

효율적인 시내버스 노선 개편방안 도출 (행자부, 전주시)

1) 분석·개발 내역

구분	내역	비고
분석	<p>시내버스 노선의 효율적 개편</p> <ul style="list-style-type: none"> 신규 노선 개발 및 기존 노선 조정 등을 위한 교통OD분석 - 신용평가사 샘플 데이터, 유동인구 데이터, 교통카드 데이터 활용 유동인구 데이터를 활용한, 노선 개편 관련 아이디어 제안 - 이동통신사 50m x 50m 단위의 시간대 유동인구 데이터 및 (추정)관광객 데이터를 활용한 올빼미 대상 노선 또는 관광객용 신규 노선 제시 	RFP 외 요구사항 데이터의 가공 없이 그대로 활용
	<p>합리적인 대중교통정책 수립 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> 탄력배차제 분석 - 주중기준 탄력배차제 대상 노선 및 운행간격 제안 - 주말 추가 탄력배차제 대상 노선 발굴 (교통수요 확대를 위한) 환승 정책 제시 - 합리적인 환승정책 기준 수립을 위한 시뮬레이션 자료 제시 - (지자체 최초)정기탑승권 개발을 위한 시뮬레이션 자료 제시 	RFP 외 요구사항
개발	<p>시각화</p> <ul style="list-style-type: none"> 공동기반의 데이터 시각화/분석 툴인 Tableau를 이용한 시각화 - 버스카드 사용이력 데이터 시각화 	

2) 구성도

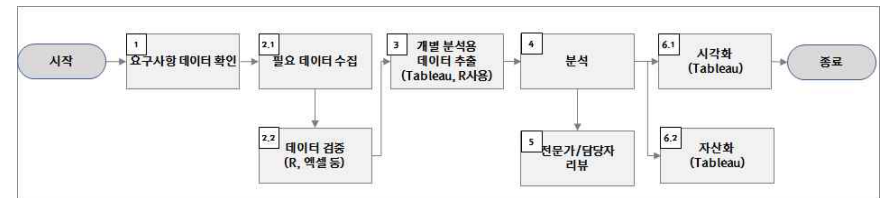
가) 개념도



나) 공동기반 플랫폼 연관도



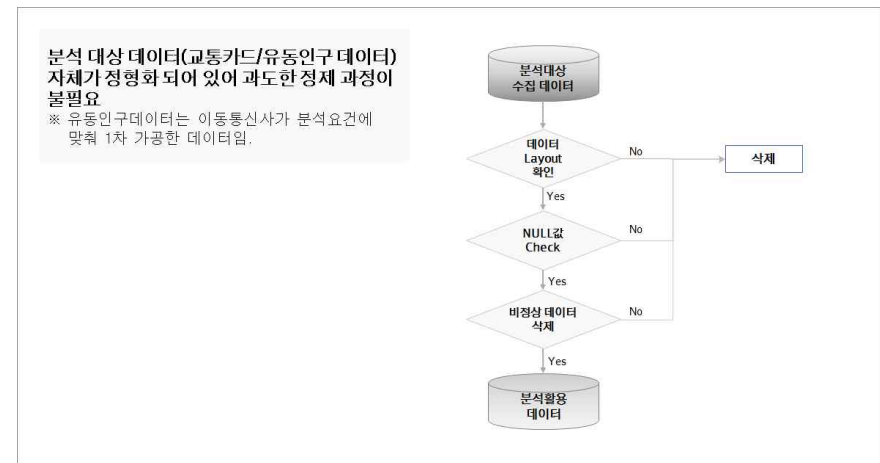
다) 업무 처리 흐름도



3) 데이터 수집 및 전처리

가) 데이터 수집 및 정제

(1) 정제 프로세스



(2) 정제 프로세스 상세

(가) 정제

- 대부분 제공된 데이터(Raw data)를 그대로 활용하였으나 일부 GPS오류로 탑승지를 식별할 수 없는 데이터(예: 정류장코드가 없거나 알 수 없는 값인 경우 등)는 모두 제외

○ 정제 R code 코드(예)

```

/*=====*/
/*
전주시 교통카드 데이터 LOADING 및 MERGE SCRIPT
2105. 12. 18
*/
/*=====*/

/* 참고: 실제 DATA를 조작하기 위해서는 R 보다 는 오라클,
MySQL 과 같은 RDBMS나, SAS와 같은 통계 툴을 이용하여
데이터를 조작하는 것이 속도 측면에서 훨씬 용이함 */

/*=====*/

/* 1. DATA LOADING: 교통카드 데이터 */

bus_data_raw <- read.csv("D:/Test_Data/BUS_DATA_V3.csv", header = TRUE, stringsAsFactors=FALSE, sep=",")
head(bus_data_raw)
class(bus_data_raw)

/* 오류 데이터: 정류장 코드가 000000, 999999 인 데이터 제거, 2015년 4월 ~ 6월 데이터 상에는 없음 */

bus_data_tmp <- bus_data_raw[bus_data_raw$STATION_CODE != '000000', ]
bus_data_tmp <- bus_data_raw[bus_data_raw$STATION_CODE != '999999', ]

/* 탑승권의 정보만 필요하므로 승차코드가 "합승:0"인 경우만 남김 */
bus_data_set <- bus_data_tmp[bus_data_tmp$CHANGE_FLAG == '0', ]
rm(bus_data_raw)
rm(bus_data_tmp)

head(bus_data_set)

/* 2. DATA LOADING: 노선정보 데이터 */

route_raw <- read.csv("D:/Test_Data/ROUTE_CODE.csv", header=TRUE, stringsAsFactors = TRUE, encoding ="AUTO", sep=",")
head(route_raw)

/* 3. DATA LOADING: 정류장 정보 데이터 */

station_raw <- read.csv("D:/Test_Data/STATION_INFO.csv", header = TRUE, stringsAsFactors=FALSE, encoding ="AUTO", sep=",")
head(station_raw)

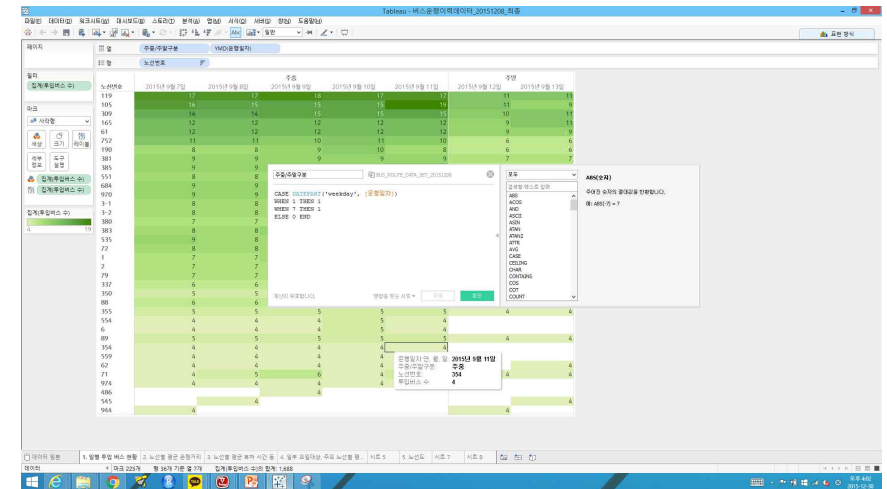
/* 4. 결합하기 */

tmp1 <- merge(x=bus_data_set, y=route_raw, by.x=c("ROUTE_CODE"), by.y=c("ROUTE_CODE"))
final_bus_data <- merge(x=tmp1, y=station_raw, by.x=c("STATION_CODE"), by.y=c("MYB_STOP_ID"))
head(final_bus_data)
class(final_bus_data)
tail(final_bus_data)

```

(나) 변환

- 공통기반 분석 툴 중 하나인 Tableau를 통해 데이터의 형변환 (Type casting)이나 텍스트 끊기, 붙이기 등의 함수를 통해 필요시 분석 과정에서 직접 변환하여 활용
- ※ 예) Tableau에서는 날짜형태로 데이터를 지정할 경우, 자동으로 요일, 주, 월로 자유롭게 변환가능



<공통기반 Tableau 활용 예>

나) 데이터 정확도 검증

- 분석 대상 데이터는 정형 데이터이므로 주로 결측값 및 코드 일치 여부 위주로 정확도 검증

4) 데이터 연계

가) 통합 연계 범위

통합/연계 대상		통합/연계 방법	통합/연계 내역
시스템	기관명(기관수)		
-	마이비 (1)	Offline	<ul style="list-style-type: none"> 교통카드 이력 데이터 교통카드 이력 데이터 코드집
-	전주시 (1)	Offline	<ul style="list-style-type: none"> 버스노선정보(운행통계 정보) 버스노선별 운행 관련 정보 시내버스 정류장 위치정보 시내버스 정류장 정보 희망노선 조사결과
-	SKT (1)	Offline	<ul style="list-style-type: none"> 유입지별 성/연령대별 유동인구 유입지별 시간대별 유동인구 OD 법정동별 성/연령대별 유동인구 OD 법정동별 시간대별 유동인구

나) 데이터 연계 방안

- 민간데이터를 기반으로 분석이 실시됨에 따라 1회에 한해 Offline으로 연계되었고 1회성으로만 분석 진행 (수요기관용 Open-api 개발 불필요)

5) 분석 모델링 및 결과 검증

가) 분석 대상 정의

- 공간적 범위: 분석의 주요 지리적(공간적)범위는 전주시이며, 교통수요 분석의 경우 통합을 앞둔 전주-완주를 포함
- 시간적 범위: 2015년 9월 현재
※ [참조] 데이터의 가용 Period

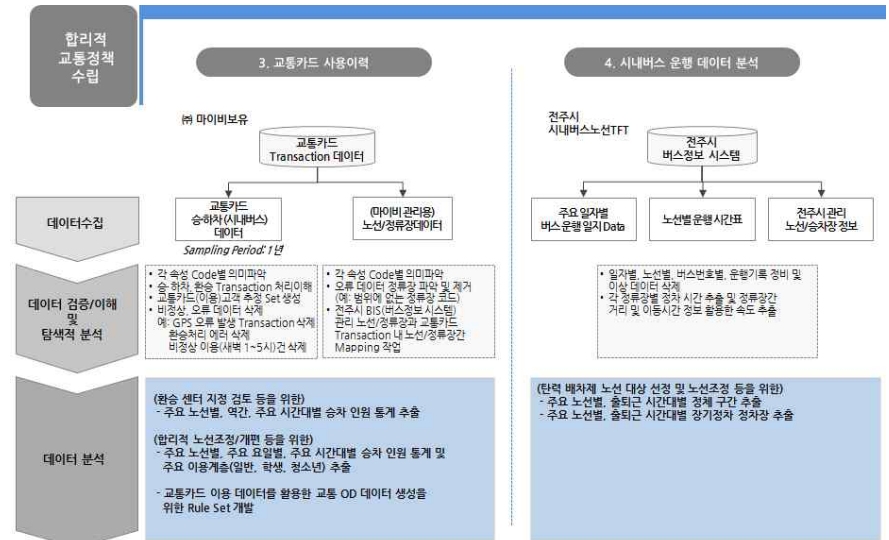
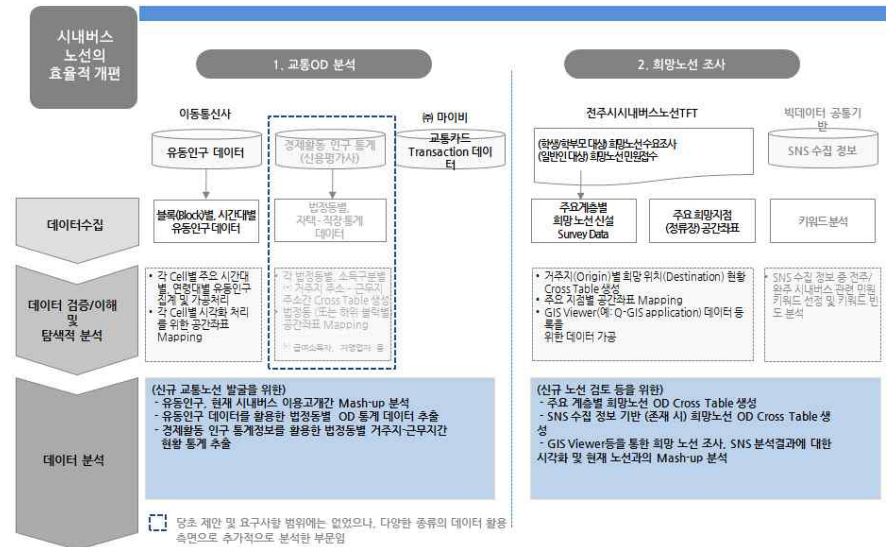
분석(활용 데이터)	시간적 범위	비고 및 이슈
교통카드 이력 데이터	2014. 9. ~ 2015. 8.	<ul style="list-style-type: none"> · 전 마이비에서 관리하는 시내버스 교통카드 이용 데이터 · 2015년 3월 13일 전주시 시내버스노선 일부 개편 실시 · 2014년 9월, 일부 GPS 오류 발생 데이터 포함
시내버스노선정보	2015. 9. 7 ~ 2015. 9. 13	<ul style="list-style-type: none"> · 전주시 시내버스 교통정보시스템(이하 전주 BIS 시스템)에 수록된 로그 데이터 · 일부 오류 데이터 존재
버스 정류장 위치정보	2015. 9월 현재	<ul style="list-style-type: none"> · BIS에서 관리되는 전주시 시내버스 정류장과 공간위치 좌표 · 수신이 정확치 않음, 마이비에서 관리하는 교통카드 이력 데이터의 좌표위치를 일치하지 않음
희망노선 조사결과	2015. 7 ~ 9	<ul style="list-style-type: none"> · 전주시에서 시민(학생 및 일반인) 대상으로 조사한 희망노선 조사결과 응답결과 데이터

- 내용적 범위: 시내버스 노선 개편, 시내버스 교통정책 개선/개발 등을 위한 타력배차제 대상 노선 검토, 시내버스 탑승객 이용현황 집계, 환승시뮬레이션 대상 확인 등

나) 분석 방법

- 현황분석: Tableau 활용
 - 교통카드 데이터를 기반으로 실제 전주시 시내버스 탑승현황을 확인할 수 있도록 일별, 기간 총 탑승건수, 이용객수 등 현황 정보를 집계
- 빈도분석, 비교분석(타력배차제 대상 노선 지정 등): Tableau 활용
 - 주요 대상 노선이 현재 가장 효율적으로 운행되는 상황이라 가정하고, 이들 노선의 전체 평균과 개별 노선간의 효율지표에 대한 평균과의 차이를 비교하는 기술적 방법으로 1차 검토
 - 이후, 탑승 규모가 유사한 노선간의 운행간격을 비교하여 평균과 괴리가 있는 노선 등을 발굴하는 비교분석으로 대상 노선 발굴
- 시뮬레이션 분석(환승할인 관련 분석 등): 엑셀 활용
 - 교통카드 실제 데이터를 활용 하차 후 30분내, 40분내, 50분내, 60분내 등 전주시(교통)에서 요구하는 기준에 해당되는 탑승건을 선택 한 후 표형태로 집계

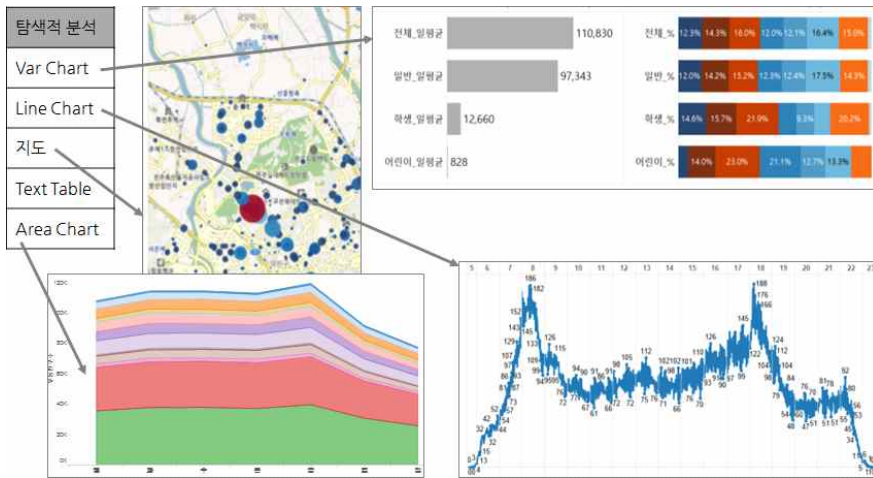
다) 분석 프로세스



라) 주요 분석 방안

○ 탐색적 분석 및 시각화 기법

- 시내버스 정류장/노선 및 유동인구 데이터의 특성에 맞추어 지도 기반으로 인사이트 도출이 용이하도록 탐색적 데이터 분석 및 시각화 기법을 활용함



○ 기본적 분석 - 현황분석

- 교통카드 데이터 및 유동인구 데이터 등은 데이터 간 연결고리 (Key)가 불분명하며, 개인단위의 분석이 아니므로 주로 집계처리 등의 방법을 이용한 현황분석으로 활용함

○ 공간적 접근성 측정방안: 2SFCA(2-Step-Floating Catchment Area)

- 2SFAC 방법은 Peng(1997), Wang(2000)의 도시 직업(Job) 접근성 연구를 위해 제안한 FCA(Floating Catchment Area)의 개념을 차용하여 개선된 방법
- 이는 특정 지역간의 거리의 영향력을 고려하는 중력모델의 특수한 형태로써 주로 공공서비스(예: 의료 접근성)의 공간적 접근성을 측정하거나 공급-수요 등을 측정하는데 연구 등에 주로 활용

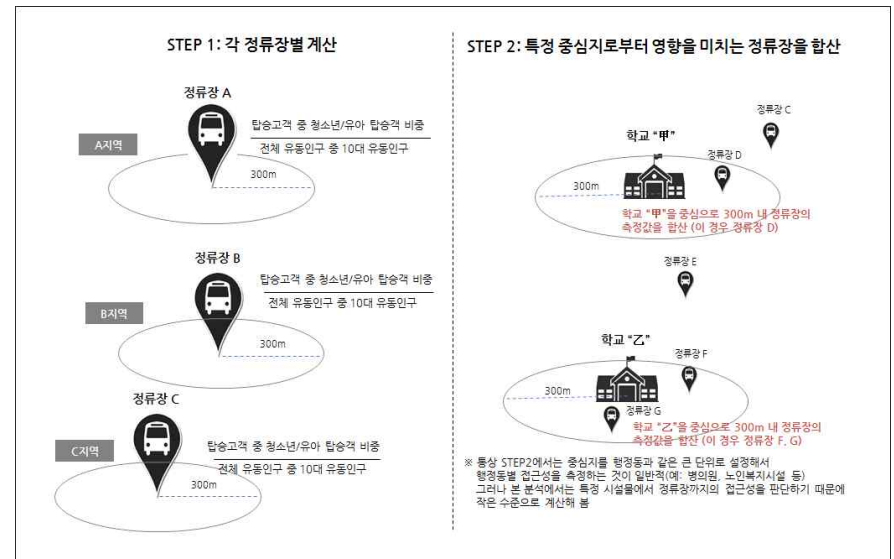
$$\text{Step 1. } R_j = \frac{S_{jk}}{\sum_{k \in \{d_k | s \leq d_o\}} P_k}$$

(R_j)는 정류장 j 의 수요-공급비율, S_j 는 j 정류장의 공급량(= 탑승건수), P_k 는 임계거리 반경(Catchment area) $k(d_{kj} \leq d_0)$ 내의 대상 계층 인구(= 학생)를 의미

$$\text{Step 2. } A_l^F = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{ij} \leq d_0\}} P_k}$$

(A_i^F 는 2SFCA에 기반한 지역(= 학교) i 의 접근성)

※[참조]2SFACA의 개념도



○ 탄력배차제 대상 노선의 기술적 결정 방법

- 현재 운행중인 노선의 다수가 합리적으로 운행되고 있다고 가정하고, 주요 노선의 핵심적인 지표를 기준으로 평균과의 오차가 얼마나 벌어져 있는지를 판별할 수 있는 MAPE(Mean absolute percentage error or deviation) 지표를 활용
- 다만 필요에 따라 평균대비 그 수준이 과한지(surplus) 또는 부족한지(minus)인지 방향성도 중요하므로 위 모형에서 절대값은 제외할 수도 있음.

효율적인 버스 운행 수준 $\varepsilon = f(\text{일 평균 탑승건수/평균 운행간격})$

운행간격 \propto 운행횟수
 운행횟수 \propto 투입버스 수(n of bus)

$$MAPE(or MAPD) = 100 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_{avg}}{\varepsilon_{avg}} \right|$$

여기서 n은 분석 대상 노선수를 의미

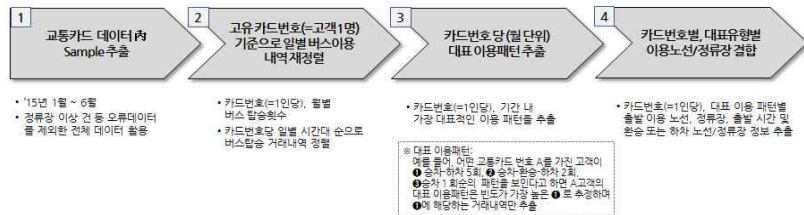
※ 실제 분석에서는 전주시 요청으로 "(평균 탑승건수/투입 버스 수) / (평균 운행간격)"으로 계산

마) 분석 결과1)

○ 시내버스 노선개편 관련

- 시내버스 정류장/노선 및 유동인구 데이터의 특성에 맞추어 지도 기반으로 인사이트 도출이 용이하도록 탐색적 데이터 분석 및 시각화 기법을 활용함
- 분석 과정 요약

□ 분석과정(Process)



□ 월평균버스이용현황

- 교통카드 고유번호를 이용자 한 명으로 간주할 경우, 최근 6개월(15년 1월 ~ 6월)간 교통카드를 1회 이상 이용한 사람은 684천명으로 '14년 기준 전주· 완주 통합 인구 742천명 대비 92.2% 수준
- 이중 6개월 월평균 버스탑승일수가 0회(1일 미만)에 해당되는 고객 418천명은 1회 성으로 버스를 이용한 외지인 또는 관광객일 가능성이 높음
- 대상 인원의 80%인 522천명은 월 평균 버스 탑승일수가 2일 이하이며, 나머지 20%인 158천명이며 월 3일 이상 버스를 이용하고 있는 것으로 나타나며 이들은 전주· 완주 통합 인구 대비 21.3% 수준을 차지



□ 교통카드 이용 유형

- 6개월 평균 월 3일 이상 버스를 이용하여 1일당 버스 탑승횟수가 6회 이하(이)인 156,913명에 대해 버스 이용유형별로 현황을 집계한 결과,
- 통상 하루에 버스를 1회만 이용하는 유형구분코드("0" Case)는 전체의 53.4%인 83,678명

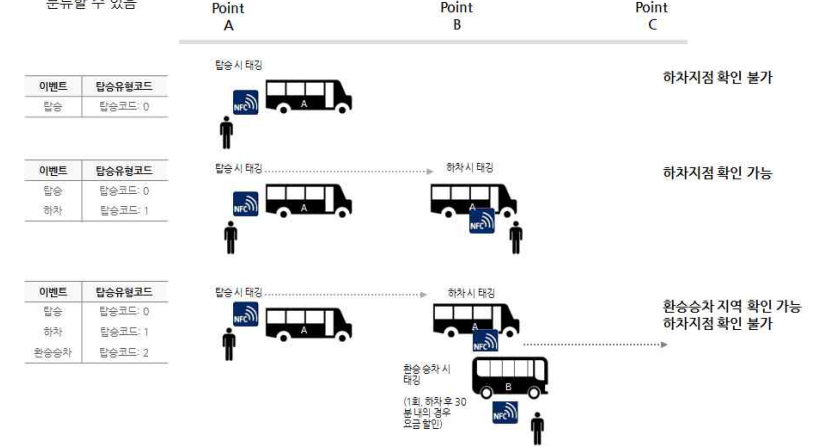
※ 1일 버스탑승횟수가 최대 30회 이상 나오는 고객도 포함되어 있으나, 데이터 분석의 안정성을 위해 6회 이하 이용으로 제한

	탑승유형코드	전체(고객수)		성인		학생		아동	
		구분비	합계	구분비	합계	구분비	합계	구분비	합계
일반이용	0	83,768	59.2%	63,904	59.7%	14,984	57.6%	4,880	57.3%
	00	49,634	35.1%	1,608,607	34.1%	10,136	38.9%	3,001	35.2%
	000	725	0.5%	17,318	0.3%	367	0.3%	224	0.9%
	01	4,836	3.4%	92,471	4.0%	491	1.9%	298	3.5%
	010	658	0.5%	8,242	0.5%	52	0.2%	48	0.6%
	0101	1,970	1.4%	44,041	1.6%	144	0.6%	154	1.8%
환승이용	소계	141,591	100.0%	107,045	100.0%	26,031	100.0%	8,515	100.0%
	012	8,513	55.6%	191,367	55.7%	1,972	56.3%	559	50.9%
	0012	1,237	8.1%	31,909	8.2%	269	7.7%	92	8.4%
	0120	1,413	9.2%	33,335	9.5%	331	9.5%	124	11.3%
	012012	4,159	27.1%	112,953	27.2%	921	26.4%	323	29.4%
	소계	15,322	100.0%	10,731	100.0%	3,493	100.0%	1,098	100.0%

(*)는 해당 계층 내 이용 구분비

[참고] 교통카드 탑승코드의 의미

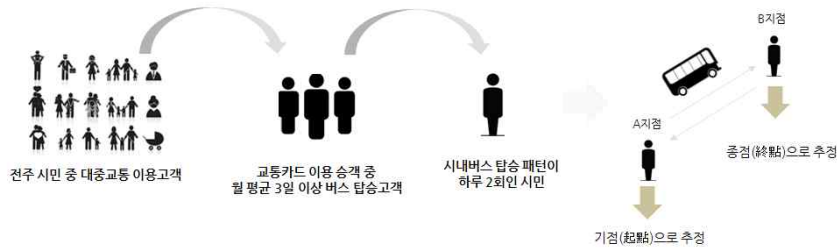
- 마이비가 제공하는 교통카드 정보는 거래 건(=transaction)로 정보가 관리되며, 탑승 유형에 따라 정보를 다음과 같이 분류할 수 있음



1) 세부 상세 내용은 별도의 분석 보고서인 "BD.LTV.B211_분석보고서_지역관광(교통)"을 참조

□법정동단위 교통OD 추정 방법

- 전주시의 경우, 하차 태그가 의무사항이 아니므로 이에 시내버스 교통카드 이용정보 만으로는 종점 확인이 현실적으로 불가
- 따라서, 시내 버스 이용자들의 탑승패턴을 바탕으로 카드이용자에 대한 버스 탑승패턴을 아래와 같이 추정하여 교통OD를 추정해 봄



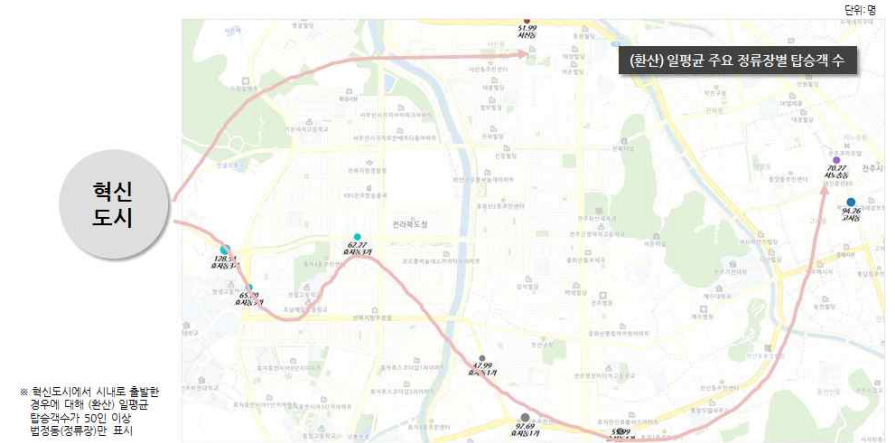
- 해당 과정을 통해 하차 정보가 없는 전주시의 교통카드 이력정보를 바탕으로 정류장(법정동) - 정류장(법정동) 단위의 이동수요를 추정하여 교통 수요를 발굴

[신규노선 발굴]

- 전주시의 경우 혁신지구 및 하가지구의 경우 신규로 개발된 지역으로 신규 수요가 존재할 것으로 추정 되므로 이들 지역을 중점적으로 교통 수요를 측정함

기점	종점
1 혁신지구(법정동 기준) 중동/만성동/장동, 완주군 이서면	혁신지구를 제외한 전주시, 완주군 전체 대상
2 혁신지구를 제외한 전주시, 완주군 전체 대상	혁신지구(법정동 기준) 중동/만성동/장동, 완주군 이서면
3 하가지구 버스정류장 (하가지구휴먼빌 아파트, 영무예다움, 추탄로육교, 하가부영아파트, 원대한방병원)	하가지구를 제외한 전주시, 완주군 전체 대상
4 하가지구를 제외한 전주시, 완주군 전체 대상	하가지구 버스정류장 (하가지구휴먼빌 아파트, 영무예다움, 추탄로육교, 하가부영아파트, 원대한방병원)

[분석결과 예시: 혁신도시 출발 전주시내로 이동 수요]



[분석결과 예시: 하가지구 출발 하가지역 외 이동 수요]



- 위의 방법으로 수요를 추정해 본 결과 혁신지구 ↔ 전주시내간 교통수요는 ' 15년 6월말 기준 1,191명/일 수준
- 덕진구 하가지구(덕진동2가)의 경우 시내에 위치한 신규 개발 지구로써 하가지구와 하가지구 외 지역 간의 이동 수요는 ' 15년 6월

말 기준 일평균, 3,272명 수준임

- 공공기관 이전이 마무리 단계이고 ' 16년 법조타운 지역이 완성되면 수요가 더 증가할 수 있으므로 우선적으로 이들 노선에 대한 신규 개발 필요
- 다만, 해당 노선의 신설 등은 단순한 수요뿐만 아니라 고려해야 할 부분도 있으므로 시민들의 공청회, 운송사업자와의 협의 등이 필요

○ 합리적 대중교통정책 개발 지원 관련²⁾

[탄력배차제]

- 주말 감차 운행을 시행하고 있는 전주시의 경우 주중 탄력배차제 적용을 검토할 수 있음
- 특히 운행버스가 최대로 운영 중인 전주시 상황에서 모든 노선이 적용 대상이 아니라, 적용이 가능한 노선 발굴이 중요
- 이에 객관적인 교통카드 이력데이터를 바탕으로, 탄력배차제가 필요한 노선을 선정하는 기준을 먼저 정의

□ 분석대상(활용) 데이터

- 전주시의 경우, 2015년 3월 14일자로 노선에 대한 소폭 개편 실시
- 탄력배차제는 노선개편이 아닌 실제 이용승객의 추이 및 현황 등의 정보가 필요하므로 노선개편의 영향과 최신성을 고려하여 2015년 4월 ~ 6월간 교통카드 데이터를 이용
- 실제 이용자의 이용패턴이 아닌, (시내버스) 노선 정류장간 이용현황 등이 필요하므로 교통카드 데이터 상 탑승(승차)에 해당되는 정보만 활용

□ 탄력배차제 대상 노선의 결정 방법

- 탄력배차제 대상 노선을 판단하기 위한 방법으로는 여러 가지 방안이나, 기술적인 방법 등이 존재
- 본 분석에서는 현재 운행중인 노선의 다수가 합리적으로 운행되고 있다고 가정하고, 주요노선의 핵심적인 지표를 기준으로 평균과의 오차가 얼마나 벌어져 있는지를 판별할 수 있는 MAPE(Mean absolute percentage error or deviation) 지표를 활용
- 다만 평균대비 그 수준이 과한지(surplus) 또는 부족한지(minus)인지 방향성도 중요하므로 위 모형에서 필요에 따라 절대값(absolute)은 제외

$$\text{효율적인 버스 운행 수준 } e = f(\text{일 평균 버스당 탑승인수/평균 운행간격}) \quad \text{운행간격} \propto \text{운행횟수}$$

$$\text{운행횟수} \propto \text{투입버스 수 (n of bus)}$$

$$\text{MAPE(or MAPD)} = 100 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\epsilon_i - \epsilon_{avg}}{\epsilon_{avg}} \right|$$

여기서 n은 분석 대상 노선수를 의미

- 기술적 방법 외 해당 탑승규모 등을 직관적으로 관찰하여 해당 노선의 이용규모와 비교하여 탄력배차가 필요한 노선 등을 발굴하는 방식 등 2가지 방법으로 판단함

[주요 노선별 운행현황 - 주중만 추출 -]

노선번호	운행선대수	투입버스 수	운행횟수	대표노선거리 (km)	주말감차여부	평균 운행간격	일평균 탑승인수	월평균 탑승인수	승탑승인수 (1개월)	일평균 탑승인수	월평균 탑승인수	승탑승인수 (1개월)	단위: 회, Km, 건, 명
119	17	136	239.9	Y	15.9	5,819	126,080	379,241	1,300	23,170	69,654	342.3	
105	15	119	34.1	Y	18.2	5,814	121,431	364,894	1,072	23,218	69,654	374.3	
309	14	136	27.0	Y	15.9	4,460	96,627	289,881	774	16,763	50,290	318.6	
165	12	132	20.5	Y	16.4	4,237	91,804	275,411	999	21,655	64,965	353.1	
81	12	120	22.5	Y	18.0	4,236	91,790	275,370	780	16,254	48,781	353.0	
381	9	99	23.5	Y	21.8	3,483	75,463	226,368	879	19,052	57,155	387.0	
383	8	88	22.3	Y	24.5	2,847	63,857	191,572	810	17,585	52,664	368.4	
385	9	99	24.3	Y	21.8	2,874	62,267	186,802	917	19,872	59,615	319.3	
970	9	99	27.4	Y	21.8	2,842	61,585	184,755	780	17,117	51,350	315.8	
684	8	88	26.1	Y	24.5	2,305	49,934	149,801	642	13,903	41,709	288.1	
580	7	77	21.9	Y	28.1	2,092	45,334	136,001	717	15,542	46,626	298.9	
535	8	80	32.9	Y	27.0	1,865	42,569	127,706	535	11,596	34,787	245.6	
72	8	80	26.2	Y	27.0	1,863	42,529	127,586	370	8,025	24,074	245.4	
752	10	100	37.5	Y	21.6	1,931	41,841	125,522	364	7,893	23,679	193.1	
180	7	74	18.7	Y	29.2	1,795	38,902	116,707	373	8,072	24,216	256.4	
551	8	80	34.7	Y	27.0	1,795	38,901	116,702	437	9,893	29,680	224.4	
337	6	66	22.5	Y	32.7	1,543	33,429	100,287	429	9,304	27,912	257.2	
86	6	66	19.0	Y	32.7	1,519	32,884	96,662	423	8,159	27,498	255.0	
555	5	55	21.3	Y	39.3	1,487	32,215	96,646	479	10,377	31,132	297.4	
79	7	77	27.3	Y	28.1	1,424	30,647	92,542	528	11,431	34,292	203.4	
350	5	55	22.0	Y	39.3	1,362	29,812	88,535	462	10,004	30,013	272.4	
9-2	8	68	26.9	Y	15.9	5,631	78,678	236,034	769	16,982	49,745	453.9	
9-1	8	68	26.5	Y	15.9	5,246	70,321	210,962	687	14,877	44,631	405.8	
2	7	53	39.3	Y	20.4	2,046	44,339	133,016	584	12,643	37,930	292.3	
1	7	53	39.3	Y	20.4	2,028	43,946	131,838	571	12,369	37,106	289.7	

※ 자료추출 기준
- 일 평균 50회 이상 운행노선 대상, 교통카드 이용기록: 2015년 4월~6월간이며 여기서 평일은 단순하게 (월~금)를 의미하며 4~6월 중 이 기준에 의한 평일은 65일로 계산
- 교통카드 이용 데이터상의 승차구분코드가 '0791=승차'인 경우만 집계
- 버스당 운행간격은 계산의 편의를 위해 주중의 경우 1080분(18시간)만 운행률 가정

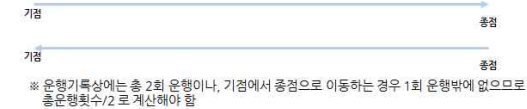
□ 운행 시간의 계산 근거

- 분석 대상 교통카드의 최초 탑승시간은 오전 5시 23분, 가장 늦은 탑승시간은 23시 40분으로 나타나고 있어 실제 탑승객이 체감하는 운행시간은 오전 5시 30분 ~ 오후 11시 30분까지 총 18시간(=1080분으로 계산함)



□ 평균 운행간격의 보정

- 평균 운행간격을 계산함에 있어 평균 운행시간/운행횟수로 계산하는 경우 순환선의 경우 문제가 없으나, 기점/종점이 다른 왕복 노선의 경우 오류가 발생
- 각 방향당 실제 운행횟수는 총운행횟수/2 이므로, 기점/종점이 다른 왕복 노선의 경우 평균 운행간격 계산시 이를 반영함



1) 계량적 지표 중심으로 (주중) 탄력배차제 대상 노선 점검

- 주요노선별, MAPE를 계산해 본 결과 가장 편차가 심한 노선인 3-2노선도 전체 평균대비 1%(=0.010289)에 불과하여 2015년 분석시점 현재 전주시 노선 중 주중 탄력배차제 도입이 시급한 노선은 없는 것으로 보여짐

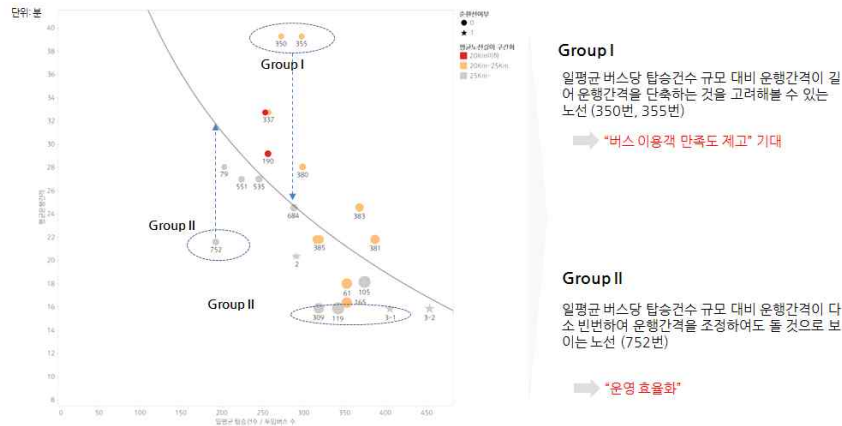
[표] - 주요 노선별 평균 운행효율 대비 편차(MAPE) 계산 -

노선번호	투입버스수	운행횟수	대표노선거리	평균 평균운행간격 (A)	일평균 탑승건수 (B)	일평균 탑승객수/투입버스수 (B/A)	일평균 평균운행간격 (B/A)	MAPE 계산	단위: 전. 열. Km
3-2	8	68	26.9	15.9	3,637	469.9	28.3	0.010289	
3-1	8	68	26.5	15.9	3,248	405.9	25.5	0.008138	
119	17	136	28.9	15.9	5,819	342.3	21.5	0.005301	
168	12	132	20.5	16.4	4,237	333.1	21.5	0.005302	
350	5	55	32.0	39.3	1,342	272.4	6.9	0.005074	
79	7	77	27.3	28.1	1,424	203.4	7.2	0.004854	
108	18	119	34.1	18.2	5,614	374.9	20.6	0.004616	
355	5	55	21.3	39.3	1,487	297.4	7.6	0.004621	
68	6	66	19.0	32.7	1,918	233.0	7.7	0.004501	
357	6	66	22.5	32.7	1,549	257.2	7.9	0.004410	
309	14	136	27.0	15.9	4,460	318.6	20.0	0.004241	
551	8	80	34.7	27.0	1,795	224.4	8.3	0.004093	
67	12	120	22.9	18.0	4,236	353.0	19.6	0.003939	
190	7	74	18.7	29.2	1,795	256.4	8.8	0.003758	
752	10	100	37.9	21.6	1,907	193.1	8.9	0.003646	
72	8	80	26.2	27.0	1,969	245.4	9.1	0.003541	
358	8	80	32.5	27.0	1,985	245.6	9.1	0.003534	
361	9	99	23.1	21.6	2,482	357.0	17.8	0.003618	
380	7	77	21.9	28.1	2,082	298.9	10.6	0.002441	
684	8	88	26.1	24.5	2,309	288.1	11.8	0.001641	
383	8	88	22.2	24.5	2,947	368.4	15.0	0.000687	
585	9	99	24.2	21.6	2,874	319.3	14.6	0.000411	
870	9	99	27.4	21.6	2,842	315.5	14.5	0.000296	
2	7	55	39.3	20.4	2,048	292.8	14.3	0.000184	
1	7	55	39.3	20.4	2,028	289.7	14.2	0.000094	

※ MAPE가 높은 순으로 정렬함 $E_{avg} = 14.1$

- 1차분석 결과, 주요 대상 노선에 대해 너무나 촘촘한 노선 망으로 시내버스가 운행되고 있음에 노선별 일평균 운행탑승객/운행간격을 기준으로 비교한 결과 전체평균과 크게 벗어나고 있는 노선은 없는 것으로 보여짐

2) 시각적 분석을 이용한 (주중) 탄력배차제 대상 노선 점검



- 다만, 유사한 탑승건수 규모를 나타내고 있는 노선들만을 대상으로 비교해본 결과 유사 규모의 운송량을 나타내는 노선간의 평균운행간격의 편차가 발생하고 있는 노선들이 일부 확인

Group I

- 일평균 버스당 탑승건수가 유사한 그룹 대비 운행간격이 길어 운행간격을 단축 시킬 경우 버스 이용객들의 만족도가 제고 될 것으로 판단되는 노선

노선번호	투입버스수	운행횟수	평균운행간격	평균운행거리	기점	종점	(평일 기준) 일평균 탑승건수	(평일 기준) 총 탑승건수 (3개월)
350	5	55	36~40분	21.3Km	평화동종점	삼례	1,362	29,512
355	5	55	36~40분	22.0Km	전주대학교	삼례	1,487	32,215

□ 운행간격 단축 검토가 가능한 노선(350번)

Group I 노선

- 350번 노선은 평화동에서 와주군 삼례터미널까지 운행되고 있는 전주-완주간 노선으로, 평균 36분~40분의 배차간격으로 운행되고 있음
- 특히 오후 퇴근시간 대 전주 시내에서 탑승하여 완주(삼례동)로 이동하는 시민들이 많은 것으로 추정



□ 평일 탄력배차제 운영검토(350번 노선)

Group I 노선

- 오후 시간대 탑승객이 상대적으로 넓고 많은 것으로 보여지므로 출근/퇴근 침두가 나타나는 시간대의 탄력배차제는 효과가 있을 것으로 판단됨



Group II

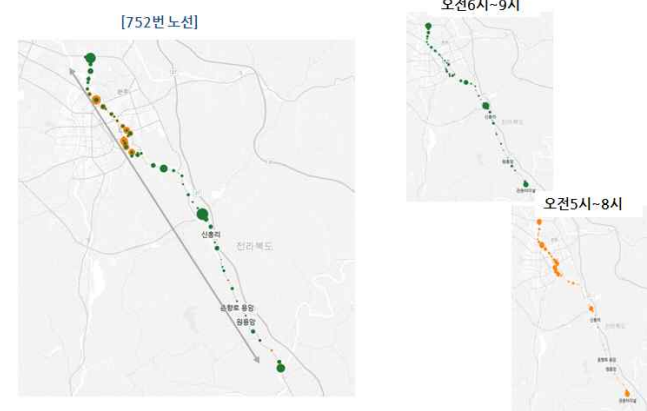
- 일평균 버스당 탑승건수가 유사한 그룹 대비 운행간격이 짧아 운행간격을 다소 여유롭게 운영함으로써 버스 등을 다른 노선 등에 투입시킬 여력이 있을 것으로 보여지는 노선

노선번호	투입버스수	운행횟수	평균운행 간격	평균운행거리	기점	종점	(평일 기준) 일평균 탑승건수	(평일 기준) 총 탑승건수 (3개월)
752	10	100	20분	37.5Km	농수산시장	관촌터미널	1,931	125,522
309	14	136	17분	27.0Km	평화동종점	우석대	4,460	289,881
119	17	136	15~20분	29.5Km	전주대	농협공판장	5,819	378,241
3-1	8	68	15~20분	26.5Km	전주대	전주대	3,246	210,962

□ 탄력 운행을 통한 비용절감 가능 노선(752번 노선)

Group II 노선

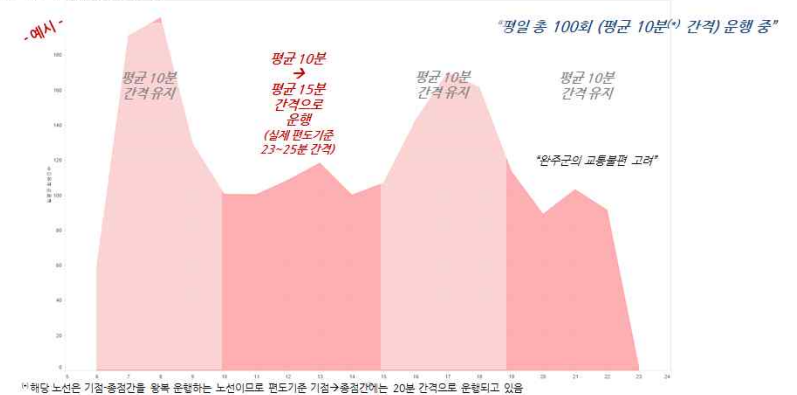
- 전주시 농수산시장에서 완주군 관촌터미널까지를 연결하는 노선이며, 평일 기준 오전, 오후 비교 시 오전은 완주군에서 탑승건수가 높게 나타나고 오후에는 완주로 돌아가기 위해 전주시내 쪽에서 탑승건수가 높게 나타나는 양상을 보이는 노선



□ 탄력 운행을 통한 비용절감 가능 노선(752번 노선)

Group II 노선

- 752번 노선은 완주군의 동남부 지역 주민이, 전주시내로 이동하기 위해 이용하는 노선
- 때문에 출근과 퇴근 및 귀가 시간대의 운행은 교통접근성을 고려하여 현재와 같이 유지하되, 평일 오후 시간 대에는 이용수요에 맞춰 탄력적으로 운영할 수 있을 것으로 보여지며, 운행간격을 조정함으로써 비용을 절감하거나 또는 집중시간에 탄력배차함으로써 편의를 증진시킬 수 있을 것으로 판단



- 시민의 이용 편의 또는 시내버스 운영 효율성 제고를 위해 대상 노선에 대한 시범적인 탄력배차제 적용은 검토해볼 수 있을 것으로 기대

[환승정책 수립]

- 실 시내버스 탑승 데이터를 바탕으로 환승시간 확대, 환승횟수의 확대 등의 조건에 따라 수혜 고객 수 등을 집계해 볼 수 있어, 보다 과학적인 환승 정책 수립이 가능할 것으로 판단

□ 현 시내버스 탑승객수 및 승차수익 등의 규모를 기반으로 환승 할인 정책 (30분 내 1회) 변경으로 인한 수혜자의 규모를 예측하여, 시사점을 발굴하고 향후 환승 할인 정책 변경 시 근거 자료로 활용

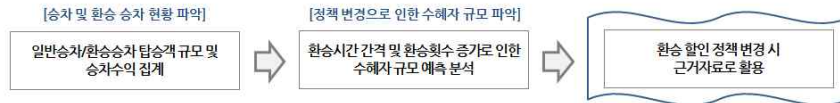
분석목적

- 환승 할인 정책 변경 폭에 따른 영향도 시뮬레이션

활용데이터

- 마이비 교통카드 데이터 (교통카드 데이터 분석에 활용되었던 데이터 셋과 동일)
- 추출기간 및 건수: 2014.10.01 ~2015.6.30 (9개월, 272일), 총 35,834,835 건
- 전처리: 교통카드 데이터 분석 전처리와 동일
- 연간/일간 평균 환산: 분석 결과의 직관적 해석을 위해 연간(추산) 및 일 평균으로 수치 환산

분석진행과정



[환승 정책 개정을 위한 분석 Process(1/2)]

	(1) 환승 시간 간격 조정	(2) 환승 횟수 조정																																																															
분석 목적	하차 후 환승을 위한 탑승까지의 시간 간격은 몇 분이 적절한가?	1회 환승 후 추가 환승의 니즈 존재하는가?																																																															
한계 및 대안	특이사항 없음	[한계] 환승 하차건이 1.5% 로 매우 작아, 실수요를 커버하기 힘들 [대안] 환승 승차 - 다음 승차까지의 시간차로 대체 분석 → 단, 승차 - 승차 간 시간차로, 실제 환승 하차 후 2번째 승차까지의 시간차는 이보다 짧을 수 있음을 감안해야 함																																																															
분석 항목	일반 하차 후 다음 승차(일반/환승 모두 포함) 까지의 시간차	환승 승차 - 다음 승차까지의 시간 간격																																																															
분석 방식 (상세)	<table><thead><tr><th>카드번호</th><th>가게입자</th><th>가게입시</th><th>차량번호</th><th>노선코드</th><th>정류장코드</th><th>환승코드</th></tr></thead><tbody><tr><td>10006384</td><td>20141228</td><td>110812</td><td>0070190</td><td>0000020</td><td>3</td><td>00001086</td></tr><tr><td>10406384</td><td>20141228</td><td>112408</td><td>0070190</td><td>0000020</td><td>7</td><td>00002304</td></tr><tr><td>10406384</td><td>20141228</td><td>115512</td><td>00701175</td><td>0000023</td><td>4</td><td>00002304</td></tr></tbody></table> <p>1864초 (31분 4초)로 현재 환승 정책에서는 두 번째 승차 시 환승 혜택을 받을 수 없음</p>	카드번호	가게입자	가게입시	차량번호	노선코드	정류장코드	환승코드	10006384	20141228	110812	0070190	0000020	3	00001086	10406384	20141228	112408	0070190	0000020	7	00002304	10406384	20141228	115512	00701175	0000023	4	00002304	<table><thead><tr><th>카드번호</th><th>가게입자</th><th>가게입시</th><th>차량번호</th><th>노선코드</th><th>정류장코드</th><th>환승코드</th></tr></thead><tbody><tr><td>10006384</td><td>20141228</td><td>110812</td><td>0070190</td><td>0000020</td><td>3</td><td>00001086</td></tr><tr><td>10406384</td><td>20141228</td><td>112408</td><td>0070190</td><td>0000020</td><td>7</td><td>00002304</td></tr><tr><td>10406384</td><td>20141228</td><td>114512</td><td>00701175</td><td>0000023</td><td>4</td><td>00002304</td></tr><tr><td>10006384</td><td>20141228</td><td>120308</td><td>00701603</td><td>0000045</td><td>1</td><td>00001134</td></tr></tbody></table> <p>① 실제 데이터의 환승 하차 정보가 미비하여, 분석 시 해당정보 활용 어려움 ② 관련 분석 시, 환승 하차 대신, 환승승차 - 일반승차 간 시간차를 활용</p>	카드번호	가게입자	가게입시	차량번호	노선코드	정류장코드	환승코드	10006384	20141228	110812	0070190	0000020	3	00001086	10406384	20141228	112408	0070190	0000020	7	00002304	10406384	20141228	114512	00701175	0000023	4	00002304	10006384	20141228	120308	00701603	0000045	1	00001134
카드번호	가게입자	가게입시	차량번호	노선코드	정류장코드	환승코드																																																											
10006384	20141228	110812	0070190	0000020	3	00001086																																																											
10406384	20141228	112408	0070190	0000020	7	00002304																																																											
10406384	20141228	115512	00701175	0000023	4	00002304																																																											
카드번호	가게입자	가게입시	차량번호	노선코드	정류장코드	환승코드																																																											
10006384	20141228	110812	0070190	0000020	3	00001086																																																											
10406384	20141228	112408	0070190	0000020	7	00002304																																																											
10406384	20141228	114512	00701175	0000023	4	00002304																																																											
10006384	20141228	120308	00701603	0000045	1	00001134																																																											
	[조건] 동일 카드번호, 동일 거래 일자 [항목] 일반 하차 후 다음 승차까지의 시간차(초) [활용] 환승 시간 간격 증가시, 추가 환승 혜택건수 및 이로 인한 수입 감소 규모를 예측해볼 수 있음	[조건] 동일 카드번호, 동일 거래 일자 [항목] 환승 하차 후 다음 승차까지의 시간차(초) [활용] 환승 횟수 1회 증가시, 추가 환승 혜택건수 및 이로 인한 수입 감소 규모를 예측해볼 수 있음																																																															

(3) 환승 시간 및 횟수 조정								
분석 목적	1) 첫 탑승 후 환승 탑승까지의 적절한 시간 간격은 어느 정도이며, 2) 환승 횟수는 몇 번이 적절한가?							
분석 항목	일반 승차 후 다음 승차(일반/환승 모두 포함) 까지의 시간 간격 및 횟수별 탑승 건수							
분석 방식 (상세)	1) 첫 탑승 후 환승 탑승까지의 적절한 시간 간격은 어느 정도인가?				2) 특정 시간 이내 환승 횟수는 몇 번이 적절한가?			
	[예시] 환승 시간 및 횟수 설정: 첫 탑승 후 1시간 이내, 2회							
	카드번호	가게입자	가게입시	차량번호	노선코드	노선번호	승/하차	카운트 방식 상세
	10006384	20141228	110812	00701907	00000203	34	승차	① 첫번째 탑승으로 카운트
	10406384	20141228	112408	00701907	00000203	34	하차	하차는 집계시 미고려
	10406384	20141228	112612	00701175	00000234	165	승차	① 첫번째 환승: 첫 탑승 후 30분 이내 승차
	10006384	20141228	120308	00701402	00000235	165	승차	② 두번째 탑승: 첫 탑승 후 1시간 이내 승차이나, 직전 탑승과 노선 번호가 같으므로 두번째 탑승으로 카운트
	10006384	20141228	123632	00701603	00000117	105	승차	② 첫번째 환승: 두번째 탑승 후 1시간 내 승차
	10006384	20141228	125347	00701603	00000117	105	하차	하차는 집계시 미고려
	10006384	20141228	130119	00701732	00000045	1	승차	② 두번째 환승: 두번째 탑승 후 1시간 내 승차
[조건] 동일 카드번호, 동일 거래 일자 [항목] 일반 승차 후 일정 시간 간격(초)/환승(회) 이내, 탑승 건수 [활용] 환승 시간 간격 및 횟수 증가시(정책 변경시), 환승 혜택건수 및 이로 인한 수입 감소 규모를 예측해볼 수 있음								

[환승 정책 변경으로 인한 효과 시뮬레이션(예시, 일평균)]

	[AS-IS] 하차 후 30분, 1회		[TO-BE] 첫승차 후 4시간, 3회	
환승 정책간 이용 건수 비교		총 이용 건수		현 정책 대비 증가
	총합	13,296	총합	22,143 (+) 8,847
	일반	12,004	일반	19,897 (+) 7,892
	청소년	1,258	청소년	2,120 (+) 862
	어린이	34	어린이	126 (+) 92
환승 정책간 감축 수익 비교		총 기본 요금		현 정책 대비 증가
	총합	16,471,172	총합	24,858,574 (+) 8,387,402
	일반	14,955,502	일반	22,881,178 (+) 7,925,676
	청소년	1,476,849	청소년	1,908,215 (+) 431,366
	어린이	38,821	어린이	69,181 (+) 30,360
정책 변경 시 탑승 증가로 인한 예상 증가수익	0.00%	(+) 5%	(+) 7.6%	(+) 10%
	111,000,829	116,550,870	119,436,892	122,100,912
	현수익대비 증가분(%)	(+) 5,550,041	(+) 8,436,063	(+) 11,100,082
	정책 변경 등으로 인한 총 탑승 증가율이 약 7.6% 이상일 경우 추가 수익 발생!			

[버스정액권 도입 검토]

- 지자체 최초로 검토 중인 정액권(3일, 7일, 한 달 등) 도입도 교통카드 데이터를 기반으로 정액권 도입에 따른 보조금 규모 추정 등이 가능하므로 보다 정교한 정책 수립 시 참고할 수 있을 것으로 기대

□ 현 시내버스 이용객의 일/주/월별 탑승패턴 및 이용금액을 기반으로, 정기권 도입을 통한 수혜자의 규모를 예측하여, 시사점을 발굴하고 향후 정기권 도입 관련 의사결정 시 근거 자료로 활용

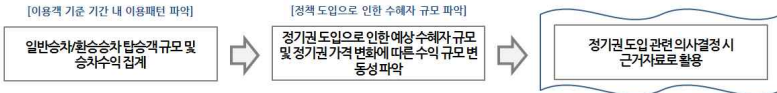
분석목적

- 정기권(일일권, 주간권, 월간권) 도입으로 인한 수혜 규모 및 예상 수익 시뮬레이션 분석

활용 데이터

- 마이비 교통카드 데이터 (교통카드 데이터 분석에 활용되었던 데이터 셋과 동일)
- 추출기간 및 건수: 2014.10.01 ~2015.6.30 (9개월, 272일), 총 35,834,835 건
- 전처리: 교통카드 데이터 분석 전처리와 동일
- 연간/월간 평균 환산: 분석 결과의 직관적 해석을 위해 연간(추산) 및 일평균 으로 수치 환산

분석 진행 과정



- 정기권 도입을 위한 시뮬레이션 분석 Process 는 아래와 같음
- 집계 기준 결과값은 모두 1년 기준으로 환산함(연간 이용객수, 이용금액 등으로 환산되어 계산됨)

	(1) 정기권 타입별 타겟 이용층 및 기준가격 설정	(2) 정기권 기준액에 따른 손익분기점 시뮬레이션																																																																														
분석 목적	1) 정기권 대상 구매층은 일/주/월별 몇 회 이상 탑승 고객인가? 2) 예상 구매층의 탑승 횟수를 감안하였을 때의 기준 가격은 얼마인가?	1) 예상 구매층의 정기권 구매로 인한 (최대) 손실 금액 규모는 얼마인가? 2) (최대) 손실 금액을 상쇄하기 위해서는, 비타겟 이용층의 몇%가 정기권을 구매해야 하는가?																																																																														
분석 가정	1) 기간별 이용객수 산출 : 환승승차를 제외한 '일반승차' 건만 카운트	1) (최대) 손실 금액 : 1)의 수혜 구매층 모두가 정기권을 구매한다는 가정 하에, 정기권 요금 적용시 예상 탑승금액 - 현 탑승 기본금액 총합 2) 손실 상쇄 비율 산정 : 비타겟 이용층(정기권 기준 탑승객수 이하 이용객)은 현재 이용 빈도에 상관 없이 동일 비율로 정기권을 구매한다 가정함																																																																														
분석 예시	<p>[STEP1] 일반 이용객수 분포 확인(객수 : 천건)</p> <table><tr><th>탑승횟수</th><th>이용객수(연간)</th><th>고객비율</th><th>누적고객비율</th></tr><tr><td>1회</td><td>8,969</td><td>48.02%</td><td>48.02%</td></tr><tr><td>2회</td><td>7,560</td><td>40.47%</td><td>88.49%</td></tr><tr><td>3회</td><td>1,531</td><td>8.20%</td><td>96.69%</td></tr><tr><td>4회</td><td>469</td><td>2.51%</td><td>99.20%</td></tr><tr><td>5회 이상</td><td>149</td><td>0.80%</td><td>100.00%</td></tr></table> <p>정기권 대상 구매층 1) 3회 이상 2) 4회 이상 3) 5회 이상</p> <p>[STEP2] 예상 구매층 범위별 기준가격 설정</p> <table><tr><th>탑승횟수</th><th>기본금액(현행)</th><th>정기권 기준가격</th></tr><tr><td>3회</td><td>3,450</td><td>3,000</td></tr><tr><td>4회</td><td>4,600</td><td>4,000</td></tr><tr><td>5회 이상</td><td>5,750</td><td>5,000</td></tr></table> <p>기준가격은 기본요금보다 작고, 골짜리 1천원 이상이며, 예상 구매층의 횟수 증가에 따른 기준가격 증가폭이 일정할 수 있도록 임의로 설정</p>	탑승횟수	이용객수(연간)	고객비율	누적고객비율	1회	8,969	48.02%	48.02%	2회	7,560	40.47%	88.49%	3회	1,531	8.20%	96.69%	4회	469	2.51%	99.20%	5회 이상	149	0.80%	100.00%	탑승횟수	기본금액(현행)	정기권 기준가격	3회	3,450	3,000	4회	4,600	4,000	5회 이상	5,750	5,000	<p>[일일권] 정기권 기준액 3,000원(일일 3회 이상 탑승객)일 경우</p> <table><tr><th>탑승횟수</th><th>이용객수(연간)</th><th>구매비율</th><th>구매고객수</th><th>현이용액</th><th>정기권요금</th><th>손익</th></tr><tr><td>1회</td><td>8,969</td><td>8.88%</td><td>796</td><td>916</td><td>2,389</td><td>1,473</td></tr><tr><td>2회</td><td>7,560</td><td>8.88%</td><td>671</td><td>1,544</td><td>2,014</td><td>470</td></tr><tr><td>3회</td><td>1,531</td><td>100%</td><td>1,531</td><td>5,283</td><td>4,594</td><td>-689</td></tr><tr><td>4회</td><td>469</td><td>100%</td><td>469</td><td>2,160</td><td>1,408</td><td>-751</td></tr><tr><td>5회 이상</td><td>149</td><td>100%</td><td>149</td><td>952</td><td>448</td><td>-504</td></tr></table> <p>단위(천수·천원·금액·비율)</p> <p>① 정기권 기준 금액 3,000원 설정시, 주요 타겟 이용층 → 현재 기본금액의 중량이 정기권 금액보다 적은 비타겟 고객 역시 시내버스 이용 활성화, 비합리적 판단 등을 이유로 정기권을 구매할 수 있음 → 해당 비타겟고객의 몇 %가 정기권을 구매해야, (최대) 손실을 만회할 수 있는 지를 구매객수에 상관없이 동일 비율로 산출</p>	탑승횟수	이용객수(연간)	구매비율	구매고객수	현이용액	정기권요금	손익	1회	8,969	8.88%	796	916	2,389	1,473	2회	7,560	8.88%	671	1,544	2,014	470	3회	1,531	100%	1,531	5,283	4,594	-689	4회	469	100%	469	2,160	1,408	-751	5회 이상	149	100%	149	952	448	-504
탑승횟수	이용객수(연간)	고객비율	누적고객비율																																																																													
1회	8,969	48.02%	48.02%																																																																													
2회	7,560	40.47%	88.49%																																																																													
3회	1,531	8.20%	96.69%																																																																													
4회	469	2.51%	99.20%																																																																													
5회 이상	149	0.80%	100.00%																																																																													
탑승횟수	기본금액(현행)	정기권 기준가격																																																																														
3회	3,450	3,000																																																																														
4회	4,600	4,000																																																																														
5회 이상	5,750	5,000																																																																														
탑승횟수	이용객수(연간)	구매비율	구매고객수	현이용액	정기권요금	손익																																																																										
1회	8,969	8.88%	796	916	2,389	1,473																																																																										
2회	7,560	8.88%	671	1,544	2,014	470																																																																										
3회	1,531	100%	1,531	5,283	4,594	-689																																																																										
4회	469	100%	469	2,160	1,408	-751																																																																										
5회 이상	149	100%	149	952	448	-504																																																																										

[정기권 도입을 위한 시뮬레이션 분석 결과 활용 예시]

[예시] 일일권 도입으로 인한 일반고객 비수혜 탑승객의 정기권 구매비율을 1.7%로 예측한 경우									
◆ 정기권 기준액 : 3,000원					◆ 정기권 기준액 : 4,000원				
탑승횟수	이용객수(연간)	구매비율	구매고객수	손익	탑승횟수	이용객수(연간)	구매비율	구매고객수	손익
1회	8,969	8.88%	796	1,473	1회	8,969	1.62%	145	414
2회	7,560	8.88%	671	470	2회	7,560	1.62%	122	208
3회	1,531	100%	1,531	-689	3회	1,531	1.62%	25	14
4회	469	100%	469	-751	4회	469	100%	469	-282
5회 이상	149	100%	149	-504	5회 이상	149	100%	149	-355
(최대) 손실 상쇄를 위한 비 수혜 탑승객의 구매비율이 8.88% → 정책 도입 시 손실 발생 가능성 높음					(최대) 손실 상쇄를 위한 비 수혜 탑승객의 구매비율이 1.62% → 정책 도입 시 손익분기점 달성 가능성 높음				
					◆ 정기권 기준액 : 5,000원				
탑승횟수	이용객수(연간)	구매비율	구매고객수	손익	탑승횟수	이용객수(연간)	구매비율	구매고객수	손익
1회	8,969	0.36%	32	124	1회	8,969	0.36%	32	124
2회	7,560	0.36%	27	73	2회	7,560	0.36%	27	73
3회	1,531	0.36%	6	9	3회	1,531	0.36%	6	9
4회	469	0.36%	2	1	4회	469	0.36%	2	1
5회 이상	149	100%	149	-205	5회 이상	149	100%	149	-205
(최대) 손실 상쇄를 위한 비 수혜 탑승객의 구매비율이 0.36% → Profit 수준이 가장 높을 것으로 추정되나, 정책 도입으로 인한 실질적인 수혜자의 규모가 크게 줄어 기준액으로 적절치 않음									

적정 가격!

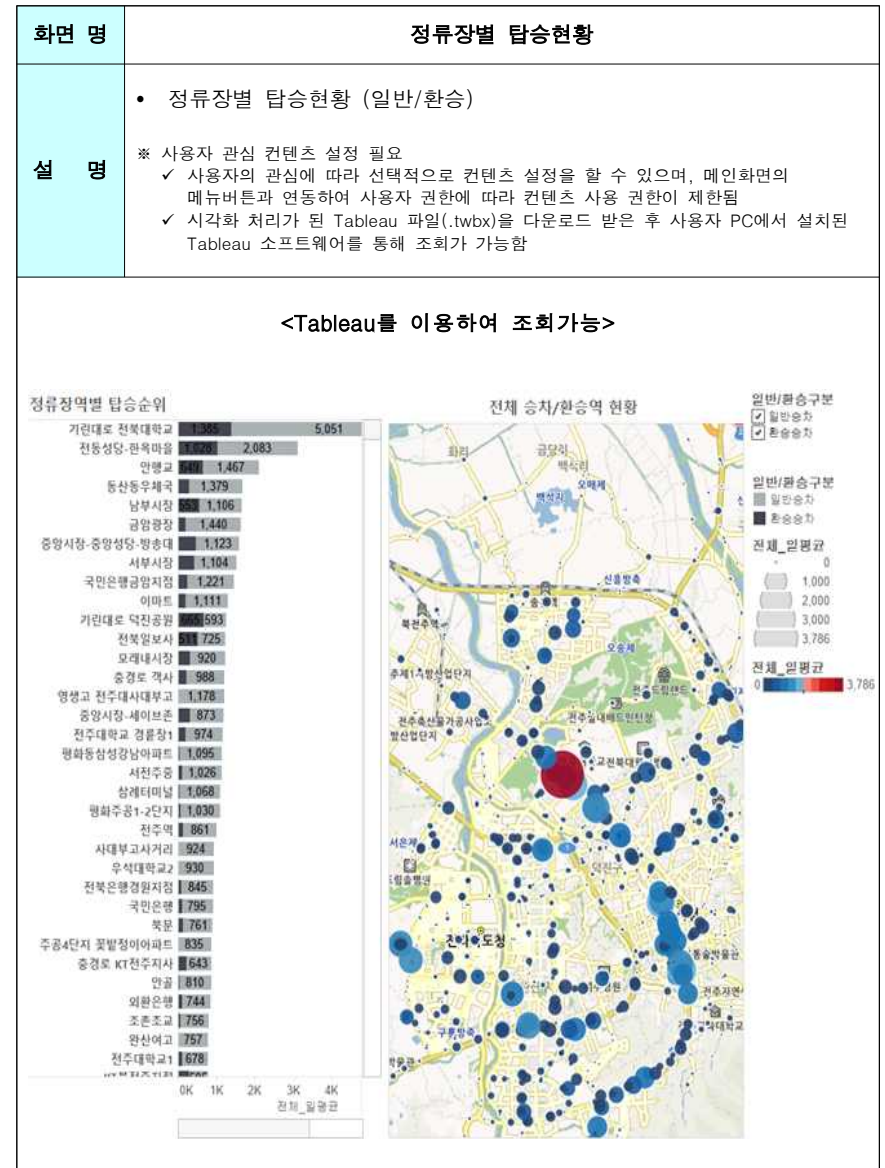
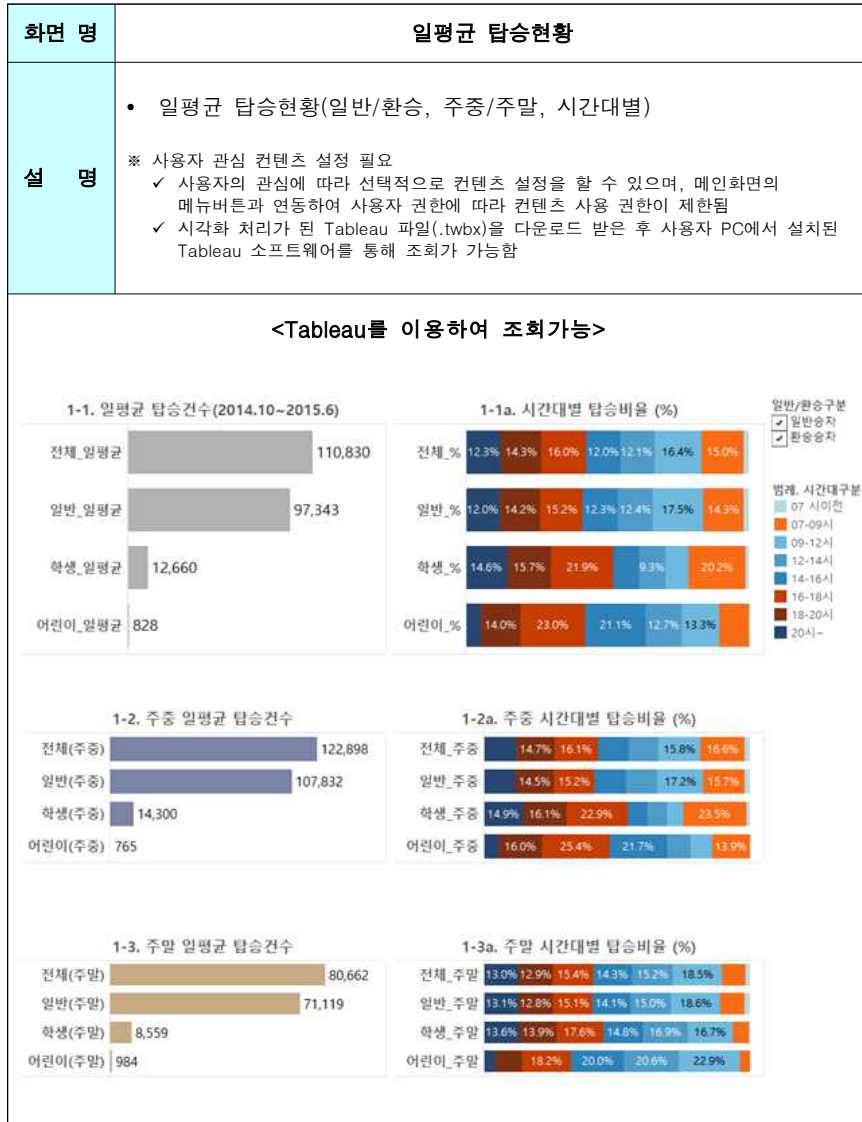
6) 분석결과 시각화

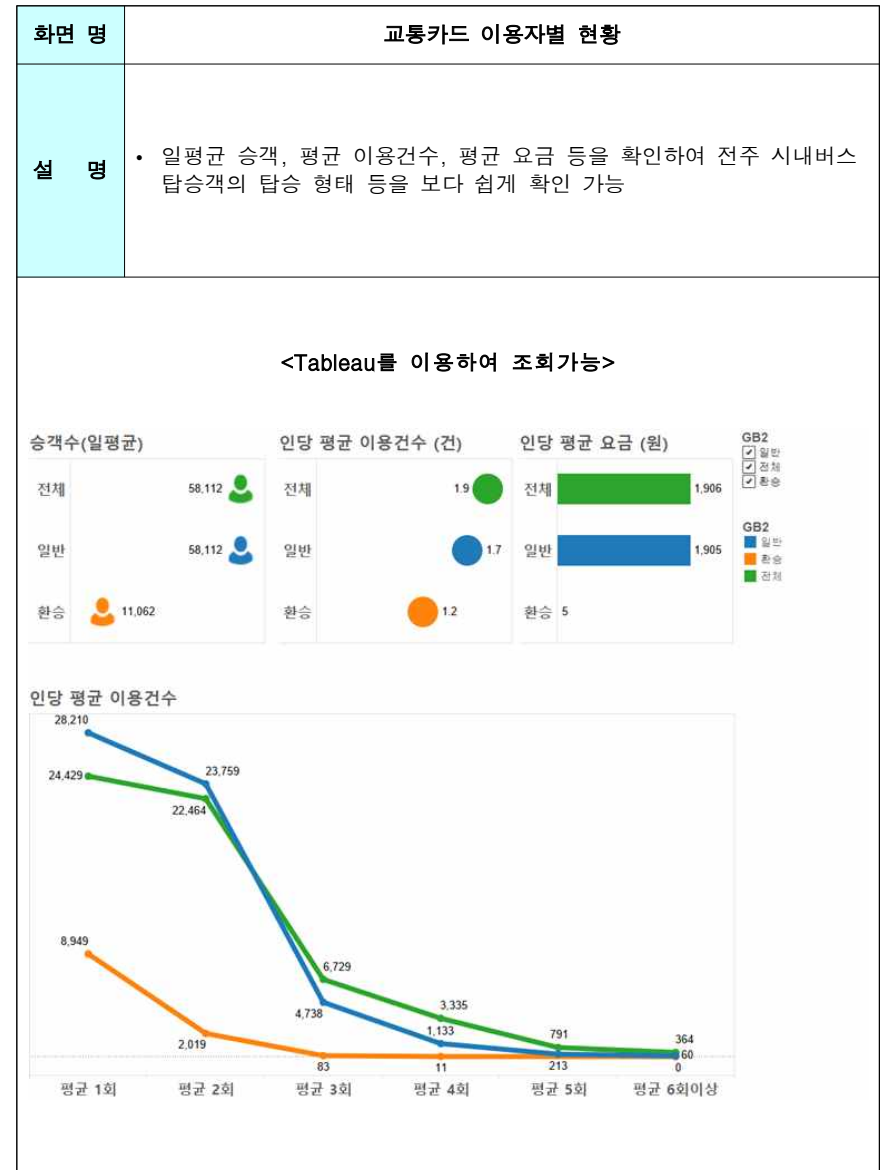
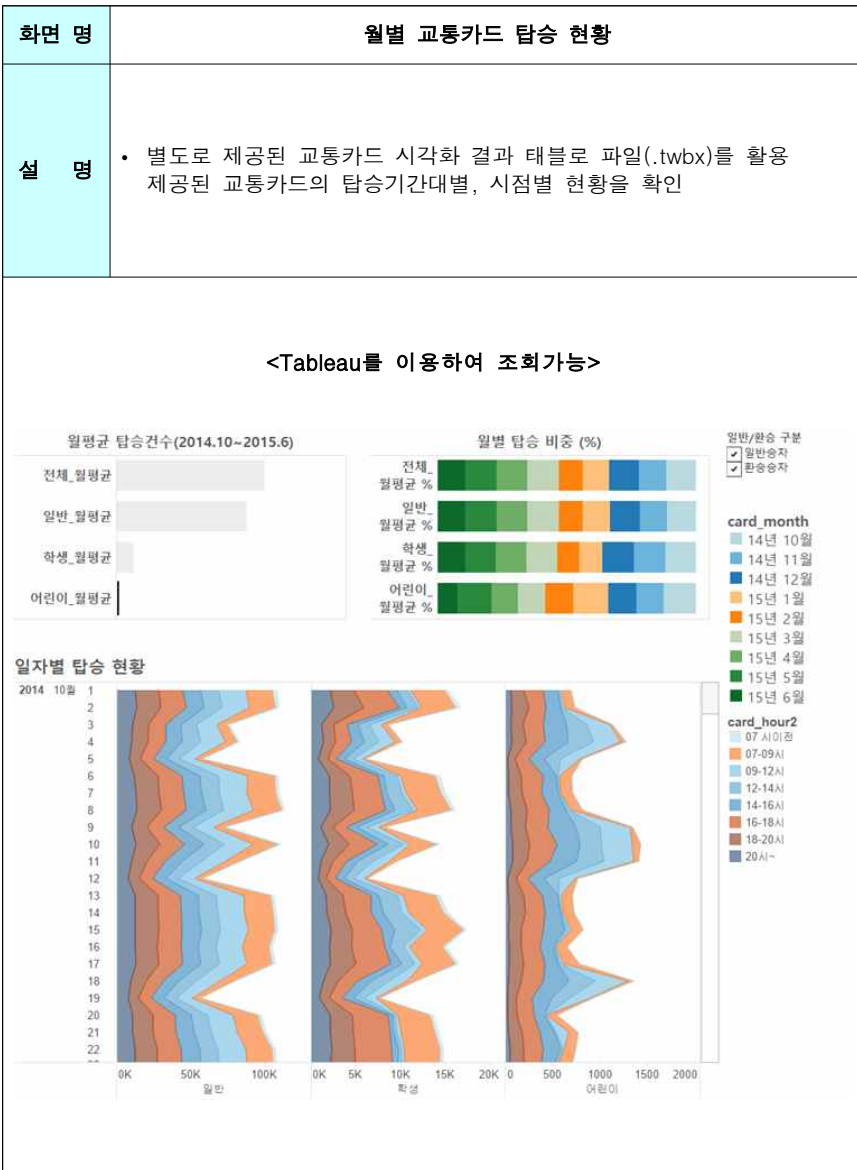
○ 화면 메뉴 구성

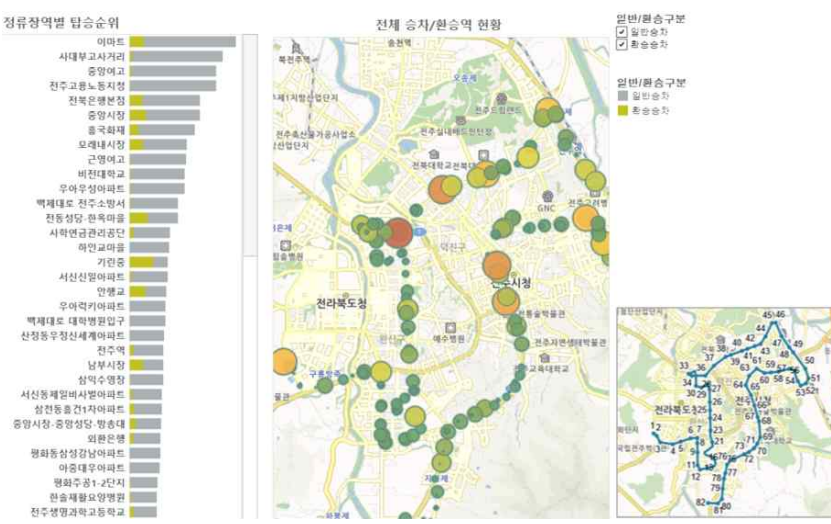
- 공통기반의 데이터 시각화/분석 툴인 Tableau를 이용함

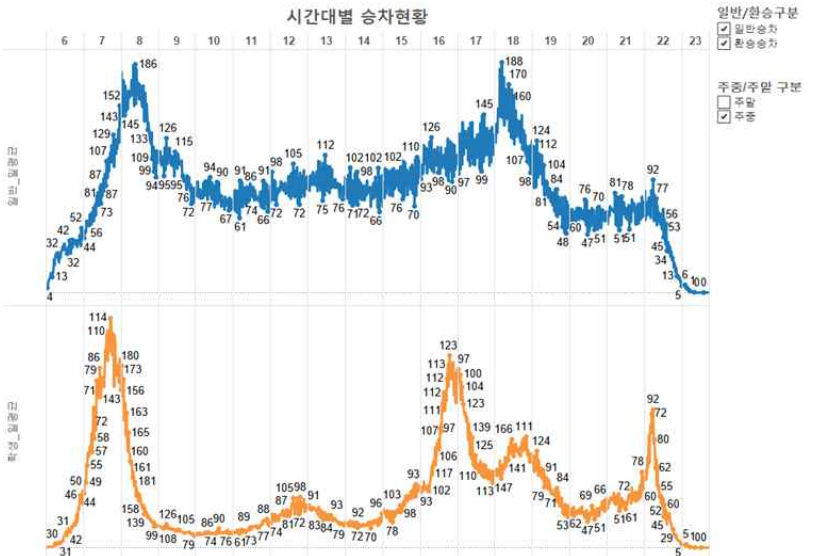
구분	시각화 항목	시각화 형태	사용자 권한
버스카드 사용이력	일평균 탑승현황(일반/환승, 주중/주말, 시간대별)	Var Chart	일반사용자
	월평균 탑승현황(일반/환승, 주중/주말, 월별)	Var Chart	일반사용자
	일반, 학생 시간대별 탑승현황(일반/환승, 주중/주말)	Line Chart	일반사용자
	정류장별 탑승현황 (일반/환승)	Var Chart/지도	일반사용자
	노선별 탑승현황 (일반/환승)	Var Chart/지도	일반사용자
	노선별 시간대별 탑승 현황	지도	일반사용자

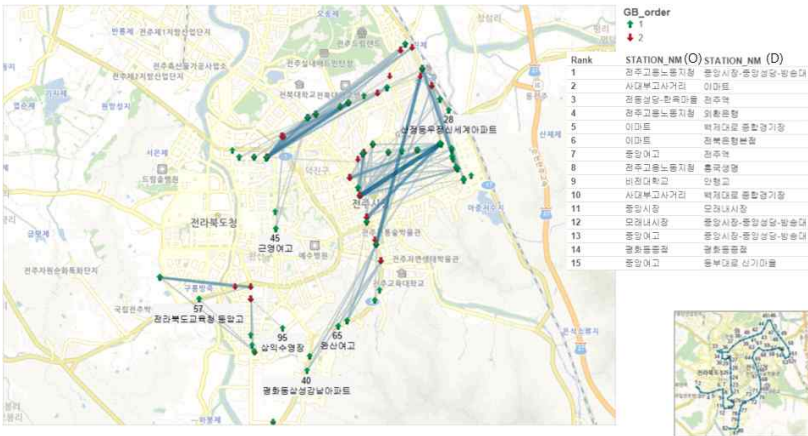
○ 주요 화면 예





화면 명	노선별 정류장별 승차 건수
설 명	<ul style="list-style-type: none"> 노선을 선택하여, 해당 노선이 지나가는 정류장에 대해 탑승객 수로 정렬이 가능하며 지도상에 표시가 가능 ※ 본 화면은 전주시에 별도로 제공된 교통카드 시각화 관련 추가 내용임
<p><Tableau를 이용하여 조회가능></p> 	

화면 명	노선별 탑승시간대별, 이용자별 탑승 현황
설 명	<ul style="list-style-type: none"> 노선을 이용하는 이용계층(일반, 학생)의 시간대별 탑승이용 현황을 확인함으로써 주 이용계층의 첨두시간을 확인할 수 있음 ※ 본 화면은 전주시에 별도로 제공된 교통카드 시각화 관련 추가 내용임
<p><Tableau를 이용하여 조회가능></p> 	

화면 명	승차-하차 정보 보유 고객에 대한 노선별 OD																																
설 명	<ul style="list-style-type: none"> 하차 정보가 있는 25% 탑승객을 기준으로 노선별 탑승지와 하차지를 확인함으로써 노선 조정시 중요 시사점을 제공 (즉 승차-하차가 많은 부분은 노선 절단 시 민원이 증가할 수 있음) ※ 본 화면은 전주시에 별도로 제공된 교통카드 시각화 관련 추가 내용임 																																
<p><Tableau를 이용하여 조회가능></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rank</th> <th>STATION_NM (O) STATION_NM (D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>2</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>3</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>4</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>5</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>6</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>7</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>8</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>9</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>10</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>11</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>12</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>13</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>14</td><td>전주교동노들지점</td></tr> <tr><td>15</td><td>전주교동노들지점</td></tr> </tbody> </table>		Rank	STATION_NM (O) STATION_NM (D)	1	전주교동노들지점	2	전주교동노들지점	3	전주교동노들지점	4	전주교동노들지점	5	전주교동노들지점	6	전주교동노들지점	7	전주교동노들지점	8	전주교동노들지점	9	전주교동노들지점	10	전주교동노들지점	11	전주교동노들지점	12	전주교동노들지점	13	전주교동노들지점	14	전주교동노들지점	15	전주교동노들지점
Rank	STATION_NM (O) STATION_NM (D)																																
1	전주교동노들지점																																
2	전주교동노들지점																																
3	전주교동노들지점																																
4	전주교동노들지점																																
5	전주교동노들지점																																
6	전주교동노들지점																																
7	전주교동노들지점																																
8	전주교동노들지점																																
9	전주교동노들지점																																
10	전주교동노들지점																																
11	전주교동노들지점																																
12	전주교동노들지점																																
13	전주교동노들지점																																
14	전주교동노들지점																																
15	전주교동노들지점																																

7) 자산화

- 공통기반 플랫폼 자산화
 - 주요 단계별 기 구축되어 있는 자산화 관련 시스템(혜안)을 이용하여 분석과정 등을 상세히 조회하거나 따라 할 수 있도록 구성함
- 주요 화면 예

[전주시] 시내버스 탄력배차제 대상 노선 선정

분석 개요 및 배경

전주시 주요 노선의 운행 현황

기술적 방법으로 MAPE계산

□ 탄력배차제 도입 필요성

- 특정 시간대 및 요일에 따른 탄력배차로 시내버스 운행횟수 조절을 통한 운행경비 절감
- 탄력배차에 따른 맞춤형 대중교통운행으로 시민들에게 보다 많은 교통서비스를 제공할 수 있는 여건 마련

□ 국내 도입 및 도입검토 중인 (시내버스) 탄력배차제 현황

시행도시	대상지역/대상노선	시행일자	주요 내용
대구광역시	35개 노선	2009년	<ul style="list-style-type: none"> 대당수입금 45만원 이하 노선대상 출퇴근 시간대 대당 200명 이상 탑승노선 특정구간 승객 집중 노선 대상 탄력적인 배차 시간표 적용 주 5일제 운행에 따른 토/일요일 감차 운행
김제시		2012년	
부산광역시	강서구 신단지역	2015년 (예정)	<ul style="list-style-type: none"> 출퇴근 시간대에 집중 배차
광주광역시	일부 노선	2015년 (예정)	<ul style="list-style-type: none"> 평일 이용객 대비 휴일 이용객의 비중이 낮고 운행간격이 넓은 일부 노선 대상에 대한 휴일 감차 운행 (공주개발연구원)

분석 개요 확인

□ (본 분석 보고 내) 탄력배차제의 정의

- (시내버스와 관련된) 탄력배차제에 대한 명확한 학문적 정의는 없으나, 일반적으로 대중교통 서비스 부문에서 수요에 대응하여 (Demand Response) 버스의 운행시간을 조정하는 것을 의미하며 대표적으로 지하철 노선 시간표가 있음
- 이런 관점에서 (시내버스의) 탄력배차제는 주중/주말(휴일)의 탄력적인 운행이나, 주중 시간대로 탄력적으로 운행하는 배차를 의미

전주시는 이미 주말(토요일, 일요일) 감차 운행 시행 중이며,
출퇴근 시간대의 집중배차는 아직 검토 단계이므로, 본 분석에서는 평일 탄력배차제 운행의 타당성을 검토

□ 분석대상(활용) 데이터

- 전주시의 경우, 2015년 3월 14일자로 노선에 대한 소폭 개편 실시
- 탄력배차제는 노선개편이 아닌 실제 이용승객의 추이 및 현황 등의 정보가 필요하므로 노선개편의 영향과 최신성을 고려하여 2015년 4월 ~ 6월간 교통카드 데이터를 이용
- 실제 이용자의 이용패턴이 아닌, (시내버스) 노선 정류장간 이용현황 등이 필요하므로 교통카드 데이터 상 탑승(승차)에 해당하는 정보만 활용

□ 탄력배차제 대상 노선의 결정 방법

- 탄력배차제 대상 노선을 판단하기 위한 방법으로는 여러 가지 방안이나, 기술적인 방법 등이 존재
- 본 분석에서는 현재 운행 중인 노선의 다수가 합리적으로 운행되고 있다고 가정하고, 주요 노선의 핵심적인 지표를 기준으로 평균과의 오차가 얼마나 벌어져 있는지를 판별할 수 있는 MAPE(Mean absolute percentage error or deviation) 지표를 활용
 - 다만 평균 대비 그 수준이 과한지(surplus) 또는 부족한지(minus)인지 방향성도 중요하므로 위 모형에서 필요에 따라 절대값(absolute)은 제외

표준적인 버스 운행 수준 $e = f(\text{일 평균 버스당 탑승객수} / \text{평균 운행간격})$

운행간격 \propto 운행횟수

운행횟수 \propto 투입버스 수 (n of bus)

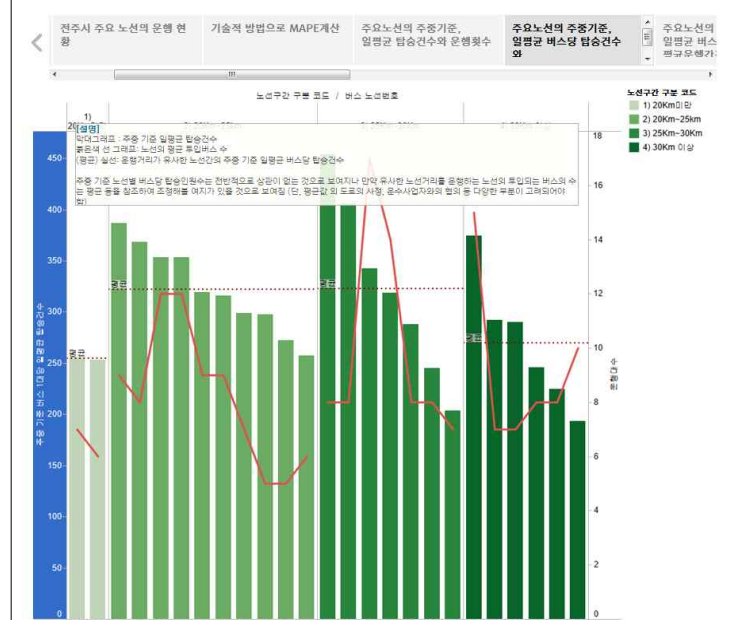
$$MAPE(or MAPD) = 100 \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i - e_{avg}}{e_{avg}} \right|$$

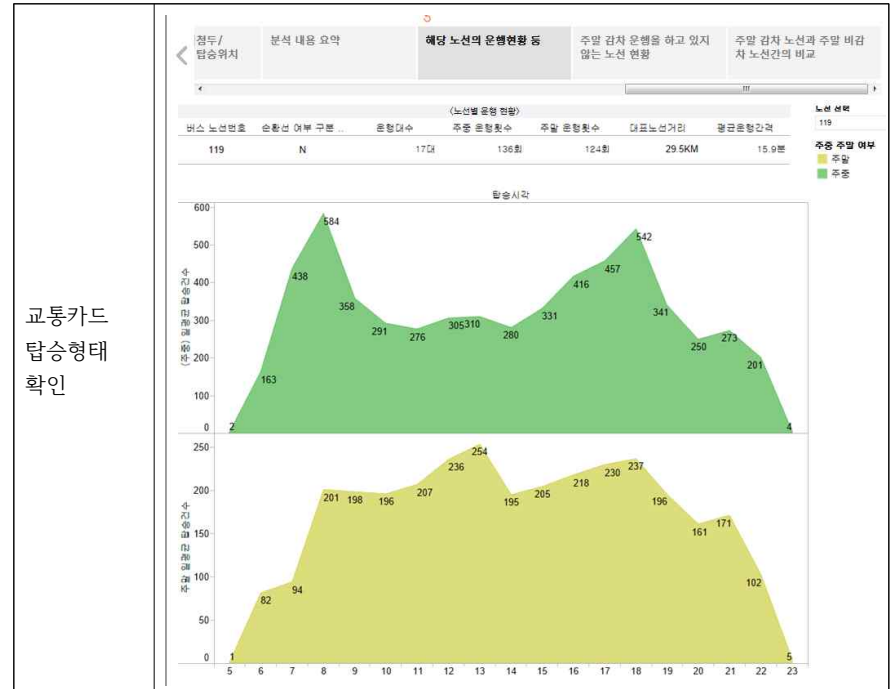
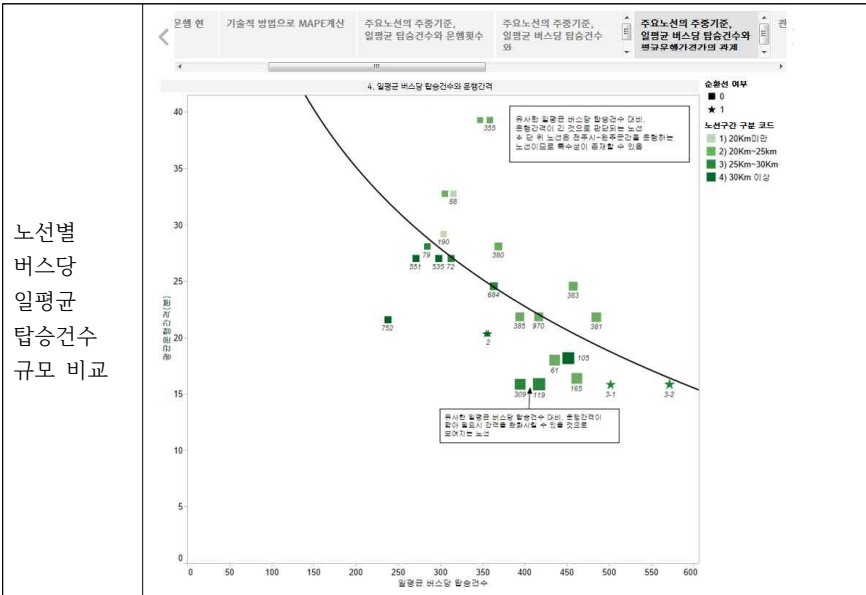
여기서 n은 분석 대상 노선수를 의미

데이터를
내려 직접
계산

[illegible]

노선별
탑승현황
확인





분석결과 내용 확인

전주시의 경우, 비슷한 규모의 노선의 운행수준 등을 가진 (노선)집단간의 비교를 통해 살펴 본 결과 시급하게 운행간격 등을 조정해야 할 부분은 없는 것으로 보여짐

다만 조금 더 세분화 하여 유사한 탑승규모를 가진 노선간의 단순 비교를 통해 운행간격 조정 여부 등을 직관적으로 살펴 본 결과 일부 노선의 경우 운행간격을 탄력적으로 조정해볼 수 있을 것으로 보여짐

※ 세부 내용은 분석보고서의 2.4 탄력배차제 분석면 참조

실제 탄력배차제를 시행해야 하는 경우, 주중 탄력배차제의 경우, 현실적으로 버스의 추가 투입없이 운행하기가 어려운 부분이 있다라는 전주시 교통관련 전문가 등의 의견 및 시민 공청회 등을 거쳐 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

아울러, 현재 주말 감차 운영을 하고 있는 노선에 대해 주말감차 운영을 하고 있는 노선과 비교하여 추가적인 감차 가능성을 점검해 봄