

Affordance Mechanisms of Smart Bus Shelters Based on User Behaviors

Lee, Juyoung

First Author, Interior Architecture Design, Hanyang University

Hwang, Yeonsook

Corresponding Author, Professor, Interior Architecture Design Dept., Hanyang University

Lee, Minkyung

Co-Author, Interior Architecture Design, Hanyang University

(Background and Purpose) Smart shelters have evolved from conventional waiting facilities into smart public spaces integrating real-time transit information, environmental control, safety management, and convenience services. However, the mere installation of smart technologies does not ensure that users can recognize, access, and effectively use them. Therefore this study interprets smart shelters as affordance spaces where possibilities and constraints for action emerge through relationships between users and spatial elements or technological systems. It aims to identify how spatial and functional elements operate through affordance mechanisms according to user behaviors and to suggest design directions that support more continuous and inclusive use experiences. **(Method)** The study reviewed previous research including bust stop design guidelines and relevant public documents to classify five major user behaviors—access, waiting, boarding and alighting, information checking, and use of smart functions. Based on these behaviors, a qualitative field analysis checklist was developed. Five representative curbside smart shelters in Seoul were selected and comparatively analyzed. The analytical framework applied three categories of affordance mechanisms: bids placed by artifacts, responses from artifacts, and neutral support for users' choices. **(Results)** The cases effectively presented facility locations, entrances, and transit information through transparent envelopes, signage, and displays, demonstrating strong behavior-prompting affordances. However, guidance was often discontinuous at transition points between entrance, waiting, boarding, and smart-function use. Responsive affordances were mainly limited to real-time transit updates and environmental automation, while user-centered responses such as automatic access support, boarding guidance, and visible feedback on system operation remained insufficient. Neutral affordances were supported by step-free access, varied seating, wheelchair spaces, wifi, and charging facilities, but practical choice was restricted when tactile paving, circulation widths, or control heights did not accommodate diverse users. **(Conclusions)** The three affordance mechanisms should operate as a connected sequence in which spatial cues initiate action, responsive systems support action, and neutral conditions preserve user choice. The smartness of a bus shelter should therefore be evaluated not by the number of installed technologies but by the continuity of recognition, response, and choice throughout the user journey. Common functional standards should also be combined with district-specific spatial layouts, colors, signage, and public-design identities reflecting local pedestrian conditions, user groups, and urban contexts. By shifting evaluation from technological provision to relational performance, the study provides a theoretical and practical basis for developing user-centered design guidelines for smart shelters and future smart public facilities, while offering criteria for examining how spatial design mediates interaction between citizens, public infrastructure, and automated urban technologies.

Keywords Affordance Mechanism, Smart Shelter, User Behavior, Smart City, Public Design

Received Jul. 12. 2026 **Reviewed** Aug. 02. 2026 **Accepted** Aug. 20. 2026

ISSN 1976-4405 www.kisd.or.kr

10.35216/kisd.2026.21.5.483

This paper has been developed from the conference paper (Title: Affordance Mechanisms in AIoT Smart Shelters) presented in the academic conference of Korean Institute of Spatial Design (April 18th, 2026).

스마트버스정류장 이용 행위별 어포던스 메커니즘 분석 연구

이주영

제1저자, 한양대학교, 실내건축디자인학과

황연숙

교신저자, 교수, 한양대학교 실내건축디자인학과

이민경

공동저자, 한양대학교, 실내건축디자인학과

(연구배경 및 목적) 스마트버스정류장은 기존의 버스 대기 시설을 넘어 실시간 교통 정보, 환경 제어, 안전 관리, 편의 서비스 등을 통합한 스마트 공공공간으로 발전하고 있다. 그러나 스마트 기술은 이용자가 이를 인지하고 접근하여 실제 행위로 연결될 때 비로소 유효하게 작동할 수 있다. 이러한 문제의식에서 본 연구는 스마트버스정류장을 이용자, 공간 요소, 기술 및 시스템 간의 상호 관계 속에서 행위의 가능성과 제약이 형성되는 어포던스 공간으로 이해하였다. 이에 이용 행위를 기준으로 공간 및 기능 요소가 어떠한 어포던스 메커니즘을 통해 이용자의 행위를 지원하거나 제약하는지를 분석하고 이용 행위 과정의 연속성을 확보하기 위한 공간디자인 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다. **(연구방법)** 스마트버스정류장과 관련된 선행연구와 버스 정류장 설계 가이드라인을 검토하여 스마트버스정류장의 이용 행위를 접근, 대기, 승하차, 정보 확인, 스마트 기능 이용의 다섯 가지 이용 행위로 유형화하고 이를 기반으로 사례분석 체크리스트를 도출하여 서울시 5곳의 가로변형 스마트버스정류장을 대상으로 현장 사례조사를 진행하였다. **(결과)** 사례분석 결과, 사례들은 투명 외피, 안내표식 및 디스플레이를 통해 시설의 출입구, 교통정보를 효과적으로 제시하여 행동제시 어포던스가 명확하게 나타났다. 그러나 진입, 대기, 승하차 및 스마트 기능 이용으로 행위가 전환되는 지점에서 안내체계가 단절되는 한계가 확인되었다. 행동반응 어포던스는 실시간 교통정보 갱신과 환경조절 자동화에 집중되어 이용자의 접근을 지원하거나 승하차 동선을 안내하고 시스템 작동 결과를 가시적으로 전달하는 사용자 중심 반응이 부족하였다. 중립 어포던스는 무단차 진입, 다양한 대기 좌석, 휠체어 배려석, wifi 및 충전시설을 통해 나타났으나 이동 유효 폭, 조작 부 높이가 다양한 이용자를 충분히 고려하지 못하는 경우 실질적인 선택 가능성이 제한되었다. **(결론)** 세 가지 어포던스 메커니즘은 공간적 단서가 이용 행위를 시작하게 하고 반응형 시스템이 행위를 지원하며 이용자의 선택 가능성을 유지하는 연속적 구조로 작동해야 한다. 따라서 스마트버스정류장의 스마트성은 설치된 기술의 수가 아니라 이용 과정에서 인지, 반응, 선택이 단절 없이 연결되는지를 기준으로 평가할 필요가 있다. 또한 공통적인 기능 및 이용 기준을 유지하면서도 차치구별 보행환경, 이용자 구성, 도시적 맥락을 반영한 공간 배치, 안내체계 및 공공디자인 정체성을 적용해야 한다. 본 연구는 스마트버스정류장의 기술적 설치 여부보다 이용자, 공간, 기술 간의 관계적 작동을 중심으로 분석함으로써 사용자 중심의 스마트버스정류장 및 스마트 공공 시설 디자인 가이드라인 구축을 위한 이론적 기초를 제시한 데에 의의가 있다.

Keywords 어포던스 메커니즘, 스마트버스정류장, 이용 행위, 스마트시티, 공공디자인

Received Jul. 12. 2026 **Reviewed** Aug. 02. 2026 **Accepted** Aug. 20. 2026

ISSN 1976-4405 www.kisd.or.kr

10.35216/kisd.2026.21.5.483

본 논문은 2026년 4월 18일 한국공간디자인학회 춘계학술발표대회에서 발표한 논문(제목: AIoT 스마트버스정류장의 어포던스 메커니즘 분석 연구)을 발전시켜 연구한 논문임.

1. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

현대 도시의 공공시설물은 단순한 물리적 시설을 넘어 정보 제공, 환경 조절, 안전 관리, 편의 지원 등 다양한 기능을 통합한 스마트 공공시설로 변화하고 있다. 이 중 스마트버스정류장은 기존 버스정류장의 대기 및 승하차 기능에 센서와 데이터를 통한 자율적 반응 환경으로 확장되며 실시간 교통정보, 냉난방 및 공기질 관리, 공공 Wifi, 유무선 충전시설, 비상벨, 교통약자 지원 기능 등을 결합한 공공교통시설로 확산되고 있다(Robinson, & Ji, 2022; Kim, et al., 2024).

그러나 스마트버스정류장에 다양한 기능과 장치가 설치되어 있다는 사실만으로 해당 공간이 이용자에게 효과적으로 작동한다고 보기 어렵다. 기존 스마트버스정류장 관련 연구는 주로 시설의 기능 및 구성요소, 설치 현황, 유니버설디자인 적용 여부를 중심으로 분석되어 왔으며(Park, & Ko, 2021; Han, Kim, & Hwang, 2022; Lee, & Yeon, 2025) 스마트 기능이 실제 이용 과정에서 실질적으로 지원하는지에 대한 관계적 분석이 부족하다. 따라서 스마트버스정류장의 공간디자인은 기능의 설치 여부를 넘어 각 기능과 공간 구성요소가 이용자에게 인지되고 실제 이용 행위로 연결될 수 있도록 지원하는 디자인을 중심으로 분석될 필요가 있다.

이러한 관점에서 어포던스 메커니즘은 스마트버스정류장의 기능과 공간 구성요소의 존재 여부를 확인하는 것뿐만 아니라 해당 요소가 이용 행위를 어떻게 제시하고 반응하며 선택적으로 허용하는지를 해석할 수 있는 분석 기준이 된다. 이에 본 연구는 스마트버스정류장을 이용자와 공간, 시스템의 관계 속에서 행위 가능성과 제약이 형성되는 공공의 교통공간으로 이해하고 이용 행위에 따라 공간 및 기능 요소가 어떠한 어포던스 메커니즘으로 작동하는지를 분석하고자 한다.

1.2 연구 방법 및 범위

본 연구는 2020년부터 미래형 버스정류소 사업을 추진해 온 서울시를 공간적 범위로 설정하였다. 서울시 및 자치구 공식자료를 통해 스마트버스정류장이 운영 중인 19개 자치구의 후보군을 구축한 뒤, 사례 간 공간구조와 이용조건의 비교 가능성을 확보하기 위해

조사 시점에 상시 운영 중인 가로변형 쉼터로 범위를 한정하였다. 구체적으로 출입 가능한 쉼터형 구조, 교통정보, 환경조절, 편의기능을 포함한 복합기능, 자치구별 독립적인 설계 및 운영모델을 기준으로 예비조사를 실시하여 최종 사례 대상을 검토하였다. 이 중 중앙차로형 정류소는 보행 접근과 승하차 방식이 가로변형과 구조적으로 달라 사례 간 비교에 적합하지 않다고 판단되어 제외하였다. 이를 바탕으로 최종 사례 5 곳을 연구 범위로 설정하였으며 이는 입지맥락 및 기능특화 방향이 서로 다른 가로변형 스마트버스정류장을 비교하기 위한 목적표집 사례로 서울시 전체에 대한 통계적 대표성을 전제로 하지 않는다. 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

첫째, 문헌고찰을 통해 스마트버스정류장의 개념, 기능 및 구성요소를 재정리하였다. 둘째, 스마트버스정류장 관련 선행연구와 버스정류장 공식 가이드라인을 바탕으로 스마트버스정류장의 이용 행위를 유형화하였다. 셋째, 스마트버스정류장 이용 행위 유형을 기준으로 공간 및 디자인 요소를 관찰하기 위한 현장 사례분석 체크리스트를 구성하였다. 넷째, 사례분석 결과를 종합하여 스마트버스정류장의 어포던스 디자인 메커니즘을 도출하고, 스마트 기능 활용을 지원하는 공간디자인 방향을 제시하였다. 현장조사는 2026년 3월 16일부터 6월 28일까지 실시하였다. 연구자 2인이 교차검증을 위해 서로 다른 날짜에 각 사례지를 1회씩 방문하여 이용 행위별 체크리스트를 바탕으로 공간배치, 이동동선, 안내정보 및 스마트 기능의 위치와 작동 상태를 사진과 영상으로 기록하였다. 본 조사는 이용자 행태의 빈도나 혼잡도를 측정하는 관찰조사가 아니라 공간 및 시설조건을 확인하는 구조화된 현장조사이며 분석 시 현장에서 확인한 사실과 연구자의 해석을 구분하여 기술하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 스마트버스정류장의 이해

2.1.1 스마트버스정류장의 개념

스마트버스정류장은 폭염 및 한파 대응, 미세먼지 저감, 시민 안전 강화 등 기후 환경 변화에 대응하기 위해 정부의 스마트시티 전략과 지능형 교통체계(Intelligent Transportation System) 고도화 정책

속에서 추진된 공공 시설물이다(Park, & Ko, 2021). 국토교통부의 ‘스마트 챌린지 솔루션 확산사업’¹⁾에 따라 전국 지자체에 스마트버스정류장이 확산되어 설치되었고 각 지역 및 지자체에 따라 ‘스마트쉼터’, ‘스마트웰터’ 등의 다양한 명칭으로 운영되고 있다.

2.1.2 스마트버스정류장의 기능 및 구성요소

스마트버스정류장은 수집한 데이터를 분석하고 학습하여 스스로 결정을 내리는 자동화된 시스템을 구축하고 있다. 국내 스마트버스정류장은 운영 주체에 따라 제공하는 기능에 약간의 차이가 있으나 공통적으로 제공하는 기능 및 구성요소는 다음 <표 1>과 같이 구분할 수 있다(Lee, 2021; He, & Kim, 2022; Han, Kim, & Hwang, 2022; Son, 2024a; Son, 2024b).

<표 1> 스마트버스정류장 기능 및 구성요소

기능	내용	구성요소
헬스케어	미세먼지 측정을 통한 내부 대기 환경 조성 및 기상정보 제공	에어커튼, 공기청정기, UV공기살균기, 냉난방기
정보제공	실시간 버스운행정보를 제공하고 내부 디지털 사이니지를 통해 버스 접근 정보 안내	BIT, 디지털 사이니지, 투명LED필름, 모니터
편의	인체감지 발 센서 감지로 누구나 쉽게 접근가능한 환경과 생활편의 서비스 기능 제공	공공 Wifi, 유무선 충전기, 자동개폐 스크린도어
안전	안전사고 및 노숙자 취침 등을 방지할 수 있는 안전설비 제공	CCTV, 비상벨, 원격제어 보안시스템

2.1.3 스마트버스정류장의 이용 행위

스마트버스정류장의 이용 행위는 기존 버스정류장의 기본 이용 행위와 스마트 기능의 활용 과정이 결합되어 나타난다. 본 연구는 스마트버스정류장의 이용 행위를 도출하기 위해 국내외 버스정류장 설계지침에서 제시한 이용 단계별 공간 및 시설요소를 검토하였다. 서울특별시는 보행로와 정류소의 연결, 진입 유효폭과 단차, 점자블록, 대기 및 승하차 공간, 좌석과 휠체어 대기공간, 안내정보 등을 주요 이용요소로 제시하였다(Seoul Metropolitan Government, 2024). NACTO는 정류소의 위치와 가시성, 교차로 및 보행 목적지와의 관계, 승하차 지점과 노선정보의 명확한 표기를 주요 설계요소로 다루었다(NACTO, 2013). Transport for London은 정류소까지의 보행경로와 보도 유효폭, 정차구역과 연석 높이, 승하차 지점, 대기공간, 쉼터, 좌석 및 시간표, 노선도 등의 정보시설을 접근 가능한 버스정류장의 설계요소로 제시하였다(Transport for London, 2017). 또한 APTA는 보

도, 횡단보도, 연석경사로를 통한 접근, 정류소 위치와 승하차면, 대기공간과 편의시설, 정류소 식별 및 길찾기 정보를 정류소 이용을 지원하는 요소로 제시하였다(APTA, 2012). 이를 종합하여 일반 버스정류장의 기본 이용 행위를 접근, 대기, 승하차 및 정보 확인으로 구분하고 <표 1>에서 정리한 공공 wifi, 충전시설, 키오스크, 냉난방, 공기질 관리 및 자동문 등의 기능 활용을 반영하여 스마트 기능 이용을 별도의 행위로 추가하였으며 최종적으로 스마트버스정류장의 이용 행위를 다섯 가지로 도출하여 각 세부 내용을 다음 <표 2>와 같이 정리하였다.

<표 2> 스마트버스정류장의 이용 행위

이용 행위	세부 내용
접근 행위	정류장의 위치, 진입 방향, 출입구, 보도 연결, 유효폭, 단차, 점자블록 등을 통해 이용자가 정류장을 인지하고 대기공간으로 이동하는 행위
대기 행위	대기공간, 좌석, 입식 대기공간, 휠체어 대기공간, 조명, 냉난방, 보행자 통과 동선 등을 통해 버스를 기다리는 동안 정류장 내부에 머무는 행위
승하차 행위	승차 위치, 버스 정차 위치, 출입구, 보도와 차도 접속부, 하차 후 보행 동선 등을 통해 버스에 탑승하거나 하차한 뒤 보행 동선으로 연결되는 행위
정보 확인 행위	BIT, 정류소명, 노선도, 디스플레이, 안내표식, 키오스크, 음성 및 시각 안내 등을 통해 이동에 필요한 정보를 확인하는 행위
스마트 기능 이용 행위	공공 Wifi, 충전시설, 키오스크, 냉난방, 공기질 관리, 자동문 등 스마트버스정류장에 설치된 편의 및 환경 조절 기능을 필요에 따라 활용하는 행위

2.2 어포던스 메커니즘

2.2.1 어포던스의 이론적 확장

어포던스(affordance)는 사용자와 환경 간의 관계 속에서 성립하는 행위 가능성을 설명하는 개념이다. 이는 공간이 단순한 물리적 배경이 아니라 사용자의 행위를 가능하게 하거나 제한하는 관계적 장임을 시사한다(Gibson, 1979). 이후 어포던스 개념은 디자인 맥락으로 확장되었으며 행위 가능성뿐만 아니라 사용자가 그것을 쉽게 인지하고 이해할 수 있는 단서의 중요성이 강조되었다(Norman, 1988). 즉 어포던스는 공간의 물리적 조건과 사용자의 지각이 함께 작용하여 형성되는 관계적 개념이다.

2.2.2 어포던스 메커니즘의 개념

기존의 어포던스 개념은 행위의 가능 여부를 중심으로 하는 이분법적 방식으로 설명되어 기술이나 사물

이 사용자의 행위에 미치는 다양한 영향과 관계를 충분히 설명하기 어렵다는 한계가 있었다. 이러한 한계를 보완한 어포던스 메커니즘 이론은 어포던스를 기술이나 사물의 특성과 행위 결과 사이를 매개하는 가변적 관계로 해석하여 그 구체적인 작동 방식을 request, demand, encourage, discourage, refuse, allow의 여섯 가지 메커니즘으로 구분한다(Davis, & Chouinard, 2016). Request는 특정 행위를 제안하면서 다른 선택의 여지를 남기는 방식이며, demand는 특정 행위를 불가피하게 요구하는 방식이다. Encourage와 discourage는 이용자가 시도하는 행위를 각각 촉진하거나 억제하며, refuse는 해당 행위의 수행을 차단한다. Allow는 특정 행위를 적극적으로 유도하거나 제한하지 않고 이용자의 선택 가능성을 중립적으로 허용한다. 여섯 메커니즘은 인공물이 이용자의 행위를 어떠한 방향과 강도로 유도하거나 제약하는지를 설명하는 상호관계적 분석 기준이다(Davis, & Chouinard, 2016).

2.2.3 어포던스 메커니즘의 구분

Davis와 Chouinard가 제시한 어포던스 메커니즘은 인공물과 사용자 간 영향 방향에 따라 구분된다. Request와 demand는 인공물이 사용자에게 행위를 제안하거나 요구하는 방식이고 encourage, discourage, refuse는 사용자의 행위 시도에 대해 인공물이 반응하는 방식이며 allow는 사용자의 행위에 대해 직접 개입하지 않고 그 가능성을 허용하는 방식이다(Davis, 2020; Davis, 2023). 이는 다양한 연구 대상에 적용되어 기술이 사용자의 행위를 요청, 요구, 장려, 억제, 거부, 허용하는 관계를 분석하는 이론적 틀로 활용되었다.

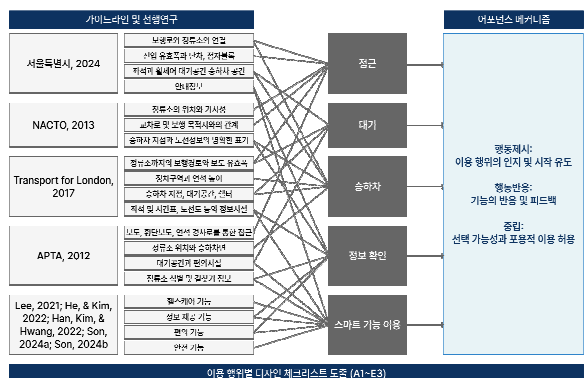
어포던스 메커니즘은 인공물과 사용자 간 영향 방향에 따라 행동제시(bids placed by the artifact), 행동반응(responses from the artifact), 중립(artifacts remain neutral to users' bids)의 세 범주로 구분된다(Gjefsen, & Vie, 2021). 행동제시는 공간이나 사물이 이용자에게 행위의 방향과 방법을 인지시키거나 특정 행위를 유도하는 방식이며 행동반응은 이용자의 행위 시도에 따라 공간, 장치, 시스템이 이를 촉진하거나 제한하는 방식이다. 중립은 특정 행위를 직접 강제하거나 제한하지 않고 이용자가 필요에 따라 공간과 기능을 선택적으로 이용할 수 있도록 하는 방식을 의미한다. 본 연구에서는 스마트버스정류장의 공간 및

기능요소가 이용 행위에 작동하는 방식을 해석하고자 선행연구의 세 범주 구분을 이론적 틀로 적용하였다.

3. 분석의 틀

3.1 이용 행위와 어포던스 메커니즘의 분석 구조

본 연구는 스마트버스정류장의 이용 행위를 접근, 대기, 승하차, 정보 확인, 스마트 기능 이용의 다섯 가지로 구분하고 각 이용 행위에서 공간 및 기능요소가 이용자에게 작동하는 방식을 행동제시, 행동반응, 중립의 세 가지 어포던스 메커니즘을 통해 분석하였다. 행동제시는 행위의 대상, 방향, 방법을 인지시키는 방식, 행동반응은 이용자 또는 환경 변화에 따라 기능이 작동하고 그 결과를 전달하는 방식, 중립은 다양한 이용자의 선택적 이용 가능성을 유지하는 방식으로 적용하였다. 이를 바탕으로 <그림 1>과 같이 각 이용 행위에서 세 가지 어포던스 메커니즘의 작동을 확인할 수 있는 현장 사례분석 항목을 구성하였다.



<그림 1> 스마트버스정류장 이용 행위별 디자인 체크리스트 도출을 위한 분석 구조

3.2 스마트버스정류장 이용 행위별 분석의 틀

스마트버스정류장의 다섯 가지 이용 행위와 어포던스 메커니즘의 분석 구조를 바탕으로 현장 사례분석 항목을 구성하였다. 접근, 대기, 승하차, 정보 확인 항목은 Seoul Metropolitan Government (2024), NACTO (2013), Transport for London (2017), APTA (2012)가 제시한 보행접근, 대기공간, 승하차면, 안내정보 및 편의시설 기준을 바탕으로 구성하였고 스마트 기능 이용 항목은 스마트버스정류장 및 스마트 공공시설 관련 연구에서 제시한 정보제공, 환경조절, 편의 및 안전기능을 반영하였다(Lee, 2021; He, & Kim, 2022).

2; Han, Kim, & Hwang, 2022; Son, 2024a; Son, 2024b). 이후 각 행위에서 행동제시, 행동반응, 중립의 작동 여부를 확인할 수 있는 질문으로 구체화하여 다음 <표 3>과 같이 도출하였다.

<표 3> 스마트버스정류장 이용 행위별 디자인 체크리스트

구분	분석 항목	
접근 행위	A1	정류장의 위치, 출입구, 안내표식 등이 이용자가 정류장을 쉽게 인지하고 접근하도록 제시되는가
	A2	보도와 정류장 사이의 접근 동선, 유효폭, 단차, 점자블록, 도로경계석 등이 다양한 이용자의 물리적 접근을 지원하는가
	A3	출입구, 자동문, 조명, 감지 장치 등 접근 과정에서 이용자의 진입을 지원하거나 출입 상황에 반응하는 요소가 존재하는가
대기 행위	B1	대기공간, 좌석, 휠체어, 유아차 대기공간의 위치와 형태가 이용가능한 대기방식을 명확히 제시하는가
	B2	냉난방, 공기질 관리, 조명 등 환경조절 요소가 실내외 환경 변화에 따라 작동하고 결과를 피드백하는가
	B3	대기 중 이용자 체류동선과 보행자 통과동선이 충돌하지 않고 다양한 대기 위치를 선택할 수 있도록 구성되어 있는가
승하차 행위	C1	승차 위치, 버스 정차 위치, 출입구, 승하차 안내가 이용자에게 명확하게 제시되는가
	C2	보도와 차도 접속부, 도로 경계석, 저상버스 경사판, 휠체어 이동공간 등 다양한 이용자의 승하차 조건이 확보되어 있는가
	C3	버스 도착, 자동문 또는 스크린도어 개폐 등 승하차 상황에 대응하는 장치나 정보 요소가 있는가
정보 확인 행위	D1	BIT, 노선도, 정류소명, 디스플레이, 안내표식의 위치와 정보 위계가 명확한가
	D2	정보 장치의 높이, 글자 크기, 가독성, 시야 확보가 다양한 이용자에게 적절한가
	D3	실시간 정보 갱신, 화면 전환, 음성 및 시각 안내 등 정보 제공 방식이 이용 상황에 대응하는가
스마트 기능 이용 행위	E1	Wifi, 충전시설, 냉난방, 공기질 관리 등 스마트 기능의 위치와 사용 방법이 명확하게 인지 가능한가
	E2	이용자의 조작, 체류, 접근 또는 환경 변화에 따라 스마트 기능이 작동하거나 피드백을 제공하는가
	E3	스마트 기능이 특정 이용자에게만 한정되지 않고 필요에 따라 선택적으로 이용 가능하게 하는가

4. 사례분석

4.1 사례대상지 개요

본 연구의 사례대상은 앞서 제시한 사례선정 기준에 따라 상시 운영 중인 서울시 가로변형 스마트버스정류장 5곳으로 선정하였다. 각 사례는 출입 가능한 승하차 구조와 교통정보, 환경조절 및 편의기능을 포함한 복합기능을 갖추고 있으며 자치구별로 상이한 설계 및 운영모델이 적용되어 있다. 사례대상 개요는 서울특별시 공공데이터와 각 자치구 공식자료를 바탕으로

로 다음 <표 4>와 같이 정리하였다.²⁾

<표 4> 사례대상 개요

구분	자치구	시설 명칭	정류소명
A	성동구	성동형 스마트쉼터	왕십리역4번출구
B	강남구	그린 스마트쉼터	도산공원사거리
C	강서구	스마트그린쉼터	마곡나루역4번출구
D	광진구	스마트 휴 쉼터	구의역2번출구
E	서대문구	스마트쉼터	DMC파크뷰자이.별동상가

4.2 사례분석

4.2.1 사례 A: 성동구 ‘성동형 스마트쉼터’

성동구의 성동형 스마트쉼터는 2020년 8월 운영을 시작한 자치구 선도형 스마트버스정류장 사례이다.³⁾ 본 연구의 분석 대상은 왕십리역 인근 가로변 정류소에 위치한 시설로 지하철역과 상업, 업무시설, 보행 동선이 중첩되는 지점에 설치되어 대중교통 이용자의 접근, 대기, 승하차 행위가 복합적으로 나타난다. 구체적인 분석 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5> 사례 A: 성동형 스마트쉼터

구분		성동형 스마트쉼터			
정류소명		왕십리역4번출구(04302)		설치년도	2020
주요기능		냉난방, UV 살균, 에어커튼, 공공 Wifi, 무선충전, CCTV 원격관제, 허어링 루프, 휠체어 전용석			
이미지					
					
항목		분석 내용			
접근	A1	외부 명칭 표기와 투명한 외피를 통해 시설 위치와 내부 기능을 쉽게 인지할 수 있으나 출입구와 승차 위치 간의 연결 안내가 부족함			
	A2	양측 진입부의 단차를 제거하여 휠체어 이용자의 물리적 접근을 허용함			
	A3	출입문과 내부 조명, 관제 안내 요소가 접근 과정의 진입을 유도하지만 출입 상황에 따른 자동 반응이나 작동 피드백이 드러나지 않음			
대기	B1	목재 벤치, 소파형 스톨, 휠체어 전용석이 배치되어 대기 행위를 유도 및 허용함			
	B2	냉난방기, 실내 공기질 관리, 에어커튼이 설치되어 쾌적한 대기환경을 제공하나 작동 상태와 실내 환경 변화에 대한 시각적 피드백이 부족함			
	B3	내부 대기공간이 외부 보행공간과 구분되어 체류 안정성을 제공하나 출입구와 좌석, 휠체어 전용석의 배치가 인접하여 이용밀도가 높아질 경우 진입동선과 대기동선이 중첩될 가능성이 있다.			
승하차	C1	두 출입문 중 한쪽이 폐쇄되어 단일 동선으로 제한하고 있으며 이는 이용자의 자율적 이동 선택을 제약함			
	C2	단차 없는 진입부와 휠체어 유효 폭은 충족하고 있으나 휠체어 전용석과 출입문 동선이 중첩되어 교통약자의 승하차 전후 이동에 제약이 발생할 수 있음			
	C3	버스가 정류장에 도착할 때 출입문이 자동으로 개폐하거나 내부 조명이 변하는 등의 반응형 대응은 없음			

정보확인	D1	BIT 디스플레이가 실시간 교통정보를 시각화하여 버스 도착시간의 인지를 용이하게 하나 정보 자체가 한 곳에 모여있지 않고 분산되어 정보 수집이 불편함
	D2	BIT 디스플레이를 상단부에 설치하여 많은 인원으로 붐비는 상황에도 시야가 확보되며 음성 안내를 동시에 제공해 시각 정보의 청각적 전환 또한 제공함
	D3	내부 디스플레이는 도착시간과 기상정보를 단방향으로 제공하고 있으며 이용자 조작에 따른 맞춤형 정보 탐색이나 반응형 인터페이스는 부재함
스마트기능이용	E1	Wifi, 무선충전, 비상벨, 음성 안내 등 다양한 스마트 기능이 제공되나 일부 기능의 위치와 사용 방법을 직관적으로 안내하는 요소는 부족함
	E2	지능형 CCTV 관제와 공조 시스템 등의 반응형 기능의 작동에 대한 가시적 피드백이 부재함
	E3	무선충전 기능은 이용자의 선택적 디지털 활동을 지원하나 충전 단말기가 좌석 사이 공간과 입석 대기 공간의 테이블에 배치되어 휠체어 이용자의 접근이 어려움

4.2.2 사례 B: 강남구 ‘그린 스마트쉼터’

강남구의 그린 스마트쉼터는 2019년을 시작으로 운영된 초기 환경 조절 특화형 스마트버스정류장으로 도로변 미세먼지 저감을 중심으로 공기정화 및 살균 시스템을 제공한다.⁴⁾ 본 연구의 분석 대상은 차량 통행이 많은 가로변에 위치하여 대기 중 외부 환경으로부터 이용자를 보호하는 대기환경 대응형 공공시설로 기능한다. 구체적인 분석 내용은 <표 6>과 같다.

<표 6> 사례 B: 강남구 ‘그린 스마트쉼터’

구분		그린 스마트쉼터	
정류소명	도산공원사거리(23155)	설치년도	2022
주요기능	공기정화 및 살균, 냉난방, BIT, 키오스크, 미디어아트, 실내외 미세먼지 측정, 무선충전기, 공공 Wifi		
이미지			
			
항목		분석 내용	
접근	A1	외부 미디어월을 통해 시설의 존재를 시각적으로 표현하여 이용자의 관심과 내부 진입을 유도함	
	A2	무단차 설계와 폭이 넓은 가로변에 위치하여 여유 공간을 확보함으로써 휠체어 이용자의 물리적 접근을 허용함	
	A3	버튼식 자동문을 통해 출입 조작을 지원하나 접근 상황을 감지하여 자동으로 반응하는 장치는 부재함	
대기	B1	입석과 좌석 대기공간을 배치하여 다양한 대기 방식을 수용하나 휠체어 이용자를 위한 별도의 대기공간은 지정되어 있지 않음	
	B2	공기질 관리와 냉난방 기능이 설치되어 대기 중 체류 환경을 쾌적하게 유지함	
	B3	넓은 내부 공간을 확보하고 두 개의 출입구를 운영하여 이용자의 체류 동선과 통과 동선을 분산함	
승하차	C1	출입 직전 외부 전이 공간을 확보하여 별도의 안내표시가 없어도 출입구의 위치를 즉각적으로 인지하게 함	
	C2	점자블록과 무단차 설계를 적용하여 다양한 이용자의 승하차를 지원하며 외부 전이 공간이 버스 차도 접속부의 안내표시 위치와 일치하여 승하차 시 이동이 용이함	

정보확인	C3	버스 도착에 따른 자동 개폐 스크린도어는 아니지만 버스의 진입 장면을 내부 화면으로 송출하고 음성 안내를 동시에 제공하여 승하차 상황에 대응함
	D1	정차하는 전체 노선의 실시간 정보와 기상정보를 제공하고 주변 지역 탐색을 위한 키오스크를 설치하였으나 조작부가 허리선 아래에 위치하여 이용이 불편함
	D2	버스 정보 제공 화면의 설치 위치는 적절하나 화면 크기 대비 글자 크기가 작고 연한 회색과 흰색 위주의 배경을 사용하여 정보 간 구분과 가독성이 부족함
스마트기능이용	D3	버스 도착 실시간 안내 화면이 자연 없이 갱신되며 곧 도착하는 버스에 대한 안내를 음성과 시각 정보로 동시에 제공하여 이용 상황에 대응함
	E1	공기질 관리 기능에 대한 안내를 벽면 부착 스티커로 제공하나 이용자가 인지하기 어려운 위치에 작은 글자로 표기되어 기능 작동에 대한 체감이 어려움
	E2	터치 키오스크로 이용자 조작에 반응하는 정보 제공은 이루어지나 센서 기반 기능은 부재하며 환경 변화 감지에 따른 기능 작동의 시각적 피드백은 확인이 불가함
	E3	제공되는 스마트 기능은 특정 이용자에게 한정되지 않고 다양한 이용자가 개인의 필요에 따라 선택적으로 이용할 수 있도록 구성됨

4.2.3 사례 C: 강서구 ‘스마트그린쉼터’

강서구의 스마트그린쉼터는 2022년부터 운영된 계절 환경 대응 및 휴식공간 제공형 스마트버스정류장으로 미세먼지, 폭염, 한파 등 계절별 환경위험으로부터 이용자를 보호하기 위해 조성되어 이용객 편의 증진과 도심 속 휴식공간 제공을 주요 목적으로 한다.⁵⁾ 구체적인 분석 내용은 <표 7>과 같다.

<표 7> 사례 C: 강서구 ‘스마트그린쉼터’

구분		스마트그린쉼터		
정류소명	마곡나루역4번출구(16385)		설치년도	2024
주요기능	BIT, CCTV, 공기정화 및 UV 살균, 냉난방기, 비상벨, 무선충전기, 공공 Wifi			
이미지				
				
항목		분석 내용		
접근	A1	출입문 방향 안내 및 투명 외피 적용으로 내부 기능에 대한 시각적 인지와 진입 접근성을 확보함		
	A2	점자블록 부재로 시각장애인 접근 유도가 미흡하며 자전거 도로와의 인접 설계로 충돌 위험이 존재함		
	A3	버튼식 자동문을 통한 출입이 가능하나 출입 상황을 실시간으로 감지하여 자동으로 반응하는 장치는 부재함		
대기	B1	대기공간은 좌석 좌석 중심으로 구성되어 있으며 휠체어 및 유아차를 위한 별도 공간은 확인되지 않음. 이에 휠체어 또는 유아차 이용 시 통과동선과 대기영역이 중첩될 가능성이 있음		
	B2	냉난방 등 대기 환경 조절은 원활히 작동하나 실내 공기질 관리 상태를 안내하는 시각적 안내가 부재함		
	B3	내부 대기 공간이 협소하고 단일 출입문 구조로 이용자 밀집 시 충돌 가능성이 있음		

승하차	C1	승하차 안내 음성은 제공되나 버스 정차 및 승차 위치 정보는 부재하여 이용자가 투명 외피를 통해 버스의 접근 상황을 직접 확인해야 하는 한계가 있음
	C2	점자블록의 부재, 휠체어 이동 공간이 협소하여 다양한 이용자의 승하차 조건이 확보되지 못함
	C3	버스 도착에 관한 음성 및 디스플레이 정보는 제공되나 그 외 승하차 상황에 대응하는 물리적 장치가 부재함
정보확인	D1	BIT 및 디스플레이, 안내 표식의 공간적 배치와 정보 위계가 정확하여 정보 전달이 명확함
	D2	대기 공간 내 한 개의 디스플레이가 존재하나 정보 장치가 다양한 이용자에게 적합하며 대기 좌석 상단에 배치되어 시각적 간섭을 방지함
	D3	전반적인 정보 전달 시스템이 현장 상황 변화에 즉각적으로 대응하며 효율적인 정보 전달을 수행함
스마트기능이용	E1	스마트 기능의 안내가 부재하여 이용 과정에서 기능 인식 및 조작의 편의가 저하됨
	E2	대다수의 기능이 일방향적 조작 기능으로 제공되는 정보 습득만 가능하며 이용자 체류 및 주변 환경 변화에 따른 반응형 피드백이 확인되지 않음
	E3	Wifi 이용 안내문의 부재로 스마트 기기 및 조작에 익숙하지 않은 디지털 취약 계층 이용자가 해당 기능을 적극적으로 인지하고 활용하는 데 어려움이 확인됨

4.2.4 사례 D: 광진구 ‘스마트 휴 쉼터’

광진구의 스마트 휴 쉼터는 폭염, 한파, 미세먼지 등 기후변화에 대응해 사계절 안전하고 쾌적한 대기 환경을 제공하는 기후 대응형 스마트버스정류장으로 이용자 편의 증진과 도심 내 휴식공간 제공을 목적으로 한다.⁶⁾ 대학가, 지하철역 인근 유동 인구가 많은 가로변에 설치되어 보행 흐름과 정류장 대기 행위가 동시에 나타나는 특징을 보인다. 구체적인 분석 내용은 <표 8>과 같다.

<표 8> 사례 D: 광진구 ‘스마트 휴 쉼터’

구분		스마트 휴 쉼터		
정류소명	구의역 2번출구(05149)	설치년도	2023	
주요기능	BIT, 냉난방기, 공기청정기, 유무선 충전기, CCTV, 비상벨, 공공 Wifi			
이미지				
				
항목		분석 내용		
접근	A1	도보에 면한 외피에 정류장 명칭과 안내 표식을 레터링 시트로 표기하여 이용자가 정류장의 존재를 쉽게 인지하고 접근하도록 제시함		
	A2	출입문 앞뿐만 아니라 정류장 둘레에 점자블록을 배치하고 무단차로 다양한 이용자의 물리적 접근을 지원함		
	A3	출입 상황을 감지하여 자동으로 반응하는 시스템은 제공되지 않음		
대기	B1	벤치형과 스톨형 좌석, 입식 테이블을 배치하여 다양한 대기 방식을 수용하나 휠체어 이용자를 위한 별도의 배려석은 제공되지 않음		

	B2	공기청정기와 냉난방 기능이 설치되어 대기 중 체류 환경을 조절함
	B3	입식 대기공간과 좌식 대기공간이 마주보게 배치되어 혼잡 시 체류자와 통과자의 동선이 일부 중첩됨
승하차	C1	버스 정차 위치를 명확히 제시하고 있으며 출입구에 별도의 안내표시는 없으나 정류장 간판을 통해 출입구를 자연스럽게 인지하도록 설계함
	C2	차도 접속부와 출입문의 위치가 인접하여 승하차 동선이 자연스럽게 유도되며 휠체어 이동에 충분한 유효 폭을 확보함
	C3	버스 도착에 연계하여 스크린도어가 자동으로 개폐되는 기능은 없으나 곧 도착하는 버스에 대한 음성 안내로 이를 보완함
정보확인	D1	정류소명을 별도의 바탕색으로 라벨링하여 인지를 용이하게 하고 그 외 BIT 정보의 위계가 명확하게 구성됨
	D2	디스플레이를 눈높이보다 다소 높게 설치하여 내부의 모든 이용자가 정보를 확인하기 용이하며 정보별 글자 크기와 색상을 달리하여 가독성을 높임
	D3	실시간 정보 갱신에 따라 음성과 시각 안내를 항상 동시에 제공하여 이용 상황에 대응함
스마트기능이용	E1	정류장 외부에서 기본 제공 기능을 안내하고 충전시설에 유무선 충전 방식 별로 상세한 사용 방법 스티커를 부착하여 기능의 위치와 이용 방법을 인지하게 함
	E2	이용자 조작에 반응하는 스마트 기능은 비상벨과 충전기 등에 그치며 환경 감지에 따른 기능 작동의 피드백은 체감하기 어려움
	E3	특정 이용자에게 한정되지 않고 모든 이용자가 필요에 따라 선택적으로 이용할 수 있도록 구성됨

4.2.5 사례 E: 서대문구 ‘스마트쉼터’

서대문구의 스마트쉼터는 외부 환경 요인에 대응하고 대중교통 이용 편의를 증진하기 위해 조성된 환경 대응 및 교통약자 배려형 스마트버스정류장이다.⁷⁾ 본 연구의 분석 대상은 공원 및 생활권 보행 공간과 인접한 가로변 버스 정류장에 설치되어 주변 공공공간과의 관계 속에서 정류장 이용 행위가 형성되는 것이 특징이다. 구체적인 분석 내용은 <표 9>와 같다.

<표 9> 사례 E: 서대문구 ‘스마트쉼터’

구분		스마트쉼터		
정류소명	DMC파크뷰자이.별동상가(13189)		설치년도	2024
주요기능	공기정화 및 살균, BIT, 냉난방기, 실내외 미세먼지 측정, 무선 충전기, CCTV, 비상벨, 공공 Wifi			
이미지				
				
항목		분석 내용		
접근	A1	투명 외피를 통해 시설 존재와 내부 기능 인지는 용이하나 출입구 표기가 부재하며 특히 자동문 버튼 부근에 개폐 방향 등의 조작 단서가 부재하여 이용자가 문 조작 방법을 즉각적으로 인지하기 어려울 수 있음		
	A2	무단차 진입부와 휠체어 이용 유효 폭 확보로 물리적 접근성은 양호하나 점자블록의 설치 위치가 출입문이 맞닿지 않아 시각장애인의 안전한 이용이 저해됨		

	A3	출입문과 내부 조명 등으로 진입을 유도하나 출입 상황에 따른 반응형 대응 요소가 부족함
대기	B1	휠체어 및 유아차 전용 대기공간이 마련되어 있지 않아 혼잡 시 이용자 간 충돌 및 불편이 발생할 수 있음
	B2	IoT 공기질 측정 시스템을 바탕으로 환경 조절 시스템이 자동 작동하여 쾌적한 대기 환경을 유지함
	B3	버스 진입 및 정차 위치와 자동문 출입구가 인접하여 승터 진입동선과 하차 후 보행동선이 동일 구간을 공유함. 이에 버스 도착 시 두 동선이 중첩될 가능성이 있음
승하차	C1	승하차 구역이 정밀하게 구획되어 있지 않아 단순 도착 음성 안내와 투명 외피를 통한 직접적인 확인이 필요함
	C2	저상버스 경사판 연계 및 휠체어 이동 공간이 확보되지 않았으며 진입로와 자전거 전용도로의 인접 설계로 승하차 시 안전사고 위험 발생 가능성이 있음
	C3	버스 도착 음성 및 디스플레이 정보 외 승하차 상황에 실시간으로 대응하는 장치나 정보 피드백이 부족함
정보 확인	D1	주요 정보 안내 요소의 배치와 시각적 위계가 명확하여 이용자의 직관적인 정보 인지가 가능하나 환경 관련 정보의 글자 크기가 작아 가독성이 떨어짐
	D2	디스플레이의 설치 위치가 대기자 간 간섭을 피해 상단 부에 배치되어 다양한 이용 환경에서의 직관적 정보 인지가 가능하게 함
	D3	실시간 버스 도착 정보 갱신에 따라 음성과 시각 안내를 항상 동시에 제공하여 이용 상황에 원활히 대응함
스마트 기능 이용	E1	환경 자동 제어 관련 안내는 제공되고 있으나 공공 Wifi나 무선충전 시설에 대한 사용 방법 안내는 부재함
	E2	대다수의 기능이 일방향적 조작 기능으로 제공되는 정보 습득만 가능하며 이용자 체류 및 주변 환경 변화에 따른 반응형 피드백이 확인되지 않음
	E3	Wifi 이용 안내문의 부재로 스마트 기기 및 조작에 익숙하지 않은 디지털 취약 계층 이용자가 해당 기능을 직관적으로 인지하기 어려울 수 있음

4.3 소결

본 연구는 서울시 스마트버스정류장 이용 행위에 따른 어포던스 메커니즘을 분석하기 위해 서울시 내 스마트버스정류장 5곳을 대상으로 접근, 대기, 승하차, 정보 확인, 스마트 기능 이용의 다섯 가지 이용 행위를 중심으로 사례를 종합 비교하였다.

접근 행위를 분석한 결과, 모든 사례에서 투명 외피와 정류소명, 안내표식을 통해 시설의 위치와 진입 가능성을 시각적으로 인지할 수 있도록 구성되어 있었다. 이 중 사례 B는 출입문과 맞게 설계된 점자블록 안내와 넓은 출입구 전이공간을 확보하였고 사례 D는 정류장 둘레 전반에 점자블록을 배치하여 다양한 이용자의 접근을 고려하였다. 이에 비해 사례 C와 E는 출입구와 점자블록이 직접 연결되지 않거나 자전거 도로와 인접해 충돌 위험이 나타났다. 또한 출입문과 자동문은 진입을 유도하였으나 접근 상황에 자동으로 반응하는 기능은 부재하여 접근 행위에서는 행동제시가 주로 나타나고 행동반응은 제한적인 것으로 분석되었다.

대기 행위를 분석한 결과, 모든 사례에서 좌석과 냉

난방, 공기 청정 기능이 설치되어 외부 기후와 대기오염으로부터 보호된 쾌적한 체류 환경을 제공하고 있었다. 특히 사례 A는 휠체어 전용석을 포함하여 좌석 및 입식 공간을 함께 배치하여 다양한 대기 방식의 선택 가능성을 높였다. 반면 사례 C, D, E는 출입구와 좌석 또는 입식 공간이 인접해 혼잡 시 이용자 간 동선 간섭이 발생할 가능성이 나타났다. 대기공간의 환경조절 기능 측면에서는 사례 E가 실내외 환경 상태와 기기 작동 조건을 가시화하여 피드백이 명확한 반면, 나머지 사례는 작동 상태에 대한 피드백이 부족하여 대기 행위에서 중립과 행동반응이 함께 나타나나 사례별 작동 수준에 차이가 확인되었다.

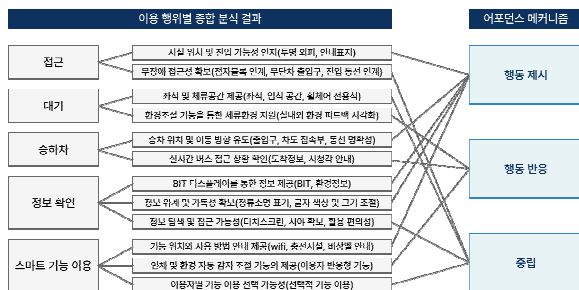
승하차 행위를 분석한 결과, 모든 사례에서 실시간 버스 도착정보와 음성 또는 시각 안내를 통해 버스 접근 상황을 확인할 수 있었으나 승터 내부 대기공간과 실제 승차 위치를 직접 연결하는 반응형 장치는 부재하였다. 사례 B는 출입구 앞 전이공간과 차도 접촉부의 위치가 일치하여 승하차 동선이 명확하였고 사례 D와 E 또한 출입구와 차도 접촉부가 인접하여 이동 방향을 자연스럽게 유도하였다. 반면 사례 A는 한쪽 출입문이 폐쇄되어 이동 선택이 제한되었고 사례 C와 E는 승하차 구역이 명확하지 않았으며 자전거 도로가 인접해 안전상의 한계가 나타났다. 이에 승하차 행위에서는 행동제시가 주로 확인되었으나 이동 선택을 허용하는 중립과 상황 대응을 위한 행동반응은 충분하지 않은 것으로 분석되었다.

정보 확인 행위를 분석한 결과, 모든 사례에서 BIT 디스플레이를 통해 실시간 버스 도착정보 및 환경정보를 제공하고 있었으며 일부 사례에서는 기상 및 환경정보를 함께 제시하였다. 정보의 위치와 표현방식 및 시각적 위계는 사례별로 차이가 나타났다. 디스플레이는 높은 위치에 배치되어 다양한 이용자의 시야를 확보하였다. 사례 C와 D는 정보의 위계가 뚜렷해 정보 인지가 용이하였다. 반면 사례 B와 E의 경우 주요 정보 위계는 명확하였으나 글자 크기가 작아 가독성이 부족하였다. 사례 A는 터치스크린을 통해 주변 지역 정보 탐색이 가능하였으나 스크린 조작부의 위치가 하단에 설치되어 기능 활용에 어려움이 나타났다. 또한 공기정화를 주요 기능으로 하는 사례에서도 환경정보 제공이 부재하여 정보 확인 행위에서는 행동제시와 실시간 갱신에 따른 행동반응이 나타났으나 정보 접근

및 탐색의 경우 사례별 차이가 확인되었다.

스마트 기능 이용 행위를 분석한 결과, 모든 사례에서 Wifi, 충전시설, 비상벨, 냉난방, 공기질 관리의 기능이 제공되었으나 기능의 설치 여부와 실제 이용 가능성 간 차이가 나타났다. 사례 D는 유무선 충전 방식별 사용 방법을 구체적으로 안내하여 이용자의 기능 인지를 지원하였다. 반면 사례 A는 충전시설의 배치 위치로 인해 휠체어 이용자의 접근이 제한되었고 사례 C와 E는 Wifi 및 충전시설의 사용 방법 안내가 부족하여 디지털 기기 조작에 익숙하지 않은 이용자의 기능 접근이 낮아질 수 있었다. 이에 스마트 기능 이용에서는 행동제시, 행동반응, 중립의 메커니즘이 복합적으로 요구되지만 기능 사용 안내와 이용 접근 측면에서 개선이 필요한 것으로 분석되었다.

이용 행위별 사례분석 종합 결과를 어포던스 메커니즘과 연결하면 시설과 정보의 위치 및 이용 방법을 인지시키는 요소는 행동제시, 이용자와 환경 변화에 대응하는 기능은 행동반응, 다양한 이용자의 선택적 이용 가능성을 제공하는 요소는 중립과 관련된다. 이에 따라 이용 행위별 분석 결과와 어포던스 메커니즘의 연계 구조는 다음 <그림 2>와 같이 분석된다.



<그림 2> 이용 행위별 종합 분석 결과와 어포던스 메커니즘의 연계

5. 결론

본 연구는 스마트버스정류장을 단순한 기능 집합의 공간이 아니라 이용자와 공간 사이의 관계 속에서 행위 가능성과 제약이 형성되는 어포던스 공간으로 이해하였으며 서울시 스마트버스정류장 5곳을 대상으로 사례분석을 진행하였다. 분석 결과 스마트버스정류장의 공간 및 기능 요소는 행동제시, 행동반응, 중립 세 가지 어포던스 메커니즘에 따라 복합적으로 작동하였다.

첫째, 행동제시 어포던스 측면에서 스마트버스정류장은 투명 외벽, 정류소명, 안내표식, 외부 디스플레이

등을 통해 시설의 이용 가능성 및 진입 방향을 명확하게 제시하였다. 그러나 이러한 행동 제시는 시설의 존재를 인지시키는 수준에는 효과적이었으나 출입구에서 승차 위치로의 이동, 스마트 기능의 이용 방법으로서의 연결과 같이 이용 행위가 전환되는 지점에서는 단절되었다. 특히 출입구와 차도 접속부의 연결 안내가 부족한 사례, wifi와 충전시설이 설치되어 있음에도 사용 방법이 제시되지 않은 사례는 정보와 기능이 존재하더라도 실제 이용 행위로 이어지지 않았다. 따라서 스마트 버스정류장의 행동제시는 개별 표식을 단순 추가하기보다 ‘접근-진입-대기-승하차-스마트 기능 이용’의 연속적인 안내체계 계획이 필요하다. 즉 이용자가 의사결정을 내리는 출입구, 승차 전이 공간, 스마트 기능 조작부에 시각, 청각, 촉각 단서를 복합적으로 활용하여 공간 배치와 안내 정보가 BIT 실시간 정보와 연동되어 공간 이용 방향을 제시할 필요가 있다.

둘째, 행동반응 어포던스 측면에서 스마트버스정류장은 실시간 버스정보 갱신, 냉난방, 공기질 관리 등을 통해 교통 및 환경 변화에 대응하고 있다. 그러나 현재의 행동반응은 이용자의 행위에 반응하기보다 기상 상황, 버스 운행 데이터에 반응하는 시스템 중심의 자동화에 집중되어 이용자의 접근을 감지해 출입을 지원하거나 버스 도착에 맞춰 승하차 동선을 안내하는 사용자 중심의 반응은 제한적이다. 또한 대다수의 사례에서 환경조절 기능이 실제로 작동하고 있어도 상태와 결과가 표시되지 않아 이용자가 시스템의 반응을 인지하지 못하였다. 기술적 작동만으로 행동반응 어포던스가 성립하는 것이 아니라 이용자가 반응의 원인인 결과를 확인하여 실질적인 기술의 효능을 체감할 수 있도록 하는 시각적 피드백을 제공할 필요가 있다. 즉 센서 기반 기능은 감지-작동-피드백의 구조로 설계되어야 하며 실내외 공기질, 냉난방 작동 상태, 비상벨 호출 상태 등을 시청각 단서를 통해 전달하여 시스템의 반응을 이용자가 확인할 수 있도록 해야 한다.

셋째, 중립 어포던스 측면에서 무단차 진입부, 다양한 형태의 대기 좌석, 휠체어 배려석, wifi와 충전시설 등은 이용자가 신체 조건과 필요에 따라 공간과 기능을 선택적으로 이용할 가능성을 제공하였다. 그러나 wifi 이용 가능 안내 부재, 충전시설이 앉은 자세를 전제로 배치되는 등 특정 이용자의 선택 가능성이 실질적으로 제한되었다. 따라서 중립은 단순히 사용을 금

지하지 않는 상태가 아니라 다양한 이용자가 동일한 공간과 기능에 접근하고 조작할 수 있는 실질적 선택 가능성으로 이해되어야 한다. 이를 위해 좌식과 휠체어 및 유모차 대기공간을 이동 동선과 충돌하지 않도록 유효 폭을 고려하여 구분하고 기능 조작부의 높이와 접근 여유폭을 다양화하여 신체 조건에 따른 이용 제약을 줄여야 한다.

넷째, 세 가지 어포던스 메커니즘은 독립적으로 작동하기보다 이용자 여정의 전환 지점에서 행동 제시가 이용을 유도하고 행동반응이 이를 지원하며 중첩이 이용자의 선택 가능성을 보장하는 연속 구조로 작동해야 한다. 사례에서는 시설의 위치와 버스정보를 제시하는 요소는 비교적 명확했으나 접근에서 진입으로 전환되는 지점에서 점자블록과 출입구 안내가 단절되고 진입에서 대기로 전환될 때 통과동선과 대기영역이 중첩되며 대기 및 정보 확인에서 승하차로 전환될 때 실시간 정보와 실제 승차 위치의 연결이 부족한 경우가 나타났다. 이에 스마트버스정류장의 스마트함은 기능의 수보다 인지-반응-선택의 과정이 단절 없이 이어지는 이용 경험을 기준으로 디자인될 필요가 있다.

다섯째, 스마트버스정류장은 사례별 공간구성과 제공 기능의 차이를 수용하되 이용자 여정의 연속성을 공통적인 계획 기준으로 우선 고려할 필요가 있다. 사례분석에서는 출입구 안내, 점자블록의 연속성, 승차 위치와의 연결, 조작부 접근성 및 작동 피드백 등에서 공통적인 이용 단절이 확인되었다. 따라서 자치구별 입지 여건과 운영 특성에 따른 기능 및 디자인의 차별화는 이러한 기본적인 이용 기준을 충족하는 범위에서 적용할 필요가 있다.

본 연구는 서울시 스마트버스정류장을 대상으로 이용 행위와 공간 및 기능요소 간의 관계를 어포던스 메커니즘을 통해 분석하였다는 데 의의가 있다. 본 연구에서 다룬 점자블록, 이동 유효폭, 휠체어 대기공간 및 조작부 높이 등은 유니버설디자인 평가에서도 다루어지는 요소이지만 이를 기준의 충족 여부로 평가하기보다 각 요소가 이용 행위를 어떻게 제시하고 이용자와 환경 변화에 어떻게 반응하며 다양한 이용자의 선택을 허용하거나 제한하는지를 해석했다는 점에서 차이가 있다. 이를 통해 동일한 공간 및 시설 조건도 이용자 여정의 전환 지점에서 다음 행위를 연결하거나 단절시키는 방식으로 작동할 수 있음을 확인하였다.

다만 본 연구는 공간 및 시설조건을 중심으로 한 정성적 사례분석으로 이용자의 실제 사용 경험, 계절에 따른 환경조절 성능을 직접 측정하지 못했다는 한계가 있다. 향후 연구에서는 이용자 관찰과 및 인터뷰를 병행하여 각 어포던스 메커니즘이 실제 이용 행위와 만족도에 미치는 영향을 검증하여 스마트버스정류장 디자인 가이드라인 수립을 위한 기초자료로 활용할 필요가 있다.

References

- APTA, (2012). Design of On-street Transit Stops and Access from Surrounding Areas. Washington, DC: American Public Transportation Association.
- Davis, J. L., & Chouinard, J. B., (2016). Theorizing affordances: From request to refuse. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 36(4), 241–248.
- Davis, J. L., (2020). How Artifacts Afford: The Power and Politics of Everyday Things. Cambridge, MA: MIT Press.
- Davis, J. L., (2023). 'Affordances' for machine learning. *Proceedings of the 2023 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 324–332. New York: Association for Computing Machinery.
- Gibson, J. J., (1979). The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin.
- Gjefsen, M. D., & Vie, K. J., (2021). Propping up interdisciplinarity: Responsibility in university flagship research. *Journal of Responsible Innovation*, 8(1), 48–69.
- Han, Kyunghwa, Kim, Sua, & Hwang, Yeonsook, (2022). Characteristics of smart bus stops in age-friendly cities through case analysis. *Journal of the Korea Institute of Spatial Design*, 17(7), 377–390.
- He, Fei, & Kim, Jongseo, (2022). A study on the characteristics of public space facilities in smart city. *Journal of the Korea Furniture Society*, 33(4), 447–456.
- Kim, Youbin, Yun, Sojung, Oh, Jeongmi, Lee, Seoyoeng, & Lee, Hamin, (2024). Research on IoT smart shelters responding to climate and environmental factors: Focusing on adaptive display color schemes. *Journal of Industrial Design Studies*, 18(4), 153–169.
- Lee, Minju, (2021). A study on the characteristics of street furniture design as a component of streetscape. Daejin University Graduate School, Master's Thesis.
- Lee, Sinhae, & Yeon, Junhyoung, (2025). Study on the performance analysis and improvement measures of smart shelters in Seoul. The Seoul Institute.
- NACTO, (2013). Urban Street Design Guide. Washington, DC: Island Press.
- Norman, D. A., (1988). The Psychology of Everyday Thing

s. New York: Basic Books.

Park, Kidon, & Ko, Youngjun, (2021). A study on the application of universal design through case analysis and evaluation of smart bus stops. *Journal of Cultural Product & Design*, 64, 169–179.

Robinson, T., & Ji, Minsun, (2022). Smart City Seoul: Solving the Urban Puzzle. In *Sustainable, Smart and Solidary Seoul: Transforming an Asian Megacity*, 99–134. Cham: Springer.

Seoul Metropolitan Government, (2024). Universal Design Guideline for Transportation Facilities: Bus Stop. Seoul: Seoul Metropolitan Government. <https://dl.nanet.go.kr/detail/MONO12025000010251> : (2026년 8월 21일).

Son, Dongjoo, (2024a). Research on the role of smart public facilities –Focusing on public design policy–. *Journal of Service Research and Studies*, 14(3), 206–230.

Son, Dongjoo, (2024b). A study on the guidelines that smart public facilities must have as smart city infrastructure. *Journal of Communication Design*, 87, 59–79.

Transport for London, (2017). Accessible Bus Stop Design Guidance: Revised Edition 2017. London: Transport for London. <https://content.tfl.gov.uk/bus-stop-design-guidance.pdf> : (2026년 8월 21일).

Endnotes

- 1) 국토교통부, (2021년 3월 4일). 우수 솔루션 확산·규제 없는 실증사업으로 스마트시티 국민 체감도 높인다. 국토교통부 보도자료. https://molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95085265&lcmepage=60 : (2026년 8월 15일).
- 2) 서울특별시, (2024년 5월 2일). 서울시 스마트쉼터 현황. 서울 열린데이터광장(데이터 갱신일: 2025년 5월 20일). <https://data.seoul.go.kr/dataList/OA-22311/F/1/datasetView.do> : (2026년 8월 15일).
- 3) 성동구, (2020년 8월 11일). 성동구, 최첨단 IoT 쉼터 ‘성동 스마트쉼터’ 첫선. 성동구청 보도자료. <https://www.sd.go.kr/main/selectBbsNttView.do?bbsNo=188&key=1477&nttNo=263011&pageIndex=262&pageUnit=10> : (2026년 8월 15일).
- 4) 서울특별시, (2024년 5월 2일). 서울시 스마트쉼터 현황. 서울 열린데이터광장(데이터 갱신일: 2025년 5월 20일). <https://data.seoul.go.kr/dataList/OA-22311/F/1/datasetView.do> : (2026년 8월 15일); 강남구, (2022년 10월 12일). 강남구, 버스 기다리며 만나는 스마트 쉼터 ‘미세먼지 프리존’ 32개소 운영. 강남구청 보도자료. https://www.gangnam.go.kr/board/B_000031/1072741/view.do?mid=ID01_0313 : (2026년 8월 15일). 본 연구에서는 현재 시설명인 ‘그린 스마트쉼터’를 사용하였으며, 설치 당시 강남구 공식 명칭은 ‘미세먼지 프리존 쉼터’였다.
- 5) 강서구. 스마트도시 서비스 시범사업-스마트그린쉼터. 강

서구 스마트도시. <https://www.gangseo.seoul.kr/smart/smart030101> : (2026년 8월 15일).

6) 광진구, (2023년 10월 10일). 광진구, 한파먼지 대비 스마트 휴 쉼터 설치. 광진구청 보도자료. <https://www.gwangjin.go.kr/portal/bbs/B00000002/view.do?menuNo=200191&nttId=6156640> : (2026년 8월 15일).

7) 서대문구, (2025년 1월). 든든하고 따뜻한 겨울철 대책 안내. 서대문마당 제582호. <https://sdmnews.info/vol582/post201.html> : (2026년 8월 15일).