

Grid 環境における進化計算モデルの検討

谷村 勇輔[†] 廣安 知之^{††}
三木 光範^{††} 片浦 哲平^{††}

進化計算は潜在的に計算環境の動的変化に対応できるアルゴリズムをもつため、Grid において有効に働く可能性がある。本稿では、Grid に適応した進化計算モデルの検討を行うために、Grid RPC システムを進化計算で利用しやすいように修正した実験システムを構築した。それを利用して遺伝的アルゴリズムの島モデルを Grid の特性を考慮して実装し、検討を行った結果を報告する。

Discussion on the Model of Evolutionary Computing on the Grid

YUSUKE TANIMURA,[†] TOMOYUKI HIROYASU,^{††} MITSUNORI MIKI^{††}
and TEPPEI KATAURA^{††}

Since evolution calculation has the algorithm which can respond to dynamic change of calculation environment implicitly, it may work effectively in Grid. In this paper, in order to examine the calculation model which was adapted for Grid, the experiment system is developed on the basis of Grid RPC so that it might be easy to use by evolution calculation. The island model of Parallel GAs is implemented with the developed system and the model is evaluated through the experiment.

1. はじめに

進化計算は生物の進化にヒントを得た最適化手法であり、経験的かつ確率的に探索を行う。これは従来の微分値を利用した数学的かつ演繹的な方法と比べると、厳密解を得ることが保証されているわけではない。しかし、近年の最適化問題は複雑かつ大規模であり、進化計算はそのような問題において満足解を得るのに良好な手法であることから、高い注目を集めている。

代表的な進化計算としては、遺伝的アルゴリズム (GA)³⁾ や遺伝的プログラミング (GP)、並列シミュレーテッド・アニーリング (PSA) などが挙げられる。これらは潜在的に並列性をもっているほか、厳密に計算を行う必要がある解析計算などとは異なり、ある種の確率や経験に基づいて計算を行う。そのため、動的に計算手順を変えたり、部分的な計算を破棄することが可能であり、Grid 環境のような動的に変化する環境に適した特性を有しているといえる。

本研究では、Grid 環境において進化計算のモデルを検討できる実験システムを構築し、GA を用いてそ

の動的計算モデルについて検討を行う。

2. 実験システムの構築

現在、Ninf など Grid RPC に基づく計算システムがいくつか開発されている²⁾⁴⁾。既存の Grid RPC システムを利用する場合、計算ジョブはアプリケーションレベルで細かなサブジョブに分けられる。Grid RPC システムは、それらのサブジョブをスケジューリングし、実行を依頼し、さらに障害に対する補完などを行う。実験システムでは、これらの操作をアプリケーションレベルで行えるように機能の拡張を行った。

具体的には、図 1 に示すように実際に計算を行う Worker ユニットと Worker を管理する Agent ユニットの用意した。Agent ユニットがそれぞれの Worker に対してジョブを依頼し、ユーザが指定するある一定時間ごとに全 Worker と通信を行う。Agent はこの通信により取得した情報、すなわち Worker の計算速度、システム・ステータス、計算途中の解の品質などをアプリケーション側のルーチンから取得できる仕組みを持つ。アプリケーションはこれらの情報をもとにジョブの再切り分けや実行パラメータの変更などを指示することができる。これは Agent が再び Worker と通信を行うことで行われるため、それを利用して Worker 間でデータ交換を行うことも可能である。

[†] 同志社大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Doshisha University

^{††} 同志社大学工学部

Department of Engineering, Doshisha University

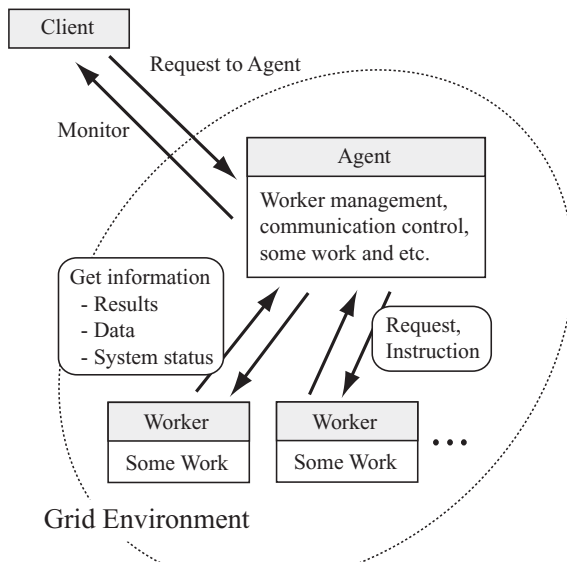


図 1 実験システムの概要

さらに、実験システムには、マスターノードのみが外部ネットワークに接続されている PC クラスタ型並列計算機に対して、その内部のノードに対しても Agent から Worker ジョブを投入できるような仕組みを加えた。

3. Grid を考慮した GA モデルの検討

実験システムを利用して、GA の計算モデルについて検討を行った。並列 GA はマスター・スレーブモデル、島モデル、近傍モデルの 3 つが代表的である¹⁾が、本稿では島モデルを用いた。

島モデルは GA の母集団を複数のサブ母集団（島）に分けて、各島において並列に GA を実行する。ただし、ある世代間隔において移住と呼ばれる個体交換の操作を行う。移住により、全体で多様性を維持できるため、単純 GA に比べて良好な解を得ることができる。

本稿では、実験システムを用いて島モデルを Grid 環境に対応させたモデルの一例を紹介する。図 2 に示すように、Grid 環境においては各 Worker が 1 つの島を担当して GA を行い、Agent は Worker 間の移住管理を行う。しかしながら、Worker の処理速度は均一でなく、障害によって連絡が取れない可能性もある。そこで Agent は Worker との定期的な通信において取得した情報をもとに、ある一定の計算を行い、かつ正常に動作している Worker だけで移住トポロジを作成し、移住を実行する。

このようなモデルを用いて、障害が発生する Grid

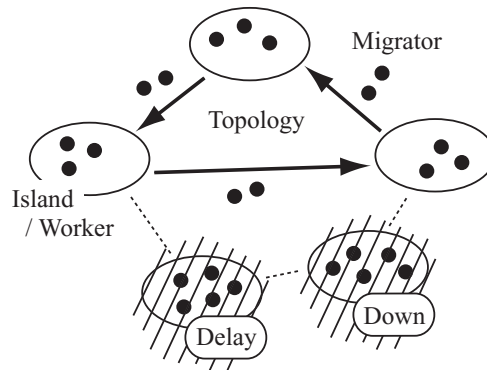


図 2 Grid を考慮した島モデル GA の移住トポロジ

環境において計算を続行でき、多数の資源を利用してより早く最適解を見つけることができることを確認した。

4. 展 望

3 章で述べたモデルは Grid 環境を利用できたが、劇的に環境が変化した場合にその解の探索能力や収束性が大きく影響を受ける可能性がある。これについて、より詳細な検討を行っていく予定である。

また、実験システムを利用して島モデル以外の GA モデルやその他の進化計算モデルについても、同様の検討を行っていきたいと考えている。

さらに、実験システムで必要になった機能を、Grid に適応したアプリケーション開発に必要な機能として既存の Grid ミドルウェアに付加できるように研究を進めていきたいと考えている。

謝辞 本研究は文部科学省科学研究費補助金、および文部科学省学術フロンティア推進事業により支援されている。

参 考 文 献

- 1) E. Alba and J. M. Troya. A Survey of Parallel Distributed Genetic Algorithms. *Complexity*, Vol. 4, No. 4, pp. 10-11, 1999.
- 2) H. Casanova, G. Obertelli, F. Berman, and R. Wolski. The AppLeS Parameter Sweep Template: User-Level Middleware for the Grid. In *Proceedings of SC2000*, 2000.
- 3) D.E. Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley, 1989.
- 4) 田中良夫, 中田秀基, 平野基孝, 佐藤三久, 関口智嗣. Globus による Grid RPC システムの実装と評価. Vol. 2001, No. 77, pp. 165-170, 2001.