

3U-7

稠密処理システム GALAXY での  
オブジェクト管理

太田昌孝、前川 守、河内谷清久仁、濱野 純  
(東京大学)

1. はじめに

これからの人間と計算機との係わりかたとして、稠密処理というものを考え、これに基づいて作成されている GALAXY OS について、その基本的な概念である、オブジェクト処理について述べる。

2. 稠密処理とは

これまでの電子計算機の利用の発展を眺めると次の3期に分けることができる。

- 第一期(1950年代まで) バッチ処理
- 第二期(1960年代まで) TSS処理
- 第三期(1980年代前半まで) 分散処理

我々は現在第四期の入口に立っているわけである。我々は、第四期は稠密処理(ホロニック・プロセッシング: Holonic Processing)の時代になると考え、その概念を提案するとともにその実現を計るものである。図1をみても分かるように、第四期においては多数の計算機が稠密に分布することになる。この各計算機を銀河の恒星にみたてて、システムを GALAXY と名付けた。Holonic は Holon という言葉の形容詞形で、ギリシャ語で全体を意味する Hols という言葉と、個を意味する on という言葉を組み合わせた、イギリスのケストラーという人の造語である。その意味は多くの個からなる全体があたかも一つの個のように振る舞うと共に、個を見れば全体が反映されているといった組織体のことである。生物体などはこれに近いものであり、我々が第四期に抱く、生物体のように柔軟で有機的なシステムのイメージを表現するのに適切な言葉である。

表1に、第一期から、第四期までの処理形態の変遷が示されている。この表から、計算機使用形態は、いろいろ

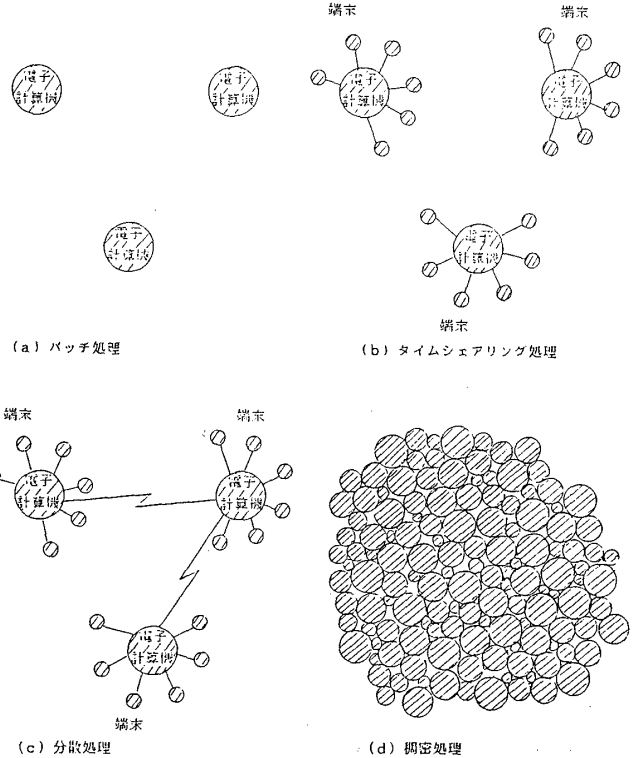


図1. 第一期から第四期までの処理形態

期	処理形態 (応答性)	人間とコンピュータの 主従関係	情報の共有 統合性	情報の種類	利用者の 作業支援	利用層 の拡大	インタ フェース	システム の柔軟性	情報の公 開と保護	典型的電子計 算機システム	必要な技術
第一期 (バッチ処理) (劣悪)	集中一括	人間が従	1台の電子計算機システムの情報のみ利用可	プログラム、データ(形式的な文字データ)	形式的な単一作業	EDP及び大規模技術の利用者殆ど無視	人間とのインタフェースは	硬	考慮されていなかった	メインフレーム	バッチオペレーティングシステム
第二期 (タイムシェアリング処理)	時分割(良)	サービス向上したが依然人間が従	1台の電子計算機システムの情報のみ利用可	プログラム、データ、メッセージ(形式的な文字データ)	形式的な単一作業	プログラマ	マンマシン・インタフェースはコマンド体系の統一などで向上	硬	簡単な保護機構	メインフレーム、端末	タイムシェアリングオペレーティングシステム
第三期 (分散処理)	通信技術の導入(良)	パーソナルコンピュータの導入	電子計算機間で情報の転送が可能	プログラム、データ、メッセージ(形式的な文字データ)	複数の形式的な作業	単純作業のオペレータにより個人業務支援のマンマシン	マルチウィンドウ、アイコンなどは	若干の柔軟性	暗号技術による情報保護	メインフレーム(ミニコン)、端末、ネットワーク	ネットワーク
第四期 (稠密処理)	問題発生地点での処理を行うと共にシステムで用いる。問題の発生を直ちに知らせる。(優)	人間が全システム、機能	利用者は全ての情報があたかも自らの手にあるように利用できる。トランスバアレントな全体システム。真の情報化社会	画像、図形、音声文字を統合する形式的、非形式的なマルチメディア情報	利用者の業務(企画、専門設計、文書作成等)全面支援。形式的な作業は言うに及ばず、人間の思考形成の支援	各分野の業務(企画、専門設計、文書作成等)全面支援。形式的な作業は言うに及ばず、人間の思考形成の支援	人間と人間とのインタフェースとなる。	高い柔軟性(負荷を拡散、情報を分散、高い信頼性)	情報はできただけ公開、開すると共に真に保護すべき情報は厳密に保護する。コンピュータ利用をできるだけ万人に解放する。	ワークステーション、マルチメディアネットワーク	稠密オペレーティングシステム

表1  
稠密処理の特徴

Object Management of GALAXY Holonic Processing System  
Masataka Ohta, Mamoru Maekawa, Kiyokuni Kawachiya, Jun Hamano  
University of Tokyo

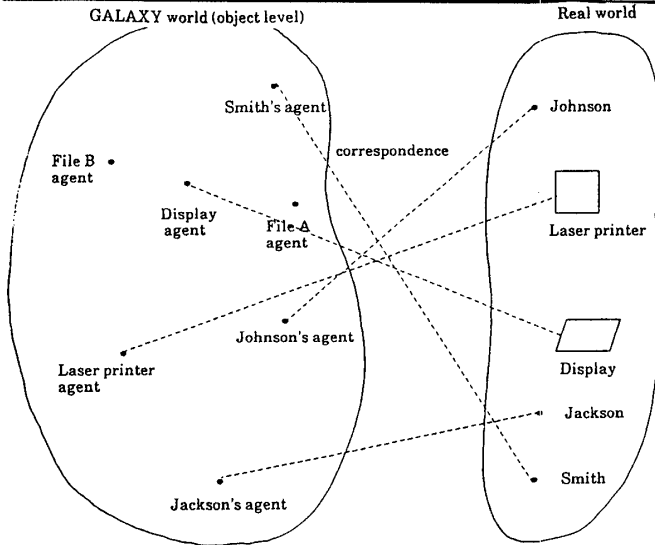


図2. GALAXYの世界

るな制限をなくし、利用者と計算機が自然にふれあえるようなトランスペアレントなものになっていく傾向がうかがえる。もうひとつの傾向は、システムの各要素が知的で、自律的なものになってきたことであり、このような要素を扱うには、オブジェクト処理の考え方がOSレベルでも必要となってくる。

3. オブジェクト処理の考え方

分散処理システムにとって重要なのは、その構造が利用者の環境に直接対応していることである。これは、ネットワークが人間の活動にとっての下部構造であることからもうなずける。このために、GALAXYOSは、末端利用者にとっては、自律的なオブジェクトの集合として見えるようにデザインされた。

在来型のOSでは、基本的には、ファイルとプロセスの考えしかないが、GALAXYOSでは、図2に示すように現実世界の様々な要素に対応して、そのエージェントとなる種々のオブジェクトが存在する。オブジェクトとしては、いかなる自律的なものも許される。図3のオブジェクト間の関係は、論理的なものであり、後で述べる位置トランスペアレンシにより、実際の物理的な位置はどこにあってもかまわない。

代表的なオブジェクトのタイプとしてはつぎのようなものがある

- ユーザオブジェクト  
末端利用者に対応するオブジェクト
- デバイスオブジェクト  
プリンタ、ディスプレイなどの物理的な装置に対応するオブジェクト
- システムオブジェクト  
GALAXYOSの各種機能を提供するオブジェクト
- ファイルオブジェクト  
通常のファイルに対応するオブジェクト

このように、現実世界に対応するオブジェクトを用意することにより、利用者は自分の周辺の論理的環境をGALAXY内部でもそのまま利用することができる。

4. トランスペアレンシ

利用者がシステムの色々な事情によって不合理な制限を受けないようにするために、トランスペアレンシという考えを導入した。GALAXYOSでは、オブジェクト管理に際して、次のようなトランスペアレンシを考える。

- 位置トランスペアレンシ
- 障害トランスペアレンシ
- 性能トランスペアレンシ
- 多重化トランスペアレンシ
- 並列性トランスペアレンシ

位置トランスペアレンシとは、オブジェクトの実体の物理的位置が、どこにあっても構わないということで、その名前と位置を完全に独立に指定できることである。障害トランスペアレンシとは、ディスク、ターミナル、CPU、通信回線などの故障に対して、システムの可用性が、保たれるということである。性能トランスペアレンシとは、分散処理による通信のオーバーヘッドによる性能の低下が起きないということである。多重化トランスペアレンシとは、後でのべる種々の理由により必要となる一つのオブジェクトの複数のコピー（レプリカ）が、統一的に扱えるということである。

これらのトランスペアレンシを実現するうえで基本的なものが、位置トランスペアレンシと、オブジェクトの多重化（リプリケーション）である。たとえばあるオブジェクトを作成するためのディスク装置が故障していた場合、位置トランスペアレンシにより、他のディスクを問題なく利用できる。また、必要な情報を含んだディスクが使用不能の場合、多重化により、その情報の他のレプリカを使用すればよい。また、物理的に遠くにあるオブジェクトのレプリカを局所的に作成することにより、アクセスの手間を減らせる。多数のレプリカを統合して扱うためには、オブジェクトの位置トランスペアレンシが必要である。

5. オブジェクトの管理の方法

オブジェクト管理の高位の部分である名前の管理の問題は、他の発表で述べるためここでは触れず、低位の問題である、レプリカの管理方法について、述べる。

GALAXYでは、多数のレプリカを多少の障害のもとでも多重化トランスペアレンシを保って管理する必要がある。GALAXYで多重化されるオブジェクトは、高位のディレクトリなどの、たびたび読まれはするが、更新の頻度は低いものが多いと考えられる。そこで基本的には、読みだしは任意のレプリカから、書き込みはすべてのレプリカに行うことにする。ただしこのままではあるオブジェクトのレプリカを含むすべてのプロセッサノードが動作中でないかぎり、オブジェクトの書き換えがおこなえない。そこで、つぎのような方法をとる。

まず、システム中にいくつかのノンストップノードを考える。これは、障害によらず、24時間中動作し続けるノードである。もしあるオブジェクトのレプリカが、あるノードのダウンにより実行できなくなった場合、目標のノードへ書き込むかわりに、適当なノンストップノードに、書き換えるべき情報を登録しておく。これによりダウン中のノードの情報の書き換えが行われたとみなす。この後ダウンしていたノードが、再び立ち上がった場合、そのノードはノンストップノードにダウン中にどのような情報の書き換えが起こったか問い合わせ、その情報を自己のもつレプリカに反映する。これによって、ある程度の障害のもとでの、レプリカの書き換えが行える。

ノンストップノードの実現と、そこへの通信回線の確保は、ハードウェアの多重化によって実現することが可能である。

6. まとめ

第4期の計算機利用技術として、稠密処理システムGALAXYについて、解説した。GALAXYにおいてはオブジェクトの考えと、トランスペアレンシの考えが重要であり、そのためのオブジェクトの複製の管理に工夫が必要である。