



제4회 OpenOASIS

교통데이터 활용공모전

수상작품집

주최



주관



교통정보플랫폼포럼

후원



대한교통학회



Kidp 한국디자인진흥원

NAVER



김기사



KOSA

한국강가소프트웨어협회



kipfa

(주)한국인터넷전용기밀회





CONTENTS

대상 (국토교통부 장관상)

- 논문** 경부고속도로 구간별 교통사고 위험도 시각화와 텍스트 마이닝을 통한 주요 구간 사고 특성 분석
참가자 : 김혜정, 김홍태, 윤영준 ----- 1

최우수상 (한국도로공사 사장상)

- 정보디자인** 그것이 알고 싶다, 포트홀
참가자 : 김성경, 김연신, 이시영 ----- 17
- 논문** 고속도로 정체에 따른 차량배출가스 영향평가 연구
참가자 : 이설영, 주신혜, 윤석민 ----- 23
- 앱개발** 매너캐시
참가자 : 박성호, 김원우, 정대원, 김성철, 진실로 ----- 53

교통정보플랫폼포럼 의장상

- 논문** 교통이력 DB를 이용한 고속도로 출음쉼터 정책 발굴 및 시각화
참가자 : 윤준태, 김다영, 강희건, 김철, 윤석모 ----- 63

특별상 (네이버)

- 앱개발** 어운전 (어딜 운전하는데 전화를!!)
참가자 : 박보미, 김동현, 김보라 ----- 75

특별상 (김기사)

- 앱개발** 로드백신
참가자 : 김지민, 이재익, 김남이, 박준규 ----- 89

한국디자인진흥원장상

- 정보디자인** 불꽃신호기를 아시나요?
참가자 : 박성호, 김원우, 진실로 ----- 99

특별상 (대한교통학회 회장상)

- 정보디자인** 고속도로위의 오아시스
참가자 : 이인규, 정구범, 김민연, 최지수 ----- 103
- 논문** 고속도로 공사구간 교통사고 위험도 분석
참가자 : 이재원, 박신형, 김건우, 신호준 ----- 107
- 앱개발** How Long
참가자 : 남상욱, 이상현, 남민수, 김나영 ----- 115

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	경부고속도로 구간별 교통사고 위험도 시각화와 텍스트 마이닝을 통한 주요 구간 사고 특성 분석				
참가자	1	성명	김혜정	소속	UNIST 기술경영대학원 비즈니스 분석
	2	성명	김홍태	소속	UNIST 기술경영대학원 비즈니스 분석
	3	성명	윤영준	소속	UNIST 기술경영대학원 비즈니스 분석
	4	성명		소속	
주작성자	성명	김혜정	이메일	kim359@unist.ac.kr	연락처 010-7426-5057
내용 요약					
<p>고속도로는 도로가 가지는 특성상 차들이 고속으로 주행하기 때문에 교통사고가 일어나게 되면 다른 도로에서 발생하는 교통사고에 비해 인명·물질적으로 그 피해가 훨씬 클 수밖에 없다. 따라서 과거의 많은 연구들은 고속도로에서 발생했던 교통사고 데이터를 바탕으로 사고의 영향을 줄 수 있는 변수를 통해 수리적 모델을 만들고 수리적 모델을 통해 그 원인에 대하여 분석하는 것에 집중하였으며 분석을 바탕으로 고속도로 교통사고 감소를 위한 대안과 정책들을 제안하였다. 하지만 최근 교통사고 발생 흐름을 보았을 때 수리적 모델을 통한 교통사고 분석은 이미 충분한 연구가 이루어졌고 이에 본 연구에서는 기존의 연구들과는 차별성을 두어 사고내용에 대한 텍스트 마이닝이라는 새로운 접근 방식으로 구간의 특성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 교통량데이터와 사고데이터를 활용하여 사고위험도를 측정하고 히트맵으로 사고위험도를 시각화하였으며 이를 통해 경부고속도로의 하행선 구간별 사고위험도를 한 눈에 파악 가능하게 하였다. 이를 바탕으로 사고위험도가 높다고 판단되는 7개 구간을 선정하여 분석을 위한 자료를 완성하였다.</p> <p>본 연구는 한국도로공사의 고속도로 공공데이터 포털에서 제공하는 고속도로 교통량 데이터와 도로교통공단의 TAAS 교통사고분석시스템의 고속도로 교통사고 데이터를 기초데이터로 활용하였다. 교통량과 교통사고 데이터를 매쉬업하여 사고율, 사고심각도, 사고위험도를 산출하였고, 앞의 세 변수를 활용하여 구간별 사고위험도를 한 눈에 파악할 수 있도록 사고율, 사고심각도, 사고위험률을 히트맵으로 시각화하였다. 완성된 히트맵을 바탕으로 위험도가 15이상인 사고 위험도 상위 7개 구간(기흥동탄IC~동탄JC, 안성JC~안성IC, 남이JC~청주JC, 북대구IC~도동JC, 영천IC~건천IC, 경주IC~언양JC, 노포IC~부산TG)을 선정하여 사고내용에 대해 추가적인 텍스트 분석을 수행하였다. 텍스트 마이닝을 통해 노포IC~부산TG 구간에서는 진로변경 목적에 적합한 최적의 차선을 틀게이트 이전에 명확히 제시하는 것이 필요함을 확인하였고, 경주IC~언양JC 구간에서는 적재물을 포함한 화물차의 관리와 연쇄 사고 예방이 필요한 것으로 드러났다. 영천IC~건천IC 구간에서는 비가 올 때 커브길에서 저속 운행을 강조함으로써 미끄러짐 현상을 방지하는 것이 중요하며 실제 해당구간에는 11개의 굽은 도로가 있는 것으로 나타났다. 이밖에도 경부고속도로 구간별 3년간 사고 발생 트렌드 및 교통사고들의 특징들을 발견 할 수 있었고 구간별 특성에 따른 정책을 제안 할 수 있었다.</p> <p>본 연구는 교통사고 텍스트 데이터 분석을 통하여 이러한 분석이 의미가 있음을 확인할 수 있었으며, 향후 교통사고 데이터 관리에 있어 지금보다 많은 정보를 체계적으로 수집한다면 보다 의미 있고 교통사고 원인 파악에 유용한 텍스트 분석이 가능하다고 생각된다. 또한 텍스트 분석은 기존의 수리적 모델과 더불어 고속도로 각 구간별 교통사고 감소에 효과적인 대안을 수립함에 있어 많은 도움을 줄 수 있으리라 판단된다.</p>					

경부고속도로 구간별 교통사고 위험도 시각화와 텍스트 마이닝을 통한 주요 구간 사고 특성 분석

김혜정, 김홍태, 윤영준
울산과학기술대학교 기술경영대학원 비즈니스분석 석사과정

목 차

I . 서론	III. 실증분석
II . 사전연구	1. 분석절차
1. 교통사고율과 심각도	2. 자료구축
2. 텍스트 마이닝	3. 연구방법
	IV. 분석결과
	V. 결론
	참고문헌

핵심어 : 사고율, 사고심각도, 사고위험도, 히트맵, 텍스트 마이닝

요 약

고속도로는 그 특성상 교통사고의 치명률이 다른 종류의 도로들에 비해 상당히 높다고 할 수 있다. 따라서 고속도로 교통사고 감소를 위한 적절한 연구와 정책이 요구된다고 할 수 있다. 과거부터 현재까지 고속도로 교통사고 감소를 위한 많은 연구와 정책이 수행되었고, 과거에 비해 최근에는 교통사고 건수가 많이 줄었으나 최근 5년간은 눈에 띠는 교통사고 감소가 일어나지 않았다. 이에 본 연구에서는 교통사고 감소에 있어 새로운 접근 방식의 연구가 필요하다 생각했고 그 방법의 하나로 교통량과 교통사고이력 데이터를 기반으로 한 사고내용 텍스트 마이닝 기법을 선정하고 이를 활용한 연구를 진행하였다. 텍스트 분석을 통하여 최근 교통사고의 트렌드 및 원인과 특징을 파악해 보았으며 고속도로 구간별 원인과 특징에 따른 대응책을 제안함으로써 고속도로 교통사고 감소 정책 수립에 기여하는 것을 목적으로 한다.

I. 서 론

1. 연구의 배경

OECD(경제개발협력기구)회원 국가 중 교통안전 후진국¹⁾이라는 불명예를 벗기 위해, 정부와 민간 차원에서 교통사고를 감소시키기 위해서 다양한 연구와 대응책 마련을 진행하고 있다. 주된 대응책으로 고속도로의 과속 방지를 위한 단속 장비 설치, 안전운전 장려를 위한 표지판 설치 등을 들 수 있다. 여러 노력에도 불구하고 최근 5년간 전체 교통사고는 눈에 띠는 감소가 없는 지속적인 증감²⁾을 반복하고 있으며, 고속도로의 교통사고 발생건수 또한 유사한 추세³⁾를 보이고 있다.

고속도로는 일반도로보다 빠른 주행속도로 인해 교통사고 발생 시 위험한 대형사고 발생 가능성이 크며, 치사율도 다른 도로 보다 높아⁴⁾ 고속도로의 교통사고를 저감시킬 방안 모색이 시급하다. 이에 따라 최근 연구는 주로 고속도로의 기하구조, 운전요건, 사고유형, 법규위반내용 등과 교통사고의 관계를 밝혀 사고취약구간을 파악하거나, 사고발생 요소를 통해 심각도를 예측하여 교통사고 피해를 최소화 시키는 방안에 관한 내용으로 진행되어 왔다. 선행연구들은 사고 영향 요인을 검증하는 방식으로써 세부적인 사고내용을 분석하는데 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 구간에서 발생하는 사고

의 다양한 특성을 알아보고자 텍스트 마이닝을 활용한 새로운 접근 방법을 시도하였다. 이는 사고의 내용분석을 통해 사고요인들 사이의 관계를 세부적으로 살펴볼 수 있다는 점에서 의미를 가진다. 또한 주요 위험구간의 특성을 파악하는 것은 해당 구간의 사고 패턴에 입각하여 효과적인 사고 대응책을 모색할 수 있다는 점에서 도로교통안전관리 실무자에게 반드시 필요한 교통사고 분석 방법이라 생각된다.

2. 연구의 목적

본 연구는 경부고속도로 하행선을 기준으로 각 구간별 사고 위험도를 한눈에 파악하고, 교통사고의 키워드를 기반으로 구간별 특징을 분석하는 새로운 방법을 마련하는데 목적이 있다.

따라서 히트맵 시각화를 통해 구간별 사고 위험도를 효과적으로 파악한 다음, 교통사고 개요 데이터를 바탕으로 텍스트 마이닝을 기법을 활용하여 키워드를 도출하고 구간별 사고 특징을 파악함으로써 집약적인 사고대응방안 마련을 위한 방향을 제시하고자 한다.

II. 사전연구

1. 교통사고율과 심각도

본 연구에서는 구간별 교통사고 위험도를 시

1) 2012년 외국교통사고통계자료에 따르면 OECD국가 중 한국이 인구 10만 명당 사망자 수가 10.8명으로 평균인 5.4보다 월등히 높으며, 자동차 1만대 당 사망자 순위는 34개국 중 31위로 최하위 수준이다.

2) 도로교통공사의 2015년판 교통사고통계요약에 따르면 최근 5년간 전체 교통사고의 수는 226,878(2010년), 221,711(2011년), 223,656(2012년), 215,354(2013년), 223,552(2014년)으로 -0.37%의 평균 증감율을 보인다.

3) 최근 5년간 고속도로의 교통사고의 수는 3,924(2010년), 3,800(2011년), 3,550(2012년), 3,231(2013년), 3,583(2014년)으로 -1.96%의 평균 증감율을 보인다.

4) 2014년 도로종류별 교통사고 중 고속도로는 113.8의 치사율로 가장 높다.

각화하고 그 특징을 분석해야하므로 교통사고 위험도에 대한 정량화 된 수치가 필요하다고 판단했다. 따라서 교통사고 위험도 산출을 위해 선행 논문에서 사용된 변수들 중 두 가지 변수의 개념을 이용하여 위험도를 정의하였다.

첫 번째는 교통사고 건수와 교통량 데이터 기반의 사고율(Accident Rate: AR)로 보는 교통사고 위험도 분석이다. 과거 연구를 살펴보면 사고율과 속도 데이터를 바탕으로 사고율 예측 모델을 만들고 이를 바탕으로 실시간으로 고속도로 교통상황의 위험도를 분석하였다(오철, 정은비, 2011). 사고 건수에 비해 교통량이 매우 많으므로 가중치를 이용해 사고율을 산출해야 하는데 사고율 산출식은 다음과 같다.

$$AR = \frac{N_i \times 1억}{365 \times AADT_i \times L_i} \quad (1)$$

N_i : 1년 동안 경부고속도로의 i 구간 사고건수(건/년)
 $AADT_i$: i 구간의 연평균 일교통량(대/일)
 L_i : i 구간의 길이(km)

두 번째로 교통사고 심각도(Accident Severity: AS)를 이용하여 위험도를 분석하는 연구방법으로써, 김진경(2008)은 분석구간의 사망사고건수, 부상사고건수, 재산피해만의 사고건수를 재산피해 환산건수(Equivalent Property Damage Only 사고건수: EPDO 사고건수)로 나타내는 분석방법을 사용하여 사고심각도와 위험도에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 재산피해만의 사고건수를 파손차량의 수로 변수를 대신하였으며 사고심각도 산출식은 다음과 같이 정의하였다.

$$AS = 12 \times D_i + 3 \times (M_i + L_i) + NC_i \quad (2)$$

D_i : i 구간 교통사고 사망자 수(명)

M_i : i 구간 교통사고 중상자 수(명)

L_i : i 구간 교통사고 경상자 수(명)

NC_i : i 구간의 파손 차량 수(대)

본 연구에서는 교통사고 위험도를 위의 사고율과 사고심각도 변수를 이용하여 다음과 같이 정의하였다.

$$\text{교통사고위험도} = AR_i + AS_i \quad (3)$$

AR_i : i 구간의 사고율

AS_i : i 구간의 사고심각도

사고율과 사고심각도를 합한 수치를 교통사고 위험도로 정의함으로써, 사고율 변수의 경우 얼마나 심각한 정도로 사고가 발생하였는지에 대한 정보를 제공할 수 없다는 점과 사고심각도 변수의 경우 사고의 빈도를 알 수 없다는 단점을 서로 보완토록 하였으며 고속도로 교통사고 위험도를 보다 정량화하고 수치화 할 수 있도록 하였다.

2. 텍스트 마이닝 (Text mining)

텍스트 마이닝은 웹에서 작성한 글이나 대량의 문헌들과 같은 텍스트 기반의 데이터로부터 키워드를 추출하여 의미를 파악하는 자연어처리 (NLP, National Language Process) 기법이다 (Feldman, R. & Sanger, J., 2007). 이 기법은 결과의 질을 높이기 위하여 단어를 정제하는 작업을 필요로 한다. 보통 이 과정에서 불용어 (Stopwords)라 불리는 자주 사용되지 않는 단어를 삭제할 수 있으며 텍스트 마이닝을 사용하는 툴 내에서 연구자의 분야에 따라 단어를 추가

하거나 제외함으로써 텍스트 마이닝의 성능을 더 높일 수 있다(Weiss, S. M. et al., 1999).

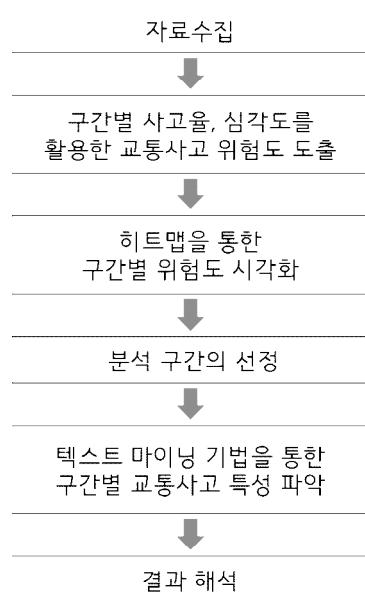
텍스트 마이닝은 수작업으로 진행하기 힘든 대용량의 문헌을 빠른 시간 내에 분석 가능하다는 점에서 대량의 문헌연구에 적합하다. 또한 최근에는 웹상에서 생산되는 대량의 텍스트 데이터를 추출하여 트렌드를 빠르게 분석하는 용도로 활용되고 있다(Pollak, S. et al., 2011).

본 연구는 교통사고를 기록한 문헌으로부터 키워드를 추출하고 이를 통해 구간의 특성과 교통사고 요인별 추이를 파악하고자 한다. 주된 사고 키워드와 연도별 사고 원인의 트렌드를 도출 할 수 있는 새로운 분석방법의 도입으로 교통사고 요인을 깊이있게 분석 할 수 있을 것이다.

III. 실증분석

1. 분석절차

본 연구는 경부고속도로 하행선 중 주요 구간의 사고특성을 분석하는 것을 목적으로 <그림1>과 같이 교통량 데이터와 사고내용 데이터를 바탕으로 사고율과 심각도 지수의 합을 산출하여 구간별 위험도를 도출한다. 교통사고 위험도는 히트맵 시각화 방식을 활용하고, 상위 7개 구간의 사고 내용을 수집하여 텍스트 마이닝을 진행한다. 텍스트 마이닝을 통해 주요 사고관련 키워드를 추출하고, 주요 구간별 사고 특성을 파악하기 위해 키워드 빈도분석과 연도별 요인별 트렌드 분석을 진행한다. 마지막으로 분석결과를 바탕으로 주요 구간의 특성에 입각한 대처방안을 제시하고자 한다.



<그림 1> 분석 절차

2. 자료구축

1) 자료의 범위

사고자료는 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS)에서 제공하는 2012년에서 2014년 사이의 경부고속도로 부산방향 사고발생지점의 사고개요 자료를 이용하였다. 교통량 데이터는 한국도로공사에서 제공하는 구간별 교통량 데이터를 활용하였으며 이 또한 3년간의 데이터를 활용하였다.

2) 자료수집 및 정리

(1) 고속도로 통행량 및 사고데이터 수집

본 연구에서는 경부고속도로 하행 구간별 교통량 데이터를 통해서 구간별 연평균 일교통량을 산출하였으며, 이를 고속도로 교통사고 데이터와 함께 구간별 사고율 및 심각도를 계산하는

데 활용하였다. 경부고속도로 하행선 50구간 중 구간별 교통량 정보에서 결측치를 가진 5구간은 사고율을 산출할 수 없어 자료수집에서 제외하고, 총 45구간으로 정리하였다.

사고율과 사고 심각도의 합산 지수로 교통사고 위험도를 구하였고 구간별 위험도를 나타내는 자료는 다음과 같다.

<표1> 구간별 사고율, 사고심각도/위험도

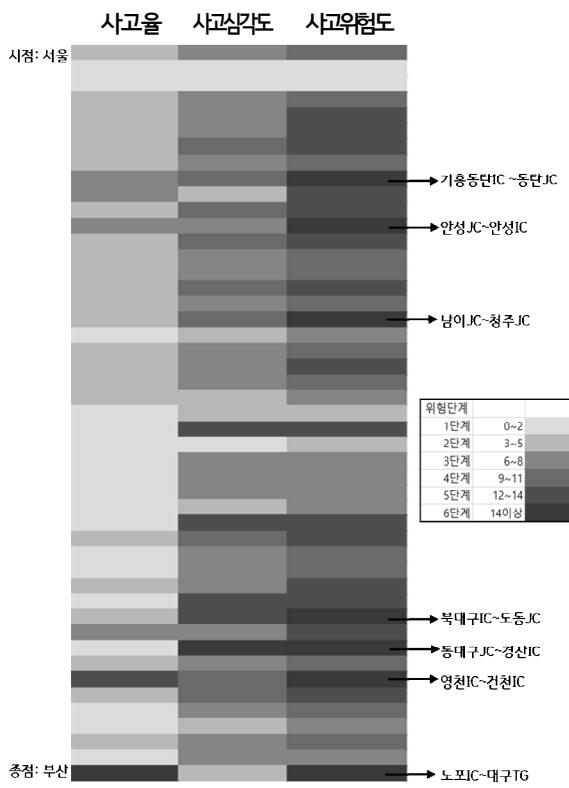
구 간	사고율	사고 심각도	사고 위험도
양재~대왕판교	5.8	6.2	12.0
판교IC~서울TG	5.5	6.4	12.0
서울TG~신갈JC	5.7	7.6	13.2
신갈JC~수원신갈IC	5.2	7.3	12.5
수원신갈IC~기흥IC	5.0	9.8	14.8
기흥IC~기흥동탄IC	5.8	6.0	11.8
기흥동탄IC~동탄JC	7.8	9.0	16.8
동탄JC~오산IC	7.9	5.9	13.7
오산IC~안성JC	5.1	9.3	14.4
안성JC~안성IC	8.6	8.7	17.3
북천안IC~천안IC	4.4	9.0	13.4
천안IC~천안JC	4.3	6.6	10.9
천안JC~목천IC	3.4	6.0	9.4
목천IC~청주IC	4.7	10.0	14.7
청주IC~남이JC	5.1	6.4	11.4
남이JC~청주JC	5.6	10.5	16.1
청주JC~남청주IC	1.6	4.5	6.1
남청주IC~신탄진IC	3.6	8.2	11.8
신탄진IC~회덕JC	5.8	8.5	14.3
회덕JC~대전IC	3.4	6.8	10.1
대전IC~비룡JC	3.4	3.0	6.4
비룡JC~옥천IC	1.3	4.0	5.3
옥천IC~금강IC	2.2	12.6	14.8
금강IC~영동IC	1.5	2.4	3.9
영동IC~횡간IC	0.5	6.0	6.5
횡간IC~추풍령IC	1.1	6.0	7.1
추풍령IC~김천IC	2.7	6.0	8.7
동김천IC~김천JC	2.8	4.8	7.6
김천JC~구미IC	2.0	12.0	14.0

구미IC~남구미IC	3.2	10.3	13.5
남구미IC~왜관IC	2.9	6.5	9.5
왜관IC~칠곡물류IC	3.0	7.3	10.3
칠곡물류IC~금호JC	4.7	8.5	13.2
금호JC~북대구IC	2.9	12.0	14.9
북대구IC~도동JC	4.6	12.2	16.8
도동JC~동대구JC	6.2	6.4	12.7
동대구JC~경산IC	2.2	23.6	25.8
경산IC~영천IC	3.2	8.3	11.5
영천IC~건천IC	14.2	10.2	24.4
경주IC~연양JC	4.5	10.5	15.0
서울산IC~통도사IC	1.9	7.5	9.4
통도사IC~양산IC	2.9	4.6	7.5
양산IC~양산JC	3.6	6.0	9.6
양산JC~노포IC	2.2	6.5	8.7
노포IC~부산TG	17.5	5.4	22.9

(2) 교통사고 위험구간 시각화

본 연구는 운전자 및 도로관리자에게 시각화를 통해 고속도로 구간별 위험도를 명확하게 보여주는 것을 목적으로 함으로써 그 방법으로 히트맵 시각화 방식을 선정하였다. 히트맵을 통한 시각화 방식은 구간별 위험도를 한 눈에 파악할 수 있고, 위험한 상황에 대비할 신속한 의사결정을 가능하게 하는 것이 큰 장점이다.

구간별 사고율, 사고심각도, 사고위험도를 바탕으로 히트맵 시각화 한 것은 <그림2>와 같으며, 본 연구의 히트맵에서 위험도가 높은 구간은 사고 특성과 연도별 특성 패턴을 분석하여 사고 관리대책 마련이 필요하다고 판단되었다. 이에 따라, 위험도 상위 7개 구간(기흥동탄IC~동탄JC, 안성JC~안성IC, 남이JC~청주JC, 북대구IC~도동JC, 동대구JC~경산IC, 영천IC~건천IC, 노포IC~부산TG)을 사고내용 텍스트 분석을 위한 심화분석 구간으로 선정했다.



<그림 2> 교통사고 위험도 히트맵

3. 연구방법

본 연구는 교통사고의 사고내용으로부터 키워드를 도출하기 위하여 텍스트 마이닝 기법을 활용하였으며 빈도분석과 교통사고 요인 트렌드 분석의 두 가지 방식으로 구간별 특성을 파악한다.

1) 텍스트 마이닝을 통한 키워드 도출

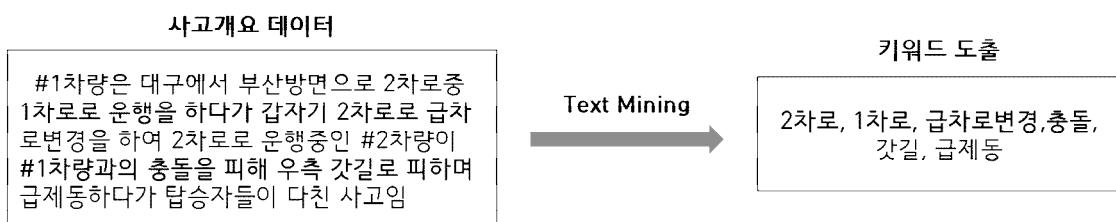
선정된 주요 7구간의 키워드는 R프로그래밍의 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 도출하였다. 주로 문장 내 공백을 기반으로 각 단어를 추출하였으며 추출된 키워드는 KoNLP 패키지와 tm 패키지를 활용하여 정제하였다.

본 연구에 필요하지 않은 “은, 는, 이, 가”, “에서” 등의 조사와 사고원인과 무관하다 판단되는 지역명 등은 제거하였다. 1차 정제된 단어에서 동일한 의미를 가진 다른 단어를 하나의 단어로 통합하기 위하여 ‘차선’과 ‘차로’는 동일한 단어로 취급하였다. 마찬가지로 한 사건 내에서 반복적으로 등장하는 키워드는 유일한 값만을 추출하여 중복 측정을 사전에 방지하였으며, <그림 3>은 사고 개요를 텍스트 마이닝을 통해 키워드로 정제하는 과정을 도식화했다.

2) 분석방법

(1) 빈도분석

빈도분석은 3년 동안 각 구간의 사고내용에서 키워드를 추출하여 구간별 해당 키워드의 단순 빈도를 측정하였다. 정제된 키워드를 수집 후 각 키워드가 얼마나 빈번하게 나타났는지 확인하고, 다른 구간과 비교하여 해당 구간만의 특징적인 사고발생이 있는지 여부를 분석한다.



<그림 3> 텍스트 마이닝을 통한 키워드 도출 방식

<표 2> 교통사고의 요인 분류 (원제무와 최재성, 2001)

교통사고의 요인	내용
인적요인	운전자 또는 보행자의 신체적·생리적·심리적 조건, 위험의 인지와 회피에 대한 판단 운전자의 적성, 자질, 운전습관, 운전 태도 등에 관련된 사항
환경요인	도로의 선형, 노면, 차로 수, 도로 폭, 구배 등 도로구조에 관련된 사항 신호등, 도로표지판, 방호책 등 도로의 안전시설에 관련된 사항 기후, 명암 등 자연조건에 관한 사항 교통량, 차종구성, 보행통행량 등 교통여건에 관련된 사항
차량요인	차량구조장치, 부품 또는 적하에 관련된 사항

(2) 교통사고 요인별 트렌드 분석

트렌드 분석은 구간별 교통사고 요인의 연도별 변화를 파악하기 위한 분석이다. 교통사고 요인은 다양하지만 사고원인에 속하는 교통체계의 구성요소별로 분류하면 <표 2>와 같이 인적요인, 차량요인, 환경요인으로 나눌 수 있다(김진경, 2006; 원제무와 최재성, 2001). 본 논문에서 구간별로 추출된 키워드를 사고요인으로 분류하여 사고요인의 연도별 트렌드를 확인함으로써 구간의 특성 변화를 확인할 수 있다.

먼저 구간별 키워드를 사고요인에 입각하여 3개의 군집(인적, 환경, 차량)으로 지정한 후, 이를 연도별로 재분류하였다. 그리고 이를 바탕으로 3년 동안 각 속성의 흐름을 파악하였다.

또한 구간 내에서 연도별로 빈출되는 단어를 비교하여 연도간 사고원인 유사여부를 판단하였다. 이를 통해 연도별로 동일 사고원인이 발생하는 구간의 개선점과 새로운 사고원인 출현으로 사고 대비에 주목해야 할 키워드와 요인을 확인하는 방식으로 분석을 진행하였다.

IV. 분석결과

1. 빈도분석의 결과

주요 7개 구간별 빈도분석의 결과는 <표 3>으

로 나타냈으며, 각 구간별 키워드 특징의 분석 결과는 다음과 같다.

(1) 기흥동탄IC ~ 동탄JC

본 구간의 빈도수가 높은 주요 키워드는 ‘앞서가던’, ‘정체’, ‘정차’이다. ‘앞서가던’을 통해 앞서가던 차량과 추돌한 사고가 많았음을 확인할 수 있다. ‘정체’로 상습정체구간임을 파악하고, ‘정체’와 함께 ‘정차’가 함께 나타나는 것으로 보아 정체상황에서 운전자의 주의력 부족으로 정차 중인 차량과 사고가 발생했음을 알 수 있다.

(2) 안성JC ~ 안성 IC

본 구간에서는 ‘휴게소’, ‘진입중’, ‘진로변경’이 주된 특징을 가진 키워드로 분석되었다. 휴게소에서 발생한 사고가 많으며 차대 사람의 교통사고일 경우 중상사고가 많아 사고 심각도가 비교적 높은 구간임을 확인하였다. 또한 ‘진입중’이 빈출하는 것으로 보아 휴게소를 나온 후 본선에 진입할 때 사고가 많이 발생하는 것으로 분석된다. 또한 ‘진로변경’에 의한 사고발생이 빈번하게 발생하며, 특히 다른 차선을 달리던 차량들이 동일한 차선으로의 진로변경을 시도하면서 교통사고가 발생하였다.

<표 3> 경부고속도로 7개 구간 빈도분석 결과

기흥동탄IC ~ 동탄JC		안성JC ~ 안성IC		남이JC ~ 청주JC		북대구IC ~ 도동JC	
키워드	빈도	키워드	빈도	키워드	빈도	키워드	빈도
5차선	18	2차선	17	4차선	8	연쇄	13
4차선	13	5차선	15	3차선	7	2차선	13
2차선	12	4차선	11	5차선	7	4차선	12
진로변경	10	진로변경	11	1차선	6	1차선	12
3차선	10	1차선	9	2차선	6	3차선	10
정차중	10	휴게소	9	정차중	6	정차중	8
1차선	9	3차선	7	진로변경	6	앞서가던	5
앞서가던	8	정차중	7	회전	4	급제동	5
정체	6	정체	5	앞서가던	4	정체	4
급제동	3	갓길	4	갓길	3
진입중	3	교통	3	미끄러지면서	2	급차선변경	2
갓길	2	미끄러지면서	3	고장	1	급핸들조작	1

영천IC ~ 건천IC		경주IC ~ 언양JC		부산TG ~ 노포IC	
키워드	빈도	키워드	빈도	키워드	빈도
1차선	16	2차선	24	정차중	6
2차선	14	1차선	15	3차선	5
미끄러지면서	7	앞서가던	9	인천운전의무위반	5
갓길	6	정차중	7	앞서가던	4
빗길	4	진로변경	6	진로변경	4
커브길	3	인천운전의무위반	5	2차선	3
정차중	3	갓길	4	4차선	2
반대편	2	정체	4	과실	2
진로변경	2	연쇄	3	서행	2
고장	1	미끄러지면서	3	음주상태	2
급제동	1	반대차선	2	핸들급조작	2
급진로변경	1	서행	2	병목구간	2

(3) 남이JC ~ 청주IC

본 구간의 주된 키워드는 ‘회전’, ‘정차중’, ‘진로변경’, ‘갓길’이다. 교통사고가 난 차량이 회전 하며 다른 차량에 피해를 끼치고, 중상 이상의 사상자를 발생시켰다. ‘정차중’, ‘진로변경’, ‘갓길’은 다른 구간에서도 빈번하게 등장하는 키워드이지만, 본 구간은 특히 중상 이상의 사고로 이어질 수 있어 해당 키워드를 구간의 특징으로 분석했다.

(4) 북대구IC ~ 도동JC

주된 키워드는 ‘연쇄’, ‘급제동’, ‘급핸들조작’, ‘급차선변경’이다. 본 구간은 교통량(시간당 평균 2,800이상)이 많음에도 불구하고, 빠른 평균 속도(95km/h)로 운행하여 연쇄사고가 다수 발생하였다. ‘급’을 포함하는 단어가 많이 발견되었으며, 이는 고속으로 달리던 중 전방의 갑작스런 돌발 상황에 대처하기 위해 급작스러운 행동이 이루어진 것이다.

(5) 영천IC ~ 건천IC

본 구간의 키워드 특징은 ‘빗길’, ‘미끄러지면서’, ‘커브길’이다. 해당 키워드가 함께 도출되는 것으로 보아 강수시기에 커브길에서 미끄러짐으로써 사고가 발생하는 구간임을 알 수 있다.

(6) 경주IC ~ 언양JC

주된 키워드는 ‘낙하’, ‘적재물’, ‘연쇄’, ‘미끄러지면서’이다. 본 구간의 2차선은 화물차 통행량이 많다. 화물차의 적재물의 낙하로 인해 사고가 일어났음을 ‘낙하’를 통해 확인하였고, 본 구간의 추돌사고는 제 3차량에 영향을 주어 연쇄 사고를 발생시키는 것을 알 수 있었다.

(7) 부산TG ~ 노포IC

본 구간은 ‘진로변경’, ‘서행’, ‘정차중’, ‘안전의무위반’이 주된 키워드이다. 톨게이트에서 잠시 정차하였다가 속력을 내거나, 안전거리가 확보되지 않은 상태에서 진로변경을 시도하여 사고가 발생하였다. 또한, 고속도로에서 시내로 진입하기 위하여 진로변경을 시도하는 중에 사고가 다수 발생하였다.

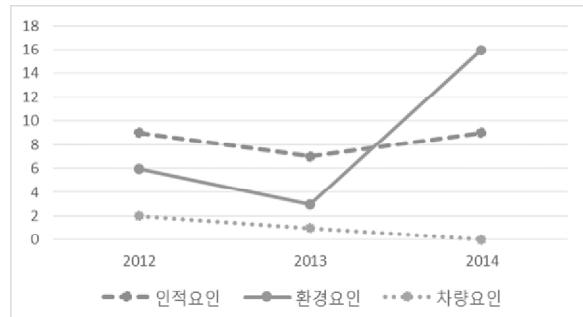
2. 교통사고 요인별 트렌드 분석결과

교통사고 요인별 트렌드 분석은 연도별 추이를 보면서 변동이 큰 요인에 집중하여 키워드별 트렌드 분석을 실시하였다. 각 구간의 교통사고 요인별 키워드는 <표 4>와 같이 정리하였다.

(1) 기흥동탄IC ~ 동탄JC

<그림 4>에 따르면 지난 3년간 인적요인과 차

량요인은 눈에 띠는 변화를 보이지 않으나, 환경요인의 경우 2014년에 급증하는 현상을 보인다. 2014년 환경요인의 증가에 영향을 끼친 키워드는 ‘정차’(전년대비 6건 증가) 및 ‘정체’(전년대비 4건 증가)임을 확인하였다.

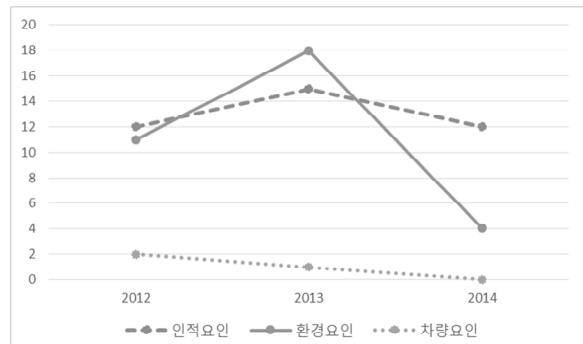


<그림 4> 기흥동탄IC~동탄JC구간의 요인별 트렌드

(2) 안성JC ~ 안성 IC

본 구간의 환경요인은 <그림 5>와 같이 3년간 큰 증감의 변동을 보인다. 특히 2014년에는 전년보다 환경요인의 교통사고가 급감하는 현상을 보이고 있다. 환경요인의 키워드 분석을 하였을 때 ‘휴게소’ 키워드가 3년 동안 지속적으로 등장하고 있음을 확인하였다.

환경요인에서 연도별 키워드의 연관성을 보았을 때 2013년에는 전년도에 확인할 수 없었던 키워드들이 다수 출현하였다. 하지만 2014년의 환경요인은 급감하여 4건이 되었다.



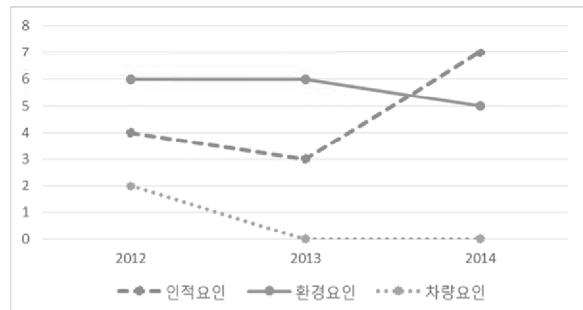
<그림 5> 안성JC~안성 IC 구간의 요인별 트렌드

<표 4> 교통사고 요인별 트렌드 키워드

구간	교통사고요인	2012	2013	2014
기흥동탄JC ~ 동탄JC	환경요인	정차중, 정체, 갓길, 미끄러지면서	갓길, 도로공사, 정차중	정차중, 정체, 연쇄, 미끄러지면서, 정지하자
	인적요인	진로변경, 진입중, 급제동, 음주, 출음	진로변경, 급진로변경, 급제동, 급핸들조작	진로변경, 급제동, 체동장치, 핸들
	차량요인	타이어펑크, 적재함	적재함	-
안성JC ~ 안성 IC	환경요인	정차중, 정체, 휴게소, 갓길, 연쇄	휴게소, 정차, 정체, 미끄러지면서, 빗길, 갓길, 합류지점	휴게소, 정차중
	인적요인	진로변경, 급제동, 음주, 차선침범	진로변경, 급차선변경, 출음, 음주, 추월	진입중, 핸들, 피하면서
	차량요인	-	적재물, 타이어펑크	고장
남이JC ~ 청주IC	환경요인	정차, 갓길, 합류지점	미끄러지면서, 빗길, 연쇄, 정차중	정차, 정체, 갓길
	인적요인	전방주시태만, 진로변경, 핸들	진로변경, 추월	진로변경, 급브레이크, 급진로변경, 운전자부주의
	차량요인	고장, 타이어펑크	-	-
북대구IC ~ 도동JC	환경요인	빗길, 미끄러, 정차, 정체, 갓길	연쇄, 정차, 정체, 갓길	정차중, 연쇄, 교각
	인적요인	급정거, 급제동, 급차선변경, 진입중	급제동, 급차선변경, 진입중	급제동, 운전자부주의
	차량요인	과격, 타이어펑크	적재함, 타이어펑크	-
영천IC ~ 건천IC	환경요인	미끄러지면서, 갓길, 정차중, 빗길, 정체	갓길, 미끄러지면서, 빗길, 연속, 정차중	미끌어지면서, 빗길, 갓길, 커브길
	인적요인	급제동, 급차선변경, 피하다	진로변경, 운전자부주의	급진로변경, 서행, 출음
	차량요인	-	고장	-
경주IC ~ 언양JC	환경요인	갓길, 오르막, 정차중	정차중, 정체, 갓길, 연쇄	미끄러지면서, 정체, 갓길, 빗길, 연쇄
	인적요인	안전운전의무위반, 진로변경, 급진로변경	안전운전의무위반, 진로변경, 추월	진로변경, 서행, 감속, 음주
	차량요인	타이어펑크	적재물	펑크
부산TG ~ 노포IC	환경요인	연쇄, 정차중	정차중, 선행교통사고	병목구간, 정차중, 합류지점
	인적요인	진로변경	안전운전의무위반, 과속, 진로변경, 핸들금조작, 음주	진로변경, 진입, 추월
	차량요인	-	-	고장

(3) 남이JC ~ 청주IC

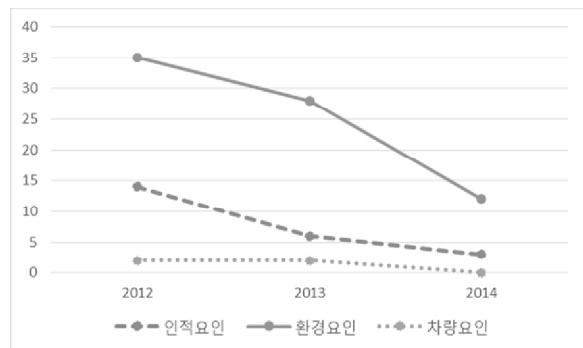
<그림 6>과 같이 환경요인과 차량요인으로 인한 교통사고는 감소하고 있으나, 인적요인은 2013년에 감소 추세를 보이다 2014년에 급증하였다. 2014년 인적요인의 연도별 키워드의 연관성 분석 결과 ‘진로변경’(‘급진로변경’ 포함)을 포함하는 키워드가 증가하여 인적요인의 증가에 큰 영향을 끼쳤다.



<그림 6> 남이JC~청주IC 구간의 요인별 트렌드

(4) 북대구IC ~ 도동JC

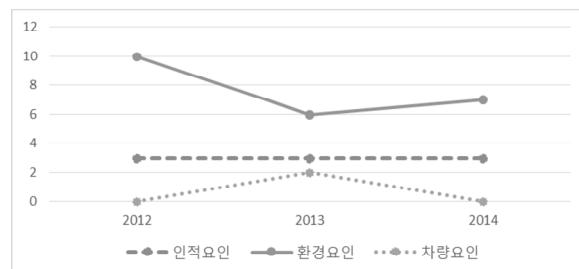
본 구간의 요인별 트렌드는 모든 요인이 시간이 지날수록 감소하고 있다(<그림 7> 참고). 환경요인은 경우 주로 ‘빗길’, ‘정차중’, ‘정체’, ‘갓길’ 등이 사고 요인이었다. 연도별 키워드의 연관성 분석 결과 ‘빗길은’ 2012년 이후 등장하지 않는다. 3년간 지속적으로 ‘정차’, ‘정체’가 등장하는 것을 확인하였다.



<그림 7> 북대구IC~도동JC 구간의 요인별 트렌드

(5) 영천IC ~ 건천IC

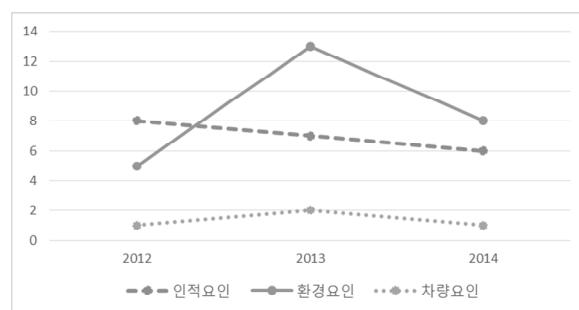
<그림 8>과 같이 본 구간의 연도별 전체 요인 건수는 완만한 감소세를 보인다. 2013년은 환경요인이 감소추세를 보이지만, 차량요인이 증가하였다. 3년간 연도별 키워드의 연관성 분석 결과 ‘빗길’, ‘미끄러지면서’가 꾸준히 관측되어 본 구간의 특징으로 파악했다.



<그림 8> 영천IC ~ 건천IC 구간의 요인별 트렌드

(6) 경주IC ~ 언양JC

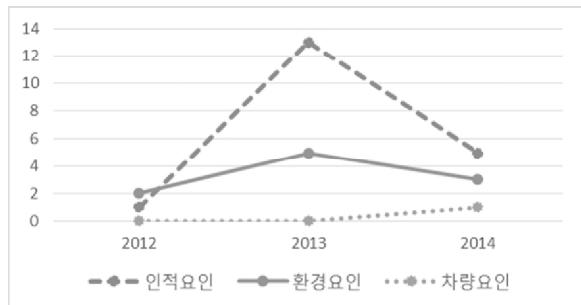
본 구간은 2013년에 환경요인이 급증하면서 변동이 크다는 것을 알 수 있다(<그림 9> 참고). 인적요인은 시간에 따라 감소하며 차량요인은 증감의 큰 변화가 없다. 환경요인의 연도별 키워드의 연관성 분석 결과 ‘정차’(2012년도 대비 6건 증가)가 2013년의 증가에 크게 영향을 끼치었고, 2014년에는 ‘미끄러지면서(끄려 포함)’(2012년도 대비 3건 증가)가 환경요인의 증가에 큰 영향을 끼쳤다.



<그림 9> 경주IC~언양JC 구간의 요인별 트렌드

(7) 부산TG ~ 노포IC

<그림 10>과 같이 인적요인과 환경요인은 2012년에 비해 2013년 사고의 전체 수가 크게 증가하다 2014년에 감소하는 추세이다. 특히 인적요인의 연도별 변동이 크다. 연도별 키워드의 연관성 분석 결과 환경요인의 증감에 크게 영향을 끼친 키워드는 ‘정차’로 2013년에 급증(2012년도 대비 3건 증가)하고 2014년에 급감(2013년도 대비 3건 감소)하였다.



<그림 10> 부산TG ~ 노포IC 구간의 요인별 트렌드

V. 결론

1. 결론

본 연구에서는 텍스트 마이닝을 통해 추출된 키워드를 바탕으로 구간별 빈도분석 및 교통사고 요인별 트렌드 분석을 실행하여 구간의 특성을 파악하고자 하였다. 빈도분석을 통해 각 구간의 주요 사고특성을 파악할 수 있었다. 또한, 구간의 특징을 연간 트렌드로 분석했을 때, 새로운 의미를 도출하여 예상하지 못했던 사고 패턴을 확인할 수 있었다. 빈도분석과 연간 트렌드 분석결과를 바탕으로 상호 보완하여 더욱 세부적인 대처 방안을 마련할 수 있을 것이라 기대된다.

두 가지 분석 결과를 함께 고려했을 때, 구간

영천IC~건천IC, 안성JC~안성IC, 기흥동탄IC~동탄JC에서 위험 도로 대비책을 위한 유의미한 결과를 확인할 수 있었다. 구간 영천IC~건천IC은 강수시기에 커브길에서 미끄러지는 사고가 다수 발생했으며, 실제로 본 구간에는 11개의 굽은 도로 표지판이 존재한다. 이와 같은 유형의 사고가 3년 동안 지속되는 것으로 보아 개선이 이루어 지지 않은 것으로 보인다. 이에 기존의 커브길 감속 운행 권장을 통한 사고방지를 넘어 커브길에 집중하여 안전운행 속도규제정책을 시행할 필요가 있다.

구간 안성JC~안성IC은 휴게소에서 발생한 사고가 많은 구간이다. 2012년부터 2014년까지 지속적으로 사고가 발생하는 것으로 보아 문제가 개선되지 않고 있음을 확인할 수 있다. 특히 차대 사람의 사고가 중상으로 이어질 가능성이 크기 때문에 차량의 이동로와 사람의 이동로가 겹치지 않도록 사고요인을 제거할 필요성이 있다.

기흥동탄IC~동탄JC 구간은 정차와 정체, 앞서 가던 키워드가 빈출하는 구간이다. 이로 인한 사고는 2014년도에 특히 많이 발생하였다. 사고 트렌드를 보았을 때 최근 정차, 정체로 인한 사고가 급증하였으므로 이 구간의 주된 사고 특성으로 자리 잡지 않도록 사전조치가 필요하다.

한편, 북대구IC ~ 도동JC 구간은 3년 동안 사고관련 키워드가 지속적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었고 이를 통해 사고요인이 적절히 관리되었음을 확인할 수 있다.

2. 향후 연구과제

본 연구에서는 사고 내용에서 키워드를 추출하여 빈도분석과 트렌드 분석을 실행하여 구간의 특성을 확인하였다. 위 방법은 도로관리 및 교통사고 관리자의 입장에서 구간별로 어떤 사

고의 특성을 중심으로 사고대비책을 마련해야하는지를 쉽게 파악할 수 있다.

텍스트 마이닝 기법은 데이터를 정제하는 초기 단계에서 필요 단어 추출 시스템 구축으로 소요시간이 오래 걸리지만, 시스템 구축 후에는 문헌의 주요 키워드를 빠르게 추출할 수 있는 것이 장점이다. 본 연구는 현재 경부고속도로의 주요 하행선 구간만 분석하였으나, 향후 경부고속도로 전 구간 및 국내 모든 고속도로에 적용 가능하다는 분석 적용의 확장성을 가진다. 그러므로 본 연구를 바탕으로 고속도로의 교통사고 관리를 철저히 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

Feldman, R., & Sanger, J. (2007). The text mining handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data. Cambridge University Press.

Pollak, S., Coesemans, R., Daelemans, W., & Lavrač, N. (2011). Detecting contrast patterns in newspaper articles by combining discourse analysis and text mining. *Pragmatics*, 21(4), 674-683.

Weiss, S. M., Apte, C., Damerau, F. J., Johnson, D. E., Oles, F. J., Goetz, T., & Hampp, T. (1999). Maximizing text-mining performance. *IEEE Intelligent systems*, (4), 63-69.

김진경. (2006). 교통사고 건당 EPDO 를 이용한 교통사고 특성분석. 전남대 대학원 석사학위논문.

도로교통공단. (2015). 2015년판 교통사고통계요약.

정은비, & 오철. (2011). 속도를 이용한 고속도로 구간 사고율 예측 모형. *대한교통학회지*, 29(4), 103-111.

최재성, & 원제무. (2001). *교통공학* (개정판).

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	그것이 알고 싶다, 포트홀					
참가자	1	성명	김성경	소속	숙명여자대학교 시각디자인과	
	2	성명	김연신	소속	숙명여자대학교 시각디자인과	
	3	성명	이시영	소속	숙명여자대학교 시각디자인과	
	4	성명		소속		
주작성자	성명	이시영	이메일	johgo1004@naver.com	연락처	010-5389-2596
내용 요약						

포트홀과 그로 인한 사고에 관한 정보를 시각화한 인포그래픽(Infographic)입니다. 2014년 기준으로 최근 5년간의 데이터를 수집하여 포트홀의 예방책과 대처법에 중점을 두어 표현하였습니다. 포트홀의 원인, 발생현황과 사고유형을 통하여 포트홀사고에 대한 경각심을 일깨우는 동시에, 예방책과 사고후 대처법 및 보상법에 대한 정보를 제공하여 운전자들의 안전하고 편리한 도로이용을 유도하는데에 목적을 두고 있습니다.

키워드: 포트홀, 교통사고, 사고위험성, 예방책, 대처법,

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

1.1 연구의 배경

고속도로의 가장 큰 장점은 뻥뚫린 도로 위를 상당한 속력으로 달릴 수 있다는 것입니다. 하지만 빨리 달리는 만큼 사고의 위험성도 빼놓을 수 없는데, 그러한 위험요소들 중 요즘 이슈인 포트홀로 인한 사고에 집중해보았습니다. 2014년 기준으로 최근 5년간 포트홀의 면적은 잠실야구경기장의 36 배에 달한다고 합니다. 이렇게 급증하는 포트홀 문제를 이해하기 쉽고 재미있게 시각화하여 하였습니다.

1.2 연구의 목적

연구를 시작하기에 앞서, 주변 지인들에게 설문조사를 한 결과, 포트홀에 대한 개념과 사고위험성조차 알지 못하는 사람들이 많았습니다. ‘도로 위의 지뢰’라고 불릴만큼 위험한 포트홀을 인지하고 있는 운전자들이 많지 않아, 이를 알리기 위하여 정보디자인을 만들게 되었습니다.

II. 본문

1. 자료수집

포트홀을 연구하기로 결정한 주된 이유가 일반 운전자들이 그에 대한 정보를 잘 알지 못했기에, 연구의 초기에는 한국도로공사의 개시판을 통하여 운전자에게 필요한 기본지식을 수집하였습니다. 기본적인 데이터를 수집하다보니, 포트홀로 인한 사고 현황을 알리는데에 중점을 두는 것을 알게 되었습니다. 경각심을 크게 일깨우기 위하여, 포트홀 사고의 심각성을 부각할 사고 위험성과 이에 대한 예방책과 대처법을 강력히 전달할 데이터들을 수집하였습니다.

한국도로공사의 연구논문을 찾아보며, 속도와 타이어마모도가 빗길위 포트홀 통과시의 제동거리에 미치는 영향을 알아보았습니다. 논문 뿐만 아니라, 도로공사에서 제공하는 연간레포트에서 장마철마다 증가하는 포트홀 사고의 위험성에 대한 정보를 찾았습니다. 또한 서울시의 공공데이터를 이용하여 강수량에 따른 포트홀발생현황을 수집하였습니다.



그림 1 속력과 타이어마모도에 따른 제동거리

2. 데이터가공

수집한 데이터를 가공하는 데에는 많은 수정사항들이 있었습니다. 우선 양적인 데이터보다 질적인 데이터들이 많았기에, 시각적 요소들을 이용하여 질적인 데이터를 보여주며, 수치데이터들은 일반 그래프를 사용하여 일반 사람들도 쉽게 알아볼 수 있게 설명을 덧붙여 나타내기로 결정하였습니다. 새로운 형식의 그래프를 만들어 가독성을 해치는 것보다 포트홀로 인한 사고의 현황을 정확히 알려주어 그 위험성을 더욱 부각시키고자 하였습니다. 예방책을 강조하기 위하여 5251 캠페인 형식을 만들어내기도 하였습니다.

3. 시각화

우리 생활 곳곳에서 날 것의 데이터를 하나로 시각화한 작업물들을 많이 볼 수 있습니다. 우리는 여러가지 작업물들을 참고하면서 아직은 많이 익숙하지 않은 ‘포트홀’을 어떻게 하면 효과적으로 시각화할 수 있을지 연구했습니다. 저희 팀의 경우, 정보를 전달하는 과정에 있어 어떤 사람을 등장해서 그 사람이 말을 하면 더 친숙하게 다가올 것 같다고 생각하였습니다. 처음에는 포트홀을 지뢰로 설정하고 그 지뢰를 도로정비사가 제거하는 스토리를 가지고 포트홀에 대해 설명했다면 (그림2 참고) 최종안에서는 포트홀로 인한 사고를 수사하던 탐정이 알아내어 포트홀의 원인, 발생현황, 사고유형, 예방책, 그리고 사고 이후의 대처법 및 보상법에 대하여 탐구하여 설명해주는 컨셉으로 정보를 시각화하였고 탐정을 사용하고 전문적인 느낌을 더했습니다.

또한 파일 위에 정보들을 시각화 하여 마치 탐정이 포트홀을 조사한듯한 느낌을 주었습니다. 데이터의 활용면에서는 독자에게 전문적인 느낌을 주지만 상황들을 쉽게 이해할 수 있도록 상황 별로 일러스트를 배치하여 그에대한 설명을 함께 놓아 가독성을 높였습니다. 또한 이번 정보디자인의 타겟층인 일반 운전자들에게 있어 가장 필요한 것은 포트홀에 대한 인식과 더불어



그림 2 중간과정

포트홀 사고에 대한 예방책을 실천하는 것이기에, 오른쪽 면의 전부 예방책에 대한 내용으로 할애하였습니다. 또한 저희팀은 그냥 읽고 넘어갈 수 있는 예방책을 일반 운전자들에게 각인시키기 위해 '5251'을 사용하였습니다. 5251 이란 장마철에 사고를 줄이기 위해 한국도로공사에서 제시한 예방책 중 하나입니다. 첫번째 5는 폭우시 평소보다 50%감속운행, 2는 장마시 평소보다 20% 감속운행, 두번째 5는 앞차와의 안전거리를 평소보다 50%이상 확보 그리고 1은 장마시에 수막현상을 피하기 위하여 타이어 공기압을 10% 상향하라는 것입니다. 5251이라는 숫자를 캠페인화시키고 이것을 예방책 면에 시각화 하였습니다. (그림 3 참고) 마지막으로 일반 시민들이 몰랐던 사고이후의 대처법과 보상법에 대한 팀을 알려줌으로써 시민들이 보다 안전하고 편리하게 도로를 이용할



그림 3 장마철 예방책 '5221 캠페인'

수 있게 하였습니다.

III. 결론

일반 운전자들은 모르고 있었던 포트홀로 인한 사고의 위험성과 이에 대한 예방책을 시각화하여 보다 빠르고 편안하게 고속도로를 이용을 가능케 하였습니다. 뿐만 아니라 이번 연구를 통하여, 이제 막 운전을 시작하는 저희로 하여금 많은 정보를 얻게 되었습니다.

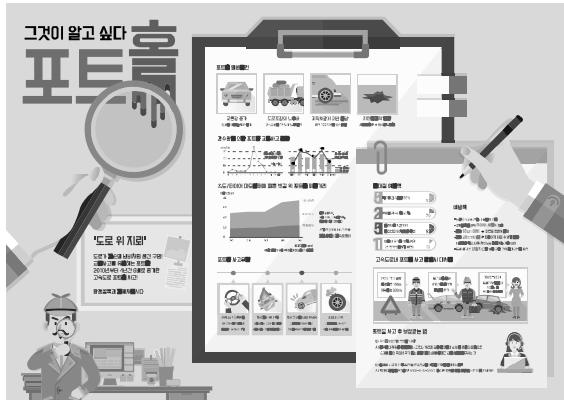


그림 4 그것이 알고 싶다, 포트홀의 최종 정보디자인



그것이 알고 싶다
도로 위 자로
침정설록과 포트홀에 대해 파헤쳐보자

포트홀

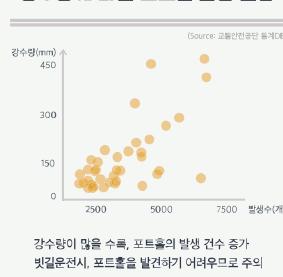
도로 위 자로, 포트홀의 발생원인

포트홀은 도로가 파손돼 냉비처럼 구멍이 파인 곳으로 '도로 위 자로'로 불린다.
2010년부터 4년간 6배로 증가한 고속도로 포트홀 사고, 발생 원인을 합하면 축구장 51개이다.

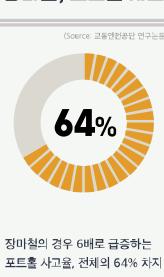


포트홀에 대해 자세히 파헤쳐보자

강수량에 따른 포트홀 발생 현황



장마철, 포트홀 사고



포트홀을 지나면 어떤일이?



포트홀 제동거리 (빗길)



포트홀 사고 예방책 (장마철)



포트홀 사고 발생시, 대처법은?

포트홀 사고 후 보상받는 법



국가배상청구

포트홀 관련 사고는
국가배상청구를 받을 수 있음
국가배상청구란 공무원의
직무상 불법행위나 업무상의
설자 및 관리의 잘못으로
손해를 입은 국민이 국가를
상대로 청구하는 것

도로이용 불편신고센터

080-048-2000
피해보상 접수 및 안내

사진 활용

피손부위와 도로
포트홀 상태를 촬영
사진 활용

서류 준비

시설관리공단에서
사고유형에 따른 서류
서류 준비

고속도로내 사고 발생시 대처법

안전삼각대

안전삼각대 설치
후방으로 100m
저녁에는 200m

사고상황 알리기

트렁크 열어
사고상황 알리기
비상등 켜기

도로공사콜센터

1588-2504
사고제보 및 무료
견인 서비스 받기

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	고속도로 정체에 따른 차량배출가스 영향평가 연구				
참가자	1	성명	이설영	소속	한양대학교
	2	성명	주신혜	소속	한양대학교
	3	성명	윤석민	소속	한양대학교
	4	성명		소속	
주작성자	성명	이설영	이메일	lsy0717@hanyang.ac.kr	연락처 010-2204-2647
내용 요약					

오늘날 자동차 증가로 인한 대기오염 문제는 세계가 직면한 심각한 문제 중 하나이다. 이와 같은 문제는 인체에도 부정적인 영향을 미치고 있다. 따라서 본 연구는 대기오염으로 인한 인체 피해의 심각성 인식하고 도로에서 발생하는 배출량을 추정하여 영향권을 파악하기 위한 기초연구를 진행하였다.

본 연구는 서울외곽순환고속도로(민자구간 제외)를 대상으로 자동차 배출가스를 분석하고 활용방안을 제시하였다. 서울외곽순환고속도로는 우리나라에서 인구밀집도와 교통량이 제일 많은 도심지역을 지나는 고속도로로 그에 따라 도로에서 발생하는 자동차 배출가스의 영향이 많을 것으로 판단하였다. 많은 대기오염 물질 중 본 연구에서는 NOx, PM10, PM2.5를 중심적으로 분석하였다. 발생하는 배출가스를 추정하기 위해 미국 환경부에서 2009년에 개발한 차량 배출가스 분석 툴인 MOVES를 이용하였다. 방법으로는 속도를 이용한 거시적 방법(Link Average Speed approach)으로 배출량을 추정하였다. MOVES를 통해 얻어진 Look-up Table을 기반으로 교통량과 구간 길이를 반영하여 구간별 차량배출가스 발생 총량을 추정하여 분석하였다.

본 연구는 시간대별, 요일별, 물질별 배출량을 도출하였으며, 배출량이 많은 시간대와 요일에 대한 특성분석을 수행하였다. 또한 배출량을 4등급으로 나누어 등급에 따른 Emission Map을 도출하여 배출량의 증감을 시공간적으로 한 눈에 볼 수 있도록 표현하였다.

본 연구에서는 배출가스가 인체에 미치는 영향에 대해 서술하고 역학연구결과 고찰을 통해 대기오염원과 생활의 관련성과 위험성을 제시하였다. 또한 추정한 배출량의 영향권을 정의하고 영향권 내에서 대기오염에 취약한 대상이 있거나 대기오염에 노출이 많은 장소를 파악하여 분석결과를 토대로 한 본 연구의 활용방안과 발전방향을 제시하였다. 이러한 활용방안은 고속도로에서 발생하는 배출가스의 영향을 받는 사람들을 위한 권고 사항, 오염에 관련된 규제 및 정책수립에 기여할 것이다.

OpenOASIS 교통 데이터 활용공모전 논문

고속도로 정체에 따른
차량배출가스 영향평가 연구

A Study on Emission Impact Assessment
by Congestion on Expressway

이 설영, 주신혜, 윤석민

한양대학교

2015년 8월

요 약

오늘날 자동차 증가로 인한 대기오염 문제는 세계가 직면한 심각한 문제 중 하나이다. 이와 같은 문제는 인체에도 부정적인 영향을 미치고 있다. 따라서 본 연구는 대기오염으로 인한 인체 피해의 심각성 인식하고 도로에서 발생하는 배출량을 추정하여 영향권을 파악하기 위한 기초연구를 진행하였다.

본 연구는 서울외곽순환고속도로(민자구간 제외)를 대상으로 자동차 배출가스를 분석하고 활용방안을 제시하였다. 서울외곽순환고속도로는 우리나라에서 인구밀집도와 교통량이 제일 많은 도심지역을 지나는 고속도로로 그에 따라 도로에서 발생하는 자동차 배출가스의 영향이 많을 것으로 판단하였다. 많은 대기오염 물질 중 본 연구에서는 NOx, PM10, PM2.5를 중심적으로 분석하였다. 발생하는 배출가스를 추정하기 위해 미국 환경부에서 2009년에 개발한 차량 배출가스 분석 툴인 MOVES를 이용하였다. 방법으로는 속도를 이용한 거시적 방법(Link Average Speed approach)으로 배출량을 추정하였다. MOVES를 통해 얻어진 Look-up Table을 기반으로 교통량과 구간 길이를 반영하여 구간별 차량배출가스 발생 총량을 추정하여 분석하였다.

본 연구는 시간대별, 요일별, 물질별 배출량을 도출하였으며, 배출량이 많은 시간대와 요일에 대한 특성분석을 수행하였다. 또한 배출량을 4등급으로 나누어 등급에 따른 Emission Map을 도출하여 배출량의 증감을 시공간적으로 한 눈에 볼 수 있도록 표현하였다.

본 연구에서는 배출가스가 인체에 미치는 영향에 대해 서술하고 역학연구결과 고찰을 통해 대기오염원과 생활의 관련성과 위험성을 제시하였다. 또한 추정한 배출량의 영향권을 정의하고 영향권 내에서 대기오염에 취약한 대상이 있거나 대기오염에 노출이 많은 장소를 파악하여 분석결과를 토대로 한 본 연구의 활용방안과 발전방향을 제시하였다. 이러한 활용방안은 고속도로에서 발생하는 배출가스의 영향을 받는 사람들을 위한 권고 사항, 오염에 관련된 규제 및 정책수립에 기여할 것이다.

제1장 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

오늘날 자동차 증가로 인한 대기오염 문제는 세계가 직면한 심각한 문제 중 하나이다. 이와 같은 문제는 인체에도 부정적인 영향을 미치고 있다. 전문 미래연구가들로 이루어진 세계미래학회 세계미래회의(WFS)가 발행하는 퓨처리스트(Futurist)는 온난화보다 더 시급히 해결해야 할 문제는 대기오염이라고 지적하였다(2014). 세계보건기구(WHO)의 2012년 사망원인 조사 보고서에는 8명 중 1명이 대기오염으로 인해 사망했다고 밝혔다.

이러한 문제는 우리나라 역시 마찬가지이다. 특히 2000년 이후 황사 발생일수가 크게 증가하여 이에 따른 미세먼지의 위험성을 밝혔다(통계개발원, 2014). 환경부와 국립환경과학원이 전국 97개 시·군의 대기오염 물질 오염도를 분석한 결과 서울, 경기, 인천 즉 수도권지역의 오염도가 높게 나타났다고 밝혔다(2015). 수도권은 국토 면적의 12%에 불과하지만 인구와 자동차의 47%집중되어 국내 다른 지역에 비해 대기오염이 심각하며, OECD 국가 중 대기 질의 수준이 최하위임을 알 수 있었다. 오염물질별 배출원 대분류별 배출량 기여율을 살펴보면 CO, NOx의 경우 도로 이동오염원이 각각 62.9%, 32.1%로 가장 높은 비율을 나타냈다.

대기오염으로 대기질이 악화될 뿐만 아니라 인체에도 악영향을 미치게 된다. 대한소아알레르기학회 및 호흡기학회의 조사결과에서 국내 어린이 중 15%가 천식을 경험한 것으로 나타났다. 대기오염으로 인한 인체의 피해는 천식뿐만 아니라 각종 호흡기질환과 신경질환을 유발할 수 있고 지속적으로 노출될 경우 사망에까지 이르게 될 수도 있다(환경부). 인체에 해를 끼지는 주요 오염물질은 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO₂), 질소산화물(NO_x), 미세먼지(PM) 등을 들 수 있다.

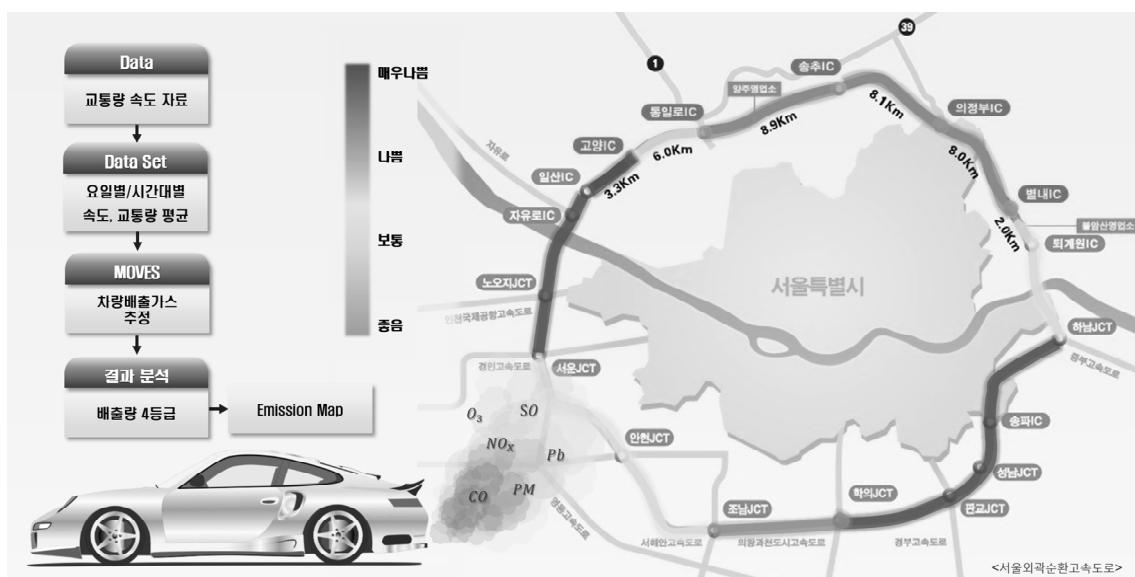
2. 연구 목적 및 수행절차

본 연구에서는 서울외곽순환고속도로(민자구간 제외)를 대상으로 자동차 배출가스를 분석하고 활용방안을 제시하였다. 속도와 교통량 자료를 이용한 거시적 방법을 기반으로 하여 인체에 영향을 미치는 요소를 중심으로 배출가스를 추정하였으

며, 이를 위해 MOVES(Motor Vehicle Emission Simulator)를 이용하였다. MOVES는 미국 환경부(U.S. EPA)에서 2009년에 개발된 차량 배출가스 분석 툴로, 기존의 모형인 MOBILE6를 대체하기 위해 만들어졌다. MOVES는 VSP(vehicle specific power)와 속도를 고려한 Modal binning방법(modal binning approach)을 사용한다.

MOVES를 통해 추정한 차량배출가스는 검지기를 기준으로 하여 고속도로 구간별 총량으로 분석하였다. 요일과 시간에 따라 배출량 분석을 실시하였다. 또한 배출량을 4등급으로 나누어 Emission Map으로 표현하였다. 또한 차량에서 배출되는 대기오염원에 해당하는 물질들이 인체에 어떠한 영향을 미치는지를 서술하고 이 연구의 활용방안과 발전방향에 대해 제시하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 대기오염, 대기오염으로 인한 인체의 영향, 배출가스 프로그램 및 대기확산 모형과 관련된 국내외 문헌을 고찰하였다. 3장에서는 연구방법론을 중심으로 배출가스 모형을 비교하고 분석대상 구간 선정에 대한 내용을 서술하였다. 4장에서는 분석결과에 대한 내용으로 유종별·차종별 차량비율을 추정하고 MOVES를 통해 얻어진 결과 값을 토대로 분석한 결과를 제시하였다. 5장에서는 배출가스 물질 별 인체에 미치는 영향력을 제시하고 도로이동오염원의 심각성을 서술하였다. 6장에서는 본 연구의 활용방안과 발전방향에 대한 내용을 서술하였으며, 마지막 7장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대한 내용을 제시하였다.



<그림 1> 연구 흐름도

제2장 기존문헌고찰

1. 대기오염 관련

박성규 외(2000)는 실시간 교통량을 이용하여 고속도로 요금소에서의 대기오염도를 예측하였다. 통과대수와 통과속도를 고려한 배출계수를 적용하여 배출량을 산정하였으며 대기오염 예측모델은 CALINE3 모델을 이용하였다. 분석결과, 자동차의 공회전과 급격한 가속 등으로 대기오염이 가중되었고 이산화질소와 총부유먼지가 가장 문제가 되는 오염물질로 분석되었다.

강종호 외(2007)는 국내외 교통환경 관련연구를 차량배출량 산정, 차량배출량감소 정책, 차량배출량 감소 교통운영 관련 연구로 구분하고 연구동향 및 시사점을 도출하였다. 차량배출량과 관련한 향후 국내연구는 미시적 분석, 적극적인 정책대안개발, 과학적인 교통운영전략의 개발에 초점을 두어야 함을 서술하였다.

조혜진 외(2009)는 교통량, 속도 및 기타 기상 조건의 실시가 자료와 도로기하구조와 같은 도로특성인자를 반영하여, 대기오염 물질 배출에 도로환경요인이 미치는 영향을 분석하였다. 서울시의 실시간 대기오염 데이터와 교통량 도로관련 데이터를 수집하여 대기오염 물질별 오염배출량 예측 회귀식을 구축하고 현실적인 도로환경 요인이 대기질에 미치는 영향을 설명하였다.

김영국 외(2011)는 지역 간 도로 네트워크를 대상으로 한 온실가스 및 대기 오염 물질 배출량을 산정하기 위한 방법론을 연구하였다. 검지기 정보에 기반한 산정방법론과 교통계획모형의 결과물을 기반으로 하는 방법론을 제시하였다.

김경미(2011)는 자동차 연료의 황성분 변화와 대기 중 미세먼지 오염도의 변화의 상관분석을 통하여, 대기 중 미세먼지 오염도에 미치는 영향을 분석하였다. 미세먼지의 인체에 미치는 영향 파악을 위해 미세먼지 오염도 변화를 보건학적인 지표로 선정하였다.

2. 대기오염으로 인한 인체영향 관련

이종태(2002)는 미세먼지가 건강에 미치는 국내연구를 조사하였다. 대기오염과 인체와의 상관성을 분석하기 위해 혼란변수를 통제한 비모수평활법을 적용한 일반화

부가모형(Generalized Additive Models, GAM)을 제시하였다. 연구 결과, 대기오염에 대한 인체영향은 주로 급성효과에 초점을 맞춘 것들이 대부분임을 제시하였다.

박종춘(2003)은 대기오염과 자동차 배출가스와의 관계를 연구하였다. 대체연료의 특성을 정리하고 국내에서 생산되는 다양한 자동차 대체연료 중 하나인 세눅스가 대기오염에 미치는 영향을 실험적인 예로 적용하고 대기오염으로 인한 영향과 피해를 정리하였다.

김대선 외(2004)는 중국의 초등학생을 대상으로 대기분진이 폐활량에 미치는 급성적 건강영향 평가를 위하여 폐활량(PEER)과 대기 중 미세분진의 농도에 대한 경시적 조사를 실시하고 분석하였다. 분석 결과, 개인요인(성별, 연령, 체중, 일별 호흡기증상여부)별로 폐활량과 미세분진간의 상관성이 있음을 확인하였다.

김운수(2004)는 미세먼지로 인해 영향요인을 분석하고 서울시의 미세먼지 오염도 변화추이를 분석하였다. 미세먼지 배출량 산정하고 오염도 영향을 분석하여 서울시 미세먼지 저감 및 관리전략을 제시하였다.

Kim et al.(2004)은 대기오염으로 인한 건강문제에 대한 최근 문헌들을 요약하고 현재 규제에 대한 발전방향을 연구하였다. 대기오염에 따른 인체 영향력에 대한 환자교육, 어린이 건강보호, 공기오염 정책 추진 등을 제시하였다.

Rob McConnell et al.(2006)은 캘리포니아 학교를 다니는 초등학생을 대상으로 지역 교통 노출도와 천식·천명의 관련성을 분석하였다. 분석 결과, 주요 도로 근처에 거주하는 어린이와 천식의 상관성이 있는 것으로 분석되었다.

3. 배출가스 프로그램 및 대기학산 관련

문난경 외(2005)는 대기질 항목의 환경영향평가에 있어서 대기질이 중요 항목인 사업의 특성을 고려하는 모델링 방법을 분석하였다. 분석결과, 효율적인 대기환경영향평가를 위한 방법으로 대기질이 중요 항목에서 제외된 사업에 대해서는 대기질 모델링을 실시하지 않거나 간이평가를 실시하는 방안을 제시하였다.

한동희 외(2012)는 고속도로 영업소를 대상으로 차량의 순간속도와 가속도의 영향을 반영한 온실가스 배출량 산정방법론을 제시하였다. MOVES를 이용하여 가속도별 온실가스 배출량 표를 작성하고 교통시뮬레이터를 이용하여 요금소 유형에 따른 온실가스 배출원단위를 산정하였다.

허혜정 외(2013)는 미시적 주행특성의 변화를 고려하는 국외의 미시 기반 배출량 산정방법론 중에서 MOVES를 국내에 도입하기에 가장 적합한 모형으로 선정하여 국내 적용 가능한 미시기반 온실 가스 배출량 산정 모형을 연구하였다. 차종별로 미시 배출맵 보정계수를 추정하여 적용함으로써 우리나라 대표 차종에 대응하는 미시기반 배출율 맵을 추정하여 개발 모형을 제시하였다.

양충현 외(2013)는 대기오염 물질일 대기 변화에 따라 주변 지역의 오염농도에 미치는 영향분석에 대한 필요성과 구체적인 방법론을 제시하였다. 교통에 의해 발생된 대기오염원과 대기오염원이 인체에 미치는 영향을 분석하였다.

4. 기존연구와의 차별성

기존의 대기오염 연구는 온실가스에 초점이 맞춰져있었으며, 도로환경요인을 다루는 연구는 배출량을 중점적으로 연구하였다. 본 연구는 인체에 악영향을 미치는 물질들을 중심으로 하여 배출량을 산정하는 프로그램인 MOVE를 이용하고 대기확산 모형을 통해 영향권을 분석하였다. 또한 시간대별, 구역별 영향권을 분석하여 대기 오염 노출도를 줄이기 위한 방법을 제시하였다.

제3장 연구 방법론

1. 배출가스 모형비교

1.1 MOBILE6

2001년 미국 환경부에서 개발한 MOBILE6의 초기 버전은 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx) 3가지 오염물질만 분석 가능하였으나 업그레이드 버전에서는 이산화탄소(CO₂)와 미세먼지(PM)에 대한 배출량을 추가로 분석할 수 있다. MOBILE6의 모형식은 다음과 같다.

$$EF = \sum VMT \times (BEF \times CF)$$

여기서 EF는 차량배출가스량을 나타내고, VMT(vehicle mile traveled)는 각 차종의 차량 이동거리를 나타내며, BEF는 차량 배출 계수, 그리고 CF는 온도와 같은 상관계수를 나타낸다. 하지만 위의 식은 차종 개별의 속도를 고려하지 않은 값이며 평균속도를 알기 위해서는 도로 종류별, 시간대별 차량의 종류를 고려하여 평균 속도의 분포를 그려야한다.

1.2 EMFAC (EMission FACTors Model)

EMFAC 모형은 거시적 수준에서 분석하기 위해서, 2000년에 캘리포니아 환경부 (California Air Resources Board: CARB)에서 처음 개발하였다. 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx), 이산화탄소(CO₂), 미세먼지(PM), 황산화물(SOx), 납(Pb), 그리고 연료소비 분석이 가능하다. MOBILE과 달리 미세먼지를 PM10 와 PM2.5로 구분하여 분석할 수 있는 장점이 있으며, 차량 배출량 분석을 위해서 차량의 연식, 지역 인구, 차량이동거리, 그리고 통행의 수를 필요로 한다. EMFAC의 모형식은 다음 식과 같다.

$$EF = \sum (\sum BEF \times TF) \times VMT$$

여기서 EF는 차량배출가스량, VMT는 각 차종의 차량 이동거리(각 차종별 이동거리의 비율), BEF는 차량 배출 계수, 그리고 TF는 각 차종의 기술적 기능의 비율을 나타낸다.

1.3 CMEM (Comprehensive Modal Emissions Model)

CMEM은 University of California, Riverside, University of Michigan과 Lawrence Berkeley National Laboratory이 공동으로 연구를 시작하여 1995년에 처음으로 개발하였다. CMEM은 차량의 운영에 따른 차량 물리적 특성과 힘을 기반 (physical, power-demand modal emission model)으로 만들어진 모형으로 연료비율 (fuel rate, FR), 엔진배기 배출량(engine-out emission indices), 그리고 시간종속 촉매통과 비율 (time-dependent catalyst pass fraction, CPF)의 요소로 구성되어 있다. CMEM의 모형식은 다음 식과 같다.

$$\text{Tailpipe Emission} = FR \times \left(\frac{g_{\text{emission}}}{g_{\text{fuel}}} \right) \times CPF$$

여기서 FR은 연료사용율(fuel use rate, grams/s), g_emissions/g_fuel은 엔진 배기 배출량 (단위: units of grams of engine-out emissions per gram of fuel consumed), 그리고 CPF는 배기구에서 배출되는 배기량의 비율 (ratio of tailpipe to engine-out emissions), CPF는 일반적으로 연료/공기 비율과 배출량의 함수이다. CMEM은 미국에서 개발된 미시적 모형 중에 가장 많이 사용되고 있는 모형이나 미세먼지(PM)에 대한 분석과 최근 출시된 차량에 대한 분석에는 한계가 있다.

1.4 MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator)

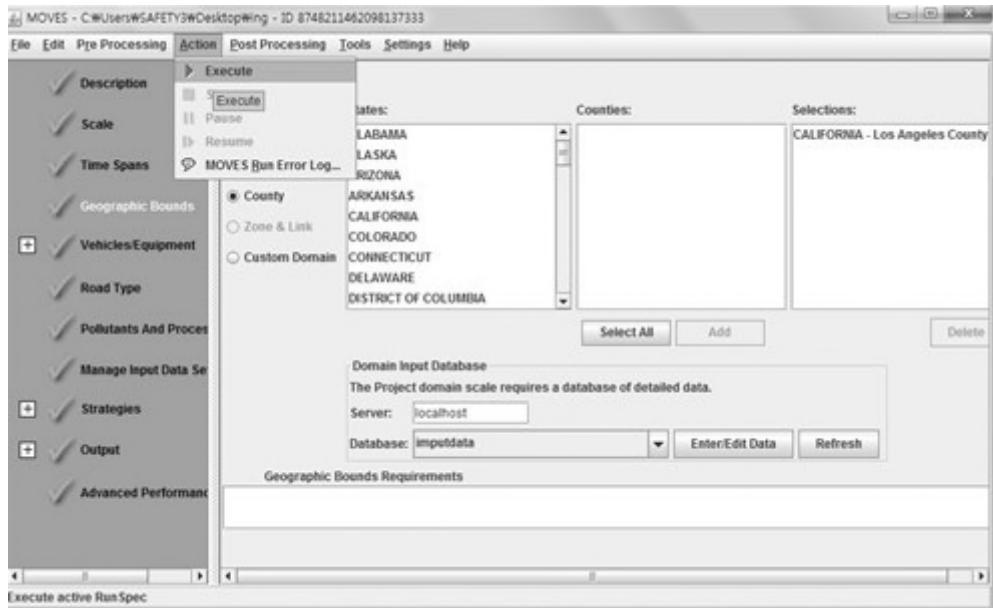
MOVES는 미국 환경부(U.S. EPA)에서 2009년에 개발된 차량 배출가스 분석 툴로, 기존의 모형인 MOBILE6를 대체하기 위해 만들어졌다. MOVES는 VSP(vehicle specific power)와 속도를 고려한 Modal binning 방법(modal binning approach)을 사용하며, VSP 함수식은 다음 식과 같다.

$$VSP = v \times (a \times (1 + \epsilon) + g \times grade + g + C_R) + 0.5d \times C_D \times A \times v^3 / m$$

여기서 v는 차량속도(m/s), a는 차량가속도(m/s²), e는 회전질량(rotational mass)을 설명하는 질량계수(mass factor), g는 중력가속도, grade는 도로구배(%), Cr는 회전저항(rolling resistance, ~0.0135), d는 공기밀도(air density, 1.2), Cd는 공력저항계수(aero-dynamic drag coefficient), A는 앞면면적(frontal area, 0.7), 그리고 m은 차량 무게(단위:metric tons)를 나타낸다.

MOVES는 휘발성 유기화합물(VOC), CO, SO₂, NO_x, PM2.5, PM10 등을 분석가

능하며, 주된 장점은 3개의 다른 위계(national, county, project)에서 차량 배출량 분석이 가능하다는 것이다. 다만, 직접 사용하여 다수의 차량 배출가스 분석 시 연산시간이 오래 걸리는 문제점이 발생하여, 그 대안으로 lookup-table 방법을 사용한다.



<그림 2> MOVES 구성화면

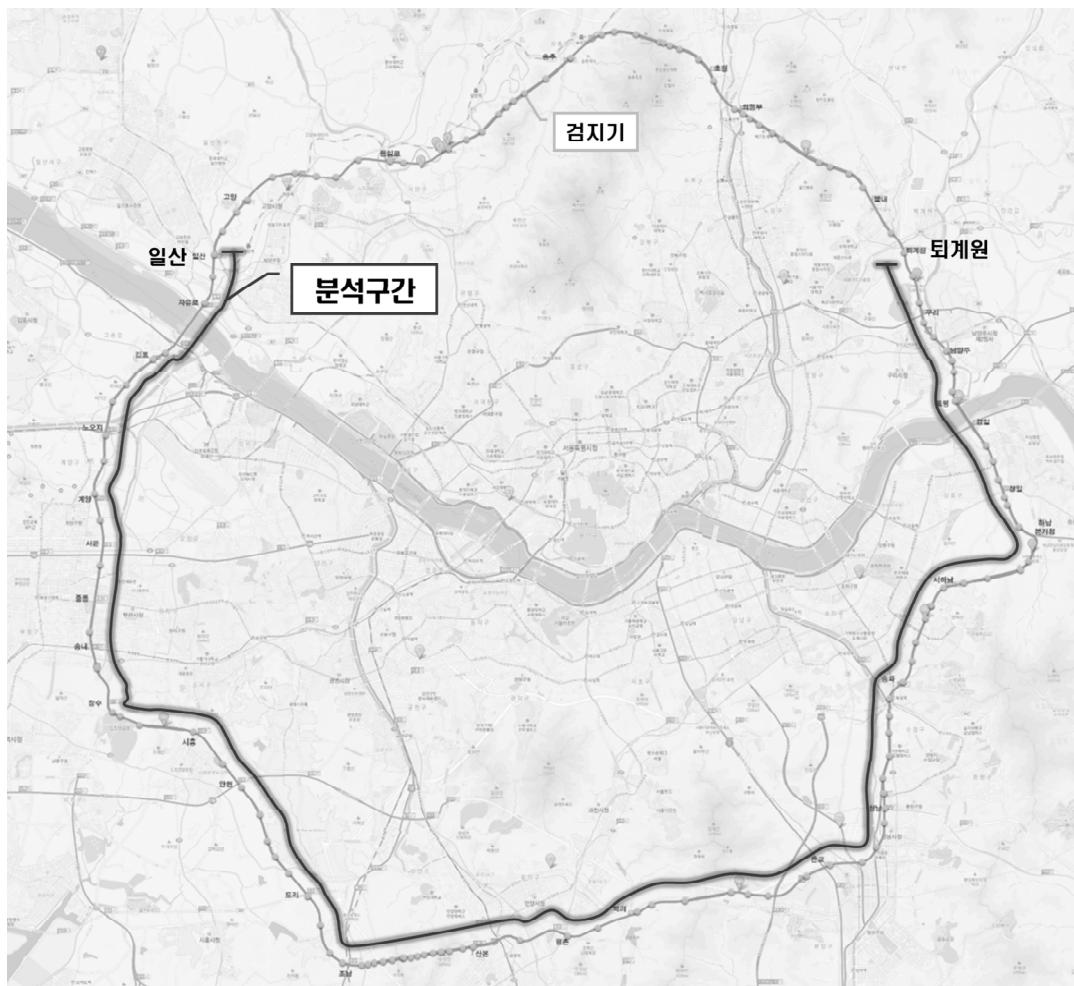
본 연구에서는 MOVES를 이용하여 차량의 평균 속도와 이동거리를 차량활동 입력자료로 이용한 거시적 모형으로 배출가스를 추정하였다. 차량 간의 간섭과 교통지체가 발생하는 경우에서 미시적 모형보다는 과소 추정되는 경향이 있지만 미시적 모형에서 이용되는 차량궤적자료, 차량의 가감속, 도로구배 등의 자료 수집의 한계가 있다. 또한 본 연구는 서울외곽순환고속도로에서 발생하는 배출가스의 전체적인 양을 추정하는데 의의를 두고 있으며 단기적으로 차량 에너지 소모 및 배출가스 추정이 가능한 거시적 모형을 활용하였다.

2. 분석대상구간 설정

본 연구에서는 고속도로 통행 차량으로 발생되는 차량배출가스를 추정하기 위한 구간을 선정하여 분석하였다. 분석대상은 수도권을 순환하는 서울외곽순환고속도로 중 한국도로공사가 관리하는 구간(퇴계원 나들목 ~ 일산 나들목 제외)이다. 서울외

곽순환고속도로는 경기도 성남시의 판교분기점을 기점으로 하여 서울특별시, 경기도 하남시, 구리시, 남양주시, 의정부시, 양주시, 고양시, 김포시, 인천광역시를 거쳐 부천시, 시흥시, 안산시, 군포시, 안양시, 의왕시, 성남시로 순환하는 고속도로이다. 인구와 자동차가 밀집되어있는 수도권을 순환하는 도로로서 이용량이 많고 출퇴근 시간대에 정체가 빈번하게 발생하는 구간이다. 도로를 이용하는 차량으로 인한 배출가스가 많이 발생하고 도로에서 발생한 대기오염원의 이동이 인근 지역에 영향을 미칠 것으로 판단하여 이를 분석하고자 하였다.

서울외곽순환고속도로 전 구간에는 132개의 VDS검지기가 설치되어있으며 분석구간에 해당하는 검지기 중 데이터가 수집되지 않았거나 오류 값으로 판단되는 데이터를 제외한 71개 VDS검지기 자료를 바탕으로 데이터를 가공하였다.



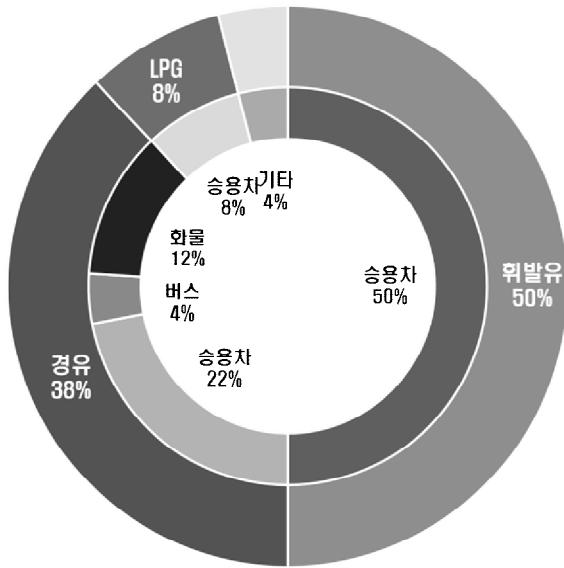
<그림 3> 분석대상구간 및 검지기 위치

제4장 분석 결과

1. 유종별·차종별 차량 비율 추정

1.1 유종별 차량비율

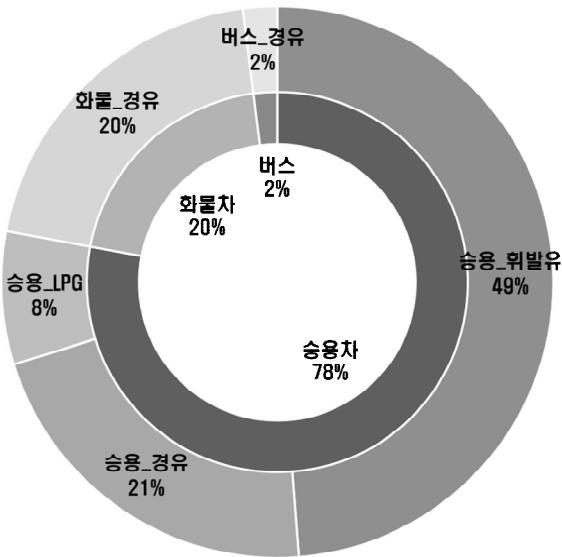
2015년 6월 자동차 등록 통계자료의 서울과 경기의 연료별 등록현황을 살펴보면 휘발유 50%, 경유 38%, LPG 8%, 기타(전기, 알코올, 태양열, CNG 등) 4%임을 알 수 있다(1%이하의 항목은 기타에 포함). 유종별 차종은 휘발유_승용차는 50%, 경유_승용차는 22%, 경유_버스 4%, 경유_화물 12%, LPG_승용 8% 임을 알 수 있다. 화물차와 버스는 경유가 대부분이었으며, 승용차의 경유 휘발유, 경유, LPG 순으로 각각 62.5%, 27.5%, 10%였다.



<그림 4> 유종별 차종 비율

1.2 차종별 차량비율

교통량 정보제공 시스템에서 제공되는 2014년 서울외곽순환고속도로 차종별 교통량 통계자료를 살펴보면 승용차 78%, 버스 2%, 화물차 20%이다. 고속도로를 이용하는 차량들의 유종비가 자동차 등록 통계와 비례한다고 가정하고 <그림 5>에서 기타에 해당하는 차량은 고속도로를 이용하지 않는다고 가정하여 서울외곽순환도로 유종을 고려한 차종별 차량비율을 산출하였다.



<그림 5> 서울외곽순환고속도로 유종별 차종비율 추정

2. MOVES 결과

2.1 자료수집

MOVES는 계산속도가 매우 느리다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 연구에서는 Look-up Table 접근방법을 이용하였다. Look-up Table은 처리 시간을 절약하기 위해 계산에 필요한 기본적인 데이터 셋을 만드는 방법이며, 본 연구에서는 연료와 차종을 다르게 하여 1대가 1km를 주행하였을 때 발생하는 배출가스량을 오염원별로 추출하였다. 인체에 유해한 오염물질인 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO₂), 질소산화물(NO_x), 미세먼지(PM) 등을 추출하였으며, 본 연구에서는 NO_x, PM10, PM2.5를 중점적으로 다루고자 한다.

Look-up Table을 기반으로 VDS검지기 간격, 교통량, 차량비율 자료 등을 이용하여 구간별 배출가스량을 추정하였다. <그림 6>는 대기오염원별 배출량을 전체요일, 평일, 주말로 나누어 나타낸 자료이다. 본 연구에서는 전체요일은 월요일~일요일, 평일은 월요일~목요일, 주말은 금요일~일요일을 기준으로 하였다. 그래프의 세로축은 VDS_ID이며 가로축은 시간을 의미한다. 이 그래프를 통해 오염물질의 발생정도를 상대적으로 비교할 수 있다.

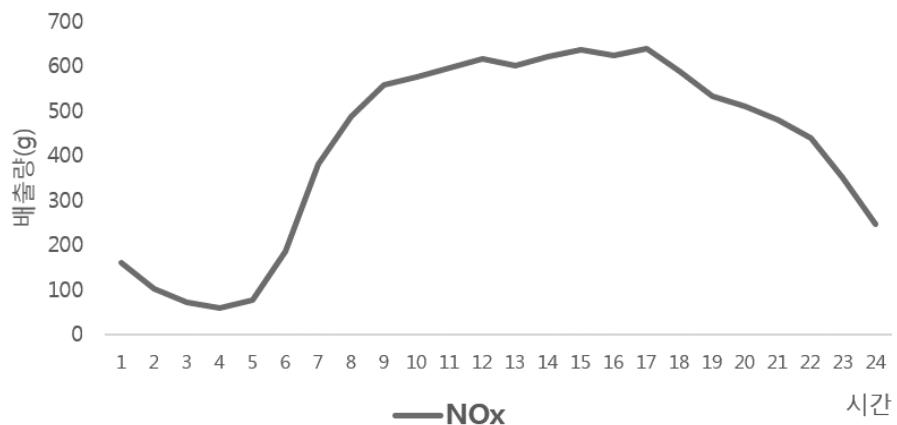
<표 1> 대기오염원별 배출량

구분	전체요일	평일	주말
NOx			
PM10			
PM2.5			

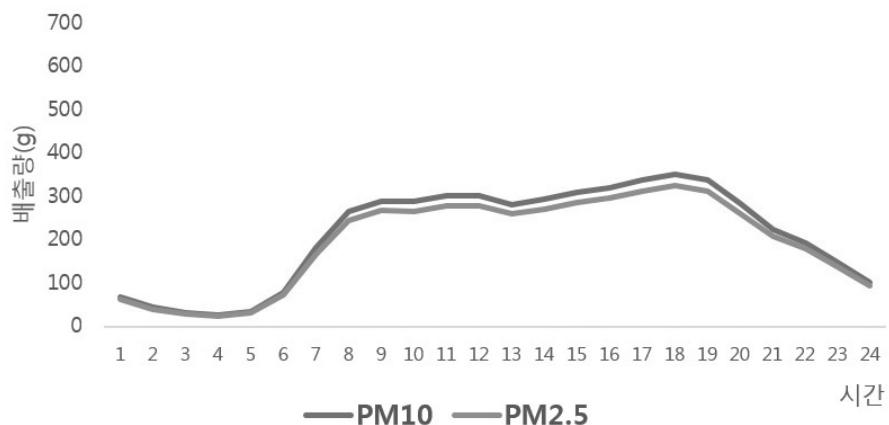
<표 1>을 살펴보면 NOx, PM10, PM2.5 모두 비슷한 위치에서 배출가스가 많이 발생하는 패턴으로 도출되었다. 하지만 시간적인 측면에서는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 배출가스 발생 시간대를 살펴보면 주말보다는 평일의 배출가스의 발생분포가 더욱 큰 것으로 나타났으며, 평일과 비교해 주말의 배출량이 평균 2시간 정도 더 늦는 것으로 나타났다.

2.2 대기오염원별 기술통계량

<그림 6>과 <그림 7>은 시간대별 발생량의 평균을 그래프로 나타낸 것으로 PM10과 PM2.5는 비슷한 패턴을 보이고 있으나 NOx는 차이를 보였다.



<그림 6> 시간대별 NOx 발생량



<그림 7> 시간대별 PM 발생량

<표 2>은 NOx, PM10, PM2.5의 시간대별 기술통계량을 나타낸 것이다. 이를 통해 각 오염원별 배출량이 많은 시간대를 살펴본 결과는 다음과 같다. NOx의 경우 16시~17시의 발생량이 가장 높았으며, PM10과 PM2.5은 17시~18시의 발생량이 가장 높았다. 이러한 차이는 세시간의 발생량 평균을 비교하면 더욱 극명하게 나타난다. NOx의 경우 14시~17시의 발생량이 가장 높았으며, PM10과 PM2.5는 16시~19시의 발생량이 높았다. PM은 퇴근시간 교통량의 증가에 따라 영향을 받은 것으로 보이며, 화물차에 영향을 많이 받는 NOx값은 퇴근 전 시간대의 발생량이 다소 높았으며 오전 7시부터 오후 10시까지의 발생량 편차가 크지 않은 것으로 나타났다.

<표 2> NOx, PM10, PM2.5 기술통계량

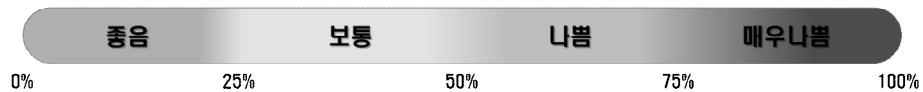
	NOx(g)				PM10(g)				PM2.5(g)			
	평균	표준 편차	최소값	최대값	평균	표준 편차	최소값	최대값	평균	표준 편차	최소값	최대값
00:00~01:00	161.06	140.85	6.01	1032.79	67.06	56.42	2.64	406.13	61.78	51.98	2.43	374.18
01:00~02:00	102.81	93.15	3.54	709.53	43.27	37.73	1.61	285.38	39.87	34.76	1.48	262.92
02:00~03:00	71.24	64.44	2.36	494.93	29.93	26.07	1.06	200.19	27.57	24.02	0.98	184.44
03:00~04:00	60.59	53.19	2.07	401.58	25.53	21.43	0.92	160.60	23.52	19.74	0.84	147.96
04:00~05:00	77.11	66.69	2.84	463.23	32.55	26.58	1.23	180.60	29.99	24.49	1.13	166.40
05:00~06:00	186.92	168.39	6.52	995.25	78.87	68.15	2.83	430.15	72.67	62.79	2.61	396.31
06:00~07:00	381.17	292.89	15.47	1646.44	180.68	144.72	6.64	750.57	166.46	133.33	6.11	691.53
07:00~08:00	488.19	291.55	34.55	1660.76	265.70	184.52	14.18	1017.33	244.79	170.00	13.07	937.28
08:00~09:00	559.55	327.63	41.59	1902.40	289.59	186.73	17.23	1035.03	266.80	172.04	15.88	953.57
09:00~10:00	576.14	366.75	18.27	1998.94	287.72	194.43	15.03	1071.25	265.08	179.13	13.85	986.95
10:00~11:00	596.16	366.48	6.01	2082.80	301.88	199.84	7.71	1121.20	278.13	184.12	7.10	1032.96
11:00~12:00	616.59	382.66	1.90	2330.27	301.59	197.41	2.13	1138.91	277.86	181.87	1.96	1049.29
12:00~13:00	602.26	373.48	6.69	2271.13	281.75	185.80	8.98	1081.24	259.58	171.18	8.28	996.14
13:00~14:00	623.49	386.03	15.72	2264.02	292.38	194.26	15.99	1111.02	269.38	178.97	14.74	1023.58
14:00~15:00	637.26	375.41	31.58	2277.43	310.28	200.66	16.79	1125.31	285.87	184.87	15.47	1036.75
15:00~16:00	625.39	362.26	23.28	2164.38	320.06	202.36	17.70	1145.17	294.87	186.43	16.30	1055.03
16:00~17:00	639.39	356.03	44.09	2113.44	337.64	207.72	19.10	1196.64	311.07	191.37	17.60	1102.46
17:00~18:00	590.62	306.05	47.24	1793.62	351.44	205.20	20.60	1194.06	323.79	189.05	18.98	1100.10
18:00~19:00	534.87	258.16	45.66	1506.41	337.70	199.11	19.21	1159.52	311.12	183.44	17.70	1068.29
19:00~20:00	510.99	271.20	35.42	1706.49	282.49	179.07	14.72	992.47	260.26	164.98	13.57	914.35
20:00~21:00	480.28	311.40	25.11	1908.09	224.48	154.76	10.57	917.90	206.82	142.58	9.74	845.66
21:00~22:00	438.83	313.87	19.75	1828.68	193.38	141.11	8.43	853.32	178.17	130.01	7.76	786.14
22:00~23:00	351.74	270.64	14.58	1581.85	148.89	111.57	6.38	707.47	137.18	102.80	5.88	651.82
23:00~24:00	246.56	209.15	9.76	1446.65	102.48	80.95	4.33	547.65	94.41	74.59	3.99	504.58

3. 등급별 비교

3.1 등급정의

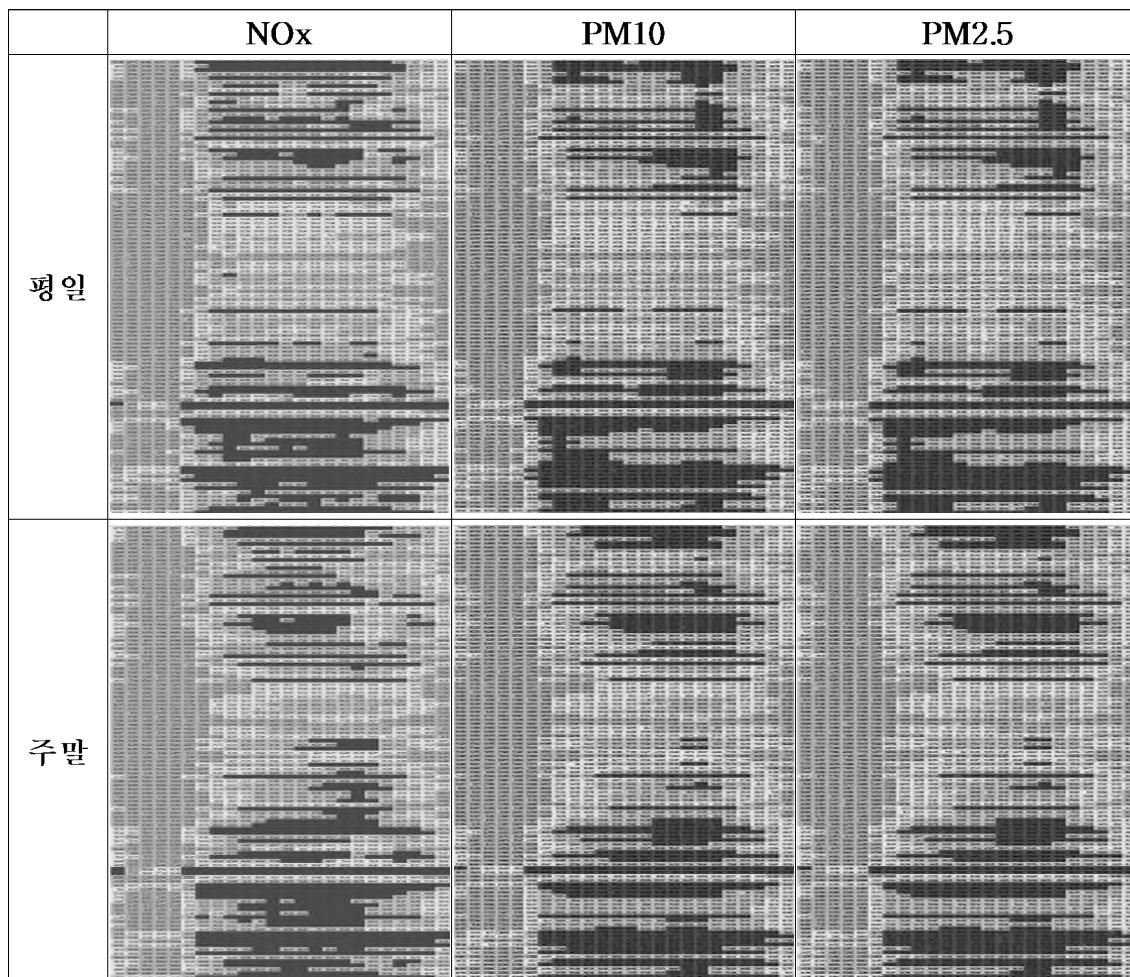
본 연구에서는 배출량을 4등급으로 나누어 분석하였다. 각 대기오염원을 Percentile을 기준으로 4등급으로 분류하였다. 0%~25%는 좋음, 25%~50%는 보통, 50%~75%는 나쁨, 75%~100%는 매우나쁨으로 정의하였다. 아래의 <그림 8>은 등급 구분 기준과 등급색상을 나타낸 것이며, <표 3>는 시간, 검지기 설치 위치에 따른 배출가스 발생량을 등급색상으로 나타낸 것이다.

◆ 등급구분



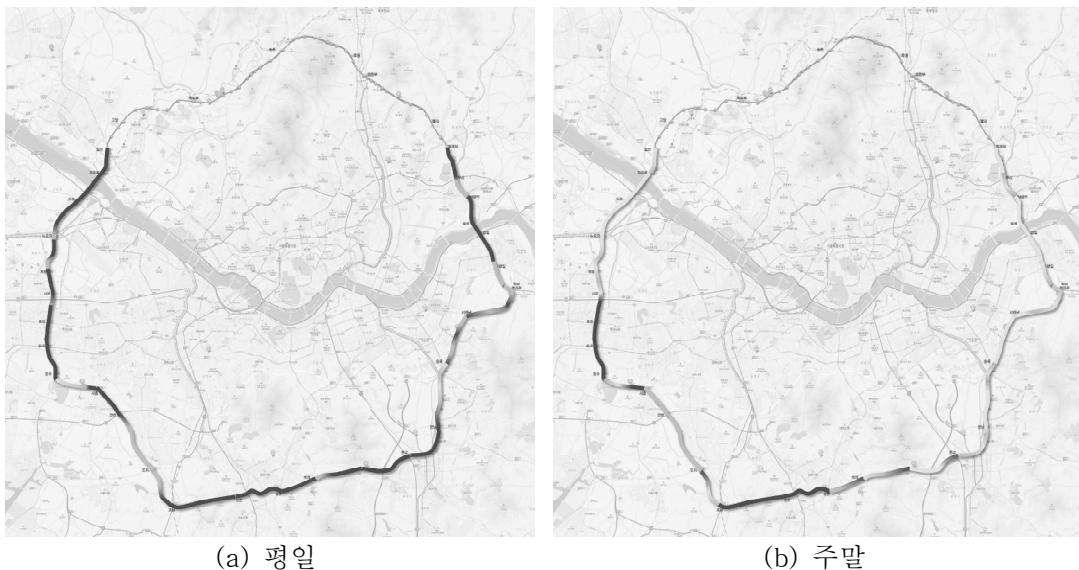
<그림 8> 시간대별 PM 발생량

<표 3> 시공간에 따른 등급구분



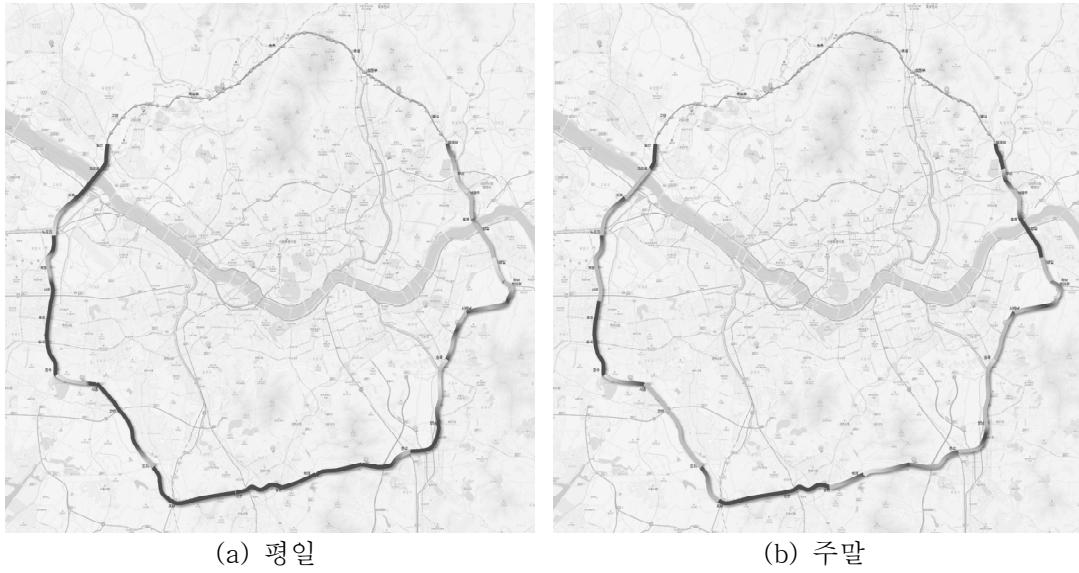
3.2 Emission Map

Emission Map은 위에서 제시된 등급을 지도에 표시한 것으로 어느 지점 혹은 구간에서 배출량의 발생정도를 보기 쉽게 파악할 수 있다. <그림 9>는 오전 5시~ 오전 7시의 PM10에 대한 등급을 평일과 주말로 비교한 것이다. 평일 오전 5시~ 오전 7시는 보통 근로자들이 출근하는 Peak Time이며, 교통량의 증가로 PM10의 값이 증가하는 것으로 나타났다. 전반적으로 ‘매우나쁨’ 등급에 해당되는 부분이 많았다. 반면 동일 시간대 주말의 배출량은 차이를 보였다. ‘매우나쁨’에 해당하는 부분도 있었지만 ‘보통’과 ‘나쁨’등급이 주를 이루었으며 ‘좋음’인 부분도 있었다. 앞서 제시한 그래프들과 함께 생각해보면 주말에 이동 시간대가 평일 보다 늦어지는 것으로 도출되었고, 특히 점심시간 이후 배출가스 발생량이 두드러지게 증가하였다.



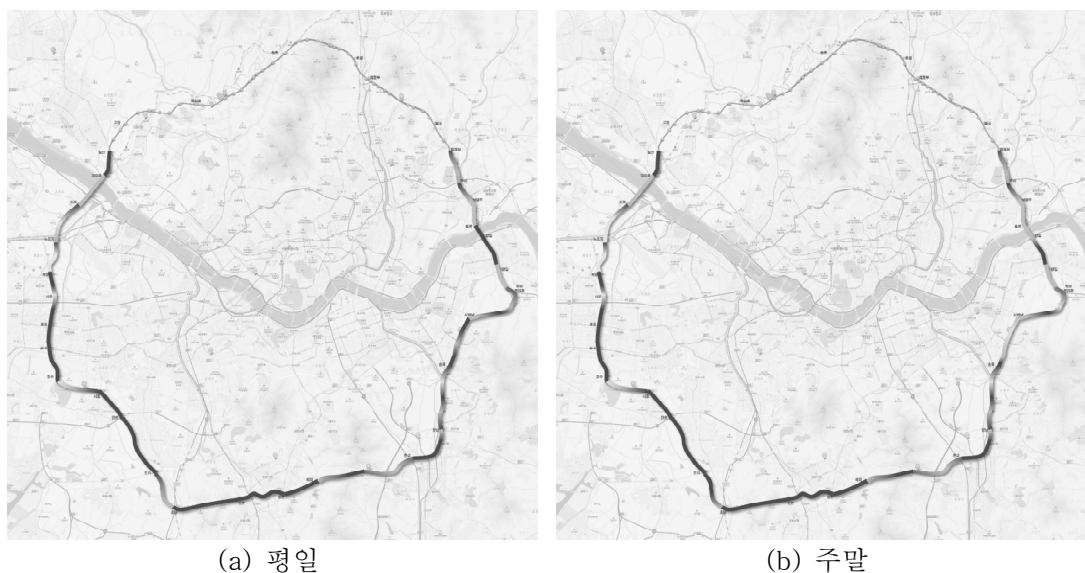
<그림 9> 오전 5시~ 오전 7시 PM10 Emission Map

<그림 10>는 오후 7시~ 오후 9시의 PM10에 대한 등급을 평일과 주말로 비교한 것이다. 평일 오후 7시~ 오후 9시는 퇴근으로 인한 교통량이 증가하는 시간대이다. 이에 따라 평일 퇴근시간대의 PM10 발생량이 높은 것으로 도출되었다. 그러나 퇴근시간이 없는 주말에는 해당 시간대 PM10이 평일보다 낮은 것으로 나타났다. 특히 서울외곽순환고속도로 남서방향의 발생량이 더 적은 것으로 나타났다.



<그림 10> 오후 7시~ 오후 9시 PM10 Emission Map

<그림 11>는 오후 2시~ 오후 5시의 NOx에 대한 등급을 평일과 주말로 비교한 것이다. 전체요일에 대한 값을 비교하였을 때 NOx과 PM 사이의 차이가 존재하였다. 그에 따라 NOx값이 높은 시간대인 오후 2시~ 오후 5시를 분석 시간대로 설정하였다. <그림11>의 평일과 주말을 비교한 결과, 평일에 ‘매우나쁨’ 등급인 구간이 좀 더 많았지만 큰 차이는 보이지 않았다. 전 시간을 비교해 보았을 때 구간별 NOx의 등급은 차이가 있지만 시간대별 평균값이나 패턴의 큰 차이는 보이지 않았으며 요일에 상관없이 오후 2시~ 오후 5시의 NOx가 높은 것으로 나타났다.



<그림 11> 오후 2시~오후 5시 NOx Emission Map

제5장 배출가스 인체영향

1. 대기오염물질의 영향

1.1 질소산화물(NO_x)

이산화질소(NO), 이산화질소(NO_2) 등 질소산화물은 자동차 매연에 의해 가장 많이 발생하며 발전 연소에 의해서도 발생한다. 질소산화물에 노출될 경우 눈과 호흡기 등에 자극을 주어 기침, 현기증, 두통 등이 발생하며, 심할 경우 폐수종, 혈압상승, 기관지염 등이 나타날 수 있다.

1.2 미세먼지/초미세먼지($PM_{10}/PM_{2.5}$)

미세입자는 매우 복잡한 성분을 가진 대기에 있는 물질로 대부분 자동차 배출가스로부터 발생한다. 미세먼지의 호흡기 영향은 주로 세기관지에서 염증반응을 일으킴으로써 발생한다. 이러한 작용으로 천식, 만성기관지염, 기도폐쇄 등이 발생하거나 악화된다. 또한 미세먼지는 폐조직에서 박테리아의 제거를 방해하는 역할을 한다. 이에 따른 영향으로 호흡기계 감염등이 발생하기도 하며, 심근경색, 뇌졸중, 심박동수 이상, 급사 등과 같은 심혈관계질환의 위험 요인으로서 받아드려지고 있다.

초미세먼지는 $2.5\mu m$ 보다 작은 분진을 의미한다. 초미세먼지는 기도에서 걸러지지 못하고 대부분 폐포까지 침투하여 심장질환과 호흡기질환을 더 심각하게 만들며 질산염, 황산염 등의 이온성분과 금속화합물 등 유해물질들로 구성되어 있다.

1.3 기타

아황산가스(SO_2)는 노출되어 있는 인체의 점막을 자극하기 때문에 진한 아황산가스를 흡입하면 콧물, 담, 기침 등이 나오고 호흡곤란을 초래한다. 일산화탄소는 무색, 무미, 무취의 기체로 일명 ‘연탄가스’라고 불린다. 주로 석탄, 목재, 종이, 기름, 유류, 가스 등과 같은 물질이 폭발하거나 연소할 때 산소가 부족하거나 연소온도가 낮아서 불완전연소가 발생할 때 생성된다. 일산화탄소는 체내에 산소를 운반하는 역할을 하는 혈액 중의 헤모글로빈(Hb)과 결합하여 혈액의 산호운반능력을 저하시켜 그 농도에 따라 사망에 이를 수 있다.

2. 역학연구결과 고찰

Pope 등(2002)이 미세먼지 장기 노출과 폐암 및 심혈관질환 사망률과 관련된 논문을 발표하였다. 미국 암 예방 연구의 대상자 120만명을 추적한 결과 미세먼지 $10 \mu\text{m}/\text{m}^3$ 증가할 때마다 전체 사망위험은 4% 증가하고, 심혈관계 사망은 6%, 암으로 인한 사망은 8% 증가하는 것으로 보고하였다. 이를 통해 미세먼지에 노출되는 것이 호흡기 질환 뿐만 아니라 암이나 심혈관계에도 악영향을 미침을 알 수 있다.

Hong 등(1999)은 인천지역을 대상으로 미세먼지와 사망과의 관련성을 연구한 결과 미세먼지 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때마다 전체 사망률은 0.8% 정도 증가하는 것으로 보고하였으며 미세먼지 외에도 대기 중의 NO₂, SO₂, CO가 사망률과 관련이 있는 것으로 보고하였다. 서울지역을 대상으로 한 역학연구에서는 대기 중의 미세먼지 NO₂, SO₂, CO, 오존농도가 증가할수록 심장질환 및 급성뇌졸중으로 인한 입원과 사망이 증가하는 것으로 조사되었으며, 특히 노령인구와 여성이 대기오염에 민감한 것으로 나타났다.

Bae 등(2010)은 서울시 대기 중 PM2.5 농도 개선과 조기사망 감소 효과에 대한 논문을 발표하였다. WHO 대기질 권고기준과 미국 EPA 국가 대기질 기준을 서울시 PM2.5과 비교하여 서울시가 권고기준을 만족시켰을 때, 농도 개선에 따른 조기사망 감소의 건강편익을 추산하였다. PM2.5 장기노출로 인한 만성 조기사망은 PM2.5 농도가 미국 EPA 연평균 기준 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 달성한다면 30세 이상 인구 10만명당 30~37명이 감소하며, WHO연평균기준인 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 달성한다면 30세 이상 인구 10만명당 41~50명의 조기사망자가 감소하는 것으로 추산되었다.

제6장 활용 방안

1. 활용 방안

서운JC~장수IC 구간은 상습적으로 정체가 발생하여 밤을 제외한 시간에는 시간대에 관계없이 배출가스량이 매우 높은 구간이다. 서울외곽순환고속도로의 서운JC~장수IC 구간은 도심을 통과하는 부분으로 고속도로 주변에는 주거단지가 분포하여 있다. <그림 12>는 서운JC~장수IC 반경 1km 내에 위치한 시설을 파악한 것이다. 노란 원형이 반경 1km를 의미하고 빨간점은 초·중·고·대학교를, 초록점은 공원 및 야외체육시설을, 파란점은 대형병원의 위치를 나타낸 것이다. 반경 1km를 고속도로의 영향권으로 보았을 때, 영향권 내에는 학교 44개, 공원 및 야외체육시설 13개, 대형병원 1개가 위치해있다. 이처럼 영향권 내에는 대기오염에 취약한 어린이, 청소년, 환자들이 있는 곳을 비롯하여 운동이나 야외활동이 주가 되는 공간들이 많은 것으로 나타났다.



<그림 12> 영향권 분석

대기오염 자체를 줄이는 것이 가장 좋은 방법이지만 환경전문가들이 다양한 측면에서 대기오염을 줄이기 위한 연구를 하고 있다. 하지만 도로이동오염원으로 인해 발생하는 배출가스를 줄이기란 쉽지 않다. 속도관리를 통해 줄일 수는 있지만 배출가스를 줄이기 위해 적정속도를 유지하며 차량이 달리도록 하는 것은 어려운 일이다. 이러한 해결방향은 원인을 해결하기 위한 방법이지만 본 연구를 활용하면 다른 방향의 접근이 가능하다. 배출량이 적은 시간대에 활동을 유도하는 것이다. 예를 들어 배출량이 적은 시간대를 알려 학교의 체육활동이나 어린이집의 산책시간을 유도하고, 가정에는 환기 적정 시간 및 야외활동 추천시간에 대한 정보를 제공하는 것이다. 또한 병원에서는 병실 환기시간, 환자 산책시간에 대한 정보를 제공할 수 있으며 배출량이 높은 시간대에는 호흡기질 환자들에 초점을 맞추어 진료 및 관리를 할 수 있다.

또한 <그림 13>의 Emission Map과 같이 배출량에 대한 정보를 제공함으로써 사람들이 직접 판단하여 대기 상태가 좋은 시간대에 활동을 할 수 있다. 특히 호흡기질 환자들이나 암환자들에게 이러한 정보 제공은 건강 악화를 방지할 수 있는 좋은 정보이다.



<그림 13> Emission Map

제7장 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

최근까지 지구온난화 문제가 대두되며 세계적으로도 교통의 정서와 같은 큰 움직임들이 있었다. 하지만 대기오염으로 인한 건강 측면에서의 심각성 인지하지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 대기오염으로 인한 인체 피해의 심각성 인식하고 도로에서 발생하는 배출량을 추정하여 영향권을 파악하기 위한 기초연구를 진행하였다.

미국 환경부는 6종류의 대기오염물질을 기준오염물질로 정의하였으며, 해당물질로는 오존(O3), 일산화탄소(CO), 황산화물(SO), 질소산화물(NOx), 납(Pb) 그리고 미세먼지(PM)가 있다. 이 중 납을 제외한 나머지 물질들의 주 발생원인은 도로이동오염원 즉 차량이다.

본 연구는 이러한 점을 고려하여 도심과 밀접해있는 서울외곽순환고속도로를 대상으로 자동차에서 발생하는 배출가스 중 NOx, PM10, PM2.5를 종점적으로 분석하였다. 먼저 VDS 구간별로 발생하는 배출가스를 추정하기 위해 미국 환경부에서 2009년에 개발한 차량 배출가스 분석 툴인 MOVES를 이용하였다. 방법으로는 Link Average Speed approach 즉, 속도를 이용한 거시적 방법으로 배출량을 추정하였다. MOVES를 통해 얻어진 Look-up Table을 기반으로 교통량과 구간 길이를 반영하여 구간별로 총량을 추정하여 분석하였다.

분석결과를 살펴보면, NOx, PM10, PM2.5이 비슷한 양상으로 나타나지만 시간대별, 요일별, 물질별 차이가 존재한다. 배출가스 발생 시간대를 살펴보면 주말보다는 평일의 배출가스의 발생분포가 크게 나타났으며, PM의 경우 평일과 비교해 주말의 배출량이 평균 2시간 정도 더 늦는 것으로 도출되었다. PM10과 PM2.5는 최근시간인 16시~19시의 발생량이 높았으며, NOx는 화물차의 영향을 PM보다 더 받는 물질로서 14시~17시의 발생량이 가장 높았다.

본 연구에서는 배출량은 Percentile을 기준으로 4등급(0%~25%-좋음, 25%~50%-보통, 50%~75%-나쁨, 75%~100%-매우나쁨)으로 나누었다. 각 등급의 색상은 녹색, 노랑, 주황, 빨강이다. 배출량 등급을 토대로 시간에 따른 Emission Map을 그려 배출량의 증감을 시공간적으로 한 눈에 볼 수 있도록 표현하였다. 또한 주요 시간대 NOx, PM10, PM2.5들의 각각의 평일과 주말을 비교하였다. PM은 주말 이동시간대

가 평일보다 전체적으로 늦어지는 경향이 있었으며, NOx는 요일에 상관없이 오후 2시~5시의 배출량이 높은 것으로 나타났다.

또한 이러한 배출가스가 인체에 미치는 영향에 대해 서술하고 역학연구결과 고찰을 통해 대기오염원이 우리의 생활에 얼마나 밀접한 관련이 있는지와 위험성을 제시하였다. 대기오염물질들은 자동차 배출가스에서 가장 많이 발생하며 호흡기, 심혈관 등에 영향을 미쳐 기침, 두통 뿐 아니라 천식, 기도폐쇄, 뇌졸중 등 생명과 직결된 질병 또는 증상이 나타날 수 있다.

분석결과를 토대로 본 연구의 활용방안과 발전방향을 제시하였다. 추정한 배출량의 영향권을 정의하고 영향권 내에서 대기오염에 취약한 대상이 있거나 대기오염에 노출이 많은 장소를 파악하였다. 또한 배출가스가 적은 시간대를 파악하여 활동권 고시간, 환기시간 등에 대한 정보를 제공하는 등의 활용방안을 제시하였다.

2. 향후 연구과제

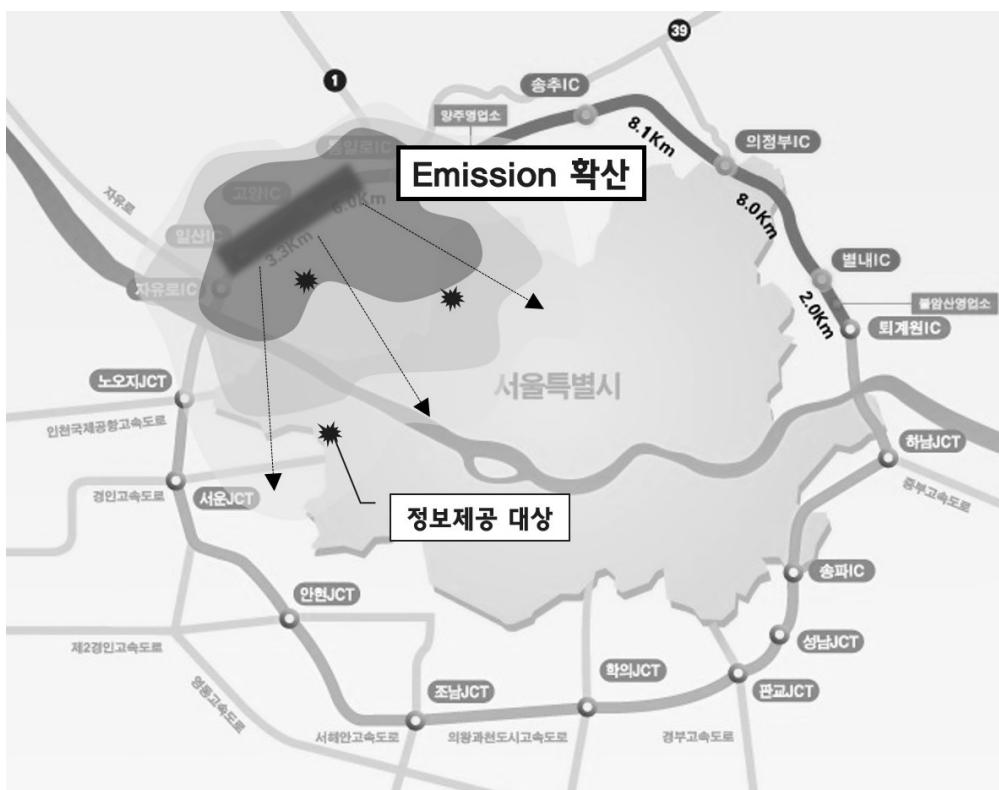
본 연구에서는 MOVES를 이용해 정체에 따른 Emission을 분석하였다. 그러나 정확한 배출량을 추정하기 위해서 다음과 같은 연구가 추가적으로 진행될 경우, 보다 의미 있는 연구결과가 도출되고 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

첫째, MOVES 프로그램에 있어서 도로 구간별 평균 속도를 기반으로 한 거시적 방법을 이용하였으며, 승용차, 화물차, 버스를 대상으로 분석을 진행하여 과소 추정된 경향이 있다. 즉, 승용차, 승합차, 버스, 소형 화물, 대형 화물 등 차종의 특성을 반영하고 유종, 연식의 배출가스 패턴을 고려한 연구가 진행되어야 한다. 또한 MOVES는 미국에서 만든 프로그램으로 MOVES의 실험차량과 국내 주요 차량들의 특성에서 차이가 존재한다. 즉, 한국에 맞는 배출계수식을 적용하거나 그에 맞게 보정하는 방법론에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 한다.

둘째, 본 연구에서는 배출량을 0%~25%, 25%~50%, 50%~75%, 75%~100% 4등급으로 나누었다. 그러나 배출량이 인체에 미치는 정도를 파악하고 그 결과를 반영한 등급이 필요하다. 모든 오염원을 고려한 배출가스 영향식을 만들고, 그에 따라 인체 영향 정도에 따라 등급을 구분하는 연구가 진행된다면 더욱 신뢰성있는 정보들을 제공할 수 있을 것이다.

마지막으로 본 연구에서는 영향권을 반경 1km로 가정하고 예를 들었다. 하지만

정확한 영향권을 파악하기 위해서는 다른 오염원인을 고려한 전체 배출량 및 대기 오염도 분석이 필요하며 무엇보다 대기확산을 고려해야 한다. 총량을 통한 분석은 다양한 대안들 사이에 상대적인 비교는 가능하나 대기 오염도가 얼마나 심각한지에 대한 평가에 한계가 있다. 같은 지역 내에 동일한 양이 배출되었다고 할지라도, 전체 지역에 걸쳐 균일하게 발생된 대기오염과 한 지역에 집중적으로 발생된 대기오염의 심각도는 다른 결과로 도출될 수 있다. 따라서 밀도의 개념이 고려된 대기확산 분석이 필요하며 대기확산 또는 대기질은 대기 중에 오염물질이 어떻게 이동하는지에 대한 정도를 나타낸 연구가 진행되어야 한다.



<그림 14> 대기학산

Reference

1. 강종호, 이청원. (2007). "교통환경분야의 국내외 연구동향 및 시사점(차량배출량 관련 연구를 중심으로)" 대한교통학회, 25(6), pp.7-18
2. 국립환경과학원. (2013). "국가 대기 오염물질 배출량 산정 방법 편람" 국립환경과학원, 인천, pp.1-292
3. 김경미. (2011). "자동차연료 사용으로 발생되는 대기오염물질과 환경보건학적 영향에 대한 연구" 석사학위논문, 연세대학교, 서울, 대한민국, 64pages
4. 김대선, 유승도, 차정훈, 안승철, 차준석. (2004). "봄철 미세분진이 북경시 아동 폐기능에 미치는 급성영향에 관한 연구" 한국환경보건학회지, 30(2), pp.140-148
5. 김성숙, 한세현, 조훈, 최민석, 정용원. (2007). "인천지역 도로 면지의 화학적 성분 특성 연구" 환경공동학술대회 초록집, pp.1287-1290
6. 김영국, 우승국, 박상조, 김민지, 한대호. (2011). "도로 네트워크의 온실가스 및 대기오염물질 산정방법론 연구" 한국교통연구원 녹색성장종합연구총서, 세종시, pp.1-146
7. 김운수. (2004). "서울시 미세먼지 배출량 조사, 분석 및 관리방안 연구" 서울연구원, 서울, pp.1-207
8. 류정호, 유영숙, 임철수, 김선문, 김종춘, 권상일, 정성운, 김대옥. (2005). "자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구3" 국립환경연구원, 인천, pp.1-90
9. 류정호, 한종수, 임철수, 엄명도, 황진우, 유승화, 이태우, 유영숙, 김기호. (2003). "자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구1" 국립환경연구원, 인천, pp.1-90
10. 문난경, 이영수, 강영현, 김영하. (2005). "환경영향평가시 대기확산모델의 적용에 관한 연구(대기질 모사에 사용되는 대기확산모델 AERMOD와 CALPUFF 모델 비교분석)" 한국환경정책·평가연구원, 세종시, pp.1-145
11. 박성규, 김신도, 이영인. (2001). "자동차 대기오염물질 산정 방법론 설정에 관한 비교 연구" 대한교통학회지, 19(4), pp.35-47
12. 박성규, 김신도, 이정주. (2000). "실시간교통량을 이용한 고속도로 요금소 대기오염도 예측" 한국환경위생학회지, 26(4), pp.134-140
13. 박종춘. (2003). "자동차 배출가스가 대기오염에 미치는 영향 및 저감 방안에 대한 고찰" 석사학위논문, 중부대학교, 충청남도, 대한민국, pp.47
14. 배현주, 신지영, 박찬구, 정권, 이상열, 김민영, 박정임. (2010). "서울시 대기 중 PM2.5 농도 개선과 조기사망 감소 효과" 한국대기환경학회지, 26(1), pp.10-20
15. 서영화. (2010). "도로면지 구성 성분 원소의 상세한 분석으로 도로면지 오염원 분류표 작성" 환경관리학회

지, 16(1), pp.43-52

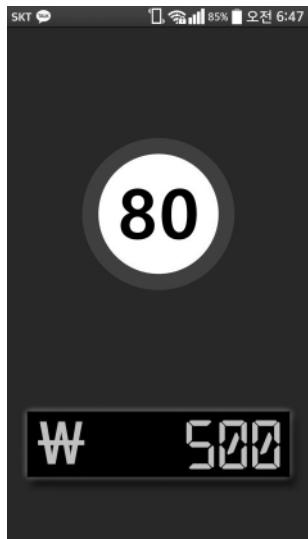
16. 신동천. (2007). "미세먼지의 건강영향" 대한의사협회지, 50(1), pp.175-182
17. 양충현,, 구윤서, 김인수, 성정곤. (2013). "대기오염 확산분석을 위한 복합모형 방법론 연구" 대한교통학회지, 31(2), pp.69-79
18. 이건우, (2012). "미국의 차량 배출가스 종류와 분석모형" 한국도로학회지, 14(1), pp.68-76
19. 이병규, 정의량, 김단엽, 강재구, 김인선, 김지연, 정광률, 김정기, 김애리. (2004). "울산지역내 고속도로변에서의 미세먼지 농도 분석" 한국대기환경학회, 서울, 대한민국, pp.403-404
20. 이승복, 배귀남. (2008). "자동차 배출가스에 의한 도로변의 대기오염 특성" 한국자동차공학회, 2008년 창립 30주년 기념 학술대회 논문집(1), pp.398-402
21. 이종태. (2003). "미세먼지 건강영향에 대한 국내 역학연구 사례" 한국환경독성학회, 서울, 대한민국, pp.129-142
22. 조혜진, 최동용. (2009). "도로환경요인이 도로변 대기오염에 미치는 영향분석" 대한교통학회지, 27(6), pp.139-146
23. 한국대기환경학회. (2011). "분진" 한국대기환경학회, 서울, pp.1-6
24. 허혜정, 윤천주, 이태우, 양인철, 성정곤. (2013). "국내 차량의 동적 주행 특성을 반영한 미시적 온실가스 배출량 산정방법론" 대한교통학회지, 31(6), pp.90-105
25. 환경부, 국립환경연구원. (2015). "대기환경연보 2014" 국립환경과학원, 인천, pp.1-270
26. 환경부. (2007). "통계로 보는 한국의 환경" 환경부, 서울, pp.59-87
27. Hong YC, Lee JT, KIm H, Ha EH, Schwarz J, Christiani DC. (2002), "Effects of air pollutants on acute stroke mortality" Environ Health Perspect, 110(2), pp.187-191
28. Hong YC, Leem JH, Ha EH, Christiani DC. (1999). "PM(10) exposure, gaseous pollutants, and daily mortality in Inchon", Environ Health Perspect, 107(11), pp.873-878
29. 서울특별시대기환경정보, <http://cleanair.seoul.go.kr/inform.htm?method=airPollutant>
(2015-08-01방문)

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	Manner cash (매너캐시)					
참가자	1	성명	박성호	소속	APPOLOGY	
	2	성명	김원우	소속	APPOLOGY	
	3	성명	정대원	소속	APPOLOGY	
	4	성명	김성철	소속	APPOLOGY	
	5	성명	진실로	소속	APPOLOGY	
주작성자	성명	박성호	이메일	serious2015@naver.com	연락처	010-3663-2444

내용 요약

1. 제목



매너캐시

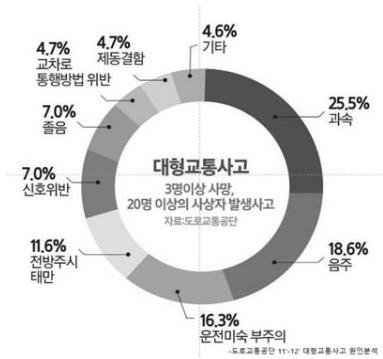
고속도로 또는 일반도로의 제한속도 준수 시, 일정 포인트를 적립해주는 앱. 일종의 사회적 문제를 해결하기 위한 사회공헌활동.

적립된 포인트는

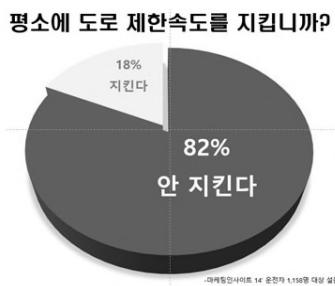
1. 기부(결식아동 도시락 등)
2. 제휴회사 할인(보험료 할인 등)

2. 동기

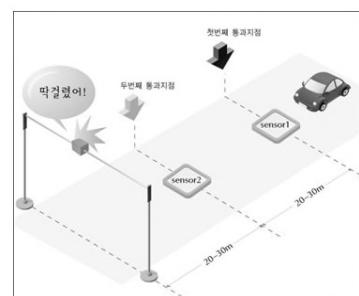
문제1. 고속도로 사고원인 - 과속



문제2. 과속에 대한 안전 불감증



문제3. 과속감시카메라의 허점



문제1. 고속도로 대형 교통사고의 원인 - 과속

대형 교통사고(3명 이상 사망, 20명 이상의 사상자 발생사고)의 가장 큰 원인

-> **과속 (25.5%)**

문제2. 과속에 대한 안전 불감증

일반 운전자 1,158명 설문결과

평소에 도로 제한속도를 안 지킨다는 응답이 **82%**.

문제3. 과속감시카메라의 허점

과속감시카메라 구간에서 운전자들은 단속 유효범위 안에서만 속도를 줄이고 나머지 구간에서는 제한속도를 지키지 않는다. (회피기동)

문제4. 교통법규 위반항목 1위 - 과속

최근 5년간 고속도로 교통사고를 일으킨 **교통법규 위반항목 1위**

-> **과속운전(2695건)** (한국도로공사)

결론 -> 국민들의 자의적인 안전의식 고취가 필요하며, 과속운전이라는 고질적인 문제를 해결할 방안이 필요하다.

해결책, 매너캐시

과속을 감소시키기 위해 매너캐시를 사용, 독려한다.

과속을 감소시키기 위한 새로운 방법 제시 : 제한속도 준수에 따른 포인트 적립

**리워드 앱 특징 어필, 사용자 유치 홍보 → 제한속도 준수 및 NGO를 통한 기부
→ 사고 감소 및 사회적 의미 캠페인 → 후원사의 공공적인 이미지 제고**

3. 아이템

고속도로 제한속도 준수 시 포인트 적립

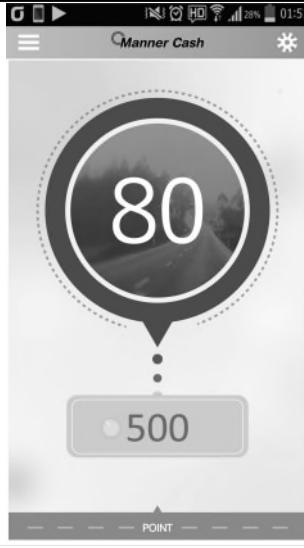
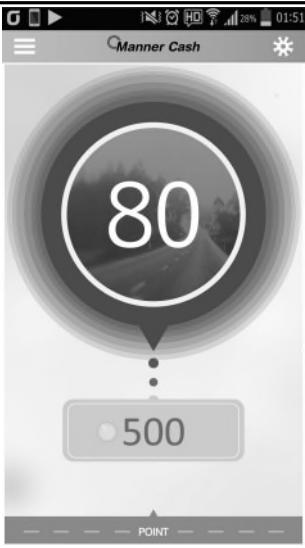
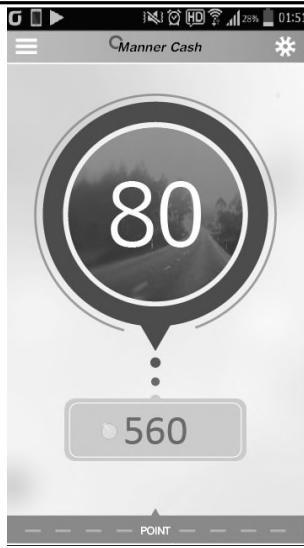
(주행거리 10km당 한번 씩 적립)

새로운 개념의 리워드 앱, 따로 시간투자가 필요하지 않다.

과속을 방지하여 안전운행을 독려하고 공공성을 추구한다.

적립한 포인트 활용방안

1. 기부(결식아동 도시락 등)
2. 제휴회사 할인(보험료 할인 등)

사진		
설명	고속도로 진입 전 	고속도로 진입 (제한속도 80km 구간) 
설명	제한속도를 초과하여 운전했을 때	주행거리 10km 달성 60포인트 적립



Manner Cash

앱 구동 흐름.



회원가입
OR
로그인



로그인 화면



회원가입 화면

Manner Cash

앱 구동 흐름.



메뉴 화면



포인트 적립내역 화면

Manner Cash

앱 구동 흐름.



메뉴 화면

등급	이름	포인트
1	박성호	50200원
2	박성호	30100원
3	박성호	15000원
4	김원우	9000원
5	정대원	5000원
6	김성철	4200원
7	박성호	1500원

랭킹 화면

Manner Cash

앱 구동 흐름.

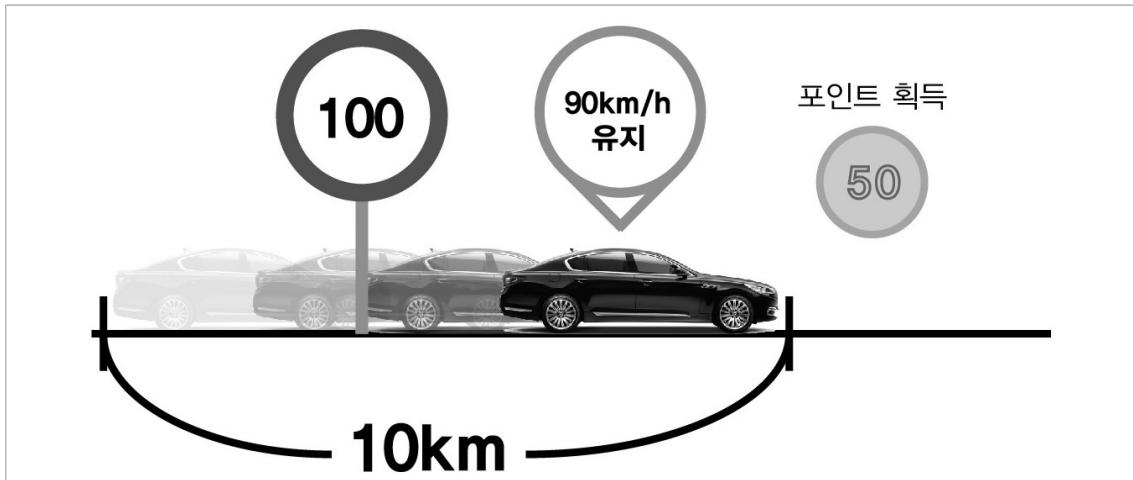


메뉴 화면

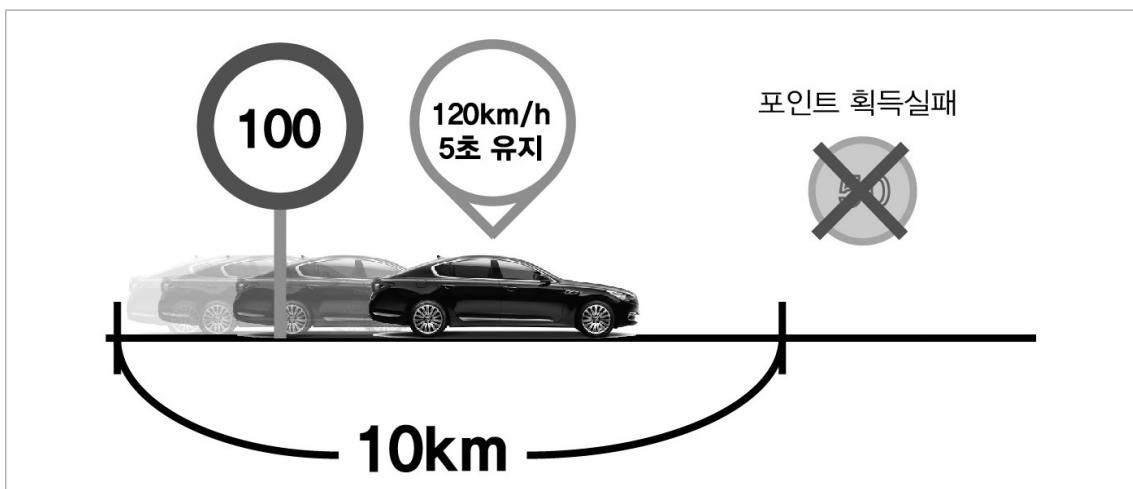


제휴안내 화면

4. 포인트 적립 알고리즘



조건 1) 제한속도를 지키면서 운전 시, 기준 거리 당 실시간으로 포인트를 적립.
(예. 기준 주행거리 10km 동안 제한속도 준수 시, 50포인트 적립)



조건 2) 일정 기준 시간을 초과하여 제한속도를 지키지 않을 시 포인트 적립x.
(예. 운전 중 5초 이상 제한속도 초과 주행 시 적립x)

5. 기술적 알고리즘 요약

▣ 고속도로 속도

각 고속도로의 제한속도는 도로교통법 제17조(자동차 등의 속도) 및 동법 시행규칙 제19조(자동차 등의 속도)에 의거하여 도로구조 및 교통사고 위험요소 등을 고려하여 경찰청 고시에 의해 조정·시행되며, 현재 고속도로 각 노선별, 구간별 제한속도 현황은 다음 표와 같다.

• [노선별, 구간별 제한속도 현황] (2013. 6. 1 현재)

노선	구간		연장(km)	방향	제한속도(km/h)
경부선	0.0	340.1	340.1	양	100
	340.1	416.1	76.0	양	110
남해선	0.0	64.4	64.4	양	100
	64.4	114.2	49.8	양	100
	114.2	169.3	55.1	양	100
	■ ■	■ ■	■ ■	스천	■ ■

(한국도로공사 www.ex.co.kr 고속도로 속도 참조)

1) 고속도로 노선별 제한속도가 다름

→ 현재 주행 중인 고속도로 명 확인

- T-map Open API 활용.

2) 동일 고속도로 노선에서 구간별로 제한속도가 다름

→ 현재 주행 중인 구간 확인

- 전국 고속도로의 구간 별 제한속도가 변하는 지점 데이터베이스화.

3) 동일 고속도로 노선에서 방향(정방향, 역방향)별로 제한속도가 다름

→ 현재 주행방향 확인

- 위도, 경도 데이터만으로 주행방향을 인식

- Problem

급격한 커브구간 주행 시 실제 주행 중인 방향과는 반대방향으로 인식할 수 있다.

- Solution

출발시점부터 실시간으로 주행 중인 방향 정보 계산 후 주기적으로 저장.

급격한 커브구간에서 반대방향으로 인식하더라도,

주기적으로 저장된 방향 데이터를 기반으로 정확한 주행방향 판단(인공지능)

6. 기대효과

- 1) 제한속도 준수 및 NGO 단체를 통한 기부
→ 사고 감소 및 사회적 의미 캠페인
→ 후원사의 공공적인 이미지 제고
- 2) CSR(기업의 사회적 책임) 활동의 연장선
- 3) 사용자가 많아질수록 마케팅 효과 상승 → 점유율 상승

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	교통DB(OASIS)를 이용한 고속도로 출음쉼터 정책				
참가자	1	성명	윤준태	소속	충북대학교 정보통신대학
	2	성명	김다영	소속	충북대학교 정보통신대학
	3	성명	강희건	소속	충북대학교 정보통신대학
	4	성명	김철	소속	충북대학교 정보통신대학
	5	성명	윤석모	소속	충북대학교 정보통신대학
주작성자	성명	윤준태	이메일	yjtwnsxo@naver.com	연락처
내용 요약					
<p>본 연구의 목적은 교통사고 및 출음쉼터 DB의 분석을 통해 합리적인 교통사고 정책을 발굴하는데 있다. 고속도로의 특성상 직선주로가 많으며 차량의 속도가 높으므로 장거리 운전자의 경우 고도의 집중을 필요로 하게 된다. 하지만 단조로운 주로와 그 외의 상황들로 인해 운전자는 쉽게 피로해질 수 있다. 한국 도로공사는 이러한 운전자의 피로를 해소하도록 출음쉼터 설치를 추진하였다. 하지만 출음쉼터를 설치하였음에도 불구하고 사고에 큰 영향력을 미치지 못하는 구간이 존재하게 된다. 이를 데이터를 활용하여 탐색적 자료분석 방법과 대응표본 t-test로 분석하여 확인하고 원인에 대해서 고찰해본다.</p> <p>또한, 지금까지의 분석은 빈도가 높을수록 높은 상관성을 보이는 경우가 종종 있었으나 이번 연관성 분석을 통해 이를 배제하여 향상도를 기준으로 사고를 파악하므로 출음으로 인하여 사고와의 상호 연관성을 파악하였다. 또한, 탐색적 방법으로 어떤 원인으로 출음의 사고가 일어나는지 확인하고, 시각화 하므로 보기 쉽게 사고가 줄지 않은 출음쉼터를 확인 / 출음 사고를 줄일 수 있는 정책 방향을 제시한다.</p>					

교통이력DB를 이용한 고속도로 졸음쉼터 정책 발굴 및 시각화

윤준태

김다영

강희건

윤석모

김철

요약

본 연구의 목적은 교통사고 및 졸음쉼터 DB의 분석을 통해 합리적인 교통사고 정책을 발굴하는데 있다. 고속도로의 특성상 직선주로가 많으며 차량의 속도가 높으므로 장거리 운전자의 경우 고도의 집중을 필요로 하게 된다. 하지만 단조로운 주로와 그 외의 상황들로 인해 운전자는 쉽게 피로해질 수 있다. 한국 도로공사는 이러한 운전자의 피로를 해소하도록 졸음쉼터 설치를 추진하였다. 하지만 졸음쉼터를 설치하였음에도 불구하고 사고에 큰 영향력을 미치지 못하는 구간이 존재하게 된다. 이를 데이터를 활용하여 대응표본 t-test로 분석하여 확인하고 원인에 대해서 고찰해본다.

지금까지의 분석은 빈도가 높을수록 높은 상관성을 보이는 경우가 종종 있었으나 이번 연관성 분석을 통해 이를 배제하여 향상도를 기준으로 사고를 파악하므로 졸음과의 상호 연관성을 파악하였다. 또한, 탐색적 방법으로 어떤 원인으로 졸음의 사고가 일어나는지 확인하고, 시각화 하므로 보기 쉽게 사고가 줄지 않은 졸음쉼터를 확인한다.

키워드 : 교통 DB, 졸음쉼터, 교통사고, 시계열, 대응표본 t검정, 교통 정책, 연관성 분석

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

1.1 연구의 배경

고속도로의 특성상 직선주로가 많으며 차량의 속도가 높으므로 장거리 운전자의 경우 고도의 집중을 필요로 하게 된다. 하지만 단조로운 주로와 그 외의 상황들로 인해 운전자는 쉽게 피로해질 수 있다. 한국 도로공사는 이러한 운전자의 피로를 해소하도록 졸음쉼터 설치를 추진하였다. 11년 40개소, 12년 70개소, 13년 19개소로 총 129개소 졸음쉼터를 설치하였다. 전체 휴게소 210개소의 60%에 비하는 수이다. 이렇게 많은 졸음쉼터를 설치하므로 한국도로공사는 올 상반기 고속도로 교통사고 사망자가 지난해 같은 기간 117명에서 19%(22명) 줄어든 95명으로 집계되었다. 교통사고 원인별로는 졸음운전 및 주시태만으로 인한 사망자가 18명(75→57명)으로 가장 많이 줄었으며, 안전거리 미확보와 차량결합으로 인한 사망자가 각 3명(6→3명)이 줄어들었다. 과속으로 인한 사망자는 3명(13→16명) 증가한 것으로 나타났다. 이런 흐름으로는 졸음쉼터의 효과를 특별히 누

리고 있다고 보여 지나, 이를 통계적으로 확인하여 유의한 효과를 보이는지 확인하고자 했다. 그 결과 유의하지 않음을 보이는 구간이 있다면 어떤 요인이 영향을 미치는지 통계적으로 확인한다.

1.2 연구의 목적

본 연구는 시계열 분석을 이용하여 졸음쉼터를 설치한 후 미래의 사고 수가 증가하는지 감소하는지 예측하여 보고, 대응표본 t검정을 이용하여 졸음쉼터 각 구간별 설치 전/후의 사고수를 비교함으로써 설치 효과가 없거나 미비한 구간을 찾아내고 이를 시각적으로 표현한다. 마지막으로 연관성 분석을 이용하여 설치효과가 없거나 미비한 구간이 어떤 요인에 의해 사고 수와 상호 연관적 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

2.1 연구의 시공간적 범위

1) 시간적 범위

본 연구는 OASIS DB에서 제공받은 2007년 1분기

~ 2015년 2분기 까지의 사고이력 데이터를 기반으로 하였으며, 2011 ~ 2013년 고속도로 출음쉼터를 설치한 자료를 토대로 분석하였다.

2) 공간적 범위

이번 건설부의 지침 개정으로 종전 휴게소와 휴게소와의 거리간격이 최소 20km 이상 최대 100km 이내에서 시설규모에 관계없이 10km 이상 설치가능으로 변경되었다. 외국의 경우 15km를 기준으로 휴게소/간이휴게소가 설치되어 있으므로 앞으로 우리나라로 이와 같이 고속도로 휴게소를 운영할 것으로 보인다. 따라서 이번 분석은 고속도로 전 구간의 출음쉼터를 대상으로 후방 15km 범위로 산정하였다.

2.2 연구 방법 및 내용

1) 분석방법

본 연구에서는 시계열분석과 대응표본 t검정(Paired t-test), 연관성 분석을 이용하였다. 탐색적 통계분석 방법을 활용하여 사고가 감소하지 않은 출음쉼터의 위험구간을 확인하고 시작화하였다.

2) 시계열모형

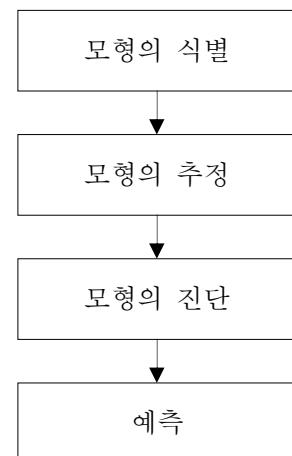
시계열분석에서는 기본적으로 시계열자료, 즉 연속적인 시간에 대한 한 변수의 관측치에 대한 미래 예측을 수행하는데 이때 사용하는 방법이 Box and Jenkins이 고안해 낸 자기회귀결합이동평균모형(ARIMA 모형)을 주로 사용한다. 이모형의 분석과 적용을 위해서는 시계열 자료가 확률적인 가정 하에 생성되고 있다는 가정에 기초하고 있어야 하는데, 이처럼 확률적 가정에 의해서 생성된 모형을 확률적 모형이라고 한다. 대표적인 확률적 시계열모형에는 자기회귀확률과정모형(AR process model)과 이동평균확률과정모형(MA process model)이 있으며, 확률과정이 자기회귀과정과 이동평균과정을 동시에 지니고 있는 경우를 표현하는 자기회귀이동평균모형(ARMA 모형)이 있다.

이러한 모형들은 시계열이 안정적이라는 가정에 기초하고 있으나, 시계열이 불안정 할 경우 한 두 차례의 차분을 통해 안정적 과정으로 전환이 가능하다. 원래 불안정한 Y_t 를 d 번만큼 차분하여 얻은 시계열 w_t 가 안정적인 시계열이 될 경우 우리는 Y_t 를 d 차의 동차적 불안정과정(homogeneous nonstationary process of order "d")이라고 한다. 이와 같이 차분을 통해 안정적이 된 시계열은 AR모형이나 MA모형 또는 ARMA모형으로 표현이 가능해지며, Y_t 를 d 번만큼 차

분하여 얻은 안정적 시계열 w_t 를 일반적인 유형인 ARMA(p, q)모형으로 표현할 수 있을 때 원래의 시계열 Y_t 를 ARIMA(p, d, q)모형, 즉 (p, d, q)의 차수를 갖는 결합 ARMA과정(integrated ARMA process of order p, d, q)라고 부른다.

최근 시계열분석은 급격히 발전하여 보다 조직적이고 효과적인 미래의 예측을 할 수 있는 ARIMA 모형을 Box-Jenkins방법론이라고 한다. 즉 특정 시계열 자료가 있을 경우 적합한 모형을 찾기 위한 분석방법을 Box-Jenkins이 제시한 방법을 이용하는 방법이다.

흔히 Box-Jenkins 모형이라고 불리는 ARIMA 모형을 활용하는 방법인데 이는 총 4단계로 구성되어 있으며 구체적 방법은 아래 [그림 2]과 같다.



[그림 1] ARIMA 순서도

그런데 ARIMA 모형에 의한 시계열분석은 기본적으로 한 변수의 값이 시간의 경과에 따라서 변화하는 내용을 분석대상으로 삼고 있어 본질적으로 동태적 분석방법에 속한다는 특징이 있으며, 이러한 이유 때문에 대체적으로 적어도 50개 이상의 관측치가 있어야 만족할 만한 분석이 가능해 진다는 제약을 받는다는 문제점이 있다.

3) 대응표본 t검정(Paired t-test)

대응표본 t검정은 동일 집단의 사전점수와 사후점수의 평균을 비교하는 분석 방법이다. 확률변수 X 를 처리 I에 의한 반응, 확률 변수 Y 를 처리 II에 의한 반응이라 하고, (X_i, Y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$ 을 i 번째 구획의 쌍이라 하자. $i \neq j$ 에 대하여 (X_i, Y_i) 와 (X_j, Y_j) 는 서로 독립이라 하고 $D_i = X_i - Y_i$ 로 정의하면 D_i 는 i 번째 구획내의 처리 I과 처리 II의 효과의 차이로 볼 수 있으며, 이 차에 대한 평균과 분산은 각각

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

$$S_D^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2$$

이 된다. 처리 I 과 처리 II의 평균 간에 차이가 d_0 만큼 있는지를 검정하려면 다음의 가설을 세운다.

$$H_0 : \mu_D = d_0 \quad vs \quad H_1 : \mu_D \neq d_0$$

이 때 $D = X - Y$ 는 평균이 μ_D 이고 분산이 σ_D^2 인 분포를 따른다고 하자. 즉

$$E(D) = E(X) - E(Y) = \mu_D$$

$$Var(D) = Var(X - Y) = \sigma_D^2$$

만일 $\mu_D = 0$ 이면 두 처리 효과가 같다는 뜻이 될 것이다. D_i 와 D_j ($i \neq j$)는 가정에 의하여 독립이다. 하지만, X 와 Y 는 일반적으로 독립이 아니므로 $Cov(X, Y) \neq 0$ 이다. 따라서

$$Var(D) = Var(X - Y) = Var(X) + Var(Y) - 2Cov(X, Y)$$

가 될 것이다.

표본의 크기가 작은 경우에, \bar{D} 를 표준화시킨 t 통계량

$$t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n}}} \sim t(n-1)$$

은 자유도가 $n-1$ 인 t 분포를 따르므로, μ_D 에 대한 $100(1-\alpha)\%$ 신뢰구간은 다음과 같이 주어진다.

$$\left(\bar{D} - t_{\alpha/2}(n-1) \sqrt{\frac{S_D^2}{n}}, \bar{D} + t_{\alpha/2}(n-1) \sqrt{\frac{S_D^2}{n}} \right)$$

또한 가설

$$H_0 : \mu_D = d_0 \quad vs \quad H_1 : \mu_D \neq d_0$$

에 대한 검정통계량은 귀무가설 H_0 하에서

$$t_0 = \frac{\bar{D} - d_0}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n}}} \sim t(n-1)$$

이므로, 유의수준 α 에 대한 기각역은

$$|t_0| \geq t_{\alpha/2}(n-1)$$

로 구할 수 있으며, 이를 통해 검정을 수행할 수 있다.

4) 연관성분석

연관성 분석이란 어떤 트랜잭션 내에서 연관 규칙을 찾아내는 분석을 의미한다.

한 예로 대형 슈퍼마켓에서는 매일 고객들이 구매하는 물품들의 대한 대량의 정보가 축적되고 있는데, <표 1>은 5명의 고객이 상품을 구입한 목록의 한 예이다.

<표 1> 연관성 분석 예제

고객번호	상품명
1	{사과, 빵, 버터, 계란}
2	{우유, 빵, 버터, 콜라}
3	{사과, 우유}
4	{사과, 우유, 빵, 버터}
5	{사과, 우유, 빵, 콜라}

고객마다 구입한 상품의 수와 종류가 다른데 한 고객이 구입한 상품 모두에 대한 컴퓨터 처리를 하였을 때, 트랜잭션(Transaction) 데이터를 하나 처리하였다 고 한다.

<표 1>에서 다음과 같은 규칙을 찾을 수 있는데 {빵} \rightarrow {버터} 즉, 빵을 사면 버터를 같이 구입한다는 규칙을 알 수 있다.

이처럼 트랜잭션 데이터 내에서의 각각의 구입 물품에 대해 연관을 찾아내어 규칙을 만든 것을 연관규칙(association rule)이라 하며, 이런 규칙을 찾는 분석 연관분석(association analysis)라 한다.

연관분석에서는 여러 가지 측도를 사용하지만 주로 사용하는 측도는 지지도, 신뢰도, 향상도를 사용한다. 그 중 지지도(Support)는 전체 트랜잭션에서 연관규칙에 해당하는 데이터의 비율이다.

$$\text{지지도} : s(A \rightarrow B) = \frac{n(A \cup B)}{N}$$

신뢰도(Confidence)는 A를 구매 했을 때 B를 구매 한다는 조건부 확률을 말하는 거로 항목 A를 포함하는 트랜잭션 중에서 B도 포함하는 트랙잭션의 비율을 의미한다.

$$\text{신뢰도} : c(A \rightarrow B) = \frac{n(A \cup B)}{n(A)}$$

향상도(Lift)는 항목 A가 주어지지 않았을 때의 항목B의 확률 대비 항목 A가 주어졌을 때의 항목B의 확률의 증가 비율을 뜻한다.

이러한 용어가 중요한 것은 연관성 분석을 수행할 때 모든 경우의 수를 분석하는 것은 시간도 많이 소요 되고 매우 불필요한 규칙까지 다 보여준다. 그러므로 최소 지지도 및 최소 신뢰도 등을 이용해 도출함으로써 분석하는 시간을 단축하고 더욱 유용하고 의미 있는 규칙을 볼 수 있게 한다.

II. 본론

1. 분석 변수 정의 및 설정

1.1 분석 자료의 단위 설정

교통사고 측면에서 분석 자료의 단위에 대한 기준은 사고수이다. 사고 수는 최소 범위인 시간 단위(한 시간 간격)부터 산정되어 있으므로 일 단위 혹은 월 단위까지 확장이 가능하다. 이번 시계열분석에서는 월 단위를 기준 단위로 선정하였으며 대응표본 t검정에서는 연단위를 기준으로 하였다.

1.2 분석 변수 정의

본 연구에서 분석별로 변수의 정의가 달라진다. 먼저, 시계열을 활용한 사고예측에서는 <표 2>과 같은 분석 변수를 사용한다.

<표 2> 시계열 분석 변수 정의

변수명	단위	정의
사고수	건	졸음쉼터 후방 15km 구간 내 사고 건 수
주기	월	월

이러한 변수를 시계열 모형으로 활용하여 앞으로의 사고 수를 예측한다.

다음 분석으로 졸음쉼터가 설치된 특정 구간에 대해 효과의 유무를 확인하기 위해 대응표본 t-test를 사용한다. 사용 변수의 정의는 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 대응표본 t-test 분석 변수 정의

변수명	단위	정의
설치 전 사고수	건	졸음쉼터 설치 전 후방 15km 구간 내 사고 수
설치 후 사고수	건	졸음쉼터 설치 후 후방 15km 구간 내 사고 수
주기	년	년

졸음쉼터는 2011~2013년 총 3년에 걸쳐 완공되었다. 월단위의 기준이 없으므로 2011년 완공일 경우 2008~2010년의 데이터와 2012~2014년의 사고데이터를 사용하여 분석하였다. 2012년 완공일 경우 2010~2011년의 데이터와 2013~2014년의 사고데이터를 사용하였으며, 2013년 완공일 경우 2012년의 데이터와 2014년의 사고데이터를 사용하여 분석하였다.

다음으로 전반적 졸음사고의 상관성이 높은 변수들이 무엇인 파악하기 위해 연관성 분석을 사용한다. 사용 변수의 정의는 다음 <표 4>과 같다.

<표 4> 연관성 분석 변수 정의

변수명	단위	정의
졸음 사고	-	졸음에 의해 발생한 사고
날씨	-	사고시의 날씨
발생지점	-	사고 발생 지점
종단구분	-	사고 지점의 종단경사
평면선형	-	사고 지점의 평면선형
시간	시	사고 발생 시

연관성 분석의 목표변수로는 졸음에 의해 발생한 사고를 기준으로 하였다. 운전자의 운전여건에 영향을 줄 수 있는 날씨는 맑음, 흐림, 비, 눈, 안개로 구분하였다. 사고 발생지점의 경우 TG(TCS), TG(하이패스), 터널, 휴게소, 램프, 본선로 구분하였으며, 종단구분은 오르막 구간, 내리막 구간, 평坦으로, 평면선형은 좌커브 구간, 우커브 구간, 직선구간으로 구분하였다.

시간의 경우 0~23시를 기준으로 정의하였다.

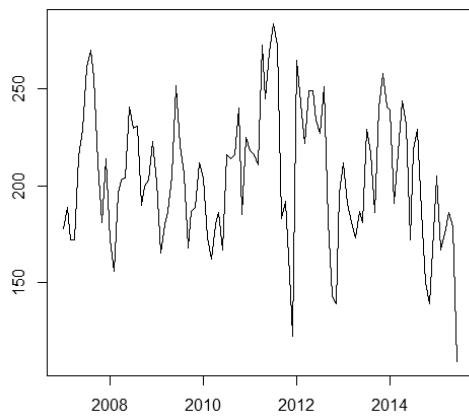
2. 시계열 모형 수립 / 예측

2.1 모형 설계

본 연구에서는 2007년 1월 ~ 2015년 6월의 교통사고 데이터를 기반으로 시계열 모형을 수립하므로 교통 사고의 시간 따른 변화와 미래 전망을 내다본다. 이렇게 설계된 시계열 모형은 R 3.2.1 패키지를 이용하여 분석하였고, 모든 검정은 95% 유의수준($\alpha=0.05$)를 기준으로 하였다.

2.2 시계열분석

1) 모형식별



[그림 2] 탐색적 시계열 그래프

먼저, 탐색적인 시계열 그래프[그림 2]로 알아보면 어느정도 등분산성을 가지는 것을 확인 할 수 있다. 이는 등분산 검정의 Box-Ljung 검정을 통해 정확하게 확인 할 수 있다<표 5>.

<표 5> Box-Ljung test

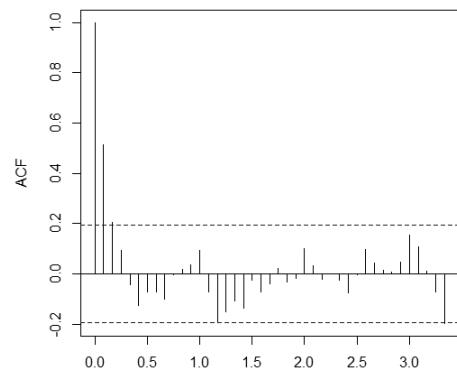
X-squared	df	p-value
27.8	1	0.000***

****, : $p < 0.001$

위의 <표 2>의 결과, p-value가 유의수준 0.05보다 작은 값을 가지므로 위의 시계열 데이터는 정상성을 만족 한다고 할 수 있다.

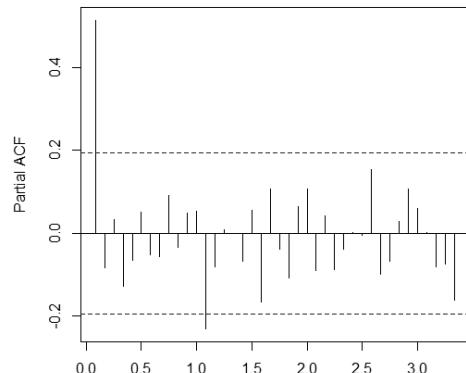
2) 모형추정

변환을 완료한 그래프의 ACF를 확인하므로 모형을 추정한다[그림 3].



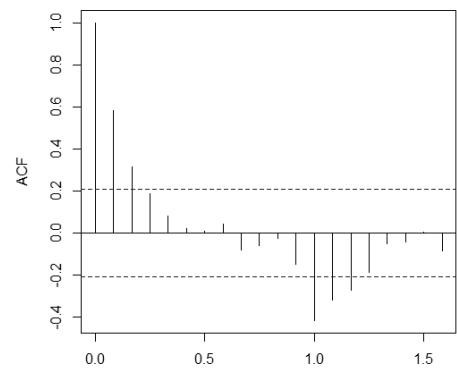
[그림 3] 시계열 ACF

위의 ACF는 1이후의 값부터 급격하게 떨어지는 지수적 감소 형태를 가지는 것을 알 수 있다. 또한, 어느 기점을 기준으로 ACF가 다시 커지는 것을 확인 할 수 있다. 이는 계절성이 있음을 알 수 있다. 다음으로 PACF를 확인해 본다[그림 4].



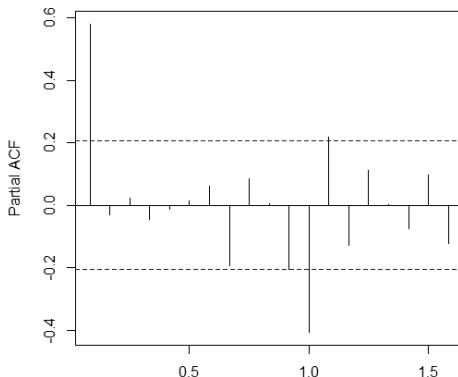
[그림 4] 시계열 PACF

위의 PACF는 1이후의 값부터 절단된 형태를 가진다. 시계열 모형은 AR(1)모형이다. 자기상관의 계절성을 제거하기 위해 계절차분을 1년을 주기로 실시하였다. 계절차분 ACF는 다음과 같다[그림 5].



[그림 5] 계절차분 시계열 ACF

위의 ACF는 2의 값을 가지는 지수적 감소 형태를 가지는 것을 알 수 있다. 다음으로 PACF를 확인해 본다[그림 6].



[그림 6] 계절차분 시계열 PACF

위의 PACF는 1이후의 값부터 절단된 형태를 가진다. 시계열 모형은 Seasonal ARIMA(1,0,0)(1,0,2)이다.

3) 모형진단

추정 시계열 모형은 AR(1) 모형이다. 다른 추정 가능한 시계열 모형과 AIC 비교하여 타당성을 평가(AIC수치가 낮은 쪽이 상대적 우위를 가짐)한다<표 6>.

<표 6> AIC수치 비교 / 평가

모형	log likelihood	AIC
ARIMA(1,0,0)(0,0,1)	-489	985
ARIMA(1,0,0)(1,0,0)	-488	985
ARIMA(1,0,0)(1,0,1)	-487	984
ARIMA(1,0,0)(1,0,2)	-487	985
ARIMA(1,0,0)(2,0,0)	-487	985
ARIMA(1,0,0)(0,0,2)	-488	986

다른 추정 모형들과 AIC를 비교한 결과 Seasonal ARIMA(1,0,0)(1,0,1) 모형이 가장 낮은 것을 확인 할 수 있다. 따라서, 다른 모형에 비해 데이터를 가장 잘 설명한다고 할 수 있다. 그러므로 최종 시계열 모형은 Seasonal ARIMA(1,0,0)(1,0,1)₁₂가 된다. 추정 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 시계열 모추 추정 결과

AR1	SAR1	SMA1	Intercept
0.578	0.795	-0.612	202.1

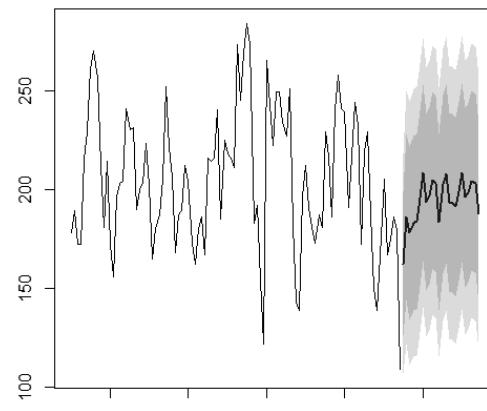
최종 추정식은 [식 4]와 같다.

$$(1 - 0.578B)(1 - 0.795B^{12})(X_t - 202.1) = (1 - 0.612B^{12})e_t \quad [\text{식 } 4]$$

X: 지진수, t: 시점, B: 후향자

4) 예측

모형에 대한 추정 식으로부터 20개월을 예측한 결과는 다음과 같다[그림 7].



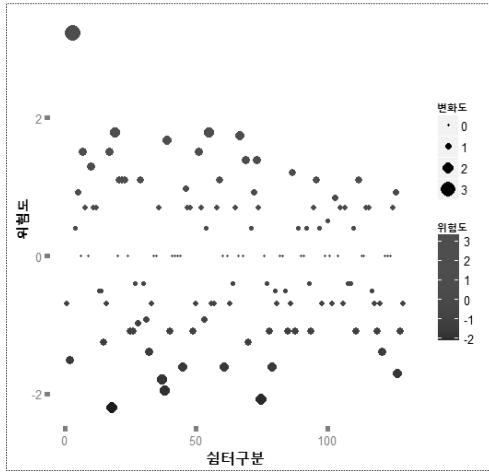
[그림 7] 시계열 예측

파란색 선은 20개월 간의 예측값이다. 그리고 진한 색 범위는 80% 상하한, 옅은색은 95% 상하한을 의미 한다. 따라서, 2014년 이후로 2015년 6월 현재까지 감소하는 추세를 보여주지만 다시금 원래의 사고수로 돌아올 것으로 전망된다. 따라서 사고수를 효과적으로 줄일 수 있는 대책이 필요하다고 할 수 있다.

3. 대응 표본 t 검정

3.1 탐색적 자료분석

본 연구에서는 2008년 ~ 2014년의 데이터를 활용하였다. 졸음쉼터는 2011~2013년에 걸쳐 완공되었고 이를 기점으로 설치 이전시점과 이후시점을 비교하여 어느 구간의 사고가 증가하였고, 감소하였는지 확인 할 수 있는 시각적 모델을 만들었다. X축으로는 각 구간을 지정하였으며 Y축은 위험도로 위험은 붉은색, 안전은 푸른색으로 구성하였다[그림 8].



[그림 8] 졸음쉼터 구간별 안전도 시각화

시각화를 통해 확인한 결과 전체 129개소의 졸음쉼터 중 75개소의 졸음쉼터의 사고수가 줄지 않은 것으로 확인되며 49개 구간은 오히려 사고 수가 증가하였음을 알 수 있다. 따라서 졸음으로 인한 사고를 줄이기 위해서 추가적인 정책이 필요할 것으로 여겨진다.

3.2 데이터 정제

위 자료를 활용하여 졸음쉼터 설치 후 15km 구간 내에서 사고수가 증가한 구간을 추출하여 분석하였다.

2013년 자료의 경우 2014년 자료밖에 존재하지 않으므로 비교 대상이 2012년과 2014년이 된다. 하지만 자료수가 적기 때문에 대응표본 t검정에서 제외한다.

3.3 데이터 분석

졸음쉼터의 사고 수에 영향을 주는지 알아보기 위해 졸음쉼터가 설치되기 전의 사고수와 설치된 후의 사고수의 차이가 존재하는지 t-test검정을 실시하였다. 분석에는 R 3.2.1 패키지를 이용하여 분석하였고, 모든 검정은 90% 유의수준($\alpha=0.1$)을 기준으로 하였다. 분석 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> One Sample t-test

t 값	df	p-value
-0.567	128	0.5717

P-value가 유의수준 0.1보다 큰 값을 가지므로 졸음쉼터가 설치되기 전의 사고수와 설치된 후의 사고수의 차이가 존재하지 않는다고 할 수 있다.

그러므로 이중에 졸음쉼터가 설치된 년도를 기준으로 설치 전보다 사고수가 증가한 곳을 중심으로 각각

의 년도에 따라 어떤 구간에서의 졸음쉼터가 사고에 영향을 주지 않는지 paired t-test를 통해 검정을 수행하여 확인해 본다.

<표 9> 2011년 Paired t-test

노선	이정	방향	t 값	p-value
경부선	189.9	부산	4.158 **	0.026
남해선 (순천부산)	49.8	순천	2.598 *	0.060
서해안선	293.4	목포	4.438 **	0.023
서해안선	126.7	목포	2.219 *	0.078
영동선	202.2	인천	3.000 **	0.047
중부내륙선	245.7	양평	3.213 **	0.042
• • •				
중부내륙선	152.0	창원	1.922 *	0.097
중부선 통영대전선	305.9	하남	2.000 *	0.091
중앙선	8.5	춘천	2.646 *	0.059
논산천안선 호남선	151.8	순천	1.964 *	0.094

*** : $p<0.05$ ** : $p<0.1$

위의 <표 9>는 2011년의 총 19개의 구간을 대상으로 각각 Paired t-test를 실행한 결과이다. 19개의 구간 중 10개의 구간을 제외한 나머지 구간에 대해 유의수준 0.1보다 큰 값을 가지게 된다. 따라서 유의한 구간 10개에 대해 설치 이전과 이후 차이의 평균이 0보다 크다고 할 수 있다. 그러므로 이 구간의 졸음쉼터는 위험구간이라고 할 수 있다.

<표 10> 2012년 Paired t-test

노선	이정	방향	t 값	p-value
경부선	350.4	부산	10.200 **	0.031
경부선	214.6	서울	0.600	0.328
경부선	214.6	부산	1.667	0.172
경부선	207.4	부산	2.000	0.147
경부선	37.5	서울	1.800	0.161
• • •				
호남선의지선	37.1	논산	-1.000	0.750
호남선의지선	44.8	회덕	1.000	0.250

*** : $p<0.05$ ** : $p<0.1$

위의 <표 10>은 2012년의 총 27개의 구간을 대상으로 각각 Paired t-test를 실행한 결과이다. 분석 결과 1개의 구간을 제외한 나머지 구간에 대해 유의수준 0.1보다 큰 값을 가지게 된다. 따라서 유의한 구간 1개에 대해 설치 이전과 이후 차이의 평균이 0보다 크다고 할 수 있다. 그러므로 이 구간의 출음쉼터는 위험구간이라고 할 수 있다.

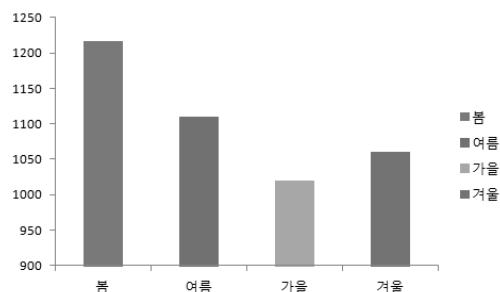
최종적으로 탐색적 자료 분석 / 시각화를 통해 알아본 49개의 구간 중 11개의 구간이 통계적으로 유의하게 사고수가 증가했음을 알 수 있다.

4. 연관성 분석 / 시각화

4.1 탐색적 자료분석

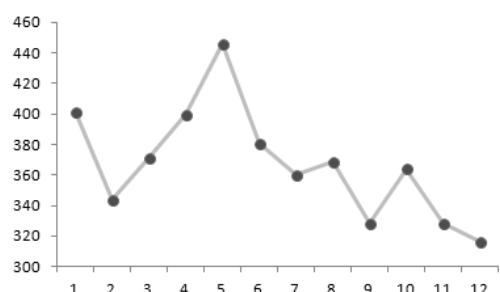
이번 연관성 분석에서는 출음사고가 발생할 때의 환경과 시간 등을 고려하여 출음사고와 연관성이 높은 변수를 알아본다.

출음에 의한 계절별 사고수를 파악해본 결과 출음에 의한 사고수가 가장 적은 가을에 비해 200건 가량 더 높은 수를 기록했다[그림 9].



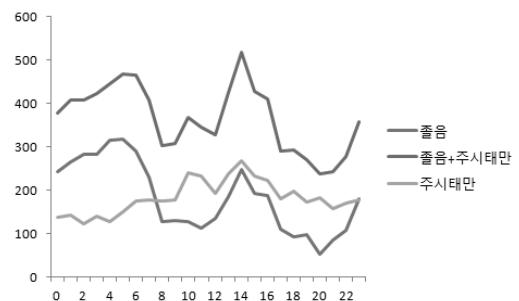
[그림 9] 출음에 의한 계절별 사고수

봄이 가장 높은 사고수를 보이는 이유는 5월 중에 매우 높은 사고수를 보이기 때문으로 파악된다. 출음에 의한 사고가 가장 낮은 12월에 비해 5월은 100건 이상 높은 사고를 보이므로 이를 개선할 시 출음운전 사고 개선에 큰 효과를 거둘 것으로 보인다[그림 10].



[그림 10] 출음에 의한 월별 사고수

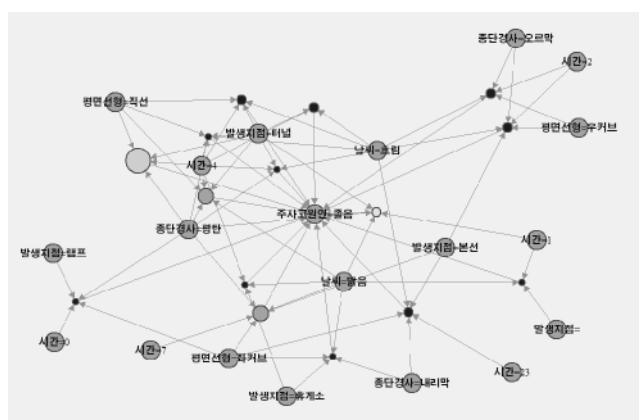
시간대 별로 출음에 의한 사고를 확인 한 결과 평균 184건으로 나타났으며 0~7시, 13~16시 사이에 평균 이상의 높은 사고수를 보였다. 운전자의 출음은 출음운전에만 영향을 줄 뿐 아니라 시선에도 영향을 미치므로 주시태만에 의한 사고를 확인 한 결과 평균 183건으로 10~20시까지 평균 또는 그 이상을 기록했다. 출음과 주시태만에 의한 사고를 같이 고려하여 알아본 결과 평균 367건으로 0~7시, 13~16시 사이에 평균 이상의 높은 사고수를 보였으며 14시의 경우 야간보다 더 높은 사고수를 보임을 확인 할 수 있다. [그림 11].



[그림 11] 시간별 사고수 변화

4.2 데이터 분석

데이터의 빈도수를 기반으로 연관성 분석의 목표변수를 출음으로 설정 했을 때 결과는 [그림 12]와 같다. 녹색원은 변수 값을 의미하며 화살표의 출발지점은 원인변수 화살표의 도착지점은 결과변수가 된다. 이때, 결과변수는 ‘주사고원인=출음’이 된다. 중간지점에 거치는 원은 색의 농도와 크기가 다르다. 원의 크기는 지지도를 의미하여 빈도를 확인 할 수 있고, 원의 색 농도는 향상도를 의미하여 상관관계를 알 수 있다.



[그림 12] 연관성 분석 결과

분석 결과, ‘평면선형=직선’, ‘종단경사=평坦’에 해당하는 부분은 원의 크기가 크지만 색은 옅은 색을 띤다. 이는 빈도수가 높지만 졸음사고와의 상관관계는 떨어지는 것을 의미한다. 이런 규칙에 ‘시간=4’인 규칙이 추가되면 발생빈도는 낮지만 상관성이 높은 규칙으로 바뀌는 것을 알 수 있다. 하지만, 발생 빈도가 낮기 때문에 잘 발생하지 않는 규칙이기 때문에 이번 분석에서는 적당한 원의 크기를 중점적으로 확인하면 색의 농도가 진한 원을 중점적으로 확인한다.

{직선, 터널, 흐림, 4시}, {터널, 4시, 흐림}, {오르막, 우커브, 흐림, 2시}, {오르막, 우커브, 흐림, 본선, 2시}, {본선, 내리막, 좌커브, 흐림, 23시}와 같은 규칙이 상관성이 높으며 빈도도 높은 규칙으로 확인된다. 이러한 환경을 보이는 구간을 개선해 간다면 졸음에 의한 사고를 줄여 나갈 것으로 판단된다.

III. 결론

분석결과 고찰 및 결론

본 연구에서 교통사고와 안전에 대한 분석결과는 다음과 같다.

- ① 교통사고가 점차 줄어드는 현상을 보이지만 다시금 원래의 추세를 되찾을 것이라 전망된다.
- ② 졸음 쉼터의 효과로 많은 부분 졸음으로 인한 사고수를 줄였다. 하지만 전체 129개소 중 11개소에 해당하는 졸음쉼터의 사고 수가 통계적으로 유의하게 감소하지 않았다.
- ③ 전체 계절 중 봄에 가장 높은 사고수를 보이며 5월에 특히 높은 사고수를 기록한다.
- ④ 시간으로는 0~7시와 13~16시 사이에 높은 사고수를 보인다.
- ⑤ 터널, 오르막일 때 우커브, 내리막일 때 좌커브, 저녁/새벽시간, 흐린 날씨는 졸음사고와 상관성이 높다.

이러한 분석결과를 도출하기 위해 사용한 데이터와 모형은 여러 가지 가정을 전제했다.

분석에 사용된 데이터는 국도를 제외한 전국의 도속도로에만 해당하는 정보이다. 또한, 시각화를 통해 알아본 졸음쉼터의 사고수의 변화도 쉼터를 경유한 후 15km로 한정하여 데이터를 사용하였다. 따라서 졸

음쉼터 설치위치 후방 15km를 지나는 지점부터는 다른 결과를 가져올 수 있다. 또한, 2011~2013년 설치년을 기준으로 현재까지 데이터가 부족한 상태에서 분석을 실시하였으므로 데이터가 충분한 상태에서 분석을 실시한다면 그 정확도를 더욱 높일 수 있다.

정책 발굴

졸음은 야간시간대에 주로 발생한다. 하지만, 오후 13~16시에 졸음을 해결 할 수 있도록 졸음쉼터 유도정책을 강구해야한다. 또한, 터널에서도 높은 상관성을 보이므로 터널 근방에서 운전자에게 주의를 줄 수 있어야 졸음에 의한 사고를 일부 줄일 수 있을 것으로 보인다. 특히, 흐린 날씨일수록 높은 상관으로 졸음에 의한 사고를 보이므로 저녁/오후 시간대에 운전자들에게 경고해 줄 수 있는 조치가 필요하다. 이러한 조치는 아직 사고가 줄지 않다고 판단되는 졸음쉼터를 중점적으로 실행 할 때 더 높은 효과를 볼 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 올 상반기 고속도로 교통사고 사망자 19% 감소, 권오경 기자
http://www.upkorea.net/news/articleView.html?idx_no=48744
- [2] 도로변휴게소 설치, 관리지침 개정
http://www.kdi.re.kr/infor/ep_view_source.jsp?num=30440&menu=1
- [3] 수리통계학
나종화, 충북대학교, 자유아카데미, 2009
- [4] 시계열 분석 이론 및 SAS 실습
이상열, 자유아카데미, 2013
- [5] 시계열을 따르는 공정데이터의 모델 모수기반 이상탐지
박시저, 2012
- [6] 가설검정 : T검정, 비모수검정, 교차분석
안윤기, 민영사, 2004
- [7] R, SAS, MS-SQL을 활용한 데이터 마이닝
이정진, 자유 아카데미, 2011

[8] 데이터마이닝 방법론 (빅데이터 분석을 위한,SAS Enterprise Miner 활용사례를 중심으로)

강현철, 한상태 외 3명, 자유아카데미, 2014

[9] 고속도로 출음쉼터 설치가 교통사고에 미치는 영향 분석

오인섭, 아주대학교, 2014

[10] 휴게시설 설치가 교통사고 예방에 미치는 효과
정래엽, 서울대학교 대학원, 2014

[11] 고속도로 출음쉼터 운영에 따른 문제점 분석
및 개선방안

김병희, 이일원, 조규성, 김동광, 황보원일,
도로학회지, 2013

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)					
참가자	1	성명	박보미(팀장)	소속	인천대학교 정보대 컴퓨터공학부 4학년	
	2	성명	김동현	소속	인천대학교 정보대 컴퓨터공학부 4학년	
	3	성명	김보라	소속	인천대학교 정보대 컴퓨터공학부 4학년	
	4	성명		소속		
주작성자	성명	김동현	이메일	sphinx1991@hanmail.net	연락처	010-5164-8878

내용 요약

"어딜 운전하는데 전화를!!!(이하 어운전)" 어플리케이션은 운전 중 전화 통화를 막고, 수신자의 입장에서 운전 중임을 문자를 통해 알 수 있는 사고 방지 어플리케이션입니다. "어운전"은 기성 네비게이션 어플리케이션(EX. 김기사, T map 등)에 플러그인 형식으로 활용되는 것을 목표로 개발되었습니다. 좀 더 자세한 사항은 다음 장에 기술했습니다.

-목차-

1. 개발배경
2. 현 문제점
3. 문제점 정리
4. 해결
5. 실행 화면
6. 사용자 시나리오
7. 드릴 말씀

1. 개발배경

1.1 운전 중 휴대 전화 사용의 위험성

오피니언 기고 | 운전 중 휴대전화 사용 얼마나 위험할까?
고령경찰서 여성청소년계 경사 김국진 | webmaster@goryeonghevis.com
승인 2014.01.08 10:48:54 | + -

휴대폰 사용이 일상화 되고 있는 요즘 때와 장소를 가리지 않고 휴대폰을 사용함으로 인한 피해가 많이 발생하고 있다. 이러한 경우 종종 허위 차량 운전 중에 휴대폰 사용은 큰 사고로 이어지는 사례가 많아 운전자들의 주의가 요구되고 있다. 언론매체를 통해 운전 중 휴대전화를 사용하는 것이 위험하다는 사실은 거의 모든 운전자들이 잘 알고 있다. 하지만 실제 도로 주행에서 많은 운전자들이 너나 할 것 없이 휴대전화를 사용하고 있는 것이 사실이다. 운전 중 급한 용무로 인해 며칠 수 없이 통화를 해야 하는 경우가 있을 수 있는데 그 때는 차를 한쪽에 정차하여 통화 후 다시 운전을 하시는 것이 혁명한 행동일 것이다.

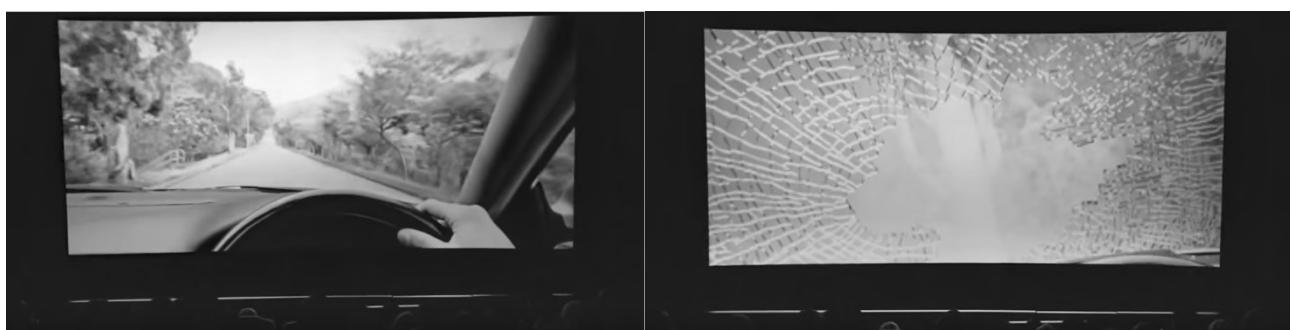
운전 중 휴대전화 사용은 음주운전과 버금가는 위험성이 있다는 과학적인 결과들이 나오고 있다.
운전 중 휴대전화를 사용시 사고 발생률은 무려 99% 증가했으며 운전자 50% 이상이 휴대전화로 인한 사고를 담했다고 한다. 또 혈중 알코올 농도 0.1%의 음주운전과 동일한 수준으로 운전 중 휴대전화 사용이 위험하다는 선진국 연구결과가 나오고 있는데 독일의 한 연구진은 운전 중 전화통화를 하면 일반 운전자에 비해 운전대조작 실수와 글브레이크, 차선위반, 신호위반 등의 안전수칙을 위반할 확률이 30배나 높아진다는 연구결과를 발표하기도 했다.

운전 중 휴대전화 사용시 교통사고와 직접적인 관계가 드러나는 것은 운전자가 전방에 위협을 인지하고 브레이크 페달을 밟아 제동하는데 까지 걸리는 '반응시간'은 개인차에 따라 조금씩 다르지만 대략 1초 정도가 소요된다고 한다. 이러한 브레이크 제동이 작동하기까지의 1초 사이에는 운행자의 차량 속도에 따라 시속 60km/h에서는 17m의 제동 거리가 필요하고 시속 100km/h에서는 28m의 제동거리가 필요하다고 한다.

따라서 이러한 속도로 주행을 하며 휴대전화를 걸거나 받기, 문자메세지를 읽거나 작성하기 위해 2~3초 정도만 전방 주시를 태만하게 하면 순식간에 30~60m를 눈 감고 주행하는 것과 마찬가지의 상황이라고 생각하면 될 것이다. 특히 야간 운전시에는 전조등이 비추는 거리가 하향일 때 30m에 불과하기 때문에 휴대전화 사용은 치명적인 사고로 이어지는 경우가 있으니 특히 조심해야 할 것이다.

많은 운전자들이 운전 중 휴대전화를 사용하는 것이 위험하다는 사실을 알고 있으면서도 여전히 이러한 운전 중 휴대전화 사용이 극복되지 못하는 이유는 운전자들의 안전 불감증 때문일 것이다. 이러한 운전 중 휴대전화 사용은 단순히 법규를 통한 처벌을 강화 한다고만 해서 해결된 문제는 아니며 운전자 스스로 위험성을 인식하고 자발적이 참여만이 해결할 수 있는 문제라고 생각된다.

< 저작권자 © 고령시립 문단점재 및 재배포금지 >



<풀스 바겐 회사의 글자에서 1인칭 시절을 이용한 은정족 흥대전화 사용의 위험을 알려주는 안전운전 캠페인 역사>

><https://www.youtube.com/watch?v=-J2Oz4AEU0M>

1.2 핸즈프리의 한계성

'핸즈프리' 통화도 음주운전만큼 위험

유타대학 실험결과 52%가 통화에 영향 받아



핸즈프리 장치를 이용한 운전중 통화도 음주운전 만큼이나 위험을 초래한다는 연구 결과가 나왔다고 영국 일간 가디언 인터넷판이 보도했다.

미국 유타대학의 데이비드 스트레이어 교수 등 연구진은 40명을 대상으로 ▲ 아무런 방해가 없는 경우와 ▲ 휴대전화를 손으로 잡고 통화하는 경우, ▲ 핸즈프리 장치를 이용하는 경우, 그리고 ▲ 음주단속 한계를 막 넘을 정도로 보드카를 마신 경우 등에 대해 모두 4차례씩 자동차 운전 시뮬레이션 실험을 실시했다.

그 결과 전화기를 손으로 잡았을 때나 핸즈프리를 사용할 때나 모두 운전능력이 떨어져 운전자 의 9%가 제동시간이 늘어났고, 24%는 앞 차와의 간격이 들쭉날쭉해졌으며, 19%는 정상 속도를 되찾기까지 더 많은 시간이 소요된 것으로 나타났다.

이런 결과는 음주 운전 결과와 비슷한 것으로 밝혀졌다.

구 분		정지거리(미터)		슬라럼코스		신호변경 코스	
		저속주행 (40km/h)	고속주행 (80km/h)	통과회수 (3회시험)	완주시간 (초)	준수회수	통과회수
정상주행		19.1	47.5	3	13.7	3	3
휴대폰	발신	45.2	58.4	0	16.9	0	0
	수신	29.0					
	통화	23.7					
핸즈프리	발신	36.7	51.9	1	14.9	1	1
	수신	24.4					
	통화	21.6					
BAC 0.05%		18.6	53.3	0	14.3	1	1
BAC 0.10%		24.3	55.5	0	16.8	0	0

주) Blood Alcohol Concentration : 혈중알코올 농도

2. 현 문제점

'1. 개발 배경의 뉴스와 영상'뿐 아니라 비롯하여 여러 가지 근거들이 운전 중 휴대전화 사용이 위험하다는 것을 뒷받침해주고 있다. 운전 중 휴대전화 사용이 사고발생률 99% 증가, 혈중 알코올 농도 0.1%의 음주운전과 같은 위험성, 잠깐의 사용으로도 30~60m를 눈감고 가는 것과 같은 효과를 가져온다는 것은 분명히 운전 중 휴대전화 사용을 하지 않아야 한다는 것의 뒷받침한다. 또한 운전 중 휴대전화 이용은 단속의 대상이다.

운전 중 휴대폰 사용, 어디까지 단속일까?

휴대전화를 손에 들고 전화를 걸거나, 받거나 등의 통화하는 행위 모두가 단속대상입니다. 쉽게 말해 운전을 하면서 휴대전화를 들고 있으면 단속대상이라고 보시면 됩니다.

현재 핸즈프리를 사용한 통화는 단속의 대상에 포함되지 않는다고 한다. 하지만 단속의 대상에 대해 자세히 보면

차량용 핸즈프리를 장착해도 단속되는가?

핸즈프리를 장착해도 전화번호를 일일이 눌러 전화를 걸면 법규 위반입니다. 다만 휴대 전화에 미리 전화번호를 입력시킨 뒤 전화를 걸때 한번만 눌러서 상대편과 연결되는 원터치 기능을 사용하면 괜찮습니다.

전화번호를 일일이 눌러 전화를 거는 것은 단속의 대상이며, 원터치로 전화를 거는 것은 비록 단속의 대상이 아니지만 안전상으로 몇 초간 핸드폰화면을 봄야 한다는 것은 마찬가지로 휴대전화사용의 위험을 가지고 있다.

마이크가 달린 이어폰을 휴대전화에 연결해 사용할 경우는 괜찮은가?

모두 괜찮은 것은 아닙니다. 마이크를 손에 잡고 통화하면서 운전하면 단속대상이 됩니다. 즉 전화때문에 운전에 지장이 있다고 판단되면 각종 기기 장착 여부 관계없이 단속대상이라고 보시면 됩니다.

또한 마이크가 달린 이어폰으로 통화를 한다고 하여도 이어폰 마이크를 손에 잡고 통화하면 단속의 대상이 된다.

단속 대상의 예외는 없는가?

자동차를 멈추고 전화를 걸면 괜찮습니다. 또 교통신호 때문에 대기 중이거나 차량 정체로 서 있을 때는 사용해도 됩니다. 범죄나 재해 신고 등을 위해 불가피하게 휴대전화를 사용한 경우도 괜찮습니다. 앰뷸런스, 소방차, 보도차량 등 긴급차량을 운전하면서 휴대전화를 사용하는 경우도 단속에서 제외됩니다.
적발된 경우 처벌은?

도로교통법 제 49조 1항 1호 : 운전자는 자동차 등의 운전 중에 휴대전화를 사용하지 아니할 것
동법시행령 제 29조 : 안전운전에 장해를 주지 아니하는 장치로서 대통령이 정하는 장치 등의 법률을 위반할 경우
승합차 7만원, 승용차 6만원, 오토바이 4만원의 법칙금을 내야 하며, 각각 별첨 15점

그리고 과학적인 실험결과로 증명되어 있고 위와 같은 내용으로 봤을 때 운전 중 핸즈프리를 사용하더라도 휴대전화사용은 위험하고 단속의 대상을 완전히 벗어난다는 것은 아니라는 것을 알 수 있다. 휴대전화사용으로 인한 안전사고 방지와 단속 때문에 운전 중 휴대전화 수신 및 여러 알람을 막을 필요가 있다.

3. 문제점 정리

- 운전자의 휴대전화에서 어플리케이션 알람(ex. 카톡, 메시지 등)
- 운전자에게 오는 전화
- 전화 발신자는 운전자가 운전 중인지 모르고 전화를 걸.
- 운전자가 운전 중일 때 가족이나 지인은 운전자가 어디 있는지 알 수 없음.

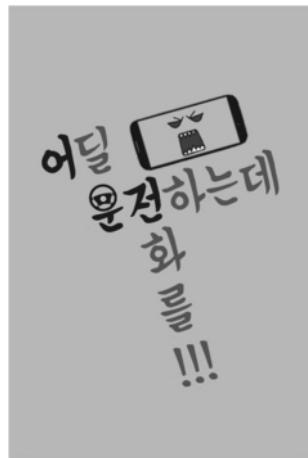
4. 해결

- 운전자의 휴대전화에서 어플리케이션 알람(ex. 카톡, 메시지 등)
 - > 어플리케이션 '어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)'을 실행하고 운전자 탭에서 안전운전모드 활성화시 어플리케이션이 휴대전화를 무음모드로 설정하기 때문에 알람을 인지할 수 없고 운전자로 하여금 운전을 마치고(멈추고 주차가 되고) 확인할 수 있도록 한다.
- 운전자에게 오는 전화
 - > 어플리케이션 '어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)'을 실행하고 운전자 탭에서 안전운전모드 활성화시 어플리케이션이 전화를 자동으로 끊고, 또한 발신자가 중요한 인물에 설정되지 않은 경우 '딩동'하고 효과음이 재생되고, 중요한 인물로 설정되어 있는 경우 '중요한 사람에게서 연락이 왔습니다'라는 음성이 재생된다.
- 전화 발신자는 운전자가 운전 중인지 모르고 전화를 걸.
 - > 어플리케이션 '어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)'을 실행하고 운전자 탭에서 안전운전모드 활성화시 어플리케이션이 전화를 자동으로 끊고, 발신자에게 설정한 문자(ex.[app]어운전 지금 운전중입니다. 잠시후에 연락드릴게요.)가 발송함으로써 상대방이 운전중임을 알 수 있다.
- 운전자가 운전 중 일 때 가족이나 지인은 운전자가 어디 있는지 알 수 없음.
 - > 어플리케이션 '어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)'을 실행하고 수신자 탭에서 자신(수신자)에게 위치를 공개하기 허락한 운전자를 선택하고 위치 요청을 하여 운전자의 목적지와 위치, 운전자 근처의 사고정보를 알 수 있다.

5. 실행화면

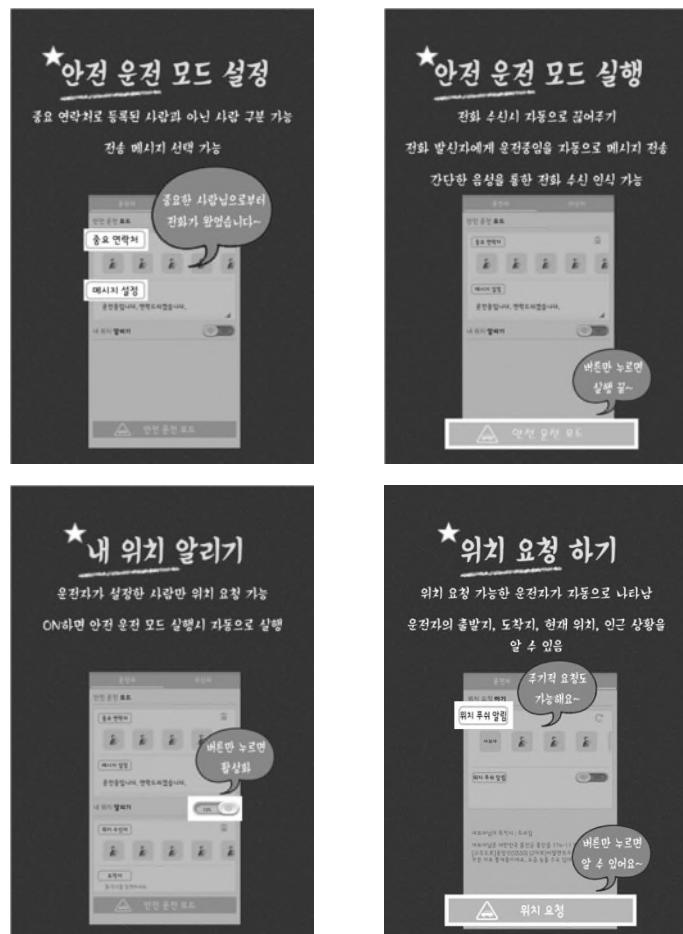
5.1 스플래쉬

도움말 화면을 넘어가기 전 3초정도 어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)로고를 띄운다.



5.2 도움말

어운전에 대한 도움말을 4장에 걸쳐 왼쪽으로 슬라이드 하면서 확인할 수 있다.



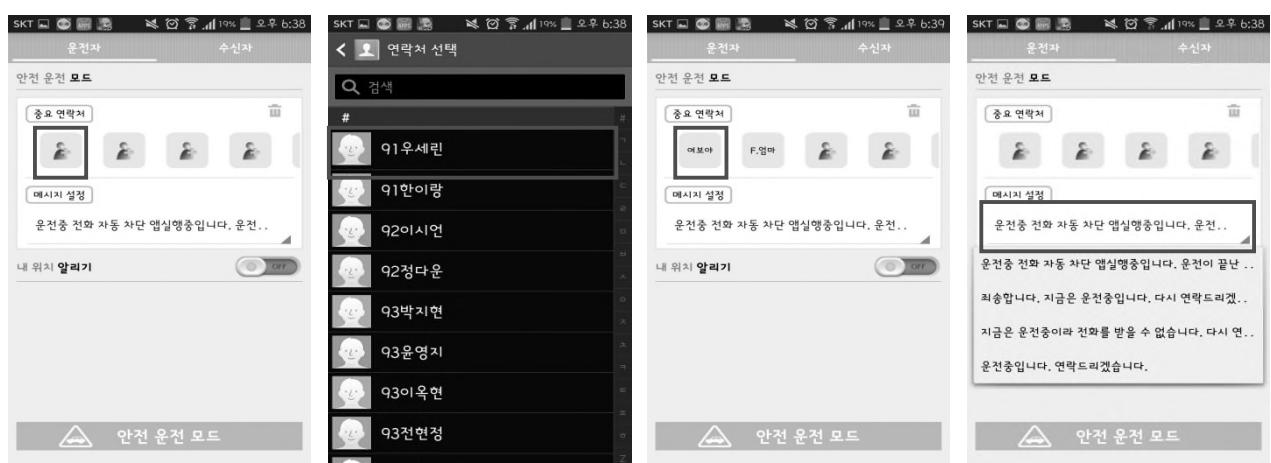
5.3 시작페이지

도움말페이지 4장이 끝나고 어운전 본 어플리케이션으로 넘어가는 화면, 시작하기 버튼을 누르면 운전자 화면으로 넘어갈 수 있다.



5.4 운전자화면

5.4.1. 중요인물박스, 중요인물을 지정할 수 있으며, 빈칸을 누르면 주소록이 뜨고 선택한 사람을 해당 칸에 저장한다.



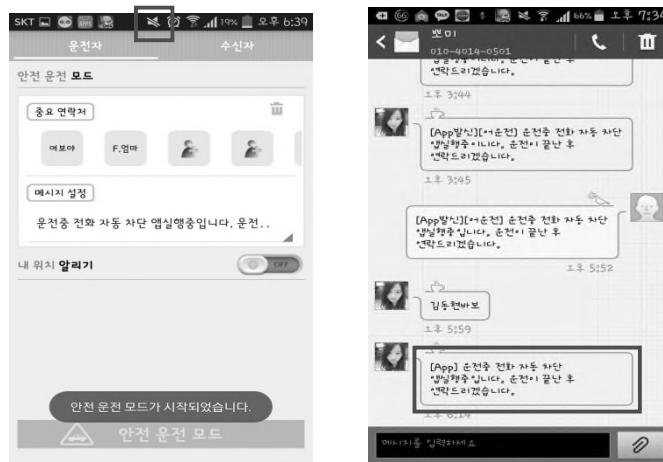
5.4.2. 중요인물박스 우측 상단에 휴지통 모양의 아이콘을 터치하면 삭제버튼이 활성화되고, x아이콘 터치를 통해 삭제할 수 있다.



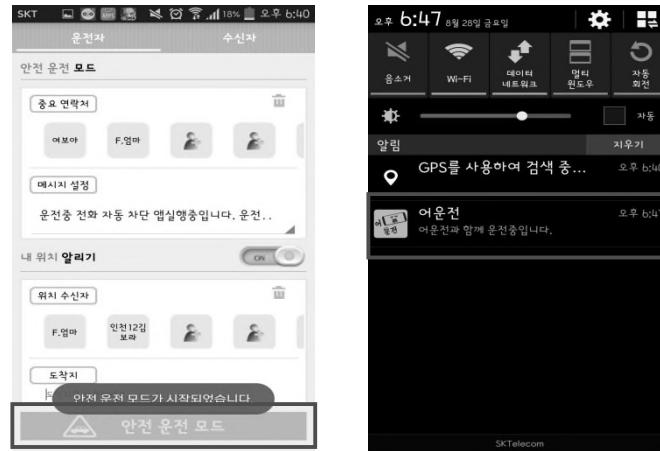
5.4.3. 화면 우중단에 off버튼을 누르면 on으로 바뀌면서 gps사용 여부를 묻고 사용 확인을 하면, 위치 알릴 사람 설정이 가능해진다. 위치 알릴 사람이 활성화되면 중요인물박스와 같은 방법으로 활성화와 초기화를 할 수 있다. 목적지를 입력하고 안전운전모드를 누르면 목적지가 서버로 전해지고 안전운전모드가 활성화된다.



5.4.4. 안전운전모드버튼을 누르면 휴대전화가 무음모드가 되면서 수신되는 전화가 바로 끊어지고 발신자에게 설정한 문자를 보낸다.



5.4.5. 위치 알림 설정을 on(gps on)으로 설정하고 안전운전모드를 실행하면 현재 위치가 서버에 주기적으로 저장된다.(3은 생략이 가능하나 생략할 시 수신자화면을 이용하는 사용자는 운전자의 위치를 알 수 없다.) 또한 안전운전 모드를 실행하고 백그라운드로 전환하면 notification이 뜨므로 안전 운전 모드가 실행되고 있음을 알 수 있다.



5.5 수신자화면

5.5.1. 수신자화면에 들어가면 자동으로 자신에게 위치 알림을 허락한 운전자의 목록이 뜬다. 이는 우측 상단의 새로고침 버튼으로 다시 받아올 수도 있다. 수신자화면에서 운전자를 선택하고 위치요청을 누르면 운전자의 현재위치와 목적지와 근처정보를 알 수 있다. 또한 위치 푸쉬 알림을 on으로 설정하면 설정한 간격으로 푸쉬로도 운전자의 정보를 알 수 있다.



(+수신자 기능 추가)

5.5.2. 운전자의 위치요청을 클릭하면 주변 상황을 확인할 수 있는 버튼이 뜬다. 버튼을 클릭하면 현재 선택한 운전자의 현재 위치가 표시되고 주변의 정체정보를 한눈에 확인할 수 있다.



다음 캡처본의 흐름은 운전자의 현재 위치 변화와 주변 정체 상황을 5분 주기로 보여주고 있다.



5.5.3. 운전자 주변 5km이내에 사고, 공사, 돌발 상황 등이 존재하면 텍스트로 표시될 뿐 아니라 주변 상황 버튼 클릭 시 지도에 아이콘으로 표시된다.



(+운전자 기능 추가)

5.4.6. 운전자가 위치 수신자를 설정한 뒤 안전 운전 모드를 시작하면 위치 수신자에게 운전자의 운전 시작 알림과 위치 수신이 가능함을 알리고, 운전자의 출발지와 도착지가 문자로 자동으로 보내진다.

운전자가 안전 운전 모드를 종료하면 위치 수신자에게 운전 종료와 위치 수신이 불가능함을 알린다.



6. 사용자 시나리오

6.1. 남편과 아내

운전자(남편) – 회사원이자 한 아이의 아빠인 A씨는 운전 중 휴대전화 사용을 줄이기 위해 “어딜 운전하는데 전화를!!! (어운전)” 어플리케이션을 play store에서 받았다. 처음에 들어가니 친절하게 도움말이 떴다. 사용하기 쉬운 것 같다. 도움말을 다 읽고 “시작하기” 버튼을 통해 본 화면으로 들어갔다. 운전자 탭에는 안전 운전 모드와 내 위치 알리기 메뉴가 있었다. 중요한 사람에 거래처 사장님을 추가하고, 보낼 메시지 내용도 선택했다. 아내는 퇴근할 때쯤 되면 항상 어디냐고 전화를 하므로, 아내에게는 위치를 알려주기 위해 내 위치 알리기 ON을 하니 GPS를 설정하라 해서 설정하고, 위치 수신자에 아내를 추가했다. 마지막으로 도착지를 “집”으로 입력한 뒤 “안전 운전 모드” 버튼을 눌러서 실행했다. 이제 운전을 하는데 폰에서 “띵동” 소리가 났다. 거래처 사장님은 아니니 무시하고 계속 운전에 집중했다. 또 “띵동” 소리가 났다. 이번에도 계속 운전에 집중했다. 다음에는 폰에서 “중요한 사람님으로부터 전화가 왔었습니다.”라는 알림 음이 흘러나왔다. A씨는 갓길에 차를 세우고 확인을 해보니 거래처 사장님이라 얼른 전화를 걸었다. 거래처 사장님 전화 전에 왔던 전화는 스팸 전화와 아내가 걸었던 전화였다. 이렇게 구별을 할 수 있다니 참 편리한 것 같다.

수신자(아내) – 아내인 B씨는 저녁 준비를 하며 남편 A씨를 기다리고 있었다. 남편이 언제 올지 궁금해서 전화를 해보니, 바로 끊기고 “[App] 운전 중 전화 자동 차단 어플리케이션 실행 중입니다. 운전이 끝난 후 연락 드리겠습니다.”라는 문자가 바로 왔다. 아내는 “어딜 운전하는데 전화를!!! (어운전)” 어플리케이션을 실행하여 수신자 탭으로 들어가니, 위치 발신자에 남편이 있었다. 아내는 남편을 클릭하여 “위치 요청” 버튼을 클릭하니, 남편 A씨의 현재 위치와 도착지, 주변 사고 정보가 나타났다. 현재 A씨 근처에 사고가 있어서 조금 늦을 것 같다고 되어있었다. 위치 푸쉬 알림을 설정하는 것도 있어서 5분 단위로 설정을 해놓으니, 5분 단위로 남편의 위치가 Notification으로 왔다. 남편이 거의 근처에 왔음을 알게 된 아내 B씨는 생선을 구웠고, 남편 A씨가 도착하자마자 따뜻하고 맛 있는 밥을 줄 수 있었다.

6.2. 펜션 주인과 손님들

운전자(손님들) – 운전자인 B, C, D씨는 워크샵으로 펜션에 닭백숙을 부탁해두었다. 운전 중 통화를 하는 것도 위험하고, 매번 어디냐고 물어보는 전화도 귀찮았기에 위치 수신자에 펜션 주인을 설정해둔 뒤 “안전 운전 모드”를 실행하고 운전을 시작했다. 중간에 “띵동” 알림음이 몇 번 왔지만 무시하고 운전했다. 펜션에 도착해서 확인해보니 다 스팸 전화였다. 역시 무시하기 잘한 것 같다. 또한, 방으로 들어가니 닭백숙이 바로 제공이 되어 기다리지 않고 맛있게 먹을 수 있었다. B, C, D씨는 이제 펜션 주인을 위치 수신자에서 삭제했다.

수신자(펜션 주인) – 펜션 주인인 A씨는 워크샵으로 방문하는 손님들(B, C, D)의 닭백숙을 끓이기 위해 어디쯤 왔는지 전화할 필요가 없다. 왜냐하면 “어딜 운전하는데 전화를!!!” 어플리케이션을 사용하면 되기 때문이다. 손

님들이 자신을 위치 수신자로 설정해놨기 때문에 수신자 탭에 들어가 B, C, D 중 알고 싶은 손님을 클릭해 위치 요청을 하면 되기 때문이다. B손님은 아직 먼 곳에 있었기에 위치 푸쉬를 10분 단위로 설정해놨고, C손님과 D손님은 근처에 있었으므로 주인인 A씨는 C손님과 D손님의 닭백숙을 끓이기 시작했다. C손님과 D손님이 오자마자 닭백숙을 제공했고, 푸쉬를 보니 이제 B손님도 거의 다 와서 닭백숙을 끓여 오자마자 제공했다.

6.3 엄마와 딸

운전자(엄마) - 엄마는 딸이 시험기간이라 학원이 늦게 끝나므로 끝나는 시간에 맞춰 학원으로 출발하기로 한다. 딸에게 엄마가 거의 근처에 왔을 때 학원에서 나오라고 신신당부했다. 출발 전 위치수신자에 딸을 설정해놓고 "안전 운전 모드" 버튼을 눌러 활성화 시키고 출발했다. 도착해서 딸이 차에 타고, 언제 나왔냐고 물어보니 앱으로 엄마 위치를 확인하고 나온지 얼마 안됐다고 한다. 밖에서 기다리면 불안했는데 안심이 되었다.

수신자(딸) - 딸은 늦은 밤 학원 마지막 교시 수업을 듣고 있던 중 엄마가 데리러 학원에 온다는 카톡을 받았다. 엄마는 끝나는 시간에 맞춰 학원으로 출발하기로 한다. 하나는 학원이 끝나고 "어딜 운전하는데 전화를!!!" 어플리케이션을 실행하여 수신자 탭으로 들어가 엄마를 클릭하여 위치 요청을 했다. 아직 엄마가 도착하지 않았음을 안 딸은 학원 안에서 엄마를 기다렸다. 기다리다 다시 요청을 해보니 엄마가 근처에 있어서 나왔다. 학원에서 나와 얼마 지나지 않아 엄마가 도착하였고 딸은 바로 타고 집으로 향했다.

7. 드릴 말씀

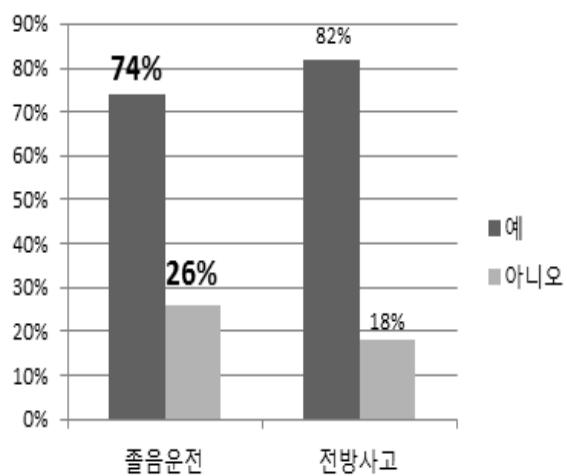
지난해 운전 중 휴대전화 사용으로 발생한 교통사고 건수는 259건으로 2010년 167건과 비교해 55.1%(92건)이나 늘었습니다. 운전 중 휴대전화 사용으로 인한 교통사고 사망자는 2010년 3명에서 2014년 4명으로, 부상자는 281명에서 460명으로 각각 증가했습니다. 이는 안전불감증이 점점 더 심해지고 있다는 것을 의미합니다.

우리 뽀동뽀동 팀은 심각한 현재 상황에서 나 정도 운전실력이라면.. 하면서 자신감에 찬 운전자들에게 버럭 하고 혼내는 심정으로 이 어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)을 개발하였습니다.

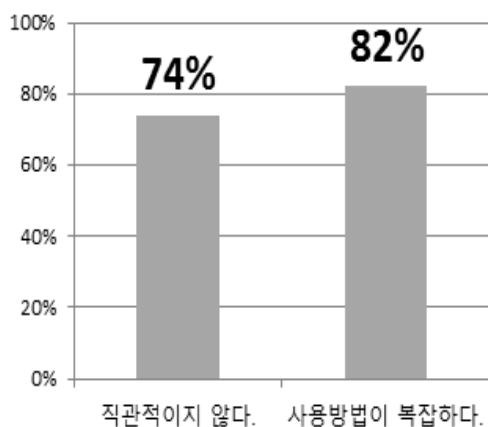
어운전(어딜 운전하는데 전화를!!!)이라는 어플리케이션이 소중한 사람이 많은 운전자를 위해, 운전자를 생각하는 소중한 가족을 위해, 전화 한 통으로 많은 사람들을 불행으로 내몰리지 않는 그런 세상이 되는 데에 이바지하였으면 좋겠습니다. 감사합니다.

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

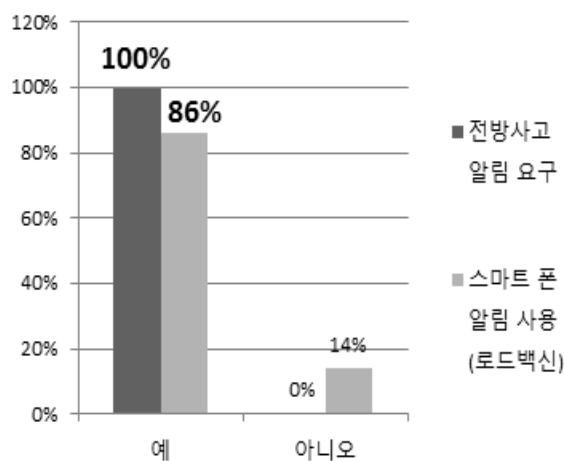
제 목	안전모 팀의 “로드백신”					
참가자	1	성명	김 지 민	소속	세 종 대 학 교	
	2	성명	이 재 익	소속	세 종 대 학 교	
	3	성명	김 남 이	소속	세 종 대 학 교	
	4	성명	박 준 규	소속	세 종 대 학 교	
주작성자	성명	박준규	이메일	junk3843@naver.com	연락처	010-4242-3843
내용 요약						
<h3>1. 개발 배경 및 목적</h3> <p>한국도로공사의 ‘최근 5년간 고속도로 교통사고 현황’ 자료에 따르면 고속도로 사망사고의 가장 큰 발생원인은 졸음운전과 주시 태만으로 전체 고속도로 사망사고의 약 60%를 차지하였습니다. 또한, 지난 7월 20일에 방송된 MBC 뉴스에 의하면 고속도로의 2차 사고 사망률은 60%로 전체 치사율의 5배에 달하는 만큼 중요한 이슈 중 하나입니다. 공식적인 자료와 더불어, 저희 팀이 시행한 설문조사결과 졸음운전과 전방사고로 인한 위협을 아래 <차트1>과 같이 각각 74%, 82%의 운전자가 경험하였습니다. 그리고 졸음운전, 2차 사고와 함께 문자메시지, 전화, DMB, 인터넷 기사 등 사람들이 주로 스마트 폰에서 이용하는 콘텐츠들은 운전 도중에 이용하게 될 때 운전자의 전방 주시를 방해하기 때문에 고속도로 교통사고에 큰 영향을 줍니다.</p> <p>따라서 저희 팀은 시중에 나와 있는 졸음방지 아이템 및 2차 사고 방지를 위한 실시간 고속도로 돌발 상황을 알려주는 애플리케이션에 대해 조사를 해보았습니다.</p> <p>먼저, 졸음방지 아이템의 경우 전부 운전자가 졸기 시작하면 이를 감지해 깨워주는 방식이었습니다. 1초만 졸아도 큰 사고로 이어지는 고속도로에서 이러한 아이템은 결코 졸음운전을 예방하지 못한다고 판단했습니다.</p> <p>그리고, 2차 사고를 방지하기 위한 실시간 고속도로의 돌발 상황을 알려주는 애플리케이션의 경우 시중에 많이 존재하지만 안드로이드 play 스토어의 사용자 리뷰와 인터넷 블로그 후기를 통해 사용하기 불편하다는 의견을 많이 보았습니다. 그래서 이 또한 설문조사를 통하여 의견을 수렴해보았습니다. 설문결과 <차트2>과 같이 대부분의 운전자는 애플리케이션의 사용방법이 어렵고 내용을 알려줄 때 직관적이지 않아서 도움이 되지 않는다고 답하였습니다. 하지만 아래 <차트3>에서 여전히 운전자들은 스마트 폰을 통해 전방 돌발 상황에 대한 알림을 받고 싶어 했으며 특히 설문대상 모두가 전방의 돌발 상황에 대해 인지를 원한다고 하였습니다.</p> <p>따라서 우리 안전모 팀은 졸음운전과 2차 사고를 예방할 수 있는 방향으로 운전자의 요구를 반영하여 애플리케이션의 기능을 기획하였습니다. 졸음운전 예방의 경우 운전자가 졸고 난 후 깨우는 방식이 아닌 사전에 졸지 않게 하도록 설계 하였고, 2차 사고 방지의 경우 실시간으로 필요한 정보만을 한눈에 알아보기 쉽게 직관적으로 제공하도록 하기로 하였습니다. 이와 함께, 스마트 폰과 연관되는 주시 태만이 문제를 고려하여 운전 중에는 최대한 운전을 방해하지 않도록 스마트 폰을 직접 만지지 않아도 저희 애플리케이션이 모든 기능을 사용할 수 있도록 디자인 및 설계하였습니다.</p>						



<차트1> 주행 중 위험 [설문조사]



<차트2> 사용자가 느낀 기존의 애플리케이션 문제점 [설문조사]



<차트3> 운전자 요구사항 [설문조사]

2. 사용 데이터

가. 고속도로 안전주행 정보 – 안전주행지원 콘텐츠 유형

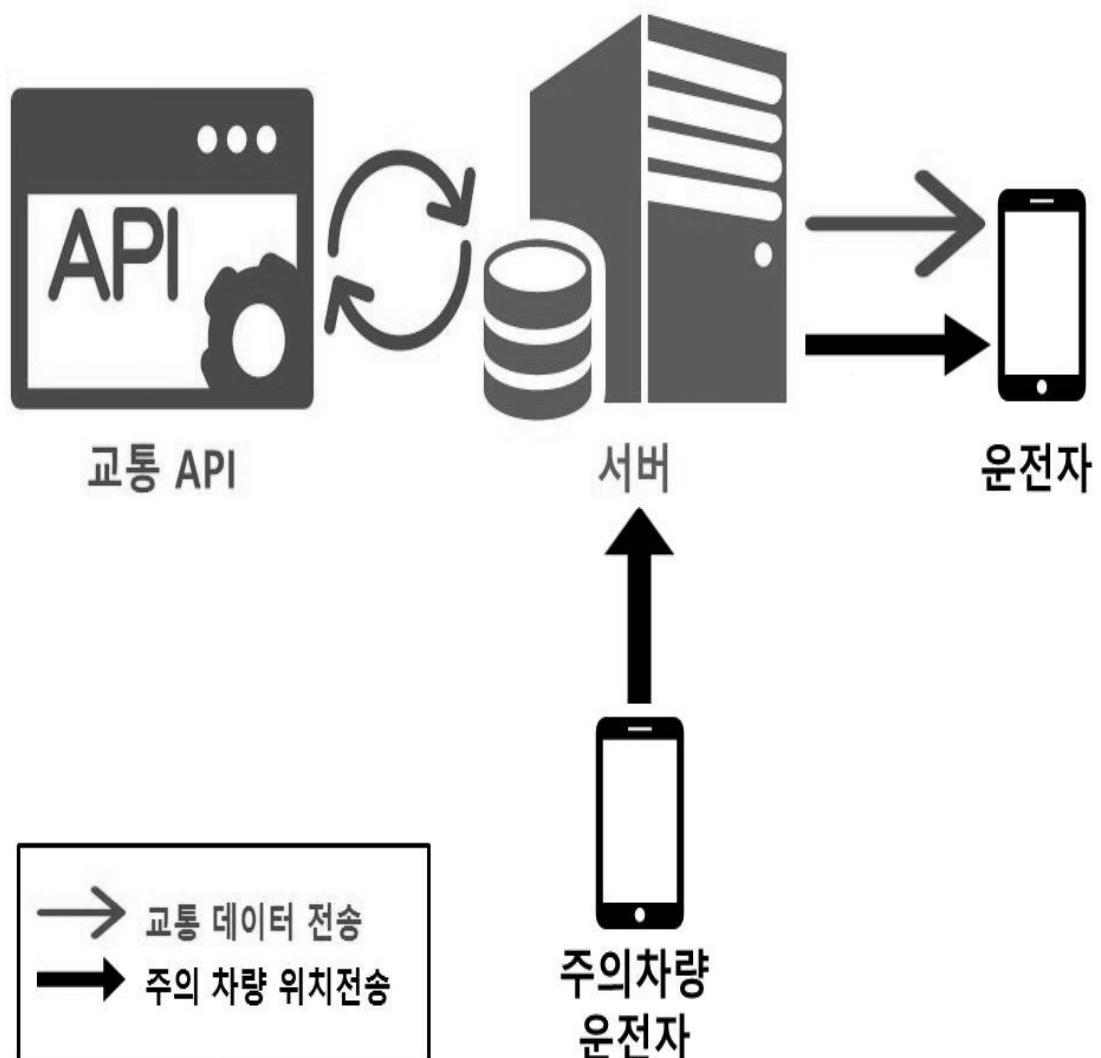
고속도로 공공데이터 OPEN API 제공목록 중 하나로써, 안전주행지원 콘텐츠 유형을 조회하는 API입니다. 2차 사고 및 안전사고 예방을 위하여 해당 데이터에서 콘텐츠유형코드가 '00'인 사고, '03'인 공사의 실시간 정보를 받아서 안전주행지원 콘텐츠 유형, 제공문안, 이벤트 ID, 이벤트 시작위치(위도, 경도), 차량진행방향과 같은 필요한 정보들로만 가공하여 본 애플리케이션에서 활용하였습니다.

나. CCTV 영상(국가교통정보센터 교통정보 OPEN API)

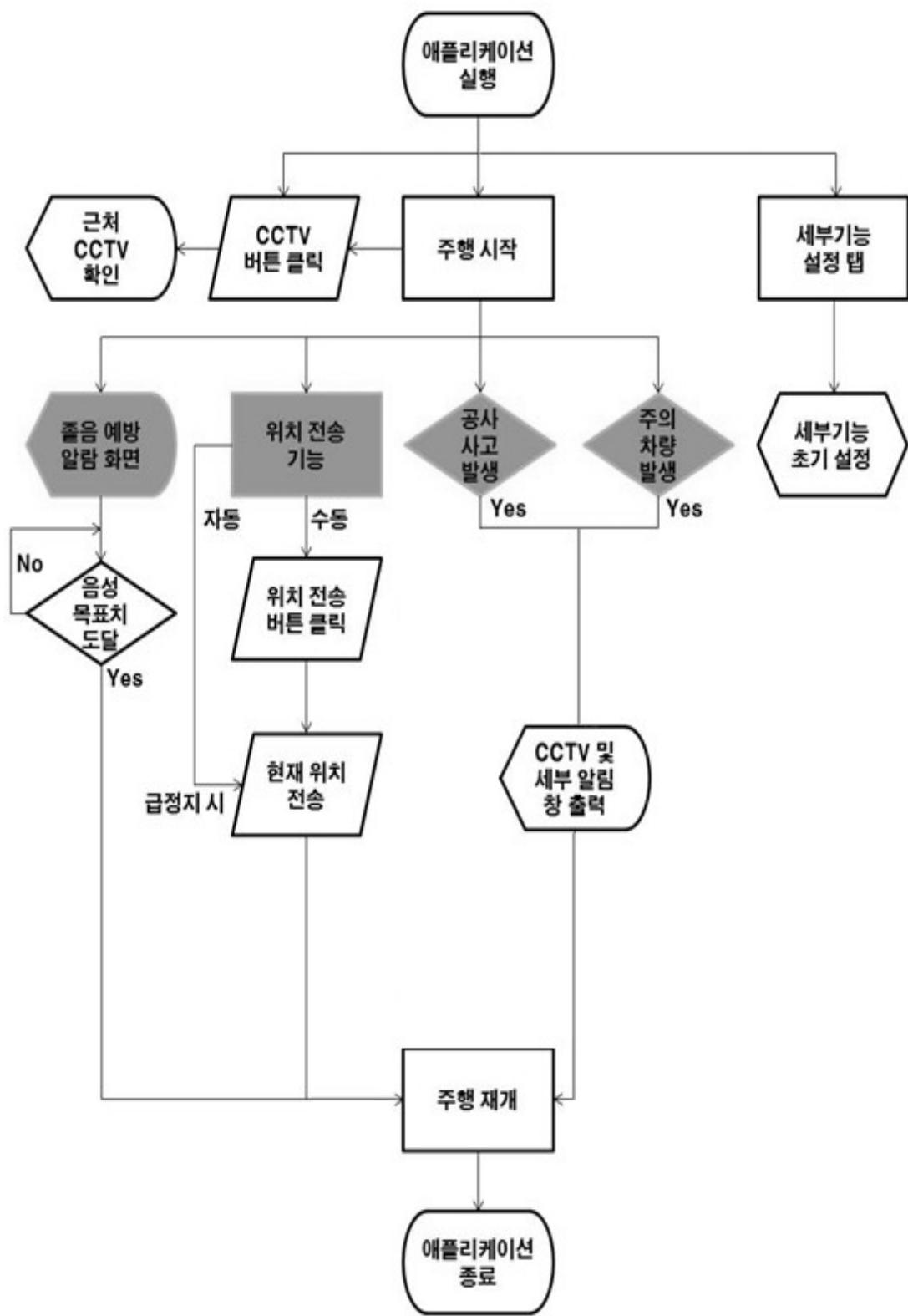
국가교통정보센터 교통정보 OPEN API의 제공 정보 중 하나이며, 위치기반 CCTV 정보를 제공합니다. 운전 중에 사고 정보, 공사 정보, 주의 차량 푸시 알림이 뜰 때, 해당 푸시 알림의 근원지 가장 근방의 CCTV 영상을 운전자에게 보여줄 수 있습니다.

3. 프로젝트 설계

가. 정보 전달 체계도



나. 애플리케이션 전체 순서도



4. 기능 요약

가. 사고 및 공사 정보 푸시 알림

데이터 서버에서는 실시간 고속도로 사고, 공사 상황 정보를 본 애플리케이션으로 보내고, 애플리케이션에서는 운전자의 GPS 정보를 받은 사건의 GPS 정보와 비교합니다. 만약 운전자가 해당 사건의 일정 거리(2~8km) 내에 있다면 운전자의 스마트 기기는 푸시 알림을 받습니다. 이때 운전자는 사고지점과 가장 가까운 CCTV 화면과 함께 음성으로 사건 정보를 제공 받습니다.

나. 위치 전송 기능

1) 자동 전송 기능

급정지 알고리즘을 통하여 운전 중인 차량이 급정지하면 주의 차량으로 간주하여 자동으로 현재 GPS 정보를 해당 애플리케이션을 사용 중인 다른 운전자들에게 전송합니다. 이를 통해, 주의 차량의 위치를 후방의 차량은 사고접수가 되기 전 미리 알림을 받을 수 있습니다.

2) 수동 전송 기능

운전자 본인이 위험한 상황에 놓여있다고 생각하는 경우, 직접 위치 전송 버튼을 눌러서 해당 애플리케이션을 사용 중인 다른 운전자들에게 자신의 현재 GPS 정보를 전송함으로써 2차 사고를 사전에 예방할 수 있습니다.

다. 주의 차량 푸시 알림

먼저 위치 전송 기능을 통해 전송된 주의 차량 GPS 정보를 받습니다. 그 후, 자신의 위치가 주의 차량과 일정 거리(1~4km) 이내이고 접근 중인 상태일 때, 주의 푸시 알림을 받습니다. 이때 운전자는 주의 차량 발생 지점과 가장 가까운 CCTV 화면과 함께 음성으로 사건 정보를 제공 받습니다.

라. 졸음 예방 기능

운전 도중 졸음을 예방하기 위해 일정 기간(30~90분)마다 한국도로공사의 현수막 엔트를 인용하여 알람 창을 음성으로 띄어줍니다. 이렇게 하여 운전자들에게 졸았을 때 알림을 주는 것이 아닌 평상시 주행 중 졸음운전에 대한 경각심을 심어줌으로써 운전자의 졸음을 사전에 차단해 버립니다. 해당 알림은 육성으로 일정 수치 이상으로 소리를 내지 않으면 깨지지 않습니다.

마. 근방 CCTV 확인 기능

메인 화면의 CCTV 아이콘을 누르면 운전자의 현재 위치에서 가장 가까운 위치의 CCTV 영상을 CCTV까지의 거리와 함께 확인할 수 있습니다. 또한, 가장 가까운 위치의 CCTV 뿐만 아니라 공사/사고 상황과 정체현상 등 전방에 대한 시각적 알림을 원할 때 좌/우 버튼을 누름으로써 이전/이후 CCTV를 통해 확인 가능합니다.

바. 특정 기능 세부 설정 탭

기능설정 탭에서 애플리케이션의 기능(공사사고 알림, 주의 차량 알림, 졸음예방, 위치전송, CCTV 자동 확인)의 활성화/비활성화를 선택할 수 있게 하여 운전자가 원하는 기능만 사용할 수 있도록 개별화하였습니다. 일부 기능(공사사고 알림, 주의 차량 알림, 졸음예방)의 경우 활성화 선택뿐만 아니라 세부 옵션을 추가 설정이 가능합니다.

5. 애플리케이션 구성

가. 애플리케이션 실행 시

스크린샷	로팅화면	ROAD VACCINE 설정화면	ROAD VACCINE 메인 탭
요약	애플리케이션 시작 시 로딩	도움말 창(다시보기 가능)	주행을 시작할 수 있는 메인 탭

나. 기능 설정 탭(프로세스)

스크린샷	기능설정 탭
요약	기능별 세부 사항 설정 가능

다. 주행 시작 및 종료

스크린샷		
요약	DRIVE 버튼을 누르면 주행 시작	DRIVE 버튼을 다시 누르면 주행 종료

*알림 창 아이콘

아이콘					
의미	사고	공사	주의 차량	근처 CCTV	졸음 알림

라. 공사 사고 푸시 알림(주행 중)

/ 마. 주의 차량 알림(주행 중)

스크린샷		
요약	사건 알림 시 사고 지점까지의 거리와 근처 CCTV 화면 출력	주의 차량까지의 거리와 근처 CCTV 화면 출력

바. 졸음 예방 알림(프로세스)

<p>요약</p> <p>정해진 반복시간마다 한국도로공사 졸음예방 현수막을 인용한 알람 창 등장</p>	<p>목표 소리 크기를 넘으면 알람 창 소멸</p>

사. 근처 CCTV 영상 확인 및 위치 전송(메인 탭)

<p>요약</p> <p>주행 중, 혹은 정지 시에 CCTV 버튼을 클릭하면 현재 위치에서 가장 가까운 CCTV 영상을 거리와 함께 확인 가능. 주행 중, 혹은 정지 시에 위치 전송 버튼을 클릭하면 현재 위치가 주의 차량 위치로 전송.</p>	

아. 애플리케이션 및 팀 설명 창

<p>스크린샷</p> <p>Copyright © 2015 SafetyHelmet All Right Reserved</p>	<p>ROAD VACCINE</p> <p>MAIN PAGE INSTRUCTION</p> <p>팀 소개</p> <p>세종대학교 컴퓨터국학부 학생들로 이뤄진 안전모 팀입니다. 제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전에 참가하여 고속도로에서 차운 차에 안전 백신을 부여하는 의미로 프로젝트를 시작하게 되었고, 그 결과 로드백신이라는 애플리케이션을 제작하게 되었습니다.</p> <p>세종대학교 학술동아리 En#</p> <p>Contact us E-mail: jiminb407@naver.com All Right Reserved</p>	<p>ROAD VACCINE</p> <p>개발자 정보</p> <p>Copyright © 2015 SafetyHelmet All Right Reserved</p>															
<p>스크린샷</p> <p>내 위치 자동알림 내 위치 수동알림</p> <p>사용자가 고속도로 최저속도인 50km/h 이상으로 주행 중 급정지하여 5초 동안 움직임이 없나면 사고로 간주하여 후방차량에게 자동으로 알림.</p> <p>사용자가 고속도로 주행 중 길질정차, 기버운 사고 또는, 정차에 있는 나의 위치를 알려주고자 할 때 메인 메뉴의 버튼을 눌러 후방차량에게 수동 알림.</p> <p>Copyright © 2015 SafetyHelmet All Right Reserved</p>	<p>ROAD VACCINE</p> <p>MAIN PAGE INSTRUCTION</p> <p>기능 및 사용방법</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 줄음 방지 기능 ● 2차 사고 예방 기능 ● 백그라운드 서비스(내비게이션과 함께 사용가능) ● 기능설정 창을 통해 원하는 서비스만 받음. <p>내 위치 자동알림</p> <p>사용자가 고속도로 주행 중 길질정차, 기버운 사고 또는, 정차에 있는 나의 위치를 알려주고자 할 때 메인 메뉴의 버튼을 눌러 후방차량에게 수동 알림.</p> <p>Copyright © 2015 SafetyHelmet All Right Reserved</p>	<p>ROAD VACCINE</p> <p>MAIN PAGE INSTRUCTION</p> <p>기능설정 설명</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>공사사고</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>직접 설정한 거리 내의 공사와 사고정보 받기</td> </tr> <tr> <td>주의차량</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>설정한 거리 내의 사고의심, 갓길정차 차량 정보 받기</td> </tr> <tr> <td>줄음예방</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>설정한 시간마다 목표크기를 넘어야 종료되는 줄음예방 목표설정</td> </tr> <tr> <td>번복설정</td> <td>30min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>목표설정</td> <td>230</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Copyright © 2015 SafetyHelmet All Right Reserved</p>	공사사고	<input checked="" type="checkbox"/>	직접 설정한 거리 내의 공사와 사고정보 받기	주의차량	<input checked="" type="checkbox"/>	설정한 거리 내의 사고의심, 갓길정차 차량 정보 받기	줄음예방	<input checked="" type="checkbox"/>	설정한 시간마다 목표크기를 넘어야 종료되는 줄음예방 목표설정	번복설정	30min		목표설정	230	
공사사고	<input checked="" type="checkbox"/>	직접 설정한 거리 내의 공사와 사고정보 받기															
주의차량	<input checked="" type="checkbox"/>	설정한 거리 내의 사고의심, 갓길정차 차량 정보 받기															
줄음예방	<input checked="" type="checkbox"/>	설정한 시간마다 목표크기를 넘어야 종료되는 줄음예방 목표설정															
번복설정	30min																
목표설정	230																

6. 프로젝트 기대효과 및 활용방안

가. 기대효과

- 1) 사고 및 공사 정보 푸시 알림 기능으로 2차 사고 예방과 운전자에게 공사구간에 대해 주의를 시킬 수 있습니다.
- 2) 주행 시작 버튼을 누른 후에는 애플리케이션을 손으로 조작할 필요가 거의 없고, 알림 또한 음성으로 지원하기 때문에 운전 중인 손과 시선을 방해받지 않습니다.
- 3) 운전자에게 많은 정보를 제공하지 않고 필요한 정보만 전달하기 때문에 운전 중인 운전자가 상황의 핵심을 빠르게 판단할 수 있습니다.

나. 활용방안

- 1) 본 애플리케이션은 백그라운드 형태로 실행되기 때문에 네비게이션 애플리케이션과 동시에 사용할 수 있습니다. 하지만 네비게이션을 사용하지 않지만 실시간 돌발 상황에 대한 정보를 받고 싶어하는 운전자를 위해 평소에 스마트 폰을 꺼둔 상태에서도 전방의 돌발 상황이 발생한 경우 락 화면을 해제하여 필요한 정보를 실시간으로 제공해줍니다.

2) 애플리케이션을 설치한 운전자 수가 많아지면 수동 알림 버튼을 통한 위치 전송 기능이 활성화되어 후방 차량에게 조금 더 빠른 돌발 상황 정보를 제공할 수 있습니다.

다. 발전계획

1) 애플리케이션을 통한 사전 알림의 좁은 틀에서 벗어나 시계나 팔찌 같은 웨어러블 디바이스와 결합하여 졸음방지 기능을 자이로센서 및 진동센서를 이용하여 다양한 방법으로 강화시킬 수 있습니다.

2) 전국에 있는 모든 소방차와 구급차에는 안드로이드 단말기가 설치되어 있어, 소방본부에서는 소방차나 구급차의 위치를 알 수가 있습니다. 따라서 위치정보를 OPEN API 형식으로 제공해준다면 주행 중, 후방에 소방차와 구급차의 위치가 가까워졌을 때, 미리 알고 길을 터줄 수 있어서 요즘 성행 중인 '소방차 길 터주기 운동'에도 일조할 수 있습니다. 하지만 소방본부에 문의한 결과 위치정보를 일반인에게는 제공해줄 수 없다 하여 차후에 한국도로공사와 소방본부 간의 계약이 성사되면 기능을 업데이트할 수 있습니다.

3) 사고 상황을 판별할 수 있는 저희 팀의 알고리즘을 통해 애플리케이션 사용자 간의 위치 정보 공유에서 확장하여 한국도로공사의 실시간 사고 데이터로도 활용될 수 있도록 알고리즘을 강화할 예정입니다.

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	불꽃신호기를 아시나요?					
참가자	1	성명	박성호	소속	APPOLOGY	
	2	성명	김원우	소속	APPOLOGY	
	3	성명	진실로	소속	APPOLOGY	
	4	성명		소속		
	5	성명		소속		
주작성자	성명	박성호	이메일	serious2015@naver.com	연락처	010-3663-2444
내용 요약						
<h3>1. 동기</h3> <p>일반사고에 비해 치사율이 높은 2차 사고의 위험성을 인지하게 되었고, 이를 예방할 수 있는 방법들에 무엇이 있는지 조사하게 되면서 불꽃신호기의 존재를 알게 되었다. 이 때, 불꽃신호기의 유통에 있어서 법적인 문제가 있었다는 점을 알게 되었다.</p>						
<p>불꽃신호기는 도로교통법(규칙 제40조)상 설치 의무품목 중 하나이다. 하지만 총포·도검·화약류 등 단속법(법률 제2조 및 제21조) 규제로 그 동안 실제 합법적인 유통 및 판매가 이뤄지지 않았다. -> 2015년 2월1일부터 일반인들도 휴게소에서 구입 및 수자가 가능해짐.</p>						
<p>법이 개정되면서 2015년 2월 1일이 되어서야 일반인들도 불꽃신호기를 구입할 수 있었지만 그럼에도 불꽃신호기의 인식은 25% 미만으로 굉장히 낮았다.</p>						
A donut chart with a dark grey outer ring and a white inner circle. The percentage '23.6%' is displayed in the center of the white circle. <p>- 4명중 3명, 불꽃신호기가 뭔가요? (한국도로공사 설문)</p>						
<p>불꽃신호기의 낮은 인식은 도로교통법 위반으로 직결될 수 있는 문제를 갖고 있다.</p>						
<p>설치 의무규정(도로교통법 시행규칙)</p> <ul style="list-style-type: none">- 제40조(고장자동차의 표지) 밤에는 고장자동차 표지와 함께 적색섬광 또는 불꽃신호를 설치하여야 한다.						
<p>따라서, 불꽃신호기의 인식을 높이기 위한 정보디자인을 만들어보자는 마음으로 시작하게 되었다.</p>						

2. 콘셉트

운전자 10명 중에 8명꼴로 불꽃 신호기가 무엇인지 잘 모르기 때문에 막상 설치되어 있는 것을 보고도 그 의미를 모를 수 있다는 점이 가장 시급한 문제로 생각되었다. 그래서 불꽃 신호기가 설치되어 있는 장면을 1인칭 운전자 시점으로 표현하였다.

또한 이 작품을 볼 운전자들의 흥미를 끌기위하여 앞으로 찾아올 미래지향적인 관점에 맞춰서 HUD(Head-Up Display)와 비슷한 콘셉트로 잡았다. 이는 영화 마이너리티리포트에서와 같이 유리나 창문 등을 모니터로 삼아 필요한 정보를 표시해준다는 콘셉트로 불꽃신호기가 등장하는 상황에 불꽃신호기가 무엇이고 또 어떻게 쓰이는지 데이터로 표현하였다.

특히, 불꽃신호기는 야간운전 시 사고가 났을 때 의무 설치 품목이므로 배경은 밤으로 설정하였다.

3. 데이터 활용

고속도로 이용객 523명 대상 설문조사(2014) - 불꽃신호기 인지도

최근 5년간 고속도로 2차사고 현황 (2008~2012 한국도로공사)

- 일반사고보다 2차사고의 치사율이 높음

구분	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	계
일반사고	사고(건)	2,363	2,299	2,274	2,562	2,525
	사망(명)	329	324	295	218	293
	치사율	13.9%	14.1%	13.0%	8.5%	11.6%
2차사고	사고(건)	86	75	94	78	75
	사망(명)	41	50	58	47	50
	치사율	47.7%	66.7%	61.7%	60.3%	66.7%

시간대별 2차사고율 (2011~2013 국토부)

- 2차 사고로 인한 사망자의 약 70%는 야간에 발생

불꽃신호기 를 아시나요?

불꽃신호기란 불꽃을 내며 타는 신호형 화염 장치로 고속도로사고가 발생했을 때 후속 차량에 전방의 위험 상황을 알려주는 기구입니다.

! 2차 사고의 위험성



일반사고 vs 2차사고 사망률 시간대별 2차사고 발생



일반사고 사망률의 6배↑
2차사고 사망자 중 아간 사망자 약 70%

'4명중 3명, 불꽃신호기 몰라..'



고속도로 이용객 523명 대상 설문조사(2014)

사람들은 왜 잘 모를까?



도로교통법 시행규칙 제40조상
설치 의무 품목중 하나

위 두 법규의 충돌로 그동안 실체 학법적인 유동 및 판례가 이뤄지지 않았습니다.
이에 경찰청은 불꽃신호기의 위험성 검증실험을 거쳐 규제를 연획하였습니다.

불꽃신호기 판매 시작

어디서 판매하나?
가격대는?



개당 7000원
(20분 연소기능)

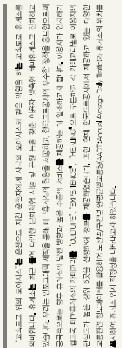
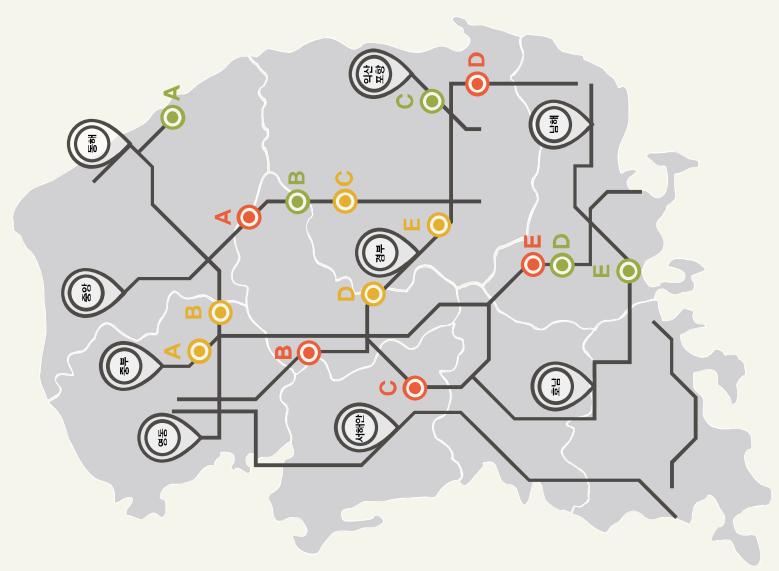
전국 170여 곳
고속도로 휴게소 하이소

2차사고 사망자 중 아간 사망자 약 70%

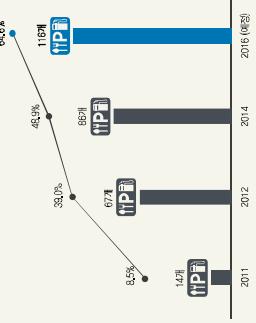
제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	고속도로위의 오아시스				
참가자	1	성명	이인규	소속	아주대학교 교통시스템공학과
	2	성명	정구범	소속	아주대학교 교통시스템공학과
	3	성명	김민연	소속	아주대학교 교통시스템공학과
	4	성명	최지수	소속	아주대학교 교통시스템공학과
주작성자	성명	이인규	이메일	adds6987@naver.com	연락처 010-3062-5059
내용 요약					
<p>과거 휴식을 위한 장소로만 인식되던 휴게소는 최근 들어 다양한 문화 체험 시설 및 테마공원 등을 갖춘 고객 맞춤형 시설로 진화를 거듭하고 있습니다. 또한, 민간자본으로 운영하는 휴게소가 건설되어(2014년 기준 29개소) 휴게소 간 경쟁이 발생하고 도로공사에서 실시하고 있는 ‘고속도로 휴게소 국민등급제’로 인해 전체 휴게소의 서비스수준이 증가하고 있습니다.</p> <p>특히, 한국도로공사는 운전 중 잠깐 쉬고, 용무나 허기를 해결하는 기존의 일반적인 휴게소의 기능 이외에도 볼거리, 즐길거리가 가득한 테마휴게소를 운영함으로써 이용자의 만족도를 향상시키고자 하고 있습니다. 위와 같이 나눈 이유는 한국도로공사에서 만든 ‘볼거리 · 즐길거리가 가득한 테마휴게소 30選’의 3가지 카테고리에 대한 데이터를 활용하였습니다.</p> <p>이에 본 디자인에서는 장시간 운전으로 피로한 운전자에게 사막 위의 오아시스 기능을 제공하는 ‘고속도로 위의 오아시스’인 테마휴게소에 대한 정보를 알기 쉽게 디자인하여 이용자에게는 유용한 정보를 제공하고 운영기관인 한국도로공사의 우수한 정책을 홍보함으로써 궁극적으로는 이용자들에게 더 높은 서비스수준을 실현할 수 있는 환경 조성을 목적으로 하고 있습니다.</p> <p>정보 인지의 용이성을 위하여 현재 67개소(전체 180개 중)가 운영 중인 테마휴게소를 지역특색을 살린 휴게소와 아름다운 공원을 조성한 휴게소 및 다양한 체험 활동을 실시하는 휴게소로 그룹을 나누고, 각 그룹별로 지역의 특수성이 반영되었거나, 다른 휴게소와는 차별화된 이색 테마시설이 존재하거나 혹은 역사성을 포함하고 있는 휴게소 5곳씩을(총 15개소) 선정하여 소개하였습니다.</p> <p>이 밖에도 전국 휴게소에서 판매되고 있는 음식 중 판매량의 높은 덕평 휴게소의 소고기 국밥, 지역 특산물을 이용하여 요리한 고창 고인돌 휴게소의 풍천 장어탕, 횡성 한우를 이용한 스테이크 등 이용자들의 만족도가 높은 음식이 판매 중인 휴게소 5곳을 선정하여 소개하였습니다.</p> <p>끝으로 한국도로공사에서 제공하고 있는 휴게소 관련 데이터를 참고하여 ‘우리나라 최초의 휴게소’, ‘전국 판매매출 1위 휴게소’ 등 이용자들이 잘 알지 못하는 휴게소 관련 정보를 퀴즈 형식으로 표현하여 휴게소의 대한 전반적인 정보를 제공하였습니다.</p>					

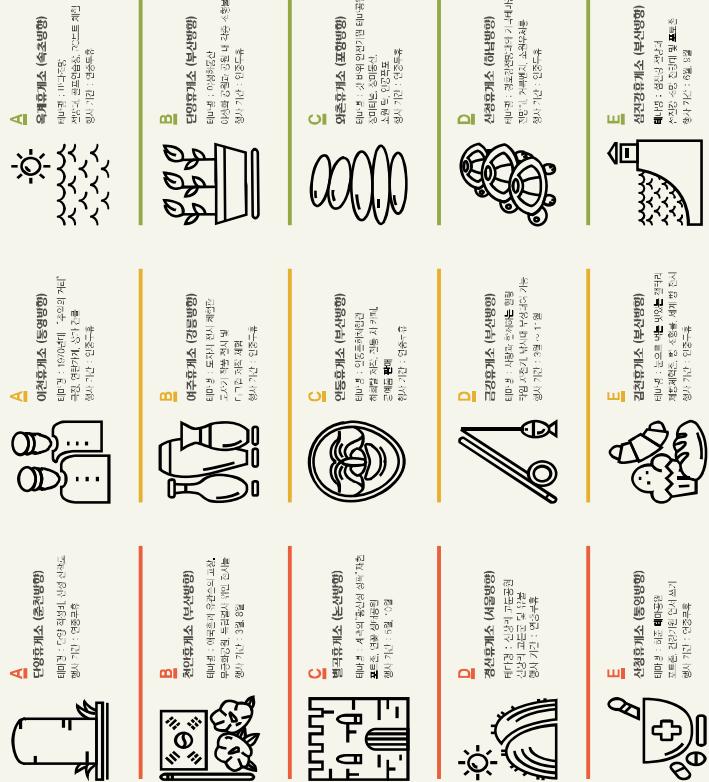
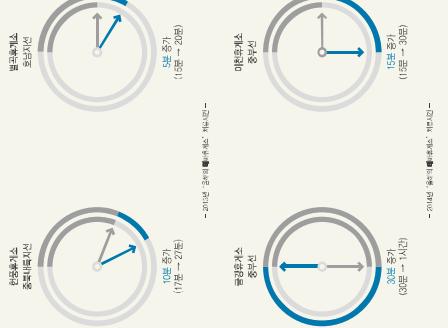
구속도로 위의 우아한 오아시스



데마휴개소 연도별 개수



테마-후기소의 효과



주요 노선별 교통량 및 휴게소 위치

附录 F



- 96 -

제목	고속도로 공사구간 교통사고 위험도 분석				
참가자	1	성명	이재원	소속	계명대학교 교통공학과
	2	성명	박신형	소속	계명대학교 교통공학과
	3	성명	김건우	소속	계명대학교 교통공학과
	4	성명	신호준	소속	계명대학교 교통공학과
내용 요약					
<p>한강의 기적을 이룬 대한민국 발전의 핵심이었던 고속도로들이 노후화되어 개통 된지 20년이 지난 고속도로는 '누더기 고속도로'라는 오명을 쓰고 있다. 이에 따라 고속도로의 유지관리 및 보수의 개념이 최근 중요시 되고 있으며, 이에 따른 도로상의 작업 및 공사의 횟수가 증가하고 있다.</p> <p>본 연구에서는 2010년부터 2014년까지 5년 동안 발생한 교통사고를 공사구간과 비공사구간으로 나누어 분석한 결과 공사구간의 치사율이 비공사구간의 치사율보다 높은 것으로 분석되었다.</p> <p>공사구간 교통사고자료 토대로 사고원인별, 사고유형별, 작업구간별로 사고를 분석하였다. 분석 결과에 따르면 확장공사구간에서 많은 사고가 일어났으며 주원인으로는 전방주시태만, 과속이 많이 나타났다. 하지만 전방주시태만의 경우 제재하기가 어려워 본 연구에서는 속도특성을 중점적으로 분석하였다.</p> <p>고속도로 확장공사 시 차로를 차단 및 통제를 하는 경우 도로상의 용량이 감소하고 교통 혼잡, 상충, 차로 변경, 속도 감속 등이 나타난다. 그 결과 차로변경 및 속도감속으로 인하여 속도차가 급격하게 증가하게 되며 사고가 일어날 확률이 높아진다. 이에 따른 운전자 및 작업자의 교통사고 위험성이 지속적으로 높아지고 있다. 따라서 본 연구에서는 확장공사구간을 크게 3가지로 공사장 확장공사구간 전(Zone1), 확장공사구간(Zone2), 확장공사구간 후(Zone3)로 분류하여 VDS 속도 및 교통량 자료를 이용하여 속도특성을 분석하였다. 3개구간으로 나뉘어 분석한 이유는 확장공사구간 전 차량들의 평균속도와 확장공사구간 내 차량들의 평균속도와 확장공사구간 후 차량들의 평균속도의 차이를 분석하기 위함이다. 따라서 확장공사구간 이전의 5.8Km를 추가하였으며, 확장공사구간 후의 경우 공사구간을 통과한 차량의 속도가 비공사구간의 평균속도까지 도달할 수 있도록 3.7Km를 추가하여 분석한다.</p> <p>분석한 결과 확장공사 구간 내에서의 평균속도가 공사구간의 Zone1, Zone3의 평균속도 보다 낮게 나왔으며 분산 또한 적게 도출되었으며, 이러한 평균속도가 유의미한지 판단하기 위하여 통계적 검정인 T-test를 실시하였다. 검정 결과 공사구간의 차량들의 속도가 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 나타났다.</p> <p>고속도로 공사구간의 사고를 막기 위해선 공사구간에서의 차량 운행속도를 줄이는 방안이 근본적인 대책이 될 수 있다. 정부의 적극적인 교통정책 검토로 고속도로 교통사고의 감소에 도움이 되기를 기대한다.</p>					

고속도로 공사구간 교통사고 위험도 분석

Study on Highway Construction Zone Accident Factors Specific Analysis

이재원¹ · 김건우¹ · 신호준¹ · 박신형¹

¹계명대학교 교통공학과

Abstract

최근 고속도로의 노후화로 인한 유지관리 및 보수를 위해 도로상의 작업 및 공사 횟수가 증가하고 있다. 이러한 공사구간에서 차로를 차단 또는 통제하여 공사를 진행할 때 차량 간 상충, 속도차 등으로 인하여 교통사고 발생률이 높아진다. 따라서 공사구간의 교통사고를 원인, 유형, 작업별로 분석을 하고, 분석된 결과를 토대로 공사구간에서의 속도특성이 교통사고에 어떠한 영향을 미치는지 분석할 필요가 있다.

한국도로공사에서 제공하는 고속도로 교통사고자료를 분석한 결과, 비공사구간의 치사율보다 공사구간의 치사율이 약 3.3배 이상 높게 측정되어, 공사구간내 사고원인, 사고유형, 작업구간별로 세밀하게 분석하였다. 분석에 따르면 교통사고의 주원인은 운전자요인으로 분석되었으며, 그 중 전방주시태만, 출음운전, 과속으로 인한 사고건수가 높게 나왔다. 또한 사고유형에서의 주 유형은 차대차 사고로 분석되었고, 작업구간에서는 확장공사구간에서 많은 사고가 발생하였다. 각 유형에서 사고건수가 높은 원인들을 복합적으로 분석해 본 결과 확장공사구간에서 전방주시태만, 과속으로 인한 사고가 많이 발생한 것으로 나타났다.

출음, 전방주시태만 등과 같은 인적요인은 쉽게 제어할 수 없지만, 속도는 시설, 규제, 단속 등으로 현실적인 제어가 가능하다. 따라서 본 연구에서는 장기공사구간 및 단기공사구간을 3개의 존(진입 전 구간, 확장공사구간, 진출 후 구간)으로 나누어 속도특성을 분석하였으며, 분석된 속도자료를 T-test 및 F-test로 각 구간별 속도의 차이가 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 분석하였다. 분석한 결과, 진출·입 전후 구간의 평균속도가 공사구간내 평균속도보다 높게 측정되었다.

Key Words

공사구간, 사고특성, 속도특성, 횡단분석

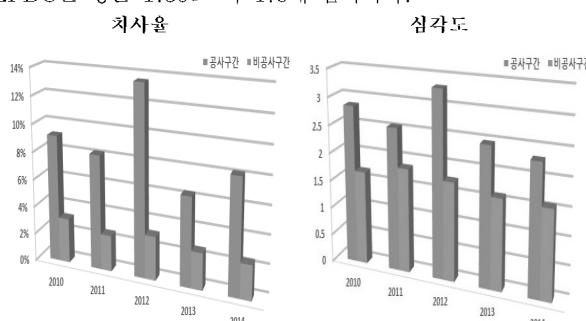
I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 고속도로의 노후화로 인한 유지관리 및 보수를 위해 도로상의 작업 및 공사 횟수가 증가하고 있다.

특히 고속도로 공사 시 차로를 차단 또는 통제하는 경우 도로의 용량이 감소하고 교통 혼잡, 상충, 차로 변경, 속도 감속 인한 차량 간의 속도차가 증가하여 사고가 일어날 확률이 높아지고 이에 따라 운전자 및 작업자의 교통사고 사망 위험성이 높아진다.

한국도로공사의 자료에 의하면 2010년부터 2014년까지 최근 5년간 해마다 약 1만 건의 교통사고가 발생했다. 이 기간 고속도로의 교통사고 자료를 분석한 결과, 비공사구간의 치사율이 연평균 약 2.8% 이었으나, 공사구간의 연평균 치사율은 약 9.1%로 공사구간이 비공사구간에 비해 약 3.3배 이상 높다. 또한 공사구간의 EPDO¹⁾는 평균 2.69이며, 비공사구간의 EPDO는 평균 1.59로 약 1.6배 심각하다.

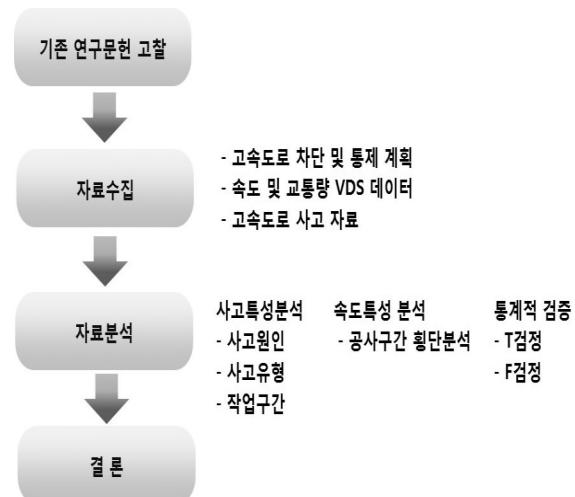


[그림 1] 공사-비공사 구간 치사율 및 심각도 비교 분석

본 연구는 공사구간의 교통사고를 원인, 유형, 작업별로 분석하고, 분석된 결과를 토대로 공사구간에서의 속도특성이 교통사고에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 한다.

3. 연구의 범위 및 방법

연구의 공간적 범위는 2010~2014년 동안 한국도로공사에서 관리하는 고속도로를 대상으로 한다. 자료는 한국도로공사에서 제공하고 있는 통계자료를 활용하였으며, 5년 동안의 전 노선 공사구간 교통사고자료와 비공사구간 교통사고자료를 비교 분석하여 사고원인별, 사고유형별, 작업구간별로 공사구간의 교통사고 특성을 분석하였다.



[그림 2] 연구 수행 절차

1) EPDO(Equivalent Property Damage Only) : 사고심각도기준 중 하나로 놓기불 꾀사고이나, EPDO기준에서는 비중 '1'로 주어진 불의사고를 기준으로 사망 및 부상 사고에 상대적인 비중을 준다. (사망사고건수 : 12, 부상사고건수 : 3 불의사고 : 1)
- 교통안전공학 도침용 외4명 청문각

II. 기존 연구문헌 고찰

박태훈 외(2008)는 한국도로공사의 교통사고 통계자료를 활용하여 3년 동안의 공사구간 교통사고 자료를 일반구간의 교통사고 자료와 비교하여 사고원인별, 사고등급별, 사고유형별, 도로 기하구조별, 공사장 유형별로 사고 특성을 분석하였으며 사고원인에 관한 대안을 제시했다.

임현수(2003)는 공사구간에서 차로감소지점과 공사종결지점으로 분류하고, 호남고속도로와 중부고속도로 두 지점에서의 교통량, 평균속도, 85%속도, 속도분산을 통해 교통류 특성을 분석하였다. 평균속도, 85%속도와 속도분산과의 상관관계는 두 고속도로 차로감소구간은 매우 높은 것으로 분석되었고, 공사종결구간에서는 차로감소구간보다 다소 낮은 것으로 분석되었다. 그리고, 공사구간을 통과하는 차량의 속도분산을 감소시키기 위해서 접근하는 차량의 속도를 공사구간을 통과하기 전에 통제하는 대안을 제시하였다.

본 연구에서는 기존 연구문헌에서 밝힌 고속도로 공사구간 교통사고 및 속도 특성을 바탕으로 공사구간을 장기공사와 단기공사구간으로 나누어 교통량 및 속도 VDS 자료를 이용하여, 공사구간전, 공사구간내, 공사구간후 3개의 영역으로 횡단분석을 실시하고, 평균속도, 속도분산의 차이를 통계적 검증으로 유의미한 차이가 있는지 분석할 것이다.

III. 공사구간 교통사고 특성 분석

1. 자료수집

본 연구에서는 공사구간에서 발생한 1,127건의 교통사고 자료를 수집하였다. 다음 자료는 한국도로공사에서 제공하고 있는 2010~2014년의 고속도로 공사구간 교통사고자료이다.

<표 1> 공사구간 연도별 사고건수

구분	2010	2011	2012	2013	2014
사고건수(건)	349	219	177	236	146
사망자수(명)	32	18	24	15	12
부상자수(명)	112	58	55	73	23
물파사고수(건)	273	169	133	184	125

2. 사고 특성 분석

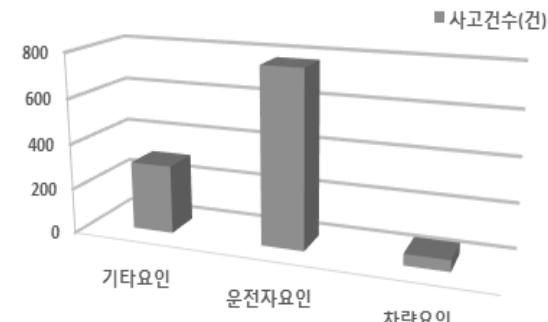
본 연구에서는 사고원인별, 사고유형별, 작업구간별로 분류하여 사고 특성을 살펴보았다.

사고원인 중 2010년의 음주, 중앙선침범, 통행위반, 핸들과 대조작 항목을 2011~2014년 운전자요인의 항목으로 대체하여 분석을 하였다.

사고유형부분에서는 2010년의 추돌, 충돌, 접촉사고를 2011~2014년까지의 차-차 항목으로 통합하였고, 단독, 화재사고를 기타로 통합하여 분석하였다. 또한 2012~2014년 항목 중 분류되지 않은 15건의 사고는 사고내용을 파악한 후 적절한 항목에 추가하였다.

2.1 사고원인별

사고원인은 운전자요인, 차량요인, 기타요인으로 분류된다. 총 사고건수 1,127건 중 운전자요인이 774건(69%)으로 가장 큰 비중을 차지하였으며, 기타요인은 303건(27%), 차량요인 50건(4%)으로 분석되었다.



[그림 3] 10~14년 원인별 사고건수

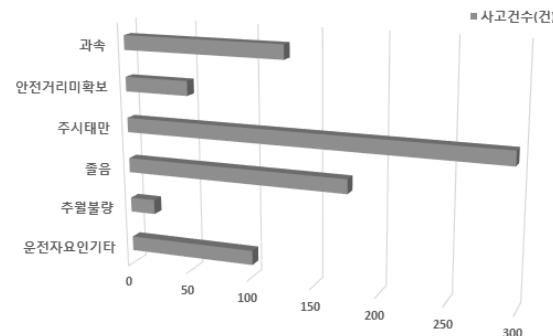
2.1.1 운전자요인

운전자요인으로 발생한 교통사고에서는 전방주시태만, 졸음운전, 과속운전이 전체 운전자요인 774건 중 573건(74%)으로 매우 높은 비중을 차지하고 있다.

전방주시태만은 운전자요인사고의 38%를 차지하여, 가장 큰 요인으로 나타났다. 특히 차량운행 중 DMB시청, 스마트폰 사용으로 인한 전방주시 태만으로 인한 교통사고가 증가하고 있다.

졸음운전은 운전자요인사고의 23%를 차지한다. 일반적으로 졸음운전은 운전자의 인지반응 등을 둔화시키므로 운전수행능력이 저하되어 사고발생률이 높아진다. 특히 고속도로와 같은 주행속도가 높은 도로에서의 졸음운전은 치명적인 사고를 초래한다.

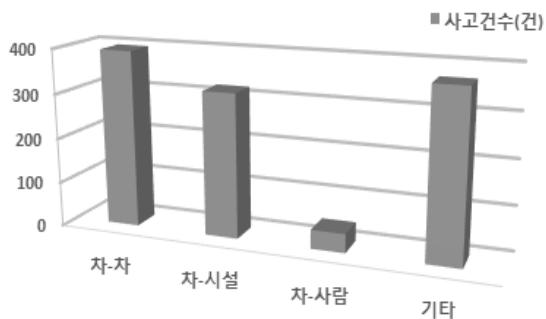
과속운전은 운전자요인사고의 17%의 비율을 차지하고 있다. 고속도로의 경우 주행속도가 높으므로 다른 차량 및 도로선형 등의 작은 변화에도 대처할 수 있는 시간이 짧아 심각한 사고로 이어지기 쉽다.



[그림 4] 운전자요인별 사고건수

2.2 사고유형별

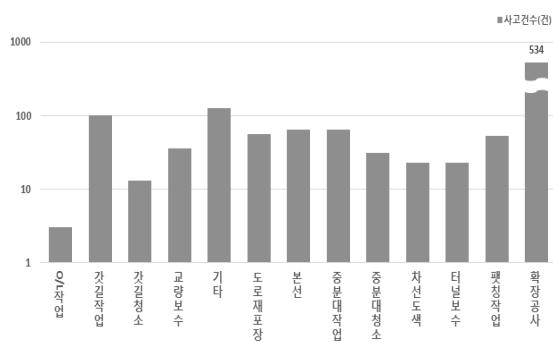
사고유형별로는 차-차, 차-시설, 차-사람, 기타로 구분된다. 차-차 사고는 395건(35%)으로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 차-시설 사고는 320건(28%), 차-사람 사고는 42건(4%), 기타 370건(33%)으로 분석되었다. 기타요인에서 차량단독화재, 노면잡물, 적재물 낙하사고 등의 나머지 사고원인을 모두 기타로 통합한 결과 차-시설 요인보다 높은 건수를 기록하였다.



[그림 5] 10-14년 유형별 사고건수

2.3 작업구간별

작업유형별로는 화장공사가 534건(47%)으로 가장 높은 비중을 차지하였다. 갓길작업, 도로재포장 등의 작업은 공사규모가 화장공사에 비해 비교적 작으며, 공사기간 또한 짧다. 반면 화장공사는 장기간 동안 차로를 차단 및 통제하여, 공사구간길이도 대체로 길기 때문에 교통사고가 발생할 확률 또한 높다.



[그림 6] 10-14년 작업구간별 사고건수

2.4 분석결과 종합

공사구간 내에서 발생하는 사고에 대해 사고유형 및 운전자인원을 복합적으로 분석한 결과 차-차의 사고의 경우 약 50%가 전방주시태만, 차-시설의 경우 약 33%가 과속으로 인한 사고가 발생한 것으로 나타났다. 하지만 전방주시태만의 큰 원인인 운전 중 DMB 시청, 스마트폰 이용 등은 법으로만 금지할 뿐 실질적으로 단속하기 어려운데 반해 과속은 과속단속카메라 등으로 속도를 감속시킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 공사구간 내 과속으로 인한 사고에 중점을 두고 속도특성을 분석할 것이다.

<표 2> 사고원인 - 사고유형별 분석표

구분	차-차	차-시설	차-사람	기타
과속	21	91	1	15
안전거리 미화보	39	4	1	6
주시태만	190	56	20	29
졸음	94	54	12	16
주월차량	14	5	-	1
운전자 요인기타	24	65	3	13

IV. 공사구간 속도특성 분석

1. 자료수집

본 연구에서 장기공사, 단기공사(갓길차단), 단기공사(본선차단)의 공사특성이 다른 것을 감안하여 3가지로 분류하여 분석하였다. 장기공사는 공사의 규모가 크고, 공사구간 길이 또한 길지만, 단기공사의 경우 공사규모가 작고, 공사시간이 대부분 24시간 안에 끝나는 것이 많다. 공사의 상세한 내용을 파악하기 위하여 2010년부터 2014년까지 공사 및 도로 차단계획 자료를 수집하였다. 하지만 수집된 자료에는 단기공사에 대한 정보만 있을 뿐 장기공사에 대한 자료가 없어 장기공사에 대한 자료는 언론 및 기사를 토대로 자료를 수집하였다.

수집한 자료는 아래와 같다.

<표 3> 수집 자료

구분	차단계획	차단내용	데이터
장기공사	7일 이상	화장공사	차로별 VDS 교통량·속도 (5분단위)
단기공사	1일 이내	본선차단 갓길차단	

본 연구에서는 속도 특성 분석을 위해 표본 데이터를 서비스 수준 B 이상일 때의 교통량과 각 노선의 제한속도를 기준으로 밀도 제한을 두어 추출하였다.

<표 4> 장기공사 계획

구분	노선명	차단		구간
		시작 이정	종료 이정	
1	경부선	40.1	96.4	연양-영천
2	경부선	232.3	259.7	영동-옥천
3	경부선	408.0	416.1	판교-양재
4	남해선	146.6	163.4	냉정-부산
5	남해 제2지선	0	18.1	냉정-부산
6	중앙선의 지선	0	6.4	냉정-부산
7	88올림픽선	6.6	171.7	담양-고령
8	시해안선	326.1	336.0	안산-일직

<표 5> 단기공사 계획

구분	노선명	차단		내용	차단
		시작 이정	종료 이정		
1	제2중부선	335	340	케이블 설거작업	갓길 차단
2	중부내륙선	18.1	16.9	코어 제취작업	2차로 차단

2. 속도 특성 분석

2.1 장기공사구간 분석

본 연구에서는 확장공사구간의 차로별 통행속도 및 차로별 교통량 자료를 활용하여 속도 특성을 분석한다. 하지만 확장공사에 대한 VDS자료를 수집하는데 한계가 있어 본 연구에서는 2011년 02월 24일부터 2011년 03월 03일까지 서해안선을 대상으로 분석하였다.

서해안은 확장공사 전 평균 4차로로서 본선 및 휴게소 진출입으로 인한 영향을 최소한으로 받는 1, 2차로를 기준으로 분석을 하였다.

서해안 고속도로의 확장공사구간을 Zone1, Zone2, Zone3 3개구간 나누어 분석한다. 이는 확장공사구간 전, 확장공사구간 내, 확장공사구간 후의 차량 평균속도 차이를 분석하기 위함이다. 따라서 확장공사구간 이전의 5.8Km를 추가하였으며, 확장공사 후의 구간은 VDS자료가 존재하지 않는 부분인 3.7Km지를 이전까지를 추가하여 분석한다.



[그림 7] 서해안선 공사구간 종단면

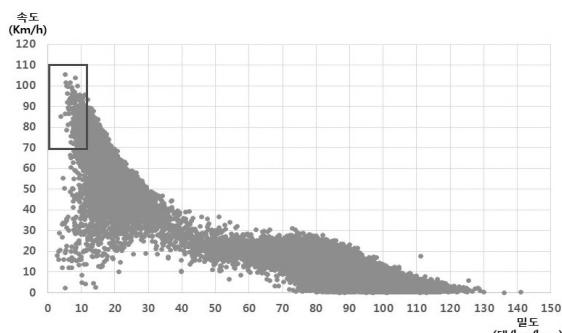
서해안선의 확장공사구간인 안산-일직에서 VDS 이정을 기준으로 자료를 분석한다. 서해안선의 Zone1, Zone2, Zone3의 이정은 다음 표와 같다.

<표 6> 확장공사 이정 분류

	Zone1	Zone2	Zone3
서해안선	320.04k -325.82k	326.34k -335.00k	336.20k -339.90k

2.1.1 속도-밀도 분석

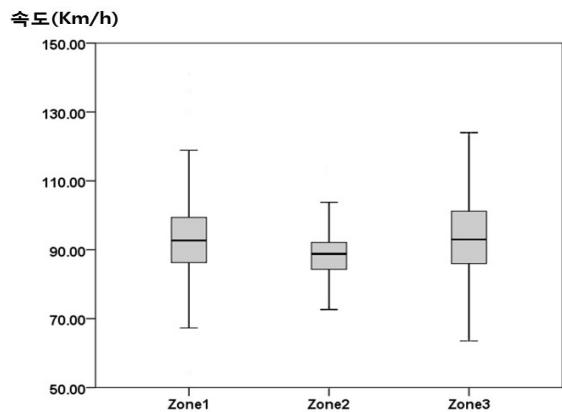
본 연구에서는 VDS 오류, 휴게소•IC진출입로, 임계밀도로 인한 차량의 속도에의 영향을 최소화하기 위하여 1차로와 2차로를 중심으로 밀도가 10.5대/Km/lane이하의 자료를 추출한 자료는 빨간 박스안 데이터와 같으며, 데이터 수는 16,385개이다.



[그림 8] 서해안선 속도-밀도 그래프

2.1.2 장기공사구간 속도 특성분석

자료를 분석한 결과 Zone1에서의 평균 속도가 Zone2보다 높게 측정되었으며, 분산 또한 크다. Zone2의 경우 공사의 영향으로 평균속도가 낮으며 분산 또한 작게 나타났다. Zone3는 Zone2보다 평균속도가 높고 분산 또한 크게 측정되었다. 이 결과는 도로에서 차량의 통행속도가 공사구간으로 인하여 많은 영향을 받는다는 것으로 분석되었다.



[그림 9] 서해안선 Zone별 평균속도

2.1.3 Zone별 통계적 분석

본 연구에서는 Zone1과 Zone2(그룹A), Zone2와 Zone3(그룹B)으로 두 개의 그룹으로 나누어 T-test와 F-test를 실시하였고, 각 존별 평균속도 및 속도분산을 유의수준 0.05로 검증을 실시하였다.

$$\begin{array}{ll} \mu_1 : \text{Zone1의 평균속도} & \sigma_1 : \text{Zone1의 분산값} \\ \mu_2 : \text{Zone2의 평균속도} & \sigma_2 : \text{Zone2의 분산값} \\ \mu_3 : \text{Zone3의 평균속도} & \sigma_3 : \text{Zone3의 분산값} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \sigma_1 : \text{Zone1의 분산값} & \\ \sigma_2 : \text{Zone2의 분산값} & \\ \sigma_3 : \text{Zone3의 분산값} & \end{array}$$

<표 7> 귀무가설 및 대립가설 표

구분	T-test		F-test	
	그룹A	그룹B	그룹A	그룹B
귀무가설	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_2 = \mu_3$	$\sigma_1 = \sigma_2$	$\sigma_2 = \sigma_3$
대립가설	$\mu_1 \neq \mu_2$	$\mu_2 \neq \mu_3$	$\sigma_1 \neq \sigma_2$	$\sigma_2 \neq \sigma_3$

<표 8> 통계적 분석 산정 결과표

	Zone1	Zone2	Zone3
Sample	5,350	5,493	5,542
Average	94.76	89.43	95.09
Variance	78.82	36.08	115.04
	그룹A	그룹B	
p-value (T-test)	0.00	0.00	
p-value (F-test)	0.00	0.00	

T-test 및 F-test 분석 결과 그룹A, B 모두 p-value < 0.05 이므로 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택하였으므로

평균속도 및 분산은 통계적으로 유의미한 차이가 있다.

2.2 단기공사구간 분석

단기공사구간은 본선차단 및 갓길차단 두 가지 차단 형태로 분석을 실시하였다. 공사구간에서 본선 차단은 직접적으로 교통류에 영향을 미치며, 갓길 차단은 간접적으로 교통류에 영향을 미친다.

본 연구에서는 갓길차단공사는 2012년 12월 10일 09~18시 제2중부선을 대상으로 분석하였으며, 본선차단공사는 2014년 02월 11일 09~18시 중부내륙선을 대상으로 분석하였다.



[그림 10] 제2중부선 공사구간종단면



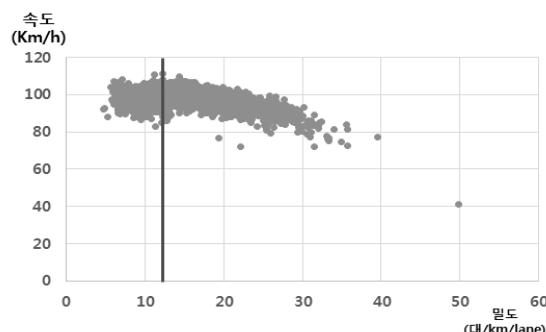
[그림 11] 중부내륙선 공사구간 종단면

<표 9> 단기공사 이정 분류

	Zone1	Zone2	Zone3
제2중부선	333.83k -338.63k	339.27k -344.68k	346.69k -350.82k
중부내륙선	21.90k -19.00k	18.10k -16.90k	14.80k -12.00k

2.2.1 단기공사 - 갓길차단 속도 밀도 분석

갓길차단공사는 공사를 진행하는 시간을 중심으로 데이터를 가공한 후 구간 내 과속단속카메라로 인한 교통류에 영향을 미치는 VDS 데이터는 제외하였고, 08~18시 공사 진행시간 동안 밀도가 11.5대/Km /lane 이하의 자료를 가공하여 343개 데이터를 선정하였다.



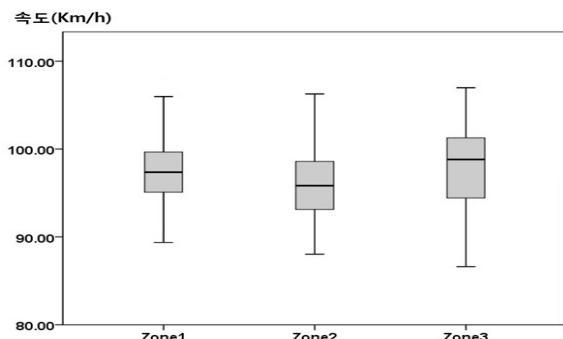
[그림 12] 제2중부선 속도-밀도 그래프

2.2.2 단기공사 - 갓길 차단 분석

자료를 분석한 결과, Zone1과 Zone3에서의 평균 속도가 Zone2보다 높게 측정되었다. 하지만 분산의 경우 Zone1 < Zone2 < Zone3 순으로 분석되었다.

갓길차단으로 인한 단기공사의 특징은 공사구간 진입 전의 속도 분산과 공사구간내의 속도 분산의 차이가 미비한 것을 알 수 있으며, 공사구간의 분산 보다 공사구간이 끝난 후 분산이 크다.

갓길의 측방여유폭이 통행속도에 많은 영향을 미치는 것으로 분석된다.



[그림 13] 제2중부선 Zone별 평균속도

2.2.3 Zone별 통계적 분석

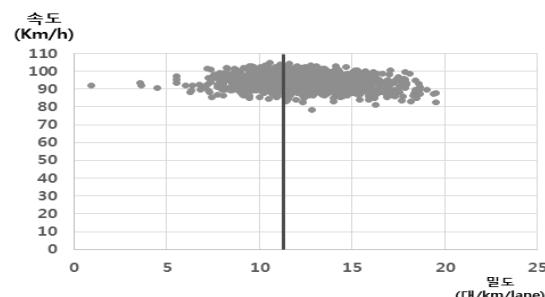
T-test 분석 결과, 두 그룹 모두 $p\text{-value} < 0.05$ 이므로 귀무설을 기각하고, 대립가설을 채택하였다. F-test의 경우 그룹A는 귀무가설이 채택되었고, 그룹B는 대립가설이 채택되었다. 따라서 평균 속도는 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 분석되었으며, 속도 분산의 경우 Zone1과 Zone2의 속도분산의 차이는 유의미하지 않지만, Zone2와 Zone3의 속도분산의 차이가 유의미한 것으로 분석되었다.

<표 10> 통계적 분석 산정 결과표

	Zone1	Zone2	Zone3
Sample	123	117	103
Average	97.67	96.16	97.96
Variance	14.36	16.87	24.93
그룹A			그룹B
p-value (T-test)	0.00	0.00	
p-value (F-test)	0.18	0.02	

2.2.4 단기공사 - 본선차단 속도 밀도 분석

본선차단공사는 08~18시 공사 진행시간 동안 밀도 11.5대/Km/lane이하의 자료를 가공하여 249개 데이터를 선정하였다.

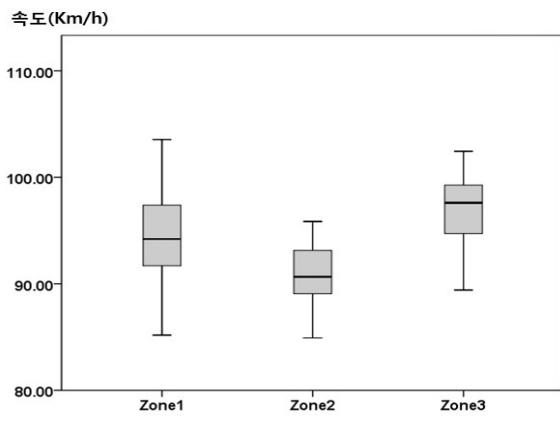


[그림 14] 중부내륙선 속도-밀도 그래프

2.2.5 단기공사 - 본선차단 분석

자료를 분석한 결과, Zone1과 Zone3에서의 평균 속도가 Zone2보다 높게 측정되었다. 분산의 경우 Zone2 < Zone3 < Zone1 순으로 분석되었다.

본선차단이 갓길차단 보다 교통류에 더 큰 영향을 미치는 것으로 분석되며, 단기공사에서 본선을 차단했을 시 교통정체를 발생시킬 수 있다.



[그림 15] 중부내륙선 Zone별 평균속도

2.2.6 Zone별 통계적 분석

T-test 분석 결과, 두 그룹 모두 $p\text{-value} < 0.05$ 이므로 귀무가설을 기각하고, 대립가설을 채택하였다. F-test의 경우 그룹A는 대립가설이 채택되었고, 그룹B는 귀무가설이 채택되었다. 따라서 평균 속도는 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 분석되었으며, 속도 분산의 경우 Zone1과 Zone2의 속도 분산은 유의미한 차이가 없지만, Zone2와 Zone3의 속도의 분산은 유의미 차이가 있다.

<표 11> 통계적 분석 산정 결과표

	Zone1	Zone2	Zone3
Sample	132	35	82
Average	94.60	90.76	97.03
Variance	16.13	8.84	9.81
	그룹A	그룹B	
p-value (T-test)	0.00	0.00	
p-value (F-test)	0.02	0.37	

V. 결론

본 연구에서는 2010년부터 2014년까지 5년 동안 발생한 교통사고를 공사구간과 비공사구간으로 나누어 분석한 결과, 공사구간의 치사율이 비공사구간의 치사율보다 약 3.3배 높은 것으로 나타났다. 공사구간의 사고를 사고원인별, 사고유형별, 작업구간별로 구분하여 사고의 특징을 알아내고, 어떠한 요인으로 인해 교통사고가 발생하는지 분석하였다. 분석한 결과를 토대로 복합적인 분석을 실시하였다.

분석 결과, 차-차 사고에서는 전방주시태만, 출음의 사고가

많았고, 차-시설 사고에서는 과속으로 인한 사고가 많았다. 전방주시태만과 출음의 경우 데이터 수집 및 분석에 한계가 있어 차-시설(과속)에 관한 속도특성 연구를 실시하였다.

고속도로 공사는 장기공사와 단기공사로 구분하였으며, 특히 단기공사에서는 본선 차단 및 갓길 차단으로 분류하여 분석을 실시하였다. 장기공사는 서해안선을 중심으로, 단기공사는 제2중부선과 중부내륙선을 중심으로 분석을 실시하였다.

고속도로에서 속도는 교통량과, IC, 진출입구간 등 여러 가지 변수에 영향을 많이 받는다. 따라서 본 연구에서는 장기공사구간과 단기공사구간에서 수집된 VDS자료 중 교통량이 적은 시간대에, 자유속도로 주행하는 차량을 필터링을 하여 추출된 자료를 분석하였다.

결과의 신뢰성을 높이기 위해 통계적 검정인 T-test 및 F-test 실시하였다. 장·단기 공사의 평균속도는 공사구간 < 공사구간 통과 전 < 공사구간 통과 후의 순으로 나타났다. 속도 분산의 경우 장기공사에서는 매우 큰 것으로 나타났으나, 갓길차단에서는 공사구간 전과 공사구간의 분산은 적은 반면, 공사구간과 공사구간 후의 분산은 큰 것으로 나타났고, 본선차단에서는 갓길차단과 반대의 결과가 나타났다.

장기공사와 단기공사(본선차단, 갓길차단)에서 공사구간 전후와 공사구간의 속도의 차이로 인한 교통사고를 줄이기 위해서는 VDS를 통해 수집된 속도자료를 분석하여 각 공사구간의 진입 시 통행속도와 차량간 속도차를 감소시킬 수 있는 방안을 모색해야 한다.

VI. 향후 과제

본 연구에서는 장기·단기공사에 대한 도로 차단 및 계획 자료가 없거나, VDS기기 미작동으로 인해 세 개의 구간만 선정하여 분석하였다. 향후에는 공사구간길이, 작업내용, 차단차로별 등의 세분화된 항목으로 더 넓은 범위의 자료를 분석하여 연구의 정확도를 높여야 한다.

참고문헌

박태훈, 박제진, 윤관. (2008) 고속도로 공사구간에서 발생하는 교통사고 특성에 관한 연구. 한국ITS학회논문지. 7(1). pp.127-136.

임현수 (2003). 고속도로 공사구간에서 속도변화 특성에 관한 연구. 석사학위논문. pp1-57

도철웅, 김홍상, 김경환, 이수범, 조혜진 (2013). 교통안전공학. 청문각. 37-57, 153-172

제4회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	How Long				
참가자	1	성명	남 상 육	소속	세종대학교
	2	성명	이 상 현	소속	세종대학교
	3	성명	남 민 수	소속	세종대학교
	4	성명	김 나 영	소속	세종대학교
주작성자	성명	남상육	이메일	nso001@naver.com	연락처 010-6222-0523
내용 요약					

1. 앱 개발 배경 및 소개

배경

2015.8.31. 기준 버스 도착 알림 서비스 어플리케이션 누적 이용자 수 1,000만 명

버스 도착 알림 서비스 사용자 100명 대상 설문조사 결과 '지루함 해소에 도움이 되었다' 85%

서울 시민들에게 가장 사랑받는 서비스인 버스 도착시간 알림 서비스에서 착안된 저희 어플리케이션은 고속도로 주행 중 필연적으로 마주치게 되는 불청객 '정체 현상'에 대한 시간 알림 서비스입니다.

버스 도착시간을 안다고 해서 버스가 빨리 오는 것도 아닌데 시민들에게 가장 사랑받는 버스 도착시간 알림 서비스에서 저희가 도출해 낼 수 있었던 포인트는 '기다려야 하는 시간을 안다는 것 만으로도 사람들은 기다림의 지루함을 해소할 수 있다'라는 것 이었습니다. 따라서 'How Long'은 정체구간을 통과하는데 걸리는 예상 소요시간을 운전자에게 주어 막연한 기다림의 시간을 신뢰할 수 있는 시간으로 바꿔주어 정체의 답답함을 해소해 줄 수 있는 실용성 높은 어플리케이션입니다.

소개

운전자의 안전을 고려하여 서비스 시작 버튼을 한 번만 클릭하면 운전하는 동안 서비스를 받을 수 있게 설계되어 있습니다. 구간 평균 시속 40km/h 이하의 속도, 즉 정체구간에 진입하게 될 경우 'How Long'으로부터 알림 서비스를 받게 되며, 사용자가 제공받을 수 있는 정보로는 '예상 소요시간', '정체 구간 길이', '정체가 풀리는 지점에서 가장 가까운 CCTV'가 있습니다. 이 팝업창은 운전자에게 방해가 되지 않도록 15초가 지나면 자동으로 사라지고 운전자가 핸드폰을 보지 않아도 내용을 알 수 있도록 음성지원과 함께 제공됩니다.

차별성

기존 내비게이션에서 운전자가 제공받는 정보는 목적지까지의 소요시간이 주를 이룹니다. 이와 달리 'How Long'은 목적지까지 도착하는데 소요되는 시간이 아닌 '현재 내 눈앞에 펼쳐져 있는 정체가 몇 분, 혹은 몇 시간 뒤에 해소가 될 것인가?'라는 궁금증을 해소해주는 어플리케이션입니다.

2. 사용한 Open API

1) VDS (한국도로교통공사 API)

- VDS에는 현재 구간의 평균 속도를 알 수 있습니다. 이때 GPS를 이용해 40Km 이하(정체구간)인 VMS를 만나면 앱에서는 정체구간에 대한 정보를 담은 알림창을 띄워주게 됩니다.
- VDS의 평균 속도와 이정 값 사용

2) VMS (한국도로교통공사 API)

- VMS를 이용하여 운전자가 못 보고 지나갈 수 있는 전광판 정보들을 줍니다. VMS에는 실시간으로 정체, 사고, 공사, 소통 원활 등 중요 정보가 들어있으므로, 그 정보를 알려주고자 합니다.
- VMS Message 사용

3) CCTV (국토교통부 API)

- 정체구간이라는 것을 확실하게 신뢰성 있게 보여줄 수 있는 것 중에 하나는 CCTV입니다. 또한 지도에서 한눈에 CCTV를 보면 교통소통 지도의 기능을 더욱 향상시켜줍니다.
- 실시간 CCTV상황 사용

4) 네이버 지도(네이버 API)

- 사용자가 직접 눈으로 전국의 도로 정보를 확인함으로써 운전함에 있어 역동적인 운전을 할 수 있습니다.
- 교통소통정보 지도에서 사용

3. 정체구간 정보 분석방법



< 그림 1 >

VDS에는 차량들이 지나갈 때마다 정보가 기록되며, 평균 시속 정보를 가지고 있습니다. VDS에 평균 시속이 40Km/h 이하로 떨어진 구간들을 찾아 정체구간 길이를 구합니다. 시간은 구해진 정체 길이 거리를 그곳의 VDS 평균 시속을 다시 평균을 구해 나누어 구합니다.

위의 <그림 1>을 보면 VDS2, VDS3, VDS4 구간이 40Km/h 이하의 시속을 가지고 있는 것을 볼 수 있으며, VDS가 약 1Km 거리마다 있다는 점을 이용하여 정체구간은 약 2Km라는 것을 알 수 있습니다. 또한 VDS2, VDS3, VDS4의 평균 시속을 구하면 30Km/h가 나옵니다. 이렇게 나온 데이터를 거속시 공식에 대입하여 $2\text{Km}(\text{정체 길이 거리}) \div 30\text{Km/h}(\text{정체 길이 평균 시속}) = 4\text{분}$ 이라는 데이터를 추출할 수 있습니다. 즉, 정체구간에 들어간 차량에게 정체 길이는 2km이며 4분 후 정체구간을 빠져나갈 수 있다는 정보를 제공합니다.

4. 기능설명

1) 정체 알림

서비스를 켜놓은 상태로 고속도로 정체구간에 들어갔을 시, 알림 창을 띄워 정체구간의 정보를 알려줍니다. 알림 창 정보에는 현재 위치를 기반으로 정체구간의 길이, 예상 소요 시간, 가장 가까운 CCTV 영상이 제공됩니다.



<구리TG – 상일IC 시연영상 캡쳐 (15.8.11)>

2) 컨텐츠

정체 알림서비스 이후, 무료한 정체시간으로부터 운전자에게 힘을 주기 위해 웃음치료 영상을 띄워 줍니다. 웃음치료는 두 번 진행되며, 함께 따라하며 즐음운전 예방 및 활력을 줍니다.

3) 교통소통정보

네이버 지도 API와 현재 위치를 기반으로 전국의 교통소통 지도와 구간별 CCTV 영상을 제공합니다. CCTV 영상에는 상행과 하행 버튼을 추가하여 상행하고 있을 때와 하행하고 있을 때의 CCTV 와 가장 가까운 VDS 평균 속도를 측정하여 0~40km/h은 빨간색 40~70km/h은 노란색 70~km/h은 초록색으로 표시해줍니다.

4) 도로전광판

고속도로 전광판엔 중요 정보들이 많습니다. 예기치 않은 상황에 못 보거나, 보고 금방 잊어버리는 운전자들을 위해 한눈에 볼 수 있는 전광판 정보를 제공합니다. 도로전광판에는 전체 전광판과 주요 전광판 두 가지 탭으로 나눠 정보를 제공하고 있습니다. 전체 광판에서는 도로 위 전체 전광판 정보를 보여주며, 주요 전광판에는 필터링을 통해 '정체', '소통 원활', '공사', '사고' 등의 주요 키워드를 포함하고 있는 메시지만 걸러내 보여줍니다.

5) 토픽뉴스

포털사이트 주요 키워드 빅 데이터를 분석하여 언론사별 주요 뉴스를 제공 함으로써 운전자가 짧은 시간 동안 간단하게 즐길 수 있는 콘텐츠를 제공합니다.

6) 날씨

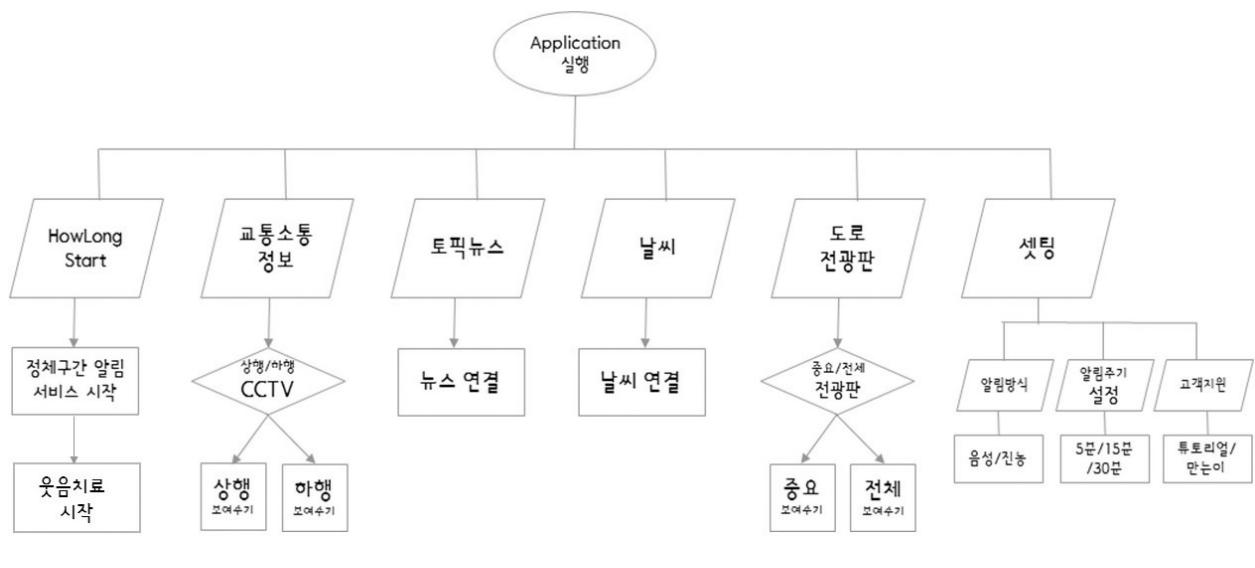
고속도로를 달리다 예기치 못하게 날씨가 변화는 경우가 발생합니다. 그래서 사전에 혹은 지금 바로라도 날씨정보를 간편하게 알 수 있도록 현재 위치를 기반으로 네이버 날씨정보를 제공하고 있습니다.

7) 설정

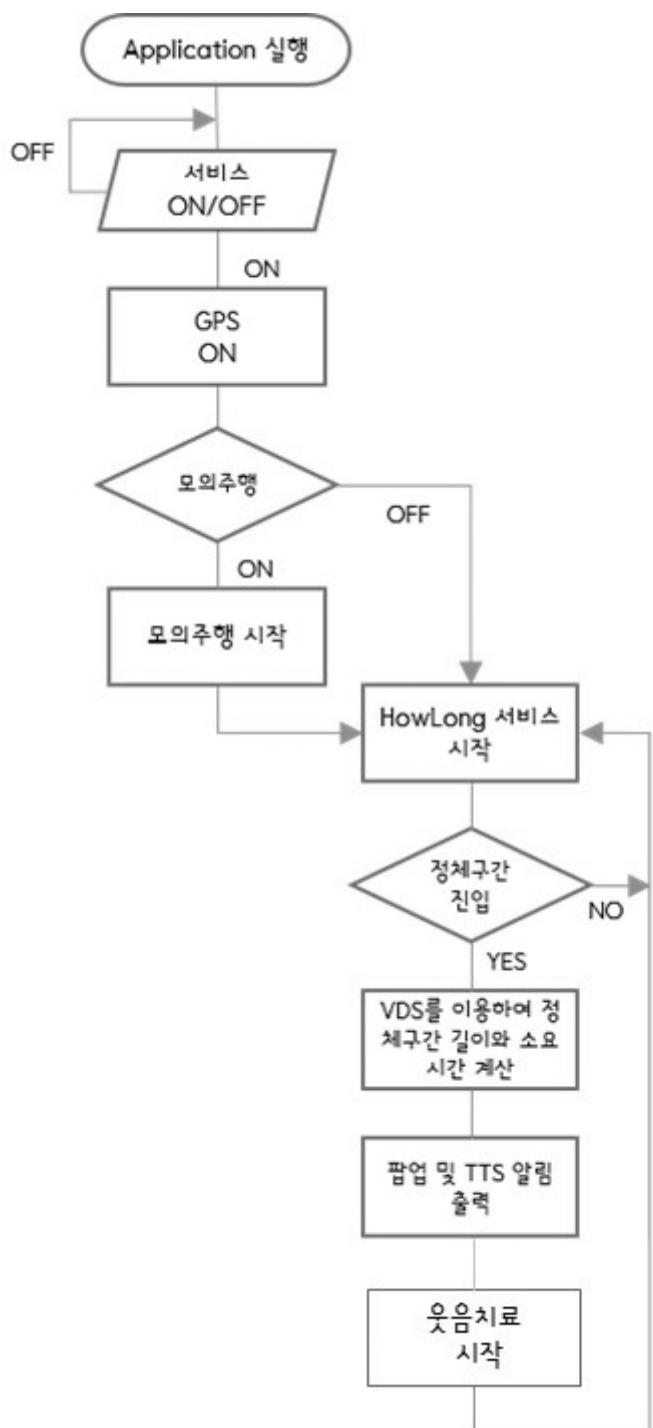
사용자가 앱을 더욱 편리하게 사용할 수 있도록 사용자에게 맞는 알림 방식(음성, 진동)과 알림 주기(정체 구간에 들어갔을 시 몇 분 주기로 알림을 받을 것인가)를 설정할 수 있습니다. 부가적으로 처음 사용하는 사용자를 위해 튜토리얼과 앱 개발자 정보를 제공합니다.

5. App 구성도 및 주요기능 Flow Chart

1) App 구성도



2) 주요기능 Flow Chart



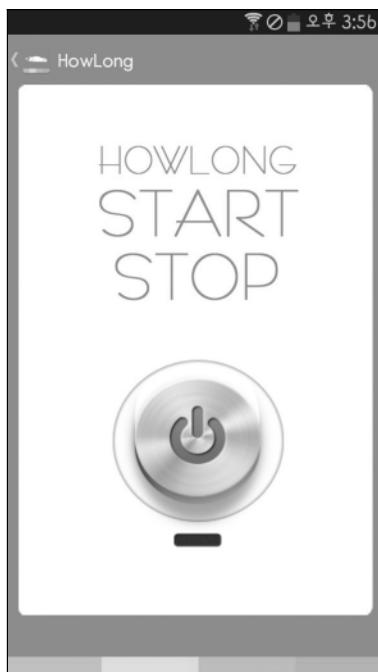
6. 앱의 구성 및 기능

1) 기본화면



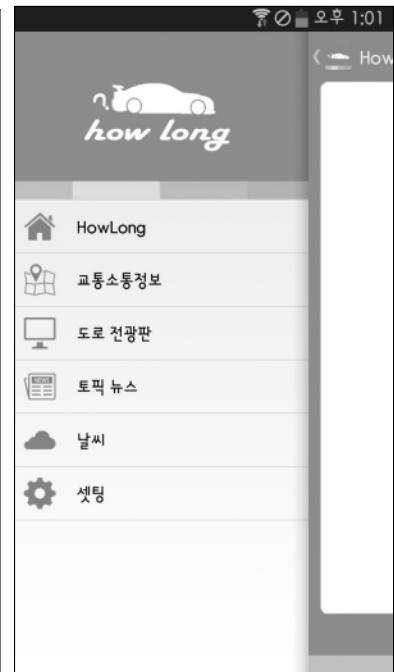
<그림1 - 로딩 화면>

앱 시작 전 준비 화면입니다. 'How Long'이란 시간이 얼마나 걸릴지에 대한 의문과 정체 구간의 길이에 대한 의문을 동시에 표현하고 있기에 어플리케이션의 이름으로 선정하였습니다.



<그림2 - 시작 화면>

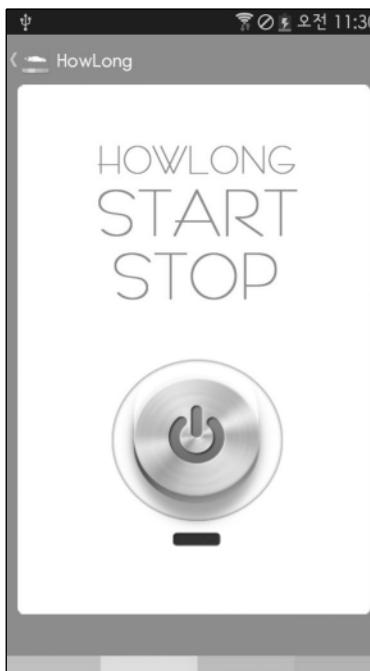
왼쪽 상단 위에 자동차 모양을 누르거나, 왼쪽 가장자리를 오른쪽으로 밀면 메뉴바가 나타납니다.
화면 중앙의 버튼을 누르면 버튼이 초록색으로 활성화되며 효과음과 동시에 백그라운드 서비스가 시작됩니다.
HowLong은 백그라운드 서비스 기반 앱으로 서비스 활성화 시 운전하는 동안 휴대폰 조작 없이 정체 시에 필요한 정보를 음성 혹은 시각적으로 알림을 받을 수 있습니다.



<그림3 - 메뉴>

실행 화면에서 슬라이드 혹은 왼쪽 상단 클릭을 통해 보이는 메뉴 화면입니다. HowLong을 누르면 가장 최근 화면으로 이동합니다.
HowLong은 메뉴별로 운전자에게 유용한 정보를 제공해줍니다. 운전자는 운전하기 전 혹은 도로 위에 정체 상황 등에서 교통소통정보, 토픽 뉴스, 날씨, 도로전광판(VMS) 별로 유용한 정보를 받을 수 있습니다.

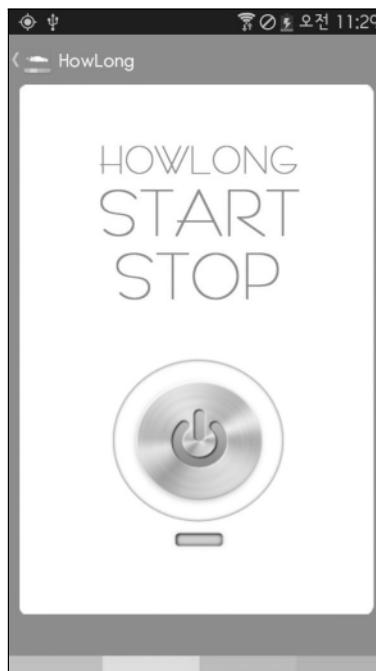
2) 메인 서비스



<그림4 - 서비스 OFF 화면>

사용자는 버튼을 한번 누르는 간단한 행위를 통해 서비스를 키고 끌 수 있습니다.

현재 보여지고 있는 화면은 서비스가 실행되고 있지 않은 OFF 상태를 나타내는 화면입니다.



<그림5 - 서비스 ON 화면>

사용자는 버튼을 한번 누르는 간단한 행위를 통해 서비스를 키고 끌 수 있습니다.

현재 보여지고 있는 화면은 서비스가 실행되고 있는 ON 상태를 나타내는 화면입니다.

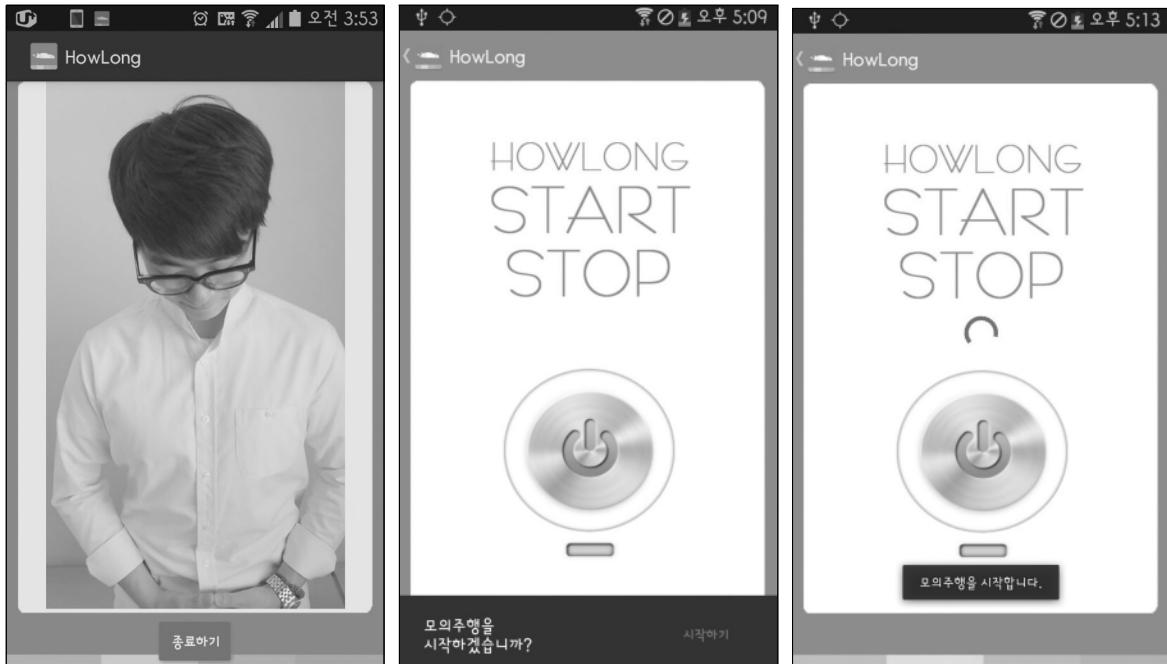


<그림6 - 정체 알림 수신 화면>

서비스가 실행되고 있는 상태로 정체구간에 진입하게 되면 위 화면과 같이 팝업 알림이 뜨게 되며 사용자 설정에 따라 진동, 음성, 혹은 진동과 음성을 통해 알림을 받을 수 있습니다. 위 화면은 운전 중 방해를 받지 않도록 15초 후 자동으로 사라지게 설계되어 있으며 15초 이내에 닫기 버튼을 누른다면 언제든 알림창을 종료 할 수 있습니다.

(CCTV영상은 정체가 풀리는 곳 근처의 영상)

3) 모의 주행 서비스



<그림7 - 컨텐츠 화면>

정체 알림창이 뜨고 난 후 웃음치료를 진행하는 화면이 나타납니다. 정체 속에서 마냥 기다리고 있는 운전자를 위해 웃음 치료가 2번 진행이 되며, 웃음치료 진행 후 자동 종료됩니다. 원치 않으면 종료하기로 종료가 가능합니다.

(앱 내장영상으로써 별도의 데이터가 나가지 않습니다.)

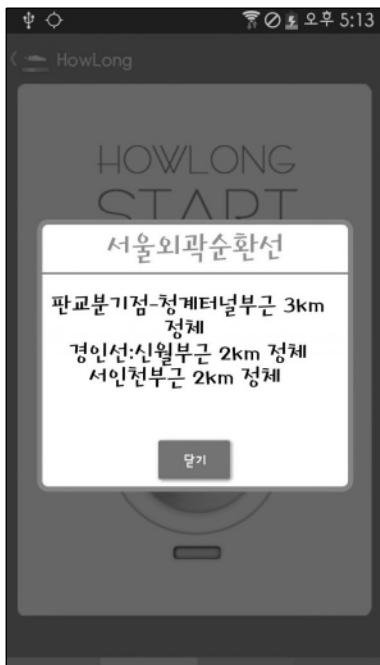
<그림8 - 모의 주행 서비스>

'How Long' 서비스를 시작하게 되면 하단에 모의 주행을 해볼 것인지 물어보는 알림이 나타나게 됩니다. 이때 '시작하기'를 누르게 되면 모의 주행이 시작됩니다.

<그림9 – 모의 주행 서비스>

테스트 구간으로 설정한 서울 외곽 순환 고속도로의 현재 도로 상황에 맞춰 모의 주행이 시작됩니다. 서울 외곽 순환 고속도로의 주요 VMS 정보와 임의로 설정된 정체구간에 진입하는 시나리오로 진행됩니다.

4) 백그라운드 서비스



<그림10 – 모의 주행 서비스>

2015.8.31. 오후 5:13분 기준 서울 외곽 순환 고속도로의 주요 VMS가 팝업창을 통해 사용자에게 전달되는 모습을 보여주는 상황입니다.

(주요VMS – 사고, 정체, 원활, 공사 등의 키워드가 포함된 도로 전광판을 필터링한 정보)



<그림11 - 백그라운드 서비스>

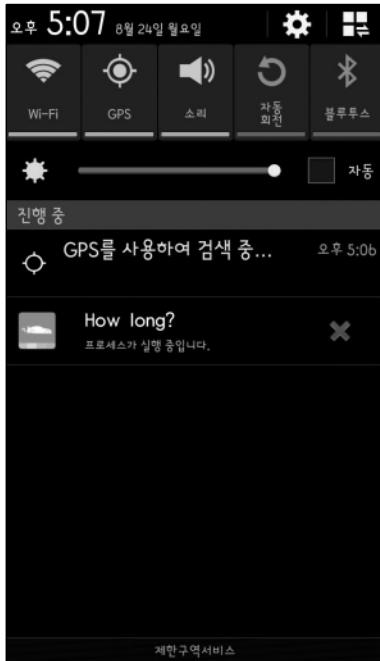
시작 화면의 버튼을 클릭하여 서비스가 ON된 상태에서 단말기의 뒤로 가기 버튼을 활용하여 앱을 종료할 시 상단 바에 서비스가 실행 중이라는 문구와 HowLong 아이콘이 나오며 백그라운드 서비스를 시작합니다.



<그림12 - 백그라운드 서비스>

1~2초의 시간이 흐른 뒤 문구는 사라지고 상단 바에 아이콘이 남아 백그라운드가 돌고 있음을 사용자에게 알려줍니다. 사용자는 다른 앱을 실행 시켜도 정체 알림 서비스를 받을 수 있으며 화면 잠금 상태에서도 알림을 받을 수 있습니다.

5) 교통소통정보



<그림13 - 백그라운드 서비스>

상태 바를 확인해보면 How Long 서비스가 진행 중임을 확인할 수 있으며 (X) 버튼을 클릭하여 바로 서비스를 종료 할 수 있고 문구를 클릭하면 어플리케이션으로 연결되어 앞에서 언급한 기본 화면을 만나 볼 수 있습니다.



<그림14 - 교통소통정보>

메뉴에서 교통소통정보를 누른 화면입니다. 내 위치와 고속도로 위의 지도 위에 CCTV들이 나타나게 됩니다. 지도의 고속도로마다 빨간 줄, 노란 줄, 초록 줄 표시되어 있는 것을 통해 교통소통정보를 한눈에 볼 수 있으며 CCTV의 위치마다 아이콘을 표시했습니다. 아이콘 클릭 시 해당 CCTV 영상을 볼 수 있습니다.



<그림15 - 교통소통정보>

지도에 상/하행 방향별로 교통소통정보가 나타나듯이 하행 CCTV, 상행 CCTV 버튼을 눌러 CCTV 아이콘의 색이 빨강, 초록, 노랑으로 시각적인 효과를 주어 운전자가 운전하는 방향의 교통 상황을 방향별로 한눈에 볼 수 있습니다. 마찬가지로 아이콘을 눌렀을 시 현재 CCTV 상황을 볼 수 있습니다.

6) 도로전광판



<그림16 - 교통소통정보>

지도 위에 실제 CCTV 위치마다 아이콘을 표시해두었습니다. 이 아이콘은 CCTV 영상을 보여주는 기능을 하며 아이콘을 클릭했을 경우 알림 창으로 지도 위의 현재 고속도로 상황을 CCTV의 영상으로 출력해줍니다. 운전자는 교통소통정보 메뉴를 통해 자신이 가려고 하는 고속도로의 현재 상황을 편리하게 볼 수 있습니다.



<그림17 - 전체 전광판>

전체 전광판 버튼을 누른 화면입니다. 고속도로 곳곳에 있는 전광판들은 운전자에게 좋은 정보들이 많이 있습니다. 하나 운전 중 예기치 못한 일들로 전광판 내용을 숙지하지 못하고 지나치거나 혹은 읽었음에도 금세 까먹어 버리는 경우를 대비하여 고속도로의 전광판 메시지를 출력해 주는 페이지입니다.



<그림18 - 주요 전광판>

주요 전광판 버튼을 누른 화면입니다. 고속도로에는 전광판이 많다 보니, 중복되는 내용이나 운전자에게 꼭 필요치 않은 정보들까지도 운전자에게 전달됩니다. 따라서 필터링을 통해 '정체', '소통 원활', '공사', '사고' 등의 주요 키워드를 포함하고 있는 메시지만 걸러내 운전자에게 꼭 필요한 정보들만 모아서 볼 수 있게 하였습니다.

7) 토픽뉴스



<그림19 - 토픽 뉴스>

시간이 없는 현대인들을 위하여 휴게소 등에서 잠시 휴식을 취할 때 그날 가장 많이 다뤄진 단어를 토대로 주요 언론사의 신문을 자동으로 검색하여 같은 주제로 여러 신문을 빠르게 접할 수 있는 토픽 뉴스 페이지를 제공합니다.

8) 날씨



<그림20 - 날씨>

고속도로를 달리다 보면 지역별로 날씨가 급작스럽게 바뀌는 것을 많이 볼 수 있습니다.

운전하기 전 지역별 날씨를 볼 수 있게 빠르게 확인할 수 있도록 날씨 정보를 제공합니다.

9) 설정



<그림21 - 설정 - 알림 방식>

알람 방식 설정에서는 음성, 진동 혹은 음성과 진동 모두 선택이 가능하며 이에 따라 정체구간 진입 시 알림 방식이 바뀌게 됩니다.

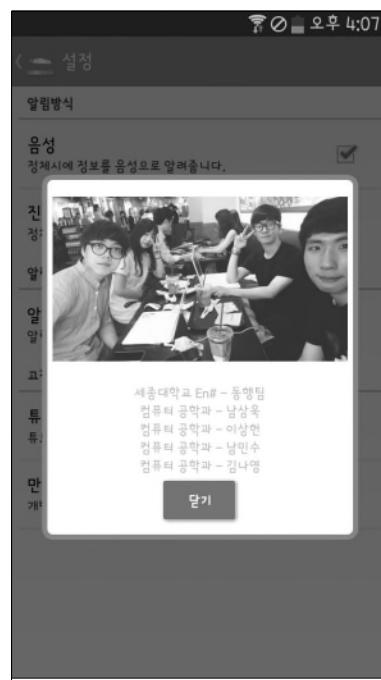
10) 튜토리얼



<그림22 - 알림 주기 설정>

알림 주기 설정에서는 정체 구간에 진입 시 띄워주는 팝업의 반복 주기를 5분, 15분, 30분 단위로 설정할 수 있습니다.

11) 만든이 정보



<그림24 - 만든 이>

해당 어플리케이션을 개발한 개발자들의 사진과 소속 정보를 알 수 있는 페이지입니다.

7. 기대효과

도로 위 꽉 막힌 정체 구간 안에서 해당 정체에 대한 정보(시간 및 길이)를 알게 됨으로써 운전자의 일정을 재수립하는데 도움을 줄 것이며 한국도로공사가 갖고 있는 더욱 정확하고 세세한 정보들을 이용하여 99%에 가까운 신뢰성을 갖게 된다면 국민에게 가장 사랑받는 서비스로 거듭날 수 있다고 확신합니다. 사람이 자동차를 개발하고, 포장도로를 깔게 된 이유는 결국 시간이라는 자원을 아끼기 위함이었습니다. 이렇게 우리는 항상 시간을 중요시 생각하는 만큼 꽉 막힌 도로 위에서 하염없이 기다릴 수 있는 정체에 관한 정보를 운전자에게 제공한다는 것은 그 잠재적 가치가 무궁무진하다 생각됩니다.

또한 정체에 관한 정보를 알려주고, 컨텐츠를 제공함으로써 정체 시 아무것도 할 수 없는 운전자의 기다림을 가치 있는 시간으로 만들어 줄 수 있습니다. 시중에 나와있는 여러 네비게이션 혹은 앱들은 운전자에게 단순히 얼마나 빨리 갈 수 있는지만 알려준다면, HowLong 서비스는 언제 나타날지 모르는 정체라는 기다림의 고통을 줄여주며, 차 안에서 마냥 있을 운전자에게 스마트함을 줄 수 있는 앱이 될 것입니다.

8. 향후 발전 방향

실시간 VMS와 CCTV 정보를 가져오는 과정에서 오픈 API 사이트(국토교통부) 서버 불안정으로 데이터를 가져오지 못하는 상황이 발생하고 있습니다. 따라서 향후 안정성이 높은 API를 제공받아 업데이트를 할 계획이며, 정체가 극에 달하는 명절 및 휴가철에는 VDS만의 정보에 의지하지 않고 실제 'How Long'을 사용하는 사용자들끼리의 소요시간을 공유하여 해당 구간을 이미 지나쳐간 운전자들의 정보를 DB화 함으로써 더욱 정확한 정보를 제공하는 어플리케이션으로 거듭날 계획입니다.

HowLong은 고속도로 정체 시 만나는 앱이므로 컨텐츠의 다양화를 이용하여 여러 홍보를 통한 사업성으로도 뛰어난 동시에 훌륭한 컨텐츠를 제공하여 고속도로 이용자들에게도 기다림 속 스마트함을 제공할 수 있습니다.

9. 최적화 기종 및 안드로이드 OS

- 최적 핸드폰 : 삼성 갤럭시S3
- 최소 안드로이드 OS : 젤리빈(4.2.2)