

## 伝送システム機器

## Data Transmission Devices

川上 拓\* Hiraki Kawakami・竹添文彦\* Fumihiko Takezoe・西田義彦\* Yoshihiko Nishida

## I. 分散形ネットワークシステム

## 1. 分散形ネットワークシステムへの要請

計算機適用の分野では、大形汎用計算機間でネットワーク化が盛んであるが、制御用計算機を利用したシステムにおいても分散形ネットワークシステムへの要請はますます強いものになっている。

これは従来からの集中形制御システムと相対する概念として、次のような点で分散形ネットワークシステムに寄せられる期待が大きいところにある。それらの主なものとして、

- (1) 過度に処理を集中させることによる負荷の軽減と応答性が向上できる。
- (2) 過度に処理が集中することによる信頼性低下が回避できる。
- (3) システム拡張が容易にできる。
- (4) 情報交換量とケーブル回線数とが分離して考えられ、システム構築のコスト低減が図れる。
- (5) 多数台の計算機の運転保守はネットワークを通じて集中化が期待でき、システム運用の効率向上が期待できる。

などがあげられる。しかも今日のように安定成長が叫ばれる中で、より高度な制御、より効率の高い操業を必要とすればするほど、必要とする情報量は増大し続け、分

散形ネットワークシステムの持つ特長から、更に広く産業界に受け入れられていくものと考えられる。

## 2. 当社のデータ伝送システムの歩み

昭和45年以来、センサベース用の1:N形データ伝送システムとしてDPCS<sup>(1)</sup>、リモートRTC用伝送システムを実用化し、伝送技術についての経験を深め、昭和50年には、計算機システムとしてPFUシリーズを用いたMPCSと、分散形デジタル制御システム用としてDPCS-μを発表した。この二つのデータウェイは共にN:M形データ伝送システムであり、単独使用による単層コンピュータネットワークシステムからこの両者を使用した第1図のような階層形コンピュータネットワークシステムまで、今日の広範な要求にこたえることができ、産業界におけるコンピュータネットワーク化に貢献している。

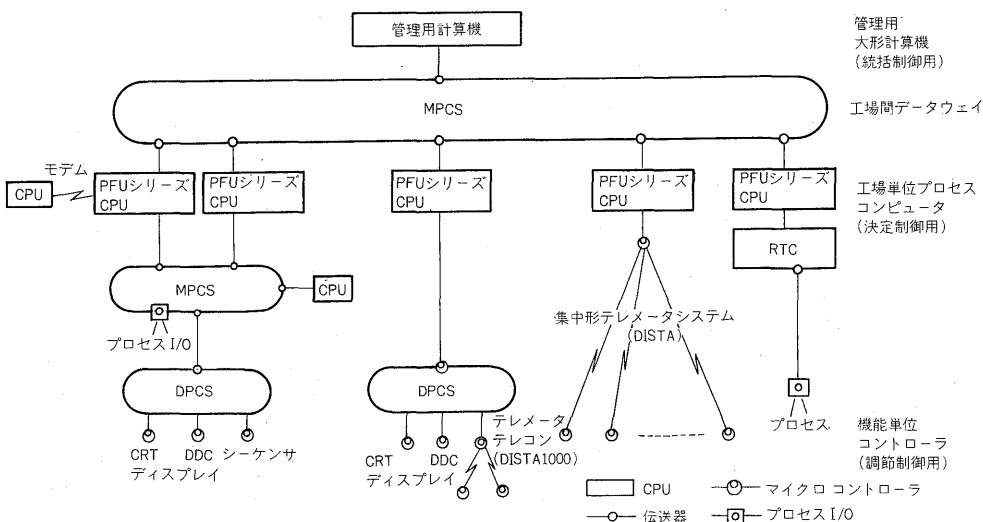
## 3. 分散形ネットワークシステム実現の技術的背景と今後の展望

## 1) 技術的背景

分散形ネットワークの構築が経済的にも運用的にも成立しうるようにした技術的進歩には、次のようなものがある。

## (1) LSI技術によるハードウェアネックの解消

高性能マイクロプロセッサやメモリデバイス、それにI/Oデバイスや通信制御に必要な専用LSIなどの出現で、



第1図 富士階層形コンピュータネットワークシステム

Fig. 1. Fuji hierarchical computer network system

\* 富士ファコム制御 技術本部

コスト的にもハードウェアの大きさの点でも実用化が可能になった。

## (2) 光ファイバによる伝送路ネックの解消

ネットワーク構成のため、伝送路には各種の電気信号伝送ケーブルを利用できるが、距離、減衰量、ノイズの影響から経済的に大量のデータ伝送には限界があった。これらの点は光ファイバケーブルの導入により、信頼性の高い高速データ伝送が経済的に可能になった。

## (3) データ伝送方式の進歩

分散形システムが実現できる以前においても、公社線を用いたモデム伝送や CCITT 勧告のデジタルデータ伝送方式についての幾つかの標準方式があったが、それらはいずれも複数台の装置間での自由なデータ交換の手続きとしては不十分であった。しかし今日、高効率で高い信頼性を持つ伝送制御手順 HDLC (High Level Data Link Control) が確立され、世界的にこの分野で試用されて実用化され、ほぼ標準的な方式として確立された。これにより、各種異システム間のデータ伝送を含むネットワーク化への道が開かれるようになった。

## 2) 今後の分散形ネットワークシステム

工場内での広域分散形ネットワークシステムについては、1)で述べた技術的進歩を背景に“より使いやすいシステム”への展開が望まれる。“より使いやすいシステム”は高速伝送、計算機負荷の軽減、保守性の向上を図ると同時に、システム的にはより合理的な階層形コンピュータネットワークシステムの構築を可能とすることにある。このためにはリソース管理、プロトコルの階層化、その機能をファームウェアにどこまで含めるか、またリアルタイムでも RJE (Remote Job Entry) 機能を含めた分散形システムとしてのオペレーティングシステムなど、体系的にシステム開発されていく必要がある。この分野でも新しい幾多の研究がなされ、新しいネットワーク構築への基礎が形成されつつある。

# II. データウェイシステム MPCS

## 1. 特長

MPCS (Multiple Process Control System) は、高速伝送技術並びに計算機制御技術に関する当社の長年の技術の蓄積を基に、プロコンシステムの上位レベルの共通伝送路を意図して開発されたもので、種々の特長がある。

### 1) センサベース、データベースいずれのシステムにも適合できる。

変調速度が 1 Mビット/秒と高速なこと、フレーム長が短くてよい伝送方式を採用していることにより、ポート間のデータ伝送時間は 1 語 (16ビット) 伝送で約 80  $\mu$ s、128 バイトのブロックデータ伝送で約 5 ms と短いので、

監視・制御用、プロセッサ間情報交換用のいずれに対しても十分な高速性を有する。

### 2) 伝送回線の利用効率が高いシステムである。

ポート間のデータ伝送は各伝送回線単位に独立でかつ全二重通信であるので、同一時点に伝送回線数の 2 倍までのデータ伝送が可能である。このことは、伝送回線の利用効率を高いものとしている。

### 3) システムの接続形状がフレキシブルである。

システムの接続形状は、線状・星状・ループ状がいつでも可能である。

### 4) 最大システム構成が大きく、増設も容易である。

1 システムに最大 16 台のポートを、1 台のポートに最大 80 のデバイスを接続できる。ポート及びデバイスの増設は、最大構成内であれば極めて容易である。

### 5) 信頼性の高いシステムである。

各ユニットは当社の豊富なデジタル制御装置の実績に基づき、部品の選定・回路構成・製造方法に十分な留意が払われており、高い信頼性を有している。

伝送データは各ポートごとに復調・チェック・増幅されるので、遠距離伝送でも十分な信頼性が確保されている。

チェックはハードウェアでパリティチェック、同時照合チェックを行い、エラー発生時には自動的に再伝送する。また、ソフトウェアでの照合チェックを実施しやすい構成にしている。

### 6) バックアップ機能が優れている。

線状・ループ状のいずれの接続形状でも、伝送回線の断線などの伝送回線異常が発生したとき、更には、ポートの電源断などのポート異常が発生したときでも、システムはダウンすることなく継続運転できる。

### 7) 診断・保守機能が優れている。

ポートが故障した場合は、そのポート単独で通信装置を含めすべてのユニットをテストユニットにより診断できる。ポートの切断と接続はオンラインで可能であるので、上記診断機能と相まってポートの保守を容易なものとしている。

### 8) 計算機との結合が標準化されている。

PFU-100/1000 シリーズ計算機、FACOM 計算機、FUJI MICREX システムはもちろん、他社計算機との結合も可能である。

### 9) デバイスの種類が豊富で接続も容易である。

各ポートに接続する入出力デバイスは、プロセス入出力デバイス (RTC デバイス) をはじめ、CRT ディスプレイ制御デバイスなど種類が豊富であり、これらは構造的にも MPCS と全く同一であり、すべて徹底したモジュール化が図られているので、設計・接続はハードウェア的にもソフトウェア的にも極めて容易である。このこ

とは最適のシステム構成を可能とする。

10) 光伝送の適用が可能である。

光送路には光ファイバケーブルまたは同軸ケーブルの適用が可能であるので、ノイズ環境の悪い所には光伝送を適用すれば、ノイズが存在してもデータ伝送を乱されることがない理想的システムを構成できる。

2. 仕様

MPCS の概略仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 MPCS の仕様  
Table 1. Specifications of MPCS

| シ ス テ ム 仕 様 |                                                                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 用 途         | プロコンシステム用の共通伝送路                                                                   |
| 接 続 機 器     | CPU (PFU シリーズ計算機その他)<br>プロセス入出力装置 (RTC デバイス)<br>I/O (TW, CRT 等)                   |
| シ ス テ ム 形 状 | ループ状, 直線状, 星状                                                                     |
| ポ ー ト 数     | 最大 16                                                                             |
| デバイス数 / ポート | 最大 80                                                                             |
| 動 作 形 式     | N:M 任意交換                                                                          |
| 伝 送 系 仕 様   |                                                                                   |
| 伝 送 ケ ー ブ ル | 電気伝送=同軸ケーブル<br>光 伝 送=ステップ形光ファイバケーブル                                               |
| ケーブル長(1スパン) | 最大 3 km                                                                           |
| 変 調 方 式     | 電気伝送=周波数偏移変調<br>光 伝 送=光強度変調                                                       |
| 伝 送 速 度     | 1 Mビット/秒                                                                          |
| 伝 送 符 号 形 式 | 専用符号 (データ+クロック混合)                                                                 |
| ビット同期方式     | 自己同期                                                                              |
| 伝 送 制 御 仕 様 |                                                                                   |
| 伝 送 方 式     | 全二重通信方式                                                                           |
| 交 換 方 式     | 蓄積交換方式                                                                            |
| フレームフォーマット  | データ (アドレス+コマンド+データ=45ビット),<br>応答 (コマンド=9ビット)                                      |
| 実効伝送速度      | 13 k語/秒                                                                           |
| 誤り制御方式      | 8ビットに1個のバリティと同時に照合チェック                                                            |
| 再 送 機 能     | データエラー発生時及びタイムアウト時自動再送                                                            |
| R A S 仕 様   |                                                                                   |
| 信 頼 性 対 策   | 伝送回線切断時の自動ループバック<br>ポート電源断時の自動バイパス<br>ポートの二重化構成機能<br>ポート接続デバイスの Two Way Access 機能 |
| 保 守 性       | 手動ポートイン/アウト機能 (オンライン状態で可)<br>回線/ポートの状態情報<br>ポート単独でのテスト機能<br>メンテナンス用テストツール         |

III. マイクロデータウェイシステムDPCS-μ

1. 概要

マイクロデータウェイシステム (DPCS-μ) は, FUJI MICREX-P/W/E 及び DISTA-1000 シリーズの統一したデータウェイとして開発, 製品化され, 各システムにおけるマイクロコントローラ相互間のもとより, 上位計算機システム (PFU シリーズ計算機) とも有機的に結合できる任意装置間での N:M データ伝送を可能としたデ

ータ伝送システムであり, MPCS の下位に位置づけられるデータウェイである。

DPCS-μ を適用することにより, 制御用計算機及びマイクロコントローラを含む制御用分散形ネットワークシステムの構築を容易にしている。

第 1 図に DPCS-μ を適用したシステム構成例を示した。

2. 特長

- (1) 通信装置間の N:M データ伝送が可能であり, しかも特定の共通部 (親局) を必要としないため, 伝送システムとして信頼性が高い。
- (2) 通信装置自体が故障検知機能を有しており, 故障発生時に伝送路から自動的に切り離され, 他の通信装置に故障の影響を及ぼさない。
- (3) 通信装置自体がインテリジェント化されており, 本体側 CPU とは独立に動作し, IPL 機能やオンラインの診断機能を有している。
- (4) PFU シリーズ計算機と結合した場合, 各マイクロコントローラはオンラインで種々のサービスを受けられる。
- (5) 上位データウェイ (MPCS) とも結合が可能であり, より大規模な制御システムの構成を容易にしている。
- (6) 他社計算機システムと結合するためのインタフェースコントローラを用意してある。

3. 仕様

1) システム仕様

第 2 表にシステム仕様を示す。

2) 伝送仕様

第 3 表に伝送系仕様を示す。

4. 機能

1) マイクロデータウェイ制御機能

各コントローラは順次マイクロデータウェイの支配権を確立し, その支配権を有している間はマスタステーション (MASTER) としての機能を発揮する。その時点では, 他のすべてのコントローラはスレーブステーション (SLAVE) として動作する。マスタステーションであるコントローラは, 自己への送信データ要求の有無をチェックし, 要求がある場合は要求データを指定先コントローラに送信する。

1 ブロックのデータ (最大 64 語) を送信終了後, 次のステーション番号のコントローラに支配権を移動する。また, 監視機能として自己のコントローラ及び他のコントローラの故障状態を常時監視する機能を有している。もし自己の機能がダウンした場合は, マイクロデータウェイから自己を自動的に切り離し, バイパスして伝送を継続する。

2) データ伝送機能

第 2 表 DPCS のシステム仕様  
Table 2. System specifications of DPCS

|                     |                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------|
| 接 続 可 能 コ ン ト ロ ー ラ | FUJI MICREX-P/W/E, DISTA-1000 シリーズの各マイクロコントローラ及び PFU 計算機 |
| デ ー タ 交 換 方 式       | N:M メッセージ交換 (データウェイの共通部なし)                               |
| ス テ ー シ ョ ン 数       | 最大 16 台 / 1 データウェイ                                       |
| ス テ ー シ ョ ン 間 距 離   | 標準 1 km 以下*                                              |
| 伝 送 機 能             | ブロックデータ伝送, 制御指令                                          |
| デ ー タ 長             | 4 語 + N 語 (1 ≤ N ≤ 64)                                   |
| 異常ステーション切り離し        | 異常発生時 (電源断含む) は伝送路を自動バイパス                                |
| ステーション結合方式          | 閉ループ結合                                                   |
| マイクロデータウェイ総延長       | 標準 16 km 以下*                                             |

注) \*:ステーション間距離とケーブルの選定基準

| ステーション間距離 | ケ ー ブ ル 種 類      |
|-----------|------------------|
| 1 km 以下   | 同軸ケーブル 5C2V 相当品  |
| 1.2 km 以下 | 同軸ケーブル 7C2V 相当品  |
| 1.5 km 以下 | 同軸ケーブル 10C2V 相当品 |

第 3 表 DPCS の伝送系仕様  
Table 3. Transmission specifications of DPCS

|             |                        |
|-------------|------------------------|
| 伝 送 方 式     | ベースバンド (バイフェース符号)      |
| 基 本 伝 送 速 度 | 500 k ビット / 秒          |
| 実 行 伝 送 速 度 | 5 k 語 / 秒              |
| 同 期 方 式     | フレーム同期                 |
| 伝 送 路       | 同軸ケーブル 5C2V (標準)       |
| 誤 り 制 御 方 式 | 反転 2 連送照合, パリティチェック併用  |
| 再 送 機 能     | 上記チェックにより誤りの場合自動再送     |
| 保 護 回 路     | 送受信回路絶縁, サージ保護付        |
| データウェイの二重化  | 同軸ケーブルを 2 本使用することにより可能 |

5 種類のブロックデータ伝送機能と, 3 種類の制御指令機能を有し, 分散形ネットワークシステム及び各コントローラ間のデータ伝送を容易にしている。

(1) ブロックデータ伝送機能

- ① 任意の動作中, コントローラのデータファイル内のデータを N 語 (N=1~64, 以下同様) 読み込む。
- ② 任意の動作中, コントローラのデータファイル内にデータを N 語書き込む。
- ③ 任意の停止中, コントローラのメモリ領域のデータを N 語読み込む。
- ④ 任意の停止中, コントローラのメモリ領域にデータを N 語書き込む (IPL で使用)。
- ⑤ 任意の複数の動作中, コントローラのデータファイルのデータを任意に N 語読み込む。

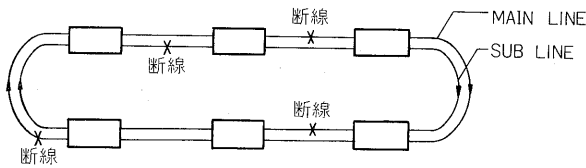
(2) 制御指令機能

- ① 任意の停止中, コントローラをデータウェイ経由でリモートスタートする指令。
- ② 任意の停止中, コントローラをデータウェイ経由でリモートリセットする指令。
- ③ 任意の動作中, コントローラをデータウェイ経由でリモートストップする指令。

3) データウェイの二重化

DPCS-μ は長距離伝送が可能のため, 伝送路が切断されることを考慮し, 伝送路を二重化したシステムを標準で用意している。また二重化システムでは, 伝送路インタフェース部も二重化してある。

二重化したシステムでは, 第 2 図のような複数の断線が発生した場合でも, 正常にデータ伝送を継続できる。また, 断線箇所の検出もシステムとして標準で組み込まれている。



第 2 図 DPCS-μ のケーブル断線例  
Fig. 2. Examples of breaking of cable

4) 故障監視機能

(1) DPCS-μ の相互監視

データウェイに接続されている DPCS-μ の通信装置の相互監視を常時行っており, すべてのコントローラでデータウェイ上のすべての DPCS-μ の通信装置の状況 (正常 / 異常) を監視できる。

(2) コントローラの相互監視

DPCS-μ に結合されているコントローラ相互間の監視を常時行っており, すべてのコントローラで他のすべてのコントローラの状況 (動作中 / 停止中, 停止原因等) を監視できる。

(3) ケーブル断線監視

伝送路を二重化した場合は, ケーブルの断線箇所の検出がすべてのコントローラで可能である。

参 考 文 献

- (1) 今泉・西田:DPCS について, 富士時報 46 No. 5 (昭48)



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。