

비디오 모니터링 응용에서 움직인 돼지 탐지

유승현*, 서유일**, 손준형*, 이세준*, 정용화*, 박대희*

*고려대학교 컴퓨터융합소프트웨어학과

**인포벨리코리아

e-mail: tidlsld44@korea.ac.kr

Moving Pigs Detection in Video Monitoring Applications

SeungHyun Yu*, Yooil Suh**, JunHyung Son*, SeJun Lee*,
Yongwha Chung*, and Daihee Park*

*Dept. of Computer Convergence Software, Korea University

**InVaKo

요 약

비디오 모니터링은 자율주행차뿐만 아니라 농장 내 병든 동물 탐지 등과 같은 스마트팜 분야에서 사람 대신하여 24시간 연속 모니터링할 수 있는 중요한 응용 분야이다. 본 논문에서는 비디오 모니터링의 계산량을 줄이면서도 혼잡한 돈방에서 빠르게 움직이는 돼지들을 정확히 탐지하기 위해 CNN 기반 객체 탐지기의 정확도를 고려한 방법을 제안한다. 즉, 연속되는 비디오 영상에서 key frame을 먼저 추출한 후, 비디오의 특성인 움직임 정보가 포함된 영상에서 GMM을 이용하여 움직인 돼지와 움직이지 않은 돼지의 위치를 구분하고, 최종적으로 YOLOv4를 적용하여 움직인 돼지와 움직이지 않은 돼지를 탐지한다. 돈사에서 촬영된 비디오 데이터로 실험한 결과, 제안 방법은 효과적으로 움직인 돼지를 탐지할 수 있음을 확인하였다.

1. 서론

최근 CNN(Convolutional Neural Network) 기술의 발전으로 다양한 영상 처리 응용에 딥러닝 기법이 적용되고 있으나[1-3], 다중 객체 추적 등 실제 비디오 모니터링 응용에 적용하기 위해서는 정확도와 계산시간 사이의 트레이드오프를 고려해야 한다. 특히 스마트 축산과 관련하여 많은 관련 연구가 발표되고 있으나[4-14], 실질적인 비디오 분석을 위해서는 보다 정확하고 실시간 처리가 가능한 방법의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 돈사내 설치된 카메라로부터 입력되는 비디오로부터 움직인 돼지를 탐지하는 효과적인 방법을 제안한다. 즉, 전체 비디오 처리의 계산시간을 줄이기 위해 입력되는 비디오에서 키프레임(key-frame)을 먼저 추출한 후, 비디오의 특성인 움직임 정보가 포함된 영상에서 GMM(Gaussian Mixture Model)을 적용하여 움직인 돼지의 위치를 결정한다. 특히 배경영상의 학습률을 다르게 설정하여 장기(long-term) 및 단기(short-term) 배경을 획득하고, 이 둘을 적절히 활용하여 움직인 돼지와 움직이지 않은 돼지의 위치를 구분한다. 최종적으로 현재 CNN 기반의 탐지기중 처리속도 대비 정확도가 가장 뛰어나다고 알려진 YOLOv4[3]를 적용하여 움직인 돼지와 움직이지 않은 돼지를 탐지한다.

2. 제안 방법

본 연구에서는 어떠한 탐지기를 적용해도 탐지율 100%가 되지 않기 때문에, 탐지를 할 때 주로 움직인 객체와 움직이지 않은 객체가 화면 사이에서 서로 겹침이 일어나면서 발생하는 오 탐지가 객체 추적에서 발생하는 주요 오류 중 하나로 판단하였다. 이는, 움직인 객체와 움직이지 않은 객체가 영상 속에서 겹침이 발생하였기 때문에 객체 추적이 정상적으로 이루어지지 않는 점인데 이를 해결하기 위해서 unsupervised data에서 효과적으로 작동하는 clustering 알고리즘을 이용하였다. 본 논문에서는 clustering 알고리즘 중 하나인 GMM 알고리즘을 사용하였으며, parameter를 조정하여 Long Term GMM과, Short Term GMM으로 두 가지로 구분하였다. Long Term GMM에서는 적은 움직임을 가진 객체의 정보를 출력하게 하였으며 원본 영상인 그림 1에 이를 적용하면 그림2와 같은 영상을 출력하게 된다. Short Term GMM의 경우 큰 움직임을 가진 객체의 정보를 출력하게 하였으며, 원본 영상인 그림 1에 이를 적용하면 그림3과 같은 영상을 출력하게 된다. 이후, 앞에서 구한 Long Term GMM과 Short Term GMM간의 차이를 이용해서 다음과 같은 식을 적용하면 그림4와 같이 움직이지 않은 객체인 UnMoved_Pig를 구할 수 있다.

$$ng \text{ Term GMM} - \text{Short Term GMM} = \text{UnMoved_Pig}$$



그림 1. <원본 영상>



그림 2. <Long Term GMM>



그림 3. <Short Term GMM>



그림 4. <UnMoved_Pig>

움직이지 않은 객체를 여러 번 탐지하는 것은 비효율적이기 때문에 [14]에서 제안된 key_frame 추출 알고리즘을 통하여 입력받는 영상의 개수를 줄인 후 각기 다른 hyper parameter를 가진 GMM을 각각 두 번 적용한 후 두 영상 속 같은 픽셀 값을 가진 정보를 제외하면 움직이지 않은 UnMoved_Pig를 탐지할 수 있게 된다. 이를 이용하면 CNN 기반 객체 탐지기로 정확도 및 계산시간 측면에서 효율적인 YOLOv4[3]를 이용해서 움직이지 않은 객체를 집중적으로 탐지를 할 수 있게 된다.

3. 실험결과

본 논문의 실험환경은 입력 동영상 크기 : (512 x 512), CPU : i9, GPU : RTX 3090환경에서 수행되었다. 실험결과 key frame 추출의 경우 test data 36,000장에서 6,493장으로 1초당 10장을 1초당 1.8장으로 줄였음을 확인하였다. 또한, GMM을 두 번 적용할 때 걸린 평균 시간은 0.0216sec이며, YOLOv4를 수행했을 때 걸리는 시간은 0.0109sec로 확인되었다. 즉, 본 논문에서 제안한 방법을 적용하고 YOLOv4를 적용하면 1장당 평균 0.0325sec가 소요되기 때문에 key frame 추출을 통하여 줄인 영상을 처리하고도 약 28장을 더 처리할 수 있는 시간적 여유가 생기기 때문에 우리가 제안한 방법을 통해서 움직이지 않은 객체를 탐지하는 데에 큰 비용이 들지 않고 검출할 수 있다는 것을 확인하였다.

4. 결론

실시간 비디오 모니터링 응용을 위해서는 정확도-계산 시간 간의 트레이드오프를 고려해야 한다. 본 연구에서는 영상처리 기법을 적용하여 key frame을 추출하고 키프레임내 움직인 영역을 결정한 후, CNN 기법을 적용하여 움직인 돼지를 탐지하는 방법을 제안하였다. 계산량 측면에서 전체 비디오를 실시간으로 분석할 수 있는 딥러닝 기법이 아직 개발되지 않은 상황에서, 제안 방법은 돈사 내 움직인 돼지들을 탐지할 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2018년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(2018R1D1A1A09081924)과 2019년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단-현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업(2019H1D8A1109907)의 지원으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] S. Matthews, et al., "Early Detection of Health and Welfare Compromises through Automated Detection of Behavioural Changes in Pigs," *The Veterinary Journal*, Vol. 217, pp. 43-51, 2016.

- [2] L. Liu, et al., "Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 128, pp. 261-318, 2020.
- [3] A. Bochkovskiy, C. Wang, and H. Liao, "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection," *arXiv preprint arXiv:2004.10934*, 2020.
- [4] H. Kim, H. Kim, J. Lee, and Y. Chung, "Automated Activity Monitoring using a Visual Sensor" *Proceedings of the International Conference on New Trends in Information Science, Service Science and Data Mining*, 2012.
- [5] 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" *TIIS*, 2014, pp. 1481-1498
- [6] Y. Chung et al., "Automated detection of cattle mounting using side-view camera," *Trans. Internet Inf.* 2015, Syst. 3151 (DOI: 10.3837/tiis.2015.08.024).
- [7] J. Lee, Jin L, D. Park, and Y. Chung, "Automatic recognition of aggressive behavior in pigs using a kinect depth sensor" *Sensors*, 2016, 16, p. 631
- [8] M Ju, Y Choi, J Seo, J Sa, S Lee, Y Chung, D Park, "A Kinect-based Segmentation of Touching Pigs for Real-Time Monitoring" *Sensors* 2018, 18, 1746.
- [9] J. Sa, Y. Choi, H. Lee, Y. Chung, D. Park and J. Cho, "Fast pig detection with a top-view camera under various illumination conditions", *Symmetry*, 2019, vol. 11, no. 2, pp. 266.
- [10] S. Lee, H. Ahn, J. Seo, Y. Chung, D. Park, and S. Pan, "Practical Monitoring of Undergrown Pigs for IoT-Based Large-Scale Smart Farm" *IEEE* 2019, 7, 173796 - 173810.
- [11] M. Ju, J. Sa, H. Kim, Y. Chung, and D. Park, "모션 정보를 이용한 근접 돼지 구분" *한국정보과학회 학술발표논문집*, 2015. 1606-1608.
- [12] C. Park, J. Sa, H. Kim, Y. Chung, D. Park, and H. Kim, "움직임 정보를 이용한 근접 돼지 추적" *정보처리학회논문지*, 2018, pp. 135-144.
- [13] H. Seo, J. Kim, H. Kim, Y. Choi, Y. Chung, and D. Park, "프레임 누적을 이용한 근접 돼지 구분" *한국멀티미디어학회*, 2017.
- [14] S. Oh, C. Jang, Y. Choi, Y. Chung, D. Park, and H. Kim, "혼잡한 돈방 환경에서 그룹내 움직임 탐지", *한국인터넷정보학회*, 2018.
- [15] S. Yu, S. Son, H. Ahn, Y. Chung, and D. Park, "비디오에서 키프레임 추출을 위한 파라미터 설정" *IPIU*, 2020, P1-55.