

パーソナルコンピュータの簡易ネットワーク 装置とその応用について

中村八束* 中西雅之** 不破 泰**
(昭和57年10月30日 受理)

A Simple Network Device for Personal Computers and its Applications

Yatsuka NAKAMURA, Masayuki NAKANISHI and Yasushi FUWA

In view of the fact that many limitations such as complicated communication control procedures have been imposed on networking personal computers now in wide use as stand-alone systems, a proposal of a multi-channel communication controller (MCC) is made which facilitates the construction of a personal computer network, and evaluation of the MCC is made from various points of view. The MCC adopts the RS232C interface normally equipped on personal computers, and its communication control program is designed to allow each peripheral computer to communicate with the host computer without being conscious of protocols, so that the service under the MCC may not be occupied by some specific peripheral computers. In actual communications, each data received from a peripheral computer is transformed into a packet format and transmitted to the host computer, whereas the packet received from the host computer is transmitted to a specific peripheral computer in accord with its header. The MCC enables us to construct various networks depending on application programs of the host computer. Programming methods for the host computer are proposed and limitations on the performance of MCC are estimated with some cases. Two application examples of MCC are embodied in the hotel-reservation system and the quality inspection system in a factory.

1 ま え が き

近年パーソナルコンピュータは性能の向上, 小型化, 操作の容易さ, 汎用性そして周辺機器の充実などにより, 工場, 事務所, 研究所など広い分野で, さまざまな用途に使用されている. この様にパーソナルコンピュータの普及はめざましいもの現在その多くは単

* 情報工学教室 教授

**大学院修士課程

体のシステムとして使用されている。しかしパーソナルコンピュータが各分野において果たす役割は大きく、価値の高いものとなっており、またそれぞれのハード、ソフト、データ等のリソースの共同利用が望まれ、それによる大きな利点も期待できる。

そこでパーソナルコンピュータによる簡易ネットワークを構成するための簡易多チャンネル通信制御装置(以下 MCC と略す)を提案し、これを製作し、この機能の評価を行った。さらに実際に簡易ネットワークを構成する方法とその応用例を考えた。この MCC は汎用性が高くさまざまな形態のネットワークを簡単に構成することができる。

2 MCC の 概 要

MCC の概要を以下に簡単に述べる。

周辺コンピュータから受信したデータはひとまずバッファに蓄える。そして CR (Carriage Return) コードを受信したとき蓄えられたデータをホストコンピュータへ出力する。また Break 信号を受信したときはそのことをホストコンピュータへ知らせる。複数の周辺コンピュータからのデータをホストコンピュータへ出力するときは待ち行列を作って順番に出力する。その場合、待っている間にさらにいくつかの CR コードを周辺コンピュータから受ける場合もある。しかし出力は Break 信号のときを除いて CR コードまでを一単位として行なう。待ち行列の優先順位はバッファ内の CR コードの数が多く、また以前から蓄えられているデータほど高くなる様に決められる。また Break 信号は最優先で出力する。この待ち行列はその時々データの受信に応じて常にダイナミックに順番が変わる様に考慮されている。ホストコンピュータへ出力するデータは簡単なパケットの形をしている。そのパケットの構成は Fig. 1 に示す通りである。

データは CR コードを含まない 255 文字以下の任意の長さの列であり、そのうしろに CR コードを付ける。ヘッダの 0bit 目から 4bit 目までが周辺コンピュータ番号を表わす。5bit 目はうしろに付けた CR コードがデータの一部であり、データとして有効なのか、単なる終端コードであり、データとして無効なのかを示す。なお MCC からホストコンピュータへの出力では、バッファに CR コードが蓄えられているとき出力が行われるため、この bit は必ず 0 である。6bit 目は Break 信号を出力することを示すのに用いる。

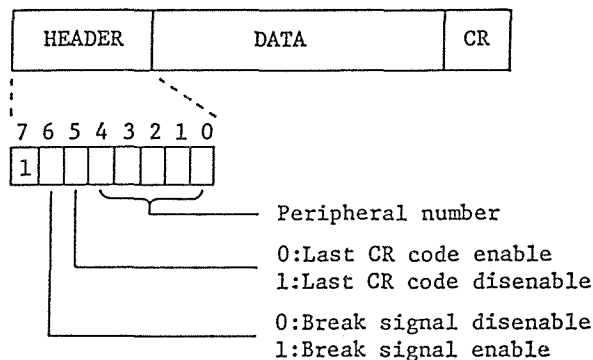


Fig. 1. Packet format.

Break 信号はコードではないためデータとして表わすことができず、この bit を設けた。ホストコンピュータからの要求で周辺コンピュータ側へ出力される Break 信号を Fig. 2(a) に示す。周辺コンピュータからの Break 信号は 2 character 分以上 “L” にすることによってつくられる。これを Fig. 2(b) に示す。

ホストコンピュータが MCC を通して周辺コンピュータにデータまたは Break 信号を送信する場合はこの逆のことが行われる。ホストコンピュータは MCC に、MCC がホストコンピュータへ出力するパケットと同じ形式のパケットを出力する。MCC はこのパケットのヘッダを見て指定された周辺コンピュータにヘッダの 5, 6bit 目で指定された形式に従い、データまたは Break 信号を出力する。

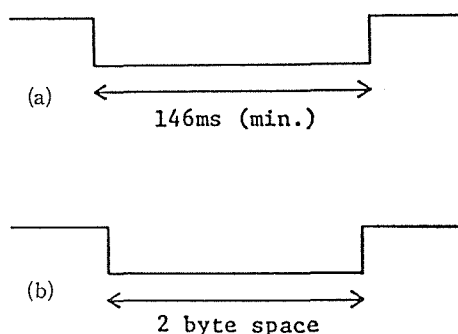


Fig. 2. Break signal formats.
 (a) Break signal format from MCC to peripheral sent at a request from the host computer.
 (b) Break signal format from peripheral to MCC.

3 ハードウェアの構成

MCC のハードウェアの設計にあたり次の点を重視した。

- 1) 汎用性をもつこと。つまり周辺コンピュータとして接続するパーソナルコンピュータの機種またはシステム構成に依存せず、伝送方式、伝送速度などの制約を可能な限り少なくする。このため通信はパーソナルコンピュータのインターフェースとして標準化している RS232C を使用した。
- 2) 種々のシステムの要素として利用できるように小型化する。
- 3) 使用する周辺コンピュータの台数にあわせてチャンネル数の増減ができるように、

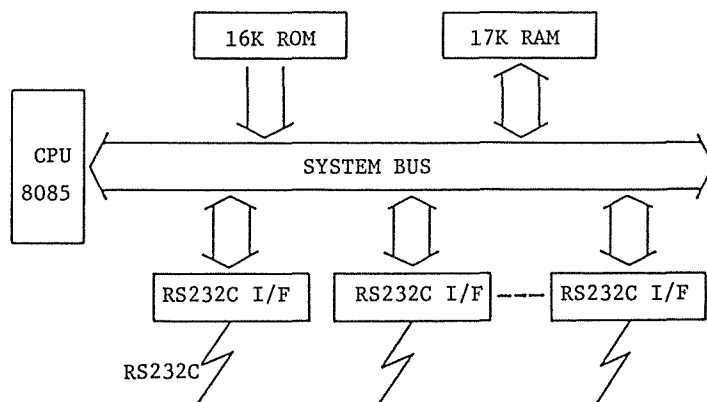


Fig. 3. A system block diagram.

8チャンネルを1モジュールとした。

MCC のハードウェアは CPU 部, メモリ部, RS232C インターフェース部から構成されている. Fig. 3 にブロック図を示す. CPU 部は, 試作品の場合は 8085CPU を中心に構成されているが Z80CPU でも可であり, 2.45MHz のクロック周波数で使用した (Z80 CPU の場合は 4MHz または 6MHz). メモリ部は通信制御プログラム用の ROM16K byte と, RAM17K byte から成る. RS232C インターフェース部は最大で24ポート実装でき, それぞれデータの直並列変換のためのインターフェース (USART) と RS232C のドライバとレシーバから成っている. また各ポートの伝送速度はディップスイッチにより, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 baud から任意に選択できる (ただし高速のモードではソフト的にサポートできないことがある). Break 信号はポーレート発振回路を用いて作成した. なお MCC の RS232C のコネクタは, データ通信装置側である.

また各回線の状態を調べるためのテストモードのプログラムを装備した. これは電源立ち上げ時にテストスイッチを押していることによって設定できるようになっており, MCC に接続されているそれぞれのコンピュータから送信を行うと, MCC はその送信されたデータのコードに 1 を加えてデータを送り返す.

以下に RS232C インターフェースボードのブロック図とコネクタ接続図を Fig. 4 と Fig. 5 に示す.

4 ソフトウェアの概要

MCC には最大23台の周辺コンピュータと 1台のホストコンピュータからそれぞれ独立にデータが入力される. そのため MCC のプログラムでは状態遷移法¹⁾を用いて各処理が並列に実行される様にした.

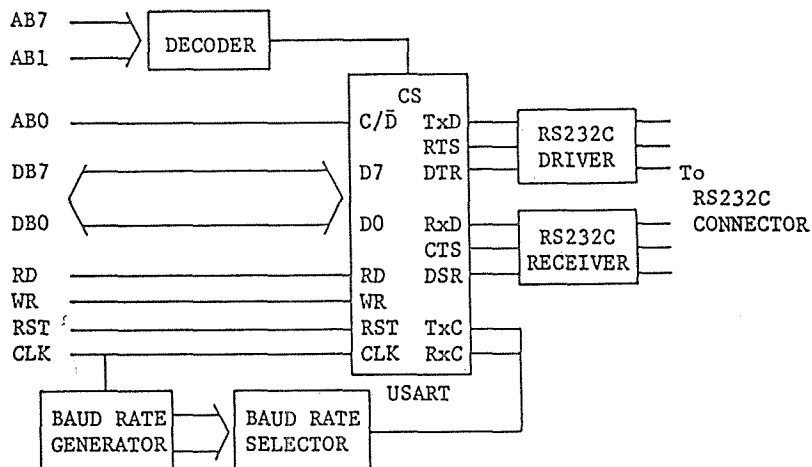


Fig. 4. A block diagram for the RS232C interface.

周辺コンピュータからの入力を処理する PSM (Procedural State Machine 1)参照 タスクの様なものは各周辺コンピュータに対し一つずつ用意されている。この PSM は周辺コンピュータからの入力データをそのコンピュータに対し用意されている 256byte の容量をもつバッファに入れる。そして入力データが CR コードか Break 信号ならば優先順位を計算して待ち行列に入れる。バッファが一杯になったときは DTR (データ端末レディ信号)を“L”にして周辺コンピュータにそのことを知らせる。一方バッファの内容をホストコンピュータへ出力する PSM を用意する。この PSM は待ち行列の先頭にあるバッファの内容を CR コードまでヘッダを付けて出力する。またこれらの PSM とは別に時間を管理する PSM があり、以前から蓄えられているデータが入っているバッファの優先順位が高くなる様にしている。

ホストコンピュータからの入力を処理する PSM を一つ用意する。

この PSM はホストコンピュータからの入力をそのヘッダに従いそれぞれの周辺コンピュータ用のバッファに入れる。この周辺コンピュータ用のバッファは固定されたものではなく、その使用頻度に応じて全体で 8 K byte のメモリを 32 byte を一単位としてダイナミックに割り当ててゆく方式を取った。8 K byte のメモリがすべて割り当てられバッファが一杯になりそうなときは、ホストコンピュータに対する DTR 信号を“L”にしてそのことを知らせる。一方各周辺コンピュータに対し一つずつ、このバッファの内容を周辺コンピュータに出力する PSM を用意する。この PSM はその周辺コンピュータに割り当てられたバッファの内容を次々に出力していき、バッファ単位ごとにその内容をすべて出力したとき、そのバッファを解放する。

以上述べた各 PSM、周辺コンピュータ、ホストコンピュータ、バッファの関係を図示すると Fig. 6 の様になる。

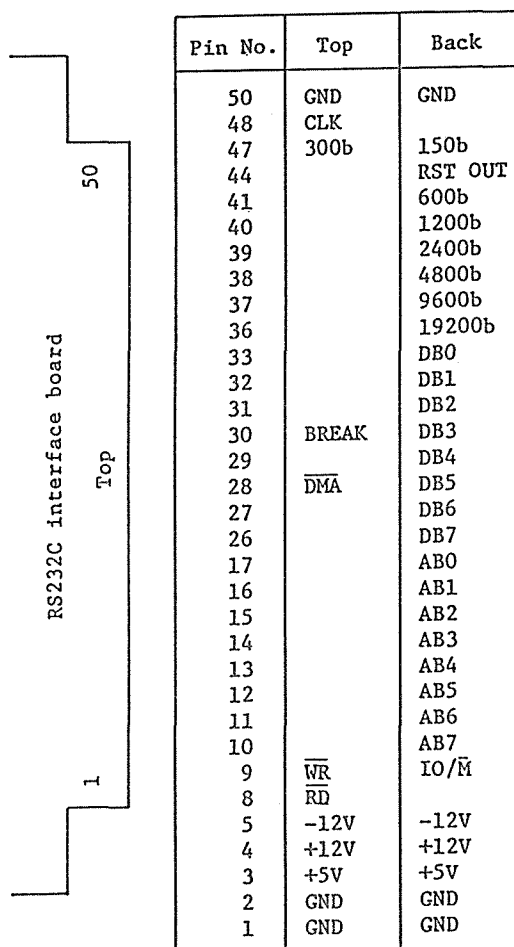


Fig. 5. An edge signal arrangement for the RS232C interface board.

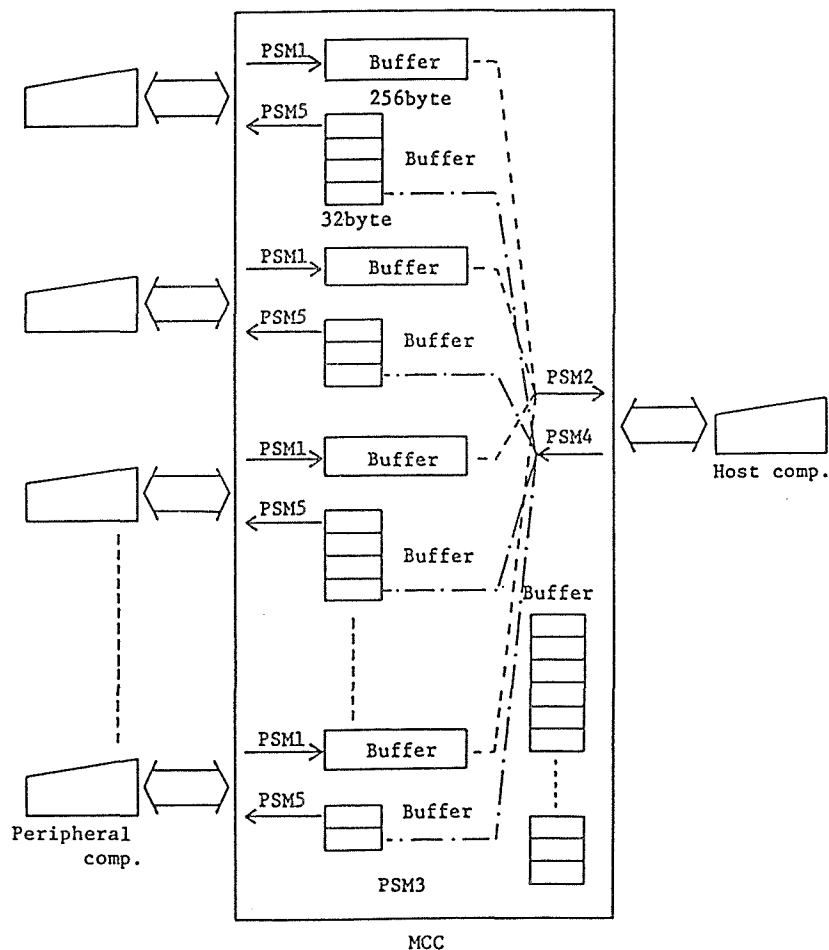


Fig. 6. A construction of software.

- PSM1: to process received data from peripherals.
- PSM2: to transmit data to host.
- PSM3: time control.
- PSM4: to process received data from host.
- PSM5: to transmit data to peripherals.

なおデータの入出力時において Ready 信号である DTR 信号の取り扱いは次の様にした。MCC が周辺コンピュータ、ホストコンピュータにデータを出力する際は必ず DTR 信号が“H”，つまり相手が Ready 状態であることを確かめ、DTR 信号が“L”のときは出力しない。一方 MCC は原則として自己の DTR 信号を“L”にしない。つまり常に入力可の状態にしておく。そして上で述べた通り周辺コンピュータ用バッファが一杯になったときはその周辺コンピュータ用の DTR 信号を“L”にし、またホストコンピュータ用バッファは 8 K byte のメモリがすべて割り当てられたときホストコンピュータ用の

DTR 信号を“L”にする。周辺コンピュータが DTR 信号が“L” のときでもデータを送ってきたときは、それまでのデータを破棄してそのデータをバッファに入れる。またホストコンピュータが DTR 信号が“L” のときにさらにデータを送ってきたときは、バッファが完全に一杯になるまで入力データをバッファに入れていき、一杯になった以後は入力データを無視する。

5 機能の評価

MCC の機能について評価を以下に行なう。

種々の状態で MCC と周辺コンピュータ間のデータが決して文字落ちせずに送受信できる最高伝送速度を MCC の通信処理プログラムの必要ステート数を用いて求めた。

なおホストコンピュータと MCC 間の通信は 4800 baud で行なうものとした。

また本装置では CPU に 8085 を 2.45MHz のクロック周波数で使用したが、CPU に Z80 を 4MHz と 6MHz のクロック周波数で使用した場合についても合わせて以下に示す。

Table 1. Relation between clock frequency and baud rate.

CPU	Clock frequency	Baud rate between host comp. and MCC	Baud rate between peripheral comp. and MCC
8085	2.45 MHz	5255 baud	891 baud
Z80	4 MHz	8276 baud	1453 baud
Z80	6 MHz	12415 baud	2180 baud

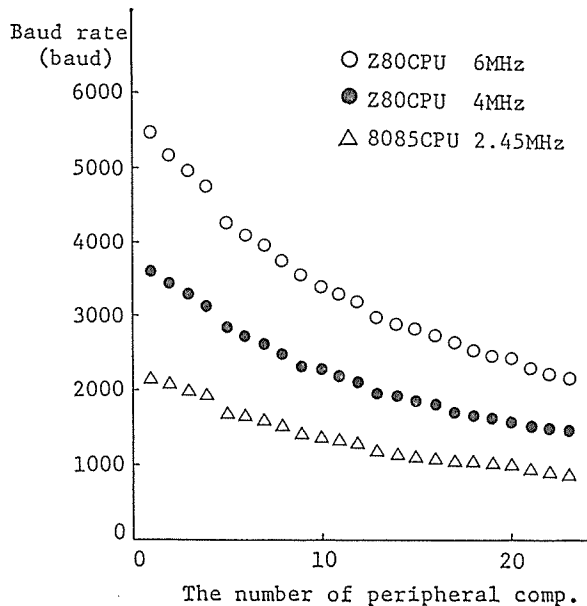


Fig. 7. Relation between baud rate and the number of peripheral comp. which are transmitting data to MCC and receiving data from MCC.

1) 周辺コンピュータ23台すべてが入出力を行う場合

周辺コンピュータ23台とホストコンピュータのすべてが入出力を連続的に行う場合のホストコンピュータと23台の各周辺コンピュータ間のそれぞれの最高伝送速度を Table 1 に示す。

2) 23台の周辺コンピュータのうち一部の周辺コンピュータだけが入出力を行う場合

23台の周辺コンピュータのうち一部の周辺コンピュータが入出力を連続的に行い、残りの周辺コンピュータが全く入出力を行わない場合、入出力を行う周辺コンピュータの数と最高伝送速度の関係を Fig. 7 に示す。

3) 23台の周辺コンピュータのうち一部の周辺コンピュータだけが入力(出力はせずに)を行う場合

23台の周辺コンピュータのうち一部の周辺コンピュータが入力だけを連続的に行ない、残りの周辺コンピュータが全く入出力を行わない場合、入力を行う周辺コンピュータの数と最高伝送速度の関係を Fig. 8 に示す。

4) 動作する周辺コンピュータが22台以下の場合

MCC はシステム起動時に周辺コンピュータに接続されているチャンネル数を検査し、それらだけをサポートする。これにより、接続されている周辺コンピュータの台数により伝送速度をより速くすることができる(具体的には不要なインターフェースボードを抜くか、またはインターフェースボード上の USART を抜いておく)。接続されている周辺コンピュータのすべてが入出力を連続的に行う場合、周辺コンピュータの台数と最高伝送速度の関係を Fig. 9 に示す。

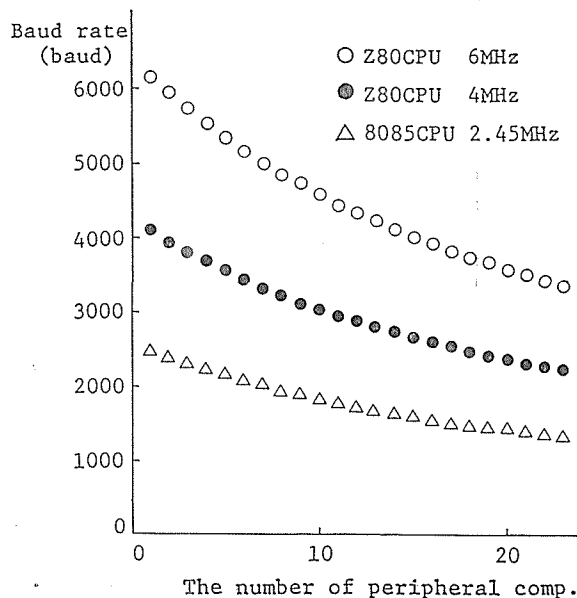


Fig. 8. Relation between baud rate and the number of peripheral comp. which are transmitting data to MCC.

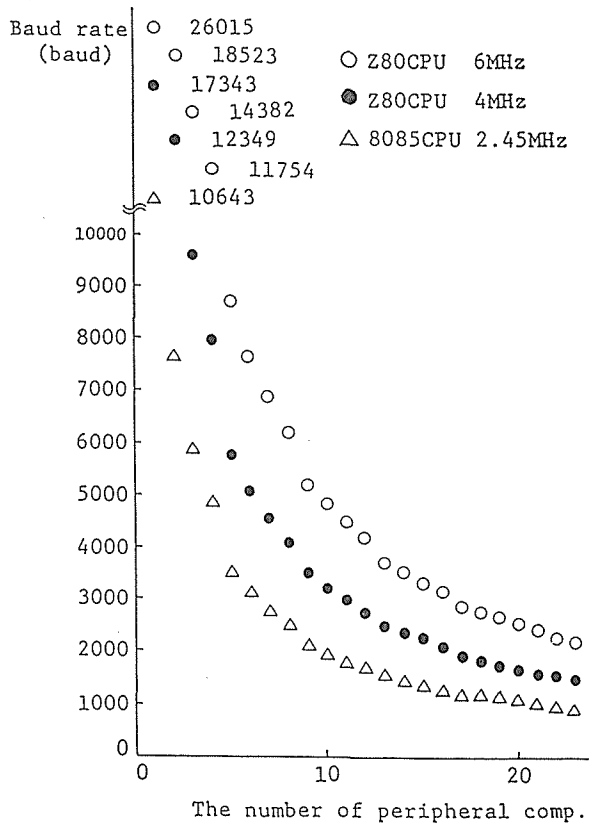


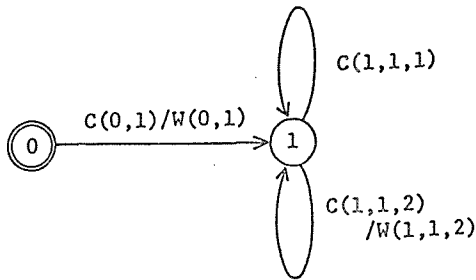
Fig. 9. Relation between baud rate and the number of peripheral comp. which are supported.

6 パーソナルコンピュータネットワークへの MCC の応用

MCC をパーソナルコンピュータネットワークに応用することについて述べる。まずそのために必要なホストコンピュータのプログラムの一般的な考え方について述べ、次に具体的な例としてホテル予約システムと品質検査システムについて述べる。

6-1 ホストコンピュータの応用プログラムと状態遷移法

MCC は汎用性に富んだネットワーク装置であり、ホストコンピュータのプログラムにより、さまざまなネットワークを簡単に組むことができる。そのため、MCC を利用したネットワークの機能と性能はホストコンピュータのプログラムに大きく左右される。一般に各周辺コンピュータからホストコンピュータへ送られるデータはそれぞれ独立して送出される。そしてそのデータに対して行うべき周辺コンピュータごとの処理は並列に処理されなければならない。そのため、ホストコンピュータのプログラムも状態遷移法を利用するのが簡単で効果的である。その具体的な利用例は6-2で述べる。



C(0,1): True
 W(0,1): To clear all buffer.
 C(1,1,1): No received data
 C(1,1,2): Received data
 W(1,1,2): The peripheral number is computed by header of received data; if its buffer is empty, received data are stored there.

Fig. 10. A state transition diagram for the data input PSM.

```
'PSM IN
*PSMIN
  ON JIN+1 GOTO *INO,*IN1
*INO
  JKEY=1
  FOR K=0 TO NUMBER-1
    W$(K)=" "
  NEXT K
  RETURN
*IN1
  IF LOC(I)=0 THEN RETURN
  LINE INPUT #1,Q$
  CN=ASC(LEFT$(Q$,1)) AND &H1F
  IF W$(CN)<>" " THEN RETURN
  W$(CN)=RIGHT$(Q$,LIN(Q$)-1)
  RETURN
```

Fig. 11. A program for the data input PSM written in BASIC.

```
HEAD=&HAO OR I
PRINT #1,CHR$(HEAD);A$;CHR$(13)
RETURN
```

Fig. 12. Output routine (effective CR code).

```
HEAD=&h80 OR I
PRINT #1,CHR$(HEAD);A$;CHR$(13)
RETURN
```

Fig. 13. Output routine (ineffective CR code).

次にホストコンピュータのプログラムのうち基本的な MCC との入出力部について述べる。Fig. 10 は MCC からデータを受信する PSM である。そしてこの PSM を具体的に日本電気 PC8801 の N₈₈-BASIC で書いたものを Fig. 11 に示す。なおここで PC8801 の RS232C ポートは #1 チャンネルにオープンされているものとする。またここで NUMBER には周辺コンピュータの数 (≤23台) が入っており、JIN にはこの PSM の状態が入っている。

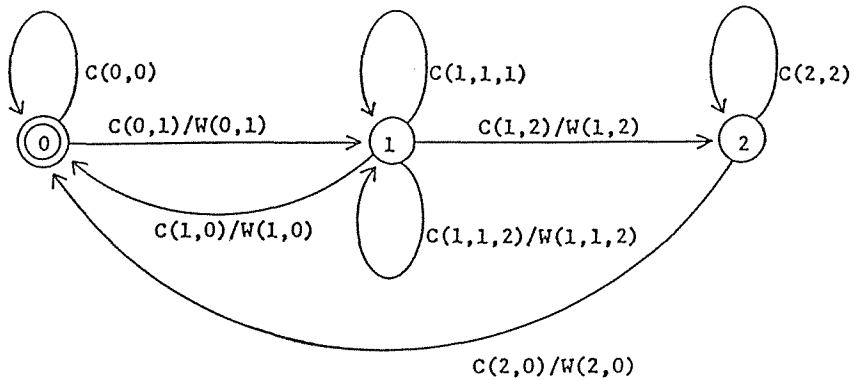
この PSM は MCC から送られたパケット化されたデータをヘッダから計算した周辺コンピュータ番号により、それぞれの周辺コンピュータごとに用意されたバッファに入力するものである。ただしバッファが空でなければ入力を行わない。この PSM を利用するときは、バッファが空であれば対応する周辺コンピュータからの入力はないと、また空でなければ入力があったと判断すればよい。そしてバッファ内のデータを読んだら、バッファを空にしておく。

次に同じく N₈₈-BASIC で書いたホストコンピュータから MCC への出力ルーチンを Fig. 12, Fig. 13 に示す。Fig. 12 は CR コードが有効なもので、Fig. 13 は無効なものである。またここで I には送りたい周辺コンピュータ番号が、A\$ には送出するデータが入

っているものとする。

6-2 例1 ホテル予約システム

MCC をパーソナルコンピュータのネットワークに応用する具体例として、簡単なホテル予約システムを考える。このシステムは、ホストコンピュータに各月日の空部屋情報を持たせ、周辺コンピュータから部屋の予約が対話形式でできる様にしたものである。予約するときは周辺コンピュータから“Q”を入力して、以後メッセージに答えていくだけでよい。ホストコンピュータのプログラムは MCC からの入力用 PSM と、各周辺コンピュータ毎の処理用 PSM から成る。入力用 PSM は6-1で説明した PSM を用いた。処理用 PSM は Fig. 14 に示す。これは周辺コンピュータ番号 i 用の PSM である。



- C(0,0) : W\$(i)≠"Q"
- C(0,1) : W\$(i)="Q"
- W(0,1) : W\$(i)="", Transmit to peripheral comp. "WHEN"
- C(1,1,1) : W\$(i)=""
- C(1,1,2) : Input error
- W(1,1,2) : Transmit to peripheral comp. "ERROR"
- C(1,2) : W\$(i)≠"" & There are some room
- W(1,2) : W\$(i)="", Ask to peripheral comp. "NAME? TEL.?"
- C(2,2) : W\$(i)=""
- C(2,0) : W\$(i)≠""
- W(2,0) : Reserve a room , Transmit room No. to peripheral comp.
- C(1,0) : W\$(i)≠"" & There are no room
- W(1,0) : Transmit to peripheral comp. "FULL" , W\$(i)=""

Fig. 14. A state transition diagram for the hotel-reservation system PSM.

6-3 例2 品質検査システム

A社では従来製品の品質検査のため、製品の大きさ、厚さなどのデータを Fig. 15 に示すように、種々の測定器で測定し、その結果を読み取り、そのデータを手作業でコンピュータに入力して製品の検査表を作成していた。この作業を自動化するため、Fig. 16 に示すように測定器とパーソナルコンピュータを接続し、これらを MCC を用いてホストコンピュータに接続してネットワークを構成した。

このシステムでは、各測定器は接続しているコンピュータのプログラムに拠って測定を

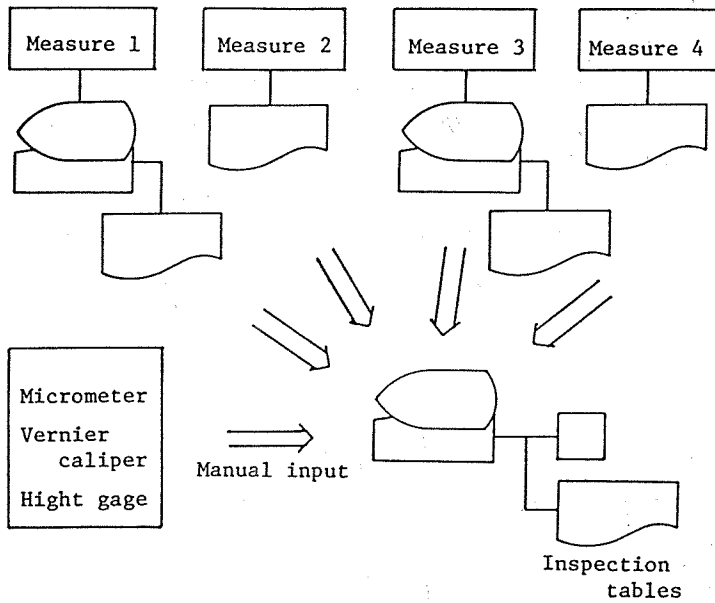


Fig. 15. A conventional quality inspection system.

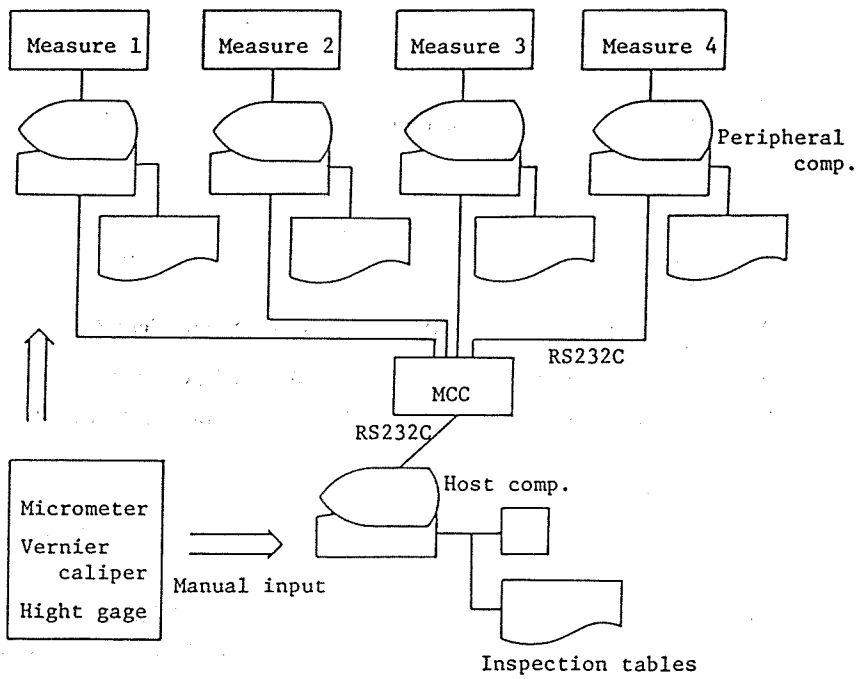


Fig. 16. An automatic quality inspection system.

行い、その結果を CRT で確認、編集を行ない、その製品番号、測定項目、測定データを MCC を通してホストコンピュータへ送出する。ホストコンピュータは受信した製品番号、測定項目に従いデータをフロッピィディスクに格納する。また各測定器に接続したパーソナルコンピュータは、ホストコンピュータから測定、製品についての情報を受信することができ、効率的に検査が行える。

7 ま と め

パーソナルコンピュータの簡易ネットワークを構成するための装置 MCC を考え、製作し、機能の評価を行い、実際にこの装置を使用する際の方法について述べ、応用例を示した。この装置によるネットワークは簡易であるために、広汎な応用分野をもち従来の大型機を要したオンラインシステムの分野にも適用可能であると思われる。

参 考 文 献

- 1) Y. Nakamura and Y. Fuwa: A Simple Programming Method of State Transition Diagrams for Parallel Processings, Journal of Information Processing, Vol. 5, No. 3, 1982