

論文2002-39SP-4-1

# 배경 모델과 주변 영역과의 상호관계를 이용한 다중 이동 물체 추적 (Multiple Moving Object Tracking Using The Background Model and Neighbor Region Relation)

吳政元\*, 劉智相\*\*

(Jeong-Won Oh and Ji-Sang Yoo)

## 요약

제한된 구역내의 고정(static)된 감시 카메라를 통해 입력된 영상 데이터에 대해 움직임이 있는 물체를 검출하기 위해서는 주위 잡음(noise)에 대한 민감성(sensitivity)과 상황변화에 대해 대처할 수 있는 강인한 알고리즘이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 잡음이나 갑작스런 상황의 변화에 적절히 대응하여 움직임 물체를 추출하고 추적하는 효율적인 알고리즘을 제안한다. 초기 배경 모델(background model) 영상에 의해서 입력되는 영상 내에 이동 물체가 존재할 경우 각 화소의 주변의 변화를 고려하여 움직임 영역을 검출하였다. 움직임 영역의 화소들의 잡음 제거를 위해 형태학적 필터(morphological filter)를 사용하였고, 8-연결 성분 표시(connected component labeling)에 의해 개별적인 물체의 움직임을 검출하였다. 마지막으로 다양한 환경과 모델에 따른 실험결과와 통계적인 분석을 제시하였다.

## Abstract

In order to extract motion features from an input image acquired by a static CCD-camera in a restricted area, we need a robust algorithm to cope with noise sensitivity and condition change. In this paper, we proposed an efficient algorithm to extract and track motion features in a noisy environment or with sudden condition changes. We extract motion features by considering a change of neighborhood pixels when moving objects exist in a current frame with an initial background. To remove noise in moving regions, we used a morphological filter and extracted a motion of each object using 8-connected component labeling. Finally, we provide experimental results and statistical analysis with various conditions and models.

**Key Words** : Motion Tracking, connected component, Background model, morphological filter, DVR

\* 正會員, (주)팬텍

(Pantech Co., Ltd)

\*\* 正會員, 光云大學校 電子工學部

(School of Electronics Engineering, kwangwoon University)

※ 이 논문은 2001년 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

接受日字:2001年7月25日, 수정완료일:2002年4月18日

## I. 서론

최근 컴퓨터 기술의 발달로 인간의 감각 기관의 능력을 컴퓨터에 구현하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 인간의 시각기관의 경우는 컴퓨터 비전 기술로써 구현되고 있는데 연속 영상에서 다중 물체 추적은 최근 몇 년간 여러 응용분야에서 주목을 받는 분야 중 하나다.<sup>[1,2]</sup> 이러한 실용적인 응용 분야로는 자동 로봇

이나 차량 항법 장치, 무인 감시 시스템, 화상 회의나 교통 체계를 위한 차량 감시 시스템 등이 있다. 최근 무인 자동 감시 시스템의 수요의 증가와 인터넷을 이용한 원거리 감시 시스템의 개발로 디지털 컴퓨터 비전 기술의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 특히, 카메라로부터 실시간으로 입력되는 연속적인 영상에서 다중 물체 검출 및 추적을 위해서는 계산의 복잡도가 커지면 연산량이 많아져 시간이 지연되므로, 안정적인 추적 시스템을 구현하기 위해서는 연산량과 지연 시간을 줄이고 실제 감시 시스템에서 가장 중요한 주위 환경의 변화에 적응적이고 효율적인 움직임 검출을 수행할 수 있어야 한다.

이동 물체 추적을 위한 방법으로는 일반적으로 인식 기반(recognition-based) 추적 방법과 움직임 기반(motion-based) 추적 방법이 있다. 움직임기반 추적 방법은 연속된 영상 내에 움직임 에너지에 의한 연결된 영역들을 구하고 영역들의 상호 관계를 이용하여 추적을 행하는 방법이다.<sup>[3]</sup> 이러한 알고리즘은 일반적으로 시간적(temporal)으로 연속인 두 영상간의 화소 값을 직접 이용하기 때문에, 물체의 모양, 크기 등 많은 정보를 가지고 있고 물체의 형태가 강체(rigid body)나 비강체(non-rigid body)임에 상관없이 형태의 변화에 무관하게 검출해 내는 알고리즘을 구현할 수 있지만 잡음이나 미세한 환경 변화에도 민감한 반응을 나타낸다. 인식 기반의 추적 방법은 2-D 영상 내에서 실제 3-D 물체를 인식하여 연속적인 영상에서 물체의 위치를 추출해 내는 방법으로 물체의 회전(rotation)이나 병진운동(translation) 또는 확대나 축소(zooming)를 추정하고 해석할 수 있는 장점이 있지만, 물체의 인식을 하고 지속적인 추적을 하기에는 계산의 복잡도가 크고 연산량이 매우 많아 실시간 추적 시스템에는 적용하기 힘들다는 단점이 있다.<sup>[4]</sup>

본 연구에서는 고정된 카메라 환경에서 입력되는 연속 영상(image sequence)내에 이동 물체가 존재할 경우 환경의 변화에도 안정적으로 추출하고 움직임을 해석하는 모델을 제시한다. 배경 모델의 구성과 움직임 영역에서 주위 화소(neighbor pixel)의 움직임을 고려하여 물체를 검출해 내고 실제 환경에서 같이 불규칙한 조도의 변화에도 적응하여 대응할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

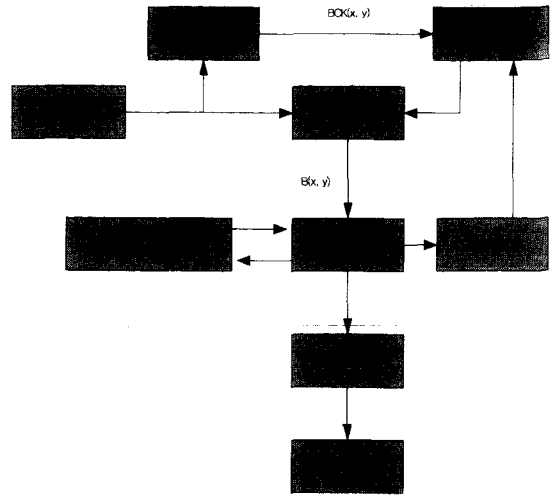


그림 1. 다중 물체 추적 알고리즘 구성도

Fig. 1. Flow-chart of multiple moving objects tracking algorithm.

그림 1의 순서도에서 보는 바와 같이 먼저 초기 배경만이 존재하는 영상에 대하여 배경 모델(background model)을 획득하고 연속 영상에서 동일 위치에서 화소 단위의 밝기 값(intensity) 변화와 주변 화소들의 변화량을 고려하여 움직임 영역을 효율적으로 추출한다. 추출된 영역의 잡음 제거를 위해 형태학적 필터(morphological filter)를 사용하였고, 8-연결 성분 표시(connected component labeling)를 하여 입력된 영상내의 움직임 영역만을 추출한다. 이전 영상에서 추출된 움직임 영역들과 비교하여 갑작스런 조도(intensity)의 변화에 의해서 일어나는 영상 전반적인 오류 검출이 발생할 경우 배경 모델을 새롭게 작성한다. 추출된 움직임 영역들에 대해 수직/수평 투영(vertical, horizontal projection)을 하여 영역 분할을 하고 좌표와 화소단위 면적을 구하여 메모리에 저장함으로써 현재 영상과 이전 영상과의 관계에 대한 정보를 용이하게 구해 제한된 구역내의 고정 카메라(static camera) 환경에서 연속 영상내의 움직임이 있는 물체들을 효율적으로 추출하고 추적할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 제안한 다중 물체 추적을 위한 효율적인 알고리즘에 대해 차례로 기술한다. III장에서는 제안한 알고리즘에 대한 모의 실험 결과와 결과에 대한 분석 및 고찰을 하며 마지막 IV장에서는 결론을 언급하였다.

## II. 다중 이동 물체 추적

### 1. 영역 추출

연속 영상에서 움직임이 있는 물체의 지속적인 검출, 정확한 좌표 그리고 연산량을 고려한 추출을 하기 위해서 먼저 배경 영상만을 가진 입력 영상으로부터 배경 모델을 획득해 낸다. 배경 모델을 가지고 연속적으로 입력되는 영상에 대하여 동일 위치의 화소 단위로 근사화 된 시간 경사(temporal derivative)를 구한다. 만약 이동 물체가 존재할 경우, 앞의 과정을 거친 결과에서 움직임이 발생한 화소를 중심으로 주위 화소에 움직임이 존재할 가능성이 많으므로 주위의 화소의 움직임 값의 변화를 고려하여 중심 화소가 이동 화소임을 결정한다.

$$B'(x, y) = |BCK(x, y) - I'(x, y)| \tau_1 \quad (1)$$

$$D_i(x, y) = \sum_{m=0}^2 \sum_{n=0}^2 (B'(x+n, y+m) - B'(x+1, y+1)) \quad (2)$$

식 (1)에서,  $BCK(x, y)$ 는 획득된 배경 모델의  $(x, y)$  위치의 화소 밝기 값이고,  $I'(x, y)$ 는 시간  $t$ 에  $(x, y)$  위치에서의 영상의 화소 밝기 값이다.  $B'(x, y)$ 는 입력 영상과 배경 모델의 영상의 밝기 값의 절대값 차( $|\cdot|$ )를 구하여 임계값  $T_1$ 을 취하여 획득한 영상을 나타낸다. 식 (2)는 식(1)을 거쳐 생성된 영상에서 중심화소와 주변의 8개의 화소 밝기 값의 전체 합  $D_i(x, y)$ 을 구한 것이다. 화소간 급격한 변화가 발생하는 상황 즉, 미세한 반사등에 의한 잡음을 고려한 것이다. 구해진 값은 다음 과정에 적용된다.

$$B_i(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{if } D_i(x, y) < T_2 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

식 (3)에서,  $B_i(x, y)$ 는 이전 과정에서 구한 영상에서 움직임 검출된 중심화소에 대해 주위 8개 화소의 변화된 밝기 값을 고려하여 결정한 중심화소 값이다. 이러한 과정을 거치면서 실제로 일어날 수 있는 미세 잡음에 대한 잡음을 제거하게 된다. 임계값  $T_1$ 은 많은 입력 영상들과의 결과 영상을 가지고 히스토그램 분석을 통하여 결정하였으며,  $T_2$ 는 고립된 화소의 동일 영역화에 사용하는 임계값을 사용하였다.

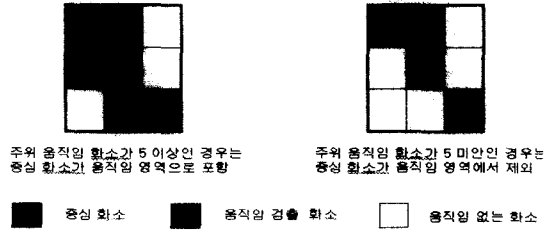


그림 2. 주변 화소의 움직임을 고려한 움직임 화소 검출  
Fig. 2. Detection of moving pixel taking account of neighbored moving pixels.

그림 2는 이전 과정에서 획득한 영상에서 움직임 검출된 중심화소에 대해 주위 8개의 화소의 변화된 밝기 값을 고려하여 중심화소를 결정하는 것을 그림으로 나타내었다. 영상내의 3x3화소에 대해서 움직임이 검출된 화소와 움직임이 없는 화소를 고려하여 중심화소를 결정하였다.

앞선 과정을 통해 구한 이진 영상(binary image)은 영상 내에 동일한 밝기 값에 의한 미세한 잡음이 발생할 수 있고 이동 물체 내에도 배경과의 밝기 값의 차이가 없는 부분이 존재하게 되어 이동 물체 영역 내에도 고립된 화소나 영역들이 발생할 수 있다. 이러한 미세 오류 검출 대한 잡음을 제거하고 고립된 화소의 동일 영역화를 시키기 위해 형태학적 필터(morphological filter)를 사용하였다.<sup>[5]</sup> 우선, 녹임 연산(erosion)을 하여 검출된 영역들에 대해 수축을 시켜 미세한 잡음을 제거했고, 불림 연산(dilation)으로 영역에 대한 확장을 하

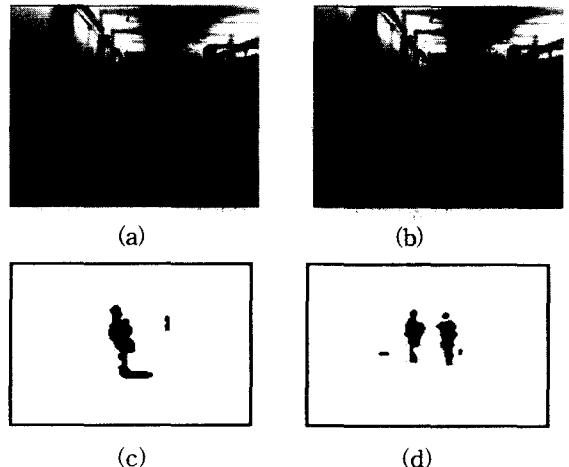


그림 3. 입력 영상과 잡음 제거 후 이진 영상  
(a), (b) 현재 입력 영상  
(c), (d) 잡음 제거 후 영상

Fig. 3. Input image and noise removed binary image.

여 이동 물체 내에 존재하는 고립된 영역을 동일 영역화 하였다.

이 과정을 거치면서 영상 전반에 걸쳐 존재할 수 있는 미세 잡음을 제거한다. 실제 환경에서 나타날 수 있는 전반적인 조도의 변화나 배경의 변화로 인해 오검출이 발생할 수 있다. 이러한 영상 전체에 영향을 미치는 변화로 인하여 검출된 영역이 영상 전반에 걸쳐 발생되면 오검출로 판단하여 배경학습을 다시 수행한다.

## 2. 영역 정의

이전 과정을 거친 영상내의 검출된 영역은 그림 3에서 보는 바와 같이 그림자에 의한 영역과 같이 잡음이 제거되지 않는 부분이 발생할 수 있다. 이러한 것은 조도(intensity)의 미세한 변화에 의해서도 민감하게 반응하기 때문인데 현실에서는 작은 빛의 반사나 나뭇잎의 흔들림 같은 작은 물체의 움직임에도 이러한 현상이 일어난다. 이러한 이동 물체가 아닌 부분에 대한 정의와 움직임 물체들의 각각의 영역들에 대해서 구분을 하고, 각 물체들에 대한 정의를 할 필요가 있다.

8-연결 성분 표시(connected component labeling)는 움직임이 검출된 화소를 만났을 경우 그 화소 주위로 움직임이 검출된 화소를 지속적으로 찾아 나가 연결되어 있는 모든 성분들을 하나의 영역으로 인식할 수 있도록 한다.<sup>[6]</sup> 잡음이 제거된 이진 영상에 대해 이러한 작업을 수행하게 되면 각각의 검출 영역들은 고유의 ID(identification)를 갖게 되며 각 검출 영역에 대해 정의가 이루어진다.

8-연결 성분 표시 알고리즘을 단계별 보면,

- Step1. 현재 프레임에서 검출된 움직임 에너지를 갖는 화소를 검색한다.
- Step2. 검색된 화소로부터 이웃한 8개의 화소에 성분 표시가 되어 있지 않은 부분을 찾고, 그곳에 새로운 성분 표시를 한다.
- Step3. 반복적으로 이웃한 연결된 모든 화소에 성분 표시를 한다.
- Step4. 연결된 모든 화소에 성분 표시가 되었으면 중지한다.
- Step5. Step1으로 돌아간다.

위 단계에서, 잡음제거를 거친 영상에 화소 값을 검색하여 움직임 에너지를 갖는 화소를 검색한다. 검색된 화소로부터 주위의 연결된 모든 화소를 성분 표시를

각 영역별로 하게 된다. 검출된 영역에 대해 움직임이 화소들 주위에 모든 연결된 화소들을 성분 표시가 이뤄진 후, 연결된 화소가 더 이상 없을 경우 다음 영역에 대하여 같은 과정을 수행한다. 이러한 연결 성분 표시가 영상 전반에 걸쳐 수행되고 나면 영상 내에 존재하는 모든 영역들에 대한 성분 표시가 이루어지고, 이 결과 움직임이 발생된 영역들은 각각의 다른 영역으로 구별된다. 또, 각 영역들은 고유의 ID를 갖게 되며 이것을 이용하여 각 영역을 정의 할 수 있다.

그림 4는 영상에 존재하는 영역에 대하여 8-연결 성분 표시에 대해서 나타내었다. 그림과 같이 y자 모양이나 꺾여 있는 영역에 대해서도 고유의 ID를 갖는 것을 볼 수 있다. 현재 영상에 존재하는 움직임 영역들에 대해 연결 표시가 수행된 다음 고유의 ID를 가지고 각각의 영역들에 대한 화소단위면적을 구한다. 이것은 전체적인 밝기의 급격한 변화나 배경의 변화로 인해 오검출이 발생할 수 있으므로, 이러한 전반적인 영상의 변화에 대응하기 위해서 이전 영상에서 구해진 영역들의 화소단위면적과 현재의 화소단위면적을 비교하여 배경 모델의 변화 여부를 유추할 수 있다.

만일, 영역의 면적에 과도한 변화가 발생한 경우, 예측하지 못한 변화가 발생된 것이므로, 새롭게 배경 모델을 구성하여 처음 과정부터 수행하게 된다. 그리고 검출되는 이동 물체의 크기를 제한하여 발생 가능한 오검출 영역에 대해 분류해 내고 제거한다.

위의 과정을 거치면서 환경에 변화에 대해 적응성을

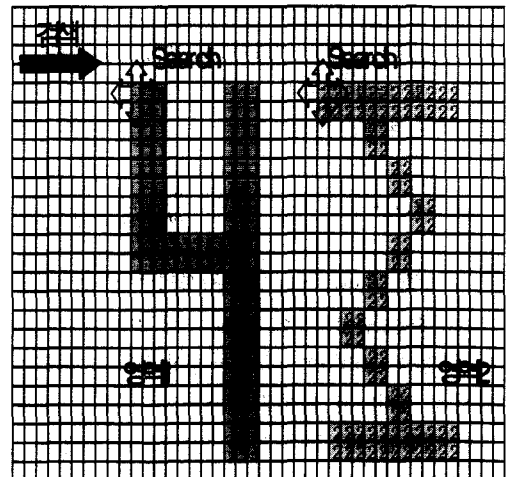


그림 4. 8-연결 성분  
Fig. 4. 8-connected components.

가지고 배경의 변화에 대해서도 검출을 할 수 있다. 또한 일정 시간 사이 움직임 영역이 검출되지 않을 때, 배경 모델을 재구성하여 적용함으로써 실제 환경에서의 점진적인 조도의 변화에 대응할 수 있게 된다.

3. 영역 분할 및 좌표 정의

이전 과정을 거친 영상내의 검출된 영역들은 움직임 영역으로 결정되고 이 영역들에 대하여 영역분할 및 좌표정의를 수행하게 된다. 현재까지의 과정을 거친 영상에 대해 가로 투영(horizontal projection)과 세로 투영(vertical projection)을 수행하여 각각의 영역의 좌표를 유추해 낼 수 있다. 먼저 영상에 대해 세로축 투영을 하여 각각의 영역에 표시되어 있는 고유의 ID를 이용하여 x축의 좌표를 얻어낸다. 다시 가로축 투영을 하여 각각의 영역에 표시되어 있는 고유의 ID를 이용하여 세로축 투영에서 구한 영역들에 대해 y축의 좌표를 얻어낸다. 이렇게 영상에 존재하는 영역들에 대해 투영을 수행하면서 표시된 고유의 ID를 찾아내어 각 물체에 대한 좌표를 정의한다.<sup>[8]</sup> 결과적으로 얻어낸 좌표 값을 이용하여 중심점을 구하고 또 이 중심점에 따라 시간적인 이동 물체의 궤적을 추적할 수 있게 된다.

그림 5는 수직, 수평 투영에 대해 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이, 현재 입력된 영상에 대해 이전까지의 과정을 거쳐 추출한 영역에 대해 수직 투영을 수행한다. 수직 투영을 할 때, 영역의 x좌표 상의 시작점과 끝점을 구하고, 이 x좌표 구역 내에 대해 수평 투영을 하게 되면 y좌표 상의 시작점과 끝점을 구할 수 있다. 이전의 과정에서 추출된 영역에는 고유의 ID를 가지고 있으므로 다수의 물체가 존재하는 경우에도 각각의 물체 영역에 대해 개별적으로 처리해 줄 수 있다.

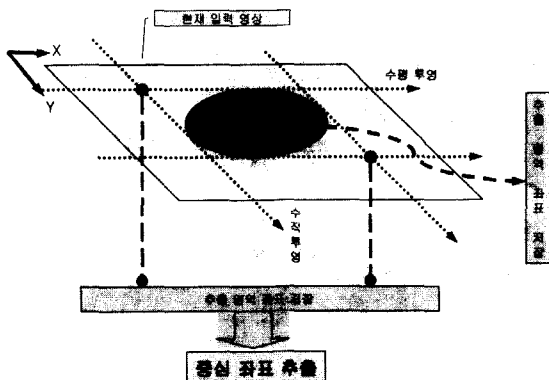


그림 5. 수직, 수평 투영  
Fig. 5. Vertical and horizontal projection.

이러한 과정을 거쳐 x와 y의 좌표를 구해내고 각각의 영역에 대해 좌표에 대한 중심 좌표를 구해 낼 수 있다. 이러한 좌표와 중심 좌표를 구하여, 입력 영상에서의 이동 물체에 시간적 추적을 행할 수 있다.

먼저 세로축 투영을 정의하면

$$Proj_v[x] = \sum_{y=0}^{max} LB_i(x, y) \quad (4)$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{물체 영역,} \\ \text{배경 영역,} \end{array} \begin{array}{l} \text{if } Proj_v[y] \neq 0 \\ \text{otherwise} \end{array} \right)$$

이어서, 가로축 투영을 정의하면

$$Proj_h[y] = \sum_{x=0}^{max} LB_i(x, y) \quad (5)$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{물체 영역,} \\ \text{배경 영역,} \end{array} \begin{array}{l} \text{if } Proj_h[x] \neq 0 \\ \text{otherwise} \end{array} \right)$$

식 (4), 식 (5)에서,  $Proj_v[y]$ 는 영상의 세로축을 투영 후 움직임 화소에 대한 값을 저장할 메모리이고  $Proj_h[x]$ 는 가로축 투영 후 움직임 화소에 대한 값을 저장할 메모리이다. 이때, 메모리에 연결 성분 표시된 움직임 화소의 값이 입력된 곳은 이동물체가 존재하는 영역이 되고, 시작 지점이 영상 좌표 x축 상에 이동 물체의 시작 지점이 되며, 끝나는 지점이 이동 물체의 끝나는 좌표가 된다. 위와 같은 과정을 연결 성분 표시된 각각의 이동물체에 대해 영상 전역에 대해 시행하면 메모리에 저장된 값들에 의해 각각의 표시 영역은 차례로 좌표를 구할 수가 있고, 이동 물체의 각각의 면적을 도출할 수 있다.

III. 모의 실험 결과 및 분석

1. 실험 환경

실험에는 인텔(Intel) 펜티엄 셀러론 400MHz의 CPU와 64Mbytes의 메모리가 장착된 개인용 컴퓨터를 사용하였으며, Windows 2000 Professional 운영체제에 Visual C++ 6.0 개발툴을 사용하였다. 실험의 신뢰도를 높이기 위해 각 실험영상은 직접 획득한 연속 영상을 사용하였다. 고정된 CCD 카메라에 초당 30프레임의 비율로 입력되는 320 x 240, 256 레벨 조도를 가지는 연속 영상을 취득하여 성능을 모의 실험하였다.

2. 결과 및 분석

물체를 검출하기 위한 일반적인 방법으로는 그림에

서 보는 바와 같이 시공간 미분이 취해지면 이전에 물체가 있었던 부분이 현재에서는 움직임이 발생 것으로 나타난다. 시공간 미분을 하여 움직임 에너지가 발생하지 않는 영상을 배경 모델로 하여 움직임 물체를 검출해 냈을 경우, 움직임 물체만을 잘 검출하는 것을 볼 수 있다. 인접 영상의 시공간미분(spatio-temporal derivative)이나 이것을 이용한 방법은 현재 입력 영상에서 움직임이 없는 배경 영역까지 영향을 미쳐 영역 검출에 오류를 발생시킨다. 배경과 움직임 물체를 확실히 구별하기 위해서는 배경에 대한 정보를 먼저 습득하면 해결할 수 있다.

다음 그림 6은 배경 영상을 초기화하여 움직임 물체를 검출한 결과와 시간적으로 인접 영상과 시간적으로 미분을 취해 움직임 물체를 검출한 결과이다.<sup>[8]</sup>

그림 6(a)는 현재 입력된 영상이고, 그림 6(b)는 제안된 방법으로 움직임 물체를 추출한 결과이고, 그림 6(c)는 시간상 인접한 영상을 시공간미분(spatio-temporal derivative)하여 움직임이 발생된 영역을 추출해내는 방법으로 이전에 적용되어 왔다.

그림 6(c)에서 보는 바와 같이 시공간 미분이 취해지면 이전에 입력된 영상에 물체가 있었던 영역이 현재 입력 영상에서도 움직임이 발생 것으로 나타난다. 이러한 방법은 이전의 움직임 물체의 영역이 현재의 배경에서 움직임 에너지가 발생된 영역으로 나타나기 때문이다. 이 영역은 물체의 움직임이 계속됨에 따라 발생되므로 움직임 물체에 대한 정의를 내리기 힘들다. 또, 영상의 입력과 처리 속도가 있기 때문에 한 물체의 움직임이 빠를 때에는 입력 영상의 시간차에 의해 서로

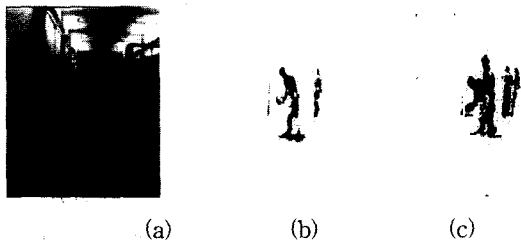


그림 6. 움직임 물체 추출  
 (a) 원 영상 (b) 배경 모델로 추출  
 (c) 인접 영상과 시공간 미분  
 Fig. 6. Extraction of Moving Objects.  
 (a) Original image  
 (b) Extraction by background model  
 (c) Extraction by spatio-temporal derivative with neighbored image

다른 두 개의 움직임 물체가 추출될 수 있다는 단점이 있다.

그림 6(b)는 제안된 방법으로 움직임 에너지가 발생하지 않는 영상들을 배경 모델로 하여 움직임 물체를 검출한 결과다. 먼저 초기화할 때, 배경에 대한 정보를 습득하여 배경 모델을 정의한다. 그 후, 정의된 배경 모델로 현재 입력 영상에 대해 시공간미분(spatio-temporal derivative)을 한다. 그러므로 움직임 물체가 현재 입력 영상에 존재하면 배경 모델을 정의하고 있으므로 움직임 물체만 추출할 수 있다. 하지만 그림자나 미세 오류가 발생할 수 있으므로 이러한 잡음을 제거하는 일련의 과정을 거치게 된다. 이러한 과정을 거

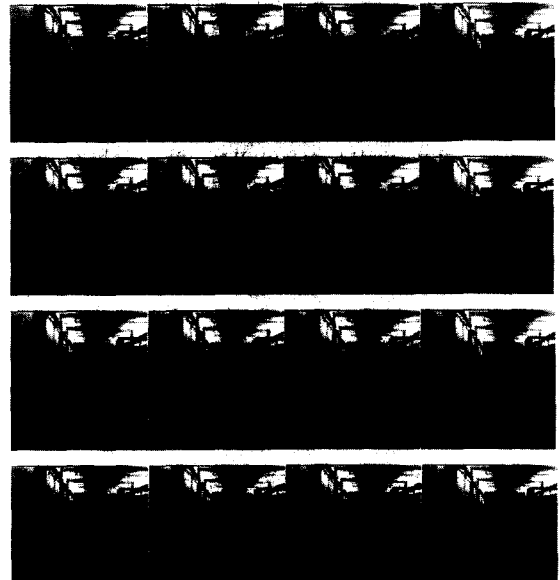


그림 7. 이동 물체 추적 결과 (Hall Monitor)  
 Fig. 7. Result of moving object tracking(Hall Monitor sequence).

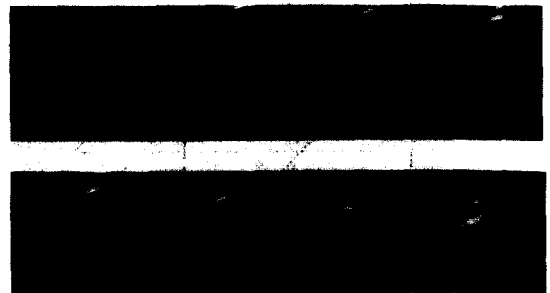


그림 8. 이동 물체 추적 결과 (Road sequence)  
 Fig. 8. Result of moving object tracking (Road sequence)

치고 움직임 영역에 대한 정의를 하여 현재 영상에서 움직임 물체의 좌표 정보까지 습득할 수 있다.

위의 그림들은 실험에 사용되어진 연속 영상(sequence image) 중 결과를 보이기 위해 취득한 Hall monitor, Road, Hall 영상들의 결과 영상 그리고 각각의 영상에 이동하는 물체의 좌표를 나타내었다. 그림 7은 Hall monitor sequence의 이동물체 추적 결과영상이다. 첫 번째 영상은 배경 모델이고 두 번째 영상부터 이동 물체가 영상에 존재한다. 이동 물체 그림자의 영향에 의해 두 물체가 하나의 물체로 인식되는 것을 방지하기 위해 세로축 투영할 때, 메모리의 최소 화소수를 설정하여 그 이하의 경우는 제거하였다. 연결되어 있지 않은 그림자 부분은 넓이에 대한 정의로 제거하였다. 결과 영상에서 볼 수 있듯이 이동 물체에 대해 지속적으로 추적하는 것을 볼 수 있다.

그림 8은 일반 도로를 배경으로 하는 Road sequence의 결과영상이다. 그림 4의 Hall 연속 영상과 마찬가지로 이동 물체에 대해 지속적으로 추적하는 것을 볼 수 있다. 그림에서 보는 바와 같이 38 프레임부터 우측 상단부에 사람이 나타나기 시작했다. 이것은 영역에 대한 정의과정을 거치면서 작은 영역에 대해 제거하는 과정에 의해 이 부분은 잡음으로 처리되었다. 그러나 영역 정의과정에서 이동 물체에 대한 넓이에 대해서 재 정의가 가능하므로 주어진 상황에 따라 적용 할 수 있도록 하였다.

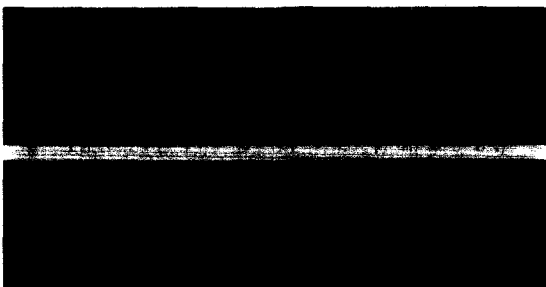


그림 9. 이동 물체 추적 결과 (Hall sequence)  
Fig. 9. Result of moving object tracking(Hall sequence).

그림 9는 조도가 낮은 실내 복도를 배경으로 하는 Hall sequence에 대한 결과영상이다. 영상에서 사람의 머리까지 잡히지 않은 것은 가로축 투영 시 최소 화소수 미만인 부분이기 때문에 제거되었다. 그리고 바닥에 비친 그림자의 영향을 받아 그 부분까지 영역으로 잡

힌 것을 볼 수 있다. 그러나 전반적으로 낮은 조도 하에서도 이동물체에 대한 추적이 잘된 것을 볼 수 있다.

다음은 위의 결과 영상들에서 영상내의 이동 물체들에 대한 좌표 결과 값들이다.

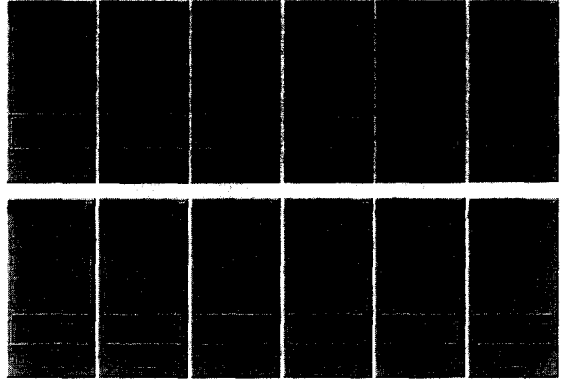


그림 10. 이동물체에 대한 좌표(Hall Monitor 시퀀스)  
Fig. 10. Coordinates of moving object(Hall Monitor sequence).

그림 10은 Hall monitor sequence 내의 이동 물체에 대한 좌표를 나타낸 것이다. 그림에서 L.T와 R.B.는 각각 이동 물체의 좌측 상단부와 우측 하단부의 x, y 좌표 값을 나타낸 것이다. 그리고 Area는 이동 물체 영역에 대한 화소단위 넓이를 나타내고 C.P.는 중심점을 나타낸 것이다. 119 프레임부터 235프레임까지는 두 개의 이동 물체가 존재하므로 각각의 이동 물체 좌표를 a와 b로 나타내었다. 이 좌표의 의해 각 이동 물체들의 궤적을 추적 할 수 있다.

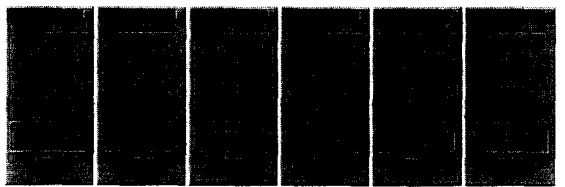


그림 11. 이동물체에 대한 좌표(Road sequence)  
Fig. 11. Coordinates of moving object(Road sequence).

그림 11은 Road sequence의 이동 물체에 대한 좌표를 나타낸 것이다. 일반적으로 실내보다는 실외의 조도가 여러 가지 요인-바람에 의한 흔들림, 빛의 반사, 구름에 의한 조도 변화-에 의해 불규칙하게 나타난다. 본 실험의 신뢰성을 입증하기 위해 실외에서 조도의 변화가 불규칙한 환경에서도 이동 물체의 추적이 되는지

실험해 보았다. 그 결과 위 그림과 같이 이동 물체에 대한 좌표 추적이 실외 환경에서도 지속적으로 수행되는 것을 볼 수 있다. 각각의 parameter들은 그림 10과 같은 구성으로 이루어져 있다. 되는지

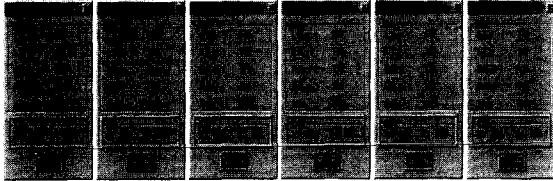


그림 12. 이동물체에 대한 좌표(Hall 시퀀스)  
Fig. 12. Coordinates of moving object(Hall sequence).

그림 12는 조도가 낮은 복도 영상인 Hall sequence의 이동 물체에 대한 좌표를 나타낸 것이다. 이러한 상황에서 이동 물체의 추적은 이동 물체 영역의 조도의 변화가 크게 일어나지 않기 때문에, 배경화면과의 분리가 쉽지 않은 점이 있다. 하지만 그림 10에서 보는 바와 같이 머리카 다리가 겹쳐진 부분을 제외하고는 이동 물체 영역을 검출한 것을 볼 수 있다. 각각의 parameter들은 그림 10과 같은 구성으로 이루어져 있다.

위의 그림 10, 그림 11 그리고 그림 12에서 보는 바와 같이 좌표, 영역의 넓이 그리고 중심점을 도출할 수 있었다. 앞에서 구해진 중심점들의 이동을 다음 그래프로 나타내었다.

그림 13, 그림 14 그리고 그림 15는 각각 Hall monitor, Road 그리고 Hall sequence에 대한 이동 물체의 중심점의 이동 궤적을 나타낸 그래프이다. 그림 12에서는 영상에 두 개의 이동 물체가 존재하므로 각각의 물체에 따라 궤적이 나타난 것을 볼 수 있다. 초기부터 존재하는 물체를 추적한 그래프의 선분의 좌표를 마름모꼴로 나타내었고, 그 후에 나타난 물체를 추적한 그래프의 선분의 좌표를 사각형으로 나타내었다.

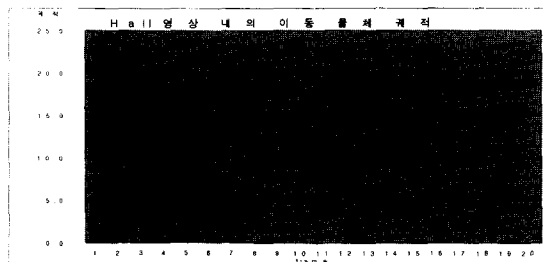


그림 13. 이동물체 궤적 (Hall Monitor 시퀀스)  
Fig. 13. Trace of moving object(Hall monitor sequence).

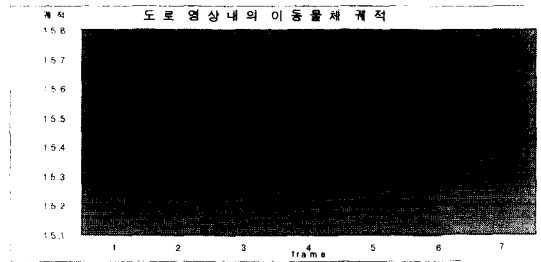


그림 14. 이동 물체 궤적 (Road 시퀀스)  
Fig. 14. Trace of moving object(Road sequence).

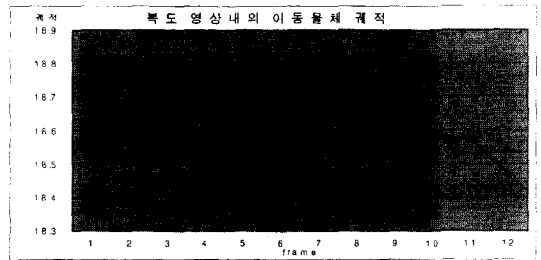


그림 15. 이동 물체 궤적 (Hall 시퀀스)  
Fig. 15. Trace of moving object(Hall sequence).

좌표는 영상의 가로와 세로 좌표의 SQRT 값을 취하여 나타내었다. 이 그래프를 보고 영상에 존재하는 이동 물체에 대한 시간적인 이동상황 및 크기 등을 알 수 있고, 이동 물체에 대한 추적을 할 수 있다.

#### IV. 결 론

본 연구는 개인용 컴퓨터 환경에서, 최근 여러 분야에 응용되고 있는 주목받고 있는 분야로서 다중 이동 물체 추적의 알고리즘에 대해 설계하고 구현하여 동작을 검증하였다. 구현된 다중 물체 추적 시스템은 물체 추적의 기본 구조를 설계하고 주요 기능을 검토해 볼 수 있는 모델을 제시하고, 물체 추적 및 인식 기술의 발전 가능성에 대해 검토해 보았다는 점에서 큰 의미를 가지고 있다. 본 연구의 주된 목표는, 한된 구역 내에 고정된 감시 카메라를 통해 입력된 영상 데이터에 대해 움직임이 있는 물체를 검출하고 추적하는 것이 목적이다. 이 알고리즘은 주위 화소들의 변화를 고려하여 움직임 화소를 추출하여 움직임이 많은 영역의 화소들이 주위로 확장되어 물체를 획득하였고 실제로 발생할 수 있는 상황들을 고려하여 환경 변화에 적응할 수 있도록 하였다. 이러한 적용을 하여 실제 이동 물체를 추적할 수 있었고, 영상내의 이동 물체의 좌표를 구



하여 물체의 추적 궤적을 유추해낼 수 있었다.

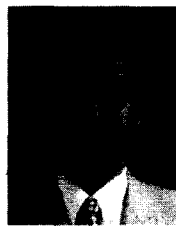
참 고 문 헌

- [1] R. Chellappa, C. Wilson, and S.Sirohey, "Human and machine recognition of faces: A survey," *Proc. IEEE*, Vol. 83, pp. 705~740, May 1995.
- [2] S.M. Smith, "ASSET-2: Real-Time Motion Segmentation and Object Tracking," *Defense Research Agency Technical Report-95SMS2*, pp. 1~25, 1995.
- [3] G.L. Foresti, "Real-Time Detection of Multiple Moving Objects in Complex Image Sequences," *International Journal of Imaging Systems & Technology*, Vol. 10, No. 4, pp. 305~317, Aug. 1999.
- [4] G.L. Foresti, "Object Recognition and Tracking for Remote Video Surveillance," *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology*, pp. 1045~1062, Vol. 9, No. 7, Oct. 1999.
- [5] 방진, 유지상, "시공간 정보를 이용한 영상 시퀀스의 영역화," *한국통신학회 논문지*, 제23권 1호, pp. 52~59, 1998년 1월
- [6] Ioannis Pitas, *Digital Image Processing Algorithms and Applications*, Addison-Wesley publishing Co., 2000.
- [7] R.C. Gonzalesz and R.E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice-Hall Inc., 1998.
- [8] Agbinya JI, Rees D, "Muti-Object Tracking in video," *Real-Time Imaging*, Vol. 5, No. 5, pp. 295~304, Oct. 1999.

저 자 소 개



吳 政 元(正會員)  
 1997년 광운대 전자공학과 졸업(공학사) 1997~1999년 (주) 동부전자.  
 1999~2001 광운대 전자공학과 졸업(석사). 2001~현재 (주) 팬택 중앙 연구소 재직중. <주관심분야 : Image recognition & object detection>



劉 智 相(正會員)  
 1985년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1987년 2월 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1993년 5월 미국 Purdue 대학교 전기공학과 졸업(Ph.D.). 1993년 5월~1993년 9월 Purdue 대학교 전기공학과 연구원. 1993년 9월~1994년 8월 현대전자산업(주) 산전연구소 선임연구원. 1994년 9월~1997년 8월 한림대학교 전자공학과 조교수. 1997년 9월~현재 광운대학교 전자공학과 부교수. <주관심분야 : 웨이블릿 기반 영상처리, 영상압축, 비선형 디지털 필터, 컴퓨터 비전 및 그래픽스>