

## グラフ最短路問題における自律型エージェントモデルの研究

3J-5

## — 鉄道網の最適経路探索システムの構築 —

和田 正好

岡本 敏雄

電気通信大学大学院 情報システム学研究所

## 1 はじめに

従来の情報処理システムにおいては、処理は単体の計算機上で集中的に行なわれてきたが、分散計算機環境の普及やデータベースや情報入手経路の分散化に伴い、分散処理技術が研究されてきている。特に、人工知能の研究においては単に人工知能技術を分散的に利用するのではなく、複数のエージェントによる協調問題解決を図る研究が盛んに行なわれている [1, 2]。その中で探索に関しては、分散環境に拡張した分散探索問題に関する研究が主に行なわれているが [3]、その内容は制約充足問題や状態空間探索などにおける部分問題解決やエージェント間の交渉などが中心であり [4, 5]、問題分割は領域知識に依存している場合が多い。

本研究では、問題分割を単なる部分分割ではなく、それぞれのエージェントの役割に注目して、それに応じた形で各エージェントへの探索を割り振りを行ない、部分問題領域に応じたエージェントによる問題解決を行なうことで、全体の問題解決を図る。

## 2 研究目的

従来のグラフ理論における最短路問題の解決手法では、グラフやコスト計算が複雑化するとそれに伴い探索時間が大きくなる。本研究では、これを分散的かつ自律的なエージェントが協調して探索を行なうことにより解決を試みる。

一般に存在する問題事象では、コスト計算のためのデータベース処理や協調のためのエージェント間通信などに偏りがある場合が多い。また、探索条件によっては探索範囲や探索方法などを動的に変化させる必要

がある。以上のことを考えると、探索をデータ属性や適用する探索手法に合わせて各エージェントに割り振り自律的に行なわせる方が、問題解決手法として効率的であると考えられる。本稿では、その基本概念と構築するシステムの概要を述べる。

なお、本研究では応用事例として、探索問題の中から特にグラフ最短路問題を取り上げ、その具体例として、鉄道網の最適経路探索を取り扱う。

## 3 自律型エージェントモデル

分散探索では、各エージェントがそれぞれ分割された担当範囲を受け持ち、それぞれが協調しながら問題解決を行なうが、通信のコストが問題解決時間に影響を及ぼす場合には、なるべくエージェント間の通信量を少なくする必要がある。

そこで本研究では、エージェントをできる限り自律的に振舞わせること、エージェントを役割別に細分化し通信についても専門のエージェント群に担当させることで、効率的な解決を試みる。図1にエージェント間の情報伝達モデルを示す。

以下にエージェントの種類とその役割を示す。

## 3.1 グローバルエージェント

グローバルエージェントは、探索全体の整合性や、無駄な探索が行なわれていないかなどをチェックする。情報伝達エージェントから送られてくる途中結果に対し、必要に応じて、ブロードキャスティングや共有記憶領域への掲示、一部のエージェントのみに連絡を行なうなどの対応をする。

## 3.2 情報伝達エージェント

複数のローカルエージェント間の情報伝達を担当し、必要に応じてグローバルエージェントとの情報交換を行なう。ローカルエージェントに対して、探索の依頼や結果の転送、枝刈り情報の提示などを行ない、探索

範囲と情報通信量をなるべく抑えるようにする。また、必要に応じて自律的に他の情報伝達エージェントとの情報交換することにより、枝刈りや競合解消などを行なう。また、途中結果から探索範囲や探索手法、コストの重みなどを変更する必要があると判断した場合は、関連するエージェントと交渉を行ない、結果をグローバルエージェントに報告する。

### 3.3 ローカルエージェント

専門として受け持っているローカルな範囲の探索を担当し、データベースも担当の範囲のみ検索し利用する。情報通信は、基本的に固定された一部の情報伝達エージェントからの情報のみ交換を行ない、他のエージェントとの通信は行なわない。情報伝達エージェントからの情報に基づき、探索の実行や枝刈りを行ない、その結果を情報伝達エージェントへ返す。

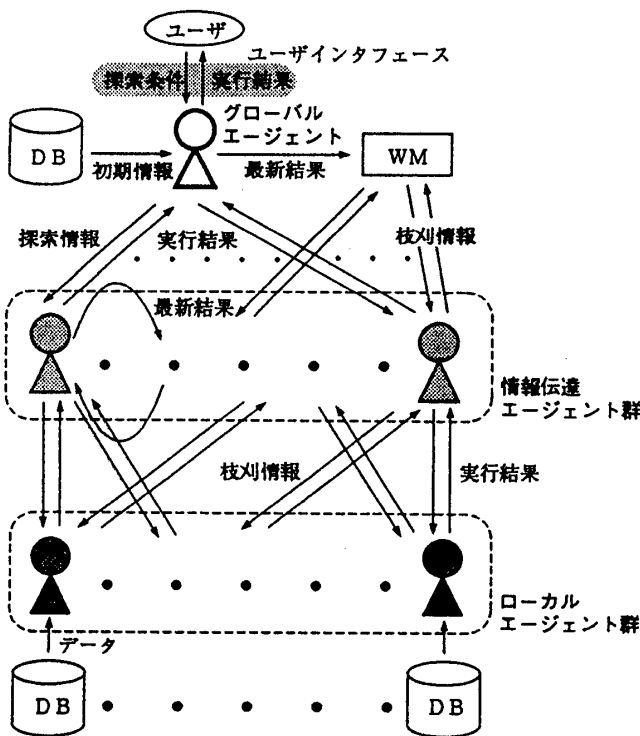


図1 エージェント間の情報伝達モデル

## 4 システムの概要

構築するシステムは、首都圏の鉄道網において、任意の出発地、目的地間における最適な経路を探索し、ユーザに提示するシステムである。具体的には、ユーザの入力した条件(例えば、料金の安い経路を選択する、乗換の少ない経路を選択する、など)の下で、ユー

ザの入力した2 駅間の最短経路を探索し、その結果を出力する。

### 4.1 ユーザインタフェース

ユーザインタフェースは GUI を用いて構築し、ユーザは探索条件を選択方式で入力する。探索条件は、ユーザが必要と思う条件のみを入力し、その他はデフォルト値を入力値として与える。探索結果は最低限必要と思われる情報のみを提示し、付加的な情報はユーザの求めに応じて、プルダウンメニューなどの方法により提示する。

### 4.2 システムの動き

ユーザが探索条件を入力すると、それを元にコストの重みづけを変化させ、探索の初期条件を設定する。これらの値をグローバルエージェントに渡し、関連するエージェントに探索を分散させて行なわせる。情報伝達エージェントは他のエージェントからの情報を元に、自律的に判断して、関連するエージェントと情報伝達や交渉を行なう。その結果に基づき、担当するローカルエージェントへの指示を決定する。最適解の確定は、ある時点での仮の最適経路より優れる可能性がある情報が、全ての情報伝達エージェントに無くなった時点で行なわれる。最後に、最適経路の付加情報を検索し、必要な処理を行なう。

## 5 まとめ

今回は各エージェントの役割づけとエージェント間の情報伝達モデル、構築するシステムの概要を述べた。今後は、エージェント間のプロトコルを詳細に定義し、その中で情報伝達コストの低減を試みる。また、同時にシステムの詳細について具体化を進めていく。

## 参考文献

- [1] 石田亨, 桑原和宏: 分散人工知能 (1) 協調問題解決, 人工知能学会誌, Vol.7, No.6, pp.13-22(1992)
- [2] 桑原和宏, 石田亨: 分散人工知能 (2) 交渉と均衡化, 人工知能学会誌, Vol.8, No.1, pp.17-25(1993)
- [3] 横尾真: 分散探索とその周辺, コンピュータソフトウェア, Vol.12, No.1, pp.33-42(1995)
- [4] 北村泰彦, 小川均: 分散探索に基づく分散問題解決モデル, 計測と制御, Vol.33, No.1, pp.21-26(1994)
- [5] 鈴木英之進, 堀浩一, 大須賀節雄, Pierre Morizet-Mahoudeaux: 自律型知識処理システムのネゴシエーションによる問題解決, 人工知能学会誌, Vol.9, No.1, pp.109-118(1994)