

임베디드 시스템을 이용한 모션 벡터 추출 및 시뮬레이터 제어기의 설계

Implementation of Simulator Control System using Embedded System and Motion Parameter Extraction

최용호, 이희만, 박상조

서원대학교 정보통신대학원

Choi Yong-Ho, Lee Hee-Man, Park San-Gjo

Graduate School of IT, Seowon University

요약

예전의 영상처리 장비는 독립적으로 구현이 되었고 하여도 단순히 디스플레이만 하는 정도였지만 현재 여러 가지 칩들의 발전으로 인한 그 응용에 있어 활용 범위가 다양해졌다. 본 연구에서는 아날로그 영상신호를 디지털로 컨버터 하여 PC없이 독립적으로 영상 데이터를 처리하는 시스템을 설계하고, 일반 아날로그 비디오 영상의 데이터에서 모션파라미터를 추출하여 시뮬레이터에 가상의 움직임을 만들어 낸다. 모션벡터를 추출하여 시뮬레이터를 구동하고, 영상 제어 알고리즘에 대하여 분석한다.

Abstract

In the past, the image processing system is independently implemented and has a limit in its application to a degree of simple display. The scope of present image processing system is diversely extended in its application owing to the development of image processing IC chips. In this paper, we implement the image processing system operated independently without PC by converting analogue image signals into digital signals. In the proposed image processing system, we extract the motion parameters from analogue image signals and generate the virtual movement to Simulator. Also we analysis the image control algorithm and operate Simulator by extracting motion parameters.

I. 서론

최근 영상처리의 분야는 급속도로 발전하고 있다. 우리 생활 속의 비디오 신호는 크게 아날로그와 디지털로 분류되지만, 최근의 비디오 카메라나 비디오 편집기기 등의 내부에서는 디지털신호에 의한 처리가 실행되고 있다. 디지털 카메라, CCTV, DVD, PC용 그래픽 보드 등에서 비디오 신호는 디지털로 처리되는 것이 당연시 되고 있다. 또한 반도체 기술의 진보에 따른 고속 A/D 컨버터 및 메모리의 발전에 따라 영상 영상처리 장비도 크게 변하고 있다. 아날로그 영상신호를 디지털화 하면 신호를 기록/재생/전송하는 것뿐만 아니라 가공, 조정 등 미세한 처리가 가능하므로 여러 가지 면에서 장점이 있다고 볼 수 있다. 흔히 우리가 볼 수 있는 TV카드가

아날로그 비디오 신호를 디지털로 처리하는 장비로서, PC에 의존적인 영상처리가 가능하다.

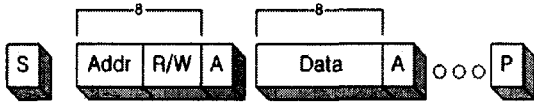
본 연구는 TV나 비디오, 카메라 영상 신호를 PC없이 처리할 수 있는 영상 처리 장비의 개발과 디지털 비디오 신호로부터 모션 파라미터를 추출하여 가상의 움직임을 Simulator에 구동 시키는 것이다.

II. 영상처리 장비의 개발

아날로그 영상신호를 디지털로 바꿔주는 A/D컨버터와 디지털로 변환된 영상정보를 처리하는 메모리, CPU 부분에 대한 하드웨어를 설계한다.

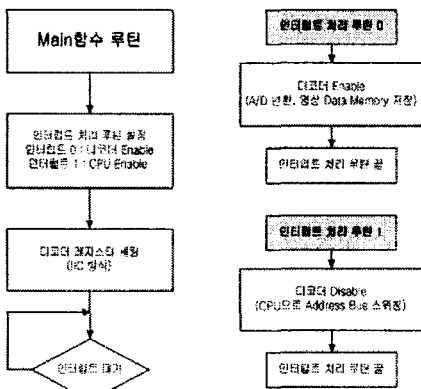
1. A/D 컨버터

제일 먼저 결정할 하드웨어 소자는 A/D 컨버터이다. A/D전용의 칩으로 SAA7111A를 이용하였다. BT계열의 칩들은 PCI 컨트롤러가 내장되어 PC슬롯에만 사용 가능하므로 제외시켰다. SAA7111A를 제어하기 위하여 레지스터를 셋팅을 해야 한다. 이 레지스터는 IIC버스 방식을 이용하여 셋팅하도록 되어있다. IIC버스는 필립스사가 제안한 통신방식으로 2라인을 사용하여 병렬로 많은 수의 칩을 컨트롤 할 수 있다.



▶▶ 그림1. IIC버스 데이터의 구성

개발에 사용한 Xscale 프로세서는 기본적으로 IIC셋팅을 위한 인터페이스 SCL, SDA를 제공하지만 프로세서는 영상데이터 처리에 관련된 동작만 수행 하고자 별도의 컨트롤러를 사용하였다. 컨트롤러는 ATMEL사의 89C2051을 사용하였고 A/D 컨버터 레지스터 셋팅 및 인터럽트 루틴을 이용한 switching 기능을 하도록 설계하였다.

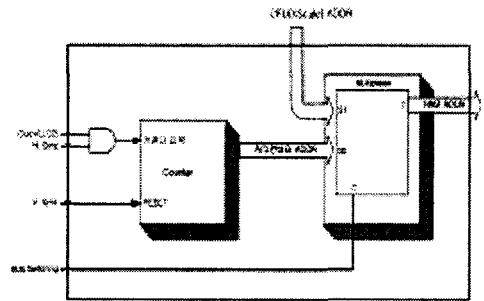


▶▶ 그림2. IIC를 이용한 A/D컨버터(SAA7111A)셋팅

2. 메모리 및 CPU

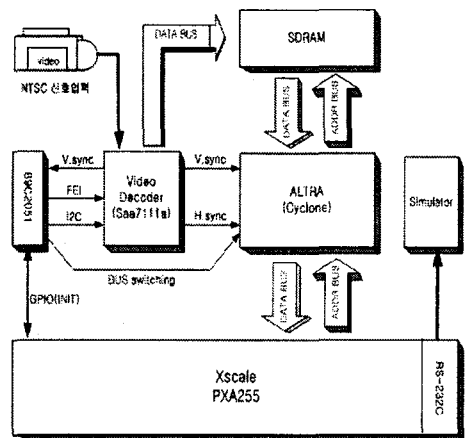
A/D컨버터를 통해서 디지털화된 영상 정보를 메모리에 저장을 해야 하는데 SAA7111A에는 어드레스 발생기가 없으므로 일반 SRAM에 저장하기 위하여

FPGA를 이용하였다. 영상처리용 메모리로 FIFO도 많이 사용되지만 더욱 실시간적인 처리를 위하여 일반메모리를 사용하였고 address generator부분에서 일반 TTL 소자를 이용할 수도 있지만 칩 스피드와 회로설계 용이성으로 FPGA를 이용하였다. 또한 프로세서와 디코더가 메모리를 공유 하도록 bus switch 부분을 구현하였다.



▶▶ 그림3. FPGA 내부 블록도

A/D컨버터와 FPGA를 이용하여 영상 데이터를 메모리에 저장을 하였지만 아직은 처리는 되지 않은 상태이므로 프로세서를 이용하여 데이터를 응용할 수 있다. 영상 처리 프로세서를 선택할 때는 메모리 확장과 처리속도 면에서 고려를 해야 할 것이다. 영상 데이터 처리를 위한 프로세서는 주로 DSP를 많이 이용하였지만, embedded급 프로세서의 발전으로 인하여 고속의 연산, 데이터 처리뿐만 아니라 OS의 운영이 가능하고 다양한 기능을 활용할 수 있는 Xscale PXA255를 프로세서로 이용하였다.



▶▶ 그림4. 시스템 전체 블록도

A/D컨버터를 통하여 디지털로 변환되어 메모리에 저장된 영상 데이터는 PC에 의존하지 않고 독립적으로 영상을 처리 하여 여러 방면에 이용할 수 있을 것이다.

III. 모션 파라미터 검출 및 응용

영상처리 알고리즘들을 분류하는 기본적인 분류방법은 4가지가 있는데, 포인트 처리, 영역처리, 기하학적 처리, 그리고 프레임 처리이다. 포인트 처리는 화소의 원래 값이나 위치에 기반한 화소값을 변경한다. 영역처리는 화소의 원래 값과 이웃하는 화소의 값을 기반으로 하여 화소값을 변경한다. 기하학적 처리는 화소들의 위치나 배열을 변화시킨다. 프레임 처리는 두 개 이상의 영상들에 대한 연산을 기반으로 하여 화소값들을 생성한다.[1]

1. 모션 파라미터 검출을 위한 알고리즘

일반적으로 움직이는 물체를 분석하기 위해서는 두 프레임간의 차분 영상(difference image)을 통하여 움직임 영역을 검출할 수 있다. 본 연구에서는 배경이 고정되었다는 가정아래 이동 객체의 밝기의 시변값에 대해서 적절한 임계값을 적용하여 움직임 여부를 판단하여 모션 파라미터를 검출한다.

1.1 객체의 탐지

연속되는 영상 속에서 이동 객체의 움직임을 탐지하고 이동 객체의 추출을 위하여 연속 프레임간의 차영상을 이용한다. 두 영상 $f1(x,y)$ 와 $f2(x,y)$ 의 차는 $f1$ 과 $f2$ 의 해당하는 화소거리의 차를 계산함으로써 구할 수 있다.

$$g(x,y) = f1(x,y) - f2(x,y) \quad (1)$$

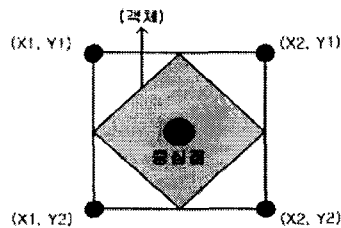


▶▶ 그림5. 프레임간 차(差)의 영상

영상으로부터 객체의 움직임을 탐지하는 경우, 조명의 변화와 그 외의 여러 요인으로 인하여 두 영상 간에 별로 중요하지 않은 차이가 생길 수 있기 때문에 영상인 차 영상에 임계값을 처리를 하여 실제 변화만 추출하였다. 차가 임계값 보다 작으면 영으로 놓고, 보다 크면 화소가 가질 수 있는 최대값으로 설정하여 변화를 뚜렷하게 보이도록 한다.

1.2 객체의 영역탐지

임계값을 처리하여 탐지된 객체를 최소 사각형으로 나타내어야 한다. 객체의 수평 및 수직의 최소 및 최대값을 이용하여 구할 수 있다.



▶▶ 그림6. 최소사각형의 중심점

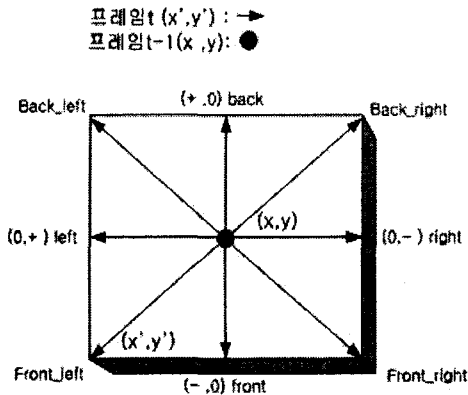
여기서 $x1 = \min(\text{수평})$, $x2 = \max(\text{수평})$, $y1 = \min(\text{수직})$, $y2 = \max(\text{수직})$ 이 된다. 탐지된 객체의 정확한 모션 파라미터를 구하기 위해 최소 사각형으로부터 중심점을 구한다.

$$(x', y') = \left(\frac{\sum_{x1}^{x2} \sum_{y1}^{y2} Px}{\sum_{x1}^{x2} \sum_{y1}^{y2} dI(x, y)}, \frac{\sum_{x1}^{x2} \sum_{y1}^{y2} Py}{\sum_{x1}^{x2} \sum_{y1}^{y2} dI(x, y)} \right) \quad (151)$$

$$\begin{cases} Px = xx, Py = y & \text{if } dI(x, y) = 1 \\ Px = 0, Py = 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

1.3 객체간의 모션 파라미터 검출

차 영상에 의해서 구해진 객체를 최소 사각형으로 중심점을 구하면 현재 프레임의 객체중심점과 다음 프레임의 객체중심점 간의 이동영역을 검출하고 객체들의 영상 차이 위치와 거리의 값에 따라서 시뮬레이터에 모션 파라미터를 전송한다.

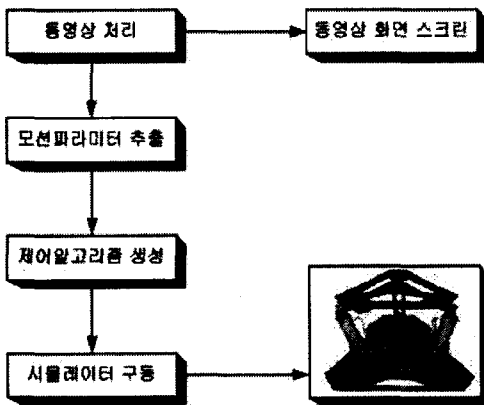


▶▶ 그림7. 객체간의 위치 파라미터

2. 모션 파라미터를 이용한 Simulator 구동

Simulator는 모션 프레임은 3개로 구성된다. 하단 프레임, 상단 프레임, 상단과 하단을 연결하는 3개의 전자 기계적 구동기로 구성된다. RS232 포트를 이용하여 영상 데이터의 모션 파라미터 값을 전송하여 Simulator를 구동한다.

Simulator는 영상 데이터의 동적 변화를 재현함으로써 가상의 움직임이 현실처럼 느낄 수 있도록 하는 것이다.



▶▶ 그림8. 시뮬레이터 구성도

활용 범위가 다양해졌다. 본 연구에서는 아날로그 영상 신호를 디지털로 컨버터 하여 PC없이 독립적으로 영상 데이터를 처리하는 장비를 실현하였고, 일반 아날로그 비디오 영상의 데이터에서 모션 파라미터를 추출하여 시뮬레이터에 가상의 움직임을 만들어 내었다. 향후 계획으로는 시뮬레이터를 소프트웨어적으로 제어하는 영상 제어 알고리즘 및 실시간적으로 영상을 처리할 수 있는 하드웨어 구조에 대한 연구를 할 예정이다.

참고문헌

- [1] 최형일, 영상처리 이론과 실제, pp.175-178, 홍릉과학출판사, 서울, 1997.
- [2] 이준성, Xilinx Foundation을 이용한 디지털 시스템 설계, 복두출판사, 서울, 2001
- [3] SAA7111A Enhanced Video Input Processor, PHILIPS, 1997.
- [4] XScale Microarchitecture for the PXA255 Processor Manual, Intel, 2003.
- [5] "비디오 신호처리시스템 설계", pp.18-66, 2001, 월간 전자기술, 제7호
- [6] 김충원, MATLAB을 이용한 디지털 영상처리, 홍릉과학출판사, 서울, 2003.
- [7] I. Patas, Digital Image Processing Algorithm, Prentice Hall, 1993.
- [8] 이문호, 영상 통신의 신호 처리, 대영사, 서울, 2000.

IV. 결론

예전의 영상처리 장비는 독립적으로 구현이 되었다고 하여도 단순히 디스플레이만 하는 정도였지만 현재 여러 가지 반도체 칩들의 발전으로 인한 그 응용에 있어