Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 19(4) 2016, pp. 92-105 ISSN 1226-9719(Print)
https://doi.org/10.11108/kagis.2016.19.4.092 ISSN 2287-6952(Online)

3차원 시뮬레이션을 활용한 CCTV 최적입지선정*

박정우[1] · 이성호[2※]

Optimal Location Allocation of CCTV Using 3D Simulation*

Jeong-Woo PARK[1] · Seong-Ho LEE[2※]

요 약

본 연구는 CCTV(Closed Circuit Television) 촬영범위에 영향을 주는 카메라 사양 및 위치 등 설치 요인에 대한 변수를 고려한 3차원 시뮬레이션 개발을 목적으로 한다. 현재 각 지자체는 방범, 교통, 산불감시와 같은 다양한 공공분야에서 CCTV를 운영하고 있다. 그러나 현재로서 CCTV의 설치는 신규입지의 선정을 위한 분석적 기법의 활용보다는 결정권자의 경험에 의존하여 최종 입지가 선정되고 있는 실정이다. 또한 최근에는 여러 기관이 운영하는 개별 CCTV의 다목적 또는 공동 활용의 중요성이 강조되고 있다. 위에 제시된 상황을 해결하기 위한 방법 중 하나로 이용 목적에 적합한 CCTV 사양 선택 및 최적입지분석 방법론의 필요성이 커지고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 기존 연구들의 CCTV 입지점 선정 및 촬영범위 구현 방법의 장단점을 분석하여 이를 보완한 3차원 시뮬레이션 기법을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 CCTV 촬영범위 산정을 위해 기존 연구의 단점을 보완할 수 있는 요인을 도출하고, GIS기법을 활용하여 도출 요인을 적용한 3차원 촬영범위 분석을 하였다. 도출된 요인은 카메라의 화각에 영향을 주는 촬상소자의 크기와 초점거리, 촬영범위에 관련된 설치 높이 및 설치각 등 총 8개이었다. 위 요인들을 적용한 3차원 시뮬레이션 기법을 ArcObject와 Visual C#을 이용하여 자동화하였다. 이를 이용하여 CCTV 사양에 따른 촬영범위를 시뮬레이션 할 수 있었으며, 신규 설치 시 최적 배분된 입지점의 도출 또한 가능하였다. 이에 본 연구의 결과는 CCTV의 사양 선택 및 입지점 도출을 위해 결정권자의 합리적인 의사결정을 제공할 수 있을 것이다.

주요어 : CCTV, 촬영범위, 3차원 시뮬레이션, 시뮬레이션 변수, 입지 배분

ABSTRACT

This study aims to establish a simulation method for CCTV (Closed Circuit

2016년 9월 29일 접수 Received on September 29, 2016 / 2016년 10월 9일 수정 Revised on October 9, 2016 / 2016년 10월 17일 심사완료 Accepted on October 17, 2016
* 본 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.
1 부산대학교 지형정보협동과정 Geographic Information System, Pusan National University
2 부산대학교 도시공학과 Urban Engineering, Pusan National University
※ Corresponding Author E-Mail : shlee@pusan.ac.kr

Television) sight area. The simulation incorporates variables for computing CCTV sight area including CCTV specifications and installation. Currently CCTV is used for traffic, crime prevention and fire prevention by local governments. However, new locations are selected by administrator decision rather than analysis of the optimal location. In order to determine optimum location, a method to CCTV compute range is needed, which incorporates specifications according to CCTV purpose. For this purpose, limitations of previous research methods must be recognized and the simulation method must supplement these limitations. Here in this study, we derived CCTV sight area variables for realistic analysis to complement the limitations of previous studies. A total of eight elements were derived from image device sensors and installation: wide angle, height, angle, setting height, setting angle, and others. This research implemented a 3D simulation technique that can be applied to the derived factors and automate them using ArcObject and Visual C#. This simulation method can calculate sight range in accordance with CCTV specifications. Furthermore, when installing additional CCTVs, it can derive optimal allocation position. The results of this study will provide rational choices for specification selection and CCTV location by interagency collaborative projects.

KEYWORDS : Closed Circuit Television, Sight Area, 3D Simulation, Variable Simulation, Position Allocation

서 론

1. 연구의 배경 및 목적

본 연구는 CCTV(Closed Circuit Television) 촬영범위를 결정하는 요인을 정의하며, 해당 요인 및 지형, 그리고 지장물을 고려할 수 있는 3차원 시뮬레이션 기법을 마련하고자 한다. 또한 본 연구에서 제시하는 CCTV 3차원 시뮬레이션 기법은 CCTV 카메라 사양에 따른 촬영범위의 차이를 고려할 수 있고, 신규 CCTV 배치를 배분할 수 있도록 하였다.

공공분야의 CCTV는 현재 행정자치부, 국토교통부 및 관련 지자체, 경찰청 등 다양한 주체와 다양한 목적으로 설치하여 운영하고 있다. CCTV의 운영 시 통합운영센터 또는 통합관제센터에서 적은 인원으로 자동화된 시스템으로 촬영영상을 분석, 관리하고 있으며 효율적인 관리 및 분석을 위하여 객체의 위치 추적 및 인식 등과 같은 다양한 기술이 개발되고 발전되고 있다. 그러나 CCTV의 신규 설치 시 새로 설치되는 입지점을 선정하는 방법은 답보 수준이다. “CCTV 설치장소 선정위원회” 와 같은 공청회를 통해 필요지역을 선정하거나, 민원이 제기된 지역에 추가설치를 진행하는 실정이다. 그러나 최종적으로는 결정권자의 경험에 따라 최종 입지가 선정되어, 객관적인 분석을 통한 신규입지점 선정이 안 되고 있다.

따라서 CCTV의 설치 및 촬영음영지역을 해소를 위한 신규 입지점 선정을 위하여 CCTV의 촬영범위를 산정할 수 있는 시뮬레이션이 필요하다. 또한 CCTV의 촬영범위 시뮬레이션을 위한 지형의 고저, CCTV 카메라의 사양을 반영할 수 있는 요인의 도출도 필요하다.

2. 연구방법

CCTV 화각을 고려한 촬영범위를 분석하기 위하여 CCTV의 고유사양을 통한 CCTV 화각 구성요소 및 설치 시 고려되는 변수를 정의하

며, 정의된 구성요소를 이용하여 CCTV의 시뮬레이션 방법을 도출하였다.

또한 기존 CCTV의 촬영범위를 시뮬레이션 방법은 ArcGIS를 이용하였으며, 검토된 시뮬레이션 방법은 ArcObject와 Visual C#을 이용하여 시스템화 하였다. 구축된 시스템으로 CCTV의 촬영영역 범위를 산정하고, 신규 추가 설치 시 최적입지의 선정에 대하여 검토할 수 있도록 하였다.

대상지는 부산시 사상구 감만동 주변으로 선정하였으며, CCTV의 기본자료 생성은 부산시에서 공개한 방법용 CCTV설치 위치를 활용하였다. 그 외 자료로 지형은 부산시 수치지형도, 도로 및 건축물, 건축물 높이는 2015년도 도로명주소 자료를 이용하였다.

선행 연구 및 고찰

1. 선행 연구

과거 CCTV 배치에 관한 다양한 연구가 진행되었다. 이러한 연구로 Jang *et al.*(2014)와 같이 도시의 잠재적 위험성을 근거로 연구하거나, Tandy(1967)의 뷰셰드(viewshed)와 Benedikt(1979)의 가시장(isovist field)이론을 근거로 연구를 진행하였다. 이후 Batty(2001)의 평면상의 그리드에 측정 포인트를 설치하여 시점과 대상간의 시선(sight line)이 연결되는 확률을 보는 방법으로 변화되어왔다. 이런 대표적인 방법들에 의해 진행된 국내 연구는 다음과 같다. Lee and Kang(2012)은 공간구문론을 이용하여 CCTV 설치 위치에 연구하였다. 그러나 본 연구에서는 공간 구문론에 의한 분석만을 기준으로 배치를 고려하여, 실제 촬영범위 및 음영지역 그리고 CCTV 사양에 따른 변화는 고려하지 못하고 있다. Kim and Ahn(2013)은 Ray- Tracing알고리즘을 이용한 CCTV 배치를 시뮬레이션 하였다. 벡터 방식의 분석기법을 제공하였으며, CCTV 화각에 따른 촬영범위를 고려하였다. 그러나 CCTV 중복촬영 영역을 고려하지 않았으며, 실내배치에 대한 연구에 국한되었다. Park(2015)은 주변건물에 의해 생기는 CCTV 촬영 음영지역에 대한 것을 레스터방식 가시영역 추적기법을 이용하여 분석하였다. 그러나 연구 수행 시 CCTV 위치 간 겹침에 의한 촬영범위 재산정에 대하여는 언급되어 있지 않으며, 회전형 CCTV(방범용 CCTV)만을 고려하여 고정형 CCTV(도로교통정보 수집용 CCTV)일 경우 촬영화각에 따른 촬영범위에 대한 변화를 고려할 수 없었다.

2. 선행 연구의 고찰

선행연구에서 살펴본 것과 같이 대다수의 기존 연구는 CCTV 카메라가 가지는 화각 및 지형의 고저에 대한 고려가 불가능하였다. 이는 CCTV의 촬영화각으로 인한 촬영음영지역을 고려하지 못하는 결과를 발생시켰다. 그림 1의 (a)는 지형의 고저 및 CCTV의 촬영화각을 고려하지 않은 기존의 보편적인 분석 방법을 표현하고 있다(Choi *et al.,* 2011). 인접한 두 개의 CCTV 분석 영역을 평면도 시점에서 볼 경우는 가시영역의 중첩과 같은 올바른 분석 결과가 도출된 것으로 보인다. 그러나 분석 결과를 측면도 시점에서 볼 경우에 문제점이 있는 것을 알 수 있다. (b)와 (c)의 차이는 CCTV 촬영범위 산정 방식의 차이에 따른 결과이다. (b)의 결과는 일반적인 방법으로 유효분석거리 까지 버퍼를 생성하여 분석하는 방식이다. (c)의 결과는 CCTV의 촬영화각 및 설치 높이를 고려하였을 경우 생성되는 분석 값이다. (b)의 경우 유효분석거리까지는 전체 영역이 분석가능지역으로 결과값이 나오는 것에 반하여, (c)는 촬영화각 중 상하각에 의해 촬영이 되지 않는 사각지역이 발생함을 볼 수 있다. (d)와 (e)는 지형의 경사면을 적용할 경우의 결과 값이다.

(d)는 경사면과 버퍼를 통한 CCTV 촬영범위를 산정한 것으로 지형의 경사에 의해 CCTV의 촬영범위가 축소되며, 평면상에서 보는 촬영범위의 중복이 나타나지 않고 있다. (e)는 경사면과 CCTV 촬영화각 및 설치높이를 모두 고려한 것으로 중첩영역 및 촬영음영지역이 모두 발생하고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 실제 설치환경

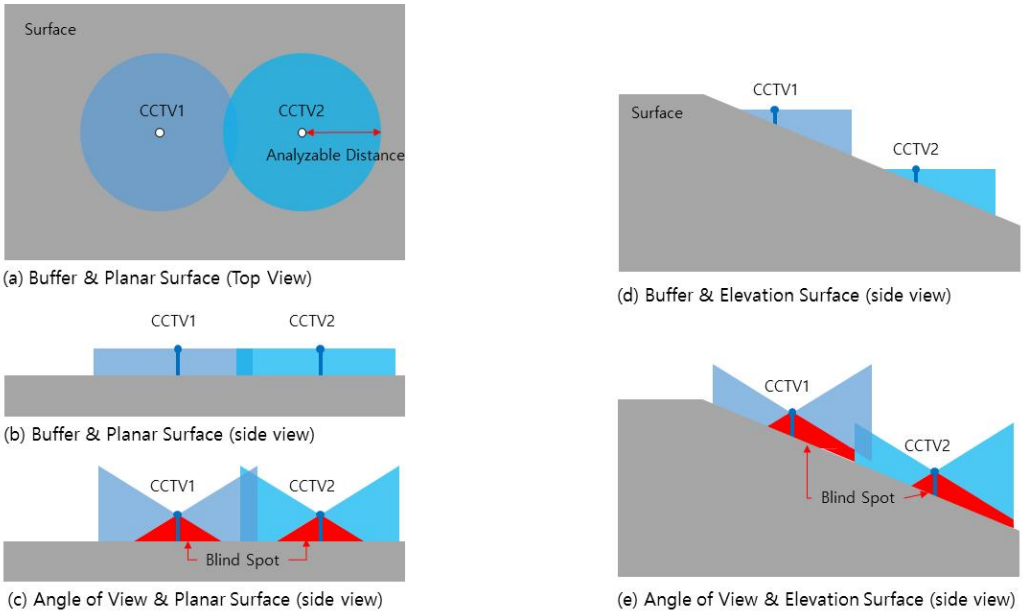

FIGURE 1. Limitations of previous studies methods

을 사실적으로 분석하기 위해서는 기존 연구방법과는 달리 CCTV의 사양, 지주에 설치 시 나타나는 요인 및 지형을 고려할 수 있는 3차원 기반의 CCTV 가시영역 분석이 필요하였다.

3차원 시뮬레이션 도출

1. 시뮬레이션을 위한 CCTV 기본 요소 도출

CCTV 카메라의 기본 사양으로 명시되는 것 중에 촬상소자의 사양과 초점 거리가 있다. CCTV 촬상소자는 촬상관과 고체 촬상소자로 구성된다. 이 중 이미지의 크기를 결정하는 것은 고체 촬상소자로 CMOS 이미지 센서와 CCD 이미지 센서가 있다. 초점거리는 촬상소자와 렌즈 간에 초점이 맺히는 거리로 촬상소자가 받아들이는 범위를 결정하게 된다.

그림 2와 같이 촬상소자의 크기는 인치 단위로 표현되며, 해당 인치는 원의 반지름을 의미하고 있다. 따라서 원 안의 직사각형 부분이 촬상소자의 실제 크기이나 인치 단위에 따라 촬상소자의 크기가 비례적으로 변동되는 것이 아니라 산정할 수 없는 부분이었다. 그래서 표 1

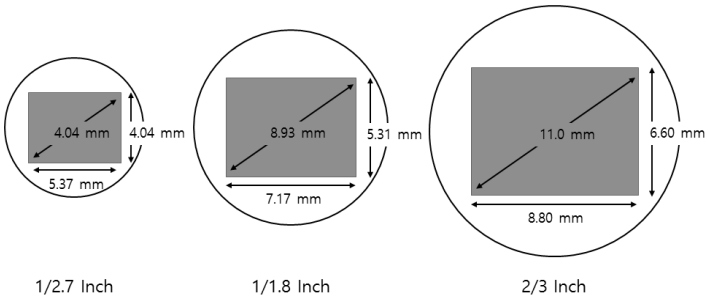

FIGURE 2. Figures of image sensor device

TABLE 1. Size of image sensor device (CMOS, CCD) – constant value

Unit : mm

Type	Diagonal	Width	Height
1.5″	23.36	18.7	14
1″	16	12.8	9.6
1/1.2″	13.33	10.67	8
2/3″	11	8.8	6.6
1/1.6″	10.07	8.08	8
1/1.7″	8.93	7.18	5.32
1/2″	8	6.4	4.8
1/2.5″	7.18	5.76	4.29
1/2.7″	6.72	5.37	4.04
1/2.8″	6.53	5.24	3.90
1/3″	6	4.8	3.6
1/3.2″	5.68	4.54	3.42
1/3.6″	5	4	3
1/4″	4	3.2	2.4
1/6″	3	2.4	1.8
1/8″	2	1.6	1.2
1/10″	1.6	1.28	0.96

과 같이 촬상소자의 유형별로 크기에 대하여 미리 사전 정의하여 사용하여야 했다.

실제 CCTV의 화각은 그림 3과 식(1)과 같이 촬상소자의 크기와 렌즈와의 거리 즉 초점거리를 이용하여 화각을 계산할 수 있다(Garcia, 2008).

$$W_{degree}(\text{수평화각}) = \tan^{-1}(\frac{W}{2f}) \times 2 \qquad (1)$$

$$H_{degree}(\text{수직화각}) = \tan^{-1}(\frac{H}{2f}) \times 2$$

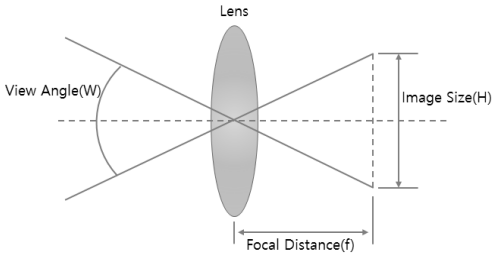

FIGURE 3. The image size due to an angle of view and a focal distance

촬영영상의 화각은 수평화각(W_{degree})과 수직화각(H_{degree})으로 구성되며, 그림 4와 같이 촬상소자의 크기와 화각에 따라 촬영영상의 수평화각과 수직화각의 범위가 산정됨을 알 수 있다.

따라서 초점거리가 짧을수록 가까운 것이 선명하며 넓은 촬영영역이 생성되고, 초점거리가 멀어질수록 먼 거리에 있는 물체가 가깝게 보이며 좁은 촬영영역이 만들어졌다. 이에 CCTV 사양 중 촬영범위를 결정하는 요소는 촬상소자의 크기와 초점거리임을 알 수 있었다.

CCTV의 촬영범위를 결정하는 것은 CCTV 카메라의 설치 시 지주와 결합으로 인해 변수가 추가 발생한다. CCTV 카메라가 지주에 결합되어 지표고 위에서 촬영을 하게 됨으로 영상의 촬영범위가 변할 수 있다는 것이다. 또한 CCTV 카메라의 대부분이 지표면과 평행하게 설치될 경우 CCTV 카메라 바로 밑의 영역이 촬영음영지역으로 넓게 발생할 수 있어 지표면 쪽으로 기울어지게 설치되고 있다. 이에 지주에 CCTV

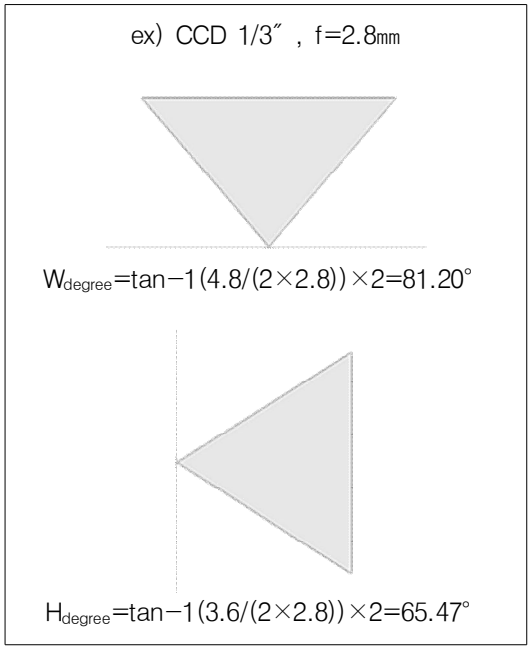

FIGURE 4. The example of a view angle calculation according to an image sensor device's specification and a focal distance

카메라 설치 시 발생하는 요인으로 설치 높이와 카메라 설치 상하각이 있다. 또한 CCTV 카메라가 단방향을 촬영하는 고정형 카메라의 경우는 촬영영상의 방위가 추가로 필요하였다.

최종적으로 CCTV 촬영범위를 산정 시 필요한 변수를 그림 5와 6에서 설명하고 있다. CCTV 카메라의 종류, CCTV 카메라 좌우화각, 상하화각이 CCTV 카메라 사양에 따른 고유 변수이며, 지주에 설치된 높이, 지주에 설치된 카메라의 설치 상하각, 고정형 카메라의 경우 수평 설치 방향이 지주와 결합됨으로 발생하는 변수이다. 추가로 촬영영상의 범위에 관한 유효분석거리, 사각거리가 정의 되었다. 사각거리의 경우 식 (2)를 통하여 산정할 수 있다.

$$Dist_2 = \text{설치높이} \times \tan\left(\frac{\text{카메라상하화각}}{2} + \text{카메라수직설치각}\right) = H \times \tan\left(\frac{A_1}{2} + A_2\right) \quad (2)$$

표 2는 위에서 구성된 8개의 변수에 대한 시뮬레이션 적용 시 변수의 정의 및 설명을 보여주고 있다.

2. CCTV 시뮬레이션 구현

기존 CCTV의 시뮬레이션은 버퍼(buffer)를 통한 분석으로 CCTV의 분석 시 영상의 촬영음영지역을 생성하는 건물을 고려하지 않고 분석되고 있었다. 또한 2차원적인 평면상에서 분석

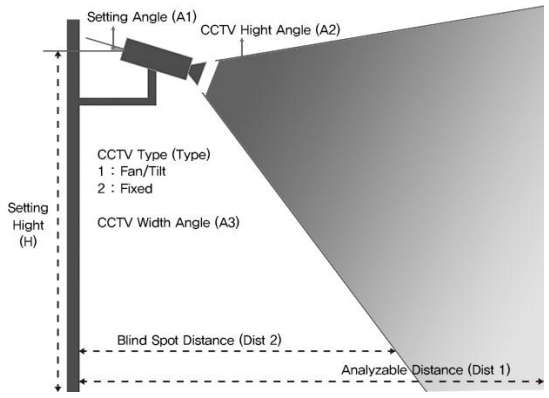

FIGURE 5. The CCTV setting's elements for CCTV simulation

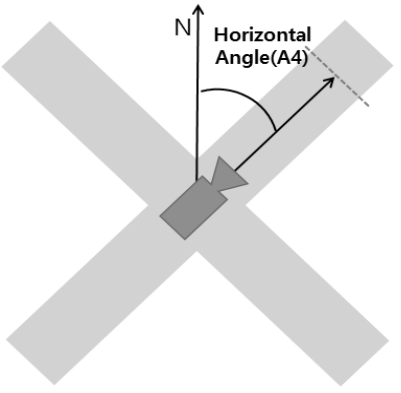

FIGURE 6. Calculating the horizontal angle of fixed type CCTV

TABLE 2. The variable definition for the CCTV's 3D simulation

Classification	Name	Variable	Type	Description
Specification	CCTV type	Type	Integer	1: Fan/Tilt(FTZ) 2: Fixed
	Hight angle	A1	Single	Using image sensor device type and focal distance.
	Width angle	A2	Single	
Installation	Setting hight	H	Single	Added Elevation
	Setting angle	A3	Single	If the CCTV is FTZ type, add a tilt-angle to a setting-angle.
	Horizontal angle	A4	Single	Calculating clockwise based on the north. If the CCTV is FTZ Type , not use.
Sight area	Analyzable distance	Dist1	Single	CCTV analysis system's constant value
	Blind spot distance	Dist2	Single	Using hight angle and setting angle

되어 지형의 고저를 고려하지 않고 CCTV 촬영 범위를 분석하고 있다.

이에 본 연구에서는 앞에서 고려된 CCTV의 요소를 활용하여 CCTV의 3차원 시뮬레이션이 구현되도록 하였다. 이는 입체적인 촬영범위를 시뮬레이션 할 수 있어 보다 현실에 가까운 분석이 가능하도록 하였다.

CCTV의 시뮬레이션은 ArcGIS의 ArcObject를 이용하여 실시하였다. 이에 사용되는 주된 Arc GIS의 모듈은 SkyLine, Sky Barrier, 3차원 집한 연산자(3D set operator)를 이용하였다.

SkyLine분석은 관찰 시점에서 지표면으로부터 하늘까지의 보이는 영역을 3차원 폴리라인으로 표현하는 분석이다. SkyLine과 Sky Barrier를 사용하면 3차원 공간 객체로 표현할 수 있다. 선택적으로 시야(CCTV의 경우 촬영범위)를 차단하는 장애물을 설정할 수 있으며, 관찰하는 좌우 방향각을 입력할 수 있도록 되어있다. 이와 같은 선택적인 옵션은 CCTV의 촬영에 방해되는 건물을 고려할 수 있으며, 고정형 CCTV의 단방향 촬영범위를 산정할 수 있다는 장점이 있다. 또한 해당 분석은 View hade 또는 Observer Point와 같은 격자(Raster)기반의 분석이 아니라 벡터 기반의 분석으로 격자에 따른 분석 해상도의 한계에서 벗어날 수 있다는 장점이 있다.

초기 시뮬레이션 기법은 Model Builder를 통하여 구축하였으며, 다양한 변수의 적용과 복수 CCTV의 반복적 분석을 위해서는 Arc Object와 Visual C#을 이용하여 시스템을 구현하였다(그림 7). 그림 7의 확대 그림에서 보이듯이 CCTV의 화각에 따른 CCTV 촬영영상 범위가 원추형으로 파여 있는 모습과 CCTV로부터 이격된 거리에 따라 수직적 범위가 달라짐을 볼 수 있었다.

1) 지표고 생성

CCTV 및 건물의 지반고를 적용하기 위한 데이터를 생성하는 모듈이다. 해당 모듈에서 최

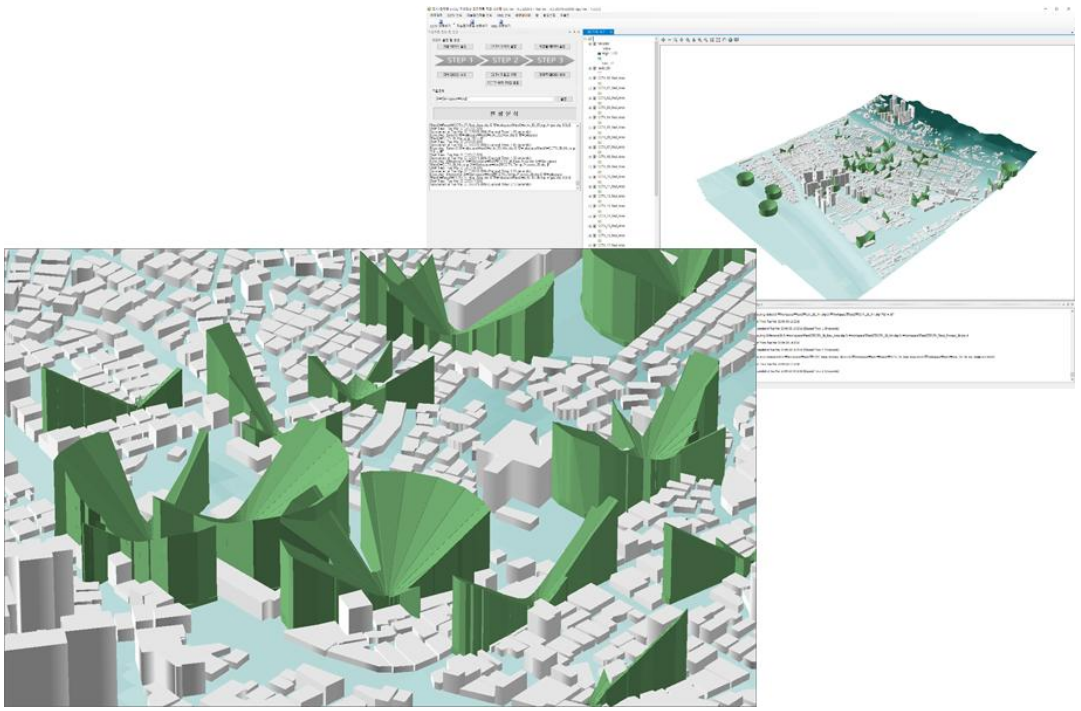

FIGURE 7. 3D Simulation System of CCTV

종적으로 생성되는 자료는 격자(Raster)형식의 데이터이다. 수치지형도에 있는 등고선, 표고점을 사용할 경우는 등고선 및 표고점 사이의 값을 보간하기 위하여 Tin 데이터 생성 후 격자데이터 형태로 변환하도록 하였다. 기 생성된 Tin 데이터 및 격자 데이터가 존재하는 경우에는 중복적인 분석과정을 생략하기 위하여 직접 입력 받을 수도 있도록 UI를 구성하였다. Tin 데이터를 격자 데이터 형태로 변환 시 지표고의 정밀도 및 분석시간을 사용자가 조정할 수 있도록 Cell의 크기를 변경 가능하도록 하였다(그림 8-좌).

2) CCTV의 3차원 객체 변환

CCTV의 위치 정보는 점형으로 표현되어진다. 해당 모듈은 CCTV의 2차원 점형 데이터로 입력되어진 데이터를 3차원 점형 데이터로 변환하는 모듈이다. 또한 CCTV 카메라는 지주 상부에 설치되어 공중에 위치하고 있어 해당 모듈에서 공중에 있는 CCTV의 위치를 설정하는 작업을 처리해야한다. 지주가 설치되어 있는 지표고(지형 데이터의 격자데이터 위치의 값)가 있으며, 지주에 부착되어 있는 CCTV의 위치가 존재하므로 지주의 지표고에 CCTV의 설치 높이를 합산하여 실제 CCTV의 3차원적인 위치를 산정하였다. 최종적으로 지표고와 설치 높이가 적용된 3차원 객체의 점형 데이터를 생성하도록 하였다(그림 8-가운데).

3) 지장물의 3차원 객체 변환

해당 모듈은 건물의 단면으로 작성된 2차원 면형 데이터를 건축물의 지반고와 건축물 높이만큼 돌출시켜, 3차원 입체 객체 데이터로 전환

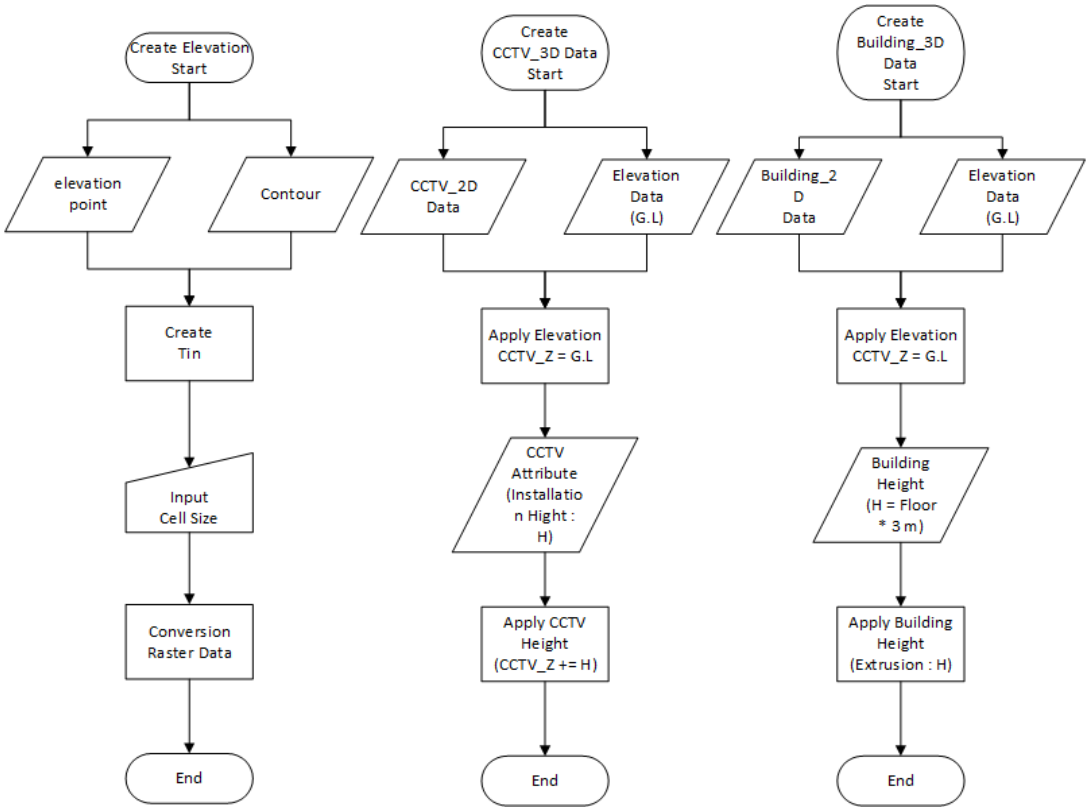

FIGURE 8. Algorithms of making based data

하는 모듈이다. 건축물의 지반고를 지형데이터의 격자 데이터에서 입력받아 계산하였다. 이때 건축물 데이터의 건축물 단면에 복수 지반고가 대응되기 때문에 면에 대응되는 평균 지반고를 계산하여 반영하였다. 건축물의 높이는 수치지형도 또는 도로명 주소데이터에 층수가 입력되어있는 자료를 사용함을 기본으로 하였다. 건축물의 층수에 평균 층고(2.5m~3.0m)를 곱하여 산정하며, 산정된 결과 값으로 건축물의 단면을 돌출하여 입체화 하도록 하였다. 최종적으로 건축물의 지반고 및 돌출된 결과를 3차원 입체 데이터로 변형하였으며, 건축물 외의 자료 또한 동일한 과정으로 처리하도록 하였다(그림 8-우).

4) CCTV 촬영범위분석

그림 9는 CCTV의 촬영범위를 분석하는 모듈로써 3차원 시야분석을 위한 것이다. 3차원 Isovist 방식을 사용하기 위하여 ArcGIS의 Sky Line분석과 SkyLine Barrier분석을 사용하였다. SkyLine분석과 SkyLine Barrier분석을 실

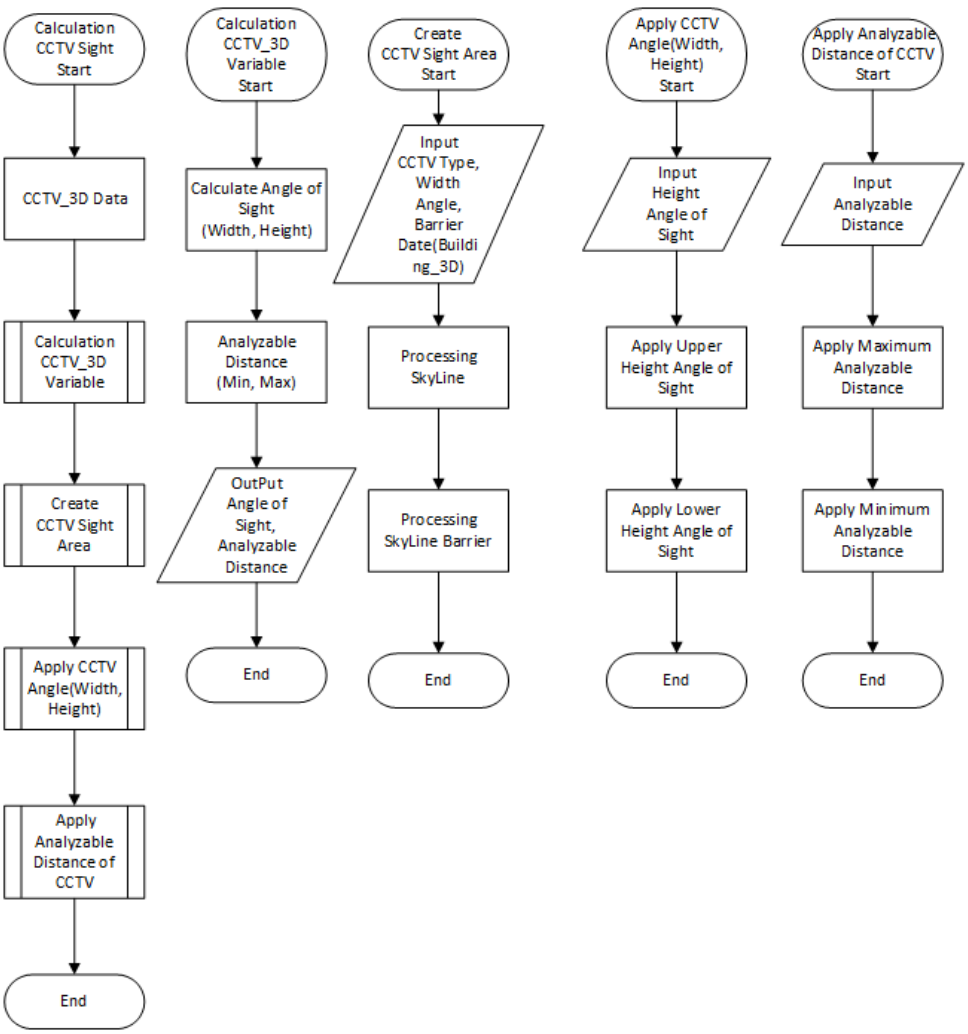

FIGURE 9. An algorithm for calculating a viewing field of CCTV

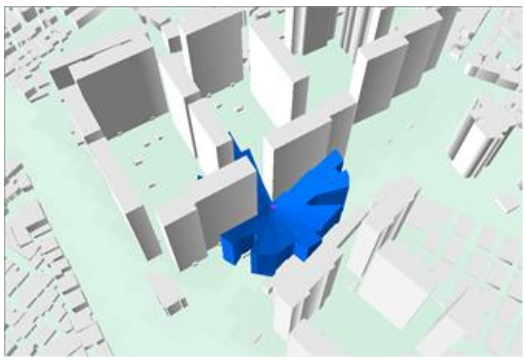

FIGURE 10. A result of computing CCTV's 3D view area

시하면 지장물에 의해 발생하는 촬영음영지역을 고려하여 지형의 능선까지 시야범위를 분석할 수 있다. 카메라 좌우 촬영 범위는 회전형일 경우 360도 촬영이므로 분석 시 전 방향을 분석하였으며, 고정형일 경우 카메라의 설치 방향각과 수평화각을 이용하여 분석하였다. 카메라의 위쪽 및 아래쪽 방향각은 카메라의 수직화각을 이용하여 분석하며, 카메라 설치 상하각을 보정하여 계산할 수 있도록 하였다. 결과물은 CCTV 개별 촬영범위의 3차원 입체데이터로 생성하게 하였다(그림 10).

5) 촬영영역 면적계산

그림 11은 CCTV의 촬영영역의 면적을 계산하는 모듈이다. CCTV 촬영영역의 면적을 계산하며, 계산되는 면적은 개별면적, 순면적 2가지로 구성된다. CCTV 촬영영역의 개별면적은 지장물에 의해 발생하는 음영지역을 제외한 카메라가 촬영하는 영역의 전체 면적을 의미한다. 그리고 CCTV 촬영영역의 순면적은 근처 CCTV의 촬영영역과 겹쳐지는 지역을 제외한 해당 카메라만 촬영하는 촬영영역의 면적을 의미한다. CCTV 촬영범위 분석 결과 생성된 개별 CCTV의 촬영범위와 그 외 CCTV의 촬영영역 사이의 중첩범위가 있는지 판단하며, 중첩범위가 없는 경우는 개별면적이 순면적으로, 중첩범위가 있는 경우는 개별면적에서 중첩범위를 제외한 면적이 순면적으로 계산되도록 하였다.

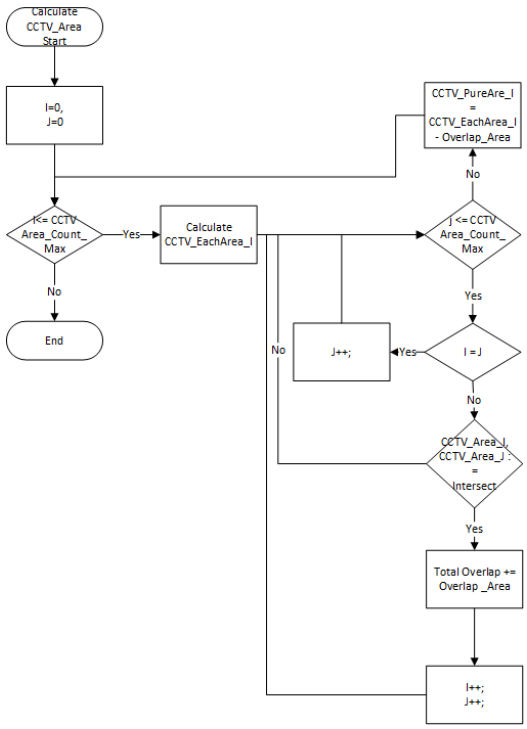

FIGURE 11. An algorithm for computing area of a CCTV's sight

6) 신규입력

CCTV의 신규 입력하는 단계의 모듈이며 그림 12의 알고리즘에 의해 수행된다. CCTV의 신규 입력은 단일 입력 방식과 영역 입력 방식으로 나누어진다. CCTV의 단일 입력 방식은 맵(화면)상에서 위치지점을 사용자가 직접 입력하는 방법과 좌표계를 통한 위치 좌표 입력으로 구분되어진다. 위치 점의 입력 후에 CCTV의 사양을 입력하고, 해당 사양에 맞춰 설치영역 분석을 실시할 수 있도록 하였다. CCTV의 영역 입력 방식은 공간상에 미설치된 영역을 그리거나, 선택하는 방식으로 영역을 지정하면 해당 지점에 복수의 CCTV 설치 위치 지점을 설정하는 것이다. 설치될 영역이 지정되면 해당 영역에 균일한 분포의 CCTV 신규 입지점이 선정되도록 하였다. 지정 영역 내 신규 입지점 도출 방법은 해당 영역을 격자화하고, 격자 중심점을 가능 위

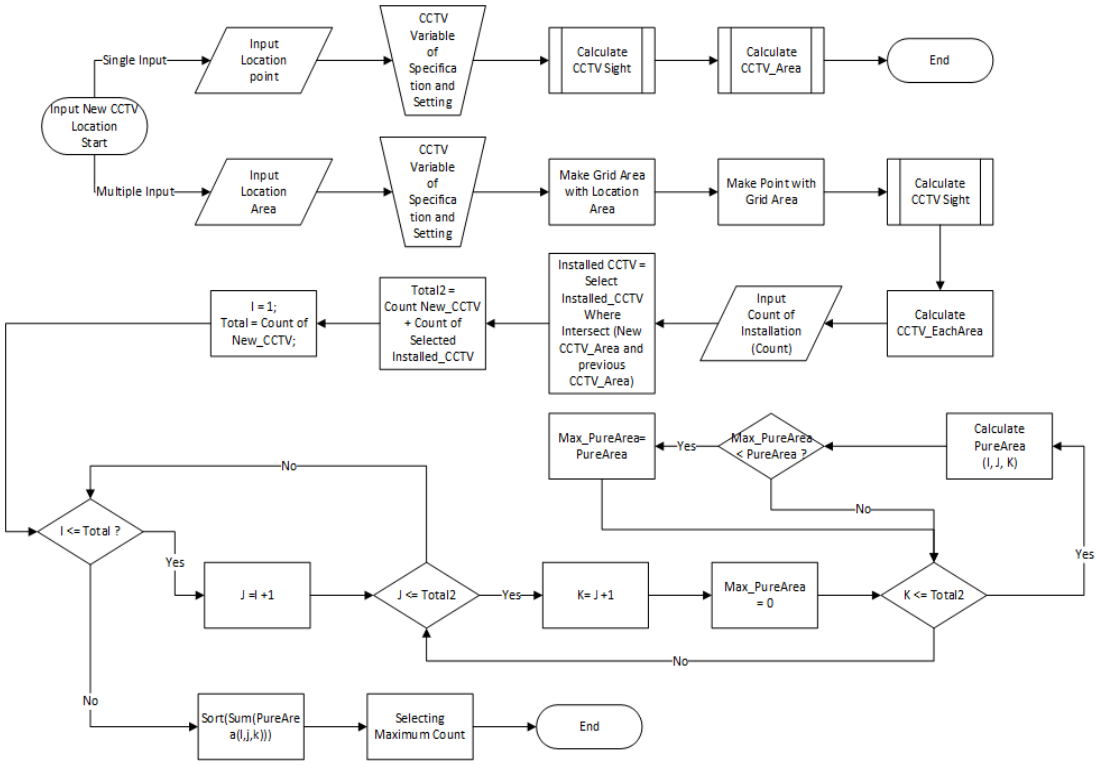

FIGURE 12. An algorithm for optimizing about new CCTV location

OBJECTID *	ID1	ID2	ID3	Area1	Area2	Area3	T_Area	S_Area
55	05	26	36	4334.266602	3551.037598	3469.706299	11355.010498	11061.057858
74	01	05	32	2892.646484	4334.266602	4048.824707	11275.737793	10975.056271
29	05	32	35	4334.266602	4048.824707	3217.694336	11600.785645	10881.259768
31	05	12	25	4334.266602	4356.694336	2902.687256	11593.648193	10799.477559
192	01	12	26	2892.646484	4356.694336	3551.037598	10800.378418	10767.905279
179	26	32	41	3551.037598	4048.824707	3249.154297	10849.016602	10719.314351
78	05	21	32	4334.266602	2873.463623	4048.824707	11256.554932	10718.282633
28	05	12	24	4334.266602	4356.694336	2910.467773	11601.428711	10708.439656
98	12	26	35	4356.694336	3551.037598	3217.694336	11125.42627	10645.97293
208	05	39	45	4334.266602	2946.993896	3491.30249	10772.562988	10618.260156
43	11	12	32	3048.540039	4356.694336	4048.824707	11454.059082	10613.91743
320	05	26	31	4334.266602	3551.037598	2680.75415	10566.05835	10549.89487
234	12	16	32	4356.694336	2315.223145	4048.824707	10720.742188	10534.013937
114	12	35	45	4356.694336	3217.694336	3491.30249	11065.691162	10519.903991
230	05	25	45	4334.266602	2902.687256	3491.30249	10728.256348	10518.237186
178	03	12	48	2802.910156	4356.694336	3691.916504	10851.520996	10499.017038
326	12	23	45	4356.694336	2707.92041	3491.30249	10555.917236	10482.938496
270	36	45	48	3469.706299	3491.30249	3691.916504	10652.925293	10482.817376

FIGURE 13. An example of computing full area and pure area

치로 선정하며 전체 격자 중심점을 신규입지점으로 CCTV 촬영영역 분석을 실시한다. 신규입지의 최적화는 촬영영역 분석 결과를 토대로 촬영영역 면적계산 과정을 수행하며, 원하는 신규 설치 대수를 기준으로 전체 촬영영역 면적 합산 값이 최대이면서 순면적의 합산 값이 최대인 지점을 도출하도록 하였다(그림 13).

결과 분석

1. CCTV 사양에 따른 결과

그림 14는 CCTV 카메라의 사양에 따라 분석 결과의 차이를 볼 수 있도록 한 결과이다. 녹색으로 표시된 촬영범위는 촬상소자의 크기가 1/3인치이며 초점 거리는 1.6mm로 설정하였으며, 회전 기능이 있는 카메라 사양으로 설정하였다. 보라색의 촬영범위를 가지는 CCTV 카메라는 촬상소자의 크기가 1/3인치, 초점 거리는 5.6mm 그리고 고정형으로 설정하여 분석한 결과이다. 기타 분석 변수인 설치 높이 및 설치 상하각 등은 동일하게 설정하였으며, 두 결과의 명확한 차이를 볼 수 있도록 유효분석거리만 보라색 결과를 길게 설정하였다. 두 결과에서 보면 초점거리에 따라 촬영화각의 변화로 촬영영상의 높이가 상이하게 나타나는 것을 알 수 있으며, 기존 분석기법들에서 주로 사용되는 버퍼와는 달리 고정형에 대하여 CCTV 카메라 좌우화각 넓이만큼의 촬영영역이 생성됨을 알 수 있다. 이는 교통흐름 파악을 위하여 주로 설치되는 고정형 CCTV 카메라의 촬영범위 분석 시 유효하게 이용될 수 있을 것이다.

2. CCTV 신규 설치 및 최적입지 도출

기존 CCTV의 설치 위치를 기반으로 CCTV 촬영영상 범위를 분석한 후 추가적인 설치가 필요한 지역을 영역으로 설정하였으며, 추가 설치되는 CCTV는 3대로 설정하여 분석하였다. 그림 15와 같이 신규 설치가 가능한 모든 지점

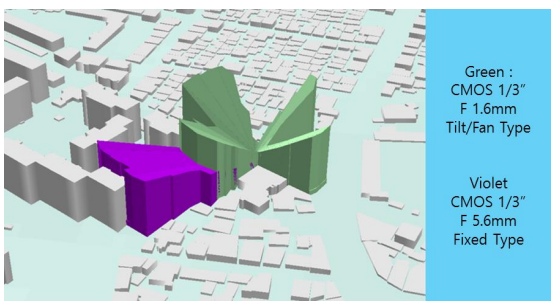

FIGURE 14. Differences in results according to CCTV specifications

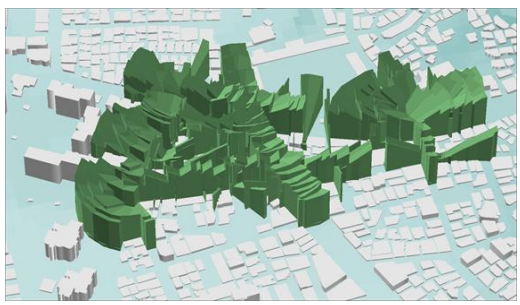

FIGURE 15. Result of computing about CCTV view area at all new locations

FIGURE 16. A result of optimizing CCTV locations (green: new CCTV, gray: exiting CCTV)

에 대하여 CCTV 촬영범위를 생성하였으며, 그 중 3개씩 조합하여 각 조합별 촬영면적에 대하여 비교하였다. 분석 결과 설치 위치가 선정된 곳은 도로 폭이 넓은 교차로의 중심점 근처로 설정되었으며 이는 주변의 지장물이 최소로 있어 촬영 영상이 최대화 될 수 있는 지점이었다. 또한 신규 설치되는 3대의 CCTV는 신규 CCTV 간에 중복 촬영범위가 발생하지 않으며, 기존 CCTV 촬영범위와도 중복영역이 최소화가 되도록 선택된 것을 그림 13의 촬영범위 면적과 그림 16의 시뮬레이션 결과로 알 수 있었다.

결 론

본 연구에서는 CCTV 촬영범위를 분석하는 기존 연구방법들의 문제점을 파악하고 이를 해결하기 위한 방법을 제시하였다.

첫째로, 기존 연구의 방법들이 CCTV의 촬영범위 산정에 이용하는 버퍼 방법은 지형의 고저가 있는 경우 중첩 영역의 산정에 문제점이 있는 것을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서는 CCTV 촬영범위 산정을 위해 Isovist(Ray-Tracing)방식과 유사한 ArcGIS의 SkyLine, Sky Barrier를 이용하여 3차원 벡터기반의 분석 기법을 제시하였다. 둘째로, CCTV의 촬영범위를 현실에 근접하게 3차원 시뮬레이션 분석을 위하여 CCTV 카메라의 사양 및 CCTV 설치 사항을 고려할 수 있는 변수를 도출하였다.

위에서 제시된 변수를 이용한 시뮬레이션 변수 및 기법은 기 설치된 CCTV의 촬영범위를 표현할 수 있었고, 촬영목적에 따른 CCTV 사양 선택을 위한 시뮬레이션이 가능하였다. 또한 신규 설치에 따른 단일 지점의 입지점 분석과 복수지점의 최적 배분된 입지점을 분석 또한 할 수 있었다. 이는 국토교통부의 통합운영센터 및 행정자치부의 통합관제센터에서 CCTV를 관리 시 CCTV의 신규 설치위치 선정과 CCTV 사양의 선정에 도움이 될 것이다. 또한 관련 부서 간 공동 설치 및 공동 이용 시 합리적인 의사결정을 도출할 수 있는 시뮬레이션 기법으로도 활용이 가능할 것이다.

그러나 본 연구에 제시한 방법은 GIS 범용 프로그램을 사용한 결과 CCTV 개별 분석 소요시간이 2~3분으로 넓은 지역의 다수 CCTV 현황 분석 시 많은 시간이 소요된다는 단점이 있어 3차원 분석 및 처리를 위한 3차원 그래픽 엔진 적용이 필요하였다. 또한 최적 입지점을 선정하는 알고리즘에서 가능지역에 대한 모든 CCTV 설치 경우의 수를 도출하여 비교·분석하는 방식을 최적화된 알고리즘으로 재구성해야 할 것이다. KAGIS

REFERENCES

Batty. M. 2001. Exploring isovist fields: space and shape in architectural and urban morphology. Environment and Planning B: Planning and Design, 28 (1):123-150.

Benedikt, M.L. 1979. To take hold of space: isovist and isovist field. Environment and Planning B: Planning and Design 6(1): 47-65.

Choi. J.H., I.J. Kang., and C.H. Seok. 2011. CCTV selecting the optimal location using spatial analysis techniques. Proceeding of spring conference of the Korean Society for Geo-Spatial Information System pp.165-166 (최종호, 강인준, 석철호. 2011. 공간분석 기법을 이용한 CCTV 최적위치 선정. 한국지형공간정보학회 춘계 학술발표논문 초록집 165-166).

Garcia, M.L. 2008. The design and evaluation of physical protection systems. Butterworth-Heinemann, USA. pp.121-123.

Jang. H.Y., K. Kim, and J.Y. Lee. 2014. A study on the improvement of CCTV location for crime prevention by citizens' daily activity pattern. Journal of the Korean Urban Geographical Society 17

(1):101-112 (장환영, 김걸, 이재용. 2014. 도시민의 일상활동 패턴에 따른 방법용 CCTV의 입지적 개선방안에 관한 연구. 한국도시지리학회 논문집 17(1):101-112).

Kim. S.T. and S.O. Ahn. 2013. Simulation to evaluate CCTV positioning in use of Ray-Tracing algorithm. Journal of the Korean Institute of Interior Design 22 (6):40-48 (김석태, 안상욱. 2013. Ray-Tracing 알고리즘을 이용한 CCTV배치 평가시뮬레이션. 한국실내디자인학회 논문집 22(6):40-48).

Lee. S.J. and S.J. Kang. 2012. A study on the methodology of positioning security CCTV cameras in urban residential district through using space syntax. Journal of the architectural institute of Korea planning & design 28(9):55-62 (이승재, 강석진. 2012. 공간구문론을 이용한 도시 주거지 방범용 CCTV 배치 방법에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 28(9):55-62).

Park. W.M. 2015. A study on possible shooting area of CCTV and calculation of optimum location algorithm. Master's thesis, Korea Polytechnic Univ., Siheung, Korea. pp.45-55 (박우민. 2015. CCTV 카메라 촬영 가능 범위 및 최적 위치 산출 알고리즘 연구. 한국산업기술대학교 석사학위 논문. 45-55쪽).

Tandy. C. R. 1967. The isovist method of landscape survey. In C.R. Murray(Ed), Methods of Landscape Analysis. Landscape Research Group, London. pp.9-10.