

CCTV 카메라를 활용한 3D 지리정보시스템 구현

김익순* · 신현식**

3D GIS system using the CCTV camera

Ik-Soon Kim* · Hyun-Shik Shin**

요약

본 논문은 CCTV의 카메라의 촬영영상을 통해 주위의 지형정보를 추출하여 3차원 지형도를 제작함으로써 효과적으로 지리정보를 구축할 수 있는 지리 정보 시스템을 제안하였다. 또한 카메라의 촬영영상을 통해 인식되는 객체를 추적하고, 추적의 성공여부에 따라 지형 변화의 여부를 인식하는 방법을 제안하였다. 이 방법을 산업 현장에 적용하면 실제 지형에 가까운 지리정보를 구축할 수 있을 뿐만 아니라 보안, 감시 및 추적 시스템으로 활용할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we propose the geographic information systems that is able to build geographic information effectively by creating 3D topography after extraction surrounding terrain information through the video shooting in the CCTV camera. We also propose tracing method for object recognized through the video shooting of camera and recognition method which is whether or not the terrain change according to success or not of tracing the object. We apply this method in the industry field we can build a geographic information close to the actual terrain, but also can be used for security, surveillance and tracking system.

키워드

geographic information, CCTV 3D camera, security
지리정보, 폐쇄회로 텔레비전, 3D 카메라, 보안

1. 서론

유무선 통신의 발달과 더불어 컴퓨터, 네비게이터, 피디에이(PDA), 휴대폰 등과 같은 전자 정보 단말기의 발달과 보급이 확대되고 있다. 이에 따라 최근에는, 특정 지역의 지리정보를 얻고자 하는 사용자들이 전자 정보 단말기에 접속하여 거리나 지형, 지물 등 해당 지역과 관련된 일체의 정보를 제공받을 수 있다. 그러나 이와 같이 제공되는 정보는 통상 2D, 즉 2차원으로 구현되어 표시되므로 사용자가 해당 지역과

관련된 지형, 지물을 시각적으로 정확히 인식하기가 어려웠다. 특히, 기존에는 지리정보를 구축하기 위해 GPS(Global Positioning System)를 통한 위치정보와 카메라를 통한 영상정보로 구성되는 현장정보를 취득한 후, 작업자가 각 객체를 육안으로 일일이 확인한 다음, 입력 소프트웨어를 통해 각 객체에 대한 지리정보를 하나하나 입력해야만 했다 [1][2].

그러나 현장정보의 양이 워낙 방대하기 때문에 각 객체를 육안으로 확인하기가 쉽지 않았으며, 입력 소프트웨어를 통해 지리정보를 입력하는데 많은 시간

* 전남대학교 전자통신학과(tnftk05@naver.com) ** 교신저자 : 전남대학교 전자통신학과 교수(shinhs@jnu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 06. 24

심사(수정)일자 : 2011. 07. 15

게재확정일자 : 2011. 08. 12

및 비용이 소요되는 문제점이 있었다. [2][4][5][7].

본 논문에서 기존의 지리정보 구축시스템에서 발생하는 문제점을 해결 보완하기 위한 방법을 제안한다. 즉 카메라를 통하여 얻어진 주위의 지형정보를 추출하여 3차원 지형도를 제작하는 방법을 제안한다. 또한 촬영영상을 통해 인식되는 객체를 추적하고, 추적의 성공여부에 따라 지형 변화의 여부를 인식함으로써 점차 실제 지형에 가까운 지리정보를 구축할 수 있는 방법을 제공한다.

II. 구현 방법

지리정보 시스템 구축을 위해 크게 카메라부와 지형도의 2개 영역으로 구성한다. 카메라부는 2개의 카메라를 이용하여 일반 영역을 촬영하는 일반 촬영부(MFP), 특정 영역을 촬영하는 특정 촬영부(PTZ)로 구성한다. 지형도는 MFP와 PTZ 사이의 수평선상 거리, 지형의 높낮이 차이 및 지형의 경사도를 추출하여 지형정보를 생성하고, 지형정보를 3차원 그래픽 화하여 MFP와 PTZ 주위의 지형도를 작성하는 지형도 작성부로 구성한다.[2][8]

MFP 촬영영상을 통해 객체가 인식되는 경우, 객체의 정보와 지형도에 따른 객체의 위치를 이용하여 객체정보를 생성하는 객체정보생성부 및 지형도와 객체정보를 이용하여 PTZ 촬영부가 객체를 촬영하도록 제어하는 객체추적제어부를 포함한다. 지형도작성부, 객체정보생성부, 객체추적제어부 중 어느 하나 또는 둘 이상은 MFP 촬영부에 설치되도록 구성된다. MFP 촬영영상에 객체가 인식되고, PTZ 촬영영상에 객체가 인식되지 않는 경우, 객체추적제어부는 PTZ 촬영부가 객체를 추적하도록 하고, PTZ 촬영영상에 객체가 인식되면 객체의 객체정보를 생성하도록 하며, 객체가 인식된 지점과 MFP 촬영부, PTZ 촬영부, 지점 중 어느 하나 또는 둘 이상이 위치하는 지점 사이의 수평선상 거리, 지형의 높낮이 차이 및 지형의 경사도를 추출하여 지형도에 반영하도록 제어하도록 구성한다. PTZ 촬영부는 지형도를 이용하여 객체를 추적하도록 구성될 수 있다. 객체추적제어부는, 객체가 인식된 지점에서의 객체의 실제높이와 객체가 인식되지 않은 지점에서의 객체의 가상높이를 추출하도록 하고, 객체

의 실제높이와 객체의 가상높이를 이용하여 객체가 실제로 위치했던 지점을 추출하며, 객체가 실제로 위치했던 지점과 MFP 촬영부, PTZ 촬영부 중 어느 하나 또는 둘 사이의 수평선상 거리, 지형의 높낮이 차이 및 지형의 경사도를 추출하여 지형정보에 반영하도록 구성한다. 지형도작성부는 MFP 촬영부, PTZ 촬영부 중 어느 하나 또는 둘의 주위에 하나 또는 둘 이상의 특이지점을 지정하고, 특이 지점과 MFP 촬영부, PTZ 촬영부 중 어느 하나 또는 둘이 위치하는 지점 사이의 수평선상 거리, 지형의 높낮이 차이 및 지형의 경사도를 추출하여 지형정보에 반영하도록 구성한다[2][4][8].

III. 3D 지리정보시스템

그림 1은 지리정보 구축시스템의 개략적인 구성도이다. 본 연구의 지리정보 구축시스템은 크게 MFP와 PTZ 및 지형도작성부(10)를 포함하여 구성되며, MFP가 PTZ를 제어하게 된다. MFP는 촬영 영역을 촬영하고, 촬영 영역에서 객체(Object), 즉 촬영물을 인식하게 되는 구성요소이며, 원활한 촬영을 위해 지표면으로부터 어느 정도 떨어진 공중에 설치된다. 객체는 MFP가 움직임을 인식할 수 있는 물체로써, 사람이나 차량 등이 해당될 수 있으며, 객체를 인식하기 위해 MFP에 의해 촬영되는 촬영영상의 진후 프레임을 비교함으로써 객체의 출현을 인식한다. 이러한 MFP 촬영부는 어안렌즈 카메라, 초광각 렌즈 카메라, 회전줌 카메라 중 어느 하나를 사용할 수 있으며, 여기에서는 넓은 지역의 촬영이 가능한 어안렌즈 카메라를 사용하였다.

PTZ 촬영부는 특정 영역을 촬영하는 구성요소로써, 넓은 지역을 촬영하는 MFP 촬영부에 비해 좁은 지역을 집중적으로 촬영할 수 있다. 이러한 PTZ 촬영부는 MFP 촬영부와 마찬가지로 지표면으로부터 어느 정도 떨어진 공중에 설치된다. PTZ 촬영부로 다양한 카메라가 사용될 수 있으나, 본 논문에서는 회전줌 카메라, 예를 들어 팬(Pan), 틸트(Tilt), 줌(Zoom) 기능을 갖는 PTZ 카메라를 사용하였다.

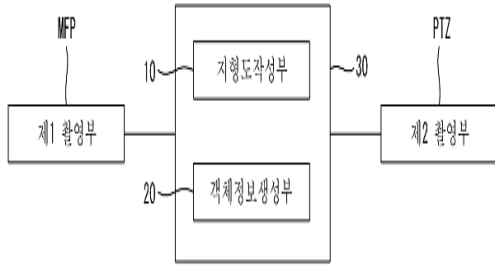


그림 1. 구성도
Fig. 1 Composition map

지형도작성부(10)는 MFP 촬영부에 의한 MFP 촬영영상과, PTZ 촬영부에 의해 촬영되는 PTZ 촬영영상을 이용하여 MFP 촬영부와 PTZ 촬영부 주위의 높낮이 차이에 따른 지형을 지도화하여 지형도를 작성하는 구성요소이다. 이를 위해 MFP 촬영부로부터 수직하방에 위치하는 지점과 PTZ 촬영부로부터 수직하방에 위치하는 지점 사이의 수평선상 거리와, 지형의 높낮이 차이 및 지형의 경사도를 추출하여 지형정보를 생성하고, 이를 3차원 그래픽화하여 지형도를 작성하게 된다. 여기에서 좀더 실제 지형을 반영한 지형도를 작성하기 위하여 MFP 촬영부, PTZ 촬영부 중 어느 하나의 특이지점(P)을 지정하고, 특이지점(P)과 MFP 촬영부, PTZ 촬영부 중 어느 하나의 지점 사이의 수평선상 거리, 지형의 높낮이 차이를 추출하여 지형정보에 반영하도록 구성하였다. 이때, 특이지점(P)과 MFP 촬영부, PTZ 촬영부 중 어느 하나 또는 둘이 위치하는 지점 사이 지형의 경사도를 추출하여 사용하는 것도 가능하다.

그림 2에 나타난 것과 같이, 렌즈의 초점거리를 "F" 라 하고, 렌즈를 통해서 카메라가 이미지를 담을 수 있도록 상이 맺히는 각도(화각; Angle of view)를 "θ" 라 하며, 렌즈에 상이 맺히는 높이를 "Y" 라고 할 때, "Y=Fθ" 라는 간단한 공식을 이용하여 구할 수 있다.[3][6][8][9].

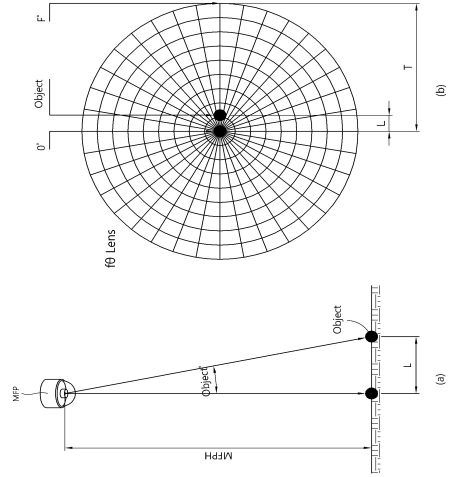


그림 2. 어안렌즈카메라의 영상
Fig. 2 Picture of Fish-eye camera

본 연구에서는 MFP 촬영영상의 해석 시 항상 다음 기준에 의하여 접근한다.

첫째, MFP 촬영영상의 중심은 극좌표계의 원점에 대응된다.

둘째, MFP 촬영영상의 원주(Circumference)에 대응되는 각도(F°)는 어안렌즈의 화각의 1/2이다.

셋째, MFP 촬영영상의 중심에서부터 원주까지의 거리(T)는 F°에 대응된다.

넷째, MFP 촬영영상에서 객체까지의 거리(L)는 식(1)에 의해 쉽게 원점과 객체 간의 각도(Object°)로 변환이 가능하다.

$$L \times \frac{F^\circ}{T} = Object^\circ \quad (1)$$

즉, MFP 촬영부가 위치하는 지점과 특정 표지가 위치하는 지점 사이의 거리(L)를 인지하고 있으므로, 식(1)에 의해 MFP 촬영영상에서 원점과 특정 표지가 위치하는 지점 간의 각도(Object°)로 변환할 수 있다. 따라서 MFP 촬영부와 MFP 촬영부가 위치하는 지점, 그리고 특정 표지가 위치하는 지점 사이에 가상의 직각삼각형 형상이 이루어지게 되며, MFP 촬영부가 위치하는 지점과 특정 표지가 위치하는 지점 사이의 거리(L)와 MFP 촬영영상에서 원점과 특정 표지가 위치

하는 지점 간의 각도(Object°), 즉 MFP 촬영부가 특정 표지가 위치한 지점을 바라보는 각도를 알게 되므로 식(2)를 이용하여 MFP 촬영부의 높이(MFPH)를 구할 수 있게 된다.

$$MFPH = \frac{L}{\tan Object^\circ} \quad (2)$$

그림 3은 지리정보 구축시스템을 설정하기 위해 작업자가 PTZ 촬영부로부터 일정 거리 떨어진 지점에 특정 표지를 놓고 PTZ 촬영부로부터 수직하방의 지표면까지 거리를 측정하기 위한 방법을 보여준다.

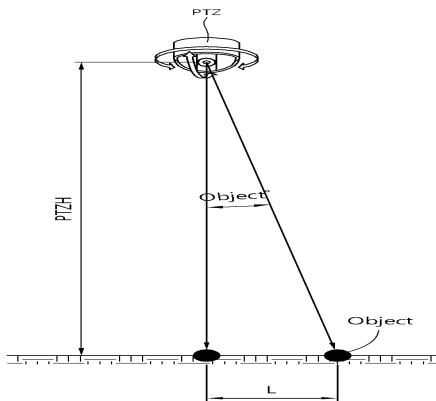


그림 3. PTZ 촬영부 높이 측정
Fig. 3 Measurement the height of PTZ camera department

이러한 과정은 MFP 촬영부의 경우와 유사하게 이루어지는데, 먼저 PTZ 촬영부가 PTZ 촬영부가 위치하는 지점을 바라보게 한 후 특정 표지가 위치하는 지점을 바라보도록 동작시키게 된다. 이에 따라 PTZ 촬영부에 의한 PTZ 촬영영상 중앙에 특정 표지가 위치하는 지점이 나타나도록 하기 위해 회전하는 각도(Object°)를 추출할 수 있으므로, PTZ 촬영부가 위치하는 지점과 특정 표지가 위치하는 지점 사이의 거리(L)를 이용하여 식(2)와 유사한 식(3)에 의해 PTZ 촬영부의 높이(PTZH)를 구할 수 있게 된다.

$$PTZH = \frac{L}{\tan Object^\circ} \quad (3)$$

그림 4에 MFP 촬영영상에 PTZ 촬영부가 위치하는 지점을 나타내었다. 이때, MFP 촬영영상에서 표시된 "MFPR°"은 MFP 촬영부를 통해 PTZ 촬영부가 위치하는 지점을 바라보는 각도로써, 식(1)과 유사하게 식(4)로 나타낼 수 있다.

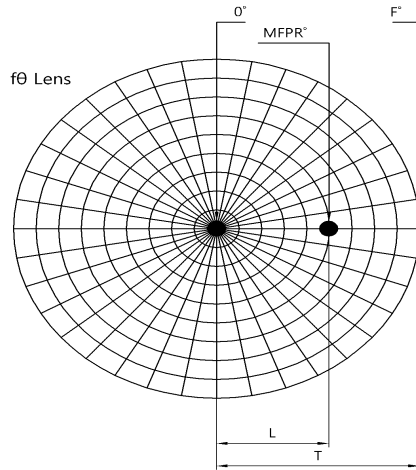


그림 4. 제1촬영상의 제2촬영부의 위치
Fig. 4 Composition map

$$L \times \frac{F^\circ}{T} = MFPR^\circ \quad (4)$$

MFP 촬영부와 PTZ 촬영부 그리고 특정 표지가 위치하는 지점이 지형상의 높낮이 차이가 없는 동일한 높이, 즉 같은 수평선상에 위치하는 경우를 나타낸 것이며, 실제로 본 발명에 따른 지리정보 구축시스템을 설치하는 경우 MFP 촬영부와 PTZ 촬영부 사이에 지형적인 높낮이 차이가 발생한다.

그림 5는 MFP 촬영부와 PTZ 촬영부가 설치된 지역에 따라 MFP 촬영부가 위치하는 지점과 PTZ 촬영부가 위치하는 지점 사이 지형의 높낮이 차이(C)와 수평선상의 거리(D), 지형의 경사도(PTZC°, MFPC°)를 산출하기 위한 방법을 나타내었다.[8]

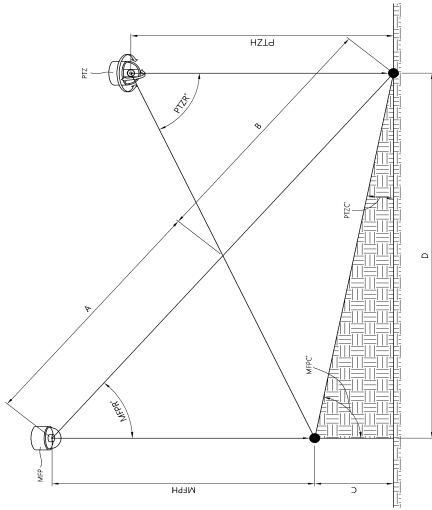


그림 5. 지형의 높낮이, 경사도 산출도
Fig. 5 Height of topography

MFP 촬영부가 위치하는 지점이 PTZ 촬영부가 위치하는 지점보다 높은 위치인 것으로 도시되어 있으나, 지역에 따라 MFP 촬영부가 PTZ 촬영부보다 더 낮은 위치에 설치된다. 우선, MFP 촬영부를 통해 PTZ 촬영부가 위치하는 지점을 바라보는 각도(MFPP°)는 식(4)를 이용하여 산출한다. 그리고, PTZ 촬영부를 통해 MFP 촬영부가 위치하는 지점을 바라보는 각도(PTZR°)를 구하게 되는데, 이러한 과정은 전술한 특정 표지 대신 MFP 촬영부가 사용된다는 점을 제외하면 동일하다. 즉, PTZ 촬영부를 통해 PTZ 촬영부가 위치하는 지점을 바라보게 한 후 MFP 촬영부가 위치하는 지점을 바라보기 위해 회전하는 각도를 추출하여 PTZ 촬영부를 통해 MFP 촬영부가 위치하는 지점을 바라보는 각도(PTZR°)를 산출한다.

또한, MFP 촬영부를 통해 PTZ 촬영부가 위치하는 지점을 바라보는 가상의 선과, PTZ 촬영부를 통해 MFP 촬영부가 위치하는 지점을 바라보는 가상의 선이 교차하는 가상의 교차점을 두고, MFP 촬영부에서 가상의 교차점까지의 거리(A)를 하기의 식(5)를 이용하여 구한다. 이때, MFP 촬영부의 높이(MFPH)는 전술한 식(2)에 의해 구해진다.[9].

$$A = \frac{MFPH \sin PTZR^\circ}{\sin(180^\circ - MFPR - PTZR^\circ)} \quad (5)$$

마찬가지로, PTZ 촬영부에서 가상의 교차점까지의 거리(B)는 식(6)을 이용하여 구하며, PTZ 촬영부의 높이(PTZH)는 식(3)에 의해 구해진다.

$$A = \frac{PTZH \sin PTZR^\circ}{\sin(180^\circ - MFPR - PTZR^\circ)} \quad (6)$$

이러한 과정을 거쳐 구한 MFPP°, PTZR°, A 및 B를 이용하여 MFP 촬영부가 위치하는 지점과 PTZ 촬영부가 위치하는 지점 사이 지형의 높낮이 차이(C)를 하기의 식(7)에 의해 구할 수 있다.

$$C = (A + B) \cos MFPR^\circ - MFPH \quad (7)$$

다음, MFP 촬영부와 PTZ 촬영부가 동일한 높이의 지점에 위치한다고 했을 때의 거리, 즉 MFP 촬영부가 위치하는 지점과 PTZ 촬영부가 위치하는 지점 사이의 수평선상의 거리(D)를 하기의 식(8)에 의해 구한다.

$$D = \sqrt{(A + B)^2 - (C + MFPH)^2} \quad (8)$$

그리고, MFP 촬영부가 위치하는 지점과 PTZ 촬영부가 위치하는 지점 사이 지형의 경사도(PTZC°, MFPC°)는 식(9) 및 식(10)에 의해 구할 수 있다.

$$PTZC^\circ = \arcsin \frac{C}{\sqrt{C^2 + D^2}} \quad (9)$$

$$MFPC^\circ = 90^\circ - PTZC^\circ \quad (10)$$

그림 6의 (a) 또는 (c)는 지형도작성부(10)를 이용하여 MFP 촬영부와 다수의 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4) 주위의 지형도를 작성하는

상태를 나타낸다.. (a)는 MFP 촬영부에 의한 MFP 촬영영상에서 MFP 촬영부가 위치하는 지점과 다수의 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4)가 위치하는 지점이 나타나는 것을 도시한 것이다. 이러한 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4)의 개수는 촬영 지역의 환경이나 설치비용 등에 따라 가감이 가능하다. 이러한 상태에서 MFP 촬영부의 높이(MFPH) 및 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4) 각각의 높이(PTZH)를 구하고, MFP 촬영부를 통해 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4)가 위치하는 지점을 바라보는 각도(MFPP°), PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4)를 통해 MFP 촬영부가 위치하는 지점을 바라보는 각도(PTZR°), MFP 촬영부에서 가상의 교차점까지의 거리(A), PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4)에서 가상의 교차점까지의 거리(B), MFP 촬영부가 위치하는 지점과 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4)가 위치하는 지점 사이 지형의 높낮이 차이(C), 수평선상의 거리(D), 지형의 경사도(PTZC°, MFPC°)를 구하여 지형정보를 생성할 수 있다[8][9].

그림 6의 (b)와 (c)에는 이와 같이 생성된 지형정보를 이용하여 지형도가 작성되는 과정이 나타나 있다. 즉, MFP 촬영부(MFP)와 다수의 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4) 각각에 대한 지형의 높낮이 차이(C), 수평선상의 거리(D)에 따라 이를 3차원 그래픽 화하여 나타내고, MFP 촬영부가 위치하는 지점을 중심으로 MFP 촬영부와 다수의 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4) 각각의 지형의 경사도(PTZC°, MFPC°)에 따라 각각의 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4)가 위치하는 지점을 연결하여 정리함으로써 MFP 촬영부(MFP)와 PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4) 주위 지형의 대략적인 고저차를 입체적으로 판단할 수 있는 가상의 지형도를 작성할 수 있게 되어 촬영 지역에 대한 지리정보를 구축할 수 있다.[8][9].

V. 결론

본 논문에서는 MFP 촬영부와 PTZ 촬영부의 촬영영상을 통해 주위의 지형정보를 추출하여 3차원 지형도를 제작함으로써 효과적으로 지리정보를 구축할 수 방법을 제안하였다.

본 논문은 촬영영상을 통해 인식되는 객체를 추적하고, 추적의 성공여부에 따라 지형 변화의 여부를 인식함으로써 점차 실제 지형에 가까운 지리정보를 구축할 수 있는 효과가 있으며 이를 활용하여 보안, 감시 및 추적 시스템으로 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 유명호, "디지털CCTV 기술동향 및 중장기 전망", 삼성테크윈, pp.11~23, 2002.
- [2] 김용석, "지능형 CCTV 보안감시 시스템" 월간 시큐리티월드, 2월호 pp.16~20, 2007.
- [3] 김배훈, "CCTV를 이용한 지능형 감시시스템 및 감시방법", 새로운 CCTV활용방안, (주)영국전자, pp.11~14, 2008.
- [4] 전광탁, "CCTV 카메라 산업동향 분석" 전자정보센터, 6권, 2호, pp. 6~11, 2008.
- [5] 문현찬, "지능형 CCTV기술 및 시장동향", 전자

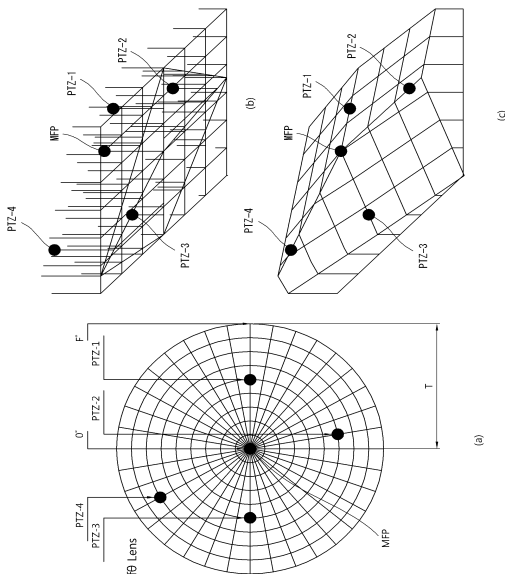


그림 6. PTZ 촬영부(PTZ-1, PTZ-2, PTZ-3, PTZ-4) 주위의 지형도
Fig. 6 Second camera department

- 정보센터, 8권, 5호, pp. 4~9, 2008.
- [6] 안선영, “광응용 보안시스템의 시장동향 및 향후전망”, 전자정보센터, 9권, 5호, pp. 6~9, 2007.
- [7] (주)영국전자, “CCTV가이드”, pp. 8~12, 2008.
- [8] 김익순, “ u-City 환경에서 지능형 CCTV를 이용한 감시시스템 구현 및 감시방법” 한국전자통신학회논문지, 3권, 4호, pp. 160-162, 2008.
- [9] (주)영국전자, “KR지리정보시스템 구축,” pp. 12~14, 2011.

저자 소개



김익순(Ik-Soon Kim)

2005년 학점인정-정보통신과(정보통신공학사)

2009년 한양대학교 전자통신공학과졸업(공학석사)

2011년 전남대학교 대학원 전자통신공학과(박사과정)
현재 : 대검찰청 정보통신과(법무연수원건설 T/F 정보통신 팀장)

※ 자 격 : 정보통신기술사

※ 관심분야 : u-City 및 u-Campus IT 구축, 차세대 검찰 통신망 및 법무통신망 융합, BIS, 통합관제 운영센터 제어, 지능형 CCTV



신현식(Hyun-Shik Shin)

1969년 광운대학교 무선통신공학과 졸업(공학사)

1980년 건국대학교 행정대학원 졸업(행정학석사)

1995년 경남대학교 대학원 졸업(행정학박사)

현재 전남대학교 전자통신공학과 교수

(사)한국해양정보통신학회 회장, 명예회장

전남대학교 산학협력대학원장

(사)한국전자통신학회 회장

※ 관심분야 : 정보통신, 데이터통신, 통신정책