



Title	8/16ビットMPUによる地震データ処理システム
Author(s)	藤井, 智史
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 42, 289-294
Issue Date	1983-10-25
DOI	10.14943/gbhu.42.289
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/14118">http://hdl.handle.net/2115/14118</a>
Type	bulletin (article)
File Information	42_p289-294.pdf



[Instructions for use](#)

## 8/16ビット MPU による地震波データ処理システム

藤井智史

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和58年3月16日受理)

### Seismic Data Processing System Using 8/16 bit MPU

By Satoshi FUJII

Department of Geophysics, Faculty of Science,

Hokkaido University

(Received March 16, 1983)

A seismic data processing system using microprocessors was designed. The system consisting of an 8-bit personal computer and a 16-bit one-board computer can play back seismic signals recorded by a long time data recorder in digital form by a high speed A/D converter. The digitized signals can be stored in 124-kilobyte memory under control of the 16-bit microprocessor. The 16-bit one-board computer being controled through an intelligent terminal function of the 8-bit personal computer can display the seismic signals on CRT. The digitized seismic data can be also filed on mini-floppy disks and printed out to a graphic printer. If an intelligent TSS terminal function is connected, the data can be analyzed using a large digital computer.

The multi-CPU system for seismic data processing is efficient and economic in a playback process compared with the previous playback system which uses an optical osillograph. This paper is to represent an application of the microprocessor technology to a laboratory automation in a field in geophysics.

### I. はじめに

エレクトロニクスの発展に伴って登場したマイクロプロセッサ (MPU) は、その周辺素子やメモリの充実によってさまざまな分野に用いられるようになった。地震学のデータに対しても、MPUはその小型さ、低電力消費、低価格によってデータアキュイジション装置としてやパーソナルコンピュータとしての大きな可能性を与えるようになった。その例としては、SEXTON and MALICKI (1979) の地震波データ処理装置、PROTHERO (1980) のイベントトリガー式データレコーダ、笠原 (1981) の海底地震計用タイムコードリーダ、McEVILLY and MAJER (1982) の地震データ自動処理システムなどを上げることができる。ここでは、長時間データレコーダにより記録された地震波の処理を行なうために開発したマルチ CPU システムについて述べる。

森谷(1970)が開発した長時間データレコーダは0.424~0.212 mm/secのテープ速度で記録し、再生はその100~200倍で行なっている。そのため従来、再生は光学オシログラフを用いていた。しかし、その記録紙は非常に高価であり、また、変色するため保存は困難である。さらに、機械的構造から、再生時の周波数特性は20 Hz以上の信号に対し減衰が非常に大きい。そこで、これらの欠点を改善するために8ビットパーソナルコンピュータと16ビットワンボードコンピュータをベースにし、高速A/Dコンバータを持つデータ処理システムを開発した。このシステムは、インテリジェンス TSS 端末機能を持ち、大型計算機センターの高速かつ大容量の演算能力と種々の入出力装置を用いた処理を可能にしている。

## II. システムの構成

システムの特徴は Table 1 にまとめた。また、その全景を Fig. 1 に、ブロックダイアグラムを Fig. 2 に夫々示す。

**Table 1.** System features.

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ High speed A/D converter           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ with large size buffer memory</li> <li>○ filing to floppy disk</li> </ul> </li> <li>▲ Intelligence TSS terminal           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ print out in on-line mode</li> <li>○ transfer files to/from floppy disk</li> <li>○ edit in local mode</li> </ul> </li> <li>▲ High performance personal computer           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ multi CPU operation               <ul style="list-style-type: none"> <li>SY6502(Apple II) BASIC, UCSD P-system, Assembler, etc.</li> <li>Z80(Soft card) many languages &amp; applications on CP/M</li> <li>HD68000(H680/TR) Assembler</li> </ul> </li> <li>○ many I/O's               <ul style="list-style-type: none"> <li>2-serial port, 2-8bit parallel port, programable timer, 2-floppy disk, graphic display, high speed printer</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
|---|



**Fig. 1** Seismic data processing system.

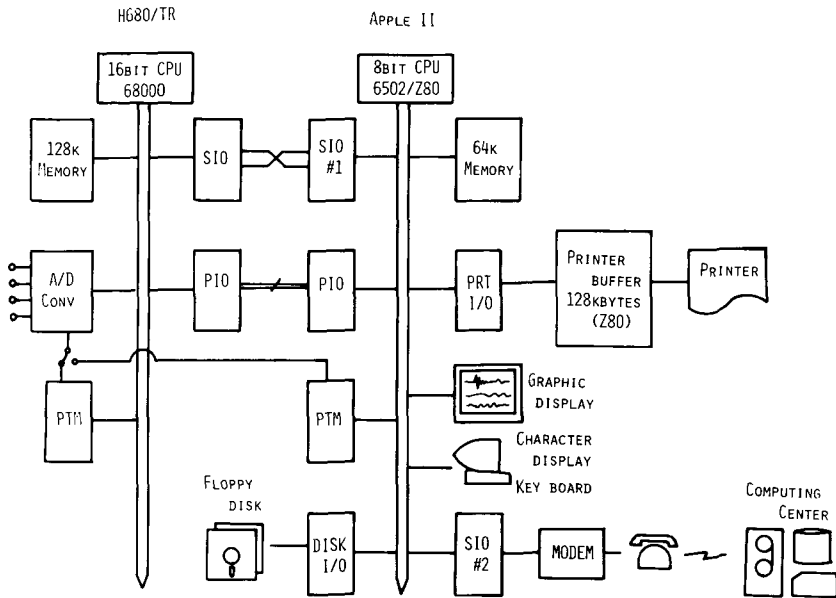


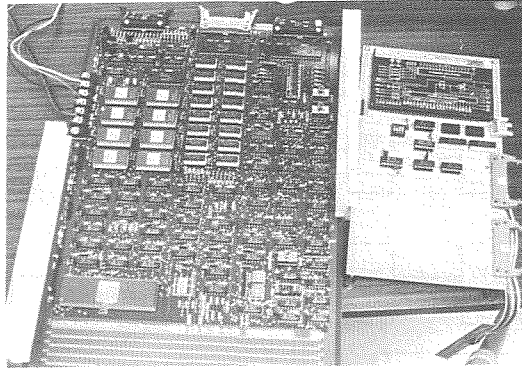
Fig. 2 Block diagram of the system. SIO : serial port, PIO : parallel port, PTM : program timer.

#### (1) 8ビットパーソナルコンピュータ

このシステムの中核となる部分である。これには周辺機器とのインターフェースを自作しなければならないため、ハードウェアの簡素なことから、それを全面公開している Apple II (アップル社製)を採用した。この機種は、他のパーソナルコンピュータに比べ、インターフェース用ハードウェアとソフトウェアのサポートが充実しているためシステムの開発には非常に有効であった。現在、周辺装置として280×192ドットグラフィックディスプレイ、80カラムキャラクタディスプレイ、2ドライブミニフロッピーディスク、128キロバイトバッファを持つグラフィックプリンター、TSS回線接続用のシリアルポート及びモデム、16ビットゾンボードコンピュータとの通信用シリアル・パラレルポート、A/Dコンバータ制御用プログラマブルタイマを持っている。Apple IIのCPU(セントラル・プロセッシング・ユニット)はSY 6502である。その言語として付属のBASIC UCSD-PASCAL、アセンブラを使用している。しかしながら、より効率よく演算を行なったり、より多くのアプリケーションソフトウェアを使用できるようにするため、Z 80をCPUとするSoft-Card(マイクロソフト社製)を付加し、ディスクオペレーションシステムCP/Mを走らせている。この両CPU間のファイルの転送は専用ソフトウェアにより可能であり、CP/M上でFortran, PL/Iやワードプロセッサが使用できる。

#### (2) 16ビットワンボードコンピュータ

地震波データを分解能12ビット、サンプリングレイト100 Hz以上で収集し、再生作業の能率の面から記録時のテープ速度の100倍以上の速度で再生を行なうために、高速でA/Dコンバー



**Fig. 3** 16bit one-board computer (left) and A/D converter (right).

タを制御し、大容量のメモリをアクセスできる CPU が必要である。8ビット MPU は、その語長では 12ビットデータをあつかうには小さく、また、アクセス可能なアドレス領域が最大 64 キロバイトと限られている。このため、16ビット MPU、HD 68000 を CPU に持つ日立製作所製ワンボードコンピュータ H 680/TR をデータ収集の制御に用いた。これにはアセンブラとエディタが搭載されており開発期間の短縮に役立った。インターフェースとしては 16ビットパラレルポートを 2ポート、シリアルポート、プログラマブルタイマを持っている。H 680/TR の操作は Apple II をインテリジェンスターミナルとしてシリアルポートを介して行ない、地震波データはパラレルポートによりハンドシェイクで転送している。A/D コンバータは CPU のバスに直結している。また、メモリは 128 キロバイト実装である。

Fig. 3 に 16 ビットワンボードコンピュータと A/D コンバータを示す。

### (3) A/D コンバータ

A/D コンバータは、マルチプレクサ、サンプルホールド回路を内蔵モジュール化した MDAS-16 (デイテル社製) を用いた。これは、16ビット MPU によりコントロールされ、その仕様は Table 2 に示す通りである。MDAS-16 は 16 チャンネル可能であるが、このシステムではデータレコーダのチャンネル数に合わせて 4 チャンネルを使用している。それにより、1 チャンネルあたりのサンプリングレイトは 12.5 KHz となっている。これは記録時のテープ速度の 100 倍で再生し、かつ、地震波データを 100 Hz 以上でサンプリングするという条件を満たしている。また、データレ

**Table 2.** Features of A/D converter controled by 16bit MPU.

Input channels	.....4ch. (16ch.)
Input voltage ranges	..... $\pm 10V$ , $\pm 5V$ , $\pm 2.5V$
Resolution	.....12bits
Sampling rate	.....50kHz (=20 $\mu$ sec interval)
Buffer memory	.....124k bytes

コードに記録されている水晶時計のコードをソフトウェアで読むために、1分間以上のデータを取り込む必要がある。これに対しては、H 680/TRのメモリの内 124 キロバイトをデータのバッファにあてることにより十分な量の取り込みを可能にした。サンプリングレイトのコントロールは、Apple IIとH 680/TRのどちらのプログラマブルタイマからでも可能である。

### III. システムの機能と操作

記録の再生は、タイムコードリーダ〔森谷・武田 (1979)〕により必要な地震を検索し、A/D コンバータをスタートさせる。16ビットMPUはバッファメモリ一杯になるとタイムコードの解析を行なう。Apple IIはH 680/TRのターミナルになっていると同時にグラフィックディスプレイにもなっており、パラレルポートより転送されたデータをグラフィック化する。時刻の読み取りは、最初検索のためデータを荒くサンプリングして表示し、それを細かくして行ってグラフィック画面上での読み取りを可能にしている。

読み取った地震は、ハードコピーとしてグラフィックプリンターに Fig. 4 のように出力することができる。これは通常のプリンタ用紙でよく、安価でかつ保存可能で地震の部分だけ出力するためかさばらない。また、波形データを必要とするときは、フロッピーディスクにためこむことができる。そのデータ解析を Apple II の SY 6502 や Z 80 で走っている BASIC や Fortran 等で行なうことが可能である。しかし、その容量や演算速度の

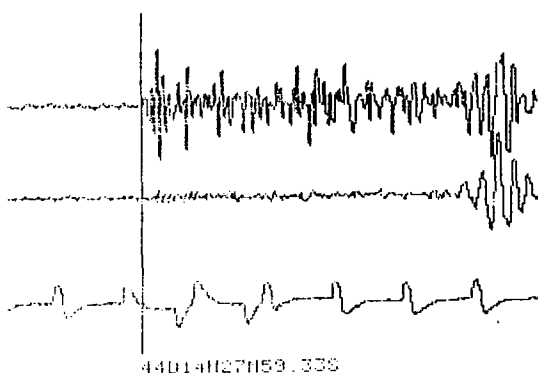


Fig. 4 Hard copy of seismic data from the graphic display.

面から、高度な解析には大型計算機を使用する方が能率的である。例えば、FFTにより256点のスペクトル解析を行なうと、Apple IIの実数 BASICでは10分近くかかるが、大型計算機のFortranならばソースプログラムのコンパイルも含め1分以内に出力される。そこで、Apple IIをインテリジェンス TSS ターミナルにし電話回線を通じて大型計算機センターと接続している。さらに、フロッピーディスクのデータを双方向に転送可能にした。この機能によりデータのみならずソースプログラムもオフライン状態で作製や修正をすることができる。また、大型計算機センターの出力が「たれ流し」式のため今まで不可能であった出力の同時プリントアウトは、著者の開発した8ビットMPU(Z 80)制御128キロバイトバッファメモリを持つプリンタバッファを使うことにより可能になった。

### IV. ま と め

この処理を用いることにより地震の読み取り等の再生作業を能率化することができた。さらに、そのデジタル化データをためこむことができるため、より高度な解析も可能である。このシステ

ムをさらに能率よくするためには、地震の自動検出が考えられる。振幅による検出ならば、外付のハードウェアはほとんど必要としない。より高度な検出アルゴリズムを必要とする時は専用プロセッサを前置することが考えられる。周辺装置の拡張としては、出力形態の多様化から XY プロット、ミニフロッピーディスクの容量不足から 8 インチフロッピーディスクや MT 装置の導入が考えられる。また、現在大型計算機センターとは 1200 ボーで TSS 回線を接続しているが、大量のデータのやりとりには専用回線で 9600 ボー程度の速度が必要であろう。

以上、MPU を用いた地震波データ処理システムについて述べたが、MPU はその集積度に関して能力が非常に高く、大学の研究室レベルで使用する専用又は汎用データ処理システムを構成するのに有用である。しかし、より効率よくシステム化するためには、その能力に合った MPU を組み合わせたり、さらに、その速度や容量の制限を越える用途には大型計算機とも有機的に接続したシステムが最適であると考えられる。

さいごに、このシステム開発初期に重要な助言をいただいた稲谷栄巳氏に謝意を表します。

#### 文 献

- 笠原順三, 1981, マイクロコンピュータを用いた海底地震計用タイムコード・リーダーと新処理システム, 東京大学地震研究所彙報, **56**, 195-206.
- McEVILLY, T.V. and E.L.MAJER, 1982, ASP: An automated seismic processor for microearthquake networks, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **72**, 303-325.
- 森谷武男, 1970, 地震観測用長時間データレコーダーの試作, 北海道大学地球物理学研究報告, **23**, 91-97.
- 森谷武男・武田和士, 1979, DAR 地震観測システム用コード化水晶時計とコード読み取り装置, 地震 **2**, 32, 198-201.
- PROTHERO, W.A., 1980, Earthquake signal processing and logging with a battery-powered microcomputer, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **70**, 2275-2290.
- SEXTON, J.L. and D.MALICKI, 1979, A microprocessor interactive graphics engineering seismic and computing system, *Geoexploration*, **17**, 111-124.