

時変目的協調推論技術による  
自動運転整理への指令員意思反映のための基本方式

6N-2

岸 清美<sup>1</sup>, 鶴田節夫<sup>2</sup>, 江口俊宏<sup>2</sup>, 宍道徹夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(株)日立情報制御システム, <sup>2</sup>(株)日立製作所

1. はじめに

コンピュータによる業務の自動化が盛んである。しかしながら、人間が責任をもって最終総合判断を下す必要のある業務の自動化は難しいものがある。列車運転整理<sup>3</sup>はその代表的なものである。本稿では、この運転整理案作成業務の自動化実現のために、計算機からの提案意図の提示により、指令員の意味を自動提案へ反映するための基本方式について述べる。

2. 指令員意思反映のための基本方式

運転整理案の自動提案は、リアルタイムに変化する列車の遅延状況や乗客への影響などを総合的に判断する必要があるため、指令員による迅速な修正や承認判断などが必要不可欠である。しかしながら、自動運転整理では、計算機が一方向的に結果を作成し、表示する。このため、指令員が自分の意思を反映させるためには、計算機の提案の意図を汲んで、出力結果に修正を加えたり、承認判断をする必要がある。ところが、計算機の出力結果だけ、あるいは、ルール連鎖等の使用知識・手順を表示されても、指令員が自動提案の意図や内容を的確かつ迅速に把握するのは難しい。さらに、全体として矛盾の無い様に修正する必要があり、手間や時間がかかり間に合わない。

そこで、自動提案に指令員意思を反映させ、指令員と計算機の協調的なインタラクションを実現するために、以下の方法を考えた。

(1) 計算機から指令員に対しては、自動提案結果と共に、自動提案の意図として、提案目的とその達成方針(すなわち戦略)も提示する。

(2) 提案結果を大幅修正したい場合は、代替案を指示すると、計算機は自動提案目的に対する代替戦略により、代替案を自動提案する。

(3) 提案結果を部分修正したい場合は、修正箇所を指定すると、計算機は指定箇所に関係する部分の目的(下位目的)と代替戦略を定めることにより、指令員の意味と自動提案の目的や方針との調和をとった修正案を作成する。

(4) ポイント修正のみを行いたい場合には、自動提案と共に提示された目的を考慮して画面上から直接修正を加える。

3. 実現方式

上記方式を実現するために時変目的協調推論技術[1]を適用した。本技術は、目的志向協調推論技術[2]を目的が実時間で動的に変化する場合に拡張したものである。このため、リアルタイムで変化する自動提案の意図の提示や処理に有用と考えた。

実験システム(図1)は、列車運行シミュレータ、時変目的協調推論部、ヒューマンインタラクションマネージャから構成される。

3.1 列車運行シミュレータ

列車の運行状況をシミュレートし、運行予測やダイヤ乱れ(遅延)の検出を行う。

3.2 時変目的協調推論部

時変目的協調推論エンジンと知識ベースから成る。遅延などのメッセージを受信すると、その内容に応じて時変目的を生成する。時変目的は、知識ベース中で、目的・戦略ネット[2]として表現されている目的や戦略と関連づけられる。すなわち、推論は、目的・戦略ネットの構造に沿って制御される。その結果、本実験システムでは、運転整理案や、その代替案・修正案が作成される。

3.3 ヒューマンインタラクションマネージャ

計算機の提案意図として、自動提案の目的と達成方針(適用戦略)を自動提案と共にグラフィック表示する。また、指令員の指示を入力し、時変目的協調推論部に伝達する。

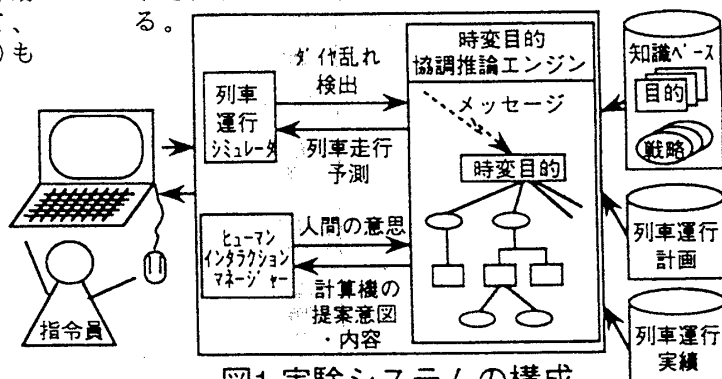


図1. 実験システムの構成

A Fundamental Method to Reflect the Operator's Intension Aimed at Automatic Train Regulation by Dynamical Goal Coordinating Inference Technology.

Kiyomi KISHI<sup>1</sup>, Setsuo TSURUTA<sup>2</sup>, Toshihiro EGUCHI<sup>2</sup>, Tetsuo SHINJI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hitachi Information and Control Systems, Inc., <sup>2</sup>Hitachi, Ltd.

<sup>3</sup>運転整理：列車ダイヤが乱れた場合の回復計画の作成

3.4 具体的実現内容と動作例

(1) 自動提案作成と計算機意図の提示

列車運行シミュレータがダイヤの乱れを検出し、遅延あるいは整理要求などのメッセージを送信する。時変目的協調推論エンジンは受信メッセージに対して時変目的を生成し、目的・戦略ネットに記述されたノウハウを用いて運転整理案を作成する。列車運行シミュレータはこの運転整理案に対する運行予測結果を表示する。この時、提案を行った位置に提案マークを表示する。提案マークは提案種別により色分け表示されるため、提案の概要が一目でわかる。詳細は、提案マークをピックアップすると、ヒューマンインタラクションマネージャが、ピックアップされた提案の内容、目的、実行戦略などを時変目的協調推論部に問い合わせ表示する。指令員は、表示された内容を参考に提案結果を総合判断する。

(2) 大幅修正インタフェース

大幅修正が必要な場合は、全体画面の代替案メニューをピックアップする。時変目的協調推論部は整理要求などのメッセージにより生成された時変目的(上位目的)に対する代替戦略を実行して、代替案を作成する。

(3) 部分修正インタフェース

提案の一部を修正したい場合は、修正したい提案の提案マークをピックアップする。図2の例では、塗り潰された提案マークの内容が表示されている。すなわち、K駅において列車X040Lと列車X050Lの順序が変更され、前者が後者を待避する。図2では画面の一部しかないが、画面には、待避による他列車への影響も考慮した全体の運転整理案が表示されている。次に、表示された提案内容右下部の「代替案」メニューをピックアップすると、ヒューマンインタラクションマネージャが代替案作成を時変目的協調推論部に要求する。時変目的協調推論部は修正に関係ある部分に対応する目的(下位目的)を、目的・戦略ネットをたどって探索し、この下位目的に対する代替戦略を実行する。こうして、指令員の意味を反映し、かつ矛盾の無い代替案、すなわち修正案を作成する。修正案の表示例を図3に示す。すなわち、K駅では列車X040Lは列車X050Lを待避せずに発車する。しかし、J駅以降の遅延の波及を考慮して、J駅で列車X040Lは列車X050Lを待避する。しかも、J駅での使用予定番線が競合するため、番線の変更も同時に提案している。さらに、これらの変更の影響に対応して、H駅以降でも全体の矛盾のない修正案が提案される。

(4) ポイント修正インタフェース

提案された番線の変更などは、提案目的を考慮して、画面から直接修正する。

4. 実験結果

実験の結果、以下の点を確認した。

- (1) 自動提案の目的やその達成戦略を提示することにより、計算機の提案意図が的確かつリアルタイムに把握可能となった。
- (2) 修正のレベルを目的・戦略ネットに対応させた多階層修正インタフェースにより、矛盾なく指令員の意味を反映させられる協調的な提案修正が可能となった。
- (3) 以上の結果、計算機の提案意図を損わずに指令員意思を反映させた的確な修正や承認が迅速にできると考える。

5. おわりに

自動提案には、指令員の操作が少なくすむという利点がある一方、提案内容が指令員の意味通りならずという欠点があった。これを時変目的協調推論技術を用い、計算機の提案意図を提案の目的とその達成方針(戦略)として提示し、目的戦略志向の多階層修正インタフェースを設けて、指令員の意味を反映可能とした。

参考文献

- [1] 鶴田、他：時変目的協調推論技術の開発と列車運転整理AIシステムへの適用、情処学会第91回人工知能研究会、1993
- [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、SICE'89 JSS 3-13, p847-p850

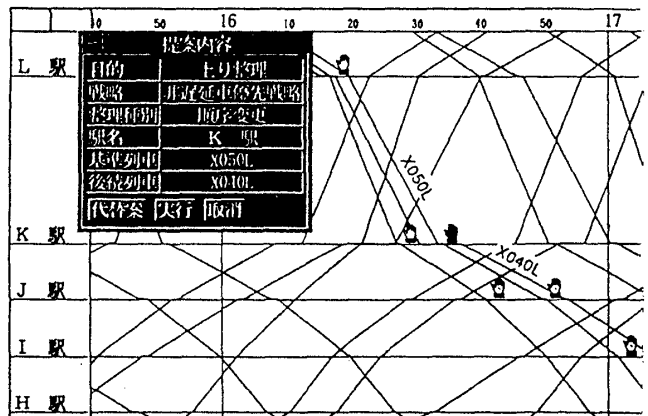


図2.提案内容表示画面例

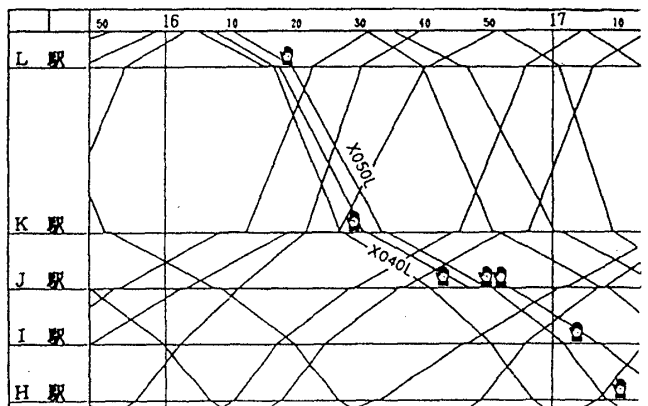


図3.修正案表示画面例