



새로운 이동가치의 창출, 교통데이터로

제3회 교통데이터 활용공모전 수상 작품집

주 친



주 관



교통정보플랫폼포럼

10



사단 법인 대한교통학회



NAVER



SK telecom



대상 (국토교통부 장관상)

앱개발 | 고속대처

참가자 : 이상훈, 천민경, 김희수, 김준엽, 박수빈 1

최우수상 (한국도로공사 사장상)

**논문 | 판교IC 환승센터와 셔틀 광역버스의 운영을 통한 고속도로
광역버스 입석 주행 문제 해결 방안**

참가자 : 박영훈, 원지연, 공재형 7

디자인 | 졸음 쉼터, 잠깐의 여유

참가자 : 송현석, 류혜연, 황선용 31

앱개발 | 지금 출발하세요

참가자 : 김대우, 장지웅 35

우수상 (교통정보 플랫폼 의장상)

**논문 | 교통DB(OASIS)를 이용한 경부고속도로 구간별 교통사고
위험도 분석 및 시각화**

참가자 : 문병준, 윤준태 43

특별상 (대한교통학회 회장상)

**논문 | 교통 소통상황 흐름 예측을 통한 교통정보 및 최적경로 제공
방안 개발**

참가자 : 김진수, 장경영 57

디자인 | expoly

참가자 : 강인구, 전채문, 김태은, 남문우 67

앱개발 | 꼼꼼 안전운행 하세요

참가자 : 꽈은정, 정희정 71

특별상 (네이버)

디자인 | 휴(休)드라이브

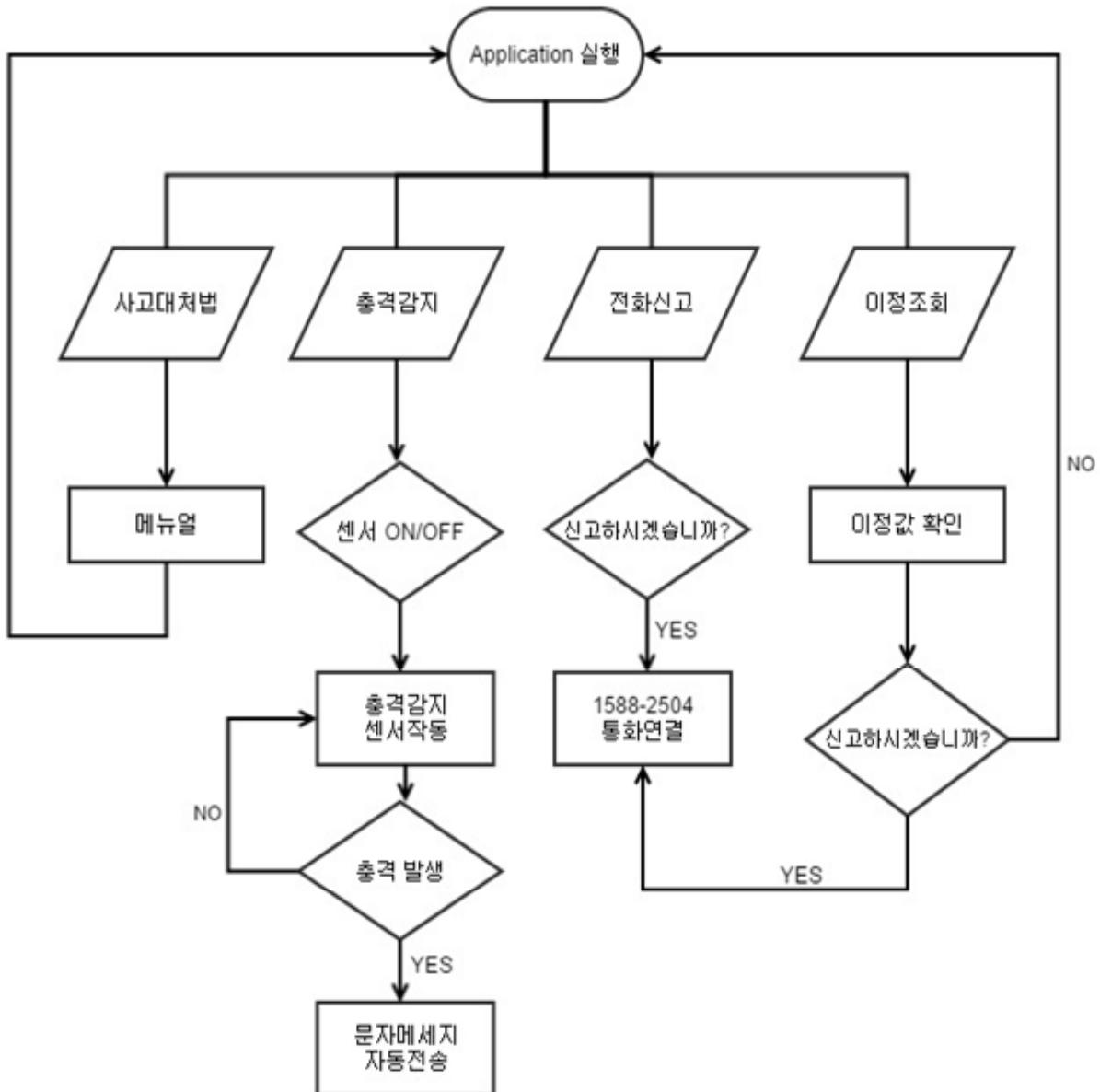
참가자 : 박소영, 이주원, 임제현, 김유나 77

제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 대상

제 목	“고 속 대 처”				
참가자	1	성명	이상훈	소속	영남대학교
	2	성명	천민경	소속	영남대학교
	3	성명	김희수	소속	영남대학교
	4	성명	김준엽	소속	영남대학교
	5	성명	박수빈	소속	영남대학교
내용 요약					
(1) 앱 개발 배경 및 소개					
<p>고속도로 운행 중 발생하는 교통사고와 그 후 발생하는 2차사고의 문제가 상당하다. 또한, 초보 운전자, 여성 운전자의 경우 고속도로의 명을 모를 뿐만 아니라 이정값의 존재를 모르는 경우가 많다. 따라서 좀 더 신속, 정확하고 간편하게 위치를 신고할 필요성이 있다. 현재 출시되어 있는 교통사고 신고 APP은 모두 수동이다. 즉 현재의 위치, 이정값, 고속도로 명을 운전자가 직접 입력하여야 신고가 가능하다. 이는 고속도로에서 발생하는 대형 사고로 운전자가 의식을 잃었을 경우 무의미하다. 따라서 정확하고 신속하게 수동이 아닌 자동으로 신고할 필요성이 있다. 이러한 필요성을 느끼고 신속, 정확, 자동 신고를 할 수 있는 앱을 개발하였다. 대형 사고가 아닌 간단한 접촉사고 시에도 현재의 위치를 운전자가 직접 확인할 수 있도록 이정값 조회기능 역시 탑재하였다. 현재의 고속도로 명, 이정값을 보며 한국도로공사에 직접 신고하여 견인서비스를 받을 수 있도록 하였다.</p>					
(2) 사용한 교통데이터					
<p>GPS를 이용해 현재위치를 확인한 뒤 Open Oasis에서 제공하는 RSE 데이터를 이용하여 현재위치에 해당하는 고속도로 이정값을 체크합니다. 이때, 제공하는 데이터가 고속도로 이정을 위해 만든 DB가 아니므로 상세한 위치 값을 알기 어렵습니다. 데이터가 더 자세하다면 좀더 정확한 위치 이정값을 줄 수 있습니다.</p>					
<p>◎ RSE 데이터의 고속도로 위치명, 도로이정, 위도값, 경도값을 활용.</p>					

내용 요약

(3) Flow Chart

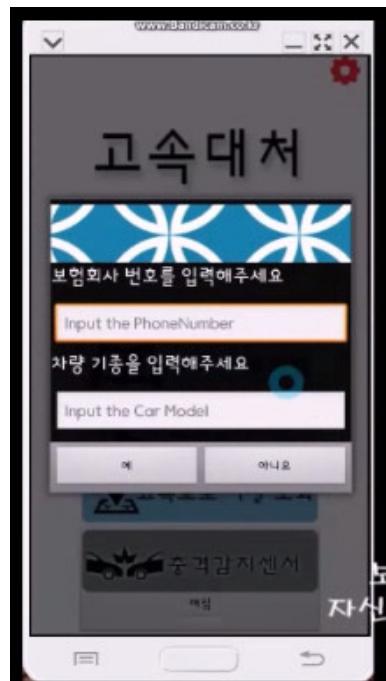


내용 요약

(4) 앱의 구성 및 기능



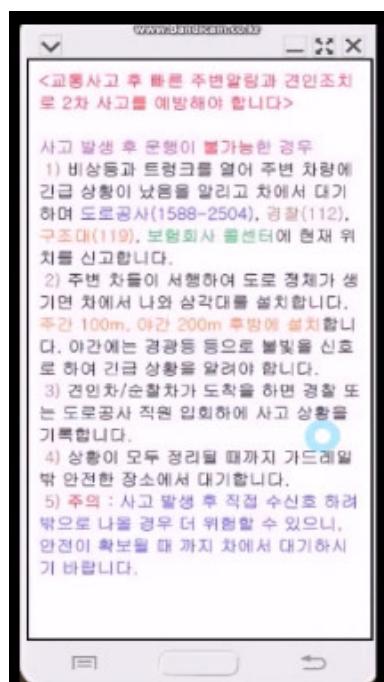
<로딩화면>



<최초 실행시 정보 입력 화면>



<메인 화면>

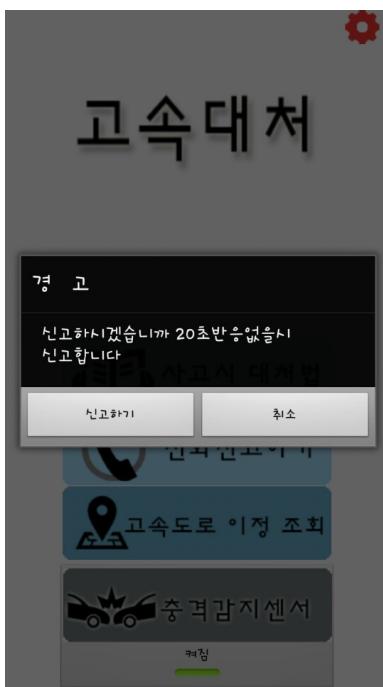


< 사고시 대처법 >

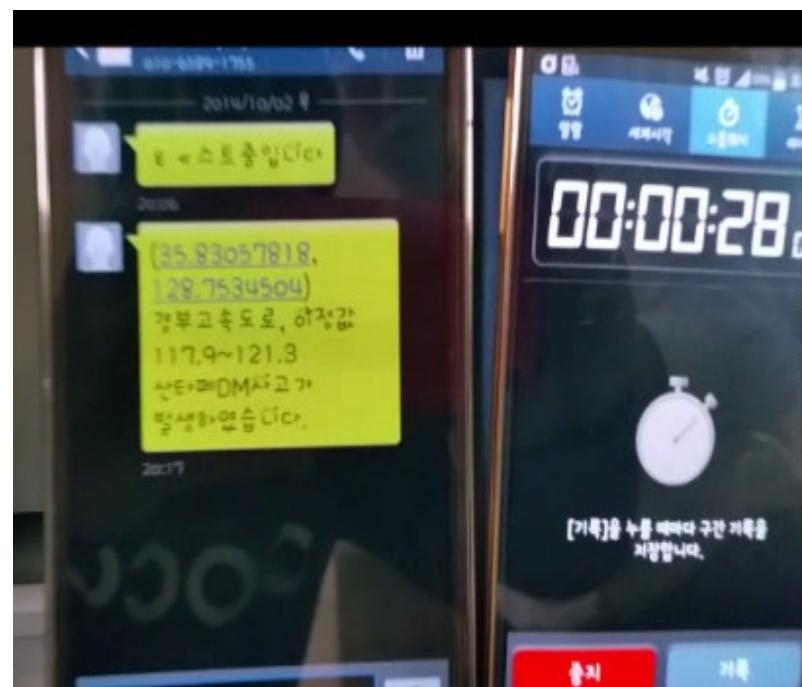


< 신고 전화 하기 >

내용 요약



< 충격 감지 시 경고 화면 >



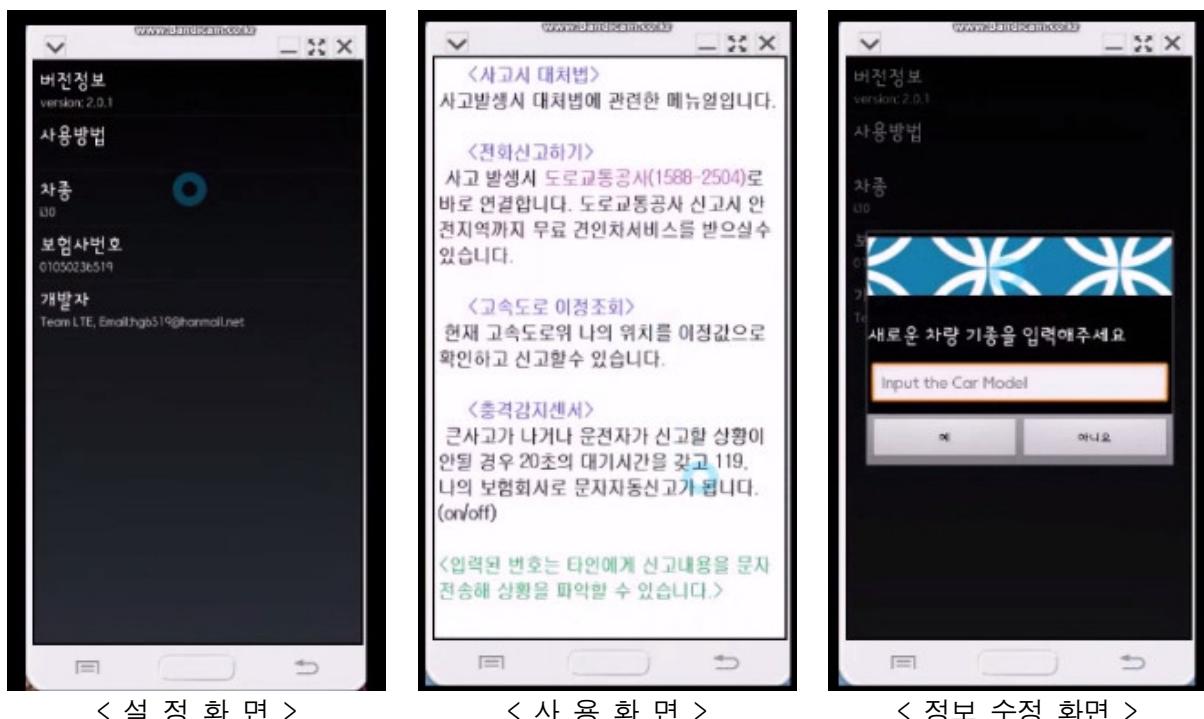
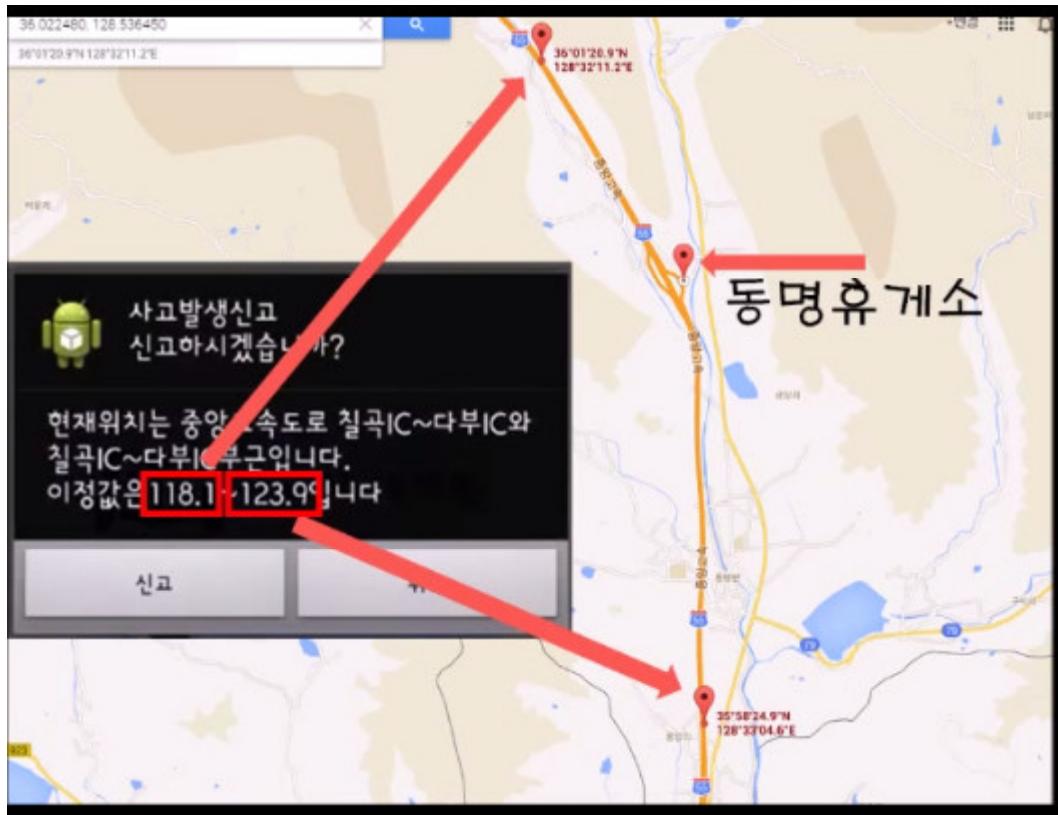
< 문자 접 송 화면 >



< 동 명 휴게소 실제 실행 화면 >



내용 요약



내용 요약

1. 사고 시 대처법

여러 가지 사고가 발생하였을 때 상황에 맞게 대처할 수 있는 방법을 수록하였습니다. 이 메뉴 얼은 한국도로공사에서 제공하는 정보를 이용하였습니다.

2. 전화신고하기

사고가 난 경우 바로 도로공사(1588-2504)로 연결하여 사고신고를 할 수 있습니다. 이때 사고 당사자의 경우 값비싼 사설 견인업체를 이용하는 것이 아니라 도로공사에서 제공하는 무료견인 서비스를 이용할 수 있고 견인차+경찰차+차량유도트럭 이 3가지를 한 번에 제공해줌으로써 좀 더 저렴하고 안전하게 이용할 수 있습니다.

3. 고속도로 이정 조회

제공하는 고속도로 이정 데이터들을 이용하여 고속도로 위 현 나의 위치를 제공합니다. 사고신고 시, 정확한 현재의 위치(이정 값)을 알려줌으로써 더 신속한 사고 후 처리가 이루어지도록 합니다. 이때 알려주는 내용은 고속도로정보, 이정 값이며 이 값을 기억하여 바로 전화 연결 할 수 있도록 하였습니다.

4. 충격 감지 센서

충격 감지 센서버튼이 ON 상태일 경우 큰 충격이나 흔들림이 있을 경우 운전자가 신고할 수 없는 상황이라면 경보음과 함께 20초의 대기시간 후 설정된 보험회사와 119 두 곳에 자동으로 문자가 전송됩니다. 만약 실수로 큰 충격이 가해졌을 경우를 대비하여 20초의 대기시간동안 취소할 수 있는 팝업창을 띄워줌으로써 자동신고를 취소할 수 있습니다.

5. 설정버튼

App의 버전, 개발자, 간단한 사용법(버튼내용소개), 피드백을 위한 연락처, 어플리케이션 처음 실행 시 입력한 사용자의 보험사 정보와 차량 정보를 수정할 수 있게끔 하였습니다.

(4) 향후 활용 방안

- 한국도로공사에서 제공하는 무상견인서비스(견인차+패트롤카+경찰차)를 이용해 2차 사고를 예방하는 등 좀더 안전한 처리가 가능합니다.
- 대형사고나 늦은 시간에 신고할 수 있는 상황이 아닌 경우(또는 지나가는 차량 X) 자동신고가 가능함으로써 더 신속한 신고가 이루어지게 될 것
- 현재 위치를 상세하게 알려줌으로써 신속한 사고 후 처리가 가능
- 사고 경험이 없는 초보운전자나 여성들의 경우에 쉽고 간편한 대처가능



제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	판교IC 환승센터와 셔틀 광역버스의 운영을 통한 고속도로 광역버스 입석 주행 문제 해결 방안				
참가자	1	성명	박영훈	소속	연세대학교 도시공학과
	2	성명	원지연	소속	연세대학교 도시공학과
	3	성명	공재형	소속	연세대학교 도시공학과
	4	성명		소속	
내용 요약					
<p>수도권 지역 내의 장거리 수송을 담당하는 광역버스(직행좌석버스)는 접근성(accessibility)과 이동성(mobility)을 모두 갖춘 우수한 교통수단으로서 많은 수도권 통근자들이 이용하고 있다. 그러나 수도권의 확장으로 광역버스 이용자가 늘어나게 되면서 수요가 광역버스의 공급량을 따라가지 못하게 되었고, 이는 안전상의 이유로 법적으로 금지된 좌석형 버스의 입석 주행을 초래하게 되었다. 시간대별 수요의 불균형과 서울 시내의 혼잡 등 다양한 원인으로 인해 무분별한 증차가 불가능한 상황에서 다양한 대책이 제시되었으나 대부분 시행되지 못하거나 가시적인 효과를 얻지 못하였다. 더불어 최근 입석 금지 조치에 따라 이용객들은 버스 이용에 큰 불편을 느껴 왔다. 이에 착안하여 본 논문에서는 입석을 금지한다는 전제 하에 가장 효율적으로 출근시간의 광역버스 공급 문제를 해결할 수 있는 방안을 모색하였다.</p> <p>본 논문에서는 가장 많은 광역버스 노선이 있는 경부축 중에서도 분당, 용인 지역을 운행하는 광역버스들이 고속도로로 진입하기 위해 이용하는 판교IC 부근에 환승센터를 설치하여, 수도권 각지에서 입석 상태로 탑승을 한 승객에 한하여 고속도로 진입 직전에 하차한 후, 환승센터와 서울을 왕복하는 ‘셔틀 광역버스’로 환승하는 방안을 제시하였다. 이는 이용객 입장에서 환승 횟수의 증가를 최소화하고, 서비스 제공자 입장에서 운행패턴의 변화를 최소화하며, 행정기관의 입장에서 소요되는 비용을 최소화한 방안으로서, 시행 효과를 극대화하는 데 주력하였다.</p> <p>교통 데이터로는 2013년 5월 23일의 교통카드 태그 데이터를 활용하였으며, 24시간 자료 중 오전 시간 대의 데이터를 이용하여 재차인원과 소요시간, 재차율, 정원초과인원을 계산한 후 이를 바탕으로 셔틀 광역버스의 노선과 배차 간격, 차량 대수를 산정하였다. 환승센터의 부지로는 두 가지 후보지를 제시하였는데 각 후보지의 특징과 장점 및 단점을 제시하여 현실에 맞게 부지를 선정할 수 있도록 하였다.</p> <p>환승센터의 설치와 셔틀 광역버스의 운행을 통해 안전을 위해 불가피한 입석 금지 조치의 영향을 줄이고 편리한 광역버스 이용 및 환승 선택지의 확대를 동시에 꾀할 수 있다. 약간의 부지 확보와 48회 정도의 증회 운행으로 쾌적한 광역버스 이용이 보장될 수 있기를 기대하는 바이다.</p>					



판교IC 환승센터와 셔틀 광역버스의 운영을 통한 고속도로 광역버스 입석 주행 문제 해결 방안

박 영 훈

연세대학교 도시공학과 3학년

원 지 연

연세대학교 도시공학과 2학년

공 재 형

연세대학교 도시공학과 1학년

목차

1. 서론

- 가. 연구 배경
- 나. 연구 방향

2. 현황 및 문제점

- 가. 고속도로 경유 광역버스 운영 현황
- 나. 고속도로 경유 광역버스의 문제점
- 다. 기존에 제시된 문제 해결 방안 및 한계점

3. 개선 대안 선정

- 가. 적용 방법과 대상 선정
 - 1) 입지 선정 조건
 - 2) 교통축 내 후보지 선정
- 나. 광역버스 체계 분석과 개선 방안
 - 1) 셔틀 광역버스 운영 개요
 - 2) 기존 광역버스 이용 현황
 - 3) 배차 간격
 - 4) 서울 구간 노선
 - 5) 도입 차량 수
- 다. 판교IC 환승센터의 입지 대안 설정
 - 1) 판교요금소 부근 설치 안
 - 2) 판교역 부근 설치 안

4. 효과 분석

- 가. 개선효과
 - 1) 고속도로 주행 안전성 보장
 - 2) 환승 선택지 확대
- 나. 한계 및 보완
 - 1) 입지 선정 및 적용 범위
 - 2) 데이터의 활용
 - 3) 증차로 인한 서울 내 교통 영향
 - 4) 노선 입찰 및 운수업체 배분

5. 결론

참고문헌

1. 서론

가. 연구 배경

오늘날 우리나라 고속도로에는 다양한 노선버스들이 운행되고 있다. 전국 각지를 이어주는 고속버스와 시외버스가 상시 승객을 실어 나르고, 수도권에는 광역버스(직행좌석버스)¹⁾가 다니기도 한다. 이들은 도시 내에서의 수송을 담당하는 일반 시내버스들과 달리 도시의 경계를 넘어 두 거점 사이를 신속하게 연결해주는 역할을 한다. 광역버스는 고속버스나 시외버스보다 비교적 짧은 거리를 수도권 내에서 이어주고 있지만 일반 시내버스보다 긴 거리를 쾌적하고 빠르게 연결해주기 위해 만들어졌다. 지금은 형간전환²⁾이나 노선 통·폐합 등 여러 요인으로 노선의 길이가 광역버스보다 긴 일반 시내버스(간선버스, 지선버스)가 꽤 운행되고 있지만 정류장 사이의 거리와 좌석형 차량의 배차는 여전히 이 버스들의 등급을 구분하는 기준이 된다. 또한, 광역버스 중 일부는 고속도로나 고속화도로를 경유하여 장거리를 단시간에 이동할 수 있어 승객들이 편리하게 이용할 수 있게 해 준다.

문제는 수도권 내 신도시의 지속적 개발로 장거리 통근자가 증가하여 광역버스의 공급이 수요를 따라가지 못하고 있다는 것이다. 하루 중 출·퇴근을 하는 특정 시간대에 승객이 몰려 사람들이 모두 좌석에 앉지 못하고 일반 시내버스처럼 복도에 서서 이동하는 것이 흔한 광경이 되었다. 이는 승객들의 버스 이용을 불편하게 할 뿐만 아니라, 도로교통법을 위반³⁾하는 것으로서 고속으로 주행하는 도로상에서의 안전을 위협한다. 이에 따라 지난 2014년 7월 16일 고속도로 및 고속화도로를 이용하는 광역버스의 입석운행이 전면 금지되어 논란이 일기도 했다. 특히, 경부고속도로는 분당과 광화문을 잇는 경기도 최초 직행좌석버스를 시작으로 현재 많은 노선의 서울특별시, 경기도, 국토교통부 소속 광역버스들이 수도권 구간을 이용하고 있으며, 경인고속도로와 서울외곽순환고속도로 역시 인천광역시 소속 광역버스들이 일부 구간을 경유하고 있어 그 영향이 상당하다. 출근시간대 절반가량의 광역버스가 정원을 초과하여 운행되고 있는 상황⁴⁾에 갑작스럽게 시행된 입석 금지 조치는 광역버스 공급의 심각한 부족현상을 초래하고 있다.

이러한 고속도로상의 입석 주행 문제는 입석 금지 조치가 있기 전부터 오랫동안 제기되어 왔으며, 그에 대한 다양한 해결 방안도 제시되었으나 아직 근본적인 공급 부족 해결은 이루어지지 않고 있다. 그 이유는 첫째로 재정상의 문제로 인해 광역버스를 대체할 수 있는 다른 교통수단(광역철도 등)의 건설이 쉽지 않다는 것을 들 수 있다. 신분당선의 도심 연장과 경기도 광역급행철도의 신설은 막대한 예산을 필요로 하기에 단기간에 이루어지기가 어렵다. 둘째로, 일부 불편함을 감수하더라도 광역버스가 가지는 장점이 크다. 우선 고속도로를 이용하여 시속 80~90km로 주행하기 때문에 그 절반 정도의 표정속도로 운행하는 광역철도보다 빠르게 이동할 수 있고 문전 접근성이 철도에 비해 높기 때문에 환승 횟수가 비교적 적어 편리하다는 것이다. 셋째, 무작정 버스의 공급을 늘리는 것은 서울 시내의 교통 혼잡을 유발할 가능성이 높다. 서울특별시에서 시내버스 총량제를 고수하여 무분

1) 현재 서울특별시와 인천광역시에서는 ‘광역버스’라 부르고, 경기도에서는 동급의 버스를 ‘직행좌석버스’로 분류한다. 여기서는 광역버스로 명칭을 통일한다.

2) 노선버스의 등급이 바뀌는 것으로 주로 수익성 문제로 인해 좌석형 버스가 입석형 버스로 바뀌는 경우가 많다.

3) 도로교통법 39조, 도로교통법 시행령 22조

4) 이예슬, “승객 안전은 ‘뒷전’…고속도 내달리는 만원 광역버스”, 뉴시스 2011년 10월 30일자

별한 버스 증차를 막고 있는 것도 이러한 이유에서다.

나. 연구 방향

따라서, 현재의 광역버스의 장점을 가급적 유지하되 공급 효율을 최대한으로 높일 수 있는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 부분에 초점을 두어 고속도로를 주행하는 광역버스의 공급의 최적화 방안을 제시하고자 한다. 새로운 건설 사업을 통한 하드웨어적 해결책보다는 현재의 시설물을 최대한 활용하여 실현가능성이 높고 경제적인 해결 방안을 연구하였다. 또한, 승객의 안전을 위해 고속도로 입석금지를 전면 시행하는 것으로 가정한다.

2. 현황 및 문제점

가. 고속도로 경유 광역버스 운영 현황

서울과 그 주변 도시 사이에는 이동 수요가 많은 만큼 여러 노선의 고속도로가 연결되어 있다. 수도권 도시를 이어주는 광역버스 역시 고속 이동을 위해 고속도로 일부 구간을 이용한다. <그림 1>의 경인고속도로, 서울외곽순환고속도로, 제2경인고속도로를 인천 광역버스가 경유하고 있고 경부고속도로와 용인서울고속도로, 영동고속도로 등을 서울, 경기 광역버스가 경유하고 있다.

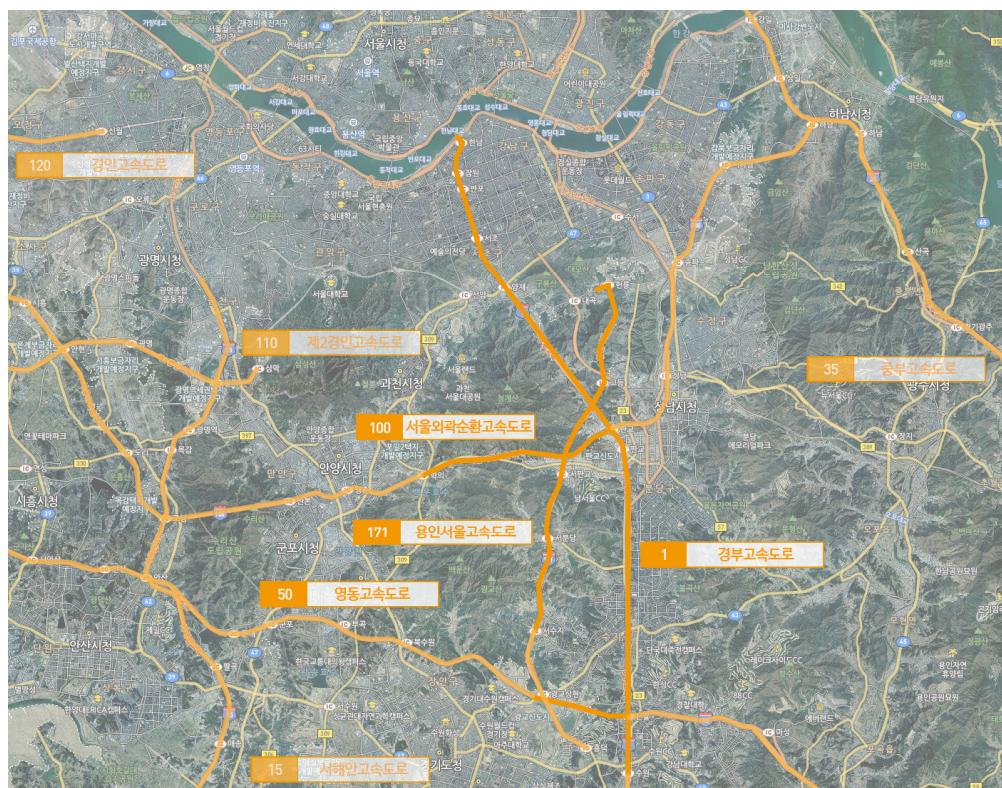


그림 1. 수도권 주요 고속도로

이 광역버스들은 서울 도심 방향으로는 허브 앤 스포크 방식으로 노선이 짜여 있다. 즉, 서울 내 거점까지만 수송을 하고 이후에는 환승을 통해 다른 버스로 목적지까지 이동하는 방식이다. 서울 내에서의 목적지가 천차만별인데 여기에 맞추어 광역버스를 모두 배차하는

것은 비효율과 도심 혼잡을 야기하기 때문이다. 반면, 외곽 방면으로는 혼잡이 심하지 않기 때문에 다양한 목적지의 노선들이 존재한다. 광역버스의 장점은 여기서 찾을 수 있다. 도시철도나 광역철도의 경우 수송력에 있어서는 버스를 압도하지만 외곽 지역에서의 접근성은 광역버스에 미치지 못한다. 따라서 신분당선과 같은 철도가 충분히 경쟁력 있는 속도로 운행되고 있지만 철도역으로 접근하기 위해 또 다른 교통수단을 이용해야 한다는 점 때문에 많은 수요를 버스로부터 끌어오지 못하였다.⁵⁾ 이와 같이 우수한 광역버스의 외곽 지역 접근성 때문에 철도와의 역할 분담이 제대로 이루어지지 않은 채 높은 수요를 유지해오고 있다.

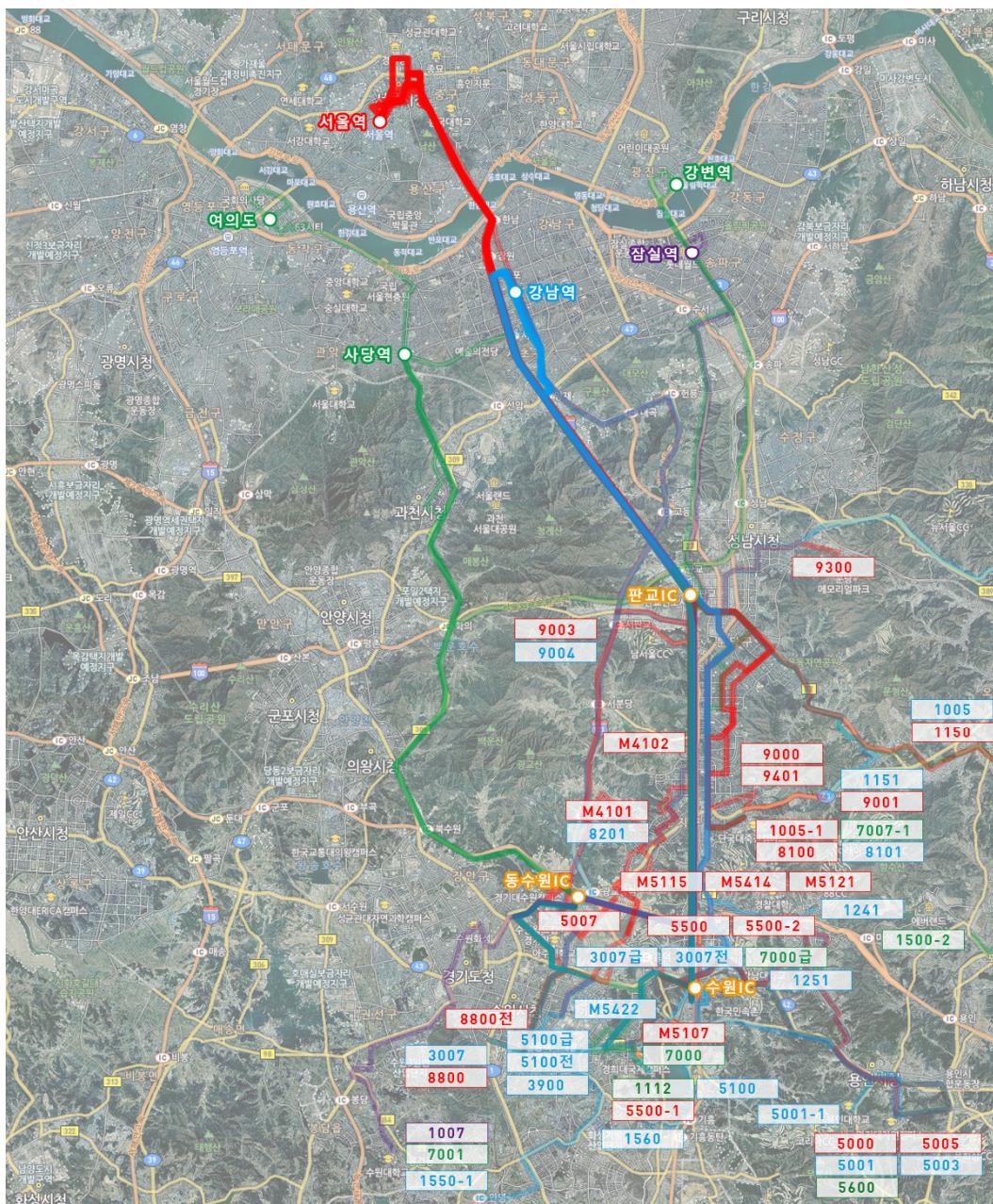


그림 2. 경부축 서울 진입 광역버스 노선 현황

5) 노권영, “신분당선 개통 판교주민 ‘불편해’”, 경기신문 2011년 11월 9일자

경부축 서울 진입 광역버스의 노선 체계는 <그림 2>와 같다. 이러한 구조는 경부축 뿐만 아니라 서울-인천, 서울-일산-파주 축도 유사하게 나타난다. 수도권 각지에서 간선도로 축(고속도로)을 통해 서울로 진입한 후 각각의 환승 거점에서 회차하는 형태이다. 특히 경부축에서는 판교IC와 동수원IC, 수원IC 중 한 곳 이상을 거쳐 고속도로를 경유하는 노선이 대부분이며, 외곽으로는 각각 분당, 수원, 용인으로 이어진다. 서울 방향으로는 서울역·강남역을 회차지로 하는 노선이 대다수이고 일부 사당역·잠실역 등지로 향하는 노선이 있다. 서울역은 일산·파주·인천 방면으로 가는 광역버스들이 회차하는 곳이기도 하며, 사당역은 수원·화성·오산 방면, 잠실역은 구리·남양주·가평 방면으로 향하는 버스들이 정차하는 등 모두 경부축뿐만 아니라 서울 외부로 나가는 많은 버스들의 주요 환승 거점으로 이용되고 있다.

나. 고속도로 경유 광역버스의 문제점

광역버스가 많아짐에 따라 몇 가지 문제점이 발생하고 있는데, 첫째로 버스 차량의 증가로 도로 혼잡이 가중되고 있다는 점이다. 버스는 교통공학에서 중차량으로 분류⁶⁾되는데 이는 버스 한 대가 일반 승용차 한 대에 비해 면적이나 가·감속 면에서 도로상에 미치는 영향이 크다는 것을 의미한다. 특히, 이 버스들은 고속으로 주행하는 고속도로에서 승용차의 제한속도인 100km/h에 못 미치는 80~90km/h로 주행하기 때문에 광역버스의 존재는 교통량에 상당한 영향을 미칠 수밖에 없다. 둘째로, 수요가 출·퇴근 시간에 편중된 정도가 크기 때문에 첨두시를 제외하면 버스 차량의 공급이 높은 수준을 유지할 필요가 없어서 유휴 차량이 발생한다는 것이다. 또한, 충분한 배차를 하지 못하여 발생한 입석 승객들의 안전도 문제가 되고 있다. 고속도로에서는 전 좌석 안전띠를 착용하는 것이 의무화되어 있으나 입석 승객은 손잡이 하나에 의지해야 하기 때문에 사고 시 큰 피해를 야기할 우려가 있다.

다. 기존에 제시된 문제 해결 방안 및 한계점

이와 같은 문제는 2014년 7월 16일 입석금지가 시행되기 전부터 꾸준히 제기되어 왔고 그에 따른 해결책도 지속적으로 제시되었다. 가장 단순한 방식이 버스를 중차하는 것인데, 이는 앞서 언급하였듯 혼잡과 차량운용상의 수지 문제⁷⁾가 있기 때문에 무작정 시행하기는 어려운 문제이다. 경기도에서는 최근 광역버스 차량을 대폭 증가시키는 계획을 발표했는데 이러한 문제를 해결하는 것이 큰 과제이다.⁸⁾

두 번째 해결 방안은 2층 버스의 도입이다. 2층 버스는 수직으로 용량을 증가시킬 것으로 일반 버스에 비해 수송력이 우수하다. 일반 노선버스의 경우 빠른 승하차와 정차, 발차가 필수적이므로 승하차에 많은 시간을 필요로 하는 2층 버스의 도입이 부적절하다. 그러나 정차하는 정류장이 적고 장거리를 이동하는 버스는 이러한 단점이 크게 작용하지 않기 때문에 도입을 고려할 수 있다. 다만, 2층 버스는 국내에서 양산되지 않았기 때문에 국산화를 하거나 수입을 해야 하는 상황이라 한 대당 5억~7억 원 정도로 1억 5천만 원이면 구매할 수 있는 일반 버스에 비해 단가가 매우 비싸다.⁹⁾ 게다가 승객이 많지 않은 시간대에

6) 건설교통부, “道路容量便覽”, 2001

7) 경기도 광역버스의 경우 준공영제가 시행되고 있지 않기 때문에 운수 회사의 수지가 운행에 직접적인 영향을 미친다.

8) 홍수영, “수도권 광역버스 203대 ‘개강맞이 증차’”, 동아일보 2014년 8월 22일자

9) 김규원, “수도권에 2층버스 도입 검토”, 한겨레 2014년 8월 14일자

도 2층 버스를 운행시키는 것에도 비용 면에서 부담이 크다.

차량의 추가 도입이 어렵다면 결국 공급을 억지로 늘려야 하는데 그러기 위해서는 과거와 같이 입석을 허용하는 수밖에 없다. 그러나 안전 문제를 고려했을 때 입석 허용 상태를 유지하는 것은 바람직하지 않다.

또 다른 해결책으로 환승터미널 설치가 제안되었다. 그 위치에 있어서는 다양한 장소가 거론되었는데, 우선 수도권교통본부에서 제안된 한남동 환승터미널을 들 수 있다. 경부축 광역버스의 한남대교 북단 회차를 통해 서울 도심부 혼잡을 완화하는 내용의 제안이다.¹⁰⁾ 이외에도 경부고속도로 죽전 휴게소에 광역버스 환승센터를 설치하여 환승 시설을 이용할 수 있도록 하는 방안도 고려되었다가 무산된 바 있다.¹¹⁾ 환승터미널은 기본적으로 환승을 위해 정차를 해야 하고 승객은 하차와 승차를 추가적으로 시행해야 한다는 점에서 비효율을 야기한다. 또한 해결하고자 하는 혼잡 구간의 설정에 따라 환승 지점의 위치가 결정되므로 신중히 계획되어야 한다. 앞서 언급한 허브 앤 스포크 방식은 노선의 단순화와 비용 절감의 장점이 있지만 환승 없이 목적지까지 이동이 가능했던 이용자의 입장에서는 불편을 초래할 수 있다는 한계를 인식하고 있어야 한다.

3. 개선 대안 선정

가. 적용 방법과 대상 선정

기존 해결 방안들이 가지고 있는 문제점을 요약하자면 다음과 같다. 첫째, 전략적이지 못한 단순 증자는 혼잡 가중 등 부작용이 크며 현실적으로 효율성을 기대하기 어렵다. 둘째, 차종의 변경은 새로운 투자비용과 관리비용이 소모되므로 경제적이지 못하다. 셋째, 환승터미널의 운영은 입지 선정과 환승횟수 증가라는 부담을 해결하는 것이 과제로 남는다. 본 논문에서는 이러한 문제점들에 주목하여 더 나은 개선 대안을 제시하고자 한다.

최대 수송 효율의 가장 이상적인 실현은 운행하는 버스가 모두 만차 상태로 서울에 진입하는 것이다. 그러나 앞서 입석금지의 시행과 출근시간 상행 노선 최대 수송 효율을 전제로 한 바 있으므로 기존의 차량을 최대한 활용(혹은 동일 차종의 신차 도입)하여 입석금지의 테두리 내에서 정원, 또는 정원에 근접한 인원을 탑승시켜 수송하는 것이 핵심이다.

따라서 본 논문에서는 고속도로 진입 직전에서 입석 승객의 환승을 시행하여 전 승객이 착석한 만차 상태의 버스를 만들어 서울 방향으로 보내는 것을 구상하였다. 이는 고속도로 진입 이전까지는 입석을 허용토록 하여 기존 광역버스로 수송력을 최대로 발휘할 수 있도록 하는 동시에 고속도로에서는 입석 승객이 생기지 않도록 할 수 있는 대안이다. 또한, 이로 인해 발생하는 공급 부족을 해결하기 위해서 고속도로 부근에 환승센터를 입지하게 한 후, 출근시간 환승센터에서 서울 방향으로 출발하는 셔틀 노선을 운영하는 방안을 제시하고자 한다.

1) 입지 선정 조건

고속도로나 고속화도로를 이용하는 광역버스는 많으나 이러한 방식을 적용할 수 있는 조건은 한정되어 있는데, 이는 다음과 같다. 첫째로, 많은 노선의 버스가 경유하는 곳이어야

10) 김정환, 유한결, 신재영, “수도권 광역버스 운행체계의 문제점과 개선방안”, 2011

11) 김병철, “죽전휴게소에 광역환승센터”, 서울신문 2007년 2월 24일자

한다. 환승의 장점 중의 하나는 허브를 통해서 갈 수 있는 목적지가 다양해진다는 점이다. 환승이라는 수고로움을 상쇄할 수 있을 만큼의 다양한 노선이 지나는 곳이어야 한다. 둘째로, 버스의 통과 빈도가 높아야 한다. 환승을 위해 대기하는 시간이 길어질수록 전체 이동 소요시간이 늘어나게 되고 환승을 하지 않았을 때보다 더 오랜 시간을 소비해야 한다면 환승을 해야 할 이유가 없어지게 되기 때문이다.셋째로, 재차 인원이 정원을 초과하여 입석 승객이 발생하는 곳이어야 한다. 고려해 볼 수 있는 지역은 크게 다음과 같이 열거해 볼 수 있다.

가) 경부축(분당, 용인, 수원 방면, 경부고속도로 경유)

이 지역은 고속도로를 경유하는 광역버스가 가장 많이 운행되는 곳으로서 혼잡 문제도 가장 심각하게 나타나는 지역이다. 경부고속도로로 진입하는 나들목(IC) 부근에서 환승센터 설치를 검토해볼 수 있다.

나) 경인축(인천, 부천 방면, 경인고속도로 경유)

인천과 부천 방면으로 가는 광역버스 역시 많은 편이나 경인고속도로의 경우 환승을 시행할 만한 부지가 없으며 시가지가 연속적으로 이어져 있기 때문에 적용 대상으로 하기에 어려움이 있다.

다) 서북축(일산, 파주 방면)

일산과 파주로 향하는 노선들은 크게 통일·의주로, 수색로, 자유로를 이용하는 노선으로 나눌 수 있는데 통일·의주로와 수색로는 고속도로가 아니므로 본 논문의 주제와 맞지 않으며, 자유로의 경우 9711B 노선의 신설이나 9709의 노선변경 등 여러 가지 대안이 시도되고 있으므로 연구 대상에서 제외하였다.

라) 동부축(구리, 남양주 방면), 남부축(수원, 화성 방면)

이 지역 역시 고속도로를 이용하는 광역버스 노선이 적기 때문에 대상에서 제외하였다.

따라서, 고속도로를 경유하는 광역버스 노선이 가장 많으며 개선이 시급하다고 판단되는 경부축을 연구 대상으로 선정하였다.

2) 교통축 내 후보지 선정

<그림 2>에서 나타나는 것과 같이 경부축의 서울행 광역버스들은 주로 판교IC, 동수원 IC, 수원IC를 통해 고속도로로 진입한다. 그러므로 이 세 지점을 환승 거점 후보지로 고려할 수 있겠다. 판교IC는 대부분 분당에서 오는 버스들이며 일부 수지나 광교에서 출발하는 노선들이 있다. 동수원IC는 수원에서 출발하는 노선이 주를 이루며 수원IC는 수원, 용인에서 출발하는 버스들이 경유한다.

가) 판교IC

판교IC를 직접 경유하거나 인접 지점을 경유하는 노선은 다음 <표 1>, <표 2>와 같다. 23개 노선이 양방향 모두 요금소를 통과하며 판교IC로 진입한다. 그리고 5개 노선의 상행

또는 하행 중 한 방향이 판교IC를 직접 경유하며 4개 노선이 판교IC 진입로 부근을 통과한다. 경유 노선 중 3개 노선은 안양, 군포, 부천 등 서울 이외의 지역으로 향하는 노선이며 비교적 배차 간격이 길다. 판교IC는 세 후보지 중 가장 많은 노선이 통과하며, 부근 통과 노선을 포함하면 출·퇴근시간에 1분당 평균 3대 이상의 버스가 경유하는 곳으로 교통의 요지라 할 수 있다.

표 1. 판교IC 직접경유노선 배차

노선번호	출퇴근 (분)	평일 (분)	행선지	노선번호	출퇴근 (분)	평일 (분)	행선지
1005	25	35	양재시민의숲역	8201	8	15	강남역
1005-1	10	20	서울역	9000	10	12	서울역
1150	10	20	서울역	9001	8	10	서울역
1151	12	18	강남역	9003	15	20	서울역
1241	15	20	강남역	9004	10	15	강남역
1251	10	20	강남역	9300	10	12	서울역
1500-2	10	12	사당역	9401	4	10	서울역
5500	10	20	서울역	M4101	5	10	종로, 을지로
5500-1	6	11	서울역	M4102	6	15	종로, 을지로
5500-2	20	25	서울역	3330	8	10	안양역
7007-1	20	30	여의도	3500	12	20	군포, 의왕
8100	8	13	서울역	8106	10	18	송내역
8101	5	10	강남역				

자료: 경기버스정보

표 2. 판교IC 편도/인접경유노선 배차

노선번호	출퇴근 (분)	평일 (분)	행선지	비고
1007	15	20	잠실역	상행경유
1007-1	10	15	잠실역	인접경유
1550	12	20	신논현역	하행경유
1570	10	20	강남역	하행경유
5600	13	20	잠실역, 강변역	상행경유
5700	20	30	잠실역, 강변역	상행경유
6800	20	30	압구정역	인접경유
6900	10	20	잠실역	인접경유
9507	20	25	삼성역, 신사	인접경유

자료: 경기버스정보

표 3. 판교IC 행선지별 배차

행선지	배차
서울 도심	1.55대/분
강남	0.68대/분
사당	0.1대/분
여의도	0.05대/분
잠실	0.19대/분
강변	0.13대/분
부천	0.1대/분
안양	0.13대/분
군포	0.08대/분

주: 출퇴근시간으로 계산, 인접 경유노선 제외

나) 동수원IC

동수원IC를 경유하는 서울 방면 광역버스 노선은 14개이며 배차 현황은 다음 <표 4>, <표 5>와 같다. 다른 경유 지점에 비해 사당역으로 가는 버스가 많이 있고 주로 수원 지역에서 출발하는 노선들이 이곳을 이용한다. 판교IC에 비해 배차 간격이 길지만 강남 방면으로 가는 버스는 오히려 자주 운행한다. 1분당 1.25대의 버스가 지나며, 세 지점 중에서 버스가 가장 드물게 통과한다.

표 4. 동수원IC 직접경유노선 배차

노선번호	출퇴근 (분)	평일 (분)	행선지	노선번호	출퇴근 (분)	평일 (분)	행선지
1007	15	20	잠실역	7001	20	30	사당역
3007	5	3	강남역	8800	15	20	서울역
3007급	12	20	강남역	8800전	30	30	서울역
3007전	46	46	강남역	M5115	20	30	서울역
3900	3	300	강남역	M5121	15	20	서울역
7000	11	20	사당역	M5414	20	30	강남역
7000급	15	20	사당역	M5422	15	20	강남역

주: '전'으로 표시된 노선은 출퇴근시간에만 운행이 되며 평일 배차간격은 출퇴근시간과 같게 표시되어 있다.

자료: 경기버스정보

표 5. 동수원IC 행선지별 배차

행선지	배차
서울 도심	0.22대/분
강남	0.76대/분
사당	0.21대/분
잠실	0.07대/분

주: 출퇴근시간으로 계산

다) 수원IC

수원IC 역시 동수원IC와 마찬가지로 강남으로 가는 노선이 많으며 서울 도심으로 향하는 노선은 비교적 적다. 이 중 강변역으로 가는 5600번은 판교IC도 경유한다. 수원IC는 버스 통과 빈도가 동수원IC보다 높으나 판교IC에 비해서는 상당히 낮다.

표 6. 수원IC 직접경유노선 배차

노선번호	출퇴근 (분)	평일 (분)	행선지	노선번호	출퇴근 (분)	평일 (분)	행선지
1112	15	25	강변역	5006	15	25	강남역
1550-1	10	15	강남역	5007	20	30	서울역
1560	15	20	강남역	5100	6	30	강남역
5000	5	15	서울역	5100급	10	20	강남역
5001	5	15	강남역	5100전	40	40	강남역
5001-1	8	20	강남역	5600	13	20	강변역
5003	5	18	강남역	M5107	7	10	서울역
5005	8	15	서울역				

자료: 경기버스정보

표 7. 수원IC 행선지별 배차

행선지	배차
서울 도심	0.52대/분
강남	1.05대/분
강변(잠실)	0.14대/분

주: 출퇴근시간으로 계산

라) 최적 후보지 선정

각 후보지별 배차 자료에 의하면 가장 많은 통행이 이루어지는 구간은 아래와 같다.

표 8. 구간별 배차 현황

순위	구간	배차
1	판교IC-서울 도심	99대/시간
2	수원IC-강남	63대/시간
3	동수원IC-강남	45.3대/시간
4	판교IC-강남	40.4대/시간
5	수원IC-서울 도심	31.1대/시간

주: 각 후보지의 배차 데이터를 행선지별 시간당 통과대수로 환산

세 후보지 모두 많은 버스가 통과하는 곳으로 환승센터 및 셔틀 노선을 도입하기에 충분

한 곳이지만, 본 논문에서는 특히 가장 많은 노선이 경유하고 가장 빈번한 배차가 이루어지고 있는 판교IC를 적용 대상 지역으로 선정하였다. 이 중에서도 <표 3>과 같이 배차 간격이 1.55대/분으로 판교IC 경유 노선 중에서 가장 조밀한 서울 도심 방면과 0.67대/분으로 두 번째로 자주 통과하는 강남 방면을 셔틀 신설 적용 대상으로 하였다.

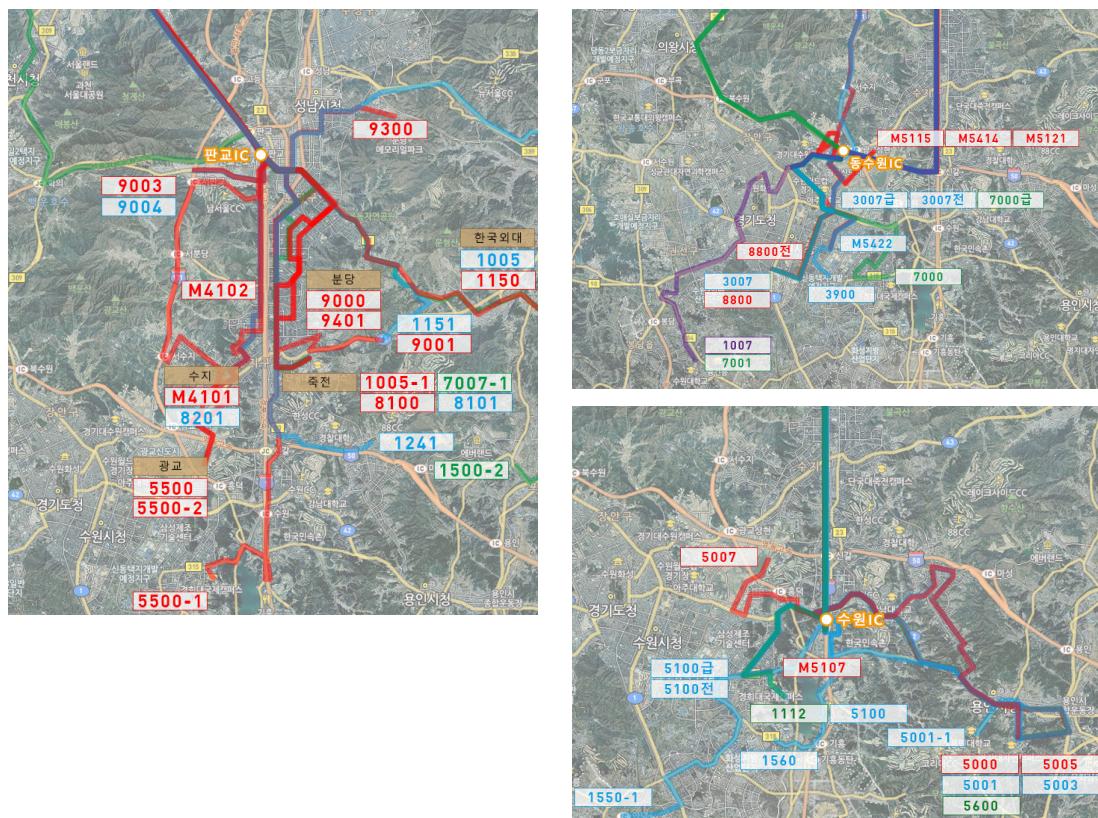


그림 3. 각 IC별 고속도로 진출·입 노선 현황
(좌측부터 시계방향으로 판교IC, 동수원IC, 수원IC)

나. 광역버스 체계 분석과 개선 방안

1) 셔틀 광역버스 운영 개요

<그림 4>과 같이 아침 출근시간대(오전 6~9시) 판교IC를 경유하는 서울역(서울 도심), 강남 방면 광역버스 중 입석 승객이 있거나 빈 좌석이 있는 차량(즉, 정원 100%가 아닌 차량)이 판교IC 부근에 설치하는 환승센터에 정차를 하고 만차 상태를 만든 후 고속도로에 진입한다. 이 때 정원 초과로 인해 하차한 승객들은 대기하고 있는 셔틀 광역버스에 탑승을 한다. 셔틀 광역버스는 두 개의 노선으로 판교IC 부근에 차고지를 두며, 각각 기존 서울역 방면 광역버스와 강남역 방면 광역버스가 주로 공유하는 경로를 따라 운행을 한다. 한편, 출근시간대 외에도 판교IC 환승센터는 환승정류장의 역할을 하도록 한다.

셔틀 광역버스의 투입과 관련하여서는 현재의 광역버스 이용객 수를 토대로 구체적인 운영 방안을 제시하며, 이용객 수는 교통카드 태그 데이터를 활용하여 재차인원 및 입석 발생 상태를 파악한다. 이후, 정원 초과 인원을 산정하고 해당 구간 왕복 소요시간을 조사하여 새로 투입해야 할 셔틀 광역버스의 수나 배차간격을 제시한다.

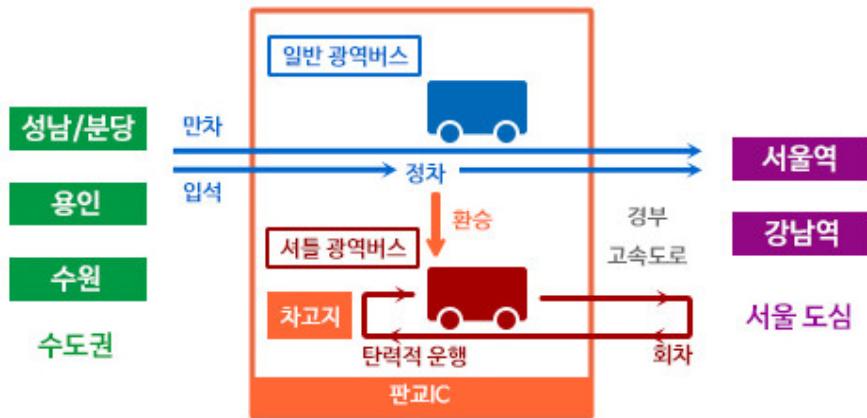


그림 4. 셔틀 광역버스 개념도

2) 기존 광역버스 이용 현황

현재 아침 출근시간 광역버스의 재차인원은 다음 <그림 5>, <그림 6>와 같다. 해당 자료를 포함하여 이후에 나오는 재차인원 및 소요시간 관련 자료는 2013년 5월 23일 목요일 오전 6~9시의 교통카드 태그 데이터를 바탕으로 작성된 것으로, 서울 도심 방향 광역버스¹²⁾가 판교IC로 진입할 때의 재차인원의 시간대별 총합을 나타낸 것이다. 측정 시간은 15분 단위로 하였으며 배차된 버스의 정원¹³⁾을 초과하는 인원을 입석 승객 수로 가정한다.

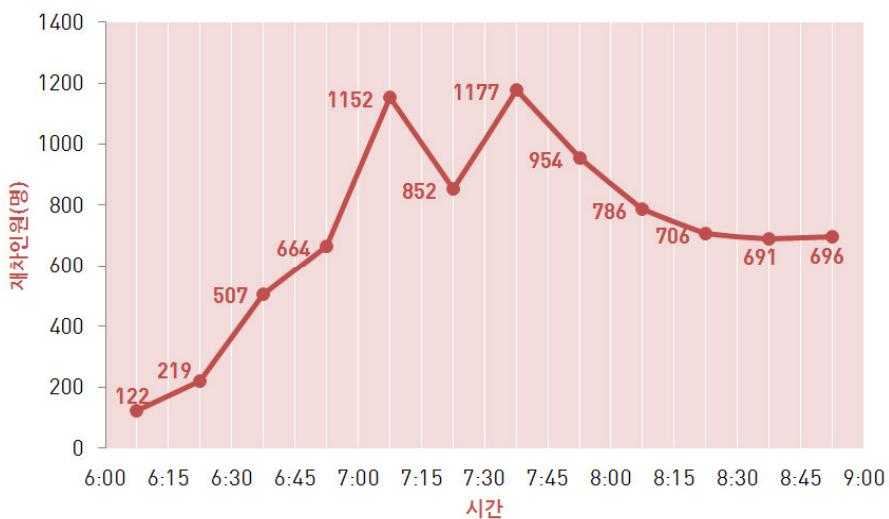


그림 5. 서울역(도심) 방면 광역버스의 판교IC 진입 시간대별 재차인원

판교IC 진입 구간에서 서울역(도심) 방면 광역버스의 이용객은 오전 7~8시 사이에 가장 많으며 8~9시에 약간 감소한 수준을 유지하였다.

12) 경기도 직행좌석버스 데이터로 서울 광역 9401번 노선은 포함되지 않았고, 환승센터를 고려하여 <표 2>에서의 인접경유노선은 포함하였다.

13) 광역버스 한 대의 정원은 현재 39~45인승으로 다양하나 여기서는 출입문이 두 개인 가장 일반적인 41인승 차량을 기준으로 하였으며 좌석의 수는 출입문 개수와 간격의 조절로 개조가 가능하다.

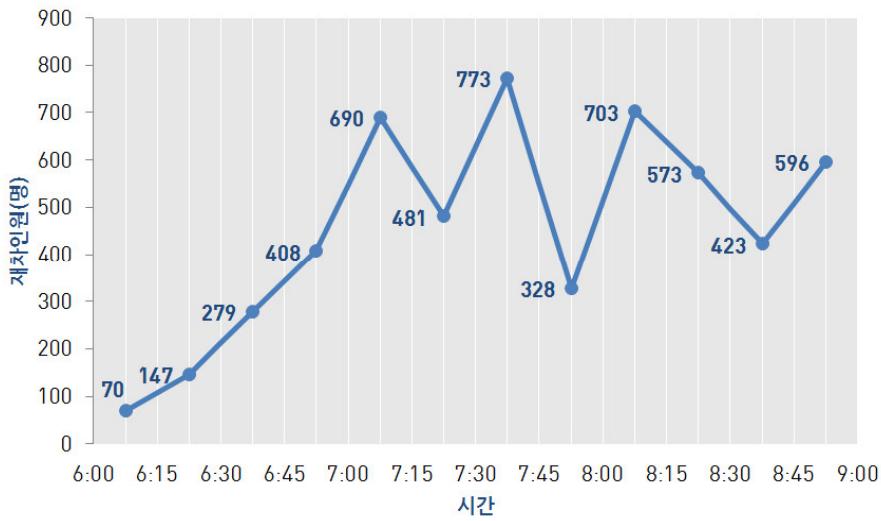


그림 6. 강남 방면 광역버스의 판교IC 진입 시간대별 재차인원

강남 방면 광역버스의 경우 오전 7시부터 9시까지 이용객 수가 어느 정도 변동 폭을 보이며 높은 수준을 유지한다. 전체적으로는 서울 도심 방면 버스보다 이용객 수가 적은 편이다. 전체적으로 오전 7시부터 이용객 수가 급증하며 8시 이후 서서히 감소하거나 비슷한 수준을 유지하는 것을 알 수 있다.

3) 배차 간격

셔틀 광역버스 운행의 필요성은 정원을 초과하는 인원이 있을 경우에 해당 인원을 착석 상태로 수송해야 하는 상황에서 발생한다. 따라서 시간대별로 정원 초과로 인한 입석 인원이 얼마나 되는지를 계산하여 셔틀 광역버스의 투입 빈도, 즉 배차 간격을 판단할 수 있다. 다음 <그림 7>와 <그림 8>는 15분 단위 시간대별 재차인원 데이터를 바탕으로 각 차량별 정원 초과 인원의 총합을 나타낸 것이다.¹⁴⁾

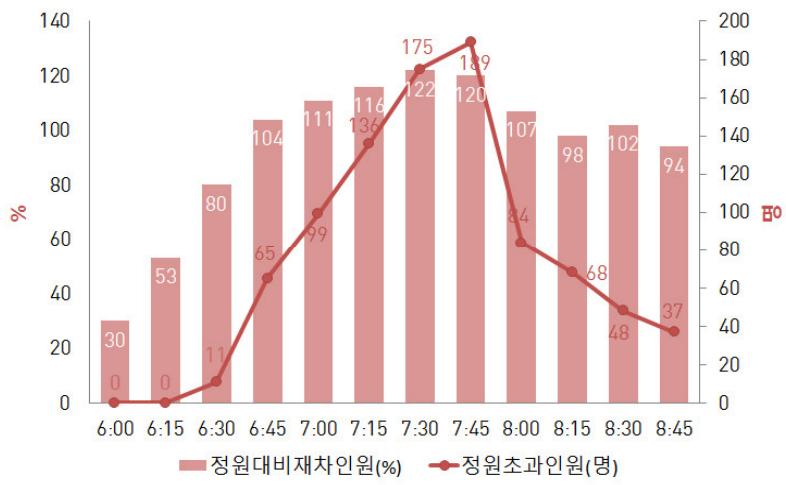


그림 7. 서울역(도심) 방면 광역버스의 판교IC 진입 시간대별 재차율 및 정원초과인원

14) 1005-1번 노선의 경우 강남역과 서울역 모두 운행하므로 두 데이터에서 제외하였다.

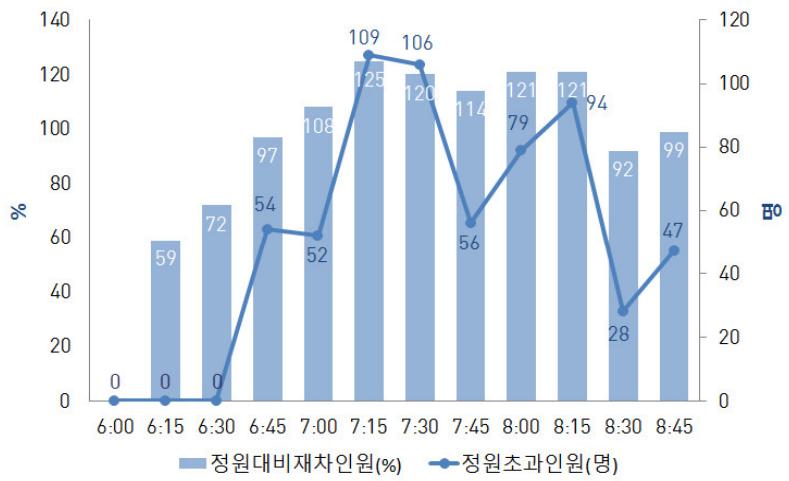


그림 8. 강남 방면 광역버스의 판교IC 진입 시간대별
재차율 및 정원초과인원

‘정원대비재차인원’은 판교IC를 지나는 버스들의 재차율¹⁵⁾을 시간대별로 나타낸 것이고, ‘정원초과인원’은 차량의 정원인 41명을 초과하여 가는 버스 내의 입석 인원의 총합을 시간대별로 나타낸 것이다.

서울 도심 방면 광역버스는 6시 30분부터 지속적으로 입석 승객이 발생하였으며, 강남 방면의 경우 6시 45분부터 입석승객이 발생하였다. 그러므로 셔틀 광역버스의 운행은 각각 6시 30분과 6시 45분경에 개시하는 것이 적절하다고 볼 수 있다. <그림 7>와 <그림 8>의 데이터를 통해 각 시간대별 투입해야 할 셔틀 광역버스의 수를 알 수 있다.

표 9. 서울 도심 방면 셔틀 광역버스 필요 대수

시간대	환승센터 대기인원(명)	필요 대수(대)	예상 평균 배차 간격
6:00~6:15	0	0	-
6:15~6:30	0	0	-
6:30~6:45	11	1	15분
6:45~7:00	65	2	7분 30초
7:00~7:15	99	3	5분
7:15~7:30	136	4	3분 45초
7:30~7:45	175	5	3분
7:45~8:00	189	5	3분
8:00~8:15	84	3	5분
8:15~8:30	68	2	7분 30초
8:30~8:45	48	2	7분 30초
8:45~9:00	37	1	15분

표 10. 강남 방면 셔틀 광역버스 필요 대수

시간대	환승센터 대기인원(명)	필요 대수(대)	예상 평균 배차 간격
6:00~6:15	0	0	-
6:15~6:30	0	0	-
6:30~6:45	0	0	-
6:45~7:00	54	2	7분 30초
7:00~7:15	52	2	7분 30초
7:15~7:30	109	3	5분
7:30~7:45	106	3	5분
7:45~8:00	56	2	7분 30초
8:00~8:15	79	2	7분 30초
8:15~8:30	94	3	5분
8:30~8:45	28	1	15분
8:45~9:00	47	2	7분 30초

위의 <표 9>와 <표 10>는 단순히 정원 41명을 기준으로 하차한 입석 승객이 모두 셔틀 광역버스에 탑승할 수 있도록 해당 시간대에 투입해야 할 버스의 대수를 계산한 것이다. 이는 환승센터 대기인원이 항상 41명의 배수로 떨어지지 않기 때문에 실제로 셔틀 광역버스를 15분 단위로 끊어서 출발시키는 것은 효율적이지 못하다. 셔틀 광역버스는 새로운 승

15) 재차율(%) = 재차인원/정원

객이 아닌 기 운행 중인 광역버스에서 발생한 입석승객을 대상으로 한 것이므로 배차 간격을 정확히 지키려 하기보다 승객이 차는 대로 즉시 출발 시키고 다음 버스는 환승센터에서 미리 대기하도록 하는 것이 더 효율적이다. 이는 탄력적인 셔틀 광역버스 운행의 추구로 위의 <표 9>, <표 10>에서 나타나는 셔틀 광역버스 필요 대수보다 적은 수의 차량으로도 운행이 가능하며, 출근시간대 이용객 수에 따라 매일 셔틀 광역버스의 운행 횟수가 달라질 수 있음을 의미한다. 또한, 셔틀 광역버스는 승객이 다 찰 때까지 기다렸다가 출발하는 것이 가장 이상적이나 입석 승객이 적은 시간대에는 대기 시간이 길어질 수 있으므로 승객 편의를 위하여 대기시간을 제한하는 것이 바람직하다.¹⁶⁾ 다만, 이 데이터를 통해서는 셔틀 광역버스 필요 대수와 출발 간격을 개략적으로 파악할 수 있다.

4) 서울 구간 노선

서울 도심 방면 광역버스의 서울 구간 노선은 거의 유사한 경로를 따르는데, 종로2가에서 을지로와 광화문 두 방면으로 나뉘고 서울역에서 다시 합류한다. 서울백병원평화방송-종로2가사거리-을지로입구역광교-북창동-서울역환승센터로 이어지는 경로와 서울백병원평화방송-종로2가-조계사-세종문화회관-삼성프라자-서울역환승센터로 이어지는 경로이다.

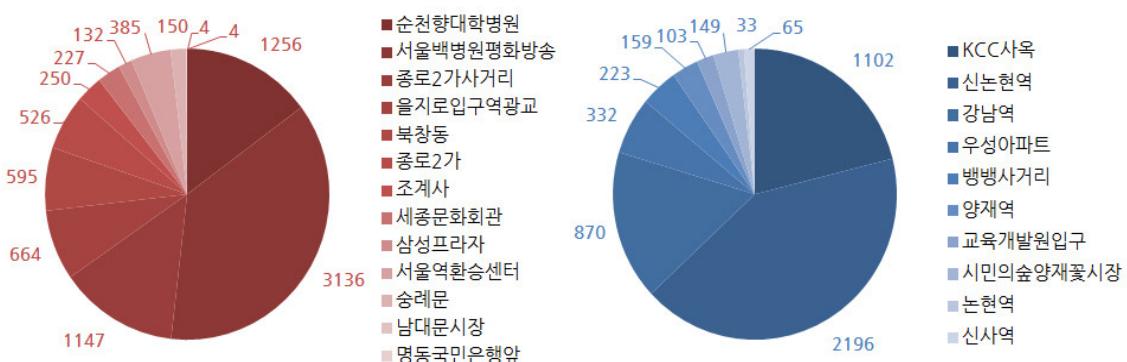


그림 9. 서울 시내 구간 정류장별 하차인원

(좌: 서울 도심 방면, 우: 강남 방면)

2013년 5월 23일 교통카드 데이터에 따르면 오전 6~9시 사이 을지로 방면 정류장과 광화문 방면 정류장에서 하차하는 승객은 각각 2406명, 1145명으로, 도심 구간 전체 하차 승객의 28%, 13%를 차지한다. 따라서 서울 도심 방면 셔틀 광역버스의 을지로 노선과 광화문 노선을 2:1 정도의 비율로 배차할 수 있겠다.

강남 방면 노선의 경우 강남을 경유해서 도심으로 향하는 1005-1번 노선을 제외한 모든 노선이 동일한 경로를 이용하며 강남 지역에서는 동일 구간 왕복이 아닌 편도로 순환하기 때문에 셔틀 광역버스 역시 공차회송에 대한 고려 없이 같은 경로를 이용하면 된다.

5) 도입 차량 수

기존 버스들의 운행을 유지하면서 입석 승객을 위한 셔틀 노선을 신설하는 것으로 추 가적인 차량 도입이 불가피하다. 현재 경기도에서 증차를 추진하고 있는 만큼 해당 증차분을 이용하여 셔틀 운행을 할 수 있다. 그러나 앞서 언급했듯 시간대별로 수요 변화폭이 크고 증차에 들어가는 비용이 있기 때문에 가까스로 승객을 모두 수송할 수 있을 정도의 증

16) 대기 시간의 상한선과 관련한 결정은 추가 연구가 필요하다.

차가 바람직하다. 6시 30분경에 출발하는 첫차를 비롯하여 앞시간대에 출발하는 차량은 운행이 끝난 후 두 번째 운행을 개시할 수 있다.¹⁷⁾ 그러므로 셔틀 광역버스의 운행 횟수만큼 새로운 차량을 도입할 필요는 없다.

한편, 이 최소 증차분을 알기 위해서는 셔틀 광역버스의 운행시간과 배차 간격을 바탕으로 한 계산이 필요하다. 다음 <그림 10>와 <그림 11>의 그래프는 서울 방면 광역버스를 15분 단위의 시간대별로 각각 3대씩 임의로 선택하여 판교IC를 통과하고 다시 판교IC로 돌아오는 데 걸리는 시간을 조사한 자료이다.¹⁸⁾¹⁹⁾ 이 그래프에서 알 수 있듯 도로의 혼잡 사정이 시간대별로 다르기 때문에 판교IC-서울-판교IC를 왕복하는 데에 걸리는 시간도 다르게 나타난다.²⁰⁾



그림 10. 시간대별 판교IC-서울 도심-판교IC 왕복 소요시간

정체 상황의 불확실성과 안정적인 운행을 고려하여 최대소요시간을 왕복 소요시간으로 하였을 때 6시 30분에 출발하는 첫차는 75분 후인 7시 45분에 다시 출발할 수 있어서 7시 45분에 필요한 5대 중 1대를 절감할 수 있다. 같은 방식으로 1차량 2회 운행을 실시하였을 때 6시 45분 출발 차량 2대가 8시 15분에 필요한 2대를 모두 대체할 수 있고, 7시 출발 차량 3대 중 1대가 측정 시간대 중 마지막 시간대인 8시 45분에 필요한 운행 1회를 담당할 수 있다. 따라서 판교IC-서울역(도심) 노선에는 약 28회의 운행이 필요하지만 실제로는 차량 24대 정도로도 넉넉히 운행이 가능하다. 측정 시간대를 초과하는 9시 이후에도 입석승객 발생이 발생할 경우 운행을 마친 버스를 다시 투입할 수 있으므로 더 이상의 증차는 필요치 않다고 보아도 무방하다.

표 11. 판교IC-서울역 1차량 2회 운행으로 인한 필요 증차분 절감

출발 시간대	운행 시간	재운행 시간대	재운행 차량
6:30	75분	7:45	1대
6:45	90분	8:15	2대
7:00	105분	8:45	3대
7:15	105분	9:00	4대
7:30	105분	9:15	5대

17) 교통카드 태그 데이터에 따르면 광역버스의 운행이 끝난 직후 동일 차량이 운행에 다시 투입되는 경우가 많았다.

18) 2013년 5월 23일 출근시간대 운행된 광역버스 상행 판교IC 직전 정류장 승차시간과 하행 판교IC 직후 정류장 하차시간의 차이를 왕복 소요시간으로 산정하였다. 이 왕복 소요시간은 하루 중 시간대뿐만 아니라 일별로도 달라질 수 있기 때문에 1분 단위가 아닌 15분 단위로 나타내었다. 이는 측정 시간대를 15분 단위로 한 것과 통일시키고자 함이다.

19) 가로축의 시간대는 차량의 상행 판교IC 통과 시간 기준이다.

20) 또한, 서울 도심 구간에서 노선별로 두 가지 경로로 나뉜다는 점도 소요시간의 차이의 원인이 된다.

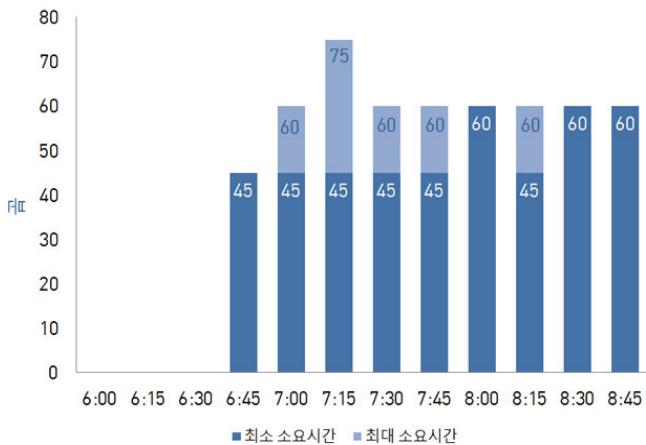


그림 11. 시간대별 판교IC-강남-판교IC 왕복 소요시간

강남 노선의 경우 6시 45분 출발 차량 2대가 7시 30분 필요 차량분에 활용될 수 있고, 마찬가지로 이후에 출발하는 차량들이 재운행을 하여 7시 45분 출발차량이 측정 마지막 시간대인 8시 45분 운행을 담당할 수 있다. 이렇게 해서 총 운행 횟수는 20회지만 필요한 차량의 대수는 13대가 된다. 특히, 판교IC-강남 구간은 왕복 소요시간이 비교적 짧아 계산상으로는 1차량 3회 운행도 가능하다. 이 노선 역시 운행을 마친 차량으로 9시 이후의 시간대도 입석 인원을 처리할 수 있다.

다. 판교IC 환승센터의 입지 대안 선정

판교IC 환승센터에는 셔틀 광역버스가 대기할 차고지와 일반 광역버스가 정차하여 환승 할 수 있는 정류장이 필요하다. 대기자 수요에 맞게 곧바로 운행을 할 수 있어야 하기 때문에 차고지는 환승 정류장과 최대한 가까이 있는 것이 바람직하다. 기존 및 신설 버스 노선의 동선을 고려하여 판교요금소(판교TG) 부근과 신분당선 판교역 부근을 후보지로 선정하였다.

1) 판교요금소 부근 설치 안

가) 위치 및 특징

첫 번째 후보지는 판교요금소와 접하고 있는 곳으로, 교통광장과 인라인스케이트장이 자리 잡고 있는 공원 용지이다.²¹⁾ 판교요금소 진입 구간의 도로변에 환승 정류장을 설치하여 기존 광역버스가 정차하고 셔틀 광역버스가 대기할 수 있도록 한다. 이 지점에서 환승을 시행할 경우 일반 광역버스의 노선에 대한 조정 없이도 환승센터를 운영할 수 있고, 차고지 및 부지 확보가 용이하다는 장점이 있다. 또한, <표 2>의 인접 경유 노선 이용객들도 필요시 하차 후 도보로 200m 정도 이동하여 환승을 시행할 수 있다.

21) 토지 이용과 위성사진 등의 지리정보는 네이버 지도를 활용하였다.

표 12. 판교IC-강남 1차량 2회 운행으로 인한 필요 증차분 절감

출발 시간대	운행 시간	재운행 시간대	재운행 차량
6:45	45분	7:30	2대
7:00	60분	8:00	2대
7:15	75분	8:30	3대
7:30	60분	8:30	3대
7:45	60분	8:45	2대
8:00	60분	9:00	2대
8:15	60분	9:15	3대



그림 12. 판교IC 환승센터 판교요금소 설치 안

나) 문제점

이 지점은 고속도로로 진입하기 직전이기 때문에 정차하려는 광역버스가 속도를 높여 달리는 다른 차량들의 흐름에 방해가 될 우려가 있다. 또한, 용인에서 오는 광역버스들은 현재 바깥쪽의 차로를 이용하지만 분당에서 오는 광역버스가 판교요금소 진입 직전 도로 중앙부에 있는 고가도로를 이용하기 때문에 도로변 쪽으로 차로 변경을 해야 한다. 그러나 판교요금소의 규모에 비해 승용차 교통량은 적은 편이라 큰 문제는 아닌 것으로 판단된다.

이 지점에 환승센터를 설치할 경우 하행 노선의 정차 위치와 관련한 문제도 있다. 고속도로 요금소에 하차하게 되므로 다음 교통수단으로의 환승이 매우 불편하다. 따라서 이 경우, 하행 노선에 한하여 다음 정류장인 낙생육교나 판교역에 정차를 하고 회차하는 것이 바람직하다. 다만, 출근시간대 하행 수요가 매우 적어 다른 일반 광역버스로도 충분하므로 셔틀 광역버스의 회차가 까다로울 경우 하행 노선 자체를 공차회송으로 함으로써 해결할 수도 있다.²²⁾

2) 판교역 부근 설치 안

가) 위치 및 특징

두 번째 후보지는 신분당선 판교역과의 환승을 고려하여 선정하였다. 차고지는 복합시설용지로 지정이 되어 있는 부지이다. 우선, 판교요금소 부지의 단점인 엇갈림 구간 발생이 일어나지 않도록 하였고 광역버스 이용객이 셔틀 광역버스 뿐만 아니라 입석이 자유로운 신분당선과도 환승을 할 수 있도록 한 것이 특징이다. 더불어 정자역 이남에서 전철을 이용하던 승객이 셔틀 광역버스로 환승할 수도 있다. 이 안은 교통수단의 선택의 폭이 넓어져서 서비스 공급의 범위가 늘어난다는 장점이 있다.

22) 판교IC 이전 하행 정류장이 많지 않고 해당 시간대에 수요도 적기 때문에 영업을 한다 해도 경제성 측면에서 큰 차이가 없다.



그림 13. 판교IC 환승센터 신분당선 판교역 설치 안

나) 문제점

기존 광역버스가 판교역까지 운행을 하지 않고 있기 때문에 판교역을 경유하도록 노선을 조정해야 한다. 이 경우 용인에서 오는 광역버스가 새로 거쳐야 하는 경로가 출근시간대 혼잡이 발생하는 방향과는 반대이기는 하나 노선 연장이 2km 정도 더 길어지며, 이에 따른 추가적인 소요시간이 발생하고 배차 간격이 길어지는 등의 문제점이 우려된다. 그리고 현재 복합시설용지로 지정되어 있는 차고지 부지의 용도 변경이 필요하다. 이는 역세권의 효율적인 토지 이용을 저해할 수 있다.

4. 효과 분석

가. 개선 효과

1) 고속도로 주행 안전성 보장

입석 주행은 도로교통법 제39조(승차 또는 적재의 방법과 제한) 1항²³⁾과 도로교통법 시행령 제22조(운행상의 안전기준)²⁴⁾를 위반하는 것으로,²⁵⁾ 판교IC 환승센터 설치를 통한 셔틀 광역버스의 운영은 현재 고속도로에서의 입석으로 인한 위법 문제를 완전히 해결할 수 있다. 이는 꾸준히 제기되어 왔던 사고 위험과 관련한 안전성 문제, 불법 운행 문제를 해소하고 입석으로 인한 이용객의 불편도 더 이상 발생하지 않도록 한다.

23) 모든 차의 운전자는 승차 인원, 적재중량 및 적재용량에 관하여 대통령령으로 정하는 운행상의 안전 기준을 넘어서 승차시키거나 적재한 상태로 운전하여서는 아니 된다. 다만, 출발지를 관할하는 경찰서장의 허가를 받은 경우에는 그러하지 아니하다.

24) 법 제39조제1항에 따른 운행상의 안전기준은 다음 각 호의 구분과 같다. 1. 자동차(고속버스 운송사업용 자동차 및 화물자동차를 제외한다)의 승차인원은 승차정원의 11할 이내. 다만, 고속도로에서는 승차정원을 넘어서 운행할 수 없다. (후략)

25) 도로교통법 관련 자료는 도로교통공단에서 참고하였다.

2) 환승 선택지 확대

가) 환승 횟수 증가 최소화

일반적으로 환승의 편리성을 위해 환승 허브를 설치하게 되면 노선이 지선 간선으로 구분되어 짧아지는 등으로 인해 이용객들이 불가피하게 환승을 해야 하는 경우가 발생한다. 그러나 판교IC 환승센터를 통한 셔틀 광역버스 환승 대상은 입석 승객에 한하여 착석을 하고 있던 승객은 하차하지 않고 계속 기존 버스를 이용할 수 있도록 하였기 때문에 안전을 위한 필수적인 조치 이외에는 추가적인 불편이 따르지 않는다.

나) 환승 선택지 확대로 인한 배차 간격 단축 효과

또한, 셔틀 광역버스 운영 시간대가 아니더라도 판교IC 환승센터는 환승정류장으로서의 역할을 하게 되는데, 이를 통해 수도권 거주지에서 서울 방향으로 갈 때 선택할 수 있는 노선의 종류가 늘어난다. <그림 14>는 판교IC를 경유하는 서울 방면 광역버스 노선을 모두 표시한 것이다. 이 중 붉은색으로 표시된 것은 서울 도심 방면 노선이며, 푸른색으로 표시된 것은 강남 방면, 녹색으로 표시된 것은 사당 및 여의도 방면 노선이다. 현재는 색깔이 겹치지 않는 지역에서는 하나의 행선지로만 갈 수밖에 없으며, 겹치는 곳이라도 자신의 목적지와 다른 지역으로 가는 버스는 이용할 수 없다. 그러나 판교IC에 환승센터가 설치되면 자신의 집 앞에서 판교IC로 가는 아무 버스나 탄 후, 환승센터에서 셔틀 광역버스나 기존 광역버스로 환승하여 원하는 목적지로 이동할 수 있다. 이는 이용객 관점에서 실질적인 배차 간격이 좁혀지는 효과와 이용 가능 노선 수가 늘어나는 효과를 얻을 수 있다.

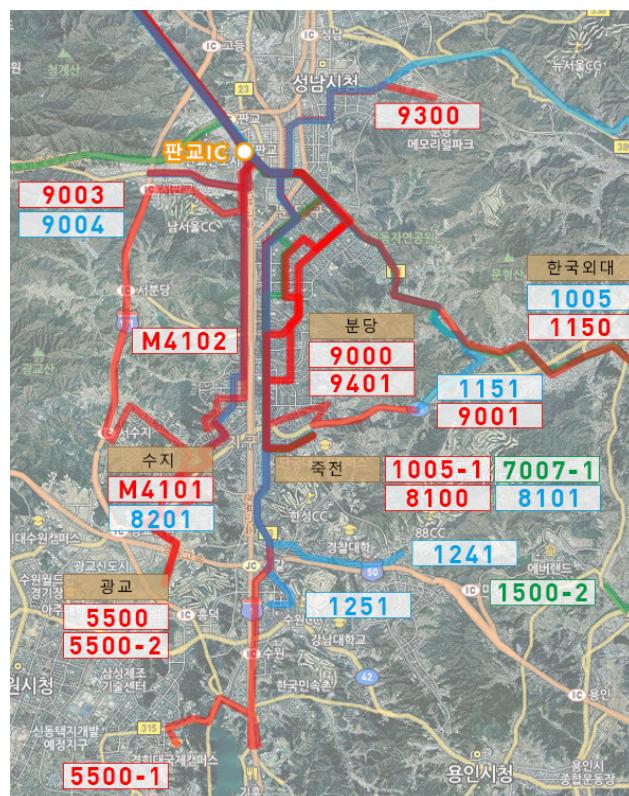


그림 14. 판교IC 환승센터를 경유할 광역버스 노선

다음의 <표 13>는 서로 다른 행선지의 노선이 중첩되는 구간에서 판교IC 환승을 통해 모두 이용가능하게 되었을 때의 배차 간격 단축 효과를 나타낸 것이다. 예를 들어, 죽전 지역에서 서울 도심으로 갈 경우 배차 간격이 8분인 8100번만을 이용할 수 있었지만, 환승 시행시 7007-1번과 8101번도 이용할 수 있기 때문에 배차 간격이 2.67분으로 단축된다. 판교IC 환승센터에서 하차한 후에는 수많은 서울 도심 방면 버스가 끊임없이 도착하므로 긴 대기시간 없이 재빠른 환승이 가능하다.

배차 간격 감소로 인한 대기시간 절약은 경제적으로도 효과가 크다. 일반적으로 평균 대기시간은 배차 간격의 절반으로 계산하는데, 이를 이용하여 아침 출근시간대(오전 6~9시) 행선지가 서로 다른 노선이 중첩되는 구간의 총 승차인원²⁶⁾을 절약 시간과 곱하여 총 절감시간을 구할 수 있다. 여기서 총 절감시간과 시간가치²⁷⁾를 곱하면 총 경제적 편익이 나온다. <표 13>에서의 경제적 효과를 모두 합하면 4,434,274원이 되며 이는 하루 중 6~9시의 데이터를 기반으로 한 것으로 해당 시간대의 경제적 효과는 연 1,099,699,838원²⁸⁾으로 평일 출근시간만 고려해도 연 10억 원 정도의 통행비용을 절감할 수 있다.

표 13. 배차 간격 단축 효과와 경제적 비용 절감

지역	중첩 구간의 노선 (현재 배차 간격)	개선 후	평균 대기시간	해당구간 승차인원	총 절감시간	경제적 효과
판교	9003(15분)	6분	-4.5분	757명	56.78시간	1,176,368원
	9004(10분)		-2분	771명	25.7시간	532,453원
수지	M4101(5분)	3.08분	-0.96분	1069명	17.1시간	354,278원
	8201(8분)		-2.46분	1126명	46.17시간	956,550원
분당/죽전	8100(8분)	2.67분	-2.67분	729명	32.44시간	672,092원
	8101(5분)		-1.17분	587명	11.45시간	237,221원
	7007-1(20분)		-8.67분	32명	4.62시간	95,717원
단국대	8100(8분)	3.08분	-2.46분	399명	16.36시간	338,946원
	8101(5분)		-0.96분	213명	3.41시간	70,648원

주: 오전 6~9시 기준으로 계산, 8100번과 8101번은 분당/죽전과 단국대가 서로 다른 구간이다.

시간가치는 수도권 버스 승객의 1인당 평균시간가치(업무통행)를 대입하였다.

나. 한계 및 보완

1) 입지 선정 및 적용 범위

경부축의 모든 광역버스 문제를 다루지 못하고 판교IC를 거치는 노선에만 범위가 국한되어 완벽한 문제 해결 방안을 제시하지 못하였다. 그러나 판교IC 환승센터가 성공적으로 운영이 될 경우 추후 동수원IC와 수원IC 역시 비슷한 방식을 도입할 수 있다.

2) 데이터의 활용

셔틀 광역버스의 구체적 운영 방안은 2013년 5월 23일의 교통카드 태그 데이터에 의존하고 있다. 아침 출근시간대의 교통수요는 대부분 통근 목적의 통행으로서 규칙적이고 비

26) 5500-1번과 1241번도 중첩구간이 있으나 1241번은 데이터 수집일 이후에 신설된 노선으로, 계산에 포함하지 못하였다.

27) 국토교통부, “교통시설 투자평가지침(제5차 개정)”, 2013

28) 365일이 아닌 2013년 평일 수인 248일로 계산하였다.

탄력적이지만 해당 광역버스들의 소요시간과 입석 승객 수는 매일 변동의 여지가 있다. 그리고 노선의 폐지, 통합 등으로 인해 데이터 수집 당시와 현재의 노선이 다소 다른 부분(1241번, 9007번 등)이 있었으며, 서울 광역버스 9401번의 경우 운영기관이 달라 데이터를 포함시키지 못하여 전체적인 수요 파악의 정확성을 떨어뜨릴 수가 있다. 다만, 셔틀 광역버스는 당일 수요에 즉각 반응하도록 되어 있기 때문에 환승센터에서 충분히 효율적으로 운행할 수 있을 것이다.

3) 증차로 인한 서울 내 교통 영향

노선버스 한 대가 정류장 정차로 인해 시내 간선도로의 교통류에 영향을 미치는 정도는 고속도로상에서 단순히 차량의 점유 면적에 따른 중차량 보정 계수(PCE)보다 크다. 비록 운행 횟수가 크게 증가하지는 않지만 증차로 인해 시내 간선도로의 교통 혼잡을 가중시킬 수 있다. 이는 앞서 언급한 안전성 확보 및 불법 운행 방지를 위한 불가피한 선택으로 판단된다.

4) 노선 입찰 및 운수업체 배분

서울특별시나 국토교통부 면허가 아닌 대다수의 경기도 면허 버스들은 준공영제가 아니기 때문에 운수업체의 노선입찰제 방식으로 운영이 되고 있다. 따라서 영업 손실 보전과 같은 경제적 지원이 완비되어 있지 않기에 새 노선의 업체 선정이나 증차분 배분이 쉽지 않다. 우선, 법적인 제약(입석 금지)을 근거로 셔틀 노선 신설의 정당성을 충분히 피력하고 기존의 노선입찰 및 공동배차를 시행할 수 있겠다.

5. 결론

본 논문은 광역버스가 운행을 개시한 후 20년 가까이 지속되었던 위험한 고속도로 입석 주행 문제를 해결하는 것에 목적을 두었고, 이에 따라 최소한 고속도로 내에서는 버스의 정원 초과를 막는 것을 전제로 하였다. 광역버스의 혼잡 문제와 관련한 해결 방안들은 이전에도 많이 제시가 되어 왔지만 적용이 어려웠던 것은 대부분의 개선책이 이용객들로 하여금 현재 광역버스가 가지고 있는 장점 중 일부를 포기하는 불편을 감수해야 하거나 지나친 교통 서비스 공급 증가로 인해 도로 혼잡을 유발할 우려가 있었기 때문이다. 본 논문에서는 광역버스 이용으로 인한 편리성을 최대한 지속적으로 보장하고 승객의 안전성도 증대 시킬 수 있는 방안을 마련하는 데에 초점을 두었다.

판교IC는 분당, 용인, 수원 지역에서 서울로 향하는 광역버스 중 상당수가 거치는 교통의 요지이며 개발이 완료되지 않아 부지 활용이 비교적 용이한 곳이기 때문에 환승센터를 위치시키기에 매우 유리한 지점이다. 비록 입석 승객들은 환승을 해야 하는 불편을 겪어야 하지만 착석을 할 수 있다는 점에서 만족감을 느낄 것이며, 갈수록 성숙해지는 국민들의 안전 의식은 이러한 방안에 큰 불편을 느끼지 않을 정도일 것으로 판단된다.

셔틀 광역버스는 최대 정원 41명 탑승 상태의 운행을 추구한다는 점에서 본 논문에서 제기한 문제점과 해결 방향을 연결하는 가장 효율적이고 편리한 방안이며 파생되는 부정적 영향도 최소화한 최적의 개선책이다. 약간의 부지 확보와 출근시간대 48회 정도의 증회 운행이라는 최소의 비용 투자로 하루빨리 광역버스 혼잡 문제가 해소될 수 있기를 기대하는 바이다.

참고문헌

1. 건설교통부(2001), “道路容量便覽”, 대한교통학회
2. 국토교통부(2013), “교통시설 투자평가지침(제5차 개정)”
3. 김정환, 유한결, 신재영(2011), “수도권 광역버스 운행체계의 문제점과 개선방안”, 수도권 교통본부
4. 박준식, 김점산(2011), “수도권 수요대응형 버스 서비스 도입방안 연구”, 한국교통연구원
5. 원제무(2012), “도시교통론”, 박영사

제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	졸음 쉼터, 잠깐의 여유				
참가자	1	성명	류혜연	소속	이화여자대학교 산업디자인과
	2	성명	송현석	소속	연세대학교 도시공학과
	3	성명	황선용	소속	연세대학교 도시공학과
	4	성명		소속	
내용 요약					
<p>졸음운전은 고속도로 교통사고 원인 1위로 지난 5년 동안 무려 458명의 목숨을 앗아갔다. 사이렌과 같은 다양한 방법으로 졸음운전을 예방하려고 시도하였으나 가장 근본적인 ‘잠을 자야한다’라는 원인은 해결이 되지 않았다. 이에 운전자들의 피로를 해소하기 위한 휴게공간으로 국토교통부에서는 지난 11년부터 3년간 133곳의 졸음쉼터를 설치하였다. 졸음쉼터란 운전자들의 휴식을 위해 고속도로 갓길을 확장하거나 고속도로 내 여유 부지를 활용하여 조성된 공간으로, 화장실, 운동시설, 자판기, 산책로 등 각종 편의 시설도 함께 설치되어있다. 졸음쉼터가 설치된 이후로 졸음운전 사고 수가 설치 이전에 비해 줄어들었다. 이러한 쉼터의 순기능을 시각화시킴으로써 졸음쉼터를 더 많이 이용하여 졸음사고를 줄일 수 있도록 위와 같은 작품을 기획하였다.</p>					
<p>졸음쉼터와 졸음사고와의 관계를 나타내기 위해 다음과 같은 자료 정리과정을 거쳤다. 교통량이 많은 주요 8개의 노선(경부선, 영동선, 서해안선, …, 호남선)을 선정하고 각 노선별로 분기점과 나들목을 기준으로 구역 구분하였다. 그리고 경찰 DB(2007~13 교통사고속보 현황)로부터 07년도부터 13년도까지 각 노선에서 발생한 졸음운전 사고를 이정에 맞게 각 구역에 분류하여, 쉼터 설치 이후 사고 수 감소율({1-[11~13년 졸음사고/07~10년 졸음사고]}*100)을 구하고 졸음쉼터 설치현황으로부터 구역별 졸음쉼터 구분하였다.</p>					
<p>전체적으로 초록색과 분홍색의 대비를 주어 상쾌한 분위기를 주기 위해 힘을 썼다. 주로 고속도로 관계자나 이용자가 이 작품을 열람할 것이기 때문에 그들에게 가장 친숙하고 가독성이 좋은 지도 형태를 최대한 살려서 8개의 노선을 도식화하였다. 사고와 관련한 자료는 원으로 표현하였는데, 원의 색, 문양(패턴), 크기의 3요소가 각각 다음과 같은 의미를 가진다.</p>					
<p>색 - 쉼터 설치 이후 사고 감소율로 초록색은 감소, 분홍색은 증가를 의미한다 문양 - 감소율의 정도 3단계로 나뉘어 표현한 것으로 여백이 없을수록 증감율이 높다. 크기 - 구역 내 졸음쉼터의 수, 졸음쉼터가 없는 구역은 예외적으로 다른 방식으로 표현하였다.</p>					
<p>위와 같은 방법으로 간단하게 졸음쉼터 설치현황과 쉼터의 효과를 나타낼 수 있도록 디자인 하려고 노력하였다.</p>					
<p>추가적으로 졸음쉼터의 분포에 의해 졸음운전 사고 수가 얼마나 줄어드는지를 비교하기 위하여 졸음쉼터가 가장 많이 설치되어 있고 가장 긍정적인 반응을 보이는 경부선과, 그 반대 성향을 지니는 중부내륙선과의 비교를 통해 나타내었다.</p>					
					

졸음쉼터 의 유 연 한 음 쉼 터

졸음쉼터

졸음쉼터란 운전자들의 휴식을 위해 고속도로 건길을 확장하거나 고속도로 내 어우부지를 활용하여 조성된 공간으로, 화장실, 운동시설, 치판기, 산책로 등 각종 면의 시설도 함께 설치되어 있다.

교통사고 사망원인 1위 졸음운전

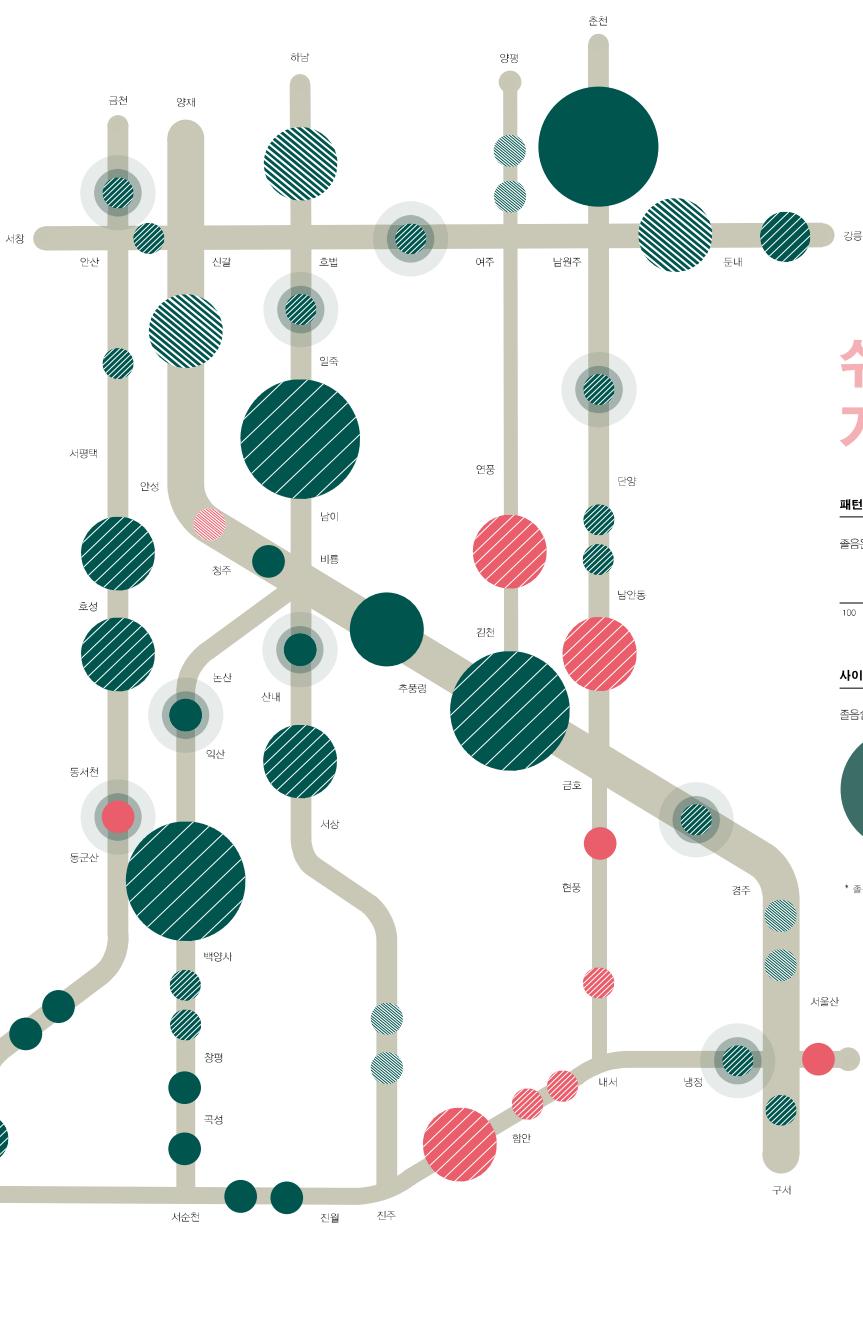
우리나라는 다른 국가들에 비해 휴게소 간 간격이 떨어 운전자의 휴식 공간이 부족하다. 이와 같은 어려움은 우리나라에게 고속도로 교통사고 사망 원인의 '위기 졸음운전'이라는 결과를 가져다 주었다. 01에 한국도로공사는 운전자들의 졸음운전을 예방하기 위해 고속도로 휴게소 사이가 먼 곳마다 졸음운전자들이 잠시 쉴 수 있는 공간을 조성했다. 2013년 기준으로 졸음쉼터는 교통사고 검수, 휴게소 간 거리, 교통량 등을 고려하여 전국 133곳에 위치하고 있다. 또한 졸음쉼터가 설치됨으로써 기존의 국내 휴게소 평균 간격이 26km에서 15km 수준으로 단축되었다.

졸음쉼터 연평균이용자 47.5%

그러나 졸음쉼터를 이용하고 있는 사람의 수는 47.5%에 그친다. 또한 쉼터 수가 해마다 늘어났음에도 불구하고, 졸음운전 사고가 일정 수준 이하로 줄어들지 않는 것은 여전히 졸음쉼터를 알고 이를 이용하는 사람이 적은 수에 불과하다는 것을 나타낸다.

전국 주요 8개 고속도로와 졸음쉼터 수

경부선	구간	총 길이	쉼터 수
영재	구서	416km	20개
중앙선	부산	387km	15개
중부선	하남	364km	19개
서해안선	금천	340km	16개
중부내륙선	양평	301km	10개
영동선	서창	234km	8개
호남선	논산	194km	14개
남해선	서영암	166km	11개



중부내륙선과 경부선

이해 그레프는 졸음쉼터의 분포에 의해 출입운전 사고 수가 얼마나 줄어드는지를 비교하기 위하여 졸음쉼터가 가장 많이 설치되어 있고 가장 긍정적인 남북을 보이는 경부선과, 그 반대 성향을 지니는 중부내륙선을 비교한 것이다. 이를 통해 졸음쉼터의 효율성과 더불어 추가적인 졸음쉼터 설치가 필요하다는 것을 알 수 있다.

* 졸음쉼터 1개

중부내륙선

노선 총 길이 : 301.7km
쉼터 수 : 8개
33.5km당 졸음쉼터 1개

사고율 약 17% 증가

경부선

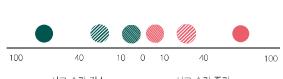
노선 총 길이 : 441.7km
쉼터 수 : 20개
22km당 졸음쉼터 1개

사고율 약 20% 감소

쉬 가 세 어 요

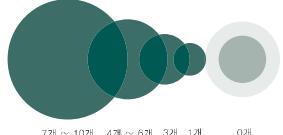
패턴

출입운전 사고 감소율과 증가율(%)



사이즈

졸음쉼터의 수



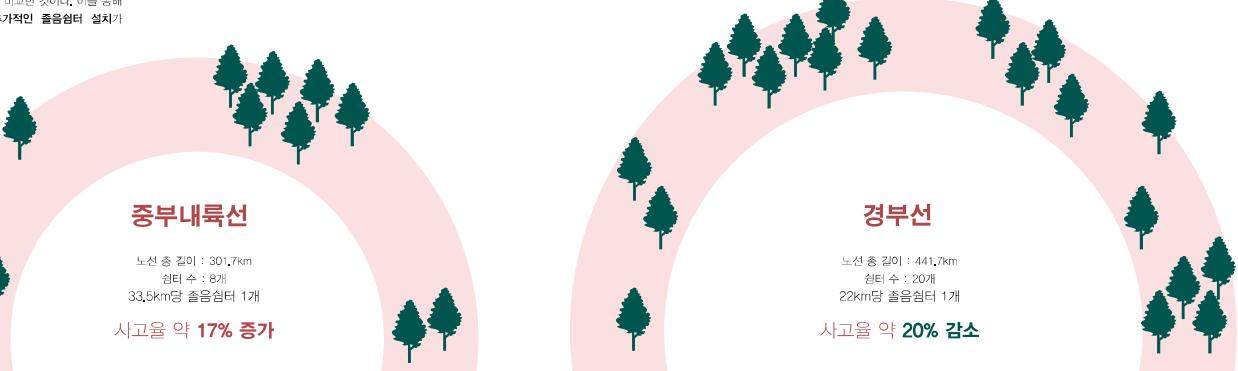
* 졸음쉼터가 없는 곳(0개)은 여하적으로 다른 방식을 취함

취약지구

인천~내서(중부내륙선)은 긴 거리 구간에 비해 상대적으로 적은 수의 졸음쉼터가 설치되어 있다.

내서~진주(남해선)는 추가적인 노선 확장으로 인해 교통량과 출입운전 사고 수가 함께 증가했다. 이 노선을 이용하는 자랑들은 대개 장거리 운행이 많은 화물운송차량으로 출입운전에 쉽게 노출되어 있다.

이러한 취약지구의 출입운전자 수를 충분히 수용하기 위해서는 추가 설치가 필요하다.



제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	지금출발하세요				
참가자	1	성명	김대우	소속	단국대학교
	2	성명	장지웅	소속	단국대학교
	3	성명		소속	
	4	성명		소속	
내용 요약					
[1] 아이디어 및 착안 배경					
<p>사용자가 스케줄을 입력하고, 시간이 지나면 잊기 마련입니다. 플래너를 다시 보지 않으면 기억하기 힘들며, 기억하더라도 약속에 늦지 않기 위해 소요시간을 알아본 후 출발해야합니다. 저희는 이런 불편함을 줄이고자 사용자가 약속시간과 장소만 입력하면, 교통데이터를 활용해 현재 위치에서 언제 출발해야 하는지 알려주는 스마트한 어플리케이션을 구상했습니다.</p>					
[2] 구동방식					
<p>현재시간으로부터 특정 조건에 속하는 스케줄들에 대해 검사를 시작합니다. GPS기능을 활용하여 현재 위치가 항상 최신화 되어 목적지까지 소요시간을 산출합니다. 불필요한 검사를 줄이기 위해, 일정거리이상 이동하지 않으면 소요시간 산출을 생략합니다. 출발해야 할 시간이 되기 전, 사용자가 지정한 시간만큼 미리 알람(PUSH, 벨, 진동)을 제공합니다. 즉, (약속시간 - (소요시간 + 사용자가 지정한 시간)) 에 알람을 제공 합니다. 추가적으로 알람과 함께 정보창을 보여주는데, 이때 목적지의 날씨와 가까운 주차장의 위치 정보를 함께 제공 합니다.</p>					

내용 요약

[3] 구동화면

- 간단한 앱 구성화면 소개 (그림1 ~ 그림6)



[그림1]

첫 번째 텁 이자 첫 실행화면입니다. 이번 달을 달력 형식으로 나타내며 해당 날짜의 스케줄의 개수를 날짜 상단부에 있는 Bar 형식의 이미지를 통해 직관적으로 알아 볼 수 있습니다. 또한 초기 실행 시 GPS 가동 여부를 확인하는 팝업창이 활성화 되는데 GPS를 켜지 않더라도 기능은 작동되긴 하나 (네트워크 위치 정보를 통하여) 좀 더 정확한 서비스를 제공 받기 위해서는 GPS를 켜놓는 것이 좋습니다.



[그림2]

특정 날짜를 선택한 화면입니다. 해당 날짜에 기록된 스케줄들을 확인 해 볼 수 있으며, 리스트 형식으로 같은 날에 기록된 스케줄들을 보여줍니다. 스케줄의 우측의 버튼은 순서대로 수정, 삭제 버튼입니다. 이 버튼을 통해 해당 스케줄을 수정 및 삭제가 가능 합니다.



[그림3]

상단부 날짜 버튼 (2014년 10월)을 터치 할 경우 원하는 달로 이동 할 수 있습니다. 또한 우측 상단부에 today버튼을 누르면 곧바로 이번달로 돌아갈 수 있습니다.

날짜버튼 좌우의 화살표 버튼으로 이전달과 다음달로 전환이 가능 합니다.

내용 요약

- 간단한 앱 구성화면 소개 (그림1 ~ 그림6)



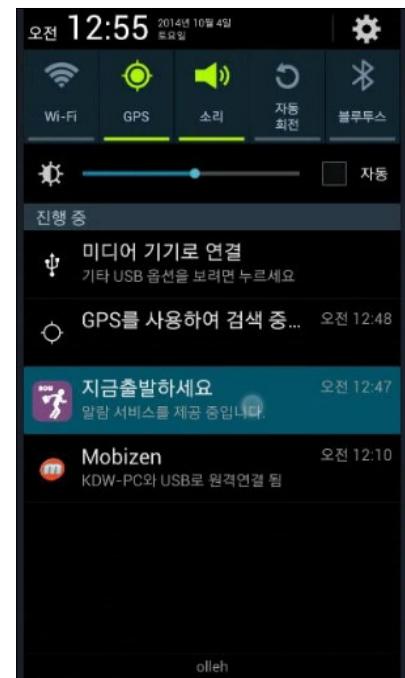
[그림4]

두 번째 탭은 현재 입력된 모든 스케줄을 보여줍니다.
리스트 형식으로 나타나며
순서는 입력한 날짜순입니다.
그리고 마찬가지로 우측 수정,
삭제 버튼을 이용하여 해당
스케줄을 수정 및 삭제가 가능
합니다.



[그림5]

세 번째 탭은 설정창으로
알람시간과 검사 반경(주기)을
설정 할 수 있습니다.
또한, 추가적으로 입력된 모든
스케줄들을 초기화 할 수 있습니다.



[그림6]

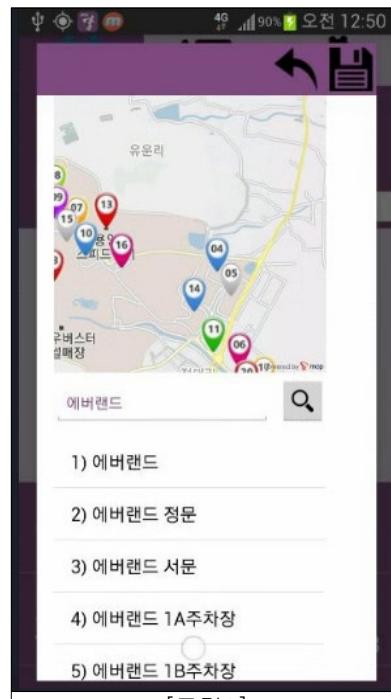
상단바를 확인해 보면 앱이
수행중인지 아닌지를 확인 할 수
있도록 팝업 형식으로 보여 주고
있습니다.
또한 이 팝업을 터치하면 앱을
실행 시킬 수도 있습니다.

내용 요약

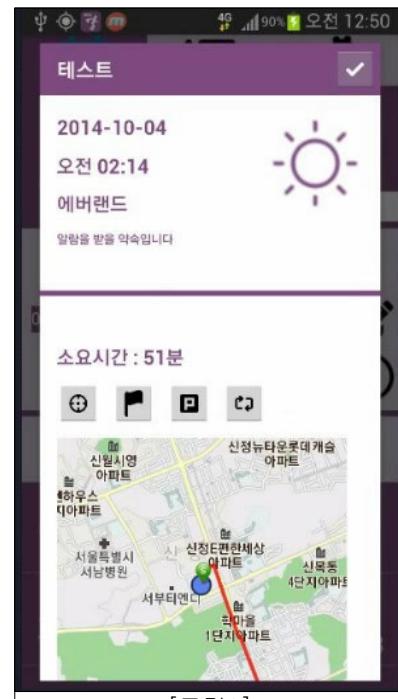
- 스케줄 입력 및 알람 기능 (그림7 ~ 그림13)



해당 날짜를 눌러서 하단부에 스케줄 추가 버튼을 누르면 스케줄 추가 창이 활성화 됩니다. 제목, 날짜, 시간, 설명, 장소를 입력 할 수 있으며, 모든 항목을 전부다 입력하지 않아도 스케줄 등록은 가능합니다.
그러나 해당 앱의 알람 기능을 이용하려면 날짜, 시간, 장소는 반드시 입력해줘야 합니다.



원하는 장소를 입력 후 우측 검색 버튼을 누르면 해당 단어가 들어간 주소의 장소들을 확인 할 수 있습니다.
좀 더 세부적인 장소 검색을 원한다면 시, 구, 동 등을 함께 입력 하면 됩니다.
검색된 장소들의 리스트에서의 번호는 지도상의 번호와 매치 되므로 원하는 장소를 선택하면 장소 선택이 완료 됩니다.



스케줄 입력을 완료 후 해당 스케줄을 터치하면 스케줄에 대한 상세 정보를 확인 할 수 있습니다. 제목, 약속시간, 장소, 설명은 물론 목적지의 현재 날씨와 경로, 소요시간 등을 확인 할 수 있습니다.

내용 요약

- 스케줄 입력 및 알람 기능 (그림7 ~ 그림13)



[그림10]

지도의 상단부 버튼 4개는 좌측부터 순서대로 현재 위치 확인, 목적지 위치 확인, 목적지 주변 주차장 위치 확인, 새로고침의 기능을 제공합니다. 현재 주차장 위치 확인을 한 결과입니다.
목적지 반경 300M 내의 모든 주차장을 확인 할 수 있습니다. 만약 주변에 주차장이 없을 경우 표시 되지 않습니다.



[그림11]

앱을 종료 후 해당 스케줄의 검사를 백그라운드에서 수행 하다가 출발해야 할 시간이 되어 알람창이 활성화 된 모습입니다.
알람, 진동과 함께 알람창이 활성화 되며, 이때 해당 스케줄의 정보와 몇 분 후에 출발해야 하는지도 함께 알려 줍니다.
알람이 울리는 시간은 (악속시간 - (소요시간 + 사용자가 지정한 시간)) 입니다.



[그림12]

알람시간이 되었을 때 상단바에 PUSH 형식으로도 알람을 제공 합니다.
이 PUSH 알람을 통해 간략한 정보를 확인 할 수 있으며, 터치할 경우 [그림11]의 알람 정보창이 활성화 되어 더욱 자세한 정보를 확인 해 볼 수 있습니다.

내용 요약

- 스케줄 입력 및 알람 기능 (그림7 ~ 그림13)



늦을 수 밖에 없는 스케줄을
입력 할 경우 스케줄 작성 후
곧바로 알람이 울리며 스케줄
정보와 함께 소요시간, 경로,
날씨 등을 제공하며 “늦은 약속
입니다.” 라는 메시지를 함께
제공 합니다.

※ 핸드폰의 전원을 꺼놓았다가
다시 켰을 경우 알람이 울렸어야 하는데
전원이 꺼져있어서 알람이 울리지 못한 경우도
마찬가지로 핸드폰의 전원이 켜짐과 동시에
[그림13]과 동일한 “늦은 약속입니다.”
형식의 알람이 제공 됩니다.

내용 요약

- 모든 스케줄 초기화 (그림14 ~ 그림16)



[그림14]



[그림15]



[그림16]

세 번째 탭인 설정창에서
“DB초기화” 버튼을 터치하여
DB를 초기화 하면 앱에 입력
되어 있는 모든 스케줄들을
삭제 할 수 있습니다.
한번 삭제하면 복구 할 수 없으니
스케줄들을 백업해 놓는게
좋습니다.

※ 스케줄들의 대한 DB파일은
휴대폰의 경로
storage/sdcard/team.kimjang.Start_Now
에 저장되어 있습니다.
해당 폴더안에 DB파일을 따로
저장해둔다면 추후에 복구가
가능합니다.

DB초기화를 통해 모든 스케줄을
제거한 뒤 어떠한 스케줄도
남아있지 않은 것을 확인 할 수
있습니다.

내용 요약

[4] 기대효과

사용자가 약속 장소와 시간이라는 정보만을 입력하면 언제 어느 위치에 있더라도 출발 해야하는 시간에 알람을 제공하여 약속에 늦지 않도록 도와줍니다.

또한 추가적으로 목적지의 날씨와 가까운 주차장의 위치 정보를 함께 제공하여 사용자의 편의를 도모합니다.

[5] 이용가능 최소OS 및 활용 자료, API

안드로이드 3.2 허니콤 이상 이용가능

OpenOASIS API (위치정보 - IC, JCT위치정보 / 영업소 위치정보)

OpenOASIS API (영업소간 통행시간 - 실시간영업소간 통행시간)

Tmap API (지도, 경로검색)

Weather Planet API (날씨정보)



김장팀(김대우, 장지웅)의 본 저작물(지금출발하세요)은

Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivatives license
에 따라 이용할 수 있습니다.

제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	교통DB(OASIS)를 이용한 경부고속도로 구간별 교통사고 위험도 분석 및 시각화				
참가자	1	성명	윤준태	소속	충북대학교 정보통신대학
	2	성명	문병준	소속	충북대학교 정보통신대학
	3	성명		소속	
	4	성명		소속	
내용 요약					
<p>본 연구의 목적은 기본 사고분석 모형과 다르게 경부고속도로의 각 구간에 미치는 사고 영향력 분석으로 운전 당시의 요인이나 도로 형태에 따른 기하구조, 교통량, 각 구간의 길이, 시간에 따른 여러 모형을 제시하므로 효과적 분석을 주도하였다. 모형 개발을 위해 교통 사고량을 종속변수로 하고 교통 사고에 영향을 미치는 요인들을 설명변수로 회귀모형을 개발하였다. 사고모형에 적합성을 높이기 위하여 포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형을 비롯하여 LRT검정, 분산분석을 활용하였다. 본 연구는 한국도로공사 OASIS에서 제공한 교통량, 교통 사고자료, 네이버에서 제공한 고속도로 구간길이를 이용하였고, 모든 분석 및 시각화 작업은 통계패키지 R을 사용하였다.</p> <p>본 연구에서는 각 구간별로 요인들이 얼마나 영향을 미치는 가에 대한 가설을 검정하기 위해 모형을 개발하였다. 상식적으로 통하는 내용의 분석이 주를 이룬 반면 통상적이지 않은 내용 또한 분석 결과로 제시되었다. 이러한 결과들은 연구자들이 사용한 자료의 기간과 특성에 따라 서로 달라질 수 있고, 사용된 통계적 분석 방법에 따라 조금씩 차이를 보인다. 연구 결과 구간의 길이와 교통량이 증가함에 따라 유의하게 교통사고가 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 시간에 흐름에 따라 조금씩 증가하는 추세를 보이고 있음을 파악하였다. 본 연구에서 주로 다루고는 운전 요건과 기하구조에 대한 분석 및 시각화는 본 논문을 직접 확인하기 바란다.</p> <p>본 연구에서 교통사고 데이터 분석은 차후 교통 정책 발굴을 위한 정보로 활용될 수 있다. 다양한 교통 DB를 활용하여 교통 정책 발굴을 위한 정보를 마련하고 더 나아가 지식화를 위해서 분석체계는 필수적이다. 따라서 DB를 다양한 분석체계 없이 직접 시각화하는 것 외에 다양한 과학적 분석에 의해 도출된 정보를 시각화하고 지속적으로 활용할 수 있는 시스템을 구축하는 것 역시 반드시 필요한 부분이다. 본 연구에서는 통계패키지 R을 이용하여 OASIS DB를 활용한 분석을 제안하였으며 교통사고와 각 요인의 관계에 대해 구간에 어떠한 영향력이 미치는지 파악하여 시각화 하는데 주 목적이 있다.</p> <p>본 연구에서 제안한 시각화 모형을 통해 사고 예방 및 장비 운용계획에 앞으로 큰 영향이 있을 것이라 사료된다. 교통DB를 활용할 수 있는 필수적인 요소인 과학적이고 통계적인 분석 체계를 구축함으로서 실생활에 직접적으로 영향을 줄 수 교통정책을 개발하는데 이바지하고자 하였다.</p>					



교통이력 자료를 이용한 경부고속도로 구간별 교통사고 위험도 분석 및 시각화

문 병 준
윤 준 태충북대학교
충북대학교정보통계학과
정보통계학과학부과정
학부과정

요 약

본 연구의 목적은 사고 이력데이터 분석을 통해 과학적이고 합리적인 교통정책을 제안하는데 있다. 고속도로의 특성상 직선주로가 많으며 차량의 속도가 높으므로 사고 발생 시 극심한 인명피해로 이어질 수 있고, 고속도로의 교통사고 감소 및 안전성 향상을 위한 많은 노력이 필요하다. 따라서 교통사고에 영향을 미치는 요인들을 비교 분석하므로 각 구간의 사고 위험도를 확인하였다. 한국도로공사 OASIS에서 제공한 교통량/교통사고 자료를 활용 하였으며, 모든 분석 및 시각화 작업은 통계패키지 R을 사용하였다.

2007년부터 2013년까지의 사고 이력데이터를 기반으로 통계 모형을 확립하고 구간별 사고 위험도를 추정하는데 주 목적이 있다. 단순 사고수에 대한 정보가 아닌 사고 위험도를 확인하고 분석하므로 보다 통계적으로 접근하였음을 볼 수 있다. 또한, 고속도로의 특성적 구분(직선부, 곡선부, 터널, 교각 등)을 포함하는 실제 경부고속도로의 구간(IC, JC, TG 등)을 기준으로 분석하여 활용가능성을 극대화하였다. 다양한 구간이 존재하는 고속도로의 특성상 본 연구에서 구간별로 분석한 결과를 바탕으로 구간별 교통사고 위험도 모형을 수립가능하며, 개발된 모형을 현장에 적용 가능하므로 경제적 절감 및 장비의 활용을 극대화할 수 있을 것이라 예상된다.

키워드 : 교통 DB, 고속도로 교통사고, 구간별 사고 영향력, 사고 위험도 분석

I. 서 론

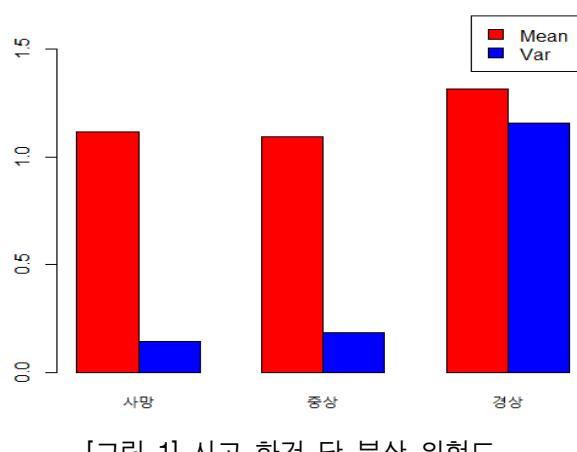
있다.

1. 연구 배경 및 목적

1.1 연구의 배경

본 연구에서 2007~2013년 사고이력 데이터를 기반으로 분석한 결과 다음과 같은 히스토그램을 얻었다. 아래의 [그림1]은 고속도로에서 교통사고가 한 건 발생했을 경우 부상의 위험의 정도를 확인 할 수 있다.

고속도로에서 교통사고가 한 차례 발생 할 때 평균 사망 1.119명, 중상 1.096명, 경상 1.314명으로 비슷한 수준의 부상 정도를 보이고 있다. 반면, 분산의 경우 사망, 중상과 경상의 차이가 심하다. 즉, 고속도로에서의 사고가 발생 할 경우 사망·중상으로 이어질 수 있는 가능성이 높음을 시사한다. 이러듯 사고의 위험성을 가진 고속도로를 통계적으로 분석할 필요성이



1.2 연구의 목적

본 연구는 중부고속도로에서 각 구간들의 교통사고가 어떠한 요인이 작용하여 일어나는지 규명하는데

목적이 있다. 따라서 고속도로의 형태별 특징(기하구조)과 발생 시점에 대한 정보(운전요건)를 요인으로 설정하여 고속도로 구간별에 대한 교통사고 위험도 모형을 개발하고자 한다. 또한, 사고 위험도를 바탕으로 중부고속도로를 시작화하여 사고위험도가 높은 구간을 보다 쉽게 확인 모형을 구축하고, 개발된 모형을 바탕으로 사고요인들에 대응할 수 있는 교통정책을 제안하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

2.1 연구의 시공간적 범위

1) 시간적 범위

본 연구에서는 2007~2013년 교통사고 이력데이터를 활용하였다.

2) 공간적 범위

경부고속도로 상·하행선 전 구간(IC, JC, TG)

2.2 연구 방법 및 내용

1) 분석방법

사건에 대하여 각각의 분포와 분석방법이 존재하고, 이에 따라 그에 맞는 분포로 분석한다. 교통사고의 경우 특정지역에서 일정기간에 사고가 발생하는 빈도이고, 몇 가지 특이성을 지닌다. 첫째, 서로 다른 구간에서 발생하는 사건의 수는 서로 독립이다. 둘째, 충분히 짧은 구간에서 사건이 발생할 확률은 구간의 길이에 비례한다. 마지막으로, 충분히 짧은 구간에서 2회 이상의 사건이 발생할 확률은 거의 없다. 위의 3가지 조건의 포아송 분포의 가정인 독립성, 비례성, 비집락성이다. 따라서 교통사고의 통계적 분석으로 포아송 및 음이항 회귀식을 이용하였고 본 연구에서도 포아송 회귀식(poission regression)과 음이항 회귀식(negative binomial regression)을 이용한다. 포아송 회귀식과 음이항 회귀식은 이산적 사건을 모형화 하기 위한 적절한 기법으로 알려져 있다. 그러므로 본 연구에서는 종속변수를 교통사고 건수로 교통사고예측모형의 개발하였다.

포아송 모형은 분산을 평균의 함수로 간주하여 종속변수의 분포를 1개의 변수를 이용하여 설명하기 때문에 매우 간편하다는 이점이 있다. 반면 음

이항 모형은 포아송 모형에서 발생할 수 있는 과분산의 편차를 인정한다는 장점을 가지고 있다.

2) 포아송 회귀모형

포아송 회귀모형은 종속변수 Y_i 가 일정 시간 또는 공간에서 발생하는 사건의 수로 i 번째 관측치를 Y_i 로 표기한다($i = 1, 2, \dots, n$). 종속변수는 평균이 μ_i 인 포아송 분포를 따르며 $Y_i \sim POI(\mu_i)$ 로 표기한다. 여기서 μ_i 는 각 관측치마다 다를 수 있는데 이는 다음과 같이 나타낼 수 있다[식 1].

$$\mu_i = E(Y_i|X_i) = \exp(X_i\beta) \quad [식 1]$$

단, 여기서 X_i 는 설명변수들의 벡터이며 β 는 X_i 의 회귀계수의 벡터이고 X_i 와 ϵ_i 는 서로 직교한다.

순오차 또는 모형에서 고려되지 않은 설명변수의 효과를 ϵ_i 라고 할 때 위 식에 $\exp(\epsilon_i)$ 를 곱하면 음이항 회귀모형을 유도 할 수 있다.

포아송 회귀모형의 확률밀도함수는 [식 2]와 같다.

$$P(Y_i = y_i|X_i) = \frac{\exp(-\mu_i)\mu_i^{y_i}}{y_i!}, \quad y_i = 0, 1, \dots, n \quad [식 2]$$

이때, 포아송 모형의 평균과 분산은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \mu_i &= E(Y_i|X_i) = \exp(X_i\beta) \\ Var(Y_i) &= \exp(X_i\beta) \end{aligned} \quad [식 3]$$

포아송 회귀모형의 주요 특징은 조건부 평균이 커질수록 분포의 밀도가 오른쪽으로 이동하며, 평균과 분산이 같은 등산포(equidispersion)의 가정이 있다는 것이다. 이러한 특징들로 인해 각각 실제자료 적합시 평균이 증가할수록 예측되는 0의 비율이 감소해 실제 자료에서의 0의 수가 예측되는 0의 수보다 많게 되며 실제자료의 분산이 포아송 모형하에서의 분산보다 커서 과산포가 발생하는 문제가 일어난다. 이때, 포아송 분포의 조건식인 ‘평균=분산’을 충족시키지 못하므로 이 경우 음이항 회귀모형을 사용한다.

3) 음이항 회귀모형

포아송 회귀모형은 포아송 부포의 특성상 자료의 평균과 분산이 같다는 가정이 제약조건으로 작용한다.

하지만 실제 자료에서는 평균보다 분산이 큰 과산포의 문제가 종종 발생하기 때문에 회귀계수의 표준오차가 편향(bias) 된 결과를 가져올 수 있다. 따라서 과산포를 직접 적용하는 대안으로 음이항 분포를 가정한 회귀모형이 제안된다. 음이항 회귀모형은 독립변수 X_1, X_2, \dots, X_k 이 주어질 경우 종속변수 Y_i 가 ($i=1,2,\dots,n$) 음이항 분포를 따른다고 가정하는 일반화된 선형모형(Generalized Linear model)이다[식 4].

$$y_i | \mu_i \sim Poisson(\mu_i), \mu_i \sim \Gamma(\alpha, \beta) \quad [\text{식 } 4]$$

먼저 y_i 는 포아송 회귀모형과 동일하게 포아송 분포를 가정하는데, 이 때 모수 μ 가 감마분포를 따른다고 가정하는데 차이가 있다. μ 가 감마분포를 따르므로 평균은 $\alpha\beta$ 이고 분산은 $\alpha\beta^2$ 이며 이 때 밀도함수는

$$P(\mu_i) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \mu_i^{\alpha-1} \exp\left(-\frac{\mu_i}{\beta}\right), \text{ when } \mu_i > 0 \quad [\text{식 } 5]$$

와 같다. 그러므로 종속변수 y_i 의 분포는 아래와 같이 음이항 분포의 형태로 표현할 수 있다.

$$P(Y_i = y_i) = \frac{\Gamma(\alpha + y_i)}{\Gamma(\alpha) \Gamma(y_i + 1)} \left(\frac{\beta}{1 + \beta}\right)^{y_i} \left(\frac{1}{1 + \beta}\right)^\alpha \quad [\text{식 } 6]$$

이 때 이중 기대값 정리에 의해 y_i 의 평균과 분산은 다음과 같다.

$$E(Y_i) = E[E(Y_i | \mu_i)] = E(\mu_i) = \alpha\beta$$

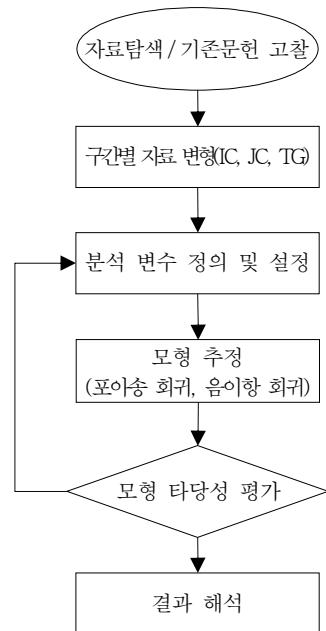
$$\begin{aligned} Var(Y_i) &= E[Var(Y_i | \mu_i)] + Var[E(Y_i | \mu_i)] \\ &= Var(\mu_i) + E(\mu_i) \\ &= \alpha\beta + \alpha\beta^2 \end{aligned}$$

[식 7]

4) 분석절차

먼저 모형수립에 사용될 자료를 탐색한 후 자료를 구간별 데이터로 변형한다. 그 후 분석에 필요한 변수를 정의 및 설정하고, 선정된 변수를 이용하여 포아송 회귀분석 또는 음이항 회귀분석을 수행하여 모형을 수립한 후 여러 기준을 통해 검토하여 변수를 재설정하거나 모형을 선정한다. 이렇게 선정된 모형을 분석 및 해석하여 결론을 도출한다.

본 연구에서 수행한 모형에 대한 수립 절차는 다음 순서도와 같다[그림 2].



[그림 2] 분석 순서도

II. 본론

1. 분석 변수 정의 및 설정

1.1 분석 자료의 단위 설정

분석 자료의 단위에 대한 기준은 연구 목적 측면에서 교통량과 사고량이다. 교통사고는 최소범위인 시간 단위부터 산정이 가능하지만 사고는 교통상황에서 발생하는 특수한 경우이므로 자주 발생하지 않는다. 따라서 시간 단위가 작아지면 관측값이 없는 경우가 많다. 교통 사고량 및 교통량 데이터는 월 단위를 기준으로 단위를 설정하였고, 년 단위까지 확장가능하다. 또한, 경부 고속도로의 구간 길이는 네이버에서 제공하는 정보를 활용하였다. 사고이력 데이터의 경우 사고 차량 각각 한 대별로 기록이 되어져 있어 사고에 대한 다양한 분석이 가능하다.

1.2 분석 변수 정의

본 연구에서 구축된 모형은 변수들의 관계를 규명하고 이용하는 회귀모형이다. 교통 사고에 영향을 미치는 변수는 실로 다양하기 때문에 데이터상에 존재하는 가장 활용 가치가 높은 대표적인 영향요인들을 변수로 설정하였다<표 1>.

<표 1> 분석 변수 정의

	요인	변수명	단위	정의
종속 변수	-	사고량	건	각 구간의 사고 차량 수
설명 변수	-	교통량	대	경부고속도로 각 구간의 교통량
		도로구간길이	km	각 구간의 도로길이
	운전 요건	주야구분	건	주간/야간 사고 차량수
		날씨	건	날씨별 사고 차량수
		노면상태	건	도로 노면상태별 사고 차량수
		발생지점	건	사고 발생지점별 사고 차량수
	기하 구조	포장구분	건	도로 포장상태별 사고 차량수
		평면선형	건	평면선형별 사고 차량수
		종단구배	건	도로 종단구배별 사고 차량수
	시간	년	년	분석 시작 년도부터의 연차
		월	월	연내 월 단위 순서

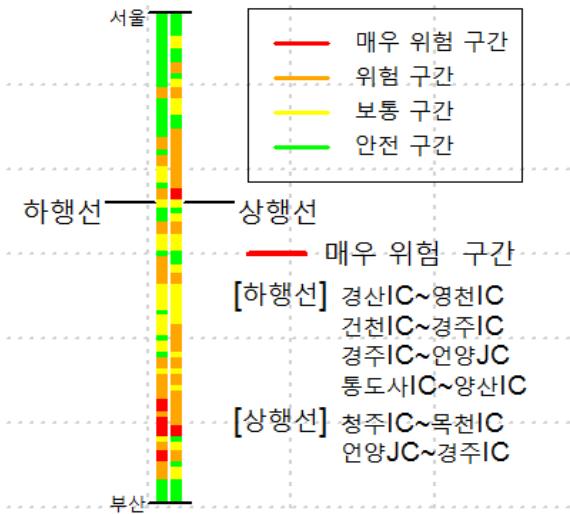
교통량에 영향을 주는 변수로 선정된 설명변수로는 크게 교통량, 도로구간길이, 사고정보, 주기가 있다. 사고정보는 본 연구에서 사용된 데이터에서의 기록 구분이다. 발생 지점의 경우 TCS, 하이패스, 램프, 본선, 터널, 휴게소, 기타로 구분이 되었으며, 날씨는 맑음, 눈, 비, 흐림, 안개로 구분하였다. 사고정보 중에서 도로의 특성을 보여주는 것이 포장구분, 평면선형, 노면상태, 종단구배이다. 포장구분의 경우 아스팔트와 콘크리트로 구분하였고, 평면선형의 경우 우·좌 커브 구간의 정도와 직선구간의 길이 정도로 구분하였다. 노면상태는 건조, 습기, 적설, 기타로 분류하였으며, 종단구배는 오르막·내리막의 정도와 평탄한 정도로 구분하였다. 사고이력 데이터의 빈도수를 종합하여 <표 2>와 같은 결과를 얻었다.

<표 2> 사고 빈도표

단위 : 건수

변수명	빈도수	변수명	빈도수
사고량	3451		
운전요건			
주간	1909	야간	1542
눈	77	맑음	2782
비	580	안개	12
건조	2674	습기	761
적설	8	기타	8
기하구조			
TG(TCS)	152	TG(하이패스)	40
램프	283	본선	2850
터널	20	휴게소	51
기타	8		
아스팔트	1911	콘크리트	1540
우커브 1000m 이상	437	우커브 500m~1000m	4
좌커브 1000m 이상	384	좌커브 500m~1000m	3
좌커브 500m 미만	643	직선 500m 미만	1278
직선	701		
내리막 1%미만	161	내리막 1%~3%	329
내리막 3%이상	153	오르막 1%미만	131
오르막 1%~3%	304	오르막 3%이상	137
평坦	1269	평坦 1%미만	967

종속변수에는 교통 사고량과 사고건수당 사망부터 경상까지 인명 피해의 정도를 나누었으며 각 구간별로 구분이 되어있다. 아래의 [그림 3]은 각 구간의 사고 건수를 나타낸 시각화 모형이다.



[그림 3] 고속도로 구간별 사고 위험도(사고 건수)

2. 모형 수립

2.1 모형 추정

분석에 사용된 설명변수는 총 10개의 변수가 있다. 이 중 사고정보에 해당하는 7개의 변수가 범주형 변수이다. 사고에 해당하는 정보 중 날씨, 주야, 노면상태는 변수들 사이에 긴밀한 관계가 존재하고, 자연에 따른 영향이 강하게 작용하므로 하나의 모형으로 추정한다. 또한, 발생지점, 포장구분, 평면선형, 종단구배의 경우 도로 형태에 따른 영향이므로 하나의 모형으로 추정한다. 이에 해당하는 회귀 추정식은 다음과 같다.

$$Y_{운전요건} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_{11}X_{11} + \hat{\beta}_{12}X_{12} + \hat{\beta}_{21}X_{21} + \hat{\beta}_{22}X_{22} + \hat{\beta}_{23}X_{23} + \hat{\beta}_{24}X_{24} + \hat{\beta}_{31}X_{31} + \hat{\beta}_{32}X_{32} + \hat{\beta}_{33}X_{33} + \hat{\beta}_{34}X_{34} + \hat{\beta}_{4i}^{course1}X_{4i} + \hat{\beta}_{4i}^{course2}X_{4i} + \dots + \hat{\beta}_{4i}^{course116}X_{4i} \quad [식 8]$$

단, X_{11} : 주간, X_{12} : 야간
 X_{21} : 눈, X_{22} : 맑음, X_{23} : 비, X_{24} : 안개
 X_{31} : 건조, X_{32} : 습기, X_{33} : 적설, X_{34} : 기타
 X_{4i} : 구간 ($i = 1, 2, \dots, 116$)

$$Y_{기하구조} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_{11}X_{11} + \hat{\beta}_{12}X_{12} + \dots + \hat{\beta}_{17}X_{17} + \hat{\beta}_{21}X_{21} + \hat{\beta}_{22}X_{22} + \hat{\beta}_{31}X_{31} + \hat{\beta}_{32}X_{32} + \dots + \hat{\beta}_{37}X_{37} + \hat{\beta}_{41}X_{41} + \hat{\beta}_{42}X_{42} + \dots + \hat{\beta}_{48}X_{48} + \hat{\beta}_{4i}^{course1}X_{4i} + \hat{\beta}_{4i}^{course2}X_{4i} + \dots + \hat{\beta}_{4i}^{course116}X_{4i} \quad [식 9]$$

단, X_{11} : TG(TCS), X_{12} : TG(하이패스), X_{13} : 램프, X_{14} : 본선, X_{15} : 터널, X_{16} : 휴게소, X_{17} : 기타
 X_{21} : 아스팔트, X_{22} : 콘크리트
 X_{31} : 우커브 1000m 이상, X_{32} : 우커브 500m 이상 1000m 미만, X_{33} : 좌커브 1000m 이상, X_{34} : 좌커브 500m 이상 1000m 미만, X_{35} : 좌커브 500m 미만, X_{36} : 직선 500m 미만, X_{37} : 직선

X_{41} : 내리막 1% 미만, X_{42} : 내리막 1% 이상 3% 미만, X_{43} : 내리막 3% 이상, X_{44} : 오르막 1% 미만, X_{45} : 오르막 1% 이상 3% 미만, X_{46} : 오르막 3% 이상, X_{47} : 평坦, X_{48} : 평坦 1% 미만
 X_{5i} : 구간 ($i = 1, 2, \dots, 116$)

분석에서 사용된 설명변수는 더미변수로 취급하였다. 그 이유는 더미변수로 분석할 경우 기준으로 사용된 변수와 그 외의 변수간의 영향력의 정도를 비교분석 할 수 있다. 또한, 사고 정보를 제외한 교통량과 각 구간별 도로길이로 회귀모형을 추정하였고, 시간의 흐름에 따른 교통사고량의 변화를 확인하였다. 이에 따른 추정식은 다음과 같다.

$$Y = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 \quad [식 10]$$

단, X_1 : 도로구간길이, X_2 : 교통량

$$Y = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 X_1 \quad \text{단, } X_1 : \text{시간} \quad [식 11]$$

이 모든 분석에서 종속변수 Y 는 교통사고량을 말한다.

2.2 모형 선정 및 해석

본 연구에서는 고속도로 각 구간의 사고형태를 비교 분석하여 고속도로 상황과 형태에 따라 유의하게 사고가 발생하는지 회귀 분석을 통하여 파악하는데 주 목적이 있다. 회귀모형에 사용된 분포는 포아송 분포와 음이항 분포가 있다. 이러한 분포의 회귀모형은 교통 사고량에 대한 다른 변수들의 영향력을 통계적으로 규명해야 한다. 하지만 데이터의 여건에 따라 분석 방법을 달리 적용해야 한다. 본 연구는 더미변수를 각 설명변수에 적용하므로 각각의 설명변수 사이의 영향력을 배제하고 설명이 가능하게 하였으며 하나의 기준으로 다른 설명변수를 해석하므로 효과적 해석을 유도하였다.

1) 운전요건에 대한 모형선정

모형 선정을 위하여 포아송 모형과 음이항 회귀 모형의 비교 분석이 필요하다. 먼저 포아송 회귀 모형의 고속도로 차량사고에 대한 운전요건의 결과는 <표 3>와 같다.

<표 3> 중부고속도로 포아송 회귀식 추정 결과
설명변수 : 주야구분, 날씨, 노면상태

구분	변수	추정량	표준오차	z-통계량	유의확률
기준 값	$\hat{\alpha}$	-2.644 ***	0.499	-5.295	<0.001
주간					
야간	β_{11}^{\wedge}	기준변수			
눈	β_{12}^{\wedge}	-0.163 ***	0.035	-4.691	<0.001
맑음	β_{22}^{\wedge}	1.171 ***	0.316	3.713	<0.001
비	β_{23}^{\wedge}	2.721 ***	0.293	9.281	<0.001
안개	β_{24}^{\wedge}	기준변수			
건조	β_{31}^{\wedge}	2.516 ***	0.359	7.005	<0.001
습기	β_{32}^{\wedge}	0.984 **	0.361	2.724	0.006
적설	β_{33}^{\wedge}	1.011 .	0.516	1.959	0.05
기타					
구간1	β_{41}^{\wedge}	-2.592 *	1.017	-2.55	0.01
구간116	$\beta_{4,116}^{\wedge}$	-1.128 **	0.398	-2.834	0.006

**** : p<0.001, *** : p<0.01 ** : p<0.05 . : p<0.1

포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형 두 모형의 정확성을 확인하기 위해 이와 같은 설명변수를 설정하고 추정한 음이항 모형의 결과는 다음과 같다<표 4>.

<표 4> 중부고속도로 음이항 회귀식 추정 결과
설명변수 : 주야구분, 날씨, 노면상태

구분	변수	추정량	표준오차	z-통계량	유의확률
기준 값	$\hat{\alpha}$	-2.595 ***	0.574	-4.521	<0.001
주간					
야간	β_{11}^{\wedge}	기준변수			
눈	β_{12}^{\wedge}	-0.191 ***	0.051	-3.709	<0.001
맑음	β_{22}^{\wedge}	1.392 ***	0.351	3.968	<0.001
비	β_{23}^{\wedge}	2.573 ***	0.328	7.839	<0.001
안개	β_{24}^{\wedge}	기준변수			
건조	β_{31}^{\wedge}	2.546 ***	0.386	6.599	<0.001
습기	β_{32}^{\wedge}	0.842 *	0.388	2.172	0.030
적설	β_{33}^{\wedge}	0.874	0.554	1.580	0.114
기타					
구간1	β_{41}^{\wedge}	-2.523 *	0.793	-3.068	0.002
구간116	$\beta_{4,116}^{\wedge}$	-1.044 *	0.503	-2.073	0.038

**** : p<0.001, *** : p<0.01 ** : p<0.05 . : p<0.1

두 경우 모두 비슷한 결과 값을 제시하지만 두 모형 중에서 더욱 확정적 모형을 통계적으로 구별하기 위해 LRT 검정을 수행하였다<표5>.

<표 5> 포아송, 음이항 회귀식 LRT 검정 결과

구분	적합도	Chisq-통계량	유의확률
포아송	-1260.9	122.6***	<0.001
음이항	-1199.6		

**** : p<0.001, *** : p<0.01 ** : p<0.05 . : p<0.1

위 표의 결과는 추정된 포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형이 유의하게 차이가 있음을 제시하고 있다. 적합도를 확인한 결과 추정된 포아송 회귀모형의 적합도가 - 1260.9이고, 추정된 음이항 회귀모형의 적합도가 - 1199.6으로 음이항 회귀모형의 적합도가 높다. 따라서 음이항 회귀모형을 사용하였을 때 더욱 높은 정확도를 가진다. 그 다음으로 분산분석을 활용하여 변수들 간의 유의성을 확인한다.

<표 6> 추정된 회귀식 분산분석표

구분	편차값	Resid. Dev	유의확률
구간	586.34 ***	1662.09	<0.001
날씨	682.31 ***	979.78	<0.001
주야구분	24.26 ***	955.51	<0.001
노면상태	493.50 ***	462.01	<0.001

**** : p<0.001, *** : p<0.01 ** : p<0.05 . : p<0.1

<표 6>는 추정된 음이항 회귀모형의 각 변수들 사이에 유의한 차이가 있는지를 확인하는 분산분석표이다. 그 결과 각각의 모든 변수들이 유의한 차이를 보이고 있으므로 모형검정에 사용된 추정된 음이항 회귀모형은 통계적으로 적합하다고 할 수 있다.

2) 운전요건에 대한 모형해석

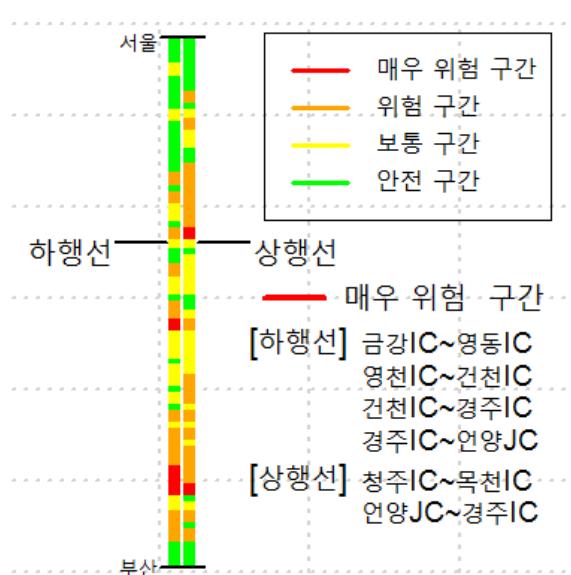
<표 4>에서 주야를 구분한 항목에서 주간을 더미의 기준으로 잡으므로 야간의 추정량이 - 0.191 (p<0.001)이 나왔다. 이는 주간의 위험도에 비해 야간의 위험도가 0.191배 낮음을 의미한다.

날씨의 경우 안개를 더미의 기준으로 설정하므로 나머지 변수를 해석이 가능하다. 교통사고에 대한 맑을 때의 위험도가 안개가 있을 때의 위험도보다 2.573(p<0.001)배 통계적으로 높음을 의미한다. 또한, 비가 왔을 때의 위험도는 눈이 왔을 때에 비해

2.913($p<0.001$)배, 눈이 왔을 때 1.392($p<0.001$)배 통계적으로 높음을 의미한다. 이 수치는 맑은 날씨의 추정량보다 더 높은 추정량으로 비가 왔을 때가 맑은 날씨보다 위험함을 나타낸다.

노면 상태의 위험도는 건조, 습기, 적설 이외의 경우를 기준변수로 설정해 나머지 해석을 할 수 있다. 분석 확인결과 건조, 습기, 적설의 모든 경우에 대해 높은 추정량을 나타내고 있다. 적설의 경우 유의수준이 0.1보다 높은 수치이므로 통계적으로 유의하지 않은 결과를 가져온다.

3) 운전요건에 대한 모형 시각화



[그림 4] 고속도로 구간별 사고 위험도(운전요건)

상 · 하행 각 58개 구간에 대하여 운전요건에 대한 위험도를 파악하여 시각화 한 모형이다. 사고 영향력이 분위수 35% 미만인 경우 안전 구간, 35%이상 65%미만 구간은 보통 구간, 65%이상 95%미만 구간은 위험구간 상위 5% 구간은 매우 위험 구간으로 분류하였다[그림 4].

4) 기하구조에 대한 모형선정

도로 기하구조에 대한고속도로 차량사고에 대한 기하구조의 포아송 모형 추정 결과는 <표7>과 같다.

<표 7> 중부고속도로 포아송 회귀식 추정 결과
설명변수 : 구간, 발생지점, 포장구분, 평면선형, 종단구배

구분	변수	추정량	표준오차	z-통계량	유의확률
기준 값	$\hat{\alpha}$	-2.681 ***	0.641	-4.184	<0.001
TG(TCS)	$\hat{\beta}_{11}$	0.523 **	0.181	2.892	0.004
TG(하이파스)	$\hat{\beta}_{12}$				
		기준변수			
램프	$\hat{\beta}_{13}$	0.981 ***	0.179	5.477	<0.001
분선	$\hat{\beta}_{14}$	1.616 ***	0.168	9.593	<0.001
터널	$\hat{\beta}_{15}$	1.086 ***	0.290	3.751	<0.001
휴게소	$\hat{\beta}_{16}$	0.192	0.219	0.879	0.379
기타	$\hat{\beta}_{17}$	0.594 **	0.218	2.724	0.006
아스팔트	$\hat{\beta}_{21}$	-0.135 **	0.045	-2.999	0.003
콘크리트	$\hat{\beta}_{22}$				
		기준변수			
우커브 1000m이상	$\hat{\beta}_{31}$	0.897	0.587	1.527	0.127
우커브 500m이상 1000m미만	$\hat{\beta}_{32}$	1.024	0.775	1.322	0.186
좌커브 1000m이상	$\hat{\beta}_{33}$	0.784	0.587	1.336	0.182
좌커브 500m이상 1000m미만	$\hat{\beta}_{34}$				
좌커브 500m미만	$\hat{\beta}_{35}$	1.552 **	0.588	2.639	0.008
직선 500m미만	$\hat{\beta}_{36}$	1.418 *	0.585	2.423	0.015
직선	$\hat{\beta}_{37}$	1.511 *	0.588	2.571	0.010
내리막 1% 미만	$\hat{\beta}_{41}$	0.098	0.120	0.815	0.415
내리막 1% ~ 3%	$\hat{\beta}_{42}$	0.371 ***	0.106	3.516	<0.001
내리막 3% 이상	$\hat{\beta}_{43}$	0.269 *	0.122	2.214	0.027
오르막 1% 미만	$\hat{\beta}_{44}$				
오르막 1% ~ 3%	$\hat{\beta}_{45}$	0.392 ***	0.107	3.669	<0.001
오르막 3% 이상	$\hat{\beta}_{46}$	0.217 .	0.125	1.735	0.083
평탄	$\hat{\beta}_{47}$	1.320 ***	0.101	13.065	<0.001
평탄 1% 미만	$\hat{\beta}_{48}$	1.030 **	0.096	10.730	<0.001
구간1	$\hat{\beta}_{51}$	-1.093 *	0.535	-2.044	0.04
구간116	$\hat{\beta}_{5,116}$	-0.495	0.401	-1.234	0.217

**** : $p<0.001$, *** : $p<0.01$, ** : $p<0.05$, * : $p<0.1$

포아송 회귀모형, 음이항 회귀모형 두 모형의 정확성을 확인하기 위해 이와 같은 설명변수를 설정하고 추정한 음이항 모형의 결과는 다음과 같다<표 8>.

<표 8> 중부고속도로 음이항 회귀식 추정 결과
설명변수 : 구간, 발생지점, 포장구분, 평면선형, 종단구배

구분	변수	추정량	표준오차	z-통계량	유의확률
기준 값	$\hat{\alpha}$	-2.365 ***	0.717	-3.297	<0.001
TG(TCS)	β_{11}^{\wedge}	0.494 *	0.211	2.341	0.019
TG(하이패스)	β_{12}^{\wedge}	기준변수			
램프	β_{13}^{\wedge}	0.932 ***	0.210	4.433	<0.001
본선	β_{14}^{\wedge}	1.415 ***	0.197	7.166	<0.001
터널	β_{15}^{\wedge}	0.859 **	0.331	2.596	0.009
휴게소	β_{16}^{\wedge}	0.188	0.254	0.739	0.460
기타	β_{17}^{\wedge}	0.480 .	0.251	1.913	0.056
아스팔트	β_{21}^{\wedge}	-0.159 **	0.060	-2.672	0.008
콘크리트	β_{22}^{\wedge}	기준변수			
우커브 1000m이상	β_{31}^{\wedge}	0.951	0.651	1.460	0.144
우커브 500m이상 1000m미만	β_{32}^{\wedge}	0.931	0.859	1.083	0.279
좌커브 1000m이상	β_{33}^{\wedge}	0.843	0.651	1.295	0.195
좌커브 500m이상 1000m미만	β_{34}^{\wedge}	기준변수			
좌커브 500m미만	β_{35}^{\wedge}	1.416 *	0.654	2.166	0.030
직선 500m미만	β_{36}^{\wedge}	1.377 *	0.649	2.122	0.034
직선	β_{37}^{\wedge}	1.453 *	0.653	2.225	0.026
내리막 1% 미만	β_{41}^{\wedge}	0.099	0.139	0.714	0.475
내리막 1% ~ 3%	β_{42}^{\wedge}	0.340 **	0.122	2.787	0.005
내리막 3% 이상	β_{43}^{\wedge}	0.272 .	0.141	1.923	0.054
오르막 1% 미만	β_{44}^{\wedge}	기준변수			
오르막 1% ~ 3%	β_{45}^{\wedge}	0.378 **	0.124	3.056	0.002
오르막 3% 이상	β_{46}^{\wedge}	0.250 .	0.145	1.725	0.085
평탄	β_{47}^{\wedge}	1.189 ***	0.121	9.826	0.00
평탄 1% 미만	β_{48}^{\wedge}	0.922 **	0.113	8.183	<0.001
구간1	β_{51}^{\wedge}	-1.093 *	0.535	-2.044	0.04
구간116	$\beta_{5,116}^{\wedge}$	-0.484	0.487	-0.995	0.320

*** : p<0.001, ** : p<0.01 * : p<0.05 . : p<0.1

두 경우 모두 비슷한 결과 값을 제시하지만 음이항 회귀모형이 유의성을 더욱 적게 보여주고 있다. 통계적으로 정확성 있는 모형을 구별하기 위해 LRT 검정을 수행하였다<표 9>.

<표 9> 포아송, 음이항 회귀식 LRT 검정 결과
설명변수 : 구간, 발생지점, 포장구분, 평면선형, 종단구배

구분	적합도	Chisq-통계량	유의확률
포아송	-2774.7	459.1***	<0.001
음이항	-2545.2		

*** : p<0.001, ** : p<0.01 * : p<0.05 . : p<0.1

위 표는 추정된 두 가지 회귀모형이 통계적으로 유의하게 차이가 있음을 제시하고 있다. 적합도를 확인한 결과 추정된 포아송 회귀모형의 적합도가 - 2774.7이고, 추정된 음이항 회귀모형의 적합도가 - 2545.2로 음이항 회귀모형의 적합도가 높다. 따라서 음이항 회귀모형을 사용하였을 때 더욱 높은 정확도를 가진다고 할 수 있다. 그 다음으로 분산분석을 활용하여 변수들 간의 유의성을 확인한다.

<표 10> 추정된 회귀식 분산분석표

설명변수 : 구간, 발생지점, 포장구분, 평면선형, 종단구배

구분	편차값	Resid. Dev	유의확률
구간	349.39 ***	1694.33	<0.001
발생지점	168.12 ***	1526.20	<0.001
포장구분	6.00 *	1520.20	0.014
평면선형	265.73 ***	1254.47	<0.001
종단구배	260.36 ***	994.11	<0.001

*** : p<0.001, ** : p<0.01 * : p<0.05 . : p<0.1

<표 10>에서 각 변수들 사이에 차이가 유의한지를 확인하는 분산분석표 확인 결과 구간, 발생지점, 포장구분, 평면선형, 종단구배 각각의 변수들이 유의한 차이를 보이고 있으므로 모형검정에 사용된 추정된 음이항 회귀모형은 통계적으로 적합하다고 할 수 있다.

5) 기하구조에 대한 모형해석

음이항 회귀모형의 분석결과 <표 8>에서 발생지점에 대한 항목에서 TG(하이패스)가 가장 낮은 추정량을 보이고 있다. TG(하이패스)를 더미의 기준변수로 선정하여 각각의 추정량을 비교 분석 할 수 있다. TG(하이패스)에 비해 TG(TCG)의 위험도 추정량이 0.494(p<0.019)배 낮음을 통계적으로 유의하게 보여준다. 램프의 경우 추정량이 0.932 (p<0.001)배 높음을 보여준다. 본선, 터널의 경우도 각각 1.415(p<0.001)배, 0.859(p<0.001)배 높은 위험도를 보여준다. 그 외의 장소에 해당하는 기타 변수도 0.480배 높게 추정되었다. 이는 유의확률이 p<0.1이므로 통계적으로 유의

하다고 할 수 있다. 휴게소의 경우 TG(하이패스)와 비슷한 추정량을 보였지만 통계적으로 유의하지 않다.

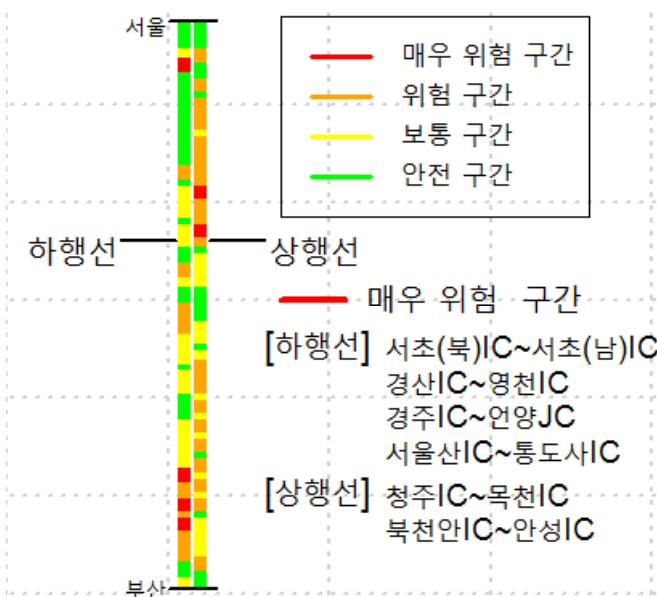
변수 포장구분에 대해서 더미 기준변수를 콘크리트로 설정하였다. 그 결과 아스팔트의 위험도가 콘크리트의 위험도에 비해 0.159배 낮음을 보였고, 이 추정량은 유의확률 0.008로 통계적으로 유의하게 나왔다.

평면선형구분에 대해서 곡선 구간의 경우 대부분 유의한 결과를 가져오지 않았다. 좌커브 500m 미만, 직선 500m 미만, 직선 구간에 대해서 유의확률 $p<0.05$ 에서 유의하게 작용했다.

종단구배에서 오르막 1% 미만을 기준변수로 설정하였을 때, 내리막 1% 미만의 경우를 제외하고 모든 변수들이 유의한 추정량을 가졌다. 이 결과는 내리막 1% 미만의 구간을 제외한 모든 구간에 대해서 통계적으로 사고에 유의한 영향력을 끼친다고 할 수 있다.

6) 기하구조에 대한 모형 시각화

각각의 구간에 도로 기하구조의 영향력으로 위험도를 시각화한 모형이다. 사고 영향력 분위수 35% 미만인 경우 안전 구간, 35%이상 65%미만 구간은 보통 구간, 65%이상 95%미만 구간은 위험구간 상위 5% 구간은 매우 위험 구간으로 분류하였다[그림 5].



[그림 5] 고속도로 구간별 사고 위험도(기하구조)

6) 구간길이 / 교통량에 대한 모형선정

고속도로 차량사고에 대한 운전요건의 포아송 모형 추정 결과는 <표 11>와 같다.

<표 11> 중부고속도로 포아송 회귀식 추정 결과
설명변수 : 도로구간길이, 교통량

구분	변수	추정량	표준오차	z-통계량	유의확률
기준 값	$\hat{\alpha}$	2.334 ***	0.060	38.717	<0.001
구간길이	$\hat{\beta}_1$	0.090 ***	0.002	35.864	<0.001
교통량	$\hat{\beta}_2$	<0.001 ***	<0.001	7.309	<0.001

*** : $p<0.001$, ** : $p<0.01$ * : $p<0.05$. : $p<0.1$

포아송 회귀모형, 음이항 회귀모형 두 모형의 정확성을 확인하기 위해 이와 같은 설명변수를 설정하고 추정한 음이항 모형의 결과는 다음과 같다<표 12>.

<표 12> 중부고속도로 음이항 회귀식 추정 결과
설명변수 : 도로구간길이, 교통량

구분	변수	추정량	표준오차	z-통계량	유의확률
기준 값	$\hat{\alpha}$	2.083 ***	0.167	12.454	<0.001
구간길이	$\hat{\beta}_1$	0.111 ***	0.009	11.754	<0.001
교통량	$\hat{\beta}_2$	<0.001 *	0.000	2.966	0.003

*** : $p<0.001$, ** : $p<0.01$ * : $p<0.05$. : $p<0.1$

두 경우 모두 비슷한 결과 값을 제시하지만 더욱 확정적 모형을 구별하기 위해 LRT 검정을 수행하였다. 결과는 다음과 같다<표 13>.

<표 13> 포아송, 음이항 회귀식 LRT 검정 결과
설명변수 : 구간길이, 교통량

구분	적합도	Chisq-통계량	유의확률
포아송	-569.05	384.87***	<0.001
음이항	-376.61		

*** : $p<0.001$, ** : $p<0.01$ * : $p<0.05$. : $p<0.1$

위 표의 결과는 추정된 포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형이 유의하게 차이가 있음을 제시하고 있다. 적합도를 확인한 결과 추정된 포아송 회귀모형의 적합도가 -569.05이고, 추정된 음이항 회귀모형의 적합도가 -376.61으로 음이항 회귀모형의 적합도가 높다. 따라서 음이항 회귀모형을 사용하였을 때 더욱 높은 정확도를 가진다. 그 다음으로 분산분석을 활용하여 변수들 간의 유의성과 모형 전체의 유의성을 확인한다.

<표 14> 추정된 회귀식 분산분석표

설명변수 : 구간길이, 교통량

구분	편차값	Resid. Dev	유의확률
교통량	2.792 .	235.54	0.095
구간길이	134.726 ***	100.81	<0.001

*** : p<0.001, ** : p<0.01 * : p<0.05 . : p<0.1

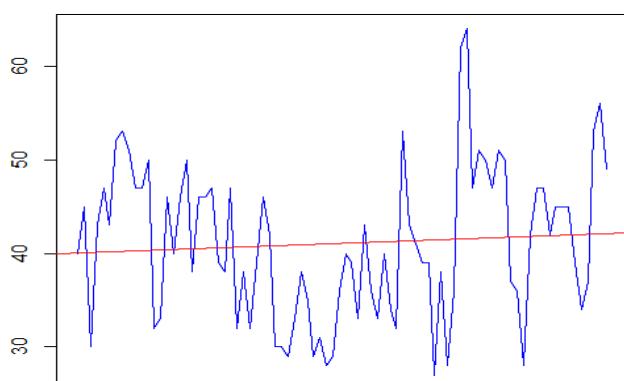
<표 14>는 추정된 음이항 회귀모형의 각 변수들 사이에 차이가 유의한지를 확인하는 분산분석표이다. 그 결과 각각의 모든 변수들이 유의한 차이를 보이고 있으므로 모형검정에 사용된 추정된 음이항 회귀모형은 통계적으로 적합하다고 할 수 있다.

7) 구간길이 / 교통량에 대한 모형해석

본 연구에서 사용된 고속도로 해당 구간의 길이는 연속형, 교통량은 이산형 변수이므로 더미 변수를 사용하지 않고 회귀식을 추정하였다. <표 12>에서 구간길이 $\hat{\beta}_1$ 의 추정량이 양수를 가지므로 구간길이가 1km 증가함에 따라 사고 위험도가 0.1 증가함을 보인다. 교통량의 경우 0보다 조금 높은 추정값을 보이지만 0에 매우 가까우므로 교통량에 대한 영향력보다 구간길이에 더 큰 영향을 받는다고 할 수 있다.

8) 시간에 따른 영향력

아래의 [그림 6]는 시간의 사고수에 대한 시간의 영향력을 보여준다. 아래의 그래프는 2007년부터 2013년까지 매월의 교통사고 변화량을 시각화한 그래프이다. 회귀선을 그려볼 경우 Y절편 40의 값을 가지며 조금씩 증가하는 회귀선을 가진다.



[그림 6] 시간의 변화에 따른 사고량

<표 15>에서는 시간의 흐름에 따라 유의확률이 통계적으로 유의함을 보이지는 않지만 추세라는 측면에

서 그래프를 본다면 증가한다고 할 수 있다.

<표 15> 중부고속도로 회귀식 추정 결과

설명변수 : 시간

구분	변수	추정량	표준오차	z-통계량	유의확률
기준 값	$\hat{\alpha}$	40.040 ***	1.796	22.297	<0.001
시간	$\hat{\beta}_1$	0.024	0.037	0.668	0.506

*** : p<0.001, ** : p<0.01 * : p<0.05 . : p<0.1

III. 결론

분석결과 고찰 및 결론

본 연구에서 수립된 음이항 회귀모형을 이용한 분석결과는 다음과 같다.

- ① 하이패스에서의 영향력이 가장 낮으며, TG (TCS)에서의 영향력이 유의하게 높다.
- ② 또한, 램프, 본선, 터널의 경우 영향력이 매우 크다. 그 외의 장소 또한 사고에 유의하게 영향을 미친다.
- ③ 아스팔트의 영향력이 콘크리트의 영향력보다 작다.
- ④ 날씨의 경우 사고에 미치는 영향력이 안개가 가장 낮고, 비가 가장 높다.
- ⑤ 야간이 사고에 미치는 영향이 주간의 영향력보다 적다.
- ⑥ 구간길이와 교통량 모두 사고를 일으키는 요인으로 작용한다. 교통량의 증가폭은 미비하다.
- ⑦ 평면선형의 경우 대체로 유의하지 않으며 짧은 곡선구간이나 짧은 직선주로에 대해 높은 영향력이 있다.
- ⑧ 기울기가 1% 이상인 모든 종단 구배가 사고에 대해 영향력이 있다.
- ⑨ 노면 상태의 경우 건조, 습기의 영향력이 높다.

위의 9가지 분석 결과가 대표적이다. 사고의 영향력을 확인하는 과정에서 기존의 생각과는 다른 결과를 얻은 부분이 있다. 교통량의 변화에 사고는 크게 영향을 받지 않는 결과나 야간이 사고에 미치는 영향력보다 주간이 사고에 미치는 영향력이 더 높은 결과, 날씨가 미치는 영향에서 안개가 가장 낮은 영향력을 갖

는 결과이다. 비록 상대적으로 낮은 영향력을 갖지만 통계적으로 유의함을 나타내고 있기 때문에 운전자 개인 스스로의 영향력이 높게 작용한 것으로 보인다. 한편, 기울임의 정도가 높고, 낮아짐에 따라 사고에 미치는 영향은 높아진다는 결과나 고속도로 구간이 증가하는 것에 비례하여 사고수가 증가한다는 사실은 통상적인 부분이라고 할 수 있겠다.

본 연구에 경부고속도로 데이터를 사용하였으므로 연구에 따른 결과는 경부고속도로에만 접목 시킬 수 있다, 전국적 고속도로의 유의한 사고 영향력을 확인하기 위해서는 전국 고속도로의 사고정보 뿐만 아니라 전국 고속도로의 각 구간에 대한 교통량 정보와 축척된 방대한 자료가 필요하다. 이번 연구는 한국도로공사에서 가진 데이터 형태에 따른 분석방법을 사용하였으므로 다른 고속도로 데이터에 효율적으로 접목시킬 수 있다.

추진과제

본 연구에서 확인한 결과와 같이 시간이 흐름에 따라 조금씩 사고량이 증가하는 추세를 가지고 있으므로 고속도로 내의 사고위험도를 효과적으로 낮출 필요성이 대두된다. 이에 따라 확실한 교통 정책이 필요한 실정이다. 이번 연구를 통해 교통 정책의 추진 과제를 제시하고자 한다.

- ① TG(하이패스)를 증가시키고, TG(TCS)를 최소화 한다.
- ② 램프, 터널, 교량, 정류장, 진출입부에 안정성을 확보가 요구된다.
- ③ 콘크리트 포장을 아스팔트로 대체한다.

운전자의 운전요건이나 기상현상을 조절하기란 사실 불가능에 가까운 측면이 있고, 대비에도 한계가 있다. 또한, 이미 완공된 도로에 대해서 도로의 평면 / 종단구배의 구조를 바꾸기는 쉽지 않다. 하지만 위의 3가지의 경우 교통사고를 줄이는 교통정책에 있어 효과적인 추진과제라 여겨진다. 매년 실시되고 있는 범국민 교통사고 줄이기 운동을 대중화하므로 하이패스 단말기 장착을 권장하고, 효과적인 운영 정책을 실시해야한다. 고속도로에서 저속구간인 TG(TCS)나 램프의 경우 위험도가 높으므로 안내 표지판 및 효과적인 안정성 대책 마련이 시급할 것으로 보인다. 터널의 경

우 밀폐된 구조의 특성상 터널 안은 어둡고 좁은 구조로 차량 고장 시나 도로에 물건, 암석들이 떨어져 있는 경우 이를 피하기 위해 일어나는 사고와 로드킬과 같은 돌발 사태로 인한 급정거 등 앞차와 추돌 가능성이 매우 높아 대형 인명피해로 이어질 가능성이 높다. 그러므로 터널 안에서 사고 및 고장이 발생 했을 시 신속한 대처가 가능하도록 도로 외의 공간을 확충해야한다. 그 외에도 정류장, 진출입부, 교량 등에 시설, 안내 표지판을 설치하므로 안정성을 확충해야한다. 또한, 콘크리트도로가 아스팔트도로에 비해 위험도가 높은 것으로 확인되었으므로 아스팔트도로로 바꾸어 사고에 대한 영향력을 감소시키는 것 또한 효과적인 대응책이다.

위의 시각화 모형에서 고속도로 운전요건, 기하구조에 대한 위험 구간을 확인하였다<표 16>.

기존 사고건수의 시각화 모형과 다른 모형을 보여준다.

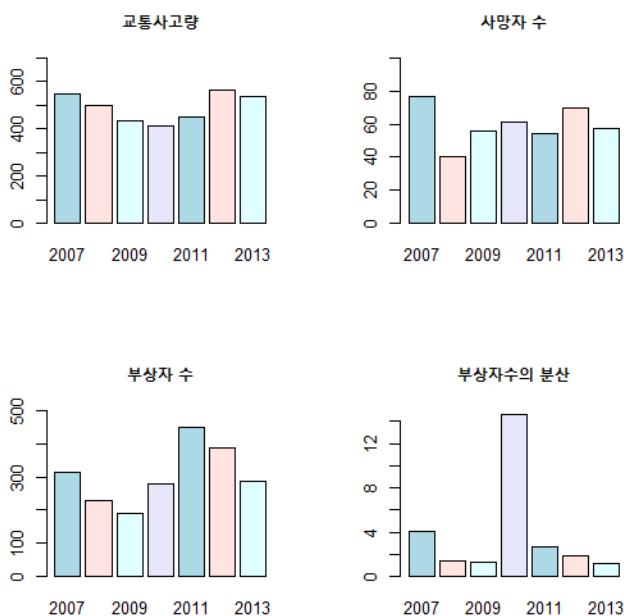
<표 16> 구간별 위험구간

구분	하행선	상행선
운전요건	금강IC~영동IC	청주IC~목천IC
	영천IC~건천IC	
	건천IC~경주JC	연양JC~경주IC
	경주IC~연양JC	
기하구조	서초(북)IC~서초(남)IC	청주IC~목천IC
	경산IC~영천IC	
	경주IC~연양JC	북천안IC~안성IC
	서울산IC~통도사IC	

이번 연구를 통해 시각화 모형으로 확인한 결과 운전 요건이 취약한 구간에 대해서 노면상태 점검, 배수로 정비, 폭우 / 폭설에 대비하는 예방책을 수립하므로 운전자로부터 운전요건의 영향력을 최대한 줄여주는 정책이 필요하다. 또한, 도로 기하구조에 취약한 구간에 대해서 아스팔트 시공, 교통안내 표지판, 터널 내 안전구역 확보를 우선 실시 / 시공을 통해 효과적 안전대책을 마련 할 수 있다. 위의 표에서 기하구조와 운전요건이 겹치는 구간이 존재한다. 이는 운전요건과 기하구조 두 요인에서 모두 위험성을 드러내므로 우선적 조치를 취해 효과적인 사고 예방을 할 수 있다.

마지막으로, 데이터 분석결과[그림 7] 2009년과 2010년 교통 사고량과 사고에 대한 사망/부상자가 감소하는 것으로 확인된다. 또한, 2010년의 분산이 매우 높은 결과를 보여준다. 이는 꾸준한 사고의 영향이 아닌 뜻밖에 발생한 대형 사고의 영향으로 해석이 가

능하므로 2010년 사고건수 당 부상의 영향력이 더욱 낮아진다. 이러한 사고 수의 감소는 2009년 3월 처음 시행했던 경제운전(eco-drive) 교통정책의 효과로 보여진다. 하지만, 2011년 이후 다시 사고 수가 증가함으로 운전자들에 대한 교통정책의 효과가 낮아진다고 볼 수 있다. 따라서 교통정책의 꾸준한 홍보로 운전자의 경제운전(eco-drive) 생활화를 이끌어 낸다면 교통사고 감소에 높은 영향을 미치게 될 것으로 전망된다.



[그림 7] 경제운전(eco-drive) 사고에 미치는 영향력

이처럼 사고에 대한 다양한 통계분석법이 OASIS의 교통데이터에 적용 가능하다. 따라서 각각의 목적에 맞는 통계분석 및 모형수립이 향후 과제로 제시된다. 이미 많은 연구들이 이루어지고 있고 데이터도 충분히 구축이 되어있으므로 자동화 시스템을 통해 이를 적절히 활용하는 것이 중요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] OECD 내 교통사고율 높은 한국, 자살률도 높고 삶의 만족도는 낮다,
<http://www.gyotongn.com/news/articleView.html?idxno=53309>
- [2] 고속도로 터널 안 교통사고 줄이기 위해 다함께 노력을
http://seosannews.com/sub_read.html?uid=12510§ion=sc22
- [3] 박성현, 회귀분석, 민영사, 제 3판, 1998
- [4] 포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형의 비교연구 권민경, 高麗大學校 大學院,[2003]
- [5] 서해안 고속도로 구간별 교통사고 특성분석에 관한 연구 강남원, 전남대학교 대학원,[2008]
- [6] 원도우즈용 미니탭을 이용한 최신통계학 개정판 김주성, 충북대학교, 자유아카데미,[2007]
- [7] 교통사고 줄이기 운동
장운태 (도시문제, Vol.27 No.286, [1992])
- [8] 수리통계학
나종화, 충북대학교, 자유아카데미,[2009]
- [9] 일반화포아송회귀모형을 이용한 교통사고모형개발 = A Development of Traffic Accident Model Using Generalized Poisson Regression Model
김학열(Kim Hag-Yeol) 허태영(Heo Tae-Young)
(國土計劃, Vol.47 No.1, [2012])
- [10] 범주형 자료분석 개론 : SAS의 응용 및 해석 Alan Agresti, 정광모, 최용석, 자유아카데미,[2009]
- [11] 고규격 고속도로에서 선형특성을 반영한 사고 예측모형 개발 : 서해안고속도로를 중심으로 = Accident Modeling considering Characteristics of Highway Geometrics in the High-Standard Roads
김상업(Kim Sangyup) 최재성(Choi Jaisung) 조원범(Cho Wonbum) 황경성(Hwang kyungsung)
허태영(Heo Taeyoung) 김용석(Kim Yongseok)
(한국도로학회 학술발표회 논문집, Vol.2009 No.2, [2009])
- [12] 선형유형 구분을 통한 고속도로 사고빈도모형 개발 연구 = Freeway Crash Frequency Model

Development Based on the Classification of
Geometric Alignment Type

김상엽(Kim Sangyoub) 최재성(Choi Jaisung) 이수
범(Lee Soobeom) 김성민(Kim Seongmin) 조원
범(Cho Wonbum) 김용석(Kim Yongseok) (한
국도로학회논문집, Vol.13 No.1, [2011])

[13] 국민 안전운전에 목멘 그들…교통사고 감소율
'49선' 지켰다. 박미주 기자

<http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2013061014114250673>

제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	Methodology for Processing and Broadcasting Traffic Information Based on Prediction of Traffic Condition Flow				
참가자	1	성명	김진수	소속	한양대학교 융합기계공학과 박사과정
	2	성명	장경영	소속	한양대학교 기계공학부 교수

내용 요약

현재 비약적으로 발전하고 있는 정보통신기술을 활용한 지능형교통체계(Intelligent Transportation Systems)의 실용화를 위해 도로이용자에 대한 고품질 정보의 제공이나 편리성 향상을 위한 교통정보의 내용과 제공방법 등 부가가치를 높여 우수한 서비스를 실현하는 과제가 국내, 외에서 다각적으로 추진되고 있다. 교통 소통상황 정보가 정확히 시기적절하게 제공되면 이용자는 교통혼잡구간을 우회하는 등 실시간 소통상황에 대비하는 것이 가능하며, 도로네트워크상 혼잡한 교통류가 시공간적으로 분산이 유도되어 고속도로의 이용효율을 높일 수 있다.

본 연구에서는 교통 소통상황을 원활, 서행, 정체로 크리스프하게 분류하는 기준방식과 달리, 속도 패턴 개념을 적용하여 고속도로의 통행속도와 교통 소통상황을 단기 예측하는 알고리즘을 개발하였다. 고속도로의 교통 소통상황은 연속류의 교통류의 특성으로 단기적인 예측(short-term prediction)이 가능하다. 특히, 교통 정보센터에 수집된 고속도로 과거이력자료와 실시간으로 누적된 시계열 속도 패턴으로 통행속도의 상승(U), 진동(V), 하락(D)이 판단 가능하며, 이를 기반으로 실시간 직후의 교통 소통상황의 악화, 완화, 유지 정도가 추정될 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 실시간 통행속도 패턴을 기반으로 다섯 가지 교통 소통상황 판단지표를 정립하였고, 아홉 가지 패턴의 교통 소통상황을 분류하는 Fuzzy Membership Function을 구축하였다. 그리고 Fuzzy 전문가 시스템 적용하기 위해 실시간 직후의 교통 상황을 예측하는 Rules을 작성하였다.

본 연구에서 개발한 시스템의 신뢰성을 평가하기 위해 다양한 소통상황 특성의 실제 검지 자료와 단기 예측시점을 본 시스템에 적용하여 성능 검증을 수행하였다. 모든 성능 검증을 수행한 결과 평균 오차율 (MAPE)이 5% 미만으로 분석되어 매우 신뢰도 높은 결과를 도출하였다.

본 연구에서 개발한 시스템은 교통정보센터 운영자 측면에서 도로망 교통류 안정성 모니터링과 첨두시, 비첨두시의 일반 상황은 물론, 돌발 상황의 교통류 안정성 평가 및 운영전략 수립에 활용 가능할 것으로 기대된다. 고속도로 교통정보센터 운영자 입장에서 도로망의 교통류 안정성(traffic flow stability) 모니터링은 중요한 교통운영관리요소이다. CCTV를 이용하여 현 시점의 교통류가 안정성(stability), 불안정성(unstability)을 판단하기에는 매우 어려움이 있다. 본 연구를 통한 교통 소통상황 예측 정보 제공은 사전에 혼잡을 예방할 수 있는 운영전략을 수립 할 수 있다. 그리고 세부적인 교통 소통상황 예측 정보를 이용자에게 제공함으로써 그들에게 경로선택 및 변경시 폭넓은 선택을 가능하게 한다. 그리고 이렇게 생성된 교통 소통상황 예측 정보는 교통정보가공 및 제공체계, 상황판 운영모니터링, 과거이력자료 활용 등의 발전에 기여할 수 있으며, 전산처리 및 통신기술의 적시성 문제를 보완할 수 있다. 또한 정보 이용자대신 앞으로의 교통 소통상황을 인공 지능적으로 예측하여 고품질의 정보를 제공하므로 향후 첨단 교통시스템의 발전에 크게 이바지 할 수 있다고 기대된다.

향후 연구과제로는 퍼지의 소속 함수의 세밀한 구축과 속도의 상승, 유지, 하락의 기준은 이용자에 따라 각기 상이 할 것으로 판단되어 설문조사, AHP(analytic hierarchy process)기법을 통해 추가적으로 분석되어야 할 것으로 판단된다. 그리고 본 연구에서 수행한 다양한 예측시점 이외에 더 긴 예측시점을 분석하고, 교통 소통상황 모니터링 시 상황판에 제공되는 표출방법에 대한 추가적인 연구가 수행될 필요가 있다.



교통 소통상황 흐름 예측 기반 교통정보 가공 및 제공 방법

Methodology for Processing and Broadcasting Traffic Information

Based on Prediction of Traffic Condition Flow

김 진 수

(한양대학교 융합기계공학과 박사과정)

장 경 영

(한양대학교 기계공학부 교수)

Key Words : Fuzzy이론, 정성적 소통상황, 단기예측, 도시부도로

목 차

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| I. 연구배경 및 목적 | 3. Fuzzy Membership Function 도출 |
| II. 기존연구고찰 | 4. 교통 소통상황 예측 위한 Fuzzy Rules 도출 |
| III. 실시간 교통 소통상황 판단 및 예측 | IV. 성능 검증 및 분석 결과 |
| 1. 교통 소통상황 판단유형 정립 | V. 결론 및 향후연구과제 |
| 2. 실시간 교통 소통상황 판단지표 개발 | 참고문헌 |

I. 연구배경 및 목적

현재 비약적으로 발전하고 있는 정보통신기술을 활용한 지능형교통체계(Intelligent Transportation Systems)의 실용화를 위해 도로이용자에 대한 고품질 정보의 제공이나 편리성 향상을 위한 교통정보의 내용과 제공방법 등 부가가치를 높여 우수한 서비스를 실현하는 과제가 국내, 외에서 다각적으로 추진되고 있다. 특히, 고속도로를 이용하는 운전자에게 있어 교통지체의 유무, 목적지까지의 최단경로, 도로유지보수작업현황, 노면상태 등 실시간 교통소통상황을 판단하는 정보는 필요불가결하다. 이런 교통정보가 정확히 시기적절하게 제공되면 이용자는 교통혼잡구간을 우회하는 등 실시간 소통상황에 대비하는 것이 가능하며, 도로네트워크상 혼잡한 교통류가 시공간적으로 분산이 유도되어 고속도로의 이용효율을 높일 수 있다.

기존 고속도로 교통 소통상황은 통상적으로 원활, 서행, 정체와 같이 정성적으로 구분되어 도로전광표지, 인터넷, 스마트폰 등으로 제공되고 있으며, 이러한 교통 소통상황 판단은 지점 및 구간검지체계에서 수집되는 교통자료 중 주로 집계된 통행속도로 결정된다. 이와 같이 실시간으로 제공된 교통 소통상황 정보는 이용자의 경로변경 및 선택 등에 큰 영향을 미치므로 가공 및 제공된 정보의 신뢰도 향상은 매우 중요한 문제이다. 그러나 기존에 구축된 지능형교통체계하의 원시자료 수집정확도와 오류 및 누락처리과정, 평활화과정, 시공간적인 집계과정 등 여러 현실적 제약조건과 문제점을 내포하고 있다. 또한, 기존의 실시간 교통 소통상황은 현시점을 기점으로

이전 5분간의 집계된 통행속도를 실시간으로 간주되어 5분 주기로 제공되는데, 이는 엄연히 실시간이 아닌 단기 과거 정보이다. 그리고 수집된 교통정보를 저장, 가공 전산처리, 제공하는데 발생하는 통신기술상 시간의 지체는 교통 소통상황 정보를 실시간으로 제공하는 적시성에 큰 한계를 지닌다.

그리하여 본 연구에서는 교통 소통상황을 원활, 서행, 정체로 크리스프하게 분류하는 기준방식과 달리, 속도 패턴 개념을 적용하여 고속도로의 통행속도와 교통 소통상황을 단기 예측하는 알고리즘을 개발하였다. 고속도로의 교통 소통상황은 연속류의 교통류의 특성으로 단기적인 예측(short-term prediction)이 가능하다. 특히, 교통 정보센터에 수집된 고속도로 과거이력자료와 실시간으로 누적된 시계열 속도 패턴으로 통행속도의 상승(U), 진동(V), 하락(D)이 판단 가능하며, 이를 기반으로 실시간 직후의 교통 소통상황의 악화, 완화, 유지 정도가 추정될 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 실시간 통행속도 패턴을 기반으로 다섯 가지 교통 소통상황 판단지표를 정립하였고, 아홉 가지 패턴의 교통 소통상황을 분류하는 Fuzzy Membership Function을 구축하였다. 그리고 Fuzzy 전문가 시스템 적용하기 위해 실시간 직후의 교통상황을 예측하는 Rules을 작성하였다.

이러한 가공 방법을 통해 생성된 실시간 이후 단기 미래의 교통 소통상황 정보는 기존의 문제점을 보완할 수 있고, 보다 향상된 교통 소통상황 정보가 이용자 및 운영자에게 제공되어 보다 효율적인 고속도로 운영 및 관리를 기대할 수 있다.

II. 기존연구고찰

지점 및 구간 검지기자료를 통한 시간의 흐름에 따른 실시간으로부터 향후 교통상황을 단기 예측하는 국내·외 연구로는 속도 및 통행시간 연구가 수행되었다.

국내의 통행시간 및 통행속도 예측에 관련해서는 박병규(1995)는 신경망 이론을 이용하여 링크 통행시간 예측 모형을 개발하였다. ARIMA모형, 칼만필터링 모형과의 예측력을 비교한 결과 신경망 모형이 가장 우수한 결과를 보였다. 조범철(1998)은 다중회귀분석, ARIMA모형, 인공신경망, 칼만필터링 모형을 이용하여 1, 5, 10, 15분 후의 단기 속도를 예측하였고, 최찬영(1999)은 검지기 시계열 자료를 이용한 기존의 예측기법고찰을 통해 도시고속도로(연속류)의 검지기에서 수집되는 교통제어변수들을 이용하여 구간속도 및 구간통행시간을 예측하였다. 그 결과 칼만필터링모형의 다주기 예측을 실시하여 기존의 구간속도 산출방법보다 나은 예측력을 보임을 증명하였다. 그 외 국내 최기주(1998), 장진환(2004)등 구간자료를 이용하여 통행시간을 예측하였다. 이와 같이 통행시간 및 통행속도 예측에 대한 기존연구는 검지기에서 수집되는 교통량, 속도, 점유율과 같은 교통특성을 나타내는 변수들을 이용하여 시계열기법(ARIMA), 신경망모형, 칼만필터링 모형과 같은 한정된 예측기법을 적용하여 수행되었다. 이 기존 통행시간 및 속도 예측 연구 방법론의 한계점을 다음과 같다.

ARIMA모형은 시계열자료가 정상성을 보일 때에는 예측력이 뛰어나지만 비정상시 예측력이 저조하고 또한 Time-lag발생으로 예측력이 약해지는 단점을 보인다. 신경망은 특히 패턴인식 분야에 널리 사용되는 모형이나 모형을 적용할 경우에는 모형에 대한 충분한 검증이 필요하다. 그리고 원하는 결과를 얻을 때 까지 학습에 요구되는 시간이 너무 많이 소요된다는 한계점을 갖고 있다. 칼만필터링 모형의 경우 모델의 오차와 예측오차를 고려하여 통계적인 처리를 하여 최적계수를 유도함으로써 예측정밀도를 높일 수 있지만 컴퓨터 부하가 크고 비선형이 있으면 성립하지 않는 것이 문제이다.

많은 기존연구는 이와 같은 한계점을 지니면서 대부분의 예측모형들은 모형의 검증으로 이루어졌으며 실제에 적용시에 필요한 대상자료의 특성이나 도로상에서 발생하는 상황들을 충분히 반영되는 모형을 연구한 사례는 발견 할 수 없었다.

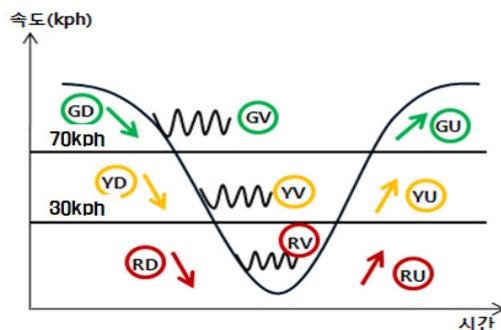
본 연구는 기존 연구된 시계열자료의 예측모형을 이용하지 않고 퍼지이론을 이용해 정보제공 측면을 중점으로 속도자료의 패턴을 세밀하게 분석하였다. 안정류와 불안정류의 관계에서 속도자료의 추세선은 어느정도 과거이력자료를 이용해 교통 소통상황 패턴으로 정립할 수 있다고 판단하였다. 이를 통해 예측된 교통 소통상황 정보제공은 도시부 교통운영측면에 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

III. 실시간 교통 소통상황 판단 및 예측

1. 교통 소통상황 판단유형 정립

고속도로 교통 소통상황은 크게 원활, 서행, 정체 또는 원활 서행, 지체, 정체로 구분하여 도로전광표지, 인터넷, 스마트폰 등에 정보를 제공하고 있다. 이러한 정성적인 소통상황 판단은 지점 및 구간검지체계에서 수집되는 통행속도를 근거로 결정한다. 한국도로공사 교통정보의 실시간 교통소통상황 영역을 살펴보면, 지점검지기에서 5분간 집계된 통행속가 30 ~ 70kph에 포함하면 서행, 이를 기준으로 속도가 그 이상인 경우는 소통원활, 그 이하인 경우는 정체로 크리스프하게 분류하여 판단하고 있다. 하지만, 이러한 교통 소통상황 분류 방법은 전이가 일어나는 부근의 불확실한 교통 소통상황 정보는 이용자들에게 큰 오류를 유발할 수 있고, 이를 기반으로 한 혼잡 교통류를 분산시키는 고속도로 운영관리 방안은 큰 효과를 기대할 수 없다.

일반적인 고속도로 검지자료의 시계열 속도패턴은 원활과 정체상태에서는 연속적인 작은 폭의 진동형태가 나타나고, 서행상태로 전이되는 구간에서는 큰 폭의 진동 혹은 속도가 급격하게 상승, 하락하는 형태를 보이는 불안정류 영역이 나타난다. 이러한 시간의 흐름에 따른 속도패턴으로 실시간 교통 소통상황을 판단할 수 있으며, 다음 time step의 속도패턴을 예측할 수 있다. 본 연구에서는 과거이력 자료를 통해 교통 소통상황을 분류하는 속도영역과 시간영역을 규정하였고, 이는 시간 다음 time step의 교통 소통상황 예측을 위한 퍼지 규칙(Rules) 개발에 필요한 하나의 판단지표로 적용된다. 그리고 <그림 1>과 같이 실시간 다음간격을 예측하기 위한 속도변화곡선 형태를 파악하였다. 이는 속도변화곡선을 세밀하게 분석하여 크게 소통상황분류기준에 세 가지 패턴(상승, 하락, 유지)으로 분석한 것이다. 그러나 이렇게 세밀하지 못한 분류는 실시간 다음간격 속도값을 예측하기에는 한계가 있다. 그러므로 본 연구는 교통류의 상태를 파악하기 위해 크게 5가지 소통상황 판단지표를 정립하였으며, 속도패턴을 상승, 하락, 유지(진동)로 정립하기 이전에 상승, 하락의 정도를 기울기로 세분화하여 표현하였다.



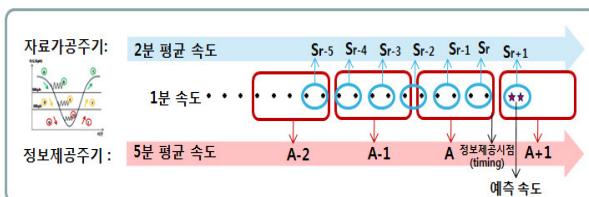
<그림 1> 속도변화곡선 기반 실시간 통행 속도 패턴과 교통 소통상황 분류 유형

여기서 지속(진동)의 의미 또한 단기예측시 상승과 하락을 작은 기울기로 반복하는 형태이므로 기울기로 대체 될 수 있다. 그러나 세분화된 정보제공시 이용자의 혼란을 우려할 수 있어 위 <그림 1>과 같이 아홉 가지 정보제공언어로 간략화 하였다.

2. 실시간 교통 소통상황 판단지표 개발

1) 소통상황 판단을 위한 자료 적용범위

실시간 속도자료가 어떤 소통상황 흐름을 형성하는지 판단하기 위해서는 일정시간으로 집계된 실시간 제공주기 전, 후 속도 값으로 속도의 기울기를 판단하여야 한다. 그러나 실제 교통정보가공체계에서 실시간 다음주기의 속도는 알 수 없기 때문에 실시간 이전주기 자료로 속도 패턴을 판단하여 다음간격을 예측한다. 이를 위해 실시간 이전의 자료가공간격, 자료가공주기, 정보제공시점 범위를 정의하는 것이 중요하다. 이는 실시간 통행속도 패턴을 통해 정보제공주기의 교통 소통상황을 단기 예측하고 분류하는데 적용된다. 이러한 자료적용범위는 <그림 2>와 같이 도식화하여 정립하였다.



<그림 2> 교통 소통상황 판단 및 단기예측을 위한 자료적용범위

a) 자료가공간격 (Interval)

본 연구는 자료수집간격 1분 단위 원시자료를 정보제공간격 5분 단위로 집계하는 과정에서 생성되는 자료가공간격 2분 단위 집계자료를 최종적인 소통상황 판단지표에 활용하였다. 이는 실시간 자료수집간격 1분마다 실시간을 기준으로 2분씩 집계되도록 설정하였다. 집계간격을 다르게 하여 실제 소통상황과 비교 분석결과 2분 단위는 적정한 smoothing 효과로 신뢰성과 시스템의 효율성을 고루 만족하는 결과를 보였다.

b) 자료가공주기 (Cycle)

현재 대부분 ITS기반에서는 실시간 이전까지 5분간 집계된 속도(A)로 정보제공이 된다. 그리고 정보가공시간과 정보제공시 시간지체로인한 적시성 문제로 이는 엄연히 과거소통상황이 정보제공되는 셈이다. 이 문제점을 개선하기 위해 어느 정도 실시간이전 속도자료로 소통상황을 판단하여 실시간 다음주기 속도패턴을 예측해 교통상황정보제공을 할 필요가 있다. 본 연구는 소통상황 판단을 위한 실시간이전 속도자료 적용범위는 2분 단위 집계자료에서 실시간(S_r)과 이전 5주기(S_{r+5})까지(총 6주기)로 정립하였다. 이는 실시간 다음주기를 단기예측에 가장 용이한 시간범위로 판단되었다.

C) 정보제공시점 (Timing)

본 연구는 소통상황 정보제공은 5분 단위로 이루어지며 정보가 제공되는 시점이 고정되어있다. 이를 정보제공시점이라 하며 매 1분마다 2분 단위 가공자료를 이용하여 5가지 판단지표를 통해 예측된 다음주기속도(S_{r+1})를 제공한다.

2) 소통상황 예측을 위한 판단지표

5가지 실시간 소통상황 판단지표는 앞 절에 설명된 실시간부터 6주기 속도가공자료를 이용하여 정립하였다. 본 연구의 5가지 소통상황 판단지표는 Fuzzy 이론적용 시 상태변수로 정립할 수 있으며 이를 종합하여 속도패턴 예측 Fuzzy Rules를 정립해 실시간 다음주기 속도패턴과 예측속도(S_{r+1})를 도출할 수 있다. 각각의 판단지표로 어느정도 속도패턴을 유추할 수 있지만 다섯 가지를 통합하면 각 지표의 오류가 줄고 신뢰도 높은 정확한 단기예측을 돋는다. 실시간 소통상황 판단지표 <표 2>와 같이 정의하였고 세부적인 설명은 다음 절 Fuzzy 상태변수에 언급하였다.

<표 2> 실시간 소통상황 판단지표

지표	수식	판단기준
1	$S_{r-i} - S_{r-(i+1)}$ $i=0 \sim 4$ (2분 단위)	값, 부호
2	$S_r - \frac{1}{5} \sum_{i=r-1}^{r-5} S_i$	값, 부호
3	$S_r - S_{r-5}$	값, 부호
4	$\frac{S_r - S_{r-1}}{\sum(S_{r-i} - S_{r-(i+1)})} \times 100$	백분률
5	시간범위별	영역
	속도영향권별	

3. Fuzzy Membership Function 도출

1) 퍼지제어 이론

퍼지(fuzzy)이론은 불확실성의 존재를 인정하고 이것을 합리적으로 표현하고자 하는 이론으로 미국 버클리 대학의 L. A. Zadeh 교수가 퍼지집합(fuzzy sets)이란 논문을 발표하면서 시작되었다. 불확실성이 존재하는 경우 0과 1의 논리를 이용하여 설명하고자 하면 오히려 더욱 복잡해져 본질과 멀어지는 결과를 도출하는 경우가 발생하게 된다. 이러한 경우 애매성을 인정하고 이를 적극적으로 끌어들여 이론을 정립할 필요가 있는데 이러한 경우 퍼지이론은 훌륭한 도구로 이용될 수 있다. 특히 제어공학이나 인공지능을 중심으로 한 공학 분야에서 퍼지이론은 중요한 연구기법으로 정착해 나가고 있다.

이러한 퍼지이론의 구현과정은 먼저, 퍼지규칙(fuzzy rule)의 설정이 필요한데 이는 추론 대상의 여러 가지 경험에 의한 규칙으로 이루어진다. 퍼지규칙이 성립되면 제

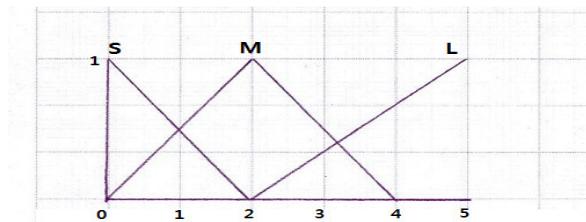
이기에 의한 추론을 통해 출력결과를 얻게 된다. 일반적인 추론모형에서는 추론을 위한 명확한 조건이 제시되어야만 결과를 추론할 수 있다. 그러나 현실상황에서는 추론을 위해 반드시 명확한 조건부가 제시되지는 않는다. 따라서 근사적인 사실과 추론규칙이 주어졌을 때 A에서 근사적인 B를 추론할 수 있는데 이를 근사추론이라고 한다. 퍼지근사추론 모형은 퍼지집합, 퍼지관계, 퍼지논리에 의한 근사추론으로 구성된다. 본 연구는 속도가 “완만하게 하락한다”, “급격하게 상승한다”라는 표현처럼 정확한 수치가 아닌 ‘어느 정도’라는 표현이 사용되어 퍼지이론을 적용하였고 실시간 속도변화 패턴을 판단에 기초하여 예측 가능한 Fuzzy Rules를 작성하였다.

2) 소통상황 예측을 위한 Fuzzy Membership Function

일반적으로 Fuzzy Membership Function을 결정하는 방식은 전문가들의 경험에 따라 설정하고 이를 반복적으로 적용하여 결과를 분석하고 재결정하는 시행착오에 의한 방법을 사용한다. 본 연구의 상태변수는 앞에서 언급한 5가지 소통상황 판단지표로, 제어변수는 실시간 속도(S_r)에서 다음주기속도(S_{r+1})로의 세밀한 변화패턴으로 설정하고 다음과 같이 Fuzzy Membership Function을 작성하였고 각 언어변수는 <표 3>에 간략하게 설명하였다.

a) 소통상황 판단지표 1

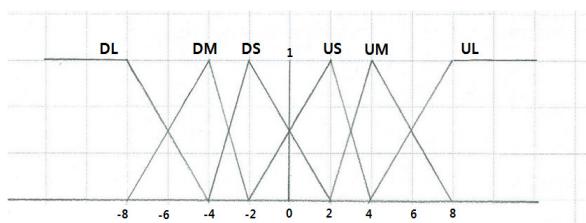
판단지표1은 S_r 과 이전 5주기 개별 속도자료와의 차이값과 부호로 정의한다. 이 지표는 음수 개수로 속도가 하락, 상승, 유지(작은폭의 진동)하는지 판단한다. <그림 3>는 판단지표1의 Membership Function이다.



<그림 3> 판단지표1 Membership Function

b) 소통상황 판단지표 2

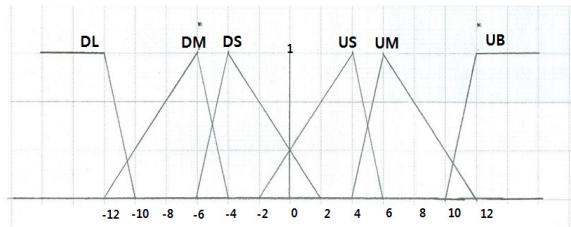
판단지표2는 S_r 에 이전 5주기 동안 속도자료의 평균으로 뺀 값과 부호로 정의한다. 이 수식으로 계산된 값으로 속도패턴의 하락과 상승패턴을 판단한다. <그림 4>는 판단지표2의 Membership Function이다.



<그림 4> 판단지표2 Membership Function

c) 소통상황 판단지표 3

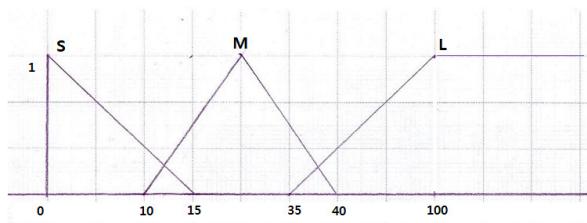
판단지표3은 S_r 에서 이전 5주기 속도인 S_{r-5} 을 뺀 값과 부호로 정의한다. 이 식으로 계산된 값으로 속도 패턴의 하락과 상승패턴을 판단한다. <그림 5>는 판단지표3의 Membership Function이다.



<그림 5> 판단지표3 Membership Function

d) 소통상황 판단지표 4

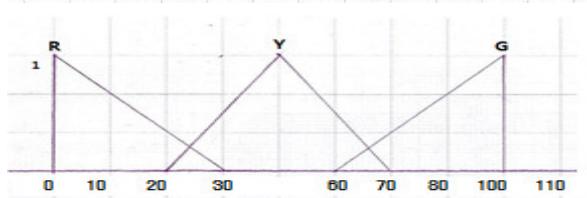
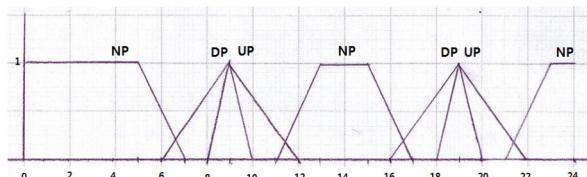
판단지표4는 S_r 과 이전 5주기 개별 속도자료와의 차이값의 합에 대한 S_r 바로 이전주기인 S_{r-1} 과의 차이 비율을 백분율로 정의한다. 이는 속도패턴 연속적으로 하락시 갑자기 상승으로 급변하는 변곡점을 판단해 이때의 소통흐름을 예측하는데 사용된다. <그림 6>는 판단지표4의 Membership Function이다.



<그림 6> 판단지표4 Membership Function

e) 소통상황 판단지표 5

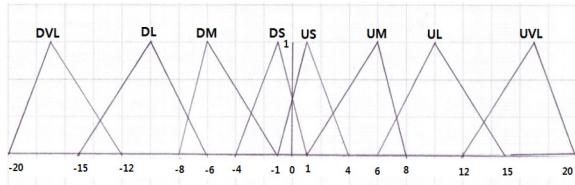
판단지표5는 교통류의 흐름이 불안정한 경우 일반적인 통행특성 또는 패턴에 의해 판단하는 보조지표로 사용한다. 즉, 앞 절에서 제시한 시간대별 소통상황 판단유형을 기초로 그 구간 과거이력자료를 이용해 시간당 교통패턴을 파악하여 일정시간범위와 속도범위를 설정한다. <그림 7>는 지표5-1, 지표5-2 Membership Function이다.



<그림 7> 판단지표 5-1(상) 5-2(하) Membership Function

f) 제어변수

본 연구의 제어변수는 5가지 판단지표를 통해 실시간 속도(S_r)에서 다음주기속도(S_{r+1})로의 변화패턴을 예측한다. 이 변수는 단기예측 속도값을 보다 세밀하게 도출하기 위해 상승, 하락의 정도를 기울기로 세분화하여 표현하였다. <그림 8>는 제어변수의 Membership Function이다.



<그림 8> 제어변수 Membership Function

<표 3> Fuzzy 언어변수 정리

구분		언어변수							
상태변수	지표 1	S		M		L			
		적다		중간		작게	많다		
	지표 2	DL	DM	DS	US	UM	UL		
		크게	중간	작게	작게	중간	크게		
	지표 3	하락	하락	하락	상승	상승	상승		
		DL	DM	DS	US	UM	UL		
	지표 4	크게	중간	작게	작게	중간	크게		
		하락	하락	하락	상승	상승	상승		
	지표 5	S		M		L			
		작다		중간		크다			
	지표 5	NP		DP		UP			
		비침두		하락 침두		상승 침두			
	제어변수	R		Y		G			
		정체		서행		원활			
	다음주기 속도패턴 예측	DVL	DL	DM	DS	US	UM	UL	UVL
매우		크게	중간	작게	작게	중간	크게	매우	
크게		하락	하락	하락	하락	상승	상승	크게	
하락								상승	

5. 소통상황 예측을 위한 Fuzzy Rules 도출

본 연구는 앞 절에서 제시한 Fuzzy membership function을 통해 상승과 하락의 정도(크게, 작게)와 같이 체감적인 속도변화패턴을 예측하였다. 이를 통해 Fuzzy sets를 주요세 가지 형태를 기반으로 조합하여 <표 4>와 같이 총 28가지 If then rules을 작성하였다. 규칙 작성 시 기반이 된 대표적인 주요 세 가지 형태는 다음과 같다.

첫째, 속도가 하락(상승)하고 있으면서, 향후 더 하락(상승)하는 패턴. 예로 2번 규칙에서 만약(If) 실시간 속도(S_r)가 40kph이고, 판단지표 1이 진동없이 음수로 많고, 판단지표 2가 음수로 크고, 판단지표 3이 음수로 크고, 판단지표 4가 짧지 않고, 판단지표 5에서 S_r 이 하락침두 시간범위, 서행 속도범위에 포함되면(Then), 이때 예측된 다음주기속도(S_{r+1})는 S_r (40kph)보다 하락하고 서행인 YD 패턴이다.

둘째, 속도가 급격하게 하락(상승)하고 있으나 향후 바로 상승(하락)하는 패턴(변곡점). 예로 1번 규칙에서 만약(If) 실시간 속도(S_r)가 40kph이고, 판단지표 1이 진동

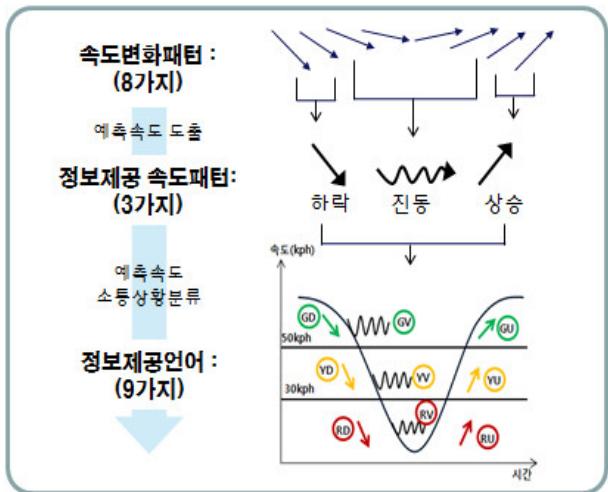
없이 음수로 많고, 판단지표 2가 음수로 크고, 판단지표 3이 음수로 크고, 판단지표 4가 짧고, 판단지표 5에서 S_r 이 비침두 시간범위, 원활 속도범위에 포함되면(Then), 이때 예측된 다음주기속도(S_{r+1})는 S_r (40kph)보다 상승(변곡점)하고 서행인 YU 패턴이다.

셋째, 속도가 작은폭으로 진동하면서 그 속도대를 유지하는 패턴(원활, 정체부근에 많음). 예로 13번, 16번 규칙에서 만약(If) 실시간 속도(S_r)가 70kph이고, 판단지표 1이 진동으로 음수가 중간이고, 판단지표 2가 양수, 음수로 작고, 판단지표 3이 양수, 음수로 작고, 판단지표 4가 길고, 판단지표 5에서 S_r 이 비침두 시간범위, 원활 속도범위에 포함되면, Then 이때 예측된 다음주기속도(S_{r+1})는 S_r (70kph)보다 매우 작게 하락, 상승(진동)하고 원활인 GV 패턴이다.

If then rules 결과로 도출되는 예측 속도변화패턴은 앞 절에서 언급한 제어변수 membership function과 같이 8가지로 분류 할 수 있으며 이 값을 통해 실시간 속도(S_r)에 대하여 다음주기속도(S_{r+1})를 예측한다. 최종결과로는 예측된 다음주기속도(S_{r+1})로 포함되는 소통상황분류(원활, 서행, 정체)범위를 판단하고, Fuzzy 제어로 도출된 속도변화패턴으로 정보이용자를 위한 정보제공언어(상승, 하락, 유지)로 간략하게 가공한다. 그리하여 총 아홉 가지 언어를 정립해 예측소통상황 정보제공을 한다. <그림 9>는 아홉 가지 정보제공언어 가공단계를 도식화 한 것이다.

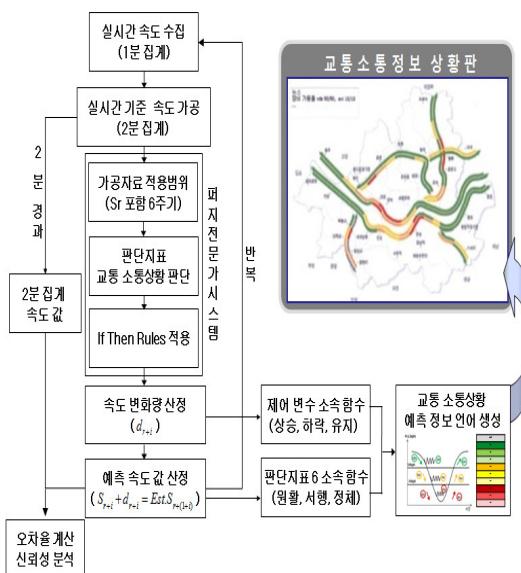
<표 4> 소통상황 예측 If then rules

Rules	Input						Output	
	1	2	3	4	5-1	5-2	제어변수	최종결과
1	L	DL	DL	S	U IP		UVL	상승
2		DL	DL	M,L			DVL	
3		DL	DL				DL	하락
4	M	DM	DL					
5		DB	DM					
6		DM	DM					
7		DS	DL					
8	L	DB	DS					
9		DS	DS					
10		DM	DS					
11		DS	DM					
12		DM	DM					
13		DS	DS					
14	M	DS	DS					
15		US	US					
16		US	US					
17		UM	UM					
18		US	US					
19		UM	US					
20	S	US	UM					
21		UM	UM					
22		US	UL					
23		UL	US					
24	M	UL	UL					
25		UM	UL					
26		UL	UM					
27	S	UL	UL	M,L			UVL	
28		UL	UL	S	U IP		DVL	하락



<그림 9> 아홉 가지 정보제공언어 가공단계

본 연구의 교통 소통상황 예측 시스템을 알고리즘으로 표현하면 <그림 10>와 같다.



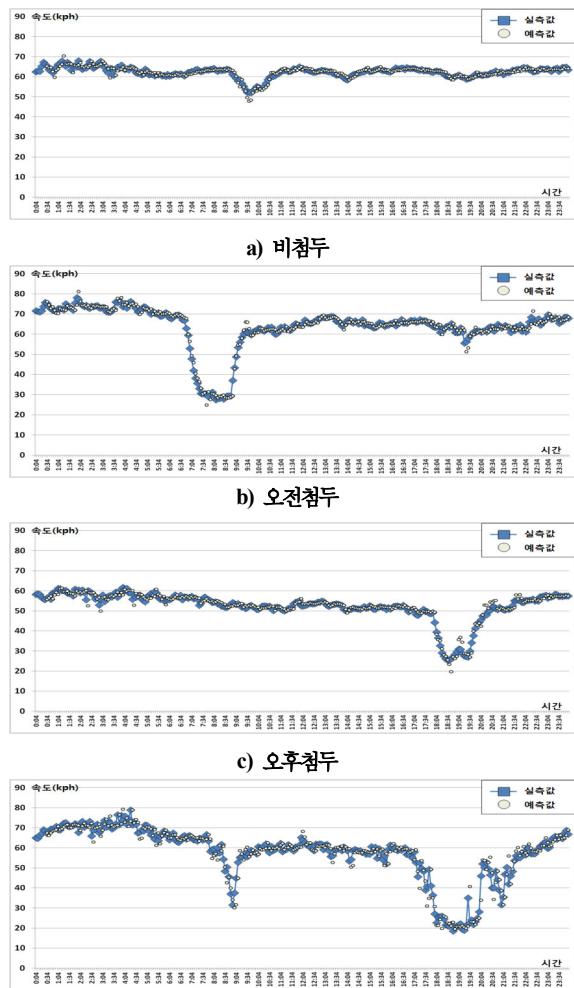
<그림 10> 실시간 교통 소통상황 예측 알고리즘

IV. 성능 검증 및 분석 결과

본 연구에서 개발한 시스템을 실제 검지기 자료를 적용하여 성능검증을 수행하였다. 성능검증은 정성적인 교통소통상황을 기준으로 수행하기에는 명확한 값이 존재하지 않아 성능 검증에 어려움이 있으므로 정량적으로 단기 예측된 속도 값을 기준으로 수행하였다. 본 연구는 다양한 소통상황 특성에 따른 성능 검증과, 다양한 단기 예측 시점에 따른 성능 검증으로 크게 두 가지 방식으로 수행하였다. 성능 평가는 예측시점에 예측된 속도 값과 시간이 흐른 후 업데이트된 실제 속도 값을 비교하였으며, 오차율 계산은 절대 백분율 오차의 평균(MAPE: mean absolute percentage error)을 사용하였다.

1. 다양한 교통 소통상황 특성에 따른 검증

본 연구에서 개발한 시스템이 다양한 교통 소통상황 특성에서 효과적으로 작동되는지를 확인하기 위해 비첨두, 오전첨두, 오후첨두, 오전/오후첨두와 같은 네 가지 유형의 고속도로 지점검지기 속도자료를 적용하여 검증하였다. 통행속도의 실측값과 예측값의 비교결과는 <그림 10>과 같다.

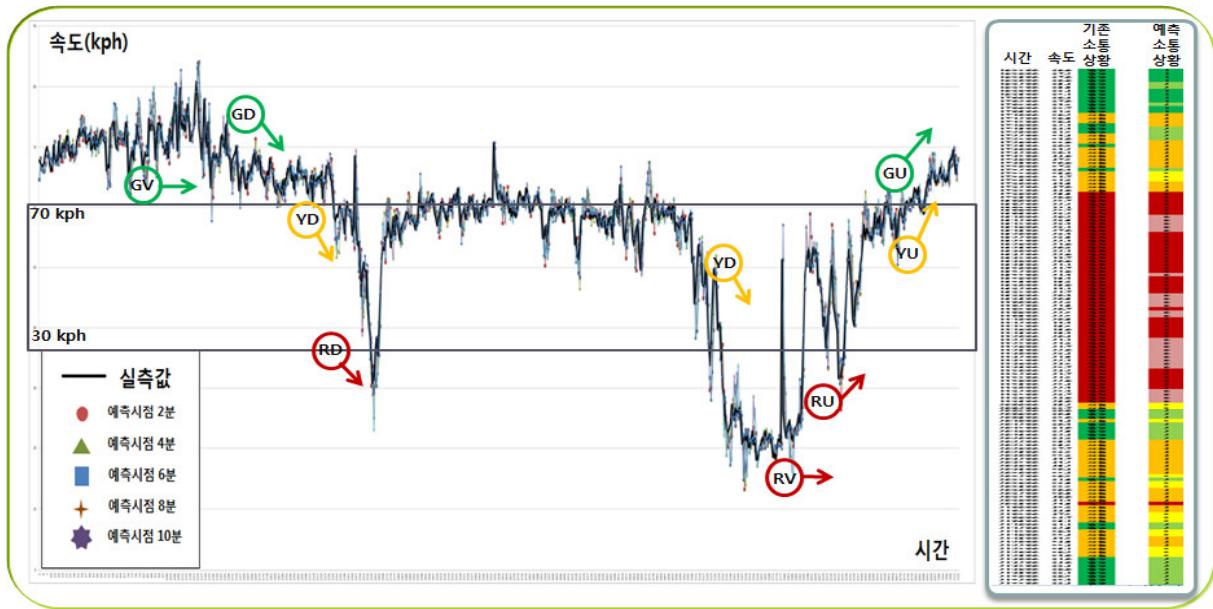


<그림 10> 다양한 교통소통상황 특성에 따른
실측값과 예측값 비교 결과

- 유형 a) 비첨두는 교통량이 한산하여 혼잡이 발생하지 않는 소통원활 상태가 하루 종일 지속되는 형태를 나타낸다. 이는 평택제천선 남안성IC~북진천IC 구간 2014년 8월 1일 24시간 지점통행속도 자료이다.

- 유형 b) 오전첨두는 주거지역이 밀집된 지역에 자주 발생하는 유형으로 출근시간대에만 혼잡이 오전 첨두에 발생하는 형태를 나타낸다. 이는 남안성JC~북진천IC 구간 2014년 8월 2일 24시간 통행속도 자료이다.

- 유형 c) 오후첨두는 상업지역과 인접한 도로에 발생하는 유형으로 퇴근시간대에만 혼잡이 발생하는 형태를 나타낸다. 이는 둔내JC~안산JC 구간 2014년 8월 3일 24시간 통행속도 자료이다.



<그림 11> 다양한 예측시점에 따른 실측값과 예측값 비교 결과 및 교통 소통상황 정보 표출 예시

- 유형 d) 오전/오후첨두는 반복적인 출퇴근통행이 발생하여 오전과 오후 첨두가 뚜렷하게 나타낸다. 이러한 특성은 속도편차가 매우 크게 나타나고, 안정류와 불안정류 상황이 반복되어 예측이 매우 어렵다고 판단되는 유형이다. 이는 중동IC~송내IC 구간 2014년 8월 4일 24시간 통행속도 자료이다. 각각의 실측값과 예측값의 평균오차는 1.39%, 2.08%, 2.47%, 4.07%로 매우 낮은 수준으로 분석되어 높은 신뢰성을 확인하였다.

2. 다양한 예측시점에 따른 성능 검증

본 연구에서 개발한 시스템을 다양한 예측 시점에 따라 적용하여 성능 검증을 수행하였다. 단기예측 시점은 실시간을 기준으로 2분, 4분, 6분, 8분, 10분 후로 설정하여 속도 값을 예측하였다. 그 결과는 <그림 11>과 같다. 각 예측시점에 따른 오차율은 각각 4.07%, 4.42%, 4.56%, 4.74%, 4.79%로 모두 5%이하 수준으로 매우 낮게 분석되었다. 그러나 예측시점이 길어질수록 교통류가 불안정한 상황에서는 최대 약 9kph 까지 오차가 발생하였다. 이는 실제 속도가 아직 업데이트 되지 않은 상태에서 예측에 예측을 거듭하기 때문에 발생하는 오차로 간주할 수 있다.

V. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 속도패턴 개념을 Fuzzy 전문가 시스템에 적용하여 고속도로의 통행속도와 교통 소통상황을 단기 예측하는 알고리즘을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 시스템의 경우에는 동일한 서행 상태라 하더라도 실시간 이후의 상황을 유형 YD, YV, YU로 세분화하여 그 지역의 교통상황이 악화, 유지, 완화 되는지 예측한다. 이는 정량적인 통행속도 값 또한 예측이 가능하여 기존 속도자료 수집의 적시성 한계를 보완할 수 있다.

본 연구에서 개발한 시스템의 신뢰성을 평가하기 위해 다양한 소통상황 특성의 실제 검지 자료와 단기 예측시점을 본 시스템에 적용하여 성능 검증을 수행하였다. 모든 성능 검증을 수행한 결과 평균 오차율(MAPE)이 5% 미만으로 분석되어 매우 신뢰도 높은 결과를 도출하였다.

본 연구에서 개발한 시스템은 교통정보센터 운영자 측면에서 도로망 교통류 안정성 모니터링과 첨두시, 비첨두시의 일반 상황은 물론, 돌발 상황의 교통류 안정성 평가 및 운영전략 수립에 활용 가능할 것으로 기대된다. 고속도로 교통정보센터 운영자 입장에서 도로망의 교통류 안정성(traffic flow stability) 모니터링은 중요한 교통운영관리요소이다. CCTV를 이용하여 현 시점의 교통류가 안정성(stability), 불안정성(unstability)을 판단하기에는 매우 어려움이 있다. 본 연구를 통한 교통 소통상황 예측 정보 제공은 사전에 혼잡을 예방할 수 있는 운영전략을 수립할 수 있다. 그리고 세부적인 교통 소통상황 예측 정보를 이용자에게 제공함으로써 그들에게 경로선택 및 변경시 폭넓은 선택을 가능하게 한다. 그리고 이렇게 생성된 교통 소통상황 예측 정보는 교통정보가공 및 제공체계, 상황판 운영모니터링, 과거이력자료 활용 등의 발전에 기여할 수 있으며, 전산처리 및 통신기술의 적시성 문제를 보완할 수 있다. 또한 정보 이용자 대신 앞으로의 교통 소통상황을 인공 지능적으로 예측하여 고품질의 정보를 제공하므로 향후 첨단 교통시스템의 발전에 크게 이바지 할 수 있다고 기대된다.

향후 연구과제로는 폐지의 소속 함수의 세밀한 구축과 속도의 상승, 유지, 하락의 기준은 이용자에 따라 각기 상이 할 것으로 판단되어 설문조사, AHP(analytic hierarchy process)기법을 통해 추가적으로 분석되어야 할 것으로 판단된다. 그리고 본 연구에서 수행한 다양한 예측시점 이외에 더 긴 예측시점을 분석하고, 교통 소통상황 모니터링시 상황판에 제공되는 표출방법에 대한 추가적인 연구가 수행될 필요가 있다.

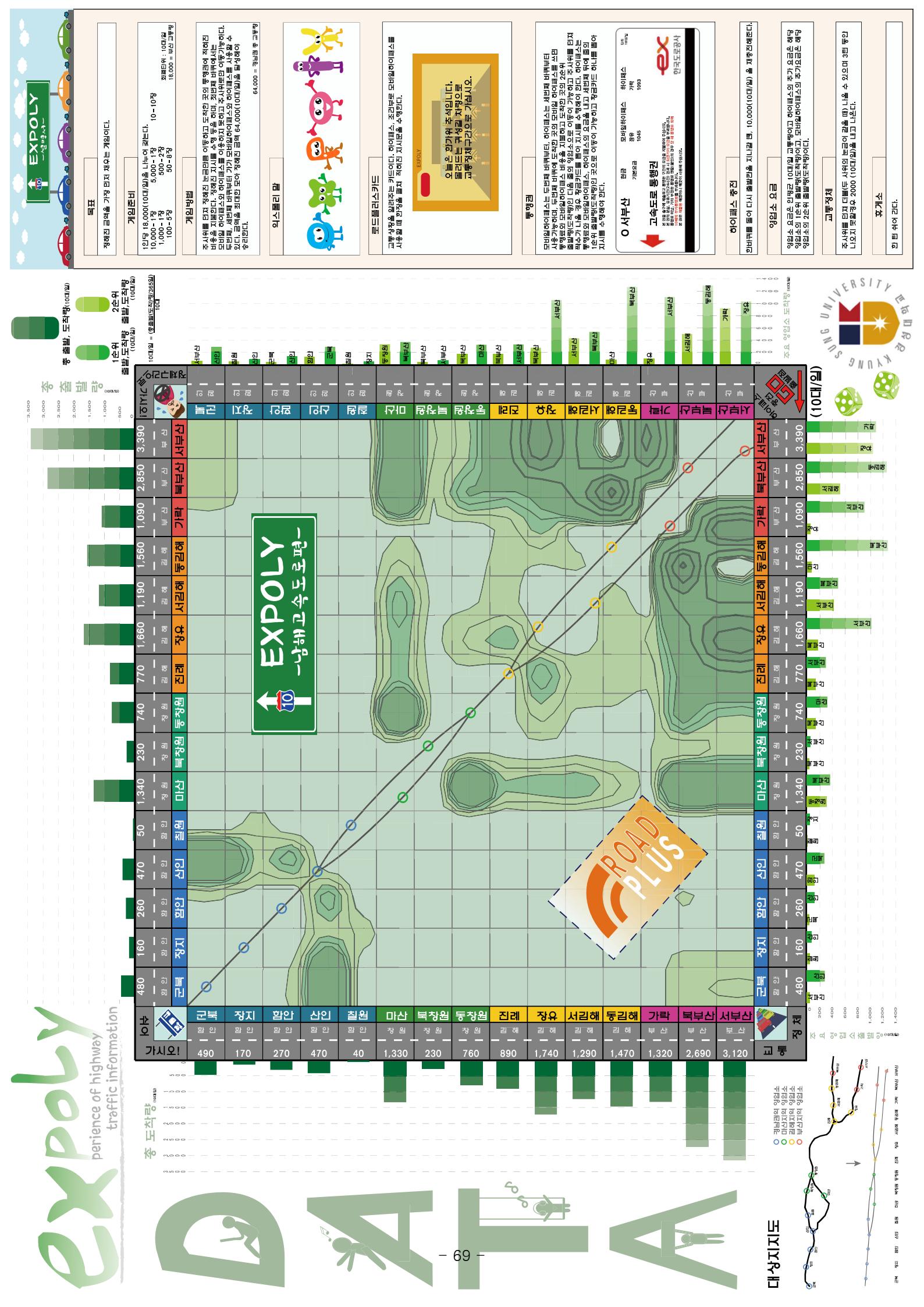
참고문헌

1. 김남선 · 이승환 · 오영태(2000), 신경망을 이용한 고속도로 여행시간 추정 및 예측모형 개발, 대한교통학회.
2. 박병규 · 노정현 · 정하욱(1995), 신경망 이론에 의한 링크 통행시간 예측모형의 개발, 대한교통학회.
3. 조준한 · 김진수 · 김성호(2010), 지점검지기 기반 도시부 소통상황 판단 알고리즘 개발, 대한교통학회.
4. 이영인(1996), 칼만필터링을 이용한 구간 속도 예측에 관한 연구, 대한교통학회.
6. 오기도(2000), 단속류 폐지통행시간 추정의 개발, 대한교통학회지
7. 조준한, 김진수(2011), “도시부도로 정성적 소통상황 판단 알고리즘 개발”, 한국ITS학회, 제 10권, 제 6호, pp. 40-52
8. Zadeh, L. (1965). "Fuzzy sets, Information and Control", 8(3), 338-353
9. Chang, A.M. and Hall, L.O. (1992). "The validation of fuzzy knowledge-based systems", Fuzzy Logic for the management of uncertainty, L.A. Zadeh and J.Kacprzyk, eds, john wiley, New York, pp.589-604
10. Cox, E. (1999). "The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide to building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems, 2nd edn." Academic Press, San Diego, CA
11. Li, H. and Gupta, M. (1995) "Fuzzy Logic and Intelligent Systems." Kluwer Academic Publishers, Boston.
12. Lukasiewicz, J. (1930). "Philosophical remarks on many-valued systems of propositional logic." Reprinted in Selected Works, L. Borkowski, ed., studies in Logic and the Foundations of Mathematics, North-Holland, Amsterdam, 1970, pp. 153-179
13. Mamdani, E.H and Assilian, S. (1975). "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller", International Journal of Man Machine Studies, 7(1), 1-13
14. Turksen, I.B., Tian, Y. and Berg, M.(1992). "A fuzzy expert system for a service centre of spare parts", Expert Systems with Applications, 5, 447-464
15. Zadeh, L. (1973). "Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3(1), 28-44.
16. Chiu, S.(1995). "Software tools for fuzzy control", Industrial Applications of fuzzy Logic and Intelligent Systems, J. Yen, R. Langari and L.A. Zadeh, eds, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New Yor, pp.313-340.
17. Dubois, D. and Pride, H. (1992). "Fuzzy rules in knowledge-based systems", An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems, R.R. Yager and L.A. zadeh, eds, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp.45-68.
18. Dubois, D., Pride, H. and Yager, R.R. (1993). "Fuzzy rules in knowledge-based systems", Reading in Fuzzy sets for Intelligent Systems, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA.
19. Kandel, A. (1992). "Fuzzy Expert Systems." CRC Press, Boca Raton, FL
20. Kosko, B.(1992). "Fuzzy associative memory systems", Fuzzy expert Systems, A.Kandel,ed, CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 135-164
21. Kosko, B. (1992). "Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to machine Intelligence." Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
22. Kosko, B.(1993). "Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic." Hyperion, New York.
23. Kosko, B.(1997). "Fuzzy engineering." Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
24. Lee, C.C. (1990). "Fuzzy Logic in control systems: fuzzy logic controller, part I, IEEE Transaction on systems," Man, and cybernetics, 20 (2), 404-418
25. Lee, C.C. (1990). "Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller", Part II, IEEE transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 20(2), 419-435
26. Mukaidono, M.(2001). "Fuzzy Logic for Beginners." World Scientific, Singapore.
27. Negoita, C.V. (1985). "Expert Systems and Fuzzy Systems." Benjami/Cummings Publishing, Menlo Park, CA.
28. Nguyen, H.T. and Walker, E.A. (1999). "A First Course in Fuzzy logic", 2nd end. Chapman & Hall/CRC Press, London
29. Pedrycz, W. and Gomide, F. (1998). "An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design." The MIT Press, Cambridge, Ma.
30. Zadeh, L.A. (1975). "The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning", part I, Information Science, 8, 199-249.
31. Zadeh, L.A. (1975). "The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning", part II, Information Science, 9, 43-80
32. Zadeh, L.A. (1975). "The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning", part III, Information Science, 9, 43-80
33. Zadeh, L.A. (1992). "Knowledge representation in fuzzy logic", An introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems, R.R. Yager and L.A. Zadeh, eds, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 1-26
34. Zadeh, L.A. (1994). "Fuzzy Logic", neural networks, and soft computing, Communications of the ACM, 37(3), 77-84.
35. Zadeh, L.A. and Kacprzyk, J. (1992). "Fuzzy Logic for the management of Uncertainty." John Wiley, New York.

제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	e x p o l y				
참가자	1	성명	강인구	소속	경성대학교 도시공학과
	2	성명	전채문	소속	경성대학교 도시공학과
	3	성명	김태은	소속	경성대학교 도시공학과
	4	성명	남문우	소속	경성대학교 도시공학과
	내용 요약				
<p>저희의 제목인 Expoly란? 고속도로인 Express Highway와 Monopoly의 합성어로 고속도로의 데이터를 놀이와 접목 시켜 시민들이 고속도로 데이터에 조금 더 친숙하게 다가갈 수 있도록 만들었습니다.</p> <p>먼저, 대상지 선정 이유입니다. 전국 고속도로의 2012.11.01 ~ 2013.10.31의 O/D데이터를 기반으로 분석 했을 때 외부 통행량(장거리 통행) 보다 내부 통행량(단거리 통행)이 많았다는 것, 그리고 데이터 분석이 비교적 수도권에 집중되어 있고 현재 참가자 모두 부산에 거주하고 있기 때문에 다른 권역 보다 부산에 관심이 많아 부산을 분석 했습니다. 부산 9개 영업소 중에서 남해고속도로에 있는 영업소인 서부산 영업소와 북부산 영업소가 차지하는 교통량이 부산의 교통량의 45%를 차지하고 있어서 남해 고속도로를 선정했습니다. 그 중 부산 광역권의 출발·도착 데 이터 중 가장 그래프가 심하게 꺽었던 3순위까지가 모두 군북을 넘어가지 않아, 남해고속도로 중 부산을 기점으로 군북까지 표현 하였습니다.</p> <p>둘째로 Expoly 내부에서 얻을 수 있는 정보는 각각 연평균 일일 교통량을 나타내는 요금소의 요금, 각각 출발·도착량 2순위인 모바일 하이패스 요금, 출발·도착량 1순위인 하이패스 요금을 나타낸 그래프와 O/D테이블에 등고선을 입혀 교통패턴을 좀 더 쉽게 알 수 있습니다.</p> <p>셋째로 Expoly의 사용방법은 주사위를 던져 말이 Expoly의 맵을 돌아, 하이패스 재충전을 통해 정해진 금액에 도달하는 것이 목적인입니다. 주사위를 던져 그 칸에 도착하면 각 칸마다 정해진 지시를 수행하거나 그 요금소에 해당하는 요금을 내야 합니다. 1비퀴를 돈 경우 요금소 요금에 모바일 하이패스의 추가 요금을 내고 출발 도착량 2순위인 다음 줄의 칸으로 이동 할 수 있고 주사위를 던져 짹수가 나올 경우 ROAD PLUS카드를 한 장 꺼내 지시를 수행해야 하며 ROAD PLUS카드의 내용은 대부분 좋지 않은 것으로 구성되어 있으므로 모바일 하이패스, 하이패스는 선택사항이며 꼭 사용하지 않아도 됩니다. 예를 들어 1비퀴를 돌아 서부산에 도착한다면 모바일하이패스를 써서 Expoly판의 1/4를 돌아 다음 줄의 장유(교통정체 6칸 앞)으로 이동이 가능합니다. 2비퀴를 완주할 경우 요금소 요금에 하이패스의 요금을 내고 Expoly판의 3/4를 돌아 가락(출발 도착 3칸 뒤에 있는)으로 이동이 가능합니다. 시작 지점으로 돌아 올 때마다 10,000(10대/일)씩 받을 수 있으며, 게임 진행 중 돈이 다 떨어진 경우 한 턴을 쉬고 10,000(10대/일)을 받을 수 있습니다. 그리고 각 모서리에 있는 교통정체에 걸릴 경우 한 차례에 한 번씩 주사위를 던져 더블이 나올 경우 다음 턴에 나갈 수 있고, 세 번 동안 더블이 나오지 않을 경우 2,000(10대/일)을 내고 나가야 하고, ‘쉬어 가시오’는 해당 칸에서 한 번 쉬어야 하며 ‘정체구간으로 가시오’는 교통정체 칸으로 이동해야 합니다. 정해진 금액 64,000(10대/일)을 달성하게 되면 승리하게 됩니다.</p>					





제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	“꼼꼼 안전운전 하세요~”				
참가자	1	성명	곽은정	소속	서울시립대학교
	2	성명	정희정	소속	서울시립대학교
	3	성명		소속	
	4	성명		소속	
내용 요약					
(1) 앱 개발 배경					
<p>고속도로 이용자들은 원활한 소통만을 고집하는 심리가 강하여 연속류 사고의 심각성에 대한 인식이 부족하다. 따라서 고속도로 이용자들에게 사고정보를 제공하여 경각심을 일깨우고, 운전하는 동안에도 안전운전에 관한 안내를 할 필요가 있다. 그러나 현 시대의 기존 교통정보제공 매체(스마트폰 어플리케이션, 네비게이션, 기사 등)는 구간별로 많이 일어나는 사고의 유형이나 심각도를 구체적으로 설명해주지 않는다. 따라서 운전자들에게 구간별로 주요한 사고원인과 심각도를 확인시켜 줄 수 있는 앱을 개발하였다. 특히 본 앱은 GPS 정보를 기반으로 특정한 구간에 진입할 시 음성으로 해당 구간의 사고정보와 주의사항을 안내하는 기능을 탑재하여, 운전자가 전자기기를 조작하지 않아도 안전한 운전을 위한 정보를 제공받을 수 있도록 하였다.</p>					
(2) 활용 자료 및 분석방법					
<p>고속도로를 이용하는 운전자가 안전한 운전을하도록 만들기 위해서는, 단지 해당 구간에 사고가 많이 났다는 사실을 알려주는 것만으로 부족하다. 어떤 원인으로 인한 사고가 얼마나 심각한 수준으로 났었는지 파악해야 운전자가 교통사고에 대한 경각심을 가지고 어떤 자세를 취하며 안전운전을 해야 할 지에 대한 방향을 잡을 수 있다. 따라서 수년간의 교통사고 통계자료를 바탕으로 구간별로 자주 발생한 사고의 원인과 심각도를 분석하여, 특징적인 내용을 담은 정보를 만들었다. 한국도로공사에서 제공한 교통사고통계자료(2007년~2013년)를 바탕으로 노선, IC 구간별 사고원인, 사고심각도를 분석하여 기초자료를 구축하였다.</p>					
① 분류기준 1 : IC 구간					
<p>IC 구간의 길이는 일반적으로 1~10km 내외이며, 특정한 방향으로 향하는 연속류 구간이다. 같은 IC 구간 내의 모든 지점들은 비슷한 교통, 도로 환경적 요인들을 포함하고 있을 것이다. 즉, 비슷한 환경에서 유사한 교통사고 패턴을 보일 것으로 예상할 수 있다. 이에 따라, 지점별 분석이 아닌 구간별 교통사고 패턴 분석을 실시하여 구간 내에서 운전자들이 어떠한 방식으로 안전운전을 해야 할지 판단할 수 있는 기준이 될 정보를 제공하고자 하였다.</p>					

내용 요약

② 분류기준 2 : 날씨

날씨에 따라 도로 환경 및 운전자에게 주어지는 가시성의 정도가 달라진다. 따라서 그에 따라 도로의 마찰계수, 운전자의 반응속도 및 조작 상태가 변하여 교통류의 흐름에도 큰 영향을 끼치고, 발생하는 사고의 유형 및 빈도가 달라질 것이다. 따라서 날씨에 따른 교통사고를 분류할 필요가 있다.

③ 분류기준 3 : 사고원인

단순히 구간에서 사고가 많이 일어났다는 정보만으로는 운전자가 어떻게 안전운전을 해야 할지 판단하는 데 도움을 줄 수 없다. 사고가 많이 발생하는 구역에서 어떠한 환경적 요인이 존재하는지 운전자가 인식해야 그에 따라 안전한 운전조작을 할 수 있다. 특정한 원인에 의해 자주 교통사고가 발생한다는 것은, 해당 구간에 도로, 교통 상황의 뚜렷한 특징이 존재하다는 것을 의미한다. 고유한 도로환경 및 교통류 패턴이 있기 때문에 운전자로 하여금 특정한 조작을 하게 만들어 사고를 유발했을 것이다. 따라서 운전자가 구체적으로 어떤 사고가 많이 발생했는지 인식하면, 어떠한 요인을 주의해야 하는지 참고할 수 있다. 이에 따라 사고원인별 이력 교통사고 자료를 분류했다. IC 구간에 대해서 사고원인별 건수를 확인하여, 분석기간(2007년~2013년) 내에 5건 이상 발생한 사고원인을 주요원인으로 판단하여 추출하였다. 이는 과거 3년간 1km 구간 내에 3건 이상 발생한 상위 30개 지점을 사고다발지역으로 선정하는 도로교통안전정보관리시스템(TNACS)의 기준을 참고하였다.

④ 분류기준 4 : 사고심각도

사고심각도는 운전자에게 교통사고에 대한 경각심을 직접적으로 일깨워주기 위한 주요 요인이 된다. 사고심각도는 피해정도에 따라 A, B, C로 분류된다.(별첨 참고) 원인에 따른 교통사고를 분류한 뒤에 각 원인별 사고의 심각도를 건수에 따라 가중평균하여, 해당 원인에 의한 사고는 평균적으로 얼마나 심각한 수준인지 보여줄 수 있도록 하였다. 그리고 해당 구간의 원인을 총체적으로 포함하는 사고심각도의 가중평균도 구하였다. 사고심각도 A=3, B=2, C=1로 계량화하여 건수별 가중평균을 한 후에 그 수치를 다시 A, B, C에 매칭시켰다.

내용 요약

(3) 앱의 구성 및 기능

본 앱의 주요 기능은 운전자의 관심 노선 내 구간(IC 단위)의 교통사고 이력 정보를 제공하는 것이다. 이를 위해 OpenOASIS(VMS목록, IC 및 JCT 위치정보), NAVER(지도), T MAP(자동차 경로 찾기), Google(Geofences api), OpenWeatherMap API를 활용하여 앱을 구현하였다. 그리고 OpenOASIS의 노선, 노드이정, 콘존 자료와 한국도로 공사에서 제공한 교통사고통계 및 사고심각도 지표 자료를 분석하여 기초자료를 구축하였다.

① 운전 중 교통사고 정보 및 주의사항 안내 기능 :

GPS와 앱을 실행시켜 놓으면, 특정한 구간에 진입했을 때 빈번히 발생한 교통사고의 원인과 심각도, 주의 사항 정보를 시각적, 청각적으로 표출한다. 특히 음성으로 정보를 제공하여, 운전 중 스마트 폰 등의 기기조작 및 화면 응시를 방지할 수 있다.

(그림1), (그림2) 의 [시작하기]에서 운전자가 정보를 받고자 하는 노선(또는 출발지, 도착지)을 선택하면 해당 노선의 사고 정보가 표출되고, 이 때 즐겨찾기 추가 버튼을 활성화시키면 운전 중에 해당 노선의 구간에 진입했을 때 사고정보를 알람으로 받을 수 있다. 진입한 IC구간에서 빈번하게 발생한 사고원인, 심각도, 운전자 주의사항을 시각적, 청각적으로 표출한다. (그림3)

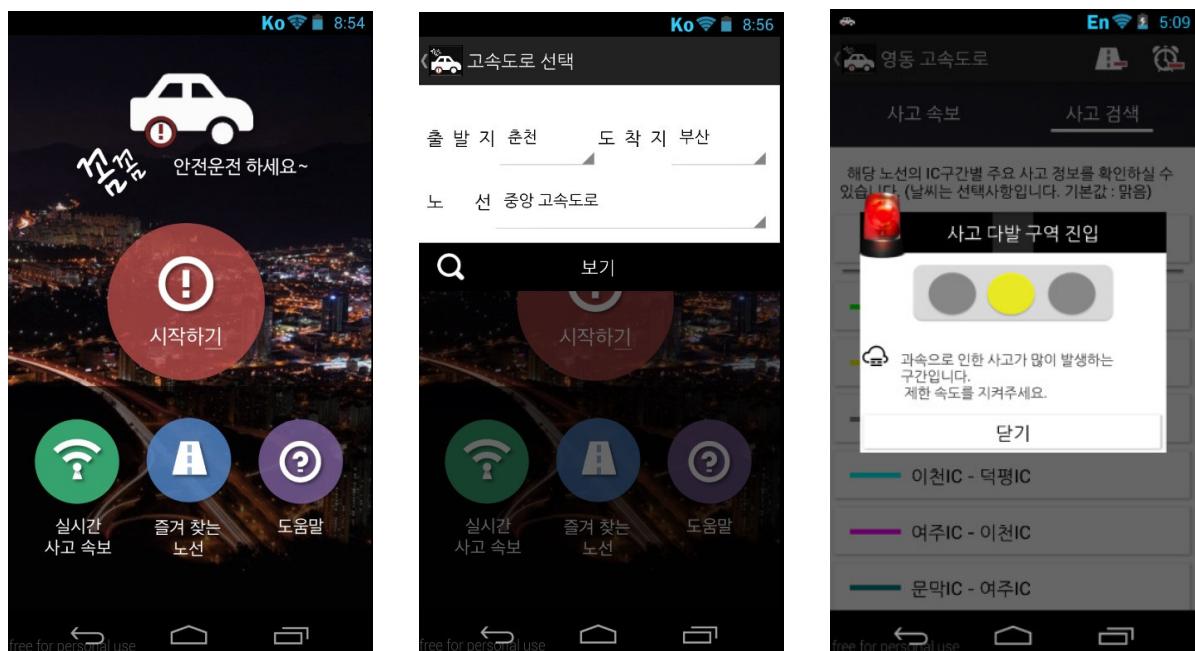


그림1.
[앱 실행 초기 화면]

그림2.
[시작하기]
출발지, 도착지 선택 시 해당 노선이 표시되고, 사고정보를 검색할 수 있음.

그림3.
구간 진입 시, 사고 정보 시·청각적으로 표출
(GPS 활성화 필수)

내용 요약

② 각종 노선의 구간별 실시간, 역대 사고정보 제공 기능 :

사고정보를 확인하고 싶은 노선을 선택하면, 노선의 실시간 사고 속보 및 날씨에 따른 구간별 사고 정보 검색을 할 수 있다.

(그림1), (그림2) 의 [시작하기]에서 운전자가 정보를 받고자 하는 노선(또는 출발지, 도착지)을 선택하면 ‘사고 속보’ 와 ‘사고 검색’ 기능에 접근할 수 있다.

‘사고 속보’에서는 현재 노선의 실시간 사고위험도를 표출하며, 사고 속보가 있으면 그에 대한 정보를 표시하고 위험도를 신호등(실시간 사고 건수에 따라 0이면 녹색, 10이면 황색, 20이상이면 적색)으로 나타낸다. (그림4)

‘사고 검색’에서는 데이터베이스 내 사고 이력 정보를 확인해 볼 수 있는데, 날씨에 따른 IC구간의 사고 정보를 표출한다. IC구간을 선택하면 해당 구간의 위치와 주요 사고원인, 원인에 따른 사고 심각도를 확인할 수 있다. (그림5), (그림6)



그림4
[사고 속보]
해당 노선의 실시간 사고속보



그림5
[사고 검색]
날씨에 따른 구간별 사고 이력 정보 검색 가능



그림6
[사고 검색]
사고 위치 및 정보

내용 요약

③ 실시간 고속도로 교통사고정보 모아보기 기능 :

(그림1)의 [실시간 사고 속보]에서 모든 노선에 대하여 실시간으로 발생한 교통사고 정보를 모아볼 수 있다. (그림7)

(그림1)의 [즐겨 찾는 노선]에서는 즐겨찾기 추가한 노선에 대한 실시간 사고 위험도 및 알람 설정 여부를 확인할 수 있다. (그림8)

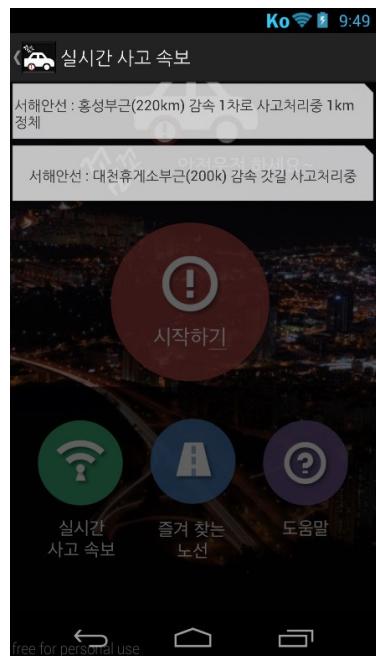


그림7

[실시간 사고 속보]
실시간 사고 속보 모아보기



그림8

[즐겨 찾는 노선]
즐겨찾기 추가한 노선 정보

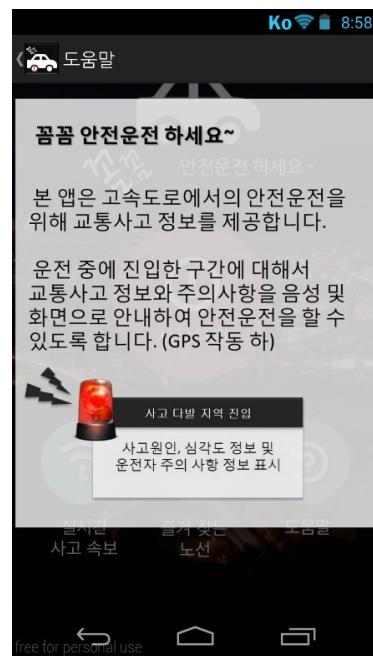


그림9

[도움말]

내용 요약

(4) 향후 활용 방안

구간별 주요 사고원인과 심각도를 분석하여 기공한 정보 및 방법론은, 향후 교통사고 관련 과업·정책수립에 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한 본 앱의 기능을 기반으로 실시간으로 사고 정보를 push 해주는 서비스를 확장하면, 운전자가 전자기기 조작 없이 구간 진입 시 실시간으로 다양한 사고 정보를 제공 받을 수 있다. 따라서 지역 간의 신속한 이동을 가능하게 하면서 안전성을 놓치지 않는, 쾌적한 고속도로의 환경조성에 이바지 할 수 있을 것이다.

(5) 기타 안내사항 및 별첨·출처

알림허용 구간 접근시의 주요 사고 알림 팝업[그림3]을 모의로 확인하려면, 전자기기(스마트폰, 태블릿 등)의 GPS 사용을 활성화 시키고 GooglePlay의 FakeGPS¹⁾ 등을 이용하여 즐겨찾기를 추가한 노선의 IC구간으로 위치를 조작한 후, 본 앱의 알람 받기를 활성화하면 된다.

※ 별첨

별첨 1. 실행 파일 : 꼼꼼.apk

별첨 2. 사고심각도 분류기준. hwp

별첨 3. [그림3번]에 대한 기능 일부 시현 동영상 : manual.avi

※ 출처

API : OpenOASIS(VMS 목록 조회 및 IC, JCT 위치정보), NAVER 지도, T MAP(자동차 경로 찾기), Google(Geofences api), OpenWeatherMap(Weather Condition - <http://openweathermap.org/api>)

기초자료 : OpenOASIS(노선, 노드 이정, 콘존 데이터), 한국도로공사 사고 DB(2007~2013 교통사고 이력자료, 사고심각도 기준)

아이콘 이미지 일부 : <http://icons8.com/>

배경 이미지 : http://www.photowang.net/gallery_8/4267



Kwak &Jeong에 의해 작성된 GGomGGom은(는) [크리에이티브 커먼즈 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 4.0 국제 라이선스](#)에 따라 이용할 수 있습니다.
kkwak@gmail.com의 저작물에 기반

1) <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.incorporateapps.fakegps.fre>

제3회 OpenOASIS 교통데이터 활용공모전 요약서

제 목	'休' 드라이브				
참가자	1	성명	박소영	소속	이화여자대학교 영상디자인학과
	2	성명	이주원	소속	이화여자대학교 영상디자인학과
	3	성명	임제현	소속	중앙대학교 전자전기공학부
	4	성명	김유나	소속	서울시립대학교 통계학과
내용 요약					
<p>사람들이 고속도로보다 시간이 더 걸리더라도 국도를 이용하는 가장 큰 이유는 주변 경관을 즐기며 즐거운 드라이브를 하기 위해서라고 생각합니다. 저희는 이 사실에 주목하여 국도 드라이브 코스를 주제로 삼게 되었습니다. 고속도로와 비교하여 드라이브 코스로 주로 이용되는 '국도'의 교통 통계자료를 분석하고 이를 체계화하여 결과적으로, 효율적인 교통흐름에 기여할 수 있는 시각화 자료를 만들고자 하였습니다. 완성된 시각화 자료의 레이아웃은 가로를 세 등분 하여, 왼쪽에서 오른쪽으로 한 부분씩 넘어갈 때마다 차례로 이해할 수 있도록 구성하였습니다. (왼쪽, 가운데, 오른쪽)</p>					
<p>먼저 왼쪽 부분에서는 사람들의 관심도가 높은 8개의 국도를 소개하고, 각 국도에 속해 있는 명소들의 주된 속성에 따라 테마를 나눴습니다. 테마의 경우 온라인 검색 결과와 관련 도서들을 참고하여 바다/호수, 산/꽃/휴양림, 불거리와 체험, 그리고 맛집 이렇게 네 가지로 정해 보았습니다. 다음으로 8개의 국도를 하나의 지도에 표시하여, 각 국도가 어느 지역에 위치하는지를 파악할 수 있도록 하였습니다. 또한 각 국도에 대한 간단한 설명을 첨부하여, 보는 사람들이 해당 국도의 특징에 대해서 이해하고 넘어갈 수 있도록 하였습니다. 이어서 하단에 방사형 모양의 그래프를 넣었는데 이는 보는 사람들로 하여금 테마를 나눈 근거를 이해하게 하고, 각 국도가 속하게 될 테마를 다시 한 번 확인할 수 있도록 하기 위함입니다.</p>					
<p>이렇게 왼쪽 부분에서는 각 국도가 갖는 테마, 특징, 위치를 확인할 수 있고, 가운데 부분으로 넘어가면 네 개의 테마별 지도를 통해 주변 명소에 대한 정보를 살펴볼 수 있습니다. 명소의 위치는 각 명소별 위도/경도의 수치 값을 토대로 통계프로그램인 R을 이용하여 보다 정확하게 표시할 수 있도록 하였습니다. 추가적인 정보가 필요하다고 판단되는 명소들에 대해서는 그림과 설명을 덧붙여서 사용자들의 이해를 높일 수 있도록 하였습니다.</p>					
<p>마지막으로 오른쪽 부분에서는, '네이버 트렌드' 서비스를 이용해서 얻은 검색 데이터를 활용한 두 개의 그래프와 구간별 교통량을 보여주는 히트맵을 볼 수 있습니다. 이를 통해 사람들이 여행에 대해 관심을 가지는 시기와 국도 교통량 사이의 관계를 생각해볼 수 있습니다. 분석 결과 흥미로웠던 점은, 5월의 검색량 증가는 5월의 교통량 증가로 바로 반영이 된 반면, 7월의 검색량 증가는 8월의 교통량 증가에 반영이 되었다는 것입니다. 5월의 드라이브는 가벼운 나들이 성격의 드라이브인 반면, 8월의 드라이브는 미리 계획할 시간이 필요한 휴가철의 드라이브이기 때문에 검색 시기와 실제 교통량 증가 시기 사이에 시간이 존재한다고 판단하였고, 이러한 인사이트를 지면에 담아 이용자들에게 좀 더 흥미로운 자료가 될 수 있도록 하였습니다. 히트맵은 앞서 네 개의 테마별 지도에서 표시한 명소들이 포함된 구간의 교통량을 나타냅니다. 색의 변화를 통해 월별 교통량의 차이를 확인할 수 있습니다. 평균적으로 발생하는 패턴(5월과 8월에 증가하고 겨울철에 적어지는 교통량의 패턴)을 설명하는 것에 그치지 않고 패턴이 다른 구간들도 존재한다는 사실을 언급하여 궁금증을 유발하고 생각하며 볼 수 있는 결과물이 될 수 있도록 하였습니다.</p>					
<p>저희가 만든 시각화 결과물 '休 드라이브'가 많은 사람들이 국도를 통하여 여유롭고 즐거운 드라이브를 떠나는데 도움이 되는 자료가 되기를 바랍니다.</p>					
<p>데이터 출처 : TMS (교통량정보제공시스템), 네이버 (트렌드, 블로그, 지도) 참고도서 : 김승범, 김민경 (공저). 「국도 여행 바이블」. 동아일보사, 2010.</p>					

국도로 떠나는 '휴' 드라이브

국도 드라이브 테마



7번 77번



17번 19번

드라이브 국도 BEST 8



- 7번 국도 ▶ 대구~부산: 대구에서 부산까지 국도 7번을 타고 여행하는 경로. 경상북도 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.
- 77번 국도 ▶ 서울~부산: 서울에서 부산까지 국도 77번을 타고 여행하는 경로. 경기·인천·부산 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.
- 17번 국도 ▶ 대전~부산: 대전에서 부산까지 국도 17번을 타고 여행하는 경로. 충청남도·경상남도 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.
- 19번 국도 ▶ 대구~부산: 대구에서 부산까지 국도 19번을 타고 여행하는 경로. 경상북도·경상남도 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.
- 31번 국도 ▶ 대구~부산: 대구에서 부산까지 국도 31번을 타고 여행하는 경로. 경상북도·경상남도 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.
- 46번 국도 ▶ 대구~부산: 대구에서 부산까지 국도 46번을 타고 여행하는 경로. 경상북도·경상남도 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.
- 47번 국도 ▶ 대구~부산: 대구에서 부산까지 국도 47번을 타고 여행하는 경로. 경상북도·경상남도 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.
- 79번 국도 ▶ 대구~부산: 대구에서 부산까지 국도 79번을 타고 여행하는 경로. 경상북도·경상남도 일대를 관통하는 주요 경관과 도시를 포함한다.

