

6K-9

思考整合型モデルを用いた 列車ダイヤ作成支援システム

片岡 健司 駒谷 喜代俊
三菱電機株式会社 産業システム研究所

1. はじめに

我々は、交通・生産等の分野におけるスケジュール管理された大規模・複雑システムの計画・運用問題を対象として、人間が専門知識に基づいて問題解決する際の思考過程を計算機で模擬出来るよう記述した思考整合型モデルを提案し[1][2]、列車ダイヤの復旧問題(運転整理)等に適用してきた[3]。本稿では、思考整合型モデルを用いた列車ダイヤ作成支援システム[4]について述べる。

2. 思考整合型モデルによる列車ダイヤの自動作成

2.1 思考整合型モデルの概要

思考整合型モデルは、離散事象システムにおいて専門家がシミュレーションと知的な判断を融合して問題解決する過程を記述するためのモデルである。このモデルでは、ある駅における列車の到着と出発のように互に関連性のある事象はひとまとめにして処理する。これを部分シミュレーションと呼び、シミュレーションの基本単位としている。部分シミュレーションの概念を図1に示す。

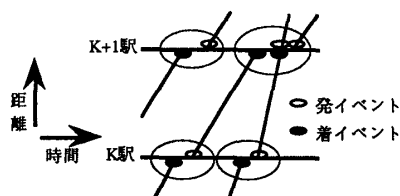


図1 部分シミュレーション

次に部分シミュレーションの実施を制御するためのメッセージを定義する。列車運行を対象にした場合では、メッセージは3種類用意されており、メッセージを受ける駅を基準駅と呼び、部分シミュレーションを実施する駅を実施駅と呼ぶ。

- (1)基準駅に対して次駅を実施駅とする。(第一指令)
- (2)基準駅を実施駅とする。(第二指令)
- (3)基準駅の手前の駅を実施駅とする。(第三指令)

これらのメッセージから適切なものを選択し、目的に応じた適切な駅へ送るために戦略知識を定義する。これは、専門家が従来試行錯誤的に行ってきた問題解決の手順に相当する。さらにこの戦略知識に沿って部分シミュレーションを実施し、専門家が持つ経験的な判断知識に相当する戦術知識を用いて部分問題の解決を繰り返しながら、全体の問題解決を行う。

2.2 列車ダイヤ作成支援への適用

思考整合型モデルは運転整理支援システムの構築を通じて提案されたものであるが、これをダイヤの作成支援

に適用することを試みた。

運転整理では3種類のメッセージを使用していたが、作成支援ではこのうち第一指令と第二指令だけ使用する。また、運転整理ではダイヤの乱れに対する復旧案の作成が目的であったが、ダイヤ作成の場合はダイヤ自体の作成が目的である。そのため、以下の手順でダイヤを作成する。

ある駅にメッセージを送ると、それ以前に設定された計画ダイヤに従い部分シミュレーションを行い、必要ならば計画ダイヤを変更する。部分シミュレーションの完了後、実施駅の次の駅(計画駅)に計画ダイヤを設定する。これを繰り返すことで、全体のダイヤを作成する。ダイヤ設定の様子を図2に示す。

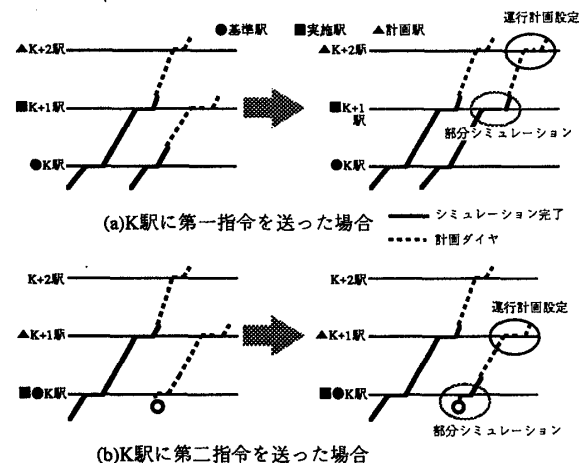


図2 メッセージとダイヤの設定

ところで、一般的な列車ダイヤでは列車の種類が普通、急行、特急等複数存在し、各々の停車駅や停車時間、走行速度が違うため、例えば特急は急行や普通を途中で追い越す必要が生じる。その場合、追越しをする駅、停車時間、使用番線等を考慮してダイヤを作成しなければならない。そこで、追越しを考慮した部分シミュレーションを実施できるような処理手順を戦略知識として記述し、追越しの判断基準を戦術知識として用意することで、追越しを考慮すべき状況になれば自動的に戦術知識を用いて判断し、追越しのあるダイヤ設定を行えるようにする。

3. 列車ダイヤ作成支援システム

3.1 システム構成

列車ダイヤ作成支援システムの構成を図3に示す。

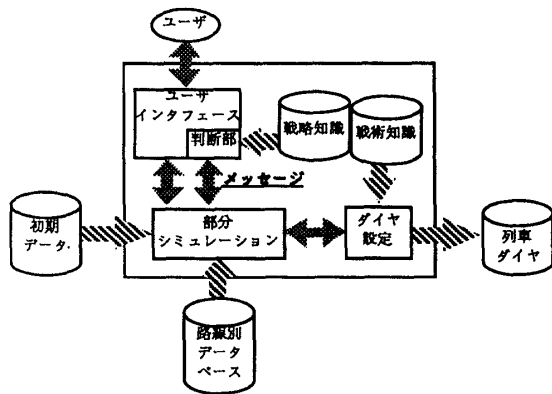


図3 列車ダイヤ作成支援システムの構成

必要な路線別データをデータベースにあらかじめ用意しておき、列車の初期データ（種別、始発駅、終着駅、始発時間など）を入力すると、路線の起点駅から順次部分シミュレーションを実施し、各駅での着発時刻及び着発順序を設定し、設定された列車ダイヤを出力として得る。ダイヤの作成状況はディスプレイ上に描画されるスジによって確認することが出来る。

3. 2 戦略知識

列車ダイヤ自動作成における戦略知識は、以下に示す処理手順に沿って部分シミュレーションが実施されるように記述されている。

基本的な処理手順としては、第二指令を送ることで基準駅を始発駅とする列車を出発させ、あとは基準駅を次々と進め第一指令を送ることにより、対象となる列車を終着駅まで進行させる。しかし、普通列車などの場合、後続列車に追い越される可能性があるため、待避駅では常に後続列車との関係を調べ、必要ならば後続列車を追い越させる必要がある。すなわち、シミュレーション中の状態としては、通常は対象列車に対して逐次シミュレーションを行えばよいが、実施駅が待避駅ならば、その駅での部分シミュレーションの実施を後続列車がくるまで中断し、後続列車の状況から追い越すか追い越さないかを判断する。その結果に従い、次の駅の部分シミュレーションを実施する。

3. 3 戦術知識

待避駅における追越しは、列車の種別、待避駅での先行列車と後続列車の時間間隔等から判断する。これは戦術知識として記述されるが、各路線の状況に応じた設定が必要となるため、各路線に固有なものとなる。一般には走行時間の差などにより判断し、例えば次の待避駅までの間に先行列車と後続列車の時間間隔が一定以下になるようであれば追越しを設定するようにしている。

3. 4 後戻り機能

列車ダイヤの作成では、基本パターンのように自動化が望まれている作業も多いが、最終的な調整作業には手動作成が欠かせない。そのために、列車の後戻り機能を追加することで、部分シミュレーション実施後の状態を元の状態に戻し、ダイヤを修正してから再び部分シミュレーションを実施できるようにした。後戻り機能は、駅に対して後戻りのメッセージを送るとその駅で最後に行った部分シミュレーションを無効にするものであり、部分シミュレーションによって行われるデータ処理の手順を逆の順番に行いデータを元に戻すことで後戻りが実現されている。

4. 作成例

実際の路線をモデルとして仮定の初期データを入力して自動作成したダイヤの例を図4に示す。本システムはEWS上でC言語で作成しており、23駅65列車分のダイヤが約40秒で作成できる。

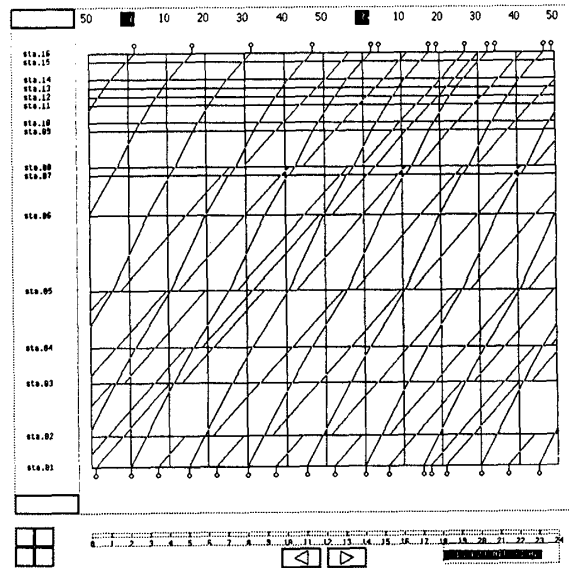


図4 列車ダイヤの自動作成例

5. 終わりに

本報告では、思考整合型モデルの列車ダイヤの自動作成への適用について述べた。実際の路線をモデルとしてダイヤの自動作成を行い、基本的な処理手順の妥当性を確認した。今後、戦術知識や修正機能の充実により、より効率の良いダイヤ作成をめざす。

【参考文献】

- [1] 駒谷，他：思考整合型モデルによる離散事象シミュレーション方式，第14回システムシンポジウム講演論文集，pp.243-248(1988)。
- [2] 駒谷，他：列車運行に対する思考整合型モデルとその応用，第26回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集，pp.299-303(1990)。
- [3] 駒谷，他：列車運転整理支援のエキスパートシステム，人工知能学会誌，Vol.3, No.1, pp.26-31(1988)。
- [4] 棟田，他：思考整合型モデルによるダイヤ作成支援システムの開発，第26回鉄道におけるサイバネティクス利用国内シンポジウム論文集，pp.304-308(1990)。