

プログラマブルコントローラの現状と展望

川上 拓(かわかみ ひらき)

吉田 昌弘(よしだ まさひろ)

① まえがき

今日、プログラマブルコントローラ(PC)は、PA(プロセスオートメーション)、FA(ファクトリーオートメーション)、CIM(コンピュータによる統合生産システム)などの自動化システムの中で、現場の制御の中核として使用されることが多くなっている。PCはネットワークと接続され、上位系の指令に基づいて自動制御やデータの収集、伝達を行うとともに、周辺の制御機器やデータ入出力ターミナルに関する生産管理情報の中継、編集、加工、収集、分配なども受け持っている。

PCの基本原理はコンピュータと同一であるが、コンピュータの汎用性に対して、制御向けの専用機として発達してきている。専用機としてのねらいは、現場設置、使いやすさ、性能、価格にあり、ボトムアップ的、応用分野別、あるいはメーカー別に、固有の発展をしてきた。

しかし、自動化システムの中で広く使用されるためには、機能や性能の向上と同時に、応用分野別に発展してきた機能の統合と標準化が大切である。

日本におけるEIC統合制御(電気制御、計装制御、コンピュータ制御の統合)、IEC(国際電気標準会議)におけるPCの標準化、LAN(構内ネットワーク)に関する通信手順MAP(Manufacturing Automation Protocol)の国際標準化などが活発に展開されている。

PCの高機能化が進み、アプリケーションソフトウェアが大容量化、複雑化するなかで、ソフトウェアエンジニアリングがますます重要視されている。

② 現状と動向

2.1 高機能化と適用形態

近年のPCは高速化とメモリの拡大が急速に進んだ。図1は過去10年間に各社から発表された主な機種について、基本命令の処理時間とプログラム容量をプロットしたものである。図中の破線から右下側の機種は昭和60年以後に発売されたもので、この時点から処理時間は1 μ sを切り、メ

図1 命令処理時間とプログラム容量の動向

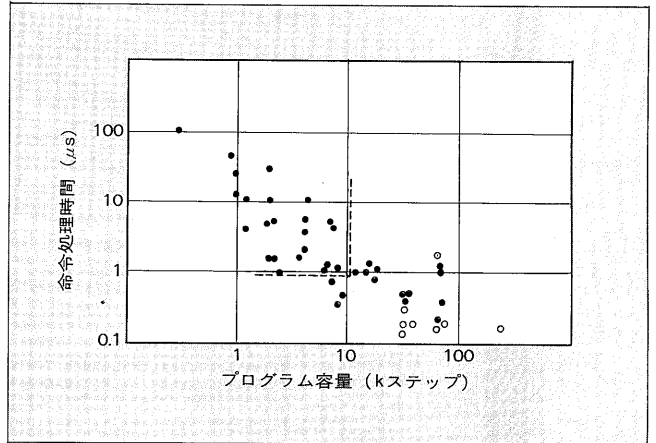
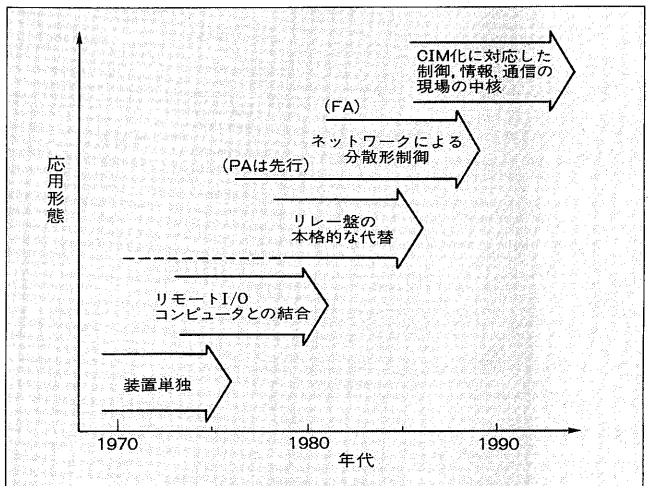


図2 PCの応用形態の発展



モリ容量は10kステップを超えるものが増えている。また、○印は平成元年末のシステムコントロールフェア〔(社)日本電機工業会主催〕で展示された主な機種をプロットしたものであるが、一段と高速・大容量化されていることが分かる。

一方、PCの応用形態の特徴を時系列的に描くと図2のようになる。高速・大容量化は、CIMに対応した自動化シ



川上 拓

昭和37年入社。情報処理分野の技術開発企画・推進および事業推進に従事。現在、情報処理推進センター企画部長。



吉田 昌弘

昭和31年入社。デジタル制御システムの企画、開発に従事。現在、富士ファコム制御(株)技術本部長代理。

システムへの適用と期を一にしている。次に、PCの高機能化の内容を具体的にしてみる。

2.2 中央処理と周辺処理

2.2.1 電子デバイスとハードウェアアーキテクチャ

電子デバイスに関する大きな進歩はASIC（特定用途向き専用IC）とSMD（表面実装部品）の採用にある。

ASICによる回路の専用LSI化とSMDを使用した高密度実装によって、小形で高性能のPCが実現されている。

ハードウェアアーキテクチャは、ごく小形のものを除き、機能ごとに標準化されたモジュールをシステムバス上にビルディングブロック式に挿入し、フレキシブルなシステム構築ができるものが多い。特に大形なPCでは、システムバスとして国際標準バスを採用する傾向にある。

2.2.2 中央処理

全体的に、ASICによる高速・高機能化が図られている。特に上位の機種では、32ビット化とフローティング演算の採用が進んでおり、これらと並行して、命令セットが拡充されている。これは、現場で必要なデータ処理、通信制御、アプリケーション向きの多言語（ラダー図、ファンクションブロック図、シーケンシャルファンクションチャート、シーケンステーブル、DDCループ図など）、電気制御と計装制御の統合、ファジィ制御の組み込み、プログラムのマルチタスク制御、プログラムの構造化などに対応するためである。

2.2.3 周辺処理

プロセス入出力では、温度計測、近接スイッチとの接続など、品ぞろえが進んでいる。また、バーコードリーダや現場のマンマシンターミナルとの接続のためにRS-232Cなどの汎用インタフェースが用意されている。

一方、DDC用PIDモジュール、多軸位置決めモジュール、フーリエ変換モジュールなど周辺のインテリジェント化も進んでいる。

2.3 通信ネットワーク

PCのネットワークは3階層で構成されている。最上位は管理用のコンピュータと接続するもので、現在は各メーカー固有のネットワークが多く使用されているが、近い将来国際標準のMAP、miniMAPの普及が期待されている。

中間層はPC同士、NC(工作機械用数値制御装置)、ロボット制御装置、FAコンピュータなどを結ぶもので、現在は、やはり各社固有のネットワークが多用されているが、今後のminiMAPの適用が期待されている。

下位はPC本体と遠方に設置された入出力ユニット間を結ぶもので、以前はリモートI/Oと呼ばれる比較的低速のネットワークであったが、最近では入出力ユニットのインテリジェント化によって情報量が増え、高速化の傾向にある。現在、フィールドバスの呼称で国際標準化が進められているところである。

2.4 ソフトウェアサポート

2.4.1 多言語化

電気制御、計装制御、連続プロセス制御、バッチプロセス制御、ディスクリット制御などには、それぞれのソフトウェアの表現や記述に適したアプリケーション言語が使用されている。一方、制御とデータ処理の融合を図るためにコンピュータ用の汎用言語である、BASICやC言語が導入される傾向にある。

2.4.2 サポートツール

コンピュータではソフトウェアの開発とその実行は同一マシンで行うが、PCでは本体とプログラミングツールは分離されている。PC本体は実行性能と価格、プログラミングツールは可搬性と現場でのプログラミングを重視したことによる。

最近では、パーソナルコンピュータが強力なサポートツールとして使われている。マルチウィンドウ、メニュー、アイコン（絵文字）などによるビジュアルで使いやすい操作環境に、PCのプログラミングパッケージを組み込んだサポートツールが提供され始めている。可搬性の要求もラップトップ形、さらにノート形パーソナルコンピュータの出現により解決されつつある。

③ 今後の展望

3.1 PCをとりまく環境

3.1.1 CIM化の進展

CIM化はコンピュータとネットワークを駆使した高度な情報・自動化システムであり、当面の強力な経営合理化の手段として推進される。PCは現場の主要なコンポーネントとして、ネットワーク機能、システム構築のフレキシビリティ、信頼性、経済性、ソフトウェアエンジニアリングの合理化などが一段と強く要求される。

3.1.2 国際標準化

顧客の立場に立てば、グローバルな視点から、最適なコンポーネントを最も経済的に調達し、それらを組み合わせる最適なシステムを構築したい。このときに不可欠なのがメーカー間の製品の国際標準に基づいたコンパチビリティ（互換性）である。

PCで、まず第一に必要なのはネットワークの互換性であるが、これはMAPの標準化により達成される見通しである。

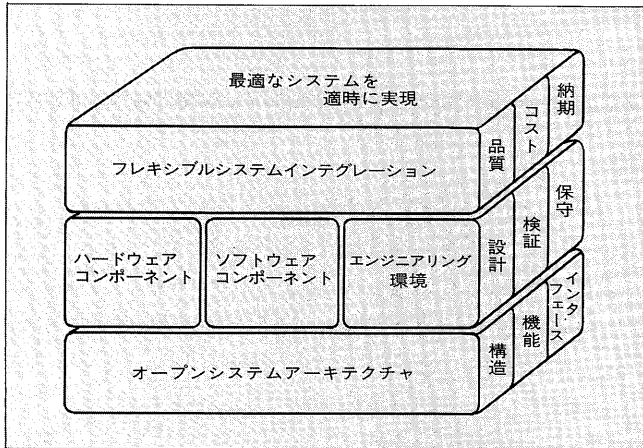
次に必要なのはソフトウェアの互換性である。IECでプログラミング言語の表現法は規定されたが、ソフトウェア部品やプログラミングツールに関する互換性までは規定していない。

3.1.3 技術環境

ASIC、SMD、メモリなどのマイクロエレクトロニクスの進歩は依然として目覚ましく、常にPCの小形化、高性能化を促している。ファジィ制御、ルール形プログラミング、さらにニューロコンピューティングなどのAI(人工知能)技術は、PCの高機能化へのヒントを与えている。

ソフトウェアエンジニアリングの面では、高機能ワークステーションが強力なプラットフォームとして大きな可能

図3 最適なシステムの構築手段



性を持っている。

3.2 今後の技術課題

3.2.1 フレキシブルシステムインテグレーション

PCは自動化システムのコンポーネントであり、他の制御・情報機器やコンピュータと接続されて使われる。これらは、自社品も他社品もあり、すなわち、だれとでもつながるオープンシステムアーキテクチャを基盤とした技術開発が必要である。オープンシステムの範囲は、国際基準がある場合はインタナショナルになるが、国内、社内の範囲でもオープンシステムは不可欠である。関係者、関係機関は国内・国際標準化への努力をすべきことはもちろんであるが、これらを円滑に進めるためにも柔軟性のある基本設計をしておくことが望ましい。図3はオープンシステムアーキテクチャを基盤にしたフレキシブルシステムインテグレーションの概念を示したものである。

3.2.2 インテリジェンスと高速処理

今後のPCには使いやすさを向上させるインテリジェンスが必要である。

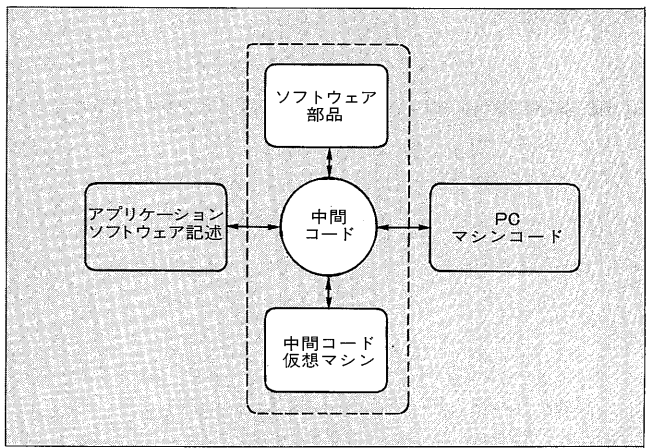
ソフトウェアを作るとき、人とインタフェースするのはPC本体でなく、プログラミングツール(PT)である。しかもPCとPTは別の物であるから、最も性能の良いPCとお気に入りのPTの使用を望むのは、ごく自然なことである。しかし、これはPCとPT間のインタフェースの標準化とインテリジェンス化によって、初めて可能となる。このインタフェースはPTから見れば、PCに固有な物理構造とは独立で、論理的には等価な仮想マシンとして定義され、プログラムやデータへのアクセス、仮想マシンのオペレーションをすべて論理的に行うものである。

また、このインタフェースを公開(オープン)することによって異メーカー間のPCとPTを使う道が開け、PCとPTは独自に発展することが可能になる。

故障診断とその修復、フォールトトレランス性の向上、アプリケーションへの対応力の向上のための、ファジィ制御、ルール形プログラミング、ニューロコンピューティングなどのAI技術の導入なども今後の技術課題である。

情報の増大、処理の複雑化によってますますプロセッサ

図4 中間コードによるソフトウェアエンジニアリング



の高速化が要求されている。ASICによる専用プロセッサ、マルチプロセッサ方式などによっていかに対応するかが今後の課題である。

3.2.3 ソフトウェアエンジニアリング

PCは小形から大形のものまで高機能化が進み、かなり高度な制御や情報処理が可能になった。

一方、32ビットパーソナルコンピュータや高機能ワークステーションの出現により、PCのソフトウェアサポートの環境は格段に強化された。この環境の中にいかに使いやすく強力なソフトウェアサポートツールを構築するかが課題である。

図4はパーソナルコンピュータやワークステーション(以下、ホストマシンと呼ぶ)の中にソフトウェアサポートツールをインプリメントする場合の一つのコンセプトである。

個々のアプリケーション言語、ならびに個別のマシン語とは独立な中間コードを設け、これを中心に多機種、多言語の、コンパイラ・逆コンパイラを実現するとともに、ホストマシンの中に構築した仮想マシンによるソフトウェアのシミュレーションにより、ホストマシン上で、対話的にソフトウェアの作成と検証を行うものである。

また、中間コードの形でソフトウェアの部品化を行い、再利用や、さらにはプログラムの自動合成を実現するのが今後の課題である。

4 あとがき

PCはシーケンス制御機器として単独に使用される場合もかなり多い。しかし近年の特徴は、ネットワークインタフェースを持ち、小形のものでも、高機能・高速化されており自動化システムを志向していることは明らかである。

自動化システムは高度な情報システムであり、円滑な情報の流れが不可欠で、ネットワークの標準化が急がれるゆえんである。また、大量の情報の伝達・処理をするソフトウェアの開発量も増加の一途で大幅な合理化がもたれている。

また、本稿では述べなかったが、高い信頼性が要求されることは当然である。



*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。