

# 움직임 벡터를 이용한 사람 활동성 분석

김선우\*, 최연성\*, 양해권\*

\*군산대학교 정보통신공학과

## Analysis of Human Activity Using Motion Vector

Sun-Woo Kim\*, Yeon-Sung Choi\*, Hae-Kwon Yang\*

Dept. of Telecommunications Eng., Kunsan National University

E-Mail : ssuny@kunsan.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 실시간 감시 시스템에서 녹화 도중에 검출된 움직임 벡터를 이용하여 사람의 활동을 인식하고 분석하고자 한다. 전경에서 블랍(사람)을 검출하는 방법은 기존에 연구했던 차 영상을 이용하였고, MPEG-4 동영상 녹화 시 EPZS(Enhanced Predictive Zonal Search)에서 검출되는 움직임 벡터의 값을 이용하였다.

본 논문에서는 사람의 행동을 크게 세 가지의 {Active, Inactive}, {Moving, Non-moving}, {Walking, Running} 메타 클래스로 분류하고 인식하였다. 각 단계에서는 단계별 임계값을 이용하여 구분하였다. 실험을 위해서 약 150개의 상황을 연출하였으며, 실험 영상에서 각 단계를 구분하는데 약 86% ~ 98% 까지의 높은 인식률을 보였다.

### Abstract

In this paper, We proposed the method of recognition and analysis of human activities using Motion vector in real-time surveillance system. We employ subtraction image techniques to detect blob(human) in the foreground. When MPEG-4 video recording EPZS(Enhanced Predicted Zonal Search) is detected the values of motion vectors were used.

In this paper, the activities of human recognize and classified such as meta-classes like this {Active, Inactive}, {Moving, Non-moving}, {Walking, Running}. Each step was separated using a step-by-step threshold values. We created approximately 150 conditions for the simulation. As a result, We showed a high success rate about 86~98% to distinguish each steps in simulation image

### 키워드

실시간 감시 시스템, 사람 행동 인식, 사람 행동 분석, 움직임 벡터, EPZS

### 1. 서론

최근 지능형 감시 시스템을 위한 사람의 행동 또는 움직임을 분석하고 인식하는 분야는 컴퓨터 비전과 영상처리 분야에서 가장 활발하게 연구되고 있는 분야 중 하나이다. 인간의 움직임은 상세하게 다른 레벨로 고려될 수 있다. 대부분의 시스템들은 사람 움직임 분석을 수행하는데 있어서 사람을 검출하고 추적, 행동을 분류, 행동 인식 및 해석, 그리고 사람 식별과 같은 일반적이고 공통적인 방법들을 제시한다.

최근 지능형 감시 시스템에서는 사람, 사물, 차량 등을 구분하여 검출해 내는 것 뿐만 아니라 사람의 행동을 인식하여 그 사람이 어떠한 행위를 하고 있는지에 많은 관심을 가지고 연구

를 하고 있다. 만약 어떤 사람의 안전을 위협하는 비정상적인 행동들을 하고 있는 경우에, 그러한 상황들이 즉각 검출되어 관리자에게 통보가 된다면 사람들의 안전에 많은 도움이 될 것이다.

사람의 행동 및 동작을 인식하는 방법은 크게 실루엣을 이용하는 방법과 2D/3D 모델을 이용하는 방법 등이 있다. 전자의 경우 실루엣 자체의 특성상 두 개의 블랍(사람)이 겹쳐지는 경우에 대한 문제점과 정확성에 약간 문제가 있고, 후자의 경우 연산량이 많고 복잡하다는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 실시간 감시 시스템에 적용이 가능하게 하기 위해서 최대한 추가적인 계산과 복잡성이 없는 동영상 녹화 시에 얻어지는 움직임 벡터를 이용하여 사람이 행동을 인식

하고 분석하는 방법을 제안한다.

행동을 인식하기 위해서 가장 중요한 것은 배경으로부터 블랍(사람 또는 물체)를 얼마나 정확하게 추출해내느냐는 것이다. 본 논문에서는 기존에 연구했던 가중치 차 영상과 움직임 벡터를 이용하여 두드러진 움직임 정보를 검출하는 기법을 이용하였다.[1] [2]

본 논문에서는 사람의 행동을 크게 세 가지 {Active, Inactive}, {Moving, Non-moving}, {Walking, Running} 의 경우로 제한하고 연구를 하였다. 각 단계별로 구분하기 위해 특징 파라미터들을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 움직임 벡터를 추출하는 방법에 대해서 설명하고, 3장에서는 움직임 벡터를 이용하여 사람의 활동성을 분석하는 방법을 제시하고, 4장에서는 결론을 맺는다.

## II. 움직임 벡터 추출

움직임 벡터는 많은 부분에서 여러 용도로 사용되고 있는 중요한 정보이다.

본 논문에서는 MPEG-4 (ffmpeg)로 동영상 압축을 코딩을 이용하였고, 소스에 포함되어져 있는 EPZS(Enhanced Predictive Zonal Search) 함수에서 나오는 움직임 벡터의 값을 활용하여 사용하기 때문에 추가적으로 복잡한 연산이 필요하지 않는다.

아래 그림은 실제 움직임 벡터를 추출하기 위한 EPZS 함수의 파라미터들이다.[3]

```
simpleme_epzs_motion_search(s, 0, &mx, &my, P, pred_x, pred_y, rel_xmin, rel_ymin, rel_xmax, rel_ymax, s->p_mv_table, (1<<16)>>shift, mv_penalty);
```

그림 1. EPZS 함수

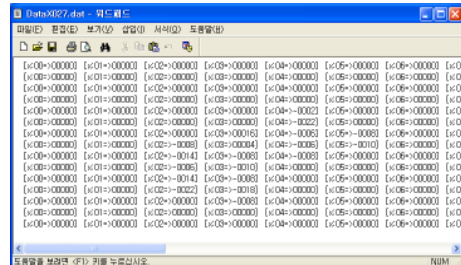
이 함수에서 사용되는 것은 mx와 my로 x와 y에 대한 움직임 벡터의 값이다.

그림 2는 x축의 벡터 값들을 보여준다. 이러한 값들을 이용하여 움직임 벡터의 값들을 계산하고 방향성을 측정해 낸다. f\_code를 3으로 주었기 때문에 벡터 값들은 [-32~32]까지의 분포를 가진다.

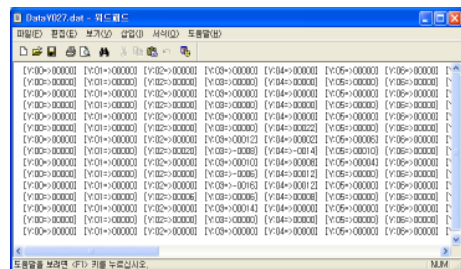
녹화되는 영상의 해상도가 352×240의 크기이고, 16×16 블록에 대한 움직임 벡터 값을 추출하기 때문에 X와 Y의 움직임 벡터는 22(X축), 15(Y축)개의 곱인 총 330개의 벡터 값이 나온다. 이때 저장되는 변수를 psMVz라 하면 psMVz[X][Y]의 이중 배열 형태로 나타낼 수 있다. 여기에서 psMVz의 식은 식 (1)과 같다.

$$psMV_z = \sqrt{MV_x^2 + MV_y^2} \quad (1)$$

그림 2는 x축과 y축 방향에서 움직이는 움직임 벡터의 실제 값을 나타낸 것이다. 여기에서 볼수 있듯이 실제 움직이는 부분에만 움직임 벡터의 값이 나타나는 것을 알 수 있다. 이렇게 추출된 값들을 이용하여 다음 장에서 사람의 행동을 판단하게 된다.



a) x축 움직임 벡터의 값



b) y축 움직임 벡터의 값

그림 2. 움직임 벡터의 추출 값

## III. 사람 행동 분류 시스템



그림 3. 4단계 분류기 구조

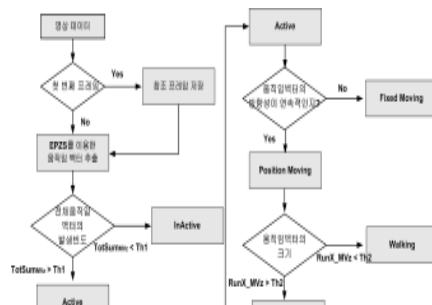


그림 4. 사람 행동 분류 흐름도

그림 3은 4단계 분류기의 구조를 나타낸 것이다. 하지만 본 논문에서는 움직임 벡터만을 이용하여 처리할 수 있는 3단계 까지를 실험하며 그것에 대해서만 설명할 것이다.

먼저 배경에서 물체가 분류되고 난 후 사람이 움직이고 있는가? 그렇지 않느냐를 먼저 따진다. 사람의 움직임이 없다면 행동을 인식할 필요가 없기 때문에 제외를 시킨다.

그림 4는 움직임 벡터를 이용하여 사람의 행동을 분류하는 시스템의 흐름도이다.

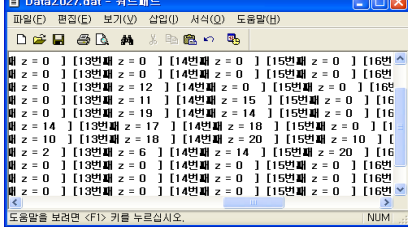
1단계에서는 {Active, InActive}를 판단하기 위해서 전체 움직임 벡터의 발생 빈도를 검사한다. 전경 물체가 특정 임계값 이상의 움직임을 발생했다면 이것은 사람이 움직이고 있다는 것으로 활동적이라고 표시할 수 있다. 즉, psMVz가 0보다 큰 값을 검사하여 특정 임계값 이상의 움직임 벡터가 검출되었다면 Active라고 판단하고 다음 단계로 넘어가게 된다.

그렇지 않은 경우 어떤 행동이 없는 정지되어 있는 물체로 판단하고 배경으로 속하게 될 물체라 판단하고 고려하지 않는다.

여기서 TotSum<sub>mvz</sub>는 MVz가 0보다 큰 경우의 총 합을 나타낸다. 이 단계의 임계값 TH1은 유동적으로 판단할 수 있지만 최소 3 이상의 값을 주어야 한다. 이 단계에서는 단지 활동적이냐 그렇지 않느냐만 판단하는 것이다.



a) Inactive 한 경우    b) Active 한 경우



c) b)의 움직임 벡터 값의 예

그림 5. 1단계의 움직임 벡터와 벡터 값의 예

2단계에서는 1단계 분류에서 활동적이라고 판단된 전경 물체에 대해서 {Position Moving, Fixed Moving}을 분류한다. 이 단계에서는 움직임 벡터의 방향성을 검사한다.

MVz값의 분포가 위/아래/오른쪽/왼쪽에서 연속하게 나타나는지를 체크한다. 예를 들어 값의 분포가 오른쪽에서 왼쪽으로 3이상의 값이 연속해서 두 개에서 세 개 이상 발생한다면 이것은 사람이 걷거나 뛰고 있다는 Position Moving(위치가 이동하고 있다는 것)으로 판단한다. 그렇지 않으면 Fixed Moving(위치는 이동하지 않고 단지 움직이는 것)으로 판단한다.



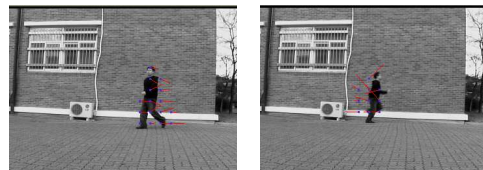
a) Fixed Moving의 예



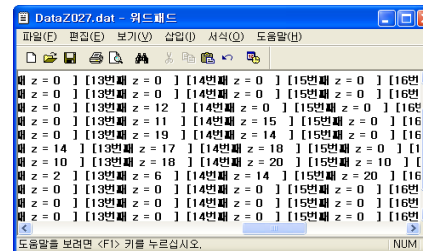
b) Position Moving의 예

그림 6. 2단계의 벡터 값의 예

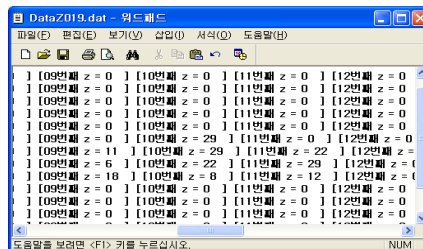
그림 6의 a)는 이동하고 있다가 거의 정지하는 상황으로 거의 모든 위치에서 값이 나오지 않고 세 군데에서 2로 나오고 한 곳에서 5로 값이 나오는 것을 알 수 있다. 그림 6의 b)의 6번째 열을 보면 12번째 행부터 Z의 값이 14→17→18, 7번째 열을 보면 10→18→20→10으로 연속적으로 움직임의 값이 나나는 것을 알 수 있다.



a) 걷는 영상    b) 뛰는 영상



c) 걷는 상황의 움직임 벡터



d) 뛰는 상황의 움직임 벡터

그림 7. 3단계의 벡터 값의 예

3단계에서는 2단계 분류에서 Position Moving으로 판단된 물체에 대해서 {Walking, Running}을 분류하는 것으로, 움직임 벡터의 크기를 검사하여 이용한다. MVz 값의 크기가 20 이상의 수가 많은 경우를 검사한다. 걸어가고 있는 사람의 경우에는 움직임 벡터의 크기가 길게 나오지 않는다. 반면 뛰어가는 사람의 경우에는 움직임 벡터의 크기가 길게 나온다. 이러한 특성을 이용하여 분류한다.

위의 그림 7에서 보듯이 걷는 상황에서는 값이 20 이상 나오지 않는다. 하지만 뛰는 상황에서는 대부분이 20 이상의 값이 나온다.

이러한 방식으로 차분하게 사람의 행동을 판단한다. 1단계[Active] → 2단계[Position Moving] → 3단계[Walking]으로 단계별로 판단이 이루어진다.

#### IV. 실험 및 결론

본 논문에서 프로그램은 VC++ 6.0으로 구현하였으며, 윈도우 계열의 OS에서 352×240 해상도의 그레이-스케일 이미지에 대해서 동작한다. 다양한 환경에서 실험을 하였으며, 총 150개의 상황을 실험을 위해서 연출하였다. 이들 중에서 중복되는 상황들이 실험을 위해서 연출되기 때문에 Active 130번, Inactive 20번, Position Moving 100번, Fixed Moving 30번, Walking 50번, Running 50번의 상황이 발생되었고 이 중 두 명 이상의 사람이 다른 상황을 연출한 것은 10번 이었다. 아래 그림 8은 실제 실험에 적용된 영상의 결과이다.

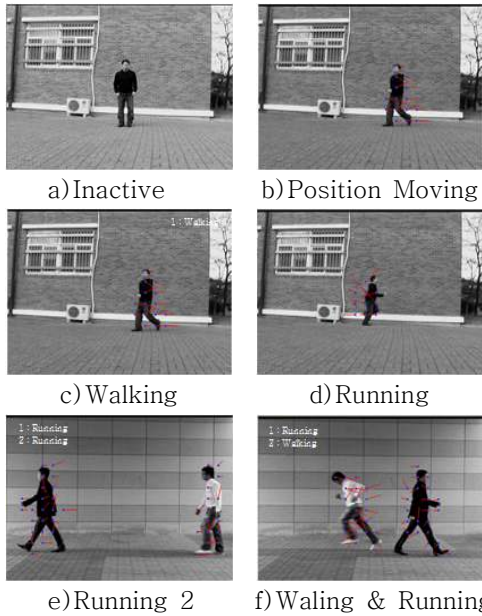


그림 8. 실험 영상

그림 8의 e)와 f)에서처럼 두 명을 실험한 결과 영상을 보면 걷는 것과 뛰고 걷는 것이 구분되는 것을 알 수 있다.

표 1. 실험 결과 표

구 분	실험 상황	성공	실패	성공률 (%)
Active	130	127	3	97.6
InActive	20	18	2	90
Position Moving	100	95	5	95
Fixed Moving	30	26	4	86.7
Walking	50	47	3	94
Running	50	46	4	92

사람이 약간 빠르게 걷는 상황 같은 경우에는 어떤 경우에는 Walking으로 판단하지 못하는 경우도 발생한다.

표 1은 실험에서의 분류 결과를 표로 나타낸 것이다. 표의 실험 결과에서 볼 수 있듯이 성공률은 86.7% ~ 97.6% 까지 나왔다.

향후 과제로는 좀 더 다양한 실험을 통하여 각 단계별로 기준이 되는 임계값을 상황에 맞게 자동으로 설정할 수 있도록 기준을 정하는 것이 필요할 것이며, 움직임 벡터에서 오동작을 일으켰을 경우 보완을 해줄 수 있는 다른 특징을 찾아 접목시키는 것이 필요하다. 또한 더 높은 수준의 사람 행동 인식에 대해서 보다 세부적인 연구가 필요하다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 김선우, 하태령, 박춘배, 최연성, “가중치 차영상과 움직임 벡터를 이용한 두드러진 움직임 정보 검출 방법”, 한국해양정보통신학회 논문지, vol.11, no.4, pp.779-785, 2007.
- [2] 박재준, 김선우, 최연성, 박춘배, 하태령, “다양한 특징 매칭을 이용한 움직이는 물체 추적 시스템에 관한 연구”, 한국해양정보통신학회 논문지, vol.11.no.4, pp.787-792, 2007.
- [3] <http://www.ffmpeg.org>