

# IP 카메라의 VIDEO ANALYTIC 최적 활용을 위한 가상환경 구축 및 유용성 분석 연구

(A Virtual Environment for Optimal use of Video Analytic of IP Cameras and  
Feasibility Study)

류홍남\* · 김중훈 · 류경모 · 홍주영 · 최병욱\*\*

(Hong-Nam Ryu · Jong-Hun Kim · Gyeong-Mo Yoo · Ju-Yeong Hong · Byoung-Wook Choi)

## Abstract

In recent years, researches regarding optimal placement of CCTV(Closed-circuit Television) cameras via architecture modeling has been conducted. However, for analyzing surveillance coverage through actual human movement, the application of VA(Video Analytics) function of IP(Internet Protocol) cameras has not been studied. This paper compares two methods using data captured from real-world cameras and data acquired from a virtual environment. In using real cameras, we develop GUI(Graphical User Interface) to be used as a logfile which is stored hourly and daily through VA functions and to be used commercially for placement of products inside a shop. The virtual environment was constructed to emulate an real world such as the building structure and the camera with its specifications. Moreover, suitable placement of the camera is done by recognizing obstacles and the number of people counted within the camera's range of view. This research aims to solve time and economic constraints of actual installation of surveillance cameras in real-world environment and to do feasibility study of virtual environment.

Key Words : BIM, VA, People Counting, Simulator, IP Camera, GUI

## 1. 연구의 배경 및 목적

최근에 건물 모델링을 위해 BIM(Building Information Modeling) 프로그램이 주로 사용되고 있다. BIM 프로그램에서 CCTV 카메라 설치 위치와 필요한 카메라 대수 선정에 대한 내용은 일반적으로 언급되고 있지만, 카메라가 설치될 위치 선정은 카메라의 측정 각도나 장애물 또는 설치 환경과는 상관없이 공간의 크기와 위치 등의 기본적인 공간적 요소만 감

\* Main author : Seoul National University of Science and Technology, Graduate school of NID Fusion Technology, Broadcasting·Communication Fusion Program

\*\* Corresponding author : Seoul National University of Science and Technology, Department of Electrical and Information Engineering

Tel : 02-970-6412, Fax : 02-970-9068

E-mail : bwchoi@seoultech.ac.kr

Received : 2015. 8. 25

Accepted : 2015. 10. 1

안하여 이루어지고 있다[1-3]. 뿐만 아니라 최근에 IP 카메라에서 사용 가능한 VA 기능을 활용하여 사람의 이동을 고려한 카메라 위치 선정의 연구는 전무하다.

따라서 본 연구는 카메라 위치선정에서 고려되지 않았던 측정각도와 장애물을 고려할 뿐만 아니라, IP 카메라의 VA 기능을 통한 인구 이동까지 고려하여 실제 환경에서 나타날 수 있는 경제적, 시간적 제한성을 드러내고, 이와 같은 점들을 가상환경에서의 실험을 통하여 극복 해낼 수 있음을 나타내고 있다. 이를 통해 실제 카메라를 설치하기 전 카메라가 설치될 위치 선정을 위하여 가상환경을 이용한다면 보다 효율적인 위치 선정이 이뤄질 것을 기대할 수 있다.

## 2. 실제 환경

### 2.1 IP 카메라 분석 환경 구현

IP 카메라는 렌즈사양에 따라서 측정 각도, 높이 및 거리 등 카메라가 측정할 수 있는 범위가 그림 1과 같이 서로 다르다.

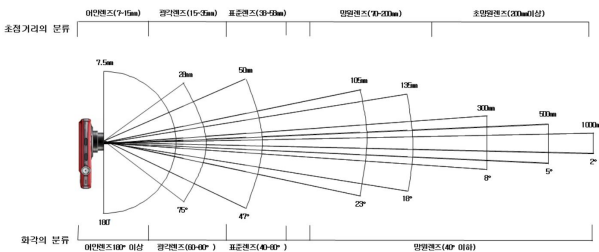


Fig. 1. Camera distance and angle depending on specifications

방법용으로 설치하는 카메라는 화각이 넓고 멀리 있는 물체나 사람을 인식하여 촬영하는 것은 가능할 수 있으나, 그 사람의 얼굴을 인식하여 누구인지에 대한 것을 판별하기는 어려운 실정이다. 사람을 정확하게 인지할 수 있는 거리는 5~10m 이내로 사람뿐만 아니라 사물의 형태가 변형 없이 모두 정확히 인지하여 표시할 수 있다.

가상환경과 실제 환경의 유용성 분석을 위하여 먼저 VA 기능이 내장된 세엔테크 IP 카메라를 그림 2와 같

이 설치하였다[4]. 탐지 거리는 2.1에서 언급된 사람을 정확하게 인지할 수 있는 거리인 5 m를 기준으로 정하고, 카메라에 비치는 태양광의 역광과 빛의 번짐 현상 등을 고려하여 규격을 정하였다. 실내조명의 조도를 약 300lx를 기준으로 하고, 그림 2에서와 같이 탐지 기준선(Trip Line)과 침입자 탐지 영역(Intruder Detection)을 설정하여 실제 환경을 구현하였다.

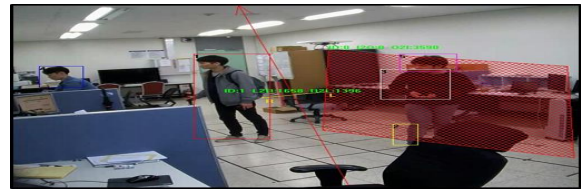


Fig. 2. Example of trip wire and intruder detection

현재 그림 2에서 연구실의 출입구와 창문 쪽에 카메라 2대를 설치하여 탐지 기준선과 침입자 탐지영역으로 사람들이 기준선을 넘거나 지정영역에 들어오면 VA기능을 이용한 분석을 통하여 NVR(Network Video Recorder)에 데이터가 저장되고, 저장된 데이터를 NVR로 부터 추출하여 CSV(Comma Separated Value)파일 형태로 그림 3과 같이 나타내었다[5].

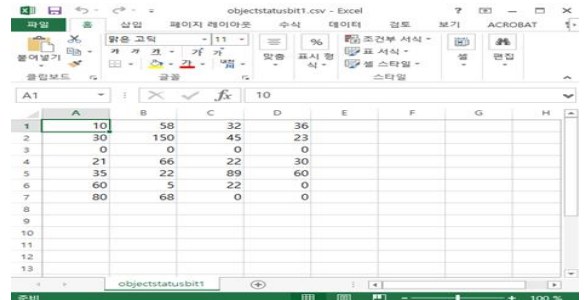


Fig. 3. Data captured from IP camera using VA

그림 4는 C#으로 구현한 윈도우즈 폼 형태의 GUI와 알베이스(R-base)를 이용해 구현한 그래프를 합치는 과정을 보여주는 그림이다[6]. 그림 3의 내용과 같이 클라이언트가 NVR에 저장된 데이터를 CSV 파일로 추출하여 데이터 처리가 가능하도록 만들고, 알베이스 개발환경을 이용하여 그래프를 나타낸다. 또한 사용자 편의를 위하여 GUI 내에서 원하는 시간을 입력하

고, 카메라번호, 그래프 기간, 영상, 데이터 형식 등을 선택할 수 있도록 하였다.

이와 같은 실제 환경을 통하여 요일별 카메라별 원하는 정보를 통하여 감시 카메라의 유용성을 검증할 수 있다.

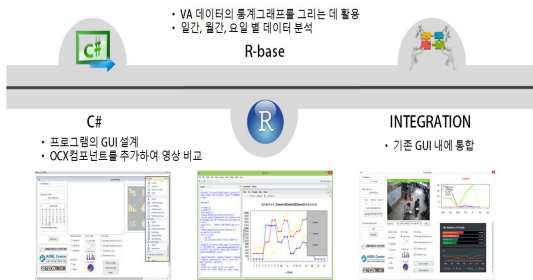


Fig. 4. Programing sequence using C# and R-base

## 2.2 실제 환경의 제한성

앞서 실제 환경에서의 데이터를 추출하고 그 데이터로부터 그래프를 그리고, 통계자료를 나타내는 등 다양한 결과를 도출하였다. 하지만 위의 결과는 카메라 측정 범위에 장애물 배치에 대한 요소가 반영되지 않았다. 또한 같은 공간 내 다양한 위치에 카메라를 설치하지 않았다[7]. 본 연구는 다양한 위치에서 가상환경에서 제작된 사람의 움직임에 따라 VA 기능을 최적으로 활용하는 카메라 설치 위치에 대한 연구를 수행하고, 보다 유연한 실험 환경과 최적의 설치를 구할 수 있는 특징이 있다.

장애물 배치 판별과 인구이동을 가장 많이 포착할 수 있는, 카메라 설치의 적합한 위치를 찾기 위해 매번 위치를 달리하여 카메라를 설치하는 것은 경제적, 시간적으로 큰 손실이다. 이 같은 이유로 가상환경에서 사전에 실험이 진행된다면, 보다 경제적이고, 효율적으로 카메라 설치가 이뤄질 수 있을 것이다.

## 3. 가상 환경

### 3.1 가상 환경 구현

본 연구에서는 오토데스크 레빗(Autodesk revit) 프

로그램을 이용하여 시뮬레이터 환경을 제작한다[8]. 그림 2와 같은 실제공간의 너비, 높이를 측정하고 배율을 조절하여 그림 5와 같은 가상공간을 만들었다.

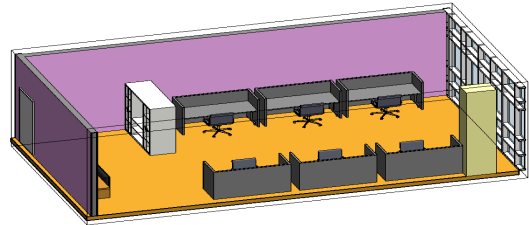


Fig. 5. Virtual model designed by using Autodesk revit

또한 그림 6과 같이 게임에서 3D 모델링 프로그램으로 많이 쓰이는 오픈소스 유니티(Unity) 프로그램을 이용하여 실제 환경과 같은 카메라를 만들고 카메라마다 가지고 있는 사양을 모델링하여 구현하였다[9].

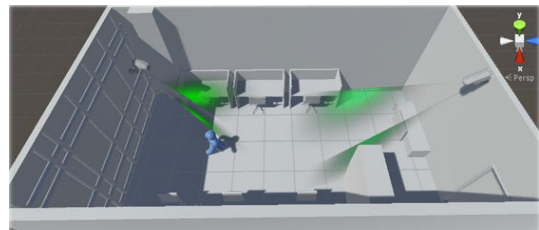


Fig. 6. Arrangement of camera in Unity environment

카메라의 측정 범위는 사각형의 빨로서 표현되며 원뿔형으로 도식되는 것과 크게 차이가 나지 않는다[10]. 실제 환경과 유사한 움직임을 갖는 사람을 가상 환경에 구현하고 데이터를 추출함으로써 가상 IP 카메라는 실제 IP 카메라와 같은 VA 기능을 이용해 데이터 분석이 가능하다[11].

BIM 프로그램에서는 위치된 공간에서만 카메라 속성을 설정할 수 있다는 제약이 따르지만, 본 연구에서 구현된 가상 환경에서는 유니티 프로그램의 API(application programming interface)를 사용하여 카메라의 높이, 방향, 위치, 측정 범위 등이 자유롭게 변경 및 조정이 가능하다.

가상공간의 카메라 측정 범위 내에 객체가 들어오면 객체 숫자 인식을 하게 되며, 이 가상의 데이터를 축적하여 콘솔 창으로 출력이 가능하고, 실제 환경에서의 실험과 마찬가지로 파일 입출력이 가능하다. 그림 7과 같이 CCTV 카메라의 설치 위치가 적합하면 녹색으로 표시하고, 카메라 위치와 각도에 따라 측정범위 내에 장애물이 포착되어 설치에 부적합함이 판단되면 붉은색으로 표시한다. 사용자가 카메라 배치 이후에 키보드로 제어하여 쉽게 위치를 바꿀 수 있으며 실험실, 사무실 등에서 인테리어 변경 시에 바로 적용이 가능하다. 또한 각 건물의 환경적인 요인을 포함해서 햇빛의 방향과 문의 설치 위치에 따라서 CCTV의 실내 설치 위치를 변경하여 준다.

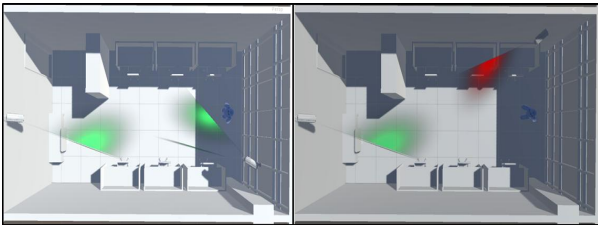


Fig. 7. Colors according to the camera working environment

### 3.2 객체 인식 및 활용

카메라 위치선정에 있어 중요한 요소인 인구 이동량을 파악하는 자료를 나타내기 위해 다음과 같은 시뮬레이션을 제작하였다. 먼저 출입과 개개인이 ‘얼마 동안 자리에 앉아있을 것이고, 언제 움직일 것인지’와 같은 인간의 심리적 요소는 배제된 상태에서 그림 8과 같이 VA 데이터 분석을 위한 가상 환경을 구현하였다. 그림 8은 공간, 카메라 화각에 따른 인식 반경, 사람이 될 객체 각각을 만들고 어떤 식으로 동작하게 되는지 설명한 것이다. 객체는 한 지점에서 특정한 다른 지점으로 움직이며, 카메라 측정 범위 내에 사람이 들어오게 되면 수를 헤아리게 되는 것이 시뮬레이션의 기본 원리이다.

본 논문에서는 카메라 측정 범위 내에 객체가 포착될 때 마다 수량을 체크하고 그 값을 전체 이동 횟수로 나누어 백분율로 나타낸 것을 ‘확률(Coverage)’로

정의한다. 그림 1에서 언급했던 바와 같이 실제로 카메라 마다 다양한 특성을 가지기 때문에 약 5m의 거리까지 촬영 가능하며, 약 35°, 45°의 화각을 가지는 카메라로 설정한 후 인구 이동량을 파악하여 확률로 나타낼 수 있는 시뮬레이션을 구현하였다. 그림 7에서 언급된 카메라의 위치 적절성 판단이 선행된 후, 장애물이 없는 위치에 한하여 사용자가 카메라를 원하는 위치에 배정할 수 있도록 하였다.

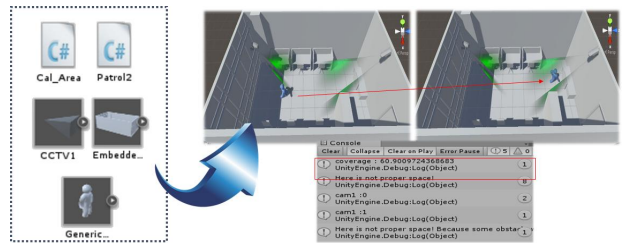


Fig. 8. Simulation Environment

아래 그림 9는 카메라의 위치를 서로 다른 세 곳에 배치하여 시뮬레이션을 동작하는 모습이다. 시뮬레이션은 총 3명의 객체를 두어 임의의 지역을 이동할 수 있도록 하였다. 현실과 유사한 환경을 만들기 위해 사물에 부딪히기 직전 사물을 인식하고, 다른 곳으로 움직일 수 있도록 구현하였다. 실제 카메라에서는 측정 범위 내에 객체가 다수 잡힐 지라도 몇 명인지 헤아리고 있는데, 마찬가지로 시뮬레이션 상에서도 객체 각각을 헤아릴 수 있도록 하였고, 실제 사람이 걷는 평균 속도를 파악하여 객체에 속도를 부여하였다.

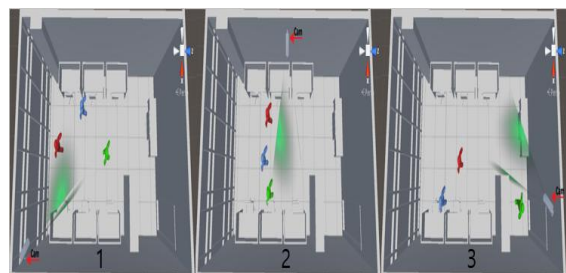


Fig. 9. Coverage according to the proper position

위의 실험에서 카메라 위치, 화각을 달리하여, 1시간 동안 카메라 측정 범위 내에 객체가 포착될 때 마다

수량을 헤아리고 그 값을 전체 이동 횟수로 나누어 백분을 값인 확률로 나타내었다. 그 결과는 다음 표 1과 같았다.

**Table 1. Coverage according to position and angle**

Position data	1	2	3
Coverage(35°)	20.2%	22.2%	17.1%
Coverage(45°)	24.8%	26.3%	22.1%

표 1의 3번째 열을 통해, 그림 6의 카메라 2번 위치에서 확률이 가장 높게 출력된 것을 확인할 수 있고, 3번 위치에서 확률이 가장 낮게 출력된 것을 확인할 수 있다. 또한 표 1의 2행과 3행을 비교하였을 때 세 곳의 관찰가능영역이 모두 증가한 것을 확인할 수 있는데, 이것은 화각이 늘어남에 따라 확률도 전체적으로 증가한 것을 보여준다. 시간을 늘려 측정하였을 때에도 표 1과 같이 유사한 결과를 도출할 수 있었다. 이 결과는 어느 위치, 어느 각도에서 객체를 더 많이 포착할 수 있는지를 판단할 수 있는 척도가 된다. 따라서 경제적 상황을 고려하여 만약 카메라를 1대만 설치할 수 있다고 할 때에 표 1의 정보를 통해 45°의 화각을 가진 카메라를 2번 위치에 설치한다면 가장 효율성 있는 위치 선정이 될 것이라는 것을 알 수 있다.

위와 같은 시뮬레이션을 이용하면, 장애물 배치에 따른 적합성을 판단할 수 있고, 카메라를 자유롭게 이동시켜가며 보다 확률 값이 큰 위치를 쉽게 선정 가능하다. 가상환경을 통해 실험을 진행한 후, 카메라를 설치한다면, 실제로 카메라 설치에 있어서 추가적인 설계 변경에 소요되는 시간단축과 비용절감을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 IP 카메라를 이용해 건물의 감시와 설치에 적합성을 위하여 실제 환경과 가상 환경을 구현하여 그 유용성을 검증하였다. 실제 환경에서는 IP 카메라를 이용해 원하는 데이터를 추출할 수 있으나,

카메라 측정 범위에 배치된 장애물에 대한 충분한 고려는 이뤄지지 않고 있으며, 인구 이동량을 가장 잘 파악해 낼 수 있는 적절한 위치를 찾아내지 못한다는 것을 알 수 있었다. 카메라를 공간 내 서로 다른 위치에 일일이 배치하며, 최적의 위치를 찾아내는 것은 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라, 경제적 측면에서도 비효율적이다. 따라서 가상환경에서의 장애물 판별, 카메라의 다양한 배치와 유동 인구 실험 등을 통하여 적절한 카메라의 위치 및 대수를 선정하였고, 카메라 위치 선정에 대해 이 실험이 지니는 유용성을 알 수 있었다.

이와 같은 시뮬레이션 제안은 향후 인텔리전트 빌딩에서 사람의 이동량을 파악하여 전력량과 시간대별 전력요금을 실시간 체크, Peak 제어, 전력량 예측, 냉난방설비, 승강기 및 조명설비 등을 실시간 제어하면 에너지 절약에 기여하리라 생각된다. 그리고 유동 인구 분석에 따른 매장 배치 등 상업적 목적으로도 사용이 가능하리라 예상된다.

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

#### References

- [1] Tyler W. Garaas, "Sensor Placement Tool for Rapid Development of Video Sensor Layouts", SpringSim, pp.134-137, 2011.
- [2] Jin-Won Choi, "A Study on the Development of an Internet-based Intelligent CAD System Supporting Building Performance Simulations", Architecture Institute of Korea, Vol.18, No. 1, pp.41-49, 2002.
- [3] Anton van den Hengel, Rhys Hill Ben Ward, Alex Cichowski, Henry Detmold, Chris Madden, Anthony Dick, John Bastian, "Automatic Camera Placement for Large Scale Surveillance Networks", 2010.
- [4] Seyeon Tech, <http://www.flexwatch.co.kr>
- [5] Jae-duck Yoo, Ik-Soon Kim, Bae-Hun Kim, Hyun-sick Shin, "A Monitoring Way and Installation of Monitoring System using Intelligent CCTV under the u-City Environment", The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 3, No. 4, pp.295-303, 2008.
- [6] <http://r-project.org>
- [7] Seong-Yong Park, "A Study on the Effective Disposition of Indoor CCTV Camera", Korea Institute Of Communication Sciences, Vol. 3, No. 4, pp.295-303, 2013.

- [8] <http://www.autodesk.co.kr>
- [9] Unity, <http://www.unity3d.com>
- [10] Ugur Murat Erdem, Stan Sclaroff “Automated Placement of Cameras in a Floorplan to Satisfy Task-Specific Constraints”, CiteSeer, 2003.
- [11] Ik-Soon Kim, Hyun-shik Shin, “A Study on Development of Intelligent CCTV Security System based on BIM”, The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 6, No. 5, pp.789-795, 2011.

◇ 저자소개 ◇



**류홍남 (柳洪男)**  
 1968년 8월 20일. 2007년 서울과학기술대학교 전기공학과 졸업. 2007년~현재 우정사업본부 수원우편집중국 주무관. 2013년~현재 동대학교 NID 융합기술대학원 박사과정



**김중훈 (金鍾勳)**  
 1964년 1월 15일생. 1992년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(박사). 1988~1997년 (주)대우전자 책임연구원. 1997년~현재 (주)세연테크 대표이사. 주관심 분야 : 임베디드 시스템, 실시간 시스템, IP기반의 CCTV.



**류경모 (柳京模)**  
 1994년 8월 4일생. 현재 서울과학기술대학교 전기정보공학과 재학중. 주관심 분야 : 실시간 시스템 설계, 임베디드 리눅스, 지능형 로봇 소프트웨어, 멀티미디어 프로토콜.



**홍주영 (洪周永)**  
 1992년 5월 7일생. 현재 서울과학기술대학교 전기정보공학과 재학중. 주관심 분야 : 실시간 시스템 설계, 임베디드 리눅스, 지능형 로봇 소프트웨어, 멀티미디어 프로토콜.



**최병욱 (崔秉旭)**  
 1963년 2월 13일생. 1992년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(박사). 1988~2000년 LG산전(주) 책임연구원. 2000~2005년 선문대학교 제어계측공학과 부교수. 2003~2005년 (주)임베디드웹 대표이사. 2003~2005년 Nanyang Technological University, Senior Fellow. 2005년~현재 서울과학기술대학교 전기정보공학과 교수. 주관심 분야 : 임베디드 시스템, 실시간 시스템, 로봇 응용, IP 카메라 프로토콜.