

目的協調推論技術による他社線乗入れ複数

5J-1 乗務区列車乗務ダイヤ自動作成システムの実現

鶴田節夫* 石井賢一** 栗原和男**

* (株) 日立製作所 システム開発研究所 **同水戸工場

1. はじめに

複雑・難解な問題の解決のための知識情報処理技術である目的協調推論技術を研究開発してきた。目的やその分割・達成・調整用の戦略をベースに、複雑な知識を階層分割して表現することを特徴とする。従来の乗務ダイヤに比べて桁違いに難しい他社線乗入れ複数乗務区の列車乗務ダイヤ作成の自動化に目的協調推論技術が有効なことを確認したので報告する。

2. 従来技術の問題点

列車ダイヤ作成は複雑な計画問題である。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が多く、大局的知識や常識を活用して妥協案を見い出して行く。例えば、大都市通勤圏の列車乗務員ダイヤは交代区分と呼ぶ割付け要素数だけでもバスダイヤより約2桁多い。が更に、他の会社線との相互乗入れ、複数の乗務区での乗務分担、朝晩の過密ラッシュや早朝から深夜まで長時間に及ぶ安全かつ便利な列車運行に必要な多種・多様の難題が加わり複雑・難解である。

仕業割付つまり上記の交代区分の割付が複雑なだけでない。自社の乗務だけをつないで多数の仮想の棒を作る棒ダイヤ作成や、これらの棒をどの乗務区に分担させるかも難しい上、これらが上記の割付に致命的影響を与える。この様に、問題解決に必要な知識は多種・多量で複雑な構造を持つ。

ルールベースシステムではこの様に複雑に絡み合う知識を階層的に分割・整理して分かり易く表現するのが困難である。また、GAなどの確率探索的アプローチも探索量の問題、更には、数理計画法やニューロなどと同様、このような複雑な問題を目的関数や制約条件に固定化・定式化して評価するのは困難という問題がある。

3. 目的協調推論技術による解決方式

専門家は他社線乗入れ複数乗務区列車乗務ダイヤ作成という目的を上記の仮想の棒ダイヤの作成、各乗務区への分担、仕業割付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、これらの下位目的

の実行や調整が不調の場合、分割や実行・調整の方法（戦略）を変更する。

そこで複雑な列車乗務ダイヤ作成のためのこのような階層的知識モデルの構築に有効な下述の知識表現方法を特徴とする目的協調推論AI技術により上記問題点の解決を図った。

- 1) 上位レベルの知識は目的戦略ネット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。目的にはその達成のために選択的に使う分割用、実行用などの各種戦略が結合している。分割用の戦略には更に下位目的が結合し、目的と戦略の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組織化・モジュール化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。

更に今回、自動処理に人間の常識的判断を加えやすくするため、戦略や協調条件を目的対応に対話変更できる機構を開発した。

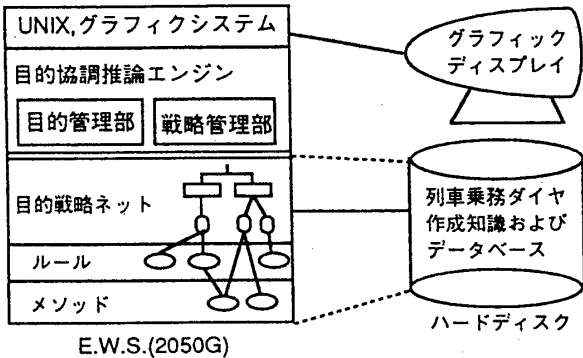
4. システム構成と動作フロー

目的協調推論AI技術による他社線乗り入れ複数乗務区列車乗務ダイヤ作成システムの構成を図1に示す。目的協調推論エンジンと上記の列車乗務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、目的の下位目的への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) 列車乗務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上記の棒ダイヤ作成の下位目的であるつなぎ作成目的の達成に無調整型折待時分最小戦略と分担考慮型折待ち時分制限戦略の2つの目的分割戦略があり、いずれかを選択可能なことを表現している。前者は、棒ダイヤを作成（つなぎ生成&ソート）後に、終日にまたがる棒を優先して並べる戦略を示す。後者は、分担を考慮して各乗務区にローカルな

つなぎに調整するローカルつなぎ調整目的などをつなぎ生成&ソート目的とは独立の目的として分割する戦略を示す。詳細は省くが、これら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、下位目的を実行・調整・統合し、目的を協調的に遂行する。こうして棒ダイヤ作成、分担決定の後に仕業を割付け、複雑な乗務ダイヤを生成して行く。



E.W.S.(2050G)

図1. システム構成

5. 目的協調推論AI技術の有効性

多階層の目的戦略ネットとして構造化したオブジェクト、ルール、手続きの複合型の知識表現を特徴とする目的協調推論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、目的志向の対話性を高めた。このため、複雑なダイヤ作成知識の構築・変更や目的に対応したその柔軟な選択活用が容易となり、他社線乗り入れ複数乗務区列車乗務ダイヤ作成が可能となった。

具体的には、各目的に応じた戦略や条件の対話選択により、現行列車ダイヤに対し乗務員が自動で全部割付可能になると共に、1日ではほぼ実用レベルに修正できることを試行確認した。

6. おわりに

目的協調推論AI技術を他社線乗り入れ複数乗務区列車乗務ダイヤ作成へ適用し、本技術の有効性を確認した。

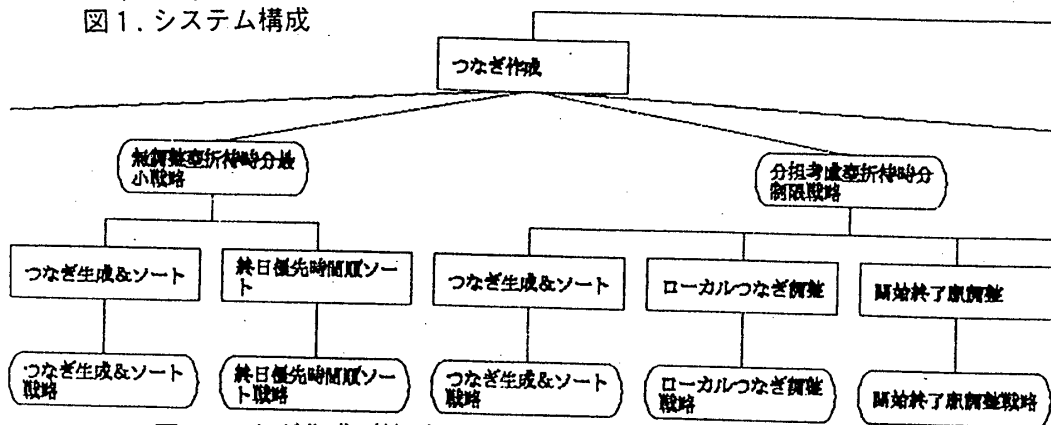


図2. つなぎ作成 (棒ダイヤ作成の下位) 目的の目的戦略ネット

乗務	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
406 509	R 1400	F 1616	入 1608	F 1739	中	入 1708	出 1710	中							
414 510	中 1415	出 1527	入 1607	出 1725	中	入 1740	出 1828	中							
350 536	中 1415	出 1538	入 1614	出 1741	中	入 1728	出 1815	中							
408 424	中 1411	出 1517	入 1607	出 1736	中	入 1708	出 1811	中							
414 441	入 1544	出 1633	入 1658	出 1758	中	入 1728	出 1828	中							
354 455	中 1417	出 1517	入 1617	出 1717	中	入 1628	出 1827	中							
250 537	入 1628	出 1738	中	入 1827	出 1738	入 1828									
306 604	中 1523	出 1611	入 1727	出 1817	中	入 1823	出 1928	入 1828							
331 534	出 1633	入 1658	出 1837	入 1828	中	入 1827	出 1913	入 1844							
302 529	出 1638	入 1738	出 1738	入 1827	中	入 1827	出 1927	中							
451	中 1747	出 1837	中	入 1828	出 1927	中	入 1828	出 1927	中						
523	中 1747	出 1837	中	入 1828	出 1927	中	入 1828	出 1927	中						
516	入 1757	出 1827	中	入 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
513	中 1708	出 1811	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
451	中 1827	出 1738	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
512	入 1827	出 1927	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
641	入 1827	出 1927	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
648	入 1827	出 1927	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
559	中 1827	出 1927	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
521	中 1827	出 1927	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
519	中 1827	出 1927	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						
524	中 1827	出 1927	入	中 1827	出 1927	中	入 1827	出 1927	中						

図3. 他社線乗り入れ複数乗務区列車乗務ダイヤ出力例 (中乗務区の例)