

절대좌표 추출 알고리즘을 이용한 향상된 PTZ 카메라 제어 시스템 설계

김영담*, 박석천**, 신성기***, 방승주***
*가천대학교 일반대학원 모바일소프트웨어학과
**가천대학교 컴퓨터공학과 정교수(교신저자)
***(주)윈포넷 기술연구소
e-mail : dam23kr@naver.com

Design of Enhanced PTZ Camera Control System using Absolute Coordinate Extraction Algorithm

Young-Dam Kim*, Seok-Cheon Park**, Seong-Ki Shin***, Seung-Ju Bang***
*Dept of Mobile Software, Gachon University
**Dept of Computer Engineering, Gachon University
***Institute of Technology, Win4NET Co., Ltd

요 약

오늘날 도난방지, 화재, 범죄예방 등의 안전한 생활을 위한 감시 시스템의 중요성이 강조되고 있다. 이에 영상보안 시장 규모가 급속히 증가하고 있으며 관련 기술도 인공지능을 겸비한 형태로 발전하고 있다. 우리나라도 영상보안 시스템의 수요가 2002년부터 기업과 정부를 중심으로 증가하고 있으며 급속한 성장을 거듭하는 추세는 2012년 이후에도 지속될 전망이다. 특히, 최근에는 적은 대수의 카메라로 보다 넓은 지역을 관찰하고 특정 부분을 확대 관찰할 수 있는 PTZ 카메라의 활용이 증가하고 있다. PTZ 카메라는 카메라에 구동 장치를 추가하여 좌우(Pan), 상하(Tilt)로 카메라의 시점을 이동시킬 수 있으며 특정 부분을 확대하여 관찰할 수 있는 줌(Zoom) 기능을 가진 카메라를 말한다. 이와 같은 장점으로 지능형 PTZ 카메라는 점차 대중화 되고 있다. 하지만, 현재 시중에 판매되는 많은 종류의 PTZ 카메라를 이용한 영상보안 감시는 실제로 사용자가 동작하고 사용하는데 있어서 많은 문제점을 가지고 있다. 이에 본 논문에서는 카메라 별로 제공하는 상이하고 왜곡된 좌표 값에서 새롭게 가공한 직관적 절대좌표 값을 추출하여 정확한 목표지점으로서의 위치이동과 간편한 카메라 조작을 위한 시스템을 설계하였다.

I. 서 론

최근 전 세계적으로 안전, 관리, 보안 등을 이유로 영상 감시 카메라를 이용한 감시감독 시스템의 사용이 보편화 되고 있다. 우리나라 역시 강력 범죄 증가에 따른 CCTV/DVR과 같은 영상보안 시스템의 중요성이 대두되고 있으며, 영상보안 시장의 규모가 급속히 증가하고 관련 기술도 지능적 기능인 추적, 인식 및 측정의 자동화 기술을 겸비한 형태로 발전하고 있다. 특히 최근에는 적은 대수의 카메라로 보다 넓은 지역을 관찰하고 특정 부분을 확대 관찰할 수 있는 Pan-Tilt-Zoom(PTZ) 카메라를 이용한 지능화된 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. PTZ 카메라는 움직이는 객체 추적, 3차원 복원 및 원거리의 작은 객체 인식 등에 사용되며 지능적 감시감독 시스템을 구성하기에 용이한 장점이 있다[1,2]. 하지만, 현재 시중에 판매되는 PTZ 카메라를 이용한 영상 감시는 실제로 사용자에게 불편한 동작 방법과 원하는 지점으로서의 좌표 이동시 미세한 위치이동 오류를 발생시킨다. 또한 위치

이동 시 여러 번의 조작동작을 거쳐 오랜 시간이 소요되는 문제점이 발생한다.

따라서, 본 논문에서는 기존의 왜곡된 카메라 좌표 값을 개선하여 원하는 위치로의 정확한 이동과 마우스를 이용한 간편한 이동 조작으로 사용자에게 편리성을 제공하기 위한 절대좌표 추출 알고리즘을 이용한 PTZ 카메라 제어 시스템을 설계한다.

II. 관련 연구

2.1 영상보안 시스템 기술개요

영상보안 시스템은 사람이나 사물을 영상 감시하는 시스템으로 최근 IT 기술의 발전에 힘입어 급속히 지능화되고 있다. 영상보안 시스템은 영상 촬영을 위한 카메라, 모니터링을 위한 디스플레이 장치, 카메라와 디스플레이 장치를 연결하는 전송망, 영상을 저장하는 저장매체로 구성되어 있다. 지능형 영상보안 시스템은 하드웨어 및 소프트

웨어로 구성된 시스템에서 자동화된 감시 기능을 제공하고 기존의 영상보안 시스템의 비효율적인 처리과정을 개선하는데 목적을 두고 있으며, 현재 사용의 용이성 및 보안체계의 강화 측면에서 많은 기술적 발전을 이루고 있다 [3].

2.2 영상보안 기술의 발전 방향

최근 영상보안 시스템은 기존의 아날로그 방식에서 디지털 방식의 장비로 바뀌고 있으며, 초소형·고화질의 카메라, 유·무선 전송 장치, 디지털 저장장치로 발전되고 있다. 또한 최근 다양한 IT(Information and Communication Technology) 매커니즘을 적용하여 빠르게 지능화되고 있다. 다음 표 1은 영상보안 기술의 발전 방향에 대해 나타낸다[4].

<표 1> 영상보안 기술의 발전 방향

종류	기존	현재
감시카메라 기술	흑백 CCD 소자를 이용한 아날로그 CCTV	메가픽셀급의 고해상도 디지털 IP카메라
영상저장 기술	아날로그 기반의 VCR (영상저장 및 재생 기능)	디지털 기반의 DVR (영상저장, 검색, 재생 기능)
영상압축 기술	낮은 압축률의 MPEG-4	높은 압축성과 유연성을 갖는 H.264
영상전송 기술	동축케이블을 이용한 유선 전송망	이더넷 기반의 네트워크 전송망

2.3 PTZ 카메라 시스템

PTZ 카메라는 360°의 좌/우 방향 회전 Pan과 최대 90° 또는 180°의 상/하 이동 Tilt, 확대/축소의 Zoom 기능을 가진 지능형 감시 카메라로, 많은 수의 고정형 감시 카메라의 배치 없이도 특정 공간의 사방을 모두 촬영 감시할 수 있도록 한다. 이와 같은 특성으로 인하여 비용과 효율성 측면에서 일반 카메라의 단점을 해결하고 높은 활용성으로 다양한 응용분야에 적용하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 지능적 감시감독 시스템 분야에 중점적으로 연구가 진행되고 있으며 앞으로도 꾸준히 지속될 전망이다. 하지만, 일반적인 고정카메라의 사용 및 검정방법들이 컴퓨터 비전 연구의 시작과 함께 많은 연구와 사용방법들이 제시된 반면, PTZ 카메라의 경우에는 고정카메라에 비해 고려할 사항이 많아 복잡한 사용과 검정 기법을 필요로 한다. 또한 카메라로부터 발생하는 렌즈 왜곡과 좌표 값 왜곡으로 인하여 정확한 영상을 얻고 감시하는데 문제점을 발생시키는 단점을 가진다[5,6].

2.4 PTZ 카메라 제어 기술 요소

2.4.1 SURF(Speeded Up Robust Features) 알고리즘

여러 개의 영상으로부터 크기(Scale), 조명(Illumination), 시점(View Point) 등의 환경 변화를 고려하여 주변 환경의 변화에 불변하는 특징을 찾는 알고리즘이다. 일반적으로 성능이 우수한 SIFT 알고리즘과 견줄만한 성능을 보이면서 동시에 속도를 크게 향상시킨 알고리즘이다. SURF 알고리즘의 중요한 속도향상을 위해 제안한 방법들을 요약해 보면 첫째, 적분 영상을 이용하여 영역의 면적을 간단하게 바로 계산하고 둘째, 고속 Hessian Matrix 기반의 간편화한 Detector와 Descriptor를 활용하며 마지막으로 추가적 연산이 들지 않고 Descriptor의 성능 감소 없는 Contrast를 이용한 간단한 Matching을 구현한다.

2.4.2 좌표 이동 변환(translation transform) 알고리즘

영상의 특정 크기만큼 가로 또는 세로 방향으로 이동시키는 변환으로 입력 영상의 특정 좌표(x, y)를 가로로 a만큼, 세로로 b만큼 이동시키는 이동 변환 행렬이다.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}, \quad \begin{cases} x = x' - a \\ y = y' - b \end{cases}$$

2.4.3 보간법 (Interpolation)

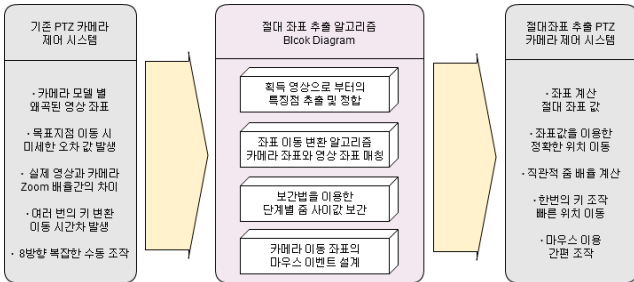
$X_0 < X_1 < \dots < X_n$ 으로 주어진 $(n+1)$ 개의 모든 점을 통과하는 근사 함수를 이용하여, 구간 $[X_0, X_n]$ 내의 임의의 점 X 에 대한 함수 값을 구하는 방법이다. 주어진 데이터를 가지고 다항식과 같은 형태로 표준화 시키는 작업 중에 하나로 관측이나 실험을 통해서 얻어지지 않은 점을 추정할 때 사용한다. 특히, Spline 보간법은 각 구간에서 낮은 차원(low-degree)의 다항식을 사용하여 전후구간의 다항식들과 자연스럽게 연결한다. 기존의 선형 보간법보다 적은 오차를 발생하며 다항식 보간법보다 자연스럽게 연결되고 훨씬 간단한 계산식을 보인다.

III. PTZ 카메라 제어 시스템 설계

3.1 절대 좌표 추출 기반 PTZ 카메라 시스템 개요도

현재 PTZ 카메라를 이용한 영상 감시 시스템은 시중에 판매되는 원형 그대로의 카메라를 사용하여 영상 감시를 시행하는 형태를 이루고 있다. 하지만, 실제로 PTZ 카메라를 이용하여 원하는 목표 지점으로의 이동이나 객체 추적 감지를 위한 카메라 작동 시에 사용자들이 불편함을 겪는 단점이 있다. 원하는 위치로의 이동 시 8방향의 수동 작업과 위치 이동 간의 이동 시간 소요 등의 문제가 발생한다. 또한 카메라 모델 별로 제공되는 왜곡된 위치 좌표와 같은 모델이라도 카메라 노후에 따른 오차 범위가 더욱 심해지는 문제점을 들 수 있다. 이에 본 논문에서는 절

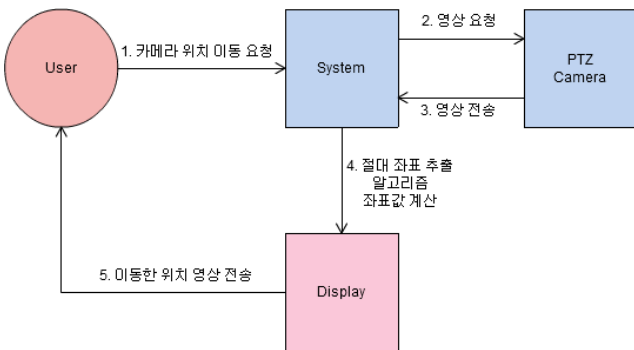
대좌표 추출 알고리즘을 이용하여 PTZ 카메라의 정확한 좌표 값을 추출하고 이를 통하여 원하는 목표 지점으로의 정확한 이동방법을 제시한다. 또한 영상 화면의 좌표 계산을 통한 마우스 이벤트를 설계하여 사용자들에게 간편한 조작으로 카메라 위치 이동과 좌표 이동 시 소용되는 시간을 단축할 수 있는 시스템을 구성한다. 본 논문에서 제안한 시스템의 개요도는 그림 1과 같다.



(그림 1) 절대좌표 추출 기반 시스템 개요도

3.2 PTZ 카메라 제어 시스템 전체 구조

본 논문에서 제안하는 PTZ 카메라 제어 시스템은 기존의 카메라 제어 시스템의 사용과는 달리 절대좌표 추출 알고리즘을 이용하여 새로운 좌표 값을 생성하고 이를 이용하여 목표지점으로 카메라의 위치 이동을 시행한다. 본 논문에서 설계한 시스템의 전체 구조도는 그림 2와 같다.



(그림 2) PTZ 카메라 제어 시스템 구조도

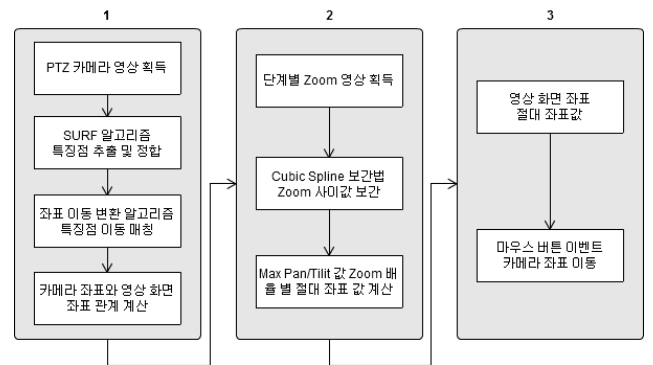
사용자가 PTZ 카메라로 원하는 위치로의 목표 지점 이동을 요청하면 시스템은 PTZ 카메라로부터 받아들인 영상을 절대좌표 추출 알고리즘의 좌표 값 계산을 통하여 현재 카메라 화각에서의 새로운 위치 좌표로 가공한다. 새롭게 생성된 절대좌표 값은 디스플레이 장치를 통하여 사용자에게 목표 지점으로의 위치 이동한 결과 값을 전달한다.

3.3 절대 좌표 추출 알고리즘

절대좌표 추출 알고리즘을 설계하기 위한 첫 번째 단계로 최대 광각에서의 PTZ 카메라로부터 획득한 영상을 SURF 알고리즘을 이용하여 특징 점을 추출하고 정합하는

과정을 거친다. 카메라 영상에서의 특징 점을 추출할 때에는 특징점이 많이 발생하는 복잡도가 높은 영역을 선택하여 보다 많은 특징 점들을 보유한다. 얻어진 특징 점들을 좌표 변환 이동 알고리즘을 이용하여 특징 점을 정합 시키면서 선택한 지점의 영역이 처음 카메라가 지정한 위치 영역과 일치할 때까지 이동시킨다. 이렇게 이동하여 매칭된 카메라 좌표 값을 화면상의 영상 좌표 값과 상대적인 비교 계산을 통하여 카메라의 Pan/ Tilt 에 대한 새로운 좌표 값을 추출한다.

두 번째 과정으로 각 비율별로 획득한 Zoom 영상을 이전 단계로부터 얻어진 현재 화각에서의 Pan/ Tilt의 최대치 좌표 값을 적용시켜 단계별 Zoom 배율간의 좌표 값을 계산한다. 이때, 스플라인 보간법을 이용하여 단계별로 측정된 Zoom 영상의 사이 값들을 보간하여 자동으로 계산한다. 마지막으로 직관적 계산을 통하여 추출한 새로운 카메라 절대좌표 값과 마우스 버튼 이벤트를 접목시킴으로 영상 화면에서의 카메라 좌표 값을 계산하고 마우스를 이용하여 원하는 목표 지점으로의 이동을 가능하게 하였다. 본 논문의 절대좌표 추출 알고리즘의 흐름도는 그림 3과 같이 설계하였다.



(그림 3) 절대좌표 추출 알고리즘의 흐름도

IV. 결론

오늘날 급속한 성장을 거듭하는 영상보안 시스템은 인공지능을 겸비한 형태로 점차 발전하고 있다. 영상보안 시스템은 사용의 용이성 및 보안체계의 강화 측면에서 많은 기술적 발전이 이루어졌는데, 특히 비용과 효율성 측면에서 일반 카메라의 단점을 해결한 PTZ 카메라는 높은 활용성으로 인하여 다양한 응용분야에 적용하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 하지만, 일반적인 고정카메라의 사용 및 검정방법이 컴퓨터 비전 연구의 시작과 함께 꾸준히 성장한 반면, PTZ 카메라의 경우에는 카메라 렌즈 왜곡과 좌표 값 왜곡으로 인하여 정확한 카메라 위치 좌표 값을 제공하지 못하고 사용자가 원하는 목표 지점으로의 위치 이동 시 미세한 이동 지점의 오차발생과 같은 많은 문제점을 야기한다.

따라서 본 논문에서는 직관적 좌표계산 방법을 통한 카

메라의 새로운 절대좌표 값을 추출함으로써 정확한 PTZ 카메라의 위치이동 및 사용자 편의성을 고려한 간편한 조작 방법과 빠른 위치 이동 흐름을 제공하기 위한 시스템을 설계하였다.

향후 연구로는 향상된 PTZ 카메라 제어 시스템을 활용하여 객체 추적 감지 및 불법 주정차 번호판 인식 등에 적용한 효율적인 감지 시스템을 위한 연구를 진행 할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 ‘SW 전문인력양성 고용계약형 SW석사과정 지원사업’의 연구 결과로 수행되었음” (HB301-13-1003)

참고문헌

- [1] 정성훈, 김민환 “효율적인 PTZ 카메라 검정 및 통합 기법”, 2012
- [2] 정성훈 “PTZ 카메라 기반의 감시감독을 위한 배경영상 갱신 및 위치측정 기술”, 2008
- [3] 박명흠 “효율적인 PTZ 카메라 제어를 위한 WSN 기반의 이동 객체 추적 알고리즘 연구”, 2011
- [4] 홍석원 “지능적 다중 객체 추적 알고리즘에 기반한 다중 PTZ 카메라 제어 시스템”, 2012
- [5] 조창근 “자동 위치보정 알고리즘을 적용한 화상회의용 카메라 CCTV 성능 개선에 관한 연구”, 2012
- [6] 박성열 “다수의 PTZ 카메라 통합을 위한 효율적인 검정 시스템”, 2011
- [7] 최형환 “군집형 CCTV 시스템을 위한 3차원 좌표획득 및 연동제어”, 2009
- [8] 장재석 “효율적인 카메라 보정을 위한 영상 정렬 기술”, 2009