

モバイルエージェント間通信のトラフィック

能登 正人 (神奈川大学大学院工学研究科・助教授)

1 はじめに

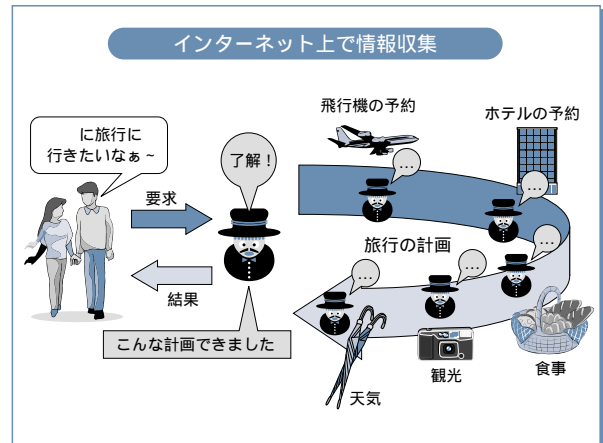
近年のネットワーク技術の急速な発達により、コンピュータの利用形態は、単体で使用するというよりも、インターネットやLANなどのネットワークを介して使用する環境になった。特に、光ファイバや非対称デジタル加入者線 (ADSL) を利用したサービスなど、定額制によるブロードバンド (大容量高速通信) 回線の普及を背景に、比較的容易に大容量データを扱うことが可能となり、インターネットの利用者は急激に増加している。また、ネットワーク端末の小型化により、携帯電話に代表される移動体通信からもネットワークに接続することが可能となっており、利用者の増加により通信量が増大している。そのため、高品質な画像や音声などといった大容量データを扱う場合には、ブロードバンド時代といえども通信トラフィックの性能評価を事前にきちんと実施し、有線無線に関わらず効率よくデータをやり取りする必要がある。

このような背景のもと、ソフトウェア基盤技術においても、時代の要請に応じた新しい研究テーマが生み出されてきている。エージェント技術もその一つであり、高品質で信頼性の高い分散型ソフトウェアを構築するための新しいソフトウェア構造モデルとして期待されている⁽¹⁾⁽²⁾。以下、モバイルエージェントと呼ばれる移動性を有したエージェントに着目し、モバイルエージェント間通信のトラフィック特性について述べる。

2 モバイルエージェント

2.1 エージェントと分散制約充足

エージェントは、周囲の環境に応じて自らの目標を設定し、この目標のために活動する計算機上のプログラムであり、自律性、協調性、柔軟性、移動性などの擬人的な性質を持つ新しいソフトウェア構築方法論におけるソフトウェアの構成単位である。エージェント技術の進展は著しく、最近では、エージェント自体が利用者の代理人としてネットワーク上を自律的に移動しながら特定の



タスクを遂行するモバイルエージェントと呼ばれるコンピュータ間の自律的移動性を有したプログラムが容易に開発できるようになってきた。しかし、その反面、通信トラフィック特性をこれまで蓄積されてきた知見から理解することは困難になってきている。したがって、エージェントの移動性までを考慮したトラフィック特性を評価する方法論を早急に確立する必要がある。そのためには、当面はその基礎となる知見を種々のケーススタディを通じて蓄積する必要があると考える。

本稿では、そのケーススタディとして、分散制約充足を取り上げる。分散制約充足は、その基礎となる制約充足問題⁽³⁾の各変数をネットワーク中の各エージェントが決定すべきものとして分散化させたものである。すなわち、各エージェントが近傍のエージェントと通信しあいながら全体的な制約を満たすように自らの状態 (変数の値) を決定する問題である。これは十分に抽象的で簡明なモデルである一方、エージェントの行動が事前に静的には決められておらず、周囲の状況に依存して機会主義的に動的に決定される点で十分に複雑な計算モデルであるといえる。最終的に確立されるべき方法論は、少なくともこのモデルについても有効に適用可能であることが必要条件となるであろう。したがって、本研究では、最初に取り組みべきケーススタディとして分散制約充足が適切であると判断した。

2.2 モバイルエージェントの特徴

モバイルエージェントを用いてコード転送し、それぞれのホストでその転送されたコードを実行するためには、セキュリティ保護、障害対策、トラフィック増加、管理の手間の増加といった問題が複雑化する。しかしながら、不安定で間欠的な通信路を常時使用する必要がなく、通信コストの削減が可能となるなどメリットが大きい。その理由は、従来のクライアント/サーバ方式とモバイルエージェント方式の二つの処理形態を比べることにより、容易に理解することができる。

クライアント/サーバ方式では、毎回の要求と応答がネットワーク上を行き来するため、ホスト間の接続は、常時維持しなければならないのに対して、モバイルエージェント方式では、エージェントが移動するときだけ接続を確立すればよい。これは、電話回線でモデムを利用する場合の通信や、無線を利用しているため接続が不安定な携帯電話、移動体通信などの通信形態にとっては非常に有利である。

3 エージェントの移動と通信量

現在、エージェントの移動性と分散制約充足を関連付けた研究例はないため、研究の第一歩として、いつ・どこへ・どのような目的でエージェントを移動させるかという問題に対して、基本的な考察・検討をする必要がある。エージェントが移動する条件として考えられる基本的なものとしては、「時間による移動」「準局所最適時の移動」「メタレベルからの移動要求」「計算負荷による移動」「通信量による移動」などがある。その中から、本稿では、実ネットワーク中を流れる総通信量を抑制する目的で移動するケースである「通信量による移動」に焦点を当てる。そして、分散制約充足を行う協調システムに基づくエージェント間通信モデルを構築し、計算機シミュレーションによりこのモデルに基づく移動が総通信量に与える効果について定量的な評価をする。シミュレーション実験では、分散制約充足問題の代表的な例題である分散グラフ色塗り問題を用いた。グラフ色塗り問題とは、任意のグラフと色数が与えられ、グラフ上の隣り合うノードを異なる色によって塗るものである。このグラフのノードをエージェントに見立てることで、分散グラフ色塗り問題のエージェントネットワークが得られる。

本研究では、基盤となる分散制約充足アルゴリズムとして分散ブレイクアウトアルゴリズム⁽⁴⁾を仮定し、シミュレーション実験により総通信量を測定した。その結果、

以下のことが確認できた。なお、紙面の制約上、シミュレーション実験の詳細については載せることができないため、興味のある方は文献⁽⁵⁾を参照されたい。

1. 総通信量は、一般にリンク数の増加とともに急激に増加し、ピークに達した後急激に減少する。その後緩やかに増加し、やがて緩やかな減少へと転じる。
2. リンク数が未知の場合、上限として定義したある値よりもエージェントサイズが十分小さいならば、移動により総通信量を概ね削減できる。逆に、エージェントサイズが十分大きいならば、移動することで総通信量はかえって増加する。
3. 総通信量がピークとなる困難な問題に対しては、エージェントサイズがある程度大きくても総通信量を抑制できる。

4 おわりに

最後に、本研究に直接関わる短期的な研究課題をいくつか挙げておく。今回提案したアルゴリズムをどのように精密化するというその通信量抑制につながるかは興味あるテーマである。また、1つのホストに多数のエージェントが集中すると、CPUタイムが各エージェントに分配されるため、1エージェント当りの計算スピードが減少することになるが、本稿では無視したこの効果を取り入れたモデルの開発ができれば、エージェントを特定のホストに集中させないメカニズムとその効果が分析可能となる。

参考文献

- (1) 本位田真一, 飯島 正, 大須賀昭彦: エージェント技術, 共立出版(1999)
- (2) 木下哲男編: エージェントシステムの作り方, 電子情報通信学会(2001)
- (3) A. K. Mackworth: Constraint Satisfaction, in S.C. Shapiro ed., Encyclopedia of Artificial Intelligence, pp.285-293, Wiley-Interscience Publication, New York(1992)
- (4) 横尾 真, 平山勝敏: 分散breakout: 反復改善型分散制約充足アルゴリズム, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.6, pp.1889-1897(1998)
- (5) 能登正人, 沼澤政信, 栗原正仁: エージェントの移動性を考慮したエージェント間通信のトラフィック量に関する実験と評価, 電気学会論文誌C, Vol.124, No.3, pp.904-911(2004)