

オフラインデータ交換装置 (TOSBAC-40) の システム開発 (第2報)

—地震波などの解析のために—

福井隆文*・諸星敏一*

国立防災科学技術センター

Systems Development for Off-line Data Exchange Unit (Report 2)

By

T. Fukui and T. Morohoshi

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

Abstract

Two improvements in the system development for an off-line data exchange unit (T-40) are carried out as follows:

- (1) A figure input device with a tablet and an indicating pen was connected with the T-40 by using DA-converters without any complicated interface.
- (2) A new sophisticated software technique was developed for the floating decimal point operation by using the illegal instruction interruption within the T-40.

1. はじめに

前報 (福井・諸星, 1975) では, 当センターのオフラインデータ交換装置 (TOSBAC-40) の持つ機能, 性能, そしてこれらを能率よく動作させるためのプログラム開発について述べた。ここで, 当センターの TOSBAC-40 が, TOSBAC-3400 の入出力機器としての性格を多分に持っていることを指摘したように, プログラム開発もまた, その性格に沿うものであったと言える。

現在, この性格に沿った開発を続けているが, 他方ではもっと多くの業務に使用したいという要求もある。これは数値演算を行わせることを目的とした業務であり, この要求に答えるための開発は, 前者に平行して行われている。

今回の報告では, その後の開発でなされた図形入力の一方式と, 浮動小数点演算処理の一方式について述べる。

* 第3研究部計測研究室

2. 図形入力装置と TOSBAC-40 の接続

タブレット型図形入力装置（以下タブレットと略す）は、これまでも報告されているように（渡辺一郎ほか，1974, 1975）筆者らにとって重要な機器の一つである。現在，TOSBAC-3400 に接続されているが，TOSBAC-40 にも接続して同様に使用できるようにして一層効果をあげることが試みた。

応用例として，漢字文章入力も加え報告する。

2.1 問題点と考察

今回の試みは，TOSBAC-40 にタブレットを接続，動作させることにあるが，次に示す事項を前提とした。

- (1) 高価なインターフェイスは購入しない。
- (2) 自作回路は本体に組み込まない。
- (3) TOSBAC-3400 での使用に支障をきたさないようにする。

すなわち，(1) 項で述べるインターフェイスを購入せずに計算機本体との対話を行わせるということであるため，必要なものは製作しなければならない。しかし，(2) 項によりインターフェイスを製作しても本体に組み込まない。これは，自作回路が他に及ぼす影響を避けたためである。そして，(3) 項はタブレットを TOSBAC-3400 でも使用するため，タブレットの改造を行わないことを意味している。つまり，安く，簡単に，しかも使用上他の機器，および他の業務に悪影響をおよぼさないようにするためである。

結論を先に述べるが，これらの制約を満足するには図 1 に示す構成が考えられる。これは，計算機本体の入力は既設機器を利用し，必要な電気処理は外部で行っている。また，タブレット出力も TOSBAC-3400 インターフェイスに接続するコネクタと同じコネクタを用いて接続するため，上記の 3 条件を満足している。

つまり，タブレット出力を DA 変換し，既設の AD 変換器割込モジュールに入力するのである。これにより，計算機本体とタブレットとの対話は，これら 2 機種を通じ間接的に行

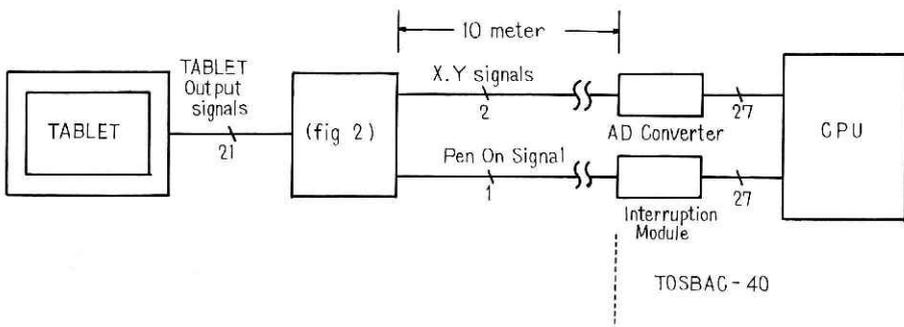


図 1 タブレットの処理構成図
Fig. 1 Block diagram of the tablet handling.

わせることができる。

開発にあたってのキーポイントは、次の3点である。

(1) インターフェイスの代用

このような方法により、計算機本体側から見ればAD変換器、および割込モジュールがタブレットのインターフェイスとして動作しており、通常計算機本体が端末機器を制御するときに必要なI/O制御用ライン27本を考慮することなく、わずか3本のラインを考慮するだけでよいことになる。

(2) タブレット出力の変換

タブレットはTOSBAC-3400に接続されている機器であるため、TOSBAC-40とは10メートル近く離れている。出力信号は21本あり、これらすべてを長く延長することは避けたい。伝送ラインを少なくする方法として、データセレクタマルチプレクサを使用した時分割伝送や、周波数多重による伝送方式が一般的であるが、高価なものになる。TOSBAC-40の受信部にAD変換器と割込モジュールを利用することにより、21本の信号を3本にまとめ、うちX軸、Y軸信号をDA変換し、アナログ伝送を行わせた(図2)。当然アナログは雑音に弱く、忠実にデジタル信号を再生することが困難なうえ、変換器の精度が大きなウェイトをしめてくる恐れがある。よって精度のよい変換器を使用し、さらに次に述べるソフト

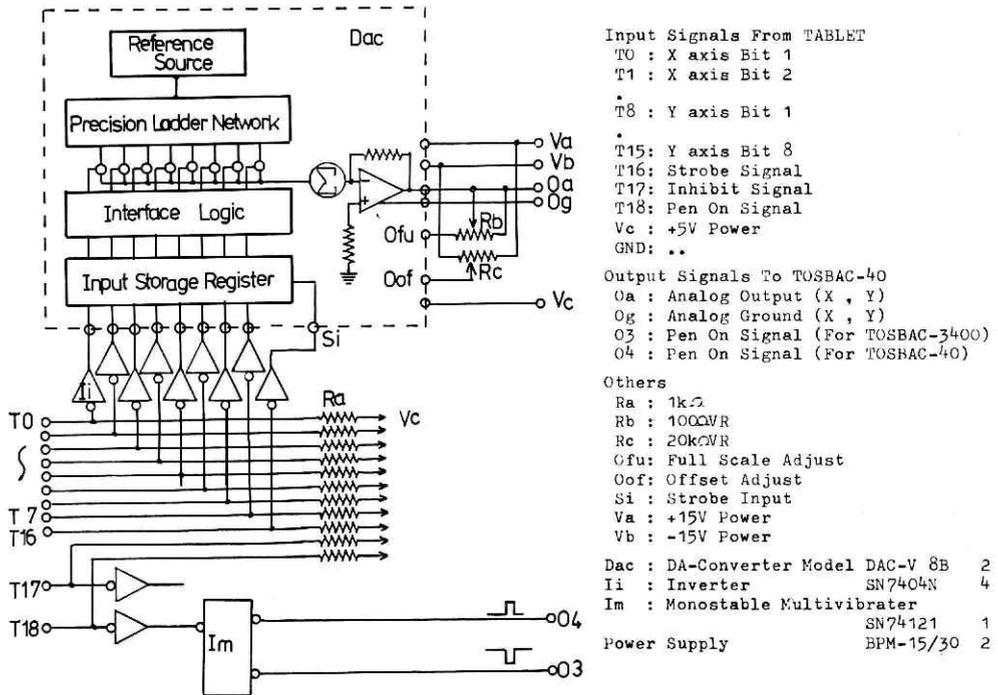


図2 タブレット用自作機器回路図
 Fig. 2 Circuit of the tablet signals handling.

ウェアの処理でデジタル信号を再生することより、これらの問題点に対処することとした。

(3) デジタル信号への再生

タブレット側のX軸, Y軸信号各8ビットをDA変換し(精度0.01%),これを伝送してAD変換後,12ビットのデジタル値とする(精度0.1%)。このとき,表1のようにタブレットの出力値とアナログ変換値を対応させると,±5mv/1カウントとなる。

一方,表1のように,TOSBAC-40のデジタル値(10進表示)とアナログ変換値を対応させると

$$\frac{31552+31680}{256}=247$$

であるから,タブレット出力1カウントがTOSBAC-40デジタル値247と対応することとなる。したがって,DA変換後のアナログ値が多少変動しても,それが

$$\frac{9.945+9.968}{256}=0.0778[v]$$

以内であれば問題がないことになる。

2.2 応 用

応用例として,これまでの報告でも多く紹介されているが,TOSBAC-40を使用した漢字文章入力のための例を示す。これは松代群発地震資料に関する報告(渡辺一郎ほか,1975)に示される調査用紙のキーワード作製の目的にも使用できる。入力には漢字入力用シートを用いる。モニタとして蓄積管型表示装置を使用した。これは操作誤りばかりでなく,雑音による誤入力を知ることができるなど,タブレット使用時には欠かせない機器と言える(漢字入力用シートは5mm四方のますめのため,1カウント1mmの精度のタブレットによる誤入力はほとんどない)。

問題は,現在この応用例ではモニタのための漢字パターンを磁気テープより引用するため,1字検索平均時間が2~3秒かかることである。この時間は短いようで,使用の際には意外に長く感じられるのである。磁気ディスク装置が設備されていないのが残念である。

2.3 ま と め

今回の試みの目的は達成されたが,この方法は,われわれのTOSBAC-40がAD変換器,割込モジュールをすでに装備していたから,DA変換器の追加のみで処理できたのである。アナログ伝送方式にしても,10メートル程度の距離であったことが幸していると思われ,またDA変換8ビット,AD変換12ビットという点も処理を容易にしている。このように,

表 1 タブレット調整用設定値
Table 1 Set-up values for adjustment of the tablet.

タブレットX, Yの出力値 [カウント]	アナログ変換値 [V]	TOSBAC-40 デジタル変換値 [10進数]
255	9.945	31552
0	-9.968	-31680

多分に条件がととのっていたと言えるが、価格上からみれば、インターフェイス購入と比べ、けた違いに安くなったことが大きな特徴と言えよう。

問題は、AD 変換データをプログラム再生するため、高速連続読込ができず、現在は点入力のみを行わせていることである。しかしながら、図形入力の一手段として、TOSBAC-40 オンライン接続されたタブレットが追加されたことは、TOSBAC-40 の機能向上におおいに役立つものと言える。

(注) タブレットは有用な機器であるので、2台のタブレットを TOSBAC-3400 と TOSBAC-40 の両者に接続して、同時に使用する機会が増加すると思われる。この場合には、正規のインターフェイスを備えたタブレットを TOSBAC-40 に接続する予定である。

3. 浮動小数点演算処理の方式

前報において、浮動小数点の扱いについても、今後の問題として、小容量で使いやすい形式とすることが必要であることを述べた。その後の開発で、これまでの問題点がサブルーチンであるためにさげられないものであると考え、別の方式、すなわちハードウェア割込を用いた方式による浮動小数点演算処理を開発した。この方法について報告する。

3.1 使用言語の簡略化

実際例を図3に示す(これは、三角関数 \sin を解くプログラムの一部である)。これは、TOSBAC-40 のアセンブラ言語で書かれているが、アセンブラ言語について知識のない人でも従来のサブルーチン形式のものに比べ新しい方式によるものが、いかに見やすくすっきりしたプログラムになっているかがわかるものと思う。ここで図2の右列において、サブルーチンに対応して用いられている命令 (LE, ME など) は、われわれの TOSBAC-40 では使用できない不法命令である。すなわち、この命令を実行するハードウェアが装備されていない。

189 種類あるこの種の命令と、ハードウェアを装備する 64 種類の命令との区別は、TOSBAC-40 ハードウェアのもつ不法命令割込機能により知ることができるが、今回の処理‘使用言語の簡略化’は、この不法命令割込を利用した割込処理によるものである。図4により、流れを説明する。

SIN 関数のように通常使用するプログラムは、図4のC領域(一般プログラム領域)に収められている。このC領域中を実行しているときに不法命令割込が発生すると、実行の

	従来方式		新しい方式
LH	FR1,FDATA1	LE	FR1,FDATA1
LH	FR2,FDATA1+2	ME	FR1,FLOAT3
STH	FR1,FDATA2	SER	FR2,FR1
STH	FR2,FDATA2+2	DE	FR2,FDATA1
CALL	FMULT1,,3	LER	FX,FR2
NOP	FDATA2		
NOP	FLOAT3		
NOP	FDATA2		
CALL	FSNG,,2		
NOP	FDATA2		
NOP	FDATA2		
CALL	FADD,,3		
NOP	DEGDATA		
NOP	FDATA2		
NOP	DEGDATA		
CALL	FDIVID,,3		
NOP	DEGDATA		
NOP	FDATA1		
NOP	DEGDATA		
LH	FR1,DEGDATA		
LH	FR2,DEGDATA+2		
STH	FR1,FX		
STH	FR2,FX+2		

図3 浮動小数点方式の比較
Fig. 3 Comparison of two methods for floating decimal point operation.

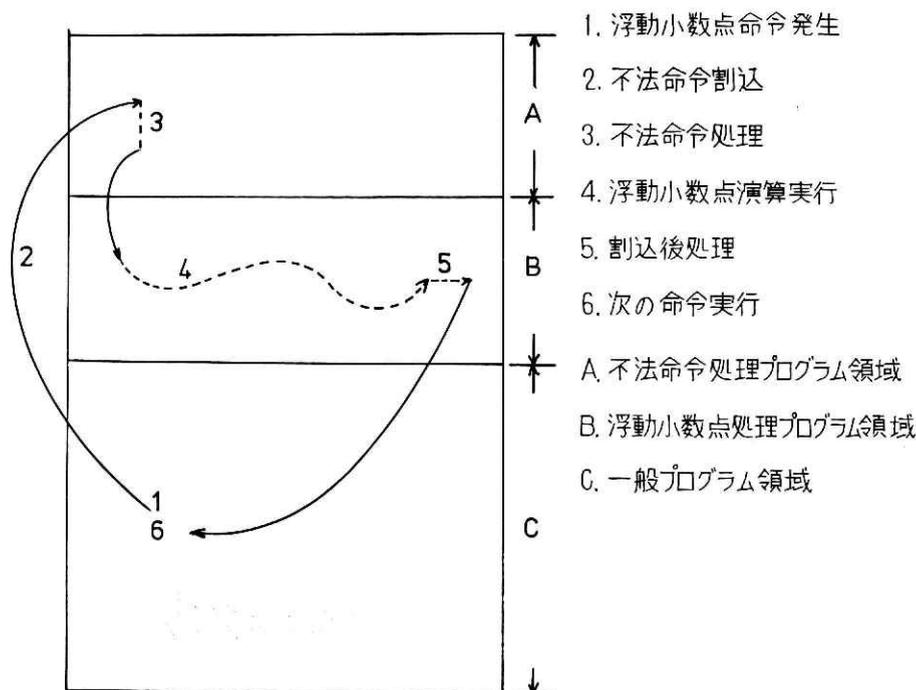


図4 浮動小数点処理の流れ
Fig. 4 Software diagram of floating decimal point operation.

流れはA領域（不法命令処理プログラム領域）へと移る。ここにおいて、割込発生原因が浮動小数点演算命令によるものであるか否かの判定を行い、浮動小数点演算命によるものであればB領域（浮動小数点プログラム領域）実行の流れを移す。このB領域中には、浮動小数点のための四則演算など、13種の処理プログラムがあり、この領域内で演算が行われる。演算終了後は、割込処理の後仕末を行った後もとのC領域へともどり、浮動小数点命令1ステップの処理を終了する。

この方法は、C領域とB領域を分けている点これまでのものと同様の方法とも考えられるが、サブルーチンと呼ぶ命令を用いず、割込で処理している所が大きな違いである。これにより、C領域プログラムが簡略化されたことになる。ただし、使用言語は簡略化されたけれどもハードウェアの処理の流れからみるとかえって複雑な処理を行っている。このように一長一短があるが、ハードウェアの流れは、通常C領域中のプログラム作製者にとってみれば知らずともよい処理であるため、使いよさという点では、これまでのものに比べ改善されたと言えよう。

3.2 その他の処理

図4のA領域プログラムは、TOSBAC-40の内部割込処理プログラム中に含まれるため、内部記憶装置に常駐している。しかし、B領域の演算処理プログラムは、内部記憶容量の有

効利用を図るため、C領域の内容により使用しないものは内部記憶容量中に含まれないようにすべきである。C領域中に浮動小数点命令が現われる一般プログラムについてのみ、B領域を接合するように、TOSBAC-3400にて行うシミュレートアセンブラにこの機能を追加した。

また、前報のもう一つの問題点であった小容量化についても、これまでのサブルーチンのものに比べ1/4の1Kバイト以内(B領域は952バイト)に収めることができた。これは、全体の流れを割込によって制御したり、B領域に演算のすべてをまとめたことにより、むだな重複処理を極力さげたことによる。

3.3 浮動小数点の表現と演算速度

浮動小数点の表現は、前報と同じく、指数部8ビット、仮数部24ビット、計32ビットを用いた。

演算速度は、演算の対象である浮動小数点数によって異なり、加算が0.76~3.40ms、乗算が1.46~4.54msである。

3.4 ま と め

今までに行ってきた開発は、浮動小数点のハード機能を持たないわれわれのTOSBAC-40にとって、大きな前進と言えよう。しかしながら、浮動小数点演算を使用する立場に立ってみれば、まだまだ出発点にたどりついた状況であると言わざるを得ない。現状のTOSBAC-40の能力、機能から考えれば、簡単な入出力処理を行わせるには十分であるが、現実問題として、TOSBAC-40を用いて数値演算を行いたいという要求は増加している。この場合、FORTRANの使いよさは、アセンブラ言語の積み重ねを必要とする現状と大きなひらきがあると言える。よって今回までの開発は今後開発せねばならないと思われるTOSBAC-40のためのFORTRAN処理の一步と考え、さらにデータ処理機TOSBAC-40のソフトウェアの開発を続けていきたい。

4. おわりに

以上、報告した二つの処理は、すでに試みの段階にとどまらず、現在われわれのTOSBAC-40システムにおいて業務に使用されている。これは、当センターのTOSBAC-40の処理能力をひろげたことになる。しかしながら、今後さらに多くの用途に利用することが計画されれば、正規のハードウェアを装備することが望ましい。つまり逆に言えば、正規のハードウェアは高価なものであるため、装備することが困難と思われる場合、ここに報告した二つの処理は多少の問題を残してはいるが、有益なものである、と言えよう。

参 考 文 献

- 1) 勝山ヨシ子, 尾崎睿子, 幾志新吉, 諸星敏一 (1975): 図形入力装置の使用例の開発. 国立防災科学技術センター研究速報, 第14号

- 2) 福井隆文, 諸星敏一 (1975): オフラインデータ交換装置 (TOSBAC-40) のシステム開発. 国立防災科学技術センター研究速報, 第15号
- 3) 渡辺一郎, 勝山ヨシ子, 尾崎睿子, 福井隆文 (1974): 電子計算機による強震記録の読み取り. 国立防災科学技術センター研究報告, 第9号, 11-31.
- 4) 渡辺一郎, 大倉 博, 尾崎睿子 (1975): 松代群発地震資料のコンピュータによる蓄積と検索. 国立防災科学技術センター研究報告, 第19号

(1975年11月6日原稿受理)