

Microcomputer를 이용한 Data Acquisition System에 關한 研究*

A Microcomputer-Based Data Acquisition System

金 基 大** · 金 聲 來**
Kim, Ki Dae · Kim, Soung Rai

Summary

A low cost and versatile data acquisition system for the field and laboratory use was developed by using a single board microcomputer. Data acquisition system based on a Z80 microprocessor was built, tested and modified to obtain the present functional system. The microcomputer developed consists of 6 kB ROM, 5 kB RAM, 6-seven segment LED display, 16-Hex. key and 8 command key board. And it interfaces with an 8 channel, 12 bits A/D converter, a microprinter, EPROM programmer for 2716, and RS232C interface to transfer data between the system and HP3000 mini-computer manufactured by Hewlett Packard Co., A software package was also developed, tested, and modified for the system. This package included drivers for the A/D converter, LED display, key board, microprinter, EPROM programmer, and RS232c interface. All of these programs were written in Z80 assembler language and converted to machine codes using a cross assembler by HP3000 computer to the system during modifying stage by data transferring unit of this system, then the machine language wrote to the EPROM by this EPROM programmer.

The results are summarized as follows:

1. Measuring program developed was able to control the measuring intervals, No. of channels used, and No. of data, where the maximum measuring speed was 58.8 microsec.
2. Calibration of the system was performed with triangle wave generated by a function generator. The results of calibration agreed well to the test results.
3. The measured data was able to be written into EPROM, then the EPROM data was compared with original data. It took only 75 sec. for the developed program to write the data of 2 kB the EPROM.

* 本 研究는 1981年度 文敎部 學術研究振興費에 依히 이루어졌음

** 忠南大學校 農科大學 農業機械工學科

4. For the slow speed measurements, microprinter instead of EPROM programmer proved to be useful. It took about 15 min. for microprinter to write the data of 2 kB.

5. Modified data transferring unit was very effective in communicating between the system and HP3000 computer. The required time for data transferring was only 1~2 min.

6. By using DC/DC converting devices such as 78-series, 79-series, and TL497 IC, this system was modified to convert the only one input power sources to the various powers. The available power sources of the system was DC 7~25 V and 1.8 A.

1. 緒 言

最近 各分野에서 널리 利用되고 있는 Microprocessor를 農業機械分野에 應用하는 研究는 1970년대 부터 活發히 이루어져 美國, 英國, 日本, Canada 등에서 많은 實驗結果가 報告되었다.

精密한 計測裝置를 利用하여 손쉬운 方法으로 分析處理하는 것이 理想的인 研究課程이나 農業機械 實驗分野에는 適合한 測定裝置가 不足하여 實驗目的에 따라 計測裝置를 隨時로 製作使用하는 어려움이 있다.

現在 國內의 研究에서 널리 活用되고 있는 Strain gage system의 Recording 裝置로는 Light-beam oscillographic recorder로서 最大 記錄速度는 1000 m/sec까지 測定하는 優秀한 裝置이나 Recording paper가 國內에서 生産되지 않고 高價일 뿐 아니라 Data 測定記錄後 人力에 依하여 判讀하기 때문에 많은 勞力이 所要되고 精度面에서도 問題가 되고 있다. 또한 이를 다시 Computer에 入力시키기 爲하여는 人力에 依하여야 하므로 많은 時間을 必要로 한다.

이에 本研究는 現在 그 利用이 날로 늘어가고 있는 Microcomputer에 A/D converter를 Interface 시켜 strain amplifier로부터 出力되는 Analog signal을 A/D converter에서 Digital signal로 變換하여 測定하고 이를 記錄 保管하였다가 大型 Computer로 傳送하여 大型 Computer에 依해 Data를 分析處理하기 爲한 計測부터 處理까지의 全 system 開發을 目的으로 이루어졌으며 그 具體的인 目的은 다음과 같다.

가. 基本 Microcomputer에 8 Channel用 A/D 變換器를 Interface시켜 計測速度가 低速부터 高速까지 測定이 可能한 測定用 Program을 開發한다.

나. 計測한 Data는 LED로 Display 시키거나 測定 interval이 1秒以上인 경우에는 小型 printer를

利用하여 直接 Printing 시키고 Computer用 EPROM에 記錄할 수 있는 EPROM Programmer를 製作하고 이들에 必要한 program을 開發한다.

다. Microcomputer와 HP3000 computer와의 Data 傳送을 爲하여 RS232C interface시켜 Data 傳送을 爲한 Microcomputer의 program과 HP3000 computer의 Fortran program을 開發한다.

라. 以上の 全體裝置를 野外에서 使用할 수 있도록 Battery로 單一 電源化한다.

2. 文獻 概要

Grevis-James等¹⁾의 報告에 依하면 1950年代 以前の 農業機械 研究를 爲한 計測裝置는 大部分 機械式으로 되어 있었고, 1950년대부터 電氣的인 方法에 依存하였으며, 最近에는 電磁的인 方法은 轉換되어 가까운 將來에는 農業機械 實驗研究를 爲한 計測裝置는 Microcomputer가 많이 利用될 것이라고 報告하였다. 一般的으로 이러한 計測裝置들은 Data를 指示하는 方式과 記錄하는 方式으로 區分할 수 있다. Summer等²⁾은 1980年 Tractor 各部의 性能에 關係되는 要素들을 計測하여 指示하는 Digital monitor를 開發하여 經濟的인면서도 圃場에서의 使用이 便利하다고 報告한 바 있다.

또한, Grevis-James等³⁾은 Tractor의 性能에 關係하는 Slip, 走行速度, 所要動力, 牽引力 등을 檢出하여 analog로 指示하는 Tractor用 Power monitor를 開發하고 Calibration을 實施한 後, 實驗에 使用한 結果, 作業時의 性能向上을 爲한 目的과 tractor의 選定을 爲하여 充分한 精度를 갖는다고 報告하였다

한편, 農業機械의 改良設計를 爲한 實驗研究에서는 主로 計測한 結果를 記錄하는 方法을 利用하였으며, Pen recorder, Oscillograph, Magnetic recording system 등이 利用되고 있다. Oscillograph는 感光紙上에 빛에 依해記錄시키는 構造를 가지고 있

어 기록속도면에서는 1000m/s 정도의 우수한 성능을 가지고 있으나 진동과 먼지가 있는 곳에서의 사용은 不適當하여 특히 野外實驗을 爲하여는 많은 注意가 必要하다. 1893年 Valdemar Poulsen에 의해 開發된 磁氣式 錄音裝置¹⁾는 現代의 컴퓨터 등 Data 記錄裝置로서도 크게 發展하였으며, 計測 system의 記錄裝置로 매우 多樣하게 利用되고 있다. 그러나, Data 專用 Recorder들은 測定記錄은 Data 를 컴퓨터 등에 直接 傳送할 수 있는 周邊裝置도 利用이 增加되고 있으나 價格 面에서 매우 비싸 우리나라 農業機械 分野 實驗에서는 아직 利用하지 못하고 있는 實情이다.

마이크로 컴퓨터는 Microprocessor를 基本으로 하여 作動되는 컴퓨터이며 1971년에 最初로 開發된 Intel 4004가 登場되면서 부터 이 分野의 研究는 急進적으로 發達되어 이제는 電子分野에서 뿐 아니라 各分野에서 이의 應用에 關한 研究가 活發히 進行되고 있다.

특히 마이크로 컴퓨터는 開發初期부터 Data 및 Program의 記憶裝置로 普通의 Audio用 錄音機를 使用하도록 되어 있으며 이와같은 方法은 價格面이나 取扱面에서 매우 有利하며, 이러한 마이크로 컴퓨터를 利用한 農業機械 分野의 計測 및 記錄에 關한 研究로는 Willcutt等²⁾, Mitchell等³⁾ Grevis-James等⁴⁾이 實施하였다.

또한 마이크로 컴퓨터 記錄裝置로 Printer를 附屬할 수 있는 바 定置用으로는 大形の Hard copy terminal 또는 Teletype를 活用한 報告들로 Willcutt等²⁾, Floyd等¹⁰⁾ 이 있으며 野外專用的 計測裝置에서는 極小形の printer를 使用한 報告로 Grevis-James等⁴⁾, Hendrick等⁹⁾의 것이 있다. 마이크로 컴퓨터를 計測裝置로 利用하면 Hendrick等⁹⁾의 研究와 같이 計算을 計測中에 實施하여 必要한 單位로 直接 指示 또는 print할 수도 있다.

보통의 Cassette 녹음기에 의해 記錄된 Data cassette tape는 Willcutt等²⁾의 研究에서와 같이 Digital化 할 수 있는 미니 컴퓨터 센터로 보내거나 Grevis-James等⁴⁾의 研究에서와 같이 같은 形의 마이크로 컴퓨터와 미니 컴퓨터를 interface 시켜 Data를 電送시켜 處理할 수도 있다.

우리나라에서도 마이크로 컴퓨터 分野는 매우 發達되어 많은 種類의 小形 마이크로 컴퓨터가 國內 여러 製作會社에서 生産 供給되고 있으며 金等¹⁰⁾은 Intel 8085와 HP3000 컴퓨터間의 Data 電送을 爲한

Interface에 關해 研究하여 報告한 바 있다.

3. System의 Hardware

그림(1)은 본 研究에서의 마이크로 컴퓨터를 利用한 Data Acquisition System의 外觀圖를 나타내었으며 그림(2)는 그 構成圖를 나타내었다.

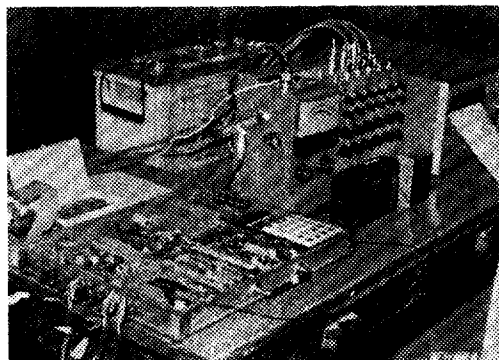


Fig. 1. General View of Data Measuring System

그림(2)에서와 같이 Input Signal이 Amplifier에서 Oscillograph로 記錄하면 人力에 의해 判讀해야 하고 이를 다시 人力에 의해 Computer에 入力시켜야 하는데 본 System에서는 Amplifier의 Signal을 A/D 變換하여 Microcomputer의 RAM에 收錄한 後 EPROM Programmer에 의해 Computer memory에 記錄保管하였다가 實驗後 다시 마이크로 컴퓨터에 入力시켜 RS 232C Interface에 의해 HP3,000 컴퓨터로 直接 傳送할 수 있게 하였다. 또한 一秒以上 數時間 間隔의 緩速測定을 爲해 Microprinter를 Interface시켜 計測과 同時에 프린트 시킬 수 있게 하였다.

1) Microcomputer

本 System에서 使用한 마이크로 컴퓨터는 國內에서 生産되고 價格이 比較的 低廉한 CPU Z80A의 Single board computer이며 表(1)은 購入當時의 諸元과 Data acquisition system으로 完성한 後의 諸元을 나타내었다.

ROM은 原來 2708을 使用하였던 것을 2716을 使用하도록 配線을 고쳤으며 이에 따라 2114를 使用한 原來의 4kB RAM이 Address decoding 關係로 다 使用할 수 있어 3kB를 擴張 total 5kB로

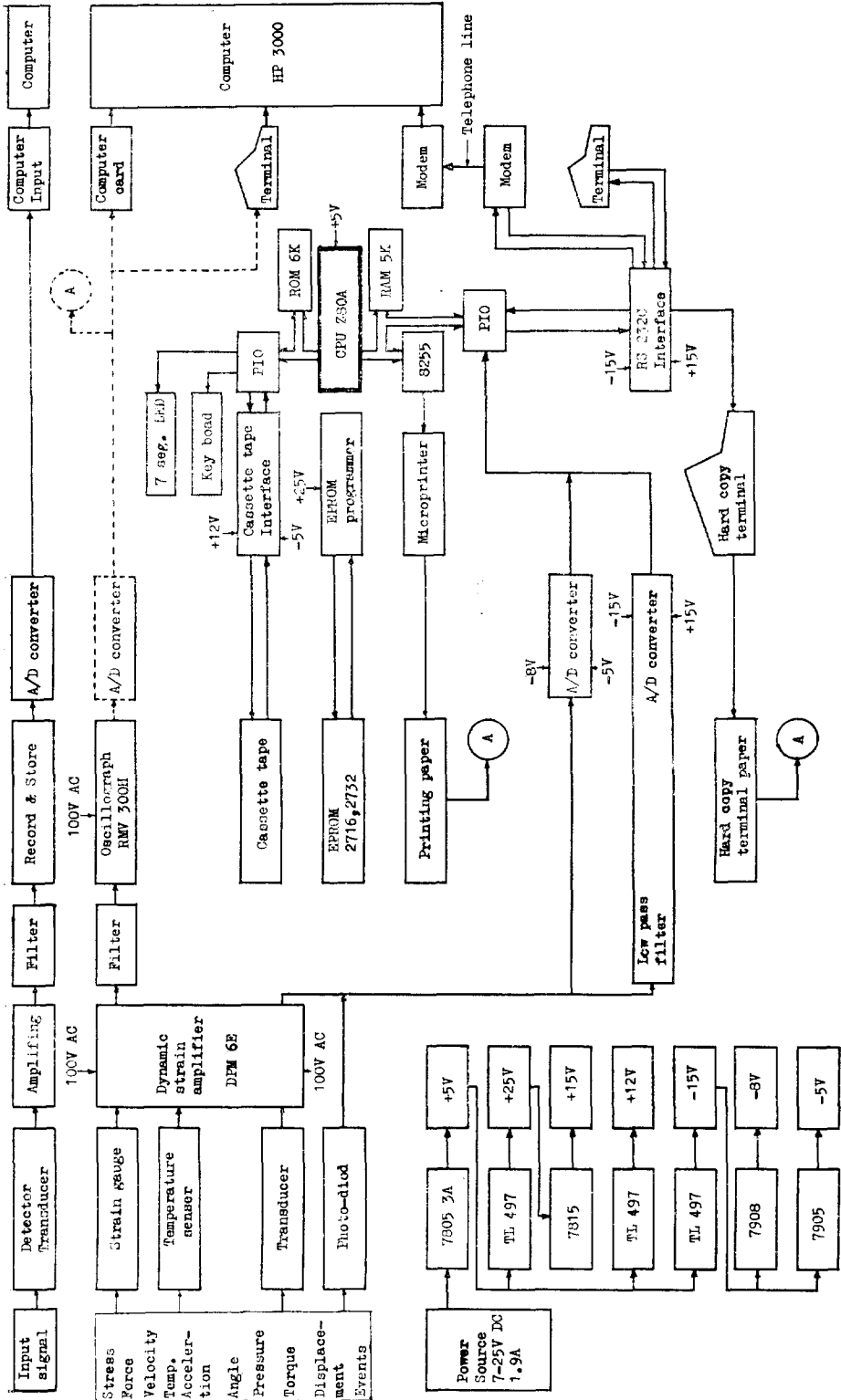


Fig. 2. Block Diagram of the Microcomputer Based Data Acquisition system

Table 1. Specifications of the original and modified microcomputer system for data acquisition

| Item | Original | Modified | Remarks |
|--------------------------------|----------|----------|---------------------------------------|
| CPU | Z80A | | |
| Machine cycle time (microsec.) | 0.4 | | |
| Cassette interface (baud) | 1200 | | |
| ROM (kB) | 3 | 3 | |
| RAM (kB) | 4 | 1 | |
| PIO | 1 | 1 | (for A/D converter and RS 232C) |
| 8255 | — | 1 | (formicroprinter and EPROM Programme) |

사용할 수 있게 하였다. ROM은 0000번지에서 17FF번지까지 6kB로擴張된 Monitor와 計測用 Program으로 사용하도록 하였다. RAM중 8000번지에서 83FF번지까지 1kB는 User用과 System Scratch用으로 사용하고 8c00번지에서 9BFF번지까지 4kB는 Data의 收錄用으로 사용하였다. 原來의 PIO는 Key Scanning과 LED表示 및 Cassette tape recorder interface만의 機能을 갖는 것에 A/D Converter 또는 Computer와의 Data 交流를 爲해 04~07까지의 PIO 1個를 擴張하였고 EPROM Programmer 또는 Micro printer 機能을 爲해 08~0B까지의 8255 1個를 擴張하였다.

2) A/D Converter와 이의 Interface

本 System에 使用한 A/D Converter는 두 種類 모두 8 channel로 8 bit와 12 bit이며 그 諸元은 表(2)와 같다.

Table 2. Specifications of two A/D converters used.

| Item | A | B |
|--------------------------|-------------------------------|---------------|
| Model | DAS-1812 SKH | AD8/1 |
| Manufacturer | Microscience Co., Ltd., Japan | CCM, U.S.A. |
| Analog input (channels) | 8 | 8 |
| Max. input volt. (V) | ±5 | ±2.5 |
| Resolution (bits) | 12 | 8 |
| Conversion speed (Hz) | 15,000 | 25,000 |
| Low pass filter (dB/OCT) | 12 | — |
| Power requirement | ±15, +5 | +5, -15(-5-8) |

Kyowa dynamic strain Amplifier의 Outputable은 4線式으로 되어 있어 本 System의 A/D Converter를 接續시킬 수 있도록 되어 있었다.

3) EPROM Programmer 및 micro printer의 Interface

Grain-bin 等에서의 溫度 測定時와 같이 一般적으로 計測速度가 느린 경우는 A/D Converting하여 計測한 結果를 直接 Printing하는 方法이 必要하며 振動測定이나 Rotary 耕耘裝置等の 所要動力測定과 같이 計測速度가 빨라야 하는 경우 計測과 同時에 記錄하기 爲하여는 高速의 memory system이 必要하다. 이러한 高速測定時에는 一旦 RAM에 一時記憶시킨 後 이를 다시 記錄保管할 수 있는 方案으로 I/C Port가 3個인 8255를 Interface시켜 2716, 2732를 使用할 수 있는 EPROM Programmer를 製作하였다. 또한 EPROM用 Texttool과 pin이 같은 24 pin flat cable를 利用하여 表 (3)과 같은 micro printer를 附着하였다.

Table 3. Specifications of microprinter

| Type | Impactmicroprinter |
|-------------------------|------------------------|
| Printing system | Serial static printing |
| No. of columns | 15 |
| Type of characters | Numerals and symbols |
| Printout paper (W×L,mm) | 58×55,000 |

이 Microprinter는 現在 國內市場에서 쉽게 求할 수 있으면서 價格이 싸고 크기와 무게가 가장 적은 Printer 中の 하나이며 숫자와 特殊符號만 print할 수 있다.

4) Terminal 및 HP3000 Computer와의 Interface

野外實驗 또는 室內實驗時 記錄保管한 Data는 實驗後 이를 Computer에 보내 處理해야 하는데 文獻^{1),4),7)}에서와 같이 우리나라의 대부분의 Computer center에는 Cassette Tape 等に 收錄된 Data를 處理할 수 있는 周邊裝置들을 保有하지 못하므로 金等¹⁰⁾의 研究에서와 같은 裝置를 製作하였다.

그림 (3)은 그 機能圖를 나타낸 것으로 Switch를 켜는 瞬間 Selection 1이 作動되며 Selector Switch를 1번씩 누르면 Selection 2 Selection 3으로하여 다시 Selection 1로 作動된다. Selection 1은 그림에서와 같이 本 System과는 關係없이 HP3000

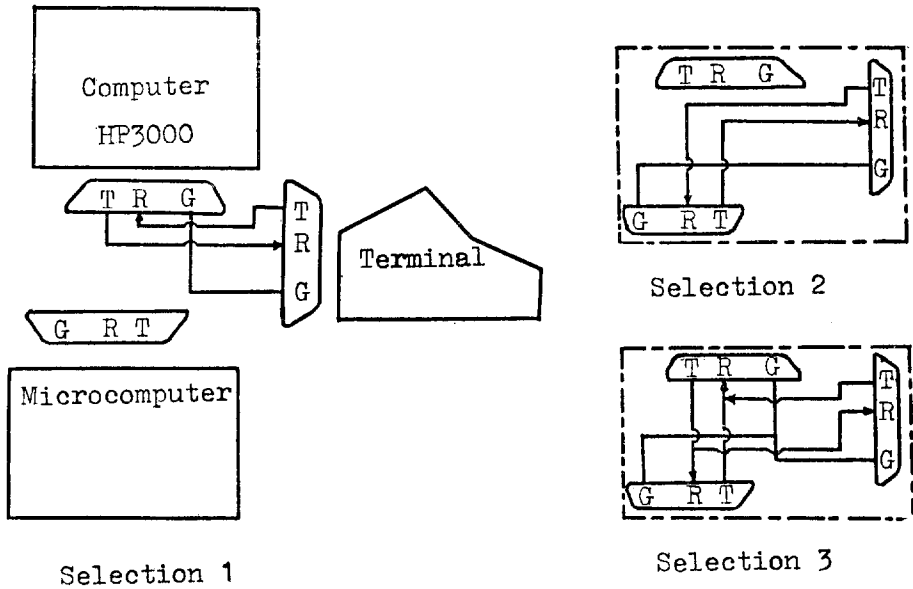


Fig. 3. Functional Diagram of Data Transferring unit

Computer 터미널만 동작되므로 Logon等 必要한 作業을 할 수 있다.

Selection 2는 HP3000 Computer와 無關하게 本 System과 Terminal만 동작한다.

Selection 3은 本 System, HP3000 Computer 및 Terminal 이 同時에 동작되어 普通의 Terminal에서 동작시키는 Key入力 代身 本 System의 Data 등을 傳送시킬 수 있는 裝置로 使用된다.

Table 4. Signal levels of data communications

| Name | Space | Mark | Remarks |
|------------|---------------|--------|-----------------|
| Logic | 0 | 1 | |
| Voltage(V) | +3 but +25 -3 | but 25 | For HP Computer |
| Voltage(V) | +15 | -15 | For the System |

以上の 接續은 使用에 便利하도록 RS 232C Connector에 flat Cable을 使用하여 이루어졌으며 各 Signal level은 다음 表(4)와 같다.

5) 使用電源

특히 野外實驗의 便利를 爲해 使用電源을 單一化하였다. 7~25V의 DC電源을 入力시키면 DC/DC Converter인 TL 497, 78 Series 및 79 Series를 利

用하여 全 System에 必要한 +5, +8, +12, +15, +25, -15, -12, -8, -5V 등으로 變換시켰으며 完成 後 常用最大電流는 1.8A程度이었다.

4. System의 Software

本 System의 Software에 使用 Language는 machine language였다. 특히 A/D變換을 爲하여는 high

Table 5. List of Sub-programmes developed

| Name | Functions |
|------|---|
| ME | Measuring and store the data in the RAM. |
| MEP | Measuring and printing the results by microprinter |
| MED | Measuring and display the measured data. |
| TRF | Data transfer Microcomputer ↔ Terminal Microcomputer ↔ Computer ↓ Terminal |
| DSP | Display the measured data |
| WRT | To move data from RAM to EPROM |
| CPY | To move data from EPROM to RAM |
| ECK | Errasure check for the EPROM |
| VRF | Verify data between RAM and EPROM |
| CLR | Clear all data in the storage area of RAM |
| PRT | Printing the measured data |

level language를 사용하기 어려울 뿐 아니라 크기를 最小化하여 野外實驗에 사용하기에 便利하게 하기 爲하여, 本大學 電子計算所에서 Cross Assembler 인 MIZASM를 使用하여 HP Computer에서 全 Program을 machine language로 開發하였다. 開發된 重要 Subprogram들은 表 (5)와 같다.

1) 計測 Program의 開發

一般的으로 計測할 때마다 ① 使用하여야 할 Channel數 ② 測定時間 間隔 ③ 測定하여야 할 Data의 分量 等を 選定하여야 하는 바 本 System의 計測 program은 이들을 自由로 바꿀 수 있도록 그림 (4)의 flow chart와 같이 開發하였다. 그림 (6)은 測定 program에 使用한 RAM 및 EPROM과 micro-printer의 Format 및 그 記錄例이다.

그림 (6)에서 보는 바와 같이 8C00 番地에서 8C0F 番地까지 16個 Data를 測定 時의 主要 Para-

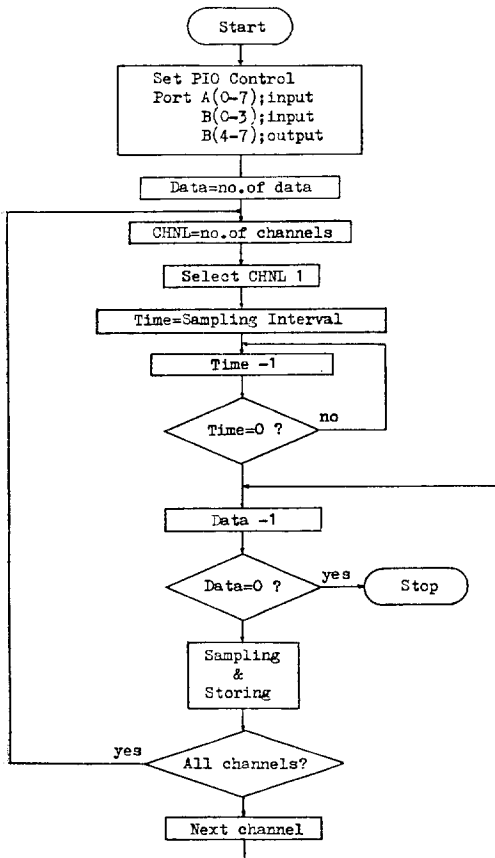


Fig. 4. Flow Chart for Measurement

meter로 잡아 EPROM Programmer 또는 Print-out 時에 使用하므로 해서 Data의 바뀔을 막을 수 있게 하였다.

2) EPROM Programmer 및 Printer를 爲한 Subprogram.

Data의 記錄保管裝置인 EPROM Programmer의 Program은 RAM의 8C00부터 2kB를 2716 EPROM에 WRITE하는 Program과 EPROM의 Data를 RAM 8C00番地부터 2kB Copy Program 및 EPROM과 RAM의 Data를 比較하는 Verify Program 및 EPROM의 erase 狀態를 Check하는 Program 等を Subroutine으로 作成하였다.

Microprinter에 Print하기 爲한 Program도 Subroutine으로 作成하였다. 本 System에 使用한 A/D 變換器는 10進數로 變換時 兩極性を 測定할 수 있으므로 그림 (5)과 같이 符號까지 붙여 變換하였다.

| 12 bit | | INPUT | 8 bit | |
|--------|------|-------|-------|------|
| 2047 | 0FFF | +5.00 | 7F | 127 |
| 1023 | 07FF | +2.50 | 3F | 63 |
| 0511 | 03FF | +1.25 | 00 | 000 |
| 0000 | 0800 | 0.00 | 00 | 000 |
| -0512 | 0600 | -1.25 | 80 | -64 |
| -1024 | 0400 | -2.50 | 80 | -128 |
| -2048 | 0000 | -5.00 | | |
| DEC. | HEX. | V | HEX. | DEC. |

Fig. 5. A/D Converting Results of Various Input Signal level for two A/D Converter

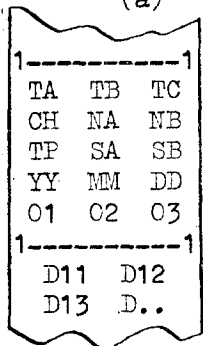
3) HP3000 Computer, Terminal 및 本 System과의 Data 傳送을 위한 Software.

Computer와 Terminal 間에는 直列 data 傳送方法을 使用하는데 INTEL 8085 CPU에서는 RIM, SIM의 命令이 있고 Z80의 주변 裝置 中 SIO 등이 있으나, 本 Microcomputer는 極小形이므로 이러한 機能이 없어 PIO의 두 Port를 利用한 Software的인 方法으로 가장 많이 쓰이는 1200, 2400 Baud 두 가지를 使用하는 直列 Data 傳送 Program을 開發하였다.

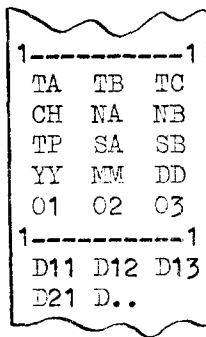
그림 (7)은 Z80 PIO를 통해 HP3000 Computer의

| RAM | | EPROM | | |
|------|----|-------|--|--------------------------------------|
| 8C00 | BT | 0000 | | BT: Kind of A/D converter used |
| 1 | TA | 1 | | TA: Measuring interval parameter A |
| 2 | TB | 2 | | TB: " B |
| 3 | TC | 3 | | TC: " C |
| 4 | CH | 4 | | CH: No. of channels used |
| 5 | NA | 5 | | NA: No. of data parameter A |
| 6 | NB | 6 | | NB: " B |
| 7 | TP | 7 | | TP: Long delay parameter for printer |
| 8 | SA | 8 | | SA: Serial No. A |
| 9 | SB | 9 | | SB: " B |
| A | YY | A | | YY: Year |
| B | MM | B | | MM: Month |
| C | DD | C | | DD: Day |
| D | O1 | D | | O1: Other reserved parameter 1 |
| E | O2 | E | | O2: " 2 |
| F | O3 | F | | O3: " 3 |
| 10 | D1 | 10 | | D11: 1st channel, 1st data |
| 1 | 1 | 1 | | D12: 2nd " " |
| 2 | D1 | 2 | | |
| 3 | 2 | 3 | | D21: 1st " 2nd data |

(a)



(b)



(c)

| 1-----1 | | |
|---------|-------|-----|
| 000 | 000 | 000 |
| 002 | 000 | 008 |
| 000 | 001 | 001 |
| 082 | 010 | 016 |
| 000 | 000 | 001 |
| 1-----1 | | |
| 2047 | -1023 | |
| 0511 | -2047 | |
| 0000 | -0511 | |
| -1023 | 0511 | |
| -2047 | 2047 | |

(d)

Fig. 6. Data Formats for (a) RAM and EPROM, (b) 12 bit A/D Converter And (c) 8 bit A/D Converter and (d) Example of printout

Terminal로 Data를 傳送하기 爲한 Z80 Program과 이를 받는 HP3000의 FORTRAN Program의 Flow chart를 나타내었다. 보통의 Terminal의 Key를 利用하여 Session으로 作業할 때의 淸퓨터의 應答과 Key의 動作을 基本으로 하여 Terminal의 Return을 치면 HP3000淸퓨터의 Prompt인 ":"을 Terminal에 보내게 되는데, 이를 Microcomputer에서도 같이 받을 수 있게 하여 이 Prompt가 올 때까지 PIO를

通해 data를 읽어들이는 Loop를 두었고 Prompt가 오면 잠시 기다렸다가 File equation을 ASCII로 淸퓨터로 보내고 마지막으로 Terminal에서 Return Key를 치는 것과 같이 Return Key에 該當하는 ASCII Code를 보낸다. 이때 淸퓨터는 Key board에서 온 것과 같은 Signal이므로 이를 遂行한 後 Terminal로 Prompt를 보내게 된다.

File equation을 傳送하는 方法과 같이 RUN Co-

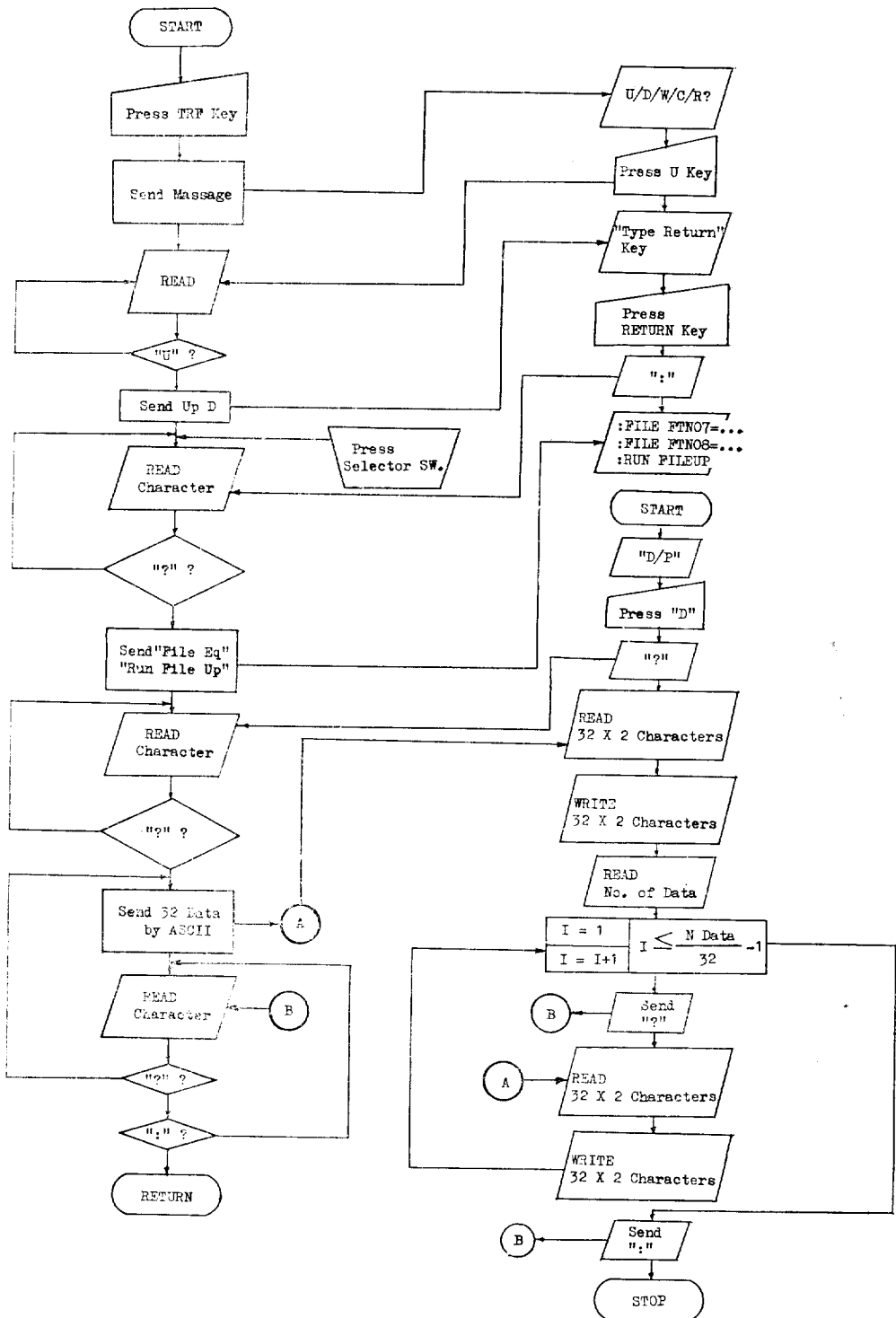


Fig. 7. Flow Chart for Interconnection between Microcomputer and HP3000 Computer

Command를 보내면 Object Program을 HP 컴퓨터에서 實行하는 데 RUN Command를 보낸 Z80은 계속 信號를 받아 “?”가 오기를 기다린다. FORTRAN Program에서 “?”를 보내면 Z80이 32개의 Data 즉 32×2개의 ASCII Code와 그 끝에 Return Key Code를 보낸다. 이와 같이 계속 “?”→data를 傳送하는데 처음에 오는 No. of data를 읽어 反覆할 回數를 定하여 Do Loop를 遂行한 後 FORTRAN Program이 終了되면서 “:”를 보내면 Z80 Program은 傳送 Program을 마치면서 Monitor Program으로 돌아간다.

5. System의 作動

1) A/D 變換器의 作動

本 System의 作動 確認을 爲해 function generator로 三角波, 矩形波 및 Sine 波를 發生시켜 本 System의 A/D 變換器를 利用 그 波形을 測定하여 EPROM에 記錄시켰다가 이를 다시 Computer로 傳送하여 FORTRAN Program에 依해 plotting을 하여 주어진 波形을 比較한 結果 入力된 波形을 그대로

Table 6. No. of measuring data per sec. per each channel with various measuring interval parameters.

| TA | TB | TC | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----|----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 00 | 00 | 00 | 8212.8 | 5446.6 | 4125.4 | 3320.0 | 2777.9 | 287.8 | 2093.8 | 1854.3 |
| 00 | 10 | 00 | 3360.2 | 2805.8 | 2408.4 | 2139.7 | 1876.9 | 1690.3 | 1537.5 | 1410.0 |
| 00 | 21 | 00 | 2078.0 | 1850.8 | 1670.0 | 1520.7 | 1395.9 | 1289.9 | 1199.0 | 1120.0 |
| 00 | 51 | 10 | 1000.4 | 944.8 | 895.0 | 850.3 | 809.8 | 773.0 | 739.4 | 708.6 |
| 00 | AD | 00 | 501.7 | 487.3 | 473.7 | 460.9 | 448.7 | 437.2 | 426.3 | 415.8 |
| 00 | 64 | 00 | 101.9 | 101.3 | 100.7 | 100.1 | 99.5 | 98.9 | 98.4 | 97.8 |
| 00 | 30 | 00 | 50.0 | 49.8 | 49.7 | 49.6 | 49.4 | 49.3 | 49.1 | 48.9 |

式에서 2.5는 本 System의 Clock이 2.5MHz로 作動하므로 주어진 數值이며 56등은 各 Program이 遂行될 때 必要한 T state들의 合이다. 이를 보다 利用하기 便利하도록 몇 가지 Parameter들에 따른 各 Channel當, 適當 計測할 수 있는 Data의 數를 表(6)에 나타내었다. 두 Channel 以上을 使用할 경우 주어진 時間을 기다린 後 各 Channel 間에는 58.8 μs 間隔으로 測定할 수 있도록 Program 1 Channel이 作成되어 1 Channel만 使用할 경우는 1秒에 8,012個 밖에 測定할 수 없으나 8 channel을 使用할 경우는 1秒當 各Channel當은 1864個씩 全體는 14,194個의 Data를 測定하는 것이 된다.

로 再現할 수 있었다.

A/D 變換器에는 영점조정, gain 조정을 할 수 있는 Variable register들이 있어 이를 利用하여 Calibration도 實施하였다. 本 A/D 變換器의 開發된 計測 Program은 Machine language로 作成되었으므로 그 測定 Interval은 다음 式으로 計算할 수 있다.

$$TI = \frac{1}{2.5} \frac{DA + 256 \times DB}{CH} \left[56 + (TA + 1)(48 + (2 + TB + 256 \times TC) \times 27 - 5) + 2 + 147 \times CH + 10 \right]$$

Where

TI; Measuring interval per each channel (microsec.)

TA; Measuring interval parameter A (HEX.)

TB; Measuring interval parameter B (HEX.)

TC; Measuring interval parameter C (HEX.)

CH; No. of channels used

DA; No. of data parameter A (HEX.)

DB; No. of data parameter B (HEX.)

2) EPROM Programmer의 作動

Computer Memory 2716에 2kB의 Data를 記錄하고 이를 다시 原來의 Data와 比較하는데 所要되는 時間은 75초 程度이며 Cassette tape를 利用하는 것 보다 크기 면에서나 취급면에서 아주 容易하였다. 또한 記錄한 後, 原來의 Data를 즉시 比較할 수 있어 Error의 發生 要因도 充分히 줄었으며, 실수로 EPROM이 지워지지 않은 것을 使用하려 한 경우도 즉시 다른 것으로 交體할 수 있어 Data記錄의 信賴度 면에서도 만족스러웠다.

EPROM은 使用 後에 자외선 형광등으로 지워서

다시 사용할 수 있으며, 그價格도 저렴하므로 Recording Paper를 사용하는 것보다 매우 經濟的이었다.

3) Microprinter의 作動

Microprinter에 依해 2K byte의 Data를 Print하는데 所要時間은 約 15分 정도로 Rotary 實驗의 경우 1회의 實驗 後 다음 實驗을 準備하면서 Print시켜 놓으면 피프로 EPROM을 사용하지 않고 Print만 시킬 경우도 充分히 活用할 수 있었다. 또한 Printer는 Impact type이므로 使用 用紙價格도 매우 저렴하므로 使用經費 面에서도 問題가 없었다.

4) Data 傳送

基本的인 Data 傳送 System을 完成한 後 HP3000 Computer의 Cross assembler를 利用하여 Mnemonic으로 作成한 Z80 Program의 machine Code를 만들고 이를 본 System의 memory로 Down load시켜 Program을 實行시켜 보고 Step에 依해 Debugging을 하여 가며 全體 Program을 完成하는 동안 본 System의 Data 傳送 裝置의 Hardware 및 Software는 그 機能이 充分하였다.

本 System으로부터 Data 2kB를 HP3000 Computer로 傳送하는 데 HP System의 使用者, 數 및 CPU의 부담에 따라 다르나, 2400 baud rate인 경우 1~2分 정도면 充分하였다. 일단 HP3000 Computer로 傳送한 Data는 본 Computer center에 保有 活用하는 統計 Package인 STATS나 LISA등을 그대로 使用할 수 있는 FORMAT로 10進數로 變換하여 必要한 統計 처리를 할 수 있게 하였다.

5) 電源裝置의 作動

本 system에 使用한 電源裝置는 DC 7~25V의 單一 電源으로 最大 所要電流는 1.8A정도이었다.

Tractor의 battery를 電源으로 使用할 경우에는 Hendric 等의 보고에서 지적한 바와 같이 tractor의 始動 時에 電壓降下에 依해 microcomputer가 誤動作을 나타낼 수 있는 바 본 system에서는 5V 電源을 7805 3A用을 主로 使用하였고, 所要電流가 2A未滿이므로 이러한 問題들은 發生하지 않았다.

摘 要

効率的인 農業機械의 室內 및 室外實驗을 爲하여

Microcomputer에 依한 Data 測定을 爲해 A/D 變換器를 Interface 시키고, 이를 記錄保管하기 爲해 Computer memory인 2716用 EPROM programmer와 Microprinter를 interface시켰고, 實驗 後Data를 다시 HP computer로 傳送하기 爲한 RS232C 裝置 等의 Hardware를 構成하고, 이들의 作動을 爲한 Microprogram을 開發하여 Data acquisition system으로 活用할 수 있는 方案을 研究한 本 研究의 主要 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 使用 channel數, 測定時間 間隔 및 測定 data數를 自由로 調整할 수 있는 測定用 microprogram을 開發하였으며 最小 測定時間 間隔은 58.8 μ s이었다.

2. A/D 變換器의 Calibration을 爲해 Function generator에서 三角波, 矩形波, sin波等을 發生시켜 Oscillograph에서 確認하고 이를 計測하여 保管한 後 HP Computer에 傳送하여 plotting한 結果 正確한 波形을 얻을 수 있었다.

3. Data 記錄을 爲한 EPROM programmer는 작動作하였으며 記錄 및 原來의 Data와 比較하는 데 所要時間은 75초 정도였고, 취급이 容易할 뿐 아니라 지워서 再使用할 수 있어 經濟的이었다.

4. Data의 記錄을 爲한 Microprinter는 그 2kB Decimal로 變換시켜 Print하는 時間이 15分 정도이었으며 計測과 同時에 記錄시키는 緩速測定用으로 適當하였다.

5. 本 system과 HP3000 컴퓨터 間의 Data 傳送 裝置를 使用하면 2k byte의 Data를 HP3000 computer로 傳送하는데 1~2分정도 所要되었고, 作動은 만족스러웠다.

6. 使用 電源은 DC/DC 變換器를 使用하여 入力 電源이 7~25V로 單一化하였으며, 그 常用電流는 1.8A정도로 tractor의 battery를 使用할 경우도 始動時에 電壓降下에 依한 컴퓨터의 誤動作이 일어나지 않았으며 野外實驗에서의 適應性이 우수하였다.

以上の 結果를 종합할 때 本 system은 室內 및 室外 實驗을 爲한 Data acquisition system으로 活用할 수 있으며 經濟的의나 정밀 고속 測定 面에서 우수한 性能을 갖춘 것으로 認定된다.

參 考 文 獻

1. Grevis-James, I.W. and P.D. Bloome. 1982. A tractor power monitor. Trans of the ASAE.

- 25(3):595-597.
2. Tomkins, F.D and L.R. Wilhelm. 1981. Instrumentation for measuring energy inputs to implements. ASAE Paper No. 81-1575.
 3. Wilhelm, L.R. and F.D. Tompkins. 1981. Software for a tractor mounted data acquisition system. ASAE Paper No. 81-1576.
 4. Grevis-James, I.W., D.R. Devoe, P.D. Bloome, and D.G. Batchelder. 1981. Microcomputer based data acquisition system for tractors. ASAE Paper No. 81-1578.
 5. Hendrick, J.G., C.E. Johnson, R.L. Shafter, and J.D. Jarrell. 1981. A microprocessor-Based field data acquisition system. ASAE Paper No. 81-1577.
 6. Televideo, Inc. 1981. Operators reference hand book for video display computer terminal. Televideo, Inc.
 7. Mitchell, B.W. and L.N. Drury. 1981. Heat flow measurement with an analog computer interfaced to a microcomputer-Based data acquisition system. Trans. of the ASAE 24 (5):1363-1366.
 8. Carr, J.J. 1981. Microcomputer interfacing hand book. TAB BOOKS Inc.
 9. Micro Science Co., Ltd. 1981. DAS-1812HSK Instructions. Micro Science Co., Ltd.
 10. Fernstrom, K.J. and J. Shields. 1981. A Simplified tractor output measurement system. ASAE Paper No. 81-1574.
 11. Kyeoung Uk Kim. 1981. Ride simulation for passive, active, and semi-active seat suspensions for off-road vehicles. Unpublished Ph. D. Thesis. University of Illinois, Urbana, Illinois,
 12. Zaks, R. 1980. Programming the Z80(2nd Edition). Sybex. Inc. USA.
 13. Alps Electric Co., Ltd. 1980. Microprinter specifications and Instruction manual. Alps Electric Co., Ltd.
 14. Summers, J.D. and J.C. Frisby. 1980. An Economical, on-board digital monitor for tractor-operation variables. Trans. of the ASAE 23(1):57-59, 64
 15. Harter, D.D. and K.R. Kaufman. 1979. Microprocessor based data acquisition system for tractor tillage measurements. ASAE Paper No. 79-5026.
 16. 김태균, 임재봉. 1979. 8085 마이크로 컴퓨터와 HP3000 전자 계산기의 Interface에 관한 연구. 대한공업교육학회지 4(1,2) : 96~102
 17. Willcutt, M.H., J.D. Irwin, and H.T. Nagle, Jr. 1978. Cotton gin operational efficiency measurement via a microprocessor controlled data acquisition unit. Trans. of the ASAE 21(4):623-627.
 18. Floyd, S.L and M. O'Brien. 1978. Development of a microprocessor based data logging system for fruit grading. Trans. of the ASAE 21(2): 261-266
 19. EMI Technology Inc. 1978. Modern instrumentation tape recording. EMI Technology Inc.
 20. Kycwa Electronic instruments Co., Ltd. 1976. Operating instructions for dynamic strain amplifier series DPM-E. Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd. Tokyo, JAPAN
 21. Hewlett Packard. 1976. 2640 B/N/S Display terminal reference manual. Hewlett Packard. pp 7-21~7-26