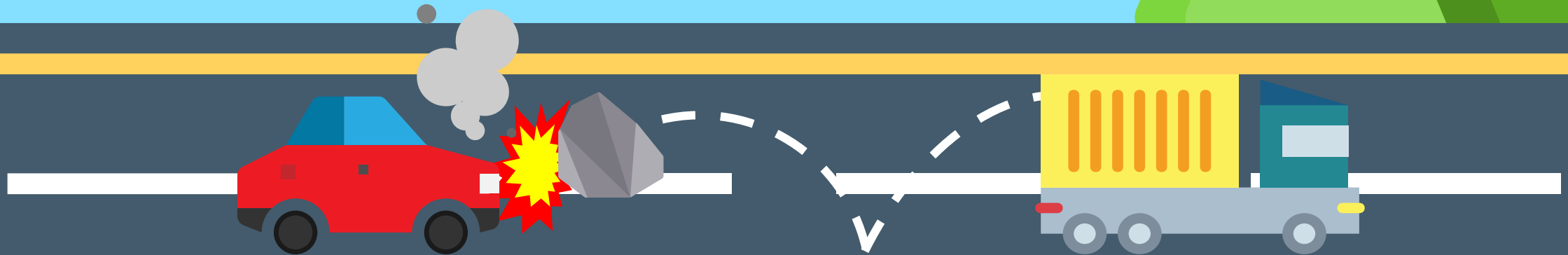


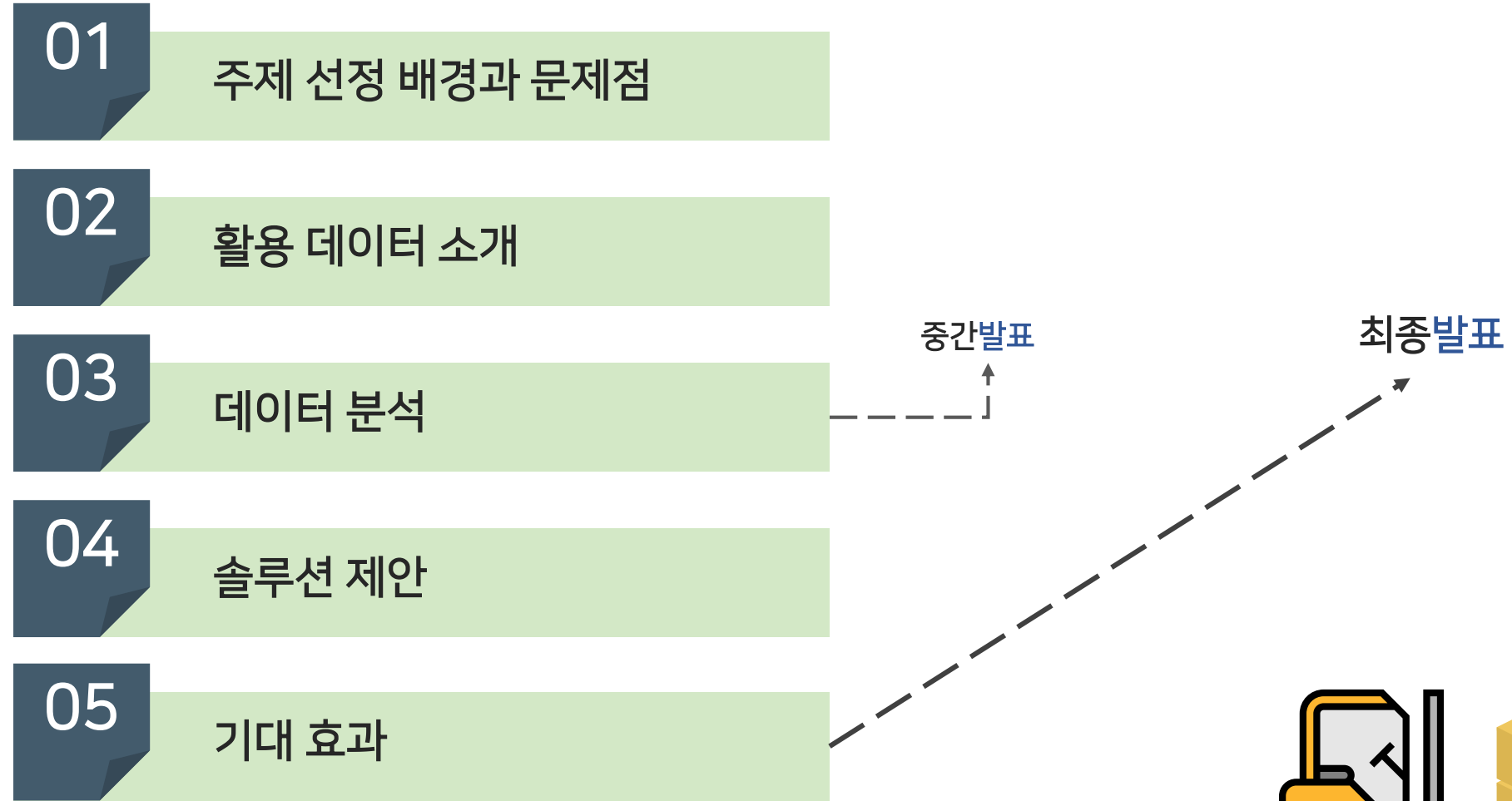
적재불량 화물차 솔루션

team by OVERLOAD

: 집중되어 쌓다, 과적하다



CONTENTS





INTRO

적재불량

도로교통법 제 39조

승차 또는 적재의 방법과 제한

- 모든 차의 운전자는 승차 인원, 적재중량 및 적재용량에 관하여 대통령령으로 정하는 운행상의 안전기준을 넘어서 승차시키거나 적재한 상태로 운전하여서는 아니 된다.
- 다만, 출발지를 관할하는 경찰서장의 허가를 받은 경우에는 그러하지 아니하다.
- 모든 차의 운전자는 운전 중 실은 화물이 떨어지지 아니하도록 덮개를 씌우거나 묶는 등 확실하게 고정될 수 있도록 필요한 조치를 하여야 한다.





창원터널 앞 화물차 폭발사고...왜 인명피해 컸나

‘무자격화물 미고정내리막길’ 화키워
운전자 화물운송종사자격증 미취득...2년간 사고 10번
트럭 덮개조차 안해...도로 경사커 사고 발생 많은 지점



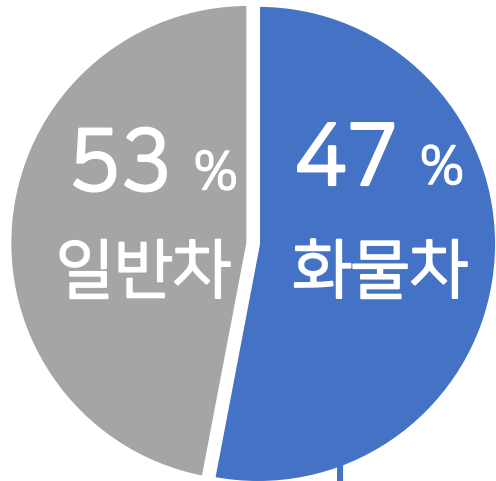
시설-화물차 적재물 고정 단속 다시 흐지부지

지난 2일 오후 경남 창원시 창원터널 인근에서 폭발·화재사고를 낸 5t 화물차는 뚜껑 없는 적재함에 윤활유통 등을 실으면서 화물을 제대로 고정하지 않은 것으로 드러났다.

“ **창원터널 사고 화물차, 화물 제대로 고정 안한 것으로 드러나** ”

화물차의 사고 실태

최근 3년 교통사고 사망자



전체 차량 중 약 16%지만,
사망자 발생률 **8%**
치사율 승용차의 약 **4배**
버스의 **2배**

화물차 운전자 경험

: 적재 불량을 주 원인으로

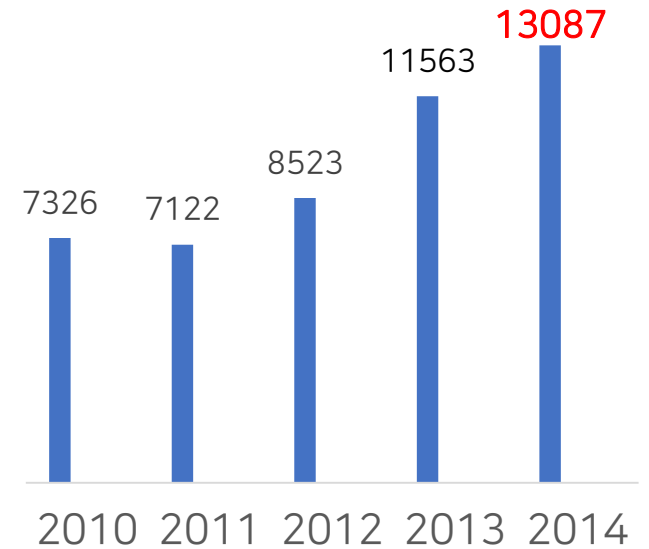


적재물 낙하 경험 15.3 %



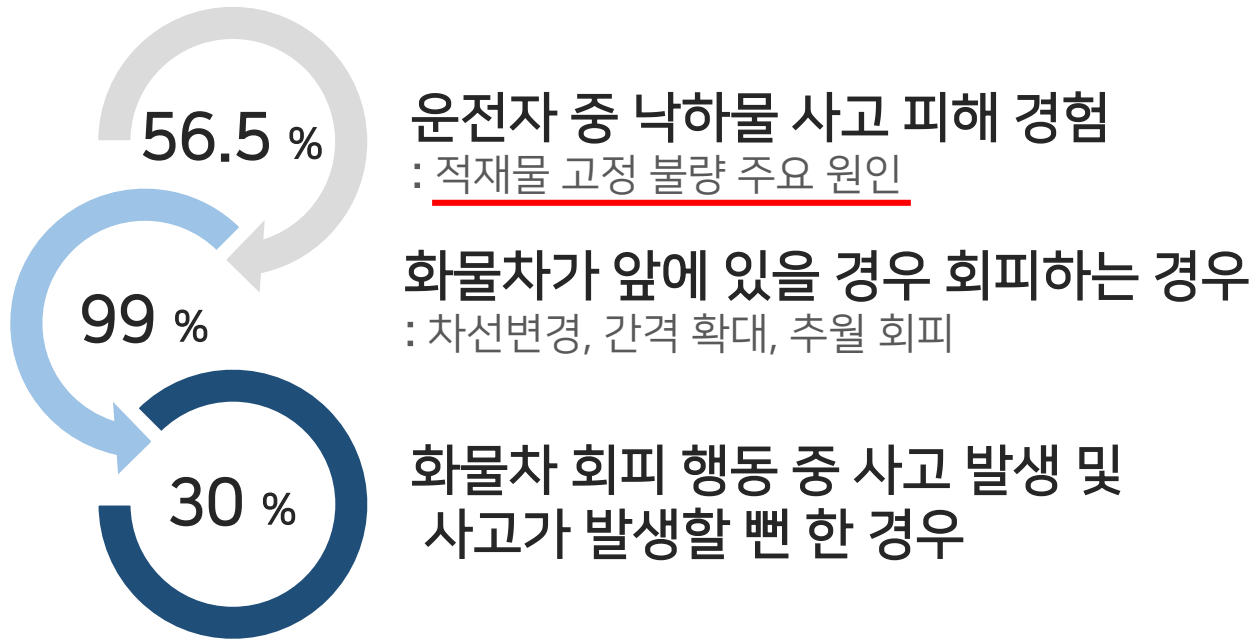
이로 인한 사고 유발 및
유발할 뻔한 경험 70 %

화물차 낙하물 피해 신고 건수



적재불량으로 인한 사고는 드문 경우라고 **치부할 수 없으며**,
이로 인한 피해 신고는 지속적으로 **증가**하고 있는 상황

화물차에 대한 인식



실시간 문자참여 #0024 (100원/건)	고속도로 톨게이트에서 일한적 있는데 적재불량 단속 많이 안해요..
실시간 문자참여 #0024 (100원/건)	트럭 뒤에 따라 가다가 골재 알갱이가 떨어져 앞 유리에 금이 갔습니다
실시간 문자참여 #0024 (100원/건)	천막으로 잘 덮어놔도 펄럭이는 거 보면 불안함
실시간 문자참여 #0024 (100원/건)	화물차는 옆에만 와도 움찔움찔
실시간 문자참여 #0024 (100원/건)	화물차 뒤로는 안 가게 돼요
실시간 문자참여 #0024 (100원/건)	과적 단속 제대로 좀 합시다! 도로가 다 시한폭탄입니다

운전자의 심리 :

- 1) 물건 낙하 위험
- 2) 시야 확보 불안
- 3) 위압감과 부담감

<----- 회피 행동 ----->

부정적인 영향 :

- 1) 차선 변경으로 인한 유령정체 기여
- 2) 사고 발생 확률 증가



- 화물차 안전 교육에 대한 무지
- 빠른 시간 내의 도착을 위한 법 위반
- 안전을 위협하는 도로 위의 흥기
- 적재 중량 및 포장 상태 법규 미준수
- 적재물 포장법에 대한 매뉴얼 무시
- 적재 기준에 대한 법규의 모호함
- 화물차 운송업의 현황
- 운전자들의 경제적 동기 불충족
- 적재물 포장 자재의 부족

“ **화물차 운전자들은 안전 기준에 대하여 무지하며, 경제적 동기의 갈증을 앓고 있다** ”

적재 불량으로 인한 사고와 도로 특성

경사가 심한 언덕길에서 화물차 적재물사고 사례



사고개요)

위 차량은 상차지 마산항에서 수입제품을 상차하여, 목적지인 하차지로 운행중에 경사진 창고입구를 운행중에 적재물 결박 및 포장불량으로 제품이 기울면서 일부제품이 파손된 적재물 피해사고.

- 적재물 결박 및 포장 불량이 근본적 원인
- 도로 환경 요인으로 인해 사고로 직접적 연결
- 적재물의 균형 이탈은 적재물 낙하 사고와 차량 자체 사고로 이어질 수 있음
- 도로 환경 요인의 영향에 대한 파악 필요

- 도로의 유형, 선형성
- 중앙분리대의 유무
- 종단경사에 따른 구분
- 갓길 방책시설의 유무
- 다양한 도로 환경 요인에 대한 연구 계획



고정식 검문소의 문제점

- (1) 효율적이지 못 한 검문소의 위치
- (2) 화물차 운전자들의 우회 운전
- (3) 인력 투입의 한계점
- (4) 검문소 수의 부족(현 정책, 확대 시행 중)



이동식 검문소의 문제점

- (1) 고정식 검문소에 비해 항시성 부족
- (2) 검문 루트에 따른 효율성 대두
- (3) 동시 다 구간 검문 운영 불가
- (4) 인력과 비용의 문제



6일 전주-진안 간 국도 26호선 상에 건설돼 있는 무기 과적검문소 입구에 차량의 진입을 금지하는 안내 표지판이 설치돼 있다. 안봉주(bjahn@jjan.kr)

[현장] 폭발 트럭 과적 단속 '무사통과'...중형트럭 과적 무방비
충남지역 과적검문소 태부족... 684개 노선 5527km에
단 2곳 뿐

화물차 불법 조장하는 '영터리 과적 단속'

검문소 단속 주체마다 오차 등 측정값 제각각 잦은 고장 등 신뢰 추락...오류 보완대책 시급

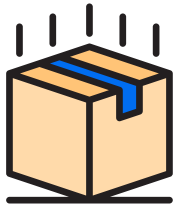
화물차 불법 과적 뿌리뽑는다..처벌 강화, 이동검문소 확충

이처럼 고정식 검문은 화물차량 운전자들이 미리 구간을 알고 있는데다 검차에 응하지 않고 피해가는 경우도 비일비재해 단속의 효율성이 낮게 나타나고 있다는 분석이다.



해결 과제

1) 화물차 운전자의 실태



- 안전 교육에 대한 무지
- 경제적 동기 불충족
- 화물차 용품 부족
- 준수 의식 부족

2) 도로 환경 요인



- 적재불량으로 인한 사고
- 관련이 있는 요인 규명
- 해당 도로에 대한 해결책

3) 효율적인 검문소 운영



- 고정식 검문소의 문제
- 이동식 검문소의 문제
- 효율적인 운영책이 요구



데이터명	출처
집계 과적단속 실적 2009~2014	고속도로 공공데이터 포털
집계 적재불량 단속실적 2009~2014	고속도로 공공데이터 요청
연도별 구간별 제한차량 위반내역 (이동식 검문 단속 건수 포함)	고속도로 공공데이터 포털
연월별 지점별 제한차량 위반내역 (고정식 검문 단속 건수 포함)	고속도로 공공데이터 포털
고속도로 이점 좌표 데이터	고속도로 공공데이터 포털
고속도로 사고데이터 2013~2017	고속도로 공공 데이터 포털
노선별 화물차 유동기록 데이터	TMS 교통량 정보제공 시스템
전국 고속도로 노선별 데이터 GIS	ITS 표준노드링크 관리시스템
영업소 위치 정보	고속도로 공공데이터 포털

(1) 화물차 유동기록 데이터

- 고속도로 공공데이터 포털의 노선별 일평균 통행 차량 데이터를 스크래핑
- 화물차로 필터링하여 목적에 맞는 값 추출

(2) 구간별 제한차량 위반 내역

- 연도별로 각 구간에 할당된 제한차량 위반 내역 데이터에서 적재불량과 과적에 해당하는 값 필터링

(3) 사고발생지점 데이터

- 최근 5년 동안 발생한 고속도로 사고데이터에서 원인차종을 화물차로 필터링하여 1차적 값 추출
- 1차 추출 후에 주요원인을 적재불량으로 필터링하여 최종사용 값 추출
- 고속도로 이정 좌표 값을 사용하여 사고에 따른 좌표 부착

(4) 지점별 제한차량 위반 내역

- 영업소 별로 할당된 제한 차량 위반 내역 데이터와 영업소 위치 정보 데이터를 병합하여 좌표 값 부착

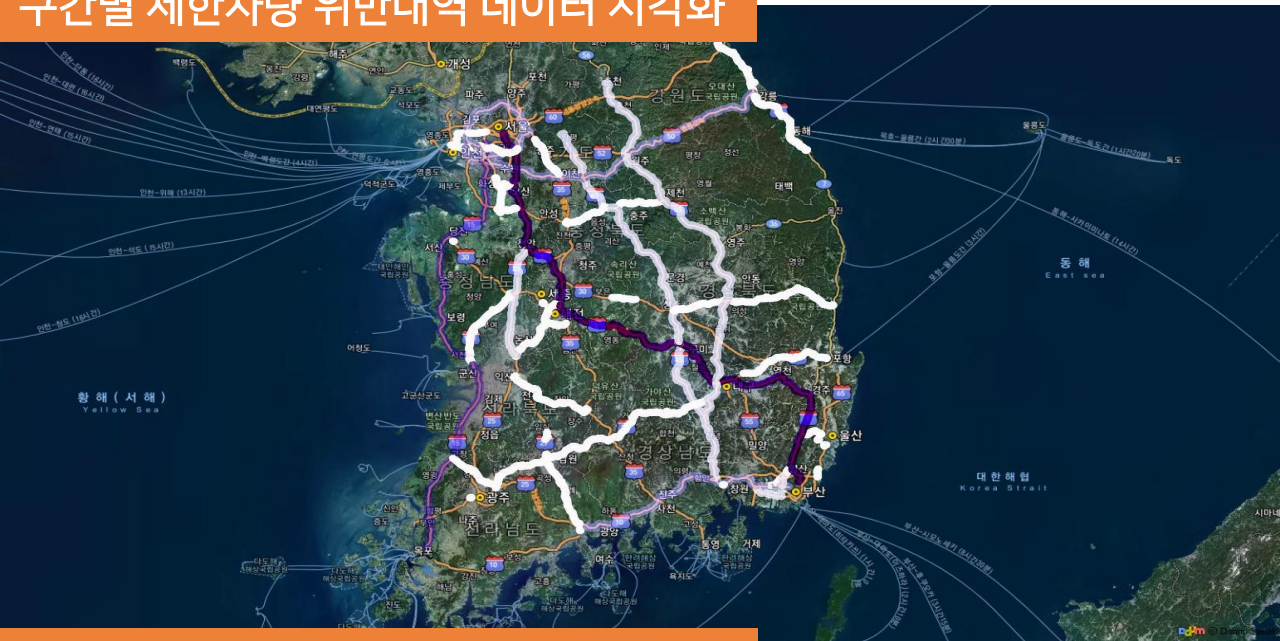


데이터 GIS 시각화

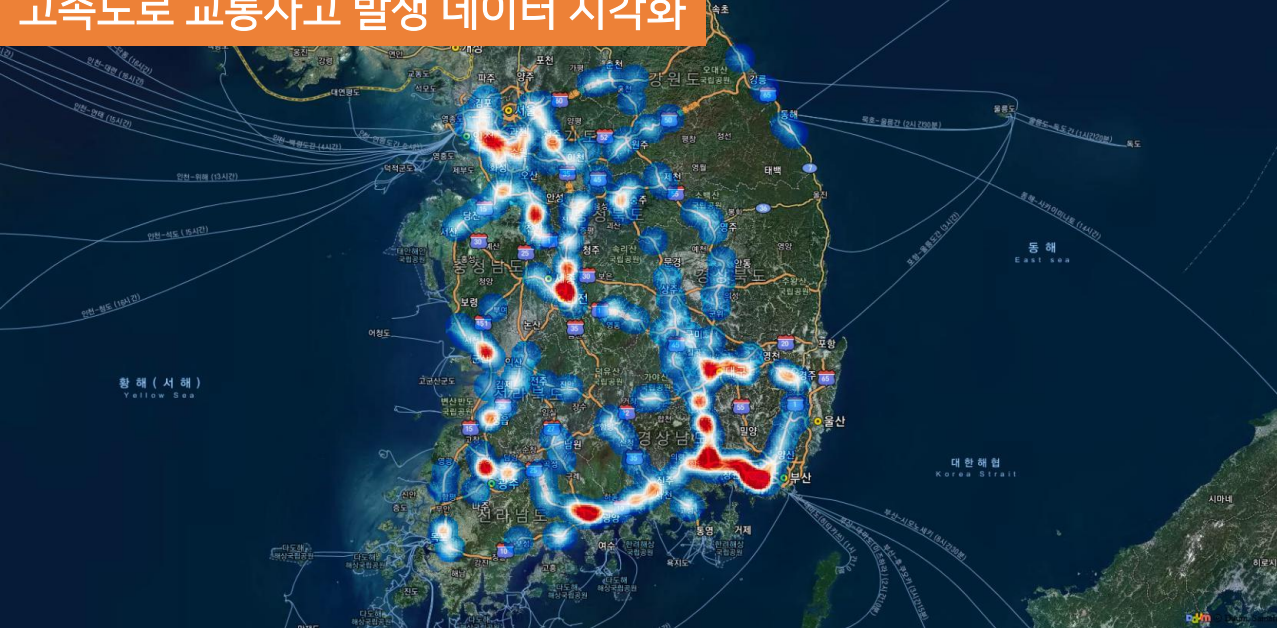
노선별 화물차의 유동기록 데이터 시각화



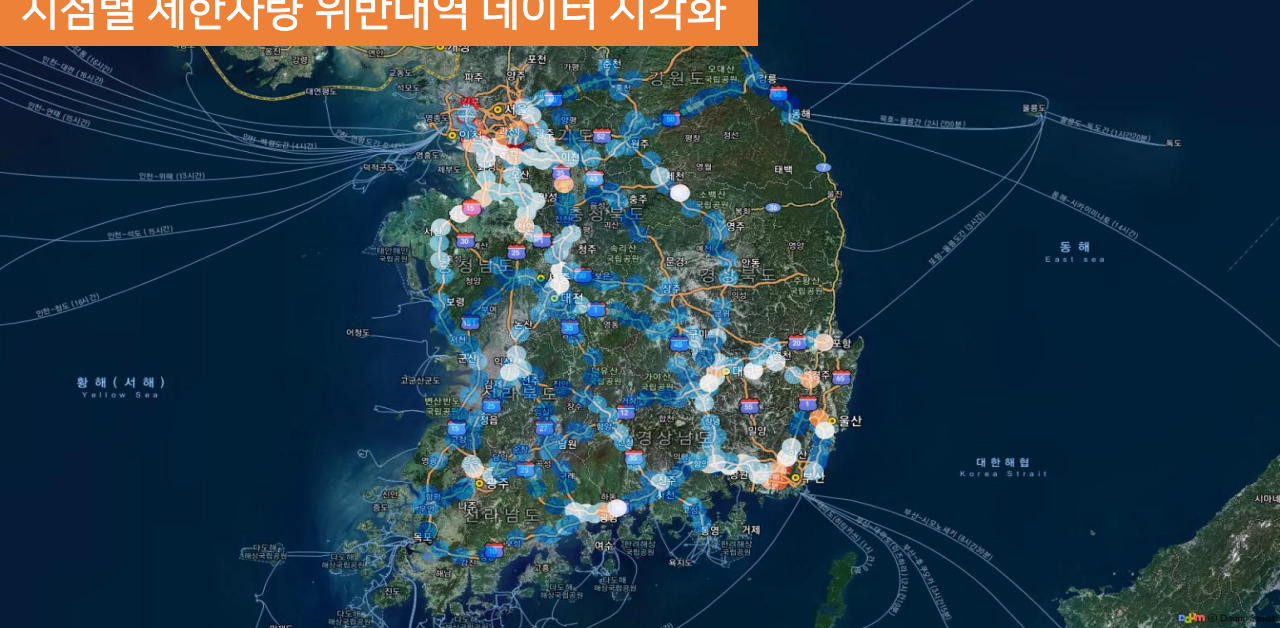
구간별 제한차량 위반내역 데이터 시각화



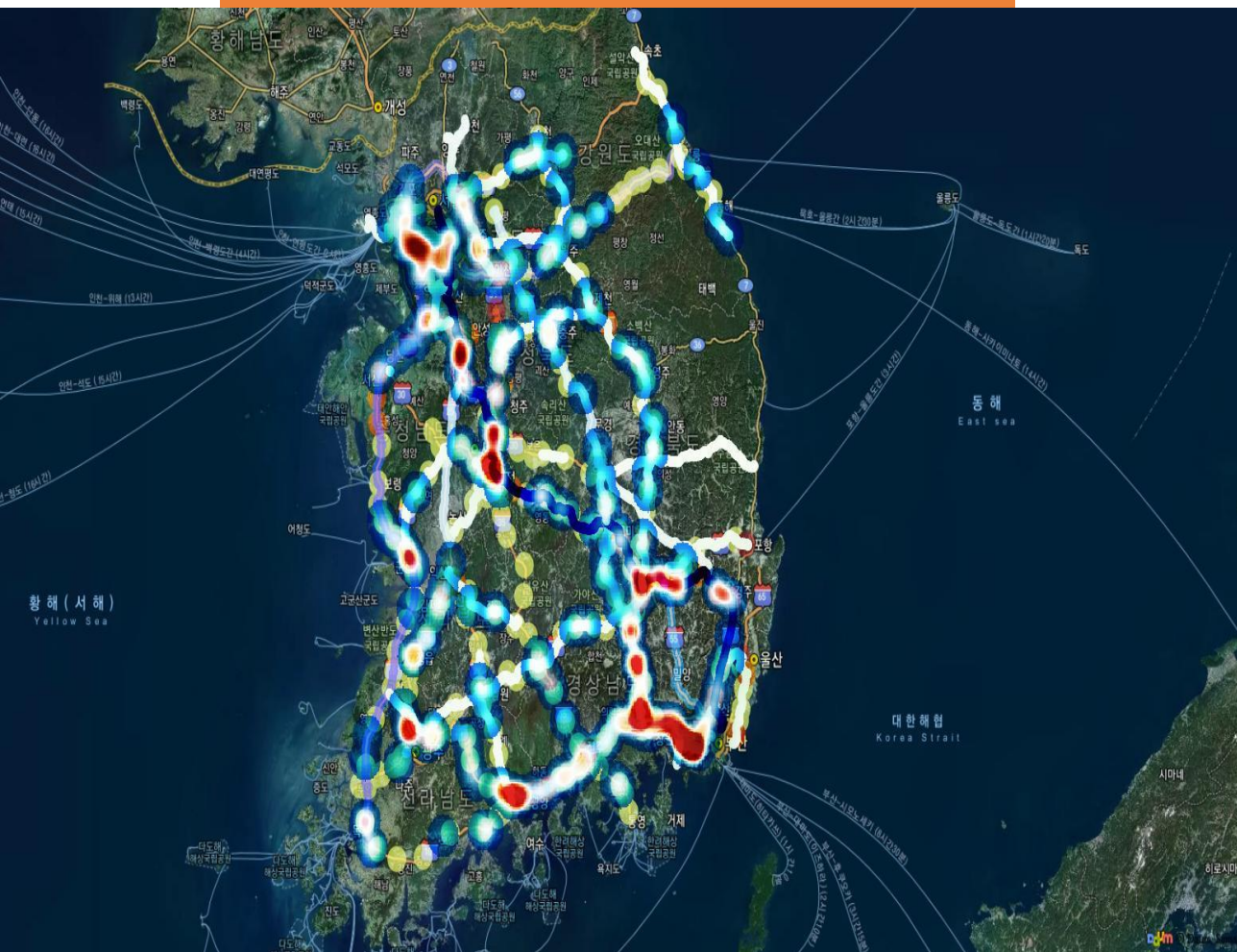
고속도로 교통사고 발생 데이터 시각화



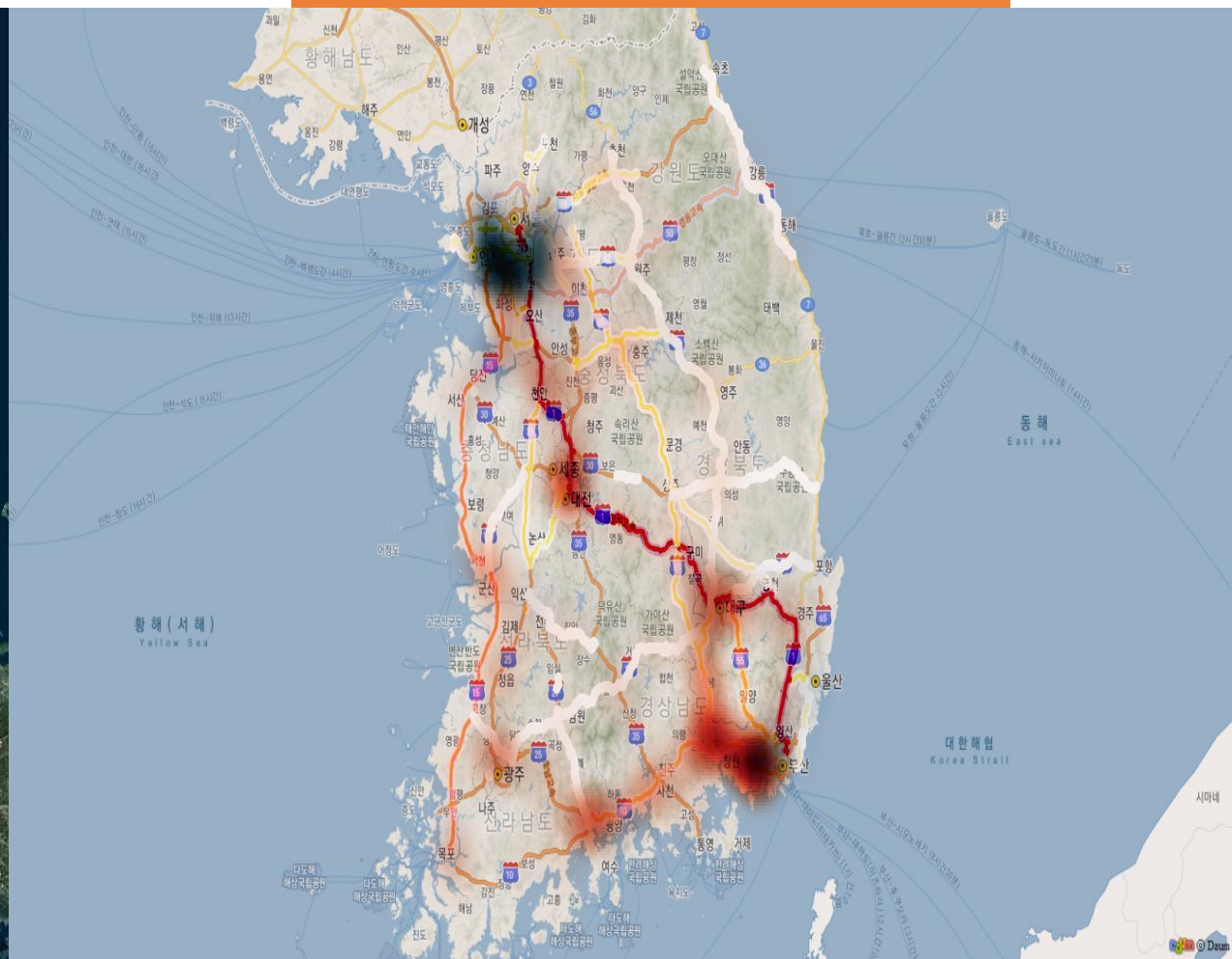
지점별 제한차량 위반내역 데이터 시각화



4가지 계층을 모두 오버레이 한 결과

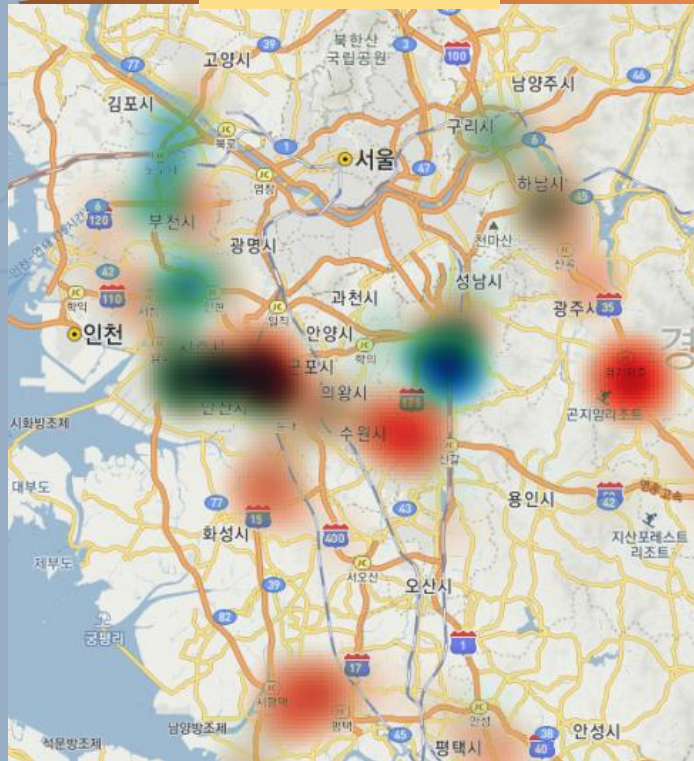


밀도/농도 기반의 오버레이 결과

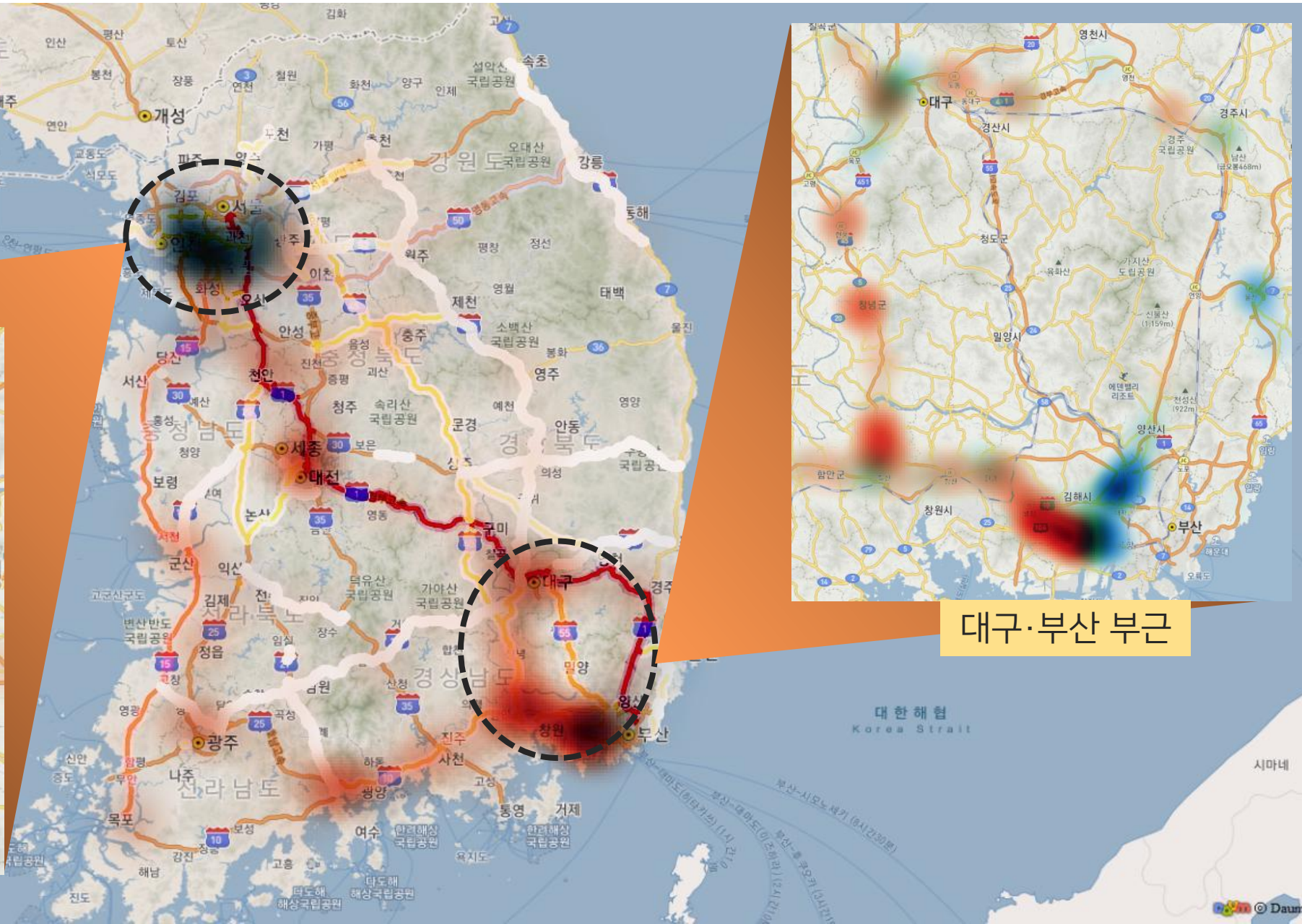
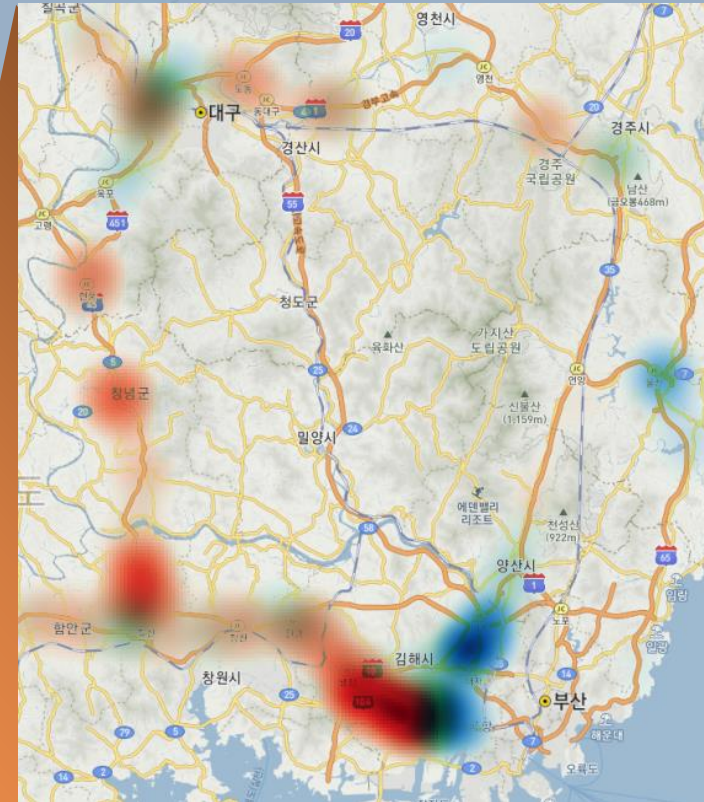


위험구역 우선순위 배정

수도권 부근

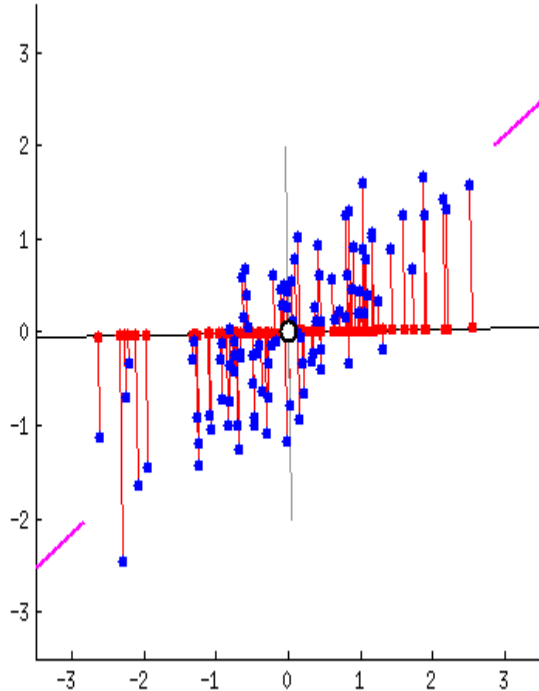


대구·부산 부근



주성분 분석(Principal Component Analysis)

- 도로 환경 요인 분석을 위하여



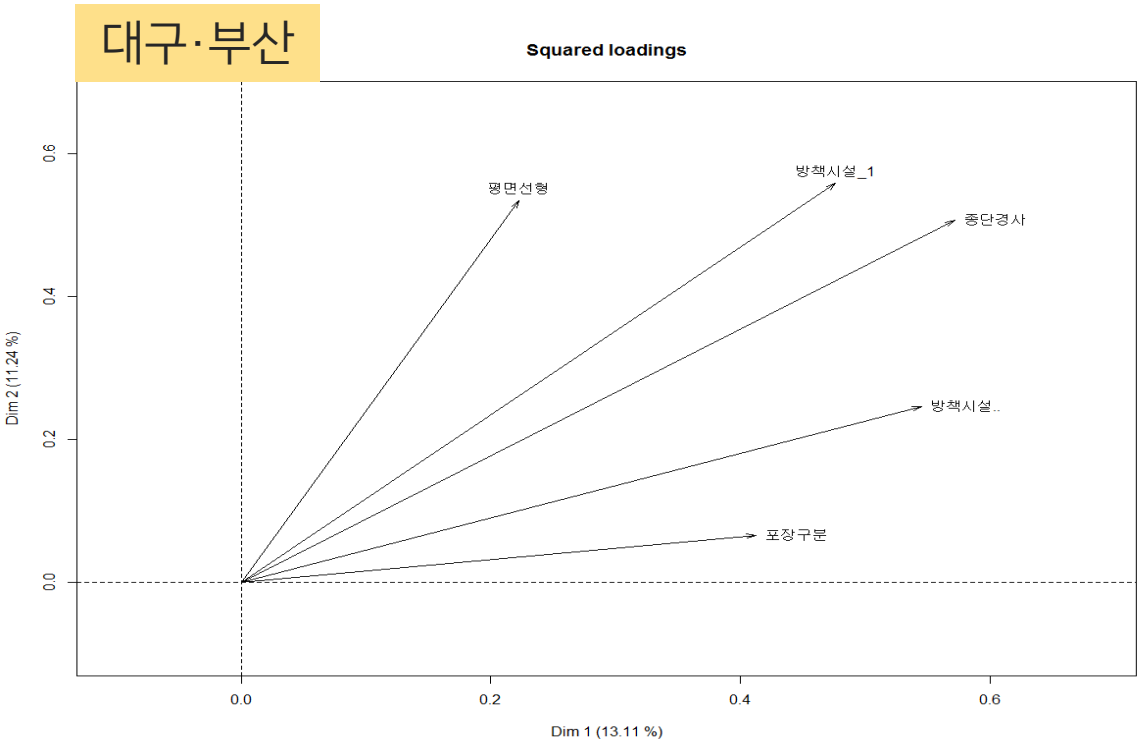
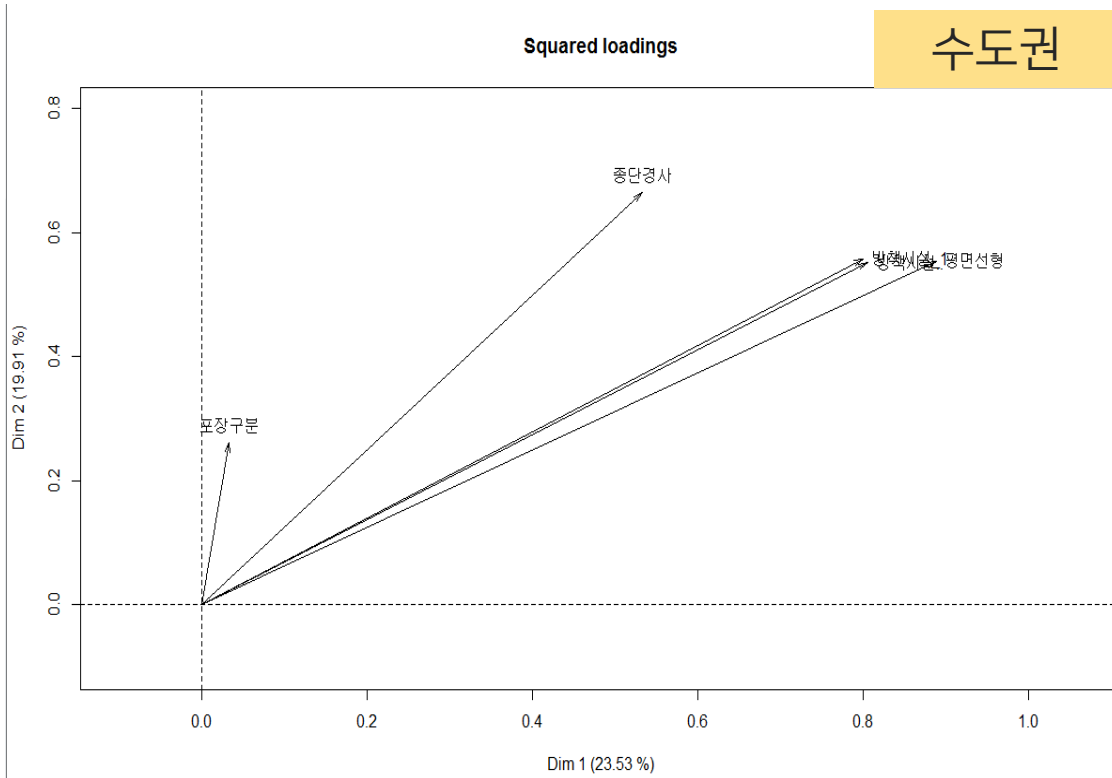
정의

데이터의 분산(variance)을 최대한 보존하면서 서로 직교하는 새 기저(축)를 찾아, 고차원 공간의 표본들을 선형 연관성이 없는 저차원 공간으로 변환하는 기법

본 연구에서의 목적

- 1) 여러 변수들 간에 내재하는 상관관계, 연관성을 이용해 소수의 주성분으로 차원을 축소
- 2) 특정 유형의 빈도를 파악하는 데 활용하며, 유형 간의 비교를 가능하게 하는 기준으로 사용

도로 환경 요인 주성분 분석



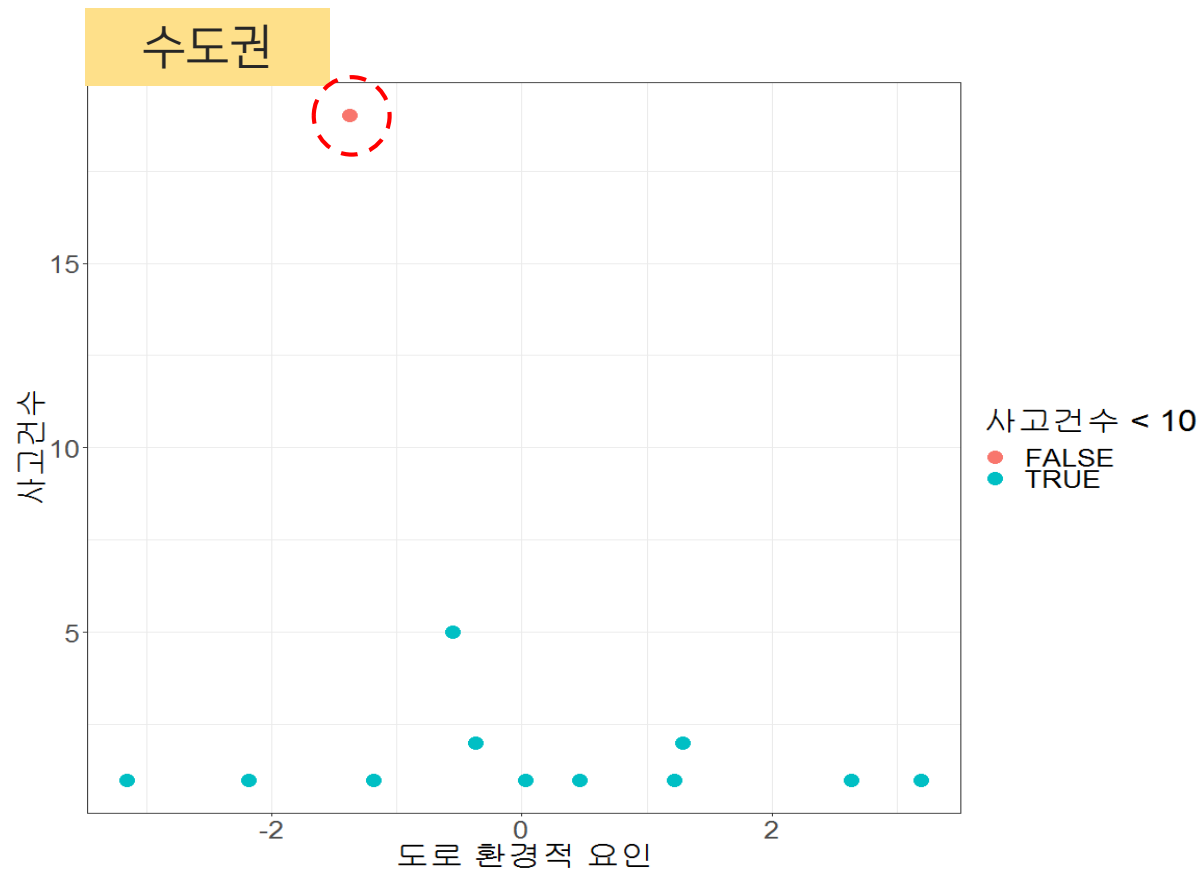
도로 환경 요인 = 도로 기하 구조 + 방책 시설 여부

도로 기하 구조 : 포장 구분, 평면 선형, 종단 경사
방책 시설 여부 : 중앙분리대 유무, 갓길 방책시설 유무

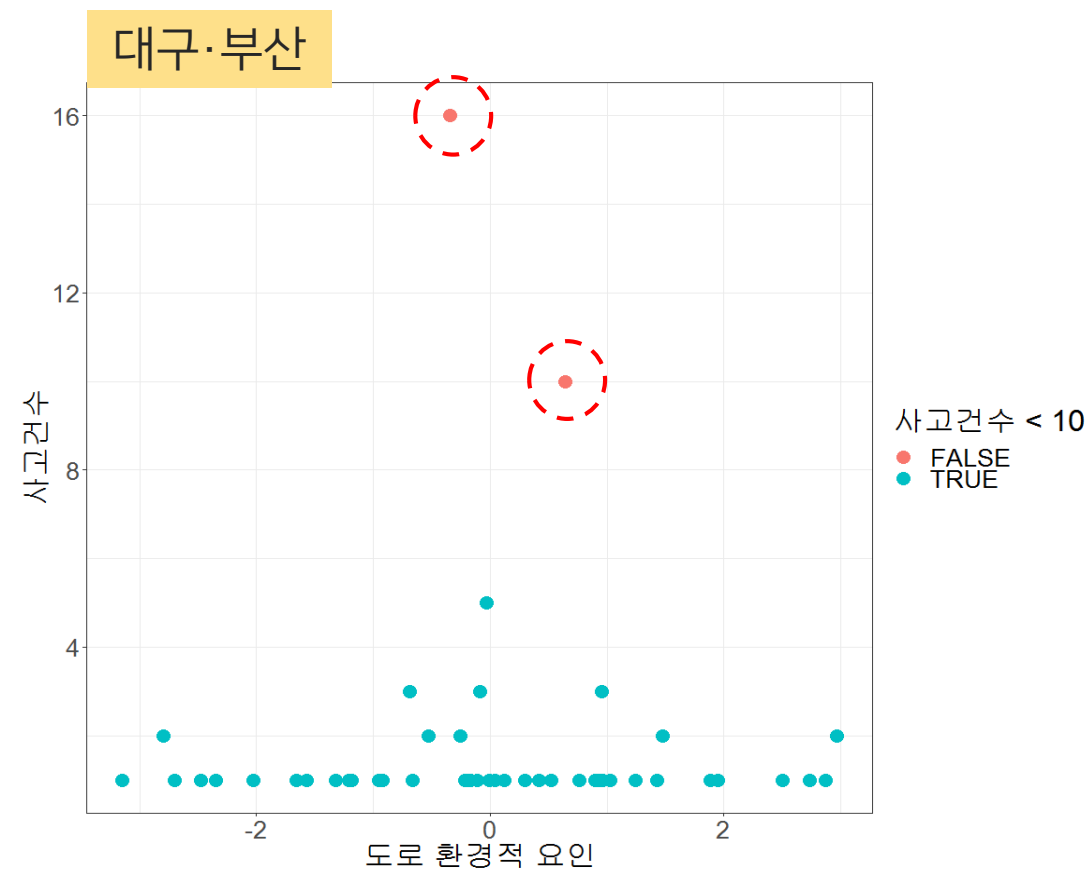
수도권과 대구·부산에 대한 주성분 분석 loading plot

투입된 변수들이 두 성분에 미치는 영향력 정도를,
그래프를 통하여 확인 가능

도로 환경 요인 주성분분석 결과

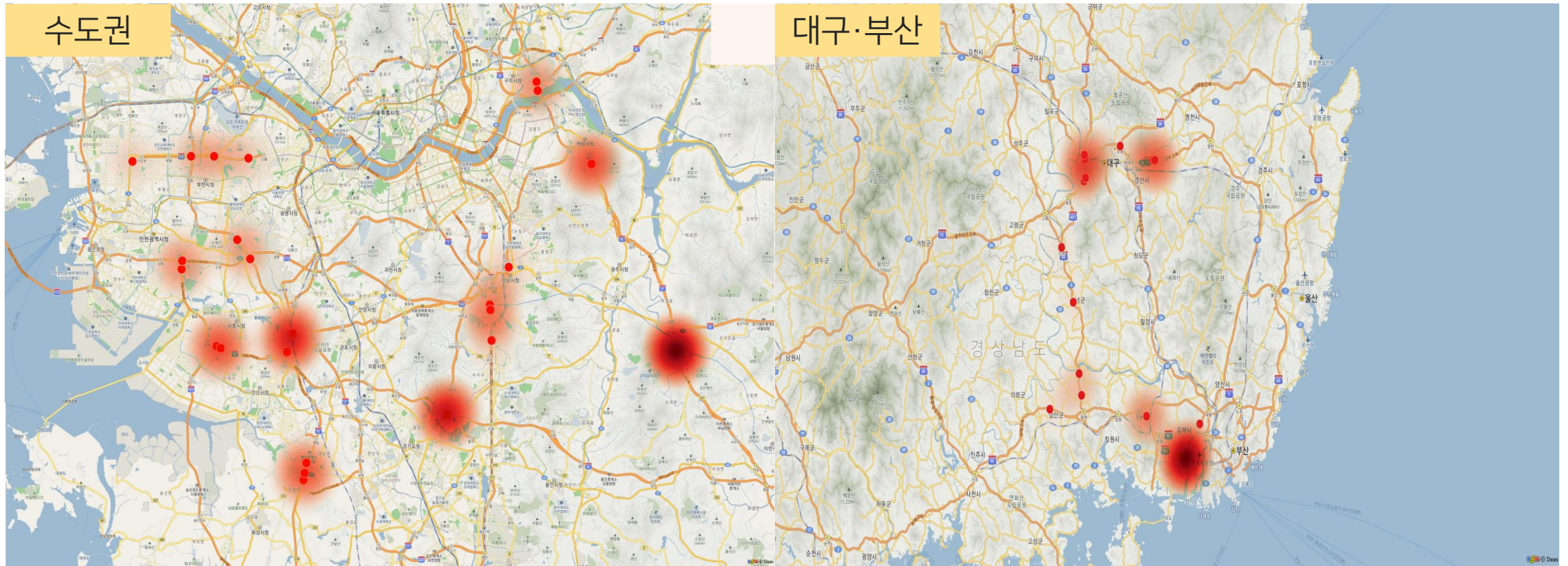


포장구분	평면선형	종단경사	방책시설 (중앙분리대)	방책시설 (갓길)	사고건수
콘크리트	직선	평탄	없음	없음	19



포장구분	평면선형	종단경사	방책시설 (중앙분리대)	방책시설 (갓길)	사고건수
아스팔트	직선	평탄	없음	없음	16
콘크리트	직선	평탄	없음	없음	10

도로 환경 요인 주성분분석 결과



순위	1	2	3	4	5
노선명	중부선	영동선	서해안선	서울외곽순환선	경인선

순위	1	2	3	4	5
노선명	남해 제2지선	중부내륙지선	경부선	남해선 (순천부산)	대구포항선



화물차 운전자

- 교육에 대한 무지
- 안전 의식이 매우 약함
- 법규 준수 의식이 부족
- 경제적 동기 불충족
- 법규 준수의 필요성 불감



검문소 단속

- 1) 고정식 검문소의 부족
- 2) 이동식 검문소 단속 효율성
- 3) 전반적인 불신과 운영 문제 제기



도로 환경 요인

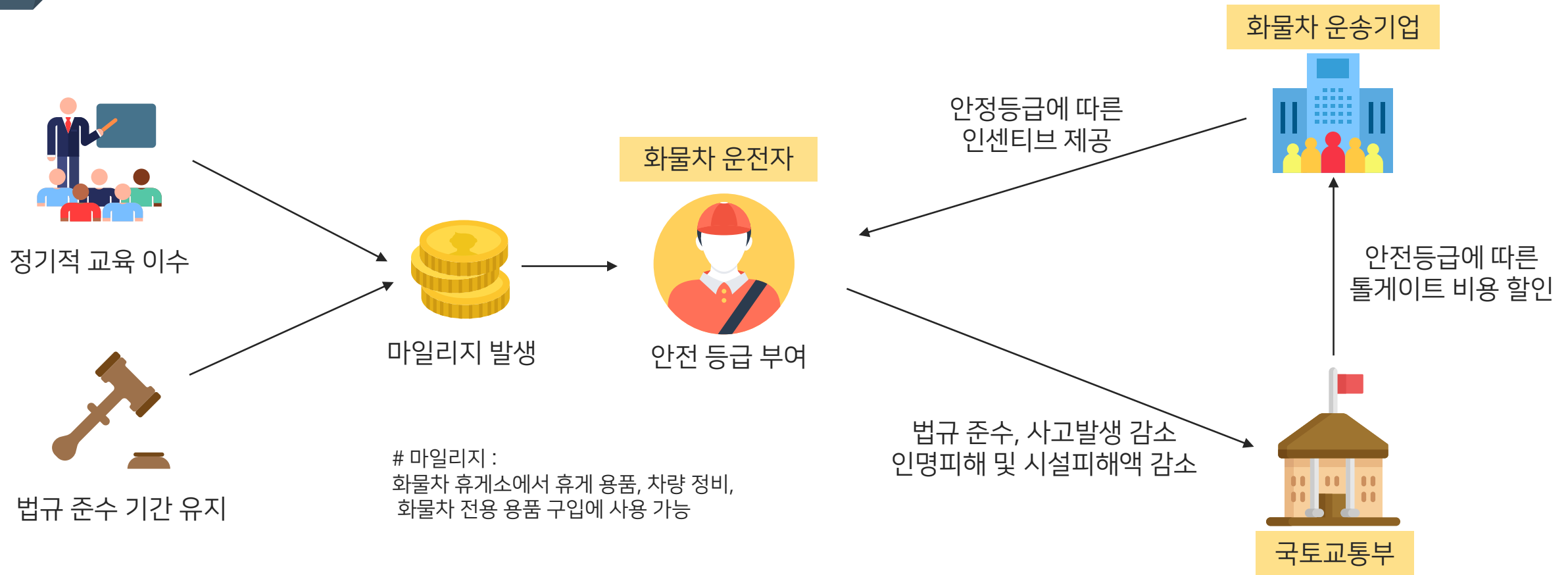
- 특정 유형의 도로에서 사고가 10건 이상씩 발생하는 사례
- 해당 도로는 전부 방책시설 부재
- 중앙분리대와 갓길 방책시설 없음



일반 운전자

- 1) 일반 운전자들의 공포
- 2) 회피 행동을 자행
- 3) 이로 인한 유령 정체 기여
- 4) 사고 발생확률 증가

화물차 운전자 선순환 시스템



화물차 운전자의 여러 측면의 문제를 해소할 수 있는 보상 체계 기반의 선순환 시스템 제안
적재불량으로 인한 사고발생률 감소, 인명피해감소, 시설물피해액 감소 등의 효과 기대

어플리케이션 및 플러그인 개발



운전자 기본적인 정보

- 화물차 운전자에 대한 기본적 정보
- 등급 확인 가능
- 마일리지 현황 확인 가능

안전등급에 관한 정보

- 교육 이수에 관한 내역 확인 가능
- 등급 유지 기간 확인 가능
- 사고 내역 및 등급 상하 조정 확인

차량운행에 관한 정보

- 하이패스 이용 내역 기록
- 계근 위치 및 내역 기록
- 추후 데이터 활용 가능

마일리지에 관한 정보

- 마일리지 적립 내역 확인
- 마일리지 사용 내역 확인
- 사용 가능처 및 휴게소 정보 포함

단속 실적에 관한 정보

- 단속 실적에 관한 내역 기록
- 벌점 및 벌금 내역 기록

도로 환경 요인 보안

갓길 방책시설



중앙분리대



2013~2017년 사고데이터 분석 결과,
중앙분리대와 갓길에 방책시설이 **없는 도로**는,
중앙분리대와 갓길에 방책시설이 **있는 도로**보다
적재불량으로 인한 사고 발생 비율이 **2배** 높았음

$$\frac{(\text{해당 도로 적재불량 사고 수})}{(\text{방책시설이 없는 도로})} > \frac{(\text{해당 도로 적재불량 사고 수})}{(\text{방책시설이 있는 도로})}$$

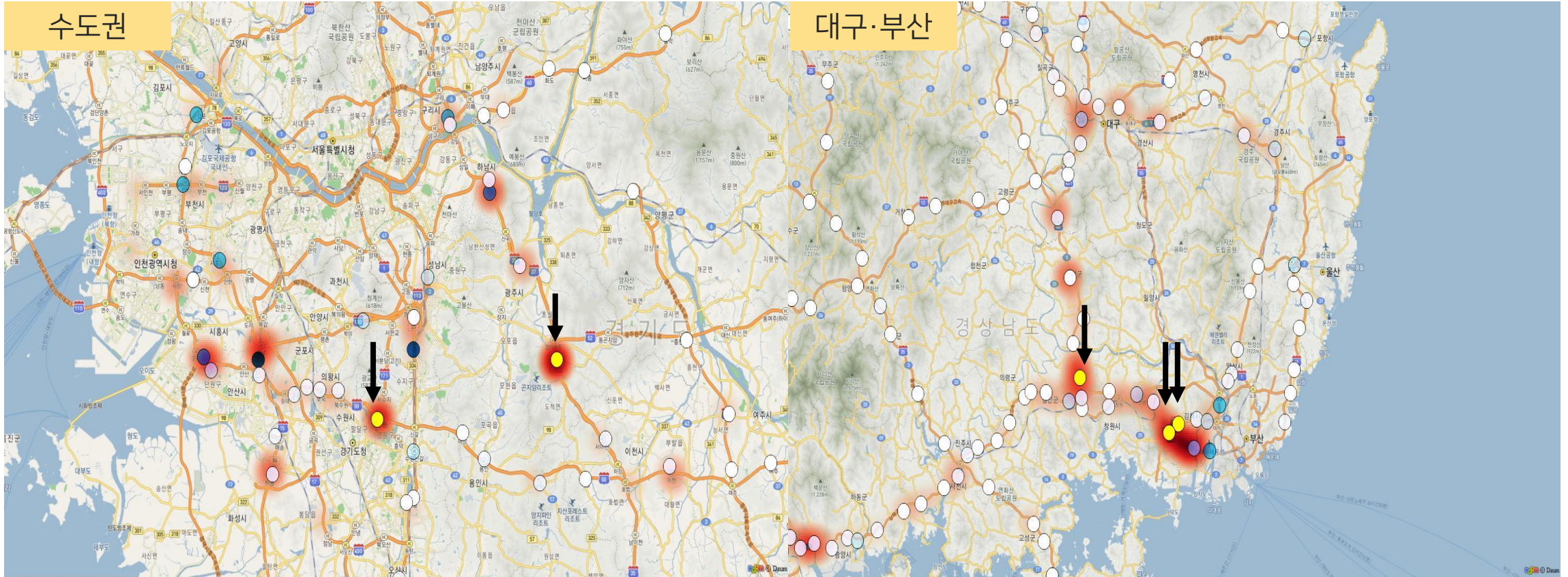
실제로 중앙분리대와 같은 방책시설이 사고감소효과에
유의한 영향을 미친다는 연구들이 발표

김경석, 강승림, '중앙분리대의 사고감소효과 분석에 관한 연구, 2003
이희상 외 3인, '중앙분리대 설치가 교통류 및 사고에 미치는 영향에
관한 연구', 2004 등

각 노선에 대하여 방책시설이 없는 구간에
방책시설을 보완하여 적재불량으로 인한 사고를
방지하고, 이로 인해 발생했을 인명피해와
시설피해 감소 기대

검문소 위치와 단속 방향 제안

1) 고정식 검문소(사고다발 대비 적발건수 미약 지점)



수도권 :

- 1) 곤지암영업소 인근
- 2) 동수원영업소 인근

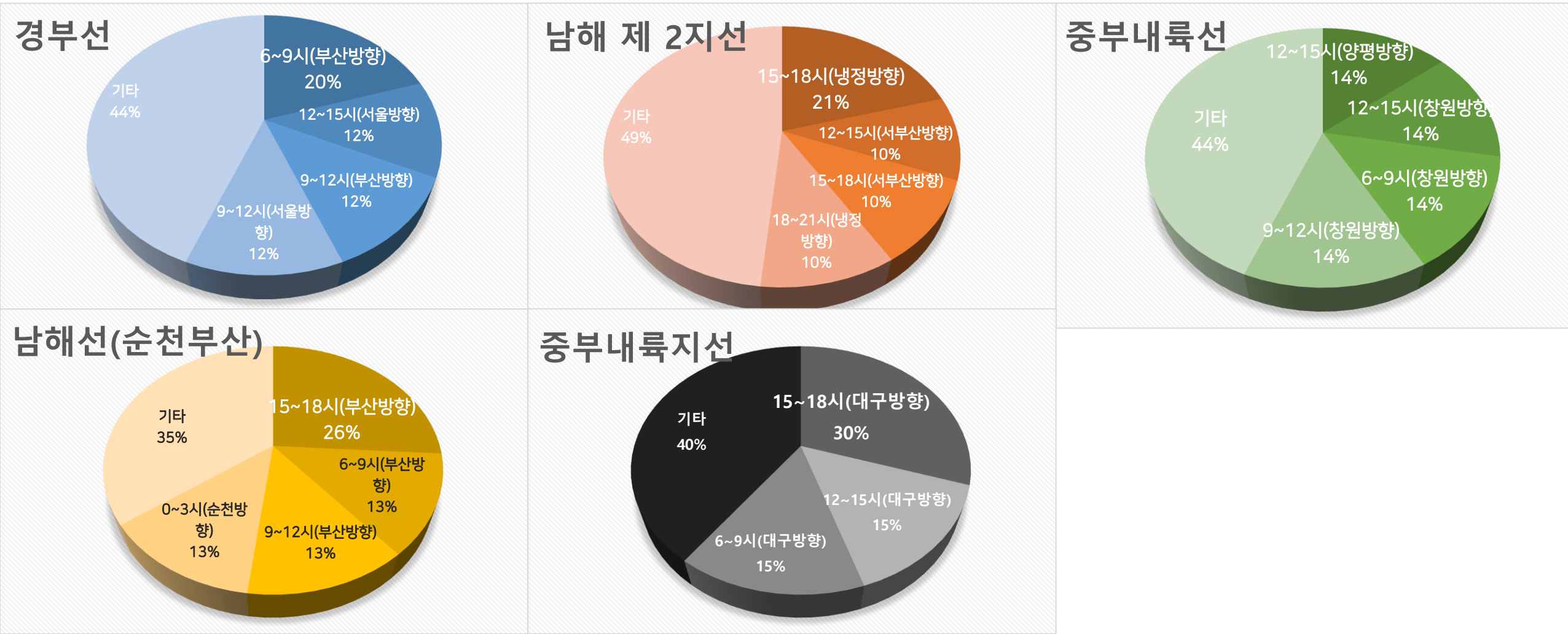
대구·부산:

- 1) 칠산영업소 인근
- 2) 장유영업소 인근
- 3) 서김해영업소 인근

검문소 위치와 단속 방향 제안

2) 이동식 검문소

화물차 적재불량 사고, 지점별 위반내역, 구간별 위반내역, 화물차 유동기록 데이터를 모두 조합하여 선출된 위험구역에 속해 있는 노선들의 사고 발생 빈도를 분석하여 **상위 5개 노선의 단속 순위 배정**





안심 스티커의 도입

안전한 화물차의 뒤에서는 일반 운전자가 피하지 않아도 되나, 실제로 위험한 화물차인지 이를 알 수 있는 방법이 없음

일반인 운전자의 99%가 느꼈던 공포와 이에 따라 수반되었던 화물차 회피행동의 부정적 영향(유령정체, 사고확률)을 감소시키고자 안심 스티커를 제안

안전 등급을 유지하는 차량이 화물차의 후면에 부착할 수 있으며, 정기적인 교육 이수와 법규 준수 기간을 유지하는 운전자만 부착 가능

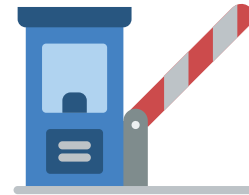
실제로 위험한 차량, 안전한 차량을 구분 지을 수 있는 지표

화물차의 뒤를 운전하던 일반인 운전자가 겪었던, 공포에서 비롯됐던 회피행동의 부정적인 영향 감소 (추월, 차선변경, 비정상적 간격확대, 사고발생확률 증가 등)



화물차 운전자

- 1) 화물차 운전자의 안전 의식 강화
 - 2) 정기적 교육 이수로 안전 지식 증가
 - 3) 올바른 적재물 포장 및 법규 준수
 - 4) 화물차 운전자 고충 해소
- 경제적, 업무구조적



검문소 단속

- 1) 고정식 검문소 증설 정책에 발 맞춘 고정식 검문소 위치 추천
- 2) 이동식 검문소 우선 순위 배정
- 3) 효율적인 검문소 운영 도모



도로 환경 요인

- 1) 도로 환경 요인 파악 가능
 - 2) 적재불량으로 인한 사고 감소
 - 3) 도로 보수와 안전성 증대
- 방책시설의 중요성 지각



일반 운전자

- 1) 일반 운전자의 공포 감소
- 2) 안전, 위험 차량 구분의 지표
- 3) 회피 행동 유발 감소
- 4) 유령정체, 사고발생확률 감소

THANK YOU

team by OVERLOAD
: 과적하다, 집중되어 쌓이다