

멀티카메라를 이용한 실시간 특정객체 추적 알고리즘

민병목* , 이광형** , 오해석***

*승실대학교 컴퓨터공학과, **서일대학 인터넷정보과

***경원대학교 소프트웨어 대학

Real-Time Specific Object Tracking Algorithm by using Multi-Camera

Byoung-Muk Min* , Kwang-Hyoung Lee** , Hae-Seok Oh**

*Dept. of Computing, Soongsil University

**Dept. of Internet Information, Seoil College

***College of Software, KyungWon University

요 약

단일 카메라를 통하여 실시간으로 입력되는 객체의 추적은 환경의 제약을 많이 받는다. 입력되는 영상에서의 움직임이 있는 객체는 단일하여야 하며, 동시에 많은 움직임이 발생하면 추적하고자 하는 객체를 구분하기 어려워진다. 본 논문에서는 동일공간을 감시하는 두 대의 카메라가 서로 데이터를 주고받으며 추적하고자 하는 특정객체를 오류 없이 추적할 수 있는 방법을 제시하였다. 실시간 객체 추적은 입력되는 영상에서 객체의 위치를 가장 빠르게 검색하기 위한 고속탐색 알고리즘이 필요하다. 본 논문은 실시간영상에서 객체의 움직임을 추출하고 추적을 위하여 각각 위치가 다른 두 대의 카메라가 상호 협력하면서 객체 추적에 대한 연산을 현저하게 줄일 수 있었다. 또한 객체의 움직임이 많은 공간에서도 추적하고자 하는 특정객체를 잃어버리지 않고 추적하였다. 실험결과, 제안한 방법은 97% 이상의 높은 객체 추적율을 보였다.

1. 서 론

최근 정보통신기술의 발전은 컴퓨터 비전 시스템의 발전을 가져왔으며 디지털 영상처리의 많은 연구가 이루어지고 있다. 비전 시스템의 일부인 카메라를 통한 영상 감시 기법들은 교통현황의 파악, 건설 현장 이나 상가 매장의 모니터링, 무인시설물감시, 항성 탐사 로봇, 출입자 관리 등 산업 전반에 활용되고 있다.[1][2][3] 과거의 영상감시 시스템은 사용자가 모니터를 지속적으로 주시해야 했지만 최근 영상처리기술의 발전으로 무인 감시 시스템이 활성화 되고 있다.[4]

영상감시 시스템은 카메라에 입력된 영상을 시공간적 분석을 통하여, 이동객체를 추출하고 추출된 객체의 이동방향을 추측하여 이동객체의 위치, 속도 등 정보를 추출하거나, 객체의 색상의 분석과 윤곽선, 질감 등의 분석을 통하여 객체의 인식, 자동분류, 검색 등이 가능하다.[5]

카메라를 이용한 감시방법은 단일 카메라를 이용하여 이동객체를 추출하고 추적하는 방법[6]과 동일한 영역을 다중 카메라를 이용하여 각각의 카메라로 영역을 나누어 이동객체를 지속적으로 추적하는 방법, 다중영역에 다중 카메라를 설치하여 이동물체를 감시하는 방법이 있다.[7]

특정영역을 감시하는데 있어서 다중 카메라를 이용하는 방법은 카메라의 영상이 중첩되게 설치하여 이동하는 객체를 영상에서 사라지지 않게 추적할 수 있다.[8] 그러나 이 방법은 이동객체를 추적하기 위하여 각각의 카메라에 입력되는 영상이 중첩되게 하여야 하므로 비경제적일 뿐만 아니라 동일한 객체에 대한 각각의 카메라에 입력된 영상을 처리해야 하므로 감시능률의 저하를 초래할 수 있다. 다중영역에 설치된 다중 카메라를 이용한 방법은 이동방향을 갖는 객체에 대해 인접한 카메라에 정보를 공유하면서 객체를 추적하는 방법으로 저 비용으로 넓은 영역을 감시할 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 추적대상 객체가 현재 추적중인 카메라로부터 사라져서 인접

본 연구는 서울시 산학연 협력사업으로 구축된 서울 미래형 콘텐츠 컨버전스 클러스터 지원으로 수행되었습니다.

된 카메라로 입력될 때 추적대상 객체인지 판별하기가 쉽지 않다. 또한 각각의 카메라에 입력되는 배경이 동일하지 않기 때문에 배경의 색상분포, 조명 등의 영향을 많이 받아서 동일객체의 추적이 매우 어렵다.

실시간 영상에서 배경영상과 입력영상을 구분하여 움직임이 있는 객체를 인식하거나 검출하기 위한 기존의 방법은 차영상을 이용한 방법, 블록정합기법, 배경영상을 이용하는 방법 등이 주를 이룬다.

차영상을 이용하는 것은 가장 오래된 기법 중의 하나로 모션추출의 가장 기본적인 방법이다. 이는 인접한 두 영상의 픽셀 간의 차이를 이용하는 것으로, 쉽게 구현할 수 있는 장점은 있으나, 조명의 변화가 생기게 되면 같은 위치의 픽셀이라도 다른 값을 갖게 되어 정확한 움직임 객체의 추출이 어렵다.

블록정합기법은 현재 프레임 탐색영역 안에서 이전 프레임의 지정된 블록과 가장 유사한 블록을 찾는 방법으로 블록영역에서 객체의 추적이나 객체의 영역을 지정할 수 있다. 그러나 블록영역 밖에서 유입되는 객체의 측정이 불가능 하고 객체의 블록크기를 설정하는데 어려움이 있다.

배경영상을 이용한 방법은 현재영상과 기준이 되는 배경영상의 차이를 구하여 객체를 추출하는 방법이다. 차영상처럼 인접한 영상을 비교하는 것이 아니라, 이전 영상들로부터 배경이 될 수 있는 영상을 추출하고 추출된 영상과 현재의 영상을 비교하여 움직임 객체를 추출하게 된다. 이 방법 역시 배경영상에 객체의 유입이 없다고는 하나 조명의 변화에 따라 배경영상 자체가 변하게 되므로 움직임이 없는 시점에서도 움직임이 검출되는 오류를 발생할 수 있다.

본 논문에서는 다중객체 환경에서 특정한 객체를 추적/감시 할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 감시객체의 위에서 카메라로 지속적인 감시를 하며, 감시객체의 영역에 다른 객체가 유입되면 정면의 카메라에 정보를 보내어 두 대의 카메라에서 유입된 객체를 추적하게 된다. 유입된 객체가 감시영역을 벗어났을 때 감시대상 객체의 유·무에 따라 유입된 객체를 계속 추적할 것 인지 중단할 것 인지 시스템은 판단하게 된다. 객체의 추적은 움직임이 있는 다중객체 환경에서 특정한 단일객체를 추적해야 하므로 상단에 설치된 카메라로부터 추적하고자 하는 객체의 좌우의 움직임정보를 계산하고, 정면에 설치된 카메라에 입력된 영상으로부터 모양과 얼굴영역을 추출하고 움직임방향을 추측하고 최소의 객체영역을 기반으로 추적하게 된다. 두 대의 카메라로부터 입력된 영상은 다중객체 환경에서 가려짐 현상에 의한 객체추적의 단점을 해결할 수 있었다.

본 논문은 감시대상 객체에 유입되는 특정객체를 판단하기 위하여 윤곽선추출방법을 사용하였고, 특

정객체의 움직임을 추적하기 위하여 최소배경영상 기법을 이용하여 정확한 객체의 움직임 검출 알고리즘을 제안하고 시스템을 설계하고 구현한다.

2. 객체 추출 및 추적 방법

객체의 움직임 정보는 프레임 단위의 움직임과 각 화소에서의 움직임으로 구분된다. 프레임 움직임은 그 움직임을 추정하여 움직임 벡터를 전송한 다음, 프레임의 움직임 보상을 행한다. 그러나 각 화소에서의 움직임 정보는 프레임 움직임만큼 보상된 이전 프레임과 현재 프레임과의 차이가 큰지 작은지를 나타내는 움직임 검출 정보로서 표현된다.

2.1 차영상 기법

객체 추출을 위한 후보영역을 검출하기 위해 연속된 두 프레임간의 차영상 분석 기법을 사용한다. 그림 1의 차영상 분석 기법은 연속된 두 프레임간의 밝기 차이를 구한 후, 임계값을 사용하여 임계값 보다 낮은 밝기 차이를 가진 부분은 객체가 없는 배경으로 구별하고 임계값 보다 큰 밝기 차이를 가진 부분은 객체의 유입이 있다고 판단한다.

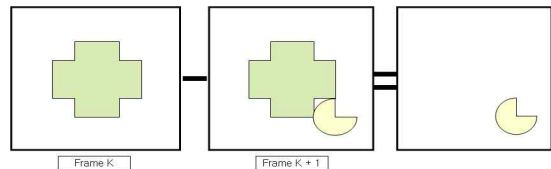


그림 1. 차영상기법

2.2 블록정합 기법

블록정합 기법은 현재 프레임 탐색영역 안에서 이전 프레임의 지정된 블록과 가장 유사한 블록을 찾는 방법으로 그림 2와 같이 객체가 움직이지 않다가 다시 움직이는 경우에도 추적이 가능 하고 블록의 크기와 추적할 객체를 지정할 수 있다.

블록정합기법에는 전역탐색 알고리즘과 계층적 블록알고리즘이 흔히 사용된다. 전역탐색 알고리즘은 영상의 밝기값 분포가 비교적 균일한 영역이 없는 곳에서 사용된다. 밝기값 분포가 균일한 영역에서는 부정확한 정합가능성이 발생할 수 있다.

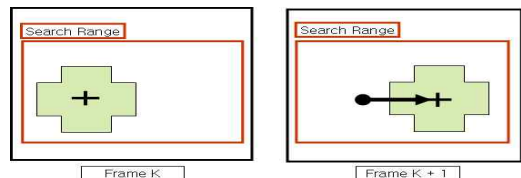


그림 2. 블록정합기법

2.3 배경영상 교체기법

배경영상 교체기법은 현재 프레임과 기준이 되는

배경 영상의 차이를 구하는 방법이다. 차영상기법과 같이 인접한 두 프레임을 비교하는 것이 아니라 (그림 3)과 같이 이전 프레임들로부터 배경이 되는 영상을 추출하고 이 영상과 현재 프레임을 비교하여 모션을 추출하게 된다[6,7,8]. 매번 프레임을 검사하면서 기준이 되는 배경 영상은 오래 전 프레임의 영향을 줄이고 현재 프레임의 영향을 추가시키는 방법으로 특정한 방법에 따라 계속 수정된다. 이 방법에서 많이 사용되는 것으로 시간적 평활법과 시간적 중간치법으로 들 수 있다.

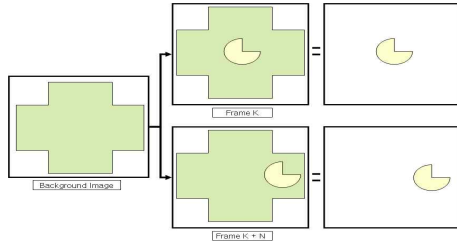


그림 3. 배경영상 교체기법

3. 멀티카메라를 이용한 특정객체의 추적

3.1 제안 방법

제안하는 특정객체의 추출 및 추적방법은 감시대상이 되는 객체의 주변영역의 정보를 획득하고 있는 감시영역 상단에 있는 카메라(MC : Monitoring Camera)가 감시대상영역에 유입되는 특정객체를 발견하게 되면, 감시영역으로부터 유입된 객체를 윤곽선 추출 방법에 의해 객체 크기와 모양정보를 획득하게 된다. 이와 동시에 감시대상 객체 전면에 위치한 카메라(TC : Trace Camera)에게 동작신호를 보내게 되고 TC는 입력되는 초기영상 정보를 저장하고 정보를 올리게 된다. 특정객체의 추적은 MC가 특정객체의 X좌표(X1, X2)를TC의 영상에 전송하게 되고, 전송된 정보는 TC로부터 획득한 영상에서 연산에 참여하게 되는 X축을 최소화 시킬 수 있다. 그림 5는 제안하는 특정객체의 추출 및 추적에 대한 흐름도 이다.

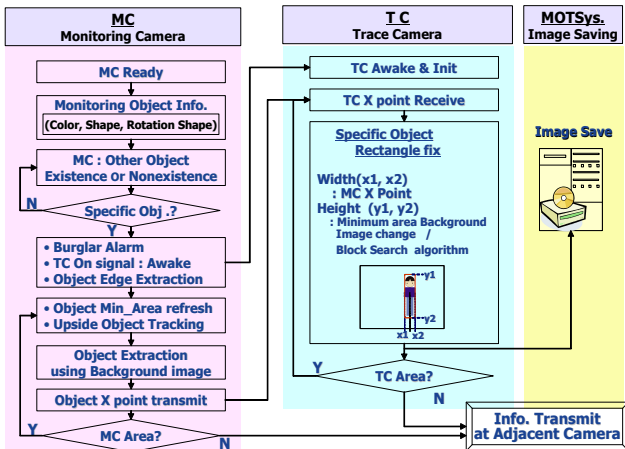


그림 4. 제안하는 특정객체 추출 및 추적 흐름도

3.2 MC와 TC의 상호협력

MC로부터 입력되어지는 영상에서 추출된 특정객체는 그림 5와 같이 위에서 보여지는 영상이다.

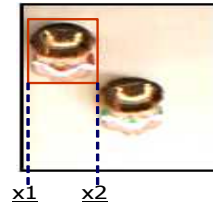


그림 5. MC 영상

MC에서 특정객체의 넓이 정보를 추출하여 같은 영역을 획득하는 TC의 영상에 전송하면 그림 6과 같이 x1에서 x2 영역에 대해서만 객체를 추적하게 되어 연산량을 현저하게 줄일 수 있다.

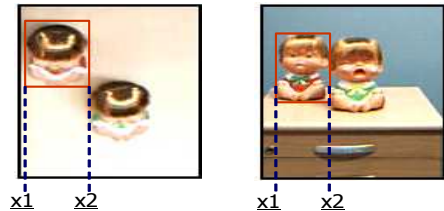


그림 6. MC의 x좌표와 TC의 x좌표

3.3 가려진 객체의 지속적인 추적

움직임이 많이 일어나는 환경에서 추적하고자 하는 특정객체가 다른 객체에 의하여 가려졌을 때 MC의 정보를 이용하여 TC에 보이지 않은 객체이지만 계속적으로 추적할 수 있다. 그림 7은 특정객체의 움직임으로 다른 객체에 의해 가려졌을 때 MC와 TC의 상호작용에 의해 추적하는 것을 보여주고 있다.

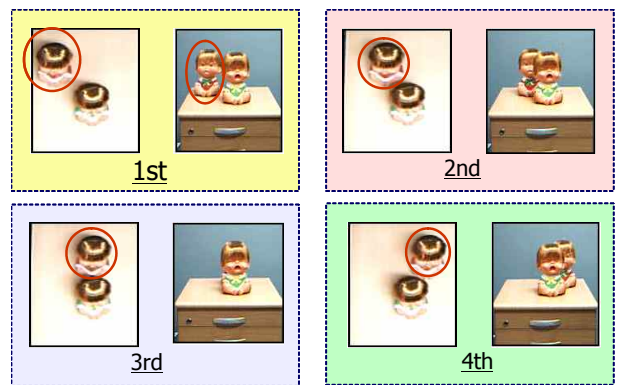


그림 7. MC와 TC의 상호작용에 의한 가려짐 현상에서 추적

4. 구현 및 분석

제안하는 특정객체 추적시스템은 두 개의 카메라로부터 입력받은 영상을 각각의 프로세스에서 처리하

고, 그림 8에서 보는 바와 같이 메인 프로세스에서 통합적으로 관리한다. 각각 처리하는 프로세스는 입력된 영상으로부터 특정객체를 추적하기 위한 상호 교환데이터를 계산하고 전송하게 된다.



그림 8. 메인 프로세스

<표 1>은 기존의 방법과 제안한 방법의 객체 인식과 오류에 대한 빈도수를 나타내고 있다.

표 1. 제안시스템의 객체인식 및 오류 빈도

검출방법	자영상	블록정합	Three Step Search	제안시스템
빈도수	77	72	55	75
오류	13	9	6	1

5. 결 론

본 논문에서는 상단에 위치한 카메라와 전면에 위치한 카메라의 상호데이터 교환에 의해 추적객체가 연산량을 줄여 실시간 객체추적을 빠르게 할 수 있었으며, 다 객체 상황에서 특정객체를 추적할 때

가려짐 현상을 해결 할 수 있었다.

제안한 방법은 기존에 사용하였던 객체추적방법보다 x축 정보의 간소화로 인한 연산량의 감소로 수행속도에서 성능이 향상되었고, 두 개의 카메라에서 상호 정보를 교환하면서 동시에 추적하므로 오류의 빈도가 적고, 다 객체환경에서 특정객체를 잃지 않고 추적할 수 있어 실시간 객체 추적 시스템으로 적합함을 알 수 있다. 향후에는 입체적인 객체의 추적을 위한 y축 정보의 간소화에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] N. Papanikolopoulos, P. Khosla, and T. Kanade, "Visual Tracking of a Moving Target by a Camera Mounted on a Robot : A Combination of Control and Vision", IEEE Trans. Robotics and Automation, vol. 9, no. 1, pp. 135, 1993.
- [2] G. L. Goresti, "A Real-Time System for Video Surveillance of Unattended Outdoor Environments", IEEE Trans, on Circuit and Systems for Video Tech., vol. 8, no. 6, pp. 142-145, 1998.
- [3] D. M. Gavrila, "Pedestrian detection from a moving vehicle", Proc. Eur. Conf. Comp. Vis., Vol. 2, pp. 37-49, 2000.
- [4] Gregory D. Hager and Peter N. Belhumeur, "Efficient Region Tracking with Parametric Models of Geometry an Illumination", IEEE TPAMI, vol, 20, no. 10, pp. 1020-1039, 1998
- [5] G. P. Stein, A. Shashua, "A Robust Method for Computing Vehicle Ego-motion", In IEEE Intelligent Vehicles Symposium(IV2000), 2000.
- [6] 최내원, "실시간 웹기반 영상감시 시스템", 숭실대학교 박사학위논문, 2003.
- [7] Greg T. Kogut and Mohan M. Trivedi, "Real-Time Wide Area Tracking : Hardware and Software Infrastructure", The IEEE 5th International conference on Intelligent Transportation Systems 3-6, 2002. Singapore
- [8] Z. Duric, F. Li, Y. Sun. and H. Wechsler. "Using Normal Flow for Detection and Tracking of Limbs in Color Images". In Proc. International Conference on Pattern Recognition, Quebec City, Canada, August 2002.