

다가능 지능형 CCTV 교통정보 영상시스템 개발¹⁾

Development of Multifunctional and Intelligent CCTV Transportation Information Image System

민준영 허병도 이인정 남궁성 이현석 박병울 전종원
(상지영서대) (상지영서대) (호서대) (도로교통기술원) (도로교통기술원) (도로교통기술원) (상지영서대)

Key Words : CCTV, Pan, Tilt, Zoom, ROI(Region of Interest), Video Image Vehicle Detection System(VIVDS), Repositioning

목 차

- I. 서론
- II. CCTV & VIVDS 통합시스템
 - 1. 시스템 구성
 - 2. ROI초기화(ROI Initialization)
 - 3. PTZ재설정(PTZ Repositioning)
 - 4. 교통정보수집(Gathering the Traffic Informations)
- III. 결론

I. 서론

CCTV카메라는 Pan,Tilt,Zoom(PTZ) 기능으로 도로의 교통 상황을 실시간으로 모니터링 할 수 있다는 장점이 있다. 현장 운영자가 도로의 상류부·하류부중 하나를 선택하여 전방 2km이상의 영역을 모니터링 할 수 있으며, 또한 정체구간, 사고지점 등 어느 특정지역에 확대·초점을 맞춰 교통상황을 파악할 수 있고, 여러 장비 중 특히 현장에서의 활용도가 가장 높으며, 현장운영자들에게 가장 선호도가 높은 장비이기 때문에 모든 나라의 TMC(Traffic Management Center)에서는 CCTV를 설치·운영하고 있으며, 그 설치 대수는 매년 증가하는 추세에 있다. 현재 국내 CCTV카메라는 전국 고속도로에 800여대, 서울시는 255대(2005년 51개소 추가설치)가 설치되어 있으며, 전국 15개 교통정보센터에서 관리하는 CCTV 관리 대수는 총 446대에 달한다[1].

이와 같이 CCTV카메라는 광범위한 지역의 교통상황을 파악할 수 있다는 장점이 있고, 이를 위해 막대한 인프라 구축비용이 투자됨에도 불구하고, CCTV시스템 자체 내에 정보수집 및 분석 기능을 갖추고 있지 않기 때문에 현장운영자가 순간 교통정보 파악에만 활용될 뿐 그 이외의 유용한 정보를 수집하지 못하는 실정이다. 따라서 국내를 비롯한 해외에서도 CCTV영상으로 다양한 정보를 수집하기 위한 연구가 진행되고 있다.

본 연구는 기존 CCTV기능을 확대한 다가능 지능형 CCTV 교통정보 영상시스템(Multifunctional and Intelligent CCTV Transportation Information Image System, MICTIIS)을 제안한다. CCTV기능의 확대·적용할 수 있는 범위로는 교통량,

속도 등의 교통정보 수집, 기상정보 및 도로표면상태 판별, 노건의 서행 또는 정차차량 감지 등이 포함될 수 있다. 이중 교통량, 속도 등의 교통정보 수집은 CCTV카메라와 영상검지기(Video Image Vehicle Detection System,VIVDS)의 통합시스템으로 CCTV PTZ에 의한 검지영역의 정확한 차로간 설정이 해결과제로 남아있었다. 그 원인으로 CCTV PTZ드라이브의 기계적인 오차로 인하여 PTZ를 작동한 후 다시 원위치로 돌아왔을 때 이전 영상과 차이가 발생한다.

본 연구는 기존 CCTV기능에 교통량, 속도의 교통정보수집과 노건정차차량 감지 기능을 추가한 시스템 구성과 PTZ에 의한 CCTV의 정확한 재설정(PTZ repositioning) 방법을 통하여 차로 내, 또는 노건(shoulder)에 검지영역을 정확히 설정할 수 있도록 한다.

2000년 이후 이에 대한 국내·외 연구로는 산·학·연으로 「2000년도 지능형교통시스템(ITS) 연구·개발 사업(건설교통부)」이 국내 최초로 연구되었으며[2], 이 연구에서는 CCTV의 PTZ으로 방향이동에 따라 검지영역을 자동으로 설정해 주는 알고리즘이 개발되었으며, 이 자동 설정된 검지영역에서 교통량, 속도, 점유율의 교통정보 및 교차로 대기길이 측정기술까지 개발되었다[3,4,5,6].

이후 미국 버지니아 대학에서 2002년 연구실 수준에서 CCTV로 주요 관측지점을 Preset으로 설정한 다음 각 지점에 설정한 ROI(Region of Interest)를 비교하여 CCTV Repositioning방법인 Autotrack-I을 제안했으며[7], 이를 발전시켜 버지니아주 Smart Travel Laboratory에서 실제 고속도로 2개 지점에 설치된 CCTV영상으로 교통량 및 속도를 측정하는 Autotrack-II시스템을 개발하였다[8].

본 연구를 위한 실험은 서해안고속도로 서평택 IC에 설치된 CCTV에서 받은 영상을 대상으로 실험을 하였다.

1) 본 연구는 한국도로공사 도로교통기술원 2006년 연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

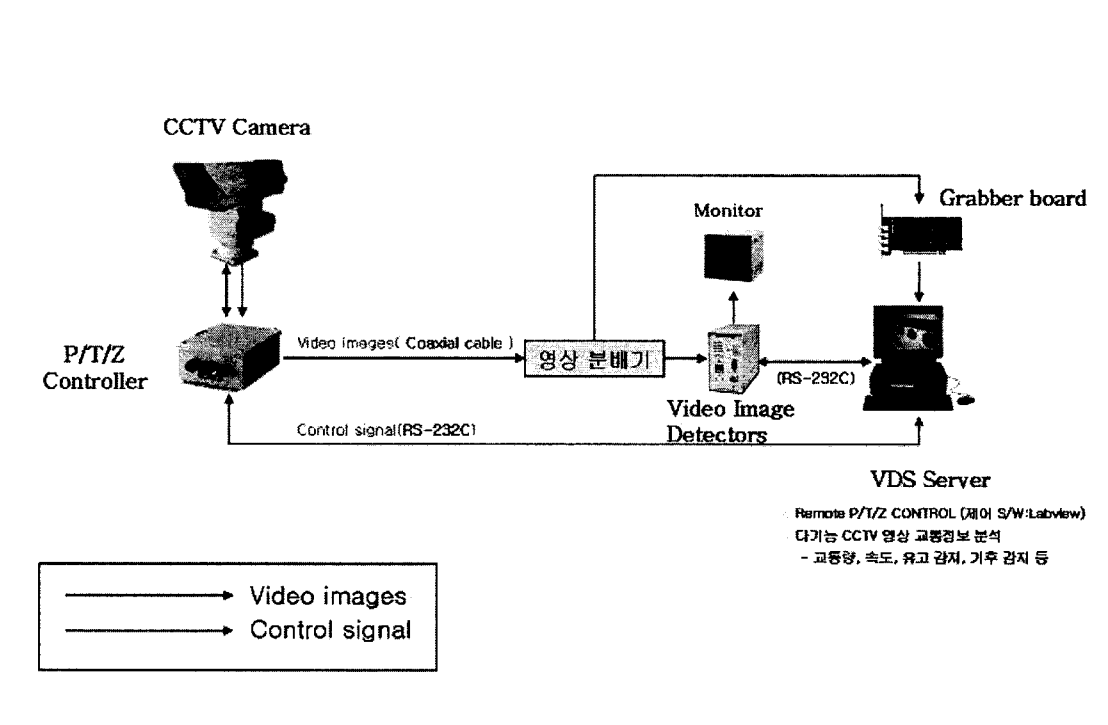
II. CCTV & VIVDS 통합시스템

1. 시스템 구성

본 시스템은 PTZ제어 인터페이스를 개발하였으며, 제어 신호가 제어기를 통해 PTZ드라이버로 전달함으로써, CCTV 재위치 알고리즘을 구현하였다. 또한 상용화 되어있는 영상검지기를 이용하여 교통량 및 속도의 교통정보를 수집하였다.

CCTV와 VIVDS 통합시스템은 다음의 세 단계로 구분된다.

- 1) ROI초기화(ROI Initialize)
- 2) PTZ 재설정(PTZ Repositioning)
- 3) 교통정보 수집(Gathering Traffic Informations)



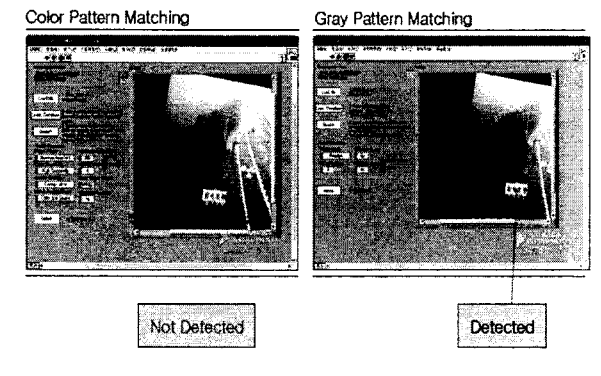
<그림 1> MICTIS 시스템 구성도

2. ROI 초기화(ROI Initialization)

초기영상을 256gray영상으로 변환한 다음 영상 내 2개 이상의 ROI를 설정하고, 영상과 더불어 ROI좌표값을 저장한다. 이후 다시 영상을 컬러 영상으로 변환시킨다. ROI설정 시 256gray영상으로 변환하는 이유는 영상정합(Pattern matching) 시 컬러영상보다 256gray영상에서 훨씬 정확도를 높일 수가 있다.

예를 들어 원래 영상과 비교하여 10도정도 회전 왜곡된 영상을 비교했을 때 ROI 감지는 컬러영상일 경우 감지가 안 된 반면 256 gray영상에서는 감지되었다.

본 연구에서 ROI 영상처리 및 RS232C를 통한 PTZ제어 신호는 LabVIEW에 있는 내장함수를 이용하였다.

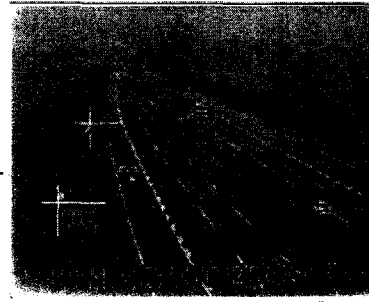
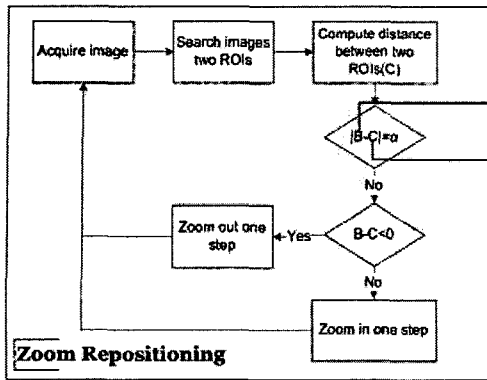


<그림 2> 컬러영상과 256gray 영상과의 ROI감지 비교

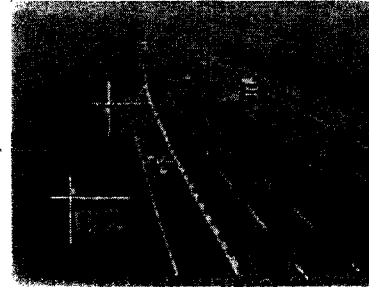
3. PTZ 재설정(PTZ repositioning)

CCTV카메라는 영상검지기와 달리 고정된 영상이 들어오는 것이 아니라 PTZ에 의해 관측지점을 이동할 수가 있다. CCTV와 VIVDS의 통합시스템에 있어서 교통정보 수집을 위해서는 검지영역이 차로 내 또는 노선 상에 정확한 위치에 설정되어야 한다. 그러나 PTZ드라이버의 기계적인 오차에 의하여 한번 PTZ 이동 후 다시 원위치로 돌아왔을 때 각 검지영역의 좌표값이 틀리게 되고 이로 인하여 정확한 교통량 및 속도 정보를 얻을 수가 없다.

따라서 이러한 기계적 오차를 보완하여 CCTV가 원위치 된 후 검지영역이 정확히 돌아오기 위하여 ROI(Region of Interest) 영상정합(Pattern matching)에 의하여 PTZ를 재설정한다.



[B : Original in Zoom]



[C : Change in Zoom]

[Zoom Repositioning]

<그림 3> Zoom Repositioning

PTZ 재설정은 Zoom 재설정을 먼저 수행한 다음 PT 재설정을 수행한다.

1) Zoom 재설정

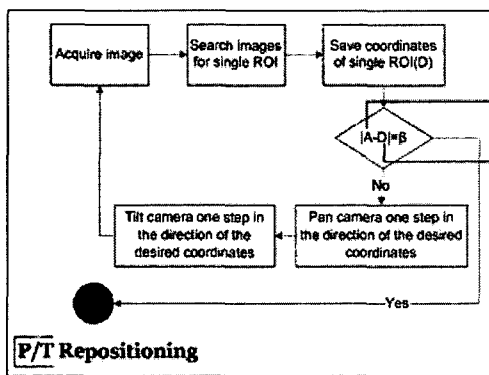
Zoom 재설정은 식 1과 같이 원영상과 입력된 영상의 ROI 거리가 임계값 θ 이내로 될 때까지 Zooming 제어신호를 보낸다.

$$|D_{O,12} - D_{I,12}| \leq \theta \quad (\text{식 1})$$

where, $D_{O,12}$: 원 영상 ROI₁과 ROI₂의 거리, $D_{I,12}$: 입력 영상 ROI₁과 ROI₂의 거리,

2) PT 재설정

Zoom 재설정이 완료되면 원 영상과 입력 영상의 ROI 좌상 (Left-top) 좌표값이 일치하도록 PT제어신호를 보낸다. 이때 ROI는 두개 ROI 중 하나만을 이용하여 비교한다.



[A : Original Position]



[D : Change in P/T]

[Pan/Tilt Repositioning]

<그림 4> PT Repositioning

III. 결 론

본 논문은 기존의 CCTV기능이 운영자의 오직 육안으로만 감시되던 시스템을 영상처리 기반으로 한 교통정보수집 기능, 유고 감지기능, 기후감지 기능 등 다기능 지능형 CCTV 교통정보 영상시스템(MICTIIS)를 구현하였다. 이를 실현하기 위하여 우선 해결해야할 문제는 CCTV PTZ 드라이브의 기계적인 오차를 보정하여야 한다. 즉, CCTV의 검지영역이 차로 내 또는 노면에 정확히 설치되어야 하며, 이는 CCTV PTZ에 의해 관측 지점으로 이동 후 다시 원위치로 돌아왔을 때 원래의 검지영역이 저장된 좌표에 정확히 위치하도록 해야 한다.

본 논문은 미국 버지니아 대학의 Autotrack-II 알고리즘[8]을 중심으로 한 ROI 영상정합방법을 국내 CCTV 환경에 적용시켰으며, 또한 노면 정차차량 등 그 적용범위를 확대하였다.

본 연구는 도로교통기술원 2006공동연구용역사업에 의하여 개발하고 있으며, 실험실 내에서는 PTZ 재설정 150회 실험을 통하여 모두 재설정이 이루어졌으며, 향후 시범적으로 서해안 고속도로 서평택 IC에서 설치되어 있는 CCTV를 대상으로 현장시험을 할 계획에 있다.

참고문헌

1. 2003년도 교통안전연차보고서, 건설교통부
2. (주)비츠로시스, 한국도로공사, 상지영서대학, 호서대학교, 상명대학교, "2000년도 지능형교통시스템(ITS) 연구·개발 사업 최종보고서(CCTV를 이용한 교통정보수집기술 개발)", 2001.11.10.
3. 이인정, 남궁성, 민준영, 윤병주, "고속도로 CCTV카메라의 Panning, Tilting, Factor에 의한 교통정보 수집을 위한 검지 영역 자동설정 알고리즘의 개발," 한국통신학회논문지, Vol. 26, No. 10, 2001.10.
4. In J. Lee, Joon Y. Min, "Development of an Algorithm for Automatic Installation of Detection Area in CCTV Image on Highways," *Proc. of the International Conference on Image Science, Systems and Technology*, Jun.26-29, 2000, pp.381-386.
5. In J. Lee, Joon Y. Min, Jong U. Choi, S. Namkoong, Jae K. Song, "An Algorithm for Automatic Installation Detection Area in CCTV Image," *Proc. of the 7th World Congress on Intelligent Transportation Systems*, Turin, Italy, Nov. 6-9, 2000.
6. S. Namkoong, In J. Lee, Joon Y. Min, Byeong J. Yun, Yong H. Kim, "An Algorithm for Automatic Installation of Detection Area by Analyzing the Panning, Tilting and Zooming Factors of CCTV Camera," *Proc. of the 8th World Congress on Intelligent Transportation Systems*, Sydney, Australia, Sep. 30-Oct. 4, 2001

7. Pack, M.L., "Automatic Camera Repositioning Techniques for Integrating CCTV Traffic Surveillance Systems With Video Image Vehicle Detection Systems", *Masters Thesis in Engineering*, University of Virginia, Charlottesville, VA, 2002.
8. S. Namkoong, H. Tanikella, B. Smith, "Design and Field Evaluation of a System Integrating CCTV Surveillance with Video Image Vehicle Detection Systems (VIVDS)", Paper submitted for presentation at the 2005 Annual Meeting of the Transportation Research Board and publication in the *Transportation Research Record*. 2004. 7.