

사용자 및 설치 환경에 적응적인 스크린 양궁 시스템

최무강, 오경수

송실대학교 글로벌미디어학부

moogang94@naver.com, oks@ssu.ac.kr

Adaptive screen archery system for user and installation environment

Moo-kang Choi, Kyoungsu Oh

Global School of Media, Soongsil University

요 약

스크린 기반 게임은 여러 공간에 옮겨가면서 설치해야 하는 경우가 자주 일어난다. 이 경우에 센서에 변화가 생기거나 공간의 구성 차이로 설치에 어려움이 생길 수 있다. 또한 실제 게임과 똑같이 경험하는 것도 의미가 있지만 난이도를 조절하여 더 많은 재미를 느낄 수 있도록 유도해야 하는 경우도 존재한다. 본 논문에서는 스크린 골프와 유사한 형태의 체감형 게임인 스크린 양궁 게임을 개발하는 과정에서 공간의 변화에 따른 설치를 쉽게 하는 기법, 사용자의 실력에 따라 게임의 난이도를 자동으로 조절할 수 있는 방법을 설명하고 실험 결과를 보이고자 한다.

ABSTRACT

Screen-based games often go to many places to install. In this case, there may be a change in the sensor or a difficulty in installation due to a difference in space configuration. Also, it is meaningful to experience the same thing as a real game, but there are cases where it is necessary to control the degree of difficulty to make it feel more fun. In this paper In the process of developing a screen archery game, which is a sensible game similar to screen golf, we will introduce a technique that facilitates installation according to changes in space. And we will explain how to control game difficulty automatically according to user's skill. And we will show you the results of the experiment.

Keywords : Sensible Game(체감형 게임), Screen Archery(스크린 양궁), Ballistic(탄도학), Correction(보정)

Received: Mar. 15. 2018 Revised: Apr. 18. 2018

Accepted: Jun. 10. 2018

Corresponding Author: Kyoungsu Oh(Soongsil University)

E-mail: oks@ssu.ac.kr

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

© The Korea Game Society. All rights reserved. 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.

1. 서 론

체감형 게임은 키보드와 마우스를 외에 사용자의 몸을 사용하여 가상 세계속에서 즐길 수 있는 게임이며[1], 기술의 발전과 더불어 다양한 방면에서 연구가 이루어졌다[2,3,4]. 스크린 기반의 체감형 게임은 실세계에서 제약이 거의 없이 실제 게임에서와 같은 움직임을 하고 가상 세계에서의 결과를 확인할 수 있다. 체감형 게임은 실제 게임을 즐기는 것과 거의 유사한 즐거움을 주면서도 스크린을 설치할 수 있는 공간이면 어디에서든지 즐길 수 있기 때문에 공간과 장비의 제약이 있는 종목에서 강점을 가진다. 공간적 제약이 매우 큰 골프 종목은 스크린 골프로 큰 성공을 이루었다[5].

본 연구에서는 스크린 양궁을 제작하였다. 양궁은 넓은 공간이 필요하기 때문에 일반인들이 접근하기 힘든 종목이다. 양궁은 골프와 유사하게 사용자가 거의 제자리에 서서 운동을 하고 화살을 날려서 목표물로 보내는 게임이기 때문에 스크린 기반으로 한 체감형 게임으로 제작하기에 적합하다. 즉 사용자는 실제 양궁 장비를 사용하여 활을 쏘고 결과는 스크린을 통해서 확인함으로써 실제 양궁과 유사한 경험을 공간 제약 없이 할 수 있게 된다.

본 연구에서 개발한 스크린 양궁 시스템에서 사용자는 실제 활을 가지고 스크린 속의 과녁을 겨냥하여 화살을 발사한다. 활에 달린 관성 센서와 적외선 센서로부터 계산된 화살의 위치와 방향, 속도를 바탕으로 스크린 속에 가상의 화살을 만들어 날아가게 한다. 이를 바탕으로 실제와 유사한 양궁 게임을 즐길 수 있다.

본 논문에서는 이러한 시스템에서 생길 수 있는 두 가지 문제를 해결하려고 한다. 첫 번째는 설치 용이성을 위한 보정이다. 센서의 오류, 스크린의 크기, 스크린까지의 거리 등 설치 환경이 변화됨에 따라 센서로부터 계산된 화살의 위치와 방향, 속도에 오류가 있을 수 있으며 이를 바로잡기 위한 수정은 지루한 작업이 될 수 있다. 두 번째는 사용자

명중률 보정이다. 게임의 재미는 달성 가능한 도전을 제공할 수 있느냐에 크게 좌우된다. 시스템에서 공정함을 잃지 않으면서도 난이도를 조절할 수 있다면 게임의 규칙이나 환경을 바꾸지 않고도 도전의 난이도를 조절할 수 있다. 본 논문은 앞서 설명한 두 가지 문제점을 해결하는 방안에 대해 서술할 것이다.

2.1에서는 스크린 양궁 시스템의 개요를 설명하고 2.2에서는 설치 용이성을 위한 보정 시스템, 2.3에서는 사용자 명중률 보정 시스템을 설명하고자 한다.



[Fig. 1] Player and screen scene of Screen Archery game demo

2. 본 론

2.1 체감형 스크린 양궁 게임

본 연구에서는 센서가 부착된 현실 공간의 활을 이용하여 실제 양궁과 같은 흐름으로 진행되는 스크린 양궁 시스템을 Unity3D Engine을 기반으로 제작하였다. 게임 구성은 올림픽 규칙에 기반을 둔 올림픽 모드와 활을 이용한 실제 사냥과 같은 경험을 제공하기 위한 사냥 모드로 나누어져 있다.

사용자가 스크린 속의 과녁을 향하여 조준하고 실제 화살을 발사하면 실제 화살의 위치와 방향을 센서로부터 얻어내어 Unity3D에 전달하여 스크린

속에 화살이 실제와 같은 위치와 초속도를 가지고 날아가게 된다.

실제 양궁게임에서 사용하는 리커브 활을 사용하며 선수들이 연습용으로 사용하는 슈팅 연습 도구[6]를 사용하였다. 사용자는 실제 화살을 쏘면 화살의 속도가 줄어들면서 연습 도구에 들어가게 된다. 이렇게 하면 화살이 발사되지 않아 안전하면서도 화살을 쏜 것 같은 느낌을 느낄 수 있다.

관성 센서를 통해 활의 회전각을 알아내고 적외선 센서를 통해 활의 위치를 알아낸다. Arduino를 사용하여 센서들에서 들어오는 값들을 전송하고 이를 통해 활의 위치와 방향을 계산할 수 있다. 활의 초속도는 항상 일정하다고 가정하였다.

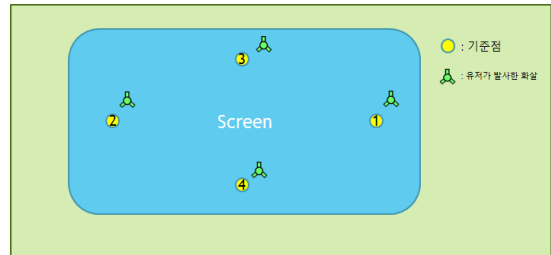
그리고 활의 위치, 방향, 초속도를 가지고 가상의 화살을 생성하여 발사되도록 한다. 화살이 날아가는 물리 시뮬레이션은 중력에 의한 포물선운동으로 Unity3D의 물리엔진을 그대로 사용하였다. 가상의 활에 Rigidbody 속성을 주고 초속도와 위치를 지정하여 Unity3D의 물리엔진을 통해 화살이 날아가는 움직임을 생성하였다.

2.2 설치 용이성을 위한 보정 시스템

스크린 양궁 시스템을 실제로 많이 사용되게 하기 위해서는 설치가 간편해야 한다. 설치하는 장소의 상황에 따라 스크린의 크기, 사용자와 스크린 사이의 거리, 센서의 민감도의 차이 등으로 인해 사용자가 겨냥한 활 정보와 가상의 활의 정보가 다르게 될 수 있다. 이를 바로잡기 위해 여러 변수 값을 바꾸어 가며 수정하는 작업은 매우 많은 시간이 걸릴 수 있다. 현실을 제대로 반영하지 못하는 결함은 체감형 게임에서 중요한 실재감[7] 문제를 일으키고, 이는 사용자가 게임에서 제대로 재미를 느끼지 못하는 요인이 된다. 이 절에서는 게임 개발 과정에서 해당 문제를 해결하는 방안을 위치 값의 변화를 통한 방법을 통해 서술한다.

스크린에 4개의 점이 주어지며, 여기서 사용자는 각 번호와 대응하는 점을 조준하여, 순서대로 화살을 발사한다. 이때, 게임 공간에서 중력 등 화살의

속도, 최종 위치에 영향을 줄 수 있는 요소들은 전부 배제되며, 사용자가 각 점을 정확히 조준하여 화살을 발사했다고 가정하며, 각 점의 위치를 Point라 하고, 각 화살의 위치를 Arrow라 한다.



[Fig. 2] Simplification of Accuracy Correction System

여기서 각 점의 위치와 각 점에 대응하는 화살 위치의 벡터값의 차이 Gap 4개를 구한다. 위 과정을 통해 얻은 차이 4개의 평균 Average_Gap을 구한다. 이를 Pseudo code(의사 코드)로 표기하면 다음과 같다.

```
Vector3 Point_Location[4];
Vector3 Arrow[4];
Vector3 Gap[4]
for(int i = 0; i < 4; i++) {
    Gap[i] = Point[i] - Arrow[i];
}
Vector3 Average_Gap =
Average(Gap[0], ..., Gap[4]);
```

여기서 얻은 Average_Gap을 이후 게임 진행을 통해 발사하게 될 모든 화살의 최종 위치에 더한다. 이때 사용자가 시스템에 의한 위치의 강제 변환을 인지하지 못하도록 여러 프레임을 거쳐 적용할 수 있게 하는 보간하는 방법을 이용한다.

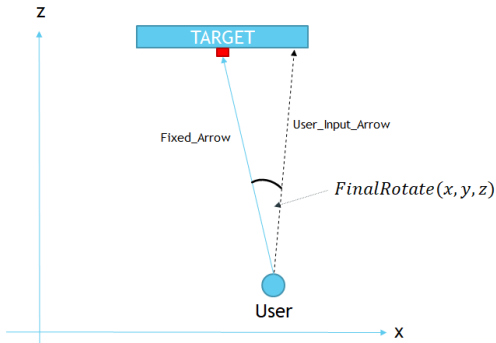
2.3 사용자 명중률 보정 시스템

설치 용이성을 위한 보정 시스템이 체감형 스크린 양궁 게임의 실재감의 보장을 위해 제안되었다

면, 사용자 명중률 보정 시스템은 기획성[8]을 고려하여 아직 게임 숙련도가 낮은 사용자가 게임에서 재미를 느낄 수 있도록 고득점을 유도하는 시스템이다.

본 논문에서는 과녁의 정중앙에 맞기 위한 화살의 방향을 계산하여 사용자가 겨냥한 화살의 방향과 보간하는 방식으로 사용자의 명중률을 보정한다. 즉, 현재의 활의 위치, 활의 발사 속도, 중력 가속도, 바람의 세기가 주어지면 과녁의 정중앙에 맞게 하기 위한 화살의 발사 방향을 계산한다.

사용자의 숙련도에 기반하여 명중률을 보정하기 위해, 보정 상수 $w(0 \leq w \leq 1)$ 를 정의한다. w 를 포함한 명중률 보정 시스템 최종 과정을 요약하면 다음과 같다.



[Fig. 3] Simplification of Accuracy Correction System

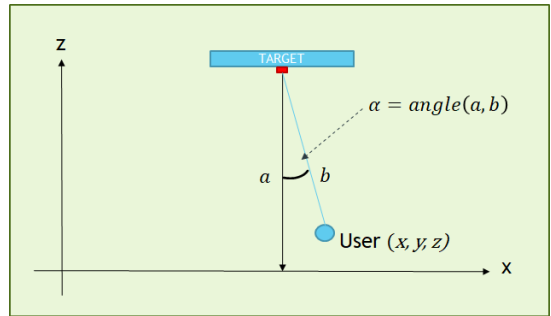
상수 w 는 사용자의 숙련도를 고려한 조작성 보정 기획 방안에 의해 결정된다.

과녁의 정중앙에 맞게 하기 위한 화살의 발사 방향을 구하기 위해 화살의 초기 위치, 중력 가속도 및 바람의 가속도를 고려한다. 화살에 Z축에 대한 바람의 영향은 없고, 화살 발사 후 중력 가속도와 바람 가속도에 변화는 없다는 전제를 기반으로 한다.

2.3.1 과녁의 중심을 겨냥하도록 조준 각도 계산

위쪽 방향은 Y축, 앞쪽은 Z축 X축은 좌우 방향

을 가리키고 있다. 과녁의 중심에서 활의 위치로의 벡터가 Y축 중심으로 Z축과 이루는 각도 α 를 구한다. 또한 과녁의 중심에서 활의 위치로의 벡터가 X축을 중심으로 Y축과 이루는 각도 β 를 구한다.

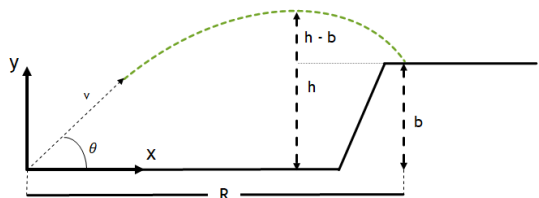


[Fig. 4] Concept of Angle correction about User Location

2.3.2 중력 가속도 및 바람 가속도 기반 조준 각도 계산

2.3.2.1 중력 가속도를 고려한 조준 각도 계산

Y축 중심의 회전으로 XZ 평면 내에 과녁과 사용자가 위치하게 되었다. 화살은 중력에 의해서 떨어지므로 x축 중심으로 올려 발사해야 한다. 올려 쏘는 각도 θ 를 구한다.



[Fig. 5] Simplification of Ballistic System

과녁의 활의 발사 위치에 상대적 높이(y값)를 b , 상대적 수평거리(z값)를 R 이라 하자.

활의 최대 높이는 다음과 같다[9].

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2(\theta)}{2g}$$

여기서 v_0 는 발사체의 발사 직후의 속도, g 는 중력 가속도를 의미한다.

화살의 높이가 최대 높이를 지나 b 로 떨어지는데 걸리는 시간은 다음과 같다[9].

$$T = (V_0 \sin(\theta) / g) + \sqrt{\frac{2(h-b)}{g}}$$

여기서 h 는 화살이 그리는 포물선의 최고 고도를 의미하고, b 는 발사 지점과 도착 지점의 고도차를 의미한다. 이 시간 동안 화살이 전진한 거리는 R 과 같아야 하므로 다음이 성립한다.

$$R = v_0 T \cos(\theta)$$

위 두 식에서 θ 와 T 외에는 모두 주어진 값이므로 다음과 같이 Newton's Method를 이용하여 근사적으로 θ 를 구할 수 있다.

$$T = \frac{V_0 \sin \theta}{g} + \sqrt{\frac{2(h-b)}{g}} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{R}{V_0 T}\right) \quad \dots \textcircled{2}$$

$$T = \frac{V_0 \sin \theta'}{g} + \sqrt{\frac{2(h-b)}{g}} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\theta'' = \cos^{-1}\left(\frac{R}{V_0 T'}\right) \quad \dots \textcircled{2}$$

⋮

Repeat ①, ②

[Fig. 6] The Process of organizing the ballistics formula around the Theta using Newton's method

초기 θ 값은 사용자가 겨냥한 각도나 45도를 사용할 수 있다. 위 과정을 적당한 근사값이 나올 때까지 반복하고, 이를 통해 얻은 각도 θ 를 $\theta(g)$ 라고 한다.

2.3.2.2 바람 가속도를 고려한 표준 각도 계산

바람도 중력과 유사하게 생각 할 수 있다. 앞뒤 방향으로의 바람이 없다고 가정하면 중력과 바람은 같은 방식으로 작동한다. 즉 X축 방향의 바람에 의해 x축 방향으로 화살이 밀리므로 반대 방향으로 회전해서 쏘아야 한다. 마찬가지로 Y축 방향의 바람에 의해 y축으로 밀리는 것도 고려해서 쏘아야 한다. 앞서 서술한 탄도학 공식을 중력 가속도에 국한되는 공식이 아닌, 모든 가속도에 적용할 수 있다는 아이디어를 기반으로 한다면, 2.3.2.1에서 활용한 Newton's Method를 기반으로 한 근사값 계산이 가능하다. 따라서, 2.3.2.1의 과정을 유사하게 진행하여 구한 X축에 대한 바람 가속도에 대한 보정 각도 $\theta(w_x)$ 를 구하는 과정은 다음과 같다.

$$T = \frac{V_0 \sin \theta}{w_x} + \sqrt{\frac{2(h-b)}{w_x}} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\theta' = \cos^{-1}\left(\frac{R}{V_0 T}\right) \quad \dots \textcircled{2}$$

$$T = \frac{V_0 \sin \theta'}{w_x} + \sqrt{\frac{2(h-b)}{w_x}} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\theta'' = \cos^{-1}\left(\frac{R}{V_0 T'}\right) \quad \dots \textcircled{2}$$

⋮

Repeat ①, ②

[Fig. 7] The ballistic equation and the wind correction angle theta using Newton's method

여기서 h 는 2.3.2.1과 유사한, x축을 중심으로 봤을 때의 포물선의 최고 고도를 의미하고, b 는 사용자와 과녁 중심 사이의 거리를 의미한다. 위의 과정을 Y축에 대해 동일하게 진행하여, Y축에 대한 보정 각도 $\theta(w_y)$ 를 구한다.

2.3.3 명중률 보정 시스템 정리

위에서 소개한 세 가지 과정을 통해 도출할 수

있는 과녁의 중앙에 맞게 하기 위한 초기 발사 각도는 $(\beta + \theta(g) + \theta(w_x), \alpha + \theta(w_y), 0)$ 이다. 사용자가 겨냥한 각도를 $(a_x, a_y, 0)$ 이라 하면 상수 w 로 보정된 최종 각도는 다음과 같다.

$$\text{Vector3 FinalRotate}(x, y, z) = (b + w * (\beta - b + \theta(g) + \theta(w_y)), a + w * (\alpha - a + \theta(w_x)), 0)$$

[Fig. 8] The Final Equation of Accuracy Correction Angle

2.3.4 명중률 보정 시스템 적용 실험 및 결과

지금까지 크게 세 가지 부분에서의 각도 보정에 대하여 설명하였다. 다음 표는 위에서 설명한 사용자 명중률 보정 시스템을 게임 상에 적용 후, 최소 -30°부터 최대 30°의 범위 안의 임의의 x, y 값으로 미리 각도를 조정된 화살을 10번씩 발사한 것에 대해 정리한 것이다. 표에서 w 는 보정 상수를 의미하고, Distance는 과녁의 중심과 각 화살의 거리 차이 10개의 평균을 의미하며, 단위는 1m이다. Point는 10개의 화살 점수의 평균을 의미한다.

[Table 1] Table of Test Result about Correction System

| w | Distance | Point |
|------|----------|-------|
| 0 | 23.347 | 0 |
| 0.5 | 2.065 | 0.8 |
| 0.75 | 1.0147 | 1.1 |
| 0.9 | 0.5377 | 2.3 |
| 1 | 0.0197 | 10 |

본 표를 통해, 보정 상수 w 가 상승하여 1에 수렴할수록 과녁 중심과 화살과의 거리가 현저히 줄어들어 가는 것을 확인할 수 있고, 이에 더불어 득점의 평균 또한 상승하는 것을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 체감형 스크린 양궁 시스템을 설계하였다. 사용자는 실제 양궁 경기를 하는 것과 같이 경기용 활과 화살을 사용해서 스크린 내의 과녁을 겨냥하고 쏜 뒤 결과를 확인할 수 있다. 관성 센서를 통해 화살의 방향을 알아내고 적외선 센서를 통해 화살의 위치를 알아내서 가상의 화살의 초기 위치와 초기 속도를 지정하고 물리 시뮬레이션을 통해 가상 화살이 날아가도록 하였다. 설치 용이성을 위한 보정 시스템 부분에서는 설치 단계에서 일어나는 지루한 보정 작업을 간단히 할 수 있는 방법을 제안하였고 사용자 명중률 보정 시스템 부분에서는 초기 발사 방향 제어를 기반으로 한 사용자의 실력에 맞게 난이도를 조절할 수 있도록 하는 방법을 제안하였다. 실험을 통해 난이도 조절 파라미터에 따라 게임의 난이도가 조절되는 것을 확인할 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.20170006810012002, Screen Archery Solution based on Hybrid Reality)

REFERENCES

- [1] Full-body-experience video game, Motion-based game, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2028575&cid=42914&categoryId=42916>
- [2] Kyoung-Mi Lee, "Designing physical game interfaces using gestures," Journal of The Korean Society for Computer Game, Vol.24, No.1, pp.135-144, 2011.

- [3] Sung-Ho Kim, Bukyung Chae, "Design of game interface based on 3-Axis accelerometer for physical Interactive game," Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol.19, No.4, pp.538-544, 2009.
- [4] Jang-Won Lee, Joon-Sung Yoon "A Study on the Limitation of Nintendo Wii using Physical Interactive Interface" Journal of Korea Game Society, Vol.11, No.2, pp.93-104, 2011.
- [5] Ho Jung Jang, Hyun Gyu Shin, Young Soo Kim, "Why I am Enthusiastic and Fascinated by Screen Golf," Journal of Sport and Leisure Studies, Vol.55, No.1, pp.43-51, 2014.
- [6] Archery Shooting Release Training Aids, <http://www.lancasterarchery.com/bernie-s-shot-trainer-release-training-aid.html>
- [7] Jae-Han Bae, Jae-Jin Kim, Ghee-Young Noh, "An Experimental of the Effects of User Experience and Driving Attitude on Driving Simulation Game in Virtual Environment.", Journal of Korea Game Society, Vol.15, No.3, pp. 7-18, 2015.
- [8] Hyo-Nam Kim, "A Study on the Game Characteristic Evaluation Model for Game Software," Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference , Vol.20, No.1, pp.239-241, 2012.
- [9] D. Bourg and B. Bywalec, Physics for game developers. Sebastopol, Calif.: O'Reilly Media, p122, 2013.



최 무 강 (Choi, Moo-kang)

약 력 : 2013 - 숭실대학교 글로벌미디어학부 재학 중

관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 체감형 게임



오 경 수 (Oh, Kyeongsu)

약 력 : 2001 서울대학교 전기 컴퓨터 공학부 박사

2001-2002 ㈜ 조이먼트 연구원

2003 - 숭실대학교 미디어학부 교수

한국게임학회 이사

한국컴퓨터그래픽스 학회 이사

관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 컴퓨터 게임, 실시간 렌더링
체감형 게임
