

움직임 추정에 기반한 단일 이동객체 추적

오명관^{1*}

Tracking of Single Moving Object based on Motion Estimation

Myoung-Kwan Oh^{1*}

요 약 컴퓨터 비전에 관한 연구는 인간의 시각 능력을 대신할 시스템을 구축하고자 하는 것으로 특히 이동 객체 추적 시스템은 최근 중요한 연구 분야로 대두되고 있다. 본 연구에서는 움직임 추정에 기반한 단일 이동객체를 추적할 수 있는 시스템을 제안하였다. 추적 시스템은 차영상 기법을 이용하여 객체의 움직임을 추정하고, 카메라의 Pan/Tilt를 제어함으로써 이동 객체를 추적할 수 있도록 하였다. 구현된 시스템은 영상획득 및 전처리 단계, 움직임 추정 단계, 객체 추적 단계로 구성하였다. 실시간 추적 실험을 실시한 결과 이동 객체의 움직임을 추정할 수 있었고, 추적 과정에서도 객체를 잃어버리지 않고 정상적으로 추적할 수 있었다.

Abstract The study on computer vision is aimed on creating a system to substitute the ability of human visual sensor. Especially, moving object tracking system is becoming an important area of study. In this study, we have proposed the tracking system of single moving object based on motion estimation. The tracking system performed motion estimation using differential image, and then tracked the moving object by controlling Pan/Tilt device of camera. Proposed tracking system is divided into image acquisition and preprocessing phase, motion estimation phase and object tracking phase. As a result of experiment, motion of moving object can be estimated. The result of tracking, object was not lost and tracked correctly.

Key words : 이동객체 추적, 움직임 추정, 차영상

1. 서 론

최근 컴퓨터 비전 및 영상처리 분야에서 일련의 동영상으로부터 움직이는 객체를 검출하고 추적하는 시스템에 대한 관심이 점차 높아지고 있다. 이러한 연구는 보안 감시 분야[1,2]는 물론 기상관측 시스템, 지능형 교통관제 시스템[3], 군사적인 분야[4] 등 다양한 분야에 활용되고 있으며 보다 높은 정확도와 고속 처리를 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 정보화의 발전에 따라 정보의 유출 및 도난방지를 위한 보안 감시의 필요성이 증가함에 따라 이동 객체 검출 및 추적 기술은 보안 감시 분야에서 매우 중요한 기술로 대두되고 있다.

컴퓨터 비전에 관한 연구는 인간의 시각능력을 대신할

시스템을 구축하고자 하는 것으로 특히 실시간 이동 객체 추적 시스템은 최근 중요한 연구 분야로 대두되고 있으며 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 이동 객체 추적 시스템은 그 핵심인 카메라와 객체의 관계에 따라 다음 두 가지 경우로 크게 나누어 볼 수 있다. 우선 고정된 카메라와 움직이는 객체에 관한 것[5,6]으로 주로 동작 인식 분야에 이용되고 있다. 연속되는 영상에서 움직임 정보를 추출하고 이러한 움직임에 관한 정보를 활용하는 것이다. 공장의 무인 품질 검사, 접근 위험에 대한 경보 분야, 차량 무인 감시 카메라, 무인 보안 감시 분야 등에 널리 이용된다. 움직이는 카메라와 움직이는 객체에 관한 연구[7,8]는 가장 일반적인 자연 현상을 표현할 수 있으나 객체뿐만 아니라 카메라가 이동되기 때문에 배경의 변화를 극복하는 것이 어렵다. 움직이는 배경 속에서 움직이는 객체를 검출해 내고 배경과 무관하게 움직이는 객체를 추적하는 것이 핵심적인 과제이다.

본 연구에서는 원격 제어에 의해 상하좌우 이동이 가

본 연구는 2004년도 혜전대학 교내연구비 지원에 의하여 수행되었음.

¹혜전대학 컴퓨터과

*교신저자 : 오명관(mkoh@hyejeon.ac.kr)

능한 장치에 고정된 카메라를 이용하여 움직이는 단일 이동 객체를 추적할 수 있는 시스템을 구현하였다. 추적 시스템은 차영상 기법에 기반한 움직임 추정 단계와 추정된 중심점 좌표를 기준으로 카메라를 제어하는 추적 단계로 구성되어 있다.

2. 움직임 추정 기법

본 장에서는 이동 객체의 움직임을 추정하기 위한 기법의 각 단계에 대하여 설명하였다. 제안한 움직임 추정 기법은 그림 1과 같은 과정을 통해 수행된다. 이동 객체의 움직임을 추정한다는 것은 객체를 포함하는 최소 사각형인 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 결정하고 그 영역의 중심점 좌표를 얻는 것이다[9].

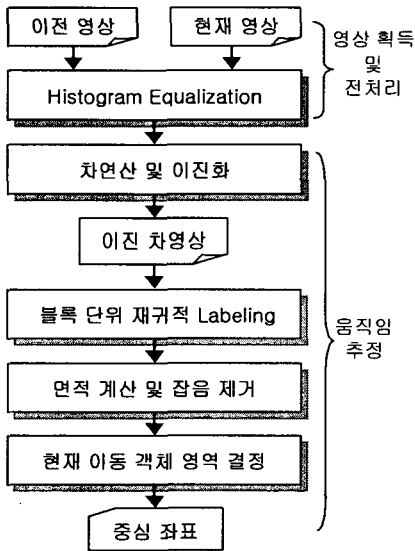


그림 1. 움직임 추정 순서도

움직임 추정 과정은 이전 영상과 현재 영상의 차영상을 구하는 것으로부터 시작된다. 히스토그램 평활화 과정은 차영상의 특성상 조명 등의 외부 환경 변화에 민감하므로 이것을 보완하기 위한 전처리 과정이다. 얻어진 차영상은 임계값을 적용하여 이진화 된다. 이 때 임계값 결정 알고리즘은 그림 2와 같다[10]. 이진 차영상에 대해 레이블링을 수행하여 잡음을 제거하고 현재 영상에서의 움직임 영역을 결정한다. 마지막으로 결정된 움직임 영역에 대한 중심점 좌표를 계산함으로써 움직임 추정을 수행한다.

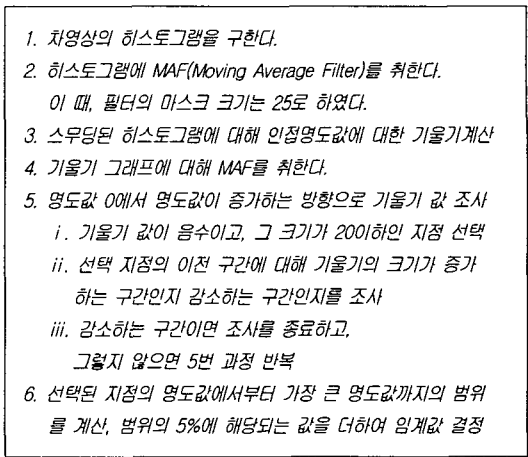


그림 2. 차영상에서 임계값 결정 알고리즘

3. 추적 시스템

본 연구에서 구현된 추적 시스템에서 추적 단계는 움직임 추정 과정에서 얻어진 중심점 좌표를 이용하여 Pan/Tilt 장치를 제어하는 과정이다. 중심점 좌표를 Pan과 Tilt의 절대값으로 변환 한 후, RCM 제어 명령을 생성한다. 이 명령을 RCM(Robotic Camera Mount) 장치에 전달함으로써 카메라의 중심을 이동하게 된다. 종료 명령이 주어지지 않으면 시스템은 주어진 시간 간격으로 위의 과정을 반복하면서 연속적으로 추적을 수행한다.

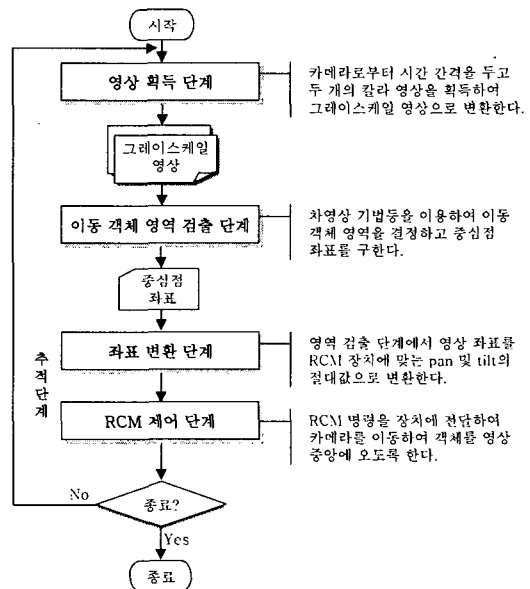


그림 3. 제안된 추적 시스템 처리 흐름도

본 연구에서 구현된 추적 시스템은 그림 3에서와 같이 세 개의 과정으로 구성되었다. 우선 영상 획득 단계는 카메라로부터 획득되는 동영상 열에서 시간 간격을 두고 두 개의 칼라 영상을 얻는다. 먼저 획득한 영상이 이전 영상이 되고, 나중에 얻어진 영상이 현재 영상이 된다. 이렇게 얻어진 칼라 영상은 그레이 스케일 영상으로 변환된다. 움직임 추정 단계는 2장에서 제안된 움직임 추정 기법을 이용하여 이동 객체의 움직임 영역을 결정하고, 그 영역의 중심점 좌표를 얻는 단계이다.

그림 4는 구현된 시스템의 메인 화면이다. 상단 왼쪽이 이전 영상을 상단 중앙에 현재 영상을 보여주게 되어 있다. 상단 우측은 현재 실시간으로 카메라를 통해 입력되는 동영상을 보여준다. 하단 왼쪽 화면은 이동 객체 영역을 검출한 결과를 보여준다. 사각형으로 표시된 부분이 검출된 이동 객체 영역에 해당된다. 하단 우측 화면은 Pan/Tilt 장치를 제어하여 카메라의 방향이 이동한 후의 추적 결과 영상을 나타낸다. 하단 우측에서 실험에 필요한 각종 변수를 입력할 수 있도록 하였다. 변경이 가능한 변수는 이진 차영상을 얻기 위한 임계값 결정에 관한 사항, 레이블링을 위한 블록의 크기, 잡음 영역 결정을 위한 기준값 및 반복 수행을 제어하기 위한 시간 간격이 있다.

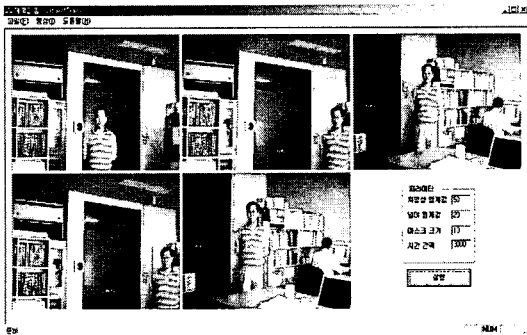


그림 4. 추적 시스템 화면

4. 실험 및 결과

4.1 실험 환경

이동 객체의 움직임 추정 및 추적을 위한 시스템은 IBM 호환 PC에서 Visual C++ 언어를 사용하여 구현하였다. 실험에 사용된 영상은 충북대학교 컴퓨터비전연구실에서 획득한 영상을 사용하였다. 실험 영상의 크기는 320×240이다. 실험에 사용된 제반 환경은 표 1과 같다.

표 1. 실험 환경

구분	환경
CPU	Pentium IV 1.6GHz
운영체제	Windows 2000 Server
구현 언어	Visual C++ V6.0
카메라	Scaneye SNC-320 (삼성전자)
카메라 화각 (view angle)	수평 : 40.5° 수직 : 30.7°
Pan/Tilt 장치	TransitRCM (Surveyor)
실험 장소	충북대학교 컴퓨터비전연구실
영상 크기	320 × 240
영상 포맷	bmp (비트맵)

4.2 이동 객체 추적 장치

이동 객체 추적은 이동하는 객체가 항상 카메라 비디오 스트림의 중앙 부위에 위치하도록 카메라를 상하좌우로 조정하는 과정이다.

즉, 움직임 추정 단계에서 결정된 객체의 중심점 좌표를 이용하여 이 좌표 값이 영상의 중앙에 위치하도록 하는 것이다. 이러한 추적을 위해 그림 5와 같이 상하좌우로 제어가 가능한 Pan/Tilt 장치에 카메라를 장착하였다. 본 연구에서는 Surveyor사의 TransitRCM 장치를 사용하였다.

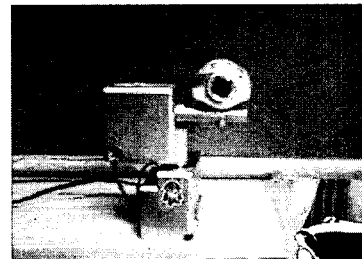


그림 5. 추적에 사용된 TransitRCM 장치

이 장치는 초당 240°이상의 최대 제어 속도를 제공하며 고속의 위치 변경이 가능하다. 또한 그림 6과 같이 좌우 이동 및 상하 이동 범위는 각각 180°를 제공하는데 이 범위는 128단계로 나누어 제어된다.

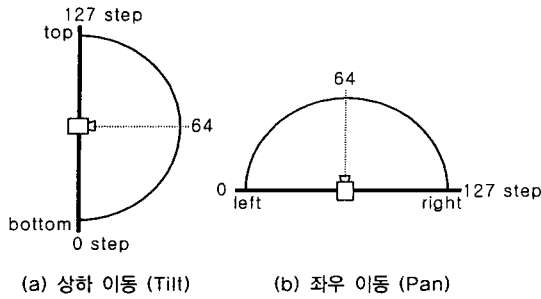


그림 6. RCM 이동 범위 및 제어단위

4.3 실험 결과 및 분석

본 연구에서 구현한 단일 이동 객체의 추적 시스템의 성능을 평가하기 위해 다양한 실험을 실시하였다. 우선 이동 객체의 다양한 변화에 대하여 움직임 추정이 정상적으로 이루어지고 추적이 가능한가를 실험하였다. 그 결과 그림 7, 그림 8, 그림 9, 그림 10와 같이 정상적인 추적이 가능함을 확인하였다. 그림 7은 객체의 움직임이 많아 객체의 이전 영역과 현재 영역이 분리가 되는 경우이고, 그림 8은 객체의 움직임이 적어 이전 영역과 현재 영역이 분리되지 않는 경우의 결과이다. 또한 그림 9와 그림 10은 객체의 크기가 변화하는 경우에 대하여 움직임 추정 및 추적이 가능한가를 실험한 결과이다. 그림에서 (a)는 이전영상이며, (b)는 객체가 이동한 후의 현재 영상이다. 또한 (c)는 움직임 추정 결과로서 사각형으로 표시된 영역이 현재 객체가 위치한 영역으로 추정한 결과이며, (d)는 카메라를 제어하여 객체를 추적한 결과 영상이다.

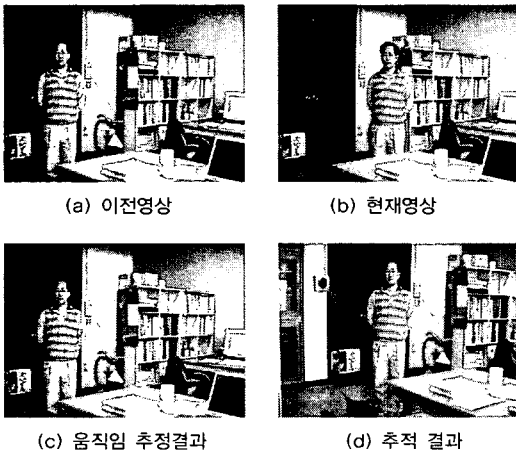


그림 7. 객체의 움직임 많은 경우에 대한 결과

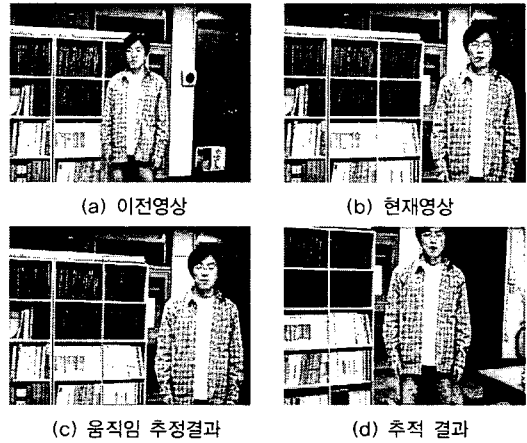


그림 8. 객체의 움직임 적은 경우에 대한 결과

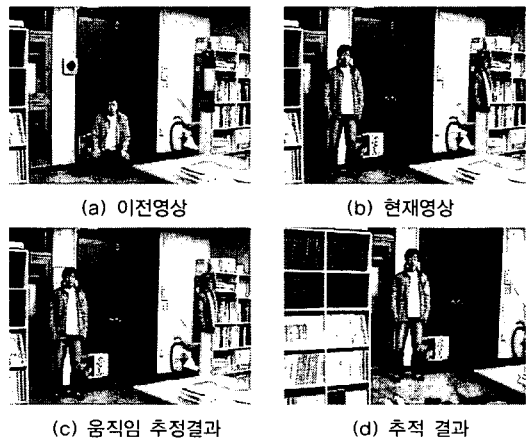


그림 9. 객체의 크기가 커진 경우에 대한 결과

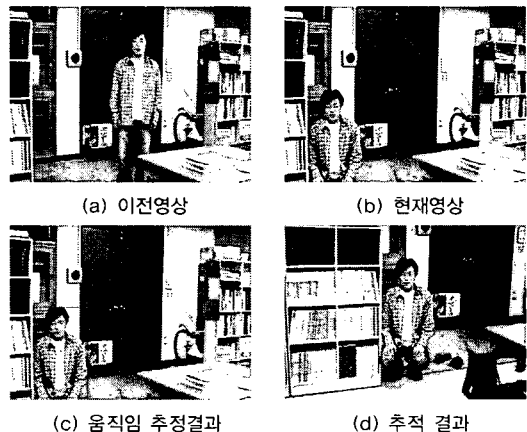


그림 10. 객체의 크기가 작아진 경우에 대한 결과

다음으로는 사람이 일상적인 속도로 이동하는 환경에서 실시간 추적 실험을 실시하였다. 사람이 카메라와 멀리 떨어진 곳에서 나타나 연구실 내를 좌우로 또는 카메라 가까이에 다가 왔다가 멀어지는 등 이동을 실시하였다. 그림 11에 추적 결과의 일부를 정리하였다. 그림 11의 결과는 동영상으로부터 일정한 시간 간격을 두고 캡처한 영상이다. 카메라의 상하 좌우 이동에 소요되는 시간을 고려하여 추적 결과 영상을 저장하였다.



그림 11. 이동객체 실시간 추적 결과 영상

5. 결 론

본 연구에서는 고정된 카메라를 이용하여 단일 이동객체를 추적하기 위한 시스템을 구현하였다. 추적 시스템의 구성은 영상 획득 단계, 이동 객체의 움직임 추정 단계 및 추적 단계로 구성하였다.

영상 획득 단계는 연속된 동영상 열에서 일정한 시간 간격을 두고 두 개의 칼라 영상을 획득하는 과정으로 획득된 칼라 영상은 그레이 스케일 영상으로 변환된 후 히스토그램 평활화 처리를 수행하였다.

움직임 추정 단계는 객체를 포함하는 최소 사각형을 검출하고, 검출된 객체 영역의 중심점 좌표를 결정하는 과정이다. 이동 객체 영역 검출을 위해 차영상 기법을 사

용하였다. 차영상 기법에 있어 임계값의 결정은 시스템의 성능을 좌우하는 중요한 요소로 본 연구에서는 차영상의 히스토그램을 분석하여 영상의 명도값 분포 특성을 반영할 수 있는 적응적 방법을 사용하였다.

추적 단계는 움직임 추정 단계에서 제공된 중심점 좌표를 이용하여 카메라가 장착된 Pan/Tilt 장치의 절대 좌표를 계산한다. 이 절대 좌표를 제어 명령과 함께 컴퓨터의 직렬 포트를 통해 장치에 전달함으로써 이동 객체를 추적하게 된다.

구현된 이동 객체의 실시간 추적 시스템의 성능을 평가하기 위해 사람이 보통의 속도로 이동하는 환경에서 실시간 추적 실험을 실시하였다. 그 결과 객체를 잃어버리지 않고 정상적으로 추적할 수 있었다.

본 연구에서는 영상내에 이동 객체가 하나인 것으로 한정하였다. 향후에 추적 시스템을 보안 감시 분야에 적용하기 위해서는 다중 객체의 이동에 대해서도 추적이 가능하여야 할 것이다. 이러한 다중 객체의 추적을 위해 객체 인식 기술 및 이동 경로 정보를 활용하는 방안에 대하여 계속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 이진 차영상에서 객체의 이전 영역과 현재 영역이 겹치는 경우에도 정확하게 현재 객체 영역을 검출할 수 있는 해결책이 연구된다면 보다 우수한 성능을 갖는 시스템으로 발전할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 박천주, 박희정, 이재협, 전병민, “움직임 검출의 캡처에 의한 웹기반 이동 객체 추적”, 한국콘텐츠학회논문지, 제2권 제2호, 2002, pp.17-26
- [2] A. Bakowski, G.A. Jones, “Video Surveillance Tracking using Color region Adjacency Graphs”, Image Processing and its Applications, Conference Publication No.465, 1999, pp.794-798
- [3] 김강석, “신경회로망과 특징벡터를 이용한 다중표적 추적 알고리즘”, 부산대학교, 석사학위논문, 2001
- [4] Hai Tao, Harpreet S. Sawhney, Rakesh Kumar, “Object Tracking with Bayesian Estimation of Dynamic Layer Representations”, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.24 No.1, 2002, pp.75-89
- [5] 박병욱, “이동 객체 추적에 관한 연구”, 동의대학교 대학원, 석사학위논문, 2001
- [6] 이진성, “움직임 벡터의 신뢰도에 기반한 이동 목표물 추적기법”, 한국과학기술원, 석사논문, 1999
- [7] 전춘, 이주신, “이동 카메라 영상에서 이동 물체의

실시간 추적”, 정보처리학회논문지, 제9-B권 제4호, 2002, pp.465-470

- [8] 설성욱, “동적 환경에서의 강인한 다중 물체 추적 알고리즘”, 부산대학교 대학원,박사학위논문, 2003
- [9] 오명관, 한근희, 최동진, 전병민, “차영상을 이용한 이동 객체 추적”, 한국콘텐츠학회 2004 춘계학술대회, 제2권 1호, 2004, pp.396-400
- [10] 오명관, 김태익, 최동진, 전병민, “차영상에서의 히스토그램을 이용한 적응적 임계값 결정”, 한국콘텐츠학회논문지, 제4권 3호, 2004, pp.91-97

오 명 관(Myoung-Kwan Oh)

[정회원]



- 1990년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 (공학사)
- 1993년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 (공학석사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 컴퓨터 공학과 (공학박사)
- 1994년 9월 ~ 1999년 2월 : 고려정보테크(주) 선임연구원
- 1999년 3월 ~ 현재 : 혜전대학 컴퓨터과 조교수

<관심분야>

패턴인식, 영상처리, 컴퓨터비전