

適用形態を考慮した分散処理システムのモデル化

1 M-1

中川路哲男, 佐藤 文明, 谷林 陽一, 今井 功, 水野忠則

三菱電機 (株) 情報電子研究所

1 はじめに

小規模の計算機を多数ネットワークに接続し、分散して処理を行なう分散処理システムは、コストパフォーマンスの良さや拡張性などから、そのニーズが高まっている。シーズ面においても、半導体技術の急速な進歩による計算機の高性能化、低価格化と、LAN, ISDN などのネットワーク技術の進歩により、ハードウェア技術も整いつつある。

しかし、一口に分散処理システムといっても適用される形態によって交換されるデータの量や頻度がまちまちであるため、適用形態に依存しない汎用的な分散処理システム構築手法を確立することは困難であった。

ここでは、適用形態を考慮した分散処理システムのモデリングを行なった結果について報告する。

2 分散処理システムのモデリング

分散処理システムの実現においては、利用者に提供すべき位置透過性、移動透過性などの分散処理機能と、それを実現するための機構を明確にするために、オブジェクト指向のアプローチを用いてモデル化することが広く行なわれている。代表的なモデルとして、ISO で検討されている ODP (Open Distributed Processing) でのモデルを図 1 に示す [1]。

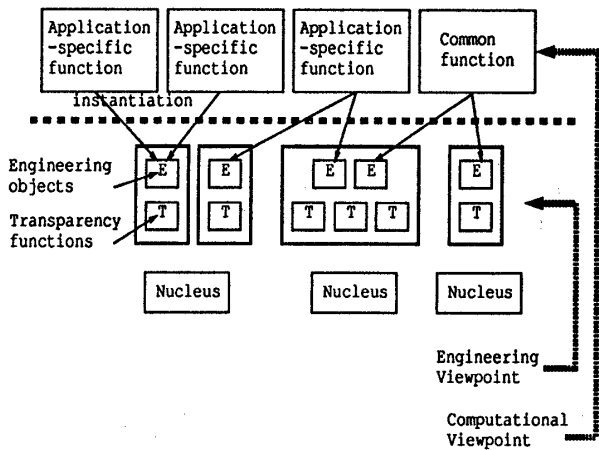


図 1: ODP での分散処理システムモデル

ここでは、分散透過性が提供される視点を Computational Viewpoint と呼び、応用業務に対応する各種の Application-specific function が存在する。また、その分散

Modelling of a distributed processing system taking account into the applicaion.

Tetsuo Nakakawaji, Fumiaki Sato, Youichi Tanibayashi, Isao Imai, Tadanori Mizuno
 Computer & Information Systems Laboratory, Mitsubishi Electric Corporation

透過性を実現する視点を Engineering Viewpoint と呼び、上記の function から生成されたインスタンスとしての Engineering Object が物理ノード上に存在し、分散透過性を実現する Transparency function を利用しながらメッセージを交換することで、情報処理業務が実行される。

分散処理システムの実現モデルの検討は、この Computational Viewpoint と Engineering Viewpoint の対応や、オブジェクトと物理システム構成との写像方式を検討することである。現在までに発表・実現されているのは、主にオブジェクトの存在単位が物理ノードに閉じた、以下のような方式であった。

(1) メッセージ交換方式

各ノード毎に、データを持つオブジェクトが存在して、そのオブジェクト間でメッセージを交換する方式であり、現状の RPC[2] による分散処理システムはほとんどこの方式である。オブジェクトというまとまった単位が物理ノード上で閉じているため制御が簡単であるが、その最適配置による処理効率の向上や物理ノードの障害時の対処を考慮する必要がある。

(2) オブジェクト交換方式

オブジェクト間でオブジェクト、すなわちデータとそれに対する操作手続き全体を交換する方式であり、プログラムそのものを送ることに相当する。実際のシステムでいえば、PostScript のプリンタなどである。オブジェクト自体を送るためメッセージ量を節約でき、また、物理ノードの障害時にも、別のノードで処理を行なわせることも可能である。ただし、オブジェクトの受信側でそのオブジェクトにメッセージを送って処理を行なうために、実行効率の低下を伴う場合が多い。

これらの方式では、一つのオブジェクトが一つの物理ノード上に存在するため、オブジェクトの実現機構は容易であるが、処理効率や信頼性の向上を図ることが困難であった。我々は、Computational Viewpoint において単一のオブジェクトと見せることが可能であれば、一つのオブジェクトを複数の物理ノード上に分散させて実現させた方が処理効率や信頼性の最適化が図れることに着目し、以下の 2 つの方式を提案する。

(3) オブジェクト分散/データ分散方式

一つのオブジェクトを、そのデータ、操作手続き共に複数の物理ノードに分散させる方式である。各物理ノードには、データや操作手続きの一部が断片的に存在することになるが、それはオブジェクト内部の機構であり外部には隠蔽される。実際のシステムでいえば、各システム毎に表の一部を持ち、全体で一つの RDB に見せる分散データベースが相当する。ただし、分散データベースはデータのみ分散であり、SQL などの操作手続きは分散されていないわけではない。この方式では、データと

表 1: 特性とモデルとの適性評価

特性	(1) メッセージ交換方式	(2) オブジェクト交換方式	(3) オブジェクト分散/データ分散方式	(4) オブジェクト分散/データ複製方式
メッセージに付随する情報の量増大時の適応可能性	△	○	△	△
オブジェクトの持つデータの量増大時の適応可能性	○	×	○	○
メッセージの発生頻度増大時の適応可能性	×	×	○	○
高い信頼性の実現可能性	×	○	△	○
処理並列性などの最適化可能性	×	○	○	○
障害からの回復実現容易性	×	○	○	○
更新操作増大時の適応可能性	○	○	△	×
メッセージに対する操作処理量	○	×	△	△

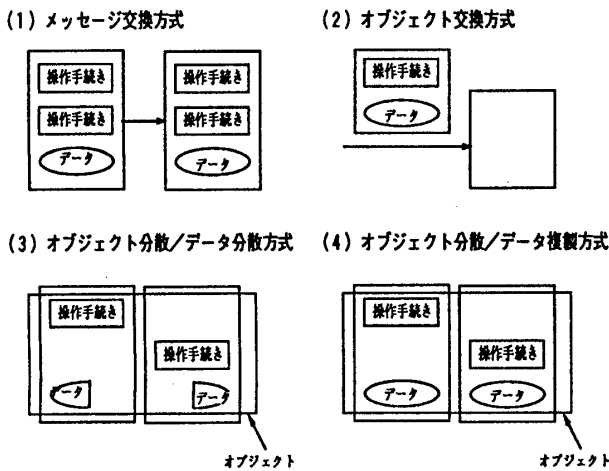


図 2: 分散処理システムの実現モデル

操作手続き及びそれらの複製を最適に分散配置することによって信頼性と処理効率の向上が期待できる反面、その最適が困難であることや、オブジェクト内部の制御機構が複雑になるという欠点がある。

(4) オブジェクト分散/データ複製方式

(3)の方式のバリエーションであるが、オブジェクトの存在する複数の物理ノードでデータの複製をすべて一様に保持する方式である。操作手続きのある物理ノード上に必ずデータがあるので、処理自体は物理ノード内で行なわれるため実行効率が高いことと、各物理ノード上にデータの複製があるため信頼性が高いことが長所である。反面、データの更新が頻繁に行なわれる場合に一貫性の保証が複雑になることや、各物理ノード上で保持するデータ量が増大するという欠点もある。

3 適用形態による特性と各方式との適性評価

2.で述べた各種の方式はすべてのシステムで同一ではなく、分散処理システムの適用形態の特性に応じて検討されるべきである。例えば、ビジネス系のアプリケーションは、オンライントランザクション処理が主流であるため、大量の

データに対して少量のメッセージが多発する形態である。一方、OAのような非定型業務においては、多量のメッセージが発生するがそれほど頻度は多くなく、また実行効率もさほど問題にならない。また、オンライン制御系では、少量のデータに対して少量のメッセージが発生するが、実行効率及び信頼性は高いものが要求される。

上記4つの方式と、分散処理システムの特性ととの適性評価を、以下の観点から行なった結果を表1に示す。

1. メッセージに付随する情報の量
2. オブジェクトの持つデータの量
3. メッセージの発生頻度
4. 要求される信頼性
5. 処理並列性
6. 障害からの回復実現
7. 処理の検索/更新
8. メッセージに対する操作処理量

表1より、多量のメッセージが頻繁に交換される適用形態においては、従来の方式(1),(2)よりも方式(3),(4)の方が処理効率や信頼性の面で最適化を図る可能性があることがわかる。特に、資源の更新操作を含む場合には、方式(3)が有効と考えられる。ただし、方式(3)においては実現機構が複雑になり、機構の複雑さゆえに最適化が図れない可能性もある。方式(3)の実現上の課題と実現機構については、[3]で述べる。

4 おわりに

本稿では、適用形態の特性に対する分散処理システムモデルの適性評価について述べた。今後は、プロトタイプの実装などを通じてより詳細な検討を行なう予定である。

参考文献

- [1] ISO/IEC JTC1/SC21/WG7 N309, ODP - Structuring and Functions, ISO, 1991.
- [2] A.D.Birell and B.J.Nelson, "Implementing Remote Procedure Calls", ACM Trans. on Computer Systems, Vol.2, pp.39-59.
- [3] 谷林, 佐藤, 中川路, 水野, 分散処理環境におけるオブジェクト実現方式, 情報処理学会第44回全国大会, 1M-6, 1992.