

01. 연구 개요

연구 배경

서울시 버스 준공영제 현황

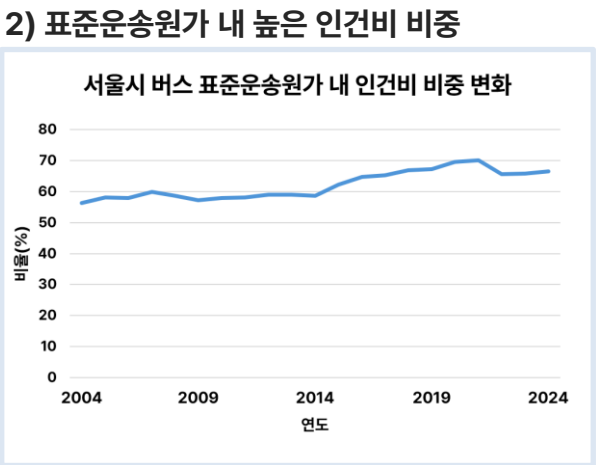
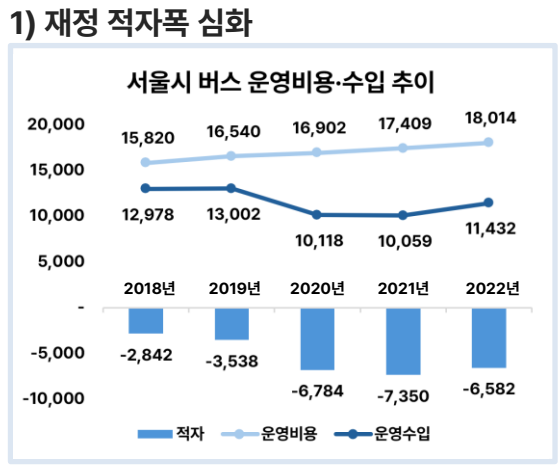
2004년 대중교통 전면 개편 준공영제 도입

2026년~ 서울 시내버스 개편 (추진중)
노선 재설계 | 재정지원 구조 개선

서울시 버스 준공영제
전국 최초로 시행된 준공영제

운영방식
서울시가 수입금 전액 관리 사후정산 방식 사용

운영성과
통합합승제도 도입
공공성 보장, 운행 안전성 확보



승객감소로 적자가 증가하는 추세이며, 표준운송원가 중 인건비 비중이 60~70%로 매년 임금상승이 재정 부담으로 직결되는 구조적 문제, 단순 행정 개편으로는 적자 문제 해결이 불가능
→ 본 연구는 이러한 준공영제의 한계를 자율주행버스 도입을 통해 해결 하고자 함.

연구 목적 및 흐름도

1. 자율주행버스 도입 시 비용절감 효과 도출

Flow chart

현재 2024 서울시 시내버스 표준운송원가
자율주행 도입 시 동대문구 자율주행 마을버스 시범사업 운영비용

1일 대당 운영비용 자율주행 시내버스 표준운송원가 산정
보정값

연간 운영비용 자율주행 시내버스 연간 운영비용 산출

연간 절감비용 자율주행 도입 시 연간 운영비용 절감효과 도출

2. 자율주행버스 도입 방안 제시

3. 자율주행 도입에 따른 신규 서비스 제시

02. 연구 내용

효과 분석 및 타당성 분석

- 표준운송원가 산정
현 준공영제 '표준운송원가'를 기반으로, 자율주행 전환에 따른 인건비 절감액을 예측하여 원가를 재산정함. 이를 통해 1일 대당 운영비용과 연간 운영비용 및 절감효과를 도출함.

- 사용 자료
- 2024 시내버스 표준운송원가
- 2025 동대문A01 운영비용 : 671,933원/대.일
* 동대문구청 예산서를 참고하여 조사
사용한 동대문A01은 자율주행 '마을버스'로, 시내버스 운영비용 산출을 위해 보정값을 사용하여 시내버스로 환산함.

- 시나리오 설정

시나리오 1 · 시범운영 기준
인건비 절감 미반영 | 현 시범운영비 기준 산출

시나리오 2 · LEVEL 4 전환
원격 관제 전환 가정 | 인건비: 1대 당 2.87명 → 1명 감축

기존 준공영제 대당 필요 인원 2인/대, 휴가일수 포함 실제 필요인원수 2.87명

자율주행 관제 도입(가정) 원격 관제 0.57명(1:5 관제), 현장 안전관리 0.43명(가변투입), 총 1.0명

- 운영비 산출 시 고려사항(보정값)

기준원가 보정
마을버스 486,098원, 시내버스 865,726원
(마을버스) × 1.78

물가상승분 반영
교통 품목 물가상승률 -1.3%, 2025년 기준 671,933원, 2024년 환산 663,310원

차량 감가상각비
유종별 차량가격(보조금 적용)
CNG 2억 원, 전기버스 3억 원, 자율주행 7.8억 원

연료비 반영
유종별 연료비(원/km)
CNG 497원, 전기버스 143원

시내버스 가동률 산출
- 사용 데이터: 버스 인가현황, 노선별 일일 운행거리
- 산출방법: 두 데이터를 결합, 요일별 가동률 산출
전체 가동률 산출
 $R_{total} = \frac{(R_{week} \times D_{week}) + (R_{weekend} \times D_{weekend})}{365}$

94.64% 서울 시내버스 가동률 평균
평일(250일) 98.94%, 토요일(52일) 89.21%, 공휴일(63일) 82.02%

- 1일 대당 자율주행버스 운영비용 산출

1일 대당 운영비용 비교
CNG 대형 865,726원 기준, 전기버스 776,340원 (절감 89,386원), 자율주행 시나리오 1 745,552원 (절감 120,174원), 자율주행 시나리오 2 462,029원 (절감 403,697원)

- 연간 서울시 자율주행버스 운영비용 산출

산출 과정
462,029원 × 365일 × 7,320대 × 94.64% = 11,129억 원/년
자율주행 연간 운영비용

- 자율주행 도입 시 운영비용 및 절감비용

현재 20,389억 원, 시나리오1 17,958억 원, 시나리오2 9,260억 원

45% 절감
연간 약 9,260억 원 운영비용 감소
현재 20,389억 원, 도입 후 11,129억 원
자율주행 도입 시 서울시 준공영제의 흑자 전환 기대

자율주행 도입방안 제시

Problem 현재 자율주행버스 전면 도입 시 노동권 침해 문제 발생

Solution 운전직 근로자의 정년퇴직에 따른 인력 자연감소분에 맞춰 자율주행버스를 순차적으로 투입하는 방안 제시

분석 방법
서울시 시내버스 연령대별 종사자수 조사
연도별 자연감소인원 추정

서울시 버스 연령대별 종사자수 (2025년, 단위: 명)
30세 미만 126, 30대 914, 40대 3,294, 50대 9,062, 65세 미만 3,959, 65세 이상 1,436

분석을 위한 가정
1. 정년퇴직 65세
2. 신규채용 인원 = 당해연도 퇴직인원
3. 신규채용 연령 60세 미만, 연령분포는 현재와 동일

연령별 퇴직시기 설정
연령대 퇴직시기
30세 미만 45년 후, 30대 35년 후, 40대 25년 후, 50대 15년 후, 65세 미만 5년 후, 65세 이상 5년 후

연도별 신규채용 비율 설정
2030 50%, 2040 30%, 2050 10%, 2060~ 0%

2040년
약 50%의 인원이 감축되는 시기 관제사로 직무전환이 이루어진다면 전면도입 검토 가능

2070년
1,000명 이하(403명) 되는 시기 신규채용 인원 포함하여 순차적 퇴직 완료 전면도입 시기

신규 서비스 제안

1) 대중교통 요금 인하
현재 서울시 버스 운영비 2024년 기준
요금수입 65%, 재정지원금 35%

자율주행 도입 절감비용 9,260억 원
대중교통 요금인하 또는 무료화 실현

2) 마을버스를 준공영제에 편입
현재 준공영제의 적자보전 마을버스까지 도입불가
자율주행 도입 시 재정 부담 감소로 준공영제 시행 가능
통합합승할인제에 따른 누적 적자 해소 시내버스와 연계한 효율적인 노선 관리

3) 자율협력주행(Connected Automated Vehicle) 도입
Problem: 버스전용차로의 정체, 자-간선의 혼재 운영
Solution: 자율협력주행 적용 | 자-간선의 결합 및 분리 운행
Expected Effect: 혼잡도 완화 | 환승 편의 | 버스전용차로 용량 증대

03. 연구 결과

결론

1. 운영비용 절감효과 입증
현행 CNG 865,726원, 자율주행 S1 745,552원, 자율주행 S2 462,029원
전기버스 대비 자율주행버스의 감가상각비 증가에도 인건비 절감이 이를 상쇄
9,260억 원
자율주행 전면 도입 시 연간 운영비용 절감효과 (현재 20,389억 → 자율주행 11,129억)
자율주행의 전환은 연간 적자 규모 감소로 이어져 서울시 준공영제 흑자 전환 기대

2. 단계적 도입 방안 제시
인위적 구조조정 없이 노사 갈등 최소화하는 자율주행 전환 방안을 제시
2040년 관제사 직무 전환 시 전면도입 가능 시점, 2070년 자연감소 기반 전면도입 완료 시점
2025 18,791명 시범운영 개시, 2030 16,094명 신규채용 50%, 2040 9,750명 신규채용 30% 관제사 전환 시 전면도입 검토, 2050 5,143명 신규채용 10%, 2070 403명 자연감소 기반 전면도입 완료

3. 신규 서비스 제안
절감된 비용을 시민 서비스로 제공하는 신규 모빌리티 정책 제안
대중교통 요금 인하: 자율주행 도입으로 감소한 재정지원금을 기반으로 장기적 요금 인하 또는 무료화 실현
마을버스 준공영제 편입: 마을버스에도 자율주행을 도입하여 재정 부담 없이 준공영제를 확대하여, 적자문제 해결
자율협력주행(CAV) 도입: 버스전용차로를 중심으로 결합 및 분리 운행 하여 혼잡도 완화와 차로용량 증대 효과

향후 과제
1. 시내버스 자율주행 노선의 실제 운영비용 확보 → 보다 현실적인 비용절감 효과 재산출 필요
2. 자율주행 원격 관제사 1인의 적정 관리 대수에 대한 실증적 연구가 필요
3. 관제시설 및 초기투자 비용에 대해서도 운영비용 산출 항목에 포함하여야 함