

## 1K-02 サプライチェーン管理システムへの GA 並列処理適用

神宮司 剛、吉川 暁、井上 春樹、塩沢 正三、中尾 隆司

日立エンジニアリング株式会社

### 1. はじめに

並列分散処理は、トランザクション処理や数値(科学技術)計算の分野において多用されているが、産業用アプリケーション分野での利用は少ない。

今回、当社にて開発、販売しているSCM(Supply Chain Management: サプライチェーン管理)実行システム[1]である「SCMJ」[2]の主機能の配車配送計画立案プログラムを、SMP(Symmetrical Multi Processors)タイプのWS(Work Station)上でPVM(Parallel Virtual Machine)[4]を用いて並列化し、コマールレベルでリリースし、実績をあげた。

### 2. 「SCMJ」とは

「SCMJ」は、物流における受注から納品までの供給コストの最小化を図るシステムであり、GIS(Geographic Information System: 地理情報システム)機能を用いた地図表示を可能とし、全国シームレス輸送配送計画を策定できる。また、拠点戦略システム、配車配送管理システム、等と組み合わせて、統合 SCM システムとして構築することができる。

さらに、本システムは、「財団法人ソフトウェア情報センタ」[6]主催の「ソフトウェア・プロダクト・オブ・ザ・イヤー'99」('99/10/06)にて表彰された。

### 3. 配車配送計画立案プログラム

配車配送計画立案プログラムは、「SCMJ」の主機能であり、GA(Genetic Algorithm: 遺伝的アルゴリズム)を使用して与えられた制約条件(拠点、道路、オーダー、トラック、等の情報)下でコスト最小を評価関数として最適解を求める。

図1に本プログラムの処理概要を示す。初期処理(A)にて制約条件を読み込み初期個体を作成する。その後、世代数ループ(B)、個体数ループ(C)により、個体作成処理(D)と淘汰処理(E)を行う。最後に後処理(F)として最適解の出力等を行う。

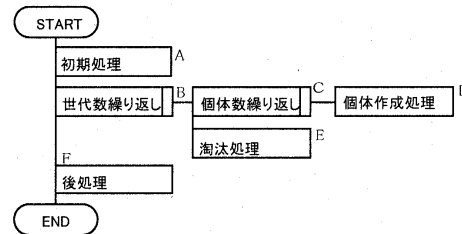


図1. 本プログラムのフロー概要

### 4. 並列処理

#### 4.1 処理概要

GAのNプロセッサで並列処理する方法として、プログラム中の複数の個体情報をN等分してP/N個ずつ各プロセッサに分割して処理し、世代毎に交叉の為の個体情報を相互にセル間通信により交換する方法が述べられている [5]。本研究では、初めにこの手法を用い、図2の様な処理フローとした。

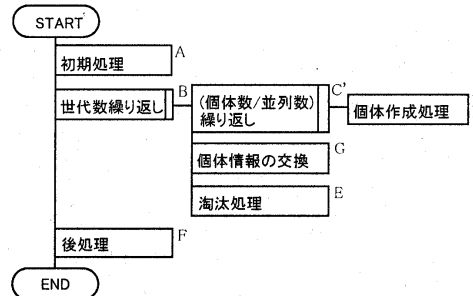


図2. 並列処理のフロー概要

図1との違いは、ブロックCがブロックC'となることと、ブロックGが追加されたことである。CとC'の違いは、N並列化によりループの繰り返し数が1/Nになること

An Application of GA Parallel Processing to SCM  
Tsuyoshi JINGUJI, Satoru YOSHIKAWA, Haruki INOUE,  
Masami SHIOZAWA, Takashi NAKAO  
Hitachi Engineering Co., Ltd.

である。Gはプロセッサ間で個体情報を交換するための通信である。

#### 4.2 評価

一例としてオーダー数 767 の実データを用いた処理時間と GA の評価関数値のトレンドを図3に示す。細線は逐次処理の、太線は2並列処理の、遷移を示す。このとき、2並列時には速度向上率約 175%を得ることができた。

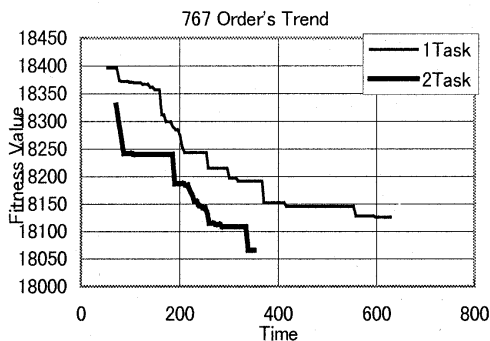


図3. 764 オーダーの処理結果

#### 4.3 問題点

並列処理のオーバーヘッドとしては、同期によるプロセッサの待ちがあげられる。本並列処理では、例えば2個体、3世代の処理のタイミングは図4の様になり、網掛けの部分でプロセッサが待ちとなっている。

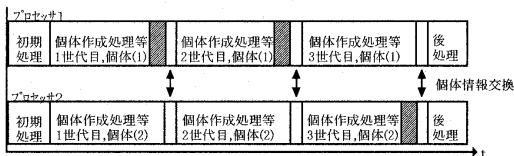


図4. 現実のタイミングチャート

### 5. 非同期版

#### 5.1 非同期版の概要

4.3の問題点を解決するために、非同期版と呼ぶ図5のようなタイミングチャートをもつ処理を検討した。非同期版では、マルチスレッドまたはマルチプロセスで、個体作成処理と個体情報の交換とを並行処理し、図5のタイミングで個体情報の交換を行う。また4の並列処理を同期版と呼ぶこととする。

非同期版では、プロセッサ間での世代数の統一の

ための同期を行わないため、並列処理性能を高く維持し、高速処理ができると考えている。

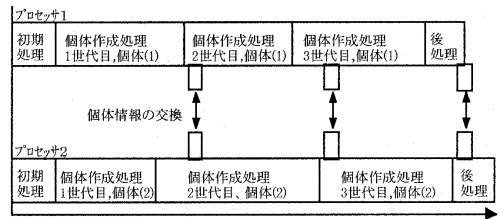


図5. 非同期版のタイミングチャート

#### 5.2 評価

非同期版の実装は'99/09に完了しており、現在、実際のオーダーに基づいた評価を実施中である。

### 6. まとめと今後

「SCMJ」の主機能である配車配送計画立案プログラムを並列化し、実オーダーによる評価を行い、有効な処理性能が得られた。また同期版の問題点に対し、非同期版を提案した。本プログラムは、「SCMJ」の一機能として組み込まれ、'99/04より商業レベルでリリースし、実績があがっている。

また今後、1~4プロセッサのSMP機を1~64台程度、プロセッサ数にして1~128程度、を使用した環境下で、非同期版を並列処理可能とし、実オーダーにて評価していくと同時に、このリリースを'00/10に予定している。

今後も引き続き、当社では、産業用アプリケーションへの並列処理を広く普及させていきたいと考えている。

#### 参考文献

- [1] 井上 春樹:実践サプライチェーン経営革命:日地出版:1999年
- [2] Masami Shiozawa:Development of SCM Cooperated with ITS,6<sup>th</sup> World Congress on Intelligent Transport Systems, No.3231, 1989
- [3] David E. Goldberg:GENETIC ALGORITHMS in Search, Optimization & Machine Learning, 1989
- [4] PVM Home Page - [http://www.epm.ornl.gov/pvm/pvm\\_home.html](http://www.epm.ornl.gov/pvm/pvm_home.html)
- [5] J.Nang, A parallel genetic algorithm retaining sequential behaviors on distributed-memory multiprocessors, Research Report IAS-RR-93-8E, 1993
- [6] SOFTIC on the Web - <http://www.softic.co.jp>