

3H-1 目的協調型AI技術による多列車種別 高速高密度ダイヤ作成支援方式の開発

角本喜紀 鶴田節夫
(株) 日立製作所 システム開発研究所

1. はじめに

鉄道サービス向上のために多列車種別高速高密度ダイヤ案作成の自動レベル向上が重要である。しかし、必要な知識が複雑であり、数理計画法やルール中心のAI技術では問題があった。そこで、目的並びにその分割・達成・調整用の戦略に着目し、複雑な知識を階層分割して表現する目的協調型AI技術を適用し、その解決を図った。

2. ダイヤ作成の課題と従来技術の問題点

ダイヤ作成は複雑な計画問題である¹⁾。有用な解を得るのに必要な目標状態や制約条件は処理が進むまで不明確な部分も多い。さらに営業的知識や常識も必要となる²⁾。列車種別の多い高速高密度ダイヤでは列車種別毎の走行時間、停車駅、続行関係などが更に複雑となる。

数理計画法ではこの様な複雑な問題を目的関数や制約条件に定式化することは困難であった。また、ルールベースシステムではダイヤ作成者の知識を階層的に分割・整理して表現するのが容易でないという問題があった。

3. 目的協調型AI技術による解決方式

専門家はダイヤ作成という目的を一定時間周期の部分ダイヤ(パタンダイヤ)作成、1日分のダイヤへの展開などの下位目的に分割する。それぞれの下位目的は、さらに単純で容易に達成可能な、より下位レベルの目的に分割して解く。また、下位目的の実行や相互調整・統合が難しい場合、目的の分割や実行・調整の戦略を変更する。

列車ダイヤ作成専門家は、複雑な計画問題解決のために、この様な階層的な知識を持つ。そこでこの知識のモデル化に有効な下述の知識表現方法の特徴とする目的協調

型AI技術により上記問題の解決を図った。

- 1) 上位レベルの知識は目的戦略ネット¹⁾と呼ぶ目的と戦略の階層ネットワークの形で宣言的に表現する。目的にはこれを達成するために選択的に使われる分割用、実行用などの各種戦略が結合されている。分割用の戦略には更に下位レベルの目的が結合し再帰的な階層ネットワークを構成する。このネットワークは知識の階層的な分割(モジュール化)や統合に有効なフレームやオブジェクトを用いて記述する。
- 2) 下位レベルの知識は変更の容易なプロダクションルール、および、オブジェクト(またはフレーム)に組み込んでパッケージ化した手続きにより表現する。

4. システム構成と動作フロー

一日分のダイヤの基本となるパタンダイヤ作成に目的協調型AI技術を適用した。システムの構成を図1に示す。目的協調推論エンジンとパタンダイヤ作成知識ベースよりなる。

- 1) 目的協調推論エンジンは、目的の取り出し、目的の下位目的展開などを行なう目的管理部と、戦略の選択、実行を制御する戦略管理部より構成される。
- 2) パタンダイヤ作成知識ベースは多階層の目的戦略ネット(図2)の下にルール、手続きを結合した階層構造である。

図2の目的戦略ネットは最上位目的の達成に列車種別毎作成と駅毎作成の2つの戦略があり、選択可能なことを表現している。前者は、優等列車のダイヤを作成した後に、非優等列車を追加する戦略を示す。また、後者は全ての列車種別に対して始発駅、中間駅、終着駅の順にダイヤを作成する戦略

を示す。以下、詳細は省くが、この様な目的分割により、これら下位目的間の調整と統合、つまり協調を行なうための知識を表現している。

この目的戦略ネットに従い、目的協調推論エンジンが目的分割、戦略選択を行ない、下位目的の実行・調整・統合をとり、複雑なダイヤを生成して行く。

5. 目的協調型 AI 技術の有効性

図3は1時間分の列車本数指定により作成された列車種別数が3の高速高密度ボタンダイヤ案の一例である。これは基準列車との走行時間差を示した相対表示ダイヤで、縦軸は駅間距離、横軸は走行時間差を示す。

多階層の目的戦略ネットを特徴とするオブジェクト、ルール、手続きの複合型¹⁾の知識表現により、目的協調型 AI 技術は複雑大量な知識の階層化、モジュール化を容易にし、その可読性、理解性を高めた。このため、列車種別の多い高速高密度なダイヤ作成に必要な複雑な知識の構築・変更が容易となった。その結果、図3の様に、続行時隔条件、待避時分や待避本数、さらに急行の待避駅指定などの営業上の基本条件を満足したダイヤ案が10秒以下で作成可能となった。

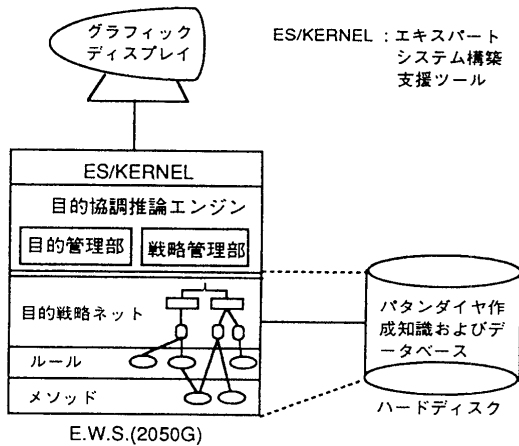


図1. システム構成

6. おわりに

列車種別の多い高速高密度ボタンダイヤの作成の自動レベル向上の見通しが得られ、目的協調型 AI 技術の有効性が確認できた。

さらに、1日分のダイヤ作成への適用を図る。

参考文献

1. Tsuruta, S. Matsumoto, K., 'A knowledge-based interactive train scheduling system --- aimed at large-scale complex planning expert systems', Proceedings of Int. Workshop on Artificial Intelligence for Industrial Applications, pp. 490-495, Japan, 1988.
 2. 鶴田、鬼塚、'協調推論型知識処理の方式' 情報処理学会誌、第30巻、第4号、1989.

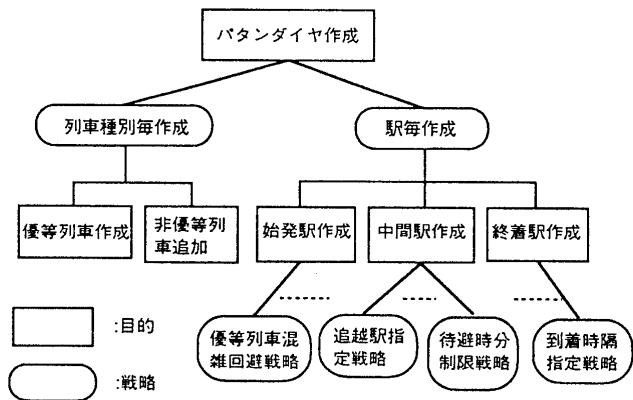


図2. ボタンダイヤ作成目的戦略ネット

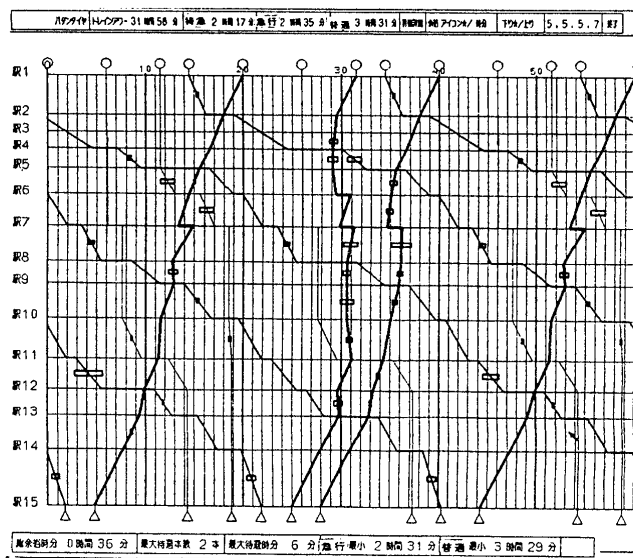


図3. 多列車種別高速高密度ボタンダイヤ出力例