

## 실시간 영상 처리기능을 갖는 고속 칼라 그래픽 프로세서의 개발

변중남<sup>\*</sup>, 오상록<sup>\*\*</sup>, 장원<sup>\*</sup>, 유범재<sup>\*</sup>, 박종철<sup>°</sup>, 하경호<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>, <sup>°</sup>: 한국과학기술원 전기 및 전자공학부, <sup>\*\*</sup>: 한국과학기술연구원 제어시스템연구실, <sup>\*\*\*</sup>: 삼성항공산업(주)

### Development of a High-speed Color Graphic Processor with a Real-time Image processing Capability

Zeungnam Bien<sup>\*</sup>, Sang-Rok Oh<sup>\*\*</sup>, Won Jang<sup>\*</sup>, Bum-Jae You<sup>\*</sup>, Jong-cheol Park<sup>\*</sup>, Kyungho Ha<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>: Dept. of Elec. Eng., KAIST, <sup>\*\*</sup>: Control Systems Lab., KIST, <sup>\*\*\*</sup>: Samsung Aerospace Co., Ltd.

#### ABSTRACT

In this paper, a high speed graphic processor module with a real-time processing capability is proposed, where the module is design to be compatible to the standard VME bus and consists of TMS34010 Graphic processor, TMS44C251 frame buffer, 512KB system memory and BT101 digital to analog converter. The proposed graphic module is implemented and tested in real-time via experiments with an integrated system with other VME modules.

#### I. 서론

컴퓨터를 이용한 그래픽 기술이 급속히 발전함에 따라 카메라나 초음파센서 등 비접촉식 센서에 의해서 얻어진 다양한 종류의 정보를 효과적으로 표현하기 위하여 그래픽 기능을 이용하게 되었다. 실제로 어떤 연산결과를 알기쉽게 표현하기 위해서는 그래픽 기능을 이용하는 것이 텍스트 만의 표현보다는 훨씬 효과적이며 최근들어서 '사이언티픽 비주얼라이제이션 (Scientific Visualization)'이라는 이름으로 관심을 모으고 있다.[1][2]

이런 경향은 산업용 영상 처리분야에서도 예외라고 볼 수 없으며 입력된 영상 및 처리된 영상을 단순히 덤프(dump) 해내는 것 이상의 표현기능을 부가시키고자 많은 연구 및 제품이 개발되고 있다. 이를 위해 그래픽전용의 하드웨어 시스템들이 개발된 바 이들 대부분은 처리된 영상의 결과를 효과적으로 디스플레이 하는 기능을 가지고 있으나 그 구조에 있어서 실시간 영상처리 기능이 고려되어 있지않아서 이들 그래픽전용 하드웨어 시스템을 산업용 시각 시스템과 같이 실시간성이 요구되는 시스템에는 효과적으로 사용할 수 없다는 단점을 가지고있다.

한편 검사 시스템이나 자세 측정 시스템등 에서 많이 활용되고 있는 산업용 시각 시스템에서는 입력된 영상의 처리를 실시간으로 하기위해서 많은 방법들을 개발용용 하고있으나 처리결과를 효과적으로 표현하는 그래픽 디스플레이부분은 많이 개발되어 있지않아 비전공자가 시스템을 사용하는 경우를 고려한 범용적인 구조 및 사용자와의 친화성 (user-friendliness)면에서는 부족한 형편이다. 기존의 그래픽용으로 개발된 하드웨어는 그 구조에 있어서 영상의 처리라는 측면이 간과되고 있고, 반면 영상처리용으로 개발된 것은 그래픽성능에 대한 고려가 전혀 없는 형편이다.

본 논문에서는 이러한 상호 단점을 보완하기위하여 'VME-bus를 위한 그래픽기능을 갖는 화상처리 모듈'을 개발한 바, 영상처리전용 시스템의 기능을 가지면서도 풍부한 그래픽 기능을 갖도록 하였다.

#### II. VME버스용 고속 칼라 그래픽 프로세서

본 논문에서는 서론에서도 언급한 바, 범용 산업용 시각 시스템의 데이터 처리 및 디스플레이 기능을 보강하기 위하여 그래픽 및 화상처리 모듈의 개발을 목표로 하였다. 그래픽 프로세서를 포함한 전체 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.

실시간 처리기능을 가지는 고속 칼라 그래픽 프로세서를 개발하기 위하여 다음과 같은 사양을 만족하도록 설계 하였다. 첫째, 시스템 버스로는 자동화 시스템이나 다른 제어 시스템에서 많이 사용하고 있는 VME버스를 채택하였으며 실시간 처리기능을 갖도록 하기 위하여 시스템 버스와는 별도로 비전 버스를 통하여 데이터의 전송이 가능하도록 하였다. 둘째, 일반적인 워크스테이션이나 고성능 전문 그래픽 시스템에서와 같은 고해상도보다는 산업현장에서 많이 쓰고 있는 시각 시스템의 처리단위인 256×256×8의 해상도를 기준으로 설계하였다. 셋째 그래픽 연산처리기로는 고성능 저가적인 Texas Instrument사의 TMS34010을 채택하였는 바

이 그래픽 연산 처리기는 32비트의 프로세서로써 화상처리, 디스플레이 제어신호, 비디오 메모리 제어 신호를 자체적으로 만들 수 있고 이 신호들은 외부에서 프로그램을 통해 제어할 수 있다는 특징을 가지고 있다. 이상의 기능을 포함하여 본 논문에서 개발한 그래픽 프로세서의 특징을 요약 하면 다음과 같다.

- o 고성능 저가격의 TMS34010 그래픽 프로세서.
- o VME 버스용 고속 칼라 그래픽 시스템.
- o 512x512x16 (512KB) 비디오 프레임 메모리.
- o 512KB 시스템 메모리.
- o 15 비트의 칼라와 1비트의 오버레이의 칼라 발생 시스템.

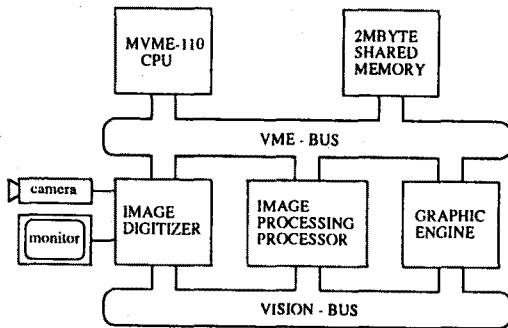


그림 1. 전체 시각시스템 구성도

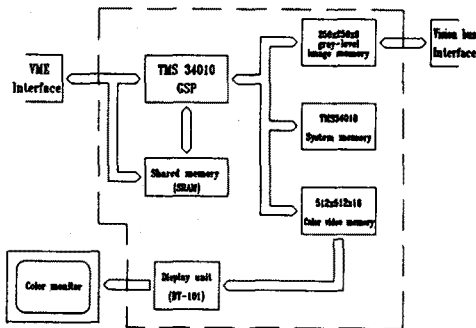


그림 2. 고속 칼라 그래픽 프로세서의 블럭선도

이상의 특징을 갖도록 개발한 고속 칼라 그래픽 프로세서의 블럭 다이어그램은 그림 2와 같다. 그림 2에서 보듯이 본 하드웨어는 VME 버스 구조상에서 개발되었기 때문에 비교적 간단한 구조를 가지고 있다. 이 그래픽 및 화상처리 모듈은 그래픽 프로세서 TMS34010과 TMS44C251들로 이루어진 시스템 메모리, 프레임 버퍼, 각 화소의 데이터 값을 아날로그 양으로 바꾸어 주는 BT101 (DAC), VME와 모듈간에 원활하고 효과적인 인터페이스를

위한 SRAM 부분으로 구성되어 있다. 각 부분에 대한 상세한 기술은 다음과 같다.

(1) 그래픽 프로세서 TMS34010

TMS34010은 범용 32비트 프로세서와 그래픽 컨트롤러를 결합한 매우 강력한 그래픽 프로세서이다. 따라서 TMS34010의 명령어는 그래픽에 관련된 기본명령은 물론이고 일반적인 범용 프로세서들의 명령어들을 모두 갖추고 있다.[3] 그리고 이러한 명령어들은 인스트럭션 캐쉬(instruction cache)를 이용하기때문에 빠른 속도로 실행이 가능하다. 또한 이 프로세서의 프레임버퍼로 TI사에서나오는 VRAM(TMS44C251)의 특성을 잘 사용하면 일반적인 메모리에서 블럭단위로 읽고 쓰기를 할 때보다 더 효과적으로 할 수 있기 때문에 시간을 많이 절약할 수 있다. 또한 TMS34010은 화소의 크기(pixel size), 화면의 크기 등의 프로그램이 가능하기때문에 화상처리시 이진영상이나 그레이(gray) 영상에 대한 처리가 쉽게 이루어 질 수 있다. 이때 TMS34010에서 정보를 읽어들이는 단위는 16비트로 고정되어있고 어드레스는 비트 단위로 지정되어 있어 이진영상의 경우 한번의 읽고 쓰기를 통하여 16개의 화소가 프로세싱이 되는 효과를 낼 수 있다. 따라서 본 시스템에서 그래픽을 위한 화소의 단위는 하드웨어적으로 고정되어 있지만 화상처리시에는 이러한 화소의 다양한 크기를 이용하여 여러가지 종류의 영상에 대한 효과적인 처리가 가능하다. 또한 TMS34010은 MIT'S X, GKS와 같은 다양한 종류의 그래픽 스탠다드들을 쉽게 적용시킬 수 있다. TMS34010에 대해서 위에서 언급한 특징들을 정리해보면 아래와 같다.

- o 32비트의 범용 프로세서.
- o 128MB의 어드레스 영역.
- o 200ns (TMS34010-40)의 명령어 사이클타임.
- o 프로그램이 가능한 CRT제어 신호 (수평 동기 신호, 수직동기 신호, 블랭크 신호 등) 와 DRAM, VRAM에 대한 제어 신호 발생 (Refresh signal, page mode signal).
- o 1, 2, 4, 8, 16 비트의 프로그램 가능한 화소의 깊이 (pixel size).
- o 30개의 범용 32비트 레지스터와 256바이트의 내부 인스트럭션 캐쉬.

(2) 프레임 버퍼와 시스템 메모리.

본 VME용 그래픽 및 화상처리 모듈에서는 시스템 메모리와 프레임버퍼로 Texas Instrument 사의 TMS44C251이라는 VRAM (video random access memory)을 이용하고 있다. 이 비디오 메모리는 직렬과 병렬의 두개의

입출력 포트들 가지고 있다. 그런데 TMS34010은 비디오 메모리를 효과적으로 사용하는 명령어들을 가지고 있기 때문에 이러한 비디오 메모리의 사용은 시스템의 성능을 향상시킨다. TMS44C251의 경우 페이지모드에서 읽기와 쓰기가 가능하여 그래픽 프로세서에서 불럭단위로 프레임 버퍼 메모리상의 화소정보를 읽고 쓸 때 한번의 RAS신호만을 가지고 같은 로우 어드레스를 가지는 불럭을 다시 액세스 할 수 있다. 또한 이 비디오 메모리는 로우어드레스는 물론 칼럼어드레스도 내부에서 래치(latch)하기 때문에 메모리 인터페이스가 용이하다. 여기에 이 비디오 메모리는 내부에 512비트의 쉬프트 레지스터를 가지고 있기 때문에 아날로그 컨버터와외 인터페이스에서 512x512의 해상도를 가지는 경우 스크린 리프레쉬도 간단히 할 수 있다.[4] 본 VME용 그래픽 및 화상처리 모듈에서는 각각 512KB 크기의 시스템 메모리와 프레임 버퍼 메모리를 TMS44C251 4개씩을 사용하여 구성하였다. 또 리프레쉬를 하는 경우 CAS-before-RAS 리프레쉬를 이용하였다. 이러한 CAS-before-RAS 리프레쉬인 경우 리프레쉬 어드레스를 메모리 내부에서 생성하여주기 때문에 리프레쉬가 비교적 편리하게 된다.

(3) 공유 메모리

공유메모리란 글자 그대로 VME와 TMS34010이 같이 공통으로 액세스 할 수 있는 메모리이다. TMS34010은 원래 호스트 인터페이스를 위하여 4개의 레지스터를 가지고 있다. 따라서 VME에서 그래픽 데이터나 프로그램을 본 모듈에 전달하려면 이 4개의 레지스터를 이용하여야 한다. 하지만 이러한 일련의 전달과정은 프로세서가 중지된 상태에서 이루어지게 되므로 호스트에서 많은 양의 정보를 전달하는 경우에는 실시간 처리라는 점에서 문제를 가지고있다. 따라서 SRAM을 이용하여 호스트와 프로세서가 공유하는 메모리를 들으므로 좀 더 효과적인 전송이 가능하도록 하였다

(4) DAC

VRAM에서 나오는 16비트의 화소값을 빨강, 파랑, 녹색 3가지의 아날로그 값으로 바꾸어주는 역할을 수행하게 되는 부분으로 BT101이라는 24비트의 디지털 아날로그 컨버터를 사용하고 있다. 원래 BT101은 각각 8비트의 빨강, 파랑, 녹색의 디지털 값을 아날로그 값으로 바꾸어주는 컨버터이다. 따라서 16비트의 데이터를 이용해서 24비트의 BT101을 구동시켜야 하는 문제가 생긴다. 본 논문에서는 VRAM의 시리얼 출력 단자에서 나오는 16비트의 화소 정보에 대해서 빨강과 파랑에 각각 4비트씩 할당하고 녹색에 7비트, 오버레이에 1비트를 할당하여 문제를 해결하였다. 본 시스템은 칼라 팔레트를 갖추고있지 않다. 이것은 실제 이 보드가 그래픽 전용 보드로 개발되지 않았기 때문이다. 만약

전문 그래픽보드를 생각한다면 BT460과 같은 칼라 팔레트를 내장하고 있는 DAC를 사용할 수 있을 것이다. 따라서 본 시스템에서는 팔레트 부분을 거치지않고 직접 아날로그 컨버터로 연결되기 때문에 32768가지의 색을 표현할 수 있다

III. 결론

본 논문에서는 TMS34010을 이용한 고속의 VME 버스용 그래픽 및 화상 처리 모듈에 대하여 논하였다. 위에서 설명한 바와 같이 이 하드웨어는 빠른 속도로 그래픽을 처리하고 동시에 화상 처리를 할 수 있는 VME용 머신이다. 따라서 다른 하드웨어 즉 각종 채어나 프로세서 등과 인테그레이션이 용이한 이점이 있다. 이 VME용 그래픽 및 화상처리 모듈은 VME버스를 이용하는 산업용 VISION SYSTEM의 모듈로써 제작되었기 때문에 부동 소수점연산이나 3차원의 그래픽 화상처리에 있어서 고성능 그래픽 전용 시스템에 비해 다소 못한점이 있지만 다른 VME모듈과 인테그레이션(integration)을 통하여 사용자가 원하는 고성능 시스템으로 쉽게 구성할 수가 있으므로 고속의 화상처리와 그래픽이 필요한 각종산업 자동화시스템 및 의료시스템에 효과적으로 사용할 수가 있다. 특히 본 연구에서 개발된 TMS320C30과 같은 고속의 디지털 신호 처리 프로세서 모듈을 VME상에서 이 그래픽보드와 인테그레이션을 하여 사용하면 병렬 처리 효과를 거둘 수 있기 때문에 높은 성능을 얻을 수 있다.

현재 더 효과적인 화소정보의 전송을 위해서 VME버스 이외에 로컬버스인 비전버스를 이용하여 화상정보를 전달하는 부분을 실험중에 있으며, 앞으로 프레임 버퍼의 크기가 더욱 크고 팔레트 부분이 추가되어 그래픽전용 머신에 버금가는 성능을 낼 수 있는 모듈을 개발할 예정이다.

참고 문헌

- [1] J.D.Foley and A.Van Dam, "Fundamentals of interactive computer graphics", Addison Wesley, 1984.
- [2] William M. Newman, Robert F. Sproull, "Principal of interactive computer graphics", McGraw Hill, second edition, 1986.
- [3] Texas Instrument, "TMS34010 User's Guide", Texas Instrument, 1989.
- [4] Texas Instrument, "MOS Memory Commercial and Military Specification DATA BOOK", Texas Instrument, 1989.