

차세대 교통기술 발전에 따른 건축 및 도시공간의 대응방안 연구

Architectural and Urban Implications of New Transportation Technology

오성훈 Oh, Sunghoon

성은영 Seong, Eun Young

이종민 Lee, Jong Min

강현미 Kang, Hyun Mi

(a u r

기본연구보고서 2017-12

차세대 교통기술 발전에 따른 도시공간의 대응방안 연구

Architectural and Urban Implications of New Transportation Technology

지은이 오성훈, 성은영, 이종민, 강현미
펴낸곳 건축도시공간연구소
출판등록 제569-3850000251002008000005호
인쇄 2017년 12월 26일, 발행: 2017년 12월 31일
주소 세종특별자치시 절재로 194, 701호
전화 044-417-9600
팩스 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 24,000원, ISBN:979-11-5659-176-4

이 연구보고서의 내용은 건축도시공간연구소의
자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

연구진

연구책임	오성훈 선임연구위원
연구진	성은영 부연구위원 이종민 부연구위원 강현미 부연구위원
외부연구진	김희철 목포대학교 교수 김중효 한국도로교통공단 책임연구원 박병정 명지대학교 교수 이 훈 신한대학교 교수 한상진 한국교통연구원 선임연구위원

연구심의위원	김상호 선임연구위원 서수정 선임연구위원 강인호 한남대학교 교수 손영태 명지대학교 교수 정의경 국토교통부 도시정책과 과장
--------	--

도시에서 이동수단의 변화는 도시공간과 도시조직의 변화를 가져오게 된다. 일부의 귀족이나 군대에서만 말을 이동수단으로 이용하고, 대다수의 사람들이 걸었다녔던 중세 이전의 도시는 대부분 보행의 한계를 기반으로 하여 마을의 경계가 이루어졌고, 지역적으로 마을이 입지하게 되는 공간구조도 하루에 이동할 수 있는 이동의 한계에 따라 획정지어졌다. 공간의 이용은 이동수단의 물리적 속성과 이동능력에 기반하여 결정되었다.

차세대 교통기술이 발전하면서 도시 내 교통체계가 비약적으로 변화되어 왔고, 그 정도는 앞으로 더욱 가중될 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고 건축·도시공간의 발전과 변화에 어떠한 영향을 미칠 것이며, 차세대 교통기술로 인한 공간적인 변화에 건축·도시공간의 이용과 관련되어, 계획·설계·운영 등 여러 가지 측면에서 운용가능한 대응방안이 마련되지 않아 모색해야 할 필요성이 가중되었다.

현시대에 제기되고 있는 모든 차세대 교통기술을 검토하고 그 변화양상을 예측하는 것은 현실적으로 불가능하며, 그에 대한 모든 공간적 변화와 대응방안을 고려하는 것도 불가능한 일일 것이다. 따라서 본 연구에서는 가장 현시점에서 급격하고 구체적인 양상으로 변화발전하고 있는 차세대 교통기술의 변화의 적용시점에 대해 고찰해보고, 그러한 변화에 따른 공간적인 소요의 변화를 추정하며, 그를 위한 정책적 대응방안을 모색하고자 하였다.

본 연구에서 다루고 있는 미래의 범위는 향후 5~10년(근미래)으로 설정하였다. 그 이유는 과학기술이 급속도로 발전하고 있기 때문에 먼 미래까지 예측하기는 어렵다. 일례로 마이크로칩 기술의 발전속도에 대해 고든 무어(Gorden Moore)는 마이크로칩에 저장할 수 있는 데이터의 양이 18개월마다 2배씩 증가될 것이라고 예측(무어의 법칙, Moore's Law)하였고, 2010년 이전까지만 해도 인텔(Intel), IBM의 발표 등에서 이 예측은 적중하였다. 하지만 2010년 이후 모바일 컴퓨팅 시대로 접어들면서 기술의 발전은 무어의 법칙을 넘어서기 시작하였다. 이처럼 과학기술이 급속도로 발전하는 상황에서는 상상할 수도 없는 기술이 미래에는 등장할 수도 있어, 먼 미래를 예측한다는 것은 어려운 실

정이다. 따라서, 본 연구에서는 현재 또는 근미래(5~10년)에 상용화를 앞두고 있거나 이미 상용화 되어 보급을 앞두고 있는 교통기술을 중심으로 건축 및 도시공간에 미칠 영향에 대해 살펴보고자 하였다.

1. 자율주행자동차 전용공간의 확산과 수렴

실제로 자율주행자동차의 안전성, 안정성을 확보하기 위해서 인간이 운전하는 차량과 함께 도시공간을 이용해야하는 초기의 상당기간 동안은 자율주행 자동차를 위한 별도의 차선이 마련될 것으로 보인다. 이러한 차선은 자율주행자동차보다는 인간이 운전하는 영역을 구분하지만 자율주행차가 확대됨에 따라 점차로 그 구분은 사라질 것으로 보인다.

2. 주차공간의 합리적 대체이용

자동차가 줄어들고 자율주행 자동차를 통해 도로를 더 효율적으로 사용할 수 있게 되면서 간선도로나 일반 도로 그 밖의 차고나 주차장 등 전통적인 자동차의 영역들이 색다른 공간으로 바뀔 것이다. 미국에서는 2050년 까지 자동차의 주차를 위해 확보된 공간 중 75%만이 필요하게 될 것이라는 전망이다. 이때 남는 공간은 그랜드캐년의 면적과 동일한 57억 평방미터에 달한다고 한다. 기존의 주차공간은 건축물이나 시설로 진입하는 주차진출입구, 또는 건축물내에 위치한 노외주차장면적, 건축물의 1층에 필로티 형태로 설치된 주차장 등으로 구성된 노외주차장이 있으며, 가로변에 설치된 노상주차장 등이 포함되는데, 이 모든 주차공간이 자율주행자동차의 보급, 확산에 따라 불필요한 주차공간화될 것으로 보이며, 이러한 공간은 주거나, 상업, 공공용도 등으로 활용이 가능할 것으로 보인다.

이러한 변화는 기존의 건축물의 설계나 주차장관련 법령 등의 변화를 가져오는 것은 물론이지만, 기존 도시공간에서 주차로 인해 도시공간의 매력도나 쾌적성, 안전성에 많은 문제를 앓고 있는 상황을 개선할 수 있는 계기가 될 것으로 보인다. 주차장 대체효과는 도시여건에 따라 큰 차이를 보일 것으로 보이지만, 특별한 사유가 없는 한 대부분의 주차장, 특히 도심의 주차장은 전면적으로 사라질 것으로 예상된다.

또한 수요 맞춤형 교통서비스가 확산되면서 도시부 가로에서 노상 주차면수는 더욱 크게 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 이 경우 남는 주차 공간을 어떻게 합리적으로 활용하는 것이 좋은지에 대한 공간적인 대응전략이 필요하다. 노상주차장의 경우에는 특히 주변 토지이용특성에 따라 선형공원 등 공공공간으로 활용되거나, 도로다이얼트 등과 연계하여 매력적이고 안전한 장소들을 도시공간 내에 조성하는데 활용될 수 있을 것이다.

3. 변화되는 공간수요

차량공유제도가 늘어나면서 자율주행자동차가 일반화되기 전까지는 집단적인 공용 주차장에 대한 요구는 유지될 것으로 보인다. 아파트 등 공동주택이라 하더라도 Car2go, 쏘카, 그린카와 같이 회사가 차량을 제공하는 경우 민간사업자가 공동주차장의 일부를 배타적으로 사용할 수 있어야 공유차량 활용이 용이하다. 이런 차원에서 아파트 입주자 대표회의 등에서 차량공유제도 운영을 위한 주차장 운영에 대한 동의가 필요하다. 이런 문제는 기존 단독주택지구에서 더 크다. 워낙 주차공간이 부족해 민간 사업자를 위한 주차공간을 별도로 만들기 어렵기 때문이다. 단독주택지구는 도시개발단계나 도시재생사업에서 공유 주차장 설치를 권장하는 조치가 필요하다. 이런 식의 조치는 상가건물이나 오피스 빌딩에서도 요구된다.

4. 개인이동수단을 위한 주행/보관 공간

공유 자전거가 활성화된다면 도로에서 공유 자전거 주류장에 대한 요구가 커질 수 있다. 혹은 최근 다양한 형식으로 개발되는 개인이동수단(personal mobility)이 first-mile과 last-mile을 위한 공유 교통수단으로 이용된다면 이들을 위한 보관장소가 공공차원에서 마련될 필요도 있다. 또한 자전거 또는 개인이동수단 전용도로의 확충은 자전거뿐만 아니라 개인이동수단의 보급 확산에도 효과가 클 것이다. 현재 확장되고 있는 공공자전거 플랫폼은 공공개인이동수단의 형태로 전환될 것으로 보이며, 자전거의 경우에도 전기자전거화되어 자전거와 개인이동수단간의 차이점이 시간이 감에 따라 적어질 것으로 예상된다.

본 연구에서 수행한 차세대 교통기술에 대한 분석은 자율주행자동차, 개인이동수단, 수요대응형 교통수단이 공간에 어떠한 영향을 줄 것인가를 밝히고자 시행되었다. 자율주행자동차의 확산에 대해서는 우리나라의 경우 2025년부터 자율주행자동차의 판매가 시작되어 시장포화는 2050년 정도에 이를 것으로 예상하였다.

개인이동수단의 경우 2030년까지는 24만대에서 100만대 사이의 규모로 확대될 것으로 분석되었는데, 평균적으로 볼 때, 62만대 수준에 다다를 것으로 보이나, 이에 대한 제도적, 시설적 측면의 정비여부에 크게 영향받을 것으로 보았다. 특히 5km이내 근거리의 차량수단분담률을 개인용 이동수단이 대체할 가능성이 있는데, 2.5km미만의 경우 76%, 2.5~5km의 경우 89%의 수단분담률을 차지할 것으로 예상하였다.

수요대응형 교통수단은 사실 기술적 기반은 이미 상용화의 수준에 와 있으나 법적, 제도적 정비에 크게 좌우될 것으로 보아, 확산시기를 예측하는 것은 어려운 것으로 보았다. 실제로 서구뿐만 아니라 동남아 등에서도 크게 확산, 이용되고 있는 우버 등의 서비스가

국내에 적용되지 못하고 있는 등 기술적인 제약보다 현실적인 제약이 앞서는 것으로 나타나고 있기 때문이다.

본 연구에서 국민 1500인을 대상으로 한 차세대 교통기술에 대한 인식조사결과에 따르면 자율주행자동차에 대해서는 93.7%가 알고 있는 것으로 나타났고, 76.2%는 향후 10년내에 자율주행자동차가 상용화되는 것으로 판단하고 있었다. 자율주행자동차의 이용의사는 44.6%에 달하였고 이용하지 않겠다는 의견은 전체의 7.7%에 불과한 것으로 나타났다. 자율주행차에 대한 거부이유는 48.7%가 사고의 위험이 더 높아질 것 같다는 판단이 가장 많았고, 기술수준에 대한 신뢰가 없어서 등이 뒤를 이었다. 비용 측면에서는 현재 자동차 가격 수준이면 이용하겠다는 의견이 30.9%, 1.5배수준 이하까지가 59.4%로 상당한 비용을 지불할 의향이 있는 것으로 나타났다.

개인이동수단의 경우 이용경험이 있는 경우가 20.4%, 이용경험자들의 82.7%가 여가의 목적으로 이용하고 있었으며 이용사유로는 도보이동거리를 줄여주는 점(50%), 비용이 저렴한 점(30.7%)를 들고 있었다. 개인이동수단의 평균이동시간은 38.9분, 평균이동거리는 11.2km에 달하는 것으로 나타나 예상보다 멀리 이동하는 것으로 나타났다.

수요 대응형 이동수단에 대해서는 경험자수가 38.8%로 나타났는데, 이용자는 월 1, 2회정도 이용하고 있으며, 주로 문화생활(31.8%)과 출퇴근(18.9%)을 위해 이용하였다. 이용시간은 평균 43.8분이었고 이동거리는 편도평균 20.9km로 나타났다. 수용대응형 이동수단을 통해 대중교통을 대체할 경우 이용의사는 89.7%에 달하는 것으로 나타났고, 지불의사는 버스요금 수준 이내(37.5%), 택시요금 수준 이내(42.1%)수준으로 나타났다.

또한 본 연구에서는 자율주행차의 도입으로 인해 발생하는 주차수요의 변화를 분석하여, 향후 발생하게 될 주차면적의 전환가능성을 고찰하였는데, 로그선형모델을 이용하여 주차수요모형을 구축하고 시나리오별로 주차수요의 변화를 추정하고자 하였다. 그 결과 자율주행자동차의 보급률이 5%가 되면 서울을 기준으로 각동에서 각각 1,000~9,472면이 감소하는 것으로 나타났다.

개인이동수단을 위한 주행공간의 시범보급을 위해 서울시 역세권 주변에 1개가로씩 확충소요가 발생했다고 가정하고 이에 따른 사업물량을 추정하는 작업을 진행했는데, 개별 역세권의 검토를 통해 선정한 사업구간은 총 468.625km이고 이에 소요되는 총공사비용은 약 2,387억원에 달하는 것으로 산정하였다. 이러한 산정은 역세권주변의 최종목적지에 개인이동수단을 통해 접근성을 확보한다는 가정하에 이루어졌으며, 제시된 사업구간과 소요예산은 실제 각 역세권을 검토한 결과에 기반하여 추정하기는 하였으나 가설적인 것이며, 그 수치는 정책적 결정에 따라 달라질 수 있는 값이다.

앞서 추산한 수량적 분석결과는 정책적 대상을 한정하는 예비적 숫자들이라 할 수 있지

만 도시공간, 특히 공공공간을 이용, 관리하기 위한 제도적 정비를 선제적으로 이루어지지 않을 경우, 많은 시행착오가 예상된다.

건축과 도시공간의 차원에서 자율주행자동차와 관련해서는 자율주행전용차선의 설치와 운영에 관련한 제도적 정비가 마련되어야 하며, 곧 이어 노외주차장의 설치대수나 물리적 설계기준 등에 대한 변경도 이루어져야 한다. 노상주차장에 대한 규정도 함께 고려되어야 한다. 또한 기존의 가로나 교차로의 설계기준에 대해서도 자율주행차량을 고려한 개선이 이루어질 필요성이 있다.

가로에 대한 설계개선은 자율주행차량 이외에 개인이동수단과도 긴밀한 관련성을 가지게 되는데, 특히 개인이동수단은 공공자전거 시스템과 유사한 체계를 갖추어 나갈 것으로 예상된다. 따라서 개인이동수단을 위한 주행공간, 보관공간이 체계적으로 마련되어야 하며, 이를 위해서는 기존의 가로공간의 계획의 크게 변경될 필요성이 있는 것이다. 가로의 선형과, 폭원, 가로의 공간구조 등에 대한 계획과 설계기준이 변경되어야 할 것으로 보인다.

수요대응형 교통체계는 눈에 띄는 변화는 상대적으로 적을 수 있으나 근원적인 변화는 정류장의 역할이 환승이 주로 일어나는 지점으로 성격이 변화될 것으로 보이며, 이 경우 교통수단의 변경을 위한 시설이 보완될 필요성이 있다. 또한 환승위주의 정류장은 기존의 정류장 등에 비해 공간적이 중심성이 상대적으로 작아질 것으로 보이므로, 기존 가로의 중심지가 가지던 보행자의 밀도, 입지의 중심성 등의 의미가 감소할 것으로 예상된다. 이러한 변화는 정류장의 위치나, 간격, 시설물 등의 변화, 보완이 필요한 측면이 있다는 점을 넘어서서 기존 도심의 공간구조가 근원적으로 변화될 수 있다는 것을 의미한다.

교통기술의 비약적인 발전은 건축과 도시공간의 이용에 대한 여건을 이전과는 다르게 변화시킬 것으로 예상되며, 그 가운데 공간에 대한 특성, 건축적 환경에 대한 고려가 사전에 이루어질 필요성이 있으며, 교통수단이나 교통체계의 도입과정에 있어 그러한 요소들이 충분히 고려되고, 정합성을 가질 수 있도록 공간계획이나, 공간관련 규제에 있어 사전적인 조사, 연구를 수행함으로써, 건축정책 및 도시정책의 근미래에의 대응력을 제고하는 것이 요구된다. 교통수단, 교통체계의 변화와 토지이용, 가로공간, 건축환경은 밀접한 연계를 지니고 있으며, 그러한 연계를 정책적으로 어떻게 다루어야 하며, 어떠한 기준으로 개선하고 규제해야 하는가에 대한 총체적인 시각을 본 연구에서 보여주고자 하였다.

그럼에도 불구하고 교통기술이라는 분야로 인한 건축, 도시공간에 대한 구체적인 함의를 이끌어내는 것은 많은 어려움이 있었으며, 구체적인 사안에 대한 기술적인 이해에 많은 시간이 소요되었다. 따라서 추후 연구를 통해 구체적인 개선방안을 모색할 필요성이 있는데, 특히 미래도시를 위한 가로설계의 개선방안을 분석, 검토하는 연구가 필요하며,

다른 한편으로는 통합적인 미래교통체계에 대한 구상과 제안이 구체적으로 이루어질 필요성이 있다.

교통기술의 발전으로 인해서 일정한 공간의 변화가 발생할 것은 필연적인 상황임에도 불구하고, 차세대 교통기술이 교통체계로 어떻게 조정, 수렴, 통합될 것인지에 대해서는 아무도 명확한 상을 제시하지 못하고 있는 것이 현실이다. 따라서 현단계의 기술력과 개발방향을 바탕으로 우리나라에서 실제로 적용가능한 미래교통체계의 방향과 구상을 명확화하는 것이 시급하다. 그러한 대안적 교통체계에 대한 구상이 이루어지지 않은 상태에서 건축, 도시공간의 변화에 대한 구상은 피상적인 수준을 벗어나기 어려운 한계가 있다. 실제로 다양한 기술적 방안을 통합적으로 수용하는 미래교통체계에 대한 구상이 이루어진다면, 그에 호응할 수 있는 공간적 대응방안이 구체적으로 가능할 것이며, 이 시점에서 예측하고, 추정하고 있는 미래도시공간의 잠재력이 현실속에 구현될 수 있을 것이다.

주제어

자율주행자동차, 개인이동수단, 수요대응형 교통서비스, 공간변화예측

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위	4
3. 선행연구 검토	6

제2장 차세대 교통기술의 현황

1. 차세대 교통기술 발전 여건 진단	9
2. 자율주행자동차	15
1) 자율주행자동차의 개념	15
2) 자율주행자동차의 기술적 발전단계	16
3) 자율주행자동차의 요소기술	19
3. 개인이동수단	23
1) 개인이동수단의 등장배경 및 개념	23
2) 개인형 이동수단의 확산 전망 및 향후과제	26
4. 수요대응형 교통서비스	28
1) 수요대응형 교통서비스의 등장배경 및 개념	28
2) 수요대응형 교통서비스 종류	29
3) 수요대응형 교통서비스의 역할 및 기능	30
4) 외국의 수요대응형 교통서비스 현황 및 변화	31
5) 새로운 변화	34

제3장 차세대 교통기술 확산 전망

1. 분석의 개요	37
2. 자율주행자동차 확산 예측 및 로드맵	39
1) 자율주행자동차의 발전단계	39
2) 자율주행자동차의 단계별 확산에 대한 예측	44
3) 자율주행자동차 기술개발 완료시기의 예측	44
4) 시장확산시기에 대한 예측	49
5) 국내 자율주행자동차 확산시기에 대한 예측	52

3. 개인이동수단 확산 예측 및 로드맵	62
1) 국내외 개인이동수단의 성장추세	62
2) 국내의 개인용이동수단 확산추이	64
4. 수요대응형 교통서비스 확산 예측 및 로드맵	68
1) 수요 대응형 교통서비스 국내 현황	68
2) 수요 대응형 교통 서비스의 발전 로드맵	70
5. 소결	71

제4장 교통수단 이용현황 및 차세대 교통기술 관련 인식 조사

1. 교통수단 이용 현황 및 수요	73
1) 자가 교통수단의 보유 및 이용 현황	73
2) 일상 통행과 여가 통행	77
2. 자율주행자동차에 대한 인식 및 수용 태도	84
1) 자율주행자동차에 대한 인식	84
2) 자율주행자동차에 대한 이용 및 구매 의사	85
3) 자율주행자동차에 대한 구매의사와 지불가치	87
3. 개인이동수단에 대한 이용 현황 및 인식	90
1) 개인이동수단(PDMs) 이용자의 이용 현황 및 만족도	90
2) 개인이동수단 소유자의 이용현황 및 만족도	93
4. 수요대응형 이동수단에 대한 이용 현황 및 인식	94
1) 이용 경험 및 이용 현황	94
2) 수요대응형 이동수단 이용자의 이용 만족도	97
3) 수요대응형 이동수단에 대한 이용 의사와 지불가치	98
5. 소결	101

제5장 차세대 교통기술 발전에 따른 건축 및 도시공간 변화

1. 건축 및 도시공간 변화의 분석 틀	103
2. 자율주행자동차 도입에 따른 공간변화	105
3. 개인이동수단 도입에 따른 공간변화	144
4. 수요기반 교통서비스 도입에 따른 공간변화	163

제6장 결론: 건축도시공간의 대응방안

1. 건축도시공간의 변화양상	173
2. 정책적 함의	183

참고문헌	187
------	-----

부록. 차세대 교통기술의 발전 및 수용에 관한 국민인식조사 설문지	197
--------------------------------------	-----

[표 1-1] 차세대 교통기술 관련 선행 연구	6
[표 2-1] 국가별 자율주행기술 비교	16
[표 2-2] 자율주행기술 수준 정의	17
[표 2-3] 정밀도로지도 구축항목	20
[표 2-4] ADAS 기술의 종류	21
[표 2-5] ADAS 어플리케이션과 전자지도 예시	22
[표 2-6] 개인이동수단의 유형별 특성	24
[표 2-7] 국가별 세그웨이 이용 지정 방식 사례	27
[표 2-8] 노선과 운행시간의 탄력성을 기준으로 한 교통 서비스 분류	29
[표 3-1] 주요 내용구성	38
[표 3-2] 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행기술 발전 5단계	40
[표 3-3] 독일연방도로교통청(BASf)의 자율주행기술 발전 5단계	41
[표 3-4] 자율주행기술 발전단계 비교	43
[표 3-5] 자율주행기술의 시대별 발전과정 예상	44
[표 3-6] 업체별 자율주행자동차 개발현황	45
[표 3-7] EPoSS 보고서의 자율주행기술 로드맵	47
[표 3-8] ERTRAC 보고서의 자율주행기술 로드맵	47
[표 3-9] 차량관련 기술구현 사례	49
[표 3-10] 자율주행차량의 구현과정 예상	50
[표 3-11] 자율주행차량의 기술개발·시장확산 시기	51
[표 3-12] 변속기 종류에 따른 각 나라의 사용 추이 예측	56
[표 3-13] 자율주행자동차 개발 선두업체와 우리나라 업체의 자율주행기술 개발 현황	58
[표 3-14] 자율주행자동차 시장확산 선두국가와 국내 자율주행자동차 시장확산시기 예측	60
[표 3-15] 개인이동수단 해외 판매현황과 장기예측	63
[표 3-16] 개인용이동수단의 시장규모 예상 (2016년, 2017년)	65
[표 3-17] 내 개인용이동수단에 대한 판매와 관련연구 추이	65
[표 3-18] 시나리오에 의한 개인용이동수단의 확산속도 예측	66
[표 3-19] 이동수단별 이동거리에 따른 분담률	67
[표 3-20] 수요 대응형 교통서비스 발전 로드맵	70
[표 4-1] 자가 교통수단별 보유대수	74
[표 3-2] 가구내 자가 교통수단 보유현황	74
[표 4-3] 자가 교통수단별 보유대수 비중	74
[표 4-4] 자동차 소유가구의 주차비용	75
[표 4-5] 자동차 소유가구의 주차장소 현황	76

[표 4-6] 자동차 소유가구의 월 주유 비용	76
[표 4-7] 전체 가구의 월 대중교통 비용	77
[표 4-8] 일상 통행의 목적지	77
[표 4-9] 일상 통행의 목적지 별 이동 수단	78
[표 4-10] 일상 통행의 목적지 위치와 시간거리 비중	78
[표 4-11] 일상 통행의 이동수단별 이동거리 비중	79
[표 4-12] 일상 통행 이동수단별 선택 이유와 만족도	80
[표 4-13] 여가 통행의 목적지	81
[표 4-14] 여가 통행의 목적지 위치와 시간거리 비중	82
[표 4-15] 여가 통행의 목적별 이동거리 비중	82
[표 4-16] 여가 통행의 목적지 별 이동 수단	83
[표 4-17] 여가 통행 이동수단별 선택 이유와 만족도	83
[표 4-18] 자율주행차에 대한 인지 정도	84
[표 4-19] 자율주행차의 기술수준 및 상용화 시기	85
[표 4-20] 자율주행차에 대한 이용 의사	86
[표 4-21] 자율주행차에 대한 이용 거부 이유	86
[표 4-22] 자율주행자동차의 구매 의사	87
[표 4-23] 자율주행자동차 구매 의사자의 지불의사	88
[표 4-24] 자율주행차의 구매 거부 이유	89
[표 4-25] 개인이동수단 이용 경험	90
[표 4-26] 개인이동수단을 이용하지 않는 이유와 개선시 이용 의사	91
[표 4-27] 개인이동수단 이용자의 이용 빈도	92
[표 4-28] 이동목적별 개인이동수단의 이용 사유	92
[표 4-29] 이동목적별 이용 공간	93
[표 4-30] 개인이동수단 종류별 소유 현황 및 이용 만족도	93
[표 4-31] 수요대응형 이동수단의 이용 경험	94
[표 4-32] 수요대응형 이동수단을 이용하지 않는 이유와 개선시 이용 의사	95
[표 4-33] 수요대응형 이동수단 이용자의 이용 빈도	96
[표 4-34] 이동목적별 수요대응형 이동수단의 선택 이유	96
[표 4-35] 이동목적별 수요대응형 이동수단의 이용자 만족도	97
[표 4-36] 수요대응형 이동수단이 대중교통으로 대체시 이용 의사	98
[표 4-37] 수요대응형 이동수단이 대중교통으로 대체시 지불의사	99
[표 4-38] 수요대응형 대중교통시스템 도입시 자동차 소유 의사	99
[표 5-1] 분석 MATRIX	103
[표 5-2] 자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정의 주요 내용	115
[표 5-3] 시범운행 운행구역 지정 공고	115
[표 4-4] 자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정의 주요 내용	116
[표 5-5] 자율주행차량으로 인한 교통계획의 변화	121
[표 5-6] 서울시 주차자료 구성	124
[표 5-7] 서울시 행정동별 주차시설(개소) 상하위 20위	125
[표 5-8] 서울시 행정동별 주차시설(면수) 상하위 20위	126
[표 5-9] 서울시 행정동별 유출입 통행량의 상위 20위	131
[표 5-10] 서울시 행정동별 자동차 수단 이용 유출입 통행량의 상위 20위	131

[표 5-11] 주요변수의 기술통계량	135
[표 5-12] 주차면수에 미치는 영향요인 log-lin model 분석결과	136
[표 5-13] 자율주행차 보급률에 따른 주차수요 감소추정 결과(순위별)	138
[표 5-14] 자율주행차 보급률에 따른 주차수요 감소 추정 결과(서울시)	138
[표 5-15] 국내외 자율주행자동차 시장 전망	141
[표 5-16] 자율주행차의 기술수준에 따른 상용화 시기	142
[표 5-17] 자동차 등록 대수 현황 (2016)	142
[표 5-18] 자동차 산업 동향	142
[표 5-19] 구매의사에 따른 자율주행차 도입시 내수 매출 증가 추정 금액	143
[표 5-20] 자동차업체별 내수 매출액(2016년)	143
[표 5-21] 개인용이동수단의 통행방법에 대한 해외사례 요약	146
[표 5-22] 기존 중심지체계별 역세권 현황 목록	156
[표 5-23] 개인이동수단 도로 설치 소요 파악을 위한 대상 역세권 및 도로 현황	157
[표 5-24] 개인이동수단을 위한 도로 설치 비용	161
[표 5-25] 수요기반 버스의 차별점	167

[그림 1-1] 연구 흐름도	5
[그림 2-1] ITS 시스템 운영 예시	10
[그림 2-2] 고령자 인구 비중 예측	11
[그림 2-3] 친환경 교통시스템 노면전차(트램)	13
[그림 2-4] 친환경 교통수단 전기자동차	14
[그림 2-5] 자율주행자동차의 개념	15
[그림 2-6] 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행기술 단계별 정의	18
[그림 2-7] 자율주행을 위한 도로정밀지도 제작	20
[그림 2-8] 개인이동수단의 분류체계 예시	24
[그림 2-9] PMD 수요증가 그래프	26
[그림 2-10] 대중교통수단과 개인교통수단의 구분	28
[그림 3-1] EPoSS와 ERTRAC의 기술개발 로드맵	48
[그림 3-2] 개략적인 사업추진 로드맵	53
[그림 3-3] 국가전략프로젝트 추진로드맵 계획	54
[그림 3-4] 국내 국가차원의 자율주행자동차 기술 개발 로드맵	55
[그림 3-5] 2016년 현대자동차의 변속기 종류별 차량 판매 비율	57
[그림 3-6] 자율주행자동차 개발 선두업체와 우리나라 업체의 자율주행기술 개발 로드맵	59
[그림 3-7] 자율주행자동차 시장확산 선두국가와 우리나라의 자율주행자동차 시장확산시기 예측	61
[그림 3-8] 우리나라와 해외의 전기자동차 시장 규모	62
[그림 3-9] 해외의 개인용이동수단 시장확산에 대한 예측	63
[그림 3-10] 개인용이동수단의 판매 현황 및 사고 발생 추이	64
[그림 3-11] 시나리오에 의한 개인용이동수단의 확산속도 예측	67
[그림 4-1] 자가 교통수단 보유비율 및 보유대수	75
[그림 4-2] 이동수단 선택 이유	80
[그림 4-3] 여가통행의 목적별 평균 이동 시간 및 거리	81
[그림 4-4] 여가통행 시 이동수단 선택 이유	83
[그림 4-5] 자율주행자동차의 상용화 시기	85
[그림 4-6] 기술수준별 자율주행자동차 이용 의향	86
[그림 4-7] 자율주행자동차 이용 거부 이유	87
[그림 4-8] 자율주행자동차 기술수준별 자율주행자동차 구매 의향	88
[그림 4-9] 자율주행차 구매가 꺼려지는 이유	89
[그림 4-10] 개인이동수단 이용 경험 및 미이용 이유	90
[그림 4-11] 개인이동수단에 대한 제약조건 개선 시 사용 의향	91
[그림 4-12] 개인이동수단의 이용 목적별 이동시간	92
[그림 4-13] 소유한 개인이동수단에 대한 만족도	93

[그림 4-14] 수요대응형 이동수단 이용경험 및 미이용 사유	94
[그림 4-15] 수요대응형 이동수단에 대한 제약조건 개선시 이용 의사	95
[그림 4-16] 수요대응형 이동수단의 이용목적별 이동시간	96
[그림 4-17] 수요대응형 이동수단에 대한 세부항목별 만족도	97
[그림 4-18] 수요대응형 대중교통시스템 도입 시 이용 의사 및 지불의사금액	99
[그림 5-1] 미국 샌프란시스코 19번 스트리트의 미래 상상도	106
[그림 5-2] 미국·독일·일본과 우리나라의 자율주행기술관련 제도적 개정사항	117
[그림 5-3] 서울시 주차시설(면수)의 분포 (2016년)	127
[그림 5-4] 서울시 주차시설(개소)의 분포 (2016년)	127
[그림 5-5] 서울시 행정동별 주차면수(logscale)의 분포 (2016년 기준)	128
[그림 5-6] 서울시 행정동별 주차개소(logscale)의 분포 (2016년 기준)	128
[그림 5-7] 주차시설(면수)의 히스토그램	129
[그림 5-8] 주차시설(면수) 로그스케일의 히스토그램	129
[그림 5-9] 서울시 유입통행량의 분포	132
[그림 5-10] 서울시 유입통행량(log)의 분포	132
[그림 5-11] 서울시 유출통행량의 분포	132
[그림 5-12] 서울시 유출통행량(log)의 분포	132
[그림 5-13] 서울시 유입통행량 (행정동, 2015년)	132
[그림 5-14] 서울시 자동차 유입통행량 (행정동, 2015년)	133
[그림 5-15] 서울시 유출통행량 (행정동, 2015년)	133
[그림 5-16] 서울시 자동차 유출통행량 (행정동, 2015년)	134
[그림 5-17] 주요변수간 위계적 군집방법에 의한 상관관계 분석결과	135
[그림 5-18] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 5% 가정)	139
[그림 5-19] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 10% 가정)	139
[그림 5-20] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 15% 가정)	140
[그림 5-21] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 20% 가정)	140
[그림 5-22] Modal Comparison	150
[그림 5-23] 자동차 속도에 따른 상해정도 차이	151
[그림 5-24] 보행도시 파리 조성사업 추진 후 파리지 가로의 변화	152
[그림 5-25] 파리 도로의 37%가 slow zone	153
[그림 5-26] 서울시 도시철도 역세권(2차 역세권) 용도지역 현황도	155
[그림 5-27] 중심지체계별 역세권 토지이용 현황 비율	157
[그림 5-28] 건대입구역 대상 가로	159
[그림 5-29] 동묘앞역 대상 가로	160
[그림 5-30] 개인이동수단 도로 조성을 위한 도로의 조성 전 및 조성 후 단면도	161
[그림 5-31] MASS 사례	164
[그림 6-1] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(자율주행차)	179
[그림 6-2] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(주차장)	180
[그림 6-3] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(PMV)	181
[그림 6-4] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(종합)	182

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 필요성
 2. 연구의 목적
 3. 선행연구 검토
-

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경 및 필요성

□ 차세대 교통기술의 비약적인 발전

세계경제포럼(WEF) 회장 클라우스 슈밥은 ‘제4차 산업혁명’시대를 선언하였다. 인공지능과 로봇, 빅데이터와 클라우드, 3D 프린터, 나노, 바이오기술의 발전이 바로 제4차 산업혁명을 이끄는 주역이다. 교통분야에서도 제4차 산업혁명의 발전에 발맞추어 비약적인 발전을 이루고 있다.

우선 차세대 교통기술이 비약적으로 확대·발전하였다. 이러한 변화에는 초고속철이나 전기자동차, 무인자동차, 전기자전거, 개인용이동수단 등 다양한 교통수단의 변화뿐만 아니라, 교통관리체계, 교통수요추정, 자동차 공유, 공공자전거 및 공공자동차, 스마트 주차 등등 교통체계 자체의 변화도 포함되어 있다.

특히 다양한 교통관련 스타트업의 등장 및 공공부문 빅데이터의 활용증대 등 전반적인 여건은 차세대 교통기술의 활성화를 가속하고 있는 상황이며, 그 변화의 폭은 더 커질 것으로 전망되고 있다.

□ 기존 교통체계의 혁명적인 변화가 진행

최근에 자율주행자동차에 대한 뉴스가 많이 등장하고 있지만, 자율주행자동차는 1949년 뉴욕세계박람회에서 처음 등장하였고, 지금으로부터 약 40년 전인 1977년에 일본에서 도로의 특정표식을 따라 움직이는 자동차가 개발되면서 자율주행자동차의 실체가 등장하기 시작했다. 그러나 2000년대에 들어서도 자율주행자동차는 여전히 실험단계에 있으며, 먼 미래에서나 가능할 것으로 여겨졌다.

2000년대 이후, 빅데이터, 인공지능 등 과학기술이 비약적인 발전을 보이면서 먼 미래의 모습이 손에 닿을 것처럼, 아니 이미 손에 닿기 시작하였다. 2012년도에 세계 IT업계의 선두주자인 구글에서 자율주행자동차 도로주행 시험을 성공시켰으며, 우버에서도 2016년도에 자율주행자동차 시험을 성공하는 등 IT업체와 자동차 제조업체에서는 불과 3년 후인 2020년에 상용화를 목표로 개발에 힘을 쓰고 있다.

교통기술의 발전은 교통체계를 변화시키고 있다. 기존의 교통수단이 고도화되고, 존재하지 않던 교통수단이 생겨나고 있다. 운전자의 개입 없이 운행이 가능한 자동차, 교통체증을 겪지 않아도 되는 개인비행체, 미래사회의 모습을 그린 영화에서나 볼 수 있었던 교통수단들이 이제는 현실세계에서 뉴스로 쉽지 않게 접할 수 있다. 이러한 교통기술 발전에 따라 등장하는 교통수단이 상용화 및 보급확산되면, 하나의 교통체계로서 위상을 갖게 된다.

하나의 새로운 교통체계가 등장함으로써 기존 교통체계의 수요가 새로운 교통체계로 어느 정도 또는 전부가 이동될 수 있다. 또한 새로운 교통체계를 위한 기반시설 조성이 필수적이다. 기반시설을 새롭게 조성하거나 기존 시설을 활용하는 등 기반시설이 변화됨에 따라 건축물과의 관계 또한 새롭게 정립될 것으로 판단된다.

□ 건축 및 도시차원의 대응 필요

도시에서 이동수단의 변화는 도시공간과 도시조직의 변화를 가져오게 된다. 일부의 귀족이나 군대에서만 말을 이동수단으로 이용하고, 대다수의 사람들이 걸었다녔던 중세 이전의 도시는 대부분 보행의 한계를 기반으로 하여 마을의 경계가 이루어졌고, 지역적으로 마을이 입지하게 되는 공간구조도 하루에 이동할 수 있는 이동의 한계에 따라 확정지어졌다. 공간의 이용은 이동수단의 물리적 속성과 이동능력에 기반하여 결정되었다고 볼 수 있다.

산업혁명 이후 증기기관과 내연기관이 등장하면서 도시의 외연이 엄청나게 확장되는 한편, 도시공간내의 교통수단을 위한 가로의 규격이나 속도도 크게 달라진 것을 알 수 있다. 이전의 보행속도와는 완전히 다른 자동차의 물결이 도시를 채우게 되면서 이전시대와는 다른 공간구성이 이루어지게 된 것이다. 이처럼 교통수단의 변화는 도시의 공간

적인 범위뿐만 아니라, 도시공간의 질적인 측면에도 큰 영향을 주어왔음을 고려할 때, 차세대 교통기술 발전이 현재의 도시공간의 변화를 가져올 것으로 보는 것이 당연할 것이다.

차세대 교통기술이 발전하면서 도시 내 교통체계가 비약적으로 변화되어 왔고, 그 정도는 앞으로 더욱 가중될 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고 건축·도시공간의 발전과 변화에 어떠한 영향을 미칠 것이며, 차세대 교통기술로 인한 공간적인 변화에 건축·도시공간의 이용과 관련되어, 계획·설계·운영 등 여러 가지 측면에서 운용가능한 대응방안이 마련되지 않아 모색해야 할 필요성이 가중되었다.

특히 대중교통체계·승용차·물류체계·신호체계 등이 광범위하게 변화하면서 도시공간 구조의 변화뿐만 아니라, 개별 가로의 설계, 개별 건축물의 입면이나 평면, 주차장의 계획과 설계, 이러한 공간적 요소들에 대한 규제 등이 전반적으로 재고될 필요성이 있다고 판단된다. 이러한 선제적 검토를 통해 교통수단이나 교통체계에 대한 피드백을 줌으로써, 차세대 교통기술의 적용과정에서 건축적 질과 도시공간의 활력을 저해하지 않으면서, 그 효율성을 담보할 수 있는 방안이 마련될 필요가 있다.

2) 연구의 목적

앞서 살펴보았듯이 차세대 교통기술의 발전은 필연적으로 건축 및 도시공간에 영향을 미치게 된다. 교통기술 및 교통수단 자체에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있는 반면 건축 및 도시공간에 미칠 영향력에 대한 논의는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 차세대 교통기술의 발전과 새로운 교통수단의 등장으로 근미래에 전개될 건축 및 도시공간의 변화를 예측하여 건축 및 도시분야의 대응방안을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

이를 위해, 차세대 교통기술의 현황과 근미래 교통수단 및 교통체계의 변화추이와 건축 및 도시공간에 미칠 영향력을 예측하고자 하였다.

현시대에 제기되고 있는 모든 차세대 교통기술을 검토하고 그 변화양상을 예측하는 것은 현실적으로 불가능하며, 그에 대한 모든 공간적 변화와 대응방안을 고려하는 것도 불가능한 일일 것이다. 따라서 본 연구에서는 가장 현시점에서 급격하고 구체적인 양상으로 변화발전하고 있는 차세대 교통기술의 변화의 적용시점에 대해 고찰해보고, 그러한 변화에 따른 공간적인 소요의 변화를 추정하며, 그를 위한 정책적 대응방안을 모색하고자 한다.

2. 연구의 범위

1) 연구의 범위

① 시간적 범위

본 연구에서 다루고 있는 미래의 범위는 향후 5~10년(근미래)으로 설정하였다. 그 이유는 과학기술이 급속도로 발전하고 있기 때문에 먼 미래까지 예측하기는 어렵다. 일례로 마이크로칩 기술의 발전속도에 대해 고든 무어(Gorden Moore)는 마이크로칩에 저장할 수 있는 데이터의 양이 18개월마다 2배씩 증가될 것이라고 예측(무어의 법칙, Moore's Law)하였고, 2010년 이전까지만 해도 인텔(Intel), IBM의 발표 등에서 이 예측은 적중하였다. 하지만 2010년 이후 모바일 컴퓨팅 시대로 접어들면서 기술의 발전은 무어의 법칙을 넘어서기 시작하였다. 이처럼 과학기술이 급속도로 발전하는 현 시대에서 상상조차 할 수 없는 기술이 미래에는 등장할 수도 있어, 먼 미래를 예측한다는 것은 어려운 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 현재 또는 근미래(5~10년)에 상용화를 앞두고 있거나 이미 상용화 되어 보급을 앞두고 있는 교통기술을 중심으로 건축 및 도시공간에 미칠 영향에 대해 살펴보려고 하였다.

② 내용적 범위

□ 차세대 교통기술의 현황과 근미래 교통수단, 교통체계의 변화 추이 예측

본 연구에서는 차세대 교통기술로 인해 변화하게 될 교통수단, 교통체계에 대한 합리적 예측을 통해 건축 및 도시공간에 미칠 요소들을 중심으로 예측결과를 분석하고자 하였다.

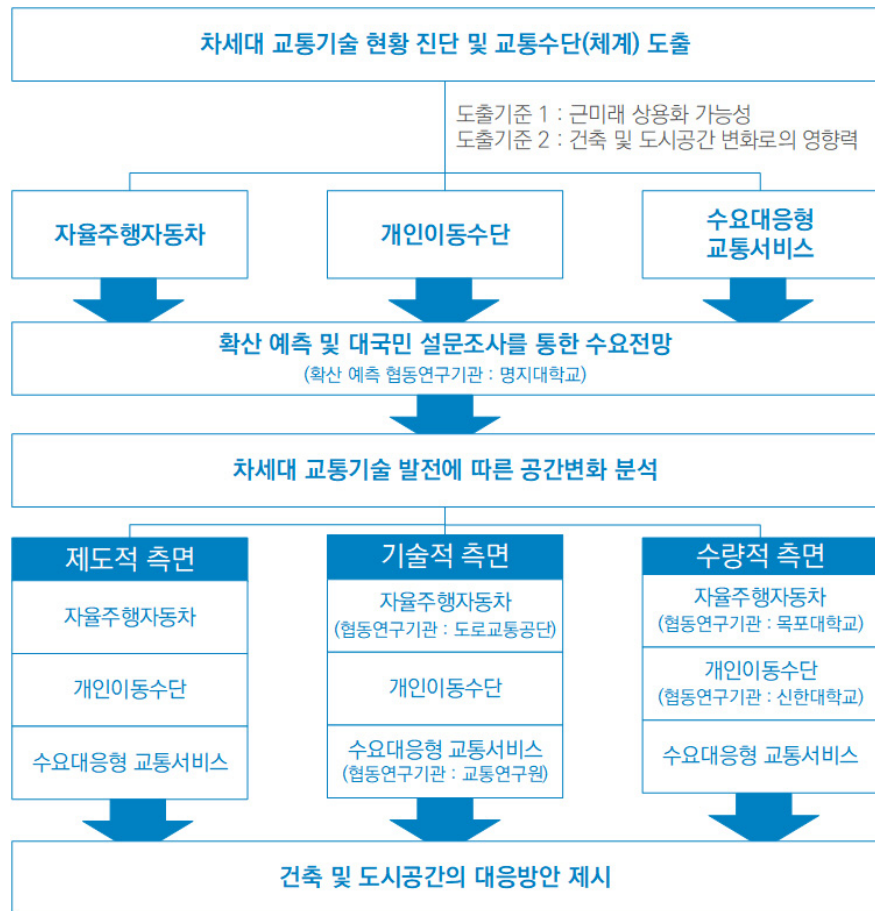
□ 건축 및 도시공간과 관련성이 큰 교통기술 항목의 선정 및 향후변화 예측

본 연구는 근미래에 전개될 차세대 교통수단 및 교통체계의 변화에 따른 건축·도시공간의 대응방안을 고찰하는 것으로, 전반적인 교통기술의 발전상을 예측하기보다는 건축, 도시공간 영역에 큰 영향을 미칠 수 있는 항목을 선정하고자 하였다. 이를 위해 기존의 교통기술 발전 로드맵 등을 검토하면서 건축, 도시공간 영역에의 함의가 큰 분야를 도출하고, 그 분야의 향후 변화 및 발전상에 대한 예측을 시행하였다.

□ 차세대 교통기술이 건축·도시분야에 미칠 영향력 예측 및 정책방향 설정

도출된 유관 교통기술 분야의 발전상 예측결과를 토대로 차세대 교통기술이 국내 건축·도시분야에 미칠 영향력을 추정하고, 그에 기초하여 건축·도시분야의 대응방안을 제시하고자 하였다. 건축 및 도시공간의 측면에서 교통기술의 적용과정에서 고려되어야 할 측면에 대한 환류요소를 검토하였다.

2) 연구의 흐름



[그림 1-1] 연구 흐름도

3. 선행연구 검토

1) 선행연구 현황

교통기술의 발전에 따른 미래의 교통수단과 교통운영체계를 제시하고 이의 통합적 접근을 고려한 연구로는 Salon et al.(1999)의 연구와 Smart(2005)의 연구를 검토하였다. Salon et al.(1999)의 연구에서는 미래의 대안적 교통수단 또는 운영체제로 Smart Pratransit, Carsharing, New Small Personal Vehicles, 그리고 ICTs기술의 활용에 다른 통행의 대체 또는 보완효과와 이의 통합적 접근방안에 대한 논의를 제시하고 있다. Smart(2005)는 2030~2060년을 예측하면서, 지능형 통합교통체계를 지하고속도로를 중심으로 제시하였다.

Mass & La(2007)의 연구는 교통기술의 발달과 도시구조, 도시형태와의 연계에 대한 분석을 항공자동차의 도입이라는 측면에서 검증하였다.

[표 1-1] 차세대 교통기술 관련 선행 연구

구분	연구목적	연구방법	주요연구내용
1	- 연구명: New Mobility, Using Technology and Partnerships to Creat More Efficient, Equitable, and Environmentally Sound Transportation - 연구자(년도): Salon et al.(1999) - 연구목적: 현재 적용가능한 새로운 교통수단 및 교통체계를 지속가능성 측면에서 검토	- 새로운 교통수단의 비용 및 편의성에 대한 분석 - 적용가능한 대안에 대한 검토, 분석	- 새로운 이동수단 및 교통체계의 경제적 효율성 - 현재 교통기술의 지속가능성 제고를 위한 적용가능한 교통수단 및 기술검토 - 대안적인 접근방안 및 기술의 상승효과를 고려
2	- 과제명: Skycar City - 연구자(년도): Winy Mass Ad Grace La(2007) - 연구목적: 교통기술의 발달에 따른 항공자동차 기술의 진전에 대비한 초고층 압축도시 개발모형 및 기능제시	- 교통수단의 획기적 변화가능성 검토 - 도시에 적용할 수 있는 대안적 프로그램의 가능성 분석	- 지상의 교통혼잡 및 가용토자원의 활용도의 측면에서의 문제점 분석 - 미래형 항공자동차에 대한 유형별 분석 - 인구 500만의 도시공간구조의 변경에 대한 검토
3	- 과제명: Underground Automated Highways - 연구자(년도): John Smart (2005) - 연구목적: 컴팩트 시티의 교통에 대한 장기간의 미래예측, 특히 지능형 통합교통에 대한 검토	- 현재의 기술적 대안에 대한 분석 - 중장기 전망에 대한 예측 및 분석 - 대안의 제시 및 검토	- 고밀도시에서의 도시교통여건에 대한 검토 - 미래의 지능형 통합교통에 대한 가능성 및 수요검토 - 지능형 통합교통망의 주요쟁점 및 문제점에 대한 고찰
4	- 과제명: 압축도시 중심의 미래도시 개발전략과 기본구상 - 연구자(년도): 성현근 외 - 연구목적: 녹색교통중심의 미래도시개발전략을 수립하여 지속가능한 발전을 도모하고자 함	- 압축도시관련 이론 및 여건 전망 - 미래교통수단과 기술에 대한 조사, 분석 - 미래 압축도시 개념과 제도에 대한 분석	- 미래 압축도시개념과 개발여건 전망제시 - 미래 교통기술의 발전과 적용가능성에 대한 검토 - 압축도시 개발을 위한 제도개선 방안 제시

2) 본 연구의 차별성

본 연구는 근미래에 전개될 차세대 교통수단 및 교통체계의 변화에 따른 건축·도시공간의 대응방안을 고찰하는 것으로, 도시공간의 미래를 예측하고 정책방향을 제안하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 미래학에서 이용되는 연구방법론을 이용하여 차세대 교통수단 및 교통체계의 변화 중 건축·도시공간분야에 미칠 영향력이 큰 부분을 중심으로 변화를 예측한다는 데 있어 차별성이 있으며, 특히 건축과 도시 공간의 미래에 대한 공간적 측면의 변화를 탐구하고, 대응방안을 모색하는 데에 연구의 차별성을 갖고 있다.

제2장 차세대 교통기술의 현황

- 1. 차세대 교통기술 발전 여건 진단
 - 2. 자율주행자동차
 - 3. 개인이동수단
 - 4. 수요대응형 교통서비스
-

1. 차세대 교통기술 발전 여건 진단

□ 진화하는 자동차, 변화하는 도로 시스템

지속적 경제발전에 따른 급격한 교통량 증가는 만성적인 교통혼잡과 물류비 부담의 가중을 초래하였고 막대한 비용이 소요되는 교통시설 공급(도로건설 및 확장 등)이라는 기존 대안만으로 교통문제를 해결하는데 한계를 갖게 되었다. 이와 더불어 교통안전시설 부족과 사고관리체계 미비 및 운전 부주의로 인한 교통사고 비용이 급증함에 따라 첨단 기술을 활용한 교통안전체계 구축의 필요성이 대두되면서 새로운 해결방안으로서 “지능형 교통체계(Intelligent Transport Systems, ITS)가 등장하였다. 지능형 교통체계 ITS는 자동차, 도로 등 교통요소의 운영 효율을 극대화하고자 전자·통신·제어 등 첨단 기술을 접목시켜 실시간 교통정보를 수집·관리·제공함으로써 신속하고 안전한 교통환경 확보 및 효율적 교통관리를 가능케 하는 차세대 교통시스템을 말한다. 즉, 지능형 교통체계는 21세기형 교통체계로서 교통이용자의 편의와 교통안전을 제고하고 에너지 절감 등 환경 친화적 교통체계 구현을 그 목적으로 한다. 이처럼 최근에는 지능형 교통시스템에 대한 관심도 높아지고 있다. ITS는 첨단기술을 적용하여 교통의 안전성, 편리성, 그리고 교통체계의 효율성을 증진시키기 위해 개발되었다. 버스도착 알림정보, 무인 주정차 단속 등 현재 우리 생활 속에서도 ITS를 만날 수 있다. 앞으로 지금과 같은 기술력 기반으로 새로운 미래의 변화를 도모할 수 있고 미래의 교통환경은 지금과는 판이하게 다른 모습일 것이다.



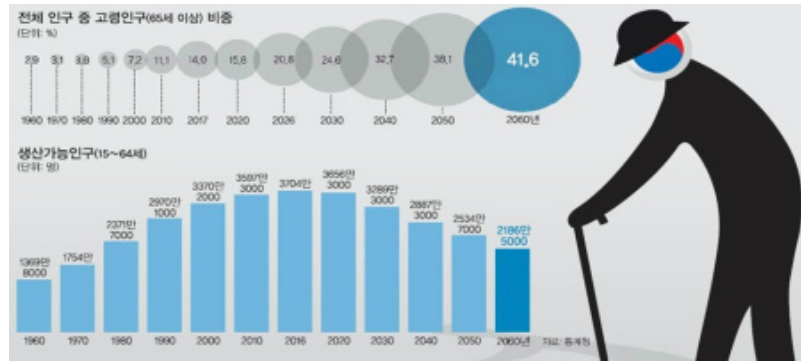
[그림 2-1] ITS 시스템 운영 예시

(출처 : 인천복지방송(2014.02.17.), '인천시, 첨단교통관리시스템(ATMS) 확충')

□ 교통약자를 위한 교통수단 보급

통계청(2015년)의 자료에 따르면, 고령인구(65세 이상)의 비율이 2000년도에 7.2%에 불과하지만, 2020년에는 15.8%, 2040년에는 32.7%, 2060년에는 41.6%로 급격히 증가될 것으로 전망되고 있다. 유정복 외 4인의 연구¹⁾에 따르면, 고령화가 가속화되면서 고령자, 장애인 등 교통약자에 대한 교통편의 제공이 새로운 과제로 대두될 것으로 보인다. 교통약자에 대한 교통편의 제공은 기존 교통체계에 대한 획기적인 개선이 필요하다. 앞으로 교통약자의 이동성을 극대화할 수 있도록 무게가 가벼우면서도 강도가 크고 크기가 작은 무인 자율운전 자동차 등이 필요할 것으로 예상되며, 소형 교통수단은 근거리 개인이동 교통수단 및 시스템으로 활용할 수 있을 것으로 전망된다. 소형 교통수단은 장거리 이동 시에는 고속간선 교통수단에 탑재되어 이동할 수 있도록 개발될 것이다. 또한 환승센터 및 고밀도 대형 건축물 내에서 자유롭게 이동할 수 있도록 회전반경이 작은 저속 개인이동 교통수단 및 시스템으로도 활용이 가능할 것으로 보인다.

1) 유정복 외 4인(2014), 「국가 도로교통 정책 구상 및 실행방안」, 한국교통연구원, p 93.



[그림 2-2] 고령자 인구 비중 예측

(출처: 세계일보(2015.02.16.), '2020년 베이비부머도 노년- 고령화 시계 가속도', 자료: 통계청)

□ 삶의 질 증시 및 여가활동 증대

고령화와 핵가족화, 1인 가구 증가 등 인구구조 변화에 따라 4~5인승 교통수단에서 소형(1~2인승) 교통수단으로 변화되는 등 교통수단의 소형화가 이루어질 것으로 판단된다. 더 나아가 개인 항공 교통수단이 기존 자동차를 대체하는 등 교통수단의 혁신적 변화가 이루어 질 것으로 판단된다. 현재 미국에서는 개인용 항공기²⁾가 개발되어 현재 인증 추진 중에 있으며, 이에 대한 기술개발과 보급은 확대될 전망이다. 이러한 개인 중심 교통수단의 혁신은 향후 근로시간의 축소 등에 따라 여가활동이 증가될 것으로 전망되어 더욱 가속화 될 것으로 기대된다.

□ 도시로의 인구 집중 및 도시화 진행

2010년 인구주택총조사 결과에³⁾ 따르면, 수도권에 국민의 절반 가까이(49%) 거주하고 있어 수도권 인구 집중현상이 나타나고 있으며, 이러한 현상은 점차 확대될 것으로 전망되고 있다. 또한 도시화 지속에 따라 도시 내 이동수요는 증가될 것으로 전망되며, 도로교통공단 자료에 의하면 2014년 기준 도로교통사고로 인한 사회적 비용은 약 26조 5천억원 이상으로 추정된다⁴⁾. 현대사회에서 교통량이 증가되고 있음을 고려할 때 교통사고에 따른 사회적 비용은 증가될 우려가 있으며 교통 안전대책 마련 등을 통해 이러한 사회적 비용은 최소화 되어야 할 것이다.

한편, 도시화가 지속적으로 진행됨에 따라, 공간 활용의 효율성을 높이기 위해 메가시티

2) Terrafugia사에서 "Transition"이라 불리는 접이식 개인 항공 승용차를 개발하여 지상 및 항공 인증 추진 중에 있음

3) 통계청(2011.05.30.), '2010 인구주택총조사 전수집계 결과 (인구부문)', 통계청 보도자료.

4) 도로교통공단(2016.2.19.), '2014년 도로교통사고로 인한 사회적 비용 26조 5천억원 발생', 도로교통공단 브리핑.

가 조성될 것으로 전망된다. 도시가 메가시티로 전환되는 것은 도시 내 대규모·초고층 건축물이 조성되고 이에 따른 이동수단의 변화가 있을 것으로 판단된다. 도심 근거리 이동 및 건축물 내 대규모 공간에서의 이동을 위해 개인용 이동수단이 보급·확산될 것으로 전망된다. 또한 대형도시 및 지역 간 이동을 위한 첨단 기술이 적용된 교통수단이 필요할 것으로 전망된다. 즉, 도시내 교통수단은 소형화 되고, 도시간 고속교통수단과의 연계가 될 수 있도록 단거리 및 장거리 이동이 용이하도록 개발될 것으로 판단된다.

□ 융복합 기술 발전에 따른 교통시스템의 변화

과학기술의 발전 및 빅데이터 기반 기술 발전에 따라 다분야의 지식이 융복합된 기술이 주도할 것으로 전망된다. 특히 이러한 융복합 기술은 산업 전분야에서 보여지고 있는 자동화 및 지능화의 과정이 특징적이다. ITS(Intelligent Transport System), 자율주행 자동차, 스마트 주택 등 국토교통 분야에서도 이러한 자동화 및 지능화가 이루어지고 있다.

이러한 자동화 및 지능화에 따라 구축된 첨단 정보시스템으로 도시는 최적화되어 관리될 것이며, 시민들을 더욱 안전하고 효율적으로 생활하게 할 것으로 보인다. 계속해서 혁신을 이어가고 있는 ICT기술과 클라우드 컴퓨팅의 시대가 도래하면서, IT서비스 산업의 발전 속도에 박차가 가해질 것으로 전망되며 그 산업 구조 또한 재편될 것으로 판단된다. 이러한 기술 융합은 국토교통 분야에도 적용되어 도시관리가 체계적이며 효율적으로 이루어질 것이다. 이를 통해 각종 생활정보가 손쉽게 제공됨에 따라 도시민의 삶의 편의성 등 삶의 질을 향상시키는 기술이 크게 발전할 것으로 전망된다.

교통부문에서는 ICT 기술의 발전에 따라 다양한 교통수단들이 통합적으로 운영될 수 있도록 그 운영체계가 구축되고 최적화 될 것으로 판단된다. 즉 개인교통수단, 도시 내 교통수단, 광역교통수단 등 다양한 교통수단들에 대한 연계 및 환승 편의 증진, 교통사고의 실시간 예측 및 대응이 가능해질 것으로 전망된다.

지능형 교통시스템인 ITS는 목적지까지의 소요시간, 우회경로, 교통사고정보 등 교통상황을 실시간으로 제공함으로써 교통 서비스 발전에 기여할 것으로 판단된다. 유럽의 SARTRE Project⁵⁾, 미국의 PATH 프로젝트⁶⁾ 등에서는 군집주행 기술을 시연하는 등 새로이 도로를 건설하기 보다는 지능형 교통 시스템을 도입하여 기존 도로의 교통용량을 증가시키고 있다. 이러한 군집주행 기술은 차량 간 간격이 좁은 상태에서 주행이 가능하므로 공기저항이 적어 약 20%의 에너지가 절약될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 현재 국내를 포함한 전 세계 자동차 회사에서는 액티브 크루즈 컨트롤 시스템이 상용화 되

5) 시속 90km로 달리는 트럭 뒤를 세 대의 자동차가 6m 간격으로 군집주행을 시연한 프로젝트

6) 자동운전 도로시스템으로 차량간격을 줄여 군집주행을 시연하고, 연료와 공기저항을 줄일 수 있음을 실증한 프로젝트

어 있다. 이러한 자율주행 기반의 자동차는 다양한 교통상황에 대응함으로써 교통체증이 감소될 것으로 기대되며, 교통표지판 등의 도로 시설물의 설치·유지관리비용을 절감시키고 도로를 중심으로 한 경관도 향상될 것으로 판단된다.

앞서 언급하였듯이, 융복합 기술이 발전하고 있어 ITS의 발전 또한 급속도로 발전할 것으로 판단된다. ITS는 차량간, 차량과 도로간 정보를 공유함으로써 교통안전과 도로의 효율성이 향상되는 C-ITS(Cooperative ITS)로 발전될 것으로 기대되고 있다.

□ 친환경 교통시스템 활성화

위에서 언급한 첨단기술과 함께 친환경 교통체계로의 전환도 이루어질 것으로 전망된다. 환경오염을 유발하는 에너지 사용이 없는 보행 및 자전거와 같은 이동수단과 대중교통 중심의 교통수단들이 개발·보급됨에 따라, 현재 주요 도시들이 직면하고 있는 열섬효과, 대기오염 등 환경문제들이 일정 부분 개선 될 것으로 기대되고 있다. 온실가스 배출량 50% 감축을 위해 친환경적인 에너지원의 개발과 보급이 활성화 될 것으로 판단된다.



[그림 2-3] 친환경 교통시스템 노면전차(트램)

(출처 : <http://www.funrussian.com/2013/01/03/russian-prepositional-case/>, 2017.06.02. 검색)

IEA의 Blue Map Scenario⁷⁾에서는 향후 40년까지 온실가스 배출량 50% 감축을 위하여 친환경적인 에너지원으로서 신재생 에너지의 역할을 강조하고 있다. 주요 선진국에서는 교토의정서에 따라 온실가스 감축을 위해 친환경적 에너지원 개발 및 보급을 위한 정책지원을 확대해 나갈 예정이다. 유럽을 중심으로 CO₂발생량에 따라 세금을 부과하는 탄소세를 도입하여 자동차의 연비와 CO₂ 배출량을 기준으로 자동차에 대한 세제를 개선하고 있다. 이와 같이 자동차의 CO₂ 발생량에 따른 세금이 부과되고 있어, 전기차, 수소연료 전지차 등 친환경적 에너지원을 사용하는 자동차가 개발되고 있다.



[그림 2-4] 친환경 교통수단 전기자동차

(출처 : <http://www.sjsu.edu/people/mohamed.badawy/research/electric-vehicles/electric-vehicles-charging-systems/>, 2017.06.12. 검색)

7) IEA(2010), 「Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050」, IEA Publications.

2. 자율주행자동차

1) 자율주행자동차의 개념

자율주행 자동차(Autonomous Vehicle)란 자동차 스스로 주변 환경을 인식하여 위험을 판단하고 주행경로를 계획하는 등 운전자 주행조작을 최소화하며 스스로 안전주행이 가능한 자동차를 말한다.⁸⁾

자율주행 자동차를 지칭하는 Autonomous Vehicle이나 자동화 차량을 지칭하는 Automated Vehicle은 교통을 목적으로 하는데 반하여 무인차량을 지칭하는 Driverless Car나 Self-driving Car의 경우에는 교통의 목적인 아닌 산업용, 군사용 등의 목적에 사용되는 차량을 의미한다. 한편 스마트카(Smart Car)는 자동차 기술과 최신 ICT기술을 융합시켜 차내 인터넷이나 HVI(Human Vehicle Interface)기술을 이용하여 차량의 운전편의를 향상시킨 차량을 의미하며 스마트카의 기능을 기반으로 주변 환경과의 통신 및 상호작용 기술이 추가되고 더 발전해 온 기술의 집약체가 바로 자율주행 자동차이다.



[그림 2-5] 자율주행자동차의 개념

(출처 : 산업부(2014), 자율주행자동차 산업생태계 활성화를 위한 국가차원의 통합자원 활용방안.)

8) Wikipedia, "Autonomous Car", https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car(검색일자 : 2016년 8월 7일)

최근 자동차 기술은 센서/매핑/인식/통신기술 등의 첨단 ICT가 총 집약된 자율주행 자동차로 빠르게 진화중이며 2030년경 Door to Door 자율주행 자동차 시대를 예고하고 있다. 최근 해외 주요 자율주행 자동차 제작사는 주로 고속도로와 일부 일반도로를 대상으로 자율주행기술(3~4단계)을 구현하여 시범운행을 수행하고 있고 자동차제작사 및 IT기업 간 경쟁 혹은 제휴(협업)를 통해 공동으로 기술개발을 수행 중이다. 국내에서도 2013년도에 고속도로에서의 차선유지 자율주행기술이 개발 완료되었으며 상용화는 2025년을 목표로 하고 있다. 향후 자율주행 자동차는 과거의 단순한 자동차 기능 조작 지원에서 시작하여 현재 첨단 운전지원 시스템으로 발전하였고 더 나아가 부분 자율주행 및 완전 자율주행기술로 발전할 예정이다.

2) 자율주행자동차의 기술적 발전단계

자율주행기술(Automated Driving)은 자율주행 자동차 및 도로에 적용되어 종·횡방향 모두에 대해 운전자의 인지·식별·판단·제어를 도와주는 기술을 말하며 운전자 보조(Driver Assistance)는 종방향 또는 횡방향 중 한 가지에 대해서 운전자에게 인지·식별·판단 후에 경고하거나 제어를 도와주는 역할을 수행하는 기술을 말한다.

자율주행기술은 1970년대 운전 보조장치의 개발부터 시작하여 2012년 자율주행기술이 세계적인 화두가 되고 현재 전 세계의 대부분의 주요 자동차 업체와 일부 IT업체들 간의 자율주행기술 개발 경쟁 중에 있다. 자율주행 자동차의 최종 형태는 운전자 개입이 없는 자율주행기술의 구현이며 이를 위한 기술개발과 도입은 단계적으로 수행될 전망이다. 자율주행 자동차 기술 수준의 정의는 국가별로 상이하게 적용하고 있으며 아래 표와 같다.

[표 2-1] 국가별 자율주행기술 비교

구 분	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
SAE International	No Automation	Driver Assistance	Partial Automation	Conditional Automation	High Automation	Full Automation
미국 NHTSA	No Automation	Function Specific Automation	Combined Function Automation	Limited Self-Driving Automation	Full Self-Driving Automation	
독일 BAST	Driver Only	Assisted	Partly Automated	Highly Automated	Fully Automated	-
일본	정보제공 단계	Single Function	More Complex System	Advanced System	Fully Automated Driving	

출처: 문영준(2015), “자율주행과 교통정보”, 제2회 교통정보 대토론회

자율주행기술의 단계별 수준은 주로 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 분류와 SAE(Society of Automotive Engineers) International의 정의가 사용되고 있으며 본 내용에서는 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 분류기준을 따라 자율주행기술 단계를 설명한다.

[표 2-2] 자율주행기술 수준 정의

수준	정의	기술 개요
레벨0	비자동 (No Automation)	운전자가 항상 브레이크, 속도조절, 조향 등 안전에 민감한 기능을 제어하고 모니터링 및 조작에 책임 부여
레벨1	기능 제한 자동 (Function-specific Automation)	운전자가 정상적인 주행 또는 충돌하는 상황에서 일부 기능을 제외한 차량 제어권을 소유
레벨2	조합 기능 자동 (Combination Function Automation)	어떤 주행환경에서 두 개 이상의 제어 기능이 조합해서 작동, 단 운전자가 여전히 모니터링 의무 및 안전에 책임이 있고, 차량의 제어권을 소유
레벨3	부분 자율주행 (Limited Self-Driving Automation)	특정 교통 환경에서 자동차가 모든 안전기능을 제어 자동차가 모니터링 기능을 수행하되, 운전자가 필요한 경우 제어권 소유
레벨4	완전자율주행 (Full Self-Driving Automation)	자동차가 모든 안전기능을 제어하고 상태를 모니터링 가능 운전자는 목적지 입력 수행 시스템이 안전 운행에 대한 책임 소유

출처: 이재관(2015), ‘자율주행자동차 동향과 전망’, 융합 Weely TIP, Vol.04.(원본 출처 : 미교통국 도로교통안전국(NHTSA), 2013)

미국의 도로교통안전청(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)에서는 자율주행 자동차와 관련하여 5단계의 자율주행기술 단계를 발표하였다.⁹⁾ 현재 대부분의 상용화된 자동차 제조업체에서는 (레벨1)의 자동차를 제공하고 있고 일부 업체는 주차보조, 차로이탈방지 시스템 등의 (레벨2)의 기술을 제공하고 있다. 최근 주목을 받고 있는 Google Car나 테슬라의 오토파일럿 기술은 레벨 3단계의 부분적인 제한된 환경의 자율주행기술을 개발하고 있다. 또한 자율주행 자동차는 다음 그림과 같이 운전자의 발(가감속), 손(조향), 눈(전방주시)의 사용 유무에 따라 기술 수준이 정의될 수 있다.

9) Ulrich Andree, et al.(2015), "Autonomous driving in the car seat of the future", <http://media.johnsoncontrols-iaa.com/en/seating/details/autonomous-driving-in-the-car-seat-of-the-future.html>

Autonomous driving levels according to NHTSA					
NHTSA Levels	0 No automation	1 Function-specific automation	2 Combined function automation	3 Limited self-driving automation	4 Full self-driving automation
	Warning lights & automatic convenience	Cruise control, automatic braking & lane keeping	Adaptive cruise control with lane centering	Driverless Car	Prototypes
Type of control					
Legal & moral responsibility					
Safety requirements (global scenario)	Seatbelts & airbags optional	Seatbelts mandatory & airbags optional	Seatbelts & airbags mandatory	Seatbelts & airbags mandatory	Eventual relaxation of legislation
Time accepted for inattentiveness	< 2 sec	< 2 sec	< 2 sec	Transition time of about 15 – 20 sec	NA – only input destination
Influence to vehicle interior	NA	NA	NA	Minimal	Potential paradigm shift
	▶ ▶ ▶ ▶ 1980s	2000s	2015	2025	2035

[그림 2-6] 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행기술 단계별 정의

(출처 : Johnson Controls Automotive Experience/obs via AP Images)

현재 (레벨1)의 기술인 차간거리 유지 등을 탑재한 자동차가 고급 차종을 중심으로 적용되고 있으며, (레벨2)의 기술의 경우 각국의 자동차 회사 GM, 아우디, 벤츠 등 자동차 업체와 발레오, 컨티넨탈, 보쉬 등 자동차 부품 업체에서 기술시연에 있으며 2025년 상용화를 목표로 개발 중에 있다. 위와 같이 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행단계를 기준으로 현재의 대부분 업체의 기술 수준은 (레벨2) 수준의 자율주행을 구현하고 있다. 일부 해외 IT업체에서는 현재 (레벨3) 기능을 구현하는 것으로 언론을 통해 기술 홍보 중에 있으며 무인차량을 대상으로 일반도로에서 시험주행을 수행하고 있다. (레벨3) 수준의 자율주행 자동차의 예로 최근 테스트 주행을 마친 구글의 자율주행차를 들 수 있다. 미국 네바다주, 캘리포니아주에서 자율주행 자동차의 테스트를 목적으로 제한된 조건 안에서 한시적으로 공공도로 주행을 허용한 바 있다. (레벨4)는 모든 상황에서 탑승자가 목적지를 입력하고 자동차가 스스로 목적지까지 주행하는 완전자율주행자동차로 정의된다. (레벨4)의 기술이 구현되기까지의 기간은 각 국가의 로드맵상의 목표나 제조사의 기술목표 등 각각의 발표가 상이하여 예측하기 어려우나 대부분 2025년에서 2030년까지를 상용화 목표로 하고 있다. 국내에서 현재 수행되고 있는 정부(산업자원통상부) 주관의 자율주행 핵심기술 개발 사업의 경우 2025년까지 미국 NHTSA 2단계 수준의 기술수준을 목표로 하고 있다.

3) 자율주행자동차의 요소기술

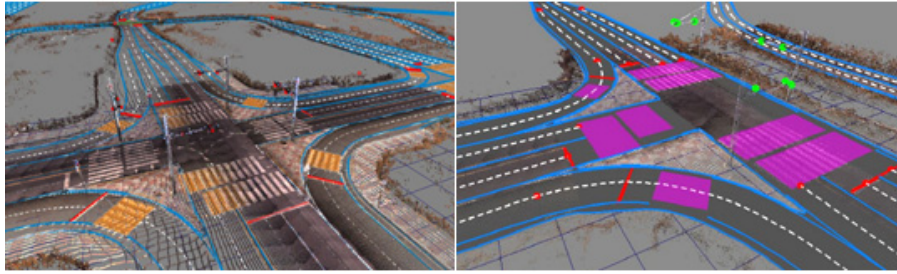
자율주행 자동차는 위성항법장치(GPS, 정밀수치지형도 등)와 차량 센서(레이더, 카메라 등)의 융합으로 차량의 위치를 파악하고 교통정보 및 주변상황을 인식하여 제어하여 자율주행을 하는 원리이다. 센서는 인간의 청각과 시각을 대신하여 주변 환경에 대한 정확한 인지를 도와주는 다중 비디오카메라, 전방 감시적외선 센서, 레이더, GPS, 라이다, 자이로스코프 등 다양한 장비를 말하며, 이를 통해 정적 장애물, 동적 장애물(차량, 보행자 등), 도로표식(차로, 정지선, 횡단보도 등), 신호등 신호 등을 인식하고 있다. 센서를 통해 수집된 데이터가 점과 선의 좌표로 나타나는 맵핑과 결합되면, 이후 인식·판단 기술을 통해 주변 상황에 따른 적합한 작동 및 제어를 수행하고 있다. 이에 전문가들은 자율주행 자동차의 핵심기술로 각종 센서를 통해 수집된 데이터를 해석한 후 조향, 가속, 감속, 정지 등 주행과 관련된 의사결정을 신속히 내리는 소프트웨어라 정의하고 있다. 위치인식 및 맵핑기술은 출발지 및 목적지, 거리, 교통상황을 나타내는 정보가 점과 선의 좌표로 형상화 되는 기술로 GPS/INS(Inertial Navigation System)/Encoder, 기타 맵핑을 위한 센서를 사용하여 자신의 절대/상대 위치를 추정하고 있다. 여기서 자율주행 자동차에는 주변상황을 정확히 파악하는 센싱 기술, 차량간, 차량-도로간 정보공유 기술, 자동제어 오류에 대한 대응 기술 등이 필요하다.

□ 자율주행자동차를 위한 위성기반 측위기술

위성기반 측위기술은 저가형 DGPS(Differential GPS)로 자동차의 위치, 속도, 주행방향을 추정하는 기술이다. 자율주행을 위한 측위범위는 차로구분 수준 0.5m 이내의 측위 성능이 필요하다. 위성기반의 측위는 고속도로 등의 개활지에서는 어느 정도 성능이 보장되나 도심과 같은 곳에서는 매우 부정확하다. 추측항법(Dead Reckoning)은 일시적인 보정이 가능하나 1분 이상 장시간 동안 정확도를 유지하는 것은 불가능하다.

특히 (레벨2)까지는 인지기술만으로 실행이 가능하나 (레벨3)이후로는 보다 정확한 측위기술이 필요하기 때문에 최근 고정밀지도를 이용한 맵핑기술이 주목받고 있다. 기존 네비게이션 지도는 (레벨3)이상의 자율주행이 불가능하므로 고정밀지도의 지원이 필수적이다. 고정밀지도 내 정보는 크게 평면정보와 위치 및 높이 정보로 분류될 수 있다. 평면정보로는 도로상의 차로, 차선, 도로경계에 대한 정보이며, 위치 및 높이정보로는 도로변의 가드레일, 도로 턱 등에 대한 위치 및 높이정보와 가로등 및 신호등과 같은 가로시설물의 위치정보가 있다. 현재 국내의 고정밀지도 지원 현황을 살펴보면 국토교통부는 자율주행 시험구간인 경부선과 영동선, 국도 일부구간의 정밀 도로지도를 배포한 상황이며 2025년까지 4차로 이상 도로에 대해 배포할 예정이다.

특히 서울~세종고속도로 등 고속도로부터 자동차전용도로, 일반 국도까지 정밀도로지도
도를 구축하면서 자율주행 구간을 늘려간다는 계획이다.



[그림 2-7] 자율주행을 위한 도로정밀지도 제작

(출처 : 국토정보플랫폼, <http://map.ngii.go.kr/ms/pblict/preciseRoadMap.do#>, 2017.10.22. 검색)

또한 국토지리정보원에서는 다음 [표2-3] 과 같이 차로, 도로시설, 표지시설 정보 등을
담은 정밀도로지도를 무료로 배포하고 있다.

[표 2-3] 정밀도로지도 구축항목

구분	구축항목	
차선표시	규제선	중앙선, 유통구역선, 차선, 버스전용차선, 진로변경제한선, 가변차선
	도로경계선	길가장자리 구역선, 주차금지 표시선, 정차주차금지 표시선
	정지선	정지선
	차로중심선	차로중심선
도로시설	중앙분리대	중앙분리대, 무단횡단 방지시설, 중앙분리대 개구부
	터널	터널
	교량	교량
	지하도로	지하도로
표지시설	교통안전표지	주의표지 10종, 규제표지 27종, 지시표지 23종
	노면표시	정차금지지대, 유도선, 유도면, 진행방향 표시, 차로변경 표시, 오르막 경사면, 횡단보도, 자전거 횡단도
	신호기	신호기

출처: 국토교통부 보도자료(2016.09.27.), '정밀도로지도, 자율주행차 상용화 앞당긴다.'

국외에서도 국내의 상황과 마찬가지로 지능형교통시스템(ITS)의 개발로交通安全 및 시
설 정보를 제공하고자 노력하고 있다. 한편 스웨덴은 Volvo사와 공동으로 차량에
Cloud 시스템을 적용하여 지역교통관제센터에서 3D Digital Map 및交通安全시설 정

보를 제공하여 교통 혼잡과 긴급 상황을 사전에 대처할 수 있도록 개발이다.

고정밀 지도를 이용한 맵핑기술 뿐 아니라 V2X를 이용한 측위기술은 운전 중 도로 인프라 및 다른 차량과 통신하면서 교통상황 등의 정보를 교환하거나 공유하는 기술로 정의되고 있으며 V2X 통신 기반의 무선 차량 네트워크를 활용하면 안전성과 효율성을 극대화할 수 있다. V2X는 자동차와 자동차, 자동차와 교통인프라, 그리고 보행자들까지도 상호 연계시키는 기술로서, 차량간의 위치와 거리, 속도 정보의 공유가 가능하며, 보행자 위치, 교통신호 및 교통량, 교통사고 정보 등 주변의 다양한 교통정보를 차량에 제공될 수 있게 된다. 또한 이를 통해 운전자 및 자율주행 자동차의 센서가 인식하지 못한 돌발 상황에서 발생할 수 있는 교통사고가 감소될 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 교통흐름을 유도하여 에너지 절약 및 배기가스 저감 등 친환경적 효과도 예상된다. V2X는 현재 대부분 DSRC 기술을 기반으로 하고 있다. DSRC 기술의 초기단계에서는 짧은 데이터 전송거리와 전송량에 제약이 있었다. 이에 따라 미국을 중심으로 200km/h의 주행속도에서도 1km내의 정보를 빠른 전송속도로 취득할 수 있도록 5.9GHz 주파수를 사용하는 WAVE기술이 표준화 되고 있으며, 최근에는 LTE 네트워크를 이용하여 원거리 통신이 가능한 V2X기술도 개발하고 있다. 이와 더불어 주요 선진국들은 차세대 ITS 서비스를 제공하기 위해 V2X 기술과 유관 서비스 개발 및 상용화를 위해 협력하고 있다.

독일에서는 5년간(2008년~2013년) V2X 통신망 구축을 위해 SimTD사업을 추진하였다. 최근에는 C-ITS 통신망이 비엔나에서 독일을 경유하여 네델란드까지 구축되어 일부 상용화에 이어 더욱 확대될 것으로 전망된다. 일본에서는 교통정보 기반 내비게이션과 물류 서비스 제공 등을 위해 V2I 통신 기반 ITS Spot 서비스가 제공되고 있다. 국내에서는 ETRI를 주축으로 VMC(Vehicle Multi-hop Communication)통신기술을 연구하여 WAVE 통신기반 차량단말과 기지국 장치를 개발(2011년~ 2014년)하여 각종 시범사업을 추진하였다.

□ ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)

ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)는 지능형 운전자지원 시스템으로서 첨단장비를 이용하여 운전자의 편의성을 향상 시켜주며 안전운전을 지원하는 첨단 운전자 보조 시스템으로 정의한다. 주차보조시스템이나 자동차의 전·후방, 양 측면에 비전 카메라를 설치하여 운전 및 주차의 편의성을 높여주는 SOWS, 비전 카메라를 이용하여 운전자의 얼굴을 모니터링하고 운전자의 전방주시 상태를 판단하여 운전자에게 경고하는 시스템인 Eye Monitoring System이 있다. ADAS 기술의 종류는 다음 [표2-4]와 같다.

[표 2-4] ADAS 기술의 종류

구분	내용
스마트크루즈컨트롤 (SCC)	가속페달이나 브레이크 조작없이 앞차와의 거리를 일정하게 맞춰주는 역할
차로이탈경보시스템 (LDWS)	운전자 부주의로 주행차로 이탈 때 운전자에게 경고
자동긴급제동시스템 (AEB)	차량이 충돌·추돌 등 사고발생이 예상되면 브레이크를 직접 작동시켜 사고를 막는 기능
주차조향보조시스템 (SPAS)	차량 스스로 주차위치를 탐색하고 운전자는 변속기와 페달만 작동하면 주차가 가능토록 하는 시스템
Fail Safety를 고려한 스마트 액추에이터 모듈	자율주행 차량의 조종장 장치 및 주제동 장치 고장발생 시 운전자의 개입시점까지 차량 안정성 확보를 위한 Fail Safety가 반영된 고신뢰성 전동식 이중안전 조향 및 제동 액추에이터 모듈 기술

출처 : 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2015), **스마트 자율협력주행 도로시스템 개발 기획보고서**

한편 ADAS기술은 자율주행기술 (레벨2)까지에 해당하는 기술로 분류되며 2025년까지 ADAS 시스템 장착이 활발히 진행된 이후 자율주행기술이 완성될 것으로 예상된다. 또한 ADAS 기술로 지원하는 어플리케이션은 다음 표2-5와 같고 향후 정밀전자지도를 이용하여 ADAS 기능을 향상시킬 수 있다.

[표 2-5] ADAS 어플리케이션과 전자지도 예시

ADAS 어플리케이션	기본 기능	전자지도 개선 예시 (선행 정보제공)
Adaptive Cruise Control	추종차량 뒤에서 설정된 거리를 두고 따라감	지도 데이터는 차량의 운동을 더 자연스럽게 유지
Adaptive Front Light System	핸들이동에 따른 헤드 램프의 회전과 높이조절	지도 곡률 및 기울기 데이터는 해당구역 접근 시 예측 기능을 하여 더 정확하게 동작 가능
Blind Spot Detection	확인하기 어려운 차량 주변의 물체를 확인	차로 정보는 위험물체 구별 능력 향상
Curve Warning	전방의 급커브 또는 안전 접근 속도를 운전자에게 경고	도로 곡률 데이터는 주행 예측 기능 수행
Drowsy Driver Detection	무기력, 술에 취하거나 장애 시 운전자에게 경고	지도 데이터는 도로 모양과 일치하지 않는 운전을 식별
Electronic Stability Control	심한 언더 스티어나 오버 스티어 동안 차량을 안전성 확보	지도 데이터는 의도 된 경로 결정을 향상
Foward/Side Collision Warning	차량에 위협에 확인하고 반응함	도로 궤도 및 차로 정보는 위험요소를 구별하고 개선함
Green Driving	감소 연료 소비에 대한 라우팅 강화	도로 경사, 교통 표지 및 신호 위치가 사용 연료 예측 가능
Lane Departure Warning	차량이 차선을 넘으면 드라이버에게 경고	도로 형상 데이터가 이미징 시스템의 성능 향상 지원(악천후)
Lane Keeping Assistant	주행 차선 내에서 차량을 유지	도로 형상 데이터가 이미징 시스템의 성능 향상 지원
Lane Change Assistant	차선 변경시 근접 차량의 경고	차선 정보는 위험 차로의 식별을 개선
Overtake Assistant	안전한 통과를 위한 위치를 확인	디지털지도는 전용 추월 영역 위치를 포함
Powertrain Efficiency	연료 소비와 배출을 감소	도로 기울기 데이터는 파워트레인 동작 예측
Speed Advisory	속도 제한이나 과도한 속도 시 드라이버에게 경고	법적 제한 속도 제공
Stoplight and Stop Sign Warning	신호등 또는 정지 신호를 접근 운전자에게 경고	지도는 교통 신호 및 표지판 위치를 제공하여 미리 대비가능

출처 : 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2015), 「스마트 자율협력주행 도로시스템 개발 기획보고서」

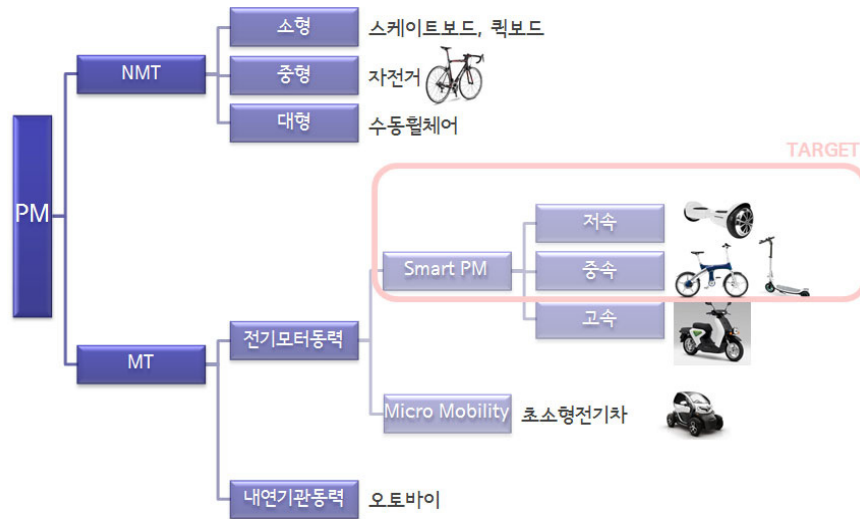
3. 개인이동수단

1) 개인이동수단의 등장배경 및 개념

새로운 교통수단들이 개발되거나 도입되고 있다. 교통수단을 설명하면 다음의 세 가지를 들 수 있다. 첫째, 동력 또는 비동력의 개인이동수단(Personal Mobility ; PM)이나 1인용 자동차(Personal Vehicle ; PV), 초소형자동차(Micro Mobility)와 같은 소형의 교통수단으로 근거리 이동을 주요 목적으로 하는 저속 교통수단이고, 둘째로는 육로 공간 뿐 만 아니라 철로, 해운, 항공 등 다른 공간을 동시에 이용하는 바이모달(Bi-modal) 교통수단이다. 마지막으로 고정경로 또는 일반 도로를 운행하도록 설계된 자율주행 자동차 및 무인자동차이다.

이 중 개인형 이동수단은 기존의 자동차 보다는 승차 인원이 적고(1인 또는 2인) 주동력 원으로 전기를 이용하는 교통수단을 말한다. 개인형 이동수단은 소형이기 때문에 교통수단간 연계가 용이하여 이동수단 선택의 변화가 다양하고 출발지 및 목적지까지의 이동수단으로 이용될 수 있으며 소유 보다는 이용에 초점을 두고 있는 교통수단으로서 주목을 받고 있다. 즉 개인형 이동수단은 미래 교통수단으로 이용범위가 넓어지고 있으며, 개인형 이동수단에 대한 사람들의 요구 또한 증가될 것으로 전망되고 있다.

미래의 교통수단으로서 개인형 이동수단의 영역은 확장되고 있으며, 향후에도 이에 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 기대되고 있다. 하지만 인라인, 보드와 같이 동력이 없거나 싱글휠(Single Wheel), 세그웨이, 전동킥보드와 같이 동력이 수반되는 개인형 이동수단은 종류와 형태가 매우 다양하여 이들의 특징을 특정하기에 어려움이 있다. 앞으로 노령화, 1인 가구 증대 등의 인구구조 변화가 예상되며, 이에 대응하기 위한 소형, 경량의 친환경 차량 등 개인이동수단(Personal mobility)의 개발이 활발해지고 있다. 이미 유럽, 미국, 일본 등 자동차 선진국에서는 이와 관련한 부품개발과 관련 실증사업을 추진하는 등 관련 산업 및 제도적 기반을 마련하고 있다.



[그림 2-8] 개인이동수단의 분류체계 예시

(출처 :신희철, 이재용, 김사리(2016). 개인용 교통수단의 보급에 따른 제도개선 방향, 한국교통연구원)

[표 2-6] 개인이동수단의 유형별 특성

대구분	소구분	사진	크기 및 무게	최대시속 및 주행거리	출력	승차 인원	특징
비동력 (개인용 이동수 단으로 분류되 지 않음)	스케이트 보드, 인라인		-	-	-	1명	-
	자전거		길이/폭/높이 : 170cm/60cm/ 95cm 무게 : 10~18kg	-	-	1명	-
전기 (장착형)	rocket skates		길이/폭/높이 : 20cm/21.5cm/ 23cm 무게 : 7~8kg	최대시속 : 11~20km/h 주행거리 : 8~16km	50W	1명	·신발에 장착하여 사용
전기 (외발형)	ninebot one		길이/폭/높이 : 48cm/18cm/ 45cm 휠 사이즈 : 15in 무게 : 8~17kg	최대시속 : 18~40km/h 주행거리 : 30~35km	500W ~ 1,500 W	1명	·바퀴가 달린 발판을 피고 달림 ·휴대가 가능하나, 운전방법 터 득에 시간이 필요 (균형감각)
	motopo go		길이/폭/높이 : 63.5cm/20cm/ 85cm 휠 사이즈 : 17in 무게 : 29kg	최대시속 : 25km/h 주행거리 : 35km	500W	1명	·바퀴 위에 앉아 발판에 발을 딛 고 주행
전기 (직립형)	워크카		크기 : 13in 무게 : 2.8kg	최대시속 : 16km/h 주행거리 : 12km	unkno wn	1명	·노트북 사이즈와 가벼운 무게 로 휴대가 용이

	호버 보드 (투휠 보드)		길이/폭/높이 : 18cm/58cm/ 17cm 무게 : 10~40kg	최대시속 : 10~40km/h 주행거리 : 15~20km	300W ~ 700W	1명	·바퀴가 2개라 조작이 편리 ·가볍고 운반이 쉬운 편
	세그 웨이 (자가 평형 이륜차)		길이/폭/높이 : 39cm/59cm/ 123cm 무게 : 15~40kg	최대시속 : 20~40km/h 주행거리 : 25~35km	400W ~ 2,700 W	1명	·자이로스코프 원리를 이용 ·휴대성은 떨어지나 외팔보다 운전 용이
	전동 킵보드		길이/폭/높이 : 59cm/39cm/ 110cm 무게 : 15~40kg	최대시속 : 20~40km/h 주행거리 : 20~35km	250W ~ 1,000 W	1명	·킵보드 몸체에 전동기를 장착 해 버튼을 누르기만 해도 달릴 수 있음
전기 (안장형) (일부 수 단은 개 인용 이 동 수 단 으 로 분 류 되 지 않음)	안장형 전동 킵보드		길이/폭/높이 : 59cm/39cm/ 110cm 무게 : 15~40kg	최대시속 : 20~40km/h 주행거리 : 20~35km	250W ~ 1,000 W	1명	·전동킵보드에 안장이 달려있 어 앉아서 주행 가능
	전동 휠체어		길이/폭/높이 : 112cm/60cm/ 105cm 무게 : 65kg	최대시속 : 8km/h 주행거리 : 32km	450W	1명	-
	전기 자전거		길이/폭/높이 : 170cm/50cm/ 76cm 무게 : 15~50kg	최대시속 : 20~35km/h 주행거리 : 40~80km	180W ~ 350W	1명	·기존 자전거에 동력을 추가한 형태 ·페달을 밟아야 하는 방식(페달 리 방식)과 버튼만 눌러도 되는 방식(스로틀 방식)이 있음 ·우리나라 16세 미만 운전불가 (면허필요)
	전동 스쿠터		길이/폭/높이 : 165cm/68cm/ 101cm 무게 : 55kg	최대시속 : 30~40km/h 주행거리 : 50~80km	500W ~ 1,200 W	1명	-
전기 (자동차 형) (개인용 이 동 수 단 으 로 분 류 되 지 않음)	초소형 전기차		길이/폭/높이 : 233cm/123cm/ 145cm 무게 : 474kg (르노 트위지 (Twizy))	최대시속 : 80km/h 주행거리 : 80~100km (르노 트위 지(Twizy))	1400 W	2명	·엔진기반 차량 대비 저가 (1천 만 원 이하) ·초소형 전기차는 일반전압 완 속 충전기로 충전시간이 1~3.5 시간으로 일반 충전 스탠드 만 으로도 보급 활성화가 가능

출처 : 신화철, 이재용, 김사리(2016). 개인용 교통수단의 보급에 따른 제도개선 방향, 한국교통연구원, pp.19~21.

2) 개인형 이동수단의 확산 전망 및 향후과제

던 카멘에 의해 개발된 세그웨이 이후 다양한 개인형 이동수단들이 생산됨에 따라, 소비자 입장에서는 합리적 가격대와 성능의 개인형 이동수단을 선택할 수 있게 되었다. Frost & Sullivan의 보고서에 따르면 PMD가 갖는 친환경성, 경제성, 휴대성 등의 장점을 토대로 2020년에는 개인용 이동수단의 이용자 수가 세계적으로 3,500만명으로 추정된다¹⁰⁾. 즉, 개인형 이동수단은 급속도로 성장할 가능성이 매우 높으며, 근 미래의 이동수단으로 활용될 가능성이 매우 높다고 전망된다.



[그림 2-9] PMD 수요증가 그래프

(재인용 출처 : 고희주(2017), 「PMD 이동환경에 관한 연구」, 서울시립대학교 석사학위논문, p.23.

원본 출처 : Frost & Sullivan analysis(2012), Megatrends Industry Think Tank 2: Future of Urban Mobility.)

개인형 이동수단은 주로 관광지에서 레저용으로 이용되었으나, 최근 도시 내 근거리 이동수단으로 이용되면서 교통사고 등 사회적 문제가 발생하고 있다. 개인형 이동수단은 유지비용이 저렴하고 탑승의 재미가 있으나 현행 도로교통법 상 '원동기장치 자전거'로 분류되어 자전거 도로에서 통행할 수 없으며 자동차 도로에서만 통행이 가능하다. 하지만 자동차 도로에서의 통행은 만 16세 이상의 면허 소지자만 통행 가능하고 무면허로 통행할 경우 벌금 30만원, 차도가 아닌 곳에서 운행할 경우에는 범칙금이 5만원이 부과된다. 즉, 개인형 이동수단은 만 16세 이상의 면허소지자가 자동차 도로에서만 운행이 가능하나 현재 개인형 이동수단에 대한 면허는 없기 때문에, 개인형 이동수단의 이용자가 증가하고 있는 반면 법·제도적 기반은 미비한 실정이다. 주요 선진국에서는 [표2-7]과 같이 대표적인 개인형 이동수단인 세그웨이에 대해 관련 법규를 마련하여 제한적으로 허용하고 있다

10) Frost & Sullivan analysis(2012), Megatrends Industry Think Tank 2: Future of Urban Mobility.

[표 2-7] 국가별 세그웨이 이용 지정 방식 사례

국가	관련법규
유럽	룩셈부르크
	· 전기자전거와 동등한 지위로 자전거도로와 도로에서 사용 허가
	네덜란드
	· 공공장소에서 세그웨이 이용 불가 · 심장, 폐 이상자는 포장도로에서 이용 허가 · 노틀담에서는 경찰과 관광객이 사용
	스위스
	· 스위스 도로안전장치와 면허번호판을 설치하여 사용
	영국
	· 개인사유시설에만 사용하도록 한정 · 자전거도로에서 사용할 수 있도록 로비 움직임
중동	스웨덴
	· 2008년까지는 공공도로에서 사용 불가였으나 현재는 2급 자전거(Cykel KlassII)로 분류
	노르웨이
	· 2014년 전까지 세그웨이를 모페드와 동일하게 취급하여 등록, 보험, 연령 제한, 운전 면허증, 헬멧 등을 요구하여 현실적으로 사용할 수 없었으나 2014년 1월부터 16세 이상이면 누구나 등록이나 보험없이 공공도로에서 사용 허가
	독일
아시아	· 2009년부터 고속도로, 자동차 전용도로를 제외한 자전거 도로와 공공도로에서 이용 허가
	덴마크
	· 모페드와 같이 취급하여 번호판 부착, 브레이크 설치 등 의무화로 공공도로에서 실질적으로 사용 불가
	· 2006년 보도에서 사용 허가
북미	아랍에미리트
	· 2015년 아부다비는 공원 이외 공공도로에서 사용 불가
	말레이시아
북미	· 페낭, 말라카 등에서 관광용으로 사용
	싱가폴, 홍콩
	· 공항 내에서 사용
북미	일본
	· 법정에서 오토바이로 규정, 시설 내에서만 사용
	미국
북미	· 시속 약 40km 이하의 세그웨이에 대해서만 자전거도로와 도로에서 사용 허가 · 보도에서는 보행자와 시각장애자의 안전을 위해 사용 불허
	캐나다
	· 알버타, 브리티시 콜롬비아 등에서는 공공도로에서 세그웨이 사용 불허 · 온타리오에서는 14세 이상 장애인 경찰, 택배 서비스에 한정하여 사용 허가

출처 : 지우석(2016). 「새로운 개인이동교통수단 시대는 이미 시작, 제도적 대응은 미흡」, 이슈&진단, p.231.

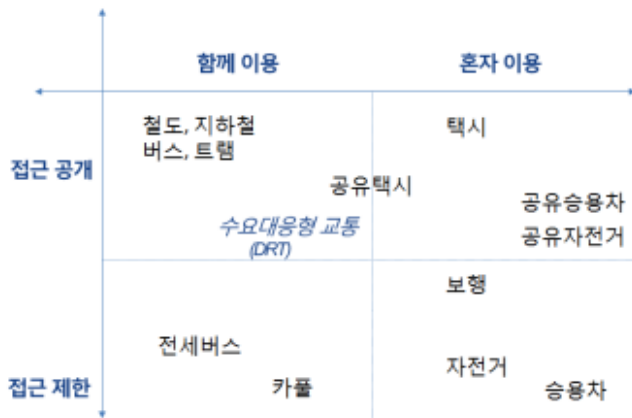
개인형 이동수단은 날씨, 도로의 지면상태, 경사도에 영향을 받기 때문에 교통 인프라 개선이 필요하다. 이와 더불어 이용자 편의를 위해 충전소 확충, 사물인터넷 등을 이용한 비접촉식 카드 결제나 앱 결제 등의 인프라 확충도 필요하다. 즉, 개인형 이동수단 전용 그린하이웨이, 중단거리 이용자를 위한 저속차로, 개인형 이동수단 공유제 등 개인형 이동수단의 편의성과 안전성을 증진시킬 수 있는 다양한 방안이 고려될 필요가 있다.

4. 수요대응형 교통서비스

1) 수요대응형 교통서비스의 등장배경 및 개념

수요 대응형 교통 (Demand Responsive Transport, DRT) 서비스는 수요에 따라 노선과 운행시간이 탄력적으로 변화하는 교통 서비스를 의미한다. 이런 의미에서 Flexible Transport Service (FTS)라는 이름으로도 불린다. 즉 기존의 대중교통수단처럼 정해진 노선 위를 정해진 시간에 운행하지는 않지만 여러 명이 예약을 통해 같이 이용하는 교통수단을 의미한다. 비슷한 시간에 비슷한 경로를 따라 이동하는 사람들이 같이 이용하는 교통수단으로 볼 수 있다. 따라서 기존의 노선버스나 지하철처럼 많은 사람이 이용하는 경우는 많지 않다.

일반적으로 DRT는 대중교통수요가 거의 없어 기존의 대형버스를 투입하기에는 비용이 과다한 경우에 서비스된다. 즉 인구밀도가 낮은 농어촌이나 산간벽지에 유용한 교통 서비스이다. 혹은 도시에서 장애인 등 이동에 제한을 받는 사람들을 지원하는 교통수단으로 활용되기도 한다.



[그림 2-10] 대중교통수단과 개인교통수단의 구분

출처: UITP (2011)에서 재구성(원본 출처: UITP, Becoming a real mobility provider.
UITP Position Paper (2011))

[그림 2-10]은 대중교통수단과 개인교통수단의 구분 예를 보여준다. 대체로 대중교통은 누구나 이용할 수 있는 권한이 있고 많은 사람이 함께 이용하는 수단이고 개인교통은 정반대의 경우에 해당한다. 수요대응형 교통 서비스는 이런 측면에서 대중교통에 가깝

다고 볼 수 있지만 이용할 수 있는 사람이 한정적이고 차량의 크기도 크지 않다는 점에서 개인교통수단과 대중교통수단의 사이에 위치한다고 볼 수 있다.

2) 수요대응형 교통서비스 종류

수요대응형 교통서비스는 우선 노선과 운행시간의 탄력성을 고려하여 구분할 수 있다. 박상우외(2008)은 <표 1>과 같이 고정노선과 탄력노선, 정시운행과 비정시운행을 기준으로 기존의 교통서비스를 구분하였다. 이러한 구분을 기준으로 보면 통근버스, 장애인 콜택시, 커뮤니티 버스, 택시 합승, 택배서비스 등이 대표적인 수요대응형 교통서비스로 볼 수 있고 카풀과 비정기 셔틀 페리 등도 큰 범주에서 수요대응형 교통서비스로 볼 수 있다¹¹⁾.

[표 2-8] 노선과 운행시간의 탄력성을 기준으로 한 교통 서비스 분류

노선 \ 시간	정시운행	비정시 운행
고정노선	지하철, 노선버스	비정기 셔틀 페리
탄력노선	카풀	통근버스, 장애인 콜 택시, 커뮤니티 버스, 택시 합승, 택배 서비스 등

출처: 박상우 외 (2008)에서 수정 (자료 : 박상우, 장수은, 김혜자 (2008), 수요대응형 교통체계 평가모형 구축, 한국교통연구원)

운행 서비스의 기종점 패턴에 의한 분류는 One-to-One, One-to-many, many-to-many 등으로 구분한다. One-to-One은 특정한 기점과 종점을 연결하는 서비스를 의미하고, One-to-many는 하나의 기점에서 출발하여 여러 종점에 도착하는 경우이다. many-to-many는 출발지와 도착지가 다양한 형태의 운행서비스를 의미한다. One-to-one은 택시 서비스가 대표적이다. One-to-many는 스쿨버스 혹은 학원버스가 대표적이다. many-to-many는 장애인 콜택시나 합승택시(ride share taxi)가 대표적이라고 할 수 있다.

한편 수요대응형 교통서비스는 운행 노선을 얼마나 탄력적으로 따르느냐에 따라 구분할 수도 있다. 버스의 경우 모든 정류장에서 승객의 승하차를 위해 멈추기보다 요구가 있을 때만 정차할 수 있다. 승객이 많지 않은 심야나 새벽시간대에 적절한 방식이다. 혹은 노선 자체를 승객의 요구에 의해 바꾸는 경우도 있다. 하지만 지나친 우회는 불가능하며 우회 이후 기존 노선으로 다시 복귀한다. 서울시가 최근 운행하는 올빼미 버스가 이와 유사한 운행 패턴을 보인다.

11) 본 연구에서는 박상우외(2008)에서 사례로 제시한 승용차 공유와 셔틀버스 등을 제외시켰다. 승용차 공유는 이용 시간이 정해져 있지 않다는 점에서, 셔틀버스는 대개 운행시간이 정해져 있다는 점을 감안하였다.

3) 수요대응형 교통서비스의 역할 및 기능

수요대응형 교통서비스는 기존의 대중교통서비스가 대응하기 어려운 교통수요를 처리해 왔다는 측면에서 전체 교통체계적 관점에서도 중요한 기능으로 볼 수 있다. 만약 수요대응형 교통서비스가 없다면 이동에 상당한 불편을 겪는 사람들이 많아질 수밖에 없는 상황이다. 또한 기존의 노선버스나 택시를 전형적인 방식에서 벗어나 수요자가 원하는 방식으로 변형하여 운영한다는 측면에서 교통 서비스는 얼마든지 다양할 수 있음을 보여주기도 한다. 수요대응형 교통서비스의 역할, 기능, 특징을 정리하면 다음과 같다.

- **틈새시장 서비스** : 수요대응형 교통서비스는 택시서비스 보다 저렴하게 기존 노선버스보다 편리하게 교통서비스를 제공
- **교통복지 서비스** : 수요대응형 교통서비스가 없었다면 고비용의 택시나 개인차량을 이용해야 하는 저소득 계층이나 장애인 등 교통약자를 지원
- **간선과 지선 교통서비스** : 전체 대중교통시스템에서 장거리 간선 서비스(전세버스)와 단거리 지선(자전거 공유) 서비스 모두 수요대응형 교통서비스로 처리 가능
- **수요자 주도 서비스** : 수요대응형 교통서비스는 공급자보다 수요자의 요구에 의해 서비스가 만들어지고 운영된다는 측면에서 공급자 중심 서비스와 큰 차이
- **다양한 신규 서비스 기회** : 수요대응형 교통서비스는 수요자의 다양한 요구(출발시간, 장소, 노선, 비용, 쾌적성, 보안, 안전 등)를 반영하여 지속적으로 변화하는 서비스
- **정보통신기술 주도형 서비스** : 최근 스마트폰의 급격한 보급과 사물인터넷(IoT) 기술이 발전하면서 수요자의 요구를 공급자가 빠르고 정확하게 이해할 수 있게 되면서 수요대응형 교통서비스는 한층 다양화 되는 추세임

4) 외국의 수요대응형 교통서비스 현황 및 변화

① 전통적 수요 대응형 교통서비스

□ 미국

수요대응형 교통서비스는 미국에서도 다양한 형식으로 운영되어오고 있다. 위스콘신 주에서는 택시 공유(합승)를 허용하고 있으며 특히 장애인에 대해서는 할인 서비스를 제공한다. 탄력적으로 정류장을 운영하는 버스 서비스로는 CAT Connector (노스캐롤라이나), METRO Link (오클라호마)가 대표적이다. Onmilink(워싱턴 DC)는 1.2km, Flex Route 420 (미네소타)은 0.8km 이내에서 정규 노선을 벗어나 운행할 수 있다. 포틀랜드시에서는 오전과 오후 첨두시간에만 소도시 주민을 대중교통 환승센터까지 연계하는 셔틀버스(Cedar Mill Shuttle)를 운영한다. 하지만 이들 버스 서비스는 주로 저소득층을 대상으로 하고 있으며 적어도 2시간 전에 예약을 해야 이용할 수 있는 불편이 있다.

□ 일본

일본에서 수요대응형 교통서비스는 통신회사인 NTT가 주도적으로 추진해오고 있다. 인터넷, 전화 등을 이용한 예약시스템과 차량 배차를 연결시키는 시스템을 NTT가 개발하고 운영하기 때문이다. 차량은 밴이나 대형택시가 주로 이용되고 있으며 주로 인구밀도가 낮은 과소지역에서 많이 활용된다. 추진주체는 대개 지역 지방자치단체, 상공회의소, 사회복지재단 등이다. NTT형 수요대응형 교통서비스는 후쿠시마, 나가노, 이바라키 현에서 활성화되어 있다. 주요 이용객은 여성과 고령자이며 주로 쇼핑이나 병원 방문을 목적으로 이용한다.

□ 유럽

유럽에서는 다양한 이유로 수요대응형 교통서비스가 활성화되고 있다. 영국의 Bicester Taxi-Bus와 네덜란드의 Treintaxi 등은 기차역과 주민을 연계시켜 기차 이용을 활성화하기 위한 목적으로 수요대응형 교통 서비스를 개발한 사례이다. 북아일랜드 Belfast TAXIBUS, 프랑스의 Taxi Collectifs는 버스 서비스를 운영비용이 저렴한 택시로 바꾸려는 시도로 수요대응형 교통 서비스를 이용한 사례이다. 이 경우 지방정부가 택시운영회사에게도 보조금을 지급한다.

② 앱 기반의 수요 대응형 교통서비스

□ 우버

미국 샌프란시스코에 본사를 둔 민간임대회사이다. 택시 서비스가 대표적이며 개인이 자기 차량 혹은 렌트한 차량으로 승객을 목적지까지 서비스한다. 세계적으로 633개 도시에서 운영 중이다. 2009년 UberCab이라는 이름으로 시작했으며 앱을 통한 공식 서비스는 2011년 샌프란시스코에서 시작되었다. 대표적인 서비스는 UberX와 Uberpool이 있다. UberX는 합승이 없고, Uberpool은 합승이 가능한 점이 큰 차이다. 가격은 Uberpool이 저렴하다.

승객이 우버 앱을 통해 출발지와 도착지를 입력하면 요금이 제시된다. 이 요금은 수요와 공급에 따라 실시간으로 요금이 변화한다. 따라서 같은 노선이라도 출발시간에 따라 요금이 달라진다. 요금은 사전에 입력된 신용카드 정보를 활용하여 자동으로 앱을 통해 지급되기 때문에 현금이 없어도 편리하게 이용할 수 있고 일반적으로 팁도 제공되지 않는다. 또한 승객이 운전자의 서비스 수준을 평가할 수도 있고 운전자가 승객의 태도 등을 평가할 수도 있다. 이러한 평가는 승객이 우버 택시 운전자를 선택하거나 택시운전자가 승객을 선별하는데 이용되기도 한다. 우버 운전자가 되기 위해서는 나이, 건강상태, 차량, 상태, 운전능력 등 종합적인 체크를 통과해야 한다.

미국의 Ride Sharing Driver라는 단체의 조사¹²⁾에 따르면 우버 운전자는 시간당 15.75달러의 총수입을 벌고 있는 것으로 나타났다. 여기서 차량운영비를 제외하면 시간당 11.93달러의 수입이 된다. 우버 수수료는 대략 25% 수준으로 추정된다.

우버는 공유경제 모델을 제시하고 발전시킨다는 주장도 있지만 기존 택시사업자 등과의 마찰도 크다. 우버 운전자는 회사에 고용된 직원이 아니라 독립된 자영업자로 분류되어 세금 등의 납부도 개인이 책임지도록 되어있다.

□ Lyft

Lyft는 미국 샌프란시스코에서 2012년에서 시작에 300여개 미국 도시에서 택시 서비스를 제공한다. 대체로 운영방식은 Uber와 유사하다. 팁을 추가로 지불할 수 있는 점은 다르다. Lyft 설립자 중 한 명인 Logan Green은 짐바브웨 여행 중 사람들이 차량을 공유해서 쓰는 모습을 보고 사업 아이디어를 얻었다. 코넬대학에서 소규모로 서비스를 시작하였으며 당시 이름은 Zimride였다.

Uber와 유사하게 앱을 통해 운전자와 승객을 연결하며 비용도 사전에 입력된 결제방식

12) <https://www.ridesharingdriver.com/survey-data-how-much-uber-drivers-really-make-share/>

을 이용한다. 운전자와 승객에 대한 5점 척도 평가도 있다. 다만 승객은 자신의 평점을 볼 수 없다. 평점이 낮은 운전자는 운전자격을 박탈당할 수 있으며 Lyft회사의 수수료는 20~25% 수준이다. 기본 서비스 Lyft는 UberX와 유사하고 Lyftline은 Uberpool과 유사하다.

□ Bla Bla Car

BlaBlaCar는 Frederic Mazzella에 의해 프랑스 파리에서 2006년 설립되었으며 도시와 도시를 이동하는 장거리 승객들이 좌석을 공유하는 서비스이다. 운행구간이 장거리라는 점에서 Uberpool, Lyftline과 차이가 난다. BlaBlaCar를 이용하기 위해서는 개인 프로필을 만들어야하며 이용자들이 서로 평가한다. 특히 BlaBla라는 평점을 통해 얼마나 얘기나누기 좋은 사람인지를 평가한다. BlaBlaCar는 미국과 유럽, 남미 일부 국가 등 22개국에서 운영되고 있다. 등록된 회원은 3천5백만 명이다.

□ Car2Go

Car2Go는 독일 다임러 그룹의 자회사로 2인승 자동차 Smart와 메르세데스 벤츠 차량을 차량공유 형태로 서비스 한다. 2008년 독일 Ulm에서 시작했다. 서비스 특징은 왕복이 아니라 단방향 통행 서비스가 가능하다는데 있다. 전기차가 아니면 주차를 어디든 할 수 있기 때문이다. 분단위로 요금을 지불할 수도 있고 시간이나 하루 단위로 차량 임차가 가능하다. 차량은 스마트폰으로 이용가능하다. Car2Go는 2백5십만 명의 이용자를 가진 세계에서 가장 큰 차량공유서비스이며 북미, 유럽, 아시아 등의 26개 도시에서 서비스 되고 있다.

사용자는 경우에 따라 높지는 않지만 연회비가 필요한 도시도 있다. 이용 중 주유서비스를 하면 보너스 시간이 제공되기도 한다. Car2Go에서 가장 인기있는 차량은 2인승 Smart로 휘발유 차량과 전기차 두 가지 유형이 있다.

□ DriveNow

DriveNow는 독일 자동차 회사 BMW와 렌탈카 회사 Sixt가 합작해서 만든 차량공유서비스이다. 2011년 독일 뮌헨에서 시작해 2017년 현재 1백만 명의 회원이 6,000대의 차량을 9개 국가에서 이용하고 있다. 미국에서는 ReachNow라는 이름으로 시애틀, 포틀랜드 등에서 운영 중이다. DriveNow에서는 MINI 모델과 BMX X1, i3 등의 모델이 인기 있는 차종이다. 운영 방식은 일반적인 승용차 공유 서비스처럼 앱을 통해 빌리고 1분 단위로 요금을 낼 수 있다. 차종 및 지역에 따라 분당 24~57 센트가 부과된다. 주차도 이용

한 도시 내에서는 어디서든 할 수 있다.

□ Autolib

Autolib는 2011년 프랑스 파리에서 시작한 전기차 공유제도이다. Bolloré 그룹에서 운영하며 2016년 기준으로 Bluecar라고 이름 붙인 공유차량 3,980대가 운행 중이다. 이동 등록자는 126,900명이며 파리지 내부에만 1,084개의 충전 주차장이 있고, 파리광역권에는 5,935개 충전 주차장이 있다. Autolib는 파리 이외에 Lyon과 Bordeaux 에서도 운영 중이며 런던 등 다른 도시에서도 추진되고 있다.

1년 회원 가입비는 120 유로이고 30분 단위로 6유로의 요금이 부과된다. 회원 등록은 하되 연회비를 내지 않는 경우는 1유로의 예약비용을 내고 30분당 9유로의 요금이 부과된다. 아울러 사고를 유발할 경우 처음에는 최대 200유로의 자기 부담금을 내고 2번째는 최대 475유로, 3번째는 최대 750유로를 내야 한다.

□ UBEEQO

Ubeeqo는 프랑스에서 2008년 Benoît Chatelier and Alexandre Crosby에 만들어졌으며 원래는 기업의 서비스 차량을 공유차 형식으로 서비스하는 사업으로 시작되었다. 2015년에는 Europcar로 합병되었으며 이 때부터 일반 이용자를 대상으로 공유차량 서비스와 제3자 택시예약 및 지불서비스를 앱을 통해 제공하고 있다. 차량 공유 서비스는 파리, 런던, 베를린, 함부르크 등에서 제공하고 있다.

5) 새로운 변화

① MaaS

MaaS는 Mobility as a Service의 약자이다. 이는 일반적으로 버스, 지하철, 트램 등 대중교통과 택시, 렌트카, 자전거, 차량공유서비스 등을 월단위로 일정액을 지불하면 모두 이용할 수 있는 서비스를 의미한다. 대중교통이 지닌 접근성과 환승의 불편을 해소함으로써 자가용 이용자를 줄일 수 있는 서비스로 각광받고 있다.

현재 MaaS는 많은 도시에서 관심 있게 추진 중에 있으며 헬싱키에서 실제 사업을 추진하는 Whim이 가장 대표적이다. Whim 이용자는 앱을 통해 헬싱키 대중교통수단과, 2500대의 택시, Sixt 렌터카를 자유롭게 이용할 수 있다. Whim을 통해 이용자는 노선, 요금, 시간표, 예약 등을 한꺼번에 처리할 수 있다. 월단위 요금제와 이용하는만큼 지불하는 Pay-as-you-go 요금제가 모두 이용 가능하다.

가장 저렴한 월단위 요금제는 Whim Urban이다. 70유로로 헬싱키 대중교통을 무제한 이용하고 택시 혹은 렌터카를 15유로까지 이용할 수 있다. WhimGo라는 패키지는 149유로로 헬싱키 대중교통의 무제한 이용과 택시와 렌터카를 124유로까지 이용할 수 있다. 회사별 맞춤형 서비스를 제공하기 위해 him Business라는 상품도 출시하고 있다.

③ P2P 차량 공유

최근 관심을 끄는 차량공유 서비스 중에는 개인대개인 (peer-to-peer, P2P) 차량임대 서비스가 있다. P2P 차량공유 플랫폼에 앱을 통해 자기차량을 등록하면 자기 차량을 이용하지 않는 동안 수익을 창출할 수 있다는 장점이 있다. Uber는 운전 서비스까지 제공하지만 P2P 차량 공유 서비스는 차량만 제공한다는 차이가 있다. 미국에서 Getaround가 대표적이고 프랑스에서는 GoMore가 대표적인 사업자이다. 특히 GoMore는 차량공유와 카풀 서비스를 같이 제공하는 장점이 있다. P2P 사업의 가장 큰 어려움은 보험가입이다. GoMore는 프랑스 보험사 MACIF와 연계되어 있다.

제3장 차세대 교통기술 확산 전망

1. 분석의 개요
 2. 자율주행자동차 확산 예측 및 로드맵
 3. 개인이동수단 확산 예측 및 로드맵
 4. 수요대응형 교통서비스 확산 예측 및 로드맵
 5. 소결
-

1. 분석의 개요

3장에서는 2장에서 분석된 차세대 교통기술의 현황을 토대로 기술이 확산·보급되어 상용화될 시기 등을 예측하고 로드맵을 작성하였다. 본 연구에서는 다양한 차세대 교통기술 중에서도 개인이동수단, 수요기반 교통체계, 자율주행 세 가지의 부문별로 발전 로드맵을 제안하고자 하였고, 개별적인 로드맵은 결과 시기적으로 볼 때, 동일한 도시공간에 중첩적으로 적용이 되어갈 것으로 보이므로, 개별적인 로드맵은 다시 상호교차효과를 분석하여 고려하는 것이 합리적일 것으로 판단된다. 따라서 예상되는 로드맵 상호간의 상충이나 보완적 요건 등을 고려하면서 전체적인 차세대 교통기술 로드맵을 구성하고, 그에 따라 정책적인 대응방안을 마련하는 것이 타당할 것으로 보인다.

또한, 개별적인 교통기술부문의 발전에 따라, 제도적인 측면과, 기술적 측면, 그리고 수량에 대한 추정, 분석을 시행한 결과에 따라 정책적인 대응방안이 마련하고자 하였는데, 이러한 정책적 대응방안 역시 동일한 공간을 대상으로 하는 것임을 고려하면, 대응방안도 공간적 범위 내에서 종합적으로 검토, 제시되는 것이 바람직할 것이다.

본 장에서는 이러한 관점에서 선행된 장에서 수행된 교통기술 로드맵의 종합적인 검토,

및 대응방안들의 연계, 통합을 시도하고자 하며, 그 결과를 전문가 자문을 거쳐 타당성을 검증하고자 하였다.

[표 3-1] 주요 내용구성

내용구성	주요내용	결과검토
차세대 교통기술 로드맵 교차분석	교통기술별 로드맵 들의 시간적, 공간적 매칭 분석	협동연구단 자문회의 개최
부문별 대응방안의 종합화	공간단위별 대응방안간 상충요소, 보완요소 검토	도시, 건축분야 자문회의 개최
전문가자문을 통한 검증	온라인 설문조사	도시, 교통전문가 통합설문 실시

2. 자율주행자동차 확산 예측 및 로드맵

1) 자율주행자동차의 발전단계

자율주행자동차는 복합적인 기술이 연계되어 스스로 판단하여 움직이는 형태의 자동차이다. 따라서 어느 한 순간에 갑작스럽게 개발되는 것이 아니라 여러 단계에 걸쳐 개발되고 최종적으로는 스스로 운전하는 자율주행자동차가 완성되는 것이다. 자율주행자동차의 발전단계에 대해 미국의 도로교통안전청인 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration : NHTSA)와 미국 자동차기술협회인 SAE(Society of Automotive Engineers : SAE), 독일 연방도로교통청(BAST: Bundesanstalt für Straßenwesen)은 5단계 또는 6단계로 분류하였다.

□ NHTSA의 5단계 자율주행기술

NHTSA에서는 자율주행자동차를 ADAS¹³⁾ 기능이 없는 일반적인 차량에서부터 완전 자율주행까지의 5단계로 구분하고 있다. Level 0부터 Level 2까지는 주로 ADAS와 같은 기능을 포함하는 단계, Level 3은 제한적 자율주행, Level 4는 완전 자율주행의 형태로 구분하고 있다. 특히 Level 3의 경우 자율주행자동차가 운전자의 제어가 필요하다고 알려주면 운전자는 30초 이내에 운전으로 복귀하여야 하기 때문에 운전자와 자율주행자동차가 공존하는 형태이다.

미국 도로교통안전청(NHTSA)이 구분한 자율주행기술의 5단계는 다음과 같다. 현재 Level 2까지는 기술이 개발되어 일부 상용화되고 있으며, Level 3의 경우 기술개발이 진행 중에 있다.

13) 첨단운전자지원시스템. 충돌 위험시 운전자가 제동장치를 밟지 않아도 스스로 속도를 줄이거나 멈추는 '자동 긴급제동 시스템(AEB)', 차선 이탈 시 주행 방향을 조절해 차선을 유지하는 '주행 조향보조 시스템(LKAS)', 사전에 정해 놓은 속도로 달리면서도 앞차와 간격을 알아서 유지하는 '어드밴스드 스마트 크루즈 컨트롤(ASCC)', 사각지대 충돌 위험을 감지해 안전한 차로 변경을 돕는 '후측방 충돌 회피 지원 시스템(ABSD)', 차량 주변 상황을 시각적으로 보여주는 '어라운드 뷰 모니터링 시스템(AVM)' 등을 포함

[표 3-2] 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행기술 발전 5단계

자동화 단계	특징	주요내용	운전주체
Level 0	비자동 (No Automation)	·운전자가 항상 제동, 조향, 감속 및 동력 등 주요 자동차 조종과 관련된 역할을 수행하고, 주행감시 및 안전운행의 역할을 수행하는 단계 ·예) 방충돌경고(FCW), 차선이탈경고(LDWS)장치 등 ·현재 시중에 판매되고 있는 일반 차종	운전자
Level 1	기능제한자동화 (Function-specific Automation)	·여러 자동화 기능이 조합되어 운행되지 못하기 때문에 운전자가 자동차에 대한 제어권을 보유하고 있는 단계 ·예) 크루즈컨트롤(Cruise Control), 자동정지장치 (Automatic Braking), 차선유지장치(Lane Keeping) 등 ·현재 시중에 판매되고 있는 특정 고급차종	운전자
Level 2	복합기능자동화 (Combined Function Automation)	·특정 주행환경에서 두 개 이상의 제어기능이 조화롭게 작동하지 만 운전자가 여전히 모니터링 및 안전에 대한 책임을 지고 자동차에 대한 제어권을 보유해야 하는 단계 ·예) 적응식 정속주행 시스템(ACC: Adaptive Cruise Control) ·일부 상용화 진행 중	운전자
Level 3	제한된 자동화 (Limited Self-Driving Automation)	·특정 교통 및 환경상황에서 주행이 자동차 자동화시스템에 전부 의존하는 단계 ·자율주행모드를 기반으로 하되, 운전자의 제어가 필요한 경우 경보신호 제공하여 운전자모드로 주행(자율주행모드 + 운전자모드) ·현재 연구개발 진행 중	시스템/ 운전자
Level 4	완전 자동화 (Full Self-Driving Automation)	·자동차가 출발부터 목적지까지 모든 안전기능을 제어하고 그 상태를 모니터링하는 단계 ·차량 내의 사람은 승객에 불과	시스템

출처 : 유동훈,강경표(2016). 자율주행기술동향 - 기술수준 구분(SAE, NHTSA, VDA, BAS), 월간 교통, 2016. 4(통권 제 218호), p.57

미국 자동차기술협회(SAE)에서는 자율주행자동차의 기술수준을 6단계로 구분하고 있으며, Level 0부터 Level 3까지는 NHTSA의 구분과 유사하다. 그러나 Level 3이상의 기술수준을 구분함에 있어 NHTSA의 Level 4를 한 단계 더 세분화하여 Level 4와 Level 5의 두 단계로 구분하였다.

미국 자동차기술협회(SAE)가 구분하는 기술단계 6단계는 다음과 같다.

Level 0는 운전자가 모든 조작을 제어하여 주행을 조정하는 ‘비자동(No Automation) 단계’이다.

Level 1은 시스템이 조향 및 가감속 등을 지원하는 단계이며, 사람이 자동차의 주행에 대한 모든 기능을 조작하는 ‘운전자 지원(Driver Assistance) 단계’이다. 크루즈 컨트롤 등이 Level 1의 대표적인 기술이다.

Level 2는 로서 자동차의 핵심제어 기능인 조향과 엑셀 및 브레이크를 시스템이 제어하지만, 안전운전에 대한 책임은 운전자에게 있는 ‘부분자동화(Partial Automation) 단계’이다.

Level 3은 자율주행 자동차의 센서 등을 통해 주행환경을 시스템이 모니터링하는 ‘조건부 자동화(Conditional Automation) 단계’이다. 자율주행시스템이 자동차의 운전 조작을 제어하지만, 돌발상황 발생 시에는 운전자의 개입이 가능하다는 측면에서 안전운전에 대한 책임은 운전자에게 있다.

Level 4는 자율주행자동차가 주행에 수반되는 기능에 대해 제어하며, 주행환경에 대한 모니터링 및 돌발상황 발생시 대응하는 것까지 자율주행시스템이 담당하는 ‘고도 자동화(High Automation) 단계’이다. 하지만 이 단계에서도 자율주행 시스템이 모든 것을 제어하는 것은 아니다. Level 3과 가장 다른 점은 돌발상황 발생 시 시스템에서 운전자에게 제어를 요청하였으나, 이에 응하지 않는 경우의 대비책으로서 자율주행 시스템이 대응하는 고도로 자동화된 단계라 할 수 있다.

Level 5는 자율주행 시스템이 모든 주행환경과 도로조건에서 주행을 담당하는 ‘완전 자동화(Full Automation)’ 단계이다.

미국 자동차기술학회(SAE)에서 제시한 단계별 자율주행시스템에서는 운전자가 주행환경을 주시하고 필요 시 자동차를 완전히 제어할 수 있는 단계는 Level 0부터 Level 2까지이며, Level 2 이상부터는 운전자가 아닌 자율주행시스템이 주행환경을 모니터링하고 운전자에게 개입을 요구하는 등 주행에 대한 핵심제어를 담당한다는 데 차이가 있다. 또한 미국 자동차기술학회(SAE)가 제시하는 6단계 분류방식과 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 5단계 분류방식과의 차이는 미국 자동차기술학회에서는 Level 4인 고도자동화 단계를 추가한 것으로, 자율주행시스템이 필요 시 운전자에게 제어를 요청하였으나 이에 대응하지 않는 경우에 대한 대비책으로서 시스템이 스스로 대응하는 기술이 포함되어 있다. 따라서 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 5단계 분류방식 중 Level 4는 미국 자동차기술학회(SAE)가 제시하는 6단계 분류방식 중 Level 4와 Level 5를 포괄하는 것으로 이해해야 한다.¹⁴⁾

□ BAST의 5단계 자율주행기술

독일 연방도로교통청(BAST)은 자율주행시스템을 5단계로 분류하였으나 숫자로 표현한 단계로 구분하지 않고 자율주행의 정도를 간략한 단어의 형태로 나타내어 구분하였다.

14) 이지연, 이승환, 박유경, 김영일(2015). 자율협력주행(Level 2)을 위한 LDM(Local Dynamic Map) 요구사항 정의, 한국 ITS학회 2015년 추계학술대회(2015·10·23), 2쪽.; 유동훈, 강경표(2016), 자율주행기술동향 - 기술수준 구분(SAE, NHTSA, VDA, BAST), 월간 교통, 2016. 4(통권 제218호), 59쪽.

[표 3-3] 독일연방도로교통청(BASt)의 자율주행기술 발전 5단계

자동화 단계	주요내용	주요 시스템의 예시
운전자 주행단계 (Driver Only)	·자동차가 운행되는 모든 기간 동안 오로지 운전자만 조향(횡방향)과 엑셀·브레이크(종방향)에 대하여 지속적으로 제어하는 단계	조향과 엑셀·브레이크에 개입하는 (주행보조)시스템 미작동
주행보조단계 (Assistiert)	·자동차가 운행되는 동안 운전자가 지속적으로 조향 또는 엑셀·브레이크 등의 운전 조종을 제어하는 단계 ·운전자는 지속적으로 자동차의 모든 시스템을 관찰해야 함 ·운전자는 항상 차량운행을 완전하게 인수할 준비가 되어 있어야 함	·적응식 크루즈컨트롤(ACC) : 적응식 거리 및 속도유지기능을 갖춘 종방향 주행 ·주차보조 : 주차보조를 통한 조향(주차를 위한 자동 조향, 운전자는 엑셀·브레이크 조종)
부분자동화 단계 (Teilautomatisiert)	·일정한 시간 동안 또는 특정한 상황에서 시스템이 조향 및 엑셀·브레이크 등의 운전조종을 수행해야 하는 단계 ·운전자는 여전히 시스템을 지속적으로 관찰해야 함 ·운전자는 항상 차량운행을 완전하게 제어할 준비가 되어 있어야 함	·고속도로 보조 : 자동화된 종방향 및 횡방향 주행 고속도로에서 최고속도까지 주행 운전자는 지속적으로 모니터링해야 하고 운전자 주행을 요구할 경우 즉시 대응해야 함
고도자동화 단계 (Hochautomatisiert)	·일정한 시간 동안 또는 특정한 상황에서 시스템이 조향 및 엑셀·브레이크 등의 운전조종을 제어하는 단계 ·운전자는 반드시 지속적으로 시스템을 관찰할 필요는 없음 ·다만 필요한 경우에는 시스템이 충분한 시간을 주어 운전자에게 자동차의 주행임무를 넘겨받으라고 요구함 ·모든 시스템들이 시스템의 한계를 인식하지만, 시스템이 모든 상황에서 위험을 최소화할 수 있는 상태에 이른 단계는 아님	·고속도로 운전자(Autobahn –Chauffeur) : 자동화된 종·횡방향 주행 고속도로에서 최고속도까지 주행 운전자는 반드시 지속적으로 모니터링할 필요 없음 충분한 시간을 부여하여 운전자 주행을 요구할 경우 운전자는 이에 대응
완전자동화 단계 (Vollautomatisiert)	·개념정의된 적용사례에서 시스템이 조향과 엑셀·브레이크 등의 운전조종을 완전하게 수행하는 단계 ·운전자는 시스템을 관찰할 필요가 없음 ·다만, 사전에 개념정의된 적용사례를 이탈하기 전에 시스템이 충분한 시간을 주어 운전자에게 자동차의 주행임무를 넘겨받으라고 요구하게 됨 ·운전자가 주행임무를 넘겨받지 아니한 경우에는 위험을 최소화하는 시스템 상태로 되돌아감 ·모든 시스템들이 시스템의 한계를 인식하게 되고, 시스템이 모든 상황에서 위험을 최소화하는 상태로 되돌릴 수 있음	·고속도로 파일럿(Autobahnpilot): 자동화된 종·횡방향 주행 고속도로에서 최고속도까지 주행 운전자는 모니터링할 필요 없음 운전자가 운전자모드 주행요청에 응하지 않는 경우 자동차는 정지됨

재인용 출처 : 이진국 외 2인(2016), 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정방안 연구, 경찰청 교통국 교통기획과, p.15
(원본 출처 : BASt working group, April 2010)

독일 연방도로교통청(BASt)의 자율주행시스템의 분류 중 5단계에 해당되는 완전 자동화 단계는 운전자에게서 완전히 독립된 자율주행기술 단계로 정의하지 않고, 여전히 운전자에게 의존적인 형태를 띠고 있어 SAE의 기술수준 Level 5와 같이 차량 내의 사람을 단순히 승객으로 보고 있지는 않고 있다.

□ 기관별 발전단계의 비교

자율주행자동차 기술의 발전단계에 대해 미국 도로교통안전청(NHTSA), 미국 자동차기술협회(SAE), 독일 연방도로교통청(BASt)에서는 5단계나 6단계로 자율주행기술의 발

전단계를 구분하였다. 가장 세분화하여 단계를 구분한 미국 자동차기술협회(SAE)의 기술단계를 기준으로 한다면, 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 Level 4는 SAE의 Level 4와 Level 5의 기술단계 정의가 결합된 형태이며, 독일 연방도로교통청(BAST)의 ‘완전자동화 단계’는 SAE의 Level 4와 유사하며, SAE의 Level 5에 대한 기술단계를 따로 구분하지 않은 상태이다. 3개 기관의 자율주행기술수준을 구분한 단계를 비교하면 다음과 같다.

[표 3-4] 자율주행기술 발전단계 비교

기술 수준	기관			자율주행기술의 분류항목			
	SAE	BAST	NHTSA	조향, 가감속 등 핵심제어의 주체	운전환경의 모니터링 주체	동적 운전업무 중 대변책의 주체	시스템 운전모드 의 유무
운전자가 주행환경을 모니터링							
0	비자동	운전자 주행	비자동	운전자	운전자	운전자	이용불가
1	운전자지원	주행보조	기능제한 자동화	운전자 · 시스템	운전자	운전자	일부 시스템모드
2	부분자동화	부분자동화	조향기능 자동화	시스템	운전자	운전자	일부 시스템모드
자율주행시스템이 주행환경을 모니터링							
3	조건부자동화	고도자동화	제한자동화	시스템	시스템	운전자	일부 시스템모드
4	고도자동화	완전자동화		시스템	시스템	시스템	일부 시스템모드
5	완전자동화	-	완전자동화	시스템	시스템	시스템	전부 시스템모드

출처 : 이진국 외 2인(2016)의 자료를 토대로 재구성

2) 자율주행자동차의 단계별 확산에 대한 예측

유럽연합에서 2015년 발간한 2건의 보고서(EPoSS¹⁵⁾, ERTRAC¹⁶⁾)에서는 자율주행자동차의 발전단계에 대해 언급하고 있다. 먼저 EPoSS 보고서에서는 ‘R&D, DEMO, Production · Industry’의 3단계로 자율주행기술자동차의 발전단계를 구분하고 있으며, ERTRAC 보고서에서는 ‘Research, Demo, Regulation·Standards, Industrialization’의 4단계로 발전단계를 구분하고 있다. ERTRAC보고서에서는 DEMO와 상용화 사이에 ‘규제 및 표준화 단계’를 추가하여 EPoSS 보고서에 비해 한 단계 추가된 형태를 보이고 있다.

두 보고서에서는 자율주행기술이 개발되고 이를 상용화하기까지는 약 10년이 소요될 것이라고 명시하였다. 또한 현재의 자율주행자동차 제조업체들의 경우 자신들의 기술력을 홍보하기 위해 상용화 출시시기를 과장하여 표현하고 있으며, 언론 또한 R&D나 DEMO 수준의 자율주행기술을 상용화로 표현하여 기술을 과장하는데 일조하고 있다고 말하고 있다.

3) 자율주행자동차 기술개발 완료시기의 예측

□ 자율주행자동차 제조업체

제4차 산업혁명의 시작을 알리듯이 자동차와 IT 업계에서는 앞다투어 자율주행자동차를 출시하고 있다. 구글은 2009년 자율주행 기술개발 계획을 최초로 발표하고, 2012년 구글카로 시내 주행에 성공하게 된다. 이를 시작으로 세계 각국의 자동차 제조업체 및 IT기업들이 자율주행자동차 기술을 개발하고 시연 중에 있다.

[표 3-5] 자율주행기술의 시대별 발전과정 예상

년도	2013	2013~2014	2015	2016	2017	2018~2020	2020~2025	2025 이후
발전 과정	·차선변경보조 ·차선유지보조 ·주차보조 (일부 자동)	·긴급제동가능 ·보행자인식 기능	·스마트폰을 통한 주차 ·공사장인식 보조 ·긴급차선변경 보조	·정체 보조	·자동화된 긴급차선 변경보조 ·교차로보조	·스마트폰에 의한 주차보조 ·고속도로파일 럿(부분고속화)	·고속도로운전 수(완전자동화) ·시내자율주행 -완전자동주차	·고도자동화 주행

출처 : 이진국 외 2인(2016), 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정방안 연구, 경찰청 교통국 교통기획과,

현재 자율주행차량은 일부 IT업체와 자동차 제조업체에 의해 개발되고 있다. IT기업들

15) EPoSS(2015). 「European roadmap smart systems for automated driving」 EPoSS: European Technology Platform on Smart System Integration

16) ERTRAC(2015). 「Automated driving roadmap」, ERTRAC : European Road Transport Research Advisory Council

의 경우 완전 자율주행 차량을 2020년에 상용화할 계획이 있는 것으로 나타났으며, 자동차 제조업체들의 경우 일부 기능에 대해 2020년까지 상용화할 계획이 있는 것으로 발표하였다.

IT 업체들의 경우 완전자율주행차량을 상용화하는 것을 목표로 하고 있지만, 자동차 회사들의 경우 단계적인 자율주행자동차 개발을 지향하며, 점진적으로 자율주행자동차 기술을 발전시키는데 힘쓰고 있다.

[표 3-6] 업체별 자율주행자동차 개발현황

구분	업체명	주요 기능	상용화 계획
ICT	구글	완전 자율	2020
	애플	완전 자율	2020
	바이두	자체 조종	미정
완성차 업체	아우디	교통정체	2017
	BMW	교통정체·비상운전	2018
	GM	자체조종·차선유지	2017
	포드	자체조종·자동주차	2020
	벤츠	교통정체	2019
	폴크스바겐	교통정체	2020
	볼보	자체조종	2016
	현대·기아차	교통정체·자체조종	2020

출처 : Frost & Sullivan analysis(2012), Megatrends Industry Think Tank 2: Future of Urban Mobility.의 내용을 번역하여 작성

그러나 앞서 살펴보았던 유럽연합의 EPoSS 보고서나 ERTRAC 보고서의 내용을 고려한다면 업체들의 자율주행자동차 상용화 계획은 DEMO 버전에 불과할 가능성이 있으며, 실제 상용화는 이보다 늦어질 수 있다고 판단된다.

□ 언론 및 전문가

현재 자율주행자동차를 개발하는 자동차회사는 자율주행 5단계 중에서 ASCC¹⁷⁾와 LKAS¹⁸⁾를 포함한 2단계 이상의 기술을 상용화하였으며, 3단계 기술을 개발 중에 있다.

독일의 일간지인 'Die Wirtschafts Woche'는 시대별 자율주행기술의 발전단계를 다음과 같이 나타내고 있다. 이 발전단계에 따르면 2025년 이후 기술상으로는 완전자율주행이 가능할 것으로 나타나고 있다.

산업통상자원부와 미래창조과학부의 자료에 의하면, 자율주행기술 Level 3을 탑재한 자동차는 2020년경에 보급이 본격화될 것으로 예상되었다. 또한 2020년부터 2035년까지 북미·서유럽·아시아태평양 3개 지역의 자율주행자동차 시장 연평균 성장률은 85%에 이를 것으로 전망하고 있다. 전세계적 자동차시장에서 출시되는 신차 중 자율주행자동차가 차지하는 비중은 2015년에 4.4%, 2030년에 40.5%, 2035년에 75.1%에 이를 것으로 전망되고 있다.¹⁹⁾

□ EU플랫폼

유럽의 경우 자율주행자동차 관련 기술은 공공기관에 의해 주도되고 있으며, EPoSS와 ERTRAC과 같은 EU플랫폼을 통해 각 회원국들 간의 공동연구 및 장래에 대한 우선순위를 정하고 통합된 로드맵을 작성하여 통일된 비전을 제공하고, 산업의 기초가 되는 규격·표준을 제시하고 있다. 이러한 기관들은 자율주행의 기술개발에 대한 정의와 로드맵 등에 대한 정보를 보고서와 같은 형식으로 발간하고 있다.

EPoSS 보고서에서는 자율주행 기술개발 단계를 'R&D → DEMO → Production /Industry'의 3단계로 정의하고 있으며, 자율주행 로드맵을 마일스톤 1~3으로 정의하고 있다. 각 마일스톤은 3단계 기술개발에 따라 최종단계인 '양산'년도를 시작으로 고속도로자율주행/도심자율주행의 상용화로 구분하고 있다.

17) 어드밴스드 스마트 크루즈 컨트롤. 발전된 형태의 크루즈 기능, 기존 SCC와 달리 '정차후 출발' 기능을 추가하여 시내주행을 용이하게 한 것이 큰 특징임

18) 차선이탈자동복귀시스템. 자동차가 주행시에 자동으로 차선을 벗어나지 못하게 해주는 시스템. 차선을 벗어날 경우 핸들의 진동이나 경고음으로 운전자에게 알리는 것에 그치지 않고, 핸들을 조향하여 차선을 유지하게 하는 기능이 있음

19) 산업통상자원부, 미래창조과학부, 국토교통부,경찰청(2016). 자율주행 산업융합 혁신사업, p.4.

[표 3-7] EPoSS 보고서의 자율주행기술 로드맵

마일스톤	대상도로	교통상황	인식대상	기술명 및 자율주행 시나리오
Milestone 1 (2020)	주차장 자동차전용도로 (motorway)	저속 덜복잡한 주행 환경	-	traffic jam chauffeur (차선변경포함)
Milestone 1 (2022)				highway chauffeur
Milestone 2 (2025)	자동차전용도로 (motorway)	중고속	-	higher AD highway autopilot · A→B 구간 자율주행 · 운전자 자유도 제공
			동물	동물충돌회피 철길건널목 주행
Milestone 3 (2030)	도시 (city)	복잡한 교통환경	교통신호 보행자 이륜차	highly AD (driverless 지향기술혁명) · 지역/도시별 자율주행기술 요구 사양 상이

출처 : 이진국 외 2인(2016), 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정방안 연구, 경찰청 교통국 교통기획과, p.51

ERTRAC 보고서에서는 EPoSS의 기술개발 과정에서 규제 및 표준화 단계를 추가한 4단계인 'Research → Demo → Regulation/Standards → Industrialization'으로 정의하고 있다. 자율주행 로드맵은 적용 기술수준과 최고속도를 구체적으로 제시하고 있으며, 일반승용차와 상업용자동차로 구분하고 있는 것이 특징이다. EPoSS와 ERTRAC 모두 자율주행 Level을 총 6단계인 SAE기준을 사용하고 있고, ERTRAC 보고서의 로드맵에는 적용 기술수준 뒤에 괄호를 사용하여 해당하는 자율주행 Level을 표시하고 있다.

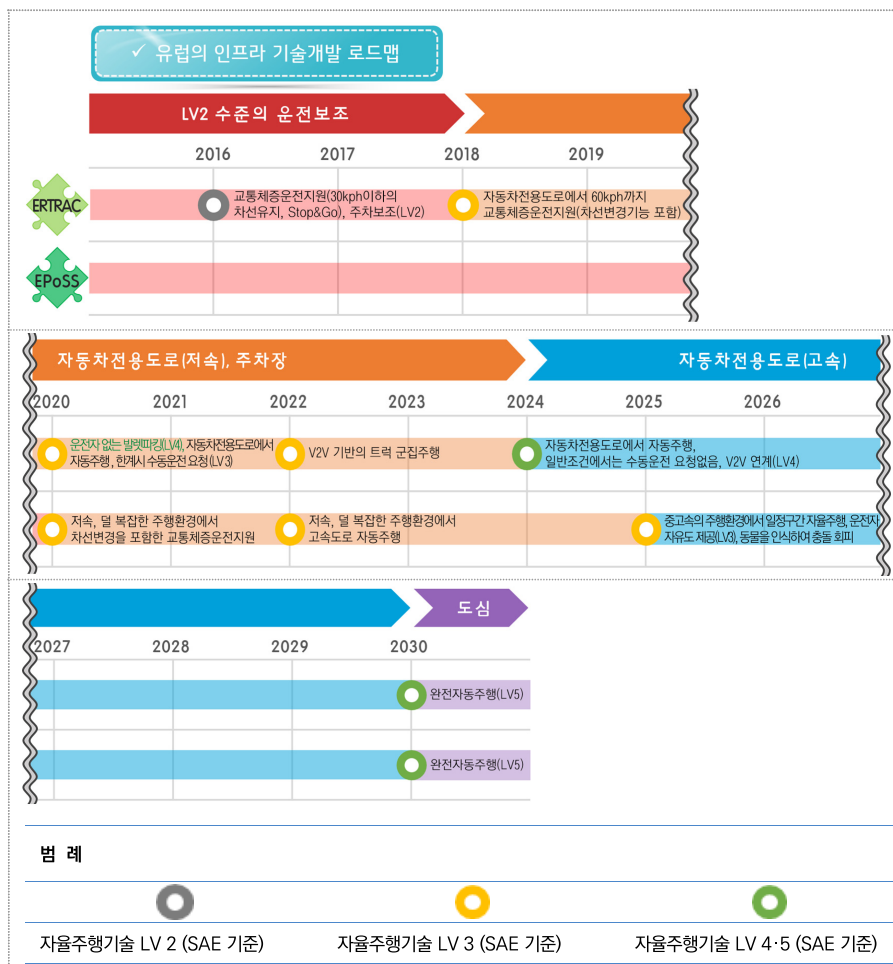
[표 3-8] ERTRAC 보고서의 자율주행기술 로드맵

	Passenger Cars	Commercial Vehicle
2016	Park Assistance (Lv.2) Traffic Jam Assistance (Lv.2) : 30KPH 이하의 차선유지, Stop&Go 교통체증운전자원	
2018	Traffic Jam Chauffeur (Lv.3) : 자동차전용도로에서 60KPH 까지 교통체증운전자원. 차선변경기능 포함	
2019		Truck - C-ACC Platooning : 운전자가 모든 기능에 책임을 지는 협조형 차간거리 제어
2020	Parking Garage Pilot (Lv.4) : driverless valet parking	Truck - Terminal Parking
2020	Highway Chauffeur (Lv.3, ≤130KPH) : 자동차전용도로에서 진출입로, 추월 자동주행. 시스템 한계 도달시 운전자에게 수동운전 요청	Highway Chauffeur (Lv.3, ≤90KPH)
2022		Truck Platooning : V2V 기반의 군집주행
2024	Highway pilot (Lv.4, ≤130KPH) 자동차전용도로에서 진출입로, 추월, 차선변경 자동주행. 일반조건에서는 수동운전 요청없음. V2V 연계.	Highway pilot with ad-hoc platooning (Lv.4, ≤110KPH)
2030	Fully automated private vehicle (Lv.5) : 운전자는 목적지만 입력. 완전자동주행. 30년은 대략적인 목표(추정)	Fully automated Trucks (Lv.5)

출처 : 이진국 외 2인(2016), 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정방안 연구, 경찰청 교통국 교통기획과, p.52.

2015년에 발간된 ERTRAC 보고서와 EPoSS 보고서의 자율주행 기술개발 내용을 년도에 따라 정리하면 다음과 같다. ERTRAC 보고서의 경우 EPoSS보고서에 비해 LV3 기술의 경우 2년, LV4 기술의 경우 1년 정도 빠르게 개발이 가능할 것으로 예측하였다. 또한 ERTRAC 보고서의 경우 2020년에 운전자가 없는 발렛파킹(LV4)이 가능할 것으로 예측하였다.

최종적으로 LV5의 완전자동주행기술이 개발되는 시기에 대해서는 두 보고서 모두 2030년으로 예측하고 있으며, 주행도로 환경 측면에서의 기술로 구분하고 있다. LV2 수준의 운전보조 단계에서 자동차전용도로·주차장으로의 저속운전 지원, 자동차전용도로에서의 고속운전 지원, 도심자율주행으로 덜 복잡한 주행환경에서 복잡한 주행환경으로의 기술발전단계를 구분하고 있다.



[그림 3-4] EPoSS와 ERTRAC의 기술개발 로드맵 (출처 : 저자 직접 작성)

4) 시장확산시기에 대한 예측

□ 이전차량기술의 확산속도에 의한 예측

자율주행기술의 개발속도는 자율주행자동차를 구현하려고 노력하는 IT업체나 자동차 회사에 의해 예측 가능하나, 기술의 발전속도와 시장의 확산속도는 비례하지 않고 최소 수십 년의 차이가 나게 된다. 신기술은 일반적으로 상용화와 시장포화 사이에 수십 년이 소요되므로 자율주행기술이 2020년에 상용화가 시작된다고 할지라도 시장확산시기에 대한 예측은 어려울 것으로 예상된다.

Victoria Transport Policy Institute에서는 자율주행기술을 개발한 이후 가격이나 최종적인 판매 점유율에 대해 예측하기 위해 이전의 차량관련 기술에 대해 조사를 실시하였다. 이 조사에 따르면 이전의 차량관련 기술에는 에어백, 자동변속기, 내비게이션 등이 있으며, 구현주기는 적게는 15년에서 많게는 50년 이상 소요된 것으로 파악된다. 또한 시장포화상태에서의 점유율은 정부에서 의무적으로 장착을 규정한 에어백을 제외하고는 최종적인 사용 점유율이 100퍼센트에 달하지 않는 것으로 분석되었다²⁰⁾.

[표 3-9] 차량관련 기술구현 사례

기술명	구현주기	가격 프리미엄	시장 포화에서 점유율
에어백	25년(1973-98)	수백달러	100%, 정부규정
자동변속기	50년(1940s-1990s)	\$1,500	미국90%, 전세계 50%
내비게이션	30년 이상 (1985-2015+)	\$500, 지속감소세	불확실, 80% 이상 추정
선택적 GPS 서비스	15년	연간 \$250	2-5%
하이브리드 차량	25년 이상 (1990s-2015+)	\$5,000	불확실, 현재 약 4% 수준

출처 : 임현섭(2016), 자율주행자동차 도입에 의한 교통계획부문 영향, 국토연구원, p.8.

자동변속기는 차량주행 측면의 기술이라는 점에서 자율주행 차량기술과 성격이 비교적 유사하다는 특징이 있다. 자동변속기의 경우, 1939년 미국 GM의 과거 브랜드인 올즈모빌이 개발한 ‘하이드라매틱’을 시초로 현재까지 전세계적인 점유율이 50%를 차지하고 있는 실정이다. 자동변속기의 사례를 비추어 보았을 때 자율주행자동차가 아닌 경우의

20) Litman, T.(2015). Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning, Victoria Transport Policy Institute.

운행을 금지하는 것을 법적으로 강제하지 않는 경우, 자율주행자동차의 판매를 시작한 이후에 시장에서의 점유율이 일정 이상 상승하지 않을 가능성이 있다.

애널리스트 토드 리트먼은 이러한 차량관련 기술구현 사례를 기반으로 자율주행차량의 구현과정을 예상하였다. 자율주행자동차가 2020년에 합법화가 되어 시장에서 판매가 진행되더라도 인간이 운전하는 기존 자동차를 대체하는 과정은 수십 년이 소요될 것으로 추정하고 있다. 그럼에도 불구하고 2050년이면 판매되는 신차의 80~100%가 자율주행자동차일 것으로 전망하고 있다.²¹⁾

[표 3-10] 자율주행차량의 구현과정 예상

단계	시기	차량판매 점유율	차량구성 점유율	운행차량 점유율
높은 가격 프리미엄	2020s	2~5%	1~2%	1~4%
중간 가격 프리미엄	2030s	20~40%	10~20%	10~30%
낮은 가격 프리미엄	2040s	40~60%	20~40%	30~50%
표준 기능은 대부분의 신차에 적용	2050s	80~100%	40~60%	50~80%
시장포화 상황	2060s	-	-	-
모든 신규 및 운행차량에 적용	-	100%	100%	100%

출처 : 임현섭(2016), 「자율주행자동차 도입에 의한 교통계획부문 영향」, 국토연구원, p.9.

자율주행자동차가 80~100% 팔리는 시점인 2050년에는 총 차량구성에서 자율주행자동차가 점유하는 비율은 40~60%가 될 것으로 전망되고 있다. 자율주행자동차의 차량구성 점유율에 비해 운행차량 점유율이 높은 것은 자율주행 자동차의 경우 공유경제의 영향으로 인해 개인이 자동차를 소유하기보다는 공유자동차의 형태로 이용되어 도로상에 운행하고 있는 차량의 점유율이 높게 나타나게 된다. 또한 2050년에 신차의 100%가 자율주행자동차로 판매된다고 가정하였을 때 차량의 평균 내용연수를 10~15년으로 생각한다면 2070년에는 도로상의 모든 차량이 자율주행자동차로 운행될 것으로 예상된다. 이에 따라 자율주행자동차의 확산속도를 낙관적으로 생각하였을 때 2070년이면 도로상에 완전 자율주행차량만 다닐 것이라고 예측할 수 있으며, 비관적으로 생각하였을 때 그 이상의 시간이 걸릴 것으로 예상된다.

21) Litman, T.(2015), "Autonomous Vehicle Implementation Predictions:Implications for Transport Planning", Victoria Transport Policy Institute.

□ 기관이나 전문가에 의한 예측

이전차량기술에 의해 자율주행자동차의 시장확산시기를 예측하였을 때 2070년이 되어 서야 도로상에 자율주행자동차만이 다닐 것이라고 예측하였다. 자율주행자동차 관련기관과 전문가들도 이와 비슷하게 자율주행자동차의 시장확산시기를 예측하였다. 컬럼비아대학교 교수 호드 립슨은 그의 저서 ‘넥스트 모바일 : 자율주행혁명’에서 애널리스트 토드 리트먼을 비롯한 자동차 관련 기업과 교통관련 정부기관의 의견을 정리하여 자율주행자동차가 도로상의 자동차 중 100%를 차지하는 ‘완전자율주행’이 실현되는 년도를 제시하였다.

먼저 애널리스트 토드 리트먼²²⁾은 기업들이 자율주행자동차의 상용화를 예고하는 2020년에 일반도로의 주행이 합법화된다고 해도 사람들이 현재 보유한 기존 자동차를 대체하는 과정은 수십 년이 걸릴 것으로 예상하고 있다. 2020년에 상용화되어 자율주행자동차의 판매가 시작된다면, 2050년에 자율주행자동차가 판매되는 신차의 80~100퍼센트를 점유할 것이라고 예측하고 있다.

자율주행자동차 전문가인 호드 립슨, 토드 리트먼이 자율주행자동차 기술개발시기에 따른 시장확산시기에 대해 언급한 것을 정리하면 다음과 같다.

[표 3-11] 자율주행차량의 기술개발·시장확산 시기

년도	자율주행자동차 기술개발·시장확산 시기
2009년	구글의 자율주행기술 개발계획 최초 발표
2012년	구글카로 시내주행 성공
2020년	자율주행 5단계 개발완료(애플, 구글) 및 상용화
2025년	고도자동화 주행, 자율주행차량 최초판매
2035년	신차의 10% 자율주행차량
2050년	신차의 80~100% 자율주행차량
2070년	완전자율주행 가능(차량의 평균수명이 10~15년임을 고려한 수치)

출처 : 호드 립슨, 엘바 컬만(2017), 토드 리트먼(2015)자료를 토대로 재구성함

22) Litman, T.(2015). Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning, Victoria Transport Policy Institute.

5) 국내 자율주행자동차 확산시기에 대한 예측

□ 국내 자율주행자동차 개발단계

지속적으로 높아지는 자율주행자동차의 시장점유율을 볼 때, 세계 5위의 자동차 산업국가로서 자율주행자동차 개발과 보급에 노력하지 않을 수 없다. 정부차원에서 자율주행자동차 도입에 따른 제도개선 등의 기반을 마련하고 있다. 자율주행자동차의 상용화를 2020년에 달성하겠다는 목표를 가지고 이에 따른 규제를 개선하고 기술개발 및 인프라 확충 등 적극적인 지원을 계획하고 있다. 국토부의 자동차관리법 등 관련 법령의 개정을 토대로 2016년 2월부터 실제 도로에서 자율주행자동차가 시험운행 중이다.

2012년 구글은 구글카로 시내주행에 성공하고 현재 수백만 키로의 시험주행을 하고 있는데 반해 국내에서는 2016년부터 자율주행자동차의 시험운행을 하고 있어 구글과 우리나라의 기술격차는 최소 5년 이상에 이를 것으로 판단된다. 우리나라 자동차회사인 현대와 기아의 경우 자율주행자동차를 개발 중에 있으나, 관련 기술은 해외연구소를 통해 글로벌기업들의 부품 기술을 적용해 구성하는 수준으로 실제 국내기술의 적용률은 매우 낮다. 향후, 자율주행자동차 관련기술은 그 부가가치가 매우 높은 분야로 산업적 경쟁력 확보가 매우 중요하다고 판단되며, 이러한 기조에 따라 국내에서도 산업통상자원부 주관으로 자율주행자동차 관련 핵심부품 상용화 관련 기술개발 사업에 대한 예비타당성조사를 실시하고 예산을 확보하여 2017년부터 본격적으로 추진할 예정이다. 다만, 산업통상자원부 차원에서 추진하는 기술개발사업의 경우 예산확정이 기획시점 대비 3년 이상이 경과되었고, 기술개발 목표 역시 NHTSA 분류기준상 자율주행 Level 2·3의 기술로 경쟁력 확보가 어려울 것으로 판단되어 미래기술을 목표로 국토교통부·산업통상자원부·미래창조과학부·경찰청 등이 참여하는 다부처 공동사업으로 국가전략프로젝트를 아래와 같이 기획 중에 있다. 이는 Level 3·4를 목표로 완전 자율주행자동차를 기반으로 한 다양한 시범사업까지 내포하고 있어 향후 법제도 개선을 위한 문제점 도출에 용이할 것으로 판단된다.²³⁾

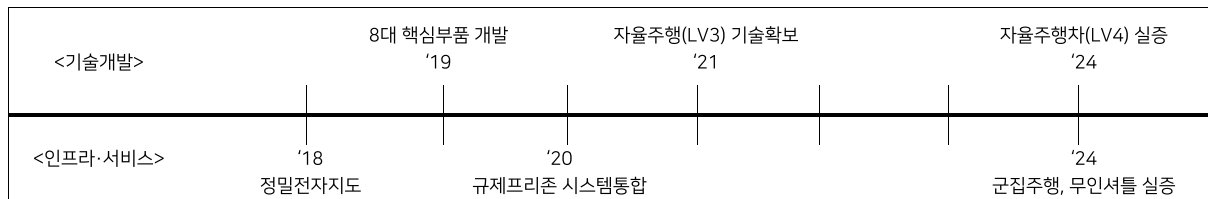
미래창조과학부가 주최한 ‘제2차 과학기술전략회의’에서는 9대 국가전략 프로젝트로 선정된 ‘자율주행자동차 핵심기술 개발’에 대한 회의가 진행되었다. 해당 사업은 2019년까지 8대 핵심부품을 개발하고 2021년까지 자율주행기술을 확보하며 2024년까지 서비스모형을 실증하는데 목표를 두고 있다. 사업의 주요내용²⁴⁾은 다음과 같다.

23) 이진국 외 2인(2016), 자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정방안 연구, 경찰청 교통국 교통기획과.

24) ‘대한민국 미래 책임질 9대 국가전략 프로젝트 선정’, 미래창조과학부, 2016.08.10. 제2차 과학기술전략회의

- 8대 핵심부품(레이다·라이다, 영상센서, 통신, 3D맵 등) 국산화 개발('19)
 - 부품(중소·중견기업, 대학·연구소), 완성차·ICT·인프라(대기업) 컨소시엄 구성
- 안전한 조건에서 눈을 떼는 자동운전이 가능한(Level 3) 자율주행기술* 확보('21)
 - * 차선유지&차간거리, 자동차선변경, 교차로·분기로 주행지원, 교통혼잡도로 우회주행 등
 - 빅데이터 기반 차량용 인공지능(주변상황인식, 운전자주행성향 등), 실시간 교통환경 인자·분석·제어, 통신 암호화 등 융합신기술 개발
- 전용구간에서 완전 자율주행차(Level 4)의 서비스모델(군집주행, 무인셔틀 등)을 발굴하고 실증환경에서 사업성·안전성 검증('24)
 - 규제프리존(대구)에서 실도로·실차 대상으로 다양한 시나리오를 재현·검증
- 산업부, 국토부·경찰청, 미래부가 다부처 협의체를 구성하여 기술개발과 관련법령정비, 규제개선을 병행하여 추진

자율주행자동차의 핵심기술을 개발하는 사업에 대해 사업의 추진은 크게 기술개발과 인프라·서비스로 나누어 사업추진을 실시하였다. 해당 사업의 기술개발과 인프라·서비스는 2024년에 완료하는 것으로 로드맵을 구성하였다.

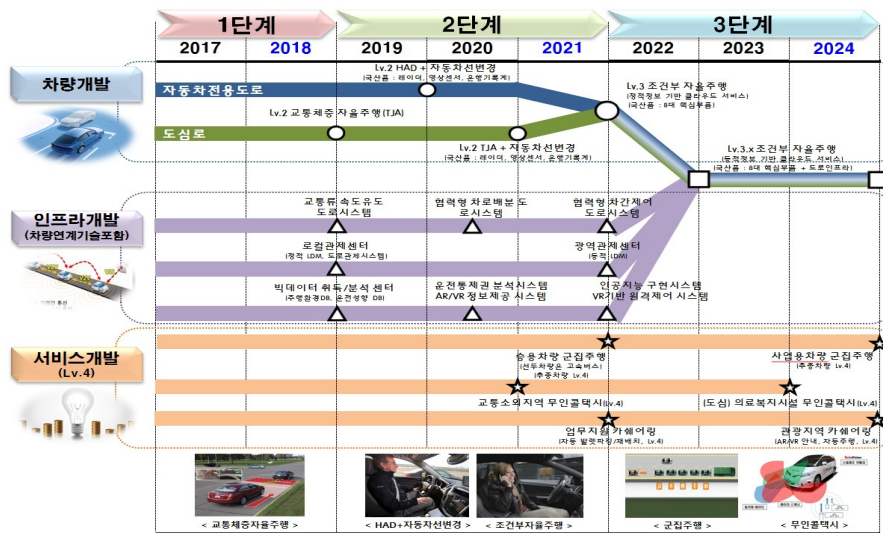


[그림 3-2] 개략적인 사업추진 로드맵

자료: 대한민국 미래 책임질 9대 국가전략 프로젝트 선정, 미래창조과학부, 2016.08.10. 제2차 과학기술전략회의

작년에 논의된 국가전략프로젝트를 기반으로 우리나라 국가 차원의 기술개발 로드맵을 구성하면 다음과 같다. 우리나라는 기술개발 측면에서 2019년 8대 핵심부품을 개발하여 2021년 LV3에 해당하는 자율주행기술을 확보하고 정적정보 기반의 클라우드 서비스를 제공할 수 있도록 하고 있다. 또한 1년 뒤인 2022년에는 국내부품과 도로인프라가 결합된 동적정보 기반 클라우드 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 최종적으로는 2024년 LV4의 자율주행자동차를 실증하려고 하고 있다.

인프라·서비스 측면에서는 2020년에 시도별로 지역전략산업 관련 규제를 철폐하고 자유로운 기업활동이 보장되는 지역인 규제프리존 시스템을 통합하고, 자율주행자동차의 장점이라고 볼 수 있는 차량 군집주행에 관해 기술을 개발하는데 목적을 두고 있다. 2021년에 승용차량의 군집주행, 2024년 사업용차량의 군집주행 기술을 개발하면서 보다 효율적으로 자율주행기술을 이용할 수 있는 환경을 제공하는데 노력하고 있다.



[그림 3-3] 국가전략프로젝트 추진로드맵 계획
(출처 : 산업통상자원부, 국토교통부, 미래창조과학부, 경찰청(2016), 「자율주행 산업융합 혁신사업」)

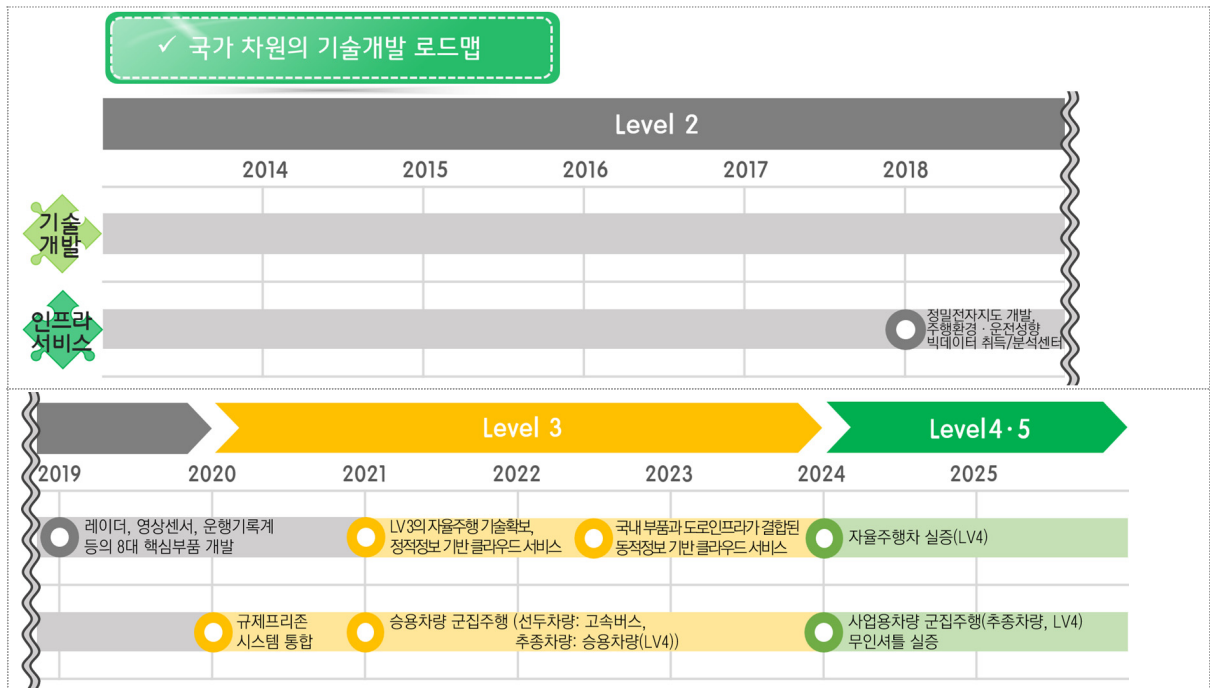
국가전략프로젝트를 기반으로 자율주행자동차의 기술개발을 지원하기 위하여 진행 중인 정부의 사업은 다음과 같다.

자동차 환경변화에 대응하여 자율주행자동차의 안전운행기반 조성방안을 검토하기 위해 국토교통부(첨단자동차기술과)와 교통안전공단은 ‘자율주행자동차 등 미래형자동차에 대한 안전성 평가 시행방안 검토’를 진행 중에 있고, 해당 사업의 추진기간은 2017~2019년이다.

세부 추진연구로는 ‘자율주행자동차 등 미래형자동차 안전성 평가방법 연구’ 자율주행차 안전성 평가기술개발 및 실도로 평가환경개발연구(‘16~’19), ‘운전제어권 전환 및 사회적 수용성 연구’(‘17~’20), ‘자율주행차 전용 테스트베드 환경구축(K-city)’(‘16~’19), ‘차량과 사물통신(V2X) 제어장치 검사제도 도입을 위한 정책개발 연구’ 등이 있다.

국토교통부(자동차운영보험과·첨단자동차기술과)와 교통안전공단은 ‘미래형 자동차의 안전도 검사기준 개발’ 사업을 진행 중이고, 해당 사업의 추진기간은 2017~2019년이다.

세부 추진연구로는 ‘자율주행자동차(C-ITS 기반 V2X제어장치) 안전도 검사기술 개발’이 있으며, ‘ITS기반 스마트 자동차의 자동차 검사를 위한 기술표준화 및 V2X 제어장치 검사기술 개발 추진’ 등이 있다.



[그림 3-4] 국내 국가차원의 자율주행자동차 기술 개발 로드맵(출처 : 저자 직접 작성)

또한, 국토교통부는 자율주행자동차의 운행을 대비하여 ‘안전시설 개선 및 관련제도 정비 추진’을 진행 중에 있고, 해당 사업의 추진기간은 2017~2019년이다.

세부 추진연구로는 ‘자율주행 지원 교통안전 시설물 개발 및 도입’연구로 자율주행차량과 일반차량 혼재시 교통안전 확보를 위한 시설개선 및 운행관리 기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 그리고 ‘자율주행차 운행관련 도로교통법 개정 및 운전면허제도 개선 추진’연구와 ‘자율주행차 도입대비 자동차보험제도 개선방안 검토추진’연구가 있다.

우리나라에서 자율주행기술을 개발하고 있는 기업은 현대자동차, 기아자동차, LG전자, 삼성전자 등이 있다. 현대자동차와 기아자동차의 경우 2015년 출시된 차량에 차선유지 제어와 차간거리제어 및 네비게이션맵을 통합한 고속도로주행보조(HDS: Highway Driving Assist)장치를 적용하였다. 고속도로주행보조(HDS)장치에는 벤츠와 같이 운전자의 Hand-Off가 8초 이상 지속될 시 기능이 해제되도록 설계가 되었다. 이후 2020년에는 도심 혼잡구간에서 차선인식 불가시 레이더, 영상센서로 주행상황을 종합적으로 판단하여 앞차와 일정거리를 유지하는 TJA(Traffic Jam Assist)의 상용화를 목표로 하고 있다.

LG전자는 V2H(Vehicle to Home)로 집안기기를 조종하는 시스템과 자율주행자동차의 핵심기술인 주변상황인식과 정밀지도가 연동된 기술개발을 추진 중에 있으며, 스마

트카용 인포테인먼트시스템, 스테레오 카메라, 전기차 등을 독자개발하고 있다.

삼성전자는 2015년 12월 전장사업팀을 신설하며 차세대 주력으로 카인포테인먼트와 자율주행자동차 전장품사업에 진출을 선언했으며, 글로벌 카인포테인먼트 업체인 하만 카돈 인수를 통해 사업추진을 가시화하고 있다. 자율주행 관련하여서도 카인포테인먼트 개발사인 빈리, 자율주행자동차 SW를 개발하는 MIT출신 벤처기업인 누토노미 등에 투자하는 등 관련 기술 확보에 노력 중이다.

□ 이진차량기술 확산속도의 국가별 비교

세계 최대 회계법인 프라이스워터하우스쿠퍼스(이하 PwC)에서는 각 대륙별 신차의 변속기 종류별 규모와 2020년 변속기 종류별 사용량을 예측한 자료를 발표하였다²⁵⁾. 해당 자료에 의하면 각 나라마다 자동 변속기의 확산속도는 다르게 나타났으며, 유럽연합과 남미대륙은 수동변속기가 차지하는 비율이 각각 63%, 82%로 나타났다. 반면 북미대륙과 한국·일본·호주는 각각 5%와 18%로 나타나 자동변속기가 차지하고 있는 비율이 상대적으로 컸다.

[표 3-12] 변속기 종류에 따른 각 나라의 사용 추이 예측

지역	변속기의 종류	2015년 신차기준		2020년 예상치		증감률
		차량대수(대)	비율(%)	차량대수(대)	비율(%)	
북미대륙	자동변속기	12,529,389	72	13,299,222	67	▽5
	수동변속기	1,263,545	7	989,184	5	▽2
	무단변속기	2,957,538	17	3,855,012	20	▲3
	듀얼클러치	624,786	4	1,593,358	8	▲4
소계		17,375,258	100	19,736,776	100	
남미대륙	자동변속기	228,620	7	391,957	8	▲1
	수동변속기	2,701,554	89	3,909,414	82	▽7
	무단변속기	39,487	1	258,232	5	▲4
	듀얼클러치	80,468	3	209,301	4	▲2
소계		3,050,129	100	4,768,904	100	
유럽연합	자동변속기	3,120,346	18	3,888,791	21	▲3
	수동변속기	11,925,328	69	11,659,577	63	▽6
	무단변속기	322,518	2	346,092	2	-
	듀얼클러치	1,996,910	11	2,716,483	15	▲3
소계		17,365,102	100	18,610,943	100	
한국, 일본, 호주	자동변속기	4,637,472	36	4,363,449	36	-
	수동변속기	2,873,485	22	2,271,075	18	▽4
	무단변속기	4,988,271	39	5,190,570	42	▲4
	듀얼클러치	386,840	3	462,940	4	▲1
소계		12,886,068	100	12,288,034	100	
중국 및 아시아	자동변속기	8,059,827	26	10,474,633	25	▽1
	수동변속기	17,622,221	58	22,120,037	53	▽5
	무단변속기	2,811,690	9	5,219,100	13	▲3
	듀얼클러치	2,068,375	7	3,879,608	9	▲3
소계		30,562,113	100	41,693,378	100	

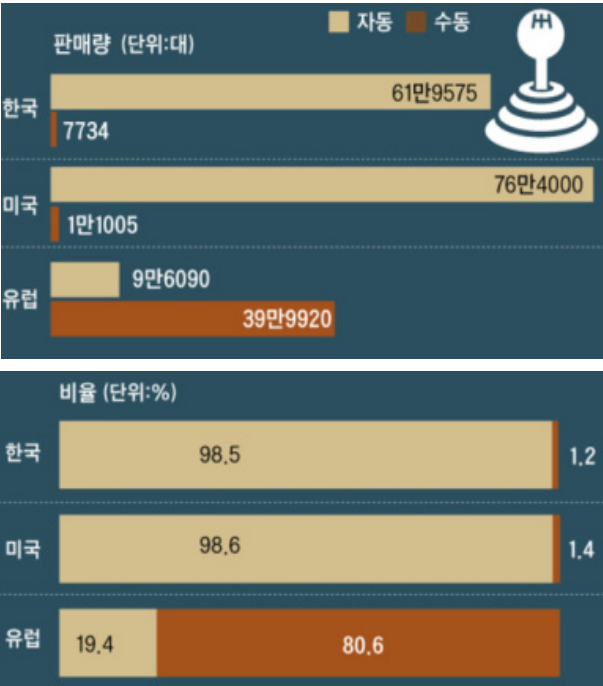
출처 : Pricewaterhouse(2016)의 자료를 편집하여 재구성

25) Pricewaterhouse Coppers(2016). 「Driving value: 2015 automotive M&A insights」. Pricewaterhouse Coppers.

우리나라의 경우 1984년에 출시된 현대자동차의 ‘포니2’가 국내 최초로 자동변속기를 장착한 차량이다. 국내에서는 미국에서 출시된 최초의 자동변속기 장착차량보다 45년 늦게 기술이 개발되었지만, 현재 국내 신차의 95%이상이 자동변속기 차량인 것으로 확인되었다. 현대차의 경우 2016년 기준 7734대의 수동변속기 차량이 판매되어 1.2%의 저조한 판매에 그쳤다. 쌍용자동차의 경우 국내에서 판매한 차량 중 수동 변속기 차량은 508대로 0.49%를 차지하였고, 한국 GM의 경우 경차와 소형차인 스파크와 아베오의 수동 변속기 차량 판매 비중이 각각 15%, 7%로 높은 편이었지만 SUV인 트랙스는 2% 수준이었다.

이렇듯 자동변속기의 확산 추세로 보았을 때 우리나라는 기술의 도입은 유럽이나 미국에 비해 늦어지나 시장확산속도는 빠른 것으로 나타났다. 전문가들은 자동변속기 차량의 확산이 비교적 빨랐던 이유로 한국의 도로상황을 가장 큰 원인으로 꼽는다. 한국의 경우 도심 내의 차량정체가 심해 출발 후 정차가 잦고, 언덕과 오르막이 많기 때문에 수동 변속기 차량을 운전하기에 어려운 측면이 있다는 것이다.

자동변속기의 사례로 보았을 때 한국은 다른 나라들에 비해 기술개발속도보다 시장확산속도가 빠른 편이며, 이는 정체·지형과 같은 도로상황이 원인인 것으로 판단할 수 있었다.



[그림 3-5] 2016년 현대자동차의 변속기 종류별 차량 판매 비율
 (출처 : 중앙일보(2017.7.6.). “수동 변속차 점점 많은데... 한국시장선 ‘멸종 위기’”)

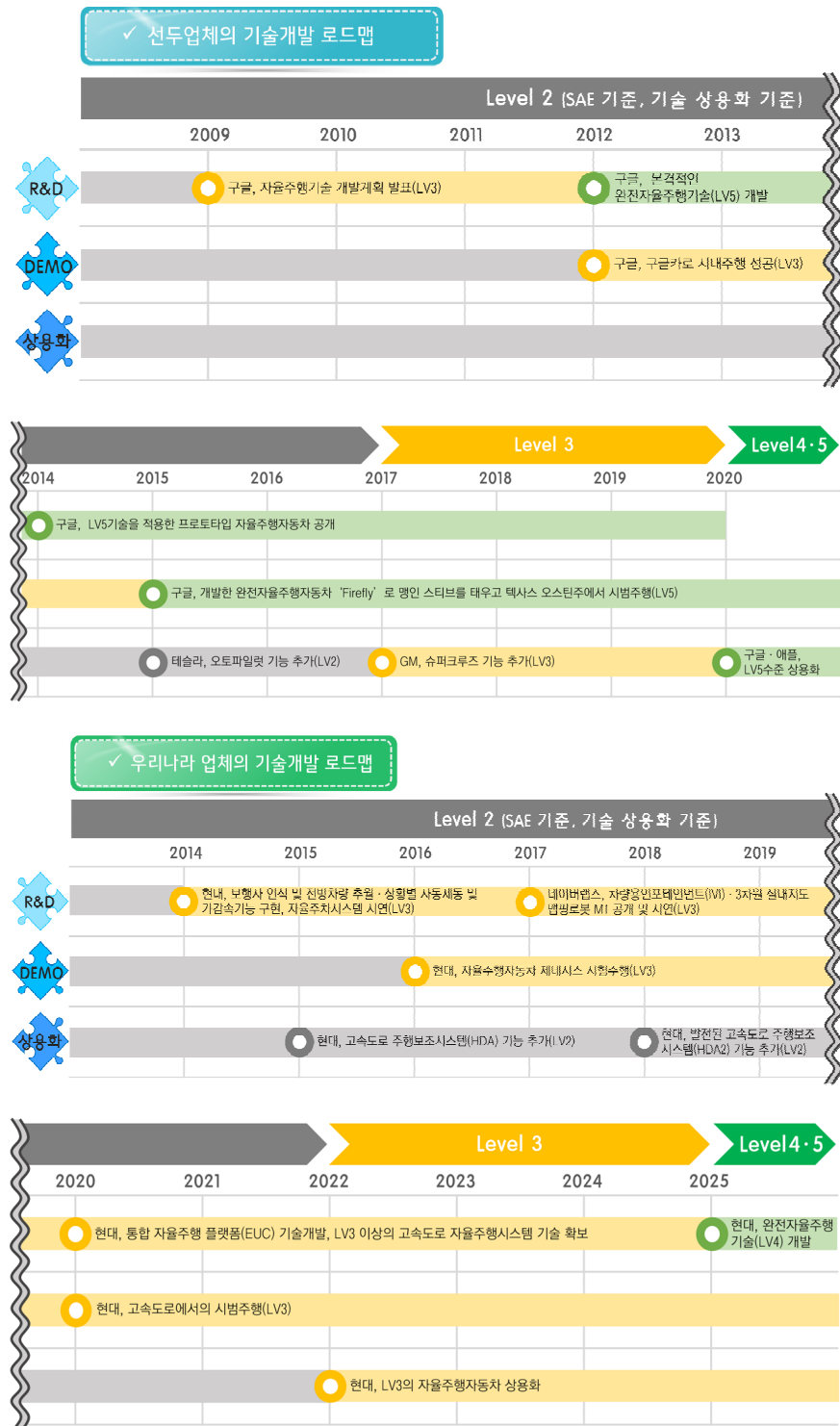
□ 국내 자율주행자동차 확산시기에 대한 예측

우리나라의 자율주행기술 발전수준이나 이전차량기술의 확산속도를 미루어 짐작할 때 우리나라에서는 자율주행자동차가 비교적 늦게 출시되지만 시장은 빠르게 확산될 것으로 전망된다. 자율주행자동차의 출시시기와 관련해서는 구글이 Level 3까지 개발된 구글카로 2012년에 시내주행에 성공한데 반해 우리나라는 2016년에 현대가 Level 3까지 개발된 자율주행자동차를 시험주행하게 되면서 기술격차는 최소 5년이라고 예상된다.

[표 3-13] 자율주행자동차 개발 선두업체와 우리나라 업체의 자율주행기술 개발 현황

년도	기술수준 R&D	DEMO	상용화
2009	구글, 구글, 자율주행기술 개발계획 발표(LV3)	-	-
2012	구글, 본격적인 완전자율주행기술(LV5) 개발	구글, 구글카로 시내주행 성공 (LV3)	-
2014	구글, LV5 기술을 적용한 프로토타입 자율주행자동차 공개	-	-
2015	-	구글, 개발한 완전자율주행자동차 'Firefly'로 맹인 스티브를 태우고 텍사스 오스틴주에서 시범주행 (LV5)	테슬라, 오토파일럿 기능 추가 (LV2)
2017	-	-	GM, 슈퍼크루즈 기능 추가(LV3)
2020	-	-	구글·애플, LV5수준 상용화
2014	현대, 보행자 인식 및 전방차량 추월·상황별 자동제동 및 가감속기능 구현, 자율주차시스템 시연(LV3)	-	-
2015	-	-	현대, 고속도로 주행보조시스템(HDA) 기능 추가(LV2)
2016	-	현대, 자율주행자동차 제네시스 시험주행(LV3)	-
2017	네이버랩스, 차량용인포테인먼트(IVI)·3차원 실내지도 맵핑로봇 M1 공개 및 시연(LV3)	-	-
2018	-	-	현대, 발전된 고속도로 주행보조시스템(HDA2) 기능 추가(LV2)
2020	현대, 통합 자율주행 플랫폼(EUC) 기술개발, LV3 이상의 고속도로 자율주행시스템 기술 확보	현대, 고속도로에서의 시범주행 (LV3)	-
2022	-	-	현대, LV3의 자율주행자동차 상용화
2025	현대, 완전자율주행기술(LV4) 개발	-	-

위의 표를 자율주행기술단계에 입각하여 도식화하면 아래의 그림과 같다. 자율주행기술 LV3의 최초 기술시연(DEMO)의 경우 선두업체는 2012년, 우리나라는 2016년으로 4년의 기술격차가 존재한다. 그러나 운전자가 거의 필요없는 LV4·5의 경우 구글은 2015년에 기술시연(DEMO)을 성공하고 2020년에 기술을 상용화시키겠다고 발표하는데 반해, 우리나라는 2025년에 LV4의 완전자율주행기술을 개발하는데 목표를 두고 있어 LV4·5의 경우 10년 정도의 기술 격차가 있다고 판단된다.



[그림 3-6] 자율주행자동차 개발 선두업체와 우리나라 업체의 자율주행기술 개발 로드맵(출처: 저자 직접 작성)

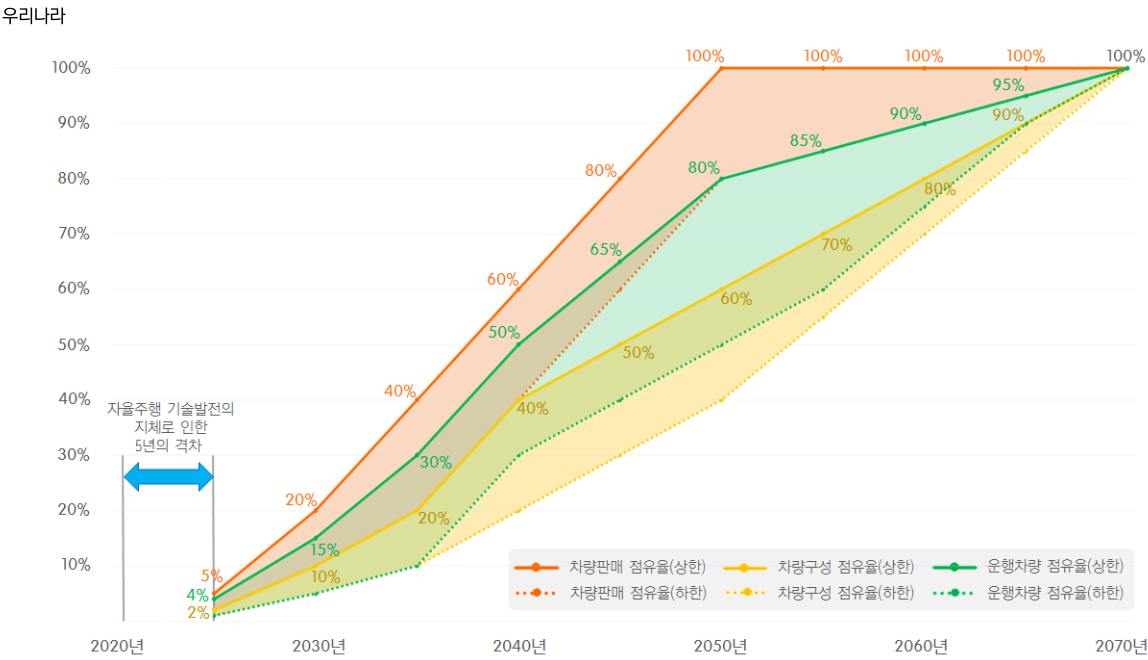
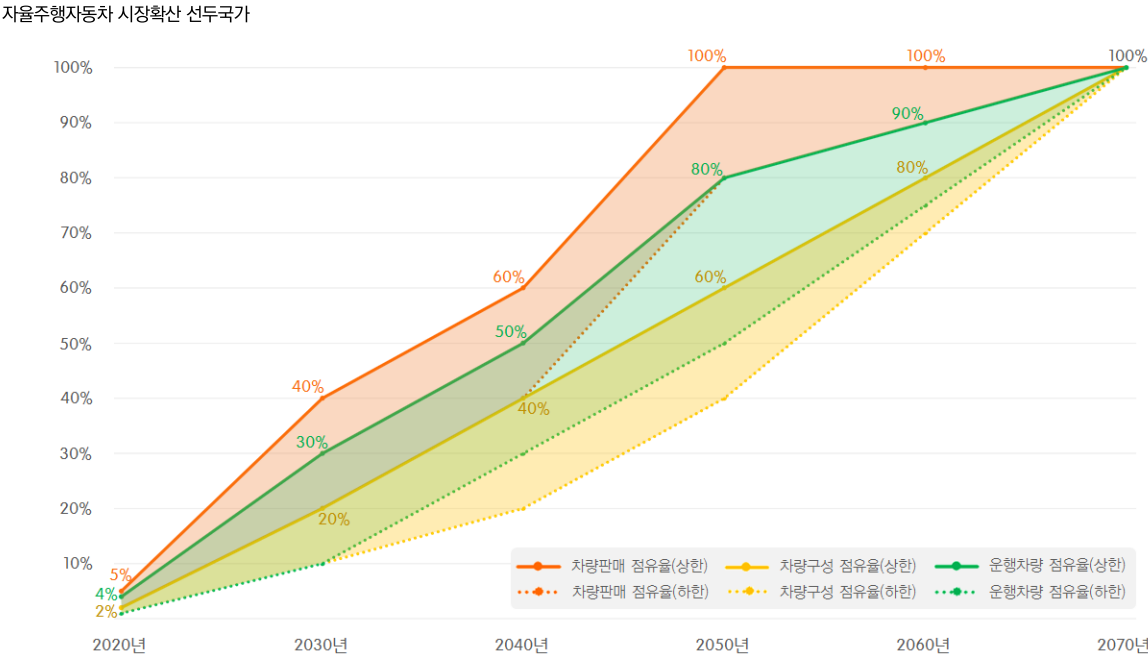
자율주행자동차의 확산시기는 이전차량기술인 자동변속기의 확산속도로 보았을 때 우리나라는 다른 나라들에 비해 시장확산속도가 월등히 빠른 것을 확

인할 수 있었다. 따라서 우리나라의 경우 자율주행자동차의 출시시기의 지체에 비례하여 시장이 포화되는 시기가 뒤떨어지는 것이 아니라 선두국가와 비슷한 속도로 시장이 확산되거나 혹은 이보다 빠를 것으로 예상된다. Victoria Transport Policy Institute가 예상한 선두국가의 자율주행자동차의 확산속도를 우리나라에 대입해서 생각한다면 우리나라의 경우 선두국가보다 5년 뒤쳐진 2025년에 자율주행자동차의 판매가 시작되어 시장포화시기는 2050년 이후가 될 것으로 예측하고 있다. 또한 2050년에 판매되는 자동차의 100%가 자율주행자동차라면 차량의 교체기간을 15~20년으로 예상하여 2070년에는 도로에 운행되는 차량 모두가 자율주행자동차라고 예상할 수 있다. 자율주행자동차 시장확산시기를 선두국가와 우리나라로 구분하여 정리하면 다음과 같다.

[표 3-14] 자율주행자동차 시장확산 선두국가와 국내 자율주행자동차 시장확산시기 예측

시기	차량판매점유율		차량구성 점유율		운행차량 점유율	
	상한	하한	상한	하한	상한	하한
자율주행 선두국가						
2020년	5%	2%	2%	1%	4%	1%
2030년	40%	20%	20%	10%	30%	10%
2040년	60%	40%	40%	20%	50%	30%
2050년	100%	80%	60%	40%	80%	50%
2060년	100%	90%	80%	70%	90%	75%
2070년	100%	100%	100%	100%	100%	100%
국내						
2025년	5%	2%	2%	1%	4%	1%
2030년	20%	10%	10%	5%	15%	5%
2035년	40%	20%	20%	10%	30%	10%
2040년	60%	40%	40%	20%	50%	30%
2045년	80%	60%	50%	30%	65%	40%
2050년	100%	80%	60%	40%	80%	50%
2055년	100%	85%	70%	55%	85%	60%
2060년	100%	90%	80%	70%	90%	75%
2065년	100%	95%	90%	85%	95%	90%
2070년	100%	100%	100%	100%	100%	100%

시장확산초기에는 우리나라가 선두국가에 비해 5년 정도의 자율주행기술의 지체가 있기 때문에 2025년부터 자율주행자동차가 출시되지만, 시장포화시기는 비슷하거나 더 빠를 것으로 예상된다. 위의 표를 도식화하면 다음과 같다.



[그림 3-7] 자율주행자동차 시장확산 선두국가와 우리나라의 자율주행자동차 시장확산시기 예측(출처 : 저자 직접 작성)

3. 개인이동수단 확산 예측 및 로드맵

1) 국내외 개인이동수단의 성장추세

국내의 개인용이동수단 시장은 점차 그 규모가 확산되는 추세이다. 한국교통연구원의 자료에 따르면 2011년 5000대에 불과했던 전기자전거 시장은 2015년에 이보다 200% 증가한 1만 7000대에 달한다. 해외 전기자전거시장의 경우 2011년 3289만대에서 2015년 이보다 1.2배 증가한 4007만대에 이른다. 전기자전거 시장 규모로 보았을 때 한국은 2015년 기준 해외시장에서 차지하는 비중은 미미한 수준이지만 전기자전거의 증가추이는 우리나라가 큰 폭으로 성장하는 것으로 판단된다.



[그림 3-8] 우리나라와 해외의 전기자전거 시장 규모

(출처 : 중앙시사매거진(2016.04.04.), “규제에 묶인 전기자전거, 자전거 타는데 웬 오토바이 면허?”)

일본 후지키메라 종합연구소에서는 전세계적인 측면에서 개인용이동수단(원형, 투형)의 판매량을 예측하였다. 해당자료에 의하면 2017년에 개인용이동수단은 자동차 판매량의 1%인 94만 5천대가 판매될 것으로 예측되며, 2030년에는 자동차 판매량의 15%에 달하는 2,009만대가 판매될 것으로 전망되고 있다. 또한 2020년에는 카셰어링의 수단으로서 1500만명이 이용할 것으로 예측하고 있다.²⁶⁾

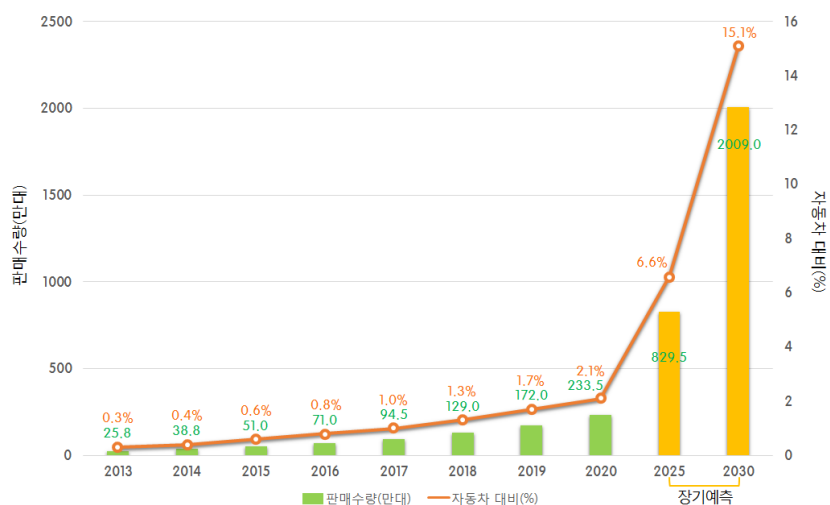
26) '명묘희, 송수연(2016)에서 '2015 차세대 모바일 관련 시장 총조사, 후지키메라 종합연구소(2015)'의 자료를 인용한 것을 재인용.

[표 3-15] 개인이동수단 해외 판매현황과 장기예측

구분		실적		예상	단기예측				장기예측		
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
전기 외발 자전거	판매수량 (천대)	115	170	240	340	445	610	810	1,110	3,900	8,000
	전년대비 (%)	-	147.8	141.2	141.7	130.9	137.1	132.8	-	-	-
	자동차 대비(%)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	3.1	6.0
전기 입승 이륜차	판매수량 (천대)	143	218	270	370	500	680	910	1,225	4,395	12,090
	전년대비 (%)	-	152.4	123.9	137.0	135.1	136.0	133.8	-	-	-
	자동차 대비(%)	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	3.5	9.1
자동차	판매수량 (천대)	85,475	88,165	90,800	94,800	98,020	100,800	103,550	107,690	123,980	133,000
	전년대비 (%)	-	103.1	103.0	104.4	103.4	102.8	102.7	-	-	-

출처 : 후지키메라 종합연구소(2015). 「2015 차세대 모바일 관련 시장 총조사」.

후지키메라 종합연구소의 장기예측을 반영하여 전기외발자전거와 전기입승이륜차의 판매수량을 합산한 개인용이동수단(원휠, 두휠) 판매현황과 장기판매예측 현황을 그래프로 나타내면 다음과 같다.

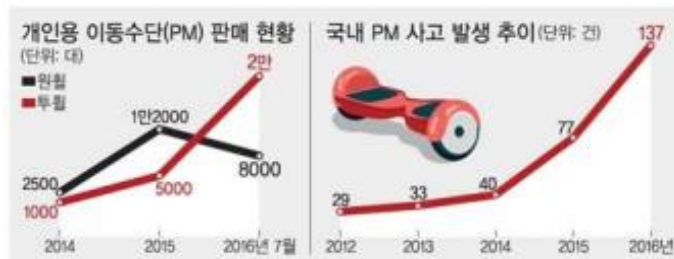


[그림 3-9] 해외의 개인용이동수단 시장확산에 대한 예측(출처 : 저자 직접 작성)

2) 국내의 개인용이동수단 확산추이

현대해상 교통기후환경연구소의 개인용 이동수단의 판매현황 조사를 보면 2014년 원월 2500대, 투월 1000대가 판매되었으며, 2016년 1~7월까지의 7개월간 판매량은 원월의 경우 8000대, 투월 2만대가 판매되어 7개월간의 판매량이 이미 2014년 1년간의 판매량을 훌쩍 넘어선 것으로 파악되었다. 또한 투월의 판매량이 2016년을 기준으로 원월의 판매량을 넘어서는데 이는 세그웨이가 처음 판매될 시점의 제품가격이 매우 높은 수준이어서 구입에 어려움을 겪었으나, 중국의 샤오미사에서 세그웨이사를 인수한 후 30만원 대의 비교적 저렴한 가격에 ‘나인봇 미니’를 판매하게 된 것이 큰 이유라고 판단된다.

그러나 국내 개인용이동수단의 판매속도와 다르게 개인용이동수단에 대한 통행방법·기술표준 법률이 제대로 제정되지 않았다. 이에 개인용이동수단의 사고는 2012년 29건에서 2016년 137건으로 늘어나 4년동안 4배 가까이 증가한 것으로 파악되었다. 해당 사고자료에는 전기자전거와 전동스쿠터가 개인용이동수단으로 분류되어 실제 저속의 개인용이동수단의 경우 집계된 사고가 미미한 수준으로 파악되나, 저속의 이동수단의 특성 상 사고의 심각도가 떨어지는 등 집계되지 않은 사고가 많을 것으로 예상된다.



[그림 3-10] 개인용이동수단의 판매 현황 및 사고 발생 추이
(출처: 세계일보(2017.04.28.), “전동킥보드 탄 어린이들 위험한 질주”, 원자료: 현대해상 교통기후환경연구소)

한국교통연구원에서는 2016년 개인용이동수단의 시장규모를 바탕으로 2017년의 시장규모에 대해 예측하였다²⁷⁾. 해당 자료에 의하면 2016년 국내 개인용이동수단(전기자전거·전동스쿠터 포함)의 전체 시장규모는 6만대 수준이었지만 2017년에는 전년보다 20% 성장한 7만 5천대 수준이 될 것으로 예상하였다. 개인용이동수단의 종류로 시장규모를 본다면 전기자전거와 전동휠이 각각 20%, 전동킥보드 50%, 전동스쿠터가 10%를 차지할 것으로 예상하고 있다.

27) 김사리(2017). “스마트모빌리티 소개 및 연구동향”, KOTI Brief, Vol. 1(3), 한국교통연구원

[표 3-16] 개인용이동수단의 시장규모 예상 (2016년, 2017년)

시기		2016년	2017년
전체 시장규모		6만대 수준	7만 5천대 수준(예상) (전년대비 20% 성장)
개인용이동수단 종류에 따른 시장 규모	전기자전거	1만대	1만~1만5천대
	전동킥보드	2만~2만5천대	3만~3만5천대
	전동휠	1만5천~2만대	1만~1만5천대
	전동스쿠터	5천~1만대	5천~1만대

개인용이동수단의 경우 2003년 5월 국내에 세그웨이의 판매가 시작되었지만 실질적으로는 2015년에 원형·투형의 합산 판매량이 1만대를 넘어서면서 사실상 개인용이동수단이 확산되기 시작한 시점이라고 평가할 수 있다. 개인용이동수단의 통행권 정립에 대한 사항이 미흡하여 개인용이동수단 이용자는 자전거도로와 도로 가장자리에서 이용하는 것도 사실상 어려움이 있었다. 이에 국토교통부의 자동차운영보험과와 첨단자동차 기술과는 국내 개인용이동수단의 통행권을 정립하고 사고시 보험처리에 대한 사항을 연구를 통해 진행하고 있다. 국내 개인용이동수단의 판매와 관련연구의 추이에 대해 정리하면 다음과 같다.

[표 3-17] 내 개인용이동수단에 대한 판매와 관련연구 추이

시기	국내 개인용이동수단의 확산
2001년	미국의 발명가 딘 카멘에 의해 세그웨이 개발
2003년	5월 '세그웨이' 국내 판매시작
2015년	개인용이동수단(PM)의 이용 대폭 활성화(사실상 시작점)
2017년	-7월 국토교통부·경찰청·행정자치부·산업통상자원부 도로교통법 개정안을 발의하여 국회의 통과를 기다리는 상태
2017~ 2021년	-국토교통부 자동차운영보험과, 경찰청, 손해보험협회, 「개인이동교통수단에 대한 보험적용방안 검토」(추진기간 : 2019~2021년) -국토교통부 첨단자동차기술과, 경찰청, 손해보험협회 「개인이동교통수단(Personal Mobility)의 통행권 정립방안 검토」(추진기간 : 2017~2019년)

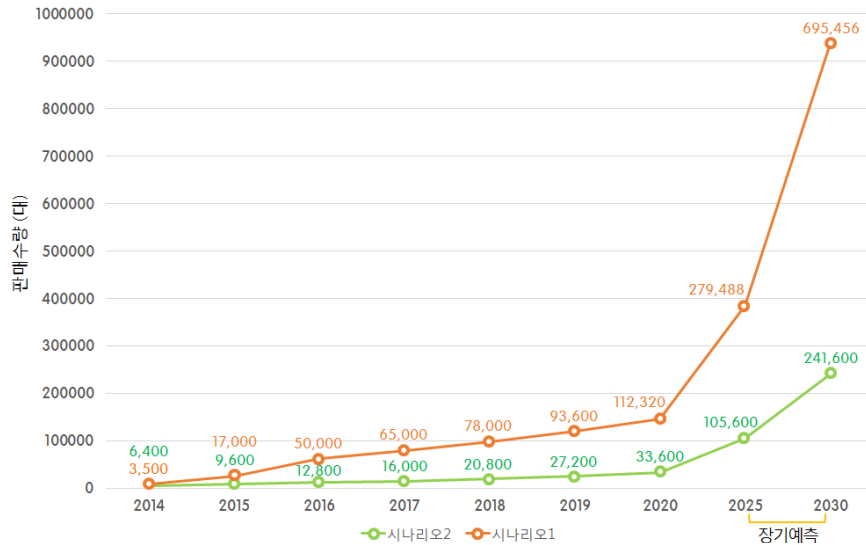
개인용이동수단의 시장확산속도를 파악하기 위해 현대해상 교통기후환경연구소의 2014~2015년 전동휠의 판매현황과 한국교통연구원에서 예측한 2016~2017년 개인용 이동수단 시장규모(해당 자료에서 전동스쿠터 판매 예측자료 제외)자료를 활용하였다. 한국교통연구원에서 2016년 대비 2017년의 시장확산규모를 20%로 예측하고 있기 때문에 이를 반영하여 2017년 이후 연 20%의 확산이 이루어진다는 가정 하에 2030년의 시장규모를 예측하는 것을 ‘시나리오 1’으로 정하였다. ‘시나리오 2’의 경우에는 후지키 메라 종합연구소의 자동차판매 대비 개인용이동수단의 판매율을 기반으로 2014년부터 2030년까지의 자율주행자동차 시장확산규모를 예측하였다. 시나리오 2에 사용되는 자동차판매량 자료의 경우 한국자동차산업협회에서 제시한 2016년 국내 자동차시장 판매량인 160만대를 기준으로 전체 년도에 적용하였다.

그 결과 우리나라는 2015년부터 개인용이동수단의 판매율이 후지키메라 종합연구소의 예상판매율을 넘어섰으며, 예측자료가 아닌 현황조사가 완료된 2016년 기준으로 4배 차이로 판매 확산속도가 월등히 앞서는 것을 볼 수 있다. 시나리오 1의 경우 연 성장률을 균등하게 적용하여 시장포화단계를 반영하지 못했으나 확산의 정도로 볼 때 시나리오 2에서 예상하는 2030년 241,600대의 판매량은 충분히 넘을 것으로 예상된다. 결국 2030년에는 자동차 판매 대비 개인용이동수단의 판매비율이 15%를 넘을 것으로 판단된다.

[표 3-18] 시나리오에 의한 개인용이동수단의 확산속도 예측

예측구분	년도	시나리오 1	시나리오 2
		전년대비 20% 성장 반영	자동차판매 대비 비율 반영
단기예측	2014	3,500대	6,400대 (0.4%)
	2015	17,000대	9,600대 (0.6%)
	2016	50,000대	12,800대 (0.8%)
	2017	65,000대	16,000대 (1.0%)
	2018	78,000대	20,800대 (1.3%)
	2019	93,600대	27,200대 (1.7%)
	2020	112,320대	33,600대 (2.1%)
장기예측	2025	279,488대	105,600대 (6.6%)
	2030	695,456대	241,600대 (15.1%)

시나리오 1과 시나리오 2의 개인용이동수단의 판매예측에 대해 도식화하면 다음과 같다.



[그림 3-11] 시나리오에 의한 개인용이동수단의 확산속도 예측(출처 : 저자 직접 작성)

자동차안전연구원에서는 이동수단별 이동거리에 따른 분담률을 조사하였다. 사람들은 일상생활에서 1km이하의 초단거리 이동수단으로는 주로 도보를 이용하지만, 1km이상에서 5km미만까지의 단거리 이동수단, 통근생활수단 및 대중교통을 이용하기 위한 연계수단의 목적으로 개인용이동수단(PM)을 이용하고 있었다. 배터리와 모터의 발달로 인해 충전 후의 주행거리가 더 늘어난다면 일정 이동거리까지는 개인용이동수단(PM)의 수단분담률이 증가하여 차량을 일정부분 대체가능할 것으로 판단된다. 만약 5km 이내 근거리의 차량 수단분담률을 개인용이동수단이 대체한다면 1~2.5km의 경우 76%, 2.5~5km의 경우 89%의 수단분담률을 차지하게 될 것이다.

[표 3-19] 이동수단별 이동거리에 따른 분담률

이동수단	이동거리(km)				
	1이하	1~2.5	2.5~5	5~7.5	7.5이상
차량	9	31	52	65	84
대중교통	0	0	3	3	5
PM	26	45	37	29	8
도보	64	23	7	2	0
기타	1	1	1	1	3
총계	100	100	100	100	100

4. 수요대응형 교통서비스 확산 예측 및 로드맵

1) 수요 대응형 교통서비스 국내 현황

□ 100원 택시

최근 국내에서 큰 관심을 끄는 수요 대응형 교통서비스는 100원 택시이다. 이는 농어촌 오지마을 등에 사는 주민들이 택시를 부르면 가장 가까운 버스정류장까지 100원에 이용하고 나머지 금액은 지방자치단체가 지급하는 방식이다. 버스 등 대중교통운행을 하기에는 인구밀도가 낮은 지역에서 매우 효과적인 서비스이다. 충청남도 아산시에서 2012~2013년 마중택시라는 이름으로 처음 서비스를 시작했고 서천군에서는 희망택시라는 이름으로 서비스하고 있다. 목적지가 가까운 버스정류장이 아니라 읍내인 경우에는 1300원의 요금을 받는다. 전라북도에서는 2014년 시행되었으며 2016년 한 해 동안 39만 명이 100원 택시를 이용한 것으로 집계되었다²⁸⁾. 경북에서는 의성군·성주군·봉화군·포항시 등에서 행복택시란 이름으로 비슷한 서비스가 운영 중이다. 최근에는 새 정부의 교통부문 공약으로 제시되기도 했다.

□ 장애인 콜택시

장애인 콜택시는 장애인에게 이동편의를 제공하는 복지 서비스이다. 서울시의 경우 2003년 장애인 콜택시 100대를 시작으로 서비스하기 시작했으며 2013년에는 장애인 전용 개인택시 50대를 운영하고 있다. 2015년에는 다인승버스도 1대 운영 중이다.

장애인 콜택시 이용자들은 전화, 인터넷, 앱을 통해 콜센터에 신청하고 이후 가장 가까이 있는 차량이 서비스하는 방식이다.

□ e버스

e버스는 2011년 위즈돔이라는 기업에 의해 만들어진 온라인 기반의 수요 맞춤형 버스 서비스이다. 같은 동네에서 비슷한 시간대에 같은 목적지까지 이동하는 사람들을 모아 전세버스 서비스를 제공하는 공유경제서비스 중의 하나로 시작되었다. 하지만 기존 버스 사업자의 반발과 법적 근거가 미흡하여 서비스가 중단되었다. 하지만 2013년 시민들

28) 경향비즈(2017.05.25.). “100원 택시 전국 달릴까”

의 요구로 관련법이 개정되어 동탄신도시를 중심으로 다시 서비스가 이루어졌다. 최근에는 전세버스 운전자들이 공정한 대우를 받고 적절한 수익을 가져갈 수 있도록 한국스마트협동조합(han-coop)을 설립하기도 했다. 서비스는 SK, 한화, CJ 그룹 등 대기업의 통근 버스 영역까지 확대되어 200대가 운행 중이다.

2017년 5월부터는 인천국제공항 직원들을 위해 인천시와 공항을 연결하는 e버스 서비스가 시작되었다. 관광, 레저, 대형축제, 박람회 등과 관련된 교통 서비스로 확대될 것으로 예상된다.

□ 차량공유서비스

국내의 대표 차량공유서비스는 쏘카와 그린카가 있다. 쏘카는 2011년 제주에서 불과 30대의 공유 차량으로 서비스를 시작했지만 2016년 차량은 5,000대, 회원은 200만 명을 확보했다. 그린카는 2016년 160만 명의 회원으로 4,100대를 2,250개 거점에서 서비스하고 있다. 외국처럼 앱을 통해 예약하고 이용할 수 있다. 편도 서비스를 제공하고 있지만 제한되는 경우도 있다. 주요 거점은 공용주차장 등을 이용하며 주된 이용객은 20~30대 젊은층인 것으로 분석되고 있다.

현대자동차그룹 글로벌경영연구소는 국내 차량공유서비스 시장이 1조원 시장으로까지 성장할 것으로 예측하고 있다. 이 때문인지 국내 차량공유서비스는 대기업의 투자가 폭넓게 이루어지고 있다. 쏘카는 SK 그룹이, 그린카는 롯데그룹이 최대주주이다. 한편 국내 차량 공유서비스는 새로운 차량인포테인먼트 기술의 테스트베드 역할도 하고 있다. 그린카는 네이버와 협력하여 어웨이라는 차량인포테인먼트 장치를 설치하고 운전자에게 다양한 음원 서비스를 음성으로 제공하기 시작하였다.

□ 앱기반 카풀 서비스

2016년 쏘카의 창업자가 풀러스(Poolus)라는 이름 카풀 서비스 회사를 다시 창업하였다. 운영 방식은 BlaBlaCar 등 다른 카풀 혹은 승차공유(ride sharing) 서비스와 유사하다. 풀러스 운전자는 법적으로 허가 받은 유상운송사업자는 아니지만 불법은 아니다. 여객자동차 운수사업법 제81조는 유상운송 금지의 예외 조항으로 '출퇴근 때 승용차를 함께 타는 경우'를 명시하고 있기 때문이다. 따라서 출퇴근 시간을 탄력적으로 적용하여 유상으로 카풀 서비스를 제공할 수 있다. 풀러스 이외의 다른 카풀 서비스 회사가 등장할 수도 있다. 플러스도 Uber나 Lyft처럼 운전자 자격 요건을 회사차원에서 마련하고 엄격히 적용하고 앱을 통해 만족도를 평가한다.

2) 수요 대응형 교통 서비스의 발전 로드맵

수요 대응형 교통 서비스는 미래 도시교통의 중심 서비스로 자리 잡을 가능성이 매우 높아지고 있다. 이를 연착륙시키기 위한 방안에 대한 준비가 필요하다. 이 중에서도 우선 기존 운송사업의 발전지원, 법제도적 정비, 도시계획지침 정비, 연구개발사업 추진 등이 고민될 필요가 있다.

우선 기존 운송사업의 발전지원은 새로운 틈새시장을 개발하고 서비스를 다각화하는 측면에서 고민될 필요가 있다. 법제도적 정비 측면에서는 수요 대응형 교통 서비스 사업에 협동조합 방식의 회사 운영을 정착시키기 위한 방안을 모색하는데 초점을 둘 필요가 있다. 기존 사업자가 협동조합의 일원으로 참여한다면 신규 비즈니스 추진 주체간 갈등을 크게 줄일 수 있을 것으로 기대한다. 도시계획지침 정비 차원에서는 공유차량 서비스를 위한 전용 주차장의 확대, 퍼스널 모빌리티 등 새로운 교통수단을 위한 인프라 정비, 기존 도로 공간의 효율적 이용 방안 등의 측면에서 정비가 필요하다. 마지막으로 연구개발 측면에서는 대도시, 중소도시를 대상으로 수요대응형 공유교통 시스템 시범 사업을 추진할 필요가 있다. 이런 연구개발 사업은 실제 적용이 중요한 만큼 living lab (현장 실험실) 관점의 연구기획 및 효과평가 등이 중요하다.

[표 3-20] 수요 대응형 교통서비스 발전 로드맵

내용	단기	중기	장기
기존 운송사업의 발전지원	틈새시장개발	서비스 다각화	확대발전
법제도적 정비	수요 대응형 교통서비스 창업지원	공유경제 기반 서비스의 협동조합운영 권장	협동조합 확산을 위한 법제도적 정비
도시계획지침 정비	도시부 가로 설계 지침개발	도시계획단계에서 공유주차장 설치	
연구개발(living lab)	연구주제 공모 및 기획	연구수행 (living lab)	우수성과 보급

5. 소결

이 장에서는 차세대 교통기술로 대표되는 자율주행자동차와 개인용이동수단의 확산을 예측하였다. 확산의 기준은 크게 ‘기술의 상용화’와 ‘판매이후 시장확산’으로 나눌 수 있다. 기술의 상용화는 기술의 개발주체에 따라 ‘국가’와 ‘IT·자동차업체’로 세부적으로 구분할 수 있다. 이러한 구분을 기준으로 전세계적인 확산추세를 파악하고, 이를 국내의 확산추세에 대입·비교하여 연구를 진행하였다.

자율주행의 발전단계를 나누어 기술의 확산시기와 시장의 확산시기를 예측하였다. 먼저 자율주행자동차의 발전단계에 대해 미국 도로교통안전청(NATSA), 미국 자동차기술협회(SAE), 독일 연방도로교통청(BASf)에서 제시하는 기준을 비교·분석하고, 이후 연구의 수행은 6단계로 가장 세분화된 미국 자동차기술협회(SAE) 기술구분을 이용하였다.

자율주행기술 상용화 단계에 대해서는 유럽 EPoSS 보고서의 기준을 적용하였는데 이 보고서는 ‘R&D, DEMO, Production·Industry’의 3단계로 구분하고 있다. IT·자동차 회사의 경우 DEMO수준의 자율주행기술을 상용화로 언급하는 경우가 있어 기술의 세부내용의 분석을 통해 그 단계를 구분하였다.

그 결과 자율주행기술 LV3의 DEMO버전의 경우 구글이 2012년 최초로 구글카로 시내주행에 성공하였고, 우리나라는 이보다 4년 늦은 2016년에 현대가 자율주행자동차 시험주행을 시작하였다. 기술이 상용화되고 시장에 판매가 시작되는 시기는 선두국가의 경우 2020년 자율주행자동차가 판매되며, 우리나라의 경우 기술발전의 지체로 인한 격차를 고려하여 5년 뒤인 2025년에 최초 판매가 시작될 것으로 예측되었다.

자율주행자동차의 기술에 대해 국제협약인 비엔나협약과 제네바협약의 개정이 이루어지고, 현재 개정안이 통과된 비엔나협약의 가입국의 경우 LV3 자율주행자동차에 대한 법률의 제정이 진행되었다. 반면 제네바협약의 경우 현재 개정이 진행되고 있는 단계이므로 해당 가입국의 경우 법률을 개선하기 위한 국가 R&D를 수행하고 있다.

개인용이동수단은 기기의 착용방법, 바퀴의 개수, 착석여부, 동력의 사용여부에 따라 다양하게 구분될 수 있다. 현재 개인용이동수단의 경우 기술개발이 완료되어 시장이 확산되고 있는 추세이다. 후지키메라 종합연구소의 자료에 의하면 2030년 개인용이동수단의 판매량은 자동차판매량의 15.1%를 차지할 것으로 예상하고 있다. 우리나라의 경우 후지키메라 종합연구소의 자료에 비해 시장확산속도가 월등하게 빨라 최종적으로 시장

포화시기에 개인용이동수단이 차지하는 비율은 15.1%를 넘어설 것으로 예측된다.

매사추세츠 공과대학(MIT)의 카를로 라티 센서블도시연구소 디렉터는 도시전문 매체 <커브드>와의 인터뷰에서 자동차 공유 서비스의 등장으로 차량의 소유가 줄어들고 있으며, 공유차량 1대당 차량 소유 10~30대를 줄인다고 평가되고 있다고 언급하면서 자율주행자동차는 이런 추세를 더욱 강화하게 된다고 강조하였다. 자율주행자동차가 상용화되고 개인용이동수단이 활성화되면서 도로에 자동차가 줄어들면 그 자리에 보행자나 자전거·개인용이동수단 이용자의 공간이 넓어지며, 다른 용도로 도시공간을 활용할 수 있게 될 것이다. 넓어지는 도시공간에 대해 효율적으로 활용할 수 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

제4장 교통수단 이용현황 및 차세대 교통기술 관련 인식 조사

1. 교통수단 이용현황 및 수요
 2. 자율주행자동차에 대한 인식 및 수용태도
 3. 개인이동수단에 대한 이용 현황 및 인식
 4. 수요대응형 이동수단에 대한 이용 현황 및 인식
 5. 소결
-

본 장은 실제 교통수단을 이용할 수요자로서 국민의 현재 교통수단의 이용 행태와 인식을 파악하기 위하여, 전국 20세 이상 성인 남녀 1,500명²⁹⁾에 대해 실시한 설문조사(2017.11.24.~29) 결과를 바탕으로 분석, 정리하였다.

1. 교통수단 이용 현황 및 수요

1) 자가 교통수단의 보유 및 이용 현황

□ 보유 현황

응답자 1,500명 중 가구내 차량을 보유한 응답자는 79.5%, 1,192명에 해당하며 가구내 자전거를 보유한 응답자는 38.3%에 해당하는 575명, 가구내 개인이동수단(전기자전거, 세그웨이류, 전동보드류 등)을 보유한 응답자는 11%, 165명이다.

29) 유효표본수 기준 1,500명은 지역별 인구비례에 따른 표집 수 적용한 층화추출법 적용하였으며 95% 신뢰수준에서 최대 허용오차 $\pm 2.52\%$ 임.

[표 4-1] 자가 교통수단별 보유대수 (단위 : 대)

구분	응답자수	오토바이	자전거	개인이동수단(PMDs)			자동차		
				전기자전거	세그웨이류	전동보드류	승용차	승합차	화물차
전체	(1500)	1.0	1.3	1.1	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0

주 : 개별 수단에 대한 보유자들이 보유한 대수 평균 이므로, 미보유자 수는 포함되지 않음

각 교통수단은 가구내 1대를 소유하는 것이 일반적이거나, 자전거와 자동차 중 승용차의 경우 가구내 복수로 보유한 응답자의 수도 상대적으로 높았다. 승용차의 경우 가구내 1대를 보유한 가구는 승용차 보유 가구의 85.2%, 2대를 보유한 가구는 14.4%에 해당하며, 자전거 보유 가구의 경우 1대를 보유한 가구가 75.7%, 2대를 보유한 가구가 19%, 3대를 보유한 가구도 4.2%에 달하여 자전거의 경우, 전체 응답자의 38.3%(표 4-1 참조)만이 보유하고 있지만, 2대 이상의 복수 보유자의 비중이 상대적으로 높은 편이다. 전기자전거의 경우도 전체 응답자의 4.7%(71명)만이 보유하고 있으나 2대 이상 보유한 응답자의 비중은 상대적으로 높다.

[표 3-2] 가구내 자가 교통수단 보유현황 (단위 : %)

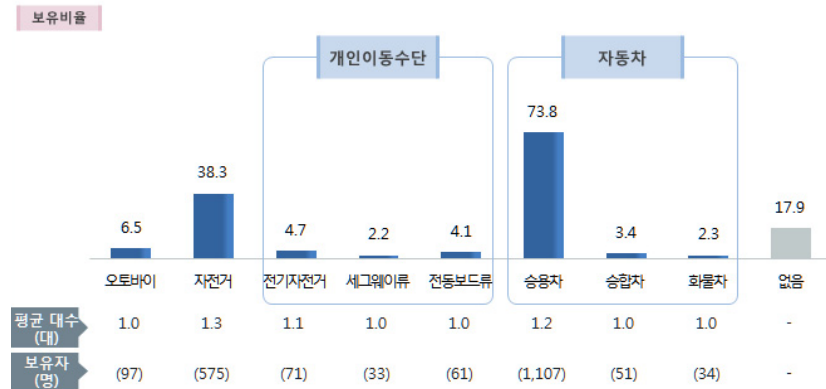
구분	응답자수	오토바이	자전거	개인이동수단(PMDs)			자동차			없음
				전기자전거	세그웨이류	전동보드류	승용차	승합차	화물차	
전체	(1500)	6.5	38.3	4.7	2.2	4.1	73.8	3.4	2.3	17.9
	(97)	(575)	(71)	(33)	(61)	(1,107)	(51)	(34)	(269)	
남성	(761)	8.3	42.3	5.1	2.4	4.1	77.4	3.0	2.0	14.1
여성	(739)	4.6	34.2	4.3	2.0	4.1	70.1	3.8	2.6	21.9

주 : (사례수)는 응답자 수, 전체 복수 응답으로 1500 명의 응답자 전체에 대한 비중(%)

[표 4-3] 자가 교통수단별 보유대수 비중 (단위 : %)

	응답자수	1대	2대	3대	4대	5대	계	평균(대)
오토바이	(97)	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	100.0	1.0
자전거	(575)	75.7	19.0	4.2	1.0	0.2	100.0	1.3
전기자전거	(71)	95.8	1.4	2.8	0.0	0.0	100.0	1.1
세그웨이류	(33)	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	1.0
전동보드류	(61)	98.4	1.6	0.0	0.0	0.0	100.0	1.0
승용차	(1107)	85.2	14.4	0.4	0.1	0.0	100.0	1.2
승합차	(51)	96.1	3.9	0.0	0.0	0.0	100.0	1.0
화물차	(34)	97.1	2.9	0.0	0.0	0.0	100.0	1.0

주 : (사례수)는 응답자 수, 전체 복수 응답으로 1500 명의 응답자 전체에 대한 비중(%)



[그림 4-1] 자가 교통수단 보유비율 및 보유대수

□ 자동차의 주차 및 주유 비용

자동차 소유가구들은 83.5%가 주거내 주차를 이용하고 있었으며, 거주자 우선주차(8.8%), 주거지 주변 노상주차(5.1%) 등을 일부 이용하고 있었다. 그러나 거주 주택 유형별로는 아파트 거주자의 88.1%가 주거지내 주차가 가능한 반면, 다세대 주택과 연립 주택 거주자는 각각 73.8%, 76.3%만이 주거지내 주차를 이용하고 있었다. 특히 단독주택 거주자의 경우 68.7%만이 주거내 주차를 이용하며 거주자 우선주차(10.7%), 주거주변 노상주차(5.1%)를 나눠 이용하고 있다고 응답했다. 한편 매우 소수이지만 점포주택 거주자의 경우 대부분 주거주변 노상주차를 이용(50.0%)하고 있다고 응답했다.

[표 4-4] 자동차 소유가구의 주차비용 (단위 : %)

구분	응답수	월 10만원 미만	월10~20만원 미만	월20~30만원 미만	월30~40만원 미만	월40~50만원 미만	월50만원 이상	없다	합계
자동차 소유자	(1128)	34.0	5.3	3.5	1.4	0.0	0.6	55.2	100.0
주 택 유형									
단독주택	(131)	28.2	5.3	5.3	0.8	0.0	1.5	58.8	100.0
아파트	(823)	33.9	5.0	3.4	1.5	0.0	0.5	55.8	100.0
다세대주택	(84)	39.3	7.1	2.4	2.4	0.0	1.2	47.6	100.0
연립주택	(59)	39.0	8.5	0.0	1.7	0.0	0.0	50.8	100.0
점포주택	(6)	16.7	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	50.0	100.0
기타	(25)	40.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.0	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

[표 4-5] 자동차 소유가구의 주차장소 현황(단위 : %)

구분	응답수	주거내 주차	거주자 우선주차	주거주변 노상주차	공용 노외주차장	사설 노외주차장	합계
자동차 소유자	(1128)	83.5	8.8	5.1	2.5	0.2	100.0
주 택 유 형	단독주택	(131)	68.7	10.7	17.6	3.1	100.0
	아파트	(823)	88.1	7.9	1.5	2.3	100.0
	다세대주택	(84)	73.8	7.1	15.5	3.6	100.0
	연립주택	(59)	76.3	16.9	5.1	1.7	100.0
	점포주택	(6)	33.3	0.0	50.0	16.7	100.0
	기타	(25)	72.0	16.0	12.0	0.0	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

자동차를 소유한 가구들의 한 달 주차 비용의 경우, ‘주차 비용이 소요되지 않는다’는 경우가 55.2%로 가장 높았으며 이외의 응답자들은 월 10만원 미만이 34%, 월 10-20만원 미만이 5.3%가량을 차지했다. 주거지내 주차 비율이 상대적으로 높았던 아파트의 경우 단독주택 거주자에 비하여 주차비용을 지불하는 경우가 약 3%가량 높았다.

자동차 소유가구의 월간 주유 비용은 월 10-20만원 미만이 34.8%, 월 20-30만원 미만이 25.4%, 월 10만원 미만이 21.1% 등을 차지했다.

[표 4-6] 자동차 소유가구의 월 주유 비용

응답수	월 10만원 미만	월 10-20 만원 미만	월 20-30 만원 미만	월 30-40 만원 미만	월 40-50 만원 미만	월 50만원 이상	없다	계
(1128)	21.1%	34.8%	25.4%	8.4%	2.5%	2.7%	5.1%	100.0%

주 : (사례수)는 응답자 수

□ 대중교통 비용

전체 가구의 월 대중교통비용은 월 10만원 미만을 소비하는 경우가 전체 응답자의 65.9%이며 10-20만원 미만을 소비하는 가구는 전체의 17.3%가량에 해당한다.

가구 유형으로는 부부 및 1인 가구에 해당하는 1-2인 가구의 경우 대중교통보다는 자동차나 개인 이동수단을 이용하고, 이 경우 대중교통이용에 의한 비용지출이 없는 경우가 각각 10.4%, 11.8%에 달했다. 또한 활동 인구가 많은 부모와 자녀부부 가구, 그리고 부부와 미혼 자녀 가구의 경우 월 20-30만원 미만의 구간에서 대중교통 비용을 지출한다는 의견이 상대적으로 높아 각각 7.3%, 10.9% 가량을 차지했다.

[표 4-7] 전체 가구의 월 대중교통 비용 (단위 : %)

응답수		월 10만 원 미만	월 10~20 만원 미만	월 20~30 만원 미만	월 30~40 만원 미만	월 40~50 만원 미만	월 50만원 이상	없다	계
전체가구	(1500)	65.9	17.3	6.6	1.5	1.3	0.9	6.6	100.0
부부+미혼 자녀 가구	(878)	64.0	19.4	7.3	1.4	1.5	0.7	5.8	100.0
부부+자녀 부부 가구	(110)	61.8	16.4	10.9	1.8	3.6	0.9	4.5	100.0
부부가구	(115)	73.0	13.0	2.6	0.0	0.0	0.9	10.4	100.0
1인 가구	(169)	68.6	10.7	4.1	2.4	0.0	2.4	11.8	100.0
한부모+ 자녀 가구	(96)	67.7	18.8	5.2	0.0	1.0	1.0	6.3	100.0
3세대 가구	(104)	72.1	13.5	7.7	2.9	1.0	0.0	2.9	100.0
조손가구	(7)	42.9	42.9	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	100.0
기타	(21)	71.4	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

2) 일상 통행과 여가 통행

□ 일상 통행의 목적 및 주요 이동수단

1500명의 응답자 중 주3회 이상의 정기적인 출입을 하는 일상 통행이 있다고 응답한 경우는 전체의 74.3%에 해당하는 1115명에 해당한다. 일상 통행 응답자 중 주요 일상 통행목적지는 직장이 73.2%로 가장 높았는데, 이러한 일상 통행의 목적지에 대한 남녀간 차이는 상당히 큰 것으로 나타났다. 남성 응답자의 일상 통행 목적지는 81.3%가 직장에 해당한 반면, 여성의 경우 63.5%로 남성 응답자의 비율과는 약 18%가량 차이가 있었다. 또한 여성의 경우 그 밖의 목적지로는 문화생활 8.8%, 학교외 교육 7.8%, 학교 6.7% 등으로 상대적으로 다양한 것으로 나타났다.

[표 4-8] 일상 통행의 목적지

응답수		직장	학교	학교 외 교육 (학원 및 문화센터)	문화생활	쇼핑	업무 (거래처)	종교활동	기타	계
전체	(1115)	73.2%	6.4%	5.9%	5.8%	3.8%	2.8%	1.3%	0.9%	100.0%
남성	(605)	81.3%	6.1%	4.3%	3.3%	1.7%	2.1%	0.5%	0.7%	100.0%
여성	(510)	63.5%	6.7%	7.8%	8.8%	6.3%	3.5%	2.2%	1.2%	100.0%

주 : (사례수)는 응답자 수

일상 통행시 주요 교통수단은 51.6%가 자가수단(자동차, 자전거, 개인이동수단 등)을 이용하고 38.9%가량이 대중교통을 이용하는 것으로 나타났다. 특히 직장 출퇴근시 자가수단을 이용하는 비중이 55.9%로 높았으며 학교 등하교시에는 66.2%가 대중교통을 이용한다고 응답했다. 학원이나 문화센터 등 학교외의 교육을 받거나, 문화생활이나 쇼핑 등의 활동을 할 시에는 자가수단을 이용하는 비중과 대중교통을 이용하는 비중의 차이가 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 또한 공유수단을 가장 많이 이용하는 통행 목적으로는 업무상 이동이 가장 높게 나타났다.

[표 4-9] 일상 통행의 목적지 별 이동 수단 (단위 : %)

구분	사례수	자가수단	대중교통	도보	공유수단	기타 (복합 이용 등)	계
전체	(1115)	51.6	38.9	6.5	2.4	0.6	100.0
직장	(816)	55.9	36.8	4.5	2.2	0.6	100.0
학교	(71)	22.5	66.2	11.3	0.0	0.0	100.0
학교 외 교육	(66)	47.0	42.4	7.6	3.0	0.0	100.0
쇼핑	(42)	50.0	35.7	9.5	4.8	0.0	100.0
업무(거래처)	(31)	41.9	29.0	16.1	12.9	0.0	100.0
문화생활	(65)	46.2	36.9	15.4	1.5	0.0	100.0
종교활동	(14)	42.9	35.7	14.3	0.0	7.1	100.0
기타	(10)	20.0	60.0	10.0	0.0	10.0	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

□ 일상 통행의 이동거리와 시간

일상 통행으로 이동하는 시간거리는 평균 38.3분 가량 소요되는 것으로 나타났다. 전반적으로 일상 통행자들은 1시간 이내의 이동시간을 소요(78.2%)하고 있었다.

[표 4-10] 일상 통행의 목적지 위치와 시간거리 비중 (단위 : %)

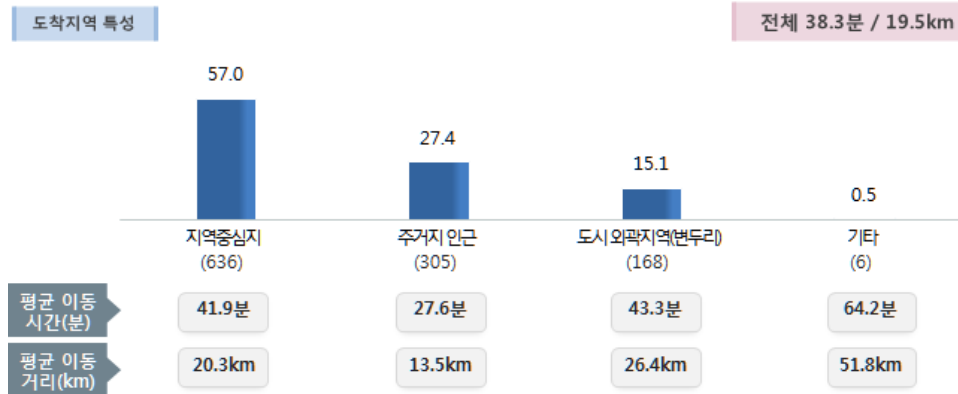
	사례수	30분 미만	30분-1시간 미만	1시간-1시간 30분 미만	1시간 30분 -2시간 미만	2시간 이상	계	평균 (분)
전체	(1115)	38.8	39.4	15.3	4.8	1.6	100.0	38.3
지역중심지	(636)	30.0	44.0	18.4	6.3	1.3	100.0	41.9
주거지 인근	(305)	63.0	27.2	6.6	1.6	1.6	100.0	27.6
도시 외곽지역	(168)	29.8	43.5	19.0	4.8	3.0	100.0	43.3
기타	(6)	0.0	50.0	33.3	16.7	0.0	100.0	64.2

주 : (사례수)는 응답자 수

일상 통행의 이동수단별 이동거리는 차이가 있다. 일상 통행에서 가장 먼 거리를 이동할 때 이용하는 수단은 카풀, 공유자동차, 공유자전거 등의 공유수단으로서 평균 23.8km 이동에 이용하는 것으로 나타났다. 이는 대중교통 22.8km와 유사하였으나 50km 이상 거리 이동시 공유수단을 더 많이 이용하는 것으로 나타났다. 반면 도보는 5km 미만 이동시에(88.9%) 자가교통수단으로는 평균 19km, 전반적으로 20km 내외의 이동시에 주로 사용하고 있었다.

[표 4-11] 일상 통행의 이동수단별 이동거리 비중 (단위 : %)

구분	사례수	5km 미만	5-10km 미만	10-20km미만	20-30k 미만	30-40k 미만	40-50k 미만	50km 이상	계	평균거리(km)
전체	(1115)	19.7	18.5	24.9	16.8	9.1	3.0	8.0	100.0	19.5
대중교통	(434)	14.1	18.2	24.2	19.4	9.9	3.2	11.1	100.0	22.8
자가수단	(575)	14.4	20.2	28.9	17.2	9.7	3.3	6.3	100.0	19.0
공유수단	(27)	29.6	22.2	11.1	11.1	7.4	3.7	14.8	100.0	23.8
도보	(72)	88.9	6.9	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	2.3
기타(복합 이용 등)	(7)	57.1	0.0	14.3	14.3	0.0	0.0	14.3	100.0	18.4



주 : (사례수)는 응답자 수

□ 일상 통행의 이동수단 선택과 만족도

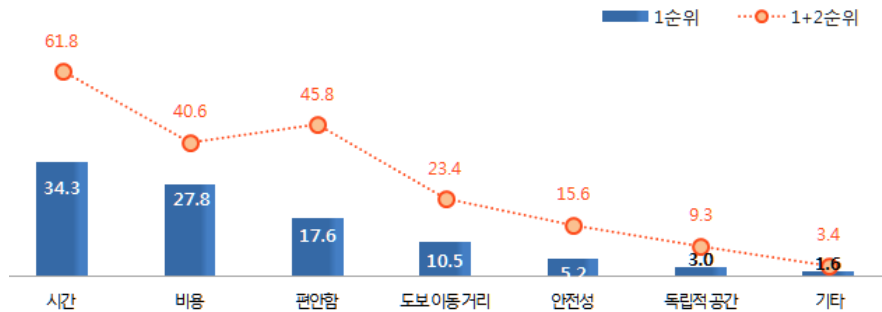
일상 통행시 이동수단의 선택이유는 시간(61.8%)이 가장 우선시 되었으며 편안함(45.8%)과 비용(40.6%)이 다음을 이었다. 이동수단별로는 대중교통을 선택하는 가장 큰 이유는 비용(75.1%)이라는 응답이 가장 많았으며 자가수단의 경우 시간(75%)과 편안함(64%)에 대한 응답이 많았다. 공유수단의 경우 비용(48.1%)과 도보 이동거리(44.4%)를 고려하여 선택했다는 응답이 많았다. 이동수단별로 만족도는 큰 차이를 보이지는 않았지만, 도보(76.4점)와 자가수단(74.3점)의 만족도가 가장 높고, 대중교통(65.4점)의 만족도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

[표 4-12] 일상 통행 이동수단별 선택 이유와 만족도 (중복응답, 단위 :%)

구분	사례수	시간	편안함	비용	도보 이 동 거리	안전성	독립 적 공간	기타	만족도	
									5점	100점
전체	(1115)	61.8	45.8	40.6	23.4	15.6	9.3	3.4	3.83	70.9
대중교통	(434)	52.1	25.8	75.1	23.7	16.6	1.6	5.1	3.62	65.4
자가수단	(575)	75.0	64.0	13.4	16.0	14.8	15.3	1.6	3.97	74.3
공유수단	(27)	29.6	37.0	48.1	44.4	33.3	7.4	0.0	3.74	68.5
도보	(72)	27.8	26.4	45.8	73.6	9.7	8.3	8.3	4.06	76.4
기타(복합 이 용 등)	(7)	57.1	28.6	57.1	14.3	14.3	14.3	14.3	4.00	75.0

주 : (사례수)는 응답자 수

이밖에 각 이동수단별 불만족한 경우는 대중교통이 시간(30.3%)과 편안함(27.3%) 측면에서 불만족스럽다는 의견이 있었으며, 자가수단의 경우 비용이 많이 든다는 의견이 있었다.



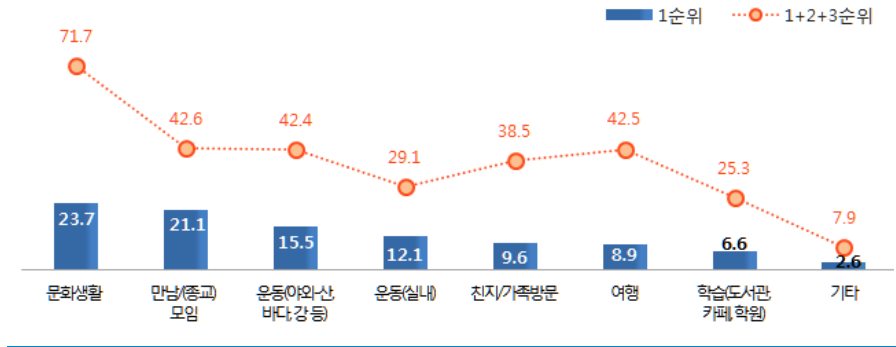
[그림 4-2] 이동수단 선택 이유 (N=1,115, 단위 : %)

□ 여가 통행의 목적 및 주요 이동수단

1500명의 응답자 중 주말이나 휴일에 휴식 또는 여가 목적의 활동을 위하여 이동하는 여가통행의 주요 목적지는 문화생활장소(23.7%)에 해당한다고 응답했다. 이밖에 만남/모임(21.1%), 운동(야외)(15.5%) 등을 여가통행의 목적으로 꼽았다.

[표 4-13] 여가 통행의 목적지 (단위 : %)

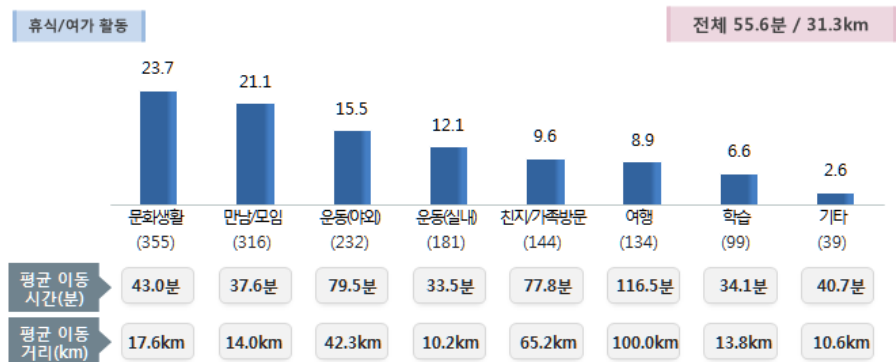
응답수	문화생활	만남모임	운동(야외)	운동(실내)	친지방문	여행	학습(도서관 등)	기타	계
전체 (1500)	23.7	21.1	15.5	12.1	9.6	8.9	6.6	2.6	100.0
남성 (761)	22.2	18.8	18.3	13.0	9.6	9.6	6.2	2.4	100.0
여성 (739)	25.2	23.4	12.6	11.1	9.6	8.3	7.0	2.8	100.0



주 : (사례수)는 응답자 수

□ 여가 통행의 이동거리와 시간

일반적으로 여가 통행을 위해서 편도 기준 평균 31.3km 가량을 이동하는 것으로 조사되었지만 목적별 이동거리는 매우 큰 차이가 있다. 만남/모임, 학습, 운동(실내) 등을 위해서는 해서는 10km 남짓의 거리를 이동하지만, 운동(야외) 42.3km, 친지방문 65.2km, 여행 100km 등이다.



[그림 4-3] 여가통행의 목적별 평균 이동 시간 및 거리 (N=1,115, 단위 : %)

[표 4-14] 여가 통행의 목적지 위치와 시간거리 비중 (단위 : %)

	사례수	30분 미만	30분-1시간 미만	1시간-1시간 30분 미만	1시간 30분-2시간 미만	2시간 이상	계	평균 (분)
전체	(1500)	31.3	26.2	20.6	9.5	12.4	100.0	55.6
만남/모임	(316)	39.9	37.3	15.5	4.1	3.2	100.0	37.6
학습	(99)	44.4	36.4	15.2	0.0	4.0	100.0	34.1
운동(실내)	(181)	55.2	20.4	16.6	3.9	3.9	100.0	33.5
운동(야외)	(232)	12.9	17.7	27.6	19.8	22.0	100.0	79.5
문화생활	(355)	33.8	34.6	20.8	5.6	5.1	100.0	43.0
여행	(134)	0.7	1.5	23.9	28.4	45.5	100.0	116.5
친지방문	(144)	21.5	22.9	22.9	9.0	23.6	100.0	77.8
기타	(39)	46.2	7.7	30.8	12.8	2.6	100.0	40.7

주 : (사례수)는 응답자 수

[표 4-15] 여가 통행의 목적별 이동거리 비중 (단위 : %)

구분	사례수	5km 미만	5-10km 미만	10-20km 미만	20-30km 미만	30-40km 미만	40-50km 미만	50km 이상	계	평균 거리 (km)
전체	(1500)	28.5	15.9	18.5	8.8	5.7	3.6	18.9	100.0	31.3
만남/모임	(316)	28.5	22.5	25.6	10.1	5.7	1.6	6.0	100.0	14.0
학습	(99)	53.5	17.2	15.2	3.0	5.1	1.0	5.1	100.0	13.8
운동(실내)	(181)	52.5	17.7	15.5	5.5	3.9	1.7	3.3	100.0	10.2
운동(야외)	(232)	16.8	14.7	13.8	9.9	9.9	5.6	29.3	100.0	42.3
문화생활	(355)	29.3	18.6	23.4	11.3	5.1	3.7	8.7	100.0	17.6
여행	(134)	3.0	2.2	9.0	4.5	2.2	9.0	70.1	100.0	100.0
친지방문	(144)	13.2	8.3	16.0	9.7	8.3	4.9	39.6	100.0	65.2
기타	(39)	61.5	7.7	10.3	10.3	0.0	0.0	10.3	100.0	10.6

주 : (사례수)는 응답자 수

여가 통행시 응답자의 약 47.6%는 자가교통수단(자동차, 자전거, 개인이동수단 등)을 이용하는 것으로 조사되었으며 일부 대중교통(30.2%)을 이용하며 도보 이동(18.7%) 등을 한다고 응답하였다. 특히 대부분의 경우 자가교통수단을 이용하지만 학습이나 만남/모임 등의 근거리 이동시에는 대중교통을 이용하는 것으로 조사되었다.

여가 통행의 경우 평균 55.6분 정도를 소요하는 이동을 하는데, 이동거리가 상대적으로 짧은 만남/모임, 학습, 운동(실내)의 경우 30분 내외의 이동을 하지만, 운동(야외) 79.5분, 친지방문 77.8분, 여행 116.5분 등 비교적 여유롭게 먼 거리의 이동을 하는 것으로 조사되었다.

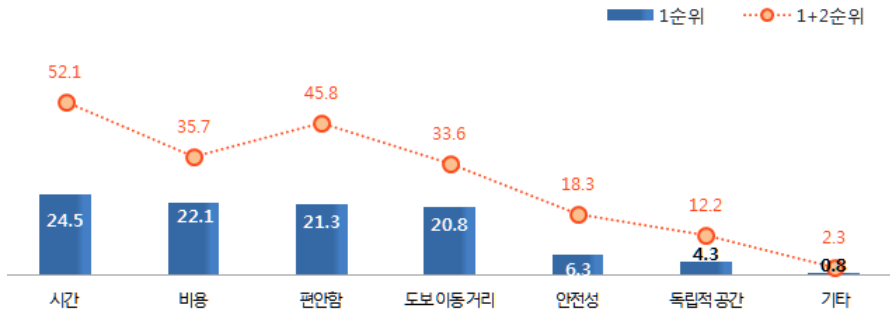
□ 여가 통행의 이동수단 선택과 만족도

여가 통행을 위한 교통수단의 선택시에는 주로 시간(52.1%), 편안함(45.8%) 등을 고려하고 있으며 대중교통을 선택할 시에는 비용(68.7%)이 가장 큰 선택의 요인으로 작용하고 있었다. 하지만 대중교통의 경우 그 만족도가 가장 낮은 것으로 조사되었다.

[표 4-16] 여가 통행의 목적지 별 이동 수단 (단위 : %)

구분	사례수	자가수단	대중교통	도보	공유수단	기타(복합 이용 등)	계
전체	(1500)	47.6	30.2	18.7	3.1	0.5	100.0
만남/모임	(316)	37.7	44.0	16.5	1.6	0.3	100.0
학습	(99)	26.3	41.4	31.3	1.0	0.0	100.0
운동(실내)	(181)	39.2	18.2	36.5	6.1	0.0	100.0
운동(야외)	(232)	52.2	19.0	23.7	4.7	0.4	100.0
문화생활	(355)	42.8	39.7	13.8	3.1	0.6	100.0
여행	(134)	79.1	12.7	3.0	4.5	0.7	100.0
친지방문	(144)	75.0	18.8	4.9	0.7	0.7	100.0
기타	(39)	28.2	28.2	41.0	0.0	2.6	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수



[그림 4-4] 여가통행 시 이동수단 선택 이유(N=1,115, 단위 : %)

[표 4-17] 여가 통행 이동수단별 선택 이유와 만족도 (중복응답, 단위 : %)

구분	사례수	시간	편안함	비용	도보 이동 거리	안전성	독립적 공간	기타	만족도	
									5점	100점
전체	(1500)	52.1	45.8	35.7	33.6	18.3	12.2	2.3	3.86	71.6
대중교통	(453)	44.8	26.5	68.7	31.3	22.1	2.9	3.8	3.63	65.7
자가수단	(714)	67.8	64.4	14.0	17.1	17.1	18.9	0.7	3.96	74.1
공유수단	(46)	30.4	26.1	34.8	50.0	32.6	26.1	0.0	3.70	67.4
도보	(280)	27.5	31.8	38.2	76.8	13.6	8.2	3.9	4.01	75.3
기타(복합 이용 등)	(7)	42.9	85.7	14.3	28.6	0.0	0.0	28.6	3.71	67.9

주 : (사례수)는 응답자 수

2. 자율주행자동차에 대한 인식 및 수용 태도

1) 자율주행자동차에 대한 인식

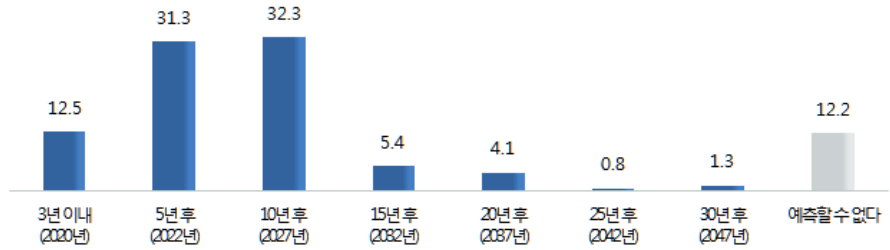
자율주행자동차에 대해 어느 정도 알고 있다는 응답자의 비율은 53.7% 정도로 매우 잘 알고 있는 응답자와 함께 인지비율은 63.6%(959명) 정도 수준이다. 성별로는 자율주행 자동차를 인지하고 있는 남성 응답자의 비율(71.6%)이 여성 응답자의 비율(55.4%)로 상당한 차이를 보이고 있다. 특이할 점은 연령별 자율주행차에 대한 인지 비율은 연령이 높아질수록 높아져, 다른 기술에 비하여 연령별 인지 차이가 크지 않은 것으로 판단된다.

[표 4-18] 자율주행차에 대한 인지 정도 (단위 : %)

	사례수	매우 잘 알고 있다	어느 정도 알고 있다	들어 본 적 있다	전혀 모른다	계
전체	(1500)	9.9	53.7	30.1	6.3	100.0
남성	(761)	13.4	58.2	24.7	3.7	100.0
여성	(739)	6.4	49.0	35.6	9.1	100.0
20대	(300)	9.7	49.0	33.3	8.0	100.0
30대	(297)	11.1	51.9	26.9	10.1	100.0
40대	(346)	7.8	53.8	34.1	4.3	100.0
50대 이상	(557)	10.8	57.1	27.5	4.7	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

응답자의 약 40%는 국내의 자율주행차 기술 수준은 3단계 정도로서 '비자율주행과 자율주행의 개념적·기술적 전환기로 특정한 상황에서만 자율주행 기능을 수행'하는 정도로 보고 인지하고 있었으며 응답자의 76.2%는 향후 10년 이내에 상용화될 것이라고 생각하고 있었다.



[그림 4-5] 자율주행자동차의 상용화 시기(N=1,500, 단위 : %)

[표 4-19] 자율주행차의 기술수준 및 상용화 시기 (단위 : %)

	사례수	0~2단계	3단계	4단계	5단계	계
전체	(1500)	27.0	40.5	25.1	7.4	100.0
3년 이내(2020년)	(188)	31.9	43.6	19.7	4.8	100.0
5년 후(2022년)	(470)	23.0	45.5	27.4	4.0	100.0
10년 후(2027년)	(485)	23.1	43.9	24.9	8.0	100.0
15년 후(2032년)	(81)	18.5	34.6	37.0	9.9	100.0
20년 후(2037년)	(61)	16.4	41.0	34.4	8.2	100.0
25년 후(2042년)	(12)	8.3	50.0	25.0	16.7	100.0
30년 후(2047년)	(20)	25.0	25.0	40.0	10.0	100.0
예측할 수 없다	(183)	51.4	19.1	14.8	14.8	100.0

[자율주행차의 기술 수준]

- ① 0~2단계 : 운전자가 행위의 주체이자 책임자 역할을 담당하고, 자율주행 기술은 운전을 편하게 할 수 있도록 지원하는 수준
- ② 3단계 : 비자율주행과 자율주행의 개념적·기술적 전환기로 특정한 상황에서만 자율주행 기능을 수행
- ③ 4단계 : 특정 경우를 제외하고 모든 상황에서 운전자의 조작없이도 운행이 가능한 수준
- ④ 5단계 : 차량간 연결 및 협력으로 최적화된 시스템 운영을 통해 현장 중심의 능동적 대응이 가능하고 돌발상황을 사전에 대응하고 예방하는 수준

2) 자율주행자동차에 대한 이용 및 구매 의사

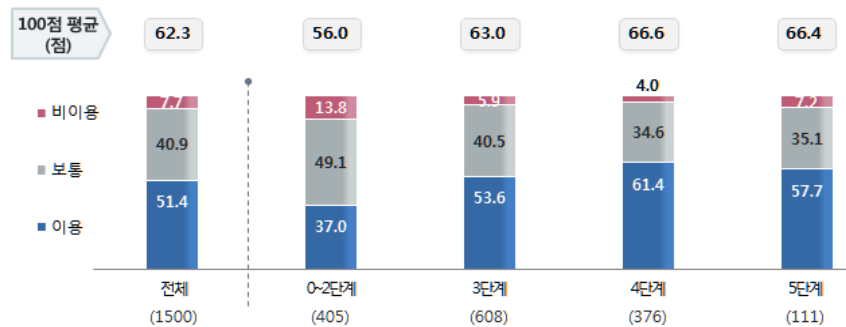
자율주행자동차에 대한 이용의사는 전체 응답자의 44.6%가 이용할 의사가 있다고 응답했으며 6.8%는 적극적으로 이용하겠다는 의사를 밝혀 자율주행차의 이용에 대하여 약 53.4%는 긍정적으로 생각하는 것으로 나타났다. 특히 이용하지 않겠다(6.3%), 절대 이용하지 않겠다(1.4%)로 이용에 대한 거부 의사를 가진 응답자는 전체의 7.7%(115명)에 불과한 것으로 조사되었다.

[표 4-20] 자율주행차에 대한 이용 의사 (단위 : %)

	사례수	적극 하겠다	이용할 사가 있다	의 잘 모르겠다	이용 하지 않겠다	절대 이용하지 않겠다	계	5점 척도	100점 척도
전체	(1500)	6.8	44.6	40.9	6.3	1.4	100.0	3.49	62.3
남성	(761)	9.2	47.7	36.9	5.5	0.7	100.0	3.59	64.8
여성	(739)	4.3	41.4	45.1	7.0	2.2	100.0	3.39	59.7
20대	(300)	7.0	44.3	40.0	6.0	2.7	100.0	3.47	61.8
30대	(297)	9.1	42.1	41.1	6.7	1.0	100.0	3.52	62.9
40대	(346)	5.8	45.4	42.5	5.5	0.9	100.0	3.50	62.4
50대 이상	(557)	6.1	45.6	40.4	6.6	1.3	100.0	3.49	62.2

주 : (사례수)는 응답자 수

기술수준별로 살펴보면, 기술수준 '4단계'일 경우 이용 의향은 61.4%로 가장 높게 나타났으며, '0-2단계'는 37.0%로 가장 낮은 것으로 나타났다.



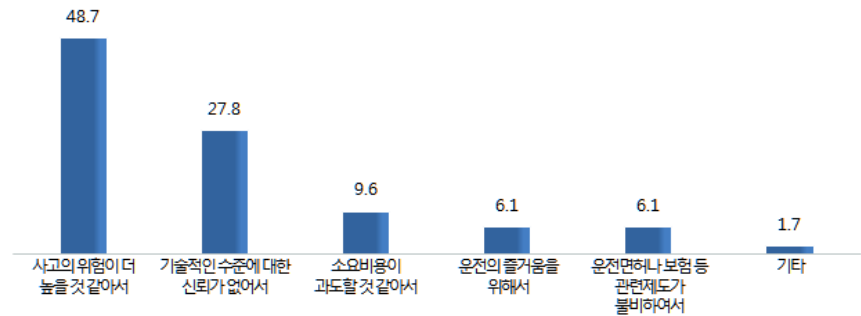
[그림 4-6] 기술수준별 자율주행자동차 이용 의향(N=1,500, 단위 : %)

[표 4-21] 자율주행차에 대한 이용 거부 이유 (단위 : %)

	사례수	사고의 위험 이 더 높을 것 같아서	기술적인 수 준에 대한 신 뢰가 없어서	소요 비용이 과도할 것 같 아서	운전의 즐거 움을 위해서	운전 면허나 보험 등 관련 제도가 불비 하여서	기타	계
전체	(115)	48.7	27.8	9.6	6.1	6.1	1.7	100.0
남성	(47)	42.6	29.8	10.6	14.9	0.0	2.1	100.0
여성	(68)	52.9	26.5	8.8	0.0	10.3	1.5	100.0
20대	(26)	57.7	23.1	3.8	3.8	3.8	7.7	100.0
30대	(23)	56.5	30.4	8.7	4.3	0.0	0.0	100.0
40대	(22)	45.5	36.4	4.5	4.5	9.1	0.0	100.0
50대 이상	(44)	40.9	25.0	15.9	9.1	9.1	0.0	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

자율주행차에 대한 이용 거부 의사를 가진 115명 중 48.7% 가량은 사고 위험으로 인한 불안감을 표시했으며, 다음으로 ‘기술적인 수준에 대한 신뢰 부족’(27.8%), ‘과도한 소요비용’(9.6%) 등의 순으로 나타났다. 또한 예측하는 기술수준 단계가 낮을수록 ‘사고의 위험’에 대한 우려가 높고, 3~4단계는 ‘기술적 수준에 대한 신뢰 부족’의 비율도 높게 나타났다는데, 전반적으로 각 연령 및 성별 계층에서 자율주행자동차의 이용거부에 대한 이유로서 사고 위험 등 안전성 우려를 꼽았다.



[그림 4-7] 자율주행자동차 이용 거부 이유(N=115, 단위 : %)

3) 자율주행자동차에 대한 구매의사와 지불가치

□ 자율주행자동차에 대한 구매의사

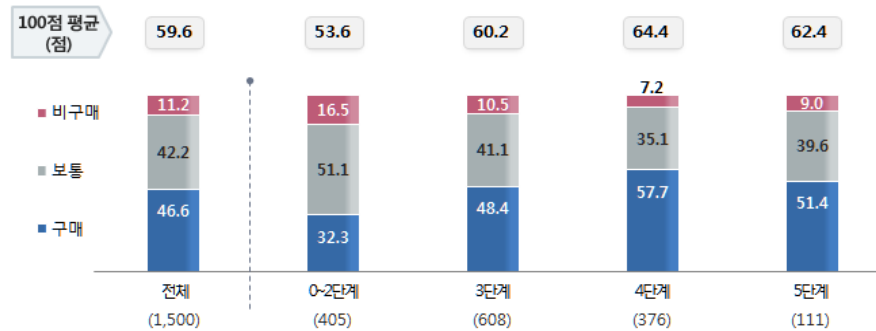
자율주행자동차의 상용화 시 응답자의 약 46.6%는 구매 의사가 있다고 응답하였으며 구매거부 의사를 가진 응답자는 전체의 약 11.2%에 불과하여 자율주행자동차 사용화시 구매에는 대부분 긍정적인 것으로 조사되었다. 계층간 차이는 크지 않았으나 남성은 여성이, 청년 층 보다는 중장년층의 구매의사가 낮은 것으로 나타났다.

[표 4-22] 자율주행자동차의 구매 의사 (단위 : %)

	사례수	적극 구매하겠다	구매할 의사가 있다	잘 모르겠다	구매하지 않겠다	절대 않겠다	구매하지 계	5점 척도
전체	(1500)	5.1	41.5	42.2	9.3	1.9	100.0	3.39
남성	(761)	7.0	43.6	39.2	8.9	1.3	100.0	3.46
여성	(739)	3.1	39.4	45.3	9.6	2.6	100.0	3.31
20대	(300)	6.3	42.0	38.7	10.0	3.0	100.0	3.39
30대	(297)	7.7	39.7	41.8	8.1	2.7	100.0	3.42
40대	(346)	4.6	39.9	46.0	8.7	0.9	100.0	3.39
50대 이상	(557)	3.2	43.3	42.0	9.9	1.6	100.0	3.37

주 : (사례수)는 응답자 수

예측되는 기술 수준에 따라 구매의사는 차이가 있었는데 자율주행차 구매의향이 있는 비율은 전체 46.6%였고 기술수준별로는 '4단계'일 경우 구매 의향은 57.7%로 가장 높고 '0-2단계'는 32.3%로 가장 낮았다.



[그림 4-8] 자율주행자동차 기술수준별 자율주행자동차 구매 의향(N=115, 1,500 단위 : %, 점)

□ 자율주행차에 대한 지불가치 예측

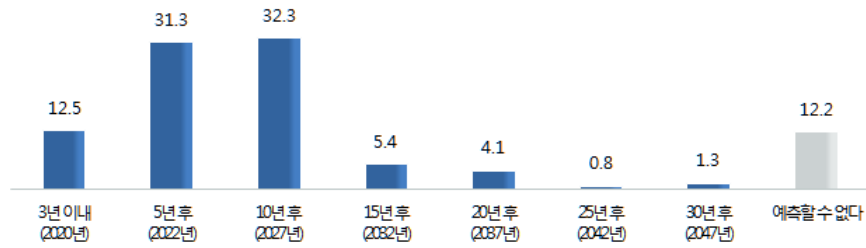
자율주행자동차의 구매 의사가 있는 응답자의 지불의사를 살펴보면, 응답자의 약 36%가 현재 자동차 가격의 약 1.5배 수준까지의 지불이 가능하다고 응답하였으며, 현재 차량의 수준으로 구매하겠다는 응답자도 약 30.9%에 달했다.

자율주행차의 구매의사가 없는 응답자는 전체의 11.2%에 불과한 168명이었으며 이들의 구매 거부 이유 역시 사고 위험 등의 안전성 우려(47.6%)를 표했으며 기술적인 수준에 대한 신뢰 부족(26.8%), '과도한 소요비용'(16.7%) 등의 순으로 나타났다.

[표 4-23] 자율주행자동차 구매 의사자의 지불의사 (단위 : %)

	사례수	현재의 차량 가격 수준	현재의 차량 가격의 1.1배 수준	현재의 차량 가격의 1.5배 수준	현재의 차량 가격의 2배 수준	현재의 차량 가격의 2.5배 수준	현재의 차량 가격의 3배 수준	기타	계
전체	(1332)	30.9	23.4	36.0	6.6	1.3	1.3	0.5	100.0
남성	(683)	31.9	21.5	36.6	7.2	1.0	1.2	0.6	100.0
여성	(649)	29.7	25.4	35.4	6.0	1.5	1.4	0.5	100.0
20대	(261)	26.8	18.8	41.0	9.6	1.5	0.8	1.5	100.0
30대	(265)	32.5	23.4	34.3	6.0	0.8	2.3	0.8	100.0
40대	(313)	33.2	22.0	33.5	8.0	2.2	0.6	0.3	100.0
50대 이상	(493)	30.6	26.8	35.9	4.5	0.8	1.4	0.0	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수



[그림 4-9] 자율주행차 구매가 꺼려지는 이유(N=168, 단위 : 점)

[표 4-24] 자율주행차의 구매 거부 이유 (단위 : %)

	사례수	사고의 위험이 더 높을 것 같아서	기술적인 수준에 대한 신뢰가 없어서	소요비용이 과도할 것 같아서	운전의 즐거움을 위해서	운전면허나 보험 등 관련 제도가 불비하여서	기타	계
전체	(168)	47.6	26.8	16.7	4.8	3.0	1.2	100.0
남성	(78)	38.5	28.2	20.5	10.3	2.6	0.0	100.0
여성	(90)	55.6	25.6	13.3	0.0	3.3	2.2	100.0
20대	(39)	69.2	12.8	10.3	2.6	5.1	0.0	100.0
30대	(32)	34.4	31.3	15.6	12.5	3.1	3.1	100.0
40대	(33)	45.5	33.3	12.1	3.0	3.0	3.0	100.0
50대 이상	(64)	42.2	29.7	23.4	3.1	1.6	0.0	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

3. 개인이동수단에 대한 이용 현황 및 인식

1) 개인이동수단(PDMs) 이용자의 이용 현황 및 만족도

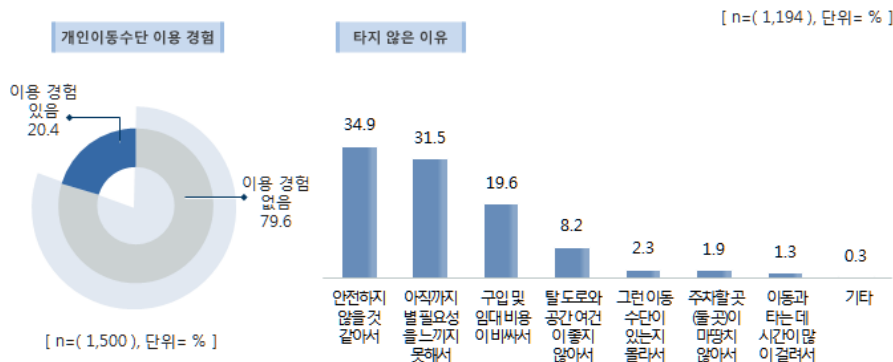
□ 이용 경험

개인이동수단을 이용해 본 경험이 있는 응답자는 전체의 약 20.4%에 해당하는 306명에 불과하다. 남성 응답자의 경험 비율(24%)이 여성 응답자(16.6%)에 비해, 30대 응답자의 경험 비율(29%)이 상대적으로 높은 편이다.

[표 4-25] 개인이동수단 이용 경험 (단위 : %)

	사례수	있다 (경험자수)	없다	계
전체	(1500)	20.4 (306)	79.6	100.0
남성	(761)	24.0 (183)	76.0	100.0
여성	(739)	16.6 (123)	83.4	100.0
20대	(300)	27.3 (82)	72.7	100.0
30대	(29)	29.0 (86)	71.0	100.0
40대	(346)	15.3 (53)	84.7	100.0
50대 이상	(55)	15.3 (85)	84.7	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수



[그림 4-10] 개인이동수단 이용 경험 및 미이용 이유

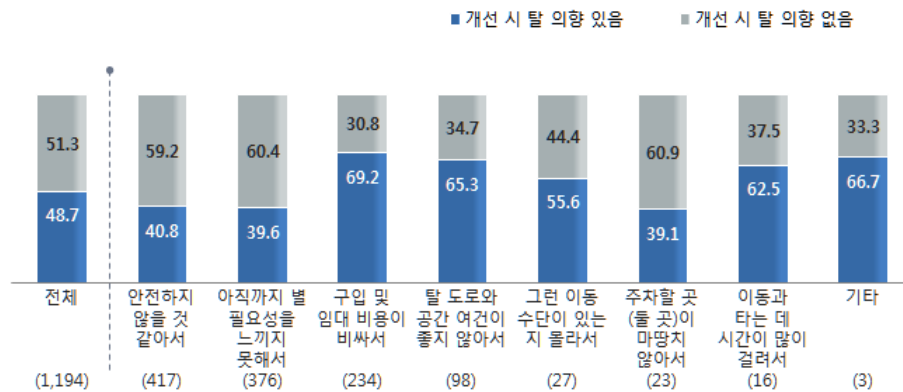
개인이동수단을 타보지 않은 응답자는 1,194명으로 전체의 약 79.6%에 해당하는데 이들이 개인이동수단을 경험하지 못한 이유로는 ‘안전하지 않을 것 같아서(34.9%)’와 ‘별 필요성을 느끼지 못해서(31.5%)’를 꼽은 응답자가 많았다. 각각의 이용을 저해하는 이

유가 개선될 때의 이용 의사는 약 48.7%의 응답자만이 이용 의사가 있다고 답했다. 이용 의사를 변경할 수 있는 미이용 사유로는 ‘구입 및 임대비용이 비싸서(69.2%)’, ‘탈 도로와 공간 여건이 좋지 않아서(65.3%)’ 등에 대해서 구입 비용이 저렴해지거나, 탈 도로와 공간 여건이 좋아지면 이용하겠다고 응답하였다.

[표 4-26] 개인이동수단을 이용하지 않는 이유와 개선시 이용 의사

구분	이용하지 않는 이유		개선시 이용의사 (%)		
	사례수	비중 (%)	있다	없다	계
전체	(1194)	100.0	48.7	51.3	100.0
그런 이동수단이 있는지 몰라서	(27)	2.3	55.6	44.4	100.0
구입 및 임대 비용이 비싸서	(234)	19.6	69.2	30.8	100.0
이동과 타는 데 시간이 많이 걸려서	(16)	1.3	62.5	37.5	100.0
탈 도로와 공간 여건이 좋지 않아서	(98)	8.2	65.3	34.7	100.0
안전하지 않을 것 같아서	(417)	34.9	40.8	59.2	100.0
주차할 곳(둘 곳)이 마땅치 않아서	(23)	1.9	39.1	60.9	100.0
아직까지 별 필요성을 느끼지 못해서	(376)	31.5	39.6	60.4	100.0
기타	(3)	0.3	66.7	33.3	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수



[그림 4-11] 개인이동수단에 대한 제약조건 개선 시 사용 의향(N=1,194, 단위 : %)

□ 개인이동수단 이용자의 이용 현황

개인이동수단을 이용한 경험이 있는 306 명은 이용 빈도로서 주로 주1~2회(25.5%), 월 1~2회(18.3%) 가량 이용하고 있다고 응답했다.

[표 4-27] 개인이동수단 이용자의 이용 빈도(단위:%)

사례수	거의 매일	주 3_4회	주 1_2회	월 1_2회	분기당(3개월) 1~2회	연간 1~2회	최근 3년 간 계 1~2회	계
(306)	5.2	6.2	26.5	18.3	12.4	15.0	16.3	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

개인이동수단은 주로 여가(레포츠)의 목적으로 이용되고 있었으며(전체 이용자의 82.7%) 도보 이동 거리를 줄여주고(49%), 비용이 저렴하여(32%) 이용하는 것으로 나타났다. 또한 개인이동수단의 1회 이용시 소요 시간은 평균 약 38.9분이며, 평균 이동거리는 11.2km 가량으로 나타났다. 개인이동수단은 주로 광장, 공원 등 넓은 공간(31.7%)에서 타며 이는 여가(레포츠) 목적의 이용자가 결과를 반영한다고 하겠다.

[표 4-28] 이동목적별 개인이동수단의 이용 사유 (중복응답, 단위 : %)

구분	이용자 전체	여가(레포츠)	출퇴근	쇼핑	기타
사례수	(306)	(253)	(19)	(16)	(18)
도보 이동 거리가 짧다	50.0	49.0	68.4	56.3	38.9
비용이 저렴하다	30.7	32.0	21.1	37.5	16.7
타인의 방해를 받지 않는다	26.1	29.2	10.5	25.0	0.0
편안하다	25.2	25.7	31.6	12.5	22.2
시간이 적게 걸린다	23.9	23.7	21.1	25.0	27.8
주차가 쉽다	22.5	23.7	10.5	12.5	27.8
안전하다	12.7	9.5	36.8	31.3	16.7
기타	8.8	7.1	0.0	0.0	50.0



[그림 4-12] 개인이동수단의 이용 목적별 이동시간(N=306, 단위 : %)

2) 개인이동수단 소유자의 이용현황 및 만족도

개인이동수단의 이용 경험이 있는 306명의 응답자 중 기계를 소유한 사람은 응답자의 47.1%에 해당하는 144명이다. 이들이 소유한 개인 이동수단은 주로 전동자전거, 전동 킥보드 등이 70.8% 가량 차지하고 있으며 이들에 대한 소유자의 만족도는 70점 내외 (100점 만점)에 해당하여 상대적으로 높은 편이다. 이동수단 종류별로는 ‘유니시클’(78.6점)이 가장 높고, 다음으로 ‘호버보드’(72.1점), ‘세그웨이’(71.9점), ‘전동자전거/스쿠터/전기킥보드’(70.3점) 순으로 나타났다.

[표 4-29] 이동목적별 이용 공간 (단위 : %)

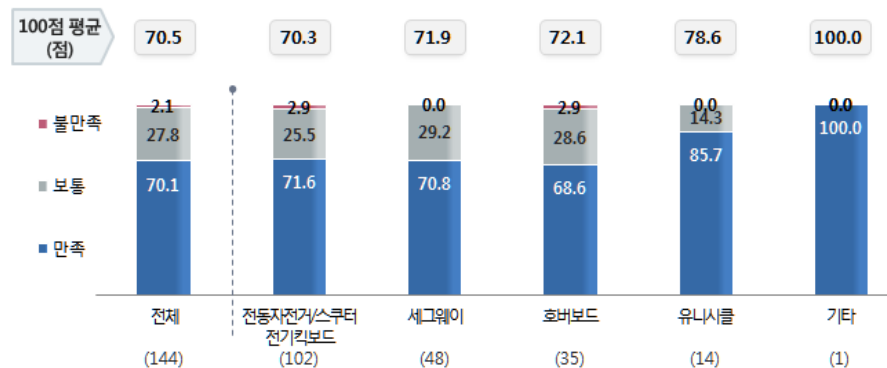
구분	이용자 수	광장, 공원 등 넓은 공간	자전거도로	보행자전용도로	보차혼용도로	보도	차도	계
전체	(306)	31.7	30.1	14.4	11.4	7.5	4.9	100.0
여가(레포츠)	(253)	33.6	30.4	12.6	12.3	7.1	4.0	100.0
출퇴근	(19)	10.5	42.1	21.1	0.0	10.5	15.8	100.0
쇼핑	(16)	6.3	25.0	43.8	18.8	6.3	0.0	100.0
기타	(18)	50.0	16.7	5.6	5.6	11.1	11.1	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

[표 4-30] 개인이동수단 종류별 소유 현황 및 이용 만족도 (단위 : %)

구분	소유자 수	전동 자전거류	세그웨이류	호버보드류	유니시클류	기타	만족도	
							5점	100점
전체	(144)	70.8	33.3	24.3	9.7	0.7	3.82	70.5
여가(레포츠)	(119)	72.3	34.5	22.7	10.1	0.8	3.83	70.8
출퇴근	(15)	60.0	20.0	40.0	6.7	0.0	3.87	71.7
쇼핑	(7)	71.4	42.9	28.6	14.3	0.0	3.71	67.9
기타	(3)	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0	3.33	58.3

주 : (사례수)는 응답자 수, 복수의 개인이동수단을 소유한 응답자를 포함하여 중복 계산하였으므로 전체 비중의 합은 100% 초과



[그림 4-13] 소유한 개인이동수단에 대한 만족도(N=144, 단위 : %)

4. 수요대응형 이동수단에 대한 이용 현황 및 인식

1) 이용 경험 및 이용 현황

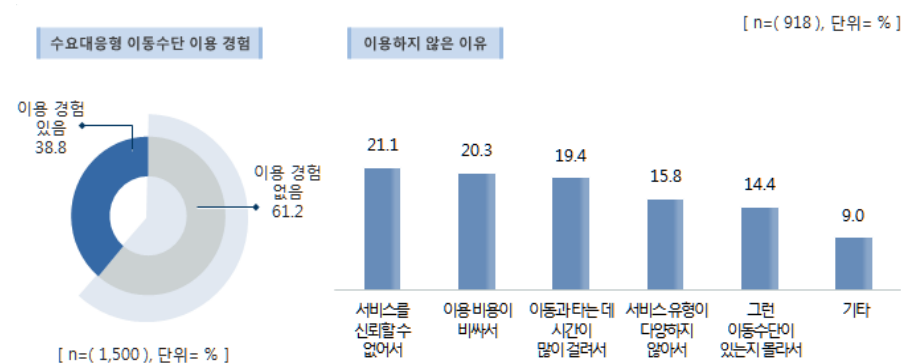
□ 이용경험

수요대응형 이동수단의 이용 경험이 있는 응답자는 전체의 약 38.8%인 582명에 불과한 것으로 조사되었으며 성별로는 여성의 경험률(40.5%)이 남성의 경험률(37.2%)을 약간 상회하는 정도이며 연령별로는 연령대가 어릴수록 이용 경험이 높았다. 50대 이상의 수요대응형 이동수단 경험률은 31.2%에 불과하여 가장 표본수가 높음에도 불구하고 낮은 이용경험률을 보였다.

[표 4-31] 수요대응형 이동수단의 이용 경험 (단위 : %)

	사례수	있다 (경험자수)	없다 (경험자수)	계
전체	(1500)	38.8 (582)	61.2 (918)	100.0
남성	(761)	37.2 (283)	62.8 (478)	100.0
여성	(739)	40.5 (299)	59.5 (440)	100.0
20대	(300)	52.0 (156)	48.0 (144)	100.0
30대	(297)	48.1 (143)	51.9 (154)	100.0
40대	(346)	31.5 (109)	68.5 (237)	100.0
50대 이상	(557)	31.2 (174)	68.8 (383)	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수



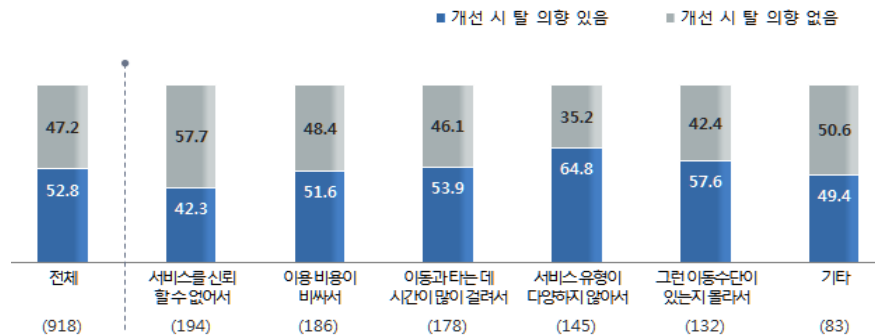
[그림 4-14] 수요대응형 이동수단 이용경험 및 미이용 사유

수요대응형 이동수단을 이용경험이 없는 응답자 918명의 이용하지 않은 이유로는 서비스를 신뢰할 수 없어서(21.1%), 이용 비용에 대한 부담(20.3%), 이동 및 타는 데 시간이 많이 걸려서(19.4%) 등의 응답이 비슷한 비율로 조사되었다. 이러한 서비스의 개선 시 이용 의사가 있는지에 대한 의견으로는 전반적으로 52.8%가량 이용의사가 있다고 응답했지만 서비스의 신뢰도는 개선되어도 이용할 의사가 없다는(57.7%) 의견이 더 우세했다.

[표 4-32] 수요대응형 이동수단을 이용하지 않는 이유와 개선시 이용 의사

구분	이용하지 않는 이유		개선시 이용의사 (%)				계
	사례수	비중 (%)	있다 (사례수)	없다 (사례수)			
전체	(918)	100.0	52.8	(485)	47.2	(433)	100.0
그런 이동수단이 있는지 몰라서	(132)	14.4	57.6	(76)	42.4	(56)	100.0
이용 비용이 비싸서	(186)	20.3	51.6	(96)	48.4	(90)	100.0
이동과 타는 데 시간이 많이 걸려서	(178)	19.4	53.9	(96)	46.1	(82)	100.0
서비스를 신뢰할 수 없어서	(194)	21.1	42.3	(82)	57.7	(112)	100.0
서비스 유형이 다양하지 않아서	(145)	15.8	64.8	(94)	35.2	(51)	100.0
기타	(83)	9.0	49.4	(41)	50.6	(42)	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수



[그림 4-15] 수요대응형 이동수단에 대한 제약조건 개선시 이용 의사(N=918, 단위 :%)

□ 수요대응형 이동수단 이용자의 이용 현황

수요대응형 이동수단의 이용경험이 있는 응답자들은 주로 월 1-2회(33.7%), 분기당 1~2회(20.6%)의 빈도로 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 이용빈도는 남성 이용자가 여성 이용자에 비하여 자주 이용하고 있는 경향이 있다.

[표 4-33] 수요대응형 이동수단 이용자의 이용 빈도(단위:%)

사례수	거의 매일	주 3_4회	주 1_2회	월 1_2회	분기당1~2회	연간 1~2회	최근 3년 간 1~2회	계
전체(582)	4.0	5.0	14.3	33.7	20.6	16.8	5.7	100.0
남성(283)	4.2	5.3	15.5	36.0	19.4	14.5	4.9	100.0
여성(299)	3.7	4.7	13.0	31.4	21.7	19.1	6.4	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

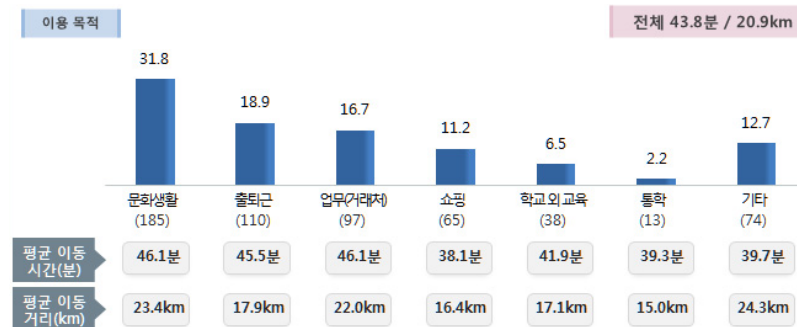
수요대응형 이동수단을 주로 이용하는 목적은 문화생활(31.8%)과 출퇴근(18.9%)을 위하여 이용하였다는 응답이 많았다. 문화생활시 수요대응형 이동수단을 선택하는 이유로는 편안하거나(49.2%), 시간 절약을 위해서(47.6%) 인 것으로 조사되었다.

[표 4-34] 이동목적별 수요대응형 이동수단의 선택 이유 (중복응답, 단위 : %)

선택 이유 \ 이동목적	전체	출퇴근	통학	학교외 교육(학원 및 문화센터)	쇼핑	업무(거래처)	문화생활	기타
사례수	(582)	(110)	(13)	(38)	(65)	(97)	(185)	(74)
편안하다	47.6	42.7	53.8	28.9	47.7	44.3	49.2	63.5
시간이 적게 걸린다	46.6	46.4	46.2	34.2	40.0	48.5	47.6	54.1
비용이 저렴하다	28.2	32.7	23.1	28.9	23.1	27.8	30.3	21.6
도보 이동 거리가 짧다	24.7	26.4	30.8	50.0	29.2	19.6	22.7	16.2
타인의 방해받지 않는다	21.6	18.2	30.8	36.8	24.6	22.7	20.0	17.6
안전하다	19.6	24.5	15.4	13.2	23.1	21.6	16.8	17.6
주차가 쉽다	8.4	5.5	0.0	7.9	9.2	12.4	10.3	4.1
기타	3.3	3.6	0.0	0.0	3.1	3.1	3.2	5.4

주 : (사례수)는 응답자 수

수요대응형 이동수단의 이용자는 1회 이용시 평균 43.8분 정도를 소요하고, 이동거리로는 1회 편도 평균 20.9km 가량을 이동하는 것으로 나타났다. 문화생활과 업무시, 출퇴근 시에도 약 45분 내외를 소요하여 이동하였으며 수요대응형 이동수단을 이용하여 이동하는 거리는 문화생활 23.4m, 업무(거래처) 22km 정도인 것으로 조사되었다.



[그림 4-16] 수요대응형 이동수단의 이용목적별 이동시간(N=582, 단위 : %)

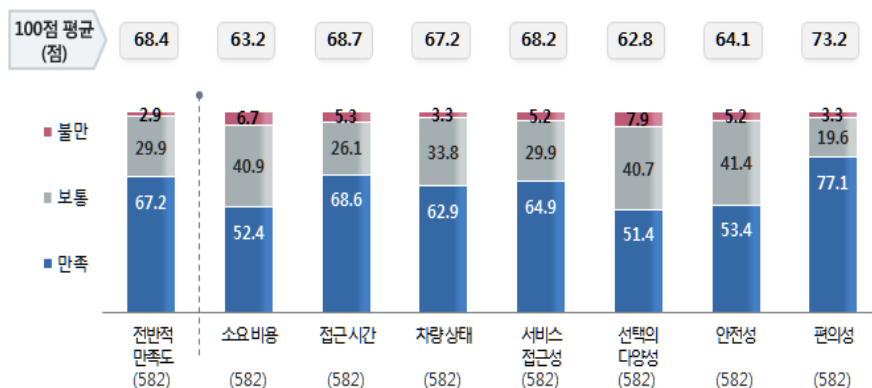
2) 수요대응형 이동수단 이용자의 이용 만족도

수요대응형 이동수단 이용자들은 불만족 응답자에 비해 만족 응답자의 비율이 높았다. 만족과 불만족, 보통의 응답 비중을 100점 점수로 환산하여 살펴보면, 각 측면에서의 만족도는 유사하게 나타났는데, 전반적으로 편의성 측면에서의 만족도가 평균 73.2점 다른 측면에 비하여 높게 나타났다. 가장 만족도가 낮은 항목으로는 교통수단 선택의 다양성 측면으로서 평균치를 6점 가량 하회하는 수준이었다.

[표 4-35] 이동목적별 수요대응형 이동수단의 이용자 만족도

	사례수	소요 비용	접근 시간	차량 상태	서비스 접근성	선택의 다양성	안전성	편의성	전반적 만족도
전체 응답	(582)	63.2	68.7	67.2	68.2	62.8	64.1	73.2	68.4
출퇴근	(110)	64.3	66.8	69.5	69.3	64.3	65.7	73.6	68.2
통학	(13)	46.2	67.3	57.7	59.6	57.7	55.8	65.4	55.8
학교외 교육 (학원 및 문화센터)	(38)	61.8	69.1	63.8	65.1	58.6	64.5	69.1	65.1
쇼핑	(65)	64.2	67.7	66.5	64.2	62.3	62.7	70.8	66.9
업무(거래처)	(97)	63.9	69.6	66.8	67.8	61.6	63.7	72.7	68.8
문화생활	(185)	63.2	69.5	66.8	70.5	63.6	64.2	74.7	70.5
기타	(74)	63.2	69.6	69.6	67.6	63.5	64.9	75.0	68.2

주 : (사례수)는 응답자 수, 만족도는 불만족, 만족, 보통의 응답 비중에 대한 100점 환산 점수



[그림 4-17] 수요대응형 이동수단에 대한 세부항목별 만족도(N=582, 단위 : %)

3) 수요대응형 이동수단에 대한 이용 의사와 지불가치

향후 마을버스와 택시를 비롯한 대중교통이 수요대응형으로 바뀌어 출발지와 목적지의 건물 간 이동이 가능하고 언제 어디서나 요청(call)하면 탑승이 가능한 서비스가 가능해 진다면 수요대응형 이동수단을 이용할 의사에 대한 질문에서 응답자의 약 89.7%가 이용하겠다고 응답하였다. 남성과 여성 응답자 모두 90% 가까이 긍정적인 응답을 하였으며, 실제 수요대응형 이동수단의 이용비율이 연령이 낮을수록 높았으나 이용 의사 측면에서는 40대 이상의 수용 의사가 높은 것으로 나타났다.

[표 4-36] 수요대응형 이동수단이 대중교통으로 대체시 이용 의사 (단위 : %)

	사례수	있다 (사례수)		없다 (사례수)		계
전체	(582)	89.7	(522)	10.3	(60)	100.0
남성	(283)	89.8	(254)	10.2	(29)	100.0
여성	(299)	89.6	(268)	10.4	(31)	100.0
20대	(156)	87.2	(136)	12.8	(20)	100.0
30대	(143)	87.4	(125)	12.6	(18)	100.0
40대	(109)	92.7	(101)	7.3	(8)	100.0
50대 이상	(174)	92.0	(160)	8.0	(14)	100.0

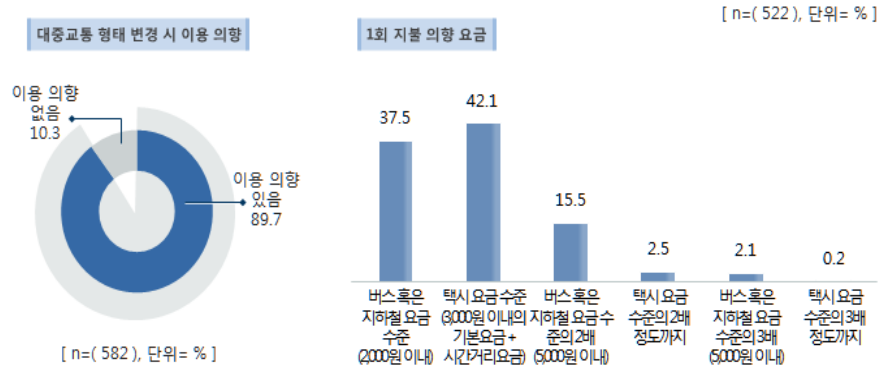
주 : (사례수)는 응답자 수

수요대응형 이동수단의 형태로 대중교통이 대체될 시 교통비에 대한 지불의사에 대하여 응답자의 약 42.1% 가량이 현재의 택시 요금 수준이라면 시간과 장소에 구애됨이 없이 목적지의 건물간 이동이 가능한 수요대응형 대중교통서비스를 이용하겠다는 지불의사를 나타내었다.

[표 4-37] 수요대응형 이동수단이 대중교통으로 대체시 지불의사 (단위 : %)

	사례수	버스 혹은 지하철 요금 수준(2,000 원 이내)	택시 요금 수준 (3,000원 이내의 기본요금 + 시간 거리요금)	버스 혹은 지하철 요금 수준의 2배 (5,000원 이내) 정도까지	택시 요금 수준의 2배 정도까지	버스 혹은 지하철 요금 수준의 3배 (5,000원 이내) 정도까지	택시 요금 수준의 3배 정도까지	계
전체	(582)	37.5	42.1	15.5	2.5	2.1	0.2	100.0
남성	(283)	36.6	40.6	15.7	3.9	2.8	0.4	100.0
여성	(299)	38.4	43.7	15.3	1.1	1.5	0.0	100.0
20대	(156)	41.2	38.2	16.2	2.9	1.5	0.0	100.0
30대	(143)	36.8	48.0	9.6	3.2	1.6	0.8	100.0
40대	(109)	41.6	45.5	10.9	1.0	1.0	0.0	100.0
50대 이상	(174)	32.5	38.8	22.5	2.5	3.8	0.0	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수



[그림 4-18] 수요대응형 대중교통시스템 도입 시 이용 의사 및 지불의사금액

수요대응형 대중교통 시스템의 도입시 자동차 소유 의사는 71.1%가 여전히 있다고 응답했으며 남성의 경우 77%가 자동차를 소유하겠다고 응답하여 상대적으로 강한 자동차 소유의지를 보였다. 반면 20대 응답자의 38.5%는 자동차를 소유하지 않겠다는 의사를 나타냈다.

[표 4-38] 수요대응형 대중교통시스템 도입시 자동차 소유 의사 (단위 : %)

	사례수	있다 (수)		없다 (수)		계
전체	(582)	71.1	(414)	28.9	(168)	100.0
남성	(283)	77.0	(218)	23.0	(65)	100.0
여성	(299)	65.6	(196)	34.4	(103)	100.0
20대	(156)	61.5	(96)	38.5	(60)	100.0
30대	(143)	71.3	(102)	28.7	(41)	100.0
40대	(109)	76.1	(83)	23.9	(26)	100.0
50대 이상	(174)	76.4	(133)	23.6	(41)	100.0

주 : (사례수)는 응답자 수

5. 소결

□ 일상통행 이동수단의 이용 패턴과 수요를 고려한 대중교통 체계 개편

일상 통행은 시간거리 평균 38.3분 가량, 약 19.5km를 지역중심지(57%)로 이동하는 경우가 우세했다. 이러한 일상통행을 하는 주요 목적지는 '직장(73.3%)'에 해당되는데 이때 자가수단을 이용하는 비율이 51.6%이고 대중교통 이용자가 38.9% 정도로 자가수단을 통한 일상통행을 선호하는 것으로 보인다. 특히 만족도 측면에서는 자가수단(74.3점)과 대중교통(65.4%)로 큰 차이를 보이고 있다. 이러한 측면에서 볼 때 만족도가 낮음에도 대중교통을 이용하는 이유는 '비용'과 '시간' 때문인데 이에 비해 자가수단의 선택자들은 '시간'과 '편안함' 이용한다. 즉 원거리이동시 비용 때문에 원거리를 이동하는 경우 주로 대중교통을 이용하지만, 20km 미만 이동시 자가수단의 이용을 선호한다. 대중교통과 공유수단 이용자들은 각각 22.8km, 23.8km를 이동하지만, 자가수단 이용자들은 19km 가량을 평균적으로 이동하는 것으로 조사되었다. 반면 50km 이상의 거리를 이용할 때는 공유수단(14.8%), 이동수단의 복합(14.3%), 대중교통(11.1%)을 이용한다. 이러한 일상통행 이용자의 수요를 고려할 때, 여전히 50% 이상의 자가수단 부담률을 줄이고 대중교통 및 공유수단의 확대 이용을 위해서는 환승정류장내 주차장 확대 설치, 다양한 노선확보 등 대중교통의 체계 편의 확대를 위한 정책적 노력이 필요하다.

□ 원거리 여가통행에 대한 이동수단 및 서비스의 다양화

여가통행의 주요 목적지는 문화생활(71.7%),이나 만남모임(42.6%) 등에 해당된다. 여가통행시에는 일상통행보다 먼 거리의 이동(31.3%)을 하게 되는데 이에 따라 대중교통과 자가수단의 이용률 격차가 일상통행에 비하여 적은 편이다. 특히 만남이나 모임을 위한 이동시에는 44%가 대중교통을 37.7%가 자가수단을 이용하는 것으로 조사되었으며 운동을 위한 이동시에는 도보이동이 많은 것으로 나타났다. 하지만 일상통행이나 여가통행의 경우 모두 자가수단의 만족도(74.1점)와 대중교통(65.7점)의 만족도는 매우 큰 차이를 보였다. 특히 보다 원거리 이동을 하는 여가통행의 이동수단선택시 '시간'(52.1%) 못지 않게 '편안함'에 대한 수요(45.8%)가 큰 만큼 대중교통과 공유수단의 체계 및 서비스 확대를 통해 불비지 않고 가족, 친지 단위 여행이 가능하도록 해야 할 것이다.

□ 자율주행자동차에 대한 높은 수요에 대응하기 위해서는 차량 안전성 확보 선행

현재 상태로도 자율주행자동차에 대한 인지도(63.6%) 및 이용 의사(51.4%)는 적지 않은 수준이다. 더구나 '특정 경우를 제외하고 모든 상황에서 운전자의 조작없이도 운행이 가능한 수준'인 기술 4단계 수준이 된다면 이용하겠다는 의견은 61.4%에 달하고 이용하지 않겠다는 의견은 4% 수준에 불과하다. 세계 유수의 기업들이 앞다투어 자율주행차 시장과 기술을 선점하고자 경쟁하고 있는 시점에서 자율주행차의 상용화는 매우 근미래가 될 듯하다. 하지만 종종 들려오는 자율주행 시험차들의 사고 소식에 사고 위험에 대한 우려는 매우 큰 상황(48.7%)이다. 또한 기술수준에 대한 불신 상태까지 포함하면 자율주행차를 이용하지 않겠다는 의사를 보인 사람들의 약 2/3인 76.5%는 현재의 자율주행차에 대한 기술 수준과 안전성에 대한 불신이 대단한 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 일반인들은 자율주행차에 대한 구매의사자가 응답자의 83.7%에 달하고 현재 차량의 가격 수준 1.5배까지 지불하겠다는 정도로 자율주행차에 대한 기대가 크다. 그 만큼 이동수단의 편의성과 쾌적성, 이동에 대한 제약을 받지 않고자 하는 욕구는 더욱 커지고 있다하겠다. 자율주행차의 안전성이 보다 높은 수준에서 확보된다면 곧 주차 공간과 도로 공간을 비롯한 도시의 공간 구조가 인간의 행동 중심으로 재편될 것이며 이에 대한 공간 계획적 측면에서의 선제적 대응이 필요하다.

□ 개인이동수단은 보다 저렴한 구입비용과 탈 공간의 확보 필요시 활성화 기대

개인이동수단에 대한 경험비율은 약 20.4%로 다른 이동수단에 비하여 낮은 편이다. 이용하지 않는 이유는 안전에 대한 우려가 가장 크고 탈 필요성을 느끼지 못한다는 의견이 지배적이다. 이용 경험이 있는 사람들 역시 여가(레포츠)를 위한 목적(전체 이용자의 82.7%)으로 주로 이용하고 있었으며 1회 이용시 평균 약 40분간, 11.1km 정도 거리를 이동하는 것으로 조사되었다. 비교적 짧은 거리를 이용하고 비용이 들지 않기 때문에 이용하는 여가수단으로서 주로 광장이나 공원과 같은 넓은 공간이나 자전거 도로를 이용하고 있었다. 이용률은 비교적 낮지만 개인이동수단의 이용 경험이 있는 응답자의 약 47.1%가 본인 소유의 기계를 소유할 정도로 소유율은 높았으며 소유자가 느끼는 만족도는 약 70점으로 높은 편이다. 하지만 여전히 '도로에서의 낮은 안전성'(63.0%)이 가장 높게 나타났으며, '전용주행 공간 부족'(22.2%)에 대한 불만족은 높은 만큼, 도시공간 내 공간의 제약 여건이 개선된다면 보다 많은 이용 수요가 있을 것으로 예상된다. 하지만 싱가포르와 같은 고밀 도시나 각종 휴양지에서 간편한 이동수단으로 각광받고 있는 개인이동수단의 경우, 이러한 나라들에서도 각국의 여건에 따라 이용할 수 있는 공간을 다각화하고 이에 맞는 규정 마련하여 보행자 및 차량과의 안전성 확보하고 있는 만큼 교통 보조수단으로서 활성화를 위해 단계적으로 법제와 공간 여건 마련을 해 나가야 할 것이다.

□ 수요대응형 이동수단은 편리하지만 서비스 형태 다양화

수요대응형 이동수단은 현재까지는 택시와 대리운전 등의 형태가 가장 일반적이다. 하지만 이마저도 수요대응형 이동수단의 이용 경험은 전체의 약 38.8% 정도에 그치고 있다. 서비스에 대한 신뢰도나 이용 비용에 대한 불만족이 큰 것으로 조사되었는데, 실제 미이용자의 52%는 이용 비용이나 서비스 유형이 다양해진다면 수요대응형 이동수단의 이용의사가 있는 것으로 나타났다. 수요대응형 이동수단은 주로 문화생활과 출퇴근 시에 이용하며 약 20.9km 정도의 거리를 약 43.9분 이용하는데 편의성의 측면(77.1점)에서 만족도가 제일 높은 것으로 나타났다. 이러한 수요대응형 이동수단의 편리성은 출발지와 목적지의 건물간 이동이 가능한 특성에 기반한 것으로 이러한 서비스가 대중교통 시스템으로 상용화될 경우에 거는 기대는 매우 크다. 실제로 수요대응형 이동수단이 대중교통으로 대체될 시에는 응답자의 약 89.7%가 이용의사를 보였으며 40, 50대 이상의 응답의 경우에는 93% 가량의 적극적 이용의사를 보였다. 지불의사 측면에 있어서도 택시요금 수준의 대중교통으로의 진화를 희망하고 있었다. 하지만, 이러한 수요대응형 대중교통시스템이 활성화되어도 자동차 소유에 대한 의사(71.1%)는 크게 줄지 않는 것으로 조사되었다. 따라서 수요대응형 대중교통시스템의 대폭 고도화되지 않는 한 자동차 소유율에 큰 영향은 없을 것으로 판단된다.

□ 대중교통체계와 도시 공간구조에 대한 종합적인 계획 및 도로시스템 설계 필요

자율주행차가 상용화되고 개인용이동수단이 활성화되면 필요한 도로공간이 줄고, 주차 및 하차를 위한 도시공간의 필요량이 대폭 줄어들어 사람을 위한 공간으로 탈바꿈할 수 있을 것으로 예상되고 있다. 또한 4차 산업 혁명 등으로 대표되는 최선의 교통 및 통신 기술의 발달은 우리의 이동성을 확대하고 환경의 쾌적성을 증진시킬 것임에 틀림이 없다. 하지만 도시 공간은 다양한 교통수단과 건축물, 외부 공간 등이 존재하고 이 공간들은 이용하는 사람들의 다양한 행태와 삶을 반영하기 마련이다. 따라서 현재 이용되는 수단과 향후 발전될 미래상을 고려하여 종합적인 대중교통체계와 도시 공간구조를 재편하려는 종합적인 노력이 필요한 시점이다.

제5장 차세대 교통기술 발전에 따른 건축 및 도시공간 변화

1. 건축 및 도시공간 변화의 분석 틀
 2. 자율주행자동차 도입에 따른 공간변화
 3. 개인이동수단 도입에 따른 공간변화
 4. 수요기반 교통체계 도입에 따른 공간변화
-

1. 건축 및 도시공간 변화의 분석 틀

3장에서는 2장에서 분석된 차세대 교통기술관련 로드맵을 기반으로 하여 공간요소들에 대한 분석을 제도적 측면, 기술적 측면, 수량적 측면에 걸쳐 실시함으로써, 건축, 도시공간분야에서의 대응방안의 주요 내용을 검토하고자 한다. 본 연구에서는 다양한 차세대 교통기술 중에서도 개인이동수단, 수요기반 교통체계, 자율주행 세가지의 개념을 중점적으로 다루고 있는데, 개별적인 기술분야에 따라, 그 적용 도입과정에서 제도적인 정비 가 어떠한 수준으로 요구되고, 정리되어야 하는지에 대한 측면과, 공간의 계획과 설계에 있어서 개선되어야 하는 지점이 어떤 부분이며, 구체적인 기준이 어떻게 마련되어야 하는지에 대한 기술적 측면, 그리고 개별 기술이 적용, 운용되기 위해서 공간적 변화가 예상되는 수량에 대한 추정을 시행하고자 한다.

세가지 측면에서 시행하고자 하는 이러한 분석은 차세대 교통기술에 대한 다양하고 풍부한 논의에도 불구하고, 구체적이고 종합적인 공간적 대응을 하기 위한 근거들이 상대적으로 충분하지 않은 상황에서, 법적인 정비와, 설계기준, 그리고 관련사업의 수량 등에 대한 추정을 수행함으로써 공공부문의 실질적인 대응방안 도출에 기여하고자 하는 목적이 있다.

[표 5-1] 분석 MATRIX

교통기술요소	제도적 측면	기술적 측면	수량적 측면
개인이동수단	개인이동수단의 분류 공간이용의 권한 공간이용방법의 규제	유형별 공간설계기준 규제수단의 도입	개인이동수단의 교통대체효과 및 개인이동수단용 가로연장소요추정
수요기반 교통체계	교통체계의 통합(MAAS) 개인맞춤형 교통체계계획	빅데이터 기반의 수요기반플랫폼의 기준마련	수요기반 교통체계의 운용에 따른 교통량 및 환승의 변동예측 및 그에 따른 공간변화
자율주행자동차	자율주행차의 분류 공간이용의 권한 공간이용방법의 규제	자율주행에 대응하는 가로 및 주차장 등 설계 기준 개정	주차장 수요 및 도로용량의 변화 예측

2. 자율주행자동차 도입에 따른 공간변화

자율주행자동차는 다른 어떤 기술보다도 도시공간의 파격적인 변화를 가져올 것으로 예상되고 있으며, 크게는 토지이용의 측면에서 작게는 주차공간, 승하차공간의 변화에 이르기까지 다양한 공간적 함의를 가지고 있는 것으로 판단된다.

자율주행자동차의 도입을 위해 도시공간에 어떠한 제도가 필요한 것인지에 대해서는 많은 연구에서 언급되고 있으나, 상대적으로 자율주행 자동차의 도입으로 인한 도시공간의 변화에 대해서는 상대적으로 적은 논의가 이루어지고 있다.

자율주행자동차는 사람이 아닌 시스템이 도로 상황을 인지하여 제어하기 때문에 주행에 필요한 여유 공간소요가 적어 도로선형의 변화가 가능하며, 주차도 최소 동선만 요구되므로 전반적인 면적감소가 가능해질 것으로 보인다. 자율주행차의 경우 사람들의 자동차의 소유에 대한 '로망'도 사라질 것으로 전망되므로 자동차 공유가 증가하면 주차장의 필요성은 더욱 감소할 것으로 보인다.

또한 건축물과 주차공간의 분리가 가능한데, 자동차는 전체 시간의 평균 95%가 주차된 상태이므로, 도시공간의 효율적 이용이 증가할 것으로 예상된다. 2011년에 수행된 미국 캘리포니아대학(버클리 캠퍼스)의 조사결과, 미국에는 약 10억 개의 주차공간이 있으며, 승용차와 소형 트럭이 모두 합해 2억5300만 대인데 비하면 주차공간은 그 4배에 달하고 있다.

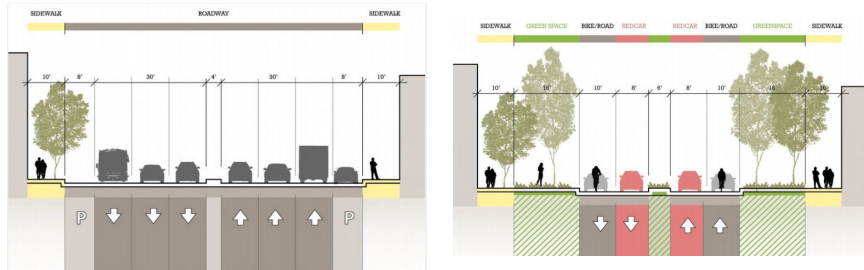
미적인 측면에서 주차공간은 도시를 추하게 만들고 경제적으로도 비용이 많이 소요되는데 연구에 따르면 워싱턴주 시애틀의 경우 주차장 건설비용으로 주택·아파트 임대료의 15% 이상이 소요되는 것으로 나타난다.

미국 텍사스대학 캐러 코클먼 교수는 결과적으로 승차공유 자율주행자동차 1대가 일반 승용차 12대를 대체가능하다는 언급하고 있으며, 자율주행차는 연료를 공급받거나 수리받을 때만 멈추고 계속 운행가능하며 승객이 적은 밤이면 멀리 떨어진 교외의 주차공간을 이용하면 되므로, 또한 도시 내 자동차가 자율주행자동차로 바뀌게 된다면 90%에 달하는 주차공간이 필요 없게 될 것이라고 말하고 있다³⁰⁾.

이 경우 주차공간이 대폭 줄어든 미래의 도시는 샌프란시스코 미션 디스트릭트에서 시작된 파클렛 프로젝트처럼, 도로변 주차공간을 초소형 공원으로 변경하는 것도 생각할 수 있는데 샌프란시스코의 초소형 공원 프로젝트는 가게 앞의 주차공간을 소규모 광장

30) 중앙일보(2016.03.06.). "주차장이 사라진다".

으로 조성하도록 권장하고 있다. 샌프란시스코에서 시작되어 영국 런던까지 많은 수의 시가 그 프로젝트를 모방하고 있으며 현재 샌프란시스코에는 수십 개의 초소형 광장 및 공원이 조성되었으며, 모든 도로변 주차 공간의 90%의 녹색화를 비전으로 두고 있다.



[그림 5-1] 미국 샌프란시스코 19번 스트리트의 미래 상상도

자율주행자동차 시대가 도래하면 도로에 자동차가 줄어들고, 사람들을 위한 길이 넓어진다.

(자료 : 게리 티어니, 퍼킨스+윌, 출처 : '자동차 스스로 주차장에 차를 세운다면 어떻게 될까', 한겨레신문 2016.9.26., 음성원 기자, (<http://www.hani.co.kr/arti/PRINT/762740.html>, 검색일자 : 2017년 10월 20일)

자동차 업체 아우디의 '도시 미래 이니셔티브'는 지난해 바르셀로나에서 열린 '스마트시티 엑스포 세계 회의 2015'에서 미국 보스턴의 서머빌 지역을 위한 미래 도시계획 전략을 공개하였으며, 현재 주차공간의 62% 가량 공간 축소 가능하므로 도시환경의 대변화를 예측하고 있다. 자율주행자동차가 스스로 주차를 한다면, 사람은 주차장이 아닌 원하는 곳에서 승하차가 가능해지고, 자율주행자동차가 스스로 주차장에 주차를 하므로 자동차 1대가 차지하는 주차면적이 현재보다 줄어들 것이며, 주차건물에서는 사람을 위한 계단이나 엘리베이터도 제거가 가능하다.

본 절에서는 주차장에 대한 규정, 승하차공간, 도로의 전반적인 속도규제, 횡단보도 등의 도로선형의 개선 등 도시공간조성 및 이용과 관련된 법령의 개선요소를 조사, 분석하여 제시하고자 한다.

1) 제도적 측면

① 자율주행관련 국제협약

□ 비엔나협약 (Vienna Convention on Road Traffic)

‘도로교통표시 및 신호에 관한 비엔나협약’은 1968년 11월 8일에 채택되었다. 비엔나 협약은 교통규칙의 표준화를 통하여 도로교통의 안전을 목적으로 하고 있고, 주로 유럽 국가들이 당사국으로 가입되어 있다. 우리나라는 1969년 12월 29일에 서명을 한 상태 이고, 아직까지 비준은 하지 않고 있다.

비엔나협약에서 자율주행과 관련된 조항은 제8조 제1항·제5항과 제13조 제1항이 해당 된다. 비엔나협약의 경우 2014년 9월 23일에 자율주행시스템을 법제적으로 지원하기 위한 개정안이 국제연합에 제출되어 2016년 3월 23일부터 그 효력을 발하게 되었다. 비엔나 협약의 개정안을 토대로 유럽의 국가들을 중심으로 한 73개국에서 자율주행자동차의 시험주행 및 상용화에 대한 법적 기준을 마련하였다. 비엔나협약 조항에 따르면 SAE기준 자율주행기술 Level 3에 준하는 자율주행자동차에 한하여 시범주행 및 상용화를 할 수 있다는 것이다. 따라서, Level 4와 5에 해당하는 완전자율주행에 대해 비엔나협약은 아직 허용되지 않고 있다는 것을 확인 할 수 있다.

먼저 자율주행과 관련된 조항들의 기존 내용을 살펴보면, 제8조 제1항(운전자)은“모든 이동하는 차량 또는 연결차량에는 운전자가 있어야 한다.”³¹⁾고 규정하고 있다. 또한 제 8조 제5항은 “모든 운전자는 자신의 차량을 항상 지배해야 하고 자신의 동물을 운행할 수 있어야 한다.”고 규정한다. 나아가 제13조 제1항(속도와 차량간의 거리유지)은 “모든 차량의 운전자는 주의를 기울일 수 있고 자신이 부담하는 모든 차량의 이동을 항상 수행 할 수 있도록 하기 위하여 모든 상황에서 자신의 차량을 지배해야 한다. 모든 차량의 운전자는 자신의 차량의 속도를 선택함에 있어 전방으로 볼 수 있는 거리 내에서 모든 예측 가능한 장애로부터 자신의 차량을 정지시킬 수 있기 위하여 특히 장소적 사정, 도로의 상태, 자신의 차량의 상태와 적재상황, 날씨상황과 교통밀도 등 상황들을 항상 고려해야 한다. 모든 차량의 운전자는 천천히 운전해야 하며, 필요한 경우에는 정지해야 하고 특히 시야가 불량한 경우 등과 같은 사정이 요구되는 경우에는 천천히 운전하거나 정지해야 한다.”³²⁾고 규정하고 있다.

31) Every moving vehicle or combination of vehicles shall have a driver.

32) Every driver of a vehicle shall in all circumstance have his vehicle under control so as to be able to be at all times in a position to perform all manoeuvres required of him. He shall, when adjusting the speed of his vehicle, pay constant regard to the circumstances, in particular the lie of the land, the state of the road, the condition and load of his vehicle, the weather conditions and the density of traffic, so as to be able to stop his vehicle within his range of forward vision and short of any foreseeable obstruction. He shall slow down and if necessary stop whenever circumstance so require, and particularly when visibility is not good.

다음은 다른 연구를 통해 비엔나협약의 개정안 제8조 제5항의2의 신설과 제39조 제1항 제3문의 신설에 대한 해석을 인용한 내용이다.³³⁾

[비엔나 협약]

제8조(운전자)

- (1) 모든 이동하는 차량 또는 연결차량에는 운전자가 있어야 한다.
- (2) 건인용-적재용 또는 승용에 사용되고 있는 동물과 입구에 일정한 표시가 있는 특별구역의 경우를 제외하고는 개별 가축 또는 가축의 무리에는 운전자가 있도록 국내법에 규정할 것을 권고한다.
- (3) 모든 운전자는 필요한 신체적이고 정신적인 특성을 가지고 있어야 하고 신체적이고 정신적으로 운전할 수 있는 상태에 있어야 한다.
- (4) 모든 차량의 운전자는 차량의 운행에 필요한 지식과 능력을 갖추고 있어야 한다. 그러나 이 규정은 국내법에 따른 운전교습에 장애로 작용하는 것은 아니다.
- (5) 모든 운전자는 항상 자신의 차량을 지배해야 하고 자신의 동물을 운행할 수 있어야 한다.
- (5의2) 차량의 운행에 영향을 주는 차량시스템이 차륜차량, 차량장치 및 차륜차량에 장착하거나 사용할 수 있는 부품과 관련하여 국제적 법기준에 따른 설계, 장착 및 이용을 위한 조건에 부합하는 경우에는 본조 제5항 및 제13조 제1항에 부합하는 것으로 본다. 차량의 운행에 영향을 주는 차량시스템이 앞에서 언급한 국제적 법기준에 따른 설계, 장착 및 이용을 위한 조건에 부합하지 않지만 당해 차량시스템이 운전자에 의해 제어 또는 차단될 수 있는 경우에는 본조 제5항 및 제13조 제1항에 부합하는 것으로 본다.**
- (6) 차량의 운전자는 자신의 차량의 운전과는 다른 모든 활동을 피할 수 있어야 한다. 국내법규정은 차량운전자의 전자기 사용에 관한 규정을 두어야 한다. 국내법규정은 모든 사안에서 이동 중에 있는 차 또는 원동기장치자전거의 운전자가 자동송수신 장치 없이 전화기를 이용하는 행위를 금지해야 한다.

제39조(기술적 규정 및 차량의 검사)

- (1) 국제적 교통에서 모든 동력차량(본 협약 제1조 p호), 모든 트레일러 및 그와 연결된 모든 차량은 부록 5에 기재된 요건에 부합해야 한다. 또한 **이러한 차량들은 운행의 안전을 확보하고 있어야 한다. 이러한 차량에 제8조 제5항의2에 기재된 국제적 법기준에 따른 조립, 장착 및 사용을 위한 요건에 부합하는 시스템, 부품 및 차량장치가 장착되어 있는 경우에는 이러한 시스템, 부품 및 차량장치는 부록 5에 합치되는 것으로 본다.**
- (2) ~ (6) <생략>

□ 제네바협약 (Geneva Convention on Road Traffic)

‘도로 및 차량교통에 관한 제네바 협약’은 1949년 9월 19일에 채택되었다. 제네바협약 또한 비엔나협약과 같이 교통규칙의 표준화를 통하여 도로교통의 안전을 도모하는 것을 목적으로 하고 있으며, 가입국은 아메리카·아프리카 및 아시아 국가들이다. 우리나라는 1971년 6월 14일에 서명하여 조약 제389호로 발효되었다(1971년 7월 14일).

제네바협약에서는 제8조와 제10조에서 자율주행과 관련된 조항을 확인할 수 있다. 최근 2015년 3월에 자율주행자동차의 상용화 문제가 제기되면서 개정안을 제출하였고, 2015년 10월 개정안에 대한 개정절차가 진행 중에 있다. 아직 개정절차가 진행되고 있지만, 개정안의 내용에는 비엔나협약과 유사하게 운전자가 주행에 대한 시스템 제어 및 차단이 가능해야 한다는 내용이 포함되어 있다. 따라서 제네바협약 또한 SAE기준 Level 3에 해당하는 기술수준의 자율주행차량에 한하여 시범주행 및 상용화를 뒷받침하기 위한 내용만을 언급하고 있다. 따라서 Level 4와 5에 해당하는 완전 자율주행에 대해서는 아직 허용되지 않고 있다는 것을 확인할 수 있다.

33) 이진국(2016). 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구」, 경찰청 교통국 교통기획과, p.24.

제네바협약에서 자율주행과 관련된 조항들의 기존내용을 살펴보면, 먼저 제8조 제1항에서, “일단위로서 운행되고 있는 차량 또는 연결차량에는 각기 운전자가 있어야 한다.”³⁴⁾고 규정하고 있고, 제8조 제5항에서는 “운전자는 항상 차량을 조종할 수 있고 동물을 안내할 수 있어야 한다. 타 도로사용자에게 접근할 때에는 운전자는 당해 타 도로사용자의 안전을 위하여 필요한 주의를 기울여야 한다.”³⁵⁾고 규정하고 있다. 또한 제네바 협약 제10조는, “차량의 운전자는 항상 차량의 속도를 조절하고 있어야 하며, 또 적절하고 신중한 방법으로 운전하여야 한다. 운전자는 상황에 따라 필요하다고 인정될 때 특히 시야가 좋지 못할 때에는 서행하거나 정지하여야 한다.”³⁶⁾고 규정하고 있다.

다음은 다른 연구를 통해 개정안의 제8조 제6항을 해석한 내용을 인용한 것이다.³⁷⁾

[제네바 협약] 중 자율주행과 관련된 개정안

제8조

- (1) 일단위로서 운행되고 있는 차량 또는 연결차량에는 각기 운전자가 있어야 한다.
- (2) 견인용·적재용 또는 승용에 사용되고 있는 동물에는 운전자가 있어야 하며, 입구에 일정한 표시가 있는 특별구역에 있어서의 경우를 제외하고는 가축에는 운전자가 따라야 한다.
- (3) 집단으로 이동하는 차량 또는 동물에는 국내법으로 정하는 수의 운전자가 있어야 한다.
- (4) 앞에서 서술한 집단은 필요에 따라 교통의 편의를 위하여 적당한 길이의 부분으로 분할되어야 하고 또한 각 부분의 사이에는 충분한 간격이 취해져야 한다. 동 규정은 유목민이 이동하는 지역에는 적용되지 아니한다.
- (5) 운전자는 항상 차량을 조종할 수 있고 또는 동물을 안내할 수 있어야 한다. 타 도로사용자에 접근할 때에는, 운전자는 당해 타 도로사용자의 안전을 위하여 필요한 주의를 하여야 한다.**
- (6) 차량의 주행에 영향을 주는 차량시스템이 차량, 차량장비 및 차량에 장착하거나 사용할 수 있는 부품과 관련하여 국제적 법기준에 따른 설계, 장착 및 이용을 위한 조건에 부합하는 경우에는 본조 제5항 및 제10조에 부합하는 것으로 본다. 차량의 운행에 영향을 주는 차량시스템이 앞에서 언급한 국제적 법기준에 따른 설계, 장착 및 이용을 위한 조건에 부합하지 않지만 당해 차량시스템이 운전자에 의해 제어 또는 차단될 수 있는 경우에는 본조 제5항 및 제10조에 부합하는 것으로 본다.³⁸⁾**

제10조

차량의 운전자는 항상 차량의 속도를 조절하고 있어야 하며, 또 적절하고 신중한 방법으로 운전하여야 한다. 운전자는 상황에 따라 필요하다고 인정될 때 특히 시야가 좋지 못할 때에는 서행하거나 정지하여야 한다.

34) Every vehicle or combination of vehicles proceeding as a unit shall have a driver.

35) Drivers shall at all times be able to control their vehicles or guide their animals. When approaching other road users, they shall take such precautions as may be required for the safety of the latter.

36) The driver of a vehicle shall at all times have its speed under control and shall drive in a reasonable and prudent manner. He shall slow down or stop whenever circumstances so require, and particularly when visibility is not good.

37) 이진국(2016). 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구」, 경찰청 교통국 교통기획과, p.26.

38) 제8조 제6항: Vehicle systems which influence the way vehicles are driven shall be deemed to be in conformity with paragraph 5 of this Article and with Article 10, when they are in conformity with the conditions of construction, fitting and utilization according to international legal instruments concerning wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles. Vehicle systems which influence the way vehicles are driven and are not in conformity with the aforementioned conditions of construction, fitting and utilization, shall be deemed to be in conformity with paragraph 5 of this Article and with Article 10, when such systems can be overridden or switched off by the driver.

□ 국제협약의 시사점

국제적인 도로교통 협약인 비엔나협약과 제네바협약의 규정내용은 유사하다는 특성을 보이며, 개정 전과 후의 내용 또한 유사하다는 것을 알 수 있다. 두 협약 모두 자율주행기술 Level 3에 대한 시범주행과 상용화를 염두에 둔 개정안이라는 공통점이 있다. 또한 두 협약 모두 Level 4와 5에 해당하는 완전 자동화 단계를 원칙적으로 금지하고 있다고 판단할 수 있다.

다만, 비엔나협약의 경우 이미 개정되어 Level 3에 해당하는 자율주행자동차에 대해 허용되고 있고, 구글카와 같은 Level 4와 5에 해당하는 자율주행자동차의 도로주행을 허용하기 위한 비엔나협약의 개정 논의가 진행되고 있다는 것으로 알려져 있다.³⁹⁾

제네바협약의 경우 아직 Level 3에 해당하는 자율주행자동차에 대해 허용하는 개정안을 논의하고 있는 단계이고, 제네바협약에 비준한 국가들 또한 이에 맞추어 Level 3에 준하는 자율주행자동차에 대한 시범주행 및 상용화에 대해 개정을 준비하는 단계에 있다. 따라서 Level 4와 5에 해당하는 완전 자율주행자동차의 경우 실제로 법이 제정되는 데에는 시간이 더 소요될 것으로 예상된다.

② 해외의 자율주행관련 법률 개정사항

□ 미국

미국은 가장 선제적으로 자율주행자동차 분야에서 대응하고 있는 국가이지만, 현재 연방정부차원의 자율주행자동차 관련법규는 존재하지 않는다. 하지만, 일부 주는 이미 일부 법을 개정 또는 신설하여 자율주행관련 시범주행 및 상용화를 대비하고 있다. 또한, 이러한 주의 법 개정이나 신설을 통하여 구글과 테슬라 등의 IT·자동차회사에서 자율주행자동차를 시험운행을 하고 있다.

네바다주는 세계최초로 자율주행자동차 관련 법률을 제정하였으며, 관련 법 규정은 NRS Chapter 482A에서 총 10개 조항에 걸쳐 명시되어 있다⁴⁰⁾. 세부적인 사항으로는 ‘자율주행자동차 관련 개념정의’, ‘자율주행자동차 시험운행 요건’, ‘자율주행자동차 등록기준’, ‘자동차 제조업자의 책임’, ‘자율주행자동차 주행을 위한 규정의 채택’, ‘자율주행자동차 시험주행을 위한 네바다주 행정규정’ 등의 내용으로 구성되어 있다.

여기서 확인해야할 사항은 먼저 NRS 482A.025와 NRS 482A.030에서 ‘자율주행기술’과 ‘자율주행자동차’에 대한 정의를 하고 있다. 그리고 NRS 482A.060에서 시험운행시 구체적인 금액이 제시된 보험과 채권을 요건으로 제시하고 있는 것과 NRSA.080에서

39) its-ch, Schwerpunktthema: Entwicklungen in Nachbarländern bieten Potenziale für Synergien, Themenvertiefung: fahrerlose Fahrzeuge, 2015.5.7., 4쪽.

40) 이진국 외 2인(2016). 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구」, 경찰청 교통국 교통기획과.

‘자율주행기술의 오작동이 감지되고 그러한 오작동이 자율주행자동차의 안전운행에 영향을 미치게 될 경우 작동자에게 자율주행자동차의 수동제어를 취할 것을 경고하는 수단이 장착되어 있을 것’이라는 항목이다. 해당항목의 내용으로 유추해보면, 네바다주에서 정의하는 자율주행자동차는 Level 3의 기술수준에 준하는 자율주행자동차인 것으로 판단된다.

캘리포니아주에서는 자율주행자동차와 관련된 규정을 ‘자동차법(Vehicle code - VEH)’ DIVISION 16.6.(38750조)에서 명시하고 있다. 해당 규정에는 자율주행자동차 관련 개념정의·시험운행요건·승인을 위한 지원서의 요구사항 등을 규정하고 있다.

네바다주와 마찬가지로 가장 먼저 38750(a)에서 ‘자율주행기술’과 ‘자율주행자동차’에 대해 정의하고, 시험운행 요건에 대한 38750(b)에서 5,000,000달러 상당의 보험, 보증서, 또는 자가보험을 요건으로 제시하고 있다. 38750(c)의 (C)에서는 ‘자율주행자동차는 자율주행자동차가 운행하는 동안 자율주행기술의 오작동이 감지된다면 작동자에게 이를 경고해주는 시스템이 장착되어 있어야 한다. 그러한 경보가 주어졌을 때 시스템은 다음의 사항을 수행하여야 한다.’라는 항목과 이어서 (i) ‘운전자에게 자율주행자동차를 제어하도록 요구할 것’, (ii) ‘운전자의 제어가 불가능한 경우, 자율주행자동차는 완전히 정지할 것’이라는 항목을 포함하고 있다. 해당 항목으로 내용을 유추해보면, 네바다주와 같이 Level 3의 기술수준에 준하는 자율주행자동차를 말하고 있다고 판단할 수 있는 항목이 존재한다.

□ 독일

독일은 자동차분야에서 강국으로 알려져 있는 만큼, 자율주행자동차와 관련한 연구는 활발하게 진행되고 있다. 자율주행자동차의 상용화를 대비하여 독일 연방정부는 2015년 ‘자동화되고 네트워크화된 주행전략’(Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren)을 통해 5개의 자율자동차의 활동영역과 조치들을 제시하고 있다. 자율주행자동차의 임시주행 및 상용화를 허용하는 실질적인 법률은 최근에 규정되었다.⁴¹⁾

독일의 자동차 및 도로교통에 관련된 법률은 다양하게 존재하고 있으며, ‘도로교통에 관한 비엔나 협약’에 비준하고 있기 때문에, 대부분의 법 조항이 비엔나협약을 국내에서 이행하는 내용을 담고 있다. 독일의 도로교통규칙(Strassenverkehrsordnung: StVO)에 따르면, 현재의 법률 상으로는 자율주행자동차에 탑승한 운전자가 교통상황을 모니터링하지 않거나 자율주행 중에 다른 일을 하고 있었던 경우에 해당 운전자는 도로교통규칙을 위반한 것으로 평가되기 때문에 자율주행기술 Level 4가 법적으로 허용되지 않는 상태였으나, 2016년 3월에 비엔나협약 중 자율주행과 관련된 제8조와 제39조가 개

41) <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2017/01/2017-01-25-automatisiertes-fahren.html>.
(최종방문일 : 2017.10.12.)

정·시행되자 독일에서는 이 협약의 개정내용을 반영하기 위하여 2016년 6월에 개정안을 제출하였고, 2017년 1월 25일에 도로교통법을 개정하는 법률 초안에 동의하였다.⁴²⁾ 해당 개정안에 따르면 자동화된 시스템은 차량에 문제가 생기거나, 그렇지 않더라도 운전자에게 운전시스템을 인계하고 운전자는 이를 인계받을 의무가 있다고 규정하고 있다. 그리고 최종적으로 책임은 운전자에게 있다고 규정하고 있다. 독일 또한 비엔나협약의 내용을 반영하여 Level 3의 기술수준에 준하는 자율주행자동차에 대하여 허용하고 있는 것으로 나타났다.

□ 일본

일본의 경우 자율주행이라는 용어 대신에 ‘자동주행’을 사용하고 있고, 자동주행에 대해 미래의 자동차교통의 중요한 문제라 인식하고 적극적으로 대처하고 있다. 2013년 ‘세계 최첨단 IT 국가창조선언’, 2016년 ‘민관 ITS구상·로드맵 2016~2020년까지의 고속도로의 자동주행 및 한정지역의 무인주행이동서비스의 실현을 위하여’, ‘전략적 이노베이션 창조 프로그램(SIP)-자동주행시스템’ 등을 내놓으면서 자율주행 상용화를 위한 기술 개발과 정책적 지원에 관하여 노력을 아끼지 않고 있다. 하지만 자율주행자동차와 관련된 법적 개선에 관한 논의는 다소 느리게 진행되고 있다.⁴³⁾

일본은 우리나라와 마찬가지로 제네바협약을 비준하고 있으며, 제네바협약이 개정되지 않았기 때문에 아직까지 일본의 법적 개선이 이루어지지 않았다고 판단된다. 다만, 일본의 경우 2015년에 자동주행의 제도적 과제 등에 관한 조사검토토론위원회를 설치하였고, 일본능률협회총합연구소를 통하여 자율주행자동차의 도입과 관련한 제도적 과제를 수행하고 있다.

일본 도로교통법 제70조는 안전의무를 규정하고 있다.⁴⁴⁾ 이에 따르면 Level 2까지의 기술수준의 준하는 자율주행자동차의 경우 현행 도로교통법에 저촉되지 않지만, Level 3·4·5의 경우 규정상 허용되지 않는 상황이다. 그러나 2013년 자율주행자동차의 시범주행을 위해 예외적으로 Level 3수준의 자율주행자동차의 시범주행을 허용하고 있다. 2016년 3월에 일본 경찰청의 용역발주에 따라 일본능률협회총합연구소에서 ‘자동주행의 제도적 과제 등에 관한 조사연구보고서⁴⁵⁾’를 발간하였으며, 연구결과로서 자동주행에 따른 각종 법률상의 책임과 의무를 제안하고 있다. 예외적으로 해당 용역보고서에는 Level 3에 기술수준에 준하는 자율주행자동차와 함께 Level 4·5의 운전자 개입이 전혀 없는 자율자동차에 대해서도 논의하였다. 기본적으로 제네바협약의 국제적인 논의에

42) <http://www.loc.gov/law/foreign-news/article/germany-government-proposes-automated-driving-act/>
(최종방문일 : 2012.10.12.)

43) 川本哲郎(2016). ‘자율주행자동차 상용화에 따른 법적 제문제’, 한·일 추계 국제학술대회, p.81.

44) 이형범(2016), ‘일본의 자율주행자동차 관련 법적 허용성과 민사·행정·형사책임 연구동향’, 월간 교통, 통권 215호, p.79

45) 日本能率協會總合研究所(2016). 「自動走行の制度的課題等に関する調査研究報告書」

입각하여 검토를 해야 한다고 말하고 있지만, 각 기술수준에 따라 발생하게 될 형사·민사상의 책임과 그 외 운전면허와 사고책임·차량 점검 등에 대하여 언급하고 있다는 것이 특징이다.

③ 국내의 자율주행관련 법률 개정사항

우리나라 또한 4차 산업혁명에 대한 중요성을 강조하며, 이를 국가 핵심전략으로 제시하고 있다. 그 중 자율주행자동차와 관련된 기술개발의 경우, 이전까지는 정부정책상 직접적인 지원없이 스마트카 개발사업의 일환으로 부품기술개발과 C-ITS 관련 기술개발 사업으로 추진되어 왔다. 적극적인 국가차원의 지원이 없었기 때문에 구글 자율주행자동차와 같은 해외 선진국의 자율주행자동차 관련 기술수준과의 격차는 최소 5년 이상일 것이라고 판단된다. 기술적인 차이로 인해 해외 선진국에 비해 많이 뒤쳐져 있는 상황이다.

법·제도적인 부분 또한 해외 선진국들에 비해 앞서나가거나 비슷한 수준이라고 판단되지 않는다. 아직까지 자율주행자동차의 상용화를 뒷받침할 수 있는 규정이 신설되거나 개정되지 않은 상황이기 때문이다. 다만, R&D와 용역 등을 통하여 법제연구가 진행되고 있으며, 2016년 자율주행자동차에 대한 정의와 시험·연구목적으로 자율주행자동차를 운행에 따른 안전운행요건을 제시하는 규정이 신설되면서 정해진 규칙과 운행구역에 한하여 시범운행을 할 수 있게 되었다.

□ 국내의 자율주행자동차 법률관련 R&D 및 용역

먼저 자율주행자동차 관련 법제연구 현황을 확인해보면, 2014년에 한국법제연구원에서 '미국의 자율주행자동차 임시운행 허가에 관한 규제분석'에 관한 연구를 통해 가장 먼저 자율주행자동차의 시험주행이 허가된 미국의 규제를 분석하였다. 캘리포니아주, 네바다주, 플로리다주, 미시간주, 콜롬비아주의 사례분석을 하였고, 자율주행자동차의 개념과 추진현황, 미국의 입법현황, 시사점 등의 내용을 다루고 있다. 연구시사점을 간략히 설명하면 현행법 개정을 통해 자율주행자동차에 대한 운행을 허용하는 수준의 개정방안이나 특례법을 제정하는 방안을 고려할 필요가 있으며, 어떠한 경우에도 자율주행자동차 및 자율운행기술 등 핵심개념에 대한 법적정의를 이루어져야 하고, 시험운행을 위한 안전기준 및 승인요건 등의 규정을 마련해야 한다고 말하고 있다.

한국교통연구원과 한국법제연구원이 공동으로 연구한 '스마트자동차 시범운행을 위한 도로관련 제도개선연구'에 관한 연구는 2015년 5월부터 2017년 3월까지 수행되었고, 임시운행요건과 도로안전 가이드라인 제정, 해외 법제 및 국제협약 검토, 도로관련 법제 발전방향 도출 등의 내용을 다루고 있다. 해당 연구를 바탕으로 2016년 초 자율주행자동차에 대한 정의 및 임시주행 기준 등이 신설되기도 하였다.

그리고 한국도로공사에서는 '스마트 자율협력주행⁴⁶⁾ 도로시스템 개발'라는 연구를

2015년부터 2020년까지 수행할 예정이며, 주요 연구내용은 자율협력주행 관련 법·제도 개선 및 재·개정안 도출 등 법제도 정비와 도로기반 시설 고도화 기술 및 운영·관리 기술 개발 등으로 최종적으로 자율협력주행 도로시스템에 대한 테스트베드 구축 및 평가 기술 개발을 목표로 하고 있다. 해당연구를 통하여 자율주행자동차를 보조하는 인프라를 구축하고, 이를 통해 보다 안전하고 경제적인 자율주행환경을 갖추는 것을 목적으로 하고 있다.

□ 신설된 국내의 자율주행자동차관련 법률

이러한 연구결과를 활용하여 앞서 말한 2016년 2월 11일자로 자율주행자동차 안전운행조건 관련 자동차관리법 시행규칙이 개정되었다. 자율주행자동차에 대한 정의인 제2조와 신설된 제26조의 2는 다음과 같다.

[자동차관리법] 시행규칙

제2조(정의)

“자율주행자동차”란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다.

제26조의2(자율주행자동차의 안전운행요건)

- ① 법 제27조 제1항 단서에서 “국토교통부령으로 정하는 안전운행요건”이란 다음 각 호의 요건을 말한다.
 1. 자율주행기능(운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행하는 기능을 말한다. 이하 이 조에서 같다)을 수행하는 장치에 고장이 발생한 경우 이를 감지하여 운전자에게 경고하는 장치를 갖추는 것
 2. 운행 중 언제든지 운전자가 자율주행기능을 해제할 수 있는 장치를 갖추는 것
 3. 국토교통부장관이 정한 운행구역에서만 운행할 것(자율주행기능을 사용하는 경우만 해당한다)
 4. 운행정보를 저장하고 저장된 정보를 확인할 수 있는 장치를 갖추는 것
 5. 자율주행자동차임을 확인할 수 있는 표지(標識)를 자동차 외부에 부착할 것
 6. 자율주행기능을 수행하는 장치에 원격으로 접근·침입하는 행위를 방지하거나 대응하기 위한 기술이 적용되어 있을 것
 7. 그 밖에 자율주행자동차의 안전운행을 위하여 필요한 사항으로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 사항
- ② 제26조 제1항에 따라 자율주행자동차의 임시운행허가 신청을 받은 국토교통부장관은 법 제32조 제3항에 따라 성능시험을 대행하는 자(이하 “성능시험대행자”라 한다)로 하여금 제1항에 따른 안전운행요건에 적합한지 여부를 확인하게 한 후 안전운행요건에 적합하다고 인정하는 경우 임시운행허가를 하여야 한다.
- ③ 제1항 및 제2항에 따른 안전운행요건의 확인에 필요한 세부사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.

출처 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>, 검색일자 : 2017년 8월24일)

이와 함께 자율주행자동차의 안전운행요건 및 시범운행 등에 관한 규정을 제정하였다. 해당 규정은 총 3장 21개 조문으로 구성되어 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

46) 자율협력주행 : 자율주행자동차의 첨단센서들의 인지 가능범위는 200m 내외이고, V2X를 활용한 정보공유만으로는 자율주행의 안전이 보장되기 힘들며, 이를 보강하기 위해선 경제적인 문제가 발생하게 된다. 이를 보완하기 위하여 V2I기술을 통하여 도로 인프라와의 정보공유를 통하여 보다 안전하며 경제적인 자율주행을 실현하는 시스템

[표 5-2] 자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정의 주요 내용

구분	규정내용
일반적 안전운행요건	·자율주행자동차는 자동차 자기인증이 완료된 자동차를 대상으로 하고, 모든 공공도로 주행 관련 제반 법령을 준수하도록 제작되어야 함 ·자동차손해배상보장법에 따른 보험가입 의무화 ·자율주행자동차 임시운행허가 신청인은 자율주행 기능의 작동을 확인할 수 있도록 시험시설 등에서 충분한 사전 주행 실시 의무화 ·허가신청 대상 자동차 제시, 자율주행자동차의 기술단계·구조 및 기능에 대한 설명서, 시험·연구 계획서 등 필요한 제출서류 목록 규정 ·후방 차량 운전자가 자율주행자동차임을 확인할 수 있는 표지 부착 ·성능시험대행자는 자율주행자동차의 안전운행요건 등을 확인하기 위하여 신청인에게 시험시설 등에서 시험운행을 요청할 수 있음
자율주행자동차의 구조 및 기능	·자율주행시스템 기능을 쉽게 조작할 수 있는 조종장치와 자율주행시스템의 기능작동여부를 확인할 수 있는 표시장치를 갖추어야 함 ·자율주행시스템의 기능고장 발생을 감지하고 운전자에게 경고를 줄 수 있는 기능고장 감지장치 및 경고장치를 갖추어야 함 ·자율주행자동차의 안전운행을 위하여 최고속도제한장치 및 전방충돌방지 기능을 할 수 있는 장치를 장착하여야 함 ·자율주행자동차 임시운행에 따른 사고발생 시 사고분석을 할 수 있도록 운행기록장치 및 영상기록 장치를 갖추도록 함
임시운행 관련 요건	·자율주행시스템의 정상작동 확인 등을 위해 운전자 이외에 1인 이상의 동승자가 탑승하여야 함 ·피연결자동차의 연결 운행 금지

출처 : 이진국 외 2인(2016). 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구」, 경찰청 교통국 교통기획과, pp.96~97.

또한 '시험운행 운행구역 지정 공고'를 통해 고속도로 1개 구간과 국도 5개 구간을 자율주행자동차 시험운행 운행구역으로 지정·공고하였다.

[표 5-3] 시험운행 운행구역 지정 공고

구간	시종점	연장	비고
고속국도	경부선(서울TG ~ 신갈JC) - 영동선(~ 호법JC)	41km	터널 1개소
국도1구간	국도42호선(수원 서수원IC ~ 안산 양촌IC) 국도39호선(~ 화성 울암교차로) 국도77호선(~ 평택 내기삼거리) 국도38호선(~ 평택 오성IC)	61km	
국도2구간	국도42호선(수원 신갈오거리 ~ 용인 터미널교차로) 국도45호선(~ 안성 칠곡교차로)	40km	지하차도 및 터널2개소
국도3구간	국도45호선(안성 칠곡교차로 ~ 용인 마평교차로) 국도42호선(~ 용인 양지IC) 국도17호선(~ 안성 매산삼거리) 국도38호선(~ 만정교차로)	88km	터널 3개소
국도4구간	국도77호선(고양 행주대교IC ~ 파주 당동IC) 국도37호선(~ 파주 여우고개교차로) 국도1호선(~ 고양 대자삼거리) 국도39호선(~ 고양 행주대교IC)	85km	자동차전용 도로포함
국도5구간	국도42호선(수원 신갈오거리 ~ 용인 터미널교차로) 국도45호선(~ 광주 태전교차로) 국도3호선(~ 성남 여수교차로)	45km	지하차도 및 터널2개소

출처 : 이진국 외 2인(2016). 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구」, 경찰청 교통국 교통기획과, p.98

위 고속도로 1개소, 국도 5개소와 추가로 지정된 규제프리존인 대구, 세종시 등 총 375km 구간에서만 자율주행자동차의 시험주행이 가능한 상태이다. 자율주행자동차 안전운행 요건 및 시험운행 등에 대한 우리나라의 요건을 미국, 영국, 네덜란드와 비교 하면 다음과 같다.

[표 4-4] 자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정의 주요 내용

구분	대 상	우리나라('16.2.)	미국(네바다주, '11.6)	영국('15.2)	네덜란드('15.7.1)
일반 기준	대상차종	모든 자동차	트레일러, 모터사이클, 4.5t 초과 자동차 제외	모든 자동차	모든 자동차
	보험가입	적절한 보험 소지	5M\$ 보험증권 제시	적절한 보험 소지	적절한 보험 소지
	사전 시험주행	충분한 사전주행 필요 (마일리지 기준 없음)	10,000 마일 사전수행 (16,000km)	폐쇄도로 등에서 충분한 시험수행 (마일리지 기준 없음)	사전시험주행에 의해 고장 및 기능안전 등 검증 필요 (마일리지 기준 없음)
	식별표식 부착	자율차 임시운행 표지 부착	자율차 전용 임시운행 번호판 부착	규정 없음	규정 없음
구조 및 기능	고장감지 및 경고장치	○	○	○	특정 기준 없음 (다만, 허가기관인 RDW 재량에 의해 확인 요구할 수 있음)
	운전자우선 동전환	자 ○	○	○	
	추가 안전장치	최고속도 제한기능 전방추돌방지기능	규정 없음	규정 없음	규정 없음
	운행기록 장치	교통안전법에 따른 운행기록장치	사고30초전 센서데이터 기록 (read-only) 및 보유(3년)	차량장치 작동 기록	허가기관에 의해 운행상황 기록장치 장착 명할 수 있음
	영상기록 장치	영상기록장치	규정 없음	영상 및 음성기록 설치 가능 (차량장치 작동기록 대체용도 불가)	규정 없음
운행 기준	탑승인원	2인 탑승	2인 탑승	규정 없음	규정 없음
	사고발생 보고	규정 없음	사고 및 교통법규단속(10일 이내)	사고조사시 협조 및 관련기관 제출	규정 없음
허가 구역		고속도로 1개 구간 국도 5개 구간 등 (확대 예정)	시험운행 신청시 신청자가 시험한 도로에서만 시험운행	4개 도시 (브리스틀, 코번트리, 밀턴 케인즈, 그리니치)	허가신청시 시험운행 도로 신청

출처 : 이진국 외 2인(2016). 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구」, 경찰청 교통국 교통기획과, p.97.

제네바협약과 비엔나협약을 중심으로 미국·독일·일본과 우리나라의 제도적 현황을 년도별로 분류하면 다음과 같다.



우리나라는 제네바협약을 비준하고 있으며, 1971년에 국내에 발효되었다. 하지만, 도로교통법은 1962년 제정되었고, 제정할 당시 일본 도로교통법을 인용하면서 약간 변경하여 사용하였다. 다만, 일본 또한 제네바협약을 비준하고 있으며, 일본의 도로교통법 또한 제네바협약을 상위법으로 하고 있다. 따라서 우리나라 또한 제네바협약이 도로교통법의 상위 규범이라고 말 할 수 있다.

제네바협약의 경우 자율주행에 관련된 개정안이 2015년에 제출되고, 현재까지 개정절차가 진행 중이며, 우리나라 또한 제·개정 논의에 참여하고 있다. 따라서 제네바협약의 개정안 내용과 마찬가지로 Level 3의 기술수준에 준하는 자율주행자동차에 대해서 허용하는 규정을 만들 예정이다. 이미 시험운행에 관련된 규정은 신설되었고, 상용화에 대비한 규정 또한 연구 및 논의 중인 상황이다.

하지만, 국가적인 목표로 Level 4·5의 기술수준을 완성하는 것으로 하고 있기 때문에, 완전 자율주행자동차를 탑승한 사람이 ‘운전자’인지 ‘승객’인지에 대한 논의와 그에 따르는 무면허운전·음주운전·휴대전화 사용·영상장치 조작 및 영상표시·사고발생시의 조치의무 등 다양한 규제사항들과 자율주행자동차가 갖게 될 윤리적인 논리의 문제까지 다양한 문제가 논의의 대상이 될 것이다. 따라서 그에 준하는 연구 및 논의가 계속될 것이라고 판단되고, 이러한 법·윤리적인 논의가 끝나야만 Level 4·5의 기술수준인 완전 자율주행자동차의 상용화가 비로소 이루어질 것이다.

2) 기술적 측면

자율주행 자동차에 대한 기술적 측면의 고려는 주로 자율주행 자동차의 물리적, 행태적 특성을 고려한 설계기준, 도로시설물 및 교통시설의 설계기준 개선에 대한 개선방안을 분석, 제시하고자 한다.

자율주행 자동차의 상용화 모델이 아직 개발되지 않은 상황에서 향후 기술개발의 방향성에 대한 불확실성이 높다. 자율주행 자동차에 대한 체계적인 운행 시나리오 및 시스템 요구사항이 부재한 상황에서 자율주행 자동차에 대한 인증체계 등이 마련되지 못하고 있어 업체 개별적으로 기술개발을 추진하고 있는 실정이다.

자율주행 자동차 도입에 있어서 자율주행기능을 탑재에 따른 추가비용 부담이 큰 장벽이 된다. 현재 개발 중인 자율주행기능 탑재를 위해 추정된 추가비용은 10만 달러 이상이며, 대량생산이 이뤄질 경우 추가비용은 2.5~5만 달러로 하락 전망이나 단기 달성은 어려울 것으로 예측되고 있다.

3) 수량적 측면

① 자율주행자동차 도입에 따른 건축·도시공간 내 수량적 변화

본 절에서는 자율주행 자동차의 도입을 통해 변화하게 되는 도시공간의 수량적 변화를 추정하고자 한다. 도시공간의 수량적 변화는 차량주차를 위한 공간의 변화, 차량의 주행에 필요한 공간의 변화를 추정하는 것으로 나누어 볼 수 있는데, 개별적인 추정을 통해 확보된 공간은 차량이외의 주체, 즉 개인이동수단이나, 자전거, 보행자 등을 위해 사용하거나, 별도의 장소를 조성하기 위해 사용할 수 있어 도시의 효율성 및 매력도를 증진시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다.

미국의 서머빌 지역에서 새로운 개발계획을 세울 때 주차장 건설에 필요한 비용으로 무려 1억달러(1115억원)에 해당하는 수준이 예상되었는데⁴⁷⁾, 에로스트리트(미국 보스턴의 건축회사)는 자율주행자동차가 현재 도시의 모습의 근본적 변화를 가져올 것이라고 주장하며, 향후 30년에는 주차장 수요가 57억㎡ 만큼 줄어들 것으로 전망하였다.

"자동차 판매가 수입원인 완성차 업체는 안전 중심으로 자율주행 도입을 점진적으로 진행하는 데 반해, 자율주행차 서비스 운영을 수입원으로 잡고 있는 ICT 기업은 바로 완전한 자율주행을 목표로 한다"며 이들 간의 차이를 구분하고 "현재 자동차 보유기간 중 실제 활용시간은 5% 정도에 불과하지만 자동차에 IoT(사물인터넷·Internet of Things), 카셰어링 등 기술이 접목되면 활용도가 높아질 것⁴⁸⁾"이라고 국내기업에서도 예측하고 있다.

주차에 투입되는 공간을 걷기 좋은 환경 마련에 투입할 경우, 거리의 쾌적성 증가 활력 증대가 예상되는데, 자동차에 대한 소유 개념이 사라진다면 주차장에서 차를 줄여 공간을 줄일 수 있게 되므로 도시를 다시 디자인할 수 있는 기회가 마련되는 것으로 예상되고 있다⁴⁹⁾.

뉴욕시에서는 불필요한 자동차 도로공간을 없애고 그 공간을 자전거 도로와 광장으로 조성하였는데, 그 이후 소매 판매가 172% 증가하는 등 거리가 활성화 되었다⁵⁰⁾. 자율주행차가 도입됨에 따라 주차장과 자동차가 감소하고, 자동차에게 점유되었던 공간을 사람이 점유하고 이용할 수 있게 되며, 자동차의 탄소 배출량이 감소하고 교통 편의와 안전이 획기적으로 증대될 수 있다는 기대를 부르고 있다.

47) 한겨레(2016.09.26.). "자동차 스스로 주차장에 차를 세운다면 어떻게 될까"

48) 황승호(2016). '미래 자동차와 도시 건축', 제1차 미래건축포럼 자료집.

49) 존 지머(차량공유서비스업체 리프트 회장) 블로그
(<https://medium.com/@johnzimmer/the-third-transportation-revolution-27860f05fa91>, 검색일자 : 2017년 3월 20일)

50) Sadik-Khan, J. Solomonow, S.(2017). 「Streetfight: Handbook for an Urban Revolution」, Penguin Publishing.

□ 자율주행 자동차에 의한 교통사고 감소

자율주행 자동차는 교통사고의 약 90%를 차지하는 인적요인에 의한 교통사고 감소에 획기적으로 기여(Litman, 2016)할 수 있다. 개별 교통사고 원인별 사고 감소 기여에 대한 연구는 미비한 실정이나, Center for Transportation Research의 보고서(2013)에 따르면 자율주행 자동차의 도입이 운전자 과실로 발생하는 교통사고(전체 사고의 92.3%)를 예방할 수 있을 것으로 보인다. 한편 미국은 자율주행기술(AEB, Automatic Emergency Braking)의 의무장착을 2022년까지 교통사고 40% 감소를 목표로 추진하고 있다.

□ 협력형 ITS(C-ITS) 도입에 따른 교통사고 감소

협력형 ITS(C-ITS) 도입에 따라 교통사고 감소에 대한 기대가 크며, 미국연방교통부(NHTSA, USDOT) 현장시험 등을 통해 V2V 기술로 인한 교통사고 감소율은 약 79%, V2I 기술은 약 26%, V2X 기술은 약 81%일 것으로 기대된다⁵¹⁾. 유사한 분석방법을 국내에 적용한 결과, V2V 기술은 약 72%, V2I 기술은 약 24%, V2X 기술은 약 76%의 비율로 교통사고 발생 비율이 감소할 것으로 기대되고 있다⁵²⁾.

□ 도로용량의 증대

자율주행 자동차는 도로 용량의 증대에 기여할 수 있는데 차량 간 통신(V2V) 환경을 가정하면 최대 2.7배 이상 증가가 예측(PATH, 2014)된다. 자율주행 자동차간 통신으로 상호연계된 군집주행 환경에서는 돌발상황 발생 시 차량 상호간에 이를 인지하여 가감속이 가능하여 차간 거리가 짧아져서 도로의 통행용량이 증가된다. 또한 좌우의 차간거리도 좁아지고 차선의 개념이 사라져 기존 2차로 도로를 3차로 도로처럼 이용할 수 있다는 전망이다.

□ 교통정체 완화

교통정체 완화 측면에서 C-ITS는 차량간 정보 공유를 통해 정보수집이 가능하여 교통상황 예측의 정확성이 향상되고 최적 경로정보 제공으로 정체가 완화된다는 조망이 제기된다. 한편, 자율주행 자동차는 최소화된 주차장 이용과 불필요한 이동이 감소함에 따라 도심 교통혼잡 완화에도 기여할 수 있다.

□ 교통계획분야의 변화

자율주행 자동차가 도입됨에 따라 소비적인 통행시간보다는 통행시간을 이용한다는 개

51) 이백진, 김광호, 박종일(2016), 「첨단인프라 기술발전과 국토교통분야의 과제-자율주행 자동차를 중심으로」, 국토연구원.

52) 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원(2015), 「스마트 자율협력주행 도로시스템 개발 기획보고서」.

념으로 전환될 것이다. 자율주행자동차는 사람이 직접 운전하는 행위에 집중할 필요가 없어 이동 중 사람이 운전 이외의 활동이 가능하게 된다.

한편 자율주행 자동차의 도입으로 인하여 기존의 주차 시스템에 변화가 발생하리라는 예측 또한 존재한다. 그 밖에도 자율주행 자동차의 도입으로 인한 변화는 다각면에서 예측되고 있다. 교통계획에서는 통행수요 4단계 추정과정, 비용편익 분석, 4단계 수요추정, O/D 자료 구축 모두에서 변화가 발생하리라는 전망이 있다.

[표 5-5] 자율주행차량으로 인한 교통계획의 변화

구분	항목	예상되는 변화
교통수요추정	통행의개념	• 통행시간을 여가, 업무, 휴식 활동으로 활용함에 따라 새로운 가치 창출이 가능 • 이로 인한 평균 통행시간 증가
	비용편익	• 편익 항목의 대대적인 수정, 또는 삭제가 예상 - 통행시간절감 편익의 중요성 하락 - 전기차로 인한 환경오염절감 편익 삭제 - 차량 공유(car sharing)로 인해 주차비용절감 편익 축소 • 정성적 항목의 계량화가 주요 이슈로 떠오름
	통행발생	• 통행발생의 대상자 확대(청소년, 노약자 포함) • 차량 공유(car sharing)로 통행발생의 패러다임 변화
	통행분포	• 통행거리 대신 통행시간 변수가 채택 • 통행시간 변수의 신뢰성 하락 • 존의 접근성을 변수화한 매력도(attractiveness)변수 도입
	수단분담	• 개인수단과 대중교통수단의 경계가 모호 • 개인의 수단 선호도 중시 • 시간과 비용 간 trade-off 관계에 따라 수단선택
O/D	통행배정	• 개인 선호도와 정보의 비대칭성으로 인한 불확실성 개선 • 관련자료 수집이 용이해짐에 따라 장래 예측이 쉬워짐
	원시자료확보	• 표본(sample)자료가 아닌 전수(census)자료 확보가 가능 • 매우 정확한 O/D구축으로 인한 신뢰성 향상 • 침투, 비침투를 포함한 시간대별 O/D의 중요성 부각
	기타	• 교통 혼잡이 대폭 완화 • 고속도로의 유령정체 현상의 해소 • 시내부 실시간 최적 신호주기 설정 가능
기타	차량 공유	• 차량 소유대수가 급격히 감소 • 주차면적 감소에 따른 토지이용의 효율성 증대 • 도시형태의 근본적 변화를 촉진

출처 : 이백진 외 2인(2016). 첨단인프라 기술발전과 국토교통분야의 과제, 국토연구원.

□ 주차수요 부문

자율주행 자동차의 도입이 주차수요에 영향을 끼칠 것이라는 예측은 다양하게 제기되

고 있다. 자율주행 자동차가 주차수요와 주차용지 면적 감소에 영향을 끼치게 되는 요인은 다양한데, 주로 개인 자동차 소유 수요의 감소로 인한 공유 자동차 개념의 확산, 운전자가 주차공간까지 이동할 필요성 감퇴와 자동 주차 시스템의 도입에서 비롯된 주차면적 축소 등이 거론되고 있다.

Kara Kockelman은 인터뷰에서 자율주행 자동차의 도입이 주차수요의 50%를 감축할 수 있을 것이라고 밝힌 바 있고⁵³⁾, Amy Korte는 자율주행 자동차의 개발로 인해 기존 주차공간의 폭이 4인치 감소할 것이라는 전망을 제시했다⁵⁴⁾(Patrick Sisson, 2016b). 관련 연구도 활발히 이루어지고 있어, “Shahroz Tariq 외(2016)의 연구⁵⁵⁾에 따르면 운전자가 주차장까지 이동할 필요가 없는 자율주행 자동차의 특성상 차문을 위한 주차공간을 고려할 필요성이 사라져, 현재보다 차량 간 공간이 협소한 주차공간을 설계할 수 있고, 이로 인해 주차용지에 대한 수요가 감소할 가능성이 제기되었다. Wenwen Zhang, Subhrajit Guhathakurta(2016)가 진행한 자율주행 자동차에 대한 연구에서는 시뮬레이션 결과 자율주행 자동차가 대상지 전체 통행의 5%를 담당했을 때 주차용지 면적이 4.5% 감소하는 결과가 나타났다.

② 자율주행차 도입으로 인한 서울시 주차수요의 변화 분석

□ 분석의 틀

자율주행차의 도입으로 인하여 주차수요의 변화를 실증적으로 분석하기 위해서 이 연구에서는 선형회귀모형(linear regression model) 중 로그-선형 모델(log-lin model)을 이용하여 주차수요 모형을 구축하고 이 모형을 바탕으로 장래 자율주행차 도입을 시나리오별로 가정하여 주차수요의 변화를 추정하고자 한다.

교통분야에서 전통적으로 주차수요를 추정하는 방법은 자동차 보유, 소득수준, 인구규모, 토지이용 특성, 주차 행태 및 주차 대책 등과 같은 다양한 요소를 종합적으로 고려하여 대상과 시기에 따라 다양하게 제시되고 있다. 대표적으로는 과거의 수요패턴과 경향이 지속한다는 믿음아래 수행하는 “과거 추세 연장법”, 개별 건물의 단위면적당 주차 발생량을 주차 수요의 원단위로 설정하여 장래의 토지이용별 연면적의 변화를 고려하여 주차수요를 추정하는 “원단위법”, 시간대별 주차장 진출입하는 차량대수를 조사하여 최대 주차대수를 주차수요로 결정하는 “누적 주차 수요 추정법”, 사회경제지표, 토지이용,

53) Patrick Sisson.(2016a). How driverless cars can reshape our cities, Curbed.
retrieved from <https://www.curbed.com/2016/2/25/11114222/how-driverless-cars-can-reshape-our-cities>, 검색일자: 2017년 5월 12일

54) Patrick Sisson (2016b). Why high-tech parking lots for autonomous cars may change urban planning, Curbed,
retrieved from <https://www.curbed.com/2016/8/8/12404658/autonomous-car-future-parking-lot-driverless-urban-planning>,
검색일자: 2017년 5월 14일

55) Shahroz Tariq, Hyunsoo Choi, CM Wasiq, Heemin Park(2016). Controlled Parking for self-driving cars, IEEE International Conference.

교통수요, 주차특성을 포괄적으로 고려하는 “P요소법”, O-D 조사에서 도출되는 장래 통행수를 산출하고 통행의 양단에 주차가 발생한다는 가정하에 주차수요를 추정하는 “자동차 기종점에 의한 방법”이 있다.

본 연구에서 전통적인 교통분야의 주차수요 추정 방법론을 적용하기 위해서는 대규모의 조사와 인력투입, 그리고 필요한 계수에 대한 가정이 필요하기 때문에 큰 비용이 필요하며 또한 서울시 전역을 단기간에 조사하여 데이터를 얻는 것은 불가능하다. 따라서 이 연구에서는 전통적인 주차수요 방법론을 원용하지 않고, 현재의 주차수요의 관계를 횡단면 분석(cross-sectional analysis)을 통해 선형관계를 추정하고, 다른 조건이 변하지 않고, 오직 통행량과 자율주행차 도입으로 인한 자동차 통행 특성만이 변한다는 가정 하에 주차수요의 변화를 추정한다. 이 연구에서 사용할 주차수요 방법론은 통행량과 자동차 통행 특성을 제외한 다른 조건이 변하지 않고 현재의 관계가 장래에도 이어진다는 면에서는 과거추세연장법의 특징을 보이며, O-D 자료를 통한 통행량을 고려하여 주차수요를 추정한다는 점에서는 “자동차 기종점에 의한 방법”의 특징을 보이며, 도출된 선형 모델을 이용하여 장래의 주차 수요의 변화를 추정한다는 점에서는 “원단위법”의 특징을 가진다.

이 연구에서는 서울시에서 제공하는 2016년 서울시 행정동별 주차시설 자료, 국가교통 디비센터(KTDB)에서 제공하는 수단별 OD 자료, 행안부에서 제공하는 도로망주소자료, 통계청의 SGIS 서비스에서 제공하는 인구, 사업체 등의 공간자료를 분석자료로 삼았다. 연구의 시간적 범위는 2015~2016년이지만 2015~2016년의 자료 구득이 어려울 경우에는 가장 최신 자료를 활용하였다. 공간적 범위는 서울시로 제한하였고 분석단위는 행정동으로 삼았다.

먼저, 서울시의 주차시설과 통행의 특성을 살펴보고, log-lin 모델을 설정하여 실증분석을 실시한다. 이후 장래 추정 OD자료를 바탕으로 시나리오를 가정하여 자율주행차 도입으로 인한 주차수요의 변화를 분석한다.

□ 서울시 주차시설과 현황 및 특성

서울시에서 제공하는 주차자료는 노상, 노외, 건축물부설 주차장으로 구분하여 주차시설의 개소와 면수 정보를 담고 있다(표1). 노상 주차장은 시영과 구영으로, 노외 주차장은 시영, 구영, 민영으로 구분하여 제공하고 있으며, 건축물 부설 주차장은 일반주택, 공동주택, 일반 건축물로 구분하여 제공하고 있다. 이 연구에서는 세부유형을 고려하지 않고 주차시설의 개소와 면수의 총 합계만을 연구대상으로 삼았다. 주차시설의 유형별 특성을 고려하여 주차수요 모형을 추정하기에는 연구에서 다루고 있는 자료의 단위와 연구 방법론의 분석단위가 충분하지 않기 때문이다.

[표 5-6] 서울시 주차자료 구성

합계	공영
	민영
노상	시영
	구영
노외	시영
	구영
	민영
건축물부설	일반주택
	공동주택
	일반건축물

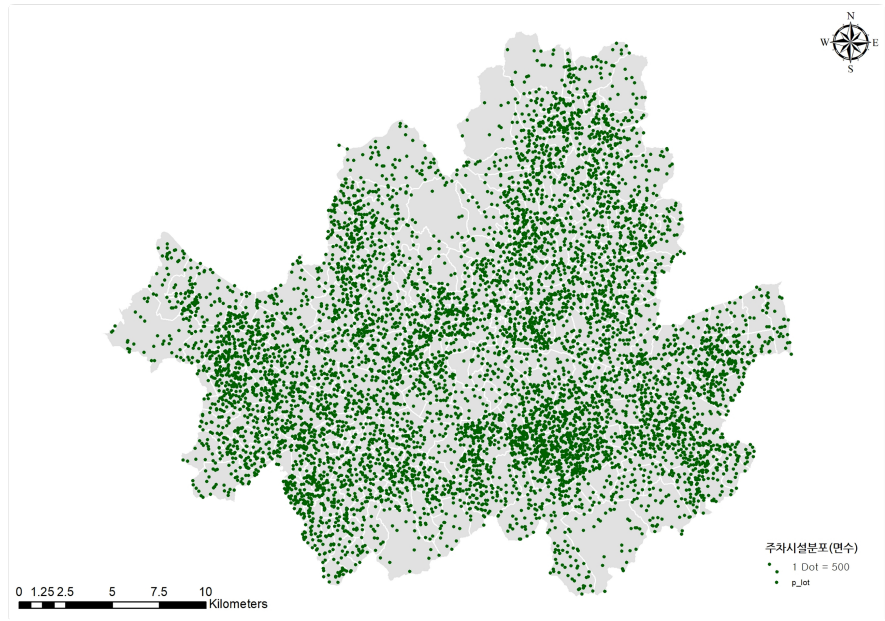
주차시설의 개소와 면수의 총 합계를 기준으로 서울시 행정동별 주차시설의 분포를 살펴보면 표2-3, 그림1-4와 같다. 주차시설의 개소를 기준으로는 강남구 역삼1동(3,559개소), 마포구 서교동(2,926개소), 강서구 화곡1동(2,574개소), 은평구 역촌동(2,486개소), 서대문구 연희동(2,479개소), 강남구 논현2동(2,152개소) 순으로 많은 것으로 나타났고, 주차시설의 면수를 기준으로는 강남구 역삼1동(52,810면), 영등포구 여의도동(49,703면), 금천구 가산동(42,802면), 서초구 반포1동(33,041면), 서초구 양재2동(29,670면) 순으로 많은 것으로 나타났다. 한편 주차시설의 개소는 송파구 가락1동(3개소), 송파구 잠실7동(3개소), 송파구 잠실4동(13개소), 강동구 둔촌1동(13개소), 송파구 잠실3동(14개소), 송파구 위례동(15개소), 노원구 하계2동(15개소) 순으로 적은 것으로 나타났고, 주차시설의 면수로는 종로구 창신3동(549면), 종로구 창신2동(696면), 종로구 교남동(1,285면), 종로구 숭인1동(1,568면), 용산구 용산2가동(1,684면), 종로구 삼청동(1,686면) 순으로 적은 것으로 나타났다.

[표 5-7] 서울시 행정동별 주차시설(개소) 상하위 20위

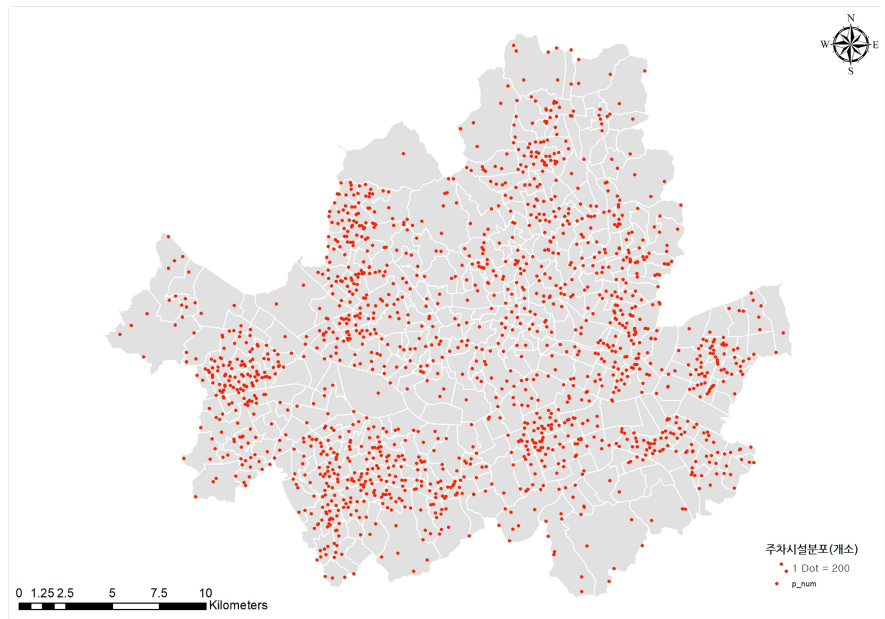
상위 순위	자치구	행정동	주차시설 (개소)	하위 순위	자치구	행정동	주차시설 (개소)
1	강남구	역삼1동	3559	1	송파구	가락1동	3
2	마포구	서교동	2926	2	송파구	잠실7동	3
3	강서구	화곡1동	2574	3	송파구	잠실4동	13
4	은평구	역촌동	2486	4	강동구	둔촌1동	13
5	서대문구	연희동	2479	5	송파구	잠실3동	14
6	강남구	논현2동	2152	6	송파구	위례동	15
7	강남구	논현1동	2098	7	노원구	하계2동	15
8	양천구	신정4동	2094	8	송파구	잠실2동	18
9	송파구	석촌동	2060	9	송파구	오륜동	19
10	강서구	화곡본동	2001	10	강남구	일원2동	21
11	관악구	신사동	1921	11	노원구	상계10동	24
12	송파구	삼전동	1875	12	노원구	상계8동	25
13	은평구	불광2동	1857	13	강남구	개포1동	28
14	광진구	중곡4동	1837	14	종로구	무악동	28
15	강동구	암사1동	1746	15	노원구	상계9동	31
16	강동구	길동	1735	16	노원구	중계2.3동	32
17	강북구	인수동	1732	17	송파구	잠실6동	33
18	동작구	상도4동	1728	18	송파구	문정2동	41
19	강동구	천호2동	1699	19	중랑구	신내2동	43
20	송파구	잠실본동	1698	20	강북구	삼각산동	45

[표 5-8] 서울시 행정동별 주차시설(면수) 상하위 20위

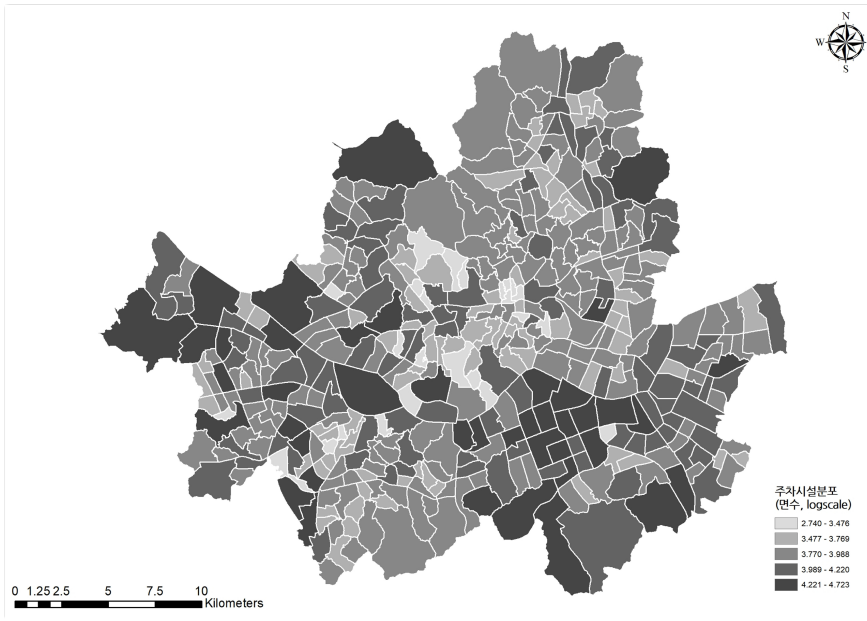
상위 순위	자치구	행정동	주차시설 (면수)	하위 순위	자치구	행정동	주차시설 (면수)
1	강남구	역삼1동	52810	1	종로구	창신3동	549
2	영등포구	여의도동	49703	2	종로구	창신2동	696
3	금천구	가산동	42802	3	종로구	교남동	1285
4	서초구	반포1동	33041	4	종로구	송인1동	1568
5	서초구	양재2동	29670	5	용산구	용산2가동	1684
6	강남구	대치2동	27471	6	종로구	삼청동	1686
7	강남구	삼성1동	26979	7	종로구	창신1동	1932
8	서초구	양재1동	26500	8	영등포구	신길4동	1973
9	은평구	진관동	25821	9	구로구	가리봉동	1981
10	마포구	상암동	25306	10	용산구	보광동	2033
11	강남구	청담동	25300	11	용산구	이촌2동	2322
12	강남구	논현2동	24499	12	성동구	행당1동	2367
13	양천구	목1동	24072	13	송파구	잠실7동	2559
14	강남구	도곡2동	23426	14	영등포구	신길5동	2606
15	강남구	역삼2동	22970	15	동작구	노량진2동	2679
16	강남구	삼성2동	22127	16	종로구	가회동	2742
17	마포구	서교동	21988	17	용산구	이태원1동	2742
18	구로구	구로3동	21797	18	마포구	염리동	2758
19	용산구	한강로동	21443	19	서대문구	북가좌1동	2806
20	노원구	공릉2동	20813	20	종로구	부암동	2813



[그림 5-3] 서울시 주차시설(면수)의 분포 (2016년)



[그림 5-4] 서울시 주차시설(개소)의 분포 (2016년)

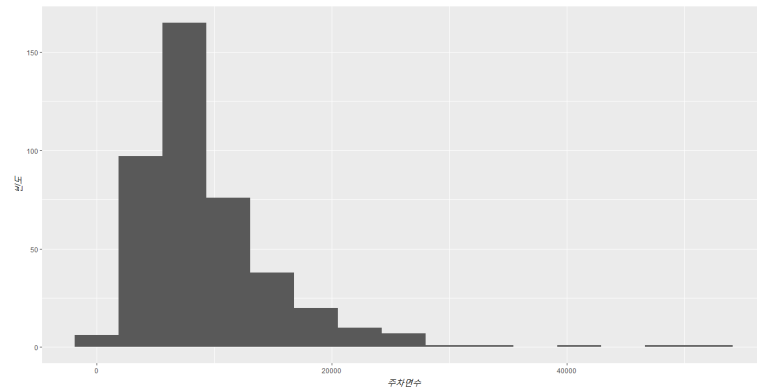


[그림 5-5] 서울시 행정동별 주차면수(logscale)의 분포 (2016년 기준)

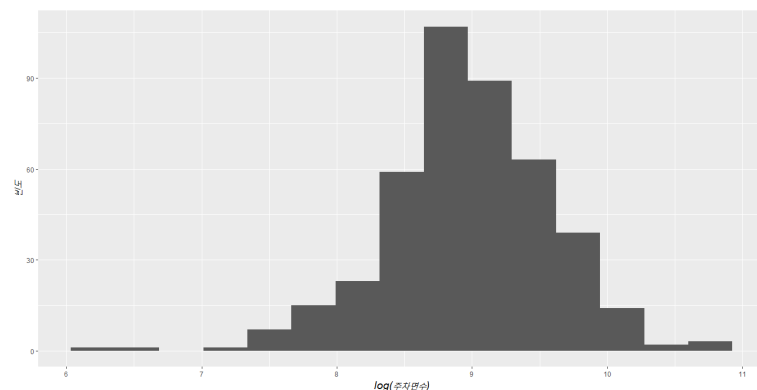


[그림 5-6] 서울시 행정동별 주차개소(logscale)의 분포 (2016년 기준)

주차시설의 개소와 면수의 분포 경향이 완전히 일치하지 않는 이유는 주차시설마다 주차 가능한 용량이 다르기 때문이며 특히 대규모 아파트 단지 밀집한 행정동 같은 경우는 주차시설의 개수는 적지만 주차가능한 면적은 넓은 것으로 나타나는 것이다. 이러한 이유로 주차수요를 추정할 때에는 주차시설의 개수보다는 주차가 가능한 용량인 주차시설의 면수를 기준으로 분석을 하는 것이 타당하다. 또한 주차시설 자료를 그대로 사용하는 것에 어려움이 있다. 왜냐하면 주차시설의 분포는 정규분포를 따르지 않기 때문에 정규성 가정을 만족하지 않아 선형모형에 적용하는 데에 무리가 따른다. 따라서 로그변환을 통한 주차 변수는 정규분포에 따르는 형태로 보이기 때문에 주차면수의 로그스케일을 분석에 사용한다. 이러한 로그 변환한 변수를 사용하면 선형모형에서 추정하는 계수의 값을 탄력성으로 해석하는 데 용이한 장점이 있다.



[그림 5-7] 주차시설(면수)의 히스토그램



[그림 5-8] 주차시설(면수) 로그스케일의 히스토그램

□ 서울시 행정동별 유출입 통행 현황 및 특성

국가교통DB 센터에서 배포하는 2015년 수도권 OD자료를 정리하여 서울시 행정동별 유출입통행 현황을 살펴보았다. 유입통행량과 유출통행량이 많은 순으로 정렬하면 유입통행량이 많은 곳이 유출통행량 또한 많은 것으로 나타난다. 강남구 역삼1동(428,636), 영등포구 여의도동(377,253), 종로구 종로1·2·3·4가동(341,697), 중구 명동(307,618), 강남구 삼성2동(291,554)이 유입통행을 기준으로 통행량이 많은 지역으로 나타났다. 유출통행량 순서도 유입통행량 순서와 크게 다르지 않다. 강남구 역삼1동(438,977), 영등포구 여의도동(364,783), 종로구 종로1·2·3·4가동(339,176), 중구 명동(325,143), 강남구 삼성2동(321,349) 순으로 유출통행량이 많다.

수단을 구분하지 않고 유출입통행량을 분석하면 도시활동의 거점이 되는 강남구, 종로구, 중구, 영등포구가 통행량이 많은 지역으로 도출되는 경향을 발견할 수 있다. 따라서 수단을 구분하여 살펴볼 필요가 있으며 자율주행차와 밀접한 관련이 있는 자동차 수단을 이용하는 경우만을 고려하여 유출입 통행 현황을 살펴볼 필요가 있다. 자동차 수단을 이용하는 통행의 유출입량 특성은 다음과 같다.

유입통행량 기준으로는 영등포구 여의도동(119,814), 강남구 역삼1동(100,839), 종로구 종로1·2·3·4가동(88,514), 중구 명동(86,915), 금천구 가산동(56,607) 순으로 자동차 유입통행량이 많으며, 유출통행량 기준으로는 영등포구 여의도동(111,478), 강남구 역삼1동(105,399), 중구 명동(94,251), 종로구 종로1·2·3·4가동(89,085), 강남구 삼성2동(51,750) 순으로 자동차 유출통행량이 많다.

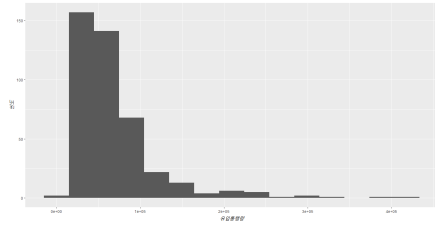
자동차 유출입 통행량 분포는 유출입 통행량과 대동소이하다고 할 수 있다. 따라서 주차 수요 모형을 추정할 때 유출입 통행량과 자동차 유출입 통행량의 상관관계가 매우 높을 것으로 예상되며, 다중공선성을 제거할 수 있는 방안을 고민해야 할 필요성이 있다. 또한 유입통행량과 유출통행량의 관계도 정의 상관관계가 예상되므로 유입통행량과 유출통행량을 함께 고려하는 주차수요 모형을 구성하는 것 또한 어려움이 있다. 그리고 유출입 통행량의 히스토그램을 보면 자료의 분포가 정규분포를 따르지 않으므로 정규성을 가지도록 로그변환을 해야 할 필요가 있으며 자동차 통행량의 경우 로그 변환보다는 자동차 통행률(자동차 통행량 / 통행량)과 같은 비율 지표를 고려할 필요가 있다.

[표 5-9] 서울시 행정동별 유출입 통행량의 상위 20위

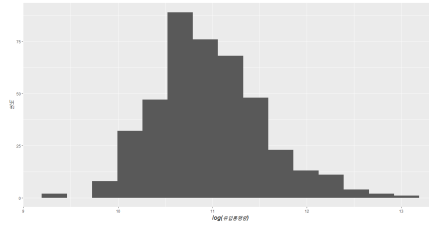
순위	자치구	행정동	유입통행량	순위	자치구	행정동	유출통행량
1	강남구	역삼1동	428,636	1	강남구	역삼1동	438,977
2	영등포구	여의동	377,253	2	영등포구	여의동	364,783
3	종로구	종로1·2·3·4가동	341,697	3	종로구	종로1·2·3·4가동	339,176
4	중구	명동	307,618	4	중구	명동	325,143
5	강남구	삼성2동	291,554	5	강남구	삼성2동	321,349
6	용산구	한강로동	269,915	6	용산구	한강로동	294,261
7	송파구	잠실3동	245,972	7	송파구	잠실3동	235,777
8	서대문구	신촌동	240,775	8	서대문구	신촌동	234,733
9	구로구	구로3동	236,301	9	금천구	가산동	220,763
10	강남구	삼성1동	235,359	10	종로구	종로5·6가동	217,509
11	금천구	가산동	229,375	11	영등포구	영등포동	217,310
12	중구	회현동	207,323	12	중구	회현동	205,576
13	영등포구	영등포동	206,590	13	강남구	삼성1동	192,920
14	종로구	종로5·6가동	203,478	14	종로구	사직동	189,864
15	종로구	사직동	202,488	15	구로구	구로3동	189,306
16	양천구	목1동	201,135	16	서초구	서초3동	189,241
17	서초구	서초3동	196,612	17	서초구	양재1동	184,963
18	서초구	반포4동	187,980	18	관악구	신림동	184,462
19	서초구	양재1동	170,661	19	양천구	목1동	178,747
20	마포구	서교동	169,698	20	서초구	반포4동	173,881

[표 5-10] 서울시 행정동별 자동차 수단 이용 유출입 통행량의 상위 20위

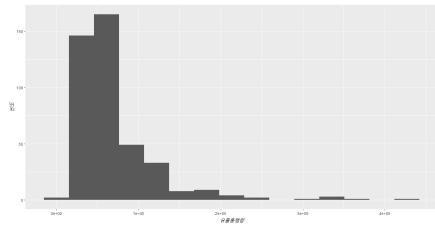
순위	자치구	행정동	유입통행량 (자동차)	순위	자치구	행정동	유출통행량 (자동차)
1	영등포구	여의동	119,814	1	영등포구	여의동	111,478
2	강남구	역삼1동	100,839	2	강남구	역삼1동	105,399
3	종로구	종로1·2·3·4가동	88,514	3	중구	명동	94,251
4	중구	명동	86,915	4	종로구	종로1·2·3·4가동	89,085
5	금천구	가산동	56,607	5	강남구	삼성2동	51,750
6	강남구	삼성1동	53,465	6	강남구	역삼2동	51,648
7	서초구	서초3동	52,075	7	금천구	가산동	50,702
8	강남구	삼성2동	47,430	8	서초구	서초3동	49,633
9	서초구	양재2동	46,955	9	서초구	양재1동	47,327
10	구로구	구로3동	46,298	10	서초구	양재2동	43,959
11	강남구	압구정동	44,875	11	강남구	압구정동	43,201
12	강남구	대치2동	43,483	12	영등포구	영등포동	42,522
13	중구	회현동	42,776	13	강남구	삼성1동	40,875
14	양천구	목1동	42,000	14	강남구	대치2동	39,940
15	서초구	서초2동	40,502	15	강남구	신사동	38,288
16	영등포구	영등포동	40,365	16	중구	회현동	38,210
17	중구	소공동	40,221	17	양천구	목5동	37,674
18	서초구	양재1동	38,858	18	강남구	청담동	37,511
19	서대문구	신촌동	36,537	19	마포구	상암동	35,707
20	강남구	청담동	36,385	20	구로구	구로3동	35,534



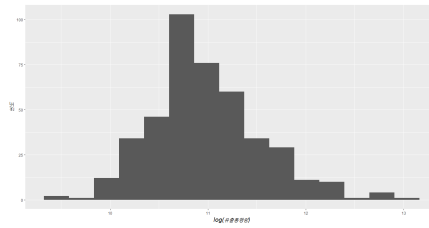
[그림 5-9] 서울시 유입통행량의 분포



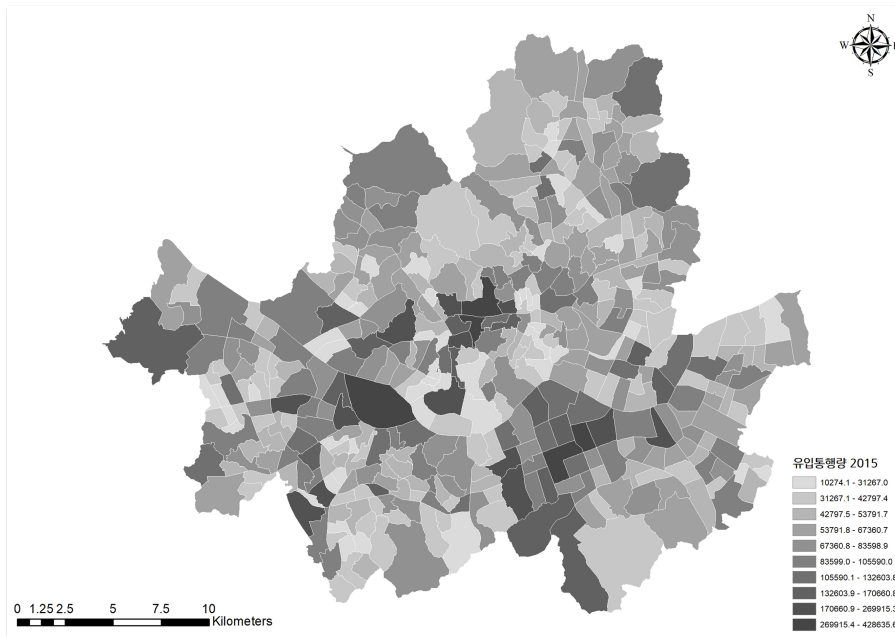
[그림 5-10] 서울시 유입통행량(log)의 분포



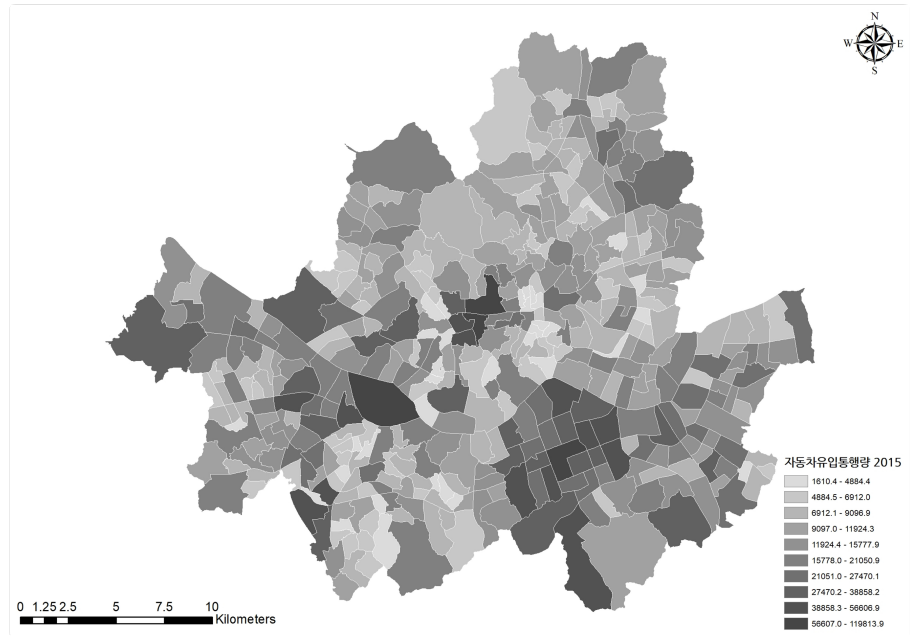
[그림 5-11] 서울시 유출통행량의 분포



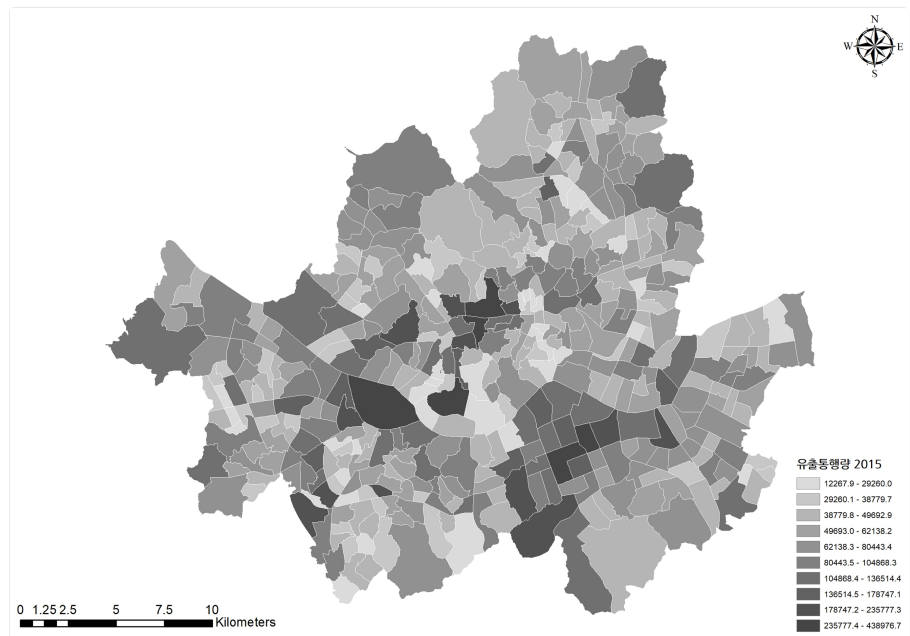
[그림 5-12] 서울시 유출통행량(log)의 분포



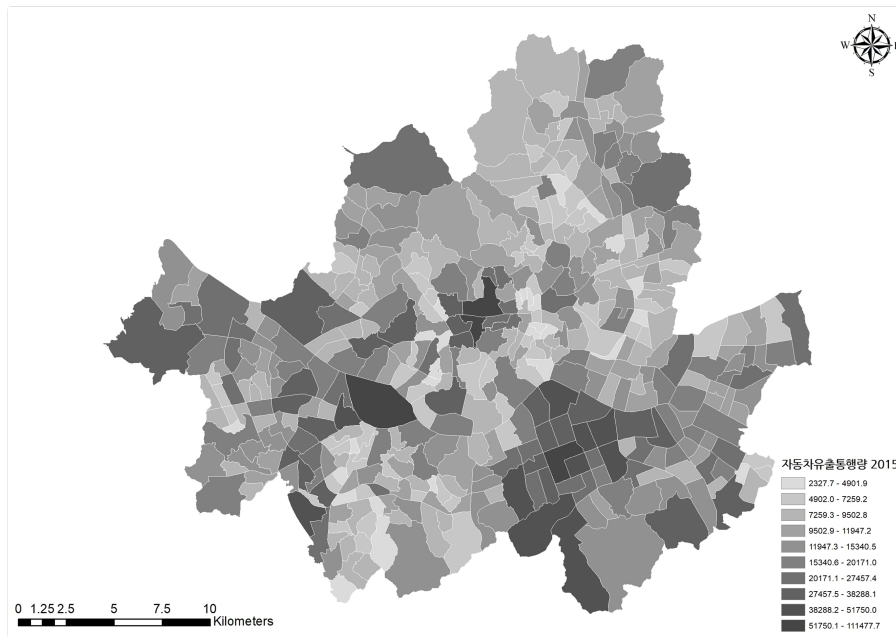
[그림 5-13] 서울시 유입통행량 (행정동, 2015년)



[그림 5-14] 서울시 자동차 유입통행량 (행정동, 2015년)



[그림 5-15] 서울시 유출통행량 (행정동, 2015년)



[그림 5-16] 서울시 자동차 유통통행량 (행정동, 2015년)

□ 서울시 주차수요 회귀모형 분석결과

• 모형설정

서울시 행정동을 분석단위로 하여 주차수요 모형을 횡단면(cross-section) 자료로 구축하기 위하여 다양한 변수를 고려하였다. 주차수요 모형은 기본적으로 주차용량과 통행량의 관계로 설명하며 통행량 이외의 특성을 반영하기 위해서 인문 및 주거환경(인구밀도, 아파트 비율), 입지특성(고용밀도, 지역더비), 자동차 이용 환경(도로연장)을 반영한 모형을 설정하였다. 이 연구에서 고려한 모형의 기본 골격은 다음과 같다.

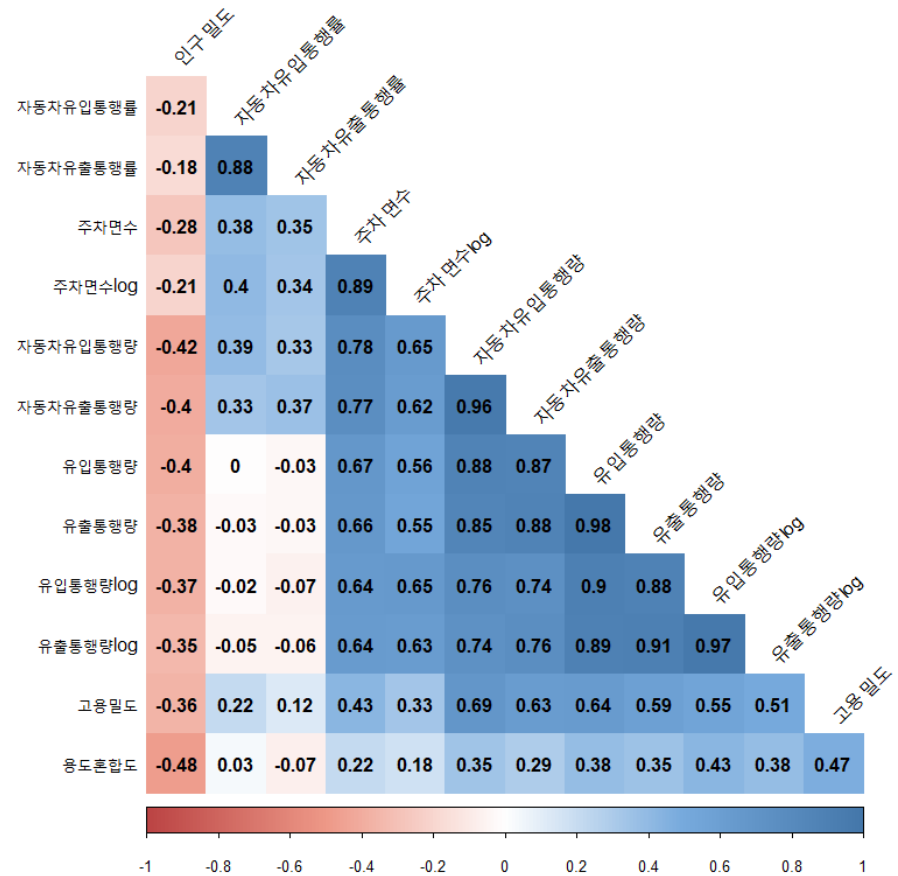
$$\text{주차수요} = a + b1 \cdot \text{통행량} + b2 \cdot \text{인문및주거환경} + b3 \cdot \text{입지특성} + b4 \cdot \text{자동차이용환경} + u$$

• 주요변수 간 상관관계 분석

최종 모형에 반영할 변수를 선정하기 위해서 주요변수의 기술통계와 변수 간 상관관계 분석을 하였다(표 5-11, 그림5-17 참고). 주차시설과 통행 특성을 탐색적으로 살펴보았던 것처럼 통행량 변수 사이의 상관관계가 매우 높은 수준으로 나타났다(그림 15). 변수의 특성과 상관관계를 고려하여 최종모형을 구성하였다.

[표 5-11] 주요변수의 기술통계량

구분	min	mean	sd	max
주차면수	549.00	9396.38	6204.16	52810.00
유입통행량	10274.13	69520.41	51723.18	428635.63
자동차유입통행량	1610.44	13951.34	12465.45	119813.89
유출통행량	12267.91	69694.89	51467.55	438976.69
자동차 유출통행량	2327.73	14004.58	12231.75	111477.73
주차면수(log)	6.31	8.97	0.60	10.87
유입통행량(log)	9.24	10.97	0.57	12.97
자동차 유입통행율(%)	3.94	20.09	6.42	45.99
인구밀도	7.97	280.34	111.03	535.26
고용밀도	3.98	98.72	107.36	845.39
도로연장	2263.92	20364.48	10105.09	60421.37
아파트 비율	0.00	0.52	0.31	1.00



[그림 5-17] 주요변수간 위계적 군집방법에 의한 상관관계 분석결과

- 서울시 주차수요 모형 분석결과

최종적으로 선정한 모형은 다음과 같다. 변수의 특성에 따라 로그변환을 한 변수가 있기 때문에 분석결과를 해석할 때에 유의해야 한다. 우선 종속변수인 주차면수는 정규분포로 변환하기 위하여 로그변환을 하였고, 이로 인해서 로그변환을 한 유입통행량 변수의 계수(b1)은 탄력성으로 해석하면 된다. 따라서 유입통행량이 1% 증감할 때 주차면수가 b%만큼 변한다고 해석할 수 있다. 자동차유입통행률은 log-lin 모형처럼 해석하면 된다. 이 때에는 자동차통행률이 1단위 증감할 때 즉 1% 증감할 때 주차면수가 계수(b2) %만큼 증감한다고 해석하면 된다. 다른 도로연장, 인구밀도, 고용밀도, 아파트비율도 자동차유입통행률과 동일하게 해석하면 된다.

$$\log(\text{주차면수}) = a + b1 * \log(\text{유입통행량}) + b2 * \text{자동차유입통행률}(\%) + b3 * \text{도로연장} + b4 * \text{인구밀도} + b5 * \text{고용밀도} + b6 * \text{아파트비율} + b7 * \text{지역더미} + u$$

[표 5-12] 주차면수에 미치는 영향요인 log-lin model 분석결과

종속변수: 주차면수(logscale)							
설명변수		beta	Std. Error	t-value	Pr(> t)	BETA	VIF
관심	유입통행량(logscale)	0.5759	0.0455	12.6560	0.0000 ***	0.5500	2.607833
	자동차유입통행률(%)	0.0329	0.0032	10.3530	0.0000 ***	0.3509	1.586526
통제	도로연장(m)	0.0000	0.0000	6.1960	0.0000 ***	0.2434	2.131708
	인구밀도	0.0005	0.0002	2.4430	0.0150 *	0.0843	1.645687
	고용밀도	-0.0001	0.0002	-0.4310	0.6665	-0.0162	1.943347
	아파트비율(%)	0.4049	0.0719	5.6330	0.0000 ***	0.2060	1.847607
	지역더미(참조: 도심권)						
	서북권	0.4014	0.0755	5.3170	0.0000 ***	0.2079	1.90027
	서남권	0.3374	0.0661	5.1030	0.0000 ***	0.2511	
	동남권	0.3778	0.0697	5.4200	0.0000 ***	0.2508	
	동북권	0.3107	0.0660	4.7050	0.0000 ***	0.2375	
	Intercept	1.0660	0.4822	2.2110	0.0276 *	0.0000	

1) Significant probability code: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

2) Multiple R-squared: 0.7009, Adjusted R-squared: 0.6937

3) F-statistic: 96.79 on 10 and 413 DF, p-value: < 0.001

분석결과 모형의 설명력은 adjusted R-squared 기준으로 약 69.37%로 나타났다. 또한 F-검정 결과도 통계적으로 유의미한 수준으로 나와 모형의 구조적 안정성이 통계적으로 유의미하다. 또한 다중공선성을 검정하는 VIF값이 모두 5 이하로 나와 변수간 다중공선성 문제가 발생하지 않았다. 모형의 분석결과 대부분의 변수가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 다만 모형에서 반영하지 못한 특성을 모형에 반영하기 위해 넣은 지역 터미의 효과로 인해 고용밀도는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다.

주차수요 모형에 따르면 유입통행량과 주차면수 사이의 탄력성이 0.5759로 통행량과 주차용량 사이의 관계가 비탄력적이라고 해석할 수 있다. 따라서 유입통행량이 증가한다고 하여서 주차용량이 증가하는 것은 아니다. 이는 유입통행의 수단과도 관련이 있으며 유입통행량은 특정 수단으로 측정된 지표가 아닌 총 유입 통행량을 의미하기 때문이다. 한편 자동차유입통행률(%)이 한 단위(1%)가 상승할 때 주차면수가 0.0329% 만큼 증가하는 것으로 나타났다.

• 자율주행차 도입으로 인한 주차수요의 변화 추정결과

앞절에서 도출한 선형모형을 토대로 자율주행차 도입으로 인한 주차수요의 감소효과를 추정하기 위해서 다음과 같은 전제조건을 설정하였다. 먼저 유입통행량과 자동차유입통행률을 제외한 다른 변수들은 2015년과 동일하다. 자율주행차는 승용차 차량으로만 보급이 되며, 자율주행차의 보급은 모든 지역에 동일하게 이뤄진다. 자율주행차는 목적지에서 주차장 수요의 감소로 이어지므로 자율주행차가 보급된만큼 주차용량 수준에 영향을 미치는 자동차 유입통행률의 감소로 이어진다. 이와 같은 가정 하에 국가교통데이터(KTDB)에서 제공하는 장래 O-D 자료를 이용하여 2020년 시기에 국한하여 자율주행차 도입으로 인한 주차수요의 감소량을 추정하였다. 주차수요의 변화는 주차수요 모형으로 추정한 주차수요와 자율주행차의 보급률은 5% 간격으로 5~20% 범위로 한정된 주차수요의 차이를 이용하여 측정하였다.

2020년에 자율주행차의 보급으로 인한 서울시 행정동별 주차수요의 변화는 자율주행차의 보급률이 5%이면, 영등포구 여의도동(2,572대), 강남구 대치2동(2,053대), 강남구 역삼1동(2,019대), 강남구 압구정동(1,669대), 서초구 서초3동(1,489대), 마포구 상암동(1,377대), 강남구 청담동(1,365대), 영등포구 문래동(1,335대) 순으로 나타났다. 보급률이 10%로 증가하면 영등포구 여의도동(5,003대), 강남구 대치2동(3,960대), 강남구 역삼1동(3,951대), 강남구 압구정동(3,238대), 서초구 서초3동(2,903대) 순으로 주차수요가 감소하며, 15%로 증가하면 영등포구 여의도동(7,301대), 강남구 역삼1동(5,800대), 강남구 대치2동(5,733대), 강남구 압구정동(4,713대), 서초구 서초3동(4,247대), 서초구 양재2동(4,121대)로 나타난다. 마지막으로 보급률이 20%로 증가하면 영등포구 여의도동(9,472대), 강남구 역삼1동(7,570대), 강남구 대치2동(7,381대),

강남구 압구정동(6,099대), 서초구 서초3동(5,252대)로 주차수요가 감소된다.

분석결과 서울의 도심지역이라고 할 수 있는 강남구, 서초구, 영등포구, 종로구에서 자율주행차 보급으로 인한 주차수요 감소가 두드러지는 것으로 나타났다. 또한 자율주행차의 보급률을 5~20%로 올렸을 때 주차수요의 감소에 따른 지역별 순위는 대동소이하였다. 그 이유는 주차수요를 선형모형으로 추정하였기 때문에 자율주행차 보급률을 증가시켰을 때 지역별 차이가 크게 나타나지 않았다.

[표 5-13] 자율주행차 보급률에 따른 주차수요 감소추정 결과(순위별)

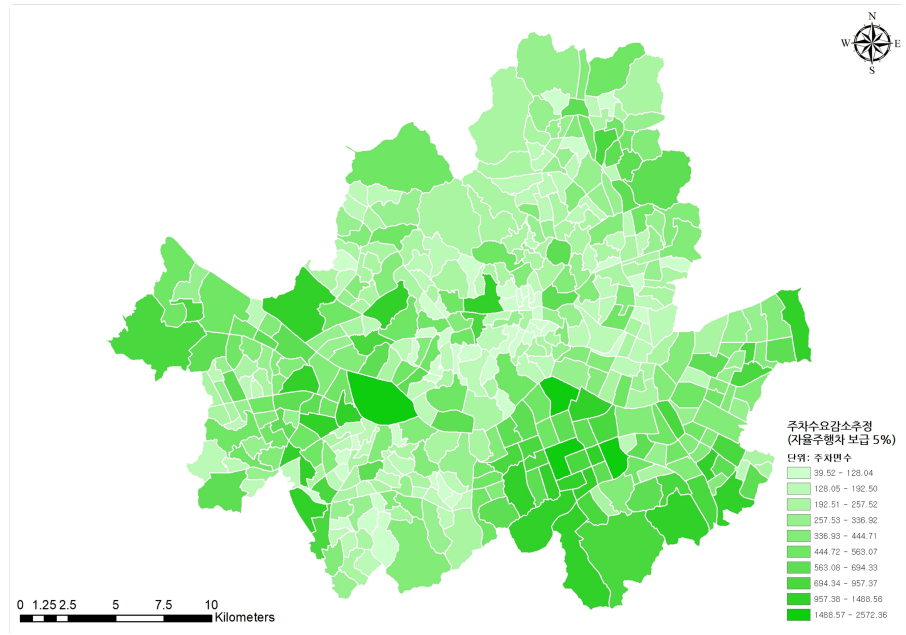
자율주행차 보급률 5% 시				자율주행차 보급률 10% 시				자율주행차 보급률 15% 시				자율주행차 보급률 20% 시			
순위	자치구	행정동	주차 수요 감소분	순위	자치구	행정동	주차 수요 감소분	순위	자치구	행정동	주차 수요 감소분	순위	자치구	행정동	주차 수요 감소분
1	영등포구	여의도동	2,572	1	영등포구	여의도동	5,003	1	영등포구	여의도동	7,301	1	영등포구	여의도동	9,472
2	강남구	대치2동	2,053	2	강남구	대치2동	3,960	2	강남구	역삼1동	5,800	2	강남구	역삼1동	7,570
3	강남구	역삼1동	2,019	3	강남구	역삼1동	3,951	3	강남구	대치2동	5,733	3	강남구	대치2동	7,381
4	강남구	압구정동	1,669	4	강남구	압구정동	3,238	4	강남구	압구정동	4,713	4	강남구	압구정동	6,099
5	서초구	서초3동	1,489	5	서초구	서초3동	2,903	5	서초구	서초3동	4,247	5	서초구	서초3동	5,525
6	서초구	양재2동	1,453	6	서초구	양재2동	2,825	6	서초구	양재2동	4,121	6	서초구	양재2동	5,345
7	마포구	상암동	1,377	7	마포구	상암동	2,681	7	마포구	상암동	3,916	7	마포구	상암동	5,086
8	강남구	청담동	1,365	8	강남구	청담동	2,654	8	서초구	양재1동	3,875	8	서초구	양재1동	5,044
9	서초구	양재1동	1,356	9	서초구	양재1동	2,647	9	강남구	청담동	3,871	9	강남구	청담동	5,021
10	영등포구	문래동	1,335	10	영등포구	문래동	2,598	10	영등포구	문래동	3,794	10	영등포구	문래동	4,926
11	양천구	목5동	1,262	11	양천구	목5동	2,444	11	양천구	목5동	3,551	11	양천구	목5동	4,588
12	영등포구	영등포동	1,192	12	영등포구	영등포동	2,325	12	영등포구	영등포동	3,400	12	영등포구	영등포동	4,422
13	송파구	장지동	1,173	13	송파구	장지동	2,289	13	송파구	장지동	3,350	13	송파구	장지동	4,358
14	서초구	서초2동	1,143	14	서초구	서초2동	2,226	14	서초구	서초2동	3,253	14	종로구	종로1·2·3·4동	4,235
15	종로구	종로1·2·3·4동	1,134	15	종로구	종로1·2·3·4동	2,216	15	종로구	종로1·2·3·4동	3,249	15	서초구	서초2동	4,227
16	서대문구	연희동	1,117	16	서대문구	연희동	2,175	16	서대문구	연희동	3,176	16	서대문구	연희동	4,124
17	송파구	가락본동	1,072	17	송파구	가락본동	2,084	17	송파구	가락본동	3,038	17	송파구	가락본동	3,938
18	강남구	도곡2동	1,052	18	구로구	구로2동	2,044	18	구로구	구로2동	2,984	18	금천구	가산동	3,882
19	구로구	구로2동	1,051	19	강남구	도곡2동	2,040	19	금천구	가산동	2,981	19	구로구	구로2동	3,873

서울시 전체적으로는 자율주행차 보급률 5%시 약 1.8km², 10%시 3.6km², 15%시 5.3km², 20%시 6.9km²의 주차면적 감소 효과가 있는 것으로 추정된다. 다만 이러한 면적은 단순 주차면적 추정치로서 진입도로와 기타 시설 면적을 고려하면 주차면적 감소효과는 훨씬 확대될 것으로 예상된다.

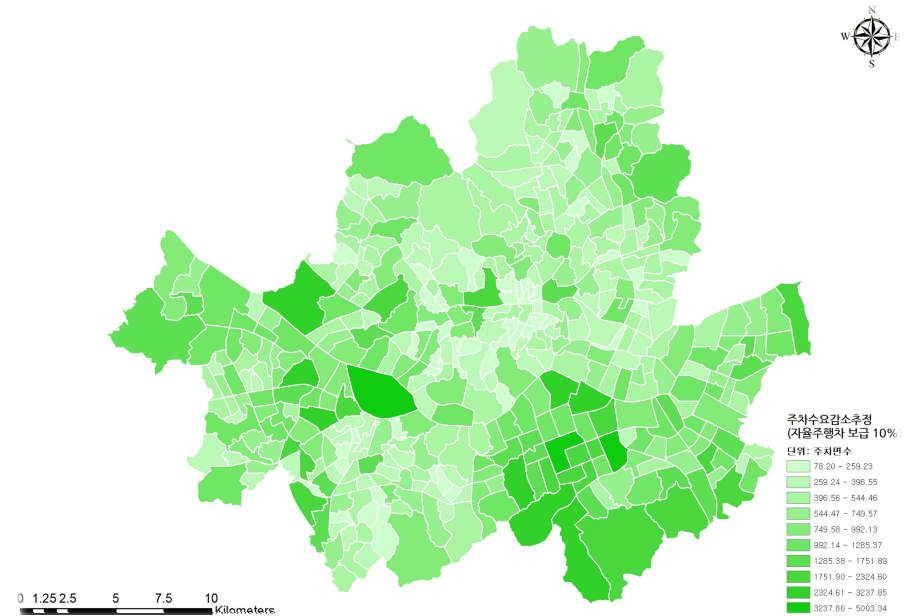
[표 5-14] 자율주행차 보급률에 따른 주차수요 감소 추정 결과(서울시)

자율주행차 보급률	5%	10%	15%	20%
합계(면)	159,879.5	312,871.3	459,289.3	599,432.7
평균(면)	377.1	737.9	1,083.2	1,413.8
면적(m ²)	1,838,614.3	3,598,019.5	5,281,827.4	6,893,476.6

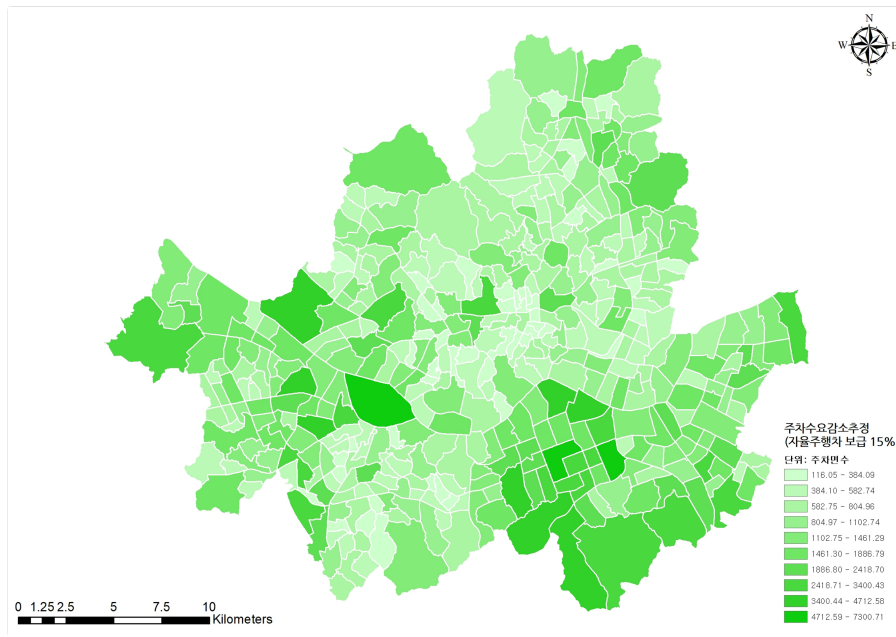
주 : 주차 1면의 면적은 주차장법 시행령 제3조, 법 제6조1항에 의한 규정에 의한 일반 주차 면적 11.5m²(2.3*5)를 기준으로 함



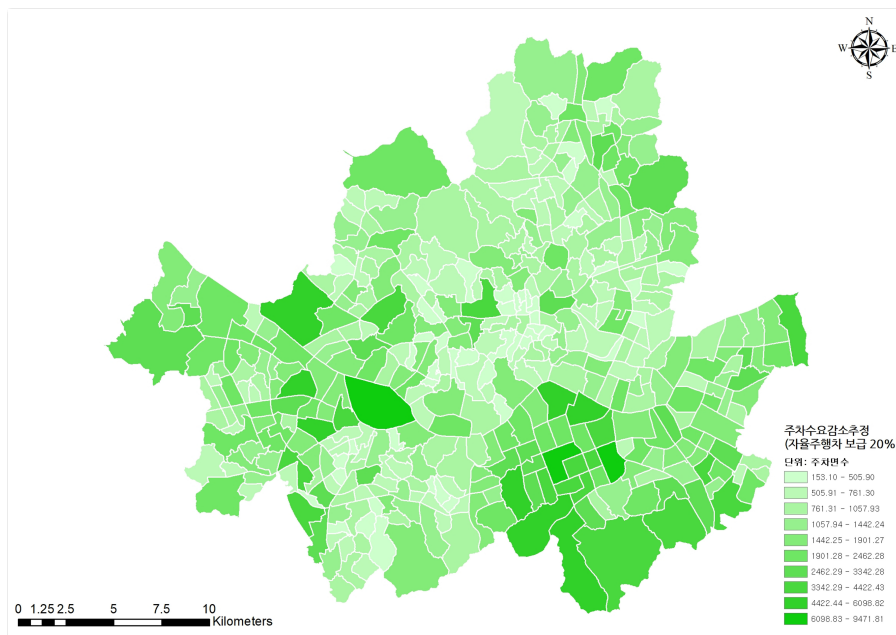
[그림 5-18] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 5% 가정)



[그림 5-19] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 10% 가정)



[그림 5-20] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 15% 가정)



[그림 5-21] 주차수요 감소량 추정결과 (자율주행차 보급률 20% 가정)

③ 자율주행차 도입에 따른 예상되는 시장 변화

최근 제4차 산업혁명과 미래 성장에 대한 기대감이 높아지면서 교통기술에 있어 제4차 산업을 견인할 자율주행자동차 관련 정부 정책도 속도를 내고 있다. 국토교통부는 자율주행차의 기술 개발 지원과 상용화 시험 운행⁵⁶⁾ 등을 지속하는 한편, 특별 전담조직(테스크 포스팀)을 발족⁵⁷⁾ 하는 등 인프라와 연계한 자율주행차 조기 상용화를 위해 노력을 경주하고 있다. 이러한 추세대로라면 3장에서 분석한 바와 같이 판매차량의 5%, 차량구성 점유율의 2% 정도로 예측되는 2020년에는 국내에서도 완전 자율주행차가 상용차로서 출현가능할 것으로 예상된다.

□ 자율주행차 시장에 대한 일반적 전망

현재 예측되고 있는 자율주행자동차의 글로벌 시장규모는 2020년에 64억 달러에 이를 것으로 전망되고 있다. 또한 연평균 41%씩 성장이 예상되는 바 2035년에는 1조 1,204억 달러 규모에 달할 전망이다(서영희, 2017). 특히 완전자율주행 상태인 Lv4 단계의 자율주행자동차에 대한 글로벌 시장규모는 2020년에는 6.6억 달러이고 연평균 84.2% 성장이 예상되어 2035년에는 6,299억 달러 규모에 이를 것이라는 전망이 신뢰를 얻고 있다. 이에 따르는 국내 자율주행자동차 시장도 2020년에 약 1,509억 원 규모 정도로 예상되지만 국내의 완전자율주행자동차 시장은 15억 원 정도에 불과할 것으로 보인다. 그러나 일단 안전성, 시장성 등이 어느 정도 신뢰할 수준이 되면 완전자율주행차 시장은 매우 큰 속도로 발달할 것이며 이에 따라 2030년에는 7조 원에 육박하는 시장이 열릴 것으로 예측된다.

[표 5-15] 국내외 자율주행자동차 시장 전망

단위 : 억달러, 억원

구분		2020	2025	2030	2035	CAGR(%)
세계 시장	제한 자율주행 (Lv3)	63.9	1,234.80	3,456	4,905	33.6
	완전 자율주행 (Lv4)	6.6	314.1	3,109.20	6,299	84.2
	합계	64.5	1,548.90	6,565.20	11,204	41
국내 시장	제한 자율주행 (Lv3)	1,493	28,852	80,753	114,610	33.6
	완전 자율주행 (Lv4)	15	7,341	72,651	147,183	84.2
	합계	1,509	36,193	153,404	261,794	41

출처: 서영희(2017), “자율주행자동차 시장 및 정책 동향”, 월간SW중심사회 2017년 06월호

자료: Autonomous Vehicles, Navigant Research(2013), Strategic Analysis of the European and North American Market for Automated Driving, Frost & Sullivan(2014), 자율주행시스템, KISTI(2016)

56) 국토교통부는 20일(월) 중부내륙고속도로 여주시험도로에서 7가지 자율협력주행 기술을 시연하는 국제행사를 개최하여 자율주행차가 도로 인프라 또는 다른 자동차와 통신하며 스스로 위험상황을 극복하는 ‘자율협력주행’ 기술이 국내 최초로 선보였다.(국토교통부 보도자료, 2017.11.20., “자율주행차와 도로가 만난다면? 자율협력주행! 20일 여주시험도로서 국내 최초 자율차-도로 연계기술 시연”)

57) 이 TF팀은 자동차, 도로, 공간정보, 교통 등 자율주행차 관련 모든 정책 기능과 인력을 한 곳에 모아 자동차관리관실 첨단 자동차기술과 내에 두기로 하였다.(민간전문가 3명 포함, 총 10명 구성) (국토교통부 보도자료, 2017.11.22., “자율주행차 전담조직 발족…‘속도감 있는 정책 기대’”)

□ 국내 수용 태도를 고려한 자율주행차 시장 전망

자율주행차에 대한 일반 국민들의 수용 의사⁵⁸⁾ 측면에서 시장을 살펴보면, 좀 다른 양상을 보인다. 국민들 역시 상용화시기가 10년 이내가 될 것이라는 의견이 76.1%로 매우 높고 완전 자율주행 상태인 Lv4 단계에 대해서도 도입 가능성을 응답한 25.1%중 대부분 응답자가 10년 후에는 상용화될 것이라고 전망했다. 또한 자율주행차의 상용화시 약 46.6%는 구매의사가 있으며 이중 36%는 1.5배 수준으로 구매 의사를 보였다.

[표 5-16] 자율주행차의 기술수준에 따른 상용화 시기

	사례수	0~2단계	3단계	4단계	5단계	계
전체	1500	27.0%	40.5%	25.1%	7.4%	100.0%
3년 이내(2020년)	188	4.0%	5.5%	2.5%	0.6%	12.5%
5년 후(2022년)	470	7.2%	14.3%	8.6%	1.3%	31.3%
10년 후(2027년)	485	7.5%	14.2%	8.1%	2.6%	32.3%
15년 후(2032년)	81	1.0%	1.9%	2.0%	0.5%	5.4%
20년 후(2037년)	61	0.7%	1.7%	1.4%	0.3%	4.1%
25년 후(2042년)	12	0.1%	0.4%	0.2%	0.1%	0.8%
30년 후(2047년)	20	0.3%	0.3%	0.5%	0.1%	1.3%
예측할 수 없다	183	6.3%	2.3%	1.8%	1.8%	12.2%

출처 : 차세대 교통기술 인식 및 이용현황 설문조사(2017.11) 자체 수행 결과임

2016년 현재, 국내 등록된 자동차 수는 1,733만 여대이고 지난 5년간 평균 내수 자동차 생산량은 연평균 1,484천대이므로 이 추세대로라면 2020년에는 국내 등록 차량은 1,734만여대, 2022년에는 1,734.7만 여대, 2025년에는 1,735만 여대 정도가 될 것으로 예측된다.

[표 5-17] 자동차 등록 대수 현황 (2016)

구분	관용	자가용	영업용	계 (대)
승용	27,750	16,505,364	805,046	17,338,160
승합	20,260	746,360	125,919	892,539
화물	29,834	3,072,915	389,424	3,492,173
특수	2,532	20,670	57,277	80,479

자료: 통계청(http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_1244&conn_path=I3)

출처 : 국토교통부, 자동차등록현황보고(국토교통부 교통물류실 자동차운영보험과)

[표 5-18] 자동차 산업 동향

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	평균
생산(천대)	4,272	4,657	4,562	4,521	4,524	4,556	4,229	4,474
내수(천대)	1,465	1,475	1,411	1,383	1,463	1,589	1,600	1,484
수출(억불)	544.0	684.0	718.0	747.0	756.0	713.0	650.0	687
수입(억불)	84.9	101.1	101.6	112.2	140.0	155.0	157.0	122

출처: 자동차산업협회「자동차통계월보」, 무역협회 통계, 주 : 생산 및 내수는 완성차 기준

58) 4장에서 국민 1500명을 대상으로 차세대 교통기술에 대한 수용태도와 인식 정도를 조사 분석한 바 있다.

이러한 국민수요와 국내 자동차 산업 동향을 고려할 때, 2020년 내수용 자동차 생산량 중 46.6%를 자율주행차로 구매한다면 전체 내수 시장 규모(수입차 제외) 41조원 중 19조원에 해당하는 부분에 22조 7천원 정도의 증대가 예상된다.

즉 자율주행차 도입으로 인해 3조 7천 억원 정도의 시장 확대 효과를 예측할 수 있으며 단순 구매의사는 업계 예측보다는 호의적이며 이에 따른 시장 확대 효과는 보다 커질 수 있을 것이다.

[표 5-19] 구매의사에 따른 자율주행차 도입시 내수 매출 증가 추정 금액

단위 : 백만원

구분	현재 평균 자동차 가격(a)	a*1.1배	a*1.5배	a*2배	a*2.5배	a*3배	기타	합계
자동차 가격 추정	25	27.5	37.5	50	62.5	75	25	
구매의사비율	30.9 %	23.4 %	36.0 %	6.6 %	1.3 %	1.3 %	0.5 %	100 %
자율주행차 구매 금액	5,342,177	4,450,086	9,335,844	2,282,095	561,880	674,255	86,443	22,732,780

주 : 전체 차량 수는 연간 내수 차량 증가 분 1,484만 대의 46.6%인 691,544대, 평균 자동차 가격은 2500만원으로 추정

[표 5-20] 자동차업체별 내수 매출액(2016년)

단위 : 백만원

구분	2015년	2016년	전년비 증감	비고
국산차 (5개사)	현대차	19,342,464	19,349,192	0.00%
	기아차	11,640,861	12,580,145	8.10%
	한국지엠	2,550,115	3,443,797	35.00%
	르노삼성	2,148,800	3,180,900	48.00%
	쌍용차	2,500,492	2,553,030	2.10%
	계	38,182,732	41,107,064	7.70%
수입차 (8개사)	벤츠코리아	3,141,545	3,787,452	20.60%
	BMW코리아	2,875,677	3,095,835	7.70%
	아우디폭스바겐코리아	2,818,537	1,385,120	-50.90%
	포르쉐코리아	406,845	365,099	-10.30%
	크라이슬러코리아	280,799	255,435	-9.00%
	볼보자동차코리아	172,766	241,980	40.10%
	한불모터스	220,661	161,609	-26.80%
	지엠코리아	42,698	59,602	39.60%
	계	9,959,528	9,352,132	-6.10%

출처: 국회뉴스, "국내 차업체 작년 내수 매출 40조원 첫 돌파", 2017년 4월 16일
(<http://www.a-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=111070>)

3. 개인이동수단 도입에 따른 공간변화

1) 제도적 측면

개인이동수단은 자전거 이후, 본격적으로 등장한 최초의 대안적 교통수단으로서 그 이용이 폭발적으로 증대되고 있으나, 개인이동수단을 어떠한 자격을 갖춘 사람이, 공공공간의 어떠한 영역을 어떻게 이용해야 하는 것인가에 대한 구체적인 기준과 규칙이 마련되어 있지 않아 안전성과 효율성의 측면에서 많은 문제를 노정하고 있는 상황이다.

따라서 개인이동수단에 대해 마련되어야 할, 이용주체, 이용가능영역, 이용행태규제 등 관련 측면의 제도적 정비를 위해 국내외 현황을 조사, 분석하고 그 내용을 정리하여 개인이동수단의 기술적 발전, 도입 등에 따른 정책적 대응방안을 제시하고자 한다.

① 해외의 개인용이동수단관련 법률 개정사항⁵⁹⁾

영국, 독일 등 몇몇 국가에서는 우리나라에 비해 먼저 개인용이동수단의 통행권을 정립하였으며, 차도를 이용가능한지, 어떤 종류의 개인용이동수단이 이용가능한지 명시하였다.

□ 영국

영국에서는 일부 소형이륜차 등에 대하여 도로상에서 운행할 수 없도록 하고 있으며 도로운행을 위한 조건을 규정하고 있다. 세그웨이, 스웨그웨이, 호보보드, 유헤, 전동미니스쿠터(고페드), 전동의 바퀴자전거 등의 퍼스널 모빌리티는 도로 및 인도에서의 사용이 금지되어 있으며 소유주의 허가를 받은 개인용 사유지에서만 사용할 수 있다⁶⁰⁾.

□ 독일

독일에서는 원칙적으로 개인용 교통수단은 도로에서 운행할 수 없다. 다만 일정한 조건을 충족하는 전동 이동 보조기기에 대해서는 도로 및 자전거도로에서의 운행을 허가하고 있다. 도로 및 자전거도로에서 운행할 수 있는 개인용이동수단에 대한 정의는 도로교통령(StVO-Straßenverkehrsordnung) 제 7조에서 특별규정으로 제정되었으며, 세부 내용은 다음과 같다.⁶¹⁾

59) 도로교통공단(2015), 「교통수단의 구분 및 관리에 대한 도로교통법령 개정방안 연구」, 도로교통공단.

60) 신희철, 이재용, 김사리(2016), 「개인용 교통수단의 보급에 따른 제도개선 방향」, 한국교통연구원.

61) 명모희, 송수연 외(2016), 「새로운 교통수단 이용에 대한 안전대책 연구」, 도로교통공단 교통과학연구원.

1. 두 개의 바퀴가 평행하게 달려있는 이륜 차량으로 전자동 균형기, 동력기, 조정기 및 속도제한기로 작동되는 경우
2. 전체 폭이 0.7m이하인 차량
3. 플랫폼의 크기가 한 명의 차량운전자가 설 수 있는 정도
4. 핸들과 유사한 손잡이가 있어서, 운전자가 중심이동을 하면서 가속도를 내거나, 브레이크를 걸거나 운전의 영향을 줄 수 있는 경우
5. 차량으로 인한 기능장애(전자기장의 허용치, ABL L152, 1972년 7월 6일, 15쪽)에 대한 회원국가들의 법적 규정들을 보완하기 위해 1972년 6월 20일 처음으로 의회가 제정하고 2006년에 개정한(2006/96/EG, ABL L 363, 2006년 12월 20일, 81쪽) 유럽경제연합 지침(72/245/EWG)의 요구에 상응하는 경우
6. 에너지효율을 표시한 경우

원형과 투형의 경우 위의 규정에 해당되지 않으며 도로에서 운행하지 않는 경우에 한해 판매를 허가하고 있다. 개인용이동수단을 투어용으로 활용하기 위하여 보행자구역 및 인도에서 운행하고자 할 경우 특별 허가가 필요하다⁶²⁾.

□ 미국

연방체제인 미국은 개인형 이동수단에 대한 규제가 주마다 다르다. 뉴욕주에서는 동력으로 전기를 사용하는 보조 이동장치에 대해서는 자전거, 인라인스케이트가 주행 가능한 도로에서 30마일 이하의 속도로 주행하게 되어있다. 이 외에도 일반도로와 주간 연계 간선도로가 아닌 간선도로에서도 주행이 가능하다. 또한 개인형 이동수단은 좌회전 및 교차로 횡단 시 횡단보도 이용이 의무화 되어 있다. 아칸소주, 와이오밍주등을 제외한 모든 주가 전기동력보조 이동기기(EPAMD)에 대하여 통행 장소, 통행 방법, 운행자연령 등을 법으로 규정하고 있다.

애리조나주를 중심으로한 17개 주에서는 EPAMD를 운행하는 사람을 보행자로 여기고 있으며, 이에 따른 보행자 의무와 권리가 부여된다. 이와 반대로 EPAMD를 운행하는 사람을 차량 운전자로 여기는 주는 미시건주, 뉴욕주, 오리건주이다. EPAMD의 운행에 대한 규정으로는 보행자에게 우선적인 통행권이 부여되어 있으며, 추월하는 경우 소리를 내어 경고해야 하는 등 보행자 보호에 대한 사항이 의무화 되어 있다.

중심업무지구, 인구 100만 이상의 도시 등에서는 EPAMD의 보도 통행을 제한하기도 하는데, 뉴욕주, 워싱턴 주 등이 이에 해당한다. EPAMD의 도로 통행이 허가된 경우는 있지만 일정 제한속도 기준 이하인 도로로만 한정되어 있다. 또한 뉴욕 등 일부 주는 자전거도로나 인도가 없거나 사용할 수 없는 경우 도로횡단 시에만 도로운행이 가능하도록 하고 있다. 델라웨어주, 켄터키주, 메인주, 텍사스주, 버지니아주, 위스콘신주는 도로 운행 시 도로 우측 가장자리에서 운행하도록 규정하고 있다

62) 신희철, 이재용, 김사리(2016). 「개인용 교통수단의 보급에 따른 제도개선 방향」, 한국교통연구원.

□ 일본

일본에서는 이륜자동차로서 승인을 받지 못한 개인형 이동수단은 원칙적으로 도로 주행이 금지되어 있다. 국토교통성과 경찰청은 2015년 산업경쟁력 강화법에 따른 탑승형 이동 지원 로봇의 도로실증 실험에 관한 규제의 특례 조치의 정비로 세그웨이 등 탑승형 이동 지원 로봇의 도로주행에 관한 규제를 완화하였으며, 2015년 7월 10일부터 도로 주행이 허가되었다. 탑승형 이동 지원 로봇의 도로주행은 각 도도부현(都道府県)별로 허가하며, 장소, 시간, 안전시설 및 안전 요원 배치, 시험용 차량구조, 운전자, 기타, 허가 기간에 따라 허가기준을 규정하고 있다.

□ 호주

호주에서는 퀸즐랜드주와 노던주를 제외하고 개인형 이동수단을 자동차로 분류하고 등록을 통해公道에서 주행이 가능하다. 하지만 개인형 이동수단 중에서도 도로차량 국가 표준인 호주디자인표준에 부적합 한 것은 등록 자체가 안되기 때문에 운행이 불가능하다. 다만 관광·상업용으로 허가된 경우, 운전자에 대한 규정(연령 12세 이상, 핸들바를 잡을 수 있는 키, 체중 45~117kg 등)과 운행에 대한 규정(음주운전 금지, 속도 12km/h 이하 등)을 충족하는 경우에만 도로주행이 가능하다.

□ 시사점

개인용이동수단의 통행방법에 대한 해외사례를 도로이용가능여부와 이용장소로 나라별로 구분하면 다음과 같다. 대부분의 나라에서 개인용이동수단의 형식에 대해 규제하고 자전거도로를 개인용이동수단의 이용장소로 이용하고 있으며, 보도의 경우 일본(보행량이 적고, 폭이 넓은 보도에 한하여 허가), 호주 등의 나라에서 허용하고 있다.

[표 5-21] 개인용이동수단의 통행방법에 대한 해외사례 요약

구분	영국	독일	일본	미국		호주	
				보행자 통행방식	차의 통행방식	퀸즐랜드주, 노던준주	그 외
도로 이용 가능 여부	도로 이용 불가	형식승인 받은 기기에 한해 허용	허가된 운행기기, 운행지역에 대한 제한적 허용	형식승인 받은 기기에 한해 허용		형식 승인받은 기기에 한해 허용	도로 이용 불가
이용 장소	-	자전거도로 우선 이용, 좌우측차로 이용	허용된 도로 구간(폭원 2m 이상, 보행량이 1m당 120명인 보도)	보도, 자전거 도로	자전거도로, 일반 차로, 24km/h~48 km/h 이하	보도, 자전거도로 (퀸즐랜드주), 공유경로 (노던준주)	-

출처: 명묘희, 송수연 외(2016), 「새로운 교통수단 이용에 대한 안전대책 연구」, 도로교통공단 교통과학연구원, p.57의 [표3.17] 일부

② 국내의 개인용이동수단관련 법률 개정사항

정부기관에서는 현재 개인용이동수단에 대한 ‘도로교통법’ 개정안을 내놓았지만, 아직까지는 통과되지는 않은 상태이다. 또한 개정안에 전기(장착형), 전기(외발형)과 같이 스스로 중심을 잡기 어렵거나 다른 개인용이동수단에 비해 상대적으로 위험성이 큰 수단에 대한 분류와 통행방법이 명시되어 있지 않아 추후에 별도의 개정이 필요한 상태이다.

또한 ‘도로교통법’ 외에도 ‘자전거 이용 활성화에 관한 법률’ 또한 개정이 필요한 상태이다. 현재 발의된 도로교통법 상에서는 자전거도로와 유사하게 통행이 가능하도록 명시하고 있으나, 개인용이동수단이 자전거와 같은 통행방법을 고수하기에는 보행자·자전거 공용도로에서의 통행과 같은 몇 가지 안전상의 문제가 발생한다. 따라서 자전거도로 중 통행제한구간을 지정하고 운영하는 등의 규정이 필요하다.

□ 도로교통법 개정

국토교통부·경찰청·행정자치부·산업통상자원부는 2017년 7월 원동기장치자전거를 배기량 125cc 이하 및 전기를 동력으로 하는 경우 최고정격출력 11킬로와트(kW) 이하의 이륜자동차로 명시하고, 원동기장치자전거 중 시속 25km 이상으로 운행할 경우 전동기가 작동하지 않고 차체 중량이 30kg 미만인 것으로서 행정자치부령으로 정하는 것을 개인용이동수단으로 규정하는 도로교통법 개정안을 발의하여 국회의 통과를 기다리는 상태이다.

특히, 이 개정안에는 개인용이동수단의 통행방법이 포함되어 있다. 개인용이동수단은 자전거의 통행방법과 유사하게 자전거도로가 설치되지 않은 곳에서는 도로 우측 가장 자리에 붙어서 통행하며, 제한속도를 시속 25km 미만으로 규정하고 있어 오토바이와 달리 운전면허를 발급받지 않아도 운전이 가능하고, 13세 이하 어린이의 보호자는 도로에서 어린이가 개인용 이동수단을 운전하게 해서는 안 된다는 규정이 포함되어 있다.

□ 자전거 이용 활성화에 관한 법률 개정

2017년 3월 2일, 안전요건을 충족하는 전기자전거가 자전거도로를 이용할 수 있는 내용의 ‘자전거 이용 활성화에 관한 법률(자전거법) 일부개정법률안’이 국회 본회의를 통과하여 2018년 3월부터 자전거도로로의 통행이 가능하다. 안전요건을 충족하는 전기자전거(페달보조방식(사람이 페달을 돌릴 경우, 전동기가 작동하여 힘을 보충해주는 방식), 속도가 25km/h 이상으로 주행 시 전기동력을 차단, 전기자전거 중량이 30kg미만)의 경우 별도의 운전면허 취득 없이 자전거도로를 통행할 수 있으며, 13세미만 어린이의 경우 전기자전거 운행에 제한을 두게 된다.

□ 품질경영 및 공산품안전관리법 개정

2017년 1월 31일, 개인용이동수단으로 인한 안전사고를 방지하기 위해 전동기능이 있는 보드류에 대해 안전요건 및 시험방법, 표시사항 등의 안전기준을 제정하였다. 해당 법률에서 적용하는 개인용이동수단의 종류는 전동킥보드, 전동외륜보드, 전동이륜보드, 전동 스케이트보드 등이며, 연료를 사용하여 작동되는 것과 장애인 및 노약자가 사용하는 스쿠터는 제외하였다. 또한 바퀴갯수에 따라 1개, 2개, 3개, 4개 이상으로 그 종류를 구분하였다. 해당 법안에서는 핸드 브레이크의 위치를 규정하고, 전동킥보드의 경우 제동거리가 5m 이하일 것을 명시하였다. 또한 보드류의 최고속도는 25km/h를 넘지 말아야 하는 것을 규정하였다.

③ 개인용이동수단과 관련된 정부사업

정부에서는 개인용이동수단과 관련된 법·제도, 이용방법, 보험 등을 개선하기 위해 해당기관과 함께 연구를 시행하였다.

개인용이동수단의 통행권 정립방안을 추진하기 위하여 국토교통부 자동차운영보험과는 경찰청, 손해보험협회와 협동하여 「개인이동교통수단에 대한 보험적용방안 검토」(추진기간 : 2019~2021년)를 계획 중에 있다. 해당 사업의 일환으로 개인용이동수단에 대한 제도개선방안을 검토하기 위해 ‘개인형 이동수단 관리방법 및 통행권 정립방안에 대한 연구’를 진행하고 있다. 또한 속도 등과 같은 개인용이동수단에 따른 이용가능한 도로분류를 검토하고 통행권 정립을 추진 중이다.

현행 법령으로 규정되는 책임기준이 미비하기 때문에 전동휠로 도보 이용시 발생한 사고에 대해서는 이용자에게 대부분의 책임을 부과하고 있다. 개인용이동수단에 대한 보험적용을 위한 법적근거와 기준이 미흡한 상태로 보험상품 개발도 부족한 상태이다. 이에 국토교통부 첨단자동차기술과는 경찰청, 손해보험협회와 협동하여 「개인이동교통수단(Personal Mobility)의 통행권 정립방안 검토」(추진기간 : 2017~2019년)를 통해 도로이용자의 환경변화에 대응하고자 노력하고 있다. 개인용이동수단의 안전기준·주행방법·의무보험(책임보험) 등 관리제도 개선안을 만들자는 것이 해당사업의 목적이다.

2) 기술적 측면

기술적 측면이 개인이동수단 자체에 대한 기술적 측면은 아니고, 개인이동수단의 운용에 요구되는 공간적 요건을 의미하는 것으로 일반적인 개인이동수단의 유형과 규격, 운동특성 등을 고려한 공간적인 설계기준 등을 마련하는 것이 핵심적인 분석 내용이다.

공공공간에서 가장 중요한 부분은 폭인데, 이동성을 고려한 공간의 이용에서 폭원이 가지는 의미가 상당히 크며, 그 다음은 길이 및 회전반경 등이라 할 수 있다. 이러한 측면에서 기존의 가로환경에서 어느 정도의 표준단위를 설정해야 하는지에 대한 분석이 요구되며, 그러한 결과에 따라 기존의 설계기준에 개인이동수단을 반영할 수 있는 기초자료가 마련되는 것으로 볼 수 있다.

영국은 두가지의 동력이동수단이 있는데, 2급은 시속4마일 이하, 3급은 시속8마일 이하이며 2급은 보도를 이용하도록 제한되어 있고, 3급은 차도를 이용할 수 있다. 더 빠른 개인이동수단은 법적인 유형의 확대가 필요한 상황이다.

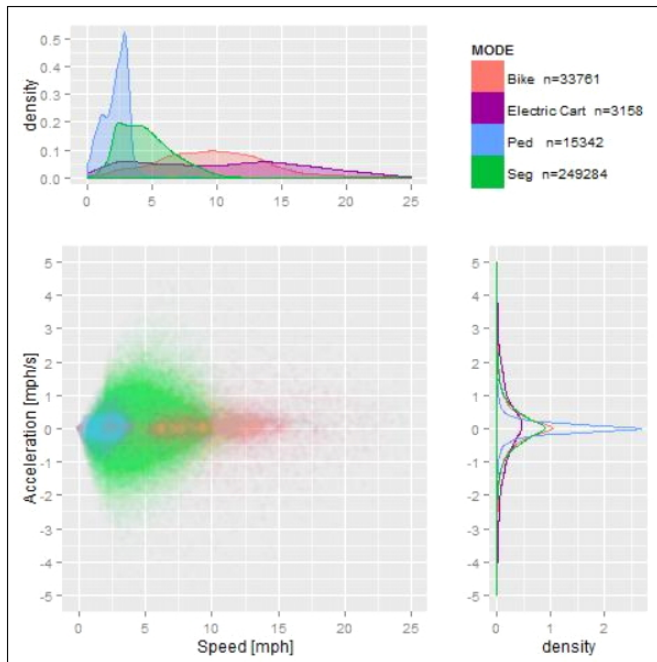
네덜란드에서는 개인이동수단 이용자들의 대다수가 최소한 전체 여정이 절반이상을 자전거 도로를 이용한다. 영국 개인이동수단 이용자들 또한 보도보다는 자전거 도로를 이용하기를 선호한다.

출처 : Mayer Brown Ltd. Motorised personal mobility devices: Planning for a growing need 2016. 4. 27

다른 한편으로 속도의 측면이 매우 중요한데, 실제로 개인이동수단의 속도편차는 매우 크며, 스쿠터 형의 경우 기존의 이륜차들과의 차별성이 크게 없는 경우까지 포괄하고 있어서 개인이동수단의 유형별 접근이 필요한 것으로 판단된다.

개인이동수단의 물리적 규격과 주행속도에 따라 유형이 구분되고, 그에 따라 가로나 공공공간에서의 이용행태에 대한 권장기준이 제시될 수 있고, 그러한 기준을 바탕으로 규제의 하한선을 결정하는 것이 가능할 것으로 보인다.

특히 개인이동수단의 특성을 분석한 결과를 기반으로 하여, 다른 공공공간상의 이동수단 및 보행자 등과의 상충을 고려하여, 안전성과 효율성을 확보할 수 있도록 기술적인 대안과 기준을 마련하는 작업이 필요하다.



[그림 5-22] Modal Comparison(Human-scaled Personal Mobility Device Performance Characteristics, Lance Ballard, 2012, GIT)

□ 도로형태

- 개인이동수단 확산에 따른 보행자 안전 확보를 위한 도로형태 필요

교통기술이 발전하더라도 보행자 안전은 최우선으로 고려되어야 하며, 이를 위해서는 고원식 교차로 및 회전교차로 등 교통 정온화 기법을 도입할 수 있다. 특히 도심 내에서는 차량보다는 보행자 위주의 광장형태의 웨어드 스페이스 도입 검토가 필요하다.

[웨어드 스페이스(Shared space)]

(개념)

웨어드 스페이스는 'Naked Streets(표지판, 신호등, 도로명이 없는 도로)'라고도 하며, 보행자를 기준으로 도보 또는 자전거 통행공간, 자동차 도로 등의 공간에 대해 통행에 대한 동등한 권리를 부여하는 공간으로서 공간구성요소로는 도로 포장과 경계분리를 위한 블라드 및 광장형태의 장소와 회전교차로 등이 있음

(조성조건)

도로는 불연속적이어야 하며 보행자와 차량간의 평등의식을 향상하기 위해 모든 경계석 제거

감속 장치는 약 40m 간격으로 설치되어야 하며, 이러한 장치들은 Shared zone을 통해 가지런한 정렬을 요구하는 구역의 반대편에 엇갈리게 설치

최대 설계 속도는 20km/h

Shared zone의 모든 입구와 출구지점은 명확하게 표시

차량이 자유롭게 통행할 수 있는 도로의 최소너비(2m, 8m)는 구역 전체에 걸쳐 유지

감속 장치가 벗어나는 도로의 직선길이는 50m를 초과하지 않도록 함

주차공간은 통행이 자유로운 도로에 인접하여 제공

구역을 가로질러 이동하는 교통을 위한 공급은 없어야 함

장치들은 시각적으로 지역을 통합하는 식재공간이 포함되어야 함

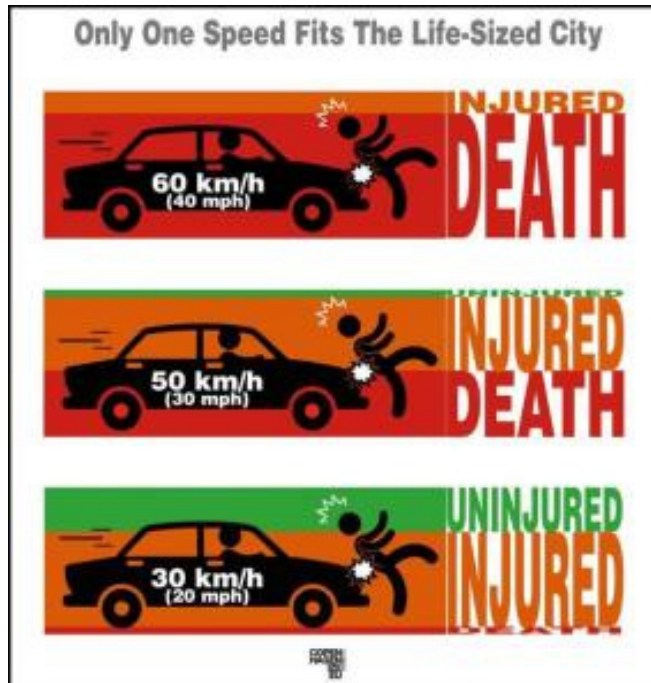
shared space와 주변 도로 체계의 표면재질을 다르게 만드는 것이 바람직함

반사면이 있는 블라드는 경관을 보호하고, 측면 접근으로부터 도로의 윤곽을 표시하기 위해 사용될 수 있음

(출처 : 고희주(2017). 'PMD 이동환경에 관한 연구', 서울시립대학교 석사학위논문, p.129.)

□ Slow zone + Smart street

30zone을 설치하는 것 자체는 우리나라에서 쉽게 찾아볼 수 있으며 기존의 시각은 교통사고를 줄이는 데에 집중하고 있다. 그러나 최근의 개선안들은 보다 광범위한 지역으로 30zone을 확대하고 있으며 이러한 전략이 인명을 살기고 CO2배출을 줄이는 것 뿐만 아니라, 교통소통에도 더 유리하다는 주장을 기반으로 채택되고 있다.



[그림 5-23] 자동차 속도에 따른 상해정도 차이

(출처 : <http://media.treehugger.com/assets/images/2014/02/speed-limit-injuries-cars.jpg> .662x0_q70_crop-scale.jpg)

파리시는 2012년부터 지속가능한 이동성을 확보를 목표로 도시이동수단을 보행중심으로 바꾸기 위한 “보행도시 파리 조성사업(the municipal program Pedestrian Paris Initiative)”을 지속적으로 추진해왔다. 보도를 넓히고, 카페테라스, 벤치, 식재, 분수 등 가로 시설물을 설치하고 주변 건축물과의 활동을 연계하여 활동적인 가로 환경을 조성하는데 힘쓰고 있다. 파리시는 보행자를 보호하고 탄소배출량을 저감하기 위해 도시 전역에 30km/h제한구역을 설치하였고, 보행자, 자전거, 차량들이 집중되는 구간에는 이른바 ‘만남의 구역’을 설치하여 20km/h의 제한구역을 설치하고 있다.

이러한 시도는 교통소통이 측면에서도 바람직한 것으로 나타나고 있는데, 특히 교차로를 향해 질주하는 차량의 행태를 억제하는 것이 전반적인 도시의 교통흐름을 더 안전하

면서도 유기적으로 연동되도록 하여 전체적인 교통효율성을 높이는 결과를 거두고 있다. 또한 이러한 차량 속도 제한으로 저속통행을 장려하여 보행자와 자전거 이용자에게 보다 안전한 이동을 보장하고 이동권을 확보시켜줌으로써 장기적으로는 자전거와 도보 이용으로 도시 이동 수단의 전환을 도모한 것으로 판단된다.

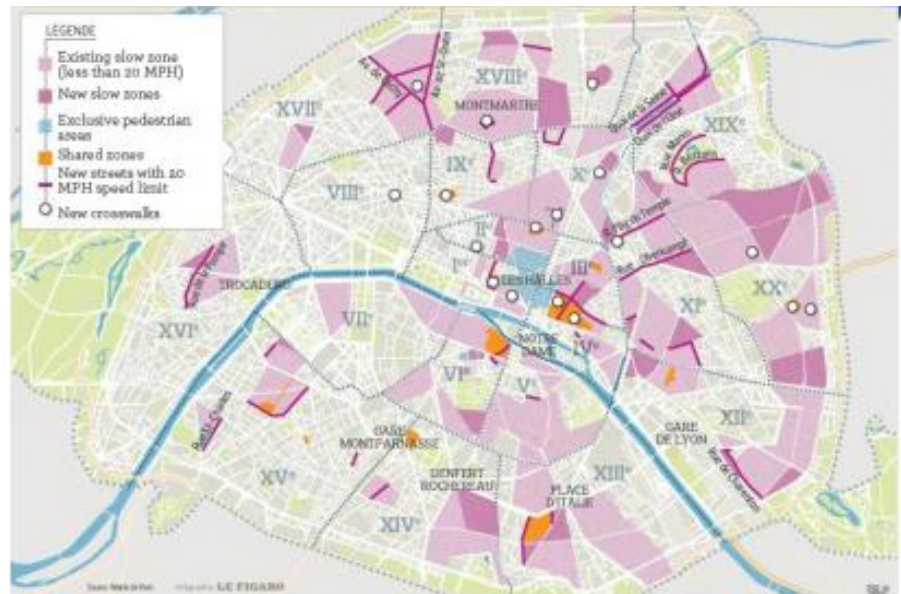
보행량이 많은 도로에 slow zone으로 지정하여 최저 20km/h(12mph)에서 30km/h(20mph)까지 속도를 제한하여 자동차와 대중교통, 자전거, 보도의 조화로운 이용을 도모하고 있다. 지정된 slow zone의 사업이 모두 완공되면 파리지 도로의 37%가 시속 30km 이하의 속도제한을 받게 된다. 또한 slow zone에서 자전거 이용자는 교통신호 빨간불에서 우회전이 가능하다.



[그림 5-24] 보행도시 파리 조성사업(the municipal program Pedestrian Paris Initiative) 추진 후 파리지 가로의 변화

출처: PPS(Project for Public Spaces), 2015.5.15, "Shared Space and Slow Zones: Comparing Public Space in Paris and New York", (<https://www.pps.org/blog/shared-space-and-slow-zones-comparing-public-space-in-paris-and-new-york/>)

도시 및 대도시지역에서의 속도제한강화의 영향에 대한 Archer, J. et al.의 연구(2008; Monash University)에 따르면 도시지역에서의 평균통행속도를 제한하면 오히려 도로의 체증을 완화시킨다. 통행속도를 제한하는 것은 과속에 대한 태도의 변화를 가져옴으로써 안전성을 제고하는 동시에 취약한 도로이용자들에게 더 큰 편익을 가져다 주는 것으로 나타났다.



[그림 5-25] 파리 도로의 37%가 slow zone

(엷은 보라색 : 시속 파리의 30km/h이하 속도 제한 도로, 짙은 보라색 : 신규 slow zone)

출처: PPS(Project for Public Spaces), 2015.5.15., "Shared Space and Slow Zones: Comparing Public Space in Paris and New York", (<https://www.pps.org/blog/shared-space-and-slow-zones-comparing-public-space-in-paris-and-new-york/>)

속도제한 강화는 교차로에서 다양한 이용자들의 상호작용을 더 안전하게 만드는 동시에 주변의 거주환경을 더 매력적으로 변화시킨다. 또한 속도제한 강화는 에너지 효율을 증대시키며, 자동차의 운영비용, 자동차의 배출저감, 소음 감소 등의 다양한 효과를 가지고 있으며, 도로교통체계의 효율성을 증대시킴. 이는 잘 조정되고 자기최적화된 신호체계와 차량기반의 ITS를 통해 달성될 수 있다.

3) 수량적 측면

개인이동수단의 경우에는 기존의 교통체계 내에서 어느 정도의 교통량을 대체할 것인가에 대한 질문의 중요한 관심사가 되고 있으며, 이는 기존의 교통시스템 전반의 변화를 가져올 사안으로 판단된다. 본 절에서는 개인이동수단의 이용에 소요되는 비용적인 측면, 개인이동수단의 활용이 가능한 공간적 범위, 개인이동수단의 주차 또는 수납, 운반 등을 고려한 측면 등을 고려하여 기존의 교통수요 대체가능성을 추정하고자 한다.

입식 개인이동수단의 공유에 관한 것으로, 입식 개인이동수단은 교통수단으로서 다양한 이점을 가지고 있으나 지금까지 널리 사용되지는 않았는데, 이들을 공유하는 것이 소유하는 것에 비해 더 이 교통수단을 매력적으로 만들 것이다. 개인이동수단을 공유하는 것은 사회적으로 교통수단의 변화와 같은 긍정적 변화를 가져올 것으로 기대된다. 이 연구에서는 작은 규모의 실험을 시행하고 난 후 대규모의 실험을 실시하여 그 타당성을 검토하고자 하였다. 이 실험은 4개의 역에서 60명 이상의 등록된 이용자들에 의해 4대의 개인이동수단을 이용하도록 하였다. 대규모의 시뮬레이션은 멀티에이전트 모델에 기반하여 다른 교통수단과 비교하여 그 결과를 제시하였다. 이러한 결과는 개인이동수단에 대한 미래의 수요예측과, 계획의 기반을 제공할 것으로 기대된다.

(출처 : Kohji Tomita et al(2016).Experimental examination and simulation analysis of standing-type personal mobility device sharing, IEEE)

개인이동수단은 기존의 교통수단별 분담률을 검토하고, 각 교통수단 분담률을 어느정도 대체할 수 있을 것인가에 대한 추정을 하고, 그에 따라 개인이동수단을 위한 정책적인 연차별 목표를 세울 수 있을 것으로 판단된다.

① 개인이동수단을 위한 도로 및 건설비용 추정

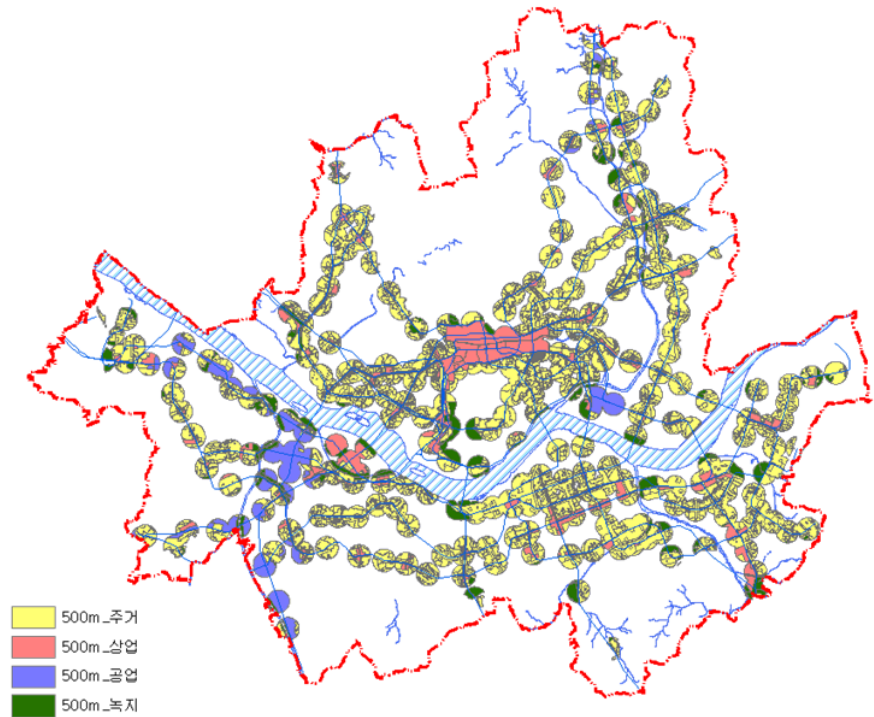
□ 분석개요

개인이동수단 도입에 대한 도로 및 토지이용 현황 분석을 통하여 개인이동수단을 위한 도로개선 정책물량에 대한 추정결과를 제시함으로써, 합리적이고 효율적인 건축 및 도시공간 분야의 대응방안의 구체성을 확보하고자 한다. 특히 개인이동수단의 확산으로 인한 도시공간의 변화 중 가장 영향력이 클 것으로 판단되는 도로공간의 변화 소요를 추정함으로써 대응 전략의 구체성을 제고하고자 하였다.

개인이동수단의 발달로 교통체계와 공간접근성의 측면에서 대대적인 변화가 예상되고 있으며 그에 따른 도시공간, 특히 도로공간의 재편이 요구되는 추세이다. 개인이동수단의 확산을 통해 도시공간 내에서 큰 부분을 차지하고 있는 도로공간의 기능적인 개선은 필연적이라고 판단된다. 특히 개인이동수단의 확산에 따른 안전성, 기능성, 쾌적성 등을 종합적으로 고려하여 도로의 개선을 확산시기에 따라 어느 정도의 정책적 물량이 소요되는지에 대한 추정이 필요한 상황이다. 이에 서울시 역세권을 중심으로 개인이동수단의 통행을 위한 도로 조성이 가능한 도로를 선정하고 그 건설비용을 추정하였다.

□ 역세권 선정

개인이동수단을 위한 도로를 설치할 수 있는 지역은 주거지역을 중심으로 선정하였다. 상업지역 중심지나 업무지역 중심지는 도착지 중심이므로 개인교통수단 이용 유인요소가 없는 한 이용할 이유가 적다. 따라서 개인교통수단을 활용하여 지하철을 사용할 수 있도록 하는 체계가 갖추어져야 하므로 주거지역의 비중이 높은 역세권의 도로를 중심으로 설치될 가능성이 높다. 이를 위하여 기존의 역세권 관련 연구를 활용하였다.

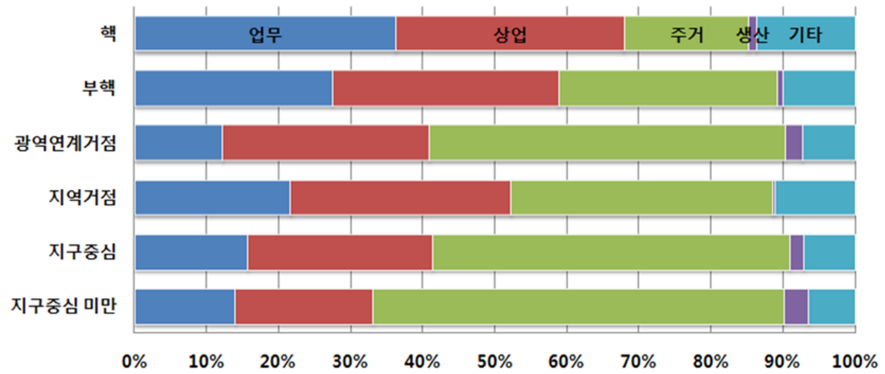


[그림 5-26] 서울시 도시철도 역세권(2차 역세권) 용도지역 현황도
(서울특별시(2010). 「토지이용 합리화를 위한 역세권 기능정립 방안 연구」)

기존 역세권 관련 보고서는 토지이용 강도에 근거한 역세권 중심지 위계를 판단하는 연구이므로 이를 역이용하여 상업, 업무 밀도가 낮은 주거 중심의 역세권을 추출하는 수단으로 사용하였다. 그리고 주거지역에서 지하철역으로 이동은 개인이동수단으로 함을 전제로 하였다. 서울시 도시기본계획상의 중심지 또는 기능이 중요한 지역일수록 업무와 상업기능의 비율이 높게 되며 주거지역의 비율이 높게 나타나고 있다.

[표 5-22] 기존 중심지체계별 역세권 현황 목록(토지이용 합리화를 위한 역세권 기능정립 방안 연구)

구분		역세권명	개소
중심지 체계	중심지명		
핵	도심	경복궁역 광화문역 동대문역 동대문역사문화공원역 동묘앞역 명동역 서대문역 시청역 안국역 을지로3가역 을지로4가역 을지로입구역 종각역 종로3가역 종로5가역 충무로역 회현역	17
	강남	강남구청역 강남역 논현역 봉은역 삼성역 삼성역 삼성역 선릉역 신논현역 신사역 신철담역 압구정역 역삼역 청담역 코엑스(봉은사)역 학동역 학여울역 한티역	18
	영등포/여의도	구로역 국회의사당역 문래역 셋강역 신길역 신도림역 여의나루역 여의도역 영등포구청역 영등포시장역 영등포역	11
부핵	용산	남영역 삼각지역 서울역 숙대입구역 신용산역 용산역 효창공원앞역	7
	청량리/왕십리	왕십리역 용두역(동대문구청) 제기동역 청량리역	4
	상암/수색	디지털미디어시티역 수색역	2
광역거점	대림/가리봉	구로디지털단지역	1
	마곡	마곡나루역 마곡역 신방화역	3
	망우	망우역 상봉역	2
	문정/장지	문정역	1
	사당/남현	사당역 이수충신대입구역	2
	연신내/불광	불광역 연신내역	2
	창동/상계	노원역 창동역	2
	천호/길동	강동역 길동역 천호역	3
	공덕	공덕역 마포역	2
	미아	길음역 미아삼거리역	2
지역거점	신촌	신촌역 신촌역(지상) 이대역	3
	잠실	잠실역 몽촌토성역 올림픽공원남4문사거리	3
	목동	-	0
지구중심		가락시장역 가좌역 개포동역 건대입구역 고덕역 고려대역 구의역 군자역 금천구청역 까치산역 내방역 노량진역 도곡역 독산역 돌곶이역 등촌역 먹골역 방학역 사가정역 서울대입구역 성신여대입구역 수유역 신대방삼거리역 신림역 신정네거리역 신평역 쌍문역 아현역 암사역 양재역 어린이대공원역 오류동역 장승배기역 장한평역 한남역 합정역 홍대입구역 홍제역 화곡역 흑석역	40
지구중심미만		가산디지털단지역 가양역 강동구청역 강변역 개봉역 개봉역 개화산역 개화역 거여역 경찰병원역 고속터미널역 공릉역 공항시장역 광나루역 광흥창역 교대역 구릉역 구반포역 구산역 구일역 구파발역 굽은다리역 금호역 김포공항역 낙성대역 남구로역 남부터미널역 남성역 남태령역 노들역 녹번역 녹사평역 녹천역 답십리역 당고개역 당산역 대림역 대모산입구역 대방역 대청역 대치역 대흥역 도림천역 도봉산역 도봉역 독립문역 독바위역 동대입구역 동작역 둔촌동역 독섬역 독섬유원지역 마들역 마장역 마천역 마포구청역 망원역 매봉역 연목역 명일역 목동역 무악재역 미아역 반포역 발산역 방배역 방이사거리역 방이역 방화역 배명역 버티고개역 보라매역 보문역 보훈병원 북정역 봉천역 봉화산역 사평역 삼전사거리역 상계역 상도역 상수역 상왕십리역 상월곡역 상일동역 새절역 서강역 서빙고역 서울숲역 서초역 석계역 석촌역 선유도역 성북역 성수역 송정역 송파역 수락산역 수서역 송실대입구역 신금호역 신내역 신답역 신당역 신대방역 신목동역 신반포역 신철동역 신이문역 신정역 신천역 아차산역 안암역 애오개역 약수역 양원역 양재시민의숲(매현)역 양천구청역 양천향교역 양평역 역촌역 염창역 오금역 오류역 오목교역 옥수역 운수역 율림공원역 외대앞역 융답역 용마산역 우장산역 월계역 월곡역 월드컵경기장역 응봉역 응암역 이촌역 이태원역 일원역 잠실나루역 잠원역 장지역 종합운동장역 중계역 중곡역 중랑역 중화역 증미역 중산역 창신역 천왕역 청계산입구역 청구역 충정로역 태릉입구역 하계역 한강진역 한성대입구역 한양대역 행당역 혜화역 화랑대역 회기역 L01 L02 L03 L04 L05 L06 L07 L08 L09 L10	174
총계			299



[그림 5-27] 중심지체계별 역세권 토지이용 현황 비율

□ 역세권 및 도로구간 선정

중심지 체계에서 핵(도심, 강남, 영등포 등)과 부핵(용산, 청량리, 왕십리, 상암, 수색)지역은 주거지역의 비중이 높지 않으므로 (표 3-18, 그림 3-29 참조), 역세권은 거점, 지구중심, 지구중심 미만의 위계를 가진 지역을 중심으로 선정하였다. 전체를 조사하기는 불가능하여, 샘플링을 통해 역세권역을 선정하였다. 또한, 지하철역사 인근 도로 중 개인이동수단을 위한 도로 설치가 가능한 도로를 추출하기 위해, 주거지역과 업무·상업지역을 연결하는 도로이며, 3~4m의 개인이동수단을 위한 도로를 설치하기에 충분히 넓고, 안전성, 편리함 등을 고려하여 선정하였다. 그 결과 선정된 역세권과 도로는 아래 표와 같다.

[표 5-23] 개인이동수단 도로 설치 소요 파악을 위한 대상 역세권 및 도로 현황

역명	도로명	도로폭(왕복/m)	지역(구)	연장(km)	역세권 위계
공덕	마포대로	50	마포구	2	거점
목동	목동로	32	양천구	1.5	거점
목동	신월로	30	양천구	0.8	거점
목동	국회대로	50	양천구	1	거점
문정	문정로	20	송파구	2	거점
상봉	망우로	33	중랑구	2	거점
이수	동작대로	48	동작구	1	거점
창동	노해로	30	도봉구	2	거점
창동	덕릉로	27	도봉구	1	거점
구로디지털단지	도림천로	34	구로구	2	부핵
송파	양재대로	50	송파구	1	지구중심미만
가락시장	중대로	36	송파구	2	지구중심
가락시장	동남로	30	송파구	1	지구중심
개포동	개포로	30	강남구	2	지구중심

역명	도로명	도로폭(왕복/m)	지역(구)	연장(km)	역세권 위계
건대입구	능동로	26	광진구	2	지구중심
내방	방배로	30	동작구	2	지구중심
대방	시흥대로	50	동작구	2	지구중심
도곡	선릉로	24	강남구	2	지구중심
등촌	등촌로	28	강서구	0.7	지구중심
먹골	동일로	34	중랑구	1.5	지구중심
방학	도봉로	38	도봉구	2	지구중심
서울대입구	관악로	40	관악구	2	지구중심
신림	남부순환로	35	관악구	2	지구중심
신림	신림로	24	관악구	2	지구중심
신림	봉천로	50	관악구	3	지구중심
장승배기	장승배기로	28	동작구	1.5	지구중심
장승배기	양녕로	25	동작구	1.8	지구중심
합정	양화로	38	마포구	2	지구중심
홍대입구	신촌로	40	마포구	1.2	지구중심
가양	공항대로	40	강서구	1.5	지구중심미만
고속터미널	반포대로	40	서초구	2	지구중심미만
공릉	동일로	38	노원구	7	지구중심미만
공릉	공릉로	18	노원구	0.6	지구중심미만
구반포	반포대로	40	서초구	4	지구중심미만
녹천	덕평로	22	도봉구	1	지구중심미만
대청	삼성로	34	강남구	2	지구중심미만
대치	남부순환로	38	강남구	4	지구중심미만
대흥	백범로	28	마포구	2	지구중심미만
도봉	면목로	24	도봉구	1	지구중심미만
독립문	통일로	36	강남구	1.2	지구중심미만
매봉	남부순환로	36	강남구	1	지구중심미만
방배	방배로	29	서초구	2	지구중심미만
봉천	봉천로	41	관악구	3	지구중심미만
봉천	남부순환로	37	관악구	3	지구중심미만
상도	효령로	28	동작구	2	지구중심미만
상도	상도로	23	동작구	3	지구중심미만
상수	독막로	28	마포구	1	지구중심미만
상왕십리	왕십리로	27	성동구	1	지구중심미만
석촌	송파대로	49	송파구	1	지구중심미만
석촌	백제고분로	50	송파구	1	지구중심미만
성수	영동대로	28	성동구	2	지구중심미만
수락산	동일로	34	도봉구	2	지구중심미만
수서	광평로	42	강남구	3	지구중심미만
수서	밤고개로	34	강남구	1.5	지구중심미만

역명	도로명	도로폭(왕복/m)	지역(구)	연장(km)	역세권 위계
신당	퇴계로	25	동대문구	1.5	지구중심미만
신반포	신반포로	31	서초구	4	지구중심미만
신설동	보문로	31	동대문구	2	지구중심미만
신이문	한천로	24	동대문구	0.8	지구중심미만
염창	화곡로	29	강서구	1.2	지구중심미만
오목교	오목로	40	양천구	1	지구중심미만
오목교	목동동로	23	양천구	0.8	지구중심미만
오목교	목동서로	23	양천구	0.8	지구중심미만
월계	월계로	35	노원구	1	지구중심미만
일원	일원로	24	강남구	1	지구중심미만
일원	광평로	30	강남구	0.8	지구중심미만
장지	송파대로	50	송파구	2	지구중심미만
중화	동일로	34	종로구	1.5	지구중심미만
증미	양천로	28	강서구	3.5	지구중심미만
하계	한글비석로	30	노원구	0.4	지구중심미만
회기	망우로	27	동대문구	1	지구중심미만
경복궁	영동대로	50	종로구	1	핵
동묘앞	종로	34	종로구	2	핵
동묘앞	지봉로	22	종로구	2	핵
사당	남부순환로	42	동작구	1.5	핵
학여울	영동대로	50	강남구	1.5	핵
효창공원	효창원로	20	용산구	1	



[그림 5-28] 건대입구역 대상 가로
(지도출처 : 네이버지도)



[그림 5-29] 동묘앞역 대상 가로
(지도출처 : 네이버지도)

실제로 인터넷 지도와 서울시 통계자료(stat.seoul.go.kr)를 참조하여 자전거도로(개인 교통수단용)을 설치할 수 있는 도로를 조사하고, 실제 폭원과 설치 가능 길이를 구하였다. 총 17개 자치구에서 61개역세권 대하여 총 76개 도로(도로명 주소 기준)를 선정하였다. 이들 역세권 주변의 설치가능한 도로의 기본 데이터는 다음과 같다.

- 평균 폭원 : 33 미터, 최대 폭원 50 m, 최소는 18 m 임
- 평균 연장 : 1766 미터
- 평균 폭 : 33 미터
- 역세권 1개소당 평균 설치 가능한 도로 숫자 : 1.24 개

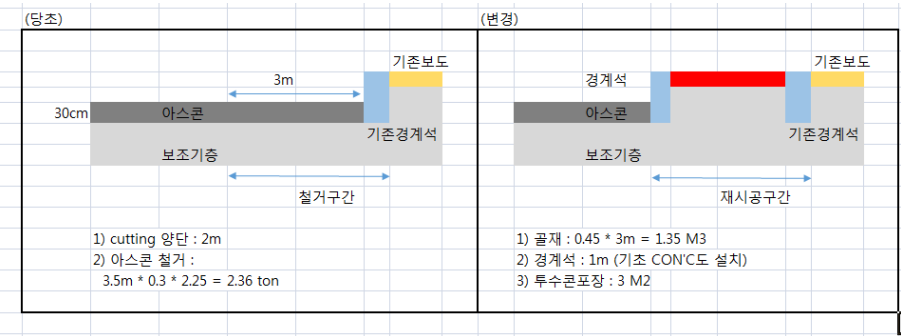
이를 바탕으로 하여 서울시내의 역세권 중에서 지역지구 중심과 지역지구 중심지 미만 등 비교적 주거지역 비율이 높은 곳에 설치한다고 가정하면 총 214개 역세권에 설치가 가능하다. 또한 범위를 확장하여 거점형 까지 포함할 경우에는 총 240개 역세권에 설치가 가능하다.

□ 분석결과

개인이동수단을 위한 도로 설치를 위한 공사구간은 214개 역세권에 평균 1.24개소에 설치가 가능함을 고려하고, 평균연장 거리인 1,766m를 곱하여 공사구간을 산정하면 총

468,625m에 설치가 가능함을 알 수 있다.

총 공사구간에 대한 공사비 단가는 기존 자전거 도로 설치비용을 고려하여 산정하였다. 즉 기존 도로를 철거하고 개인이동수단 도로를 새로 확보하는 것을 가정하여 산출하였다. 포함되는 공사항목은 아스콘 cutting, 아스콘 철거, 아스콘 폐기물 처리비, 골재포설, 경계석 설치, 투수콘 포장, 차선도색 등의 항목을 포함한 단가이며, 폭 3m의 기존 차선의 아스콘을 재시공하는 비용도 포함하였다.



[그림 5-30] 개인이동수단 도로 조성을 위한 도로의 조성 전 및 조성 후 단면도

[표 5-24] 개인이동수단을 위한 도로 설치 비용(공사단가/m)

구분	공종	규격	단위	수량	단가	금액	비고
1	아스콘cutting	-	m	2.00	10,000	20,000	-
2	아스콘철거	-	M3	1.05	15,000	15,733	-
3	아스콘폐기물처리비	-	ton	2.36	30,000	70,800	추정단가
4	골재포설	-	M3	1.35	40,000	54,000	-
5	경계석설치	-	m	1.00	60,000	60,000	-
6	투수콘포장	-	M2	3.00	44,000	132,000	-
7	차선도색	-	m	3.00	1,200	3,600	-
직공비소계						356,133	-
간접비(30%)						106,839	-
공사비계						462,972	-
부가세						46,297	-
총공사비						509,269	-

위에서 산출된 공사구간 총 길이 468,625m에 공사단가 509,269원/m를 곱하여 추정된 총공사비용은 약 2,387억원이다. 이는 1방향만 설치한 경우에 한하여 총 공사비용을 산출한 결과이다. 본 연구에서 1방향 설치만 가정한 이유는 실제 도로폭원 때문에 2방향 설치가 어려운 점을 고려하였기 때문이다.

4. 수요기반 교통서비스 도입에 따른 공간변화

수요기반 교통체계는 빅데이터의 구축과 연계하여 더 적은 비용으로 더 큰 만족도와 쾌적성을 겸비한 이동성을 확보하는 방향을 지속적으로 구현이 확대될 것으로 보이며, 이는 기존의 교통체계 전반을 재구성하는 수준으로 나아갈 것으로 판단된다.

[Zipcar (www.zipcar.com)]

카 셰어링 업계의 선두주자로 27개국에서 170만명 회원을 확보하였으며, 2013년 5억불에 렌트카회사 Avis가 인수함

[Uber (www.Uber.com)]

2010년에 시작한 프리미엄 리무진 콜택시 서비스로서, 회원가입 후 스마트폰으로 고급차량을 호출할 수 있으며, 현재 25개국에서 서비스 중임

[Lyft (www.lyft.me)]

자가용을 가진 일반인들의 라이드 셰어링(ride-sharing)서비스로서, 이용자는 스마트폰 앱으로 가까이 있는 Lyft 차량을 호출함(Lyft 차량은 차 앞에 핑크색 콧수염을 달아 쉽게 알아볼 수 있음)

[Sidecarr (www.side.cr)]

2012년 샌프란시스코에서 시작된 실시간 카풀 서비스로서, 스마트폰 앱으로 자신은 운전정보를 공유해 경로 상의 사람들이 실시간으로 카풀을 이용할 수 있으며, Avego도 유사한 사업을 하고 있음

[Getaround (www.getaround.com)]

안쓰는 자기 승용차를 타인에게 단기 렌트해줄 수 있는 서비스로서, 소유주는 렌트 신청자를 선택해 차량열쇠 코드번호를 보내주고, 계약기간이 끝나면 코드번호는 작동하지 않음

[City-Go-round (www.citygoround.org)]

교통정보 앱 개발을 지원하고 또 이를 모아 대중들에게 제공하는 사이트로서, 록펠러 재단의 후원으로 운영됨

근미래에도 도시화는 지속적으로 강화될 것으로 예상되고 도시교통내에서의 이동수요는 더욱 비약적으로 상승할 것으로 예측되고 있으며, 이러한 경향은 교통과 공간사이의 환류관계가 이전에 비해 더욱 밀접해질 것으로 예상되므로, 개별적인 교통수요에 대응하는 수요기반의 교통체계는 발달된 정보통신기술과 센서네트워크, 빅데이터에 대한 실시간 분석결과에 기반하여 기존의 교통체계와는 전혀 다른 국면으로 발전할 것으로 기대된다.

또한 이러한 변화는 많은 스타트업 기획, 기업가들에게 기회가 되고 있는데, 정보기술 등 다양한 차세대 기술을 적용한 이러한 스타트업들의 성장은 기존의 도시공간을 이동하는 패턴을 크게 바꾸고 있으며, 교통수단, 교통체계의 변화뿐만 아니라, 토지이용의 패턴, 가로공간의 구성, 건축적 환경의 구현에도 큰 영향을 주고 있으며, 이는 도시공간의 이용자들의 행태에 근원적인 변화를 가져오고 있다.

1) 제도적 측면

수요기반의 교통체계의 도입을 위해서는 교통관련 빅데이터의 수집 및 분석을 위한 공공 플랫폼이 요구되며, 분석된 데이터를 실시간으로 배포하여, 개별적인 수요에 대응하는 서비스를 할당할 수 있는데 인터페이스 및 앱의 개발이 이루어져야 하는 정보기술의 적용이 요구되는 동시에, 기존의 교통체계간의 한계를 넘어서는 통합교통서비스(MAAS: mobility as a service)체계가 마련되어야 한다.

구분	장점	단점	당면과제
 MaaS-alliance	• 유럽 전역에서 계획 중인 마스연합 • 마스 시장을 위한 가이드라인 마련 • 공공-민간 업체의 파트너십을 기초로 대중교통과 민간업체와의 차량을 통합 운영 • 마스 하나의 계정으로 모든 이동수단 이용 가능	• 아직까지 구현되지 않고 가이드라인만 제공	• 실질적인 구현 시스템 필요
 MaaS-Hannover	• 2016년 2월 GVH(하노버 운송 협회)에서 최초의 전체적인 마스의 작동 예시로서 'Mobility Shop'을 제시 • 월 요금제를 통해 서비스 제공	• 하노버 지역에서만 사용 가능 • 버스, 트램 등 한정된 교통수단에서만 이용 가능 • 티켓 혹은 카드를 통해 이용	• 대중교통-민간 교통업체와의 연계 필요 • 통합 앱 필요
 MaaS-London	• 모든 교통수단에 대한 실시간 최적 이동경로 제공 • 월 패키지로 저렴한 가격으로 이용 가능 • 정체 발생 시 대체수단 정보 제공	• 아직까지 구현되지 않고 가이드라인만 제공	• 실질적인 구현 시스템 필요
 MaaS-US	• 샌프란시스코에서 개발 중 • 교통 서비스 통합뿐만 아니라 대중교통 정류장 내 와이파이, 셔틀버스 등 부가 서비스 제공	• 아직까지 구현되지 않고 가이드라인만 제공	• 실질적인 구현 시스템 필요

[그림 5-31] MASS 사례

(출처: 서울연구원(2016))

이러한 통합교통서비스 체계는 기존의 교통산업을 전면적으로 재편할 것을 요구하고 있으며, 이는 공공의 측면에서 볼 때 교통체계내의 수익구조나, 규제, 인허가, 지원 등에 정책적인 요소들의 혁신적인 개편이 요구된다고 볼 수 있다. 또한 통합교통서비스 체계

를 제도권 내에 도입, 운영하기 위해서는 지금까지는 별개로 운영되어온 빅데이터, 즉 교통이용현황이나, 토지이용, 과금체계 및 환승체계, 교통수단의 콜서비스, 최적경로안내서비스 등 다양한 콘텐츠가 유기적으로 연동될 필요성이 있으며, 이에 대한 권리와 의무에 대한 제도적 기획과, 조정이 이루어져야 한다.

본 절에서는 이와 유사한 기존의 사례들의 분석을 통해 제도적 측면에서 수요기반의 교통체계 조성에 요구되는 사안들을 검토하고, 우리나라의 환경에 적합한 제도적 정비요소들을 도출하고자 한다.

① 교통체계를 위한 현행법령의 관련규정

□ 유상임대금지

현행 「여객자동차 운수사업법」 제81조에 따르면, 자동차 임대사업 면허가 없거나 등록되지 않은 업체에 대해서는 자가용 자동차를 유상으로 임대하는 것이 금지되어 있다. 즉 카셰어링과 같은 차량공유사업을 운영하기 위해서는 임대사업 면허를 취득하거나 등록을 하여야 한다.

[여객자동차 운수사업법]

제81조(자가용 자동차의 유상운송금지) ① 사업용 자동차가 아닌 자동차(이하 "자가용자동차"라 한다)를 유상(자동차 운행에 필요한 경비를 포함한다. 이하 이 조에서 같다)으로 운송용으로 제공하거나 임대하여서는 아니 되며, 누구든지 이를 알선하여서는 아니 된다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 유상으로 운송용으로 제공 또는 임대하거나 이를 알선할 수 있다. <개정 2013.3.23., 2015.6.22., 2017.3.21.>

1. 출퇴근 때 승용자동차를 함께 타는 경우
2. 천재지변, 긴급 수송, 교육 목적을 위한 운행, 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 사유에 해당되는 경우로서 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)의 허가를 받은 경우
- ② 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장은 제1항제2호에 따른 허가의 신청을 받은 날부터 10일 이내에 허가 여부를 신청인에게 통지하여야 한다. <신설 2017.3.21.>
- ③ 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장이 제2항에서 정한 기간 내에 허가 여부 또는 민원 처리 관련 법령에 따른 처리기간의 연장 여부를 신청인에게 통지하지 아니하면 그 기간이 끝난 날의 다음 날에 허가를 한 것으로 본다. <신설 2017.3.21.>
- ④ 제1항제2호의 유상운송 허가의 대상 및 기간 등은 국토교통부령으로 정한다. <개정 2013.3.23., 2017.3.21.>

출처 : 법제처 국가법령정보센터

□ 자동차대여사업에 관한 규정

현행 「여객자동차 운수사업법」에서 자동차 임대사업을 인정하고 있으며, 법 제2조제4호에서 '자동차 대여사업이란 다른 사람의 수요에 응하여 유상으로 자동차를 대여하는 사업'으로 정의하고 있다. 법 제28조 내지 제35조에서 그 주요내용을 다음과 같이 규정하고 있다.

[여객자동차 운수사업법]

제28조(등록) ① 자동차대여사업을 경영하려는 자는 사업계획을 작성하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 등록하여야 한다. <개정 2013.3.23.>

② 제1항에 따른 자동차대여사업의 결정사유에 관하여는 제6조를 준용한다.

제29조(등록기준) 자동차대여사업의 등록기준이 되는 자동차 대수, 보유 차고 면적, 영업소, 그 밖에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다. <개정 2013.3.23.>

<자동차 대여사업의 등록기준(여객자동차운수사업법 시행규칙 별표6)>

항목	등록기준
등록기준 대수	50대 이상
보유 차고의 면적기준 (대당 최저면적)	가. 승용차 : 13㎡~16㎡ 나. 소형승합자동차 : 15㎡~18㎡ 다. 중형승합자동차 : 23㎡~26㎡
사무실(주사무소 및 영업소)	수익금 및 배차의 관리 등 대여사업의 수행에 필요한 사무설비 및 통신시설을 갖출 것

제30조(대여사업용 자동차의 종류) 자동차대여사업에 사용할 수 있는 자동차의 종류는 국토교통부령으로 정한다. <개정 2013.3.23.>

제31조(자동차 대여약관) ① 제28조제1항에 따라 자동차대여사업을 등록한 자(이하 "자동차대여사업자"라 한다)는 대여약관을 정하여 자동차대여사업을 시작하기 전까지 시·도지사에게 신고하여야 한다. 대여약관을 변경하는 때에도 또한 같다.

② 시·도지사는 제1항에 따른 신고 또는 변경신고를 받은 날부터 국토교통부령으로 정하는 기간 내에 신고수리 여부를 신고인에게 통지하여야 한다. <신설 2017.3.21.>

③ 시·도지사가 제2항에서 정한 기간 내에 신고수리 여부 또는 민원 처리 관련 법령에 따른 처리기간의 연장 여부를 신고인에게 통지하지 아니하면 그 기간이 끝난 날의 다음 날에 신고를 수리한 것으로 본다. <신설 2017.3.21.>

④ 제1항의 대여약관에 포함되어야 할 내용 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다. <개정 2013.3.23., 2017.3.21.>

제32조(자동차대여사업의 관리위탁) ① 자동차대여사업자는 자동차대여사업의 관리를 위탁하려면 시·도지사의 허가를 받아야 한다.

② 자동차대여사업자가 아닌 자에게는 제1항에 따른 관리위탁을 하지 못한다.

조문체계도버튼관련규제버튼

제33조(자동차대여사업의 개선명령) 시·도지사는 자동차 임차인의 보호, 안전운행의 확보, 서비스의 향상과 자동차대여사업의 적절한 관리를 위하여 필요하다고 인정하면 자동차대여사업자에게 다음 각 호의 사항을 명할 수 있다.

1. 사업계획의 변경
2. 대여약관의 변경
3. 시설의 개선과 변경

조문체계도버튼연혁관련규제버튼

제34조(유상운송의 금지 등) ① 자동차대여사업자의 사업용 자동차를 임차한 자는 그 자동차를 유상(有償)으로 운송에 사용하거나 다시 남에게 대여하여서는 아니 되며, 누구든지 이를 알선(斡旋)하여서는 아니 된다. <개정 2015.6.22.>

② 누구든지 자동차대여사업자의 사업용 자동차를 임차한 자에게 운전자를 알선하여서는 아니 된다. 다만, 외국인이나 장애인 등 대통령령으로 정하는 경우에는 운전자를 알선할 수 있다. <개정 2015.6.22.>

③ 자동차대여사업자는 다른 사람의 수요에 응하여 사업용자동차를 사용하여 유상으로 여객을 운송하여서는 아니 되며, 누구든지 이를 알선하여서는 아니 된다. <개정 2015.6.22.>

출처 : 법제처 국가법령정보센터

② 수요기반 교통체계 도입을 위한 법제화 방안

□ 자동차 공동이용사업

수요기반 교통체계 도입을 위해서는 자동차 공동이용이 필수적인 상황이며, 이는 자동차를 유상으로 임대하는 영업형태이므로 「여객자동차 운수사업법」의 규정에 따라 자동

차 대여사업으로 등록해야 한다. 하지만 자동차 공유이용 사업은 기존 대여사업과는 경영방식 등에서 차이를 보이고 있어 제도적 보완이 필요하다고 판단된다.

□ 수요기반 버스운송사업

기존의 여객자동차 운송사업과는 운행형태가 상이하므로, 수요기반 버스운송사업 도입을 위해 법제화를 검토해야할 사항은 아래 표와 같다.

[표 5-25] 수요기반 버스의 차별점

구분	수요기반 버스	기존 노선버스	기존 전세버스
수요자	회원 또는 특정고객	불특정 다수	특정인
운행노선	수시변경가능	지정노선만 운행	노선 없음
운행스케줄	이용객과 운송사업자 간 협의	운송사업자가 결정	이용자가 결정
요금	회비 또는 이용객 각자 부담	이용객 각자 부담	이용그룹이 하나로 부담
진입규제	-	면허제	등록제
요금규제	-	관할관청이 요율결정	자율요금
차량, 차고지 확보	-	확보 의무	확보의무

□ 기존사업자와의 마찰

수요 대응형 교통 서비스는 기존 운송사업자와 마찰을 일으키고 있다. 가장 대표적인 것이 Uber이다. Uber는 많은 도시에서 택시 사업자들의 파업을 초래했고 우리나라에서도 택시업계의 반발과 여객자동차운수사업법의 엄격한 적용으로 UberX와 Uberpool 모두 사업을 못하고 있다. 이에 비해 우리나라의 카카오 택시 콜서비스는 승객과 택시사업자 모두로부터 긍정적 평가를 받고 있는 현재까지는 승객과 택시사업자 모두 무료로 콜서비스를 이용할 수 있기 때문이다. 오히려 기존 보다 택시 이용이 편리해서 시장 규모를 키웠다는 평가를 받는다.

하지만 Uber와 같은 수요 대응형 교통 서비스가 일반 시민들에게 더 값싸게 더 좋은 서비스를 제공할 수 있고 사회적으로 긍정적인 측면이 많다면 장기적으로 기존 사업과의 상생방안 혹은 새로운 수요 대응형 교통 서비스의 단계적 도입방안 등의 검토가 필요하다. 수요 대응형 교통 서비스가 세계적인 추세라면 이를 외면한 우리나라 도시의 경쟁력이 그 만큼 떨어지기 때문이다.

□ 플랫폼 운영자의 과도한 이익

차량 공유와 같은 수요 대응형 교통 서비스는 플랫폼 운영자가 지나치게 많은 이익을 차지한다는 비판이 있다. 행정 사무직의 고용창출효과도 시장에 비해 너무 적다는 지적도 있다. Uber와 Lyft 사업자 약 25% 정도의 수수료를 운전자에게 부과하고 있다. 새로운 비즈니스를 만들어낸 사업자에게 적절한 보상이 필요하다는 점에 대해서는 사회적

으로 동의를 가능하다. 하지만 실질적으로 독점적 운영권을 갖는 플랫폼 사업의 특성상 가격 정책이나 경쟁체제 도입 등이 고려되지 않으면 사회적 부가 편중될 수 있다. 수요 대응형 교통 서비스와 관련된 규제 혹은 공공의 역할에 대한 연구와 토의가 필요하다.

□ 기존 교통체계와의 연계 부족

현재 논의되고 있는 수요 대응형 교통 서비스는 기존의 철도, 지하철, 버스 등 대중교통 수단과의 연계가 부족하다. 차량공유나 자전거 공유 등은 기존의 철도, 지하철, 버스처럼 독립적 노선을 갖고 고속으로 운행되는 대중교통수단과 연계되면 시너지 효과가 클 것이다. 서로의 수요를 키우는데 효과가 클 것이다. 가령 철도역, 지하철역 등에 공유차량에 대한 우선 주차장을 공급하는 방안이 효과적일 것으로 보인다.

한편 Uberpool, Car2go 차량공유, e버스 같은 승차 공유 등은 각자의 시장을 갖고 있지만 중복되는 영역도 있다. 가령 Uberpool과 e버스 수요는 요금에 따라 대체관계가 성립할 가능성이 높다. 이런 차원에서 도시의 규모나 특성에 따라 개별 수요 대응형 교통 서비스를 어떻게 통합(integration)할지에 대한 연구도 요구된다.

③ 수요 대응형 교통서비스 활성화 방안

□ 사회적 편익 추정 및 홍보

세계교통포럼(International Transport Forum)⁶³⁾의 연구에 따르면 수요대응형 교통 서비스가 도시의 모습에 큰 변화를 가져올 것으로 보인다. 포르투갈 리스본을 사례로 한 시나리오 분석 연구에서 공유차량이 지하철 등의 고속 대중교통과 함께 운영된다면 현재 운행되는 승용차대수의 10분 1 수준으로 같은 통행량을 처리할 수 있는 것으로 나타났다. 이렇게 되면 노상주차 공간도 도시에서 거의 필요가 없어진다. 이 연구에서는 210개에 달하는 축구장 면적이 사라지고 건물내 주차장도 80%나 불필요하게 된다. 이는 가로의 공공공간을 차보다 사람들이 어울려 얘기하거나 휴식하는 공간 혹은 상업이나 문화 공간으로 바꿀 수 있을 여지가 높음을 의미한다.

수요대응형 교통서비스의 확산은 우리나라 도시에도 상당한 변화를 초래할 수 있다. 이런 측면에서 서울 등 주요도시를 대상으로 미래형 수요대응형 교통서비스가 도시환경이나 운영에 어떤 긍정적 효과를 가져올 지 정량적, 과학적 연구가 요구된다.

63) ITF/OECD, 「Urban Mobility System Upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic」, 『International Transport Forum Policy Papers』 N° 6, 2015.

□ 틈새시장 개발

우리나라의 높은 스마트폰 보급률과 빠른 정보통신기술의 발전은 앱기반의 수요대응형 교통서비스에 대한 사회적 요구를 키울 것으로 전망된다. 하지만 Uber 사례에서 보듯 기존사업과 중복인 많은 서비스는 시행되기 어렵다. 이런 측면에서 기존 사업과 중복이 크지 않고 아직 우리나라에 정착되지 않은 수요대응형 교통서비스에 대한 관심이 필요하다.

우선 MaaS에 대한 국내 도입방안 연구가 시급하다. 앞서 언급한데로 MaaS는 기존의 대중교통과 새롭게 부상하는 첨단 수요대응형 교통서비스를 연계하여 과거와 차별화되는 통합교통서비스를 제공한다. 서로 연계되기 때문에 기존 사업자와의 마찰도 적을 것으로 보인다. 마찰이 작은 이런 사업부터 우선 추진할 필요가 있다.

프랑스의 BlaBlaCar처럼 도시간 장거리 통행시 이용할 수 있는 카풀 서비스도 아직 국내에 소개되지 않았다. 이 또한 시외버스 혹은 고속버스 사업자와 마찰이 있을 수 있으나 승용차는 전용차로를 이용하지 못하는 등 서비스 면에서 차이가 나기 때문에 앞으로 사업화 가능성이 적지 않아 보인다.

Getaround나 GoMore처럼 P2P 차량공유서비스 역시 사업 가능성이 있어 보인다. 이미 차량공유 서비스는 시장성이 입증되었고 기존 사업자와의 마찰도 적기 때문에 앞으로 발전 가능성이 있을 것으로 보인다.

□ 기존 서비스 다각화

수요대응형 교통서비스는 국내외적으로 아직 출현한 서비스만 있는 것은 아니다. 통행 목적, 시간, 장소, 노선, 통행자 특성 등의 요소를 그룹핑하면 맞춤형 서비스를 다양하게 만들어낼 수 있을 것이다. 가령 우리나라에서 선도적으로 추진하고 있는 e버스 서비스는 이미 기업내 통근버스 역할도 하지만 축구, 야구와 같은 대형운동경기 관람을 위한 버스, 공항까지 가는 버스, KTX역까지 가는 버스, 전국단위의 유명한 축제에 가는 버스 등 다양한 서비스 창출이 가능할 것으로 보인다.

M버스와 같은 간선급행광역버스는 이용 노선을 탄력적으로 바꾸는 방안도 검토될 수 있다. 가령 특정 간선도로가 막히면 다른 간선도로로 우회하는 방안이 보다 적극적으로 공유될 필요가 있다⁶⁴⁾. 혹은 입석 가능성이 높은 정류장부터 새로운 버스가 수요에 따라 추가로 배치될 수 있는 방안도 버스의 서비스 수준을 높이는데 효과가 클 것으로 보인다.

□ 협동조합식 운영 활성화

64) 이런 차원에서는 도시부 고속도로에서 버스전용차로 확대가 필요하다.

수요대응형 교통서비스는 속성상 플랫폼 사업자가 정보를 수집관리하고 다수의 사업자가 참여하는 공유경제 형식을 많이 따른다. 특히 플랫폼 사업자는 실질적으로 독점적 위치에 있기 때문에 적정 이윤 수준을 높게 책정할 가능성이 크다. 하지만 플랫폼 사업이 협동조합형식으로 운영된다면 적정선에서 이윤이 분배될 수 있다. 실제 서비스를 제공하는 운전자가 플랫폼 사업의 주주가 되기 때문이다. 앞으로 다수의 참여자가 있는 플랫폼 비즈니스의 경우는 협동조합 형식의 운영 요구가 높아질 것으로 보인다.

2) 기술적 측면

수요기반의 교통체계에서는 교통현황 및 교통수요에 대한 실시간 정보수집 및 가공, 분석 및 배포체계가 효율적으로 구축되어야 한다. 이러한 교통체계 플랫폼이 상시운영되기 위해서는 센서네트워크, 통합관제센터 등 막대한 규모의 조직 및 시설의 운영이 요구된다. 본 절에서는 이러한 조직과 운영을 위해 요구되는 소규모 지원시설 및 중앙집중형 관리운영 시설의 소요에 대해 검토하고, 개별 유형에 요구되는 물리적 조건을 검토, 제시하고자 한다.

□ 수요대응형 교통체계에 대비한 도시계획

역사적으로 도시의 핵심 교통수단이 도시의 모습을 크게 변화시켰다. 도보가 중심이던 19세기 이전의 도시들은 철도가 도입되면서 반경 10km를 넘는 도시가 되었고 20세기에 자동차가 도시에서 중요한 교통수단이 되면서 도시의 반경은 30km를 넘어 크게 광역화되었다. 앞으로 수요대응형 교통체계가 도시의 중심 교통수단으로 자리 잡게 된다면 도시의 모습이 다시 크게 변할 것이다. 이에 대한 전망과 대응이 요구된다.

가령 차량공유제도가 늘어나면서 공용 주차장에 대한 요구는 한층 높아질 것으로 보인다. 아파트 등 공동주택이라 하더라도 Car2go, 쏘카, 그린카와 같이 회사가 차량을 제공하는 경우 민간사업자가 공동주차장의 일부를 배타적으로 사용할 수 있어야 공유차량 활용이 용이하다. 이런 차원에서 아파트 입주자대표회의 등에서 차량공유제도 운영을 위한 주차장 운영방안에 대한 고려가 필요하다. 이런 문제는 기존 단독주택지구에서 더 크다. 워낙 주차공간이 부족해 민간 사업자를 위한 주차공간을 별도로 만들기 어렵기 때문이다. 단독주택지구는 도시개발단계나 도시재생사업에서 공유 주차장 설치를 권장하는 조치가 필요하다. 이런 식의 조치는 상가건물이나 오피스 빌딩에서도 요구된다.

한편 공유 자전거가 활성화된다면 도로에서 공유 자전거 주류장에 대한 요구가 커질 수 있다. 혹은 최근 다양한 형식으로 개발되는 개인이동수단(personal mobility)이

first-mile과 last-mile을 위한 공유 교통수단으로 이용된다면 이들을 위한 보관장소가 도시계획차원에서 마련될 필요도 있다. 또한 자전거 전용도로의 확충은 자전거뿐만 아니라 개인이동수단의 보급 확산에도 효과가 클 것이다.

마지막으로 도시부 가로에서 노상 주차면을 줄이면 남는 공간을 어떻게 합리적으로 활용하는 것이 좋은지에 대한 연구와 가이드가 필요하다. 주변 토지이용특성에 따라 공원 등 공공공간으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

제6장 결론: 건축도시공간의 대응방안

- 1. 건축도시공간의 변화양상
 - 2. 정책적 함의
-

1. 건축도시공간의 변화양상

차세대 교통기술의 도입과 발전으로 인한 변화는 필연적인 것으로 보아야 할 것이다. 지금까지의 도시공간의 혁명적인 변화와 발전은 이동수단의 변화와 밀접한 관련을 가지고 일어났다. 그러한 사례는 산업혁명 이후 증기기관이나 내연기관의 도입으로 인해 찾아볼 수 있으며, 비행기나 헬리콥터의 도입, 초고속철도의 도입 등으로 인해 지역적인 변화와, 도시공간 자체의 변화가 지속적으로 이루어져왔다. 본 연구에서 살펴본 다양한 변화양상에 대한 검토결과를 정리하면 다음과 같다.

개인이동수단, 수요기반 교통체계, 자율주행자동차 등 각각의 로드맵의 경우, 그 도입시점과 방식에 따라 공간적 함의가 크게 달라진다. 하지만 실제로 적용되는 건축도시공간은 일정한 영역을 갖고 있음을 고려할 때, 상호 상충되거나 보완될 수 있는 가능성이 있다. 따라서 본 절에서는 교통기술별로 추정된 로드맵들이 일정한 영역에서 적용될 경우 발생할 수 있는 영향력을 교차분석을 통해 밝히고, 그 결과를 바탕으로 종합적인 차세대 교통기술 로드맵을 제시하고자 한다. 종합적인 관점에서 정리된 로드맵은 정확한 예측 결과라기 보다는 가능한 시나리오로 볼 수 있으며, 다양한 요인에 따라 변동될 수 있다는 점을 고려하여 여러 대안적 상황을 고려하고자 한다.

① 차세대 교통기술 도입에 따른 생활의 변화

자율주행 자동차가 일상적으로 도로를 돌아다닌다면 거대한 변화가 일어날 것이다. 먼저 자동차 공유문화가 확산되고 택시와 배달 서비스는 무인으로 전환되는 등 자율주행 자동차 도입에 따라 일상생활 깊숙이 변화를 일으킬 것으로 판단된다. 또한 교통약자는 이전보다 교통안전 측면에서 더욱 안정적인 삶을 누릴 수 있다. 자율주행자동차 도입으로 자동차 공유 문화가 확산된다면 주차시설도 줄어들 것이다. 더불어 자율주행 자동차

는 교통사고를 예방하고 교통의 자·정체 현상도 줄일 수 있을 뿐만 아니라 여러 가지 안전상 편의상 생활의 혜택이 있을 것으로 기대된다. 지금까지 많은 사람들은 자동차를 비싼값에 구입하여 주로 집과 회사에 주차해두고 있다. 또한 동시다발적으로 이동하고 주차되는 출퇴근 시간대에 차량이동이 집중되는 현상을 보이기도 한다. 하지만 자율주행 자동차가 등장하면 모든 게 달라질 것이다. 우리가 원하는 시간과 장소에서 자율주행 자동차가 우리를 승하차해줄 수 있어, 사람들은 굳이 자동차의 소유가 무의미해질 수 있다. 자동차를 소유하지 않는다면 주차장도, 정비소도, 보험도 필요 없어질지 모른다.

향후 자율주행 자동차의 기술이 도시에 큰 변화를 일으킬 것이다. 그러나 모든 기술이 그렇듯 자율주행 자동차도 예기치 못한 문제점이 존재할 수 있다. 미래에는 운전이 더 이상 직업으로서 가치가 없어지며, 차량 공유에 따른 사생활 침해 등 보안에 관련된 문제가 생길 수 있다. 또 자율주행 자동차의 공유보다는 구매가 선호되고 그 수가 폭발적으로 증가한다면, 앞서 언급하였던 자율주행 자동차 도입으로 해결되리라 기대되는 교통 및 환경에 대한 문제들이 오히려 악화될 수도 있다. 그러나 자율주행 자동차에 제공하는 장점이 너무나 크기 때문에 자율주행 자동차 기술이 보급되는 것은 시간문제일 뿐이다.

현재 자동차의 기술과 IT기술의 발달로 자동차는 점점 더 스마트해지고 있다. 그 중에서도 '커넥티드 카'는 이 두 가지 기술을 융합해 보다 진화된 형태로 발전될 전망이다. 커넥티드 카, 자율주행 자동차 등이 도입되면 차량의 주행방식이 달라져 도로체계 역시 큰 변화의 국면을 맞고 있다.

커넥티드 카(Connected Car)

자동차와 IT 기술을 융합하여 인터넷 접속이 가능한 자동차. 커넥티드 카는 다른 차량이나 교통 및 통신기반 시설(infrastructure)과 무선으로 연결하여 위험 경고, 실시간 내비게이션, 원격 차량 제어 및 관리 서비스뿐만 아니라 전자우편(e-mail), 멀티미디어 스트리밍, 누리 소통망 서비스(SNS)까지 제공한다. 향후에는 자율주행이나 자동차의 자동충전, 그리고 운전자의 건강 상태나 혈중 알코올 농도를 파악하여 운전 가능 여부를 점검하는 서비스를 추가하는 방향으로 진화될 전망이다.

출처 : IT용어사전(<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2751853&cid=42346&categoryId=42346>, 검색일자 : 2017년 8월 29일)

□ 자율주행자동차 도입에 따른 생활의 변화

자율주행 자동차는 2007년 다르파 어번 챌린지⁶⁵⁾에서 완주한 여섯 팀으로부터 그 역사가 시작되었다. 그 이후 구글은 지난 2009년부터 실험을 진행하면서 기술력을 다듬어왔다. 네바다주에서의 제한적이지만 자율주행 허가를 받은 공식적 실험(2012년), 공공도로(캘리포니아)에서의 주행실험(2013년) 등을 통해 지금까지 수십만 킬로미터를 주행하면서 자율주행 자동차의 주행 가능성과 안전성을 입증하고 있다. 최근에는 자율주행

65) LA 교외 구공군기지에 건립된 가상 시가지를 달리는 대회(DARPA Urban Challenge)

자동차가 교통안전과 교통 효율성 증진뿐만 아니라, 차량의 연료를 절감하는 등의 친환경 경성, 운전자의 이동편의성 증진 측면에서도 그 효과를 입증하고 있어 미래의 개인 교통 수단으로서 각광받고 있다.

교통사고와 관련하여서는 자율주행 자동차는 미래도시에 사회 순기능을 할 것으로 보인다. 자율주행 자동차와 관련된 연구는 오래전부터 추진되었지만 그 적용 가능성이 낮을 것이라는 예측도 있었다. 하지만 구글의 자율주행 자동차 실험이 성공적인 행보를 이어가면서 본격적인 양산이 기대되고 있는 실정이다. 최근에는 구글 외에도 여러 IT기업 및 자동차제조업체에서도 기술 개발 및 확보에 주력하고 있으며, 2020년경에는 다양한 모델들이 출시될 것으로 전망된다. 자율주행 자동차 기술이 현실화 되면서 그에 따른 법제도적 개정 또한 활발히 논의되고 있다. 현재 미국의 네바다주, 캘리포니아주 등 많은 지역에서 관련 법안이 통과되었으며, 자율주행 자동차의 보급이 확대되면 분명히 사회는 다양하게 변화할 것이다. '맥킨지 보고서⁶⁶⁾'에 따르면, 자율주행 자동차 도입에 따라 교통사고가 현재보다 약 90% 감소할 것으로 전망하고 있으며, 이에 따른 피해액은 1,800~1,900억 달러 감소될 것으로 추정된다.

자율주행자동차가 보급확산된 시대가 본격적으로 펼쳐진다면 차량을 소유하는 것이 의미가 없을 수도 있다. 오직 차량은 이동수단으로서의 가치가 부각되고 교통정체와 운전상의 노동으로부터 자유로워진다면 우리의 삶 크게 변화될 것이다. 참고로 미국에서는 1년 중 교통정체로 허비하는 시간이 36시간이며, 자동차에서 보내는 시간은 매일 30분~1시간에 달한다고 한다. 그렇다면 완전한 자율주행 자동차 운전이 눈앞에 도래하게 되었을 때 자율주행차안에서도 다양한 일상생활이 일어날 것을 예상할 수 있는 것이다.

□ 이동시간의 활용

자율주행 자동차 내에서 운전이 신경을 쓰지 않는다면 사람들은 무엇을 하고 싶어 할까? 국내의 한 설문조사에 따르면 '수면'이라고 응답한 사람이 가장 많았다. 이와 관련하여 지난 대한교통학회 제77회 학술발표회에서 '직장 및 교통특성이 수면시간에 미치는 요인 분석' 라는 주제발표에서 아주 중요한 사실이 언급되었다.

직장인의 스트레스 가운데 만성피로에 의한 비중이 높아지고 있다고 한다. 만성피로는 업무과다 및 수면시간과 상관성이 높게 나타났고 OECD 주요국과 비교해 볼 때 직장인 평균 통근시간은 평균(편도) 58분이며(OECD 평균 23분), 노동시간은 2,113시간/년으로 두 번째로 높았다. 직장인 적정 수면시간은 7~8시간이나 우리나라 직장인은 실제 수면시간은 6.1시간으로 분석되었다. 이처럼 수면시간의 부족으로 직장인에게는 많은 문

66) McKinsey&Company(2016). 「Automotive revolution: perspective towards 2030」, McKinsey&Company.

제를 떠안게 하고 있는 것이다. 여기서 중요한 것은 수면시간은 개인 삶의 질에도 영향을 미치고 있는 만큼 수면시간이 길수록 삶의 만족도가 높아진다고 강조하였다⁶⁷⁾.

결론적으로 자율주행 자동차는 가고자 하는 목적지만 지정하면 승차자를 알아서 안전하게 바래다 준다. 스스로 움직이는 자동차 안에서는 그저 운전자는 눈과 손발이 자유로워지는 만큼 직장인에게는 수면시간과 휴식시간을 보장해주는 미래의 선택이 될 수 있다. 그렇다면 먼 훗날 직장인은 출근중에 자율주행 자동차 안에서 하루 업무계획을 세우고 부족한 수면을 채울 수 있을 것으로 보인다.

□ 정확한 이동시간

자율주행 자동차의 시대란 도로위의 모든 차가 운전대가 없고 인공지능이 운전하는 시대이다. 자율주행 자동차를 집 앞으로 부른다. 자율주행 자동차는 쉽게 말해 인공지능 로봇이 운전하는 콜택시이다. 현재시간은 오전 8시, 자율주행 자동차에 탑승하니, 도착 예정시간이 9시로 뜬다. 8시 59분에서 9시 1분사이 도착할 확률이 교통공학 확률이론 프아송 분포에 따라 99%라고 알려준다. 자율주행 자동차의 시대에는 교통사고가 제로이다. 도로상태, 날씨, 행사 등 모든 변수는 빅데이터를 통해 시뮬레이션 되어서 도착 예정시간에 반영된다. 도로위의 모든 자율주행 자동차들이 상호통신으로 경로를 자동 최적화해서 교통정체를 최소화한다. 사실 우리가 지하철을 선호하는 이유는 정시성 때문이다. 하지만 자율주행 자동차의 시대에 들어서면 자율주행 자동차는 지하철보다 정시성이 더 좋을 수 있다. 현재 버스의 BIS와 같은 시스템으로 차량정보의 원활한 연계 및 제공이 가능하고 교환의 효율성을 증진시킬 수 있으며 ITS 표준의 안정화 및 발전이 기대된다.

□ 교통체증 및 교통사고 감소

2011년부터 2015년 까지 명절 연휴에 발생한 교통사고 건수는 하루 평균 384건이다. 전체 일일 평균 사고 건수보다는 감소하지만, 교통사고 100건 당 사상자는 23%로 더 많이 증가한 것으로 집계된다. 그 이유는 연휴 기간에는 가족 단위의 이동이 많이 때문에 그에 따른 사상자가 늘어나기 때문이다.

대부분의 교통사고는 전방주시태만과 같은 운전자의 부주의로 발생한다. 특히 과속, 졸음운전 보다 높은 수치를 보이는 원인은 전방주시태만이다. 이는 운전 중 DMB, 스마트폰 사용 등과 연관이 깊다. 운전 중 DMB 시청을 할 경우 전방 주시율이 58%까지 낮아지

67) 장재민, 조종석, 박상준(2016). 「직장 및 교통특성이 수면시간에 미치는 요인분석」, 대한교통학회 추계학술발표대회, p.46.

며 이는 약 소주 1병을 마셨을 때(혈중 알코올 농도 0.1%) 보다 전방을 주시하는 능력과 위험예측 능력이 떨어지게 된다. 또한 정상 주행 시 보다 장애물을 회피하는 시간도 저하되어 사고의 위험률이 높아지게 된다. 스마트폰이 보급된 2011년부터 과속, 졸음운전을 제치고 사고 원인 1위를 차지하고 있는 전방 주시태만이 가장 심각한 문제이다. 사실 연휴 기간이 아니더라도 운전 중 집중력을 빼앗기는 기기 사용은 절대 금물이다. 때로는 연휴 기간에 극심한 교통 체증을 피하려고 심야 운전을 감행하는 경우가 많다. 그러나 졸음운전 교통사고는 오히려 전방 시야 확보가 어려운 심야 시간에 많이 발생한다. 최근 잇따른 대형 교통사고의 원인 또한 졸음운전이었는데 졸음운전이 위험한 것은 전방 주시율과 반응 속도가 현저히 떨어져 차로 이탈은 물론 차량 충돌 직전까지 상황을 인지하지 못하는 경우가 대부분이기 때문이다. 교통 상황을 인지하고 급제동 하더라도 상당히 빠른 속도로 충돌하기 때문에 일반 사고보다 치사율이 높아진다. 시속 100km/h로 달리던 운전자가 1초만 깜빡만 하더라도 약 28m를 진행하게 되는데 4~5초만 졸더라도 약 100m를 넘게 이동하게 된다.

명절 연휴기간의 주행 특성 상, 대부분 가족이 동승하기 때문에 졸음운전은 반드시 피해야 한다. 또한, 2차 및 3차 사고로 이어질 수 있는 가능성이 매우 커서 졸음이 온다면 반드시 쉬어 가는 것이 바람직하다. 하지만 미래의 자율주행 자동차가 등장하면 이러한 걱정은 할 필요가 없다. 고속도로의 졸음쉼터는 대부분 철거해야 할지 모른다. 어쩌면 새로운 공간으로 재활용해야만 할 것이다.

② 차세대 교통기술 도입에 따른 건축도시공간의 변화

□ 도시인구 고령화 및 도시구조의 변화

미래 인구구조에 큰 영향을 미치는 사회 현상으로는 인구의 고령화 현상과 도시인구집중 현상을 들 수 있다. 2010년 기준으로 전체 인구의 49%가 수도권에 거주하고 있으며, 이러한 수도권 인구 집중현상은 더 확대될 것으로 전망된다. 또한 도시화 지속에 따라 2050년 전 세계 미래도시 이동수요는 약 67조 km로 2010년 26조 km대비 1.6배 증가할 것으로 전망되며 국내는 도로교통사고로 인한 인명피해는 OECD 평균보다 2.6배가량 높은 수준이다⁶⁸⁾. 교통량 및 교통사고 증가에 따른 사회적 비용을 감소시킬 수 있는 안전대책 마련이 필요하며 이에 대한 요구는 지속적으로 증가될 전망이다.

도시화가 진행됨에 따라 도시 내 인구가 증가되면 도시 내와 도시간 이동의 효율화를 위해, 근거리 이동을 위한 개인용 이동수단, 도시 내 효율적 이동을 위한 자율주행 자동차, 도시 간 장거리 이동을 위한 고속이동수단 등 새로운 교통수단이 등장할 것으로 보인다. 또한 이러한 교통수단들은 서로 연계되어 거리와 상관없이 이동 편의성이 증진되는 방향으로 개발될 것이다.

□ 주거지, 도심외곽으로의 확대

대도시의 외곽지역이 자율주행 자동차 도입에 따른 혜택을 가장 크게 받는 지역일 것으로 보인다. 자율주행 자동차가 도입되어 직장 및 학교와 주거지와의 거리가 늘어나도 교통체증 걱정 없이 이동에 걸리는 시간을 유용하게 쓸 수 있게 된다면 도시외곽으로 이주하는 사람들이 늘어날 수 있다. 즉 도심의 인구 과밀현상이 사라지게 되며 도시 외곽의 전원적 생활 가치가 높게 평가될 수 있다. 자율주행자동차 승차자를 위한 새로운 경제 교통수단으로서의 자율주행자동차가 가지는 편의성으로 인해, 광역교통체계를 이용하는 근본적인 행태의 변화도 가능할 것으로 보이는데, 실제로 자율주행자동차 내에서 새롭게 발생할 것으로 예상되는 구매력을 “승차경제(Passenger Economy)”라고도 불리우며, 자율주행자동차 이용자를 대상으로 하는 다양한 서비스나 재화를 기반으로 하는 새로운 경제활동이 마련될 것이라는 예상이 제시되고 있다.

68) 유정복 외 4인(2014).「국가 도로교통 정책 구상 및 실행방안」, 한국교통연구원.



[그림 6-1] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(자율주행차) (출처: 저자)

(설명 : 대부분의 자율주행차량은 전용차선을 기반으로 운영될 것으로 예상되고 있는데, 기존의 대중교통전용차선과 유사하게 자율주행차량 전용차선의 도입과 함께 실용화될 것으로 예상되고 있다. 이러한 전용차선의 경우, 기존의 노선만을 따라 운행하는 경우와 노선의 자유도를 가지는 경우로 나뉘어서 운행될 것으로 보이는데, 노선의 자유도를 가지는 경우에는 자율주행차량 전용도로를 이용하면서, 개별목적지에 접근하는 경우에 이탈하는 방식으로 도로를 이용할 것으로 보인다. 노선의 자유도를 가지는 자율주행차량은 곧 수요대응형 교통체계의 일부분으로 기능하게 되는데, 기존의 버스정류장 등의 가로시설물들이 상대적으로 가로에서 차지하는 비중이 줄어들게 되므로, 가로에서의 승하차 영역이 확보되기는 하지만, 정류장으로서의 개념을 적용한 도시공간의 비중은 크게 줄어들 것으로 예상된다.)

□ 자율주행자동차 전용도로의 확산

실제로 자율주행자동차의 안전성, 안정성을 확보하기 위해서 인간이 운전하는 차량과 함께 도시공간을 이용해야하는 초기의 상당기간 동안은 자율주행 자동차를 위한 별도의 차선이 마련될 것으로 보인다. 이러한 차선은 자율주행자동차보다는 인간이 운전하는 영역을 구분하지만 자율주행차가 확대됨에 따라 점차로 그 구분은 사라질 것으로 보인다.

□ 주차공간의 합리적 대체이용

자율주행 자동차가 도입되고 차량에 대한 소유가 감소하게 되면 기존의 자동차에 의해 점유되던 주차장, 도로 등의 공간을 효율적으로 사용할 수 있게 된다. 특히 마을 이곳저곳 주차장이 있었던 곳은 주민들 품에 고스란히 돌아갈 수 있을 것이다. 이를테면, 도서

관, 놀이터, 공원 등으로 생활의 활력을 가져다주는 새로운 공간으로 탈바꿈 한다는 것이다. 미국에서는 2050년에는 현재 주차공간의 75%만이 필요하다는 전망도 있으며, 이 경우 나머지 25% 공간은 그랜드캐년의 면적과 동일한 57억 평방미터에 달한다고 한다. 기존의 주차공간은 건축물이나 시설로 진입하는 주차진출입구, 또는 건축물내에 위치한 노외주차장면적, 건축물의 1층에 필로티 형태로 설치된 주차장 등으로 구성된 노외 주차장이 있으며, 가로변에 설치된 노상주차장 등이 포함되는데, 이 모든 주차공간이 자율주행자동차의 보급, 확산에 따라 불필요한 주차공간화될 것으로 보이며, 이러한 공간은 주거나, 상업, 공공용도로 활용이 가능할 것으로 보인다.



[그림 6-2] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(주차장) (출처: 저자)

(설명 : 기존의 건축물 1층을 통해 지하층이나 1층후면부, 또는 필로티 공간을 차지하던 노외주차장, 그리고 가로변에 설치되었던 노상주차장은 자율주행차량의 도입으로 인해 주차장으로서의 기능을 상실하게 될으로써, 대체용도로의 활용이 가능해질 것으로 보인다. 건물1층부를 차지했던 필로티 주차장이나 주차장 출입구는 주거나, 상업용도 또는 공공용도로 전환하여 사용할 수 있을 것으로 보이며, 그 면적은 기존도심에서 매우 큰 물량에 달할 것으로 예측되어 기존 공간의 활용성과 매력성을 개선하는 계기가 될 것으로 보인다.)

이러한 변화는 기존의 건축물의 설계나 주차장관련 법령 등의 변화를 가져오는 것은 물론이지만, 기존 도시공간에서 주차로 인해 도시공간의 매력도나 쾌적성, 안전성에 많은 문제를 앓고 있는 상황을 개선할 수 있는 계기가 될 것으로 보인다. 주차장 대체효과는 도시여건에 따라 큰 차이를 보일 것으로 보이지만, 특별한 사유가 없는 한 대부분의 주차장, 특히 도심의 주차장은 전면적으로 사라질 것으로 예상된다.

또한 수요 맞춤형 교통서비스가 확산되면서 도시부 가로에서 노상 주차면수는 더욱 크게 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 이 경우 남은 주차 공간을 어떻게 합리적으로 활용하는 것이 좋은지에 대한 공간적인 대응전략이 필요하다. 노상주차장의 경우에는 특히 주변 토지이용특성에 따라 선형공원 등 공공공간으로 활용되거나, 도로다이어트 등과 연계하여 매력적이고 안전한 장소들을 도시공간 내에 조성하는데 활용될 수 있을 것이다.

□ 새로운 공간 요구

차량공유제도가 늘어나면서 자율주행자동차가 일반화되기 전까지는 집단적인 공용 주차장에 대한 요구는 유지될 것으로 보인다. 아파트 등 공동주택이라 하더라도 Car2go, 쏘카, 그린카와 같이 회사가 차량을 제공하는 경우 민간사업자가 공동주차장의 일부를 배타적으로 사용할 수 있어야 공유차량 활용이 용이하다. 이런 차원에서 아파트 입주자 대표회의 등에서 차량공유제도 운영을 위한 주차장 운영에 대한 동의가 필요하다. 이런 문제는 기존 단독주택지구에서 더 크다. 워낙 주차공간이 부족해 민간 사업자를 위한 주차공간을 별도로 만들기 어렵기 때문이다. 단독주택지구는 도시개발단계나 도시재생사업에서 공유 주차장 설치를 권장하는 조치가 필요하다. 이런 식의 조치는 상가건물이나 오피스 빌딩에서도 요구된다.



[그림 6-3] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(PMV) (출처: 저자)

(설명 : 개인이동수단은 대중교통체계 및 다중이용 자율주행자동차와 개별적인 최종목적지를 연결하는 최종교통수단으로서 활용성이 높으며, 특히 장애인이나 노약자 등에게도 성인과 동일한 이동성을 부여하는 형평성 측면의 서비스가 가능하다는 점을 고려할 때, 통합적인 수용대응형 교통체계(MaaS)의 일환으로 활용도가 높다. 그러나 보행자와 차량 모두와 다른 속도와 물리적 규격 등을 고려할 때 별도의 주행공간, 보관공간이 요구되며 이는 임대형으로 사용할 수 있는 개인이동수단체계로서 활용되기 위한 물리적 요구조건이 된다.)



[그림 6-4] 차세대 교통수단의 도입으로 인한 공간의 변화(종합) (출처: 저자)

한편 공유 자전거가 활성화된다면 도로에서 공유 자전거 주류장에 대한 요구가 커질 수 있다. 혹은 최근 다양한 형식으로 개발되는 개인이동수단(personal mobility)이 first-mile과 last-mile을 위한 공유 교통수단으로 이용된다면 이들을 위한 보관장소가 공공차원에서 마련될 필요도 있다. 또한 자전거 또는 개인이동수단 전용도로의 확충은 자전거뿐만 아니라 개인이동수단의 보급 확산에도 효과가 클 것이다. 현재 확장되고 있는 공공자전거 플랫폼은 공공개인이동수단의 형태로 전환될 것으로 보이며, 자전거의 경우에도 전기자전거화되어 자전거와 개인이동수단간의 차이점이 시간이 감에 따라 적어질 것으로 예상된다.

도시인구의 고령화 및 도시구조의 변화, 주거지의 외곽확장, 주차공간의 합리적 대체이용, 새로운 공간의 요구, 등의 도시공간의 변화는 차세대 교통기술의 적용과정에 따라 곧바로 뒤이어 발생할 것으로 예상되고 있다. 다양한 변화를 두고 있는 상황에서 특히 공공공간의 이용과 관리에 있어 적절한 대비가 요구되는 시점이다.

도시공간은 자생적으로 발생된 것이 아니라, 기존의 질서와 편익, 재산권, 이용권, 통행권 등 다양한 권리와 의무관계, 관리주체 및 소유주체, 이용주체 등이 공공부문 및 사적부문이 복잡하게 뒤얽혀 있는 공간이다. 따라서 이러한 변화가 곧 일어날 것으로 예상되는 영역에 대해서 정책적으로 합리적이고 선제적인 대응이 이루어지지 않는다면 많은 문제점을 양산하게 될 것으로 보인다.

2. 정책적 함의

□ 건축 및 도시공간의 수량적 변화 및 대응

본 연구에서 수행한 차세대 교통기술에 대한 분석은 자율주행자동차, 개인이동수단, 수요대응형 교통수단이 공간에 어떠한 영향을 줄 것인가를 밝히고자 시행되었다.

자율주행자동차의 확산에 대해서는 우리나라의 경우 2025년부터 자율주행자동차의 판매가 시작되어 시장포화는 2050년 정도에 이를 것으로 예상하였다.

개인이동수단의 경우 2030년까지는 24만대에서 100만대 사이의 규모로 확대될 것으로 분석되었는데, 평균적으로 볼 때, 62만대 수준에 다다를 것으로 보이나, 이에 대한 제도적, 시설적 측면의 정비여부에 크게 영향받을 것으로 보았다. 특히 5km 이내 근거리의 차량수단분담률을 개인용 이동수단이 대체할 가능성이 있는데, 2.5km미만의 경우 76%, 2.5~5km의 경우 89%의 수단분담률을 차지할 것으로 예상하였다.

수요대응형 교통수단은 사실 기술적 기반은 이미 상용화의 수준에 와 있으나 법적, 제도적 정비에 크게 좌우될 것으로 보아, 확산시기를 예측하는 것은 어려운 것으로 보았다. 실제로 서구뿐만 아니라 동남아 등에서도 크게 확산, 이용되고 있는 우버 등의 서비스가 국내에 적용되지 못하고 있는 등 기술적인 제약보다 현실적인 제약이 앞서는 것으로 나타나고 있기 때문이다.

본 연구에서 국민 1500인을 대상으로 한 차세대 교통기술에 대한 인식조사결과에 따르면 자율주행자동차에 대해서는 93.7%가 알고 있는 것으로 나타났고, 76.2%는 향후 10년내에 자율주행자동차가 상용화될 것으로 판단하고 있었다. 자율주행자동차의 이용의사는 44.6%에 달하였고 이용하지 않겠다는 의견은 전체의 7.7%에 불과한 것으로 나타났다. 자율주행차에 대한 거부이유는 48.7%가 사고의 위험이 더 높아질 것 같다는 판단이 가장 많았고, 기술수준에 대한 신뢰가 없어서 등이 뒤를 이었다. 비용 측면에서는 현재 자동차 가격 수준이면 이용하겠다는 의견이 30.9%, 1.5배수준 이하까지가 59.4%로 상당한 비용을 지불할 의향이 있는 것으로 나타났다.

개인이동수단의 경우 이용경험이 있는 경우가 20.4%, 이용경험자들의 82.7%가 여가의 목적으로 이용하고 있었으며 이용사유로는 도보이동거리를 줄여주는 점(50%), 비용이 저렴한 점(30.7%)를 들고 있었다. 개인이동수단의 평균이동시간은 38.9분, 평균이동거리는 11.2km에 달하는 것으로 나타나 예상보다 멀리 이동하는 것으로 나타났다.

수요 대응형 이동수단에 대해서는 경험자수가 38.8%로 나타났는데, 이용자는 월 1, 2회 정도 이용하고 있으며, 주로 문화생활(31.8%)과 출퇴근(18.9%)을 위해 이용하였다. 이용 시간은 평균 43.8분이었고 이동거리는 편도평균 20.9km로 나타났다. 수용대응형 이동수단을 통해 대중교통을 대체할 경우 이용의사는 89.7%에 달하는 것으로 나타났고, 지불의사는 버스요금 수준 이내(37.5%), 택시요금 수준 이내(42.1%)수준으로 나타났다.

또한 본 연구에서는 자율주행차의 도입으로 인해 발생하는 주차수요의 변화를 분석하여, 향후 발생하게 될 주차면적의 전환가능성을 고찰하였는데, 로그선형모델을 이용하여 주차수요모형을 구축하고 시나리오별로 주차수요의 변화를 추정하고자 하였다. 그 결과 자율주행자동차의 보급률이 5%가 되면 서울을 기준으로 각동에서 각각 1,000~9,472면이 감소하는 것으로 나타났으며, 각 행정동별로 감소대수를 제시하였다.

개인이동수단을 위한 주행공간의 시범보급을 위해 서울시 역세권 주변에 1개가로씩 확충소요가 발생했다고 가정하고 이에 따른 사업물량을 추정하는 작업을 진행했는데, 개별 역세권의 검토를 통해 선정한 사업구간은 총 468.625km이고 이에 소요되는 총공사비용은 약 2,387억원에 달하는 것으로 산정하였다. 이러한 산정은 역세권주변의 최종목적지에 개인이동수단을 통해 접근성을 확보한다는 가정하에 이루어졌으며, 제시된 사업구간과 소요예산은 실제 각 역세권을 검토한 결과에 기반하여 추정하기는 하였으나 가설적인 것이며, 그 수치는 정책적 결정에 따라 달라질 수 있는 값이다.

□ 건축 및 도시공간의 제도적 변화 및 대응

앞서 추산한 수량적 분석결과는 정책적 대상을 한정하는 예비적 숫자들이라 할 수 있지만 도시공간, 특히 공공공간을 이용, 관리하기 위한 제도적 준비를 선제적으로 이루어지지 않을 경우, 많은 시행착오가 예상된다.

건축과 도시공간의 차원에서 자율주행자동차와 관련해서는 자율주행전용차선의 설치와 운영에 관련한 제도적 준비가 마련되어야 하며, 곧 이어 노외주차장의 설치대수나 물리적 설계기준 등에 대한 변경도 이루어져야 한다. 노상주차장에 대한 규정도 함께 고려되어야 한다. 또한 기존의 가로나 교차로의 설계기준에 대해서도 자율주행차량을 고려한 개선이 이루어질 필요성이 있다.

가로에 대한 설계개선은 자율주행차량 이외에 개인이동수단과도 긴밀한 관련성을 가지게 되는데, 특히 개인이동수단은 공공자전거 시스템과 유사한 체계를 갖추어 나갈 것으로 예상된다. 따라서 개인이동수단을 위한 주행공간, 보관공간이 체계적으로 마련되어야 하며, 이를 위해서는 기존의 가로공간의 계획의 크게 변경될 필요성이 있는 것이다. 가로의 선형과, 폭원, 가로의 공간구조 등에 대한 계획과 설계기준이 변경되어야 할 것으로 보인다.

수요대응형 교통체계는 눈에 띄는 변화는 상대적으로 적을 수 있으나 근원적인 변화는 정류장의 역할이 환승이 주로 일어나는 지점으로 성격이 변화될 것으로 보이며, 이 경우 교통수단의 변경을 위한 시설이 보완될 필요성이 있다. 또한 환승위주의 정류장은 기존의 정류장 등에 비해 공간적이 중심성이 상대적으로 작아질 것으로 보이므로, 기존 가로의 중심지가 가지던 보행자의 밀도, 입지의 중심성 등의 의미가 감소할 것으로 예상된다. 이러한 변화는 정류장의 위치나, 간격, 시설물 등의 변화, 보완이 필요한 측면이 있다는 점을 넘어서서 기존 도심의 공간구조가 근원적으로 변화될 수 있다는 것을 의미한다.

□ 후속연구과제

교통기술의 비약적인 발전은 건축과 도시공간의 이용에 대한 여건을 이전과는 다르게 변화시킬 것으로 예상되며, 그 가운데 공간에 대한 특성, 건축적 환경에 대한 고려가 사전에 이루어질 필요성이 있으며, 교통수단이나 교통체계의 도입과정에 있어 그러한 요소들이 충분히 고려되고, 정합성을 가질 수 있도록 공간계획이나, 공간관련 규제에 있어 사전적인 조사, 연구를 수행함으로써, 건축정책 및 도시정책의 근미래에의 대응력을 제고하는 것이 요구된다. 교통수단, 교통체계의 변화와 토지이용, 가로공간, 건축환경은 밀접한 연계를 지니고 있으며, 그러한 연계를 정책적으로 어떻게 다루어야 하며, 어떠한 기준으로 개선하고 규제해야 하는가에 대한 총체적인 시각을 본 연구에서 보여주고자 하였다.

그럼에도 불구하고 교통기술이라는 분야로 인한 건축, 도시공간에 대한 구체적인 함의를 이끌어내는 것은 많은 어려움이 있었으며, 구체적인 사안에 대한 기술적인 이해에 많은 시간이 소요되었다. 따라서 추후 연구를 통해 구체적인 개선방안을 모색할 필요성이 있는데, 특히 미래도시를 위한 가로설계의 개선방안을 분석, 검토하는 연구가 필요하며, 다른 한편으로는 통합적인 미래교통체계에 대한 구상과 제안이 구체적으로 이루어질 필요성이 있다. 교통기술의 발전으로 인해서 일정한 공간의 변화가 발생할 것은 필연적인 상황임에도 불구하고, 차세대 교통기술이 교통체계로 어떻게 조정, 수렴, 통합될 것인지에 대해서는 아무도 명확한 상을 제시하지 못하고 있는 것이 현실이다. 따라서 현단계의 기술력과 개발방향을 바탕으로 우리나라에서 실제로 적용가능한 미래교통체계의 방향과 구상을 명확화하는 것이 시급하다. 그러한 대안적 교통체계에 대한 구상이 이루어지지 않은 상태에서 건축, 도시공간의 변화에 대한 구상은 피상적인 수준을 벗어나기 어려운 한계가 있다. 실제로 다양한 기술적 방안을 통합적으로 수용하는 미래교통체계에 대한 구상이 이루어진다면, 그에 호응할 수 있는 공간적 대응방안이 구체적으로 가능할 것이며, 이 시점에서 예측하고, 추정하고 있는 미래도시공간의 잠재력이 현실속에 구현될 수 있을 것이다.

- 경찰청(2016), 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정 방안 연구」.
- 경향비즈(2017.05.25.), “100원 택시 전국 달릴까”
- 고형주(2017), 「PMD 이동환경에 관한 연구」, 서울시립대학교 석사학위논문.
- 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원(2015), 「스마트 자율협력주행 도로시스템 개발 기획보고서」.
- 국토교통부(2016), “자동차등록현황보고(국토교통부 교통물류실 자동차운영보험과)”, 내부자료.
- 국토교통부 보도자료(2016.09.27.), “정밀도로지도, 자율주행차 상용화 앞당긴다”.
- 국토교통부 보도자료(2017.11.20.), “자율주행차와 도로가 만난다면? ‘자율협력주행’! 20일 여주시험도로서 국내 최초 자율차-도로 연계기술 시연”
- 국토교통부 보도자료(2017.11.22.), “자율주행차 전담조직 발족...‘속도감 있는 정책 기대”
- 국회뉴스(2017.04.16.), “국내 차업체 작년 내수 매출 40조원 첫 돌파”.
- 김사리(2017), “스마트모빌리티 소개 및 연구동향”, KOTI Brief, Vol. 1(3), 한국교통연구원
- 김신근, 조재희 (2013), 지방자치단체의 빅데이터 도입을 위한 제언, 한국지역정보학회지, 16(3), 13-41.
- 도로교통공단(2015), 「교통수단의 구분 및 관리에 대한 도로교통법령 개정방안 연구」.
- 도로교통공단(2016.2.19.), “2014년 도로교통사고로 인한 사회적 비용 26조 5천억원 발생!”, 도로교통공단 브리핑.
- 도로교통공단(2016), 「새로운 교통수단 이용에 대한 안전대책 연구」.
- 로봇신문사, (2015.3.), [월간로봇] 자율주행차의 역사, 월간로봇,
- Retrieved from
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=4621>.
- 문영준(2015), “자율주행과 교통정보”, 제2회 교통정보 대토론회
- 명묘희, 송수연 외(2016), 「새로운 교통수단 이용에 대한 안전대책 연구」, 도로교통공단.
- 미래창조과학부 제2차 과학기술전략회의(2016.08.10.), “대한민국 미래 책임질 9대 국가전략 프로젝트 선정”.
- 박병선 (2014), 글로벌 SNS 이용 현황과 시사점, 정보통신방송정책, 26(2), pp. 22-34.
- 박상우, 장수은, 김혜자 (2008), 「수요대응형 교통체계 평가모형 구축」, 한국교통연구원.
- 배동민, 박현수, 오기환 (2013), 빅데이터 동향 및 정책 시사점, 방송통신정책, 25(10), pp. 37-74.

백남철 (2017), “스마트시티 인프라 건설 전략”, 『월간교통』, 통권 228호, pp.13-20

빈미영, 김영돈 (2017), “자율주행차 도입과 교통이용환경 변화 전망”, 『이슈&진단』, 통권 300호.

빈미영, 김정훈, 김재환, 김민준 (2016), 「교통체계관점의 자율주행차 운행지원과 제도 개선 연구」, 경기연구원.

산업부(2014), 「자율주행자동차 산업생태계 활성화를 위한 국가차원의 통합자원 활용방안」.

산업통상자원부, 미래창조과학부, 국토교통부, 경찰청(2016), 「자율주행 산업융합 혁신사업」.

서영희(2017), “자율주행자동차 시장 및 정책 동향”, 『월간SW중심사회』, 6월호.

서울연구원(2016), 「진화하는 교통」.

서울특별시(2010), 「토지이용 합리화를 위한 역세권 기능정립 방안 연구」.

세계일보(2015.02.16.), “2020년 베이비부머도 노인… 고령화 시계 가속도”.

유동훈, 강경표(2016), “자율주행기술동향 - 기술수준 구분(SAE, NHTSA, VDA, BAsT)”, 『월간 교통』, 통권 제218호.

유시복(2015), “Special Report - 자율주행자동차상용화와 ISO 국제표준의추진현황”, 『한국정보통신기술협회』, 통권 160호, pp.20-25.

유정복 외 4인(2014). 「국가 도로교통 정책 구상 및 실행방안」, 한국교통연구원.

이백진, 김광호, 박종일(2016), 「첨단인프라 기술발전과 국토교통분야의 과제-자율주행 자동차를 중심으로」, 국토연구원.

이서구(2015), “빅데이터 분석에 관한 마케팅적 접근”, 『대한경영학회지』, 28(1), pp.21-35.

이원규(2013), “빅 데이터(Big Data)를 활용한 스마트 도시관리”, 『BDI 정책포커스』, v.190, 1-12

이재관(2015), “자율주행자동차 동향과 전망”, 『융합 Weekly TIP』, v.4, 융합연구정책센터.

이재용, 김성수, 김은란, 박종순, 이미영, 이성원 (2016), 「스마트도시 성숙도 및 잠재력 진단 모형 개발과 적용방안 연구」, 국토연구원.

이재용, 김성수, 왕광익, 이범현, 박종순, 이성원, 유희연 (2016), 「한국형 스마트시티 해외진출 전략수립 및 네트워크 구축」, 국토연구원.

이지연, 이승환, 박유경, 김영일(2015), “자율협력주행(Level 2)을 위한 LDM(Local Dynamic Map) 요구사항 정의”, 『한국ITS학회 추계학술대회』.

이진국 외 2인(2016), 「자율주행자동차 상용화 대비 도로교통법 개정방안 연구」, 경찰청 교통국 교통기획과.

이형범(2016), “일본의 자율주행자동차 관련 법적 허용성과 민사·행정·형사책임 연구동향”, 『월간 교통』, 통권 215호.

인천북지방송(2014.02.17.), “인천시, 첨단교통관리시스템(ATMS) 확충”.

임현섭(2016), 「자율주행자동차 도입에 의한 교통계획부문 영향」, 국토연구원.

자동차산업협회(2016), 「자동차통계월보」, 무역협회 통계.

장재민, 조종석, 박상준(2016). 「직장 및 교통특성이 수면시간에 미치는 요인분석」, 대한교통학회 추계학술발표대회.

지우석(2016). “새로운 개인이동교통수단 시대는 이미 시작, 제도적 대응은 미흡”, 『이슈&진단』, 통권 231호.

중앙일보(2017.07.06.). “수동 변속차 장점 많은데... 한국시장선 ‘멸종’ 위기”

중앙일보(2016.03.06.). “주차장이 사라진다”.

중앙시사매거진(2016.04.04.). “규제에 묶인 전기자전거, 자전거 타는데 왜 오토바이 면허?”

- 통계청(2011.05.30.), “2010 인구주택총조사 전수집계 결과 (인구부문)”, 통계청 보도자료.
- 한국교통연구원(2015), 「Electric Bikes Worldwide Report」.
- 한겨레(2016.09.26.). “자동차 스스로 주차장에 차를 세운다면 어떻게 될까”
- 호드 립슨, 멜바 컬만 (박세연 옮김, 2017). 「빅스트 모바일: 자율주행혁명」, 더퀘스트.
- 현대경제연구원 (2012), 「빅데이터의 생성과 새로운 사업기회 창출」.
- 황명화 (2016), 「지역경제 정책지원을 위한 플로우(Flow) 빅데이터 활용방안 연구」, 한국개발연구원.
- 황승호(2016). “미래 자동차와 도시 건축“, 제1차 미래건축포럼 자료집.
- 川本哲郎(2016), “자율주행자동차 사용화에 따른 법적 제문제”, 2016년도 한일 추계 국제학술대회.
- 日本能率協會總合研究所(2016), 「自動走行の制度的課題等に關する調査研究報告書」.
- Archer, J. et. al.(2008).“The Impact of lowered speed limits in urban and metropolitan areas”, Monash University
- Abuelsamid, S., Alexander, D., & Jerram, L. (2017). 「Navignat Research Leaderboard Report: Automated Driving Systems」, Navigant Consulting Inc.
- Autonomous Vehicles, Navigant Research(2013), Strategic Analysis of the European and North American Market for Automated Driving.
- Frost & Sullivan analysis(2012), Megatrends Industry Think Tank 2: Future of Urban Mobility.
- Daniel J.Fagnant, Kara M.Kockelman, Parteek Bansal (2015), “Operation of a shared autonomous vehicle fleet for the austin, texas market”, Transportation Research Record, 2536, pp.98-106.
- EPoSS(2015).「European roadmap smart systems for automated driving」, EPoSS: European Technology Platform on Smart System Integration
- George.G., M.R.Haas, & A.Pentland(2014), “Big data and management”, Academy of Management Journal, 57(2), pp.321-326.
- IEA(2010), Energy Technology Perspectives: Senarios & Strategies to 2050, IEA Publications.
- ITF/OECD(2015), “Urban Mobility System Upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic”, International Transport Forum Policy Papers , No. 6.
- its-ch, Schwerpunktthema: Entwicklungen in Nachbarländern bieten Potenziale für Synergien, Themenvertiefung: fahrerlose Fahrzeuge, 2015.5.7.
- Kohji T. et al(2016), Experimental examination and simulation analysis of standing-type personal mobility device sharing ,IEEE International Conference.
- Litman, T.(2015). Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning, Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T.(2016). Developing indicators for sustainable and livable transport planning, Victoria Transport Policy Institute.
- Mayer Brown Ltd.(2016), Motorised personal mobility devices: Planning for a growing need 2016. 4. 27
- McKinsey Global Institute (2011), Big data: The Next Frontier forInnovation,

- Competition, and Productivity, Lexington, KY: McKinsey&Company
- McKinsey&Company(2016). Automotice revolution: perspective towards 2030, McKinsey&Company
- Navigant Research (2013), Autonomous Vehicles: Self-Driving Vehicles, Autonomous Parking, and Other Advanced Driver Assistance Systems: Global Market Analysis and Forecasts
- Nayyar.P.R., (1990), "Information asymmetries : a source of competitive advantage for diversified service firms", Strategic Management Journal, 11(7), 513-519.
- PATH(2014), Answering the challenges of regulating automated vehicle testing and development in California, Intelimotion, Vol.19(1).
- Patrick Sisson (2016a), How Driverless Cars Can Reshape Our Cities, Curbed, Retrieved from <https://www.curbed.com/2016/2/25/11114222/how-driverless-cars-can-reshape-our-cities>
- Patrick Sisson (2016b), Why high-tech parking lots for autonomous cars may change urban planning, Curbed, Retrieved from <https://www.curbed.com/2016/8/8/12404658/autonomous-car-future-parking-lot-driverless-urban-planning>.
- Pricewaterhouse Coppers(2016). 「Driving value: 2015 automotive M&A insights」, Pricewaterhouse Coppers.
- Sadik-Khan, J. Solomonow, S.(2017). 「Streetfight: Handbook for an Urban Revolution」, Penguin Publishing.
- Schroeck, M., R. Shockley, J. Smart, D.Romero-Morales, &P. Tufano (2012), Analytics: The Real-world Use of BigData, NY: IBM Institute for Business Value
- Shahroz Tariq, Hyunsoo Choi, CM Wasig, Heemin Park(2016). Controlled Parking for self-driving cars, IEEE International Conference.
- UITP(2011), Becoming a real mobility provider. UITP Position Paper
- Ulrich Andree, et al.(2015), Autonomous driving in the car seat of the future.
- Verdino, G., (2013), "From the crowd to the cloud", Marketing Insights, 35(2), 26-30.
- Wenwen Zhang, Subhrajit Guha (2016), "Parking spaces in the age of shared autonomous vehicles : How much parking will we need and where?", Transportation Research Record, 2651, 09
- 「도로교통공단」, www.koroad.or.kr
- 「Wikipedia」, "Autonomous Car", https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car(2016.08.07.)
- 「국토정보플랫폼」, <http://map.ngii.go.kr/ms/pblict/preciseRoadMap.do#>, (2017.10.22.)

Architectural and Urban Implications of New Transportation Technology

SUMMARY

Oh, Sunghoon
Seong, Eun Young
Lee, Jong Min
Kang, Hyunmi

The transition of transportation system in the city leads to changes in urban space and urban organization. In most of the pre-medieval towns where most of the people walked, the only part of population such as exclusive nobles or soldiers were using the horses as a means of transportation. The boundaries and the spatial structure of the towns were based on the limits of human's walking ability. The land use pattern has been determined based on the physical properties and mobility of the means of transportation.

As the next generation of traffic technology developed, the traffic system in the city has been changed drastically. It will have significant impact on the development and change of architecture and urban space, and it can be applied in various aspects such as planning, design, and operation in relation to the spatial change caused by the next generation transportation technology. The temporal range covered in this study is set to be 5 to 10 years (near term) in the future.

1. Expansion and convergence of urban space for self-driving car

In order to ensure the safety and stability of autonomous vehicles, a separate lane for autonomous vehicles is expected to be provided for a considerable period of time during which people need to use the urban space together with the vehicles

they drive. These lanes' installation divides the area of human driving from the autonomous driving car, but the human segment will gradually disappear as the autonomous driving car expands.

2. Reasonable alternative use of parking space

As the urban space for cars are shrinking and roads can be used more efficiently through autonomous vehicles, areas of traditional automobiles, such as highways and public roads and other garages and parking lots, will turn into human spaces. Many of these parking spaces are expected to become unnecessary due to the spread of autonomous vehicles, and these spaces are likely to be used for commercial, or public use.

This change, of course, brings about the architectural design shift of existing buildings and the amendments of laws and ordinances related to parking lots. Therefore, it would be a chance to improve the current urban problems on functions and aesthetics in town. The effect of replacing a parking lot is expected to be various depending on city conditions, but most of the parking lots, especially in urban areas, are expected to disappear altogether unless there are special reasons. In addition, it is expected that the number of street parking can be further reduced as demand-oriented traffic services spread.

3. Changing spatial demand

With the increase of vehicle sharing system, the demand for collective public parking lot will be maintained until autonomous vehicles are generalized. Even if it is apartment house, it is easy to utilize the shared car because the private company can exclusively use part of the public parking lot if the company provides vehicles such as Car2go, Soka, and Green Car. In this regard, it is necessary to agree to manage parking lots for the operation of the vehicle sharing system at the apartment resident representative meeting. These problems are larger in existing single-family homes. This is because it is difficult to create a parking space for private operators because there is not enough parking space.

4. Driving / storage space for Personal Mobility Vehicle

If shared bikes are activated, the spatial demand for shared bikes on the roads can

increase. Alternatively, if personal mobility developed in various formats is used as a shared means of transportation for first-mile and last-mile trip, a storage place for these types of mobility needs to be provided at the public level.

The analysis of the next-generation transportation technology in this study was carried out to clarify how autonomous vehicles, Personal Mobility Vehicle, and demand-responsive transportation will affect urban space. Regarding the proliferation of autonomous vehicles, in Korea, sales of autonomous vehicles began in 2025 and the market saturation was expected to reach 2050 years.

In the case of Personal Mobility Vehicle, it will be expanded from 240,000 to 1 million by 2030. On average, it will reach 62,000, but it will be greatly influenced by the institutional and institutional aspects. In particular, it is expected that the Personal Mobility Vehicle means will replace the vehicle share of the short distance within 5km. It is expected that the share of the means will be 76% for 2.5km and 89% for 2.5 ~ 5km.

It is difficult to predict the timing of the diffusion of demand-type transportation because the technological base is already at the level of commercialization, but it will greatly depend on legal and institutional maintenance. Indeed, it appears that realistic constraints are more likely than technological constraints, such as Uber, which has been widely used in the West as well as in Southeast Asia.

According to the results of the survey on the next generation transportation technology for 1,500 people, 93.7% knew about autonomous vehicles, and 76.2% thought that autonomous vehicles were commercialized within the next 10 years there was. 44.6% of the respondents were willing to use autonomous vehicles, and only 7.7% said they would not use them. 48.7% of the reasons for rejection of autonomous vehicles were the most likely to be more likely to be accidents, followed by lack of confidence in technology levels. In terms of costs, 30.9% said that they would use the car at the current price level, and 59.4% said they would pay a considerable sum to 1.5 times below the level.

In the case of Personal Mobility Vehicle, 20.4% of them had experience of using it, 82.7% of them had used it for leisure purposes, 50.7% for walking distance, 30.7%). The average moving time of personal moving means is 38.9 minutes and the average moving distance is 11.2km, which means that it moves farther than expected.

The number of experienced respondents was 38.8% for the responding type of transportation. The users used it for 1 or 2 times a month, mainly for cultural life (31.8%) and commuting (18.9%). The average use time was 43.8 minutes and the moving distance was 20.9km on average. In the case of replacing public transportation by means of accommodating transportation, 89.7% of the respondents indicated that they would be willing to pay. The intention to pay was within the bus fare level (37.5%) and within the taxi fare level (42.1%).

In this study, we analyze the change of parking demand caused by the introduction of autonomous driving car. In this paper, we consider the possibility of future parking area change by constructing parking demand model using the logarithmic model. As a result, when the market share of autonomous vehicles reaches 5%, 1,000 ~ 9,472 parking lots is estimated to decrease in each Dong based on Seoul.

In order to estimate the spatial demand for Personal Mobility Vehicle, it was assumed that the demand for expansion of one area around the station area of Seoul occurred and the project volume was estimated at 468.6km, and the total construction cost is estimated to be about 238.7 billion won. These estimates were made on the assumption that access to the final destination around the station area is reached by the Personal Mobility Vehicle.

The results of numerical analysis can be said to be preliminary numbers that define policy objects, but many trial - and - error are expected if institutional arrangements for managing and utilizing urban space, especially public space, are not implemented.

Regarding autonomous vehicles in terms of architecture and urban space, institutional arrangements for the installation and operation of autonomously - driven lanes should be prepared, and the number of installed parking lots and physical design standards should be changed soon. Regulations for parking lots should also be considered. In addition, there is a need to improve the design criteria of existing roadside and intersection roads considering autonomous vehicles.

It is expected that the improvement of the design on the street will be closely related to the Personal Mobility Vehicle system in addition to the autonomous vehicle. In particular, the Personal Mobility Vehicle system is expected to have a system similar to the public bicycle sharing system. Therefore, the driving space

and the storage space for the Personal Mobility Vehicle must be systematically prepared.

Demand-responsive Transportation Services can have a relatively small number of visible changes, but the underlying change is likely to change the character of the bus stop place to the point where pick-up takes place. Also, since the center of transit-oriented stops seems to be relatively smaller than the existing stops, it is expected that the meaning of pedestrians' density and location centrality will decrease. These changes mean that the spatial structure of existing urban areas can be fundamentally changed, in addition to the changes in the location, spacing, facilities,

The rapid development of traffic technology is expected to change the conditions for the use of architecture and urban space differently from the previous ones. Among them, there is a need to consider the characteristics of space and the architectural environment in advance. This study shows a general viewpoint of how the changes of transportation system can affect the urban land use, the street space and the building environment, and how spatial standards should be improved and regulated according to the transportation change.

Although it is inevitable for a certain space change to occur due to the development of traffic technology, no one can offer a clear picture as to how the next generation transportation technology will be adjusted, converged and integrated into the current urban system. Therefore, it is urgent to clarify the direction and concept of the future transportation system that can be practically applied in Korea based on the present technology and development direction.

Keywords :

Autonomous Vehicle, Personal Mobility Vehicle, Demand-responsive Transportation Service, Spatial Change

부록. 차세대 교통기술의 발전 및 수용에 관한 국민인식조사 설문지

이 조사에 조사된 모든 내용은 통계목적 이외에는 절대로 사용할 수 없으며 그 비밀이 보호되도록 통계법(제33조)에 규정되어 있습니다.

ID

-

--	--	--	--	--

차세대 교통기술의 발전 및 수용에 관한 국민인식조사

안녕하십니까?

건축도시공간연구소(AURI)는 도시공간의 개선과 국민의 삶의 질 향상을 위한 정책방안 등을 선도적으로 연구하는 국무총리 산하 국책연구기관입니다.

우리 연구소에서는 “차세대 교통기술의 발전에 따른 건축 및 도시공간의 대응 방안”을 연구하고 있습니다. 본 연구에서는 일반 국민들이 현재 이용하고 있는 교통수단에 대한 선호와 만족도, 차세대 교통기술에 대한 기대와 수용 태도 등을 파악하고자 합니다.

이 조사에서 응답하신 내용은 통계법 제33조에 의거 개인정보의 보호를 받습니다.

응답하신 내용은 순수 연구목적으로만 사용되며, 이외의 어떠한 다른 용도로도 사용되지 않을 것을 약속드립니다. 귀중한 시간을 내어 참여해주신 것에 대해 깊은 감사를 드립니다.

2017년 11월

국무총리실 산하

국토연구원 부설 건축도시공간연구소

본 조사와 관련된 문의사항은 아래로 연락주시면 성심껏 답변해 드리겠습니다.

- 담당자 : 오성훈 선임연구위원, 성은영, 이종민 부연구위원(건축도시공간연구소)
- 전 화 : (044) 417-9650, 9651
- 이메일 : oshud@auri.re.kr, eyseong@auri.re.kr
- 주 소 : 세종특별자치시 절재로 194, 701호 건축도시공간연구소

SQ. 응답자 선정 질문

SQ1. 거주지역

- ① 서울 ② 부산 ③ 대구 ④ 인천
 ⑤ 광주
 ⑥ 대전 ⑦ 울산 ⑧ 경기 ⑨ 강원
 ⑩ 충북
 ⑪ 충남 ⑫ 전북 ⑬ 전남 ⑭ 경북
 ⑮ 경남
 ⑯ 제주 ⑰ 세종

SQ1-1. 세부 거주 지역 (SQ1. 시도에 속한 시군구 제시)

▶ ()시·군·구, ()읍·면·동

SQ2. 성별

- ① 남성 ② 여성

SQ3. 연령

- ① 20대 ② 30대 ③ 40대
 ④ 50대 ⑤ 그 외 조사중단

A. 자가 교통수단 관련

A1. 귀택에서 보유하고 계신 자가 교통수단은 무엇입니까? 영업용 차량을 제외하고 각 종류별로 보유 대수를 적어 주십시오.

교통 수단		보유 대수
1) 오토바이		▶ ()대
2) 자전거		▶ ()대
3) 개인이동수단	전기자전거	▶ ()대
	세그웨이류	▶ ()대
	전동보드류	▶ ()대
4) 자동차	승용차	▶ ()대
	승합차	▶ ()대
	화물차	▶ ()대

※ 자가 교통수단을 전혀 보유하고 있지 않는 경우는 A3으로 이동

A2-1. (A1. 4)자동차 소유자만) 소유하고 계신 차량은 주로 어디에 주차하고 있습니까?

- ① 주거내 주차 ② 거주자 우선주차 ③ 주거주변 노상주차
 ④ 공용 노외주차장 ⑤ 사설 노외주차장
 ⑥ 기타()

A2-2. (A1. 4)자동차 소유자만) 소유하고 계신 차량에 드는 월간 총 주차비용은 얼마입니까?

- ① 월 5만원 미만 ② 월 5-10만원
 ③ 월 10-15만원 ④ 월 15-20 만원
 ⑤ 월 20-25만원 ⑥ 월 25-30만원
 ⑦ 월 30-35 만원 ⑧ 월 35-40만원
 ⑨ 월 40-45만원 ⑩ 월 45-50 만원
 ⑪ 월 50만원 이상 ⑫ 없다

① 월 5만원 미만 ② 월 5-10만원
③ 월 10-15만원 ④ 월 15-20 만원
⑤ 월 20-25만원 ⑥ 월 25-30만원
⑦ 월 30-35 만원 ⑧ 월 35-40만원
⑨ 월 40-45만원 ⑩ 월 45-50 만원
⑪ 월 50만원 이상

① 월 5만원 미만 ② 월 5-10만원
③ 월 10-15만원 ④ 월 15-20 만원
⑤ 월 20-25만원 ⑥ 월 25-30만원
⑦ 월 30-35 만원 ⑧ 월 35-40만원
⑨ 월 40-45만원 ⑩ 월 45-50 만원
⑪ 월 50만원 이상 ⑫ 없다

매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
①	②	③	④	⑤
⇒ 파트 C로			⇒ B6-1로	

B6-1. 만족스럽지 못한 가장 큰 이유는 무엇입니까?

- ① 비용 ② 시간 ③ 도보 이동 거리
④ 독립적 공간 ⑤ 안전성 ⑥ 편안함
⑦ 기타()

C. 여가 통행 현황

C1. 주말에 휴식 또는 여가 목적으로 가장 빈도가 높은 활동은 무엇입니까? 순서대로 3가지만 선택하여 주십시오.

▶ 1순위(), 2순위(), 3순위()

- ① 만남/(종교)모임 ② 학습(도서관, 카페, 학원) ③ 운동(실내)
④ 운동(야외-산, 바다, 강 등) ⑤ 문화생활 ⑥

여행

- ⑦ 친지/가족방문 ⑧ 기타()

C2. 편도 기준으로 1순위 목적지로 이동하시는 시간은 얼마나 소요됩니까?

▶ 이동시간 : 약()시간 ()분 소요

▶ 이동거리 : 약()km

C3. 그 곳에 가기 위해 주로 이용하시는 이동 수단은 무엇입니까? 가장 오래 이용하는 수단을 선택해 주십시오.

- ① 대중교통(버스, 택시, 지하철)
② 자가수단(자동차, 자전거, 개인이동수단 등)
③ 공유수단(자동차-카풀, 공유자동차 등, 자전거-공유자전거 등)
④ 도보
⑤ 기타(복합 이용 등)()

C4. 이동 수단으로 (C3)를 선택하신 이유는 무엇입니까? 중요한 순서대로 2가지만 선택하여 주십시오.

▶ 1순위(), 2순위()

- ① 비용 ② 시간 ③ 도보 이동 거리
④ 독립적 공간 ⑤ 안전성 ⑥ 편안함
⑦ 기타()

C5. (C3)에 대해서는 얼마나 만족하십니까?

매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
①	②	③	④	⑤
⇒ 파트 D로			⇒ C5-1로	

C5-1. 만족스럽지 못한 가장 큰 이유는 무엇입니까?

- ① 비용 ② 시간 ③ 도보 이동 거리 ④ 독립적 공간
⑤ 안전성 ⑥ 편안함 ⑦ 기타()

D. 개인이동수단 이용 경험 및 인식

- 개인이동수단(PMDs: Personal Mobility Devices)은 개인의 의미를 지닌 퍼스널(Personal), 이동성 또는 기동성의 의미를 지니는 모빌리티(Mobility), 기계적·전기적·전자적인 장치의 의미를 지닌 디바이스(Device)의 의미가 합쳐져 만들어진 용어
- 예) 세그웨이 같은 자가평형이륜차와 외발 전동휠, 투휠보드, 전동킥보드가 주류



세그웨이



호버보드



전기스쿠터



유니시클

D1. 앞서 보여드린 개인이동수단(PMDs: Personal Mobility Devices)을 타 보신 적이 있습니까?

① 있다 ☒ D2로

② 없다 ☒ D1-1로

D1-1. 개인이동수단(PMDs)을 타지 않은 이유는 무엇입니까? (한가지만)

- ① 그런 이동수단이 있는지 몰라서
- ② 구입 및 임대 비용이 비싸서
- ③ 이동과 타는 데 시간이 많이 걸려서
- ④ 탈 도로와 공간 여건이 좋지 않아서
- ⑤ 안전하지 않을 것 같아서
- ⑥ 주차할 곳(둘 곳)이 마땅치 않아서
- ⑦ 아직까지 별 필요성을 느끼지 못해서
- ⑧ 기타(_____)

D1-2. 앞서 응답하신 제약조건들이 개선된다면 향후 타실 의향이 있습니까?

① 있다

② 없다



응답 후 파트 E로

D2. 개인이동수단(PMDs)을 얼마나 자주 타고 계십니까?

- ① 거의 매일
- ② 주 3-4회
- ③ 주 1-2회
- ④ 월 1-2회
- ⑤ 분기당(3개월) 1-2회
- ⑥ 연간 1-2회
- ⑦ 최근 3년 간 1-2회

D3. 개인이동수단(PMDs)을 주로 어떤 목적으로 타고 계십니까?

- ① 여가(레포츠)
- ② 출퇴근
- ③ 쇼핑
- ④ 기타(_____)

D4. (D3)을 위해 개인이동수단(PMDs)을 선택하신 이유는 무엇입니까? 중요한 순서대로 2가지만

선택하여 주십시오. ▶ 1순위(____), 2순위(____)

- ① 비용이 저렴하다 ② 시간이 적게 걸린다
 ③ 도보 이동 거리가 짧다 ④ 타인의 방해받지 않는다
 ⑤ 안전하다 ⑥ 편안하다
 ⑦ 주차가 쉽다 ⑧ 기타(_____)

D5. 편도 기준으로 1회 평균 운행 시간 및 거리는 어느 정도입니까?

▶ 이동시간 : 약(____)시간 (____)분

▶ 이동거리 : 약(____)km

D6. 개인이동수단(PMDs)은 주로 어떠한 도로(공간)에서 타시나요?

- ① 차도 ② 자전거도로 ③ 보행자전용도로
 ④ 보차혼용도로 ⑤ 보도 ⑥ 광장, 공원 등 넓은 공간

D7. 개인이동수단(PMDs)을 이용하시는데 전반적으로 만족하십니까?

매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
①	②	③	④	⑤
⇒ D8로			⇒ D7-1로	

D7-1. 개인이동수단(PMDs)을 이용하는데 있어 가장 불만족스러운 측면은 무엇입니까?

- ① 기기의 구매 및 렌트 비용과다 ② 기기의 종류 및 사양
 ③ 도로에서의 낮은 안전성 ④ 전용주행 공간 부족
 ⑤ 주차공간부족
 ⑥ 기타(_____)

D8. 소유하고 있는 개인이동수단(PMDs)이 있습니까?

- ① 있다 ➡ D8-1로 ② 없다 ➡ 파트 E로

D8-1. 어떤 종류의 개인이동수단(PMDs)을 가지고 계십니까?

- ① 세그웨이(전기를 동력으로 달리는 스탠드 형태의 1인용 소형 이륜차)
 ② 호버보드(전동휠과 스케이트보드를 결합한 형태)
 ③ 전동자전거/전동스쿠터/ 전기킥보드
 ④ 유니시클(전기 외발자전거)
 ⑤ 기타(_____)

D8-2. 현재 소유하고 계신 개인이동수단에 대해서 만족하십니까?

매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
①	②	③	④	⑤
⇒ 파트 E로			⇒ D8-2-1로	

D8-2-1. 불만족하는 이유는 무엇입니까?

- ① 기기의 가격이 비싸다 ② 기기의 성능이 좋지 않다
 ③ 더 좋은 기기들이 출시되었다 ④ 기타(_____)

E. 수요대응형 이동수단 인식

- 일반 대중교통수단 이용의 시간적·공간적 제약을 완화하기 위하여, 이용승객의 수요가 발생할 때 고정된 노선이나 정해진 운행계획표 없이 자유로이 운영되는 교통서비스
예) 장애우를 위한 복지교통수단, 카셰어링, 카카오택시, 카카오 대리운전, e-bus 등
- 현재는 특정 목적 서비스나 소형 차량 단위로 제한적 서비스되고 있으나 향후 버스, 택시 등을 출발지와 목적지의 건물간 이동(door to door)이 가능할 것으로 예상

E1. 카카오택시나 우버, 카셰어링(쏘카, 그린카 등) 등 수요대응형 이동수단을 이용해 본 적이 있습니까?

- ① 있다 **☞ E2로** ② 없다 **☞ E1-1로**

E1-1. 수요대응형 이동수단을 이용하지 않은 이유는 무엇입니까? (한가지만)

- ① 그런 이동수단이 있는지 몰라서 ② 이용비용이 비싸서
③ 이동과 타는 데 시간이 많이 걸려서
④ 서비스를 신뢰할 수 없어서
⑤ 서비스 유형이 다양하지 않아서
⑥ 기타(_____)

E1-2. 앞서 응답하신 제약조건들이 개선된다면 향후 이용하실 의향이 있습니까?

- ① 있다 ② 없다

☞ 응답 후 파트 F로

E2. 수요대응형 이동수단을 얼마나 자주 이용하고 계십니까?

- ① 거의 매일 ② 주 3-4회 ③ 주 1-2회
④ 월 1-2회 ⑤ 분기당(3개월) 1-2회
⑥ 연간 1-2회 ⑦ 최근 3년 간 1-2회

E3. 수요대응형 이동수단을 주로 어떤 목적으로 이용하고 계십니까?

- ① 출퇴근 ② 통학
③ 학교외 교육(학원 및 문화센터)
④ 쇼핑 ⑤ 업무(거래처) ⑥ 문화생활
⑦ 기타(_____)

E4. (E3)을 위해 수요대응형 이동수단을 선택하신 이유는 무엇입니까? 중요한 순서대로 2가지만 선택하여 주십시오. ▶ 1순위(____), 2순위(____)

- ① 비용이 저렴하다 ② 시간이 적게 걸린다
③ 도보 이동 거리가 짧다 ④ 타인의 방해받지 않는다
⑤ 안전하다 ⑥ 편안하다
⑦ 주차가 쉽다 ⑧ 기타(_____)

E5. 왕복 기준으로 1회 평균 운행 시간 및 거리는 어느 정도입니까?

- ▶ 운행시간 : 약(____)시간 (____)분
▶ 이동거리 : 약(____)km

E6. 카카오택시나 우버, 카셰어링(쏘카, 그린카 등) 등 수요대응형 이동수단을 이용하시는데 전 반적으로 만족하십니까?

	매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
1) 소요 비용	①	②	③	④	⑤
2) 접근 시간	①	②	③	④	⑤
3) 차량 상태	①	②	③	④	⑤
4) 서비스 접근성	①	②	③	④	⑤
5) 선택의 다양성	①	②	③	④	⑤
6) 안전성	①	②	③	④	⑤
7) 편의성	①	②	③	④	⑤
8) 전반적 만족도	①	②	③	④	⑤

E7. 향후 마을버스와 택시를 비롯한 대중교통이 수요대응형으로 바뀌어 출발지와 목적지의 건물 간 이동(door to door)이 가능하고 언제 어디서나 요청(call)하면 탑승이 가능한 서비스가 가능해진다면 이용하시겠습니까?

- ① 예  E7-1로 ② 아니오  E8로

E7-1. 그렇다면 1회 이용요금은 어느 정도까지 지불할 가치가 있다고 생각하십니까?

- ① 버스 혹은 지하철 요금 수준(2,000원 이내)
 ② 택시 요금 수준(3,000원 이내의 기본요금 + 시간거리요금)
 ③ 버스 혹은 지하철 요금 수준의 2배(5,000원 이내) 정도까지
 ④ 택시 요금 수준의 2배 정도까지
 ⑤ 버스 혹은 지하철 요금 수준의 3배(5,000원 이내) 정도까지
 ⑥ 택시 요금 수준의 3배 정도까지
 ⑦ 기타()

E8. 향후 마을버스와 택시를 비롯한 대중교통이 수요대응형으로 바뀌어 출발지와 목적지의 건물 간 이동(door to door)이 가능하고 언제 어디서나 요청(call)하면 탑승이 가능한 서비스가 가능해진다면 귀하는 차량을 소유하실 것인가요?

- ① 그래도 소유하겠다 ② 소유할 필요가 없다

F. 자율주행자동차 도입 인식

- 자율주행자동차는 일상적인 도로와 기후환경에서 운전자 없이 안전하고 효율적으로 출발지에서 목적지까지 주행할 수 있는 자동차를 말합니다.

F1. 자율주행차에 대해서 알고 계십니까?

- ① 매우 잘 알고 있다 ② 어느 정도 알고 있다
 ③ 들어 본 적 있다 ④ 전혀 모른다

F2. 운전자 없이 운전할 수 있는 자율주행차가 언제쯤 상용화될 것이라고 생각하십니까?

- ① 3년 이내(2020년) ② 5년 후(2022년)
 ③ 10년 후(2027년) ④ 15년 후(2032년)
 ⑤ 20년 후(2037년) ⑥ 25년 후(2042년)
 ⑦ 30년 후(2047년) ⑧ 예측할 수 없다

F3. 방금 응답하신 시기에 도입될 자율주행차의 기술 수준은 어느 정도라고 생각하십니까?

- ① 0~2단계 : 운전자가 행위의 주체이자 책임자 역할을 담당하고, 자율주행 기술은 운전을
편하게 할 수 있도록 지원하는 수준
- ② 3단계 : 비자율주행과 자율주행의 개념적·기술적 전환기로 특정한 상황에서만 자율주행 기능을 수행
- ③ 4단계 : 특정 경우를 제외하고 모든 상황에서 운전자의 조작없이도 운행이 가능한 수준
- ④ 5단계 : 차량간 연결 및 협력으로 최적화된 시스템 운영을 통해 현장 중심의 능동적 대응이
가능하고 돌발상황을 사전에 대응하고 예방하는 수준

F4. 방금 응답하신 수준의 자율주행차가 도입이 된다면 차량을 이용하실 의사가 있습니까?

적극 이용하겠다	이용할 의사가 있다	잘 모르겠다	이용하지 않겠다	절대 이용하지 않겠다
①	②	③	④	⑤
⇒ F5로			⇒ F4-1로	

F4-1. 자율주행차의 이용이 꺼려지는 이유는 무엇입니까?

- ① 사고의 위험이 더 높을 것 같아서
- ② 운전의 즐거움을 위해서
- ③ 기술적인 수준에 대한 신뢰가 없어서
- ④ 소요비용이 과도할 것 같아서
- ⑤ 운전면허나 보험 등 관련제도가 불비하여서
- ⑤ 기타(_____)

F5. 방금 응답하신 수준의 자율주행차가 도입이 된다면 차량을 구매하시겠습니까?

적극 구매하겠다	구매할 의사가 있다	잘 모르겠다	구매하지 않겠다	절대 구매하지 않겠다
①	②	③	④	⑤
⇒ F5-1로			⇒ F5-2로	

F5-1. 방금 응답하신 수준의 자율주행차가 도입이 된다면 차량의 가격은 어느 정도까지 지불할 가치가 있다고 생각하십니까?

※ 지난 1년간 소비자들이 구입한 신차의 평균 가격은 국산차 3,079만원, 수입차 6,133만원 (자동차 전문 리서치업체 컨슈머인사이트의 조사, 2017)

- ① 현재의 차량 가격 수준
- ② 현재의 차량 가격의 1.1배 수준
- ③ 현재의 차량 가격의 1.5배 수준
- ④ 현재의 차량 가격의 2배 수준
- ⑤ 현재의 차량 가격의 2.5배 수준
- ⑥ 현재의 차량 가격의 3배 수준
- ⑦ 기타(_____)

☞ **응답 후 DQ문항으로**

F5-2. 자율주행차의 구매가 꺼려지는 이유는 무엇입니까?

- ① 사고의 위험이 더 높을 것 같아서
- ② 운전의 즐거움을 위해서
- ③ 기술적인 수준에 대한 신뢰가 없어서
- ④ 소요비용이 과도할 것 같아서
- ⑤ 운전면허나 보험 등 관련제도가 불비하여서
- ⑤ 기타(_____)

DQ. 응답자 특성

DQ1. 귀하의 직업은 무엇입니까?

- ① 농림축산업 ② 서비스직 ③ 기술직
④ 생산직 ⑤ 사무직/전문직 ⑥ 군인
⑦ 주부 ⑧ 학생
⑨ 기타()

DQ2. 현재 거주하시는 주택형태는 무엇입니까?

- ① 단독주택 ② 아파트 ③ 다세대주택
④ 연립주택 ⑤ 점포주택
⑥ 기타(오피스텔, 도시형생활주택 등)

DQ3. 가구원 전체의 월평균 소득은 어느 정도입니까?

- ① 100만원 미만 ② 100-300만원 미만 ③ 300-500만원 미만
④ 500-700만원 미만
⑤ 700-900만원 미만 ⑥ 900-1,000만원 미만
⑦ 1,000-1,200만원 미만 ⑧ 1,200-1,500만원 미만
⑨ 1,500만원 이상

DQ4. 귀하의 혼인상태는 어떻게 되십니까? ① 미혼 ② 기혼

DQ5. 귀하는 가구주입니까? ① 예 ② 아니오

DQ6. 귀하의 가구구성 형태는 다음 중 어디에 해당됩니까? (함께 거주하는 가구원에 한함)

- ① 부부+미혼 자녀 가구 ② 부부+자녀 부부 가구
③ 부부가구
④ 1인 가구 ⑤ 한부모+ 자녀 가구 ⑥ 3세대 가구
⑦ 조손가구 ⑧ 기타()

DQ7. 현재 함께 거주하고 있는 가구원 수를 연령대별로 기입하여 주십시오. (본인 포함)

① 0~5세 ()명	② 5~10세 ()명	③ 11~20세 ()명
④ 21~30세 ()명	⑤ 31~40세 ()명	⑥ 41~50세 ()명
⑦ 51~60세 ()명	⑧ 61~65세 ()명	⑨ 65세 이상인 가구원 ()명

♣ 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사합니다. 좋은 자료로 활용하겠습니다. ♣