

多機能 映像處理 시스템의 하드웨어 具現

(Hardware Implementation of a Multi-Function Image Processing System)

孔 泰 鎬*, 金 南 哲**

(Tae-Ho Kong and Nam-Chul Kim)

要 約

일반적으로, 汎用的 映像處理 시스템은 가격이 대단히 비싸서 많은 使用者들이 손쉽게 具備하기 어려운 실정이다. 이에 따라 本 論文에서는 보다 經濟적이고 값싼, 특히 映像데이터의 減縮, 形象認識 및 目標追跡등과 같은 實時間 응용에 적합한 汎用的 映像處理 시스템을 설계 제작하였다. 本 시스템은 運作者 콘솔, 映像데이터 획득 및 디스플레이 장치, 그리고 IBM PC/XT를 부속장치로 두고 있다. 또한 기본 연산처리 시간이 375nsec인 고속의 16bit 마이크로 프로세서(Fairchild)를 사용하고 있어서 시스템 制御, 알고리즘의 開發 및 遂行이 용이할 뿐만 아니라 256×256×8bit 映像을 實時間으로 디지털화 및 디스플레이할 수 있고 2 프레임의 映像을 저장할 수 있어서, 高速의 효율적인 畫素處理가 가능하다. 本 論文에서의 몇가지 實驗과 目標追跡과 같은 例示된 結果들은 제작된 시스템이 원활하게 運用됨을 보여 주고 있다.

Abstract

Generally, general-purpose image processing system is so expensive that not so many users easily can access the system. In this paper attempts have been made to design and describe a general and economical image processing system for real-time applications such as image data compression, pattern recognition and target tracking. The system comprises an operator console, image data acquisition/display system and IBM PC/XT. The system also utilizes a high speed Fairchild 16-bit microprocessor with ALU speed of 375 nsec for system control, algorithm execution and user computation. The system also can digitize/display a 256 x 256 x 8 bit image in real time and store two frames of images. All image pixels are directly accessible by the microprocessor for fast and efficient computation. Some experimental and illustrative results such as target tracking are presented to show the efficient performance of the system.

*正會員, 三星半導體通信(株)

(Sam Sung Semiconductor and Telecommunications Co., LTD)

**正會員, 慶北大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook National Univ.)

接受日字: 1986年 8月 6日

(※ 本 연구는 한국과학재단의 차관연구비 지원으로 수행되었음.)

I. 序 論

디지털 映像處理 分野는 1970년대에 들어서부터 많은 關心이 집중되어 그동안 다방면에 걸쳐 활발히 研究되어 왔다.^{1,2)} 그런데 映像信號는 音聲信號 등과는 달리 데이터 量이 대단히 龐大함으로 인하여 超高速의 處理와 傳送能力을 필요로 하고 莫大한 量을 貯藏할 수 있는 超集積의 記憶素자가 요구되기 때문에 實時間/準實時間 處理에 많은 어려움이 있었다. 그러나 최근

들어 半導體, 마이크로 프로세서, 컴퓨터 및 信號處理 등의 관련기술이 집약적으로 發展함에 따라 디지털 映像處理 기술은 더욱 눈부시게 成長하였다.^[54] 이러한 기술혁신으로 선진국에서는 이미 컴퓨터 비전(computer vision), 人工知能 등의 綜合尖端技術 分野에 관한 研究가 활발히 進行되고 있고, 국내에서도 綜合情報化 및 자동화 시대를 맞이하여 映像處理에 대한 關心이 고조되고 있다.

이와 더불어 映像處理를 遂行하기 위한 시스템도 그 機能과 性能이 급속히 개선되어 왔다. 초기에는 컴퓨터에서 處理한 結果映像을 단순히 畫面에 디스플레이 하거나 카메라로부터 映像信號를 디지털화하여 컴퓨터에 입력시키는 기능만을 보유하고 있었으나, 최근에는 자체에서 中央處理器를 보유하고 實時間/準實時間으로 convolution, 필터링, 映像解析등을 遂行할 수 있는 고속 多用途의 시스템이 개발되고 있다.^[56]

本論文에서는 일반 범용 映像處理 시스템과는 달리 여러가지 映像處理 分野중에서 특히 映像데이터 減縮, 形象認識 및 目標追跡 技術의 증점적인 개발과 實時間 處理를 目標로 하여 이에 적합한 시스템을 設計 製作하였다. 이를 위하여 製作된 시스템은 우선 원하는 映像情報을 입력시킬 수 있도록 디지털화 기능을 보유하고 있고, 映像데이터 減縮을 遂行한 後 映像의 品質을 비교 評價할 수 있도록 256明暗度(gray level)의 데이터를 畫面에 디스플레이할 수 있다. 또한 기본 연산처리 시간이 375nsec인 고속의 16bit 中央處理器^[7]를 보유하고 시스템 자체에서 필요한 알고리즘을 용이하게 개발하고 변형하여 적용할 수 있다. 뿐만 아니라 映像信號의 입출력을 위한 디스플레이 버퍼 및 디지털화 버퍼를 中央處理器에서 직접access할 수 있고, 이들 버퍼에 2프레임의 映像데이터를 貯藏할 수 있어서 고속의 프레임간 處理가 가능하다.

本論文에서는 이러한 特殊用途의 多機能 映像處理 시스템을 製作하고, 필요한 알고리즘들을 개발 적용하여 원활하게 運用됨을 실험을 통하여 確認하였다.

II. 시스템의 設計 및 具現

1. 시스템의 概要

本論文에서 具現한 多機能 映像處理 시스템은 디스플레이, 디지털화, 多用途 映像處理, 데이터交換 그리고 目標追跡 기능등을 가지고 있다. 디스플레이 기능은 處理된 結果映像을 모니터에 출력시켜 사람의 눈으로 確認하고 主觀的 評價를 實行하기 위하여 사용된다. 디지털화 기능은 특정한 映像處理를 遂行하는데 필요한 데이터 베이스를 획득하기 위하여 사용된다. 또한 多

用途 映像處理 기능은 處理된 映像을 원활하고 유연성 있게 디스플레이시켜 그 結果를 비교 檢討할 수 있도록 보조하는 기능으로서 이에 明暗의 變換, 히스토그램 조사, 差 映像 조사, 映像分割, 그리고 擴大 및 縮小의 기능등이 있다. 한편 데이터 交換기능은 操作者의 命命을 전달하고, 외부 컴퓨터 등과의 입출력을 위한 것이며, 目標追跡 기능은 連續映像을 實時間으로 處理하여 移動하는 目標物을 追跡하는 기능을 말한다.

이와 같은 기능들을 가지는 多機能 映像處理 시스템의 仕様은 다음과 같다.

1) 中央處理器는 32bit의 除算과 乘算이 가능한 16 bit 마이크로 프로세서이며, 트레이스(trace), 메모리 edit 등의 콘솔(console) 操作이 가능하다.

2) 흑백의 8bit, 256×256畫素로 構成되는 2개의 프레임 버퍼(frame buffer)를 보유하고, 半導體 메모리를 버퍼용 記憶素子로 사용한다.

3) 디스플레이 裝置로서 TV시스템을 이용하고, 12 MHz의 標本率로 NTSC 방식에 의하여 映像을 나타낸다.

4) 디지털화 때에는 NTSC 映像信號에서 한 필드만을 선택하여 6MHz의 標本率로 디지털화하고, CCTV 카메라를 映像 入力裝置로 사용한다.

5) 他 컴퓨터와의 데이터 交換을 위하여 serial 또는 parallel 데이터 입출력 port를 둔다.

6) 實時間 目標追跡 기능에서 취급하는 畫面의 크기는 64×64畫素로 構成되고, 處理速度는 5~10frame/sec이다.

시스템의 전반적인 系統圖를 도시하면 그림 1과 같다. 시스템은 그 動作기능에 따라 制御部, 데이터 連動部, 디스플레이부, 디지털화부 및 보조장치들로 나눌 수 있다. 이들 간에는 프로그램의 制御에 의해서 情報 및 데이터의 移動이 가능하다. 制御部는 NOVA 어셈블리 언어^[8]를 사용하는 16bit 마이크로 프로세서와 32Kwords의 시스템 메모리, 콘트롤 logic들로 構成되어 시스템의 모든 動作을 制御한다.

데이터 連動部에는 serial데이터 인터페이스와 parallel데이터 인터페이스가 있다. Serial데이터 인터페이스는 콘솔動作과 외부 컴퓨터와의 데이터 交換을 위한 것이며, parallel데이터 인터페이스는 데이터 수신용으로만 사용된다. 여기서 SW1은 serial데이터 인터페이스의 動作形態(콘솔 또는 I/O)에 따라 데이터 통로를 선택하는데 사용된다.

그리고 디스플레이부는 디스플레이용 프레임 버퍼(DSP버퍼)의 데이터를 D/A 變換하여 모니터 I에 映像으로 나타나게 하는 역할을 한다. 이때 window콘트

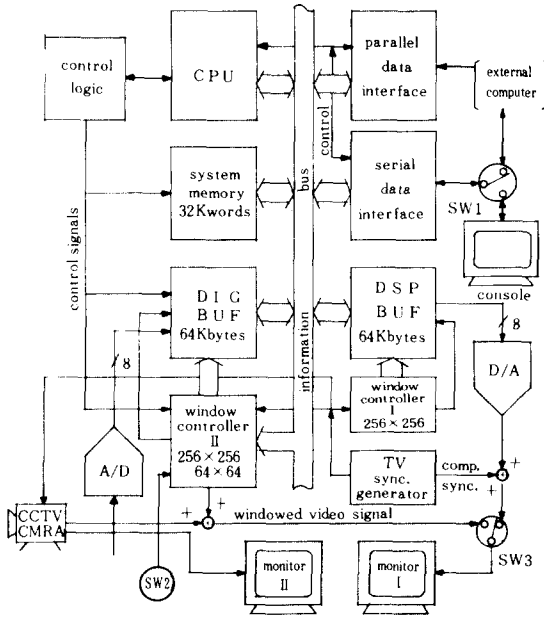


그림 1. 시스템의 전반적인 계통도
Fig. 1. Overall system block diagram.

롤러I은 디스플레이되는 畫面의 크기와 位置를 결정한다.

또한 디지털화부는 映像信號를 데이터로 變換하는 곳으로 CCTV카메라, A/D 變換器, 디지털화용 프레임 버퍼(DIG버퍼), window컨트롤러II로 構成된다. Window 컨트롤러II는 디지털화하고자 하는 映像의 범위를 조정하는 곳으로 中央處理器에 의해서 직접 access가 가능하여 window 位置의 변경을 임의로 행할 수 있을 뿐만 아니라 中央處理器를 통해 그 位置를 確認할 수 있다. 디지털화부의 window는 256x256window와 64x64window의 두가지가 있으며 SW2로써 선택할 수 있다.

한편 시스템의 보조장치로서는 映像信號의 同期化를 위한 TV同期信號 發生器와 SW3, 모니터II가 있다. TV同期信號 發生器는 디스플레이부와 디지털화부에 同期信號를 공급하고, SW3은 window된 CCTV카메라의 출력映像이나 디스플레이부에서 形成된 映像을 선택하는 스위치이고, 모니터II는 CCTV카메라의 전용 모니터이다.

2. 細部 시스템의 構成

本節에서는 시스템을 制御部和 데이터 連動部, 디스플레이부 및 디지털화부로 나누어 그 세부 構造와 기능에 대해 敘述하고, 아울러 映像信號의 同期化, 特殊命令語의 用途 및 目標追跡 기능에 대한 說明도 記

述하기로 한다.

1) 制御部

制御部는 그림 2에서와 같이 中央處理器, 시스템 메모리, 메모리 컨트롤러등으로 構成된다. 여기서 中央處理器는 F-9445¹⁷⁾로서 16MHz의 클럭을 받아 動作한다. 中央處理器의 직접 어드레싱 領域은 0~177777(octal)번지의 64Kwords이다. 본 시스템에서는 64Kwords의 어드레싱 領域중 32Kwords(0~77777번지)는 시스템 프로그램 領域으로 割當하고, 나머지 32Kwords(100000~177777번지)의 領域은 二重化하는 방법으로 擴張하여 DSP버퍼와 DIG버퍼에 각각 64Kbytes씩 割當하며 플래그(flag) 制御에 의해 DSP버퍼 또는 DIG버퍼를 직접 access할 수 있도록 한다. 이와 같이 構成된 記憶裝置들은 메모리 컨트롤러의 制御를 받아 動作된다. 그림 2에서와 같이 메모리 컨트롤러는 中央處理器의 情報버스(information bus)에서 어드레스와 데이터를 분리하여 記憶裝置에 제공하고, 記憶裝置와 中央處理器간의 bus handshake가 이루어지게 한다. 그리고 시스템의 效率的인 動作과 記憶容量의 擴張을 위해 시스템 固有의 特殊命令語를 사용한다. 이것은 데이터 入出力命令語(I/O instruction)를 활용한 것으로서 記憶容量 擴張용과 디지털화부 制御용이 있으며, PAL(programmable array logic)으로 構成된 特殊命令語 디코더(special instruction decoder)에 의해 復號化된다. 이들 命令語의 상세한 說明은 2節 6項에서 記述하기로 한다.

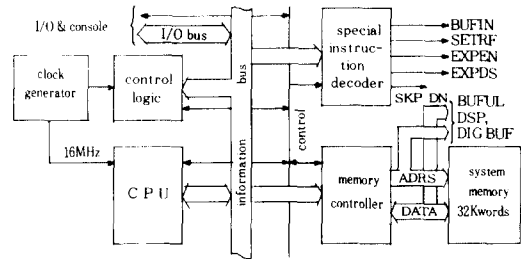


그림 2. 제어부의 계통도
Fig. 2. Block diagram of the control subsystem.

외부 컴퓨터와의 데이터 交換을 위한 데이터 連動部는 그림 3과 같이 parallel 데이터 入力裝置와 serial 데이터 連動器로 構成되어 있다. F-9470¹⁷⁾은 RS-232C 信號方式의 full duplex, 비동기 데이터 連動器로서 1개의 start bit, 8개의 데이터bit, 2개의 stop bit로 構成된 情報를 no parity check의 形態로 최대 4800

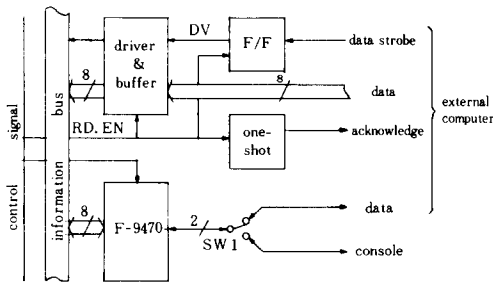


그림 3. 데이터 연동부의 계통도
 Fig. 3. Block diagram of the data interface subsystem.

baud의 速度로 傳送한다. 또한 동일한 데이터 port를 통하여 映像데이터의 交換과 콘솔 기능을 遂行하기 때문에 SW1은 필요에 따라 運用者가 데이터의 통로를 切替할 수 있게 한다.

Parallel 데이터 入力裝置는 데이터의 傳送率을 높이기 위한 port로써 외부 컴퓨터의 프린터 port에 連結되어 그림 4와 같은 信號方式으로 데이터를 수신한다. Data strobe와 함께 외부 컴퓨터로부터 데이터가 입력되면 그림 3의 F/F (flip-flop)은 data valid (DV) 信號를 만들어 中央處理器에 傳達하여 데이터가 입력되어 있음을 알린다. 中央處理器는 DV 信號를 感知하여 데이터를 읽고 이와 동시에 acknowledge 信號를 외부 컴퓨터에 傳達함으로써 데이터의 受信完了를 알린다. Acknowledge를 受信한 외부 컴퓨터는 다음 데이터를 送信하고, 이와 같은 動作을 반복함으로써 映像데이터의 傳送이 이루어진다.

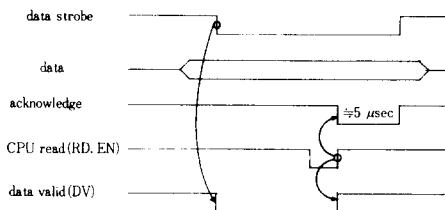


그림 4. 페러렐 데이터 연동기의 타이밍 다이어그램
 Fig. 4. Timing diagram of the parallel data interface.

3) 映像信號의 同期化

디스플레이부에서 畫面에 映像을 나타낼 때 DSP 버퍼에 貯藏되어 있는 각 畫素들이 본래의 映像과 꼭 같은 位置에 歪曲됨이 없이 디스플레이 되기 위해서는 映像信號의 同期化가 이루어져야 한다. 또한 디지털화부

에서도 카메라의 出力信號로 부터 精確한 位置에서 畫素들을 얻기 위해서는 信號의 同期化가 필요하다.

NTSC TV 시스템 (모니터, CCTV 카메라)에서는 프레임 당 垂直 走査週期가 30Hz이고 총 525개의 走査線으로 한 프레임을 構成한다. 이때 水平 走査時間 H는 $H=63.5\mu\text{sec}$ 이다. 이러한 TV 시스템과 디스플레이부 및 디지털화부와의 同期를 위해서는 水平 및 垂直 同期信號, 필드 인덱스 (field index), 그리고 合成 同期信號등이 필요하다. 이를 위하여 本論文에서는 同期信號 發生器로는 MM5321¹²인 1개의 LSI 칩을 선택하였다. 이것은 시스템의 同期클럭 (2MHz)을 받아 그림 5와 같은 飛越 走査方式의 각종 TV 同期信號들을 자동적으로 發生한다. 그리고 이 同期信號들은 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 디스플레이부와 디지털화부에 각각 공급된다.

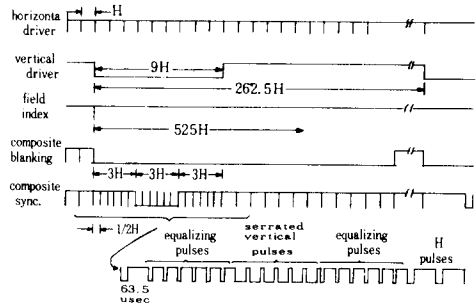


그림 5. TV 동기신호 발생기의 출력파형
 Fig. 5. The output waveform of TV synchronizing pulse generator.

4) 디스플레이부

디스플레이부는 그림 6에서와 같이 window 콘트롤러 I 과 64Kbytes의 DSP 버퍼, D/A 變換器 및 TV 모니터로 構成된다.

디스플레이부의 window는 256×256의 크기로 고정되어 있다. 그림 6에서의 window 콘트롤러 I 은 2진 카운터와 플립 플롭 (F/F)으로 構成된 垂直카운터 V-CNT와 水平카운터 H-CNT이다. 이들은 각각 垂直 및 水平方向의 畫素의 位置를 決定해 주고, TV 同期信號에 同期화된 어드레스 (GA15~GA1)를 發生시켜 DSP 버퍼內的 映像데이터를 access 하며 이를 D/A 變換器에 傳達한다. 또한 DSP 버퍼의 領域은 even 필드와 odd 필드로 나뉘어져 데이터 貯藏時에는 데이터가 어드레스 디코더에 의해 두 領域에 번갈아 貯藏되고, 디스플레이 때에는 window 콘트롤러에 의해 even 필드부터 순차적으로 디스플레이 되도록 構成되어 있다. 따

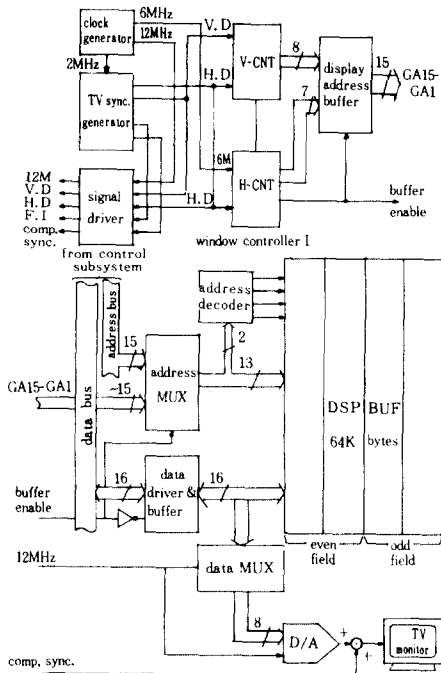


그림 6. 디스플레이부의 계통도
Fig. 6. Block diagram of the display subsystem.

라서 쉽게 飛越走査가 행해진다. 이러한 構造를 하는 DSP 버퍼에 貯藏되는 데이터는 두 畫素로 形成되며, 이 두 畫素는 데이터 MUX에 의해 분리되어 한 畫素씩 D/A 變換된다.

256×256畫素로 構成되는 映像이 디스플레이될 경우, 그 畫面의 縱橫比 (aspect ratio)가 1:1이 되어야 정상적인 映像을 얻게 된다. 그런데 NTSC TV모니터의 畫面의 縱橫비가 4:3이기 때문에 이러한 모니터에서 디스플레이 領域의 縱橫비가 1:1이 되게 디스플레이 하기 위해서는 走査線에 의해 形成되는 畫素의 크기도 1:1이 되어야 한다. 따라서 畫素의 가로길이 w와 세로길이 h, 그리고 走査距離와 走査速度와의 관계들로부터 디스플레이의 標本率을 求할 수 있다.

$$h = w$$

$$h = H \text{ sec} \times 3\ell \times 30\text{Hz}$$

$$w = T \text{ sec} \times 4\ell / H \text{ sec}$$

여기서 H는 水平 走査時間이고, 1/T은 標本率, 그리고 3ℓ 및 4ℓ은 각각 모니터의 세로 및 가로의 크기를 나타낸다. 위의 관계식들로부터 한 畫素에 대한 標本率 1/T은 다음과 같이 주어진다.

$$1/T \approx 11\text{MHz} (\approx 0.09\mu\text{sec})$$

그러므로 약 11MHz의 速度로 디스플레이 하여야 縱橫비가 1:1인 映像을 얻을 수 있다. 本論文에서는 輒

의상 이에 가까운 12MHz의 速度로 디스플레이 하도록 設計하였다.

디스플레이부와 디지털화부에서 사용되는 어드레스 발생회로는 16진 카운터인 74LS193으로 構成되어 있다. 디스플레이부에서는 카운터를 up카운터 모드로 동작시키고 6MHz의 클럭과 垂直 및 水平 同期信號등을 입력시켜서 발생하는 카운터의 出力을 DSP버퍼를 읽어들여 어드레스로 이용한다. 또 디지털화부에서는 카운터를 down카운터 모드로 동작시키고 TV 同期信號들을 입력시켜 어드레스를 얻는다. 여기서 발생하는 어드레스는 中央處理器에 의해서 latch되는 window 데이터에 따라 변경이 가능하여 화면중 임의의 영역을 디지털화할 수 있도록 되어 있다.

5) 디지털화부

디지털화부는 CCTV카메라 映像信號의 한 필드만을 선택하여 6MHz의 標本率로 디지털화한다. 그림7은 디지털화부의 系統圖이다. 여기서 window 콘트롤러 II는 래치 (latch) 1, 래치 2, 垂直카운터 DV-CNT와 水平카운터 DH-CNT로 構成되며, 이중 래치 1과 래치 2는 어드레스 領域의 64000~67777번지대와 60000~63777번지대에 각각 割當되고, 中央處理器가 지정하는 window의 位置데이터를 래치한다. 이때 DV-CNT와 DH-CNT는 래치된 데이터에 따라 window를 움직여 디지털화하고자 하는 映像의 부분을 選定하고 동시에 그림 7에서와 같이 DIG버퍼에 디지털화된 데이터를 貯藏하기 위한 어드레스를 공급한다. 이러한 경우, 垂直方向의 位置데이터는 래치 1에, 水平方向의 位置데이터

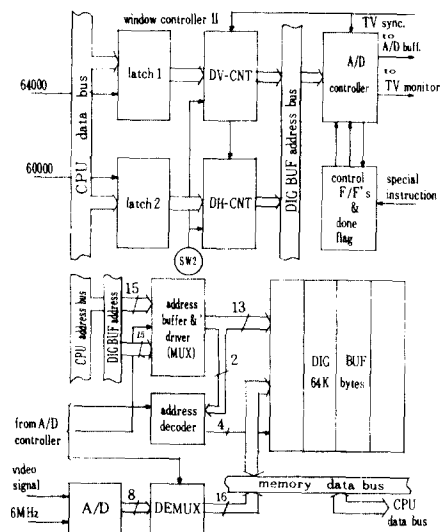


그림 7. 디지털화부의 계통도
Fig. 7. Block diagram of the digitizing subsystem.

는 래치 2에 래치된다. 또 래치 1의 데이터가 짝수이면 even 필드를 디지털화하고, 홀수이면 odd 필드를 디지털화한다.

6) 特殊命令語

特殊命令語는 시스템의 특별한 목적을 위하여 사용되는 命令語로서 EXPEN, EXPDS, BUFIN, SETRF, SKP DN BUFUL 등이 있고 그 기능은 표 1과 같다.

표 1. 특수 명령어
Table 1. Special instructions.

Mnemonic	OP Code (octal)	Function
EXPEN	60250	enable expansion, open the DIG buffer
EXPDS	60350	disable expansion, open the DSP buffer
BUFIN	60051	start digitizing operation
SETRF	60251	in tracker mode, similar function to BUFIN
SKP DN BUFUL	63651	check whether the DIG buffer is full or not

EXPEN과 EXPDS는 記憶容量을 擴張하기 위한 命令語로서 EXPEN이 遂行되면 DIG 버퍼가 선택되고, EXPDS는 DSP버퍼를 선택한다. 그러나 디지털화부나 디스플레이부의 window 컨트롤러들은 이러한 命令語와는 무관하게 각각의 해당 프레임 버퍼를 access 할 수 있다.

命令語 BUFIN이 遂行되면 디지털화부에서는 TV同期信號에 맞추어 카메라의 映像信號를 디지털화하기 시작한다. 디지털화가 完了되면 그림 7에서의 done를 래치가 세트되고, 이 플래그는 SKP DN BUFUL 命令語에 의해서 中央處理器에 傳達되어 디지털화 動作의 完了與否가 判斷된다. 또 BUFIN과 類似한 命令語 SETRF는 目標追跡 기능에서 초기에 64×64畫素의 첫 프레임을 얻는데 사용되고 그 결과를 DIG 버퍼의 特定領域(100000~117037번지)에 貯藏한다. 그리고 특별히 BUFIN이 目標追跡 기능에서 프레임 데이터를 얻기 위해 사용될 때에는 디지털화된 데이터가 160000~177037번지의 領域에만 貯藏된다.

7) 目標追跡裝置

連續적으로 입력되는 映像情報로부터 實時間으로 目標物을 追跡하기 위해서는 빠른 時間內에 移動情報를 檢出하여야 한다. 그러나 既存의 時空間 傾斜法^[9] (spatio-temporal gradient)이나 整合法^[10] (matching)과 같은 移動情報 檢出方法들은 많은 計算量을 요구하기 때문에 實時間 處理가 대단히 어렵다. 예를들어 30 frame/sec의 TV信號를 256×256, 8bit의 映像 데이터

로 디지털화하면서 이를 實時間으로 處理하기 위해서는 약 16Mbps의 데이터를 處理할 수 있어야 한다.

本 論文에서는 이와 같은 문제점을 解決하고, 實時間 處理를 實現하기 위하여 目標追跡裝置를 그림 8과 같이 構成하였다. 먼저 連續적으로 입력되는 映像데이터의 量을 줄이기 위해 프레임의 데이터를 64×64 畫素 크기로 制限하고, 반복 速度推定 時에는 每2~4 프레임당 한 프레임만을 선택할 수 있게 한다. 또한 畫素당 中央處理器의 計算量을 줄이기 위해서 가능한 限 간단한 알고리즘을 적용하도록 한다. 그림 8에서와 같이 window 컨트롤러의 windowing 信號는 카메라의 映像信號와 合成되어 TV모니터에 64×64 畫素크기의 window로 디스플레이 된다. 일단 window內에 있는 對象이 目標物로 設定되면 變位推定器(displacement estimator)는 目標物이 移動할 때마다 垂直 및 水平變位 dx, dy를 推定하고, window 컨트롤러는 그 變位만큼 window의 位置를 移動시킴으로써 window가 目標物을 追跡하게 한다. 이와 같은 方法은 카메라의 움직임에 의해서 생기는 背景의 變化를 움직이는 window에 의해 그대로 實現할 수 있으므로 實際狀況에서 카메라가 目標物을 쫓아 움직이는 것과 類似한 效果를 얻는다. 한번의 變位推定이 끝나면 프레임 m의 데이터를 프레임 m-1로 移動시키고 새로운 프레임 m을 얻은 후, 다시 이상의 過程을 되풀이 한다.

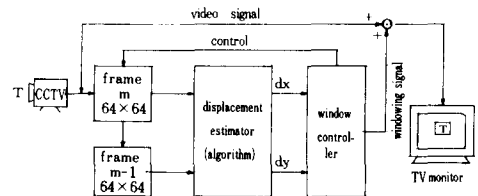


그림 8. 目標追跡장치의 구조
Fig. 8. Structure of the target tracking subsystem.

III. 시스템의 運用 및 檢討

本 論文에서 具現한 多機能 映像處理 시스템은 運用者の 콘솔操作에 따라 여러가지 形態의 映像處理를 행할 수 있다. 이에는 외부 컴퓨터와의 데이터 交換, 處理된 映像데이터의 디스플레이, 그리고 特定한 映像의 디지털화와 시스템 내에서의 多樣한 映像處理 기능 등이 있다.

디스플레이부와 디지털화부의 信號 變換器로는 KSV 3100 universal D/A & A/D 變換器^[11] (三星半導體通信)를 사용하였고, 映像信號의 同期를 위하여서는 TV

카메라 同期信號 發生器인 MM5321¹²⁾(National Semi-Conductor)를 사용했다. 또한 디스플레이 裝置와 映像信號 入力裝置로서는 NTSC칼라 TV세트와 CCTV카메라인 OTC 1512¹³⁾(OPC)를 이용하였다.

앞에서 언급된 바와 같이 中央處理器는 콘솔기능을 가지고 있어서 運用者가 콘솔을 통하여 레지스터 및 메모리에 데이터를 마음대로 入力하고 변경할 수 있어서 시스템이 독립적으로 運用될 수 있다. 그러나 프로그램의 효율적인 開發과 화일 저장을 위하여 IBM PC/XT의 도움을 받는다. 즉, 프로그램 開發者 PC에서 어셈블리 언어로 프로그램을 構成하여 本 研究室에서 만든 NOVA 크로스 어셈블러로 어셈블한 후, 머신 코드를 serial 또는 parallel interface를 통하여 시스템의 적당한 메모리 영역에 傳送한다.

한편 32Kwords의 시스템 메모리는 배터리 백업(battery backup)이 되기 때문에 power off시에도 受信한 데이터들을 그대로 저장하게 된다. 따라서 運用者가 콘솔을 통하여 언제든지 원하는 프로그램의 번지를 指定하면 즉시 그 기능이 遂行된다. 이러한 方式으로 開發되어 遂行 가능한 기능 프로그램들에는 화일 傳送, 陰畫, 히스토그램, 差映像, 디지털화, 映像分割, 擴大 및 縮小, Sobel연산, 메디안 및 平均필터링, 그리고 目標追跡등이 있다.

그림 9는 여러가지 形態로 處理한 映像을 모니터에 디스플레이한 것이다. 여기서 (a)는 외부 컴퓨터(IBM PC/XT)로부터 受信한 映像이고, (b)는 (a)의 映像을 陰畫로 바꾼 結果이며, (c)는 (b)의 映像에 대한 히스토그램을 그린 것이다. 또한 (d)는 (a)의 映像과 平均 필터링된 映像과의 誤差映像을 나타낸 것이다. 그리고 그림 9의 (e)는 디지털화한 映像이고, (f)는 (e)의 映像을 分割한 것이며, (g) 및 (h)는 (a)의 映像을 각각 1/4縮小 및 4배 擴大한 映像들이다. 이와 같은 기능들은 자체 시스템에서 수초이내 處理할 수 있었고, 그림 9에서와 같이 모두 良質의 映像을 얻을 수 있었다.

또한 多機能 映像處理 시스템과 他 컴퓨터와의 데이터 交換은 비교적 단순한 화일(file)交換의 形態이며, 同期文字(synchronizing character)를 傳送하는 것 외에 특별한 프로토콜 없이 4800 baud速度로 傳送하여도 誤差없이 데이터 交換이 가능하였다. 특히 parallel port를 이용하여 데이터를 受信한 경우 serial port에 비해 傳送速度를 60배 이상 높일 수 있었다.

한편 本 시스템에서 사용된 TV同期信號 發生器는 입력되는 同期클럭의 週期가 2.04545MHz일때 필드의 週期를 60Hz가 되도록 하는 同期信號들을 發生시킨다. 그러나 實在 시스템에서는 同期클럭이 2.0MHz가 되도록 設計되어 있어서 디스플레이 되는 映像의 필드週期

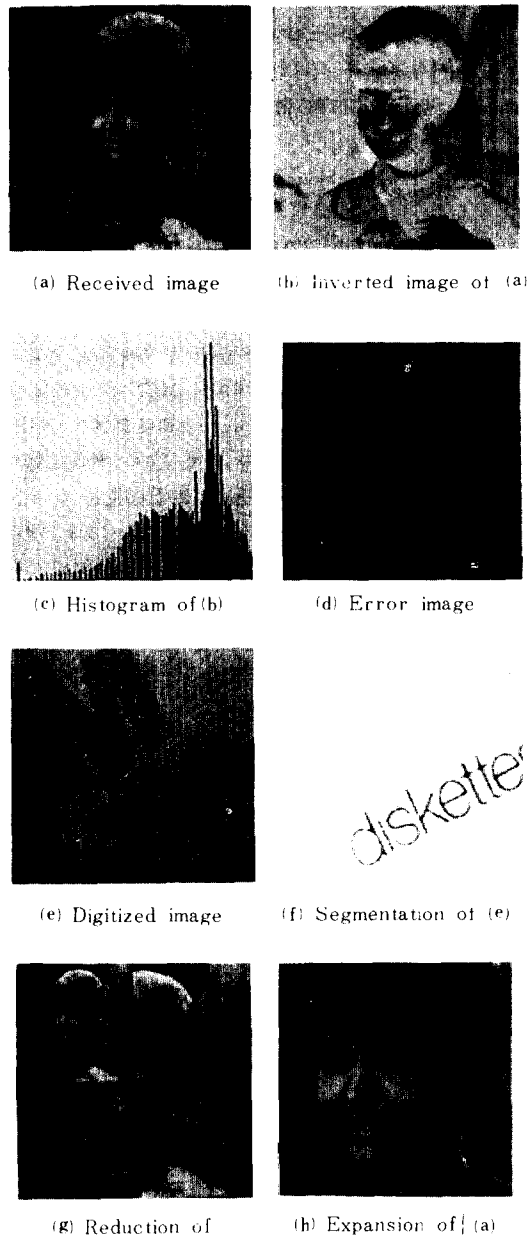


그림 9. 다기능 영상처리 시스템에 의해 처리된 영상들
Fig. 9. Images processed by the multi-function image processing system.

가 약 58.6Hz가 된다. 이와 같은 走査週期는 電源 周波數와의 誤差때문에 映像品質을 저하시킬 수 있지만 그 차이가 미세한 관계로 正常的인 畫面을 얻을 수가 있었고, 畫素당 256의 明暗度로 디스플레이하고 있어서 그림 9에서와 같이 良好한 品質의 映像을 얻을 수 있었다. 그리고 이들 映像은 12MHz의 速度로 디스플레이 되기 때문에 TV세트의 映像 增幅器에서 周波數

歪曲 (frequency distortion)이 일어나서 약간의 ringing 現象이 일어난다.¹⁴⁾ 그림 9에서 밝기의 變化가 급격히 일어나는 부분에서 이러한 現象을 볼 수 있다. 이때의 ringing 現象은 周波數 帶幅이 큰 모니터를 사용하면 除去될 수 있다.

DSP버퍼에 사용되는 記憶素子は 최대 access速度가 6.6MHz(150nsec)인 SRAM(static RAM)이기 때문에 디스플레이 時, 12MHz의 access가 불가능하다. 그러나 그림 6에서와 같은 bus構造에 의하여 이러한 문제점을 解決하고 있다. DSP버퍼의 데이터는 두개의 畫素로 構成되어 있기 때문에 동시에 두 畫素의 access가 가능해지고 이를 데이터 MUX가 분리해 낸다. 따라서 6MHz의 메모리 access速度로써도 12MHz의 標本率로 디스플레이할 수 있게 된다. 映像信號의 垂直 blanking 時間은 총 垂直 走査時間의 약 8% (21H)를 占有하고 있기 때문에¹⁴⁾ 필드당 262.5개의 走査線 중 약 240개의 走査線에 該當하는 信號만이 映像을 形成한다. 따라서 한 필드만을 선택하여 디지털 화하는 디지털화부로서는 256×240크기 정도의 映像 데이터만을 얻을 수 밖에 없다. 그림 9의 (e) 및 (f)의 映像은 그 크기가 256×240이다.

한편 本 論文에서 實現한 實時間 目標追跡 裝置에 變位가 간단히 推定될 수 있는 Limb & Murphy 알고리즘을 적용하여 실험을 하였다.^{15,16)} 이 알고리즘은 映像의 밝기에 대한 空間上의 變化와 時間上의 變化를 이용하여 移動情報를 檢出하는 方法으로 비교적 計算量이 적어서 實時間 處理가 가능하다. 그림 10은 이러한

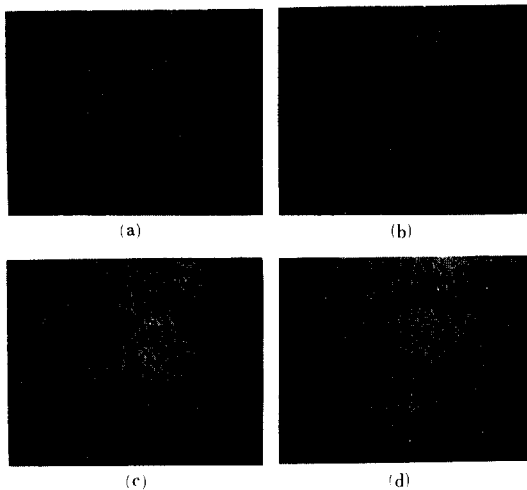


그림 10. 다기능 영상처리 시스템의 목표물 추적동작;
(a)→(b)→(c)→(d)
Fig. 10. Target tracking operation of the system;
(a)→(b)→(c)→(d).

Limb & Murphy 알고리즘을 적용하여 目標物을 追跡해 가는 過程을 나타낸다.

本 目標追跡裝置의 프레임 데이터는 64×64 window 内の 것으로만 形成되기 때문에 window가 推定된 變位만큼 움직일때마다 새로 입력될 프레임의 데이터가 전반적으로 window變位만큼 移動되어지는 結果를 招來하므로 時間傾斜를 求할 때 이전 프레임을 變位の 反對方向으로 移動시켜야 한다. 이와 같은 일은 소프트웨어의 overhead가 되고 있으므로 앞으로 改善되어야 할 문제점이다. 일반적으로 Limb & Murphy 알고리즘은 3pef(pel per frame) 이상의 變位에서는 過小 推定되는 特性^{17,18)}이 있고, 복잡한 背景속에서는 그 性能이 떨어진다. 이러한 알고리즘의 特性때문에 本 論文에서 具現한 實時間 目標追跡 裝置는 비교적 단순한 背景속에서 천천히 移動(최대 15pixel/sec)하는 目標物에 대해서는 實時間 追跡이 가능하였다.¹⁹⁻²¹⁾ 이때의 映像데이터 處理速度는 移動變位の 크기에 따라 달라 지지만 5~10frame/sec(약 64K bps) 정도이었다.

그림 11는 本 論文에서 制作한 映像處理 시스템을 나타낸 것이다.



그림 11. 본 논문에서 구현한 영상처리 시스템
Fig. 11. Implementation of the image processing system.

IV. 結 論

本 論文에서는 흑백의 256×256 畫素로 構成되는 映像에 대한 디스플레이, 디지털화, 그리고 기타 映像處理가 可能한 多機能 映像處理 시스템을 具現하였다. 이 시스템의 디스플레이 기능은 良質의 畫面을 提供하고 있어서 映像品質의 主觀的 評價를 實行할 수 있게 해주고, 디지털화 기능을 통해서는 8bit의 特定한 映像데이터 베이스를 얻을 수가 있었다. 또한 高速의 中央處理器를 보유하고 있어서 짧은 時間 內에 시스템 獨立의으로 多樣한 映像處理를 行할 수 있었다. 特히 外部 컴퓨터와 데이터 交換 기능을 통해서는 傳送誤差가 없는 映像데이터의 交換이 가능했다.

한편, 본 시스템은 一般의인 映像處理 시스템과는 달리 目標追跡 기능이 附加되어 있다. 이 目標追跡 기능은 여러가지 變位推定 알고리즘의 應用이 가능하고, 連續的인 映像에 대한 實時間 處理가 容易하도록 設計되어 있다. 본 論文에서는 Limb & Murphy 알고리즘을 적용하여 단순한 背景속에서 比較的 移動變位가 적은 目標物을 實時間으로 追跡하는 目標追跡 裝置를 實現하였다.

이와 같이 본 論文에서 具現한 映像處理 시스템은 그 기능이 多樣하고 實時間 處理에 적합하기 때문에 소프트웨어의 開發과 더불어 映像데이터의 減縮, 形象 認識 및 目標追跡 등의 映像處理 分野의 研究에 더욱 유용하게 사용될 수 있으리라 判斷된다.

參 考 文 獻

[1] J.E. Rowe, Ed., *Proc. IEEE Special Issue on Digital Picture Processing*, IEEE, New York, 1972.

[2] H.F. Freitag, Ed., *Proc. IEEE Special Issue on Image Processing*, IEEE, New York, 1981.

[3] W.K. Pratt, *Digital Image Processing*, Wily-Interscience, New York, 1978.

[4] R.C. Gonzalez and P. Wintz, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, Mass., 1977.

[5] M.P. Ekstrom, *Digital Image Processing Techniques*, Academic Press, Florida, 1984.

[6] Imaging Technology Inc., *PC Vision Catalogue*, 1985.

[7] Fairchild, *Microprocessor Products Data Book*, 1981.

[8] Data General, *How to Use the NOVA Computers*, 1974.

[9] M.S. Suk, *A Study on the Automatic Target Tracking System*, Final Report, KAIST, 1983.

[10] R.O. Duda and P.E. Hart, *Pattern Classification and Scene Analysis*, John Wiley & Sons, New York, 1972.

[11] SST, *Universal A/D & D/A Converter Product Description*, 1986.

[12] National Semiconductor, *MM 5321 TV Camera Sync. Generator Description*, 1980.

[13] OPC, *Video Camera Owner's Manual*, 1986.

[14] B. Grob, *Basic Television and Video Systems*, McGraw-Hill, New York, 1984.

[15] 김남철, 잡음 및 왜곡이 수반된 디지털 영상의 복원연구, 한국과학재단 연구보고서, 1986년 4월.

[16] 공태호, 다기능 영상처리 시스템의 하드웨어 구현, 경북대학교 석사학위논문, 1986년 8월.

[17] 윤찬현, 시공간 경사법에 근거한 강잡음 속도추정기의 구현, 경북대학교 석사학위논문, 1985년 8월.

[18] J.O. Limb and J.A. Murphy, *Estimating the Velocity of Moving Images in Television Signals*, *Comput. Graphics Image Processing* 4, pp. 311-321, 1975.

[19] 최길영, 시공간 경사법에 근거한 실시간 자동 목표추적, 경북대학교 석사학위논문, 1987년 2월.

[20] 천인서, 이동영역을 틀영상으로한 실시간 자동 목표추적, 경북대학교 석사학위논문, 1987년 2월.

[21] 김세환, 고속 정합법에 의한 실시간 자동 목표추적, 경북대학교 석사학위논문, 1987년 2월.