

# 수치지도 2.0을 이용한 범죄 취약도로 및 교차점 식별기법

## Methodology of Identifying Crime Vulnerable Road and Intersection Using Digital Map Version 2.0

김의명\*

Kim, Eui Myoung

### 要 旨

최근 국가적인 차원에서 사회 안전에 대한 관심도가 증가하면서 범죄를 효율적으로 예방할 수 있는 다양한 활동을 수행하고 있다. 기존의 범죄관련 지도는 주로 범죄발생 현황에 대한 정보를 행정구역 단위로 사용자에게 제공하기 때문에 정작 여성 및 밤길을 이용하는 보행자가 안전한 도로를 사전에 파악할 수는 없었다. 이에 본 연구에서는 수치지도 2.0을 이용하여 손쉽게 범죄에 위험한 지역을 추출할 수 있는 기법을 개발하였다. 수치지도 2.0에서 범죄 발생에 위험한 지역을 찾기 위해서 도로중심선과 건물 레이어의 위치정보와 속성정보를 사용하였다. 도로중심선 레이어에서는 포장재질, 도로폭의 속성정보와 도로와 도로가 교차하는 교차각 정보를 부가적으로 추출하여 활용하였다. 건물 레이어에서는 건물종류에 대한 속성정보를 사용하였다. 도로중심선과 도로교차점에 포장재질, 도로폭, 도로교차각, 건물종류 등을 고려하였을 경우의 위험점수를 모두 합산하여 설정된 임계값을 벗어나는 지역을 범죄 발생이 일어날 수 있는 위험지역으로 추출하였다. 본 연구에서 개발한 방법론을 검증하기 위해서 실험을 수행하였다. 실험을 통해서 수치지도 2.0의 도로와 건물 레이어만을 이용하여 공간적인 측면에서 범죄 발생에 지역을 추출할 수 있었다. 본 연구의 결과는 향후 범죄 예방의 행정적인 측면에서는 식별된 범죄 발생에 취약한 지역에 대해 가로등, 보안등과 같은 안전시설물을 추가적으로 설치함으로 위험지역의 안전도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 범죄 위험지역, 수치지도, 도로중심선, 건물, 위험점수

### Abstract

As interest in social safety has recently increased at the national level, the various activities which can effectively prevent crimes are being carried out. Because the existing maps related to crimes provide the information about the present condition of crimes by administrative district for users, women and pedestrians who go by night could not actually grasp safe roads in advance. Therefore, this study developed the methodology that can easily extract dangerous areas due to crimes by the digital map 2.0. In the digital map 2.0, location and attribute information of center-lines of roads and building layers were used to find dangerous areas of crimes in these layers. Pavement materials and road width which are already built by the attribute information were used in the center-lines of roads. Crossing angles that roads and roads cross each other were additionally extracted and utilized. The attribute information about building types were input in the building layers of the digital map 2.0. The areas that are more the threshold values set by totaling up all the risk scores when considering pavement materials, road width, crossing angles of road, and building types in the center-lines of roads and road crossings were extracted as the dangerous areas that crimes can occur. Verification of the developed methodology was done by experiment. In the spatial aspect, the dangerous areas of crimes could be found by using the digital 2.0, roads, and building layers only through the experiment. In the administrative aspect to prevent crimes, additional installation of safety facilities such as street lights and security lights in the identified areas which are vulnerable for crimes is thought to be increasing safety of dangerous areas.

Keywords : Crime Risk Areas, Digital Map, Road Centerline, Building, Risk Score

1. 서 론

아동과 여성을 대상으로 하는 성폭력은 2008년에는 15,094건에서 2012년에는 21,346건으로 줄어들지 않고 있는 실정이다. 또한, 이러한 성범죄 관련 발생지역은 대부분 인적이 드문 외진 골목길이나 주거지 등에서 발생하고 있다(Prosecution Service, 2013).

범죄지도와 관련해서 Jeon et al.(2007)은 핫스팟(hot spot) 기법을 이용하여 범죄요인과 범죄사이의 상관관계를 분석하고 그 결과를 범죄지도로 작성한 연구를 수행하였다. Kim and Lee(2011)은 수도권 5대 범죄의 결정요인에 대해서 분석하였으며 이를 통해 범죄는 공간적인 특성과 관련성이 높다는 것을 알 수 있었다.

범죄예방과 관련된 연구로 GIS 데이터를 활용하여 환경적설계를 통한 범죄예방(CPTED : Crime Prevention Through Environmental Design)의 적용가능성을 살펴보는 연구와 주거지에서 방법을 위한 CCTV 배치를 위해 보행패턴을 살펴본 연구가 있으나 보행자가 주로 이용하고 있는 도로의 기하학적인 분석과 도로의 속성정보에 대한 세심한 고려는 되지 않았다(Lee et al., 2012; Lee and Kang, 2012).

기존 연구사례를 통해서 알 수 듯이 범죄와 관련된 대부분의 연구는 범죄발생 현황에 대한 통계정보를 이용한 범죄발생의 요인분석과 CPTED의 적용성 분석 등이 대부분이고, 범죄 예방적인 측면에서 일반 시민에게 범죄에 취약한 도로 정보를 알려줄 수 있는 연구는 미진한 실정이다.

이에 본 연구에서는 범죄현황에 대한 정보를 사용하지 않고 공간적인 측면에서 수치지도 2.0에서 도로 및 건물의 위치정보와 속성정보를 이용하여 범죄에 취약한 도로 및 도로교차점을 찾아내는 것을 목적으로 하였다.

2. 수치지도 2.0과 범죄 관련 레이어

범죄에 취약한 도로를 추출하기 위해서 쉽게 사용할 수 있는 자료는 수치지도이다. 수치지도는 도로, 건물, 시설물, 행정경계, 주기 등의 정보를 제공하고 있으며 전국을 1/5,000 축척으로 제공하고 있으며 도시지역은 1/1,000으로 제작되고 있다. 수치지도는 위치정보만을 주로 표현하고 있는 버전 1.0과 위치정보와 속성정보를 모두 가지고 다양한 공간분석을 수행할 수 있는 버전 2.0의 두 가지 종류가 있다.

수치지도 2.0은 교통, 건물, 시설, 식생, 수계, 지형, 경계, 주기의 8개로 분류되어 있으며 8자리의 레이어 코드를 가지고 있다.

수치지도 2.0에서 범죄유발지역 또는 범죄발생과 관련이 있는 레이어를 선택하기 위해서 기존 연구사례를 분석하였다. Park(1994)은 범죄유형별 범죄발생 장소의 사례를 조사하고 범죄발생공간의 구성요소에 대한 항목을 도출하였다. Choi and Ki(1998)는 범죄유발지역에 대한 물리적 요인을 분석하면서 주택유형의 특성을 분석하였다. 또한, Lee(2011)는 범죄발생의 시공간적 발생현황과 범죄예방정책방안을 도출하였다. Park et al.(2012)은 특정 지역 혹은 공간에 대해 범죄위험성을 평가할 수 있는 도구를 개발하고 실제 사례를 분석하면서 주택유형을 고려하였다. 범죄발생의 물리적 요인으로 지역의 주택유형이 가장 중요한 것으로 나타났다. 또한 범죄발생 건수를 분석한 결과 노상에서 발생한 범죄건수가 가장 많은 것을 알 수 있었다.

기존의 연구결과를 토대로 본 연구에서는 Table 1과 같이 수치지도 2.0에서 범죄가 가장 많이 일어나는 노상의 정보를 알 수 있는 도로중심선(Road Centerline)과 주택유형을 살펴볼 수 있는 건물(Building)을 선택하였다(Shin and Kim, 2014a; Park, 2003).

Table 1에서 알 수 있듯이 도로중심선에는 도로번호, 명칭, 도로구분, 포장재질, 차로수, 도로폭, 일방통행의 7가지 속성항목이 있고, 건물에는 명칭, 종류, 용도, 주기, 층수의 5가지 속성항목이 있다.

도로중심선과 건물 레이어의 다양한 속성항목 중에서 범죄발생에 취약한 도로를 추출하기 위해서 사용한 속성항목은 Table 2와 같다. 도로중심선에서는 포장재질(pavement material)과 도로폭(road width)을 사용하였으며 건물에서는 주택의 유형정보를 알 수 있는 건물종류(building type)를 사용하였다.

Table 1. Selected Layers from Digital Topographic Map 2.0

| Group          | Feature         | Geometry Type | Attribute           |
|----------------|-----------------|---------------|---------------------|
| Transportation | Road Centerline | Polyline      | Road Number         |
|                |                 |               | Road Name           |
|                |                 |               | Road Type           |
|                |                 |               | Pavement Material   |
|                |                 |               | Number of Lanes     |
|                |                 |               | Road Width          |
|                |                 |               | One-Way             |
| Building       | Building        | Polygon       | Building Name       |
|                |                 |               | Building Type       |
|                |                 |               | Purpose of Building |
|                |                 |               | Annotation          |
|                |                 |               | Number of Stories   |

Table 2. Attributes of road center-line and building layers

| Feature         | Attributes         | Types  | Remarks        |
|-----------------|--------------------|--|----------------|
| Road Centerline | Pavement Material  | Asphalt, Asphalt concrete, Concrete, Block, Unpaved road, etc.   | Existing Item  |
|                 | Road Width         | -  | Existing Item  |
|                 | Intersection Angle | -  | Newly Creation |
| Building        | Building Type      | General house, Townhouse, Apartment, building but house, non-walled building, greenhouse, building under construction, Tabernacle, unclassified. | Existing Item  |

기존의 도로중심선의 속성정보에는 없지만 범죄발생 측면에서 도로와 도로가 교차하는 교차각도 (intersection angle)는 위험인물의 식별성 측면에서 중요하다 판단하여 신규로 속성항목을 생성하였다.

Table 2에서 알 수 있듯이 포장재질 속성항목은 아스팔트, 아스팔트콘크리트, 콘크리트, 블록, 비포장, 기타로 구성되어 있고, 도로폭은 크기가 기록되며 교차각은 각도가 도(°) 단위로 입력된다. 건물종류에 대한 속성항목은 일반주택, 연립주택, 아파트, 주택외건물, 무벽건물, 온실, 공사중건물, 가건물, 미분류로 구성된다.

### 3. 제안한 범죄 취약도로 추출 방법

#### 3.1 방법론

Fig. 1은 수치지도 2.0에서 범죄 발생에 취약한 도로 교차점과 도로중심선을 추출하는 방법론을 나타낸다.

수치지도 2.0에서 Fig. 1과 같이 도로중심선과 건물 레이어를 선택하고 도로중심선에서 이미 속성정보로 구축되어 있는 포장재질과 도로폭을 고려하고 신규로 교차각에 대한 속성정보를 추가하였다.

도로중심선 레이어에서는 교차각(신규생성), 포장재질, 도로폭에 따라 속성별로 위험점수를 부여한 후 경중률을 고려하여 위험등급점수를 산정하였다. 이렇게 산정한 위험등급점수는 도로교차점에 위험점수를 합산하여 부여한 후 설정된 임계값을 벗어나면 위험한 교차점으로 추출하였다.

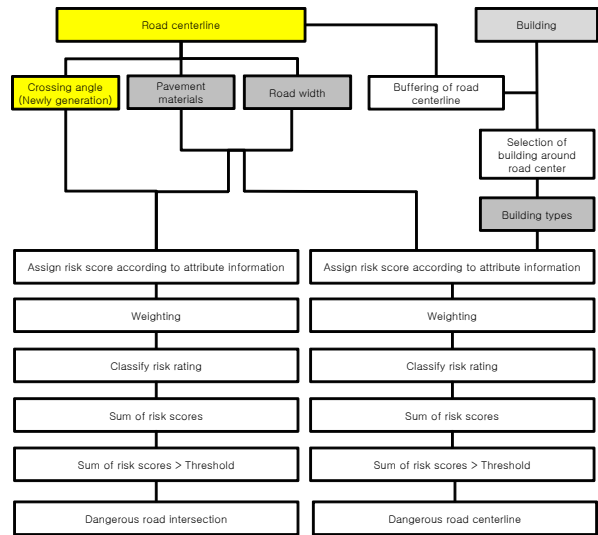


Figure 1. Flowchart of this study

위험한 도로중심선을 찾기 위해서 먼저 도로중심선에서 일정한 범위내에 있는 건물을 선택하였다. 선택된 건물의 종류와 도로중심선의 포장재질, 도로폭을 고려하여 위험점수를 부여하였다. 부여된 위험점수는 다시 경중률을 고려하여 위험등급점수를 계산하고 합산한 후 이를 도로중심선에 부여하였다. 설정된 임계값을 벗어나는 경우 이를 위험한 도로중심선으로 추출하였다.

다음은 각각의 항목별로 도로교차각, 버퍼링을 통해 건물을 찾는 방법, 위험등급점수, 경중률을 고려한 위험합산점수의 부여 등에 대해서 기술하였다.

도로의 교차각은 인접한 도로상에서 마주오는 사람을 식별하는데 중요한 요소로 작용한다. 그러나 수치지도 2.0의 도로중심선에 속성항목으로 도로 교차각에 대한 정보가 없기 때문에 교차각에 대한 속성을 신규로 생성하였다. 이를 위해, 도로중심선과 도로중심선이 교차하는 지점에 교차점을 Fig. 2와 같이 생성하였다. 교차점을 중심으로 폴리라인을 구성하고 있는 가장 가까

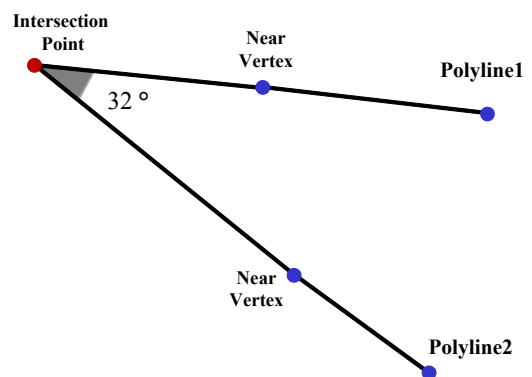


Figure 2. Crossing angle of road center-line



Figure 3. Selected buildings by buffer analysis

운 절점(vertex)을 찾고 교차점과 절점의 좌표값을 이용하여 도로교차각을 계산한 후 이를 교차각 속성정보에 입력되도록 하였다.

건물 레이어에서는 속성정보인 건물종류를 이용하였다. 건물을 선택하는 방법은 Fig. 3과 같이 도로중심선에서 버퍼링을 통한 공간검색을 수행하여 일정한 범위 내에 위치한 건물을 선택하였다.

Fig. 3은 도로중심선에서 버퍼링을 통하여 일정한 범위 내에 존재하는 건물을 찾아내는 것을 나타낸다.

### 3.2 위험점수 부여

도로중심선과 선택된 건물에 대해 각각의 속성별로 위험점수를 부여한다. 도로중심선의 속성정보에 대한 위험점수의 부여방법은 다음과 같다. 도로중심선은 선형 형태의 자료로 구축되어 있으며 Fig. 4와 같이 도로와 도로가 서로 평행하게 교차하는 경우는 시야가 충분히 확보되기 때문에 범죄에 다소 안전하다고 판단하였다. 또한, 직교하는 도로에는 중간정도의 위험도를 두었다. 반면에 도로의 교차각이  $45^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 이거나  $135^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 와 같이 예각과 둔각 형태로 교차하는 경우 마주 오는 사람의 식별이 쉽지 않다고 판단하여 다소 높은 위험점수를 부여하였다.

도로의 포장재질에는 Table 2와 같이 아스팔트, 아스팔트콘크리트, 콘크리트, 블록, 비포장, 기타의 속성정



Figure 4. Risk of crossing angle of road



Figure 5. Classify risk rating according to building types

보가 제공되며 콘크리트, 블록, 비포장, 기타의 속성을 가지고 있을 경우 차량 보다는 보행자 통행이 우선될 수 있으므로 높은 위험점수를 부여하였다(Shin and Kim, 2014b). 또한 도로폭의 경우 양방향으로 차량이 통행할 수 있는 8m를 기준으로 도로폭이 좁아질수록 높은 위험점수를 부여하여 등급화하였다.

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 의하면 도로는 사용 및 형태, 규모 및 기능별로 구분할 수 있다. 8m는 도로를 규모별로 분류할 경우 광로, 대로, 중로, 소로중에서 소로 3류에 해당하는 것으로 가장 최소도로를 나타낸다.

건물 레이어의 건물종류에 대한 위험점수의 부여시 건물의 종류가 빌딩과 같은 주택외건물일 경우 보다는 가건물이나 무벽건물일 경우 관리인이 없거나 인적이 드물기 때문에 보행자측면에서 위험하다고 판단하여 높은 위험점수를 부여하여 등급화하였다.

Fig. 5는 도로중심선에서 버퍼링을 통해 검색된 건물에서 건물종류를 찾아 위험점수를 도로중심선에 부여한 것이다. Fig. 5에서 알 수 있듯이 무벽건물, 가건물 등이 있는 주변 도로가 붉게 나타난 것을 알 수 있다.

도로중심선과 도로교차각에 사용된 속성은 모두 0~10사이의 위험점수를 부여하였다.

### 3.3 등급화

도로중심선 레이어의 교차각, 포장재질, 도로폭과 건물 레이어의 건물종류에 대한 속성별 위험점수는 Table 3의 경중률을 곱한 후 위험등급점수를 부여하였다.

Table 3에서 알 수 있듯이 도로중심선에서는 위험한

Table 3. Risk rating and weight

| Types             | Attributes        | Weight | Risk rating       |
|-------------------|-------------------|--------|-------------------|
| Road centerline   | Pavement material | 0.2    | risk score×weight |
|                   | Road width        | 0.5    |                   |
|                   | Building type     | 0.3    |                   |
| Road intersection | Pavement material | 0.2    | risk score×weight |
|                   | Road width        | 0.3    |                   |
|                   | Crossing angle    | 0.5    |                   |

도로를 찾기 위해서 포장재질, 도로폭, 건물종류를 고려하였으며 도로폭에 가장 높은 50%의 경중률을 부여하고 건물종류와 포장재질에는 각각 30%와 20%의 경중률을 부여하였다.

유사하게 위험한 교차점을 찾기 위해서 포장재질, 도로폭, 교차각을 고려하였으며 교차각에 가장 높은 50%의 경중률을 부여하고 도로폭과 포장재질에는 각각 30%와 20%의 경중률을 부여하였다.

각각의 위험등급점수는 식 (1)과 같이 합산되어 일정한 임계값을 기준으로 위험합산점수가 높으면 범죄에 취약한 도로 또는 도로교차점으로 판정하고 위험합산점수가 낮으면 안전한 도로 또는 도로교차점으로 판정하였다.

$$\sum_{i=1}^n w_i f_i = w_1 f_1 + w_2 f_2 + \dots + w_n f_n \quad (1)$$

여기서,  $n$ 은 사용한 항목을 나타내는 것으로 도로중심선 레이어에서는 포장재질, 도로폭, 교차각을 나타내고 건물 레이어에서는 포장재질, 도로폭, 건물종류 ( $n=3$ )를 나타낸다.  $f_i$ 는 범죄 취약도로를 추출하기 위해서 도로중심선과 건물 레이어에서 사용한 속성정보 (포장재질, 도로폭, 건물종류 또는 포장재질, 도로폭, 교차각)을 나타내며  $w_i$ 는 자료처리를 정규화하기 위해서 설정한 경중률을 나타낸다.

범죄취약도로를 나타내기 위해서 도로중심선에는 포장재질, 도로폭, 건물종류를 고려하고 도로교차점에는 포장재질, 도로폭, 교차각도를 고려하여 범죄발생에 취약한 도로와 교차점을 표출하였다.

#### 4. 실험

##### 4.1 대상지역

도시 재개발, 재건축 예정지역은 주택 및 도시시설물

의 노후화로 범죄발생의 우려가 높은 지역이다. 이로 인해 주로 밤길을 이용할 때 주민의 불안감이 증대된다. 본 연구의 대상지역도 이러한 도시 재개발 예정 지역 중의 하나를 선택하였다. 본 연구에서 사용한 수치지도 2.0은 1/1,000 축척이며 타원체는 GRS80타원체의 TM투영을 한 자료를 사용하였다.

수치지도 2.0에서 위치정보는 NGI 형태로 제공되고 속성정보는 NDA 형태의 국토지리정보원 내부포맷으로 제공되기 때문에 자료처리를 위해서 셰이프파일(shapefile)로 변환하였다.

##### 4.2 수치지도 2.0을 이용한 범죄 취약도로 추출

도로 주변에 존재하는 건물의 종류에 따라 위험도가 다르기 때문에, 하나의 도로중심선에 인접해 있는 건물들의 정보를 추출할 필요가 있다.

수치지도 2.0에서 도로중심선과 건물 레이어를 선택하고 도로중심선에 인접해 있는 건물을 추출하기 위해서 약 5m 버퍼링을 수행하였다. 5m 버퍼링값은 도로폭 8m을 기준으로 할 때 1/2에 해당하는 4m에 1m의 여유를 둔 것이다.

위험한 도로와 도로교차점을 찾기 위해 선정한 경중률에 대한 부분은 기존의 연구사례가 없어 본 연구에서는 8명의 인원이 실험지역을 주야간으로 방문하여 표시한 것을 토대로 정량화하여 사용하였다. 도로중심선과 도로교차점에 대해 속성별로 부여한 위험점수는 각각 Table 4와 Table 5와 같다.

Table 4. Risk score of road centerline

| Items             | Attributes                                     | Risk score |
|-------------------|--|------------|
| Pavement material | Asphalt, Asphalt concrete                      | 1          |
|                   | Concrete, Block, Unpaved road, etc.            | 10         |
| Road width        | 1m   | 10         |
|                   | 2m   | 9          |
|                   | 3m   | 8          |
|                   | 4m   | 7          |
|                   | 5m   | 6          |
|                   | 6m   | 5          |
|                   | 7m   | 2          |
|                   | 8m   | 1          |
|                   | More than 8m                                   | 0          |
| Building type     | building but house                             | 1          |
|                   | Apartment                                      | 2          |
|                   | General house, Townhouse, non-walled building, | 5          |
|                   | building under construction, unclassified.     | 10         |



Table 5. Risk score of road intersection

| Items             | Attributes                          | Risk score |
|-------------------|-------------------------------------|------------|
| Pavement material | Asphalt, Asphalt concrete           | 1          |
|                   | Concrete, Block, Unpaved road, etc. | 10         |
| Road width        | 1m                                  | 10         |
|                   | 2m                                  | 9          |
|                   | 3m                                  | 8          |
|                   | 4m                                  | 7          |
|                   | 5m                                  | 6          |
|                   | 6m                                  | 5          |
|                   | 7m                                  | 2          |
|                   | 8m                                  | 1          |
|                   | More than 8m                        | 0          |
| Crossing angle    | 0°~29°                              | 1          |
|                   | 30°~60°                             | 10         |
|                   | 61°~119°                            | 4          |
|                   | 120°~150°                           | 10         |
|                   | 151°~180°                           | 1          |



Figure 6. Crime vulnerable roads

각각의 속성별로 위험점수와 경중률을 고려하여 위

험등급점수를 부여하고 도로중심선과 도로교차점에 위험합산점수를 계산하였다.

계산된 위험합산점수는 최소값과 최대값의 범위를 기준으로 등간격(equal interval classification)으로 3등급화하였다. 이를 통해, 도로중심선과 도로교차점에서 범죄발생 안전, 보통, 위험 3단계로 구분하여 표현하였다.

1/1,000 축척의 수치지도 2.0에서 제안한 방법론을 적용하여 처리한 범죄 취약도로는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 점형태로 표현된 것은 도로교차점을 나타내고 선형태로 표시된 것은 도로중심선을 나타낸다.

4.3 범죄취약지 결과분석

본 연구에서 개발한 방법론을 적용하여 추출한 범죄발생에 취약한 도로는 주거지역 내에서 도로폭이 좁은 작은 골목길이나 막다른 골목 등인 것으로 나타났다. 또한, 위험한 교차점은 도로폭이 8m 이상인 지역에서 2군데 나타났으며, 도로폭은 좁은 지역에서 4개 지점이 나타났다.

도로폭이 8m 이상으로 큰 지역에서 위험한 교차점이 나타난 이유는 도로의 포장재질과 도로폭에 비해서 교차각이 많은 영향을 미친 것을 알 수 있었다.

도로폭이 3m 미만이고 위험한 교차점으로 나타난 4개 지점은 포장재질이 콘크리트 이면서 교차각이 작은 지역으로 나타났다. 이들 4개 지점은 향후 지자체에서 CCTV, 가로등 또는 보안등을 설치하여 지속적으로 관리할 필요가 있을 것으로 사료된다.

4.4 정량적인 분석

본 연구에서는 유관기관의 협조를 통해 획득한 핫스팟 형태의 범죄현황 정보를 이용하여 본 연구의 결과를 정량적인 측면에서 분석하였다.

이를 위해, Fig. 6의 결과를 6m×6m 크기의 격자망을 구성한 후 핫스팟 결과와 일치하는 셀(cell)의 비율을 산정하였다. 격자망의 크기는 기존의 연구에서 1/5,000 축척에서 30m×30m인 점을 고려하여 축척에 비례해서 결정하였다(Yoon, 2013)

Fig. 7에서 알 수 있듯이 핫스팟 영역은 회색으로 표시하였으며 선형태로 표시된 부분은 범죄발생에 위험한 도로와 도로교차점을 나타낸다. 또한, 중첩된 부분을 통해서 일치여부를 확인할 수 있다.

핫스팟 결과와 일치여부는 Fig. 6에서 위험으로 분류된 지역과 중첩분석 수행하여 판단하였으며 일치율은 약 46%로 나타났다. 일치율이 다소 낮은 이유는 본 연구에서는 범죄발생에 취약한 도로와 도로교차점을 주로 찾은 데 반해 핫스팟 결과는 실제 범죄발생 위치를

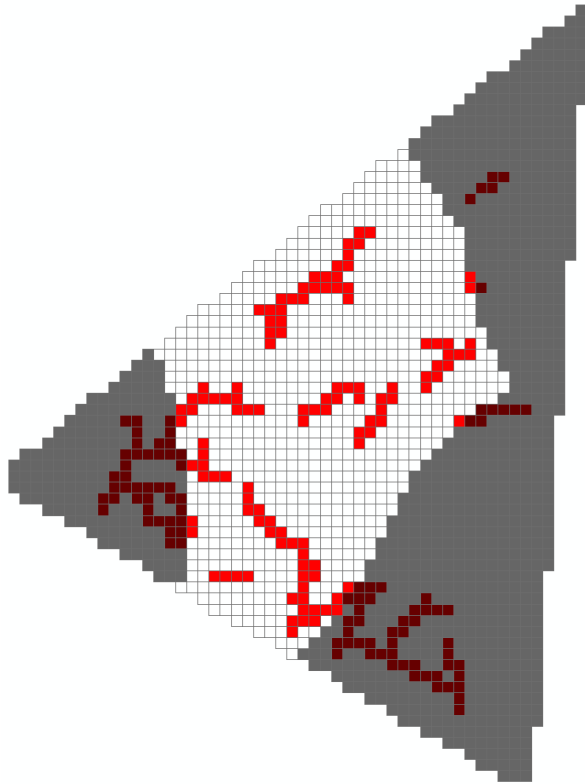


Figure 7. Overlay analysis between crime risky areas and crime hotspots

기준으로 일정한 영역을 표시한 것이기 때문이다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 수치지도 2.0을 이용하여 범죄발생에 취약한 도로 및 도로교차점을 찾는 것을 목적으로 자료처리를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 범죄는 인적이 드문 도로변에서 주로 발생하는데 수치지도 2.0의 도로중심선과 건물 레이어가 범죄발생에 취약한 공간적인 정보를 결정하는데 중요하게 사용될 수 있다는 것을 알 수 있었다.

둘째, 수치지도 2.0의 도로중심선, 건물과 추가적으로 생성한 도로교차점을 이용하여 범죄발생에 취약한 도로와 도로교차점을 추출할 수 있는 방법론을 개발하였다.

셋째, 실험을 통해서 실제 도시지역에서 범죄 발생에 취약한 도로 및 도로교차점을 찾을 수 있었으며 이러한 정보는 지자체에서 가로등, CCTV 등의 안전시설물을 설치하는 데 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 2014년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사를 드립니다.

## References

1. Choi, I. S., Ki, K. D., 1998, Risk factors in victimization of household theft and personal theft in Korea : an application of routine activities theory and social disorganization theory, Korean Criminological Review, Vol. 9, No. 4, pp.61-80.
2. Jeon, J. H., Kwon, J. H., Yang, H. J., Spatial crime analysis using GIS, 2007, Journal of The Korean Society for Geospatial Information System, Vol. 15, No. 1, pp.3-7.
3. Kim, H. J., Lee, S. W., 2011, Determinants of 5 major crimes in Seoul metropolitan area: application of mixed GWR model, Seoul City Research, Vol. 12, No. 4, pp.137-155.
4. Lee, H. B., 2011, Crime prevention through environmental design(CPTED) strategy of Daejeon - A study on the application of CPTED in residential and school, Daejeon Development Institute.
5. Lee, J. H., Yoo, S. K., Kim, J. H., Kim, J. J., 2012, Fundamental study on possibility to apply the elements of CPTED to GIS, Proceedings of Architectural Institute of Korea, Vol. 32, No. 2, pp.243-244.
6. Lee, S. J., Kang, S. J., 2012, A study on the methodology of positioning security CCTV cameras in urban residential district through using space syntax, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 28, No. 9, pp.55-62.
7. Park, K. C., 1994, A study on the types and improvement methods of crime occurring space in residential area - Focused on private residential area in Dong-Gu, Kwangju, Korean Criminological Review 94-13, pp. 11-237.
8. Park, K. R., Choi, I. S., Park, S. H., Ko, C. Y., Kang, Y. G., Park, H. H., Lee, K. H., 2012, The development of crime risk assessment tool and its application in south Korea, Korean Institute of Criminology.

9. Park, M. G., 2003, The implementation of crime probability map using GIS analysis—focused on Sungbook—gu, Seoul, Master's Thesis, Kyunghee University.
10. Prosecution service, 2013, Analytical report on crimes, Vol. 146.
11. Shin, M., G., Kim, E. M., 2014a, Extraction of crime safety vulnerable spots using digital topographic map, 2014 Conference of the Korean Society for Geospatial Information System, pp.207—208.
12. Shin, M., G., Kim, E. M., 2014b, Extraction of dangerous roads easily exposed to crime using korean digital topographic map 2.0, The 16th International Symposium of Geospatial Information Science and Urban Planning, 19—21 Feb, pp.135—142.
13. Yoon, B. C., 2013, A study on naming rules of grid—based code for geo—spatial information services, Master's Thesis, The University of Seoul.