

고정 카메라를 이용한 스마트 관제 서비스의 서비스율 개선

성 동수

경기대학교 전자공학과 교수

Improvement of Service Rate in Smart Surveillance Service using Fixed Camera

Dong-Su Seong

Professor, Department of Electronic Engineering, Kyonggi University, Suwon, Korea

[요 약]

사용자가 응급 상황이나 안전한 귀가를 목적으로 스마트 관제 서비스를 원할 때, 사용자는 위성 항법 장치(GPS; global positioning system) 위치 정보를 제공하는 스마트 기기내의 해당 프로그램을 사용하여 이 서비스를 이용한다. 스마트 관제 시스템은 서비스 사용자의 프로그램으로부터 수신된 GPS 위치 정보를 이용하여 사용자 근처의 CCTV(closed circuit television) 카메라들을 선택하고 제어하여 사용자를 자동으로 추적하고 촬영한다. PTZ(Pan Tilt Zoom) 카메라는 좌우 회전, 상하 기울기 및 확대/축소를 이용하여 카메라 한 대로도 넓은 영역을 감시할 수 있는 특징이 있으며, 고정 카메라는 방향이 고정되어 있는 카메라로 고정된 시야각과 고정된 초점 범위를 가지며 정의한 영역을 정확하게 감시하는 특징이 있다. 기존의 방법들은 사용자의 추적 및 촬영을 위하여 PTZ 카메라만을 이용하였으나 제안된 스마트 관제 서비스는 PTZ 카메라 및 고정 카메라를 이용하여 사용자를 촬영하여 서비스율을 개선한다.

[Abstract]

When a user wants a smart surveillance service for the purpose of an emergency or safe return home, the user uses this service by using a corresponding program in a smart device that provides location information of a global positioning system (GPS). The smart surveillance system automatically tracks and photographs the user by selecting and controlling CCTV (closed circuit television) cameras near the user using GPS location information received from the user's program. The PTZ (Pan Tilt Zoom) camera has features that can monitor a wide area with a single camera by using left and right rotation, vertical tilt, and zooming. Fixed cameras are cameras with a fixed orientation, with fixed viewing angle and defined focal range, and it has the feature of accurately monitoring the defined area. Existing methods use only PTZ cameras for user tracking and photography, but the proposed smart surveillance service improves the service rate by photographing users using PTZ cameras and fixed cameras.

색인어 : CCTV, GPS 위치기반 서비스, 스마트 관제 시스템, 스마트 시티, IP 카메라

Key word : CCTV, GPS Location based service, Smart Surveillance system, Smart City, IP camera

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.5.847>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 05 April 2021; **Revised** 03 May 2021

Accepted 03 May 2021

***Corresponding Author; Dong-Su Seong**

Tel: +82-031-249-9802

E-mail: dssung@kyonggi.ac.kr

1. 서론

현대 사회에서 많은 범죄들이 다양한 분야에서 발생되고 있으며 이러한 범죄들을 사전에 예방하고 범죄의 발생 빈도를 줄이기 위하여 CCTV 시스템이 많이 이용되고 있다[1]-[6]. 또한 다양한 범죄에서 검거율을 높이기 위하여 수사에 CCTV 시스템이 기본적으로 이용되고 있다. CCTV 통합 관제센터의 경우, CCTV 영상 관리만을 담당한다는 측면에서 그 활용성에 한계가 있을 수 있다. 따라서 다양한 스마트 도시 서비스들과 연계하여 새로운 서비스들을 창출하고, 기존 서비스들에 CCTV 영상을 제공함으로써 고도화하며 활용도를 높이기 위한 노력을 하고 있다[7]. 또한, CCTV 카메라 관제 시스템의 기능 및 성능을 개선하는 것 외에 시민의 안전한 생활을 목적으로 하는 스마트 관제 서비스가 구현되고 연구되고 있다[8]-[11].

정보 통신 서비스 분야에서 다양한 스마트 기기들이 이용되고 있으며 이를 이용하여 새로운 서비스를 제공하기 위한 노력들이 진행되고 있다[12][13]. 스마트 기기는 기기 사용자의 위치 정보를 제공 받기 위하여 야외에서는 인공위성을 이용한 GPS를 이용하고 있으며 실내에서는 LTE(long term evolution), Wi-Fi, BLE(Bluetooth Low Energy) 등을 이용하고 있다[14]. 사용자의 위치 정보를 사용하는 다양한 정보통신 서비스들이 이미 상용화되어 사용되고 있으며, 새로운 서비스들이 다양한 분야에서 연구되고 있다[15]-[18]. 새로운 정보통신 서비스들 중 스마트 기기 및 CCTV IP(internet protocol) 카메라와 연계한 스마트 관제 서비스에 대한 연구도 진행되고 있다[8]-[12]. 사용자의 위치 정보를 이용한 스마트 관제 서비스에는 대표적으로 응급 상황 신고를 위한 서비스와 안심 귀가를 위한 서비스가 있다[8]-[12], [18].

응급 상황 신고를 위한 서비스에서 서비스 사용자에게 위험한 상황이 발생하면 사용자는 스마트 기기 내의 해당 프로그램을 사용하여 도움을 요청한다[18]. 스마트 기기 내의 해당 프로그램은 사용자의 위치 정보를 응급 상황 신고 서비스를 담당하는 스마트 관제 프로그램으로 전달한다. 이러한 요청을 수신한 스마트 관제 프로그램은 사용자 주변에서 운용중인 CCTV IP 카메라들을 사용자의 방향으로 자동으로 조정하여 촬영하도록 하고, 요청 사실을 관제 센터 내의 담당자에게 알려 담당자가 촬영된 CCTV의 영상을 보면서 현재 상황을 판단할 수 있도록 한다. 이때 담당자가 사용자의 상황이 위험하다고 판단하면 사용자의 위치 정보를 사용자 가까이에 있는 구조자에게 전송하여 도움을 줄 수 있도록 한다. 응급 상황을 신고하는 서비스는 사용자가 위험한 응급 상황에서 자신의 스마트 기기를 사용하여 도움을 요청할 수 있으며 사용자의 위치정보를 관제 센터에 지속적으로 전달할 수 있기 때문에 필요한 경우 구조자의 도움을 기대할 수 있다. 또한 사용자 주변에 있는 CCTV 카메라들에 의하여 사용자의 상황이 연속적으로 촬영되기 때문에 용의자가 도주한다 하더라도 추후 검거하는데 촬영된 영상을 이용할 수 있다[18].

안심 귀가를 위한 서비스에서 스마트 기기를 소지하고 있는 서비스 사용자가 해당 서비스가 필요한 경우 스마트 기기 내의 해당 프로그램을 사용하여 이 서비스를 요청한다. 정보 통신망

을 통하여 이러한 요청을 수신한 관제 센터 내의 프로그램은 사용자 주변에서 운용중인 CCTV 카메라들을 자동으로 제어하여 사용자를 촬영한다. 사용자가 귀가 경로를 따라 이동할 때 스마트 기기 내의 프로그램은 위치 정보를 스마트 관제 프로그램에게 계속 전달하고 스마트 관제 프로그램은 위치 정보를 이용하여 사용자 주변에 설치된 CCTV 카메라들을 선별하고 해당 카메라들을 제어하여 사용자를 촬영한다[8]-[11].

위치 정보를 사용하여 사용자를 촬영하고 추적하는 스마트 관제 서비스는 다수의 사용자들이 해당 서비스를 요청하는 경우 다수 사용자들이 요청한 서비스들을 수행하지 못하는 문제점을 가지고 있거나[12], 다수의 사용자들이 요청한 서비스들을 수행하는 경우에도 기존의 사용자가 CCTV 카메라들을 점유하고 이용하는 경우 이 카메라가 필요한 새로운 사용자에게 해당 카메라를 양보하지 않거나 해당 카메라를 공유하지 않아 새로운 사용자가 카메라에 의하여 추적되지 못하는 상황이 발생할 수 있다[8]. 이를 개선한 스마트 관제 서비스에서는 카메라를 양보하나 양보를 위하여 CCTV 카메라와 사용자 사이의 거리 정보를 고려하지 않았으며[9], 거리를 핵심으로 고려하여 서비스율이 기존의 방법과 비교하여 낮아지는 문제점을 가지고 있다[10]. 또한, 서비스율을 고려하여 개선하였으나 PTZ 카메라만을 이용하고 있다[11]. 기존의 모든 방법들은 PTZ 카메라만을 이용하였으나 제안된 스마트 관제 서비스는 PTZ 카메라 및 고정 카메라를 이용하여 서비스율을 개선하였다.

II. 스마트 관제 서비스

스마트 관제 시스템은 사용자의 스마트 기기, CCTV IP 카메라, 관제 센터 내의 게이트웨이, 서비스를 관리하는 컴퓨터들로 구성된다. CCTV IP 카메라들은 각 시도 지자체의 필요에 의하여 다수의 지점들에 설치되어 운용되고 있으며 촬영한 영상을 압축하여 전송하고 다양한 제어 명령을 수신할 수 있다. 서비스 관리 서버 내의 해당 프로그램은 서비스 사용자의 위치를 파악하고 사용자 가까이에 설치되어 있는 CCTV 카메라들 중 가능한 카메라들을 선택하고 제어한다. 또한 서비스 요청이 수신 되었을 경우 스마트 관제 센터의 서비스 담당자에게 그 사실을 알리고 사용자의 위치를 자동으로 촬영하고 추적하는 역할을 한다[8]-[12].

스마트 기기를 소지한 서비스 사용자가 귀가하는 도중의 위험 가능 지역에서 스마트 기기의 안심 귀가 서비스 프로그램을 사용하여 서비스를 요청하거나, 사용자에게 위험한 상황이 발생하면 스마트 기기 내의 응급 상황 신고 프로그램을 사용하여 서비스를 요청하면, 사용자의 현재 위치 정보가 게이트웨이내의 해당 프로그램을 경유하여 서비스 관리 서버 내의 해당 프로그램에게 전달된다. GPS 위치정보는 위도, 경도 및 높이 오차 정보를 포함하고 있어 스마트 기기 내의 오차 보정 프로그램은 이 위치 정보를 보정한 후 전송한다[16]. 신고를 전달받은 서비스 관리 서버 내의 해당 프로그램은 사용자를 촬영할 수 있는 CCTV 카메라들을 거리 및 각도를 고려하여 선택한다. 선택된

CCTV 카메라에 대하여 사용자의 위치 정보를 이용하여 해당 CCTV 카메라의 회전(Pan) 각도와 기울기(Tilt) 각도를 계산한다. 계산된 회전 각도와 기울기 각도를 이용하여 해당 CCTV 카메라를 제어하여 사용자를 촬영하게 된다. CCTV 카메라 제어는 사용자 또는 관제 요원에 의하여 서비스의 종료를 요청 받을 때까지 계속 반복된다. 이러한 과정으로 사용자는 다수의 카메라들에 의하여 계속 촬영될 수 있으며, 사용자가 이동하여 현재의 카메라에 의하여 촬영이 어려운 경우 촬영이 가능한 근처의 카메라들에 의하여 연속적으로 촬영될 수 있다[8]-[12].

PTZ(Pan Tilt Zoom) 카메라는 그림 1의 왼쪽 그림에 도시한 바와 같이 좌우 회전, 상하 기울기 및 확대/축소를 이용하여 카메라 한 대로도 넓은 영역을 감시할 수 있는 특징이 있다. 고정(Fixed) 카메라는 그림 1의 오른쪽 그림에 도시한 바와 같이 방향이 고정되어 있는 카메라로 고정된 시야각과 고정된 초점 범위를 가지며 감시하는 위치를 확실하게 인지할 수 있도록 하고 정의한 영역을 정확하게 감시하는 특징이 있다.

PTZ 카메라만을 이용하면 사용자의 촬영이 어려우나 고정 카메라를 이용하게 되면 사용자의 촬영이 가능한 경우를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 그림 2와 같이 사용자를 촬영할 수 있는 PTZ 카메라는 없으나 사용자를 촬영할 수 있는 고정 카메라가 있는 경우 이를 이용하면 된다. 둘째, 그림 3과 같이 촬영할 수 있는 PTZ 카메라는 있으나 그 카메라를 다른 사용자가 이미 점유하고 있고 양보가 어려운 경우 사용자를 촬영할 수 있는 고정 카메라가 있다면 이를 이용하면 된다. 셋째, 그림 4와 같이 사용자의 촬영이 가능한 PTZ 카메라는 있으나 그 카메라를 다른 사용자가 이미 점유하고 있고 양보가 어려운 경우 해당 PTZ 카메라를 점유한 사용자를 촬영할 수 있는 고정 카메라가 있다면 이 고정 카메라를 이용하면 기존의 사용자는 새로운 사용자에게 해당 PTZ 카메라를 양보할 수 있다.



그림 1. PTZ 카메라와 고정 카메라
Fig. 1. PTZ camera and Fixed camera

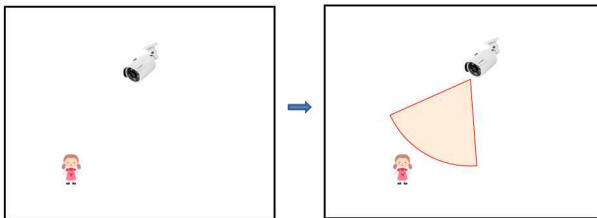


그림 2. PTZ 카메라가 없는 경우 고정 카메라 이용
Fig. 2. Use of fixed camera without PTZ camera

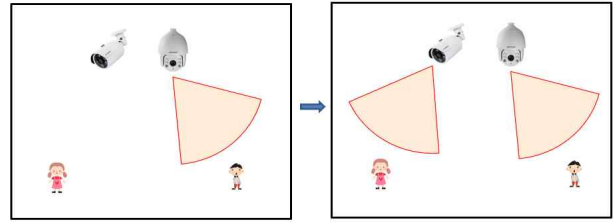


그림 3. PTZ 카메라의 양보가 어려운 경우 고정 카메라 이용
Fig. 3. Use of fixed camera without PTZ camera concession

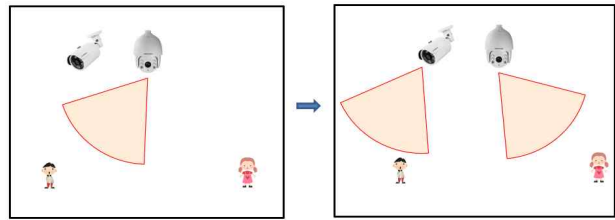


그림 4. 고정 카메라를 이용한 PTZ 카메라의 양보
Fig. 4. PTZ camera concession with Fixed camera

III. 스마트 관제 서비스를 위한 IP 카메라 관리 알고리즘

스마트 관제 서비스에서 다수 사용자의 스마트 기기 내의 해당 프로그램은 사용자의 식별자(ID)와 위치 정보를 주기적으로 게이트웨이 내의 해당 프로그램에게 전송하고, 게이트웨이 내의 해당 프로그램은 서비스 관리 프로그램에게 이 정보를 전달한다. 서비스 관리 프로그램은 그림 5의 CCTV IP 카메라 관리 프로그램을 호출하고, CCTV IP 카메라 관리 프로그램은 사용자의 식별자와 사용자의 GPS 위치정보를 사용하여 사용자를 촬영하고 추적할 수 있는 카메라들을 선택하고 제어한다. 즉, 서비스 관리 프로그램은 최대한 많은 사용자들을 촬영하고 추적하기 위하여 카메라 관리 알고리즘을 이용한다.

그림 5는 CCTV IP 카메라 관리 알고리즘 내의 촬영 카메라 선정 과정이며 이를 설명하면 다음과 같다. 사용자를 촬영할 수 있는 PTZ 카메라를 다른 사용자들이 이용하고 있지 않으면 이 사용자는 이 카메라에 의하여 촬영된다. 사용자를 촬영할 수 있는 PTZ 카메라를 다른 사용자들이 이용하고 있으면 양보가 가능한지를 살펴보고 촬영 여부가 결정된다. 양보가 가능하면 사용자는 촬영되고 양보가 어려우면 사용자를 촬영할 수 있는 고정 카메라를 찾는다. 촬영 가능한 고정 카메라가 있으면 사용자는 촬영되며 그렇지 않으면 카메라의 사용이 가능할 때까지 사용자는 촬영되지 않는다.

그림 6은 CCTV IP 카메라 관리 알고리즘의 전반적인 내용이며 이를 자세하게 소개하면 다음과 같다. 알고리즘의 (1)번 과정에서 알고리즘은 사용자의 식별자, 사용자의 위치 정보를 수신한 후, 후보 PTZ 카메라 집합, 선택 PTZ 카메라 집합 및 양보 PTZ 카메라 집합을 초기화 한다.

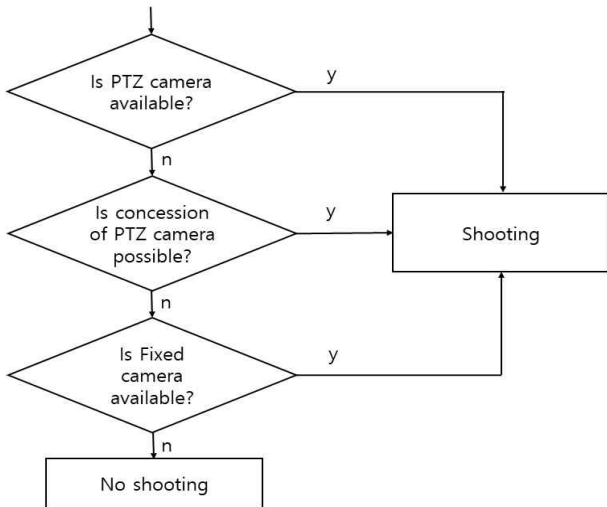


그림 5. 촬영 카메라 선정 과정
 Fig. 5. shooting camera selection procedure

그 다음, (2)번 과정에서 사용자의 현재 위치와 가까운 거리에 있는 개별 PTZ 카메라에 대하여 사용자와 PTZ 카메라 사이의 거리 및 카메라의 촬영 각도 범위를 근거로 하여 사용자를 촬영할 수 있는지 판단한다. 만일 사용자의 촬영이 가능하다면, 이 PTZ 카메라를 후보 PTZ 카메라 집합에 추가한다. 후보 PTZ 카메라는 사용자를 촬영할 능력이 있는 PTZ 카메라이며, 후보 PTZ 카메라 집합 내에 포함된 CCTV 카메라들 중 실제로 촬영을 하는 PTZ 카메라들은 뒤에서 선택된다. PTZ 카메라의 상태가 변경될 필요가 있는 경우 이를 갱신한다.

(3)번 과정에서 후보 PTZ 카메라 집합에 포함된 PTZ 카메라가 없으면 사용자를 촬영할 수 있는 주변의 카메라가 존재하지 않는다는 뜻이며, 이러한 경우 사용자를 촬영할 수 있는 고정 카메라가 있는지 확인하고, 고정 카메라가 있으면 이를 이용한다. 이 경우 고정 카메라 정보, 사용자 정보를 상위 프로그램에게 전송하고 이 알고리즘은 종료된다. 촬영 가능한 고정 카메라도 없으면 사용자 정보만을 상위 프로그램에게 전송하고 이 알고리즘은 종료된다. 이 경우, 서비스 사용자의 현재 위치는 카메라들에 의하여 촬영될 수 없는 영역에 있으며 사용자의 위치 정보는 상위 프로그램에게 전달되어 사용자의 이동 경로를 관찰하게 된다. 또한, 사용자의 촬영이 불가능한 영역을 벗어나면 사용자의 새로운 위치 정보에 의하여 새로운 후보 PTZ 카메라들 또는 고정 카메라가 존재할 수 있으며, 이 경우 사용자의 촬영이 가능하게 된다.

(4)번 과정에서 후보 PTZ 카메라 집합에 포함된 PTZ 카메라가 있다면, 첫째, 후보 PTZ 카메라 집합에 속한 각각의 PTZ 카메라에 대하여 PTZ 카메라의 사용이 가능하면 해당 카메라는 선택 PTZ 카메라 집합 내에 추가한다. 그 이유는 PTZ 카메라의 사용이 가능하면 이 사용자의 촬영을 위하여 사용될 수 있기 때문이다. 둘째, 사용자의 이전 위치 정보에 의하여 동일한 사용자를 촬영하고 있는 카메라인 경우, 이 카메라는 선택 PTZ 카

메라 집합에 추가된다. 그 이유는 사용자의 이전 위치 정보에 의하여 동일 사용자를 계속 촬영하고 있는 PTZ 카메라이고 동일 사용자의 현재 위치도 계속해서 촬영할 수 있기 때문이다. 선택된 PTZ 카메라의 상태와 사용자의 상태가 수정될 필요가 있는 경우 이를 갱신한다.

(5)번 과정에 선택 PTZ 카메라 집합에 포함된 PTZ 카메라가 없으면, 사용자를 촬영할 수 있는 PTZ 카메라는 있으나 실제 사용자의 촬영을 위하여 선택된 PTZ 카메라가 없는 경우이다. 그 이유는 후보 PTZ 카메라들을 다른 사용자들이 이미 점유하고 있기 때문이다. 이러한 경우, 후보 PTZ 카메라들을 현재 점유하고 있는 사용자들 중 후보 PTZ 카메라 집합에 포함된 PTZ 카메라를 다른 사용자들로부터 양보 받을 수 있는지 확인한다. PTZ 카메라의 양보를 요청하면 이 PTZ 카메라를 이용하고 있는 사용자는 이 PTZ 카메라가 사용자와 가장 가까운 PTZ 카메라가 아닌 경우 이 PTZ 카메라를 양보한다. 이 경우 이 PTZ 카메라는 사용자의 양보 PTZ 카메라 집합에 추가된다. 양보 PTZ 카메라 집합에 속한 PTZ 카메라는 양보가 가능하다는 의미이며 양보 PTZ 카메라 집합에 속한 PTZ 카메라들 중 한 대가 실제로 최종 양보된다. PTZ 카메라 집합에 포함된 모든 후보 카메라들에 대하여 이러한 방법으로 양보가 가능한지를 확인한다. 이러한 과정을 통하여 양보가 가능한 PTZ 카메라 들을 양보 PTZ 카메라 집합에 포함한다. 양보 PTZ 카메라 집합에 있는 PTZ 카메라들 중 사용자와 가장 가까운 PTZ 카메라를 사용자의 선택 PTZ 카메라 집합에 추가하고 선택 PTZ 카메라, 카메라의 이전 사용자, 현재 사용자의 상태를 갱신한다.

만일 양보를 받을 수가 있는 PTZ 카메라가 없다면, 완화된 조건으로 양보가 가능한지를 (6)번 (7)번의 과정으로 확인한다. (6)번 과정에서는 PTZ 카메라의 양보를 요청하면 이 카메라를 이용하고 있는 점유자는 이 카메라 외에도 점유한 PTZ 카메라가 있다면 이 카메라를 양보한다. (6)번 과정에 의해서도 양보를 받을 수가 있는 PTZ 카메라가 없다면 (7)번 과정이 수행된다. (7)번 과정에서는 PTZ 카메라의 양보를 요청하면 이 카메라를 이용하고 있는 점유자는 이 카메라 외에도 촬영이 가능한 고정 카메라가 있다면 이 PTZ 카메라를 양보한다. (6)번 (7)번의 경우에도 (5)번의 경우와 같이 양보 받은 PTZ 카메라는 사용자의 양보 카메라 집합에 추가된다. 이와 같이 완화된 조건의 양보 과정을 통하여 모든 후보 카메라들을 이전에 점유하고 있는 이전 사용자들 중 후보 카메라 집합에 포함된 각각의 PTZ 카메라를 양보 받는 것이 가능한지를 확인한다. 이를 통하여 양보가 가능한 PTZ 카메라 들을 양보 카메라 집합에 추가한다. 양보 PTZ 카메라 집합에 포함되어 있는 카메라들 중 사용자와의 거리가 가장 가까운 카메라를 사용자의 선택 PTZ 카메라 집합에 추가한다.

만일, 새로운 사용자의 촬영을 위하여 양보를 받을 수 있는 PTZ 카메라가 없다면 (8)번 과정에서 사용자는 PTZ 카메라에 의하여 촬영될 수 없다는 의미이며, 이 경우 사용자를 촬영할 수 있는 고정 카메라가 있는지 확인하고, 고정 카메라가 있으면 이를 이용한다. 이 경우 고정 카메라 정보, 사용자 정보를 상위 프로그램에게 전송하고 이 알고리즘은 종료된다.


```

(1) Receive applicant_ID, applicant_position.
Candidate_PTZ_Camera_Set = NULL
Selected_PTZ_Camera_Set = NULL
Concession_PTZ_Camera_Set = NULL
(2) for (each PTZ_camera)
    if (applicant can be taken in consideration of
        shooting angle with distance
        between applicant and PTZ_camera)
        then Candidate_PTZ_Camera_Set
            = Candidate_PTZ_Camera_Set + PTZ_camera
        for (each PTZ_camera ∈ Candidate_PTZ_Camera_Set)
            Update PTZ_camera status.
(3) if (Candidate_PTZ_Camera_Set == NULL)
    then for (each Fixed_camera)
        if (applicant can be taken in consideration of
            shooting angle with distance
            between applicant and Fixed_camera)
            then Update applicant status.
        Send Fixed_camera_IDs if possible
        Send applicant_ID, applicant_position to monitor agent
        Return
(4) for (each PTZ_camera ∈ Candidate_PTZ_Camera_Set)
    if ((PTZ_camera.usage_status == AVAILABLE) or
        (PTZ_camera.user == applicant_ID))
        then Selected_PTZ_Camera_Set
            = Selected_PTZ_Camera_Set + PTZ_camera
        Update PTZ_camera and applicant status.
(5) if ((Selected_PTZ_Camera_Set == NULL)
    then for (each PTZ_camera ∈ Candidate_PTZ_Camera_Set)
        if (PTZ_camera.concession_with_shortest_distance(PTZ_camera))
            then Concession_PTZ_Camera_Set
                = Concession_PTZ_Camera_Set + PTZ_camera
            Selected_PTZ_camera = Select_Camera(applicant_position,
                Concession_PTZ_Camera_Set)
            Selected_PTZ_Camera_Set = { Selected_PTZ_camera }
            Update Selected_PTZ_camera, applicant and user status.
(6) if ((Selected_PTZ_Camera_Set == NULL)
    then for (each PTZ_camera ∈ Candidate_PTZ_Camera_Set)
        if (PTZ_camera.concession(PTZ_camera))
            then Concession_PTZ_Camera_Set
                = Concession_PTZ_Camera_Set + PTZ_camera
            Selected_PTZ_camera = Select_Camera(applicant_position,
                Concession_PTZ_Camera_Set)
            Selected_PTZ_Camera_Set = { Selected_PTZ_camera }
            Update Selected_PTZ_camera, applicant and user status.
(7) if ((Selected_PTZ_Camera_Set == NULL)
    then for (each PTZ_camera ∈ Candidate_PTZ_Camera_Set)
        if (PTZ_camera.concession_with_fixed_camera(PTZ_camera))
            then Concession_PTZ_Camera_Set
                = Concession_PTZ_Camera_Set + PTZ_camera
            Selected_PTZ_camera = Select_Camera(applicant_position,
                Concession_PTZ_Camera_Set)
            Selected_PTZ_Camera_Set = { Selected_PTZ_camera }
            Update Selected_PTZ_camera, applicant and user status.
(8) if (Selected_PTZ_Camera_Set == NULL)
    then for (each Fixed_camera)
        if (applicant can be taken in consideration of
            shooting angle with distance
            between applicant and Fixed_camera)
            then Update applicant status.
        Send Fixed_camera_IDs if possible
        Send applicant_ID, applicant_position to monitor agent
        Return
(9) for (each PTZ_camera ∈ Selected_PTZ_Camera_Set)
    Calculate the camera's PTZ information to capture
    the applicant by comparing the location of
    the applicant with the location of PTZ_camera.
    Deliver calculated PTZ information to PTZ_camera.
    Send PTZ_camera_IDs, applicant_ID, applicant_position to monitor agent
    Return

bool PTZ_camera_concession_with_shortest_distance(PTZ_camera)
User = PTZ_camera.user
Shortest_Distance = infinite
for (each Camera ∈ User_PTZ_Camera_Set)
    Distance = Distance(User.position, Camera.position)
    if (Distance < Shortest_Distance)
        then Shortest_Distance = Distance
    Shortest_camera = Camera
if (PTZ_camera != Shortest_camera)
    then Return(true)
else Return(false)

bool PTZ_camera_concession(PTZ_camera)
User = PTZ_camera.user
Number_of_camera = 0
for (each Camera ∈ User_PTZ_Camera_Set)
    Number_of_camera = Number_of_camera + 1
if (Number_of_camera > 1)
    then Return(true)
else Return(false)

bool PTZ_camera_concession_with_fixed_camera(PTZ_camera)
User = PTZ_camera.user
for (each Fixed_camera)
    if (User can be taken in consideration of
        shooting angle with distance
        between User and Fixed_camera)
        then Update User status.
    Return(true)
Return(false)

Select_Camera(applicant_position, Concession_PTZ_Camera_Set)
Shortest_Distance = infinite
for (each PTZ_camera ∈ Concession_PTZ_Camera_Set)
    Distance = Distance(applicant_position, PTZ_camera.position)
    if (Distance < Shortest_Distance)
        then Shortest_Distance = Distance
    Selected_PTZ_camera = PTZ_camera
Return(Selected_PTZ_camera)

```

그림 6. CCTV IP 카메라관리 알고리즘

Fig. 6. CCTV IP camera management algorithm

촬영 가능한 고정 카메라도 없으면 사용자 정보만을 상위 프로그램에게 전송하고 이 알고리즘은 종료된다. 이 경우, 사용자의 위치 정보는 상위 프로그램에게 전송되어 사용자의 이동 경로가 관찰되게 된다. 잠시 후, 기존의 사용자들과 현재의 사용자가 이동하게 되면 기존 사용자들이 점유하고 이용한 PTZ 카메라들이 반납되거나, 사용자의 새로운 위치 정보의 제공에 의하여 사용자의 새로운 후보 PTZ 카메라 집합이 형성되며, 이 경우 선택된 PTZ 카메라에 의하여 사용자가 촬영될 수 있다.

선택된 PTZ 카메라의 집합에 포함된 PTZ 카메라가 있으면, (9)번 과정에서 선택되어진 PTZ 카메라 집합의 각각의 PTZ 카메라에 대하여 사용자의 위도, 경도 및 높이 정보가 포함된 위치 정보와 그 PTZ 카메라의 위치 정보를 비교하여 사용자를 촬영하기 위한 PTZ 카메라의 회전정보(Pan)와 기울기(Tilt) 정보를 계산하고, 계산된 회전정보와 기울기 정보를 해당 PTZ 카메라에게 전달한다. 그 뒤, 사용자의 위치 정보를 상위 프로그램에게 전송하고 이 알고리즘을 종료한다.

IV. 실험 결과

제한한 IP 카메라 관리 방법이 기존의 IP 카메라 관리 방법들과 비교하여 서비스율이 개선되었음을 확인하기 위하여 모의 실험을 수행 하였다. 전체 서비스 영역을 가로 1000m, 세로 1000m로 하고 PTZ 카메라의 수는 100대로 하고 모의실험을 수행하였다. 각각의 PTZ 카메라가 촬영 가능한 거리는 설치된 지점에서부터 100m 까지로 하였다. PTZ 카메라들을 모든 지역에 골고루 분포하도록 하였으며 사용자의 위치는 랜덤하게 분포되도록 구성 하였다. 다양한 경우를 실험하기 위하여 최근에 제안된 기존의 방법들[10][11]을 이용하여 각각 10,000번의 모의 실험을 수행하고, 제안한 안심귀가 방법을 이용하여 10,000번의 모의실험을 수행 하였다.

그림 7은 고정 카메라의 수가 25대이고 고정 카메라의 촬영 거리가 25m 일 경우 카메라에 의하여 사용자가 촬영되는 비율인 서비스율을 도시하고 있다. 고정 카메라의 촬영 거리는 좁기 때문에 PTZ 카메라의 촬영거리보다 짧게 설정하였다. 모의 실험결과 고정 카메라도 이용하는 제안된 방법이 고정 카메라를 이용하지 않는 기존의 방법들과 비교하여 서비스율이 개선됨을 알 수 있다.

그림 8은 고정 카메라의 수가 25대이고 고정 카메라의 촬영 거리가 50m 일 경우 카메라에 의하여 사용자가 촬영되는 비율인 서비스율을 도시하고 있다. 모의 실험결과 고정 카메라의 촬영 거리가 증가하면 서비스율이 개선됨을 알 수 있다.

그림 9는 고정 카메라의 수가 50대이고 고정 카메라의 촬영 거리가 25m 일 경우 카메라에 의하여 사용자가 촬영되는 비율인 서비스율을 도시하고 있다. 모의 실험결과 고정 카메라의 수가 증가하면 서비스율이 개선됨을 알 수 있다.

모의 실험결과 고정 카메라를 이용하는 제안된 방법이 고정

카메라를 이용하지 않는 기존의 방법들과 비교하여 서비스율이 개선되었음을 알 수 있으며, 사용 가능한 고정 카메라의 수가 증가할수록 또는 고정 카메라의 촬영 거리가 증가할수록 서비스율이 더 많이 개선됨을 알 수 있다.

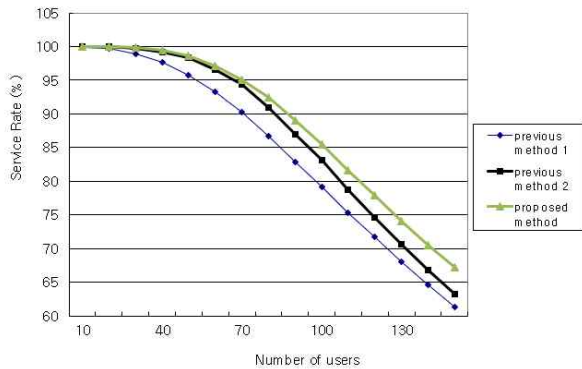


그림 7. 서비스율 (고정 카메라수 25대, 서비스 거리 25m)
 Fig. 7. Service rate (number, service range of fixed cameras is 25, 25m)

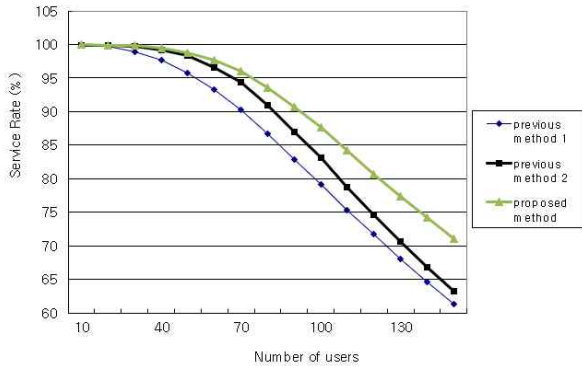


그림 8. 서비스율 (고정 카메라수 25대, 서비스 거리 50m)
 Fig. 8. Service rate (number, service range of fixed cameras is 25, 50m)

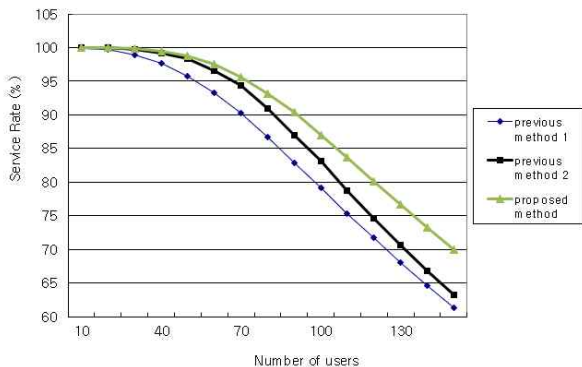


그림 9. 서비스율 (고정 카메라수 50대, 서비스 거리 25m)
 Fig. 9. Service rate (number, service range of fixed cameras is 50, 25m)

V. 결 론

스마트 관제 서비스는 서비스 사용자가 스마트 기기의 프로그램을 이용하여 해당 서비스를 요청하면 서비스 관리 프로그램에 의하여 CCTV IP 카메라를 선택하고 제어하여 사용자를 추적하고 촬영하는 서비스이다. 이 서비스에서 사용자의 위치 정보가 연속적으로 제공되고 이를 이용하여 사용자도 연속적으로 촬영이 되기 때문에 귀가하는 도중에 위험한 지역이 있는 경우 이 서비스가 유용하게 사용될 수 있을 것으로 예상된다. 기존의 방법들은 PTZ 카메라만을 이용하였으나 제안된 스마트 관제 서비스는 PTZ 카메라 및 고정 카메라를 이용하여 서비스율을 개선하였다. 다수의 사용자에게 스마트 관제 서비스가 제공되는 상황에서 서비스율이 개선되면 사용자가 촬영되는 비율이 증가하여 서비스의 질이 향상될 수 있을 것으로 예상된다.

감사의 글

본 논문은 2019학년도 경기대학교 연구년 수혜로 연구되었습니다.

참고문헌

- [1] Y. G. Kwak and T. H. Lim, "Study on the CCTV Effective Utilization Method for the Crime Prevention and Action," *The Journal of Korean Association for Public Security Administration*, Vol. 8, No. 2, pp. 119-144, Aug. 2011.
- [2] Y. H. Kim and J. H. Kim, "Development of Real-Time Face Region Recognition System for City-Security," *The Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 13, No. 4, pp. 504-511, Apr. 2010.
- [3] J. R. Cho, H. S. Kim, D. K. Chae and S. J. Lim, "Smart CCTV Security Service in IoT(Internet of Things) Environment," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 6, pp. 1135-1142, Oct. 2017.
- [4] E. M. Ahn and D. H. Kim, "Implementation of Integrated Platform of Face Recognition CCTV and Home IOT," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 19, No. 2, pp. 393-399, Feb. 2018.
- [5] Y. B. Shim and H. J. Park, "A Study on a Violence Recognition System with CCTV," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 16, No. 1, pp. 25-32, Feb. 2015.
- [6] J. Y. Min, "An Algorithm for Traffic Information by Vehicle Tracking from CCTV Camera Images on the Highway," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 3, No. 1, pp. 1-9, Jun. 2002.

- [7] I. H. Kim and J. Y. Lee, "Strategies on the Diffusion of Public CCTV for Crime Prevention," *Association of Korean Geographers*, Vol. 8, No. 1, pp. 79-93, Jan. 2019.
- [8] K. B. Lee, "Implementation of Smart Safe Return Service Supporting Multiple Users," *The Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, Vol. 19, No. 4, pp. 472-478, Dec. 2015.
- [9] D. S. Seong, "Improvement of Safe Return Service by CCTV Camera Sharing," *The Journal of Korea Institute of Next Generation Computing*, Vol. 13, No. 1, pp. 65-73, Feb. 2017.
- [10] D. S. Seong, "Improvement of Safe Return Service using Distance Information," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 5, pp. 1023-1028, May 2019.
- [11] K. B. Lee, "Implementation of CCTV Safe Return Home Service considering Distance and Service Rate," *The Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, Vol. 23, No. 4, pp. 80-87, Dec. 2019.
- [12] E. S. Park, K. Y. Kim and D. S. Seong, "A Correcting Method of the GPS Location Information using two CCTVs in Smart Care Surveillance System," *The Journal of Korea Institute of Next Generation Computing*, Vol. 11, No. 1, pp. 53-63, Feb. 2015.
- [13] S. I. Ha, H. J. Lee and C. H. Oh, "A Study on the Active Location Acquisition Terminal Using Base-station Location Information and GPS Module," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 9, No. 3, pp. 483-490, Sep. 2008.
- [14] E. J. Song, "A Case of the Mobile Application System Development using Location Based Service," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 13, No. 1, pp. 53-60, Mar. 2012.
- [15] A. Rae and O. Basir, "Reducing Multipath Effects in Vehicle Localization by Fusing GPS with Machine Vision," *12th International Conference on Information Fusion*, Seattle, WA, New York: NY, pp. 6-9, July, 2009.
- [16] E. S. Park, K. Y. Kim, D. S. Seong and K. B. Lee, "Accuracy Improvement Method of Location Information for a Smart Care Surveillance System," *The Journal of Korea Institute of Next Generation Computing*, Vol. 9, No. 3, pp. 17-25, June 2013.
- [17] J. H. Ko, D. K. Han, S. R. Lee, H. Y. Park and D. H. Kim, "Implementation of GPS-based Wireless Loss Prevention System using the LoRa Module," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 4, pp. 761-768, July 2017.
- [18] D. S. Seong, "Improvement of Smart Surveillance Service using Service Priority," *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 19, No. 5, pp. 1004-1011, May 2018.



성동수(Dong-Su Seong)

1989년 : 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 (공학석사)

1992년 : 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 (공학박사)

1993년~현 재: 경기대학교 전자공학과 교수

※관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 멀티미디어 통신, 사물 인터넷