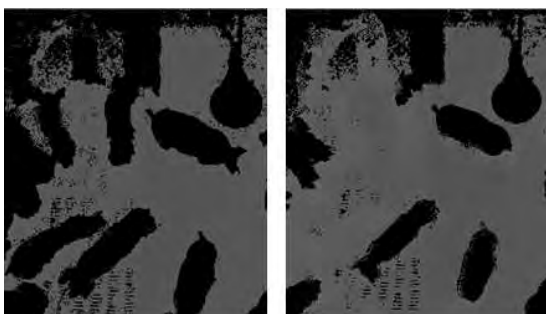
객체가 서로 4초 동안 접촉하고 있으며, 이 과정에서 ‘Head to knocking’, ‘Chasing’ 등과 같은 행위를 공격적인 행동으로 정의[7]하며, 그림 1은 해당 행동에 대한 영상을 캡처한 것이다. 키넥트의 경우 돈사의 모든 돼지를 탐지하거나, 깊이 정보를 이용하여 엎드려있는 돼지를 제외한 서 있는 돼지를 탐지할 수 있다. 이는 움직임이 있는 돼지를 탐지할 때, 관련이 없는 객체(엎드려있는 돼지)에 대한 연산을 수행하지 않아도 된다는 큰 장점이 존재 한다 (그림 2 참조).



(그림 1) 돼지의 일반적인 행동 및 공격 행동.

2.1 공격적인 행동 탐지를 위한 전처리

본 논문에서는 이유자돈의 공격적인 행동을 탐지하기 위하여 키넥트 깊이 정보를 기반으로 서 있는 돼지를 먼저 탐지한 후 (그림 2 참조), 탐지된 객체를 하나의 ROI로 표현한다. 이 때 해당 객체가 다음 영상 프레임에서 움직임이 존재할 때, 현재 움직임을 탐지한 프레임과 움직임이 발생한 다음 프레임에서의 객체를 표현한 ROI의 중심 좌표를 이용하여 중심점 사이의 거리를 계산한다. 만약 계산한 거리가 미리 설정한 임계값보다 작으면 동일한 객체로 판단하여 추적한다[8]. 또한 설정된 객체의 평균, 최고, 최소 속도, 객체 속도의 표준편차, 근거리에 있는 두 객체 사이의 최소 거리와 같은 특징정보들을 계산한다.



(그림 2) 키넥트 깊이 정보를 이용한 돼지 탐지 예.

움직임이 있는 객체에 대해 트래킹을 수행할 때 매 프레임에서 움직임이 있는 객체의 ROI 중심 좌표를 구할 수

있으며, 수식(1)에 의하여 두 프레임사이엔 객체가 움직인 거리를 구할 수 있다. 객체가 이동한 거리인 $Distance_i$ 구한 후 시간변화량 $\Delta Time$ (두 프레임 차의 값)을 수식(2)에 대입하면 매 프레임에서 움직임이 있는 객체의 속도 및 관련 정보를 구할 수 있다.

$$Distance_i = \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2} \quad (1)$$

$$Velocity_i = \frac{Distance_i}{\Delta Time} \quad (2)$$

2.2 SVM 기반의 공격적인 행동 탐지

본 논문에서는 이유자돈의 공격적인 행동을 탐지하기 위하여 이진 분류기로 널리 알려진 SVM을 이용하고자 한다. SVM 기반의 돼지 공격 행동을 탐지하기 위하여, 먼저 키넥트 깊이정보를 기반으로 트래킹을 수행한 후 취득한 객체의 5가지 특징값(객체의 평균, 최고, 최소 속도, 객체 속도의 표준편차, 두 객체 사이의 최소 거리)을 공격적인 행동을 탐지하기 위한 입력벡터로 사용하였다.

3. 실험 및 결과

본 논문에서는 이유자돈의 행동을 보다 정확하게 분석하기 위하여 돈사에서 움직임이 있는 객체에 대해 키넥트에서 제공하는 함수를 이용하여 추적하였다. 실제, 세종특별자치시 조치원의 한 돼지 농장에 비디오 센서 기반의 실험 환경을 구축하였으며, 2014년 12월 한 달간의 이유자돈사의 영상 감시데이터 셋을 취득하였다. 영상 데이터는 1초로 구성되었으며, 초당 30개의 프레임이다. 정상적인 데이터 50개, 공격적인(비정상) 데이터 50개, 총 100개 데이터로 실험을 수행하였다. 실험 성능측정을 위한 지표로는 공격적인 행동 탐지율(ABDR: Aggressive Behaviour Detection Rate), FPR(False Positive Rate: 정상 행동이 비정상 행동으로 오탐지된 비율), FNR(False Negative Rate: 비정상 행동이 정상 행동으로 오탐지된 비율)을 사용하였다.

$$ABDR = \frac{\sum_{i=1}^m T_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (3)$$

$$FPR = \frac{\sum_{i=1}^k P_i}{\sum_{i=1}^l N_i}, FNR = \frac{\sum_{i=1}^{n-m} F_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (4)$$

위 식에서 I는 공격 행동 데이터, T는 공격 행동 데이터를 정확히 공격 행동으로 탐지한 데이터, N은 정상 행동 데이터, P는 정상 행동 데이터를 공격 행동으로 탐지

한 데이터, F는 공격 행동 데이터를 정상으로 판단한 데이터를 의미한다.

3.1 SVM을 이용한 공격 행동 탐지 결과

공격적인 행동 탐지를 위한 학습 및 테스트는 Weka 3.7.11에서 제공하는 SVM 도구인 SMO를 이용하였다. 테스트 옵션은 10-fold cross validation이며, SVM의 상대적 중요성을 조정하는 상수(trade-off constant) C값은 2.0로 설정하였으며, 커널 함수는 PolyKernel을 사용하였다. 실험 결과는 다음 표 1과 같으며, 공격적인 행동의 탐지율은 94.0%, FPR과 FNR은 각각 8.0%, 6.0%라는 안정적인 결과를 기록하였다.

<표 1> 돼지 공격 행동 탐지 실험 결과.

ABDR	FPR	FNR
94.0%	8.0%	6.0%

4. 결론

본 논문에서는 돈사에서 발생하는 이유자돈의 공격적인 행동을 영상의 깊이 정보를 이용하여 탐지하는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 먼저 실시간으로 유입되는 키넥트 적외선 센서 스트림 데이터로부터 깊이정보를 이용하여 움직임이 있는 객체를 탐지한 후 해당 객체를 ROI로 설정하여 트래킹 하였다. 둘째, 트래킹을 수행하고 있는 객체의 ROI를 기반으로 5가지 특징 정보(객체의 평균, 최고, 최소 속도, 객체 속도의 표준편차, 두 객체 사이의 최소 거리)를 취득하였다. 셋째, 공격적인 행동의 탐지는 이진 클래스 분류기의 대표적인 모델인 SVM을 탐지기를 이용하였다. 영상 정보는 세종특별자치시 조치원의 한 농가에서 2014년 12월에 한 달간의 이유자돈사 영상 감시 데이터 셋을 취득하여 실험하였다. 실험 결과 깊이 정보 기반의 돼지 공격 행동 탐지 시스템의 안정적인 탐지성능을 확인하였다.

5. 감사의 글

본 연구는 2012년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 (No. 2012R1A1A2043679)과 BK (Brain Korea) 21 Plus 사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

[1] Camerlink, I., Turner, S.P., Ursinus, W.W., Reimert, I., and Bolhuis, J.E., "Aggression and affiliation during social conflict in pigs," PloS one, vol. 9, no. 11, e113502, 2014.

[2] Poletto, R., Kretzer, F.C., and Hötzel, M.J., "Minimizing aggression during mixing of gestating sows with supplementation of a tryptophan-enriched diet," Physiology & behavior, vol. 132, pp. 36-43, 2014.

[3] D'Eath, R.B., and Turner, S.P., "The natural behaviour of the pigs," In The welfare of pigs, Springer Netherlands, pp. 13-45, 2009.

[4] Marchant-Forde, J.N., and Marchant-Forde, R.M. "Minimizing inter-pig aggression during mixing," Pig News and Information, vol. 26, no. 3, pp. 63N-71N, 2005.

[5] Kaur, A., and Kranthi, B.V., "Comparison between YCbCr color space and CIELab color space for skin color segmentation," International Journal of Applied Information Systems, vol. 3, no. 4, pp. 30-33, 2012.

[6] Xia, L., "Human detection and action recognition using depth information by Kinect," Master Thesis, University of Texas at Austin, USA, May 2012.

[7] Viazzi, S., Ismayilova, G., Oczak, M., Sonoda, L., Fels, M., Guarino, M., and Berckmans, D., "Image feature extraction for classification of aggressive interactions among pigs", Computers and Electronics in Agriculture, vol. 104, pp. 57-62, 2014.

[8] Zuo, S., Jin, L., Chung, Y., and Park, D., "An index algorithm for tracking pigs in pigsty," In Industrial Electronics and Engineering, WIT Press, pp. 797-803, 2015.