

서울시 자율주행차 주차수요 관리방안

김원호 이광훈 민승현 정상미 김영범

How Autonomous Vehicle Technology Changes Urban Transportation Policy



서울연구원
The Seoul Institute

서울시 자율주행차
주차수요 관리방안



서울연구원
The Seoul Institute

연구책임

김원호 서울연구원 교통시스템연구실 선임연구위원

연구진

이광훈 서울연구원 교통시스템연구실 초빙선임연구위원

민승현 서울연구원 도시공간연구실 연구위원

정상미 서울연구원 교통시스템연구실 연구원

김영범 서울연구원 교통시스템연구실 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약

조닝 개념 적극적 통행·주차수요 관리정책으로 서울시, 자율주행시대 도심 교통혼잡 대비해야

자율주행차 상용화는 개인 시간가치·도시 교통체계에 큰 변화 초래

21세기 과학기술 분야에서 자주 거론되는 이슈 중 하나는 자율주행이다. 최근의 무인자동차 기술은 차량에 탑재된 센서를 통해 주변 상황을 인식하고 컴퓨터가 차량을 조정하는 인공지능에 기반한 자율주행이 가능한 수준으로 발전하였다. 운전자가 신경 쓰지 않아도 알아서 주행하기 때문에 자동차를 타고 이동하는 동안, 이용자는 휴식을 취하거나 업무를 볼 수 있다. 또한 운전자가 없이 차량이 스스로 움직일 수 있어, 이용자가 목적지에서 하차하고 나면 차량은 알아서 주차장으로 이동하거나 다음 장소로 이동한다. 자율주행자동차를 이용하는 사람들은 이동시간과 주차시간을 자신의 가치로 소유할 수 있게 되는 것이다.

자율주행자동차는 기존 도시의 교통체계도 변화시킨다. 사고발생 감소로 교통안전이 증진되어 사회적 비용이 대폭 절감될 것이며, 도로의 용량도 증대된다. 미국 캘리포니아주의 PATH에서 예측한 바에 따르면, 차량 간 통신을 가정한 환경에서 도로의 용량은 지금보다 최대 2.7배 이상 증가할 수 있다고 한다. 또한 무인주차 기능은 주차장의 효율을 가져올 수 있을 것으로 기대된다. 운전자가 내리면 주행로를 제외한 모든 공간에 주차가 가능하므로, 기존 유인(有人) 주차장에 비해 많은 차량을 같은 공간에 주차할 수 있게 된다.

서울시, 자율주행차 위한 주차시설·운영체계의 우선적 구축이 필수

자율주행자동차가 보급되기 시작하면 안전 향상, 용량 증대, 이동성 향상 등 많은 부분이 좋아질 것이라는 예상이 지배적이지만, 일각에서는 자율주행자동차가 대도시 교통에 미치는 영향을 긍정적으로만 보고 있지는 않다. 자율주행자동차와 유인(有人)차가 혼재된 교통 환경에서는 교통정체가 더 가중될 수 있으며, 나아가 교통서비스의 양극화가 더 심화될 것이라는 우려

도 있다. 완전 자율주행 시대에 도달하기 전까지 유인(有人)차와 공존하는 환경은 향후 30년 간 지속될 것으로 예상되므로, 예측 가능한 문제점에 대한 단계별 대책 마련·시행이 필요하다.

자율주행 시대를 대비하여 지방자치단체가 준비하여야 할 도시교통 정책은 기술 수준 발전과 시장 점유율에 따라 달라진다. 도로의 용량 증대를 가정한 도로 다이어트나 보행 공간 확보는 자율주행자동차가 압도적인 점유율을 가지고 있을 때 가능하기 때문에 2060년 이후에나 이루어질 것으로 예상된다. 교통안전 향상 효과 관련 정책도 유인(有人)차와 무인차가 혼재한 상황에서는 매우 제한적일 수 있으므로, 자율주행자동차 점유율을 고려하여 장기적인 시점에서 적용해야 할 것으로 판단된다.

하지만 자율주행자동차를 위한 주차시설과 운영체계는, 무인운전이 가능한 L4 수준 차량이 상용화되어 소수의 자율주행자동차가 운행하더라도 필요한 서비스이다. 자율주행 기술은 기존 주차장의 입지와 주차장 구조를 획기적으로 변화시킬 것이다. 따라서 주차행태를 예측하고 주차시설의 입지 특성을 파악하여 자율주행자동차 전용주차장의 형태와 기능을 정의할 수 있어야 한다. 또한 기존 주차공간 일부를 자율주행자동차 전용으로 활용하기 위한 방안과 도심부 주차공간의 용도 전환 정책 등을 자율주행자동차 점유율 단계에 따라 마련할 필요성이 있다.

승용차 이용자의 83.7% “도심 통행 때 자율주행차로 수단 전환”

자율주행자동차를 이용한 도심 통행에 관한 설문조사에서는 기존 승용차 이용자의 83.7%가 자율주행자동차로 전환하여 통행하겠다고 응답하였다. 반면 대중교통 이용자는 58.2%가 자율주행자동차로 수단을 전환하겠다고 응답하여, 승용차 이용자가 대중교통 이용자에 비해 자율주행자동차에 대해 더 호의적인 성향을 가진 것으로 파악되었다.

자율주행자동차는 운전자가 직접 주차한 뒤 걸어서 목적지로 이동하는 과정이 없기 때문에 목적지 인근 주차장을 이용할 필요가 없다. 이로 인해 목적지 체류시간에 따라 선호하는 주차장 입지가 달라질 수 있고, 주차요금이 가장 중요한 결정 요인이 될 수 있을 것이다. 자율주행자동차로 도심으로 통행할 때의 주차장 선택과 관련된 설문 결과, 승용차 이용자와 대중교통 이용자 모두 도심 목적지 외 주차장에 주차하겠다고 선택이 66~67%로 가장 많았다. 그 다음으로 도심 목적지 주차장 선택이 21~27%, 집으로 돌려보낸다는 응답이 8~12%를 차지하는 것으로 나타났다.

‘도심 외 주차’ 자율주행차 때문에 1,470만대·km의 VKT 추가 발생

주차장 선택과 관련한 설문조사 결과를 바탕으로 도심(종로구·중구)으로 진입하는 자율주행차 동차의 주차 수요를 서울시 전역으로 배분하였다. 도착지 주차요금과 이동할 지역의 주차요금을 비교하여 그 차이가 자율주행자동차 운행비용(전기자동차 기준)보다 크면 이동한다는 원칙으로, 모든 통행을 서울시 전체를 대상으로 배분하였다. 동별 주차요금이 현재와 동일한 상황(시나리오 1)과 명동을 중심으로 멀어질수록 주차요금이 싸지는 단일요금(시나리오 2)을 가정하여 주차 수요를 배분하였으며, 추가로 발생하는 총 주행거리도 산정하였다.

분석 결과 현재 주차장 요금체계(시나리오 1)에서는 도심 외로 주차하는 자율주행자동차 주차 수요로 인해 최대 1,470만 대·km의 추가 VKT(Vehicle·km)가 발생하였다. 이는 현재 서울시 총 차량주행거리(2014년 53,726,401대·km)의 약 27%에 해당하는 거리이며, 차량 1대당 24.7km의 통행거리가 늘어나는 것으로 분석되었다. 명동을 중심으로 멀어질수록 주차요금이 싸지는 단일요금을 가정한 시나리오에서는 시나리오 1에 비해 외곽으로 이동하는 주차수요가 많아지는 것으로 분석되었다. 서울시 총 차량주행거리 대비 약 35%인 1,890만 대·km의 VKT가 발생되었으며, 차량 1대당 31.9km의 통행거리가 증가하는 것으로 분석되었다. 이렇듯 통행자들이 목적지가 아닌 지역에 주차하려는 행태는 추가적인 통행을 발생시켜 도로 혼잡을 유발한다.

서울시, 자율주행시대 대비 단계별 통행·주차수요 관리정책 필요

타 교통수단에서 자율주행자동차로 전환되는 추가 수요와 주차장으로 이동하는 수요로 인해 발생하는 교통 혼잡을 완화하기 위해서는 자율주행자동차 통행관리정책이 반드시 필요하다. 전통적인 주차시설 공급정책의 유효성을 검토하기 위해 도심에 7.7만 대의 주차시설을 추가하였으나, 시나리오 2의 결과에 비해 15만 대·km의 VKT만 감소하는 것으로 나타나 그 효과는 매우 미미한 것으로 분석되었다. 일부 주차시설을 공급하는 방식만으로는 도심(종로구, 중구)으로 진입하는 자율주행자동차 수요를 관리하는 것은 한계가 있는 것으로 나타났다.

분석결과는 단지 도심(종로구·중구) 통행의 주차 수요에 해당하는 결과로, 만약 서울시 전체의

자율주행자동차 수요를 감당해야 한다면 이용자들은 도로 이용 시 극심한 혼잡 상태를 경험할 수도 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 “조닝(Zoning)” 개념의 단계별 자율주행자동차 통행·주차 수요 관리 정책을 제안하였다. 도심으로 진입하는 차량 수요를 현재 수준으로 관리한다는 정책 목표 하에 도심, 시가지, 외곽 등 통행특성과 토지이용에 따라 존(Zone)으로 구분하였다. 구분된 존에 따라 혼잡통행료, 주차장 요금, 통행거리를 제한하는 정책을 차별화하여 적용하고, 대중교통으로 환승을 유도할 수 있는 지역에 주차시설을 공급하는 정책을 제안하였다.

Zone1 지역은 종로구·중구, 강남, 여의도와 같은 도심 특별관리 지역으로 정하며, 가장 높은 혼잡통행료와 주차요금을 징수하고 자율주행자동차 총량제 등을 통한 강력한 수요관리 정책을 시행하도록 한다. 대신 차량을 포기한 통행자들이 도심 내 이동에 불편함이 없도록, 트램과 같은 대체교통수단의 확충 및 대중교통 이용환경 개선과 같은 정책 시행도 지속적으로 추진한다. Zone2 지역은 주요 도심 경계를 둘러싼 시가지 지역(예: 도시철도 2호선 라인)으로 설정한다. Zone1과 마찬가지로 적정 수준의 혼잡통행료, 주차요금을 적용하며, 역사 주변에 “Kiss & Ride” 구역을 설치하여 서울시내 내부 자율주행자동차 통행을 대중교통으로 전환을 유도한다. 또한 기존 대중교통서비스 간 환승시설도 개선하고 중앙버스전용차로와 같은 인프라를 추가 확충하도록 한다. Zone3의 경우 광역교통 수요를 관리하기 위한 지역으로, 서울시 경계 전체로 정한다. 서울시 외곽(거점) 지역에 “Park & Ride” 구역을 설치하여 서울시 외곽까지는 자율주행자동차를 이용하여 통행하게 하고, 주요 거점부터 도심까지는 대중교통으로 전환하여 통행할 수 있는 환경을 구축한다. 외곽 지역의 주차장은 넓은 토지 공간 확보가 가능할 경우 자주식 자율주행자동차 전용 주차장을, 공간 확보가 어려운 경우 자투리땅을 활용해 기계식 자율주행자동차 전용 주차장을 공급하는 방식을 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

목차

01 연구개요	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구내용 및 방법	6
02 자율주행자동차와 도시교통의 변화	10
1_자율주행이 도시교통에 미치는 영향	10
2_자율주행 기술 발전과 주차시스템 변화	16
3_자율주행 기술과 주차장의 변화	26
03 자율주행자동차 이용 특성 및 주차 행태 분석	38
1_서울시 도심 교통 현황	38
2_자율주행자동차 선호도 조사	41
3_자율주행 주차수요 분석	46
4_시나리오 분석	55
04 서울시 자율주행자동차 주차수요 관리방안	68
1_기존 교통수요 관리정책 적용 검토	68
2_자율주행자동차 특성을 고려한 적극적 통행·주차 수요관리	73
참고문헌	81
부록	84
Abstract	108

표

[표 2-1] 자율주행자동차의 사회적 편익	10
[표 2-2] 자율주행자동차의 단점	11
[표 2-3] 주차장법에 따른 주차장 구분	28
[표 2-4] 주차구획 기준 변경 사항	29
[표 2-5] 자주식 주차장과 기계식 주차장 비교	30
[표 2-6] 기계식 주차장의 입출고시간 기준 규정	32
[표 2-7] 기존 기계식과 AVP 전용 기계식 주차장의 단계별 효율성 비교	33
[표 2-8] 주차대수에 따른 면적 비교(원형 주차장)	33
[표 2-9] 기계식 주차장의 효율성 향상 정도	34
[표 3-1] 도심 행정동별 일 통행량	38
[표 3-2] 도심 목적 통행량	40
[표 3-3] 자율주행자동차 선호도 조사 개요	42
[표 3-4] 조사표본 권역별 구분	42
[표 3-5] 도심 통행 시 자율주행자동차로의 수단 전환 의향	43
[표 3-6] 동별 자율주행자동차 도착(내부 포함) 통행량	48
[표 3-7] 동별 분당 기본요금 및 추가요금(종로·중구 예시)	51
[표 3-8] [시나리오 1] 권역별 평균 주차 기본요금 및 추가요금	56
[표 3-9] [시나리오 1_30%] 자율주행자동차 전환율 30% 적용 시 주차 배분 추정량	57
[표 3-10] [시나리오 1_30%] VKT 발생 추정량(도심 외 배분에 해당)	58
[표 3-11] [시나리오 1_50%] 자율주행자동차 전환율 50% 적용 시 주차 배분 추정량	59

[표 3-12] [시나리오 1_50%] VKT 발생 추정량(도심 외 배분에 해당)	59
[표 3-13] [시나리오 1_100%] 자율주행자동차 전환율 100% 적용 시 주차 배분 추정량	61
[표 3-14] [시나리오 1_100%] VKT 발생 추정량(도심 외 배분에 해당)	61
[표 3-15] [시나리오 2] 분석에 적용한 거리별 주차장 차등 요금 체계	62
[표 3-16] [시나리오 2] 권역별 평균 기본요금 및 추가요금	63
[표 3-17] [시나리오 2_100%] 자율주행자동차 전환율 100% 적용 시 주차 배분량	63
[표 3-18] [시나리오 2] VKT 발생량(도심 외 배분에 해당)	64
[표 3-19] 시나리오별 자율주행자동차 VKT 발생량(도심 외 배분에 해당)	66
[표 4-1] 추가 주차장이 공급된 동 및 최종 공급면수	69
[표 4-2] 거리별 차등 요금제(시나리오 2) 및 주차시설 7.7만 대 공급 시 자율주행자동차 배분 추정량	69
[표 4-3] VKT 발생량(도심 외 배분에 해당)	69
[표 4-4] 서울시 교통수요관리 정책	71
[표 4-5] 교통수요관리정책의 효과 지속성 검토	72
[표 4-6] 조닝(Zoning) 주차수요관리방안	80

그림

[그림 1-1] 자율주행자동차 추가 장비와 기능	2
[그림 1-2] 자율주행 자동차 기술수준별 분류	4
[그림 1-3] 자율주행자동차의 시장점유율, 통행비율, 등록대수 비율 예측	5
[그림 2-1] 도로용량 증대 및 가로환경 변화	12
[그림 2-2] 안전한 생활권 도로	12
[그림 2-3] 쾌적한 도로환경	13
[그림 2-4] 연속 교차주행이 가능한 도로	13
[그림 2-5] 자율택배차량의 등장	13
[그림 2-6] 자율주행차 리더 보드	16
[그림 2-7] 자율주행기술에 따른 기술구성 요소	18
[그림 2-8] 자율주행 단계별 필요 센서 개수	19
[그림 2-9] 자율주행에 필요한 기술 및 기능 개념도	19
[그림 2-10] 독일 자동차산업협회의 자율주행 단계별 달성 기술 구성	21
[그림 2-11] 주차시스템 개발 현황 및 예측	21
[그림 2-12] 향후 자율주행차를 이용하는 이유 설문 결과(BCG, 2015)	23
[그림 2-13] 주차 시스템의 변화	25
[그림 2-14] 토론토 대학교의 자율주행차 전용 주차장의 변화 개념도	27
[그림 2-15] 자율주행에 따른 주차장의 변화	27
[그림 2-16] 자율주차에 따른 자주식 주차장의 변화	31
[그림 2-17] 기존 기계식 주차장과 AVP 전용 기계식 주차장 차이점(입/출고)	32

[그림 2-18] 기계식 주차장 형태(지하공간 활용 형태)	34
[그림 3-1] 행정동별 일 총통행량	39
[그림 3-2] 도심의 수단 통행량 비율	40
[그림 3-3] 도심 주차장 공급면수 및 불법주차 대수	41
[그림 3-4] 자율주행자동차로 도심을 통행하지 않는 이유(대중교통 이용자)	43
[그림 3-5] 승용차 및 대중교통 이용자의 주차장 선택 행태	44
[그림 3-6] 방문 목적별 도심 주차장 선택 행태	45
[그림 3-7] 체류시간별 도심 주차장 선택 행태	45
[그림 3-8] 자율주행자동차 주차수요 분석 방법	47
[그림 3-9] 동별 자율주행자동차 통행량 분포	48
[그림 3-10] 시간대별 주차시간 구축방식(예시)	49
[그림 3-11] 자율주행자동차 시간대별 주차대수(예시)	50
[그림 3-12] 동별 분당 주차요금(기본요금)	52
[그림 3-13] 주차수요 배분 순서	53
[그림 3-14] 도심 목적지 외 주차수요 배분 원칙	54
[그림 3-15] 도심 목적지 외 주차수요 배분 과정(예시)	54
[그림 3-16] 시나리오별 설명	55
[그림 3-17] 도심, 인접구, 인접구 외 구분	56
[그림 3-18] [시나리오 1] 자율주행자동차 30% 도심 외 배분 추정량	58
[그림 3-19] [시나리오 1_50%] 자율주행자동차 50% 도심 외 배분 추정량	60
[그림 3-20] [시나리오 1_100%] 자율주행자동차 100% 도심 외 배분 추정량	62
[그림 3-21] [시나리오 2] 거리별 차등 요금제 적용 시 자율주행자동차 도심 외 배분 추정량	64
[그림 4-1] 거리별 차등 요금제 + 주차장 추가 공급 시 자율주행자동차 도심 외 배분 추정량	70
[그림 4-2] 서울시 교통수요관리 정책 추진현황	71
[그림 4-3] 조닝(Zonig) 개념도	73

[그림 4-4] 도심 내 대중교통수단 도입	74
[그림 4-5] 자율주행주차 비율에 따른 잉여공간	75
[그림 4-6] 해외의 Kiss & Ride 구역	76
[그림 4-7] 도시철도-버스 간 환승센터의 모습(예시)	76
[그림 4-8] 권역별 자율주행자동차 도심 주차 목적지 선택	77
[그림 4-9] 서울시 관문도시 계획	78
[그림 4-10] 자주식 자율주행자동차 전용 주차장	79
[그림 4-11] 기계식 자율주행자동차 전용 주차장	79

01

연구개요

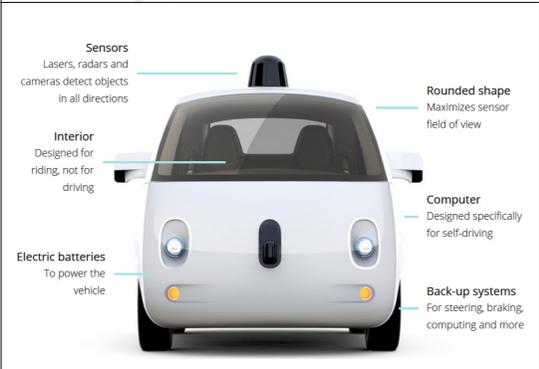
- 1_연구배경 및 목적
- 2_연구내용 및 방법

01 | 연구개요

1_연구배경 및 목적

21세기 과학기술 분야에서 자주 거론되는 이슈 중 하나는 자율주행이다. 자율주행자동차 (Autonomous Vehicle)의 사전적 의미는 나라와 기관별로 차이가 있지만, 공통적으로 “일상적인 도로, 기후환경에서 운전자 없이 안전하고 효율적으로 출발지에서 목적지까지 주행할 수 있는 자동차”라는 정의를 포함하고 있다. 자율주행은 최근 새롭게 대두된 개념이 아니다. 이미 1차 세계대전 중 원격 조정이 가능한 무인비행체의 실험이 이루어졌고, 1925년에 뉴욕에서 실제 도로 상에 무인자동차를 원격 조정하는 실험이 구현된 바 있다. 과거의 무인자동차는 운전자가 없는 차량(driverless vehicle)을 원격지에서 사람이 조정하는 방식인 반면, 최근의 무인자동차는 차량에 탑재된 센서를 통해 주변 상황을 인식하고 그 정보를 바탕으로 컴퓨터가 차량을 조정하는 인공지능을 활용해 자율주행을 하는 차량이다.

운전자 없는(driverless) 주행을 위해 자율주행자동차는 기존 차량의 일반적인 주행 장치 이외에 추가적인 장치와 기능이 필요하다.

구글 자율주행실험용 자동차	자율주행자동차 추가 장비
	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 도로상황과 기상상황에서 작동 가능한 영상 혹은 레이더 등 다중센서 • 센터/차량 간 통신을 위한 무선네트워크 • 위성항법장치와 상세지도를 포함한 내비게이션 • 제동/조향 등 자동제어 • 고규격 표준에 부합하는 소프트웨어, 컴퓨팅 디바이스, 전원 • 센서, 맵, 운전프로그램 등의 유지관리

자료 : 구글 홈페이지

[그림 1-1] 자율주행자동차 추가 장비와 기능

이용자 입장에서 자율주행자동차의 장점은 운전자가 신경 쓰지 않아도 알아서 주행하는 것이다. 이는 자동차를 타고 이동하는 동안, 휴식을 취하거나 업무를 볼 수 있는 시간으로 이동시간의 가치가 변화한다는 것을 의미한다. 이보다 더 큰 장점은 운전자 없이 차량이 스스로 움직이는 것이다. 집 현관에서 호출된 자동차에 탑승하고, 회사나 마트 정문에서 하차하고 나면 차량은 알아서 미리 정해진 주차장으로 이동하거나 가족이나 공유승객을 태우기 위해 다음 장소로 이동한다. 자율주행자동차를 이용하는 사람들은 이동시간과 주차시간을 자신의 가치로 소유할 수 있게 된다.

교통관리 측면에서 자율주행자동차의 대표적인 장점은 교통안전의 증진이다. 현재 발생되는 교통사고의 80%는 사람의 실수(human error)에 의해 발생되고 있으며, 자율주행은 이로 인한 사상자와 사회적 비용을 대폭 절감할 것이다. 도로 용량의 증대 또한 자율주행의 큰 장점이다. 차량 간 통신이 완벽된 connected 환경에서는 차량군 내의 모든 차량이 동시에 감속과 가속을 수행할 수 있기 때문에 안전정지거리를 유지할 필요가 없다. 이로 인해 차간거리가 수십 센티미터 이하로 좁혀져 도로의 용량이 비약적으로 증가한다. 또한 좌우의 차간거리도 좁아지고 차선의 개념이 없어진다. 따라서 기존 2차로 도로를 3차로 도로처럼 이용할 수 있다. 미국 캘리포니아주의 PATH에서 예측한 바에 따르면 차량 간 통신을 가정한 환경에서 도로의 용량은 지금보다 최대 2.7배 이상 증가할 수 있다. 주차장의 효율 증가도 도시의 모습을 바꾸는 큰 요인이다. 자율주행자동차는 운전자가 타고 내릴 필요가 없으며 차량이 스스로 움직이기 때문에 주행로를 제외한 모든 공간에 주차가 가능하다. 기존 유인(有人)주차장보다 60% 많은 차량을 같은 공간에 주차할 수 있다.

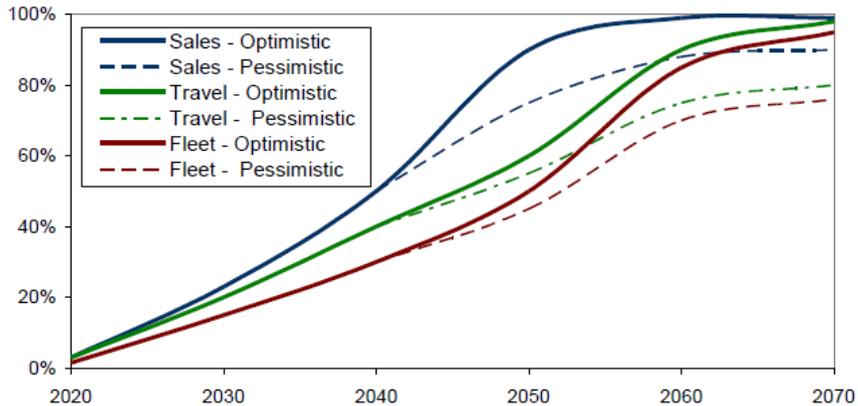
세계 유수의 자동차 회사들은 2020년까지 자율주행자동차 상용화를 목표로 개발에 매진하고 있다. 특히 미국의 테슬라는 2018년 하반기까지 상용화 준비를 마치겠다는 계획을 발표하였다. 하지만 기술적 완성도가 가장 높은 구글은 아직 구체적인 상용화 계획을 내놓지 못하고 있다. 이는 아직 풀어야 할 기술적·제도적 난제가 많다는 것을 의미하고 있다. 자율주행의 기술적 구현 수준은 유럽은 6단계, 미국은 5단계로 구분하고 있다. 유럽의 기술수준 분류는 부분 자율주행을 운전자의 개입정도에 따라 partial과 conditional로 세분화한 것이 특징이다.



[그림 1-2] 자율주행 자동차 기술수준별 분류

가장 낮은 단계(L0)에서는 운전자가 모든 조작을 다 수행하여야 하며, L2 단계는 운전자가 조향 등의 조작은 수행하지만 속도 유지 및 주차 보조 등의 기능을 수행하는 수준이다. 부분적 자율주행(L3)은 차간거리 유지나 차선 유지 등 가장 기초적인 자율주행이 가능하지만 차선 변경이 불가능하고 돌발 상황에 능동적으로 대처하지 못하는 수준으로, 현재 상용화된 차량들이 포함된다. L4 단계는 운전자가 주변의 상황을 상시 주시하지 않아도 되지만 돌발상황에 대비하여 운전석에 앉아 있어야 하는 수준으로, 고속도로 등 연속속류에서 자율주행이 가능하다. L4는 도시부 도로에서 자율주행이 가능한 단계이지만, 여전히 운전자가 돌발상황에 대비하여야 한다. L5 단계인 완전자율주행 수준은 운전자 없이 통행의 기종점을 운행할 수 있으며, 일반적으로 논의되고 있는 자율주행자동차는 완전자율을 의미한다. 현재의 기술 수준은 level 3과 level 4 사이에 있으며, 자동차메이커들이 주장하는 2020년 상용화는 L4에 해당되는 기술을 가정하고 있다. 다양한 기술개발 시기에 대한 예측이 있으나, 현재의 기술발전 수준이 지속된다면 20년 후면 완전자율주행 기술 개발이 완료될 것으로 예상된다.

기술발전에 따른 자율주행자동차의 시장 점유율은 예측하는 기관마다 다른 추정치를 제시하고 있지만, 일반적으로 2040년에는 전체 차량의 약 35% 이상일 것이라고 예상하고 있다.



자료 : Todd Litman, Autonomous vehicle implementation predictions, Victoria Transport Policy Institute, 2016

[그림 1-3] 자율주행자동차의 시장점유율, 통행비율, 등록대수 비율 예측

자율주행 시대를 대비하여 지방자치단체가 준비하여야 할 도시교통 정책은 기술 수준 발전과 시장 점유율에 따라 달라진다. 도로의 용량 증대를 가정한 도로 다이어트나 보행 공간 확보는 자율주행자동차가 압도적인 점유율을 가지고 있을 때 가능하기 때문에 2060년 이후에나 이루어질 것으로 예상된다. 또한 교통안전 향상도 유인(有人)차와 무인차의 혼재 상황에서는 매우 제한적이며, 도로안전시설물이나 표지판도 유인(有人)차가 1대라도 주행한다면 필요한 시설이기 때문에 매우 장기적인 변화로 판단된다. 하지만 자율주행 자동차를 위한 주차시설과 운영체계는 무인운전이 가능한 L4 수준 차량이 상용화되어 소수의 자율주행자동차가 운행하더라도 필요한 서비스이다. 자율주행 기술은 기존 주차장의 입지 및 주차장 구조를 획기적으로 변화시킬 것이기에 주차행태를 예측하고 그에 따른 주차시설의 입지 특성 및 자율주행자동차 전용주차장의 형태 및 기능 정의가 필요하다. 또한 기존 주차 공간 일부를 자율주행자동차 전용으로 활용하는 방안과 도심부 주차공간의 용도 전환 정책 등을 점유율 단계에 따라 마련하여야 한다.

본 연구에서는 도시 공간 및 교통정책에 미치는 파급효과와 시기별 서비스 구현 가능성을 고려하여 자율주행자동차의 주차수요와 통행행태를 예측하고, 그에 대응하는 주차공간 확보 방안 제시를 목적으로 한다.

고밀도 업무·상업 토지이용으로 인해 승용차 주차수요가 집중되는 서울시 도심(중구, 종로구)을 대상으로 자율주행자동차 도착통행 및 주차수요를 예측하고, 주차요금과 주차장까지의 거리에 대한 주차행태 변화를 분석하였다. 이를 통해 도심부의 유휴 주차공간을 산정하고 이의 활용방안과 자율주행자동차를 위한 주차장 공급 방안을 제시하였다.

2_연구내용 및 방법

1) 자율주행자동차의 도시교통부문 파급효과 진단

자율주행자동차 관련 기술개발 동향과 장래 시장점유율 예측을 바탕으로, 자율주행 기술이 도시교통에 미치는 영향을 도로인프라, 교통관리, 도시공간 측면에서 진단하였다. 시장 점유율 초기 단계에서 필요한 자율주행자동차 주차시설 및 정책을 제시하기 위해, 자율주행 주차 특성 및 기술 동향을 검토하고 승용차 수요가 집중되고 토지 가치가 높은 업무·상업 중심지구의 주차 행태 변화와 대응 방안을 분석하였다.

2) 자율주행자동차 주차 수요 분석

서울시의 대표적인 업무·상업 중심지인 도심부(종로구, 중구)로 통행하는 일반시민을 대상으로 자율주행자동차 이용 여부와 주차 선호 입지 및 주차요금을 설문하였다. 설문자료를 바탕으로 타 교통수단에서 자율주행자동차로 전환되는 비율과 서울시 가구통행실태조사 자료를 융합하여 동별 도착대수를 산정하였으며, 체류시간 설문결과를 활용하여 동별 시간대별 최대 주차수요를 추정하였다. 본 연구의 주차 수요 추정은 서울시 도심부(종로구, 중구)를 대상으로 하여 분석한 결과이다.

3) 자율주행자동차 주차수요 배분 및 추가 주행거리 산정

자율주행자동차는 운전자가 직접 주차한 뒤 걸어서 목적지로 이동하는 과정이 없기 때문에 목적지 인근 주차장을 이용할 필요가 없다. 이로 인해 목적지 체류시간에 따라 선호하는 주차장 입지가 달라지며, 주차요금이 가장 중요한 결정 요인이 된다. 설문조사를 통해 감내할 수 있는 주차장 이격거리(목적지 인근, 10분 이내, 30분 이내 등)를 파악하여 각

동별 주차수요 중 타 동으로 이동하는 자율주행자동차 대수를 산정하였다. 도착지 주차요금과 이동할 지역의 주차요금을 비교하여 그 차이가 자율주행자동차 운행비용(전기자동차 기준)보다 크면 이동하는 것을 원칙으로, 모든 통행을 서울시 전체를 대상으로 배분하였다. 이를 위해 서울시 동별 평균 주차요금을 산정하고 동간 이동거리를 추출하였다. 동별 주차요금이 현재와 동일한 상황(시나리오 1)과 명동을 중심으로 멀어질수록 주차요금이 싸지는 단일요금(시나리오 2)을 가정하여 주차 수요를 배분하였으며, 이때 추가 발생하는 총 주행거리를 산정하여 자율주행 기술에 따른 주차형태 변화를 추정하였다.

4) 교통수요 관리 및 주차정책 개선 방안

타 교통수단에서 자율주행자동차로 전환되는 추가 수요와 주차장으로 이동하는 수요로 인해 발생하는 교통 혼잡과 총 주행거리를 감축하기 위해 전통적인 주차시설 공급 정책 및 기존 교통수요관리 정책의 적용 가능성을 검토하였다. 자율주행자동차 이용수요 증가로 인한 혼잡을 방지하기 위해 대중교통으로 전환시키는 정책을 도심, 시가부, 외곽부 등 토지이용 및 대중교통 공급 밀도에 따라 차별화하는 방안을 검토하였다. 도심 등 교통 혼잡지역은 승용차 통행을 원천적으로 차단하고 대중교통 중심으로 운영하며, 시가부 경계(예: 2호선)에서는 자율주행자동차 통행을 제한하고 대중교통으로 전환을 유도하기 위해 대중교통 주요거점에 자율주행자동차 이용자가 대중교통으로 전환할 수 있도록 환승 시설을 공급하는 방안을 검토하였다. 또한 자율주행자동차의 높은 주차 공간 이용효율로 창출되는 도심부 노외주차공간과 건물 내 부설주차장의 유휴공간을 타 용도로 활용하는 방안을 검토하였다.

02

자율주행자동차와 도시교통의 변화

- 1_자율주행이 도시교통에 미치는 영향
- 2_자율주행 기술 발전과 주차시스템 변화
- 3_자율주행 기술과 주차장의 변화

02 자율주행자동차와 도시교통의 변화

1_자율주행이 도시교통에 미치는 영향

1) 자율주행자동차 일반 기능 검토

자율주행자동차가 보급되기 시작하면 안전 향상, 용량 증대, 이동성 향상, 이동시간의 가치 변화 등 모든 것이 좋아질 것이라는 예상이 지배적이지만 통행거리의 증가, 프라이버시 침해와 보안 문제 등 단점도 존재한다. 일반인의 시각에서 본 자율주행자동차의 장단점은 다음과 같다.

[표 2-1] 자율주행자동차의 사회적 편익

부문	장점
도로소통	근접주행으로 용량 및 속도 증가 차량 간 통신으로 운행효율 향상 제한속도 향상으로 통행시간 감소 근접주행으로 정체 해소
교통안전	운전자과실로 인한 교통사고가 없어짐 적정 안전거리 상시 유지 사고를 유발하는 운전자 부주의가 없어짐 교통사고 사망자 감소 자동차 관련 보험료 절감 차량 주변 상황의 상시 모니터링 음주운전으로 인한 사회적 비용 제거
교통복지	장애인 등 비운전자의 이동성 향상 대중교통 소외지역 서비스 향상
교통인프라	자율주차로 인한 도심주차수요 감소 지하철 등 대형 기간망 구축 불필요
교통행정	운전면허 관련 행정 수요 감소 계도 및 단속을 위한 경찰 인력 절감
기타	이동 중 생산적인 활동 가능 가족들의 안전운전에 대한 걱정 해소 새로운 일자리 창출

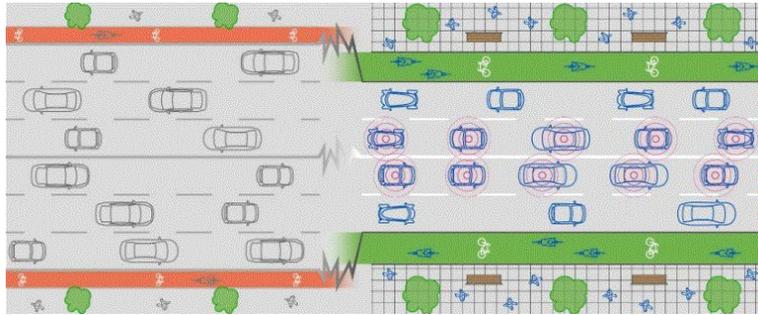
[표 2-2] 자율주행자동차의 단점

부문	단점
기술완성도	통신 및 차량 컴퓨터의 보안 문제 악천후 시 기계적 안정성 문제 돌발상황 발생 시 사람의 수신호 인식 문제 비운전자 탑승 시 시스템 결함 대처 불가 자율주행 기술의 완전한 신뢰 부족 도로통제 등 비반복적 상황의 인지 불가 정밀지도에 부적합한 GPS의 오차 상용화 수준에 미도달된 기술 성숙도
교통관리	유인(有人)운전 고착자 존재 자율주행차와 유인(有人)차의 혼재
관련 산업	정유사의 반발 보험시장의 붕괴 운전교육사업 붕괴 구글의 자율주행자동차 시장 독점 운수종사자의 실업 문제
기타	새로운 장치와 기능에 대한 추가 교육 대량 정보 공유로 인한 프라이버시 문제 완전자율주행의 모호한 개념 사고 발생 시 법적 책임 소재 신기술 장비로 인한 차량 가격 상승

2) 자율주행자동차의 순기능

자율주행자동차는 교통패턴은 물론 일상생활에도 큰 변화를 가져올 것이다. 많은 기회요인과 위협요인이 존재하지만, 자율주행자동차가 보편화되는 것을 다가올 미래로 인정하고 기회요인을 사회발전에 기여하도록 준비하는 것이 중요하다.

차량 간 통신이 완비된 환경에서는 차량군 내의 모든 차량이 동시에 감속과 가속을 수행할 수 있기 때문에 안전정지거리를 유지할 필요가 없다. 이로 인해 차간거리가 수십 센티미터 이하로 좁혀져 도로의 용량이 비약적으로 증가한다. 또한 좌우의 차간거리도 좁아지고 차선의 개념이 없어진다. 따라서 기존 2차로 도로를 3차로 도로처럼 이용할 수 있다. 캘리포니아주의 PATH(California Partners for Advanced Transportation Technology) program에서 예측한 바에 따르면 차량 간 통신을 가정한 환경에서 도로의 용량은 지금보다 최대 2.7배 이상 증가할 수 있다. 이를 통해 기존 도로 공간을 보행공간이나 녹지공간으로 활용하여 더 쾌적한 도로환경을 구축할 수 있는 기회를 제공하게 된다.



[그림 2-1] 도로용량 증대 및 가로환경 변화

교통측면에서 자율주행자동차의 대표적인 장점은 교통안전의 증진이다. 현재 교통사고의 80%는 운전자 과실로 발생되고 있으며, 자율주행은 이로 인한 사상자와 사회적 비용을 대폭 절감할 것이다. 도로 용량의 증대 또한 자율주행의 큰 장점이다.



[그림 2-2] 안전한 생활권 도로

도로체계의 전체적인 모습은 큰 변화가 없겠지만, 교통신호와 표지체계는 많은 변화가 있을 것으로 예상된다. 또한 교차로의 회전차로 곡선반경이 작아지고 합류/분류부의 가감속 차량의 길이가 짧아져 도로공간의 활용이 높아질 것이다. 또한 생활권도로의 안전 향상을 위해 설치된 속도방지턱, 보행자 블라드, 가드레일 등 교통안전시설들이 불필요해지며, 자율주행으로 인한 안전향상으로 보행, 자전거, 개인교통수단 등 친환경교통수단의 이용이 증가되어 대기질 개선과 커뮤니티 활성화에 기여할 것이다. 교통운영 측면에서는 무선통신장비가 장착된 자율주행차량의 개별 운행정보를 바탕으로 보다 정확한 교통상황을 예측하여 최적화된 경로 정보를 제공함으로써 교통정체를 완화할 것이다. 또한 궁극

적으로 완전통신연계 환경에서는 교차로 교통신호가 불필요해지며 교차로를 일반도로처럼 연속주행하게 되어 도시교통의 대표적인 병목지점이 사라질 것이다.



[그림 2-3] 쾌적한 도로환경



[그림 2-4] 연속 교차주행이 가능한 도로

아마존과 DHL은 드론을 이용한 택배시스템을 도입하기 위한 기술개발을 완료한 상태이며, 이미 시험서비스를 진행 중이다. 무인장비를 이용한 배송서비스는 공중에서만 제한되고 있는 것이 아니다. 지상물류 분야에도 자율주행이 도입되고 있다. 앞으로는 배달차량이나 오토바이가 도시 내에서 사라질 것이다. 이미 대형물류회사들과 유통회사들은 자율배달차량을 개발하고 있으며 일부는 상용화 직전이다. 앞으로는 배달오토바이와 택배차량은 거리에서 자취를 감추고 소형배달차량들이 도시 구석구석을 누비며 물건을 배달할 것이다.



[그림 2-5] 자율택배차량의 등장

미국 대도시 운전자들은 주차장을 찾기 위해서 평균 8.1분 추가 운행을 하는데, 이는 도심 통행의 30%를 차지한다(INIRIX Research, 2016). 자율주행자동차는 이 교통수요를 최대한 억제하여 도심 교통혼잡을 완화할 수 있다. 자율주행자동차는 탑승자를 원하는 위치에 승하차시키고 집 주차장이나 저렴한 인근 주차장으로 자율 주행한다. 따라서 지금

처럼 건물 지하나 인근 노상의 주차장을 이용하려는 수요가 없어지게 되어 주차공간을 다른 용도로 활용가능하다. 런던의 주차면적은 전체 도시면적의 16%를 차지하고 있으며 뉴욕, 파리, 홍콩 등 대표적인 대도시들의 도시면적 대비 주차면적은 15~30%이다. 따라서 자율주행자동차는 도시면적의 최소 15%를 새로운 공간으로 재창출하는 결과를 가져올 수 있다. 가로변주차장은 보도확장이나 자전거도로, 녹지 등 공공 공간으로 활용할 수 있고, 노상주차장은 업무나 상업시설로 개발 가능하다. 또한 건물내 주차장은 업무용도로로 전환하거나 물류집하장 등 도시기반시설로 활용 가능하며 고밀 개발된 대도시에 새로운 활력을 가져올 것이다. 일례로 런던의 기존 주차장 8,000ha 중 100ha만 다른 용도로 개발 하다면 12.5억 파운드의 토지가치 상승효과를 가져올 수 있다(Brad Plumer, 2013).

3) 자율주행자동차의 주요 쟁점

자율주행자동차가 대도시 교통운영에 미치는 영향이 긍정적이지만은 않다. 많은 쟁점이 제기되고 있고, 교통정체가 더 가중되고 교통서비스 양극화가 더 심화될 것이라는 우려가 있다.

(1) 자율주행자동차와 유인(有人)자동차의 혼재

자동차 기술의 발전으로 차량의 내구성이 비약적으로 발전하였다. 70년대에 생산된 차량의 평균 운행 기간은 11.5년인 것에 비해 최근의 차량은 20년 이상 사용하고 있다. 따라서 새로운 기술 기반 차량의 점유율이 90% 이상이 되려면 30~50년 정도가 소요된다. 이를 바탕으로 자율주행자동차의 점유율을 산정해 보면 2040년에는 신차판매의 50%, 도로의 차 중 30%가 자율주행차량일 것으로 예상된다. 또한 2050년이 되면 신차 판매의 90%, 도로의 차 중 50%가 자율주행차량일 것으로 예상된다. 유인(有人)차와 무인차 혼재 상황에서는 군집주행 교통운영이 불가능하고, 유인(有人)차량과의 교통사고를 방지하기 위해 매우 보수적인 운영이 불가피하다. 차량군이 동시 출발/정지할 수 있는 환경은 신호교차로의 운영효율을 비약적으로 증대시키지만, 차량군 내에 단 1대라도 유인(有人)자동차가 있으면 이 장점은 사라지게 된다. US DoT에서 발간된 2012 Urban Congestion Trend에 따르면 교통정체의 40%는 병목지점에서 발생되기 때문에 도시부에서 정체는 자율주행자동차의 도입과 무관하게 지속될 것으로 예상된다.

Le Vine et al.(2015)은 자율주행자동차가 유인(有人)차와 혼재된 교통환경은 심각한 교

통정체를 유발할 수 있다는 시뮬레이션 결과를 제시하고 있다. 25%의 차량이 자율주행자동차인 상황에서 신호교차로 지체는 최대 50% 증가하였고 용량은 21% 감소하였다.

(2) 총 주행거리의 증가

SBD Automotive¹⁾(2016)에서 발간된 보고서에 따르면, 자율주행자동차의 상용화로 기존 비(非)운전자들의 승용차 통행수요가 증가하게 되고 도로 위의 공차주행(Dead heading) 차량도 증가함에 따라 도로 혼잡은 가중될 것으로 예상하였다. 세계적인 컨설팅 업체인 KPMG(2016)의 보고서에서는 기존 유인(有人)운전에 제약을 지녔던 16-24세 그리고 65세 이상의 통행이 대폭 증가할 것으로 예측하고 있다.

자율주행자동차의 가장 큰 특징인 공유 기능은 자동차 소유는 감소시키지만 통행은 오히려 증가시킬 것이라는 주장이 일반적이다. Sivak and Schoettle(2015)은 가족 간의 공유를 가정하여 가정당 차량보유대수가 현재 2.1대에서 1.2대로 줄어들어 전체적으로 43%의 차량이 줄어들 것으로 예측하였다. 하지만 운행비용의 감소와 편리성 증진으로 차량 사용량이 11,661마일에서 20,406마일로 75% 증가하여 도로 상의 차량은 이전보다 대폭 많아질 것으로 예상하였다. 자율주행자동차의 통행빈도와 주행거리가 증가하는 이유는 공차 주행이 많은 것이 가장 크다. 기존 대중교통이용 통행이 승용차 이용 통행으로 전환되는 것이다. 탑승자를 목적지에 내려놓고 주차장으로 이동하거나 집으로 되돌아오는 통행과 다른 탑승자를 태우기 위해 이동하는 운행으로 인해 이동거리가 배가 된다. 또한 운전면허가 없거나 운전기술이 부족하여 대중교통이나 자전거를 이용하던 가족 구성원도 언제든지 어디서든지 자율주행자동차를 이용할 수 있어 차량당 주행거리는 증가한다. 지금까지의 이동시간은 소모되어 버리는 피곤한 시간이었으나, 자율주행은 시간의 가치를 바꾸었다. 이동시간 동안 업무를 보거나 쉬거나 혹은 인터넷을 검색할 수 있는 생산적인 활동을 할 수 있기 때문에 이동시간에 대한 저항이 감소할 것이다. 또한 전기차나 수소전지차 기술의 발전이 자율주행기술보다 빠를 것으로 예상되기에 이동비용도 감소하여 이동거리에 대한 부담이 줄어든다. 따라서 거주 환경이 좋은 준교외(Exurban) 거주를 선호하게 되어 통행거리가 증가할 것이다.

¹⁾ SBD Automotive: Automotive Technology Consultancy and Research, UK

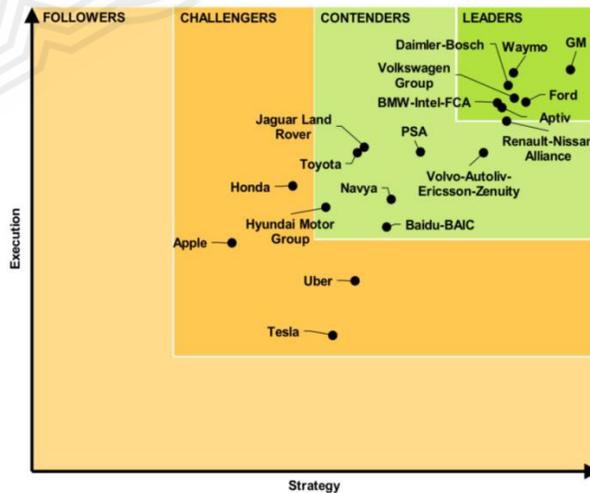
완전 공유를 가정한 도시교통운영 전략보다는 개인소유의 자율주행자동차를 효율적으로 관리하기 위한 수요관리전략을 수립하여 차량의 이용을 억제하고 장거리 통행이나 혼잡한 도심지역 통행은 대중교통을 이용하도록 유도하여야 한다.

2_자율주행 기술 발전과 주차시스템 변화

1) 자율주차시스템 기술 동향

(1) 자율주차시스템을 위한 주요 기술 현황

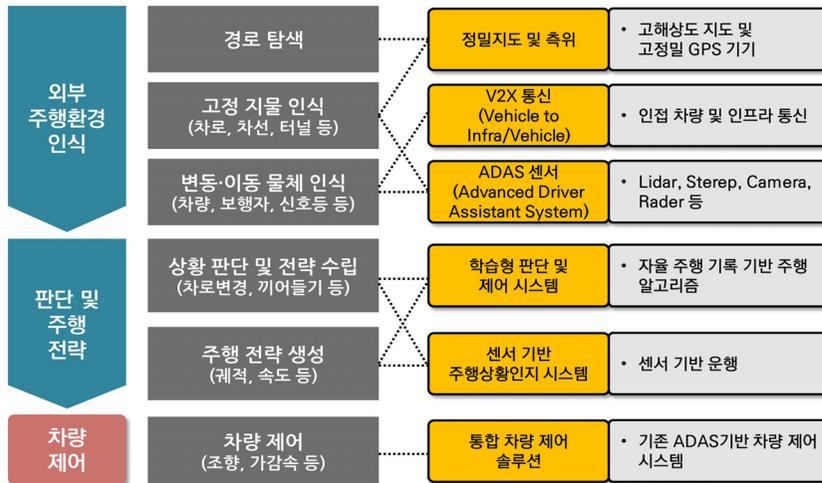
미국의 시장조사기관인 Navigant Research가 최근 발간한 보고서에 따르면, 글로벌 자율주행자동차산업에 이끌고 있는 기업들은 Waymo, GM, Ford, Daimler-Bosch, Volkswagen, BMW-Intel-FCA, Aptive(Delphi에서 분사) 등이다. 자율주행기술은 외부환경인식, 판단 및 주행전략, 차량제어로 이어지는 인지(Sensor), 판단(Processor), 제어(Actuator)의 단계로 구성된다. 글로벌 ICT업체와 소프트웨어 업체에서는 상황판단 및 주행전략 수립을 위한 시기술개발에 매진하고 있는 반면, 자동차제조업체들의 경우에는 ADAS의 혁신을 통한 완전자율주행시대로의 진입을 목표로 하고 있다.



자료: Navigant Research(2018.1)

[그림 2-6] 자율주행차 리더 보드

외부환경인지에 사용되는 센서는 카메라, 레이더(Radar), 라이다(LiDAR) 등으로 구성된다. 카메라는 전방 사물인식 및 검출, 차선 인식 및 유지기능, 신호등, 표지판 등의 복합 환경 인식 등 사람의 눈과 같은 역할을 담당하는 가장 기본적이고 필수적인 센서이다. 최근 카메라 센서의 기술트렌드는 모노(Mono)에서 스테레오(Stereo) 방식으로 진화하고 있다. 스테레오방식은 두 개의 렌즈를 통해서 물체를 3차원으로 인지하는 것이 가능해 영상정보는 물론 거리정보까지 획득할 수 있다. 더불어 한 개의 카메라가 여러 기능을 동시에 수행하는 기술도 개발 중이며, 이와 관련하여 영상신호 처리 속도를 높이기 위한 칩과 소프트웨어 알고리즘도 동반 발전 중에 있다. 레이더(Radar)는 자율주행을 위해서 사용되는 가장 신뢰도 높은 센서로서 차량의 전방, 측방, 후측방 등 다양한 위치에 장착되고 있다. 전자파를 발사해 돌아오는 전파의 소요시간과 주파수를 측정, 주변 사물과의 거리 및 속도를 탐지한다. 라이다 혹은 카메라와 달리 전파를 이용하기 때문에 주변차량이나 장애물을 날씨와 관계없이 인식할 수 있지만, 라이다보다는 정밀도가 낮아서 3D 인식이 어려운 단점이 있다. 라이다(LiDAR) 센서는 레이더와 달리 고출력의 펄스레이저를 사용해서 거리정보를 획득한다. 평면적 정보를 얻는 2D 스캔 라이다와 공간적 정보를 얻는 3D 스캔 라이다로 구분되며, 3D 스캔라이다의 경우 다수의 레이저광원을 모터로 회전시켜 360도 범위를 자세히 탐지하는 것이 가능하다. 라이다는 직진성이 강해서 레이더보다 정밀한 위치정보를 획득할 수 있지만, 높은 가격으로 인해서 보편화되기까지는 좀 더 시간이 소요될 것으로 전망하고 있다. 현재까지 상용화된 ADAS 시스템은 대부분 카메라 단독이거나 레이더와 스테레오 카메라조합으로 장착되고 있다. 하지만, Level 4/5 수준의 완전자율주행이 구현되기 위해서는 각각의 단점을 보완할 센서의 융복합이 필수적이다. 테슬라, 벤츠 등 일부업체가 라이다를 사용하지 않는 자율주행기술을 개발 중이나, 업계에서는 완전 자율주행을 위해서 10개 이상의 레이더와 8개 이상의 카메라, 그리고 1개 이상의 라이다가 필요할 것으로 추정하고 있다.



자료: 융합연구정책센터, IPResearch센터 내용 재구성

[그림 2-기] 자율주행기술에 따른 기술구성 요소

자율주차와 같은 고도의 자율주행기능을 구현하기 위해서는 차량에 탑재된 센서의 감지 범위 밖 정보를 탐지하고, 운전자 및 보행자의 안전성을 강화하기 위한 정밀지도와 통신기술 발달도 필수적이다. 이를 위한 핵심기술로 ‘HD맵(정밀지도)’과 ‘V2X(Vehicle to Everything)’가 있다. 자율주차를 위해서는 10~20초 정도의 오차를 가진 정밀지도가 필수적이며, 인프라 구축 및 연계 측면에서는 안전도와 정확도를 높이기 위한 V2X(Vehicle to Everything)도 수반되어야 한다. V2X는 차량과 차량 간(V2V : Vehicle to Vehicle), 차량과 인프라 간(V2I : Vehicle to Infrastructure), 차량 내(IVN : In-Vehicle Networking), 그리고 차량과 이동단말 간(V2P : Vehicle to Pedestrian) 통신을 지칭한다. 이를 통한 정보교환 및 공유는 센서로 인식이 어려운 정보 및 실시간 정보제공, 데이터 전송에 따른 인식성능 향상, 경로생성 등에 기여한다. 이를 위한 통신기술로 ‘5G’ 통신을 활용하여 1ms 이하의 전송지연 특성과 고속 데이터 전송특화(최대 전송속도 20Gbps)를 통해 자율주행 인프라 여건을 구성하여야 한다. 5G 통신여건은 2020년 상용화를 목표로 하여 현재 기술개발이 이루어지고 있다. 향후 이를 기반으로 자율주행차와 인프라(주차시설)가 유기적으로 연결되어 맞춤형 서비스를 제공할 수 있는 여건이 제공된다.²⁾

2) 자율주행자동차 개발동향 및 주요 기술사항과 관련하여 국내 전문기관인 자동차부품연구원과 정보통신기술진흥센터의 보고서와 발표자료를 재정리하였으며, 이외 Navigant Research 등 국외 전문 컨설팅업체와 관련 연구소의 자료를 참고함

자율주행 레벨			
	Level 2	Level 3	Level 4/5
적용 기술	자동 응급 브레이크 제어, 전방 충돌 경고, 장애물 회피 주차보조 기능 차선 인식 / 차선 자동 유지 > 도로 자율주행(고속도로) > 자율발렛 주차 자율주행 상용화(고속/도심)		
레이더 (Level별 개수)	≥ 3	≥ 6	≥ 10
카메라 (Level별 개수)	≥ 1	≥ 4	≥ 8
라이다 (Level별 개수)	0	≤ 1	≥ 1
이외	Ultrasonic	Ultrasonic Interior camera	Ultrasonic Interior camera V2X

자료: VDA(German Association of Automotive Industry), Society of Automotive Engineers / Market assumption

[그림 2-8] 자율주행 단계별 필요 센서 개수



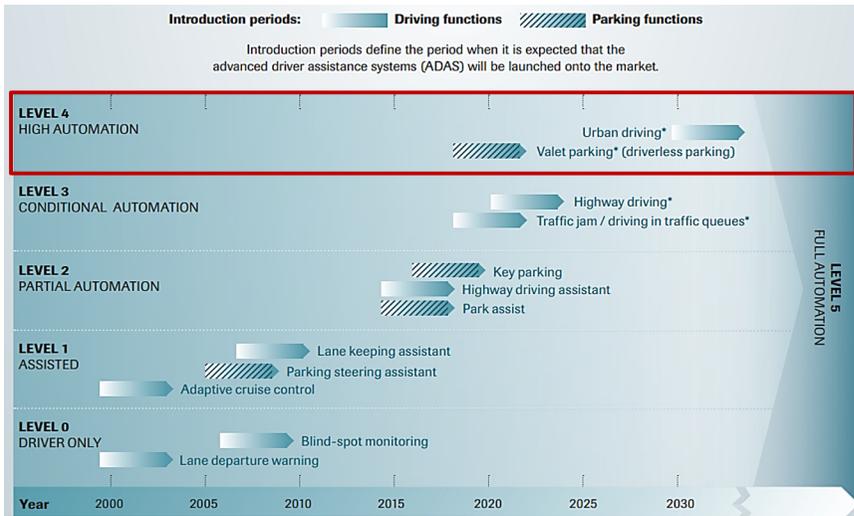
[그림 2-9] 자율주행에 필요한 기술 및 기능 개념도

(2) 자율 발레주차(AVP, Autonomous Valet Parking) 기술

자율 주차의 개념은 2003년 도요타(Toyota)에서 IPA(Intelligent Parking Assist)로 처음 소개³⁾된 이래로 포드(Ford)사의 차량 스스로 주차가능 공간을 찾고 주차하도록 하는 기능이 구현된 APA(Active Park Assist)와 메르세데스-벤츠(Mercedes-Benz)의 APA(Active Park Assist)처럼 많은 자동차 업체에서 기술개발과 상용화가 상당부분 진 행되었다. 현재까지 상용화된 자율 주차는 주차보조 기술로서 운전자가 탑승한 채로 주차 귀적 및 일부 핸들제어를 수행하는 기술이다. 2016년에 메르세데스-벤츠(Mercedes-Benz)는 차량 내/외 스크린을 통해 확인된 주차 공간을 차량이 스스로 주차 및 출차를 해주는 기능인 ‘Parking Pilot’ 기능을 선보였으며, 볼보(Volvo)에서도 이와 유사한 ‘Park assist pilot’ 기능을 상용화하고 있다. 이외에도 초음파 센서를 이용한 주차 /출차기능을 제공하는 포드(Ford)의 ‘Active park assist’와 현대기아차의 주차조향 보조 시스템(ASPAS)이 이에 해당한다.

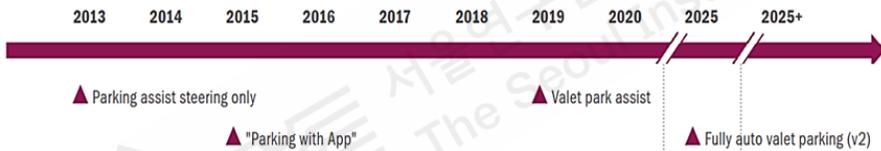
자율 발레주차는 자율주차나 완전자동주차 개념으로 볼 수 있다. 운전자나 탑승객이 백화점이나 마트, 식당 등 원하는 목적지 입구에 내리면 차가 스스로 지상이나 지하 주차 공간으로 이동해 주차하는 기술로서 자율주행 Level 4 이상 수준에 해당한다. 독일 자동차산업협회(German Association of the Automotive Industry, 이하 VDA)에서는 향후 자율주행차의 기술개발 수준을 자율주행 단계별 필수적인 자율주행차의 기술수준으로 구분하고, 각 레벨별 목표연도를 설정하였다. VDA에서는 Valet Parking System 기술을 4단계 Level로 구분하고, 2020~2025년 달성을 목표로 하고 있다.

3) 2003년 도요타 하이브리드 프리우스에 세계 최초로 자동주차보조(IPA)시스템이 적용되었으나, 적용기술은 후방감지카메라가 LCD모니터를 통해 운전자에게 주차공간을 시각적으로 보조해주는 수준이었다.



자료 : Automation : From Driver Assistance Systems to Automated Driving, 2015, VDA

[그림 2-10] 독일 자동차산업협회의 자율주행 단계별 달성 기술 구성



자료 : Autonomous Driving, 2014, Roland Berger

[그림 2-11] 주차시스템 개발 현황 및 예측

현재, 아우디(Audi)에서는 2018년 테스트베드를 거쳐 2020년에 Semi APS를 상용화, 2030년 완전 자율 발레주차 완성을 목표로 하고 있으며 기존 주차장보다 40~60%의 효율을 예상한다. Benz-Bosch에서는 완전 자율 발레주차의 상용화를 2018년 목표로 하여 테스트베드를 진행 중이며, 이에 따른 기대효과로 기존 주차장보다 20%의 효율 향상을 예상하고 있다. 최근 Hitachi사는 전용주차장에서 완전 자율주행을 통해 주차하는 '자동 발레 파킹 시스템'의 기본 기술을 개발했다. 관제센터와 차량이 원격으로 필요한 정보를 주고받으면서 안전한 자동주차를 실현코자 하고 있으며, 2020년대 초 실용화를 목표로 하고 있다. 앞서 언급한 업체 외에도 자율 발레 주차기술은 자동주차 기술의 상용화에 따라 향후 2025년 상용화를 목표로 기술 개발 및 연구가 활발히 진행되고 있다. 미국의 테슬라,

구글, GM, Ford, 유럽의 BMW, Daimler&Bosch, 아시아에서는 Toyota, 현대기아차에서 활발히 기술 개발 중에 있다.

2) 자율주행 기술 발전에 따른 주차의 변화 예측

모든 자동차는 사용하지 않을 때 주차할 수 있는 장소가 필요하며, 주차는 도시 내 교통 시스템의 필수 고려 요소이다. 운전자가 목적지에 도착하여 주차하기까지의 과정은 교통 혼잡에 영향을 미치며, 주차장은 도시 경관에 중요한 요소 중 하나로 인식되고 있다. 1950년대 이후 급격히 증가한 자동차보급에 따라 세계 주요 도시에서는 주차수요가 증가하였으며 이에 따라 주차공간의 부족, 도로 혼잡이 발생하고 있다. 또한 주차공간을 찾기 위해 배회하는 동안 자동차 연료소모량 및 자동차 주행 거리를 증가시키고 자동차 배기가스도 추가적으로 배출하며 사회적 비용을 증가시킨다.

주차에 소모되는 시간과 면적은 도시에 있어 매우 큰 부분을 차지하는 반면, 자동차는 24시간 중 미국의 운전자는 2.6% 운행, 0.8% 주차장소를 찾는 데 소비하며, 이외 시간은 주차되어 있다. 마찬가지로 유럽의 운전자는 5% 운행, 1.6% 주차 장소를 찾는 데 소비하고, 이외 시간은 주차되어 있다(Fortune, 2016). 즉, 자동차는 이용되기보다는 대부분 주차되어 있는 것이다. 미국, 영국, 독일에서 평균적으로 주차에 소요되는 시간은 10분으로, 운전자가 목적지까지 이동하는 총 시간의 30%를 차지하고 있으며, 주차에 대해 대부분의 운전자가 문제점으로 인식하고 있다(APCOA PARKING and INRIX, 2016). 일반적으로 차량은 대부분의 시간(95%) 주차장에 주차되어 있으며, 실제로 사용되는 시간은 5%에 불과하다(Clive Thompson, 2016).

시간적 손실뿐만 아니라 공간적으로 주차장은 도시의 공간을 일정 부분 차지하며 도시공간의 효율성에 큰 영향을 주고 있다. 예를 들어, 미국에는 10억여 개의 주차공간이 있다. 이 수치는 미국의 총 자동차 대수인 약 2억 3천만여 대의 4배 수준이며, 면적은 약 6,500 제곱마일(약 $16,835km^2$)에 달한다. 또한 2015년에 수행된 연구에 따르면, 로스앤젤레스(L.A. County) 토지면적의 14%가 주차장으로 사용되고 있는 것으로 조사되었다. 총 면적은 약 200제곱마일(약 $518km^2$)로 이 지역의 도로 총면적인 140제곱마일(약 $363km^2$)보다 1.4배 더 넓은 공간을 주차장으로 할당하고 있다. 지역 내 주차장 수는 약 1,870만

면으로, 자동차 수가 약 560만 대임을 고려할 때 대당 3.3개의 주차공간을 소비하는 것으로 나타나 비효율적인 공간 활용을 하고 있는 것으로 나타났다(Mikhail et al., 2015).

2016년 발표된 시장조사결과에 따르면 2035년 전체 자동차 매출의 75%는 자율주행자동차(연 9,500만여 대)가 차지할 것으로 전망하고 있으며, 미국 전기전자기술협회는 2040년 도로에서 운행되는 자동차의 75%는 자율주행차가 될 것으로 예측하고 있다(Navigant Research, 2016). 또한 보스턴 컨설턴트(BCG, 2016)에 따르면 2022년이면 자율주행차의 기술개발이 완료되고, 2035년에는 자율주행차의 판매가 25%를 차지할 것으로 예측하고 있다. 이외에도 스탠포드대학교의 보고서(2016)에 따르면 2030년까지 완전 자율주행차의 보급이 완료되고, 이에 따라 도시와 생활방식이 변화할 것으로 전망하고 있다. 최근 보스턴 컨설턴트(BCG)에서 수행한 설문조사에서 자율주행차가 상용화되면 이를 이용하는 가장 큰 이유가 “목적지에 내려 놓고 주차 장소를 찾아 자체적으로 주차한다”로 조사되었다(2015).



자료 : BCG(Boston Consulting Group), 2016, “Self-Driving Vehicles, Robo-Taxis, and the Urban Mobility Revolution

[그림 2-12] 향후 자율주행차를 이용하는 이유 설문 결과(BCG, 2015)

최근 자율주행 기술의 빠른 발전은 4차 산업혁명 중 가장 변화가 두드러지게 진행되고 있는 분야로서, 향후 도시와 삶을 크게 변화시킬 것이다. 특히, 운전의 무인화로 인해 운전 시 시간의 활용과 육체적 피로의 해방, 사고 감소, 주차문제의 해결 등이 예상된다.

미래에는 자동차 스스로 이동·주차 가능해지고 주차면적은 감소하며 도심의 주차장은 지하 또는 외곽으로 이동할 것이다. 스탠퍼드의 보고서(2016)에서는 2030년에는 자동차 소유의 감소와 공유의 확대로 교통 체증과 주차문제가 없어질 것으로 예상하고 있으며, 승용차 공유를 통해 현재의 주차장으로 사용되는 공간의 14%가 감소할 것으로 예상하고 있다. 이와 같이 공유의 확산으로 자동차의 소유에서 공유로 사회가 변화되면 자율주행차는 주차를 최소화하고 도로에서 계속 주행하게 될 수도 있다. 대도시의 주차장은 다른 용도로 사용할 수 있게 되어 도시의 모습을 변화시키는 공간 활용 및 배치가 될 것이다. 자율주행의 발전에 따라 주차의 방식과 개념이 바뀔 것이고, 사람들의 생활방식까지도 변화할 것이다. 주차는 더 이상 운전자의 역할이 아닌 자동차의 역할이 되어 주차 걱정 없이 자동차를 이용할 수 있게 될 것이다.

3) 자율주행발전에 따른 주차 시스템 변화

자율주행 기술 중 주차 관련 기술은 테슬라, BMW, 도요타, 현대기아 등 주로 자동차제 조업체와 구글, 웨이모 등 소프트웨어기술업체에서 활발히 개발 및 상용화 과정 중에 있다. 과거 10여 년 전 2000년대 초반 자동주차보조시스템(SPAS)의 등장은 자동주차체계의 시초이며, 이후 후방카메라의 보급과 센서의 발달로 주차시스템은 지속적으로 발전하고 있다. 대표적인 자율주행자동차 선도기업인 테슬라는 2016년 테슬라 모델 S를 통해 자동주차(Automated Park)를 선보인 바 있다. 이후 BMW, Daimler-Bosch, 현대기아차 등에서 자동주차기술개발을 진행 중에 있다. 주요 주차기술 개발사항을 보면, 차고, 도로변, 주차장 등 다양한 환경에서 동작이 가능하여 자동 주차와 출차를 지원한다. 또한 기술을 지속적으로 개선하여 업데이트를 통해 향후 완전 자율 발레주차를 제공하고자 하고 있다. 현재 자율주행자동차에는 라이다(LIDAR), 레이더(RADAR), 적외선 거리 센서, 초음파 센서 그리고 다양한 카메라 등이 사용되며, 이러한 센서들에서 수집되는 외부 정보를 분석하여 자율주행자동차가 상태와 동작을 판단한다.

자율주행기술 중 주차 시스템은 과거 수신호와 사이드미러 등을 통한 유인(有人) 주차에서 현재 차량 내외부의 다양한 기능을 이용한 주차보조시스템(PAS, Parking Assist system) 단계로 점진적으로 발전해 왔다. 현재 주차보조시스템(PAS)은 주차와 출차 시 운전자의 사각지대를 전방위로 보여주는 카메라 기술과 충돌감지 센서를 기반으로 조향

상태를 보조해주는 기술로서, 자율 주차의 초기 형태로 평가되고 있다.

자율주차 시스템은 다음과 같이 3단계로 구분된다(VDA⁴⁾, 2015) 자율주행기술 Level 0~1에 해당하는 주차보조(Parking Assist) 시스템은 운전자가 차량에 탑승한 상황에서 주차 공간 영상 제공, 주차 궤적 제공, 횡방향 조향 제어 등의 기능을 제공하는 시스템으로, 현재 대부분의 완성차 업체에서 상용화가 되어 있다. 자율주행기술 Level 2~3에 해당하는 자동주차(Automated Parking) 시스템은 운전자의 개입 없이 조향 제어 및 브레이크, 스로틀 제어를 제공한다. 자동주차 시스템은 현대자동차, 폭스바겐, GM, Bosch 등의 글로벌 완성차 및 자동차 부품 업체에서 시장을 선점하기 위해 기술 개발 및 상용화를 추진 중에 있다. 자율주행기술 Level 4~5에 해당하는 자율 발레주차(Autonomous Valet Parking) 시스템은 차량에 운전자가 탑승하지 않은 채로 차량이 주차장 내에서 주차공간을 찾고 주차공간까지 자율 주행하여 자동주차하는 기술로, 무인제어로 주차장 상태 관리부터 차량제어까지의 일련의 주차과정을 모두 자동차가 스스로 하는 시스템이다. 현재 주차시스템은 지속적으로 발전하여 자동주차와 관련된 기술들은 자율주차기술 Level 2 수준에서 Level 3단계 수준에 도달하였고, 현재 자동차 기업들은 기존의 기술을 통합 및 발전시켜 자동주차(Autonomous Parking) 기술에 도달하고 있다.



[그림 2-13] 주차 시스템의 변화

4) VDA: Verbund der Automobilindustrie(German Association of Automotive Industry), 독일 자동차산업협회

3_자율주행 기술과 주차장의 변화

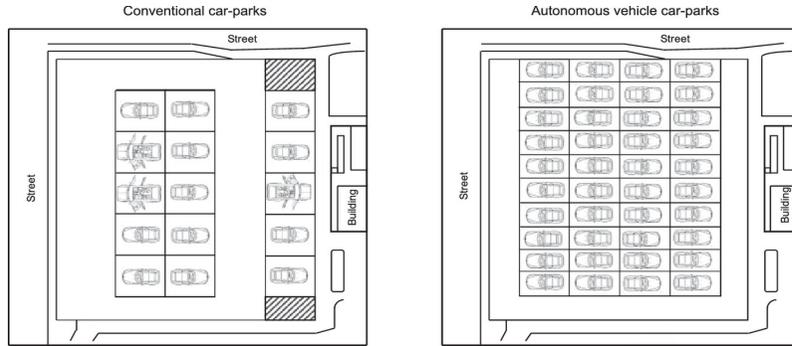
1) 자율주행자동차 전용 주차장 Concept

현재 자율주행차의 기술적 발전이 선도적으로 이루어지면서 자동차 제조업체, 인프라 관련 업체를 비롯하여 카메라, 센서 업체까지 자율주행차의 기술 상용화를 진행 중에 있다. 이와 더불어 자율주행차에 대한 본격적인 상용화에 발맞추어 표준 기술도입으로 규격화를 통한 안전성 제고방안을 마련하고 있다. 특히, 운전자의 편의를 증진시켜주는 주차시스템 개발 및 적용을 위한 작업이 활발히 진행 중에 있다. 주차 기술이 빠르게 발전하고 규격화 작업이 상당부분 진행됨에 따라 장래의 주차 시설 설계에 중대한 영향을 미치고 있다. 이를 통해 자율주행차의 주차시설에 대한 많은 연구와 개발이 진행되었다. 자율주행차의 발전에 따라 가장 우선적으로 고려되고 변화할 기술로 주차 기술이 빠르게 변화하고 있으며 이에 따라 주차시설에 대한 관심이 증대되고 있다.

미국의 컨설팅 전문업체 ReportsnReports(2017)에서 발표한 “Global Automated Parking systems Market 2017-2021”에 따르면 2017~2021년 기간 동안 전 세계 자동 주차 시스템 시장이 연평균 11.42% 정도 성장할 것으로 예측하고 있다. 자율주행차의 상용화를 앞두고 이를 수용할 수 있는 도시인프라, 특히 주차장에 대한 다양한 예측이 나오고 있다. 자율주행차 전용 주차장의 모습을 많은 사람들이 예측하고 있고 이에 발맞추어 주차장 시스템 시장이 과거보다 지속적으로 발전, 확대되고 있는 추세이다.

향후 자율주행차 전용 주차장은 자동화 기계설비와 자율 발레파킹으로 향상된 정밀도를 통해 기존 주차공간에 비해 좁은 공간을 활용하며, 운전자 및 보행자를 고려할 필요가 없으므로 높이 기준이 30~50% 감소할 것으로 예측된다. 또한 차량 간 밀집 주차 및 행렬 보관으로 공간효율이 증가하고, 이외에도 기존 자주식 주차장에서 필요한 경사로(Ramp), 통로, 승강기 및 계단이 제거되어 효율적인 공간활용이 가능할 것이다. 이와 관련하여 토론토 대학교의 연구진이 자율주행차로 인한 주차장의 변화를 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 주차 공간은 유인(有人) 영역이 사라지고, 자동차의 정확한 주차로 주차면적이 축소될 것이다. 둘째, 주차면적과 주차통로는 자율주행차의 최소 크기와 주행 가능한 최적 너비를 반영하여 축소될 것이다. 셋째, 주차장은 주차기능뿐만 아니라 충전, 자

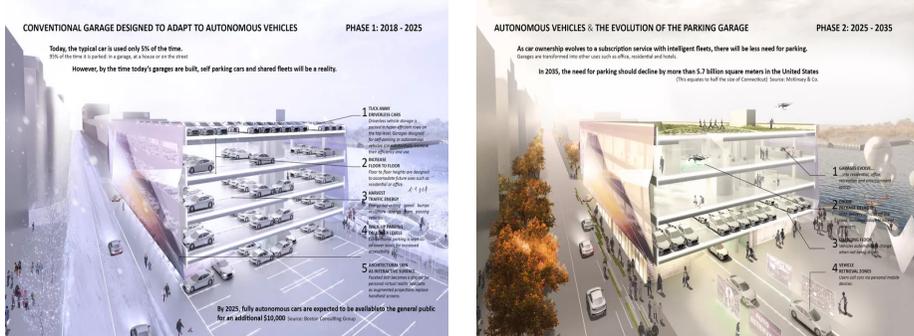
동차 세차 및 유지관리 기능을 추가적으로 가질 것이다. 넷째, 주차장의 효율은 최대화될 것이고 주차를 위한 통로 및 층 높이는 최소화될 것이다.



자료: Designing Parking Facilities for Autonomous Vehicle, 2017, University of Toronto

[그림 2-14] 토론토 대학교의 자율주행차 전용 주차장의 변화 개념도

이와 유사하게 보스턴의 건축회사 Arrowstreet(2017)에서는 자율주행차로 인해 운전자가 없는 주차장의 변화를 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 운전자의 보행이 필요없어져 자동차 주차구획에서 유인(有人)의 면적이 제거되고, 사람의 이동을 위한 공간이 사라질 것이다. 둘째, 최소한의 주차공간만 제공함에 따라 동일 면적에 보다 많은 자동차 주차가 가능 할 것이다. 셋째, 무인 주차로 인해 주차장의 층간 높이도 최소 높이만 필요할 것이다. 넷째, 운전자, 자동차, 주차장 간의 정보 제공과 공유를 위해 시설이 고도화될 것이다.



자료 : Arrowstreet Inc.

[그림 2-15] 자율주행에 따른 주차장의 변화

이외에도 다수의 전문가들은 운전자가 필요 없는 자율주행차로 인해 주차장이 보다 외곽이나 토지 비용이 상대적으로 저렴한 장소에 위치하고, 자율주행차와 상호작용할 수 있도록 첨단 주차 시스템을 갖춘 주차장이 될 것으로 예측하고 있다. 또한, 세계적인 자동차 제조업체 아우디의 도시 미래 연구소에서는 주차장 공간이 62%나 감소할 것으로 예측하고 있으며, 미국의 컨설팅 전문업체 맥킨지는 미국의 전체 주차공간 57억 제곱미터 중 15%의 주차공간의 절약을 예측하고 있다. 또한, 구글, BMW사 등 자동차제조업체와 소프트웨어업체에서 자율주행차를 기반으로 한 주차장의 효율 증대와 보다 첨단화된 주차장에 대한 설계가 나오고 있으며, 이를 통해 운전자의 편의를 향상시킬 것으로 예상하고 있다. 이를 종합하여 장래의 자율주행차 전용 주차장을 예측한다면 “보다 효율적으로 공간 활용이 이루어질 것이며 자율주행차와의 상호작용을 위한 첨단화가 될 것”이다.

2) 자율주차기능과 기존 주차장의 변화

(1) 주차장 종류 및 특징

국내의 주차장 설치·정비 및 관리에 대한 사항은 「주차장법」과 「주차장법 시행규칙」에서 규정하고 있다. 이에 따른 주차장의 종류는 위치에 따라 노상주차장, 노외주차장, 부설주차장의 3가지로 구분되고, 형태에 따라 자주식 주차장과 기계식 주차장으로 구분하고 있다.

【표 2-3】 주차장법에 따른 주차장 구분

(단위: %)

구분	명칭	세부사항	비고
종류	노상주차장	도로의 노면 또는 교통광장(교차점광장만 해당)의 일정한 구역에 설치된 주차장	「주차장법」 제2조제1호가목
	노외주차장	도로의 노면 및 교통광장(교차점광장만 해당) 외의 장소에 설치된 주차장	「주차장법」 제2조제1호나목
	부설주차장	건축물, 골프연습장, 그 밖에 주차수요를 유발하는 시설에 부대(附帶)하여 설치된 주차장	「주차장법」 제2조제1호다목
형태	자주식 주차장	운전자가 자동차를 직접 운전하여 주차장으로 들어가는 주차장	「주차장법 시행규칙」 제2조제1호
	기계식 주차장	기계장치에 의하여 자동차를 주차할 장소로 이동시키는 설비를 설치한 노외주차장 및 부설주차장	「주차장법 시행규칙」 제2조제2호

자료: 주차장법, 법률 제14952호

또한, 주차장 1면을 의미하는 주차단위 계획은 현재 최소기준 너비 2.3m 이상, 길이 5.0m로 1990년 이후 적용되어 오다가 중·대형 차량 비율 및 차량 제원의 증가에 따라 2017년 너비 2.5m 이상, 길이 5.0m로 확대된 상태이다.

[표 2-4] 주차계획 기준 변경 사항

구분	일반형		확장형		대상차종
	너비	길이	너비	길이	
개정 전	2.3m 이상	5.0m 이상	2.5m 이상	5.1m 이상	일반형: 소형차 확장형: 중형차 이상
개정 후 (2017년 이후)	2.5m 이상	5.0m 이상	2.6m 이상	5.2m 이상	일반형: 중형 및 중형SUV 확장형: 대형·대형SUV, 승합차·소형트럭

자료: 국토교통부(2018), 「주차장법 시행규칙」

주차장 형태에 따라 자주식 주차장과 기계식 주차장으로 구분되는데, 가장 큰 차이점은 운전자가 직접 주차장 내로 운전하여 주차하는 방식과 기계 설비가 이를 대신하는 주차 방식에 있다. 자주식 주차장은 대규모/소규모 주차장에 많이 적용되는 방식으로 유지관리가 용이하며, 국내의 주차장은 대부분 자주식 주차장이다. 자주식 주차장은 운전자가 직접 주차장 내에서 운전, 주차하기 때문에 동선계획 및 주차면적에 대해 전반적으로 인적요소를 고려해야 한다. 기계식 주차장은 기계설비가 자동차를 주차 장소로 이동시키고 격납시키는 형식으로 자주식보다 주차면적이 비교적 작기 때문에 대지를 고밀도로 이용할 수 있으며, 기계 설비를 이용하기 때문에 안전성 확보 문제와 지속적인 유지관리가 고려되어야 한다. 기계식 주차장은 자주식 주차장에 비해 1.4배 이상의 공간 효율성을 지니고 있고, 운전자가 필요 없는 주차시스템으로 차량 보안과 안전성이 높으며, 주차 시 자동차의 주행을 최소화해 혼잡 및 대기오염을 감소시킬 수 있는 장점이 있다. 이를 통해 향후 자율주행차의 자율발레주차시스템이 상용화되면 토지가격이 상대적으로 비싸고 지하공간을 활용할 수 있는 곳에서 미래의 주차장 시스템으로 최적화될 가능성이 높을 것으로 판단된다.

주차시설에 기계식 설비가 투입되는 기계식 주차장은 별도의 세부 설치기준과 주차단위구획이 적용되고 있다. 주차구획의 크기는 중형 기계식 주차장의 경우 너비 2.2m 이상, 높이 1.6m 이상, 길이 5.15m 이상으로 규정하며, 이외 기계식 주차장의 경우 운반기의 크기는 너비 1.9m 이상, 출입구의 크기는 너비 2.3m 이상, 높이 1.6m 이상으로 규정하고 있다.

[표 2-5] 자주식 주차장과 기계식 주차장 비교

구분	자주식 주차장	기계식 주차장
세 분류	지하식, 지평식, 건축물식	
설치기준 규정	주차장법 시행규칙	주차장법 시행규칙 기계식주차장치의 안전기준 및 검사기준 등에 관한 규정
장점	설치 비용 및 유지관리비 저렴 이용효율(첨두시)이 높음	공간 효율이 높음 도난, 차량 파손이 적음
단점	공간 효율이 낮음 도난, 차량 파손이 많음	설치 비용 높음 유지관리비가 지속적으로 발생 이용효율(첨두시)이 낮음

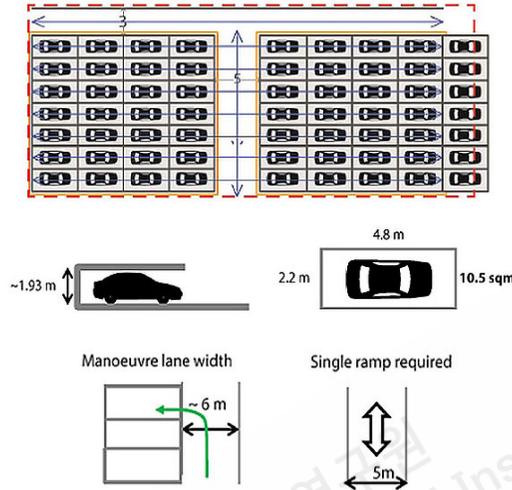
(2) 주차장 형태별 변화 방향

운전자가 스스로 주차하는 형식의 자주식 주차장은 자율주행차로 인해 향후 자동차 스스로 주차함에 따라 주차장 형태에 많은 변화가 예상된다. 자주식 주차장의 가장 큰 변화는 기존의 주차장보다 좁은 면적에 최적화된 차량이 주차하고 사람을 고려한 주차설비(여유 폭, 보행통로, 층간 높이 등) 항목이 축소 및 제거된다는 점이다. 기계식 주차장은 자율주행차의 자동발레주차 기능을 통해 기계식 주차장의 단점이었던 입출고시간의 감소로 효율성이 향상되어 자율발레주차에 최적화된 주차장 형태가 될 것이다. 또한, 대부분의 주차장이 지상에 위치했던 과거에 비해 많은 주차장이 지하에 건설되어 지상공간이 다른 용도로 사용될 것으로 예상된다.

① 자주식 주차장 공간 효율성은 향상, 도시 외곽으로 이동

자율주행차에 필요한 주차공간은 획기적으로 작아지고, 운전자는 주차장에 가지 않고도 차를 호출할 수 있어 주차장의 유인(有人) 공간은 사라질 것이다. 이를 통해 자주식 주차장은 주차공간을 효율화하고 여유공간을 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 2016년 가전제품박람회(CES 2016)에서 자동차 제조업체 아우디가 발표한 향후 자율 주차장의 변화에서 주차장의 주차대수는 증가하고, 주차면적은 차량 크기에 최적화되며 주차장의 층고가 더 낮아질 것으로 전망하였다. 미국 주차구획의 평균 너비가 8~9피트(2.5~2.7m)에서 자율주행차로 인해 6.5피트(2m) 수준으로 감소하여 현재의 동일한 주차공간에서 주차면수를 20~25% 증가시킬 수 있을 것으로 예상하였다. 또한 차량 이동에 필요한 도로폭이

감소하고 주차시설의 램프가 양방향에서 일방향으로 변경·축소될 것으로 예상하였다. 또한, 최근 Bosch&Daimler의 보고서에 따르면, 기존 주차장을 자율 발레 주차기술에 따라 변경하면 동일 면적의 최대 20%를 효율적으로 사용할 수 있다고 예측하였다.



자료: 아우디 발표자료 발췌(CES, 2016)

[그림 2-16] 자율주차에 따른 자주식 주차장의 변화

향후 더 이상 기업, 주거용 건물 또는 기타 시설에 필수적으로 주차장을 제공할 필요가 없어질 것이다. 자율주행차의 발전에 따라 자율주행차가 운전자와 승객을 목적지에 내려 주고 스스로 주차할 수 있는 주차 공간으로 이동하게 되어 목적지 주변의 주차 장소는 무의미해지기 때문이다. 미래에는 목적지 근처에 주차할 필요가 더 이상 없으며, 이로 인해 기존 주차장은 다른 용도로 사용될 것이고, 주차장은 도시 외곽 또는 근교의 더 저렴한 장소로 이동할 것으로 예상된다. 또한, 주차장은 현재 건물 등 일정 토지를 점유하는 형태에서 보다 복잡화되고 서비스 집약된 공간으로 진화할 수 있으며, 연료충전, 유지 관리 시스템과 연계한 서비스가 제공될 것이다.

② 기계식 주차장의 주차 효율성은 향상, 도심에 적용 가능

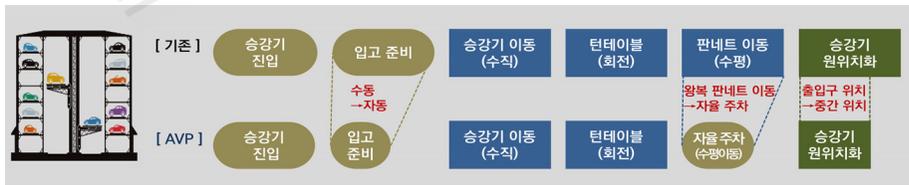
기계식 주차장은 자주식 주차장보다 공간의 효율성과 경제성, 안전성 등의 장점을 지니고 있다. 현재 국내 법규상 기계식 주차장의 설치 기준에서 주차장의 용량을 2시간 내 모든

주차된 차량의 입출고를 가능토록 규정하고 있어, 기계설비의 처리 용량 제약 하에 있다. 즉, 기계식 주차장 내 기계설비(승강기 또는 리프트)에 의존하여 주차장의 용량이 제약되고, 이에 따라 대규모 주차 수요가 존재하는 건물 및 장소에서는 부적격하였다. 그러나 자율발레주차 시스템이 적용된다면 기계식 주차장 내의 기존 기계설비가 담당하는 입출고 기능을 일부 자율주행차가 대신함으로써 입출고 시간을 줄일 수 있게 된다.

[표 2-6] 기계식 주차장의 입출고시간 기준 규정

<p>제6조(입출고시간) ① 주차장치에 수용할 수 있는 자동차를 모두 입고하는데 소요되는 시간과 이를 모두 출고하는데 소요되는 시간은 각각 2시간 이내이어야 한다. 다만, 2단식주차장치 및 다단식주차장치에는 적용하지 아니한다. <개정 2000.11.29></p> <p>② 제1항의 규정에 의한 자동차 입출고시간의 1대당 계산기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2000.11.29></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 기동벨이 울리는 시간 : 3초 2. 운전자가 운반기 위의 자동차를 운전하여 나오는 데 필요한 시간 : 23초(후열의 경우는 27초) 3. 운전자가 운반기 위에 입고시키는 데 필요한 시간 : 20초(후열의 경우는 24초) 4. 운전자가 아닌 기계장치에 의하여 운반기 위에 입고 또는 출고시키는 데 필요한 시간 : 해당 소요시간 5. 기계식주차장치 내부에 방향전환장치가 설치된 경우에는 이와 관련하여 소요되는 시간을 포함하여 계산한다. 다만, 이용자의 편의를 위하여 방향전환장치를 설치한 경우에는 방향전환장치의 회전시간을 제외하고 계산할 수 있다.
--

[그림 2-17]에서 보는 바와 같이 기존 기계설비에 의존하였던 입/출고를 자율주행차가 일부 대신함으로써 보다 효율적인 주차장이 될 것으로 예상된다.



[그림 2-17] 기존 기계식 주차장과 AVP 전용 기계식 주차장 차이점(입/출고)

[표 2-7]과 같이 기존 기계식 주차장에서 자율주차장으로 변화할 경우 대당 주차시간이 기존의 1/3로 감소하여 기존 기계식 주차장의 단점이었던 시간당 처리 효율이 증대되고 승강기 1대당 주차 처리 수준이 최대 175%까지 향상시키는 것으로 산정되었다. 즉, 현행 법규에서 규정하고 있는 2시간 내 입고/출고가능한 대수가 1층당 주차 면수 10대 기준의

면적에서 기존 80대(최대 8층)에서 AVP 주차장에서는 140대(최대 14층)로 처리용량이 향상됨을 의미한다.

[표 2-7] 기존 기계식과 AVP 전용 기계식 주차장의 단계별 효율성 비교

구분		기존 기계식		AVP 전용 기계식	
		필요 여부	시간(초)	필요 여부	시간(초)
①	기동벨이 울리는 시간	◎	3	X	-
(입고)	운반기 위에 입고시키는 시간	◎ (운전자)	20	△ (자율주행차)	6
(출고)	운반기 위의 자동차를 운전하여 나오는 시간	◎ (운전자)	23	△ (자율주행차)	6
②	방향 전환시간	◎	해당 소요시간	◎	해당 소요시간
③	기계장치로 입고/출고시간 (수직 이동)	◎	해당 소요시간	◎	해당 소요시간
④	기계장치로 입고/출고시간 (수평 이동)	◎	해당 소요시간	△ (일부 대체)	해당 소요시간
⑤	기계장치로 입고/출고시간 (팔레트 이동)	◎	해당 소요시간	X (자율주행차)	6
평균 소요시간(초)		35초+(층수×1초)		12초+(층수×1초)	
승강기 1대당 최대 층수 (총 면수, 층당 10대 기준)		8층 (80대)		14층 (140대)	

주 : 기계식 주차장의 설치 기준은 현행 법규상 대당 입출고 시간을 5분 이내, 총 주차된 차량 입출고 시간을 각각 2시간 이내로 규정하고 있음

사각 주차장(Square Type)보다 공간효율이 약 12% 높은 원형 주차장(Round Type)으로 적용하였을 경우, AVP 전용 주차장은 기존 기계식 주차장 대비 10~16%의 공간 효율성을 지니게 된다.

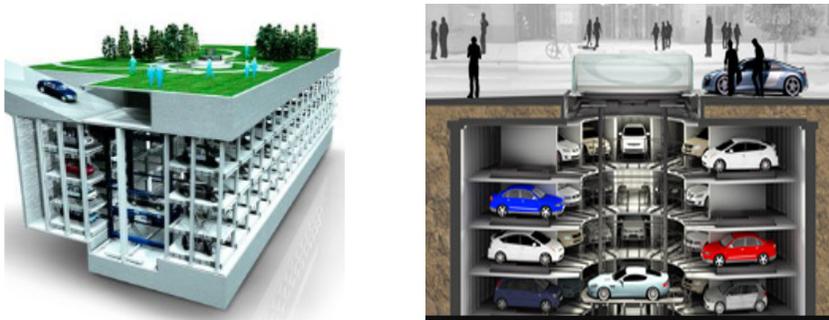
[표 2-8] 주차대수에 따른 면적 비교(원형 주차장)

구분	1층당 8대 기준	1층당 10대 기준	1층당 12대 기준
기존 원형주차장 면적	897m ²	1017m ²	1206m ²
AVP 전용 주차장 면적	754m ²	886m ²	1029m ²
기존 대비 효율성	16%	13%	15%

[표 2-9]는 현재의 기계식 주차장과 향후 자율주행자동차 전용 기계식 주차장의 평균 입출고 시간을 고려한 최대 입출고 대수와 이를 통한 승강기 1대 기준의 최대 주차장 층수를 산정한 내용이다.

[표 2-9] 기계식 주차장의 효율성 향상 정도

구분	평균 입고 시간 (초)		평균 출고 시간 (초)		총 주차면수 (10면/층)	최대 입고 대수 (대/2시간)		최대 출고 대수 (대/2시간)		최대 층수 산정	
	기존	AVP	기존	AVP		기존	AVP	기존	AVP	기존	AVP
1	34	15	39	15	10	212	480	185	480	가능	가능
2	36	16	43	16	20	200	450	167	450		
3	38	19	47	19	30	189	379	153	379		
4	40	21	51	21	40	180	343	141	343		
5	42	24	55	24	50	171	300	131	300		
6	44	26	59	26	60	164	277	122	277		
7	46	29	63	29	70	157	248	114	248		
8	48	31	67	31	80	150	232	107	232		
10	52	36	75	36	100	138	200	96	200	불가능	불가능
11	54	39	79	39	110	133	185	91	185		
12	56	41	83	41	120	129	176	87	176		
13	58	44	87	44	130	124	164	83	164		
14	60	46	91	46	140	120	157	79	157		
15	62	49	95	49	150	116	147	76	147		
16	64	51	99	51	160	113	141	73	141		



자료: popularmechanics.com, www.autoevolution.com

[그림 2-18] 기계식 주차장 형태(지하공간 활용 형태)

앞서 언급한 것과 같이 자율발레 주차 시스템에 따라 AVP 전용 주차장의 경우 주차공간을 최대한 활용하여 수직으로 여러 층으로 구성된 기계식 주차장이 장래에 지상 또는 지하에 위치할 것이다. 특히 토지가격이 비싼 도심공간에서는 지하에 기계식 주차장을 설치하고 지상공간을 다양한 용도로 활용함으로써 토지 가치를 제고할 수 있게 될 것이다.



03

자율주행자동차 이용 특성 및 주차 행태 분석

- 1_서울시 도심 교통 현황
- 2_자율주행자동차 선호도 조사
- 3_자율주행 주차수요 분석
- 4_시나리오 분석

03 자율주행자동차 이용 특성 및 주차 행태 분석

1_서울시 도심 교통 현황

1) 도심 통행량 및 분담률

자율주행자동차가 상용화되면 특히 상업, 업무 지역이 집중되어 있는 도심의 교통체계에 큰 변화를 가져올 것으로 판단되어 종로구, 중구 지역을 대상으로 분석을 수행하였다.

먼저 도심(종로구·중구, 이하 도심) 지역의 출발, 도착, 내부 통행량을 살펴보았다. 2016년 서울시 가구통행실태조사⁵⁾에 의하면 하루에 총 388만(승용차 81만) 통행이 발생하는 것으로 나타났으며, 출발 통행이 161만(승용차 37만), 도착 통행이 154만(승용차 34만), 내부 통행이 73만(승용차 9.8만) 통행을 차지한다. 행정동 중에서는 중구와 명동이 65만(승용차 28만) 통행/일로, 분석대상지역에서 통행량이 가장 많은 것으로 파악되었다.

[표 3-1] 도심 행정동별 일 통행량

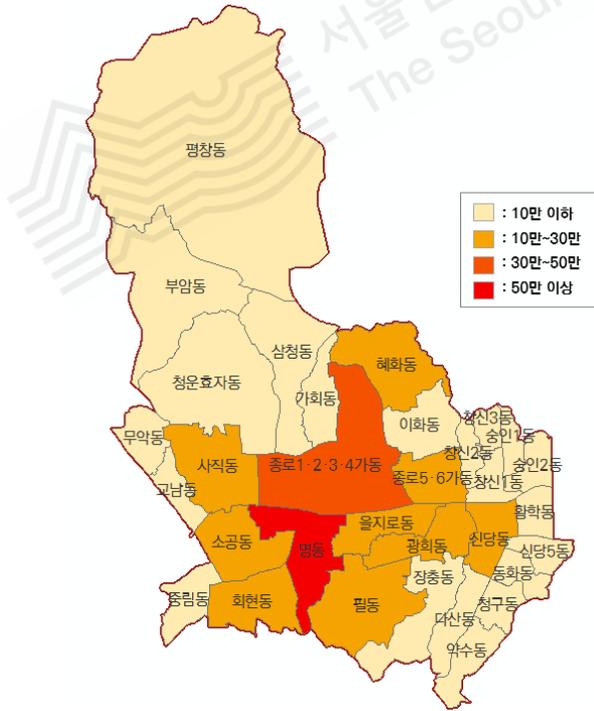
(단위 : 통행/일, %)

시군구_행정동	합계	출발	도착	내부
계	3,883,197	1,614,713	1,543,305	725,179
통행량				
비율	100.0%	41.6%	39.7%	18.7%
종로구_청운효자동	96,973	31,233	30,420	35,320
종로구_사직동	227,227	100,567	91,742	34,918
종로구_삼청동	30,910	12,130	12,317	6,463
종로구_부암동	60,839	22,406	18,864	19,569
종로구_평창동	49,937	17,520	15,664	16,753
종로구_무악동	28,853	8,222	9,293	11,338
종로구_교남동	18,118	6,785	6,329	5,004
종로구_가회동	76,196	27,615	29,522	19,059
종로구_종로1·2·3·4가동	467,305	207,817	201,049	58,439
종로구_종로5·6가동	133,198	57,525	57,267	18,406
종로구_이화동	98,077	35,252	32,685	30,140
종로구_혜화동	169,525	74,426	63,195	31,904
종로구_창신제1동	50,265	17,918	17,856	14,491

5) 서울시 가구통행실태조사는 한국교통연구원, 수도권 교통본부에서 시행하는 「여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권)」의 서울권역 조사를 의미함

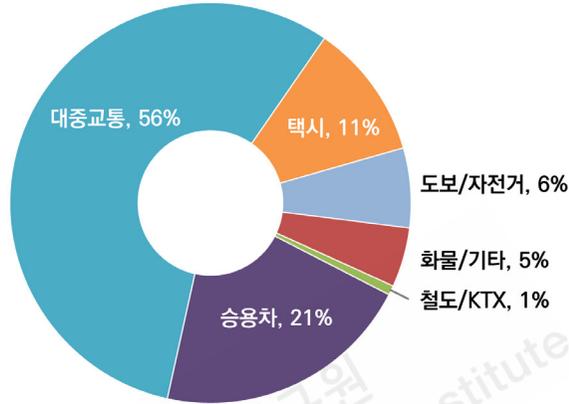
시군구_행정동	합계	출발	도착	내부
종로구_창신제2동	25,247	10,692	10,986	3,569
종로구_창신제3동	35,210	10,108	9,750	15,352
종로구_승인제1동	29,494	9,679	9,602	10,213
종로구_승인제2동	31,620	11,161	8,943	11,516
중구_소공동	291,561	115,352	122,944	53,265
중구_회현동	229,769	112,648	93,006	24,115
중구_명동	648,131	286,048	292,063	70,020
중구_필동	199,905	90,666	86,213	23,026
중구_장충동	53,039	26,071	16,857	10,111
중구_광희동	199,911	83,482	85,454	30,975
중구_을지로동	147,558	66,272	58,892	22,394
중구_신당동	105,263	44,013	37,503	23,747
중구_다산동	48,057	14,965	14,132	18,960
중구_약수동	82,581	30,130	26,933	25,518
중구_청구동	41,095	11,285	15,129	14,681
중구_신당제5동	44,355	14,863	13,742	15,750
중구_동화동	38,643	13,536	12,006	13,101
중구_황학동	62,492	20,486	19,640	22,366
중구_중림동	61,843	23,840	23,307	14,696

주: 수도권 외 지역의 통행은 제외
 자료: 수도권교통본부, 한국교통연구원, 2017, 「여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권)」.



[그림 3-1] 행정동별 일 총통행량

도심의 경우 수단 중 대중교통을 가장 많이 이용하는 것으로 분석되었다. 대중교통 이용률은 약 56%로, 승용차 대비 2.7배 많이 이용하였다. 또한 출근과 업무 통행의 비율이 41.8%로 목적 통행 중 가장 높은 비율을 차지하며, 이는 업무시설이 집중되어 있는 도심의 특성 때문인 것으로 파악된다.



자료: 수도권교통본부, 한국교통연구원, 2017, 「여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권)」.

[그림 3-2] 도시의 수단 통행량 비율

[표 3-2] 도심 목적 통행량

(단위 : 통행/일, %)

구분	통행	비율
계	3,883,197	100.0
출근/업무	1,622,007	41.8
귀가	1,593,893	41.0
등교/학원	224,480	5.8
쇼핑/여가/관광 외	269,784	6.9
기타	173,033	4.5

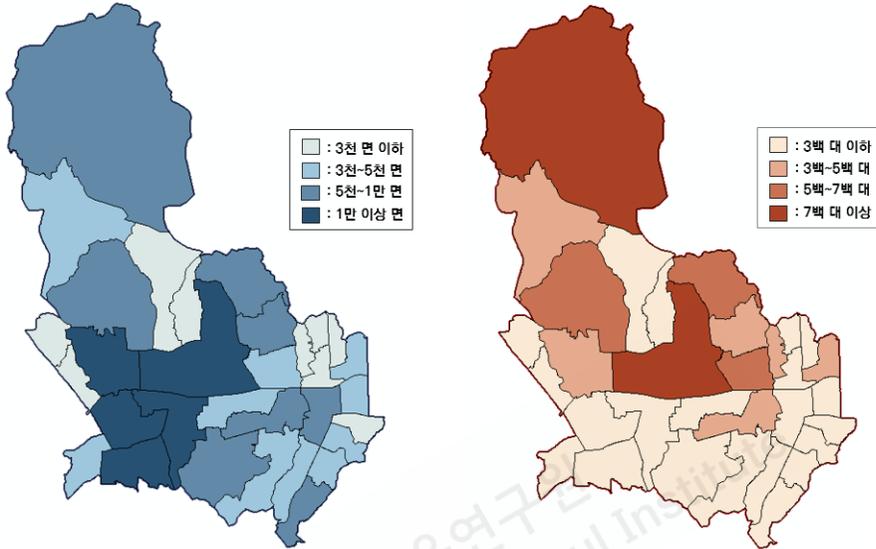
주: 수도권 외 지역의 통행은 제외

자료: 수도권교통본부, 한국교통연구원, 2017, 「여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권)」.

2) 도심 내 주차장 이용실태 및 시설현황

종로구, 중구 내 주차장 19만 면(노상, 노외, 부설 합계) 중 종로1,2,3,4가동이 1만 8천 대로 가장 많은 주차장면을 보유하고 있었고, 다음으로는 1만 5천 대를 보유하고 있는 명

동이었다. 불법주차는 종로구 평창동이 924대로 가장 많았으며, 주차장 공급면수가 많은 종로1,2,3,4가동도 주차 수요를 감당하지 못해 불법주차 대수가 많은 것으로 분석되었다.



[그림 3-3] 도심 주차장 공급면수 및 불법주차 대수

2_자율주행자동차 선호도 조사

1) 선호도 조사 개요

자율주행자동차의 보급이 도심 교통체계에 미치는 영향을 파악하기 위해 설문조사를 수행하였다. 자율주행자동차의 무인 운행, 자율 주차와 같은 기능은 현재 승용차나 대중교통 이용자들의 통행, 주차 행태를 크게 변화시킬 것으로 예상되므로, 이러한 행태 변화를 중심으로 시민들의 통행행태 변화를 설문하였다.

2018년 5월 1주~3주간 승용차, 대중교통, 택시를 이용하는 도심 통행자 1,000명을 대상으로 일상적인 도심 통행, 주차행태를 조사하였으며, 자율주행자동차에 대한 선호도 조사도 병행하였다. 표본의 신뢰성을 높이기 위해 2016년 서울시 가구통행실태조사 자료를

이용하여 도심권(종로·중구)이 도착지인 사람들의 출발지(도심권 외 지역)를 구분한 뒤, 권역별 표본 비율을 산정하였다. 지역별, 수단별로 고른 표본 확보를 위해 다양한 패널을 보유한 전문 업체를 선정하여 온라인 조사를 수행하였다.

[표 3-3] 자율주행자동차 선호도 조사 개요

구분		내용
조사날짜		2018년 5월 첫째~셋째 주
조사대상		승용차, 대중교통, 택시를 이용하여 도심을 통행하는 19세~59세 남녀 1,000명
조사방법		온라인 조사 권역별 표본 구분 - 서울시 : 중부, 동부, 서부, 서남, 동남 - 수도권 외곽 : 북부, 서부, 중부, 남부, 동부
조사 내용	자율주행차량 이용의사	- 수단전환 여부 : 도심 통행 시 수단 전환 의사 - 구매 여부 : 자율주행자동차 구입 여부 - 공유 여부 : 가족과 공유 여부
	자율주차 선호	- 주차 요금, 거리에 따른 주차장 선택 (목적지, 목적지 외 근교, 집으로 보내는 등)
	통행행태	- 출발시간, 이동시간, 체류시간 - 도심 방문 목적 및 수단

통행 출발지로 구분된 권역별 분포 및 실제 조사된 표본의 비율은 다음과 같다.

[표 3-4] 조사표본 권역별 구분

구분	시군구	표본 비율		
		조사설계	실제조사	설계 대비 조사 비율
동북권	서울시 성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 성북구, 강북구, 도봉구, 노원구	270	269	99.6%
서북권	서울시 용산구, 은평구, 서대문구, 마포구	134	130	97.0%
서남권	서울시 양천구, 강서구, 구로구, 금천구, 영등포구, 동작구, 관악구	155	149	96.1%
동남권	서초구, 강남구, 송파구, 강동구	125	151	120.8%
수도권 북부	경기도 동두천시, 양주시, 파주시, 포천시, 연천군	17	17	100.0%
수도권 서부	인천광역시, 경기도 김포시, 시흥시	58	54	93.1%
수도권 중부	경기도 고양시, 과천시, 광명시, 구리시, 부천시, 성남시, 의정부시, 하남시	146	136	93.2%
수도권 남부	경기도 군포시, 수원시, 안산시, 안성시, 안양시, 오산시, 용인시, 의왕시, 평택시, 화성시	83	80	96.4%
수도권 동부	경기도 가평군, 광주시, 남양주시, 양평군, 여주시, 이천시	12	14	116.7%
합계 (평균)		1,000	1,000	101.4%

2) 선호도 조사 결과

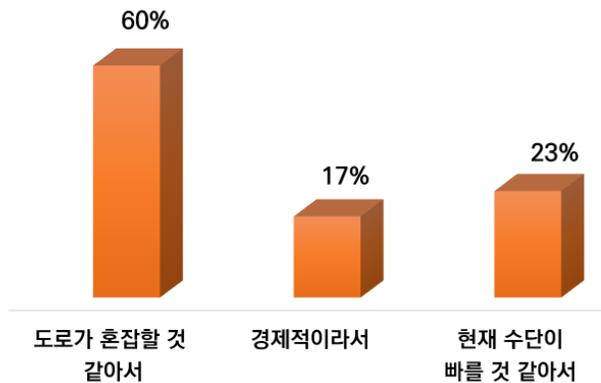
(1) 도심 통행 및 주차장 선택 관련

자율주행자동차를 이용한 도심 통행 및 주차 형태 파악과 관련된 조사를 수행하였다. 만약 자율주행자동차를 구매한다고 하면 도심 통행 시 자율주행자동차로 전환하겠느냐는 질문에 승용차 이용자는 83.7%가 이용한다고 하였다. 반면 대중교통 이용자는 약 58.2%가 자율주행자동차로 수단을 전환한다고 하여, 기존의 승용차 이용자가 대중교통 이용자보다 자율주행자동차에 대해 더 호의적인 것으로 파악되었다.

[표 3-5] 도심 통행 시 자율주행자동차로의 수단 전환 의향

구분	표본수	수단 전환 의향	비율	
계	1,000	683	68.3%	
승용차	367	307	83.7%	
대중교통	소계	600	349	58.2%
	버스	102	60	58.8%
	지하철	266	152	57.1%
	버스+지하철	232	137	59.1%
택시	33	27	81.8%	

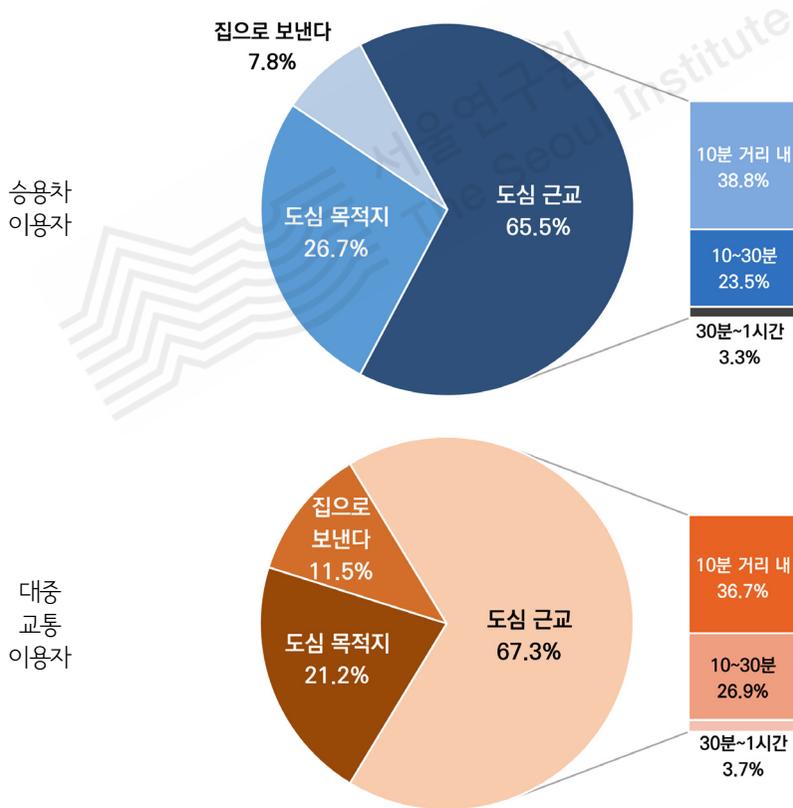
도심 통행 시 자율주행자동차로 전환하지 않겠다는 대중교통 이용자는 도로 혼잡(60%)을 가장 큰 이유로 들었다. 현재 수단이 더 빠를 것 같다는 응답도 23%를 차지한다. 대중교통 이용자는 신고통수단인 자율주행자동차에 대한 거부감보다 기존 승용차에 대해 느끼는 불편함 때문에 자율주행자동차를 선택하지 않는 것으로 판단된다.



[그림 3-4] 자율주행자동차로 도심을 통행하지 않는 이유(대중교통 이용자)

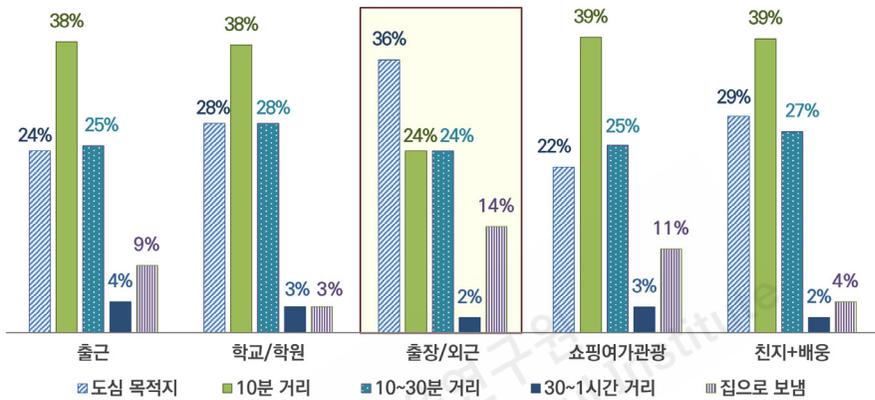
한편 도심 통행 시 자율주행자동차를 이용하겠다고 응답한 사람들을 대상으로 주차행태에 대한 설문조사를 수행하였다. 자율주행자동차는 무인 자율주차 기능으로 주차 시 목적지 외 주차장에도 주차가 가능하고, 집으로 돌려보낼 수도 있다. 주차장 거리가 멀어질수록 주차비는 점차 감소하지만, 주차장까지의 왕복 운행으로 인해 연료비가 발생한다는 전제하에 도심 내 목적지, 목적지 외 근교, 집 중 어떠한 지역에 주차할 것인지 설문하였다.

분석 결과, 승용차 이용자와 대중교통 이용자 모두 도심 목적지 외(근교) 주차장에 주차한다는 선택이 66~67%로 가장 많았다. 그 다음으로는 도심 목적지 주차장 선택이 21~27%, 집으로 돌려보낸다는 응답이 8~12%를 차지하는 것으로 나타났다. 목적지 외에 주차하겠다는 답변 중에서는 이용자가 원하면 언제든지 접근이 가능한 10분 거리 내 주차를 선호하는 것으로 나타났다.



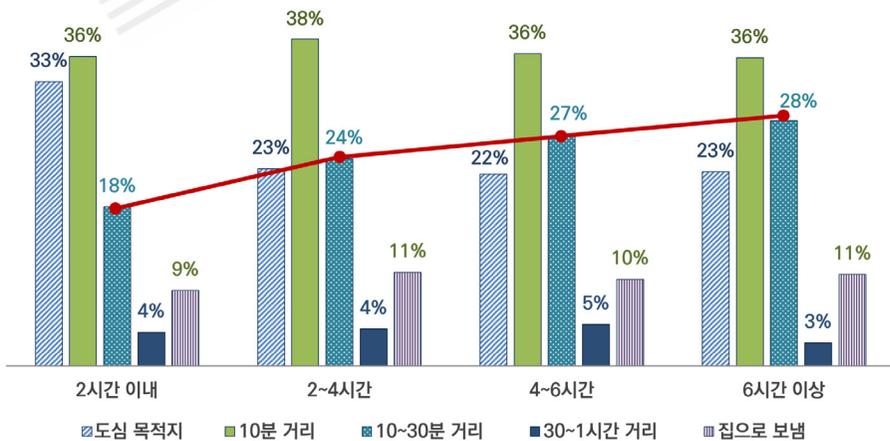
[그림 3-5] 승용차 및 대중교통 이용자의 주차장 선택 행태

방문 목적에 따른 도심 주차장 선택 행태를 비교한 결과, 대부분 10분 거리 내 주차장을 선호하는 것으로 분석되었다. 다만 통행 목적이 출장 또는 외근일 경우에는 도심 목적지 내 주차를 선호하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 출장과 같은 통행은 단발성 통행으로, 목적지에 대한 정보가 미흡할 가능성이 높다. 또한 통행 특성상 이동이 잦을 수 있으므로 목적지 내 주차를 선호하는 것으로 분석된다.



[그림 3-6] 방문 목적별 도심 주차장 선택 행태

체류시간별 주차장 선택 행태를 살펴보면, 머무는 시간이 짧을수록 목적지 주차를 선호하며, 체류시간이 2시간 이상 되면 10~30분 거리의 주차장도 선호하는 것으로 나타났다.



[그림 3-7] 체류시간별 도심 주차장 선택 행태

3_자율주행 주차수요 분석

설문조사에서 향후 자율주행자동차를 구매하여 도심 통행에 이용한다고 응답한 이용자의 주차행태를 기반으로 도심으로 통행하는 전체 이용자로 전수화하였다. 전체 통행자들의 도심 주차장 선택 행태, 수단 선택, 출발시간, 통행시간, 체류시간 등 일반적인 주차행태를 산정하였다. 분석 대상지는 서울시 주요 도심인 종로구, 중구로 도착하는 승용차, 대중교통 통행에 한정했다. 택시는 설문에서 확보한 표본량이 미미하여 분석의 신뢰성을 위해서 제외하였다.

1) 주차수요 분석 방법

첫째, 자율주행자동차 도심 도착 통행량을 산정한다. 설문에서 도출한 자율주행자동차 전환 비율을 적용하여 최종 수단별 도착 통행량을 산정한다.

둘째, 자율주행자동차 도착 통행량이 발생시키는 주차대수를 산출한다. 1단계의 자율주행자동차 도착 통행량이 발생하는 주차대수를 산출하기 위해서 체류시간을 활용하여 시간대별 주차시간을 구축한다. 동별로 최대 주차한 시간대의 주차대수를 해당 동의 주차대수로 정한다.

셋째, 동별 주차요금 및 거리운행비용을 산출한다. 동별 주차요금은 구, 시 소속의 공공주차장 요금을 바탕으로 산출하고 동간 거리운행비용은 자율주행자동차를 전기차로 가정하여 충전요금을 통해 산정한다.

넷째, 주차 수요를 배분한다. 도심 통행 시 자율주행자동차로 전환하지 않는다고 응답한 승용차 이용자와 자율주행자동차 이용자 중 목적지에 주차하겠다고 응답한 수요를 해당 동에 배분한다. 다음으로 자율주행자동차 이용자 중 도심 목적지 외에 주차한다고 응답한 주차 수요를 도심 근교로 배분한다. 거리운행비용, 주차비용 등을 고려하여 요금 효율이 높은 동 순으로 주차 수요를 배분한다(단, 집으로 보낸다고 응답한 수요는 분석에서 제외).

6) 자료 : 수도권교통본부, 한국교통연구원, 2017, 「여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권)」.



[그림 3-8] 자율주행자동차 주차수요 분석 방법

(1) 1단계: 자율주행자동차 도착 통행량 산정

먼저 동별로 자율주행자동차의 도착 통행량을 산정하였다. 다음 단계의 주차수요 전수화를 위한 사전 작업으로, 가구통행실태조사의 도심(종로구·중구)으로 도착하는 수단별 통행량을 활용하였다.

도심으로 도착하기는 승용차, 대중교통 통행량(서울시 가구통행실태조사 결과)에 각각의 수단에서 자율주행자동차로 전환하겠다는 비율 83.7%(승용차)와 58.2%(대중교통)를 적용하여 자율주행자동차 총 통행량을 산정하였다.

$$\cdot \text{자율주행자동차 총 도착통행량} = \text{승용차 통행량} \times 0.837 + \text{대중교통 통행량} \times 0.582$$

산정 결과, 도심의 자율주행자동차 도착 통행량은 103만 대이며, 중구 명동과 종로구 종로1,2,3,4가동이 10만 대를 넘는 것으로 나타났다. 동별 자율주행자동차 도착 통행량 분포는 다음과 같다. 다만 도착 통행량 103만 대 중, 차량을 집으로 다시 보내겠다고 응답

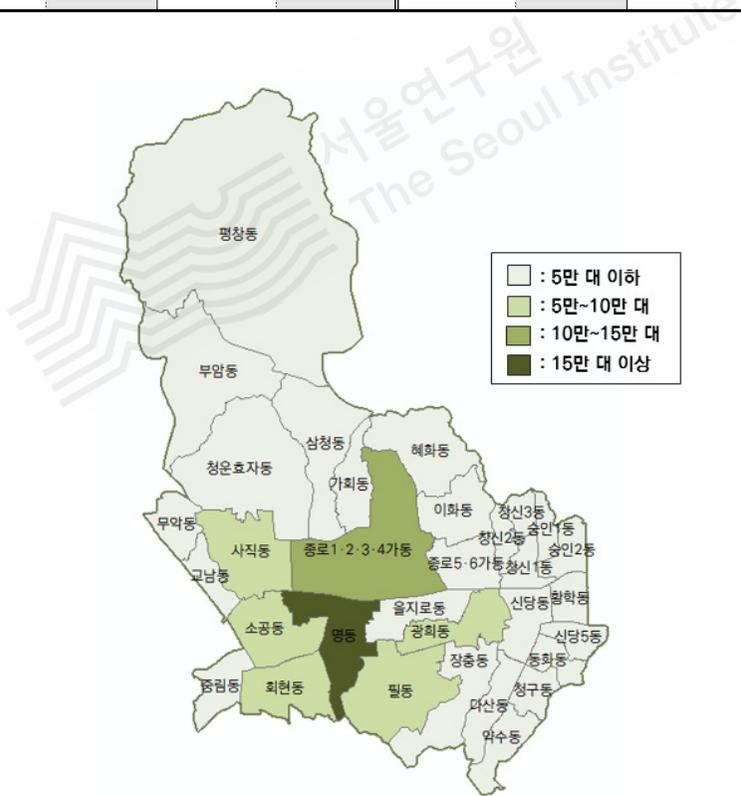
가 동 내부 이동 시 도착 통행도 포함

한 수요 약 10%는 다음 단계에서 제외하였으며, 시간대별 회전을 고려한 주차대수를 산출하였다.

[표 3-6] 동별 자율주행자동차 도착(내부 포함) 통행량

(단위: 통행/일)

종로구				중구			
행정동	통행량	행정동	통행량	행정동	통행량	행정동	통행량
계	423,375			계	612,308		
청운효자동	26,868	종로5·6가동	25,729	소공동	84,597	다산동	15,005
사직동	56,468	이화동	20,771	회현동	56,697	약수동	21,697
삼청동	10,098	혜화동	42,012	명동	179,680	청구동	11,643
부암동	14,246	창신제1동	12,427	필동	57,642	신당제5동	10,861
평창동	13,758	창신제2동	6,704	장충동	11,662	동화동	11,618
무악동	8,680	창신제3동	11,893	광희동	51,040	황학동	15,115
교남동	3,856	송인제1동	8,258	을지로동	43,251	중림동	16,001
가회동	19,485	송인제2동	4,575	신당동	25,799		
종로1·2·3·4가동	137,547						



[그림 3-9] 동별 자율주행자동차 통행량 분포

(2) 2단계: 자율주행자동차 주차대수 산정

① 시간대별 주차시간 수요 산정

자율주행자동차의 주차대수를 산정하기 위해 설문조사 표본을 바탕으로 시간대별 주차 수요 자료를 구축하였다. 조사된 출발시간대, 통행 이동시간, 체류시간을 고려하여 승용차 및 대중교통 이용자들의 시간대별 주차시간 자료를 구축하였다.

예를 들어, 출발시간이 아침 7시이고, 이동시간이 1.3시간(1시간 18분), 체류시간이 3.5시간(3시간 30분)인 통행자의 경우 8시 18분부터 시작하여 약 11시 48분까지 주차한 것으로 간주하였다. 즉 8시~11시 사이 시간대에 모두 주차한 것으로 표시하였다. 모든 표본을 대상으로 해당 시간에 주차를 했으면 1, 하지 않았으면 0(1로 표시된 부분은 차량이 해당시간에 주차를 하고 있었음을 의미)으로 표시하는 과정을 반복하여 시간대별 누적 주차 수요를 산정하였다.

출발시간: 아침 7시, 이동시간: 1.3시간, 체류시간: 3.5시간

주차한 시간대: 8시~11시 48분

표본	출발 시간	이동 시간	체류 시간	주차시간												
				5-6시	6-7시	7-8시	8-9시	9-10시	10-11시	11-12시	12-13시	13-14시	14-15시	15-16시	16-17시	
15	7	1.0	8.0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	7	1.8	2.5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
19	7	1.3	3.5	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
24	18	0.7	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	9	0.5	4.0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
27	9	0.8	4.5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0

[그림 3-10] 시간대별 주차시간 구축방식(예시)

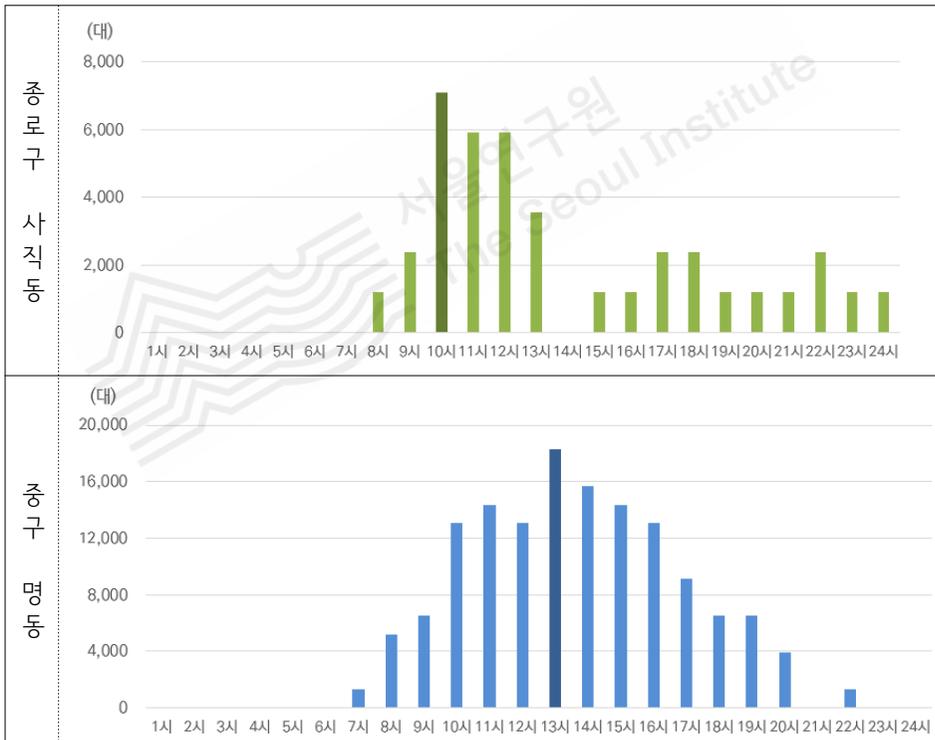
② 동별 전수화 계수 산출 및 적용

다음 단계로, 누적된 주차 표본 자료를 전수화하기 위해 1단계에서 산출한 가구통행실태 조사의 도착 통행량과 표본의 도착 통행량을 이용하여 동별, 수단별, 도심 내·외부별로 전수화 계수를 산출하였다. 산출된 전수화 계수를 도심 통행 시 자율주행자동차로 수단 전환 의향이 있다고 응답한 승용차 307개, 대중교통 349개 표본에 적용하여 도심 통행 승용차의 주차시간 수요를 산정하였다.

단, 설문조사 수행 시 도심으로 진입하는 통행(도심 외부-내부)을 대상으로 하였기 때문에 누락된 도심 내부 통행의 주차시간 수요를 추정하기 위해 설문 표본 중 동간 통행시간이 30분 미만인 표본⁸⁾만 선정하여 도심 내부 통행의 주차시간을 추정하였다.

③ 동별 최대 주차수요 산정

최종적으로 행정동별로 유발되는 주차수요를 산출하였다. 주차시간 수요가 가장 많은 시간대의 주차수요, 즉 하루 중 최대 주차수요를 해당 동의 유발 주차수요로 선정하였다. 예를 들어 중구 명동에서는 오후 1시에, 종로구 사직동에서는 오전 10시에 주차 수요가 가장 많은 것으로 나타내며, 주차수요 산출기준에 따라 명동 주차수요는 18,256대, 사직동 주차수요는 7,104대로 산정하였다.



[그림 3-11] 자율주행자동차 시간대별 주차대수(예시)

⁸⁾ 종로구-중구 동간 최대 거리(12km)와 2016년 기준 도심 평균 속도(24.2kph)로 산정한 통행시간임

(3) 3단계: 동별 주차요금 및 거리운행비용 산출

① 동별 분당 주차요금

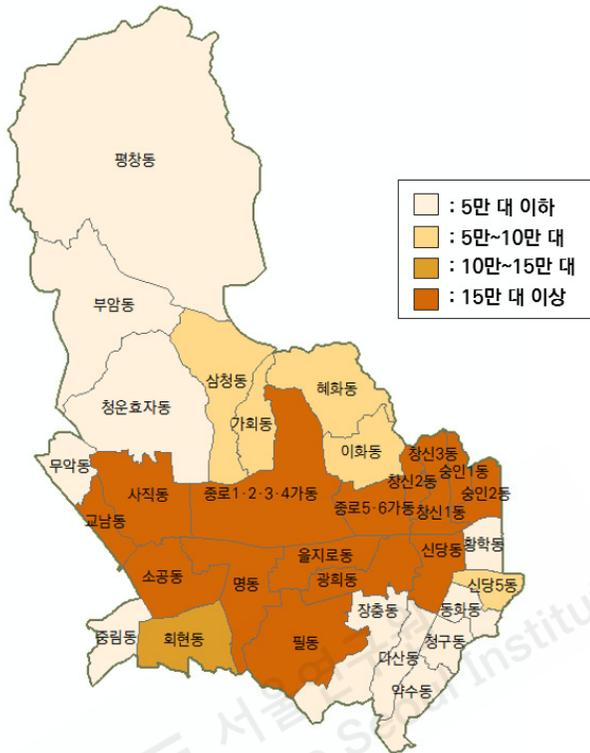
동별 분당 주차요금은 서울시 주차관리시스템에서 받은 요금자료를 활용하였으며, 서울시 전체 424개 동의 구, 시 소속 주차장 분당 요금의 평균값을 사용하였다. 분석 대상지인 도심의 분당 기본요금을 비교해 보면 지역에 따라 주차요금이 조금씩 상이한 것을 볼 수 있는데, 이는 해당 동의 급지 구성에 따른 차이로 판단된다.

[표 3-기] 동별 분당 기본요금 및 추가요금(종로·중구 예시)

(단위: 원/분)

종로구			중구		
시군구_행정동	기본요금	추가요금	시군구_행정동	기본요금	추가요금
종로구_청운효자동	30	30	종로구_송인제2동	99.09	127.73
종로구_사직동	97.89	97.89	중구_소공동	101.32	101.32
종로구_삼청동	50	48.89	중구_회현동	66.82	70.91
종로구_부암동	30	30	중구_명동	89.71	92.16
종로구_평창동	30	30	중구_필동	97.65	126.47
종로구_무악동	30	30	중구_장충동	30	30
종로구_교남동	97.89	97.89	중구_광희동	94.1	99.59
종로구_가회동	50	48.89	중구_을지로동	81.72	112.36
종로구_종로1,2,3,4가동	96.16	104.80	중구_신당동	89.07	105
종로구_종로5,6가동	100	130	중구_다산동	30	30
종로구_이화동	50	50	중구_약수동	30	30
종로구_혜화동	50	50	중구_청구동	40	40
종로구_창신제1동	100	130	중구_신당제5동	50	50
종로구_창신제2동	99.09	127.73	중구_동화동	30	30
종로구_창신제3동	99.09	127.73	중구_황학동	40	40
종로구_송인제1동	99.09	127.73	중구_증림동	40	40

자료: 서울시 주차관리시스템 자료, 2018.



[그림 3-12] 동별 분당 주차요금(기본요금)

② 동간 거리운행비용 산출

동간 거리운행비용은 자율주행자동차가 도심이 아닌 다른 지역에 주차하기 위해서 이동할 때 발생한다. 동간 거리 추출을 위해 수요분석프로그램인 “EMME”를 활용하였으며, 혼잡이 고려되지 않은 도로네트워크를 이용하여 동간 최단거리를 산출하였다.

최종적인 거리운행비용은 서울시 전체 424개×424개 동에 대한 거리에 현재 전기차⁹⁾ 충전요금(아이오닉 급속충전 기준 100km당 2,759원)을 적용하여 산출하였다.

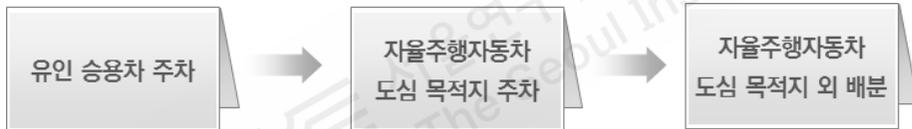
9) 이 연구의 자율주행자동차는 전기차로 가정.

(4) 4단계: 주차 수요 배분

① 주차 수요 배분 순서

도심 통행 시 자율주행자동차로 전환하지 않고 계속해서 승용차를 이용하는 유인(有人) 승용차와 자율주행자동차로 전환은 하였으나 도심에 주차할 것이라고 응답한 수요를 도심(종로구·중구)에 배정한다. 단, 자율주행자동차 주차 시에는 기존 승용차 주차 대비 공간 효율이 33% 발생¹⁰⁾하는 것을 반영하였다. 만약 공급대수 100면인 주차장이 있다고 하면 유인(有人) 승용차는 100대가 100면 모두 사용하지만, 자율주행자동차는 100대가 67면만 사용하게 된다.

승용차 및 자율주행자동차의 도심 주차를 완료하면, 다음으로 도심 목적지 외에 주차하겠다고 응답한 수요는 도심 밖 주차장으로 배분하였다(단, 집으로 보낸다고 응답한 수요는 분석에서 배제).



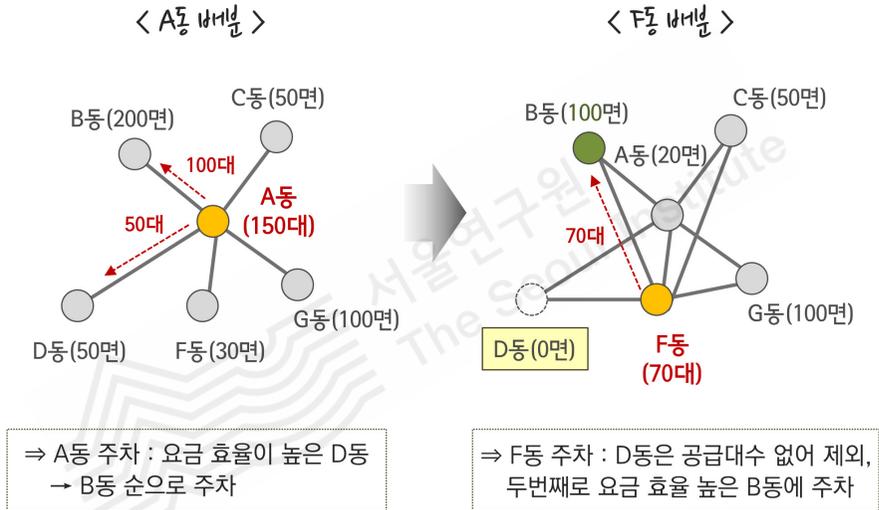
[그림 3-13] 주차수요 배분 순서

동간 요금 효율은 분당 평균 주차요금과 통행자의 체류시간을 곱하여 산정한 주차요금과, 목적지 통과 도심 밖 주차할 때까지의 거리에 전기차 통행요금을 곱하여 산출한 왕복 거리운행 비용을 비교하여 산출하였다. 도심 밖의 지역에 주차수요를 배분하는 원칙은 다음과 같다.

¹⁰⁾ 자율주행자동차 주차 설계와 관련된 위탁연구 결과임([그림 4-5] 신규주차장 건축 참고)

- Step 1. 주차 수요를 배분하는 동의 순서는 랜덤으로 정한다(난수 발생).
- Step 2. 424개 동 중 요금 효율이 높은 동 순서대로 주차 수요를 배분한다.
 · 요금 효율 = 도심 목적지 동 주차요금 - (새로운 동 주차요금 + 왕복 거리운행 비용)
- Step 3. 배분되어야 할 지역에 주차 수요가 다 채워지면 다음 동의 주차 수요 배분 과정에서 제외된다.
- Step 4. 해당 동의 주차 수요가 다 배분될 때까지 Step 2~Step 3 과정을 반복한다.

[그림 3-14] 도심 목적지 외 주차수요 배분 원칙



[그림 3-15] 도심 목적지 외 주차수요 배분 과정(예시)

4_시나리오 분석

동별 주차요금이 현재와 동일한 상황(시나리오 1)과 명동을 중심으로 멀어질수록 주차요금이 싸지는 단일요금을 적용하는 거리별 주차장 차등 요금 체계(시나리오 2)를 가정하여 주차 수요를 배분하였으며, 이때 추가 발생하는 총 주행거리를 산정하였다. 또한 시나리오 1에 한하여 자율주행자동차 보급률에 따른 주차 수요 변화 및 영향권 파악을 위해 자율주행자동차 전환율을 30%, 50%, 100%로 가정하여 분석하였다.

[시나리오 1 : 현재 주차요금 체계]		[시나리오 2 : 거리별 차등 요금 적용]	
	• 공급대수 서울시 동별 주차장 (약 400만 면)	• 공급대수 서울시 동별 주차장 (약 400만 면)	
	• 통행거리 EMME 동간거리 추출	• 통행거리 EMME 동간거리 추출	
	• 거리요금 전기차 충전요금 (아이오닉 급속충전 27.6원/km)	• 거리요금 전기차 충전요금 (아이오닉 급속충전 27.6원/km)	
	• 주차시간 출발 시간대 + 이동시간 ⇒ 시간대별 체류시간	• 주차시간 출발 시간대 + 이동시간 ⇒ 시간대별 체류시간	
	• 주차요금 동별 공공 소유 주차장 평균 분당 요금	• 주차요금 명동을 중심으로 거리별 차등 요금 적용	
	• 자율주행자동차 전환율 30%, 50%, 100%	• 자율주행자동차 전환율 100%	

[그림 3-16] 시나리오별 설명

한편 주차 수요의 분산 정도를 쉽게 파악하기 위해 도심(종로구·중구), 인접구(도심을 둘러싸고 있는 7개 구: 동대문구, 마포구, 서대문구, 성동구, 성북구, 용산구, 은평구), 인접구 외(그 외 서울시 구)로 구분하여 분석결과를 제시하였다.



[그림 3-17] 도심, 인접구, 인접구 외 구분

1) 시나리오 1 : 현재 주차요금 체계 적용

도심 외에 주차하는 자율주행자동차 수요를 주차장의 현재 주차요금 체계를 적용하여 배분하였다. 동 주차요금은 424개 동의 현재 구, 시 소속 주차장 분당 요금의 평균값으로 산출하였다. 앞서 기술한 것처럼 도심 외에 주차하는 차량은 왕복운행거리비용, 주차요금을 비교하여 비용 효율이 높은 순서로 주차 수요를 배분하였다. 또한 자율주행자동차 보급에 따른 주차 수요 변화 파악을 위해 자율주행자동차 전환율을 30%, 50%, 100%로 가정하여 분석해 보았다.

[표 3-8] [시나리오 1] 권역별 평균 주차 기본요금 및 추가요금

(단위: 원/분)

구분	기본요금	추가요금
서울시 평균	34.8	35.8
도심	66.2	74.6
인접구	33.6	33.9
인접구 외	31.7	32.1

자료: 서울시, 2018, 주차관리시스템 자료.

(1) 자율주행자동차 전환율 30% 적용

분석 결과, 승용차 주차수요를 포함하여 총 26만 6천 대의 차량이 배분되었다. 자율주행자동차 전환율 30%를 적용하면 자율주행자동차는 20만 대(도심, 도심 외 포함)가 배분된다.

도심 외로 배분된 자율주행자동차 주차 수요를 살펴보면 도심과 인접한 7개 구(40%)보다 인접구 외 지역(60%)에 더 많이 주차된 것을 알 수 있다. 인접구 외 지역에는 영등포구 4개 동, 관악구 6개 동 등 총 26개 동에 배분되었다. 도심에서 거리가 멀지만 동별 분당 주차장 요금이 10~20원/분 내외로 다른 동에 비해 주차요금이 상대적으로 낮아, 주차 수요가 배분된 것으로 판단된다.

[표 3-9] [시나리오 1_30%] 자율주행자동차 전환율 30% 적용 시 주차 배분 추정량

(단위: 대)

주차수요 추정량				자율주행자동차 주차배분								
구분	총수요	유인 (有人) 승용차	자율 주행 자동차	총계	도심				도심 외			
					소계	(구성비)	승용차 전환	대중 교통 전환	소계	(구성비)	승용차 전환	대중 교통 전환
계	266,030	65,541	200,489	200,489	23,001	(100%)	11,291	11,710	177,488	(100%)	48,083	129,405
도심	88,542	65,541	23,001	23,001	23,001	(100%)	11,291	11,710	0	(0%)	0	0
인접구	70,164	0	70,164	70,164	0	(0%)	0	0	70,164	(40%)	46,443	23,721
인접구 외	107,324	0	107,324	107,324	0	(0%)	0	0	107,324	(60%)	1,640	105,684

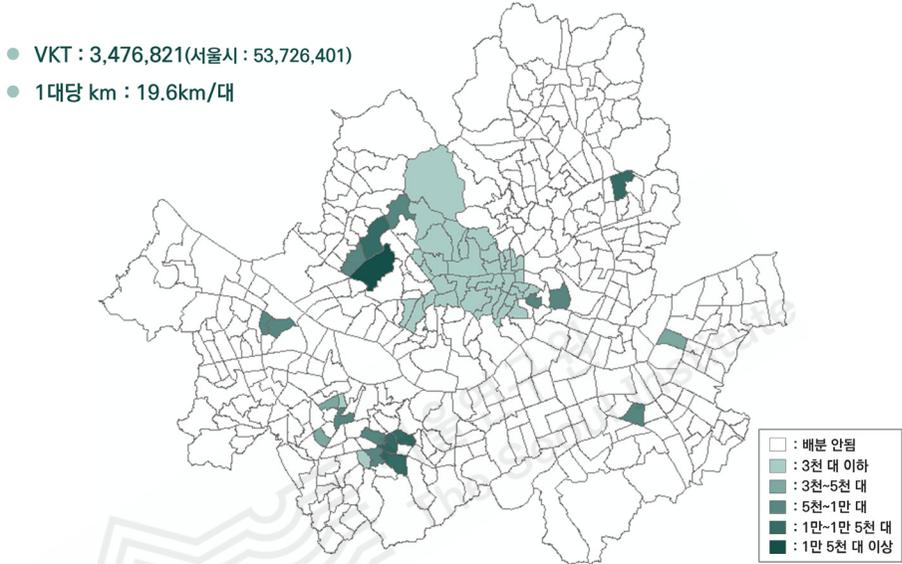
총 차량 중 30%의 자율주행자동차가 외곽으로 이동하면서 발생시킨 총 VKT(vehicle · km)는 348만 대·km로 분석되었는데, 이는 서울시 전체 차량 기준(2014년 53,726,401대 · km)¹¹⁾ 대비 약 6.5%를 차지하는 것으로 파악된다. 목적지가 아닌 도심 외 지역에 주차 하기 위해 추가적으로 차량 1대당 19.6km의 통행거리를 발생시킨 것이다.

11) 자료 : 서울시, 2014, 「지속 가능한 도시교통관리방안 수립연구」.

[표 3-10] [시나리오 1_30%] VKT 발생 추정량(도심 외 배분에 해당)

(단위: 대km, 대, km)

구분	VKT			자율주행자동차 도심 외 배분 수요	1대당 거리	
	계	승용차 전환	대중교통 전환			
시나리오 1	30%	3,476,821	601,603	2,875,218	177,488	19.6



[그림 3-18] [시나리오 1] 자율주행자동차 30% 도심 외 배분 추정량

(2) 자율주행자동차 전환율 50% 적용

분석 결과, 승용차 주차수요를 포함하여 총 40만 대의 수요가 배분되었다. 자율주행자동차 전환율 50%를 적용하면 자율주행자동차는 33만 대(도심, 도심 외 포함)가 배분된다.

도심 외로 배분된 자율주행자동차 주차 수요를 살펴보면 전환율 30%를 적용했을 때보다 인접구 외 지역(74%)에 더 많이 주차가 배분되는 것으로 나타났다. 이는 추가 주차수가 광진구, 양천구, 강서구, 관악구 등 모두 인접구 외 지역에 배분되었기 때문이다. 전환율 30%를 적용하여 분석한 결과와 마찬가지로 도심에서부터는 거리가 멀지만 동별 분당 주차장 요금이 다른 동에 비해 상대적으로 낮은 곳에 주차 수요가 배분된 것으로 판단된다.

[표 3-11] [시나리오 1_50%] 자율주행자동차 전환율 50% 적용 시 주차 배분 추정량

(단위: 대)

주차수요 추정량				자율주행자동차 주차배분								
구분	총수요	유인 (有人) 승용차	자율 주행 자동차	총계	도심			도심 외				
					소계	승용차 (구성비) 전환	대중 교통 전환	소계	승용차 (구성비) 전환	대중 교통 전환		
계	399,658	65,541	334,117	334,117	37,815	(100%)	18,348	19,467	296,302	(100%)	80,755	215,547
도심	103,356	65,541	37,815	37,815	37,815	(100%)	18,348	19,467	0	(0%)	0	0
인접구	76,100	0	76,100	76,100	0	(0%)	0	0	76,100	(26%)	67,622	8,478
인접구 외	220,202	0	220,202	220,202	0	(0%)	0	0	220,202	(74%)	13,133	207,069

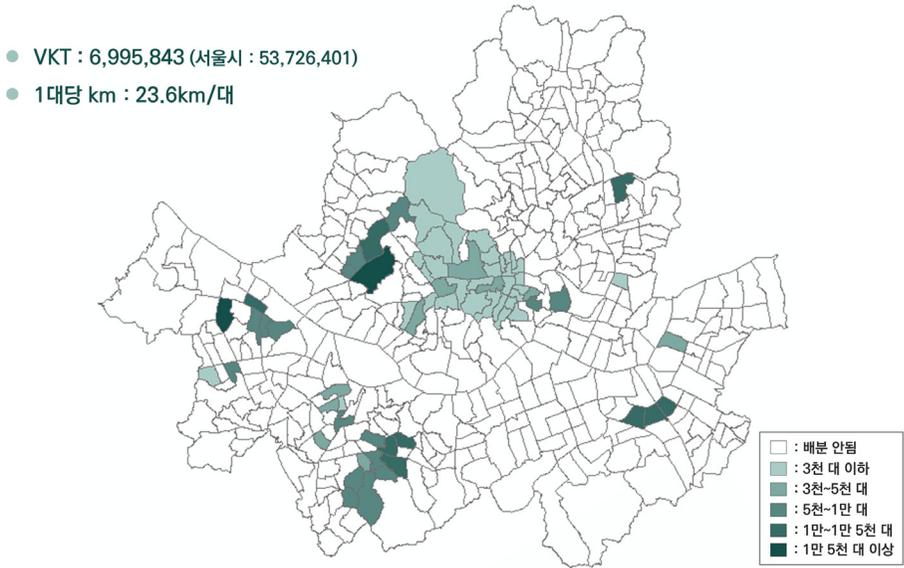
또한 50%를 차지하는 자율주행자동차 주차 수요가 외곽으로 이동하면서 생긴 총 VKT(vehicle · km)는 699만 대 · km로 분석되었는데, 이는 서울시 전체 차량 기준(2014년 53,726,401대 · km)¹²⁾ 대비 약 13.00%를 차지하는 것으로 파악된다. 자율주행자동차가 도심이 아닌 다른 지역에 주차하기 위해 추가적으로 차량 1대당 23.6km의 통행거리가 늘어나는 것으로 분석된다.

[표 3-12] [시나리오 1_50%] VKT 발생 추정량(도심 외 배분에 해당)

(단위: 대·km, 대, km)

구분		VKT			자율주행자동차 도심 외 배분 수요	1대당 거리
		계	승용차 전환	대중교통 전환		
시나리오 1	50%	6,995,843	1,154,330	5,841,513	296,302	23.6

12) 자료 : 서울시, 2014, 「지속 가능한 도시교통관리방안 수립연구」.



[그림 3-19] [시나리오 1_50%] 자율주행자동차 50% 도심 외 배분 추정량

(3) 자율주행자동차 전환율 100% 적용

승용차 주차수요를 포함하여 총 74만 대의 수요가 배분되었다. 자율주행자동차 전환율 100%를 적용하면 자율주행자동차는 67만 대(도심, 도심 외 포함)가 배분된다.

도심 외로 배분된 자율주행자동차 주차 수요를 살펴보면 앞서 분석했던 자율주행자동차 전환율을 30%, 50% 적용한 경우와 마찬가지로 도심 인접 7개 구(38%)보다 인접구 외 지역(62%)에 더 많이 주차한 것을 알 수 있다. 추가 주차수요의 배분은 성동구, 은평구, 마포구, 양천구, 금천구 등 인접구와 인접구 외 지역에 고루 배분되는 특성을 보인다.

[표 3-13] [시나리오 1_100%] 자율주행자동차 전환율 100% 적용 시 주차 배분 추정량

(단위: 대)

주차수요 추정량				자율주행자동차 주차배분								
구분	총수요	유인 (有人) 승용차	자율 주행 자동차	총계	도심				도심 외			
					소계	승용차 (구성비) 전환	대중 교통 전환	소계	승용차 (구성비) 전환	대중 교통 전환		
계	733,592	65,541	668,051	668,051	71,894	(100%)	35,494	36,400	596,157	(100%)	162,612	433,545
도심	137,435	65,541	71,894	71,894	71,894	(100%)	35,494	36,400	0	(0%)	0	0
인접구	226,100	0	226,100	226,100	0	(0%)	0	0	226,100	(38%)	76,597	149,503
인접구 외	370,057	0	370,057	370,057	0	(0%)	0	0	370,057	(62%)	86,015	284,042

전체 자율주행자동차 주차 수요가 외곽으로 이동하면서 생긴 총 VKT(vehicle·km)는 1,470만 대·km로 분석되었는데, 이는 서울시 전체 차량 기준(2014년 53,726,401대·km)¹³⁾ 대비 약 27.3%이다. 자율주행자동차가 도심이 아닌 다른 지역에 주차하기 위해 추가적으로 차량 1대당 24.7km의 통행거리가 늘어나는 것으로 분석되었다.

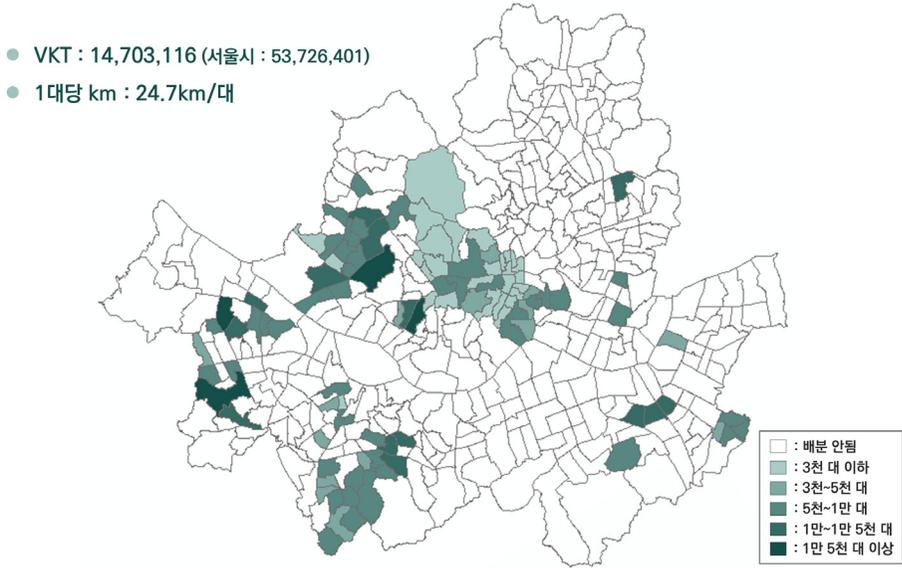
분석결과를 단지 도심(종로구·중구) 통행의 주차 수요에 해당하는 결과로 만약 서울시 전체의 자율주행자동차 수요를 감당해야 한다면 이용자들은 도로 이용 시 극심한 혼잡 상태를 경험할 수도 있을 것으로 예상된다.

[표 3-14] [시나리오 1_100%] VKT 발생 추정량(도심 외 배분에 해당)

(단위: 대·km, 대, km)

구분		VKT			자율주행자동차 도심 외 배분 수요	1대당 거리
		계	승용차 전환	대중교통 전환		
시나리오1	100%	14,703,116	2,991,146	11,711,970	596,157	24.7

13) 자료 : 서울시, 2014, 「지속 가능한 도시교통관리방안 수립연구」.



[그림 3-20] [시나리오 1_100%] 자율주행자동차 100% 도심 외 배분 추정량

2) 시나리오 2 : 거리별 주차장 차등 요금 체계 적용

자율주행자동차 이용자가 주차장 선택 시 경제적으로 가장 효율적인 선택을 할 것이라는 가정을 유지하고, 거리별 주차장 차등 요금을 적용하여 요금에 대한 민감도 분석을 수행하였다. 도심에서 단위면적당 공시지가가 가장 높은 중구 명동을 중심으로 하여 5km 단위로 거리가 멀어지면 주차요금을 10%씩 감소시킨 요금을 적용하였다.

[표 3-15] [시나리오 2] 분석에 적용한 거리별 주차장 차등 요금 체계

(단위: 원/분)

통행거리	분당요금	추가요금	적용비율	통행거리	분당요금	추가요금	적용비율
명동 기준	89.7	92.2	100%				
5km 이하	80.7	82.9	90%	25~30km	35.9	36.9	40%
5~10km	71.8	73.7	80%	30~35km	26.9	27.6	30%
10~15km	62.8	64.5	70%	35~40km	17.9	18.4	20%
15~20km	53.8	55.3	60%	40~45km	9.0	9.2	10%
20~25km	44.9	46.1	50%	45~50km	9.0	9.2	10%

[표 3-16] [시나리오 2] 권역별 평균 기본요금 및 추가요금

(단위: 원/분)

구분	기본요금	추가요금
서울시 평균	64.3	66.0
도심	80.5	82.7
인접구	71.9	73.9
인접구 외	59.3	60.9

시나리오 1 대비 분당 약 30원의 주차장 요금이 전체적으로 증가하였으나, 상대적인 요금 효율에 따라 주차수요가 배분되었기 때문에 주차장 거리별 차등 요금에 따른 주차 수요 변화를 도출할 수 있었다.

자율주행자동차 100% 점유율을 가정하여 분석한 결과, 승용차 주차수요 73만 대 중 67만 대(도심, 도심 외 포함)의 자율주행자동차가 배분되었다. 도심 외로 배분된 자율주행자동차 주차 수요를 살펴보면 도심 인접 7개 구에는 단 1%의 수요가, 인접구 외 지역에는 99%의 수요가 배분된 것을 알 수 있다. 광진구, 중랑구, 도봉구, 노원구, 양천구, 강서구, 구로구, 금천구 등 서울시 경계 근처 동에 고르게 배분되었다. 시나리오 1 대비 서울시 외곽 방면으로 주차 수요가 집중되는 현상을 볼 수 있다.

[표 3-17] [시나리오 2_100%] 자율주행자동차 전환율 100% 적용 시 주차 배분량

(단위: 대)

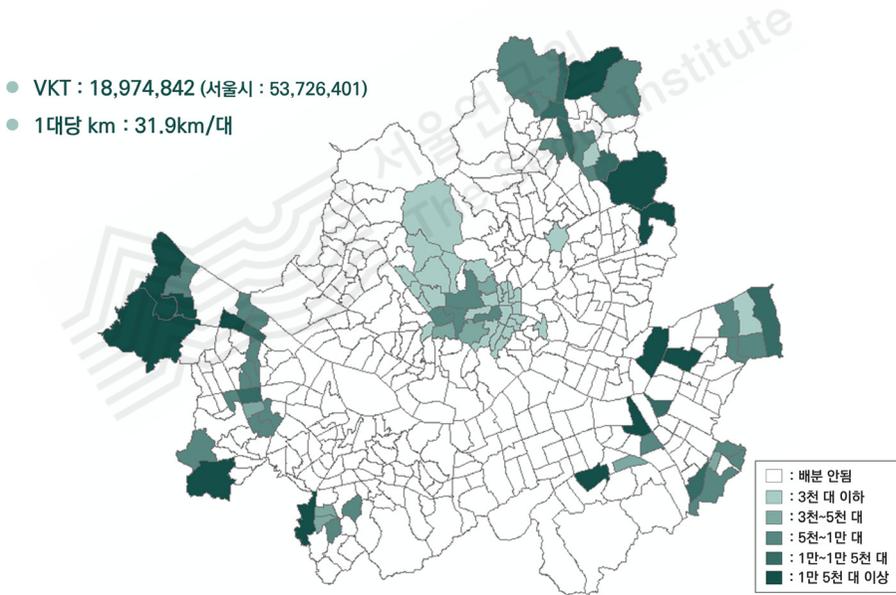
주차수요 추정량				자율주행자동차 주차배분								
구분	총수요	유인 (有人) 승용차	자율 주행 자동차	총계	도심			도심 외				
					소계	승용차 (구성비) 전환	대중 교통 전환	소계	승용차 (구성비) 전환	대중 교통 전환		
계	732,408	65,541	666,867	666,867	71,894	(100%)	35,494	36,400	594,973	(100%)	161,428	433,545
도심	138,739	65,541	73,198	73,198	71,894	(100%)	35,494	36,400	1,304	(0%)	1,304	0
인접구	3,466	0	3,466	3,466	0	(0%)	0	0	3,466	(1%)	2,915	551
인접구 외	590,203	0	590,203	590,203	0	(0%)	0	0	590,203	(99%)	157,209	432,994

자율주행자동차 주차 수요가 외곽으로 이동하면서 생긴 총 VKT(vehicle·km)는 1,890만 대·km로 분석되었다. 이는 서울시 전체 차량 기준(2014년 53,726,401대·km)¹⁴⁾ 대비 35%이며, 추가적으로 차량 1대당 31.9km의 통행거리가 증가하였다. 시나리오 1에 비해 VKT는 8% 더 증가하였으며, 차량 1대당 주행거리는 약 7km가 더 늘어난 것으로 분석되었다.

[표 3-18] [시나리오 2] VKT 발생량(도심 외 배분에 해당)

(단위: 대·km, 대, km)

구분	VKT			자율주행자동차 도심 외 배분 수요	1대당 거리
	계	승용차 전환	대중교통 전환		
시나리오 2	18,974,842	6,254,855	12,719,986	594,973	31.9



[그림 3-21] [시나리오 2] 거리별 차등 요금제 적용 시 자율주행자동차 도심 외 배분 추정량

¹⁴⁾ 자료 : 서울시, 2014, 「지속 가능한 도시교통관리방안 수립연구」.

3) 소결

시나리오 분석 결과 자율주행자동차는 공차주행 기술로 인해 혼잡하고 비싼 도심 주차장을 회피하여 인근 저렴한 주차장으로 이동하여 주차하기 때문에 도심 주차공간을 타 용도로 활용할 수 있는 기회를 제공하지만, 동시에 대중교통에서 전환되는 승용차 수요의 증가와 공차주행거리의 증가로 인해 도심 혼잡을 가중시킨다는 결과를 도출하게 되었다. 현재와 동일한 교통수요와 설문조사에서 응답한 자율주행자동차 사용률을 전제로 분석할 경우 지금보다 최대 35%의 총 차량주행거리가 추가 유발되며, 차량이 집중되는 도심의 교통상황은 통행이 불가능한 상황에까지 이르게 될 것으로 판단되었다.

각 시나리오별 요약은 다음과 같다.

시나리오 1 분석에서 현재 주차장 요금 체계에서 자율주행자동차로 인해 발생하는 총 VKT는 약 14백만 대·km이다. 서울시 전체 VKT의 약 27%를 차지하는 비율로, 분석대상 지역이 도심에 한정된 것을 고려하면 매우 높은 것을 알 수 있다. 이는 자율주행자동차로의 높은 전환 비율(승용차 이용자 83.7%, 대중교통 이용자 58.2%)이 적용된 결과이다. 향후 자율주행 시대가 도래하였을 때 설문 조사와 같은 비율로 전환된다면 도로는 극심한 혼잡을 유발할 수 있으므로, 자율주행자동차로의 전환을 감소시키고 통행·주차 수요 관리가 가능한 대비책이 마련되어야 한다.

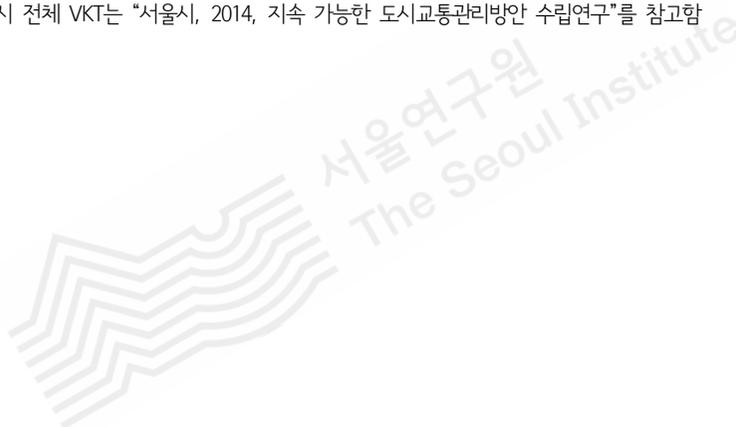
한편 시나리오 2 분석에서는 비용에 민감한 자율주행자동차 이용자들의 행태로 인해 시나리오 1에 비해 외곽으로 이동하는 주차수요가 많아지는 것으로 분석되었다. 서울시 전체 차량 기준 대비 약 35%인 1,890만 대·km의 VKT가 발생되었으며, 차량 1대당 31.9km의 통행거리가 증가하였다. 자율주행승용차 통행이 집중되는 도심의 통행 수요 관리를 위해 통행제한, 혼잡통행료, 대중교통활성화 등 적극적인 교통수요관리가 필요할 것으로 판단된다. 또한 공차주행을 최소화하기 위한 주차시설 공급 정책 및 요금제도의 정비도 필요하며, 도시 외곽에서 대중교통으로 전환시킬 수 있는 환승체계 정비가 반드시 수반되어야 한다.

[표 3-19] 시나리오별 자율주행자동차 VKT 발생량(도심 외 배분에 해당)

(단위: 대·km, 대, km)

구분		VKT			자율주행자동차 도심 외 배분 수요		대당 km
		계	승용차 전환	대중교통 전환	주차 수요	서울시 전체 VKT 대비 비율	
시나리오 1 (현재 요금)	30%	3,476,821	601,603	2,875,218	177,488	6.5%	19.6
	50%	6,995,843	1,154,330	5,841,513	296,302	13.0%	23.6
	100%	14,703,116	2,991,146	11,711,970	596,157	27.4%	24.7
시나리오 2 (거리 차등 요금)		18,974,842	6,254,855	12,719,986	594,973	35.3%	31.9

주: 서울시 전체 VKT는 “서울시, 2014, 지속 가능한 도시교통관리방안 수립연구”를 참고함



04

서울시 자율주행자동차 주차수요 관리방안

- 1_ 기존 교통수요 관리정책 적용 검토
- 2_ 자율주행자동차 특성을 고려한 적극적 통행·주차 수요 관리

04 서울시 자율주행자동차 주차수요 관리방안

1_기존 교통수요 관리정책 적용 검토

자율주행 기술 보급으로 인한 승용차 통행수요 증가와 공차주행이 야기하는 통행거리 증가로 인해 기존 도로공간은 더욱 혼잡해질 것으로 예상된다. 또한 대중교통의 수요는 급격히 감소하여 도시교통 운영 및 정책 시행의 어려움이 예상된다. 따라서 승용차 교통수요를 현재 수준으로 유지하고 대중교통 이용을 촉진할 수 있는 도시교통정책이 요구된다. 본 연구에서는 기존 교통수요관리 정책을 검토하여 자율주행자동차가 주류를 이루는 교통환경에서도 지속가능한지를 검토하고 자율주행자동차 이용특성을 고려한 교통수요관리 방안을 제시하였다.

1) 주차 시설 공급 방안 검토

도심의 주차공간 부족으로 인해 외곽지역으로 강제 배분되는 주차수요로 인해 발생하는 추가 주행거리 감축을 위해 주차장 부족지역에 주차장을 공급하는 전통적인 교통정책을 검토하였다. 분석의 공간적 범위는 3장의 시나리오 분석과 마찬가지로 도심부(종로구, 중구)의 자율주행자동차 주차 수요로 한정한다. 현재 종로구·중구에 설치되어 있는 총 주차장 공급면수는 19만 면으로, 3장에서 분석된 51만 대(승용차 6.5만, 기존 자율주행자동차 66.8만에서 0.67 주차효율¹⁵⁾ 적용)의 주차수요를 감당하기에는 턱없이 부족한 실정이다. 주차수요가 용량을 넘는 도심 내 5개동에 현재 용량의 3배 주차면수(약 7.7만 대)를 추가 공급하여 주차배분 변화를 분석하였으며, 거리별 차등 요금제를 적용한 시나리오 2를 기준으로 주차장을 추가로 공급하였다.

¹⁵⁾ 자율주행자동차 주차장은 승용차 주차장 대비 최대 67% 효율 발생(위탁연구 결과)

[표 4-1] 추가 주차장이 공급된 동 및 최종 공급면수

(단위: 면)

구분	기존 공급면수	추가 공급면수	최종 공급면수	구분	기존 공급면수	추가 공급면수	최종 공급면수
계	25,662	76,986	102,648				
종로구 소계	5,972	17,916	23,888	중구 소계	19,690	59,070	78,760
종로구 가회동	2,808	8,424	11,232	중구 명동	15,315	45,945	61,260
종로구 창신제1동	2,226	6,678	8,904	중구 을지로동	4,375	13,125	17,500
종로구 창신제2동	938	2,814	3,752				

분석방법은 거리별 차등 요금제가 적용된 시나리오 2의 분석 결과는 다음과 같다. 도심 외로 배분된 자율주행자동차 주차 수요를 살펴보면 시나리오 2와 마찬가지로 도심 인접 7개 구에 1%의 수요가, 인접구 외 지역에는 99%의 수요가 배분된 것을 알 수 있다. 또한 도로 혼잡을 파악할 수 있는 VKT는 1,880만 대·km로 시나리오 2(12,719,986대·km)에 비해 15만 대·km가 줄어드는 것으로 나타나, 도심 내 주차시설을 일부 추가 공급하더라도 그 효과는 매우 미미한 것으로 판단된다.

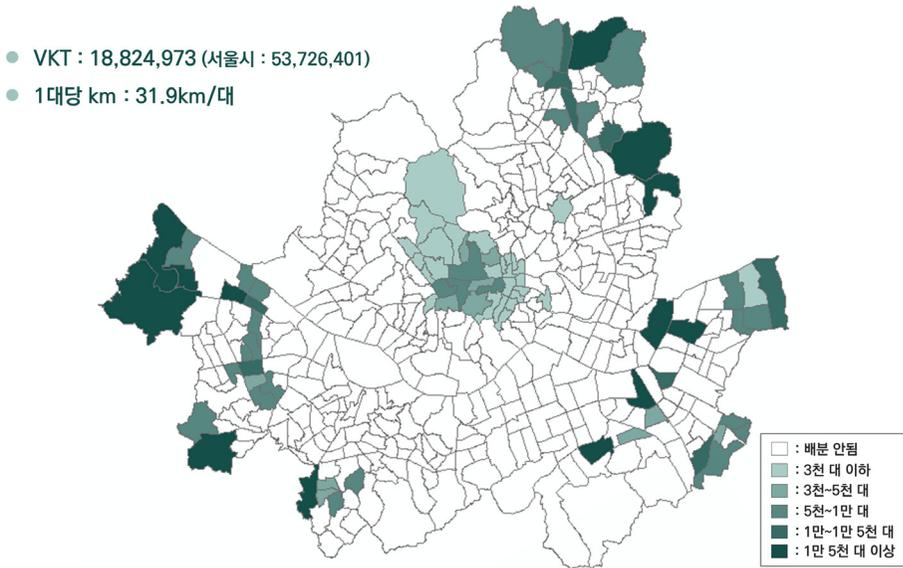
[표 4-2] 거리별 차등 요금제(시나리오 2) 및 주차시설 7.7만 대 공급 시 자율주행자동차 배분 추정량
(단위: 대)

구분	총수요	유인 (有人) 승용차	자율주행자동차										
			비율		계		도심 배분			도심 외 배분			
			비율	계	비율	계	승용차 전환	대중교통 통전환	비율	계	승용차 전환	대중교통 통전환	
계	732,408	65,541	100%	666,867	100%	76,622	37,606	39,016	100%	590,245	159,316	430,929	
도심	143,467	65,541	12%	77,926	100%	76,622	37,606	39,016	0%	1,304	1,304	0	
인접구	3,405	0	1%	3,405	0%	0	0	0	1%	3,405	2,915	490	
인접구 외	585,536	0	88%	585,536	0%	0	0	0	99%	585,536	155,097	430,439	

[표 4-3] VKT 발생량(도심 외 배분에 해당)

(단위: 대·km, 대, km)

구분	VKT			자율주행자동차 도심 외 배분 수요	1대당 거리
	계	승용차 전환	대중교통 전환		
시나리오 3	18,824,973	6,145,896	12,679,078	590,245	31.9



[그림 4-1] 거리별 차등 요금제 + 주차장 추가 공급 시 자율주행자동차 도심 외 배분 추정량

자율주행자동차는 공차주행이 가능하여 주차위치는 주차요금과 이동거리에 의해 결정되어 목적지의 주차장 용량이나 주차요금은 상대적으로 영향이 적어지게 된다. 실제 [표 4-2]의 분석결과를 보면, 도심 내 주차시설을 일부 추가 공급해도 도심과 도심 외 주차 배분에는 시나리오 2와 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다.

따라서 자율주행 시대가 되었을 때 자율주행자동차의 통행수요 및 주차수요를 관리하기 위해서는 주차시설공급과 같은 국지적인 정책이 아닌, 서울시 전역 혹은 수도권 전역에 동일하게 적용되는 수요관리정책의 시행이 필요할 것으로 판단된다.

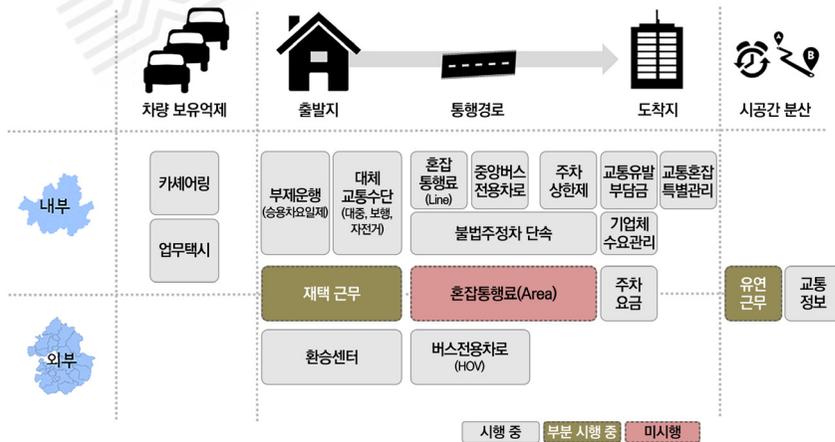
2) 기타 교통수요관리 방안 검토

현재 서울시에서는 차량 억제를 위한 다양한 교통수요관리 정책을 시행 중이다. 이 중 법을 통해 강제적으로 시행해야 하는 제도는 교통유발부담금, 혼잡통행료, 교통혼잡특별 관리구역·시설물 지정, 주차상한제 정책이다.

[표 4-4] 서울시 교통수요관리 정책

구분	정책 설명	강제성	
1	카셰어링	승용차 공유 서비스 '나눔카'	
2	업무택시	업무 출장 시 승용차 대신 콜택시 이용	
3	승용차 요일제	주중 하루 시민이 스스로 쉬는 날을 정해 운행하지 않는 교통문화 실천운동	
4	혼잡통행료	교통량 집중 지역에 일정시간 동안 통행료 부과 (남산 1·3호 터널)	○
5	주차상한제	도심, 교통혼잡지역 주차시설 억제, 부설주차장 설치제한	○
6	교통유발부담금	원인자 부담 원칙에 따라 혼잡유발 시설물에 부담금 부과 (비덕면적 1,000㎡ 이상인 시설물)	○
7	주차장 요금	급지(1~5급지)에 따른 차등요금 부과	○
8	교통혼잡특별관리 구역·시설물	일정 구역을 둘러싼 편도 3차로 이상 도로 중 적어도 1개 이상 도로의 시간대별 평균 통행속도가 시속 10km 미만인 상태가 평일 평균 하루 3회 이상 발생하거나, 혼잡시간대 진출입 교통량이 해당 도로 편도 교통량의 15% 이상인 경우 시설물로 지정하여 혼잡통행료, 교통유발부담금, 일방통행제 등 시행	○
9	기업체수요관리	주차장 축소, 유연근무제, 통근버스 운영, 승용차요일제, 업무택시제 등 교통량 감축 프로그램 11개 운영	
10	타 수단 개선	승용차 이용 억제 유도를 위한 대중교통서비스 개선/자전거 이용 활성화	

이러한 정책을 차량보유 억제, 출발·도착 통행지 관리, 통행경로 관리 등의 목적별 분류 및 서울시 내·외부의 지역별 분류로 구분하면, 다음과 같은 그림으로 표현할 수 있다.



자료 : 서울시, 2014, 「지속 가능한 도시교통관리방안 수립연구」, 24쪽 그림 재구성

[그림 4-2] 서울시 교통수요관리 정책 추진현황

승용차 보유를 억제하는 정책에는 카셰어링(공유교통), 업무택시가 있으며 출발지 통행을 제한하기 위해서 승용차요일제를 시행하거나 대체교통수단으로 전환하는 정책을 시행 중이다. 통행경로 상에서 수요를 관리하는 정책으로 혼잡통행료, 대중교통 중앙버스전용차로 이용 정책이 있다. 또한 도착지 통행 관리를 위해서는 주차상한제, 교통유발부담금 부과, 불법주정차 단속, 교통혼잡특별구역·시설물 지정, 주차요금(급지) 정책이 시행되고 있다.

자율주행자동차는 공차주행이 가능하기 때문에 혼잡지역을 회피하거나 주차요금이 저렴한 주차장을 이용할 수 있어서 기존 장소 중심의 교통수요관리 정책의 지속가능성은 낮다고 판단된다. 또한 공유차량, 택시, 자율주행자동차의 경계가 모호해지는 상황에서 기존 승용차 보유억제 중심의 정책도 그 효과가 낮을 것으로 판단된다.

[표 4-5] 교통수요관리정책의 효과 지속성 검토

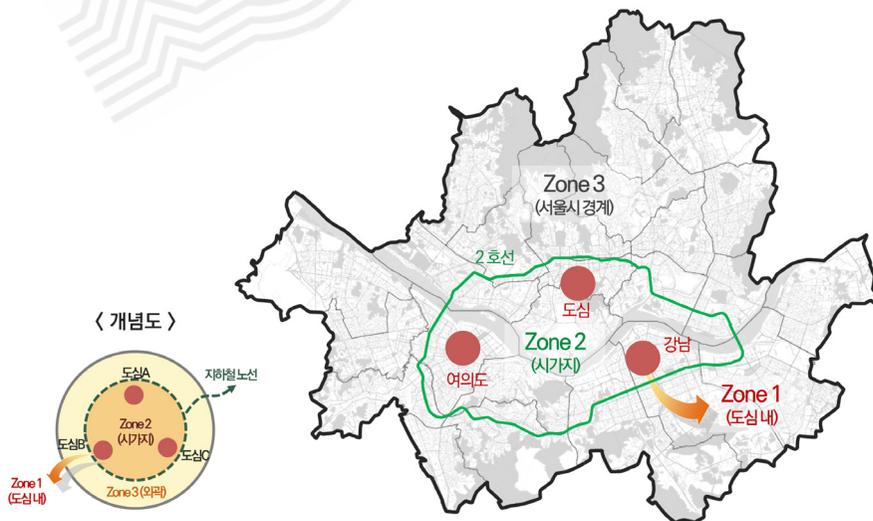
구분		관리 분류	효과 범위	지속성
1	카셰어링	보유	전역	×
2	업무택시	보유	전역	×
3	승용차 요일제	이용	전역	○
4	혼잡통행료	통행	지역	○
5	주차상한제	이용	지역	×
6	교통유발부담금	통행	지역	△
7	주차장 요금	이용	지역	×
8	교통혼잡특별관리 구역·시설물	통행	지역	△
9	기업체수요관리	통행	지역	△
10	대중교통 개선	통행	전역	○

주차요금이나 주차용량으로 승용차이용을 억제하는 정책은 앞선 분석결과에서 보듯이 실효성이 매우 낮을 것으로 예상된다. 자율주행 시대의 수요관리는 보유와 주차를 관리하는 기존 정책에서 통행을 관리하는 정책으로 전환되어야 한다. 통행제한 및 관리구역을

지정하여 총 통행거리와 유출입 횟수 등을 관리하는 방안이 승용차 이용을 억제하고 대중교통 이용을 촉진하는 정책으로 유효할 것으로 판단된다. 이를 위해 기존 대중교통 수단을 개선하여 속도를 향상시키고 서비스 수준도 높여, 승용차 대비 경쟁력을 높여야 한다. 또한 도심 등 업무·상업 중심지역에는 노면전차, 개인교통수단 공유서비스 등을 도입하여 승용차 통행제한구역 내에서 이동 편의성을 강화하여, 승용차 이용수요를 대중교통으로 전환하는 정책을 지속적으로 추진하여야 한다.

2_자율주행자동차 특성을 고려한 적극적 통행·주차 수요관리

도시 전체의 자율주행자동차 이용을 관리하기 위해서는 혼잡 정도에 따라 도시를 지역으로 구분하여 지역적 특성을 반영한 수요관리정책을 시행하여야 한다. 따라서 기존 수요관리정책의 관리범위 및 특성을 진단하여 서울시 전역에 적용하되, 지역의 통행특성에 적합한 정책을 선별적으로 적용한다. 본 연구에서는 서울시를 도심, 시가지, 외곽 등 3단계로 구분하여 자동차통행제한, 혼잡통행료, 대중교통 개선, 환승체계 개선, 주차시설 개선 등의 정책을 차별적으로 제안하였다.



[그림 4-3] 조닝(Zonig) 개념도

1) Zone1 : 도심 특별관리 지역

먼저 Zone1 지역은 도심 내 구역을 의미하며, 서울시 3도심으로 대표되는 종로구·중구, 강남, 여의도 세 지역을 Zone1 구역으로 선정하였다. 이 지역은 도심 특별관리 지역으로 3개의 존 중 가장 높은 혼잡통행료와 주차요금을 징수한다. 또한 차량 대수를 일정하게 유지하기 위해 자동차 유입 총량제를 통한 강력한 수요관리 정책을 시행하도록 한다.

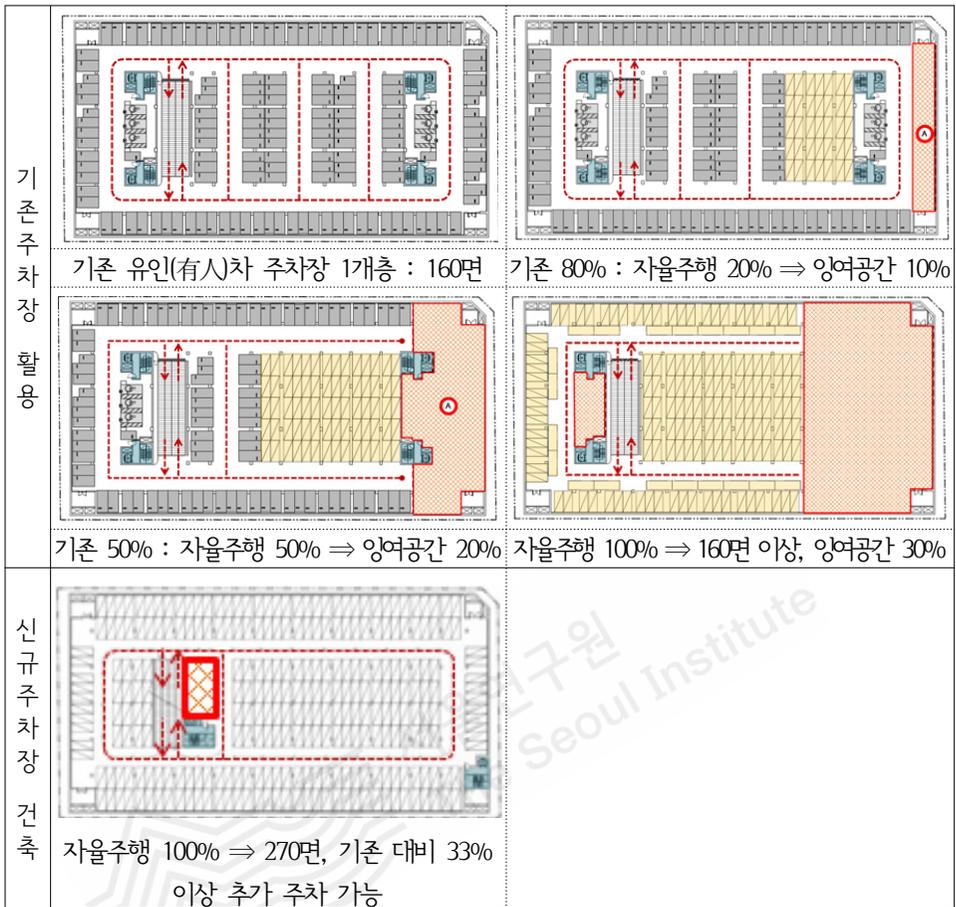
한편 자율주행자동차에 대한 강력한 수요관리 정책과 더불어 도심 내 통행 불편을 최소화 하기 위해 대중교통수단의 확충, 대중교통 이용 환경 개선과 같은 정책도 수반되어야 한다. 도심 내부 중앙버스전용차로에 트램을 도입하거나 자율주행자동차 미니 순환버스를 운행하는 등의 방식을 통하여 도심 내 통행자들의 이용 불편을 최소화할 수 있을 것으로 판단된다.



자료 : 서울연구원, 2010, 「서울시 대중교통 체질개선 및 도로공간 Reformation」.

[그림 4-4] 도심 내 대중교통수단 도입

이러한 정책으로 도심으로 들어오는 자율주행자동차 통행을 현재 승용차 수준으로 유지 한다면 기존 주차장은 자율주행자동차의 주차 특성으로 인한 잉여 공간이 창출되며 이의 타 용도 활용이 가능하다. 자율주행자동차 주차 비율을 어떻게 구성하느냐에 따라 활용할 수 있는 공간도 다음 그림과 같이 달라진다. 이러한 잉여 공간은 자율주행차량 지원시설 공간, 수익창출을 위한 조업공간, 휴게 및 회의 공간 등으로 활용 가능하다.



[그림 4-5] 자율주행주차 비율에 따른 잉여공간

2) Zone2 : 대중교통 환승강화 지역

Zone2 지역은 주요 도심 경계를 둘러싼 시가지 지역(예: 도시철도 2호선)을 포함한다. 도심 내로 진입하기 바로 직전 단계로, 통행자들의 대중교통 이용을 유도하는 존이다. 특히 서울시 내부통행이 주 대상일 것으로 판단되며, 집에서 버스정류장이나 도시철도역 사까지 자율주행자동차를 이용해서 접근하고 하차 후에 집으로 되돌려보내는 통행을 위한 교통체계가 필요하다. 대중교통으로 전환하지 않고 자율주행자동차로 진입하는 사람들에 대해 Zone1과 같이 적정 수준의 혼잡통행료와 주차요금을 적용한다.

먼저 도시철도 2호선 라인을 경계로 역사 주변에 “Kiss & Ride” 구역을 설치하여 자율주행자동차와 대중교통의 환승 효율을 높인다. 도시철도 역사와 가깝고 이동이 편리한 지점에 통행자가 내릴 수 있는 Drop-off Zone을 설치하여 대중교통 환승에 불편함이 없도록 해야 한다.



<애틀랜타 kiss & ride 표지판>

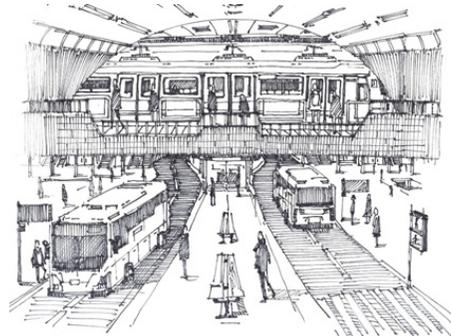
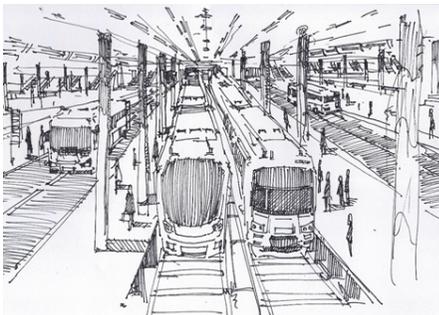
자료 : <https://commons.wikimedia.org>



<스코틀랜드 kiss & ride 구역>

[그림 4-6] 해외의 Kiss & Ride 구역

또한 대중교통의 속도 경쟁력을 확보하기 위해서 중앙버스전용차로의 단절구간을 중심으로 지속적인 확대가 필요하며, 환승손실시간을 최소화하여 이용편의를 증진시키기 위한 평면환승시설을 지속적으로 확보하여야 한다. 특히 향후 자율주행자동차의 drop-off 및 pick-up을 고려하여 버스와 승용차의 동시 이용을 고려한 확장성있는 설계가 고려되어야 한다.



자료 : 서울시, 2017, 「서울의 미래 진화하는 교통」.

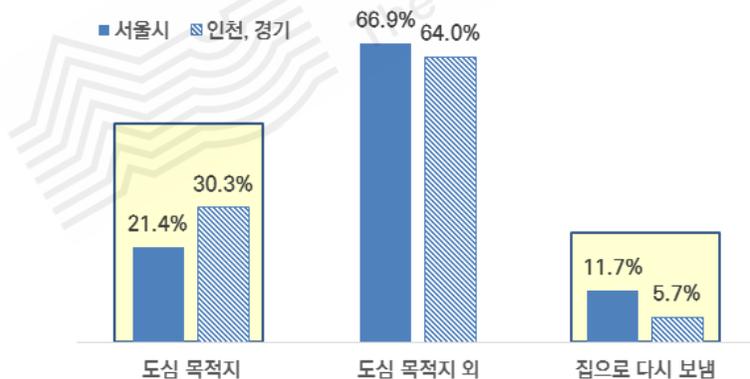
[그림 4-7] 도시철도-버스 간 환승센터의 모습(예시)

3) Zone3 : 광역교통 수요관리 지역

Zone3 지역은 서울시 전체로 정한다. 서울시로 진입하는 광역교통 수요에 대응하기 위한 구역으로, 서울시 외곽(거점) 지역에 주차시설을 공급한다.

2016년 서울시 가구통행실태조사¹⁶⁾에 의하면, 서울시로 들어오는 2,600만 통행 중 수도권(경기, 인천)의 통행은 368만 통행으로 약 14%를 차지한다. 2010년의 12.7%에 비해 약 1.3% 늘어난 비율로, 추후에도 광역통행은 계속 증가할 것으로 판단된다.

또한 도심 통행 시 자율주행자동차를 이용하겠다고 응답한 사람들의 희망 주차 장소에 관한 설문 결과를 보면, 도심 목적지에 주차를 하겠다고 응답한 사람들의 비율은 인천, 경기 권역 통행자가 서울 권역 통행자보다 8.6% 많았다. 반면 집으로 다시 보내겠다고 응답한 비율은 서울 권역 통행자가 6% 더 높은 것으로 나타났다. 상대적으로 긴 통행거리를 가지고 있는 인천, 경기 권역 통행자의 경우 목적지 가까이에 주차를 하려는 성향이 큰 것으로 분석된다.



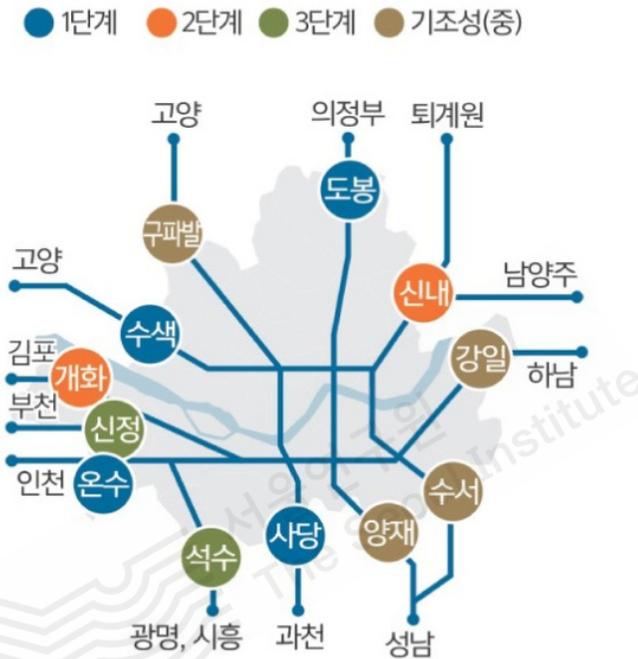
[그림 4-8] 권역별 자율주행자동차 도심 주차 목적지 선택

이러한 광역통행 수요 관리를 위해 서울시 외곽 거점까지는 자율주행자동차를 이용하여 통행하게 하고 주요 거점부터 도심까지는 대중교통으로 전환하여 통행할 수 있는 “Park

¹⁶⁾ 자료: 수도권교통본부, 한국교통연구원, 2017, 「여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권)」.

& Ride” 방식의 적용을 제안한다.

주요 거점에 자율주행자동차 전용 주차장을 설치하여 수단 간 연계 편의성을 증진시키는 것으로, 거점 대상 지역으로는 서울시 관문도시 지역¹⁷⁾을 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

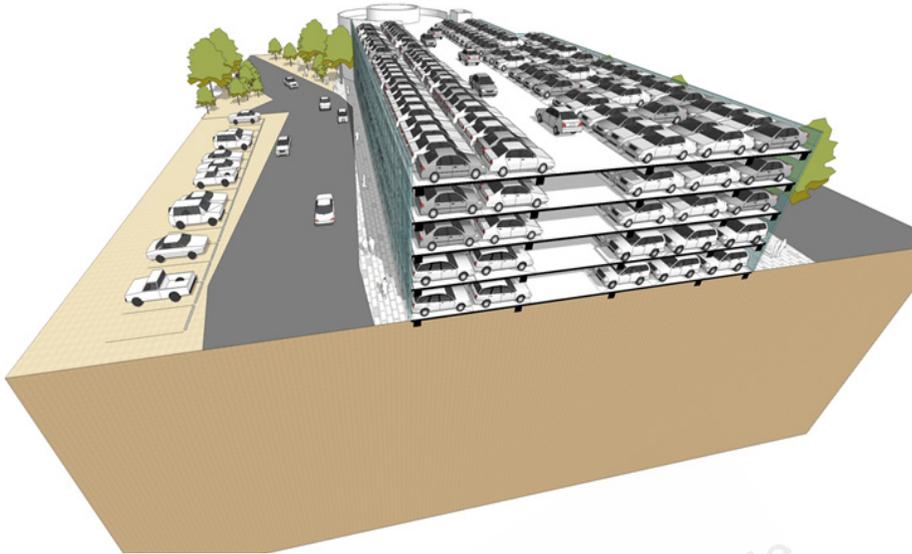


자료 : 서울시, 2018

[그림 4-9] 서울시 관문도시 계획

한편 외곽 거점에 설치될 수 있는 자율주행자동차 전용 주차장은 2가지 형태로 공급이 가능하다. 넓은 토지 공간 확보가 가능한 경우 “자주식” 자율주행자동차 전용 주차장을, 넓은 토지 공간 확보가 어려운 경우 자투리땅에 “기계식” 자율주행자동차 전용 주차장을 공급하는 방식을 적용할 수 있을 것이다. 특히 “기계식” 자율주행자동차 전용 주차장의 경우 주차 용량을 75% 이상 증가시키며 토지활용률도 14% 이상 높여, 주차시설이 부족한 대중교통거점 인근 지역이나 저층주거 밀집지역에 매우 적합한 시설로 판단된다.

17) 사람·교통·물류가 집중되는 서울시 12개 지역을 선정하여 특성에 맞게 거점으로 육성하거나 종합 재생



[그림 4-10] 자주식 자율주행자동차 전용 주차장



[그림 4-11] 기계식 자율주행자동차 전용 주차장

본 연구에서 제안하는 자율주행자동차 특성을 고려한 주차수요관리방안 “조닝(Zoning)”의 원칙은 다음과 같다. 도심 방향으로 진입할수록 강력한 수요관리 정책을 적용하고, 수단 간 연계 강화 등 다양한 방식으로 자율주행자동차에서 대중교통수단으로 전환을 유도한다. Zone1 대상인 종로구·중구, 강남, 영등포 3도심을 특별관리 구역으로 지정하여 혼잡통행료를 최대로 부과하고 차량 진입을 제한하는 강력한 수요관리 정책을 시행한다. Zone2에서는 자율주행자동차의 도심 진입 수요를 감소시키기 위해 “Kiss & Ride” 방식을 적용한다. 자율주행자동차는 통행자를 내려주고 다시 돌아가거나 주변 가격이 낮은 주차장에 주차하고, 통행자는 대중교통을 이용하도록 한다. Zone3은 광역교통 수요에 대응하기 위한 지역으로 자율주행자동차는 외곽 거점의 요금이 낮은 자율주행자동차 전용주차장에 주차하고, 서울시로 진입할 때는 대중교통으로 수단을 전환하는 “Park & Ride” 방식을 적용한다.

[표 4-6] 조닝(Zoning) 주차수요관리방안

구분		대상 지역	정책
Zone 1	도심 특별관리 구역	종로·중구, 강남, 영등포	- 혼잡통행료 최대 부과 - 최대 주차요금 적용 - 차량 진입제한 등 총량제 시행
Zone 2	대중교통 환승강화 지역	도시철도 2호선 경계	- Kiss & Ride 정책 : 자율주행자동차-대중교통 간 연계 강화 - 대중교통 간 평면 환승 강화 - 혼잡통행료, 기존 대비 낮은 주차요금 적용
Zone 3	광역교통 수요관리 지역	서울 관문도시	- Park & Ride 정책 : 자율주행자동차-대중교통 간 연계 강화 : 외곽 거점에 자율주행자동차전용주차장 설치 : 최저 주차요금 적용

참고문헌

- 국토교통부, 2018, 「주차장법 시행규칙」.
- 국토교통부, 2019, 「주차장법 시행규칙(개정안)」.
- 김진영, 2018, 「IoT시대의 총아 자율주행차, NH투자증권」.
- 서울연구원, 2010, 「서울시 대중교통 체질개선 및 도로공간 Reformation」.
- 서울시, 2014, 「지속 가능한 도시교통관리방안 수립연구」.
- 서울시, 2017, 「서울의 미래 진화하는 교통」.
- 수도권교통본부, 한국교통연구원, 2017, 「여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권)」.
- 이재관, 2013, 「자율주행자동차 개발동향과 주요현안」, 자동차부품연구원.
- 이현숙, 2017, 「자율주행자동차 기술개발의 특징 및 정책동향」, 융합연구정책센터.
- 이승민, 2018, 「자율주행자동차 최근 동향 및 시사점」, 정보통신기술진흥센터.
- 서울시, 2018, 주차관리시스템 자료.
- 서울시, 2018.3, 내손안의 서울.
- Brad Plumer, 2013, **Cars take up way too much space in cities. New technology could change that**, Vox Media.
- Clive Thompson, 2016, No Parking Here, MOTHER JONES.
- CPB, 2015, Urban Mobility System Upgrade: How Shared Self-Driving Cars Could Change City Traffic, International Transport Forum, OECD.
- David Curry, 2016, Will Autonomous Cars Lead to Even More Congestion?, Transport.
- Eric Faffe, 2015, How Driverless Car Could Make Traffic Dramatically Worse.
- Fortune, 2016, **Today's Cars Are Parked 95% of the Time**, Fortune.
- Gensler, 2017, **Building Obsolescence and the Impact of Autonomous Vehicles on Future Development**, National Association of Real Estate Investment.

Le Vine, S., Zolfaghari, A. and Polak, J., 2015, "Autonomous cars: The tension between occupant experience and intersection capacity", **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, vol.52, pp.1-14.

SBD Automotive, 2016, **How Autonomous Vehicles Could Relieve or Worsen Traffic Congestion**, SBD Automotive.

KPMG, 2015, **Connected and Autonomous Vehicles –The UK Economic Opportunity**, KPMG.

KPMG, 2016, **Connectivity or Congestion: Two Visions for an Autonomous Future**, KPMG.

INRIX Research, 2016, **The Impact of Parking Pain in the US, UK and Germany**, INRIX Research.

Jason Henderson-Jason Spencer, 2016, "Autonomous Vehicles and Commercial Real Estate", **Cornell Real Estate Review**, Volume 14, Article 14.

Lloyd Alter, 2015, **Self-driving Cars Might Be a Coming Congestion Disaster**.

LLOYD'S, 2014, **Autonomous Vehicles: Handling Over Control: Opportunities and Risk for Insurance**.

Marzia Alam, 2017, **Automated Car Parking System**, BRAC University.

Mehdi Nourinejad, Sina Bahrami, Matthew J. Roorda, 2018, "Designing Parking Facilities for Autonomous Vehicle", **Transportation Research Part B: Methodological**, vol.109, pp.1-33.

Michael Barnard, 2016, **Autonomous Cars Likely to Increase Congestion**.

Michael Sivak and Brandon Schoettle, 2015, **Influence of current nondrivers on the amount of travel and trip patterns with self-driving vehicles**, University of Michigan Transportation Research Institute.

Mikhail C., Andrew F., Juan M. et al., 2015, "Parking Infrastructure: A Constraint on or Opportunity for Urban Redevelopment? A Study of Los Angeles County Parking Supply and Growth", **Journal of the American Planning Association**, Volume 81, 268~286.

Mehdi N., et al., 2018, "Designing Parking Facilities for Autonomous Vehicles", **Transportation Research Part B**, Vol.109, 110-127.

Navigant Research, 2018, **Automated Driving Vehicles**, Navigant Research.

NAIOP, 2016, **Self-driving Cars: A Game Changer for Commercial Real Estate?**, 2016 Commercial Real Estate Conference.

Paul Mackie, 2016, **Two Keys to How Autonomous Vehicles Could Ease Congestion**.

Stanford University, 2016, **One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)**, Stanford University.

Stelios Rodoulis, 2014, **The Impact of Autonomous Vehicles on Cities, Journeys**.

Studenski S., Perera S., Patel K. et al., 2011, "Gait Speed and Survival in Older Adults", JAMA, vol.305, no.1, 50~58.

SWA/Kinder Baumgardner, 2015, Here's How Self-Driving Cars Will Transform Your City.

Technavio, 2017, **Global Automated Parking Systems Market 2017-2021**, Technavio.

The Boston consulting Group, 2015a, **Self-Driving Vehicles in an Urban Context Press Briefing**, World Economic Forum.

The Boston consulting Group, 2015b, **Revolution in the Driver's seat : the road to autonomous vehicles**, The Boston consulting Group.

Tony S., Luca R., et al., 2017, **The evolution in self-driving vehicles : Trends and implications for the insurance industry**, EYGM.

Todd Litman, 2016, Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implication for Transport Planning, Victoria Transport Policy.

Ulrich Schwesinger et al., 2015, **Automated Valet Parking and charging for e-Mobility**, European Robotics Forum 2015.

Victoria Transport Policy Institute, 2018, **Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning**, Victoria Transport Policy Institute.

WSP, 2016, **Making Better Places: Autonomous vehicles and future opportunities**, Parsons Brinckerhoff office.

<https://commons.wikimedia.org>

<https://skyline-parking.com/>(스카이라인파크킹)

<https://park-it-solutions.com/>(파크솔루션)

<http://www.autoevolution.com/>(오토이볼루션)

<https://www.mercedes-benz.com/>(벤츠)

<https://www.bosch.com/>(보쉬)

<http://www.e-globalparking.com/>(글로벌파크킹)

<https://www.forbes.com/>(포브스)

<http://www.fortune.com/>(포춘)

<http://www.popularmechanics.com/>(파퐁라메카닉)

<https://www.roboticparking.com/>(로봇파크킹)

부록

1) 자율주행자동차 이용 행태 점검을 위한 설문조사지

도심권 자율주행자동차 이용 행태 점검을 위한 설문조사		ID			
<p>안녕하세요, 조사전문기관 오피니언라이브 조사연구소에서는 서울연구원의 의뢰를 받아 '자율주행자동차 개발로 인한 교통 이용 행태의 변화'에 대한 설문조사를 실시하고 있습니다. 본 조사는 교통 환경 변화를 예측하여 서울시의 교통정책에 반영하기 위함입니다. 바쁘시더라도 잠시만 시간을 내어 참여하여 주시면 감사하겠습니다. 개인 정보 및 응답하신 모든 내용은 통계법(제33조, 제34조)에 의해 비밀이 철저히 보장됩니다.</p> <p style="text-align: right;">2018년 4월</p>					
SQ.1 거주 지역	<p>① 서울 도심권(종로구, 중구) 설문 종료</p> <p>② 서울 동북권(도봉구, 노원구, 중랑구, 평진구, 성동구, 동대문구, 성북구, 강북구)</p> <p>③ 서울 동남권(서초구, 강남구, 송파구, 강동구)</p> <p>④ 서울 서남권(강서구, 영등포구, 동작구, 관악구, 금천구, 구로구, 양천구)</p> <p>⑤ 서울 서북권(은평구, 서대문구, 마포구, 용산구)</p> <p>⑥ 수도권 북부권(동두천시, 양주시, 파주시, 포천시, 연천군)</p> <p>⑦ 수도권 서부권(인천광역시, 김포시, 시흥시)</p> <p>⑧ 수도권 중부권(고양시, 과천시, 평택시, 구리시, 부천시, 성남시, 의정부시, 하남시)</p> <p>⑨ 수도권 남부권(군포시, 수원시, 안산시, 안성시, 안양시, 오산시, 용인시, 의왕시, 평택시, 화성시)</p> <p>⑩ 수도권 동부권(가평군, 광주시, 남양주시, 양평군, 여주군, 이천시)</p>				
	SQ.2 성별	① 남성 ② 여성	SQ.3. 연령	① 19~29세 ② 30~39세 ③ 40~49세 ④ 50~59세	
<h4>I. 사전 설문</h4> <p>A1. 선생님께서는 운전면허(1·2종 보통 등)를 보유하고 계십니까?</p> <p>① 그렇다 ② 아니다</p> <p>A2. 선생님의 구체적인 거주 지역을 등 단위까지 기입해 주십시오.</p> <p>_____</p>					

〈 '서울 도심권' 안내 〉



본 설문에서의 '서울 도심권'은 옆 지도에서 검정 테두리의 안쪽, 즉 한양도성 안쪽으로 경복궁, 창덕궁, 광화문, 서울시청, 대학로, 명동, 충무로 등이 있는 '종로구, 중구' 지역을 의미합니다.

A3. 선생님께서는 '서울 도심권'에 얼마나 자주 가시는 편이십니까?

- ① 거의 가지 않는다
- ② 월 1회 이상 - 5회 미만
- ③ 월 5회 이상 - 10회 미만
- ④ 월 10회 이상 - 15회 미만
- ⑤ 월 15회 이상 - 20회 미만
- ⑥ 월 20회 이상

☞ 설문 종료

A4. 선생님께서 도심권에 가신다면 방문 목적은 무엇입니까?

- ① 직장, 학교 등을 가기 위한 정기적 방문 ☞ A4_1번로
- ② 출장, 쇼핑, 여가 등을 위한 비정기적 방문 ☞ A4_3번로

A4_1. 그렇다면 구체적으로 어떤 목적 때문에 방문하셨습니까?

- ① 출근을 위해서
- ② 학교 수업을 위해서
- ③ 기타 _____

A4_2. 위의 목적으로 도심권으로 가실 때 주로 어떤 교통수단을 이용하십니까?

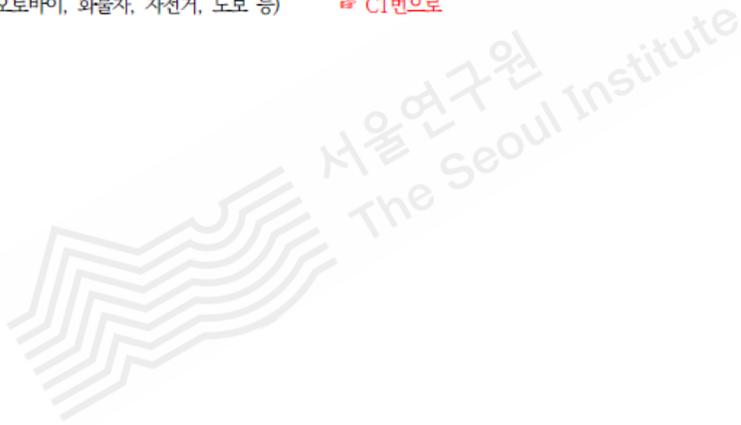
- ① 승용차 ☞ BA1번으로
- ② 버스 ☞ BP1번으로
- ③ 지하철 ☞ BP1번으로
- ④ 버스와 지하철을 함께 이용 ☞ BP1번으로
- ⑤ 택시 ☞ BT1번으로
- ⑥ 그 외 (오토바이, 화물차, 자전거, 도보 등) ☞ C1번으로

A4_3. 그렇다면 선생님께서는 가장 최근에 구체적으로 어떤 목적 때문에 방문하셨습니다까?

- ① 외근이나 출장 등 업무를 위해서
- ② 학원 수업을 위해서
- ③ 물건 구입을 위해서
- ④ 여가, 운동, 관광, 레저 등의 활동을 위해서
- ⑤ 외식을 위해서
- ⑥ 친지 방문을 위해서
- ⑦ 누군가의 배웅이나 마중을 위해서
- ⑧ 기타 _____

A4_4. 선생님께서 가장 최근 위의 목적으로 도심권으로 가실 때 어떤 교통수단을 이용하십니까?

- ① 승용차 ☞ B'A1번으로
- ② 버스 ☞ B'P1번으로
- ③ 지하철 ☞ B'P1번으로
- ④ 버스와 지하철을 함께 이용 ☞ B'P1번으로
- ⑤ 택시 ☞ B'T1번으로
- ⑥ 그 외 (오토바이, 화물차, 자전거, 도보 등) ☞ C1번으로



II -A. 승용차 이용 행태

BA1. 선생님께서 해당 수단을 선택하시는 가장 큰 이유는 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 정시에 도착할 수 있기 때문에
- ② 통행비용을 가장 절약할 수 있기 때문에
- ③ 통행시간을 가장 단축할 수 있기 때문에
- ④ 주차가 불편하기 때문에
- ⑤ 이동이 편리하기 때문에
- ⑥ 이동 시 쾌적하기 때문에
- ⑦ 버스나 지하철 내 혼잡을 피할 수 있기 때문에
- ⑧ 승용차를 소유하고 있지 않기 때문에
- ⑨ 기타 _____

BA2. 선생님께서 도심권으로 가실 때의 출발지와 목적지를 동 단위 또는 인근 주소로 기입해 주십시오.

※ 예시: 경기도 성남시 분당구 백현동 현대백화점 인근

출발지: _____

목적지: _____

BA3. 그렇다면 출발지에서 목적지까지 이동하시는 데 대략 얼마의 시간이 소요됩니까?

약 _____ 시간 _____ 분

BA4. 선생님께서 출발지에서 이동을 시작하신 시간대는 다음 중 어디에 속합니까?

오전		오후	
① 오전 5시 이전	② 오전 5~7시 사이	⑤ 오후 12~2시 사이	⑥ 오후 2~4시 사이
③ 오전 7~9시 사이	④ 오전 9~12시 사이	⑦ 오후 4~6시 사이	⑧ 오후 6~8시 사이
		⑨ 오후 8~10시 사이	⑩ 그 외 시간

BA5. 선생님께서 도심권으로 이동하실 때, 대체로 직접 운전하십니까?

- ① 직접 운전한다
- ② 다른 사람이 운전하는 차로 이동한다

BA6. 선생님께서는 평소 도심에 주차를 하실 때 편리하십니까? 불편하십니까?

- ① 매우 편리하다
- ② 편리한 편이다
- ③ 보통이다
- ④ 불편한 편이다
- ⑤ 매우 불편하다

BA7. 선생님께서 평소에 도심권에 주차하실 때 주차하는 시간은 대체로 어느 정도입니까?

※ 정확하지 않아도 좋으니 대략적으로 말씀하여 주십시오.

약 _____시간 _____분

BA8. 그렇다면 주차비용의 지불 방식은 다음 중 어떤 것에 속합니까?

- ① 주차할 때마다 지불한다 ☞ BA8_1번으로 이동
- ② 정기권을 사용한다 ☞ BA8_2번으로 이동
- ③ 별도의 주차 비용이 없음 ☞ BA9번으로 이동

BA8_1. 선생님께서는 시간당 얼마의 비용을 지불하십니까?

시간당 _____ 원 ☞ BA9번으로 이동

BA8_2. 선생님께서 사용하시는 정기권의 비용은 얼마 정도입니까?

한 달에 _____ 원

BA9. 만약 도심권 내 목적지에서 적합한 주차 공간이 없을 시 선생님께서는 어떻게 하십니까?

- ① 합법적 주차공간을 찾을 때까지 돌아다니거나 검색하며 기다린다
- ② 지정되지 않은 공간이더라도 일단 주정차를 한다
- ③ 기타 _____

BA10. 선생님께서 목적지에 도착하신 후 도심권에 머무르시는 시간은 대체로 어느 정도입니까?

약 _____시간 _____분

BA11. 선생님께서 평소 도심권에 가실 때, 승용차를 포함해 대중교통(버스, 지하철)이나 택시를 이용하실 때 주차 과정, 주차 비용, 승하차 과정, 이동 과정, 이동 비용 등 전반적인 측면을 고려한 각 수단의 편의성은 어느 정도입니까? 해당되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.

	매우 좋다	좋은 편이다	보통이다	나쁜 편이다	매우 나쁘다	이용한 적 없다
승용차	①	②	③	④	⑤	-
대중교통	①	②	③	④	⑤	⑥
택시	①	②	③	④	⑤	⑥

☞ C1으로 이동

II - A. 승용차 이용 행태

B'A1. 선생님께서 해당 수단을 선택하신 가장 큰 이유는 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 정시에 도착할 수 있기 때문에
- ② 통행비용을 가장 절약할 수 있기 때문에
- ③ 통행시간을 가장 단축할 수 있기 때문에
- ④ 주차가 불편하기 때문에
- ⑤ 이동이 편리하기 때문에
- ⑥ 이동 시 쾌적하기 때문에
- ⑦ 버스나 지하철 내 혼잡을 피할 수 있기 때문에
- ⑧ 승용차를 소유하고 있지 않기 때문에
- ⑨ 기타 _____

B'A2. 선생님께서 가장 최근에 도심권으로 가실 당시 출발지와 목적지를 동 단위 또는 인근 주소로 기입해 주십시오.

※ 예시: 경기도 성남시 분당구 백현동 현대백화점 인근

출발지: _____

목적지: _____

B'A3. 그렇다면 당시 출발지에서 목적지까지 이동하시는 데 대략 얼마의 시간이 소요되었습니까?

약 _____ 시간 _____ 분

B'A4. 선생님께서 당시 출발지에서 이동을 시작하신 시간대는 다음 중 어디에 속합니까?

오전		오후	
① 오전 5시 이전	② 오전 5~7시 사이	⑤ 오후 12~2시 사이	⑥ 오후 2~4시 사이
③ 오전 7~9시 사이	④ 오전 9~12시 사이	⑦ 오후 4~6시 사이	⑧ 오후 6~8시 사이
		⑨ 오후 8~10시 사이	⑩ 그 외 시간

B'A5. 선생님께서 당시 도심권으로 이동하실 때, 직접 운전하셨습니다?

- ① 직접 운전했다
- ② 다른 사람이 운전하는 차로 이동했다

B'A6. 그렇다면 당시 이용한 자동차를 도심권에 주차하셨습니다?

- ① 도심권에 주차했다 ☞ B'A6_1번으로 이동
- ② 도심권에 주차하지 않았다 ☞ B'A7번으로 이동

B'A6_1. 선생님께서 당시 주차를 하실 때 편리하셨습니다, 아니면 불편하셨습니다?

- ① 매우 편리했다
- ② 편리한 편이었다

- ③ 보통이었다
- ④ 불편한 편이었다
- ⑤ 매우 불편했다

B'A6_2. 선생님께서 당시 주차하신 시간은 총 어느 정도였습니까?

※ 정확하지 않아도 좋으니 대략적으로 말씀하여 주십시오.
 약 _____시간 _____분

B'A6_3. 그렇다면 당시 주차비용의 지불 방식은 다음 중 어떤 것에 속합니까?

- ① 주차할 때마다 지불한다 ☞ B'A6_4번으로 이동
- ② 정기권을 사용한다 ☞ B'A6_5번으로 이동
- ③ 별도의 주차 비용이 없었음 ☞ B'A7번으로 이동

B'A6_4. 선생님께서는 당시 시간당 얼마의 비용을 지불하셨습니다?

시간당 _____ 원 ☞ B'A7번으로 이동

B'A6_5. 선생님께서 당시 사용하셨던 정기권의 비용은 얼마 정도입니까?

한 달에 _____ 원

B'A7. 만약 도심권 내 목적지에서 적합한 주차 공간이 없을 시 선생님께서는 어떻게 하십니까?

- ① 합법적 주차공간을 찾을 때까지 돌아다니거나 검색하며 기다린다
- ② 지정되지 않은 공간이더라도 일단 주정차를 한다
- ③ 기타 _____

B'A8. 선생님께서 당시 목적지에 도착하신 후 도심권에 머무신 시간은 총 어느 정도입니까?

약 _____시간 _____분

B'A9. 선생님께서 평소 도심권에 가실 때, 승용차를 포함해 대중교통(버스, 지하철)이나 택시를 이용하실 때 주차 과정, 주차 비용, 승하차 과정, 이동 과정, 이동 비용 등 전반적인 측면을 고려한 각 수단의 편의성은 어느 정도입니까? 해당되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.

	매우 좋다	좋은 편이다	보통이다	나쁜 편이다	매우 나쁘다	이용적 없다
승용차	①	②	③	④	⑤	-
대중교통	①	②	③	④	⑤	⑥
택시	①	②	③	④	⑤	⑥

☞ C1으로 이동

II-B. 대중교통 이용 형태

BP1. 선생님께서 해당 수단을 선택하시는 가장 큰 이유는 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 정시에 도착할 수 있기 때문에
- ② 통행비용을 가장 절약할 수 있기 때문에
- ③ 통행시간을 가장 단축할 수 있기 때문에
- ④ 주차가 불편하기 때문에
- ⑤ 이동이 편리하기 때문에
- ⑥ 이동 시 쾌적하기 때문에
- ⑦ 버스나 지하철 내 혼잡을 피할 수 있기 때문에
- ⑧ 승용차를 소유하고 있지 않기 때문에
- ⑨ 기타 _____

BP2. 선생님께서 도심권으로 가실 때의 출발지와 목적지를 동 단위 또는 인근 주소로 기입해 주십시오.

※ 예시: 경기도 성남시 분당구 백현동 현대백화점 인근

출발지: _____
목적지: _____

BP3. 그렇다면 출발지에서 목적지까지 이동하시는 데 대략 얼마의 시간이 소요됩니까?
약 _____시간 _____분

BP4. 선생님께서 출발지에서 이동을 시작하신 시간대는 다음 중 어디에 속합니까?

오전		오후	
① 오전 5시 이전	② 오전 5~7시 사이	⑤ 오후 12~2시 사이	⑥ 오후 2~4시 사이
③ 오전 7~9시 사이	④ 오전 9~12시 사이	⑦ 오후 4~6시 사이	⑧ 오후 6~8시 사이
		⑨ 오후 8~10시 사이	⑩ 그 외 시간

BP5. 선생님께서 대체로 도심권으로 이동하실 때 이용하시는 대중교통을 선택해 주십시오.

- ① 버스만 이용 (환승 포함) ☞ BP5_1번으로 이동
- ② 지하철만 이용 (노선 환승 포함) ☞ BP5_2번으로 이동
- ③ 버스와 지하철을 함께 이용 ☞ BP5_3번으로 이동

BP5_1. 선생님께서 이동하실 때의 소요시간, 요금, 환승 횟수는 대략 어떻게 되십니까?

※ 숫자로만 입력해주세요.

소요시간	요금	환승횟수
_____ 분	_____ 원	_____ 회

☞ BP6번으로 이동

BP5_2. 선생님께서 이동하실 때의 소요시간, 요금, 환승 횟수(노선 환승 포함)는 대략 어떻게 되십니까?

※ 숫자로만 입력해주세요.

소요시간	요금	환승횟수
_____ 분	_____ 원	_____ 회

☞ BP6번으로 이동

BP5_3. 선생님께서 이동하실 때의 소요시간, 요금, 환승 횟수(노선 환승 포함)는 대략 어떻게 되십니까?
 ※ 숫자로만 입력해주세요.

소요시간	요금	환승횟수
_____분	_____원	_____회

BP6. 선생님께서 목적지에 도착하신 후 도심권에 대체로 얼마나 머무십니까?
 약 _____시간 _____분

BP7. 선생님께서는 대중교통을 이용하지 않고 직접 운전하여 이동이 가능하십니까?

- ① 그렇다
- ② 아니다

BP8. 선생님께서 평소 도심권에 가실 때, 대중교통(버스, 지하철)을 포함해 승용차나 택시 등을 이용하실 때 주차 과정, 주차 비용, 승하차 과정, 이동 과정, 이동 비용 등 전반적인 측면을 고려한 각 수단의 편의성은 어느 정도입니까? 해당되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.

	매우 좋다	좋은 편이다	보통이다	나쁜 편이다	매우 나쁘다	이용한 적 없다
승용차	①	②	③	④	⑤	⑥
대중교통	①	②	③	④	⑤	-
택시	①	②	③	④	⑤	⑥

☞ C1번으로 이동

II -B. 대중교통 이용 행태

B'P1. 선생님께서 해당 수단을 선택하신 가장 큰 이유는 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 정시에 도착할 수 있기 때문에
- ② 통행비용을 가장 절약할 수 있기 때문에
- ③ 통행시간을 가장 단축할 수 있기 때문에
- ④ 주차가 불편하기 때문에
- ⑤ 이동이 편리하기 때문에
- ⑥ 이동 시 쾌적하기 때문에
- ⑦ 버스나 지하철 내 혼잡을 피할 수 있기 때문에
- ⑧ 승용차를 소유하고 있지 않기 때문에
- ⑨ 기타 _____

B'P2. 선생님께서 가장 최근에 도심권으로 가실 당시 출발지와 목적지를 동 단위 또는 인근 주소로 기입해 주십시오.

※ 예시: 경기도 성남시 분당구 백현동 현대백화점 인근

출발지: _____
목적지: _____

B'P3. 선생님께서 당시 출발지에서 목적지까지 이동하시는 데 대략 얼마의 시간이 소요되었습니까?
약 _____시간 _____분

B'P4. 선생님께서 당시 출발한 시간대는 다음 중 어디에 속합니까?

오전		오후	
① 오전 5시 이전	② 오전 5~7시 사이	⑤ 오후 12~2시 사이	⑥ 오후 2~4시 사이
③ 오전 7~9시 사이	④ 오전 9~12시 사이	⑦ 오후 4~6시 사이	⑧ 오후 6~8시 사이
		⑨ 오후 8~10시 사이	⑩ 그 외 시간

B'P5. 선생님께서 당시 도심권으로 이동하실 때 이용한 대중교통을 선택해 주십시오.

- ① 버스만 이용 (환승 포함) ☞ BP5_1번으로 이동
- ② 지하철만 이용 (노선 환승 포함) ☞ BP5_2번으로 이동
- ③ 버스와 지하철을 함께 이용 ☞ BP5_3번으로 이동

B'P5_1. 선생님께서 당시 이동하실 때의 소요시간, 요금, 환승 횟수는 대략 어떻게 되셨습니까?

※ 숫자로만 입력해주세요.

소요시간	요금	환승횟수
_____ 분	_____ 원	_____ 회

☞ B'P6번으로 이동

B'P5_2. 선생님께서 당시 이동하실 때의 소요시간, 요금, 환승 횟수(노선 환승 포함)는 대략 어떻게 되셨습니까?

※ 숫자로만 입력해주세요.

소요시간	요금	환승횟수
_____ 분	_____ 원	_____ 회

☞ B'P6번으로 이동

B'P5_3. 선생님께서 당시 이동하실 때의 소요시간, 요금, 환승 횟수(노선 환승 포함)는 대략 어떻게 되셨습니까?
※ 숫자로만 입력해주세요.

소요시간	요금	환승횟수
_____분	_____원	_____회

B'P6. 선생님께서 당시 목적지에 도착하신 후 도심권에 머무신 시간은 총 어느 정도입니까?
약 _____시간 _____분

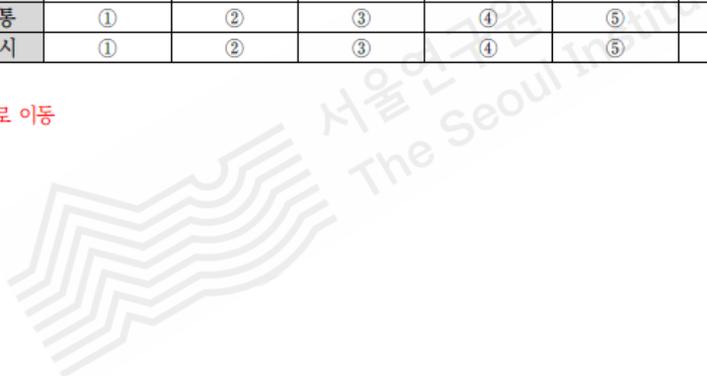
B'P7. 선생님께서는 대중교통을 이용하지 않고 직접 운전하여 이동이 가능하십니까?

- ① 그렇다
- ② 아니다

B'P8. 선생님께서 평소 도심권에 가실 때, 대중교통(버스, 지하철)을 포함해 승용차나 택시 등을 이용하실 때 주차 과정, 주차 비용, 승하차 과정, 이동 과정, 이동 비용 등 전반적인 측면을 고려한 각 수단의 편의성은 어느 정도입니까? 해당되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.

	매우 좋다	좋은 편이다	보통이다	나쁜 편이다	매우 나쁘다	이용한적 없다
승용차	①	②	③	④	⑤	⑥
대중교통	①	②	③	④	⑤	-
택시	①	②	③	④	⑤	⑥

☞ C1번으로 이동



II -C. 택시 이용 행태

BT1. 선생님께서 해당 수단을 선택하시는 가장 큰 이유는 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 정시에 도착할 수 있기 때문에
- ② 통행비용을 가장 절약할 수 있기 때문에
- ③ 통행시간을 가장 단축할 수 있기 때문에
- ④ 주차가 불편하기 때문에
- ⑤ 이동이 편리하기 때문에
- ⑥ 이동 시 쾌적하기 때문에
- ⑦ 버스나 지하철 내 혼잡을 피할 수 있기 때문에
- ⑧ 승용차를 소유하고 있지 않기 때문에
- ⑨ 기타 _____

BT2. 선생님께서 도심권으로 가실 때의 출발지와 목적지를 동 단위 또는 인근 주소로 기입해 주십시오.

※ 예시: 경기도 성남시 분당구 백현동 현대백화점 인근

출발지: _____

목적지: _____

BT3. 선생님께서 출발지에서 목적지까지 이동하시는 데 대략 얼마의 시간이 소요됩니까?

약 _____ 시간 _____ 분

BT4. 선생님께서 출발지에서 이동을 시작하신 시간대는 다음 중 어디에 속합니까?

오전		오후	
① 오전 5시 이전	② 오전 5~7시 사이	⑤ 오후 12~2시 사이	⑥ 오후 2~4시 사이
③ 오전 7~9시 사이	④ 오전 9~12시 사이	⑦ 오후 4~6시 사이	⑧ 오후 6~8시 사이
		⑨ 오후 8~10시 사이	⑩ 그 외 시간

BT5. 선생님께서 택시를 이용하실 때 대기시간과 소요시간, 요금은 대략 얼마나 되십니까?

※ 숫자로만 입력해주세요.

대기시간	소요시간	요금
_____ 분	_____ 분	_____ 원

BT6. 선생님께서 목적지에 도착하신 후 도심권에 머무르시는 시간은 대체로 어느 정도입니까??

약 _____ 시간 _____ 분

BT7. 선생님께서는 택시를 이용하지 않고 직접 운전하여 이동이 가능하십니까?

- ① 그렇다
- ② 아니다

BT8. 선생님께서 평소 도심권에서 택시를 포함해 승용차나 대중교통(버스, 지하철) 등을 이용하실 때 주차 과정, 주차 비용, 승하차 과정, 이동 과정, 이동 비용 등 전반적인 측면을 고려한 각 수단의 편의성은 어느 정도입니까? 해당되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.

	매우 좋다	좋은 편이다	보통이다	나쁜 편이다	매우 나쁘다	이용한적 없다
승용차	①	②	③	④	⑤	⑥
대중교통	①	②	③	④	⑤	⑥
택시	①	②	③	④	⑤	-

☞ C1번으로 이동



II-C. 택시 이용 행태

B'T1. 선생님께서 해당 수단을 선택하신 가장 큰 이유는 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 정시에 도착할 수 있기 때문에
- ② 통행비용을 가장 절약할 수 있기 때문에
- ③ 통행시간을 가장 단축할 수 있기 때문에
- ④ 주차가 불편하기 때문에
- ⑤ 이동이 편리하기 때문에
- ⑥ 이동 시 쾌적하기 때문에
- ⑦ 버스나 지하철 내 혼잡을 피할 수 있기 때문에
- ⑧ 승용차를 소유하고 있지 않기 때문에
- ⑨ 기타 _____

B'T2. 선생님께서 최근에 도심권으로 가실 당시 주요 출발지와 목적지를 동 단위 또는 인근 주소로 기입해 주십시오.

※ 예시: 경기도 성남시 분당구 백현동 현대백화점 인근

출발지: _____

목적지: _____

B'T3. 선생님께서 당시 출발지에서 목적지까지 이동하시는 데 대략 얼마의 시간이 소요되었습니까?

약 _____ 시간 _____ 분

B'T4. 선생님께서 당시 출발한 시간대는 다음 중 어디에 속합니까?

오전		오후	
① 오전 5시 이전	② 오전 5~7시 사이	⑤ 오후 12~2시 사이	⑥ 오후 2~4시 사이
③ 오전 7~9시 사이	④ 오전 9~12시 사이	⑦ 오후 4~6시 사이	⑧ 오후 6~8시 사이
		⑨ 오후 8~10시 사이	⑩ 그 외 시간

B'T5. 선생님께서 택시를 이용하실 당시 대기시간과 소요시간, 요금은 대략 얼마나 되셨습니까?

※ 숫자로만 입력해주세요.

대기시간	소요시간	요금
_____ 분	_____ 분	_____ 원

B'T6. 선생님께서 당시 목적지에 도착하신 후 도심권에 머무신 시간은 대략 어느 정도입니까?

약 _____ 시간 _____ 분

B'T7. 선생님께서는 택시를 이용하지 않고 직접 운전하여 이동이 가능하십니까?

- ① 그렇다
- ② 아니다

B'T8. 선생님께서 평소 도심권에서 택시를 포함해 승용차나 대중교통(버스, 지하철) 등을 이용하실 때 주차 과정, 주차 비용, 승하차 과정, 이동 과정, 이동 비용 등 전반적인 측면을 고려한 각 수단의 편의성은 어느 정도입니까? 해당되는 곳에 체크해주시기 바랍니다.

	매우 좋다	좋은 편이다	보통이다	나쁜 편이다	매우 나쁘다	이용한적 없다
승용차	①	②	③	④	⑤	⑥
대중교통	①	②	③	④	⑤	⑥
택시	①	②	③	④	⑤	-

☞ C1번으로 이동



III. 자율주행자동차 이용 행태

※ 다음은 완전자율단계의 자율주행자동차에 대한 설명입니다. 응답하시기 전에 해당 내용을 꼭 읽어주시기 바랍니다.

완전자율단계의 자율주행자동차

- I. 사람이 운전할 필요가 없으며, 이동 중 업무를 보거나 개인적인 일을 할 수 있다.
- II. 사람이 내리면 자율주행자동차가 스스로 주차를 할 수 있다.
- III. 무인주행기능으로 주차장을 선택해서 주차하거나, 집으로 돌려보내는 것도 가능하다.
- IV. 완전자율주행 기능으로 안전성이 매우 높다. (사고 확률이 거의 없다.)

C1. 선생님 댁에서 보유하고 있는 차량은 총 몇 대입니까?

- ① 없음
- ② 1대
- ③ 2대
- ④ 3대
- ⑤ 4대 이상

C2. 선생님께서 자율주행자동차를 구입하신다면 가족과 공유할 의사가 있습니까?

- ① 공유할 의사가 있다
- ② 공유할 의사가 없다 ⇨ C4번으로 이동

C3_1. 만약 선생님께서 자율주행자동차를 가족과 공유하신다면 기존에 있던 차량은 몇 대까지 보유하시겠습니까?

- ① 기존 차량을 모두 처분하겠다 (또는 원래 없다)
- ② 1대
- ③ 2대
- ④ 3대
- ⑤ 4대 이상

C3_2. 선생님께서는 향후 구매하시는 자율주행자동차를 가족이 아닌 타인과도 공유하실 의사가 있습니까? 소유자가 이용하지 않는 시간에 타인이 사용하는 렌터카 등과 같은 개념으로 생각하고 체크해 주십시오.

- ① 공유할 의사가 있다
- ② 공유할 의사가 없다

C4. 만약 선생님께서 자율주행자동차를 구입하신다면 도심권으로 이동하실 때 이용하시겠습니까?

- ① 자율주행자동차를 이용하여 도심권으로 통행하겠다 ⇨ C4_1번으로 이동
- ② 자율주행자동차가 아닌 현재 이용하던 수단을 그대로 유지하겠다 ⇨ C5번으로 이동

C4_1. 선생님께서 향후에 완전자율단계의 자율주행자동차를 이용하여 서울 도심권을 방문하실 때, 주차장 상황이 다음과 같을 경우 주차를 어떻게 하시겠습니까?

<p>▷ 자율주행자동차는 무인으로 자동주차가 가능하다.</p> <p>▷ 용무가 끝나는 시간에 맞추어 자율주행자동차를 오게 할 수 있다(콜택시와 같은 역할).</p> <p>▷ 자율주행자동차는 전기차로 가정한다.</p> <p>▷ 주차장까지 차를 보내는 데 연료비가 들며, 주차장 거리가 멀어질수록 주차비는 점점 낮아진다.</p>		
거리 별 상 황		① 도심 목적지의 주차장 이용 ☞ DQ1번으로
		② 10분 거리 내 주차장 이용 ☞ DQ1번으로
		③ 10분~30분 거리 내 주차장 이용 ☞ DQ1번으로
		④ 30분~1시간 거리 내 주차장 이용 ☞ DQ1번으로
		⑤ 집으로 돌려 보냄 ☞ DQ1번으로

C5. 선생님께서 도심권을 방문하실 때, 완전자율단계의 자율주행자동차가 아니라 현재 이용하던 교통수단을 그대로 유지하시려는 이유는 무엇입니까?

- ① 도로가 계속 혼잡할 것으로 예상되어서
- ② 가장 경제적인 것 같아서
- ③ 아직 자율주행자동차의 신뢰성이 낮다고 생각되어서
- ④ 현재의 수단이 도심 통행에 가장 빠를 것 같아서
- ⑤ 기타 _____

통계 분류를 위해 간단한 사항 몇 가지만 더 여쭙고 조사를 마지겠습니다.

DQ1. 선생님의 가구 내 총 가구원 수(현역 군인을 제외한 최근 1개월 내 동거 가구원)는 모두 몇 명입니까?

- ① 1명
- ② 2명
- ③ 3명
- ④ 4명
- ⑤ 5명
- ⑥ 6명
- ⑦ 7명 이상

DQ2. 선생님께서 현재 하고 계신 일(직업)은 무엇입니까?

- ① 학생
- ② 전업주부
- ③ 행정/사무/관리직
- ④ 전문/기술직(교원, 운동선수, 연예인, 종교인 포함)
- ⑤ 판매직(통신판매종사자, 모델, 홍보종사자 포함)
- ⑥ 서비스직(소방관, 경찰관, 수사관, 마용사, 조리사 포함)
- ⑦ 농업/어업/수산업
- ⑧ 생산/운수/일반노무

⑨ 무직(구직활동 포함)

⑩ 기타 _____

DQ3. 선생님 덕의 월평균 가구 소득(세전, 상여금 포함)은 대략 어느 정도 되십니까?

- ① 100만 원 미만
- ② 100만 원 이상 - 200만 원 미만
- ③ 200만 원 이상 - 300만 원 미만
- ④ 300만 원 이상 - 500만 원 미만
- ⑤ 500만 원 이상 - 1000만 원 미만
- ⑥ 1000만 원 이상

DQ4. 선생님께서는 완전자율단계의 자율주행자동차가 출시되었을 때, 당장 또는 수 년 안에 구입할 의사가 있습니까?

- ① 구매할 의사가 있다 ⇨ DQ4_1번으로 이동
- ② 구매할 의사가 없다 ⇨ DQ5_1번으로 이동

DQ4_1. 만약 선생님께서 완전자율단계의 자율주행자동차를 구매하시려 한다면 가장 큰 이유는 다음 중 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 탑승자 없이 무인 운행이 가능하기 때문에
- ② 운전하지 않고 차량에서 개인적인 업무를 할 수 있기 때문에
- ③ 무인주차기능과 주차장 선택(예: 집으로 돌려보내는 등)이 가능하기 때문에
- ④ 가족끼리 공유해서 탈 수 있기 때문에
- ⑤ 기타 _____

DQ4_2. 만약 선생님께서 완전자율단계의 자율주행자동차를 구매하신다면 현재 차량 가격의 대략 몇 배까지 구입 금액을 지불할 의사가 있습니까? 만약 차량을 보유하지 않으신 경우, 3,000만 원 상당의 자동차 가격을 기준으로 생각해 주시기 바랍니다.

- ① 현재 차량 가격 수준 ⇨ 설문 종료
- ② 현재 차량 가격의 1.2배 수준 ⇨ 설문 종료
- ③ 현재 차량 가격의 1.5배 수준 ⇨ 설문 종료
- ④ 현재 차량 가격의 2배 수준 ⇨ 설문 종료
- ⑤ 현재 차량 가격의 2.5배 수준 ⇨ 설문 종료
- ⑥ 현재 차량 가격의 3배 수준 이상 ⇨ 설문 종료
- ⑦ 기타 _____ ⇨ 설문 종료

DQ5. 만약 선생님께서 자율주행자동차를 구매하지 않으신다면 가장 큰 이유는 다음 중 무엇입니까? 2개까지 선택하실 수 있습니다.

- ① 소요 비용(구매 및 운영)이 과도할 것 같아서
- ② 사고 위험이 높을 것 같아서
- ③ 운전하는 즐거움이 없어져서
- ④ 보험 등 관련 제도가 미비해서
- ⑤ 익숙하지 않고 이용하려니 막연해서
- ⑥ 차량을 소유할 생각이 없어서
- ⑦ 기타 _____

2) 시나리오별 도심 외 주차장 자율주행자동차 주차 배분 추정량

[부록 표 1] [시나리오 1_30%] 도심 외 주차장 자율주행자동차 주차 배분 추정량

(단위: 대, 원/분)

구분	시군구	행정동	자율주행자동차 주차 도심 외 배분 수요	평균 분당 주차요금		
				기본	추가	
계			177,488	11.3	11.3	
인접구	소계		70,165	13.0	13.0	
	성동구	왕십리2동	2,078	20.0	20.0	
	성동구	사근동	7,185	10.0	10.0	
	성동구	행당2동	8,634	10.0	10.0	
	성동구	금호2·3가동	209	20.0	20.0	
	서대문구	홍은1동	6,687	10.0	10.0	
	서대문구	홍은2동	10,954	10.0	10.0	
	서대문구	남가좌1동	8,684	10.0	10.0	
	서대문구	남가좌2동	7,960	10.0	10.0	
	서대문구	연희동	15,782	10.0	10.0	
	마포구	공덕동	1,719	16.7	16.7	
	마포구	아현동	273	16.7	16.7	
	인접구 외	소계		107,323	10.0	10.0
		종량구	목1동	12,694	10.0	10.0
양천구		목2동	9,391	10.0	10.0	
양천구		목3동	5,961	10.0	10.0	
영등포구		신길3동	4,809	10.0	10.0	
영등포구		신길4동	2,051	10.0	10.0	
영등포구		신길6동	5,037	10.0	10.0	
영등포구		대림2동	4,334	10.0	10.0	
관악구		보라매동	8,566	10.0	10.0	
관악구		서원동	6,885	10.0	10.0	
관악구		신원동	2,588	10.0	10.0	
관악구		은천동	11,331	10.0	10.0	
관악구		성현동	12,476	10.0	10.0	
관악구		청룡동	10,322	10.0	10.0	
송파구		풍납1동	4,415	10.0	10.0	
송파구		삼전동	6,463	10.0	10.0	

[부록 표 2] [시나리오 1_50%] 도심 외 주차장 자율주행자동차 주차 배분 추정량

(단위: 대, 원/분)

구분	시군구	행정동	자율주행자동차 주차 도심 외 배분 수요	평균 분당 주차요금	
				기본	추가
	계		296,301	11.1	11.1
인접구	소계		76,101	13.0	13.0
	성동구	왕십리2동	3,467	20.0	20.0
	성동구	사근동	7,185	10.0	10.0
	성동구	행당2동	8,634	10.0	10.0
	성동구	금호2·3가동	349	20.0	20.0
	서대문구	홍은1동	6,687	10.0	10.0
	서대문구	홍은2동	10,954	10.0	10.0
	서대문구	남가좌1동	8,684	10.0	10.0
	서대문구	남가좌2동	7,960	10.0	10.0
	서대문구	연희동	15,782	10.0	10.0
	마포구	공덕동	4,306	16.7	16.7
	마포구	아현동	2,093	16.7	16.7
인접구 외	소계		220,200	10.3	10.3
	광진구	중곡3동	46	15.0	15.0
	중랑구	목1동	12,694	10.0	10.0
	양천구	목2동	9,391	10.0	10.0
	양천구	목3동	6,969	10.0	10.0
	양천구	신월2동	6,712	10.0	10.0
	양천구	신월7동	2,884	10.0	10.0
	강서구	등촌1동	11,239	10.0	10.0
	강서구	등촌2동	8,725	10.0	10.0
	강서구	우장산동	20,645	10.0	10.0
	영등포구	신길3동	4,809	10.0	10.0
	영등포구	신길4동	2,051	10.0	10.0
	영등포구	신길6동	5,037	10.0	10.0
	영등포구	대림2동	4,334	10.0	10.0
	영등포구	영등포본동	3,907	13.3	13.3
	관악구	보라매동	8,566	10.0	10.0
	관악구	서원동	6,885	10.0	10.0
	관악구	신원동	3,655	10.0	10.0
	관악구	서림동	6,027	10.0	10.0
	관악구	난향동	5,743	10.0	10.0
	관악구	은천동	11,331	10.0	10.0
	관악구	성현동	12,476	10.0	10.0
	관악구	청룡동	10,322	10.0	10.0
	관악구	남곡동	5,840	10.0	10.0
	관악구	삼성동	6,563	10.0	10.0
	송파구	풍납1동	4,778	10.0	10.0
	송파구	송파1동	11,325	10.0	10.0
	송파구	석촌동	14,607	10.0	10.0
	송파구	삼전동	12,639	10.0	10.0

주: 음영으로 표시된 부분은 자율주행자동차 주차 수요를 30% 적용했을 때 대비 신규로 배정된 동임

[부록 표 3] [시나리오 1_100%] 도심 외 주차장 자율주행자동차 주차 배분 추정량

(단위: 대, 원/분)

구분	시군구	행정동	자율주행자동차 주차 도심 외 배분 수요	평균 분당 주차요금	
				기본	추가
계			596,157	13.5	13.4
소계			226,100	16.8	16.8
인접구	성동구	왕십리2동	4,467	20.0	20.0
	성동구	사근동	7,185	10.0	10.0
	성동구	행당1동	7,473	20.0	20.0
	성동구	행당2동	8,634	10.0	10.0
	성동구	금호1가동	3,985	20.0	20.0
	성동구	금호4가동	4,867	20.0	20.0
	성동구	금호2·3가동	6,987	20.0	20.0
	성동구	옥수동	9,415	20.0	20.0
	은평구	대조동	9,704	20.0	20.0
	은평구	응암1동	10,796	20.0	20.0
	은평구	응암2동	6,969	20.0	20.0
	은평구	신사1동	8,301	20.0	20.0
	은평구	중산동	6,364	20.0	20.0
	은평구	수색동	2,758	20.0	20.0
	은평구	응암3동	6,288	20.0	20.0
	서대문구	홍은1동	6,687	10.0	10.0
	서대문구	홍은2동	10,954	10.0	10.0
	서대문구	남가좌1동	8,684	10.0	10.0
	서대문구	남가좌2동	7,960	10.0	10.0
	서대문구	북가좌1동	2,931	20.0	20.0
	서대문구	북가좌2동	9,806	20.0	20.0
	서대문구	연희동	15,782	10.0	10.0
	마포구	염리동	3,040	16.7	16.7
	마포구	망원2동	6,952	18.3	18.3
	마포구	성산1동	7,772	16.7	16.7
	마포구	성산2동	12,830	16.7	16.7
	마포구	공덕동	16,955	16.7	16.7
	마포구	아현동	11,554	16.7	16.7
	소계			370,057	11.5
인접구 외	광진구	충곡3동	5,651	15.0	15.0
	광진구	능동	6,648	15.0	15.0
	중랑구	묵1동	12,694	10.0	10.0
	양천구	목2동	9,391	10.0	10.0
	양천구	목3동	6,969	10.0	10.0
	양천구	신월2동	6,712	10.0	10.0
	양천구	신월3동	3,731	15.8	10.0
	양천구	신월7동	6,013	10.0	10.0
	양천구	신정3동	19,096	10.0	10.0
	강서구	등촌1동	11,239	10.0	10.0
	강서구	등촌2동	8,725	10.0	10.0
	강서구	화곡본동	11,631	13.3	13.3
	강서구	화곡3동	9,488	10.0	10.0
	강서구	우장산동	20,645	10.0	10.0

[부록 표 3 계속] [시나리오 1_100%] 도심 외 주차장 자율주행자동차 주차 배분 추정량

(단위: 대, 원/분)

구분	시군구	행정동	자율주행자동차 주차 도심 외 배분 수요	평균 분당 주차요금	
				기본	추가
인접구 외	구로구	개봉1동	10,230	15.0	15.0
	금천구	독산2동	4,843	13.0	13.0
	금천구	독산3동	8,949	13.0	13.0
	금천구	독산4동	4,645	13.0	13.0
	금천구	시흥2동	7,740	17.3	17.3
	금천구	시흥3동	9,222	13.0	13.0
	금천구	시흥4동	5,940	17.3	17.3
	금천구	시흥5동	4,251	13.0	13.0
	영등포구	신길3동	4,809	10.0	10.0
	영등포구	신길4동	2,051	10.0	10.0
	영등포구	신길6동	5,037	10.0	10.0
	영등포구	대림2동	4,334	10.0	10.0
	영등포구	영등포본동	7,200	13.3	13.3
	관악구	보라매동	8,566	10.0	10.0
	관악구	서원동	6,885	10.0	10.0
	관악구	신원동	3,655	10.0	10.0
	관악구	서림동	6,027	10.0	10.0
	관악구	난향동	5,743	10.0	10.0
	관악구	은천동	11,331	10.0	10.0
	관악구	성현동	12,476	10.0	10.0
	관악구	청룡동	10,322	10.0	10.0
	관악구	난곡동	5,840	10.0	10.0
	관악구	삼성동	6,563	10.0	10.0
	강남구	일원본동	7,924	16.7	16.7
	송파구	풍납1동	4,778	10.0	10.0
	송파구	거여1동	4,530	10.0	10.0
	송파구	거여2동	6,822	10.0	10.0
	송파구	마천1동	5,943	13.3	13.3
	송파구	마천2동	6,194	10.0	10.0
	송파구	송파1동	11,325	10.0	10.0
	송파구	석촌동	14,607	10.0	10.0
	송파구	삼전동	12,639	10.0	10.0

주: 음영으로 표시된 부분은 자율주행자동차 주차 수요를 50% 적용했을 때 대비 신규로 배정된 동임

[부록 표 4] [시나리오 2] 도심 외 주차장 자율주행자동차 주차 배분량

(단위: 대, 원/분)

구분	시군구	행정동	자율주행자동차 주차 도심 외 배분 수요	평균 분당 주차요금	
				기본	추가
계			594,973	51.7	53.1
인접구	소계		3,466	68.8	70.7
	성동구	행당1동	2,688	71.8	73.7
	성북구	월곡2동	490	62.8	64.5
	서대문구	홍제2동	288	71.8	73.7
	소계		590,202	50.2	51.6
인접구 외	광진구	광장동	16,942	53.8	55.3
	종량구	신내1동	16,087	53.8	55.3
	도봉구	방학1동	13,875	53.8	55.3
	도봉구	방학2동	6,087	44.9	46.1
	도봉구	창1동	6,960	53.8	55.3
	도봉구	창4동	12,506	53.8	55.3
	도봉구	도봉1동	8,122	44.9	46.1
	도봉구	도봉2동	10,858	44.9	46.1
	노원구	공릉2동	21,422	53.8	55.3
	노원구	하계1동	10,439	53.8	55.3
	노원구	하계2동	5,121	53.8	55.3
	노원구	상계1동	15,091	44.9	46.1
	노원구	상계3·4동	6,203	44.9	46.1
	노원구	상계6·7동	6,970	53.8	55.3
	노원구	중계2·3동	1,854	53.8	55.3
	양천구	신월2동	6,712	53.8	55.3
	양천구	신정1동	4,776	53.8	55.3
	양천구	신정6동	9,015	53.8	55.3
	양천구	신정7동	9,548	53.8	55.3
	양천구	신정4동	12,346	53.8	55.3
	강서구	등촌1동	10,039	53.8	55.3
	강서구	등촌2동	8,725	53.8	55.3
	강서구	등촌3동	16,082	53.8	55.3
	강서구	화곡2동	5,884	53.8	55.3
	강서구	화곡4동	7,170	53.8	55.3
	강서구	가양2동	5,648	53.8	55.3
	강서구	가양3동	5,924	53.8	55.3
	강서구	공항동	19,576	44.9	46.1
	강서구	방화1동	16,749	44.9	46.1
	강서구	방화2동	16,451	44.9	46.1
	강서구	방화3동	8,270	44.9	46.1

[부록 표 4 계속] [시나리오 2] 도심 외 주차장 자율주행자동차 주차 배분량

(단위: 대, 원/분)

구분	시군구	행정동	자율주행자동차 주차 도심 외 배분 수요	평균 분당 주차요금	
				기본	추가
인접구 외	구로구	오류2동	15,085	44.9	46.1
	구로구	수궁동	7,888	44.9	46.1
	금천구	가산동	44,775	53.8	55.3
	금천구	독산1동	18,318	53.8	55.3
	금천구	독산2동	4,843	53.8	55.3
	금천구	독산4동	4,645	53.8	55.3
	금천구	시흥4동	5,940	53.8	55.3
	관악구	난곡동	5,840	53.8	55.3
	강남구	일원1동	3,240	53.8	55.3
	강남구	개포2동	27,118	53.8	55.3
	송파구	거여1동	4,530	44.9	46.1
	송파구	마천1동	5,943	44.9	46.1
	송파구	마천2동	6,194	44.9	46.1
	송파구	석촌동	7,181	53.8	55.3
	송파구	잠실4동	12,228	53.8	55.3
	송파구	잠실3동	17,813	53.8	55.3
	송파구	장지동	13,616	44.9	46.1
	송파구	위례동	9,322	44.9	46.1
	강동구	강일동	14,442	35.9	36.9
	강동구	상일동	9,339	44.9	46.1
	강동구	명일2동	6,325	44.9	46.1
	강동구	고덕1동	5,721	44.9	46.1
	강동구	고덕2동	2,870	44.9	46.1
	강동구	천호2동	15,534	53.8	55.3

Abstract

How Autonomous Vehicle Technology Changes Urban Transportation Policy

Wonho Kim · Kwanghoon Lee · Seung-Hyun Min · Sangmi Jeong · Youngbum Kim

In this study, the changes in urban traffic by autonomous driving technology are summarized. In particular, changes in parking behavior and parking facilities, which are most sensitive to changes from AV, are analysed. When autonomous vehicles are parked in an existing parking facility, the capacity of that parking facility increases by 30 ~ 60%. An AV exclusive parking garage can lead to a further 70% land use efficiency. In particular, the combination of a mechanical parking lot and autonomous driving technology can increase parking capacity by more than 75% and the land utilization rate by more than 14%.

Autonomous vehicles avoid crowded and expensive urban parking lots by sending deadhead back to home, or moving to nearby cheap parking lots. In an opinion poll about the usage of autonomous vehicles, 83.7% of existing passenger car drivers responded that they would switch to autonomous vehicles. On the other hand, 58.2% of users of public transportation responded that they would switch to autonomous vehicles. As a result of a poll related to the selection of a parking lot when going to the city center in an autonomous driving car, the choice of a parking lot outside the city center was the most common among passenger car users and public transportation users. It was also found that 21 ~ 27% of respondents chose a parking lot in the city center, and that 8 ~ 12% answered that they returned their car to their home. Due to the demand for autonomous car parking,

an additional VKT (Vehicle · km) of up to 4.7 million vehicles / km occurred, which is about 30.0% of the total driving distance of Seoul city (53,426,401 vehicles / km in 2014). In scenarios where a single fare is charged at a rate lower than the city center, a VKT of about 18.9 million vehicles / km, which is about 35% of the total driving distance of Seoul city, is added, and there is an increased travel distance of 31.9 km per vehicle as well.

Therefore, the management scope and characteristics of the existing traffic demand management policy were diagnosed in order to envision a demand management policy that reflects the characteristics of autonomous driving cars. This study proposes a demand management zoning system that selectively applies existing traffic management policies that are appropriate for each region's traffic characteristics. The principle of "Zoning" for traffic demand management considering autonomous vehicles' characteristics is as follows. As one enters the city center, it adopts a strong demand management policy and encourages the transfer from autonomous vehicles to public transportation in a variety of ways, including strengthening transfer facilities between modes. Area 1 of Jongno-gu, Jung-gu, Yeongdeungpo, and Jongno-gu, which are the targets of Zone 1, will be designated as special management zones, and a strong demand management policy will be implemented therein to limit vehicle entry by congestion tolls. In Zone 2, the "Kiss & Ride" method is applied to reduce the demand for autonomous vehicles to enter the city center. Autonomous vehicles drop passengers off and return to the low-cost parking lot or back home, and passengers then use public transportation. Zone 3 is the area coping with the demand of the wide-area traffic demand. Autonomous driving cars park in AV exclusive parking lot with low rates at the outskirts of the city, and drivers then use public transportation to their destination.

Contents

01 Introduction

- 1_Background and Objectives
- 2_Contents and Method

02 Autonomous Vehicle and Changes in Urban Transportation

- 1_Autonomous Driving Technology and Urban Transportation
- 2_Trend of Autonomous Parking Technology
- 3_Changes in the Autonomous Parking Facility

03 Parking Behavior of Autonomous Vehicle Users

- 1_Current Traffic Demand of CBD
- 2_Autonomous Vehicle Preference Survey
- 3_Autonomous Parking Demand Analysis
- 4_Scenario Analysis

04 Traffic Demand Management Strategy for Autonomous Vehicle Demand

- 1_Application of Existing Traffic Demand Management Policy
- 2_TDM Policy for Autonomous Vehicle Characteristics

서울연 2018-PR-14

서울시 자율주행차
주차수요 관리방안

발행인 _ 서왕진

발행일 _ 2018년 8월 31일

발행처 _ 서울연구원

ISBN 979-11-5700-361-7 93330 8,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.