

ネットワークングコントローラ「S-MAC」の開発コンセプト

吉川 紘

Hiroshi Yoshikawa

1. まえがき

山洋電気は、昨年(1996年)の11月に「マルチインタフェース宣言」をした。それに引き続いて本年6月にFAオープン化対応コントローラ「S-MAC」の発表を行なった。本稿では、「S-MAC」の開発コンセプトについて、従来のNCと比較して、どのような特徴があるかを中心に解説する。

2. 「S-MAC」の開発コンセプト

「S-MAC」という特定の製品があるわけではない。お客様のニーズにあわせてインテグレーションされたハードウェア、ソフトウェアを総称して「S-MAC」という。オープン化されたコンポーネントがインテグレートされ、「S-MAC」というシステムが実現される(システムリアライズ)と考えると良い。世界のオープン化された優秀な技術や製品を、お客様のニーズによってシステム化する方法を提案すること—トータルソリューション—でもある。音楽にたとえれば、山洋電気というコンダクターが「S-MAC」というオーケストラを指揮して「FAオープン化」という曲を演出し、演奏していこうということになる。

「S-MAC」のイメージ(概念)を図1に示す。8つのキーワードが開発する側からみた「S-MAC」の特長を表わしている。「S-MAC」を採用する側、お客様からみれば、次の4つの観点からみた「S-MAC」の開発コンセプトが重要である。

- (a)「S-MAC」はどのような目的で作られたのか
- (b)「S-MAC」を採用するユーザーのリメットは
- (c)バックアップする技術(者)の蓄積はあるか
- (d)「S-MAC」の基本構成は

図2は、お客様の4つの観点と8つのキーワードの関係を示したものである。以下8つのキーワードを順を追って解説してゆくことにより、「S-MAC」のイメージを明確にしてゆく。

(1) Proposal & Presentation (「S-MAC」の導入まで)

「S-MAC」は、お客様主導で開発されるコントロールシステムである。オープン化されているネットワーク、オープン化前提の制御言語、さらにWindowsNTのようなパソコンの資源を組み合わせるために、基本的には、図3に示す導入手順を踏むことが前提である。

(2) Total Solution (「S-MAC」はサーボアクチュエータを含めたトータルなコントロールシステムである。)

図4は分散型FAについてのシステム図である。山洋電気は■と■で塗り潰したシステムのソリューションを提供する。特にモーションバスとセンサーバスによるオープン化とパソコンをベースにしたソフトウェアがソリューションの中核である。これをWorld WideのFAベンチャーの製品と技術を集めて構築する。

現在は、モーションバスとセンサーバスを一元化し、SERCOSとCAN(Device Net準拠)などで実現している。もちろんマルチインターフェース宣言にあるようなJEMANET, M-NET, ARCネットなどについても要求があれば対応していく。

(3) Open Architectures (「S-MAC」は、オープン化コントローラ)

「S-MAC」は、TYPE A,B,Cの3つのカテゴリで構成されている。そのいずれもがお客様に対してオープン化されている。言い換えると、FAN(Field Area Network)とソフトウェア(Software)の2つの面でオープン化されているコントローラである。(図5参照)

(4) Software(「S-MAC」はソフトウェアがベース)

図6は一般的(TYPE B)なPC based controllerのソフトウェア概念図である。「S-MAC」はソフト0、2、4の3つのコミュニケーションとソフト1のAPIの2つでオープン化されている。特にソフト3がソフト1に吸収された型のNCがモーションカードレスNC(フルソフトコントローラ)でこれがTYPE Cに当たる。

またソフト1についてはC++、VCなどの汎用コンパイラ言語も当然使用できるが、TYPE AではCODE(米国シメトリック社のソフト)、TYPE CではSML(米国AI社のソフトで山洋電気でカスタマイズ)の制御(オブジェクト)言語を用いて、大幅にソフト開発時間を短縮している。また、お客様に制御ソフトをオープンにすることにより、マシンビルダやエンドユーザのノウハウの流出を防ぐというユザ側のメリットも大きい。

* TYPE A,B,Cについては別章で説明する。

(5) Network(フィールドネットワーク=現場のネットワーク)

最近では、電話線に電話、FAX、パソコン、ワープロ、配電盤などをモジュラージャックでつなげばすぐ動く、プラグアンドプレイの考え方が普及している。(図7参照)この思想と同じ考えを、「S-MAC」では、SERCOSやCANによって実現した。

SERCOSはドイツで開発され、IEC1491でオープン化された、モーション機能およびI/Oなどを2.4,10Mbpsで伝送するネットワークである。

CANもやはりドイツで開発され、ISO11898でOPEN化されている。低コストだが、SERCOSに比較して遅く、データ伝送の範囲で用いている。

ネットワーキングコントローラの特長は、次の2点である。

(a) マルチベンダ化

・どのメーカーのサーボアクチュエータでも自由に同じソフトウェアで使用できる。

(b) ネットワークによる一元化

・同じネットワーク上でモータ、IO装置、PLC、SENSORなどすべてのコントローラのコンポーネントを接続できる、増減も自由・省配線、耐環境性が向上

(6) World Wide Technology(世界のオープン技術)

「S-MAC」を開発するにあたり、図8に示す企業、協会と提携または共同開発を行なっている。

(7) Simulation(3次元シミュレーション&ゴー)

「S-MAC」のスタンスはオープン化である。このオープン化を実現するためのツールは3Dコンピュータグラフィックによるシミュレータである。機械・装置のキネマティクスをはじめとしていろいろな機械を3DCG上で表現し、お客様の要求する「S-MAC」が開発される。この機能が「S-MAC」と一体化しているのがTYPE Aである。このシミュレータはプログラム時には動作、干渉などのチェックに用いられ、動作時にはモニタになるといった考え方で設計されている。さらに3DCG上で画を描き、パラメータ、関数をいれるとすぐ動作する、すなわちシミュレーション&ゴーにすこしでも近づけることが「S-MAC」TYPE Aの目標である。

またイントラネットに組み込み、生産管理との一元化をすること、インターネットと結合して、リモートサービスやソフトウェアのバージョンアップをすること、さらに遠隔地の工場を一体で動かすバーチャルファクトリもこの3DCGやJAVAなどの言語を用いることにより可能となる。このバーチャルファクトリに一番近いのがTYPE Aである。図9にその概念とシミュレーション画面を示す。

さて、以上の説明で、「S-MAC」に対して、どのようなイメージをもっていただけたであろうか。TYPE Aについては、設計者でさえイメージしきれないところがある。TYPE B、TYPE Cについても、ユーザ仕様がどのようにもり込まれるかによって、そのイメージは大きくかわる。図10に、各タイプの基本モデルの写真を示す。ほんの1例と試みていただきたい。

3. 「S-MAC」の3つのタイプ

「S-MAC」は大きく3つのカテゴリに分けられる。

TYPE A,B,Cと呼ぶことにする。各々のタイプを(1)ターゲット市場、(2)基本仕様、(3)ハードウェア構成からみて説明してゆく。

(1) TYPE A,B,Cのターゲット市場

従来の工作機械を中心にGコードでコントロールしてきたNCの世界は、FAオープン、パソコンなどによる大きな環境の変化にともない、対象も包装機械などの一般産業機に広がっている。しかもアジア諸国のNC事業への参画も多くなっている。

「S-MAC」は基本的にはSoftware-Based & Networking NCであり、従来のNCの応用範囲を上と下に広げていくToolとなることを目的にしている。パソコンの世界のLANをFAN(field area network)に、plug & playの思想を専用言語(SML, CODE)を用いることにより実現している。これにより「FAイントラネット」に最も近いコントロールシステムが開発できた。TYPE AとTYPE Cが「S-MAC」のベーシックコンセプトを実現したシステムである。(図11参照)

(2) TYPE A,B,Cの基本仕様

「S-MAC」のTYPE A,B,Cについて、図12に各々の個別仕様を、図13に各々の共通仕様を示す。

(3) TYPE A,B,Cのハードウェア構成

TYPE Cについては4軸システム、TYPE Bについては、4軸システムでCANのI/Oをもったもの、TYPE Aについては、16軸のシステムを例にあげ、各々のハードウェア構成とソフトウェア構成を示した。

(a) TYPE C...4軸、SERCOS

図14は、4軸の同期制御用としての構成例である。この構成で包装機械、曲げ機械、ローダーアンローダなどの多くの一般産業機械への応用が考えられる。

Windows NT/4.0でマルチCPUでの実行が可能になると、上位のHMIとコントロール用のCPU部が1つになりコストダウンがさらに見込める。

外付けのスイッチ、ランプ、PLCなどはSERCOS-CANのブリッジを用いてよりオープンな環境でのコントローラも可能である。

(b) TYPE B...4軸、SERCOS、CAN

従来のパソコンNCの構成と同じである。しかし、「S-MAC」では従来方式のように「FA仕様パソコン」、「モーション部」、「アクチュエータ+I/O+他」の3階層とはせず、「アクチュエータ+I/O+他」は原則としてモーションネットワークで接続する方法をとっている。図15は、モーションネットワークとセンサI/Oネットワークの2本立てで実現するシステムの例である。現状でのフィールドネットワーク付きのコンポーネントを考えた現実的な構成例である。これで汎用の工作機械、板金加工機などの産業機械に応用してゆく。さらにはロボット言語を用いて汎用ロボット用のコントローラをもターゲットに入れることも考えている。

(c) TYPE A...16軸、3Dシミュレーション、リモートサービス

図16は、NCを1つのシステムとしてとらえた場合の構成例である。ネットワークを用いることによって、マシンセル、複合機、複数機などのコントロールが容易に、しかもシステム化される。さらに3Dのコンピュータグラフィックを用いたシミュレータが標準的にインストールされている。この3DCGシミュレータとサーボアクチュエータ、I/Oのデータベースは同一であり、シミュレーション&ゴーを実現することができる。NCというより、FAシステムの1つといえる。

もちろんLANやWANとの関係を考えたりリモートサービスなどの支援ソフトもパソコンの世界から導入できるよう考えてある。

4. 「S-MAC」の応用例

「S-MAC」の具体的なイメージがかたまってきたところで、実際のシステムへ応用した場合について簡単にふれておく。

フルソフトウェアコントローラを実現したシステムとしては、「S-MAC」の3つのタイプの中では、もっともパフォーマンスの高いTYPE Cを例にして、食品包装機械に

応用した例をとりあげる。

(1) 包装機械業界のかかえる問題点(多様化対策とコストダウン)

ピロー型の食品包装に使用するパッケージングマシンは、包装する品物が多様化するにつれ、従来のメカシャフトドライブに変わって電子シャフトが採用されるようになってきた。それにつれて、システム全体に占めるコントローラのコストが50%を超える場合が普通になってきた。(図17参照)「S-MAC」TYPE Cを採用することにより、コストパフォーマンスの良いシステムを構成できる。システムコストを下げるには、コントローラのコストを下げる方が効率が良い。コントローラのコストを劇的に下げるには、フルソフトウェア化するのが一番の解決策である。多様化という問題とも整合できる。「S-MAC」TYPE Cの採用は、この問題に対してほぼ100%の満足いく解決策を提案できる。

(2) 検討するシステムの概要

図18は検討するシステムの機械の概要である。現在PLCモーションカード方式で構成されているコントローラの問題点、6項目について「S-MAC」TYPE Cに置き換えた場合の検討をした。

(3) 従来システムと提案システム

図19に従来システム、図20に「S-MAC」TYPE Cを用いた提案システムを示す。斜線部分がオープン化されているブロックを示している。

図19と図20を比較するとオープン化されている範囲に大きな差があることがわかる。図19の従来システムでは、動作プログラム、シーケンスプログラムともにコントロールメカに依頼して作ってもらう以外に方法がなかった。それに比較して、図20の提案システムでは、すべてが、コントロールメカ側からユーザ側にオープン化されており、ユーザが自社でソフトウェアを作れば、ノウハウの流出が防止できる。コントロールメカを通じて、種々のノウハウが競合他社に流出することを、防止できなかったことを考えると、特に専門メカにとってこれは大きなメリットである。

(4) 提案システムのソフトウェア

コントローラ部で用いられている制御言語SMLの構造と機能を図21と図22に示す。SMLはオブジェクト指向のプログラム言語であり、たとえば同期動作しなければならぬ図18、図22に示すような5軸のシステムの複雑な動作プログラムも、極めて簡単に作ることができる。

図22に示したような同期に関する機能はすべてパラメータ化されており、SMLの開発環境のもとで、会話型の設定ツールにより簡単におこなえる。

① パネコン部のソフトウェア

OSはWindows NT、PLCオープン、Panelリプレースソフト、C++、VCなどを使う。

アプリケーションとしては

- (a) 包装機の操作、モニター
- (b) アンワインド、シーリング
- (c) 伝送制御(送り、クリンパ他)
- (d) 温度、テンションなどのパラメータセット
- (e) 稼動情報、エラー情報などの吸い上げ
- (f) その他上位とのコミュニケーションなどが考えられる。

② コントローラ部のソフトウェア

(a) SML(含SRX)は角度(角速度)を基本とした制御言語なので、このようなローラを用いた機械の機能を簡単に記述できる

(b) マークの読み取りによるクリンパやシーリングの同期あわせの機能は、SMLのRegistration Correctionそのものである。

(c) すべてのソフトは「SERCOSの機能」とのやりとりとなる。従ってOSやPCが変わっても、機能の追加があっても、モジュールを追加するだけでよい。

(d) パネル、PLCなどのソフト化のツールとの整合がとりやすく、スイッチやメーター、ボリュームなどのソフト化が進められる。

(e) SMLは客先にオープンできるので、客先独自のノウハウの流出がない

SMLの詳細については、別の機会にゆずることとし、ここでは代表的なオブジェクト(動作プログラム命令文)をあげておく。

- a. ABS__MOVW
- b. CALCULATED__PROFILE
- c. DRIVE__TRAIN
- d. EVENT
- e. FILE__DEFINED__PROFILE
- f. GEARED__PROFILE
- g. HOME__MOVE
- h. IDN
- i. IO__ANALOG
- j. IO__BOOLEAN
- k. JOG__MOVE
- l. MOTOR
- m. PLS
- n. REGISTRATION
- o. REGISTRATION__CORRECTION
- p. REL__MOVE
- q. TIMER
- r. USER__DEFINED__PROFILE

5. むすび

「S-MAC」の概要を、おもに開発コンセプトを中心に、その基本から応用まで解説したが、システムをおおづかみに理解してもらうことにポイントを置いたため、本来なら数ページにわたる詳細説明が必要な項目についても、あえて割愛した。「S-MAC」のハードウェア構成要素については、説明をはぶきすぎてしまった感がある。TYPE Cの制御言語であるSMLについては、そのリアルタイム性について、もっと説明したかった。また、TYPE AのCODEシステムについても解説する必要がある。SERCOSやCANについても、重要な項目にもかかわらず、ほとんどふれることができなかった。今回やむを得ず割愛した項目については、「S-MAC」の応用事例を発表するときに、逐次補足していく予定である。

* 文中の会社名と商品名は、それぞれ各社の登録商標または商標。

吉川 紘
1996年入社
サーボシステム事業部 コントロールシステム推進部
NC21プロジェクトにてコントローラの開発に従事。

図1 「S-MAC」のイメージ(概観)

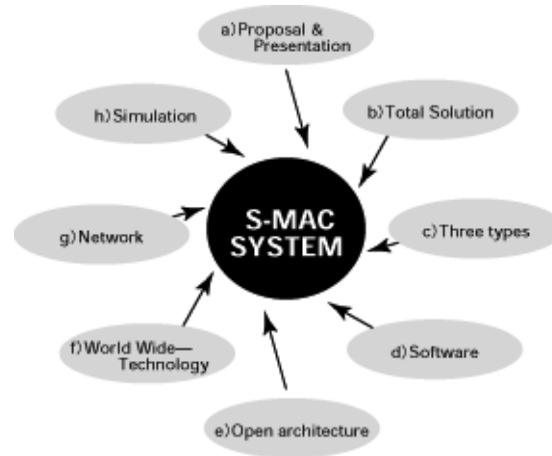


図2 ユーザーの観点と8つのキーワード

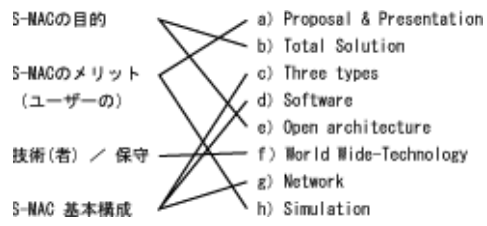


図3 S-MAC導入手順

場所	お客様事務所	お客様工場／ エンドユーザー	当社エンジニアリング	当社提案ルーム／ お客様事務所	お客様事務所
タイムテーブル	訪問時／ 当社提案ルーム		1週間以内	半日～1日	
担当者	営業、SR	SR、CS推進部	営業、SR、CS推進部	営業、SR、CS推進部	営業、SR
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ソフト、FAN～オープン化 ・TYPE A、B、Cの紹介 ・事例 他 	<ul style="list-style-type: none"> ・外部仕様の確認 ・新規機能 ・オペレーション、入力、環境など 	<ul style="list-style-type: none"> ・TYPEの決定→概要仕様 ・3DCGによるプレゼンテーション提案書および模型準備 ・見積り(納期、費用) 	<ul style="list-style-type: none"> ・3DCGと模型、成功事例で提案書説明 ・質疑応答→手直し 	<ul style="list-style-type: none"> ・確定仕様書による契約または覚書き ・着手のための懇親会

SR:システム リアライザ

図4 CIM 階層と提案の範囲

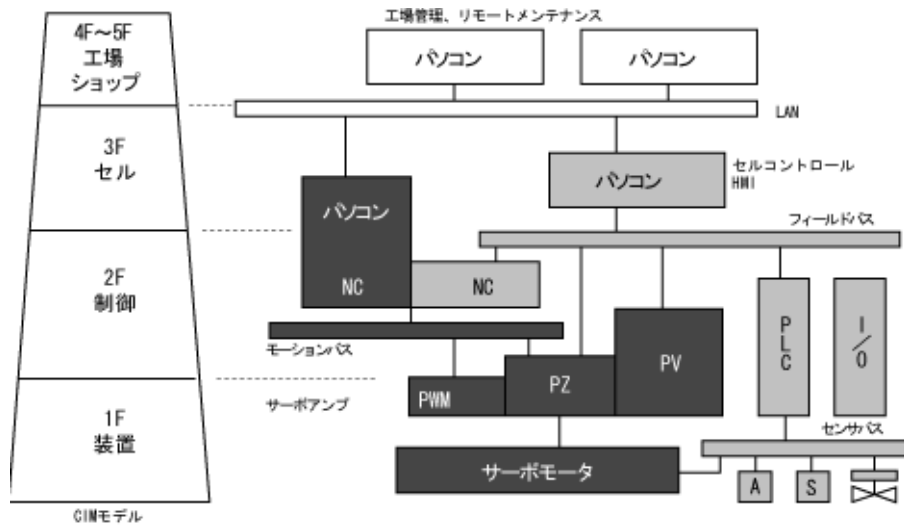
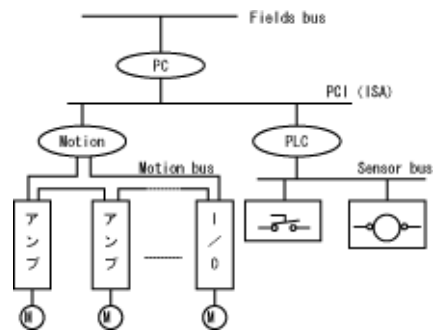


図5 オープン化された各種のバスと制御ソフトウェア



- Field bus :PROFIBUS,Fip,P-NET,INTERBUS-S,
ARCNET LONWORKS,JEMANET,M-NET
- Sensor bus :CAN,DeviceNET,SDS
- Motion bus :SERCOS,MACRO
- PC(HMI) :Windows NT/4.0,DOSV+RTKernel,QNX...OS
SML(TYPE C),CODE(TYPE A),C++,VC...LANGUAGE
- PLC :ISaGRAFetc.

図6 「S-MAC」の各階層における
アプリケーションソフトウェア

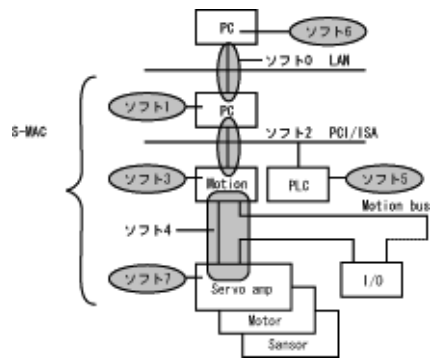


図7 ネットワーキングコントローラと
プラグアンドプレイの考え方

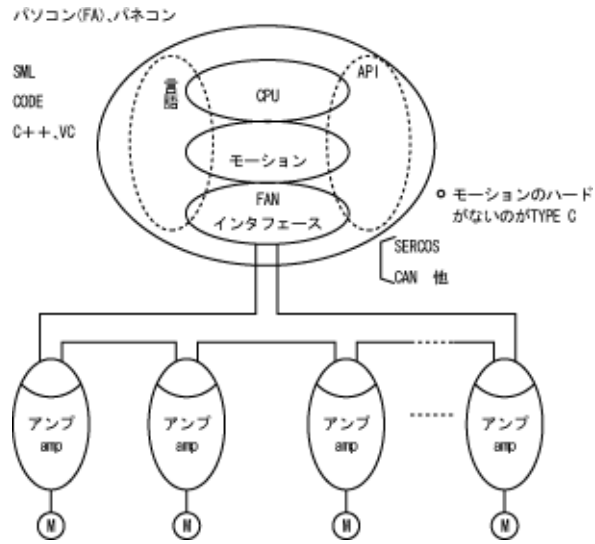


図8 提携先企業、協会

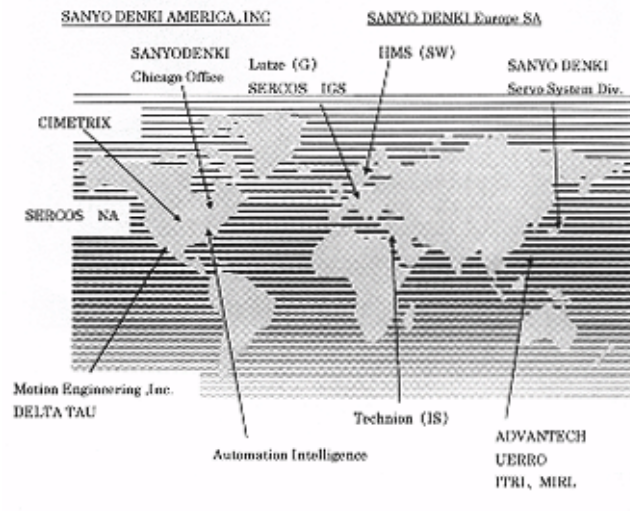
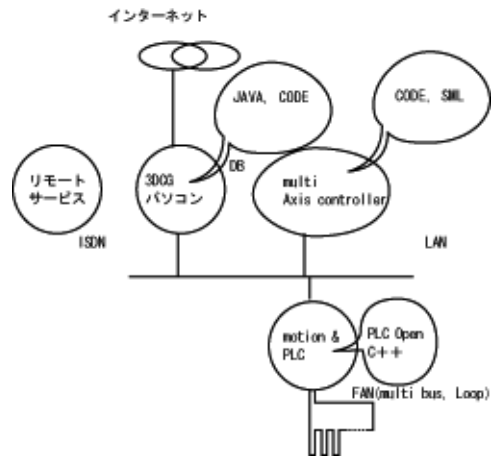


図9「S-MAC」概念図

次世代「S-MAC」概念図



シミュレーション画面

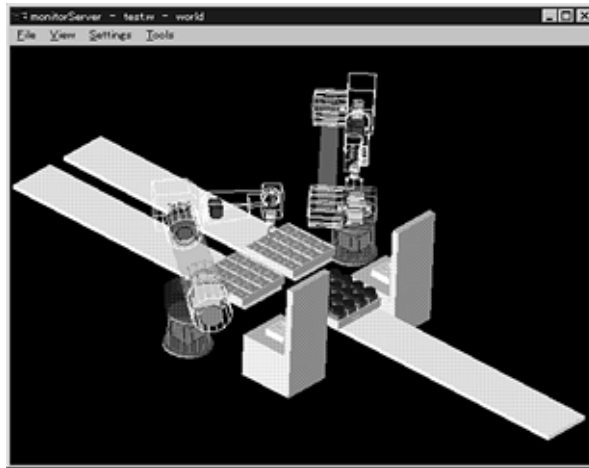


図10 各タイプの基本モデル

TYPE A



TYPE B



TYPE C



図11 「S-MAC」3つのタイプとそのターゲット市場

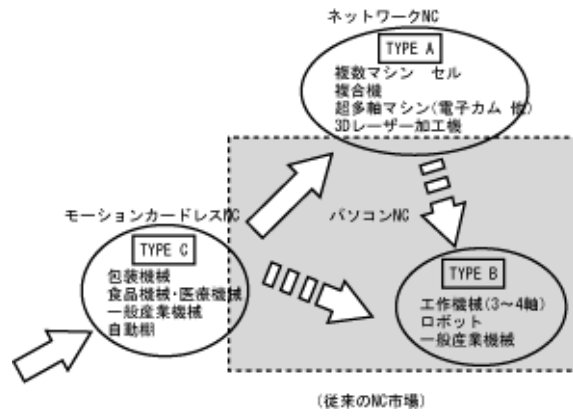


図12 TYPE A,B,C 個別仕様

Target PC		TYPE A Networking NC	TYPE B PC based NC	TYPE C Motion Cardless NC
HMI	bus	ISA、PCI	ISA、PCI	ISA、PCI
	OS	WindowsNT、QNX	DOS、WindowsNT、Windows3.1	WindowsNT、Windows3.1
	言語	CODE、C++、VC	C++、VC、G-code	SML、C++、VC
Motion		6～300軸	4～8軸	4～32軸
ネットワーク		SERCOS、CAN	SERCOS、CAN(アナログ/パルス)	SERCOS、CAN
PLC		ソフトPLC、ハードPLC	ハードPLC	ソフトPLC
シミュレーション		3Dシミュレーション&ゴー	2Dシミュレーションアニメーション	2Dシミュレーションアニメーション

図13 TYPE A,B,C共通仕様

PCの仕様	CNCと同等の耐環境性およびRAS機能、RTカーネルなどがある。
ネットワークの機能	SERCOS／通信速度2,4,10Mbps、光ファイバー、モーション、アンプのパラメータなどをリアルタイムで正確に伝送できる。
	CAN(DeviceNet準拠)／1Mbps、データ転送、PLCリンクなどができる低コストなネットワークである。
	JEMANET、M-NET、ARCネットなど
高級言語で記述	SML／角度、角速度による機構向き言語、SERCOSオペレーション。
	CODE／3Dシミュレーション機能、モーション、I/Oなど記述できる。

図14 TYPE C 4軸システム構成図

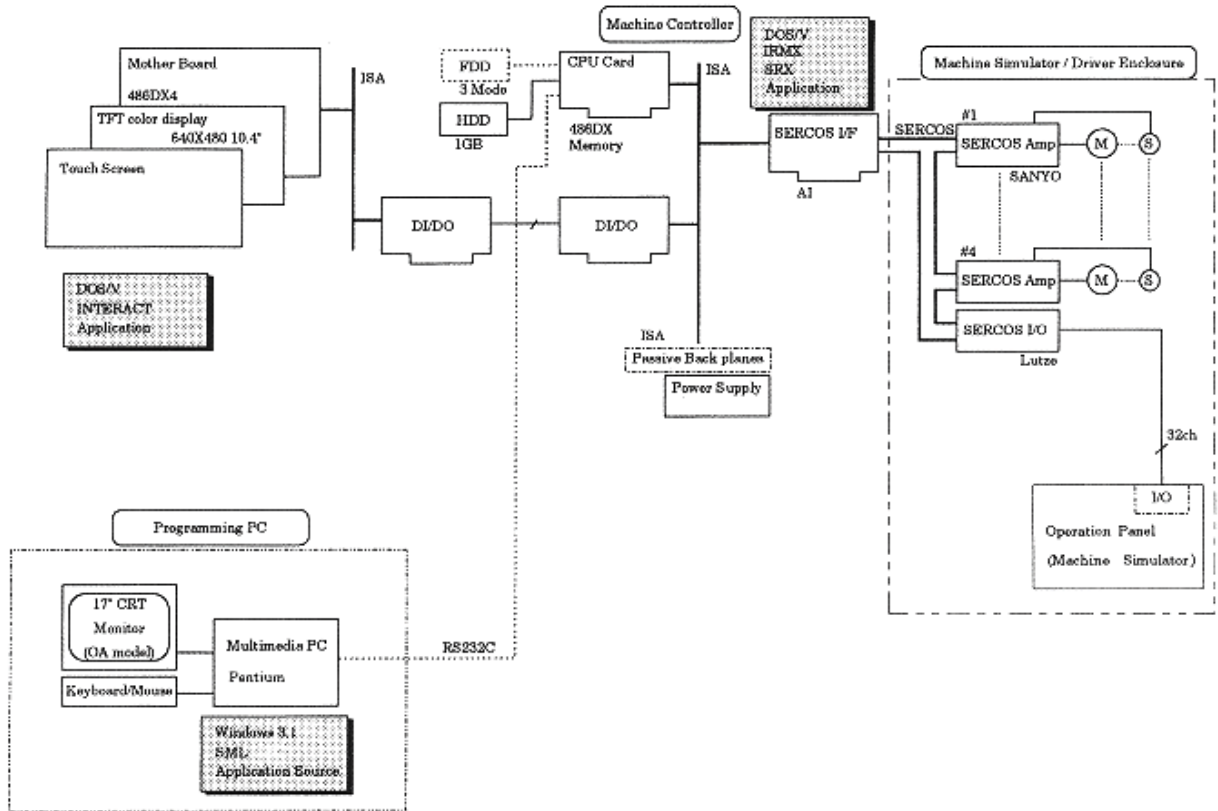


図15 TYPE B 4軸システム構成図

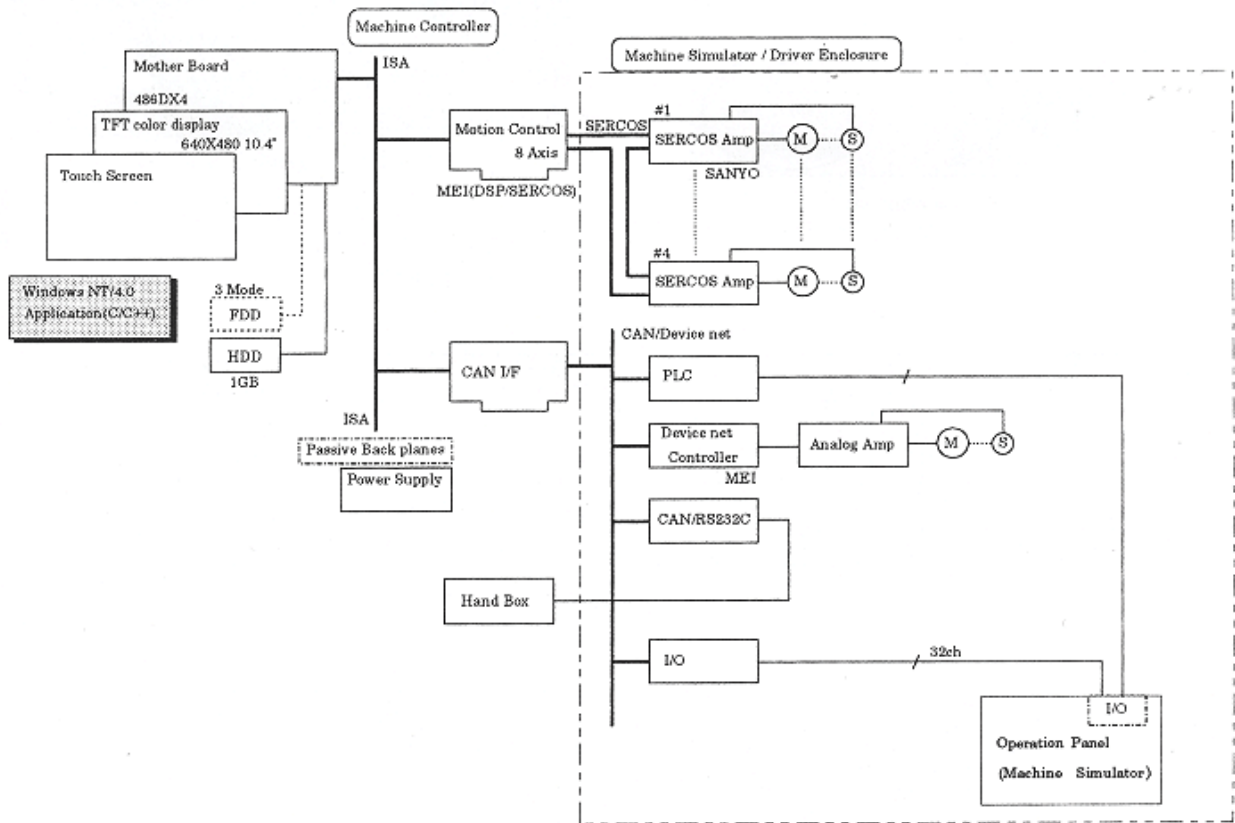


図16 TYPE A 16軸システム構成図

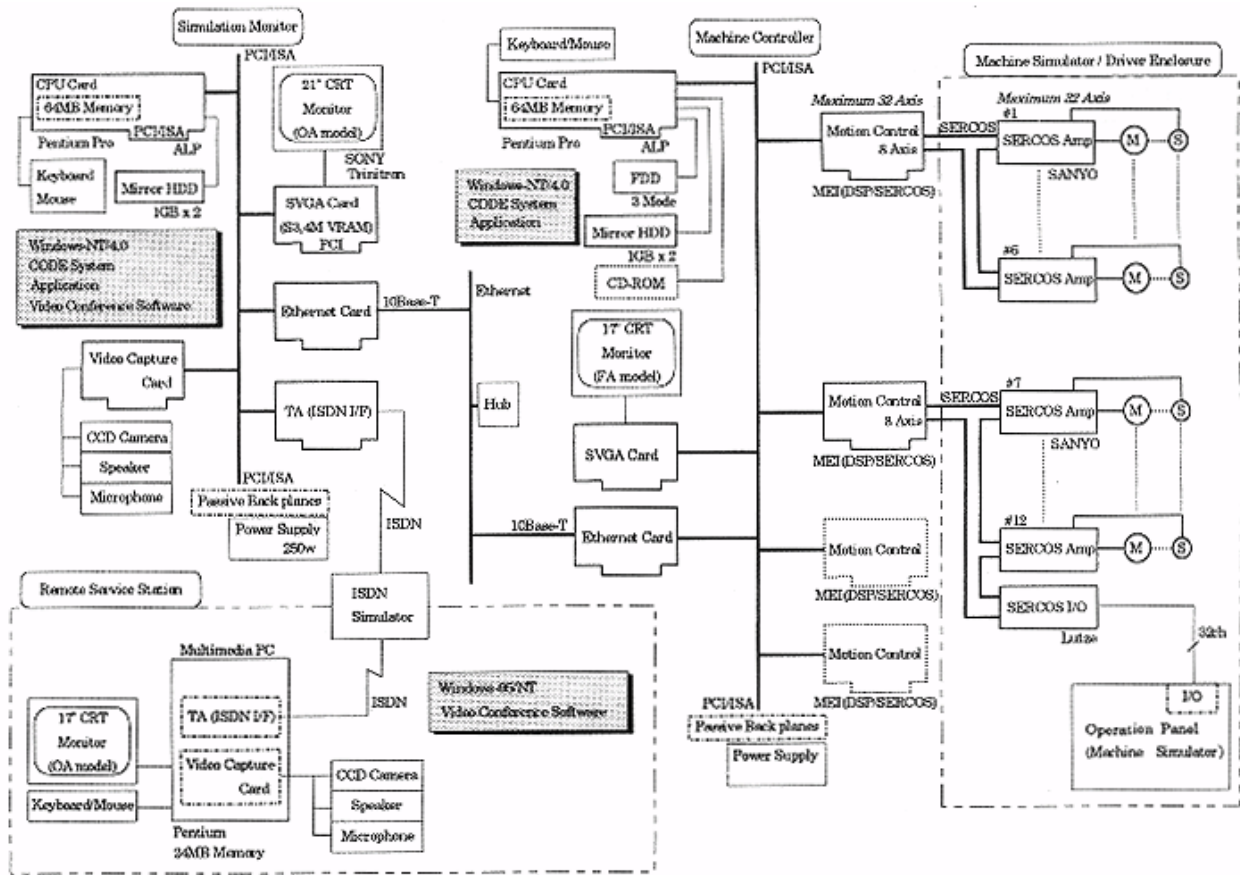


図17 包装機械のメカ部とコントロール部の
原価比率の推移(米国の例)

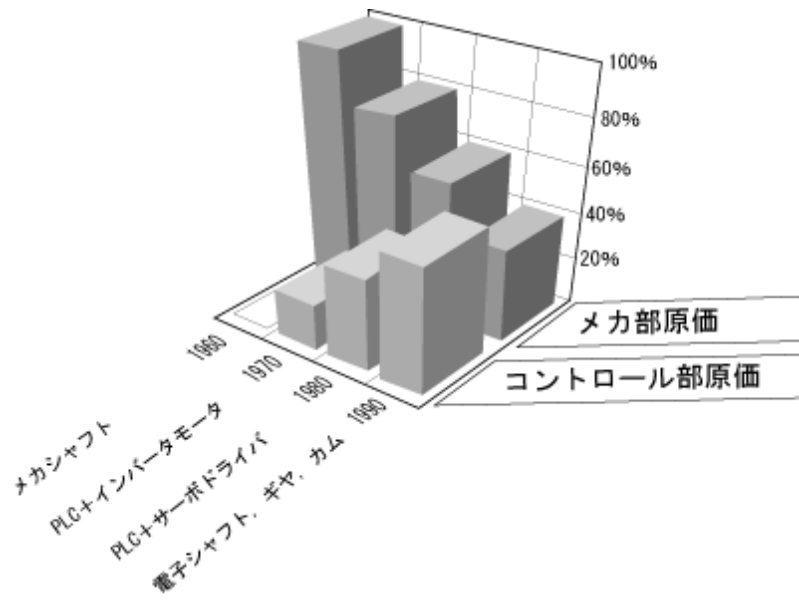


図18 ピロー型包装機の機構と問題点

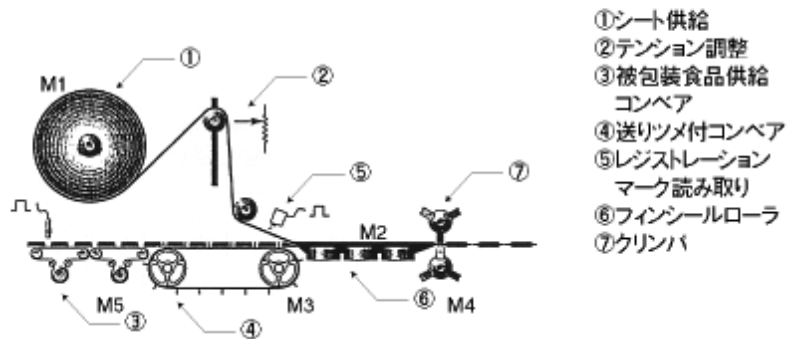
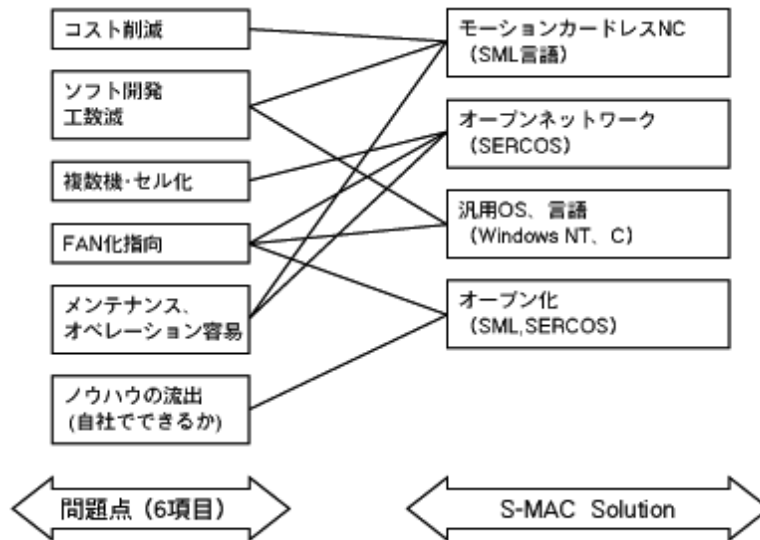


図19 従来システムのオープン化の範囲

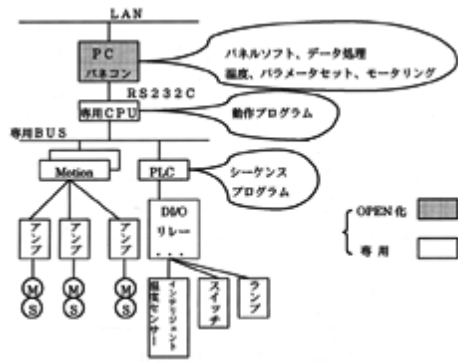


図20 提案システムのオープン化の範囲

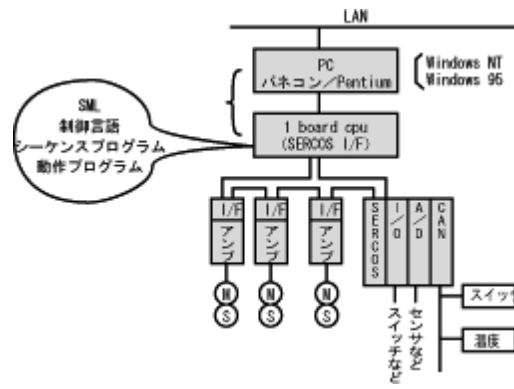


図21 コントローラ部のソフトウェア階層構造

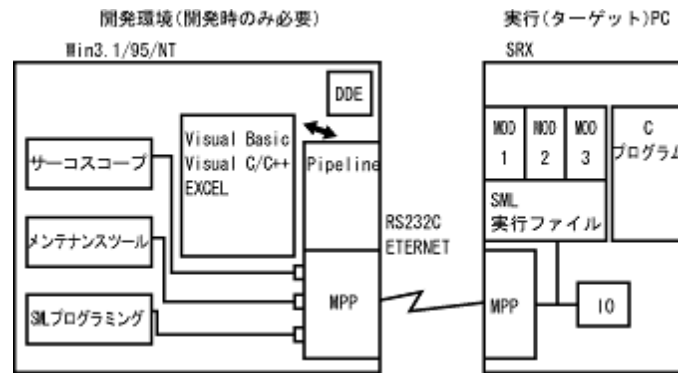


図22 同期制御の実際

