

# 실감 게임 인터페이스를 위한 지능형 위치 보정 기법 개발

## Development of Intelligent Position Compensation Scheme for Virtual Game Interface

김 성 호\*, 윤 성 응  
(Sung-Ho Kim and Seong-Ung Yun)

**Abstract** : Recently, a wide range of next-generation's game consoles has been developed by many game makers. Particularly, active interaction between users and games is required more than ever before for giving gamers the fullest pleasure. In this work, an infrared image sensor based position recognition system which can be used for virtual game interface is proposed. Furthermore, two kinds of compensation algorithms and Extended Kalman Filter are utilized to enhance the performance of the proposed system. The proposed system can effectively generate the position of the gamer in the face of the coordinate distortion and noise. To verify the feasibilities of the proposed system, various experiments are carried out.

**Keywords** : infrared image sensor, virtual reality, position compensation, EKF (Extended Kalman Filter)

### I. 서론

최근 게임시장에서는 게임 이용자 연령의 다변화와 다양한 콘텐츠에 대한 이용자의 욕구를 충족시킬 수 있는 여러 유형의 연구들이 진행되고 있다. 이들 연구 중 게임과 사용자간 상호작용을 통해 더욱 게임에 몰입할 수 있도록 유도하고, 이용자의 성격, 행동패턴 등을 실시간으로 적용하게 하는 실감 인터페이스에 대한 연구가 활발히 진행중이며 특히, 아케이드게임 시장에서 DDR (Dance Dance Revolution) 이라는 실감 인터페이스 게임이 등장하여 상업적으로 성공한 바 있다[1,2]. 이를 계기로 다양한 아케이드 게임들이 각 장르에 어울리는 최적의 인터페이스를 구비하여 시장에 등장하였지만, 일부 장르에서 실감이라는 상호 작용성 패러다임에 대한 적용 문제로 시장에서 소외되는 경향이 있었다 [3]. 그러나 최근 출시된 닌텐도사의 위(Wii) 게임콘솔에는 사용자와 게임간의 상호작용을 돕기 위해 3축 가속도 센서가 내장되어 있어 상호작용이 버튼을 통해 이루어지는 기존 방식과 달리 사용자의 모션에 따라 이루어지게 함으로써 스포츠 게임과 같이 활동량을 요구하는 게임에 적용되어 사용자에게 게임으로의 기존 인터페이스보다 더한 몰입감을 제공할 수 있다[4].

이에 본 연구에서는 게임 사용자에게 기존 게임 인터페이스보다 한층 심화된 게임으로의 몰입감을 제공할 수 있게 하는 게임 인터페이스를 제안하고자 한다.

제안된 시스템은 크게 게임 사용자의 위치정보 획득을 위한 적외선 이미지 센서 모듈과 이로부터 측정된 사용자의 위치 정보를 게임에 전송하는 변환 모듈로 구성된다. 변환 모듈에는 이미지 센서 모듈로부터 입력된 위치 정보에 포함된 노이즈의 제거 및 게임 인터페이스에 적합한 좌표

보정 기법이 포함된다.

본문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 이미지 센서 기반의 위치 인식 시스템에 대해 설명하고 III 장에서는 시스템에 적용된 좌표 보정 기법과 적응형 필터(EKF: Extended Kalman Filter)에 대해 설명하며, IV 장에서는 다양한 분야의 게임에 적용하기 위한 기법에 대해 설명한다. V 장에서는 제안된 시스템에 대한 유용성 검증을 위해 실제 제작된 실험환경에서의 적용 실험 및 그 결과에 대해 기술하며 VI 장에서는 결론을 맺는다.

### II. 이미지 센서 기반 위치 인식 시스템

본 논문에서 제안된 실감 게임 인터페이스를 위한 시스템의 전체 구성을 나타내면 그림 1과 같다.

제안된 시스템은 그림에서와 같이 사용자의 좌표를 인식하기 위한 위치 감지부 및 인식된 좌표에 대해 축변환 및 필터링하는 제어부와 시스템을 감시하고 제어하는 모니터링부로 구성된다.

#### 1. 위치 감지부

위치 감지부는 그림 2에서와 같이 적외선 빛을 발광하는 발광부, 게임 사용자의 머리부분에 부착되어 적외선을 반사

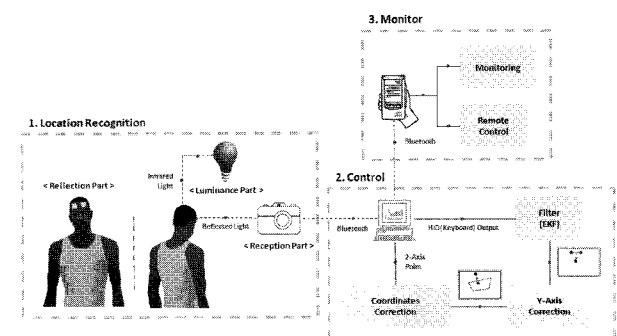


그림 1. 실감 게임 인터페이스를 위해 제안된 시스템의 구조.

Fig. 1. Structure of proposed system for virtual game interface.

\* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2008. 12. 5. 채택확정 : 2009. 1. 30.

김성호, 윤성응 : 군산대학교 전자정보공학부

(shkim@kunsan.ac.kr/songung@kunsan.ac.kr)

※ 이 논문은 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2005-000-11088-0).

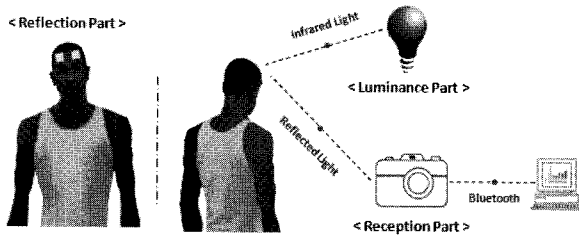


그림 2. 위치 감지부의 동작 메커니즘.  
Fig. 2. Operation mechanism of location recognition module.

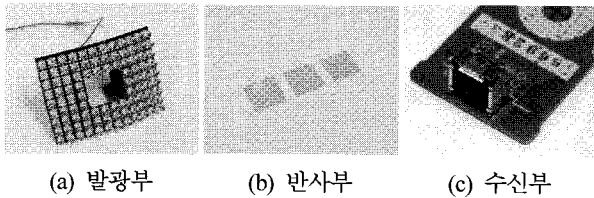


그림 3. 위치 감지부의 구성 요소.  
Fig. 3. Components of the location recognition module.

는 반사부, 반사된 빛을 수신하는 수신부로 구성되며, 사용자의 위치를 게임용 입력 좌표로 변환하여 제어부로 전송하는 기능을 한다. 위치감지부 구성요소를 나타내면 그림 3과 같으며 각각의 기능은 다음과 같다.

- 발광부: 게임 사용자가 위치한 영역에 적외선 빛을 조사하는 기능을 수행한다. 게임 사용자의 동작 영역은 최소 5m<sup>2</sup> 이상이며, 이 영역의 감지를 위해 12×9개의 적외선 LED (침투 파장이 940nm) 배열을 사용하였다.
- 반사부: 고휘도 반사지로 사용자의 이마 두 곳에 부착되어 발광부로부터의 적외선을 반사한다.
- 수신부: 반사부를 통해 반사된 적외선 빛을 수신하는 역할을 하며, 이미지 센서, 광광필터, 블루투스 송수신기로 구성된다. 이미지 센서는 PixArt사의 이미지 센서가 사용되었으며, Multi-Object Tracking™ 엔진 (MOT sensor™)이 탑재되어 하드웨어적으로 최대 4개의 점까지 인식이 가능하다. 광광필터는 가시광선에 의해 간섭되는 신호를 최소화하고 반사부를 통해 반사되는 적외선 빛의 수신율을 높이기 위해 사용되었다. 블루투스는 이미지 센서를 통해 입력 받은 사용자의 좌표값을 무선 인터페이스를 통해 시스템에 전송하기 위해 사용되었다.

2. 제어부

제어부는 그림 4에서와 같이 위치감지부 및 PDA기반 모니터링부와 블루투스 인터페이스를 통해 연결되며, 위치감지부로부터 수신받은 사용자의 좌표점에 대한 축 보정 및 필터링을 수행한 후, 처리된 좌표를 HID 입력으로 변환하여 게임으로 내보내는 역할을 한다.

3. PDA기반 모니터링부

PDA기반 모니터링부는 제어부를 통해 수신된 패킷을 기반으로 현재 시스템의 상태를 사용자 인터페이스를 통해 PDA상에 표시하여 모니터링 하고, 입력받은 명령을 제어부로 전송하여 시스템을 원격제어 하는 기능을 한다. 이를 위해 사용된 PDA는 HP사의 hx2490b이다.

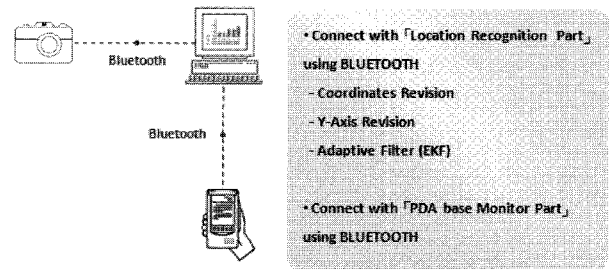


그림 4. 제어부의 구성도.  
Fig. 4. Structure of the control module.

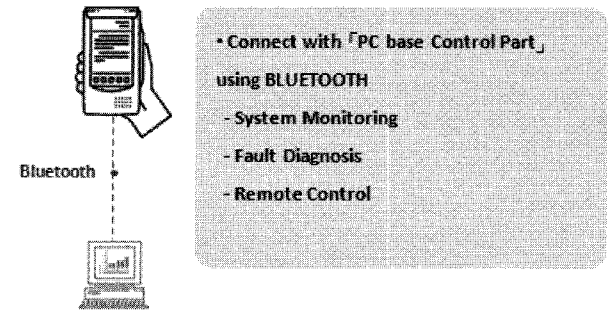


그림 5. 모니터링부의 구성도.  
Fig. 5. Structure of the monitoring module.

III. 위치 정보에 대한 좌표보정 및 노이즈 제거 기법

일반적으로 위치감지부는 적용되는 게임에 따라 다양한 위치에 설치되며 따라서 설치된 위치감지부의 위치에 따라 게임 사용자의 위치가 달리 인식된다는 문제점이 있다. 이러한 현상을 나타내면 그림 6과 같으며, 이렇게 왜곡된 좌표점은 사용자의 위치 정보를 제대로 나타낼 수 없게 된다. 또한, 사용자가 움직이는 상태에서 인식되는 좌표 값에는 상하 또는 좌우로의 흔들림에 의해 발생하는 노이즈가 포함되어 된다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 다양한 형태의 좌표 보정 기법 및 좌표값에 포함된 노이즈의 효과적인 제거 기법의 개발이 요구된다.

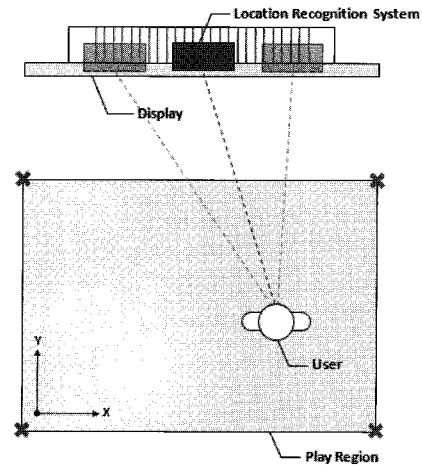


그림 6. 위치 인식 모듈의 설치 위치에 따라 왜곡되는 좌표점.  
Fig. 6. Distorted coordinate points according to the installation position of location recognition module.

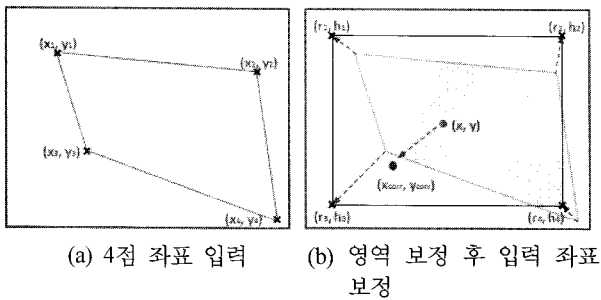


그림 7. 좌표 보정 기법.

Fig. 7. Coordinate correction technique.

1. 좌표 보정 기법

본 연구에서는 위치 인식모듈의 설치 위치에 따른 좌표 점의 외곡을 보정하기 위해 그림 7과 같은 좌표보정기법을 사용하였다.

step 1: 사용자에게 의해 사각형 모서리 4점의 좌표 값 (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3), (x4, y4)을 순서대로 입력 받는다.

step 2: 입력된 4점의 좌표 값을 통해 외곡된 사각형 영역을 이미지 센서의 원래 해상도(1024x768)에 맞게 보정한 후 실시간으로 입력되는 사용자 영역내의 좌표 점(x, y)을 보정된 영역의 좌표 점(xcorr, ycorr)으로 보정한다.

$$\begin{bmatrix} -1-x_1-y_1 & 0 & 0 & 0 & x_1r_1 & r_1y_1 \\ -1-x_2-y_2 & 0 & 0 & 0 & x_2r_2 & r_2y_2 \\ -1-x_3-y_3 & 0 & 0 & 0 & x_3r_3 & r_3y_3 \\ -1-x_4-y_4 & 0 & 0 & 0 & x_4r_4 & r_4y_4 \\ 0 & 0 & 0 & -1-x_1-y_1 & x_1h_1 & h_1y_1 \\ 0 & 0 & 0 & -1-x_2-y_2 & x_2h_2 & h_2y_2 \\ 0 & 0 & 0 & -1-x_3-y_3 & x_3h_3 & h_3y_2 \\ 0 & 0 & 0 & -1-x_4-y_4 & x_4h_4 & h_2y_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} c_1 \\ a_1 \\ b_1 \\ c_2 \\ a_2 \\ b_2 \\ a_3 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r_1 \\ -r_2 \\ -r_3 \\ -r_4 \\ -h_1 \\ -h_2 \\ -h_3 \\ -h_4 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{cases} r_1 = 0 \\ r_2 = 1024 \\ r_3 = 0 \\ r_4 = 1024 \end{cases} \quad \begin{cases} h_1 = 0 \\ h_2 = 0 \\ h_3 = 768 \\ h_4 = 768 \end{cases} \quad (2)$$

$$x_{corr} = \frac{a_1x + b_1y + c_1}{a_3x + b_3y + 1} \quad (3)$$

$$y_{corr} = \frac{a_2x + b_2y + c_2}{a_3x + b_3y + 1} \quad (4)$$

식 (1)은 보정될 좌표 값을 위한 변수 a1, a2, a3, b1, b2, b3, c1, c2를 구하기 위한 식이며, 식 (2)는 보정될 영역의 좌표값이다. 식 (3)과 식 (4)는 최종적으로 보정될 영역내의 좌표점을 구하기 위한 식이다.

2. Y-축 보정 기법

위치 인식 모듈은 사용자 몸에 부착된 반사부와 일직선 상 또는 약간 위쪽에 위치되는 경우가 대부분이다. 따라서 전절의 좌표 보정기법을 통해 보정된 좌표의 경우라도 사용자 움직임(위치 인식 모듈로부터의 앞, 뒤에 해당되는 y 축)을 제대로 나타내는 것이 힘들게 된다. 이러한 문제의 해결을 위해 본 연구에서는 사용자의 몸에 2개의 반사부를 부착한 Y-축 보정 기법을 제시하였다. Y-축 보정기법은 y-축상에서 발생하는 좌표 표현상의 오차를 줄이기 위한 방법으로 초기화 과정과 보정 과정으로 나뉜다.

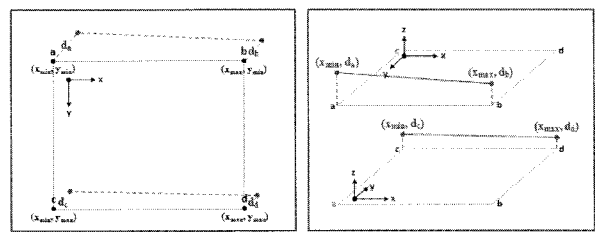


그림 8. Y-축 보정 기법: 초기화 과정.

Fig. 8. Y-axis correction technique: Initialization process.

초기화 과정은 그림 8과 같으며 다음과 같이 동작한다.

step 1: 점 a, b, c, d의 거리값(da, db, dc, dd)의 입력

step 2: 점 a와 b, 점 c와 d의 x축값과 거리값을 기반으로 각 점에 대한 기울기 계산

$$\begin{cases} m_1 = (d_b - d_a) / (x_{max} - x_{min}) \\ b_1 = d_a \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} m_2 = (d_d - d_c) / (x_{max} - x_{min}) \\ b_2 = d_c \end{cases} \quad (6)$$

식 (5)와 식 (6)은 두 점 (xmin, da), (xmax, db)를 지나는 직선과 두 점 (xmin, dc), (xmax, dd)를 지나는 직선의 기울기와 y 절편을 구하는 식이다.

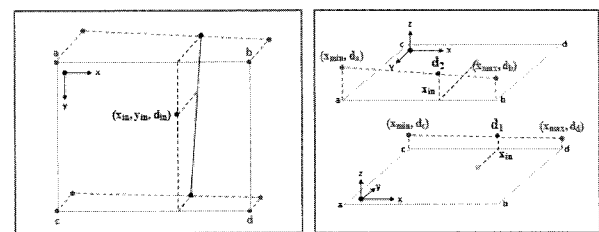
보정 과정은 그림 9와 같으며, 다음과 같이 동작한다.

step 1: 실시간으로 사용자의 좌표값(xin, yin)과 거리값(din)을 입력받음

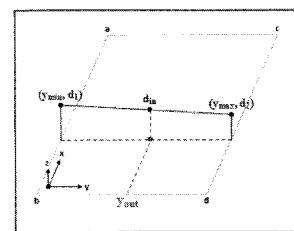
step 2: 입력받은 x축값(xin)을 통해 거리값(d1, d2)을 계산

step 3: 계산된 거리값과 입력받은 거리값을 통해 y축값 예측

거리값(d1, d2)은 식 (7)과 같이 입력받은 x축값(xin)과 식 (5)와 식 (6)을 통해 계산된 기울기(m1, m2) 및 y절편(b1, b2)을 이용하여 계산된다.



(a) 좌표 / 거리 값 입력 (b) x축값 기반 거리값 계산



(c) 거리값 기반 y축값 예측

그림 9. Y-축 보정 기법: 보정 과정.

Fig. 9. Y-axis correction technique: correction process.

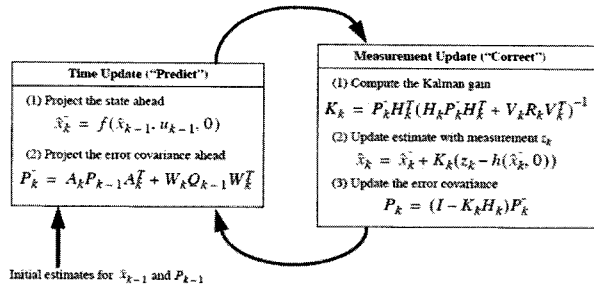


그림 10. 확장칼만필터 알고리즘.  
 Fig. 10. Algorithm of Extended Kalman Filter.

$$\begin{cases} d_1 = m_1 x_{in} + b_1 \\ d_2 = m_2 x_{in} + b_2 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} m = (d_2 - d_1) / (y_{max} - y_{min}) \\ b = d_1 \end{cases} \quad (8)$$

두 점 ( $y_{min}$ ,  $d_1$ ), ( $y_{max}$ ,  $d_2$ )를 지나는 직선의 기울기와 y절편은 식 (8)을 이용하여 계산되며 최종 예측될 y축 값은 식 (9)를 이용하여 계산된다.

$$y_{out} = (d_{in} - b) / m \quad (9)$$

3. 적응형 필터

위치 인식 모듈로부터 측정된 사용자의 좌표는 좌표 보정과정을 거쳐 보다 정확한 좌표로 변형된다. 그러나 위치 인식 모듈로부터 측정되는 좌표값에는 사용자의 미세한 움직임에 따라 발생하는 노이즈가 포함되며 따라서 효율적인 게임 인터페이스를 위해서는 이들 노이즈의 제거가 요망된다. 이에 본 연구에서는 확장 칼만 필터를 사용하였다. 확장 칼만 필터는 선형 모델뿐만 아니라 비선형 모델에도 적용 가능한 필터로서 GPS 또는 네비게이션과 같은 시스템에도 널리 사용되고 있다[5].

확장칼만필터는 그림 10과 같이 동작한다. Time update 단계는 미리 정의된 시간 마다 수행되는 과정이며, measurement update는 값이 측정되었을 때 수행되는 과정이다. 필터는 각각의 update 과정을 반복하면서 신호의 예측 및 보정을 한다[6].

$\hat{x}_k$ : Estimate	$R$ : Measurement noise covariance
$P_k$ : Error covariance	$Q$ : Process noise covariance
$K_k$ : Kalman gain	$u_{k-1}$ : Driving function
$z_k$ : Measurement	$h$ : State via
$A, W, H, V$ : Jacobian	

**Time Update**

$$\hat{x}_k^- = f(\hat{x}_{k-1}, u_{k-1}, 0) \quad (10)$$

$$P_k^- = A_k P_{k-1} A_k^T + W_k Q_{k-1} W_k^T \quad (11)$$

Time update 단계에서는 measurement update 단계에서 계산된  $\hat{x}_k$  와  $P_k$  를 기반으로  $\hat{x}_k^-$  와  $P_k^-$  를 예측한다.

**Measurement Update**

$$K_k = P_k^- H_k^T (H_k P_k^- H_k^T + V_k R_k V_k^T)^{-1} \quad (12)$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - h(\hat{x}_k^-, 0)) \quad (13)$$

$$P_k = (I - K_k H_k) P_k^- \quad (14)$$

Measurement update 단계에서는 time update 단계에서 예측된  $P_k^-$  를 기반으로 칼만이득 (Kalman gain)을 계산하며, 계산된 칼만이득과 측정값  $z_k$  을 기반으로  $\hat{x}_k$ ,  $P_k$  를 갱신한다.

IV. 제안된 시스템의 다양한 게임에의 적용

일반적으로 게임에서 캐릭터가 이동할 수 있는 영역은 게임에 따라 다르며, 게임이 진행되는 공간의 크기에 따라 '한정된 영역'에서 진행되는 게임과 '무한한 영역'에서 진행되는 게임으로 분류가 가능하다.

'한정된 영역'에서 진행되는 게임의 경우 위치 인식 시스템에 의해 인식되는 영역은 좁은 지역과 넓은 지역으로 나뉜다. 좁은 지역의 경우 사용자의 실제 위치와 게임상의 위치를 그대로 반영시킬 수 있으나, 넓은 지역의 경우 제한된 사용자의 위치를 게임상에 그대로 반영시키기에 많은 문제점이 있다. 또한 '무한한 영역'에서 진행되는 게임은 한정된 공간이지만 넓은 지역에서 이루어지는 게임과 마찬가지로 제한된 사용자의 위치를 게임상에 그대로 반영시키기에 많은 문제점을 갖고 있다. 따라서, 다양한 형태의 게임에서의 이동 가능한 영역을 반영하기 위해서는 사용자의 위치를 인식할 수 있는 여러 기법이 요구되며 기 제안된 각 기법에 대해 살펴보면 다음과 같다.

1. 실좌표 인식 기법

실좌표 인식기법은 사용자의 위치를 게임상의 캐릭터의 위치에 일치시키는 방법으로 한정된 영역의 좁은 지역에서 이루어지는 게임에 적합한 인식기법이다.

2. 위치 인식 기법

위치 인식기법은 사용자가 위치한 영역에 따라 게임상의 캐릭터 위치를 이동시키는 방법으로서 다양한 형태의 게임에 적합한 인식기법이다.

3. 적응형 인식 기법

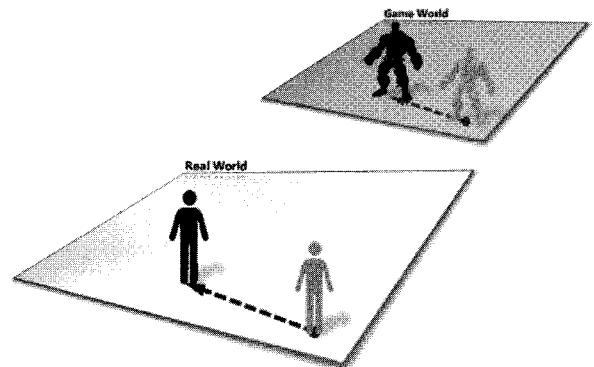


그림 11. 실좌표 인식기법.  
 Fig. 11. Actual position recognizing technique.

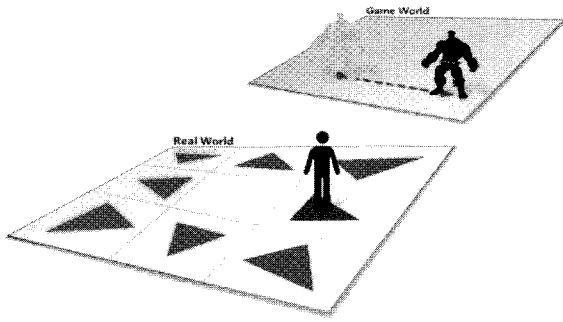


그림 12. 위치별 인식기법.

Fig. 12. Position based Recognition technique.

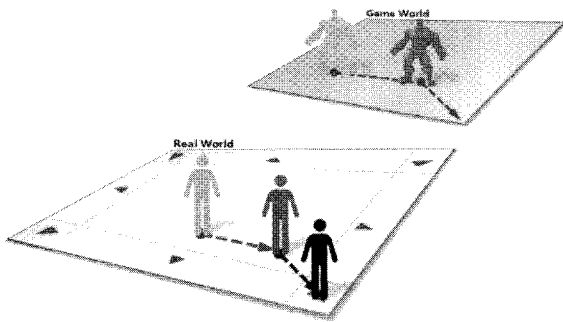


그림 13. 적응형 인식기법.

Fig. 13. Adaptive recognizing technique.

적응형 인식기법은 실좌표 인식기법과 위치 인식기법을 혼용한 기법으로서 사용자의 위치와 게임상의 캐릭터 위치를 일치시키며, 사용자가 특정영역에 위치할 경우, 위치한 영역에 해당하는 커맨드를 게임상에 반영해주는 방법으로 한정된 인식 영역을 기반으로 넓은 지역에서 이루어지는 게임 등에 적합한 인식기법이다.

**V. 적용 실험**

그림 14는 실험을 위한 시스템 환경을 나타내며, 위치감지부의 발광부와 수광부는 보조 디스플레이 상단에 위치한다. 메인 디스플레이와 PDA는 시스템의 운영 상태를 나타내며, 보조 디스플레이는 게임화면이 표시된다.

그림 15는 실제 게임 인터페이스를 위한 사용자의 움직임

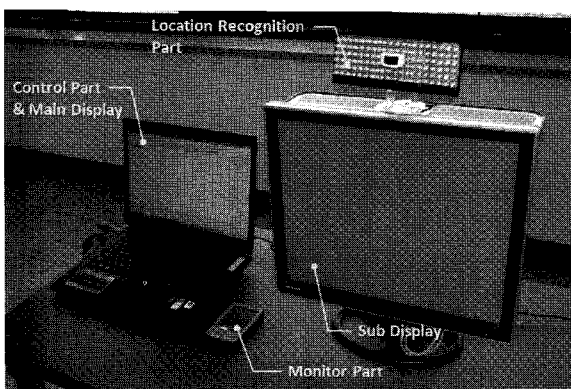


그림 14. 실험을 위한 시스템.

Fig. 14. Experimental system.

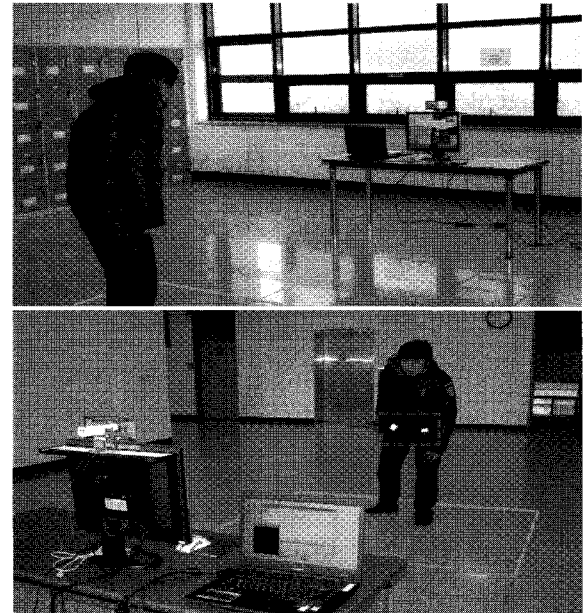


그림 15. 실험 환경.

Fig. 15. Experimental environment.

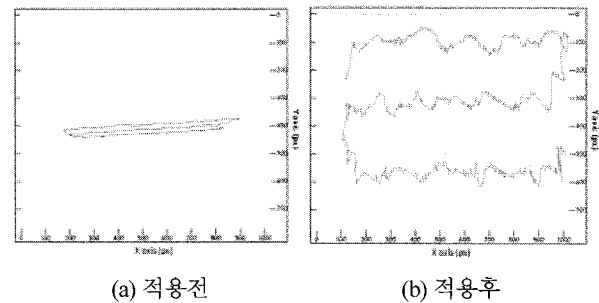


그림 16. 보정기법 적용 효과.

Fig. 16. Effect on the application of coordinate correction technique.

임을 나타낸 사진으로, 게임 사용자는 정해진 지역내에 위치하게 된다. 위치감지부의 반사부는 사용자의 몸에 부착되고, 발광부로부터 발하는 적외선을 반사하여 수신부가 반사되는 적외선을 수신할 수 있게 된다.

제한된 시스템의 성능 분석을 위해 다음과 같은 실험을 진행하였다.

그림 16은 본 연구에서 제안된 좌표 보정기법의 적용 전후의 영향을 나타낸 것으로 그림 16(b)에서와 같이 축변환기법을 적용하면 적용되기 전에 비해 보다 명확히 사용자의 움직임을 나타내는 것이 가능하게 된다.

그림 17은 본 연구에서 제안된 Y-축 보정 기법의 효과를 나타낸 것으로 적용되기 전의 y-축 방향으로의 미세 변화가 적용후에는 이전 보다 명확히 표현됨을 알 수 있다.

그림 18(a)는 Y-축 보정기법이 적용된 후 얻어지게 되는 사용자의 이동 좌표 및 이에 포함된 노이즈를 나타낸 것이며, 그림 18(b)는 EKF에 의한 노이즈의 제거 효과를 나타낸 것으로 EKF 알고리즘에 의해 사용자의 움직임과 관련된 떨림(노이즈)를 효과적으로 제거할 수 있음을 확인할 수 있다.

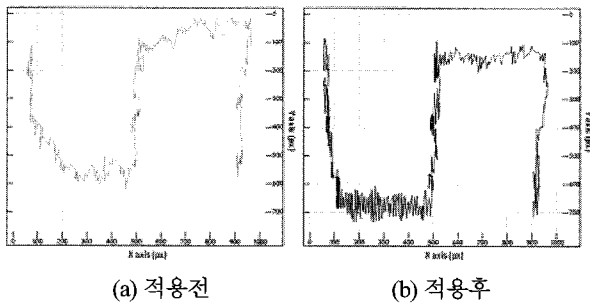


그림 17. Y-축 보정기법 적용 효과.  
Fig. 17. Effect on the application of Y-axis correction technique.

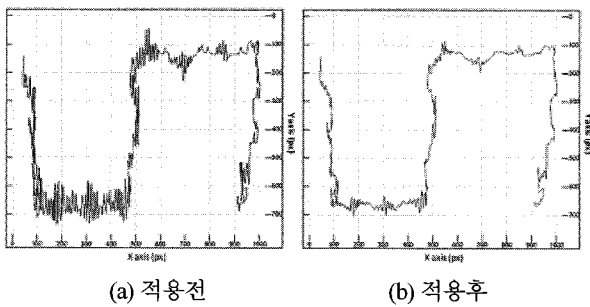


그림 18. EKF에 의한 노이즈 제거 효과.  
Fig. 18. Effect on the Noise cancelation via EKF.

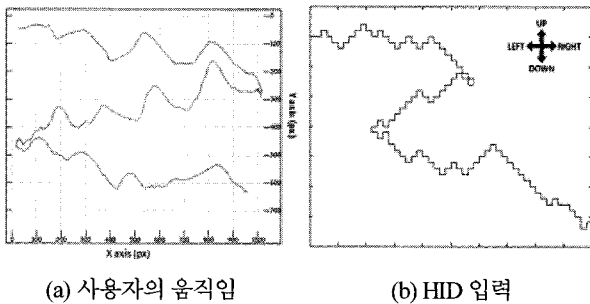


그림 19. 사용자의 움직임에 따른 HID 입력.  
Fig. 19. HID input according to user's movement.

또한, 제안된 위치인식 시스템의 게임 인터페이스로의 동작을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 그림 19는 사용자의 움직임에 대한 HID 입력(키보드의 상, 하, 좌, 우에 해당하는 방향키에 해당)을 나타낸다.

**VI. 결론**

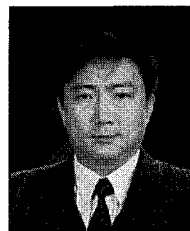
본 연구에서는 게임 사용자에게 기존 게임 인터페이스 보다 한층 심화된 게임으로의 몰입감을 제공할 수 있게 하는 사용자 위치 인식 시스템을 제안하고 실제 게임에 적용하여 봄으로써 제안된 기법의 유용성을 확인하였다.

제안된 시스템에서는 사용자의 위치 인식시 발생하는 문제점을 해결하기 위해 좌표보정기법, Y-축 보정 기법 및 노이즈제거를 위한 EKF 알고리즘을 도입하였으며, 실험결과 바람직한 응답 특성을 얻을 수 있음을 확인하였다.

**참고문헌**

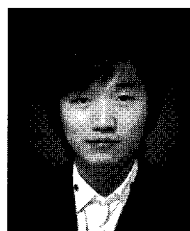
- [1] “게임백서,” 한국PC게임 개발사업 협회, 2002.
- [2] 최성, “게임산업과 기술전망,” 2002.
- [3] 루리웹 <http://ruliweb.empas.com>
- [4] Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Extended\\_Kalman\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Extended_Kalman_filter)
- [5] Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Extended\\_Kalman\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Extended_Kalman_filter)
- [6] G. Welch, “An Introduction to the Kalman Filter,” UNC-Chapel Hill, pp. 10-11, 2006.
- [7] P. S. Maybeck, “The Kalman filter-n introduction for potential users,” TM-72-3, Air Force Flight Dynamics Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, June 1972.
- [8] P. S. Maybeck, “Applied Optimal Estimation-Kalman filter design and implementation,” notes for a continuing education course offered by the Air Force Institute of Technology, Wright-Patterson AFB, Ohio, semiannually since December 1974.
- [9] J. S. Meditch, *Stochastic Optimal Linear Estimation and Control*. McGraw-Hill, New York, 1969.
- [10] T. P. McGarty, *Stochastic Systems and State Estimation*. Wiley, New York, 1974.

**김 성 호**



1984년 고려대학교 공과대학 학사. 1986년 고려대학교 대학원 석사. 1991년 고려대학교 대학원 박사. 1995년~1996년 Japan Hiroshima University, POST-DOC. 1997년~현재 군산대학교 전자정보공학부 교수. 관심분야는 고장진단, 공장 자동화, Sensor Network.

**윤 성 응**



2007년 군산대 공과대학 학사. 2009년 군산대학교 대학원 석사. 2009년~현재 동 대학원 박사과정. 관심분야는 고장진단, 공장 자동화, Sensor Network.