

웹캠 기반 건강관리 기능성 게임 개발

김정훈¹ · 우탁^{2*}¹경희대학교 소프트웨어융합대학 소프트웨어융합학과 학사과정^{2*}경희대학교 예술디자인대학 디지털콘텐츠학과 교수

Gamification of Healthcare Programs using a Webcam-based Serious Game

Joung-Hoon Kim¹ · Tack Woo^{2*}¹Bachelor's Course, Department of Software Convergence, College of Software Convergence, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea^{2*}Professor, Department of Digital Contents, College of Arts and Design, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea

[요 약]

코로나19로 인한 대면 활동의 어려움으로 여러 분야에서 비대면 콘텐츠들이 활용되기 시작하였다. 디지털 건강관리 콘텐츠도 대표적인 사례인데, 하지만 이러한 디지털 건강관리 콘텐츠들은 대중화되기에 여러 어려움이 있다. 본 연구에서는 기존 상용 디지털 건강관리 콘텐츠들을 조사하여, 불완전한 게임화를 통한 사용자의 몰입 유도 실패나, 추가로 필요한 운동 보조 도구의 높은 가격, 기능정보단 게임성에 과도히 집중된 콘텐츠 설계 방향성의 한계를 발견하였다. 이러한 점들을 개선하기 위해 대중적 접근성이 좋은 PC 환경을 기반으로, 코로나를 통해 보급률이 높아진 웹 카메라를 활용한 디지털 건강관리 콘텐츠를 디자인하였다. 또한 OpenCV 라이브러리를 적용하여 웹 카메라를 통해서도 사용자의 동작을 정확하게 인식할 수 있도록 하였다. 마지막으로 게임화를 적극적으로 활용하여 사용자의 게임에 대한 몰입과, 이를 통한 사용자 자신의 자발적인 참여를 유도하고자 하였다.

[Abstract]

COVID-19 made face-to-face activities difficult, and hence non-face-to-face content are being used in various fields, for example in digital healthcare programs. However, the widespread use of such healthcare programs faces many difficulties. This study investigated commercial digital healthcare contents and identified limitations such as the failure to induce user immersion through incomplete gamification, expensive additional exercise aids, and games that focus excessively on game ability rather than functionality. To address these concerns, this study designed digital healthcare content based on a PC environment with high accessibility and used web cameras, the use of which has become prevalent throughout COVID-19. In addition, OpenCV was applied to accurately recognize user behavior through a web camera. Finally, the active use of gamification enabled users to have an immersive and engaging experience.

색인어 : 기능성 게임, 게임화, 디지털 건강관리, 게임 요소, 웹 카메라**Keyword** : Serious Game, Gamification, Digital Healthcare, Game Elements, Web Camera<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.9.2129>

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 17 May 2023; Revised 09 June 2023

Accepted 15 June 2023

***Corresponding Author; Tack Woo**

Tel: +82-31-201-3890

E-mail: twoo@khu.ac.kr

I. 서론

코로나19로 인한 대면 활동의 어려움으로 다양한 분야에서 비대면 콘텐츠들이 활용되기 시작하였다. 디지털 건강관리 콘텐츠도 이 중 하나이다. 하지만 기존에 존재하는 디지털 건강관리 콘텐츠들은 대부분 추가적인 운동 보조 도구가 필요하고, 이러한 보조 도구의 가격 역시 적지 않다. 대표적으로 펠로톤사(Peloton interactive, Inc)에서 개발한 디지털 건강관리 용도의 자전거는 추가 부품들을 제외한 가격만 2,495달러, 한화로 약 325만 원이었고, 디지털 건강관리 가이드의 가격 역시 최솟가가 195달러, 한화로 약 45만원이 필요하다 [1]. 상대적으로 저렴하게 즐길 수 있어 인기를 끌었던 디지털 건강관리 콘텐츠인 링피트 어드벤처의 경우 PC가 아닌 콘솔 플랫폼이었으며, 콘솔의 가격 역시 건강관리를 위한 기능성 게임 하나를 보고 구매하기엔 콘솔가격 36만원, 콘텐츠 12만원 가량으로 가격이 높은 편이다. 또한 단순한 상업적인 게임과 비교하여 여러 몰입 요소가 있고, 이 요소들이 복합적으로 작용하여 기능성 게임이 기능적으로 활용될 수 있도록 하는데, 현재 존재하는 건강 관리 기능성 게임들에는 이러한 요소 중 부족한 점들이 있는 경우가 많았다. 이에, 누구나 접근하기 쉽고 저렴하게 디지털 홈 트레이닝을 활용할 수 있도록 웹캠을 기반으로 한 PC용 디지털 건강관리 콘텐츠를 제안하고자 한다. 이를 위해 운동 기능적인 요소에 게임요소를 더한 기능성 게임 방식의 건강관리 콘텐츠로 접근하고자 하며, 웹캠을 기반으로 하여, 사용자의 운동 모션을 인식하여 웹캠은 누구나 쉽게 활용 가능하며, 접근이 쉽다 이를 활용하여 별도의 동작 인식 센서를 활용한 콘텐츠와 유사한 수준의 건강관리를 위한 기능성 게임이 존재하지 않아, 이를 제작하고자 한다.

II. 이론적 배경 및 사례 분석

2-1 디지털 건강관리 기능성 게임의 정의

1) 기능성 게임의 정의

기능성 게임은 게임이 가지는 몰입성을 기반으로 교육이나, 학습 등에 활용하여 만들어지는 게임을 말한다. 게임이 다른 목적들과 조합되어서 효율적으로 활용되는 가장 큰 이유 중 하나는 게임의 플레이 단계에서 발생하는 몰입성, 나아가 사용자의 자발적인 동기 부여이다. 게임이라는 틀에 사용자가 참여하게 만드는 가장 핵심적인 요소인 몰입성은 플레이하는 사용자의 자발적인 참여를 유도하며, 이러한 자발적인 유도가 게임이 타 매체와 비교해서 가지는 가장 큰 특징이다[2].

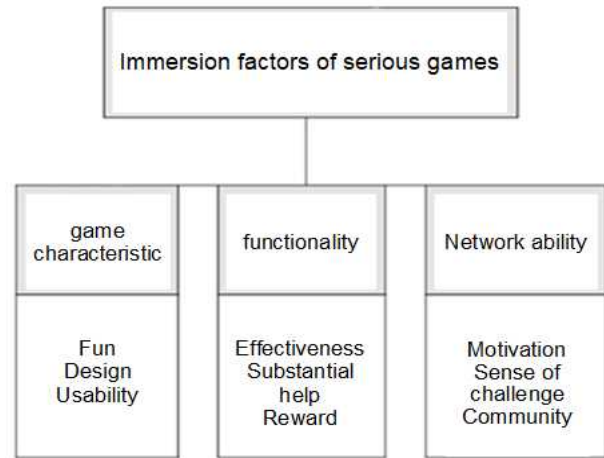


그림 1. 기능성 게임 몰입 요인

Fig. 1. immersion factors of serious games

사람들이 그중에서 기능성 게임에 몰입하게 되는 요인은 크게 3가지가 있다. 이는 게임성과 기능성 그리고 네트워크성이다[3]. 게임성이란 게임의 기초가 되는 재미나 흥미를 유발하는 요인을 의미하며, 게임의 재미나 디자인 등이 포함된다. 네트워크성이란 게임을 지속하게 만드는 연계성을 의미하는 요인으로, 게임 내적 동기나 도전감을 형성하는 것들을 의미하며, 게임의 동기나 도전감, 커뮤니티 등을 포함한다. 하지만, 기능성 게임이 가지는 일반적인 상업적인 게임과의 가장 큰 차이점은, 명칭에서도 알 수 있는 게임이 가진 기능성이다. 이 기능성은 게임을 하는 유저들이 게임을 수행하면서 얻을 수 있는 긍정적 효과로 정의되며, 기능성은 세부 요인으로 효과성, 사용자에 대한 실질적 도움 등을 포함한다. 또한 일반적인 게임의 보상 역시 기능성의 일부로 포함되기도 한다[4].

기능성 게임의 기능성이 어느 시점에 적용되는지에 따라서 기능성을 구조적으로 분류할 수 있는데, 게임 플레이 이전에 적용되는 목적 단계, 게임 플레이 중에 전달하는 플레이 단계, 게임 플레이 이후에 전달되는 지향점 단계이다. 세 단계 모두가 충족되었을 때, 우리는 온전히 동작하는 기능성 게임을 개발하였다고 칭할 수 있다[5].

목적 단계에서는 게임 플레이 이전에 개발자가 개발의 목적으로 기능성을 지향하는 것을 의미한다, 이는 게임의 소재 및 주제 그리고 게임의 기반적 스토리를 통해 표현된다. 이를 중점적으로 활용한 대표적인 예로는 설득적 게임이나, 변화를 위한 게임이 있다[4].

플레이 단계는 사용자가 게임을 직접 플레이 하는 동안에 기능성을 발현하는 경우로, 사용자가 게임을 진행하면서 심오한 재미, 몰입 등을 통해 게임을 경험하고, 이때 발생하는 ‘진지한 즐거움’으로 표현된다. 이때의 진지한 즐거움이란 일반적인 상업적 게임의 즐거움과 공통되는 즐거움을 의미하지만, 상업적 게임의 단순한 오락과는 다른 이야기 구조, 도전의식과 선택을 통한 복합적인 즐거움을 의미한다. 이를 중점적으로 잘 활용한

게임에는 대표적으로, 자기장 등의 복잡한 물리학 지식을 사용자에게 전달해주는 게임 ‘슈퍼 차지드!’가 있다[4].

마지막인 지향점 단계에서의 기능성이란, 사용자와 개발자 모두가 이 게임에서의 기능성을 인지하는 것을 의미한다. 개발자는 개발된 게임의 기능성이 사용자에게 명확히 전달되었다고 인지할 수 있어야 하고, 사용자들은 게임을 완료한 이후에 지식 습득에 대한 만족감이나 깨달음에 대한 자가확인이 심리적이나 물리적인 방식으로 가능해야 한다. 이러한 지향점을 잘 적용한 게임에는 교통사고 PTSD환자들에게 유의미한 증상 완화는 결과를 보인 ‘가상현실 포비아’나, 거미공포증을 해소하는 ‘언리얼 토너먼트’라는 게임들이 대표적이다[4].

기능성 게임의 기능성 전달 과정에 있어서 중요한 부분은 플레이 단계에서의 기능성 전달인데, 이미 개발된 수많은 기능성 게임들은 단순 목적 수행 단계에만 치중하는 경우가 많다. 즉, 디지털 게임으로써의 콘텐츠는 사용자의 플레이를 통해서 그 목적을 전달한다는 것이라는 점을 고려할 때, 단순 목적 위주의 게임은 전달하고자 하는 기능성을 제대로 전달하지 못할 가능성이 크다. 이러한 목적을 전달하는 데 실패한 기능성 게임으로는 ‘다르푸르가 죽어가고 있다’라는 게임이 있다. 아프리카의 수단 서부에 있는 다르푸르 지역의 인도주의적 위기에 대한 뉴스 형태의 기능성 게임이다. 뉴스 형태로 제시되는 기능성 게임은, 기능성 게임의 여러 분류 중 하나로, 여러 유용한 정보를 제공하는 것을 목표로 하는 기능성 게임이다[6]. 이 게임은 먼저 캐릭터를 선택하고, 민병대를 피해 우물로부터 물을 길어 캠프로 가져오도록 한다. 이 과정이 실패하면, 다른 캐릭터를 선택하여 이 과정이 성공할 때까지 반복한다. 사용자가 물을 가져오는 데 성공하면, 가져온 물로 농작물을 재배하고, 오두막을 짓는 등의 캠프 관리를 수행한다. 관리를 하면서 물이 다시 떨어지면 위 단계로 돌아가 다시 물을 가져오는 것부터 시작한다. 게임은 이 과정을 총 7일간 반복하여 캠프를 운영해나가는 것을 목표로 하고 있다. 이 게임은 수단에서 강수량이 줄어 발생하는 거주민과 민병대의 수 자원 갈등에 대해 다루고 있으나, 복잡한 상황을 너무 간결하게 표현함으로써 제대로 된 문제를 전달하지 못하였다는 비판을 받았다. 반면에, 이러한 목적을 성공적으로 전달한 게임으로는 ‘맥도날드의 비디오 게임’이 있다. 상표 등의 저작권의 문제로 일부 사이트에는 ‘버거 타이쿤’이라는 게임으로 등록되어 있기도 한 이 게임은 비즈니스 시뮬레이션 게임임과 동시에 풍자 게임이다. 플레이어는 농장, 도살장, 식당, 본사를 관리하는 게임이다. 농장을 경작하고, 소를 키워 제품을 만들고, 이를 식당에서 소비자에게 제공하며, 본사에서는 경영진을 통해서 새로운 제품을 개발한다. 이 과정에서 플레이어는 각 구역에서 여러 결정을 내릴 수 있는데, 이 결정들은 열대우림을 경작하거나 플레이어의 소가 다른 소로 만든 여물을 먹게 할 것인지 등의 비용적으로 효율이 높은 결정들을 포함한다. 또한 사용자가 각 구역을 관리하지 않더라도 이벤트는 생성되고 자동으로 지정된 일을 수행하며, 그러한 관리 소홀은 다시 플레이어에게 이윤 손해를 가져온다. 게임은 이러

한 결정들을 통해서 대기업들의 잘못된 비즈니스 방식에 대해 비판하고, 실시간으로 진행되는 게임을 통해서 플레이어가 게임에 몰입할 수 있도록 하였다.

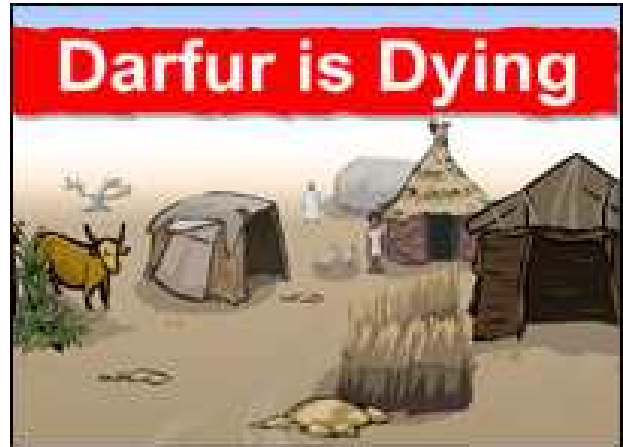


그림 2. 기능성 게임 ‘다르푸르가 죽어가고 있다’ 타이틀 화면
Fig. 2. Title screen of Serious game Darfur is Dying

2) 게임에서 활용할 운동의 정의와 기능성 게임과의 관계

운동은 인체에 미치는 전반적인 영향을 기준으로 세 가지 종류로 나눌 수 있다[4]. 에어로빅 / 유산소 운동과, 근력 / 무산소 운동, 그리고 유연성 운동이 그 세 가지이다. 그중에서 우리가 의도적으로 하려 노력하는 운동은 대다수가 근력 / 무산소운동이며, 에너지 소모가 비효율적이고 움직임이 규칙적인 운동이다. 우리가 다이어트 등의 목적을 가지고 하는 절대 다수의 운동은 이 근력운동에 대부분 속한다. 근력운동은 상대적으로 접근이 쉬우나, 해당 운동은 혼자서 눈에 보이는 경쟁 없이 혼자 하는 경우가 많으므로, 오랫동안 꾸준히 운동을 지속하지 못하는 경우가 많다.

결국 근력운동은 장기적이고 지속해서 수행되어야 그 효과가 잘 나타나기 때문에, 근력운동을 기반으로 하는 기능성 게임 역시 장기적으로 그리고 지속해서 수행을 할 수 있는 방향으로 설계가 되어야 한다.

2-2 상용 프로그램 조사

그림 3은 현재 개발된 디지털 건강관리 프로그램 10개: Ring Fit Adventure, Zombies, Run!, Pokémon Go, Wii Fit, BoxVR, FitXR, Peloton, Mirror, MyFitnessPal, Fitness Boxing에 대해서 게임화 정도와 외부 도구 의존도에 대해서 -2부터 2까지의 정도로 구분해둔 그림이다. 그림에서 알 수 있듯 상용 프로그램 중에서 적은 외부 도구 의존도와 높은 게임화 정도를 동시에 만족하는 프로그램은 적으며, 만족하는 프로그램들 역시 Pokémon Go처럼 건강관리를 목표로 두지 않는 예도 있다. 아래는 그 중 상대적으로 사용자가 많았던 3개의 프로그램을 조사한 결과이다.

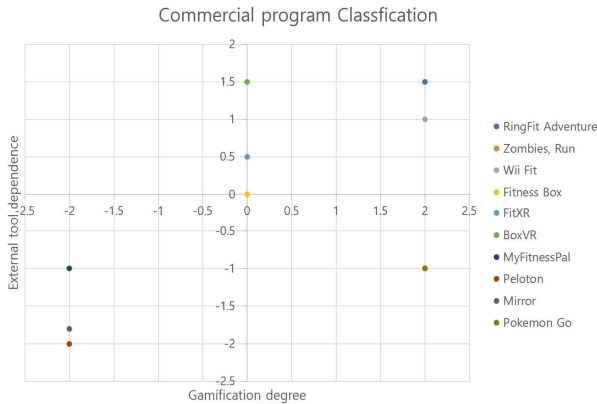


그림 3. 상용 프로그램 조사 결과
Fig. 3. Commercial program research result

1) 링피트 어드벤처

링피트 어드벤처는 닌텐도 스위치 콘솔을 기반으로 한, 홈 피트니스 게임이다. 이 게임은 운동과 게임성을 적절히 섞어서 만들어내었고 OpenCritic 평론가 평점 83점, 메타스코어 83점의 호평을 받은 게임이다. 하지만, 게임의 가격을 제외하고도 링피트 어드벤처는 여러 가지 미흡한 점들이 존재한다. 먼저, 게임을 실행하는 콘솔 자체의 문제점이기도 한데, 콘솔에서 활용하는 조이콘 (JoyCon)에 문제가 자주 발생한다. 이는 동작을 제대로 수행하였지만 동작을 제대로 인식하지 못하거나, 동작을 제대로 하지 않았더라도 제대로 수행하였다고 인식하는 경우가 있다[7]. 이는 사용자가 잘못된 동작으로 운동을 장시간 수행하더라도 인식하지 못해 근육의 부상을 초래할 수 있다[8]. 또한 운동의 강도를 설정할 수 있는데, 이 운동 강도에 대한 설정이 모든 운동에 대해 그림 4처럼 일괄적으로 선택되어서, 특정 부위에 대한 운동을 많이 한 사람은 운동 강도 설정에 문제를 겪을 수 있다. 마지막으로 게임의 운동들은 주로 유산소 운동이며, 근력운동에 대한 기능이 제한적이다. 또한 운동 기술의 부위가 총 4종류인데, 그중 복부 운동만 15가지로 나머지 3개가 각각 팔 8개, 다리, 요가 10개로, 복부 운동의 수가 상대적으로 많다. 그리고 팔 운동 스킬과 요가 운동 스킬이 복부와 다리스킬에 비해 성능적으로 뒤



그림 4. 링피트 어드벤처의 운동 선택 설정 화면
Fig. 4. Ring Fit Adventure's exercise choosing screen

쳐져 게임을 플레이하면서 상대적으로 등한시된다[9].

2) 펠로톤

펠로톤은 미국의 헬스기기 회사의 이름이다. 이 회사는 인터넷에 연결되는 펠로톤 바이크 및 다양한 네트워크 기반 헬스 기기를 판매한다. 그리고 이 헬스 기기를 통해서 사용자에게 실시간으로 수업을 진행하고, 사용자들끼리 경쟁하며 운동할 수 있도록 하는 소프트웨어 프로그램을 판매한다. 바이크에는 디스플레이 스크린이 내장되어 있으며, 사용자는 자신에게 맞는 수업을 선택할 수 있다. 코로나 시기에 인기 있던 펠로톤 바이크와 해당 프로그램은 몇 가지 단점으로 지적되는 부분들이 있는데, 그중에서 가장 큰 단점은, 기기와 프로그램의 가격이다. 기기의 최솟값만 약 325만원, 그리고 기기에서 수업을 들을 때 매달 구독해야 하는 구독비용 최대 8만원 등으로 가볍게 시작하기엔 상당히 높은 가격을 보인다. 또한, 프로그램은 여러 사용자가 한꺼번에 참가하고, 서로 경쟁적인 분위기 속에서 진행되는데, 이러한 분위기에서 사용자들은 자신의 한계보다 더 많은 운동을 무리해서 시도할 수 있으며, 이는 부상 위험성이 증가로 이어질 수 있다. 또한 경쟁적인 콘텐츠는 사용자에게 스트레스를 유발할 수도 있다[10]. 마지막으로 적절한 자세와 기술에 대한 강조 부족이 있다. 이는 사용자에게 운동 수행의 어려움을 초래하며, 프로그램의 경쟁적 분위기와 합쳐져 사용자의 부상 위험성을 크게 높일 수 있다[1].



그림 5. 펠로톤 바이크와 디스플레이 스크린
Fig. 5. Peloton bike and display screen

3) 미러

미러 시스템은 사용자의 움직임을 기기에 부착된 카메라를 통해 화면에 보여주는 AR 방식의 하나인 매직미러 방식을 활용하는 온라인 피트니스 프로그램이다. 전문적인 인력을 통해서 신경 재활치료에 까지도 활용할 수 있는 프로그램으로, 이 경우, 운동 마비를 극복하는 데에 주로 활용된다. 이렇듯 상당히 높은 잠재력을 보여주는 미러 시스템 역시도 단점으로 지적되는 부분이 있다. 먼저 시스템 자체의 가격이다. 현재 약 1500달러, 한화 170만원 가량 하는 미러 시스템은 상당히 비

싼 편에 속한다. 또한, 미러 시스템은 개인화된 조언이나 피드백을 완전하게 제공하지 못할 수 있다는 점을 꼽을 수 있다. 미러 시스템은 사용자의 운동 행동과 건강 상태에 대한 정보를 수집하고, 분석하여, 맞춤형의 건강 조언을 제공할 수 있는 잠재력은 있지만, 사용자 개개인의 신체적인 특성 및 환경같은 정보는 고려하기 어렵기 때문에 개인에 특성까지 맞는 조언을 제공하기 힘들다[12]. 마지막으로, 미러 시스템은 비디오와 오디오가 사용자의 움직임에 즉각적으로 반영하지 못하는 반응성 문제나, 안정적인 인터넷 연결의 필요성 등의 기술적인 한계로, 사용자의 자세나 동작을 충분히 감지하지 못하여 일부 사용자들에게 교정이나 개인화된 피드백 제공이 제한적일 수 있다[13].



그림 6. 스마트 미러를 통한 건강관리 시스템
Fig. 6. HealthCare System using smart mirror

III. 콘텐츠 제안 및 구현

3-1 건강관리 건강 기능성 게임으로써 제안하는 운동

본 연구는 게임화 및 기능성 게임 등 선행 연구에 대한 문헌 조사와 기존 건강관리 콘텐츠 사례 분석을 통해, 건강관리 콘텐츠의 장단점을 분석하고, 이를 토대로 콘텐츠 설계 방향성과 사용자의 접근성을 높일 수 있는 기술을 바탕으로 새로운 건강관리 콘텐츠를 설계하고 이를 실질적으로 개발하는 건강관리 콘텐츠 개발연구이다. 본 연구를 통해서 제안하고자 하는 콘텐츠의 방향은 다음과 같다. 먼저 가벼운 준비 운동이 수행되어야 한다. 준비운동은 근육의 유연성을 높여 부상의 위험을 줄이고, 운동 중 신체 속도나 근력, 민첩성 등의 능력 역시 향상시킬 수 있다[13]. 이 준비운동으로는 스트레칭을 선정하였는데, 스트레칭은 운동 할 때 동작의 범위를 향상시키고, 부상을 예방하는 효과가 크다. 하지만 이러한 스트레칭은 움직이지 않고 동작을 유지하는 정적 스트레칭이 아닌 가볍게 움직이면서 동작하는 동적인 스트레칭으로 수행되어야

한다. 정적인 스트레칭은 오히려 힘과 동작 수행에 있어서 부정적인 영향을 줄 수도 있기 때문이다[14]. 또한 점프 동작을 수행함에도 동적인 스트레칭을 수행하면 뛰어난 높이 향상을 보이지만, 정적인 스트레칭의 경우 스트레칭의 효과가 거의 나타나지 않았다[15]. 본 준비 운동은 짧은 시간 동안 수행하여 운동 전에 몸을 푸는 효과와 운동 중 몸의 부담을 줄이는 역할을 한다. 또한 준비 운동으로 스트레칭을 제안하는데, 짧은 시간 동안 하는 스트레칭은 위의 효과뿐만 아니라, 지속적인 신체 교정에도 효과가 있다[3]. 또한 여러 가지 스트레칭 방식 중 사용자가 일부 선택하여 자발적으로 수행할 수 있도록 하였다(최소 3개 이상, 10초~30초가량 사용자의 재량하에 유지, 2회 반복)[16]. 이 과정에서 스트레칭의 지속 시간은 사용자가 자신의 한계까지 하되, 근육에 통증을 느끼거나 하면 즉시 멈추어야 하고, 무리해서 시간을 늘려 운동하지 않도록 경고해야 한다. 또한 이때 가장 유의할 점은, 반복성이 있는 동작을 할 때, 사용자가 반동을 주면서 더 자극을 주려고 하는 경우가 있는데, 이는 관절이 빠지거나 근육이 파열될 수도 있으니 이러한 동작을 할 때는 추가로 경고해야 한다. 이 과정을 통해서 사용자가 보다 더 안전하게 운동을 할 수 있도록 하였다.

게임 내에서의 운동은 팔, 복부, 다리 운동의 3가지 운동으로 분류하며, 각각 캐릭터의 근력, 체력, 민첩을 증가시키는데 쓰인다. 각 운동의 분류는 게임 내에서 활용하는 사용자의 행동이 어느 근육을 주로 활용하는지를 통해서 선정하였고, 이를 통해서 게임과 기능성을 직관적으로 연결하고자 하였다. 팔 운동은 푸시 업(팔굽혀펴기)을 선정하였다. 하지만 일반적인 푸시업을 할 때 팔 근육이 체중에 비해 부족할 경우, 부상의 여지가 있으므로, 1, 2회가량 수행 후 힘들다고 느끼는 경우 설정을 변경하여 무릎을 대고 수행할 수 있도록 하여야 한다[17]. 복부 운동은 동작 인식률을 고려하여 크런치 자세로 선정하였다. 크런치 동작을 수행할 때는 허리를 완전히 바닥에 붙이고, 숨을 참지 않아야 한다[18]. 다리 운동으로는 맨손으로 수행하는 스쿼트 자세를 선정하였다. 맨손 스쿼트는 잘못된 동작으로 인한 위험성이 일반 스쿼트에 상대적으로 적지만, 그렇다 하더라도 잘못된 동작으로 수행할 시 부상의 위험이 있다. 맨손 스쿼트 자세는 발의 위치와 무릎을 꺾을 때의 각도와 깊이에 대해 조심해야 한다. 발은 무릎 너비로 살짝 바깥 방향을 향하게 둔다. 그 상태로 무릎을 천천히 발의 방향으로 굽힌다. 이때 자신의 선 자세에서의 무릎이 위치 한 것 보다 엉덩이가 아래로 내려갈 정도로 깊이 내려가면 안 된다[19].

3-2 게임의 진행 과정

그림 7처럼 이 게임은 사용자가 현실에서 운동함에 따라 게임 속 플레이어의 능력치와 무기의 숙련도가 이에 비례하여 상승하는 게임이다. 플레이어는 운동 수행을 반복하여 게임 캐릭터의 능력치를 상승시킬 수 있고, 이렇게 올린 능력치

를 통해, 다른 사람이나 AI를 상대로 하는 1대1 PVP 매치나 AI를 상대로 하는 지역 탐사나 사냥을 통해서 여러 보상을 얻어서 궁극적으로 최종 던전 클리어를 목표로 하는 게임이다. 게임 내 모든 전투는 던제로 수행된다. 이는 사용자의 게임 수행하는 모든 동작의 결과가 게임에서 게임 내적인 요소를 제외하고는 영향을 주지 않도록 하기 위함이다. 대표적인 게임 외적인 요소는 사용자의 반응속도나 마우스나 게임 패드를 통한 조준 능력 등이 있다. 이를 제한함으로써, 게임을 하는 사용자들에게 게임을 지속해서 하기만 하면, 다른 요소로 인한 격차를 줄여 동기를 형성할 수 있다고 생각하였다. 하지만 게임 내부의 장비 차이, 능력치 차이만으로 게임 내 전투의 결과가 결정되면, 이는 사용자에게 역으로 게임성에서의 지루함을 줄 수 있다고 생각하였다. 따라서 사용자에게 여러 가지 무기 선택지를 제공하고, 무기에 따른 여러 가지 전략을 부여하여 어느 정도 불리한 상황이라도 사용자의 판단을 통해 이를 극복할 수 있도록 하였다. 또한, 무작위성은 전투가 수행되는 동안 최대한 절제되도록 하여, 사용자가 느끼는 무작위성으로부터 오는 불합리함을 줄이고자 하였다. 또한 사용자가 운동을 지속해서 수행하도록, 사용자가 운동을 통해 증가시킬 수 있는 능력치와 숙련도 모두 다 일정일 수 이상 수행하지 않으면 감소하도록 하여 지속적인 운동을 유도하였다.

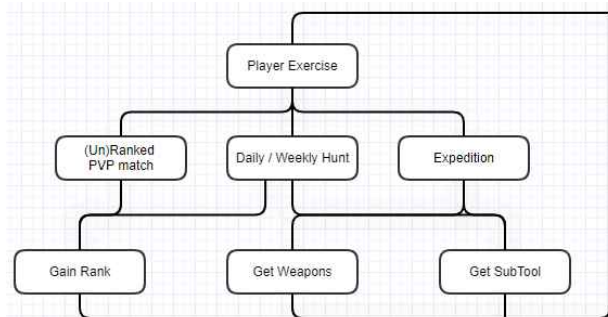


그림 7. 게임 진행 흐름
Fig. 7. Game progress flow table

3-3 게임의 핵심 메커니즘

모든 플레이어는 초기 능력치로 근력, 기량, 체력 8을 가지고 시작한다. 체력을 제외한 각 능력치는 1:1로 사용하는 무기에 적용되지만, 체력의 경우 능력치에 4를 곱한 값을 적용받는다. 플레이어는 하루에 2회 능력치 관련 운동을 할 수 있다. 이때 능력치 증가율과 그 구간은 표 1을 따른다. 이러한 능력치 종류와 성장률 디자인은 소울라이크 게임 시스템에서 따왔는데, 이러한 디자인은 사용자에게 게임플레이 과정에서 캐릭터의 능력적 균형과 더 나은 캐릭터 육성을 위한 플레이어의 선택을 요구할 수 있도록 한다[20].

표 1. 플레이어 능력치의 구간별 증가량 및 감소량
Table 1. Increment and decrement of player status by sector

Player Stat	Strength	Dexterity	Vitality
Minimum	5	5	3
Beginning	10(+1)	10(+1)	10(+1)
Growth	40(+2)	40(+2)	30(+2)
Soft-Cap	60(+.5)	60(+.5)	60(+.5)
Hard-Cap	99(+.3)	99(+.3)	99(+.3)
Beginning decrease	10(-1)	10(-1)	10(-.5)
Growth decrease	40(-1)	40(-1)	30(-1)
Soft-Cap decrease	60(-1)	60(-1)	60(-2)
Hard-Cap decrease	99(-2)	99(-2)	99(-2)

전투는 던제 전투 방식으로 수행되며, 매 턴 먼저 행동하는 대상을 결정하는 것은 체력 능력치와 사용자가 사용하고 있는 무기의 무게 차를 기반으로 한 속도 능력치이다. 이 속도 능력치에 랜덤으로 결정된 4각 주사위 주사위 값을 더하여 최종으로 대상을 결정한다. 사용자가 선택할 수 있는 주무기는 근력 능력치를 기반으로 하는 무기와 민첩 능력치를 기반으로 하는 무기의 2가지로 나뉜다. 또한 체력 능력치를 기반으로 하는 방패가 있다. 능력치를 올리는 운동과는 별개로 사용 중인 무기의 숙련도를 올리는 운동을 최대 2회 할 수 있으며, 무기 숙련은 최대 50까지 올릴 수 있다. 이 무기 숙련도는 단일 무기가 아닌 무기 군에 영향을 받으며, 무기 숙련도 관련 운동할 때마다 1씩 숙련도가 1씩 증가하며, 이를 연속으로 하지 않으면 2씩 매일 감소한다. 이렇게 감소하는 숙련도는 30 이하로 내려가지 않는다. 그러나 그 무기를 사용하는데 필요한 능력치가 부족해져서 사용할 수 없게 되면 매일 2씩 숙련도가 하한선 없이 감소한다.

무기의 숙련도가 일정 수치 이상이 되면 무기 특유의 기술을 습득할 수 있다. 무기 기술을 습득하기 위해선, 정해진 기간에 정해진 특정 운동을 수행하면 된다. 이 기간에는 무기 숙련을 올리는 운동을 할 수 없으며, 무기 숙련치는 감소하지 않는다. 이후 숙련도가 깎여서 기술을 얻기 위한 숙련도 이하가 되면 기술은 비활성화되나, 이후 숙련도를 다시 올리게 되면 기술 습득 운동을 다시 할 필요는 없다. 무기의 기초 피해량은 ‘무기의 기초 공격력 + 무기의 강화 정도 + 무기의 숙련도’이다.

3-4 사용자의 운동 동작 인식 및 운동 수행 과정

이 프로그램에서 사용자의 운동 동작을 인식시키기 위해서 openCV플러그인을 UE4와 연결을 하여 기능을 구현하였다.

그림 8에서 보여지듯, openCV를 활용하여 사람의 관절 키 포인트를 15개 추출하고, 이 키포인트 간의 각도와 형태, 그리고 모범 동작과의 코사인 유사도를 통하여 동작 수행 여부를 확인할 수 있도록 하였다. 이때, 관절 키 포인트 추출 모델은 기존에 존재하는 모델을 활용하였다[18].

동작을 하기 전에 웹캠을 PC나 노트북에 연결하고 웹캠을 사용자의 허리높이 가량의 탁자 위에 올려놓고, 사용자의 무릎 아래를 제외한 신체가 다 웹캠에 잡히도록 거리를 설정한다. 이 거리는 웹캠마다 조금씩 다르지만, 선 위치로부터 웹캠까지 한쪽 팔을 편 거리에서 양팔을 편 거리 정도로 두면 된다.

이 프로그램에서 활용할 운동 동작은 푸시업 동작, 크런치 자세와 맨손 스쿼트 운동이었다. 그림 11에서처럼 이 수행할 동작을 선택하고 동작을 게임 내에서 진행할 때를 확인할 수 있다.

푸시업 동작의 경우, 팔과 다리가 각각 이루는 각을 중점으로 계산하여 동작의 수행 여부를 확인하였는데, 고정되어 있는 웹캠 특성상 가장 정확도가 낮게 측정되었다. 크런치 동작의 경우 두 다리의 각도와 다리 간의 간격, 그리고 허리가 제대로 땅에 붙어 있는지 역시 각을 통해 확인하여, 동작이 안전하게 수행되고 있는지 확인하였다. 또한 팔의 각도와, 팔과 어깨의 각도를 확인하여 팔의 동작이 정확히 수행되고 있는지 확인하였다.

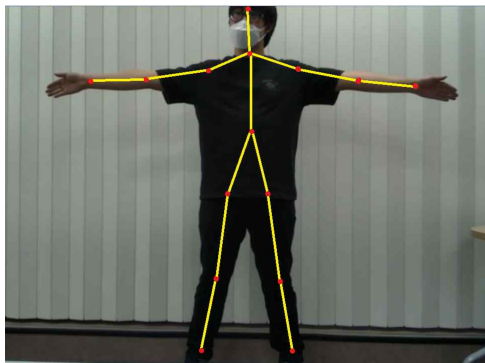


그림 8. OpenCV를 활용한 키 포인트 추출
Fig. 8. Key point extraction using OpenCV



그림 9. 사용자의 웹캠 사이의 거리
Fig. 9. Distance between user and webcam



그림 10. 메인 화면
Fig. 10. Main screen



그림 11. (좌) 수행 동작 선택 UI (우) 진행화면
Fig. 11. (L) Exercise select UI (R) Player screen



그림 12. 스트레치 동작 진행화면
Fig. 12. Stretch movement screen

맨손 스쿼트 동작의 경우 팔의 각도와 다리의 각도, 그리고 허리의 직선 여부를 확인하여 동작을 인식하였는데, 웹캠을 완전 정면에서 바라보면서 운동을 수행하면, 허리 부분이 굽혀지더라도 인식하지 못하는 경우가 있었다.

마지막으로 스트레칭 동작의 경우에는 그림 12처럼 우측에 이미지를 추가로 제시하여 지금 수행하는 동작을 시각적으로 더 쉽게 확인할 수 있도록 하였다.

IV. 결 론

기존의 디지털 건강관리 콘텐츠들은 크게 3가지 개선점이 있었는데, 지속적인 사용자들의 동기 부여 부족과 높은 추가 운동 보조 도구 필요성 및 비용이었다. 이러한 기존 디지털 건강관리 콘텐츠들의 문제점을 개선하고자, 사용자들의 지속

적인 동기 부여 부족에 대한 문제는 게임이라는 매체가 갖춘 몰입성을 활용하고자 하였다. 몰입성을 활용하고자 프로그램에 게임화 과정을 활용하여 운동 수행에 의미를 부여하고 운동 수행의 결과를 통해서 프로그램 속에서의 활동을 수행하는 방식을 만들어 사용자가 운동 자체가 목적이 아닌 게임의 과정처럼 느끼게 하고자 했다. 또한 높은 추가적인 도구의 구매 필요성과 그 도구의 비용적 부담의 경우, 상대적으로 보급률이 높은 PC 환경과 코로나 팬데믹을 거치면서 보급률이 많이 증가한 웹 카메라를 활용하여 추가 운동 보조 도구의 문제를 개선하고자 하였다. 하지만 본 연구에서는 실질적인 콘텐츠 개발 자체를 목적으로만 진행되었기 때문에, 효과성 테스트는 후속 연구에서 진행하고자 한다. 추후 연구에는 OpenCV 기반 키 포인트 개수 증가시키는 등의 방법을 통하여 더욱 정밀하게 사용자의 동작을 인식하게 하고, 몰입도와 사용성의 객관적인 측정을 위해 영상분석이나 동작분석 등을 통해서 개발된 운동 콘텐츠를 실제 사용자들에게 테스트하여 실질적인 운동 효과가 얼마나 나타나는지 실험을 통해 확인하는 과정이 필요할 것이다.

감사의 글

This research was supported by Culture, Sports and Tourism R&D Program through the Korea Creative Content Agency grant funded by the Ministry of Culture, Sports and Tourism in 2023 (Project Name : Development of visual and tactile interaction authoring technology based on user context for realistic cultural content experience, Project Number : RS-2023-00226 263)

참고문헌

- [1] Peloton Interactive, Inc. official website [Internet]. <https://www.onepeloton.com/shop/guide>
- [2] T. Woo, G. Y. Ahn, and S. J. Yoon, "New Possibility of Serious Game," *The Journal of Multimedia Information System*, Vol. 15, No. 2, pp. 17-23, June 2011.
- [3] J. E. Park, Y. S. Choi, and H. I. Kwon, "An Empirical Study on the Factors Affecting the Serious Game Flow," *Journal of the Korean Society for Computer Game*, Vol. 19, No. 4, pp. 85-93, December 2009.
- [4] H. W. Han. "A Study on Conceptual Definition and Types of Serious Games," *Humanities Contents*, Vol. 19, No. 5, pp. 219-236, November 2010.
- [5] National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute. "Your Guide to Physical Activity and Your Heart" [Internet]. Available: https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/public/heart/phy_activ_e.pdf
- [6] J. Alvarez and D. Djaouti, "An Introduction to Serious Game Definitions and Concepts," *Serious Games & Simulation for Risks Management*, Vol. 11, No. 1, pp. 11-15, December 2011.
- [7] HotHardware. Nintendo Switch's Maddening Joy-Con Drift Issue Is a Design Flaw, Major Study Concludes [Internet]. <https://hothardware.com/news/nintendo-switchs-maddening-joy-con-drift-issue-design-flaw-major-study-concludes>
- [8] R. O. Nielsen, I. Buist, H. Sørensen, M. Lind, and S. Rasmussen, "Training Errors and Running Related Injuries: A Systematic Review," *International Journal of Sports Physical Therapy*, Vol. 7, No. 1, pp. 58-75, February 2012.
- [9] G. Tripathi, M. A. Ahad, and S. Paiva "S2HS- A Blockchain Based Approach for Smart Healthcare System," *Healthcare*, Vol. 8, No. 1, 100391, March 2020. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2019.100391>
- [10] Y. Feito, W. Hoffstetter, and P. Serafini, "Peloton Indoor Cycling: An Exploratory Study," *International Journal of Exercise Science*, Vol. 12, No. 3, pp. 901-910, 2019.
- [11] E. Hutton, *Peloton Interactive, Inc.: Valuation During a Global Pandemic*, London: SAGE Publications: SAGE Business Cases Originals, January 2021. <https://doi.org/10.4135/9781529764185>
- [12] J. Kim, "Big Data, Health Informatics, and the Future of Cardiovascular Medicine," *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 69, No. 7, pp. 899-902, February 2020.
- [13] A. Muneer, S. M. Fati, and S. Fuddah, "Smart Health Monitoring System Using IoT Based Smart Fitness Mirror," in *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, Vol. 18, No. 1, pp. 317-331, December 2019. <https://doi.org/10.12928/telkommnika.v18i1.12434>
- [14] D. Bishop, "Warm Up I: Potential Mechanisms and the Effects of Passive Warm Up on Exercise Performance," *Sports Medicine*, Vol. 33, No. 6, pp. 439-454, September 2012. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00005>
- [15] J. B. Winchester, A. G. Nelson, D. Landin, M. Young, and I. C. Schexnayder, "Static Stretching Impairs Sprint Performance in Collegiate Track and Field Athletes," *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 22, No. 1, pp. 13-19, January 2008. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815ef202>

- [16] American College of Sports Medicine, Flexibility and Stretching for Exercise, in *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 10th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer, Ch. 5, 2018.
- [17] B. J. Schoenfeld, "The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training," *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 24, No. 10, pp. 2857-2872, October 2010. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>
- [18] Simondlevy, UE4_OpenCV, Github, December 2018 [internet]. https://github.com/simondlevy/UE4_OpenCV



김정훈(Joung-Hoon Kim)

2019년~현 재: 경희대학교 소프트웨어융합학과 학부과정
※관심분야: 기능성 게임(Serious Game), 게임화(Gamification)



우탁(Tack Woo)

2002년: University of Dundee (UK),
Electronic Imaging. BA
(Honours)

2004년: University of Dundee (UK),
Electronic Imaging. MSc
(이학석사)

2010년: University of Dundee (UK),
Electronic Imaging. (게임학),
PhD (이학박사)

2004년~2007년: University of Dundee, Lecturer

2007년~2010년: KAIST 엔터테인먼트 공학연구소, 선임연구원 (기능성 게임랩)

2010년~2012년: KAIST 문화기술대학원, Digital Art & Entertainment Track 초빙교수 (게임)

2012년~2013년: 서울대학교 차세대융합기술연구원, 게임융합 미디어연구센터 센터장

2013년~현 재: 경희대학교 디지털콘텐츠학과 교수

※관심분야: 메타버스, 실감미디어 콘텐츠, 기능성 게임, 게임화, 게임문화, VR/AR 콘텐츠