

모빌리티 서비스의 운전 주체 및 신기술 경험 여부에 따른 만족도 비교분석 : 자율주행서비스를 중심으로

A Comparative Analysis of Mobility Service Satisfaction by Driving Subjects and Experiences of the Latest Technology : Focused on Automated Driving Service

김탁영* · 서지훈** · 방수혁***

* 주저자 : 한국교통연구원 모빌리티전환연구본부 연구원
 ** 교신저자 : 한국교통연구원 모빌리티전환연구본부 부연구위원
 *** 공저자 : 한국교통연구원 도로교통연구본부 부연구위원

Tagyoung KIM* · Jihun SEO** · Soohyuk BANG***

* Researcher, Dept. of Mobility Transformation, The Korea Transport Institute
 ** Associate Research fellow, Dept. of Mobility Transformation, The Korea Transport Institute
 *** Associate Research fellow, Dept. of Road Transport, The Korea Transport Institute

† Corresponding author : Jihun SEO, jhseo@koti.re.kr

Vol. 21 No.5(2022)
 October, 2022
 pp.103~116

pISSN 1738-0774
 eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.5.103>

Received 12 August 2022
 Revised 7 September 2022
 Accepted 7 October 2022

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

요약

국도교통부는 원활한 자율주행자동차 서비스 확대를 위해 총 7개 지역을 자율주행자동차 시범운행지구로 지정·고시하여 매년 운영성과에 대한 평가를 받도록 하였다. 본 연구는 이를 위한 기초연구로서 자율주행자동차 서비스의 정성적 만족도를 설문조사 기반으로 평가하였다. 첫째, 세종시 자율주행 서비스 이용자와 일반인을 대상으로 자율주행 서비스 인식에 대한 설문조사를 실시하였다. 그 결과, 자율주행 서비스 이용자가 자율주행 기술에 대한 단계 인지, 이용 의향 등이 일반인에 비해 높게 나타났다. 둘째, 수요대응형 대중교통 서비스 이용자와 세종시 자율주행 서비스 이용자를 대상으로 서비스 만족도 설문조사를 실시하였다. 비모수통계 분석 방법 중 윌콕슨 순위합 검정(Wilcoxon Rank Sum Test)을 통한 분석 결과, 자율주행 서비스 이용자의 경우 안전과 관련된 요인들이 전반적인 만족도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 수요대응형 대중교통 서비스 이용자들은 서비스 편의성과 관련된 항목들이 전반적인 만족도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 설문조사 결과는 향후 자율주행 서비스의 개선사항 및 정책수립에 대한 기초자료로 활용이 기대된다.

핵심어 : 자율주행 기술, 자율주행 서비스, 이용자 만족도, 요인분석, 비모수통계분석

ABSTRACT

The South Korean Ministry of Land, Infrastructure, and Transport designated seven automated driving test beds required to evaluate vehicle performance every year for the expansion of mobility services based on automated driving. As a fundamental study, we suggested a necessary example of evaluating the performance with a satisfaction survey for the services before the evaluation. First, we surveyed the perception of automated driving services of users and the public in Sejong-si, South Korea. The survey showed that the users had a higher level of awareness of automated driving technology and intention to use it than the public. Second, the satisfaction survey was conducted on demand-responsive public transportation and automated driving service users. Notably, using the

Wilcoxon Rank Sum Test, among the non-parametric statistical analysis methods, we found that safety-related factors affected the overall satisfaction of users of automated driving services. On the other hand, in the case of the demand-responsive public transportation service users, factors related to service convenience affected overall satisfaction. Hence, the results of these surveys are expected to be used as basic data and guidelines to improve the quality of automated driving services and policy establishment.

Key words : Automated Driving Technology, Automated Driving, User's Satisfaction, Factor Analysis, Non-Parametric Statistical Analysis

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

세계 각국은 4차 산업혁명 시대의 핵심 분야이자 미래 성장동력으로 자율주행 기술과 서비스에 주목하고 있다. 국내에서도 기업과 정부의 주도로 자율주행 생태계 활성화를 위한 관련 기술 개발 및 사업을 활발히 추진 중이다. 국토교통부는 자율주행자동차의 상용화를 위한 연구 및 시범운행 등이 원활하게 이루어질 수 있도록 자율주행자동차의 상용화 촉진과 운행기반 조성을 위한 법적 근거를 마련하였다. 그 예로 4차 산업혁명의 선제적 대응과 국민 생활 개선을 도모할 목적으로 2020년 5월부터 시행하고 있는 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」(약칭: 자율주행자동차법)을 들 수 있다. 자율주행자동차법에 의거하여 국토교통부는 지자체 신청 및 심의를 거쳐 2021년 상반기까지 총 7개 지역을 자율주행자동차 시범운행지구로 지정·고시하였다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2021). 자율주행자동차법에 따르면 선정된 지자체는 2022년부터 매년 전년도 시범운행지구 운영에 대한 성과보고서를 작성하여 국토교통부의 평가를 받아야 한다. 성과보고서에는 운영계획의 달성도, 시범운행지구 지정에 따른 효과, 자율주행자동차 확산 및 교통물류체계 발전 등에 미치는 영향 등이 포함되어야 한다. 하지만, 중앙정부 및 지자체는 계획수립, 행정 지원, 실적 및 결과를 보고하고, 민간은 서비스 제공 및 운영을 보고하도록 구분되어 있어 자율주행 기술 및 서비스와 정책에 대한 모니터링과 피드백 체계가 미흡한 실정이다. 따라서, 자율주행자동차 시범운행지구 내에서 실증되는 서비스에 대한 만족도 및 기술 안전성에 대한 정성적/정량적 평가를 할 수 있는 기반을 마련하는 연구가 필요하다.

이에 본 논문은 시범운행지구 내 자율주행 서비스의 정성적 평가를 위한 기초 연구로서, 설문조사를 기반으로 만족도를 분석하고 만족도에 영향을 미치는 요인을 알아보고자 하였다. 이를 통해 향후 자율주행 기술 및 서비스에 대한 개선사항을 도출하고 자율주행 서비스 활성화를 위한 정책수립의 기초자료로 활용되기를 기대한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 목적은 자율주행 서비스에 대한 인식과 만족도를 분석하고, 만족도에 미치는 영향 요인분석을 통해 향후 자율주행 서비스에 대한 개선사항을 설문조사를 기반으로 도출하고자 한다. 대상은 세종시 자율주행 서비스 이용자, 수요대응형 대중교통 서비스 이용자 및 일반인으로 수행하였다. 연구의 내용은 크게 두

가지로 다음과 같다. 첫째, 자율주행 서비스 이용자와 미이용자 간 자율주행 기술과 서비스에 대한 인식 차이를 분석하고자 한다. 이를 위해 세종시 자율주행 서비스 이용자와 일반인을 대상으로 설문조사를 수행한 설문조사 결과를 비교·분석한다. 둘째, 자율주행 서비스 만족도에 미치는 영향 요인을 분석하고자 한다. 이를 위해, 세종시 자율주행 서비스 이용자와 수요대응형 대중교통 서비스(I-MOD) 이용자의 설문조사 결과를 비교하고 비모수통계분석 방법 중 윌콕슨 순위합 검정(Wilcoxon Rank Sum Test)를 사용하여 분석하였다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 자율주행과 서비스 평가 관련 선행연구를 정리하였고, III장에서는 설문조사 결과를 분석하여 제시하였다. V장에서는 자율주행 서비스의 개선방향과 향후 연구내용에 대해 기술하였다.

II. 선행연구 고찰

1. 자율주행 관련 선행 연구

자율주행과 관련된 선행연구로는 주로 설문조사를 통한 서비스 만족도 조사와 자율주행자동차의 안정성을 평가하기 위한 항목 설계 등과 같은 연구가 수행된 바 있다.

2017년에 주행데이터 기반 자율주행 안전성 평가 시나리오 개발 및 검증 연구에서는 자율주행 자동차의 임시 운행 허가를 위한 안전성 평가 시나리오와 평가항목을 제시하고 이를 현장 실차 검증을 수행하였다(Lim et al., 2017). 이후, 자율주행 자동차의 도입에 따른 교통계획 분야에 불확실성을 감소시키기 위한 정책적 시사점을 도출하고, 이를 위해 자율주행 자동차에 대한 소비자 관점의 의식, 자율주행 자동차의 기능에 대한 선호도, 자동차 이용에 대한 영향을 수도권에 거주 20세 이상 시민들을 대상으로 설문조사를 실시하고 교통계획 분야의 대응 과제를 제시한 연구도 수행되었다(Lee, 2017). 국가연구개발사업을 통해 자율주행자동차의 안전성을 사전에 검증하기 위한 평가기술 및 평가지원 환경 개발을 진행하였다. 해당 연구에서는 테스트베드 기반의 자율주행차 평가시스템 및 평가 자동화 기반 구축과 사고상황 재현 평가기술과 실도로 기반의 실증을 위한 방법론을 개발하고, 자율주행자동차의 안전 및 신뢰성 확보를 위한 고장 안전 대책 평가기술을 개발하였다(Korea Transportation Safety Authority, 2019). 또한, 자율주행자동차 시범운행지구의 사업평가를 위한 평가 척도 개발 연구를 통해 국내외 사례를 검토하고 평가척도의 후보군을 도출하여 종합평가방안을 제시하였다(Korea Transportation Safety Authority, 2020).

2. 자율주행 서비스 평가 관련 선행 연구

자율주행 서비스 평가와 관련된 국내외 선행연구는 주로 설문조사를 통한 서비스 만족도 평가와 자율주행자동차의 안정성 및 시범운행지구의 사업평가를 위한 평가척도 항목 도출 등과 같은 연구가 수행되었다.

자율주행자동차 평가시스템 구축 및 고장안전 연구에서는 향후 상용화가 예측되는 자율주행기술(서비스) 및 해당 기술이 장착된 자동차를 대상으로 안전성을 확인하고 평가하기 위한 기술과 실도로 환경을 모사하여 반복·재현에 의한 성능·검증 및 평가를 위한 환경을 개발하는 연구를 수행하였다(Korea Transportation Safety Authority, 2019). 자율주행자동차 시범운행지구 관련 평가지표 마련에 관한 연구에서는 시범운행지구 관련 제도 및 국내·외 유사 사례를 다각적 범위에서 검토하여 법적으로 4가지 요건을 제시하고, 해당 요건에 적합한 시범운행지구 성과평가척도 후보군을 도출하여 후보군에 대한 타당성 분석을 통해 종합평가방안을

마련하였다(Korea Transportation Safety Authority, 2020). 미국에서는 2019년 9월에서 2020년 3월까지 자율주행과 관련한 신기술과 서비스에 대한 사용자 및 비사용자의 인식 및 태도를 포함하여, AV-MOD(Automated Vehicle-Mobility on Demand) 서비스의 미치는 잠재적인 행동 영향을 분석하였다. AV를 경험한 후 안전과 만족도 및 여행 행동에 미치는 영향에 대해 파악하기 위해 설문조사와 여행 데이터 분석을 수행하였다(Federal Transit Administration, United States Department of Transportation(FTA, USDOT), 2021a).

3. 시사점

현재 자율주행 기술의 실제 현장 적용과 시범서비스 제공을 위한 시범운행 사업이 최근에 착수되거나 착수 예정인 상황으로 자율주행과 관련된 선행연구들이 부족하고, 수행된 선행연구들은 평가항목이나 지표를 도출하는 수준에서 이루어졌다. 설문조사 연구의 경우에도 실제 자율주행 기술 및 서비스에 대한 인식이나 선호도 분석 위주로 진행되었다는 한계점이 있다. 따라서, 실제 자율주행 기술 및 서비스를 체험한 이용자를 대상으로 하는 현실적인 조사분석이 필요하다. 이를 통해 이용자와 미이용자의 자율주행 기술 및 서비스의 인식 차이나 만족도/중요도에 대한 비교·분석 등 추가적인 연구도 필요할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 현실적인 조사분석 방법 마련을 위한 기초적인 연구로서 실제 자율주행 서비스를 이용해 본 이용자 및 일반인을 대상으로 자율주행 기술 및 서비스에 대한 인식을 조사하고, 자율주행 서비스 이용자의 만족도 분석과 수요대응형 대중교통 서비스 이용자 대상 만족도 비교·분석을 통하여 어떤 요인이 이용자의 만족도에 영향을 미치는지 통계적으로 분석하였다.

Ⅲ. 자율주행 기술 및 서비스 인식 비교·분석

1. 설문조사 개요

1) 분석대상지역

자율주행 서비스 이용자 설문조사를 위한 대상 지역은 국토교통부에서 선정한 7개의 자율주행 시범운행 지구 중 가장 활발하게 자율주행차 시범운행이 진행되고 있는 세종시를 대상으로 선정하였다. 수요대응형 대중교통 서비스는 국내에서 가장 활발한 사업이 진행 중인 인천지역의 I-MOD 이용자를 대상으로 설문조사를 진행하였다. 일반인의 경우 지역적 범위를 고려하지 않았다.

2) 조사대상 및 규모

일반적으로 통계학에서 표본 30개를 대표적인 기준으로 보고 있으며, 모집단의 분포가 매우 심한 비대칭을 이루거나 이상치를 가지고 있을 때는 수집데이터가 50개 이상인 것이 통계적으로 바람직한 것으로 볼 수 있다(Yoo and Oh, 1999). 이를 고려하여 조사대상 및 규모는 자율주행차 이용자(예약자) 55명, 수요대응형 대중교통 서비스(I-MOD) 가입자 중 이용횟수가 가장 많은 300명, 일반인 대상 300명으로 설정하였다. 이 중 세종시 자율주행 서비스 이용자 총 55명 중 23명, 인천지역 수요대응형 대중교통 서비스(I-MOD) 이용자 300명 중 216명, 일반인 300명 중 300명이 응답하였다. 일반인의 경우 만 20세 이상의 성인남녀를 대상으로 연령, 성별, 직업 등을 고려하여 표본을 할당하였다. 특히, 세종시 자율주행 서비스의 경우 본 연구의 설문조사 수행 당시 사전 예약을 통해 제한된 인원만을 대상으로 유료 서비스를 제공하였기에 설문 대상자 선정 및 표

본 수 확보에 한계가 존재하였다. 따라서 이를 보완하기 위해 표본이 적어 어떠한 분포를 이루는지 알 수 없는 경우에 사용하는 비모수통계 분석을 사용하여 자율주행 서비스 만족도 분석을 실시하였다(Nahm, 2016). 모든 설문조사는 온라인 조사로 수행되었으며, 본 논문에서 수행한 설문조사의 조사대상 및 규모 등의 자세한 내용은 <Table 1>에 제시하였다.

<Table 1> Survey Overview

Category	Target	Samples	Survey Method	Period
Users of Automated Driving Service	Users of Automated Driving Service in Sejong City	23	Online	21.10.7.~.11.5
Users of demand-responsive public transport services	Users of demand-responsive public transport services(I-MOD) in Incheon	216	Online	21.10.14.~.11.4
public	Adult Men and Women Over 20 Years of Age in Korea	300	Online	21.12.02.~.12.08

2. 설문조사 분석방법

본 논문에서 수행한 설문조사 결과에 대한 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 자율주행 서비스 이용자와 미이용자 간 자율주행과 관련한 기술 및 인식 차이를 알아보기 위해 세종시 자율주행 서비스 이용자와 일반인 간의 설문조사 결과를 비교한다. 따라서 설문항목은 동일하게 구성되었으며, 자세한 조사항목은 <Table 2>에 제시하였다. 이 경우 일반인은 자율주행 서비스를 이용해보지 않았다고 가정한다.

<Table 2> Survey Details of Automated Driving Users and Public

Category	Contents
General Information	Area of Use, Type of Use, Gender, Ages, Purpose and Frequency of The Using Main Transportation
Awareness of Automated Vehicle	Awareness of Level of Automated Vehicle
	Priorities for Developing and Applying New Technologies vs Priorities for Safety
Intention to Use Automated Driving Services	Necessity to Expand of Automated Driving Services
	Priority Introduction Fields and Roads Type for Automated Driving Services
Characteristic of Respondent	Occupation, Whether to Drive a Car, Final Education, Average Monthly Income of Households, etc

둘째, 자율주행 서비스의 가장 큰 특징이 차량이 무인으로 운행된다는 점을 고려하여, 유인으로 운행되는 수요대응형 대중교통 서비스(I-MOD)와 만족도를 비교·분석한다. 마찬가지로 조사항목은 동일하게 구성하였으며, 자세한 조사항목은 <Table 3>에 제시하였다. 이 경우 자율주행 서비스 이용자 표본 수가 통계적 유의성을 나타내기 부족한 점을 보완하고, 전체적인 서비스 만족도에 미치는 요인을 분석하기 위해 비모수 통계분석 방법 중 독립적인 변수 간 비교·분석에 일반적으로 가장 많이 사용되는 윌콕슨 순위합 검정(Wilcoxon Rank-Sum Test)을 사용하였다.

<Table 3> Contents of The Survey for Users of Automated Driving and Demand-Responsive Public Transportation Services

Category	Contents
General Information	Area of Use, Gender, Ages, Purpose and Frequency of The Using Main Transportation
Service Satisfaction	Intention to Use Demand-Responsive Public Transportation Services in The Future
	Satisfaction of Demand-Responsive Public Transportation Services
Characteristic of Respondent	Occupation, Whether to Drive a Car, Final Education, Average Monthly Income of Households, etc

3. 설문조사 분석결과

1) 일반현황 및 응답자 특성

자율주행 서비스 이용자의 일반현황 및 응답자 특성을 살펴보면, 남성이 약 74%의 비율이었고, 연령층은 30~40대가 가장 높은 비율을 차지하였다. 직업군은 전문/기술직과 행정/사무/관리직군이 거의 절반씩 비슷한 것으로 나타났으며, 직접 운전을 하는 사람이 약 78%로 대다수를 차지하였다. 자율주행 서비스 이용은 유료로 이용한 경우가 약 78%로 대부분인 것으로 나타났다.

일반인 조사에 대한 응답자 특성에서는 남성과 여성이 각각 50.7%, 49.3%로 비슷한 비율을 차지하였고, 연령층은 20~50대가 비슷한 비율을 나타냈다. 직업군은 행정/사무/관리직이 약 34%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 직접 운전하는 사람이 약 65%로 운전을 하지 않는 사람보다 상대적으로 높은 비율을 차지하였다.

수요대응형 대중교통 서비스 이용자의 일반현황 및 응답자 특성에서는 여성이 69.4%를 차지하였고, 연령층은 20~30대가 가장 높은 비율을 나타냈다. 직업군은 행정/사무/관리직이 약 29%로 가장 높았고, 그 다음으로 전문/기술직(21.8%), 판매/서비스직(20.8%)의 순으로 나타났다. 직접 운전하지 않는 사람이 71.8%로 상대적으로 높은 비율로 나타났다. 세부적인 응답자 특성은 <Table 4>에 제시하였다.

<Table 4> Characteristic of Respondent

Category		Users of Automated Driving		Public		Users of Demand-Responsive Public Transport	
		Sample	Rate(%)	Sample	Rate(%)	Sample	Rate(%)
Gender	Man	17	73.9	152	50.7	66	30.6
	Woman	6	26.1	148	49.3	150	69.4
Ages	20's	5	21.7	58	19.3	16	7.4
	30's	8	34.8	67	22.3	84	38.9
	40's	8	34.8	69	23.0	61	28.2
	50's	2	8.7	69	23.0	36	16.7
	60's	-	-	37	12.3	14	6.5
Occupation	Professional/Technical	11	47.8	41	13.7	5	2.3
	Administrative/Office/Management	12	52.2	101	33.7	47	21.8
	Sales/Service	-	-	33	11.0	63	29.2
	Production/Transportation/General	-	-	19	6.3	45	20.8
	Agricultural/Fishery	-	-	5	1.7	6	2.8
	Self-employment	-	-	23	7.7	7	3.2
	University/Graduate Student	-	-	12	4.0	21	9.7
Housewife/Unemployed/Other	-	-	66	22.0	27	12.5	

Category		Users of Automated Driving		Public		Users of Demand-Responsive Public Transport	
		Sample	Rate(%)	Sample	Rate(%)	Sample	Rate(%)
Whether to Drive a Car	Driver	18	78.3	194	64.7	61	28.2
	Non-Driver	5	21.7	106	35.3	155	71.8
Final Education	Under Elementary School Graduation	-	-	-	-	4	1.9
	Middle School Graduation	-	-	1	0.3	6	2.8
	High School Graduation	-	-	57	19.0	50	23.1
	University Graduation	8	34.8	200	66.7	147	68.1
	Over Graduate School	15	65.2	42	14.0	9	4.2
Average Monthly Income of Households	Less than 1 million won	-	-	17	5.7	8	3.7
	Less than 1 to 2 million won	1	4.3	20	6.7	24	11.1
	Less than 2 to 3 million won	5	21.7	49	16.3	75	34.7
	Less than 3 to 5 million won	6	26.1	80	26.7	48	22.2
	Less than 5 to 7 million won	3	13.0	64	21.3	32	14.8
	Less than 7 to 10 million won	4	17.4	49	16.3	19	8.8
	More than 1 million won	4	17.4	21	7.0	10	4.6
Type of Use	Free	5	21.7	-	-	-	-
	Charged	18	78.3	-	-	216	100.0
Total		23	100.0	300	100.0	216	100.0

2) 자율주행 기술 및 서비스 인식 조사결과

자율주행자동차 단계에 대해 미국 자동차공학회 SAE에서 제시한 기준에 따라 5단계로 구분하여 설명한 후, 인지 정도에 대해 질문하였다. 그 결과 <Table 5>와 같이 이용자의 경우에는 대부분 알고 있는 것으로 나타난 반면, 일반인들은 잘 모른다고 답변한 비율이 약 62%로 절반 이상을 차지하였다. 따라서 이를 자율주행 서비스 이용자와 일반인 간의 응답자 특성으로 고려할 수 있다.

새로운 기술과 안전의 상대적인 중요도에서도 이용자와 일반인 간에 다소 차이를 보였다. <Table 6>과 같이 이용자의 경우에는 새로운 기술 개발 및 적용이 50.1%, 안전 우선은 49.9%로 응답하였다. 일반인의 경우 안전이 62.3%로 새로운 기술 개발 및 적용 우선 37.7%보다 다소 높게 나타났다. 이를 통해 자율주행 서비스 이용 후 안전에 대한 우려가 다소 감소했다고 판단할 수 있다.

<Table 5> Comparison for Awareness of Level of Automated Vehicle (Unit: %)

Category	Sample	No Idea	Don't Know	Some Extent	Well Known
Users of Automated Driving(A)	23	-	-	52.2	47.8
Public(B)	300	13.7	48.3	35.3	2.7
Gap(A-B)		(13.7)	(48.3)	16.9	45.1

<Table 6> Relative Importance of New Technologies and Safety (Unit: %)

Category	Sample	Priorities for Developing and Applying New Technologies	Priorities for Safety
Users of Automated Driving(A)	23	50.1	49.9
Public(B)	300	37.7	62.3
Gap(A-B)		12.4	(12.4)

자율주행 서비스에 대한 확대의 필요성에 대해 이용자의 95.7%와 일반인의 53.0%가 자율주행 서비스의

확대가 필요하다고 응답하여 확연한 차이를 보였다. 또한, 우선 도입 분야에 대해 이용자의 60.9%가 수요대응형 셔틀로 응답하여 가장 높게 나타났고, 버스가 30.4%, 택시가 8.7% 순으로 나타났다. 반면, 일반인 집단에서는 택시가 29.3%로 가장 높고, 다음으로 수요대응형 셔틀이 27.6%로 높게 나타났다. 자율주행 서비스의 우선 도입이 필요한 도로 유형은 이용자 집단에서는 일반도로가 39.1%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 고속도로 30.4%, 모두 가능 30.4%의 순으로 나타났다. 반면, 일반인 집단에서는 모두 가능하다고 응답한 비율이 45.7%로 가장 높게 나타났다.

<Table 7> Necessity to Expand of Automated Driving Services (Unit: %)

Category	Sample	Absolutely Unnecessary	Unnecessary	Normal	Necessary	Very Necessary
Users of Automated Driving(A)	23	-	-	4.3	47.8	47.8
Public(B)	300	1.7	3.3	42.0	42.7	10.3
Gap(A-B)		(1.7)	(3.3)	(37.7)	5.1	55.2

<Table 8> Priority Introduction Fields for Automated Driving Services (Unit: %)

Category	Sample	Taxi	Bus	Demand-responsive shuttle	Other
Users of Automated Driving(A)	23	8.7	30.4	60.9	-
Public(B)	116	29.3	19.0	27.6	20.7
Gap(A-B)		(20.6)	11.4	33.3	(20.7)

<Table 9> Priority Introduction Roads Type for Automated Driving Services (Unit: %)

Category	Sample	Express Way	General Roads	All Possible	All Impossible
Users of Automated Driving(A)	23	30.4	39.1	30.4	-
Public(B)	116	31.0	23.3	45.7	-
Gap(A-B)		(0.6)	15.8	(15.3)	-

위의 설문조사 결과 분석을 통해 자율주행 서비스 이용자가 일반인보다 안전성, 향후 이용 의향 등 자율주행 서비스 및 기술에 대해 긍정적인 인식을 가지고 있을 것을 확인할 수 있었다. 다시 말해, 이는 자율주행 서비스 이용 후 자율주행 서비스에 대한 인식이 변화했음을 의미한다. 따라서 향후 자율주행 서비스 시범운영 및 시민 체험 서비스 확대 등을 통해 자율주행 인식 제고 및 시장 활성화를 기대할 수 있을 것이다.

IV. 서비스 만족도 영향 요인분석

1. 분석방법

본 장에서는 자율주행 및 수요대응형 서비스에 대한 만족도를 비교·분석하고, 각 서비스의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 통계적인 분석방법을 활용하여 유의성 검증과 서비스 간 영향 요인에 대한 차이점을 비교·분석하였다. 앞서 언급한 바와 같이 자율주행 서비스 이용자 표본수가 통계적인 유의성을 나타내기에는 부족한 점을 보완하기 위하여 비모수통계분석 방법을 사용하여 전체적인 서비스 만족도에 미치는 요인을 분석하였다. 앞서 언급한 바와 같이 자율주행차 이용자의 표본수(23개)로는 통계적인 유

의성을 확보하기 어려운 점을 보완하기 위하여 소규모 표본일 경우에 모수치에 대한 가정이나 추정을 전제로 하지 않고 모집단의 형태에 관계없이 주어진 자료에서 직접 확률을 계산하여 통계적 검증을 하는 분석법인 비모수통계(Non-Parametric Statics) 분석법을 사용하였다. 본 연구에서는 이 중에서 만족도에 영향을 미치는 요인과 같이 상호 독립적인 변수들 간의 비교분석에 가장 일반적으로 많이 사용하는 분석법인 윌콕슨 순위합 검정법(Wilcoxon Rank-Sum Test)을 활용하였다.

윌콕슨 순위합 검정(Wilcoxon Rank-Sum Test)은 모수적 양측 검정 기법인 t-검정에 대응하는 비모수적 양측 검정 기법으로 독립변수에 대한 결과를 정리하여 순위를 부여한 뒤 각각의 집단에 대한 순위합을 구하여 비교하는 방법이다. 귀무가설(H_0)는 일반적으로 알려진 사실에 대하여 가설을 설정하고, 그와 반대되는 가설을 대립가설(H_1)로 설정한다. p-value가 0.05 이하일 경우, 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택함으로써 가설을 검정하는 방법이다.

2. 서비스 만족도 비교 · 분석

자율주행 및 수요대응형 대중교통 서비스 이용자를 대상으로 각 서비스의 만족도를 조사하여 주요 결과를 분석하였다. <Table 10>과 같이 향후 자율주행 서비스를 계속 이용할 의향에서는 응답자의 91.3%가 향후에도 자율주행 서비스를 이용할 의향이 있는 것으로 나타났다. 수요대응형 대중교통 서비스에서도 응답자의 93.5%가 향후에도 서비스를 이용할 의향이 있다고 답변하여 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

<Table 10> Intention to Use Automated Driving and Demand-Responsive Public Transport Services in The Future (Unit: %)

Category	Sample	Not at All	None	Normal	Yes	Very Willing
Users of Automated Driving(A)	23	-	-	8.7	65.2	26.1
Users of Demand-Responsive Public Transport(B)	216	0.9	1.9	3.7	23.6	69.9
Gap(A-B)		(0.9)	(1.9)	5.0	41.6	(43.8)

자율주행 서비스에 대한 항목별 만족도와 전반적인 만족도를 분석한 결과, 항목별 만족도 중 위험운전 여부에서는 응답자의 73.9%가 어느 정도 만족한다고 응답하였다. 사고 위험성에서는 60.8%가 어느 정도 만족하는 것으로 나타났고, 차선 또는 신호위반 등에 대한 적법성에서는 82.6%가 만족하는 것으로 응답하였으며, 운행의 시간적 측면의 효율성 부분에서는 60.9%가 만족하는 것으로 나타났다. 앱 서비스의 편리성에서는 65.2%가 만족하였고, 정류장의 위치는 보통 60.9%로 가장 높게 나타나 다소 아쉽게 느끼고 있었으며, 타 교통수단 대비 통행 소요시간은 보통과 만족에서 34.8%의 비율을 차지하였다. 전반적인 만족도에서는 73.9%가 어느 정도 만족하는 것으로 나타나 자율주행 서비스에 대해 실제 이용자들은 전반적으로 만족하고 있는 것으로 판단된다.

수요대응형 대중교통 서비스에 대한 항목별 만족도를 분석한 결과 항목별 만족도 중 위험운전 여부에서는 응답자의 91.6%가 만족한다고 응답하였다. 사고 위험성에서는 89.8%가 만족하는 것으로 나타났고, 차선 또는 신호위반 등에 대한 적법성에서는 92.6%가 만족하는 것으로 응답하였으며, 운행의 시간적 측면의 효율성 부분에서는 60.2%가 만족하는 것으로 나타났다. 앱 서비스의 편리성에서는 64.3%가 만족하였고, 정류장

의 위치에서는 81.5%가 만족한다고 응답하였다. 타 교통수단 대비 통행 소요시간은 79.2%가 만족하고 있는 것으로 나타났으며, 전반적인 만족도에서는 72.2%가 만족하고 있다고 응답하였다. 자율주행 서비스와 수요 대응형 서비스의 만족도를 비교한 결과는 <Table 11>에 제시하였다.

자율주행 서비스에 대한 전반적인 만족도를 5점 척도로 환산하여 평균을 산출해본 결과 3.87점으로 조금 높은 만족도를 보이는 것으로 나타났다. 수요대응형 대중교통 서비스에서도 3.87점으로 동일하게 산출되었다. 5점 척도로 환산한 자율주행 서비스 만족도는 <Table 12>에 제시하였다.

5점 척도로 환산한 자율주행 서비스와 수요대응형 대중교통 서비스의 전반적인 만족도를 비교해본 결과 출도착의 정시성을 제외한 나머지 모든 항목에서 수요대응형 대중교통 서비스가 조금 더 높은 만족도를 보이는 것으로 나타났다. 이 결과를 통해 현재 자율주행 기술 수준에서는 차량이 유인으로 운행되는 것이 조금 더 안전하다고 생각하는 것으로 판단할 수 있다.

<Table 11> Comparison of Automated Driving and Demand-responsive Public Transport Service Satisfaction (Unit : %)

Category		Sample	Very Dissatisfied	Dissatisfied	Normal	Satisfied	Very Satisfied
Satisfaction Items	User						
Dangerous Driving Status	Automated Driving(A)	23	-	-	26.1	56.5	17.4
	Demand-Responsive(B)	216	0.9	1.9	5.6	31.0	60.6
	Gap(A-B)			(0.9)	(1.9)	20.5	25.5
Risk of Accident	Automated Driving(A)	23	-	4.3	34.8	21.7	39.1
	Demand-Responsive(B)	216	-	0.5	9.7	29.2	60.6
	Gap(A-B)			-	3.8	25.1	(7.5)
Legality	Automated Driving(A)	23	-	-	17.4	39.1	43.5
	Demand-Responsive(B)	216	-	-	7.4	26.4	66.2
	Gap(A-B)			-	-	10.0	12.7
Efficiency of Running Time	Automated Driving(A)	23	-	-	39.1	34.8	26.1
	Demand-Responsive(B)	216	4.6	16.2	19.0	36.1	24.1
	Gap(A-B)			(4.6)	(16.2)	20.1	(1.3)
Convenience of Using App Service	Automated Driving(A)	23	-	8.7	26.1	52.2	13.0
	Demand-Responsive(B)	216	6.0	7.9	21.8	37.0	27.3
	Gap(A-B)			(6.0)	0.8	4.3	15.2

Category		Sample	Very Dissatisfied	Dissatisfied	Normal	Satisfied	Very Satisfied
Satisfaction Items	User						
Stop Location	Automated Driving(A)	23	-	4.3	60.9	30.4	4.3
	Demand-Responsive(B)	216	0.5	3.7	14.4	41.2	40.3
	Gap(A-B)			(0.5)	0.5	46.5	(10.8)
Travel Time Compared to other Transportation	Automated Driving(A)	23	4.3	17.4	34.8	34.8	8.7
	Demand-Responsive(B)	216	1.9	4.2	14.8	42.6	36.6
	Gap(A-B)			2.4	13.2	20.0	(7.8)
Overall Satisfaction	Automated Driving(A)	23	-	-	26.1	60.9	13.0
	Demand-Responsive(B)	216	3.7	6.0	18.1	44.4	27.8
	Gap(A-B)			(3.7)	(6.0)	8.0	16.5

<Table 12> Satisfaction of Automated Driving and Demand-responsive Public Transport Service (Unit : Point / 5 Point)

Category	Users of Automated Driving(A)	Users of Demand-Responsive Public Transport(B)	Gap (A-B)
Sample	23	216	-
Dangerous Driving Status	3.91	4.49	(0.58)
Risk of Accident	3.96	4.50	(0.54)
Legality	4.26	4.59	(0.33)
Efficiency of Running Time	3.87	3.59	0.28
Convenience of Using App Service	3.70	3.72	(0.02)
Stop Location	3.35	4.17	(0.82)
Travel Time Compared to other Transportation	3.26	4.08	(0.82)
Overall Satisfaction	3.87	3.87	0.00

3. 서비스 만족도 영향 요인분석

자율주행 및 수요대응형 대중교통에 대한 전체적인 서비스 만족도에 미치는 요인을 분석하기 위하여 만족도 전반적인 만족도와 조사 항목을 독립변수로 각각 설정하고 월록순 순위합 검정을 시행하였다. 각 항목에 대한 가설은 다음과 같이 설정하였고, $p\text{-value} < 0.05$ 일 때, 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택하였다.

- 귀무가설(H_0) : 자율주행차의 위험운전여부는 자율주행 서비스의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인이다.
- 대립가설(H_1) : 자율주행차의 위험운전여부는 자율주행 서비스의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인이 아니다.

자율주행 서비스의 경우, 각 항목에 대해 동일한 가설설정 방법으로 윌콕슨 순위합 검정을 시행한 결과 귀무가설을 채택할 수 있는 $p\text{-value} > 0.05$ 인 항목은 위험운전 여부, 사고 위험성, 적법성, 출도착 정시성, 이용 앱 서비스의 편리성으로 자율주행 서비스의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인으로 나타났다.

수요대응형 대중교통 서비스에 대한 가설도 자율주행 서비스와 동일하게 다음과 같이 설정하였다.

- 귀무가설(H_0) : 수요대응형 대중교통 운전자의 위험운전여부는 수요대응형 대중교통 서비스의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인이다.
- 대립가설(H_1) : 수요대응형 대중교통 운전자의 위험운전여부는 수요대응형 대중교통 서비스의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인이 아니다.

수요대응형 대중교통 서비스의 경우, 각 항목에 대해 동일한 가설설정 방법으로 윌콕슨 순위합 검정을 시행한 결과 귀무가설을 채택할 수 있는 $p\text{-value} > 0.05$ 인 항목은 이용 앱 서비스의 편리성으로 해당 서비스의 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 자율주행 및 수요대응형 대중교통 서비스에 대한 서비스 만족도에 영향을 미치는 요인분석 결과는 <Table 13>에 제시하였다.

<Table 13> Results of Wilcoxon Rank Sum Test for Mobility Service Satisfaction

Category		W	p-value ¹⁾	Whether to Adopt/Reject The Null Hypothesis	Satisfaction Impact Factors
Dangerous Driving Status	Automated Driving	256	0.8419	Adopt	○
	Demand-Responsive	14502	0.00000000000020940	Reject	X
Risk of Accident	Automated Driving	246	0.6826	Adopt	○
	Demand-Responsive	14621	0.00000000000047730	Reject	X
Legality	Automated Driving	185	0.05865	Adopt	○
	Demand-Responsive	13254	0.0000000000000022	Reject	X
Efficiency of Running Time	Automated Driving	269	0.924	Adopt	○
	Demand-Responsive	26352	0.01454	Reject	X
Convenience of Using App Service	Automated Driving	290.5	0.531	Adopt	○
	Demand-Responsive	24840	0.2203	Adopt	○
Stop Location	Automated Driving	374.5	0.007985	Reject	X
	Demand-Responsive	19487	0.001579	Reject	X
Travel Time Compared to other Transportation	Automated Driving	358	0.02766	Reject	X
	Demand-Responsive	20584	0.02414	Reject	X

주 : 1) p-value <0.05일 경우, 귀무가설(H_0)을 기각

p-value를 살펴보면 자율주행 서비스의 경우, 위험운전 여부와 사고 위험성 항목에서 다른 항목에 비해 훨씬 큰 값이 도출된 반면, 수요대응형 대중교통 서비스의 경우, 위험운전 여부, 사고 위험성, 적법성 항목에서 상대적으로 훨씬 작은 값이 도출되었다. 결론적으로 자율주행 서비스는 차량이 무인으로 운행되어 편의적 측면의 요인들보다 주행 안전과 관련한 요인들이 상대적으로 많은 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다. 반면, 수요대응형 대중교통 서비스의 경우에 유인 운행이라는 점이 반영되어 안전성에 대한 신뢰도가 있는 어

는 정도 형성되어 있어 그 외에 다른 편의적 측면의 항목에 대한 만족도가 전반적인 만족도에도 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 따라서 향후에는 자율주행 기술 고도화를 통해 안전성을 확보하고, 자율주행 서비스를 상용화하고 확대하는 것이 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 시범운행지구 내에서 실증하는 자율주행차 서비스의 평가 방안 마련을 위한 기초 연구로서 설문조사 기반으로 자율주행 서비스 이용자의 만족도 및 인식을 평가하고자 하였다. 이를 위해 세종시 자율주행 서비스 이용자, 수요대응형 대중교통 서비스 이용자 및 일반인을 대상으로 설문조사를 수행하였으며, 자율주행 서비스 이용자의 전반적인 만족도에 미치는 영향 요인을 통계적으로 분석하기 위해 비모수통계분석 방법 중 윌콕슨 순위합 검정을 사용하였다. 분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 자율주행 기술 및 서비스 인식 조사결과 자율주행자동차 단계 인지의 정도에서 이용자의 경우에는 대부분 알고 있는 것으로 나타난 반면, 일반인들은 잘 모른다고 답변한 비율이 약 62%로 절반 이상을 차지하여 큰 차이를 보였다. 새로운 기술과 안전의 상대적인 중요도에서도 이용자의 경우에는 새로운 기술 개발 및 적용(50.1%)을 안전(49.9%)보다 우선적으로 생각하는 비율이 절반 이상을 차지하여 일반인에 비해 높게 나타난 반면, 일반인의 경우 새로운 기술 개발 및 적용 우선이 37.7%로 안전(62.3%)을 더 우선시하는 경향이 나타나 이용자와 일반인 간에 큰 차이를 보였다.

둘째, 자율주행 및 수요대응형 대중교통 서비스 만족도 조사 결과 전반적인 만족도를 5점 척도로 환산하여 평균을 산출해본 결과 자율주행 서비스와 수요대응형 대중교통 서비스 모두 3.87점으로 조금 높은 만족도를 보이는 것으로 나타났다. 두 서비스에 대해 항목별로 비교한 결과 출도착의 정시성을 제외한 나머지 모든 항목에서 수요대응형 대중교통 서비스가 조금 더 높은 만족도를 보이는 것으로 나타났다. 이 결과를 통해 이용자들은 여전히 인간 운전자가 차량을 운전하는 것이 시스템이 운전하는 것보다 조금 더 안정적으로 느끼고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 자율주행 서비스와 수요대응형 대중교통 서비스의 전반적인 만족도에 어떤 항목들이 영향을 미치는지 알아보기 위하여 윌콕슨 순위합 검정을 통한 만족도 요인분석을 시행한 결과 자율주행 서비스의 경우, 위험운전 여부, 사고 위험성, 적법성 등 안전성 측면의 항목들이 전반적인 만족도에 영향을 미치는 가장 중요한 요인으로 나타났다. 반면, 수요대응형 대중교통 서비스에서는 이용 앱 서비스의 편리성 항목이 전반적인 만족도에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 이 결과는 이용자들은 교통부문에 안전성을 가장 중요한 요소로 여기고 있으며, 아직 시스템이 운전하는 것에 대해 신뢰도가 높지 않다는 것을 의미한다. 즉, 자율주행 서비스의 확대 보급을 위해서는 자율주행 기술의 안전성을 확보하는 것이 가장 중요하다는 것을 시사한다.

본 연구에서는 설문조사를 통해 이용자와 미이용자의 자율주행 기술 및 서비스의 인식 차이와 자율주행 서비스와 타 서비스 간 만족도만을 비교·분석하였다. 또한, 자율주행서비스 이용자의 샘플수 부족으로 인하여 비모수통계분석 방법을 사용할 수 밖에 없는 한계가 존재하였다. 향후 연구에서는 서비스 이용자 샘플 수를 충분히 확보하고, 자율주행차량 데이터의 수집 및 확보를 통해 자율주행 서비스에 대한 만족도 및 중요도에 대한 비교·분석 등 심도있는 추가적인 연구와 실제 자율주행 데이터를 활용한 정량적인 서비스 평가 방안 마련을 위한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 한국교통연구원 수시연구(21-07)에서 수행한 설문조사를 기반으로 작성되었습니다.
본 연구는 한국교통연구원 메가과제연구(51-22-024)의 지원을 받아 작성되었습니다.

REFERENCES

- Choo, S. H., Lee, H. S. and Kang, D. S.(2012), “Analyzing Factors Affecting Satisfaction of Public Transit Users”, *Journal of Korea Institute of Spatial Design*, vol. 13, no. 3, pp.65-78.
- Federal Transit Administration, United States Department of Transportation(FTA, USDOT)(2021a), *An Evaluation of the Valley Metro-Waymo Automated Vehicle RideChoice Mobility on Demand Demonstration*, pp.10-153.
- Federal Transit Administration, United States Department of Transportation(FTA, USDOT)(2021b), *Survey Research for Automated Shuttle Pilots: Issues and Challenges*, pp.1-10.
- Gyeonggi Welfare Foundation(2015), *A Comparative Analysis of Gyeonggi-do Social Service User Satisfaction*, pp.12-60.
- Korea Transportation Safety Authority(2019), *Automated Vehicle Evaluation System Establishment and Failure Safety Research*, pp.5-8.
- Korea Transportation Safety Authority(2020), *A Study on the Preparation of Evaluation Indicators Related to Automated Driving Demonstration Area*, pp.106-111.
- Lee, B. J.(2017), “Consumer Preference for Self-Driving Vehicles and Response Tasks in Transportation Planning”, *Land Policy Brief*, No. 600.
- Lim, H. H., Chae, H. S., Lee, M. S. and Lee, K. S.(2017), “Development and Validation of Safety Performance Evaluation Scenarios of Autonomous Vehicle based on Driving Data”, *Journal of Auto-Vehicle Safety Association*, vol. 9, no. 4, pp.7-13.
- Lim, J. H.(2016), “A Study on the Public Design Evaluation Items for User Satisfaction Analysis”, *Journal of Korea Institute of Spatial Design*, vol. 11, no. 1, pp.101-111.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport Press Release(2021.04.27), *Autonomous Driving Service, Pangyo Also Started Full-Scale 'Starting'*.
- Nahm, F. S.(2016), “Nonparametric statistical tests for the continuous data: The basicconcept and the practical use”, *Korea Journal of Anesthesiology*, vol. 69, no. 1, pp. 8-14.
- Yoo, J. S. and Oh, C. S.(1999), *Modern Statistics*, Park Young Sa.