

L-006

遺伝的アルゴリズムのためのグローバルコンピューティング機構に関する研究 A Research on the Global Computing Mechanism for the Genetic Algorithms

山本 将蔵†
Shozo Yamamoto

新井 浩志†
Hiroshi Arai

1. はじめに

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms : 以下 GA) は現在様々な分野に適用されており、コンピュータクラスタを用いた並列化により、その処理速度を改善するための手法が研究されている[1]。インターネットで接続された複数のクラスタコンピュータを用いたグローバルコンピューティングに関する GA の研究[2]も存在する。しかし、大規模なコンピュータクラスタを構築するためには多くの設備投資が必要となる。そこで我々は、インターネットに接続された複数のコンピュータを用いた P2P (ピア・ツー・ピア) 型のグローバルコンピューティングにより GA の並列処理を実現するための手法 (World Wide Genetic Algorithms : 以下 WWGA) [3]について研究している。これによりユーザはインターネットに接続するだけで必要な計算資源を得る事が可能となり、各種最適化問題の解を効率的に求めることが出来るようになる。本報告では、実際にプロトタイプを動作させた場合の評価を中心に報告する。

2. グローバルコンピューティング機構

GA は高い並列性を有しており、グローバルコンピューティングに適している。一般に、コンピュータクラスタを用いた並列 GA では島モデルと呼ばれる並列化の手法を用いている。島モデルでは個体の母集団をいくつかの島と呼ばれる集団に分割し、島ごとに遺伝的な操作を行い、個体を進化させる。島と島の間では、一定の世代ごとに優良個体を交換する移住処理を行う。どの島同士で移住を行うかによってリング型、ハイパーキューブ型などの島モデルのトポロジが決まる。

本 WWGA でも島モデルによる並列 GA を用いるが、そのトポロジとしては、図 1 に示す木構造を用いる。WWGA のユーザはインターネット上に存在する WWGA サーバのいずれかに、WWGA クライアントとしてジョブを投入する。ジョブは GA の初期遺伝子、評価関数、各種パラメータから構成される。WWGA クライアントからジョブを受け取った WWGA サーバは木構造の最上位のサーバとなり、自身で GA 処理を行うと同時に、論理的に隣接する WWGA サーバの中から順次下位層となるサーバを選択し、ジョブを分配する。

ジョブの分配を受けた下位層のマシンは、ある世代間隔おきに優良個体を上位サーバへ移住させる。最上位のサーバマシンは移住処理という形で最新の優良個体を WWGA クライアントに伝える。定期的に WWGA クライアントへ解を報告するための移住世代間隔 G はユーザが指定する。WWGA サーバは木構造が 1 層下がるごとに移住世代間隔を半分、すなわち $G/2$ とする。また、移住世代間隔とは別に目標評価値を設定する。WWGA サーバは自分自身の GA 処理において、最良個体の評価値が目標評価値を上回った場合か、または処理した世代数が移住世代間隔を超え

た場合に上位層のサーバマシンに対して移住を行う。目標評価値を設定することにより、処理した世代数に関わらず良い個体が得られた場合には早めに上位層のサーバへ報告することが可能となる。上位層マシンは移住されてきた個体と自分自身の個体の遺伝子や評価値を比較し、より良い個体を選抜する。そしてそれらの個体を取り込み自分自身の個体として GA 処理に参加させる。この様にして良い個体は徐々に上位層のマシンへの移住を繰り返し、この過程でさらに個体が進化していくことになる。最上位のサーバは処理全体の最良個体が得られるため、これをユーザへ報告する。

3. WWGA の性能評価

FreeBSD 上に WWGA を実装し、WWGA の基本的な有効性を評価した。今回は GA 処理を行う最適化問題として、ナップザック問題を用いた。GA 処理に用いたパラメータを表 1 に示す。

まずインターネットでの利用を想定して、低速なネットワーク環境 (イーサネット 10Mbps) における有効性の評価を行った。マシン台数を 1 台、3 台、7 台と変化した場合についての最良個体の評価値の推移 (5 回の平均) を図 2、3 に示す。

- ▶ ジョブの配布 (初期の遺伝子、各パラメータ)
- ▶ 解の報告 (良い個体の移住)

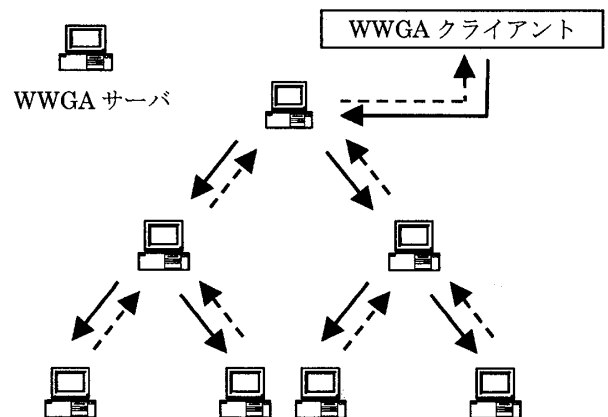


図 1. WWGA におけるジョブの分配

表 1. GA 処理のためのパラメータ

パラメータ	値
遺伝子長	256
個体数	80
移住個体数	16
交叉確率	0.6
突然変異確率	0.001
移住世代間隔 G	800

† 千葉工業大学 工学研究科, Chiba Institute of Technology, Engineering graduate course

図2は性能が類似したマシンを用いた場合であり図3は性能にばらつきがあるマシンを用いた場合である。図2では純粋に台数が増加するに従い、より良い評価値を早く得ることが出来ている。台数が増えると、サーバマシン同士の通信時間が増加するが、探索範囲が広がることにより早く良い解が得られていると考えられる。図3では木構造の第1層、第2層に性能が高いマシンを使用し、第3層に性能の低いマシンを使用して処理したものである。性能が低いマシンであっても WWGA 処理に参加させることで探索範囲が広がり、性能が高いマシン1台で実行した時よりも全体の最良評価値が向上することが確認できた。しかし、処理速度については若干の遅延が見られる。

次に実際のインターネット環境において全く異なったプロバイダに接続されているマシンを用いた評価結果を図4に示す。各マシンはCATV(10Mbps)又はADSL(3Mbps)で接続されている。この結果より、インターネット環境においても、マシン台数の増加にともなって良い解を早く得られていることがわかる。

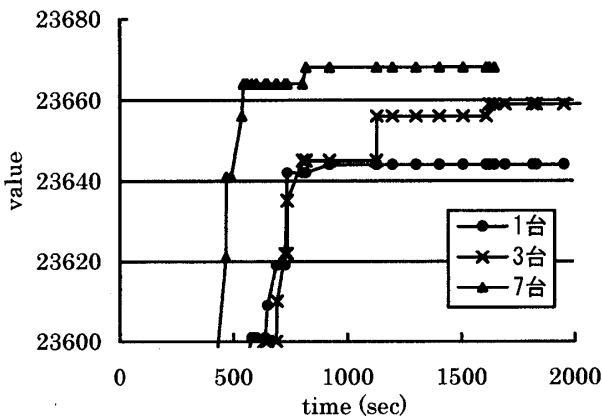


図2. 評価値の推移(イーサネット環境、マシン性能一様)

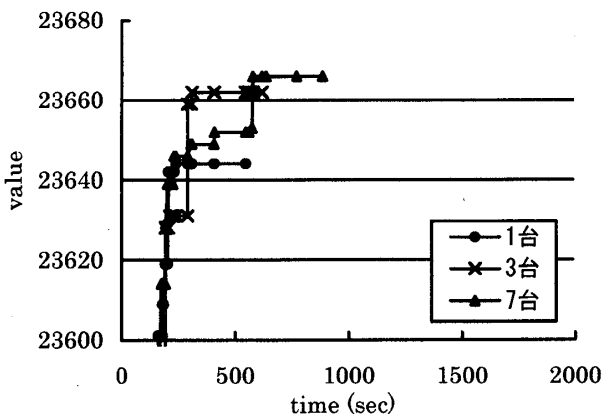


図3. 評価値の推移(イーサネット環境、マシン性能にばらつき)

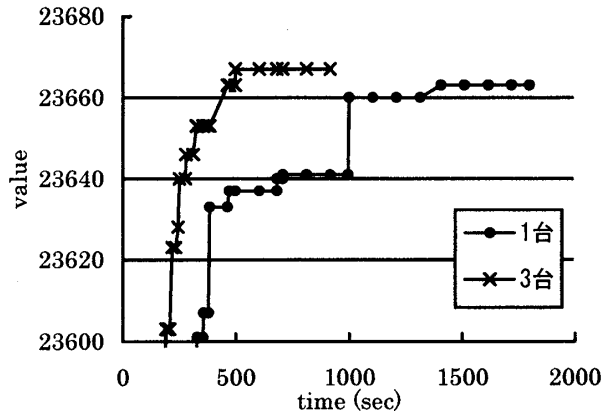


図4. 評価値の推移(インターネット環境、マシン性能にばらつき)

4. まとめと今後の課題

本研究で提案している WWGA は、イーサネット環境及びインターネット環境においてマシンの性能に関わらず並列化することが有効であると確認した。ただし、最適化問題の規模に対して何層の木構造を用いることが良いかなどについて検討する必要がある。今後はさらに WWGA のサーバマシンの台数を増やしてインターネット環境での評価を行う予定である。

GA 処理においてその処理性能を大きく左右する重要な要素の1つが個体数や、交叉確率、突然変異確率などのパラメータである[4]。一般にパラメータの値はユーザが試行錯誤しながら設定する必要がある。しかし、個々の最適化問題に対してそれぞれ最適なパラメータを手手で調整し、設定することは困難である。そこで今後はパラメータを自動的に調整するメカニズムを導入することを検討している。

参考文献

- [1] 三木光範, 廣安知之, 畠中一幸, 吉田純一, “並列分散遺伝的アルゴリズムの有効性”, 日本計算工学会 2000, Paper No.20000038.
- [2] 谷村勇輔, 廣安知之, 三木光範, 佐野正樹, “グローバルコンピューティング環境における遺伝的アルゴリズムのモデルの検討”, 並列処理シンポジウム JSPP2001, pp.279-286.
- [3] 斉藤大晃, 新井浩志, “遺伝的アルゴリズムのためのグローバルコンピューティング機構について”, 情報処理学会, 第65回全国大会, 5W-6, 2002.
- [4] 廣安知之, 三木光範, 上浦二郎, “分散遺伝的アルゴリズムにおけるパラメータの検討”, 第8回 MPS シンポジウム・進化的計算シンポジウム, pp.147-154, 2001.