

自律分散コンセプトと計算機システム

3G-1

鈴木 靖雄¹、森 欣司¹、笠嶋広和²、堀 真司²、伊藤俊彦³¹(株)日立製作所 システム開発研究所 ²(株)日立製作所大みか工場 ³(株)日立製作所機電事業本部

1. はじめに

システムの大規模化やオンライン・リアルタイム化、また、昨今の厳しい経済情勢のもとで、システムに対し無停止、段階的な建設、稼働中の保守という高信頼性、拡張性、保守性への要求が高まる一方である。このようなニーズ、新技術動向を踏まえて開発した新しい次世代制御用計算機システムを用いて、これらのニーズを解決する新しいシステム技術がもとめられた。

そこで、これまで研究・開発を進めている自律分散システムを計算機システムに適用した。

本報告では、自律分散システムと制御用計算機システムへの適用例を紹介する。

2. 自律分散システムの位置付け 分散システムの、コンポーネントであるサブシステム間の関係の面から自律分散システムと従来システムとを比較し図1にそれらの位置付けを示した。図1で横軸の原点から負の方向は異常がないことをコストパフォーマンスで評価する。一方、システム内に異常があることを前提として評価しようとする、部分的にサブシステムがダウンしたとしても残りのサブシステムがいかに機能し続けるかという機能信頼性の考え方が必要となる。制御においてもそれを前提とすると、システムが部分的にでも故障するとシステムを制御できなくなるので、フォールトアボイダンス(故障回避)の対応をとっていた。システム内に異常があることを前提とすると、部分的に故障したとしても残りのサブシステムが制御できるというフォールトトレランスの対応が必要となる。ここで最も代表的な集中システムでは、制御もシステム形態も集中していて、制御の面では、部分故障は直接にシステムダウンにつながるという欠点を有する。このため、正常時コストパフォーマンスで評価される。次にこの集中システムを階層化したものが多層システムである。ここで上位計算機は下位計算機間の協調をとって稼働させるがこの上位計算機がダウンすると下位計算機は協調のないままある程度は制御を続けることができるので、限定的にフォールトトレランス性が保たれるが、やがてはシステムダウンに至る。このパフォーマンスは、集中システムと同様に正常時しか評価できない。集中システムの機能を専門分野別に分けたのが機能分散システムである。各機能ごとのサブシステムは、機能の実行順序に従って動かされ機能間で協調がとれているが、サブシステムがダウンすると実行順序が断ち切れ制御の続行ができなくなり、システムがダウンする。

3. 自律分散ソフトウェアシステム 部分故障があるとシステムダウンを引き起こすという従来システムの共通の欠点を解決するために開発したのが自律分散システムである。自律分散システムは、生物細胞のように全く均質で、親子関係のない平等性を有し、ローカルな情報で稼働できるシステムである。自律分散システムは、いかなる部分がダウンしたとしても、残りのサブシステムが協調をとって制御し続け、機能を発揮し続けるシステムであり、この性質を自律可制御性と自律可協調性とであらわすことができる。この自律性を満たす条件は構造的な均質性、制御/被制御のない平等性、ローカルな情報だけで稼働する局所性である。さてこれを満足するメカニズムを導きだすと、ソフトウェアの単位がそれぞれインテリジェンスを持ち自分で判断し、自分で動ける単位である核構造、その単位が動くときに他から制御されるのではなく、自分で動くというデータ駆動、サブシステムが互いに協調できる場であって、データのながれる場であるデータフィールドのそれぞれである。

Autonomous Decentralization Concept and Computer System

Yasuo Suzuki¹, Kinji Mori¹, Hirokazu Kasashima², Shinji Hori², Toshihiko Itou³¹Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd. ²Omika Works, Hitachi, Ltd.³Industrial & System Dept., Hitachi, Ltd.

4. 自律分散計算機システム 計算機システムに適用した自律分散システムの特長を従来システムと比較して図2に示す。(1) ネットワーク 従来の計算機システムでは、制御対象の物理的な分布に対応させただけで、管理は中央集中であり、サブシステムの機能は単に端末機器(I/O:入出力装置)の関連処理などの単純機能であり、中央の計算機からすべての端末をリモートコントロールし、データのすべては、中央に集めて管理する中央集中システムのアーキテクチであった。これにたいして、自律分散システムではI/O処理に必要なデータの取り込み、演算、などを自分で行なうI/Oコントローラと呼ぶCPUを持ち、アプリケーション側ではフィジカルなI/O処理を意識する必要がない。さらに、アプリケーションプログラムは、前述した機能モジュールとしてデータフィールドインタフェースで稼動できるため、

ネットワークに接続されたどのCPUにインストールされても稼動でき、プログラム単位での多重化、増改造、拡張が容易である。(2) プログラム間リンケージ アプリケーションプログラムの処理実行単位であるタスク間のリンケージでは、従来システムでは必ず相手のタスク名を指定して起動し、それ以前にその相手に渡すデータを共有ファイルに書き込んでおく方式であった。これにたいして自律分散システムでは、アプリケーションプログラムの処理単位である機能モジュール(タスク)は処理した結果のデータに機能的な意味内容を表す内容コードを付けて、ACPに渡し処理を終了する。ACPはこのデータをデータフィールドに流し、また、流れてきたデータを必要とする機能モジュールを捜して、このデータを渡す。したがって、機能モジュール相互では直接の関連が全くない。このことがモジュール間を疎結合化しているため、障害の波及防止、構成変化の影響阻止の効果がある。(3) ファイルアクセス 従来システムでは、各アプリケーションプログラム間で、共通のデータベース(ファイル)を持ち、これの読み書きで処理を行なっている。したがって、ファイルの競合管理、処理の同期管理などの集中管理が不可欠であった。自律分散システムでは、機能ファイル自らが必要なデータを取り込んでおいて、他のモジュールが必要とするときにそのデータをデータフィールドに流す。

6. おわりに 自律分散システムは、各々が自律性を持ったサブシステムからシステムを構成することにより、部分的にダウンしたとしても、また、部分的に拡張、保守がなされたとしても他の部分は機能し続け、フォールトトレランス性、オンライン拡張性、オンライン保守性を可能とするものである。このシステムを計算機システムに適用し、アーキテクチャ指向のソフト・ハード両面のフォールトトレランス性の効果が得られた。さらに、ビルディングブロックによりシステムを構築できるので、動的な柔軟性に富むフォールトトレランス性が可能となった。

参考文献 1) 森, 他:「自律分散概念の提案」 電学論-C, 104巻, 12号(昭59-12)

2) K.Mori et al.: "Autonomous Decentralized Software Structure and Its Application", Fall Joint Computer Conference, Nov. 1986, p.1056

3) 中井, 森:「自律分散システム技術の制御分野への適用の現状」 電学誌, 109巻, 11号(平成元年11月)

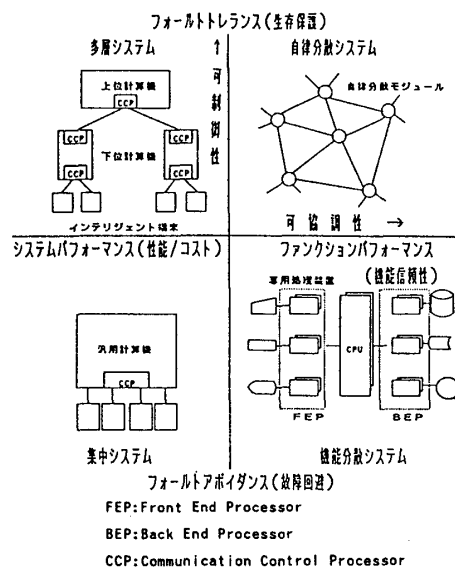


図1 自律分散システムの位置付け

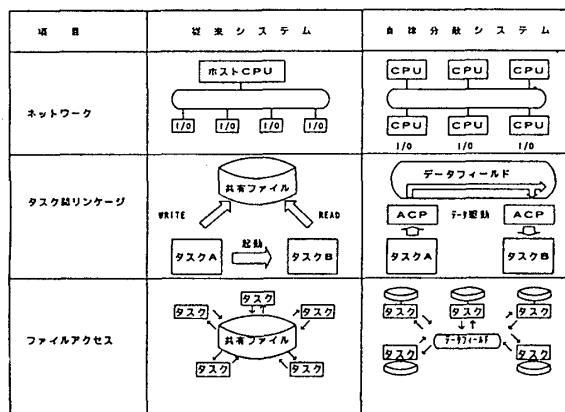


図2 システム構造の比較