

## 環境変化への事例ベースの適応法 一般化/特殊化と忘却

1C-7

渡辺 博芳<sup>†</sup>  
†帝京大学奥田 健三<sup>‡</sup>  
‡作新学院大学

## 1. はじめに

対象領域の経時的な環境条件の変化は、過去に獲得した事例の信頼度に大きな影響を与えることがある。例えば、電力システムを対象とする事例ベース推論(CBR)システムでは、負荷の増加や電力設備の増設などに伴う系統条件の変化により、系統条件の変化前に有効であった事例が適用不可になることも少なくない。このような環境変化に事例ベースを適応させるために、我々は事例ベース管理に忘却機能の導入を図った[1,2]。

ところで、類似の事例を一般化してまとめることによって、事例の適用範囲を広げることができる。一方、事例を用いた問題解決に失敗した場合に、その問題を用いて事例の特殊化を行うことで環境に適した事例の適用範囲を保つことができると考えられる。

本稿では、事例の一般化と特殊化を行う CBR システムと、事例の忘却を行う CBR システムを用いた実験結果に基づいてそれらの手法を比較する。

## 2. 一般化と特殊化による環境変化への適応

## 2.1 一般化と特殊化の方法

与えられた問題が一般化された事例の問題記述に完全に照合したにも関わらず、その事例の適用に失敗したとすれば、事例が過剰に一般化されているか、環境変化により事例の適用できる範囲が変化したことが原因として考えられる。いずれの場合でも、与えられた問題を含まないように事例の適用範囲を狭める必要がある。そこで、事例を適用した問題解決の成否により、一般化と特殊化を行う場合分けを次のように定義する。

(a) 事例の解を修正することなしに現問題に適用できた場合、現問題の問題記述と適用した事例の問題記述を一般化してまとめる。

(b) 現問題に完全に照合した事例の解の適用に失敗した場合、または適用するのに事例の修正を必要とした場合、現問題の問題記述を用いて使用された事例の

問題記述を特殊化する。また、現問題とそれに対する最適解の組を新事例として登録する。

(c) それ以外の場合は、単に現問題とそれに対する最適解の組を新事例として登録する。

本システムでは選択的一般化規則のうちの代替案追加規則と区間閉塞化規則に基づいた一般化と特殊化を行う。代替案追加規則は、記号属性に対して、代替案となる値を OR 結合で追加する規則である。また、区間閉塞化規則は数値属性の値を区間で表現する。具体的方法に関する詳細な記述は省くが、おおよそ以下の通りである。

(1) 代替案追加規則による一般化では、与えられた問題と事例で同名の属性の比較を行い、事例の属性値が問題の値を含まないなら、その値を事例の属性値として追加する。特殊化では、事例が問題と同じ属性値を持つ場合、その属性値を削除する。

(2) 区間閉塞化規則による一般化では、事例の属性値の区間が与えられた問題の属性値を含まないなら、問題の値を含むように事例の属性値の区間を広げる。特殊化では、事例の区間を問題の値によって二つの区間に分けて、小さい方を切捨てる。

以上のようなシステムを GS とする。

## 2.2 一般化手法の改善

前項で述べた方法によって、環境変化を伴う場合に事例の特殊化を行うと、一般化された事例の適用範囲を変更できるが、一方で事例の一般化が抑制されることがわかった。環境変化により事例が修正無しに適用されるケースが減少し、一般化が行われる条件が満たされることが少なくなるのが主な原因と思われる。そこで、前項で述べた手順(b)において、最優先の事例を修正して最適解を得た場合でも、次に優先された事例の適用を試み、修正無しに適用できるなら一般化を行うこととし、事例の一般化の機会を増やす。

このようなシステムを GS+ とする。

## 3. 忘却による環境変化への適応

環境変化前の事例を忘却し、現環境に適した事例を

Methods of Adapting Case-base to Environments. Generalizing, Specializing and Forgetting.

<sup>†</sup>Hiro Yoshi Watanabe Teikyo University.

<sup>‡</sup>Kenzo Okuda Sakushin Gakuin University.

保存することによって環境変化への適応を図る。今回の実験では、記憶する事例数を制限することによって、新しく事例を追加する度に既存の事例を忘却する方法[2]を用いる。忘却する事例を選択する戦略として最も古い事例を忘却するシステムをFTとする。

我々のこれまでの検討で最も有効な戦略は、まず、事例の信頼度に基づいて忘却する事例を選択し、信頼度が同じ事例が複数ある場合には新しく登録する事例との距離が最小の事例を忘却する戦略である。事例の信頼度  $R$  は初期値を 0.5 とし、最も優先される事例を適用して最適解を得た場合、 $R \leftarrow R + (1-R) \times \rho$  ( $0 < \rho < 1$ ) として、その事例の信頼度を上げる。反対に一つめの事例の適用に失敗した場合、 $R \leftarrow R - (R \times \rho)$  として、その事例の信頼度を下げる。また、新事例  $n$  と既存の事例  $c$  の距離は次の式で計算する。

$$D(c, n) = \sqrt{\sum_{i=1}^k d(c_i, n_i)}, \quad (1)$$

ここで、 $k$  は事例  $c$  のスロット数であり、 $d(c_i, n_i)$  は、数値属性の場合は  $d(c_i, n_i) = ((c_i - n_i)/n_i)^2$ 、記号値属性の場合、値が等しいときは  $d(c_i, n_i) = 0.0$ 、異なるときは  $d(c_i, n_i) = 1.0$  である。このような戦略を持つシステムをFRDとする。

FT, FRDとも領域知識を用いて必要な事例の忘却を防ぐための拡張[2]を行っている。

## 4. 実験結果

### 4.1 実験条件

電力系統事故時復旧におけるシミュレーションによって評価を行った。実験では10個の部分系統における3個の部分系統の高圧側母線及び変圧器バンク事故を対象とした。問題解決は全部で600回行い、個々の問題ごとに負荷レベルと事故点を乱数を用いて設定した。

問題解決が300回終了した時点で、対象系統における負荷の経年的な増加や設備の拡充なども考慮して環境条件を変化させた。具体的には、系統全体で8個の負荷ブロックのピーク時の負荷の増加、1個の変電所変圧器バンク容量の増加、1個の負荷ブロックの増設を行った。また、最初に3つの事例を与え、問題解決を行うごとに新事例を追加した。CBRによって最適解を得られない場合にも網羅的な復旧案の探索を行い、それらの中から最適な解を新事例とした。

### 4.2 結果

600回の問題解決のうち、最優先の事例を用いて最適解を得たケースの割合と最終的な事例ベース中の事例数を表1に示す。ここで、CB0は全ての問題解決

表1: 実験結果

手法	最適解の割合(%) (事例数)	
	環境変化無	環境変化有
CB0	98.7(603)	94.3(603)
G	98.8(25)	93.3(143)
GS	98.8(25)	95.7(90)
GS+	98.8(19)	96.7(43)
FT	96.3(30)	95.3(30)
FRD	99.2(30)	98.5(30)

結果を単に事例ベースに追加するだけのシステム、Gは事例の一般化のみ行うシステムである。

最適解の割合に着目すると、環境変化がない場合は、FTを除いてほぼ同程度の性能を示す。環境変化がある場合は、一般化のみのシステムGはCB0より性能が劣る。新しい環境では、以前の環境で一般化された事例の適用に失敗することが多いためである。一般化と特殊化を行うシステムGSはCB0よりも高い値を示し、さらに一般化を促進する改善を施したGS+はより高い値を示した。これらの結果より、一般化と特殊化によって事例ベースを環境変化に適応できることがわかる。また、GS+の事例数がGやGSの事例数より少ないことから、一般化手法の改善の効果が確認された。

忘却機構を持つシステムと比較すると、事例の信頼度と事例間の距離に基づく忘却戦略を持つシステムFRDが、環境変化の有無に関わらず、最適解の割合が最も高い。古い順に忘却するFTも環境変化のある場合はCB0の値を越えるが、環境変化の無い場合の性能が落ちる。それに対して、FRDでは新しい環境に適さない事例をうまく忘却していると考えられる。従って、これまでの実験では、一般化と特殊化を行う方法よりも忘却による方法の方が有効であると言える。

## 5. おわりに

対象領域の環境変化に事例ベースを適応させる方法として、一般化と特殊化による方法と忘却による方法について述べた。今後、これらの方法の拡張や統合化などについて検討を行いたい。

### 参考文献

- [1] 渡辺博芳, 奥田健三: 忘却に基づく事例ベースの管理, 情報論, Vol.35, No.6, pp.1422-1432, 1995.
- [2] 渡辺博芳, 奥田健三: 記憶量制限による事例忘却のための戦略, 人工知能学会研究会資料, SIG-KBS-9502, pp.6-16, 1995.