

멀티미디어 통신 인터페이스를 위한 동영상 내의 물체 추적 방법

Moving Object Tracking Method for Multimedia Telecommunication Interface

조영기*, 이성룡**

*델타정보통신(주) 기술연구소

**한국외국어대학교 산업공학과

경기도 용인군 모현면 왕산리 산 89

Abstract

멀티미디어 통신기술을 이용한 통신 환경의 구축은 초고속, 광대역으로 발전하는 통신기술의 발전과 날로 고도화 되는 컴퓨터 기술의 발달에 힘입어 그 적용범위가 확산되고 있다. 특히 이러한 환경에서 동영상의 통신은 기존의 문자, 그래픽 혹은 정지화상을 이용한 통신에서 보다는 더욱 많은 정보를 사용자에게 이해하기 쉽게 전달한다는 점에서 날로 그 응용분야가 증대되고 있다.

그러나 기존의 동영상 통신에서는 동영상이 화상회의 등의 예에서 보듯이 사용자에게 단순히 영상정보를 제공하는 수단으로서만 이용되었다. 진정한 의미의 양방향 통신을 위해서는 이러한 동영상에 대한 사용자의 제어가 가능한 인터페이스가 필요한데, 본 연구에서는 이러한 인터페이스의 구축을 위한 기반기술로서 동영상 내의 물체 추적방법에 대해 소개한다. 개발된 방법은 영상의 밝기나 형태변화에 민감하지 않고 추적물체의 모델링을 자동적으로 할 수 있다는 점에서 기존의 영상처리 방법과는 구별된다.

1. 서론

최근 컴퓨터를 이용한 통신 기술의 급속한 발전에 따라 기존의 문자 위주의 데이터는 물론 영상과 음성 등의 멀티미디어 데이터를 교환하는 멀티미디어 통신이 대두됨으로써 사용자와 컴퓨터간의 인터페이스는 그 중요성을 더해가고 있다. 이러한 멀티미디어 인터페이스에서 사용자가 사용자에게 보여지는 동영상을 직접 제어할 수 있도록 하는 것이 동영상 제어의 개념으로 [1]에서 소개된 바 있다.

본 연구에서는 동영상 내에서 움직이는 특정

물체의 위치와 형상을 자동으로 인식하고 그 물체를 추적함으로써 동영상의 대화식 제어를 가능하게 하는 추적 방법을 제시한다. 이는 물체 추적을 위해서 수동적으로 물체의 위치와 형상 등의 데이터를 미리 입력시켜야 하는 기존의 방법 [2]과는 구별된다.

물체의 추적을 위해서는 우선 추적 대상인 물체의 형태를 다른 물체나 배경으로부터 분리 추출하고 물체의 위치를 파악함이 필요하다. 물체의 위치에 대한 정보를 얻는 방법으로는 물체간의 상호관계(correlation)를 이용하는 방법과 물체의 에지를 비교하는 방법 등이 있다.

물체의 상호간의 관계를 이용하는 방법에서는 물체를 포함하는 템플릿과 영상의 밝기의 차를 이용해서 위치를 찾는데 [3], 템플릿의 크기와 영상의 밝기 값이 물체의 위치를 찾는데 큰 영향을 미치게 된다. 특히 템플릿의 크기가 일정한 경우는 동영상의 연속하는 프레임에서 추적 물체 주변에 비슷한 밝기로 이루어진 물체나 배경이 있을 경우 또는 추적물체의 중첩이나 형태변화가 생길 경우에 정확한 위치를 찾지 못하는 단점이 있다.

에지 비교를 통한 물체의 위치를 찾는 방법은 추적 물체의 모델과 영상에 존재하는 추정 물체의 에지 간 거리를 계산해서 위치를 찾게 된다 [5, 6]. 본 연구에서는 이러한 에지비교를 통한 물체의 추적방법을 사용하게 되는데, [5, 6]에서와는 달리 추적 물체를 사전에 모델링하지 않고 자동으로 모델을 생성하여 추적을 시작한다. 또한 [6]에서는 배경의 에지까지 비교 대상으로 삼아 잡음(noise)의 발생율이 높았고 또한 많은 계산 시간을 필요로 한 반면 본 연구에서는 영상간의 변한 부분에 대해서만 에지비교를 행함으로써 계산시간을 줄이고 잡음의 발생을 줄일 수 있었다.

본 연구에서의 추적 환경은 다수의 움직이는 물체가 존재하는 자연 환경(natural scene)으로 다수의 움직이는 물체중 사용자에게 의해 선택된 어느 한 물체만 추적하게 된다. 우선 선택된 물체의 외형을 기준으로 추적 대상 물체의 모델을 설정하게 되는데 이때 물체의 형태변화는 점진적임을 가정한다.

다음 2장에서는 제안되는 물체의 추적방법에 대해 설명하고, 3장에서는 개발된 추적방법을 적용하여 실험한 결과를 보여주며, 4장에서 결론을 맺는다.

2. 물체 추적 방법

본 연구에서 소개되는 추적방법은 동영상내의 배경에 대한 아무런 사전 정보를 갖지 않는다는 일반적인 경우를 설정한다. 이러한 경우 임의의 영상에서 배경을 제거하기 위해서는 보통 연속하는 두 프레임의 차를 이용하게 되는데, 기존의 방법인 프레임간의 차 영상에서의 화소값을 이용하는 것[3, 4]과는 달리 차 영상의 에지를 구한 후에 차 영상간의 연산을 함으로써 영상에서의 추적물체나 배경의 밝기에 크게 영향을 받지 않게 된다.

소개되는 추적방법에서는 또한 처리 시간을 줄이기 위해 차 영상에서 프레임간의 변한 부분에 대해서만 물체의 외형과 영상의 에지를 비교한다. 추적 도중 만약 물체간의 중첩으로 인해 물체의 위치를 찾지 못할 경우에는 중첩된 물체를 하나로 보고 일단 추적을 계속하게 되며 중첩이 끝날 때 다시 원 물체를 추적함으로써 물체의 중첩에도 덜 민감한 것이 특징이다.

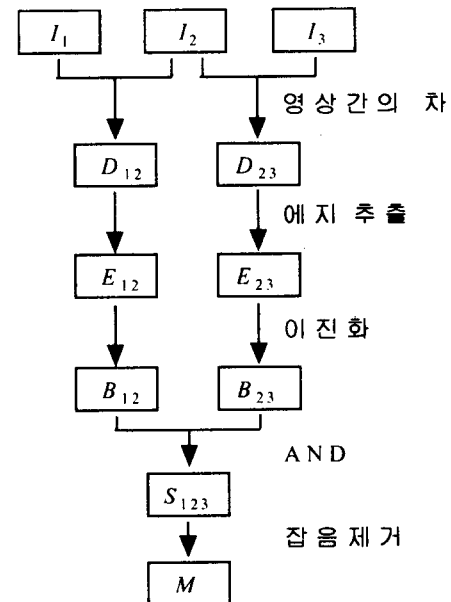
2.1. 추적 물체의 초기 모델 정의

인터페이스 사용자가 원하는 물체의 추적을 위해서는 초기에 추적 물체에 대한 설정이 필요한데 본 연구에서의 추적방법은 이러한 초기모델 설정을 자동으로 해주게 된다. 즉, 사용자의 입장에서는 포인팅 장치(예: 마우스)로 추적을 원하는 물체를 지정하여 주기만 하면 된다.

추적 물체의 초기 모델 정의는 세 장의 연속된 프레임간의 차 영상을 이용한다. 이때 물체간의 중첩이 있을 경우는 정확한 물체 추출이 어려우므로 사용자가 추적대상 물체를 선택할 때에는 대상 물체가 다른 물체와 중첩이 되어서는 안 된다는 전제 조건을 둔다. 추적 물체의 초기 모델

정의 과정은 다음과 같다.

고정된 카메라로부터 얻어진 세 영상 I_1, I_2, I_3 라고 하면 I_1, I_2 와 I_2, I_3 각각의 차 영상 D_{12} 와 D_{23} 를 구하고 D_{12} 와 D_{23} 로부터 에지 추출한 영상 E_{12} 와 E_{23} 를 구한다. 고정된 임계값에 의해 이진화된 영상들은 영상마다 에지 분포가 달라질 수 있으므로 이에 영향을 받지 않는 차 영상에 대한 에지 추출 방법을 이용한다. 에지 추출 방법으로는 Sobel operator를 이용한다. E_{12} 와 E_{23} 를 이진화시켜 B_{12} 와 B_{23} 를 얻고, 이 두 영상을 AND 시켜서 새로운 영상 S_{123} 를 얻는다. S_{123} 에서 잡음을 제거한 결과인 영상 M 으로부터 물체의 외형은 다일레이션(dilation)을 한 후에 체인코드(chaincode) 방법을 이용해서 구한다. 물체의 외형을 구성하는 점들은 추적 물체의 위치를 찾는 데 이용된다.



[그림-1] 초기모델 정의 과정

2.2. 배경으로부터 물체의 외형 추출

다수의 움직이는 물체가 존재하는 복잡한 환경에서 주어진 물체의 외형을 추출하기 위해서는 가장 먼저 영상에서 배경을 제거하는 일이 우선되어야 한다. 배경에 대한 사전 밝기 정보를 모르는 상태에서 배경을 효율적으로 제거하기 위해서 연속하는 두 프레임간의 차 영상을 구한다. 이때 카메라의 떨림이나 밝기의 변화로 인해 차 영상에서 발생하는 잡음을 줄이기 위하여 평활

화(smoothing)를 먼저 수행한다. 연속하는 두 프레임에 평활화를 수행한 후에 물체의 외형을 추출하는 과정은 다음과 같다.

step1 : 연속하는 두 프레임의 차영상에서 프레임 간에 변화가 발생한 곳을 찾고 변화가 생긴 지역을 저장한다.

step2 : *step1* 에서 구한 차영상에 대해 Sobel 에지 검출을 수행한 후 전 프레임의 추적 모델과 XOR한 영상을 구한다.

step3 : 최근 영상에 대해 Sobel 에지 검출을 수행한 후 *step2* 에서 얻어진 영상과 *step1* 에서 구한 영역에 대해서만 OR연산을 한다.

2.3. 외형비교를 통한 물체 추적

여기에서는 주어진 추적 물체가 영상의 어느 위치에 있는지를 알아내는 방법을 제시한다. 이전 두 프레임에서 추적 물체의 위치를 이용해서 현재 영상에서 추적 물체의 위치를 대략적으로 알 수는 있으나 추적 물체가 등가속도 운동을 하지 않는 경우에는 예상 위치의 계산이 틀릴 수 있으므로 정확한 물체의 위치를 알 수 없다.

본 연구에서는 추적 물체의 이차원적인 형태가 점진적으로 변한다는 가정을 하고 추적 물체의 외형과 현 영상의 에지를 비교하여 추적 물체의 위치를 찾는다. 외형 비교를 위해서 먼저 추적 물체의 모델을 구성하는 에지의 점들과 영상의 이진화된 에지를 구성하는 점들을 원소로 하는 두 집합을 구한다. 두 집합의 점들이 만드는 외형을 서로 비교하여 가장 유사한 곳을 찾는 것은 영상에서 추적 물체의 위치를 찾는 것이 된다. 이를 위해 Hausdorff distance[5] 를 이용하여 현 영상에서의 점들간의 거리를 계산한다. 이 과정은 다음과 같다.

step4 : 현 영상에서 임의의 한 화소의 거리값은 주변의 화소들 중에서 에지를 구성하는 가장 가까운 화소까지의 거리로 정의된다. *step1* 에서 얻은 변화가 발생한 부분에 대해서만 거리 계산을 한다.

step5 : 추적 물체의 외형을 현 영상위로 평행이동시키면서 대응되는 화소간의 거리를 조사해서 물체의 위치를 찾는다. 물체의 위치를 찾지 못하면 *step6* 을, 찾으면 *step7* 을 수행한다.

step6 : 물체의 이동속도와 방향을 이용해서 물체의 위치를 예측한 후에 중첩된 물체들의 외형을 구한 후 하나의 물체로 간주해서

추적한다.

step7 : 추적 물체의 최근 외형을 얻기 위해서 추적 물체의 외형을 수정한다.

2.4. 추적 물체의 수정

영상 I 에서 추적물체 모델 M 의 평행이동으로 추적물체의 위치를 찾은 후에 I 의 각 화소와 대응되는 M 의 화소와의 거리가 r 이내에 있는 점은 새로운 추적모델(M_n)의 한 구성원이 된다.

$$M_n = \{(M, I) \mid \|p - q\| \leq r\} \quad [식-1]$$

물체들간의 중첩된 경우를 제외하고 [식-1]을 이용하여 추적 물체의 모델을 수정한다. M_n 은 M 과 I 의 점들 사이의 거리가 r 이하인 점들의 집합을 의미한다. r 값은 영상에서 물체의 위치를 찾았을 때의 최대값이다.

3. 실험

다수의 움직이는 물체가 존재하는 자연 환경 하에서 주어진 물체를 추적하기 위하여 운동장에서 축구하는 사람들을 8mm 비디오 카메라로 촬영한 영상을 실험에 이용하였고, 초당 30프레임을 캡처할 수 있는 이미지 그라버를 사용하였다. 운동장에서 축구하는 사람들의 모습을 프레임별로 예시한 것이 [그림-2]의 (a)부터 (d)까지이다. [그림-3]의 (a)부터 (d)까지는 본 연구에서 제시된 방법에 의한 물체의 추적 과정을 보여주고 있다. 영상에서 흰색을 띄는 화소들은 추적 물체의 외형을 구한 것이다.

물체의 위치를 찾지 못하거나 중첩정도가 커서 물체를 식별할 수 없을 때는 중첩된 물체를 하나로 보고 추적을 하게 된다. [그림-3]에서 (c)의 경우가 중첩된 상태에서 추적하는 모습을 보여주고 있다. 중첩되었다가 다시 물체간의 분리가 되면 (d)처럼 다시 정상적인 추적을 할 수 있다.

현재 추적하고 있는 물체는 사각형으로 표시해서 보여준다. 실험 결과를 보면 중첩이 된 상태에서 물체의 전체적인 형태 파악은 되지 않지만 물체의 추적은 정상적으로 수행됨을 안다.

4. 결론

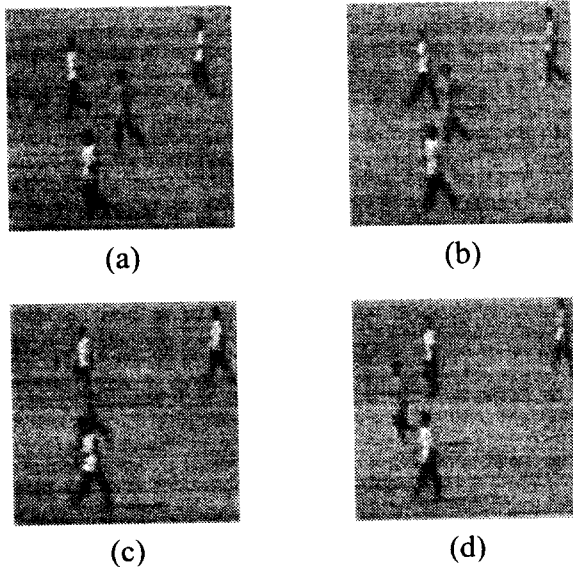
지금까지 동영상에 대화식으로 제어하는데 필요한 추적방법을 제시하였다. 추적하면서 얻

은 정보들은 차후에 사용자와 상호작용하는데 이용할 수 있다.

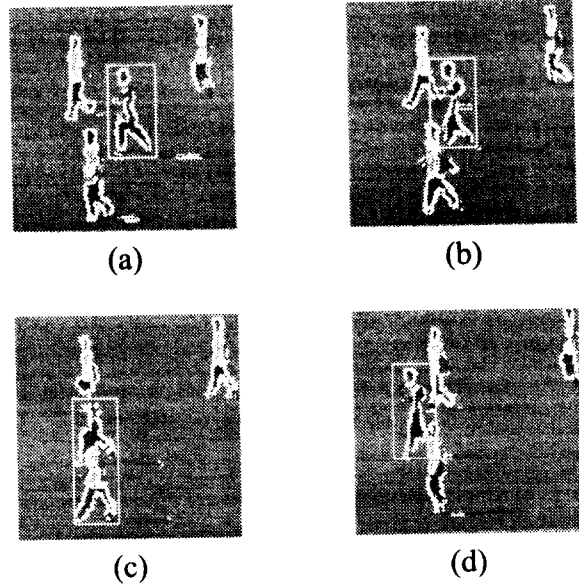
본 연구에서는 움직이는 물체의 외형을 추출하는 방법으로 영상에서 배경 부분은 제거하고 움직이는 물체 부분만을 추출함으로써 물체의 위치를 찾는 시간을 줄일 수 있었다. 또한 추적 물체의 위치를 찾을 때 배경부분을 제거함으로써 배경의 에지로부터 발생되기 쉬운 모호함(ambiguity)을 제거하였다.

복잡한 환경에서 물체를 추적하기 위해서는 화소값의 밝기를 비교하는 상관계수보다는 물체의 에지를 이용해서 처리하는 것이 훨씬 효율적임을 알 수 있었다. 상관계수를 이용해서는 물체의 중첩이나 비슷한 밝기를 갖는 배경이 존재할 때는 정확한 위치를 찾을 수 없었고, 에지를 비교하는 방법으로써는 물체의 위치를 찾을 수 있었다. 단, 추적 물체가 다른 물체에 의해 일부가 가려졌을 경우에는 정확한 물체의 위치를 찾지 못하는 경우가 발견되었는데, 이것 또한 일단 중첩된 물체를 하나로 보고 외형을 구해서 추적함으로써 해결하였다.

본 논문에서 제시한 방법의 문제점이라면 중첩의 해결 여부가 중첩된 상태의 지속시간에 달려있다는 것이다. 오랜 중첩으로 인한 추적물체의 형태 변화는 물체의 위치 뿐만 아니라 다른 물체를 추적물체로 여기는 오류를 발생시킬 수 있다. 이와 같은 문제점의 해결책 중 한 가지는 영상에서 움직이는 모든 물체를 동시에 추적하는 방법의 사용인데 이러한 것들에 대한 연구가 현재 진행 중에 있다.



[그림-2] 동영상 프레임들의 예



[그림-3] 외형비교를 통한 물체추적 결과

참고문헌

- [1] 이성룡, "대화형 멀티미디어 통신환경에서의 동영상 제어," '95 추계 산업공학회 학술대회 발표논문집, 1995, pp.453-455.
- [2] Matthew E.Hodges, Russel M.Sasnett, *Multi-media Computing*, Addison-Wesley, 1993, pp. 219-227.
- [3] 오창윤, 한준희, "배경비교를 통한 물체 추적 알고리즘," 한국정보과학회 논문집, 제 21권 1호, 1994, pp.243-246.
- [4] 김명준, 한준희, "형태 변화의 연속성을 이용한 이동물체의 추적," 한국정보과학회 논문지, 제 20권 5호, 1993, pp.686-698.
- [5] Daniel P, Huttenlocher, William J.Rucklidge, "A Multi-Resolution Technique for Comparing Images Using Hausdorff Distance," December, 1992.
- [6] Daniel P.Huttenlocher, Jae J.Noh and William J.Rucklidge "Tracking non-rigid object," Computer Science Department Cornell University, Ithaca NY 14853, USA.