プロセス制御のLAN*

小 野 訓 裕**

LAN in Process Control System / Norihiro ONO

Key words: FMS, total plant integration, LAN, CIM (computer integrated manufacturing), MAP, TOP, expanded architecture

1. は じ め に

近年、装置産業においては、国内外の環境の変化や激化する競争に生き残るため、多品種小量生産、生産の高効率化・迅速化などへの対応が急務となってきた。しかも、今は作ったものを売のではなく、売れるものを作る、すなわち消費者のニーズを即座に反映できることが重要となってきた。そのためにも、設計から製造、生産管理、営業部門の利益管理までも一体化したネットワークを形成し、受注から出荷までの大量の情報を処理しなければならないようになってきている。そして、これらの情報のコンピュータによる一元化を行う仕組みとして、CIM (Computer Integrated Manufacturing; コンピュータによる統合化生産) への展開が重要な位置付けとされてきている。

本稿においては、各種システムとの統合化のための各インタフェースについて、さらにプロセス制御の各階層を支える重要な通信技術としての工場用 LAN について紹介する。

2. 異機種間の接続と通信機能

プロセス制御用 LAN は、単にプロセス管理だけでなく、ファイル処理、データ管理や通信機能を有していることが必要で、これらの特長を生かしたプロセス管理以外の各種業務(たとえば、財務計算、在庫管理、出荷管理や EDP 業務)にも適合したものでなければならない。プロセス制御用 LAN を応用したシステムは種々のサブシステムや上位コンピュータを1つのシ

ステムとして統合した、工場全体の製造プロセスを対象としたシステムでなければならない。

2.1 システム構成の例

これより以後、具体的に話を進めるため、プロセス制御用 LAN システムとして山武ハネウエル社製 TDCS 3000 システムを例にとり、技術的概要を説明することにする。

TDCS 3000 システムは徹底した機能分散構造を基本思想とし、制御の分散化/階層化と情報の統合化を実現するシステムである。そのシステム構成を図1に示す。要求される各機能、容量、冗長化構成およびシステムパフォーマンスの向上などは、各機器を段階的に付加、選択することにより目的のシステムに最適な構成をとることができる。また TDCS 3000 は独自のローカルエリアネットワークにより単一プロセスからプラント全体にわたる範囲での情報の統合化を容易に行い、プラント全体の総合的管理・運営の効率化を進めることができる。

2.2 他システムとの統合化

FA 化を進める上で、工場内のプログラマブルコントローラ (PC)、ロボット、視覚センサ、FA 用コンピュータ、各種の制御システムなどが統合化され、それらの機器が相互に通信し、一つのシステムとして管理されることが重要である。TDCS 3000 では、これらの機器とのインタフェースを実現する機器として、以下のものが標準化されている。

2.2.1 計測制御機器とのインタフェース

TDCS 3000 システムと PC、分析計、その他計測機器などを結ぶインタフェースとして、データハイウェイポート (DHP) がある。DHP との接続は、専用

* 原稿受付 昭和62年7月17日

** 山武ハネウエル(株) (東京都大田区西六郷4-28-1)

図1 プロセス制御用 LAN の構成例

多芯ケーブルを用い、RS 232 C ポートから直接的に、あるいは MODEM を通じて行われる。

2.2.2 パーソナルコンピュータとのインタフェース

TDCS 3000 と FA 用 パーソナルコンピュータとのインタフェースとして、データハイウェイ用のパーソナルコンピュータシリアルインタフェース (PCSI) と多機能コントローラの C-リンク、SSC の S-リンク用のローカルコミュニケーションインタフェース (LCI) がある。両機器とも RS 232 C を介してパーソナルコンピュータと接続する。LCI の通信仕様を表 1 に示す。

2.2.3 異種コンピュータとのインタフェース

プラント内では、物流・移送貯蔵用システム、出荷システム、在庫管理システム、生産計画やマネジメントシステムといった様々な用途でコンピュータが独立に使用されている。これらのコンピュータとのインタフェースとして、コンピュータゲートウェイ (CG) がある。CG は TDCS 3000 システムと上位コンピュータとをシリアル通信で有機的に接続

する通信インタフェースである。データ伝送制御手順は BSC 2780 を採用しており、通常 MODEM、通信回線を経由してコンピュータと接続される。CG は通信回線を 2 回線用いて通信パフォーマンスを高める機能を有している。CG の通信仕様を表 2 に示す。

2.3 通信機能

通信技術はプロセス計装システムの分散化、階層化を支える重要な技術である。TDCS 3000 システムは、分散形コントローラを接続するためのデータハイウェイとローカルコントロールネットワーク (LCN) 機器間の通信を行う LCN の 2 種類の通信ネットワークがある。

2.3.1 データハイウェイ

データハイウェイは、プロセスデータの収集、基本制御機能を実行する制御機器や他社システムや計測制御機器とのインタフェースが接続されている。通信は、ビットシリアル通信バスで、プロセスデータのリアルタイムアクセスに適したコマンド/レスポンス方式によりアクセス制御が行われる。データハイウェイは 3 分岐からなり、各分岐が最大 6 km まで延長可能で、各分岐当たり 28 台、データハイウェイ当たり 63 台のハイウェイ機器が接続可能である。

2.3.2 ローカルコントロールネットワーク

LCN には、高級演算制御、ヒストリ収集、ユーザプログラム、プロセスの運転操作・監視などの機能を独立に実行する機能モジュールや他システムとのインタフェースが接続されている。通信は、IEEE 802.4 トー

表 1 LCI の通信仕様

項 目	仕 様
接続可能な上位機器	RS 232 C またはカレントループインタフェースを持つ機器
接続台数	1 台/LCI
伝送速度	110, 150, 300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600 bps から選択
伝送方式	半二重
同期方式	調歩同期
伝送符号	ASCII コード
伝送距離	最大 15 m (RS 232 C) 光ケーブルにより最大 1 km (RS 232 C) 最大 200 m (カレントループ)、但し、伝送速度は 4 800 bps まで
通信可能なデータ	PV, SP, OUT, モード レジオバイアス 調整パラメータ (P, I, D など) 可変パラメータ、折線パラメータなど
エラーチェック機能	メッセージフォーマットチェック パリティビット付加
テスト機能	テストコマンド

表2 CGの通信仕様

項 目	仕 様
通信方式	Point-to-Point (2 地点間通信) BSC 2780 伝送制御手順 (バイナリーシンクロナスコミュニケーション) ・トランスペアレント伝送モード ・コンテンション (回線争奪) 方式 ・半二重通信
伝送コード	EBCDIC : 伝送制御キャラクタ ASCII : メッセージ内文字コード
伝送単位	1 テキスト最大 1 024 バイト 可変ブロック長
誤り検出	CRC-16 (生成多項式 $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$)
伝送速度	1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200 bps
接続方式	MODEM : 同期式 4 線式 MODEM (CCITT V 24 規格) 直 結 : RS 232 C 最大 15 m RS 422 最大 700 m
通信回線	私設専用回線, 1 回線または 2 回線
局配置	プライマリー局 : CG セカンダリー局 : 他社計算機システム

クンバス方式の 5 Mbps で行われている。情報転送は、高負荷時においても安定したシステムパフォーマンスを発揮する。また信頼性の面では、ケーブルの二重化、各種の転送情報の照合、検証により高信頼性を確保している。LCN 当たり最大 64 台の LCN 機器を接続することが可能である。

3. ローカルコントロールネットワーク (LAN) の発展

表3にあるように、ローカルエリアネットワークは、今二次段階から三次段階へと移行しつつある。個々のシステムについてはすばらしいものばかりなので、

ユーザは希望にあったものを選択できる。しかし異機種種の接続には個別の通信ソフトウェアの開発が必要となる。このように、それまでは通信のための標準プロトコルがなかったため、CIM の構築は思うように進まなかった。そこでマルチベンダ間の自由に情報を交換できるネットワークが強く望まれるようになってきた。こうした通信プロトコルの標準化を目指して、プラントワイドの LAN として定義され、開発が進んでいるのが、世界最大の自動車メーカーである米国 GM (ゼネラル・モーターズ社) の提唱している MAP である。こうした通信規約の標準化により、CIM の実現が可能となりつつある。

MAP は ISO (国際標準化機構) の OSI (開放型システム相互接続) 参照モデルに準拠したものである。

OSI 準拠の規格化されたネットワークである MAP は、今後の FA システムの中核として利用されていくものと考えられる。その MAP にも、用途により 2 種類の MAP が存在する。一つは、フル MAP と呼ばれるもので、ブロードバンド LAN 方式に基づく OSI の 7 層のアーキテクチャを取り込んだ MAP の最も基本的なものである。しかし、このフル MAP のコストは他のミニ MAP、MAP/EPA と比べて高価であり、生産管理用のコンピュータなどの高価な機器に取り付けられてはじめて利用価値がでてくるものである。コンピュータ間やコンピュータ/計装システム間を結合する工場管理レベルのプラントインフォメーションネットワークとして情報管理システムの構築に応用されるであろう。これに対して、二つ目はミニ MAP と呼ばれるもので、キャリアバンド LAN 方式に基づく OSI の 7 階層の内の 3 階層のみサポートしたものである。このように、ミニ MAP は OSI 7 層のすべてをサポートしていないため、フル MAP との相互通信は直接に

表3 ローカルエリアネットワーク (LAN) の発展

	ゼロ次段階	一次段階	二次段階	三次段階
特徴	・ネットワーク以前 ・個別配線 (1 対 1 接続)	・専用ネットワーク ・1 対 1 / N 対 N	・専用ネットワーク ・ゲートウェイ (GW) ・異機種間接続	・標準化ネットワーク (MAP) ・オープンシステム
改善点		・配線費用 ・拡張性 (中) ・情報品質 (中) ・システムの部分的統合化	・拡張性 (大) ・情報品質 (高) ・GW 経由異機種接続	・直接異機種接続 (インタオペラブル) ・通信 S/W 共通利用 ・教育費低減
問題点	・個別配線費用 ・拡張性 (小) ・情報品質 (低) ・機種/サブシステム間孤立	・異機種接続困難	・個別通信 S/W 開発 ・個別保守教育	

はできない。したがってミニ MAP は MAP/EPA を経由してフル MAP と通信する方法がとられる。フル MAP では相互通信に時間がかかり、応答性を最重視する機器群の中では適さないため、安価で早い応答性が実現できるミニ MAP が誕生した。このミニ MAP は、プラントの制御機器レベル(NC 工作機、PC、デジタル計装システム)で各種の接続、統合を促進するプロセスコントロールネットワークの構築に応用されるであろう。

ブロードバンド方式のフル MAP とキャリアバンド方式のミニ MAP は、図 2 に示されるように、工業用 LAN の中心として利用されていくものと考えられる。

4. お わ り に

MAP/TOP の開発が進むことにより、受注から出荷までの生産のオートメーションを対象とするコンピュータによる統合化生産(CIM)を実現するための手段を与えてくれるであろう。さらに MAP/TOP の国際標準化が進み、通信パフォーマンスの向上など幾つかの問題点が解決されることにより、真の力が発揮され、工場全体にわたる自動化ニーズに対応が図っていけるものと思われる。

我々は、段階的な発展をコンセプトとし、既存シス

図 2 工業用 LAN の推移予測¹⁾

テムを有効かつ発展を続けるシステムへと展開させていき、システムの統合化を MAP/ミニ MAP ベースで実現し、FA 化の推進に向けたシステムを提供していきたいと考えている。

文 献

- 1) L. I. Solomon: MAP: A Standard for Survival, I & CS, Nov. (1986).

情 報

工作機械の現状と将来

通産省機械情報産業局長の私的懇談会(座長・渡辺茂氏=東京大学名誉教授)は、日本の工作機械の「現状と将来展望・課題と対応」をまとめた。大要は次のとおり。

工作機械産業の現状

▽工作機械産業の位置付け=工作機械は、各種機械を製造するための機械で「マザーマシン」である。

工作機械産業は、あらゆる産業の基盤として極めて重要な産業である。日本の工作機械は、昭和 50 年代には NC(数値制御)化をいち早く達成した結果、57 年には NC 旋盤、MC(マシンングセンタ)を中心に世界一の生産国となった。61 年の生産額は 9 003 億円で、機械産業全体に占める割合は 1.7% である。同年の輸出額は 3 036 億円、輸出総額に占める割合は 1.0% であり、機械全体の輸出に占める割合は 1.5% である。

また貿易収支の黒字に占める工作機械の輸出超過額は 1.4% である。工作機械を生産している事業所は約

1 600、従業員 50 人以上は約 180 社である。

▽工作機械産業の発展要因とその変化=戦後、高い設備投資欲に支えられ量的に急拡大したが、今後は円高をはじめとする需給変動の波に耐えていかなければならない。NC 工作機械は NC 旋盤、MC などの汎用工作機械に需要を特化させ、大量生産方式を確立した。しかし、これからは NC 化率の上昇率は鈍化し、これまでの大量生産に特化した対応は限界がくると考えられる。NC 化率の上昇による国際競争力の向上は、世界市場を背景に急速に増大した。輸出の約 6 割を占める欧米市場では通商摩擦の恐れもある。また、円高で輸出採算が厳しく、NICS(新興工業国群)の台頭で競争激化の兆しがある。

工作機械の輸出環境は厳しく、従来のような高い伸びを期待するのは困難になりつつある。

今後は内需中心の質的成長を追求していかなければならず、大きな転換期を迎えている。(p. 1401 へ続く)