

PLCopen Japan

Mitsui Sumitomo Bank Ningyo-cho Bldg., (Inside the office of Fuji Electric)
5-7, Nihonbashi Ohdemma-cho, Tokyo 103-0011, Japan
<http://www.plcopen-japan.jp>

「汎用 PLC, HMI, モーション制御機器の高性能化による制御装置の脱専用機化」

1. はじめに

PLC はコンピュータ技術の産業応用としてその進歩と共に発展してきた。この発展の過程は5年から10年の遅れでコンピュータ技術が PLC に応用され実現される歴史を繰り返してきた。

PLC のプロセッサの処理性能は、代表指標である命令処理時間でみるとここ10年で1桁短縮(基本命令処理時間 20ns 以下) し、更に浮動小数点演算の機能も備えるまでになっている。

プロセッサの高性能化は、従来のようにプログラマーの腕に頼らなくとも、標準化・構造化されたプログラムで実用を満たす十分な性能を持つ制御装置製作を可能にした。プログラマーの腕に頼るプログラムは「性能を絞り出すために、多くは PLC ハードウェア依存で作成者本人以外は解読できず、再利用やメンテナンスが困難なものになる」のに反して、プログラムの標準化・構造化は「判りやすく、高品質で、且つソフト開発効率を高める」効果がある。

プロセッサの高性能化はソフトウェアの変化のみでなく、その利用分野でも大きな変化を起こしている。本稿では、最近注目されている「専用モーション制御装置から汎用 PLC によるモーション制御への動き」と「専用計測制御装置から汎用 PLC を使った計装制御への動き」即ち制御装置の脱専用機化の流れを紹介すると共に、「PLC システムのソフトリッチ化に伴うエンジニアリングコスト増大とその対策」について述べる。

2. モーション制御

機械装置の制御には、シーケンシャルな制御と共に位置決めや追従制御のようなモーション制御が多用されている。

基本的なモーション制御について図1に示す。モーション制御システムは、従来はギアやカム、クランク、シリンダなど機械要素部品により構成(メカ式)されていた。しかし現在は、その多くは、電気サーボ制御に

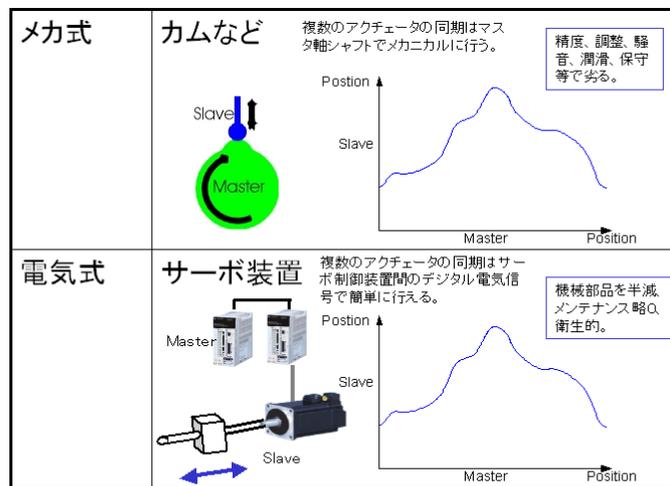


図1. モーションコントロールはメカ式から電気サーボ制御へ

置き換わっている。電気サーボ制御は、簡単な1軸や2軸位置決め制御から2軸・3軸の同期や補間制御、更に従来のメカ式では困難であったロボットなどの高度多軸制御へとその利用範囲が広がっている。

図1で判るように、メカ式と電気サーボ制御式を比較すると明らかに後者が優れている。しかし従来の電気サーボ制御式は、専用のモーション制御装置が必要でコストが高く、その用途は(メカ式では実現が困難なロボット等は別として)限られていた。

電気サーボ式のモーション制御システムも、ここ10年で大きな変化が見られる。図2にその変遷を示す。最初は、専用ハードウェアで構成した専用モーション制御装置(図2の①)を用いて

PLCopen Japan

Mitsui Sumitomo Bank Ningyo-cho Bldg., (Inside the office of Fuji Electric)
5-7, Nihonbashi Ohdemma-cho, Tokyo 103-0011, Japan
<http://www.plcopen-japan.jp>

いた。これは、制御対象機械ごとにハードウェアやアプリケーションソフトを個別にセットア

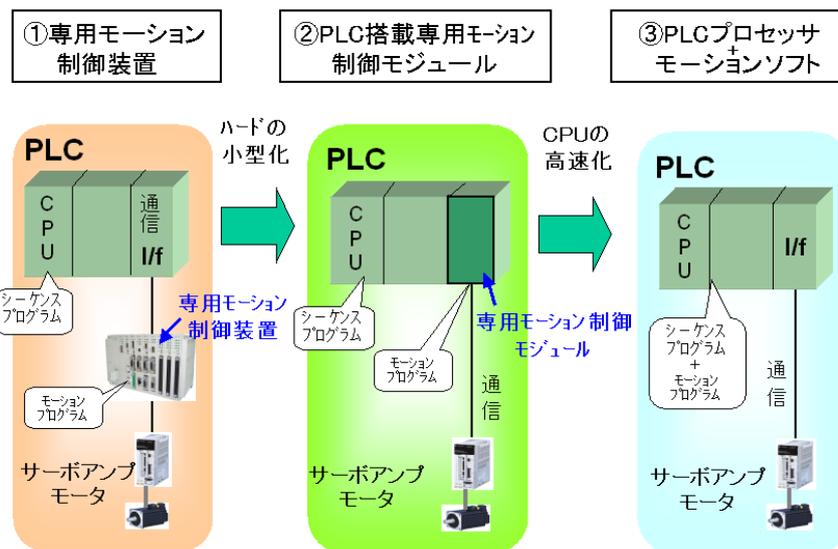


図2. 電気サーボモーション制御装置の構成変化

ップし、供給されていた。この方式は今でも数十軸以上の多軸制御や高速高精度制御を必要とする機械装置に用いられている。

次にモーション制御機能部分をPLCのI/Oモジュールサイズ(多くは1-2モジュール幅サイズ)で作作り、PLCのバックプレーン上に装着するシステムが供給されるようになった。①に比べ、省スペース・低コストということが評価され、1~数軸程度の簡易モーション制御の分野での採用が進んだ。このタイプは、汎用PLCメーカーがPLCの高機能モジュールとして即ちPLC製品ラインナップの1つとして展開したため、その普及は急速で且つ用途も広範であった。しかし、見た目にはPLCと一体であるが、内部的にはシーケンス制御を行うPLCシステム上にモーション制御用の専用ハードウェア(専用モーション制御モジュール、ファームウェアを含む)が載っているだけで、モーション制御用のアプリケーションソフトウェアも専用モーション制御モジュールに格納する方式である。従ってモーション制御とシーケンス制御の連携は、PLCのアプリケーションソフトウェアで行う必要があり、PLCのプログラムはより複雑・難解なものとなった。

プロセッサの高性能化によって最近出現したのが、③のPLCプロセッサでシーケンス制御プログラムと共にモーション制御用のプログラムを実行するタイプである。

このタイプは、従来の専用モーション制御部のファームウェアとモーション制御用アプリケーションソフトウェアに相当する部分を、高速化され余裕の生じたPLCのプロセッサ(CPU)を使い処理するものである。

この方式は単にプロセッサの高速化だけでなく、コンピュータ技術の進化を踏まえ従来のPLCの概念を大きく変更し制定されたPLCの国際規格IEC61131-3(=JIS B3503)の恩恵を受け実現したもので、IEC61131-3の基本である「IL, ST, LD, FBDの4言語+SFC1要素」, 「POU(プログラム構成単位), タスクによる独立実行」がもっとも活きる適用事例の1つである。モーション制御プログラムは、FBD(ファンクションブロックダイアグラム)でFBの中はST(ストラクチャードテキ

PLCopen Japan

Mitsui Sumitomo Bank Ningyo-cho Bldg., (Inside the office of Fuji Electric)
5-7, Nihonbashi Ohdemma-cho, Tokyo 103-0011, Japan
<http://www.plcopen-japan.jp>

スト)で判りやすく書くことができ、機械制御に必要なプログラムを LD (ラダー) を併用しながら IEC61131-3 に沿って整然と記述することができる。

図3に実際のシステム構成例を示す。この例では CPU を 2 個使用して分散処理し、6 軸のサーボ制御とシーケンス制御を行っている。また HMI には、PLC 同様に PC に比べ使いやすくロバスト性が優れた汎用の POD (プログラマブル操作表示器) を使っている。POD は産業用 HMI の定番として、次項で紹介する PLC 計装でも多数使用されている。

このシステムでは同期精度や補間制御内容など制御の複雑さにもよるが、最大 20 軸程度までは実適用されている。負荷分散やバス強化などにより、今後さらに適用範囲は拡大されるであろう。

現状の適用分野は、国内、欧米とも略同じで食品・包装機、印刷機、取り出しロボットなどのハンドリング装置等が最も多い。標準サーボアンプ・モータの高性能化も目覚しく、

今後は金属加工 NC ほど精度を必要としない加工機分野での適用拡大が期待される。

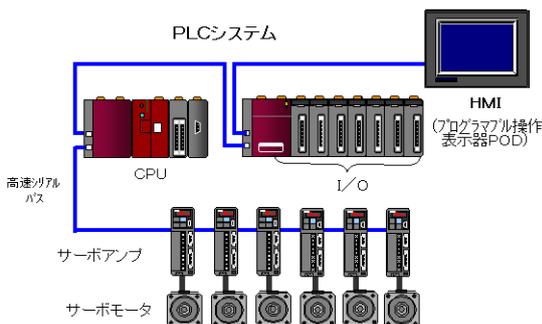


図3. システム構成例

3. PLC 計装

プロセス制御分野では従来、発信器、ループコントローラ、DCS 等やはり計装専用のデバイスでシステムを構成していた。ここ 10 年の間に PC と PLC を使った PLC 計装と呼ばれるシステムが増えてきており、最近では金額ベースで 20% (システム数ではかなり多いと思われる) に達したと言われている。これはハードウェアの低コスト化と共に、エンジニアリングの内部化 (エンドユーザコンピューティング、機密保持とエンジニアリングコスト低減) のニーズによるものである。

汎用 PLC は低コストということだけでなく MTBF, MTTR の向上は勿論、二重化システムも構成できるものも製品化されてきており、その信頼性が高まっていることもその背景にある。

従来形の PLC では LD+応用命令によって計装用プログラムを組む必要があり、採用を躊躇するユーザも見られ普及の壁となっていた。しかし、国際規格 IEC61131-3 (=JISB3503) に準拠した PLC であれば、計装分野で一般的に使われてきた調節制御に向く FBD が使え、導入の障壁も大幅に低減される。また、プロセス分野といっても、包装や搬送といった最終工程では通常の FA ラインが混在しており、工場内のコントローラを PLC で統一し、管理の合理化を図るという目的においてもメリットが多い。

IEC 規格準拠 PLC は、既に基幹プロセス産業である鉄鋼分野でも導入が進んでおり、今後は IEC 規格の PLC 計装が普及すると思われる。

4. 装置開発コストの構造変化とエンジニアリングの効率化

1) ソフトウェアの肥大化と IEC プログラミング

以上の通り、PLC をコントローラの核とする機械装置が増大している。また、従来ハードウェアや専用コントローラで行っていた各種制御を、PLC のソフトウェアに置き換える動きが活発で

PLCopen Japan

Mitsui Sumitomo Bank Ningyo-cho Bldg., (Inside the office of Fuji Electric)
5-7, Nihonbashi Ohdemma-cho, Tokyo 103-0011, Japan
<http://www.plcopen-japan.jp>

ある。その結果、機械装置のコストの中に占めるソフトウェアの比率は年々上昇しており、最近では装置コストの1/3を超えるようになってきた。(図4参照) そのためソフトウェア(広義に捕らえればエンジニアリング)のコスト削減や品質向上が大きな課題となっている。

ソフトウェアコストの削減と品質向上は、ソフトウェアのモジュール化(部品化・標準化)と再利用が有効であることは既に述べた。その大きな役割を果たしているのは、言うまでもなく国際規格 IEC 61131-3 (=JIS B3503) である。

IEC 規格に準拠した PLC プログラミングツールを用いれば、メーカーや機種の種類に依存せずプログラミングができるメリットがあるほか、LD 言語の知識がないコンピュータ技術者が容易に使える ST 言語やソフト部品化・構造化に向く FBD など、用途や技術者のスキルに応じて言語やプログラミング形式を使い分けられることが IEC 61131-3 の魅力となっている。

フィンランドのヘルシンキで開催された第 38 回技能五輪国際大会のメカトロニクス種目で日産自動車の平田氏と遠藤氏のチームが、IEC 61131-3 準拠 PLC を用い金メダルを獲得したことで、国内でも IEC 61131-3 の有効性の認識が広まった。

2) PLCopen-XML による異機種・異メーカー間でのソフトウェアの相互利用

IEC 61131-3「PLC のプログラミング言語」は PLC のプログラミングに関する唯一の標準規格で、一般にはそのタイトルから単なるプログラミング言語の規格と思われるが、プログラムの表記や文法など言語と共にリソース(PLC)や変数などの定義等を標準化したものである。しかし IEC 61131-3 は、異機種・異メーカー間でアプリケーションソースプログラムを相互に利用可能とするレベルまで規定されておらず、特に日本で多用されている LD のようなグラフィック言語についてポータビリティをどう実現するかが課題であった。プログラムを標準化や部品化しても異なったメーカーや機種間では、そのまま利用できないという問題である。

これについては、PLCopen(欧州に本部を北米、日本、中国に支部を持つ PLC のプログラミング国際標準規格の普及団体、世界の主要ユーザや Siemens, Rockwell Automation, 三菱電機欧州をはじめとする PLC 関連企業など 100 を越える企業が加盟)が、約 3 年前から取り組んできた PLCopen-XML の標準化で解決された。PLCopen-XML とは、IEC 61131-3 で定めるコントローラ(リソース、PLC ハードウェア情報)、変数やその定義情報および LD/FBD/SFC/ST/IL を含むプログラム内容のテキスト表現について共通フォーマットとして定義し、この XML ファイル形式に基づくアプリケーションソフトウェアであれば、異なった PLC 間でも相互に利用できるようにしたもの

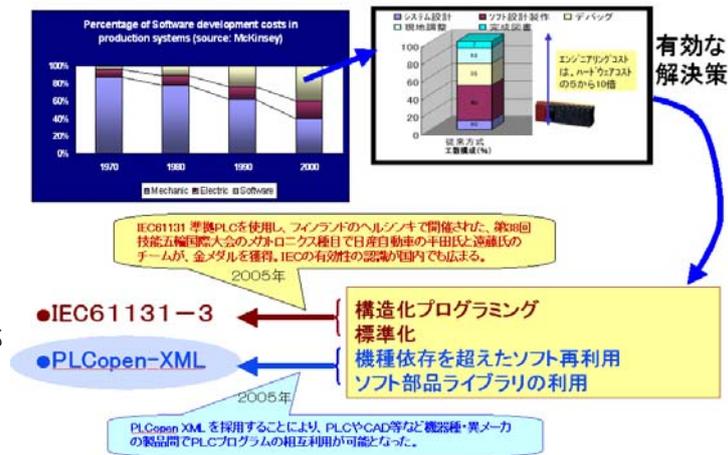


図4. 高まるエンジニアリングコストとその解決策

PLCopen Japan

Mitsui Sumitomo Bank Ningyo-cho Bldg., (Inside the office of Fuji Electric)
5-7, Nihonbashi Ohdemma-cho, Tokyo 103-0011, Japan
<http://www.plcopen-japan.jp>

である。 PLCopen-XML 技術仕様は 2005 年 4 月に Ver1.0 がリリースされており、昨年の SCF2005 で PLCopen Japan により異メーカー PLC 間でのプログラム交換の実証デモが行われた。現在, PLCopen Japan の技術委員会傘下の「拡大 XML-WG」にて、PLC メーカーのみでなく大手エンドユーザや CAD メーカーも加わりその実用化と普及に取り組んでいる。インターネットを利用したソフトウェア部品ライブラリーサービスの実現が予見される段階を迎えている。

PLCopen-XML は LD/FBD/SFC のグラフィック描画をテキストで記述し、忠実に再現できることから、PLCopen の主要任務でありながら困難であった LD 言語の認証についても、技術的な目処がたった。

5. おわりに

機械制御装置の基本構成デバイスは、「コントローラは PLC, HMI は POD, モータドライブはサーボアンプとインバータが産業用に供しうる信頼性、ロバスト性を備えた製品」として今後も進化し、更に専用機の代替が進むだろう。また、ソフトウェアの重要性が高まっているが、近年のコンピュータ技術はハードウェア面よりもソフトウェア面での進歩が目覚しく、今後は PLC の分野で、コンピュータ分野で開発されたソフトウェア技術の利用が加速すると期待される。例えば機械装置全般のエンジニアリングを視野に入れた統合形プログラミングツールや、最近の OMAC の活動に見られるような「機械制御におけるオブジェクト指向のプログラミングの研究・実用化」が進むと思われる。

川島重雄

(PLCopen Japan 代表幹事, 富士電機機器制御(株)技術本部技術企画部)

引用した文献・資料

- ・SCF2005 技術講演【Innovation through harmonization in motion control and the related safety aspects】Eelco van der Wal (Managing Director PLCopen)
- ・PLCopen Japan 技術セミナー 2005【PLCopen Function Blocks for Motion Control】PLCopen Motion Control WG