

아케이드 건(Gun)을 위한 적외선 LED 추적과 조준 위치 보정

*백성호, **김종수, ***김태용

중앙대학교 영상공학과

*shbaek@gametech.cau.ac.kr, **hermes@imagelab.cau.ac.kr, ***kimty@cau.ac.kr

Infrared LED Tracking and Aim Position Calibration for an Arcade Gun

*Seong-Ho Baek, **Jong-Soo Kim, ***Tae-Yong Kim

Dept. of Image Engineering, Chung-Ang Univ.

요약

아케이드 건의 대표적인 컨트롤 방식은 라이트 건과 포지셔널 건 두 가지로 나누어진다. 라이트 건은 모니터의 유형 및 해상도, 리프레시 비율 등의 요소에 따라 사용의 제한을 받으며, 포지셔널 건은 한정된 플랫폼 및 고정된 인터페이스로 인한 낮은 자유도를 갖는다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 새로운 아케이드 건 컨트롤 방식인 IRED Gun을 제안한다. IRED Gun은 기존의 방식과는 달리 적외선 LED 추적을 이용하며, 조준 위치 보정을 통하여 정확한 조준 좌표 값을 계산한다. 실험 결과, 본 논문에서는 적외선 LED 추적과 보정 방법의 실행 가능성과 타당성을 증명하였다. 또한, IRED Gun은 기존의 시스템에 비해 구축비용에 있어 저렴하고, 범용 적으로 사용될 수 있다.

Abstract

In this paper, we propose an infrared LED tracking system called IRED Gun, which is designed for the game gun interface. The conventional systems are practically restricted by physical environment and are not robust to the measurement variations. We suggest the IRED Gun system to solve these problems. Unlike conventional systems, our tracking system uses three infrared LED lights attached on monitor. Since the coordinate calibration is designed to regulate the detected target coordinates, more accurate aim position is calculated, which enables a game player to interact with a game more reliably. The experimental results verify the feasibility and validity of the calibration method and the infrared LED tracking system.

Key Words: Infrared LED Tracking, Aim Position Calibration, Arcade Gun, Game Interface

1. 서론

아케이드(arcade) 건(gun)은 주로 가정용 비디오 게임 또는 아케이드 게임 등에서 사용되는 컨트롤 장치이다. 아케이드 건은 일반적으로 탄도학 무기(보통 권총 또는 바주카포)에 맞춰 모델 되었으며, 비디오 스크린에 보이는 표적 물체를 맞추기 위하여 사용된다. 아케이드 건의 대표적인 컨트롤 방식은 라이트 건(light gun)과 포지셔널 건(positional

gun) 두 가지로 나누어진다.

라이트 건은 스크린과 광학적 작동을 한다. 라이트 건은 총이 발사되기 전까지는 스크린의 위치 정보를 유지 하지 않는다. 총이 발사되었을 때, 잠시 동안 스크린을 지우고, 총의 맨 앞부분에 있는 광학(optics) 장치는 스크린의 어느 부위에 총이 조준되었는지 기록한다. 기록된 정보는 컴퓨터로 보내지고, 표적 물체의 타격 유무를 판단하게 된다. 그림1은 대표적으로 사용되는 라이트 건의 두 가지 동작 기

술을 보여준다. 라이트 건을 사용하기 위해서는 모니터 유형을 고려해야 한다. 즉, VGA CRT 모니터를 위해 설계된 총은 LCD 모니터 또는 TV와는 함께 사용될 수 없고, TV기반의 라이트 건은 반대로 TV가 아닌 다른 모니터와는 함께 사용될 수 없다. 또한 모니터의 고 해상도와 높은 리프레시(refresh) 비율에 따라 라이트 건과 모니터간의 조준 위치 동기화가 정확하게 맞지 않는 문제점이 있다.

포지셔널 건은 좌/우, 위/아래로 조준하는 기능과 함께 아케이드 캐비닛(cabinet)에 움직이지 않게 고정된 총이다. 현재 시장에는 PC기반의 포지셔널 건은 제공되지 않는다. 다른 플랫폼에서 사용할 수 있는 방법은 단지 캐비닛과 함께 아케이드 포지셔널 건을 개조하는 방법 밖에는 없다. 즉, 포지셔널 건은 한정된 플랫폼 및 고정된 인터페이스로 인한 낮은 자유도를 갖는다. 대부분의 포지셔널 건은 동작방식에 있어 아날로그 기반의 전위차계(potentiometers)를 이용하며, 조이스틱과 같은 기능을 갖는다. 총을 좌측 또는 우측으로 회전시키는 것은 조이스틱을 좌측 또는 우측으로 움직이는 것과 같으며, 위 또는 아래로 조준하는 것은 조이스틱을 위 또는 아래로 움직이는 것과 같다. 포지셔널 건은 총이 발사 되었을 때 현재 위치 정보뿐만 아니라 매 시간 스크린의 위치 정보를 유지한다[1, 2].

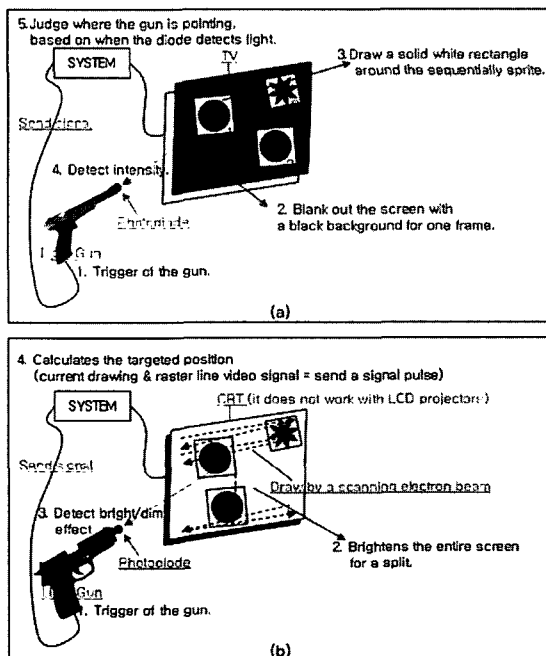


그림 1. 라이트 건의 두 가지 동작원리

이와 같은 라이트 건과 포지셔널 건의 문제점을 해결하기 위해서는 기존의 방식을 탈피한 새로운 컨트롤 방식이 필요하다. 본 논문에서는 IRED Gun이라 불리는 새로운 아케이드 건 시스템을 제안한다(그림2). 현존하는 시스템과는 다르게, 새로운 아케이드 건 시스템은 구축 비용이 저렴하다. 시스템은 단지 CMOS카메라, 적외선 필터, 적외선 LED만 필요로 한다.

IRED Gun은 CMOS카메라에 의해 취득한 영상으로부터 적외선 LED 불빛 영역을 분할하는 단계에 있어서 동적 이진화 방법을 이용하며, 분할된 적외선 LED 영역의 형상에 대한 기하학적 특징을 이용하여 영역 평가를 수행한다. 따라서, 사용자의 조준 거리 및 각도의 변화 또는 형광등 불빛 및 주위 조명의 변화에도 최적 상태의 적외선 LED 영역만 추출하는 것이 가능하다.

또한, 적외선 LED가 배열된 기판이 모니터의 상단부위에 부착 되어있기 때문에, 취득한 영상 내에서 적외선 LED 영역의 중심 위치와 실제 사용자의 조준 위치는 다르다. 따라서, 조준 좌표 값에 에러가 발생한다. 시스템은 조준 위치 보정 방법을 이용하여 이와 같은 문제점을 해결한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 취득한 영상으로부터 적외선 LED불빛 영역을 분할하는 방법을 알아보고, 3장에서는 조준 위치 보정 방법을 제안한다. 4장에서는 제안된 시스템의 구현 및 이를 검증하기 위한 실험 결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

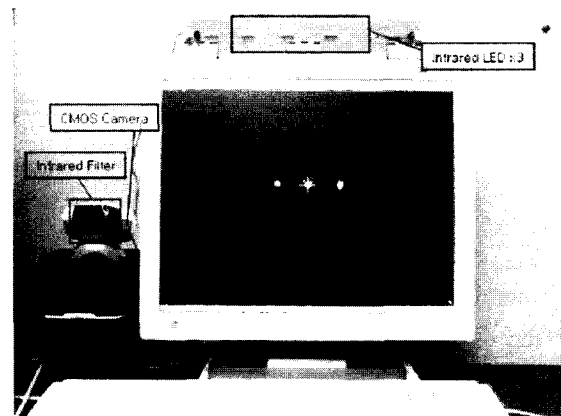


그림 2. 아케이드 건 시스템 IRED Gun.

2. 적외선 LED 불빛 영역 추출

개발된 아케이드 건 시스템, IRED Gun은 두 가지 처리 단계에 의하여 조준 위치를 찾아낸다. 첫째, 취득한 영상으로부터 적외선 LED 불빛 영역을 추출한다. 둘째, 조준 위치 보정을 이용하여 정확한 조준 위치를 찾아낸다. 그림3-(a)는 세 가지 좌표 시스템을 보여준다. 사용자가 카메라를 이용하여 모니터 상단에 부착된 적외선 LED 부근을 조준하면, 시스템은 조준 위치를 계산한다. 그리고 계산된 조준 위치를 이미지 좌표 시스템내의 동일한 좌표 값으로 변환시킨다.

그림3-(b)는 COMS 카메라에 의해 취득한 적외선 LED 영상이다. 카메라 렌즈의 반사 및 주위 조명의 영향으로 인하여, 영상 내에 낮은 채도의 잡음이 포함되어 있다^{3, 4}. 따라서 아래와 같은 영상처리 단계를 거쳐 정확한 적외선 LED 불빛 영역만 추출한다.

2.1 적외선 LED 영상의 이진화

카메라의 앞부분에는 적외선 필터가 부착되어있기 때문에, 취득한 영상에서 적외선 LED 불빛과 배경은 매우 높은 밝기의 대비를 가진다. 따라서, 적당한 임계치를 이용하여 이진화 처리를 하더라도 충분히 정확한 분할 결과를 얻을 수 있다. 하지만, 만약 적외선 LED 영역의 불빛의 크기가 주위 조명 환경에 영향을 받거나 사용자의 조준 위치 변화에 따라 작게 분할되면 나중에 불안정한 좌표 값을 가지게 되는 원인을 제공하므로 영상의 이진화 처리에 있어 좀 더 강력한 분할 방법이 요구된다. 즉, 임계치 값을 시스템이 자동적으로 선택하여 이진화 처리를 할 수 있도록 해야 한다 [5].

IRED Gun시스템은 입력 영상의 히스토그램 (그림3-(c))을 참조하여 P-tile 방법[6]에 의해 정확한 임계치 값을 계산한다. 방법은 주어진 영상의 히스토그램과 배경 픽셀의 비율 정보를 가지고, 영상의 전체 픽셀 수에서 비율을 증가시켜 배경 픽셀의 수를 결정한다. 동시에 히스토그램에서 초기 픽셀의 수를 0부터 시작하여 배경 픽셀의 수보다 크거나 같을 때까지 수를 센다. 결국, 임계치 값은 마지막에 세어진 수로 결정된다.

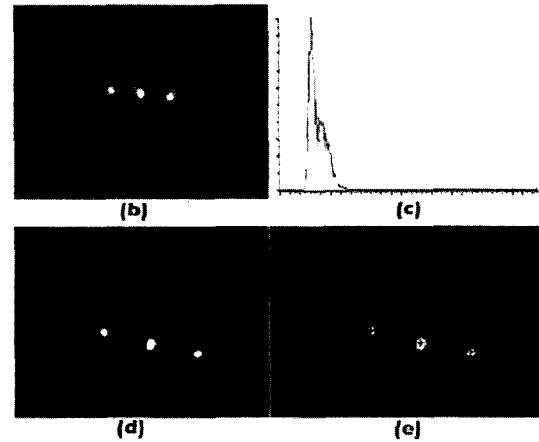
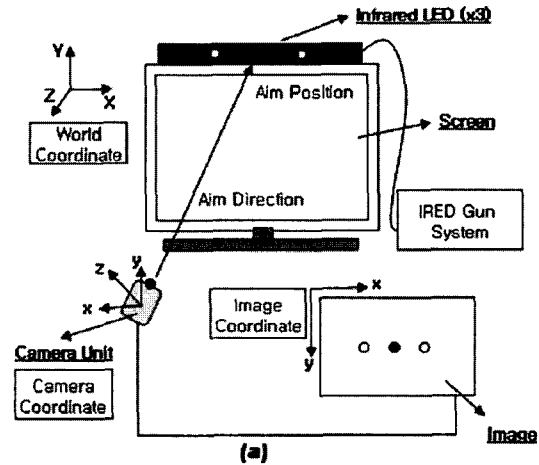


그림3. (a) 아케이드 건 시스템의 세 가지 좌표 시스템 (b) 취득한 적외선 LED 불빛 영상 (c) 취득한 영상의 히스토그램 (d) region growing 알고리즘에 의한 영역 분할 (e) 각각의 적외선 LED 영역의 중심 위치 추출

2.2 이진화된 영상으로부터 적외선 LED 영역 라벨링

이진화된 영상으로부터 region growing 알고리즘 (수식1)을 이용하여 각각의 적외선 LED 영역을 라벨링 한다(그림3-(d))[7].

$$P(R_i^{(k)} Y\{x\}) = \begin{cases} TRUE & \text{if } x > T \\ FALSE & \text{otherwise} \end{cases}, \text{ for } i=1,2,\dots,N, \quad (1)$$

p 는 (R, x, T) 의 논리적 판단자, (k) 는 각 단계, x 는 영상의 픽셀 밝기 값, T 는 임계치 값을 나타낸다. 각 영역 R 은 region growing 알고리즘에 의하여 라벨링 된다.

2.3 기하학적 특징을 이용한 적외선 LED 영역 평가

라벨링된 적외선 LED 영역의 기하학적 원형을 검사하여 외각 형상이 원에 가까운지 판단한다. 영역의 경계추적 방법을 이용하여 원형을 계산할 수도 있지만, 이는 계산 시간이 빠르지 않기 때문에 적당하지 않다. IRED Gun 시스템은 영역의 경계추적을 하지 않고도 라벨링된 영역의 반지름 분산 값을 이용하여 원형을 검사한다. 이상적인 원의 경우 영역 중심 위치에서 외각의 경계까지의 거리인 반지름은 일정하므로 이 반지름의 분산 값은 0에 가깝다. 물체가 길쭉하게 생긴 경우(형광등의 경우)는 중심에서 외각 경계까지의 거리가 들쭉날쭉해지므로 분산 값이 크다. 이러한 특징 값을 이용하여 라벨링된 적외선 LED 영역의 원형을 검사하여 원형도의 분산 값이 커지는 경우 영역들을 배제시켜 적외선 LED 영역만의 분리를 가능하게 한다.

2.4 적외선 LED 영역의 중심 위치 추출

영상 내부에서 적외선 LED 영역의 위치는 수식2를 이용하여 나타낸다.

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} x_i, \quad y = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} y_i, \quad (2)$$

x_i 와 y_i 는 라벨링된 적외선 LED 영역에 대한 구성픽셀의 가로와 세로 영상 좌표이다[8, 9].

IRED Gun은 동적 이진화 방법을 이용하여 영상 내에서 적외선 LED 불빛 영역을 정확히 분할 시키고, 기하학적 특징을 이용하여 영역 평가를 수행하기 때문에, 사용자의 조준 거리 및 각도의 변화 또는 형광등 불빛 및 주위 조명의 변화에도 영향 받지 않고 정확하게 적외선 LED 영역의 중심을 찾는다(그림3-(e)).

3. 조준 점의 좌표 보정

IRED Gun 시스템에서 적외선 LED가 배열된 기관은 모니터의 상단부위에 부착 되어 있기 때문에, 취득한 영상 내의 적외선 LED 영역의 중심 위치와 실제 사용자의 조준 위치는 다르다. 또한 사용자의 조준 거리 및 각도의 변화에 따라 좌표 맵핑(mapping)은 매우 민감해진다. 민감해지는 이유는 CMOS카메라 때문이다. CMOS와 같이 비싸지 않은 단일

렌즈의 카메라 픽셀은 정 사각형이 아니기 때문에 주변 환경에 따라 이미지를 왜곡시킨다. 즉, 행과 열의 픽셀을 위한 스케일링 요소가 다르다[10, 11, 12].

따라서, 영상내의 적외선 LED 영역의 중심 좌표 값을 스크린 안의 조준 좌표 값으로 변환시키고, 비선형적인 좌표를 선형적으로 맵핑시키는 조준 점의 좌표 보정은 매우 중요하다. 이와 같은 문제점의 해결 방법으로는 카메라 내부 파라미터를 구하여 보정 처리를 하는 방법도 있지만, 속도에 지장을 준다. 따라서 본 논문에서는 간단하면서도 강력한 2D-맵핑 방법을 이용한다. 비록 간단한 맵핑 방식이긴 하지만, 에러가 적고, 게임에서 실시간 인터페이스로 사용하는 데 있어서 속도 처리에 적당하다.

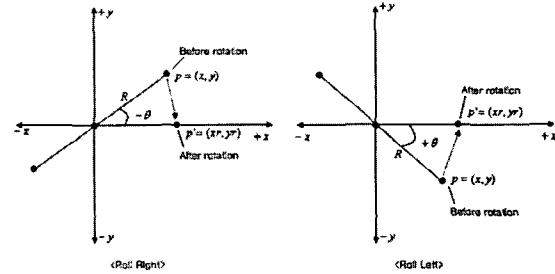


그림4. 적외선 LED 영역의 중심 점 회전

처음, 조준 점의 좌표 보정 처리를 수행 하기 전에 그림4에서 보여지는 것처럼, 사용자가 조준 하는 총이 회전 되었을 경우에는 해당하는 θ 각도만큼 적외선 LED 영역의 중심 좌표 값을 수식3을 이용하여 회전 시킨다 [13, 14].

$$\begin{aligned} xr &= x \cos(\theta) - y \sin(\theta), \\ yr &= x \sin(\theta) + y \cos(\theta). \end{aligned} \quad (3)$$

다음, 조준 점의 좌표 보정을 위해서 시스템은 그림5에서 보여지는 것처럼 스크린의 중심 점과 4개의 가장자리 점 $(s_{11}, s_{12}), (s_{21}, s_{22}), (s_{31}, s_{32}), (s_{41}, s_{42})$ 들을 채택했다. 보정 순서는 중심, 위/아래, 좌/우 순으로 수행된다. 좌표 보정 처리에 있어서 사용자는 5개의 보정 조준 점 순서가 다 완료될 때까지 목표 점을 이동하며 조준해야 한다. 시스템은 스크린 안의 5개의 보정 조준 점과 동일한 적외선 LED 영역의 중심 좌표 $(l_{11}, l_{12}), (l_{21}, l_{22}), (l_{31}, l_{32}), (l_{41}, l_{42})$ 을 획득한다. 좌표 변환 계수 (α_m, α_n) 는 다음과 같이 수식4를 이용하여 구한다. λ_x, λ_y 는 좌표 비례 요소이고, δ_x, δ_y 는 좌표 이동 요소이다.

$$(\alpha_m, \alpha_{ym}) = \left(\frac{\lambda_x(S_{ym} - S_{cx})}{L_m - L_{cx}} + \delta_x, \frac{\lambda_y(S_{ym} - S_{cy})}{L_m - L_{cy}} + \delta_y \right), \quad n=1,2,3,4. \quad (4)$$

영상 내의 $(L_{x1}, L_{y1}), (L_{x2}, L_{y2}), (L_{x3}, L_{y3}), (L_{x4}, L_{y4})$ 값들은 중심 점과 네 개의 가장자리 점을 나타내며, 사용자가 스크린을 조준하고 있을 때 그 값의 범위가 넘어가서는 안 된다. 만약 시스템이 가장자리 값들의 범위가 넘었음을 인지하게 되면, 사용자에게 가능한 범위 내에 들어올 수 있도록 경보음을 울린다. 만약 계속해서 가장자리 값들의 범위가 넘게 되면, 사용자의 조준 거리 및 각도가 변경된 경우이기 때문에, 보정이 필요하다. 예를 들어, 만약 (L_x, L_y) 가 가장자리 (L_m, L_n) 을 12초 정도 계속해서 넘게 되면 (E_x, E_y) 만큼 보정을 한다(수식5).

$$E_x = L_x - L_m, \quad E_y = L_y - L_n. \quad (5)$$

보정 처리 후, 사용자는 즉시 조준 커서를 움직일 수 있다. 영역 I에서 조준 점 (S_x, S_y) 와 적외선 LED 중심은 (L_x, L_y) 다음과 같이 동일한 관계로 표현할 수 있다.

$$S_x = S_{cx} + \alpha_{x1} \left(L_x + E_x - \frac{L_y + E_y - L_{cy}}{\beta_1} \right), \quad (6)$$

$$S_y = S_{cy} + \alpha_{y2} \left(L_y + E_y - \frac{L_x + E_x - L_{cx}}{\beta_2} \right), \quad (7)$$

$$\beta_1 = \alpha_{x2} \left(\frac{L_{y2} - L_{cy}}{S_{x2} - S_{cx}} \right), \quad \beta_2 = \alpha_{y1} \left(\frac{L_{x1} - L_{cx}}{S_{y1} - S_{cy}} \right)$$

다른 영역(Region II, III, IV)에서의 조준 점 보정은 수식6, 7에서 기호 또는 인덱스 $(\alpha_m, \alpha_{ym}, \beta_1, \beta_2)$ 을 변경하면서 동일한 방식으로 처리한다.

4. 실험 결과

ired Gun 시스템은 펜티엄 IV 2.66 GHz 에서 제어된다. 영상의 취득은 일반적으로 쉽게 구할 수 있는 USB 카메라를 이용하며, 컬러 포맷은 24 bit RGB 또는 12 bit YUV2 이고, 초당 30프레임으로 320x240 해상도의 영상을 입력 받는다. 카메라 렌즈 앞에는 적외선 필터가 부착되어 있다. 약 지름이 6mm 인 적외선 LED (SI5313-H) 3개가 기관에 45mm 간격으로 배열되었으며, 17 인치 LCD 모니터 위에 부착되어 있다.

동적 이진화의 처리 결과는 그림6에서 볼 수 있다. 취득한 적외선 LED 영상의 샘플들로부터 배경 픽셀의 퍼센트는

평균 13.72%~25.09%의 값을 갖는다. 시스템은 배경 픽셀의 최대 변화 값인 25%을 임계치 퍼센트로 설정하였으며, 영상마다 이에 해당하는 실제 임계치는 약 58에서 64사이의 값을 갖는다.

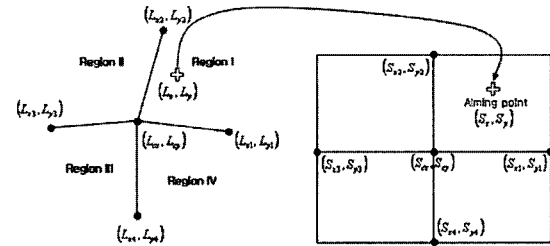


그림5. 적외선 LED 영상의 5개 보정 점과 스크린상의 중심과 4개의 가장자리 점과의 관계

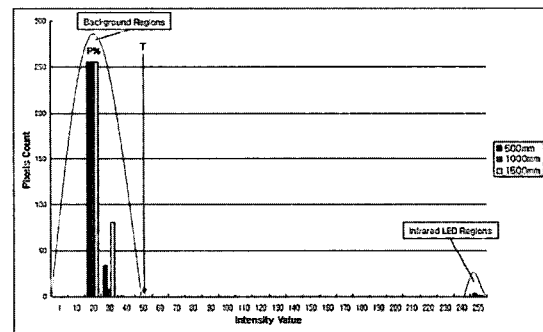


그림6. P-tile 방법을 이용한 영상 이진화 히스토그램

그림7은 기하학적 특징을 이용한 필터링 처리 전의 적외선 LED 영역의 면적 및 원형도 분산 값의 크기를 나타낸다. 그래프에서 영상의 샘플링 순서가 50보다 크고 92보다 작은 구간에서 적외선 LED 영역은 이상적인 면적 및 원형도 분산 값을 가지고 있다. 하지만, 샘플링 순서가 약 50미만인 부근에서는 면적 및 원형도 분산 값이 큼을 알 수 있다. 이는 사용자의 카메라와 모니터 상단에 부착된 적외선 LED 기관과의 사이가 너무 가까워서 카메라 렌즈의 반사에 의하여 취득된 적외선 LED 영역에 왜곡이 생겼거나 형광등 불빛과 같은 주변 물체로 인하여 나타난 잡음이다. 샘플링 순서가 약 92이상인 부근에서는 원형도 분산 값은 이상적인 구간과 별 차이가 없지만 면적이 많이 작음을 알 수 있다. 이는 동적 이진화 단계에서 임계치의 값이 낮아 흰색 픽셀이 영상 내에 잡음으로 포함되었기 때문에 나타난 현상이다.

ired Gun시스템은 영상내의 영역이 너무 크거나 작은 영

역(영역의 면적의 픽셀수가 18개 이하 또는 50개 이상인 영역)은 관심 대상에서 배제시켰으며, 원형도의 분산 필터의 값을 0.3로 주었다. 따라서 렌즈의 반사에 의해 왜곡된 적외선 LED 영역 불빛 또는 형광등 불빛 때문에 생기는 잡음들은 거의 대부분 원형도의 분산 값이 아주 크게 나오며 원형도 제한 조건을 만족시키지 못하므로 필터링되어 제거되었다.

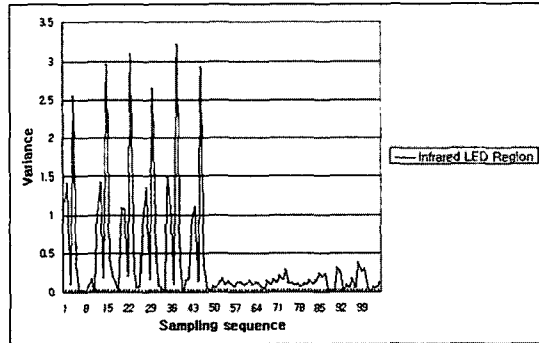
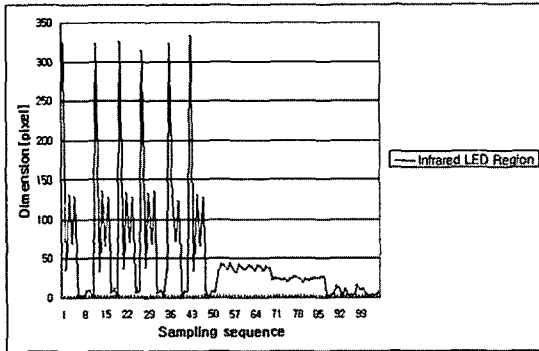


그림7. 적외선 LED 영역의 면적 및 원형도 분산 값(필터링 처리 전)

그림8은 필터링 후 적외선 LED 영역의 면적 및 원형도 분산 값의 크기를 나타낸다.

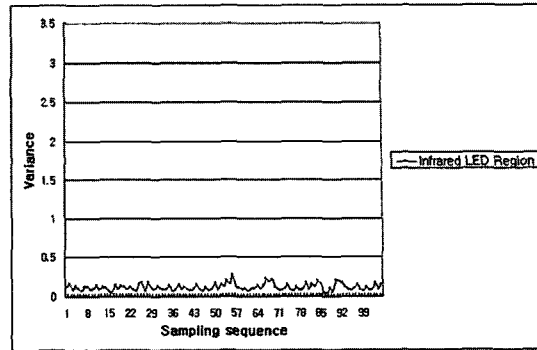
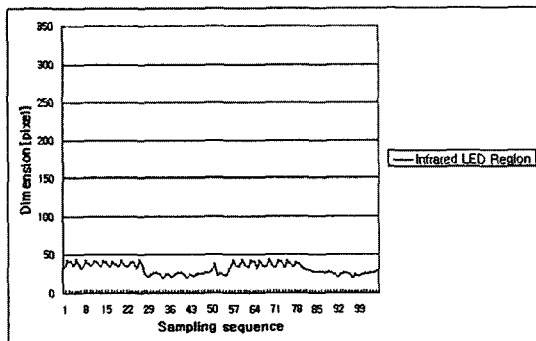


그림8. 적외선 LED 영역의 면적 및 원형도 분산 값(필터링 처리 후)

그림9는 사용자가 그림5의 스크린 상의 5개의 보정 포인트를 조준했을 입력 받은 영상에서의 적외선 LED 영역의

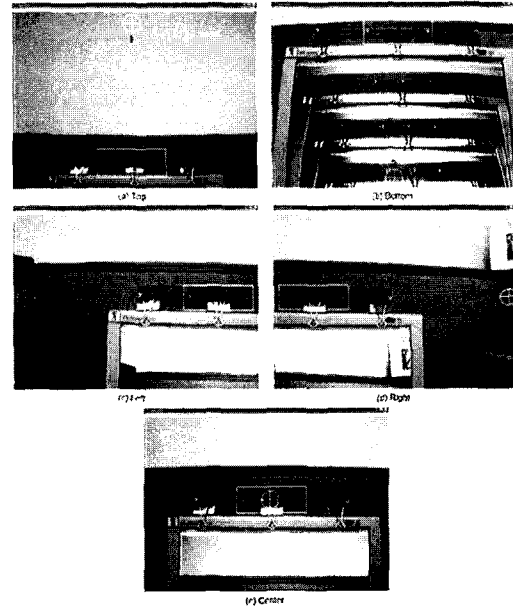


그림9. 5개의 보정 참조 포인트의 적외선 LED의 위치

위치를 나타낸다. 보정의 첫째 단계로 사용자는 중심, 위/아래, 좌/우 순으로 스크린의 점을 조준한다. 다음, 시스템은 스크린 안의 5개의 보정 조준 점과 동일한 적외선 LED 영역의 중심 좌표(L_{c1}, L_{c2}), (L_{s1}, L_{s1}), (L_{s2}, L_{s2}), (L_{s3}, L_{s3}), (L_{s4}, L_{s4})을 획득한다. 좌표 변환 계수 (α_{xx}, α_{yy})는 사용자의 조준 능력을 평가하는데 유용하다.

그림10은 보정의 세 가지 예를 보여준다. (A)의 경우는 이상적인 경우이다. (B)는 사용자가 위쪽을 조준했을 때 조준 능력이 부정확함을 보여준다. (C)는 사용자가 좌측을 조준했을 때 조준 능력이 부정확함을 보여준다.

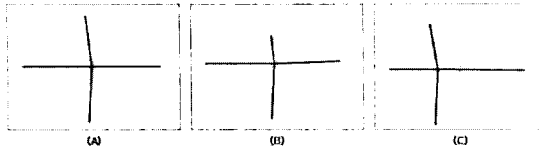


그림10. 보정 결과 (a) 이상적인 경우 (b) 위쪽 보정 점이 부정확한 경우 (c) 좌측 보정 점이 부정확한 경우

좌표 변환 계수 (α_m, α_n) 는 수식4를 이용하여 구하며, 그림10의 각 경우에 대한 좌표 변환 계수 값은 표1에 나타났다. 표에서 볼 수 있듯이 (A)의 경우 계수 값들은 약 1.15~1.46사이의 이상적인 값을 갖는다. 하지만 (B)의 경우 α_{y3} 값은 거의 2에 가까운 값을 보여 지고 있으며, (C)의 경우 α_{x2} 값은 3을 넘었음을 보인다. 이렇게 변환 계수의 값이 클수록 조준 능력이 부정확함을 나타내며, 이를 해결하기 위해 조준 위치 보정을 수행 한다.

계수	Case (A)	Case (B)	Case (C)
α_{x1}	1.46	1.46	0.90
α_{x2}	1.36	1.36	3.2
α_{y3}	1.15	1.87	1.15
α_{y4}	1.25	0.91	1.25

〈표1〉 그림 10의 세 가지 경우의 해당하는 좌표 변환 계수.

조준 위치 보정 방법은 그림 10의 (B), (C)와 같이 불규칙한 비선형 좌표를 수식6, 7을 이용하여 선형적인 좌표로 교정하였다. 실험에서 IREG Gun 시스템은 수평으로81개의 점과 수직으로 64개의 점을 조준하였으며, 이에 대응하는 좌표 값 S_x, S_y 을 획득하였다. 그림 11은 보정 처리 전의 수평, 수직 방향의 조준 라인의 선형성을 나타낸다. 그래프에서 볼 수 있듯이 좌표 값 S_x, S_y 는 비선형성을 나타낸다. 이런 결과는 적외선 LED가 모니터의 상단부위에 부착되어 있고, 사용자의 위치의 변화(조준 거리 및 각도)에 따라 조준 좌표 값에 에러가 생기기 때문이다.

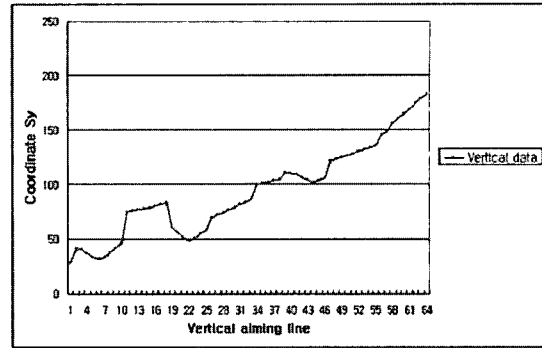
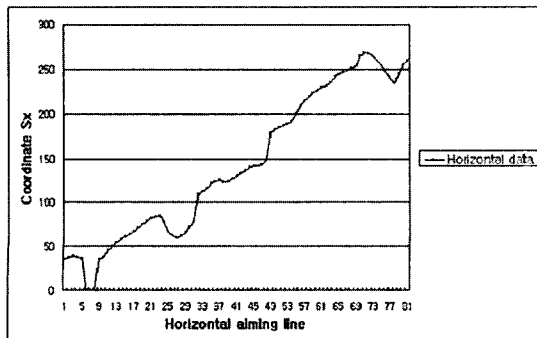


그림11. 수평, 수직의 조준 라인의 선형성(보정 처리 전)

그림12는 조준 위치 보정 처리 결과를 보여준다. 그래프에서 볼 수 있듯이 조준 좌표 값의 선형성이 입증됐으며, 따라서 조준 위치 보정 방법은 정확한 조준 위치를 찾는 데 충분하다.

또한 시스템은 30프레임 이상으로 동작하며, CPU처리율은 평균 25~28% 이기 때문에 게임 인터페이스로 작동하기에 문제가 없다.

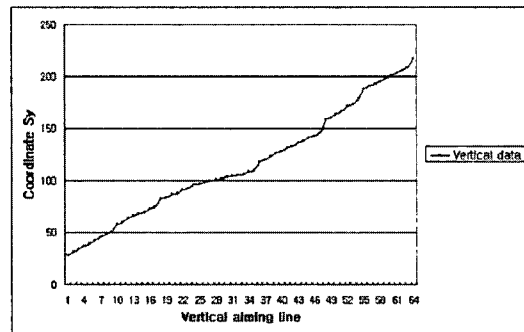
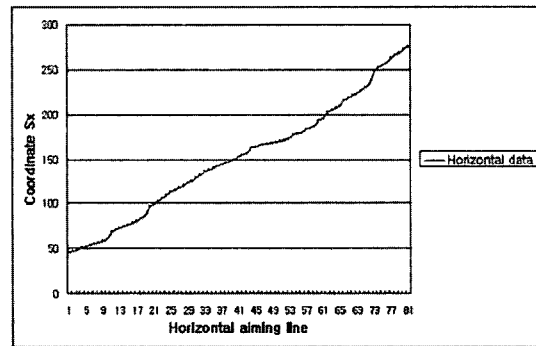


그림12. 수평, 수직의 조준 라인의 선형성(보정 처리 후)

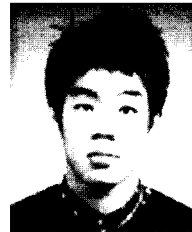
5. 결론

본 논문에서는 새로운 아케이드 건 컨트롤 방식을 위해 IRED Gun 시스템을 제안했다. 시스템은 적외선 LED 추적과 조준 위치 보정 방법으로 구성된다. 이와 같은 방법들은 취득한 영상에서 실시간으로 적외선 LED 영역의 위치를 추출하고 정확한 조준 위치를 계산하는데 적당한 방법이어야 한다. 왜냐하면, 시스템은 일반적인 PC에서 제어되며, 저렴한 CMOS 카메라를 사용하기 때문이다. 이 방법들은 실험 결과 실행 가능성과 타당성을 증명하였다. 따라서 사용자는 IRED Gun을 아케이드 건으로 사용할 수 있다. 또한, IRED Gun은 기존의 시스템에 비해 구축 비용에 있어 저렴하고, 범용적으로 사용될 수 있다.

참고 문헌

1. P. David: Shootout of the Video Game Systems. Antic Magazine, Vol.6, No. 11, pp.36, 1998.
2. J.S. Clair: Project Arcade Build Your Own Arcade Machine. WILEY, pp. 125, 2004.
3. K. Tarabanis and R.Y. Tasi: Computing Viewpoints that Satisfy Optical Constraint, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 152-158, 1991.
4. P.Xu, P. Abshire: Threshold detection of intensity flashes in the blowfly photoreceptor by an ideal observer. Neurocomputing, Vol. 65-66, pp. 229-236, 2005.
5. H. Gao, W. C. Siu, and C. H. Hou: Improved Techniques for Automatic Image Segmentation. IEEE Trans, Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 11, No. 12, pp. 1273-1280, 2001.
6. Yasuno, M, Yasuda, N, Aoki, M: Pedestrian Detection and Tracking in Far Infrared Images. Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, Vol. 08, No. 8, pp. 125, 2004.
7. P. J. Besl, R. C. Jain: Segmentation through variable-order surface fitting. Pattern Analysis and Machine Intelligence. IEEE Trans, Vol. 10, No. 2, pp. 167-192, 1988.
8. A.K. Jain: Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall, pp. 409, 1989.
9. R. Jain, R. Kasturi, B. G. Schunck: MACHINE VISION, McGraw-Hill, pp. 6-10, 1995.

10. R. Hartley and A. Zisserman: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, pp.138-183, 200.
11. O. Faugeras: Three-Dimensional Computer Vision: A Geometric Approach, MIT Press, pp. 33-68, 1996.
12. R.Y. Tasi: A Versatile Camera Calibration Technique for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses. IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. 3, No. 4, pp. 323-344, 1987.
13. R.K. Lenz, R.Y. Tasi: Techniques for Calibration of the Scale Factor and Image Center for High Accuracy 3-D Maching Vision Metrology. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, Vol. 10, No. 5, pp. 713-720, 1998.
14. S.W. Shih, Y.P. Hung and W.S Lin: Accuracy Analysis on the Estimation of Camera Parameters for Active Vision Systems. Proceedings of the 13th International Conference on Pattern Recognition, Vol. 1, pp. 930-935, 1996.



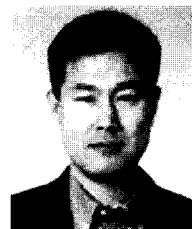
백성호

2004년 한국교육개발원 컴퓨터공학 (학사)
 현 재 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상
 공학과 석사과정
 관심분야 : 게임 인터페이스, 실시간 렌더링, 게임 물리



김종수

1999년 강남대학교 전자공학과 (학사)
 2002년 중앙대학교 첨단영상대학원 영상
 공학과 (석사)
 현 재 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상
 공학과 박사과정
 관심분야 : 컴퓨터시각, 영상통신, 영상신호처리



김태용

1986년 한양대학교 전기공학과 (학사)
 1988년 한양대학교 전자통신공학과 (석사)
 1998년 포항공과대학교 컴퓨터공학과 (박사)
 현 재 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상
 공학과 교수 재직 중
 관심분야 : 컴퓨터 비전 및 그래픽스, 컴퓨터
 보안, 영상통신, 게임