水理實驗과 小型컴퓨터 이용

全 仁 植*

1. 緖論
2. 水理實驗計測 시스템의 구성
3. 컴퓨터 Hardware
4. 入出力 제어 소프트웨어
5. 수리실험계측을 위한 소형컴퓨터의 選定

1. 緖 論

水理實驗에서 소형컴퓨터(Micro-computer)의 이용은 在來의 수동식 관측기법에서 불가능했던 實驗資料의 연속관측을 가능케 하고 또한, 실험자료를 저장하고 처리하는 데 많은 잇점을 제공하여 왔다. 또한, 各種 Transducer의 발전과 함께 이들 機器들과 컴퓨터 사이의 Interfacing기법의 적절한 運用에 의하여 실험계측의 Sampling interval은 Micro-sec의 단위까지 축소가 가능하게 되었다. 따라서, 亂流의 성격 및 他 흐름 성질의 微細特性을 규명하는 데에는 소형컴퓨터를 이용한 自動計測 시스템이 필수적으로 수반되게 되었다.

실험계측에서 소형컴퓨터는 末端 계측기기를 포함하는 수개의 周邊裝置에 연결되어 주변장치들을 통제하는 역할을 한다. 이와같은 통제기능은 컴퓨터 內外의 Hardware의 효과적인 조합과 制御 Software의 入力에 의하여 이루어진다. 일반적으로 소형컴퓨터의 기능은 크게 能動的 역할과 受動的역할로 나눌 수 있다. 능동적 역할은 컴퓨터가 Signal을 放出하여 Analog device를 제어함을 의미하는데 수리실험에서 造波裝置, 潮汐裝置(Tidal generator), Pump 및 Valve의 自動調節 장치 등이 이에 해당된다. 수동적 역할은 단순히 末端 계측기기로부터 Signal을 받아 저장함을 의미하며, 대부분의 수리 실험계측이 이에 해당된다. 능동적 역할과 수동적 역할을 並行해서

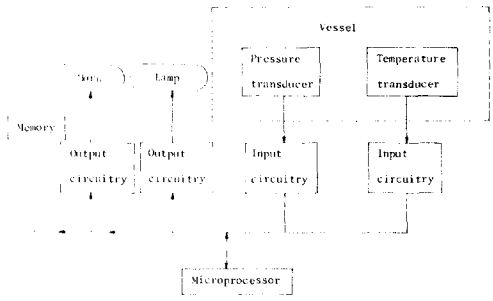

Fig. 1 Design of a micro computer-based warning system for pressure and temperature measurements(from Gibson and Liu, 1980)

수행할 수 있는데 Fig. 1은 그 例를 보여준다. 容器안에 설치되어 있는 압력, 온도 測定器들로 부터 Signal을 받아 기억장소에 저장하는 역할(受動的 역할)을 수행하다가 異常 압력 및 온도가 발생하면 자체 판단하여 경보장치를 가동시키게 된다(能動的 역할). 또한, 自動 水門造作 장치에서 수문 下流에서 流速을 측정하여 어느 特定値의 초과 또는 미달 여부를 판단하여 컴퓨터에 연결되어 있는 水門造作 장치에서 水門造作 Servo system을 가동시키는 것도 수동적 역할과 능동적 역할을 並行하는 것이 된다.

이와 같이 컴퓨터를 효과적으로 運用하기 위해서는 컴퓨터 內外의 Hardware의 기능과 제어 Software에 대한 상당한 이해가 先行되어야 하며 本稿에서는 수리실험계측 시스템을 構成하는데 필요한 개략적인 기초사항들을 기술하고자 한다.

* 本學會 正會員 海洋研究所 海洋工學研究室 先任研究員

수리실험계측에 대한 보다 詳細한 정보를 얻기 위해서는 參考文獻에 열거한 專門書籍들의 참조가 권장된다.

2. 水理實驗 計測 시스템의 구성

수리실험 계측은 소형컴퓨터의 적절한 이용과 周邊裝置들의 효과적인 배치에 의하여 능률적으로 진행될 수 있다. Fig. 2는 일반적인 수리실험 계측 시스템의 構成을 보여준다.

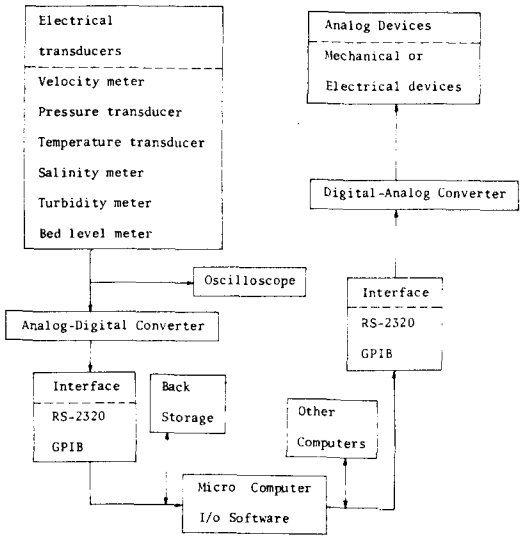

Fig. 2 A block diagram of an integrated measurements / Control system in hydraulic experiments Utilizing a micro computer

일반적으로 수리실험 계측이 대상으로 하는 狀態空間(State space)은 流速, 流量, 압력, 水温, 波高, 鹽度, 濁度 및 바닥地形의 형태 등이며 이들을 계측하기 위해서는 電氣 變換器(Electrical transducer)가 사용된다. 전기 변환기에 의해 상기 物量들을 Voltage signal 또는 Current signal로 변환되어 소형컴퓨터로 移送된다. Voltage 또는 Current signal의 本來 物量으로의 변환은 사전 획득한 Calibration data, 즉 Voltage-state의 관계곡선을 이용하여 컴퓨터內에서 이루어질 수 있다.

末端 계측기기가 檢出하는 Signal은 Analog 형태이기 때문에 Digital computer에 저장하기 위해서는 Digital 형태로 변환되어야 하며 이를 위해서 Analog-digital converter(ADC)가 사용되어야 한다. 반대로 컴퓨터가 各種기계장치를 제어할 경우 컴퓨터로부터 放出되는 Digital signal을 컴퓨터에 전달하기 전에 그 형태 및 성격에 대해 미리 파악하는데 사용된다. 自體內에 기억용량을 가지고 있는 것이 편리하며 機種에 따라서는 Digitizer기능을 가지고 있는 경우도 있다. 이 경우에는 별도의 ADC를 거칠 필요없이 직접 컴퓨터에 연결하여 Data를 送信할 수 있다. 또한, Oscilloscope는 계측기기로부터의 Voltage signal의 정확한 Voltage 값들을 알고자 할 때 효과적으로 이용된다. Spectrum Analyzer는 Random signal의 通計的 특성을 짧은 시간에 파악하는데 이용되며 Turbulence의 관련 실험에 매우 효과적으로 이용할 수 있다.

3. 컴퓨터 Hardware

컴퓨터 Hardware는 컴퓨터 內部 부품 및 주변기기들과의 연결장치를 의미한다. 여기서 周邊機器(Peripheral device)는 ADC, DAC, Printer, Key board, Disc drive 및 Video moniter등을 포함한다(Fig. 3참조)

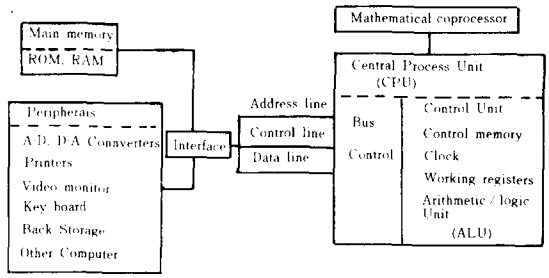

Fig. 3 General lay out of micro computer hardwares and interfacings

(1) Centeral process Unit(CPU)

CPU는 入力된 컴퓨터 Program을 집행하고 主 기억장치내의 Memory의 Address를 賦課하며 주변기기와의 Data 入出力을 관장하는 역할을 한다. CPU內에는 Clock이 內臟되어 있는데

Clock은 均一한 간격의 Pulse를 製造하는 일종의 Pulse generator로서 CPU의 집행속도를 제어하며 그 크기는 Hz단위로 표시된다.

(2) 主 기억장치(Main memory)

소형 컴퓨터의 기억장치는 컴퓨터 制御命令, 컴퓨터 Program과 실험계측 Data를 저장하는데 사용되며 많은 Bits로 구성되어 있다. 기억장치는 Word라는 小區域으로 나누어져 있는데, 이 Word는 수개의 Byte(8 bits)로 구성되어 있다. 또한, Word는 CPU와 Main memory 사이에 同時에 전달될 수 있는 最大 Bit의 숫자를 의미하며 이 Word length에 따라 컴퓨터는 8Bit, 16Bit, 32Bit 컴퓨터로 분류된다. 따라서, 큰 Word length일수록 Data 送受信 속도가 빨라지며 결과적으로 컴퓨터의 집행속도가 增大된다. 主 기억장치는 컴퓨터의 電源을 단절했을 때 기억장소 內의 기억내용의 보존 與否에 따라 ROM(Read Only Memory)와 RAm(Random Access Memory)로 分割된다. ROM은 컴퓨터의 설치後에 변경할 필요가 전혀 없거나 遺失로 말미암아 컴퓨터 기능에 막대한 지장을 초래할 수 있는 命令語등을 저장하며 콤퓨터 가동중 갑작스런 電源斷絶에 의해 지워지지 않는다. RAM은 CPU의 作業臺와 같은 역할을 하며 컴퓨터 Program의 집행시 발생하는 정보나 실험 Data등을 임시 저장하는 장소이다. RAM의 기억내용은 전원단절에 의해서 완전히 消滅된다. RAM size는 KB(Kilo bytes)로 표시되며 初期 64KB로부터 확장되어 현재에는 640 KB에 이르고 있다. (IBM AT 互換機의 경우 OS-2 operating system을 쓸 경우 2MB까지 확장가능하다).

(3) 소형컴퓨터 Interfacing

컴퓨터와 주변장치를 연결시키기 위해서는 적당한 Interface가 필요하다. Interface 종류는 Parallel interface와 Serial interface의 두 가지로 나눌 수 있다. Parallel interface는 8Bits를 동시에 入出力시킬 수 있으며 高速의 Data 送受信에 사용된다. Parallel interface를 사용하여 ADC에서 Data를 수신할 경우 Data의 精密度(Resolution)는 Data가 차지하는 Bit의 갯수에 좌우된다. Data의 Length가 8Bits일 때 一時에 1개의 Data, 즉 8Bits가 수신되어 이때의 精密度는 2의 역수, 즉 0.4%정도이다. 이 경우에 그 Data는 1Byte로 기억장소에 저장되며 16Bit memory space의 경우 한 Word의 半을 차지한다. Data의 정밀도를 높이기 위해 Data length를 16Bits로 하면 정밀도는 2倍(0.2%)로 증가하며 1개의 Data가 두번에 걸쳐 8Bits씩 수신된 다음 1개 Word를 차지한다. Data length는 입력 Software에 의하여 조절되며, Data length가 증가할수록 기억장소에 저장할 수 있는 Data의 갯수는 감소한다.

Serial interface는 Data 송수신 속도는 느리지만 遠距離 송수신에 많이 사용되며 Data가 한번에 1Bit씩 입출력 된다. 또한, 컴퓨터의 집행속도보다 훨씬 느린 기계장치에 Data를 放出할 때 사용되기도 한다. 上記 두 가지 Interface 방식은 Data가 CPU를 반드시 거쳐 송수신되기 때문에 약간의 時間遲延이 초래된다. 따라서, 超高速의 Data 송수신이 요구될 경우 주변기기와 Memory를 직접 연결하는 방식이 있는데 이 방식을 DMA(Direct Memory Access)방식이라고 한다. 이 방식은 몇 개의 Word가 모인 Block 단위로 Data 송수신이 가능하며 이를 위해서는 별도의 Hardware, 즉 DMA module controller가 요구된다.

Parallel 또는 Serial interface와 CPU는 Interface bus에 의하여 연결되는데 일반적으로 CPU와 主 기억장치(ROM, RAM)를 연결하는 Bus와 Interface bus를 共用하는 Single bus system을 사용한다. Bus는 Data의 송수신 및 주변기기들을 제어하는 여러 라인으로 구성되어 있는데 라인들은 정보들의 입출력을 1라인이 共히 담당하는 兩方向의 기능을 가진다. 16Bit Intel 8080 Series의 Bus line은 16Bits의 Address line, 8Bits의 Data line과 10개의 Control line으로 구성되어 있다.

대표적인 商業的 Interface는 GPIB parallel interface와 RS-232 C Serial interface가 있다. 이와 같은 標準化된 Interface를 사용할 경우에는

Interface 및 Bus의 細部機能에 대해 상세히 고려할 필요는 없다. 다만 특수 목적을 위하여 Interface와 Bus를 自體構成할 경우에는 상당한 정도의 전문기술이 요구된다고 볼 수 있다.

4. 入出力 제어 소프트웨어

周邊機器에 Data 및 정보를 입출력할 경우 입출력을 제어하는 적절한 Software를 구성해야 한다. 이 Software는 주변기기의 Address, Data의 갯수, 형태와 Sampling Interval 등을 指定해 준다. Data의 입출력을 위하여 다음과 같은 세가지 Programming 技法이 이용된다.

1. Programmed I/O
2. Interrupt I/O
3. Direct Memory Access(DMA)

Programmed I/O는 가장 많이 쓰이는 기법으로서 RAM과 Interface 사이의 Data 송수신을 CPU가 관장한다. ADC로 부터 Data를 수신할 경우 Data는 CPU 內의 Buffer register를 거친 다음 RAM에 저장된다. Programmed I/O 경우에는 CPU가 Data를 입출력하는 시간동안만 作動하며 Data를 기다리는 시간동안은 停止 상태로 있어 CPU time의 낭비를 초래하는 短点이 있다. 이에 反하여 Interrupt I/O 기법은 Data 사이의 시간간격을 활용해서 Computer의 他기능을 수행할 수 있다. 例를 들어 Data를 수신하면서 동시에 계산을 수행하거나 Printer를 가동시키는 소위 Multi-tasking 작업을 수행할 수 있다. 그러나, 이 기법은 Programmed I/O에 비해 Logic이 복잡하며 Program 기법의 熟練이 요구된다고 볼 수 있다. DMA 방식은 앞서 설명했던 것처럼 主 기억장치, 또는 Disc drive와 주변기기를 직접 연결하는 체계로서 Data 송수신을 高速으로 유지할 수 있으며 Interrupt I/O보다도 더 효율적인 Multi-tasking 작업을 수행할 수 있다.

Programming은 High-level language 나 Low level language를 이용하여 만들 수 있다. High level language는 BASIC, FORTRAN, PASCAL, 또는 C language 등을 포함하는데 이 中에서 BASIC이 비교적 적용이 쉽고 편리하기 때문에 가장 많이 사용되어져 왔다. 그러나, BASIC은 執行速度가 느리다는 단점이 있다. FORTRAN은 탁월한 計算能力을 가지고 있지만 A-D, 또는 D-A converter와의 Data 입출력에 해당되는 命令語를 구비하고 있지 못하기 때문에 FORTRAN program상에 Data 입출력에 대한 부분은 Assembly language, 또는 機械言語로 보완되어야 한다. PASCAL은 집행속도가 빠르며 탁월한 I/O 기능을 가지고 있어 많이 사용되고 있다.

Low level language는 機械語(Machine language)와 Assembly language로 나뉘는데 High level language에 비해 집행속도가 빨라 超高速의 Data입출력이 필요할 때 사용된다. 또한, Low level language를 쓸 경우 많은 기억장소가 절약이 된다. 따라서, 컴퓨터의 기능을 最大로 활용하기 위해서는 Low level language의 이용이 불가피하다. 그러나, 기계어는 Programming이 매우 복잡하기 때문에 特殊한 경우를 제외하고는 대부분의 입출력 제어 Language로서는 부적당하며 Assembly language가 비교적 많이 사용된다.

5. 수리실험 계측을 위한 소형컴퓨터의 選定

소형컴퓨터를 선택하는 데에는 價格을 포함하여 다음과 같이 要素들이 고려되어야 한다.

- 記憶容量
- 收容가능한 Computer language
- 입출력 Port
- Back-storage
- Data의 송수신 速度
- Word length

기억용량에 대해서는 측정하고자 하는 Data의 量을 고려해 충분히 확보되어야 하며 現在 國內에서 판매되고 있는 16Bit Address space의 640 KB RAM을가진 IBM-XT, 또는 AT 互換機種이면 충분하다. RAM중의 약 500 KB가 Data의 저장에 이용되며 8Bits Resolution의 경우 약 62,000개, 16Bit Resolution의 경우 31,000 Data가

저장된다.

Programing language에 대해서는 현재 판매되고 있는 Computer의 거의 全機種이 High 또는 Low level language를 收容할 수 있다. 입출력 Port는 8Bits를 동시에 송수신할 수 있는 Parallel port와 장거리 송수신을 위해 Serial port를 最小 2개 이상 구비하는 것이 바람직하다. Back-storage는 Floppy disc(FD), Hard disc(HD)와 Data logger 등이 있다. FD는 5.4"와 3.5"의 두 가지가 있으며 많은 量의 Data를 收錄하기 위해서는 약 1MB 용량의 Diskette을 사용하는 것이 좋다. Hard disk는 많은 양의 Data를 저장할 수 있는 잇점이 있는 반면 衝擊 또는 먼지 등에 취약하기 때문에 Data를 長時間 저장하는 것은 바람직하지 않다. 大量의 Data를 此後에 사용할 목적으로 永久的으로 保管하는 데는 Data logger를 사용해야 한다. Data logger는 Punched tape와 Magnetic tape의 두 종류가 있는데 最近에는 Optical laser disk(용량 800 MB)가 개발되어 이용되고 있다.

Data 送受信率은 CPU의 Clock 속도에 비례하며 일반적으로 IBM XT 또는 AT 호환기종의 Clock cycle (16MHz-20MHz) 정도이면 一般 ADC 또는 DAC를 가동시키는데 별 문제가 없다. 특히 수리실험 계측에서의 Real time series의 Frequency band는 일반적으로 0−500Hz 정도이므로 Clock cycle에 별 제한을 받지 않는다. 그러나, 컴퓨터를 이용하여 計測 Data를 분석, 처리할 경우에는 Clock cycle이 큰 것일수록 유리하며 이 경우에는 역시 Word length, 즉 Bus space가 큰 것일수록 유리하다. 현재까지 最大 32Bit data bus의 小型 컴퓨터가 개발, 이용되고 있다.

6. 參考文獻

1. Glenn, G., Liu, Y., 1980, *"Microcomputers for engineers and scientists,"* Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
2. Artwick, B.A., 1980, *"Microcomputer Interfacing,"* Prentice-Hall Inc., New Jersey.
3. Buck, N.L., Maragony, R.D., 1982, *"Mechanical Measurements,"* Addison-Wesley Publishing Co., Massachusetts.
4. Stone, H.S. 1983, *"Microcomputer Interfacing,"* Addison-Wesley Publishing Co., Massachusetts.
5. *"Proceedings of BHRA International conference on the Use of Micros in Fluid Engineering,"* 1983, BHRA Fluid Engineering, 1983, BHRA Fluid Engineering, Cranfield, U.K.
6. Gibbings, J.C., 1986, *"The systematic experiment,"* Cambridge University Press.
7. Dalglish, R.L., 1987, *"An introduction to control and measurement with microcomputers,"* Cambridge University Press.