

## 실시간 영상추적 시스템에 관한 연구

김영욱\*, 안도량, 최재근, 김지훈, 이동욱  
 동국대학교 전기공학과

### Study on a Real-Time Moving Object Tracking System

Young Wook Kim\*, Do-Rang Ahn, Jae-Guen Choi, Ji Hoon Kim, Dong-Wook Lee  
 Dept. of Electrical Engineering, Dongguk Univ.

**Abstract** - In this paper, a video tracker with a TMS320C31 DSP is designed and implemented. It is intended to work with PC through PCI Bus and can be used in real-time applications. The DSP board is capable of grabbing image data from camera, and calculating the position of a target, and tracking its movement. The tracking situation can be displayed in a monitor and displacement of the movement is fed back to pan and tilt the camera. Experimental results show that the tracker implemented here works well in real applications.

#### 1. 서 론

정보화시대라고 불리는 오늘날 우리가 접하게 되는 정보는 문자, 음성, 영상 등 다양한 형태를 지니고 있다. 특히 영상의 이용은 화상전화, 화상회의 등과 같은 새로운 통신수단의 등장으로 더욱 더 광범위하게 활용될 것이다. 그러나 아직까지 영상정보는 카메라를 삶이 인위적으로 움직이기 전에는 일정한 부분을 고정적으로 맞추게 되고 이로 인해 목적하는 영상이 카메라의 가시범위를 벗어나게 되면 비추기가 어려워진다. 그래서 물체를 지속적으로 추적할 수 있는 영상추적시스템이 필요하다. 영상 추적 시스템은 카메라와 같은 영상획득 장치로부터 입력된 영상신호를 해석하여 추적하고자 하는 물체에 대한 정보를 추출하고 그 물체의 이동정보를 검출하여 지속적으로 물체를 추적해 나가는 것이다. 영상 추적 시스템은 생산관리와 같은 산업분야뿐만 아니라 무인경비, 화상통신 등과 같은 다양한 분야에 이용될 수 있다.

영상을 추적하는 알고리즘에는 중심점 추적 방법 [1-6]과 상관 추적 방법 [1-3] 등이 있는데 중심점 추적 방법은 입력된 영상의 밝기 정보로부터 추적할 물체를 추출하고 추출된 이동물체 영역의 중심점을 구한 후 그 중심점의 이동을 통하여 물체의 움직임을 추정하는 것으로, 비교적 연산량이 적어 실시간 처리가 용이하다. 상관 추적 방법은 현재의 입력된 프레임에 추적물체의 창을 설정하고 다음 프레임에서 가장 비슷한 부분을 찾는 방법으로 특징이 되는 부분을 정확히 추출하면 간단히 이동물체의 움직임을 추정할 수 있다.

본 논문에서는 일반적인 추적 알고리즘을 적용할 수 있도록 영상신호 처리에 적합한 DSP를 사용하였으며, 컴퓨터와 인터페이스 할 수 있도록 PCI카드에 DSP를 장착하여 영상추적 시스템을 구현하였다. 구현된 영상추적기는 제작된 영상을 입력받고, 처리하는 DSP보드를 중심으로 카메라와 모니터 그리고 물체의 이동을 계속 추적 할 수 있도록 카메라를 회전시킬 수 있는 카메라 구동부로 구성되었다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 영상 추적 알고리즘

물체의 움직임을 추적하는 방법은 크게 상관 추적방법과 중심점 추적 방법으로 나눌 수 있다. 상관추적방법은 현재 프레임에서 물체를 둘러싸는 영역을 정하고 다음 프레임에서 이 영역과 가장 유사한 영역을 찾는 방법이다. 이 때 다음 프레임의 전체를 검색 할 수 없기 때문에 물체의 움직임을 고려하여 적당한 검색영역을 잡고 상관도를 계산하는 것이 일반적이다. 중심점 추적방법은 영상에서 일정한 문턱치를 계산한 후 배경과 물체를 분리한 후에 추적하는 방법이다.

##### 2.1.1 BMA 추적 방법

BMA(Block Matching Alogrithm) 추정 방법은 일정 블록의 밝기 신호를 이용하여 현재 입력 영상이 다음 프레임 내에서 어느 블록과 가장 비슷한가를 찾는 것이다. 이 때 앞의 영상 전체를 찾을 수 없으므로 그림 1에서와 같이 추적하고자 하는 물체를 중심으로 하는 추적창을 설정하고 프레임 내의 일정 범위를 잡고 그 범위 내에서만 각 화소 값 차이의 절대값 또는 차이의 제곱 등을 모두 더하여 그 값이 가장 작은 위치를 이동 벡터로 하는 것이다. 일반적인 움직임 추정용 식으로 나타내면 다음 식과 같다.

$$I_n(x, y) = I_{n-1}(f(x, y), g(x, y)) \quad (1)$$

여기에서  $I_n(x, y)$ 는  $(x, y)$  위치에서  $n$  번째 프레임의 밝기 값이며,  $f(x, y)$ ,  $g(x, y)$ 는 우리가 구하는 변환 함수이다. 변환 함수를 어떤 형태로 하느냐에 따라서 여러 가지 방법이 있는 일반적인 BMA 추적 방법은 평형 이동만 고려하므로 변환 함수는 다음과 같다.

$$f(x, y) = x - u; \quad (2)$$

$$g(x, y) = y - v;$$

여기서  $u, v$ 는 우리가 찾고자 하는 움직임 정보의 양이다.

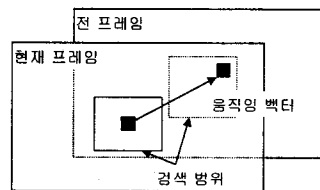


그림 1. 움직임 추정 방법

##### 2.1.2 중심점 추적 방법

중심점 추적 방법은 물체를 배경으로부터 분리한 후 물체의 움직임을 추정하는 기법이다. 이 방법은 영상의

밝기 정보를 이용하여 배경과 물체에 대한 밝기 정보의 문턱치를 계산하여 배경과 물체를 분리해서 추적 물체를 인식하고 물체를 둘러싸는 영역을 설정하고 물체의 초기 위치 및 중심점을 계산하여 물체의 움직임을 추정한다. 이 방법은 비교적 연산이 간단하여 실시간 구현에 유리하고, 검색 영역을 넓게 잡을 수 있어서 빠른 물체의 움직임도 잘 추적할 수 있다. 하지만 이 방법은 배경과 물체의 구별이 확실하게 되는 단순한 영상에는 잘 적용되지만 배경과 물체의 밝기 정보 값이 비슷하여 배경과 물체를 구별하기 어렵거나 배경 산란이 있는 영상에는 잘 적용되지 않는다. 또 이 방법의 성능을 좌우하는 가장 중요한 것은 물체를 배경에서 추출하기 위한 효율적인 알고리즘이 이용되어야 한다.

### 2.1.3 Dual-Mode 추적 방법

Dual-mode 추적기는 상관 추적 방법과 중심점 추적 방법의 장점을 이용한 방법이다. 영상의 콘트라스트가 높아서 영상 영역화가 잘된 경우에는 중심점 추적을 하고 그렇지 않은 경우에는 상관 추적 방법을 이용하는 것이다.

먼저 영상 영역화를 수행한 후에 영상 영역화가 성공적으로 이루어 졌는가를 판단한 다음 성공적이면 중심점 추적을 하고 그렇지 않은 경우에는 상관 추적 방법을 하는 것이다. 즉 영상의 상태를 판단하여 보다 우수한 추적을 하는 방법을 선택하여 물체의 움직임을 추적하는 방법이라고 할 수 있다.

### 2.1.4 논문에서 사용한 영상 추적 방법

추적기에 사용된 알고리즘은 추적창을 설정하고 한 프레임의 영상데이터를 입력받아 표적창 및 배경창의 히스토그램을 구한다. 여기에서 구해진 히스토그램과 전 프레임의 히스토그램을 비교하여 물체의 움직이는 방향을 추정하는 방법이 있다. 추적창은 그림2와 같다. 추적창은 1개의 표적창과 4개의 배경창으로 구성된다. 그리고, 각 배경창은 다시 3개의 작은 배경창으로 분리된다.

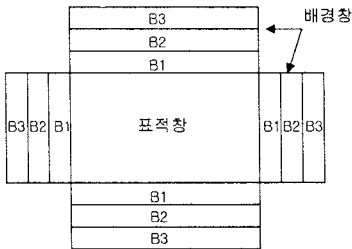


그림 2. 추적창의 형태

물체의 움직임 추정은 이전 프레임에서 각 방향에 대하여 배경창으로부터 3개의 히스토그램( $B_{1,n-1}(y)$ ,  $B_{2,n-1}(y)$ ,  $B_{3,n-1}(y)$ )을 각각 구하고, 현재 프레임에서도 각 방향에 대하여 배경창으로부터 3개의 히스토그램( $B_{1n}(y)$ ,  $B_{2n}(y)$ ,  $B_{3n}(y)$ )을 각각 구한다. 이전 프레임과 현재 프레임의 각 방향에서 대하여 식(3)를 적용하여 움직임이 있는지 비교한다. 먼저 배경창 B1에서 물체의 움직임이 포착되면 B2를 연산하고 움직임이 포착되지 않으면 그 방향으로 움직임이 없다고 판단하고, 그 방향에 대하여 연산을 마친다. B2에서도 움직임이 포착되면 B3를 순차적으로 연산하여 물체의 움직임 정도를 파악한다. 이런 순차적인 연산에 의하여 필요없는 연산을 줄여 전체 연산량을 줄일 수 있게 된다. 물체의 움직임 추정식은 식(3)를 사용하였다.

$$\sum |B_{n-1}(y) - B_n(y)| > threshold \quad (3)$$

### 2.2 영상 추적기 구현

본 논문에서 구현된 영상 추적기의 구성은 그림 3과 같이 구성되었다. 영상데이터를 받아 처리할 수 있는 보드는 DSP를 장착하여 영상 데이터를 처리할 수 있게 하고, 컴퓨터와 빠른 데이터 전송을 위하여 PCI 카드 형태로 설계되었다. DSP에서 CCD 카메라로부터 영상 데이터를 입력 받아 물체를 추적을 하고, 추적 데이터는 PCI 9054를 통해 컴퓨터로 이동된다. 이 데이터를 가지고 CCD 카메라의 방향을 바꿀 수 있는 Pan & Tilt 구동부에 데이터를 보내 물체를 추적할 수 있게 하였다. 동시에 모니터에서는 물체를 추적하는 표적창을 표시 하여 추적하는 상황을 보여준다.

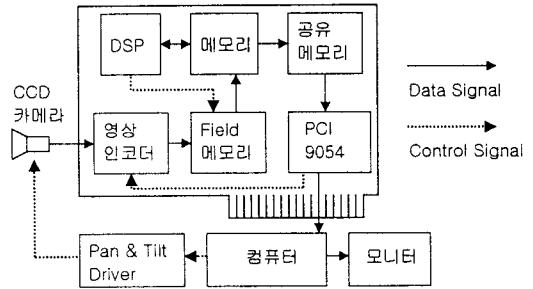


그림 3. 영상추적기 블록도

영상추적 순서는 그림 4 순서도와 같다. 먼저 추적창을 설정하고 CCD 카메라로부터 영상데이터를 입력 받아서 현재 프레임에 대한 히스토그램을 구한다. 이 히스토그램과 이전 프레임에 대한 히스토그램을 이용하여 물체의 이동방향을 추정하여 카메라를 이동시키고 다시 영상데이터를 입력 받는 순서로 구성되어 있다.

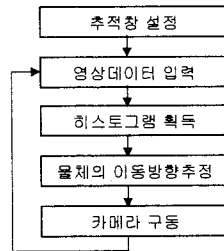


그림 4. 순서도

#### 2.2.1 DSP를 장착한 PCI 카드

영상을 입력받는 카메라는 NTSC방식으로 출력하는 카메라를 사용하고, NTSC방식의 영상을 디지털 영상으로 인코딩하는 칩은 SAA7111A를 사용하였고, DSP는 Texas Instruments 사의 TMS320C31을 사용하였다. 그리고 여기에서 나온 디지털 영상 데이터는 2개의 Field 메모리에 번갈아 가면서 저장이 되는데, 영상인코더가 영상데이터를 한쪽 Field 메모리 저장하고 있다면 DSP는 영상 인코더가 사용하고 있지 않은 Field 메모리에 있는 영상 데이터를 읽어 들여 처리하게 된다. 그리고 입력된 영상 데이터와 처리된 데이터를 컴퓨터에서 직접 액세스 할 수 있는 공유 메모리를 사용하여 컴퓨터와 PCI 카드사이에 데이터 전송을 원활하게 하였다.

#### 2.2.2 카메라 구동 및 디스플레이

PCI 카드로부터 처리된 데이터를 이용하여 카메라의 방향을 바꾸게 되는데, 카메라 방향을 바꾸는 데이터는

프린터 포트를 통해 데이터를 전송하고 직접 방향을 바꾸게 되는 Pan & Tilter는 가로방향과 세로방향을 바꿀 수 있게 2개의 스텝핑 모터를 사용하였다. 그리고 PCI카드로부터 받은 캡처된 영상데이터를 컴퓨터 모니터를 통해 표시하고, 추적창을 나타내어 물체의 움직임 추적상황을 표시하게 하였다.

### 3. 운용 및 실험

초기에 시스템이 리셋 되고 나면 모니터에는 그림 5와 같이 화면이 표시되는데, 마우스를 이용하여 카메라를 이동시켜 추적창을 추적 대상물에 씌운다. 화면에는 배경을 나타내는 배경창을 나타내지 않고 추적창만 보이도록 하였다. 추적창은 항상 모니터에 나타나는 화면의 중심에 위치하도록 하였다. 이후 추적을 시작하는 버튼을 클릭함으로써 추적이 시작된다. 그림 6은 추적 대상물에 줄을 매달아 옆으로 이동시켜 추적 대상물이 추적창을 벗어나게 한 화면이다. 그림 7은 추적 알고리즘이 동작하고 움직이는 추적 대상물을 카메라가 이동하여 표적을 다시 쫓은 화면이다.

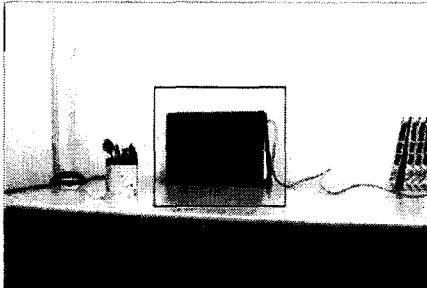


그림 5. 초기 표적창을 씌운 화면

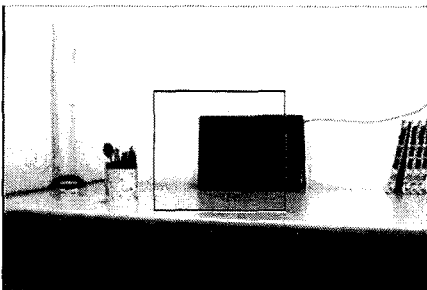


그림 6. 표적이 표적창을 벗어난 화면

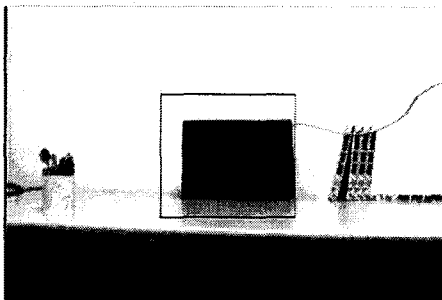


그림 7. 추적 알고리즘이 동작하고 카메라가 이동하여 표적을 다시 쫓은 화면

### 4. 결 론

본 논문에서는 DSP(TMS320C31)칩을 사용하고, 고속으로 컴퓨터와 데이터 전송을 할 수 있게 하기 위해 PCI컨트롤러(PCI9054)를 사용하여 영상 추적 알고리즘을 수행하는 영상추적기를 구현하였다. 구현된 시스템은 CCD 카메라로부터 얻어지는 실제 영상을 입력으로 하여 실시간 표적 추적을 수행해 내었고, 추적과정은 컴퓨터 모니터를 통해 표시하여 사용자가 쉽게 알 수 있도록 하였다. 그러나 사용된 DSP는 물체의 움직임이 느린 경우 대해서는 추적 프로그램을 수행하기에는 충분하였지만, 빠른 경우에는 충분하지 못했다. 그러나 DSP를 이용함으로써, 고속의 처리속도를 보유하면서 융통성 있는 하드웨어 시스템을 구현할 수 있음을 확인하였다.

이 영상추적기는 PCI 카드의 형태로 개인용 컴퓨터의 PCI 슬롯에 장착됨으로서 프로그램 쉽게 변경할 수 있어서 다양한 알고리즘을 적용하고 평가하는데 이용될 수 있고, 연속 영상에 대해 화상통신 등 실시간 처리가 요구되는 상황에 응용 될 수 있을 것이다.

본 연구는 동국대학교 밀리미터파 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단의 우수연구센터 지원금에 의하여 수행되었습니다.

### (참 고 문 헌)

- [1] S. L. Chodos, G. T. Pope, A. K. Rue, and R. P. Verdes, "Dual Mode Video Tracker", U.S. Patent #4,849,906, Jul. 1989.
- [2] A. K. Rue, R. P. Verde et al., "Dual Mode Video Tracker" U.S. Patent #4,719,584, Jan. 1988.
- [3] A. L. Gilbert, M. K. Giles, G. M. Glachs, R. B. Rogers, and Y. H. U, "A real time video tracking system", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-2, pp47-56, Jan. 1980.
- [4] DBA System Inc. Automatic Video Tracker Manual, 1987.
- [5] 배정효, 김남철, "이동경계의 무게중심에 의한 실시간 자동 목표추적", 전자공학회지, 제25권, 제10호, pp.1234-1243, 1988.10.
- [6] 김남철, "표적중심/상관방식 상대적용 기법 연구", 최종보고서, 국방과학연구소, 1994.
- [7] 윤덕용, "TMS320C31 마스터", Ohm사, 2000.
- [8] TMS320C3X User's Guide, Texas Instruments, 1994.
- [9] 도서출판새운 편집부, "Stepping Motor의 제어회로설계", 도서출판 새운, 1988.
- [10] 김종대, "영상신호에서 물체의 이동정보 검출에 관한 연구", 한국과학기술원 석사학위 논문, 1984.2.
- [11] 배정효, "이동경계의 무게중심에 의한 실시간 자동목표추적", 전자공학회 논문지, 제25권1호, pp.67-71, 1988.1
- [12] J. O. Limb and J. A. Murphy, "Measuring the speed of moving objects from television signals", IEEE Trans. Commun., vol. COM23, pp.474-478, 1975