

# GIS Simulation을 이용한 태양광에 의한 교통사고 위험지역 분석

김호용<sup>1\*</sup> · 백호종<sup>2</sup>

## Analysis of Highway Hazardous Area by Sun Glare Intensity Using GIS Simulation

Ho-Yong KIM<sup>1\*</sup> · Ho-Jong BAIK<sup>2</sup>

### 요 약

기존의 교통안전에 관한 연구는 우천, 결빙과 같은 악천후와 연관된 교통사고 자료의 분석이 주류를 이루어 왔다. 하지만 태양광의 시야 장애로 인한 교통사고 위험은 다른 기상요인과 달리 통계적 데이터의 수집 및 교통사고 당시의 검증 문제로 인하여 연구가 미비한 실정이다. 태양에 의한 시야장애는 태양의 위치가 수평선에 가까워지는 아침과 저녁시간에 특히 영향을 많이 받으며, 이는 운전자의 판단능력을 악화시킨다. 본 연구에서는 각 구간별 태양광 위험시간대 분석을 위하여 태양과 도로에 관한 위치해석 및 운전자 시야각을 적용하였다. 시간 및 도로의 지형조건에 따라 변하는 태양광의 시야 장애로 인한 위험지역의 도출을 위하여 미국 미주리 주의 세인트 루이스시 주변에 위치한 고속도로를 대상으로 GIS 시뮬레이션을 이용하여 분석하였다. 분석결과 공간적으로는 동쪽 및 서쪽으로 향하는 도로가 상대적으로 위험하며, 시간적으로는 겨울보다는 여름이, 여름보다는 봄과 가을이 더욱 위험한 것으로 나타났다. 이는 태양광으로 인하여 반대편 차량을 인지하기 힘든 교차로 및 보행자 건널목 등에 위험시간대에 관한 정보를 제공함으로써 교통사고를 사전에 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : GIS 시뮬레이션, 시공간 GIS, 태양광, 운전자 시야각

### ABSTRACT

Existing traffic safety studies have focused on identifying the relationship among roadway crashes, highway design and incremental weather condition such as rainy/ice

2010년 8월 11일 접수 Received on August 11, 2010 / 2010년 10월 26일 수정 Revised on October 26, 2010 / 2010년 12월 8일 심사완료 Accepted on December 8, 2010

1 미주리대학교 토목·건축·환경공학과 Department of Civil, Architecture and Environment, Missouri University of Science and Technology

2 항공대학교 항공·교통·물류·우주법학부 School of Air Transport, Transportation, Logistics and Air & space Law, Korea Aerospace University

\* 연락처 E-mail : kimhoy@mst.edu

weather. However, it is hard to find researches that studied the effect of sun glare on traffic safety although there are abundant evidences demonstrating that fatal traffic crashes are attributed to the sun glare. Affecting drivers' vision particularly during the morning or the evening time when the sun positions close to the horizon, sun glare directly deteriorate drivers' judgmental capability. In this paper, we numerically analyze the effect of sun glare on the drivers' vision in time and space domains. Applied to the roadways around St Louis area in the United States, the GIS based simulation analysis identifies the time of day in a year and the segments of highways that are potentially influenced by the sun glare. This study evidentially confirms the fact that roadway bounded for West and East directions have longer time influenced by sun glare particularly during Spring and Fall season than other roadways. The computational result provides risky time periods of day at intersections or pedestrian crossings where the sun glare potentially endangers traffic safety, which be utilized to reduce the crashes due to the sun glare.

**KEYWORDS :** GIS Simulation, Saptio-temporal GIS, Sun Glare, Driver's Cone of Vision

## 서 론

기상 요인은 교통과 밀접한 관계가 있으며, 교통사고의 위험성과 직결되어진다는 점에서 기상과 교통안전에 관한 연구는 지속적으로 수행될 필요성이 있다. 예를 들어 여름철 장마기간의 호우로 인한 빗길사고나 가을철 짙은 안개로 인한 추돌사고, 겨울철의 폭설이나 눈길에서의 미끄러짐으로 인한 접촉사고는 대표적인 기상요인에 의한 교통사고이다. 국가적 차원에서 교통사고를 감소시키고 도로의 안전성을 제고하기 위해 기상요인과 교통사고와의 연관성 분석 및 도로안전을 위한 위험구간을 선정하는 연구는 반드시 필요하다고 하겠다.

이러한 현실적 요구는 기상 및 교통사고와 관련한 학술적 연구로 이어져 왔다. 예를 들면, 이종학 등(2004)은 악천후 시 교통사고 특성분석을 위하여 2년간 일반국도에서 발생한 교통사고자료를 바탕으로 기상상태에 따른 국도와 전체도로의 사고특성 그리고 사고원인별, 사고유형별, 기하구조별, 지역별 교통사고 분석을 실시하였다. 이영남 등(2007)은 5년

간 발생한 교통사망사고의 연구표본을 바탕으로 기상요인인 운량, 습도, 강수, 풍속 등의 4개 요인과 사고와의 관련성을 통계분석방법을 이용하여 분석하였다. 심상우 등(2009)은 다양한 기상 요인의 영향 정도에 따른 속도 변화를 통계적 방법을 이용하여 분석하고, 고속도로의 교통상황을 유형별로 분류함으로써 기상요인에 따른 유형별 교통관리를 위한 기초 자료를 제시하였다.

도로의 안전성 확보를 위한 교통사고 위험지역에 관한 연구로 조혜진 등(2006)은 교통사고 통계원표자료와 도로 및 시설물, 교통량 자료를 바탕으로 GIS를 적용하여 일반국도의 교통사고 위험지점을 색출해 내는 방법론을 개발하였으며, 이를 적용한 노선별 도로교통사고의 위험지점의 공간분포를 파악하였다. 김정현 등(2003)은 기존의 사고위험지역 선정방법론을 개선하기 위하여 한계사고율법과 분석 구간 적용기법을 이용하여 사고위험지역 선정을 위한 비교연구를 수행하였다. 김호용 등(2010)은 5년간의 교통사고 데이터와 선형 참조기법 및 접근성 분석과 같은 GIS 기법을 적용하여 도로의 공간적 위치관계분석 및 시공간분석 실시하여 도로 폐쇄시점을 중심으로

한 교통사고 특성을 분석하였다. 태양에 의한 교통 환경의 영향에 관한 연구는 주로 태양에 의해 생성되는 그림자를 분석하는 일조량분석 방법을 적용한 연구가 이루어지고 있다. 이중 GIS를 교통 환경에 접목시킨 연구로 김중식(2006)은 도로의 결빙구간을 분석하기 위하여 동절기 일조시간에 따른 결빙구간을 일조 모델링 한 후 음영지역에 대한 벡터화 및 중첩기능을 이용하여 분석하였다.

하지만 기존 연구에서 기상에 의한 교통사고 위험성은 눈, 비, 결빙과 같은 측정된 통계 데이터를 기반으로 분석되고 있으며, 통계적으로 측정이 어려운 햇빛에 의한 운전자 시야 장애 등에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 또한 위험구간에 대한 연구들도 기상요인이 포함되지 못한 아쉬움이 있다. 태양광의 시야 장애로 인한 교통사고는 다른 기상요인에 의한 사고와는 달리 운전자가 교통사고의 대비 및 예측이 어려우며, 순간적 시야 장애로 인하여 일어난다는 점에서 매우 위험한 요소이다. 그럼에도 불구하고 다른 기상요인과 달리 태양광에 관한 위험요인은 자료수집 및 분석에서 소외되고 있는 실정이며, 위험에 대해 인지하고 있는 미국의 주 교통국(Department of Transportation)에서도 위험에 대한 경고를 ‘일출 후 15분, 일몰 전 15분’ 등과 같이 개괄적으로 제시하고 있다.

따라서 태양광의 시야 장애로 인한 위험을 정확히 분석하고 관련정보를 운전자 및 보행자에게 제공함으로써 교통 환경의 안전성을 확보하기 위한 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구는 통계적 데이터의 접근 및 활용이 어려우며, 도로의 지형 조건에 따라 민감하게 달라지는 도로의 태양광에 의한 교통사고 위험성을 분석하기 위하여 GIS환경에서 분석 가능한 시뮬레이션기법을 제시하고자 한다. 또한 시뮬레이션 분석 결과를 바탕으로 태양광에 의한 교통사고 위험지역을 도출하여, 차후 교통안전시설 운영 및 관리 시 활용방안을

제시하고자 한다.

## 분석방법 및 대상지 선정

태양광에 의한 교통사고 위험지역을 분석하기 위해서는 도로상에서 운전자의 시야각내에 태양이 위치하는 시간 분석이 필요하다. 즉, 도로상에 위치한 차량 운전자의 시야각과 태양이 위치한 지역과의 사이 각에 대한 수치적 해석이 선행되어야 한다.

이를 위해 본 연구에서는 먼저 태양과 차량의 진행 방향인 도로의 위치각을 정의하고, 두 요인간의 위치관계를 해석하였다. 이후 태양과 도로의 위치관계 분석을 위하여 각 요인별 위치각 계산 방법을 제시하였다. 이때 두 요인별 위치각이 상호 교차하는 각으로, 운전자의 시야에 태양이 들어오는 사이 각을 정의하기 위하여 ‘운전자 시야각(driver's cone of vision)’ 범위를 사용하였다. 정의된 각 요인별 위치각을 계산하기 위하여 GIS 사용소 소프트웨어인 ArcGIS를 이용하였으며, 각 구간별 위험시간을 분석하기 위하여 프로그래밍 소프트웨어인 Matlab과 연동하여 전체 대상지역에 대하여 1년간 분단위의 시뮬레이션을 실시하였다.

시뮬레이션 분석을 위한 대상지를 선정하기 위해서는 시뮬레이션 결과가 현실세계의 현황을 충실히 반영할 수 있는 지역을 선정하여야 한다. 즉, 운전자가 위치한 도로와 태양 사이에 존재하여 분석결과에 영향을 미치는 장애물인 지형 및 지물을 고려하여야 한다. 본 연구에서는 도로 표지판, 가로수등과 같이 분석결과에 미비한 영향을 미치는 지물에 대해서는 고려하지 않았으며, 산악지형과 같은 주변 지형의 그림자에 의한 장애를 최소화하기 위하여 완만한 평지 지역인 미국 미주리(Missouri) 주의 세인트루이스(St. Louis)시 주변에 위치한 20개의 주요도로를 대상지역으로 선정하였다.

## 태양 및 도로의 위치해석

### 1. 태양과 도로 간의 위치

태양광의 시야 장애로 인한 교통사고 위험 지역을 분석하기 위해서는 태양과 도로 사이의 위치관계에 대한 해석이 선행되어야 한다. 먼저 태양 및 도로 간의 위치 관계는 그림 1 및 그림 2와 같이 크게 수직적 관계 및 수평적 관계로 해석할 수 있다. 먼저 수직적 관계는 시간 및 계절에 따라 변하는 태양의 고도(height)와 운전자 진행방향에 따라 변하는 도로의 경사도(slope)와 관계함수이다. 수평적 관계는 태양의 방위각(Azimuth)과 도로의 진행방향에 따른 방향각(direction)의 함수이다. 따라서 시간의 흐름에 따라 변하는 태양의 수직·수평 위치와, 운전 중 차량 이동에 따라 변하는 도로의 수직·수평 위치를 계산하면, 특정 시간 및 구간에서의 태양 및 도로간 위치관계를 분석할 수 있다.

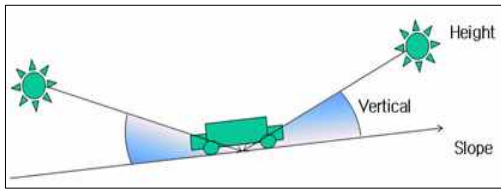


FIGURE 1. 태양 및 도로의 수직적 관계

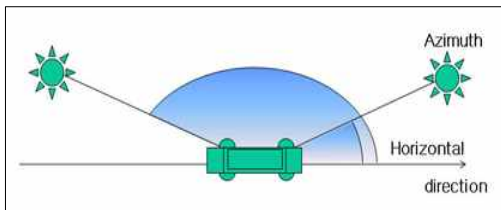


FIGURE 2. 태양 및 도로의 수평적 관계

### 2. 태양의 위치 계산

태양의 위치를 계산하기 위해서는 먼저 일 년 동안 시간의 흐름에 따라 변하는 태양의

위치를 나타내는 태양의 적위(decline,  $\delta$ ) 값을 계산해야 한다. 태양의 적위는 천구상의 천체의 위치를 나타내는 좌표의 하나로서, 태양으로부터의 광선이 지구의 적도면과 이루는 각으로 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\delta = 23.45^\circ \sin(360^\circ \times (284 + n)/365) \quad (1)$$

여기서  $n$ 은 일 년 중의 날짜(day of the year)를 숫자로 표현한 것으로  $1 \leq n \leq 365$ 의 값을 가진다. 적위 값은  $+23.5^\circ \sim -23.5^\circ$  사이에 분포하며, 춘분 및 추분점에서 0의 값을 가진다.

태양의 수직적 위치를 나타내는 고도(height)를  $h$ 라 하면  $h$ 는  $0^\circ$ 에서  $90^\circ$ 의 값을 가지며, 일출과 일몰시의  $h=0^\circ$ 이다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\sinh = (\sin\delta \times \sin\Phi) + (\cos\delta \times \cos\Phi \times \cos H) \quad (3)$$

여기서  $\Phi$ 는 그 지역의 위도 값으로  $-90^\circ$ (남반구)에서  $+90^\circ$ (북반구)의 값을 나타낸다.  $H$ 는 하루 중의 시간을 각도로 나타낸 것으로  $-180^\circ$ 에서  $+180^\circ$ 의 값을 나타낸다. 따라서 1시간은  $15^\circ$ 이며 정오는  $0^\circ$ 가 된다. 태양의 수평적 위치를 나타내는 방위각(solar azimuth)를  $\alpha$ 라 하면  $\alpha$ 는  $-180^\circ$ (east)  $\leq \alpha \leq 180^\circ$ (west)의 값을 가지며 다음과 같다.

$$\cos\alpha = (\sinh \times \sin\Phi - \sin\delta) / (\cosh \times \cos\Phi) \quad (4)$$

위의 식을 바탕으로 각 식에 적용된 변수들의 관계를 해석하면 1년 365일 시간대별 태양의 수평 및 수직적 위치는 대상 지역의 위도( $\Phi$ ) 및 일 년 중의 날짜( $n$ )와 하루 중의 시간( $H$ ), 총 3개의 요인에 의하여 결정된다. 수식에서 사용된 태양의 위치에 대한 변수정의는 그림 3과 같으며, 본 연구에서는 이 세 가지 요인을 바탕으로 1년간 태양의 위치를 분석하기 위하여 시간을 분단위로 설정하여 시뮬레이션 하였다.

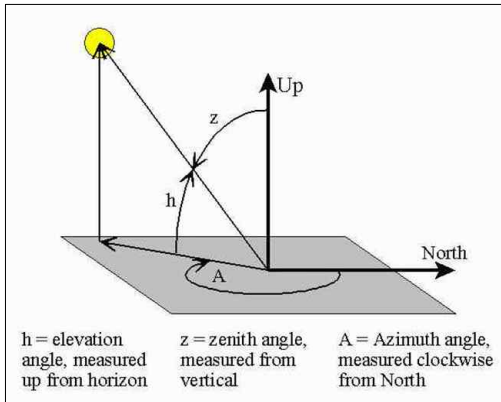


FIGURE 3. 태양의 수평적·수직적 위치의 정의 (출처: <http://www.solsticeamateur.com>)

### 3. 도로의 위치 계산

본 연구에서 운전자의 시야 방향을 계산하기 위하여, 운전자의 차량 진행 방향인 도로의 방향과 일치한다고 가정하였다. 따라서 차량의 진행방향을 계산하기 위해서는 도로의 수평적 위치를 나타내는 방위각과 도로의 수직적 위치를 나타내는 경사를 계산하여야 한다.

도로의 수평적 위치인 방위각은 그림 4와 같이 각 도로구간의 시작점과 끝점의 좌표를 이용하여 계산할 수 있다. 이때 도로의 곡선부위에서 발생하는 방위각의 오차를 최소화하기 위해서는 각 구간을 최대한 직선에 가깝게 분할하여 구간별 좌표를 계산하여야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 대상지에 위치한 20개의 도로 양방향, 즉 총 40개의 도로개체를 ArcGIS를 이용하여 1 km 단위로 분할하였다. 1 km 단위로 분할된 총 980개의 도로개체의 시작점과 끝점의 좌표는 ArcGIS의 'Calculate Geometry' 기능을 이용하여 계산하였으며, 계산된 좌표를 바탕으로 각 도로개체별 방위각을 계산하였다.

도로의 수직적 위치인 경사는 대상지역의 DEM 데이터를 바탕으로, ArcGIS의 확장기능인 Spatial Analysis를 이용하여 계산하였으며, 데이터의 수집과정에서의 누락 및 에러부분에 대해서는 Google Earth에서 제공하는

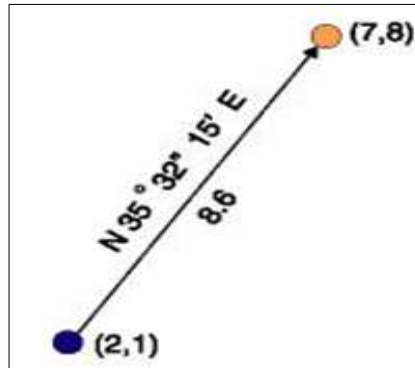


FIGURE 4. 도로의 수평적 위치

고도 값(elevation)을 이용하여 보정하였다.

따라서 태양과 도로 사이의 위치관계를 바탕으로 1년 365일을 1분단위로 시뮬레이션하기 위해서는 태양의 위치를 결정하는 '위도'와 도로의 수평적 위치를 결정하는 '방위각' 및 수직적 위치를 결정하는 '경사'에 관한 값을 분할된 각 개체별로 따로 계산하면, 정의된 태양광에 의한 운전자의 시야방향 범위를 바탕으로 분석결과를 도출할 수 있다.

## 태양광에 의한 위험지역 분석

### 1. 운전자 시야각

운전자의 물체에 대한 인지능력은 시각력(visual acuity), 주변시력(peripheral vision), 색상구별능력(color vision), 광선 영향 하에서의 시력 및 복구력(glare vision and recovery)에 의해 결정된다고 알려져 있다(Garber and Hoel, 2009). 이 가운데 시각력은 운전자의 시야각내에 포함된 물체나 표지판을 판별하는 능력을 의미하며, 이때의 시야각은 그림 5에 나타난바와 같이 수직적 시야각과 수평적 시야각으로 구분된다. 운전자의 수평 시야각은  $40^\circ$ 인 일반 시야각(adequate lateral vision)과  $10^\circ$ 인 집중 시야각(excellent lateral vision)으로 세분되며(그림 5-a), 수직적 시야각은 그림 5-b에 표시된 바와 같이  $15^\circ$ 인 것으로 알려지고 있

다(Transport Canada, 2002). 또한 운전자가 광선으로부터의 시력을 완전히 복구하는 데는 최대 3~6초의 시간이 소요되는 것으로 보고되고 있으며(Garber and Hoel, 2009), 이러한 시각적 인지 능력은 운전능력에 직접 관련되는 변수로서 도로선형, 도로표지판 설계, 교통사고분석 등에 주요변수로서 고려되고 있다. 앞서 설명된 바와 같이 운전자의 시야각과 도로 표지판(Chrysler and Shchrock, 2005; Wang, 2007), 교통사고(Quigley *et al.*, 2001; MacDonald, 2007)에 대해서는 꾸준히 연구되고 있지만, 태양광이 운전자에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

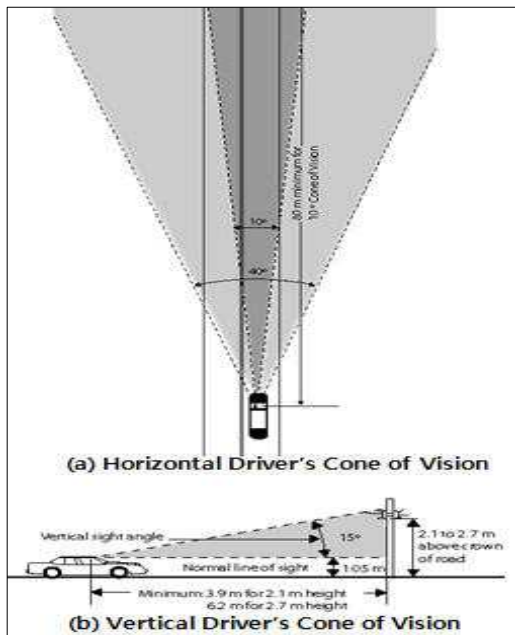


FIGURE 5. 운전자의 수평·수직 시야각  
(출처: <http://www.tc.gc.ca>)

이러한 기존 문헌자료를 바탕으로 본 연구에서는 운전자의 태양광에 의한 시공간적 위험지역 도출을 시도하였으며, 이를 위해 그림

5-a에 표시된 집중 수평시야각( $10^\circ$ )과 그림 5-b에 표시된  $15^\circ$ 의 수직시야각을 적용하였다. 즉, 식 (1)과 식 (2)에 의해 매 분단위로 계산된 태양의 위치가 해당 도로구간의 기하구조를 기준으로 수평  $10^\circ$ , 수직  $15^\circ$ 의 범위(즉, 운전자의 시야각)에 들어오면 태양광의 눈부심으로 인한 위험시간으로 간주하였다.

## 2. 공간적 위험 분석

앞서 언급된 바와 같이, 태양광에 의한 교통사고 위험지역은 시간에 따라 변하는 태양의 수평적·수직적 위치와, 차량의 이동에 따라 변화하는 도로의 수평적·수직적 위치를 바탕으로 정의된 운전자 시야각(수평  $10^\circ$ , 수직  $15^\circ$ )에 들어오는 태양의 시간을 계산하여 분석할 수 있다. 공간적 위험지역의 분석은 도로의 곡선부분의 왜곡 최소화를 위해 분할된 980개의 개별 도로개체를 대상으로 1년간 분석하였다. 분석결과 도로 개체별로 태양의 시야 장애 시간이 높은 지역일수록 공간적으로 위험한 지역으로 간주할 수 있으며, 대상지인 세인트루이지지역에 대하여 1년간 분단위로 시뮬레이션 한 결과는 그림 6과 같다.

그림 6은 분할된 각 도로를 대상으로 태양광의 시야 장애로 인한 위험시간을 분석한 결과로, 범례상의 시간은 1년간 태양광이 운전자의 시야에 들어오는 시간을 의미하며 선이 굵은 지역일수록 태양광에 오래 노출된 위험한 곳을 의미한다. 그림 7은 그림 6의 전체 도로에 대한 분석결과와 각 도로개체가 포함하고 있는 방위 및 위험시간에 대한 속성을 바탕으로 도로 방위별 위험시간으로 분석한 그래프로, 전체적으로 동서 방향이 남북방향의 도로에 비하여 위험지역으로 나타나고 있으며, 정동 및 정서방향의 도로보다 남동 및 남서와 같이 비스듬히 기울어져 진행되는 도로에서 더욱 위험한 것으로 나타났다.

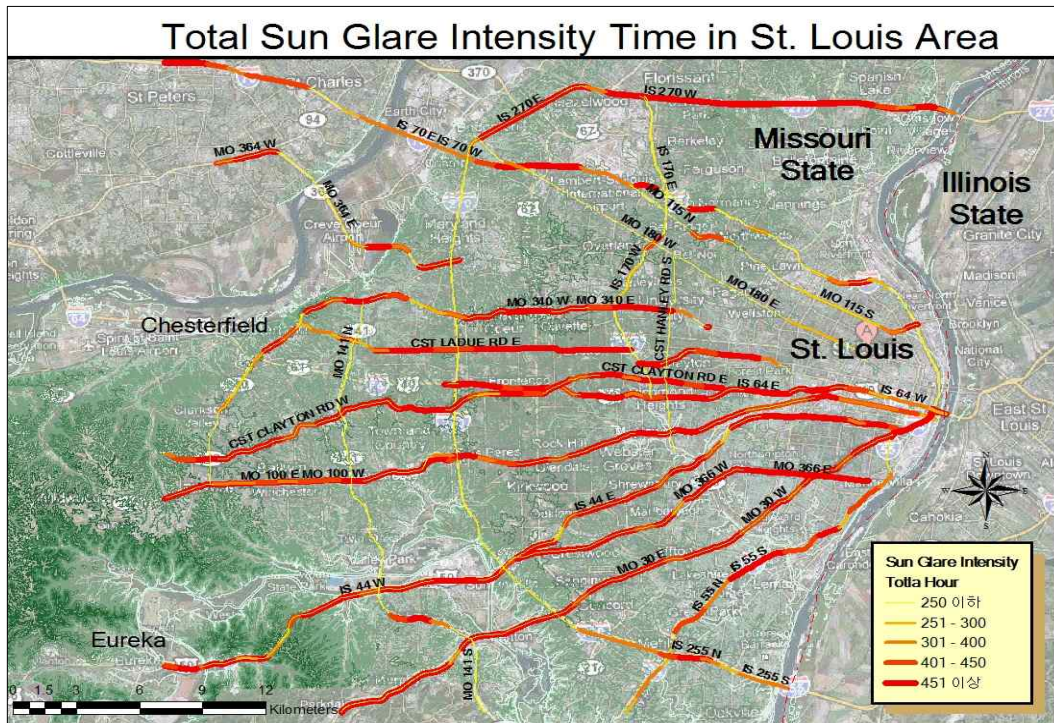


FIGURE 6. 태양광에 의한 교통사고 위험지역 및 시간(St. Louis 지역)

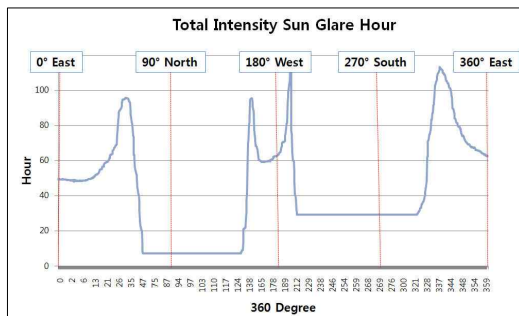


FIGURE 7. 도로 방위별 태양광 위험시간

### 3. 시간적 위험 분석

태양광의 시야 장애로 인한 위험은 같은 구간에서도 시간의 흐름에 따라 변화하기 때문에 시간적 흐름에 따른 분석이 병행되어야 한다. 이를 위하여 공간적 분석결과 가장 위험한 도로의 하나인 IS-64도로를 대상으로 시

간적 분석을 실시하였으며, IS-64도로는 대상지역의 중심부에 위치하여 도심지역과 외곽 지역을 동서로 연결하며 도시 내 교통량의 처리하는 주요도로 중의 하나이다. 시간적 위험 분석을 위하여 IS-64도로상에서 일정간격을 바탕으로 a부터 m까지 총 13개 지점에 대하여 1년간 시간의 흐름에 따른 태양광 위험시간을 분석하였으며, 각 지점별 방향과 경사 그리고 위도는 표 1과 같다.

앞서 설명한 바와 같이 이 3가지 요인은 본 연구에서 제시한 방법론에 의하여 태양광에 의한 위험시간을 분석할 수 있는 주요 요소이며, 각 지점의 위치와 지점별 위험 시간대를 그래프로 나타내면 그림 8과 같다. 그림 8의 그래프에서 X축은 365일을 Y축은 24시간을 나타내며, 선으로 표현된 범위가 하루 중 태양광이 운전자의 시야를 직접적으로 방해하는 위험시간대를 의미한다. 예를 들어 동쪽으로

TABLE 1. I-64도로의 구간별 방향, 경사도 및 위도

	Id	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
IS 64 E	방향	6.12	352.76	11.72	357.58	21.85	1.76	358.96	354.30	353.96	10.83	348.48	344.93	335.47
	경사	-1.43	-0.57	-1.15	-0.29	-0.57	0.86	0.86	1.15	-1.43	2.58	-0.57	-0.29	-1.43
	위도	38.64	38.64	38.64	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63
IS 64 W	방향	186.12	172.76	191.72	177.58	201.85	181.76	178.96	174	173.96	190.83	168.48	164.93	155.47
	경사	1.43	0.57	1.15	0.29	0.57	-0.86	-0.86	-1.15	1.43	-2.58	0.57	0.29	1.43
	위도	38.64	38.64	38.64	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63

향하는 IS-64E 도로에 위치한 지점중 하나인 그림 8-c 지역의 태양광 위험시간 중에서, 일 년 중 70번째 날인 3월 10일은 오전 6시 10분부터 8시 40분까지 2시간 30분 동안 태양광 위험시간이 지속되는 것으로 해석 할 수 있다.

위험 시간대는 하루 중 태양의 이동 위치와 관련하여 오전에는 동쪽으로 향하는 도로에서,

오후에는 서쪽으로 향하는 도로에서 나타났다. 즉, 미국 주정부에서 경고하는 일출이후의 동쪽으로 향하는 도로와 일몰전의 서쪽으로 향하는 도로에서 태양광에 의한 운전자의 시야 방해 시간 비슷한 분포로 나타났다. 하지만 그림 8에서 나타난 바와 같이, 같은 방향으로 향하는 도로상에서도 1년 중 각 구간별 위험 시간대는 도로의 방위 및 경사에 따라 다르게

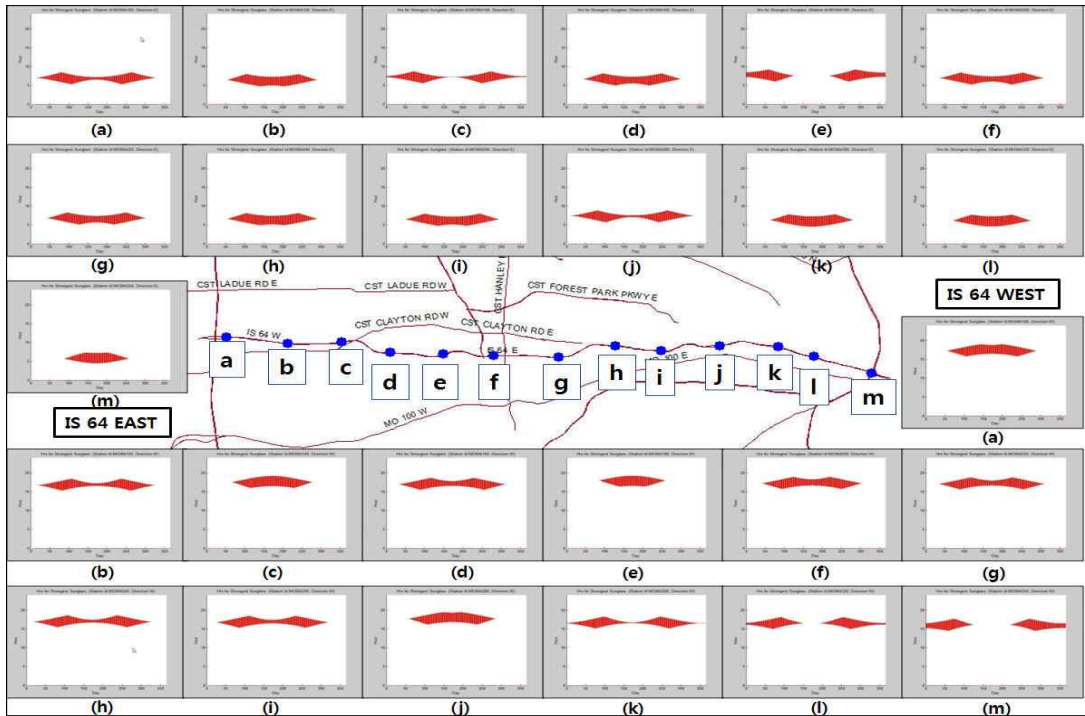


FIGURE 8. IS-64도로의 태양광 위험시간



나타났다.

월별 위험시간의 분석을 위해 I-64도로 양방향 50개 구간에 대하여 월별 총 위험시간을 분석한 결과인 표 2를 보면, 일조시간이 짧은 겨울보다 여름이, 여름보다 태양이 남중하는 봄(춘분) 및 가을(추분)에 위험시간이 더욱 길게 나타났다.

TABLE 2. I-64도로 월별 태양광 위험시간  
(단위: 시간)

Month	I-64E	I-64W
1	71.66	87.68
2	192.67	260.34
3	580.84	675.78
4	830.57	832.1
5	780.69	684.41
6	634.24	521.3
7	722.75	610.9
8	855.96	819.3
9	699.07	766.47
10	312.93	404.81
11	99.82	126.33
12	45.51	55.28
Total	5826.71	5844.7

## 결 론

기상요인은 교통 환경과 관련하여 교통사고 및 도로의 안전성과 연관됨으로써 지속적인 연구가 진행되고 있다. 그럼에도 불구하고, 태양광의 시야 장애로 인한 교통사고 위험분석은 통계적 접근의 한계 및 교통사고 당시의 검증문제로 인하여 연구가 미흡한 실정이다. 이를 위해 본 연구에서는 GIS환경에서 시뮬레이션을 통하여 태양광의 시야 장애로 인한 위험을 시간적·공간적으로 분석함으로써 교통사고 위험 지역 및 시간을 분석하였다.

태양광이 운전자 시야에 미치는 영향은 시간적 변화에 따른 태양의 위치와 대상 도로의 진행방향 및 경사에 따라 지속적으로 바뀌며

로 시뮬레이션을 통해서 정확한 위치별 위험 시간대를 계산할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 태양 및 도로 간의 위치해석 및 각 요인의 수직적·수평적 위치의 계산 및 두 요소 간의 사이 각을 정의하기 위하여 운전자 시야 각을 적용하였다. 분석결과 공간적으로는 동쪽 및 서쪽으로 비스듬히 향하는 도로에 대하여, 시간적으로는 겨울보다는 여름, 여름보다는 봄·가을이 태양광의 영향을 더욱 많이 받는 것으로 나타났다.

이러한 시뮬레이션 결과는 교차로 및 보행자 건널목 등의 교통 환경에서 상대편 운전자가 태양광에 의한 시야의 장애를 받는 위험시간대 정보 및 경고를 제공함으로써 교통사고를 사전에 방지할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 태양광의 시야 장애로 인한 시각 방해와 교통사고와의 관계 규명을 통하여 현재 누락되어 있는 교통사고원인 범주에 포함시킴으로써, 태양광에 의한 시각 장애의 위험성을 인식시키고 이를 바탕으로 도로에서의 교통안전에 기여할 것으로 판단된다.

본 연구는 주변지형의 장애로 인한 분석결과 오차를 최소화하기 위하여 대상지역의 경사가 완만한 지역인 미국 도시를 대상으로 분석하였다. 하지만 GIS환경에서 연동 가능한 3차원 데이터베이스 구축에 대한 연구가 추가적으로 진행된다면 전체 국토의 대부분이 산악지형인 우리나라에 적용 가능할 것이다. 또한 가상의 광원에서의 빛의 경로를 추적 계산하는 광선추적법(ray tracing method)이나 특정지점으로부터 주변의 지형지물에 의해 가려진 차폐각을 계산 응용할 수 Hemispherical Viewshed Algorithm, 태양에 의한 그림자 지역에 대한 분석인 일조권분석등과 같이 지형·지물을 고려하여 분석할 수 있는 추가적인 시뮬레이션 분석 기법을 응용한다면, 더욱 현실적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. **KAGIS**

## 참고문헌

- 김정현, 이수범, 박병정. 2003. 잠재적 교통사고 위험 구간 선정방법 개선에 관한 연구. 대한토목학회논문집. D:291-297.
- 김중식. 2006. GIS를 이용한 도로의 결빙구간 분석. 인천대학교 박사학위논문. 7-8쪽.
- 김호용. 2010. 공간통계분석을 이용한 태양광 발전시설의 입지정확성 향상 방안. 한국지리정보학회지 13(2):146-156.
- 김호용, 백호중, 김지숙. 2010. GIS-T 환경에서 시공간분석을 이용한 교통사고 특성 비교. 한국지리정보학회지 13(2):41-53.
- 남광우, 강인주. 2007. 음주운전사고 발생위치의 임의성 검증. 한국지리정보학회지 10(2): 129-138.
- 심상우, 최기주. 2009. 도로기상요인의 영향에 따른 고속도로 교통상황 유형 분류. 대한토목학회논문집. D:685-691.
- 이영남, 김광원. 2007. 기상요소와 교통사망사고의 관계에 관한 연구. 한국경찰연구 6(3):125-164.
- 이종학, 조혜진. 2004. 악천후기상상태별 교통사고 특성에 관한 연구. 대한토목학회 정기학술대회. 3867-3870쪽.
- 조혜진, 김강수. 2006. GIS를 적용한 교통사고 위험지점의 공간 분석. 대한지리학회 학술대회논문집. 25-26쪽.
- Chrysler, S.T. and D.S. Schrods. 2005. Field Evaluation and Driver Comprehensive Studies of Horizontal Signing. Technical Report, Texas Transportation Institute, pp.18-22.
- Garber N. and L. Hoel. 2009. Traffic & Highway Engineering. Cengage Learning, 4th edition.
- MacDonald E. 2007. The Intersection of Trees and Safety. Access. pp.20-26.
- Quigley C., S. Cook and R. Tait. 2001. Field of Vision (A-pillar geometry) - A Review of the Needs of Drivers: Final Report. Loughborough: Loughborough University. pp.9-17.
- Transport Canada. 2002. Roadway/Railway Grade Crossings Technical Standards and Inspection, Testing and Maintenance Requirements. pp.132-133.
- Wang, Z. 2007. Placement design of ramp control signals. Transportation Research Record 2023:83-91.
- <http://www.solsticeamateur.com>
- <http://www.tc.gc.ca/eng/railsafety/guideline-rtd10-315.htm> 