

6 Q-4 プレス加工工程設計支援用事例ベースの検索法

渡辺 博芳*
*帝京大学

奥田 健三**
**宇都宮大学

田口 弘史**

東野 長生***
*** (株) 東野製作所

渡辺 保之***

1 はじめに

事例ベース推論では、問題を入力した後、問題の解析、事例の検索、検索により得た事例の現問題への適合・修正を行い、現問題についての解を得る [1]。小さな修正コストで良い解を得るためには、検索において良い事例を得なければならない。

我々は、プレス加工のための加工工程の設計を支援することを目的とした事例ベースの構築方法と事例の検索方法について検討を進めてきた [2]。本稿では、80 の事例をもつ事例ベースと検索機能を実現し、検索実験を行ったので報告する。

2 システムの概要

本システムは、製品図から必要な情報を入力し、その製品を加工するための工程とその順序を解として得ることを目的とする。解を得るまでの処理の流れを図1に示す。

まず、ユーザは製品の図面を見ながら問題記述を作成する。問題記述は、形状や材質、板厚などの製品情報をもつ。次に問題解析を行って、問題記述から事例検索のためのキーを生成し、それをもとに適切な事例を検索する。最後に、検索で得た事例の解(加工工程)を問題記述と検索キーを参照しながら現問題に適合させる。必要があれば事例の解を修正してから適合を行う。本システムでは、事例の各加工工程で、問題の製品のどの形状を加工するかを決定することが適合にあたる。

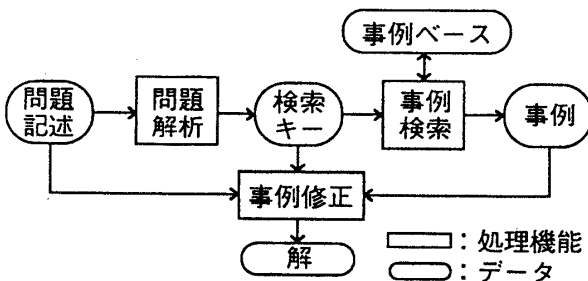


図1 解を得るまでの処理の流れ

事例ベースは 80 の事例をもち、対象とする加工工程は 36 種類となった。これは、まだ実用規模には至っていない。また、事例は製品情報から抽出された 37 のキー、曲げ形状情報 [2]、製品図、加工工程から構成される。

3 事例ベースの構築法と検索法

実用規模の事例ベースを構築する場合にはフラットな構造では限界があると考えられる [1]。そこで、事例の検索法ごとに階層を設け、事例ベースを3階層の木構造とする。

(1) 第1階層

平面数、同方向曲げの組数、異方向曲げの組数、鈍角数によって分類する。検索においては、これら4つのキーについて厳密な照合をとる。

(2) 第2階層

曲げ形状情報 [2] と曲げ工程の工程順序によって分類する。検索においては曲げ形状情報について厳密な照合をとる。

(3) 第3階層

分類された個々の事例を配置する。検索では事例の特徴を表す 33 のキーについて部分的な照合をとる。ここで、キーは整数または 2 値データとして抽出される。それぞれのキーには、その重要度に応じて 1 から 3 の 3 段階の重み (W_i) を与える。i 番目の問題のキーの値を P_i 、事例のキーの値を C_i として、

$$\sum W_i \times |P_i - C_i|$$

の値が最小の事例を選択する。

4 検索実験ならびに結果の考察

4.1 実験方法

(1) 検索方法

次の 3 通りの検索実験を行った。

(a) 厳密な照合と部分的な照合の併用による検索…… 3 で述べた階層構造における検索である。

(b) キーに 4 段階の重みを付けた部分的な照合による検索…… 全事例に対して (a) の第 3 階層の方法と同じ部分的な照合を適用する。3 で述べた第 1

Retrieval Method of Case-base for Process Planning Support System in Press Working.

Hiro Yoshi Watanabe (Teikyo Univ.)

Kenzo Okuda, Hiroshi Taguchi (Utsunomiya Univ.)

Chosei Tohno, Yasuyuki Watanabe (Tohnoseisakusyo Corporation Ltd.)

階層のキーを重み4とし、その他のキーについては(a)と同じ3段階の重みを与える。

(c) キーに重みを付けない部分的な照合による検索……(b)の方法と同じであるが、各キーの重みをすべて1とする。

検索の結果、複数の事例を得た場合、事例の製品図と問題の製品図を見比べて、一番類似していると思われるものをユーザが選択した。このユーザは、工程設計に関しては非専門家である。

(2) 評価方法

専門家が解の評価を次の4段階で与えた。

A: 専門家自身の解と等しいか、同等の解である。

B: 専門家自身の解よりもやや劣る。

C: 加工可能だが、専門家自身の解に対してかなり劣る。または、加工不可能だが、1工程程度の追加あるいは削除により評価AやBの解になり得る。

D: 加工不可能であり、評価AやBの解に比べて劣る。

(3) 事例ベース

我々は先に49の事例をもとに事例ベースの構築方法を検討した[2]。その後、80事例へと事例ベースを拡張した。その際に、加工工程(解)とキーが全く同じものが既に事例ベースに存在するものは登録しないこととした。さらに、3で述べた階層構造に基づいて、同じノードに存在する事例、及び頻度の少ない複雑な形状の事例を当初の49の事例ベースから削除して、20、40の事例ベースを構築した。事例ベースの大きさを20から80に変化させて、解の評価結果の傾向を調べた。

(4) 問題

問題は、事例ベースに登録していない製品の中から無作為に30個選択した。

4.2 実験結果

検索実験の結果を図2に示す。評価A、Bのケースは修正のコストが小さく、評価Cのケースでは比較的大きいことが予想される。コストの小さな修正のための知識の獲得は比較的容易である。評価Dのケースは修正コストがかなり大きい。

(c)の方法では、事例が80の場合に解の評価が低下している。検索キーに重みを付けない方法では、事例ベースが大きくなるほど事例の特定が困難になり、解の質の低下を招くものと考えられる。

(a)と(b)の方法を比較すると、A、Bの評価を得るケースについては、ほぼ同等の性能を示すが、評価Cのケースについて、(b)の方法が優れている。しかし、評価Cの中には、修正コストを大きくしても良解を得ることが困難なケースも存在するため、一概には(b)の方法が優れているとは言えない。

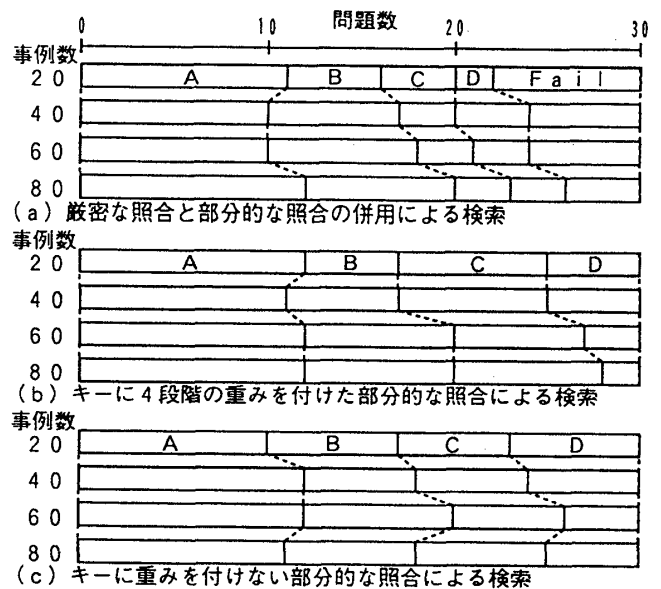


図2 事例ベースの大きさと評価結果

今回の実験は事例ベースが未熟な段階で行ったが、問題の2/3がA、Bの評価を得ている。事例が比較的充実しつつある平面数が3以下の場合には、21問中9割がA、Bの評価を得ていることから、今後、事例の充実により事例ベース推論によるアプローチが有効であることがわかる。

キーの重みの設定が完全であれば、事例全体に部分的な照合を行う方法が優れているはずである。しかし、一般に完全な重みの設定は困難であり、大きな事例ベースでは検索効率が問題となる。今回の実験では、厳密な照合と部分的な照合を併用する方法と、事例全体に部分的な照合を行う方法で、ほぼ同程度の結果を得た。大きな事例ベースにおいては重要度の高いキーを厳密に照合し、絞り込んだ事例空間について部分的な照合をとる方法が有効になる。

5 おわりに

プレス加工の工程設計支援用の事例ベースにおける厳密な照合と部分的な照合を併用する検索方法の評価について述べた。今後は検索方法についてより細かな評価を行うとともに、適合・修正の機能について検討したい。

参考文献

- [1] 小林重信: CBRの現状と課題. 人工知能学会第17回知識ベースシステム研究会, 1991
- [2] 渡辺, 奥田他: プレス加工のための工程設計支援事例ベースの構築. 情報処理学会第43回全国大会 3D-7, 1991