

고속카메라를 이용한 골프공 추적

최서혁* · 김창대 · 김동우 · 류성필 · 안재형

*충북대학교 정보통신공학과

Tracking of Golf Ball Using High-speed Cameras

Seo-hyuk Choi*, Chang-dae Kim, Dong-woo Kim, Sung-pil Ryu, Jae-hyeong Ahn

*Chungbuk National University

E-mail : ladiell@naver.com

요 약

본 논문에서는 골프 퍼팅연습 시 사용자의 편의를 도모하기 위해 고속카메라를 이용한 골프공 추적방법을 제안한다. 이것은 요즘 많은 사람들이 즐기는 레저스포츠 중 골프 퍼팅부분을 정확하게 칠 수 있도록 분석하기 위한 것이다. 제안방법은 일반 USB카메라를 사용할 경우 화소들이 뭉개져서 골프공 검출률이 낮으므로 최대 초당 380프레임까지 측정이 가능한 고속카메라를 사용하였다. 먼저 전처리 후 허프변환을 이용하여 골프공을 검출한다. 그 후 검출된 골프공의 정보를 이용하여 이동경로, 이동거리와 각도를 구한다. 제안한 방법을 적용한 결과 골프공의 검출률이 향상되었고 이동경로, 이동거리와 각도의 정확성도 향상되었다.

ABSTRACT

In this paper, in order to achieve the user's convenience in golf putting during practice, to provide a method of tracking the golf ball using a high speed camera. This is recently, it is to analyze so that you can hit a golf putting part of the leisure sport to enjoy a lot of people accurately. The proposed method, the pixel when using a common USB camera is blurred, since the golf ball detection rate is low and using a high-speed camera capable of measuring up to per second 380 frames. First, by using the Hough transform after pretreatment, to detect a golf ball. Movement path by using the information subsequently detected golf ball, calculating the moving distance and angle. The proposed method result of applying, improved travel route detection rate of the golf ball is improved, the accuracy of the moving distance and angle.

키워드

골프공, 추적, 이동경로, 이동거리, 각도

1. 서 론

골프는 코스 위에 정지하여 있는 볼을 클럽으로 잇달아서 쳐서 정해진 홀에 넣어 그때까지 소요된 타수의 많고 적음으로 우열을 겨루는 경기이다.

과거 상류층의 전유물이라 여겨지던 골프가 현재는 대중들에게 널리 퍼져 일상생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 여가스포츠가 되었다. 일반적으로

로 잔디가 형성된 넓은 면적인 필드에서 하는 운동인 골프는 국내에서는 시설이 많이 부족하고, 한번 하더라도 많은 비용과 시간이 소모된다.

최근 이와 같은 골프의 문제점을 해결하기 위해 계절과 날씨에 관계없이 저렴한 가격으로 실내에서 즐길 수 있는 스크린 골프장이 개장되어 많은 사람들에게 인기를 끌고 있다.

그러나 스크린 골프는 현재 풀스윙(full swing)을 기반으로 발전되고 있어 퍼팅은 현실감이 많

이 떨어지거나 구질 예측이 정확하지 않다는 문제점을 가지고 있다. 퍼팅은 전체 스트로크(stroke)에서 40%의 높은 비중을 차지하고 있어 스코어에 미치는 영향이 매우 크다.

본 연구에서는 골프에서 많은 비중을 차지하고 있는 퍼팅을 보다 정확하게 칠 수 있도록 분석하고자 연구를 진행하였다.

II. 제안하는 방법

본 연구에서는 골프공의 위치정보를 기반으로 정보를 수집하므로 먼저 입력영상에서 골프공을 검출해야 한다. 골프공을 검출하기 위해 우선 RGB 영상을 GRAY 영상으로 변환해야 한다. GRAY 영상으로 변환하는 이유는 허프 변환을 사용하기 위함이다. 그 후 샤프닝 변환을 하여 조명에 의한 영향을 감소시켰고, 퍼팅매트 영역을 ROI 설정 하여 잘라내고 잘라낸 영역에서 허프 변환을 이용하여 골프공을 검출한다. 이러한 알고리즘의 순서를 그림 1에 나타내었다.

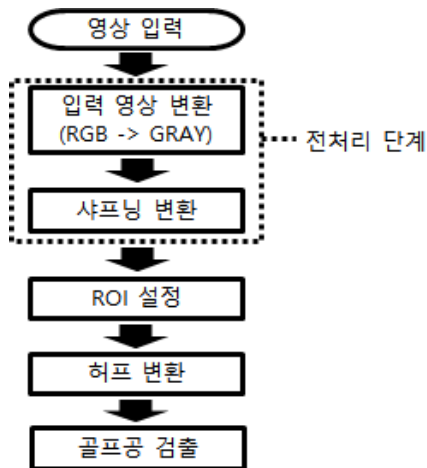


그림 1. 제안한 알고리즘의 순서도

2.1 전처리 단계

본 연구는 골프공을 검출하기 위해 허프 변환(Hough transform)을 사용한다. 허프 변환을 수행하기 전 첫 번째 전처리 단계로 RGB영상을 GRAY영상으로 변환한다. GRAY영상으로 변환하는 이유는 허프 변환 단계에 필요한 이진 영상을 얻어야 하기 때문에 RGB 영상을 GRAY영상으로 변환 후 사용하였다.

허프 변환을 수행하기 전 두 번째 전처리 단계로 샤프닝 변환을 사용하였다. 실험에 사용한 조명은 일반적인 실내 형광등을 사용하였는데 고속 카메라를 사용하기 때문에 형광등의 깜빡임 현상에 대한 영향이 있었다. 따라서 샤프닝 변환을 사용하여 형광등의 깜빡임의 영향을 덜 받도록 하

였다.

샤프닝 변환에 사용된 마스크는 3 * 3 사이즈이며, 그림 2에 나타내었다.

1	-2	1
-2	-5	-2
1	-2	1

그림 2. 샤프닝 변환에 사용한 마스크

2.2 검출 단계

고속카메라를 이용하여 수집한 영상의 정보는 해상도 1920 * 1200, 380프레임 이다. 수집한 원 영상을 제안한 알고리즘에 적용하면 수행시간이 오래 걸리기 때문에 해상도를 400 * 300으로, 프레임은 60프레임으로 줄여 수행시간을 최소화 하였다.

그 후 실제 사용되는 부분만 사용하기 위해 ROI 설정을 하여 퍼팅매트 영역을 제외한 나머지 부분을 제거한다.

$$ROI = \{(x,y) | 50 < x < 1550, 235 < y < 835\} \quad (1)$$

여기서 x, y는 픽셀 좌표이다. 그림 3은 입력영상, 그림 4는 ROI 설정 영상이다.



그림 3. 입력영상

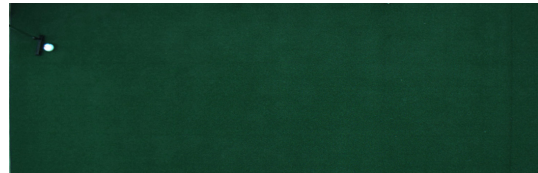


그림 4. 설정된 ROI 영상

제안하는 알고리즘의 마지막 단계로 허프 변환을 사용한다. 다음 식 (2)로 원을 검출한다.

$$\begin{aligned} (x-a)^2 + (y-b)^2 &= r^2 \\ x\cos\theta + y\sin\theta &= r \end{aligned} \quad (2)$$

그림 5와 같이 허프 변환을 이용하여 검출된 원, 즉 골프공의 위치정보를 이용하여 2.3절에서 골프공의 이동거리, 속도, 각도를 계산하고 공의 이동경로를 표시하였다.



그림 5. 검출된 골프공 영상

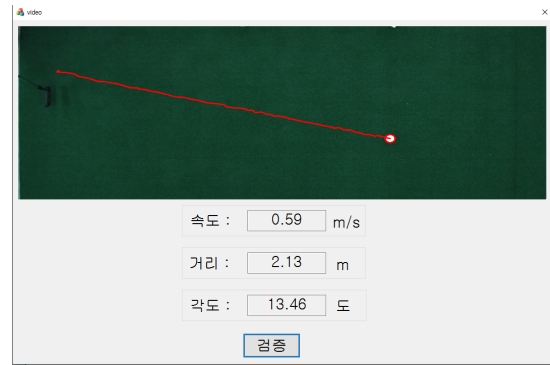


그림 6. 시뮬레이션 결과

2.3 퍼팅정보 계산

허프 변환 후 검출된 골프공의 위치정보를 이용하여 퍼팅정보 이동거리, 속도, 각도를 계산하였다. 먼저 이동거리는 픽셀거리와 실제거리의 비율을 이용하여 계산하였고, 속도는 계산된 이동거리와 골프공이 실제 이동한 프레임 수를 이용하여 계산하였다. 마지막 각도 θ 는 골프공의 원점과 골프공의 도착점, 골프공의 원점에서 y축을 고정하고 x축만 이동된 골프공의 최종점을 이용하여 계산하였다.

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) \times 180 / \pi \quad (3)$$

여기서 x_2, y_2 는 이동된 골프공의 좌표, x_1, y_1 은 이동 전 골프공의 좌표이다.

III. 실험 결과

실험 환경은 Intel(R) Core(TM) i7-6700 CPU, 16GB 메모리, 512GB SSD에 Windows 10 pro 64 비트 PC에서 Visual Studio 2013에서 OpenCV 2.4.11버전을 사용하였다.

실험에 사용된 영상은 CCD 고속카메라로 캡처하여 사용하였다. 영상은 1920*1200 크기의 캡처 영상을 400*300 크기로 인코딩하여 사용하였는데, 이는 해상도가 높아 Visual Studio에서 처리하는 시간이 오래 걸리기 때문이다.

그림 6은 제안한 알고리즘을 적용한 결과이다.

IV. 결론

본 논문에서는 고속카메라를 이용한 골프공 추적 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 고속카메라로 촬영한 퍼팅 영상을 입력받아 허프 변환을 적용할 수 있는 GRAY영상으로 변환 하였고, 조명의 영향을 줄이기 위해 샤프닝 변환을 수행하였다. 그 후 알고리즘의 처리시간을 줄이기 위해 입력영상의 해상도를 400 * 300으로 축소하고, 퍼팅매트 부분만 ROI로 설정하였으며, 허프 변환을 적용하여 골프공을 검출하였다. 검출된 골프공의 정보를 이용하여 이동거리, 이동속도, 각도를 계산하고 이동궤적을 표시하였다.

제안한 방법은 샤프닝 변환을 통하여 조명에 의한 영향을 감소시켰지만, 골프공을 검출하였을 때 조명으로 사용된 형광등의 영향으로 중심점이 조금 흔들리는 현상이 있다. 또한 퍼팅의 시작부분과 끝부분의 정보를 이용하여 퍼팅정보를 계산하였는데, 사용자의 편의를 위해 프레임 중간 정보를 표시할 수 있도록 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Eun-Seok Lee, Exercise motivation navigation screen golf of the participants: Factors of anticipation, of the fun factor, factor of realism, Journal of Leisure and Recreation Studies Vol.33 No.2 pp.73~83, 2009.
- [2] R. C. Gonzales and R. E. Wood, Digital image processing, Prentice Hall, 2001.
- [3] Gary Rost Bradski, Adrian Kaehler, and Syn Gyu Hwang, "Learning Opencv", Hanbit media, O'REILLY, 2009.