

マルチエージェントの協調による動的な負荷分散支援

3L-3

佐伯俊彰†

三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1. はじめに

分散環境上に分散配置された情報資源に対して断続的に同時多発する多種多様な情報検索、問題解決、サービス提供等の処理要求を高速に処理するためには、上述処理要求を処理する複数のプロセス間の協調連携が必要である。

そこで、その協調連携処理を実現するために、細かい指示を与えなくても必要な処理を自ら判断し実行する機能を代理人として上述プロセスに代わって果たす複数のエージェントを協調させることにより、上述処理要求を複数のプロセスに負荷分散する負荷分散機構を現在開発中である。本論文では、その概要について述べる。

2. 課題

複数のエージェントを協調させて上述負荷分散を行なうためには、エージェントによる上述処理要求を処理するプロセス(以後、タスクプロセスと称す)の稼働状況をエージェントが把握し、エージェントが行なう協調処理に対するタスクプロセス側の要求や意向をエージェントが受け入れる機構が不可欠であるが、従来技術[1]では、それらを実現するのは困難である。

そこで、本システム開発では、

- ・ α) エージェントの協調処理に対するタスクプロセスの要求や意向のエージェントへの伝達あるいは指示
- β) エージェントによるタスクプロセスの稼働状況の把握とその稼働状況に応じた協調処理の実行制御
- γ) マルチエージェントの協調による複数のタスクプロセス間の協調連携処理を含むタスクプロセスの実行制御

を実現するエージェントと、

- ・ 上述エージェントをベースにした上述負荷分散を実現する負荷分散機構

の提供を課題として設定した。以下、順を追ってこの課題を解決する解決策について詳述する。

3. エージェント

分散環境上に分散配置された情報資源に対して断続的に同時多発する多種多様な情報検索、問題解決等の処理要求を実行する複数のタスクプロセス間での協調連携処理を実現する協調機構を、タスクプロセスとその協調機構の実行制御の管理を行なうメタ制御管理機構に接続して、自律的に動作する計算実体とすることにより、上述課題を解決するエージェントを構成する(図1)。

図1に示すように、エージェントは、以下に示す3つの独立した構成要素により構成する。

- 1) 自律した判断をして複数のタスクプロセス間での協調連携処理を行なうためのエージェント間の協調処理を実現する協調機構
- 2) タスクプロセスの稼働状況の把握、エージェントとタスクプロセスの接続制御、タスクプロセスと協調機構の実行制御の管理を行なうメタ制御管理機構

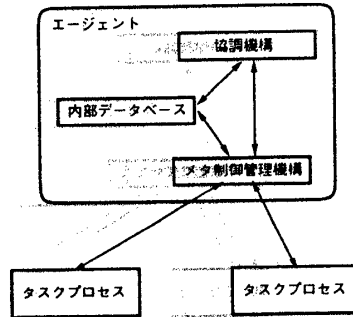


図1 エージェント

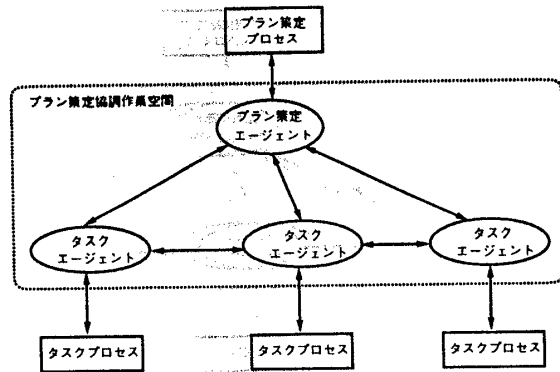


図2 プラン策定機構

- 3) 協調機構あるいはメタ制御管理機構において利用する内部情報を格納する内部データベース

4. 負荷分散支援

本負荷分散機構は、上述処理要求を以下に示す4つの負荷分散戦略を適宜状況に応じて使い分けて、限られた数のタスクプロセスへ負荷分散する。

4. 1 負荷分散戦略

- 1) タスクプロセスにおいて同じ処理を繰り返し実行しない [第一プラン策定]。
- 2) 処理要求を処理するための実行モジュールの実行回数を極力低減する [第二プラン策定]。
- 3) タスクプロセスのアイドル状態を極力少なくなるようにする [第三、四プラン策定]。
- 4) 作成した処理プランの実施途上発生する進捗遅延等による処理の優先順位の著しい逆転を極力抑制する [プラン調整]。

4. 2 プラン策定機構

プラン策定機構(図2)は、ユーザあるいはタスクプロセスの要求に応じて、適宜第一プラン策定~第四プラン策定からなる三つの基本戦略を使い分けて上述負荷分散を行なう(ボトムアップ方式による負荷分散)。

[第一プラン策定]

プラン策定プロセスにおいて受け取ったユーザからの処理要求が、処理済みであるのか、処理中であるのか、未処理であるのかを判定する。プラン策定プロセスは、未処理と判定されたものあるいは再度実行が必要な処理

† A Dynamic Load Distribution with Autonomous Multi-Agent Collaboration  
Toshiaki Saeki  
MITSUBISHI ELECTRIC CORP.  
5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247, Japan

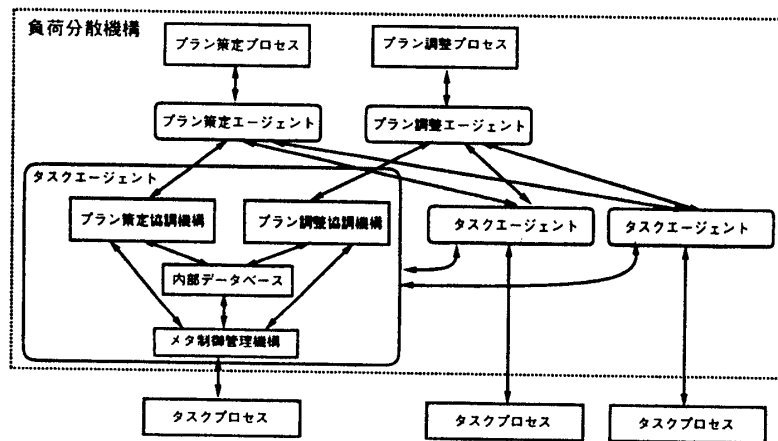


図3 負荷分散機構

要求の処理プランの策定と実行をプラン策定エージェントに指示する。

#### [第二プラン策定]

プラン策定エージェントは、タスクプロセスに代わってタスクプロセス間の協調連携処理を実現する図1に示すエージェント（以後、タスクエージェントと称す）と協調して、プラン策定プロセスの要求に応じて、タスクプロセス内の実行モジュールの起動回数の低減を目的として処理要求のタスクプロセスへの割当を行なう。タスクエージェントは、メタ制御管理機構を通してタスクプロセスの稼動状況をチェックして、プラン策定エージェントより引き受け要請のあった処理要求の引き受けが可能であるかどうかを判定し、引き受けが可能と判断するとその引き受け要請のあった処理要求を引き取りメタ制御管理機構を通してタスクプロセスへ引き渡す。引き受けが可能な処理要求とは、タスクプロセスが抱えている処理要求へのデータの追加あるいは制御パラメータの変更のみにて処理が可能で新たな処理要求として扱う必要のない処理要求であると同時に、別処理要求として処理する場合に比べて実行モジュールの起動回数を低減することができる処理要求をいう。

#### [第三プラン策定]

プラン策定エージェントは、割り当てられた処理要求をすべて処理したタスクプロセス、すなわちアイドル状態であるタスクプロセスの割当要求に応じて、第二プラン策定でタスクプロセスへの処理要求の割り当てができなかった処理要求を、その要求を出したタスクプロセスに割り当てる。

#### [第四プラン策定]

第四プラン策定は、第二プラン策定でタスクプロセスへの割り当てができなかった処理要求をプラン策定エージェントが持ち合わせていない場合に、アイドル状態のタスクプロセスから割当要求をプラン策定エージェントが受け取った場合に起動がかかる。プラン策定エージェントは、要求に応じて他のタスクプロセスの抱えている処理要求を分割してその一方を要求を出したタスクプロセスに割り当てる。

#### 4.3 プラン調整機構

各タスクプロセスは、プラン策定機構において策定したプランにしたがって行動するが、作成プランには処理の不確実性が内在するため、最後までそのプラン通りに処理を実行していくことが正しいとは限らない。例えば、WWWの情報検索の場合、検索対象マシンのアクセスに手間取ったり、データ量が他のWWW文書に比べて非常に多いURLの検索をたまたま多く抱え

ているときは、割り当てられた検索プランの進捗が他の検索プロセスに比べて著しく遅れることがある。このように、あるタスクプロセスの進捗が他のタスクプロセスの進捗に比べて著しく遅れる場合、処理要求のプラン策定プロセスの受付順である実施順位が下位の処理要求の方が上位のものより先に処理される可能性が高い。よって、このような状況を極力回避することを目的として、プラン調整機構が強制的に割り込みをかけて、タスクプロセスが抱える処理要求を調整する（トップダウン方式による負荷分散）。プラン調整機構は、図3に示すようにプラン調整プロセス、プラン調整エージェント、タスクエージェントから構成される。プラン調整は、以下のようにして行なう。プラン調整プロセスは、定期的にプラン調整エージェントにタスクプロセスの処理の進捗状況を報告させ、その報告に基づき、タスクプロセスが抱えている処理要求の実施順位である実施IDの最小値が他のタスクプロセスの実施IDの最大値よりも大きいタスクプロセスを発見すると、直ちにプラン調整エージェントに調整を指示する。プラン調整エージェントは、発見された複数のタスクプロセスを管理するタスクエージェントと協調して、調整すべきタスクプロセスを決定し、そのタスクプロセスを管理するタスクエージェントにプラン調整を指示する。タスクエージェントは、プラン調整エージェントの指示にしたがって、指定されたタスクエージェントと協調してタスクプロセスが抱えている処理要求を実施IDに基づいて実施順位の上位のものから互いに取りあって、再度そのタスクプロセスに割り当てる。

#### 4.4 負荷分散機構

負荷分散機構は、図3に示すように上述プラン策定機構とプラン調整機構を統合することにより構成する。

また、タスクエージェントは、プラン策定とプラン調整のための2つの独立した協調機構を1個のメタ制御管理機構にリンクさせて構成する。このことにより、プラン策定とプラン調整のための協調処理を同時並行して行なうことが可能である。

#### 5. 今後の予定

上述エージェントをベースとする負荷分散支援機構を、インターネット上に分散配置されているWWWへの断続的に同時多発する情報検索に対して適用しシステムの実用性を評価する予定である。

#### 参考文献

- [1] 宮崎, 他: "自律協調分散システム Noah における協調機構", 情処学第48回全国大会, pp.4-15,16(1994).