

저가 산업용 카메라를 이용한 골프 시뮬레이터의 구현

공경배⁰, 권중장*

^{0*}경성대학교 컴퓨터공학과

e-mail : kbkong@gdpcorea.com⁰, jjkwon@ks.ac.kr*

Implementation of golf simulator using low cost industrial camera

Kyung-Bae Kong⁰, Jung-Jang Kwon*

^{0*}Dept. of Computer Engineering, Kyungsung University

● 요약 ●

본 논문에서는 초고속 카메라가 아닌 일반 산업용 카메라를 이용하여 기존의 초고속 카메라와 비슷한 성능을 가진 골프 시뮬레이터 시스템을 개발하였다. 골프공 인식 카메라의 특성에 관하여 분석하였고, 사용하는 조명의 특성을 비교하여 카메라특성에 맞는 할로겐 램프를 사용한 조명장치를 설계 제작하였다. 영상처리 알고리즘을 이용하여 공의 속도, 방향, 높이 및 스핀을 계산하여 모니터에 디스플레이 하였다. 또한 게임 프로그램적인 요소를 반영하여 실제 데모용 키오스크 시스템을 구현하였다.

키워드: 골프(golf), 공(ball), 할로겐램프(halogen lamp), 키오스크(Kiosk)

I. Introduction

최근에 IT 기술의 발전에 따라 실감 영상 기술이 발달하였고 이러한 기술이 가장 빨리 접목된 분야중 하나가 스포츠 시장이며 그 중 가장 큰 시장은 스크린 골프 시장이라 할 수 있다.

골프시장이 국민 스포츠로 급성장함에 따라 만든 골프 연습 기기들이 치열한 경쟁을 하게 되었고 퍼팅, 스윙 연습, 실제 라운딩과 같은 시뮬레이터 시스템까지 다양하게 개발 되었다.

II. Preliminaries

IR 센서 및 레이저 센서를 이용한 제품의 경우 여전히 정전기와 같은 전기적인 문제에 의한 고장률이 높고 회전 벡터 성분을 찾기가 어려워 정밀도를 높이는 데 한계가 있는 상황이다[1][2].

고가의 시뮬레이터에 사용되는 센서 시스템은 대부분 초고속 카메라 센서를 사용하여 실시간 영상 처리 기술을 적용, 골프공의 속도와 방향을 측정하는 상태이다[3]. 그러나 이러한 초고속 카메라 센서를 여러대 사용하여 공의 방향과 속도 및 회전 성분을 분석함에 따라 전체 센서 시스템의 가격이 급격히 증가하여 고가의 골프방에만 적용이 되고 있는 상황이다.

III. The Proposed Scheme

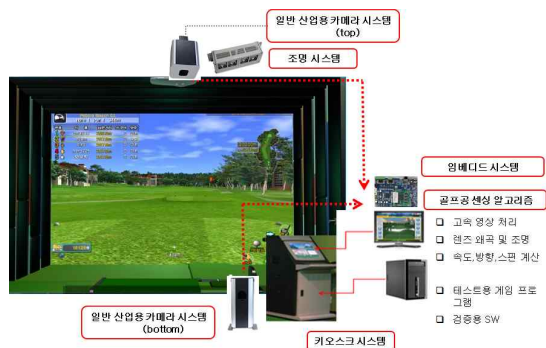


Fig. 1. Conceptual diagram

Fig.1 은 시스템의 전체적인 구성을 보여주고 있다.

1. 저가의 산업용 카메라시스템

본 연구에서는 산업용 카메라 센서 중 PointGray사 LUPA-300 센서를 이용하여 대표적인 초고속카메라인 DALSA(2000fps) 카메라 가격 대비 10 ~ 20%의 가격으로 초당 400fps의 촬영 속도를 구현하여 만족할 만한 성능의 시뮬레이터를 구현하였다.

2. 산업용 카메라에 적합한 조명 시스템

영상의 촬영에 가장 중요한 포인트는 카메라 센서의 과장에 따른 감도특성에 맞게 분석한 결과 IR 투광이나 IR LED 램프는 적합하지 않고 할로겐 램프가 가격대비 상당히 뛰어난 성능을 나타보였다. 따라서 저가격의 연습장용 센서 제품으로 고가의 IR LED 램프 보다는 전체 제품의 단가를 낮출수 있는 저가의 할로겐 램프를 결정하였다.

3. 구현된 골프 시뮬레이터

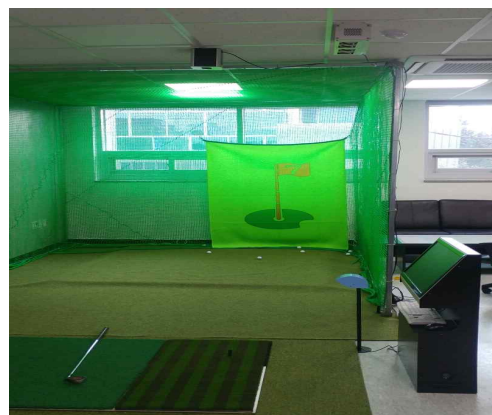


Fig. 2. Implemented golf simulator

4. 속도, 방향, 높이 계산을 위한 알고리즘

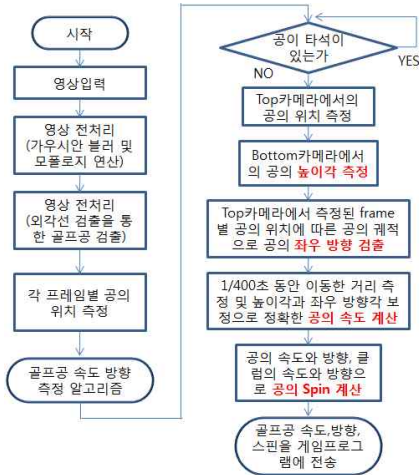


Fig. 3. image processing algorithm

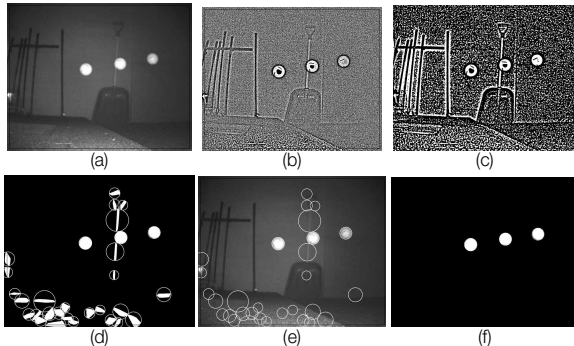


Fig. 4. (a) original image (b) adaptive binary image (c) image morphology operation applied (d)objects whose outline was detected (e) objects in the original image (f)objects judged by golf ball

Fig 4와 같이 bottom 카메라로 찍은 영상과 Top 카메라로 찍은 영상을 각각 영상처리 단계를 거치면서 골프공을 검출한 후에 골프공의 속도, 높이 방향을 검출한다. 골프공의 높이는 bottom 카메라에서 촬영된 영상을 기준으로 Fig 5 와 같이 공의 궤적을 계산하여 높이 각도를 구한다.

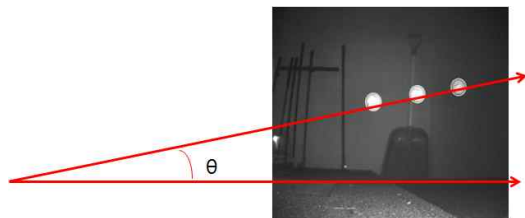


Fig. 5. angle of a golf ball

골프공의 높이는 bottom 카메라 로 앞에서 촬영된 영상을 기준으로 Fig.6과 같이 공의 궤적을 계산하여 높이 각도를 구한다. 속도 및 좌우측 각도는 top 카메라에서 얻어진 영상을 이용하여 공의 속도와 좌우각을 결정한다. 첫 번째 골프공의 3차원 위치 좌표를 (X_1, Y_1, Z_1) 이라 두면, 두 번째 골프공의 3차원 위치 좌표를 (X_2, Y_2, Z_2) 라 두면, 두 골프공 사이의 이동 거리 D 는 다음과

같이 계산되어 진다.

$$D = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2} \quad (식1)$$

따라서, 카메라의 트리거 간격을 T 라고 하면, 골프공의 속도 V 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$V = \frac{D}{T} \quad (식2)$$

또한, 골프공의 좌우 발사각 θ_h 와 상하 발사각 θ_v 역시 골프공의 3차원 좌표의 차이를 계산되어 질 수 있다.

$$\theta_h = \text{atan}\left(\frac{Z_2 - Z_1}{X_2 - X_1}\right), \theta_v = \text{atan}\left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}\right) \quad (식3)$$

공의 스핀은 공의 속도와 방향 및 클럽의 입사각과 출사각을 이용하여 계산한다.

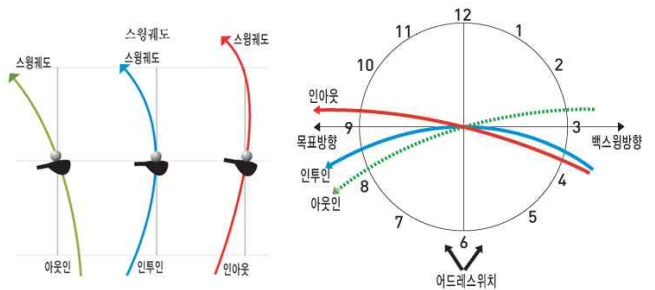


Fig. 6. classification by club angle and angle of departure

IV. Conclusions

실험은 실제 골프 시뮬레이터를 제작하여 실험하였고 골프공인식률은 성공률 98.5%를 기록하였다. 실패한 경우는 사용자가 골프공을 위치를 잘못 둔 경우에 발생하였다. 이것은 키오스크 프로그램에서 사용자가 사용법을 쉽게 알 수 있도록 개선할 필요가 있었다.

실험을 통하여 저가의 산업용카메라와 조명으로도 만족할 만한 신뢰성이 있는 골프시뮬레이터를 만들 수 있는 것을 확인하였다.

References

[1] J. E. Bae, G. T. Park, J. W. Kim, H. S. Park and H. J. Kim, "Extraction of golf ball features based on perpendicular planar sensor," Proc. IEEE Intl. Conf. on Consumer Electronics, pp.515-516, 2010.
 [2] J.E. Bae, J.W. Kim, H.J. Kim and H. S. Park, "Estimation of 3-D Trajectory of the Golf Ball Using Dual Linear Sensor," Proc. Int. Conf. on INC, IMS and IDC, pp.2024-2030, 2009.
 [3] Ki-Hyun Kim, Hyun-Woo Park, Woo-Suk Ju, Dong-Hoon Lee, Tae-Soo Yun, "The Measurement of Flight Data of Golfball with High-Speed Multi-Exposure Image," Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 12, No. 5, pp. 699-707, May 2009.