https://doi.org/10.7840/kics.2017.42.1.46

Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리에서 영상 다운 샘플링이 배경 분리 성능에 미치는 영향에 관한 연구

정 찬 호◆

Impact of Image Downsampling on the Performance of Background Subtraction in Full-HD Soccer Videos

Chanho Jung◆

요 약

본 논문에서는 "Full-HD급(1920×1080) 축구 동영상" 분석을 위해 필수적인 "배경 분리"에서 "영상 다운 샘플링"이 배경 분리 성능에 미치는 영향에 대해 정량적으로 분석 및 고찰한다. 이를 위해 본 논문에서는 배경 분리 정확도 뿐만 아니라 배경 분리 속도 관점에서 영상 다운 샘플링이 미치는 영향을 평가하였다. 또한 실험의 신뢰성을 높이기 위하여 두 가지 서로 다른 배경 분리 알고리즘을 이용하였다. 정량적인 비교 평가를 위해 F-measure 및 FPS(frames per second)를 이용하였다. 본 논문에서 제시된 정량적인 분석 결과는 실시간 지능형 축구 동영상 분석 시스템 개발을 위해 고속 배경 분리 기술을 연구하고자 하는 연구자 및 개발자들에게 유용한 벤치마크가 될 것으로 예상된다.

Key Words : Full-HD Soccer Videos, Background Subtraction, Image Downsampling

ABSTRACT

In this letter, we investigate the impact of image downsampling on the performance of background subtraction in Full-HD soccer videos. To this end, we evaluated the performance of background subtraction in terms of both accuracy and computational time. Furthermore, for the sake of completeness, we used two different background subtraction methods under the same experimental setup. For the quantitative comparison, we employed the F-measure and FPS(frames per second). We believe that this study serves as a practically useful benchmark for researchers and practitioners in developing a fast background subtraction algorithm adopted for building real-time intelligent soccer video analysis systems.

Ⅰ. 서 론

최근 동작 인식 시스템 및 비디오 감시 시스템 등과 같은 지능형 동영상 분석 시스템 개발에 대한 활발한 연구[1-3]에 힘입어 축구, 야구 및 농구 경기 등을 대상으로 하는 지능형 스포츠 동영상 분석 시스템 개발에 대한 연구가 활발해지고 있다. 특히 전 세계적으로 인기가 높은 축구 경기를 지능적으로 분석하고 이해하는 지능형 축구 동영상 분석 시스템은 팀/선수 경기 퍼포먼스 분석, 증강현실 기반 실시간 팀/선수 경기 정보 제공, 하이라이트 자동 생성, 심판 판정 검증 등과 같은 다양한 응용에서 매우 중요한 역할을 하기 때문에 그에 대한 연구가 더욱 활발하게 진행되고 있다[4]. 최근 지능형 축구 동영상 분석 시스템 개발에 있어서 가장 큰 이슈 중 하나는 "실시간" 분석 결과 제공이다. 그러나 지능형 축구 동영상 분석 시스템은 카메라 모션 분석, 카메라 캘리브레이션, 팀/선수 인식, 선수/공 추적, 이벤트 인식 등으로 구성되며 각 서브시스템은 많은 연산량을 요구하기 때문에 실시간으로 분석 결과를 제공하기에 큰 어려움이 있다[5]. 축구 동영상 분석을 위한 첫 번째 중요한 단계는 움직이는 객체들을 추출하는 것이다[4]. 현재 대부분의 지능형 축구 동영상 분석 상용 시스템에서는 이동형 카메라의 한계 및 문제점 때문에 고정형 카메라를 이용하고 있다[4]. 이러한 환경에서 배경 분리 기술은 움직이는 객체들을 추출하기 위한 필수적이고 핵심적인 기술이다.

본 논문에서는 "Full-HD급 축구 동영상"을 대상

◆ First Author : Department of Electrical Engineering, Hanbat National University, peterjung@hanbat.ac.kr, 정회원
논문번호 : KICS2016-12-389, Received December 16, 2016; Revised January 5, 2017; Accepted January 9, 2017

으로, “배경 분리” 과정에서 “영상 다운 샘플링”이 배경 분리 성능에 미치는 영향에 대해 정량적으로 분석 및 고찰한다. 본 연구의 궁극적인 목적은 실시간 축구 동영상 분석에 특화된 “고속” 배경 분리 기술 개발을 위한 실용적인 벤치마크를 제공하는 것이다. 영상 처리 및 분석 분야에서 영상 다운 샘플링은 기본적으로 입력 영상을 처리하고 분석하는데 있어 연산량을 크게 감소시키는 효과가 있기 때문이다. 그러나 동시에 영상 처리 및 분석 정확도가 영상 다운 샘플링을 하지 않은 경우에 비해 감소하는 단점이 있다. 실험 결과 일반적인 영상 처리 및 분석 시스템에서와는 반대로, Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리에서 영상 다운 샘플링을 이용할 경우 배경 분리 속도 뿐만 아니라 배경 분리 정확도가 동시에 향상되는 것을 볼 수 있었다. 본 논문에서는 실험의 신뢰성을 높이기 위해 두 가지 서로 다른 배경 분리 알고리즘을 이용하였을 뿐만 아니라 다양한 영상 다운 샘플링 인자(image downsampling factor)에 대해 실험하였다.

Ⅱ. 영상 다운 샘플링을 이용한 Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리

영상 처리 및 분석 시스템에서 영상 다운 샘플링을 이용하기 위해서는 입력 영상을 다운 샘플링하는 블록 뿐만 아니라 영상 처리 및 분석을 통해서 얻은 출력 영상의 해상도를 입력 영상의 해상도와 동일하게 만들어주는 출력 영상 업샘플링(upsampling) 블록이 필요하다. 그림 1은 영상 다운 샘플링을 이용한 Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리 시스템을 보여준다. 배경 분리의 목적은 배경 모델링을 통해 전경맵(foreground map)을 얻는 것이기 때문에 기본적으로 배경 분리 블록 외에 그림 1에서 보는 바와 같이 Full-HD급 축구 영상 다운 샘플링 블록 뿐만 아니라 전경맵 업샘플링 블록이 필요하다.

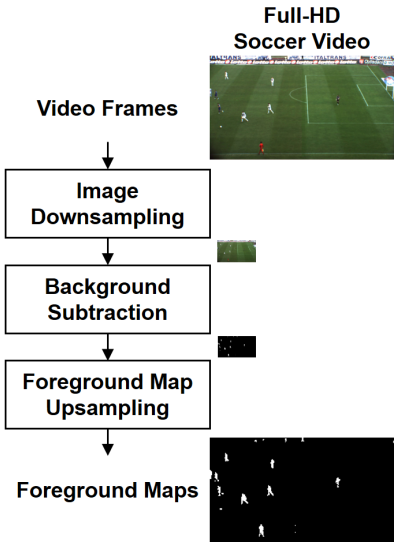
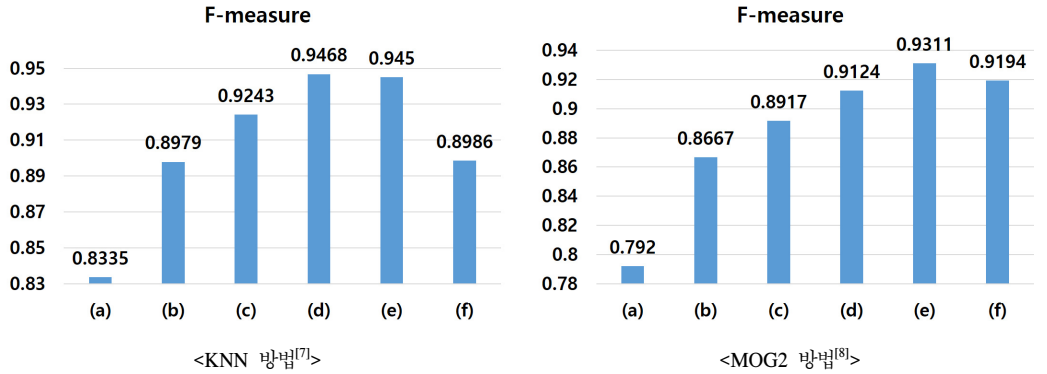


그림 1. 영상 다운 샘플링을 이용한 Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리.
Fig. 1. Background subtraction using image downsampling for Full-HD soccer videos.

Ⅲ. 실험 결과 및 결론

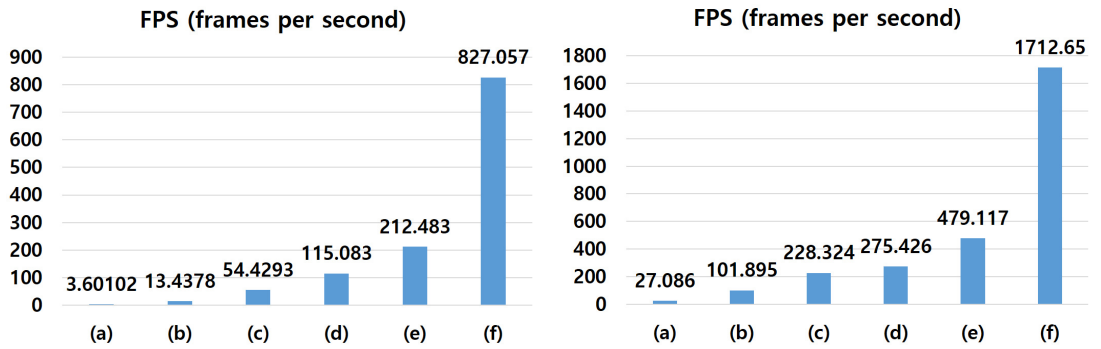
본 논문에서는 “Full-HD급 축구 동영상”의 배경 분리에서 영상 다운 샘플링이 배경 분리 성능에 미치는 영향을 정량적으로 평가하기 위해 ISSIA 축구 동영상 벤치마크 데이터베이스[6]를 이용하였다. 영상의 해상도는 1920×1088이며, ID1, ID2 및 ID3 데이터셋 등 총 9000 프레임을 이용하였다. 실험의 신뢰성을 높이기 위해 지능형 동영상 분석 분야에서 널리 이용되는 두 가지 서로 다른 배경 분리 알고리즘을 이용하였다: KNN 방법[7] 및 MOG2 방법[8]. 2.3GHz CPU 및 8GB RAM이 장착된 PC에서 F-measure 및 FPS(frames per second)를 이용하여

그림 2. 영상 다운 샘플링 인자 변화에 따른 Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리 결과. (a) 입력 프레임. (b) Ground-Truth. (c) 1920×1088. (d) 480×272. (e) 320×182. (f) 240×136.
Fig. 2. Results of background subtraction with the change of image downsampling factor for Full-HD soccer videos. (a) input frame. (b) Ground-Truth. (c) 1920×1088. (d) 480×272. (e) 320×182. (f) 240×136.



<KNN 방법[7]> <MOG2 방법[8]>

그림 3. F-measure를 이용한 영상 다운 샘플링 인자 변화에 따른 배경 분리 정확도의 정량적 실험 결과. (a) 1920×1088. (b) 960×544. (c) 480×272. (d) 320×182. (e) 240×136. (f) 120×68.
Fig. 3. The accuracy of background subtraction with the change of image downsampling factor using F-measure. (a) 1920×1088. (b) 960×544. (c) 480×272. (d) 320×182. (e) 240×136. (f) 120×68.



<KNN 방법[7]> <MOG2 방법[8]>

그림 4. FPS(frames per second)를 이용한 영상 다운 샘플링 인자 변화에 따른 배경 분리 속도의 정량적 실험 결과. (a) 1920×1088. (b) 960×544. (c) 480×272. (d) 320×182. (e) 240×136. (f) 120×68.
Fig. 4. The computational time of background subtraction with the change of image downsampling factor using FPS. (a) 1920×1088. (b) 960×544. (c) 480×272. (d) 320×182. (e) 240×136. (f) 120×68.

각각 배경 분리 정확도 및 속도를 측정하였다. 그림 2는 다양한 영상 다운 샘플링 인자에 대한 Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리 결과를 보여주며, 그림 3 및 그림 4는 각각 영상 다운 샘플링 인자 변화에 따른 배경 분리 정확도 및 속도의 정량적 실험 결과를 보여준다. 그림 2에서는 KNN 방법[7]을 이용하였다. 그림 3 및 그림 4에서 보는 바와 같이 일반적인 영상 처리 및 분석 시스템에서와는 반대로, Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리에서 영상 다운 샘플링을 이용할 경우 배경 분리 속도 뿐만 아니라 배경 분리 정확도가 동시에 향상되는 것을 볼 수 있다. 또한 Full-HD급 축구 동영상의 배경 분리를 위한 최적의 해상도는 320×182 또는 240×136임을 볼 수 있다.

본 논문에서는 "Full-HD급 축구 동영상" 분석을 위해 필수적인 배경 분리에서 영상 다운 샘플링이 배경 분리 성능에 미치는 영향에 대해 정량적으로 분석 및 고찰하였다.

References

[1] H. Park, "Detecting and counting people system based on vision sensor," *The J. Korea Inst. Inf. & Electron. Commun. Technol.*, vol. 1, no. 6, pp. 1-5, Mar. 2013.

[2] S. Kim and B. Park, "Image segmentation algorithm based on weight information," *The J. Korea Inst. Inf. & Electron. Commun. Technol.*, vol. 5, no. 9, pp. 472-477, Oct. 2016.

[3] H. Park, "Active object tracking system for

intelligent video surveillance," *The J. Korea Inst. Inf. & Electron. Commun. Technol.*, vol. 2, no. 7, pp. 82-85, Jun. 2014.

[4] S. Beysal and P. Duygulu, "Sentioscope: a soccer player tracking system using model field particles," *IEEE Trans. Cir. and Syst. for Video Technol.*, vol. 26, no. 7, pp. 1350-1362, Jul. 2016.

[5] T. D'Orazio and M. Leo, "A review of vision-based systems for soccer video analysis," *Pattern Recognition*, vol. 43, no. 8, pp. 2911-2926, 2010.

[6] T. D'Orazio, et al., "A semi-automatic system for ground truth generation of soccer video sequences," in *Proc. IEEE Int. Conf. AVSS*, pp. 559-564, Sept. 2009.

[7] Z. Zivkovic and F. van der Heijden, "Efficient adaptive density estimapion per image pixel for the task of background subtraction," *Pattern Recognition Lett.*, vol. 27, no. 7, pp. 773-780, 2006.

[8] Z. Zivkovic, "Improved adaptive gausian mixture model for background subtraction," in *Proc. IEEE Int. Conf. Pattern Recognition*, vol. 2, pp. 28-31, Aug. 2004.