

## 目的志向協調推論技術による 多列車種別運転整理方式

6D-4

岸清美[1]、鶴田節夫[2]、西島英児[2]、宍道徹夫[2]、石井賢一[2]

[1](株)日立情報制御システム

[2](株)日立製作所

### 1. はじめに

列車ダイヤが乱れた場合の回復計画の立案(運転整理)を行なう場合、特急、急行など列車の種別が多くなる(多列車種別)とダイヤが複雑となり、整理案の作成条件やその絡みや動的・例外的な変化が増大し、妥当なものを探検・選択するのは難しい。しかも、こうした判断をリアルタイムで行なうことが必要なため指令員の負荷が増大し、計算機による支援に対する要望は高い。本論文ではこの様に複雑かつ探検範囲の大きい問題解決のための目的志向協調推論技術[1][2]を用いた運転整理案の作成支援方式について述べる。

### 2. 多列車種別運転整理における課題

多列車種別の列車ダイヤでは、列車間の追越し(駅での待避)もあり、列車の運行が乱れた場合の他列車への乱れの波及形態が複雑となる。このため、問題点の把握が難しく、各列車の特性(列車種別や走行速度の相違)など、多数の条件が絡み、かつ、それらが動的・例外的に変化するため、妥当な運転整理案の作成がますます困難となる。そこで、計算機による支援が必要であるが、上述の様に複雑な条件が絡む上、実時間性、操作性が要求される。しかも、運転整理は乗客や乗務員など人間や社会に開いた問題であるため、指令員が協調介入を容易に行なえるような方法で提案を行なう必要がある。

### 3. 目的志向協調推論技術による多列車種別運転整理方式

目的志向協調推論技術では、ノウハウを目的・戦略ネット(目的と、目的を分割・統合するための複数の戦略を単位階層とする再帰的多階層ネットワーク)で表現し、複雑な知識ベースの構築・理解・変更および複数案の高速かつ動的な提案・選択を容易にする[1]。従って、多列車種別運転整理のように代案が多数考え

られ、状況に応じて異なる解決案(運転整理案)を提案・選択する必要がある複雑な問題に適している。

そこで、目的志向協調推論技術を用いて以下の方式で上記課題を解決する。

(1) 運転整理指令員のノウハウを目的・戦略ネットに記述する。

(2) システムは列車運行の乱れ状況に応じて上記の目的や戦略を選択し、運転整理案や問題点を表示し、指令員に知らせる。

(3) 指令員は表示された問題点に対して運転整理案の提案を指示する。

(4) システムは指示された問題点を解決するための提案を、目的・戦略ネットに記述された指令員のノウハウを用いて推論し、作成する。

(5) 作成した提案内容と共に、選択し実行した目的や戦略を推論過程として表示する。

(6) 表示された提案内容に対して指令員は手動で修正を行ったり、代案を要求する。

(7) 代案を要求された場合には、別の戦略をシステムが選択して、代案を作成し、その推論過程と共に表示する。

### 4. 実験システムの構成と動作

以上の方式を評価するために作成した実験システムの構成を図1に示す。

システムはEWS2050Gとエキスパートシステム構築支援ツールES/KERNELの上に目的志向協調推論エンジンを持つ。指令員のノウハウを記述した目的・戦略ネットは目的とその分割・統合戦略の多階層ネットワークとしてフレームで記述し[2]、目的戦略知識ベースとして格納する。図2に目的・戦略ネットの記述例を示す。

目的志向協調推論エンジンは指令員からの要求(「提案作成」など)に対し、目的・戦略ネットを用いて推論を実行し、列車運行計画(列車ダイヤ)や列車運行実績(列車が実際に走行した結果)をも

A Method of generating the train regulation schedule for multiple-type train transit by Teleological Coordinative Inference Technology.

[1] Kiyomi KISHI, [2] Setsuo TSURUTA, [2] Eiji NISHIJIMA, [2] Tetsuo SHINJI, [2] Kennichi ISHII

[1] Hitachi Information and Control Systems, Inc.

[2] Hitachi, Ltd.

とに、問題点の検出や運転整理案の提案をおこなう。問題点は問題の発生した位置に対応してダイヤ図上に支障マークとして表示する。運転整理案は、ダイヤ図上の運転整理位置に提案マークを表示して指令員に知らせる。指令員は画面上の支障マークをマウスで選択することでこの支障の解消だけに限定した運転整理案の提案を要求できる。システムは作成した運転整理案をテキストメニューとダイヤ図の両方で表示する。この整理案は提案の意図や理由の説明のため、推論過程で選択・実行した目的や戦略の名称と共に表示する。図3は運転整理案のテキストメニュー表示例である。整理案の修正は、このメニューからだけでなく、例えば待避駅を変更したい場合には、画面上に表示されているダイヤ図の要素をマウスで直接指示しても良い。提案を要求する場合には「代案」メニューをマウスで指示すると、システムが再び推論を実行し、替りに選択・実行した目的や戦略の名称と共に代替案を表示する。さらに、目的や戦略の内容や目的・戦略ネットの表示・修正、提案の取消、実行、スクロールなどの機能を持つ。

5. 実験システムの評価と結果

実験システムによる評価では、提案範囲を限定した最も下位の自動化レベルにおいても、手動の場合と比較して、操作回数が約1/3となった。これは、提案内容に修正がない場合であるが、修正が必要な場合でも約2/3程度に削減可能となった。

この結果、目的志向協調推論型運転整理方式の有効性を以下の点において確認した。

(1) 問題点としてダイヤ図上に表示した視認性の良い支障マークを直接ピックアップするだけで、その支障に限定した整理案が自動提案できる。これにより、対話操作性などマンマシン協調性が大幅に向上する。

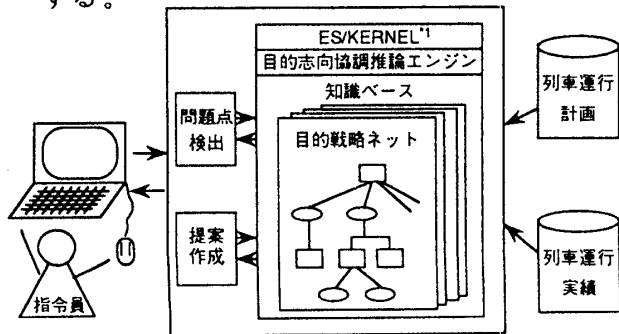


図1. 実験システムの構成 ES/KERNEL<sup>1)</sup> 目的志向協調推論エンジン 知識ベース 目的戦略ネット 列車運行計画 列車運行実績

(2) 列車の遅延状況や指令員の目的に合った整理案の提案を行える。また、提案内容のみでなく推論過程が目的や戦略と共に表示できるため、指令員が提案を理解し判断を下しやすい。

(3) 戦略を、目的や提案の自動化度に応じて複数用意して提案させることにより、指令員は意図や状況に合わせて代替案を選択できる。

6. おわりに

目的志向協調推論技術を適用した多列車種別運転整理方式について述べた。本方式では、複雑な運転整理のノウハウを目的・戦略ネットとして記述し、支障マークを選択するだけで、その支障解消に目的を限定した運転整理案をその提案理由(提案の目的や採用した戦略)と共に分かりやすく提案する。対話処理の不可欠な運転整理に於いて、提案の目的や戦略を表示するなどにより、目的を介して自動処理との協調をとることにより、指令システムの操作性の大幅向上を可能とした。

参考文献

[1]Tsuruta, S. Matumoto, 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, 他: 知識工学応用列車ダイヤ作成支援システムの開発, SIC'89 JSS 3-13, p847-p850

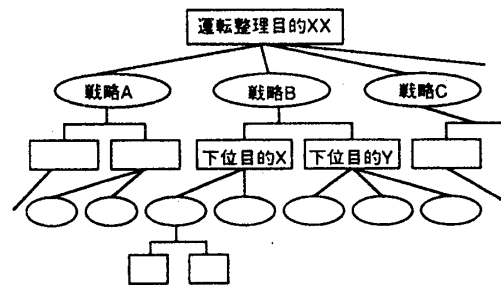


図2. 目的・戦略ネットの例

目的	運転整理目的XX
戦略	戦略B
整理種別	00変更
駅	駅1
対象列車1	K022
対象列車2	E146
対象列車3	E123
目的戦略表示	代案 ネット表示 戻し
窓移動	スクロール 実行 取消

図3. 運転整理案提案表示例