

마우스 커서 없는 감도 최적화 알고리즘 구현 및 응용

송 정 현¹ · 최 웅^{2*}¹강남대학교 소프트웨어응용학부 공학학사^{2*}강남대학교 ICT융합공학부 부교수

Implementation and Application of Sensitivity Optimization Algorithm for Mouse Cursor-less Environments

Jeong-Heon Song¹ · Woong Choi^{2*}¹Bachelor's Program in the Department of Software Application, Kangnam University, Yongin-si 16979, Korea^{2*}Associate Professor, College of ICT Construction & Welfare Convergence, Kangnam University, Yongin-si 16979, Korea

[요 약]

컴퓨터 사용 환경의 다양성으로 인해 마우스 감도 유지가 어렵고, 이는 디자인 작업, 게임, 문서 작업 등에서 사용자의 피로와 클릭 실수를 증가시킨다. 사용자들은 마우스 클릭 테스트를 통해 적합한 감도를 찾으려 하지만, 이는 단지 현재 설정에 적응하는 것일 뿐 다양한 환경에서의 일관된 편안함을 제공하지 못한다. 본 연구에서는 마우스 커서 없는 테스트 방식을 도입하여, 2D 및 3D 환경에서 사용자의 감각으로만 마우스를 제어하는 알고리즘을 제안한다. 제안 시스템을 이용한 실험을 통해 다양한 감도에서도 일관성 있는 DPI (Dots Per Inch) 1200 ± 63 , 개인별 평균 보정 값 ± 0.066 으로 일관성 있는 결과를 얻었다. 반면 새로운 테스트 방식으로 몇몇 사용자가 초기 테스트에 불안정한 값을 얻었지만, 테스트한 결과값을 시각적으로 볼 수 없다는 문제점은 후속 연구에서 개선이 필요한 부분이다. 이러한 접근 방식은 사용자가 현재 감도에 적응하는 것이 아니라, 다양한 환경에서 일관되고 편안한 감도를 제공하려 할 것으로 기대된다.

[Abstract]

Users often endeavor to determine the optimal sensitivity through mouse click tests; however, this method is limited to adjusting to the present settings and fails to ensure consistent comfort across different environments. This study introduces a novel cursor-less methodology for mouse sensitivity testing, proposing an algorithm that adjusts mouse movements based solely on user sensation in both two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) spaces. The implementation of the proposed system demonstrated uniform outcomes, with a dots per inch (DPI) measurement of 1200 ± 63 and an average individual correction factor of ± 0.066 across a range of sensitivities. Nonetheless, some participants reported fluctuating values in initial trials with this innovative method, and the lack of visual feedback on the test outcomes is acknowledged as a limitation that necessitates further research. This approach aims to offer consistent and comfortable mouse sensitivity in various environments, transcending mere adaptation to current sensitivity configurations.

색인어 : 마우스, 감도 조절, 일관성, 커서 없는, 게임**Keyword** : Mouse, Sensitivity Adjustment, Consistent, Cursor-less, Game<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.3.781>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 07 February 2024; Revised 27 February 2024

Accepted 04 March 2024

***Corresponding Author; Woong Choi**

Tel: +82-31-280-3753

E-mail: wchoi@kangnam.ac.kr

I. 서론

현대 사회에서 컴퓨터의 보급률이 급증하면서, 사용 환경은 점차 다양해지고 있다. 사용자들은 집, 학교, 사무실, PC방 등 다양한 장소에서 컴퓨터를 사용하게 되었다[1].

이러한 환경 변화는 해상도, 모니터 크기, 운영 체제 설정, 마우스의 종류, 게임 내 설정 등 환경에 따라 달라지는 다양한 요인들로 인해 마우스 감도의 일관성을 더욱 어렵게 만든다[2],[3]. 이로 인하여 사용자들은 여러 환경에서 자신이 주로 사용하는 컴퓨터의 마우스 DPI 및 윈도우 감도 설정을 알고 있더라도 하더라도, 일관된 감도를 유지하는 데 어려움을 겪고 있다[4]. 이는 섬세한 그래픽 디자인 작업이나 게임 플레이 같은 작업에서 효율성을 떨어뜨리며, 심지어 간단한 문서 작업에서조차 사용자의 피로감을 증가시키고 클릭 실수를 유발한다. 이에 따라, 감도에 민감한 사용자들은 자신에게 적합한 마우스를 직접 지참하여 중요한 게임 대회에 참가하거나, 사무실에서 개인 마우스를 사용하는 경우가 증가하고 있다[5]. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존에는 특정 목표까지 마우스를 이동시키는데 필요한 시간을 예측하는 Fitts의 법칙[6]을 활용하여 큰 화면 범위를 빠르게 작업하기 위해서는 높은 감도를 제안하고 섬세한 그래픽 디자인 작업이나 정밀한 타게팅이 필요한 게임에서는 낮은 감도를 추천하는 방식으로 감도를 조절하였다[7],[8]. 이러한 감도 조절은 효율성에 초점을 두어 사용자마다 개인의 편안한 감도를 제공받지 못했다. 3D의 경우에도 동일하게 Fitts의 법칙이 적용되어 감도를 조절하여 사용되었다[9]. 그 외에도 3인칭 감도 테스트를 제공하는 에임랩을 통해 일부 사용자들은 마우스 클릭 테스트를 통해 개인적으로 감도를 조정하는 방식을 채택하여 마우스 감도를 조절하고 있다[10]. 하지만 이 방법은 사용자가 주로 사용하는 감도로 보정한다기보다는 현재 마우스에 적응하는 과정에 가까워, 여러 환경에서 일관된 편안함을 제공하지 못한다. 최적의 마우스 감도는 사용자가 무의식적으로 마우스를 움직여 원하는 목표에 정확히 클릭할 수 있는 감도를 의미한다[11]. 무의식적인 마우스 감도를 정확하게 측정하기 위해서는 현재 설정된 감도의 영향으로부터 자유로워야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 기존의 감도 설정이 실험 결과에 영향을 미치지 않도록 하는 방법을 중점적으로 고려하였다. 2D 환경에서는 마우스 커서를 제거함으로써 기존 감도의 영향을 배제하였고, 3D 환경에서는 조준점을 고정된 상태에서 실험을 진행하여 현재 감도의 영향을 최소화하였다.

이러한 방법을 통해 기존 감도에 영향받지 않는 환경에서의 감도 측정이 가능해졌으며, 이어진 실험 과정에서는 감도 보정 효과를 평가하기 위해 사용자의 기존 감도 설정에 변화를 주고 그에 따른 반응을 분석하는 방식으로 진행되었다.

본 연구에서는 마우스 커서의 시각적 정보제공을 제안하여 현재 감도에 영향을 받지 않고 테스트하는 방식을 통해 정확한 수치 값을 측정하고 제안한다.

II. 감도 조절 알고리즘 제안

2-1 제안시스템

1) 커서 없는 마우스 테스트

사용자에게 맞춤형 마우스 감도를 제공하기 위한 새로운 방법을 제안한다. 이 제안은 기존의 마우스 감도 설정에서 그림 1의 기존 방식인 사용자가 설정된 감도에 적응하여 목표점에 클릭하는 것이 아닌, 사용자의 무의식적인 클릭 위치와 목표 위치를 일치시키는 것을 목표로 한다.

사용자에게는 마우스 커서가 없는 상태로 시작점과 목표점이 제공된다. 시작점을 표시하기 위해 각 라운드마다 시작점에 커서가 생성되지만, 이 커서는 움직이지 않는다. 그림 1의 커서 숨김을 통해 사용자는 마우스 커서의 존재에 의존하지 않고 순전히 감각적으로 목표를 클릭할 수 있도록 격려된다. 이러한 제안을 통해 사용자는 기존의 설정에 적응하는 것이 아닌, 무의식적으로 목표를 클릭할 수 있는 최적의 감도를 찾을 수 있게 된다. 이러한 접근 방식은 현재 마우스 감도에 적응하는 것이 아닌 다양한 환경에서도 일관된 성능을 제공하는 데 도움을 줄 것으로 기대된다.

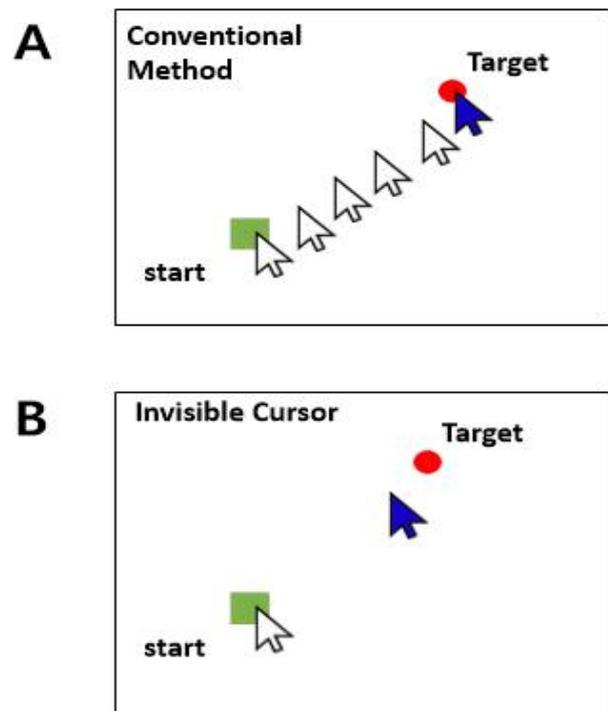


그림 1. 기존 마우스 테스트와 커서 없는 마우스 테스트 비교

A: 커서에 적응하는 기존 마우스 테스트

B: 커서 없이 감각을 이용한 새로운 마우스 테스트

Fig. 1. Comparison between Traditional Mouse Testing and Cursor-less Mouse Testings

A: Existing mouse test adapting to the cursor

B: New mouse test utilizing senses without the cursor

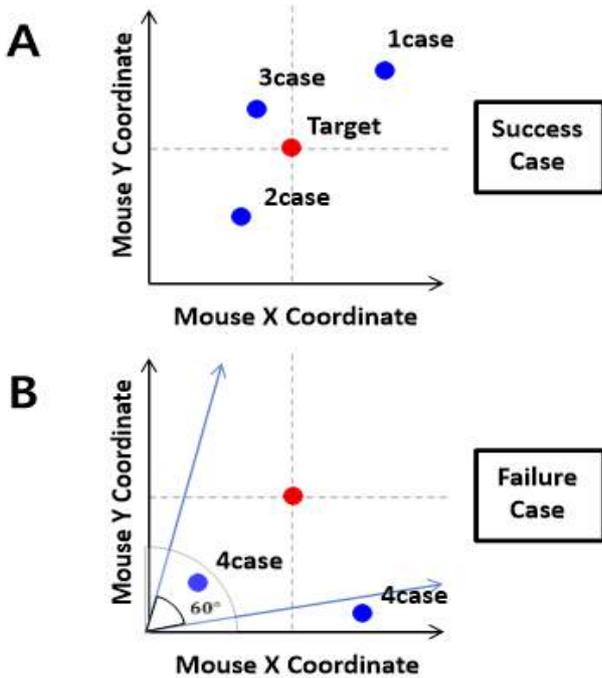


그림 2. 2D 마우스 테스트 케이스 및 수치화 과정
 A: 범위 안에 마우스 입력 성공
 B: 일정 범위와 각도 차이로 인한 마우스 입력 실패
 Fig. 2. 2D mouse test case and quantification process
 A: Successful mouse input within range
 B: Mouse input failure due to range and angle differences

2) 2D 감도 수치화 알고리즘

2D 환경에서 감도를 측정하기 위해서는 시작점(α) 목표(β) 클릭점(γ)이 세 가지 지점의 x, y 좌표값을 활용하여 총 9라운드를 걸쳐 진행이 되고 라운드마다 목표지점에 개수를 늘리며 연속적으로 측정한다. 2D에서 사용자의 클릭은 그림 2의 경우처럼 총 4가지로 나뉘게 된다.

1. x,y축이 모두 목표 점보다 수치가 높은 경우
2. x,y축이 모두 목표 점보다 수치가 낮은 경우
3. x,y축이 목표 점보다 x축은 높고 y축은 낮은 경우
4. x,y축이 목표 점보다 너무 짧거나 방향이 다른 경우

$$\text{보정비율} = \frac{\sqrt{(ax-\gamma x)^2 + (ay-\gamma y)^2}}{\sqrt{(ax-\beta x)^2 + (ay-\beta y)^2}} \quad (1)$$

1, 2번의 경우 거리를 계산하여 수식 1으로 감도를 보정한 다. 3번의 경우에도 사용자의 방향을 보정해 줄 수는 없으므로 똑같이 수식 1의 거리 값을 통해 감도를 보정해 준다. 4번의 경우 시작점과 목표점의 벡터를 기준으로 양쪽으로 각도가 30도가 넘거나 감도 배율이 3배가 넘는 경우는 실패로 판단한다.

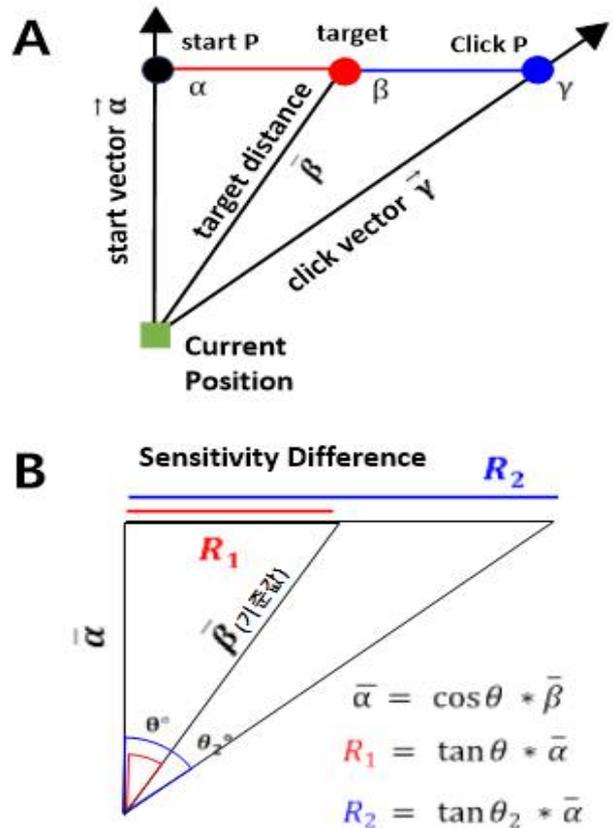


그림 3. 3D 환경에서 벡터 각도 수치화 방식
 A: 3D 방향 벡터 내적을 통한 각도 계산
 B: 내적 값을 통한 감도 보정 비율 계산
 Fig. 3. Vector angle quantification method in 3D environment
 A: Calculation of angles through the dot product of 3D directional vectors
 B: Calculation of sensitivity calibration ratio through dot product values

3) 3D 감도 수치화 알고리즘

3D 공간에서 감도를 측정하기 위해서는 그림 3의 A의 Current Position인 캐릭터의 위치를 기준으로 초기에 시작점 α 를 바라보는 방향을 시작 벡터($\vec{\alpha}$), 목표 점 β 를 바라보는 방향을 목표 벡터($\vec{\beta}$), 사용자가 이동하여 실제 클릭한 점 γ 을 바라보는 방향을 클릭 벡터($\vec{\gamma}$)를 기준으로 방향벡터를 활용하여 벡터의 내적과 삼각함수를 활용하여 수치화 할 수 있다(그림 3)[12].

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{\alpha} \cdot \vec{\beta}}{|\alpha||\beta|}\right) \quad (2)$$

수식 2 벡터의 내적을 활용하여 α 와 β 사이의 각도를 계산하여 θ 값과 기준값 $\bar{\beta}$ 을 통해 그림 3의 $\bar{\alpha}$ 값을 구한 후 $\tan\theta$ 값을 활용하여 R_1 의 거리 = $\bar{\alpha} * \tan\theta$ 를 구한다. 같은

방법으로 목표점을 기준으로 R_2 의 거리를 구하여 마우스 감도에 대한 정도를 수치화할 수 있게 된다.

4) 정확도 향상 알고리즘

일반적인 마우스 테스트와는 다르게 커서 없는 마우스 테스트에서는 사용자가 타겟을 클릭하는 과정에서 발생하는 다양한 문제를 해결하여 보정값의 오차를 줄여주는 3가지를 그림 4와 같이 제시한다. 블루, 레드, 그린박스는 각각 커서의 시작지점, 정확도 저하의 원인이 되는 클릭, 이상적인 클릭을 기준으로 표현하였다.

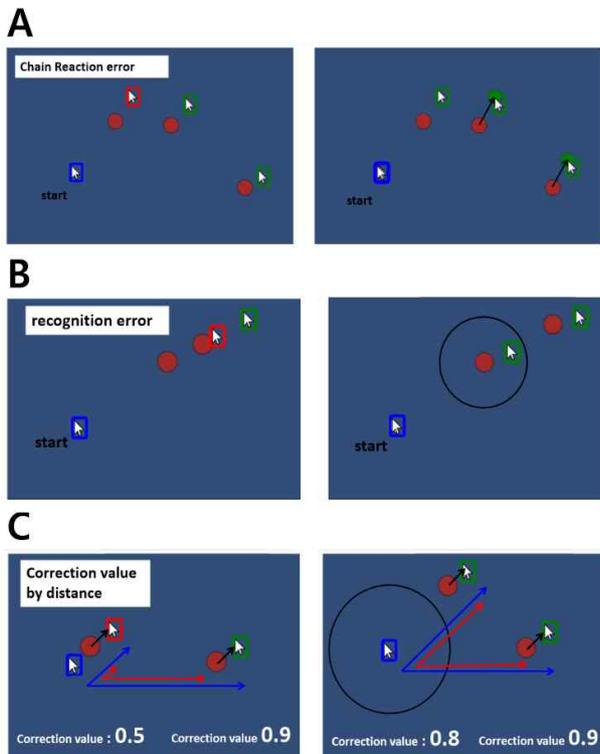


그림 4. 커서없는 테스트에서 정확도 향상을 위한 경우.

- A: 마우스 연쇄 작용 보완
- B: 인식 오류 보완
- C: 거리별 보정값 완화

Fig. 4. In a test without a cursor, for improving accuracy

- A: Compensate for mouse chain reaction
- B: Correct recognition errors
- C: Relax distance-based correction values

그림 4의 A 시나리오 상황에서 사용자가 한 번 잘못된 위치를 클릭하면, 이후 클릭에서도 연쇄적으로 오류가 발생할 가능성이 높아진다. 이를 방지하기 위해, 잘못된 클릭 이후의 목표 좌표는 내부 알고리즘을 통해 잘못 클릭한 거리인 화살표 만큼 이동되어 사용자의 오차를 줄여준다. 이는 연속적인 실수를 방지하고 보다 정확한 보정값을 얻을 수 있게 한다.

B 시나리오에서는 목표 간의 거리가 너무 가까울 경우 발생할 수 있는 문제를 해결한다. 이 경우, 사용자가 의도한 대

상이 아닌 다른 목표를 클릭하여 잘못된 데이터가 수집되는 것을 막기 위해, 새로운 목표는 사용자가 현재 목표로부터 원형 밖으로 일정 거리 이상 떨어져 있을 때만 생성된다. 이것은 사용자의 클릭 의도를 보다 정확하게 반영하고, 테스트의 신뢰성을 높이는 데 중요한 역할을 한다.

마지막으로, C 시나리오에서는 시작 거리가 일정 거리 이하일 경우, 마우스 클릭 시 조금만 실수해도, 그 차이가 블랙 화살표만큼 발생한다. 하지만 블루와 레드 화살표 비율만큼 큰 보정값 차이를 가져오기 때문에, 원형 밖에 일정 거리 이상에서 목표가 생성되도록 하여 정확도를 높여준다.

2-2 평가 시스템

본 연구에서는 2D 환경에서 구현한 마우스 커서없는 테스트 시스템을 통해 편안한 마우스 감도를 제공할 수 있는지와 그림 4의 정확도 향상 알고리즘에 효과에 대한 검증을 하였다. 정확도 향상 알고리즘을 검증하기 위해 적용 전과 후를 비교하였고 여러 인원을 대상으로도 실험하기 위해 피험자는 모두 PC사용이 익숙한 5명의 남성이었으며 평균 연령은 24.6 ± 0.54 세였다.

1) 실험방법

실험하기 전 정확한 결과를 위하여 테스트 방식에 대해 설명 및 연습하는 시간을 가졌고 실험의 정확도를 높이기 위해 테스트를 3회 이상 실시한 값에 평균을 계산하여 수치화하였다. 그 후에 사용자의 기존 마우스 감도에 일부러 변화를 주어 기존의 감도에 얼마나 가까운 값을 제공하는 지를 테스트 하였다.

2) 데이터 분석

본 연구에서 측정하는 값은 기존 DPI와 변화된 DPI의 차이를 얼마나 보정해 주는지에 대한 결과를 확인하는 것이다. 사용자의 기존 DPI와 보정된 DPI 값이 일치하는 정도에 따라 높은 정확도를 제공한다고 할 수 있다. 따라서 그림 4의 정확도 향상 알고리즘을 사용하기 전과 사용 후를 비교 분석하여 성능 차이를 비교 분석하여 어느 정도의 성능 향상이 되었는지 파악하고 여러 피험자를 대상으로 측정하여 보정값이 어느 정도의 정확도를 가지고 있는지와 사람마다 감각적인 클릭에 대한 오차범위를 측정하여 수행되었다.

III. 연구결과 및 고찰

3-1 연구결과

측정된 값들을 저장하여 감도에 적용하기 위해 기준을 1로 설정하고, 최종 테스트 후 완전 일치하면 1로 유지된다. 만약 감도가 느리면 1보다 작은 값을, 빠르면 1보다 큰 값을 사용

자에게 알려주어 현재 마우스 감도를 조정해야 할 정도를 알려준다. 표 1은 본 연구에서 제안한 그림 4의 방법을 적용하지 않고, 기존의 방법을 사용하여 테스트한 결과를 보여준다. 이 테스트는 평소 DPI가 1200인 사용자가 임의로 마우스 감도를 변경하여 진행된 것이다. 이때 사용자는 DPI를 200 단위로 조정하며 테스트를 수행했으며, 결과적으로 보정 값들은 대부분 1200에 근접한 값을 보여주었다. 하지만 기존 감도와 차이가 클수록 정확도가 떨어지는 경향을 보였다.

표 1. 2D 커서 없는 테스트를 이용한 보정값 결과

Table 1. 2D Calibration value results using cursor-less testing

| DPI | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 |
|------------------|------|------|------|------|------|
| Result | 1.58 | 1.15 | 1.01 | 0.89 | 0.70 |
| Correction (DPI) | 1270 | 1150 | 1212 | 1246 | 1120 |

표 2. 3D 커서 없는 테스트를 이용한 보정값 결과

Table 2. 3D Calibration value results using cursor-less testing

| DPI | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 |
|------------------|------|------|------|------|------|
| Result | 1.32 | 1.1 | 1.07 | 1.02 | 0.97 |
| Correction (DPI) | 1056 | 1120 | 1284 | 1428 | 1552 |

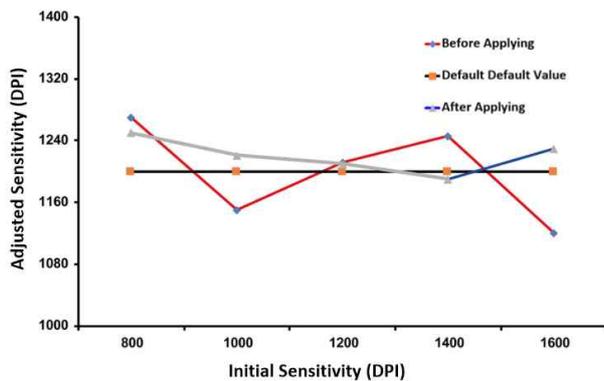


그림 5. 그림 4 정확도 향상 적용 후 비교

Fig. 5. Fig 4: Comparison after applying accuracy improvement

표 3. 피험자를 대상 커서 없는 테스트를 이용한 보정값 평균과 표준편차

Table 3. Mean and standard deviation of calibration values using a cursor-less test on participants

| Conditions | AVG | SD | Individual SD |
|------------|------|--------|---------------|
| Result | 1.07 | 0.2691 | 0.066 |

이에 반해, 그림 5는 연구에서 제안한 정확도 향상 방법을 적용했을 때와 그렇지 않았을 때의 결과를 비교한 것이다. 이 방법을 적용한 후에는 기존 사용 감도에 더 가까운 값을 보여주었으며, 표 1에서 2D 환경에서 관찰된 기존 감도와와의 큰 차

이로 인해 정확도가 떨어지는 문제도 상당 부분 해결된 것으로 나타났다. 하지만 표 2에서 3D 환경에서 테스트 한 경우 특정 감도를 점차 보정해주고 있지만 2D 환경에서 만큼 여러 감도에서 일정한 감도를 보정해주지 못했다. 또한 표 3에서는 실험 참가자들을 통해 얻은 실험 결과를 보여주는데, 평균값은 1.07 ± 0.2691 로 대부분의 참가자들이 '1'에 근접한 결과값을 얻지는 못했지만, 개인별 표준편차에서 ± 0.066 의 비교적 작은 표준편차를 보였다. 이러한 수치는 DPI 1200를 기준으로 ± 79.2 감도 수준으로 사용자 개인마다 적은 오차범위로 일관된 감도를 제공한다는 점에서 중요한 의미를 지닌다.

3-2 고찰

본 연구는 사용자에게 최적의 감도 설정을 제공하기 위해 커서 없이 수행된 테스트를 바탕으로 진행되었다. 피험자의 컨디션 변화로 인해 항상 일관된 값을 도출하기는 어려웠지만, 이 방법을 통해 기존 감도 설정에 근접한 보정 효과를 실현할 수 있었다. 제안된 시스템에서의 기존 마우스 커서 테스트와 커서 없는 테스트의 주요 차이점은 현재 감도 설정이 보정될 감도 설정에 미치는 영향 여부에 있다.

Fitts의 법칙을 사용하여, 큰 화면 범위에서의 빠른 작업을 위해 높은 감도를 적용하고, 섬세한 그래픽 디자인이나 정밀한 타겟팅이 필요한 작업에서는 낮은 감도를 추천하는 것은 특정 상황에서는 유용할 수 있다. 그러나 이러한 접근은 정밀한 클릭과 빠른 작업을 요구하는 상황 간의 균형을 유지하기 어려운 한계를 보여준다. 섬세한 디자인 작업을 하면서 다른 웹페이지를 확인하거나, 정밀한 타겟팅을 요구하는 게임에서도 때로는 빠른 화면 전환이 필요하다. 따라서 커서 없는 테스트는 사용자가 기존 감도에 적응하지 않고 그 오차를 보정하는 접근 방식을 취하며, 특정 상황에서만 맞는 감도가 아닌 어떠한 감도 설정 및 환경에서도 사용자가 평소 선호하는 편안한 감도로의 보정을 가능하게 하였다.

그러나 이 새로운 테스트 방식은 초기에 사용자에게 다소 낯설게 느껴져 많은 불안정한 보정 값들을 초래했다. 일부 사용자들은 커서를 직접 보며 테스트하지 않았기 때문에 보정값에 대한 의구심을 제기하기도 했으나, 보정 값을 적용한 후의 테스트에서는 대체로 긍정적인 반응을 얻을 수 있었다. 향후 연구에서는 테스트 과정에서 얻은 데이터를 사용자에게 제공하여 신뢰성을 높일 계획이다. 마우스 사용에 익숙하지 않은 사용자를 위해 테스트 전에 시스템을 구성하여 사전 연습을 할 수 있도록 하고, 사용자가 방법을 익히며 적용할 수 있는 시간을 제공하여 기존 사용자 및 마우스 사용에 익숙하지 않은 사용자의 정확도를 향상시킬 것으로 기대된다.

3D의 조준선 없는 방식의 경우 2D보다 정확도가 떨어지는 모습을 보여주었다. 2D 테스트의 경우 실제와 동일하게 화면이 고정되는 방식이지만 다르게 3D에서는 실제 조준할 때에는 화면이 움직이지만 3D 환경에서는 조준점을 고정된 상태로 진행하다 보니 화면이 움직이지 않아 테스트하는데 어색

함으로 인해 정확도가 떨어졌다고 보고 있다. 후속 연구에서는 조준선이 없는 방식을 유지하되 어색함을 줄여 높은 정확도를 제공할 수 있도록 개선하고 보정 전과 후의 게임 및 인터랙티브 SW의 유용성을 테스트하기 위해 실제 게임과 유사한 환경을 구성하여 개선이 필요하다고 생각한다.

IV. 결 론

본 연구는 화면으로부터 마우스 커서를 제거함으로써, 사용자가 커서의 움직임에 익숙해지는 대신, 마우스의 감도를 개인의 필요에 맞춰 조정할 수 있는 환경을 조성하고, 이를 통해 마우스의 감도 속도를 정량화하여 다양한 환경에서도 일관된 편안함을 제공하는 마우스 감도를 사용자에게 제안한다. 컴퓨터 사용이 일상화된 현대에서 민감한 마우스 조작과 높은 정확성을 요구하는 게임 산업뿐 아니라, 일반 사용자들도 자신에게 적합한 마우스 감도를 발견함으로써 업무와 일상생활에서의 편안함을 경험하고, 마우스 감도의 중요성을 인식하게 될 것으로 기대된다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022R1A2C1092178).

참고문헌

- [1] J. Lee and J.-G. Lee, "An Exploratory Study of the Korean Online Game Industry: A Comparative Analysis of Historical Development Stages - 1998~2019 -," *The Review of Business History*, Vol. 34, No. 2, pp. 33-52, May 2019. <http://doi.org/10.22629/kabh.2019.34.2.002>
- [2] J. Sandfeld and B. R. Jensen, "Effect of Computer Mouse Gain and Visual Demand on Mouse Clicking Performance and Muscle Activation in a Young and Elderly Group of Experienced Computer Users," *Applied Ergonomics*, Vol. 36, No. 5, pp. 547-555, September 2021. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.03.003>
- [3] M. Bohan, S. Thompson, D. Scarlett, and A. Chaparro, "Gain and Target Size Effects on Cursor-Positioning Time with a Mouse," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 47, No. 4, pp. 737-740, October 2003. <https://doi.org/10.1177/154193120304700416>
- [4] B. Boudaoud, J. Spjut, and J. Kim, "Mouse Sensitivity in First-person Targeting Tasks," *IEEE Transactions on Games*, Vol. 15, No. 4, pp. 493-506, December 2023. <https://doi.org/10.1109/TG.2023.3293692>
- [5] Y. Yan, K. Joshi, A. Barr, and C. H. Adamson, "The Impact of Computer Mice Weight on Muscle Activity, Performance, and User Preferences While Gaming," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 66, No. 1, pp. 868-870, September 2022. <https://doi.org/10.1177/1071181322661516>
- [6] P. M. Fitts, "The Information Capacity of The Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement," *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 47, No. 6, pp. 381-391, June 1954. <https://doi.org/10.1037/h0055392>
- [7] Y. H. Pang, E. R. Hoffmann, and R. S. Goonetilleke, "Effects of Gain and Index of Difficulty on Mouse Movement Time and Fitts' Law," *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, Vol. 49, No. 6, pp. 684-691, December 2019. <https://doi.org/10.1109/THMS.2019.2931743>
- [8] R. W. Soukoreff and I. S. MacKenzie, "Towards a Standard for Pointing Device Evaluation, Perspectives on 27 years of Fitts' law Research in HCI," *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 61, No. 6, pp. 751-789, December 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2004.09.001>
- [9] J. Looser and A. Cockburn, "On the Validity of using First-Person Shooters for Fitts' Law Studies," *People and Computers XIX*, Vol. 2, pp. 33-36, 2005.
- [10] C. J. Roldan and Y. T. Prasetyo, "Evaluating The Effects of Aim Lab Training on Filipino Valorant Players' Shooting Accuracy," in *Proceedings of IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, Chengdu, China, pp. 465-470, April 2021. <https://doi.org/10.1109/ICIEA52957.2021.9436822>
- [11] E. Brenner and J. B. J. Smeets, "Fast Corrections of Movements with a Computer Mouse," *Spatial Vision*, Vol. 16, No. 3-4, pp. 365-376, 2003. <https://doi.org/10.1163/156856803322467581>
- [12] H. Nishizawa and T. Yoshioka, "A Proposal to Teach 3D Vector Operations in a Role-Playing Game," in *Proceedings of the 13th Asian Technology Conference in Mathematics*, Bangkok, Thailand, pp. 364-369, December 2008.



송정헌 (Jeong-Heon Song)

2024년 : 강남대학교 (공학학사)

2018년~2022년: 창신대학교 컴퓨터소프트웨어 학사과정 (편입)
2022년~2024년: 강남대학교 소프트웨어응용학부 학사과정
※ 관심분야 : 가상현실(Virtual Reality), 게임 개발 (Game Development)



최웅 (Woong Choi)

2000년 : 조선대학교 대학원 (공학석사)
2005년 : Tokyo Institute of Technology (공학박사-지능시스템과학)

2005년~2010년: Ritsumeikan University
2010년~2022년: National Institute of Technology, Gunma College
2022년~현 재: 강남대학교 ICT융합공학부 부교수
※ 관심분야 : 가상현실(Virtual Reality), 휴먼 컴퓨터 인터랙션(Human Computer Interaction) 등