

目的志向協調推論型運転整理AIシステムの開発

6D-5

江口 俊宏 鶴田 節夫 柳井 繁伸
 横田 正義 大島 俊或 酒井 憲一

(株)日立製作所

1. はじめに

列車ダイヤの乱れを抑さえる指令業務(運転整理)は、これまで指令員の判断に頼っていた。ところが大都市通勤路線では運転整理業務の負荷が非常に重くシステム化のニーズが高い。運転整理システムの実現には、実時間で変化する運行状況を総合的に、しかも迅速に判断し、整理案を立案する必要がある。特に、整理案は局所案でなく近未来の路線全体の運行を考慮したものでなくてはならない。

本稿では、大都市通勤路線への適用を目的に開発した運転整理AIシステムの全体構成を述べ、さらに、目的志向協調推論方式[1][2]を用いた整理案の推論方式について述べる。

2. 目的志向協調推論型運転整理AIシステム

本システムは、ダイヤに乱れが発生した際に運転整理案を指令員に提示して承認された提案をダイヤ管理系に送信する。ダイヤ変更情報は、ダイヤ管理系から各駅の制御装置に送られる。(図1)

(1) 運行予測部

ダイヤ管理系から周期的に送られる運行実績データをもとに、2時間先までの全列車の運行を予測する。予測結果は、ダイヤ図形式でグラフィック表示し、列車運行の支障監視に用いる。

(2) 運行監視部

列車の運行状況を監視し、遅延監視ルールがダイヤの変更を必要とする運行の乱れを検出し、遅延情報をAI判断部に送信する。

(3) AI判断部

目的志向協調推論方式を用いて整理案を推論する。まず、運行監視部からの遅延報告メッセージをもとに、遅延列車とそれに関連する運行状況情報を設定する。次に、運転整理知識のうち、遅延に直接対処するための遅延整理知識を用いて遅延整理案とその代替案を推論する。遅延整理案の実施(ダイヤ変更)に伴い新たな支障が予想される場合には、ダイヤ変更に対処するための付随整理知識を用いて付随整理案を推論し、遅延整理案と付随整理案を合成する。

(4) 提案実行部

提案ウィンドウ(図4の右下)に提案内容を表示し、提案ダイヤをダイヤ図ウィンドウ(図4の背景画面)にダイヤ図形式で表示する。指令員は提案を選択し、承認または否認の入力を行う。必要があれば提案修正もできる。ここで承認された提案はダイヤ管理系に送信される。

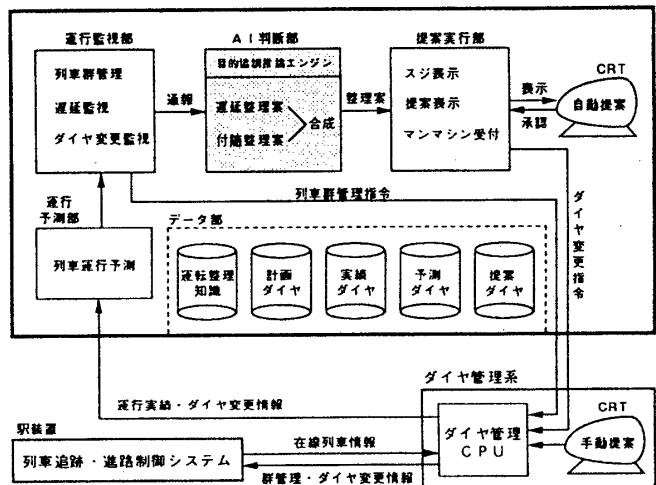


図1. 運転整理AIシステム(太枠内)

3. 運転整理における目的志向協調推論方式

AI判断部は、中間判断駅や折返し駅などの駅種別毎に目的対応に分割された遅延整理知識(70ルール)と付随整理知識(180ルール)を利用して整理案とその代替案を立案する。AI判断部の目的協調推論エンジンは、遅延整理ルールと付随整理ルールを列車の進行方向に沿って時間順に連鎖起動させることにより整理案を推論する。具体的には(1)目的協調型の知識の分割と選択(2)運行状況の仮想的更新による付随案の推論(3)複製プロセスによる代替案の並列推論により実現する。

(1) 目的協調型の知識分割と選択

目的協調推論方式は、多種多様の知識ベースを効率よく利用できる推論環境を提供する。本システムでは運転整理知識を駅種別毎の目的や戦略に着目して知識群に分割し、目的戦略ネットと呼ぶ多層階層ネットワークとして構造化する。起動すべき個々の

知識群は目的に対応した各戦略として記述する。

目的協調推論エンジンは、ある知識群のルールが起動された時、次に起動すべき知識群を目的戦略ネットにより選択する。こうして列車の進行方向順に知識群を連鎖起動して整理案を推論する。

(2) 運行状況の仮想的更新による付随案の推論

目的協調推論エンジンはデーモン的な監視機能を持つ。ルールによる整理案の生成を常に監視し、これを実施した場合の運行状況の変化を予想してフレームを更新する。こうして新たな問題の発生を予想して付随整理案を推論することにより、全線区で調和のとれた運転整理案の推論を可能とする。

(3) 複製プロセスによる代替案の並列推論

遅延整理ルールによって複数の案が生成された場合は、各々の遅延整理案の付随案を推論するために複製プロセスを生成する戦略を用いて処理を分担することにより、代替案の並列推論を可能とする。

4. 適用例

中間判断駅での遅延整理と途中折返駅での付随整理の連鎖起動を例に、本推論方式の適用例を示す。

(1) 遅延状況合成

運行監視部からの遅延報告メッセージ「列車A0815が、中間判断駅で6分25秒遅延」をもとに、遅延列車とその関連の運行状況を実績ダイヤ・予測ダイヤ等を参照して作成し、フレームに設定する。

(2) 中間判断駅遅延整理

目的協調推論エンジンは、中間駅での遅延発生に対処するための中間判断駅遅延整理戦略を複数の戦略の中から選択する。次に、この戦略に記述された知識群の中から、条件文が運行状況にマッチするルール、例えば中間判断駅_000ルール(図2)を起動し、途中折返駅での運行順変更の整理案を生成する。

```

(中間判断駅遅延整理)
(中間判断駅_000)
( if 状況判断駅人 @ダイヤ種別 = 平日ダイヤ
  @時間帯 = 朝ラッシュ
  @監視駅 = 中間判断駅
  @問題列車行先駅 = 途中折返駅
  @遅延量 > 120
  @遅延予測 > 240 )
then ( send 状況判断駅人 運行順変更 (@相手列車, 途中折返駅, @次リンク列車) )
    
```

図2. 遅延整理ルールの例

(3) 途中折返駅付随整理

目的協調推論エンジンは、(2)で生成した整理案によって新たに発生する問題点の解消を目的として途中折返駅付随整理戦略を選択・実行する。すなわち、上記整理案を実施した状態を予想してフレーム

を更新し、例えば途中折返駅_ΔΔΔルール(図3)を起動し、終端駅での番線変更および折返し列車の運行順変更案を付随整理案として生成する。

```

(途中折返駅付随整理)
(途中折返駅_ΔΔΔ)
( if 状況判断駅人 @ダイヤ種別 = 平日ダイヤ
  @時間帯 = 朝ラッシュ
  @実施駅 = 途中折返駅
  @変更操作 = 運行順変更
  @指定列車行先駅 = 終端駅
  @相手列車行先駅 = 終端駅
  @相手列車 = @後着列車 )
then ( send 状況判断駅人 番線変更 (@指定列車, 終端駅, @相手列車着番線) )
      ( send 状況判断駅人 番線変更 (@相手列車, 終端駅, @指定列車着番線) )
      ( send 状況判断駅人 運行順変更 (@次リンク列車, 終端駅, @次リンク先発列車) ) )
    
```

図3. 付随整理ルールの例

(4) 代替案生成

前記(2)で遅延整理案が複数生成された場合は、複製プロセスが上記(3)の処理を分担して、それぞれの遅延整理案毎にその付随案を並列推論する。

(5) 整理案合成

前記(2)で生成した途中折返駅での遅延整理案と、それに伴い(3)で生成した終端駅で付随整理案を合成することにより、各駅間で調和のとれた整理案を立案できることを確認した。(図4)

5. おわりに

大都市通勤路線への適用を目的に開発した運転整理AIシステムと、その推論方式について述べた。本システムは、目的志向協調推論方式により実時間で変化する路線全体の運行状況を総合判断し、生成した遅延整理案とそれに伴う付随整理案を同時に推論して合成するため、全線区で調和のとれた運転整理案が立案可能である。

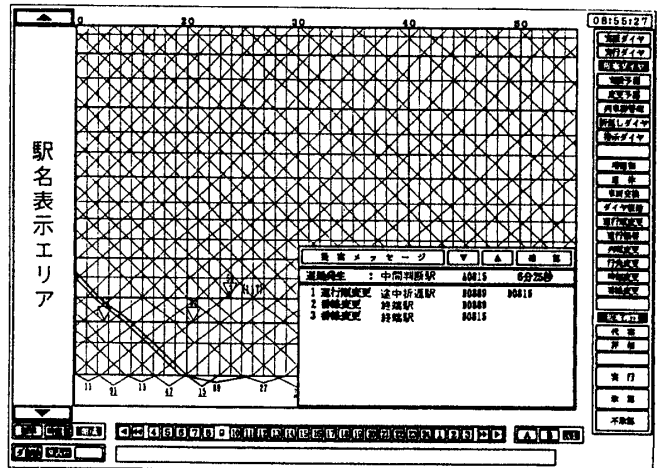


図4. 提案出力画面

参考文献

[1] 鶴田, 他: 協調推論型知識情報処理の方式, 情報処理学会論文, Vol.30 No4, (1989), p427-P438
 [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