

〈용용논문〉

모빌리티 서비스 체계에서 목적 기반 모빌리티의 추세 연구
-용도 분포를 중심으로-향 가 훈¹⁾ · 구 상²⁾홍익대학교 디자인공예학과¹⁾ · 홍익대학교 산업디자인학과²⁾A Study on the Trend of Purpose-built Mobility in the Mobility as a Service System
-Focusing on the Usage Distribution-Kexin Xiang¹⁾ · Sang Koo^{*2)}¹⁾Department of Design and Craft, Hongik University, Seoul 04066, Korea²⁾Department of Industrial Design, Hongik University, Seoul 04066, Korea

(Received 27 December 2022 / Revised 27 February 2023 / Accepted 7 March 2023)

Abstract : The Fourth Industrial Revolution promoted the development of cities and opened the era of smartization. As the urban environment changes and the number of floating populations increase, traffic patterns and people's demand for movement are rapidly changing. This study aims to explore the usage distribution of PBVs in MaaS schemes to meet the changes in demand for people's mobility in future smart cities. Through case studies, changes in PBV use and influencing factors were derived to predict future PBV usage distribution trends. In the future, PBVs will be mainly used in last-mile logistics, manned, mobile warehouses, and supply chains. It is of great significance to promote the development of urban transportation, improve the travel experience and improve the quality of life of urban residents.

Key words : Purpose-built vehicle(목적 기반 모빌리티), Mobility as a services(모빌리티 서비스), Usage distribution(용도 분포), Trend(추세), Case study(사례연구)

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

유엔(United Nations)의 조사에 따르면 2025년까지 도시 거주자가 46억 명을 증가할 것이 알 수 있다. 인구 밀집화에 따라 교통 패턴이 변화했고 더 많은 이동 수요를 초래했다.¹⁾ 무엇보다 고령인구 비율이 커지면서 모빌리티 서비스(Mobility as a Service, MaaS)에 대한 수요가 늘었다. 따라서 모빌리티는 단순히 차량의 차원을 넘어 도시 인프라를 기반으로 한 MaaS를 제공하는 도구를 의미한다.

2015년 이후 라스트마일 딜리버리(Last mile delivery)의 수요가 급증하고 있다. 더불어 전자상거래의 중요성이 나날이 커지고 있으며, 화물 운송 분야의 수요도 특히 인구가 밀집된 도시 지역에서 빠르게 증가하고 있다.²⁾ 라스트마일 딜리버리는 도시 교통량의 30%를 차지할

것으로 전망되고 2050년 전 세계 도시의 교통 이동 수요는 2배로 증가할 것으로 예상된다.³⁾

이러한 발전 추세에 따라 도시 MaaS 시스템에서는 주요 육상 운송수단의 주체가 될 목적 기반 모빌리티(Purpose-Built Vehicle, PBV)가 업계의 주목을 받고 있다. 본 연구의 목적은 미래 도시민의 이동 수요 변화를 충족시키기 위해 MaaS 체계에서 PBV의 용도 분포를 탐구하는 것이다.

1.2 연구 방법 및 범위

본 연구는 점차 스마트화되는 도시에서 근미래 MaaS를 제공할 PBV의 용도 분포를 탐구하고자 한다. 따라서 연구 방법과 범위는 다음과 같다.

첫째, 서론에서는 본 연구의 배경과 목적을 검토하여 연구 대상과 범위를 확정했다.

*Corresponding author, E-mail: koosang@hongik.ac.kr[†]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.

둘째, 연구 문제에 관한 MaaS와 PBV의 정의를 제시하고 연구의 주체인 PBV의 현황과 발전 추세를 조사했다. 연구의 포괄성을 확보하기 위해 선행연구를 통해 연구 분야의 현황과 추세를 조사했다.

셋째, 사례연구를 통해 첫 번째 PBV가 출시된 이후 현재까지 시중에 나와 있는 모든 PBV 사례를 대상으로 분석하고 시기별의 변화를 도출했다.

넷째, 앞서 서술한 내용을 근거로 용도 변화의 영향 요인을 도출하고 미래 PBV의 용도 분포를 예측했다.

다섯째, 연구의 결과를 서술하고 혁신점, 한계점과 의미를 설명했다.

2. 이론적 배경

2.1 MaaS

2.1.1 MaaS의 정의

사람들은 이동 시 편리성, 신속성, 안전성 및 예측가능성을 요구하고 있으며, 일체형 교통모델, 라스트마일 교통 서비스의 발전을 촉진했다. 모빌리티는 단순히 이동 수단에서 서비스로 전환했다.

Heikkilä⁴⁾에 따르면, MaaS의 개념은 여러 모빌리티 서비스 공급사로부터 개인의 모빌리티 서비스를 하나의 인터페이스에 통합하고, 이 인터페이스를 통해 서비스를 검색, 예약, 결제할 수 있는 것을 의미한다. Sampo Hietanen⁵⁾은 MaaS를 서비스 공급사의 인터페이스를 통해 이동 수요를 제공하는 모빌리티 분포 모델로 설명한다. 이것은 다양한 교통 방식을 결합하여 맞춤형 모빌리티 솔루션을 제공한다. MaaS Lab⁶⁾은 『The MaaS Dictionary』에서 “MaaS는 사용자를 중심으로 하는 인텔리전트 모빌리티 관리 및 배포 시스템으로, 이 시스템에서 MaaS 운영사는 여러 모빌리티 서비스 공급사의 제품을 하나로 통합해 디지털 인터페이스를 통해 최종 사용자에게 서비스를 제공하고, 사용자는 이를 통해 완전한 여정을 계획하고 편리하게 결제를 할 수 있다”고 정의했다. Kamargianni 등⁷⁾은 수요측에서 MaaS 사용자는 다양한 수요, 선호도 및 여행 예산에 따라 맞춤형 모빌리티 솔루션을 만들고 실시간 정보를 통해 이동 안내를 받을 수 있다고 말한다. 공급측에서 MaaS 운영사는 관리 서비스 제공자 간의 스케줄 조정을 담당하고, 관리 서비스 제공자는 자체 서비스의 효율적인 운영을 담당한다. 또, 티켓팅, 예약 및 결제를 여러 모델로 통합하여 최종 사용자에게 원활한 심리스 이동 체험(Seamless mobile experience)을 제공한다. Goodall 등⁸⁾에 따르면, MaaS은 디지털 플랫폼에 의존하며, 이 플랫폼은 공공 및 민간 교통 모델에 걸쳐 종단간(End-to-end) 여행 계획, 예약, 전자 티켓팅 및 결제 서비스를 통합한다. 또, 각각의 교통 모델 포지셔닝,

예약, 결제와 다르게 MaaS 플랫폼은 사용자가 하나의 앱으로 완전한 여정을 계획할 수 있도록 한다.

MaaS의 핵심 특징은 고객 수요 기반, 서비스 통합, 협력, 도심 교통 모델 및 서비스 공급사 연결 등이다. 도어 투 도어(Door-to-door)는 MaaS 시스템의 주요 목표로 모빌리티 공급사 간의 긴밀한 협력과 효율적인 차량 관리 및 운영을 통해 MaaS는 자원 및 서비스를 더 잘 배분할 수 있다. 따라서 MaaS는 유연하고, 개인화된 온디맨드(On demand) 모빌리티 서비스로 볼 수 있다.

2.1.2 MaaS의 현황

MaaS는 교통 옵션을 심리스 인터모달 모빌리티(Seamless intermodal mobility)로 통합하여, 사용자를 출발지에서 목적지까지, 즉 도어 투 도어로 편리하게 한다. MaaS와 유사한 서비스는 2016년 북미에서 선보인 FTA, 2017년 유럽에서 선보인 KOMPIS, 2018년 아시아에서 선보인 MaaS Global 그리고 2019년 오세아니아에서 선보인 iMove 등을 포함하여 많은 국가에서 시험되고 있다.⁹⁾ 통근자들은 Moovit¹⁰⁾과 같은 앱을 통해 이동 경로와 시간을 계획할 수 있어서 통근시간을 절약하고 시스템은 도시 전체의 교통 흐름, 에너지 효율과 차량 이용을 최적화한다.¹¹⁾ MaaS의 핵심 특징은 고객 수요 기반, 서비스 통합, 협력, 도심 교통 모델 및 서비스 공급사 연결 등이다. 도어 투 도어는 MaaS 시스템의 주요 목표로, 모빌리티 공급사 간의 긴밀한 협력과 효율적인 차량 관리 및 운영을 통해 MaaS는 자원 및 서비스를 더 잘 배분할 수 있다. 따라서 MaaS는 유연하고, 개인화된, 온디맨드 모빌리티 서비스로 볼 수 있다.

2.2 PBV

2.2.1 PBV의 정의

PBV의 개념이 객관적인 용어로 사용되기 시작한 것은 최근부터인데, 구체적으로는 2020년 1월에 열린 소비자 가전 전시회(Consumer electronics show, CES)에 현대자동차그룹은 제시한 미래 스마트 시티에서 도심 항공 모빌리티의 탑승자들이 에어 터미널에 도착 후 각자의 최종 목적지로 가기 위해 환승 하는 육상 개념 이동수단을 지칭하는 것이다.¹²⁾

현대자동차그룹은 미래 자율주행이 보편화될 거고 더 이상 인간이 운전해 직접 개입할 필요가 없다는 것을 사실이라고 언급했다.¹³⁾ 미래 이동의 목적과 수요는 변화할 수 있으니 모빌리티를 단순한 이동 수단이 아닌 이동이 가능한 새로운 스마트 디바이스로 바라보고 있는 것이다. PBV는 도심 내에서 삶을 영위하는데 필요한 서비스를 다양하게 지원하는 모빌리티로 정의했다. 연령대

나 라이프스타일과 같은 포괄적 개념의 소비층을 넘어 특정 산업이나 직군 심지어는 개별 기업을 위해 선보이는 맞춤형 자동차를 뜻한다. 즉 대중교통뿐만 아니라 휴식, 물류, 상업, 의료 등 다양한 서비스를 지원이 가능하다. PBV는 오픈형 플랫폼을 통해 다양한 용도로 전환할 수 있고 이동 편의성을 제공할 수 있어서 미래에는 MaaS의 주체가 될 것으로 보인다.

2.2.2 목적 기반 모빌리티의 현황

2022년 글로벌 전용 차량 전략 통찰 및 성장 기회 분석 보고서에 따르면 PBV 시장에는 REE 오토모티브, 아라이벌(Arriavl), 카누(Canoo) 등 많은 자동차 스타트업이 있다. 현대(Hyundai), 기아(Kia), 포드(Ford), 르노(Renault) 등 전통적인 자동차 제조사도 이 시장에서 사업 기회를 모색하며 기존 차종을 PBV로 전환하고 있다.¹⁴⁾

몇년 전에 메르세데스-벤츠(Mercedes-Benz), 토요타(Toyota) 등의 자동차 제조 기업이 전기차 플랫폼을 활용한 PBV 콘셉트를 선보였다. 벤츠의 ‘비전 어바네틱(Vision URBANETIC)’ 모빌리티 콘셉트는 자율주행이 가능한 전기차 플랫폼을 바탕으로 차체를 다른 유형으로 바꿔 설치할 수 있는 구조로 제작되었다.¹⁵⁾ 토요타의 ‘이-팔레트(e-Palette)’ 역시 플랫폼을 기반으로 용도에 따라 제작된 차체 구조를 적용할 수 있는 PBV 콘셉트이다.¹⁶⁾ 2020년 미국 라스베이거스에서 열린 ‘CES 2020’에서 UAM, PBV, Hub로 구성된 미래 스마트 모빌리티 솔루션을 제시했다.¹⁷⁾ 전 세계적으로 급성장 중인 PBV를 상용화하기 위해 친환경 및 자율주행 기술 연구에 박차를 가하는 한편, PBV가 다양한 서비스 목적에 대응할 수 있도록 ‘핵심 부품 및 차량의 다품종 개발’, ‘새시 플랫폼 기반 다양한 차체 모듈 조립 기술’ 등을 확보하기 위해 오픈 이노베이션 방식으로 PBV 제조 생태계 구축에 힘쓰고 있다. 기아는 2025년에는 첫 번째 전용 PBV 모델 출시를 계획하고 있다. 현대모비스가 개발 중인 ‘e-CCPM(Electric Complete Chassis Platform Module)’은 미래 PBV의 기초가 될 통합 플랫폼이다.¹⁸⁾ 프레임에 전기차용 새시 모듈과 배터리를 통합한 일체형 플랫폼 모듈이다. 또한 최근에는 다양한 모빌리티 비즈니스에 특화된 차량의 개발도 활발하다. 미국 GM은 물류 배송을 목적으로 한 배송용 PBV ‘EV600’과 소형 모델 ‘EV410’ 등을 이미 선보였다.¹⁹⁾ EV600은 미국의 운송업체 페덱스에 올해 첫 공급을 시작했고, EV410은 미국의 대표 소매유통업체인 월마트와 5000대의 공급 계약을 성사한 것으로 알려졌다. 배송용 PBV가 본격적인 양산 시대를 맞은 셈이다.²⁰⁾

2.3 선행연구

PBV에 대한 선행연구에서, 오늘날의 도시 지역에서 교통 모델과 사람들의 이동 패턴 및 수요에 이미 변화가 생겼으며, 사람들은 점점 더 이동의 편리성, 신속성, 안전성 및 예측가능성을 요구한다는 결론을 내릴 수 있다. 모빌리티는 이동 그 자체를 넘어 서비스로 변화했으며, PBV는 이러한 서비스를 제공하는 매개체이다. 사람들은 PBV를 통해 다양한 이동 목적을 달성할 수 있다.

연구의 포괄성을 보장하기 위해 RISS, DBpia, Science Direct와 MDPI 등 4가지 채널을 통해 2016년부터 현재까지 관련성이 높은 논문을 수집했으며 분석을 진행했다. 결과는 Table 1과 같다.

Table 1 Prior study

Field	Author	Topic	Keyword
PBV	J. C. Yoon, 2017	A study on application of modular design for micro mobility	Micro mobility, modular design, open platform, horizontal divisional, production system
	W. Bernhart et al., 2019	Purpose-built mobility vehicles - a new breed of cars just around the corner	Purpose-built vehicles, mobility services, electric cars
	S. Koo, 2020	An observation on Purpose Built Vehicle(PBV) design factors in a mobility service system	Purpose-built vehicle, skateboard flat form, window graphic, layout, independent needs, cube shape
	I. H. Choi, 2020	A study of mobile capsule hotel design based on autonomous vehicle : focus on 1 person business trip	Self-driving, MaaS, modular design, capsule hotel
	S. Koo, 2022	A study on design characteristic factors of Purpose Built Vehicle(PBV) and Preference Based Vehicle(PBV)	Purpose built vehicle, preference based vehicle, skateboard flat form, window graphic, vertical direction body structure, hidden wheel type
	J. Y. Park, 2022	A study on multi-purpose micro- mobility design for loading on ev platforms - focusing on ev cart design based on modular architecture	Micro mobility, EV usability, loadability, modular architecture, first-last mile, multi-purpose of EV cart
MaaS	Christoph Pflügler et al., 2016	A concept for the architecture of an open platform for modular mobility services in the smart city	Mobility services, mobility solutions, platform; smart city, open platform
	Warwick Goodall et al., 2017	The rise of mobility as a service ²¹⁾	Mobility as a service, personal mobility, strategic direction

Field	Author	Topic	Keyword
MaaS	M Kamargianni et al., 2019	Incorporating the mobility as a service concept into transport modelling and simulation frameworks	Mobility as a service, transport modelling, simulation frameworks, travel patterns
	Göran Smith et al., 2020	Towards a framework for Mobility-as-a-Service policies	Mobility-as-a-Service, MaaS, Policy, Governance Sustainability transitions, Collaborative innovation
	Peraphan Jittrapirom et al., 2020	Future implementation of mobility as a service (MaaS): Results of an international Delphi study	Transport policy, Planning, Uncertainty, Smart mobility, Expert opinions
	Todd Hansen et al., 2022	Strangers on this road we are on: A literature review of pooling in on-demand mobility services	Planning and analysis, on-demand mobility, shared mobility, public transportation, microtransit, transportation network, companies, autonomous vehicles

2.3.1 PBV

윤정채 등²²⁾은 메가시티에서 도시교통 및 환경문제를 개선하기 위해 친환경 에너지로 구동되는 마이크로 모빌리티와 효율적인 차량 운용 유도 정책이 필요하다고 했다.

Bernhart 등²³⁾은 PBV가 운전자보다는 탑승자에 초점을 맞추고 있으며, 그 유연한 내부 인터리어는 사용자의 수요에 따라 맞춤형으로 제작할 수 있다고 주장했다. 2050년에는 PBV 수량이 약 260만 대에 달하며, 모두 전기차일 것으로 예상된다.

구상²⁴⁾은 미래 모빌리티 시스템에서 PBV 디자인의 주요 목표는 모든 승객의 독립적인 요구를 충족시키는 것이며 디자인의 다양성은 미래 전용 자동차의 외관 및 내장 디자인의 가장 명백한 특징이 될 것이다.

최익환²⁵⁾은 소비자의 서비스 소구 행태가 변화하고 있고 특별히 온디맨드 서비스를 제공하는 서비스 플랫폼들의 이용율이 늘어나고 있다고 했다.

박정용²⁶⁾은 개인의 이동이 아닌 집의 이동이 중심인 카트를 기반으로 마이크로 모빌리티의 적재성과 사용성을 고려하여 정말로 필요한 폼팩터를 연구하고 구체화된 디자인을 제안했다.

2.3.2 MaaS

Pflügler 등²⁷⁾은 데이터 소스(Data sources), 모듈러 서비스 계층(Layers of modular services), 적분층(Integration layer)과 솔루션을 포함하는 모듈러 모빌리티 서비스 오픈 플랫폼 아키텍처의 개념을 제시했다.

Kamargianni 등²⁸⁾에 따르면, 수요측에서 MaaS 사용자는 다양한 수요, 선호도 및 여행 예산에 따라 공공 및 민간

교통 수단을 포함한 다양한 여행 옵션을 선택하고, 옵션은 그들이 동일한 시간에 더 많은 활동을 할 수 있는 서비스를 제공한다. 맞춤형 실시간 이동 계획 솔루션과 정보를 통해, MaaS 사용자는 실시간 이동 안내도 받을 수 있다.

Smith와 Hensher²⁹⁾는 정부는 MaaS이 발전할 수 있는 길을 닦기 위해 점점 더 많은 활동을 진행하고 있다고 말한다. 또, MaaS 전략을 분석하고 개선하며, MaaS의 개발 및 확산을 촉진하기 위한 프레임워크를 도입하여 공공 가치를 창출하고 있다.

Jittrapirom 등³⁰⁾은 연구에서 완전히 통합된 MaaS가 2020년 내에 도시 지역에서 운영되고, 2020 ~ 2030년에 농촌 지역과 전국으로 확장될 것이라고 언급했다. 젊은 층, 대중교통 이용자, 유연한 교통수단을 이용하는 여행객 등이 MaaS의 초기 사용자가 될 것으로 예상된다. MaaS는 자동차에 대한 의존도를 줄이고 대중에게 더 유연하고 맞춤형 교통 시스템에 대한 접근을 가능하게 한다.

Hansen와 Sener³¹⁾는 새로운 모빌리티 서비스가 자가용 보유량과 1인 차량 이용을 줄이고, 퍼스널 모빌리티를 개선해 각종 교통 문제를 해결할 수 있을 것으로 보고 있다. 여행 시간과 여행 비용은 사용자가 카풀 서비스를 이용할지 렌트 서비스를 이용할지를 결정하는 근본적인 원인이다.

다른 연구자의 견해와 시장조사를 통해 MaaS는 모빌리티의 새로운 패턴이고, PBV는 이러한 서비스를 제공하는 벡터이며 모듈러 디자인은 PBV의 핵심 특징이다.

PBV는 소비자 수요의 변화에 따라 탄생한 새로운 이동 수단이다. 친환경 에너지로 구동되며 인공지능 등 첨단 기술을 접목해 현재 도시 교통 문제를 효과적으로 대응할 수 있다. 인구의 밀도가 날이 증가함에 따라 교통 체증이 점차 증가하고 있는 메가 시티에서, PBV 시장을 확대하는 것은 현재의 교통문제를 해결하고 미래의 모빌리티에 대한 도전에 대처하는 효과적인 수단임을 알 수 있다.

이동 방식의 변화는 일체형 교통 모델에 대한 수요를 촉진하고, 라스트마일 교통 서비스의 발전을 촉진했으며, MaaS는 사용자 지향의 MaaS를 핵심 전략으로 삼아, 트립 체인이 쉽게 끊어지지 않는다는 것을 보장할 수 있다. 향후 PBV는 MaaS 시스템에서 주요 교통수단 중 하나로 대중을 위한 더 좋은 MaaS를 제공할 것이다.

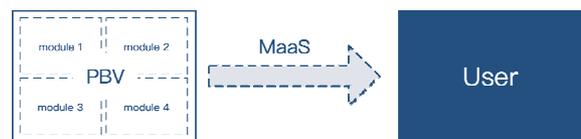


Fig. 1 Relationship chart of research topics

Table 2 PBV case study

Year	Brand	Image	Usage
1982	Italdesign-Capsula		Body replacement is available for a variety of applications depending on the demand
2012	Volkswagen-MQB		Applies to different grades of cars with sedans
2014	Fritsch Durisotti-SoOn		Depending on demand, it can be changed from a car to an SUV or a city car and can be used in various situations such as vacation, moving, city travel, group travel, etc
2016	Faraday Future		Manned, cargo loading
2016	Polaris-GEM		Construction vehicles, public transportation, private cars in speed-restricted areas
2017	Volkswagen-Sedric		Car sharing, car pooling, short-distance travel in the city
2018	MB-URBANETIC		Manned, logistics
2018	Rinspeed-Snap		Shopping, camping, medical, sauna, party entertainment
2018	Audi-Pop.Up Next		Manned
2018	TOYOTA-e-palette		Public transportation, mobile hotels, offices, workshops
2018	Renault-EZ-PRO		Last mile delivery
2019	Schaeffler-Mover		Self-driving taxi Autonomous Last mile delivery
2019	AEV Robotics-MVS		Short-range vehicles, taxis, logistics, food retail, waste disposal, logistics, medical services, or customized vehicles in urban areas
2019	Rivian-R1T		Manned, logistics
2020	Electric Brands-XBUS		The two platforms are 'basic' and 'SUV', and the nine-purpose body is a camper, dump truck, bus or various pickup trucks
2020	Canoo-LV		Manned, cross-country and freight
2020	Hyundai-PBV		Education, healthcare, entertainment, cafes, restaurants, hospitals, etc
2021	Citroën-urban Colléctif		Sofitel En Voyage: entertainment Pullman Power Fitness: Fitness JCDecaux City Provider: Supplementary services for public and private transportation
2021	Arriva-van		Primarily for commercial transportation
2021	Hyundai-M. Vision X		Last mile, Provide customized space, Delivering MaaS
2021	BrightDrop-Zevo 600		Last mile delivery
2022	REE-P7-B		Midship and last mile delivery
2022	Hyundai-PBV		Personal mobility, service mobility, logistics mobility, public transportation
2022	Kia-Niro Plus		Mainly expanding to taxis, ride hailing, business, mobile official, camping cars, etc

3. 목적기반 모빌리티의 사례연구

3.1 목적기반 모빌리티의 24건 사례분석

본 연구는 PBV의 발전과 변화를 분석하기 위해 사례 연구를 진행했다. 사례 선택의 기준은 PBV의 정의를 참조하며, 사례 선택의 범위는 1982년부터 현재까지 시장에 출시된 PBV를 대상으로 했다. 그 중에서 부분 사례를 시간적으로 오래되었으니 독창적인 구조를 살펴보기 위해 표현시켰다. 사례는 매우 다양해 보이지만, 본 연구에서는 같은 분석 요소를 통해 각 사례간의 공통점과 차이점을 탐구하여 변화의 영향 요인을 도출했다.

구체적인 용도에 따라 5가지 세그먼트로 분류할 수 있다. 첫째로 환승, 택시, 스쿨버스 등 대중교통 배달 등 용도의 라스트마일 영역이다. 둘째로 구급, 의료, 소방, 공사 등 전문적인 용도의 세이프티 테크놀로지(Safety technology) 영역이다. 셋째로 물류 등 상업 용도의 오토노머스 테크놀로지(Autonomous technology) 영역이다. 넷째로 비즈니스, 푸드, 호텔, 헬스 레저 등 생활 서비스 용도의 상업(Commercialized) 영역이다. 다섯째로 승용차, 크로스컨트리, 캠핑 등 맞춤형 용도의 커스터마이징(Customizing) 영역이다.

Table 3 PBV usage segments

Segments	Usage	Brand	
		Concept case	Practical case
Last mile	Transfer, taxi, school bus, delivery car, etc	Capsula, URBANETIC, Snap, Pop.Up Next, EZ-PRO, Mover, MVS, PBV, urban Colléctif, M. Vision X, Zevo 600, PnD	GEM, e-palette, XBUS, LV, P7-B, Niro Plus
Safety technology	Ambulances, medical vehicles, fire trucks, etc	Capsula, Snap, MVS, PBV,	GEM,
Autonomous technology	Commercial vehicles such as logistics	Capsula, URBANETIC, MVS, PBV, PnD,	R1T, XBUS, LV, Arrival, P7-B
Commercialized	Business cars, food cars, hotel cars, health cars, leisure cars, etc	Capsula, Snap, MVS, PBV, urban Colléctif, M. Vision X,	E-palette, XBUS,
Customizing	Customized cars, cross-country cars, camping cars, etc	SoOn, Faraday Future, Sedric	MQB, GEM, R1T, LV, Niro Plus

3.2 PBV의 시기 별 특징

시간 축에 따라 24건 사례의 용도 분포는 아래와 같다.



Fig. 2 Timing characteristics of PBV

초기에는, PBV는 주로 승용차, 크로스컨트리, 캠핑 등 용도로 커스터마이징 영역에서 적용되었다.

중기에는, 교통 패턴이 바뀌면서 라스트마일이라는 개념이 제안되었다. PBV는 주로 유인이나 화물 운송 수단으로 목적지와 대중교통 또는 경유지를 연결하는 라스트마일에 사용된다. 이어 장거리 화물차와 상용차로 오토노머스 테크놀로지에 활용되었다. 소수의 PBV는 비즈니스, 푸드, 호텔, 헬스 레저 등 생활 서비스를 포함한 상업 영역에 분포되었다. 세이프티 테크놀로지와 커스터마이징 분야는 가장 적게 사용된다.

최근에는, PBV가 콘셉트에서 대량 생산 단계로 진화함에 따라 PBV는 주로 라스트마일 분야에서 유인 및 화물 운송의 이동 수단으로 사용되었다. 다음으로 물류, 운송 등 용도의 오토노머스 테크놀로지 분야, 그 외 세이프티 테크놀로지에서는 적용 사례가 없다. 구급, 의료, 소방, 공사 등 전용차는 크기와 실내 공간, 시설 등에 대한 요구가 비교적 높기 때문으로 보인다. PBV의 크기 범

Table 4 Timing characteristics of PBV

Period	Characteristics
Early	Application mainly in customized areas for passenger cars, cross-country cars, camping vehicles, etc
Middle	Distributed primarily in last mile, followed by autonomous technology, a small number of PBV commercial areas, with the fewest in safety technology and customization
Modern	In the field of last mile, manned and logistics, then fleet in the technology field, no application in the safety technology field, no practical case in the commercial field

위와 주요 작동 지역도 영향 요인 중 하나이다. 이를 통해 도시 사람들의 이동 요구와 모빌리티 패턴의 변화를 볼 수 있다.

4. PBV의 용도 분포 예측

4.1 PBV의 용도 분포

사례의 전반적인 분포에 따르면 모든 PBV 사례가 주로 라스트마일 분야에서 사용되어 사람들에게 MaaS 및 배달 서비스를 제공한다. 실제 사례의 경우, 커스터마이징은 두 번째로 큰 응용 분야다. 물류 등 상업용차가 포함된 세이프티 테크놀로지와 상업 영역의 사례가 가장 적게 나온다. 콘셉트 사례의 경우, 영역별 분포에 큰 차이가 없었다.

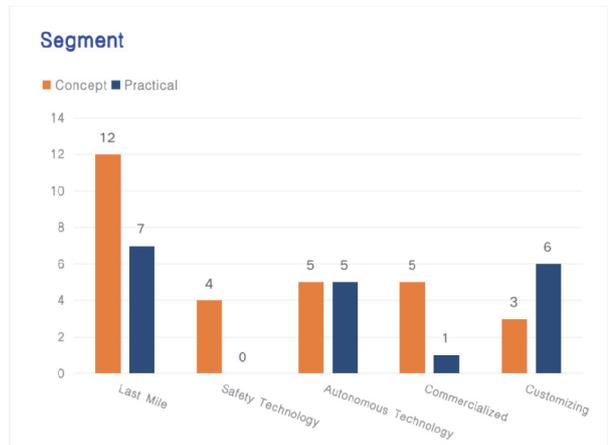


Fig. 3 Usage distribution

4.2 PBV 용도 분포의 영향 요인

PBV 변화의 영향 요인은 다양하고 상호적이다. 사례가 콘셉트에서 대량 생산으로 나아가면서, 자율주행 기술은 차체 내부의 운전 공간을 없애고 공간이 극대화하여 용도 범위를 향상시켜 유인·물류뿐만 아니라 이동 창고로 전환도 가능하다. 전기 구동은 소음 및 폐기 가스 배출을 없애고 지역 및 시간에 구애받지 않고 운행할 수 있다. 플랫폼은 진입 높이를 낮춰 물류 작업 또는 교통약자에게 도움이 줄 수 있어서 용도와 사용자 층을 확대할 수 있다. AI 기술을 도입하면 가상현실, 로봇, 스마트 상호작용, 3D 프린팅 등 다양한 기능을 달성할 수 있어서 탑승자에게 모빌리티 경험을 향상시키고 용도 범위도 확대할 수 있다. 심지어 협업 공급망을 라스트마일에 통합하는 가능성도 있어 보인다.³²⁾

반면에 사용자 이동 패턴과 수요의 변화는 PBV의 응용 분야에 영향을 주었다. 고령인구 비율이 커지면서

MaaS에 대한 수요가 늘었다. 사람들은 이동 시 편리성, 신속성, 안전성 및 예측가능성을 요구하고 있으며, 일체형 교통모델, 라스트마일 교통 서비스의 발전을 촉진했다. 24건의 사례에 대한 분석을 통해 입방체 조형, 플랫폼, L5자율주행, 전기 구동, AI 등 5개의 요인을 도출했다.

Table 5 Factors influencing PBV usage distribution

Factors	Impact
Cuboid-like	Maximize space utilization, expand usage
Platform	Low entry height for extended application
L5 Autonomous driving	Maximize space utilization, expand the scope of use, and use it as a mobile warehouse
Electric drive	Reduce noise, reduce emissions, reduce transportation time and area limits
AI	Extend mobility coverage by offering a variety of services
Last mile	Last mile manned, last mile delivery, last mile supply chain

4.3 미래 PBV의 용도 분포 예측

Table 6 PBV usage distribution trend

Usage distribution trend	Specific usage
Last mile	Last mile manned, Last mile delivery
Autonomous technology	Logistics team, freight, mobile warehouse, supply chain

앞서 제시된 개념에 따라 PBV는 대중교통뿐만 아니라 휴식, 물류, 상업, 의료 등 다양한 서비스를 지원할 수 있다. 분석 결과를 따르면 향후 PBV는 도시지역 복합운송 시스템의 일부로서 주로 라스트마일 딜리버리, 유인, 이동 창고 및 공급망에 사용될 것으로 보인다. 미래 PBV는 개인 교통수단이 아닌 공의 형식으로 MaaS를 제공하여 대중교통과 목적지까지의 모빌리티 체인의 마지막 단계를 이룰 것이다. 완전자율주행 덕분에 고령자, 어린이, 무면허자 등이 PBV를 즐겨 이용할 것으로 보인다.

5. 결론

본 연구는 근미래 MaaS 체계에서 PBV 용도 분포의 발전 추세를 탐구했다. 이론적 배경에서는, 먼저 MaaS와 PBV의 정의와 현황을 설명했다. 다음에는 연구의 주체인 MaaS와 PBV에 대한 선행 연구를 진행했다. PBV 저변의 확대가 도시 교통 문제를 해결하는데 큰 의미가 있

음을 알 수 있다. 연구 단계에서는, 사례연구를 통해 첫 번째 PBV가 출시된 이후 현재까지 시중에 나와 있는 모든 PBV 사례를 대상으로 분석하고 시기적인 용도 변화와 그 변화를 미치는 영향 요인을 도출했다. 마지막은 분석 결과를 근거로 미래 PBV 용도 분포의 추세를 도출했다. 향후 PBV는 주로 라스트마일 분야에서 딜리버리, 유인, 이동 창고 및 공급망에 사용될 것으로 보인다. 개인 소유가 아닌 공유의 형식으로 MaaS를 제공하여 대중교통과 목적지까지의 모빌리티 체인의 마지막 단계를 이룰 것이다. 완전자율주행 덕분에 고령자, 어린이, 무면허자 등이 PBV를 즐겨 이용할 것으로 보인다.

본 연구는 사회적 관점에서 근미래 교통 패턴의 변화와 이동 수단의 발전 동향을 연구하는 것은 도시교통의 발전과 도시민의 삶의 질을 향상하는 데 큰 의미가 있다. 본 연구의 한계점은 사례 연구의 표본 수는 한정되어 있고 24건의 사례가 전체 PBV의 특성을 완전히 보여줄 수 없기 때문에 향후 연구에서는 더 많은 표본을 포함해야 하고 PBV 특성을 가진 잠재적인 사례도 조사해야 하여 더욱더 객관적인 결론을 도출할 수 있다.

References

- 1) S. Šurdonja, T. Giuffrè and A. Deluka-Tibljaš, "Smart Mobility Solutions-Necessary Precondition for a Well-Functioning Smart City," Transportation Research Procedia, Vol.45, pp.604-611, 2020.
- 2) A. D Little, The Future of Mobility 3.0: Reinventing Mobility in the Era of Disruption and Creativity, China Communications Press, Beijing, 2018.
- 3) Netcarshow, Renault EZ-PRO Concept, https://www.netcarshow.com/renault/2018-ez-pro_concept/, 2018.
- 4) S. Heikkilä, Mobility as a Service - A Proposal for Action for the Public Administration, Case Helsinki, M. S. Thesis, Aalto University, Finland, 2014.
- 5) P. Jittrapirom, V. Caiati, A. M. Feneri, S. Ebrahimigharehbaghi, M. J. Alonso-González and J. Narayan, "Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges," Urban Planning, Vol.2, No.2, pp.13-25, 2017.
- 6) M. Matyas and M. Kamargianni, "Survey Design for Exploring Demand for Mobility as a Service Plans," Transportation, Vol.46, No.5, pp.1525-1558, 2019.
- 7) M. Kamargianni, L. Yfantis, J. Muscat, C. L. Azevedo and M. Ben-Akiva, "Incorporating the

- Mobility as a Service Concept into Transport Modelling and Simulation Frameworks,” The Transportation Research Board (TRB) 98th Annual Meeting, 2019.
- 8) W. Goodall, T. Dovey, J. Bornstein and B. Bonthron, The Rise of Mobility as a Service, Deloitte Rev, Vol.20, No.1, pp.112-129, 2017.
 - 9) G. Smith and D. A. Hensher, “Towards a Framework for Mobility-as-a-Service Policies,” Transport Policy, Vol.89, pp.54-65, 2020.
 - 10) Moovit, <https://moovit.com/>, 2022.
 - 11) Intel, Urban Mobility and Future of Smart Transportation, <https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/transportation/urban-mobility.html>, 2022.
 - 12) S. Koo, “An Observation on Purpose Built Vehicle (PBV) Design Factors in a Mobility Service System,” Transactions of KSAE, Vol.28, No.12, pp.865-874, 2020.
 - 13) Hyundai, <All About PBV> Kia’s Sustainable Future: PBV And Electrification, <https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/article/kias-sustainable-future-pbv-and-electrification/>, 2022.
 - 14) Global Purpose-built Vehicle Strategic Insights and Growth Opportunities Analysis Report 2022, Businesswire, <https://www.businesswire.com/news/home/20220527005362/en/Global-Purpose-built-Vehicle-Strategic-Insights-and-Growth-Opportunities-Analysis-Report-2022---ResearchAndMarkets.com>, 2022.
 - 15) Mercedes-Benz, Vision URBANETIC, <https://media.mbusa.com/releases/release-186a588f9437b92c4e76c05fca071e9d-vision-urbanetic>, 2018.
 - 16) TOYOTA, e-Palette, <https://www.toyota-europe.com/about-us/start-your-impossible/mobility>, 2022.
 - 17) Hyundai, <All About PBV> Kia’s Sustainable Future: PBV And Electrification, <https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/article/kias-sustainable-future-pbv-and-electrification/>, 2022.
 - 18) Hyundai MOBIS, mvision_x, http://dilussion.com/portfolio/mvision_x/, 2021.
 - 19) GM, Brightdrop, <https://www.gm.com/brightdrop>, 2022.
 - 20) J. Kim, PBV Purpose-built Mobility 10 Questions and 10 Answers, <https://www.etoday.co.kr/news/view/2124443>, 2022.
 - 21) W. Goodall, T. Dovey, J. Bornstein and B. Bonthron, “The Rise of Mobility as a Service,” Deloitte Rev, Vol.20, No.1, pp.112-129, 2017.
 - 22) J. C. Yoon, J. H. Kwak and K. Lee, “A Study on Application of Modular Design for Micro Mobility,” Korean Society of Basic Design & Art, Vol.18, No.2, pp.395-406, 2017.
 - 23) W. Bernhart, J. P. Hasenberg, S. Schickram and R. Kirchhoff, “Purpose-built Mobility Vehicles - A New Breed of Cars Just around the Corner,” Vehicles of Tomorrow 2019, pp.11-30, 2019.
 - 24) S. Koo, “A Study on Design Characteristic Factors of Purpose Built Vehicle(PBV) and Preference Based Vehicle(PBV),” Transactions of KSAE, Vol.30, No.5, pp.379-390, 2022.
 - 25) I. H. Choi, A Study of Mobile Capsule Hotel Design Based on Autonomous Vehicle: Focus on 1 Person Business Trip, M. S. Thesis, Hongik University, Seoul, 2020.
 - 26) J. Y. Park, “A Study on Multi-Purpose Micro-Mobility Design for Loading on EV Platforms - Focusing on EV CART Design Based on Modular Architecture,” Korean Society of Basic Design & Art, Vol.23 No.2, pp.197-209, 2022.
 - 27) C. Pflügler, M. Schreieck, G. Hernandez, M. Wiesche and H. Krcmar, “A Concept for the Architecture of an Open Platform for Modular Mobility Services in the Smart City,” Transportation Research Procedia, Vol.19, pp.199-206, 2016.
 - 28) M. Kamargianni, L. Yfantis, J. Muscat, C. L. Azevedo and M. Ben-Akiva, “Incorporating the Mobility as A Service Concept into Transport Modelling and Simulation Frameworks,” The Transportation Research Board (TRB) 98th Annual Meeting, 2019.
 - 29) G. Smith and D. A. Hensher, “Towards a Framework for Mobility-as-a-Service Policies,” Transport Policy, Vol.89, pp.54-65, 2020.
 - 30) P. Jittrapirom, V. Marchau, R. van der Heijden and H. Meurs, “Future Implementation of Mobility as a Service(MaaS): Results of an International Delphi Study,” Travel Behaviour and Society, Vol.21, pp.281-294, 2020.
 - 31) T. Hansen and I. N. Sener, “Strangers on This Road We are on: A Literature Review of Pooling in On-Demand Mobility Services,” Transportation Research Record, Vol.2677, No.3, 2022.
 - 32) D. Correia, L. Teixeira and J. L. Marques, “Last-Mile-as-a-Service (LMaaS): An Innovative Concept for the Disruption of the Supply Chain,” Sustainable Cities and Society, Vol.75, Paper No.103310, 2021.