

KBO 리그의 디지털 팬 경험 강화를 위한 Unity 기반 VR 시뮬레이션 및 AR 콘텐츠 개발

이유진*, 우동현**, 유선진***

Development of Unity-based VR Simulation and AR Contents to Enhance the Digital Fan Experience of KBO League

Youjin Lee*, Donghyun Woo**, and Sunjin Yu***

본 논문은 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 글로벌대학사업의 결과입니다. 또한, 2025년도 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ‘SW중심대학사업’ 지원을 받아 작성 되었습니다.

요 약

본 연구는 한국 프로야구(KBO) 리그의 디지털 팬 경험을 높이기 위해 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 기반 콘텐츠를 개발하고 평가하였다. Unity 엔진을 이용해 배트 스윙과 공의 충돌을 구현한 VR 타격 시뮬레이션을 설계하여 몰입감 있는 타격 체험을 제공하였다. 또한, Vuforia 엔진을 연동한 AR 기반 경기 정보 제공 시스템을 구축하여 모바일 기기로 선수 정보와 경기 규칙을 직관적으로 전달하였다. 30명을 대상으로 설문조사 결과, 85% 이상의 사용자가 높은 몰입감과 정보 전달력 효과를 경험했으며, 일부는 UI 복잡성과 추적 정밀도 개선을 제안하였다. 본 연구는 야구 산업의 디지털 전환과 신규 팬 유입, 스포츠 교육 효과에 기여할 수 있는 가능성을 제시하며, 향후 실시간 데이터 연동과 인터페이스 개선을 통해 팬 경험을 강화할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract

This study presents the development and evaluation of immersive VR and AR content aimed at enhancing the digital fan experience of the Korea Baseball Organization (KBO) League. As digital engagement becomes increasingly important in sports, the study explores how immersive media can transform passive viewing into active participation. A VR batting simulation was created using Unity to provide realistic hitting experiences, while an AR system, built with Vuforia, delivered player and game information through mobile devices in an intuitive manner. A user survey involving 30 participants showed high levels of immersion and effective communication, though some users noted UI complexity and tracking issues. The results suggest that immersive technologies can support the digital transformation of professional baseball, attract new fans, and offer educational value through interactive experiences.

Keywords

virtual reality, augmented reality, KBO league fan experience, interactive content, immersive technology

* 국립창원대학교 문화테크노학과

- ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1964-006X>

** 국립창원대학교 첨단방위공학과정 박사과정

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5562-4158>

*** 국립창원대학교 문화테크노학과 교수(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9292-4099>

• Received: Mar. 12, 2025, Revised: Apr. 08, 2025, Accepted: Apr. 11, 2025

• Corresponding Author: Sunjin Yu

Dept. of Culture Technology, Changwon National University, 20
Changwondaehak-ro, Uichang-gu, Changwon-si, Gyeongsangnam-do,
51140, Korea

Tel.: +82-55-213-3098, Email: sjyu@changwon.ac.kr

I. 서 론

한국 프로야구 KBO(Korea Baseball Organization) 리그는 2024년 천만 관중을 돌파하면서 국내 스포츠 산업의 핵심 콘텐츠로 확고히 자리 잡았다[1]. 이는 KBO 리그가 여전히 국내 스포츠 문화에서 중요한 위치를 차지하고 있음을 보여준다. KBO 리그는 특유의 응원 문화와 선수별 팬덤 형성을 통해 관람객들에게 단순한 경기 시청을 넘어선 색다른 경험을 제공하고 있다[2]. 그러나 스포츠 콘텐츠 시장이 빠르게 변화하는 가운데, KBO 리그는 여전히 전통적인 관람 방식에 의존하고 있어 디지털 혁신이 필요한 시점이다.

글로벌 스포츠 리그들은 이미 가상현실(VR, Virtual Reality)과 증강현실(AR, Augmented Reality) 기술을 활용하여 팬들에게 몰입형 경험을 제공하고 있다. 예를 들어, 미국 메이저리그(MLB, Major League Baseball)는 가상현실 기술을 통해 경기장을 직접 방문하지 못하는 팬들도 현장감 넘치는 관람을 할 수 있도록 지원하고 있으며, 증강현실 기술을 활용한 데이터 시각화를 통해 타격 및 투구 정보를 직관적으로 제공하고 있다[3]. 미국 프로농구 NBA(National Basketball Association) 역시 가상현실 기반의 하이라이트 콘텐츠를 제공하여 관람객들이 다양한 시점에서 경기를 감상할 수 있도록 하고 있다. 이러한 기술적 도입은 스포츠 팬들의 몰입도를 높이고, 경기 외적인 요소까지 흥미롭게 즐길 수 있도록 하여 스포츠 산업의 경쟁력을 강화하고 있다[4].

반면, KBO 리그는 이러한 실감형 콘텐츠 개발이 아직 초기 단계에 머물러 있으며, 디지털 기술을 활용한 팬 경험 개선이 부족한 실정이다. 현재 제공되는 서비스는 경기 중계나 SNS 기반의 홍보 콘텐츠가 주를 이루고 있으며, 관람객이 능동적으로 참여할 수 있는 체험형 콘텐츠는 제한적이다. 이러한 흐름 속에서 혁신적인 콘텐츠 개발이 이루어지지 않는다면, KBO 리그의 글로벌 경쟁력은 점차 약화될 수 있다.

이에 본 논문은 Unity 엔진과 Meta Quest 2, Vuforia 엔진을 활용하여 VR 타격 시뮬레이션과 AR 시각화 시스템을 개발하여 KBO 리그의 디지털 전환을 촉진하는 방안을 모색하는 것을 목표로 한

다. 가상현실을 활용한 타격 체험 콘텐츠를 개발하여 관람객이 실제 경기장에서 타석에 서 있는 듯한 긴장감과 몰입감을 느낄 수 있도록 하였다. 또한 증강현실 기반의 인터랙티브 콘텐츠를 통해 KBO 리그의 고유 규칙과 포지션별 역할을 더욱 직관적으로 체험하고 학습할 수 있는 환경을 구현하였다. 본 연구는 기존 연구에서 제시된 실감형 학습 기법의 시사점을 참고하되, 단순한 정보 전달을 넘어 사용자 주도의 체험을 중심으로 콘텐츠를 설계하였다. 특히 KBO 리그 특유의 응원 문화와 팬 요구를 반영한 VR·AR 통합형 콘텐츠 모델을 제안함으로써, 실감나는 체험형 환경을 구현하고자 한다[5][6].

이러한 실감형 콘텐츠 도입은 기존 팬층의 만족도를 높이는 동시에, 야구를 처음 접하는 신규 팬층을 유입하는 데에도 중요한 역할을 할 것으로 기대된다[7]. 기존의 경기 관람 방식은 야구 규칙을 숙지하지 않은 관람객들에게는 다소 진입 장벽이 높았으나, 증강현실 기반의 시각적 정보 제공과 가상현실 실감형 체험이 결합되면 보다 쉽게 야구의 매력을 이해하고 경험할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 또한, 디지털 기술을 활용한 콘텐츠는 장기적으로 KBO 리그의 팬층 확대에 기여할 수 있으며, 특히 젊은 세대의 관심을 유도하는 요소로 작용할 수 있다[8].

궁극적으로 본 연구는 KBO 리그의 디지털 전환을 위한 새로운 방향성을 제시하고, 야구 콘텐츠의 미래 가능성을 모색하는 데 목적이 있다. 실감형 콘텐츠 도입을 통해 KBO 리그는 단순한 경기 관람을 넘어 팬들이 직접 참여하고 즐길 수 있는 스포츠 문화 공간으로 발전할 수 있으며, 글로벌 스포츠 시장에서도 경쟁력을 갖춘 콘텐츠로 자리 잡는 데 기여할 것으로 기대된다.

II. 관련 연구

2.1 가상현실의 스포츠 분야 적용 사례

가상현실은 3차원 가상환경에서 사용자의 몰입감을 극대화하고, 현실과 유사한 경험을 제공하는 기술이다.

특히 Unity와 같은 게임 엔진을 활용하여 제작된 콘텐츠는 HMD(Head Mounted Display), 모션 컨트롤러, 모션 트래킹과 같은 하드웨어 기술과 결합하여 실제 스포츠 환경과 유사한 인터랙티브 체험을 제공한다. 가상현실은 단순한 영상 시청을 넘어 사용자가 직접 상호작용할 수 있도록 하며, 이를 통해 몰입감과 현실감을 극대화한다. 가상현실은 게임, 의료, 교육 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 최근에는 스포츠 산업에서도 적극적으로 도입되고 있다. 특히, 가상현실 기술은 경기 관람 방식의 변화, 선수 훈련 및 전술 학습, 스포츠 팬 체험 콘텐츠 등 다양한 영역에서 스포츠 산업을 혁신하고 있다.

VR 기술은 팬들에게 실제 경기장에 있는 것과 같은 경험을 제공하며, 경기장의 현장감을 극대화하는 데 기여한다[9]. 대표적으로 그림 1의 'HomeRun Derby VR'은 MLB에서 개발한 가상현실 기반 야구 체험 콘텐츠이다. Unity 엔진 기반으로 Meta Quest와 같은 VR HMD 및 컨트롤러를 사용하여 사용자가 실제 타석에 선 것과 같은 실감형 체험을 제공한다. 사용자는 VR 환경에서 가상 배트를 휘둘러 홈런을 치는 경험을 하며, 실제 경기장에서 타격하는 것과 유사한 감각을 체험할 수 있다. 이처럼 VR 콘텐츠는 단순한 관람을 넘어 사용자가 스포츠 상황 속 주인공이 될 수 있도록 구성되어 있으며, 팬들은 현실과 유사한 환경에서 타격, 수비, 응원 등의 행동을 직접 수행할 수 있다. 특히 VR 기술은 스포츠의 신체성과 즉각적인 반응을 강조함으로써, 단순한 정보 전달이 아닌 감각적 몰입을 유도하는 실감형 체험을 가능하게 한다.



그림 1. MLB 'HomeRun Derby VR'
Fig. 1. MLB 'HomeRun Derby VR'

또한, NBA 역시 VR 기술을 활용해 팬 경험을 확대하고 있다. 그림 2의 NBA 'Xtadium'은 VR 기반 경기 관람 플랫폼으로, 팬들이 경기장에 방문하지 않아도 원하는 시점에서 경기를 감상할 수 있도록 지원하는 서비스이다. 이를 통해 사용자는 단순한 TV 중계를 넘어, 360도 시야를 제공하는 가상 경기장에서 다양한 카메라 앵글을 선택하여 경기를 감상할 수 있다. 또한, 일부 VR 플랫폼에서는 경기장에서 가장 좋은 좌석을 선택하여 관람하는 기능도 제공하며, 이를 통해 팬들은 실제 경기장에 있는 것과 유사한 경험을 할 수 있다. 이처럼 VR 기술을 활용한 콘텐츠는 전통적인 스포츠 관람 방식을 벗어나 팬들의 적극적인 참여를 유도하며, 신규 팬층 유입에도 긍정적인 역할을 하고 있다.



그림 2. NBA 'Xtadium'
Fig. 2. NBA 'Xtadium'

미국 프로 미식축구 리그(NFL, National Football League)의 일부 팀은 VR 기반 훈련 시스템을 도입하여 선수들이 경기 상황을 반복 학습하고, 상대 팀의 전술을 분석할 수 있도록 지원하고 있다. 그림 3의 'STRIVR' VR 프로그램은 쿼터백 선수들이 수비 패턴을 학습하고, 다양한 경기 상황을 체험하며 빠르게 의사 결정을 내릴 수 있도록 돕는다.

가상현실 기술은 스포츠 경기 관람뿐만 아니라 선수 훈련 및 스포츠 교육에서도 활용되고 있다. 일부 스포츠 팀에서는 VR을 이용해 선수들에게 전술 훈련, 경기 시뮬레이션, 상대 팀 분석 등의 교육을 제공하고 있으며, 기존 영상 분석보다 더 직관적인 방식으로 경기 환경을 재현해 선수들의 경기력을 향상시키는 데 기여한다[10].



그림 3. NFL 'STRIVR'
Fig. 3. NFL 'STRIVR'

가상현실 기술의 발전은 스포츠 콘텐츠를 더욱 실감형으로 변화시키고 있으며, 팬들은 단순한 경기 시청을 넘어 가상 경기장에서 스포츠를 직접 체험할 수 있는 기회를 얻게 되었다.

2.2 증강현실의 스포츠 분야 적용 사례

증강현실은 현실 공간 위에 디지털 정보를 실시간으로 덧입혀 직관적인 정보 전달과 상호작용을 가능하게 하는 기술이다. 스마트폰, 태블릿, AR 글래스 등을 활용하여 현실 객체 위에 정보를 시각화하거나 가상의 요소를 추가할 수 있다. 스포츠 산업에서 증강현실 기술은 경기 정보 시각화, 인터랙티브 콘텐츠 제공, 경기 규칙 학습 등 다양한 방식으로 활용되고 있다. 증강현실 기술을 통해 경기 중 실시간으로 제공되는 데이터가 화면 위에 시각적으로 표현됨으로써, 팬들은 경기의 흐름을 더욱 직관적으로 이해할 수 있다[11].

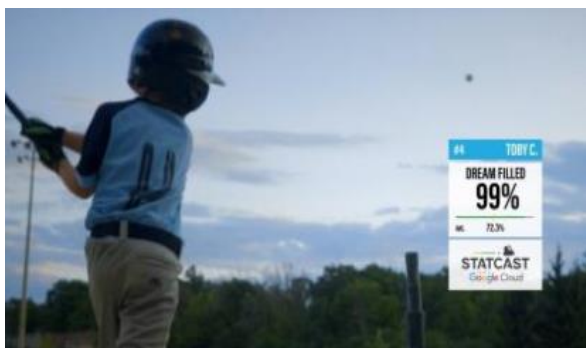


그림 4. MLB 'Statcast AI'
Fig. 4. MLB 'Statcast AI'

대표적인 예로 그림 4의 MLB 'Statcast AI'는 경기 중 선수들의 움직임과 공의 속도, 위치, 회전 등을 실시간으로 추적하고 분석하는 시스템이다. Vuforia 엔진과 같은 증강현실 기술을 활용하여 투구 속도, 타구 궤적과 회전을 등의 데이터를 실시간으로 분석하고 시각화하여 경기 중 팬들에게 직관적인 야구 정보 제공 환경을 구축하였다. 이를 통해 경기 해설이 더욱 풍부해지고, 팬들은 보다 직관적으로 경기의 흐름을 이해할 수 있다.

골프 경기에서도 AR 기반 데이터 분석이 이루어지고 있다. 그림 5와 같이 미국 프로골프 협회 PGA는 TV 중계 화면에서 AR을 활용하여 선수의 스윙 궤적과 공의 예상 이동 경로를 시각적으로 표현함으로써, 팬들이 경기의 흐름을 쉽게 파악할 수 있도록 지원한다.



그림 5. PGA 중계 증강현실 활용
Fig. 5. PGA broadcasting with AR

증강현실 기술은 경기장 내에서도 활용된다. 미국 프로 미식축구리그 NFL에서는 경기장에서 팬들이 스마트폰을 통해 AR 기술로 선수들과 함께 사진을 찍거나, 경기 관련 퀴즈를 풀며 보상을 받을 수 있는 팬 인터랙션 기능을 제공하고 있다. 일본 프로축구 J 리그는 AR을 활용하여 경기장 안내 서비스를 제공하고, 경기장 내에서 좌석 위치, 편의시설, 팀 스토어 등의 정보를 증강현실로 제공하고 있다. 또한, 선수 훈련 및 경기 전략 분석에도 사용되며, 일부 팀에서는 선수들의 움직임을 분석하고, 개선할 부분을 시각적으로 피드백하는 기술을 도입하여 보다 효과적인 훈련 환경을 제공하고 있다. 이처럼 증강현실 기술은 스포츠 경기 중계, 팬 경험, 선수 훈련 등 다양한 영역에서 활용되며, 스포츠 콘텐츠의 새로운 가능성을 열어가고 있다.

2.3 최근 VR·AR 스포츠 콘텐츠 연구 사례

최근 가상현실과 증강현실 기술은 스포츠 콘텐츠 개발 및 팬 경험 향상에 있어 핵심적인 기술로 주목받고 있다. 특히 Unity 기반의 개발 환경은 다양한 디바이스와의 호환성, 높은 개발 유연성을 바탕으로 스포츠 분야에서 실감형 콘텐츠 제작에 널리 활용되고 있다.

2024년에 발표한 연구에서는 2014년부터 2023년까지의 축구 훈련 시뮬레이션 관련 실증 연구 18편을 체계적으로 분석하였다[12]. 해당 연구는 HMD, 스크린 기반 시뮬레이터, CAVE 시스템 등 다양한 기술이 축구 전술 및 기술 습득에 미치는 영향을 비교하였으며, VR 시스템이 몰입감과 피드백 중심의 학습 환경을 제공하는 데 효과적임을 제시하였다.

2023년 발표된 연구에서는 VR 기술을 적용한 스포츠 훈련 사례를 종합적으로 분석하였으며, VR 환경이 운동 수행 능력뿐 아니라 인지적, 심리적 역량 강화에도 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 제시하였다[13]. 특히 몰입감 및 사용자 동기 유발 측면에서 기존의 훈련 방식에 비해 우수하다는 점이 강조되었다.

2021년에는 축구 코칭을 위한 VR 기술 적용 가능성을 다룬 연구가 발표되었다[14]. 이 연구는 VR 기술이 선수의 전술 판단력 및 시각적 인지 능력을 향상시키는 데 기여할 수 있음을 보여주었으며, 동시에 장비 비용과 실전 적응력 확보 등 도입 과정에서의 현실적 제약 사항도 함께 제시하였다.

국내 연구에서는 VR 시스템의 발전이 스포츠 콘텐츠 산업에 미치는 영향을 고찰한 논문이 2020년에 발표되었다[15]. 이 연구는 VR 기술이 스포츠 훈련, 참여형 스포츠 콘텐츠, 실감형 중계 서비스 등 다양한 영역에 활용될 수 있으며, 스포츠 콘텐츠 소비 방식의 변화뿐 아니라 산업 구조 전반에 영향을 미칠 수 있음을 주장하였다[16].

이처럼 기존 연구들은 VR 및 AR 기술이 스포츠 교육, 훈련, 콘텐츠 소비 방식에 미치는 실질적인 효과를 다방면에서 검토하고 있다. 그러나 대다수의 연구가 특정 기술 훈련이나 경기 정보 시각화에 초

점을 맞추고 있어, 실제 경기 관람 경험과 팬의 문화적 참여 요소를 통합한 사례는 제한적이다[17].

본 연구에서는 이러한 한계를 보완하기 위해 KBO 리그의 응원 문화와 국내 야구 팬의 특성을 반영한 VR 타격 시뮬레이션과 AR 기반 경기 정보 시각화 시스템을 결합한 통합형 콘텐츠를 제안한다. 이를 통해 사용자는 실제 경기장을 연상시키는 실감형 환경에서 경기를 체험하고, 직관적인 방식으로 야구 규칙과 상황을 학습할 수 있다. 이러한 통합형 콘텐츠는 KBO 리그의 팬 경험을 한층 향상시키는 데 기여할 것으로 기대된다.

III. 프로야구 VR·AR 콘텐츠 설계 및 구현

가상현실과 증강현실 기술은 스포츠 콘텐츠의 몰입감을 향상시키고, 팬들에게 새로운 경험을 제공하는 중요한 수단으로 활용되고 있다. 특히, 야구와 같은 경기 스포츠에서는 VR을 통해 실제 경기장과 유사한 환경을 조성하여 사용자가 직접 경기의 일부가 된 것처럼 경험할 수 있으며, AR을 통해 경기 정보 및 분석 데이터를 실시간으로 제공하여 보다 직관적인 스포츠 학습이 가능하다. 본 논문에서는 VR과 AR을 활용하여 프로야구 팬들에게 더욱 생동감 있는 체험을 제공하고자 하며, 이를 위해 VR 기반 타격 체험 콘텐츠와 AR을 활용한 야구 정보 제공 시스템을 개발하고자 한다.

3.1 Unity XR Interaction Toolkit을 활용한 VR 타격 체험 콘텐츠

가상현실 콘텐츠 제작은 Unity 2022.3.5f1 LTS 엔진을 기반으로, 야구장의 3D 환경 및 야구공, 배트는 Unity 에셋스토어의 에셋을 활용하여 제작하였다. 가상 타격 체험의 몰입감을 높이기 위해 Unity 엔진의 Physics Rigidbody 및 Collider 컴포넌트를 활용하여 공의 물리적 속성을 실제 KBO 공식 공의 규격과 최대한 동일하게 설정하였다. 이를 위해 가상의 야구 경기장을 3D로 구현하고, VR 기기를 착용한 사용자가 직접 배트를 휘둘러 공을 타격하는 방식의 인터랙티브 요소를 포함하였다.

게임의 주요 구성은 그림 6과 같이 구성된다. 사용자는 투수가 던지는 공을 예측하고 적절한 타이밍에 배트를 휘둘러 타격하며, 타격 결과에 따라 홈런, 안타, 헛스윙 등이 판정된다. 본 콘텐츠는 몰입감을 극대화하기 위해 실제 야구의 물리적 특성을 반영한 물리 엔진을 적용하였다. 공의 속도, 회전, 충돌 반응 등을 현실적으로 시뮬레이션하여 현실적인 타격감을 구현하였고, 사용자의 스윙 각도와 속도에 따라 타구의 방향과 비거리가 결정되도록 설계하였다. 또한, 난이도 조절 기능을 추가하여 초보자부터 숙련자까지 다양한 사용자가 적절한 난이도로 플레이할 수 있도록 하였다. 아울러 직구와 슬라이더 두 구질과 시속 110, 125, 140 km/h의 세 단계 속도를 마련해 참가자가 체험 전에 원하는 조합을 선택하도록 함으로써 개인 숙련도 차이를 반영하였다.

VR 환경 구축에는 Unity XR Interaction Toolkit을 적용해 Meta Quest 2 컨트롤러 움직임을 실시간으로 추적하고, 배트 스윙 시 생성되는 Collider 충돌 이벤트를 감지한다. 충돌 이벤트가 발생하면 충돌 위치와 상대 속도 정보를 기반으로 타구 결과를 산출한다. 또한, 햅틱 피드백 기능을 추가하여 공과 충돌할 때의 감각을 시뮬레이션함으로써 현실감을 극대화하였다. 이를 통해 사용자는 가상의 배트를 손에 쥐고 실제 타격하는 것처럼 조작할 수 있으며, 가상의 공과 상호작용하는 생동감 있는 체험을 얻게 된다.



그림 6. 가상현실 타자 게임의 주요 구성 요소
Fig. 6. Main components of the VR batter game

그림 7은 사용자의 모션 컨트롤러 입력을 기반으로 한 배트 스윙부터 충돌 감지, 물리 엔진 처리, 결과 판정 및 피드백 제공에 이르는 일련의 타격 시뮬레이션 과정을 단계별로 나타낸다. 특히 배트의 스윙 속도와 각도에 따라 공의 궤적과 비거리가 결정되며, 물리 기반 엔진과 햅틱 피드백을 통해 현실감 있는 타격감을 구현하였다. 이러한 과정을 통해 사용자는 실제 경기장에서 타격하는 것과 유사한 몰입형 경험을 가상현실 속에서 체험할 수 있다.

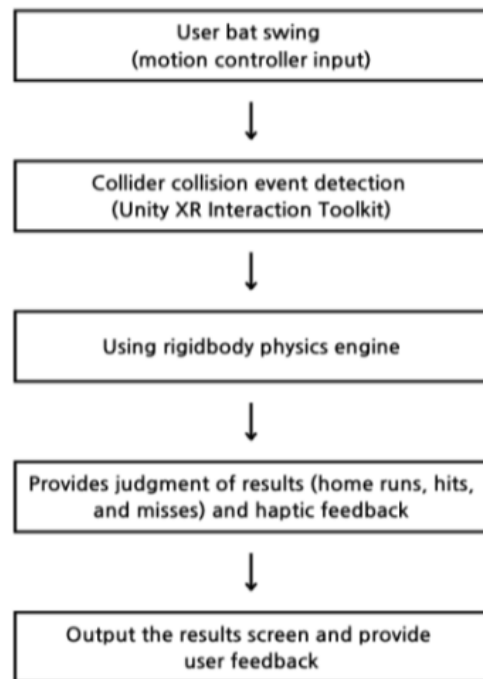


그림 7. 배트와 공의 충돌 시뮬레이션 과정
Fig. 7. Simulation process of the bat-ball collision in VR

3.2 Unity AR 기반 야구 정보 시각화 콘텐츠

증강현실 콘텐츠는 Unity AR Foundation과 Vuforia 엔진을 기반으로 제작되었으며, 특히 AR 마커 인식 정확도 향상을 위해 Vuforia 이미지 타겟 중 Star Rating이 높은 이미지를 선정하여 활용하였다. 이미지 타겟 기능을 활용해 Star Rating 점수가 높은 이미지를 데이터베이스에 등록하여 인식률을 향상시켰다.

그림 8과 같이 모바일 기기의 카메라가 이미지를 타겟으로 인식하면, Vuforia의 트래킹 알고리즘이 마커 위치를 감지하고, Unity AR Foundation에서 경

기 규칙, 타구 분석 등의 데이터를 증강하여 화면에 표시한다. 마커 인식 정확도를 높이기 위해 Star Rating 점수가 4점 이상인 이미지 타겟을 선택했으며, 마커의 크기를 표준화하고 이미지 품질을 고해상도로 설정하였다. 포지션별 역할과 경기 상황을 시각적으로 제시하여, 야구 입문자에게 효과적인 학습 도구로 활용될 수 있다. 인터페이스는 정보의 계층화를 통해 주요 정보를 먼저 강조하고, 세부사항은 선택적으로 탐색할 수 있도록 구성하였다.



그림 8. 증강현실을 활용한 야구 정보 시스템
Fig. 8. Baseball information system using AR



그림 9. 증강 이미지 렌더링 예시
Fig. 9. Example of augmented image rendering

그림 9는 증강현실 콘텐츠에서 사용자가 마커를 인식했을 때 나타나는 UI 구성을 보여준다. 포스터를 스캔하면 해당 위치의 선수 정보, 경기 규칙 설명, 포지션 역할 등이 시각적으로 증강되어 화면에 렌더링되며, 실제 콘텐츠의 출력 형식을 직관적으로 나타낸다. 이러한 구성은 단순한 데이터 나열이 아닌, 팬이 실시간으로 야구 규칙 및 포지션 정보를 탐색할 수 있도록 유도하는 인터랙티브 학습 환경을 제공한다. 특히 야구 초보자도 손쉽게 이해할 수 있도록 아이콘, 색상, 간결한 텍스트로 구성된 UI를 설계하여 사용자 경험을 향상시켰다.

본 콘텐츠는 스마트폰이나 태블릿으로 포스터를 스캔하면, 해당 위치의 정보를 실시간으로 증강하여 표시하도록 설계하였다. 이를 통해 AR 기술이 단순한 정보 전달을 넘어, 팬들에게 몰입도 높은 야구 콘텐츠를 제공하는 도구로 활용될 수 있음을 확인하였다.

IV. 콘텐츠 평가 및 설문조사 결과

4.1 체험 기반 사용자 평가 설계

본 연구에서는 VR 타격 체험 콘텐츠와 AR 정보 제공 콘텐츠의 사용성, 몰입감, 학습 효과를 평가하기 위해 사전 안내 후 설문조사를 실시하였다. 평가의 객관성과 신뢰성을 높이기 위해 참가자는 최근 1년 이내 최소 1회 이상 KBO 리그 관람 경험이 있는 일반 성인 30명으로 선별하였다. 각 참가자는 VR 콘텐츠와 AR 콘텐츠를 각각 15분씩 충분히 체험한 후 설문조사에 응답하였다. 설문 항목은 참가자 기본 정보, VR 콘텐츠 평가, AR 콘텐츠 평가, 전반적인 만족도 및 개선 사항으로 구성되었다. 참가자 기본 정보에서는 야구 경기 관람 경험과 이전 VR 및 AR 콘텐츠 사용 경험 유무 등을 조사하여 평가자의 배경과 콘텐츠 친숙도를 파악하였다. VR 콘텐츠 평가는 몰입감, 현실감, 조작 편의성, 학습 효과, 타격 경험의 현실성 등을 평가하였으며, AR 콘텐츠 평가는 정보 전달력, 콘텐츠 직관성, 학습 효과, 인터페이스 사용 편의성 등을 중심으로 평가하였다.

4.2 VR·AR 콘텐츠 평가 및 결과분석

본 실험은 직구와 슬라이더 두 가지 구질에 대해 시속 110, 125, 140 km/h의 세 단계 속도를 설정하고, 참가자가 사전 선택한 조건에 따라 체험을 진행하였다.

그림 10은 VR 타격 체험 콘텐츠에 대한 응답 결과를 시각화한 것이다. 전체적으로 타격감과 몰입감 측면에서 ‘매우 그렇다’ 또는 ‘그렇다’에 응답한 비율은 각각 평균 83% 수준으로 나타났다. 실제 경기장에서 타격하는 듯한 생생한 경험을 제공한다는 응답도 전체의 약 80% 이상을 차지하였다. 특히 배트 움직임과 공 충돌 시의 반응이 현실적이라는 점에서 높은 만족도를 보였으며, 응답자의 76%가 ‘현실감이 높다’고 평가하였다. 반면, 참가자의 약 17%는 컨트롤러 조작의 민감도와 공간 인식 정확도 측면에서 개선이 필요하다고 응답하였다. 예를 들어, 너무 빠르게 스윙할 경우 컨트롤러가 위치를 정확히 추적하지 못하거나, 주변 환경에 따라 충돌 판정이 달라지는 상황이 발생했다는 의견이 제시되었다. 이러한 문제는 VR 환경 설정과 컨트롤러 추적 알고리즘을 최적화함으로써 개선할 수 있을 것으로 보인다.

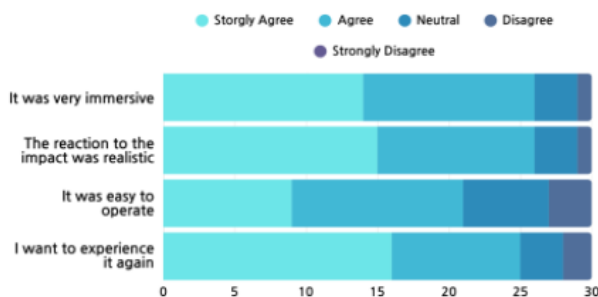


그림 10. 가상현실 타격 체험 콘텐츠 평가 결과
Fig. 10. Survey results of the VR batting experience content

그림 11과 같이 AR 콘텐츠 평가에서는 경기 규칙과 선수 정보를 직관적으로 학습할 수 있었다는 응답이 전체의 약 87%로 집계되었다. 특히 야구 초보자 중 70% 이상이 ‘AR 화면에서 시각적 정보를 한눈에 확인할 수 있어 경기 이해도가 높아졌다’고 응답하였으며, 이는 실감형 학습 효과에 대한 긍정적인 평가로 해석된다. 반면, 참가자의 약 20%는 AR

콘텐츠의 UI가 다소 복잡하다고 지적했으며, 16%는 정보 출력 속도 지연으로 체험 흐름이 끊겼다고 응답하였다. 이러한 문제는 UI 요소를 간소화하고, Vuforia 엔진의 마커 인식 및 렌더링 과정을 최적화하여 데이터 로딩 속도를 단축함으로써 개선이 가능할 것으로 판단된다.

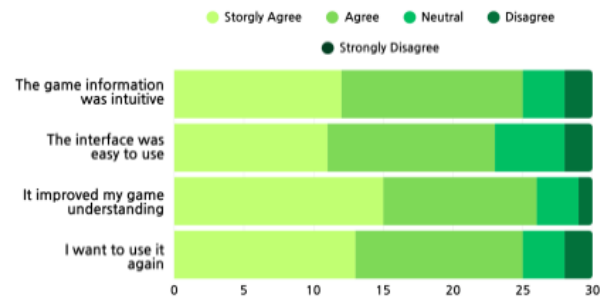


그림 11. 증강현실 경기 정보 제공 콘텐츠 평가 결과
Fig. 11. Survey results of the AR match information content

설문 결과, 전체 응답자의 85%는 본 VR·AR 콘텐츠가 야구 체험을 더욱 흥미롭게 만들었다고 평가하였으며, 78%는 향후 다시 체험할 의향이 있다고 응답하였다. 다수의 참가자들은 실제 경기 데이터와 연동된 AR 기능 추가(60%), VR 타격 난이도 조절 옵션 강화(53%) 등을 개선 방향으로 제안하였다. 예를 들어, KBO 리그 실시간 투구·타구 정보를 AR 화면에 반영할 경우, 팬들이 경기 흐름을 보다 생생하게 이해할 수 있을 것으로 기대된다는 의견이 있었다. VR 콘텐츠의 경우에도 난이도를 세분화하거나 투구 구종을 다양화함으로써 다양한 숙련도의 사용자가 지속적으로 콘텐츠를 즐길 수 있는 환경 조성이 필요하다는 의견이 다수 제시되었다.

종합적으로 볼 때, 본 연구의 설문조사 결과는 VR 및 AR 기술을 활용한 야구 체험 콘텐츠가 몰입감과 학습 효과를 동시에 향상시킬 수 있으며, 기존의 관람 방식과는 차별화된 팬 경험을 제공한다는 점에서 높은 평가를 받은 것으로 나타났다. 특히 VR 타격 체험은 현실감 있는 타격감과 높은 현장감으로 인해 전체 응답자의 80% 이상이 긍정적으로 평가하였고, AR 콘텐츠는 야구 규칙 및 선수 정보를 직관적으로 제공함으로써, 입문자의 진입 장벽을 효과적으로 낮췄다.

향후에는 사용자 피드백을 반영하여 조작 편의성, UI/UX, 시스템 안정성 등을 개선하고, 실시간 경기 데이터 연동이나 인터랙티브 기능을 강화함으로써 보다 확장된 팬 경험을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 AR 콘텐츠의 복잡하다는 의견에 따라, 정보 계층화를 통해 주요 정보를 우선 제공하고 화면 내 상호작용 요소를 최소화하여 사용자 몰입도와 직관성을 높일 계획이다. 이러한 방향은 야구에 대한 이해도를 제고하고, 경기 외적인 흥미 요소를 강화함으로써 KBO 리그의 디지털 전환을 지속적으로 촉진하는 데 기여할 수 있을 것이다.

V. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 Unity 엔진과 Meta Quest 2, Vuforia 엔진 등을 활용하여 프로야구 팬들을 위한 VR 타격 체험 콘텐츠와 AR 정보 제공 시스템을 개발하고, 그 효과를 평가하였다. VR 타격 체험은 사용자에게 실제 경기장에서 스윙하는 듯한 높은 몰입감을 제공하였으며, AR 콘텐츠는 야구 초보자들도 경기 규칙과 선수 정보를 직관적으로 학습할 수 있도록 지원하였다. 이를 통해 단순 관람 중심이었던 기존 야구 팬 경험을 능동적 체험형 콘텐츠로 확장할 수 있음을 확인하였다.

설문 조사 결과, VR 타격 체험은 배트 충돌 반응과 햅틱 피드백을 통한 몰입감 구현으로 현실감을 효과적으로 제공했으며, 이는 앞선 사용자 평가 결과에서도 높은 만족도로 입증되었다. AR 콘텐츠 역시 마커 인식과 실시간 렌더링을 통해 경기 흐름과 규칙 이해를 돕는 등 학습 효과와 편의성 측면에서 호응을 얻었다. 이러한 결과는 VR·AR 기술이 스포츠 관람과 교육 분야에서 강력한 시너지 효과를 낼 수 있음을 시사한다.

향후 연구에서는 VR 타격 환경의 정교화를 위해 컨트롤러 트래킹 정확도를 향상시키고 충돌 판정 알고리즘을 최적화하여 빠른 스윙 동작에서도 정확한 판정을 유지할 수 있도록 하며, AR 콘텐츠의 성능 개선을 위해 마커 인식 및 데이터 렌더링 프로세스를 최적화하고, KBO 리그의 실시간 투구·타구 데이터를 AR 시스템과 연동하여 사용자에게 더욱

실시간으로 직관적인 정보를 제공할 예정이다. 또한, 머신 러닝(Machine Learning) 기반의 타격 폼 분석 모델을 도입해 사용자가 VR 체험 후 자신의 스윙 데이터를 비교·분석하고, 구체적인 개선점을 피드백받는 방식으로 스포츠 교육 효과를 높일 수도 있을 것이다.

이처럼 VR·AR 기술의 활용 범위를 확장하고, 기술적 안정성과 학습 지원 기능을 고도화한다면, KBO 리그를 비롯한 야구 산업 전반의 디지털 전환을 더욱 가속화할 수 있을 것으로 기대된다. 특히, AI 분석과 실시간 경기 데이터 연동이 결합되면, 팬들은 경기와 훈련 과정을 종합적으로 체험하면서 개인적인 성장과 성취감까지 경험할 수 있으며, 이는 곧 스포츠 팬덤 확장으로 이어져 야구 산업에 장기적인 활력을 불어넣을 것으로 판단된다. 본 연구에서 제시한 VR·AR 콘텐츠 모델은 전통적 관람 중심 스포츠 문화를 넘어서, 체험 중심의 팬 경험을 구현함으로써 KBO 리그의 디지털 전환을 실질적으로 촉진할 수 있음을 확인하였다. 향후 멀티플레이어 VR 경기, 소셜 피드백 공유 등의 기능을 도입함으로써 야구 콘텐츠의 경쟁력을 더욱 높이고, 스포츠 엔터테인먼트 산업 전반에 디지털 혁신을 지속적으로 이끌어낼 것으로 기대한다.

References

- [1] Sports World, "KBO League Review," <https://www.sportsworldi.com/newsView/20241029516120>. [accessed: Jan. 24, 2025]
- [2] J. S. Bae, W. Chiu, and S. B. Nam, "Sport fans' price sensitivity based on loyalty levels: A case of Korean professional baseball league", *Sustainability*, Vol. 13, No. 6, pp. 3361, Mar. 2021. <https://doi.org/10.3390/su13063361>.
- [3] C. Goebert, G. Greenhalgh, and B. Dwyer, "A whole new ball game: Fan perceptions of augmented reality enhanced sport broadcasts", *Computers in Human Behavior*, Vol. 137, pp. 107388, Dec. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107388>.

- [4] M. S. Kim, B. N. Min, S. H. Lee, S. H. Kim, and J. H. Kim, "The effect of virtual reality sports experience on sports satisfaction, sports immersion, and sports attitude", *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 28, No. 1, pp. 129-136, Jan. 2023. <https://doi.org/10.9708/jksci.2023.28.01.129>.
- [5] W. Y. Yoo, "A study on reality enhancement method of VR baseball game", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 19, No. 2, pp. 23-32, Apr. 2019. <https://doi.org/10.7583/JKGS.2019.19.2.23>.
- [6] N. Sawan, A. Eltwari, C. D. Lucia, P. L. Cavaliere, A. Faccia, and N. R. Moşteanu, "Mixed and augmented reality applications in the sport industry", *Proc. of the 2nd International Conference on E-Business and E-Commerce Engineering*, Bangkok, Thailand, pp. 55-59, Dec. 2020. <https://doi.org/10.1145/3446922.3446932>.
- [7] H. J. Lee and S. J. Yu, "Production technique of realistic contents based on interactive media", *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 18, No. 12, pp. 121-129, Dec. 2020. <https://doi.org/10.14801/jkiit.2020.18.12.121>.
- [8] R. E. Kunz and J. P. Santomier, "Sport content and virtual reality technology acceptance", *Sport, Business and Management: An International Journal*, Vol. 10, No. 1, pp. 83-103, Apr. 2020. <https://doi.org/10.1108/SBM-11-2018-0095>.
- [9] N. N. Nor, M. S. Sunar, and A. Y. Kapi, "User experience of gamified virtual reality (VR) in sport: A review", *Proc. of the 5th EAI Int. Summit, SmartCity360*, pp. 440-449, Dec. 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51005-3_36.
- [10] Y. Feng, C. You, Y. Li, Y. Zhang, and Q. Wang, "Integration of computer virtual reality technology to college physical education", *Journal of Web Engineering*, Vol. 21, No. 7, pp. 2049-2071, Oct. 2022. <https://doi.org/10.13052/jwe.1540-9589.2173>.
- [11] H. J. Cho and C. H. Lee, "A study on the sport viewing platform using augmented reality", *Korean Journal of Sports Science*, Vol. 31, No. 2, pp. 151-161, Apr. 2022. <https://doi.org/10.35159/kjss.2022.4.31.2.151>.
- [12] T. Jia, J. Sitthiworachart, and J. Morris, "Application of simulation technology in football training: A systematic review of empirical studies", *The Open Sports Sciences Journal*, Vol. 17, No. 1, pp. 1-12, Jan. 2024. <https://doi.org/10.2174/011875399X277947231228071109>.
- [13] S. C. Michalski, A. Szpak, and T. Loetscher, "Virtual training, real effects: a narrative review on sports training with virtual reality technology", *Frontiers in Psychology*, Vol. 14, No. 1, pp. 1-14, Jul. 2023. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1240790>.
- [14] M. Lipowski and T. Lipowski, "Virtual reality technology in football coaching: Barriers and opportunities", *International Sport Coaching Journal*, Vol. 8, No. 2, pp. 234-241, Jun. 2021. <https://doi.org/10.1123/iscj.2020-0011>.
- [15] Y. S. Jang, "Future of sport contents industry base upon the development of virtual reality (VR) system", *The Korea Journal of Sport*, Vol. 18, No. 4, pp. 1-11, Dec. 2020. <https://doi.org/10.46669/ks.s.2020.18.4.001>.
- [16] S. W. Jeon and G. H. Rye, "Analysis of the immersive content industry using news article data", *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 17, No. 2, pp. 130-135, Apr. 2025. <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2025.17.2.130>.
- [17] L. Qu, "Influence of gender on VR animation viewing experiences: From the perspective of comfortable viewing distance", *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 15, No. 4, pp. 191-198, Oct. 2023. <https://doi.org/10.7236/IJIBC.2023.15.4.191>.

저자소개

이 유 진 (Youjin Lee)



2025년 2월 : 국립창원대학교
문화테크노학과(학사)
관심분야 : 가상현실/증강현실
콘텐츠 개발

우 동 현 (Donghyun Woo)



2012년 2월 : 배재대학교
전자공학과(공학사)
2018년 8월 : 중국 동북전력대학교
정보및통신공학(공학석사)
2021년 3월 ~ 현재 : 창원대학교
첨단방위공학과정 박사과정
관심분야 : 컴퓨터비전,
증강/가상현실

유 선 진 (Sunjin Yu)



2003년 8월 : 고려대학교
전자정보공학(공학사)
2006년 2월 : 연세대학교
생체인식공학(공학석사)
2011년 2월 : 연세대학교
전기전자공학(공학박사)
2011년 1월 ~ 2012년 5월 :

LG전자기술원 미래IT융합연구소 선임연구원

2012년 5월 ~ 2013년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과
연구교수

2013년 3월 ~ 2016년 8월 : 제주한라대학교 방송영상학과
조교수

2016년 9월 ~ 2019년 8월 : 동명대학교
디지털미디어공학부 부교수

2019년 9월 ~ 2024년 9월 : 국립창원대학교
문화테크노학과 부교수

2024년 10월 ~ 현재 : 국립창원대학교 문화테크노학과
정교수

관심분야 : 컴퓨터비전, 증강/가상현실, HCI