

プログラマブルコントローラ応用の現状と今後の課題

吉田 昌弘(よしだ まさひろ)

梅里 泰正(うめさと やすまさ)

① まえがき

プログラマブルコントローラ(PC)は、リレーやソリッドステートロジックを使った配線論理による制御装置に代わるプログラマブルなコントローラとして、1960年代初めに誕生しマイクロエレクトロニクスの発展とPA(プロセスオートメーション)やFA(ファクトリーオートメーション)などの自動化システムを中心とした需要の拡大に支えられて、性能・機能の急速な向上、小形化、低価格化などの進歩を遂げ、現在ではあらゆる産業分野で数多く使用されている。

本稿では、富士電機におけるPCの応用例を横断的に眺め、PCの特長を生かした最近の応用について紹介し、次いで高度な情報化が進む自動化システムの中でPCを更に効果的に応用して行くための今後の課題について述べる。

② PC 応用の現状

PCは制御システムの機能階層における直接制御レベルのコントローラとして極めて広範囲・多様な使い方がされている。ここではPCの特長を生かした使い方として、ネットワークの応用、高速DDC、物と情報の流れの3点について述べる。

2.1 ネットワークを中心とした応用

近年のPCに関する大きな技術進歩の一つは、ネットワーク機能が強化されたことである。

これらのネットワークは制御システム階層の下位のレベルから、PCの入出力ターミナル間のネットワーク(ターミナル間ネットワーク)、PCの本体間のネットワーク(プロセッサ間ネットワーク)、上位(高機能)のPCが接続できるローカルエリアネットワーク、に分類できる。

(1) ターミナル間ネットワークの応用

このレベルのネットワークの形状(トポロジー)はバス形であり、入出力ターミナルは各々伝送ラインに並列(マルチドロップ)に接続できるので、着脱が簡単であり、増

設や変更に対するフレキシビリティが高い。また、各ターミナルは最も適した場所に分散して設置できるので、配線や設置スペースを節減することができる。

このネットワークにはデジタルやアナログなどの単純な入出力ターミナル以外に、位置決め制御ユニット、PID調節ユニット、汎用インタフェースユニット(RS-232-Cなど)が接続でき、また、汎用インタフェースを經由してパーソナルコンピュータとも接続できるのでインテリジェンスの高いシステムの構築ができる。

(2) プロセッサ間ネットワークの応用

前述のターミナル間ネットワークをそのままこのネットワークの下位システムとして組み込むことができ、複数のPCやマイクロコンピュータが接続できるので、より高度で大きな分散形システムが構築できる。

特にコンピュータが接続されることによって、制御と管理が一体化された小規模のFAシステム、あるいは大規模FAのサブシステムとしての応用が進んでいる。また、このネットワークは前述のターミナル間ネットワークと同じ理由でバス形であるが、伝送するデータ量が多いのでデータの伝送速度は1けた程度高速である。

(3) ローカルエリアネットワーク(LAN)

制御階層上プロセッサ間ネットワークの上位のネットワークで上位PCやミニコンピュータが接続され、より高次の管理情報を含めた総合的なシステムが構築できる。

2.2 高速DDC

直接制御レベルの制御としては、2値的(オン・オフ)制御を主体としたシーケンス制御と、量的(デジタル)質を制御対象とするフィードバック制御が必要である。

PCはシーケンス制御を主たる目的として開発されたものではあるが、技術的進歩により、高度なものではフィードバック制御などのDDC(Direct Digital Control)用の命令セットを備えている。これらの命令はPCの専用プロセッサによって、汎用のマイクロコンピュータよりは1けた程度高速に実行でき、かつプログラムの記述が簡単にできるように工夫されている。具体的には、簡単なPIDコン



吉田 昌弘

昭和31年入社。情報処理・制御システム及び自動化機器の商品企画に従事。現在、システム事業本部企画部長。



梅里 泰正

昭和38年入社。受配電機器の開発企画に従事。西独及び米国技術駐在を経て、現在、機器事業本部企画部長。

トロールから、対象プロセスの状態の変化に合わせてPIDのパラメータ設定を自動的に変更するアダプティブコントロール、状態フィードバックによる最適レギュレータ、オブザーバによるフィードフォワードコントロールなど、高度な制御に適用されている。

2.3 物と情報の流れの制御

FAシステムへの応用を志向したPCでは、データの操作能力が増強されている。すなわち、汎用インタフェース(RS-232-Cなど)、あるいはネットワークを通じたPC内ファイルデータの入出力、使用目的別のファイルの設定、ファイルの読み書き、ファイルへのデータの先入れ・先出し(First In First Out)、後入れ・先出し(Last In First Out)、及びファイル間のデータ転送などの命令セットが用意されており、データやファイルの操作を簡単に行うことができる。

加工・組立ラインや自動倉庫などの自動機械や設備をもつFAシステムでは、これらの間の材料、部品、半製品などの物の流れを円滑に行うことは生産性向上の基本であり、このことは薬品・食品産業などの高度なバッチプロセスにおける多数のタンク、反応槽間の原料や半製品の流れについても同様である。

これらの物の流れの情報をPC内のデータとして写像し、これを対象プロセスの動作に合わせてトラッキングすることにより、PCによる物流の制御ができ、またネットワークを通して上位のコンピュータへ伝送することによって、集中的な物流の管理が可能になる。

一方、目的とする物流の指令は、上位コンピュータの生産計画により与えられるもので、ネットワーク経由でPCへのコマンド列として与えられる。PCはこれをいったんファイルへ格納し、解読しながら指定された制御を行う。

今後ますます重要になる多品種少量生産システムでは、プロセス中の物の流れの把握と生産品目の切替や生産計画の変更に対する確実な対応が不可欠であり、PCによる物と情報の流れの制御が一層重要になる。

③ 今後の課題

今日、PCは、小規模のものから大規模のものまで機種系列がそろい、目的に応じて最適なものが選定できる。

小規模のものは、一段とコンパクトになり、機能の向上とともに取付や増結方法が工夫され、インテリジェントな制御器具のイメージで手軽に使われている。

大規模なものでは、マルチプロセッサ方式によって制御専用プロセッサと高性能汎用プロセッサを組み合わせ、コントローラとコンピュータの機能を持ったPCとして、例えば、制御とデータロギング、制御とマンマシンインタフェースなど制御とデータ処理の複合した応用が広がっている。

また、PCはネットワーク機能が強化されたことによって、PC本体と周辺装置などのPCコンポーネント間、PC

間、あるいはPCとコンピュータ間の遠隔接続が容易になり、自動化システムを特徴づける、階層・分散形システムの中で広く使われるようになった。ネットワークは自動化システムが高度の情報化へ向かう中で、ますます重要性が増している。

一方、多種少量生産、生産工程の複雑化、需要変動や製造品種の頻繁な切替など、PCに要求されるソフトウェアは複雑・大容量化している。また全体システムとの統合性、増設や変更時に容易な対応のために、見通しの利く、体系化されたソフトウェアを効率良く生産することが求められる。

このような背景から、今後のPC応用に関するキーとなる課題は、ネットワークとソフトウェアに焦点を絞ることができる。

現在実用化されているネットワークでは、それに直接接続できるPCやコンピュータは、そのメーカーの機種に限定されており、またソフトウェアについても、同じようなソフトウェア表現法となっているが、異企業のPC間のソフトウェアの互換性はない。

今後、各種の自動化システムの中で、異種、異企業、多数のコントローラやコンピュータなどのコンポーネントが組み合わされたPCの応用では、オープンな(開かれた)ネットワークとソフトウェアが一段と重要性を増す。

3.1 オープンシステムネットワーク

オープンシステムネットワークという意味は、特定のメーカーやグループによって閉じられたネットワークではなく、任意の第三者がネットワークへ直接接続できるように、ネットワークの物理的・論理的インタフェースと通信手順(プロトコル)が公開されているネットワークのことである。

米国のゼネラルモータース社(GM)の提唱により、国際的に標準化活動が行われているMAP(Manufacturing Automation Protocol)は、このようなネットワークを実現するためのものである。

本稿の2.1節で述べたネットワーク階層と対比すると、プロセッサ間ネットワークのレベルのものとしてMAPキャリアバンド(伝送速度5Mbps)、上位のLANレベルとMAPブロードバンド(伝送速度10Mbps)が対応する。

今後、MAPの運用性・機能性の確認、MAP規格との適合性の試験方法を確立するとともに、MAPのモデムコントローラ、トークンバスコントローラなどのLSI、通信プロトコルの完成により、安価で機能性の高いオープンシステムネットワークとしての早期の実用化が待たれる。

もちろん、既存のネットワークのメリットを生かした結合・共存法も同時に解決してゆくことも大切である。

3.2 オープンシステムソフトウェア

オープンシステムソフトウェアとは、任意の第三者に公開されたプログラミング言語とソフトウェア開発支援環境により開発される流通性のあるソフトウェアのことである。

PCのソフトウェア表現には、ラダー図、ブロック図、シーケンシャルフローチャート(SFC)、ディジションテーブル、動作条件表など用途・目的別に使用されている表現法があるが、同一表現法でも、具体的な表記については、使用者によって異なっている。また、このレベルの表現法については、IEC/TC65でグラフィカルな表現とそのニーモニック記述を主体とした標準化が進められたが、これによって異企業間のPCソフトウェアの互換性を持たせることは困難である。

これらの表現法は、今後のアプリケーションの拡大によって、更に便利なものが開発されて行く可能性があるので、オープンにしておき、このレベルの表現法とPCのマシ語の中間で、これらの表現法に共通に使える中間的な言語(中間言語)を設定するのが実用的である。

この中間言語を機能性と記述性の高いものにして、上位の各種表現との間で、変換、逆変換ができるようにすれば、中間言語を介して異機種間のPC間でのソフトウェアの移植が可能になり、ソフトウェアモジュール、ソフトウェアパッケージなどの流通ソフトウェアの作成が可能になる。

また、中間言語を核としたソフトウェア開発への工学的アプローチによって、現在の表現法よりも人間に理解しやすい仕様記述から、直接中間言語に展開するようなソフトウェアの自動合成や、ソフトウェアのシミュレーションなどが、PCメーカー固有のハードウェアやプログラミングツールとは独立に開発可能になる。このことはPCメーカーとは独立のサードパーティーのソフトハウスやシステムハウスにとってPCのソフトウェアビジネスの条件が整備されることを意味し、将来のソフトウェア開発ネック解消の有力な手段となり得る。

4 あとがき

FAなどの自動化システムにおいて各種の機械や設備を

直接的に制御する、すなわち直接制御レベルのコントローラには、PCのほかにNC(数値制御装置)、RC(ロボットコントローラ)などがある。NCは工作機械の制御、RCは溶接、塗装、組立などのロボットのコントローラとして高度に専用化されたもので、その範囲内でプログラマブルなコントローラである。

PCは、NCやRCのもつ高度の専用機能はないが、機器の一般的な操作や制御に重点をおいた汎用性の高いコントローラであり、例えばFAシステムの中では搬送システム、自動倉庫、及びNCやRCの周辺の制御を分担する。

実際のFAシステムなどを構築する場合には、PC、NC、RCがネットワークで接続され、互いに情報の交換を行い、上位系のコンピュータからの生産指令に基づき製造プロセスを進行させる。

このように、今後の自動化システムは高度に情報化され、情報の伝達手段としてネットワーク、特に、PC、NC、RCなど異なったコントローラ、コンピュータをはじめ各種の情報処理機器が接続できるオープンシステムネットワークが重要になる。

また、ソフトウェアの面では、コンピュータ、NC、RCには標準的なプログラム言語があり、ソフトウェア生産技法、開発支援ツールも進歩している。PCについても近年積極的に取り組まれてはいるが、どちらかと言えば手工業的要素が多い。本稿で触れたような機能性の高い中間言語を中心とした工学的アプローチにより、体系的なソフトウェア生産システムの実現が急がれる。

参考文献

- (1) 須山悦明ほか：自動化システムを構成する自動化機器、富士時報、Vol.60, No.4, p.269-276 (1987)
- (2) 榎谷端夫ほか：自動化システムにおけるネットワーク、富士時報、Vol.60, No.4, p.264-268 (1987)



*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。