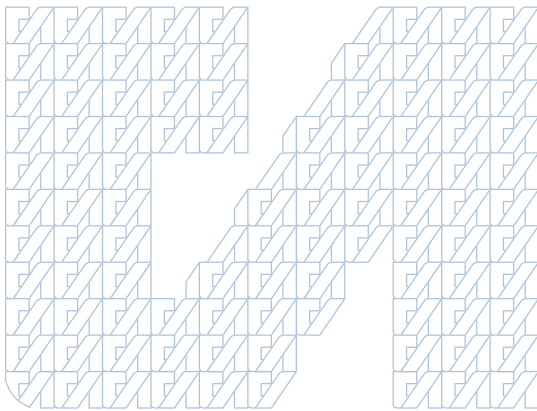


세종시 광역 급행버스 도입방안 검토 및 효과분석

유승규



정책연구 2023-57

세종시 광역 급행버스 도입방안 검토 및 효과분석

유승규

연구책임

- 유승규 / 세종연구실 연구위원

공동연구

- 임성빈 / 세종연구실 전문연구원
- 류인곤 / 아주대학교 연구교수
- 김민기 / 한국과학기술정보연구원 선임연구원

정책연구 2023-57

세종시 광역 급행버스 도입방안 검토 및 효과분석

발행인 김 영 진

발행일 2023년 11월

발행처 대전세종연구원

34051 대전광역시 유성구 전민로 37(문지동)

전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3508

홈페이지: <http://www.dsi.re.kr>

인 쇄 (주)경성문화사 TEL 044-868-3537 (FAX: 044-868-3565)

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 세종특별자치시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

요약 및 정책제언

■ 연구 배경

- 세종시는 2024년 6생활권 대규모 아파트 입주와 5생활권 개발, 그리고 신규 산업단지, 국회 세종의사당 건설 및 공동캠퍼스 개발 등 기타 공공분야의 토지이용 개발도 진행 예정임
- 현재 세종시의 대중교통 버스 분담률은 약10%로 기존 목표치인 70%보다 현저하게 낮은 수준임
- 비록 대중교통 중심도시로 설계되었으나, 세종시 통행에서 승용차가 차지하는 비율은 70%로 조사 되었으며, 많은 승용차 통행으로 인하여 도로의 혼잡이 가중되고 있음
- 향후 택지개발에 따른 인구 증가를 감안한다면, 도로의 혼잡은 심화될 거라 판단되며, 이를 해결하기 위해서 대중교통으로의 통행수단 전환이 필요한 시점임

■ 연구 목적

- 본 연구는 2023 세종시 대중교통 노선개편 확정전 효과 분석을 목적으로 하며 효과 분석과 함께 대중교통 급행버스 도입방안을 함께 도출하는 것을 목적으로 함
 - 목적을 달성하기 위해 2023년 교통카드 데이터 기반 수요 분석을 수행하며, 버스 배차시간을 통한 버스 운행 간격을 활용함
 - 데이터 구축 후 교통 시뮬레이션 툴을 활용한 시뮬레이션 분석을 수행하며, 시뮬레이션 분석을 통하여 통행시간 단축에 대한 효과 검증을 수행함
 - 시뮬레이션 분석 결과값을 바탕으로 급행버스 도입의 효과를 검증하며 노선 개편에 따른 노선 수정 방향을 설정함

■ 연구 범위 및 방법

- 본 연구의 범위는 세종시의 버스를 운행하는 세종교통공사와 세종교통(주)의 노선을 대상으로 분석함
 - 세종시 읍면동 (한솔동, 새롬동, 다정동, 도담동, 해밀동, 아름동, 종촌동, 고운동, 소담동, 반곡동, 보람동, 대평동, 조치원읍, 연기면, 연동면, 부강면, 금남면, 장군면, 연서면, 전의면, 전동면, 소정면) 지역의 지역간 통행 분석을 수행함
 - 상대적으로 장거리 운행버스를 대상으로 선정함
- 시간적 데이터는 2023.7.22.-2023.7.29.로 설정하였으며 일주일 데이터를 사용함
- 본 연구는 급행버스 도입에 따른 효과분석으로서, 향후 급행버스 도입의 가능성을 검토함
 - 장기적 분석보다는 단기적인 분석에 초점을 맞췄으며, 교통카드에 기반한 수요가 고정된 상태에서의 도입효과를 검증함
 - 향후, 장기적인 관점에서 수단분담율 및 기점 (최초 출발지)에서의 정류장 선택을 고려한 분석이 필요함

■ 연구 결과의 활용 및 기대 효과

- 데이터기반 통행패턴 분석과 시뮬레이션 분석을 통하여 광역 대중교통 서비스를 개선하며 세종시 대중교통 활성화에 기여할 수 있음
- 노선개편 확정 전 노선 조정 및 향후 노선 안정화 연구에 기초자료를 제공함

■ 연구결과

□ 전일 통행 분석 (승차 정류장 분석)

- 전체 승차 통행 중, 반석역에서 승차가 가장 많았으며, 1주일 동안 약 28,000명 승차한 것으로 집계되었고, 이는 전체 통행 중 7.47%를 차지하는 것으로 분석됨

- 반석역 다음으로 오송역, 조치원역에서 승차 통행이 가장 많은 것으로 분석됨
- 철도 또는 지하철역을 제외하고 세종시내에서 가장 많은 승차 정류장은 도담동 지역에 위치하고 있음

□ 전일 통행 분석 (하차 정류장 분석)

- 전체 하차 통행중, 하차 태그를 안하고 하차한 건수가 가장 높았으며 이는 전체 통행의 약 8.7%를 차지하는 것으로 분석됨
- 하차한 정류장의 경우, 반석역에서 약 30,000명이 하차한 것으로 분석되었으며, 이는 승차 승객수보다 더 많은 것으로 분석됨
- 반석역을 제외하고 오송역과, 도담동, 조치원역에서 하차 승객이 많은 것으로 분석됨
- 하차 승객량의 경우, 하차 시 미태그로 인하여, 승차 승객수보다 정확한 산출이 어려운 한계가 존재함

□ 오전 침두시간 분석

- 오전 침두시간은 7:00~9:00으로 설정하였으며, 승차 이용객수 분석결과 반석역과 도담동, 오송역에서 많은 승차가 이루어짐
 - 전일 비교보다 반석역의 경우, 전체 오전 침두시간 통행 중 6.1%로써 약 1.3%가 감소함
- 하차 이용객수의 경우, 반석역, 오송역, 정부청사 순으로 집계되었으며, 전일 비교보다 전체적으로 수치가 낮은 것으로 분석됨
 - 정부청사 하차 통행이 많은 것으로 분석되었으며, 오전 침두시 반석역, 오송역에서 정부청사로의 출근 통행이 집중되기 때문이라고 유추됨

□ 오후 침두시간 분석

- 오전 침두시간은 18:00~20:00으로 설정하였으며, 승차 이용객수 분석결과 오전침두시간과 같이 반석역과 오송역, 정부청사에서 많은 승차가 이루어짐

- 전일 비교보다 대부분의 정류장에서 높은 승차율을 나타냈으며, 특히 반석역의 경우, 전체 오후 첨두시간 통행중 9.6%로서 약 1.2% 높음
- 하차 이용객수와의 경우, 반석역, 오송역, 도담동 순으로 집계되었으며, 전일 통행과 비교 시 비슷한 통행패턴을 나타내는 것으로 분석됨

□ 읍면동분석

- 반석역과 오송역이 위치한 오송읍과 반석동을 포함한 세종시 읍면동 지역의 승차 이용객수 분석결과, 어진동와 조치원읍, 나성동 순으로 분석되었음
 - 정류장 기준으로는 반석역과 오송역의 이용객수가 높았으나, 읍면동 기준으로는 반석동은 5번째 그리고 오송읍은 9번째 위치하고 있음
- 하차 분석 역시, 어진동에서의 하차 이용객수가 가장 높은 것으로 분석되었으며, 이는 정부청사의 영향으로 출·퇴근 뿐만 아니라 세종시 방문자의 출장 통행도 많은 영향을 주기 때문이라고 분석됨
 - 하차 시 대전에 위치한 반석동의 통행도 많았으며, 이는 승차 통행보다 높은 비율을 차지하고 있음
- 어진동을 제외한 행복도시내의 경우, 나성동과 도담동의 통행이 많았음

□ 대중교통 현황

- 현재 세종시에 운행하는 노선은 BRT 노선: 6개, 광역노선: 4개, 간선노선: 8개, 지선노선: 15개, 마을노선: 30개가 운행중에 있음
 - BRT 노선과 광역노선은 시간대별로 10분에서 30분의 배차간격을 두고 운행중에 있으며, 간선노선은 약 30분의 운행간격으로 운행중에 있음
 - 지선버스의 경우, 읍면 지역과 행복도시내의 노선으로 구분할 수 있으며, 읍면 지역의 경우 30분~50분의 배차간격으로 운행중에 있으며 행복도시의 경우 10분~20분의 배차간격으로 운행중에 있음
 - 마을버스의 경우, 주로 읍면 지역을 운행하고 있으며, 규칙적인 배차간격이 아닌 시간을 정해서 횟수로 운행중에 있음

□ 이용 노선 분석

- 현재 세종시에서 이용중인 노선 분석 결과, B2 노선이 전체 노선의 16%를 차지하고 있는 것으로 분석됨
 - B2 노선은 BRT 노선으로서 승차와 하차 이용객이 가장 많은 오송역과 반석역을 기점과 종점으로 사용하고 있으며 배차간격은 4~20분 간격으로 운행중에 있음
- B2 노선을 제외하고, 601번이 10% 이용률을 보이는 것으로 분석됨
 - 601번은 세종교통에서 운행하는 노선으로서 “조치원역-연기리-정부세종청사-한솔동-세종터미널-세종시청-소담동-반곡동”을 운행하는 노선임
- 1000번의 경우 9%의 이용률을 보였음
 - 1000번은 흥익대학교-고려대학교가 위치한 조치원 지역과 고운동-종촌동-나성동-한솔동-대평동-반석역을 운행하는 광역노선으로써 승객수가 많은 조치원 지역 그리고 반석역을 운행함에 따라서 이용률이 높음을 알 수 있음
- 222번의 경우 7%의 이용률을 보였음
 - 222번은 조세재정연구원-세종시청-세종터미널-한솔동-새롬동-다정동, 정부세종청사-도담동-아름동등 행복도시내의 주 지선노선으로써 많은 이용객수가 관측됨
- B0번은 약 6%의 이용자가 이용하고 있으며, 행복도시내의 내부 순환 노선으로서 아직 택지개발중인 5생활권과 6생활권 그리고 택지개발이 아직 활성화되지 않은 4생활권을 경유하는 노선임
- 1004번은 세종 대전간의 광역 노선으로서 고운동-아름동-종촌동-새롬동-한솔동-대평동-대전을 경유하는 노선임
 - 통행자의 약 40%가 반석역에서 승·하차가 이루어짐
- 801번의 경우 5%의 이용률을 보였음
 - 801번은 행복도시 북쪽지역의 읍면 지역과 행복도시를 연결하는 노선으로서 배차간격이 20~30분로 운행하고 있는 노선임

□ 급행 노선 분석

- 본 연구의 시간적 범위는 오전 첨두시간을 대상으로 분석함
- 급행노선의 전제 조건은 차내이동 시간을 최소화하는 것을 목적으로 함에 따라서 수요가 많고 노선 길이 상대적으로 긴 노선을 대상으로 분석함
- 각 정류장의 승하차 수요를 고려한 급행노선의 정류장을 선정함
- 배차간격의 민감도 분석을 통해서 효과를 평가함
- 오전 첨두시간 수요를 바탕으로 우선순위를 분석한 결과 (그림 3-24 참조), BRT 노선을 제외하고, 601번, 1000번, 222번, 1004번, 801번, 204번, 2002번, 1005번, 991번 등의 노선이 검토 대상임
 - 수요를 바탕으로 노선 길이를 분석한 결과, 최종적으로 검토 노선은 601번, 801번, 991번을 대상으로 분석함
- 위 3개 노선에 대해서 정차 정류장 기준은 버스 승하차수를 기초로 선정함
 - 전체 노선의 수요 중 90% 해당되는 정류장만 정차하는 것으로 분석함

□ 급행 노선 분석(601번)

- 601번 노선은 행정중심복합도시 건설 초창기 때부터 신도심 주요 지역과 함께 기존 지역들인 조치원, 연서면(봉암리), 연기면, 금남면 지역을 연결해주고 있는 노선으로서 읍면 지역과 신도시 지역에서 모두 인지도가 높은 편임
- 왕복 운행 거리를 58.7km로서 비교적 장거리를 운행하고 있으며 모든 버스 중에 601번의 이용객수가 높은편임
- 수요 분석 결과, 총 55개의 정류장중, 수요의 90%에 해당되는 정류장은 39개 정류장 (총 정류장중 71%)으로서, 이 정류장들은 급행노선 신설로 인하여, 이동시간의 효과가 있음
 - 601번 정류장별 이용객수 및 급행노선 도입에 따른 skip 정류장은 [표 3-3]에 기술됨

□ 급행 노선 분석(801번)

- 801번 버스는 조치원 -도람마을-인사혁신처-세종터미널 이동 시 월하오거리에서 세종교통 방향으로 이동하는 601번 비해 아람동까지 1번 국도를 경유하기 때문에 비교적 이동성 측면에서는 601번보다 경쟁력이 있음
- 왕복 운행 거리를 57km로서 비교적 장거리를 운행하고 있으며 배차간격은 20~30분임
- 범지기마을3.9단지에서 봉암리까지 무정차로 운행하고 있으며, 나성동 구간에서 빠르게 운행함
- 수요 분석 결과, 총 57개의 정류장 중, 수요의 90%에 해당되는 정류장은 30개 정류장 (총 정류장 중 53%)으로서, 이 정류장들은 급행노선 신설로 인하여, 이동시간의 효과가 있음
 - 601번 노선에 비해서 급행노선 무정차 역이 많으며, 이는 조치원에서 전의면까지의 거주 인구가 많지 않기 때문에 수요가 많이 없는 것으로 분석됨
 - 801번 정류장별 이용객수 및 급행노선 도입에 따른 skip 정류장은 [표 3-4]에 기술됨

□ 급행 노선 분석(991번)

- 991번은 왕복 운행거리 102.4km로 세종시 시내버스 노선 중 가장 긴 노선임
- 601번과 노선이 유사하지만 991번이 이동성 측면에서 효율이 높음
- 정부세종청사와 첫마을을 경유하지 않고, 상대적으로 혼잡이 심한 당산로 대신에 1번 국도(세종로)를 통해 운행하기 때문에 601번에 비해서 10분 이상 시간이 단축됨
- 장거리 노선이다 보니, 휴식시간을 포함해서 왕복 4시간 운행이 필요하며, 기사 1명당 왕복 2회로 운행하는 중임
- 장거리 노선에 비해서 정차 정류장은 48개 정류장으로서 601번과 801번에 비해서 적었으며, 수요 90%에 해당되는 정류장은 34개 정류장으로서 총 70% 해당됨

- 위 두 노선과 다르게, 행복도시내에서의 소담동 지역의 수요가 적은 편임
- 991번 정류장별 이용객수 및 급행노선 도입에 따른 skip 정류장은 [표 3-5]에 기술됨

□ 시뮬레이션 분석

- 분석대상 노선으로 선정된 601번, 801번, 991번 노선에 대해서 2가지의 배차간격 시나리오를 설정함
 - 각각의 노선에 대해서 시나리오 1은 급행 시간당 1대, 시나리오 2는 시간당 2대 운행으로 설정함
 - 배차간격 시나리오 설정은 현재의 시간당 운행대수를 완행과 급행 운행대수로 구분한 후 각각의 운행대수별로 배차간격을 설정함

버스노선별 배차간격 설정

노선	구분	비고 (시간당 운행대수)
601	미시행시	- 현재 운행대수: 5대
	CASE1	- CASE1은 완행 4대, 급행 1대 운영
	CASE2	- CASE2는 완행 3대, 급행 2대 운영
801	미시행시	- 현재 운행대수: 3대
	CASE1	- CASE1은 완행 2대, 급행 1대 운영
	CASE2	- CASE2는 완행 1대, 급행 2대 운영
991	미시행시	- 현재 배차간격: 2대
	CASE1	- CASE1은 완행 1대, 급행 1대 운영
	CASE2	- CASE2는 완행 0.7대, 급행 2대 운영

□ 시뮬레이션 분석 결과

- 통행시간 비교 분석 결과, 현재년도 추정 시 총 9,660 시간이 소요되는 반면, 급행 노선 도입 시 통행시간은 각각 218시간(CASE1), 95시간 (CASE2) 감소되는 것으로 분석됨

- 감소량을 비율로 산정 시 CASE1의 경우 2.2% 그리고 CASE2의 경우 1.0%의 통행시간 감소가 이루어짐
- CASE2의 경우, 급행 노선의 차량을 증가시켰으나, 오히려 CASE1에 비해서 통행시간은 증가되는 것으로 분석됨
 - 이는 급행 정류장에서 완행 정류장으로 이동 시 급행노선 대신 완행 노선을 선택해야 되며, 이 경우 완행버스의 대기시간 증가로 오히려 전체 통행시간이 증가되는 것으로 분석됨

□ 노선별 수요 분석

- 오전 침두 2시간을 기준으로 대중교통 통행배정을 수행한 결과 대부분의 시나리오에서 미시행 시에 비해서 승차수요가 감소한 것으로 분석됨
- 현재와 같은 차량 운행대수를 유지한 상황에서 급행화를 도입할 경우 완행 정류장에서의 대기시간 증가로 인하여, 다른 노선으로 전환되며 이에 따라서 기존 노선의 수요감소가 발생함

■ 정책적 제언 및 향후 연구

□ 대중교통 노선 개편

- 대중교통 노선 개편시 조치원-행복도시간의 광역 노선 신설 필요
 - 세종시 전체 면적은 465km² 이며, 이중 행복도시의 면적은 73km² 이지만 인구비율에 따라서 대부분의 버스 노선 및 인프라 시설은 행복도시에 집중되어 있음
 - 상대적으로 읍면지역은 대중교통 소외 지역으로서, 읍면지역과 행복도시와 연결 할 수 있는 광역 노선 확충 필요

□ 버스 배차 계획

- 시뮬레이션 분석결과, 기존노선에 급행노선 도입만으로도 전체적인 통행시간 절감효과가 나타나는 것으로 분석됨

- 현재 세종시는 완성형 도시가 아닌 완성중인 도시로서, 지속적인 노선 개편뿐만 아니라 노선 배차 간격 조정에도 모니터링이 필요함
- 급행버스 도입시, 미비하지만 버스 운행시간 단축으로 인하여 배차시간 간격이 향상 될 수 있으며, 급행 정류장 이용객의 경우 이동시간 단축이라는 효과가 발생함

□ 지속적인 노선 분석 시스템을 구축

- 세종시는 대중교통 중심도시로 설계된 만큼, 대중교통 분야에 지속적으로 투자가 필요함
 - 대중교통 노선은 지속적으로 개선되어야 되는 만큼, 노선 분석 시스템 개발이 필요

□ 대중교통 운영 시스템 도입

- 대중교통 운영관리 시스템 도입이 필요함
 - 읍면동 지역의 경우, 낮은 수요로 인하여, 빈도 (Frequency) 기반의 대중교통 운영에는 한계가 있음
 - 인구가 많지 않은 지역에서는 노선 시간 (Schedule) 기반의 운영이 필요하며, 이 경우, 배차간격 관리 및 정류장 도착시간 정시성 관리를 위해서 운영관리 시스템 도입 필수적임

□ 향후 연구

- 본 연구에서는 현재 교통카드데이터의 수요만을 고려한 시뮬레이션을 수행함
 - 교통카드 데이터의 수요만을 고려한 시뮬레이션 분석으로서 수요가 고정되어 있다는 가정하에 분석을 수행함
 - 급행버스 도입으로 인하여, 통행시간 절감효과가 발생하며, 이로 인하여 승용차에서 대중교통으로 수요 전환이 발생 될수 있음

- 따라서 향후에는 급행버스 도입에 따른 수요전환, 즉 수단분담율에 대한 분석이 필요함
- 본 연구에서 급행버스 도입시, 급행 버스 도입에 따른 버스 운행 대수를 기존노선 (완행노선)에서 감차하는 형식으로 시뮬레이션 분석을 수행함
 - 기존 노선에서 감차할시, 완행 정류장에서 기존의 이용객의 정류장 대기시간이 증가하며 이 경우, 민원 발생 우려가 존재함
 - 따라서, 급행버스 증차의 개념으로의 분석이 필요함
 - 또한 기존 노선의 급행이 아닌, 거점 기반의 신규 노선을 통한 급행 버스 도입에 대한 연구가 필요함
 - 예를 들면 세종시에서 수요가 많은 오송역-도담동-정부청사-터미널-반석역 노선 추진이 필요함

차 례

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	3
1. 연구의 배경	3
2. 연구의 목적	4
제2절 연구의 범위 및 방법	5
1. 연구의 범위	5
2. 연구의 방법	5
3. 연구결과의 활용 및 기대효과	6
제2장 선행연구 고찰	7
제1절 대중교통 관련 상위계획 검토	9
1. 제3차 대중교통 기본계획	9
2. 제2차 세종특별자치시 지방대중교통 계획	12
3. 2030 행복도시 대중교통 정책 전략 수립 연구	14
4. 행복도시권 광역BRT 종합계획	16
제2절 급행버스 도입 문헌고찰	19
1. 급행버스 운행 체계 도입	19
2. 급행버스 노선 설계	20
제3장 세종시 대중교통 통행패턴 분석	31
제1절 데이터 전처리	33
1. 데이터 소개	33
2. 데이터 융합	35
제2절 정류장 기반 분석	36
1. 데이터 분석 개요	36

2. 전일 통행 분석	38
3. 첨두시간 분석	40
제3절 읍면동 통행 분석	42
1. 데이터 분석 개요	42
2. 전일 분석	43
3. 첨두시간 분석	45
제4절 노선 이용 현황	47
1. 대중교통 현황	47
2. 이용 노선 분석	49
제5절 급행노선 검토	53
1. 검토 방법	53
2. 601번 버스	54
3. 801번 버스	58
4. 991번 버스	62
제4장 시뮬레이션 분석	67
제1절 분석 개요	69
1. 기초자료 설정 및 수정	69
2. 통행시간 가중치 설정	72
제2절 급행버스 도입 효과 분석	74
1. 시나리오 설정	74
2. 분석 결과 (종합)	75
3. 시나리오별 분석 결과	77
제5장 결론	93
제1절 분석 결과 요약	95
제2절 정책제언 및 향후 연구	98
참고문헌	101

표 차례

[표 2-1] 4대 정책 목표 및 11대 추진전략	9
[표 2-2] 대중교통 수단분담률 제고 및 이용편의 증대 전략 및 추진과제 ..	10
[표 2-3] 대중교통 운영 효율화 전략 및 추진과제	10
[표 2-4] 대중교통 안정성 향상 전략 및 추진과제	11
[표 2-5] 대중교통 사각지도 해소 전략 및 추진과제	11
[표 2-6] 세종시 대중교통 교통계획 세부 추진과제	13
[표 2-7] 친환경 통합 교통서비스 세부 추진과제	14
[표 2-8] 안전하고 편리한 보행·자전거 이용환경 완성 세부 추진과제	15
[표 2-9] 승용차보다 편리한 대중교통 서비스 제공 세부 추진과제	15
[표 2-10] 첨단 교통기술을 활용한 스마트 대중교통 교통서비스 세부 추진과제 ..	16
[표 2-11] 4대 정책 목표 및 11대 추진전략	17
[표 2-12] 첨단 교통기술을 활용한 스마트 대중교통 교통서비스 세부 추진과제 ..	17
[표 2-13] 장거리 노선 조정 가능성 검토	28
[표 2-14] 장거리 노선 조정 대안 발굴 기준	28
[표 2-15] 장거리 노선 조정 대안 관점별 비교 지표	28
[표 3-1] 버스카드 데이터 기본 정보	33
[표 3-2] 세종시 버스노선 정보	47
[표 3-3] 601번 정류장별 이용객수 및 skip 정류장	56
[표 3-4] 801번 정류장별 이용객수 및 skip 정류장	60
[표 3-5] 991번 정류장별 이용객수 및 skip 정류장	64
[표 4-1] 통행시간 가중치	73
[표 4-2] 버스노선별 배차간격 설정	75
[표 4-3] 통행시간 비교	75

[표 4-4] 급행화 노선 시나리오별 분석 결과(승차수요)	76
[표 4-5] 버스노선 601 단독 급행화 시나리오별 분석 결과	77
[표 4-6] 버스노선 801 단독 급행화 시나리오별 분석 결과	80
[표 4-7] 버스노선 991 단독 급행화 시나리오별 분석 결과	83
[표 4-8] 3개 노선 동시 급행화 시 3개 노선 합산 분석 결과	87

그림 차례

[그림 2-1] 세종시 대중교통 계획의 비전 및 목표	13
[그림 2-2] 행복도시권 광역 BRT 종합계획	18
[그림 2-3] 심야버스 노선 추진 과정	22
[그림 2-4] 통행거리특성-잠재수요특성 등급 분석 예시	25
[그림 2-5] 승객집중시간대와 승객비집중시간대 CDF 사이의 최대 수직거리 ..	29
[그림 3-1] 버스정류장 GPS 좌표 위치	34
[그림 3-2] 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터 연결 구조	35
[그림 3-3] 버스카드 데이터 분석 대시보드 레이아웃 (정류장 기준)	36
[그림 3-4] 반석역 승차에 대한 분석 화면	37
[그림 3-5] 도담동 지역에서 6생활권으로의 통행 현황	37
[그림 3-6] 승차 정류장 분석 (전일)	38
[그림 3-7] 하차 정류장 분석 (전일)	39
[그림 3-8] 오전 첨두시간 정류장 이용객 분석	40
[그림 3-9] 오후 첨두시간 정류장 이용객 분석	41
[그림 3-10] 버스카드 데이터 분석 대시보드 레이아웃 (읍면동 기준)	42
[그림 3-11] 읍면동 승차 이용객 분석 (전일)	43
[그림 3-12] 읍면동 하차 이용객 분석 (전일)	44
[그림 3-13] 오전 첨두시간 읍면동 이용객 분석	45
[그림 3-14] 오후 첨두시간 읍면동 이용객 분석	46
[그림 3-15] 세종시 이용 노선 순위	51
[그림 3-16] 오후 첨두시간 읍면동 이용객 분석	52
[그림 3-17] 601번 버스 노선	55
[그림 3-18] 801번 버스 노선	59
[그림 3-19] 991번 버스 노선	63

[그림 4-1] 버스 네트워크 및 정류장 구축	70
[그림 4-2] 정류장 기반 존체계	71
[그림 4-3] 대중교통 O-D matrix 구축	72
[그림 4-4] 정류장별 수요 분표 (CASE1, 601노선, 완행)	78
[그림 4-5] 정류장별 수요 분표 (CASE1, 601노선, 급행)	79
[그림 4-6] 정류장별 수요 분표 (CASE1, 801노선, 완행)	81
[그림 4-7] 정류장별 수요 분표 (CASE1, 801노선, 급행)	82
[그림 4-8] 정류장별 수요 분표 (CASE1, 991노선, 완행)	84
[그림 4-9] 정류장별 수요 분표 (CASE1, 991노선, 급행)	85
[그림 4-10] 통행량 분포 (미시행시)	89
[그림 4-11] 통행량 차이 (Case 1)	90
[그림 4-12] 통행량 차이 (Case 2)	91

서론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 범위 및 방법

1장

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

- 세종시는 지속적으로 성장하는 도시로서, 2024년 6생활권 대규모 아파트 입주와 5생활권 개발이 예정되어 있음
 - 신규 산업단지, 국회 세종의사당 건설 및 공동캠퍼스 개발 등 기타 공공분야의 토지이용 개발도 진행 예정임
- 세종시는 대중교통 중심의 생태환경적인 건설을 모티브로 건설되었으나, 현재 세종시의 대중교통 버스 분담률은 약10%로 기존 목표치인 70%보다 현저하게 낮은 수준임
 - 또한 세종시 승용차 분담률은 44%로 전국 평균 30%보다 높은 수준임
- 세종시의 대중교통은 간선 급행 버스 체계 (Bus, Rapid Transit, BRT)를 중심으로 운영되고 있으며, BRT를 통하여 광역권(청주 (오송역) 및 대전(반석역))으로 통행하는 비율이 높음
- 비록 대중교통 중심도시로 설계되었으나, 세종시 통행에서 승용차가 차지하는 비율은 70%로 조사 되었음
 - 상대적으로 많은 승용차 통행으로 인하여 도로의 혼잡이 가중되고 있으며, 이로 인하여 승용차통행자 뿐만 아니라 버스통행자의 정체도 증가하는 악순환을 형성하고 있음
- 향후 택지개발에 따른 인구 증가를 감안한다면, 도로의 혼잡은 심화될 거라 판단되며, 이를 해결하기 위해서 대중교통으로의 통행수단 전환이 필요한 시점임

- 대중교통 개선을 위해서 세종시에서는 2022년부터 노선 개편을 검토 하였으며, 2024년도에 신규 노선을 포함한 개편된 노선을 운행 예정임
- 본 연구는 노선 개편에 맞추어서 대중교통 서비스 개선을 목적으로 하며 대중교통 서비스 개선 차원에서 급행버스 도입에 따른 효과 분석을 수행함

2. 연구의 목적

- 본 연구는 2023 세종시 대중교통 노선개편 확정 전 효과 분석을 목적으로 하며 효과 분석과 함께 대중교통 급행버스 도입방안을 함께 도출 하는 것을 목적으로 함
 - 목적을 달성하기 위해 2023년 교통 카드 데이터 기반 수요 분석을 수행하며, 버스 배차시간을 통한 버스 운행 간격을 활용함
 - 각 노선별로 승차 인원 및 하차 인원 분석을 수행하며, 이를 바탕으로 기종점 데이터를 구축함
 - 데이터 구축 후 교통 시뮬레이션 툴을 활용한 시뮬레이션 분석을 수행하며, 시뮬레이션 분석을 통하여 통행시간 단축에 대한 효과 검증을 수행함
 - 시뮬레이션 분석 결과값을 바탕으로 급행버스 도입의 효과를 검증하며 노선 개편에 따른 노선 수정 방향을 설정함

제2절 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

- 본 연구의 범위는 세종시의 버스를 운행하는 세종교통공사와 세종교통(주)의 노선을 대상으로 분석하며, 세종시내의 정류장을 대상으로 분석함
 - 비록 공주에서 세종, 청주에서 세종, 대전에서 세종을 운행하는 버스 노선이 존재하나, 세종시 관리 범위가 아닌 관계로 제외함
 - 세종시 읍면동 (한솔동, 새롬동, 다정동, 도담동, 해밀동, 아름동, 종촌동, 고운동, 소담동, 반곡동, 보람동, 대평동, 조치원읍, 연기면, 연동면, 부강면, 금남면, 장군면, 연서면, 전의면, 전동면, 소정면) 지역의 지역간 통행 분석을 수행함
- 시간적 데이터는 2023.7.22.-2023.7.29.로 설정하였으며 일주일 데이터를 사용함
 - 교통 시뮬레이션 분석 시, 주간 평균 데이터를 사용함

2. 연구의 방법

- 본 연구는 세종시 교통카드 데이터와 버스 운행시간 데이터, 버스 노선 데이터를 통하여 이용자의 통행패턴을 분석하고, 시뮬레이션 분석을 통하여 급행버스 도입의 효과를 검증하고자 함
- 국내·외 급행버스 운행효과를 검토하고 향후 세종시에서 대중교통 급행버스 도입 시 기초자료로 활용하고자 하였음
- 연구목적에 따라 이하의 보고서는 다음과 같이 수행하였음
 - 제2장에서는 세종시 대중교통 관련 상위 계획과 급행버스 관련 선행 연구에 대해서 검토함

- 제3장에서는 교통카드 데이터 분석 및 세종시 대중교통 현황에 대해서 분석하였음
- 제4장에서는 급행버스 도입 가능 노선을 도출하였고, 시뮬레이션 분석을 통한 급행버스 도입 효과를 분석하였음
- 제5장에서는 본 연구의 내용을 요약하고 정책제언을 언급하고자 함
- 본 연구는 급행버스 도입에 따른 효과분석으로서, 향후 급행버스 도입의 가능성을 검토함
- 장기적은 분석보다는 단기적인 분석에 초점을 맞췄으며, 교통카드에 기반한 수요가 고정된 상태에서의 도입효과를 검증함
- 향후, 장기적인 관점에서 수단분담율 및 기점 (최초 출발지)에서의 정류장 선택을 고려한 분석이 필요함

3. 연구결과의 활용 및 기대효과

- 데이터기반 통행패턴 분석과 시뮬레이션 분석을 통하여 광역 대중교통 서비스를 개선하며 세종시 대중교통 활성화에 기여할 수 있음
- 노선개편 확정 전 노선 조정 및 향후 노선 안정화 연구에 기초자료를 제공함

선행연구 고찰

제1절 대중교통 관련 상위계획 검토

제2절 급행버스 도입 문헌고찰

2장

제2장 선행연구 고찰

제1절 대중교통 관련 상위계획 검토

1. 제3차 대중교통 기본계획

□ 비전 및 정책 목표

- 제3차 대중교통 기본계획의 비전은 “대중교통이 최선의 통행수단이 되는 교통체계”이며 목표는 “대중교통의 지속가능성 향상 및 이동권 보장” 임
- 4대 목표와 11대 추진전략을 수립하였으며 [표 2-1]과 같음

[표 2-1] 4대 정책 목표 및 11대 추진전략

4대 정책 목표	11대 추진전략
대중교통 수단분담률 제고 및 이용편의 증대	인프라 확충
	운영 및 서비스 개선
대중교통 운영 효율화	네트워크 최적화
	대중교통체계 정보화
	버스 요금·재정지원체계 개선
대중교통 안전성 향상	운수업체 안전 관리
	운전 종사자 안전 관리
	자동차 안전 관리
대중교통 사각지대 해소	공간적 사각지대 해소
	시간적 사각지대 해소
	교통약자 사각지대 해소

□ 추진 전략별 주요 과제

- 대중교통 수단분담률 제고 및 이용편의 증대와 관련하여 2개의 전략이 제시되었으며, 12개의 추진과제를 제시함

[표 2-2] 대중교통 수단분담률 제고 및 이용편의 증대 전략 및 추진과제

전략	추진과제
인프라 확충	<ul style="list-style-type: none"> - KTX 등 철도 네트워크 확대 - 광역급행버스 노선 확대 - BRT, 중앙버스전용차로 확대 - 대중교통전용지구 확대 - 대용량 버스 도입 확대 - 광역환승센터 및 복합환승센터 구축 - 환승시설 정비
운영 및 서비스 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 시외버스 통합 예·발매 서비스 제공 - 프리미엄 고속버스 도입 - 시외버스 우등형 서비스 도입 - 고속버스 신규 노선 인가 유연화 - 경유버스를 친환경 버스로 대체

○ 대중교통 운영 효율화와 관련하여 3개의 전략이 제시되었으며, 18개의 추진과제를 제시함

[표 2-3] 대중교통 운영 효율화 전략 및 추진과제

전략	추진과제
네트워크 최적화	<ul style="list-style-type: none"> - 수단별 위계 설정 및 역할분담 - 노선 여객자동차운송사업의 업종 및 운행형태 개편 검토 - 고속도로 대중교통 환승 서비스 확대 - 굴곡 노선 조정 - 대중교통 노선체계 분석 및 모니터링 시스템 구축 - 노선 신설·조정 기준 개선
대중교통체계 정보화	<ul style="list-style-type: none"> - 대중교통정보센터(TAGO) 연계시스템 확대 - 버스 정보화사업 확산 - 시외버스 통합 전산망 구축 운영 - 고속·시외버스 BIS·BMS 구축 운영 - 시내버스 BMS·BIS 및 광역 BIS 구축 확대 - 교통카드 데이터 활용성 증대
버스 요금·재정 지원체계 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 대중교통 요금조정 시스템 구축 - 시내버스 요금체계 개편 - 시외버스 요금체계 개편 - 합리적이고 객관적인 재정지원체계 구축

- 대중교통 안정성 향상과 관련하여 3개의 전략이 제시되었으며, 11개의 추진과제를 제시함

[표 2-4] 대중교통 안정성 향상 전략 및 추진과제

전략	추진과제
운수업체 안전관리	<ul style="list-style-type: none"> - 노선버스 운전직 종사자 승무요령 교육 및 배차관리 - 운수업체 교통안전점검 확대 및 강화 - 교통안전 부실 운수업체에 대한 제재 강화 - 안전벨트 착용 및 사고시 행동요령 안내 동영상 상영
운수종사자 안전관리	<ul style="list-style-type: none"> - 노선버스 운전 종사자 근무형태 개선 유도 - 버스 운전 종사자 연속 운전시간 제한 및 휴게(휴식) 시간 확보 - 운수종사자 자격관리 강화 - 운수종사자 안전교육 강화
자동차 안전관리	<ul style="list-style-type: none"> - 졸음운전 등 사고 예방을 위한 첨단안전장치 장착 확대 - 버스 차량의 재생 타이어 사용 제한 - 버스 차량 내 비상 안전장치 확충

- 대중교통 사각지대 해소와 관련하여 3개의 전략이 제시되었으며, 8개의 추진과제를 제시함

[표 2-5] 대중교통 사각지도 해소 전략 및 추진과제

전략	추진과제
공간적 사각지대 해소	<ul style="list-style-type: none"> - 도시지역 정기이용권 버스노선 확대 - 농어촌지역 수요응답형 대중교통수단 확대 - 산업단지·테크노밸리 등에 대중교통 편의성 제고
시간적 사각지대 해소	<ul style="list-style-type: none"> - 심야 시외버스 확대 - 심야 수요응답형 대중교통수단 도입 - 침두시 과밀운행 노선버스의 좌석예약제 도입
교통약자 사각지대 해소	<ul style="list-style-type: none"> - 교통약자 이동편의 개선 - 교통약자 대상 여객서비스 강화

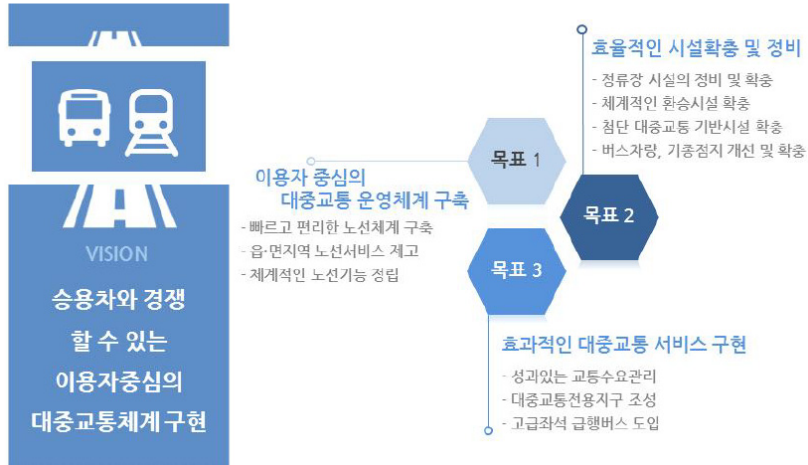
2. 제2차 세종특별자치시 지방대중교통 계획

□ 세종시 대중교통 정책의 기본방향

- 세종시 대중교통정책의 방향성은 세종시의 미래상과 미래 대중교통정책 방향 및 각종 여건 변화 등을 고려한 종합적인 분석을 통해서 설정함
- 세종시는 성장단계에 있는 관계로 타지자체와 같은 방향의 대중교통 정책방향을 설정하기에는 무리가 있음
- 현 세종시는 대중교통체계에 근간이 되는 기반시설 및 서비스에 대한 문제점이 발생하는 관계로 미래 대중교통 정책인 대중교통 서비스의 고도화, 운영 효율화 등의 정책방향성을 반영하기에는 무리가 있음
- 따라서, 세종시 대중교통정책의 방향성은 단기적으로는 기반시설 및 기초 서비스 개선에 역점을 두면서 중장기적으로 대중교통의 운영 효율화 및 고도화(보편성 제고, 이용자 맞춤형 서비스 확대 등) 측면에 중점을 둔 정책을 시행하는 것이 바람직함

□ 대중교통계획 비전 및 목표

- 세종시 대중교통계획의 비전은 상위계획의 대중교통정책 비전, 세종시 대중교통정책 방향성 등을 고려하여 “승용차와 경쟁할 수 있는 이용자 중심의 대중교통체계 구현”으로 설정함
 - 승용차 수준의 신속성, 접근성, 편의성 및 쾌적성을 확보함으로써 대중교통 이용 활성화를 도모하고자 함
- 세종시 대중교통계획의 비전을 달성하기 위한 본 계획 기간 내 정책목표로서는 ①이용자 중심의 대중교통 운영체계 구축, ②효율적인 시설 확충 및 정비, ③효과적인 대중교통 서비스 구현으로 설정함



[그림 2-1] 세종시 대중교통 계획의 비전 및 목표

□ 세부추진과제 설정

- 세종시 대중교통 계획 목표와 전략을 달성하기 위해서 3개의 전략과 14개의 세부 추진과제를 설정함.

[표 2-6] 세종시 대중교통 교통계획 세부 추진과제

전략	추진과제
이용자 중심의 대중교통 운영체계 구현	<ul style="list-style-type: none"> - 시내버스 노선개편 - 노선개편 시행방안 - 읍·면노선 효율화 방안 - 운영효율화 방안
효율적인 시설확충 및 정비	<ul style="list-style-type: none"> - 정류장 개선방안 - 환승체계 구축방안 - BRT 기반시설 정비방안 - 버스차량 개선방안 - 저상버스 확충방안 - 차고지 등 부대시설 개선방안
효과적인 대중교통 서비스 구현	<ul style="list-style-type: none"> - 교통수요 관리방안 - 대중교통전용지구 조성방안 - 고급좌석 급행버스 도입방안 - 교통카드 데이터 효율화 방안

3. 2030 행복도시 대중교통 정책 전략 수립 연구

□ 비전 및 목표

- 2030년 행복도시 대중교통의 비전 및 목표를 연구진 의견, 관계기관 협의, 전문가 자문 의견을 수렴하여 설정하였으며 세부과제 도출 및 정리과정과 연계한 피드백 과정을 통해 수정 및 보완을 수행하였음
- 비전 도출과정, 목표 도출과정, 정책전략 도출과정을 통하여 비전은 “미래 모빌리티와 함께하는 스마트 대중교통 도시”로 설정하였으며 목표는 “대중교통과 친환경 공유 교통중심의 스마트 교통서비스 구현”으로 설정함
- 4개의 정책전략과 8개의 개선방향 그리고 총 24개의 세부과제를 도출함

□ 추진 전략별 주요 과제

- 정책전략 1은 대중교통과 개인형 이동수단이 중심이 되는 “친환경 통합 교통서비스”로 설정하였으며 2개의 개선방향과 6개의 세부 과제를 도출함

[표 2-7] 친환경 통합 교통서비스 세부 추진과제

개선방향	세부과제
친환경 통합교통서비스 (MaaS) 제공	<ul style="list-style-type: none"> - 대중교통 + 개인형 이동수단 중심 통합교통 서비스 구축 - 개인형 이동수단 공유서비스와 환승시설 확충
친환경 통합교통서비스 이용촉진 지원	<ul style="list-style-type: none"> - 친환경 통합교통서비스 요금 경감제도 도입 - 친환경 통합교통 이용 출퇴근 인센티브 - 마을별 친환경 통합교통서비스 이용 안내 지도 제공 - 개인형 이동수단 이용 교육 확대

- 정책전략 2는 “안전하고 편리한 보행·자전거 이용환경 완성”으로 설정하였으며 2개의 개선방향과 8개의 세부 과제를 도출함

[표 2-8] 안전하고 편리한 보행·자전거 이용환경 완성 세부 추진과제

개선방향	세부과제
매력적이고 안전한 보행환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> - 보행, 개인형 이동수단 우선의 교통정책 기조 확립 - 친환경 개인교통 중심으로 도로공간 개선 - 보행, 자전거 우선의 신호 운영 - 안전하고 매력적인 보행공간 확대
편리한 행복도시 자전거도로 완성	<ul style="list-style-type: none"> - 행복도시 자전거도로망 완성과 간선체계 구축 - 자전거도로 안전시설 완비와 효율적인 관리 - 개인형 이동수단 주차시설 확충과 시설 수준 개선 - 수요증가에 대응한 자전거 시설 확충과 업그레이드

- 정책전략 3은 “승용차보다 편리한 대중교통 서비스 제공”으로서 2개의 개선방향과 5개의 세부 과제를 도출함

[표 2-9] 승용차보다 편리한 대중교통 서비스 제공 세부 추진과제

개선방향	세부과제
광역 대중교통망 확충 및 내부교통 경쟁력 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 광역 대중교통 확충과 내부 노선 경쟁력 강화 - 심야시간대 다양한 대중교통 서비스 제공
주차 유료화 등 교통수요관리 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 무료 임시주차장 폐쇄와 자동차 주차의 단계적 유료화 - 철저한 주차관리와 주차공간의 체계적 공급 확대 - 자동차 속도관리의 합리성과 일관성 개선

- 정책전략 4는 “첨단 교통기술을 활용한 스마트 대중교통 교통서비스”으로써 2개의 개선방향과 5개의 세부 과제를 도출함

[표 2-10] 첨단 교통기술을 활용한 스마트 대중교통 교통서비스 세부 추진과제

개선방향	세부과제
미래 교통수단을 이용한 친환경 교통서비스 확장	<ul style="list-style-type: none"> - 자율주행셔틀 + 광역교통수단 연계 대중교통 서비스 - 차폐형 초소형 개인형 이동수단 공유서비스 - 자율주행 버스를 이용한 스마트 대중교통 서비스
빅데이터와 인공지능 기반 스마트 대중교통 운영체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트 수요예측에 기반한 대중교통 및 공유교통 서비스 공급 최적화 - 스마트 교통관리를 통한 실시간 대중교통 교통운영 최적화

4. 행복도시권 광역BRT 종합계획

□ 비전 및 목표

- 행복도시권을 국제적 경쟁력을 갖춘 도시권으로 성장하기 위해서 광역 대중교통체계를 구축하며 특히 BRT를 중심으로 광역계획권의 효율적인 수송 분담체계를 목적으로 함.
- 또한 행복도시권 광역적 접근성 강화하고 교통편의 증진 및 수요자 중심의 효율적인 광역 대중교통 통합서비스체계를 정립하는 것으로 목표로 함
- 위의 언급된 두 개의 목적을 통해서, 비전은 “행복도시 중심 광역 공동 생활권 실현”으로 설정하였으며, 추진 목표는 “행복도시권 40분 내 접근가능한 광역교통체계 구축”으로 설정하였음
- 이를 바탕으로 4개의 전략을 도출하였으며, 10개의 추진과제를 도출하였음

[표 2-11] 4대 정책 목표 및 11대 추진전략

4대 추진전략	추진과제
광역BRT 인프라 구축	10대 주요거점 광역 대중교통망 구축
	편리한 환승체계 구축
	광역권연계교통망강화
광역BRT 시스템 고급화	친환경BRT전용차량 도입
	신교통형 정류소 건설
	BRT 신호 등 최적화
	BRT 브랜드 도입
요금 및 운영체계 첨단화	동일 요금체계 및 통합 환승체계 구축
	첨단 광역BRT 교통관리체계 구축
광역교통 통합서비스 제공	광역교통 행정시스템 구축

□ 추진과제 및 세부 실행 계획

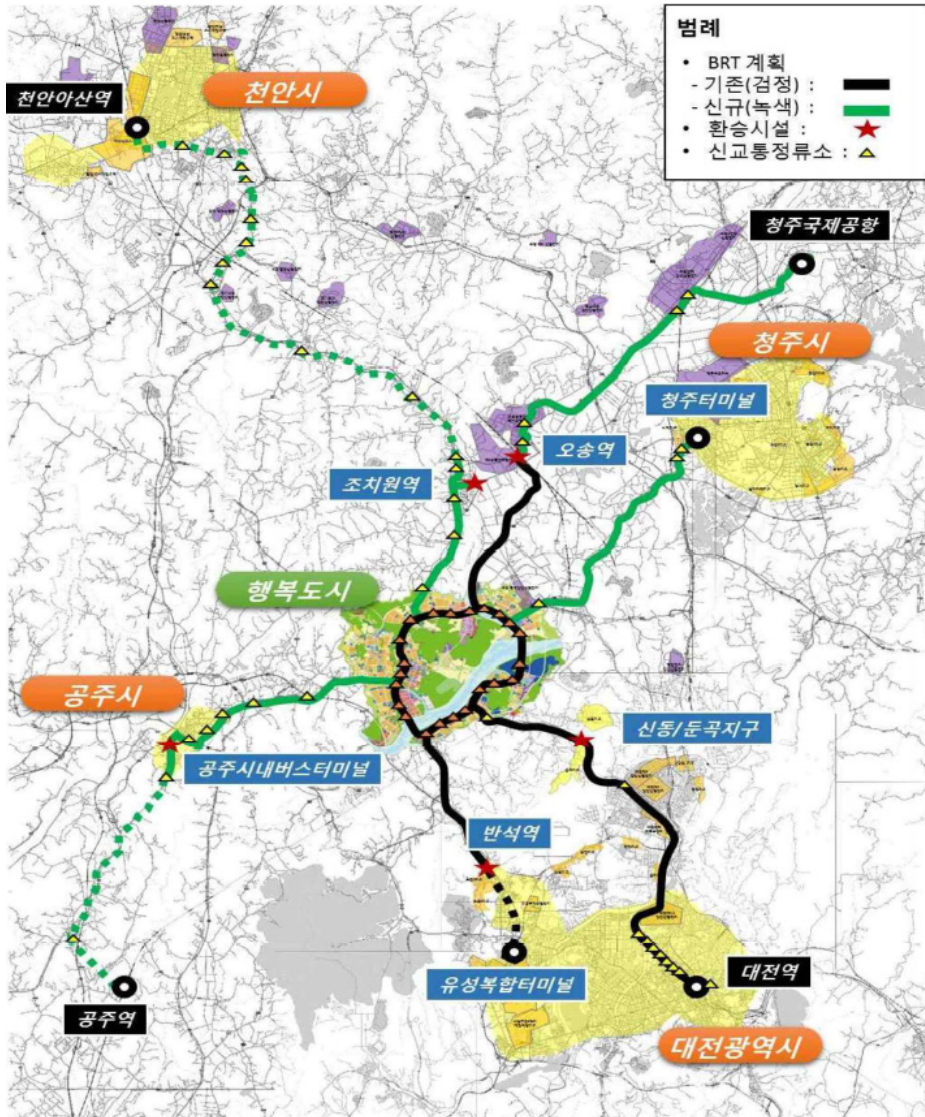
○ 10개의 추진과제에 따라 총 20개의 세부 실행 계획을 설정하였음

[표 2-12] 첨단 교통기술을 활용한 스마트 대중교통 교통서비스 세부 추진과제

개선방향	세부과제
10대 주요거점 광역 대중교통망 구축	- 10대 주요거점 선정 - 광역BRT 교통망 구축
편리한 환승체계 구축	- 기존 환승시설 개선 - 신규 환승시설 설치
광역권 연계 교통망 강화	- 초광역권 광역교통체계 구상
친환경 BRT전용차량 도입	- 신교통형 대용량 전용차량 도입 - BRT 전용차량 연차별 도입
신교통형 정류소 건설	- 신교통 정류소 건설 - 정류소 요금지불시스템 구축
BRT 신호 등 최적화	- BRT 우선신호체계 도입 - BRT 추월차로 운영
BRT 브랜드 도입	- 행복도시권 BRT 브랜드 개발
동일 요금체계 및 통합 환승체계 구축	- 행복도시권 동일한 요금체계 도입 - 통합 환승요금체계 구축
첨단 광역BRT 교통관리체계 구축	- 광역BRT 통합정보시스템 구축 - 광역BRT 통합운영센터 구축
광역교통 행정시스템 구축	- 광역교통 행정모델 구축 - 행복도시권 광역교통 행정기구 설립 - 행복도시권 광역BRT 운영기구 설립 - 광역BRT 체계 구축을 위한 제도개선

□ 추진과제 및 세부 실행 계획

- [그림 2-2]는 행복도시권 광역 BRT 종합계획을 보여주는 그림으로써 기존의 검정색 노선 뿐만 아니라, 향후 천안-세종, 청주(터미널)-세종, 공주-세종간의 노선 신설이 계획됨



[그림 2-2] 행복도시권 광역 BRT 종합계획

제2절 급행버스 도입 문헌고찰

1. 급행버스 운행 체계 도입

□ 서비스 평가 모델

- Schwarcz (2004)는 시카고 사례 (CTA, Chicago Transit Authority) 분석을 급행버스 서비스 평가 모델과 설계 지침에 대한 연구를 수행함
 - 승객의 경우, 완행 선호와 급행선호가 존재하며, 실질적으로 통행시간이 절감되는 급행을 선호하는 승객 비율이 높아야 됨
 - 정류장에서 완행버스와 급행버스 이용자를 예측할 수 있어야 되며, 이에 따른 이용 노선도 예측할 수 있어야 됨
 - 급행 버스 도입 시, 승객의 총 통행시간 (접근시간, 대기시간, 차내시간)의 감소가 발생해야 됨
 - 완행과 급행버스의 승객수 차이가 작을수록 서비스 운영이 효과적이라고 제시함
 - 급행버스 서비스의 평가모델의 기본가정으로는 모든 이용자가 자신의 기대 통행시간의 합계를 최소화하는 것으로 설정하였고, 이를 바탕으로 시장 점유율을 계산한 뒤 실제 수요와의 비교를 통하여 평가 척도 값을 도출함
 - 분석 시 주요 입력 변수로는 총차량대수, 배차간격, 급행 정류장, 배차간격 분포, 정류장 간격, O-D 수요, 운행시간, 통행시간별 가중치가 사용함
 - 분석 결과, CTA에서 운영중인 완행/급행 노선의 경우, 급행노선의 정차 정류장 빈도 조정이 필요한 것으로 분석되었으며, 높은 이용자 수요와, 장거리 승객 비율이 중요한 요인으로 나타남
 - 또한 급행 노선의 정류장 간격은 높은 수요, 환승 지점, 통행시간 절감을 위한 충분한 간격 유지 등을 고려해야 되며, 급행 노선의 배차비율을 50% 이상을 유지해야지 효율적인 것으로 분석됨

□ BRT 운영 수준 향상

- Sun et al. (2008)은 BRT 운영 수준 개선을 위해서, 차량의 배차간격에 초점을 맞춰서 연구를 진행하였으며, 목적함수로는 이용자의 통행비용과 차량 운영비용을 최소로 구성하였고, 승객수, 통행시간, 운영 빈도를 제약조건으로 구성한 모형을 개발함
- 풀이 알고리즘으로 유전자 알고리즘을 사용하였으며, 분석결과 교통량이 증가하고 통행속도가 감소할 때 버스 스케줄링 조합을 통하여 이용자의 통행비용을 감소 시킬 수 있는 것으로 분석됨

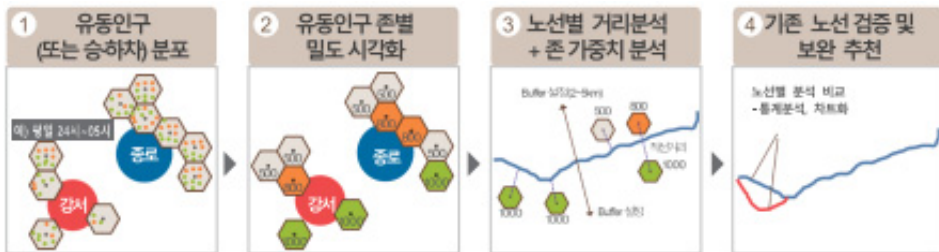
2. 급행버스 노선 설계

□ 급행버스 노선 정류장 선정

- Tetreault and El-Geneidy (2010)는 버스 위치정보와 (Automatic Vehicle Location, AVL) 및 버스 승객정보 (Automatic Passenger Counting, APC) 데이터를 이용하여, 신규 급행 서비스에 대한 정류장 선정 및 운행시간 예측을 수행함
- 급행 서비스의 설계로는 4가지 시나리오 분석을 수행하였으며, 시나리오 1은 환승 정류장만 정차, 시나리오 2는 대상노선이 경유하는 정류장 중 APC 데이터를 기준으로 승하차 상위 25% 정류장만 정차, 시나리오 3은 대상노선 이용 승객의 수요 데이터 (O-D 데이터)를 분석하여 상위 25% 정류장만 정차, 시나리오 4는 앞의 3개 시나리오에 대한 결과를 종합적으로 최적 시나리오를 설정함
- 시나리오 1은 실제 승객 이용패턴을 고려하지 못하여 비효율적임
- 시나리오 2는 노선 중반부에 정류장이 집중되어 운영 효율이 다소 떨어짐
- 시나리오 3은 33% 이상의 승객이 기존의 승하차 정류장 그대로 급행노선을 이용할 수 있는 등 효율성이 있으나 일부 정류장 간격이 가깝게 선정됨

- 시나리오 4는 기존 시나리오에서 선정된 정류장 기준과 더불어 정류장 간격을 800~1,600m 간격으로 유지하여 선정하였으며, 앞의 세 개의 시나리오보다 가장 효과가 좋은 것으로 분석됨
- Leiva et al. (2010)은 특정 버스차로 노선축(corridor)에 대한 대기시간, 차내시간, 운영비용 최소화를 위한 최적화 연구를 수행함
 - 운영적 특성(정류장 집합, 정류장 간격, 정류장간 수요, 경로 집합)을 고려한 최적화 모델을 개발함
 - 모델로부터 노선 배차, 차량 크기의 최적화 결과값을 도출하였으며, 칠레 산티아고를 대상으로 사례 연구를 수행함
 - 버스내 용량을 제약 추가함으로써 차내 혼잡을 고려한 모형을 개발함
 - 분석결과, 일부 노선에서 급행버스 도입시 10% 이상의 절감 효과가 있는 것으로 분석 되었음
 - 고정수요가 아닌 수요 변동이 높을 경우 급행 도입 효과가 높은 것으로 분석되었으며, 교통축에 대한 통행길이가 급행 도입 효과를 좌우한다고 언급함
- Ulusoy et al. (2010)은 급행버스 서비스비용에 대한 최적화 모델을 개발함
 - 목적함수로 통합 서비스 패턴 및 서비스 빈도를 포함하고 있으며, 결정변수로는 운영적 요소, 운영비용, 사용자 비용, 네트워크 요소, 수요 패턴등의 변수를 포함하고 있음
 - 완행만 운영, 완행+중간회차, 완행+중간회차+급행 노선에 대해서 검증하였으며 적용한 결과 통합적으로 운행하는 것이 총비용 측면에서 가장 효과적인 것으로 분석됨
 - 또한 운영형태별 정차 정류장, 배차간격, 차량 크기에 대해서도 제시함
- 조혜진과 이영인(2005)은 교통카드 데이터를 바탕으로 급행버스 노선의 최적 정류장 선정 및 완·급행버스 배차간격 결정 모델을 개발함
 - 목적함수로는 운영비용과 통행시간 비용의 최소화로 설정하였음
 - 모든 case에 대해서 분석하였으며, 초기조건 입력-정류장 위치 대안 설정-수요 배분 및 배차간격 설정- 총 비용 산출의 4단계 분석과정을 수행함

- 서울 광역권의 2개 노선에 대해 분석을 수행하였으며, 승객의 이동거리가 급행버스 도입 효과를 좌우하는 것으로 나타남
- 비록 총 통행시간이 단축되더라도, 차외시간 (대기시간, 환승시간)등이 더 크게 발생할수도 있음을 언급함
- 서울특별시(2018)는 00시~ 05시 심야시간대 버스 운영을 위해 KT 유동인구 데이터 및 택시 승하차 데이터를 분석하여 승객 수요예측을 통한 노선 적정 여부를 검증함
- 분석은 Hadoop을 활용한 빅데이터를 분석이 이뤄졌고, 유동인구 밀도와 정류장, 노선 등 데이터 포맷을 시각화 및 증첩하여 도출한 방식으로 분석방법은 다음과 같음
 - 서울시를 1km 반경의 1,250개 hexa셀 단위로 구분한 후, KT 휴대전화 이력데이터로 심야시간 통화량 분석을 통해 구역별 유동인구 밀집도를 도출 및 시각화함
 - 기존 버스노선의 시간 및 요일별 패턴을 분석하여 노선 부근 유동인구 통계로 가중치를 주어 노선을 최적화 함
 - 정류장 단위 통행량을 추정하고 통행량을 선 굵기로 구분하여 시각화한 자료를 활용하여 배차간격을 조정 및 결정함
 - 통행량 분석으로 노선 수요 파악 및 노선별 수요에 따른 가중치를 부여하고, 노선 부근의 유동인구 가중치를 적용하여 노선을 최적화함



자료 : 서울특별시(2018), 빅데이터 기반 심야버스 노선 수립을 위한 분석

[그림 2-3] 심야버스 노선 추진 과정

- 이은학(2021)은 직행버스 노선의 최적운행 경로를 도출하기 위해 DEA와 스마트카드 데이터를 이용하여 기존 대중교통 노선 효율성 평가 및 서비스 개선 구간 선정 후 유전자알고리즘(GA)으로 최적화 노선 문제를 정의함
 - 유전자알고리즘을 통해 경로를 생성하며, 제약조건은 차량 대수, 정류장 수, 수요, 버스 용량 등을 고려하여 엣지와 노드로 구성되는 네트워크를 구성하여 노선 최적화 모델을 설계함

$$Min F = \sum_{k=1}^M \sum_i \sum_j (x_{ij} t_{ij} f_{ij}^q)$$

subject to.

$$\sum_i x_{ijk} = \sum_i x_{jjk}$$

$$l_j + P_{jk} \geq 0$$

$$l_j + P_{jk} \geq Q$$

$$t_{ij} = dist(p_i, p_j) / v$$

$$f_{ij}^q = pr_{ij}(g) f_{ij}$$

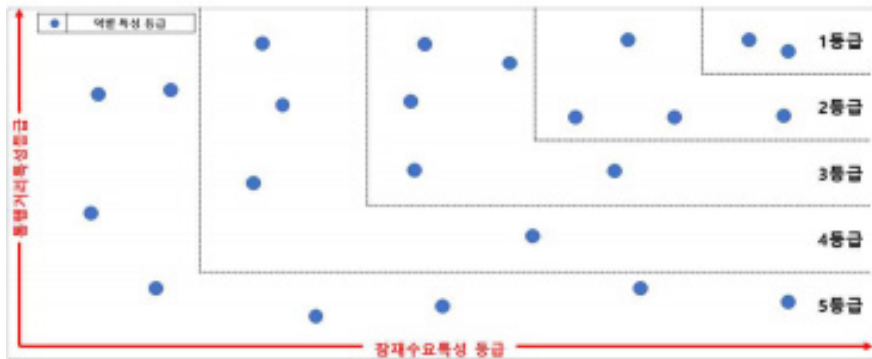
$$pr_{ij}(g) = \frac{e^{U_{g,ij}}}{\sum_{q \in C_{ij}} e^{U_{g,ij}}}$$

x_{ijk} = 선정된 링크(0 or 1)
 t_{ij} = i 부터 j 까지의 통행시간
 f_{ij}^q = 직행버스 g 의 i 부터 j 까지 통행시간
 q = 대중교통 수단(1:지하철, 2:버스, 3:직행버스)

- 분석결과는 통행량 또는 특정 통행시간 요소를 기반으로 급행버스를 도입한 기존 3개 모형(통행량, 차내시간, 차외시간 모형) 대비 차내시간, 환승시간을 모두 고려하므로 전체적인 통행시간 절감효과가 있는 것으로 분석됨

□ 급행 지하철 노선 분석

- Lee et al. (2014)은 지하철 급행 노선 분석을 수행하였으며 목적함수는 총통행시간 최소화, 운영자 이익 최대화, 총비용 최소화로 설정하였음
 - 서울 지하철 4호선을 대상으로 연구의 검증을 수행하였으며 급행 지하철 도입시 총통행시간은 기존보다 17~20%가량 단축되는 것으로 분석됨
- 진장원·오광일(2019)의 연구에서는 수도권 급행전철 이용자를 대상으로 만족도를 설문하여 이용 선호도에 미치는 영향 변수를 분석함
 - 전용선과 동일선으로 구분된 급행전철의 경우, 만족도 차이에 미치는 영향은 전용선을 이용하는 급행철도가 만족도가 가장 높았으며, 부분 만족도는 정시성, 경제성 및 신속성 등에서 높게 나타남
 - 급행열차 이용에 미치는 영향은 이용시간대(7시~9시 출근시간대)와 이용시간(40분 이상 이용하는 장거리 이용객)으로 조사됨
- 한지용(2020)은 수도권 광역철도 노선을 대상으로 통행거리특성(수송실적) 및 잠재수요특성을 점수화하여 정차역별 등급을 구분하고, 급행철도 이용자 입장에서의 정차역 선정 방법론을 제시함
 - 스마트카드 데이터와 EVL 알고리즘(Efficient Vector Labeling) 및 경로선택 모형, 급행열차 선택모형 등 탐색모형을 결합하여 인·km의 단위로 역별 수송실적을 도출함
 - 잠재수요특성은 출퇴근 및 통학수요와 밀접하게 연관된 지표로서 소상공인정보데이터를 통해 역 반경 500m의 유동인구와 주거인구, 직장인구 등을 고려하여 산출함
 - 수송실적과 잠재수요특성으로 정류장 요소를 X축과 Y축으로 역별로 배치하고 등급화한 후, 기존 급행열차 경로 및 급행 정차역 조정 등 대안별로 비교·분석함
 - 분석을 통해 급행 정차역 수와 평균 통행시간, 급행열차 이용객 비율 간 상관관계는 급행정차역 수가 증가할수록 급행열차 이용객 수가 증가할 수 있으나 총 통행시간 감소 효과가 상이하게 나타남을 언급함



자료 : 한지용(2020), 수도권 광역철도 급행열차 정차역 선정기준 연구

[그림 2-4] 통행거리특성-잠재수요특성 등급 분석 예시

□ 대중교통 노선 평가

- Sheth et al. (2007)은 최적화 모형중에서 Network Model과 Goal Programming을 적용하여 대중교통 시스템의 이용자/운영자 측면 그리고 사회적 편익(배기가스, 소음 등)을 분석함
 - 모형의 입력변수로는 버스 배차간격, 요금, 시간대별 운행, 교차로 개수, 전용차로 여부 등이고, 결과값은 평균 통행시간, 버스 운행거리, 운행스케줄 정시성, 이용자 통행거리를 도출함
 - 외부/사회적 변수로는 사고횟수, 배출가스, 소음, 감가상각비를 고려하였고, 환경 변수로는 접근성, 주차장 이용가능성, 인구밀도, 연결성 요인을 고려함
- Shimamoto et al. (2010)은 승객과 운영자의 효율성 그리고 전체 시스템 과정의 효율성을 분석함
 - 분석 방법으로는 기존의 대중교통 네트워크 최적화 모형을 사용하였으며, 공간적 범위는 일본 히로시마시의 대중교통 노선을 사용함
 - 대중교통 통행배정 모델로서 Kurauchi et al. (2003)의 용량 제약 모형을 사용하였으며 상위레벨의 목적함수는 이용자와 운영자의 비용 최소화 모델을 적용하였음

- 풀이 알고리즘으로는 Deb et al. (2000)의 NSGA-II(Non-dominated sorting genetic algorithm) 모델과 Inagaki et al. (1999)의 GA 기반 노선 설정 모델을 적용하였음
- 모형 결과 운영중인 노선망은 이용자·운영자 비용 최소화 측면에서 파레토 최적해(Pareto front)에 근접한 것으로 나타났으나 일부 서비스 운영의 분산이 필요한 것으로 나타났음
- 또한 수요패턴의 변동성 중요한 것으로 분석됨
- Currie and Delbosc (2014)은 다양한 요인을 고려하여 호주의 BRT 체계 도입 성과를 평가했음
 - 분석한 결과, 이용 승객수에 영향을 미치는 요인으로는 서비스 수준, 차도와의 분리된 통행로, 속도, 정류장 간격, 차량의 최신성, 요금, 통합체계 및 사전 요금지불시스템 등이 도출됨
- Georgiadis et al. (2014)은 자료포락분석(DEA, Data Envelopment Analysis)을 사용하여 그리스 테살로니키(Thessaloniki) 시의 버스 노선 효율성을 평가함
 - 노선 연장, 일일 운행서비스 시간, 차량 대수, 영업거리(vehicle-km 및 seat-km), 승객수 등의 정보가 사용되었으며, 효율성의 기준에 따라 3개 모델(차량운영 효율성, 승객수송 효율성, 혼합형)을 적용한 결과 가장 영향력이 높은 요인으로 교통소통 여건과 인구밀도가 됨
- 한종학(2005)은 노선망의 효율성과 대중교통 서비스 수준을 고려한 버스노선망 설계모형 개발하였음
 - 버스 노선망을 설계하기 위해서 버스 배차횟수, 기종점통행량, 개별노선 정보 및 이용자·운영자비용, 노선망구조등을 이용하며 최적 버스노선망을 도출함
- 원제무(2015)는 급행버스서비스 도입의 타당성 평가를 위하여 승객 수요의 기준을 아래와 같이 제시함

$$\overline{P}_{af} \geq \frac{K(60)}{H_{\max}}$$

\overline{P}_{af} = 외곽존 a와 도심존 f간 여객수요 (중방향/1방향/피크시 1시간)

K = 버스가 허용할 수 있는 용량

H = 최대로 가능한 평균배차간격

$\frac{K(60)}{H_{\max}}$ = 1시간 최대서비스 용량

- 기존 버스가 1시간 동안 처리할 수 있는 용량보다 승객 수요가 더 큰 경우 급행버스의 도입을 검토 해야 된다고 정의함
- 또한 급행버스 도입 편익 계산에 사용되는 버스 감축대수 q 를 아래와 같이 제시함

$$q = \frac{\overline{P}_{af}}{K}(t_L - t_E)$$

q = 급행버스 투입으로 감축되는 버스대수,

t_L = 일반버스 서비스의 왕복운행시간,

t_E = 급행버스 서비스의 왕복운행시간

- 위의식은 기존 완행버스 운영시 소요되는 차량대수에 급행버스 도입으로 인한 운행시간 감축률을 적용한 값으로 해석됨
- 손상훈·송혜인(2022)의 연구에서는 기존 장거리 노선버스의 합리적 조정을 위해 검토방안과 방안별 비교 지표를 제시함
- 검토는 기존 노선의 조정 가능성 검토 → 대안 발굴 → 대안 비교 순으로 진행됨
 - 노선 조정 가능성은 노선의 유일성과 장거리 통행 규모를 검토하여 노선의 유일성이 낮고 장거리 통행 규모가 작을수록 노선 조정 가능성이 높은 것으로 판단함

[표 2-13] 장거리 노선 조정 가능성 검토

구분	조정 가능성 기준
노선 유일성 검증	• 대상 노선의 주요 지점을 다른 노선이 운행하고 있어 해당 지점을 조정 대상 노선의 경유지로 지정할 필요가 있는가
장거리 통행 규모 검토	• 장거리 노선을 지속해야할 만큼 이용 규모가 많은가(특히 시점구간과 종점구간 간 통행규모)

- 대안 발굴은 노선을 단축 또는 분리를 바탕으로 통행량과 대체노선 존재여부 2가지 측면으로 구간을 선정함

[표 2-14] 장거리 노선 조정 대안 발굴 기준

구분	구간 선정 기준	
	기준 1	기준 2
노선 분리	통행량	대체노선 존재여부
노선 단축		

- 대안 비교는 이용 규모, 이용자 불편, 운영 효율성 등 3가지 관점에 따라 대안을 비교함

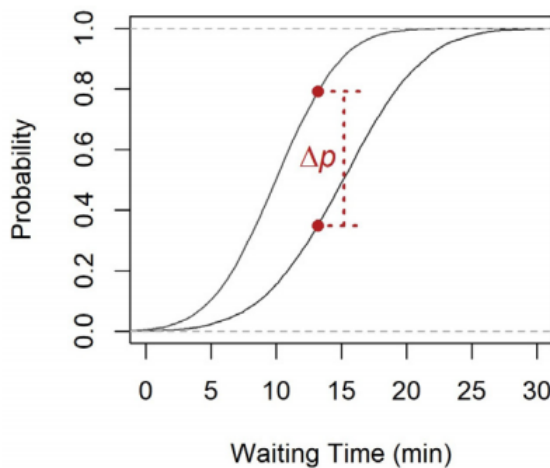
[표 2-15] 장거리 노선 조정 대안 관점별 비교 지표

구분	활용 지표
이용 규모 관점	- 1회 평균 통행건수(건/회)
이용자 불편 관점	- 일평균 환승 필요 통행건수(건/일) (일반 간선 고려 전/후 결과 제시) - 일평균 이동 증가량(분/일)
운영 효율성 관점	- 절감 거리(km/일)

- 김숙희·심태일(2021)은 자료포락분석(DEA) 방법론을 활용하여 수원시 시내버스의 ‘직행좌석형 및 일반좌석형’과 ‘일반형’ 노선 효율성을 분석함
 - 총 70개 노선을 의사결정단위(decision making unit, DMU)로 선정하여 운행대수, 배차간격, 정류장, 철도역, 교통약자시설, 중복도, 굴

곡도 등 7개 입력변수와 이용객수, 운송수입 등 2개의 출력변수로 각각 구분하여 분석함

- 분석결과, 직행좌석·일반좌석형과 일반형 모두 입력변수인 운행대수가 가장 영향을 미치며, 운행차량을 많이 투입하여 배차간격을 줄일수록 효율성이 높다고 제시함
 - 다만 굴곡도를 줄여 버스를 최단거리로 운영할 경우 이용객수는 증가하지만 운송수입의 증가와는 영향이 없으며, 정류장 및 철도역, 교통약자시설을 운행노선에 연계할수록 노선을 공유하는 다른 노선이 적을수록 일반형의 이용객수가 증가하고 DMU 효율이 높다고 분석함
- 이가령 외(2019)의 연구는 스마트카드 데이터를 활용하여 승객 대기시간 추출 및 누적분포함수(CDF, cumulative distribution function) 해석을 통해 각 노선별 버스정류장의 수요와 공급에 따른 균형을 평가함
- 버스정류장마다 승객집중시간대와 승객비집중시간대로 시간대 분리 후 대기시간을 수요와 공급 불균형 대리 변수로 사용하고, 대기시간은 운영상태와 승객 이용 패턴을 동시에 반영할 수 있는 지표로 활용함
 - 이는 대기시간을 X축으로 가진 CDF들의 최대 수직거리를 통해 버스정류장별 대기시간분포 차이를 파악할 수 있으며, 최대 수직거리 값이 클수록 버스에 탑승확률의 차이가 크고 승객의 편의성이 나빠짐을 의미함



[그림 2-5] 승객집중시간대와 승객비집중시간대 CDF 사이의 최대 수직거리

세종시 대중교통 통행패턴 분석

제1절 데이터 전처리

제2절 정류장 기반 분석

제3절 읍면동 통행 분석

제4절 노선 이용 현황

제5절 급행노선 검토

제3장 세종시 대중교통 통행패턴 분석

제1절 데이터 전처리

1. 데이터 소개

□ 연구범위 (시간적 범위)

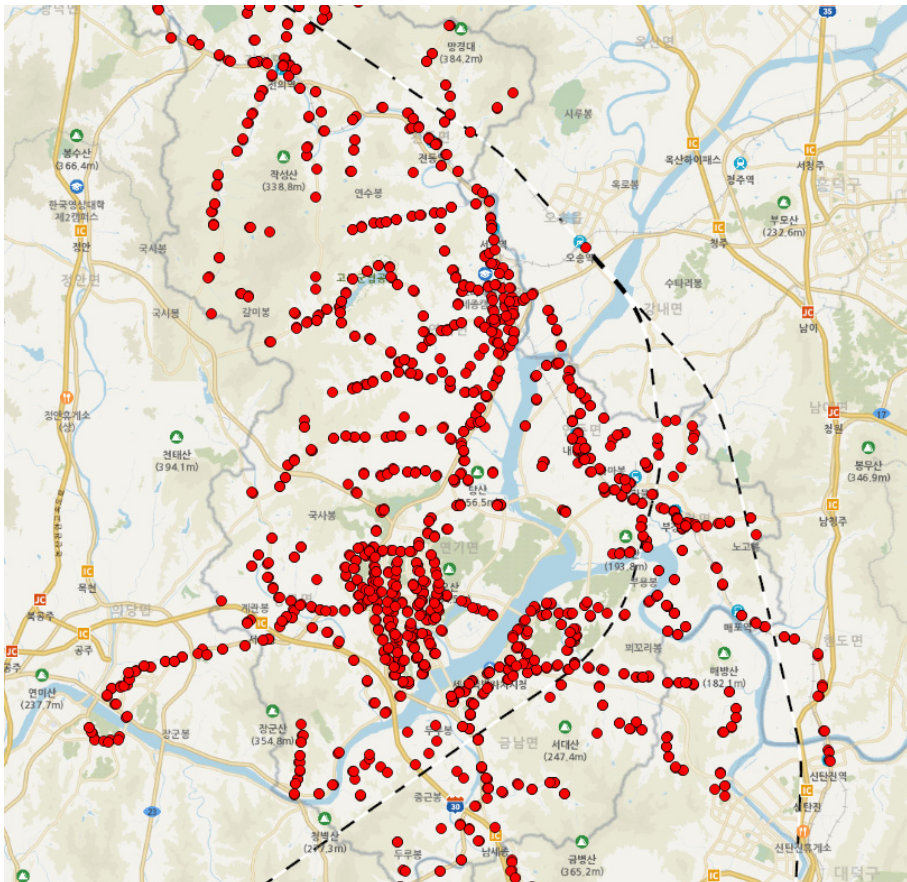
- 세종시 광역급행버스 도입방안 검토 연구를 위해서 세종시 정류장별 승객수 데이터를 수집하였으며 수집된 데이터의 기본 정보는 [[표 3-1]과 같음
- 세종시 승객수 데이터 수집 기간은 2023년 8월 3일부터 10일까지 약 1주일이며 29개의 열과 365,495개의 행으로 구성, CSV 파일 형식으로 저장되어 있으며 파일의 크기는 61.91MB임
- 수집된 데이터는 각 암호화된 이용자 ID가 존재하며, 이를 활용하여 각 이용자의 Trip chain 구성이 가능하며, 또한 이를 활용하여 처음 승차지점과 마지막 하차지점 분석이 가능함

[표 3-1] 버스카드 데이터 기본 정보

구분	내용
수집 기간	2023년 8월 3일~10일
파일 크기	61.91MB
파일 형식	CSV
필드(field)	29열
레코드(record)	365,495행

□ 연구범위 (공간적 범위)

- 각 정류장별 GPS 정보를 활용하여, 승하차 지점에 대해서 시각화가 가능하며, 정류장에서의 노선 정보를 활용하여 기종점별 이용 현황 분석이 가능함
 - 셔틀 탑승 정류장을 제외하고, 위 기간동안 이용된 정류장은 총 1,390개의 정류장이었으며, [그림 3-1]은 본 연구에 활용된 정류장 분포를 보여줌

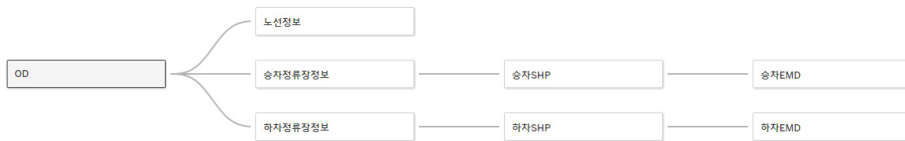


[그림 3-1] 버스정류장 GPS 좌표 위치

2. 데이터 융합

□ 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터 결합

- 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터(버스정류장, 읍면동)를 연결하는 데이터 전처리 작업을 수행하여 데이터 분석 효율성을 향상함
- 세종시 OD 승객수 데이터를 GIS 기반으로 분석하기 위해서 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터를 연결하는 데이터 전처리 과정을 수행하였음
 - [그림 3-2]는 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터를 연결하는 구조를 나타낸 이미지이며 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터에 대해서 버스정류장ID와 같은 각각의 공통키를 활용하여 단계적으로 데이터를 연결하는 작업을 수행함



[그림 3-2] 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터 연결 구조

- 행정구역(읍면동)에 대한 공간정보 데이터는 (주)지오서비스에서 제공하는 대한민국 최신 행정구역(SHP) 다운로드 페이지에서 읍면동 SHP파일을 수집하여 활용하였음
- 자유 오픈 소스 지리정보 시스템(QGIS)과 같은 GIS 도구를 활용하여 각 읍면동에 속하는 버스정류장 위치 정보를 생성하였으며 생성된 데이터를 세종시 OD 승객수 데이터와 연결하는 작업을 수행함

제2절 정류장 기반 분석

1. 데이터 분석 개요

□ 정류장 기준 분석 대시보드

○ 교통카드 데이터 분석을 위해서, 데이터 시각화 기법을 사용하였으며, Tableau를 활용하여 교통카드 데이터를 분석할 수 있는 대시보드를 구현함

- 대시보드는 ①정류장별 승차(맵) ②정류장별 하차(맵) ③정류장 승차 승객수(그래프) ④노선별 승객수, ⑤시간대별 이용객수, ⑥대중교통 차내 이동시간 분포, ⑦환승횟수별 이용객수, ⑧사용자 유형별 이용객수, ⑨정류장 하차 승객수 ⑩노선별, 시간별등의 필터로 구성됨



[그림 3-3] 버스카드 데이터 분석 대시보드 레이아웃 (정류장 기준)

□ 분석 방법

- 지도상의 정류장 및 항목별로 마우스 클릭 시 필터가 적용되어, 원하는 정류장 및 노선에 대해서 분석할 수 있도록 구성함
 - 예를 들어 승차 순위의 반석역을 클릭할시, 반석역에서 승차한 이용객의 도착 분포, 이용노선, 탑승시간 등을 대시보드에서 표출함



[그림 3-4] 반석역 승차에 대한 분석 화면

- 하나의 필터 뿐만 아니라 다중 필터를 적용할 수 있으며, 그룹핑하여 분석할 수도 있음 (다음의 예는 도담동 지역에서 6생활권으로 통행하는 통행패턴 현황을 보여줌)

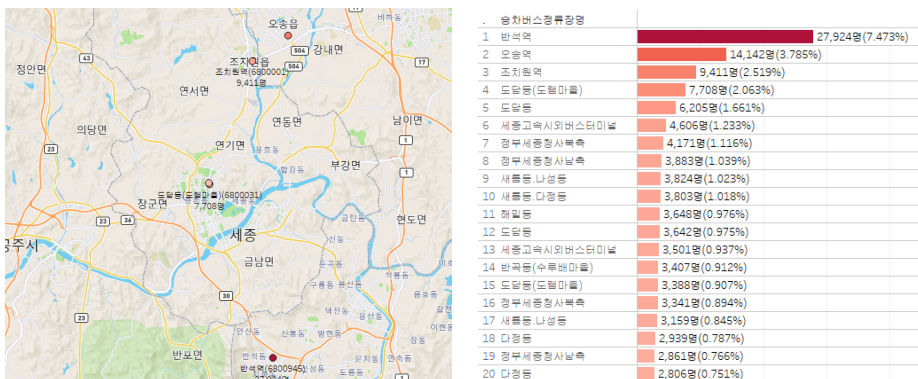


[그림 3-5] 도담동 지역에서 6생활권으로의 통행 현황

2. 전일 통행 분석

□ 승차 정류장 분석

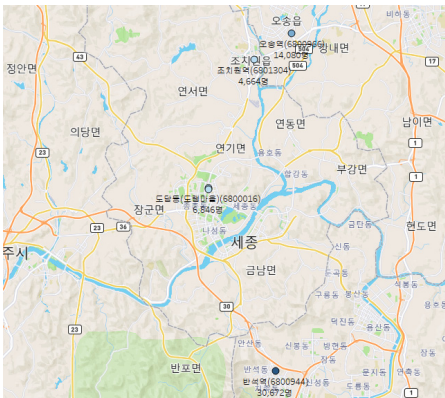
- 전체 승차 통행 중, 반석역에서 승차가 가장 많았으며, 1주일 동안 약 28,000명 승차한 것으로 집계되었고, 이는 전체 통행 중 7.47%를 차지하는 것으로 분석됨
- 반석역 다음으로 오송역, 조치원역에서 승차 통행이 가장 많은 것으로 분석됨
 - 반석역, 오송역, 조치원역은 지하철역 또는 기차역이 있는 승차역으로서, 철도에서 버스로의 환승이 많음을 의미하고, 또한 오송역과 반석역은 청주와 대전에 있는 역으로서 청주-세종, 대전-세종간의 버스 통행이 많은 것으로 추정됨
- 철도 또는 지하철역을 제외하고 세종시내에서 가장 많은 승차 정류장은 도담동 지역에 위치하고 있음
 - 도담동 지역은 세종시 중심부에 위치하고 있으며, 정부청사와도 가까운 거리에 위치하고 BRT 정류장이 존재함



[그림 3-6] 승차 정류장 분석 (전일)

□ 하차 정류장 분석

- 전체 하차 통행중, 하차 태그를 안하고 하차한 건수가 가장 높았으며 이는 전체 통행의 약 8.7%를 차지하는 것으로 분석됨
- 하차한 정류장의 경우, 반석역에서 약 30,000명이 하차한 것으로 분석되었으며, 이는 승차 승객수보다 더 많은 것으로 분석됨
 - 승차보다 하차가 많은 이유는, 하차 후 다시 버스 수단을 통해서 세종으로 귀가하기 보다는 다른 수단을 이용하는 것으로 추론할 수 있음
- 반석역을 제외하고 오송역과, 도담동, 조치원역에서 하차 승객이 많은 것으로 분석됨
 - 조치원역의 경우, 승차 시 약 9,000명이었으나, 하차는 약4,000명으로 분석됨
 - 기차역으로 이동 시 대중교통 이용보다는 다른 수단 (택시, 승용차, 자전거, PM)등의 이용으로 버스 통행이 감소한 것으로 분석됨
- 하차 승객량의 경우, 하차 시 미태그로 인하여, 승차 승객수보다 정확한 산출이 어려운 한계가 존재함



하차버스정류장명	승객수	비율
1 Null	32,499명	(8.698%)
2 반석역	30,672명	(8.209%)
3 오송역	14,080명	(3.768%)
4 도담동(도담마을)	6,846명	(1.832%)
5 조치원역	4,664명	(1.248%)
6 도담동	4,442명	(1.189%)
7 세종고속시외버스터미널	4,165명	(1.115%)
8 장무세종청사남측	3,651명	(0.977%)
9 다정동	3,519명	(0.942%)
10 도담동	3,383명	(0.905%)
11 새롬동 다정동	3,335명	(0.893%)
12 장무세종청사남측	3,220명	(0.862%)
13 장무세종청사남측	3,203명	(0.857%)
14 장무세종청사남측	3,123명	(0.836%)
15 새롬동 나성동	3,080명	(0.824%)
16 세종고속시외버스터미널	3,050명	(0.816%)
17 조치원역위편	3,031명	(0.811%)
18 새롬동 나성동	2,983명	(0.798%)
19 조치원역	2,978명	(0.797%)
20 한솔동	2,670명	(0.715%)

[그림 3-7] 하차 정류장 분석 (전일)

3. 침두시간 분석

□ 오전 침두시간 분석

- 오전 침두시간은 7:00~9:00으로 설정하였으며, 승차 이용객수 분석결과 반석역과 도담동, 오송역에서 많은 승차가 이루어짐
 - 그러나 전일 비교보다 반석역의 경우, 전체 오전 침두시간 통행 중 6.1%로써 약 1.3%가 감소함
 - 반면에 도담동 승차의 경우 전일 통행 보다 약 1.1% 증가하였으며 (오전 침두: 2.74%; 전일: 1.67%), 이는 도담동에서 오송 통행, 대전 통행 그리고 환승통행이 많이 이루어짐을 알 수 있음
 - 조치원역의 경우, 전일 통행보다 침두시 승차 통행이 감소하였으며, 오전 침두시 셔틀버스 및 기타 수단 통행이 집중되기 때문이라고 유추할 수 있음
- 하차 이용객수의 경우, 반석역, 오송역, 정부청사 순으로 집계되었으며, 전일 비교보다 전체적으로 수치가 낮은 것으로 분석됨
 - 정부청사 하차 통행이 많은 것으로 분석되었으며, 오전 침두시 반석역, 오송역에서 정부청사로의 출근 통행이 집중되기 때문이라고 유추됨

승차순위

승차버스정류장명	승차인원	비율
1 반석역	3,566명	(6.062%)
2 도담동	1,613명	(2.742%)
3 오송역	1,434명	(2.438%)
4 조치원역	992명	(1.686%)
5 해밀동	964명	(1.639%)
6 도담동(도철마을)	900명	(1.530%)
7 다정동	849명	(1.443%)
8 새롬동 나성동	808명	(1.374%)
9 반곡동(후배마을)	686명	(1.166%)
10 소달동 새샘마을	657명	(1.117%)
11 세종고속시외버스터미널	648명	(1.102%)
12 다정동	640명	(1.088%)
13 도담동	617명	(1.049%)
14 환율동	563명	(0.957%)
15 도담동(도철마을)	531명	(0.903%)
16 세종고속시외버스터미널(458명	(0.779%)
17 가운마을4,7단지	438명	(0.745%)
18 자이아파트	432명	(0.734%)

하차순위

하차버스정류장명	하차인원	비율
1 반석역	4,600명	(7.820%)
2 Null	4,243명	(7.213%)
3 오송역	2,209명	(3.755%)
4 정부세종청사북측	1,351명	(2.297%)
5 정부세종청사남측	1,291명	(2.195%)
6 정부세종청사북측	1,011명	(1.719%)
7 정부세종청사남측	996명	(1.693%)
8 도담동(도철마을)	940명	(1.598%)
9 조치원역	866명	(1.472%)
10 정부세종청사북측	741명	(1.260%)
11 정부세종청사북측	672명	(1.142%)
12 세종고속시외버스터미널	619명	(1.052%)
13 조치원전통시장	570명	(0.969%)
14 세종시청 교육청 시의회	566명	(0.962%)
15 환율동	560명	(0.952%)
16 조치원역	558명	(0.949%)
17 인사혁신처	550명	(0.935%)
18 새롬동 나성동	535명	(0.909%)

[그림 3-8] 오전 침두시간 정류장 이용객 분석

□ 오후 침두시간 분석

- 오전 침두시간은 18:00~20:00으로 설정하였으며, 승차 이용객수 분석 결과 오전침두시간과 같이 반석역과 오송역, 정부청사에서 많은 승차가 이루어짐
 - 전일 비교보다 대부분의 정류장에서 높은 승차율을 나타냈으며, 특히 반석역의 경우, 전체 오후 침두시간 통행중 9.6%로서 약 1.2% 높음
 - 오송역 역시 약 0.6% 높은 것으로 분석되었음
 - 전체적으로 정부청사에서의 이용객이 많은 것으로 분석되었으며, 오전 침두시간의 하차통행과 비슷한 통행 패턴을 나타냄
 - 이는 오전 침두시간의 경우, 통근 셔틀버스 운행으로 인하여 수요가 분산된 반면, 오후 침두시간의 경우 귀가 통행의 여유시간으로 인하여 대중교통 통행이 많은 것으로 분석됨
- 하차 이용객수와의 경우, 반석역, 오송역, 도담동 순으로 집계되었으며, 전일 통행과 비교 시 비슷한 통행패턴을 나타내는 것으로 분석됨
 - 조치원역의 경우, 전일 통행에 비해서 약 0.4% (전일: 1.2%; 오후침두:0.90%) 낮은 수치를 보였으며, 이는 상대적으로 퇴근시간의 집중도가 오전침두시간보다 낮은 이유라고 분석됨

승차순위

승차버스정류장명	승차인원	승차율
1 반석역	5,888명	(9.640%)
2 오송역	2,639명	(4.321%)
3 정부세종청사북측	1,622명	(2.656%)
4 조치원역	1,567명	(2.566%)
5 도담동(도담마을)	1,367명	(2.238%)
6 정부세종청사남측	1,182명	(1.935%)
7 정부세종청사북측	1,000명	(1.637%)
8 정부세종청사남측	908명	(1.487%)
9 정부세종청사북측	820명	(1.343%)
10 정부세종청사북측	810명	(1.326%)
11 정부세종청사남측	725명	(1.187%)
12 도담동	716명	(1.172%)
13 세종고속시외버스터미널	682명	(1.117%)
14 새들동 다정동	545명	(0.892%)
15 정부세종청사남측	538명	(0.881%)
16 세종고속시외버스터미널	535명	(0.876%)
17 세종시청 교육청 시의회	524명	(0.858%)
18 인사혁신처	514명	(0.842%)
19 조치원역외편	506명	(0.828%)

하차순위

하차버스정류장명	하차인원	하차율
1 Null	5,190명	(8.498%)
2 반석역	4,497명	(7.363%)
3 오송역	1,681명	(2.752%)
4 도담동	1,161명	(1.901%)
5 도담동(도담마을)	1,106명	(1.811%)
6 다정동	818명	(1.339%)
7 새들동 다정동	810명	(1.326%)
8 새들동 나정동	770명	(1.261%)
9 도담동	749명	(1.226%)
10 새들동 나정동	692명	(1.133%)
11 세종고속시외버스터미널	600명	(0.982%)
12 도담동(도담마을)	571명	(0.935%)
13 행일동	549명	(0.899%)
14 조치원역	548명	(0.897%)
15 한솔동	543명	(0.893%)
16 세종시청 교육청 시의회	473명	(0.774%)
17 세종고속시외버스터미널(471명	(0.771%)
18 정부세종청사북측	454명	(0.743%)
19 소담동 새정마을	419명	(0.686%)

[그림 3-9] 오후 침두시간 정류장 이용객 분석

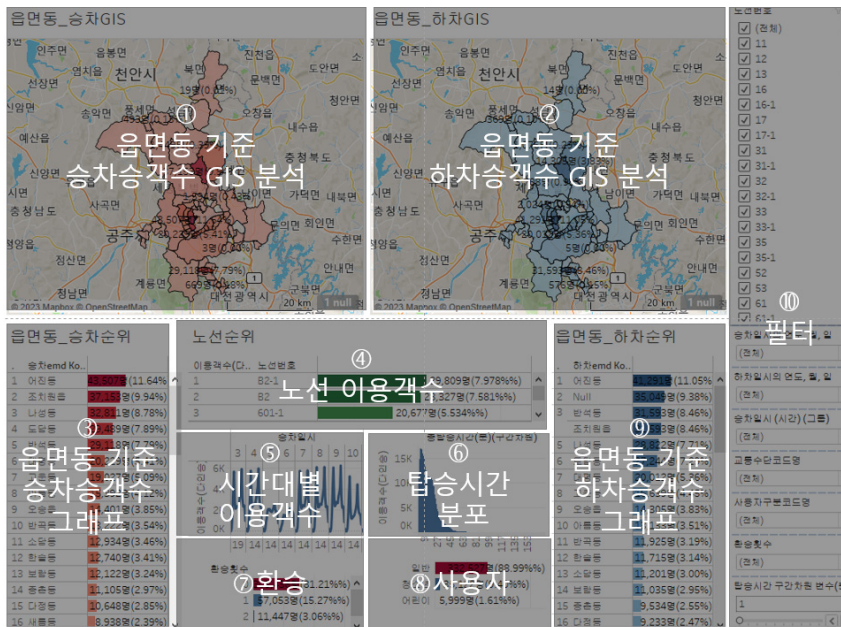
제3절 읍면동 통행 분석

1. 데이터 분석 개요

□ 대시보드

○ 지역별 분석을 위해서 앞에서 소개한 데이터 시각화 기법을 적용한 읍면동 기준 세종시 이용객수 데이터 분석 대시보드를 구현하였으며 구현한 대시보드는 다음과 같이 구성함

- 읍면동 기준 세종시 이용객수 데이터 분석 대시보드는 ①읍면동기준 승차(맵) ②읍면동기준 하차(맵) ③읍면동기준 승차 승객수(그래프) ④노선별 승객수, ⑤시간대별 이용객수, ⑥대중교통 차내 이동시간 분포, ⑦환승횟수별 이용객수, ⑧사용자 유형별 이용객수, ⑨읍면동기준 하차 승객수 ⑩노선별, 시간별등의 필터로 구성됨

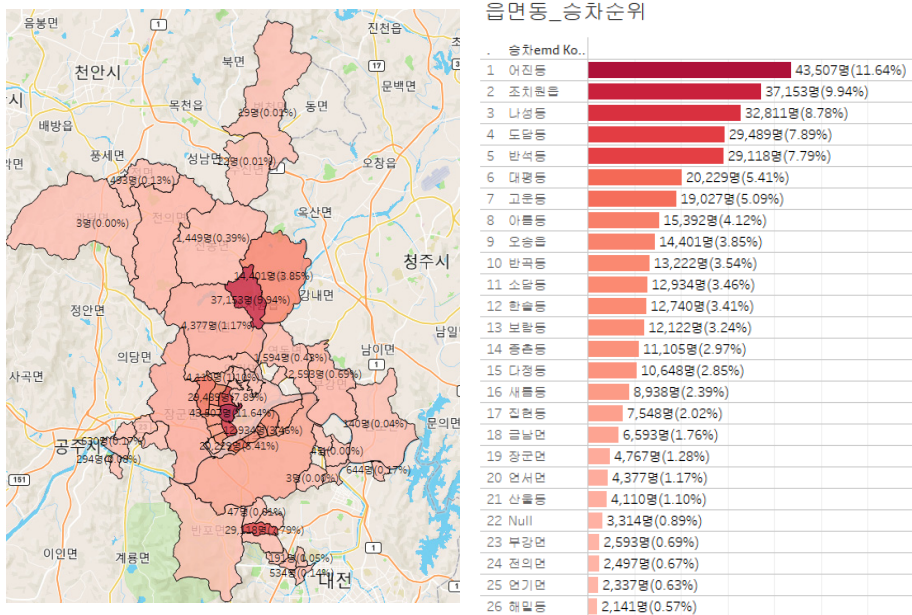


[그림 3-10] 버스카드 데이터 분석 대시보드 레이아웃 (읍면동 기준)

2. 전일 분석

□ 승차 분석

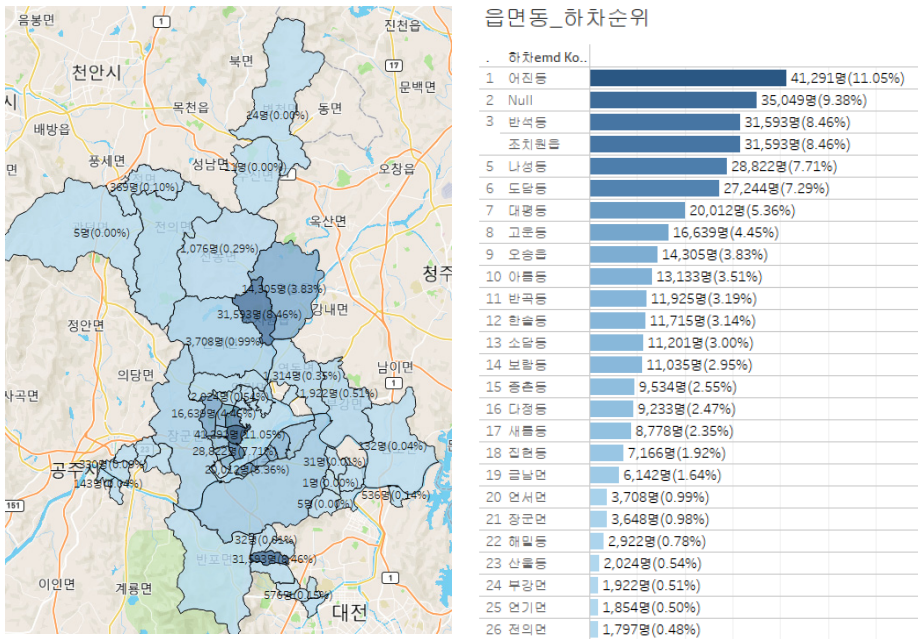
- 반석역과 오송역이 위치한 오송읍과 반석동을 포함한 세종시 읍면동 지역의 승차 이용객수 분석결과, 어진동과 조치원읍, 나성동 순으로 분석되었음
 - 어진동의 경우, 정부청사가 위치한 지역으로서, 세종시의 주 통행지역임
 - 조치원읍의 경우, 2개의 대학이 위치하고 있으며, 기차역 존재로 인하여 기차와 대중교통간의 환승이 활발이 이루어지는 지역임
 - 나성동의 경우, 세종시의 주 상업시설 및 먹자골목이 위치한 곳으로서, 먹자골목 이용 시 대중교통 이용이 많은 지역임
- 정류장 기준으로는 반석역과 오송역의 이용객수가 높았으나, 읍면동 기준으로는 반석동은 5번째 그리고 오송읍은 9번째 위치하고 있음



[그림 3-11] 읍면동 승차 이용객 분석 (전일)

□ 하차 분석

- 하차 분석 역시, 어진동에서의 하차 이용객수가 가장 높은 것으로 분석 되었으며, 이는 정부청사의 영향으로 출·퇴근 뿐만 아니라 세종시 방문자의 출장 통행도 많은 영향을 주기 때문이라고 분석됨
- 하차 시 대전에 위치한 반석동의 통행도 많았으며, 이는 승차 통행보다 높은 비율을 차지하고 하고 있음
- 어진동을 제외한 행복도시내의 경우, 나성동과 도담동의 통행이 많았음
 - 위 두지역은 BRT 노선이 운행하고 있으며 세종시 중심부에 위치하고 있고 먹자골목을 포함한 상업시설이 위치한 지역임



[그림 3-12] 읍면동 하차 이용객 분석 (전일)

3. 침두시간 분석

□ 오전 침두시간 분석

- 오전 침두시간의 승차 이용객수 분석 결과, 조치원읍과 도담동, 어진동, 나성동에서 높은 승객수가 관측되었음
 - 기차역이 위치한 조치원읍의 통행이 가장 많았으며, 세종시외에서 기차로 통행 후 세종시내의 통행이 많이 있음을 알 수 있음
 - 정부청사 위치한 어진동의 경우, 승차이용객수도 높았으며 이는 고운동, 종촌동, 다정동 지역에서 출발하여 어진동지역에서의 BRT 환승이 많이 때문이라고 분석됨
- 오전 침두시간의 하차 이용객수 분석 결과, 어진동, 반석동, 조치원읍, 나성동 지역이 높은 것으로 분석됨
 - 어진동 지역은 다른 지역보다 월등히 높았으며(약20%), 이는 정부청사로의 출근통행 영향이라고 분석됨
 - 대전시에 위치한 반석동의 하차 이용객수가 높았으며, 기차역이 위치한 조치원역의 하차 승객수도 높았음

읍면동_승차순위

순위	읍면동	승차인원	비율
1	조치원읍	5,135명	(8.729%)
2	도담동	5,088명	(8.649%)
3	어진동	4,898명	(8.326%)
4	나성동	4,732명	(8.044%)
5	반석동	3,810명	(6.477%)
6	대평동	3,356명	(5.705%)
7	고운동	3,267명	(5.554%)
8	소달동	2,678명	(4.552%)
9	아름동	2,466명	(4.192%)
10	다정동	2,333명	(3.966%)
11	환승동	2,322명	(3.947%)
12	반곡동	2,228명	(3.787%)
13	종촌동	2,118명	(3.600%)
14	진현동	1,765명	(3.000%)
15	오송읍	1,500명	(2.550%)
16	보합동	1,397명	(2.375%)
17	새뜰동	1,397명	(2.375%)
18	금남면	1,379명	(2.344%)
19	장군면	1,046명	(1.778%)
20	산울동	1,025명	(1.742%)
21	연서면	953명	(1.620%)

읍면동_하차순위

순위	읍면동	하차인원	비율
1	어진동	11,874명	(20.18%)
2	반석동	4,814명	(8.18%)
3	조치원읍	4,767명	(8.10%)
4	나성동	4,727명	(8.04%)
5	Null	4,556명	(7.74%)
6	도담동	3,421명	(5.82%)
7	대평동	2,894명	(4.92%)
8	반곡동	2,538명	(4.31%)
9	오송읍	2,244명	(3.81%)
10	보합동	2,168명	(3.69%)
11	고운동	1,992명	(3.39%)
12	아름동	1,874명	(3.19%)
13	소달동	1,459명	(2.48%)
14	환승동	1,207명	(2.05%)
15	진현동	1,085명	(1.84%)
16	새뜰동	991명	(1.68%)
17	종촌동	969명	(1.65%)
18	다정동	955명	(1.62%)
19	금남면	704명	(1.20%)
20	장군면	481명	(0.82%)
21	연서면	429명	(0.73%)

[그림 3-13] 오전 침두시간 읍면동 이용객 분석

□ 오후 침두시간 분석

- 오후 침두시간의 승차이용객수 분석결과, 오전 침두시간의 하차 이용객수와 비슷한 패턴이 나타남
 - 이는 대중교통 통행자의 경우, 일정한 패턴이 존재한다는 뜻이며, 쇼핑 통행이 많지 않은 세종시의 경우, 출·퇴근 또는 등·하교 같은 피스톤 타입의 trip chain을 구성하기 때문이라고 분석됨
- 그러나 통행패턴은 비슷하나, 통행량적인 측면에서는 오전 침두의 하차 통행보다 오후침두의 승차 통행이 많은 것으로 분석됨
 - 정류장 통행패턴 분석에서 언급했듯이 출근 시간의 제약으로 인하여 오전침두시간에는 통근버스 및 기타 다른 수단의 이용 많은 반면, 제약이 작은 퇴근시간의 경우 대중교통으로의 수요가 증가되는 것으로 분석됨
- 오후 침두시간의 경우, 나성동에서 하차한 통행의 수가 다른 지역보다 높았으며, 이는 주요 먹자골목을 포함 주요 상업시설의 영향이 있는 것으로 분석됨

읍면동_승차순위

승차emd Ko...	승차인원	비율
1 어진동	12,223명	(20.01%)
2 반석동	6,067명	(9.93%)
3 나성동	5,272명	(8.63%)
4 조치원읍	5,177명	(8.48%)
5 도담동	4,018명	(6.58%)
6 대평동	2,962명	(4.85%)
7 오송읍	2,665명	(4.36%)
8 반곡동	2,484명	(4.07%)
9 고운동	2,285명	(3.74%)
10 아람동	2,276명	(3.73%)
11 보람동	2,149명	(3.52%)
12 소담동	1,795명	(2.94%)
13 한솔동	1,592명	(2.61%)
14 종촌동	1,363명	(2.23%)
15 집현동	1,180명	(1.93%)
16 다정동	1,164명	(1.91%)
17 새뜰동	1,130명	(1.85%)
18 연서면	701명	(1.15%)
19 금남면	655명	(1.07%)
20 신돌동	534명	(0.87%)
21 장군면	533명	(0.87%)

읍면동_하차순위

하차emd Ko...	하차인원	비율
1 나성동	5,775명	(9.455%)
2 Null	5,491명	(8.990%)
3 도담동	5,300명	(8.678%)
4 어진동	5,016명	(8.213%)
5 반석동	4,627명	(7.576%)
6 조치원읍	4,295명	(7.032%)
7 대평동	3,223명	(5.277%)
8 고운동	3,024명	(4.951%)
9 아람동	2,408명	(3.943%)
10 소담동	2,178명	(3.566%)
11 한솔동	2,120명	(3.471%)
12 다정동	2,060명	(3.373%)
13 보람동	1,910명	(3.127%)
14 반곡동	1,902명	(3.114%)
15 종촌동	1,760명	(2.882%)
16 새뜰동	1,718명	(2.813%)
17 오송읍	1,712명	(2.803%)
18 집현동	1,522명	(2.492%)
19 금남면	830명	(1.359%)
20 해밀동	640명	(1.048%)
21 연서면	560명	(0.917%)

[그림 3-14] 오후 침두시간 읍면동 이용객 분석

제4절 노선 이용 현황

1. 대중교통 현황¹⁾

- 현재 세종시에 운행하는 노선은 BRT 노선: 6개, 광역노선: 4개, 간선 노선: 8개, 지선노선: 15개, 마을노선: 30개가 운행중에 있음
 - BRT 노선과 광역 노선은 시간대별로 10분에서 30분의 배차간격을 두고 운행중에 있으며, 간선노선은 약 30분의 운행간격으로 운행중에 있음
 - 지선버스의 경우, 읍면 지역과 행복도시내의 노선으로 구분할 수 있으며, 읍면 지역의 경우 30분~50분의 배차간격으로 운행중에 있으며 행복도시의 경우 10분~20분의 배차간격으로 운행중에 있음
 - 마을버스의 경우, 주로 읍면 지역을 운행하고 있으며, 규칙적인 배차간격이 아닌 시간을 정해서 횟수로 운행중에 있음

[표 3-2] 세종시 버스노선 정보

구분	버스 노선	기점	종점	배차간격(분)
BRT	B0	내부순환(세종터미널)		10~12
	B1	대전역동광장	오송역	8~15
	B2	오송역	반석역	4~20
	B3	청주국제공항	세종터미널	16~30
	B4	오송역	반석역	13~25
	B5	내부순환(세종터미널)		15~20
광역	1000	신안2리	반석역	15~20
	1001	집현동	대전시청	13~17
	1004	장군면사무소	반석역	15~20
	1005	은하수공원	반석역	15~20

1) 나무위키 세종특별자치시 시내버스/목록을 바탕으로 재정리
<https://namu.wiki/w/세종특별자치시%20시내버스/목록>

구분	버스 노선	기점	종점	배차간격(분)
간선	340	조치원터미널	세종터미널	50~70
	430	꽃동네대학교		30~40
	550	조치원역	산성동	9~11회
	551			2회
	601		새나루마을9,10단지	12~15
	655	세종터미널	충남대	30
	801	문화체육관광부	민석그린아파트	20~30
	991	국책연구단지	대곡리	30
지선 (조치원)	11	조치원터미널	조치원터미널	30
	12	조치원터미널	조치원터미널	30
	13	조치원터미널	조치원터미널	1회
	300	조치원역	신탄진역	40
	910	조치원터미널	병천고등학교	3회
지선 (장군면)	52	장군면사무소		30~45
	53	장군면사무소		30~45
	61	세종터미널	한국영상대학교	45~50
지선 (행복도시)	201	정부세종청사	정부세종청사	10~20,
	202	정부세종청사남측	정부세종청사남측	10~20
	203,205	세종터미널	세종터미널	15~20
	204	문화체육관광부	문화체육관광부	10~20
	221	세종터미널	세종누리학교	10~15
	222	새나루마을 1단지	축산물품질연구원	15~20
마을 (연기면)	16	조치원터미널	은하수공원	8회
	17		보통1리	6회
마을 (연동면· 부강면)	31	조치원터미널	부강면복지회관	10회
	32			15회
	33			8회
	35	부강버스정류소	부강버스정류소	11회
마을 (금남면)	62	세종터미널	금강수목원	8회
	64		금천리	10회
	66		달전리	7회
	661		송강마을	2회
	67		부용2리	9회
	69		신동	3회
	691		송강마을	5회

구분	버스 노선	기점	종점	배차간격(분)
마을 (연서면)	71	조치원터미널	청라리	8회
	72		조치원터미널	8회
	73		조치원터미널	1회
	74		조치원터미널	8회
	75		장군면사무소	8회
	76		조치원터미널	1회
마을 (전의면· 소정면)	81	전의역	송성3리	9회
	82		다방1리마을회관	10회
	83		전의역	10회
	84			10회
	85		고등1리마을회관	7회
	86		재동아파트	4회
마을 (전동면)	91	조치원터미널	봉대리	8회
	92		청람리(동막골)	8회
	93		송정리	13회
	94			6회
	95		송성3리	4회

2. 이용 노선 분석

□ 전일 분석

- 현재 세종시에서 이용중인 노선 분석 결과, B2 노선이 전체 노선의 16%를 차지하고 있는 것으로 분석됨
 - B2 노선은 BRT 노선으로서 승차와 하차 이용객이 가장 많은 오송역과 반석역을 기점과 종점으로 사용하고 있으며 배차간격은 4~20분 간격으로 운행중에 있음
- B2 노선을 제외하고, 601번이 10% 이용률을 보이는 것으로 분석됨
 - 601번은 세종교통에서 운행하는 노선으로서 “조치원역-연기리-정부세종청사-한솔동-세종터미널-세종시청-소담동-반곡동”을 운행하는 노선임
 - 조치원역과 행복도시를 연결하는 주 노선으로서, 행복도시의 주요 검점을 통과하는 노선임

- 행복도시내의 주요 거점을 운행하다 보니, 행복도시내에서 통행할 때 도 601번을 많이 이용하는 것으로 분석됨
- 1000번의 경우 9%의 이용률을 보였음
 - 1000번은 흥익대학교-고려대학교가 위치한 조치원 지역과 고운동-종촌동-나성동-한솔동-대평동-반석역을 운행하는 광역노선으로써 승객 수가 많은 조치원 지역 그리고 반석역을 운행함에 따라서 이용률이 높음을 알 수 있음
- 222번의 경우 7%의 이용률을 보였음
 - 222번은 조세재정연구원-세종시청-세종터미널-한솔동-새롬동-다정동, 정부세종청사-도담동-아름동등 행복도시내의 주 지선노선으로써 많은 이용객수가 관측됨
 - 지선노선의 특성상 평균 통행시간은 약 10분 정도임
- B0번은 약 6%의 이용자가 이용하고 있으며, 행복도시내의 내부 순환 노선으로서 아직 택지개발중인 5생활권과 6생활권 그리고 택지개발이 아직 활성화되지 않은 4생활권을 경유하는 노선임
- 1004번은 세종 대전간의 광역 노선으로서 고운동-아름동-종촌동-새롬동-한솔동-대평동-대전을 경유하는 노선임
 - 통행자의 약 40%가 반석역에서 승·하차가 이루어짐
- 801번의 경우 5%의 이용률을 보였음
 - 801번은 행복도시 북쪽지역의 읍면 지역과 행복도시를 연결하는 노선으로서 배차간격이 20~30분로 운행하고 있는 노선임

이동객수(다.. 노선번호)		
1	B2-1	25,254명(8.074%%)
2	B2	24,327명(7.777%%)
3	601-1	16,754명(5.356%%)
4	601	15,821명(5.058%%)
5	1000-1	14,256명(4.558%%)
6	1000	14,100명(4.508%%)
7	222-1	11,602명(3.709%%)
8	222	11,517명(3.682%%)
9	B0-2	9,547명(3.052%%)
10	B0	9,392명(3.003%%)
11	1004	9,046명(2.892%%)
12	1004-1	8,890명(2.842%%)
13	801	7,535명(2.409%%)
14	801-1	7,525명(2.406%%)
15	B4-1	7,454명(2.383%%)
16	B4	7,098명(2.269%%)
17	B5	6,326명(2.022%%)
18	B5-1	6,019명(1.924%%)
19	1005-1	5,300명(1.694%%)
20	991	5,054명(1.616%%)

[그림 3-15] 세종시 이용 노선 순위

□ 침두시간 분석

- 침두시간 분석 결과, 전일 분석과 비슷한 이용 노선 패턴을 보이는 것으로 분석됨
 - B2 노선과 601번 노선은 양방향 모두다 이용률이 높았음
- 전일 비교과 가장 다른점은 침두시 B0 노선의 이용률이 높았음
 - B0 노선은 순환 노선이며 배차시간이 다른 지·간선 노선보다 짧음
 - 반석역과 오송역을 경유하지 않은 세종시 내부 노선으로서, 이점을 고려하면 침두시에는 세종시 내부 이동의 주 교통수단임을 알 수 있음
- 1005번의 경우, 비록 반석역을 경유 하나, 세종시내의 노선을 검토하면 고운동-다정동-새롬동의 외곽지역을 운행하다 보니, 1004번보다 이용률이 낮음

이동객수(다.. 노선번호		
1	B2	4,284명(8.257%%)
2	B2-1	3,605명(6.948%%)
3	601-1	2,515명(4.847%%)
4	601	2,470명(4.760%%)
5	B0-2	2,434명(4.691%%)
6	B0	2,290명(4.414%%)
7	1000-1	2,140명(4.124%%)
8	222-1	1,827명(3.521%%)
9	1000	1,569명(3.024%%)
10	222	1,561명(3.009%%)
11	1004-1	1,422명(2.741%%)
12	801	1,394명(2.687%%)
13	B4	1,309명(2.523%%)
14	B5	1,200명(2.313%%)
15	B4-1	1,181명(2.276%%)
16	B5-1	1,117명(2.153%%)
17	1004	1,100명(2.120%%)
18	801-1	1,064명(2.051%%)
19	204	925명(1.783%%)
20	202	912명(1.758%%)

(a) 오전 침두

이동객수(다.. 노선번호		
1	B2-1	4,326명(9.183%%)
2	B2	4,326명(8.232%%)
3	601-1	2,642명(5.027%%)
4	601	2,350명(4.472%%)
5	B0-2	2,105명(4.005%%)
6	1000	2,086명(3.969%%)
7	B0	2,079명(3.956%%)
8	1000-1	1,960명(3.729%%)
9	222	1,865명(3.549%%)
10	1004	1,839명(3.499%%)
11	222-1	1,830명(3.482%%)
12	B4-1	1,449명(2.757%%)
13	801-1	1,309명(2.491%%)
14	1004-1	1,208명(2.299%%)
15	B5	1,184명(2.253%%)
16	B5-1	1,162명(2.211%%)
17	B4	1,126명(2.143%%)
18	1005	992명(1.888%%)
19	801	923명(1.756%%)
20	991	890명(1.693%%)

(b) 오후 침두

[그림 3-16] 오후 침두시간 읍면동 이동객 분석

제5절 급행노선 검토

1. 검토 방법

□ 분석 전제 조건

- 본 연구의 시간적 범위는 오전 첨두시간을 대상으로 분석함
 - 전일 대비, 오전 첨두시간의 수요가 상대적으로 높음
 - 오전 첨두시간의 경우, 출근시간이 중요하며, 상대적으로 오후 첨두시간보다 도착시간에 따른 제약이 존재함
- 급행노선의 전제 조건은 차내이동 시간을 최소화하는 것을 목적으로 함에 따라서 수요가 많고 노선 길이 상대적으로 긴 노선을 대상으로 분석함
- 각 정류장의 승하차 수요를 고려한 급행노선의 정류장을 선정함
- 배차간격의 민감도 분석을 통해서 효과를 평가함

□ 검토 노선

- 오전 첨두시간 수요를 바탕으로 우선순위를 분석한 결과 (그림 3-24 참조), BRT 노선을 제외하고, 601번, 1000번, 222번, 1004번, 801번, 204번, 2002번, 1005번, 991번 등의 노선이 검토 대상임
- 수요를 바탕으로 노선 길이를 분석한 결과, 최종적으로 검토 노선은 601번, 801번, 991번을 대상으로 분석함

□ 정류장 선정

- 위 3개 노선에 대해서 정차 정류장 기준은 버스 승하차수를 기초로 선정함
 - 전체 노선의 수요 중 90% 해당되는 정류장만 정차하는 것으로 분석함
 - 이는 약 90% 해당되는 통행자는 이동시간의 감소로 인하여 통행시간 절감 효과가 있으며 10% 해당되는 수요는 배차간격 증가로 인하여 정류장에서의 대기시간이 길어짐

2. 601번 버스

□ 버스 개요

- 601번 노선은 행정중심복합도시 건설 초창기 때부터 신도심 주요 지역과 함께 기존 지역들인 조치원, 연서면(봉암리), 연기면, 금남면 지역을 연결해주고 있는 노선으로서 읍면 지역과 신도시 지역에서 모두 인지도가 높은 편임
- 왕복 운행 거리를 58.7km로서 비교적 장거리를 운행하고 있으며 [그림 3-22]에서 나타나듯 모든 버스 중에 601번의 이용객수가 높은편임

□ 정류장 skip

- 수요 분석 결과, 총 55개의 정류장중, 수요의 90%에 해당되는 정류장은 39개 정류장 (총 정류장중 71%)으로서, 이 정류장들은 급행노선 신설로 인하여, 이동시간의 효과가 있음
- 반면에 수요 10%에 해당되는16개의 정류장은 급행노선 신설로 인하여, 버스 대기시간이 증가함

[표 3-3] 601번 정류장별 이용객수 및 skip 정류장

정류장명	승차수	하차수	합계	승객비율	skip 정류장
새나루마을9,10단지	53	18	71	0.6%	
수루배마을6단지	47	11	58	0.5%	○
수루배마을8,9단지	123	16	139	1.3%	
수루배마을4단지	64	20	84	0.8%	○
반곡초,중학교	16	10	26	0.2%	○
수루배마을3단지	43	14	57	0.5%	○
수루배마을1단지	59	9	68	0.6%	○
국책연구단지북측	11	204	215	2.0%	
한국조세재정연구원	9	70	79	0.7%	○
글벗중학교 (새샘마을9단지)	39	40	79	0.7%	○
새샘마을7,8단지	90	57	147	1.3%	
소담동(새샘마을)	183	108	291	2.7%	
세종우체국 (남부서,보람초)	23	76	99	0.9%	○
시청,시의회,교육청, 세무서	100	318	418	3.8%	
보람동(호려울마을)	76	56	132	1.2%	
대평동커뮤니티센터	96	63	159	1.5%	
한국농어촌공사	115	57	172	1.6%	
용포리	121	68	189	1.7%	
세종고속시외 버스터미널	117	214	331	3.0%	
첫마을3단지	53	70	123	1.1%	
한솔중학교 (첫마을7단지)	240	44	284	2.6%	
첫마을6단지	300	69	369	3.4%	
첫마을5단지	173	52	225	2.1%	
첫마을4단지	122	79	201	1.8%	
첫마을1단지	224	245	469	4.3%	
새롭동.나성동	64	284	348	3.2%	
새롭동.다정동	204	182	386	3.5%	

정류장명	승차수	하차수	합계	승객비율	skip 정류장
다정동 (대성고등학교)	146	103	249	2.3%	
정부세종청사남측	93	340	433	4.0%	
정부세종청사북측	48	282	330	3.0%	
인사혁신처	189	230	419	3.8%	
도램마을8,10단지	192	90	282	2.6%	
도담동(도램마을)	293	161	454	4.1%	
세종충남대학교병원 (후문)	23	79	102	0.9%	○
해밀동	151	153	304	2.8%	
한별동	19	94	113	1.0%	
연기리	189	84	273	2.5%	
보통2리	130	26	156	1.4%	
방공학교	16	27	43	0.4%	○
실광주유소	101	56	157	1.4%	
대원아파트	146	33	179	1.6%	
대원아파트후문	99	34	133	1.2%	
봉암리	131	30	161	1.5%	
세종교통	23	13	36	0.3%	○
세종장례식장입구	24	4	28	0.3%	○
월하리(패션아울렛)	21	11	32	0.3%	○
월하리(항공학교)	34	6	40	0.4%	○
월하리	11	14	25	0.2%	○
번암삼거리	99	54	153	1.4%	
번암아파트	33	35	68	0.6%	○
죽림리	128	59	187	1.7%	
효성세종병원	109	106	215	2.0%	
조치원전통시장	114	256	370	3.4%	
조치원역	426	372	798	7.3%	

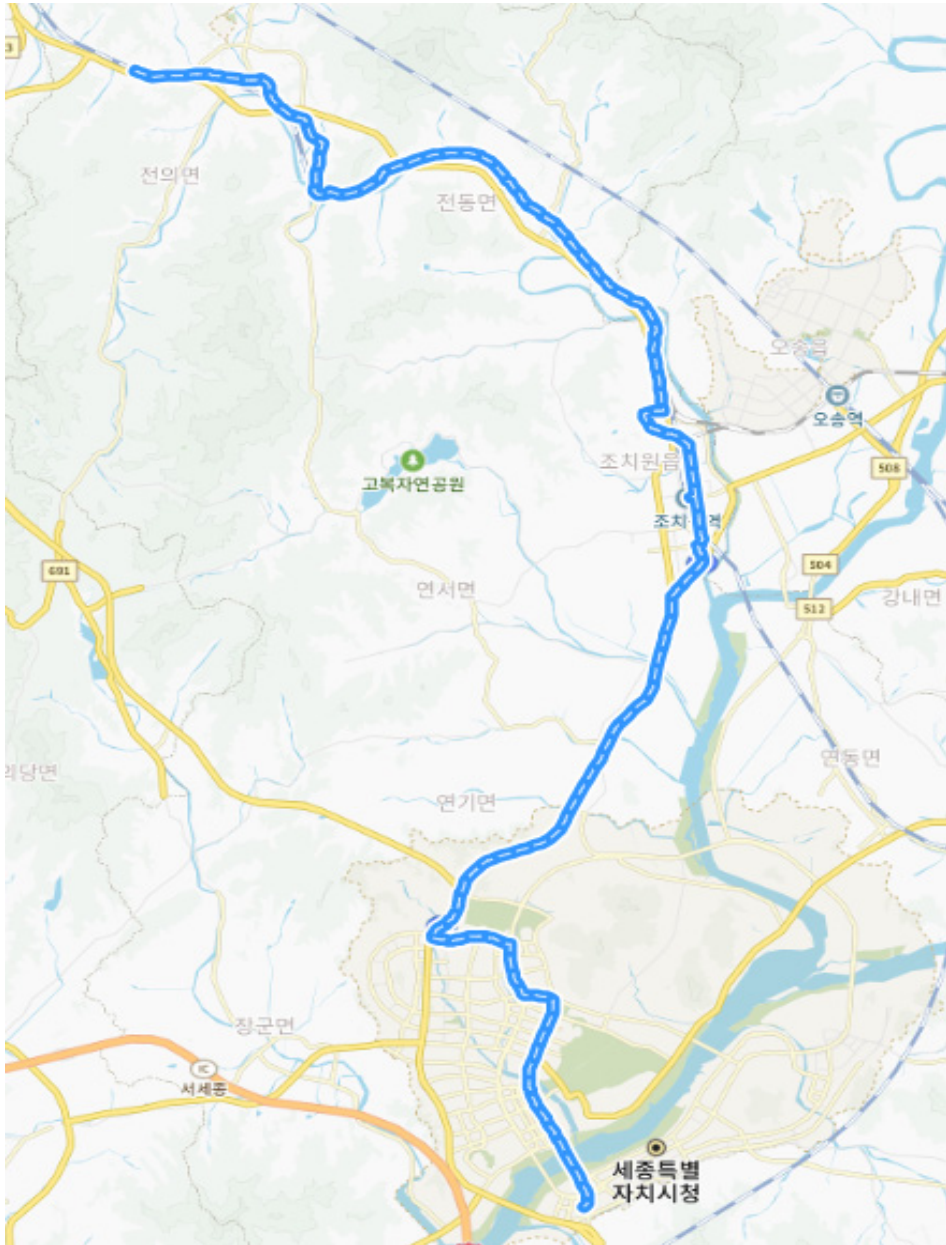
3. 801번 버스

□ 버스 개요

- 801번 버스는 조치원 -도램마을-인사혁신처-세종터미널 이동 시 월하오거리에서 세종교통 방향으로 이동하는 601번 비해 아람동까지 1번 국도를 경유하기 때문에 비교적 이동성 측면에서는 601번보다 경쟁력이 있음
- 왕복 운행 거리를 57km로서 비교적 장거리를 운행하고 있으며 배차간격은 20~30분임
- 범지기마을3.9단지에서 봉암리까지 무정차로 운행하고 있으며, 나성동 구간에서 빠르게 운행함

□ 정류장 skip

- 수요 분석 결과, 총 57개의 정류장 중, 수요의 90%에 해당되는 정류장은 30개 정류장 (총 정류장 중 53%)으로서, 이 정류장들은 급행노선 신설로 인하여, 이동시간의 효과가 있음
- 반면에 수요 10%에 해당되는 27개의 정류장은 급행노선 신설로 인하여, 버스 대기시간이 증가함
- 601번 노선에 비해서 급행노선 무정차 역이 많으며, 이는 조치원에서 전의면까지의 거주 인구가 많지 않기 때문에 수요가 많이 없는 것으로 분석됨
- 급행 노선 신설시, DRT 버스 또는 버스 정차 시간대별 정보를 명확하여 완행버스에 대한 대기시간을 감소시킬 필요가 있음



[그림 3-18] 801번 버스 노선

[표 3-4] 801번 정류장별 이용객수 및 skip 정류장

정류장명	승차수	하차수	합계	승객비율	skip 정류장
세종고속시외버스터미널	106	58	164	2.8%	
세종예술의전당	2	20	22	0.4%	○
나릿재마을1,2단지	78	28	106	1.8%	
나성중학교,나성초등학교	102	17	119	2.0%	
과학기술정보통신부	143	127	270	4.6%	
문화체육관광부	16	75	91	1.5%	
제3주차장	10	125	135	2.3%	
공정거래위원회	7	194	201	3.4%	
양지중학교 (한뜰마을1,2단지)	78	50	128	2.2%	
도램마을9단지	93	90	183	3.1%	
도램마을8,10단지	128	31	159	2.7%	
도담동(도램마을)	207	151	358	6.0%	
세종충남대병원	25	84	109	1.8%	
범지기마을10단지북측	131	56	187	3.2%	
범지기3,9단지 (청소년센터)	120	92	212	3.6%	
봉암리	15	7	22	0.4%	○
월하리	19	7	26	0.4%	○
번암삼거리	8	5	13	0.2%	○
번암아파트	50	30	80	1.4%	
번암리	24	17	41	0.7%	○
죽림리	71	26	97	1.6%	
효성세종병원	76	65	141	2.4%	
조치원전통시장	52	174	226	3.8%	
조치원역	391	1044	1435	24.2%	
세종중학교	48	53	101	1.7%	
세종고등학교	45	23	68	1.1%	
새주막거리	9	34	43	0.7%	○
신안1리입구	57	32	89	1.5%	
중앙요양병원	36	14	50	0.8%	
신안리마을회관	188	24	212	3.6%	
구령말	38	17	55	0.9%	

정류장명	승차수	하차수	합계	승객비율	skip 정류장
신안1리	13	5	18	0.3%	○
홍익대학교	23	25	48	0.8%	○
신안2리(안터)	17	10	27	0.5%	○
신안2리입구	6	12	18	0.3%	
조형아파트	99	25	124	2.1%	
상봉초등학교	6	4	10	0.2%	○
상봉2리(가마소)	1	1	2	0.0%	○
심중1리	30	4	34	0.6%	○
심중2리입구	10	10	20	0.3%	○
전동삼거리	20	15	35	0.6%	○
전동초등학교	35	3	38	0.6%	○
석곡리입구	13	14	27	0.5%	○
청송리	5	2	7	0.1%	○
청송산업단지입구	4	0	4	0.1%	○
아람달동림권역체험관	15	1	16	0.3%	○
전동면사무소	3	5	8	0.1%	○
청람리입구	7	6	13	0.2%	○
개미고개	2	2	4	0.1%	○
미곡리	9	0	9	0.2%	○
동교리	7	4	11	0.2%	○
상교동입구	1	3	4	0.1%	○
재동아파트	52	37	89	1.5%	
전의역	95	50	145	2.4%	
전의중학교	14	7	21	0.4%	○
덕고개	6	1	7	0.1%	○
민석아파트입구	38	5	43	0.7%	

4. 991번 버스

□ 버스 개요

- 991번은 왕복 운행거리 102.4km로 세종시 시내버스 노선 중 가장 긴 노선임
- 601번과 노선이 유사하지만 991번이 이동성 측면에서 효율이 높음
- 정부세종청사와 첫마을을 경유하지 않고, 상대적으로 혼잡이 심한 당산로 대신에 1번 국도(세종로)를 통해 운행하기 때문에 601번에 비해서 10분 이상 시간이 단축됨
- 장거리 노선이다 보니, 휴식시간을 포함해서 왕복 4시간 운행이 필요하며, 기사 1명당 왕복 2회로 운행하는 중임

□ 정류장 skip

- 장거리 노선에 비해서 정차 정류장은 48개 정류장으로서 601번과 801번에 비해서 적었으며, 수요 90%에 해당되는 정류장은 34개 정류장으로서 총 70% 해당됨
- 수요 10%에 해당되는 14개의 정류장은 급행노선 신설로 인하여, 버스 대기시간이 증가함
- 위 두 노선과 다르게, 행복도시내에서의 소담동 지역의 수요가 적은 편임

[표 3-5] 991번 정류장별 이용객수 및 skip 정류장

정류장명	승차수	하차수	합계	승객비율	skip 정류장
국책연구단지북측	2	26	28	1.0%	
한국조세재정연구원	4	9	13	0.5%	○
글벗중학교 (새샘마을9단지)	9	5	14	0.5%	○
새샘마을6단지	18	11	29	1.0%	○
한국개발연구원(KDI)	27	25	52	1.8%	
소담고등학교 (새샘마을1단지)	43	5	48	1.7%	
새샘마을1,2단지	27	6	33	1.2%	
호려울마을8,9단지	46	10	56	2.0%	
세종우체국 (남부서,보람초)	11	34	45	1.6%	
시청,시의회,교육청, 세무서	37	87	124	4.4%	
보람동(호려울마을)	37	19	56	2.0%	
대평동(해들마을)	13	21	34	1.2%	
세종고속시외버스터미널	56	31	87	3.1%	
한솔동(첫마을)	24	58	82	2.9%	
새롬동.나성동	22	53	75	2.6%	
새롬동.다정동	63	68	131	4.6%	
다정동(대성고등학교)	78	13	91	3.2%	
정부세종청사남측	21	89	110	3.9%	
정부세종청사북측	10	57	67	2.4%	
인사혁신처	48	59	107	3.8%	
도람마을8,10단지	19	8	27	0.9%	○
도담동(도람마을)	57	40	97	3.4%	
세종충남대학교병원 (후문)	8	30	38	1.3%	
해밀동	40	18	58	2.0%	
한별동	7	31	38	1.3%	
연기면사무소	1	14	15	0.5%	○
봉암리	21	7	28	1.0%	○

정류장명	승차수	하차수	합계	승객비율	skip 정류장
월하리	11	12	23	0.8%	○
자이아파트	193	59	252	8.9%	
신흥사거리	117	31	148	5.2%	
세종시보건소(대동초)	26	52	78	2.7%	
조치원역뒤편	109	107	216	7.6%	
세종세무서	66	20	86	3.0%	
고려대학교	40	46	86	3.0%	
홍익대학교	13	28	41	1.4%	
전동삼거리	8	20	28	1.0%	○
청송산업단지입구	1	0	1	0.0%	○
아람달동림권역체험관	2	9	11	0.4%	○
전의역	76	45	121	4.3%	
전의중학교	10	5	15	0.5%	○
민석아파트입구	13	3	16	0.6%	○
운당1리	26	11	37	1.3%	
KCC앞	9	1	10	0.4%	○
소정리역	12	24	36	1.3%	
소정면사무소	14	19	33	1.2%	
소정육교(맹골)	3	9	12	0.4%	○
대곡리	8	5	13	0.5%	

시뮬레이션 분석

제1절 분석 개요

제2절 급행버스 도입 효과 분석

4장

제4장 시뮬레이션 분석

제1절 분석 개요

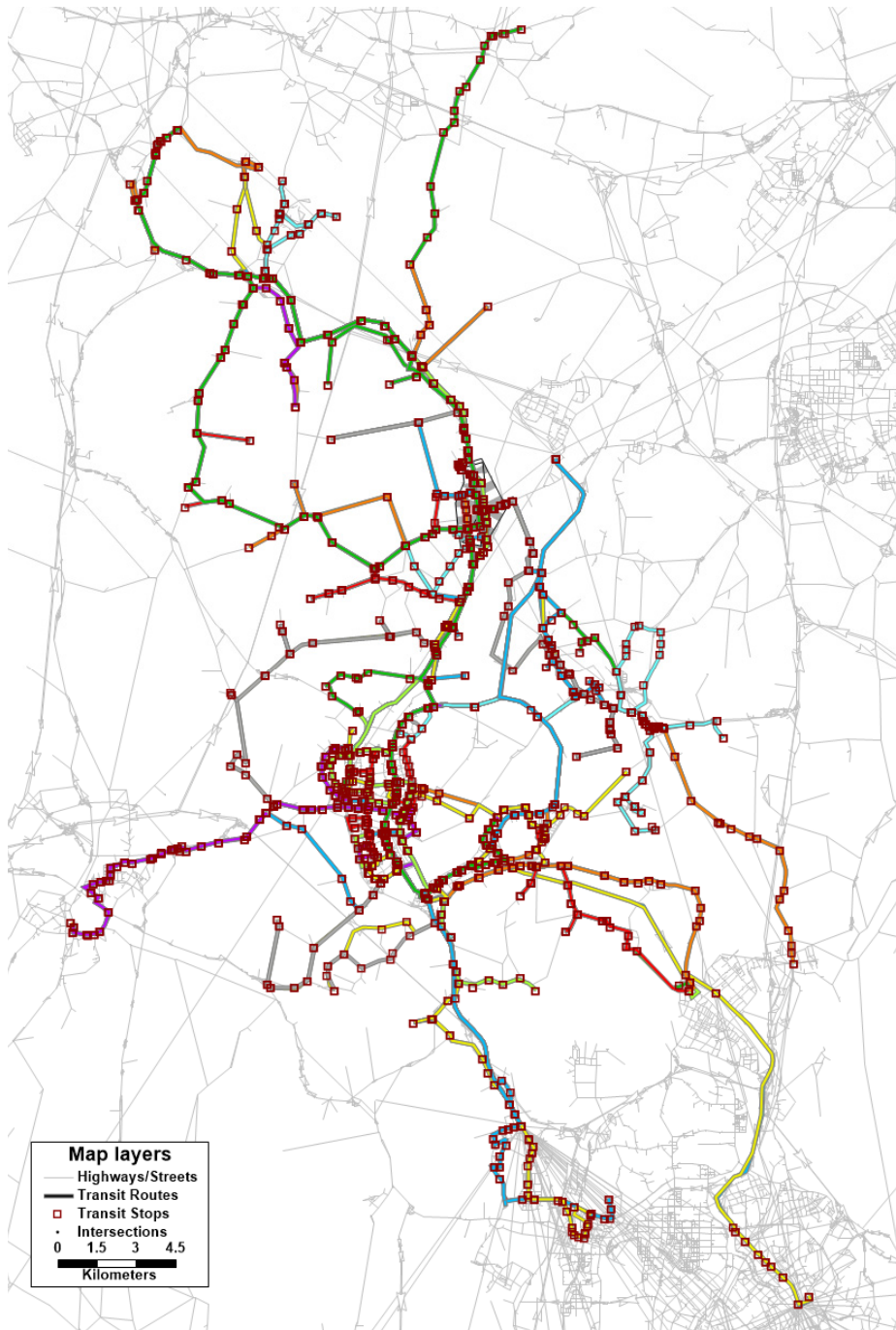
1. 기초자료 설정 및 수정

□ 기초자료

- 교통수요 특히 통행배정 분석을 위해서는 교통 네트워크와 기종점 통행량 자료가 필요함
- 일반적으로 국가교통DB에서 제공하는 대전세종충청권 기초자료(기준연도 2019년, 21년 8월 배포)를 활용함
 - 대전세종충청권은 대전광역시 49개, 세종특별자치시 19개, 충청북도 153개, 충청남도 207개 읍면동 교통존(그 외 외부존 21개)을 기반으로 교통네트워크 및 기종점통행량이 구축되어 있음
- 세종시의 경우, 지속적인 개발로 인하여, 수요의 변화가 심한 관계로 본 연구에서는 교통카드 데이터 기반 수요 데이터를 사용함

□ 대중교통(버스) 네트워크

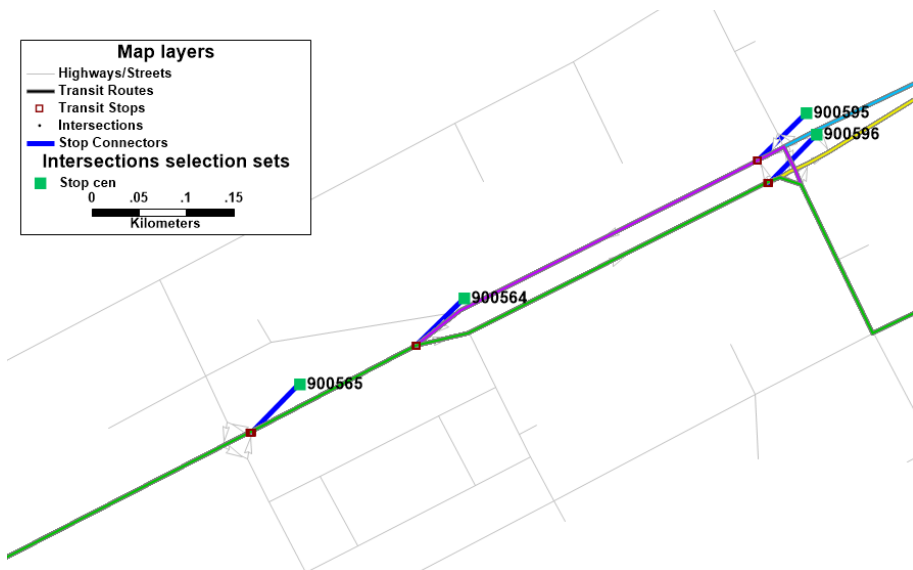
- 국가교통DB의 대전세종충청권 도로철도 통합 네트워크에는 수도권과 다르게 별도의 버스노선이 구축되어 있지 않으므로, 본 분석 과정에서 개별 버스노선을 구축함
- 노선운영상 하나의 버스 노선이라고 하더라도 통행배정 분석을 위하여 상행·하행으로 구분하여 방향별 Route를 구축함
- 버스의 운영시격(배차간격)은 세종시 대중교통 배차현황의 데이터를 바탕으로 구축함



[그림 4-1] 버스 네트워크 및 정류장 구축

□ 존재계

- 국가교통DB는 읍면동을 각각 하나의 센트로이드(통행량이 출발 혹은 도착하는 가상의 지점)로 설정하여 구축되어 있으나, 본 분석에서는 정확한 세종시의 정류장별 교통수요가 존재하므로 개별 정류장을 하나의 센트로이드로 구축하여 분석을 수행함
 - 분석 시 구축한 정류장 기반의 센트로이드는 총 808개이며, 대전 지역(반석역, 대전역 등)에서의 접근 수요를 고려하여 대전지역은 추가적으로 개별 동 기준으로 센트로이드 커넥터를 정류장으로 연결시킴
 - 입체화된 버스중앙차로 등으로 도로가 완벽하게 분리된 경우 양방향 각각 별도의 정류장을 구축하였음



[그림 4-2] 정류장 기반 존재계

- 그 외 통행시간 산출 시 소프트웨어에서 제공하는 값을 사용하여 분석함
 - 최대 접근시간은 999분, 보행 환승시간은 999분으로 설정하여 최대한 많은 정류장 기반 기종점통행량(승하차OD)이 배정되도록 설정함
- 일반화된 비용(통행시간) 산출을 위해서는 개별 통행시간 요소별로 가중치를 반영되어야 하며, 본 분석에서는 다음 표와 같은 가중치를 설정함
 - 본 분석에서는 정거장별로 기종점통행량이 설정되어 있어, 최대한 근접한 정류장에서 탑승할 수 있도록 해야 하므로, 보행시간(접근시간)에 대해서는 10의 가중치를 두어 가장 가까운 정류장에서 바로 탑승할 수 있도록 모형을 구성함

[표 4-1] 통행시간 가중치

구분	가중치	구분	가중치
차내시간 (Link Time)	1.0	초기 패널티 시간 (Initial Penalty Time)	1.0
환승 패널티 시간 (Transfer Penalty Time)	1.0	초기 대기 시간 (Initial Wait Time)	2.0
환승 대기 시간 (Transfer Penalty Time)	1.0	정차시간 (Dwelling Time)	2.0

제2절 급행버스 도입 효과 분석

1. 시나리오 설정

- 분석대상 노선으로 선정된 601번, 801번, 991번 노선에 대해서 2가지의 배차간격 시나리오를 설정함
 - 배차간격 시나리오 설정은 현재의 시간당 운행대수를 완행과 급행 운행대수로 구분한 후 각각의 운행대수별로 배차간격을 설정함
- 급행 노선 도입 시, 기존의 버스 운행대수가 급행버스 운행으로 인하여 줄어들음
 - 버스 운행대수의 감소로 인하여, 완행과 급행버스의 배차시간이 증가하나, 2개 노선을 합쳤을 경우 기존의 배차시간 보다 줄어들음
 - 급행버스로 인하여 노선 운행시간이 줄어들어 따라서 배차시간이 줄어들음
 - 따라서 급행노선이 정차하지 않는 정류장의 경우, 대기시간이 늘어나며 (완행만 운행), 정차하는 정류장의 경우 대기시간이 줄어드는 효과가 발생함
- 각각의 노선에 대해서 시나리오 1은 급행 시간당 1대, 시나리오 2는 시간당 2대 운행으로 설정함
 - 991번의 경우, 최소 완행 대수를 유지하기 위해서 시간당 0.7대 (배차간격 90분)을 적용함
- 개별 노선에 대한 배차간격 시나리오 분석과 함께 3개 노선이 동시에 급행화되었을 때의 시나리오에 대해서 별도 분석을 수행함

[표 4-2] 버스노선별 배차간격 설정

노선	구분	비고 (시간당 운행대수)
601	미시행시	- 현재 운행대수: 5대
	CASE1	- CASE1은 완행 4대, 급행 1대 운영
	CASE2	- CASE2는 완행 3대, 급행 2대 운영
801	미시행시	- 현재 운행대수: 3대
	CASE1	- CASE1은 완행 2대, 급행 1대 운영
	CASE2	- CASE2는 완행 1대, 급행 2대 운영
991	미시행시	- 현재 배차간격: 2대
	CASE1	- CASE1은 완행 1대, 급행 1대 운영
	CASE2	- CASE2는 완행 0.7대, 급행 2대 운영

2. 분석 결과 (종합)

□ 통행시간 변화

- 통행시간 비교 분석 결과, 현재년도 추정 시 총 9,660 시간이 소요 되는 반면, 급행 노선 도입 시 통행시간은 각각 218시간(CASE1), 95시간 (CASE2) 감소되는 것으로 분석됨
 - 감소량을 비율로 산정 시 CASE1의 경우 2.2% 그리고 CASE2의 경우 1.0%의 통행시간 감소가 이루어짐
- CASE2의 경우, 급행 노선의 차량을 증가시켰으나, 오히려 CASE1에 비해서 통행시간은 증가되는 것으로 분석됨
 - 이는 급행 정류장에서 완행 정류장으로 이동 시 급행노선 대신 완행 노선을 선택해야 되며, 이 경우 완행버스의 대기시간 증가로 오히려 전체 통행시간이 증가되는 것으로 분석됨

[표 4-3] 통행시간 비교

(단위: 시간)

	기준년도	CASE1	CASE2
통행시간	9,660	9,443	9,565
감소량	-	218	92
감소율	-	2.3%	1.0

□ 노선별 수요 분석

- 오전 첨두 2시간을 기준으로 대중교통 통행배정을 수행한 결과 대부분의 시나리오에서 미시행 시에 비해서 승차수요가 감소한 것으로 분석됨
 - 601노선의 미시행 시 승차수요는 3,046인이며, 배차간격 조정과 함께 급행화를 도입한 CASE1은 2,892인, CASE2는 2,837인으로 7% 이내의 승차수요가 감소함
 - 801노선의 미시행 시 승차수요는 1,005인이며, CASE1 에서는 780인, CASE2에서는 981인으로 약 20% 전후로 승차수요가 감소함
 - 991노선의 경우 미시행시 승차수요는 553인이나, CASE2 에서는 829인으로 약 50% 승차수요가 증가함
- 현재와 같은 차량 운행대수를 유지한 상황에서 급행화를 도입할 경우 완행 정류장에서의 대기시간 증가로 인하여, 다른 노선으로 전환되며 이에 따라서 기존 노선의 수요감소가 발생함

[표 4-4] 급행화 노선 시나리오별 분석 결과(승차수요)

구분	미시행시	CASE1			CASE2		
		완행	급행	합계	완행	급행	합계
601 단독 시행	3,046	2,477	414	2,892	1,723	1,114	2,837
801 단독 시행	1,005	535	245	780	297	685	981
991 단독 시행	553	193	226	419	182	647	829
3개 노선 동시 시행	4,604	3,266	888	4,154	2,138	2,410	4,549

3. 시나리오별 분석 결과

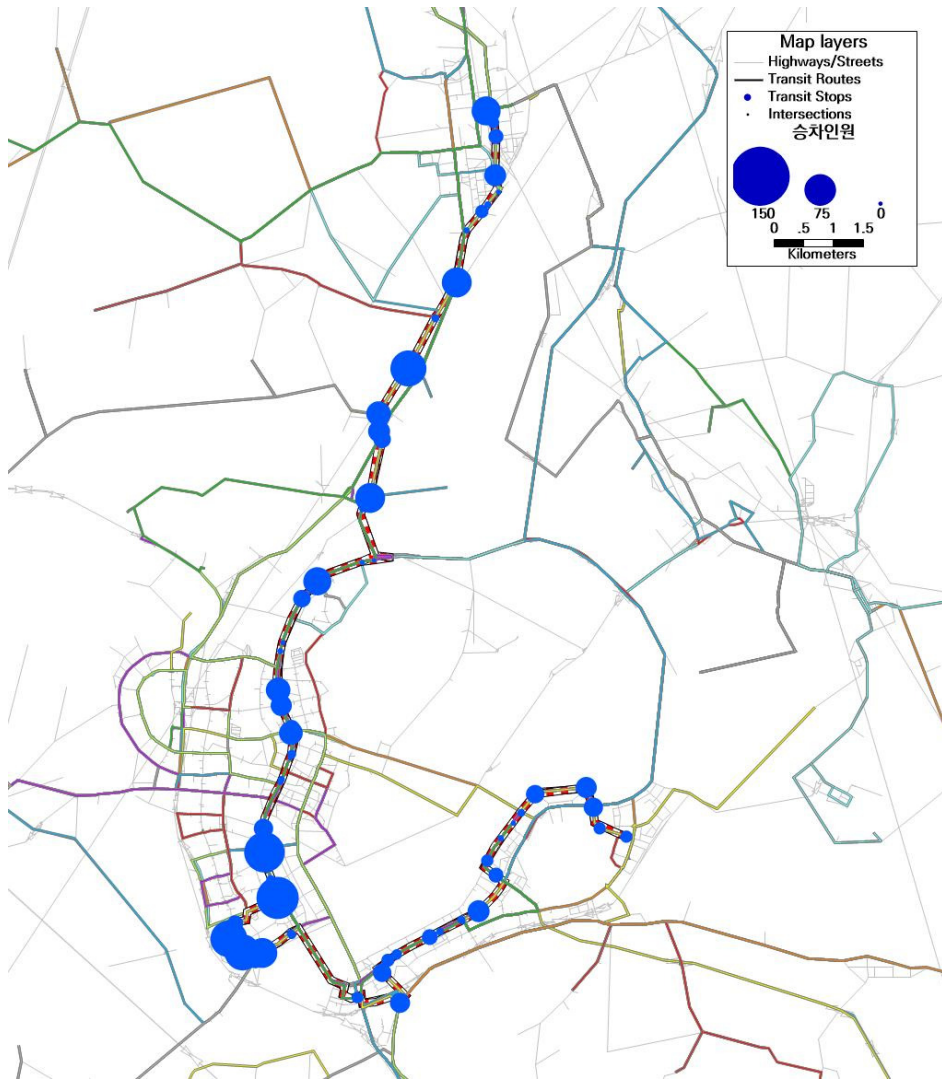
□ 버스노선 601 급행화

- 버스노선 601은 조치원역과 새나루마을9,10단지를 시종점으로 하는 노선으로서 시간당 5대가 운행함
- 오전첨두 2시간의 급행도입 CASE1에서는 완행 승차인원이 2,477인, 급행 승차인원이 414인으로 합계 2,892인의 승차인원을 보임
 - 완행은 배차간격이 운행대수가 많고 정차 정류장이 많아 더 높은 수요를 보임
- 급행도입 CASE2에서는 완행 승차인원이 1,723인, 급행 승차인원이 1,114인으로 합계 2,837인의 승차인원을 보임
 - CASE1에 비해서 급행의 운행대수가 1대 증가하여 상대적으로 급행의 수요가 증가함

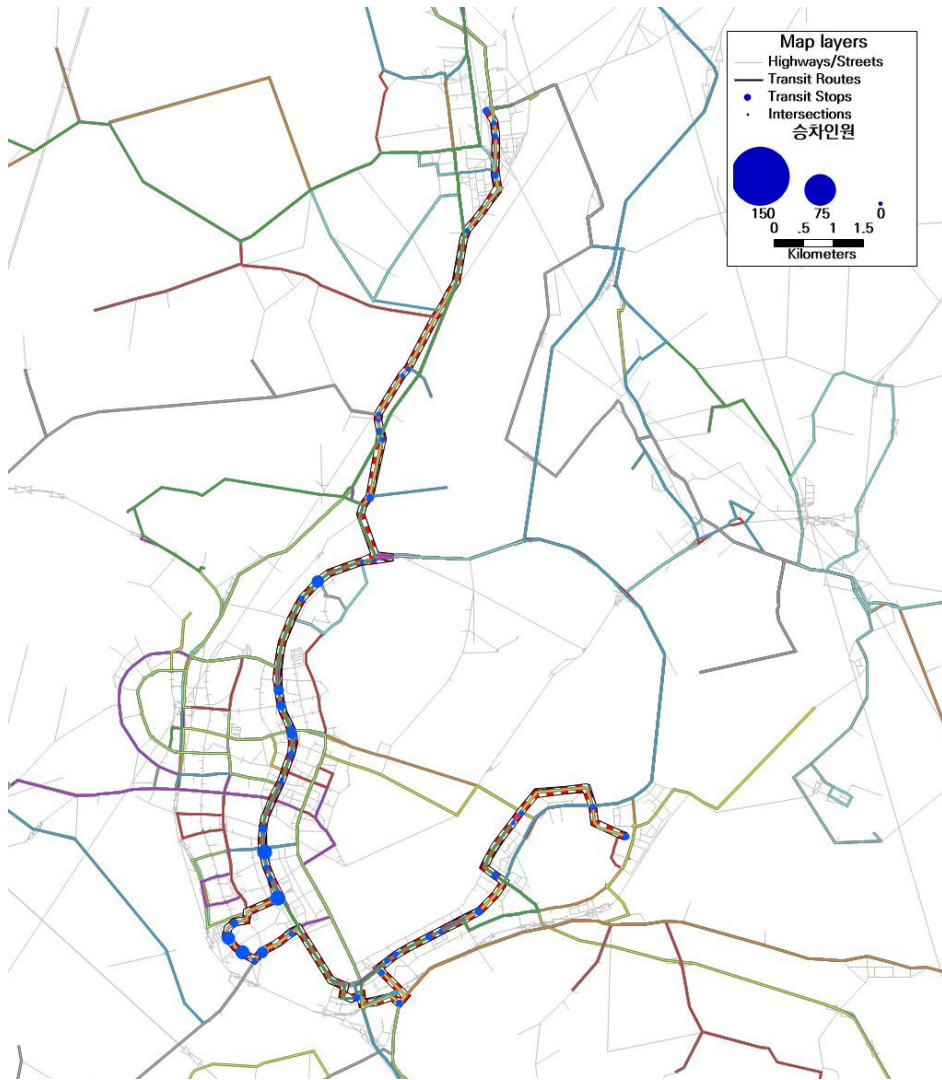
[표 4-5] 버스노선 601 단독 급행화 시나리오별 분석 결과

구분		On	Off	Access On	Transfer On	Transfer Off	Egress Off		
미시행시	상행	1,484	1,484	1,434	50	77	1,407		
	하행	1,562	1,562	1,488	74	26	1,535		
	합계	3,046	3,046	2,922	124	104	2,942		
CASE1	완행	상행	1,214	1,214	1,164	50	60	1,154	
		하행	1,263	1,263	1,142	121	20	1,243	
		계	2,477	2,477	2,306	172	80	2,398	
	급행	상행	221	221	211	10	20	200	
		하행	194	194	181	12	28	165	
		계	414	414	392	22	49	366	
	전체	합계	2,892	2,892	2,698	194	128	2,763	
	CASE2	완행	상행	869	869	828	41	45	824
			하행	854	854	773	81	15	839
계			1,723	1,723	1,601	122	60	1,664	
급행		상행	542	542	518	24	53	489	
		하행	572	572	541	31	47	525	
		계	1,114	1,114	1,059	55	100	1,014	
전체		합계	2,837	2,837	2,660	177	159	2,678	

- 정류장별 승차수요를 검토한 결과 타 노선의 이용가능성이 높은 조치 원역~세종장례식장 입구에서 승차수요 감소 현상이 나타남



[그림 4-4] 정류장별 수요 분포 (CASE1, 601노선, 완행)



[그림 4-5] 정류장별 수요 분포 (CASE1, 601노선, 급행)

□ 버스노선 801 급행화

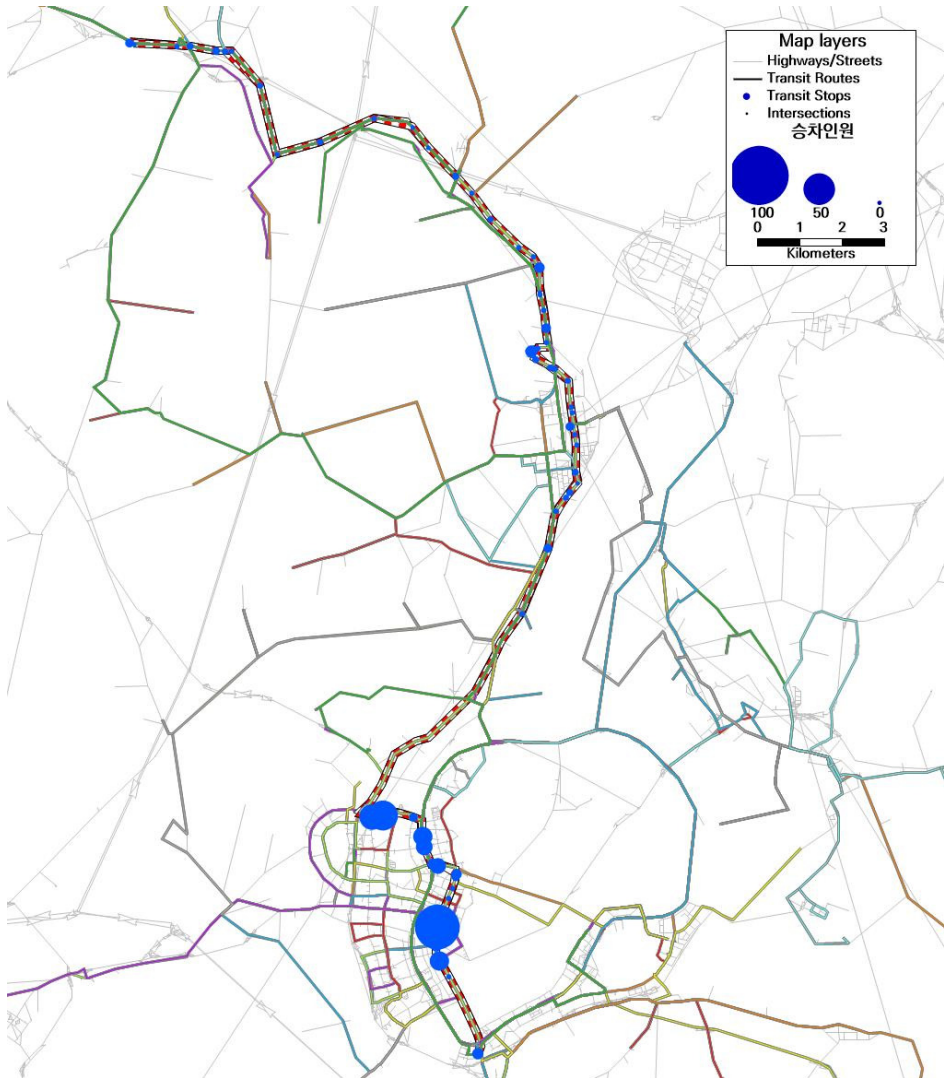
- 버스노선 801은 문화체육관광부와 민석그린아파트를 시종점으로 하는 노선으로서 운행대수는 시간당 3대임
- 오전 첨두 2시간의 급행도입 CASE1에서는 완행 승차인원이 535인, 급행 승차인원이 245인으로 합계 780인의 승차인원을 보임

- 완행버스의 배차간격 증가에 따라서 완행 정류장에서 다른 노선으로 전환으로 인하여 수요가 감소함
- 급행도입 CASE2에서는 완행 승차인원이 297인, 급행 승차인원이 685 인으로 합계 981인의 승차인원을 보임
- CASE1은 완행의 운행대수는 2대이고, 급행의 운행대수는 1대인 반면 CASE2는 완행의 운행대수가 1대이고, 급행의 운행대수가 2대임에 따라서 급행의 수요가 높았으며, 또한 급행의 효과로 인하여 CASE1보다 전체수요가 증가함

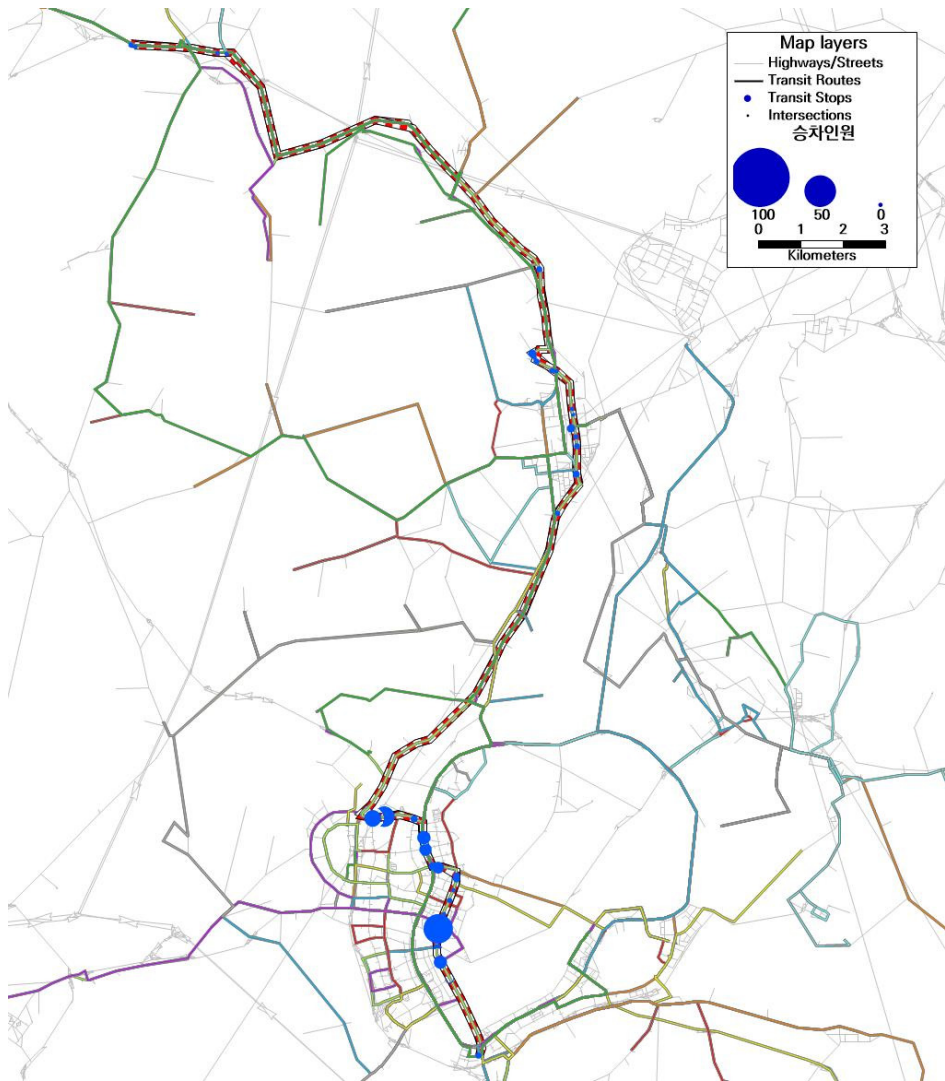
[표 4-6] 버스노선 801 단독 급행화 시나리오별 분석 결과

구분		On	Off	Access On	Transfer On	Transfer Off	Egress Off	
미시행시	상행	559	559	518	42	18	542	
	하행	446	446	363	83	30	416	
	합계	1,005	1,005	880	125	47	958	
CASE1	완행	상행	286	286	254	32	14	272
		하행	249	249	185	63	20	229
		계	535	535	439	96	34	501
	급행	상행	149	149	135	14	22	127
		하행	97	97	70	26	13	84
		계	245	245	205	40	35	211
전체	합계	780	780	644	136	69	712	
CASE2	완행	상행	171	171	157	13	6	164
		하행	126	126	97	29	3	123
		계	297	297	254	43	9	287
	급행	상행	406	406	377	29	40	365
		하행	279	279	228	51	22	257
		계	685	685	604	80	62	623
전체	합계	981	981	858	123	71	910	

- 정류장별 승차수요를 검토한 결과 범지기마을3,9단지~도렘마을9단지 구간을 제외한 대부분의 정류장에서 조금씩 승차수요 감소 현상이 나타남



[그림 4-6] 정류장별 수요 분포 (CASE1, 801노선, 완행)



[그림 4-7] 정류장별 수요 분포 (CASE1, 801노선, 급행)

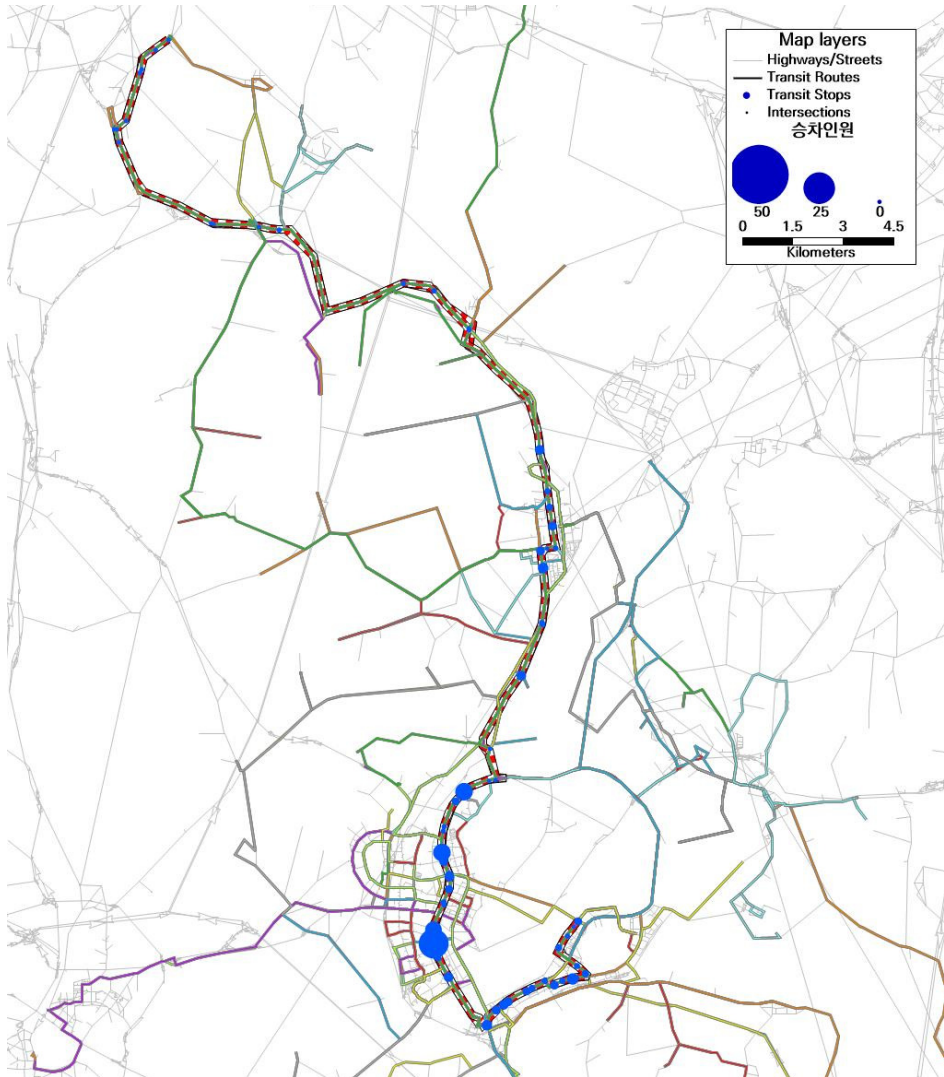
□ 버스노선 991 급행화

- 버스노선 991은 국책연구단지과 대곡리를 시종점으로 하는 노선으로서 시간당 2대 운영중임
- 오전 첨두 2시간의 급행도입 CASE1에서는 완행 승차인원이 193인, 급행 승차인원이 226인으로 합계 419인의 승차인원을 보임
 - 운행대수의 적음으로 인하여 미시행 시 550명이 탑승하는 것으로 나타났으며 급행도입 시 약140명 수요가 감소됨
- 급행도입 CASE2에서는 완행 승차인원이 182인, 급행 승차인원이 647인으로 합계 829인의 승차인원을 보임
 - 급행 노선의 2대 증가로 인하여, 다른 노선에서 수요가 변화되며, 따라서 991번의 수요가 약 50% 증가됨

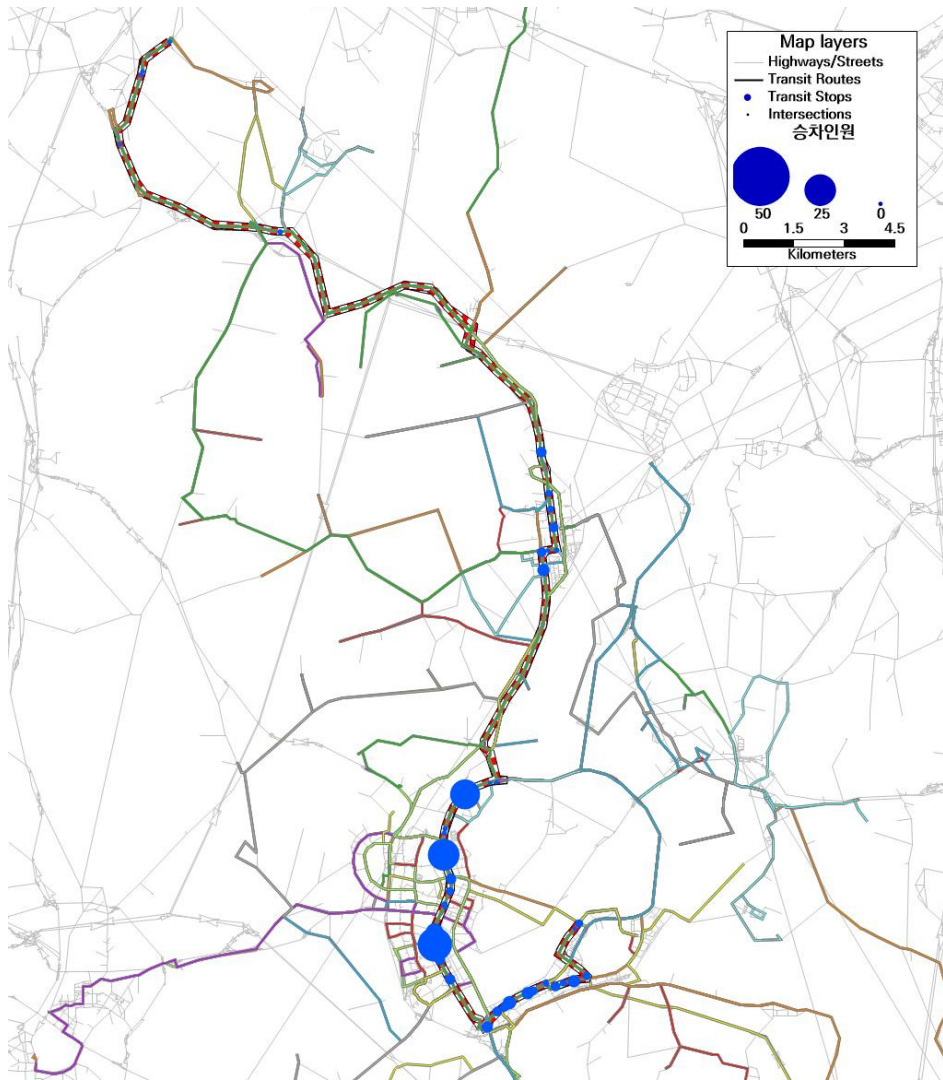
[표 4-7] 버스노선 991 단독 급행화 시나리오별 분석 결과

구분		On	Off	Access On	Transfer On	Transfer Off	Egress Off		
미시행시	상행	258	258	225	32	32	226		
	하행	295	295	246	49	13	282		
	합계	553	553	471	81	45	508		
CASE1	완행	상행	108	108	97	11	17	90	
		하행	85	85	72	13	7	78	
		계	193	193	169	24	24	168	
	급행	상행	112	112	101	11	9	103	
		하행	114	114	100	14	5	109	
		계	226	226	201	25	14	213	
	전체	합계	419	419	370	49	38	381	
	CASE2	완행	상행	79	79	72	7	11	67
			하행	103	103	95	8	4	99
계			182	182	168	15	16	166	
급행		상행	251	251	229	22	17	233	
		하행	396	396	368	28	9	388	
		계	647	647	597	50	26	621	
전체		합계	829	829	765	65	42	787	

- 정류장별 승차수요를 검토한 결과 CASE2는 CASE1에 비해 상대적으로 다수의 정류장에서 승차인원 증가현상이 나타남
 - 고려대학교~자이아파트 구간의 연속된 급행 정류장에서 승차수요 증가 현상이 뚜렷하게 나타남



[그림 4-8] 정류장별 수요 분포 (CASE1, 991노선, 완행)



[그림 4-9] 정류장별 수요 분포 (CASE1, 991노선, 급행)

□ 3개(601, 801, 991) 노선 동시 급행화

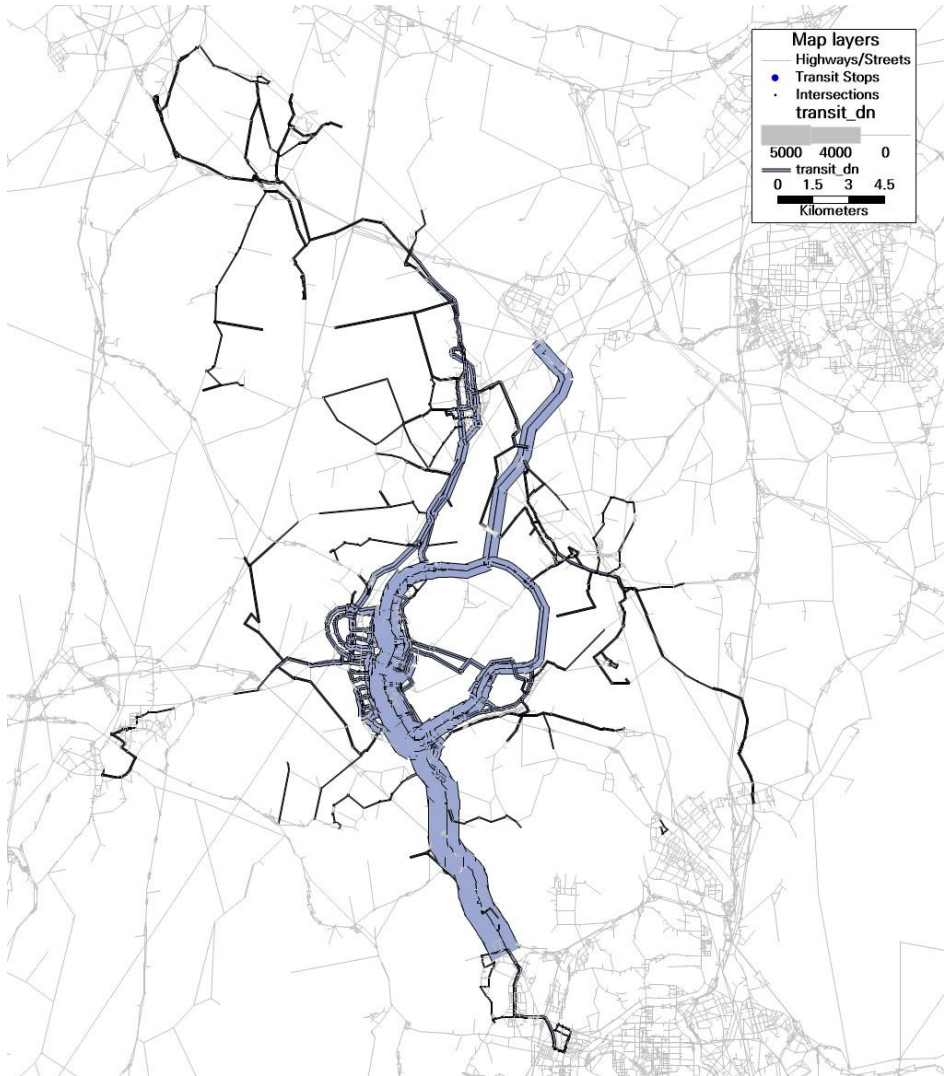
- 개별 노선의 급행화 뿐 아니라 3개 노선을 모두 급행화 했을 때에 대해 분석하였음
 - 3개 노선의 배차간격 시나리오가 각각 2개이며, 이를 통해 나타날 수 있는 전체 노선의 총 시나리오 조합은 모두 27가지가 가능함(각 노선 별 미시행 시, CASE1, CASE2 등 3가지 선택 대안이 가능함)
 - 개별 노선의 급행화 분석 또한 노선별 급행정류장의 설정을 고정하고, 배차간격을 2가지 시나리오 한정된 상황에서의 분석한 것으로 급행정류장이 달라지고, 배차간격도 변화한다면 사실 무한대의 경우의 수가 발생 가능
 - 본 분석에서는 급행화가 동시에 진행되었을 때의 대중교통 승차수요의 영향을 개략적 검토하기 위하여 모든 노선이 각각 CASE1 혹은 CASE2로 급행화가 진행될 경우에 대해서만 추가 분석을 수행하였음
- 3개 노선의 미시행시 승차수요는 4,604인이며, 모두 CASE1으로 급행화하였을 때 승차수요는 4,154인, CASE2로 급행화하였을 때 승차수요는 4,549인으로 분석됨
 - 개별 노선 급행화시 991노선의 CASE2를 제외하고는 모두 해당 노선의 승차수요가 감소함에 따라 동시 급행화에서도 승차수요가 모두 감소하는 것으로 나타남
 - 개별 노선의 급행화 시 타 노선으로의 경로 전환이 나타남에 따라 그 효과는 완화되는 것으로 분석됨
- 3개 노선 동시 급행화 시 개별노선별 정류장별 승차인원은 별도의 부록에서 그 결과를 확인할 수 있음
- 상기와 같은 결과는 버스노선 급행화 도입 시 개별 노선의 단순 급행화 효과 합산으로 분석하는 것이 아니라, 시스템 혹은 네트워크 전체의 효과를 검토함으로써 정책목표 등의 달성 여부를 판단해야 함을 의미함

[표 4-8] 3개 노선 동시 급행화 시 3개 노선 합산 분석 결과

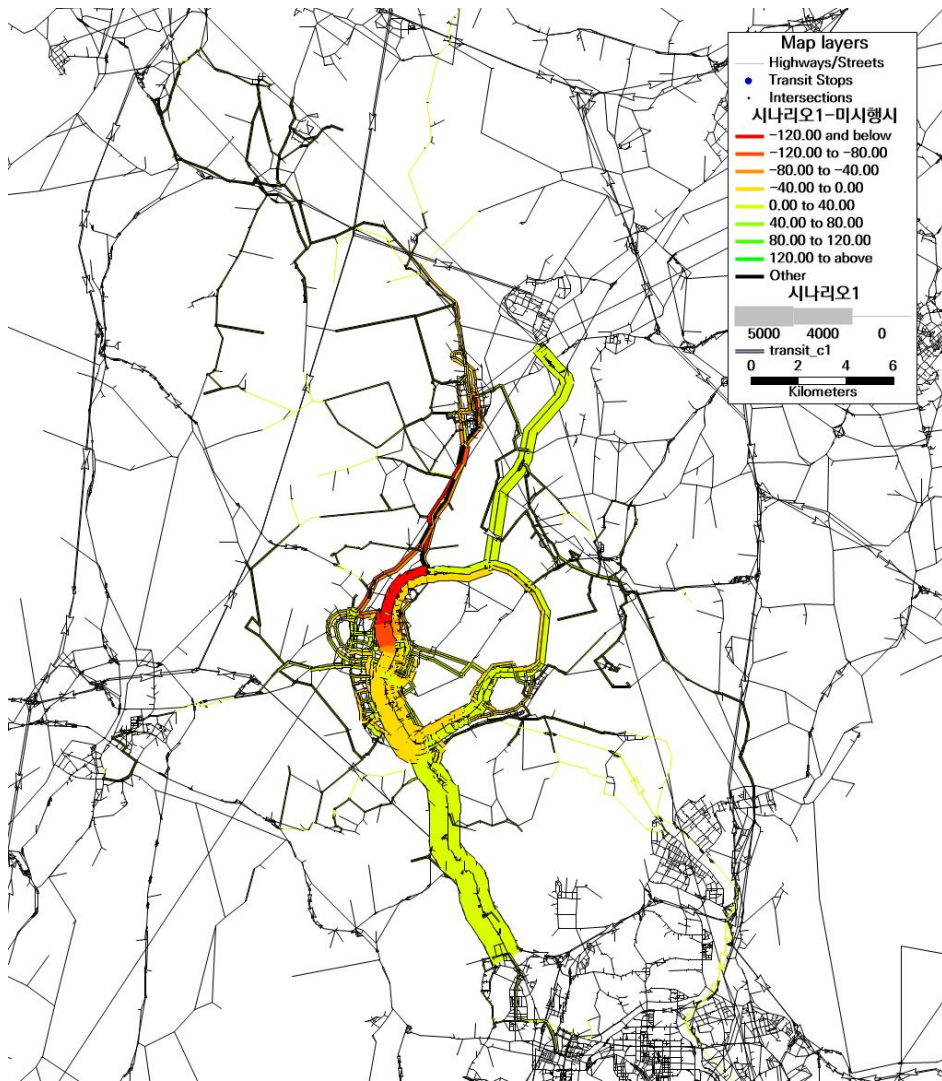
구분		On	Off	Access On	Transfer On	Transfer Off	Egress Off	
미시행시	상행	2,301	2,301	2,177	125	126	2,175	
	하행	2,302	2,302	2,097	206	69	2,233	
	합계	4,604	4,604	4,273	330	196	4,408	
CASE1	완행	상행	1,670	1,670	1,570	99	117	1,552
		하행	1,596	1,596	1,408	188	42	1,554
		계	3,266	3,266	2,979	287	159	3,106
	급행	상행	498	498	462	36	72	425
		하행	390	390	333	57	29	361
		계	888	888	795	93	102	786
	전체	합계	4,154	4,154	3,774	381	262	3,892
	미시행 대비증감		-449	-449	-499	50	66	-516
	CASE2	완행	상행	1,092	1,092	1,023	69	51
하행			1,046	1,046	959	88	19	1,027
계			2,138	2,138	1,982	157	71	2,068
급행		상행	1,178	1,178	1,092	85	86	1,091
		하행	1,233	1,233	1,112	120	63	1,169
		계	2,410	2,410	2,205	205	149	2,261
전체		합계	4,549	4,549	4,186	362	220	4,329
미시행 대비증감		-55	-55	-87	32	24	-79	

□ 배정된 승객수

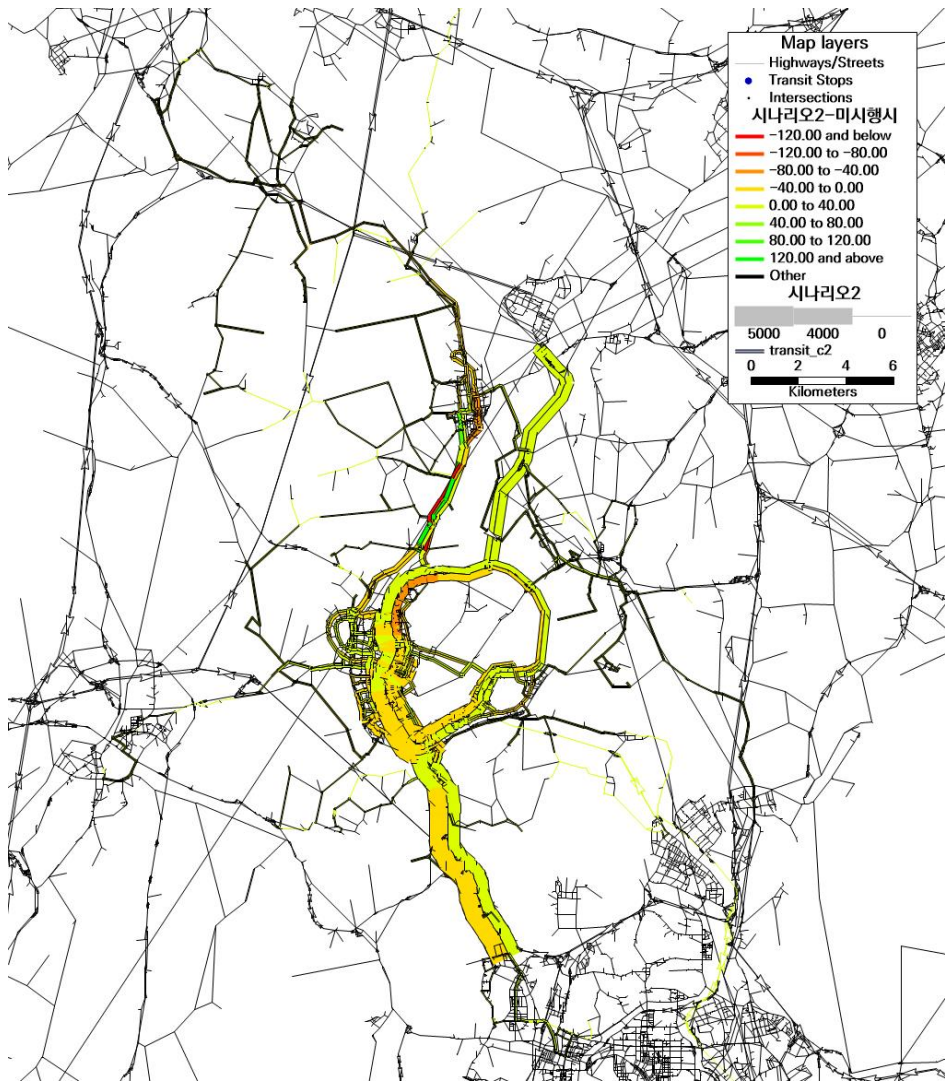
- 노선 신설 또는 노선 변경이 아닌, 기존의 노선에서 정류자 skip을 통한 급행버스 도입 시, 통행량은 큰 차이가 없음
 - 그러나, 급행버스 도입으로 인하여, 완행 정류장에서의 노선 변경으로 인하여, 몇몇 노선에서는 수요의 변화가 발생함
- 급행버스 도입으로 인하여, 완행 정류장에서 노선 전환이 발생하였으며, 가장 크게 영향을 받는 노선은 222번으로 분석됨
 - 222번의 경우, 행복도시를 전역을 운행하는 지선 노선으로서, 행복도 시내에서의 완행 정류장의 경우, 222번으로 이용객수가 약 50명 이동 되는 것으로 분석됨
- CASE1 경우 조치원 지역과 행복도시를 연결하는 16번과 17번도 영향을 받는 것으로 분석됨
 - 16번과 17번은 조치원과 행복도시 북쪽을 왕복운행하는 지선버스 노선으로서, 급행버스 도입의 영향으로 약 40명의 승객이 16번과 17번으로 이동한 후, BRT 노선으로 환승하는 것으로 분석됨
- CASE2 경우 550번의 노선이 영향을 많이 받는 것으로 분석되었으며, 약 50명의 이용객이 증가되는 것으로 분석됨
 - 550번은 조치원-행복도시-공주를 연결하는 간선버스로서, 조치원과 행복도시간의 수요 증가가 발생함



[그림 4-10] 통행량 분포 (미시행시)



[그림 4-11] 통행량 차이 (Case 1)



[그림 4-12] 통행량 차이 (Case 2)

결론

제1절 분석 결과 요약

제2절 정책제언 및 향후 연구

5장

제5장 결론

제1절 분석 결과 요약

□ 연구 목적

- 세종시는 대중교통 중심 도시로 설계 되었으나, 현재 세종시의 대중교통 버스 분담률은 약10%로 기존 목표치인 70%보다 현저하게 낮은 수준임
- 현재 세종시는 지속적으로 성장하고 있으며, 2024년 6생활권 대규모 아파트 입주와 5생활권의 택지개발이 예정되어 있으며, 신규 산업단지, 국회 세종의사당 건설 및 공동캠퍼스 개발 등 기타 공공분야의 토지이용 개발도 진행 예정임
- 향후 택지개발에 따른 인구 증가를 감안한다면, 도로의 혼잡은 심화될 거라 판단되며, 이를 해결하기 위해서 대중교통으로의 통행수단 전환이 필요한 시점임
- 대중교통 개선을 위해서 세종시에서는 2022년부터 노선 개편 연구용역을 수행중에 있으며, 2024년도에 신규 노선을 포함한 개편된 노선을 운행 예정임
- 본 연구는 대중교통 서비스 개선 차원에서 급행버스 도입에 따른 효과 분석을 수행함

□ 교통카드 데이터

- 교통카드 데이터분석 위해서 2023년 8월 3일부터 10일까지 약 1주일 이 기간의 데이터를 수집하였으며 데이터는 29개의 열과 365,495개의 행으로 구성됨
- 세종시 OD 승객수 데이터를 GIS 기반으로 분석하기 위해서 세종시 OD 승객수 데이터와 공간정보 데이터를 연결하는 데이터 전처리 과정을 수행하였음

- 교통카드 데이터 분석을 위해서, 데이터 시각화 기법을 사용하였으며, Tableau를 활용하여 교통카드 데이터를 분석할 수 있는 대시보드를 구현함
- 지도상의 정류장 및 항목별로 마우스 클릭 시 필터가 적용되어, 원하는 정류장 및 노선에 대해서 분석할 수 있도록 구성함

□ 노선 이용현황

- 현재 세종시에 운행하는 노선은 BRT 노선: 6개, 광역노선: 4개, 간선 노선: 8개, 지선노선: 15개, 마을노선: 30개가 운행중에 있음
- 현재 세종시에서 이용중인 노선 분석 결과, B2 노선이 전체 노선의 16%를 차지하고 있는 것으로 분석됨
- B2 노선을 제외하고, 601번이 10% 이용률; 1000번이 9% 이용률, 222번이 7%의 이용률을 보이는 것으로 분석됨

□ 급행노선 검토

- 오전 첨두시간 수요를 바탕으로 우선순위를 분석한 결과, BRT 노선을 제외하고, 601번, 1000번, 222번, 1004번, 801번, 204번, 2002번, 1005번, 991번 등의 노선이 검토 대상이었으며, 수요를 바탕으로 노선 길이를 분석한 결과, 최종적으로 검토 노선은 601번, 801번, 991번을 대상으로 분석함
- 601번 분석 결과, 총 55개의 정류장중, 수요의 90%에 해당되는 정류장은 39개 정류장 (총 정류장중 71%)으로서, 이 정류장들은 급행노선 신설로 인하여, 이동시간의 효과가 있음
 - 반면에 수요 10%에 해당되는 16개의 정류장은 급행노선 신설로 인하여, 버스 대기시간이 증가함
- 801번 분석결과, 총 57개의 정류장 중, 수요의 90%에 해당되는 정류장은 30개 정류장 (총 정류장 중 53%)으로서, 이 정류장들은 급행노선 신설로 인하여, 이동시간의 효과가 있음
 - 반면에 수요 10%에 해당되는 27개의 정류장은 급행노선 신설로 인하여, 버스 대기시간이 증가함

- 991번 분석 결과, 장거리 노선에 비해서 정차 정류장은 48개 정류장으로서 601번과 801번에 비해서 적었으며, 수요 90%에 해당되는 정류장은 34개 정류장으로서 총 70% 해당됨
- 수요 10%에 해당되는 14개의 정류장은 급행노선 신설로 인하여, 버스 대기시간이 증가함

□ 시뮬레이션 분석

- 국가교통DB의 대전세종충천권 도로철도 통합 네트워크에는 수도권과 다르게 별도의 버스노선이 구축되어 있지 않으므로, 본 분석 과정에서 개별 버스노선을 구축함
- 버스의 운영시격(배차간격)은 세종시 대중교통 배차현황의 데이터를 바탕으로 구축함
- 국가교통DB는 읍면동을 각각 하나의 센트로이드(통행량이 출발 혹은 도착하는 가상의 지점)로 설정하여 구축되어 있으나, 본 분석에서는 정확한 세종시의 정류장별 교통수요가 존재하므로 개별 정류장을 하나의 센트로이드로 구축하여 분석을 수행함
- 분석대상 노선으로 선정된 601번, 801번, 991번 노선에 대해서 2가지의 배차간격 시나리오를 설정함
- 각각의 노선에 대해서 시나리오 1은 급행버스 시간당 1대, 시나리오 2는 시간당 2대 운행으로 설정함
- 통행시간 비교 분석 결과, 현재 년도 추정시 총 9,660 시간이 소요되는 반면, 급행 노선 도입시 통행시간은 각각 218시간(CASE1), 95시간(CASE2) 감소되는 것으로 분석됨
- 오전 첨두 2시간을 기준으로 대중교통 통행배정을 수행한 결과 대부분의 시나리오에서 미시행시에 비해서 승차수요가 감소한 것으로 분석됨
- 현재와 같은 차량 운행대수를 유지한 상황에서 급행화를 도입할 경우 원행 정류장에서의 대기시간 증가로 인하여, 다른 노선으로 이용객수가 전환되며 이에 따라서 기존 노선의 수요감소가 발생함

제2절 정책제언 및 향후 연구

□ 대중교통 노선 개편

- 대중교통 노선 개편시 조치원-행복도시간의 광역 노선 신설 필요
 - 세종시 전체 면적은 465km² 이며, 이중 행복도시의 면적은 73km² 이지 만 인구비율에 따라서 대부분의 버스 노선 및 인프라 시설은 행복도시에 집중되어 있음
 - 상대적으로 읍면지역은 대중교통 소외 지역으로서, 읍면지역과 행복도시 와 연결 할 수 있는 광역 노선 확충 필요
 - 세종시의 대중교통은 간선 급행 버스 체계 (Bus, Rapid Transit, BRT)를 중심으로 운영되고 있기에, 읍면 지역에서, BRT 노선간의 환 승체계 구축 필요
 - 현재 조치원-행복도시간 버스는 장거리 운행노선으로 991번의 경우, 왕복 4시간이 소요되고 있음
 - 노선 길이 단축을 통하여, 배차시간 단축이 필요하며, 노선 길이 단축시 BRT 노선 주변의 환승센터를 통하여 효율적인 환승 연계 방안 구축이 필요함
 - 행복도시 외곽지역 (읍면동) 지역은 낮은 수요로 버스 노선수 신설에 한계가 존재하며, 이를 극복하기 위해서 DRT노선과 BRT 노선과의 효율적인 연계 구축이 필요함

□ 버스 배차 계획

- 시뮬레이션 분석결과, 기존노선에 급행노선 도입만으로도 전체적인 통 행시간 절감효과가 나타나는 것으로 분석됨
 - 현재 세종시는 완성형 도시가 아닌 완성중인 도시로서, 지속적인 노선 개 편뿐만 아니라 노선 배차 간격 조정에도 모니터링이 필요함
 - 급행버스 도입시, 미비하지만 버스 운행시간 단축으로 인하여 배차시간 간격이 향상 될 수 있으며, 급행 정류장 이용객의 경우 이동시간 단축이 라는 효과가 발생함

- 세종시 대중교통 이용객 통행은 단거리 통행으로서, 이동시간보다는 정류장 대기시간에 소비하는 시간이 높은 관계로, 노선 단축을 통한 배차시간 단축이 필요함
- 배차시간 조정시 수요기반 배차시간 조정이 필요하며, 본 연구에서는 단순한 승하차 기반의 정류장 선정이었지만, 기종점 기반의 정류장 선정이 필요함
- 민감도 분석을 통하여, 최적의 정류장 선정 및 배차시간 조정이 필요함

□ 지속적인 노선 분석 시스템을 구축

- 세종시는 대중교통 중심도시로 설계된 만큼, 대중교통 분야에 지속적으로 투자가 필요함
 - 대중교통 노선은 지속적으로 개선되어야 되는 만큼, 노선 분석 시스템 개발이 필요
 - 현재 시뮬레이션을 분석하기 위해서는, 수요 데이터, 노선 데이터, 배차 간격 데이터등 많은 데이터들이 요구되어 지며, 분석시마다 시뮬레이션 인풋 데이터를 구축하기에는 많은 시간과 노동력이 필요함
 - 현재 시뮬레이션을 분석 할 수 있는 소프트웨어가 없는 관계로, 분석시마다 외부의 도움을 받아야 되는 실정임
 - 따라서, 단순한 노선개편 작업, 배차간격 변경시에도 많은시간이 소요됨
 - 시뮬레이션 소프트웨어 구매에 대한 투자가 필요하며, 데이터 구축의 효율화를 위한 프로그램 개발도 필요함

□ 대중교통 운영 시스템 도입

- 대중교통 운영관리 시스템 도입이 필요함
 - 읍면동 지역의 경우, 낮은 수요로 인하여, 빈도 (Frequency) 기반의 대중교통 운영에는 한계가 있음
 - 인구가 많지 않은 지역에서는 노선 시간 (Schedule) 기반의 운영이 필요하며, 이 경우, 배차간격 관리 및 정류장 도착시간 정시성 관리를 위해서 운영관리 시스템 도입 필수적임

○ 데이터 구축 시스템 필요

- 교통카드 기반 수요 데이터의 경우, T-money와 연계해서 구축되어 있으나, 노선 데이터의 경우, GIS 기반 데이터가 없음
- GIS 기반 데이터 부재로 인하여, 노선 분석 시뮬레이션 구축시, 자동화 기반이 아닌, 수동적으로 노선데이터를 구축해야 되며, 지속적인 노선 분석 시뮬레이션에는 한계가 존재함
- 시스템 구축을 통하여 체계적으로 대중교통 수요관리 및 공급 관리가 필요함

□ 향후 연구

○ 본 연구에서는 현재 교통카드데이터의 수요만을 고려한 시뮬레이션을 수행함

- 교통카드 데이터의 수요만을 고려한 시뮬레이션 분석으로서 수요가 고정되어 있다는 가정하에 분석을 수행함
- 급행버스 도입으로 인하여, 통행시간 절감효과가 발생하며, 이로 인하여 승용차에서 대중교통으로 수요 전환이 발생 될수 있음
- 따라서 향후에는 급행버스 도입에 따른 수요전환, 즉 수단분담율에 대한 분석이 필요함

○ 본 연구에서 급행버스 도입시, 급행 버스 도입에 따른 버스 운행 대수를 기존노선(완행노선)에서 감차하는 형식으로 시뮬레이션 분석을 수행함

- 기존 노선에서 감차할시, 완행 정류장에서 기존의 이용객의 정류장 대기시간이 증가하며 이 경우, 민원 발생 우려가 존재함
- 따라서, 급행버스 증차의 개념으로의 분석이 필요함
- 또한 기존 노선의 급행이 아닌, 거점 기반의 신규 노선을 통한 급행버스 도입에 대한 연구가 필요함
- 예를 들면 세종시에서 수요가 많은 오송역-도담동-정부청사-터미널-반석역 노선 추진이 필요함

참고문헌

■ 단행본

- 국토교통부 (2017), <제3차 대중교통 기본 계획>
정경욱외 (2020), <2030 행복도시 대중교통정책 전략수립>, 한국교통연구원
세종특별자치시(2018), <제2차 세종특별자치시 지방대중교통계획 (2017~2021)>
행정중심복합도시건설청(2017), <행복도시권 광역BRT 개선 종합계획>
서울특별시(2018), <빅데이터 기반 심야버스 노선 수립을 위한 분석>, 서울시 빅데이터 분석 사례집

■ 학위논문, 학술지 논문

- Currie, G., Delbosc, A. (2014), Assessing Bus Rapid Transit system performance in Australasia, <Research in Transportation Economics> Vol. 48, 142~151.
- Georgiadis, G, Politis, I, Papaioannou, P (2014), Measuring and improving the efficiency and effectiveness of bus public transport systems, <Research in Transportation Economics> Vol.48, 84~91.
- Lee, Y.-J, Shariat, S., Choi, K (2014), Optimizing Skip-Stop Rail Transit Stopping Strategy using a Genetic Algorithm, <Journal of Public Transportation> Vol.17 No.2, 163~192.
- Leiva, C., Munoz, J. C., Giesen, R., Larrain, H. (2010), Design of limited-stop services for an urban bus corridor with capacity constraints, <Transportation Research Part B: Methodological> Vol.44 No.10, 1186~1201.
- Schwarcz, S. (2004), Service design for heavy demand corridors: limited-stop bus service (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology)
- Sheth, C., Triantis, K., Teodorovic, D. (2007), Performance evaluation of bus routes: A provider and passenger perspective, <Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review> Vol.43 No.4, 453~478.
- Shimamoto, H., Murayama, N., Fujiwara, A., Zhang, J. (2010), Evaluation

- of an existing bus network using a transit network optimisation model: a case study of the Hiroshima City Bus network. *〈Transportation〉* Vol.37 No.5, 801~823.
- Sun, C., Zhou, W., Wang, Y.(2008), Scheduling combination and headway optimization of bus rapid transit, *〈Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, Vol.8 No.5, 61~67.〉*
- Tetreault, P.R., El-Geneidy, A.M. (2010), Estimating bus run times for new limited-stop service using archived AVL and APC data, *〈Transportation Research Part A: Policy and Practice〉* Vol.44 No.6, 390~402.
- Ulusoy, Y., Chien, S., Wei, C. H. (2010), Optimal all-stop, short-turn, and express transit services under heterogeneous demand. *〈Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board〉* Vol.2197, 8~18.
- 김속희·심태일(2021), 자료포락분석을 이용한 시내버스 노선 효율성 분석 수원시를 중심으로, *〈대한교통학회지〉* 제39권 3호, 264~279.
- 손상훈·송혜인(2022), 버스 노선의 합리적 조정을 위한 대안 발굴 및 비교 사례 소개 :제주특별자치도 장거리 급행 노선을 중심으로, *〈교통기술과 정책〉* 제19권 제5호, 28~37.
- 원제무(2015). 도시교통론. 박영사.
- 이가령, 조신형, 이은학, 김동규(2019), 이용자 측면의 불균형적 버스 정류장 평가에 대한 연구, 제81회 학술발표회, 412~413.
- 이은학(2021), Design of Rapid Bus Routes Considering Transit Efficiency, 서울대학교 박사학위논문.
- 조혜진·이영인(2005). 급행버스 노선의 정류장 위치 및 배차간격 결정에 관한 연구, *〈대한교통학회지〉* 제23권 7호, 63~74.
- 진장원·오광일(2019), 수도권 급행전철 이용 선호도에 미치는 영향 변수 분석, 한국철도학회 춘계학술대회, 44~45.
- 한종학(2005). 최적 버스노선망 설계방법론에 관한 연구. 서울시립대학교 박사학위논문,
- 한지용(2020), 수도권 광역철도 급행열차 정차역 선정기준 연구, 서울시립대학교 석사학위논문.



34051 대전광역시 유성구 전민로37(문지동)
TEL. 042-530-3500 FAX. 042-530-3508
www.dsi.re.kr

ISBN 979-11-6075-423-0 93350