변형 모델을 이용한 다중 물체 검출 및 추적

A Multiple Object Detection and Tracking Using Deformable Model

우장명 (광운대학교, 석사과정)　**김성동** (계원조형예술대학, 교수)　**최기호** (광운대학교, 교수)

Key Words : Multiple Object, 영상 분할, 변형모델

목 차

I. 서 론
II. 관련연구
1. 움직임 검출
2. 차(difference)영상 생성
III.물체 분할 및 특징 추출(Snake Model) 모델
1. 물체 분할(움직임 후보 영역)
2. 변형 Snake Model
IV. 물체 인식 및 추적
1 물체 인식 모델
2. 물체 추적
V. 결 론

I. 서 론

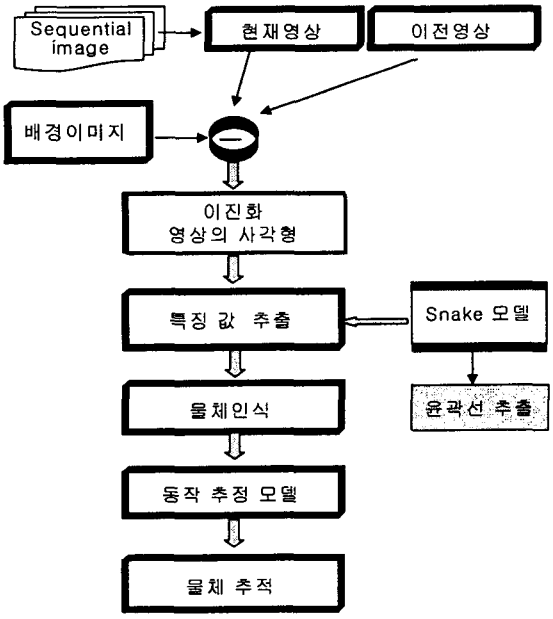
이동물체의 추출과 추적의 문제는 여러 분야에서 활발히 진행되고 있다. 특히 비디오 영상에서 움직임 검출 및 추적은 지능형 교통 시스템, 의료 영상, 감시 카메라, 교통 감시 시스템 등 비디오 기반의 응용 프로그램에서 중요한 역할을 한다. 다중 물체 추적 시스템은 주위 환경 변화가 존재하는 연속 영상으로부터 움직이는 물체를 추출할 수 있어야 한다.

움직이는 물체 추적을 위한 방법으로는 3차원 모델기반의 방법[1],영역 기반의 방법[2], 능동 윤곽선 기반의 방법[3],특징 기반의 방법[4],이 있다. 3차원 모델 기반의 방법은 소수의 차량에 대해 정확성이 높은 모델과 궤적을 복원하는 것으로 상세한 기하학적 물체의 모델이 주어져야 하는 단점이 있다. 모든 움직이는 물체에 대한 상세한 모델을 기대하는 것은 비현실적이기 때문이다.

영역기반 방법은 연속에서 연결된 영역을 구하고 상관관계(cross-correlation)측정을 이용하여 움직이는 물체를 추적하는 방법이며, 현재의 배경을 측정하여 입력되는 영상과의 차 영상에서 물체를 검출한다. 이 방법은 차 영상에 임계 값 이상의 화소를 연결한 영역을 찾는다. 그러나 혼잡한 물체의 상태에서 각각의 물체를 분할해야 하는 단점이 있다.

능동 윤곽선 기반의 방법은 물체의 경계진 윤곽선을 표현하고, 그것을 동적으로 갱신하면서 추적하는 방법이며, 이 방법의 이점은 영역 기반에 비해 복잡한 계산이 줄어든다는 것이지만 부분적인 가려짐이 발생할 경우 물체를 분할할 능력이 없다. 특징 기반 방법은 물체 전체를 추적하지 않고, 그것의 국부 특징(Local-feature)을 추적하는 방법이며, 장점은 부분적인 가려짐이 있을 때 보이는 부분의 특징만으로 추적이 가능하다는 것이다. 본 논문에서는 영역 기반에서 사용하는 배경을 측정하여 입력되는 영상과의 차 영상을 구해 물체를 찾고, 물체의 경계를 자동 분할 Snake Model를 이용해 윤곽선을 뚜렷하게 표현하므로 복잡한 계산을 줄이고, 특징 점과 윤곽선을 이용하여 물체 추적이 가능토록 특징을 사용한 다중 추적 방법을 제안 하고자 한다.

제안된 전체 시스템 구성은 그림 1과 같다.



<그림 1> 전체 시스템 구성

II. 관련연구

1. 움직임 검출

움직임이 있는 후보 영역 검출을 위해 연속된 프레임간의 차영상 분석에 의한 방법을 기반으로 배경 영상을 이용한 방법과 배경 영상 없이 연속된 프레임간의 차 영상를 이용하는 방법이 있는데 배경영상 없이 연속된 세 프레임 간의 차 영상만으로 물체를 추출하고자 할 경우, 물체의 움직임이 없거나 움직임이 적을 경우 영상 간의 차이가 작아 차(difference)영상 Object가 나타나지 않거나 잡음으로 간주될 수 있다.

단일 물체 추적의 경우, 한 영상에서 추적하고자하는 물체가 하나만 존재한다면 영상에 물체가 나타나지 않더라도 이동물체가 정지한 것으로 간주함으로써 계속적인 추적이 가능하지만 다중물체 추적인 경우, 영상에서 추출된 물체의 수와 추적하고자 하는 이동 물체의 수가 일치하지 않으면 데이타 결합을 통한 물체 추적이 어려워지므로 배경영상과의 차 영상을 통한 물체 추출 방법을 이용하고 있다.

기존의 다중물체 추적 연구에 있어 이용된 배경 화면 갱신 방법에는 세 프레임 차 영상을 이용하여 물체 영역을 추정한 후 물체 영역이 겹치지 않는 2개의 영상을 이용하는 방법[5], 광강도 값을 분석을 통한 배경영상 갱신 방법[6], 가중치를 이용한 평균 영상 방법[7], 실세계 환경을 몇 가지로 분류하고, 그에 맞는 배경 갱신 방법을 규정한 다음, 실 시간적으로 주어진 환경에 해당하는 방법을 적용하는 방법[8]등이 있다.

2. 차 영상 생성

현재 프레임과 이전 프레임간의 차 영상(Dt)에서 변화된 픽셀 값이 임계 값을 초과하는 부분을 1, 나머지는 0 으로 할당한 이진화 영상(Tt)을 생성한다. 현재 프레임과 배경 이미지와의 차 영상(Dt)도 같은 방법으로 이진화 영상(Tt)을 생성한다. 임계 값 t 는 적응적 임계 값(adaptive thresholding)알고리즘을 이용하여 구한다.[9]

$$T_t(x,y)=\begin{cases}1, if|D_t(x,y)|>t\\ 0, otherwise\end{cases},\ T_s(x,y)=\begin{cases}1, if|D_s(x,y)|>t\\ 0, otherwise\end{cases} \quad 식(1)$$

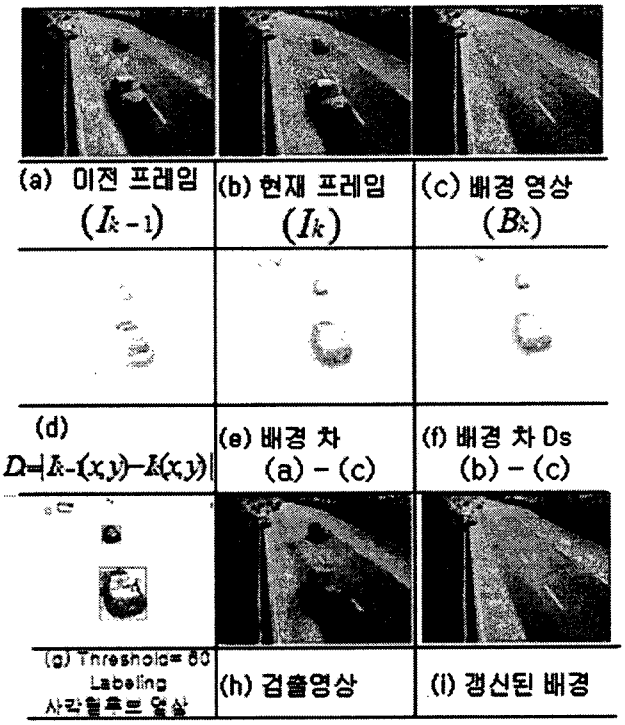
위와 같이 배경영상 갱신에 관한 기존에 연구들은 일정시간 간격으로 이루어짐으로 차 영상의 결과에 많은 잡음이 존재하게 되고, 복잡한 물체를 추출하려 할 때, 추출과정에서 물체의 정보를 손실하게 되고, 밝기(조도)에 많은 영향으로 물체를 잘 추출하지 못한다. 그러므로 본 논문에서는 전처리 과정에서 픽셀의 일부가 잡음으로 간주되거나 혹은 잡음이 물체로 간주되는 경우가 발생하지 않도록 하기 위해 모폴로지(morphology)방법 을 수행하고, 라벨링을 통한 잡음을 제거 후 검출된 타이트한 사각형에 위치정보를 이용하여 개선된 Snake model를 적용하여 보다 뚜렷한 경계를 얻는 단계를 거쳐 제어점을 중심으로 움직임 벡터를 이용 물체 추적을 한다.

III. 물체 분할 및 특징 추출(Snake Model) 모델

1. 물체 분할(움직임 후보 영역)

차 영상분석에 의한 얻어진 이진화된 두 영역에서 1로 할당 되어져 있는 공통된 영역은 물체의 움직임에 의해 발생된 영역이고, 나머지 영역은 정지해있는 물체이거나 환경 변화에 의해 발생된 영역 이다.

움직임이 검출된 영역을 하나의 동일한 영역으로 할당하기 위해 인접한 픽셀의 연결성 성분을 조사하여, 일정한 수 이상 연결되어 있는 픽셀만 남기고 나머지는 잡음영상으로 처리하여 제거한다.



<그림 2> 움직임 영역

차 영산 분석에 의해 얻어진 사각형 후보 영역(Minimum Bounding Region MBR)을 영상에 특징 점으로 이용하여 변형 Snake Model에 초기 위치를 결정하는데 사용한다.

2. 변형 Snake Model

활성 모델은 윤곽선을 올바로 찾기 위한 방법으로 Kass[10]등에 의해 제안되었다. 기본적인 개념은 객체의 특징을 사용하여 에너지 함수를 정의하고 외곽선을 가장 안정된 에너지 상태로 이동함으로써 원하는 외곽선을 얻는 것이다. 본 논문에서는 William[11]가 제안한 에너지 함수와 알고리즘에 기반하며 에너지 함수는 식(2)과 같다.

$$E^*_{snake} = \int_0^1 E_{snake}(r(s))ds$$

$$\cdots\cdots = \int_0^1 [E_{int\,enat}(v(s)) + E_{image}(v(s)) + E_{external}(v(s)))ds$$

식(2)

이때 $v(s) = (x(s), y(s))$ 이다.

스네이크는 에너지 최소화 구조이므로 지역적 최소가 가능한 해의 집합을 이루도록 그리드 알고리즘(greedy algorithm)을 이용한다.

$$E_{snake} = \int_0^1 (\alpha(s)E_{con}(v(s)) + \beta(s)E_{cur}(v(s)) + \gamma(s)E_{ima}(v(s)))ds$$

식(3)

$$= \int_0^1 \alpha(s)\left|\frac{dv^2}{ds}\right|^2 + \beta(s)\left|\frac{d^2v}{ds^2}\right| - \gamma|\nabla I(v)|ds$$

여기서 $\alpha(S), \beta(S), \gamma(S)$ 는 상수 값을 나타낸다.

첫 번째 항은 연속성을 제어하는 함수로써 이 함수는 $E_{cont} = |\bar{d} - \| v_i - v_{i-1} \||$ 정점들간의 간격이 균일 할수록 작은 값을 나타내기 때문에 Snake가 움츠려드는 경향을 방지한다.

두 번째 항은 완만 성을 제어하는 함수로써 나타난다. $E_{curvature} = \| v_{i-1} - 2v_i + v_{i+1} \|^2$

세 번째 항은 영상 특징에 대한 함수로써 표현 $E_{ea} = \gamma E_{image}$ $E_{image} = \frac{\min - mag}{\max - \min}$ 여기서 max와 min은 정점의 주변 화소들 중 가장 크고 작은 밝기 값의 Gradient (기울기)을 나타낸다.

Snake Model에 대한 여러 가지 최소화 알고리즘이 제안되었지만 다음과 같은 문제점을 지니고 있다.

(1) 내부에너지 함수의 기능에 의한 복잡한 모양을 지닌 물체의 윤곽선을 추출하지 못 한다.

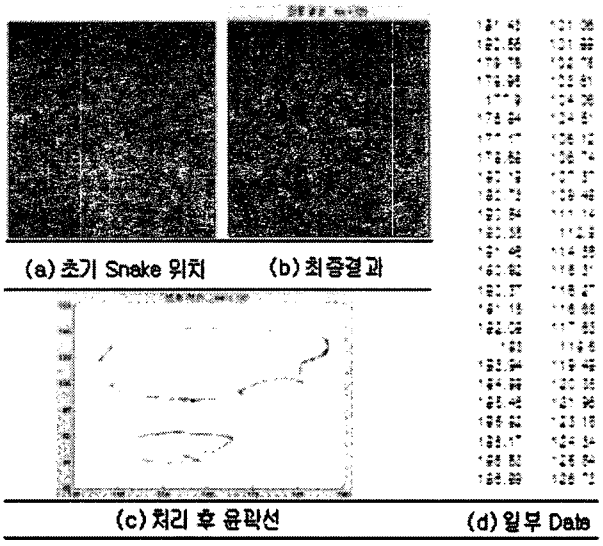
(2) 정점들에 한번에 이동할 수 있는 범위가 한정되어 있기 때문에 많은 수행시간을 필요로 한다.

(3) 초기 Sanke의 위치와 모양에 대해 높은 의존성을 지닌다.

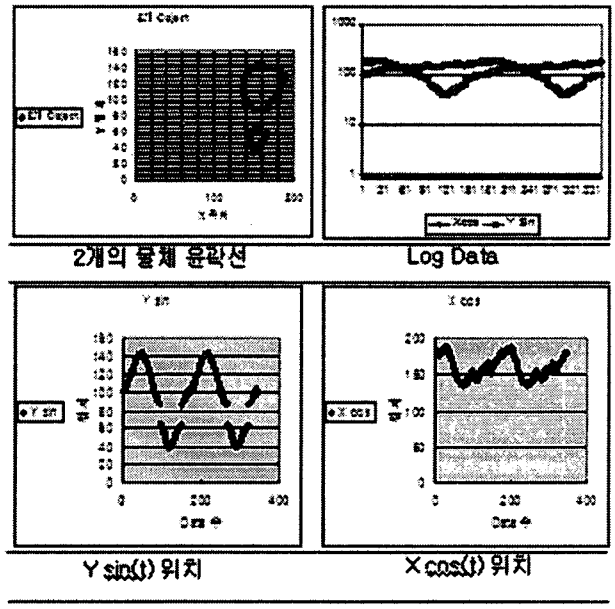
위 문제점을 해결하기 위해서 전 처리 과정에서 얻은 사각형에 위치 정보를 이용하여 Snake를 이루는 각 정점들을 탐색공간으로 위치시키고 난 후 적합성을 조사한다.

적합성은 현재 정점의 윈도우 내에 임계 값 보다 높은 밝기 값의 기울기를 지닌 화소가 존재하는지의 여부이다. 그렇게 때문에 특징 값에 연결이나 템프릿 방법으로 윤곽선을 찾아 들어간다.<그림3>

본 논문에서는 타이트한 사각형에 특징 값을 이용해 스네이크 정점들의 초기 위치를 자동 결정하여 탐색 속도를 줄이고 정확도를 감안하였다.



<그림 3> 자동 변형 Snake를 이용한 윤곽선 수렴

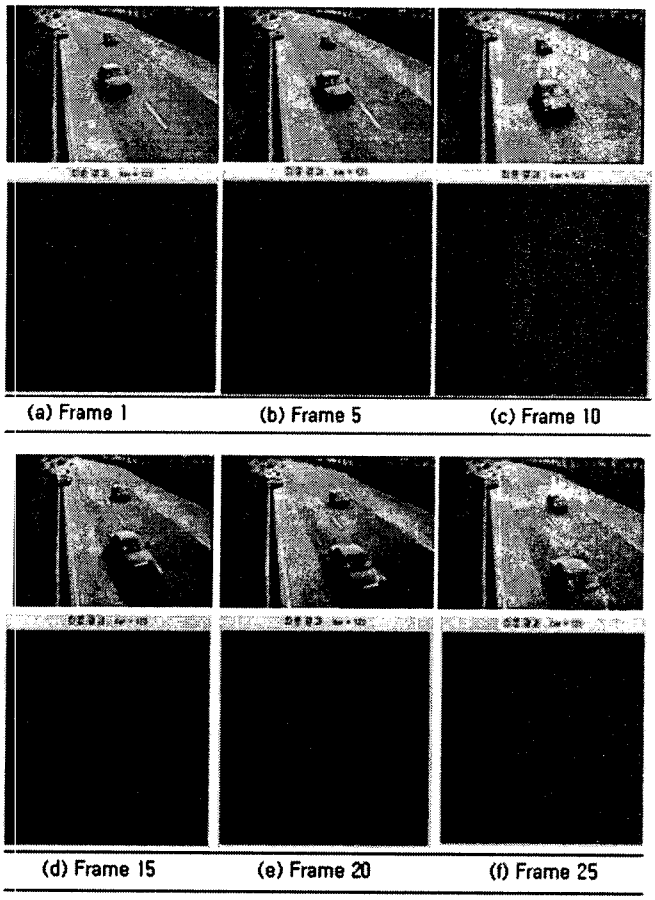


<그림 4> 2개의 Object 추출

IV. 물체 인식 및 추적

1. 물체 인식 모델

물체 인식 모델은 라벨링을 통한 잡음 제거에서 얻은 사각형 위치정보의 특징들과 물체 분할 모델에서 불리 된 윤곽선을 이용하여 추적하고자 하는 물체인지를 판별하게 된다. 다중 물체 추적 시, 탐색 창 안에서 물체의 특징을 이용하여 추적하고자 하는 대상 물체를 인식하는 방법을 사용한다.
<그림4>는 특징점을 이동 물체의 윤곽선을 나타낸 것이다.



<그림5> Image Size 320 x 240 멀티Object 검출 및 추적

2. 물체 추적

그림5 에서 연속 되는 영상(Size320 X 240) 약 30 프레임 이용하여 추출 되어진 영상으로부터 추적하는 과정을 보인다.

V. 결 론

다중 물체 추적은 움직이는 물체를 추출하고 검출된 정보와 물체 정보를 이용하여 움직임 궤도를 추적하는 것이다. 따라서 정확한 움직임 추적이 수행되려면 효율적인 물체의 추출이 선행되어져야 한다. 일반적으로 영상 분할 알고리즘은 다양한 종류의 영상에 대한 물체의 수학적 모델이 제대로 설정되어 있지 않기 때문에 물체를 정확하게 분리해 내기 어렵다. 그러나 물체의 추출에 주로 처리 속도가 빠른 배경영상을 이용한 차(difference) 영상 기법과 반 자동 영상분할인 Snake Model이 갖는 Active Contour 알고리즘과 같이 물체 추출 과정에서 물체의 정의나semantic 정보를 부여 한다면 개선된 영상 분할의 결과를 얻을 수 있다. 따라서 차 영상 기법과 semantic 정보를 가진 영상분할 알고리즘은 동영상에서 움직임 물체의 VOP(Video Object Plane)를 생성하는 매우 현실적인 방법이다. 본 논문에서는 영상의 상위 레벨 Semantic 정보를 이용하기 위해 변형 Snake Model를 이용한 영상분할 방법을 이용하여 영상을 추출한다. 추출된 물체는 윤곽선(곡선) 정보와 함께 에지 성분의 기울기에서 특징 점을 이용하여 물체를 추적한다. 이동물체 분할과 추적에 대한 변형 Snake model 에 실용성을 실험하기 위해 자동차영역을 분할하고 추적하는 예를 보이고 있다.

향후 연구 과제로서는 자동 Segmentation 알고리즘의 강건성을 보강하고, 복잡한 배경으로부터도 물체의 윤곽선을 추출할 수 있도록 영상의 통계적 수치를 계산하여 효율적인 이동물체 추적을 위하여 스네이크 모델을 형성하는 동안 각 parameter를 자동으로 획득 하는 일을 수반한다면 이상적인 이동물체 추적 시스템이 가능하리라 생각된다.

참고문헌

1. D. Koller, J. Daniilidis and H. Nagel, "Model-based Object Tracking in Monocular Image Sequences of Road Traffic Scenes," Int'l J. of Computer Vision, Vol. 1, No. 3, pp. 257-281, 1993.
2. K.D. Baker and G.D. Sullivan, "Performance Assessment of Model-based Tracking," In Proc. of the IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, pp. 28-35, Palm Springs, CA, 1992.
3. P. Salesmbier, L. Torres, F. Meyer and C. Gu, "Region-based Video Coding Using Mathematical Morphology," Proc. of the IEEE, Vol. 83, No. 6, pp. 843--857, 1995.
4. M. Isard and A. Blake, "Contour Tracking by Stochastic Propagation of Conditional Density," In Proc. European Conf. Computer Vision, pp. 343-356, 1996.
5. W. K. Chow and J. K. Aggarwal, "Computer analysis of planar curvilinear moving images", IEEE Transaction Computer, C-26, pp. 179-185, 1977.
6. His Jian, Lung Fa Huang and Z. Chen, "Multi-frame ship detection and tracking in a infrared image sequence", Pattern Recognition, Vol. 23, No. 7, pp. 785-789, 1990.
7. Berthold K. P. Horn and Brain G. Schunck, "Determining optical flow", Artificial Intelligence, Vol. 17, pp. 481-493, 1981
8. Tucker Balch, Zla Khan and Manuela Veloso,"Automatically Tracking and Analyzing the Behavior of Live Insect Colonies", Proceedings of Agents-2001, the International Conference on Autonomous Agents, Montreal, May, 2001.
9. Zhigang Zhu, Guangyou Xu, Bo Yang, Dingji Shi and Xueyin Lin, "VISATRAM: a real-time vision system for automatic traffc monitoring", Image and Vision Computing 18 (10) (2000) pp.781-794.
10. N. Habili, A. Moini, N. Burgess, "Automatic thresholding for change detection in Digital video", in

Proc. SPIE Visual Communication and Image Processing, Vol.4067.pp.1333-142,2000.

11. M. Kass and A. Witkin and D. Terzopoulos, "Snakes: Active contout models," Int. J. Comput. Vision, Vol. 1, 1987,pp. 321-331.

12. D. J. Williams and M. Shah, "A Fast Algorithm for Active contours and curvature estimation," CVGIP: Image Understanding, Vol.55,No,1,Jan.1992,pp.14-26.