신호교차로 교통사고 예측모형 개발

- 경기도 일반국도 중심으로 -

Development of Traffic Accident Forecasting Model for Signalized Intersections

- Focusing National Highway in Kyonggi Province-

오 일 석

(경기대학교 도시·교통공학과 석사과정)

김 성 수

(도로교통안전관리공단 안전조사부)

신 치 현

(경기대학교 도시·교통공학과 교수)

목 차

Ⅰ. 서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위 및 방법

Ⅱ. 기존문헌고찰

1. 교차로의 정의 및 교차로 교통사고의 개념
2. 국내 문헌고찰
3. 국외 문헌고찰

Ⅲ. 자료의 수집

1. 자료수집
2. 변수의 선정
3. 분석과정의 설정

Ⅳ. 자료분석 및 모형정립

1. 신호교차로 자료분석
2. 사고예측모형 정립 및 분석

Ⅴ. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론
2. 향후연구과제

참고문헌

요 약

신호교차로 교통사고는 90년대 이후 도시가 발달하고 산업이 고도화됨에 따라 교통 혼잡 문제와 함께 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 특히 신호교차로의 교통사고는 인적요인, 차량요인, 환경적 요인 등이 복합적으로 작용하여 발생하는데, 교통량의 집중과 도로의 기하구조, 운전자 과실 등이 교통사고의 주요 인자로 작용하고 있다.

본 연구에서 교통사고 예측모형을 개발하기 위해서 2003년부터 2006년도까지 실제 경기도의 신호교차로에서 발생한 교통사고자료를 기초로 하였다. 구체적으로는 시내가 아닌 지방부 성격을 지닌 일반국도를 대상으로 하였다. 지방부 일반국도의 신호교차로 교통사고 분석에 단순통계분석과 다중회귀분석을 사용하였다. 사고와 관계가 높은 신호주기, 방향별 접근 교통량, 회전교통량 등과 같은 도로, 교통, 운영조건들로 변수를 정하여 교통사고 예측모형을 도출하였다.

본 연구에서는 도로조건, 교통조건, 운영조건들과 사고와의 관계를 이용하여 경기도 일반국도의 신호교차로 교통사고예측모형을 개발하였고, 이는 지방부 성격을 지닌 교차로에 적용이 가능하다고 판단된다.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라 자동차등록대수가 1600만대를 넘어서며 세계 13번째 자동차 보유국으로 부상했다. 건설교통부의 자료에 따르면 국내 자동차등록대수는 2007년 1600만 3071대로 1997년 7월 1000만대를 넘어선 이후 10년 만에, 2005년 2월 1500만대를 넘어선 이후 2년 만에 1600만대를 넘어섰다.

이에 따라 교통혼잡 문제가 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 이러한 교통혼잡은 또 신호교차로에서 발생하는 교통사고의 증가로 이어지고 있어서, 개인의 상실, 인적, 물적 피해의 증가로 이어지고 있어서, 그 심각성이 더해지고 있다.

2002년 경찰청 교통사고 통계보고서[1]에 따르면 1995년 248,865건, 2000년 290,481건, 2005년 214,171건으로 2000년대 까지 지속적으로 증가하다 2005년까지 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 2004년도 전체 교통사고의 약26%가 교차로에서 발생하고 있으며, 교차로 내에 차대차 및 보행자 사고가 과다하게 발생한다. 또한 2004년도 도로형태별 발생건수별로 사고 잦은 지점수를 보면 교차로 지역이 7,477곳으로 전체 지역의 85.6%를 차지하고 있다.[2]

교차로 전체 교통사고중 신호교차로에서 발생하는 교통사고가 비교적 많은 비중을 갖고 있으며, 신호교차로 안전에 대한 정책수립 및 연구가필요하다.

그러므로 신호교차로에 관련된 여러 조건들을 분석하여 신호교차로에서 사고가 일어나는 원인을 예측하고, 신호교차로의 교통사고 위험에 관해 적절한 대응책을 마련할 수 있다면 안전측면에서 큰 효과를 볼 수 있게 될 것이다.

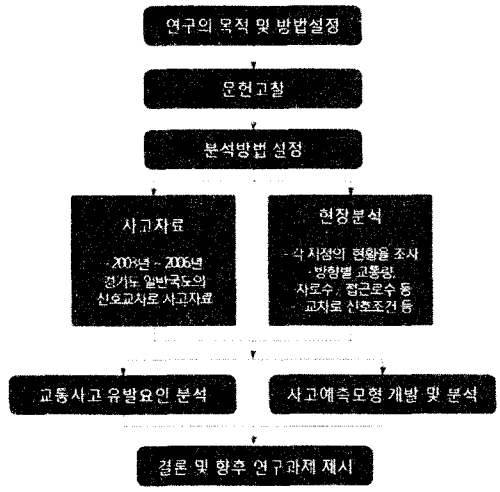
따라서 본 연구는 교차로의 여러 요인이 신호교차로 교통사고에 미치는 영향을 과거의 연구문헌들을 고찰한 후 분석하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 경기도지역 내 지방부 성격을 가진 일반국도에 위치하는 신호교차로를 대상으로 하였으며, 2003년도부터 2006년도까지의 경기도 교통사고 잦은 곳의 사고 자료를 바탕으로 수행하였다.[3]

약 80여개의 신호교차로 사고자료와 현황조사를 통한 실측자료를 이용하였다.

교통사고 자료와 조사된 기하구조 및 교통량 자료는 본 연구의 분석에 용이하도록 엑셀을 이용하여 재정리하였으며, 모형개발과 상관분석을 위한 통계처리는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하였다.



<그림 1> 연구수행도

II. 기존 문헌 고찰

1. 교차로의 정의 및 교차로 교통사고의 개념

도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000, 건설교통부)[4]에서는 교차로의 정의를 '2개 이상의 도로가 교차 또는 접속되는 공간 및 그 내부의 교통시설물을 말하는 것으로, 교차로의 기하구조 및 운영방법 등에 따라 운전자가 통행노선을 선정하는 의사결정지점'이라고 하였다.

일반적으로 교차로 교통사고는 정지선으로부터 30m 이내에 발생한 교통사고를 뜻하며, 이에 따라 도로교통안전관리공단에서는 교통사고 잦은 지점 선정기준을 다음과 같이 선정하고 있다.

<표 1> 교차로 교통사고 범위 및 사고잦은 지점 선정기준

구분	동일지점	년간 인피교통사고
시가지내	30m 이내	광역시 : 7건 이상 시 급 : 5건이상
시가지외	100m 이내	3건 이상

본 연구에서는 신호교차로에 관한 연구는 사고특성보다는 교차로 현장의 도로, 운영특성에 중점을 두어 연구되어졌다.

1) 경찰청(2005) "교통통계"
2) 도로교통안전관리공단(2004), "교통사고 잦은곳 기본개선계획 및 효과분석"
3) 도로교통안전관리공단(2003~2006), "교통사고 잦은곳 기본개선계획 및 효과분석"
4) 건설교통부, 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000)

2. 국내 문헌고찰

1) 자료분석 중심의 문헌

강승규, 배혜성(2001)은 신호교차로에서의 신호위반사고 예측모형에 관한 기초 연구에서 신호위반사고예측모형을 검증하기 위해 1998년 대구광역시의 사고다발지점 교차로에서의 신호위반으로 인한 사고건수, 교통류의 특성을 이용하였다.

신호교차로에서의 신호위반으로 인한 사고확률모형을 다중회기분석을 통해 구축하고, 직진이동류의 신호위반 확률값과 신호를 위반한 직진이동류의 충돌확률값을 이용하여, 예측모형에서의 예측사고건수를 독립변수로, 실제 조사된 사고건수를 종속변수로 하였다. 또 검증을 위한 방법으로는 단순회기분석을 이용해 모형의 적합성 판단하였다.

하태준 등(2001)은 신호교차로 교통사고 예측모형의 개발 및 적용에서 광주광역시 4지 신호교차로 73개소에서 발생한 교통사고자료를 바탕으로 단순통계분석과 교차분석 및 다중회귀분석을 사용하여 교통사고 예측모형을 도출하였고, 도출된 예측모형을 이용하여 전남 4지 신호교차로에 대한 교통사고 잦은 지점으로 선정된 30개소를 선택하여 모형을 검증하였다.

홍정열(2002)은 신호교차로에서의 사고예측모형개발 및 위험수준결정 연구에서 신호교차로의 도로조건, 교통조건, 교통운영조건 등을 분석하여 안전성에 방해가 되는 요소들을 찾아내고, 그 요소들과 사고와의 상관관계를 이용하여 각 교차로의 안전을 평가할 수 있는 사고예측모형을 개발하였다.

김숙희 등(2005)은 사고다발지점의 안전성능진단 및 위치별 사고요인분석 : 수원시를 중심으로에서 사고지점의 파악 및 영향인자 파악을 목적으로 수원시 2001년 사고다발지점을 대상으로 각 사고유형 및 위치별 확률(사고가 발생할 때 특정 사고와 연관이 있는 특징이 나타날 확률)을 이항분토로 모형화하였다. 이를 특성적 사고가 발생할 곳과 그렇지 않은 지점으로 구분하여 로지스틱 판별분석을 실시하여 분석결과로 나타내어 지점에 대한 개선안을 요구 하였다.

2) 이론을 중심의 문헌

강경우(2002)는 교통사고 예측모형에 관한 연구를 통해 국내의 교통사고 자료를 토대로 교통사고 예측모형에 대하여 연구를 진행하고, 이를 바탕으로 사고건수, 부상자수, 사망자수로 구분하여 일반적인 Box-Cox 회귀식을 이용하여 교통사고 예측모형을 검정하였다. 사망자수나 사고건수의 경우에는 지수형모형과 비교하여 Box-Cox 모형의 경우에는 월등히 우월함을 입증하였고, 부상자수에 관해서는 오차율이 훨씬 작음을 밝혔다.

김윤석(2004)은 퍼지 추론을 이용한 교차로에서의 사고예측기법에 관한 연구에서 국내 64개 교차로의 교통량을 기준으로 하여 속도와 주변밝기를 비교하여 사고예측모형을 정립하였다

김장욱 등(2006)은 퍼지 및 신경망 이론을 이용한 교통사고예측모형 개발에 관한 연구에서 교통사고에 원인이 되는 다양한 요인들이 교통사고에 어느 정도 영향을 미치고 있는지에 대하여 수량화이론을 적용하여 교통사고 예측모델을 구축했다. 또한 데이터의 불확실성을 합리적으로 처리할 수 있는 퍼지 추론이론 및 예측능력이 뛰어난 이론인 신경망이론을 적용하여 교통사고 예측모델을 구축하였다.

3. 국외 문헌고찰

1) 자료분석 중심의 문헌

Gibby, A. R 등(1992)은 고속독립신호교차로는 일반적으로 막힘이 없고, 지체가 없는 상태의 교통류가 통과하게 되어 운전자들의 주의가 필요하다. 이와 같은 상황에서 고속독립신호교차로에 접근할 때에는 안전성과 효율성에 대해서 주의, 규제 차원의 교차로의 기하 구조적 관리가 필요하고 하였으며, 접근로의 수가 고속의 독립신호교차로의 사고율에 매우 중요한 영향을 미친다고 역설하였다.

Hauer. E(1998)는 신호교차로의 안전성을 추정하는 모델을 Metropolitan Toronto의 145개의 비슷한 성향을 지니는 교차로(4지교차로, 고정신호, 좌회전 허용 교차로)를 대상으로 하여 분석하였다. 빈도분석과 각 변수간의 도표를 통계적으로 설명하여 교차로 교통사고 사고별로 일정한 패턴을 발견하고 이에 따라 연구를 진행하여 충돌빈도는 교차로에 진입하는 교통류 전체 보다는 교통류에 속해있는 일부 차량과 관련이 있다고 하였다.

Kaub, A R와 Kaub, J A(2000)의 연구는 신호 및 비신호교차로에서 교통량, 기하구조, 속도, 신호현시 등의 다양하고 폭 넓은 자료를 바탕으로 하여 연간 사고예측 software를 통해 상충가능성의 확인, 알고리즘을 구현했다.

많은 수의 교차로 지시사항을 바탕으로 하여 교차의 평균사고예측의 정확도를 90%까지 이끌어냈으며, 이는 이전의 다른 사고예측 보고서의 평균예측률과 비교하여 높은수준이란 것을 확인하였다.

Bonneson, J A; McCoy, P T(2000)의 연구는 교통량과 사고의 밀접한 관계가 있는 가정 하에 연구를 진행하였다. 125개 교차로의 교통량과 사고데이터를 분석한 결과 두 방향의 정지 신호교차로의 교

통량과 사고와의 관계를 음지수 분포로 분석하였다.

주도로와 부도로의 교통량과 사고와의 관계를 정의함으로써 사고예측모형을 개발하였다. 주도로, 부도로 교통량이 많아질수록 사고는 지수관계의 형태로 증가하게 되나 주도로의 경우 부도로 보다 교통량이 증가하는 것에 비하여 사고에 덜 영향을 준다는 것을 밝혔다.

2) 이론을 중심의 문헌

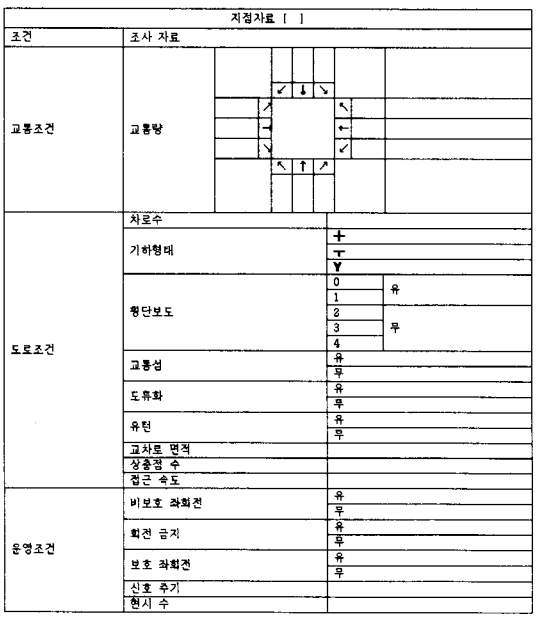
Carl Belanger(1994)의 연구에서는 비신호 4지교차로에서의 안전도의 추정을 Bayesian methods(베이스 정리)를 바탕으로 실험·관찰에 의한 방법을 적용하여 연구를 수행하였다

III. 자료의 수집

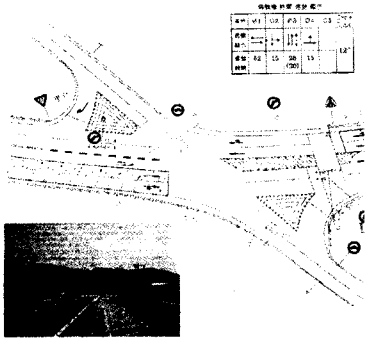
1. 자료수집

사고 자료는 도로교통안전공단의 2003년부터 2006년까지의 교통사고 잦은 지점의 자료를 이용하였고, 기하구조 및 도로환경 요인은 현장조사를 통하여 실측 및 도로교통안전공단의 시설물도를 이용하였다.

수집된 자료들은 분석에 용이하도록 분석항목을 <그림 3>와 같이 정리 하였으며, 대상지역은 지방부 성격이 강한 일반국도에 위치한 총 83개소의 신호교차로이며(그림 2 참조), 교통조건, 도로조건, 운영조건으로 구분하여 본 연구의 분석에 용이하도록 엑셀을 이용하여 재정리하였다.



<그림 3> 교차로 현황분석표 예시



<그림 3> 대상지역 예시

신호교차로의 교통조건은 교차로를 이용하는 교통류의 양과 총교통량과 회전교통량의 관계가 포함되어있다. 도로조건의 경우는 교차로와 교차로에 연결되는 도로의 물리적인 특성을 설명하고 있으며, 차로 수, 안전지대 수, 접근로 수, 표지판 수와 같은 수치형 자료와 횡단보도, 도류화, 시설물에 의한 중앙 분리, 미끄럼방지와 같은 범주형 자료로 구성되어있다.

마지막으로 신호교차로의 운영조건의 경우도 현시수, 신호주기와 같은 수치형자료와, 유턴 및 회전금지와 같은 범주형 자료로 구성되어있다.

<표 3> 사고건수의 빈도별 분포

총사고건수/개소	빈도(개소)	백분율(%)	누적백분률(%)
3	13	15.85	17.27
4	6	7.32	22.22
5	7	8.54	30.86
6	11	13.41	44.44
7	13	15.85	60.49
8	10	12.20	72.84
9	6	7.32	80.25
10	2	2.44	82.72
11	2	2.44	85.19
12	2	2.44	87.65
13	1	1.22	88.89
14	2	2.44	91.36
15	3	3.66	95.06
16	3	3.66	98.77
20	1	1.22	100.00
합계	82	100.00	

총 83개소 교차로의 차로형태는 다음 <표 2>와 같이 분포되어 있고, 사고건수는 603건으로 추돌사고 255건, 대인사고 33건, 측면직각 173건, 정면충돌 53건, 접촉사고 89건으로 분포되며, 교차로 1개소당 사고는 평균 7.4건이다.

<표 2> 신호교차로 차로수 구분별 분포

교차형태	3지교차로		4지교차로	
차로형태	2X1	2X2	2X1	2X2
개수	42	11	17	8
차로형태	3X1	4X1	3X1	4X1
개수	0	0	1	2

2. 변수의 선정

1) 독립변수 선정

.신호교차로에서 발생한 사고와 관련이 있을 것으로 판단되는 독립변수는 크게 도로조건, 운영조건, 교통조건으로 구분되며, 각각의 독립변수의 정의 및 범위는 다음<표 4>와 <표 5>, <표 6>에 설명되어 있다.

<표 4> 신호교차로 독립변수(도로조건)

번호	독립변수	정의	범위
1	횡단보도	교차로에 횡단보도의 존재유무	0 or 1
2	도류화	교차로에 도류화 존재유무	0 or 1
3	시설물에 의한 중앙분리	중앙분리대, 규제봉 등에의한 중앙분리 유무	0 or 1
4	미끄럼방지	도로 노면에 미끄럼방지처리의 유무	0 or 1
5	버스정류장	교차로 영향권내에 버스정류장의 존재유무	0 or 1
6	주방향최대차로수	교차로 주방향의 최대 차로수	1~5개
7	안전지대 수	교차로내에 존재하는 안전지대의 수	0~9개
8	접근로 수	교차로 영향권 내에 존재하는 접근로의 수	0~10개
9	시설물 수	교차로 영향권내에 존재하는 시설물의 수	2~22개

<표 5> 신호교차로 독립변수(교통조건)

번호	독립변수	정의	범위
1	교차로 통과교통량	교차로를 통과하는 총 교통량	615~5125 대/일
2	회전교통량 비율	교차로를 통과하는 회전교통량의 비율	8%~70%

<표 6> 신호교차로 독립변수(운영조건)

번호	독립변수	정의	범위
1	회전금지	교차로 운영상 회전이 금지된 구역	0 or 1
2	비보호좌회전	교차로 운영상 비보호 좌회전의 존재유무	0 or 1
3	보호좌회전	교차로 신호등에 의해 존재하는 좌회전	0.1
4	유턴	교차로 운영상 유턴이 허락된 경우	0 or 1
5	횡단신호	교차로 운영상 횡단신호의 존재유무	0 or 1
6	현시수	신호등에 의한 총 현시의 수	2~6번
7	신호주기	교차로의 신호 1주기(초)	90~200초

2) 종속변수 선정

종속변수는 사고건수, 추돌사고, 차대사람, 측면직각, 정면추돌, 접촉사고 선정하였으며, 그 내용은 <표 5>와 같다.

<표 7> 선정된 종속변수

번호	종속변수	정의	범위
1	총 사고건수	교차로에서 발생한 교통사고 건수 (빈도)	3~20
2	추돌사고	차량과 차량이 일반적으로 충돌하는 경우	1~7
3	차대사람	차량과 사람이 충돌하는 경우	1~4
4	측면직각	차량과 차량이 ㄴ의 형태로 충돌하는 경우	1~7
5	정면추돌	차량과 차량이 정면으로 충돌하는 경우	1~2
6	접촉	차량과 차량이 경미하게 추돌하는 경우	1~7

3. 분석과정의 설정

1) 사고특성분석

신호교차로에서 발생한 교통사고를 도로의 특성, 교차로가 운영되는 상황에 따라 분류하여 사고특성을 분석하였고, 이를 바탕으로 종속변수를 설정하였다.

2) 신호교차로 사고 및 현황 분석

각각의 교차로별 도로 조건과 운영조건, 교통조건에 따른 사고건수, 사고 유형과의 상관관계를 분석하여 각각의 종속변수에 영향을 미치는 요소(교차로의 접근로수, 차로수, 횡단보도, 교통섬 유·무, 교통량 등)를 독립변수로 설정하였다.

3) 신호교차로 사고에 영향을 주는 요인분석

본 연구에서는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 6 가지의 종속변수(사고건수, 추돌사고, 차대사람, 측면직각, 정면추돌, 접촉사고)와 독립변수(도로조건, 운영조건, 교통조건)들과의 관계를 밝혀 신호교차로 사고에 영향을 주는 요인을 단계 추출법을 통해 분석한다.

4) 선형회귀분석을 통한 예측모형개발

종속변수(사고건수, 사고유형)에 영향을 주는 독립변수와 종속변수간의 관계를 파악하고, 독립변수들이 사고에 주는 영향을 분석하기위해 다중선형회귀모형(2개 이상의 독립변수와 종속변수간의 관계를 분석)을 사용하여 사고예측 모형을 개발한다.

사고예측모형의 검증을 위해 다중회귀분석을 통해 분석한 결과를 비선형 사고예측모형을 통해 검증을 실시한다.

Ⅳ. 자료분석 및 모형정립

1. 신호교차로 자료분석

1) 상관관계 분석

변수간의 상관관계를 분석하기 위하여 신뢰수준을 90%(α=0.10)로 하여, 도로조건, 교통조건, 운영조건의 독립변수들 간의 상관분석을 실시하였다. 단, 도로조건의 횡단보도, 도류화, 미끄럼방지, 버스정류장, 운영조건의 회전금지, 보호·비보호 좌회전 및 유턴의 경우는 범주형 변수이므로 더미변수로 사용하여 추가로 상관분석을 하였다.

다음 <표 8>, <표 8>는 상관분석의 결과이다.

도로조건은 사람이나 차량이 교차로를 쉽고 편리하게 이용하면서 차량이나 보행자 또는 교통시설물 간의 충돌 가능성을 최소화 하려는 목적을 가지고 있다.

교통사고건수에 영향을 주는 도로조건 요소는 안전지대의 수가 3지교차로의 심각사고 건수와 관련이 있다.

다음으로 교통조건은 과거 여러 문헌에서 가장 쉽게 볼 수 있는 교통사고와 밀접한 조건이다. 이중 ADT와 회전비율의 경우아래 표에서 확인할 수 있듯이, 3·4지교차로, 총사고·경미·심각 한 사고 모두에서 영향을 주는 것으로 나타났다

마지막으로 운영조건의 경우는 신호의 주기와 현시 수 등이 있는데 이러한 요소들은 교차로에 접근하는 교통류의 속도와 밀도 등을 적절히 유지시켜 안전성을 높이는데 이용된다.

현시수와 신호주기의 경우에도 모든 사고와 밀접한 연관성을 갖고 있는 것으로 나타났다.

<표 8> 3지 교차로의 Pearson상관계수

	총사고건수	경미사고	심각사고	ADT	회전비율	주방향차로	부방향차로	안전지대	접근로	표지판	주기	현시
총사고건수	1.00	0.89	0.63	0.38	0.43	.(a)	0.24	0.08	−0.24	0.06	0.05	−0.23
경미사고	0.89	1.00	0.19	0.19	0.44	.(a)	0.23	0.18	−0.26	0.04	0.16	−0.32
심각사고	0.63	0.19	1.00	0.48	0.18	.(a)	0.13	−0.13	−0.07	0.05	−0.17	0.04
ADT	0.38	0.19	0.48	1.00	−0.18	.(a)	−0.12	−0.09	−0.06	0.00	0.08	−0.13
회전비율	0.43	0.44	0.18	−0.18	1.00	.(a)	0.52	0.51	−0.15	0.09	0.12	0.21
주방향차로	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)	.(a)
부방향차로	0.24	0.23	0.13	−0.12	0.52	.(a)	1.00	0.49	−0.28	0.48	0.11	0.31
안전지대	0.08	0.18	−0.13	−0.09	0.51	.(a)	0.49	1.00	−0.21	0.13	0.09	0.09
접근로	−0.24	−0.26	−0.07	−0.06	−0.15	.(a)	−0.28	−0.21	1.00	−0.07	−0.08	0.18
표지판	0.06	0.04	0.05	0.00	0.09	.(a)	0.48	0.13	−0.07	1.00	0.24	0.42
주기	0.05	0.16	−0.17	0.08	0.12	.(a)	0.11	0.09	−0.08	0.24	1.00	0.17
현시	−0.23	−0.32	0.04	−0.13	0.21	.(a)	0.31	0.09	0.18	0.42	0.17	1.00

* : 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의. ** : 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의

a : 하나 이상의 변수가 상수이므로 계산할 수 없음

<표 9> 4지 교차로의 Pearson상관계수

	총사고건수	경미사고	심각사고	ADT	회전비율	주방향차로	부방향차로	안전지대	접근로	표지판	주기	현시
총사고건수	1.00	0.67	0.76	0.25	0.32	0.24	0.24	0.14	−0.02	0.00	0.23	0.06
경미사고	0.67	1.00	0.03	0.44	0.19	0.08	0.21	0.13	−0.05	−0.04	0.44	−0.02
심각사고	0.76	0.03	1.00	−0.05	0.27	0.25	0.13	0.08	0.01	0.03	−0.07	0.10
ADT	0.25	0.44	−0.05	1.00	−0.10	−0.31	0.17	0.13	0.40	−0.13	0.40	0.31
회전비율	0.32	0.19	0.27	−0.10	1.00	0.01	0.70	0.48	−0.44	0.17	0.22	0.34
주방향차로	0.24	0.08	0.25	−0.31	0.01	1.00	−0.40	−0.16	−0.24	0.29	0.09	−0.11
부방향차로	0.24	0.21	0.13	0.17	0.70	−0.40	1.00	0.55	−0.11	0.13	0.28	0.34
안전지대	0.14	0.13	0.08	0.13	0.48	−0.16	0.55	1.00	−0.43	0.30	0.29	0.62
접근로	−0.02	−0.05	0.01	0.40	−0.44	−0.24	−0.11	−0.43	1.00	−0.32	0.01	−0.17
표지판	0.00	−0.04	0.03	−0.13	0.17	0.29	0.13	0.30	−0.32	1.00	−0.18	0.22
주기	0.23	0.44	−0.07	0.40	0.22	0.09	0.28	0.29	0.01	−0.18	1.00	0.48
현시	0.06	−0.02	0.10	0.31	0.34	−0.11	0.34	0.62	−0.17	0.22	0.48	1.00

* : 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의. ** : 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의

2. 사고예측모형 정립 및 분석

1) 새로운 모형의 개발

도로조건, 교통조건, 운영조건들과 사고건수와의 관계를 선형회귀분석을 사용하여 아래 <표 10>과 같은 모형을 개발하였다.

3지 4지 교차로의 구분을 두지 않고 회귀분석을 한 결과 R-square값이 만족할 만한 수치를 얻지 못하여 3지 교차로와 4지교차로를 구분하여 선형회귀분석을 하였는데, 3지 교차로의 경우는 총 사고건수, 경미한 사고건수, 심각한 사고의 건수들과 회전교통량 비율, 현시, ADT의 관계에서 0.4이상의 R-square 값을 얻을 수 있었다.

하지만 4지 교차로의 경우는 분석과정에 종속변수인 총 건수, 심각한 사고건수가 제거되는 현상이 나타났다. 이는 독립변수와 종속변수의 상관성이 낮아서 예측식을 만들어 내지 못한 것으로 사료된다. 하지만 진행되고 있는 연구에서 새로운 변수의 개발과 기존 변수의 필터링 방법을 보다 일반적으로 하여 예측력 있는 모형을 개발하고자 하고 있다.

<표 10> 독립변수와 종속변수를 통한 선형회귀분석 모형

	종속변수 유형 구분	R-square	사용된 독립조건	모형식
3,4지교차로총합	총건수	0.127	회전	Y총건수 = 5.476 + 10.087X회전
		0.271	회전ADT	Y총건수 = 1.634 + 12.348X회전 + 0.001XADT
		0.345	회전ADT현시	Y총건수 = 4.975 + 15.925X회전 + 0.001XADT - 1.161X현시
	경미사고수	0.068	회전	Y경미 = 3.403 + 5.53X회전
		0.218	회전 현시	Y경미 = 7.018 + 9.319X회전 - 1.239X현시
		0.324	회전 현시 ADT	Y경미 = 4.594 + 10.828X회전 - 1.257X현시 +0.001XADT
	심각사고수	0.073	회전	Y총건수 = 2.073 + 4.557X회전
		0.127	회전 ADT	Y총건수 = 0656 + 5.391X회전 + 0.001XADT
		0.180	회전 ADT 주기	Y총건수 = 3.512 + 5.892X회전 + 0.001XADT - 0.023X주기
3지교차로	총건수	0.186	회전	Y총건수 = 5.345 + 13.753X회전
		0.398	회전 ADT	Y총건수 = 0.565 + 16.401X회전 + 0.002XADT
		0.482	회전 ADT 현시	Y총건수 = 5.087 + 18.26X회전 + 0.002XADT - 1.448X현시
	경미사고수	0.192	회전	Y경미 = 3.116 + 11.122X회전
		0.367	회전 현시	Y경미 = 7.97 + 13.43X회전 - 1.66X현시
		0.423	회전 현시 ADT	Y경미 = 5.764 + 14.386X회전 - 1.571X현시 - 0.001XADT
	심각사고수	0.229	ADT	Y심각 = 0.444 + 0.001XADT
		0.229	ADT 회전	Y심각 = -0.296 + 0.001XADT + 4.031X회전
		0.362	ADT 회전 안전지대	Y심각 = -0.276 + 0.001XADT + 6.304X회전 - -0.505X안전지대
		0.420	ADT 회전 안전지대 주기	Y심각 = 2.05 + 0.001XADT + 6.76X회전 - 0.491X안전지대 - 0.018X주기
4지교차로	총건수		*	*
	경미사고수	0.194	주기	Y = 5.532 + 0.067X주기
	심각사고수		*	*

* 자료의 상관성이 부족하여 예측식을 만들지 못함.(추후 변수의 일반성 및 예측력을 높여 재분석할 계획)

2) 개발된 모형의 validation 과정

사용된 자료만의 모형식이 아닌 것을 확인하기 위해 지방부 성격을 지닌 일반국도의 교차로 자료를 추가로 사용하여 본 모형에 맞추어 신뢰도검증 과정에 있다.

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구를 에서는 경기도 내 지방부 일반국도의 교차로 사고현황을 분석하였다. 그 결과 도로조건, 운영조건, 교통조건들의 특성을 파악하여 각 독립조건들이 종속변수인 교차로 교통사고 건수에 영향을 주는 것을 파악하였다.

교차로 사고에 영향을 주는 요소들 중 교통조건에는 ADT와 교통량의 회전비율이 있고, 도로조건의 경우는 안전지대의 수, 또 운영조건의 경우에는 신호주기와 현시의 개수가 교차로 교통사고에 영향을 주고 있는 것으로 분석되었다.

현시의 수와 신호주기의 길이는 일부분이지만 사고에 음의 선형관계를 가지고 있는 것으로 분석되었다.

2. 향후연구과제

모델의 예측력을 개선하고자 현재 Data Set의 재분석과 새로운 변수의 개발이 이루어지고 있으며, 본 연구결과의 신뢰성을 입증하기 위해 지방부 일반국도의 타 교차로의 표본을 선정하여 추가적인 분석도 진행중이다.

향후 연구과제로는 한 단계 더 발전된 모형을 개발하기 위해서 교차로에 접속하는 차로의 면적과의 관계를 파악하고, 오전, 오후, 야간으로 조건들을 세분화 한다면, 더욱 일관성 있고, 예측력이 높은 model을 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 강경우(1994), "교통사고 예측모형에 관한 연구", 한양대학교 대학원 학위논문
2. 강승규, 배혜성(2001), "신호교차로에서의 신호위반사고 예측모형에 관한 기초 연구", 계명대학교 대학원 학위논문
3. 김숙희, 장정아, 최기주(2005), "사고다발지점의 안전성능진단 및 위치별 사고요인분석 : 수원시를 중심으로", 대한교통학회지 제23권
4. 김장욱, 남궁문, 김정현, 이수범(2006), "퍼지 및 신경망 이론을 이용한 교통사고예측모형 개발에 관한 연구", 대한교통학회지 24권 7호
5. 김윤석(2004), "퍼지 추론을 이용한 교차로에서의 사고예측기법에 관한 연구", 경상대학교 대학원 학위논문
6. 남궁문, 김명수, 이병주, 이정택(2003), "수량화 이론을 적용한 사고 예측 모형", 환경건설논문집 제10집
7. 남궁헌(2001), "신호교차로 교통사고 예측모형의 개발 및 적용 : 광주광역시 4-지 신호 교차로를 중심으로", 전남대학교 대학원 학위논문
8. 박재연(1995), "교통사고 예측모형 개발과 적용변수", 충북대학교 대학원 학위논문
9. 이수범, 김정현, 김태희(2003), "도로 및 교통특성에 따른 계획 단계의 도시부 도로 교통사고 예측모형개발", 대한교통학회지 제21권
10. 이수범, 홍다희(2005), "신설 도시부 도로의 장래 교통량 변화를 반영한 교통사고 예측모형 개발", 대한교통학회지 제23권
11. 임헌연, 이일병, "부산시 교통사고예측모형의 개발", 대한교통학회지 18권
12. 홍정열(2002), "신호교차로에서의 사고예측모형개발 및 위험수준결정 연구", 한양대학교 대학원 학위논문
13. 하태준, 강정규 (2001), "신호교차로 교통사고 예측모형의 개발 및 적용", 대한교통학회지 제19권 제6호, pp.207~218
14. 홍종선, 김춘화, 김대호(1993), "교통사고에 대한 위험 인지도 분석", 대한교통학회지 제17권
15. Kaub, A R, Kaub, J A(2000), Predicting annual intersection accidents with conflict opportunities, Transportation Research Circular, 501, p. 1-12
16. Bonneson, J A; McCoy, P T(2000), "Estimation of safety at two-way stop-controlled intersections on rural highways", Transportation Research Record, 1401, p. 83-89
17. Carl Belanger(1994), "Estimation of safety of four-legged unsignalized intersections", Transportation Research Record 1467, Transportation Research Record, p 23-29
18. Luis Felipe Rodriguez, Tarek Sayed(1999), "Accident Prediction Models for urban unsignalized intersections in British Columbia", Transportation Research Record(1665), Transportation Research Record, p 93-99
19. James A. Bonneson, Patrick T. Mccoyd(1997), "Effect of median treatments on urban arterial safety an accident prediction model", Transportation Research Record 1581, Transportation Research Record, p 27-36
20. Lau, MY-K, May, AD(1172), Jr. Injury accident prediction models for signalized intersection, Transportation record 1172, Transportation record, p 58-67
21. Shebeeb, Ousama(1995), "Safety and efficiency for exclusive left-turn lanes at signalized intersection", Institute of Transportation Engineers, vol. 65, no. 7
22. Gibby, A. R., Simon P. Washington, T. C. Ferrara (1992), "Evaluation of high-speed isolated signalized intersections in California", Transportation Research Record, 1376, p 45 - 56