DBpia

論文 96-21-10-3

다단계 결합을 이용한 이동 물체 분리 알고리즘에 관한 연구

正會員 安 勇 學*, 李 政 憲*, 蔡 玉 三*

The Moving Object Segmentation By Using Multistage Merging

Yong-Hak Ahn* Jeong-Hun Lee*, Ok-Sam Chae* *Regular Members*

※이 논문은 정보통신부 연구비 지원에 의한 결과임(과제번호 : 158)

요 약

본 연구에서는 고정된 카메라로 부터 입력되는 영상열에서 이동 물체를 신뢰성있게 분리하는 방법을 제안한다. 영역 분리의 핵심은 배경으로부터 주위 잡음 영역과 무관하게 이동 물체 영역을 분리하는 기술이라고 볼 수 있다. 제안된 방법은 초기 이동 물체가 존재하지 않는 영상을 참고 영상(reference image)으로 하여 입력 영상(input image)과의 차영상(difference image)을 구하고, 얻어진 차영상으로부터 히스토그램(histogram)을 분석하여 씨앗 영역(seed region)과 확장 종결 조건을 결정한다. 그리고 씨앗 영역을 기반으로 확장 종결 조건을 만족할때까지 영역을 선별적으로 확장하면서 결합하는 방법을 사용하였다. 제안된 방법을 실제 상황에서 얻은 다양한 영상열에 적용한 결과, 기존의 영역 분리 방법보다 주위 잡음과 무관하게 이동 물체를 분리할 수 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구는 원격 주택 경비 시스템의 일환으로 연구되었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a segmentation algorithm that can reliably separate moving objects from noisy background in the image sequence received from a camera at the fixed position. The proposed algorithm consists of three processes: generation of the difference image between the input image and the reference image, multilevel quantization of the difference image, and multistage merging in the quantized image. The quantization process requantizes the difference image based on the multiple threshold values determined by the histogram analysis. The merging process gradually merge out the connected regions, region by region, in the quantized difference image. The

*경희대학교 전자계산공학과
論文番號:96215-0722
接受日字:1996年 7月 22日

www.dbpia.co.kr

merging starts from the seed region which created by using the highest threshold value and ends when termination conditions are met. The proposed method has been tested with various real image sequences containing intruders. The test results show that the proposed algorithm can detect moving objects like intruders very effectively in the noisy environment.

Ⅰ. 서 론

카메라 영상열로 부터 이동 물체를 분리하기 위한 연구는 매우 오래전부터 시작되었고, 지금까지 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 이러한 대부분의 연구들은 전략목표물 탐지 및 추적을 위한 군사목적으로 이용되거나, 특수한 목적을 위한 연구가 대부분이었다. 특히, 인간과 같은 침입자의 검출 및 추적에 관한 연구는 최근들어 관심의 대상이 되고 있다[1-3].

카메라의 영상을 침입자 감시에 이용하기 시작한 연구는 1990년대에 들어 활발히 진행되어 초반에는 방향과 무관하게 감시할 수 있는 IR 센서와 CCD 카메라를 동시에 이용하여 넓은 지역의 이동 물체를 검출하는 시스템인 MIDAS(The Mobile Intrusion Detection and Assessment System)[4]와 변화감시센서와 적외선 카메라를 이용하여 이동 물체를 검출하는 VISDTA (Video Imaging System for Detection, Tracking and Assessment)[5] 등이 개발되었다. 이 시스템에서 카메라 영상열의 이용은 모니터링을 하고 있는 감시자의 보조 역할로 국한되어 있었다. 90년대 중반부터는 인공물의 검출보다는 유동적인 변화를 보이는 인간의 모습 검출에 대한 연구가 활발히 전개되기 시작하여, 인간의 움직임을 모델화하여 입력되는 영상열로 부터 인간의 형태를 추출하는 모델 기반 비젼 시스템 (Model Based Vision System)[6]과 입력된 영상열로부터 페리미터(perimeter)를 추출하여 이동 물체를 검출하는 PIDS(Perimeter Intrusion Detection System)[7-8] 등이 개발되었다.

이러한 시스템들이 영상열로 부터 이동물체를 검출하는 방법은 다음의 몇가지로 구분될 수 있다. 차영상(differnce image)에서 후보 영역(candidate region)을 분리하여 특성정합을 통해 이동물체를 검출하고 추적하는 방법[4][9], 특수목적의 센서를 사용하여 배경과 목표물의 밝기 대비를 구하고 이를 이용하여 후보 영역을 검출하고 추적하는 방법[2][4-5], 영역 기반 매칭(region based matching) 방법을 이용하여 영상을 블럭으로 나누고 이를 이용하여 이동물체를 검출하는 방법[6][10-12]들로 대별될 수 있다.

이러한 방법들은 대개 전략목표물이나 특수 목적으로 개발되어 일반적인 주택이나 물류창고와 같은 환경에서는 그대로 이용할 수 없다. 이들 연구에서 채택한 단일 임계치만을 사용하는 분리 방법은 사람과 같이 복잡한 이동 물체를 분리하기는 어렵고, 검출의 대상을 모델화시켜 영상열로 부터 이동 물체를 비교하여 검출하는 방법은 환경에 따라 모델이 바뀌어야 하는 문제점으로 인하여 이용이 거의 불가능하다. 특히, 본 논문에서 제안한 사람과 같이 감지되는 것을 피하기 위해 여러가지 수단을 동원하여 형태와 크기를 유동적으로 변화시킬 수 있는 대상에 대해서는 기존의 방법을 그대로 사용해서는 큰 효과를 기대하기 어렵다[4-5][13].

기존 연구에서 주로 사용된 단일 임계값에 의한 차영상 분리 방법은 최적의 임계치를 자동으로 결정하기 어렵고, 결정된다 하더라도 하나의 전역 임계치로 다양한 침입자와 배경이 존재하는 상황에서 좋은 결과를 낼 수 없다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 차영상으로 부터 다단계 결합(merging)을 통하여 이동 물체를 분리하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 영역 분리를 하는 데 있어 어려운 점인 정확한 임계치 결정을 해결하기 위해 차영상의 히스토그램을 이용하였다. 히스토그램으로 부터 결정된 다수의 임계치는 단계적으로 적용되면서, 점진적으로 이동 물체 영역이 뚜렷이 나타날 때까지 확장되는 방법을 사용한다.

제안된 연구는 원격 주택 경비 시스템에서 이동 물체를 효과적으로 검출하기 위한 기술의 일환으로 개발되었다.

Ⅱ. 영역 분리

영상열로 부터 침입자를 검출해 내는 정확한 영역 분리(region segmentation)는 침입자 감지 시스템의

www.dbpia.co.kr

성능을 결정하는 매우 중요한 부분이다. 그러나 이 부분에 대한 연구는 오랜 역사에도 불구하고 모든 상황에서 신뢰성 있게 동작할 수 있는 영역 분리 방법은 개발되지 못했다. 기존 연구에서 주로 사용하고 있는 단일 임계치를 이용한 침입자 분리 방법은 빠르고 간편한 장점이 있지만 다양한 배경과 침입자가 존재하는 동작 환경에서는 침입자의 윤곽선이 불분명하고 배경 잡음이 많이 포함되는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 차영상에서 얻은 히스토그램(histogram)을 분석하여 다수의 임계치를 결정한 후, 이들을 단계적으로 적용하여 영역을 분리하는 그림 1과 같은 방안을 제안한다. 이들 임계치 중에서 최대값은 후보 영역을 결정하는데 사용되는 씨앗 영역(seed region)이 된다.

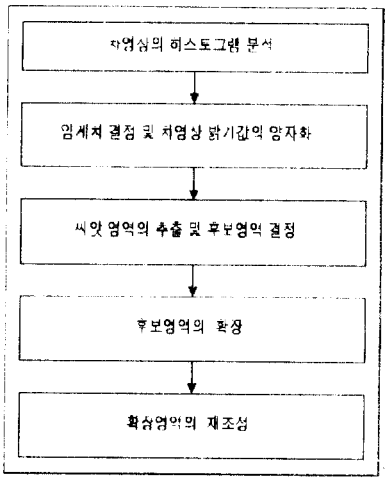


그림 1. 영역 분리 단계

먼저, 고정된 카메라로 부터 입력된 영상열에서 참고 영상(reference image)을 이용하여 차영상을 구한다. 이렇게 구해진 차영상의 히스토그램을 분석하여 다수의 후보 임계치를 구한다. 제안된 방법에서 구해진 임계치는 단계적으로 적용되면서 일정한 조건을 만족할 때까지 후보 영역을 확장해 나간다. 확장된 영역이 분리되거나 주위 잡음을 포함하여 확장되는 경우에는 다시 재조정 단계를 거쳐서 분리된 영역은 결합되고 잡음이 포함된 경우는 제거된다.

1. 임계치 결정 및 양자화

임계치 결정에는 보통 히스토그램을 이용한다. 통제된 환경으로 부터 얻어진 차영상에서의 이동물체는 배경과 뚜렷이 구분될 수 있는 밝기값(graylevel)을 가지고 있기 때문에 히스토그램에서 이동 물체를 쉽게 분리할 수 있다. 그러나, 야외에서 얻어진 차영상에는 바람, 그림자, 그리고 조명의 변화 등으로 인한 다양한 잡음(noise)들이 포함된다[10]. 따라서 전역적인 정보를 포함하고 있는 히스토그램에서 정확하게 이동 물체를 분리해 낼 수 있는 단일 임계치를 자동으로 결정하는 것은 거의 불가능하다. 이러한 점을 감안하여 본 연구에서는 히스토그램 분석을 통하여 가능성이 있는 여러개의 임계치를 결정하고 이를 선별적으로 적용하는 방안을 제안한다.

임계치의 결정 과정은 차영상의 히스토그램을 구하고 히스토그램에서 의미없는 임계치의 자동적인 결정을 방지하기 위한 평활화(smoothing) 단계로 부터 시작된다[14]. 히스토그램의 평활화는 히스토그램에서 국부적으로 발생하는 정점(peak)과 계곡(valley)을 효과적으로 제거하기 위해 히스토그램 특성화에 따른 평활화 방법을 사용하였다[15].

차영상에서 이동 물체는 배경에 비해서 상대적으로 큰 밝기 값을 갖는다는 점을 감안하여 히스토그램의 오른편(높은 밝기값 쪽) 정점과 계곡 값을 우선적으로 임계치로 선택한다. 이중 최대 임계치는 씨앗 영역을 결정하는 임계치로 이동 물체의 일부가 반드시 씨앗 영역으로 분리될 수 있도록 충분히 작아야 하고, 배경 물체는 될 수 있는 한 씨앗 영역에 포함되지 않도록 충분히 커야 한다는 조건을 만족해야 한다.

차영상에서 침입자는 모든 부분이 뚜렷하게 나타나지는 않지만 머리나 어깨 부분 등은 배경 물체 보다는 밝게 나타나는 것이 일반적이다. 따라서 씨앗 영역 추출을 위한 임계치 결정은 생각보다 어려운 문제는 아니다. 실험 결과 히스토그램의 오른쪽에서 부터 계산하여 전체면적의 0.3% 이내에 있는 정점이나 같은 구간에서 히스토그램의 경사가 최소인 점을 선택하면 적당한 것으로 나타났다. 물론, 이동 물체가 존재하지 않는 차영상에서 씨앗 영역의 임계치를 결정하는 것은 상당한 어려움이 따른다. 이동 물체가 존재하지 않는 경우에는 배경 화소만 존재하기 때문에 전술한 방법으로 결정된 임계치는 상대적으로 작

www.dbpia.co.kr

은 값을 갖게 된다. 따라서 대부분의 경우 이동 물체가 존재하지 않음을 바로 판별할 수 있다. 그러나, 프레임간의 밝기 차가 높은 영상열이나 참고 영상 갱신이 제대로 되지 않은 영상열에서는 이동 물체가 존재하지 않는 경우에도 상당히 큰 값의 씨앗 영역 임계치가 나타난다.

따라서 잘못된 후보 영역이 생성되는 것을 피할 수 없기 때문에 확장 과정과 인식 과정에서 생성된 배경 영역을 제거시킬 수 있는 방안이 필요하다. 이 경우에 확장된 영역은 사람의 경우와는 다르게 대부분이 넓게 퍼져 있거나 직선 형태이고, 영역의 면적이 영상 전체적으로 나타나게 된다. 따라서 이러한 경우는 쉽게 제거 가능하다.

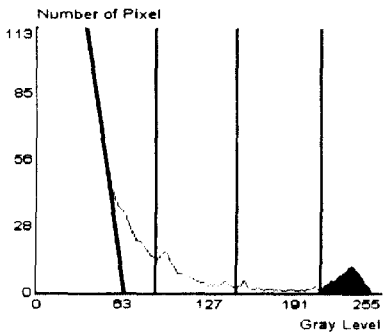


그림 2. 차영상 히스토그램의 임계치

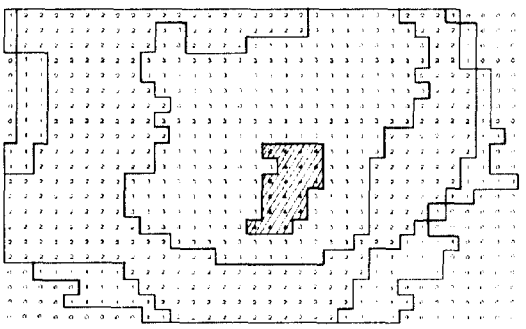


그림 3. 양자화된 결과와 씨앗 영역

그림 2는 차영상의 히스토그램에서의 단계별 영역을 나타내며 이중 검정색 부분은 씨앗 영역을 나타낸다. 그림 3은 그림 2의 히스토그램에서 선택된 임계치를 이용하여 차영상의 밝기값을 양자화한 결과이다. 그림에서 빗금친 부분이 씨앗 영역으로 설정된 부분을 나타낸다.

2. 씨앗 영역 확장 및 후보 영역 결정

씨앗 영역은 최대 임계치보다 높은 화소들을 하나의 영역으로 레이블링(labeling)하여 얻어지며 후보 영역의 시작점이 된다. 그러나 씨앗 영역 중에는 국부적인 랜덤(random) 잡음이나, 흔들림 등으로 발생하는 잡음등이 포함된다. 이러한 잡음 영역은 확장 과정을 거치면서 많은 주변 잡음들과 결합되어 새로운 영역으로 자리잡게 된다. 이러한 것을 막기 위해서 씨앗 영역에 필터링(filtering)이 필요하게 된다. 씨앗 영역 필터링은 먼저 각 씨앗 영역의 특성을 구하고, 이것을 분석하여 잡음으로 생긴 영역인지 실제 영역인지를 판별하게 된다. 잡음으로 생긴 영역은 일반적으로 면적이 작거나 직선 형태를 갖는다. 이러한 잡음 영역을 제거하기 위하여 영역의 면적과 길이, 그리고 면적 대 길이의 비율을 이용하였다. 씨앗 영역을 중심으로 침입자 후보 영역이 생성되면 각 후보를 나타내기 위한 자료 구조가 생성되고 그 후 수행되는 모든 작업의 결과가 기록된다.

3. 후보 영역 확장

씨앗 영역 추출을 통한 후보 영역 선정은 불필요한 잡음을 제거하고 계산량을 줄이기 위한 것이다. 후보 영역의 확장 과정은 점진적으로 진행되어 최대한 완벽한 이동 물체의 형태를 추출하는데 그 목적이 있다.

이러한 목적을 달성하기 위해 화소 단위의 영역 확장 방법을 사용할 수 있으나 계산량이 매우 크기 때문에 그대로 사용하기에는 부적합하다. 이 문제의 해결책으로 본 연구에서는 다중 임계치를 이용한 영역 단위 확장 방법을 채택하였다.

제안된 확장 방법은 그림 4와 같이 요약될 수 있다. 확장 과정의 핵심부는 지금까지 결합된 후보 영역에 연결된 새로운 영역을 추출하고, 이것을 후보 영역에 결합하고 영역 확장을 계속할 것인가, 아니면 현재 확장된 영역을 버리고 확장을 중단할 것인가를 판별하는 과정 (와 (이라 볼 수 있다. 과정 (에서는 계산량을 최소화하기 위해서 이미 결합된 부분을 제외하고 경계 부분으로부터 밖으로 확장하는 레이블링 방법을 고안하였다. 특히 이 레이블링 알고리즘은 확장

www.dbpia.co.kr

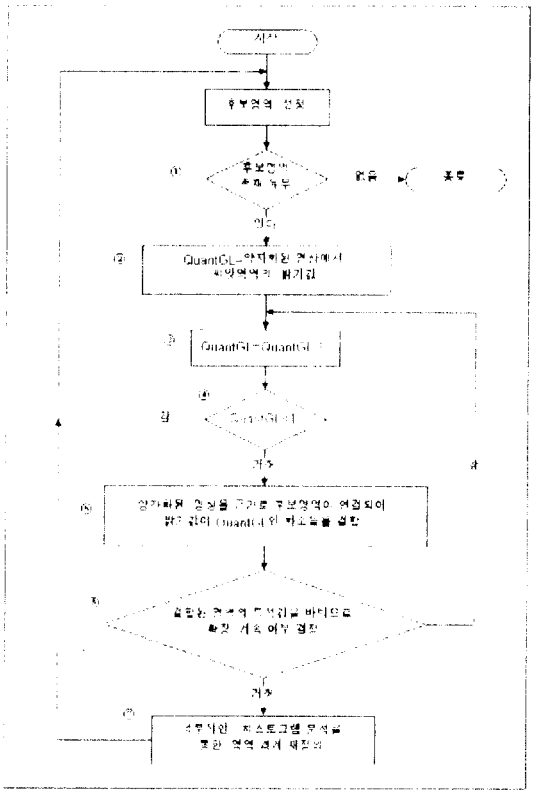
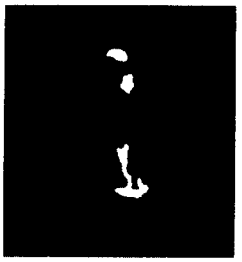


그림 4. 후보 영역 확장 알고리즘



(a) 씨앗 영역

(b) 1단계 확장

(c) 2단계 확장

그림 5. 후보 영역 확장 과정

영역의 둘레를 함께 추출할 수 있어서 특성 추출 시간을 단축할 수 있다. 이렇게 확장된 영역은 상황에 따라서 여러 가지 형태를 갖게 된다.

그림 5는 2개의 임계치로 영역 확장을 수행하는 과정에 대한 예를 보여주고 있다. 그림 5.a는 추출된 씨앗 영역이고, 그림 5.b는 첫번째 확장 과정을 통해서 연결된 영역이다. 그림 5.c는 두번째 확장 과정을 거쳐 연결된 영역을 보여주고 있다. 이 경우 확장된 부분이 배경 부분을 포함하기 때문에 그대로 기존의 영역에 결합하는 것은 문제가 된다.

이렇게 배경이 포함되는 경우는 면적과 둘레의 길이가 과다하게 커지고 히스토그램에 뚜렷한 밝기값 차이가 나타나지 않는다. 따라서 확장된 영역의 면적과 둘레, 평균 밝기값 등을 사용하여 결합 여부를 결정할 수 있다. 그러나 때론 배경 영역으로 판별된 영역에서도 부정확한 초기 임계값 때문에 이동 물체의 일부가 포함될 수 있다. 그림 4의 과정 ⑥과 ⑦에서는 이미 이동 물체 영역으로 분리된 영역과 배경으로 분리된 영역에서 구한 국부적인 히스토그램을 분석하여 뚜렷한 경계가 확인되면 새로운 임계치를 계산하고, 이를 바탕으로 이동 물체 영역의 경계를 재정의한다.

확장시 확장 종결 조건의 하나인 최소 임계치의 결정은 중요한 문제이다. 이동 물체와 배경을 분리하는 방법에는 이동 물체의 특성을 이용하는 방법과 배경의 특성을 이용하는 방법으로 나누어 질 수 있다. 본 연구의 대상이 되는 참입자와 같은 이동 물체의 경우는 매우 가변적인 형태를 띄고 있기 때문에 이동 물체의 특성을 이용하는 것보다는 비교적 일관성이 있

www.dbpia.co.kr

는 배경의 특성을 이용하는 것이 적합하다[16]. 일반적으로 배경 부분은 차영상의 히스토그램에서 왼쪽에 존재하며 뾰족한 정점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 이 배경 부분에 피팅 방법을 적용하여 수식적으로 근사화하였고, 이것을 바탕으로 영상에서 배경을 분리할 수 있는 최소 임계치를 결정하였다. 피팅 방법으로는 선형 피팅, chi-square 피팅, Levenberg-Marguardt 피팅 방법등을 고려하였으나, chi-square 피팅 방법[17]이 가장 좋은 결과를 나타내었다. 그림 2에서 가장 왼쪽에 있는 임계치가 이 방법을 사용하여 얻어진 최소 임계치이다.

확장 여부의 판단은 확장시 얻어지는 영역의 특성값을 이용한다. 확장시 배경 부분은 영역이 넓거나 둘레가 면적에 비해서 길고 밝기도 물체에 비해서 낮다. 따라서 영역의 특성값으로는 영역의 넓이, 둘레, 밀집도(compactness), 화소의 밝기값 등이 선택되었다. 확장 여부를 판별하기 위한 방법은 다중 프로토타입(multi-prototype)을 이용한 distance classifier를 사용하였다.

확장되는 이동 물체 영역과 배경 영역의 특성 벡터들은 일반적으로 두개의 군집으로 구분되지 않고 대부분 여러개의 군집을 이룬다. 이러한 특성을 감안하여 배경과 이동 물체를 각각 여러개의 프로토타입으로 학습시켜 다음과 같은 수식을 사용하였다.

$$D_{Bi} = |P_{Bi} - X|,\ D_{Oj} = |P_{Oj} - X|$$
$$D_B = Min(D_{B1}, D_{B2}, ..., D_{Bn})$$
$$D_O = Min(D_{O1}, D_{O2}, ..., D_{On})$$

$$IF\ (D_B > D_O)$$
$$ELSE\ 종결$$

여기서 X는 확장될 영역의 특성 벡터이다. P_{Bi}는 i 번째 배경 군집의 중심으로 배경의 i 번째 프로토타입 벡터이고 P_{Oj}는 j 번째 이동 물체의 중심으로 이동 물체의 j 번째 프로토타입 벡터이다. D_B와 D_O는 각각 X에서 배경, X에서 이동 물체 사이의 최소 거리를 나타낸다. 배경과 이동 물체의 프로토타입 수는 동작 환경에 따라서 약간의 차이가 있으나 대부분 각각 3개가 적당한 것으로 나타났다.

4. 확장 영역의 재 조정

씨앗 영역으로부터 잘못된 확장이 이루어졌을 때는 침입자의 형태가 분리되어 나타나거나 확장된 영역이 주위의 잡음을 포함하게 되는 경우이다. 침입자 영역이 분리되어 나타나는 문제점을 해결하기 위하여 분리된 영역의 최소 사각(minimum rectangle)좌표 정보를 이용해 근접해 있거나, 사각 좌표가 겹칠때 영역을 결합하는 간단한 영역 결합(region merging) 방법을 사용하였다. 그리고 확장된 영역이 주위의 잡음을 포함하게 되는 문제는 확장된 영역만의 히스토그램을 다시 분석하여 확장 종결 조건을 재조정한 후, 이전 단계에서부터 다시 확장을 시도하게 된다.

Ⅲ. 참고 영상 갱신

본 연구의 목적은 전술한 바와 같이 침입자 감지 시스템에서 사용될 침입자를 효과적으로 검출하기 위한 방법을 개발하고자 하는 것이다. 따라서 차영상을 기반으로 하는 이러한 시스템의 성능은 시간에 따라서 변화되는 참고 영상의 갱신결과에 따라서 크게 영향을 받게 된다. 참고 영상은 시간에 따라서 변화하는 배경 정보를 충실하게 반영할 수 있어야 한다. 이상적인 참고 영상이라고 하면 입력 영상에 포함되는 배경의 모양과 밝기가 참고 영상에 포함되는 배경의 모양과 밝기와 정확하게 일치되어, 두 영상의 배경의 차는 0으로 나타나야 한다. 그러나 실제적인 입력 환경에서는 조명의 변화 등으로 인해 이상적인 참고 영상을 만들기 힘들다. 그러므로 여러 가지 연구들이 진행되어 왔는데, 그 중 대표적인 방법으로는 시간축 상에 있는 다수의 화소들을 대상으로 중앙값 필터(median filter)를 적용하여 참고 패턴의 화소값을 구하는 방법과 시간축 상에서 여러 화소들의 가중평균(weighted average)을 계산하여 새로운 참고 패턴을 생성하는 방법, 그리고 간단하게 배경이 없다고 판단되는 최근 프레임(frame)을 참고 패턴으로 치환하는 방법등이 있다.

이 중에서 중앙값 필터를 이용하는 방법은 특정 프레임에 존재하는 이동 물체를 참고 패턴에서 제외시킬 수 있는 가장 효과적인 방법으로 인식되고 있다. 그러나 중앙값과 가중 평균값을 구하는 방법은 많은 수의 영상을 메모리에 저장하고 있어야 하고, 중앙값(median) 계산을 위한 많은 계산이 필요하게 된다. 반

www.dbpia.co.kr

면에 프레임 치환 방법은 영상에 일시적으로 유입되는 잡음에 영향을 받는 것이 문제점으로 제시되어 왔다.

따라서 본 연구에서는 다음 그림 6과 같은 절충적인 방안을 제안한다. 먼저, 입력 영상에서 이동 물체 분리를 수행하고 그 결과를 분석하여 현재 입력 영상에 뚜렷한 물체가 존재하지 않는다고 판단되면 기존의 이동 물체가 감지되지 않는 입력 영상과 현재 입력 영상, 그리고 현재 참고 영상의 화소들을 대상으로 중앙값 필터를 적용하여 새로운 참고 영상을 생성하게 된다.

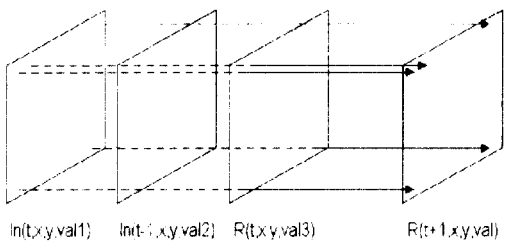


그림 6. 참고 영상의 갱신

그림 6에서 val1, val2, val3는 각 프레임에서의 밝기값이고, x, y는 해당 화소의 좌표이다. 그리고 val는 각각의 val1, val2, val3의 밝기값중 중앙값에 해당하는 값으로 새롭게 만들어지는 참고 영상의 밝기값이 된다.

Ⅳ. 구현 및 연구결과

본 논문에서 제안한 방법은 실제적인 감지 시스템에서 이용하기 위하여 개발된 방법이기 때문에 저가의 PC와 요즘 보편화되어 사용되고 있는 운영체제인 윈도우즈95를 이용하여 구현하였다. 알고리즘 구현에 사용된 시스템 사양은 다음과 같다.

하드웨어(컴퓨터) : IBM-PC 호환기종(Pentium90)
카메라 : panasonic 저조도 카메라
이미지 캡쳐(capture) 보드 : DIPIX FPG44
소프트웨어-운영체제 : 윈도우즈95
컴파일러 : Visaul C++ 4.0
알고리즘 개발 도구 : Hello-Vision 0.9

알고리즘 구현에 사용된 개발도구인 'Hello-Vision'은 본 연구실에서 개발된 영상처리용 알고리즘 개발 도구이다[18]. 이미지 캡쳐(capture) 보드로 사용된 DIPIX FPG44는 초당 30프레임의 실시간 캡쳐가 가능하고, 카메라는 가격이 저렴한 저조도 카메라를 이용하였다.

표 1. 영상처리율

영상열	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
영상수	295	195	295	195	250	100	430	295	195	250
초당처리율 (frame/ second)	4	4	3	3	4	4	3	4	4	5

제안된 방법의 목적은 실용 시스템으로의 이용에 있기 때문에 최소한 초당 3프레임이상의 처리가 필요하다. 그러므로 알고리즘의 처리속도 또한, 전체적인 영향을 평가하는데 중요하다.

제안된 방법을 320×200 크기의 영상을 대상으로 실험해본 결과 표 1과 같은 초당 처리율을 얻을 수 있었다. 표 1의 결과에서 실용 시스템으로의 이용 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구의 목적이 실용 시스템에 이용하기 위한 침입자 영역 검출에 있으므로 제안된 방법의 영역 분리 성공율이 전체 시스템에 큰 영향을 미치게 된다. 6가지 환경에 대해 10가지 영상열의 실제 환경에서 얻은 영상을 대상으로 실험해본 결과 표 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 2는 형태(shape) 정보를 이용하여 이동 물체를 분리하는 방법인 VSS[19]와 둘레(perimeter) 정보를 사용하여 이동 물체를 분리하는 방법인 PIDS[8]의 성능을 제안된 알고리즘과 비교한 결과이다. 표 2에서 보듯이 두가지 방법과 비교하여 제안된 알고리즘이 정확하고 높은 이동 물체 분리율을 보여주고 있음을 알 수 있다.

VSS나 PIDS 경우는 단일 임계치를 사용하므로 잡음 영역에 대한 에러율이 높고 분리된 형태가 완전하

www.dbpia.co.kr

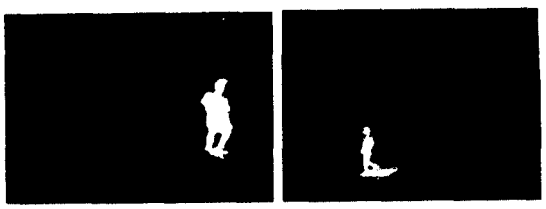
표 2. 실험 결과

알고리즘 결과	제안된 알고리즘		VSS[19]		PIDS[8]	
영상수 (frame)	Human	Non Human	Human	Non Human	Human	Non Human
	1100	1400	1100	1400	1100	1400
영역 분리 성공	1065	1367	1077	1283	1082	1131
영역 분리 실패	35	33	23	117	18	269
성공률 (%)	97	98	98	92	98	81
전체 성공률 (%)	97		94		88	

게 침입자 형태를 갖추지 못한다. 그러나 제안된 알고리즘은 다수의 임계치를 적용하여 선별적으로 영역을 확장하면서 영역을 분리하므로 VSS와 PIDS에 비해 침입자 형태를 정확하게 분리할 수 있는 장점을 가진다.

제안된 알고리즘은 차영상으로 부터 움직이는 물체만을 분리하기 위한 방법이다. 그러나 이러한 영역 분리는 사람이 선택한 이상적인 임계치를 사용해서

(a) 이상적인 임계치를 통한 이진화



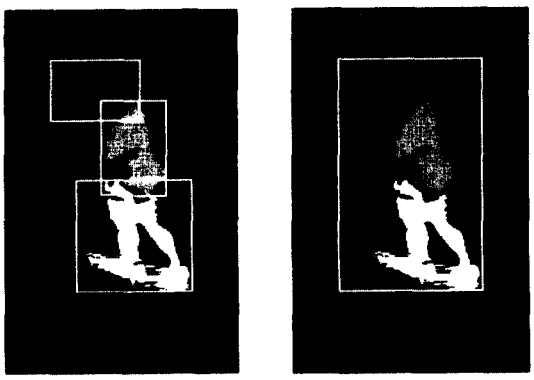
(b) 제안된 알고리즘을 통한 이진화

그림 7. 영역 분리 결과.

도 원하는 영역을 효과적으로 배경과 분리할 수는 없다. 더구나 자동으로 결정된 임계치로 이진화를 시도할 때는 더욱 좋은 결과를 기대할 수 없다. 그림 7은 제안된 알고리즘의 수행결과를 보여주고 있다. 그림 7.a는 사람이 결정한 이상적인 임계치를 이용한 이진화 결과들이고, 그림 7.b는 그림 7.a의 각각에 대해 제안된 방법을 적용한 결과들이다. 그림 7를 통하여 제안된 방법이 주위 잡음과는 무관하게 효과적으로 침입자를 분리할 수 있음을 알 수 있다.

그림 8은 또다른 결과로 그림에서 보듯이 사람의 모습이 분리된 결과이다. 6가지 환경의 10가지 영상열을 대상으로 실험을 해본 결과 대부분의 영상에서 사람의 형태를 구분할 수 있는 영역들이 추출되었으나, 그림 8과 같이 침입자 일부분의 밝기값이 배경과 흡사한 경우는 침입자의 형태가 분리되어 나타날 수 있다.

그림 8. 영역 확장이 실패한 경우



(a) 결합 전 사각좌표 (b) 결합 후 사각좌표

그림 9. 분리된 영역의 결합

www.dbpia.co.kr

그림 9에서는 그림 8과 같이 영역 확장이 실패했을 경우에 분리된 영역의 최소 사각(minimum rectangle) 정보를 이용하여 영역 결합(region merging)을 수행하는 모습을 보여준다. 그림 9.a가 결합하기 전의 최소 사각좌표이고, 그림 9.b가 결합한 후의 최소 사각좌표이다.

그림 10은 영역이 과다하게 확장되어 물체외에 주위 잡음이 포함된 경우를 보여주고 있다. 이런 경우에는 확장된 영역의 히스토그램을 재분석하여 이전 확장단계에서 부터 다시 확장을 시도한다.

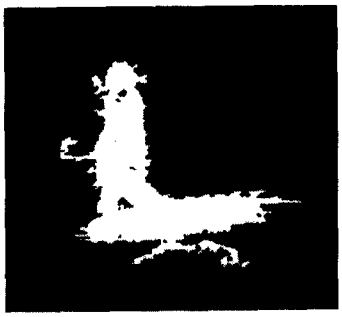
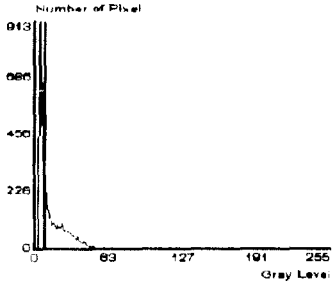


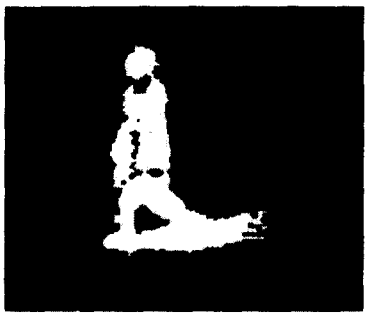
그림 10. 주위의 잡음이 포함된 영역 확장

그림 11은 그 결과를 보여준다. 그림 11.a는 확장된 영역만의 히스토그램이고, 그림 11.b는 이 히스토그램을 통하여 재조정된 확장 종결 조건으로 이전 단계에서 부터 영역을 재확장한 결과이다.

제안된 알고리즘은 전술한 것처럼 침입자 감지 시스템에서 침입자 영역을 분리하기 위해 개발되었다. 그러므로 침입자 영역을 인식하는데 필요한 특성값의 추출이 필요하다. 특성값으로는 입력화소의 밝기값을 직접 사용하거나 입력영상에서 계산된 특징값을 사용한다. 전자는 패턴의 크기와 방위등에 민감하고 후자는 전처리 단계가 필요하지만 비교적 민감하지 않다. 따라서 본 논문에서는 가변적인 침입자 영역의 특성을 감안하여 특성값을 이용하는 후자를 선택하였다. 침입자 영역의 특성값으로는 영역의 넓이, 중심점(center of gravity), 둘레의 길이, 밀집도(compactness) 등이 이용된다. 제안된 알고리즘에서 이러한 특성값의 추출은 비교적 간단하게 얻어진다. 즉, 다단계 영역 확장시에 확장하는 과정에서 영역과 중심점, 둘레의 길이를 구할 수 있으므로 다시 재스캔



(a) 확장된 영역만의 히스토그램



(b) 재확장한 영역

그림 11. 영역의 재 확장

(rescan)하는 일이 없으므로 시간을 단축할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

V. 결론 및 앞으로의 연구방향

본 논문에서는 침입자를 자동으로 감지하는 시스템에서 필요한 이동물체 분리 방법을 제시하였다. 제시된 영역 분리 방법은 차영상에서 얻어진 히스토그램을 바탕으로 다수의 임계치를 구하고 이들을 단계적으로, 그리고 선별적으로 적용하여 침입자 영역을 확장하는 방법이다. 이때 확장된 영역에서 분리된 영역이 나타나거나 영역이 과다하게 확장되었을 경우에는 확장 영역의 재조정 단계를 거쳐 영역을 재조정하게 된다. 여러가지 가능한 상황에서 수집한 자료를 바탕으로 수행된 평가결과는 제안된 알고리즘이 주위 잡음과 무관하게 성공적으로 침입자 영역을 분리해 낼 수 있음을 보여주었다. 또한, 제안된 알고리즘이 실시간 이용가능성이 있음을 보여주었다.

그러나 보다 신뢰성있는 결과를 얻기 위해 다양하고

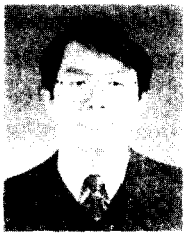
www.dbpia.co.kr

많은 자료를 바탕으로 한 실험과 수정이 필요하며, 상황이 변함에 따라서 발생할 수 있는 여러가지 문제점들이 고려되어져야 한다.

참 고 문 헌

1. K.H.Bers, M.Bohner, P.Fritsche, "Image Sequence Analysis for Target Tracking," Image Sequence Processing and Dynamic Scene Analysis, edited by T. S.Huang, Spring Verlag, pp.493-501, 1983.
2. Mark Burton, Carl Benning, "Comparision of imaging infrared detection algorithms," SPIE vol.302, 1981.
3. Dennis A. Montera, Steven K. Rogers, "Object tracking through adaptive correlation," Optical Pattern Recognition IV, pp.314-321, 1993.
4. H.Duane Arlowe, Denise E. Coleman, "The Mobile Intrusion Detection and Assessment System (MIDAS)," IEEE, ICCST '90. pp.54-56, 1990.
5. Daniel A.Pritchard, "Status of the Video Imaging System for Detection Tracking and Assessment (VISDTA) Scanning Sensor Program," IEEE, ICCST'92 pp.194-196, 1992.
6. T.J.Ellis, P.L.Rosin, "Model-Based Vision For Automation Alarm Interpretation," IEEE 1990.
7. Nigel D.E. Custance, Keith M. Wickham, Kingsley H. Sage, "Evaluating Scene Monitoring Systems," Proceedings of the International Carnahan Conference on Security Technology, pp.183-189, 1992.
8. K.H.Sage, K.M.Wickham, "Estimating Performance Limits for an Intelligent Scene Monitoring System (ISM) as a Perimeter Intrusion Detection System (PIDS)," Proceeding of the International Carnahan Conference on Security Technology, pp.98-103, 1994.
9. HongJiang, Yihong Gong, "Moving Object Detection, Tracking and Recognition," The Third Internal Conference on Automation, Robotics and Computer Vision, Singapore, November 9-11, pp. 1990-1994, 1994.
10. K.L.Chan, "Motion analysis on image sequence using fractal dimension," SPIE Visual Communications and Image Processing'95, pp.857-867, 1995.
11. Q.Cai, A.Mitiche, J.K.Aggarwal, "Tracking Human Motion in An Indoor Environment," IEEE Proceedings ICIP-95 Vol.1, pp.215-218, 1995.
12. Young Ho Kim, Kyu Won Lee, Chae Wook Lim, Kyu Tae Park, "A Study on the implementation of moving object tracking system," SPIE Visual Communications and Image Processing'95, pp. 1183-1193, 1995.
13. H.Duane Arlowe, "Thermal Detection Contrast of Human Targets," IEEE ICCST'92, pp.27-33, 1992.
14. N.Ostu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histogram," IEEE Transaction on Systems Man Cybernet, SMC-8, pp.62-66, 1978.
15. 김지형, 최윤식, "영역 성장 기반 영상 분할의 시드 및 임계치 검출을 위한 히스토그램 윤활화에 대한 연구," 제 7 회 영상 처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, pp.10-15, 1995.
16. Martin Bichsel, "Segmentation Simply Connected Moving Objects in a Static Scene," IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol.16, No.11, 1994.
17. William H.Press, Saul A.Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P.Flannery, "Numerical Recipes in C," second edition, pp.659-699, 1992.
18. 채옥삼, 이성헌, 주성대, "영상처리와 컴퓨터비젼 알고리즘의 유지관리와 재사용을 위한 통합 개발 환경 구축에 관한 연구," 제 7 회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, pp.122-128, 1995.
19. Yuji Kuno, Takahiro Watanabe, Yoshinori Shimosakoda, Satoshi Nakagawa, "Automated Detection of Human for Visual Surveillance System," IEEE Proceedings of ICPR, 1996.

www.dbpia.co.kr



蔡 玉 三(Ok-Sam Chae) 정회원
1977년 2월 : 인하대학교 전자공학과 학사
1982년 7월 : 오클라호마 주립대학 전기 및 컴퓨터공학 석사
1986년 7월 : 오클라호마 주립대학 전기 및 컴퓨터공학 박사
1986년 8월~1988년 8월 : Texas Instrument Image processing Lab 선임연구원
1988년 8월~현재 : 경희대학교 전자계산공학과 교수
※주관심분야 : 컴퓨터비젼, VLSI 설계, 한글인식, IUE, 멀티미디어 데이터 처리 등

李 政 憲(Jeong-Hun Lee) 정회원
1992년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과 학사
1994년 8월 : 경희대학교 전자계산공학과 석사
1994년 9월~현재 : 경희대학교 전자계산공학과 박사과정
※주관심분야 : 이미지 처리, 컴퓨터비젼, 패턴인식, IUE, 멀티미디어 데이터 처리 등

安 勇 學(Yong-Hak Ahn) 정회원
1995년 2월 : 순천향대학교 전산학과 학사
1995년 3월~현재 : 경희대학교 전자계산공학과 석사과정
※주관심분야 : 이미지 처리, 컴퓨터비젼, IUE 등

www.dbpia.co.kr