

G A応用車両基地トータル運用支援システム

3M-6

—配車計画機能—

江口 俊宏\* 佐藤 達広 村田 智洋

(株) 日立製作所システム開発研究所

1. はじめに

交通・生産分野におけるスケジューリング問題は、主にエキスパートシステムに代表されるヒューリスティックアプローチにより実用化されてきた。ところが、知識の獲得や計画条件の変更への柔軟性などの課題も多く、ユーザがインタラクティブに計画条件を操作しながら、ユーザの意図に合わせて解を段階的に改良できるフレキシブルなスケジューリングシステムが求められている。

本稿では、ヒューリスティックルールの調整をGAによる確率的な調整モデルとして構成した、メタヒューリスティック調整型GAによるフレキシブルなスケジューリング方式と、その車両基地トータル運用支援システムの配車計画問題への適応例について述べる。

2. 車両基地トータル運用支援システム

車両基地トータル運用支援システムは、運行管理システムから送信される運行ダイヤを入力として、

- 1) 理想的な運用パターンを立案する運用計画作成機能、
- 2) 日々の配車計画を立案する配車計画作成機能、
- 3) 計画の乱れを復旧させるオンライン計画修正機能、
- 4) 基地内の車両配置計画を立案する入換計画作成機能から構成される。配車計画問題は、検査などの様々な条件を充足しつつ、運用計画で定められた理想的な運用ローテーションを可能な限り遵守するような配車計画を立案する多目的な組み合わせ最適化問題である(図1)。

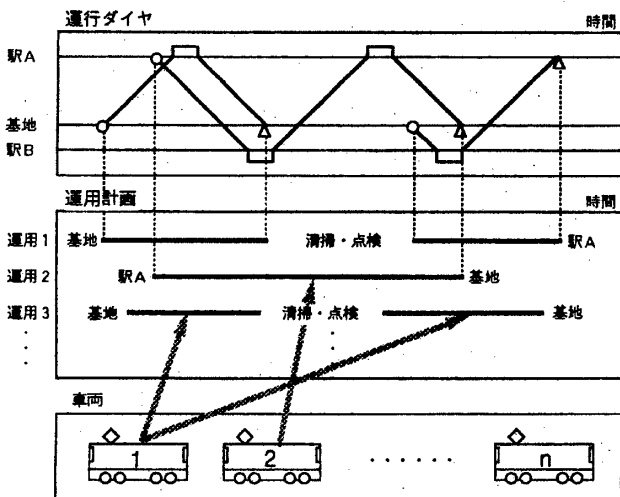


図1 配車計画問題

3. 調整型GAによる問題解決アプローチ

GAのスケジューリング問題への応用は、生成型と調整型のアプローチに分類することができる。

前者は、現在のGA応用スケジューリングの主流であり、解の生成、評価、淘汰を繰り返しながら、満足解を発見するアプローチである。一方、後者は、解の理想型があらかじめ判っている場合に、その理想型を可能な限り保存しつつ、日々変動する様々な条件を満足するように、ヒューリスティックルールをGAが調整するアプローチである。本稿で提案するスケジューリング方式は、後者の調整型アプローチであり、(1)ヒューリスティックルールのGAによる調整方式と、(2)対話型のGA探索空間の調整方式を特徴とする。

3.1 アーキテクチャ

図2に提案方式による配車計画機能のアーキテクチャを示す。提案方式は、スケジューリングシステムの構成要素を遺伝子表現、中間表現、ユーザ表現の3レイヤに分割し、GAの1世代の処理である遺伝子操作、デコード、適応度評価をそれぞれのレイヤに対応させる(図2)。遺伝子表現は、問題個別の計画知識とは完全に独立しており、配車計画問題に関しては、他線区への適用の際には汎用的に流用可能である。また、中間表現は、問題固有のローカルルールを組み込むため、他の線区に適用するにはSEによるルールのチューニングが必要となる。また、ユーザ表現は、線区毎に対応する部分であり、計画の評価基準などエンドユーザの要求に応じたカスタマイズが必要となる。

(1) 遺伝子表現

配車計画問題は2次元リソース割当問題に定式化可能である。縦軸が運用、横軸が日付の2次元メッシュ構造の各メッシュに遺伝子をマッピングし、メッシュの集合を1つの染色体と定義する。遺伝子は、ヒューリスティックルールを直接的に調整する0/1コードであり、コード0は、制約充足ルールの実行、コード1は制約緩和ルールの実行を意味する。提案する解探索方式は、淘汰、交叉、突然変異などの遺伝子オペレーションを繰り返しながら最適なヒューリスティックの選択方法を探索するモデルとして説明することができる。

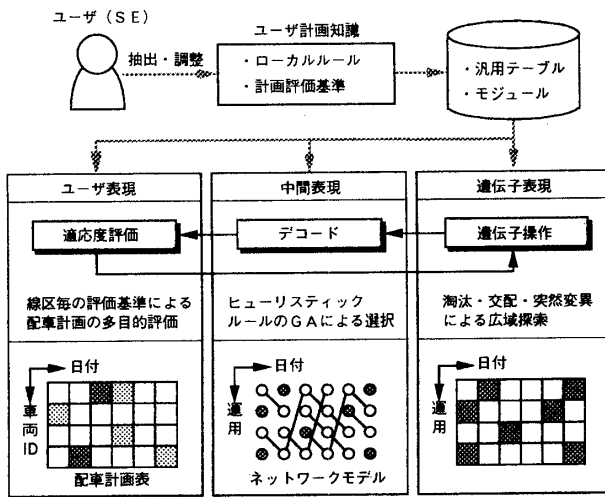


図2 提案アーキテクチャ

(2) 中間表現

中間表現としては、遺伝子表現の各メッシュにノードを配置し、車両の運用シーケンスをノード間のエッジで表現したネットワークモデルを用いる。各ノードには、制約条件やローカルな割当ルールが組み込まれており、これらの条件やルールの調整を各ノードにマッピングされた遺伝子コードによって実施する。デコード処理は、各染色体のメッシュにマッピングされた遺伝子によって、組み込まれたヒューリスティックルールを選択・実行する手続きであり、デコード処理により遺伝子表現が中間表現（ネットワークモデル）に変換される。

(3) ユーザ表現

ユーザ表現は、中間表現であるネットワークモデルをユーザ固有の業務表現に変換したものである。配車計画問題のユーザ表現は、縦軸が車両ID、横軸が日付の配車計画表であり、情報的には中間表現と等価である。適応度評価は、制約の充足度や目標の達成度を評価値に換算する関数群によって算出され、デコードによって生成された解候補に対して適応度を設定する。

3.2 GAによるヒューリスティックの調整

ヒューリスティックによる解探索は、あらかじめ探索空間を絞り込んで効率的に実行可能解を探索できる長所があるが、計画条件の変化に対して弱い側面を持つ。一方、GAによる解探索は、計画条件の変化にロバストな点が長所であるが、収束性の面で弱点がある。ヒューリスティックとGAの長所を生かしつつ互いの弱点を補うために、ヒューリスティックルールをGAが調整する調整型GAによるスケジューリング方式を提案する。本方式により、計画条件の変更にロバストかつ、効率的な広域探索が可能なスケジューリングシステムを構築できる。

3.3 対話型GA探索空間の調整

GAなどの確率的探索手法は、スケジューリング問題に対して常に実行可能な計画が立案できる保証はできない。そのため、一定時間内に実行可能解が立案できない場合には、ユーザに対して何らかのリカバリー機能を提供する必要がある。提案方式では、対話的にオペレータがGA探索空間の調整を繰り返すことにより、効率的な実行可能解の立案を支援する対話型による部分計画のフリーズ機能をサポートしている(図3)。

フリーズ機能は、3レイヤの各表現間(遺伝子、ネットワークモデル、配車計画表)の変換操作を利用している。例えば、ユーザが配車計画表の任意の領域を指定してフリーズさせた場合には、その操作を遺伝子表現上での操作に自動的に変換し、結果的に遺伝子の一部をフリーズさせる。これによりユーザはGAや遺伝子を意識することなく、GA探索空間を柔軟に調整できる。

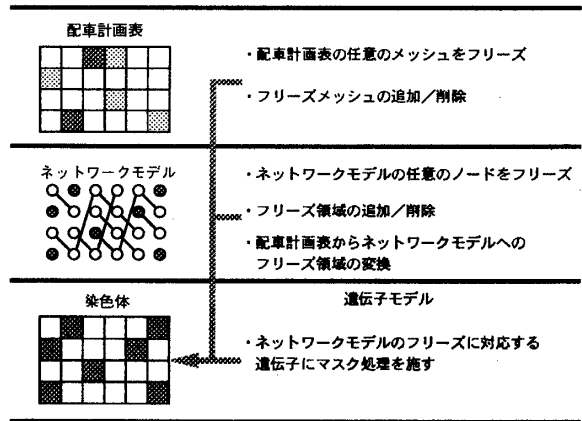


図3 対話型GA探索空間の調整

4. おわりに

本稿では、メタヒューリスティック調整型GAによるスケジューリング方式と、その配車計画機能への適応例について述べた。提案方式を複数線区の配車計画問題に適用したところ、基本的にはデータの入れ替えのみで対応可能であり、探索アルゴリズムの改修は不要であった。また、対話型GA探索空間の調整機能により、計画条件の変化に対して対話的に解を改善可能なことを確認した。以上より、提案方式により実用的かつフレキシブルなスケジューリングシステムを構築できることを確認した。

参考文献

- 1) 中山: 対話型多目的計画法とその応用, オペレーションズ・リサーチ, No.9, pp435-439, 1991
- 2) 黒田: 生産スケジューリング研究の課題と展望: 第32会日本OR学会シンポジウム講演論文集, pp1-13, 1994
- 3) 佐藤: GA応用車両基地トータル運用支援システム-車両運用計画機能-, 情報処理学会第53回全国大会