

가상현실과 공간정보를 이용한 배리어 프리 콘텐츠 개발에 관한 연구

Implementation of Barrier-free Content by using Virtual Reality and Geospatial Information

김병선*, 전해찬**

안양대학교 스마트시티공학과*, 안양대학교 도시정보공학과**

Byeongsun Kim(geobskim@gmail.com)*, Haechan Jeon(geojeonhc@gmail.com)**

요약

배리어 프리는 보행 약자들이 시설물의 접근이나 이동에 불편함을 느끼지 않도록 공간을 계획, 설계, 시공하는 것을 의미한다. 이러한 차원에서 본 연구는 공간정보와 가상현실 기술을 이용하여, 배리어 프리에 영향을 주는 물리적인 요소를 식별하고 자유로운 이동에 필요한 정보를 제공할 수 있는 콘텐츠를 개발하는데 목적이 있다. 이를 위해 본 연구는 관련 문헌 검토를 통해 배리어 프리에 영향을 주는 물리적인 장애 요소에 대하여 검토하고, 이를 토대로 콘텐츠 개발에 필요한 주요 기능을 도출한다. 그리고 실험 지역을 대상으로 콘텐츠 개발에 필요한 3차원 공간정보와 가상현실 서비스를 구축한다. 마지막으로 가상의 시나리오를 설정하여 실험 콘텐츠에서 개발된 주요 기능의 유용성과 활용성을 검토한다. 본 연구를 통해 개발된 보행 약자를 위한 배리어 프리 서비스 콘텐츠는 공공 시설물 구축을 비롯한 다양한 분야에 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

■ 중심어 : | 가상현실 | 공간정보 | 배리어 프리 | 보행 약자 | 콘텐츠 |

Abstract

Barrier-free is defined as inclusive design of built environments such as building and its facilities that can be approached, entered and used by persons with disabilities. The purpose of this paper develops the content that can identify the physical barriers in the way of movement and provide information associated with barrier-free by using both Geospatial Information and Virtual Reality technology. For this, we conducted literature reviews to find the tackling barriers in terms of barrier-free access and extracted main functions to construct the content. Then, the prototype model which composed of VR engine and 3D geospatial data was implemented, and finally the utilization of the prototype was checked in accordance with barrier-free scenario. The developed prototype model of this study would be contributed to design the barrier-free of public places and access to public buildings for the mobility-disabled people.

■ keyword : | Virtual Reality | Geospatial Information | Barrier-free | Mobility Handicapped | Contents |

* 본 연구는 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원의 공간정보 기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공 기술개발 사업 '실감형 3D 도시모델 활용 지원 기술개발 및 타 산업 연계 실증기술 개발(21DRMS-B147287-04)과제' 의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

접수일자 : 2021년 09월 09일

심사완료일 : 2021년 10월 25일

수정일자 : 2021년 10월 25일

교신저자 : 김병선, e-mail : geobskim@gmail.com

I. 서론

가상현실(VR: Virtual Reality)은 컴퓨터와 같은 인공적인 기술을 이용하여 만들어낸 현실로써, 현실과 유사하지만 실체가 아닌 어떤 특정한 환경이나 상황 혹은 그 기술 자체를 의미한다[1]. 이러한 가상현실 기술은 컴퓨터로 구현된 가상의 환경이나 상황 등이 가상현실을 사용하는 사용자의 오감을 자극하여, 실제와 유사한 공간적, 시간적 체험을 가능하게 하고, 이를 통해 현실과 상상의 경계를 자유롭게 드나들게 만드는 인간과 컴퓨터 간 인터페이스라 할 수 있다. 또한, 가상현실 서비스는 현실 공간에 가상의 객체를 투영한 증강현실(Augmented Reality)과 비교하여 사용자에게 더 높은 몰입감을 제공할 수 있다는 장점이 있다.

가상현실은 화려한 시각적 표현, 영상처리 기술의 발전과 함께 최근 5G 기술과 결합하면서 다양한 콘텐츠로 개발되고 있다. 특히, 코로나 시대에 직접적인 외부 활동과 체험이 제한됨에 따라 대안적 기술로 가상현실이 큰 주목을 받고 있다. 가령, 관광 분야에서는 방문객의 적극적인 참여와 가상 체험을 통해 간접적인 체험을 유도하고 있으며[2], 게임/오락 분야도 현실 공간에서 일어날 수 없는 욕구를 가상공간과의 상호작용을 통해 사용자에게 몰입 경험을 제공하는 수단으로 활용되는 [3] 등 관련 산업 분야의 새로운 콘텐츠 요소로써 활발하게 작동하고 있다.

가상현실 기술은 사회 복지와 같은 공공 콘텐츠 개발에도 많이 활용되고 있다. 일례로 휠체어를 사용하는 장애인들을 위한 롤러코스터 체험 서비스, 고령자를 위한 가상현실 여행 등 취약계층이나 장애인, 그리고 고령자들과 같은 사회적 약자들에 삶의 만족도를 높이기 위한 다양한 콘텐츠가 연구 개발되고 있다[4]. 이는 가상현실에서 다루는 가상이라는 컨셉의 콘텐츠가 현실을 실감나게 재현할 수 있고, 이러한 특성은 물리적인 거동이 불편한 사회적 약자들의 다양한 요구사항을 만족하게 할 수 있는 콘텐츠 개발에 매우 용이하기 때문이다. 또한, 가상현실을 통한 간접적인 체험은 공공복지 서비스를 안정적으로 구축하고 확장시킬 수 있는 하나의 기술적 정책 방안이 될 수 있다.

가상현실이 이러한 목적에 부합하기 위해서는 기존

의 그래픽과 같은 비현실적인 가상의 데이터가 아닌 현실을 나타내는 공간정보 데이터¹와 가상현실 기술을 결합한 VRGIS(Virtual Reality for GIS) 기술 기반의 콘텐츠 개발이 필요하다. 다양한 공간정보 가운데, 3차원 공간정보를 가상현실에 적용하면 객체의 기하적인 측면(길이, 면적, 둘레 등)을 현실과 매우 유사하게 가상 공간에 재현할 수 있는 장점이 있다. 또한, 공공 측면에서도 VRGIS를 이용한 체험 서비스는 장애인, 노약자 등과 같이 이동이 불편한 사용자에게 불편함을 느끼지 않도록 계획하는 배리어 프리(barrier-free) 정보를 공간정보 기반의 3차원 데이터 및 기하, 위상, 의미적 정보를 통해 제공하여 사용자가 가상현실 체험을 기반으로 다양한 장애 요소를 정확하게 식별하고, 자유로운 이동을 위한 배리어 프리(barrier-free) 서비스를 개발하는 등 공공정책에 필요한 과학적인 지식 축적에도 활용이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구는 이러한 측면에서 3차원 공간정보와 가상현실 기술을 이용하여, 배리어 프리에 영향을 주는 물리적인 요소를 식별하고 원활한 보행에 필요한 정보를 제공할 수 있는 콘텐츠를 개발하는데 목적이 있다. 이를 위한 세부 목적으로 첫째, 문헌 검토를 통해 배리어 프리에 영향을 줄 수 있는 요소를 검토하여 보행 약자의 자유로운 이동에 필요한 배리어 프리 서비스 항목을 도출하였다. 둘째, 사례 지역을 대상으로 3차원 공간정보 데이터를 구축하고 가상현실 기술을 이용하여 실험 콘텐츠를 개발하였다. 셋째, 구축된 실험 콘텐츠를 기반으로 가상의 시나리오를 설정하여 서비스의 활용성을 검토하였다. 마지막으로 본 연구에서 개발된 실험 콘텐츠의 향후 실용화를 위한 고려 사항 등을 제시하였다.

II. 배리어 프리 콘텐츠 개발을 위한 서비스

항목 도출

우리나라는 장애와 비장애, 일반인과 교통약자를 구분하지 않고 누구나 안전하게 살아갈 수 있는 생활 환경을 조성하기 위해 장애물 없는 생활환경 인증제도를

¹ 공간정보는 지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보를 말한다[5].

운영 중이다. 「장애물 없는 생활환경(Barrier Free) 인증제도 시행지침」 제 2조(정의)에 따르면 배리어 프리(Barrier-free)는 “어린이, 노인, 장애인, 임산부뿐만 아니라 장애인 등이 개별 시설물, 지역을 접근, 이용, 이동함에 있어서 불편함을 느끼지 않도록 계획, 설계, 시공하는 것”으로 정의된다[6].

배리어 프리의 대표적인 고려 대상인 휠체어 사용자는 보행에 제약을 받음으로써 평지에 비해 지형의 단차가 있는 경계면 등의 장소에서 원활하게 이동하기 힘들며, 가파른 경사로 및 시설물의 위치에 따라 보행에 어려움을 많이 겪는다. 이와 관련하여, 박용환(2008)은 접근시설에 대한 휠체어 사용자의 원활한 보행 환경을 위해 [표 1]과 같이 통로 유효폭, 바닥 유효공간, 회전 및 활동 공간 등의 시설물 설치 기준 분류를 제안했다[7]. 이러한 배리어 프리 요소들을 고려하면 일반적으로 휠체어 사용자뿐만 아니라 다양한 보행 약자들의 위험 요소들을 해결 가능하다.

표 1. 휠체어 사용자를 고려한 시설물 설치 기준 분류

구분	내용
1	통로 유효폭
	바닥 유효공간
	회전 및 활동공간
	발 및 무릎의 유효공간
	팔의 도달 범위
2	경사 등
	개찰구
	주차장
	관람석
3	매표소 등
	보도의 마감과 맨홀 덮개
	단차와 턱
	손잡이 등

공공장소의 경우 휠체어 사용자를 비롯하여 장애 유무에 상관없이 누구나 쉽게 접근하고 사용할 수 있도록 고려하는 배리어 프리 요소가 더욱 중요하다. 이에 대해 최승철(2013)은 건축물의 이용만족도와 개선항목에 대한 설문조사를 수행하였다. 설문 대상은 휠체어 사용자를 포함한 총 587명으로 구성되었다. 설문조사 수행 결과 [표 2]와 같이 공공청사에 대해 바닥 마감, 휠체어 이용 가능 안내 데스크 설치, 주차장 확대, 유효 폭 등의 개선이 필요하다고 나타났다. 또한, 신체 불편에 따라서 단차 제거, 휴식 공간 설치 등이 배리어 프리 이용만족도 향상에 도움이 되는 것으로 도출됐다[8].

표 2. 공공장소에 대한 휠체어 사용자의 배리어 프리 요소

구분	내용
공공장소 배리어 프리 개선 항목	실외 바닥 마감
	복도 바닥 마감
	휠체어 이용 가능 안내 데스크 설치
	주차장 확대
배리어 프리 이용만족도 향상 요인	유효 폭
	단차 제거
	휴식 공간 소파 설치

현실세계의 물리적인 배리어 프리 요소 이외에도 가상세계는 공간정보를 통해 현실에서 제공하지 못 하는 더 많은 배리어 프리 정보를 제공할 수 있다. 공간정보는 현실세계 기반의 객체 정보를 분석하여 도로의 유효 폭, 회전 반경, 시설물 위치 등과 같은 정보를 시스템 상에서 표출한다. 특히, 3차원 공간정보는 X, Y축과 같은 수평적 공간정보 이외에도 Z축의 수직적 공간정보를 활용하여 지형의 경사와 단차에 따른 높이 차이 등을 가상 현실 콘텐츠를 통해 서비스할 수 있다는 장점이 있다.

3차원 공간정보를 활용한 배리어 프리 정보는 [표 3]과 같이 도로 정보(경사, 유효폭 등) 표시, 돌발 상황(보행 방해 요인) 실시간 확인, 목적지까지의 안전한 경로(네비게이션) 서비스, 물리적 장애물(단차, 계단) 등이 있다[9]. 이러한 서비스 항목은 휠체어 사용자에게 요구되는 배리어 프리 정보를 시각적으로 표현하고 가상 현실 기술을 통해 관련 콘텐츠 서비스를 효과적으로 체험할 수 있도록 지원한다.

표 3. 3차원 공간정보를 활용한 배리어 프리 정보

구분	세부 내용	
1	도로 정보 표시	경사, 유효폭 등
2	돌발 상황 실시간 확인	보행 방해 요인 안내
3	목적지까지의 경로 안내	자유롭고 안전한 보행 경로
4	물리적 장애물의 위치 정보	단차, 계단 등

본 연구는 보행 약자를 위한 배리어 프리 콘텐츠 개발을 위해 앞서 살펴봐왔던 배리어 프리 요소를 정리하였다. 최종적으로 [표 4]와 같이 도로 정보, 목적지 경로 정보, 물리적 장애물 위치정보 등 3개의 항목으로 구분하여 콘텐츠 개발을 위한 서비스 항목을 도출하였다.

표 4. 배리어 프리 콘텐츠 개발을 위한 서비스 항목 도출

구분	내용
도로 정보	통로 유효 폭 정보 안내
	회전 및 활동공간 안내
	휠체어 사용자의 손잡이 정보 안내
	도로의 경사 정보 안내
목적지 경로 정보	주출입구 위치
	장애인 전용 주차장 위치
	휴식 공간 위치
	안내 데스크 위치
물리적 장애물의 위치 정보	맨홀 덮개 위치 정보
	단차, 턱 및 계단 위치 정보

III. 배리어 프리 콘텐츠 설계 및 구현

1. 유스케이스 다이어그램 작성

본 연구는 배리어 프리 콘텐츠 설계 및 구현을 위해 앞서 도출한 서비스 항목을 기반으로 [그림 1]과 같이 유스케이스 다이어그램²⁾을 작성하였다. 유스케이스 다이어그램은 콘텐츠 개발에 필요한 실내의 가상 환경과 이에 따른 기능을 중심으로 구성된다.

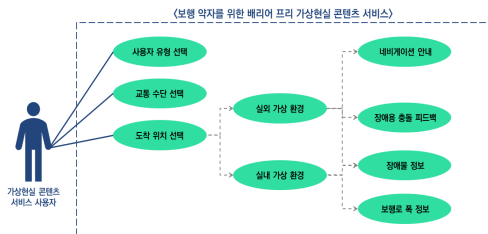


그림 1. 콘텐츠 설계 및 구현을 위한 유스케이스 다이어그램

유스케이스 다이어그램의 세부 내용을 기술하면 다음 [표 5]와 같다. 세부 내용은 크게 콘텐츠 측면의 유스케이스와 배리어 프리 측면의 유스케이스로 구분된다. 콘텐츠 측면의 유스케이스는 콘텐츠 초반 사용자 유형, 교통 수단, 도착 위치 선택 등을 나타내는 서비스 요소와 실내의 가상 환경을 설계를 위한 구성 요소로 나타난다.

배리어 프리 측면의 유스케이스는 보행 약자의 경로 안내를 위한 네비게이션 요소와 배리어 프리 요구사항

²⁾ 유스케이스 다이어그램은 시스템이 사용자에게 의해서 어떠한 형태로 사용되는지 기술하여 시스템의 전체적인 개요와 구성을 쉽게 확인 가능하다[10].

을 충족하기 위한 장애물 충돌 피드백, 장애물 정보, 보행도로 폭 정보 등을 구성된다.

2. 공간 데이터 구축

본 연구의 사례 지역은 전주 시청 건물과 시청 주변 지역을 대상으로 하며, 실험 콘텐츠에 필요한 공간 데이터 구축 내용은 [표 5]와 같다.

표 5. 실험 데이터 구축 현황

	구분	도구	비고
1	3차원 지형	수치표고모델	1m급 해상도
2	건물 및 시설물 데이터	BIM	건물의 실내의 표현
3	기타 정보	Asset 모델	-

사례 지역의 지형을 표현하는 수치표고모델(DEM: Digital Elevation Model)은 항공 라이다 데이터인 고정밀 포인트 클라우드(Point cloud) 정보를 바탕으로, 1m급 해상도로 제작된 데이터를 사용하였다. 그리고 건물과 주변 시설물에 관한 데이터는 전주 시청에서 보유하고 있는 BIM(Building Information Model) 데이터를 사용하였다. 건물 데이터의 경우, 건물의 외관과 함께 실내 정보까지 함께 구축된 데이터이며, 이외에 [그림 2]와 같이 차도와 인도, 교차로 및 신호등과 같은 도로 시설에 대한 데이터도 함께 수집하였다.

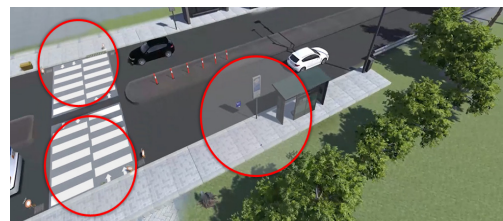


그림 2. 도로 시설(차도, 인도, 신호등 등) 관련 데이터 구축

본 연구는 가상공간에서 좀 더 세부적인 현실감을 표현하기 위해 [그림 3]과 같이 가로수, 벤치(bench), 각종 표지판과 같은 데이터를 자체 제작 또는 Asset 모델을 이용하여 구축하였다.



그림 3. 자체 제작, Asset 모델을 활용한 데이터 구축

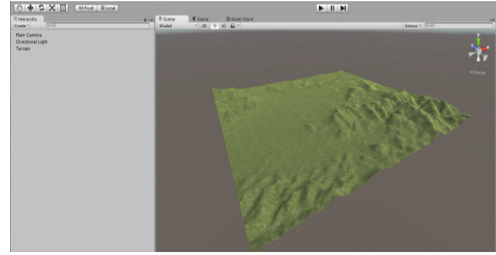


그림 5. Unity 3D 엔진을 통한 DEM 데이터 활용

3. 실험 콘텐츠 개발 환경 및 장비 구성

본 연구에서는 데이터 시각화 시물레이션을 위한 콘텐츠 제작 도구로 플랫폼 독립적인 Unity 3D 엔진을 사용하였다. Unity 3D 엔진은 수치표고모델과 BIM 데이터와 같이 대용량의 3차원 공간정보를 빠르게 렌더링하고 표출할 수 있다는 장점이 있다[11]. 그리고 Unity 3D 엔진과 함께 [그림 4]와 같이 MS Visual Studio 2019의 C# 언어 환경에서 시스템을 개발하였다.

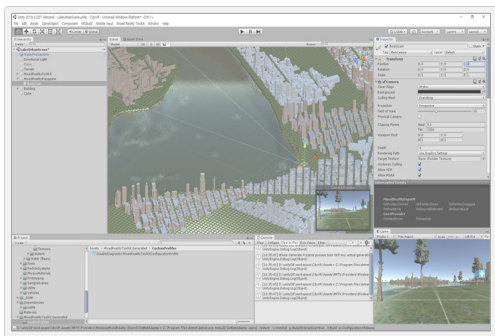


그림 4. 실험 시스템 개발 환경

본 연구에서는 Unity 3D 엔진을 활용하여 [그림 5]와 같이 현실세계에 대한 공간정보 데이터인 수치표고모델 및 BIM 데이터를 가상공간에 과학적으로 표출하고 효과적으로 시각화하기 위해 3차원 위치정보 기반의 좌표 변환 프로세스를 진행하였다. 이를 위해, 수치표고모델과 BIM에 대한 공간정보 데이터 세트를 통해 실제 3차원 위치정보를 추출한 후 Unity 3D 엔진의 Terrain 기능 등을 활용하여 실제 좌표를 가상공간 좌표에 변환 및 매핑하는 과정을 수행하였다.

공간정보 기반의 3차원 위치정보를 가상공간에 동일하게 매핑하는 과정은 향후 사용자가 실험 콘텐츠를 현실과 유사하게 인지하고 현실공간의 정확한 위치 및 형태적 특성에 대한 경험을 제공받음으로써 실험 콘텐츠의 유용성과 활용성을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다. 이상의 실험 콘텐츠 개발 환경에 대한 세부 내용을 정리하면 [표 6]과 같다.

표 6. 실험 시스템 개발 환경

	도구	비고
1	3D 프로그램	Unity 3D 2018.4.19.f1
2	개발 언어	C#
3	편집 도구	MS Visual Studio 2019
4	3D 데이터 모델링 도구	3DS Max

마지막으로 가상현실 콘텐츠 서비스를 위한 VR 장비는 HMD(Head Mounted Display) 유형으로, 장비에 대한 세부 내용은 [그림 6]과 같다. 본 장비는 CPU 인텔 코어 i5-4590 이상, NVIDIA Geforce 1050 이상 및 Memory 8GB 이상의 환경에서 구동이 가능하다.



그림 6. 실험 시스템 개발을 위한 VR 장비 사양



그림 7. 배리어 프리 콘텐츠 서비스 시나리오 흐름도

IV. 서비스 시나리오 적용

본 연구는 구축된 실험 콘텐츠를 기반으로 가상의 서비스 시나리오를 설정하여 보행 약자를 위한 배리어 프리 가상현실 콘텐츠의 유용성과 활용성을 검토하였다. 본 연구에 사용되는 서비스 시나리오는 기존 서비스 시나리오와 비교하여 공간정보를 기반으로 작성한다는 특징이 있다. 공간시나리오는 서비스 사용자가 해당 콘텐츠를 통해 참여와 소통 등을 강화하고, 공간정보 기반의 미래 예측을 통해 사회적 문제를 과학적으로 해결할 수 있다는 장점이 있다[12].

서비스 시나리오의 설정을 위해 먼저 가상의 인물인 휠체어 사용자 'A'를 설정하였다. 'A'는 실험 콘텐츠의 배경인 시청 건물에 처음 방문하는 40대 남성이다. 시청에 방문하기 전 가상현실 콘텐츠를 통해 시청 건물 구조, 이동 경로 및 배리어 프리 요소를 파악하고 향후 자동차를 통해 시청을 주기적으로 방문할 의사가 있는 인물로 계획하였다.

서비스 시나리오는 [그림 7]과 같이 가상의 인물인 'A'가 네비게이션 안내 정보를 받으며 시청 외부/내부 공간에서 발생하는 상황을 증점적으로 묘사하도록 적용하였다. 이를 통해 'A'는 배리어 프리에 영향을 주는 물리적 요소를 식별하고 자유롭게 보행하기 위해 필요한 정보를 제공받을 수 있도록 구성하였다.

1. 시청 동선 네비게이션의 시작

최근 전주시로 이사 온 휠체어 사용자 'A'는 코로나 19로 인한 이동의 제약과 함께 처음 방문하는 공공청사에 대한 정보를 배리어 프리 콘텐츠를 통해 얻고자 한다. 과거 휠체어 보행에 방해가 되는 요소들로 인해 많은 불편함을 느끼고 있었던 'A'는 [그림 8(좌)]와 같이 휠체어 사용자 시점에서 제작된 네비게이션 서비스를 제공받으면서 버스정류장에서 시청까지 이동한다.



그림 8. S1 시청 동선 네비게이션의 시작

횡단보도로 이동하며 'A'는 배리어 프리 요소 중 보행 방해 정보를 시각적으로 제공받는다. 특히, [그림 8(우)]와 같이 시청 앞 횡단보도에 위치한 단차, 빛물받이의 정보는 3차원 공간정보 기반의 정확한 위치와 BIM 데이터 기반의 현실 공간과 동일한 형태 정보를 통해 구현되었다. 이와 같이, 정확한 위치와 형태에 대한 정보는 보행 방해 요소를 사전에 접하고자 했던 'A'의 목적에 매우 적합했다. 단차 정보는 가상현실 기술을 시각적으로 해당 방해 요소에 접했을 때 시선이 떨어지도록 하는 시각적 효과를 구현하여 사용자가 높낮이의 고저차를 체감할 수 있도록 설계되었다. 이러한 배리어 프리

서비스 항목은 보다 공간정보와 가상현실을 통해 배리어 프리 요소를 현실 공간과 동일 위치와 형태로 구현하여 현실적인 콘텐츠를 제공한다는 점에서 'A'에게 공감 요소로 다가왔다.

2. 시청 외부 공간 이동 시나리오

이후 'A'는 제공되는 네비게이션 경로 안내에 따라 시청으로 이동을 시작한다. 시청으로 이동하는 경로에는 [그림 9 (좌)]와 같이 직진뿐만이 아니라 좌/우회전해야 하는 장소가 존재한다. 배리어 프리 콘텐츠는 경로를 변경해야 하는 장소에서 휠체어 사용자 시점에 적합하고 눈에 잘 띄는 노란색 화살표 안내를 공중에 표출하여 이동 경로를 한 눈에 확인할 수 있는 기능을 제공한다.

시청 건물로 인해 그림자가 드리워진 장소에는 [그림 9 (우)]와 같이 바닥을 통해 안내 중인 네비게이션 정보가 반짝이며 불빛을 내뿜는다. 이러한 경로 안내 서비스를 제공받는 'A'는 '네비게이션이 어두운 곳에서도 반짝이면 저녁에 방문해도 안심하고 이동할 수 있겠다'라고 생각한다.



그림 9. S2 시청 외부 공간 이동 시나리오 1

시청 입구에 도착한 'A'는 인근 장애인 전용 주차장의 위치를 안내할 수 있는 기능을 확인하고 네비게이션의 안내를 받으면서 이동한다. 이동하는 도중 [그림 10 (좌)]와 같이 경사도가 일반 도로보다 가파른 장소에 도착했으나, 보행도로의 시작 부분에서 경사각 및 길이, 재질 등과 함께 배리어 프리 요소에 대한 자세한 정보를 제공받는다. 하지만, 경사도에 관한 정보를 시각적으로 제공받는 서비스 외 촉각 등을 활용하여 직접적으로 경사도를 체험하지 못한다는 점에서 'A'는 해당 경사도 정보 제공에 아쉬운 마음을 가진다.

이후, [그림 10(우)]와 같이 장애인 전용 주차장에 들어서면서 보행도로 폭과 함께 휠체어가 이동할 수 있는 입구를 확인한다. 바닥에 표시된 장애인 전용 주차장의

마크를 확인하면서 다음 주 자동차를 운전하여 방문했을 시 자신이 이용할 장애인 전용 주차장의 위치를 파악하면서 다시 시청 입구로 돌아온다.

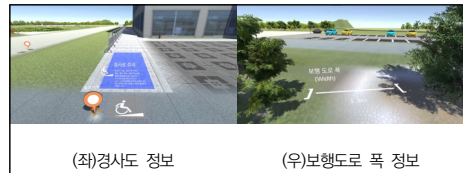


그림 10. S2 시청 외부 공간 이동 시나리오 2

3. 시청 내부 공간 이동 시나리오

시청 입구에 도착한 'A'는 [그림 11(좌)]와 같이 시청 입구의 안내 데스크를 확인한다. 기존 안내 데스크는 휠체어의 눈높이를 고려하지 않아서 한눈에 파악하기 어려웠으나, 가상현실에 구현된 안내 데스크는 휠체어 시점을 고려하여 한눈에 정보를 확인할 수 있었다. 'A'는 시청과 배리어 프리 정보를 제공해주는 안내 데스크의 1층 버튼을 클릭하여 실내로 이동했다. 시청 1층에 도착한 'A'는 [그림 11(우)]와 같이 실내 안내 데스크를 통해 해당 층에 대한 전반적인 정보를 사진과 함께 제공받음으로써 자신이 이동할 장소를 한 눈에 파악한다.



그림 11. S3 시청 내부 공간 이동 시나리오 1

시청 1층 안내 데스크 정보를 확인한 'A'는 시청 1층의 전시실로 이동한다. 전시실로 이동하는 도중 'A'는 [그림 12(좌)]와 같이 보행 도로 폭(Width) 정보를 확인한다. 보행도로 폭은 3.0m로 휠체어가 이동하는데 무리가 없겠다고 판단한 'A'는 돌아오는 길에 해당 보행 도로로 이동해야겠다고 생각한다.

이후 'A'는 경로를 따라 이동하면서 1층 전시실 입구에 도달한다. 전시실 입구는 보행도로 폭이 1.5m로 설정되어 있어서 'A'는 시청을 자유롭게 이동하기 위해서는 전시실 입구의 보행도로 폭을 넓혀야 되겠다고 생각

한다. 전시실 내부로 들어온 'A'는 [그림 12(우)]와 같이 가상현실 기술로 구현한 시청 건물의 전체적인 전경 및 형태를 확인하고 외부로 나가기 위해 발걸음을 돌린다.



그림 12. S3 시청 내부 공간 이동 시나리오 2

'A'는 콘텐츠 종료 지점인 엘리베이터로 이동하면서 [그림 13(좌)]와 같이 휠체어 회전 반경 정보가 1.7m로 띄어있는 모습을 복도 건너편에서 확인한다. 평소 식당이나 다른 건물의 실내를 이동하면서 회전 반경이 확보되지 않아서 이동하는데 불편함을 느꼈던 'A'는 시청에서 유효 휠체어 회전 반경 폭을 제공하고 있는 모습을 확인하고 다음 방문 시에는 해당 복도로 이동해야겠다고 생각한다. 엘리베이터로 이동하면서 'A'는 [그림 13(우)]와 같이 실내에서도 이동 경로가 표출되면 더욱 편하겠다는 생각을 하게 된다. 어느덧 종료 지점에 도착한 'A'는 배리어 프리 가상현실 콘텐츠 서비스를 종료한다.



그림 13. S3 시청 내부 공간 이동 시나리오 3

4. 시청 외부 전경 시나리오

배리어 프리 가상현실 콘텐츠 서비스를 종료하면서 'A'는 [그림 14]와 같이 시청 외부 전경을 360도 회전하며 전반적인 외관 정보를 체험한다. 평소 시청에 대해 전반적인 모습을 확인해본 적이 없었던 'A'는 가상현실 콘텐츠 서비스를 통해 장애인 전용 주차장, 시청 출입구, 중앙 광장의 위치 정보 등을 한눈에 확인한다. 이를 통해 'A'는 콘텐츠를 통해 직접 방문하지 않더라도 시청 건물의 정확한 위치와 형태 등을 기억에 되새기는 계기가 되었다.

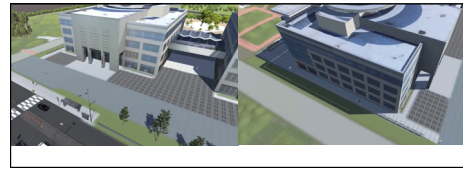


그림 14. S4 시청 외부 전경 시나리오

본 연구는 서비스 시나리오 적용을 바탕으로 콘텐츠 개발 서비스 항목에 대한 검증 결과 및 개선사항을 도출하였으며 다음 [표 7]과 같이 정리하였다.

표 7. 서비스 시나리오 적용 결과

	서비스 항목	비고
1	통로 유효 폭 정보 안내	휠체어 사용자가 원활하게 이동하기 위해서는 다양한 구역의 통로에 대해 보다 넓은 통로 유효 폭이 제공되어야 함
2	회전 및 활동 공간 안내	공간정보를 기반으로 관련 시각 정보를 제공하였으나, 휠체어 사용자가 원활하게 이동하기 위해서는 보다 넓은 회전 및 활동공간이 제공되어야 함
3	휠체어 사용자의 손잡이 정보 안내	수치표고모델 및 BIM 데이터를 통해 정확한 손잡이 정보 안내
4	도로의 경사 정보 안내	공간정보를 기반으로 경사각, 길이, 재질 등 시각 정보를 제공하였으나, VR 장비의 한계로 인해 촉각을 활용한 경사의 오르내림 등 직접적인 체험은 불가하였음
5	주출입구 위치	수치표고모델 및 BIM 데이터를 통해 정확한 주출입구 위치 파악 가능
6	장애인 전용 주차장 위치	수치표고모델 및 BIM 데이터를 통해 정확한 장애인 전용 주차장 위치 파악 가능
7	휴식 공간 위치	BIM 데이터를 통해 휴식 공간 위치에 대한 정확한 위치 및 경로 안내 가능
8	안내 데스크 위치	BIM 데이터를 통해 안내 데스크 위치에 대한 정확한 위치 및 경로 안내 가능
9	맨홀 덮개 위치 정보	수치표고모델 및 BIM 데이터를 통해 정확한 주출입구 위치 파악 가능
10	단차, 턱 및 계단 위치 정보	공간정보를 기반으로 단차, 턱 및 계단의 정확한 위치 및 형태에 대한 시각 정보를 제공하였으나, VR 장비의 한계로 인해 시각적으로 구현된 체험 외 촉각을 활용한 직접적인 보행 방해 요소 체험은 불가하였음
11	실내 이동 경로 안내	건물 외부뿐만이 아닌 실내에서의 네비게이션 정보 제공에 대한 추가적인 요구사항 존재

본 연구에서 구현한 배리어 프리 콘텐츠를 대상으로 서비스 시나리오를 적용한 결과 수치표고모델과 BIM 데이터 기반의 휠체어 사용자의 손잡이, 주출입구, 휴식 공간, 안내 데스크, 맨홀 덮개 등 배리어 프리 요소는 원활한 정보 제공이 가능한 것으로 도출되었다. 하지만, 단차, 턱 및 경사 정보 등은 공간정보 기반의 배리어 프

리 정보를 휠체어 사용자에게 제공 가능하였으나, 시각적인 정보 제공 외의 사용자가 직접적으로 체험 가능한 실감형 정보 취득에는 한계가 존재하였다.

서비스 시나리오 적용을 통해 활용성과 유효성을 검증하였던 통로 유효 폭, 회전 및 활동 공간 등에 대해서는 서비스 시나리오 적용 결과 휠체어 사용자가 해당 장소를 원활하게 사용하기 위해서는 보다 기존 유효폭, 회전 반경 보다 넓은 공간이 제공되어야 한다는 개선 요구사항 또한 존재함을 확인 가능하였다.

V. 결론

본 연구는 3차원 공간정보 데이터와 가상현실 기술을 이용하여 배리어 프리에 영향을 주는 물리적인 요소를 식별하고 보행 약자가 자유로운 이동에 필요한 정보를 제공받을 수 있는 배리어 프리 콘텐츠 서비스를 개발하였다. 이를 위해 문헌 검토를 통해 보행에 영향을 줄 수 있는 요소를 검토하고, 보행 약자들의 자유로운 이동에 필요한 서비스 항목을 도출하였다. 이후, 사례 지역인 시청을 대상으로 3차원 공간정보를 구축하고 가상현실 기술을 이용하여 실험 콘텐츠를 개발하였다. 또한, 구축된 실험 콘텐츠를 기반으로 시나리오를 설정하여 서비스의 활용성을 검토하였다. 3차원 공간정보 기반의 콘텐츠 서비스는 콘텐츠를 체험한 사용자가 현실세계의 동일한 장소에 방문했을 시 가상현실에서 체험한 내용을 현실세계에서 동일하게 인지할 수 있다는 장점을 가진다. 하지만, 실험 콘텐츠를 대상으로 서비스 시나리오를 적용한 결과 수치표고모델 및 BIM 데이터 기반의 지형 정보, 건물 데이터와 관련된 배리어 프리 요소는 사용자에게 효과적으로 정보를 제공 가능하였으나, 단차, 턱 및 경사 정보 등은 가상현실 체험 기기 및 실험 콘텐츠의 한계로 인해 시각적인 정보 외 직접적이고 실감적인 정보 체험에 한계가 있음을 확인하였다. 또한, 통로 유효 폭, 회전 및 활동공간에 대해서는 해당 공간에 대해 보다 넓은 공간이 요구된다는 개선사항이 존재함을 확인하였다. 이러한 부분을 고려하여, 향후 연구에서는 콘텐츠 체험 사용자의 요구사항이 해당 콘텐츠에 직접적으로 반영하여 상호작용하고 이에 대한 피드백

을 가상현실 콘텐츠를 통해 전달받을 수 있도록 개선되어야 할 것으로 판단된다. 특히, 앞선 개선사항을 반영하여 유효 폭, 회전 및 활동공간의 공간 범위 변화에 따라 휠체어 사용자가 받아들이는 사용자 경험의 차별화와 실제 공간에서 개선해야 하는 공간적 문제점 등을 즉각적으로 피드백할 수 있도록 보완해야 할 것으로 판단된다. 마지막으로, 본 연구의 배리어 프리 콘텐츠 연구는 가상현실 콘텐츠, 가상현실 그리고 배리어 프리 요소의 접목이라는 부분에서 향후 공공 시설물 구축을 비롯한 다양한 분야에서 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] KOTRA, *모바일을 이을 차세대 플랫폼 가상현실*, 2015.
- [2] 한중성, *문화관광 VR 콘텐츠에 관한 연구 : 전주한옥마을 중심으로*, 전주대학교, 석사학위논문, 2015.
- [3] 이호석, 정종인, 이봉규, “컨조인트 분석을 통한 집단별 VR게임콘텐츠의 개발 전략에 관한 연구,” 인터넷정보학회논문지, 제21권, 제1호, pp.137-146, 2020.
- [4] 김효용, “효율적인 공공복지 실현을 위한 복지기술의 도입과 VR·AR콘텐츠 활용 방안에 관한 연구,” 한국애니메이션연구, 제15권, 제4호, pp.85-96, 2019.
- [5] 국토교통부, 「국가공간정보기본법」, 제2조제1항, 2020.
- [6] 보건복지부, 「장애물 없는 생활환경(Barrier Free) 인 증제도 시행지침」, 제2조제1항, 2020.
- [7] 최승철, “배리어프리 인증 건축물에 대한 유니버설디자인 적용 연구,” 기초조형학연구, 제14권, 제5호, pp.611-623, 2013.
- [8] 박규훈, *교통약자를 고려한 스포츠 관람시설 디자인에 관한 연구 : 휠체어 사용자의 야구장 관람 시설을 중심으로*, 서울시립대학교, 석사학위논문, 2013.
- [9] 전세홍, 노용덕, “휠체어 사용자의 안전 이동을 위한 안내 시스템,” 한국정보처리학회 추계학술발표대회, 제12권, pp.369-372, 2010.
- [10] 김효용, “유스케이스 재구성을 통한 서비스 식별,” 한국전자거래학회, 제12권, 제4호, pp.145-163, 2007.
- [11] 천서이, 최영철, 이응준, “Unity 3D를 활용한 3D 공간정보 시각화 기법의 발달,” 대한공간정보학회 학술대회, pp.279-280, 2018.
- [12] 김소연, 안세윤, “스마트시티 사용자 체험 시나리오 도

출 연구 : 지역공간정보 및 페즈소나 모델을 활용하여,”
한국콘텐츠학회논문지, 제18권, 제6호, pp.333-341,
2018.

저 자 소 개

김 병 선(Byeongsun Kim)

정회원



- 2005년 2월 : 상명대학교 인문사회
과학대학 지리정보시스템(석사)
- 2012년 8월 : 상명대학교 인문사회
과학대학 지리학(박사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 안양대학교
스마트시티공학과 교수

〈관심분야〉 : 공간정보 표준, 측량 및 지형공간정보

전 해 찬(Haechan Jeon)

정회원



- 2021년 2월 : 안양대학교 도시정보
공학과(학사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 안양대학교
도시정보공학과 석사과정

〈관심분야〉 : 가상현실, 공간정보 표준