

공간분석을 활용한 CCTV 입지 최적지 선정에 관한 연구 - 서울시 동작구를 중심으로 -

김 도 우

(경남대학교 법정대학 경찰학과 교수)

박 준 휘

(한국형사정책연구원 법무사법개혁연구실장)

공간분석을 활용한 CCTV 입지 최적지 선정에 관한 연구^{*} - 서울시 동작구를 중심으로 -

김도우^{**} · 박준휘^{***}

【국문요약】

본 연구는 공간분석 및 사회통계기법을 활용하여 CCTV 입지최적지 선정기준을 제시하는데 목적을 두고 있다. 서울시 동작구를 사례지역으로 하여 CCTV 입지최적지 선정에 위한 2단계 다기준 선정작업을 수행하였다. 1차 스크리닝에서는 범죄데이터, 무질서데이터, 범죄위험과 관련된 각종 사회·경제·환경 데이터들을 공간분석기법 및 통계기법을 이용하여 격자단위로 분석함으로써 우선순위 상위 격자단위를 추정하였다. 2차 스크리닝에서는 1차에서 선택된 격자단위 내에 포함된 CCTV설치 민원분석과 현장조사를 이용하여 최종적으로 선정하는 작업을 수행하였다. 이상의 과정을 통하여 입지최적지로 60개의 최적지점 선정하였으며, 다양한 데이터를 적용시킨 설치기준에 따라 우선순위를 정하였다. 본 연구를 통하여 단기적인 차원에서 신규로 60개 미만의 CCTV를 설치할 경우, 매우 실제적인 가이드라인으로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 뿐만 아니라, 1,144개의 민원에 대한 전체 우선순위를 범죄, 비범죄, 범죄위험도 등 종합적인 차원에서 제시하고 있다는 점에서 민원을 접수한 주민들을 설득하고 합리적인 기준을 공유하는데 필요한 근거를 마련해주고 있다

* 이 연구결과물은 2017학년도 경남대학교 신진교수연구비 지원에 의한 것임.

** 경남대학교 법정대학 경찰학과 교수, 범죄학 박사. (제1저자)

*** 한국형사정책연구원 법무사법개혁연구실장, 행정학 박사. (교신저자)

- 주제어 : 폐쇄회로 텔레비전, 공간분석, 입지최적지, 범죄예방, 설치기준

목 차
I. 서론
II. 이론적 배경
III. CCTV 입지최적지 선정기준
IV. SWOT 분석을 통한 효율적 운영방안
V. 결론

I. 서론

최근에는 전자통신기술의 발달에 따라 폐쇄회로 텔레비전(Closed Circuit Television, 이하 CCTV) 가격은 내려가면서도 그 성능은 계속적으로 개선되는 상황이 전개되면서, CCTV의 대중화가 빠르게 진행되고 있다.¹⁾ 더욱이 일반인들의 범죄불안감이 커져가면서 CCTV는 일반인들이 가장 선호하는 범죄예방 수단으로 받아들여지고 있다(김도우·박준휘, 2017:74-75). 이에 따라 각 지자체별로 자신의 동네에 방범용 CCTV 등을 설치해 달라는 민원은 해가 갈수록 증가하고 있으나 CCTV 설치계획량은 터무니없이 부족하여 CCTV 설치와 관련된 주민들의 불만이 잠재하고 있는 실정이다. 그럼에도 불구하고 각 지자체에서는 CCTV 설치위치를 선정함에 있어서 객관적인 설치기준을 마련하지 않은 채, 단순히 CCTV 설치민원 지역 중에서 범죄발생빈도가 높은 지역을 우선으로 CCTV를 설치하고 있다.

이러한 단편적이고 비과학적인 CCTV 설치위치 선정은 주민들의 이해를 얻을 수 없을 뿐 아니라 CCTV 설치장소 선정을 둘러싸고 주민간 갈등이 발생할 가능성을 야기한다. 또한, CCTV의 설치위치에 따라 범죄예방 및 채증활동과 관련된 효과성이 달라진다는 점을 고려할 때, CCTV 설치와 관련된 합리적이

1) 전국적으로 설치되었던 공공부문의 CCTV는 2014년 655,030대에서 2017년말 기준으로 954,261대로 45.7% 증가하였다. (출처: http://www.index.go.kr/potal/stts/idxMain/selectPoSttsIdxMainPrint.do?idx_cd=2855&board_cd=INDEX_001, 검색일자 2018. 9. 21.)

고 과학적인 기준의 마련이 요구된다.

이에 본 연구는 공간분석 및 사회통계기법을 활용하여 CCTV 입지최적지 선정을 위한 설치기준을 제시하고 검증하는데 목적을 두고 있다. 이를 위하여 범죄 및 무질서 관련 자료와 함께 사회·경제·환경적 특성요인 데이터 등을 바탕으로 CCTV 우선 설치지역을 선정하는 1차 스크리닝 분석을 실시하였다. 또한 1차 선정지역 내에 포함된 민원자료와 현장실사를 통하여 CCTV 입지최적지 선정을 위한 2차 스크리닝 분석을 실시하였다. 특히 2차 스크리닝 분석은 장소적 범죄취약성 및 CCTV 감시범위 확대를 평가기준으로 하여 합리적이고 실효성 있는 CCTV 입지최적지 선정기준이 되도록 하였다.

II. 이론적 배경

1. CCTV의 개념 및 주요기능

CCTV는 상황이나 행동 등을 감시하기 위해 고안된 실시간 감시공학기계로서(이석민·원종석, 2010: 13), 일정한 공간에 지속적으로 설치되어 사람 또는 사물의 영상 등을 촬영하거나 이를 유·무선망을 통하여 전송하는 일체의 장치를 의미한다. 「공공기관 CCTV 관리 가이드라인」²⁾에서는 CCTV를 “정지해 있거나 이동하는 사물의 순간적 영상과 이에 따르는 음성과 음향 등을 특정인이 수신이 가능하도록 하는 장치”라고 정의하고 있다. CCTV는 폐쇄적인 전송방법을 이용하여 특정인에게 영상자료를 송신한다는 점에서 불특정 다수에게 영상자료가 송신되는 방송카메라와 구분된다. 또한 「개인정보보호법 시행령」³⁾에서는 영상정보처리기기로서 CCTV와 네트워크(IP) 카메라를 구분하고 있다³⁾. 하지만 최근 네트워크를 기반으로 한 시스템이 활성화되면서 네트워크

2) 「공공기관 CCTV 관리 가이드라인」 제2조(정의) 6.

3) 개인정보보호법 시행령 제3조(영상정보처리기기의 범위) 법 제2조제7호에서 “대통령령으로 정하는 장치”란 다음 각 호의 장치를 말한다.

1. 폐쇄회로 텔레비전: 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 장치

가. 일정한 공간에 지속적으로 설치된 카메라를 통하여 영상 등을 촬영하거나 촬영한 영상정보를 유무선 폐쇄회로 등의 전송로를 통하여 특정 장소에 전송하는 장치

나. 가목에 따라 촬영되거나 전송된 영상정보를 녹화·기록할 수 있도록 하는 장치

2. 네트워크 카메라: 일정한 공간에 지속적으로 설치된 기기로서 촬영한 영상정보를 그 기기를 설치·관리하는 자가 유무선 인터넷을 통하여 어느 곳에서나 수집·저장 등의 처리를 할

(IP) 카메라의 이용이 보편화되고 있다는 점으로 볼 때 포괄적인 의미에서 네트워킹(IP) 카메라도 CCTV의 정의에 포함된다고 할 수 있다⁴⁾.

정상호·유진호·유창하·박선아(2015)는 「개인정보보호법」에 적용받는 ‘CCTV’의 범위를 ‘일정한 공간’, ‘지속적 설치’, 유·무선망을 통한 전송‘이라는 개념을 활용하여 정의하고 있다. 첫째, CCTV는 일정한 공간에 설치되고, 촬영 범위도 일정한 공간이나 구역을 촬영하는 것을 의미한다. 경우에 따라서는 이동 가능한 공간이라도 버스, 택시 등 영업용 차량 내부에 설치된 CCTV와 같이 설치 위치와 촬영 범위가 일정하게 한정되어 있다면 「개인정보보호법」상의 CCTV로 본다⁵⁾. 둘째, ‘지속적 설치’란 CCTV를 고정적·항구적으로 운영할 목적으로 설치한 것을 말한다. 예컨대, 개인용 캠코더, 디지털카메라 등으로 영상을 촬영하는 것은 CCTV의 범주에 포함되지 않는다. 만약 개인용 촬영기기를 일정한 공간에 설치해 두고 영상을 촬영한다 하더라도, 그것이 고정적·항구적으로 운영할 목적이 아닌 이상 CCTV에 해당하지 않는다. 셋째, 촬영된 정보를 유·무선망을 통하여 전송하는 장치도 CCTV의 개념에 포함된다. 실제로 CCTV는 단순히 영상만을 촬영하는 것이 아니라, 그 촬영 화면을 전송하여 그 설치목적에 따라 열람·활용하는 방식이 널리 이용되고 있다(정상호·유진호·유창하·박선아, 2015: 5-6).

2. 서울시 동작구 CCTV 설치 및 민원현황

1) CCTV 현황

<표 2-1>은 서울시 동작구의 CCTV 증가추이를 나타낸 것이다. 최근 5년동안 동작구청의 CCTV 설치대수는 꾸준히 증가한 것으로 나타났다. 구체적으로 2012년에는 456대로 전년대비 28.1% 증가하였고, 2013년에 2배 가까이 확충하여 927대로(전년대비 103.3% 증가) 큰 폭으로 증가하였다. 결과적으로 2011년 356대에서 2015년 1,287대로 2.6배 증가한 것으로 나타났다. 특히 동작구는 방

수 있도록 하는 장치

4) 유럽의 경우 이를 CCTV라고 하는 시스템적 기기에 주목하기보다 일반적으로 그 기능적 특성에 초점을 두어 “비디오 감시(video surveillance)”라 부른다(정상호·유진호·유창하·박선아, 2015: 5).

5) 반면에, ‘차량 블랙박스’와 같이 차량 내부에 설치되어 있으면서 차량 주행에 따라 외부를 촬영하는 기기의 경우에는 촬영 대상과 범위가 수시로 변동되므로 「개인정보 보호법」에 따른 CCTV에 해당되지 않는다(정상호·유진호·유창하·박선아, 2015: 6).

범용 CCTV 및 어린이보호 CCTV를 우선적으로 구축한 특징을 보이고 있다. 이러한 CCTV의 증가추세는 2013년 CCTV 통합관제센터의 구축과 함께 구민들의 CCTV 민원을 적극적으로 반영한 결과라 할 수 있다.

〈표 2-1〉 서울시 동작구 CCTV 증가추이

구 분	2011	2012	2013	2014	2015
총 계 (증감률)	356 (-)	456 (▲28.1)	927 (▲103.3)	991 (▲6.9)	1,287 (▲29.9)
범범용	213 (-)	269 (▲26.3)	527 (▲95.9)	536 (▲1.7)	764 (▲42.5)
도시공원, 놀이터 (49개소)	30 (-)	53 (▲76.7)	66 (▲24.5)	73 (▲10.6)	88 (▲20.5)
어린이보호	42 (-)	42 (▲0.0)	230 (▲447.6)	251 (▲9.1)	290 (▲15.5)
쓰레기단속	15 (-)	15 (▲0.0)	16 (▲6.7)	16 (▲0.0)	19 (▲18.8)
시설관리 (10개소)	24 (-)	37 (▲54.2)	39 (▲5.4)	43 (▲10.3)	43 (▲0.0)
교통단속	32 (-)	40 (▲25.0)	49 (▲22.5)	72 (▲46.9)	83 (▲15.3)

서울시의 CCTV 구축현황과 비교하면 서울시가 동작구에 비해 CCTV 설치대수가 더 많은 것으로 나타났다. 구체적으로 CCTV 1대당 담당인구수는 서울시 181명, 동작구 320명으로 나타났고, 단위면적(1km²)당 CCTV 설치대수는 서울시 93.9대, 동작구 78.8대로 나타났다. 행정동별로는 상도4동의 단위면적(1km²)당 CCTV 설치대수가 149.3대로 가장 높았고, 그 밖에도 사당4동(139.5대), 상도3동(138.3대), 신대방1동(129.0대), 사당1동(115.2대), 사당5동(110.5대)로 서울시 평균에 비해 높게 나타났다. 하지만 CCTV 1대당 담당인구수는 사당5동이 217.7명으로 가장 높게 나타났으나 서울시의 평균에는 미치지 못하는 것으로 나타났다.⁶⁾

6) 국립현충원, 노량진 수산시장 등 녹지 및 상업목적의 토지이용면적이 서울시 다른 구에 비하여 넓게 분포되어 있다는 점을 고려할 때, 동작구의 CCTV 설치수준이 서울시 평균에 뒤처지지 않는 평가됨

〈표 2-2〉 서울시 동작구 행정동별 CCTV 설치 현황

행정동	CCTV 설치대수	CCTV 1대당 담당인구	단위 면적당 CCTV 설치대수	행정동	CCTV 설치대수	CCTV 1대당 담당인구	단위 면적당 CCTV 설치대수
서울시 (전체)	<u>56,813</u>	<u>181.2</u>	<u>93.9</u>	사당1동	91	262.4	115.2
동작구 (전체)	<u>1,288</u>	<u>320.5</u>	<u>78.8</u>	사당2동	70	442.0	25.5
노량진1동	120	282.1	75.9	사당3동	65	382.1	70.7
노량진2동	64	240.2	98.5	사당4동	53	288.3	139.5
상도1동	100	483.9	66.2	사당5동	63	217.7	110.5
상도2동	75	331.7	77.3	대방동	119	338.8	76.8
상도3동	83	307.1	138.3	신대방1동	80	351.8	129.0
상도4동	112	269.2	149.3	신대방2동	66	327.1	64.1
흑석동	127	283.0	75.6				

2) CCTV 설치 민원현황

동작구민들이 신청한 CCTV 민원의 증가추이를 살펴보면 다음의 <표 2-3>과 같다. 최근 5년 동안 동작구민의 CCTV 설치민원은 2011년 102건에서 2013년 119건(전년대비 16.7% 증가), 2013년 179건(전년대비 50.4% 증가)으로 증가 추세로 나타났다. 하지만 2013년 CCTV 통합관계센터 도입에 따른 CCTV 설치가 확대되면서 민원이 2014년 159건(전년대비 11.2% 감소), 2015년 55건(전년대비 65.4% 감소)로 감소추세를 보이는 것으로 나타났다.

〈표 2-3〉 연도별 동작구 CCTV 설치 민원현황

구 분	2012	2013	2014	2015	2016
총 계 (증감률)	102 (-)	119 (▲16.7)	179 (▲50.4)	159 (▽11.2)	55 (▽65.4)

최근 5년간 접수된 CCTV 신청민원의 신청사유별 현황을 살펴보면 다음의 <표 2-4>와 같다. CCTV 신청사유는 범죄발생후, 범죄예방(방법), 쓰레기, 차량

훼손, 안전(재난), 교통, 성능개선으로 크게 구분된다. 이 중에서 범죄발생이후 (32.1%), 범죄예방(49.0%), 차량훼손(7.2%)로 범죄관련 민원 신청이 전체의 88.3%를 구성하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 2-4〉 설치목적별 CCTV 민원현황

구분	범죄	방범	쓰레기	개선	교통	안전 (재난)	차량 훼손	계
민원수 (단위:건)	419	640	74	2	51	26	94	1306
	32.1%	49.0%	5.7%	0.2%	3.9%	2.0%	7.2%	100.0%

<표 2-5>는 동작구의 행정동별 CCTV 설치 민원현황을 나타낸 것이다. 동작구의 행정동별 평균 민원신청건수는 75.9건으로 나타났고, 인구 1,000명당 민원신청건수는 2.76건으로 나타났다. 구성비로는 상도4동이 13.0%(148건)으로 가장 많았고, 대방동 8.4%(96건), 상도1동 8.3%(95건), 사당1동 7.9%(90건), 흑석동 7.7%(88건), 상도3동 7.5%(85건)로 평균 이상으로 민원을 신청하는 것으로 나타났다. 특히 상도4동의 경우 인구 1,000명당 민원신청건수에서도 4.91건으로 가장 높게 나타난 것으로 볼 때 상도4동에서 CCTV 민원신청이 가장 활발히 진행되었던 것으로 볼 수 있다.

〈표 2-5〉 행정동별 민원현황

행정동명	빈도	구성비	인구1,000명당 민원건수
노량진1동	45	4.0	1.33
노량진2동	62	5.4	4.03
상도1동	95	8.3	1.96
상도2동	65	5.7	2.61
상도3동	85	7.5	3.33
상도4동	148	13.0	4.91
흑석동	88	7.7	2.45
사당1동	90	7.9	3.77
사당2동	70	6.2	2.26
사당3동	56	4.9	2.25

행정동명	빈도	구성비	인구1,000명당 민원건수
사당4동	59	5.2	3.86
사당5동	67	5.9	4.88
대방동	96	8.4	2.38
신대방1동	52	4.6	1.85
신대방2동	60	5.3	2.78
합계 (평균)	1,138 (75.9)	100.0 (6.7)	2.76

3. 선행연구의 검토

CCTV 설치와 관련된 연구는 크게 최적지 선정에 관한 연구와 CCTV의 효과성 평가에 대한 연구로 구분된다. 우선 최적지 선정에 관한 연구의 경우에는 비효율적인 CCTV 추가 설치를 지양하기 위해 보다 효율적인 방법을 제시한 다양한 방법론이 연구되어 왔다. 가장 대표적인 것이 GIS를 활용한 공간분석 기법을 활용한 것으로 GIS 데이터베이스를 토대로 지도를 분석하고 최적 위치를 선정하고 있다. 우선 김기득·곽대훈(2003)은 범죄지형의 이론적 틀을 토대로 GIS를 활용한 미국사례지역에 대한 분석기법을 소개하였고, 김호기(2013)는 부산시 북구를 중심으로 기존 CCTV의 문제점을 입지선정에 대한 세부기준이 없어 담당자의 주관으로 인해 CCTV의 효과가 반감되고 있다고 지적하고, 대안으로 경찰서 주도로 입지를 선정할 것을 주장하였다. 또한 방법용 CCTV 입지선정에 대한 진단표를 범죄 및 불법행위 발생여부, 주요시설 인접여부, 시야 확보 요인 여부, 공공목적으로 부합되지는 여부, 기술적 설치가능 여부 등 5개 항목으로 분류하여 제안하였으며, 의사결정참여자를 각 동 단위의 자율방범대와 동장 등의 의견을 수렴하는 방안을 제시하였다. 이민정(2014)은 안산시에서 설치된 CCTV 설치 위치의 특성을 진단한 결과, CCTV가 주로 다세대주택 밀집지역에 설치되어 있으며, 인구밀도가 낮을수록, 월세가구수가 많을수록, 거주외국인 수가 많을수록, 공시지가가 낮을수록, CCTV의 설치 수가 많은 것으로 나타났고, 향후 설치되는 CCTV의 입지결정은 시설입지결정론에 입각하여 효용성에 초점을 둔 최대커버링입지문제(MCLP: Maximal Covering Location Problem)를 적용, 상주 인구밀도와 유동인구수를 중심으로 설치위치에 대한 대안을 제시하였다. 그 밖에도 김동문박재국 등(2010)은 범죄통계분석 자료와 기

존 연구결과를 활용하여 구체적으로 추가 설치가 필요한 CCTV를 산정하였고, 박현호 등(2007)은 해당 지역의 일반현황 및 범죄문제 현황 등을 활용하여 hot spot 분석을 실시하였다. 또 다른 hot spot 분석 연구로 도인록표창원(2010)를 들 수 있으며 이 연구는 특히 레이어 및 소거법을 활용한 점이 눈에 띈다.

실제 범죄자료와 사회 인구학적 자료들을 분석한 연구들이 지역에 따른 해석의 차이 및 지역적 특성만을 고려해 일반화시키기 어렵다는 한계점을 지적 하면서(이승재·강석진, 2012) CPTED개념을 바탕으로 도시건축분야에서 보편적으로 사용되고 있는 공간구문론(Space Syntax)을 활용한 연구들도 있다. 이승재·강석진(2012)의 경우 CCTV 입지 유형을 도시환경개선행, 방법시설확충형 등으로 분류하였고 장환영·김걸·이재용(2014)의 경우 사례분석을 통한 비교분석을 했다는 점에서 의의가 있다. 또한 이승재·강석진(2012)의 경우 설문조사를 통한 주민 인식 조사를 실시하여 주민 의사를 반영하였다는 점이 의미가 있다. 하지만 공간구문론에 의한 분석은 공간의 연결구조 이외의 변수들은 고려하지 못할 수 있다는 한계가 있다.

기존의 선행연구들과 달리 본 연구는 CCTV 설치 방법론을 제시함에 있어 범죄통계자료 및 현황 분석을 토대로 주변 상가, 학교, 주요 시설 등을 포함한 공간분석을 실시하여 hot spot을 설정하였을 뿐만 아니라 CCTV 설치 최적지에 대한 실질적 검증을 위해 현장 실사를 실시하였다. 또한 주민들의 인식 조사를 위하여 설문조사를 실시함으로써 민원 및 주민선호도를 파악하였으며, 100m 단위로 Grid를 설정한 뒤 범죄 및 비범죄 자료를 고려하여 구체적인 좌표를 포함한 60곳을 신규 CCTV 설치 지역으로 최종 제안하였다.

Ⅲ. CCTV 입지최적지 선정기준

1. CCTV 입지최적지 선정기준

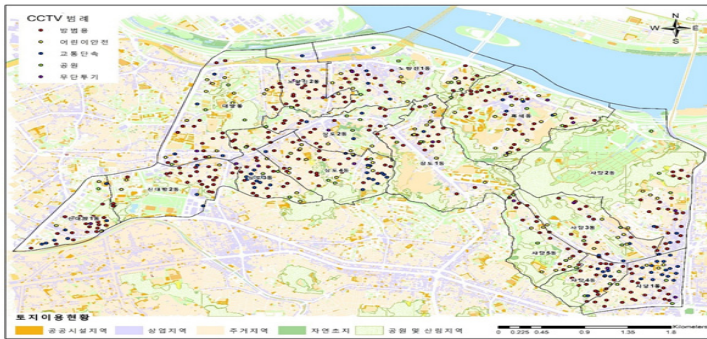
1) 1차 스크리닝(격자 기반 우선순위 선정)

(1) 분석자료

CCTV 입지최적지 선정을 위하여 서울시 동작구를 사례지역으로 지정하였

으며, 동작구를 중심으로 과거 5년간(11년~15년) 범죄발생위치, 과거(13년~15년) 3년간 112 무질서 신고위치자료, 과거 5년간(12년~16년) 접수된 CCTV 설치민원 위치, 그리고 2016년 6월 기준으로 설치된 CCTV 위치와 과거 5년간(11년~15년) 집계구역별 인구사회학적 및 물리적 특성요인들 등 입지최적지 선정에 활용가능한 모든 데이터들을 최적지 선정을 위한 기준자료로 활용하였다.

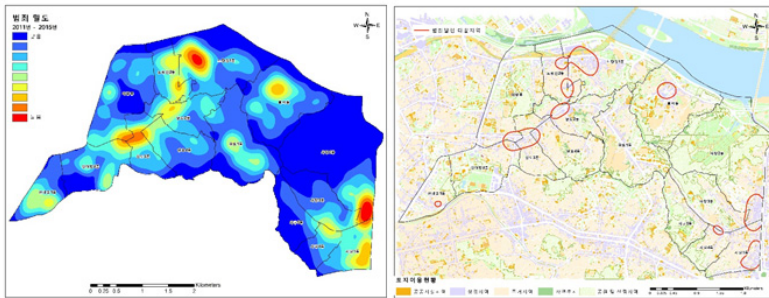
기존에 설치된 CCTV 데이터는 통합관제센터에서 제공하고 있는 동작구 CCTV총괄 현황자료를 활용하였다. 2016년 5월 기준으로 동작구내에는 총 567개소의 CCTV가 운영 중에 있으며, 그 설치목적으로는 방범용, 어린이안전, 공원, 그린파킹, 주정차, 무단투기, 시설물관리, 재난 등으로 구분되어 있다. 실내에 설치된 CCTV개소 10곳은 공간분석을 활용하는 본 연구의 성격에 맞지 않아 제외하고 총 557개소의 CCTV를 대상으로 분석을 실시하였다. <그림 3-1>은 최종 대상으로 선정된 564개소의 CCTV의 위치를 보여주는 지도로서, 대부분의 방범용 CCTV개소가 주거지에 많이 설치되어 있는 반면, 교통단속 등 비방범용 CCTV개소는 상업지역에 비교적 많이 설치되어 있는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 3-1〉 동작구내 541개 CCTV개소들의 공간분포 지도

범죄 데이터는 과거 5년간(11년~15년) 발생한 5대범죄(살인, 강간 및 강제추행, 강도, 절도, 폭력) 자료를 대상으로 분석하였다. 5년 동안 동작구 관내에서 발생한 5대범죄의 총수는 20,511건이다. 이 중 폭력이 전체 범죄의 48.9% (10,039건), 절도가 전체의 47.6% (9,754건)로서 전체 범죄의 96.5%인 대다수를

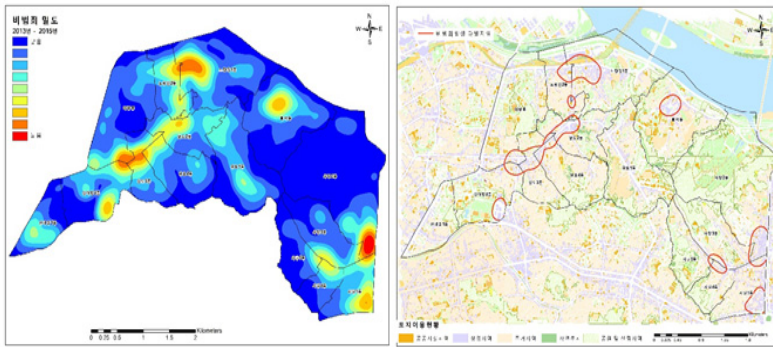
차지하고 있으며, 강간 및 강제추행 (3.1%), 살인 (0.1%), 강도(0.3%)는 아주 드문 것으로 나타났다. 이처럼 폭력과 절도에 집중된 범죄패턴은 CCTV 민원의 우선순위 선정시 고려되어야 할 중요한 정보 중 하나라고 할 수 있을 것이다. <그림 3-2>의 왼쪽 지도는 동작구 내에 약 5-6개의 범죄 집중다발지역, 소위 범죄 핫스팟이 위치하고 있음을 보여주고 있는데, 이 지도를 토지이용현황도와 중첩시켜 보여주는 오른쪽 지도에 따르면 대부분의 핫스팟들이 역세권 등 상업지구 중심으로 위치하고 있는 것으로 나타나고 있다.



〈그림 3-2〉 동작구내 범죄 다발 지역

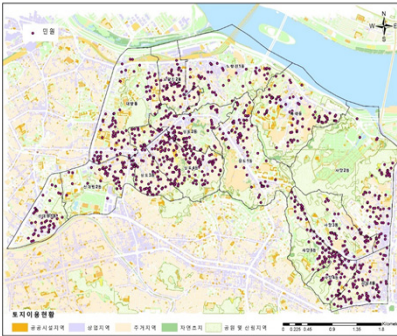
<그림 3-3>은 비범죄/무질서 사건들의 동작구내 공간적 분포지도를 보여주고 있는데, <그림 3-2>의 범죄데이터 공간분포지도와 마찬가지로 무질서/비범죄 사건들도 특정 지역인 핫스팟에서 특별히 빈번하게 일어나는 것을 알 수 있다. 이 두 지도의 비교에서 특히 주목할 만한 것은 동작구내 범죄 다발지역과 무질서/비범죄 발생 집중지역이 대부분 겹치는 것으로 나타나고 있다는 점인데, 이것은 무질서 등의 사건들이 만연한 지역에서 각종 범죄도 상대적으로 빈번하게 발생할 것이라는 “깨진 유리창이론 (Broken Window Theory)”을 어느 정도 실증적으로 반영하고 있는 것이라고 판단할 수 있을 것이다. (Wilson & Kelling, 1982).

7) 비범죄/무질서 데이터는 ‘동작구 질서유지’ 자료를 이용하여 과거 3년간(‘13년~’15년) 등록된 기타경범죄, 보호조치, 시비, 위험방지, 주취자, 청소년비행, 행패소란 등 총 8가지로 분류된 각종 무질서 사건들에 관한 데이터를 활용하였다. 이 데이터에 따르면 과거 3년 동안 동작구내 발생한 각종 비범죄 및 무질서 사례 건수는 77,006건으로서 8종류의 사건종류 중 보호조치 (37.2%)가 가장 빈번하게 일어나는 무질서 형태로 조사되었다.

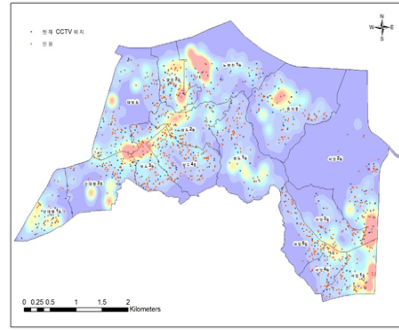


〈그림 3-3〉 동작구내 각종 무질서 사건들의 공간분포 지도

<그림 3-4>은 1,144건의 CCTV 민원접수건수의 공간적 분포를 보여주고 있는데, 이는 <그림 3-2>와 <그림 3-3>에서 나타난 범죄 및 비범죄 핫스팟의 공간적 분포와 어느 정도 유사한 양상을 보이고 있음을 알 수 있다. 이것은 동작구 주민들의 민원이 실제 과거 5년간 발생한 범죄나 무질서 발생 지역과 어느 정도 상응되게 접수되고 있다는 것을 보여주는 것으로 동작구 주민들이 최근에 발생한 범죄나 무질서들을 충분히 인지하고 이에 대한 대책 중 하나로 CCTV의 설치를 요구하고 있는 것으로 설명할 수도 있을 것이다. 특히, 기존 CCTV의 공간적 분포와 범죄/비범죄 핫스팟, 민원건수의 공간적 분포 모두를 통합적으로 비교하여 보여주고 있는 <그림 3-5>에 의하면, 기존CCTV의 설치 위치가 범죄/비범죄 핫스팟과 어느 정도 차이가 발견되는 반면, 민원위치의 경우 범죄/비범죄 핫스팟과는 어느 정도 유사한 공간적 양상을 보이고 있는 것으로 나타나고 있는데, 이는 범죄/비범죄 공간패턴 분석에 따른 민원들의 우선순위 선정작업의 중요성을 보여주고 있는 증거라고 설명할 수 있을 것이다.



〈그림 3-4〉CCTV 민원접수건수의
공간적 분포



〈그림 4-5〉기존 CCTV 설치위치와
민원접수건의 공간적 분포 비교

공간분석과 아울러 범죄발생에 영향을 미칠것으로 예상되는 변수들의 데이터를 구축하고 이를 계량통계분석을 이용하여 분석함으로써 과거범죄패턴 뿐 아니라 향후 범죄의 패턴까지 동시에 고려하여 신규 CCTV우선순위를 선정하고자 시도하였다. 이를 위해 최소 데이터 수집단위를 집계구 단위로 선정하고 집계구별 인구사회·경제적 및 도시환경적 특성요인들을 포함하고 있는 각종 통계자료원으로부터 각 집계구별 교육정도 (고등학교 교육 수료 / 4년제 대학교 교육수료), 노령화지수, 면적, 미혼남성, 미혼여성, 버스정류장, 인구수, 유흥업소 (클럽, 스텐드바, 카바레 등), 우범자, 편의점, 평균연령, 평균연간급여, 표준공시지가 등 다양한 변수들을 구축하였다. 아래 <표 3-1>은 각 집계구별 특성요인들의 기초통계량을 정리해서 보여주고 있다.

〈표 3-1〉 집계구별 인구사회경제적/도시환경적 변수 기초통계량

	평균	표준편차	최소값	최대값
고등학교 교육수료 (명)	310.74	132.20	77	1,270
4년제 대학교 교육수료 (명)	191.75	102.05	38	1,196
노령화지수 (명)	95.37	87.43	0	1,750
면적(km ²)	0.028	0.096	0.0007	2.11
미혼남성 (명)	108.88	67.31	25	738
미혼여성 (명)	96.66	50.78	23	535
버스정류장 (개)	2.47	5.73	0	60
인구수 (명)	618.38	210.74	247	1,317
유흥업소 (개)	0.15	1.12	0	17
우범자 (명)	0.27	0.58	0	4
편의점 (개)	0.28	0.73	0	8
평균연령 (세)	37.50	3.13	21	49
평균연간급여 (만원)	116.34	406.07	0	6,416
표준공시지가 (만원)	226.26	117.78	0	781.7

(2) 분석방법

앞에서 설명한 분석자료들을 바탕으로 신규 CCTV 설치를 요청한 민원들간의 우선순위를 선정하기 위해서 본 연구에서는 크게 커널밀도 추정 방법, 방격 분석, 그리고 중첩분석 등의 공간분석기법들을 활용하였고, 사회·경제·환경 변수를 이용한 범죄추정분석을 위해서는 회귀분석 등의 통계기법을 활용하였다. 즉, 커널밀도 추정 방법으로 동작구 전지역의 과거범죄 및 비범죄건수의 커널밀도면(kernel density surface)을 산출한 후, 방격분석을 위해 통상적인 CCTV 반경인 가로세로 100m의 단위로 격자를 설정하여 만들어진 각각의 격자셀 (면적0.01km²)에 대한 평균 범죄/비범죄밀도를 추산하여 결합하였다. 그런 다음 격자도와 민원위치지도를 중첩시켜 범죄밀도 또는 비범죄 밀도가 높으며 민원신청이 하나 이상 있는 격자지역을 추려 내었다. 이렇게 추려낸 격자지역과 상응하는 범죄/비범죄 커널밀도면을 결합하여 범죄/비범죄 기준 격자우선순위 등수를 모든 격자에 배정하였다. 이러한 다단계 공간분석방식을 거쳐 구축한 격자우선순위 테이블 내에 격자우선순위는 물론 각 격자에 포함되어 있는 민원들에 관한 자세한 정보, 즉 범죄밀도 원자료, 표준화지수, 민원상세이유,

민원이유카테고리, 주소 등의 변수들을 포함시킴으로써 2차 실사 및 설문조사 분석을 통한 최종 민원우선순위 및 최적지 선정에 활용할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 수행한 민원우선순위 선정 방법론을 요약하면, 다음과 같다. 우선, 1차 격자기반 스크리닝 단계에서는 다양한 공공통계자료원으로부터 수집한 모든 범죄/비범죄자료 등 각종 양적 데이터를 기반으로 공간분석, 통계분석 등 과학적이고 객관적인 방법론을 활용하여 우선순위 상위 그리드를 추출해 내었다. 이렇게 추출된 상위 격자내에 포함된 민원들을 최종 CCTV위치로 선정하는 2차 세부 스크리닝 과정에서는 설문조사에 반영된 주민들의 의사는 물론, 현장조사에서 수집된 다양한 CCTV 설치관련 정보들 (기존 CCTV의 노후화 정도, 사생활침해우려, 송신선로 유무, 아파트단지내 및 인근 관련 건설법규 등)을 상세히 고려하여 최종 60개의 최우선 민원 및 그들의 최적위치를 제시하였다. 이처럼 체계적이며 과학적인 통합적 2단계 다기준 우선선정방식 (integrative 2-step multi-criteria prioritization)을 활용함으로써 신규 설치될 CCTV 위치 선정과정의 합리성을 보장할 수 있을 뿐 아니라 CCTV 설치와 관련한 주민만족도 및 정책순응도를 극대화시킬 수 있을 것으로 기대된다.

2) 2차 스크리닝

1차 스크리닝 과정은 공간분석 및 통계분석을 기반으로 범죄, 무질서, 범죄위험도 등 다양한 기준을 이용하여 CCTV 설치 우선순위가 높은 후보격자구역을 0.01km²의 단위로 239개 (범죄기준 200개, 비범죄기준 39개)를 선정하는 작업이었다. 그러나 실제 CCTV의 설치과정에서는 사생활침해 문제도 고려해야 할 뿐 아니라, 한정된 예산을 효과적으로 활용하기 위해 한 구역내 복수의 CCTV 설치에 따른 중복의 문제도 고려해야 하는 등 실제 현장에 바탕을 둔 다양한 세부적 요소가 동시에 고려되어야 할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 1차 스크리닝 과정에서 작성된 우선순위 상위 후보격자내 상세지도를 바탕으로 현장조사 실시하고 이를 바탕으로 2차 세부 스크리닝 과정을 통해 신규 CCTV의 최적위치를 선정하고 있다.

(1) 대상지역

현장조사의 대상지역은 판별 가능한 1,144건의 CCTV 설치민원을 바탕으로 선정되었다. 대상지역의 선정절차는 공간분석 기법을 이용하여 민원들의 우선

순위를 선정하였고, 최적지 선정의 타당성을 높이기 위한 목적으로 범죄밀도가 높은 사례지역 (격자내 범죄밀도 0.3개 이상)과 범죄밀도가 낮은 통제지역 (격자내 범죄밀도 0.1개 이하)을 구분하여 선정하여 상호 비교할 수 있도록 하였다. 하지만 예산, 인력, 시간 등 제반 여건의 제약으로 선정된 모든 지역에 대한 실사는 현실적으로 불가능하여, 네이버 지도를 활용하여 CCTV 설치가 불가능한 지역들을 우선적으로 배제한 후 실사를 실시하였다.

(2) 평가항목

현장조사의 평가기준은 크게 CCTV 설치 판단요소, 공간특성, 장소특징으로 구분된다(<표 3-2> 참조).

〈표 3-2〉 현장조사의 평가항목

CCTV 설치 판단요소	필수적 판단요소	1) 은폐가능 사각지대(re)** 2) 가로변 투과성이 낮은 건물 (인위적 감시 가능성)	
		물리적 무질서	1) 버려진 쓰레기의 관찰빈도 2) 낙서 및 광고/전단지 3) 파손된 가로시설물(가로등, 화단, 벤치 등) 관찰빈도
	선별적 판단요소	1) 시야확보의 용이성(re) 2) 통행량, 보행인 등 인적의 정도(re) 3) 조도*(re)	
공간특성		1) 토지이용 2) 후미진 공간 3) 개방적 구조(re) 4) 도포폭/가로(보행로) 길이	
장소특성		1) 지하보도, 굴다리 2) 통행량, 보행인 등 인적이 드문 장소 3) 좁은 공간 4) 계단이나 언덕 등 경사가 심한 곳 5) 어두운 곳 6) 오래된 건물 7) 사용되지 공간(공터) 8) 계단 아래 등 은폐된 공간	

* 원칙적으로 조도측정은 일몰후 2시간이 지난 다음에 실시하는 것이 보다 명확한 근거를 제시할 수 있으나, 현장조사 실시 시기인 7월말에서 8월초까지의 일몰시간이 늦은 관계로 선택적 판단요소로 “가로등 설치의 적정성”으로 평가하도록 함

** (re)는 역코딩을 의미함

CCTV의 설치에 있어 현장성을 살리기 위해서는 현장실사를 통한 주관적인 판단이 개입될 필요가 있다. 특히 현장의 유동성과 주관적 판단의 개입성에도 불구하고 범죄와의 연관성이 드러난 ‘필수적 주관요소’는 참고적 의미를 지니 ‘선택적 주관요소’와는 달리 필수적 고려가 요구된다. 현장조사 평가항목에 대한 평가는 해당 원리 항목의 반영 정도에 따라 “저, 중, 고”로 구분하여 판정하도록 하였으며, 전체적으로 “저”에 해당하는 경우 해당지표의 가능성이 0%에서 5%미만인 것을 의미하고, 50%이상일 경우 “고”에 해당하여 낮거나 매우 열악한 환경임을 나타내도록 하였다. 또한 판정의 근거나 사유를 기록하는 칸을 추가하여 정성적이고 정량적인 근거가 되는 현장 촬영이나 인터뷰를 통하여 수집한 자료 내용을 기록하도록 하였다.

(3) 평가방법

현장조사의 기초적인 수준의 통일성을 유지하기 위해서 2인 1조로 구성된 1개 팀이 1개 법정동에서 주어진 시간 내에 충분한 조사가 가능한 지리적 범위를 고려하여 조사대상지점을 선정하도록 하였다. 이를 통해 선정된 조사대상지점 중 각 1개 지점에서는 1-3개 현장조사표의 작성을 원칙으로 설정하였다. 또한 현장조사는 그 성격상 정량 평가가 아닌 정성 평가 위주로 조사를 진행토록 하였고, 현장조사표를 기초로 조사하되 조사팀 별로 각자 창의적인 조사 보고서를 작성하도록 독려하였다. 이는 조사의 통일성만을 추구하면 획일적인 발견에 그칠 수 있으므로 통일성을 일정 수준 유지하되 보다 풍부한 분석 결과를 도출하기 위한 창의적 노력을 유도하기 위함이었다. 즉, 제시된 항목에 국한하지 않고 폭넓게 탐색, 발굴할 것을 주문하였다. 조사 현장에서 걸어 다니면서 육안을 통한 관찰, 경찰관, 점주/직원, 행인 등에 대한 인터뷰를 실시하고, 조사를 할 때 카메라로 평가항목과 관련된 장면을 사진 촬영토록 하였다.

IV. 분석과정 및 결과

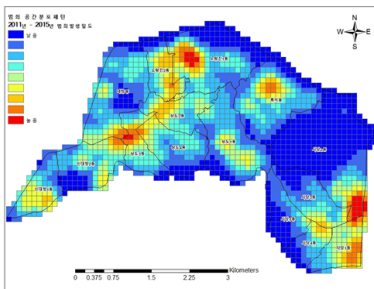
1. 범죄기반 우선순위 선정

커널밀도추정기법, 방격분석기법, 중첩분석기법을 활용하여 2011-15년까지

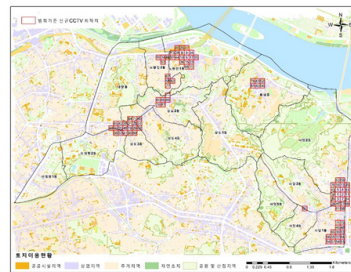
지난 5년간의 범죄데이터의 범죄커널밀도표면레이어를 구축하고 이것을 일정 크기의 격자레이어와 중첩함으로써 모든 그리드의 평균 범죄밀도 및 표준화점수를 구하고 이를 바탕으로 동작구를 커버하고 있는 모든 그리드의 순위를 배정하였다. 이러한 범죄밀도를 바탕으로 한 그리드우선순위 선정방식의 효과성을 평가하기 위해, 기존에 설치된 CCTV개소당 포괄하고 있는 범죄건수와 본 분석에서 제안한 100곳의 상위 우선순위 그리드가 그 중심점을 기준으로 동일한 반경에서 포괄할 것으로 예상되는 범죄건수를 비교하였다. 이를 통해 기존의 CCTV 설치방식에 비해 본 연구가 제시한 신규 CCTV 위치선정방식이 어느 정도 효과성의 증가를 보장하는지 파악할 수 있었다.

1) 범죄기반 그리드 우선순위 선정결과

방격분석을 위하여 통상적으로 활용되는 CCTV반경 (50m)을 고려하여 가로 세로 100m 의 단위로 동작구 전역에 총 1,816개의 격자를 설정하였다. 이 격자들을 범죄 커널 밀도 추정도와 중첩시켜 <그림 4-1>과 같이 각 격자면적당 (0.01km²)평균 범죄 발생 밀도를 각각 추산하였다. 이를 바탕으로 모든 격자를 평균 범죄 밀도가 가장 높은 격자부터 가장 낮은 격자까지 순위를 매긴후, 최종 민원 우선순위 배정 및 신규 CCTV 설치 최적지 선정을 위한 세부스크리닝 작업의 후보격자로서 1차로 100개의 격자를 추려내었는데 이들의 위치는 <그림 4-2>에 표시되어 있다.



〈그림 4-1〉
격자별 평균범죄밀도의 분포



〈그림 4-2〉 범죄기준 신규 CCTV 설치
최적 후보격자의 위치

2) 공간분석을 통한 범죄순위 그리드 우선순위 선정의 효과성 분석

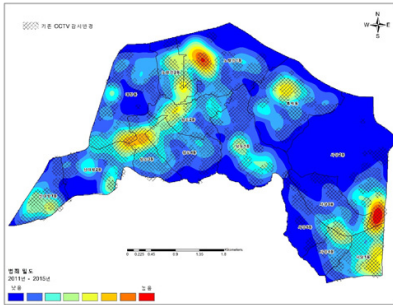
1차 격자기반 스크리닝을 통해 제시된 100개의 격자위치의 정책적 효과성 및 합리성을 평가하기 위하여 이 격자 내에 설치될 신규 CCTV가 기존에 설치된 CCTV들에 비해서 일정 반경 내에 얼마나 많은 범죄위치를 포함하고 있는지 보여주는 방법을 활용하였다. 즉, 각 격자중심에 신규 CCTV를 설치하는 것으로 가정하고, 기존 방범용 CCTV 반경내 평균 범죄건수 개수와 선정된 후보 격자 중심으로부터의 반경내 평균범죄건수 개수의 근사치를 각각 추산하여 평균적인 차이를 비교하였다.

기존 CCTV 커버리지 분석에는 CCTV 감시반경과 범죄 건수를 사용하였다. 우선, 기존에 설치되어있는 CCTV의 성능과 통상적인 반경을 고려하여, 50m 또는 100m 의 감시반경을 설정하였다. 한 개소에 200만 화소 카메라가 하나 이상 설치되어 있을 경우, 그 개소의 CCTV감시 반경은 100 m로 잡았으며, 200만 화소 카메라가 하나도 설치되지 않은 개소의 감시반경은 50m로 설정하였다. 그 결과, 감시반경 50m의 CCTV개소는 261곳, 감시반경 100m 인 CCTV개소는 303곳으로 설정되었다.

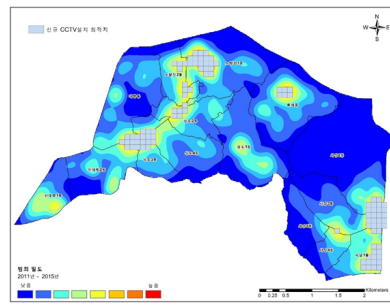
<그림 4-3>은 기존 CCTV 감시반경을 범죄밀도 지도와 중첩하여 기존 CCTV가 범죄지역을 얼마나 커버하고 있는지 보여 주고 있다. 이 지도에 따르면 기존 CCTV 감시반경은 노OO역과 이O역 부근을 제외한 상당 부분의 범죄 다발지역을 커버하고 있는 것으로 나타났는데, 지난 5년간 일어난 총 18,733개의 범죄건수중 약 65.4%인 12,260 건수가 기존 CCTV 감시반경 이내에서 발생하였음을 알 수 있다. 이는 기존 CCTV 개소당 평균 약 21.7건을 포함하는 것이라고 할 수 있다.

기존 CCTV의 감시반경내 범죄커버율과의 비교를 위해, 1차로 제안된 100개의 그리드 중심점에 감시반경 100m인 신규 CCTV가 설치된다고 가정하여 동일한 분석을 실시하였다. 공간분석에서 제안하고 있는 신규 CCTV 최적지는 기존 CCTV의 위치보다 범죄 핫스팟지역과 더 일치하고 있음을 알 수 있었다(<그림 4-4> 참조). 즉, 전체 100개소의 CCTV 감시 100m 버퍼존은 총 6,904 범죄건수를 포함하고 있어 신규 CCTV 개소 하나당 평균 약 69건을 포함하는 것으로 나타났는데, 이는 기존 CCTV 감시반경보다 약 3배 이상의 기존 범죄커버리지를 확보하고 있는 것이라고 할 수 있다. 이러한 결과는 기존의 CCTV 위치 선정방식에 어느 정도 한계(suboptimal)가 존재하고 있음을 실증적으로 보여주

면서, 동시에 본 연구에서 제시하고 있는 공간분석과 현장실사를 통해 종합적이고 체계적으로 선정되는 신규 CCTV의 위치가 범죄지역 커버리지에 있어서 유의미한 향상을 보장할 수 있을 것이라는 사실을 부각하고 있다.



〈그림 4-3〉 지역별 범죄밀도 및 CCTV 감시반경 중첩도



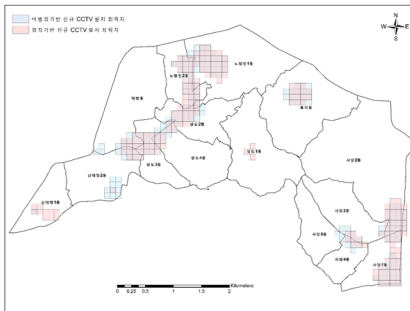
〈그림 4-4〉 지역별 범죄밀도 및 신규 CCTV 최적지 중첩도

2. 비범죄기반 우선순위 선정

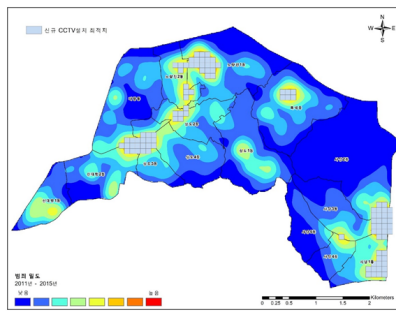
비범죄기반 우선순위 그리드 선정은 지난 3년 동안 112에 신고된 질서유지 데이터를 사용하여 범죄기반 우선순위의 방법과 동일한 방식으로 비범죄 커널 밀도레이어를 구축하고 이를 활용하여 1,816개의 그리드에 순위를 정한 후에, 범죄기반 우선순위 그리드와 동일하게 100개의 신규 CCTV최적지 후보그리드를 제안하였다. 뿐만 아니라, 비범죄밀도를 바탕으로 한 그리드우선순위 선정 방식의 효과성을 평가하기 위해, 범죄기반 우선순위와 동일한 과정을 거쳐 기존에 설치된 CCTV개소당 포괄하고 있는 비범죄건수와 본 연구에서 제안한 100곳의 상위 우선순위 그리드의 중심점으로부터의 동일반경에서 포괄할 것으로 예상되는 비범죄건수를 비교하였다. 이를 통해 기존의 CCTV 설치방식에 비해 본 연구가 제시한 신규 CCTV 위치선정방식이 비범죄커버리지에 있어 얼마나 향상되는지 검토하였다. 아울러, 최종단계로서 범죄기반 최적후보그리드 100개와 비범죄기반 최적후보그리드 100개의 위치를 비교하여 이들 간에 얼마나 많은 그리드가 중복되는지 확인하고 2차 세부실사평가를 위한 범죄/비범죄 통합 후보그리드를 선정하였다.

범죄기반 우선순위 지역과 비범죄기반 우선순위 지역 간의 중첩분석을 실시한 결과, 161개의 그리드가 범죄기반 선정과정과 비범죄기반 선정과정에서 공통적으로 선정된 것으로 나타났다. 이는 과거범죄의 공간적인 분포와 112자료에 따른 비범죄건수의 공간분포가 상당부분 일치하고 있는 것을 의미한다. 따라서 과거범죄밀도 및 패턴을 기반으로 신규 CCTV가 설치된다 하더라도 범죄 예방 효과뿐 아니라 비범죄/무질서 건수의 예방 및 감시 효과도 동시에 도모할 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

아울러 최종 스크리닝 작업에서는 범죄기반으로는 선정되지 않았으나 비범죄기반으로만 선정된 39 개의 그리드를 범죄기반으로 선정된 우선순위 그리드 200개를 보완하는 추가 그리드로 선정하여 최종 239개의 그리드 지역들을 범죄/무질서 기반 통합 신규 CCTV 설치 최적후보지로 선정하였다. <그림 4-5>는 이 최적후보지들을 토지이용도에 중첩하여 나타낸 지도이다.



〈그림 4-5〉범죄기반 및 비범죄 기반
신규 CCTV 설치 최적지 중첩도



〈그림 4-6〉지역별 범죄밀도 및 신규
CCTV 최적지 중첩도

3. 범죄예측모형을 활용한 우선순위 선정

범죄분포만을 기반으로 하여 우선순위를 정하는 방식의 한계를 극복하기 위해 동작구내 범죄발생에 영향을 미치는 것으로 판단되는 위험요인들을 파악하여 그 요인들이 집중되어 있는 지역 중에 이제까지 선정되지 않은 지역이 발견될 경우, 신규 CCTV 최적 후보지에 추가하는 작업을 수행하였다. 이러한 방식으로 우선순위를 보완할 경우, 비록 과거 5년간은 범죄가 많이 발생하지 않았

으나 통계적으로 유의미한 범죄위험요인들이 집중되고 있는 도시 및 사회 환경적 현상을 고려할 때 향후 범죄발생 가능성이 높을 것으로 예측되는 지점을 포함함으로써 CCTV의 방법효과를 예방적 차원까지 확대할 수 있을 것으로 기대한다.

1) 분석단위 및 변수

분석단위는 동작구 관내에 소속된 626개의 집계구로 설정하였다. 각 집계구별 총 인구수는 247명에서 1,307명으로 그 평균값은 618.38명으로 조사되었다. 본 연구에서 활용할 통계모형의 종속변수로는 각 집계구별 '11년~15년 사이 과거 5년간 발생한 5대 범죄 총건수를 집계구내 인구수로 조정한 지수인 “인구 100명당 범죄건수”로 설정하였고, 독립변수들은 통계청에서 5년마다 실시하는 인구주택 총 조사자료 중 가장 최근자료인 2010년도 집계구별 인구주택 총 조사 통계에서 범죄율에 영향을 미칠 것으로 예상되는 사회·인구·경제학적 및 도시 환경적 변수들을 모두 추출하여 통계분석에 반영하였다. 본 통계모형 구축에 활용한 독립변수들의 목록 및 이들의 기초통계량은 위 <표 4-1>에 정리되어 있다.

〈표 4-1〉 집계구별 인구사회경제적/도시환경적 변수 기초통계량

항목	평균	표준편차	최소값	최대값
고등학교 교육수료 (명)	310.74	132.20	77	1,270
4년제 대학교 교육수료 (명)	191.75	102.05	38	1,196
노령화지수 (명)	95.37	87.43	0	1,750
면적(km2)	0.028	0.096	0.0007	2.11
미혼남성 (명)	108.88	67.31	25	738
미혼여성 (명)	96.66	50.78	23	535
버스정류장 (개)	2.47	5.73	0	60
인구수 (명)	618.38	210.74	247	1,317
유흥업소 (개)	0.15	1.12	0	17
우범자 (명)	0.27	0.58	0	4
편의점 (개)	0.28	0.73	0	8
평균연령 (세)	37.50	3.13	21	49
평균연간급여 (만원)	116.34	406.07	0	6,416
표준공시지가 (만원)	226.26	117.78	0	781.7

2) 분석모형

분석단위를 바탕으로 수집한 독립변수, 종속변수 데이터를 사용하여 집계구별 범죄건수에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 변수들을 찾아내기 위해 종속변수가 가산자료 (count data)일때 자주 활용되는 이산자료 회귀모형인 포아송분포를 이용한 일반화 선형회귀모형을 구축하였다 (poisson regression model or Generalized Linear Model (GLM)). μ 를 모든 독립변수벡터 x 에 대한 종속변수의 y 의 조건부 확률의 평균이라고 할때, 이 모형의 기본 공식은 다음과 같다.

$$\log(\mu) = \alpha + \beta x$$

위에서 데이터를 확보한 다양한 독립변수들 중에서 최종모형에 포함될 만한 후보변수들을 추려내기 위해 각각의 독립변수후보들과 종속변수간의 피어슨 상관분석 (Pearson-correlation analysis) 을 우선적으로 실시하였다. 이 상관분석으로부터 유의성검증을 받은 변수들인 고등학교 교육수료자, 4년제 대학교 교육수료자, 노령화지수, 면적, 미혼남성, 미혼여성, 버스정류장, 인구밀도, 유흥업소, 우범자, 편의점, 표준공시지가등 13개 독립변수들을 포아송회귀모형에 포함시켜 전체모형 (full model)을 구축하였고, 반복적인 모형최적화과정을 통해 이중 일관되게 유의성을 띄는 5개의 독립변수 (면적, 인구밀도, 유흥업소수, 우범자수, 표준공시지가) 만을 포함한 제한모형 (restricted model)을 구축하였다. 이 두 모형에 따른 포아송모형의 결과는 <표 4-2>에 요약되어 있다.

우선 전체모형과 제한모형의 모델적합성을 비교하기 위해 적합도지수인 Pseudo R-Square와 AIC를 살펴보면 이 두 모형간의 적합성 차이가 거의 없는 것으로 나타나 다중모형 내에서 범죄건수와 연관성이 통계적으로 유의미하지 않은 7개변수를 제외하고 일관되게 범죄건수와 유의미한 연관성을 보이는 5개 변수만을 사용하여 범죄건수를 예측하더라도 전체적인 모델의 설명력은 큰 차이가 없다는 것이 확인되었다. 통계적 유의성이 확보된 5개 변수의 회귀계수들을 살펴보면, 집계구의 면적이 넓을수록, 집계구내 인구밀도가 낮을수록, 집계구내 평균공시지가가 높을수록, 집계구내 유흥업소와 우범자의 수가 많을수록 인구 100명당 범죄건수가 높아지는 것을 확인할 수 있었다.

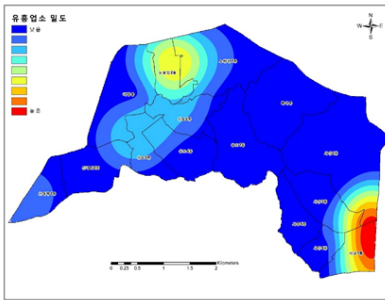
〈표 4-2〉 동작구내 연도별 오대범죄 범죄율 (1백명당) (동작구 총 인구수: 390,197)

	Full Model				Restricted Model			
	b	SE	t	P	b	SE	t	P
(intercept)	-0.3700	0.2206	-1.68	0.0935	-0.5329	0.1423	-3.73	0.0002
고등학교 (명)	-0.0016	0.0024	-0.69	0.4873				
4년제 대학교 (명)	-0.0004	0.0025	-0.15	0.8810				
노령화지수 (명)	-0.0003	0.0006	-0.52	0.6011				
면적 (km2)	0.7586	0.2735	2.77	0.0055	0.918	0.2112	4.34	0.000
미혼남성 (명)	-0.0014	0.0015	-0.95	0.3414				
미혼여성 (명)	0.0065	0.0016	3.97	0.0001				
버스정류장 (개)	0.0102	0.0064	1.59	0.1127				
인구수 (명)	-0.0002	0.0006	-0.32	0.7460				
인구밀도 (명/0.01m2)	-0.0019	0.0002	-7.57	0.0000	0.0022	0.0002	-9.38	0.0000
유흥업소 (개)	0.0693	0.0142	4.87	0.0000	0.0843	0.0130	6.47	0.0000
우범자 (명)	0.2787	0.0586	4.75	0.0000	0.3123	0.0505	6.19	0.0000
편의점 (개)	0.0336	0.0387	0.87	0.3847				
표준공시지가 (만원)	0.0038	0.0004	8.74	0.0000	0.0041	0.0003	12.01	0.0000
Pseudo R-Square	0.3286				0.3245			
AIC	1.973				1.962			

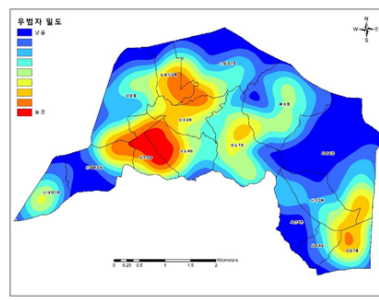
이 5개의 변수들 중 기본적인 인구사회학적 현황을 통제하기 위한 통제변수로 활용된 면적과 인구밀도 변수, 그리고 격자로 변환시 분석과 해석의 불확실성이 높아질 것으로 예상되는 표준공시지가 변수를 제외하면, 집계구내 유흥업소수와 우범자수가 범죄율에 영향을 미치는 유의미한 변수라고 판단되어진다. 특히, 이 변수들은 집계구단위로 집계된 것이 아니고 점형태로 확보된 자료여서 본 연구가 우선순위 선정을 위해 주로 사용하고 있는 공간단위인 가로세로 100미터 정방형격자로 분석단위를 변환하더라도 전혀 영향을 받지 않는다는 점에서 우선순위 선정에 매우 효과적인 변수라고 할 수 있을 것이다.

3) 범죄예측기반 신규 CCTV 설치 후보격자 선정

범죄발생에 유의미한 영향을 미칠 것으로 파악된 유흥업소와 우범자의 위치 정보를 포함하고 있는 점형자료를 이용하여 이들 두변수의 커널밀도면 지도는 아래 그림들과 같다. 이 지도들을 보면, 유흥업소와 우범자들의 공간적 분포가 비교적 상이한 것으로 나타날 뿐 아니라, 범죄커널 밀도면과 비교해보아도 어느 정도 차이가 존재하는 것으로 나타나는 것을 고려할 때, 이러한 변수들의 공간 밀집도를 고려한 추가 후보지 선정은 나름 의미를 갖고 있다고 주장할 수 있다.



〈그림 4-7〉 유흥업소 커널 밀도 분포



〈그림 4-8〉
우범자거주지 커널 밀도 분포

두 범죄예측변수에 따른 우선순위 상위지역들의 분포가 어느 정도 두드러진 차이를 보이고 있는 것이 사실이나, 두 변수 모두 비교적 높은 밀도를 보여 중복 선택된 격자가 26개 존재하는데, 이 지역은 하나의 변수에 의해서만 상위로 선택된 격자지역보다 더 범죄위험도가 높을 것으로 판단하여 이들 지역만을 추려낸 지도는 아래 <그림 4-9>와 같으며, 이 26개의 격자중 위에서 범죄/비범죄 기반으로 선택된 239개의 격자와 겹치지 않는 15개의 신규 격자들은 <그림 4-10>에 표시되어 있다.



〈그림 4-9〉 우범자/유흥업소 공통으로 상위 100개에 선정된 후보격자의 위치(26개)

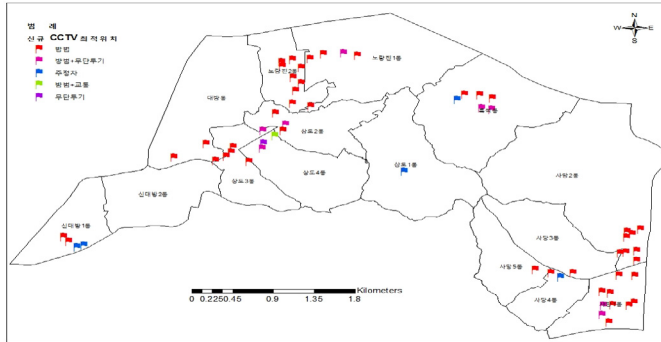


〈그림 4-10〉범죄예측모형에 따라 기존후보격자군에 추가된 신규 CCTV 설치 후보격자들(15개)

이러한 과정을 거쳐 선정된 15개의 추가 후보격자들은 노002동과 사01동 00초등학교 일대에 분포하고 있었고, 총 254개의 후보격자가 최종 선정되어 이 후보격자 내에서 다음절에서 기술될 최종 스크리닝을 통해 신규 CCTV의 최적위치가 최종적으로 선정되었다.

4. 현장실사를 통한 최종 우선순위 및 최적지 선정

1차 스크리닝 과정은 공간분석 및 통계분석을 기반으로 범죄, 무질서, 범죄 위험도 등 다양한 기준을 이용하여 CCTV 설치 우선순위가 높은 후보격자구역을 0.01km²의 단위로 239개 (범죄기준 200개, 비범죄기준 39개)를 선정하는 작업이었다. 그러나 실제 CCTV의 설치과정에서는 사생활침해 문제도 고려해야 할 뿐 아니라, 한정된 예산을 효과적으로 활용하기 위해 한 구역내 복수의 CCTV 설치에 따른 중복의 문제도 고려해야 하는 등 실제 현장에 바탕을 둔 다양한 세부적 요소가 동시에 고려되어야 할 필요가 있다.



〈그림 4-11〉 동작구 CCTV 신규설치 최적지 현황

따라서 본 연구에서는 1차 스크리닝 과정에서 작성된 우선순위 상위 후보격자내 상세지도도를 바탕으로 현장조사 실시하고 이를 바탕으로 2차 세부 스크리닝 과정을 통해 신규 CCTV의 최적위치를 선정하고 있다. 즉, 2차 현장실사기반 스크리닝은 1차 스크리닝에서 선정된 우선순위 상위 후보격자내 또는 인근에 위치한 민원들 중 일정한 설치기준에 따라 설치가 불가능한 지점을 제거시키는 작업과 동시에 이들 지점의 감시범위를 확대시키는 작업으로 진행되었다. 이러한 작업들을 수행하기 위해 기존의 CCTV의 구체적인 설치위치와 함께 사생활 침해의 범위예측, 그리고 지역의 무질서 상태 등 다양한 평가기준에 대한 이해가 요구된다. 따라서 2차 스크리닝은 현장조사와 설문조사의 결과를 종합적으로 고려하여 우선순위별로 60개의 최적지를 제시하고 있다.

V. 결론

본 연구는 서울시 동작구를 사례지역으로 하여 CCTV 입지최적지 선정을 위한 2단계 다기준 선정작업을 수행하였다. 1차 스크리닝에서는 범죄데이터, 무질서데이터, 범죄위험과 관련된 각종 사회·경제·환경 데이터들을 공간분석 기법 및 통계기법을 이용하여 격자단위로 분석함으로써 우선순위 상위 격자단위를 추정하였다. 2차 스크리닝에서는 1차에서 선택된 격자단위 내에 포함된 CCTV설치 민원들의 최종 우선순위 및 최적 설치위치를 현장조사를 이용하여

최종적으로 선정하는 작업을 수행하였다. 1차 스크리닝과정에서 선정된 254개의 우선순위 상위격자의 위치는, 기존에 설치된 564개소의 CCTV보다 개소당 약 3배 가량 더 범죄나 무질서 건수를 반경내에 포함하는 것으로 나타났다. 여기서 도출된 우선순위 격자레이어를 1,144건의 CCTV 민원데이터 및 기타 연관 레이어들과 중첩하여 각 지역에 대한 상세지도를 작성하였고, 동시에 범죄/비범죄/범죄위험도 및 설문조사결과를 종합한 가중치를 적용하여 1,144개 민원 전체에 대한 통합적 우선순위표를 작성하였다.

2차 스크리닝작업에서는 1차 스크리닝에서 선정된 격자내 또는 인근에 위치한 민원지역을 중심으로 현장실사와 설문조사를 실시하여 최종 60개의 최적지를 제시하였다. 용도별로는 방법용 46지점, 쓰레기 무단투기 단속 1지점, 주정차 위반 단속 5지점, 다목적(방법+무단투기 7개소, 방법+교통안전 1개소) 8지점으로 구분되었다. 이 60개 지점에 100m 감시반경을 갖는 200만 화소 이상의 카메라가 추가로 설치될 경우, 기존 CCTV의 반경내 범죄커버율인 65.4%보다 약 12.2% 정도 상승된 약 77.6%의 범죄건수가 감시반경내에 포함할 것으로 예상되었다. 또한, 신규 설치되는 CCTV의 감시반경을 토대로 커버되는 민원의 수와 CCTV의 평균간격을 살펴보면 총175건의 민원이 신규 CCTV 설치로 커버되는 것으로 나타났고, 신규 CCTV 선정위치와 기존에 설치된 CCTV 간의 간격은 84.8m로 분석되었다. 아울러, 현장조사를 통하여 조사한 CCTV 설치 판단요소, 공간특성, 장소특징으로 CCTV 설치 필수적 판단요소가 높게 나타나는 11개 지점과 선택적 판단요소가 높게 나타나는 지점 14개 지점을 선정하였고, 공간 및 장소특징을 현장조사를 통하여 확인하여 시야 확보가 어렵거나, 도로(가로길이)폭이 5M미만인 7개지점을 선정하였다.

본 연구를 통하여 입지최적지로 선정된 60개의 최적지점 및 그들의 우선순위는 매우 다양한 데이터 및 기준들을 활용했을 뿐 아니라 계량분석, 실사분석을 종합한 체계적이고 과학적인 과정을 거쳐 선정되었다는 점에서 단기적인 차원에서 신규로 60개 미만의 CCTV를 설치할 경우, 매우 실제적인 가이드라인으로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 뿐만 아니라, 1,144개의 민원에 대한 전체 우선순위를 범죄, 비범죄, 범죄위험도 등 종합적인 차원에서 제시하고 있다는 점에서 민원을 접수한 주민들을 설득하고 합리적인 기준을 공유하는데 필요한 근거를 마련해주고 있다. 하지만, 이러한 분석 과정에도 몇 개의 한계가 존재한다. 첫째, 민원들의 위치를 범죄, 무질서 등의 위치 및 공간/통계분석 과정에서 동시에 고려하고 있지 않으며, 둘째, 기존 CCTV와의 중복문제를 직접

적으로 다루고 있지 않으며, 셋째, 중장기적 차원에서 일정 목표의 감시율을 달성하기 위해서 어느 정도의 CCTV가 추가로 더 필요한지에 관한 보다 포괄적이고 장기적인 가이드라인을 주기 어렵다는 점을 들 수 있을 것이다.

참고문헌

국내문헌

- 김기득, 광대훈. (2003). “지리정보시스템과 공간분석을 활용한 범죄연구: 사례 연구를 중심으로”, 「2003년 형사정책논문 현상공모 당선논문」, 서울: 한국형사정책연구원.
- 김도우. (2016). “치안환경 변화에 따른 안전도시 도입방안”, 「한국셉테드학회지」 7(1): 31-52.
- _____. 박준휘. (2017). “서울시 주요 자치구별 CCTV 현황분석과 효율적 운영방안에 관한 연구: 동작구 사례를 중심으로”, 「한국공안행정학회보」 26(3): 71-108.
- 김동문, 박재국. (2010). “범죄발생지점의 공간적 특성분석을 통한 인위적 감시지역의 선정”, 「한국지형공간정보학회지」 18(3): 83-90.
- 김지선. (2014). “CCTV 관련 연구 분석을 통한 통합관제센터 운영 개선 방안”, 「한국공안행정학회보」 23(2): 66-95.
- 김호기. (2013). “방범용 CCTV 입지선정에 관한 연구: 부산광역시 북구를 중심으로”, 「석사학위논문」, 부산대학교 행정대학원.
- 도인록, 표창원. (2010). “CPTED 원리 기반, GIS활용 ‘도시 범죄예방 CCTV 시스템’구축 모델개발 연구”, 「한국셉테드학회지」 1(1): 85-102.
- 박준휘, 김도우. (2013). “범죄심리를 활용한 범죄위험성평가도구의 개발”, 「한국범죄심리연구」 11(1): 77-105.
- 박준휘, 한민정, 김도형, 김도우. (2016). “동작구 CCTV 설치 5개년 종합계획 연구: 동작구 CCTV 설치 우선순위결정과 효과성분석에 관한 연구”, 「2016년도 동작구 연구용역보고서」, 서울: 한국형사정책연구원.
- 이규범, 김도우. (2015). “서울시 도시근린공원의 범죄발생 특성에 관한 연구: 공간적 분석기법을 중심으로”, 「한국셉테드학회지」 6(2): 63-86.
- 이민정, 김영호. (2014). “유동인구 및 인구밀도를 활용한 안산시 방범용 CCTV의 입지모델링 연구”, 「국토지리학회지」 48(4): 533-546.
- 이석민, 원종석. 2010. 「서울시, 자치구 CCTV 효율적 운영과 개인화상정보 보호를 위한 정책방안 연구」, 서울: 서울시정개발연구원(현 서울연구원).

- 이승재, 강석진. (2011). “범죄피해대상 중심의 최적 감시위치 선정에 관한 연구: 전시공간 및 아파트 단지 외부공간 시각분석을 중심으로”, 「대한건축학회 논문집-계획계」 27(12): 145-152.
- 임창호. (2016). “지역사회 무질서, 범죄 두려움, 사회적 유대감 및 CCTV 효과성 인식의 관계”, 「한국공안행정학회보」 25(3): 219-250.
- 장환영, 김걸, 이재용. (2014). “도시민의 일상활동 패턴에 따른 방법용 CCTV의 입지적 개선방안에 관한 연구”, 「한국도시지리학회지」 17(1): 101-112.
- 정상호, 유진호, 유창하, 박선아. (2015). 「영상정보처리기기 확대에 따른 개인정보보호 대책」, 서울: 개인정보보호위원회.
- 정진성, 황의갑. (2012). “방법용 CCTV의 범죄예방효과에 관한 연구: 천안아산 지역 읍면동을 중심으로”, 「한국공안행정학회보」 21(1): 181-209.

국외문헌

- Gill, M., Spriggs, A. (2005). *Assessing the impact of CCTV*, London: Research, Development and Statistics Directorate, Home Office.
- Mazerolle, L., Hurley, D. C., & Chamlin, M. (2002). “Social behavior in public space: An analysis of behavioral adaptations to CCTV”, *Security Journal* 15(1): 59-75.
- Waszkiewica, P. (2013). “How Effective is the Public Surveillance System in Warsaw?” In *Video Surveillance and Social Control in a Comparative Perspective*, ed. F. Bjklund and F. Svenonius, New York: Routledge, 153-170.
- Y. Jang, D. Kim, J. Park, & D. Kim (2018). “Conditional effects of open-street closed-circuit television (CCTV) on crime: A case from Korea”, *International Journal of Law, Crime and Justice* 53: 9-24.
- Zurawski, N. (2012). “From Crime Prevention to Urban Development-Politics and Resistance Concerning CCTV Cameras in a Plaza in Central Hamburg”, In *Video Surveillance: Practices and Policies in Europe*, ed C.W.R. Webster, E. Töpfer, F.R. Klauser, & C.D. Raab, Amsterdam: IOS Press: 122-132.

Web Site

e-나라지표 <http://www.index.go.kr/main.do?cate=6>

영상정보자원지원센터 <http://www.ncctv.or.kr/front/main/main.do>

개인정보보호위원회 <http://www.pipc.go.kr/>

개인정보보호법

개인정보보호법 시행령

【 Abstract 】

Determination of CCTV Optimal Location Using Spatial Analysis

- Case study on Dongjak Gu in Seoul -*

Kim, Do Woo** · Park, JunHwi***8)

The purpose of this study is to present the criteria for selecting the optimal location for CCTV using spatial analysis and social statistics. This study is based on the case of Seoul Dong Jak Gu. This study was conducted to select two criteria for selecting the optimal location for CCTV. In the first screening, various socioeconomic and environmental data related to crime data, disorder data, and crime risk were analyzed by grid analysis using spatial analysis techniques and statistical techniques to estimate the priority grid units. In the second screening, the final priority and the optimum installation location of the CCTV installation complaints included in the selected grid unit were finally selected using the field survey. Through the above process, 60 optimal sites were selected as the best sites and the priorities were determined according to the installation criteria using various data. This study has the advantage that it can be used as a practical guideline when installing less than 60 new CCTVs in the short term. In addition, the overall priority of the 1,144 complaints is presented in comprehensive terms such as crime, non-criminality, and crime risk, thus providing the necessary grounds for persuading the people who received the complaints and sharing the rational standards

Key words: Closed Circuit Television, Spatial Analysis, Optimal Location, Crime Prevention, Installation Criteria.

* This work was supported by Kyungnam University Foundation Grant, 2017

** Assistant Professor, Department of Police Science at Kyungnam University (the 1st Author)

*** Director, Judicial Reform Research Division at Korean Institute of Criminology (Corresponding Author)

