

マルチコンピュータによる多軸サーボ系の分散制御

3W-5

桂 昌豪 山根 義孝 高橋 義造
徳島大学 四国化工機(株) 徳島大学

1. はじめに

最近の自動化技術、システム制御技術の一つの特徴は、対象とするシステムが複雑で大規模になり、そのうえ多様性、柔軟性、信頼性などへの要求が高くなってきたことにある。したがってそれに応えるには、制御システムの構成としては、集中形システムより分散形システムであることが望ましいと言われている。実際、大規模で複雑のシステムを単一の制御機能をもとに全体を統括制御する集中制御形では、末端まで行き届いた細かな制御をすることは、空間的にも、コスト、信頼性の面でも限界がある。それよりシステムをいくつかのサブシステムに分割し、各サブシステムがそれぞれ制御系を構成し、全体として協調的に制御する分散協調形制御方式のほうが有利になる場合が多い。そこで今回、分散制御方式[1]の研究を目的として多軸サーボ系を対象にマルチコンピュータによって分散制御することを試みた。

2. システムの構成

本研究の多軸サーボ系制御対象としては三関節ロボットアームを想定して製作したテスト装置とする(図1)。テスト装置の各関節は負荷、駆動用ステッピングモータとそのドライバー、位置検出用ロータリエンコーダなどで構成されてある。モータと負荷の間にはばねで連結して遅れを生成する。各関節は物理的には接続されていないがその動きはコンピュータのモニタ上で表示することができる。関節の物理的接続がないためアームの長さなどは随意に変えられる。

システムのコントローラとしては本研究室で開発したMC68302[2]内蔵のCPU302ボードを使用する。CPU302は64KBのROM、256KBのRAM、3チャンネルRS-422準拠の同期/非同期シリアル通信インターフェースを内蔵しており、各シリアル通信チャンネルの送信/受信それぞれに対してDMA転送が可能など、すぐれた通信機能をもっている。またI/Oデバイスとしてロジック・セル・アレイ(LCA)XC3042[3]とパルスカウンターPCC120チップをボード上に装着している。本システムではLCAにパルス発生器を構成させる。

CPU302はパルス発生器、ステッピングモータとそのド

ライバー、負荷、ロータリエンコーダ、パルスカウンターなどで一つのフィードバック制御のサブシステムを構成する。

本システムでは4台のCPU302ボードを2つのシリアルチャンネルで単方向通信路の2重リングに接続してマルチコンピュータを構成する。その中の三台はコントローラとして独立の関節制御サブシステムを形成し、もう一台はマスターコンピュータにする。CPU302のもう一つのシリアルチャンネルはモニタとして使用するパソコンのRS232Cと接続して外部とのデータ転送及びにプログラム開発用にする。システムの全体構成図を図1に示す。

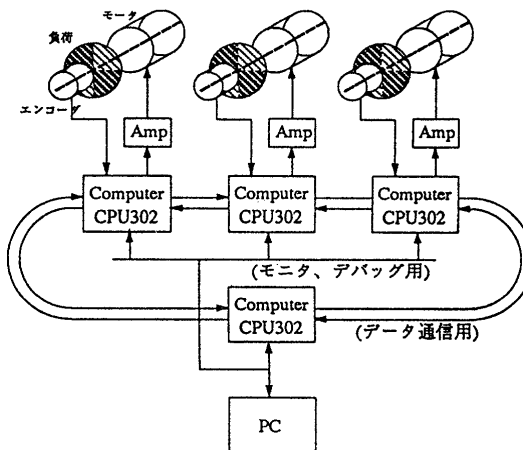


図1 システム全体構成図

3. LCAによるデバイス回路の構成

CPU302システムではステッピングモータ用制御信号・パルス信号生成回路と周辺デバイス用制御信号生成回路をLCA XC3042を用いて構成してある。CPU302がパルスを容易に生成するためにLCAの内部にはレジスタを設け、レジスタの書き込みだけでモータ制御信号とパルス信号を生成することができる。CPU302でLCAの内部回路はMC68302によってROM内に持っているコンフィギュレーション・データをもとにスレーブ・モードでコンフィギュレーションし、設計とおりの回路動作を果たすようにする。本システムではLCAを使用することで周辺回路を簡素かし、実験装置がある程度の仕様変化に柔軟に対応出来ると共に信号生成のハード化によって高速信号生成が出来た。

4. 各要素間の通信

分散制御システムではそれぞれのサブシステムが互いに

The decentralized control system of servomechanism by multi computer

Changhao Gui, Tokushima University

Yoshitaka Yamane, SHIKOKU KAKOKI Co., Ltd

Yoshizo Takahashi, Tokushima University

独立していながら、なお互いに協調的に制御を行うため、システム内部の通信機能が非常に重要である。CPU302は通信プロセッサによって高速のデータ転送を行う事ができる。本システムでは二つの通信チャンネルSCC1, SCC2をHDLCモードでノード間の通信路として使用する。各要素は二つの通信チャンネルでデータ転送路と応答転送路の2重リング転送路を構成する。データ転送は片方向のデータ転送路でパケット転送を行い、応答転送路は逆方向でノード間の応答メッセージの転送を行う。隣接する二つのノードコンピュータは片方向の転送-応答方式でデータ・パケットの送受信を行うので、自分宛でないパケットは次のノードに放送する必要があるが、送受信の信頼性には優れている。システムは転送、受信、送信の順を優先順位にすることによって先に送信したパケットの先着順位を高めると同時に通信路の込み合いを防げる。

5・ロボットアーム制御方法

多軸サーボ系ロボットアームの制御問題は多入力/多出力の問題であるためその制御装置のハードウェア構成としては図2に示すような各種の方法が考えられる。制御対象が大規模になると集中形構成としては空間的な配置が複雑になり時系列の処理を行うため細かい制御を行う時間的な余裕がなく、集中処理のための高度の機能を持つコンピュータを必要とするためコストの面でも優れていない。階層形構成では個々の関節の制御では優れているがそれぞれが生じた誤差が重なってくるため抑え難く、空間的に大規模制御システムの構成が複雑になり、コストの面でも劣れている。ところが分散形構成としては構造が極めて簡単で、システムの拡張が易しく、コストも安い。また、それぞれのコンピュータが協調を取りながら直接それぞれの関節の制御を行うため全体の制御の面でも優れている。各関節の相互作用によってそれぞれの動きには誤差が生じるが、システム全体がその誤差を利用して制御されるため、結局誤差は抑えられる。そのかわりにシステム全体が通信によって協調を取るための適合の通信方式と通信速度が必要である。本研究では分散形構成のマルチコンピュータによる分散制御を行う。

今回の研究で制御対象とするロボットアームは三台の負荷で3関節アームを構成し、各サブシステムが一つの関節を制御することによって全体としてロボット手先の位置制御を行う。各サブシステムは現在の手の位置、自分の位置、目標位置との関係によって制御量を決める。制御量によって制御された新しい関節角度はシステムに放送して知らせる。各サブシステムはほかのサブシステムの動きを把握して新しい制御量を決定する。また、各関節は自分をもとにするので、別の関節の動作に関係なく直接制御位置によって競合的に自分の制御量を決めて制御することで個別の関節の動きが良くなくても全体としての制御は行われる。

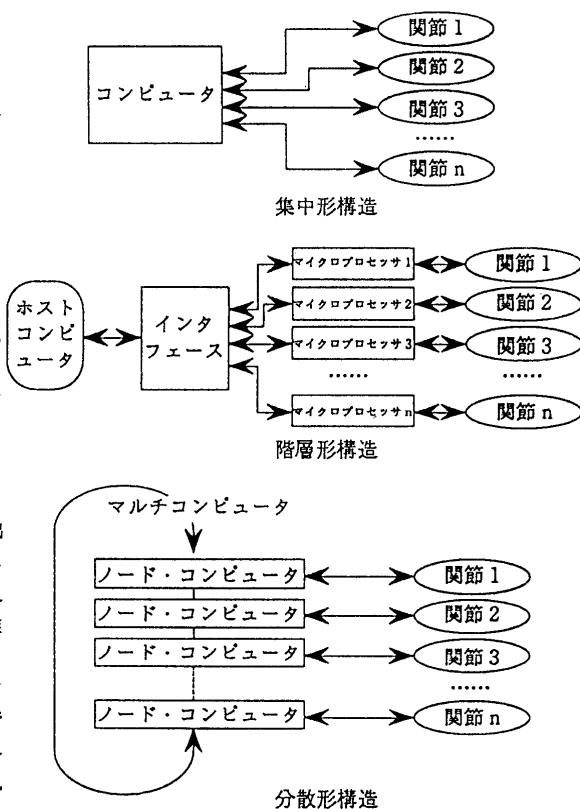


図2 各種ハードウェア構成図

6・おわりに

大規模システムを複数の制御装置で制御する場合、または複数の制御対象物があり、これらを協調させながら一つのシステムとして制御する場合、分散制御の考え方が必要になる。今回目的とするサーボ系ロボットアーム制御においては各制御部分が独立しており、それぞれが位置関係の協調を取りながら制御する分散制御方式を取った。システムの大規模が大きくなるにつれてデータの通信量が増えるので通信の高速化とシステムの制御に必要な通信データを把握する必要がある。

参考文献

- [1]高橋義造編：並列処理機構,丸善社(1989)
- [2]勝山尊生：マルチプロトコル・プロセッサ68302の特徴と構成,プロセッサNo62(1990)
- [3]大倉商事(社):プログラマブルゲートアレイ・データブック(1990)