

6G-6

作業順序ネットワーク  
自動作成方式の開発

日立・エネルギー研究所\* 満田 透 野中 久典 小林 康弘  
日立・日立工場\*\* 三浦 淳 大越 茂 好永 俊昭

1. 緒言

作業工程計画において作業順序を表わすネットワークを自動的に作成する方式を開発した。作業順序ネットワークを作成するためには、作業間の順序関係を決定すると共に、この順序関係を矛盾無く表わすために、必要に応じてダミー作業を追加する必要がある。従来、これらは専門技術者が手作業により行なっていたが、作業数が増加し、作業間の関係が複雑になると、作成時間が増加する上、矛盾の無いネットワークを作成するのも困難になる。本方式では、これらの問題点を解決するため、作業間の優先度に関する知識ベースを用いて作業順序を決定し、追加するダミー作業を必要最小限とするような判定基準により合理的なネットワークを作成する。

2. 作業順序に関する知識表現及び知識ベース化

図1は、工程計画支援システムの基本構成を示す。ステップ①では、各作業の属性と知識ベースのルールにより作業順序を決定する。ステップ②では、作業順序に基づきネットワークを作成する。ステップ③では、ネットワーク解析により作業実施時期など最適な工程を決定する。ステップ④では、工程を評価し必要があれば、計画条件の変更等により工程を調整する。<sup>1</sup> 本稿では、以下、ステップ①、②について述べる。

作業順序に関する知識の中には、単純な if-then ルール形式だけでは、表現できないものがある。このような知識を本方式では、数式モデルを用いて表わす。<sup>2</sup> モデルで表現した知識の例を図2に示す。ここでは、作業Aが作業Bに優先することは、 $U(A) > U(B)$  に等しい。モデルを決定するためには、属性評価値および属性の重み係数(トレードオフ係数)を決定する必要がある。本方式では、専門技術者がこれまでに作成した作業順序からこのモデルを同定し、知識ベースに格納して利用する。同定システムは、まず、専門技術者が提示した属性評価値の推定値をモデルに代入して、作業順序関係の各一対比較からそれぞれトレードオフ係数を変数とした不等式を定義する。次に、トレードオフ係数空間を各不等式の境界面で部分空間に分割し、全不等式を満足する部分空間を求める。このような部分空間が存在しない場合には、不等式の形を変更するために属性評価値の推定値を自動的に修正する。

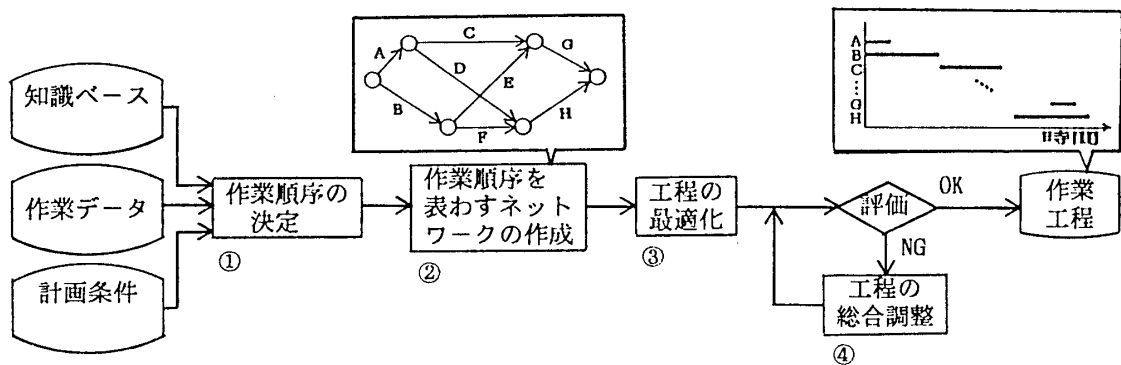


図1 工程計画支援システムの基本構成

Development of Automatic Generation Method for Scheduling Network

Toru MITSUTA, Hisanori NONAKA, Yasuhiro KOBAYASHI

Jyun MIURA, Shigeru OKOSHI, Toshiaki YOSHINAGA

\* Energy Research Laboratory, Hitachi Ltd. \*\* Hitachi Works, Hitachi Ltd.

属性評価値の推定値の修正に際しては、1つの属性評価値が複数の作業と関連しているため、どの作業のどの属性評価値を修正するかを、修正の影響を予測しながら効率的に決定する必要がある。本方式では、修正対象を限定するための仮説設定機能と、修正手順をガイドするための制御機能を用いて、効率化をはかる。仮説は、作業対の選択、作業の選択、属性評価値の選択、修正量の選択の4レベルに分かれる。制御機能は、修正結果を評価し、修正が失敗の場合には、適切なレベルへ戻って仮説を再設定することにより修正をやり直す。

3. ネットワーク作成方式

ネットワークの作成では、例えば、図3(a)のような順序関係を矛盾無く表現するためには、図3(b)のように、4つのダミー作業の追加が必要となる。本方式では、一对の作業の順序関係を逐次追加しながら、ネットワークを拡張して行く。この過程でダミー作業の必要性を判定し、その結果に応じてダミー作業の追加・削除を行なう。このための条件を系統的に整理した結果、「追加した順序関係の作業が既にネットワーク上に存在するか否か」といった7つの基本条件の組合せで判定基準を表現することができた。フレーム表現したネットワークの構造とこれらの判定基準を照合することによりダミー作業の必要性が判定可能となる。また、ネットワークを拡張した時に閉ループなどが発生した場合には、その原因となった作業の順序関係を探索し表示する。

4. 適用例

本方式のプロトタイププログラムを作成し、プラントの作業計画を模擬したテスト問題により以下の結果を得た。

- ・ 3属性、9属性評価値、のテスト問題で知識表現モデルを同定した。この結果、2つの属性評価値の推定値を修正することにより与えられた作業順序を再現できるモデルを同定できた。
- ・ 38作業の順序関係を表わすネットワークを自動的に作成した。順序関係を矛盾無く表わすための必要最小限の2つのダミー作業を正しく追加できた。この結果、余分なダミー作業の追加や必要なダミー作業の欠落が防止できた。

5. 結言

今回開発した作業順序ネットワーク自動作成方式では、作業順序を決定するための知識を数式モデルで表現し、専門技術者がこれまでに決定した作業順序からこのモデルを同定する。また、これらの知識に基づいて決定した作業順序を矛盾無く表現するのに必要となるダミー作業を自動的に追加することが可能である。本方式をプラントの作業計画を模擬したテスト問題に適用し、その有効性を確認した。

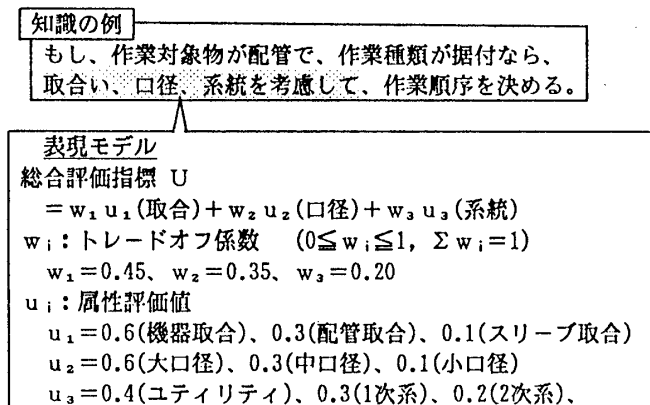
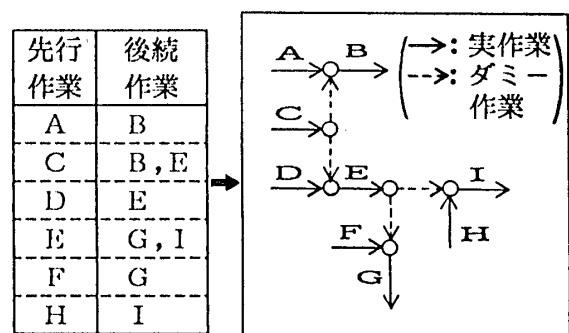


図2 知識と表現モデルの例



(a) 作業順序

(b) ネットワーク

図3 ダミー作業追加の例

[参考文献]

- 1) 野中久典、本会第36回大会、5Q-1 (昭63-3)
- 2) 市川惇信、多目的決定の理論と方法、計測自動制御学会編 (昭55)