자율주행셔틀 이용경험이 사회적 수용성 변화에 미치는 영향에 관한 연구: 판교제로셔틀을 중심으로

빈미영^{1*} · 손슬기²

¹경기연구원 교통물류연구실 선임연구위원, ²경기연구원 교통물류연구실 연구원

A Study on the Evaluation of Social Acceptability after Boarding Automated Shuttle Bus: Pangyo Zero Shuttle

BHIN, Miyoung^{1*} · SON, Seulki²

¹Research Fellow, Department of Transportation Policy, Gyeonggi Research Institute, Gyeonggi 16207, Korea

²Researcher, Department of Transportation Policy, Gyeonggi Research Institute, Gyeonggi 16207, Korea

*Corresponding author: mybin@gri.re.kr

Abstract

The purpose of this study is to discuss how to improve the social acceptability of self-driving shuttles by analyzing the factors influencing the social acceptability of self-driving shuttles and the willingness of passengers to pay fares based on the evaluation conducted after boarding a Zero Shuttle. From November 15 to November 17, 2018 (three days), an evaluation of the Zero Shuttle, Korea's first automated means of public transportation, was conducted on ninety-five passengers who were members of the general public. The method of evaluation was performing two surveys, once before and once after boarding. The pre-boarding survey asked questions about passenger attributes and matters related to the means of transport used by passengers, and the post-boarding survey comprises an evaluation on boarding the Zero Shuttle, impressions before and after boarding the shuttle, and matters related to the social acceptability of a automated-driving shuttle. Analysis was conducted on 94 suitable samples. First of all, we analyzed the influence factors with the intention to use the Zero Shuttle when it is commercialized and the extent of increase in social acceptability from the operation of the Zero Shuttle as the dependent variables using the ordered logit model. As a result of the model analysis, the fares a person would pay to use the shuttle and the time of commercialization of automated-driving vehicles were adopted as the explanatory variables in both models. The higher the fares intended to be charge for the use of the shuttle, the closer the time of commercialization of automated-driving vehicles became, and the more the surveyed person contemplated, the higher their intention to use the Zero Shuttle at the time of commercialization became, and the higher the increase in social acceptability resulting from the operation of the Zero Shuttle became. The survey was divided into two types which were 'shuttle bus' and 'call service'. The dependent variable of the shuttle fare model was divided into two types based on the basic bus fare of KRW 1,300 buses, and the dependent variable of the call service was based on the basic taxi fare of KRW 3,000. The analysis model analyzed the binary logit model used when the dependent variable was binary. As a result of model analysis, passengers with administrative/office/management occupations were found to evaluate fares intended to be charged for use of the shuttle more highly.

Keywords: automated-driving shuttle, driving evaluation, logit model, social acceptability, zero shuttle

J. Korean Soc. Transp.
Vol.37, No.5, pp.375-386, October 2019
<https://doi.org/10.7470/jkst.2019.37.5.375>

pISSN : 1229-1366
eISSN : 2234-4217

ARTICLE HISTORY

Received: 30 September 2019

Revised: 10 October 2019

Accepted: 31 October 2019

Copyright ©
Korean Society of Transportation

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.

초록

본 연구는 제로셔틀 탑승후 평가를 기반으로 자율주행셔틀 사회적수용성 및 이용지불의사요금에 미치는 영향요인을 분석함으로써, 향후 자율주행셔틀의 사회적 수용성을 증진시킬 수 있는 방안을 논의하기 위해 수행되었다. 2018년 11월 15일부터 17일까지 총 3일 동안 일반인 탑승객 95명을 대상으로 우리나라 최초 자율주행기반 대중교통수단 제로셔틀 운행평가를 실시하였으며, 평가방법은 제로셔틀 탑승 전·후 설문조사 총 2회를 실시하였다. 설문 문항을 살펴보면 탑승 전 설문지에는 탑승자 속성, 통행특성 관련 내용을 설문하였으며, 탑승 후 설문지에는 제로셔틀 탑승평가, 탑승 전·후 탑승소감, 자율주행셔틀 사회적 수용성 관련 내용이 포함된다. 유효샘플수는 94건을 바탕으로 분석하였다. 우선 자율주행셔틀 사회적 수용성 항목 중 제로셔틀 상용화시 이용의사와 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도를 각각 종속변수로 순서형로짓모형(Ordered logit model)을 활용해 영향요인을 분석하였다. 모형분석결과 두 개의 모형에서 공통적으로 셔틀이용지불의사요금과 자율주행차 상용화시기가 설명변수로 채택되었으며, 셔틀 이용지불의사 요금을 높게 평가하였을수록, 자율주행차 상용화시기가 가까워졌다고 생각할수록 제로셔틀 상용화시 이용의사를 높게, 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도를 높게 평가하였다. 또한, 자율주행셔틀 이용지불의사요금을 셔틀버스와 콜서비스 형태로 구분하여 설문하였으며, 셔틀요금 모형의 종속변수를 버스 기본요금 1,300원, 콜서비스요금 모형의 종속변수를 택시 기본요금 3,000원을 기준으로 이분형으로 구분하였다. 분석모형은 종속변수가 이분형일 때 활용되는 이항 로짓 모형(Binary logit model)을 분석하였다. 모형분석결과와 두 모형 모두에서 행정/사무/관리직의 직업을 가진 탑승객이 이용지불의사요금을 더 높게 평가하는 것으로 분석되었다.

주요어: 자율주행셔틀, 운행평가, 로짓모델, 사회적수용성, 제로셔틀

서론

1. 연구배경 및 목적

미국 국제자동차기술자협회(Society of Automotive Engineering International, SAE)에서 발표한 자율주행기술 단계 중 우리나라 국토교통부는 2020년 Level 3 조건부 자율주행 상용화를 목표로 인프라구축 및 기술 개발 등 많은 노력을 수행하고 있다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2015). 또한 국토교통부는 2019년 4월 30일 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」을 제정함으로써, 자율주행자동차의 도입확산과 안전한 운행을 위한 운행기반 조성 및 지원 등에 필요한 사항을 규정하여 자율주행자동차의 상용화를 촉진하고 지원하고 있다.

최근 자율주행기술은 대중교통분야에 적용되었으며, 세계 각 국가에서는 자율주행 기반 대중교통 서비스 상용화를 위해 도시 단위로 자율주행 대중교통 서비스 실증사업을 수행하고 있다. 이에 우리나라에서도 국내 최초 자율주행기반 대중교통수단 제로셔틀 2대가 2017년 개발되었으며, 2018년 3월 6일 임시운행허가를 취득해 일반도로에서도 운행할 수 있게 되었다. 제로셔틀은 현재 우리나라 자율주행기술을 선도하고 있으며, 경기도는 판교제로시티 출퇴근자에게 안전하고 편리한 이동서비스를 제공하기 위함을 목적으로 제로셔틀을 판교제로시티와 판교역을 순환하기 위한 대중교통수단으로 도입할 예정이다. 2018년 11월, 국내 최초로 일반인 95명을 대상으로 제로셔틀을 탑승하여 운행평가를 하였으며, 평가결과 자율주행차 도입에 대한 사회적 수용성이 긍정적으로 변화함을 확인하였다. 자율주행차 상용화에 대한 기대가 확대됨에 따라, 자율주행셔틀의 서비스 상용화를 위한 다양하고 충분한 실증 및 이용자 수요파악이 필요한 실정이다.

이러한 배경하에 본 연구에서는 제로셔틀 운행평가 결과를 기반으로 자율주행셔틀 사회적수용성 및 이용지불의사요금에 미치는 영향요인을 규명하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구의 시간적 범위는 2018년을 기준으로 하며, 공간적 범위는 경기도 성남시 판교테크노벨리를 대상으로 한다. 연구방법은 다음과 같다. 첫째, 자율주행 사회적 수용성 관련 국내·외 연구 동향을 파악하고 본 연구와의 차별성을 검토한다. 둘째, 2018년 11월 15일부터 17일까지 총 3일 동안 수행된 제로셔틀 탑승 후 운행평가자료를 수집해 코딩한 후 변수를 선정한다. 셋째, 종속변수가 순서적도일 때 활용되는 순서형 로짓모형(Ordered logit model)을 이용해 자율주행서를 상용화시 이용의사 및 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도에 미치는 영향요인을 규명한다. 넷째, 이항로짓모형(Binary logit model)을 활용해 자율주행서를 운행형태를 셔틀버스, 수요대응형 콜서비스로 구분하여 운행형태별 이용지불의사 요인에 미치는 영향요인을 분석한다. 마지막으로, 채택된 변수를 비교분석함으로써 자율주행서를 서비스 상용화를 위한 방안을 마련한다.

기존문헌 검토

1. 기존문헌 검토

Kim and Choi(2018)는 자율주행차에 대한 일반인 인식 조사결과를 바탕으로 자율주행차의 윤리, 법과 제도 등 주요쟁점과 해결해야 할 과제를 제시한 바 있다. 저자들은 자율주행차의 사회적 수용성, 법제도 및 보험 책임 등에 관한 문제는 자율주행차가 상용화 되기 이전에 먼저 논의되어야 하며, 관련 제도 및 사회적 안전장치가 마련되어야 향후 자율주행차 보급이 원활하게 추진될 것이라 주장하였다. Lee and Jung(2018)은 개인의 사회·경제적 특성과 통행특성 및 완전자율주행에 대한 인식 속성을 바탕으로 다항로짓모형을 활용해 교통수단선택모형을 구축한 바 있다. 분석결과 자율주행 상용화시 교통수단으로의 선호는 퍼스널부분자율주행(Personal Fully Autonomous Vehicle, PPAV), 완전자율주행 대중교통, 퍼스널완전자율주행(Personal Fully Autonomous Vehicle, PFAV) 순으로 나타났으며, 소득이 높을수록, 자율주행에 대한 기대감이 높을수록, 주교통수단이 자가용일수록 퍼스널완전자율주행을 선호할 확률이 높은 것으로 나타났다. 저자들은 완전자율주행 대중교통에 대한 절대적인 선호수준이 높게 나타났으므로, 효율적 대중교통 운영 및 관리를 통해 대중교통에 대한 수요를 유지한다면 교통환경 조성이 이루어질 것이라고 주장하였다. Nadia Adnan et al.(2018)은 자율주행차에 대한 사회적 수용성과 윤리를 검토하였다. 저자들은 자율주행차에 대한 윤리적 함의가 자율주행기술에 대한 사용자의 신뢰에 중요한 영향을 미칠 것이라고 주장하였다. Kim(2019)은 자율주행서를 실증현황 및 대중교통 분야에 적용할 때 고려해야 할 사항을 검토하여 서비스 제공 측면, 자율주행기술과 안전성 확보 측면, 인프라 확충 측면, 수용성 개선 측면의 쟁점을 도출한 바 있다. 자율주행 기술을 활용한 대중교통서비스를 확대하기 위해서는 먼저 자율주행기술에 대한 안전성, 교통의 기본권 제공을 위한 공평성, 대중교통시설의 확충, 법·제도 마련이 이루어져야 한다고 제시하였다. 또한 자율주행 대중교통 기술의 도입과 확산을 위해서는 버스전용차로 도입 후 비고정 노선으로 확대, 농어촌 등 지역에 수요 응답형 교통서비스 제공을 우선순위로 두고 추진해야한다고 주장하였다. Joanna et al.(2019)는 자율주행차 안전에 대한 대중의 인식을 51개국 41,932명을 대상으로 국제 비교하였다. 조사결과, 젊고, 소득이 높고, 직업이 있고, 고등교육을 받은 남성이 자율주행차 안전에 대해 가장 낙관적으로 평가하는 것으로 나타났다. 또한 서유럽 국가의 경우 자율주행기술은 잘 알고 있지만 안전성에 대해서는 비관적으로 나타났으며, 아시아의 개발도상국의 경우 현재와 미래의 자율주행에 대해 가장 낙관적으로 평가하는 것으로 나타났다. Praveena et al.(2019)는 자율주행차와 상호경험이 취약한 도로사용자의 사회적 수용성에 대해 조사한 바 있다. 조사결과, 자율주행차와 직접 상호작용한 경험이 있는 응답자는 그렇지 않은 응답자에 비해 안전에 대한 기대치가 훨씬 높은 것으로 나타났다. 따라서 저자들은 대중들이 자율주행차와 상호작용경험이 증가할수록 자율주행차 기술에 대한 수용성이 더 높아질 가능성이 높다고 주장하였다.

2. 연구 차별성

제로셔틀은 우리나라 최초 자율주행기반 대중교통수단으로서 일반인 탑승객이 실제로 자율주행셔틀을 탑승하고 운행평가를 실시한 첫 사례이다. 기존 일반인에게 자율주행셔틀에 대한 사회적 수용성을 설문한 사례는 있었지만, 본 연구는 실제로 일반인이 자율주행셔틀을 탑승해보고 자율주행셔틀에 대한 안전성, 탑승감 등을 평가하고 이를 분석한 사례는 처음이기 때문에 이에 의의가 있다.

자율주행셔틀 사회적 수용성에 미치는 영향요인 검토

1. 운행평가 개요

2017년 우리나라 최초 자율주행기반 대중교통수단 제로셔틀 2대가 개발되었으며, 2018년 3월 6일 임시운행허가를 취득해 일반도로에서도 제로셔틀을 운행할 수 있게 되었다. 2018년 9월 제로셔틀 첫 시승행사를 시작으로 2018년 11월 15일부터 17일까지 총 3일 동안 일반인 탑승객 95명을 대상으로 운행평가를 실시하였다. 평가방법은 제로셔틀 탑승 전·후 설문조사 총 2회를 실시하였으며, 1회 최대탑승인원은 5명, 1일 운행횟수는 8회를 운행하였다. 탑승객들이 제로셔틀에 탑승 및 평가하기에 앞서 탑승배경 및 목적, 운행노선, 위험 및 안전사고에 대한 대책, 승객안전수칙 등을 자세하게 설명함으로써 탑승객들에게 이를 숙지할 수 있도록 했으며, 모든 탑승객에게 탑승동의서를 수집하였다. 설문문항을 살펴보면 탑승 전 설문지에는 탑승자 속성(탑승자의 성별, 연령, 전문분야, 직업, 개인소득 등), 통행특성(주 교통수단, 주 버스이용횟수, 월평균 버스지출비용 등)이 포함된다. 탑승 후 설문지에는 제로셔틀 탑승평가(승하차 만족도, 주행만족도, 안전시설 만족도, 주차 및 탑승감 만족도), 탑승 전·후 탑승소감, 제로셔틀 사회적 수용성(운행효과, 운행용도, 이용지불의사요금, 사회적수용성 상승정도, 상용화 시기, 이용의사)이 포함된다. 운행평가결과, 탑승객 95명 중 남성이 63명(66.3%), 여성이 32명(33.7%)이었으며, 평균연령은 32.3세로 30대 응답자가 전체의 78.9%를 차지한 것으로 나타났다. 조사개요는 Table 1과 같으며, 제로셔틀 운행평가 현장사진은 Figure 1과 같다.

Table 1. Outline of survey

Classification		Contents
Date		2018.11.15.-2018.11.17. (3days)
Survey target		94samples
Survey contents	Before boarding	Passenger information, Passenger trip characteristics
	After boarding	Boarding evaluation, Boarding impression, Social acceptance

Figure 1. Zero Shuttle driving evaluation

2. 변수 선정

자율주행셔틀의 사회적 수용성에 미치는 영향요인을 분석하기 위해 종속변수를 제로셔틀 상용화시 이용의사 정도, 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승 정도로 선정하였다. 제로셔틀 상용화시 이용의사 정도는 5점 척도로 ‘잘모르겠다, 전혀이용하지 않겠다, 거의 이용하지 않겠다, 가끔 이용하겠다, 자주 이용하겠다’로 구분하였다. 평가결과, 탑승자의 93.6%가 ‘제로셔틀이 상용화 된다면 이용하겠다(가끔 이용하겠다 52.1%+자주 이용하겠다 41.5%)’고 응답한 것으로 나타났다. 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도는 잘모르겠다, 아직도 매우 낮다, 다소 낮다, 높아졌다로 구분하였으며, 탑승자의 72.3%가 제로셔틀 운행으로 자율주행차 사회적 수용성이 높아졌다(높아졌다 50.0%+매우 높아졌다 22.3%)고 응답하였다. 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도에 대해 ‘잘모르겠다’라고 응답한 탑승자의 대부분이 자율주행셔틀 운행에 대한 인지도가 아직 낮다는 점을 지적하였다.

독립변수는 탑승자 속성, 통행특성, 탑승 전·후 탑승소감, 제로셔틀 사회적 수용성 관련 변수들을 선정하였다. 탑승자 속성 변수에는 탑승자의 성별, 나이, 직업이 포함된다. 탑승자 성별은 남성이 67.0%(63명), 여성이 33.0%(31명)로 나타났으며, 탑승자 평균나이는 32.3세로, 30대 응답자가 전체의 78.9%를 차지한 것으로 나타났다. 탑승자 직업은 행정/사무/관리직, 학생/무직, 전문/기술직 순으로 나타났다. 탑승자 통행속성 변수에는 주 교통수단, 주 평균 버스이용횟수, 1회 평균 버스탑승시간 등이 포함된다. 탑승자의 주 교통수단은 버스 33.0%, 자가용 33.0%, 지하철 23.0% 순으로 나타났으며, 탑승자의 57.0%가 자가용을 보유하고 있다고 응답하였다. 탑승 전·후 탑승소감 관련 변수에는 탑승전 소감, 탑승후 소감, 탑승소감 긍정변화, 탑승소감 부정변화, 탑승소감 변함없음 변수가 포함된다. 운행평가결과를 살펴보면 탑승 전 탑승객의 40.4%가 제로셔틀 탑승이 불안했다(매우 불안했다 10.6% +불안했다 29.8%)라고 응답한 반면, 탑승후에는 17.2%만이 제로셔틀 탑승이 불안했다(매우 불안했다 0.0% +불안했다 17.2%)라고 응답하였다. 탑승자의 23.2%가 제로셔틀 탑승 후 자율주행셔틀의 안전에 대해 긍정적으로 변화하였으며, 탑승 후 제로셔틀 탑승이 매우 불안했다라고 응답한 탑승자는 없는 것으로 나타났다.

분석하기에 앞서 독립변수 간 강한 상관관계가 존재하는지를 평가하기 위해 선정된 독립변수항목을 모두 포함한 다중공선성 분석을 실시하였다. 다중공선성을 검정하기 위한 방법으로는 공차한계, 상태지수분석, 분산팽창계수 (Variance Inflation Factor, VIF) 등이 있으며, 본 연구에서는 분산팽창인자 분석법을 통해 다중공선성을 평가하였다. VIF 계수가 10 이상일 경우 다중공선성에 문제가 있다고 평가하는데(Seo et al., 2013), 다중공선성 분석결과 선정된 독립변수의 VIF 계수가 모두 10보다 작아 다중공선성 문제가 없다고 판단되며, 최종적으로 총 34개의 변수가 채택되었다. 선정된 변수들의 다중공선성 분석 및 요약통계분석은 Table 2와 같다.

Table 2. List of variables

	Variable	N	Min	Max	Mean or Ratio	VIF
Dependent variable	Intended use of ZERO SHUTTLE at the time of commercialization	94	0	4	3.23	-
	Increase in social acceptability due to ZERO SHUTTLE operation	94	0	4	2.77	-

Table 2. List of variables (continued)

		Variable	N	Min	Max	Mean or Ratio	VIF
Independent variable	Passenger information	Gender (men: 1, women: 0)	94	0	1	0.67	2.32
		Age	94	18	59	32.35	2.89
		Occupation_Administration/Office/Management (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.31	4.05
		Occupation_Sales/Service (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.03	2.23
		Occupation_Professional/Technical (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.26	3.60
		Occupation_Housewife (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.03	3.11
		Occupation_Student/Unemployed (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.28	4.53
		Occupation_Other (reference group)	94	0	1	0.10	–
		Average monthly personal income (none: 1, less than KRW 1million: 2, KRW 1 to 2million: 3, KRW 2 to 3million: 4, KRW 3 to 4million: 5, KRW 5million or more: 6)	94	0	6	3.90	4.22
	Passenger trip characteristics	Main means of transport_Bus (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.33	5.22
		Main means of transport_Private (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.33	4.17
		Main means of transport_Subway (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.23	3.65
		Main means of transport_Bicycle (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.01	1.54
		Main means of transport_Walking (reference group)	94	0	1	0.10	–
		Average weekly bus use (not used: 1, 1 to 2days: 2, 3 to 4days: 3, 5days: 4)	94	1	4	2.60	3.89
		Length of each bus ride (less than 10minutes: 1, 10 to 20minutes: 2, 20 to 30minutes: 3, 30minutes to 1hour: 4, 1hour or more: 5)	94	1	5	2.44	2.68
		Average monthly expenses for buses (less than KRW 10,000: 1, KRW 10,000 to 30,000: 2, KRW 30,000 to 50,000: 3, KRW 50,000 to 100,000: 4, KRW 100,000 or more: 5)	94	1	5	2.14	2.91
		Car ownership status (yes: 1, no: 0)	94	0	1	0.57	7.58
		Number of cars owned (units)	94	0	2	0.65	7.91
	Before/After boarding impression	Impression before boarding (very anxious: 1, anxious: 2, not anxious: 3, not anxious at all: 4)	94	1	4	2.69	5.27
		Impression after boarding (very anxious: 1, anxious: 2, not anxious: 3, not anxious at all: 4)	94	0	4	3.14	3.48
		Change of impression to positive (yes: 0, no: 1)	94	0	1	0.50	4.07
		Change of impression to negative (yes: 0, no: 1)	94	0	1	0.12	2.81
		No change in impression (reference group)	94	0	1	0.37	–
	Fare intended to be charged to use the shuttle	Shuttle bus fare (₩)	94	0	3,000	1093.09	1.83
		Call service fare (₩)	94	0	10,000	2554.26	2.22
	Social acceptability	Time to commercialize automated-driving vehicles (not sure: 0, 2020: 1, 2025: 2, 2030: 3, after 2040: 4)	94	0	4	1.80	1.60

note: *Means of dummy variables indicate ratio of 'yes=1'.

3. 분석모형

종속변수가 명목 또는 서열척도 일 때 로짓모형을 활용하며, 로짓모형은 주어진 선택 대안 내에서 가장 큰 효용을 얻을 수 있는 하나의 대안을 선택하는데 미치는 요인을 찾기 위해 사용된다. 로짓모형의 종류는 선택대안의 수, 의사 결정 과정에 대한 가정에 따라 이항로짓, 다항로짓, 조건부로짓, 순서형로짓, 네스티드로짓모형으로 구분된다. 본 연구에서는 종속변수가 순서척도 일 때 활용되는 순서형로짓모형을 이용해 자율주행셔틀 상용화시 이용의사 및 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도에 미치는 영향요인을 규명하며, 대안이 2개일 때 활용되는 이항로짓 모형을 활용해 자율주행셔틀 운행형태를 셔틀버스, 수요대응형 콜서비스로 구분하여 운행형태별 이용지불의사 요인에 미치는 영향요인을 분석한다. 통계분석프로그램은 SPSS 21.0을 활용해 분석한다.

4. 자율주행셔틀 사회적 수용성에 미치는 영향요인 검토

본 연구에서는 종속변수가 순서척도일 경우 사용되는 순서형 로짓모형을 이용해 제로셔틀 상용화시 이용의사, 제로셔틀 운행으로 인한 사회적수용성 상승정도에 미치는 영향요인을 도출하였다. 분석은 종속변수에 유의미한 영향을 미치는 변수의 p-value와 표준오차 값들을 종합적으로 고려해 90% 신뢰수준에 유의미한 설명변수만 채택하여 모형을 구성하였으며, 채택된 변수의 계수 값을 통해 종속변수에 미치는 영향 정도를 평가하였다.

1) 제로셔틀 상용화시 이용의사에 미치는 영향요인 분석

제로셔틀 상용화시 이용의사에 미치는 영향요인으로서는 주 교통수단이 버스인 탑승자, 1회평균버스탑승시간, 셔틀버스 이용요금, 자율주행차상용화시기로 나타났다. 선정된 변수들 중 주 교통수단이 버스인 탑승자, 셔틀버스 이용요금은 양(+)의 상관관계로, 주 교통수단이 버스이고 셔틀버스 이용지불의사 요금을 높게 평가할수록 제로셔틀 상용화시 이용의사가 높은 것으로 분석되었다. 자율주행셔틀은 대중교통수단 중 버스와 가장 유사하기 때문에 주 교통수단으로 버스를 이용하는 탑승자일수록 제로셔틀 상용화시 이용의사가 높게 나타난 것으로 판단된다. 또한 제로셔틀 상용화시 이용의사가 높을수록 셔틀 이용지불의사요금을 더 높게 평가한 것으로 나타난다.

1회 평균버스탑승시간, 자율주행차 상용화시기는 음(-)의 상관관계로, 1회 평균버스탑승시간이 짧을수록, 자율주행차 상용화 시기가 얼마 남지 않았다고 생각할수록 제로셔틀 상용화시 이용의사가 더 높은 것으로 분석되었다. 또한 자율주행차 상용화시기가 얼마남지 않았다고 생각한 사람들일수록 제로셔틀 상용화시 이용의사가 더 높은 것으로 나타났으므로, 자율주행차에 대한 사회적 수용성이 더 높다고 해석할 수 있다. 분석결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Ordered logit models

	Classification		Coefficient	Std. error	P-value
Threshold	0: Not sure.		-3.364	0.825	0.000
	2: I would almost never use it.		-2.971	0.788	0.000
	3: I would use it often.		0.281	0.687	0.682
Explanatory variables	Passenger trip characteristics	Main means of transport_Bus	0.947	0.531	0.074
		Length of each bus ride	-0.437	0.163	0.007
	Fare intended to be charged to use the shuttle	Shuttle bus fare	0.001	0.000	0.002
	Social acceptability	Time to commercialize automated-driving vehicles	-0.528	0.289	0.067
Log likelihood				145.781	
Chi-square				16.614	
P-value				0.002	

2) 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도에 미치는 영향요인 분석

제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도에 미치는 영향요인으로서는 탑승 전 소감, 탑승소감 긍정변화, 셔틀요금, 콜서비스요금, 자율주행차 상용화시기로 나타났다. 채택된 변수들 중 자율주행차 상용화 시기를 제외한 모든 변수는 양(+)의 상관관계로 분석되었다. 따라서 탑승 전 소감이 긍정적일수록, 탑승소감이 긍정적으로 변화하였을수록, 제로셔틀 운행으로 인해 자율주행차에 대한 사회적 수용성이 높아졌다고 응답한 것으로 나타났으며, 셔틀과 콜서비스의 이용지불의사 요금을 높게 평가했을수록, 자율주행차 상용화 시기가 얼마 남지 않았다고 생각할수록 제로셔틀 운행으로 인해 자율주행차에 대한 사회적 수용성이 높아졌다고 응답한 것으로 분석되었다. 분석결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Ordered logit models

Classification			Coefficient	Std. error	P-value
Threshold	0: Not sure.		-1.500	1.380	0.277
	1: Still very low.		0.073	1.313	0.956
	2: Quite low.		1.228	1.313	0.350
	3: Has increased.		4.151	1.383	0.003
Explanatory variables	Before/After boarding impression	Impression before boarding	1.239	14.059	0.000
		Change of impression to positive	1.920	10.463	0.001
	Fare intended to be charged to use the shuttle	Shuttle bus fare	0.001	5.037	0.025
		Call service fare	0.000	5.065	0.024
	Social acceptability	Time to commercialize automated-driving vehicles	-1.149	15.167	0.000
Log likelihood				203.603	
Chi-square				37.067	
P-value				0.000	

5. 자율주행셔틀 이용지불의사요금에 미치는 영향요인 검토

본 연구에서는 탑승자들에게 자율주행셔틀 이용지불의사요금을 셔틀버스와 콜서비스 형태로 구분하여 설문하였다. 설문결과, 응답한 셔틀버스의 평균요금은 경기도 일반버스의 기본요금 1,300원(2018년 기준)과 유사한 수준으로 응답하였으며, 콜서비스의 평균요금은 택시의 기본요금 3,000원(2018년 기준)과 유사한 수준으로 평가한 것으로 나타났다. 따라서 셔틀요금 모형의 종속변수를 버스 기본요금 1,300원, 콜서비스요금 모형의 종속변수를 택시 기본요금 3,000원을 기준으로, 자율주행셔틀요금을 각각 버스 및 택시 기본요금 보다 낮게 평가하였을때는 0, 기본요금과 동일하거나 높게 평가하였을때는 1로 코딩하였다. 분석모형은 종속변수가 이분형일 때 활용되는 이항 로짓 모형(Binary logit model)을 분석하였다. 셔틀 및 콜서비스 이용지불의사 요금의 응답결과는 Figure 2와 같다.

1) 셔틀버스 이용지불의사 요금

셔틀버스 이용지불의사 요금에 미치는 영향요인으로서는 직업이 행정/사무/관리인 탑승자, 주교통수단이 버스인 탑승자, 1회 평균버스탑승시간, 상용화시 이용의사로 나타났다. 채택된 변수들 중 직업이 행정/사무/관리직인 탑승자, 1회 평균버스탑승시간, 상용화시 이용의사는 양(+)의 상관관계로, 직업이 행정/사무/관리직일수록, 1회평균탑승시간이 길수록, 제로셔틀 상용화시 이용의사가 높을수록 셔틀버스 이용지불의사 요금을 일반버스 요금인 1,300원 보다 높게 지불할 의향이 있는 것으로 나타났다. 또한 주 교통수단이 버스인 탑승자 변수는 음(-)의 상관관계로, 주 교통수단이 버스가 아닐수록 셔틀버스 이용지불의사 요금을 일반버스 요금인 1,300원 보다 높게 지불할 의향이 있는 것으로 나타났다. 분석결과는 Table 5와 같다.

Figure 2. Shuttle & Call service fare

Table 5. Binary logit models

Classification		Coefficient	Std. error	P-value
Constant		-10.867	12.298	0.000
Passenger information	Occupation_Administration/Office/Management	2.125	0.765	0.006
Passenger trip characteristics	Main means of transport_Bus	-1.754	0.863	0.042
	Length of each bus ride	0.985	0.323	0.002
Social acceptability	Increase in social acceptability due to ZERO SHUTTLE operation	1.796	0.710	0.011
Log likelihood			60.333	
Chi-square			25.437	
P-value			0.000	

2) 콜서비스 이용지불의사 요금

콜서비스 이용지불의사 요금에 미치는 영향요인으로는 직업이 행정/사무/관리직인 탑승자, 직업이 판매/서비스직인 탑승자, 월평균 버스지출비용으로 나타났다. 선정된 변수들은 모두 양(+)의 상관관계로 직업이 행정/사무/관리직일수록, 판매/서비스직일수록, 월평균 버스지출비용이 높을수록 콜서비스 이용지불의사 요금을 택시 기본요금인 3,000원 보다 높게 지불할 의향이 있는 것으로 나타났다. 셔틀버스의 분석보다 직업이 판매/서비스직이 추가된 데에는 콜서비스의 이용이 직업상 더 필요한 것에 기인한다고 볼 수 있다. 분석결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Binary logit models

Classification		Coefficient	Std. error	P-value
Constant		-3.929	0.845	0.000
Passenger information	Occupation_Administration/Office/Management	1.454	0.602	0.016
	Occupation_Sales/Service	4.218	1.488	0.005
Passenger trip characteristics	Average monthly expenses for buses	0.747	0.234	0.001
Log likelihood			76.352	
Chi-square			20.956	
P-value			0.000	

6. 비교분석 및 논의

자율주행차 사회적 수용성에 미치는 영향요인을 검토하기 위해 본 연구에서는 제로셔틀을 탑승한 일반인을 대상으로 제로셔틀 상용화시 이용의사와 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도를 설문하였다. 모형분석결과 셔틀이용지불의사요금과 자율주행차 상용화시기가 두 모형에서 공통적으로 채택되었으며, 셔틀 이용지불의사 요금을 높게 평가하였을수록, 자율주행차 상용화시기가 가까워졌다고 생각할수록 제로셔틀 상용화시 이용의사를 높게, 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도를 높게 평가하였다.

제로셔틀 상용화시 이용의사 모형에서는 주 교통수단이 버스이고, 1회 평균버스탑승시간이 짧은 탑승객일수록 제로셔틀 상용화시 이용의사가 높게 나타났다. 이는 셔틀의 형태가 다른 교통수단에 비해 버스와 가장 유사하기 때문인 것으로 판단된다.

제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도 모형에서는 탑승전소감 및 탑승소감 긍정변화가 설명변수로 채택되었다. 탑승객들이 제로셔틀을 직접 탑승하고 경험해봄으로써 자율주행셔틀의 안전성 측면의 사회적 수용성이 높아진 것으로 평가된다. 따라서 향후 대중들이 자율주행셔틀의 수용성을 증진시키기 위해서는 자율주행셔틀 시범 운행 등을 통해 대중들이 직접 자율주행셔틀을 경험해볼 수 있는 기회를 주는 것이 필요하다고 판단된다.

탑승자들에게 자율주행셔틀 이용지불의사요금을 셔틀버스와 콜서비스 형태로 구분하여 설문하였으며, 모형분석결과 두 모형 모두에서 행정/사무/관리직의 직업을 가진 탑승객이 이용지불의사요금을 더 높게 평가하는 것으로 분석되었다. 또한 주 교통수단이 버스가 아닌 사람들이 셔틀버스의 형태로 운영하였을 때 이용지불의사요금을 현재의 버스요금보다 더 높게 지불할 의향이 있다고 분석되었다. 모형분석결과에 대한 비교표는 Table 7과 같다.

Table 7. Comparison of models

Classification		Social acceptability		Fare intended to be charged to use the shuttle	
		Intended use of ZERO SHUTTLE at the time of commercialization	Increase in social acceptability due to ZERO SHUTTLE operation	Shuttle bus fare	Call service fare
Passenger information	Occupation_Administration/Office/Management	-	-	⊕	⊕
	Occupation_Sales/Service	-	-	-	⊕
Passenger trip characteristics	Main means of transport_Bus	⊕	-	⊖	-
	Length of each bus ride	⊖	-	⊕	-
	Average monthly expenses for buses	-	-	-	⊕
Before/After boarding impression	Impression before boarding	-	⊕	-	-
	Change of impression to positive	-	⊕	-	-
Fare intended to be charged to use the shuttle	Shuttle bus fare	⊕	⊕	-	-
	Call service fare	-	⊕	-	-
Social acceptability	Time to commercialize automated-driving vehicles	⊖	⊖	-	-
	Intended use of ZERO SHUTTLE at the time of commercialization	-	-	⊕	-

결론

본 연구는 제로셔틀 탑승후 평가를 기반으로 자율주행셔틀 사회적수용성 및 이용지불의사요금에 미치는 영향요인을 분석함으로써, 향후 자율주행셔틀의 사회적 수용성을 증진시킬 수 있는 방안을 논의하기 위해 수행되었다.

2018년 11월 15일부터 17일까지 총 3일 동안 일반인 탑승객 95명을 대상으로 제로셔틀 운행평가를 실시하였으며, 평가방법은 제로셔틀 탑승 전·후 설문조사 총 2회를 실시하였다. 설문문항을 살펴보면 탑승 전 설문지에는 탑승자 속성, 통행특성 관련 내용을 설문하였으며, 탑승 후 설문지에는 제로셔틀 탑승평가, 탑승 전·후 탑승소감, 자율주행서를 사회적 수용성 관련 내용이 포함된다. 유효샘플수는 94건을 바탕으로 분석하였다.

우선 자율주행서를 사회적 수용성 항목 중 제로셔틀 상용화시 이용의사와 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도를 각각 종속변수로 순서로지트모형(Ordered logit model)을 활용해 영향요인을 분석하였다. 모형분석결과 두 개의 모형에서 공통적으로 셔틀이용지불의사요금과 자율주행차 상용화시기가 설명변수로 채택되었으며, 셔틀이용지불의사 요금을 높게 평가하였을수록, 자율주행차 상용화시기가 가까워졌다고 생각할수록 제로셔틀 상용화시 이용의사를 높게, 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도를 높게 평가하였다. 제로셔틀 상용화시 이용의사 모형에서는 주 교통수단이 버스이고, 1회 평균버스탑승시간이 짧은 탑승객일수록 제로셔틀 상용화시 이용의사가 높게 나타났다.

자율주행서를 이용지불의사요금을 셔틀버스와 콜서비스 형태로 구분하여 설문하였으며, 셔틀요금 모형의 종속변수를 버스 기본요금 1,300원, 콜서비스요금 모형의 종속변수를 택시 기본요금 3,000원을 기준으로 이분형으로 구분하였으며, 분석모형은 종속변수가 이분형일 때 활용되는 이항 로짓 모형(Binary logit model)을 분석하였다. 모형분석결과 두 모형 모두에서 행정/사무/관리직의 직업을 가진 탑승객이 이용지불의사요금을 더 높게 평가하는 것으로 분석되었다. 또한 주 교통수단이 버스가 아닌 사람들이 자율주행서들이 셔틀버스의 형태로 운영하였을 때 이용지불의사요금을 현재의 버스요금보다 더 높게 지불할 의향이 있다고 분석되었다.

이상의 분석결과로부터 아래와 같은 정책적 시사점을 제안할 수 있다.

먼저, 자율주행서들의 사회적 수용성을 증진시키기 위해서는 자율주행서를 시범운행 등을 통해 대중들이 직접 자율주행서들을 탑승할 수 있는 기회를 마련해야한다. 본 연구의 운행평가결과에 따르면 탑승객들이 자율주행서들을 탑승하기 전에 비해 탑승 후 자율주행차에 대한 안전에 대한 인식이 개선된 것으로 나타났으며, 탑승객들의 72.3%가 제로셔틀 운행으로 인해 사회적 수용성이 높아졌다(매우 높아졌다(22.3%)+높아졌다(50.0%))고 응답하였다. 또한 탑승자들에게 제로셔틀이 향후 개선해야할 사항에 대해 설문한 결과, 많은 탑승자들이 일반인 인식전환, 안전 관련 인식개선, 사회적 인식개선이 필요할 것 같다고 응답하였다. 따라서 자율주행서들에 대한 경험을 할 수 있는 기회를 대중들에게 제공한다면 자율주행서들에 대한 사회적 수용성도 더 증가할 것으로 판단된다.

자율차에 대한 사회적 수용성은 자율주행차의 기술개발, 안전한 실증실험과 함께 자율주행협력 기술이 수반되어야 한다. 이를 위해서는 자율주행차 기술로 해결할 수 없는 도로 및 교통환경에서 필요한 정보 및 제어를 IoT기반의 교통안전시설 개발을 통해 뒷받침이 되어야 한다.

본 연구의 모집단은 판교 제2테크노밸리 출퇴근 대상자이며, 이를 기준으로 표본수를 선정하여 연구를 진행하는 것이 타당하나, 2018년 11월 설문조사 당시 판교제2테크노밸리 입주기업들이 입주를 완료하지 못하여, 모집단 수를 정확하게 파악할 수 없었다. 그리고 운행스케줄, 최대 탑승인원 등의 이유로 최종 샘플수가 94명으로 그쳤다. 이는 연구의 한계라고 볼 수 있으며, 향후 판교제로셔틀에 대한 이용자들의 지속적인 운행평가를 통해 충분한 샘플수를 획득하여 수행할 필요가 있다.

Funding

The evaluation data of this work relating to operation was collected through the “Study on the Operation of the Pangyo Zero Shuttle (I)”.

The analysis of this work was supported by Road Traffic Authority grant funded by the Korea government (KNPA).

(No. POLICE-L-00003-01-202, Development of the testbed framework guidelines and the performance evaluation method for the field testing)

ORCID

BHIN, Miyoung <http://orcid.org/0000-0003-2412-6321>

SON, Seulki <http://orcid.org/0000-0002-4183-2079>

References

- Gyeonggi Research Institute (2018), Study on the Operation of Pangyo Zero Shuttle (I).
- Joanna M., Nathaniel B., Jinhua Z. (2019), Public Perceptions of autonomous vehicle safety: An international comparison, *Safety Science*.
- Kim K. Y. (2019), Issues and Directions for Securing Publicness of Self-Driving Public Transportation, *Broadcasting and Media Magazine*, 24(1), 73-83.
- Kim K. Y., Choi S. A. (2018), Automated Vehicle Social Integration and Promotion Task, *The Journal of the Korean Institute of Communication Science*, 35(5), 28-36.
- Lee H. R., Jung H. Y. (2018), A Study on the Factor of Individual Preference for Share-based Fully automated Vehicle, *J. Korean Soc. Transp.*, 36(6), Korean Society of Transportation, 429-439.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2015), Support of Autonomous Vehicle.
- Nadia A., Shahrina M. N., Mohamad A. B., Murad A. (2018), How Trust Can Drive Forward the User Acceptance to the Technology? In-vehicle Technology for Automated Vehicle, *Transportation Research Park A.*, 118(2018), 819-836.
- Praveena P., Emmanuel K. A., Dustin W., Teng W., Steven L. J. (2019), Perceptions and Expectations of Autonomous Vehicles: A Snapshot of Vulnerable Road User Opinion, *Technological Forecasting & Social Change*, 143(2019), 9-13.
- Seo H. S., Yang K. S., Kim N. Y., Kim H. Y., Kim M. K. (2013), *SPSS PASW Regression Analysis*, Hamara Academy.