

プレス加工工程設計のための事例ベース推論における事例修正法

6H-3

渡辺 博芳*

*帝京大学

奥田 健三**

**宇都宮大学

東野 長生***

*** (株) 東野製作所

渡辺 保之***

1 はじめに

工程設計・計画問題に対する事例ベース推論の適用例として、食事の調理法の計画や工業製品などの組立工程の設計などがあるが、これらは問題領域の知識が十分に獲得されており、事例無しの問題解決も可能である。我々は、プレス加工のための工程設計をとりあげ、事例ベース推論の適用について検討しているが[1]、ここで加工工程は製品の形状によるところが大きく、設計知識の全てをルールのような形で知識ベースに蓄えることは難しい。そこで、事例ベース推論が問題解決において有効となる。

問題が比較的 부분問題に分割し易い場合には、事例ベース推論を再帰的に適用する等の方法が有効である。しかし、ここでは部分問題に分けることが難しいので、事例の修正の過程では領域知識を用い、それらをルールの形式で表現する。ところで、事例ベース推論の各タスクの中で、事例修正が最も処理コストが高いことが指摘されており、適用するルールをなるべく少なくする必要がある。我々は、修正ルールを検索キーに関連付けて定義し、検索時のキーの照合・不照合情報を用いて適用ルールを絞り込む。この方法によれば、処理の効率化だけでなく、問題からキーを抽出するための知識、検索における類似度、事例修正知識など事例ベース推論に用いられる知識をキーを中心として統合的に管理することができる。

本稿では、工程設計のための事例ベース推論におけるルールを用いた事例の修正法について述べる。

2 事例の表現と処理の概要

2.1 事例の表現

本システムは、製品図から必要な情報を入力し、その製品の加工工程を設計することを目的とする。この際に、どの工程をどの順で適用するか、また2つ以上の工程を同時に行うか別に行うかなどが問題となる。新しく与えられた問題に対して、類似の事例を提示するだけでなく、事例の修正も行うためには、システムがかなり詳細な問題のモデルを持つ必要がある。

そこで問題記述として、製品名、客先などの製品情報の他、製品の各形状に識別子を与えてその属性を記

述した形状情報、それら形状間の関係などを属性-属性値の組で持たせる。問題に対する解である加工工程は、加工順番、加工工程名、加工対象となる形状の識別子の組を加工工程数だけ記述したものからなる。キーは、整数値、列挙値、論理値の3種類で表現される。問題記述、解記述、キーの組を1つの事例とする。

2.2 処理の概要

事例ベース推論の各タスクにおける処理をキーとの関連に注意しながら概観する。

(1) 問題解析

問題記述を入力として、問題の特徴を表すキーを生成する。キーを抽出する方法や知識は各キーに関連付けて定義されなければならない。

(2) 事例検索

事例検索は、検索と評価の2つのタスクに分けられる。検索では、問題解析により生成されたキーと事例のキーの照合を行う。具体的にはキーに重みを与え、事例と問題のキーの差異と重みの積の総和が最小の事例を選択する。ここで、重みは各キーに対してその重要度を考慮して定義されなければならない。

検索により得られる事例は一般に複数であり、それらをより詳しく評価して最適な事例を選択する。このような事例評価は問題領域に依存したタスクとなるが、我々の問題領域では形状の詳細な照合である。

(3) 事例修正

事例の修正は、加工工程の修正と加工対象の同定のタスクに分られる。ここでは、工程の修正ルール、加工対象の同定ルールをキーに関連付けて定義する。

3 事例の修正

3.1 修正処理の概要

事例修正では、参照する事例の問題記述・解記述、新しく与えられた問題の問題記述と、検索時の照合情報を入力として処理を進める。図1に、修正処理全体の流れを示す。

始めに、照合情報を見て、問題と事例が完全に照合していれば、加工工程の修正は行わない。完全に照合されていない場合に修正を行う。ここで行う加工工程の修正は、工程の追加や削除、統合や分離、順序の入れ替えなどである。次に、各工程で加工する対象となる形状の同定を行い、現問題に対する解を得る。

Modification Method of Case-based Process Planning
in Press Working.

Hiro Yoshi Watanabe (Teikyo Univ.)

Kenzo Okuda (Utsunomiya Univ.)

Chosei Tohno, Yasuyuki Watanabe (Tohnoseisakusyo Corporation Ltd.)

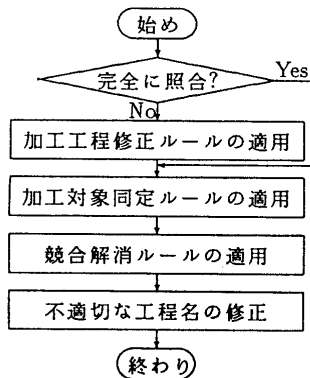


図 1: 修正処理の流れ

3.2 加工工程の修正

加工工程を修正するために、次のようなオペレータを組み合わせて適用する。

- ・ 工程を事例の工程の前または後に挿入する。
- ・ 事例の工程を削除する。
- ・ 事例の工程に工程を加え、複合工程とする。
- ・ 事例のある複合工程から工程を削除する。

これらのオペレータを適用するルールを論理キーごとに定義し、照合しなかった論理キーに関するルールのみを適用する。また、照合しなかった場合でも、事例のキーの値が真で問題のキーの値が偽である場合と、その反対の場合に分けることができるので、さらにルールを絞り込むことができる。

3.3 加工対象の同定

曲げを行う工程については、事例の評価（形状照合）で、事例と問題の曲げの対応がとれているので、簡単な置き換え操作となる。曲げ以外の形状については、図 2 のような形状と工程間の関連性の表を用いて、形状と工程の結びつきを強めたり、弱めたりすることによって加工対象を同定する。具体的には、まず、形状ごとに加工可能性に着目し、加工工程との結びつきの初期値を設定するルールを適用する。次に、ある条件が成立した場合に、結びつきを強めたり、弱めたりする加工対象同定ルールを、形状、あるいは形状間関係ごとに適用する。ここで、強める操作は一定値を加え、弱める操作は一定値を減ずることを意味する。これらのルールは論理キーごとに定義しておき、問題のキーの値により、適用するルールを絞り込むことができる。最終的に、表の中で最大の値を持つ工程を選択する。

このように結びつきを強めたり、弱めたりする方法を用いれば、加工対象を同定する際に、さまざまな観点から評価を行うルールを簡潔に表現することができる。また、ルールのモジュール性が良くなるため、キーご

形状	第 1 工程	第 2 工程	...	第 n 工程
P1	4	5	...	0
P2	2	3	...	0
E1	0	5	...	0
:	:	:	...	:

図 2: 形状工程間の関連性

事例	No.1	No.2	No.3	No.4
平面数	3	5	6	8
形状識別子数	3	8	15	2
ルール評価数 A	82	147	432	59
ルール評価数 B	10	30	66	6
B/A(%)	12.2	20.4	15.3	10.2

図 3: 加工対象同定シミュレーション結果

とにルールを管理することが容易になる。それに対して、ある条件が成立した場合に、第 n 工程で形状 X を加工するという形式のルールでは、条件部がかなり複雑になり、ルールのモジュール性も損なわれる。

加工対象同定ルールを適用した後、ある形状に対して複数の工程が同じ値を持っている場合が考えられるため、それらの競合を解消するルールを適用する。最後に加工対象を同定した結果、不適切となった工程名を修正する。例えば、穴と外形を同時に加工する総抜きで加工する穴が無くなった場合に、総抜きを外形抜きと変更する作業である。

3.4 評価

加工対象同定ルールについては知識獲得がほぼ終了し、今のところ 42 のルールが存在する。これらのルールを用いて、数事例について加工対象同定のハンドシミュレーションを行った。図 3 において、A は全てのルールを参照した場合で、B はルールの絞り込みを行った場合である。結果はどちらの場合も、事例の持つ解と等しくなる。ここで、ルールの絞り込みを行うことによって、ルール評価数は 10 ~ 20% に減少しているので、処理の効率化が期待される。

4 おわりに

事例ベース推論において、キーを中心に知識を整理し、事例の修正の際にはキーを用いて適用するルールを絞り込む方法について述べた。現在、獲得された修正知識をもとにシステムを構築中であり、実システムの上で詳細な評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 渡辺, 奥田他: プレス加工工程設計支援事例ベースの検索法. 情報処理学会第 44 回全大 6Q-4, 1992