

# 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스의 잠재적 이용자 집단 간 서비스 요소별 중요도에 관한 분석

## Analysis on the Importance Rank of Service Components of Autonomous Mobility-on-Demand Service by Potential User Groups

서 성 주\* · 김 진 희\*\* · 이 재 형\*\*\* · 양 병 수\*\*\*\*

\* 주저자 : 연세대학교 도시공학과 석사과정  
 \*\* 교신저자 : 연세대학교 도시공학과 부교수  
 \*\*\* 공저자 : 연세대학교 도시공학과 통합과정  
 \*\*\*\* 공저자 : 연세대학교 도시공학과 석사과정

Sungju Seo\* · Jinhee Kim\* · Jaehyung Lee\* · Byungsoo Yang\*

\* Dept. of Urban Planning and Engineering, Yonsei University

† Corresponding author : Jinhee Kim, kim.jinhee@yonsei.ac.kr

Vol. 21 No.6(2022)  
 December, 2022  
 pp.177~193

pISSN 1738-0774  
 eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.6.177>

Received 11 October 2022  
 Revised 26 October 2022  
 Accepted 15 November 2022

© 2022. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

### 요 약

장차 자율주행 기술이 접목된 수요응답형 서비스가 새로운 교통수단으로써 널리 퍼질 것으로 예측된다. 차량 편의성, 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성 등 여러 서비스 요인을 내포하는 만큼 성공적인 정착을 위해서는 서비스 요소별 우선순위가 파악될 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스의 잠재적 이용자를 대상으로 온라인 설문조사를 통해 서비스 요소별 중요도 순위를 도출하였다. 상위 항목에 대하여 AHP(분석적 계층화 과정) 분석 결과, 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성, 차량 편의성 순으로 중요한 것으로 드러났다. 하위 항목에 대하여 평균 순위 분석 결과, 차량 편의성은 차내 혼잡도가, 이동/배차 신속성은 대기시간이, 플랫폼 편리성은 이용시간 예약 가능성이 가장 중요한 것으로 나타났다. 이용자 집단별로 차별화된 접근 전략을 수립하기 위해 집단별 분석도 수행하였다. 그 결과, 고령자층이 많은 지역에 서비스를 도입할 때는 모바일 플랫폼보다 차량에 더 중점을 두고, 자가용 보유자가 많은 지역에서는 기존 대중교통 대비 이동과 배차를 빠르게 처리하고, 차내 혼잡도를 낮추며, 이용시간을 예약할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

핵심어 : 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스, 서비스 요소, 중요도, AHP, 평균 순위 분석

### ABSTRACT

In the near future, it is expected that the use of autonomous mobility-on-demand services will increase. Considering its complicated service components, including vehicle convenience, driving and matching speed, and platform convenience, the priorities of them will need to be determined for a successful establishment. In this context, this study examined the importance rank of each service component through an online survey of potential users of autonomous mobility-on-demand services. As a result of the AHP (Analytic Hierarchy Process) with respect to the upper-level components, driving and matching speed component is selected as most important, followed by platform convenience and vehicle convenience. Mean rank analysis with respect to lower-level components showed that the in-vehicle congestion level of vehicle convenience, waiting time of driving and

matching speed, and pre-booking availability of platform convenience each ranked first. Additional analysis regarding each group was conducted to establish a group-specific strategy. As a result, it would be better to focus on a vehicle than a mobile platform when designing services for the region with a high proportion of the older. Moreover, it is recommended to speed up the driving and matching speeds more than the current public transport, alleviate in-vehicle congestion, and enable the users to book the schedule in advance.

Key words : Autonomous Mobility-on-Demand Service, Service Components, Importance, Analytic Hierarchy Process, Mean Rank Analysis

## I. 서 론

수요응답형 서비스는 본래 고정형 노선 방식의 대중교통 서비스가 제공되기 어렵던 벽지에서 이동권을 보장하기 위하여 공급되었다 (Park et al., 2019; Choi et al., 2022). 그런데 모바일 기기를 통해 이용자가 자신의 희망 탑승 수요를 손쉽게 표현할 수 있게 되었고, 이에 신 교통수단으로써의 잠재력이 두드러지며 수요응답형 교통 서비스가 주목받기 시작하였다 (Korea Research Institute for Human Settlements, 2019). 실제로 인천광역시와 세종특별자치시 등 다양한 지역에서 I-MOD와 셔클 등 여러 서비스가 운영되고 있다 (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022).

한편, 고도화되는 ICT 기술에 힘입어 자율주행 기술을 접목한 차량 및 서비스도 등장하기 시작하였다. 테슬라(Tesla)와 웨이모(Waymo) 등 많은 기업이 서비스 상용화를 위해 노력하고 있다. 국내에서도 현대자동차와 포티투닷(42dot), 카카오모빌리티 등이 판교와 상암을 비롯한 여러 지역을 기반으로 실증 사업을 확대하고 있다 (Korea Development Bank, 2020; Korea Transport Institute, 2022). 이러한 자율주행 기술에 대하여 많은 사람이 버스와 택시에 비하여 수요응답형 서비스에 우선 적용되길 바란다. 그만큼 장차 자율주행 기술이 접목된 수요응답형 서비스가 널리 퍼질 것으로 예상되는데, 새로운 교통수단이라는 점에서 서비스 도입에 있어 신중한 접근이 요구되는 상황이다 (Korea Transport Institute, 2022; Noh et al., 2022).

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스는 기본적으로 여러 특성을 지니고 있다. 수요응답형 대중교통 서비스 측면에서 비롯되는 모바일 플랫폼 이용에 관한 요소와 합승 및 경로 우회에 관한 요소, 자율주행 서비스 측면에서 비롯되는 차량의 형태와 안전성 등에 관한 요소 등이 복합적으로 얽혀있다. 따라서 성공적인 신규 서비스 도입을 위해서는 서비스 요소별 우선순위가 고려될 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 잠재적인 서비스 이용자를 대상으로 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스가 내포하고 있는 여러 서비스 요소에 대한 중요도 순위를 알아내고자 한다. 특히, 이용자 집단별로 차별화된 접근 전략을 마련하기 위해 세부적으로 사회경제적 속성 및 기존 통행 특성으로 집단을 구분하여 집단별 중요도 순위를 분석하고, 집단 간 차이도 살펴보고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 첫째, 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스에 관한 기존 연구 사례를 검토한다. 둘째, 연구를 진행하기 위한 설문 대상 선정 및 설문지 설계에 대해 서술하고자 한다. 셋째, 수집된 설문 데이터를 바탕으로 전반적인 중요도 순위를 도출하기 위한 방법론을 설명하고자 한다. 넷째, 전체 설문 대상자에 대한 분석 결과와 집단별 비교분석 결과를 나열한다. 마지막으로, 분석 결과에 대한 해석과 정책적 시사점을 제시하며, 동시에 본 연구가 지니고 있는 한계점 및 향후 연구방향에 대해 논의하고자 한다.

## II. 기존 문헌 고찰

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스의 본격적인 도입을 앞둔 만큼 많은 관련 연구가 이루어져 왔다. 크게 서비스를 제공하기 위한 기술 즉, 알고리즘에 관한 연구와 서비스의 성공을 위한 고려사항에 관한 연구로 나눌 수 있다. 첫 번째로, 알고리즘에 관한 연구로 Kim and Bang(2022)은 버스통행시간과 도보시간, 대기시간, 우회시간 변수를 바탕으로 수요응답형 서비스 이용자의 최적 경로 산정을 위한 동적정류장 배정 모형을 개발하였다. Huang et al.(2020)는 운영사의 수입과 지출 비용, 그리고 이용자 관점에서의 지연에 따른 추가 비용을 기준으로 경로 최적화 모형을 정립하였다. 이와 비슷하게 Mendes et al.(2016)도 운영사의 운영 비용과 이용자 입장에서의 지연 정도, 수락을 등의 서비스 질 변수로 이루어진 차량 경로 배정 모형을 제시하였다. Oh et al.(2020)는 수요응답형 자율주행 서비스를 시뮬레이션하는 과정에서 대기시간과 차내 이동시간으로 구성된 비용 변수를 바탕으로 새로운 호출에 따른 차량 배정을 수행하였다. 이처럼 많은 연구가 시시각각 발생하는 수요에 따라 차량의 노선을 유동적으로 변화시키는 수요응답형 서비스를 위해 비용과 시간 등의 서비스 요소를 바탕으로 목적함수를 정립하고 있다.

두 번째로, 서비스의 성공을 위한 기초사항 분석 연구로, Choi et al.(2022)는 클러스터링 기법을 통해 수요응답형 교통 서비스와 지역의 유형을 세분화하여 지역별로 적합한 서비스 형태를 제시하였다. Lee et al.(2022)은 다른 수단 대비 수요응답형 자율주행 서비스의 선호도를 알아보기로 잠재선호 실험을 수행하였다. 혼합 로짓 모형을 추정하여 차내 혼잡도와 차내 청결성 등 현재 대중교통의 통행 환경에 만족할수록 자가용 대비 수요응답형 자율주행 서비스를 선호하는 경향이 있음을 밝혀냈다. Cai et al.(2019)도 잠재선호 조사를 통해 싱가포르 내 통근자들이 자율주행 기반 수요응답형 서비스에 대해 어떻게 인식하는지 파악하고자 하였다. 그 결과, 승용차 운전자와 대중교통 이용자 모두 통행 비용과 통행 시간에 따라 수요응답형 자율주행 서비스에 대한 선호도가 민감하다는 것을 알아냈다. 이와 유사하게 Krueger et al.(2016)도 잠재선호 조사 결과, 대기 시간이 자율주행 공유교통 서비스의 이용에 큰 영향을 미치는 것을 확인하였다. Moon et al.(2021)은 시나리오 분석을 통해 대중교통으로부터의 수요응답형 서비스로의 수단 전환율이 높아질수록 그 편익이 증가하고, 이는 수요응답형 서비스의 질에 달려있다고 주장하였다.

Currie and Fournier (2020)는 지난 여러 수요응답형 서비스 사례에 대한 분석을 바탕으로 서비스의 성공과 실패를 구분 짓는 것은 낮은 비용이라고 주장하였다. Patel et al.(2022)도 미국 내 수요응답형 교통 서비스 사례를 연구하였는데, 수요응답형 서비스의 주요 성공 요인이 물리적 기반시설 및 배차 스케줄, 데이터 공유, 모바일 앱 결합과 같은 측면에서의 기존 대중교통 체계와의 융화임을 알아냈다. 국내에서도 군산시 회현면 내에서 수요응답형 서비스를 시범 운행한 결과, 결국 기존 고정 노선 형태의 교통수단과의 연결도 고려해야 한다는 것을 밝혀냈다(Lee, 2020). Jang and Kim(2018)은 농어촌지역에서의 실제 운행 사례를 바탕으로 중요도 및 실행도 분석(importance-performance analysis)을 수행하였고, 그 결과 운행시간, 운행범위, 운행차량수 등의 개선이 가장 시급하다는 결론을 도출하였다. Ahn(2022)은 세종시 셔틀 운영 사례 분석을 바탕으로 지속적인 운영을 위해서는 경제성 확보와 이해관계자와의 갈등 해결과 더불어 이용자 수요 확보도 중요하다고 주장하였다.

이외에도 수요응답형 자율주행 서비스와 관련하여 다른 관점에서의 연구도 이뤄졌다. Choi(2021)는 장래 고령화 시대에서의 수요응답형 자율주행 서비스의 이용을 대비하여 포커스 그룹 인터뷰(FGI)를 통해 사용자 경험(UX) 디자인 특성을 도출하였다. Noh et al.(2022)는 기존 문헌 검토를 통해 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스의 공공성 확보를 위한 평가항목을 정립하였다.

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스가 성공적으로 정착하기 위해서는 관련 기술을 개발하고, 서비스 공급자 관점의 주요 고려사항을 파악하는 것도 물론 중요하지만, 결국 서비스를 이용할 수요자 관점에서 고

려가 필요하다. 특히, 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스가 기존 대중교통과 다르게 수요응답형 서비스에서 비롯되는 특징과 자율주행 기술에서 기인하는 특징 등 여러 특징이 복합적으로 얽혀있다는 점에서 서비스 요인 사이의 우선순위가 명확히 될 필요가 있다. 본 연구는 이러한 지점에 집중하여 앞선 연구들과 달리 차량 편의성, 이동/배차 신속성, 그리고 플랫폼 편리성 요소 등 3가지 서비스 요소 모두에 대해 잠재적인 이용자의 중요도 순위를 파악하였다. 본 연구 결과는 향후 서비스 도입 시 이용자 측면에서 접근할 때, 경로 배정과 같은 알고리즘상 가중치를 부여할 때 도움될 것으로 기대한다.

### Ⅲ. 연구 설계

#### 1. 설문 대상

<Table 1> Sample Distribution with respect to Socio-demographic Characteristics

Item	Count (%)
Gender	2,258 (100.0)
Female	1,176 (52.1)
Male	1,082 (47.9)
Age	2,258 (100.0)
20-29 years old	355 (15.7)
30-39 years old	670 (29.7)
40-49 years old	753 (33.3)
50-59 years old	388 (17.2)
60-64 years old	92 (4.1)
Educational Level	2,258 (100.0)
Less than or equal to middle school graduate	19 (0.8)
High school graduate	465 (20.6)
Some college	135 (6.0)
Greater than or equal to undergraduate	1,639 (72.6)
Average Monthly Personal Income	2,258 (100.0)
Less than 0.5 million KRW	255 (11.3)
0.5-1 million KRW	97 (4.3)
1-2 million KRW	281 (12.4)
2-3 million KRW	604 (26.7)
3-4 million KRW	486 (21.5)
4-5 million KRW	292 (12.9)
5-7 million KRW	155 (6.9)
7-10 million KRW	58 (2.6)
More than or equal to 10 million KRW	30 (1.3)

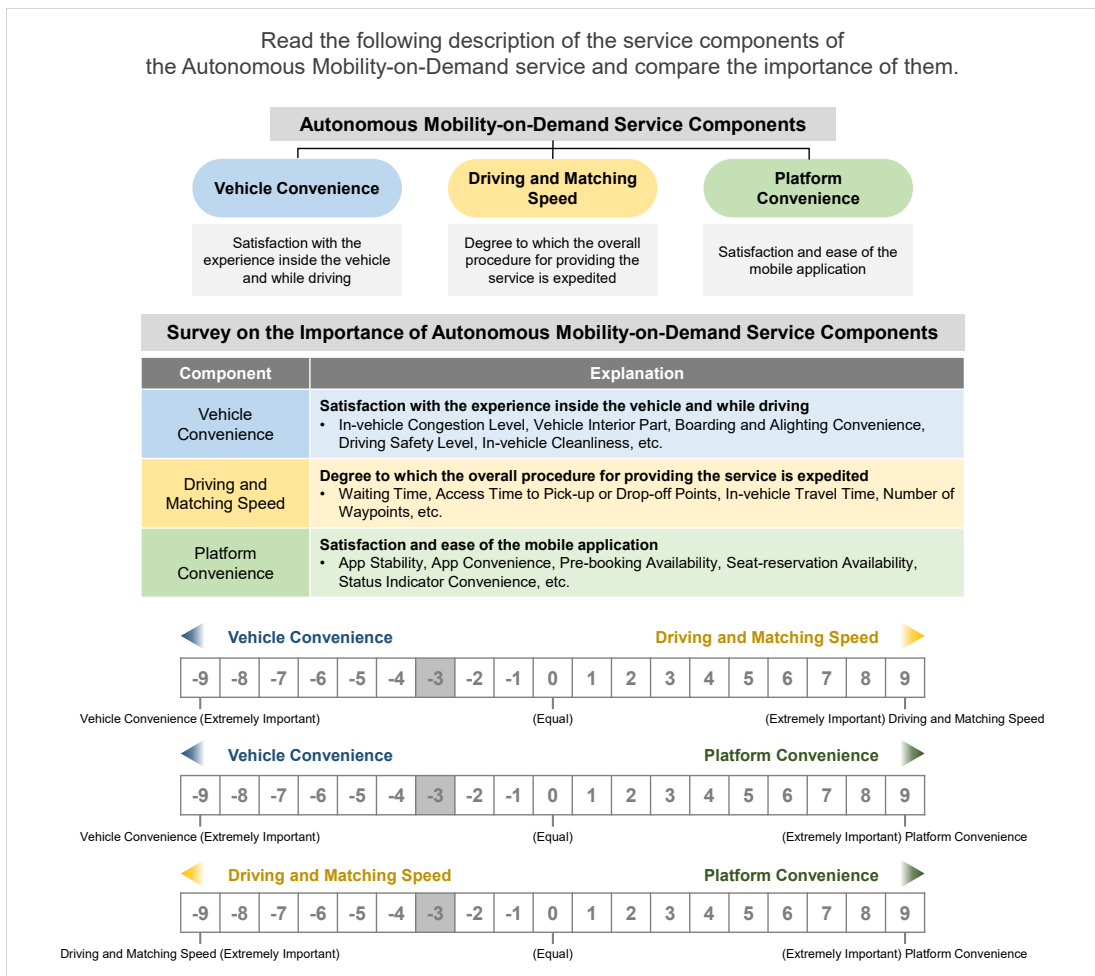
<Table 2> Sample Distribution with respect to Travel Behavior

Item	Count (%)
Own a Driving License	2,258 (100.0)
Own	2,001 (88.6)
Not Own	257 (11.4)
Own a Private Car	2,258 (100.0)
Own	2,032 (90.0)
Not Own	226 (10.0)
Driving Frequency	2,258 (100.0)
Not own a driving license	257 (11.4)
Never	378 (16.7)
1 times a week	303 (13.4)
2 times a week	352 (15.6)
3 times a week	243 (10.8)
4 times a week	100 (4.4)
More than or equal to 5 times a week	625 (27.7)

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스 요소에 대하여 사람들이 중요하게 여기는 순위를 분석하기 위하여 잠재적 서비스 이용자를 대상으로 설문조사를 진행하였다. 설문조사의 대상은 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스의 특성을 고려하여 30~100만 인구를 지닌 시(특별자치시 포함) 주민으로 선정하였다. 이는 향후

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스가 신규로 도입될 가능성이 큰 곳을 대상으로 하기 위해서였다. 경기도 성남시, 화성시 등 인구 30~100만 규모의 지역에 거주하는 20세 이상 65세 미만 남녀를 지역별 인구수에 비례하게 유의표집하여 총 2,258명의 인원을 대상으로 설문을 진행하였다. 설문조사는 2021년 11월에 온라인을 통하여 이뤄졌으며, 성별과 연령, 월 평균 개인 소득 등 사회경제적 변수와 관련하여 <Table 1>과 같은 표본 분포를 나타냈다. 통행 특성과 관련해서는 <Table 2>와 같은 분포를 나타냈다. 대부분의 인원(2,032명, 90.0%)이 자가용을 보유하고 있고, 대다수의 인원(2,001명, 86.6%)이 운전면허를 보유하고 있다. 설문 인원의 4분의 1 이상(625명, 27.7%)이 주 5회 이상 운전하며, 반대로 평소 운전하지 않는 인원이 6분의 1(378명, 16.7%)이나 차지하여 그다음으로 많았다.

## 2. 설문 설계



<Fig. 1> Pairwise Comparison Part of Survey

설문조사는 크게 2가지 부분으로 구성되어 있는데, 첫째, 사회경제적 속성 및 통행 특성과 같은 응답자에 관한 내용을 묻는 부분과 둘째, 수요응답형 자율주행 대중교통의 서비스 요소별 중요도를 묻는 부분이다. 전

자의 경우, 성별과 연령, 거주지, 학력, 직업, 월 평균 개인 소득에 관한 내용과 함께 운전 면허 보유 여부, 자가용 보유 여부, 운전빈도에 관한 내용을 포함한다. 대중교통 서비스를 표방하는 만큼 기존 자가용 이용자들을 수요응답형 자율주행 대중교통으로 수단 전환시키기 위한 방안이 마련되어야 하는데, 이러한 관점에서 자가용 이용자에 특화된 전략이 요구된다. 따라서 현재 자가용과 관련된 통행 특성에 따른 수요응답형 자율주행 대중교통 도입 시 고려되어야 하는 서비스 요소의 우선순위를 파악하기 위하여 현재의 자가용 이용 통행 특성에 관련된 주요 변수 3가지를 물었다.

후자의 경우, 본 연구의 주된 관심사인 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스 요소에 관한 수요자 집단별 우선 요구 사항을 알아내기 위하여 그에 대한 중요도를 물었다. 서비스 요소는 크게 차량 편의성, 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성 총 3가지로 구분되고 각각 5가지씩의 하위 항목을 포괄한다. 차량 편의성은 ‘서비스 과정에서 차량 내부 조건 및 주행 조건에 대해 만족하는 정도’를 의미하며, 세부 항목으로는 차내 혼잡도, 차내 공간 형태, 승하차 편리성, 주행 안전성, 차내 청결성이 있다. 이동/배차 신속성은 ‘서비스가 제공되기 위한 절차가 빠르게 처리되고 이동 서비스가 신속한 정도’를 의미하며, 대기시간, 승하차 지점 접근시간, 차내에서의 통행시간, 중간 정차 횟수, 예상 시간 준수 여부의 하위 항목으로 구성된다. 마지막으로, 서비스 플랫폼 편리성은 ‘앱이 제공하는 기능에 만족하는 정도’로 달리 말해 ‘앱 이용이 원활하고 용이한 정도’를 의미하며, 앱 구동 과정의 안정성, 앱 이용 편의성, 이용시간 예약 가능 여부, 좌석 예약 가능 여부, 배차 요청 및 승차 확인의 편리성을 포함한다.

각 서비스 요소는 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스의 각기 다른 특성을 반영하고 있다. 차량 편의성의 세부 항목 중 차량 내 혼잡 정도와 청결 정도는 다수의 인원이 함께 이용한다는 대중교통 측면이 고려되었다. 또 승하차 편리성 항목은 대중교통의 경우 교통약자를 포함한 모든 계층이 함께 이용한다는 점에서 기인하였다. 나머지 차량 편의성 세부 요소인 주행 안전성과 차내 공간 형태는 자율주행 방식으로 운영된다는 점에서 선정되었다. 이동/배차 신속성의 세부 항목 중 승하차지점 접근시간과 대기시간은 대중교통의 경우 주로 차내 이동 이외에 퍼스트마일과 라스트마일이 추가로 요구된다는 점과 차량이 승차지점에 도착할 때까지 대기가 필요하다는 점이 반영되었다. 또한, 수요응답형 서비스는 보통 여러 사람의 합승에 따라 우회 통행이 발생한다는 점에서 중간 정차 횟수와 차내 통행시간, 예상 시간 준수 여부에 관한 항목이 도출되었다. 마지막으로, 플랫폼 편리성의 경우 서비스 이용자들이 자신의 수요를 모바일 기기를 통해 직접 호출한다는 점에서 모바일 앱을 이용하는 데 불편함은 없는지와 앱은 안정적으로 구동되는지 등 앱 이용에 관한 측면을 물었다. 이와 함께 이용시간 예약 가능 여부와 좌석 예약 가능 여부, 배차/승차 확인 편리성 등 앱 기능에 관한 측면도 물었다.

실제 전라북도 지역의 수요응답형 서비스 이용자를 대상으로 연구한 결과, 도착 정시성과 주행 안전성 등의 개선이 필요하며, 특히 개선이 필요하다고 느끼는 항목 수 사이에 남녀 간, 연령대 간 차이가 있는 것으로 드러나 수요응답형 서비스 요소에 대한 집단 간 차이가 다른 것으로 나타났다 (Jang and Kim, 2018). 수요응답형 서비스 이용자를 대상으로 한 설문에서는 출도착 정시성과 앱 이용 편리성에 대한 만족도가 상대적으로 낮고, 자율주행 유상 운송 셔틀 서비스 이용자를 대상으로 한 설문에서는 통행시간에 대한 만족도가 상대적으로 낮아 이용자들이 상대적으로 만족하지 못하는 서비스 요소가 상이한 것으로 나타났다 (Korea Transport Institute, 2022). 이처럼 서비스 요소별로 만족도가 다른 만큼 설문에 포함된 많은 서비스 요소 사이의 우선순위를 파악하면, 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스의 성공 여부도 달라질 것으로 판단된다.

서비스 요소 각각의 상대적인 중요도 비교를 위하여 AHP 기법을 활용하였으며, 이에 따라 상위 항목인 차량 편의성, 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성에 대하여 2가지씩 쌍을 이뤄 19단계의 중요도(9:  $i$  항목이  $j$  항목에 비해 매우 중요; 0:  $i$  항목과  $j$  항목 둘 다 동일하게 중요; 9:  $j$  항목이  $i$  항목에 비해 매우 중요) 형태

로 질의하였다(<Fig. 1>). 일반적인 AHP 기법의 경우에는 상위 항목과 하위 항목 사이의 중요도를 연계하기 위하여 상위 항목과 하위 항목 모두 쌍대 비교를 수행한다. 그러나 본 연구에서는 상위 항목이 3가지이고, 하위 항목이 각각 5가지씩이므로, 모든 항목에 대하여 쌍대 비교를 수행하기 위해서는 응답자별로  $33(= {}_3C_2 + 3 \times {}_5C_2)$ 개의 문항에 대해서 답변해야 한다. 설문 문항 수에 비례하여 증가하는 응답자의 피로도만큼 증가할 편향을 줄이기 위하여 하위 항목은 쌍대 비교가 아닌, 각 5가지 항목 내에서 중요하다고 생각하는 순서로 나열하는 형태로 구성하였다. 즉, 5가지 항목에 대한 순위를 매기는 질문 방식을 취했다. 이로 인해 하위 항목에 대한 중요도를 각 상위 요소 내에서만 비교 가능하다는 한계가 있으나, 질문 수를 줄임으로써 수집 데이터의 질을 높이기 위하여 하위 항목은 쌍대 비교 방식이 아닌 순위 매기기 방식을 적용했다.

## II. 분석 방법

본 연구에서는 상위 서비스 항목인 차량 편의성, 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성에 대하여 AHP 분석을 수행하였다. AHP 기법은 복합적인 평가기준을 지닌 의사결정에 대하여 해당 기준들에 대한 쌍대비교를 통해 중요도를 도출하는 방법으로, 예비타당성조사의 종합평가 단계에서 활용되고 있다 (Korea Development Institute, 2001).

연구 참여자들이 <Fig. 1>과 같이 두 가지 요소끼리의 상대적인 중요도를 모든  $n$ 개의 요소에 대하여  $\binom{n}{2}$ 회 응답하면, 응답자별로  $i$  항목이  $j$  항목에 비해 중요한 정도  $b_{ij}$  (즉,  $j$  항목이  $i$  항목에 비해 중요한 정도  $b_{ji}(=-b_{ij})$ )가 도출된다. 이를 바탕으로 요소  $j$ 에 대한 요소  $i$ 의 상대적 가중치의 추정치

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} = |b_{ij}|^{-1 \times \frac{b_{ij}}{|b_{ij}|}} \dots\dots\dots (1)$$

를 계산한다. 예를 들어, 응답자가 차량 편의성( $i$  항목)이 플랫폼 편리성( $j$  항목) 대비 매우 중요하다고 답변하는 경우,  $b_{vehicle\ convenience, platform\ convenience} = -9$ 로,  $a_{vehicle\ convenience, platform\ convenience} = |-9|^{-1 \times \frac{-9}{|-9|}} = 9$ 이고, 동시에  $b_{platform\ convenience, vehicle\ convenience} = 9$ 로,  $a_{platform\ convenience, vehicle\ convenience} = |9|^{-1 \times \frac{9}{|9|}} = \frac{1}{9}$ 이다. 이로부터  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$  이면서 주대각선의 원소는 모두  $a_{ii} = 1$ 인 역수행렬(reciprocal matrix) 형태의 쌍대비교행렬

$$A_{n \times n} = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2)$$

을 구성할 수 있다.

행렬  $A$ 에 열벡터  $\bar{w} = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n]^T$ 를 곱하면, 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$A_{n \times n} \cdot \bar{w} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix} = n\bar{w} \dots\dots\dots (3)$$

따라서  $n$ 은 행렬  $A$ 의 고유값(eigenvalue)이고,  $\bar{w}$ 는 행렬  $A$ 의 고유벡터(eigenvector)이다. 이와 같은 관계로부터 평가요소 사이의 상대적 중요도를 나타내는 가중치 벡터  $\bar{w}$ 를 도출한다 (Saaty, 1987; Korea Development Institute, 2001).

## IV. 분석 결과

### 1. 전체 표본 집단의 전반적인 경향성 분석

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스 요소에 대한 생각을 파악하기 위하여 상위 항목 3가지(차량 편의성, 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성)에 대한 AHP 분석과 각 항목별 하위 서비스 요소의 중요도 평균 순위 분석을 수행하였다.

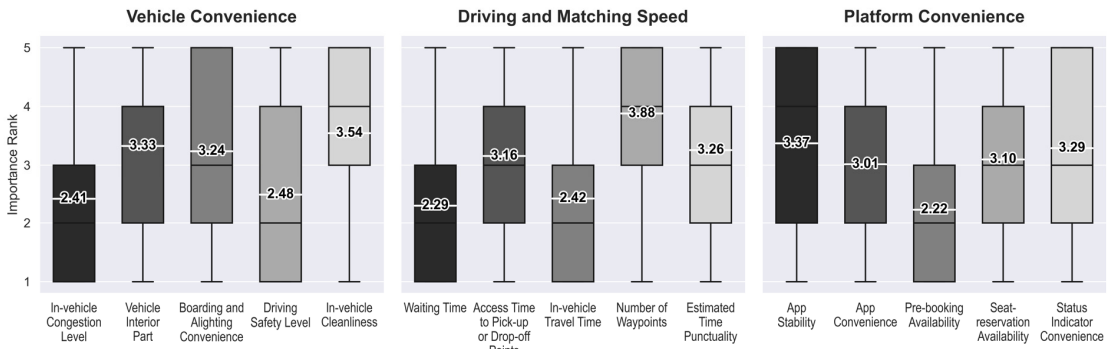
#### 1) 서비스 요소 상위 단계 구성 요소에 대한 AHP

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스 요소 상위 구분인 차량 편의성과 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성에 대한 AHP 분석 결과, 최종적으로 차량 편의성이 0.210, 이동/배차 신속성이 0.527, 플랫폼 편리성이 0.263으로 도출되었다. 즉, 사람들은 이동/배차 신속성을 가장 중요하게 여기고, 그다음으로 플랫폼 편리성, 차량 편의성 순으로 중점을 두는 것으로 나타났다. 특히, 이동/배차 신속성은 플랫폼 편리성 대비 약 2배 정도, 차량 편의성 대비 2배 이상으로 중요하게 생각하는 것으로 드러나 이동/배차 신속성에 대한 주된 관심이 필요한 것으로 판단되었다.

#### 2) 서비스 요소 하위 단계 구성 요소에 대한 평균 순위

하위 서비스 요소별로 중요도 순위를 살펴본 결과는 <Fig. 2>와 같다. 전체 응답자에 의한 차량 편의성 5가지 세부 항목의 평균 순위는 차내 혼잡도가 2.41위, 주행 안전성이 2.48위, 승하차 편리성이 3.24위, 차내공간 형태가 3.33위, 그리고 차내 청결성이 3.54위이다. 차내 혼잡도가 상대적으로 가장 중요하고 차내 청결성이 가장 덜 중요하게 여겨지는 것으로 나타났다. 이동/배차 신속성의 세부 요소의 평균 순위는 대기 시간이 2.29위, 차내 통행시간이 2.42위, 승하차지점 접근시간이 3.16위, 예상 시간 준수 여부가 3.26위, 그리고 중간정차 횟수가 3.88위로, 대기 시간이 가장 높은 중요도를 띄는 것으로 드러났다. 마지막으로, 플랫폼 편리성의 하위 항목의 평균 순위는 이용시간 예약 가능성이 2.22위, 앱 이용 편의성이 3.01위, 좌석 예약 가능성이 3.10위, 배차/승차 확인 편리성이 3.29위, 앱 구동 안정성이 3.37위로, 이용시간을 예약할 수 있는지 여부가 매우 중요한 것으로 나타났다.



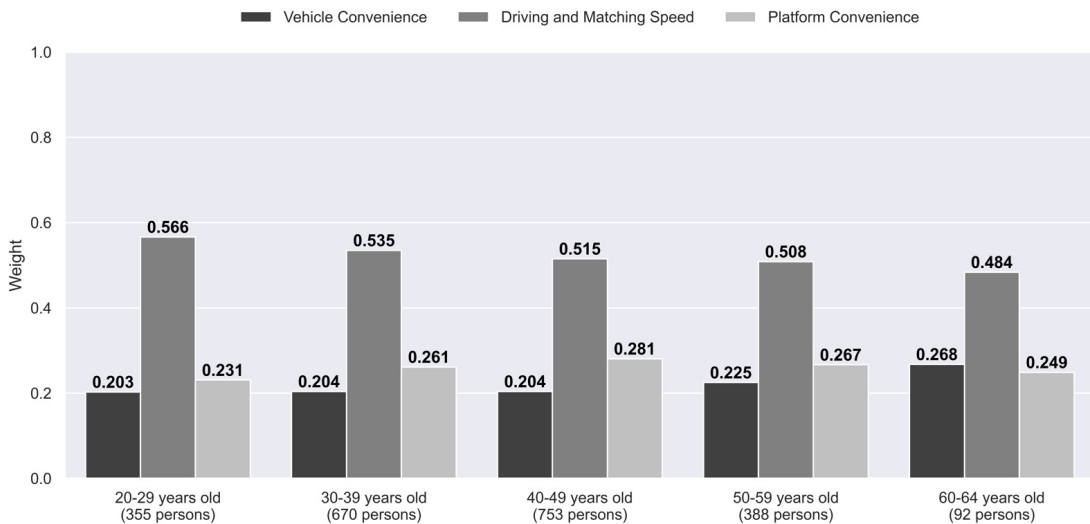


<Fig. 2> Importance Ranks of Autonomous Mobility-on-Demand Service Components

## 2. 연령에 따른 집단별 비교 분석

Kim and Namgung(2015)이 2013년 부여군 주민을 대상으로 설문조사를 수행한 결과, 70대까지 연령대가 높을수록 수요응답형 서비스 도입에 대한 선호도가 증가하였다. 그러나 Jang et al.(2016)이 2015년 전국 최초로 시범운영된 버스형 수요응답형 서비스의 실제 이용자를 대상으로 분위회귀분석을 수행한 결과, 연령대가 높을수록 수요응답형 서비스에 대한 만족도가 낮아지는 경향을 보였다. 이처럼 연령에 따라 수요응답형 서비스에 대하여 다르게 느끼는 만큼 세부적으로 연령에 따른 서비스 요소의 우선순위 차이를 살피기 위하여 크게 20대, 30대, 40대, 50대, 60대로 구분하여 집단별 상세 분석 및 집단간 비교 분석을 수행하였다. 단, 설문 대상이 65세 미만이기 때문에 60대에 한하여 60-64세에 해당하는 인원으로 구성하였다.

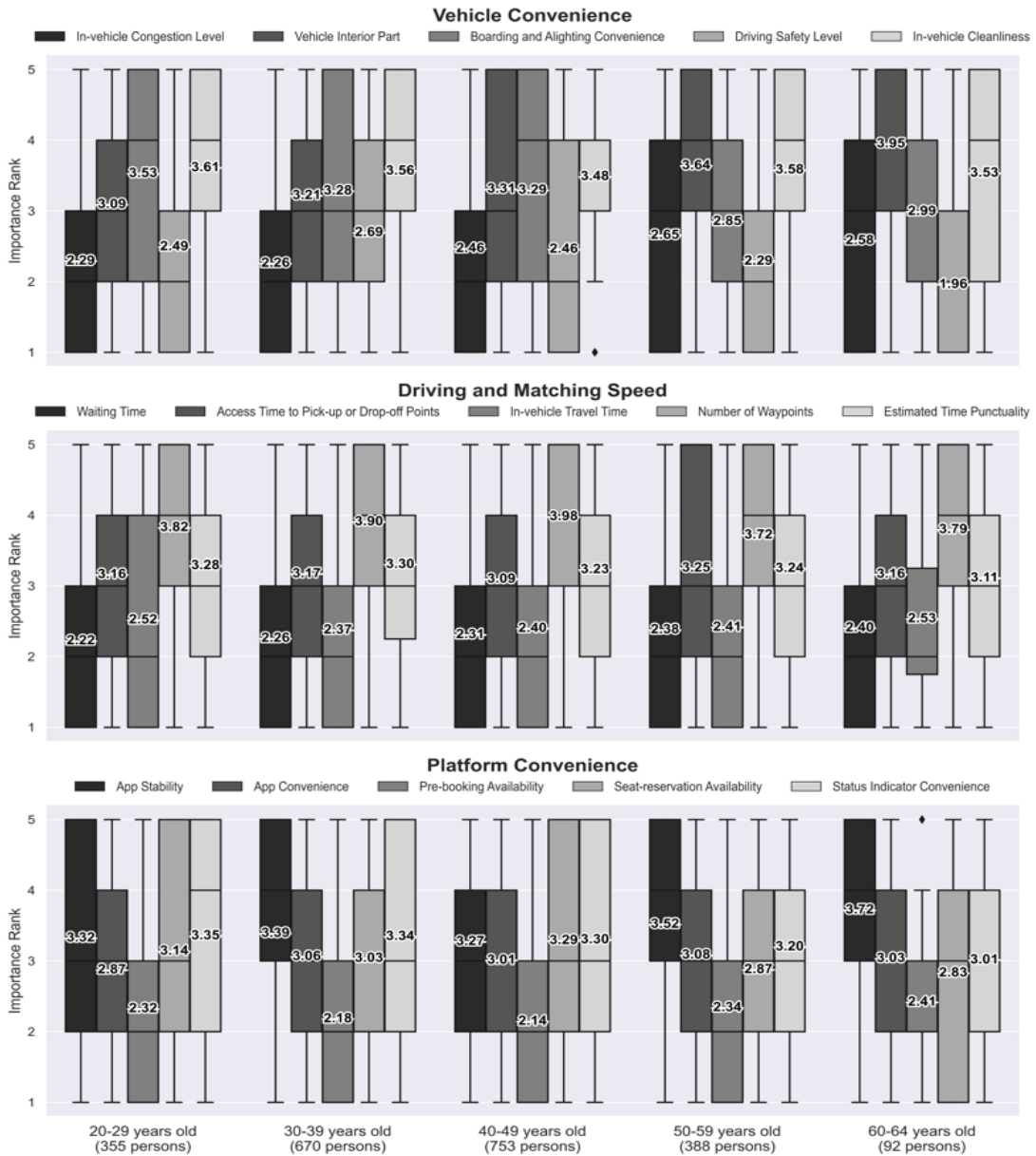
### 1) 서비스 요소 상위 단계 구성 요소에 대한 AHP



<Fig. 3> Importance Weights of Autonomous Mobility-on-Demand Service Components by Age Group

연령에 따른 AHP 분석 결과는 <Fig. 3>과 같으며, 모든 연령대에서 이동/배차 신속성이 가장 중요한 것으로 나타났다. 반면, 차량 편의성과 플랫폼 편리성 사이의 우선순위는 대부분의 연령대에서 플랫폼 편리성이 더 우월했으나, 60대의 경우 차량 편의성이 더 높은 중요도를 보였다. 또한 연령대가 낮을수록 나머지 요소 대비 이동/배차 신속성의 상대적인 중요도는 더 커지는 반면, 차량 편의성의 중요도는 더 작아지는 것으로 나타났다.

2) 서비스 요소 하위 단계 구성 요소에 대한 평균 순위



<Fig. 4> Importance Ranks of Autonomous Mobility-on-Demand Service Components by Age Group

연령에 따른 하위 서비스 요소별 평균 중요도 순위는 <Fig. 4>과 같이 나타났다. 차량 편의성에 관해 20대와 30대는 차내 혼잡도, 주행 안전성, 차내공간 형태, 승하차 편리성, 차내 청결성 순으로 중요하게 생각하나, 50대와 60대는 주행 안전성, 차내 혼잡도, 승하차 편리성, 차내 청결성, 차내공간 형태 순으로 중요하게 여기는 것으로 드러났다. 특히, 60대의 경우, 주행 안전성의 평균 중요도 순위가 1.96위로 매우 높다. 이동/배차 신속성에 대해서는 정도 차이는 있으나 모든 연령대에서 대기시간과 차내 통행시간을 가장 중요하다고 생각하고, 중간 정차 횟수를 가장 덜 중요하게 생각한다. 플랫폼 편리성의 경우, 모든 연령에서 이용시간 예약 가능성의 중요도가 가장 높으나 나머지 항목의 경우 집단마다 조금씩 다른 경향성을 보인다. 50대와 60대에서는 앱 구동 안정성의 중요도가 가장 낮게 나왔지만 다른 연령대는 앱 구동 안정성이 다른 항목과 평균 순위에 있어 큰 차이를 나타내지는 않았다. 전반적으로 하위 서비스 요소 중 사람들이 가장 중요하게 여기는 것은 대부분 연령에 관계 없이 동일한 항목이지만, 중요도가 가장 낮은 것은 연령에 따라 상이한 것으로 드러났다. 특히, 60대는 다른 연령대와 다른 경향성을 보이는 지점이 많아 주목할 만하다.

### 3) 서비스 요소 하위 단계 구성 요소에 대한 평균 순위의 집단 간 ANOVA(Analysis of Variance, 분산분석)

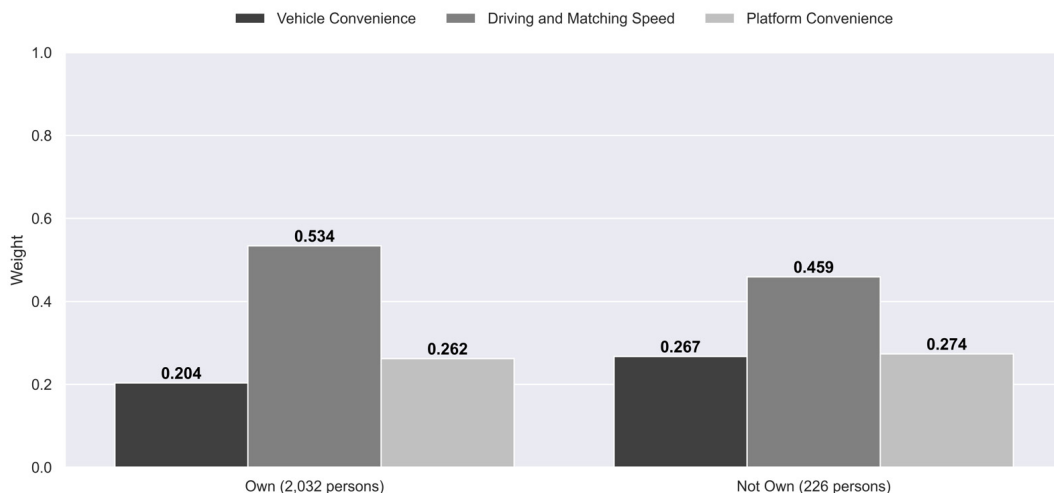
연령대별 집단 간 평균 중요도 순위의 차이가 유의한지 살피기 위하여 ANOVA 분석을 수행한 결과, 차량 편의성 항목의 경우, 차내 청결성을 제외한 모든 하위 항목이 집단 간 유의한 차이를 보이는 것으로 드러났다(<Table 3>). 플랫폼 편리성에 대해서도 앱 구동 안정성과 이용시간 예약 가능성, 좌석 예약 가능성 등 총 3가지 세부 항목에 대해서 유의한 차이가 있지만, 이동/배차 신속성의 경우에는 중간 정차 횟수만 집단 사이의 차이가 유의한 것으로 나타났다. 따라서 연령대별로 집단 구분 시, 차량 편의성의 하위 항목에 대한 평균 중요도 순위가 가장 상이하고, 이동/배차 신속성에 대한 평균 중요도 순위는 연령대별 집단 구분에 상관 없이 모든 집단에서 가장 유사한 형태를 보인다.

## 2. 자가용 보유 여부에 따른 집단별 비교 분석

전북 군산시에서 시범 운행한 수요응답형 서비스 이용객들의 만족도 조사 결과, 개인 소유 교통수단이 없는 집단이 가장 만족도가 높은 반면, 승용차를 보유한 집단이 가장 만족도가 낮았다 (Lee, 2020). 이처럼 자가용 보유 여부에 따라 수요응답형 서비스에 대한 만족도가 다른 만큼 세부적으로 자가용 보유 여부에 따른 서비스 요소에 대한 우선순위 차이를 살피고자 하였다. 또, 실제 서비스 도입 시 대상 지역 내 자동차 등록 현황 등의 정보와 결합하여 서비스 성공 전략을 수립할 수 있도록 하기 위하여 가구 내 자가용을 보유한 집단과 그렇지 않은 집단을 구분하여 집단별 상세 분석 및 집단간 비교 분석을 수행하였다.

### 1) 서비스 요소 상위 단계 구성 요소에 대한 AHP

자가용 보유 집단과 미보유 집단 각각의 AHP 분석 결과는 <Fig. 5>와 같으며, 자가용을 보유한 집단은 상대적으로 자가용을 보유하지 않은 집단에 비해 이동/배차 신속성의 중요도는 높고 차량 편의성의 중요도는 낮은 편으로 나타났다. 특히, 자가용 보유 집단은 이동/배차 신속성에 대하여 두 번째로 중요하게 여기는 플랫폼 편의성에 비해 2배가 넘게 더 중요하다고 생각한다. 그러나 자가용을 보유하지 않은 집단은 이동/배차 신속성을 가장 덜 중요하게 여기는 차량 편의성 조차에 비해서도 약 1.7배 정도만 더 중요하게 여긴다.



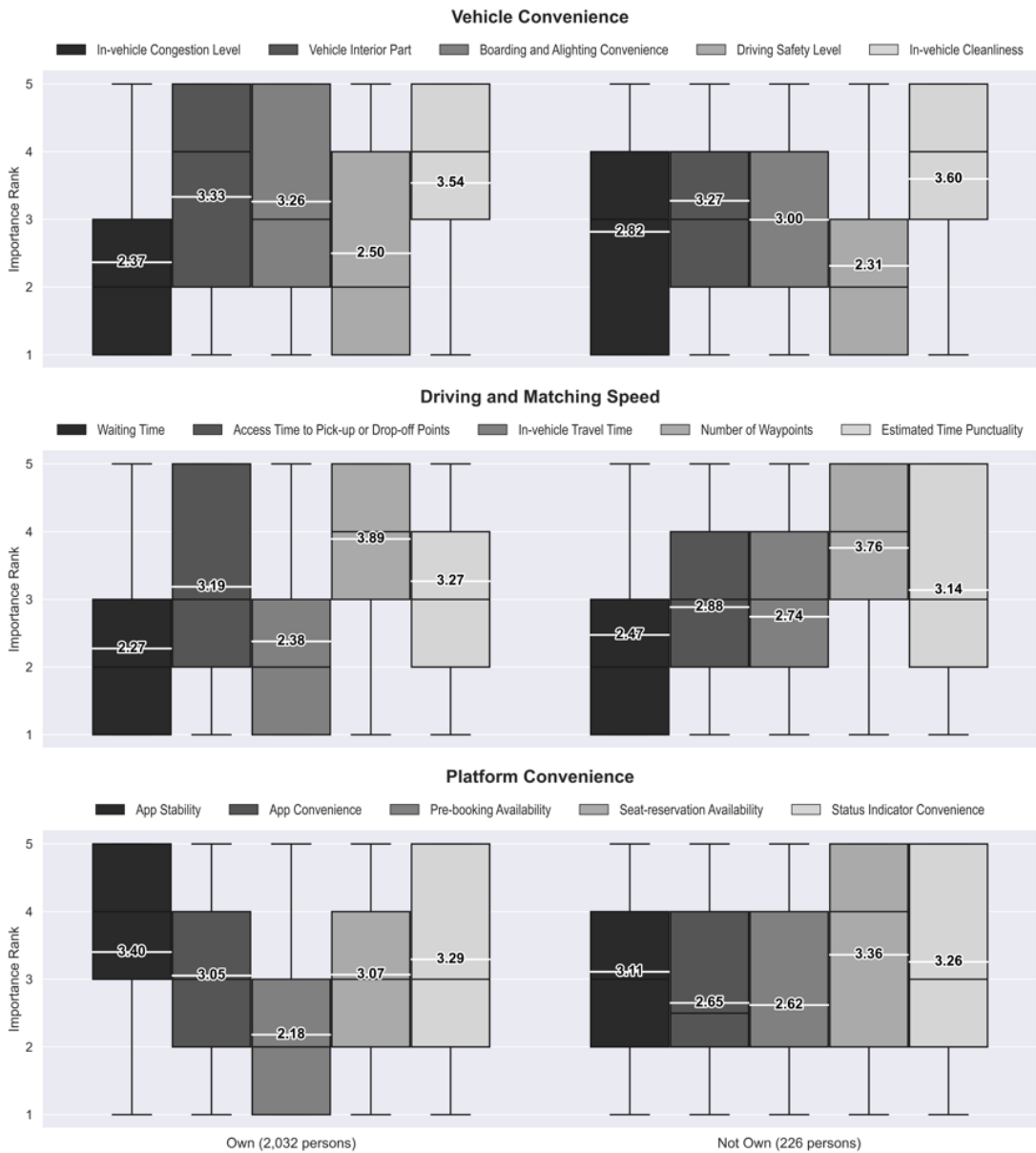
<Fig. 5> Importance Weights of Autonomous Mobility-on-Demand Service Components by Private Car Ownership

### 2) 서비스 요소 하위 단계 구성 요소에 대한 평균 순위

자가용 보유 여부에 따른 하위 서비스 요소별 평균 중요도 순위는 <Fig. 6>과 같다. 차량 편의성 항목 중 가장 중요하게 생각하는 항목에 대하여 자가용 보유자와 자가용 미보유자 사이의 차이가 있는 것으로 나타났다. 자가용 보유자는 차내 혼잡도를 가장 중요하게 생각하고 그다음으로 차내공간 형태를 중요하게 여기는 반면, 자가용 미보유자는 차내공간 형태를 가장 중요하게 생각하고 그다음으로 차내 혼잡도를 중요하게 여긴다. 나머지 세부 항목에 대해서는 동일한 우선순위를 보인다. 이동/배차 신속성의 경우, 두 집단 간 세부 요소별 평균 순위의 절대적인 값의 차이는 조금 있으나, 요소 간 상대적인 순위에 대한 차이는 없다. 플랫폼 편리성은 자가용을 보유한 집단과 자가용을 보유하지 않은 집단 둘 다 이용시간 예약 가능성이 가장 중요하다고 생각하지만, 그 정도에 있어 상대적으로 자가용 보유자가 자가용 미보유자에 비해 더 많이 중요하다고 생각한다. 반면, 두 집단 모두 앱 이용 편의성을 두 번째로 중요한 요소로 뽑았으나, 그 정도에 있어 상대적으로 자가용 미보유자가 자가용 보유자에 비해 더 많이 중요하다고 생각한다.

### 3) 서비스 요소 하위 단계 구성 요소에 대한 평균 순위의 집단 간 ANOVA

집단 간 평균 중요도 순위의 차이가 유의한지 살피기 위하여 ANOVA 분석을 수행한 결과는 <Table 4>와 같다. 플랫폼 편리성은 배차/승차 확인 편리성 항목 외 나머지 4가지 하위 항목 모두 유의하였다. 다시 말해, 이용시간 예약 가능성과 앱 이용 편의성 등의 항목에서 자가용 보유 집단과 자가용 미보유 집단이 보였던 차이는 유의한 것으로 나타났다. 차량 편의성의 경우, 차내 혼잡도와 승하차 편리성, 주행 안전성 등 총 3가지 하위 항목에서 유의한 차이를 보이고, 이동/배차 신속성에서는 대기시간과 승하차지점 접근시간, 차내 통행시간에서 유의한 차이를 보였다.



<Fig. 6> Importance Ranks of Autonomous Mobility-on-Demand Service Components by Private Car Ownership

<Table 3> Analysis of Variance of Age Groups

Factor	F-stat	P-value
Vehicle Convenience		
In-vehicle Congestion Level	*** 6.542	0.000
Vehicle Interior Part	*** 14.124	0.000
Boarding and Alighting Convenience	*** 11.463	0.000
Driving Safety Level	*** 10.723	0.000
In-vehicle Cleanliness	0.892	0.468
Driving and Matching Speed		
Waiting Time	1.075	0.367
Access Time to Pick-up or Drop-off Points	0.817	0.514
In-vehicle Travel Time	0.973	0.421
Number of Waypoints	** 3.779	0.005
Estimated Time Punctuality	0.603	0.660
Platform Convenience		
App Stability	** 3.747	0.005
App Convenience	1.359	0.246
Pre-booking Availability	* 3.219	0.012
Seat-reservation Availability	*** 6.892	0.000
Status Indicator Convenience	1.796	0.127

0 \*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05

<Table 4> Analysis of Variance of Private Car Owner and Non-Owner Groups

Factor	F-stat	P-value
Vehicle Convenience		
In-vehicle Congestion Level	*** 22.261	0.000
Vehicle Interior Part	0.375	0.540
Boarding and Alighting Convenience	** 6.718	0.010
Driving Safety Level	* 4.229	0.040
In-vehicle Cleanliness	0.517	0.472
Driving and Matching Speed		
Waiting Time	* 5.152	0.023
Access Time to Pick-up or Drop-off Points	** 9.224	0.002
In-vehicle Travel Time	*** 16.498	0.000
Number of Waypoints	2.663	0.103
Estimated Time Punctuality	2.011	0.156
Platform Convenience		
App Stability	** 9.264	0.002
App Convenience	*** 17.512	0.000
Pre-booking Availability	*** 28.327	0.000
Seat-reservation Availability	** 8.617	0.003
Status Indicator Convenience	0.145	0.704

0 \*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05

## V. 결 론

본 연구에서는 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스 요소별 사람들의 인식을 파악하고 그에 따른 서비스 도입 시 우선순위를 도출하고자 하였다. 이를 위해 온라인 설문조사를 통해 서비스 요소별 중요도에 따른 순위를 조사 및 분석하였고, 사회경제적 속성 및 통행 특성에 따른 집단별 차이를 파악하기 위해 집단별 비교·분석도 수행하였다. 그 결과, 이동/배차 신속성, 플랫폼 편리성, 차량 편의성 순으로 중요한 것으로 드러나, 사람들은 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스에 관하여 서비스 이용에 필요한 수단인 플랫폼과 차량보다는 좀 더 이동 및 서비스 처리 속도와 같은 서비스 본질에 가까운 요소에 더 중점을 두는 것으로 파악되었다.

각각의 하위 항목에 대한 중요도는 이동/배차 신속성의 경우, 중간 정차 횟수보다는 대기 시간을 비롯한 실질적으로 소요되는 시간 정도가 더 중요한 것으로 드러났고, 플랫폼 편리성도 이용시간 예약 가능성이 가장 중요한 것으로 나타났다. 이에 사람들은 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스에 있어 전반적으로 시간과 관련된 서비스 요소에 대해 중요하게 생각하는 것으로 파악되었다. 이러한 점에서 2021년 세종시에서 이루어진 수요응답형 서비스 실증 사업 당시 출퇴근시간에 유발되었던 상당한 대기시간은 이용자 입장에서 큰 불만사항이었을 것으로 추정된다 (Ahn, 2022).

다만, 다른 실제 수요응답형 서비스 이용자를 대상으로 이루어진 연구 결과, 절대적인 시간의 양보다는 정

시성에 대한 문제가 더 주목되었다. 전라북도 지역에서 이루어진 수요응답형 서비스의 경우, 통행시간은 중요도가 낮은 반면, 정시성은 중요도가 높음에도 실행도가 낮아 개선이 시급한 것으로 드러났다 (Jang and Kim, 2018). 계명대학교를 중심으로 운영된 수요응답형 서비스에서는 총 통행시간과 접근시간에 대해서는 만족도가 높은 반면, 출도착시각 및 도착 예상시각의 정시성에 대해서는 가장 낮은 만족도를 보이는 것으로 드러났다 (Jeong and Kwon, 2022). 이처럼 사람들이 생각하는 우선순위와 실제 서비스에 따른 불만사항 사이에는 차이가 있는 것으로 보인다. 이는 사람들이 실제 서비스를 이용할 때는 기존 고정형 대중교통에 익숙해 상대적으로 통행시간에 대한 기대치가 낮은 반면, 정시성에 대해서는 감내하지 못하는 데에서 기인하는 것으로 판단된다. 실제로 대중교통을 포함한 기존 교통수단 대비 평균 통행시간이 감소했던 수도권 통근목적 수요대응형 버스 서비스 이용자들은 통행시간이 단축된다는 점과 좌석 예약이 가능하다는 점 등을 주요 서비스 이용 이유로 밝혔다 (Korea Transport Institute, 2011).

차량 편의성 항목에 관해서는 차내 혼잡도와 주행 안전성이 가장 중요하고 차내 청결성이 가장 중요하지 않은 것으로 나타나 상위 항목에서 보였던 경향성과 유사하게 이동 그 자체와 관련된 요소에 더 중점을 두는 것으로 판단되었다. 전라북도 운영 사례를 보면, 주행 안전성은 중요하다고 판단하나, 차량 형태와 화물 공간, 차량 청결도의 중요도는 낮아 본 연구 결과 도출된 우선순위와 일치하는 것으로 나타났다 (Jang and Kim, 2018).

연령대별로 살펴보면, 전 연령대에서 이동/배차 신속성을 가장 중요시하는 것은 동일하나, 나머지 2가지 항목에 관해서는 60대에서 유일하게 플랫폼 편리성보다 차량 편의성이 더 높은 우위를 차지하는 것으로 드러났다. 세부 항목에 대해서도 이동/배차 신속성의 5가지 항목의 순위는 전 연령대에서 동일하나, 차량 편의성과 플랫폼 편리성 각각의 세부 항목의 순위와 그 정도는 5~60대와 나머지 연령대 사이에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 다른 연령대와 달리 5~60대의 경우, 플랫폼 편리성의 앱 구동 안정성을 5가지 하위 항목 중 가장 덜 중요하게 생각하고, 차량 편의성의 하위 항목 중에서는 주행 안전성을 가장 중요하다고 생각한다. 따라서 고령자층을 대상으로 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스를 도입하는 경우, 모바일 플랫폼과 관련된 부분보다는 차량에 더 중점을 두는 것이 바람직하다.

자가용 보유 여부에 따른 집단별 분석 결과, 자가용 보유 집단은 이동/배차 신속성에 대해 다른 서비스 요소 대비 2배 이상의 중요도를 부여하는 반면, 자가용 미보유 집단은 그보다 덜하게 생각하는 것으로 드러났다. 다만, 이동/배차 신속성의 하위 항목에 대해서는 두 집단 모두에서 동일한 중요도 순위를 매겼다. 차량 편의성의 경우에는 자가용 보유 집단은 차내 혼잡도를 가장 중요하게 생각했지만, 자가용 미보유 집단은 차내 혼잡도를 차내공간 형태에 이어 두 번째로 가장 중요하게 생각했다. 플랫폼 편리성에서는 자가용 보유 집단과 자가용 미보유 집단 모두 이용시간 예약 가능성을 가장 중요하게 생각하나, 그 정도에 있어서는 자가용 보유 집단이 유의하게 더 중요하게 여기는 것으로 나타났다. 따라서 자가용 보유자가 많은 지역에 서비스를 도입하고자 할 때는 상대적으로 기존 대중교통과 차별성 있게 이동과 배차를 빠르게 처리하고, 최대 혼잡 수준 기준을 낮추며, 이용시간을 예약할 수 있도록 하는 방향을 지향해야 한다.

다만, 본 연구는 수요응답형 자율주행 대중교통 서비스가 아직 개발 및 상용화되지 않아 실제 서비스를 이용한 경험이 있는 이용자가 아닌, 잠재적 이용자를 대상으로 설문이 수행되었다는 점에서 한계를 지니고 있다. 설문 응답자는 기존 대중교통과 자가용 이용 경험에만 근거하여 판단할 수밖에 없어 실제 서비스를 이용하는 경우에는 다소 다른 결과가 나올 수 있다. 이에 향후 리빙랩과 같은 실증이 이루어지는 경우, 실제 서비스 이용자를 대상으로도 연구가 진행되는 것이 바람직하다. 또한, 설문 참여자의 피로도를 낮추기 위하여 하위 서비스 요소들은 쌍대 비교 방식이 아닌 순위 매기기 방식으로 물어보아 모든 하위 항목 사이의 상대적인 중요도는 파악하지 못했다는 한계가 있다. 이에 향후 연구 대상 하위 항목을 본 연구를 통해 도출된 중요한 몇 가지로 추려서 쌍대 비교 형태로 설문을 수행할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 향후

수요응답형 자율주행 대중교통 서비스 도입 시 집단 특성에 따라 중점적으로 고려해야 할 사항을 제시함으로써 성공적인 도입을 위한 초석을 마련하였다는 점에서 의미가 있다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다  
(과제번호 22AMDP-C161756-02).

## REFERENCES

- Ahn, Y.(2022), “Policy Recommendation for DRT Adoption to Urbanized Areas: Based on the ‘Shucle’ Project in Sejong City”, *Transportation Technology and Policy*, vol. 19, no. 3, pp.22-28.
- Cai, Y., Wang, H., Ong, G. P., Meng, Q. and Lee, D. H.(2019), “Investigating user perception on autonomous vehicle (AV) based mobility-on-demand (MOD) services in Singapore using the logit kernel approach”, *Transportation*, vol. 46, no. 6, pp.2063-2080.
- Choi, J., Kang, M., Song, J. and Hwang, K. Y.(2022), “A Study on Introduction of Demand Responsive Transport (DRT) in Rural-Urban Mixed Area”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 40, no. 3, pp.289-304.
- Choi, K. H.(2021), “Study of Autonomous DRT(Demand Responsive Transit) UX Design Feature: Focusing on the Elderly”, *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 21, no. 12, pp.705-712.
- Currie, G. and Fournier, N.(2020), “Why most DRT/Micro-Transits fail - What the survivors tell us about progress”, *Research in Transportation Economics*, vol. 83, p.100895.
- Huang, A., Dou, Z., Qi, L. and Wang, L.(2020), “Flexible Route Optimization for Demand-Responsive Public Transit Service”, *Journal of Transportation Engineering Part A: Systems*, vol. 146, no. 12, p.04020132.
- Jang, T. Y. and Kim, J. S.(2018), “Importance-Performance Analysis for Improving Demand Response Transport(DRT) System”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 17, no. 3, pp.46-58.
- Jang, T. Y., Han, W. J. and Kim, J. H.(2016), “A Study on the User Satisfaction of Demand Response Transport(DRT) by Quantile Regression Analysis”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 15, no. 3, pp.118-128.
- Jeong, J. H. and Kwon, O. H.(2022), “Analysis of empirical cases for optimal operation of demand responsive transit”, *The Korean Operations Research and Management Science Society*, pp.1749-1759.
- Kim, J. and Bang, S.(2022), “Development of a Model for Dynamic Station Assignment to Optimize Demand Responsive Transit Operation”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 21, no. 1, pp.17-34.



- Kim, W. and Namgung, M.(2015), “A Study on Fare Estimation for Demand Responsive Transport”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 14, no. 1, pp.103-111.
- Korea Development Bank(2020), *Development status of autonomous vehicles at home and abroad*, pp.27-28.
- Korea Development Institute(2001), *A Study on the Multi-Standard Analysis for the Preliminary Feasibility Study (III)*, pp.29-43.
- Korea Research Institute for Human Settlements(2019), *A Study on Enhancing Equity of Advanced Transportation Services: Focusing on Shared-use Mobility*, pp.3-5.
- Korea Transport Institute(2011), *Demand Responsive Bus Service in Metropolitan Areas*, p.35.
- Korea Transport Institute(2022), *A Case Study of Mobility Services in Autonomous Vehicle Demonstration Areas*, pp.8-29, p.50.
- Krueger, R., Rashidi, T. H. and Rose, J. M.(2016), “Preferences for shared autonomous vehicles”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 69, pp.343-355.
- Lee, J. H., Kim, J. and Chung, J. H.(2022), “Effect of Personal Attitudes and Satisfaction with Public Transportation on Stated Preference of Automated Mobility on-Demand”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 40, no. 1, pp.81-98.
- Lee, M. H.(2020), *Analysis of Satisfaction for continuous operation of Demand Responsive Transit*, Jeonbuk National University, pp.40-57.
- Mendes, R. S., Wanner, E. F., Sarubbi, J. F. M. and Martins, F. V. C.(2016), “Optimization of the vehicle routing problem with demand responsive transport using the NSGA-II algorithm”, *2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, pp.2657-2662.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2022), *Establishment of R&D Technical Roadmap for Metropolitan Transportation*, pp.62-65.
- Moon, S., Kim, D. K., Kho, S. Y. and Cho, S. H.(2021), “Performance Measurement and Determination of Introduction Criteria for Peak Demand Responsive Transit Service”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 39, no. 1, pp.100-114.
- Noh, S., Roh, C. G., Moon, B. and Ha, J. A.(2022), “Defining Evaluation Criteria for Real-time Demand Response Autonomous Mobility”, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 23, no. 1, pp.871-879.
- Oh, S., Seshadri, R., Le, D. T., Zengras, P. C. and Ben-Akiva, M. E.(2020), “Evaluating Automated Demand Responsive Transit Using Microsimulation”, *IEEE Access*, vol. 8, pp.82551-82561.
- Park, K. J., Song, K. W. and Jung, H. Y.(2019), “A Study on the Route Selection Method for Demand Response Transport (DRT) Replacement for Bus Services in Vulnerable Areas: Focused on Region Vulnerable to Public Transportation of GyeongSangNam-Do in Korea”, *Journal of Korea Planning Association*, vol. 54, no. 4, pp.71-78.
- Patel, R. K., Etmnani-Ghasrodashti, R., Kermanshachi, S., Rosenberger, J. M. and Foss, A.(2022), “Mobility-on-demand (MOD) Projects: A study of the best practices adopted in United States”, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 14, p.100601.
- Saaty, R. W.(1987), “The analytic hierarchy process-What it is and how it is used”, *Mathematical Modelling*, vol. 9, no. 3, pp.161-176.