

# 동영상에서 프레임간 차를 이용한 동작인식

김형균\*, 오태석\*\*, 오무송\*  
\*조선대학교 컴퓨터공학과  
\*\*목포과학대학 정보통신과  
e-mail:multikim87@hanmail.net

## Motion Recognition by Frame Difference in Video

Hyeng-Gyun Kim\*, Teh-Seok Oh\*, Moo Song Oh\*  
\*Dept of Computer Eng. Chosun University  
\*Dept of Information-Communication Mokpo Science College

### 요약

동작 인식에 대한 기존의 연구들은 각종 장비를 이용하여 직접 측정함으로써 많은 시간과 비용을 필요로 하기 때문에, 본 연구에서는 영상처리 기술을 이용하여 작업자의 일정한 동작을 보다 효율적으로 인식할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 먼저, 작업자의 동작을 촬영한 동영상에서 프레임을 추출하고, 연속된 프레임간의 차를 기반으로 고정된 배경과 움직이는 대상을 분리한다. 다음으로, 에지 검출을 이용하여 동작의 중심 위치를 추정하여 동작을 분석할 수 있도록 하였다.

### 1. 서론

정보처리 분야의 급속한 발전에 따라 영상처리 기술을 여러 분야에서 응용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 산업분야에서도 손동작을 이용한 전자기기와 컴퓨터 제어에 관한 HCI 연구[1], 사람에게 부착한 센서를 통해 전달되는 데이터를 이용해 움직임을 인식하여 컴퓨터 애니메이션 등에 활용하는 연구[2]등이 있다. 또한, 카메라를 통해 입력되는 이미지를 분석하여 동작을 인식하거나 추적하는 시스템을 개발하는 연구[3]와 산업현장에서 제품의 상태를 모니터하여 불량을 감지하는 연구 등이 진행되고 있다.[4]

이러한 동작 인식에 대한 기존의 연구들은 산업현장에 실제 적용될 때 여러 가지 문제점들이 있다. 첫째, 동작 정보를 얻기 위해 각종 센서를 이용해야 측정 결과를 얻을 수 있다. 둘째, 동작을 인식하기 위해 연속된 프레임에서 작업자의 신체 부분에 대한 특징추출과 같은 많은 계산과정이 필요하다. 셋째, 추출된 특징 벡터에서 작업의 패턴을 인식하는 과정이 매우 어렵다. 넷째, 일정한 동작에 대해서만 인식을 수행하기 때문에, 다양한 작업에 적용하기 어렵

다.

본 연구에서는 영상처리 기술을 이용하여 작업자의 일정한 동작을 보다 효율적으로 인식할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 먼저, 작업자의 동작을 촬영한 동영상에서 프레임을 추출하고, 인접한 두 프레임 사이의 이미지 차를 사용하여, 고정된 배경과 움직이는 대상을 분리한다. 분리된 차 영상에서 에지 검출을 실시하고 지정된 위치별로 추출된 에지의 중간값을 추정하여 작업자의 동작을 분석할 수 있도록 하였다.

### 2. 관련 연구

최근 동작 인식 방법과 처리 능력의 발전으로 동작 인식에 대한 관심이 증가하고 있으며, 컴퓨터 비전 분야의 연구 방향이 정적인 이미지에서 연속적인 비디오 시퀀스로 옮겨오면서 사람의 움직임과 자세를 인식하는 것과 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다.

사람의 신체구조 분석을 통한 연구들은 일반적으로 인체의 각 부분으로 분리하는 과정, 관절 검출 및 확인 과정, 그리고 이미지 시퀀스에서 2차원으로

투영된 것을 3차원 구조로 복원하는 과정 등의 하위 수준의 처리를 필요로 한다. 이러한 처리를 통하여 사람의 움직임은 팔과 다리의 속도와 신체 각 부분의 각속도와 같은 값들로 표현된다. 이러한 연구들은 사전에 만들어진 인체 모형의 사용 여부에 따라 구분할 수 있다.[5]

정해진 구역 내에서 동작을 감시하는 시스템과 같은 경우, 관심 있는 물체의 동작만을 추적하는 것을 요구하는데, 사람의 동작을 신체 각 부분의 움직임으로 표현하기보다는 전체의 움직임으로써 표현할 때 훨씬 효율적이다.[6]

동작 인식에 관해서는 Motion-energy images (MEI)와 Motion-history images(MHI)를 사용하여 연속된 이미지 시퀀스에서의 사람의 동작을 표현하는 방법이 연구되고 있다.[7]

모멘트 기반 특징들이 MEI와 MHI에서 추출되어 인식에 사용되어진다. 이러한 방법은 template matching을 이용한 접근방법으로 분류할 수 있다.[8]

### 3. 동작 인식시스템 설계

본 연구에서 설계한 영상처리를 이용한 동작 인식 시스템의 전반적인 흐름은 그림 1과 같다.

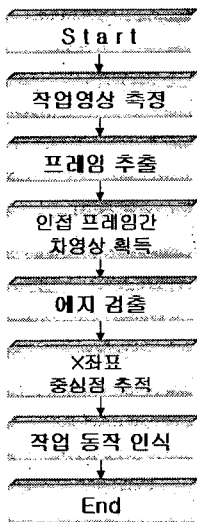


그림 1. 동작인식 시스템의 블록 다이어그램

### 4. 작업 영상 촬영과 프레임 추출

작업자의 위치정보를 사용하여 동작의 방향을 이

해하고 작업 과정을 분리하기 위해서는 작업 영상을 효과적으로 촬영하는 것이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 CCTV를 이용하여 고정된 배경에서 작업자의 동작을 측정코자 했으며, 그 대상으로 삼은 작업은 다음과 같다.

첫째, 작업방법과 작업장, 공구 등에 대해서 일정한 표준화 원칙에 따른다.

둘째, 한 작업장에 다수의 작업자가 있는 경우 작업자의 센터 추정이 어려우므로 한 명의 작업자가 작업을 수행하는 것을 원칙으로 한다.

셋째, 한 대의 고정된 CCTV를 이용하여 작업영상을 촬영하므로 작업의 범위가 큰 작업에 대해서는 효과적인 영상을 취득하기 어렵다.



그림 2. 프레임 추출 영상

그림 2는 작업자가 일정한 공간인 테이블상에서 도서를 분류하는 작업을 TIU-100A (칼라 무선 CCTV)를 이용하여 측정하면서, frame grabber를 통하여 초당 1 frame 씩을 추출한 영상이다.

### 5. 인접 프레임간의 이미지 차연산

추출된 frame에서 작업자의 동작을 인식하기 위해서는 우선, 영상에서 작업자의 동작을 분리시켜야 한다. 본 연구에서는 영상처리 분야에서 자주 사용하고 있는 이미지 차연산 (image subtraction)을 이

용하여 고정된 배경과 움직이는 대상을 분리하였다.

이미지 차연산은 인접한 두 프레임  $f(x,y)$  와  $h(x,y)$  픽셀의 차이 값으로 구하게 되는데, 이때 결과 값이 '0' 이하가 되는 것을 방지하기 위하여 다음 식과 같이 절대값을 사용했다.

$$g(x,y) = | f(x,y) - h(x,y) |$$

여기서 얻어지는 영상  $g$ 는  $f$ 와  $h$ 로부터 서로 대응되는 픽셀의 모든 쌍들 사이의 차를 계산함으로써 얻어지는데, 이 결과로 고정된 배경은 사라지고 움직이는 대상이 나타나게 된다.[9]

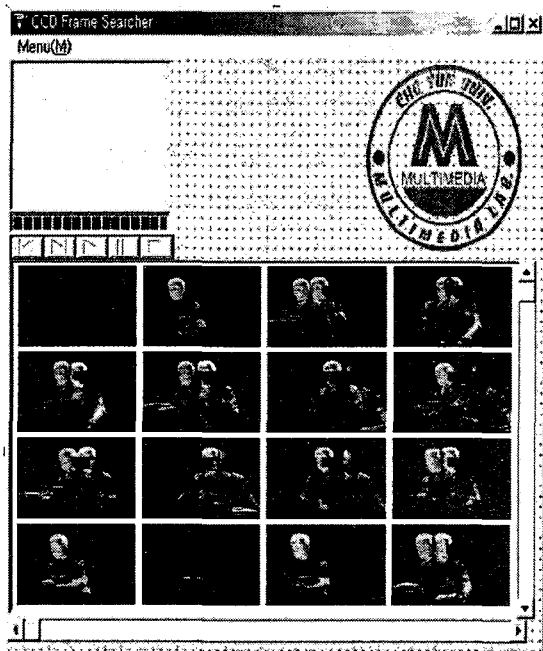


그림 3 . 프레임간의 차 영상

그림 3은 그림 2에서 추출된 프레임들간의 이미지 차연산을 수행한 결과를 보여주고 있다.

이미지 차연산을 통하여 인접한 프레임 사이에서 변화가 없는 픽셀은 검게 나타나고 변화가 발생한 픽셀은 비교적 희게 나타남으로써, 고정된 배경은 사라지고 움직이는 이미지 정보를 얻게 되었다.

#### 6. 에지 검출을 이용한 동작 인식

프레임간의 차영상을 획득한 후 작업자의 동작 방향에 대한 정보를 얻어내기 위하여 에지(edge) 검출을 이용하였다. 에지란 영상 안에서의 영역의 경계

(대상물과 배경)를 나타내는 특징으로 픽셀 밝기의 불연속적인 점을 나타낸다. 따라서, 에지는 영상 안에 있는 물체의 윤곽에 대응되며, 위치, 모양, 크기 등에 대한 정보를 알려준다.

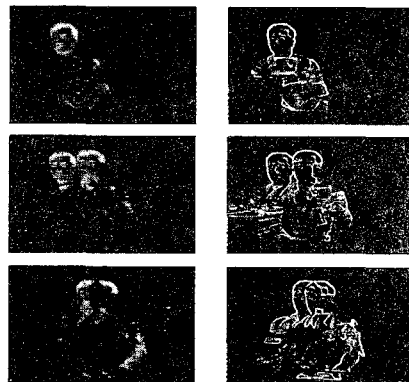
먼저 에지를 검출하여 작업자의 위치를 추정하고 인접 프레임 간의 차영상에서 작업자의 중심이 이동하는 것을 추정하여 동작을 인식하도록 하였다. 에지 검출 후 수평 방향으로의 작업 동작을 추정하기 위하여 수평·수직 에지에 민감한 프리윗(Prewitt) 마스크 기법을 이용하여 에지를 검출하였다.

1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

(a) 행 검출기 (b) 열 검출기

그림 4. 프리윗 마스크



(a) 차 영상 (b) 에지 영상

그림 5. 차 영상으로부터 에지 검출

그림 5는 프레임간의 차영상으로부터 에지를 검출한 결과를 보여주고 있다. 차영상에서 검출된 에지는 프레임 내에 존재하는 작업자의 움직임을 나타내므로 이 에지에 나타나는 픽셀들의 센터를 구하면 작업자의 동작을 분석할 수 있다.

작업자의 동작을 추정하기 위하여 그림 6과 같이 영상의 y좌표에 7개의 점(p1, p2, p3, ..., p7)을 위치시키고 각 점에서 에지를 구성하는 픽셀의 x좌표 중간값을 구하였다. 이것은 앞서 밝힌 본 연구의 작

업 대상이 수평방향 위주로 이동하기 때문이다.

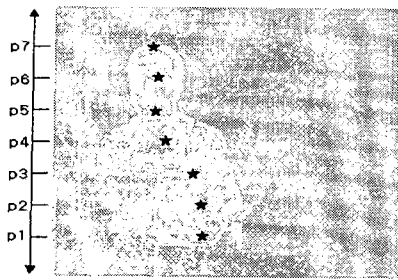


그림 6. X좌표 중심점 추적

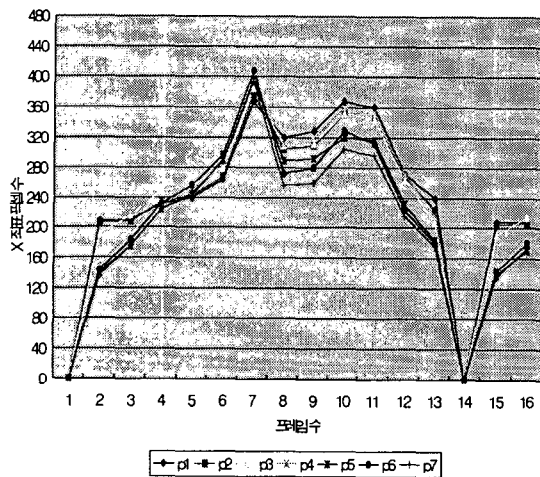


그림 7. 작업자의 동작 추적 그래프

그림 7은 작업자의 움직임을 추적한 그래프이다. X축은 프레임 번호를 나타내고 Y축은 에지 영상에서 X좌표의 픽셀 수를 나타내고 있다.

p1, p2, p3, ... , p7 위치에서 작업자의 중심이 이동되는 것을 그래프를 통해 확인할 수 있다. 2번부터 7번 프레임까지는 Y축 값이 계속 증가되는 것으로 보아 작업자의 움직임이 우측으로 이동하는 것을 확인할 수 있고, 7번에서 8번 프레임 사이에서는 잠깐 좌측으로 이동했다 다시 우측으로 이동하는 것을 확인할 수 있다. 14번에서는 Y축 값이 '0'이므로 작업자가 CCTV의 범위를 이탈한 것을 확인할 수 있다.

### 7. 결론

본 연구에서는 영상처리 기술을 이용하여 작업자의 일정한 동작을 보다 효율적으로 인식할 수 있는

시스템을 제안하였다. 작업자의 동작을 촬영한 동영상에서 프레임을 추출하고, 인접한 두 프레임사이의 이미지 차를 사용하여, 고정된 배경과 움직이는 대상을 분리한다. 분리된 차 영상에서 에지 검출을 실시하고 위치별로 에지의 중간값을 추정하여 작업자의 동작을 분석할 수 있도록 하였다.

본 연구는 앞서 기술한 제한된 환경에서의 작업을 대상으로 하였지만 보다 다양한 작업 환경으로의 확장이 필요하다고 생각된다. 이러한 연구들이 계속되어 진다면 영상처리를 이용한 보다 효과적인 동작인식 시스템의 개발이 가능하리라 생각된다.

### 참고문헌

- [1] Christopher Lee, Yangsheng Xu. "Online, Interactive Learning of Gestures for Human /Robot Interfaces", 1996 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Minneapolis, MN. vol. 4, pp 2982-2987
- [2] 정순기, 설창환, 원광연, "동작포착을 이용한 인체 동작의 생성", 한국컴퓨터그래픽스학회 논문지, 4권 제1호, 1998. 3, pp 21-29
- [3] 양윤모, "영상처리에 위한 수화 인식", KOSF 과제번호 951-0906-085-2, 한국과학재단, 1997. 4
- [4] 홍기상, "슬라브 번호 인식 장치의 개발". 제어/자동화/시스템 공학회지, 제2권, 제6호, 1996. 11
- [5] J. Aggarwal and Q. Cai, "Human Motion Analysis: A Review, Computer Vision and Image Understanding", vol. 73, no. 3, March 1999, pp 428-440
- [6] R. Jain and K. Wakimoto, "Multiple Perspective Interactive Video", in Proc. of Intl. Conf on Multimedia Computing and Systems, 1995, pp 201-211
- [7] A. F. Bobick and J. Davis, "Real-Time Recognition of Activity using Temporal Templates", in Proc. of IEEE Computer Society Workshop Applications on Computer Vision, Sarasota, FL, 1996, pp 39-42
- [8] Y. Cui and J. J. Weng, Hand Segmentation using Learning-Based Prediction and Verification for Hand Sign Recognition, in Proc IEEE CS Conf. on CVPR, Puerto Rico, 1997, pp 88-93
- [9] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley, 1992