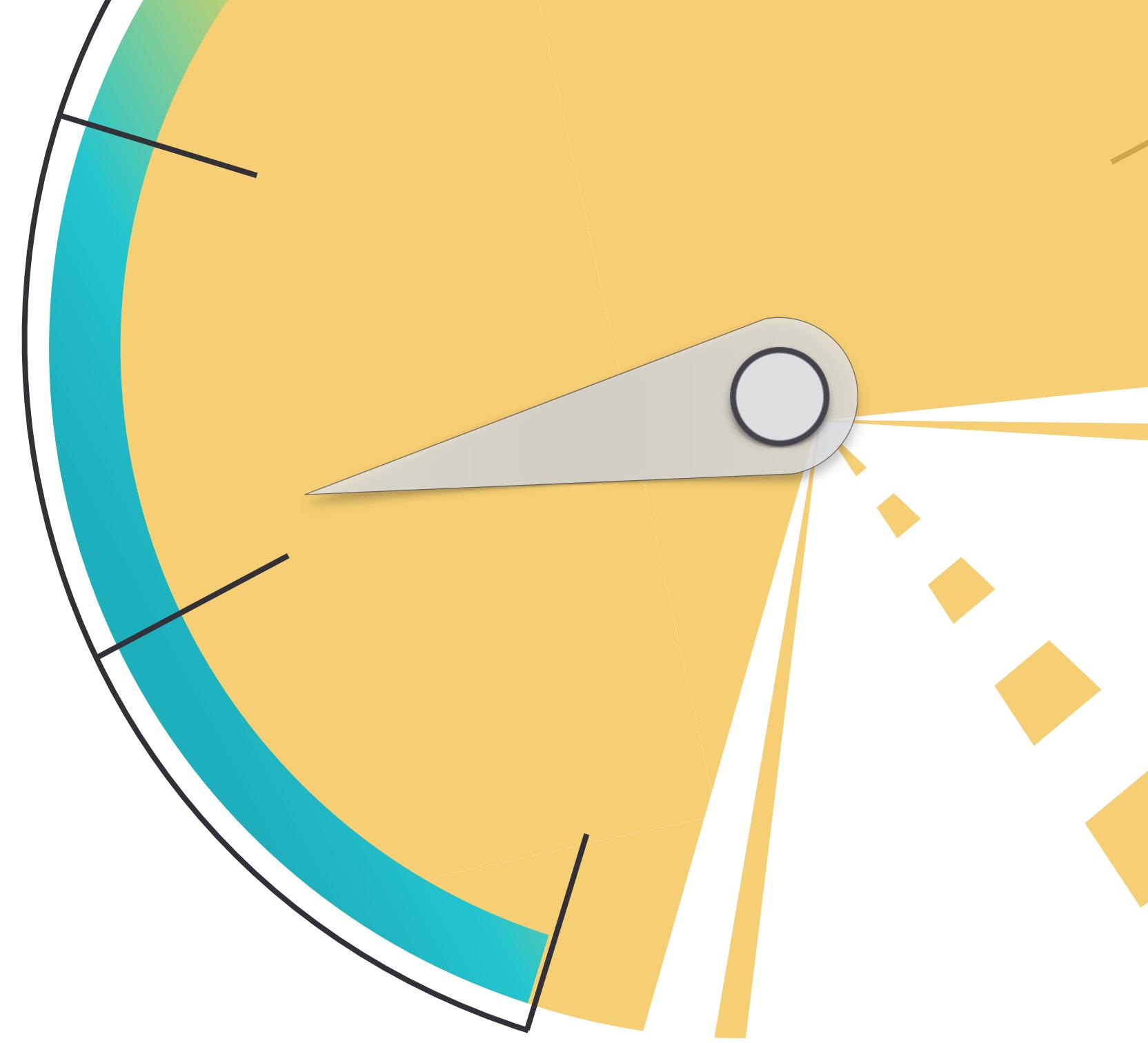
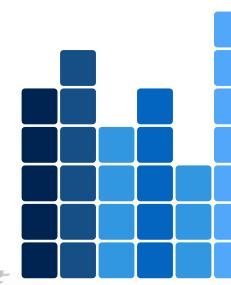


최종 제출
정보디자인 부문
정동철 이현성 주선식 참가자

안전한 TUNNEL로 TUNE하다

The way to make safety tunnel
And How to use tunnel safely





안전한 TUNNEL로 TUNE하다

The way to make safety tunnel

And How to use tunnel safely

Tune : 1. 곡 2. 조율하다 3. 조정하다

INDEX

01 왜 터널인가?

주제선정 이유와 배경

02 터널 사고, 왜 위험한가?

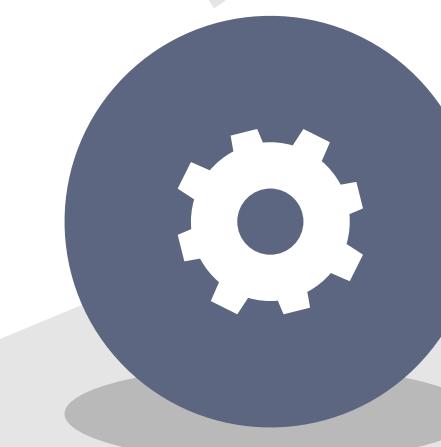
터널 사고를 유발하는 주요 원인 분석
아이디어 제시

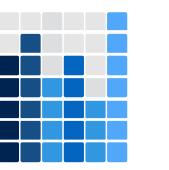
03 터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한
사전 알림 체계 확립과
시스템 및 행동유도디자인 구축

04 위험한 곳은 어디인가?

터널 분석 및 적용 대상 선정





```
Console ~/Desktop/교통 분석 아이디어/
> colnames(accident_2016)
[1] "본부명"          "지사명"
[4] "월별구분"        "사고시간"
[7] "시간단위..3시간.." "주야구분"
[10] "이정"           "방향"
[13] "사망"           "건수"
[16] "경상"           "부상"
[19] "구분"           "증상"
[22] "사고등급"        "발생지점"
[25] "사고직전.차량조작" "사고원인.구분"
[28] "사고시.도로환경" "운전자.상태"
[31] "주야구분.1"      "요일"
[34] "사고.차량수"      "사고유형"
[ ] "공사보유.장비사고" "포장구분"
```

주어진 Raw Data의 일부

	주사고원인구분	속도구분	사망구분	상해구분	파손구분	교통차단분	사고처리분	접보도착분	현장도착분	구급차도착분
1	위험원인 속도파악불가	0	상해보통	파손보통	0	33	7	15	0	0
2	일반원인 정상	0	상해보통	파손보통	20	20	12	10	0	0
3	위험원인 과속	0	상해보통	파손보통	0	90	8	10	0	0
4	위험원인 속도파악불가	0	상해보통	파손보통	33	33	11	10	0	0
5	위험원인 과속	0	상해보통	파손보통	0	28	9	4	0	0
6	위험원인 속도파악불가	0	상해보통	파손보통	15	15	10	8	0	0
	차종구분	사고위치구분	차량조작구분	운전자상태구분	사고시도로환경구분	요일구분	터널이름			
1	위험차종	내부	조작있음	비정상	정상	정상	평일			
2	보통차종	내부	조작없음	정상	정상	정상	평일			
3	위험차종	입구또는출구	조작없음	정상	정상	정상	평일			
4	위험차종	내부	조작없음	정상	정상	정상	평일			
5	보통차종	내부	조작없음	정상	정상	정상	평일			

R에서 불러낸 '가공된 Data'의 일부

Working Summary :

원자료는 개인적으로 국토교통부 도로교량 및 터널현황 자료 활용과, 요청한 고속도로 교통사고 자료로 약 5년치의 개별적 자료 활용. 연도에 따라 데이터가 가진 열의 개수가 달랐기에 연도별로 필요한 열들만 따로 추출하여 자료를 축소. 이후 5년치의 축소된 자료를 통해 하나의 동일한 열을 가진 통합적 교통사고 자료로 구성. 5년치 자료를 모아 새롭게 만든 통합된 자료로 데이터에 대한 탐색적 분석과 모델링 작업을 실시.

```
> aggregate(현장도착분~발생년도,all_year_normalthedata,mean)
```

발생년도 현장도착분

1	2012	11.12120
2	2013	11.82508
3	2014	11.99118
4	2015	12.07140
5	2016	12.55660

```
> aggregate(현장도착분~발생년도,all_year_tunneldata,mean)
```

발생년도 현장도착분

1	2012	11.08376
2	2013	11.05090
3	2014	11.48285
4	2015	14.75622
5	2016	12.14440

사고접보
현장도착
데이터

Data analysis episode 1.

통념 상 터널 속 사고는 사고 처리 속도가 느려 2차 사고로 이어지는 경우가 많을 것이라 여겨지나, 사고처리 시간이 일반사고와 다르지 않았다.



Project Modeling Principles :

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.745e+00	9.834e-02	-38.077	< 2e-16 ***
사고유형차-사람	-7.364e-01	4.208e-01	-1.750	0.08013 .
사고유형차-시설	-4.052e-01	7.487e-02	-5.412	6.22e-08 ***
사고유형차-차	6.872e-01	8.403e-02	8.179	2.86e-16 ***
주야구분주간	4.866e-01	5.196e-02	9.365	< 2e-16 ***
시설물피해액	1.670e-08	2.952e-09	5.657	1.54e-08 ***
사고차량수	8.692e-02	1.516e-02	5.732	9.92e-09 ***
사고원인구분운전자요인	2.026e-01	8.592e-02	2.357	0.01840 *
사고원인구분차량요인	4.242e-01	1.042e-01	4.070	4.70e-05 ***
차량조작구분조작있음	-1.969e-01	6.175e-02	-3.189	0.00143 **
교통차단분	3.808e-03	8.306e-04	4.585	4.54e-06 ***
사고처리분	-2.311e-03	8.153e-04	-2.835	0.00459 **
사고전차량통행속도	1.756e-03	5.962e-04	2.945	0.00323 **
파손구분파손심함	-1.656e-01	7.006e-02	-2.363	0.01812 *
사망사고구분사망사고	-3.084e-01	1.539e-01	-2.003	0.04517 *
요일구분평일	-7.875e-02	5.101e-02	-1.544	0.12260
--				

터널 모델의 유의한 변수 확인

어떠한 변수들이 터널 사고의 원인이 됐나?

1

터널 모델의 유의한 변수를 확인하고
후에 일반 사고 모델의 변수들을 대조하여
두 모델 간의 의미있는 차이점을 도출.

2

터널 사고의 경우 차-시설 사고보다
차-차의 사고가 사망과 연관된 유의성이
더 높다. 반면 터널사고가 아닌 경우
차-시설, 시설물 피해액, 주야 구분 등이
유의한 변수로 나타난다.

3

따라서 터널 사고의 경우
차량 간의 문제를 주요
개선 문제로 접근하는 것을
전제로 아이디어 및 솔루션 제시

고속도로 사망 요인 관련, 일반 사고와 터널 사고의 변수 차이

사고원인구분운전자요인	5.141e-01	1.707e-01	3.012	0.00260	**
사고원인구분차량요인	-8.883e-02	2.292e-01	-0.388	0.69834	

일반사고 중에서 두드러지는 사고 원인 변수

장애요인구분장애있음	1.204227	0.375509	3.207	0.001342	**
------------	----------	----------	-------	----------	----

터널 사고 중 일반 사고보다 두드러지는 사고 원인 변수 (도로 환경 요소)

사고유형차-시설	0.592425	0.821107	0.721	0.470605	
----------	----------	----------	-------	----------	--

터널 사고

사고유형차-차	1.652774	0.777977	2.124	0.033632	*
---------	----------	----------	-------	----------	---

일반 사고

사고유형차-시설	7.737e-01	1.938e-01	3.993	6.53e-05	***
----------	-----------	-----------	-------	----------	-----

시설물피해액	-1.886e-08	7.033e-09	-2.682	0.00732	**
--------	------------	-----------	--------	---------	----

일반 사고

터널 사고 중에선 시설보다 차대차의 원인 변수가 더 중요

01

왜 터널인가?

주제선정 이유와 배경

수락터널서 추돌사고…40대 남성 숨져

입력 2017.04.05 (10:59) | 수정 2017.04.05 (11:01) | 1,202

인터넷



완주 신리3터널서 트레일러 전복…5시간째 차량통제

(전주=뉴스1) 임충식 기자 | 2017-04-12 09:45 송고

서울 흥지문터널 차량 7대 연쇄 추돌 사고, 출근길 정체

‘10분간 3건’ 창원1터널서 다중추돌 잇따라

전방주시 태만·안전거리 미확보 원인
오후 1건 추가…지난 1일에만 4건 발생

중부내륙고속도로 터널서 6중 추돌 사고…6명 사상

12일 오전 4시34분께 순천완주고속도로 신리3터널에서 트레일러가 전복되는 사고가 발생했다(전북소방본부 제공) © News1



news 1

보다 큰 사고로 이어지는 터널사고의 위험성

발생률 또한 꾸준한 증가

01 도로 확장과 개발로 늘어나는 터널 개소

국토교통부 도로교량 및 터널현황 자료 활용

1,944 개소

2015

연장길이 1,419Km

1,465 개소

2011

연장길이 1,053Km

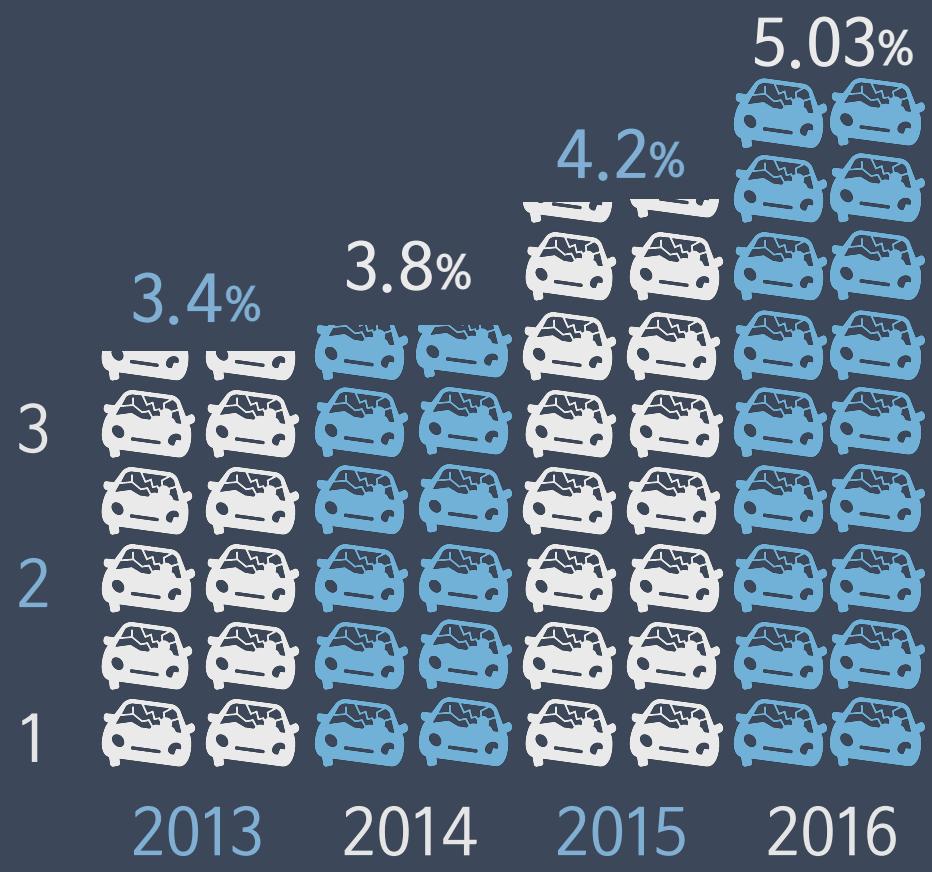
1,064 개소

2007

연장길이 755Km

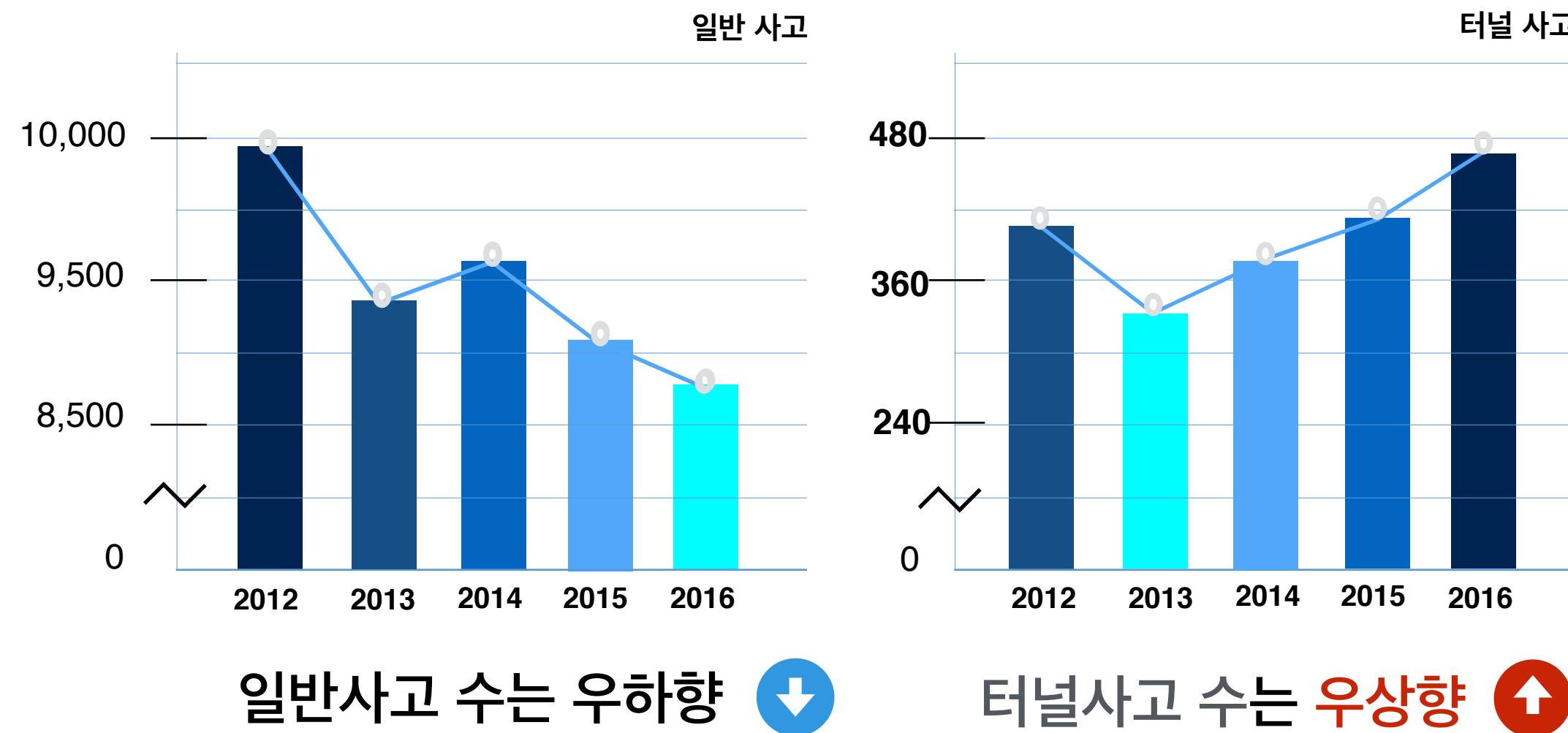
↑↑ 1.88배 길어졌고, 82% 많아졌다.

02 꾸준히 상승하는 터널사고 비율



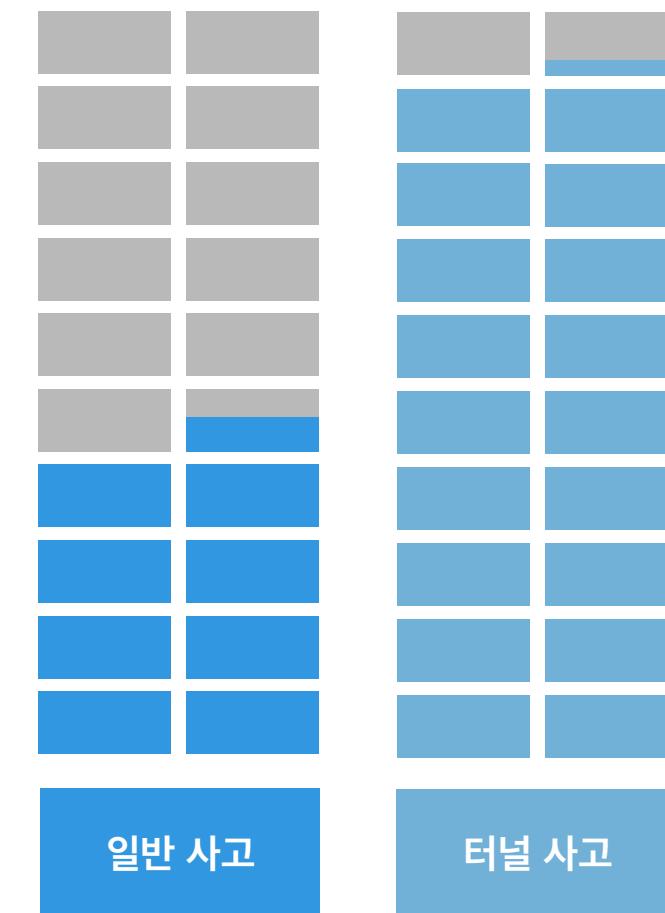
* 개소 : 낱낱의 곳을 세는 단위

03 연간 일반 교통사고 수 VS 터널 교통사고 수



한국고속도로공사

04 사고 평균 피해액 비교



2016년 터널사고 평균 피해액

364만 8,516원

2016년 일반사고 평균 피해액

171만 4,370원

한국도로공사
요청 데이터 활용

사고 수 어떤 추이인가?

2012년 대비 2016년의 일반 사고 12% 감소

2013년 대비 2016년의 터널 사고 21% 증가

소수점 둘째자리 반올림

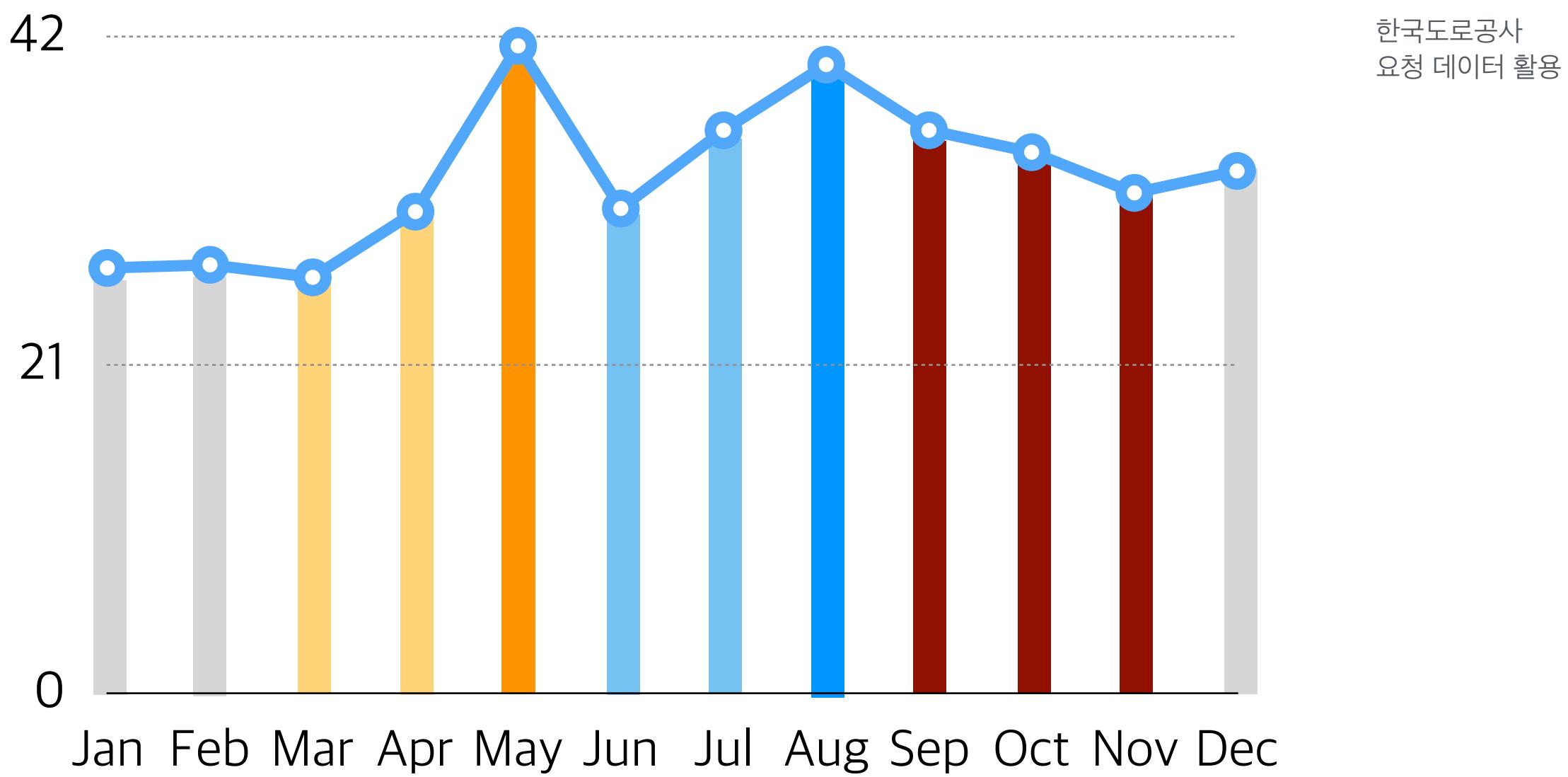
사고 1건당 평균 피해액 차이

193만 4,146원 평균 1.76배



05 5월, 8월 연휴많은 휴가철 사고 증가, 알면서도 당하는 계절성 사고

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2012	26	21	22	35	52	29	31	50	38	32	20	38
2013	23	23	24	27	34	20	42	27	36	26	34	18
2014	31	25	28	27	35	34	28	39	30	31	36	35
2015	18	30	29	30	45	32	31	42	34	37	34	40
2016	38	38	30	35	41	40	48	43	42	47	36	26
Total	27.2	27.4	26.6	30.8	41.4	31	36	40.2	36	34.6	32	33.4



연휴가 많은 5월, 휴가가 많은 8월 경, 터널 사고가 가장 많이 일어나는 것으로 나타났다.

Summary

터널 안전 대책 시급하다

1. 늘어나는 터널 개소
2. 꾸준히 상승하는 터널사고 비중
3. 우상향하고 있는 터널 교통사고 수
4. 일반 사고보다 높은 사고 피해액
5. 알면서도 당하는 계절성 유형의 사고



02 무엇이 문제인가?

원인분석 및 아이디어 제시

01 주사고원인 분석

주사고원인 건수		
13	주시태만	465
12	졸음	357
1	과속	298
3	노면잡물	185
7	안전거리미확보	172
9	운전자기타	144
17	타이어파손	111
2	기타	73
4	단독차량화재	46
16	추월불량	41
14	차량기타	22

전체 주시태만 졸음 과속

▪
▪
▪

무엇이 주된 문제였나? 전체 터널사고 유발 원인 분석

주시태만 졸음 과속 노면잡물 안전거리 미확보

Console ~ /Desktop / 교통 분석 아이디어 / ↗

```
> t <- aggregate(건수~주사고원인, t, sum)
> t[order(t$건수, decreasing = TRUE), ]
```

	주사고원인	건수
6	안전거리미확보	77
11	주시태만	45
10	졸음	22
2	과속	11
4	노면잡물	10
13	타이어파손	9
7	운전자기타	8
3	기타	3
5	단독차량화재	2

TOP5 터널

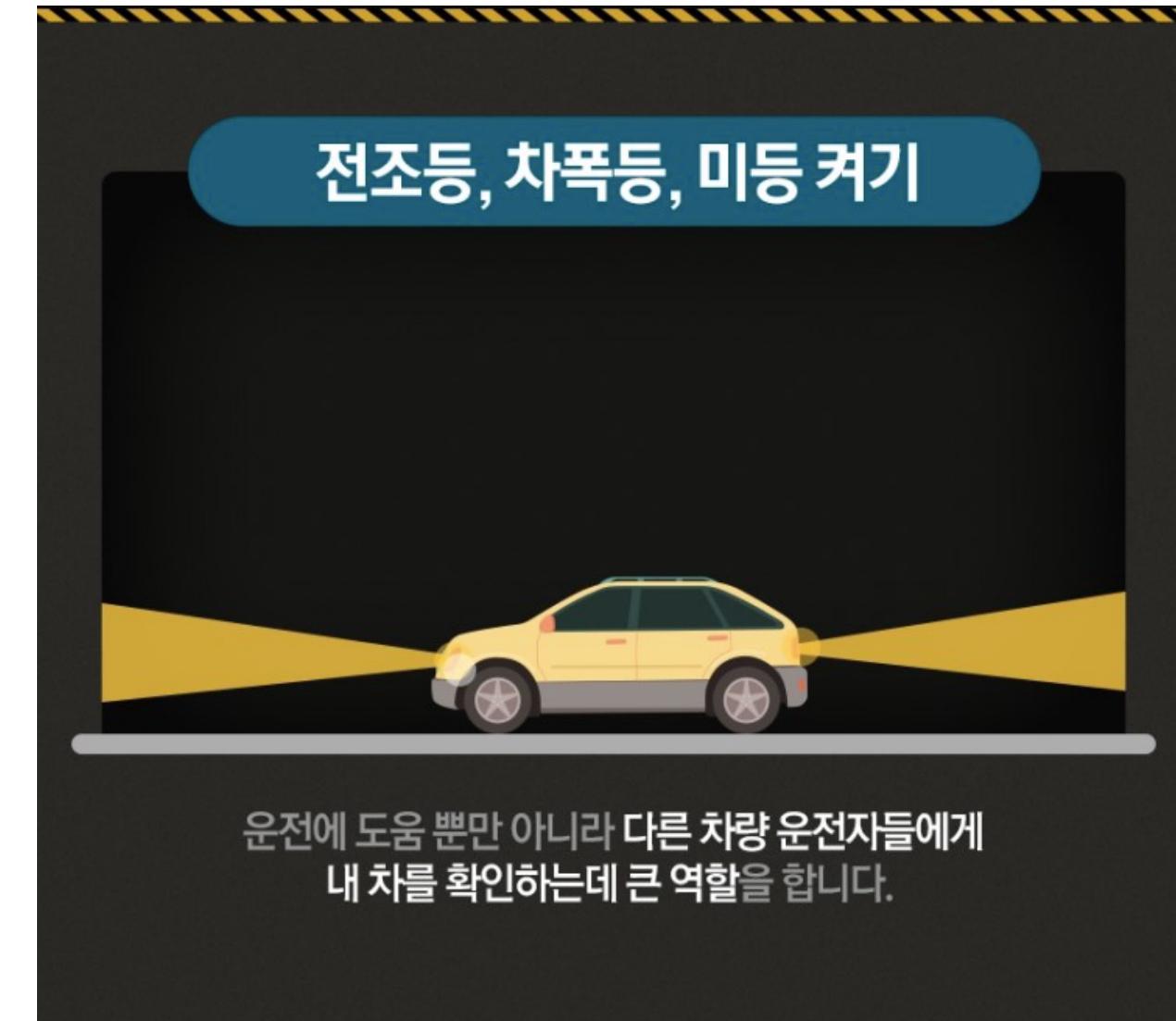
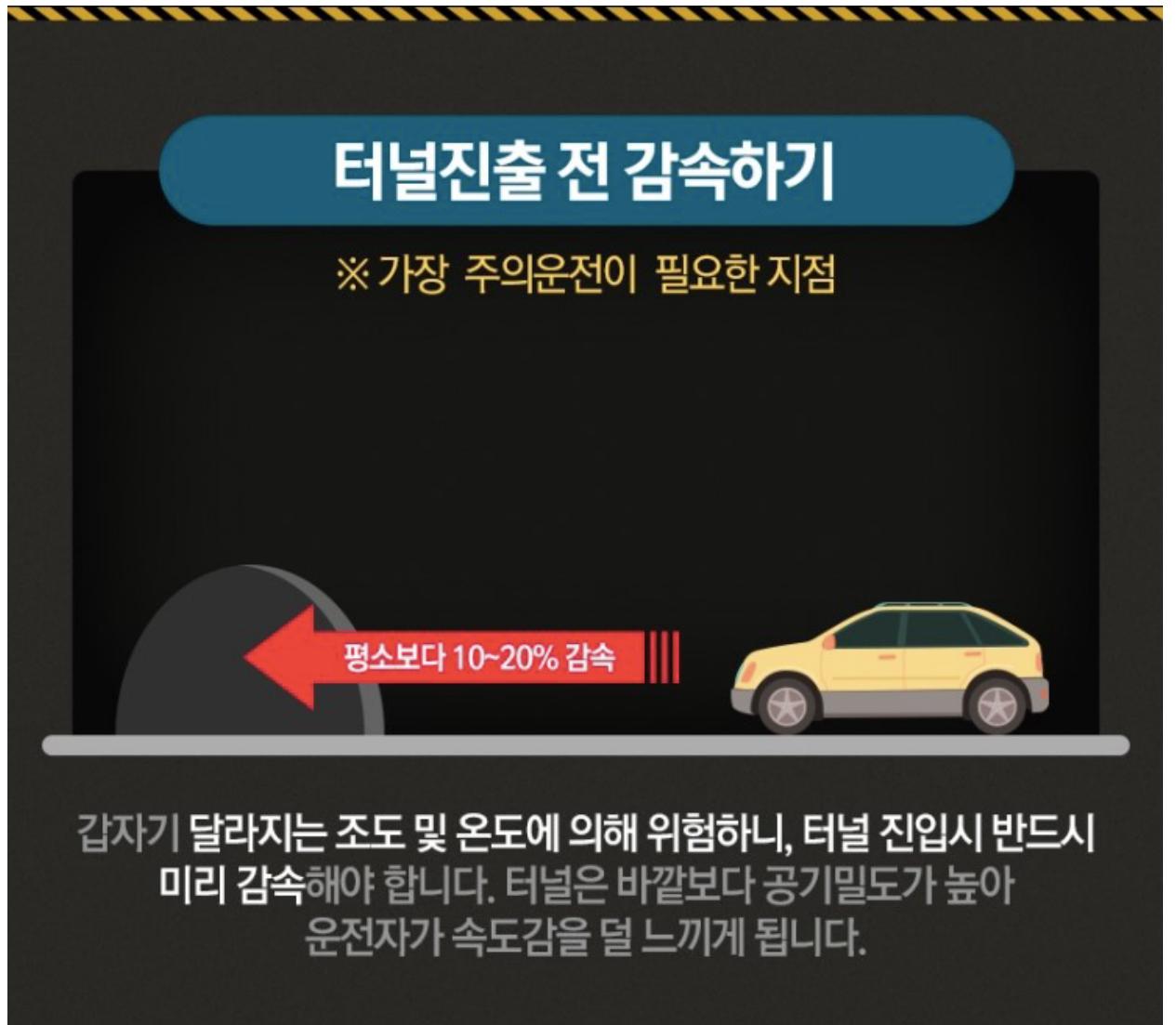
안전거리 미확보 주시태만 졸음

-
-
-

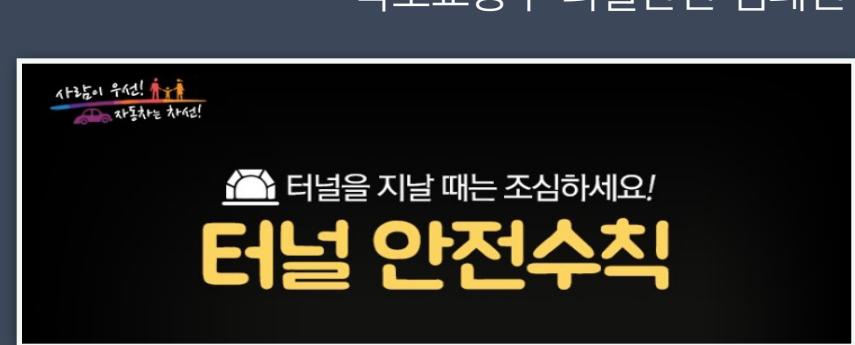
전체 사고 23.2% 차지하는 주요 5개 터널 TOP5 터널사고 유발 원인 분석

안전거리 미확보 주시태만 졸음 과속

02 무엇이 문제인가? 원인분석 및 아이디어 제시



교통안전공단 터널안전 캠페인 중에서



교통안전공단 터널안전 캠페인

2 기존의 주요 캠페인 및 안전 수칙 점검



안전거리 확보
감속운행



전조등 켜기
차선변경과 추월금지

위의 지침들은, 안전수칙 및 캠페인 주요 개념 및 행동강령 참조

■ 취지는 좋으나 인지도 낮음

■ 운전자의 실제 행동유도 방안 부재

■ 사고원인과 운전자에 딱맞는 대안이 필요

03

터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한 사전 알림시스템

Make Your Safety Driving



▶ 30%

터널 내 상황 실시간 제시
과속 및 추월차량 감지



▶ 20%

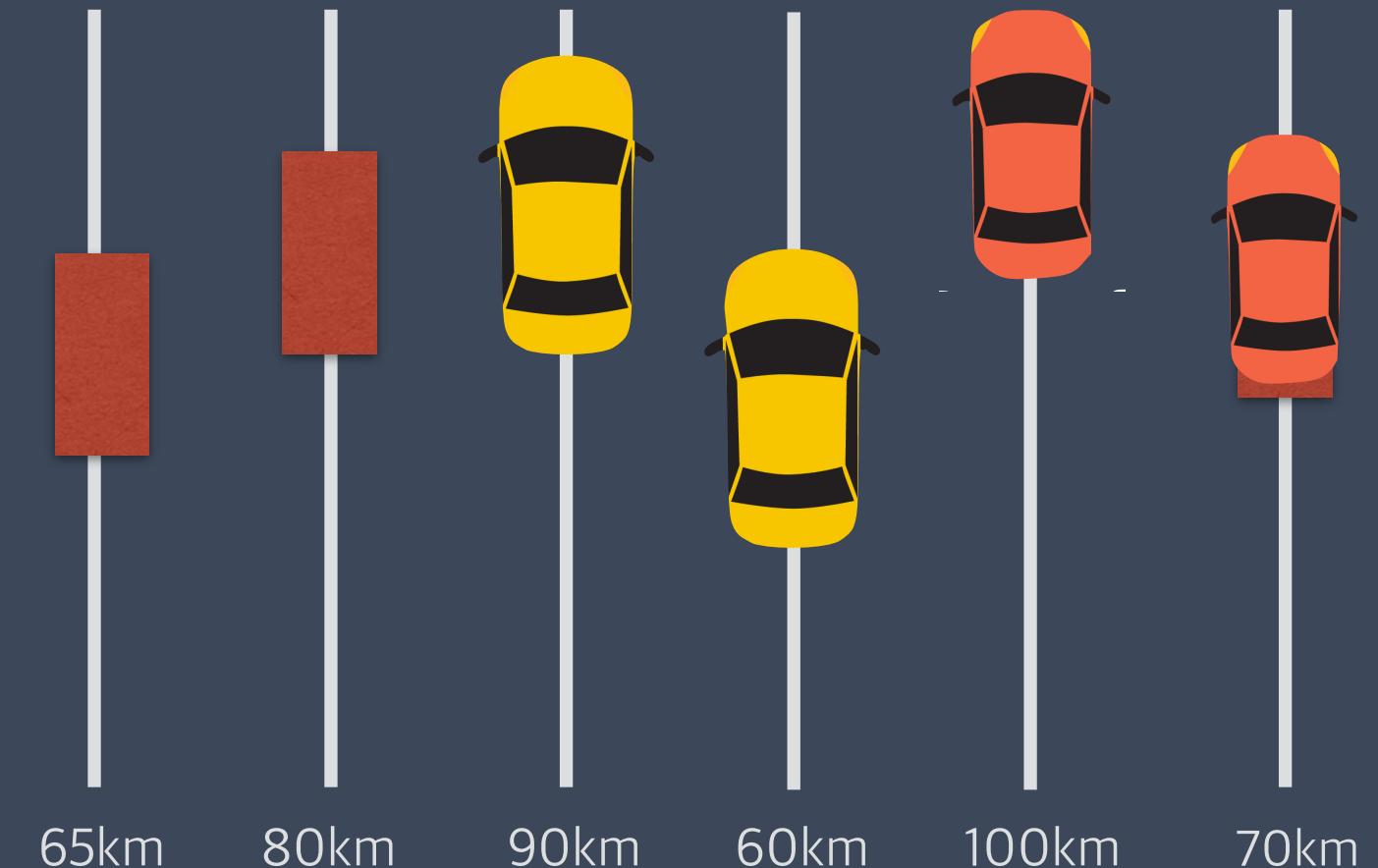
안전거리 확보 행동유도
감속운행 및 예측 운전 유도

■ 환경설정



Campaign

System



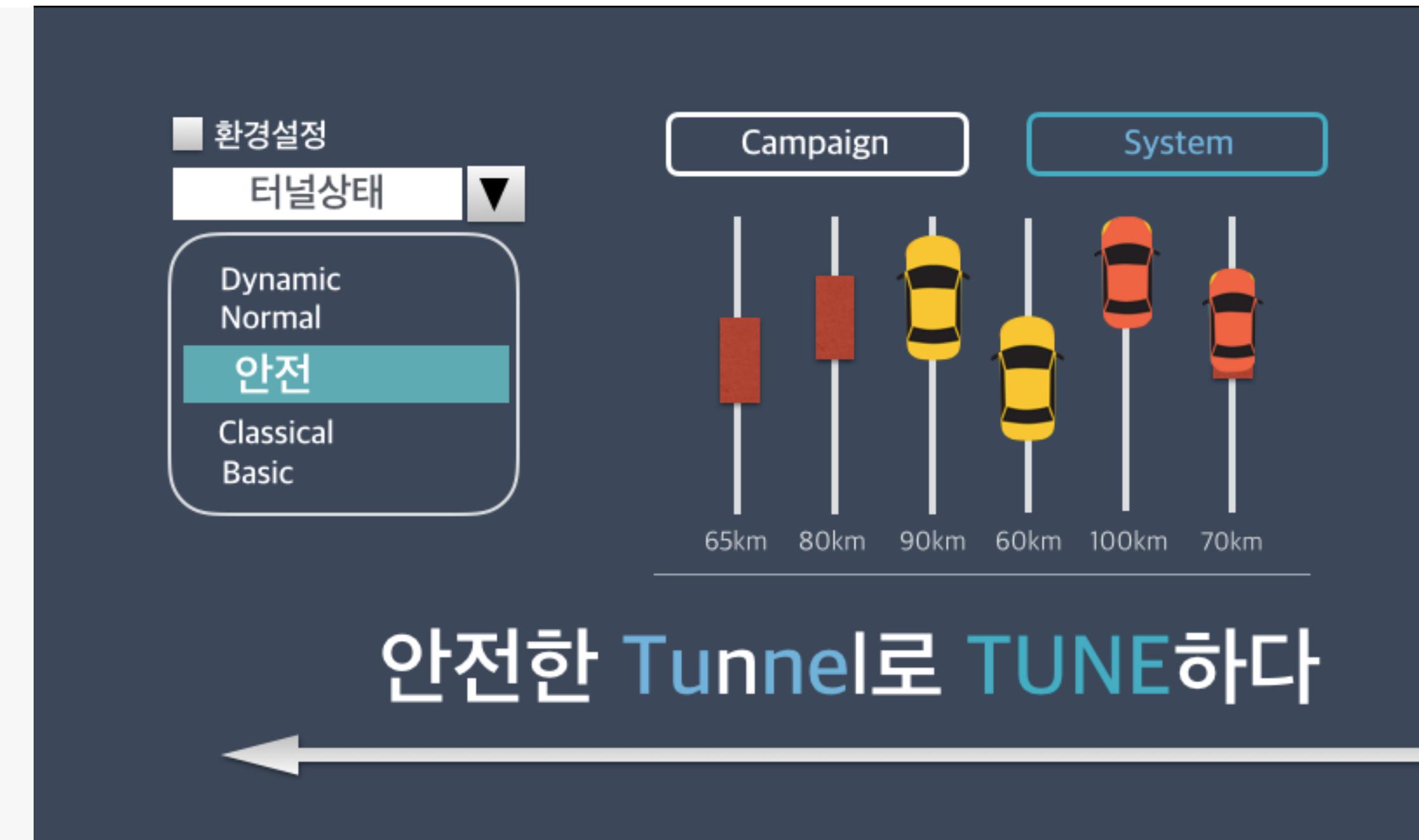
안전한 Tunnel로 TUNE하다



TUNE : (악기의) 음을 맞추다, 조율하다
(기계를) 조정[정비]하다
(라디오·텔레비전 채널을) 맞추다
(상황에 맞도록) 준비[조정]하다

터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한 사전 알림시스템



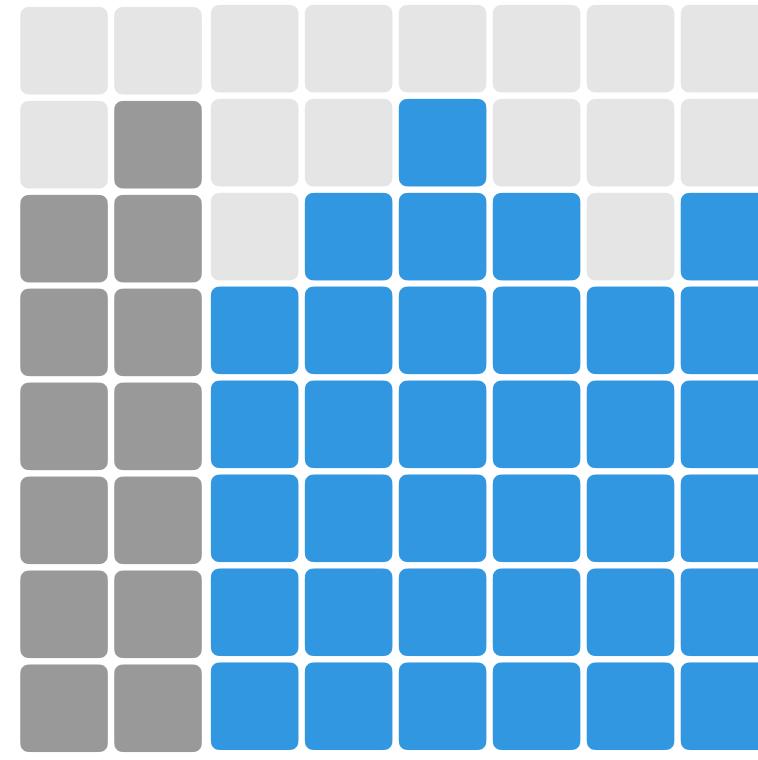
03 대안 컨셉 제시

기본 개념: 터널의 **위험**을 알고 미리 준비하여 운전 **조율**
터널 주행시 차량 간격과 속도를 **현명하게 조절**해서 운전

행동유도 디자인, 시스템 구축, 터널의 안과 밖을 Tune하다

Campaign 개념을 확장해
System으로 이어지는 통합 컨셉

“ 안전한 Tunnel로 TUNE하다 ”



주시태만

과속

안전거리 미확보

이미 제시된 답안, 해결책은?
Tunnel, 어떻게 Tune 해야 할까?

터널의 위험을 알고 미리 준비하여 운전 조율
터널 주행시 차량 간격과 속도를 현명하게 조절할 수 있게
운전 시 최적의 조건을 제공하며 자연스럽게 안전 운전으로 유도

시스템 구축, 행동유도 디자인 - 터널의 안과 밖을 Tune하다



진입부터 진출까지 당신의 안전을 끝까지 지켜줄

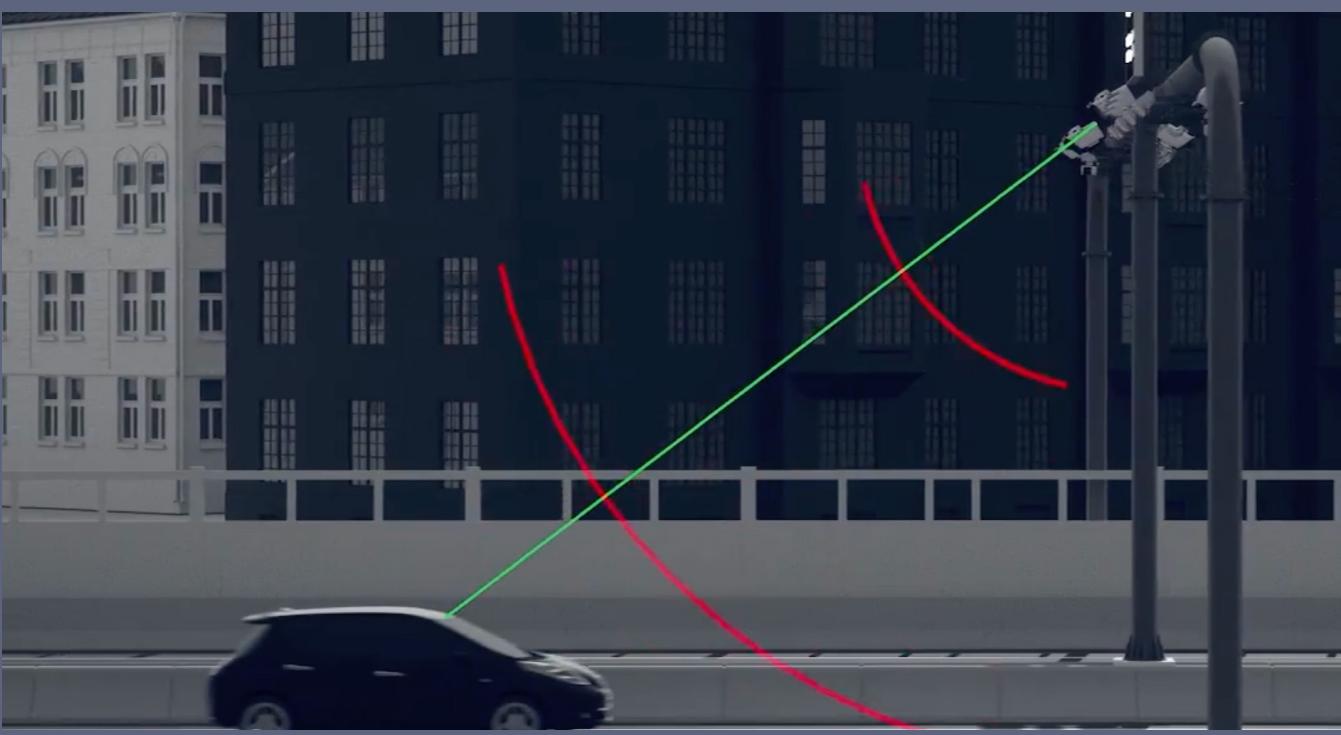
SMART TUNNEL SYSTEM

03

+

터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한 SMART 터널



- 하이패스를 통한 안전한 주행 알림 시스템
- 속도 감응 가변형 LED
- 터널 내부 자동 밝기 조절 시스템

터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한 사전 알림시스템

* 김종호, “하이패스 이용률 74% 돌파… 1442만대 보급”, 아주경제, 2016년 7월 18일자 기사 참조
이정미, “오늘부터 인천공항 하이패스 결제 가능”, YTN, 2016년 11월 28일자 기사 참조

진입 전 “안전속도 TUNE”

터널 진입 전 내부 상황 전달 체계 확립

How to?

터널 진입부에 하이패스 정보 발신기 설치
차량내부에 있는 하이패스 기기는 정보를 수신하여
운전자에게 음성으로 터널 내부 상황을 전달
이에 따라 운전자는 속도를 조절하여 진입

터널 내 고장차량 발생



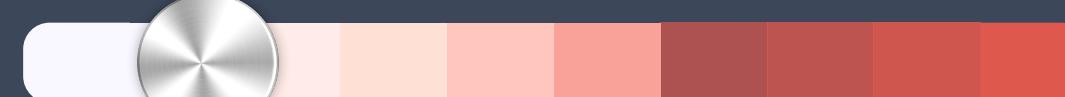
안전속도



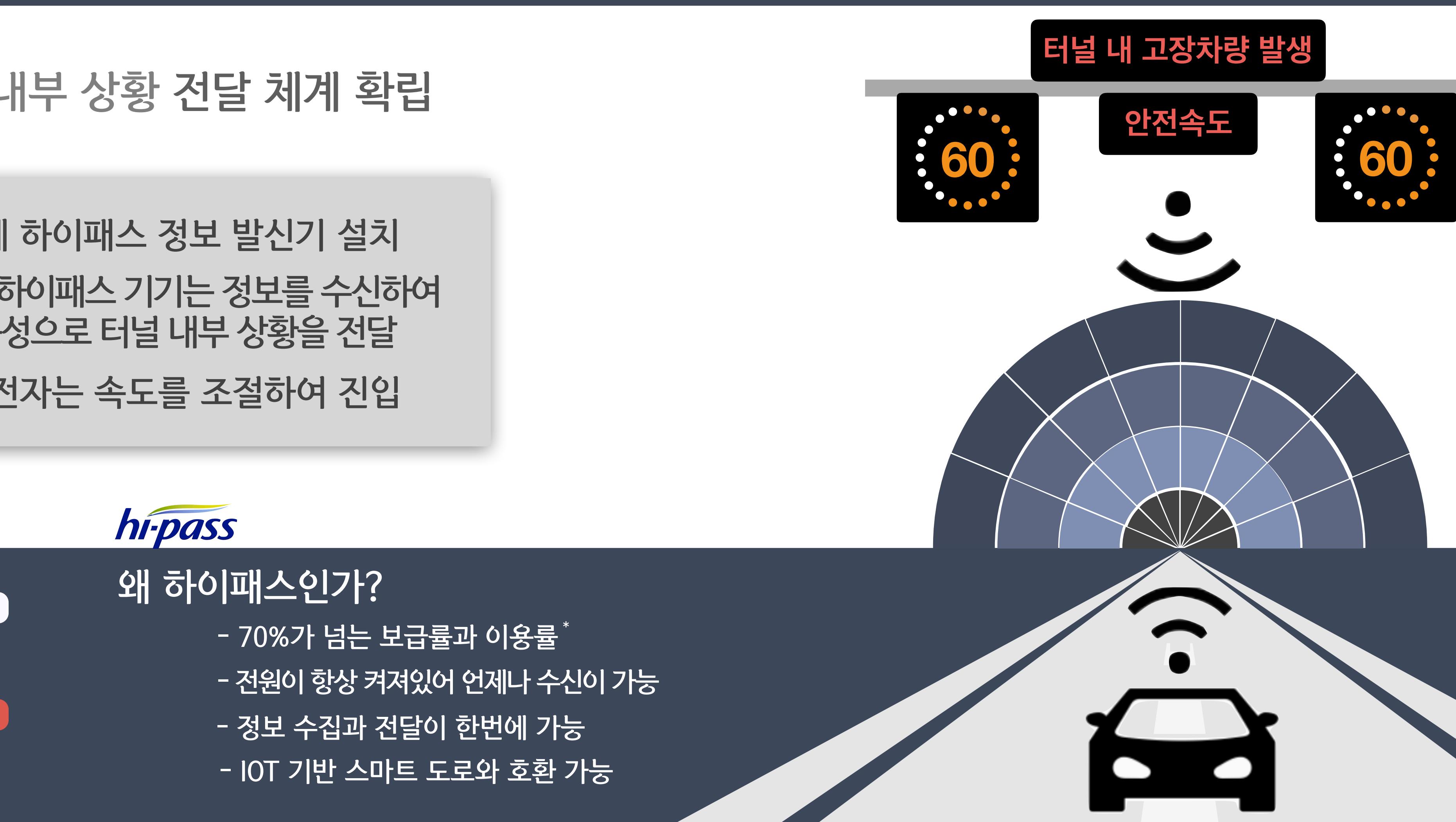
왜 하이패스인가?

- 70%가 넘는 보급률과 이용률*
- 전원이 항상 켜져있어 언제나 수신이 가능
- 정보 수집과 전달이 한번에 가능
- IoT 기반 스마트 도로와 호환 가능

▶ 75.7 % 하이패스 보급률

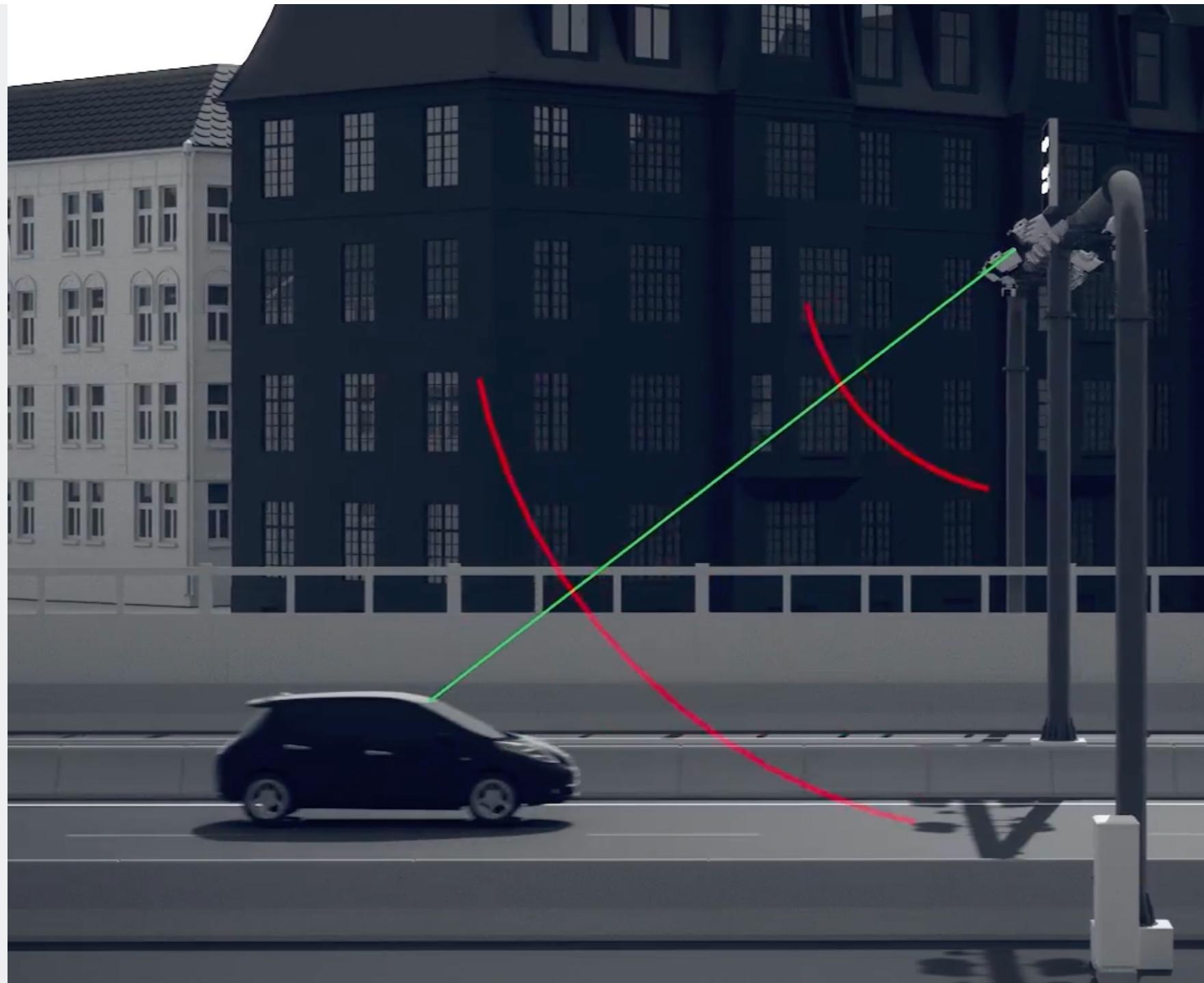


▶ 74 % 하이패스 이용률



터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한 사전 알림시스템



DSRC 기반의 도로교통 안내
RF를 통한 음성 안내 시스템

하이패스를 통해 음성 값을 전달
“터널 내부 차량 증가, 안전속도 70km입니다”

터널 진입 전 내부 상황에 대한 안내를 통해
운전자가 미리 예측하고 준비해 안전 운전을 할 수 있도록 유도

하이패스 왜 좋은가?



실시간이 가능한 음성 값 푸시

네비게이션, 앱 알림은
터널 안에서 일어나는 실시간 상황을
바로 전달할 수 없음, 최소 5 - 10분의
차이가 나는 정보 격차 해소



2020년에 도입할 스마트툴링은

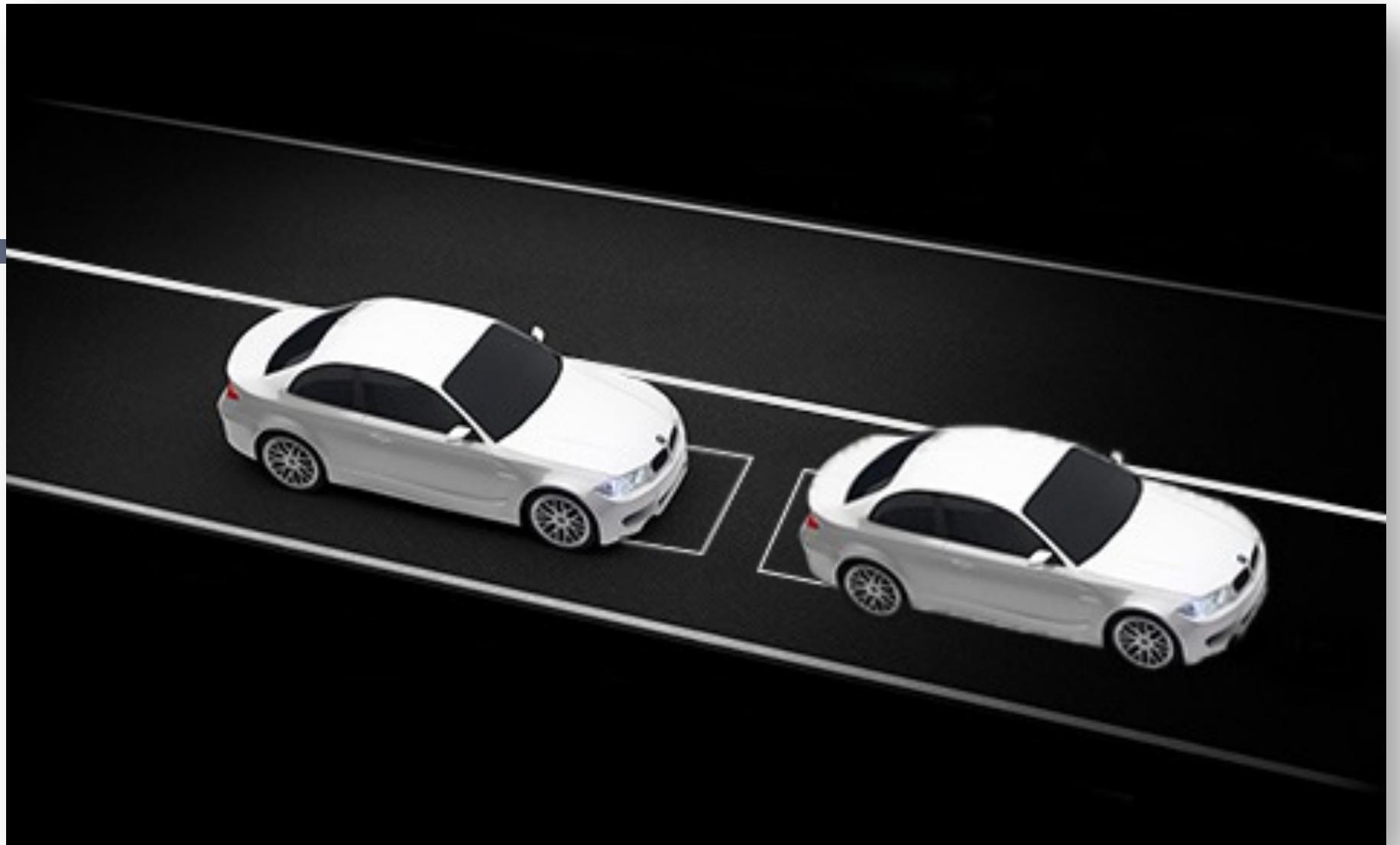
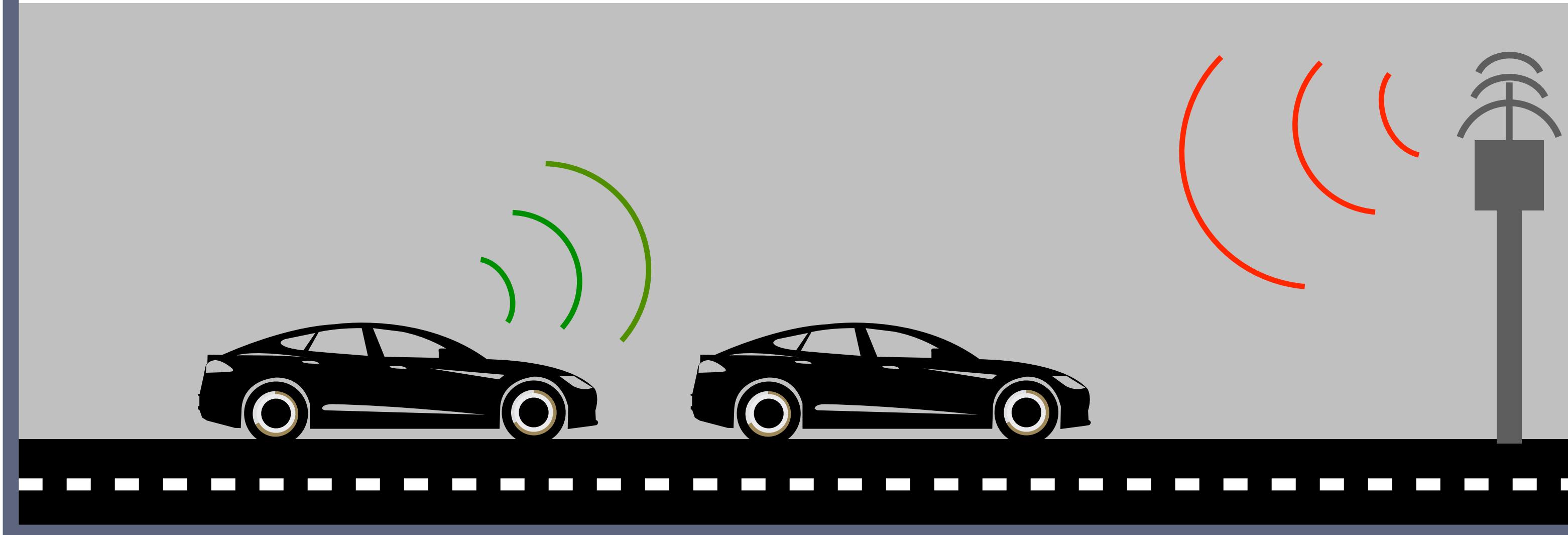
세계 최초로 적외선 및 주파수를 활용한
능동적인 근거리전용통신(DSRC)을 도입.
스마트툴링 시스템은 현 하이패스 단말기도
모두 수용할 수 있다.

안전한 운전을 위한 사전 알림 시스템



- 하이패스를 통한 안전거리 알림시스템

루프코일을 통해 두 차량의 속도와 거리를 **측정**
속도에 적합한 거리를 유지하지 않을 시
하이패스를 통해 **안전거리**를 지켜줄 것을 알림



루프코일을 통해 속도와 거리를
측정하고 있는 3D 구상도

WHY?

안전거리 알림시스템이 필요한 이유

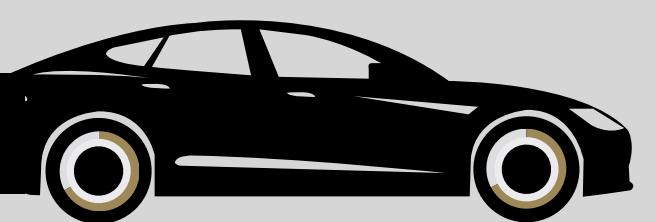
안전거리미확보는 터널 사고의 주요 원인.
하지만 **안전거리를 유지시키는**
터널 내의 시스템 설치 미비

— 과속을 부르는 터널 내부 환경

- 날씨에 상관없이 양호한 노면 상태
- 같은 풍경의 반복으로 속도감 저하
- 주행풍이 적어 주행시 안정감 상승

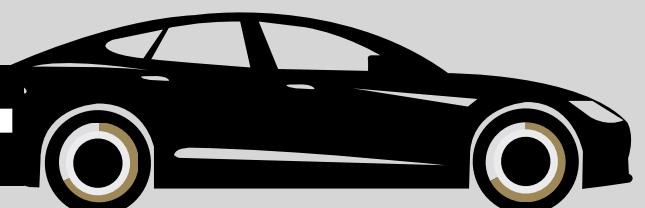
— 사고 전 차량 평균 속도 —

일반도로



73 Km/h

터널내부



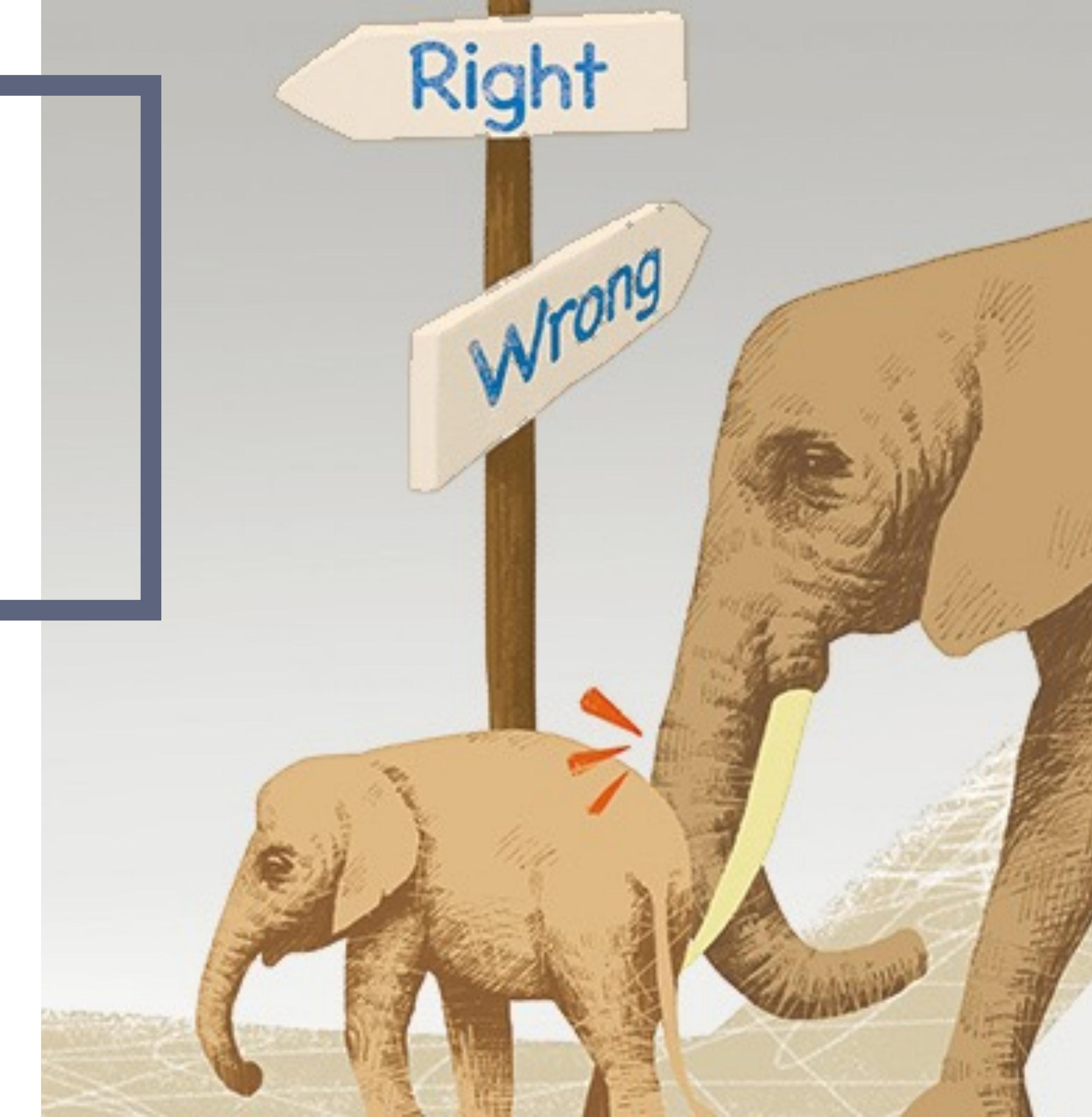
77 Km/h



NUDGE EFFECT

+

넛지 효과는 ‘옆구리를 슬쩍 찌른다’는 뜻으로
어떠한 목적을 가지고 있을때, 이를 강요하지 않고
부드러운 개입을 통해 타인의 선택을 유도하는 것



NUUDGE EFFECT

넛지 효과를 이용한 행동유도디자인으로
사고율 감소 효과를 경험한 광안대교

30% 감소



03

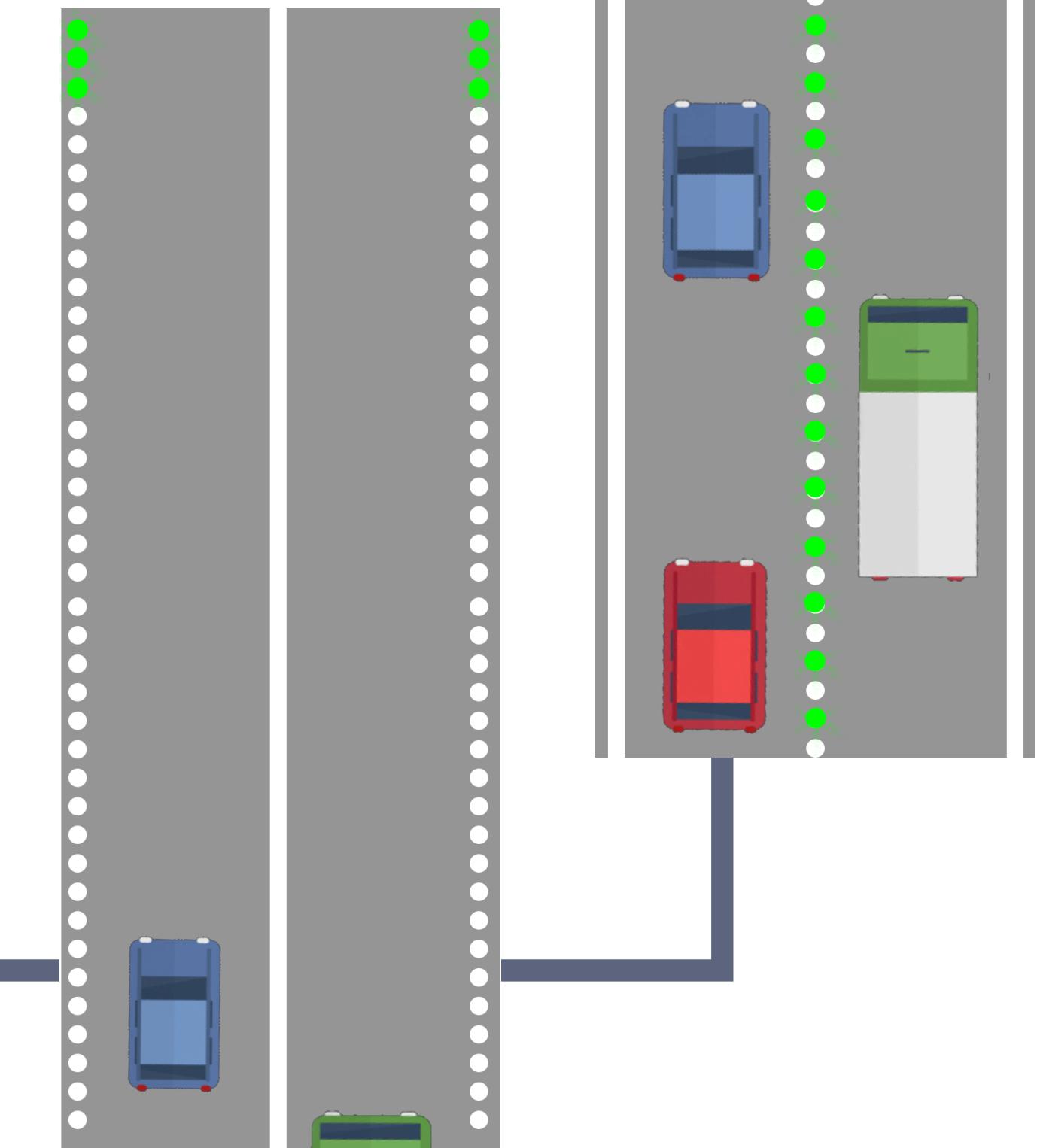
터널을 TUNE하다 안전한 주행을 위한 SMART 터널



- 속도 감응형 LED 차선

LED를 통해 운전자에게 주의를 환기시키고,
자연스럽게 안전운전을 유도하는 행동유도디자인

Rate Response Adjustable
LED Lane Light

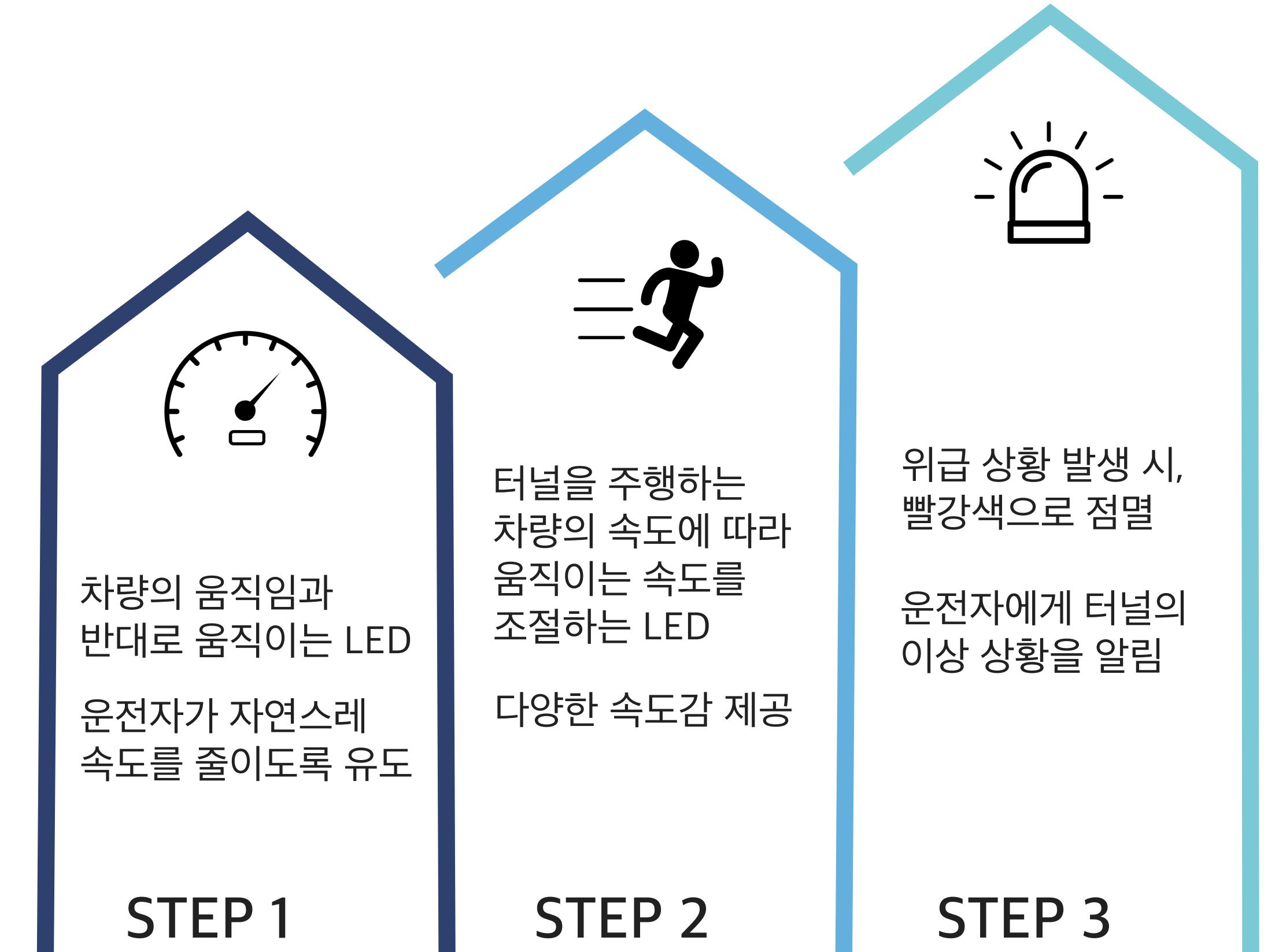


속도 감응형 LED 차선

차량 진행 방향 →→→→→



←←←←← LED 진행 방향

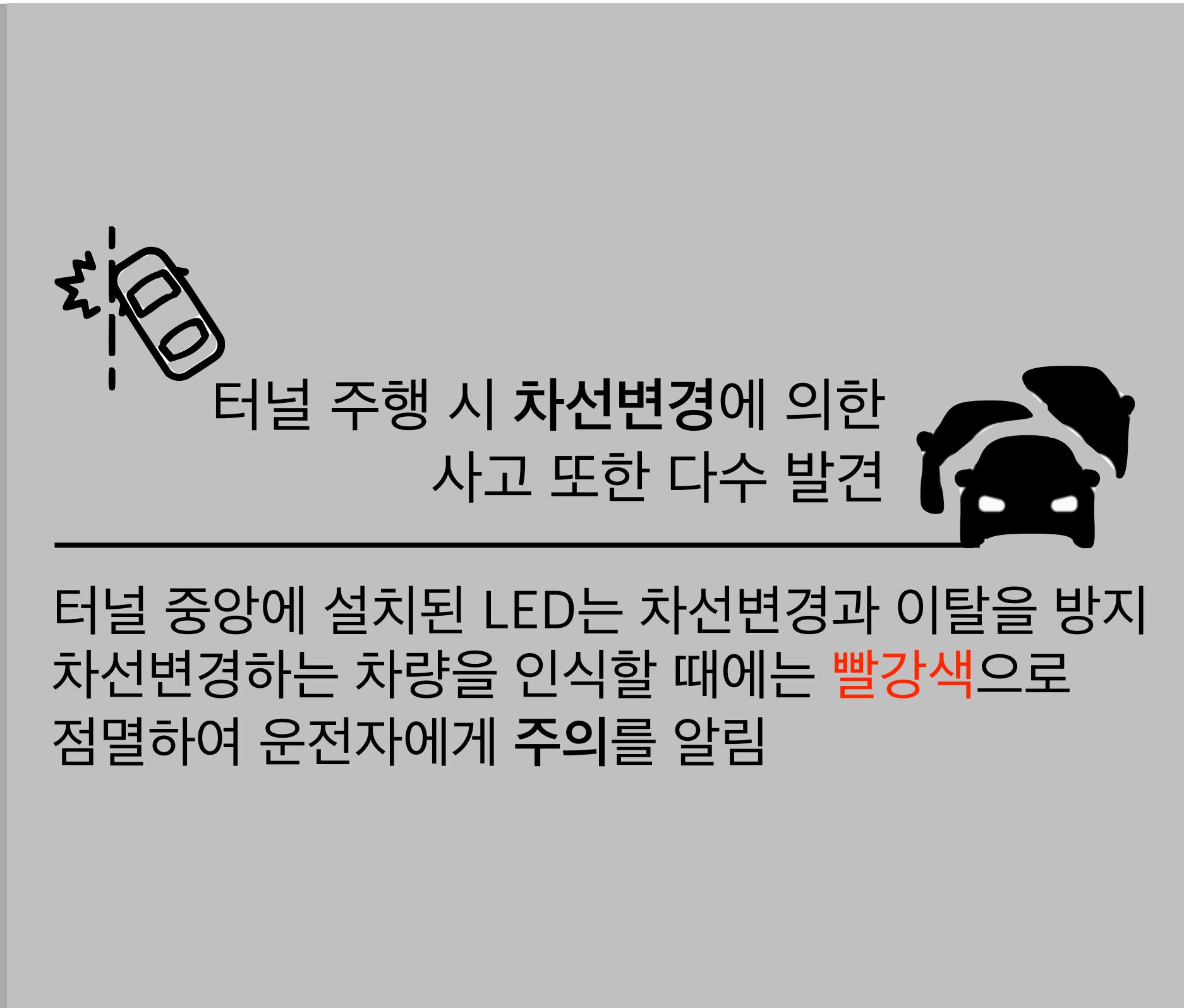
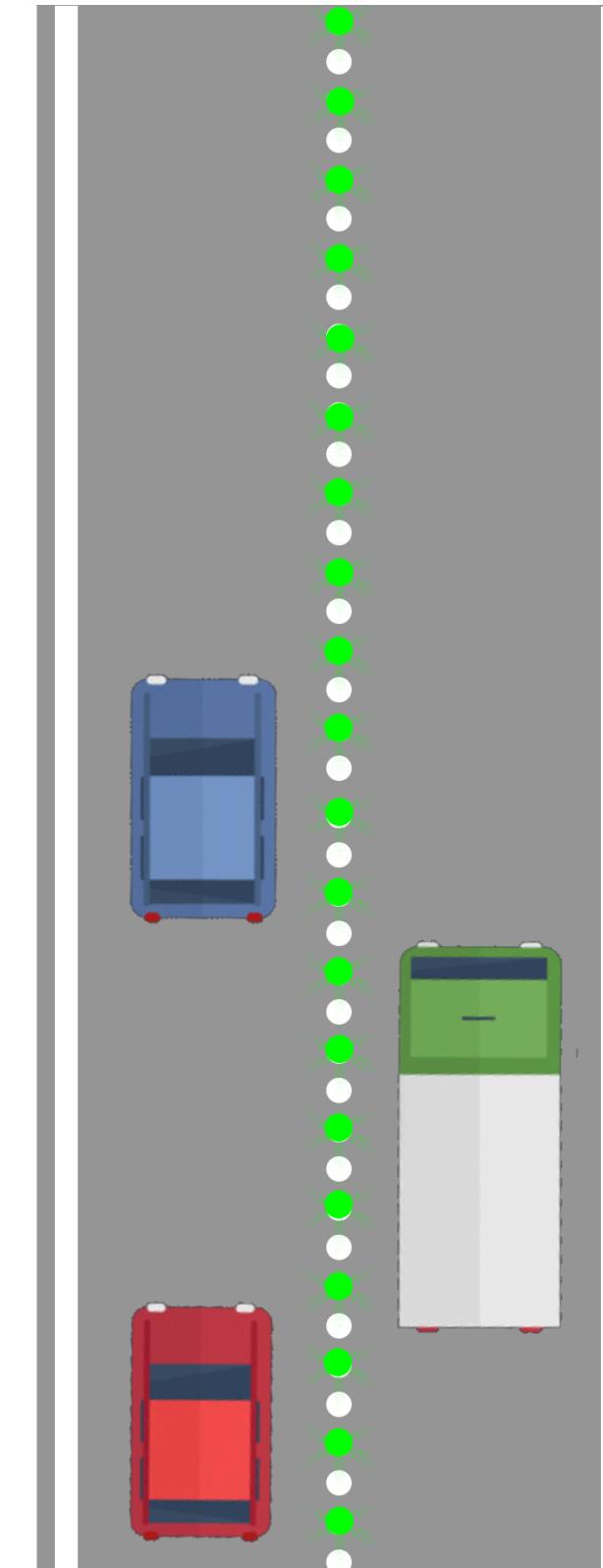


Rate Response Adjustable LED Lane Light

03

터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한 행동유도디자인



03
터널을 TUNE하다
안전한 주행을 위한 행동유도디자인

속도 감응형 LED 차선

01

터널의 상황에 따라 LED의 속도를
달리하여 터널 내부 속도를 TUNE

02

터널 내부에 위급상황 발생 시
빨강색으로 점멸하여 주의를 알림

03

차선변경과 이탈을 방지하여
추월에 의한 사고를 방지



속도감응 가변형 LED를 구현한 실제 예상도



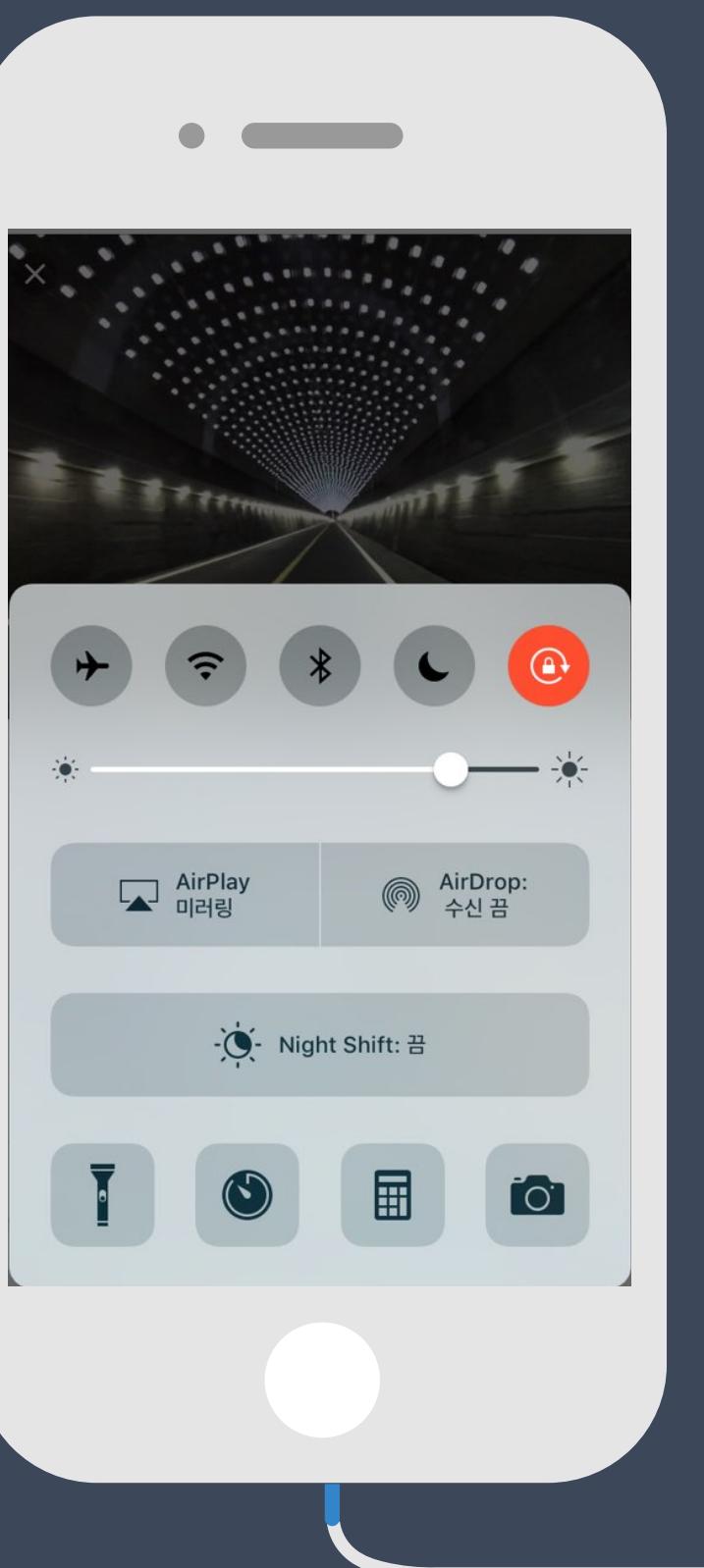
명순응 Light adaption

어두운 곳으로부터 밝은 곳으로 갑자기 나오게 되면 강한 빛에 의해 로돕신이 한꺼번에 분해되어 눈이 부시지만 곧 원추 세포 빛을 수용해 시각이 정상으로 회복돼 점차 밝은 빛에 순응하게 되는 것을 말한다. 영화관에서 밖으로 나왔을 때 명순응을 경험하게 된다.

암순응 dark adaption

밝은 곳에서 어두운 곳으로 들어가면 처음에는 잘 보이지 않다가 차츰 잘 보이게 되는데, 이것은 밝은 곳에서 분해되었던 로돕신이 어두운 곳에서 다시 합성되면서 간상 세포가 약한 빛에 반응하기 때문이다. 암순응 시간은 명순응 시간보다 5배 정도 길다

터널 내 빛과 어둠 자동 조절 TUNE



빛과 어둠의 감도에 따라 알맞게 달라지는 모바일 폰 내 밝기 조정 기능처럼,

터널 진입 전, 진출 시 운전자의 시각적 적응을 돋는 조명 설치

오전 오후 야간 등 시간대에 맞게 적절히 대응하는 조명등 설치

04

위험한 곳은 어디인가?

터널 분석 및 적용 대상 선정



터널 내 주사고원인 63.87%

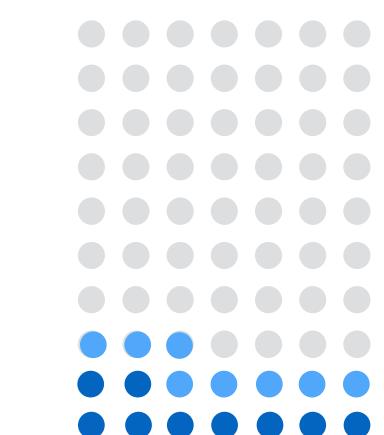
- 1 안전거리 미확보
- 2 주시태만

사고 수 상위 5개 터널

전체 사고의 23.2 퍼센트를 차지

1위인 창원 1, 2터널의 경우 무려 12% 가까이 독식

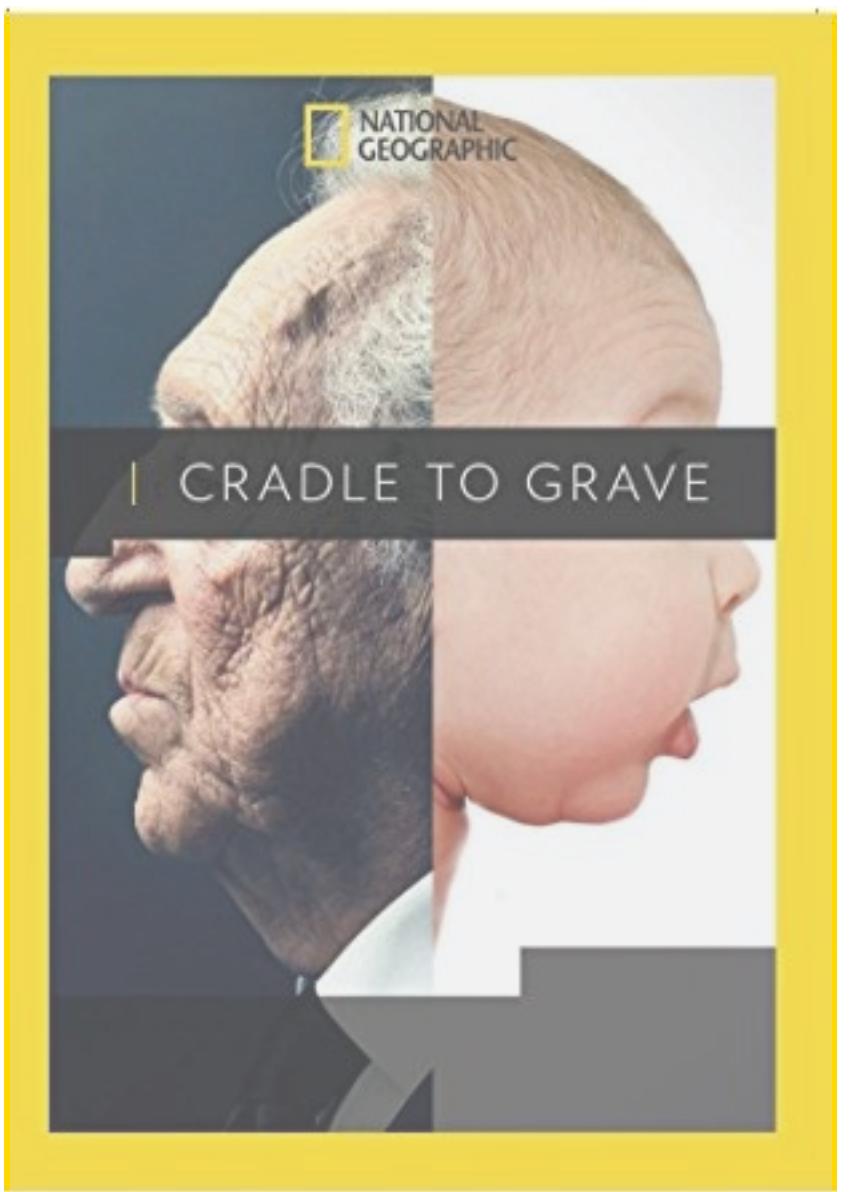
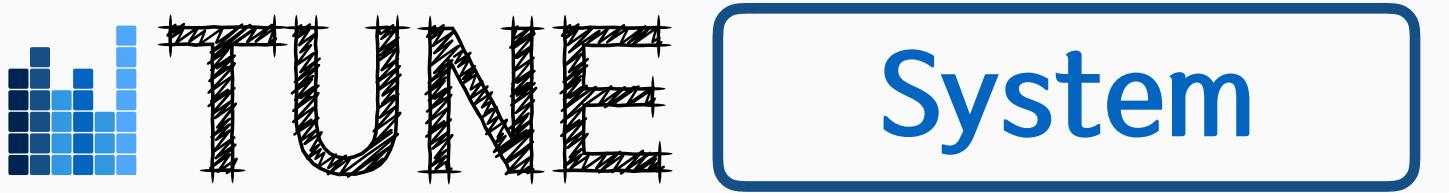
창원터널
김해터널
서면터널
함안터널
다부터널



South Korea Dotted Map

LED lane을 이용한 운전 페이스메이커 TUNE
터널 진입 전 하이패스로 TUNE System

주요터널 위주로 선행 설치
동시에 전국적인 TUNE Campaign으로 확장



내셔널 지오그래픽 표지

“From cradle to the grave”

복지국가의 정책을 두고 흔히 요람에서 무덤까지라는 표현을 한다.
삶의 시작 전부터 끝까지 모두 책임진다는 개념의 정책이다.

터널 내에서도

모든 과정을 아우르는 통합 시스템 구축이 필요하다.

진입 전 “안전속도 TUNE”

진입 전 터널의 상태 Hipass 알림을 통해 속도를 툰하다

How to ?

하이패스 기기에 정보 전달.
음성으로 터널 내 상태를 알려 운전자가 터널 속
실시간 상황 미리 알고 안전 운행

진입 후 “안전거리 TUNE”

How to ?

행동유도 디자인, 터널의 노면에 LED 설치.
터널에서의 속도를 감지할 수 있게 루프코일 및 알림
운전자가 자연스럽게 안전속도와 거리를 유지.
터널 초입 및 마지막, 조명 조절로 최상의 컨디션 조성

Where ?

터널 사고에 취약한 지점을 대상으로 시범운행 후 확대
데이터를 분석한 결과 터널 사고가 많이 발생하는 곳은

-> 사고 다발 터널에서 시범 운행

진입부터 진출까지 당신의 안전을 끝까지 지켜줄 SMART 터널

TUNNEL을 TUNE하다

SMART TUNNEL 사용설명서



터널 내부 상황을 미리 인지하세요!

진입 전 하이패스 알림시스템이
터널의 상황을 음성으로 알려줍니다.



앞 차와 안전거리도 지켜주세요!

터널 내부에 설치된 루프코일이 속도와 거리를
측정하여 안전거리를 음성으로 알려줍니다.



운전을 방해했던 ‘명순응과 암순응’도 이젠 안녕!

시간대에 맞게 밝기를 조절하는 조명등이
당신의 안전 운전을 돋습니다.



터널 내부 차선 변경은 금지!

차선 변경 시 초록색 Lane Light가
빨강색으로 점멸됩니다.



Lane Light와 함께 안전속도를 지켜주세요!

움직이는 LED 불빛이 당신을 안전속도로 안내합니다.



진입부터 진출까지 당신의 안전을 끝까지 지켜줄

SMART TUNNEL SYSTEM

+

터널을 TUNE하다

안전한 주행을 위한 SMART 터널

감사합니다

Tunnels are notorious safety ‘pinch points’ and require highly sophisticated monitoring and alerting capabilities

