

실시간 영상감시 시스템을 위한 객체 추적 방법

이근왕*, 오택환*

*청운대학교 멀티미디어학과

e-mail:kwlee@chungwoon.ac.kr

Object Tracking out for Video Monitoring System on Real Time

Keun-Wang Lee*, Taek-Hwan Oh*

*Dept of Multimedia Science, Chungwoon University

요 약

본 논문에서는 실시간 영상에서 적응적 배경영상을 이용하여 객체를 추적하는 방법을 제안한다. 입력되는 영상에서 배경영역의 잡음을 제거하고 조명에 강인한 객체 추출을 위하여 객체영역이 아닌 배경영역 부분을 실시간으로 갱신함으로써 적응적 배경영상을 생성한다. 그리고 배경영상과 카메라로부터 입력되는 입력영상과의 차를 이용하여 객체를 추출한다. 추출된 객체의 내부점을 이용하여 최소사각영역을 설정하고, 이를 통해 객체를 추적한다. 아울러 제안방법의 성능에 대한 실험결과를 기존 추적알고리즘과 비교, 분석하여 평가한다.

1. 서 론

객체 추적은 카메라로부터 입력된 영상에서 움직임을 보이는 객체를 인식하고, 그 움직임을 추정하여 추적하는 것이다. 객체를 추적하는 방법은 보안, 의료, 군사, 교통, 제어분야 등 여러 분야에 응용될 수 있어 그동안 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다. 하지만, 기존의 실시간 객체 추적 시스템의 구현에는 많은 어려움이 존재한다. 우선 강인한 실시간 객체 추적 시스템을 구현하기 위하여 고가의 장비를 요구한다. 움직임을 감지하기 위한 센서를 장착한 카메라나 pan/tilt로 움직이는 카메라 등의 요구이다. 또한 객체 추출이나 추적에 많은 연산을 필요로 하는 알고리즘 등을 적용하여 객체 추출에는 뛰어난 성능을 보이지만 실시간 객체 추적에는 부적합하다.

본 논문에서는 보안 및 감시 시스템 분야에서 적용되어 질 수 있는 방법을 제안하기 위하여, 저가형 PC카메라의 움직임이 고정되어 있고 외부 환경이 아닌 실내 환경이며 배경영상의 변화가 거의 없다는 특수 환경으로 제약 조건을 가진다.

본 논문은 실시간으로 입력되는 영상으로부터 적응적 배경영상으로 잡음을 현저히 줄였고 실시간으로 얼굴 영역을 추출함으로써 보안 및 감시 시스템으로 효율성을 향상시켰다.

2. 관련연구

2.1 능동 형상 모델(Active Shape Models)

능동 형상 모델들은 특징들의 실제적인 물리적 및 더 높은 수준의 외관을 묘사한다^[1,2]. 일단 특징에 대해 가까운 근접 내에서 방출되면 능동 형상 모델은 국소 이미지 특징들(모서리들, 밝기)과 상호작용하고 점차적으로 특징의 형상을 얻기 위해서 변형한다.

2.2 선형 부분공간 방법(Linear Subspace Methods)

1980년에 사람 얼굴들을 효과적으로 표현하기 위해서 PCA를 사용하는 기법들을 개발하였다. 다른 얼굴 이미지들의 조합이 주어지면 고유벡터들에 의하여 표현되는, 얼굴들의 분포의 주성분들을 찾는다. 그 후에 얼굴집합에 있는 각 개별 얼굴이 적절한 가

중치들을 사용하여 더 일반적으로는 고유 얼굴들로 나타내지고 가장 큰 고유벡터들의 선형조합에 의해서 근사화될 수 있다^[3,4]. 최근에는 얼굴인식을 위하여 이 기법을 발전시켰다. “얼굴공간으로부터의 거리(DFFS: distance from face space)”는 거리지도에서 전역 최소값의 관찰을 통해서 얼굴 존재성의 좋은 지표를 제공한다^[5]. Pentland은 훈련 집합에 있는 다양한 안면 특징 템플릿들로부터 얻어진 고유특징들로부터 생성되는 DFFS를 사용하는 얼굴 특징 추출기를 제안하였다^[6].

3. 실시간 객체 추적

3.1 시스템 구현 방법

3.1.1 적응적 배경 영상 생성

그림 1과 그림 2는 PC카메라로부터 입력되어진 초기 설정된 배경영상과 객체의 움직임이 감지되지 않은 상태에서 180초 후의 배경영상이다. 사람의 감지 능력으로는 두 그림이 똑같아 보이지만, 시스템에서는 둘을 다르게 인식한다.

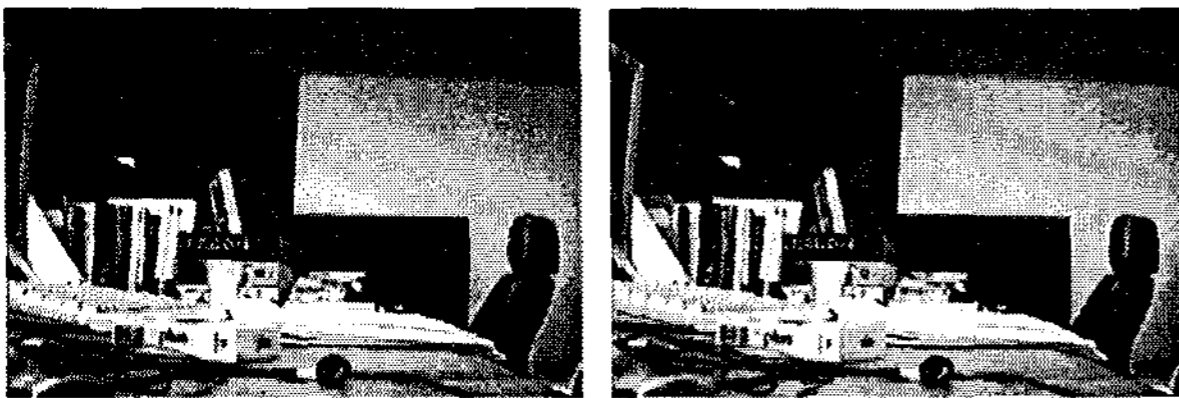


그림 1. 초기 배경영상 그림 2. 180초 후 배경영상

전체적인 배경영상의 갱신은 많은 연산량을 필요로 하기 때문에 실시간 객체 추적 성능을 저하시킨다. 제안하는 시스템에서는 객체영역인 $n * m$ 의 영역을 제외한 나머지 영역을 배경영상으로 갱신하면서 객체 추적을 동시에 이루어질 수 있도록 하였다.

제안한 적응적 배경영상 방법을 이용하여 실험한 결과, 시변하는 배경영상내의 조명 등에 의한 잡음을 객체 내부에 포함되어 있는 배경영역을 제외한 나머지 영역에서 95% 이상 제거할 수 있었다. 객체내부에 포함되어 있는 배경영역 또한 객체의 움직임에 따라 바로 배경영상으로 적용되기 때문에 배경영상 내의 잡음을 객체로 인식하는 오류를 범하지 않는다.

3.1.2 MBR을 이용한 객체 추적

추출된 객체 내부점을 이용하여 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 설정하여 준다. MBR은 객체 추적

을 위한 객체를 포함하는 최소 사각 영역으로써, 얼굴 영역을 추출할 때 속도를 향상시키기 위한 범위를 제한해 주는 역할을 수행한다.

보다 정확한 MBR의 설정을 위한 전처리 과정으로 Median Filtering을 통해 잡음을 제거하였다. 제안하는 시스템에서는 완전 차영상이 아닌 그물식 탐색 방법을 이용하기 때문에 일반적인 $n * n$ block median filter window를 사용하는 것이 아니라, horizontal median filter window를 이용한다. 또한 컬러 영상에 적용되는 median filtering을 위한 절차를 따른다.

컬러 영상을 필터링 할 때 미디언 값이 가지는 유일한 특징을 이용한다. 미디언 값과 집합에서 모든 다른 값들 사이의 차를 합한 것은 집합에서 임의의 다른 값에 대한 차를 합한 것보다 작다는 것이다. 식 (1)과 같이 각 화소 샘플에 대하여 각각의 RGB 채널에 대한 차들을 합한다. 이중 가장 작은 값을 가진 $Distance_i$ 는 필터의 출력인 x_i 에 대응된다.

- * $Distance_i$: 각 컬러 요소들에 대한 차
 - * N : 필터 윈도우에 표현되는 샘플수
 - * i : 처리되는 화소
 - * j : 다른 화소 샘플
- $$x_{med} = x_i \text{ (단, } i \text{는 } Distance_i \text{ 중 최소값에 대응하는 값)}$$

$$\sum_{i=1}^N |x_{med} - x_i| \leq \sum_{i=1}^N |y - x_i| \quad (1)$$

$$Distance_i = \sum_{j=1}^N (|red_i - red_j| + |green_i - green_j| + |blue_i - blue_j|) \quad (2)$$

객체 내부점 $Obj(x_i, y_i)$ 의 x, y 좌표 중 식 (2)를 통하여 각각의 최대, 최소 좌표를 구하여 객체를 포함하는 최소한의 사각 영역을 설정해 준다.

4. 구현 및 실험 평가

4.1 시스템 구현

제안한 시스템에서 사용되어지는 임계값과 변수에 대한 값을 입력하여 환경과 상황에 가장 적합한 객체 추적을 가능하도록 하였으며, 입력되는 동영상의 크기, 해상도 등을 선택적으로 입력되게 하였다. 배경영상 부분은 계속적으로 갱신되고 있는 배경영상을 보이고, 입력영상 부분은 실시간 입력되는 영상을 보여준다. 왼쪽 하단부는 처리되어진 프레임 수와 초당 처리 속도(FPS, Frame Per Second) 등을

나타내 준다. 객체추출 및 추적 부분은 객체를 추출하고 추적하는 모습을 보이는데, 입력된 영상으로부터 객체를 잡음 없이 추출하고 실시간 객체 추적이 가능하다. 얼굴추출 부분은 작은 영상으로부터 선택되어져 얼굴영역을 정확히 추출할 수 있었다.

그림 3은 실시간 객체 추적과정 저장 화면으로 저장장치에 JPEG 파일형식으로 시간대별 실시간 객체 추적 과정을 저장함으로써 움직임이 추출된 후 객체의 움직임을 추후 검색이 가능하다.

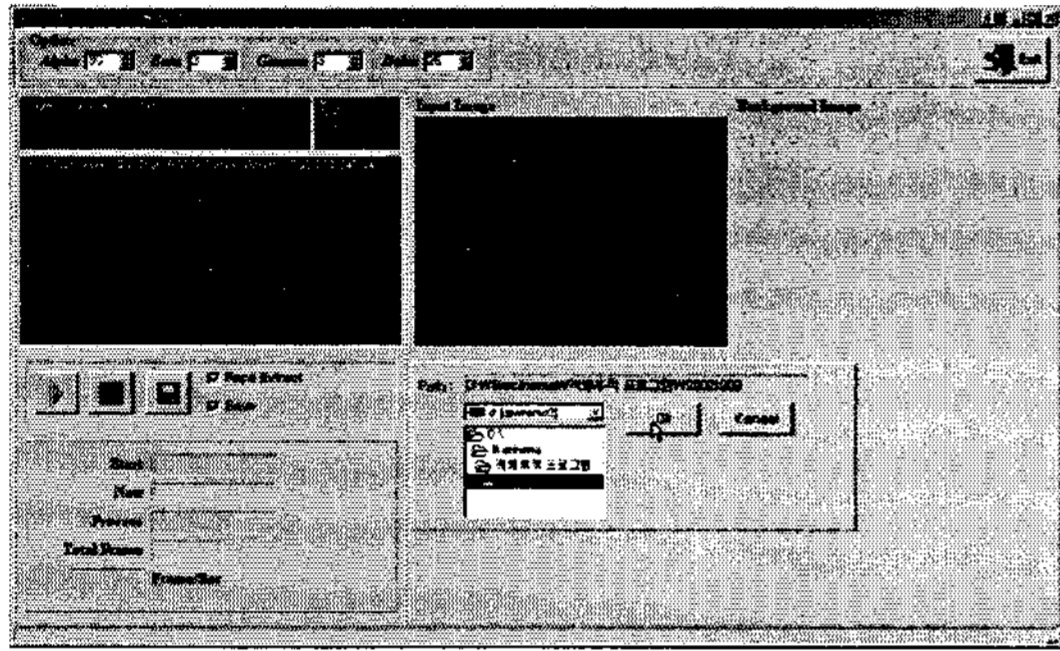


그림 3. 실시간 객체 추적과정 저장 화면

4.2 실험결과

표 1은 본 논문에서 제안한 방법을 위한 임계값들과 변수에 대한 최적화 실험 결과이다.

표 1. 임계값과 변수에 대한 최적화 실험 결과

실험값 임계값	1	2	...	5	...	25	...	30	...
α	0.023	0.151	...	0.210	...	0.915	...	0.887	...
β	0.101	0.256	...	0.494	...	0.856	...	0.934	...
γ	0.495	0.531	...	0.926	...	0.349	...	0.324	...
δ	0.951	0.903	...	0.851	...	0.595	...	0.496	...

- α : 적응적 배경영상 생성 임계값,
- β : 객체 내부점 후보군 추출 임계값
- γ : 객체 내부점 추출 임계값,
- δ : 그물식 탐색을 위한 스캔 간격

이는 기존의 객체 추적 방법에 비하여 처리 속도의 향상을 보이며, 제안한 알고리즘을 통하여 실시간 객체 추적 및 얼굴 영역 추출이 가능함을 보인다. 객체 추적 및 얼굴 영역 추출 처리 속도는 추적 대상인 객체의 크기 등에 따라 민감하게 반응하며 객체가 작았을 경우, 각각 최대 11 프레임과 20프레임까지도 처리 속도를 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 입력되는 영상으로부터 배경영상의

실시간 갱신을 통해 객체의 위치를 탐지하여 객체를 추적하는 방법을 제안하였다. 실험은 고정 PC카메라와 배경영상의 변화가 거의 없다는 제한된 환경 조건에서 실시간으로 배경영상의 갱신과 객체의 추적이 안정적임을 보여주었다. 이는 객체의 추적 알고리즘이 빠르게 수행되어 객체 인식과 결합하여 객체의 움직임 정보와 인식을 통한 보안 및 감시 시스템 등 응용분야에 적용될 수 있다는 것을 기대할 수 있도록 하여 준다.

참고문헌

- [1] Sibel Adali, et. al., "The Advanced Video Information System : data structure and query processing," *Multimedia System*, pp.172-186, 1996.
- [2] N. Dimitrova, A. Zakhor and T. Huang, "Applications of video-content analysis and retrieval", *IEEE Multimedia*, Vol.9, No.3, pp.42-55, 2002.
- [3] C. W. Ngo, T. C. Pong, H. J. Zhang, "Clustering and retrieval of video shots through temporal slices analysis," *IEEE Trans on Multimedia*, Vol.04, No.04, pp.446-458, 2002.
- [4] M. S. Kankanhalli and T. S. Chua, "Video modeling using strata-based annotation," *IEEE Multimedia*, Vol.7, No.1, pp.68-74, 2000.
- [5] Myron Flickner and et. al, "Query by Image and Video Content : The QBIC system," *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, 1995.
- [6] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK : a fully automated content-based image query system," *ACM Multimedia, Boston*, 1996.
- [7] Tony C. T. Kuo and Arbee L. P. Chen, "A Content Based Query Language for Video Database," *IEEE M.M. '96*, pp. 209-214, 1996.
- [8] Sibel Adali, et. al., "the Advanced Video Information System : data structures and query processing," *Multimedia System*, pp. 172-186, 1996.
- [9] R. Hjelsvold, "VideoSTAR-A Database for Video Information Sharing," Ph.D. Thesis, Norwegian Institute of Technology, 1995.
- [10] D. Shasha and T.L. Wang, "New Techniques for Best-match Retrieval," *ACM TOIS*, Vol. 8, No. 2, pp.140-158, 1990.
- [11] G. Salton and M. J. McGill, "Introduction to Modern Information Retrieval," McGraw-Hill, 1983.