

分散資源配分問題における動的変化に対応可能な近似解法

長谷川 和平[†]能登 正人[†]神奈川大学工学部電子情報フロンティア学科[‡]

1 はじめに

近年、分散型電源のような分散資源配分問題が注目を集めている。代表的な資源配分の最適化の手法として、組み合わせオークションがある。組み合わせオークションは理論的に優れており、全体の効用を向上させることができる。しかしながら、計算量が多いという問題があるために動的な問題に対しては弱く、分散協調的な問題に対して、高速に近似解を求めるための解法が求められている。

本研究では、マルチエージェントの協調手法である分散確率的アルゴリズム [1] に、契約ネットプロトコルを組み込むことにより、高速に近似解を求めることが可能な手法を提案する。提案手法を用いることで、局所的と大域的な両方の側面から、並行して協調行動を行う。この動作を行うことにより、動的変化を持つ空間で常に近似解を出し続けることが可能となる。

2 従来手法

2.1 組み合わせオークション

組み合わせオークションは、入札者が単一の資源に対して入札を行うのではなく、複数の資源の組み合わせに対して同時に入札を行う手法である。入札者に対し同時入札を行わせることで、効用を高めることができる。主催者は、入札者の申告の中から、入札額の和が最大になるよう資源の割り当てを行うことで、利益の最大化を行う。

2.2 契約ネットプロトコル (CNP)

エージェントによる分散協調問題解決のための古典的手法に CNP (Contract Net Protocol) がある。これは組み合わせオークションとは別の交渉プロトコルであり、タスクを提示するマネージャと入札する契約者とに分けられ、割り当てる資源を持つエージェントが、タスクをブロードキャストし契約者が個々に入札を行

う。入札及び落札はエージェントが独自に持つ評価基準によって決定される。

2.3 分散確率的アルゴリズム (DSA)

近年エージェントによる協調問題解決手法として注目を集めている方法に DSA (Distributed Stochastic Algorithm) がある。手法の基本はシンプルかつ高速であり、エージェントが状況を変化させるたびに、近傍のエージェントに対してメッセージを送ることが特徴である。DSA では、エージェント同士のメッセージ通信が多く行われるため、局所的な最適性に強いことが長所である。

3 提案手法

分散資源配分問題を解く手法として、DSA の局所解を解消するために大域的な協調行動を行う CNP を加えた手法を提案する。提案手法では、DSA による探索を主とし、局所的に解決不可能に至った場合に、CNP による大域的な交渉行動とする。そのため DSA の高速な解の収束を保ちつつ、状態空間全体の最適解を求めるように協調行動を行わせることが可能である。探索法として、初期は最良優先探索を用い、初期協調空間を生成した後に、DSA と CNP を組み合わせた手法による協調行動を開始する。以下に、提案手法の概略を示す。

1. 初期状態空間を生成
2. リーダノードによる周辺ノードのコストの算出
3. ノードごとに消費、生産行動
4. リーダノード間でメッセージの送受信
5. DSA によって次に資源供給を行うノードを決定
6. メッセージ内容に基づいてマネージャ行動の判定、タスクの送信
7. タスクの確認と入札行動
8. 終了条件に達していれば終了、達していなければ 3 に戻る

Approximate Method Supporting Dynamic Changes in the Distributed Resource Allocation Problem

[†]Kazuhei Hasegawa and Masato Noto

[‡]Department of Electronics and Informatics Frontiers, Kanagawa University

4 シミュレーション環境

本研究では提案手法の有効性を示すために、電力網における分散資源配分問題（電力網配分問題）において評価を行う。電力網配分問題はコスト最小化を求め問題であり、電力網はソースノード、シンクノード及び送信網からなるネットワークとして表現され、電力配分はソースノードを送信元とするネットワークからなる。本研究では、電力配分を行うノードをリーダノード、通常の資源消費をするものをノードとして、電力網配分問題の中でも、分散型電源を用いたネットワークでのシミュレーションを行う。分散型電源では、各ノードは、一部のノードに対する情報のみを持ち、探索はノード間の通信によって得られた情報から行われる。

ノードのパラメータは、一般家庭の一日当たりの電力消費を消費量とし、生産量は各ノードに分散して電源が存在した場合を利用することとした。パラメータを表1に示す。実験ではノードの消費量を、ステップ数が増えるにつれ増加させることにより、需要の変化を想定して行う。

表 1: 初期パラメータ

フィールド	100 × 100
ノード数	1000
リーダ数	100
生産量	450
消費量	75

分散協調的に問題解決を行うために、生産及び協調行動は、リーダノードのみに限り資源配分を行う。本研究では、小規模なノード同士が局所的及び大域的を並行して協調行動を行うことで、最適な行動をとれるかを考察する。

5 結果および考察

本研究では、交渉行動が全体に及ぼす影響を考察するため、DSA と提案手法を比較し評価を行った。シミュレーション結果を図1に示す。

図1より、提案手法では従来手法と同様のステップ数で解を収束し、最終的な供給ノード数を増加することができている。提案手法では、初期の探索において、協調不可能ノードが少ないため、従来手法とほぼ同様の結果となっている。従来手法では、ステップ数が少ない段階から急激に供給ノード数が低下しているのに対し、提案手法では、DSA による協調行動によって、

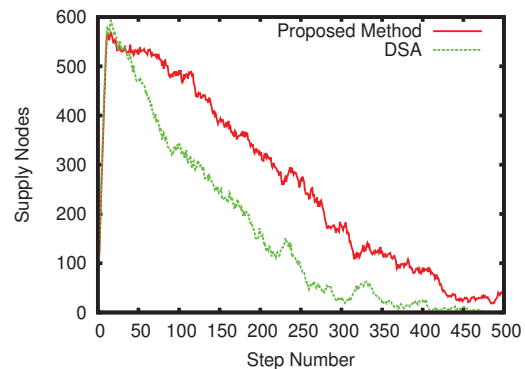


図 1: 供給ノード数

供給可能であるノードが従来手法よりも多い状態が長く続いている。すなわち、CNP による協調が行われていることで、供給ノード数が増えていると考えられる。これにより、リーダノードの負荷を分散し、多くのノードに対し資源を供給することが可能になっている。終盤でも、多くのノードが協調行動を行うことにより、供給ノード数を維持することに成功しているため、供給量が要求量よりもはるかに少ない場面においても、提案手法が有用だと考えられる。

6 おわりに

本研究では、分散資源配分問題において、局所的な協調行動と大域的な協調行動を並行して行う解法を提案し、その有効性を確認した。今後は、提案手法がどのような変化に対して強いのか、問題を拡張して評価を行う。交渉による協調行動は、情報を広く公開しているため、空間上での資源に余裕のあるノードが落札することが多くなる。そのため距離によるコストの変化を考慮した内容に変更する必要がある。さらに、得られた解の最適性について、他の厳密解法と比較することで検証を行い、時間的評価と解の最適性の両面から評価をする必要がある。また、今回は問題を単純化し協調行動を行ったが、実社会の問題を考慮して、より現実的なパラメータ設定により実験を行う必要がある。

参考文献

- [1] Zhang, W., Wang, G. and Wittenburg, L.: Distributed Stochastic Search and Distributed Breakout: Properties, Comparison and Applications to Constraint Optimization Problems in Sensor Networks, *Artificial Intelligence*, Vol. 161, pp. 55–87 (2005).