

무인 감시시스템을 위한 DMAM기반의 표적 추적

*강이철, **제성관, *강민경, **차의영
*부산대학교 멀티미디어협동과정
**부산대학교 전자계산학과

DMAM Based Target Tracking for Automatic Surveillance System

*Yi-Chul Kang, **Sung-Kwan Je, *Min-Kyoung Min, **Eui-Young Cha
*Inter Disciplinary Research Program of Multimedia, Busan Nat'l University
**Dept. of Computer Science, Busan Nat'l University

요 약

본 논문은 무인감시 시스템의 특성상 조명 상태의 변화나 카메라의 흔들림과 같은 환경의 변화에 적용할 수 있도록 연속된 세 프레임간의 차영상을 이용하는 방법을 적용하여 움직임 정보를 추출하고, 영역의 분할 및 특징점 추출을 수행한 후에, 인공 신경회로망 기법을 적용하여 이동 표적을 추적한다. 추적시에는 추출된 각각의 표적간의 데이터 연결을 움직임 정보의 특징점들을 이용, 레이블링하여 각각의 표적을 연결시켜 추적의 성능을 높였다.

1. 서론

컴퓨터 비전(Computer Vision) 기술 기반으로 적외선 센서, CCD 카메라 등을 이용하여 움직임 정보가 존재하는 객체를 검출하고 검출된 객체를 실시간으로 자동 추적할 수 있는 장치인 무인 감시 시스템(Automatic Surveillance System)에 관한 연구, 영상 회의 시스템 혹은 원격 화상 강의 시스템 등의 응용을 목적으로 한 자동 영상 추적 시스템의 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 이미 여러 선진국에서는 1970년대 이래로 이 분야가 지속적인 연구과제로 주목받고 있으며, 각종 국지전에 이를 이용한 무기체계가 적용된 바 있다[3]. 무인 감시 시스템은 이동 객체의 출현이 그다지 많지 않은 환경에서 이동 객체의 존재를 자동으로 감지하고 이를 추적함으로써 인간의 역할을 대신 할 수 있는 컴퓨터 비전 시스템을 응용한 시스템이며 영상 회의 시스템이나 원격 화상 강의 시스템의 경우 화자 혹은 특정 인물의 움직임을 판단하고 이를 추적함으로써 영상 회의 시스템 및 원격 화상 강의 시스템의 효율을 더욱 증가시킬 수 있는 응용으로써, 이른바 자동 카메라맨의 기능을 수행할 수 있다는 점에서 높이 평가되고 있다[1].

멀티미디어 무인 감시 시스템은 기존의 폐쇄 회로 시스템(Closed Circuit Television)에 비교해 볼 때, 인간의 수작업을 통한 모니터링에 비해 전혀 손색이 없는 방식으로

추적과 동시에 고화질의 영상을 필요한 시점에서만 기록할 수 있다는 점에서 기록 매체의 효율적인 사용 및 관리가 가능하다는 장점 외에도 수작업에 의한 모니터링 요원의 오류 및 근무태만의 방지, 또한 노동력 절감을 획기적으로 가능하게 할 수 있는 등 많은 장점이 있다.

산업분야에서와 같이 주변 조명 밝기가 일정하고 물체가 강체(Rigid Body) 조건을 만족할 때는 전역 특성이나 지역 특성을 이용하여 비교적 만족할만한 결과를 얻을 수 있다 [4]. 그러나 이러한 무인 감시 시스템에서는 우선 감시의 대상물(Object of Interest)을 정의하여야 하고 대상물이 강체인지 비강체(Nonrigid Body)인지 등과 같은 대상물의 성질과 구조, 크기, 모양의 변화와 조명의 영향 가능성, 전경(Foreground)이 이동객체를 가릴 가능성 등이 있는지, 여러 가지 주변 환경의 영향을 고려하여야 한다. 본 논문에서는 무인감시 시스템의 특성상 여러 가지 주변 환경의 영향, 즉 조명 상태의 변화나 카메라의 흔들림과 같은 환경의 변화에 적용하며 효율적으로 영상추적이 이뤄질 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 움직임 추출방법과 움직임 추정 및 추적 방법, 영역의 분할방법들에 대한 관련된 연구를 살펴보고, 3장에서는 제안하는 표적 추적 기법을 각 단계별로 설명하고, 정의한다. 4장에서는 실

험 및 결과를 분석하고 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시 하고자 한다.

2. 관련 연구

저가의 멀티미디어 캡처장비를 사용하여 영상추적 기법을 적용시에는 수행시간과 효과적인 추적을 위하여 DMAM(Differential Motion Analysis Method)를 기반으로 움직임 정보를 추출하고 추적해야한다.

기존의 움직임 객체의 추출을 위한 방법으로는 크게 배경영상을 이용한 추출 방법, 연속 프레임(Frame)을 이용한 추출 방법 등으로 나눌수 있고, 영상에서 원하는 객체를 찾아내기 위해서 비슷한 부분들을 하나로 묶는 영역분할은 일반적으로 크게 두 가지로 나누어 보면 영역을 대표하는 특징에 기반하여 비슷한 화소들을 하나의 단위로 생각하여 동일한 성질을 가지는 영역들을 분할하는 영역 기반 영역화 방법과 영상에서 경계선(edge)을 추출한 후에 얻어진 경계선 정보를 이용하여 의미있는 영역들을 추출해 내는 경계선 기반의 영역화 방법이 있다. 경계선에 기반한 방법은 영역의 경계선을 찾아 분할하는 방식으로 영역의 경계선을 비교적 정확하게 추출 할 수 있는 반면 영역을 만들기 위해서는 불필요한 경계선을 제거하거나, 끊어진 경계선을 연결시키는 작업등을 거쳐야 한다.

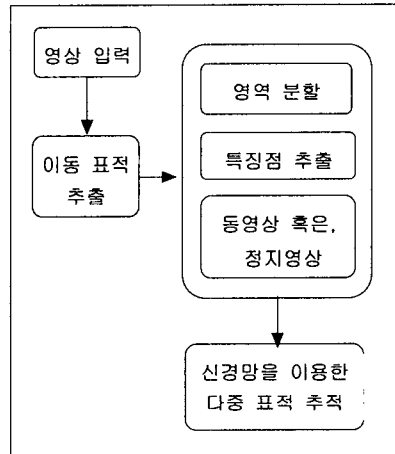
영역의 분할은 영역의 병합, 영역의 분할, 병합과 분할의 병용으로 나눌 수 있으며 영역화 방법을 이용하여 정확한 분할이 가능하려면 그 영역에 대한 사전 지식이 없이는 클러터(clutter)나 배경산란시에 완벽히 분할이 이루어질 수 없기 때문에 문제 영역에 대한 사전 지식을 충분히 얻기 위하여, 소위 모델 지식을 이용하거나 움직임 정보를 동시에 이용하여 영역 분할을 시도하기도 한다[2].

움직임 추적 방법은 광류(Optical flow)를 이용한 방법[7], 블록 정합 알고리즘(Block Matching Algorithm; BMA)을 이용한 방법[6][7], 화소 순환 알고리즘(Pixel Recursive Algorithm; PRA)을 이용한 방법[5] 등이 있다. 광류를 이용한 방법은 전용 프로세서가 장착된 고가의 장비를 사용하고도 빠르게 움직이는 다중 객체의 추적은 쉽지 않으며, 실세계에 적용하기는 아직 해결해야 할 문제점이 상존한다. 그리고 BMA는 한 프레임을 여러 블록으로 나누어 블록 단위로 움직임을 추정하므로 단순한 움직임은 잘 반영할 수 있지만 복잡한 움직임과 급격한 움직임은 잘 추정하지 못하는 단점이 있으며, PRA는 화소단위로 이동을 추정함으로써 복잡한 움직임을 반영할 수 있

다는 장점이 있지만, 객체의 가장자리에서는 움직임을 추정하지 못하는 단점이 있다.

3. 제안하는 표적 추적 방법

실세계에서 카메라로 영상을 입력받아 만들어진 동영상 데이터는 그 크기의 방대함으로 움직임 정보를 검출하고, 정확한 영상의 추적의 선행조건으로 그 수행시간과 정확성이 우선이 되어진다. 수행시간과 효율적인 표적 추적을 고려하여 본 논문은 DMAM를 기반으로 움직이는 표적의 모양, 크기, 위치등 여러가지 움직임 정보를 추출하고 추적하는 방법을 제시한다.



[그림 1] 제안한 방법의 흐름도

3.1 움직임 정보의 검출

무인감시 시스템의 특성상 조명 상태의 변화나 카메라의 흔들림과 같은 환경의 변화에 적용할 수 있도록 연속 프레임간의 차영상을 이용하는 방법으로 제안한다. 이러한 방법에서 보다 정확한 이동표적의 추출을 위하여 세 프레임을 사용하여 근접한 연속 영상간의 차연산 결과를 얻어낸 후에 같은 방법으로 연속적인 두 개의 차영상의 데이터를 논리곱(AND) 연산을 함으로 물체의 형태를 추출할 수 있다.

인접한 연속 3 frame에 대한 차영상을 구하는 식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 Temp_1(i, j) &= |F_t(i, j) - F_{t-1}(i, j)| \\
 Temp_2(i, j) &= |F_{t+1}(i, j) - F_t(i, j)| \quad (식 1) \\
 DImage(i, j) &= Temp_1(i, j) \times Temp_2(i, j)
 \end{aligned}$$

3.2 영역분할 및 특징점 추출

영역분할시에는 잡영에 민감하지 않고 처리속도의 증가를 위해서 일정 크기의 블록을 단위로 하여 영역

확장기법을 도입해서 이웃하는 블록과 비교에 의하여 의하여 영역을 확장해 나간다.

$$image(x', y') = \begin{cases} 1 & \sum_i \sum_j I(x+i, y+j) \geq \theta \\ 0 & \sum_i \sum_j I(x+i, y+j) < \theta \end{cases} \quad (식 2)$$

여기서 m, n은 필터의 크기이며, θ 는 유효한 픽셀의 포함 임계치로써 이 값에 의해서 표적의 표면인지 아닌지를 확인한다.

표적들의 영역분할이 이루어진 후에는 추적시 각각의 표적이 가지는 데이터의 연결 문제를 해결해야 한다. 이러한 다중 표적간의 데이터 연결 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 각 표적의 중심 위치 정보와 크기정보, 움직임 벡터의 변위량, 각 표적 영역 픽셀값의 통계적 특성치와 히스토그램 분석등을 검출한 후에 이러한 특징점 정보를 이용하여 추적시에 각 표적간의 데이터 연결시 참고할 수 있는 유용한 정보로 사용한다. 따라서, 이러한 데이터 연결 문제 해결을 위해 여러 가지 특징점 검출이 선행되어야 한다. 크기 정보는 표적의 중심 위치 정보를 기반으로 표적의 좌상단 좌표값과 우하단 좌표값으로 구하였으며, 움직임 벡터의 변위량은 X축의 변위량과 Y축의 변위량을 각각 구하여 (식 3)과 같이 시티 블록 거리(city-block distance) 측정방법을 이용하였다.

$$Distance(x, y) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (식 3)$$

또한 각 표적 영역의 픽셀값의 통계적 특성치는 식 (식 4)에 의하여 $k \times k$ 블록으로 나누고 각 블록의 휘도 성분의 평균값과 현재 영상과의 분산값을 구한다.

$$MeanBlock(x, y) = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=0}^{k-1} f(x \times k + i, y \times k + j)}{k \times k}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=0}^{k-1} f(CurrentFrame(i, j) - MeanBlock(i, j))^2}{k \times k} \quad (식 4)$$

3.3 움직임 추적

연속된 동영상에서 시간의 흐름에 따라 다수의 표적이 생성되고 소멸되는 현상이 자주 발생한다. ART2 신경회로망 기법은 뉴런의 생성과 소멸이 용이하고 입력형태가 다수의 이동 표적을 추적시에 본 기법을 도입하는 것이 효과적인 것이라 판단된다.

따라서, 본 논문에서는 각 표적간의 데이터 연결 문제를 효율적으로 개선하면서 추출된 표적의 여러 가지 특징점을 이용하여 영상을 정합하여 추적하는 방법으로 아래와 같은 ART2 신경회로망 기법을 도입한 추적 알고리즘을 제시한다.

단계 1: 실시간 입력 동영상에 대하여 (식 1)을 이용하여 이진영상을 구한다.

단계 2: 식 2를 이용하여 영역분할을 수행한다

단계 3: 식 3, 4 등을 이용하여 특징점을 추출한다.

단계 4: 신경회로망을 이용하여 추적을 수행한다.

(1) 유사도 추정을 위한 ρ 값을 설정한다.

(2) 새로운 블록 패턴 X가 주어지면, 최소거리의 승자 뉴런 j 를 선택하여 표시한다.

(3) 경계 임계값 검사: 승자뉴런과 입력 블록패턴의 거리가 경계 임계값 ρ 보다 적으면 같은 표적 영역으로 인지하고 통과

$$\|X - W_j\| < \rho$$

(4) 경계 임계값 검사에서 실패하면, 새로운 표적뉴런을 만들고 레이블을 단다.

$$W_k = X$$

(5) 경계 임계값 검사에서 통과되면, 승자 뉴런의 가중치를 조정하고, 추출된 특징점들을 데이터 연결정보로써 저장한다.

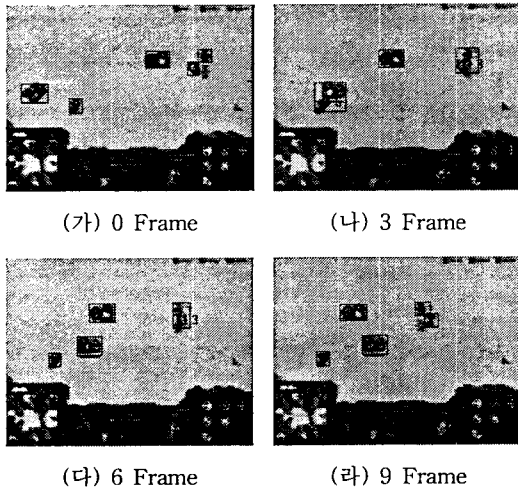
$$W_j^{(new)} = \frac{X + W_j^{(old)} \|cluster_j^{(old)}\|}{\|cluster_j^{(old)}\| + 1}$$

표적들이 병합되어 군집화 되었다가 다시 분할될 때 각각의 표적간의 레이블링을 군집화된 거대 표적을 이전 프레임에서 추출된 표적 수로 영역을 같은 크기로 나누고 나눈 각 영역의 중심점을 각각 레이블링하였으며, 각 표적의 움직임 벡터를 고려하여 다시 레이블링을 한 후에 데이터를 연결시켰다. 또한, 표적의 움직임이 멈추었을 때 화면에서 사라지는 경우는 추적하는 표적이 화면의 가장자리가 아닌 위치에서 사라지면 그 표적은 현 위치를 고수하고 있는 것으로 판단하여 이전 프레임에서 찾은 표적의 위치와 크기 정보등 여러 특징들을 메모리에 저장하여 현 프레임에 그 정보를 삽입하고 화면에 주사한다.

4. 실험 및 결과분석

실험자는 저가의 멀티미디어용 오버레이 캡처보드를 펜티엄2-400MHz 프로세서가 장착된 컴퓨터에 설치하여 실험하였으며, 이미지는 320 × 240 크기의 256

Gray 영상을 사용하였으며 초당 8프레임의 처리속도로 실험자가 직접 이동 궤적을 입력하여 실험하기 위해 BLIZZARD®사의 StarCraft 게임 영상을 입력받아 실험에 임하였다.



[그림 1] 게임영상의 표적 추적 결과

그림 1에서 총 5개의 표적이 등장하여 1번, 2번, 3번 표적은 위에서 좌로 이동하고 4번, 5번 표적은 좌에서 우로 이동하는 영상으로 각 표적들의 속도가 모두 상이하고 (나), (다)와 같이 병합되었을 경우와 (라)와 같이 분리되었을 경우에도 효과적으로 각 표적을 추적하고 있음을 볼 수 있다.

이동 표적의 상황	추적성공율	비고
표적의 병합	95.9 %	고속 이동 표적 제외
표적의 분리	96.2 %	
표적의 정지	96.7 %	
기타 상황	98.4 %	

[표 1] 다중 표적 추적 결과표

구현환경은 Microsoft® Windows 98 운영체제 하에서 Microsoft® Visual C++ 6.0 with MFC 컴파일러를 사용하여 Microsoft® Video for Window 함수를 이용하여 시뮬레이션 환경을 구현하였다.

5. 결론 및 향후연구 과제

본 논문에서는 기존의 무인 감시 시스템을 대체할 수 있는 차세대 감시시스템을 위한 효과적인 표적 추적기법을 제시하였다. DMAM을 적용하여 표적을 추출하고 다수의 특징점을 구하여 추적시에 적용하여 이러한 특징점이 추적율을 높이는 관건으로 판단되었다. 제안한 방식으로 얻어진 2차원 영상 좌표로부터 실제계 좌표를 얻어내어 이동표적간의 데이터 연결을 통한 표적 추적 방법은 각 이동 표적간의 특징점 추출이 한계에 다다를 시에는 결국 제대로된 영상추적이 어려우므로 결국 컬러영상 정보 및 3차원 영상 좌표의 추출을 통한 깊이 정보를 이용하여 특징점을 추출해야만 보다 정확한 영상추적이 이루어질 수 있으므로 다수의 카메라를 이용하여 이동 표적의 추적이 이뤄질 수 있도록 추가 연구가 이루어져야겠다.

[참고문헌]

- [1] Young Ho Kim, Kyu Won Lee and Kyu Tae Park, "A Study on the Implementaion of Moving Object Tracking System", *Proc. VCIP'95*, pp. 1183-1193, Taipei, Taiwan, May 1995.
- [2] 서울대학교, "실시간 표적인식 및 추적기법 연구", 자동차 제어 특화 연구센터 연구보고서, 1996.
- [3] A.D. Hughes and A.J.E. Moy, British Aerospace(System&Equipment) Ltd. "Advances in automatic electro. optical tracking systems", *SPIE Proceedings Acquisition, Tracking, and Pointing IV*, vol. 1697, pp 353-366, 1992.
- [4] R. C. Bolles and R. A. Cain, "Recognizing and Locating Partially Visible Objects: The Local-Feature Focus Method", *International Journal of Robotics Research*, Vol. 1, pp. 57-82, 1982.
- [5] J.R. Jain and A.K. Jain, "Displacement measurement and its application in inter:frame image coding," *IEEE Trans. on Commum*, vol. 29, no. 12, pp.1799-1808, Dec. 1981.
- [6] H. Gharavi and M. Mills, "Block-Matching Motion Estimation", *IEEE Trans. on Commum*, vol. 38, pp.950-953, 1990.
- [7] P.A. Laplante and A.D. Stoyenko. "Real-Time Imaging Theory, Techniques, and Applications", IEEE Press, 1996.