

영상 처리를 이용한 당구 자동 채점 시스템

김계영, 유영규, 박정은, 이하영, 황광일
 인천대학교 임베디드시스템공학과
 e-mail : kyeyoung0308@gmail.com, newkyu12@gmail.com,
 jung Eun3814@naver.com, gkdud0701@inu.ac.kr

Billiard Automatic Scoring System

Kye-young Kim, Young-kyu You, Jung-eun Park,
 Ha-young Lee, Kwang-il Hwang,
 Dept. of ESE, Incheon National University

요약

본 논문에서는 영상 처리 라이브러리 OpenCv를 이용하여 3구 당구 스포츠의 당구공 및 쿠션 인식과 공끼리의 충돌 여부, 각도, 쿠션과의 충돌을 실시간 영상 분석하고 이를 활용하여 시스템이 사용자의 차례에서 득점을 판별하고 자동으로 채점하여 모니터 할 수 있는 자동 채점 시스템을 개발한다. 기존의 공에 센서를 삽입하는 것과 달리 본 연구에서는 기존 당구 시스템에 카메라와 보드만을 추가하여 득점 여부를 분석함으로써 보다 실용적이고 호환성을 가능케 하였다. 실제 프로토타입 개발과 테스트를 통해 개발된 시스템과 사용자 제공 디스플레이를 통해 기능 및 성능을 검증하였다.

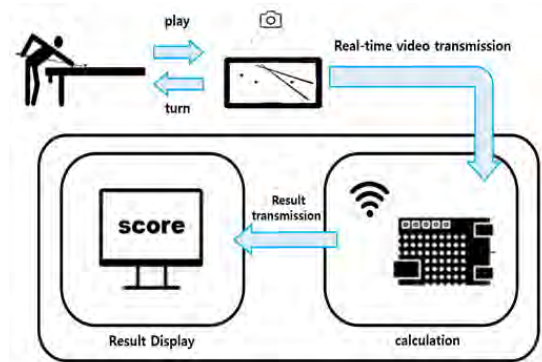
1. 서론

최근 엔터테인먼트 한 스포츠 산업의 발달과 미디어의 발달로 인해 스마트 당구장은 점차 대중적인 스포츠로 자리 잡아 가고 있다. 당구는 3구, 4구, 8Ball 등으로 다양한 부분에서 사람으로부터 인기가 많아 국제 대회까지 개최한다. 당구 스포츠는 사람이 직접 판단하여 득점을 판별하는 것도 중요하지만, 무엇보다 사람이 직접 판단하기 때문에 사람의 관점이 달라 정확한 판단과 공정성 중요하다. 이를 위해 본 연구에서는 영상 처리 라이브러리 OpenCv와 안드로이드 보드를 통해 개발환경을 설정하고, 이를 기반으로 당구 득점 여부를 분석할 수 있는 알고리즘들을 개발함으로써, 시스템이 득점을 판단하고 사용자 디스플레이를 제공하여 자동 채점 시스템을 가능케 한다. 이미 당구 채점 관련하여 많은 기존 연구[1 ~ 5]가 수행되었으나, 대다수 연구는 [4 ~ 5]진동, RFID, 가속도센서 등을 당구공과 쿠션에 삽입 및 설치하여 센서값들을 분석하고 충돌분석에 관한 연구를 통한 연구들이 핵심연구이다.

2. 시스템구조 및 동작

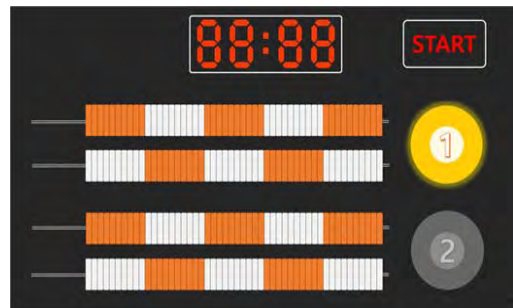
개발된 당구 자동 시스템은 Samsung Exynos 5422 Cortex MCU를 기반으로 하는 안드로이드 보드로써 WiFi 통신을 통해 사용자 디스플레이 연결된다. 사용자의 플레이를 분석하기 위해 실시간 영상 정보를 수집하기 위해 기본적으로 카메라와 카메라 지지대가 사용되었으며, 득점 판단하는 부분에서는 알고리즘을 카메라에 연결된 보드에

포팅하여 이를 통해 득점 여부를 실시간 판단하는 것이 가능하다. 그림1은 전체적인 시스템의 흐름도이다.



(그림 1) 시스템 흐름도

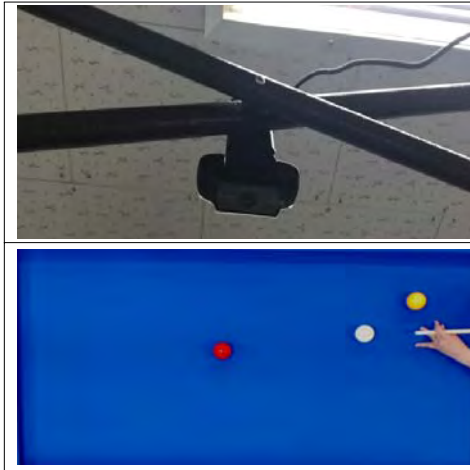
개발된 보드는 WiFi 통신을 통해 사용자 디스플레이에 연결되며 사용자는 모니터를 통해서 실시간 득점 여부, 현재 스코어, 차례 등을 확인 할 수 있다. 그림 2는 보드와 연동되는 모니터의 디스플레이 화면이다.



(그림 2) 사용자 디스플레이

* 이 논문은 2018 한이음 ICT 멘토링 프로젝트의 연구비 지원을 받은 결과물입니다.

3. 구현결과



(그림 3) 카메라 부착 및 실제 당구 테스트

그림 3에서는 카메라 지지대에 실제 카메라를 설치하여 사용자의 플레이를 테스트하는 장면을 보인다. 그림에서와같이 당구대의 두 개의 대각선이 만나는 지점에 카메라를 설치하여 사용자의 스윙에는 영향을 미치지 않고, 실시간 영상을 수집할 수 있다.



(그림 4) 공 충돌 감지



(그림 5) 공과 쿠션 충돌 감지

그림 4와 5는 사용자의 테스트 플레이에서의 각 공끼리, 쿠션과의 충돌 여부를 통해 득점을 판단할 수 있다. 먼저 공 충돌은 사용자의 내공이 목적구의 사이의 거리를 좌표 평면위의 두점사이거리를 다음과 같은 공식을 이용하여 구

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

(x_2, y_2 : 내공 좌표), (x_1, y_1 : 목적구 좌표)

당구공 간에 거리가 일정 구간 사이 및 현재 내공의 좌표 위치와 전 프레임의 내공의 좌표의 위치의 각도 변화에 따른 진행 방향의 변화를 통하여 공의 충돌을 감지한다. 또한, 쿠션과 공의 충돌은 쿠션과 공의 거리를 이용하여 쿠션과의 충돌을 판단한다. 이를 통해 공의 충돌, 3쿠션의 성공을 여부를 판단하여 득점 여부를 결정하여 결과를 사용자 디스플레이 모니터에 통신하여 결과를 사용자는 실시간으로 결과를 확인할 수 있게 했다. 카메라에서 실시간 스트리밍에서 왜곡이 발생하는 문제를 해결하기 위해 Calibration을 이용하여 왜곡 없는 화면을 통해 자동 채점 시스템을 가능케 했다.

4. 성능 평가

OpenCv를 활용하여 앞서 3. 구현결과 방식의 성능 평가를 위해 사람마다 관점에 따라 판단하기 어려운 얇게 치기를 중심으로 두어 사용자 디스플레이의 나타나는 결과를 바탕으로 20fps, 30fps 각각의 프레임 속도 변화에 따라 비교하였다. 성능 평가를 위한 항목은 다음과 같다. 단, 통신은 결과의 영향에 없다고 가정한다.

1. 당구공 인식률
2. 얇게 치기 인식률

<표 1> 당구공 및 얇게 치기 인식률

프레임 속도	당구공 인식률(%)	얇게 치기 인식률(%)
30fps	95%	94%
20fps	97%	95%

5. 결론

본 논문에서는 영상 처리 라이브러리인 Opencv를 이용하여 공을 인식하여 공의 충돌과 쿠션을 분석하고 이를 활용하여 사용자가 자신의 차례에서 득점 여부를 사용자 디스플레이에서 실시간으로 확인 가능한 자동 채점 시스템을 개발하였다. 특히, 기존의 대다수 채점 시스템과 달리 본 연구에서는 카메라와 저렴한 보드를 추가하여 당구 플레이 과정에서 사용자의 공정한 득점 여부를 분석함으로써 보다 정밀하고 경제성도 갖추게 하였다. 실제 개발된 보드 및 사용자 디스플레이 통하여 기능 및 성능을 검증하였으며, 이를 통해 본 연구는 스마트 당구장 및 3구 국제 대회에 적극적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] 송영준, 김동우, 장인태, 안재형. "다중 카메라를 사용한 실시간 당구공의 위치 추적 시스템." 컴퓨터정보통신연구 Vol.19 No.1(2011): 27-32.
 [2] Inhwan Han. "Dynamics in Carom and Three Cushion Billiards." Journal of Mechanical Science and Technology, 19.4 (2005.4): 976-984.
 [3] Wei Shen, Lifang Wu, "A method of billiard objects detection based on Snooker game video", Future

Computer and Communication (ICFCC) 2010 2nd International Conference on, vol. 2, pp. V2-251-V2-255, 2010.

[4]J. Tang and P. K. Wang, "An auto-scoring billiards system," 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Hebei, 2009, pp. 3305-3309.

[5]Jenn Tang and Chao-Yu Chen. "A Billiards Track and Score Recording System by RFID Trigger", *Procedia Environmental Sciences* Volume 11, Part A, 2011, Pages 465-470