

VI-79

知識を用いた工程計画作成支援システム

東京大学工学部 正 員 佐野可寸志
 東京大学工学部 正 員 島崎 敏一
 東京大学大学院 学生員 ○ 池内 光介

1. はじめに

近年、建設工事をめぐる環境は、需要増加や人手不足など厳しくなっており、資源の有効配分は重要な課題と考えられる。一方、ネットワーク手法は計算機を用いた有効な工程管理手法であるが、データ入力に手間がかかるため現場ではあまり利用されていない。そこで本研究ではこのような状況をふまえて、新たな知識表現を用いてわずかなデータ入力により工程計画を作成するシステムを構築することを目的とした。

2. システムの概要

本システムでは、まず対象構造物、規模、工法、工期を入力すると、後述の知識データベースを用いて各作業が物理的に満たさなければならない順序関係や必要な資機材の種類を推論し、出力する。それに基づいてユーザーは出力された資機材の最大投入可能数量を入力する。次にリストアップされた作業の中から核となる作業群を抽出し、それらを行なうべき日数をユーザーが入力することによって、核となる作業を行なうのに必要な資機材数量を推論し、与えられた工期や資源制約を満足する実行可能解を出力する。図1に本システムの処理の流れを示す。

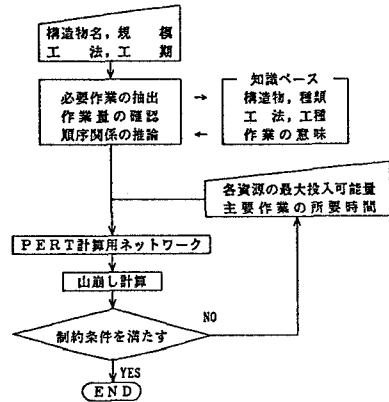


図1 システムの処理の流れ

3. 作業の順序関係の推論

①データのモジュール化：一般に建設工事の作業関係は図2のように、はっきりとした階層性を持っている。そこで本システムではこの階層性に合わせて、作業に関するデータをこの階層の各レベルごとに設けておき、各レベルにおいて順序関係を推論し、下位レベルの順序関係を上位レベルの作業に順次置き換えていくという手法を取ることでデータのモジュール化を行う。これにより、データ構造は管理が容易で一般的なものになり、システム設計も効率良く行うことができる。

②データ構造：本システムでは、一定とみなしてよいような順序関係も固定的なデータとはせず、各作業の「意味」を表わすようなデータを作成することにより、人工知能手法の趣旨である人間の思考過程の再現を試みた。この場合の「意味」とは「上位作業名」、「作業の目的」、「前提条件」、「使用する機材」、「作業位置」などの知識全体が意味する作業の特性を表わすものである。このような作業の「意味」を全作業について表現したものをデータとして蓄える。この一部を概念的に表わしたものが表1である。このような表形式のデータは各作業間で独立であるため、データの変更・修正もおこないやす

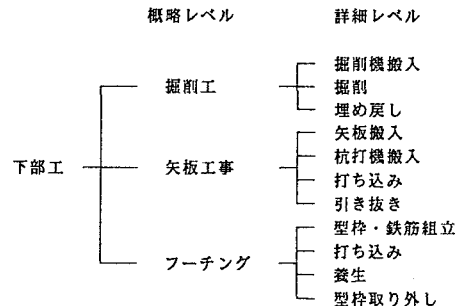


図2 階層構造の例

い。また、工事による個別的な順序関係は含まずに、作業の意味という根本的な知識を表現しただけのデータ形式であるため、任意の工種の作業にも適用することができるなどの利点がある。

③推論機構：図2の工事を例にとると①で述べたように、基本的には各レベルで「条件」と「目的」の関係から順序付けを行ない、下位レベルの順序をその上位作業の位置に置き換えていくというものである。例えば、図2の工事を例にとると、まず概略レベルで矢板工事→掘削→フーチング工という順序関係を作る。次に、これらの各作業それぞれについて、下位作業間の順序付けをおこなう。（「掘削機搬入→掘削→埋め戻し」、「鉄筋・型枠→打ち込み→養生→型枠はずし」など）そして概略レベルの順序にこの順序関係を置き換えていくという手順である。ただし、これだけでは扱えないものに対しては工夫が必要である。例えば、矢板工事における「引き抜き」は「打ち込み」のすぐ後に行なわれることはまずありえない。そこで、この場合は「掘削が終わったら「引き抜き」を行なう」とシステムに記憶させておく。次に、「埋め戻し」も同様の例なのでシステムは「地下」で行なう作業が終わったら「埋め戻し」を行なう」と記憶しておく。そしてもし「地下」で行う作業がフーチング一つであるならば、「フーチング」の最後の作業（型枠はずし）の後に「埋め戻し」をつなげる。そして掘削が終わったので、「埋め戻し」の後に「引き抜き」をつなげるという手順である。

表1 知識のデータ構造の例

	掘削	矢板工事	フーチング
上位作業名	下部工	下部工	下部工
条件	土が崩れない		土が無い 地盤が平らである
目的	土を取り除く	土の崩れを防ぐ	柱をつくる
位置		地下	地下

4. 作業の所用日数の推論と資源の平滑化

作業量は定数としても投入資源量と日数を離散的な変数とすると、現実の問題を解く際には、組合せ数が爆発的に増大し、最適解を求めることは事実上不可能であるので、ここでは、作業の重要度を考慮した近似解法を提案する。建設工事においては、質的にも量的にも核となる重要な作業群が存在することが多い。ユーザーが入力した主要な作業群全体を行うのに必要な所要日数を基に、効率性を重視したルール（例えば、作業間の待ち時間を少なくする。）を用いて、各作業に必要な資機材や所要日数を割り付ける。他の補助的な作業については、各資源の制約の厳しさを、資源の重要度を考慮したヒューリスティックなルールを用いて資源の平滑化を行う。

5. あとがき

本システムでは資源の平滑化を目標として作業の所用日数や実施時期を確定することによって間接的にコストを評価したが、これを直接的に評価する手法の開発と、多くの工種、制約条件のパターンに対応できるルールの追加が今後の課題である。

【参考文献】

- 〔1〕佐野他：A I手法を用いた工程計画支援システム，第7回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集 pp.205～210 1989.12
- 〔2〕戸沢他：制約概念の応用，スケジューリング・エキスパート・システム，制約論理プログラミング，第10章，共立出版(1989)