分散協調型プロダクションシステムによる配車問題の研究

1N－3

藤本茂訓　Julio TANOMARU　高橋義造
徳島大学工学部　知能情報工学科

1．はじめに

我々の研究目的は、組み合わせ最適化問題を超並列計算機上で解くための有効なアルゴリズムを探索することにある。ただし、現存するあらゆる問題と手法からこのアルゴリズムを見つけ出すのは不可能であるため、探索範囲をエキスパートシステム[1]による配車問題の解法に限定した。

配車問題は、予め解の候補を予測できない合成型問題(synthesis-based problem)の一種であり、また複雑さの点からみると比較的簡単な問題であるといえる。そこで、本稿ではこの種の問題に適した分散協調型プロダクションシステム[2,3]を提案する。

2．配車問題の定義

配車問題は、図1のように倉庫に幾つかの宛先の付いた荷物があり、その荷物を積載量の制限されたトラックによって、各支店に配達するときの最小コストを求める問題である。この問題を、以下の条件の下で図2のように定義する。

1. 倉庫(Supply Point)は1つである。
2. 全てのトラックは最初と最後には倉庫になくてはならない。
3. 各パスの距離は行きと帰りは同じである。
4. 全ての荷物を運ばなければならない。

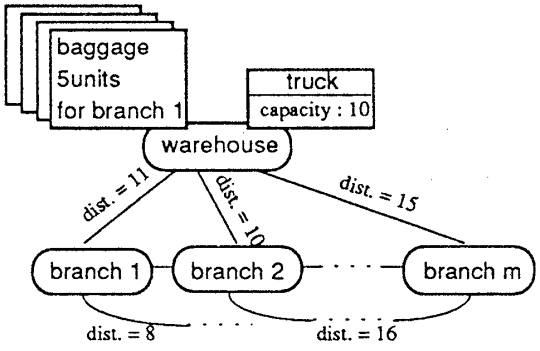

図1　配車問題のモデル

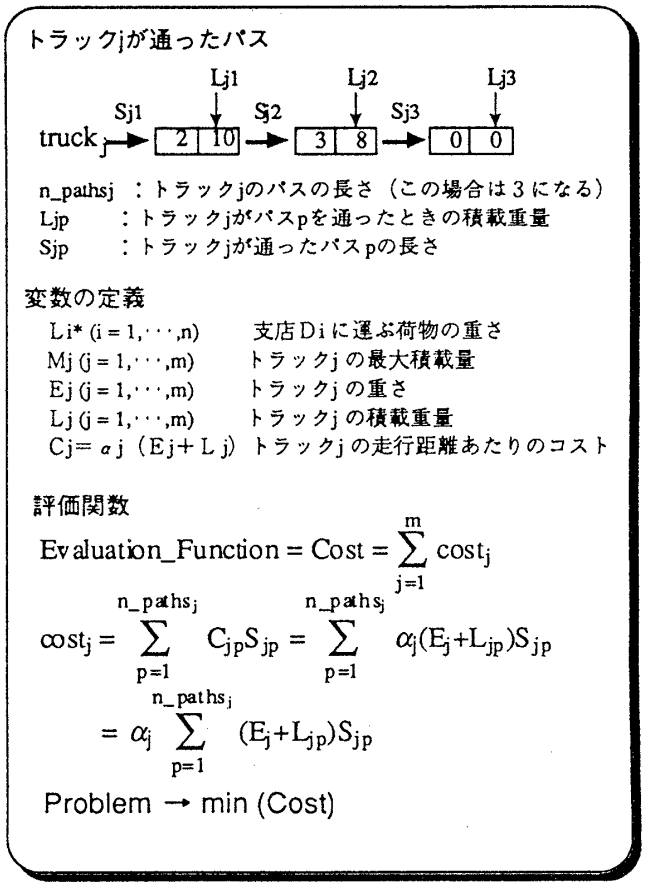

図2　配車問題の定義

3．逐次型プロダクションシステムによる配車問題の解法

ここでは、分散協調型プロダクションシステムとの比較を目的とした、逐次型プロダクションシステムについて述べる。このシステムは照合-競合解消-動作の3フェイズからなる典型的な推論サイクルを繰り返し実行する。ここで用いる規則は次の通りである。

ルール1. トラックが倉庫にいて荷物を積んでおらず、かつ配達し終っていない支店があれば、荷物を必要なだけ積む。

ルール2. トラックに荷物が積んであったなら、道のりで最も近い支店に配達する。

ルール3. 新たに配達した荷物の配達経路が過去の配達経路と重なっていたら、ハミルトン経路[4]になるように過去の配達経路を修正する。

Study of a delivering problem by distributed cooperative production system

Shigenori FUJIMOTO, Julio TANOMARU and Yoshizo TAKAHASHI
Department Information Science and Intelligent Systems, Faculty of Engineering, The University of Tokushima

ルール4. トラックの荷物が無くなり、かつトラックが倉庫にいなかったら、倉庫に戻る。
ルール5. すべて配達して、かつトラックが倉庫にいなかったら、倉庫に戻る。
ルール6. トラックが倉庫に戻っていて、かつ全ての荷物を配達し終ったなら、推論を終了する。

4. 分散協調型プロダクションシステムによる配車問題の解法

4.1 並列アプローチ

分散協調型プロダクションシステムを並列計算機上で実現するために、図3に示すモデルを提案する。このモデルは並列推論を実現するために、配達すべき荷物を配達地域別に分割し、これを同じ規則を持つサブプロダクションシステムに受渡すことによって並列に推論する。以下に、図3の各プロセッサの役割を述べる。

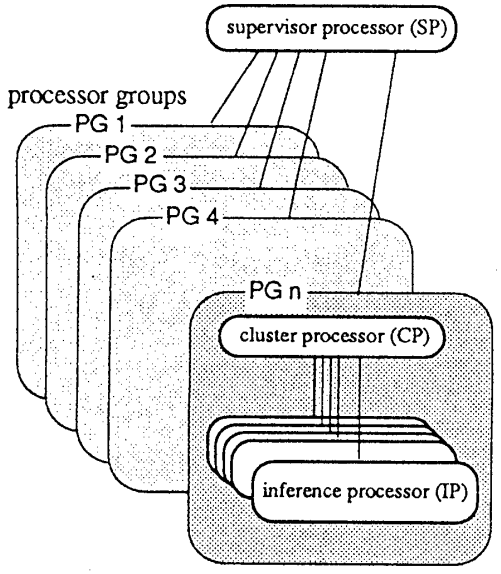

図3 並列プロダクションシステムのモデル

(1) スーパーバイザプロセッサ(Supervisor Processor): 配達すべき荷物をクラスタプロセッサ(CP)数の配達地区毎に分け、各配達地区毎の最適配達経路をプロセッサそれぞれ各CPに知らせ、配達経路及び配達コストをCPから得る。

(2) クラスタプロセッサ(Cluster Processor): スーパーバイザプロセッサ(SP)によって決められた配達範囲内の荷物をさらに細かい配達地区毎に分割し、自分の管理するインファレンスプロセッサ(IP)に配達すべき荷物を知らせ配達経路を求めさせる。またこの結果をIPから得、それを基にして新たに荷物を再分割しIPに配達させ、より最適な経路を求める。最終的には自分の所属するプロセッサグループ(PG)内での準最適解をSPに報告する。

(3) インファレンスプロセッサ (Inference Processor): 各IPは、3章に示した逐次型プロダクションシステムとほぼ同等の機能を持ち、またどのIPも同じ規則を持つ。その役割はCPから得た荷物を最小コストで配達する経路を推論によって求め、その結果（配達経路、及び配達コスト）をCPに返すことである。

4.2 並列計算機CORAL68K上への実装

上記のモデルを実現するため、我々の研究室で開発した63台のプロセッサで構成されるＭＩＭＤ型2進木並列計算機CORAL68Kを用いる。この計算機が2進木構造であることを生かして、図4のようにプロセッサを割り当てる。本モデルは問題に内在する局所性（各配達経路の偏り）を利用しているため、CP-IP間に比べSP-IP間の通信量が小さくなり木構造計算機の弱点であるルートプロセッサ付近の通信ボトルネックを回避することが出来る。

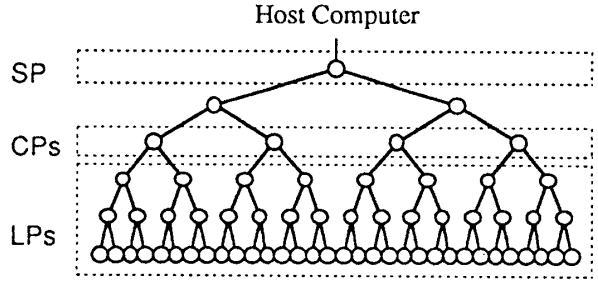

図4 CORAL68Kでのプロセッサの割当て

5. まとめ

本推論モデルは、IPによる推論によって得られた配達経路をCPが検査し、より最適経路に近付けるために再度IPに推論させている。このため、"再考"のような逐次型推論に比べより人間に近い問題解決戦略を比較的容易に実現している。また荷物単位の並列化が可能であるため、問題の規模が大きいほど並列度をあげることが出来る。しかし、効率的な配達経路が異なるCP間に跨った場合、この経路が同一CP内にならない場合が多々あり、解の収束速度の面について改良の余地がある。

参考文献

[1] 上野春樹, 小山照夫: エキスパートシステム, オーム社, pp1-79(1988).

[2] Anoop Gupta : *Parallelism in production systems*, Los Altos, California:Morgan Kaufmann, 1987.

[3] Acharya A., M.Tambe, and A.Gupta: Implementation of Production Systems on Message-Passing Computers , *IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems*, vol.3 no.4, pp.477-487, 1992.

[4] 翁長健治ほか : *情報システムの基礎*, 朝倉書店, pp. 39-41, 1988.