

Snake 모델을 이용한 다중 이동 객체 검출 및 추적

Multiple Moving Objects Detection and Tracking Using Snake Model

우 장 명*

(Jang-Myoung, Woo)

김 성 동**

(Sung-Dong, Kim)

최 기 호***

(Ki-Ho, Choi)

요 약

본 논문은 Snake 모델을 이용하여 동영상에서 주위 환경 변화에 적응 가능한 다중 이동 객체 추적 시스템을 제안하였다. Snake 모델은 배경이 복잡한 영상에 대해선 객체의 윤곽선을 정확히 표현하지 못하므로 영상분할 시 초기 위치에 따라 민감하게 영향을 받는다. 제안된 시스템은 프레임간의 차(difference)영상을 이용하여 배경영상을 획득하고, 픽셀의 인접성을 조사하여 객체를 분할하고 위치 특징 값을 구하며, 분할된 특징 값들을 Snake 모델의 초기 위치 값으로 부여함으로써 초기 위치 값에 민감한 Snake 모델을 개선하였다. 또한 본 시스템은 복잡한 배경 영상을 단순화하고, Snake를 이루는 각 점점들을 객체의 위치로 놓이게 함으로써 탐색 공간을 줄였다. 30fps로 저장된 AVI파일을 적용함으로써 다중 이동 차량 추적 시스템으로의 응용 가능성을 보였다.

Abstract

This paper proposes a multiple moving objects tracking system which is adaptable itself to circumstances. Snake model is sensitive to the start position value because it does not accurately express contours of objects in complex image. It can be improved as the proposed system gets background images by using difference images, segments objects using neighborhood pixels and assesses the position feature values acquired on the start position value to deformable Snake model. And also the system can simplify complex background images and reduce search regions by the constituent points of a Snake laid in positions of objects. It is showed that the proposed system can be applied to multiple moving vehicle tracking systems by the experimental results of 30fps AVI file.

Key Word : 다중이동객체, 영상 분할, Snake 모델

I. 서 론

연속적으로 입력되는 동영상을 분석하여 실세계

에 대한 정보를 추론하는 작업은 하드웨어기술의 급속한 발전과 더불어 그 중요성이 강조되고 있다. 다중 객체를 분할하고 분할된 다중 객체의 동작정

* 광운대학교 컴퓨터 공학과 대학원생

** 계원조형예술대학 정보통신과 교수

*** 광운대학교 컴퓨터 공학과 교수

† 논문접수일 : 2003년 9월 3일

† 이 논문은 2002년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음

보를 추출하는 작업은 군사 및 산업분야에 적용되고 있으며, 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. 이러한 다중이동 객체 추적 시스템은 주위 환경 변화가 존재하는 연속 영상으로부터 움직이는 객체를 추출할 수 있어야 한다.

이동 객체 추적을 위한 방법으로는 모델기반의 방법, 영역 기반의 방법, 윤곽선 기반의 방법, 특징 기반의 방법 등이 있다[1-4].

모델 기반의 방법[1]은 2차원 또는 3차원 공간에서 이동 객체에 대해 정확한 모델과 궤적을 복원하는 것으로 상세한 객체의 기하학적 모델이 주어져야 하는 단점이 있다. 모든 움직이는 객체에 대한 상세한 모델을 기대하는 것은 비현실적이기 때문이다. 영역기반 방법[2]은 연속해서 연결된 영역을 구하고 상관관계(cross-correlation)측정을 이용하여 이동 객체를 추적하는 방법이며, 현재의 배경을 측정하여 입력되는 영상과의 차 영상에서 임계 값 이상의 화소를 연결하여 찾음으로써 이동 객체를 검출한다. 그러나 혼잡한 객체의 상태에서 각각의 객체를 분할해야 하는 단점이 있다. 윤곽선기반 방법[3]은 객체의 경계선 윤곽선을 표현하고, 그것을 동적으로 갱신하면서 추적하는 방법이며, 이동객체가 변화되더라도 모델이 이에 적응적으로 대처할 수 있어 이동 객체를 추적할 수 있다. 이 방법의 장점은 영역 기반에 비해 복잡한 계산이 줄어든다는 것이지만 부분적인 가려짐이 발생할 경우 객체를 분할할 능력이 없다. 특징 기반 방법[4]은 객체 전체를 추적하지 않고, 국부 특징(local-feature)을 추적하는 방법이며, 장점은 부분적인 가려짐이 있을 때 보이는 부분의 특징만으로 추적이 가능하다는 것이다. 다중객체에서 객체의 움직임을 탐지하고 추적하는 기법들은 동영상분석의 본질적인 문제인 처리 시간을 개선하고자 하는 노력으로 대변 될 수도 있다.

본 논문에서는 배경 영상을 구하여 입력되는 영상과의 차 영상으로 객체를 찾고, 객체를 내포하는 외곽 사각영역의 특징점을 구하여 이 특징점들을

Snake 모델의 초기 위치를 결정하는데 이용함으로써 Snake 모델이 갖는 단점을 개선한다. 자동 분할 Snake 모델을 이용해 윤곽선 특징값들을 구함으로써 다중 이동 객체를 검출하고 추적하는 시스템을 제안하고자 한다.

본 논문에서는 1장 서론에 이어 2장에서는 Snake 모델 등을 기술하고, 3장에서는 제안되는 다중 이동 객체 추적 시스템 구성을 기술을 하였다. 제 4장에서는 시스템을 적용시킨 실험 결과와 예를 보이고 검토 고찰하며, 5장에서는 결론을 기술한다.

II. Snake 모델

1. 배경 영상

기존의 다중객체 추적 연구에 있어 이용된 배경 화면 갱신 방법에는 세 프레임 차 영상을 이용하여 객체 영역을 추정한 후 객체 영역이 겹치지 않는 2개의 영상을 이용하는 방법[5], 광강도 값의 분석을 통한 배경영상 갱신 방법[6], 가중치를 이용한 평균 영상 방법[7], 실 세계 환경을 몇 가지로 분류하고, 그에 맞는 배경 갱신 방법을 규정한 다음, 실 시간적으로 주어진 환경에 해당하는 방법을 적용하는 방법[8][9]등이 있다.

본 논문에서는 도로교통 상황을 배경영상으로 하였으며 이동객체로써 차량을 그 대상으로 하였다.

배경영상을 얻는 일반적인 방법은 초기에 고정된 배경영상을 얻은 뒤 현재 입력되어지는 영상과의 차 영상에 의해 움직이는 차량을 추출한다. 이와 같은 방법은 배경영상의 변화를 적절히 반영하지 못하기 때문에 배경 부분의 변화를 움직이는 객체로 잘못 인식하는 경우가 있을 수 있다. 정확한 차량 추출을 위해서는 환경 변화에 적응하는 배경영상이 요구된다. 따라서 차 영상 분석에 제공되어지는 배경이미지는 가장 최근의 환경에서 추출되어진 배경 이미지로써 차 영상을 통한 영상 분석에 최적으로 제공되어야 한다.

이렇게 배경영상의 획득은 차량 검출에 있어서 중요한 부분이다. 이러한 배경영상을 환경에 적응

하기 위한 방법은 다음과 같다. 시간에 따른 환경변화가 고려된 배경영상을 얻기 위해 초기에 입력되는 연속영상을 일정 수만큼 입력 받아 차량의 움직임이 없는 부분만을 선택하여 배경영상으로 선택한다. 움직임이 없는 배경영상을 얻는 방법은 식(1)과 같다.

$$I_{bg}^0(x, y) = I^k(x, y),$$

$$k = \arg \min_{k=1, 2, \dots, n} \sigma_{I(x, y)}^k \quad (1)$$

x, y 는 영상의 좌표이고, $\sigma_{I(x, y)}^k$ 는 평균 필터를 적용한 상위단계 k 번째 영상들의 화소별 분산 값을, n 는 일정 시간 동안 획득된 영상의 수를, I^k 는 배경으로 선택된 영상, I_{bg}^0 는 초기 배경 영상을 나타낸다. 이것은 n 개의 프레임을 비교하여 화소별 분산값에 최소인 화소를 초기 배경영상의 화소를 설정하는 것이다.

이러한 과정은 시스템이 가동되는 초기에만 실현되며 배경영상의 초기화 과정을 거친 뒤에는 현재 영상과 차 영상에 의하여 움직이는 차량을 추출할 수 있으며 움직임이 있는 객체를 제외한 나머지 부분을 이전의 배경영상에 반영함으로써 시간에 따른 환경의 변화에 적응 한다.

객체의 배경영상을 획득하는 방법 중에는 차량의 윤곽선 정보를 이용하여 배경영상의 움직이는 차량을 마스크 처리를 통하여 배경영상을 구할 수도 있다. 이 방법은 차량의 윤곽선에 대한 특징을 얻어야 하기 때문에 추적 역시 능동 윤곽선 기반의 방법으로 추적이 이루어져야 한다.

분리된 움직이는 객체의 외곽 경계선인 윤곽선 집합(contour sets)과 연속 영상 프레임을 이용하여 배경영상 I_{bg} 를 갱신하게 된다. 배경 영상은 식(2)와 같이 갱신된다.

$$I_{bg}^{k+1} = M^k I_{bg}^k + (1 - M^k) I^k \quad (2)$$

여기서, I_{bg}^k 는 현재 배경 영상이고, I_{bg}^{k+1} 은 갱신

된 배경 영상, I^k 는 현재 영상을 나타낸다. 또한 마스크 영상 M^k 는

$$M^k = \begin{cases} 1, & \text{if } (x, y) \in C^k \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

와 같이 표현된다. 즉, 윤곽선 집합의 내부를 1로, 외부 0로 하는 영상이다.

교통 도로 상황에서는 단순히 배경영상과 입력영상과의 차영상을 구함으로써 움직이는 차량을 추출할 수 있다. 움직임이 있는 부분은 정확한 차량의 형상은 아니지만 움직이는 차량의 경계를 포함하는 블록의 형태가 될 것이다.

2. Snake 모델 구성

Active Contour 알고리즘은 초기에 입력한 곡선으로부터 에너지를 최소화하는 곡선을 찾는다. 이 알고리즘에서는 에너지 함수를 어떻게 정의하느냐가 중요하다.

M. Kass 등이 1988년에 제안한 이 알고리즘은 객체의 윤곽선을 능동적으로 찾아주기 때문에 영상분할이나 객체 추적과 같은 분야에 널리 적용되고 있으며 Snake 모델이라고 부른다[10].

객체의 에너지 특성을 이용한 능동 윤곽선 모델은 크게 내부에너지, 외부에너지, 제한 조건의 세 항목으로 구성하여, 이들 사이의 관계로서 모델의 동적인 모습을 보인다. 내부 에너지는 모델의 곡률에 따른 에너지로서 원형에 근사할수록 값이 감소하며, 외부에너지는 스프링 함수로서 모델의 변화가 외부의 점과 갖는 위치관계로 한 점에 근사할수록 값이 감소한다. 그러므로 Snake는 두 에너지의 값이 최소화 되는 과정에서 객체의 윤곽선을 추출하는 알고리즘이다.

Snake는 에너지 함수를 이용하여 원하는 곡선을 나타내주게 된다. 즉, 곡선 S 가 최소 값이 되는 에너지 함수 $E(s)$ 를 이용하여 모델을 정의하는 방법이다. Snake는 찾고자 하는 객체의 초기 위치를 정해 주면, 반복적인 수행을 통하여 3개의 에너지의 값

이 최소가 되는 지점으로 초기의 점들을 이동시키게 된다. 이처럼 초기 Snake는 초기 값에 의해 다른 객체의 윤곽선을 찾게 되므로 초기 값의 의존도가 높다.

Snake 모델의 모양은 내부에너지, 외부에너지, 제한 조건의 세 항목에 의해 조절된다. 외부 에너지는 Snake 모델 영상의 특징을 추적하도록 도와 주고 내부에너지는 곡선의 부드러운 변화를 보장한다. Snake 모델 알고리즘을 전개할 때, 사용자의 개입이 허용된다.

$$\begin{aligned} E_{snake} &= \int_0^1 E_{snake}(r(s)) ds \\ &= \int_0^1 [E_f(r(s)) + \dots + E_{ext}(r(s)) + \\ &\quad E_{con}(r(s))] ds \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 첫 항 $E_f(r(s))$ 은 내부 에너지를 둘째 항 $E_{ext}(r(s))$ 은 외부 에너지를 세 번째 항 $E_{con}(r(s))$ 은 조건을 의미한다. Snake모델의 목표는 식(3)의 에너지 함수를 주어진 영역에서 국부적인 최소화하는 곡선 $r(s)$ 을 구하는 것이다. 내부에너지는 곡선의 구부러지는 정도를 나타내며 식(4)와 같이 나타낸다.

$$E_f = (\alpha(s)|r_x(s)|^2 + \beta(s)|r_{xx}(s)|^2)/2 \quad (4)$$

여기서 $\alpha(s)$ 와 $\beta(s)$ 는 장력(tension)과 강도(rigidity)를 나타내며, 첫 번째 항 $r_x(s)$ 은 곡선의 불연속적(discontinuous)인 곳에서 큰 값을 갖는 곡선이며, 두 번째 항 $r_{xx}(s)$ 은 곡선이 급격하게 휘어지는 지점에서 큰 값을 갖는 곡선이다. 그러므로 각 점에서의 $\alpha(s)$ 와 $\beta(s)$ 의 값은 그 점에서의 객체의 윤곽선 특성을 잘 반영해야 한다. 만약 $\alpha(s)$ 가 0이면 그 점에서 불연속성이 일어날 수 있다. 반면에 $\beta(s)$ 가 0이면, 그 점이 코너가 될 수 있다.

식(3)의 E_{ext} 는 영상에 의해서 주어지는 에너지로서, 일반적으로 영상 속의 객체의 윤곽선을 반영할 수 있는 Laplace 연산자나 Sobel 연산자와 같은 방

법을 이용하여 생성되며 경사도(Gradient)가 큰 곳에서 작은 에너지를 갖도록 한다. 즉, 영상의 윤곽선에서 작은 값을 가지므로 곡선이 영상의 윤곽선에 놓이는 것을 보장한다. 보통 영상에서 단순 마스크 연산을 통해 객체의 윤곽선을 추출하기 위해서는 배경이 비교적 단조로워야 효과적인 성능을 발휘할 수 있지만 대부분의 영상은 배경이 복잡하므로 효과적인 객체의 특징을 추출하기가 어렵다. 또한 Snake 모델의 최소화 과정(Minimization Process)을 생성할 때 복잡한 영상의 경우는 마지막 곡선이 우리가 원하지 않은 국부 최소값으로 수렴할 수 있다.

외부에너지와 제한 조건을 $E_{EXT} = E_{ext} + E_{con}$ 로 하나의 변수로 설정하고 식(4)의 내부에너지를 식(3)에 대입하면 식(5)을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} E_{snake} &= \\ &= \int_0^1 [E_{EXT}(r(s)) + \frac{1}{2}(\alpha(s)|r_x(s)|^2 + \beta(s)|r_{xx}(s)|^2)] ds \end{aligned} \quad (5)$$

식(5)을 최소화하는 곡선을 구하는 것은 Euler 방정식을 이용한 Variational Calculus를 구하는 문제로 간주할 수 있다.

III. 다중 이동객체 추적 시스템

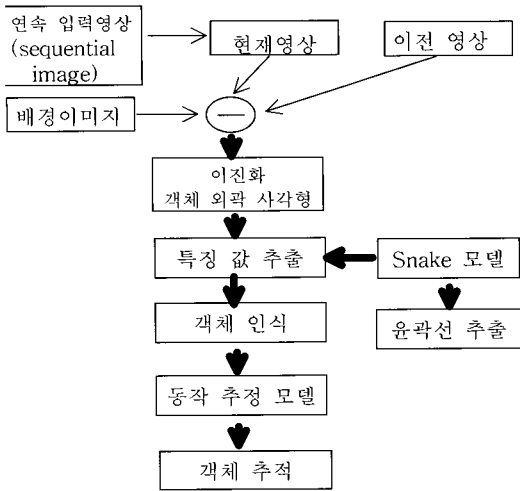
1. 다중 이동 객체 추적 시스템 구성

제안된 다중 이동객체 추적 시스템은 객체의 동작 분할(후보영역 검출), Snake 윤곽선 추출, 객체 추적의 세 부분으로 구성된다. 동작 분할에서의 배경영상과 추적 과정에서 측정 위치는 Snake model에 초기 위치 과정에 이용된다.

2. 객체의 동작 분할

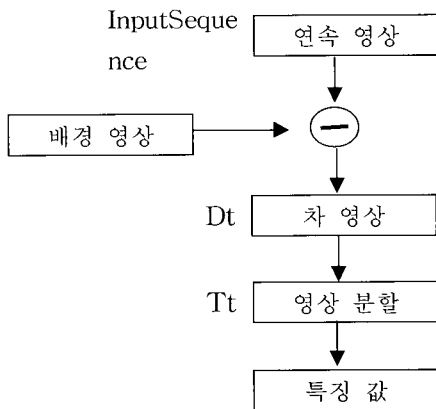
1) 차 영상

동작분할은 입력되는 영상으로부터 움직이는 객체를 검출, 분할을 통해 각 객체들의 위치정보, 동



〈그림 1〉 제안된 다중 이동 객체 추적 시스템 흐름도

작정보, 특징들을 얻어내는 일련의 과정을 말한다. 동영상에서 고정된 배경으로부터 움직이는 객체만을 뽑아내기 위해 쓰이는 가장 일반적인 방법은 고정된 배경영상과 현재 입력되는 영상과의 차 영상을 이용하는 것이다. 다음 그림은 배경영상을 이용하여 움직이는 객체를 분할하는 과정을 블록다이어그램으로 나타낸 것이다.



〈그림 2〉 객체 분할 과정

이렇게 구해진 차 영상을 영상의 명암 히스토그램을 이용하여, 적절한 임계 값으로 이진화 하여 움직이는 객체부분만을 추출하는 것이다. 즉, 움직이고 있는 객체의 이진 영상은 차 영상에서 임계 값

이상의 값을 획득함으로써 얻게 된다. 이 과정을 수식으로 나타내면 다음과 같다. 영상의 위치를 x라 하면,

$$Mt(X) = 1 ; | Dt(X) | > Tt$$

$$0 ; \text{otherwise} \quad (6)$$

위 식(6)식에선 $Mt(x)$ 는 움직이는 물체부문이며, 현재 위치에서 차 영상(Dt)의 절대치가 움직이는 물체의 위치에서 임계값(Tt)보다 크다는 것을 가정한 것이다. 이 임계값은 차 영상의 히스토그램의 분석을 통해 얻어진 두 개의 영상에서 배경영상과 움직이는 객체를 분리하는 최소치의 값이다. 이렇게 얻어진 이진 영상으로 분할 과정을 거쳐서 움직이는 차량을 구분하고 필요한 특징 값들을 구할 수 있다.

2) 객체의 특징 추출

이치화된 영상에서 객체영역을 라벨링(labeling)이라는 과정을 통해 각각의 객체를 구성하는 개개의 화소들을 하나의 영역으로 묶어낸다. 화소의 인접성(neighborhood)을 조사하기 위하여 8-근방화소를 사용하여 외곽 사각형을 구한다.



후보영역(외곽 사각형) (움직임 후보 영역)

〈그림 3〉 움직임 후보 영역

외곽 사각형에서 각 영역들의 연결화소 개수가 임계값 이하이면 그 화소들을 제거하여 움직임이 있는 후보 영역 만을 얻는다.

여기서 상(Top),하(Bottom),좌(Left),우(Right)는 차량의 위치 값으로 Snake model에 초기 위치 값으로 쓰인다.

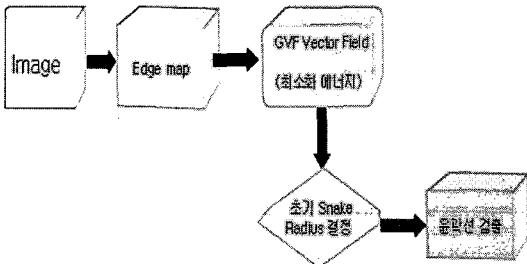
<표 1> 후보 영역 특징 값

	면적	Top	Bottom	Left	Right
후보 1	355	46	73	151	179
후보 2	2471	111	191	147	218

3. Snake Model 기반의 차량 검출(Detection)

Snake는 에너지 함수로 정의되어 있으며, Snake와 Object 영역 사이에 최고로 적합한 것을 찾기 위해 에너지 최소화 작업을 한다.

Snake model의 단계는 Edge map, GVF(Gradient Vector Field), Snake Radius 단계로 구성된다. 동작 분할로 얻어진 좌표 점에 관한 변수를 이용하여 다음과 같은 추적 모드가 시작 된다.



<그림 4> 윤곽선 검출

1) 최소화 알고리즘

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

- (1) 내부에너지 함수의 기능에 의한 복잡한 모양을 지닌 객체의 윤곽선을 추출하지 못한다.
- (2) 정점들에 한번에 이동할 수 있는 범위가 한정되어 있기 때문에 많은 수행시간을 필요로 한다.
- (3) 초기 Snake의 위치와 모양에 대해 높은 의존성을 지닌다.

위 문제점을 해결하기 복잡한 배경영상을 제거하

고 전처리 과정에서 얻은 사각형에 위치정보를 이용하여 Snake를 이루는 각 정점들을 탐색공간으로 위치시키고, 난 후 적합성을 조사한다. 적합성은 현재 정점의 윈도우 내에 임계값 보다 높은 밝기 값의 기울기를 지닌 화소가 존재하는지의 여부이다. 그렇기 때문에 특징 값의 연결이나 템프릿 방법으로 윤곽선을 찾아 들어간다.

2) 에너지 함수

에너지 최소화는 반복계산을 통해 에너지 함수의 일차 미분 값이 영이 되는 극점을 찾음으로써 가능하다.

- Edge map

가우시안 분포 형태의 마스크를 만들어서 영상에 convolution을 시키면 고주파 성분은 제거되고, 저주파 성분만 남게 되어 Median 필터를 사용한 것과 유사한 smoothing 효과를 가진다. 초기 벡터들은 Point 쪽으로 이웃한 영역 안에 적은 양과 큰 양에 근접한 경계를 가지고 있다.

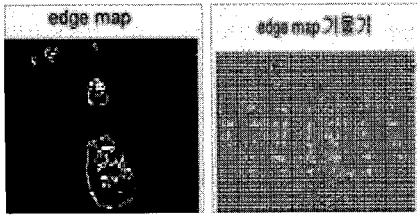
$$f(x, y) = -\|\nabla I(x, y)\|^2$$

$$\text{or } f(x, y) = -\|\nabla [G_\sigma(x, y) \times I(x, y)]\|^2$$

$$u^{(0)} = \partial f / \partial x, \quad v^{(0)} = \partial f / \partial y \quad (7)$$

식(7)는 Image Forces를 표현하는 식으로 영상에서의 에지를 나타내주는 부분이다. 영상에 Gaussian Smoothing을 통하여 영상에 블러링 효과를 주어 잡음을 줄려 민감한 부분을 줄였다.

Edge map 생성은 영상을 블러링(blurring) 시킴으로 이웃 화소들과 평균화한 것이다. 일반적으로 영상 속의 객체의 윤곽선을 반영할 수 있는 Laplace 연산자나 Sobel 연산자와 같은 방법을 이용하여 생성되며 경사도(gradient)가 큰 곳에서 작은 에너지를 갖도록 한다. 즉, 영상의 윤곽선에서 작은 값을 가지므로 곡선이 영상의 윤곽선에 놓이는 것을 보장한다.



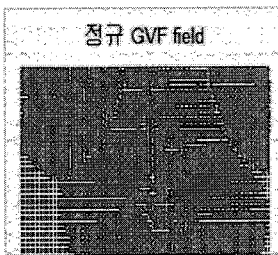
〈그림 5〉 Edge map

- Gradient Vector Field

에지는 명암도가 급격히 변하는 부분이기 때문에 함수의 변화분(기울기)을 취하는 미분 연산이 윤곽선 추출에 사용될 수 있다. 영상 $f(x,y)$ 의 위치 (x,y) 점에서의 기울기는 다음과 같은 벡터이다. 위치 (x,y) 점에서의 기울기 벡터는 f 의 최대 변화율 방향을 가리킨다. 기울기(벡터의 크기) $|\nabla f|$ 는 다음과 같다. 이 값은 ∇f 의 방향으로 단위 길이당 $f(x,y)$ 의 최대 증가율과 같다.

$$\epsilon = \int \int u(u_x^2 + u_y^2 + v_x^2 + v_y^2) + |\nabla f|^2 |v - \nabla f| |v - \nabla f|^2 dx dy \quad (8)$$

여기서, $v(x,y) = [u(x,y), v(x,y)]$ 은 에너지 함수에 따라 내부에 이웃한 영역에서 벡터 경계로부터 전파 되어 진다.



〈그림 6〉 GVF(Gradient Vector flow) field 생성

Snake의 변형 파라미터들은 $(x, y, \text{Alpha}, \text{Beta}, \text{Gamma}, \text{Kappa}, p_x, p_y)$ 로 구성된다. α 는 Snake의 장력 β 는 강성을 γ 는 반복 단계 k 는 외부 힘의 Weight를 나타낸다.

- 극 좌표계

Snake의 초기 위치가 결정되면 극 좌표계를 이용하여 Snake의 초기 정점들을 객체의 가까이 위치시킨다.

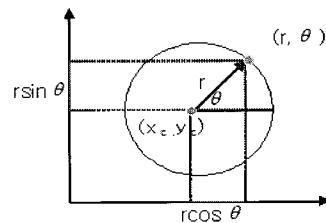
중심이 (x_c, y_c) , 반지름 (r_x, r_y) 일 때 타원의 공식은 다음과 같다.

$$\left(\frac{x - x_c}{r_x}\right)^2 + \left(\frac{y - y_c}{r_y}\right)^2 = 1$$

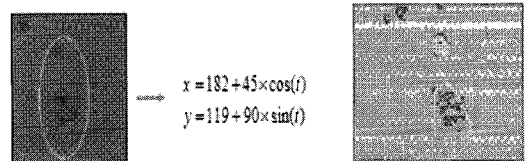
극 좌표계를 이용하여 (x,y) 좌표를 구하면

$$\begin{aligned} x &= x_c + r_c \cos \theta, \\ y &= y_c + r_c \sin \theta \end{aligned}$$

이다.



〈그림 7〉 극 좌표계

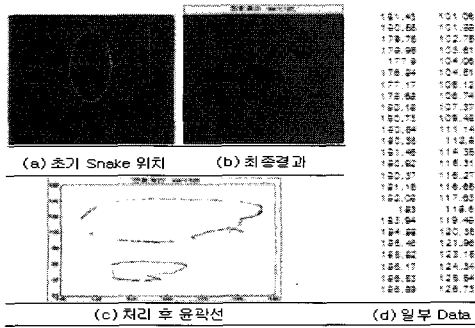


〈그림 8〉 초기 위치 후 수렴

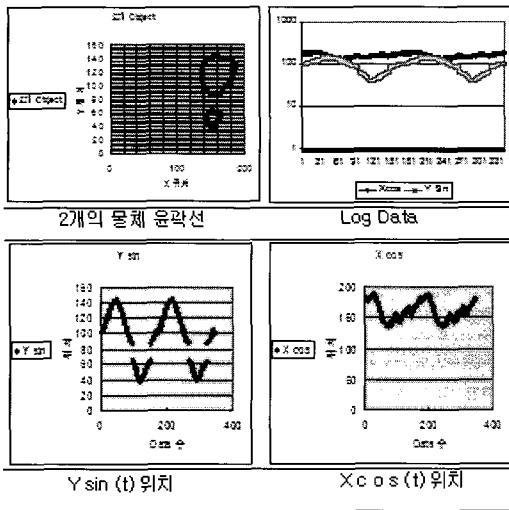
3) 객체 인식 모델

객체인식 모델은 외곽 사각형의 위치 정보의 특징들과 객체 분할 모델에서 분리된 윤곽선을 이용하여 추적하고자 하는 객체인지를 판별하게 된다. 다중 객체 추적 시 탐색 창 안에서 객체의 특징과 윤곽선 정보를 이용하여 추적하고자 하는 대상 객체를 인식하는 방법을 사용한다.

두 개의 움직임 후보영역을 검출한 사각형 보다 정확한 객체에 대하여 윤곽선을 잡은 데이터 값을 얻는다.



〈그림 9〉 객체 인식



〈그림 10〉 두 개의 객체 검출

두 개의 객체를 1차원 함수로 표현한 것이다.

IV. 실험 및 고찰

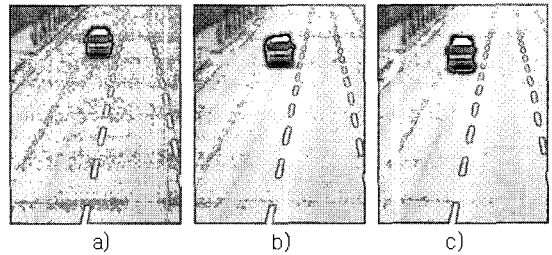
1. 실험 결과

본 실험은 offline 상태에서 다중 객체의 움직임 검출과 추적을 하기 위해 도로 상황을 촬영한 영상을 AVI 파일의 gray-level 상태로 전환하여 차 영상과 Snake 모델의 효율성을 실험한 것이다.

그림 11은 Image Size 320x240 약 30 프레임에 이용하여 검출 및 추적한 것으로 a)는 첫 번째 frame을, b)는 16번째 frame을, c)는 30번째 frame을 각각

〈표 2〉 영상 실험 사양 목록

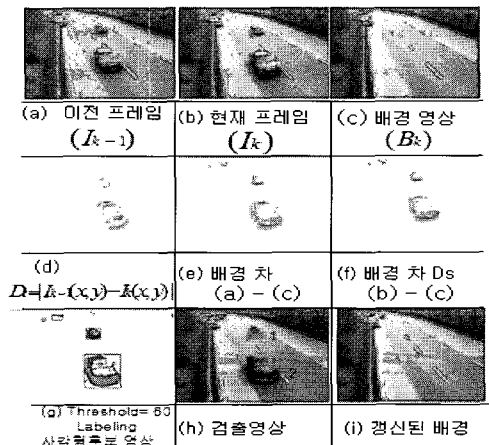
요소	구성내용
촬영 장소	시내의 일반도로(서울, 과천)
Capture Board	ZI max사: Meg a peg Board
Image	각 10frame/s, 30frame/s의 AVI영상획득 320x240의 8bit gray-level image



〈이동물체추적결과 : Frame 1, 16, 30〉

〈그림 11〉 단일 객체 검출 및 추적

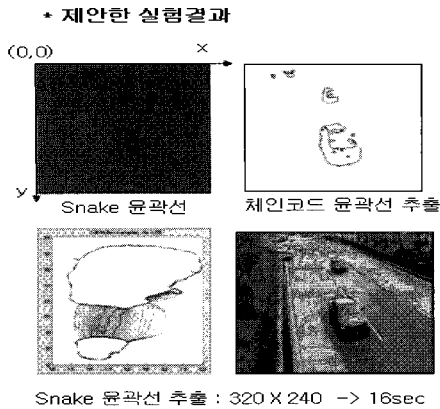
움직임 후보 영역(320x240)



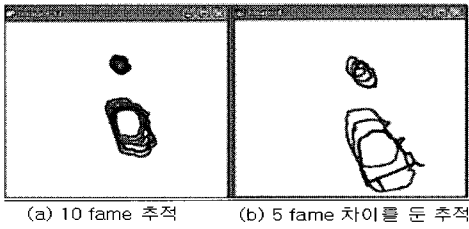
〈그림 12〉 차 영상 후 이동 객체 후보 영역 검출

나타낸 것이다.

그림 12는 연속 영상에서 객체를 배경으로부터 검출 하는 전처리 단계로써 외곽 사각형 후보영역의 특징을 얻는 단계 이다. 여기서 얻는 특징 점은 객체의 윤곽을 나타내주는 Snake 모델에 초기 위치를 결정하는데 사용된다.



〈그림 13〉 Snake 윤곽선 추출



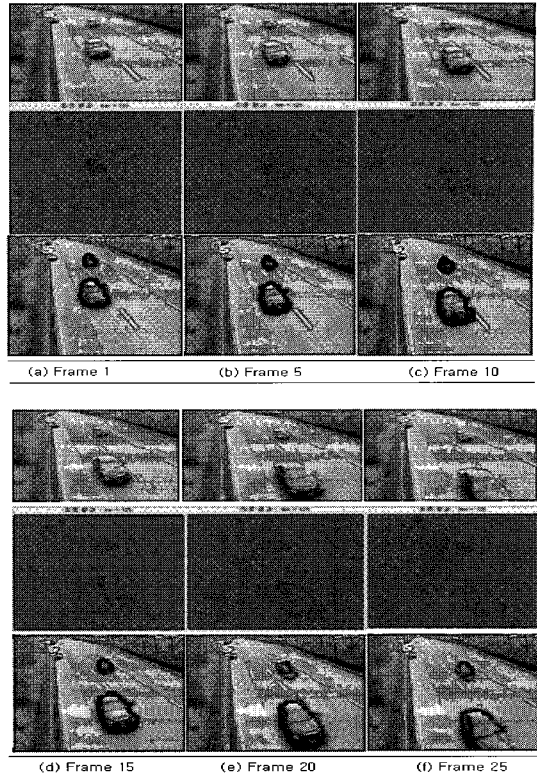
〈그림 14〉 윤곽선 추적

그림 14는 윤곽선의 값을 이용하여 객체를 추적한 것이다. (a) 연속되는 10 프레임을 추적한 것이고 (b) 5프레임 차를 두고 추출한 윤곽선들이다.

그림 15는 연속되는 영상 Image Size 320x240 약 30 프레임을 이용하여 다중 이동 객체 추적 과정을 나타낸다.

2. 고찰

본 논문의 실험 결과 보다 정확한 윤곽선 측정을 위해서는 영상의 에지를 잘 찾아야 하고, 보다 빠른 윤곽선 수렴과정을 수행하려면 이미지 사이즈가 작아야 보다 빠른 이동 객체를 추적할 수 있음을 알 수 있다. 영상분할 시 초기 위치에 따라 민감하게 영향을 받는 Snake 모델은 배경이 복잡한 영상에 대해선 객체의 윤곽선을 정확히 표현하지 못하나, 프레임간의 차 영상을 이용하여 배경영상을 획득하고, 픽셀의 인접성을 조사하여 객체를 분할하고 위



〈그림 15〉 다중 이동 객체 검출 및 추적

치 특징 값을 구하여, 분할된 특징 값들을 Snake 모델의 초기 위치 값으로 부여함으로써 초기 위치 값에 민감한 Snake 모델을 개선할 수 있었다.

V. 결론

본 논문은 Snake 모델을 이용하여 동영상에서 주위 환경 변화에 적응 가능한 다중 이동 객체 추적 시스템을 제안하고 구현하였다. Snake 모델은 배경이 복잡한 영상에 대해선 객체의 윤곽선을 정확히 표현하지 못하므로 영상분할 시 초기 위치에 따라 민감하게 영향을 받는다. 제안된 시스템은 프레임간의 차영상을 이용하여 배경영상을 획득하고, 픽셀의 인접성을 조사하여 객체를 분할하고 위치 특징 값을 구하며, 분할된 특징 값들을 Snake 모델의 초기 위치 값으로 부여함으로써 초기 위치 값에 민감한 Snake 모델을 개선하였다. 또한 본 시스템은

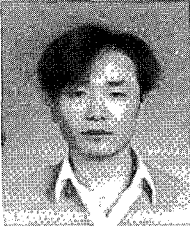
복잡한 배경 영상을 단순화하고, Snake를 이루는 각 정점들을 객체의 위치로 놓이게 함으로써 탐색 공간을 줄였다. 30fps로 저장된 AVI파일을 적용함으로써 다중 이동 차량 추적 시스템으로의 응용 가능성을 보였다.

보다 나은 추적 시스템을 위해서는 객체의 부분적인 가려짐 현상에 대한 해결을 위해 인공 지능적인 방법의 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [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] Tucker Balch, Zia 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.
- [8] Zhigang Zhu, Guangyou Xu, Bo Yang, Dingji Shi and Xueyin Lin, "VISATRAM: a real-time vision system for automatic traffic monitoring", *Image and Vision Computing* 18 (10) (2000) pp.781-794.
- [9] 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.
- [10] M. Kass and A. Witkin and D. Terzopoulos, "Snakes: Active contour models," *Int. J. Comput. Vision*, Vol. 1, 1987, pp.321-331.

〈저자소개〉



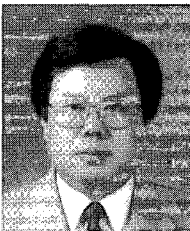
우 장 명 (Jang-Myoung, Woo)

2002.2 : 평택대학교 전산통계학과 이학사
2004.2 : 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사
2004.3~현재 : 어플라인비전 연구원
<관심분야> image processing, object tracking



김 성 동 (Sung-Dong, Kim)

1981.2 : 광운대학교 컴퓨터공학과 공학사
1992.9 : 미국 CUNY 대학원 컴퓨터과학과 석사
2001.8 : 광운대학교 대학원 공학박사
1984.3~1987.9 : 한국컴퓨터 연구소 선임연구원
2002.2~2003.1 : 미국 University of Notre Dame CVRL Lab. Research scientist
1995.3~현재 : 계원조형예술대학 정보통신과 교수
<관심분야> image processing, object tracking, 3D face recognition



최 기 호 (Ki-Ho, Choi)

1973.2 : 한양대학교 전자공학과 공학사
1977.2 : 한양대학교 대학원 전자공학과 공학석사
1987.2 : 한양대학교 대학원 전자공학과 공학박사
1977.3~1979.2 : 한국과학기술연구소(KIST) 전자공학부 연구원
1979.3~현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수
1989.2~1990.2 : Univ. of Michigan 전기및 전산과 객원교수
2001.2~2002.1 : San Jose State Univ. 컴퓨터공학과 객원교수
2001.1~2003.12 : ISO/IEC JTC1/SC28 국내 전문위원
2002.1~2003.12 현재 : 한국멀티미디어학회 부회장 (자문위원)
2002.6~2003.12 현재 : 한국 ITS 학회 부회장(수석부회장)
2003.2~현재 : 광운대학교 전자정보대학 학장
<관심분야> 영상처리, 내용기반검색