

스마트 모빌리티 서비스를 위한 비용추정

천서형¹, 김동연², 안재현³, 박규홍^{4*}

¹현대자동차 연료전지기획팀 연구원, ²동아대학교 경영정보학과 조교수,
³한국과학기술원 경영대학 교수, ⁴한국과학기술연구원 기술정책연구소 선임연구원

A Study on Cost Estimation for Smart Mobility Service

Seohyung Cheon¹, Dongyeon Kim², Jae-Hyeon Ahn³, Kyuhong Park^{4*}

¹Research Engineer, Fuel Cell Planning Team, Hyundai Motor Company

²Assistant Professor, Department of Management Information Systems, Dong-A University

³Professor, College of Business, KAIST

⁴Senior Researcher, Technology Policy Research Institute, KIST

요약 자동차 산업은 차량 소유에서 공유로, 그리고 제조에서 서비스로의 패러다임 전환을 맞이하고 있다. 그러나 스마트 모빌리티 서비스의 경제적 가치가 항상 사용자에게 긍정적이라고 단정하기는 어렵다. 차량 소유 또는 공유와 관련된 비용은 서비스 혜택의 관점뿐만 아니라 잠재적인 사용자의 관점에서도 추정하기가 매우 어렵다. 따라서 본 연구는 비용 측면에 초점을 맞춰 전동화, 첨단 운전 보조 시스템(ADAS), 그리고 승차 공유 서비스 참여라는 세 가지 주요 요소를 기반으로 비용 추정 모델을 개발한다. 모델 분석 결과 단순 비용의 관점에서는 전동화, 승차 공유 참여 등 비용 혜택을 받는 경우 결과적으로 낮은 비용이 추정되었고, 추가로 민감도 분석을 통한 다양한 요인에 대한 분석을 시행하였다. 본 연구의 결과는 스마트 모빌리티 서비스 시장에서 잠재적 사용자와 제조업체를 위한 비용 예측 및 전략에 대한 유용한 통찰력을 제공할 수 있다.

주제어 : 스마트 모빌리티 서비스, 비용추정, 전동화, 자율주행, 승차공유

Abstract The automotive industry is facing a paradigm shift, changing from owning to sharing and from manufacturing to service. However, it is hard to conclude that the economic value of smart mobility service is always positive to users. Cost related to owning or share a vehicle is very hard to estimate from the perspective of potential users as well as the benefit of the service. Focusing on the cost side of the story, this study develops a cost estimating model based on three main factors: electrification, advanced driving assistant systems (ADAS) function, and participation of ride-sharing service. As a result of the model analysis, low cost was estimated as a result when receiving cost benefits such as electrification and ride-sharing participation. Various factors were analyzed through sensitivity analysis also. These results can provide useful insights into the cost prediction and strategies for potential users and manufacturers on smart mobility service market.

Key Words : Smart Mobility Service, Cost Estimation, Electrification, Autonomous Driving, Ride-sharing

*This paper was supported by the KIST Institutional Program (Project No. 2V09060).

*Corresponding Author : Kyuhong Park(kyuhong.park@kist.re.kr)

Received August 9, 2021

Revised September 7, 2021

Accepted November 20, 2021

Published November 28, 2021

1. 서론

최근 정부와 기업은 전동화(Electrification) 기술을 적용한 전기차 개발 사업을 적극적으로 지원하고 전기차 판매 지원 제도 등을 통해 친환경 사회로 도약하고자 노력하고 있다. 따라서 많은 자동차 기업들은 차량 정보에 대한 다양한 데이터를 확보해 나가고 있으며, 이런 데이터를 활용한 연결 시스템의 도약으로 사용자들에게 더욱 안전하고 편안한 주행환경을 제공하고 있다. 즉, 자동차 기술 발전이 이종산업과의 결합을 통해 지능형 교통 시스템, 스마트카 등을 만들어 내고 있으며, 승객과 보행자 안전을 위한 자율주행 시스템과 차량공유 서비스 등 스마트 모빌리티 서비스의 등장까지 더해져 기존 수동적인 객체로 존재하던 자동차는 이제 지능적이고 능동적으로 변화하고 있다[1].

최근 자동차 산업은 크게 세 가지의 변화를 맞이하고 있다. 첫째, 기존 자동차 OEM(Original Equipment Manufacturing) 회사와 ICT(Information and Communications Technologies) 기업의 대결이다. 현재 구글, 애플, 바이두, 알리바바, 텐센트 등과 같은 ICT 기업들이 자율주행 시스템을 필두로 하여 자동차 시장의 진입을 준비하고 있다. 둘째, 전 세계 환경 규제에 따라 차량 전동화는 이제 선택이 아닌 필수인 상황이 되었다. 마지막으로 우버와 리프트 같은 서비스의 등장은 이제는 자동차가 단지 소유의 개념이 아닌란 것을 증명하였다. 결국, 현실에 가장 적용 가능성이 큰 미래 모빌리티 방식은 전기차와 같은 친환경 차를 활용하여 차량 공유 서비스를 최적화하고, 로보택시와 같은 대중교통 영역을 확대하는 것이다[2]. 이처럼 자동차는 기존 민간 소유 자산에서 서비스로서의 과도기를 넘어 스마트 모빌리티로 성장 및 패러다임 전환을 맞이하고 있다.

즉, 앞서 언급한 자동차 산업의 큰 변화인 전동화, 지능화, 공유경제형 서비스로 점차 발전됨에 따라 소비자의 선택 또한 새로운 가치와 불확실한 비용 간의 상충관계를 고려하게 된다. 따라서 소비자 선택을 예측하고 관련된 경영전략을 수립하기 위해서는 불확실한 비용을 신뢰성 있게 추정하는 것이 필요하다. 이에 따라 본 연구는 자동차 산업 구조의 변화 속에서 점차 공급이 시작되고 있는 모빌리티 서비스의 예상 비용을 추정하고, 이를 통해 전략적 의미를 도출하는 것을 목적으로 한다.

하지만 아직 국가별 비용 차이가 존재하고 완전자율주행 차량에 대한 양산화 개발은 초기 단계이기 때문에, 본 연구는 국내 시장을 중심으로 제한된 몇 가지 상황 변수

들을 반영하여 진행하였다. 비용 추정을 위해 먼저 개별 차량의 모든 비용 구성 요소들을 확인하고, 세 가지 상황 변수들을 고려하였다. 고려한 세 가지 주요 상황 변수로는, 첫째 전동화 시스템 유무, 둘째 지능형 운전 보조 시스템(ADAS; Advanced Driving Assistant Systems)의 유무, 셋째 차량 공유 서비스 참여 여부이다. 따라서 본 연구에서는, 첫째 차량을 구입하고 차량 수명이 끝나는 전 생애주기에 발생하는 비용을 모두 고려해 km당 비용을 계산하고, 둘째 3가지 상황 변수: 전동화, 지능화, 차량 공유 여부가 전체 비용에 미치는 민감도를 분석하며, 마지막으로 이를 통해 소비자의 구매 선택 및 기업가의 사업전략에 활용할 수 있는 레퍼런스를 만드는 것을 그 목적으로 한다.

2. 연구 배경

기존 자율주행 및 차량 공유 서비스에 관한 비용 연구는 여러 국가의 다양한 기준으로 진행되었다. 테슬라의 자율주행 로보택시는 비용이 0.18\$/mile에 불과해 기존 차량 공유 서비스 비용인 2~3\$/mile보다 저렴하다고 주장하며[3], 미래의 완전 자율 주행 공유 차량은 0.15\$/mile 수준으로 예측하여 기존 대비 최대 10배 더 낮은 비용으로 사용자에게 이동 경험을 제공할 수 있다고 주장하였다[4]. 여기에 청소와 같은 관리 비용 요소를 추가하게 되면 일반 차량 공유보다 비용이 0.16\$/mile 정도 높아지지만, 택시보다는 저렴하다고 주장하였다[5]. 이처럼 기존 연구들은 완전 자율 주행 차량을 대상으로 비용 추정을 하는 경우가 많으며, 금액 산출 과정 및 비용 구조를 결정하기 위한 구성 요소의 다양성은 찾아보기 어려운 비용 자체가 다소 불완전하다는 한계를 보인다[6].

2.1 차량 전동화

2018년 폭스바겐은 ‘모두를 위한 전기차’라는 슬로건과 함께 전기차 플랫폼을 공개하였다. 이들은 전용 전기차인 ID 시리즈를 출시하는 동시에 가격 문제를 해결하기 위해 2022년까지 2만 달러 초반의 전기차를 양산한다는 계획을 밝혔다[7].

여기서 전기차는 2차 전지를 동력원으로 모터를 구동하여 움직이는 차량을 뜻한다. 기존에 출시되던 전기차는 내연기관 차량의 파생 개념으로 소개되어 다품종 소량생산으로 인한 규모의 경제 확보가 어렵다는 점이 있었으나, 이러한 전용 전기차 플랫폼의 등장은 앞으로 공격적

인 물량 목표를 제시할 수 있으며 전기차 시장에서 차별화된 전략을 추진할 수 있게 하였다[8]. 특히 전기차 전용 플랫폼은 배터리 시스템의 셀 표준화, 설계 모듈화, 부품 공용화 등을 통한 범용성을 확대하여 규모의 경제를 실현하기 쉽다는 장점이 존재한다. 이는 특정 배터리 형태에 의존하지 않도록 설계할 수 있으면서 여러 배터리 공급 기업으로부터 손쉽게 부품을 조달받을 수 있도록 하는 것이다. 전기차에 주로 사용되는 리튬이온 배터리의 가격 또한 2010년 대비 2015년에는 65% 하락하였으며, 향후 10년간 내림세는 더욱 가속화될 것이라 예상된다[2]. 이러한 전기차 시장의 성장과 함께 자연스럽게 미국 캘리포니아를 중심으로 고급 전기차 시장의 진입장벽이 완화되고 있다[9].

국내에는 2011년부터 전기차가 보급되었다. 2011년 레이 EV, 2013년 SM3 Z.E, 구형 쏘울 EV의 출시와 함께 전기차 시장의 성장이 가속화되었다. 이에 따라 정부는 2021년 누적 전기차 보급 대수를 300,000대로 목표하고 있다.

2.2 지능형 운전 보조 시스템

애플티브, 웨이모, GM 크루즈 등 자율 주행 기술을 기반으로 둔 모빌리티 서비스는 계속해서 진화하고 있다[10]. 그러나 오토 파일럿 주행 중에 발생한 사망 사고는 자율주행에 대한 일부 대중의 인식을 엇갈리게 했다. 미국 자동차 협회에 의하면 미국 운전자의 71%가 자율주행 차량 탑승을 두려워하지만, 대조적으로 53%의 사람들은 공항이나 테마파크 등에서 지속 자율주행 차량을 사용하는 것은 편할 것이라고 답했다[11]. 즉, 새로운 기술에 대한 두려움과 편리함이 현시점에 공존하고 있음을 확인할 수 있다.

따라서 더욱 완벽한 자율주행을 구현하기 위해 기업들은 다양한 센서를 통한 첨단 운전자 보조 시스템인 ADAS를 발전시키고 있으며, 센서를 통한 외부환경 인지는 그 핵심기술로 주목받고 있다. 이에 따라 테슬라의 Elon Musk는 각 센서의 가격을 낮추어 보급을 확대하고 신호 처리 소프트웨어를 통해 성능을 향상하는 방향으로 ADAS가 발전할 것이라고 주장하였다[12].

ADAS는 카메라, 레이더, 초음파 센서 등을 활용하지만 그중에서도 가장 핵심이 되는 부품은 카메라이다. 카메라는 다른 센서에 비해 유일하게 물체 판독 기능이 가능하여 도로에 그려진 차선이나 속도 제한 정보를 읽어낼 수 있다. 따라서 차선 이탈 방지, 전방 충돌 방지 보조

시스템, 후방 영상 디스플레이 등을 구현하기 위해서는 카메라가 필수적이다[13]. 더불어 가격 측면에서도 다른 센서들에 비해 저렴하므로 카메라를 적용한 시스템을 자동차 업체들은 더욱 선호하고 있다.

2.3 차량 공유 서비스

미국의 차량 공유 회사 리프트의 공동창업자인 John Zimmer는 2025년까지 미국 주요 도시에서 자동차 소유가 사라질 것이며, 가까운 미래의 교통수단은 사람이 어디를 어떻게 이동하는지에 영향을 받지 않을 것이라고 주장한다. 여기서 소유라는 단어와는 대조적인 공유경제의 대표적인 개념을 뜻하는 차량(승차) 공유란 Mobility as a Service의 한 부분으로서 합승(Pool) 공유 시스템을 뜻한다[9]. 결국, 이러한 모빌리티 서비스의 진화는 사용자의 이동 편의성을 크게 향상할 수 있는데, 승차 공유의 대상이 자율주행 자동차뿐만 아니라 오토바이, 자전거, 대중교통 수단까지 포함될 수 있기 때문이다[9, 10]. 이러한 예상을 뒷받침하듯 승차 공유의 선두주자인 우버는 결제 업체나 카드사 등과 연계하여 자체적인 매핑 기술 개발에 투자하고 이를 주요 비즈니스 소프트웨어 애플리케이션과 통합하고 있다[14].

이처럼 모빌리티 산업은 현재 빠르게 성장하고 있지만, 기존의 자동차는 개인의 성향을 나타내는 정서적 측면이 강하기 때문에, 소유에 대한 집착과 사치의 상징이기도 한 자동차를 서로 빌려주고 함께 나누는 개념 자체는 낯설어 왔다[15]. 하지만 차량 공유는 비용과 가동률 면에서 경제적으로 월등한 이점을 지니고 있다. 우버와 같은 카 헤일링(Car Hailing)에서 발생하는 소요 비용은 차량 소유의 37% 정도이며, 카 풀링(Car Pooling)의 경우는 19%로 밝혀졌다. 즉, 이와 같은 Transportation as a Service의 사용 비용은 차량 소유와 비교해 1마일 당 4배에서 10배가량 더 저렴하다[16]. 차량 공유에 대한 지각된 비용우위는 소비자의 서비스에 대한 지각된 가치와 사용 의도에 유의한 영향 관계가 있음을 확인할 수 있으며[17], 해외에서 계속해서 인하고 있는 공유 차량 사용 비용은 저소득 고객에게 점차 빠르게 다가가고 있다[18]. 특히 거주 지역의 특성(인구밀도, 도시 규모, 수입)에 따른 서비스 활용도가 상이함을 확인할 수 있다[19].

3. 비용 구조

단위 이동에 대한 비용을 추정하기 위해서는 먼저 차량의 생애주기 기간에 발생하는 전체 비용 도출이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 비용 구조를 고정 비용과 변동 비용으로 나누어 <Table 1>과 같이 정의하였다.

Table 1. Vehicle Life Cycle Cost Structure

	Category	Subcategory	Note
F I X E D	Vehicle Purchase	Sale Price	VAT included
		ADAS Price	Optional
		Electric Car Price	
		Consignment Fee	Seoul Standard
		Registration Plate	
		State Subsidy	Green Car Support
		Municipal Subsidy	
V A R I A B L E	Depreciation	Residual Rate	Annual Rate
	Tax	Registration Tax	7% of Sale Price
		Automobile Tax	Twice a Year
	Insurance	Insurance	Once a Year
	Maintenance Cost	Fuel/Charging/Car Wash	Fuel/Charging Cost
			Car Wash Cost
		Replacing Consumables	Tire
			Black Box
			Engine Oil
			Airconditioner Filter
			Wiper
			Brake Fluid
			Brake Pad
			Antifreeze
	Gearbox Oil		
Battery			
Carpool Service	Driving Distance	Profit	

3.1 고정 비용

고정 차량 비용에서 가장 크게 바뀔 수 있는 요소는 차량 유형이다. 국내에서 현재 판매 중인 대표 브랜드인 현대, 기아, 제네시스, 벤츠의 신차종을 기준으로 크기와 탑승 인원 에 따른 세그먼트를 나누어 설정하였다. 차량의 판매 가격은 각 브랜드의 홈페이지에 공시된 중간 수준의 선택 사양 모델 기반으로 선택하였으며, <Table 2>는 해당 정보를 나타낸다. 일반적으로 차량 판매 가격은 공급가액과 부가세의 합으로 구성되어 있다. 더 나아가 공급가액은 공장도가, 개별소비세, 지방교육세의 합으로 이루어져 있으며, 이는 이후에 나올 변동 비용에서 공장도가와 취득·등록세를 역으로 산출하는 데 활용할 수 있다.

Table 2. Sales Price by Vehicle Type

Grade	Brand	Model Name	Sale Price
Semi-medium	Hyundai	Avante	₩17,960,000
Semi-medium	Hyundai	Kona	₩20,570,000
Semi-medium	Kia	Soul Booster	₩19,140,000
Medium	Hyundai	Sonata	₩25,920,000
Large	Kia	Carnival	₩36,100,000
Large	Genesis	G80	₩55,760,000
Large	Benz	E300	₩63,500,000

차량 구매 시에 발생하는 탁송료는 서울특별시 기준으로 각 차에 대한 비용을 마찬가지로 각 브랜드의 홈페이지에 공시된 정보를 활용하였다. 탁송료에도 부가세 10%가 포함되어 있으며, 이를 제외한 비용은 취득·등록세에도 반영된다.

그 외 ADAS, 전기차 선택에 따른 비용과 이를 통해 받을 수 있는 보조금은 뒤에서 자세히 다루도록 한다.

3.2 변동 비용

차량은 구매한 시점으로부터 매년 감가상각이 발생하는데 이는 한국 지방세 연구원의 잔가율 표를 참고하였으며, <Table 3>은 해당 정보를 나타낸다.

Table 3. Vehicle Residual Rate

	Domestic	Foreign
Year 1	72.5%	72.9%
Year 2	61.4%	60.5%
Year 3	51.8%	50.0%
Year 4	43.7%	41.2%
Year 5	36.8%	34.0%

차량 구매 시에 발생하는 취득·등록세를 산출하기 위해 개별소비세, 지방교육세, 부가세와 매년 주기적으로 내는 자동차세를 고려하였다. 차량의 개별소비세는 공장도가의 5%를 적용하는 것이 원칙이지만, 2021년 기준으로 정부에서 내수 경제 활성화를 위해 1.5% 인하하였기 때문에 3.5%로 적용하였다. 지방교육세는 일반적으로 개별소비세의 30%를 적용하며, 결과적으로 취득·등록세는 차량 구매 발생 비용의 7%이므로, 공장도가, 개별소비세, 지방교육세, 부가세, 부가세가 제외된 탁송료 합 7%로 도출할 수 있다.

자동차세는 <Table 4>와 같이 친환경 차량 구매 시점

과 배기량에 따라서 과세를 부과한다. 따라서 본 연구에서는 내연기관 차량의 배기량을 확인하여 각각 적용하였다.

Table 4. Vehicle Tax

	Avante	Kona	Soul	Sonata
Year1	273,000	273,000	273,000	520,000
Year2	273,000	273,000	273,000	520,000
Year3	259,350	259,350	259,350	494,000
Year4	245,700	245,700	245,700	468,000
Year5	232,050	232,050	232,050	442,000
	Carnival	G80	E300	
Year1	915,200	915,200	520,000	
Year2	915,200	915,200	520,000	
Year3	869,440	869,440	494,000	
Year4	823,680	823,680	468,000	
Year5	777,920	777,920	442,000	

차량 구매 시에 가입하는 보험료에 대해서는 대표적인 차량 보험회사의 정보를 참고하였으며, 판매 가격의 일정 비율로 적용하였다. 즉, 2천만 원 이하 차량에 대해서는 4%, 3천만 원 이하 차량에 대해서는 3%, 3천만 원 초과 차량에 대해서는 2%이다. 또한, 여기에 연도별 10% 할인을 가정하였으며, 추가적인 할인은 블랙박스(4%), ADAS 탑재 여부(5.6%), 그리고 연간 이동 마일리지에 따른 할인(<Table 5>)을 원가 계산에 반영하였다.

Table 5. Annual Mileage Discount Rate

Driving Distance	Discount Rate
3,000km or Less	32%
5,000km or Less	24%
7,000km or Less	22%
10,000km or Less	17%
12,000km or Less	4%

차량 주유비는 한국 석유공사에서 공시하는 정보를 참고하였다. 2021년 1월 전국 평균 휘발유 가격인 1,420.33원/L을 기준으로 설정하였으며, 연구대상 내연기관 차량은 휘발유를 사용하는 가솔린 차량으로 설정하였다. 차량의 연비는 차량의 중량, 제원 성능, 그리고 사용자의 운전 상황과 조건에 의해 크게 좌우된다. 따라서 본 연구에서 차량의 연비는 복합, 도심, 고속도로에 따라 일정한 시험 방법으로 주행한 결과를 각 제조사 홈페이지에서 확인하였으며, <Table 6>은 해당 정보를 나타낸다. 결과적으로 이동 거리 당 주유비는 휘발유가와 차량

연비의 곱으로 도출할 수 있다.

Table 6. Fuel Economy (Unit: km/L)

Model Name	Combined	Urban	Highway
Avante	15.2	13.6	17.7
Kona	12.8	11.4	14.9
Soul	12.4	11.5	13.6
Sonata	13.1	11.7	15.1
Carnival	11.4	10.2	13.4
G80	9.1	7.9	11.2
E300	10.7	10.3	11.0

세차 비용에 대해서는 성인 남녀 562명을 대상으로 설문한 결과 평균 세차 비용 만원으로 주 4회 실시한다고 대답하였으며[20], 본 연구도 이를 적용하였다. 여기서 실내까지 청소하는 손 세차와 차량 외부만 청소하는 기계 세차, 그리고 사용자가 직접 청소하는 셀프세차를 구분 짓지는 않았다.

타이어는 차량의 연비와 주행 성능에 매우 큰 영향을 주는 부품이다. 타이어의 비용을 추정하기 위해 교체 주기를 50,000km의 주행 한계로 설정하였다[21]. 또한, 차량에 적용해야 할 휠 크기와 타이어의 금액이 상이하므로 이에 따른 금액은 가격 검색 사이트에서 크기별 판매량이 가장 높은 제품으로 설정하였다. <Table 7>은 차종별 타이어 판매 가격을 나타낸다.

Table 7. Tire Sales Price

Model Name	Wheel Size	Sale Price
Avante	15"	₩279,880
Kona	16"	₩450,000
Soul	17"	₩511,200
Sonata	16"	₩511,200
Carnival	18"	₩630,560
G80	18"	₩630,560
E300	18"	₩630,560

블랙박스는 타이어와 마찬가지로 가격 검색 사이트 정보를 활용하였다.

이 밖의 소모품에 대한 관리 비용은 운행 거리에 따른 교체가 필요하므로 현대자동차의 주행 거리별 관리 제안을 참고하여 반영하였다.

첫째, 에어컨 필터와 와이퍼는 6개월마다 교체한다고 가정하였다. 에어컨 필터는 여과 성능 때문에 자주 교체가 필요하지만, 쉽게 교체할 수 있으므로 별도의 공임비

를 적용하지 않았다. 와이퍼 또한 고무가 마모되거나 프레임이 부식될 수 있다는 점을 고려하여 같은 조건을 적용하였다.

둘째, 엔진오일은 5,000km마다 교체한다고 가정하였다. 엔진오일은 윤활 작용 및 마찰 감소 등의 작업을 수행하며, 엔진이 적용되는 내연기관 차량에만 필요하다는 점을 주의해야 한다.

셋째, 브레이크액과 브레이크 패드는 20,000km마다 교체한다고 가정하였다. 브레이크액을 오래 사용하게 되면 수분 함유량이 많아져 끓는점을 낮추는 현상이 발생하는데, 이는 페달을 밟아도 제동이 작동하지 않는 상황까지 초래할 수 있다. 브레이크 패드의 경우 장기간 사용시 마모가 발생하여 제동 성능을 떨어뜨리므로, 마찬가지로 주기적으로 교체를 해주어야 한다.

마지막으로 부동액, 변속기 오일, 배터리는 40,000km의 교체 주기로 가정하였다. 부동액은 냉각수를 얼지 않도록 하며 차량의 엔진 및 부속 부품의 과열 현상을 막는 기능을 수행한다. 변속기 오일은 기계 장치들의 마찰력을 줄이는 윤활제 역할을 한다. 배터리는 차량별 용량이 다르지만, 가격의 차이를 나타내지 않아 같은 금액으로 설정하였다. <Table 8>은 각 소모품에 대한 교체 주기 및 비용을 나타낸다.

Table 8. Replacement Cycle and Cost

Expendables	Cost Type	Cost (₩)	Cycle
Black Box	Material	199,000	-
Airconditioner Filter	Material	14,740	2 times /year
Wiper	Material	13,740	2 times /year
Engine Oil	Material	40,250	5,000km
	Labor	14,000	
Brake Fluid	Material	6,380	20,000km
	Labor	33,000	
Brake Pad	Material	30,220	20,000km
	Labor	27,000	
Antifreeze	Material	13,520	40,000km
	Labor	50,000	
Gearbox Oil	Material	74,520	40,000km
	Labor	35,000	
Battery	Material	73,810	40,000km

3.3 전동화 비용

본 연구에서 전동화 비용은 현재 내연기관과 전기차가 동시에 판매되고 있는 쏘울 부스터와 쏘울 부스터 EV, 코나와 코나 EV에 대해 판매 가격 및 사양 차이를 비교

해보고, 추가로 수소 전기차인 넥쏘를 동일 기준으로 적용해 비용을 산출해보았다. 현재 판매가 되지 않고 있는 전기 차량의 가격은 쏘울 부스터 EV, 코나 EV 두 차량의 판매 가격을 동일 모델 내연기관과의 상품성 및 선택 사양을 비교 분석해 보았을 때, 준중형과 중형은 2,500만원, 국산 대형은 3,000만원, 외산 대형은 3,500만원으로 추정되었고, 이를 내연기관 가격에 가산하였다. <Table 9>는 전동화 차량 유형별 판매 가격을 나타낸다.

Table 9. Sales Price of Electrified Vehicles

Grade	Model Name	Sale Price
Semi-medium	Avante EV	₩42,960,000
Semi-medium	Kona EV	₩48,615,750
Semi-medium	Soul Booster EV	₩48,410,000
Medium	Sonata EV	₩50,920,000
Large	Carnival EV	₩61,100,000
Large	G80 EV	₩80,760,000
Large	E300 EV	₩88,500,000
Medium	NEXO (Hydrogen Electric Vehicle)	₩72,034,950

친환경 차량은 국고 보조금과 지방 보조금을 지원받을 수 있다. 환경부에서 제시한 2019년 기준 전기차 구매 국고 보조금은 800만원 수준이며, 지방 보조금은 도시마다 최소 50만원에서 최대 550만원까지 차이가 있지만, 본 연구에서는 2020년 서울시를 기준으로 450만원을 적용하였다[22].

또한, 일반적으로 전기차 충전 비용은 내연기관 차량의 10% 수준으로 연료비 저감 측면에서도 큰 이점이 있다. 충전 비용은 한국전력공사에서 제공하는 계절에 따른 비용의 평균값을 적용하여 1kWh당 89.5원으로 설정하였으며, 관리비용 중 엔진오일, 부동액, 변속기 오일 금액은 제외하였는데 이는 내연기관 차량의 엔진과 변속기를 모터와 감속기로 대체하기 때문이다.

3.4 지능화(ADAS) 비용

자동 주행이 일반 드라이버의 주행보다 섬세하고 안전을 증시함에 목적이 있다면, 자율주행 차량은 부품에서 발생하는 유지와 관리 비용이 덜 발생할 것으로 예상할 수 있다. 그러나 차량에 적용되는 신기술의 센서들 또한 정기적으로 유지 보수가 필요하므로, 서로 비용이 상충하여 본 연구에서는 이에 대한 비용 수치를 가정하지 않았다.

GM의 Cruise Automation 모델의 센서는 5개의 라이다, 16개의 카메라, 21개의 레이더가 존재하는데, 본

연구의 차량 모델들도 동일 기준을 적용하였다. 또한, 센서의 개당 가격은 컨설팅회사 Strategy Analytics에서 제공하는 가격 변동 추이 및 예상 금액 데이터를 참고하여 적용하였다[23]. 여기에 각 비교 차량에서의 판매 사양 또한 차이가 존재하기 때문에, MFC(Multi Function Camera) 기반 지능형 안전 기술(예, Multi function Camera, 전방 충돌 방지 보조, 전방 충돌 경고, 차로 이탈 방지 보조, 차로 이탈 경고, 운전자 주의 경고, 상황등 보조), AVN(Audio Video Navigation) 멀티미디어 시스템, 제동 시스템, 360도 SVM(Surround View Monitor) 시스템과 전후방 PDW(Parking Distance Warning) 적용 여부를 확인하여 금액을 산출하였다. <Table 10>은 각 차량 유형별 ADAS 비용을 나타낸다.

Table 10. ADAS Price by Vehicle Type

Model	Engine Type	Optional Cost
Avante	Internal-combustion	₩6,241,917
	Electirc	₩5,879,000
Kona	Internal-combustion	₩6,418,917
	Electirc	₩5,879,000
Soul	Internal-combustion	₩6,418,917
	Electirc	₩5,879,000
Sonata	Internal-combustion	₩5,879,000
	Electirc	₩5,879,000
Carnival	Internal-combustion	₩6,418,917
	Electirc	₩6,056,000
G80	Internal-combustion	₩4,336,833
	Electirc	₩4,336,833
E300	Internal-combustion	₩5,993,000
	Electirc	₩5,993,000
NEXO	Hydrogen Electric	₩5,566,833

3.5 차량 공유 비용

모빌리티 서비스는 다양한 차량 공유 형태로 나타난다. 우버, 리프트와 같이 개인이 소유한 차량을 택시의 형태로 이용하는 라이드 헤일링 서비스, 쏘카, 그린카와 같이 사업자가 소유한 차량을 사용자가 시간 단위별로 활용하는 B2C 차량 공유와 개인이 소유한 차량을 공유하는 P2P 차량 공유, 마지막으로 풀러스, 렉시와 같이 목적지를 함께 이동하는 카풀 서비스가 있다.

본 연구에서는 일반 차량 소유 기준과 원활한 비교를 하기 위해 차량 공유 비용을 라이드 헤일링과 공유 서비스로 제한하여 서비스 사용자 관점에서의 이동 단위별 금액을 산출하고자 한다. 즉, 사용자는 택시) 요금 =

$3,800\text{원} + (100\text{원} \times 1,000\text{m} / 132\text{m}) \times (\text{이동 거리} - 2\text{km})$ 보다 80% 수준의 저렴한 가격으로 서비스를 이용하고, 드라이버는 이러한 서비스 비용에서 20%의 수익이 발생하며, 전체 주행거리의 10%는 공유 서비스를 통해 수익을 창출한다고 가정하였다.

4. 비용 추정

앞선 비용 구조를 바탕으로 차량 구매부터 전동화, 지능화, 차량 공유 서비스까지의 비용을 추정하였다. 자세한 차량이 판매된 시점부터 차량을 처분하는 전체 프로세스의 생애주기를 200,000km로 가정했으며, 서비스를 이용하는 승객은 1인을 기준으로 설정하였다. 더불어 차량 공유 시에는 그에 따른 수익 또한 비용 추정에 반영하였다. 차량을 운행하는 환경에 따라 추정되는 비용 또한 차이가 발생하기 때문에, 한국교통안전공사에서 발표한 1일 평균 지역별 자동차 주행거리를 참고하여 두 가지 환경을 특정하였다. 첫 번째는 도심지역에서 1일 평균 30km 거리 주행을 하는 경우이며, 두 번째는 외곽지역에서 80km 거리 주행을 하는 경우이다.

4.1 비용 구조에 따른 추정 결과

먼저 대표 차종으로 현재 내연기관 차량과 전기 차량이 동시에 판매되고 있는 코나와 코나 EV를 기준으로 세 가지 상황 변수와 주행환경에 따라 비교해보았다.

비용 구조는 크게 판매 가격, 세금, 보험료, 주유비(충전비), 관리비, 감가상각(잔존가치)을 포함한다. 본 연구에서 감가상각이 의미하는 금액과 비율은 차량이 감가상각 되고 남은 잔존가치의 개념이므로 비중이 클수록 감가상각이 적게 된 것이라 할 수 있다.

<Table 11>은 코나 모델의 비용 구조 추정 결과를 나타낸다. 예를 들어, 일반 소유 개념의 도심지역 주행 차량을 보았을 때 (ADAS 미탑재의 경우), 구성 요소가 차지하는 비중은 전동화 유무에 따라 다르다는 것을 확인할 수 있다. 내연기관 차량의 경우 주유비가 34.15%로 가장 큰 비중을 나타냈지만, 이와 대조적으로 전기차는 저렴한 충전비(5.15%)로 인해 세금(7.10%), 보험료(9.89%) 등이 더 큰 비중을 차지했다. 하지만 전동화 차량의 경우 초기 판매가가 내연기관 차량 대비 높으므로, 차량 판매가

1) 요금 = $3,800\text{원} + (100\text{원} \times 1,000\text{m} / 132\text{m}) \times (\text{이동 거리} - 2\text{km})$

Table 11. Estimated Results according to Kona's Cost Structure (Unit: 1,000 won)

Area	AD AS	Electrification	Ownership	Price	Tax	Insurance	Fuel Cost	Maintenance Cost	Ride-sharing Profit	Depreciation	Final Amount
Urban	X	X	Individual	20,826 (28.55%)	8,416 (11.54%)	4,870 (6.68%)	24,918 (34.15%)	15,859 (21.74%)	-	-1,933 (-2.65%)	72,956 (100%)
Urban	O	X	Individual	27,244 (33.91%)	8,865 (11.03%)	6,001 (7.47%)	24,918 (31.01%)	15,859 (19.74%)	-	-2,536 (-3.16%)	80,352 (100%)
Urban	X	O	Individual	35,371 (63.12%)	3,981 (7.10%)	5,543 (9.89%)	2,887 (5.15%)	12,824 (22.89%)	-	-4,569 (-8.16%)	56,037 (100%)
Urban	O	O	Individual	41,250 (66.26%)	4,339 (6.97%)	6,077 (9.76%)	2,887 (4.64%)	12,824 (20.60%)	-	-5,122 (-8.23%)	62,255 (100%)
Urban	X	X	Sharing	20,826 (30.58%)	8,416 (12.36%)	4,870 (7.15%)	24,918 (36.59%)	15,859 (23.29%)	-4,861 (-7.14%)	-1,933 (-2.84%)	68,094 (100%)
Urban	O	X	Sharing	27,244 (36.09%)	8,865 (11.74%)	6,001 (7.95%)	24,918 (33.01%)	15,859 (21.01%)	-4,861 (-6.44%)	-2,536 (-3.36%)	75,490 (100%)
Urban	X	O	Sharing	35,371 (69.12%)	3,981 (7.78%)	5,543 (10.83%)	2,887 (5.64%)	12,824 (25.06%)	-4,861 (-9.50%)	-4,569 (-8.93%)	51,175 (100%)
Urban	O	O	Sharing	41,250 (71.87%)	4,339 (7.56%)	6,077 (10.59%)	2,887 (5.03%)	12,824 (22.34%)	-4,861 (-8.47%)	-5,122 (-8.93%)	57,393 (100%)
Rural	X	X	Individual	20,826 (37.69%)	4,867 (8.81%)	3,074 (5.56%)	22,192 (40.17%)	9,678 (17.52%)	-	-5,389 (-9.75%)	55,249 (100%)
Rural	O	X	Individual	27,244 (44.55%)	5,316 (8.69%)	3,797 (6.21%)	22,192 (36.29%)	9,678 (15.83%)	-	-7,071 (-11.56%)	61,159 (100%)
Rural	X	O	Individual	35,371 (91.99%)	2,476 (6.44%)	3,498 (9.10%)	3,196 (8.31%)	6,643 (17.28%)	-	-12,737 (-33.13%)	38,449 (100%)
Rural	O	O	Individual	41,250 (94.84%)	2,834 (6.52%)	3,845 (8.84%)	3,196 (7.35%)	6,643 (15.28%)	-	-14,277 (-32.83%)	43,493 (100%)
Rural	X	X	Sharing	20,826 (40.12%)	4,867 (9.38%)	3,074 (5.92%)	22,192 (42.75%)	9,678 (18.65%)	-3,339 (-6.43%)	-7,071 (-12.23%)	51,910 (100%)
Rural	O	X	Sharing	27,244 (47.12%)	5,316 (9.19%)	3,797 (6.57%)	22,192 (38.38%)	9,678 (16.74%)	-3,339 (-5.78%)	-7,071 (-12.23%)	57,820 (100%)
Rural	X	O	Sharing	35,371 (100.74%)	2,476 (7.05%)	3,498 (9.96%)	3,196 (9.10%)	6,643 (18.92%)	-3,339 (-9.51%)	-12,737 (-36.28%)	35,110 (100%)
Rural	O	O	Sharing	41,250 (102.73%)	2,834 (7.06%)	3,845 (9.58%)	3,196 (7.96%)	6,643 (16.55%)	-3,339 (-8.32%)	-14,277 (-35.56%)	40,154 (100%)

(63.12%)와 보험료(9.89%)의 비중이 내연기관 차량보다 각각 34.57%, 2.42% 높다는 것을 확인할 수 있다. 내연기관 차량은 주유 비중이 전동화 차량의 충전비 대비 29% 높은 비중을 갖는 만큼 연비와 유류비에 대한 영향이 소비자에게 크게 다가올 것으로 보인다.

주행환경(지역)별 비용 구조를 보았을 때, 일반적으로 외곽지역 주행이 도심지역 주행보다 판매가, 주유비, 잔존가치의 비중이 더 크다는 것을 확인할 수 있다. 이는 두 지역의 동일 생애주기 거리 200,000km 기준 차량 수명이 다르기 때문이다. 외곽지역 주행이 더 많은 거리를 주행하는 것으로 설정되었기 때문에 차량의 수명이 도심지역 대비 더 짧아지고, 추정 결과에서는 이렇게 차량의 생애주기 수명이 짧을수록 잔존가치가 높다는 것을 확인할 수 있다. 특히 판매가와 감가상각 비율은 소유 개념, 전기차, ADAS 미탑재 경우 기준 외곽 주행과 도심 주행의 차이가 28.87%(= 91.99% - 63.12%)와 -24.97%(=

-33.13% + 8.16%)로 가장 큰 차이를 나타냈다.

또한, 대부분 상황에서 승차 공유수익의 비율은 도심지역이 더 높다는 것을 확인할 수 있으며, 모든 경우에서 차량 공유 서비스를 참여하는 경우가 단순 소유 대비 최종금액에 장점이 있는 것으로 나타나 공급자와 소비자 관점에서 비용 득실 고려에 참고사항이 될 수 있다. 같은 조건 내에서 전동화 방식을 도입하는 때도 최종금액에서 큰 장점이 있는 것으로 확인되었으며, ADAS 기능을 탑재할 때는 최종금액 또한 증가하기 때문에 면밀한 비용 비교가 요구된다.

4.2 비용 요소 민감도 분석 결과

앞서 비용 구조에 따른 추정을 통해 내연기관 차량에서 주유 비용이 상당 부분 비중을 차지한다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 주유 비용에 영향을 미치는 유가는 세계 경제 시장에 따라 변동성이 크다. 이러한 유류비 증

감에 따른 km당 이동 비용에 변화를 알아보려고 앞의 분석과 같은 조건의 코나 차량을 기준으로 분석을 진행하였다. 전기차 또한 충전비 변동에 따라 km당 이동 비용이 어떠한 변화가 있는지 살펴보았다.

Table 12. Differences in Cost per km due to Fluctuations in Fuel Costs

Fuel Cost	Individual (₩)		Ride-sharing (₩)	
	Original	ADAS	Original	ADAS
1,100	337	374	250	279
1,200	345	382	257	286
1,300	354	391	264	294
1,400	363	400	271	301
1,500	372	409	278	308
1,600	381	418	285	315
1,700	389	426	292	322

그 결과, <Table 12>와 같이 유류비가 100원 증가할 때마다 개인 소유 차량은 약 9원, 승차 공유 차량은 약 7원의 비용 차이가 발생하는 것을 확인하였다. 또한, ADAS 적용에 따른 비용 차이로는 개인 소유 차량 37원, 승차 공유 차량에서는 30원의 차액이 발생하였으며 이는 유류비의 상승 또는 하락에 따라 변동이 발생하지는 않았다. 유류비가 더 들수록 차량 공유 서비스에 참여하는 경우가 개인 소유 대비 비용적인 혜택을 더 받을 수 있는데, 이는 앞선 비용 구조의 높은 주유비 비중에서 기인한다.

Table 13. Differences in Cost per km due to Fluctuations in Charging Costs

Charging Cost	Individual (₩)		Ride-sharing (₩)	
	Original	ADAS	Original	ADAS
70	277	308	202	227
80	279	310	203	228
90	280	311	205	230
100	282	313	206	231
110	283	315	207	232
120	285	316	209	234
130	287	318	210	235
...
610	364	395	272	297
620	366	397	273	298

전동화를 도입한 전기차의 경우는 <Table 13>과 같이 내연기관 차량과 같은 조건으로 70원부터 130원까지 충전비의 변동에 따른 금액 차이를 확인할 수 있었다. 충

전비 10원 증감에 개인 소유 차량의 경우 약 2원, 승차 공유 차량은 약 1원 정도의 비용이 변동하였다. 전기차는 내연기관 차량과 비교해 충전비 비중이 적은 만큼 km당 이동 거리 비용 또한 민감하게 변하지 않는 것을 확인할 수 있다. ADAS 적용에 따른 비용 차이는 소유형 차량은 약 31원, 공유형 차량은 약 25원이 구간별로 같게 발생하였다.

또한, 전기차 급속 충전이 확산되면서 이에 따른 급속 충전 비용이 km당 이동 거리 비용에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 그 결과, 급속 충전 비용이 610원/kWh를 넘어가는 시점부터 ADAS 미탑재 승차 공유 전기차(272원/km)는 내연기관 승차 공유 차량의 km당 이동 거리 비용과 같았다. 즉, 사용자에게 전기차의 장점인 경제적 효과가 상쇄된다는 것으로, 향후 신기술 도입에 따른 충전 비용 인상이 필요한 상황에서 이러한 경제성 비교는 운영 방식에 도움이 될 수 있다.

Table 14. Differences in Cost per km according to Electrification

Area	ADAS	Ownership	Kona (₩)	Kona EV (₩)	Diff. (₩)
Urban	X	Sharing	272	205	67
Rural	X	Sharing	208	140	68
Rural	O	Sharing	231	161	70
Urban	O	Sharing	302	230	72
Rural	X	Own	276	192	84
Urban	X	Own	365	280	85
Rural	O	Own	306	217	89
Urban	O	Own	402	311	91

전동화 차량의 경제성 및 내연기관 차량과의 비용 차이를 마찬가지로 코나를 통해 확인하고자 한다. 그 결과, <Table 14>와 같이 내연기관 차량과 전기차의 km당 이동 거리 비용은 최저 67원부터 최대 91원까지 차이가 있음을 확인하였다. 주행 지역에 대한 관점으로는 개인 소유 차량의 도심지역 비용 차이가 외곽지역의 비용 차이보다 미세하게 크다는 점을 확인할 수 있지만(89원 vs. 91원), 승차 공유 참여 차량의 경우에는 ADAS를 탑재할 때 도심지역의 비용 차이가 외곽지역의 비용 차이보다 크다는 것을 확인할 수 있었다(70원 vs. 72원).

즉, 전동화 적용에 따른 km당 비용 차이는 전기차의 경우에 항상 비용적인 이점이 있지만, 소비자의 관점에서는 어느 지역을 주로 운행하는지, ADAS를 탑재하는지, 소유인지 아닌지에 따라 전동화 도입 시 얻을 수 있는 비용

이 변화하기 때문에 이를 자세히 고려해볼 필요가 있다.

지능화 요소인 ADAS 기능 적용에 대한 비용 차이를 비교해보았다. 그 결과, 코나 차량의 경우 <Table 15>와 같이 최소 21원부터 최대 37원의 차이가 있음을 확인하였다. 또한, 외곽지역을 주행하는 차량이 대체로 ADAS 기능 적용에 대한 이동 거리 비용의 차이가 적었다. 그리고 동일 지역에서는 승차 공유가 개인 소유보다 비용 차이가 적었고, 동일 지역이면서 동일 소유방식에서는 전동화 적용 차량이 비용 차이가 적다는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 승차 공유를 하는 전동화 차량이 개인 소유의 내연기관 차량보다 크게 경제적이기 때문이라 볼 수 있다. 즉, 지능화 비용이 추가되어도 차량 공유, 외곽지역 주행과 같은 요소의 비용적 장점으로 인해 ADAS가 추가되지 않은 경우와 큰 차이를 나타내지 않는 것이다.

Table 15. Differences in Cost per km according to ADAS

Area	Electrification	Ownership	ADAS (₩)	Original (₩)	Diff. (₩)
Rural	O	Sharing	161	140	21
Rural	X	Sharing	231	208	23
Rural	O	Own	217	192	25
Rural	X	Own	306	276	30
Urban	O	Sharing	230	205	25
Urban	X	Sharing	302	272	30
Urban	O	Own	311	280	31
Urban	X	Own	402	365	37

소비자뿐만 아니라 차량 공급자의 관점에서도 외곽지역 주행이 주로 이루어진다면 지능화가 큰 비용의 증가를 가져오지 않기 때문에, 지능화 도입을 통해 얻을 수 있는 가치와 만족을 더욱 중시할 수도 있을 것이다.

<Table 16>은 승차 공유 서비스 사용 시, 실제 개인 소유 운전과의 km당 비용 차이를 나타낸다. 전체 주행의 10%를 승차 공유한다는 가정 아래 동일 차량의 승차 공

유와 개인 주행은 최저 52원에서 최고 100원까지 비용 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 대체로 외곽 주행에서의 비용 차이가 가장 적었고, 전기차의 경우 내연기관 차량과 비교해 비용 차이가 적게 나타났다. 마지막으로 ADAS를 미적용한 차량의 비용이 적용한 차량에 비해 적다는 것을 확인할 수 있다. 이는 앞선 전동화, 지능화 적용에 따른 결과와 같은 의미를 나타낸다. 즉, 다른 요소를 통해 비용적인 혜택을 받는 경우 승차 공유에 따른 비용 차이가 크게 나타나지 않는다. 하지만 비용 그 자체에 장점이 존재하기 때문에 상황에 맞는 선택이 필요하다.

Table 16. Differences in Cost per km according to Ride-sharing

Area	ADAS	Electrification	Own (₩)	Sharing (₩)	Diff. (₩)
Rural	X	O	192	140	52
Rural	O	O	217	161	56
Rural	X	X	276	208	68
Rural	O	X	306	231	75
Urban	X	O	280	205	75
Urban	O	O	311	230	81
Urban	X	X	365	272	93
Urban	O	X	402	302	100

전체 주행의 10%를 승차 공유한다는 가정에서 벗어나 5%에서 30%까지 변화되었을 때, 그리고 최대 100%까지 변화되었을 때 비용의 변화를 <Table 17>과 같이 분석하였으며, <Figure 1>을 통해 시각적으로 확인할 수 있다(ICE: Internal Combustion Engine은 전기차가 아닌 내연기관차를 의미). 결과적으로 5%가 증가할 때마다 약 5원씩 비용이 감소하는 선형적인 형태를 보였다. 또한, 주행거리의 100%를 승차 공유 서비스를 적용하였을 때는 기존 10% 대비 비용이 약 절반으로 감소하였다.

Table 17. Differences in Cost per km based on Ride-sharing Ratio

Area	ADAS	Electrification	5%	10%	15%	20%	25%	30%	...	100%
Rural	X	O	145	140	136	131	126	121	...	53
Rural	O	O	165	161	156	151	146	141	...	73
Urban	X	O	210	205	200	195	190	185	...	117
Rural	X	X	212	208	203	198	193	188	...	120
Urban	O	O	234	230	225	220	215	210	...	142
Rural	O	X	236	231	226	222	217	212	...	144
Urban	X	X	277	272	268	263	258	253	...	185
Urban	O	X	307	302	297	292	287	283	...	215

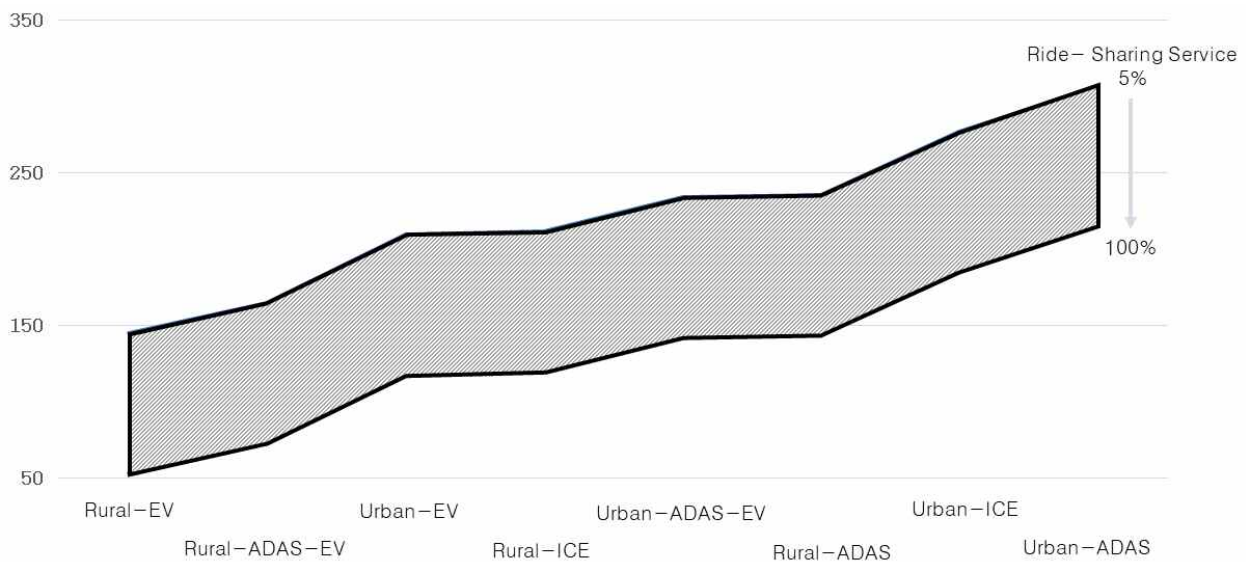


Fig. 1. Cost per km depending on Ride-sharing Ratio, Area, ADAS, and Electrification (EV vs. ICE)

이는 서비스 공급자 관점에서 승차 공유 서비스를 전문적으로 제공할 때 어느 정도의 비용이 필요한지 추정하는 데 도움이 될 수 있다. 예를 들어, 외곽지역을 주로 주행하는 ADAS 미탑재 전동화 차량의 경우 서비스 제공자의 예산이 1대를 단순 소유하는 비용(145원/km 이상)으로 제한되어 있어도, 3대를 100% 공유하는 비용(각 53원/km)과 비슷하게 나타나므로 3대를 활용한 서비스 운영이 가능할 수 있다.

이처럼 본 연구에서는 차량의 모든 비용 구조 안에서 세 가지 상황 변수와 더불어 민감도 분석을 통해 여러 환경에서의 비용 비교를 진행하였다. 단순 비용의 관점에서는 전동화, 승차 공유 참여 등 비용 혜택을 받는 경우 결과적으로 낮은 비용이 추정되었고, 민감도 분석을 통한 다양한 경우의 파악은 특정 상황에서의 최적화된 활용에 도움이 될 것으로 생각된다.

5. 결론

전 세계 자동차 산업은 4차 산업혁명 시대에 발맞춰 전동화, 커넥티비티, 자율주행 등 새로운 스마트 모빌리티 서비스의 등장으로 급속히 변화되고 있다. 동시에 기존 사업자들은 현재의 제품 생산에 대한 품질, 수익성, 그리고 향후 지속 가능성이라는 문제에 직면하고 있다. 이러한 미래 자동차 산업의 변화와 사업자들의 고민 속에 새로운 모빌리티 서비스와 이에 수반되는 비용 요소는

기업과 이를 사용하는 사용자에게도 매우 중요하다.

그러나 전동화와 자율주행 등의 신기술이 제공하는 편리성, 주행성, 안정성 등의 혁신적 가치에도 불구하고, 일반 사용자들이 부담해야 하는 비용에 대한 이해는 매우 부족한 것이 현실이다. 즉, 스마트 모빌리티 서비스는 새로운 가치임에는 분명하나, 신기술 도입에 따른 추가 비용에 높은 불확실성이 존재하고, 이것은 서비스 확산에도 부정적 영향이 된다.

따라서 본 연구는 자동차 산업이 스마트 모빌리티 시대로 진전됨에 따라 추가로 예상되는 비용 요소들을 전동화, 지능화, 자율공유 여부 등의 상황 변수에 따라 추정함으로써, 기업가와 소비자의 구매 선택에 새로운 레퍼런스 자료를 제공하였다. 이러한 비용 추정을 통한 레퍼런스의 확보는 실무적으로 크게 두 가지 의의가 있다.

첫째, 미래 차량 선택의 중요한 지표로 활용할 수 있다. 사용자들은 본 연구에서 밝혀진 km당 비용을 활용하여 자신의 재정 여건이나 사용 용도뿐만 아니라, 전동화, 지능화, 차량 공유의 3가지 스마트 모빌리티 서비스의 선택 시 비교 선택 자료를 제공해 준다. 이러한 자료는 기업의 측면에서는 고객의 선호에 따른 최적화된 마케팅 목적으로도 활용할 수 있다.

둘째, 일반적으로 자율주행 및 승차 공유에 대한 규제 완화, 안정성 확보, 정부의 보조금, 보험료 인하, 저렴한 비용, 최적 설계 등은 모빌리티 서비스의 확산에 매우 중요한 요소들이다. 특히 본 연구에서 살펴본 가치 대비 총 소유 비용(Total Cost of Ownership)에 대한 정확한

이해와 평가가 필요하다. 비용에 대한 고려 없이, 고급 차량 위주의 기술 개발에 초점을 맞추는 시도는 모빌리티 서비스에 대한 제한적 접근일 것이다. 사양 축소와 판매 물량 확대를 통한 단순 원가절감 또한 모빌리티 서비스에 대한 적절한 전략적 접근이 아닐 것이다. 본 논문은 사용자들에게 제공하는 가치에 대한 평가와 더불어 고려해야 할 상황별 정확한 총 소유 비용 추정을 통해 사업자의 서비스 전략을 개발하는 데 도움이 된다는 점이 의미가 있다.

이러한 의미에도 불구하고, 본 연구는 다음과 같은 측면에서 추후 연구를 통한 보완이 필요하다. 첫째, 본 연구의 범위에는 사용자의 관점에서 본 가치(Value)를 포함하지 않았다. 예를 들어, 지능화 시스템을 통해 얻을 수 있는 시간적 가치, 전동화를 통해 환경 보호에 이바지할 수 있는 가치 등의 평가는 본 연구의 범위가 아니었다. 본 연구에서는 비용의 관점에만 집중하여 상황 변수에 따른 km당 비용을 총 소유 비용의 관점에서 추정하였다. 사용자의 가치 그 자체에 관한 탐구와 더불어 가치와 비용의 상호 상충 문제는 향후 반드시 연구에서 다루어야 할 문제이다.

둘째, 본 연구에서 반영한 변수 외에도 기타 외부 변수들이 존재한다. 도로, 주차, 통신, 통행료 등이 그 예이다. 또한, 대중교통, 운송, 물류 등 이동에 대한 여러 가지 수단도 비용을 산출할 수 있을 것이다. 이러한 체계적 비용에 대한 평가 및 추정은 향후 다른 형태의 교통수단(예, 로보택시, 마이크로 모빌리티 등)에 대한 비용 추정에 도움을 줄 것으로 생각된다. 시나리오적 접근을 통해 불확실성이 높은 변수에 대한 좀 더 정교한 연구 분석이 진행된다면, 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 보인다.

셋째, 본 연구는 규제와 기술에 대한 상세 비용을 적용하는데 한계점이 있었다. 실제로 2017년 승차 공유 서비스를 제공하던 풀러스는 금액 산정 방식을 사용자가 자율적으로 팁을 줄 수 있도록 변경하였다. 또한, 전 세계적으로 자율주행에 대한 기술적 표준화와 법적 규제가 계속해서 논의되고 있어 추가 비용을 가정하는 과정에서의 한계가 있었다. 이러한 한계 역시 향후 연구를 통해 고려해 볼 필요성이 있으며, 그 결과는 규제에 대한 정책적 논의에 참고가 될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] J. Urry. (2016). *Mobilities: new perspectives on transport and society*. Routledge.
- [2] E. Hannon, S. Knupfer, S. Stern, B. Sumers & J. T. Nijssen. (2019). *An integrated perspective on the future of mobility, Part 3: Setting the direction toward seamless mobility*. McKinsey & Company. <http://bitly.kr/nM7T83cw>
- [3] K. Wiggers. (2019). *AI Weekly: How self-driving cars could reduce emissions, eliminate parking spots, and add \$1.3 trillion to the U.S. economy*. Business Intelligence Info. <https://www.businessintelligenceinfo.com/tag/parking>
- [4] Burns, L. D. (2013). A vision of our transport future. *Nature*, 497(7448), 181-182.
- [5] T. Litman. (2017). *Autonomous vehicle implementation predictions*. Canada : Victoria Transport Policy Institute.
- [6] Bösch, P. M., Becker, F., Becker, H., & Axhausen, K. W. (2018). Cost-based analysis of autonomous mobility services. *Transport Policy*, 64, 76-91.
- [7] M. K. Ahn. (2017). *SK Encar direct management survey, 47% of respondents 'Enjoy self-cleaning'*. JoongAng Daily. <https://news.joins.com/article/21855950>
- [8] H. D. Kim. (2019). *Volkswagen Opens MEB Platform to Other Companies*. HMG Journal. <https://gbic.hyundai.com/publish/publishDetail.do?m asterId=2&no=4385>
- [9] M. Tanaka. (2019). *Who rules the automotive industry?*. Seoul : Hans Media Publishing.
- [10] D. W. Cha. (2018). *The future of mobility - Mobility Big Bang, who will be the ultimate winner?*. Seoul : Hans Media Publishing.
- [11] AAA. (2019). *Automated vehicle survey-Phase IV*. American Automobile Association. <https://www.oregon.gov/ODOT/Get-Involved/Documents/AVTF-AV-Consumer-Survey-Fact-Sheet-FINAL-2-28-19.pdf>
- [12] K. Korosec. (2019). *Tesla's full self-driving computer is now in all new cars and a next-gen chip is already 'halfway done'*. TechCrunch. <http://bitly.kr/XvmsLaCL>
- [13] Hyundai Group. (2018). *Why not use this good one? Advanced features of my car that I knew but didn't use*. HMG Journal. <https://news.hmgjournal.com/Tech/car-adas-utilization-1>
- [14] H. J. Ryu & D. S. Choo. (2016). *Uber to start making its own maps... 'We will reduce our dependence on Google Maps'*. ChosunBiz. https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2016/08/01/2016080101230.html
- [15] T. Koh. (2019). The era of TaaS (Transportation as a Service) 3.0. *KISO Journal*, 34, 57-63.
- [16] J. Arbib & T. Seba. (2017). *Rethinking Transportation 2020-2030*. RethinkX.

[1] J. Urry. (2016). *Mobilities: new perspectives on*

- [17] K. C. Park & I. K. Song. (2019). A study of perceived value and intention to use for car sharing service : Based on user experiences serviced by Seoul Car Sharing. *Journal of Internet Computing and Services* 20(2) 109-118.
- [18] J. P. Schwieterman, & A. Bieszcza. (2017). The cost to carshare: A review of the changing prices and taxation levels for carsharing in the United States 2011-2016. *Transport Policy*, 57, 1-9.
- [19] C. Costain., C. Ardron, & K. N. Habib, (2012). Synopsis of users' behaviour of a carsharing program: A case study in Toronto. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(3), 421-434.
- [20] M. K. Ahn. (2017). *SK Encar direct management survey, 47% of respondents 'Enjoy self-cleaning'*. JoongAng Daily. <https://news.joins.com/article/21855950>
- [21] Hyundai Group. (2015). *Hyundai Blue Hands suggests car care tips by mileage*. HMG Journal. <https://news.hmgjournal.com/TALK/Story/hyundai-bluehands-tip>
- [22] H. S. Sin (2020) *2020 eco-friendly vehicle subsidy confirmed* Motorgraph. <https://www.motorgraph.com/news/articleView.html?idxno=24860>
- [23] I. Riches. (2019). *Automotive Sensor Demand 2017 to 2026*. Strategy Analytics. <http://bitly.kr/tT7GJM1c>

천 서 형 (Seohyung Cheon) [정회원]



- 2014년 2월 : 경희대학교 산업경영공학과 (공학사)
- 2019년 8월 : 한국과학기술원 정보경영학과 (경영학석사)
- 2014년 2월 ~ 현재 : 현대자동차 연구원
- 관심분야 : 자율주행, 친환경차

· E-Mail : sen.cheon@hyundai.com

김 동 연 (Dongyeon Kim) [정회원]



- 2012년 2월 : 한양대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
- 2019년 2월 : 한국과학기술원 경영공학부 (공학박사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 경영정보학과 조교수
- 관심분야 : MIS, Data Analytics

· E-Mail : dykim88@dau.ac.kr

안 재 현 (Jae-Hyeon Ahn) [정회원]



- 1984년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학사)
- 1986년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학석사)
- 1993년 9월 : 스탠포드대학교 경영과학과 (공학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술원

경영대학 교수

- 관심분야 : 디지털 전략, e-비즈니스를 위한 아이트래킹
- E-Mail : jahn@kaist.ac.kr

박 규 홍 (KyuHong Park) [정회원]



- 2013년 2월 : 한국과학기술원 산업공학과 (공학사)
- 2019년 8월 : 한국과학기술원 경영공학부 (공학박사)
- 2019년 12월 ~ 현재 : 한국과학기술연구원 기술정책연구소 선임연구원
- 관심분야 : IoT, Data Analytics

· E-Mail : kyuhong.park@kist.re.kr