

도시의 공간 패턴 분석을 통한 메타버스 기반 근접성 향상 실용화 방안 연구

Spatial Pattern Analysis to Improve Urban Proximity through Metaverse-based Solution

주 저 자 : 장 미 (Chang, Mi) 한국전자통신연구원 선임연구원

공 동 저 자 : 최대웅 (Choi, Daewoong) 한국전자통신연구원 연구원

윤대섭 (Yoon, Daesub) 한국전자통신연구원 책임연구원 (실장)

교 신 저 자 : 이지현 (Lee, Ji-Hyun) 한국과학기술원 교수
jihyunlee@kaist.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2024.1.141>

접수일 2024. 02. 28. / 심사완료일 2024. 03. 05. / 게재확정일 2024. 03. 13. / 게재일 2024. 03. 30.
이 논문은 한국전자통신연구원 내부연구개발사업 차세대주역 신진연구사업 연구개발과제(초실사 영상 생성시 제어 프레임워크 요소기술 개발, 23YB2900) 와 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022S1A5B5A17045891).

Abstract

This study proposes a method for addressing the limitations of physical proximity in real-world walking environments and focusing on Metaverse-based solutions. The first phase of the research entailed a community analysis centered on locations in Daejeon, through which problematic areas were identified and defined. The second phase involved conducting a survey among users of the Metaverse environment to explore methods of enhancing proximity. Based on these findings, the study developed three approaches to improve proximity in a Metaverse-based environment. It emphasizes the importance of objective data analysis and precise problem definition, underscoring the necessity of developing and designing solutions within the Metaverse environment. Moreover, the study suggests that to enhance user experiences in the Metaverse, a thorough analysis of regional characteristics is essential, followed by the development of tailored Metaverse solutions.

Keyword

Spatial Pattern(공간 패턴), Metaverse(메타버스), Proximity Enhancement(근접성 향상)

요약

본 연구는 도시의 장소를 통해 실제 보행 환경에서의 근접성 한계를 메타버스 솔루션으로 해결하는 방안을 제시하고자 한다. 첫 번째 단계에서는 대전내 장소들을 중심으로 커뮤니티 분석을 진행하였으며, 문제 지역을 식별하고 정의하였다. 두 번째 단계에서는 메타버스 환경 사용자를 대상으로 한 설문조사를 통해 문제 지역의 근접성 향상 방안을 모색하였다. 연구 결과를 바탕으로 메타버스 기반 근접성 향상을 위한 세 가지 방향성을 도출하였다. 본 연구는 객관적 데이터 분석과 정확한 문제 정의의 중요성을 강조하며, 메타버스 환경에서 솔루션을 개발하고 디자인해야 할 필요성을 확인하였다. 또한, 메타버스 환경에서의 다양한 상호작용을 통한 사용자 경험을 향상시키기 위해서는 지역 특성을 충분히 분석한 후 메타버스 솔루션 개발 및 연구가 수행되어야 할 것으로 보인다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 방법

2. 이론적 배경

- 2-1. 도시의 공간 패턴과 근접성
- 2-2. 메타버스 환경에서의 근접성

3. 보행성 기반 도시의 공간 패턴 분석

- 3-1. 데이터 수집 및 전처리

- 3-2. 장소 네트워크 분석 결과

- 3-3. 커뮤니티별 네트워크 분석 결과

4. 공간 패턴 분석결과 메타버스 환경 적용

- 4-1. 메타버스 사용자 대상 설문조사
- 4-2. 메타버스 기반 근접성 향상 방안 도출

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

도시에서 '장소'란 구체적인 위치를 기반으로 하면서 인간의 삶과 관련된 의미를 지니는 공간을 말한다.¹⁾ 도시의 공간을 장소로서 이해하기 위해서는 다양한 유형으로 관계를 맺어가는 도시 사용자의 경험을 이해해야 한다.²⁾ 특히, 도시에서 근접성은 편의시설이나 특정 장소에 가기 쉬운 정도를 지표화한 것으로, 도시 사용자의 경험을 이해하기 위해 중요한 개념이다. 또한, 근접성은 생활권의 단위를 결정짓는 중요한 기준으로, 도시 사용자들에게 서비스나 최소한의 물품을 제공하는 단위가 될 수 있다.³⁾ 도시 내에서 중요한 요소인 근접성을 분석하기 위해 다양한 관점에서 공간 패턴을 분석하고 있다. 공간 패턴 분석 방법에는 객관적인 지표인 물리적인 거리가 많이 사용되며 장소를 통한 생활권을 결정하는 중요한 요소이다.

급속한 기술 개발로 근접성을 기반으로 하는 생활권의 개념이 물리적 거리 뿐만 아니라 사용자의 심리적, 경험적 요소로 변화하고 있다. 결국, 물리적인 거리 및 환경을 지속적으로 개선하는데는 시간적, 경제적 한계가 있다. 현실공간을 기반으로 하는 메타버스 환경에서의 생활권 개선이 새로운 대안으로 떠오르고 있다.⁴⁾

메타버스는 실제 생활을 디지털 기반의 가상 세계로 확장해 가상 공간에서 모든 활동을 할 수 있게 만드는 환경 혹은 시스템이다.⁵⁾ 실제 생활과 메타버스 환경을 연결하기 위해서 물리적 장소의 근접성 관련 문제점들이 정확히 정량적으로 정의되어야만 한다. 하지만, 현

재까지는 이 물리적 환경에서의 근접성 문제점을 정의하고 메타버스 환경으로 연결 짓는 적절한 방법이 부족한 실정이다. 따라서, 단순하게 실제 생활과 가상환경을 연결하는 것이 아니라, 물리적 환경에서의 문제점을 메타버스 환경으로 연결 지을 수 있는 새로운 방법이 필요하다.

앞서 설명한 한계점을 극복하기 위해 정량적 분석과 정성적 분석의 다각도적인 관점이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 도시의 장소를 중심으로 물리적 근접성의 문제점을 정량적으로 찾아내고 이를 해결 할 수 있는 가상환경 솔루션의 방향성을 도출하고자 한다.

1-2. 연구 방법

본 연구는 물리적 환경에서의 문제점을 찾아 메타버스 환경에서의 솔루션 방향성을 분석해보고자 한다. 해당 방법은 물리적 환경에서의 문제점을 발견하고 정의할 것이며, 발견된 문제점을 토대로 가상환경에서의 솔루션 디자인 방향성에 대해 제안하고자 한다.

첫 번째, 광역시 중 대전을 대상으로 2022년도 사람들이 많이 찾는 장소 830개를 기준으로 근접성 분석을 실시한다. 수집된 장소들의 위치데이터를 기반으로 실제 장소간 보행 거리를 파이썬을 이용하여 카카오 API를 통해 측정한다. 보행 거리는 물리적으로 사람이 직접 걸을 수 있는 거리를 말하며, 1km 이내로 산정하여 장소간 거리가 가까울수록 100에 가까운 수치가 기록된다.

앞서 계산된 물리적 근접성의 수치를 기준으로 네트워크 분석을 진행하기 위해 노드 리스트와 엣지 리스트로 변경하여 네트워크를 구성한다. 여기서 노드는 추려진 장소를 의미하며, 연결을 위한 엣지는 0부터 100까지의 물리적 근접성의 수치를 의미한다. 아래 공식에 의해서 d 는 실제 거리를 의미하며, d_{max} 는 최대 보행거리는 1,000m(1km)를 의미한다.⁶⁾

$$X = 100 \left(-\frac{d}{d_{max}} + 1 \right)$$

6) Chang, Mi, and Ji-Hyun Lee. "Augmented proximity: Integration of physical and virtual proximity to enhance network connectivity." Plos one 16.11 (2021): e0260349.

1) 박승규, 개념에 담겨 있는 지리학의 사고방식, 인문지리학의 시선, 논형, 2005, p37-50

2) 김수경 외, 공공공간 유니버설 디자인 특성이 재방문 의도와 정주의향에 미치는 영향, 한국디자인리서치, 2021, 제6권 제4호, p.462-475

3) 문지영, 접근성을 고려한 도시 생활권공원 공급권역의 사회경제적 격차 및 영향요인, 한국콘텐츠학회, 2023, p.326-340

4) 인상우, 송지성, 계더타운 UX 디자인 분석을 통한 메타버스 공간 사용성 개선방안 연구: 한림대의료원 메타버스 어린이 화상병원 상담실 중심으로, 한국디자인리서치, 2023, 제8권 제1호, p.137-149

5) Wikipedia[웹사이트]. (2024년 1월 11일) URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Metaverse>

Gephi 프로그램을 통해 노드와 엣지로 이루어진 네트워크를 시각화하여 모듈성(Modularity)을 가지고 커뮤니티를 추출한다. 커뮤니티별로 중심값(Centrality)이 작은 장소들이 물리적 환경에서 근접성 문제가 있는 곳으로 정의된 곳이다.

두 번째 단계에서는 정의된 문제점을 바탕으로 메타버스 솔루션의 디자인 방향성을 제시하고자 한다. 메타버스 환경에서 사용자들의 행동 패턴이나 현재 관점을 이해해야만 솔루션의 적용 가능 여부를 확인할 수 있다. 따라서, 물리적으로 근접하기 힘든 지역을 대상으로 가상환경에서의 경험 및 솔루션을 제공함으로써 변화되는 결과를 설문조사로 분석하고자 한다.

2. 이론적 배경

2-1. 도시의 공간 패턴과 근접성

도시의 발전과 변화는 다양한 변수가 서로 영향을 끼치기 때문에 도시의 공간 패턴을 이해함으로써 현상향을 한눈에 파악할 수 있다. 특히, 도시 공간 패턴을 분석하는데 있어서 근접성은 인구변화와 도시 발전을 보여주는 지표일 뿐만 아니라 지리적, 사회적, 건축적인 물리적 요인들이 복합적으로 작용하여 이루어진다.

근접성을 기반으로 공간패턴을 이해하기 위해 가구통행실태조사의 자료가 생활권 연구에서 사용되었다. 오병록(2014)은 실제 통행거리에 의한 생활권 규모를 행정동 단위로 조사하였으며, 주민들의 통근, 통학, 쇼핑, 여가등을 대상으로 통행거리를 조사하여 근접성을 분석하였다⁷⁾. 조운(2021)은 가구 통행실태조사를 가공하여 통행 목적 및 수단 별 OD자료를 구축하여 사용하였으며, OD는 행정동을 기준으로 하고 있다. 또한, Community Detection 기법을 이용하여 생활권을 설정하고, 새로운 공간적 입지를 기반으로 실질적인 일상생활의 변경과 계획이 필요함을 강조하였다⁸⁾.

Community Detection은 네트워크 분석에서 널리

7) 오병록. (2014). 가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구. 서울시를 중심으로. 서울도시연구, 15(3), 1-18.

8) 조운, & 성현곤. (2021). 통행패턴에 기반한 일상 생활권 설정: 충청권역을 중심으로. 국토계획, 56(3), 92-103.

사용되고 있는 방법으로, 도시의 공간을 모듈화하기 위해 유용하다. 전병윤(2021)은 읍, 면, 동의 공간단위를 이용하여 연령별 고령인구의 통행 특성 요인 및 근접성을 네트워크 분석방법을 통해 분석하였다⁹⁾. 문태현(2014)은 행정동간 유동인구 자료를 이용하여 공간 구조 분석을 진행하였으며, 김규혁(2021)은 모바일 생활통행 데이터를 가공하여 도시별 생활권을 분류하였다¹⁰⁾.

하지만, 대다수 연구들은 이동 거리에 있어 직선거리를 사용하고 있고, 통행 거리를 이용하더라도 행정동과 같이 큰 단위를 기준으로 하고 있다. 결국, 실제로 사람들의 장소간 보행 거리를 기준으로 연구하기에는 다소 한계를 가지고 있다. 장소간 보행 근접성을 정확히 분석하기 위해서는 실제 보행거리를 기준으로 장소간 분석을 진행할 필요가 있다.

2-2. 메타버스 환경에서의 근접성

가상환경 기술개발과 함께 다양한 메타버스 플랫폼이 생겨났으며, 새로운 콘텐츠가 지속적으로 개발되고 있다. 특히, 메타버스 환경에서는 사용자를 중심으로 상호작용과 사회적 실재감이 제공되면서 사용자 경험은 메타버스 환경에서의 근접성을 결정짓는 중요한 요소이다. 주진호(2023)는 메타버스 환경에서의 수업은 소통 기능을 개선할 뿐만 아니라 학습 도구의 접근성을 향상 시키고 있는 연구 결과를 도출하였다¹¹⁾. 박지수(2022)외 는 특정 전시에 대한 메타버스의 사용자 경험을 정량적으로 분석하였다. 메타버스 환경은 미술관 접근성이 낮은 관람객에서 학습적 유용성을 제공할 수 있다는 잠재력을 언급하고 있다¹²⁾. 최은진(2022)은

9) 전병윤, 김규혁, 리우, 시페이, & 이만형. (2021). 연령별 고령인구의 통행 특성을 고려한 공간 위계별 생활권 분석-충청북도 2016 년 가구통행실태조사 자료를 중심으로. 한국도시설계학회지 도시설계, 22(6), 129-145.

10) 김규혁, 이동엽, 김동호, 원민수, 홍성민, & 송태진. (2021). 모바일 생활통행데이터 기반 도시 인구 규모별 생활권 분류 및 특성 파악. 대한교통학회지, 39(5), 662-679.

11) 주진호. (2023). 사회적 실재감 향상을 위한 메타버스 수업 환경 구성을 통한 실천 연구. 디지털콘텐츠학회 논문지, 24(8), 1637-1647.

12) 박지수 외 (2022). A Study on User Experience

메타버스 플랫폼 중 하나인 제페토에서의 민화 기능성 게임을 제안하였다. 기능성 게임을 메타버스 민화 전시 에 활용함으로써, 관람객 혹은 사용자들의 민화에 대한 접근성과 몰입도를 향상시킬 수 있음을 강조하였다¹³⁾.

메타버스 환경에서의 다양한 연구들을 통해 사용자 들이 메타버스내 콘텐츠를 다루고, 경험함으로써 특정 객체에 심리적으로 가까움을 느낄 수 있다는 것을 알 았다. 따라서, 메타버스 환경에서의 근접성은 사용자 들 이 해당 플랫폼을 통해 얻는 경험과 상호작용을 통한 심리적 요인이라고 할 수 있다. 해당 연구 결과들을 토 대로 물리적 환경에서의 한계를 개선할 수 있는 메타 버스 플랫폼의 발전이 필요하다.

3. 보행성 기반 도시의 공간 패턴 분석

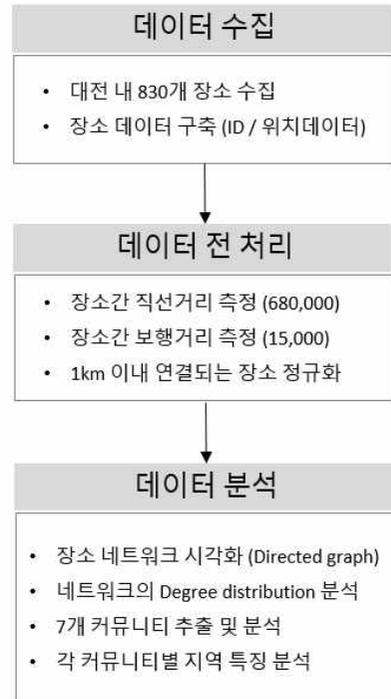
3-1. 데이터 수집 및 전처리

보행성 기반 도시의 공간 패턴을 분석하기 위한 전 체적인 과정은 [그림 1] 과 같다. 해당 과정을 통해 도 시의 공간 패턴을 분석하기 위해 대전을 대상으로 삼 았다. 대전이라는 도시는 충남지역에서 방문자가 가장 많은 도시로 과학도시, 효문화 등 지역 특성을 가진 도 시이다. 따라서 대전에서 많은 사람들이 찾고 있는 장 소 830개를 시청과 같은 공공기관 사이트와 네이버, 인스타그램 등 SNS등을 통해 수집하였다. 830개의 장 소 이름은 Naver API를 통해 장소 id, 위도, 경도로 새롭게 구성하였다. 대전은 총5개의 구로 구성되어 있 으며, 대덕구에는 161개의 장소, 유성구에는 273개, 서구에는 132개, 중구에는 188개, 동구에는 76개의 장소들이 포함되어져 있다. 장소간 보행거리를 측정하 기 위해 Kakao API를 통해 실제 거리를 계산하였다. 먼저, 하버사인 공식을 통해 직선거리로 1km이내에 있 는 장소간 리스트를 추려낸다. 약 68만개의 리스트가 약 1만5천여개 리스트로 감소하게 된다. 추려진 리스 트를 통해서 실제 보행거리를 측정하고, 여기서 1km

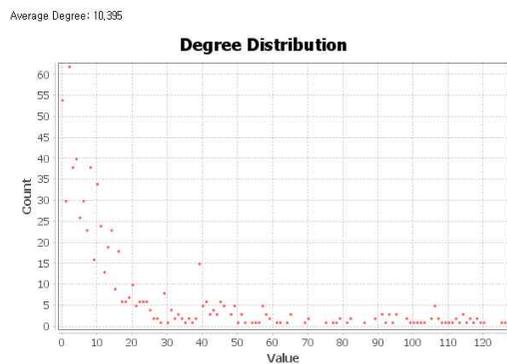
of the Metaverse Exhibition: Focusing on Prayer for Life Metaverse. Journal of the Korea Society of Computer and Information, 27(11), 89-98.

13) 최은진, & 이영숙. (2022). 메타버스 플랫폼을 활 용한 민화 전시와 기능성 게임 기획 연구. 한국게임학회 논문지, 22(5), 3-14.

이내에 있는 보행 가능 리스트만 추출한다. 약 7,426 개가 리스트화 되고 0~100까지의 정규화를 진행한다. 장소간 거리가 0에 가까울수록 값은 100에 가까워지 고, 1km에 가까울수록 정규화값은 0에 가까워진다.



[그림 1] 보행성 기반 장소네트워크 분석 과정



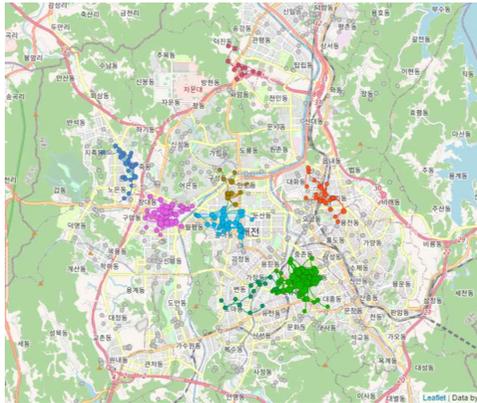
[그림 2] 전체 네트워크의 Degree distribution

장소간 거리와 장소리스트를 통해서 네트워크 분석 을 위한 노드, 엣지 리스트가 구성된다. 노트 리스트는 830개의 장소들이 되고, 엣지 리스트는 1km 내에 들 어오면 연결이 되고, 그에 따른 가중치는 0~100으로

설정된다. 노드, 엣지 리스트는 Gephi 프로그램을 통해서 네트워크로 시각화된다.

3-2. 장소 네트워크 분석 결과

장소 네트워크는 아래 [그림 2]과 같이 총 724개의 노드와 7,526개 엣지로 구성된 directed graph 형태를 가지고 있다(14).



[그림 3] 시각화된 장소 네트워크의 모습

[그림 3] 과 같이 평균 Degree는 10.395로 측정되었으며, Degree의 분포는 Power-law 형태를 띄고 있다. 이는 특정 장소가 보행성이 눈에 띄게 좋은 허브로 추출되고 있음을 의미하며, 근접성이 떨어지는 장소는 커뮤니티 내에서 이동하기가 쉽지 않은 장소로 보여진다.

3-3. 커뮤니티별 네트워크 분석 결과

[그림 2]에서 보여지는 바와 같이 Modularity에 의해 커뮤니티가 총 7개가 추출되었다. 첫 번째 가장 많은 노드로 구성되어있는 커뮤니티1은 총 118개 노드들로 구성되어 있으며, 중구 지역의 노드가 114개, 동구 지역의 노드가 4개 포함되어 있다. 계산된 Weighted degree centrality로 허브를 분석하였을 때, 대전창작센터가 6,037로 중심값이 가장 높았다. 그 뒤로는 카페, 그리고 교회 등이 있고 있었다. 해당 커뮤니티는 타 커뮤니티에 비해 허브에 weighed degree가 편향되어 몰려있는 경향이 컸다. 또한, 해당 커뮤

니는 미술관이나 극장, 예술 센터 등이 보행성이 좋은 장소에 위치하고 있었다.

커뮤니티2는 총 68개 노드들로 구성되어 있으며, 유성구 지역의 노드가 67개, 서구 지역의 노드가 1개 포함되어 있다. weighted degree 기준으로 허브를 분석해보면, 온천소공원이, 족욕체험장이 상위 노드이며, 그 뒤를 온천 관련 호텔과 공원들이 있고 있다. 유성구가 대부분의 노드를 차지하는 커뮤니티이기 때문에 온천 관련 노드들이 많은 부분을 차지하고 있다.

[표 1] 커뮤니티별 노드 현황

커뮤니티	노드 합계	유성구	중구	대덕구	서구	동구
1	118	-	114	-	-	4
2	68	67	-	-	1	-
3	50	-	-	48	-	2
4	49	49	-	-	-	-
5	40	27	-	-	13	-
6	39	-	-	-	39	-
7	27	-	35	-	2	-

커뮤니티3은 대덕구 장소 48개와 동구 장소 2개로 이루어져 있으며, 50개의 노드로 구성되어 있다. 베이커리와 공원, 역사 관련 유적지들이 대부분의 노드를 차지하고 있다. 두 개의 베이커리의 weighted degree 기준 상위 노드에 위치해있으며, 그 다음으로는 공원과 동춘당이 뒤를 잇고 있다.

커뮤니티4는 49개의 노드가 모두 유성구 장소로만 이루어져 있다. community2에서는 유성구의 호텔과 온천들이 대부분을 차지했다면, 해당 커뮤니티에서는 식당과 베이커리 광장 등이 포함되어 있다. 가장 weighted degree가 높은 장소를 기준으로 상위 5개가 모두 식당으로 구성되어 있다.

커뮤니티5는 서구 13개, 유성구 27개의 장소로 구성되어 있으면 총 40개의 노드이다. 박물관, 과학관, 미술관 등이 포함되어 있으며, 대전을 상징하는 엑스포 관련 광장, 공원들도 포함되어 있다. 상위 노드

14) Openstreetmap [지도출처]. (2023년 12월 10일)
URL: <http://www.openstreetmap.org/>

는 식당 등이 차지하고 있으면 weighted degree의 값이 908 정도로 타 커뮤니티에 비해 낮은 편이다.

커뮤니티6은 서구에 있는 37개의 장소, 노드로 구성되어 있다. 둔산동의 백화점들을 중심으로 카페, 식당, 스포츠 센터, 그리고 꽃 도매시장등이 분포되어 있다. 가장 상위 노드는 카페로 weighted degree가 2397 이다. 마지막 커뮤니티 7은 중구의 장소 35개와 서구 2개 장소로 구성되어 있다. 해당 커뮤니티도 백화점이 weighted degree 1,184로 상위 노드를 차지하고 있으며, 공원단지과 가구 특화거리 그리고 전통시장등이 그 뒤를 따르고 있다.

전체적인 커뮤니티들의 구성을 보면, 구와 같이 여기는 곳도 있고, 같이 여기지 않는 곳도 있다. 같은 '구' 라고 할지라도 근접성이 좋은 곳이 있고 가기 어려운 곳도 있다. '구' 도 물리적 구역을 구분하고, 사람들이 방문하기 좋은 단위이지만 물리적 공간 패턴의 한계를 극복하여 사람들이 연달아 가고 싶은 지역을 커뮤니티 적으로 잘 묶이게 해야 한다. 유성구가 273개로 장소의 개수가 가장 많지만 사람들이 걸어서 가기 좋은, 모여 있는 지역은 아니다. 오히려 중구가 188개 중 114개가 걸어서 가기 좋은 곳으로 모여 있어 쉽게 이동할 수 있는 공간을 가지고 있다.

결국, 물리적으로 특정 노드, 즉 장소에 보행성이 편향되어있으며, 이를 중심으로 장소간 근접성의 격차가 크다는 것을 알 수 있다. 결국, 근접성의 격차는 생활권의 차이로 이어지며, 특정 지역 사용자들에게만 편리한 생활권이 편향되어 있음을 알 수 있다. 생활권 분석은 장소라는 작은 단위의 연결로 접근하였을 때, 문 제점 발견이 명확하게 보일 수 있을 뿐만 아니라 개선책에 대해서도 적절한 대안을 제시할 수 있을 것으로 보여진다.

4. 공간 패턴 분석결과 메타버스 환경 적용

4-1. 메타버스 경험자 대상 설문조사

가상환경 내 도시 대전의 경험을 분석하기 위해 마인크래프트 환경을 이용하여 설문조사를 진행하였다. 해당 가상 도시는 대전에서 방문자들이 많이 찾는 장소와 잘 찾지 않는 장소들을 마인크래프트에 구현하였으며, 아바타를 통해 해당 도시를 걸어다닐 수 있게 되

어있다¹⁵⁾. 가상도시를 경험한 약 140명을 대상으로 아래 [표 2] 에 대한 간단한 설문조사를 진행하였다. Q1~Q3은 7점척도로 진행되었고, Q4는 주관식 문항으로 사용자들의 메타버스환경에 대한 전체적인 생각을 듣고자 하였다¹⁶⁾¹⁷⁾.

[표 2] 설문조사 항목

번호	기법의 내용	측정 방법
Q1	가상 도시를 경험하기 전 대전에 대한 전체적인 느낌	7점 척도
Q2	가상 도시를 경험한 이후 대전에 대한 전체적인 느낌	7점 척도
Q3	향후 12개월 이내 대전을 방문할 가능성	7점 척도
Q4	가상 대전 도시 방문 이후 인상 깊었던 점에 대한 주관식 서술	주관식 문항

첫 번째, Q1과 Q2의 항목을 통해 방문지로서의 대전에 대한 전체적인 느낌을 가상도시 경험하기 전과 후로 비교하였다. 아래 [표 3]에서 보여지는 바와 같이, 메타버스 환경을 경험하기 전에는 대전에 대한 전체적인 느낌은 평균 4.776으로 전체적으로 낮았고, 분산은 2.649로 개인차가 높은 편이었다. 메타버스 환경 경험 후에는 평균이 5.561로 약 0.785 향상되었으며, 분산도 1.806으로 개인차가 작아지는 경향을 보여주고 있다. 두 번째, 향후 대전 방문에 대한 가능성은 평균 5.118이었고, 분산은 2.638로 개인차가 있는 편으로 나타났다.

마지막으로 Q4, 주관식 문항에 대해서는 크게 1) 대전에 대한 이미지 변화, 2) 가상 도시에 대한 평가, 그리고 3) 경험에 대한 감정으로 나누어졌다. 첫 번째,

15) Chang, M., Lee, G. B., Lee, J. H., Lee, M., & Lee, J. H. (2023). The influence of virtual tour on urban visitor using a network approach. *Advanced Engineering Informatics*, 56, 102025.

16) S. Molinillo, F. Li ´ebana-Cabanillas, R. Anaya-Sanchez, D. Buhalis, DMO online platforms: Image and intention to visit, *Tour. Manag.* 65 (2018) 116–130

17) Smith, W. W., Li, X. (Robert), Pan, B., Witte, M., & Doherty, S. T. (2015). Tracking destination image across the trip experience with smartphone technology. *Tourism Management*, 48, 113–122.

이미지 변화에 대해서는 기존에 대전이 가지고 있던 부정적이거나 중립적인 이미지가 긍정적으로 변화한 것에 대해 언급하고 있었다. 또한, 이미지 변화와 함께 실제로 대전을 방문해보고 싶다는 의견도 다수 발견되었다. 두 번째, 평가 부분에 대해서는 메타버스 환경의 질적 평가로, 아바타나 건축물에 대한 관찰이나 평가가 존재했다. 그리고 마인크래프트라는 플랫폼 자체가 가지고 있는 환경적 한계점으로 인해 발생하는 문제점에 대한 의견도 보였다. 세 번째, 감정에 대한 부분에 대해서는, 사용자가 즐겨 찾는 플랫폼을 통해서 대전으로 경험해보으로써 흥미롭거나 즐거운 감정들이 다수 포착되었다. 해당 감정을 기반으로 이미지 변화나 방문 가능성이 높아지고 있음을 알 수 있었다.

[표 3] 설문조사 분석 결과

번호	평균	분산	표준 편차
Q1	4.776	2.649	1.627
Q2	5.561	1.806	1.344
Q3	5.118	2.638	1.624

4-2. 메타버스 기반 근접성 향상 방안 도출

도시내 보행거리 네트워크 분석과 설문조사 분석 결과를 바탕으로 실제 환경에서의 문제점을 메타버스 환경으로 이끌고, 근접성을 향상하기 위해서는 세가지의 접근법이 필요한 것으로 보여진다.

첫 번째는 경험을 향상 시킬 수 있는 콘텐츠의 선택이다. 메타버스 환경을 실제 환경을 기반으로 하고 있기 때문에 열악한 보행성을 가진 장소를 메타버스에서의 경험 향상으로 연결시킬 수 있다. 사람들의 공간 이동 패턴은 걸거나 자전거를 타고 이동하면 그 안에서 가기 편한 곳만 이동할 수 밖에 없는 한계를 가질 수 있다. 하지만 메타버스 환경에서는 걸어나가거나 이동하는 것이 중요한데, 사용자가 이동하면서 어떤 경험을 하느냐에 따라 다양한 결과를 가져올 수 있다. 결국, 사용자들이 메타버스 환경에서 경험하는 콘텐츠에 주목해야 한다. 단순하게 가상 도시를 구현했다에 집중하는 것이 아니라 사용자에게 물리적 환경에서 노

출이 힘든 곳을 콘텐츠로 제공하는 것이다. 결국, 사용자가 해당 가상 도시를 방문했다로 끝나는 것이 아니라 그들이 경험한 기억과 느낌이 결국에는 실제 방문을 이끌어내는 것이다.

두 번째는, 도시라는 큰 단위가 아닌 작은 단위인 장소로 접근해야 한다. 위에서 언급한 바와 같이, 근접성이라는 것이 특정 장소에 편향되어있음을 알 수 있다. 또한 가상환경으로 도시 전체를 구현하면 방대한 시간과 경제적 소비가 필요할 것이다. 하지만 장소와 같은 작은 단위로 진행한다면, 사용자들이 다양한 콘텐츠를 장소의 특성에 맞게 상호작용 할 수 있을 뿐만 아니라 장소를 통해서 전체 도시의 이미지를 기억할 수 있게 된다. 메타버스 환경이 근접성 향상 방안으로 도출되기 위해서는 보행적으로 도달하기 힘든 지역에 끊임 없는 이미지 변화가 시도가 필요할 것이다. 이는 결국 실제 대전 방문과 연결될 가능성이 높아진다.

세 번째는, 다양한 개인의 특성을 고려하여 선호 하는 콘텐츠를 제공해야 한다는 것이다. 설문조사 결과를 보면, Q3보다는 Q2의 분산 값이 더 커서 개인차가 크다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 개인의 특성에 맞는 콘텐츠가 제공될 수 있는 환경이 있으면 근접성 향상을 시키는데 있어서 유리하다는 것을 알려준다. 결국에는 '구' 단위 '시' 단위가 아니라 개인의 특성에 맞는 카테고리화 정해진 메타버스 환경이 노출되어야 개인의 방문이나 의미 부여를 높일 확률이 높아진다. 물리적 환경에서 보행이 닿지 않는 곳이 분명히 존재하고, 이 장소를 개인의 특성에 따라 묶어서 메타버스 환경에서의 경험을 개별화하여 제공해야 한다.

5. 결론

본 연구는 대전의 장소를 통해 실제 보행 환경에서의 근접성의 한계를 메타버스 솔루션으로 제시하고자 진행되었다. 첫 번째 단계에서는 대전에서 사람들이 자주 찾는 장소들을 토대로 보행성을 기반으로 커뮤니티 분석을 실시하였다. 해당 분석을 토대로 문제점을 발견하고, 문제가 되는 지역을 정의하였다. 두 번째 단계에서는 메타버스 환경 경험자들을 대상으로 설문조사를 수행하여 문제점이 있는 장소에 대해 제공할 수 있는 근접성 향상 개선책을 모색하였다. 설문조사 분석 결과

를 토대로 메타버스 기반 근접성을 향상 시킬 수 있는 방안의 세가지 방향성에 대해 도출하였다.

결국, 다양한 환경과 변수들이 존재하기 때문에 특정 부분에 집중하여 객관적 데이터 분석을 진행하고, 문제점을 정확히 정의해야 한다. 그리고 나서 정의된 문제점을 토대로 메타버스 환경에서의 솔루션을 개발하고 디자인해야 한다는 것을 연구결과가 보여주고 있다. 메타버스 환경에 특정 지역을 단순하게 홍보물로 올리는 것이 아니라 본 연구와 같이 지역 특성을 객관적 데이터로 충분히 분석한 후에 메타버스 환경의 구성방향을 정의해야한다. 더 나아가, 지역을 분석하는데 있어서도 행정구역별로 단순하게 나누는 것이 아니라 작은 단위를 기준으로 사람들이 많이 찾는 장소, 카테고리, 개인의 취향별로 콘텐츠를 제공해야 한다. 근접성 향상 방안이 지역활성화 등의 긍정적 변화로 확대되기 위해서는 실제 데이터가 밀거름이 되어야 하고 그 데이터의 활용이 사용자를 중심으로 적용되어야 한다.

본 연구는 도시의 보행환경을 중심으로 분석되었으며, 도시 사용자들의 버스, 자전거와 같은 타 교통수단에 대해서는 고려되지 않았다는데 한계점을 가지고 있다. 또한, 메타버스 환경에서의 보행성 보다는 경험과 이미지 개선에 대해 설문조사를 실시했다. 하지만 해당 연구를 토대로 자차 이동과 같은 타 교통수단으로 확대 연구를 진행할 수 있는 기반을 마련하였다고 볼 수 있다. 더 나아가 도시의 장소를 중심으로 메타버스 환경을 분석할 수 있는 새로운 방법을 시도했다는데 실험적 의미를 지니고 있다. 따라서 추후 연구에서는 해당 방법을 토대로 메타버스 환경에서의 실제 아바타와 같은 다양한 상호작용을 이끌어 낼 수 있는 요소를 통해 사용자 경험을 연구해보고자 한다.

참고문헌

1. 김규혁, 이동엽, 김동호, 원민수, 홍성민, & 송태진. (2021). 모바일 생활통행데이터 기반 도시 인구 규모별 생활권 분류 및 특성 파악. 대한교통학

회지, 39(5), 662-679.

2. 김수경 외, 공공공간 유니버설 디자인 특성이 재 방문 의도와 정주의향에 미치는 영향, 한국디자인 리서치, 2021, 제6권 제4호, p.462-475
3. 문지영. (2023). 접근성을 고려한 도시 생활권공 원 공급권역의 사회경제적 격차 및 영향요인. 한국콘텐츠학회논문지, 23(9), 326-340.
4. 박승규, 개념에 담겨 있는 지리학의 사고방식, 인문지리학의 시선, 논형, 2005, p37-50
5. 박지수 외. (2022). A Study on User Experience of the Metaverse Exhibition: Focusing on Prayer for Life Metaverse. Journal of the Korea Society of Computer and Information, 27(11), 89-98.
6. 오병록. (2014). 가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구. 서울시를 중심으로. 서울시연구, 15(3), 1-18.
7. 인상우, 송지성, 게더타운 UX 디자인 분석을 통한 메타버스 공간 사용성 개선방안 연구: 한림대 의료원 메타버스 어린이 화상병원 상담실 중심으로, 한국디자인리서치, 2023, 제8권 제1호, p.137-149
8. 전병윤, 김규혁, 리우, 시페이, & 이만형. (2021). 연령별 고령인구의 통행 특성을 고려한 공간 위계별 생활권 분석-충청북도 2016 년 가구통행실태조사 자료를 중심으로. 한국도시설계학회지 도시설계, 22(6), 129-145.
9. 정윤영, & 문태헌. (2014). 유동인구 자료를 이용한 서울시 도시공간구조 분석 연구:2030 서울플랜과 비교연구:2030 서울플랜과 비교연구. 한국지역개발학회지, 26(3), 139-158.
10. 조윤, & 성현곤. (2021). 통행패턴에 기반한 일상 생활권 설정: 충청권역을 중심으로. 국토계획, 56(3), 92-103.
11. 주진호. (2023). 사회적 실재감 향상을 위한 메타버스 수업 환경 구성을 통한 실천 연구. 디지털콘텐츠학회논문지, 24(8), 1637-1647.
12. 최은진, & 이영숙. (2022). 메타버스 플랫폼을 활용한 민화 전시와 기능성 게임 기획 연구. 한국

게임학회 논문지, 22(5), 3-14.

13. Chang, Mi, and Ji-Hyun Lee. "Augmented proximity: Integration of physical and virtual proximity to enhance network connectivity." *Plos one* 16.11 (2021): e0260349.
14. Chang, M., Lee, G. B., Lee, J. H., Lee, M., & Lee, J. H. (2023). The influence of virtual tour on urban visitor using a network approach. *Advanced Engineering Informatics*, 56, 102025.
15. Smith, W. W., Li, X. R., Pan, B., Witte, M., & Doherty, S. T. (2015). Tracking destination image across the trip experience with smartphone technology. *Tourism management*, 48, 113-122.
16. Molinillo, S., Liébana-Cabanillas, F., Anaya-Sánchez, R., & Buhalis, D. (2018). DMO online platforms: Image and intention to visit. *Tourism management*, 65, 116-130.
17. <https://en.wikipedia.org/>
18. <https://www.interaction-design.org>
19. <http://www.openstreetmap.org/>