

計算機相互接続型オンラインシステム

On-line System with Remote Computer Terminal

渡辺 勝*・杉本 正勝*・大島 淳一*

Masaru WATANABE, Masakatsu SUGIMOTO and Jun-ichi OSHIMA

計算機のオンライン利用を効果的に実施するために、遠隔の研究室におかれた小型の計算機を、主計算機と相互に接続したシステムを考案し、その実現方法を研究した。インタフェイス装置(コントローラX)の設計方法および回路構成を記述してある。モニタ制御プログラムおよび会話型言語のコンパイラについては次回の報告に述べる。

1. ま え が き

計算機の利用法には、バッチ方式やオンライン方式などさまざまあるが、これらは通常、一台の計算機で処理されている。処理の内容には、計算処理をはじめ入出力処理や端末の制御などがあり、これが一台で処理されている。計算機はその構成原理からして、すべての処理は内部的には、順次的(sequential)に行なわれる。もちろん入出力の機械的動作と電子的な計算処理が、並行動作することはある。しかし一台の計算機で、同時にいくつかのプログラムを走らせる多重処理といっても、本質的には時分割で行なわれているに過ぎない。

計算機の普及につれて、計算機は大型化し、また連続運転が行なえるようになったが、一つの計算機システムによる処理量を増大しようとする要求(through putの増大)は、ユーザにとっても、メーカにとっても重要な関心事であった。このような要求に沿って考えられたのが、多重処理方式であるが、さらに進んで複数台の計算機を結合した方式が提案されるにいたった。この方式では個々の計算機はそれに割当てられた仕事、たとえば一台は計算処理、他の一台は入出力処理を受持ち、それらが真の意味で平行処理され、したがって全体のシステムの処理能力の増加が期待できるわけである。代表的な例としてIBMの7090と7040を組合せたShared Fileシステムや、Direct Coupleシステムがあり、日本では東

大計算機センタのHITAC 5020 E-5020システムが最初である。

これらのシステムは大型機を主体としたものであるが、最近になって小型計算機(ミニコンピュータ)が急速に普及するにともなって、ミニコンピュータと大型計算機との結合が、いろいろな立場で検討されるようになった。それらを目的にしたがってのべてみよう。

(1) ミニコンピュータは低価格であるため、研究室ごとに購入利用できるようになったが、ミニコンピュータの性能は限られているため、大きな処理を必要としたり、高性能の入出力の装置を利用したいため、大型計算機と接続する¹⁾。

(2) 大型計算機を多人数で同時に、遠隔から使用するタイムシェアリングシステムが普及しはじめているが、端末装置を大型計算機に接続するのに通信制御装置が使用される。しかしこの装置は、いわば金物的に固定された接続方式なので、これに代えて、より融通性に富んだミニコンピュータを利用しようという考えがある²⁾³⁾。

以上のような背景に立って、私の研究室でも、本所の中型計算機FACOM 270-30と研究室の小型計算機FACOM 270-10を同じ構内ではあるが、遠隔で接続する計画を進めてきた。まずハードウェアの構成から始め、ついで接続システムを制御するモニタプログラムの作成、および応用として会話型コンパイラの実験などを行なってきた。実用できる段階に達したので、その成果

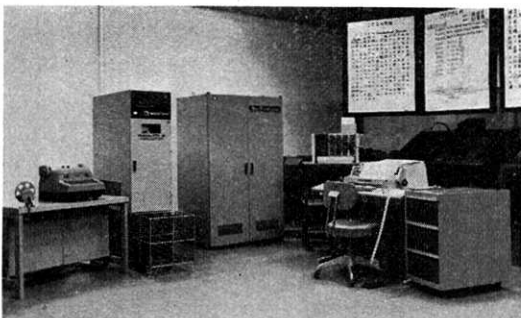


写真1 研究室におかれた遠隔端末の小型計算機



写真2 主計算機室

* 東京大学生産技術研究所 第3部

を順次報告する次第である。本解説においては、ハードウェアの構成を中心に説明する。

2. 計算機接続システムの目標

当研究における計算機相互の遠隔接続システム(写真1と2)の目標はつぎの点にある。

- (1) 主計算機を遠隔の研究室から直接使用できるシステムを作成すること。
- (2) 主計算機におけるバッチ処理と遠隔端末よりの計算との同時処理が可能なこと。すなわち遠隔計算の介入によって、バッチ処理の続行に支障を来さないこと。
- (3) 遠隔計算としては、会話形式の計算が可能なこと。

このような遠隔計算システムの構成として、つぎのように考えた。主計算機にかかる負担をできるだけ少なくするため、端末の小型計算機で処理できることはそちらですませる。これにより主計算機にかかる割込の頻度を減らし、それにとまらぬオーバーヘッドを少なくでき、バッチ計算への影響を小さく抑えることができる。このため、端末の計算機は、タイプライタ等の入出力処理をすべて受持ち、さらにコード変換や入出力にともなう編集などもやらせる。

このように考えると、計算機相互間に転送されるデータは、たとえば FORTRAN の一つのステートメントといった、まとまったブロックのデータであり、これを高速度で計算機間を転送する方法を講じればよいことになる。

3. 計算機接続インターフェイス装置 (コントローラX)

上記の方針に従って、主計算機 FACOM 270-30 と端末の小型計算機 FACOM 270-10 の計算機相互間のデー

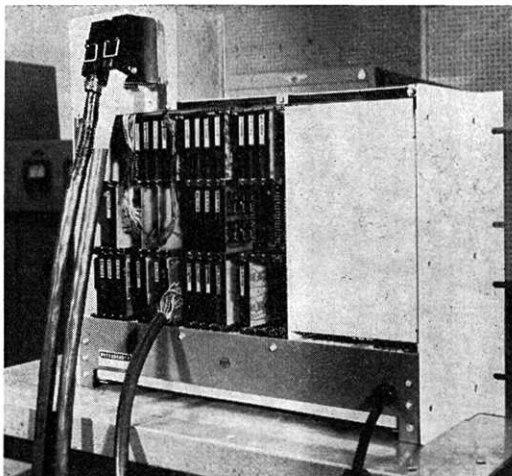


写真3 コントローラX (プリント基板側)

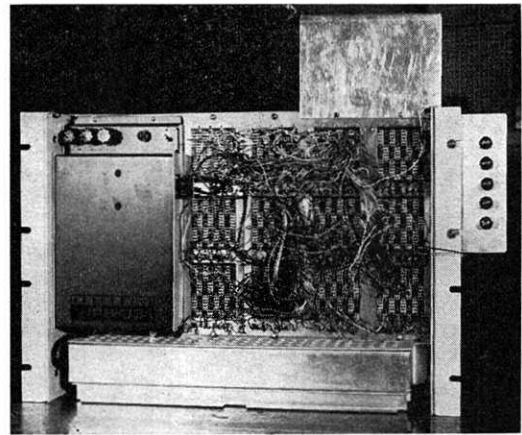


写真4 コントローラX (背面配線側)

タ伝送を制御するインターフェイス装置(以下コントローラXと記す。写真3と4)はつぎのような前提のもとに設計された⁴⁾。

- (1) 両計算機ともに、互に相手の計算機には完全に従属されず、両者の割込機能を用いて必要な時期にのみ結合が行なわれる。

- (2) 伝送は一定の語数(レコード)を単位とする。

具体的には、FACOM 270-30 のデータチャンネルと FACOM 270-10 のドラムチャンネルを接続するチャンネル接続方式を採用し、図1に示す構成によって、上記の条件を実現している。FACOM 270-10 は制御用小型計算機で、高速のデータチャンネルを備えておらず、ただ外部ドラム接続のための専用ドラムチャンネルがあり、これのみが唯一の高速データ伝送路であるので、これを活用した。また図1の RTC は Real Time Controller の略であり、入出力タイプライタその他低速入出力装置を多数接続するための簡易チャンネルおよび制御装置を一体化したものである。

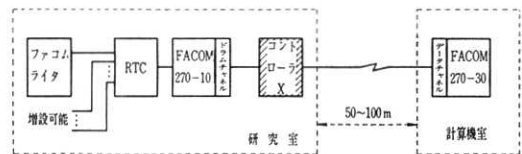


図1 FACOM 270-30, FACOM 270-10 相互接続型オンラインシステムの基本構成

4. 結合方式

- (1) データ転送の単位と速度

- 1) 伝送形式 16ビット/語×128語を単位とするブロック転送。ただし FACOM 270-10 ドラム転送形式を流用しているため、ハード的には1語をさらに4ビット単位に4分割して転送している。

- 2) 伝送速度 20K桁/sec. ドラムチャンネルの転

送速度で制限されている。

(2) 結合方法の考え方

情報の流れは 30→10 と 10→30 の両方向あり。(以下紛らわしくない限り、FACOM 270-30 を 30、FACOM 270-10 を 10 と略記する。)

1) 10 が 30 にサービスを要求するとき

30 は 10 が Read/Write のどちらを要求しているかはわかる。すなわち 30 はコントローラ X をセンスして、ステータス情報 (8 ビット) を得ることが出来るから、コントローラ X は 10 の要求内容 Read/Write をステータスとして知らせればよい。

2) 30 が 10 にサービスを要求するとき

10 は 30 から割込のかかったことはわかるが、Read/Write どちらの要求かはわからない。10 の CPU 内部に手を加えるか、あるいは RTC 経由の割込を利用すれば可能であるが面倒になる。そこでソフト的に判定することにして、30 から 10 への要求内容をまずデータとして送り、これにより Read/Write を判定して、つぎに実際のデータ転送を開始する。(一般的にはこうしなければならないが、われわれの場合では、30 から 10 への要求を Write と限定しても、応用上差支えなかったため、この手順は省いてある。)

(3) 相互割込の具体的方法

1) 10 から 30 への割込信号

30 のデータチャンネルの Attention 信号を用いる。また 30 がセンス出来る 10 のステータス情報として Attention(0800)に加えて、Read 待ち、すなわち 10 が Drum write 命令を出し、30 が Read するのを待っている状態 (0100)、および Write 待ち、すなわち 10 が Drum read 命令を出し、30 が Write するのを待っている状態 (0200) がある。

2) 30 から 10 への割込信号

10 の Drum error 信号を利用した。この信号は 10 の CPU 機能として組込まれているので使用したものであり、本来の意味であるエラーとは関係なく、30 からの割込をあらわす。この信号を DRE と記す。

(4) 結合シーケンス

以上を総合して、結合の際のシーケンスを図示する。

1) 10 が 30 へ Write するとき……図 2。

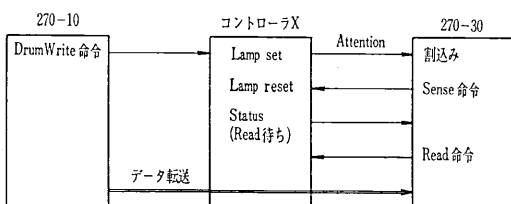


図 2 10→30 Write 結合シーケンス

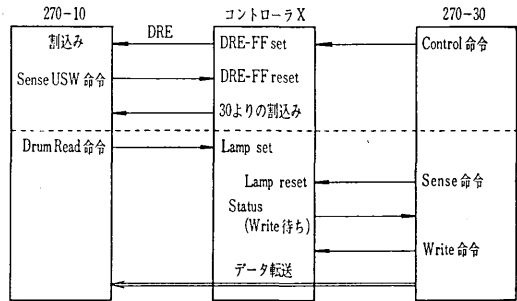


図 3 30→10 Write 結合シーケンス

1)' 10 が 30 から Read するとき……1) に準ずる。

2) 30 が 10 へ Write するとき……図 3。

2)' 30 が 10 から Read するとき……2) に準ずる。

ただし前述したように 1)' と 2)' は単独で用いることはない。強いていえば 2) の後半の手順に 1)' が用いられているに過ぎない。

5. コントローラ X の構成

コントローラ X の機能ブロック図を図 4 に示す。各部分の機能はつぎのとおりである。

(1) Selection Part は DCH(データチャンネル)より送られた信号 SEL1, SEL2, SEL3 によりコントローラ X が選択 (コントローラ X の機番は 5=101) されているかを調べ、選択されている場合には DCH とコントローラ X の結合を開始する。

(2) Function Part は DCH から送られた 3 ビットの信号 FN1, FN2, FN3 をデコードして、コマンドの認識を行なう。

(3) RCL/WCL Part はコントローラ X と DCH との結合完了後、データの受渡し用のクロックを制御する。

(4) Drum Clock Part は FACOM 270-10 のドラ

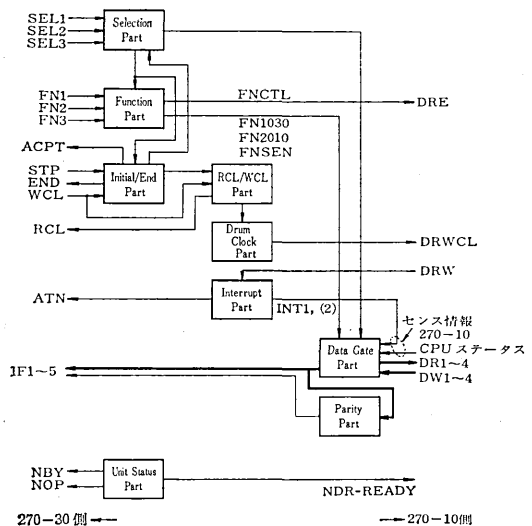


図 4 コントローラ X の機能ブロック図

ムチャンネルにデータの受渡し用のクロックを供給する。

(5) Data Gate Part はコマンドの種類 (Read, Write, Sense) に応じて、データ流を制御する。

(6) Initial/End Part はコントローラ X と DCH との結合が完了した時期に Accept 信号を DCH へ出すとともに、結合が終了する時点で END 信号を DCH へ出し、コントローラ X を初期状態に戻す。

その他、コントローラ X におけるデータ転送のタイム・チャートに関しては、FACOM 270-30 入出力インタフェース⁵⁾に基本的に整合しているものであるから、説明を省略する。

6. コントローラ X の実現

コントローラ X の実現にあたっては、できる限り製作の労力を軽減する目的で、論理回路要素としてかなり強力な機能を有するものを選択した。実際に使用したのは山武ハネウェル社の μ -PAC⁶⁾ および富士通社の Driver, Receiver 回路である。 μ -PAC はダイオード・トランジスタの Nand 回路を基本にする IC を数個のせたプリント基板であり、その種類としてゲートおよびフリップフロップの他、4ビットの Exclusive or 回路、3ビットの Decoder 回路、1 μ s \sim 1sec の間で遅延時間を変化できる遅延マルチなどがあり、コントローラ X の製作には好都合であった。以下図 5 \sim 図 10 に各機能ブロック別に回路図を示す。

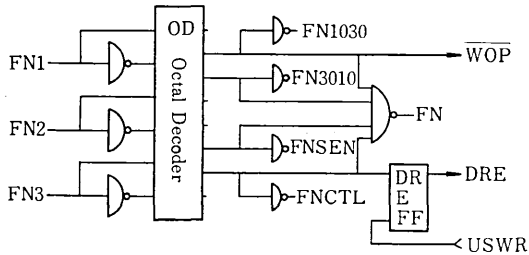


図 5 Function

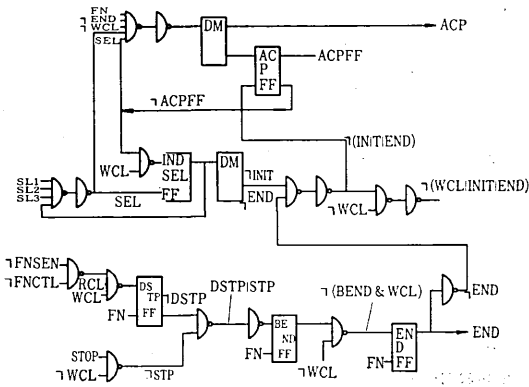


図 6 Selection と Initial/End

コントローラ X に使用した構成要素の種類と個数を表 1 に掲げておく。

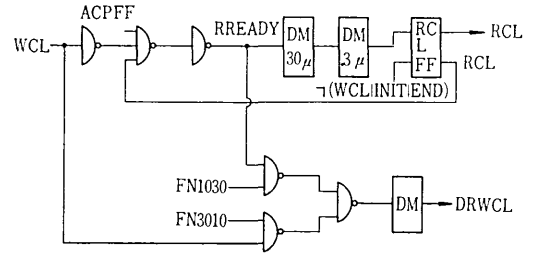


図 7 RCL/WCL と DRWCL

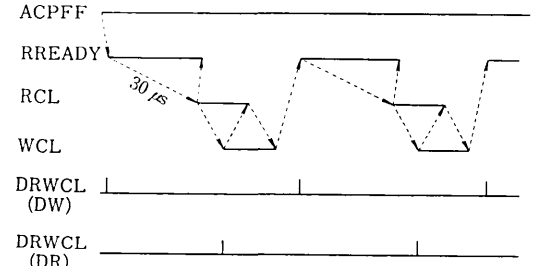


図 8 RCL/WCL と DRWCL のタイムチャート

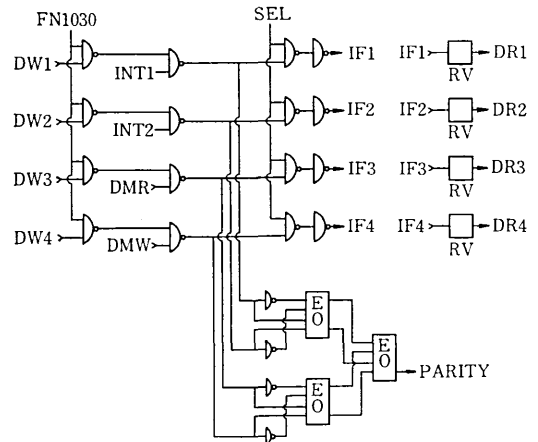


図 9 Data Gate と Parity

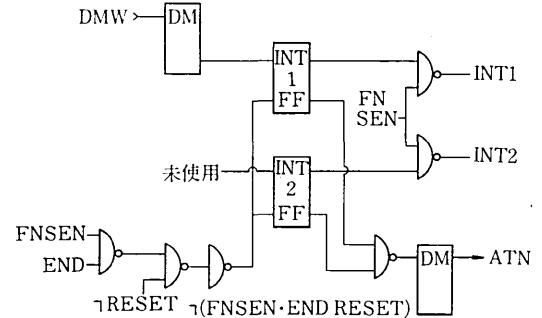


図 10 Interrupt

表 1 コントローラ X 所要部品リスト

品名	機能	回路/PAC	使用個数
μPAC	DI 335	2入力 Nand	8
	DL 335	4入力 Nand	6
	EO 335	4ビットパリティ	5
	DM 335	遅延マルチ	2
	DM 336	“(可変)”	2
	FF 335	フリップフロップ	8
	OD 335	デコーダ	1
	若干		
μPAC	AS 330	ブランク	若干
	UI 330	インディケータ	5
	PB 331	電源	1
	BL 331	48パッケージ用きょう体	1
富士通	DV 06	ドライバー	11
	RV 02	レシーバー	14

7. あとがき

前章にのべたようにコントローラ X は IC を使用した μ-PAC から構成されている。FACOM 270-30 とはケーブルで接続され、その両端に Receiver, Driver が置かれ、これと上記の IC 回路がつながれる。この Receiver, Driver は同じく IC を使用した計算機本体のチャンネルに使用されており、μ-PAC との接続では、使用以来一度も問題がなかった。

これに対し、FACM 270-10 はディスクリート回路で構成され、コントローラ X と接続されるドラムチャンネルは 1MHz の論理回路を使用している。この間は論理レベルが同じであること (0V と 4V)、距離が短いこと (6m) などの理由で直接つないである。このようにしてもレベル信号に対しては問題はなかったが、パルス信号たとえば 270-10 のセンス命令に対する USWR (図 5) の場合つぎのような問題を生じた。

図 11 において、コントローラ側の Nand ゲートの入力が低レベルになったとき、1.6mA の電流がダイオードを流れて流れだし、270-10 側のエミッタフォロワの抵抗に流れこむ。このエミッタフォロワはディスクリート回路が相手の時は、このように電流が流れこむことはな

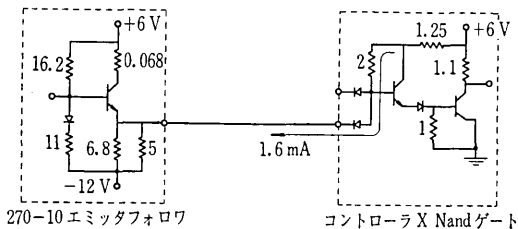


図 11 ディスクリート回路と IC 回路の接続 (抵抗は kΩ を示す)

く、逆に流出するよう設計されているため、この流れこみ電流がのみきれずに、立上りがおこれてしまう。パルス信号のときは波形がのこぎり状になまるため、相手の IC のゲートが動作しないことがしばしばおこる。これを防ぐため、エミッタフォロワの抵抗と並列に 5kΩ を追加して、電流のパスを作ってやることにより、この障害を解決した。

本研究は生産技術研究所の選定研究費の補助を受けて行なったものである。本研究に対し、浜田助教授、藤田講師、安達、藤田、矢作各技官の協力を得、また富士通社の左中功夫、服部幸幸両氏から技術的問題につき助言を頂いたことを記して感謝の意を表わします。

(1971年10月6日受理)

文献

- 1) M Harrop: "A Basic Approach to Remote Access", *The Computer Journal*, Vol. 13, No 2, pp 131-135, May 1970.
- 2) H. B. Burner et al: "A Programmable Data Concentrator for a Large Computing System", *IEEE Trans. Computers*, Vol. C-18, pp. 1030-1038, Nov. 1969.
- 3) C. B Newport: "Small Computers in Data Network", 1969 *Spring Joint Computer Conf., AFIPS Proc.*, Vol. 34, pp. 773-775, 1969, AFIPS Press.
- 4) D. Mills: "System/360 Interface Engineering Report", *Concomp Project Memorandum* 13, University of Michigan, Nov. 1967. (AD 667655)
- 5) "FACOM 270-20/30 オンライン入出力インターフェイス規約" 富士通.
- 6) "μ-PAC IC Modules (5MHz and 2MHz) Instruction Manual", Vol. I, II, Honeywell, 1968.

