

적외선 레이저를 이용한 스크린 사격시스템 개발

강성준¹, 김정훈¹, 정성환^{2*}

¹전북대학교 기계시스템공학부, ²전북대학교 IT응용시스템공학과,

Development of Screen Shot System using Infrared Laser

Sung-Jun Kang¹, Jung-Hoon Kim¹ and Sung-Hwan Jeong^{2*}

¹Dept. of Mechanical System Engineering, Chonbuk National University

²Dept. of Computer Engineering, Chonbuk National University

요약 본 논문은 실내 사격 전용 총기의 개발, 고속의 레이저 인식 알고리즘 개발을 통하여 다양한 그래픽 콘텐츠와 연동할 수 있는 실내용 스크린 사격 시스템을 제안한다. 내구성이 강하며 공압 솔레노이드 밸브 제어와 비가시 레이저를 전용 총기에 적용하였으며, 비가시 레이저를 고속으로 인식하여 그래픽 엔진과 상호작용하는 방법을 개발하여 실내용 스크린 사격 시스템을 상용화 하고자 한다.

Abstract This study suggests an indoor screen shooting system that can be connected with diverse graphic contents, through developing a gun only for indoor shooting and developing high-speed laser recognition algorithm. The dedicated gun has strong durability and was applied pneumatic solenoid valve control and invisible laser. The aim is to commercialize the indoor screen shooting system by developing a method of interacting with graphic engine through recognizing invisible laser at high speed.

Key Words : Screen Shot, Infrared Laser, Clay

1. 서론

생활 및 경제 수준이 향상되면서 레저와 오락 및 취미 생활은 현대인의 중요한 관심거리가 되고 있으며, 실외에서 즐기는 다양한 스포츠는 현대인이 선호하는 취미이지만 시간과 비용이 높아 실내 스크린 골프, 실내 스키와 같은 비교적 가까운 곳의 실내에서 즐길 수 있는 레저 스포츠에 관심이 증가되는 추세이다[1].

이에 클레이 사격 가운데 가장 흥미로워 외국에서는 크게 인기를 끌고 있는 스포팅 클레이 사격은 산이나 들, 계곡 등을 걸어 다니며 이동식 방출기에서 내보내는 표적(퓨전)을 맞히는 사격종목으로서, 표적의 비행도 단순히 정해진 방향과 각도로 날아가는 것이 아니라, 다양한 모양과 형태로 움직여서 실제 사냥을 하는 것처럼 사격의 재미를 최고로 느끼게 할 수 있는 흥미 위주의 클레이 사격이다[2,3].

클레이 사격의 활성화를 위해 정부 및 민간단체를 중

심으로 많은 노력을 기울이고 있지만 실탄이 발사된다는 위험성 때문에 안전하고 경제성 있는 사격 레포츠문화의 개발이 시급히 필요한 실정이며, 또한 대테러전 훈련 등에 필요한 군경찰 및 경찰특공대의 개인화기 사격술 향상을 위해 소음, 사고위험이 전연 없고 탄약절감을 할 수 있는 스크린 사격이 필요한 실정이다.

따라서 본 제품 개발은 인체 위험성이 전혀 없는 적외선 레이저를 이용한 탄피배출 전용 사격 총기를 개발하고, 적외선 레이저를 실시간으로 인식할 수 있는 레이저 인식 시스템을 3차원 사격 콘텐츠와 연동하여 사격 현장감을 재현한 스크린 사격 시스템을 개발하고자 한다.

2. 개발목표

실내 스크린 사격 시스템에 있어서 가장 큰 흥미를 유발하는 것은 실제 총기를 격발하는 듯한 격발감을 제공

*교신저자 : Sung-Hwan Jeong

Tel: +82-10-8752-2879 e-mail: shjeong@jbnu.ac.kr

접수일 12년 02월 02일

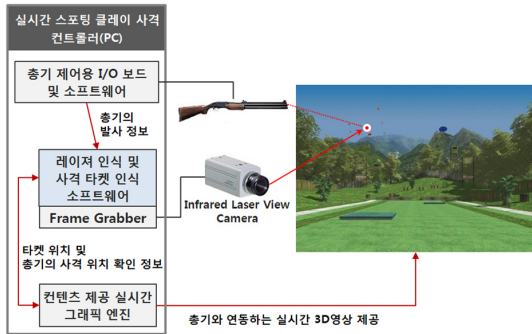
수정일 12년 02월 16일

계재확정일 12년 03월 08일

해주는 것과 다양한 사격 콘텐츠를 제공하는 것이다. 실내에서 사용하는 총기는 격발감을 제공할 뿐 실제 총알이 발사되지는 않는다. 총알이 발사되는 듯한 느낌을 제공하는 부는 실내 전용 총기의 역할이며 실내에서는 사고위험이 전혀 없는 적외선 레이저를 이용하여 스크린에 움직이는 표적을 사격하게 된다. 이를 위해서는 총기에 적외선 레이저를 설치하며 사격자가 사격하는 순간을 인지하는 컨트롤러가 총기 내부에 삽입되며, 적외선 레이저를 인식할 수 있는 적외선 카메라를 이용하여 영상을 받아들인 후 영상인식 기술을 이용하여 표적의 명중 여부를 3D 엔진에 제공한다. 3D 엔진은 명중 여부를 이용하여 사격자가 보고 있는 스크린 화면을 변화시키게 되어 사격자의 흥미를 유발시킨다. 따라서 본 개발의 목표는 실내 전용 총기의 개발, 총기 제어 시스템 개발, 2D 및 3D 영상에서의 실시간 적외선 레이저 인식기술 개발이다.

3. 개발내용

실내 스크린 사격 시스템은 실제 사격감을 제공해줄 수 있는 전용 총기와 레이저를 고속으로 인식하는 타겟 인식부, 타겟의 명중 유무를 인식하여 화면에 영상을 재현하는 그래픽 엔진으로 구성된다. 그림 1은 실내 사격 시스템의 구성도를 나타낸 것으로 총기 제어부, 비가시 레이저 인식부, 화면에 2D 및 3D영상을 제공하는 그래픽 엔진으로 구분된다.



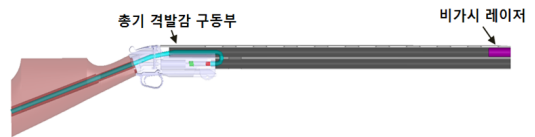
[그림 1] 실내 사격 시스템 구성도
[Fig. 1] Shooting system of indoor

3.1 실내 전용 총기 개발

실내 스크린 사격에서 사격 격발감의 느낌을 최대한 살리기 위해서는 실내 전용 총기의 역할이 매우 중요하다. 기존 스크린 사격의 총기는 장난감용으로 개발된 플라스틱 형태의 제품의 내부를 변형 가공하여 사용하고

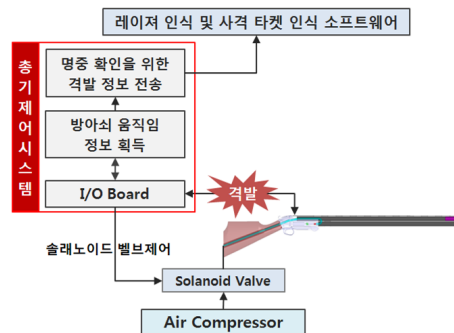
있어 내구성이 떨어지며 격발 반동 구현이 어려운 문제가 되어 빈번한 고장을 일으킨다.

위 문제를 극복하고자 본 개발에서의 전용 총기는 공압 솔레노이드 방식으로 총기 격발시 총알이 발사되는 느낌의 반동을 구현하기 위한 총기로서 다이캐스팅 금형 기술로 제작되어 내구성이 뛰어나고 실총의 무게보다 30%이상 가벼운 실내 사격 전용 총기로서, 총기의 외형은 실제 총기와 유사한 목재로 제작된 앞·뒤 개머리판에 다이캐스팅으로 제작된 알루미늄 재질을 사용하였다. 그림 2는 실내 전용 총기를 카티아로 제작한 그림을 나타낸 것으로 총기의 상단 몸체에 반동용 실린더를 가공 삽입하며 반동용 에어호스와 레이저용 전원 케이블, 격발용 시그널 케이블을 총기에 착장한 것을 나타낸 것이다.



[그림 2] 실내 전용 총기
[Fig. 2] Gun for indoor shooting

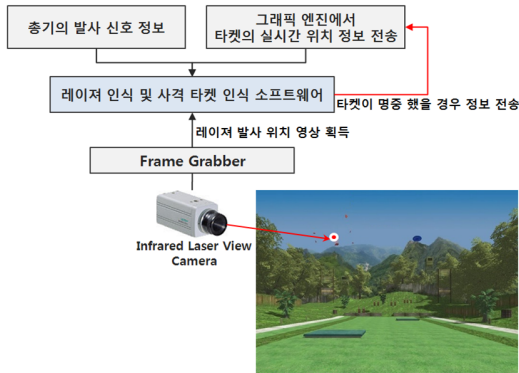
실내 전용 총기를 사용하기 위해서는 격발감 및 레이저 발생을 제어하는 총기제어시스템이 필요하다. 사격자가 방아쇠를 당김으로 시작되는 사격은 실제 총기의 격발감을 제공하기 위하여 솔레노이드 밸브를 제어함으로 공압으로 사격의 반동감을 재현한다. 레이저는 전원연결과 함께 계속적으로 발사되며 방아쇠의 움직임 정보를 레이저 인식부에 전송하게 된다. 이는 레이저의 순간적인 좌표를 인식하기 위해 타겟의 명중유무 판단하는 소프트웨어 입력으로 활용된다. 그림 3은 실내 전용 총기 제어 시스템을 나타낸 것으로 방아쇠의 움직임을 I/O Board를 통하여 감지하고 솔레노이드 밸브 제어, 격발 정보를 레이저 인식부에 전송하는 구성도를 나타낸 것이다.



[그림 3] 총기 제어 시스템
[Fig. 3] Control system of gun

3.2 비가시 레이저 인식 알고리즘 개발

실내 스크린 사격은 실제 총알을 사용할 수 없으므로 타겟의 명중 유무를 사람의 눈에 보이지 않는 비가시 레이저를 이용한다. 사격은 총기의 반동역할도 중요하지만 빠른 시간내에 타겟에 명중 유무를 파악해야 한다. 총을 격발했으나 명중 유무 파악이 느리다면 사격의 흥미는 떨어지기 마련이다. 이에 본 개발에서는 고속으로 비가시 레이저를 인식하는 알고리즘을 개발한다.



[그림 4] 비가시 레이저 인식 시스템
[Fig. 4] Recognition system of infrared laser

그림 4와 같이 실내 스크린 사격 시스템에 있어서 레이저 인식 부는 매우 중요한 역할을 담당한다. 레이저를 촬영할 수 있는 비가시 레이저 카메라로부터 아날로그 영상을 입력받아 이를 디지털로 변환하고 영상을 입력 받을 수 있는 프레임 그래버 보드를 통하여 비가시 레이저가 포함된 화면 영상을 입력받게 된다. 총기의 I/O Board에서 방아쇠의 움직임 정보를 전송받게 되면 현재의 레이저 좌표 정보를 인식하여 그래픽 엔진에 좌표 정보를 전달하여 명중 유무를 파악 할 수 있다.

비가시 레이저의 좌표를 빠르게 인식하기 위해서는 먼저 그래픽 엔진에서 출력되는 영상 크기와 프레임 그래버 보드가 획득한 영상 크기간의 캘리브레이션이 필요하다.



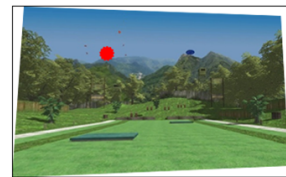
(a) 그래픽 엔진에서 생성된 영상



영상 크기(inch) : 200 inch

(b) 실제 사격장에 설치된 스크린 크기

비가시 레이저 인식 카메라로부터 입력받은 영상을 프레임 그래버가 디지털 이미지로 생성한 영상



영상 크기(pixel) 720(width)*480(height)

(c) 프레임 그래버 보드를 통한 영상 입력

[그림 5] 출력 및 입력 영상의 크기
[Fig. 5] Size of output and input images

그림 5에서 보는 바와 같이 그래픽 엔진에서 생성된 영상은 현장에 설치된 빈프로젝터를 통해 벽면 스크린에 나타나는데 이는 벽면 크기의 결정에 따라 화면의 크기는 다르게 나타난다. 비가시 레이저 카메라로부터 영상을 입력받아 프레임 그래버 보드가 획득한 실시간 영상 크기는 그래픽 엔진에서 출력되는 영상크기와 다르며 약간의 영상 외곡이 발생한다. 카메라로부터 벽면의 물체를 촬영할 경우 정사각형 형태로 찍는 것은 어렵다. 그림 5의 (c)의 형태로 입력된 영상을 그림 6과 같이 역원근변환[4]을 수행하여 영상을 2차원 평면에 펼쳐야 레이저의 위치를 정확히 인식 할 수 있다.

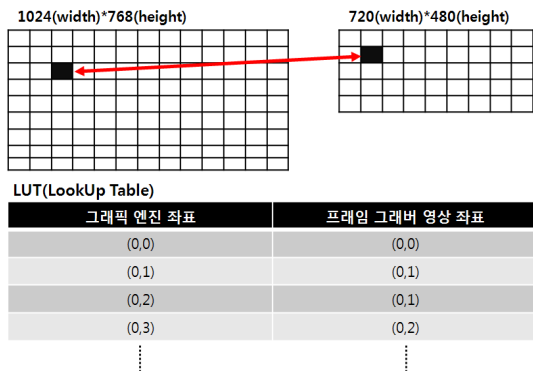


[그림 6] 역원근변환
[Fig. 6] Inverse perspective transformation

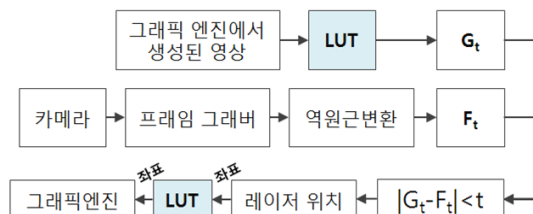
또한, 그림 5의 (a)에서 타겟의 좌표 위치와 (c)에서 획득한 영상의 타겟 위치는 서로 다르다. 이를 위해서는 그래픽 영상과 프레임 그래버 보드에서 획득한 영상간의

캘리브레이션 과정이 필요하다. 그래픽 엔진에서 출력되는 영상 좌표와 프레임 그래버 보드에서 입력되는 영상 좌표를 그림 7과 같이 LUT를 생성하여 두 개의 영상을 캘리브레이션 하게된다. 이는 레이저 인식 알고리즘에서 레이저 위치를 인식하여 그래픽 엔진에서의 타겟의 위치와 고속으로 매칭하기 위함이다.

그림 7의 위쪽 두 개의 영상은 서로 다른 크기를 가진 영상이지만 실제 인식에 있어서는 검색색 사각형의 좌표는 서로 같아야만 사격자가 명중 유무를 파악 할 수 있다. 예를 들어 그래픽 엔진에서의 영상 좌표 (30, 70)의 좌표는 프레임 그래버 보드에서의 영상 좌표 (26, 63)의 좌표와 같아야만 한다. 실시간 처리에 있어서 영상의 확대·축소에 걸리는 시간은 매우 낭비적이다. 두 개의 영상을 비교하여 움직인 객체를 찾는 영상 처리에 있어서 영상의 크기가 작을수록 움직인 객체의 추출 속도는 빠르다. 따라서 그래픽 엔진에서 출력되는 영상과 프레임 그래버에서 획득한 영상을 비교하기 위해서는 그래픽 엔진에서 출력되는 영상 크기를 프레임 그래버 보드 영상 크기와 동일하게 하여 레이저의 위치를 찾아내는 것이 효과적이다. 본 개발에서는 실시간으로 생성되는 영상 크기를 줄이지 않고 미리 생성해 놓은 LUT를 이용하고자 한다.



[그림 7] LUT를 이용한 영상의 캘리브레이션
[Fig. 7] Calibration of images using LUT



[그림 8] LUT를 이용한 레이저 좌표 인식
[Fig. 8] Coordinate recognition of laser using LUT

그림 8은 LUT를 이용한 레이저 좌표 인식 과정을 나타낸 것이다. 그래픽 엔진에서 생성된 영상은 LUT를 통하여 빠른 속도로 영상을 줄일 수 있으며 그래픽 엔진의 영상과 비가시 레이저 카메라로부터 획득한 영상간의 차연산을 통하여 레이저의 위치를 파악 할 수 있다. 레이저의 xy좌표는 LUT를 통하여 다시 그래픽 엔진에서 생성된 영상 좌표와 같게되며 이를 그래픽 엔진에 입력하게 되면 사격자가 격발한 레이저가 타겟에 명중했는지를 알 수 있게 된다. 그림 7에서 t는 두 영상간의 차연산에 사용되는 임계값(threshold value)이다.

레이저 좌표를 인식하는데 사용되는 역원근변환과 LUT(LookUp Table)는 프로그램 초기 1회 실행하여 각 좌표를 메모리에 저장하여 매 프레임 수식을 연산할 필요가 없으므로 영상 인식 속도에는 영향을 미치지 않는다.

4. 결론

본 개발은 실제 총기와 같은 격발감을 제공하는 전용 총기와 총기에 설치된 비가시 레이저를 고속으로 인식하는 레이저 인식 알고리즘과 그래픽 엔진과의 입출력을 통해 실내 사격 시스템을 운영 할 수 있다. 기존의 잦은 고장으로 인한 총기의 문제점을 보완하고 고속의 레이저 인식을 통하여 사격의 재미와 흥미를 실내에서도 느낄 수 있는 시스템을 구축하는 것이 가능해졌다. 또한, 그래픽 엔진과 인식 소프트웨어의 자동 입출력을 통하여 다양한 타겟을 자동으로 제공 및 인식하는 것이 가능하다. 본 개발을 통하여 군·경찰의 실내용 사격 전용 훈련장에 적용이 가능하리라 여겨지며 향후 다양한 컨텐츠들을 개발하여 실내 스크린 사격의 대중화를 꾀할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] K. S. Kim, K. J. Koo, E. H. Jin, K. Y. Song, "The Analysis on the Degree of Preference and Participation in Leisure Sports : Using IPA", The Korea Contents Association 2009 Conference, pp. 420-424, May, 2009.
- [2] Y. K. Jung, "The Impact on the Leisure and Life Satisfaction of Clay Pigeon Shooting of Participation Rate", The Korea Institute of Sport Science, Vol. 1, 2008.
- [3] B. J. Kim, "A analysis on factors of athletic performance of the cycle shooting", JeonNam National University, Mastersis Paper, Department of Physical, February,

2010.

- [4] S. H. Jeong, J. W. Lee, "Robust Vision Based Algorithm for Accident Detection of Crossroad", The Korea Information Processing Society, Vol. 18-B, No. 3, June, 2011.

강성준(sung-jun kang)

[정회원]



- 1983년 2월 : 서울대학교 조선공학(학사)
- 1985년 2월 : 서울대학교 조선공학(석사)
- 1990년 2월 : 서울대학교 조선공학(박사)
- 1992년 3월 ~ 1993년 2월 : 원자력연구소 선임연구원

• 1993년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 기계시스템공학부 교수

<관심분야>

전산구조해석, 구조설계

김정훈(jung-hoon Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 전북대학교 기계시스템공학과(학사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 기계시스템공학과 석사

<관심분야>

전산구조해석, 구조설계

정성환(Sung Hwan Jeong)

[정회원]



- 2004년 2월 : 전주대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 2006년 2월 : 전북대학교 의용생체공학과(석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 컴퓨터공학과 박사과정

<관심분야>

영상처리, 패턴인식, 인공지능