

一般化・特殊化と忘却による事例ベースの環境変化への適応

5G-3

渡辺 博芳[†]
†帝京大学奥田 健三[‡]
‡作新学院大学荒井 正之[†]

1. はじめに

事例ベース推論(CBR)システムにおいて、対象領域の経時的な環境条件の変化によって、過去に獲得した事例が新しい環境には適さなくなる場合がある。我々は、このような問題に対処する手法として、事例の一般化と特殊化を行う手法と事例の忘却を行う手法を提案し[1,2]、環境変化への対処に関する検討を行っている。ところで、問題解決結果を全て新事例として保存し、事例の忘却を行わないシステムは、忘却を行うシステムが持つ事例は全て持っているので、事例の検索条件をうまく設定すれば、忘却を行うシステムと同等か、それ以上の性能を示すはずである。そこで、本稿では、電力系統事故時復旧の分野を対象とし、これまで提案した一般化・特殊化手法[1]、事例の忘却手法[2]とそれらを統合した手法について、環境変化を意識した事例検索法を用いた実験結果について報告する。

2. 事例の一般化と特殊化

与えられた問題に事例の解を修正無しに適用して正解を得た場合には、問題と事例は類似していると考えられるので、問題と事例を一般化してまとめることができる。一方で、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、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。この場合、与えられた問題を含まないように事例を特殊化し、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) 事例の解を修正せず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、2番めの候補事例の適用を試み、それが事例修正無しで適用可能ならその事例との一般化を行う。修正無しでの適用不可の場合は、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。

一般化と特殊化は代替案追加規則と区間閉塞化規則に基づいて行う。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。

このようなシステムをGS+とする。なお、文献[1]のバージョンでは、数値属性の区間 $[min..max]$ との距離を計算する場合、 max や min との差をとっていたが、今回のバージョンでは $(min + max)/2$ の差をとることとした。これにより、最適解の割合に若干の向上が見られた。

3. 事例の忘却

事例の忘却法として、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削除する方法[2]を用いる。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

Adapting Case-base to Environments by Generalizing,
Specializing and Forgetting

Hiro Yoshi Watanabe[†], Kenzo Okuda[‡] and Masayuki Arai[†]

[†] School of Science and Engineering, Teikyo University

[‡] Business School, Sakushin Gakuin University

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。なお、FRD は必要な事例の忘却を防ぐための拡張 [2] を行っている。

4. 実験条件と事例検索条件

(1) 実験条件 電力系統事故時復旧を例題とし、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て、シミュレーションを行った。初期事例数は 3 であり、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。問題解決は全部で 600 回を行い、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。また、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、環境変化 0 回、1 回、2 回についてシミュレーションを行った。

(2) 検索機能 文献 [1,2] のシミュレーションで用いた検索機能は、環境変化を意識していない。すなわち、全ての問題解決結果を単に事例ベースに追加するだけのシステム (CB0) の環境変化が無い (0 回) ケースの最適解の割合を高めるように設定されている。具体的には、事例ベースから当該事故と事故系統が等しく、停電範囲に含まれる母線の違いがたかだか 1 である事例を候補事例とし、その中から停電負荷合計の差が最小な事例を選択する。これを検索法 I とする。

次に、環境変化がある場合の CB0 の最適解の割合を高めるような検索条件について検討した。検索法 II は、まず、検索法 I と同様に事故系統と停電範囲に着目して候補事例を絞り込む。次に、停電負荷合計、事故点、停電範囲、停電負荷レベル、各負荷ブロックの負荷による距離を重み無しで計算し、距離が最小の事例を選択する。各負荷ブロックの負荷などの詳細な情

表 1: 最適解の割合 (%)

手法	検索法 I			検索法 II		
	0	1	2	0	1	2
CB0	98.1	94.1	90.9	97.3	96.5	94.6
GS+	98.4	97.0	95.4	97.6	95.7	95.1
FRD	98.9	97.7	97.2	97.4	95.7	93.7
GS+FRD	98.4	97.0	96.1	97.7	96.5	94.4

0,1,2 は環境変化の回数。

報を重み無しで用いることによって、事例選択の基準に環境変化の影響が反映されると考えられる。

5. 実験結果

2 つの検索法に関する、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を表 1 に示す。ここで、GS+FRD は GS+ と FRD の統合システムであり、その事例数は 25 とした。また、FRD の事例数は 60 とした。CB0 に関して検索法 II は環境変化 0 回の場合の最適解の割合が落ちるものの、環境変化 1 回と 2 回における性能を向上させている。GS+ は、最適解の割合が CB0 を下回るのが検索法 II の環境変化 1 回の場合のみであり、今回の検索条件の違いに関して比較的ロバストである。一方、FRD は、検索法 I では高い性能を示すが、検索法 II の環境変化がある場合は最適解の割合が CB0 よりも 1% 弱下回る。統合システム GS+FRD は、検索法 II の環境変化 0 回と 1 回においてもその 2 つの手法よりも高い値を示すが、それ以外はもとの手法の中間の性能を示す。全体としては、環境変化 0 回、1 回、2 回のどの場合も、最適解の割合は検索手法 I における FRD が最も高い値を示すが、環境変化に対処する手法の性能は事例検索の条件に依存して変わってしまうことがわかる。

6. おわりに

一般化・特殊化及び忘却により対象領域の環境変化に事例ベースを適応させる手法に関して、事例の検索条件の違いによる実験結果について述べた。今後も、環境変化への対処法について検討を続けたい。なお、本研究の一部は文部省科学研究費補助金 (08780378) の援助による。

参考文献

- [1] 渡辺博芳, 奥田健三, 山崎勝弘: 電力系統事故時復旧支援における事例ベースの洗練化, 電学論, Vol.116-B, No.8, pp.939-946, 1996.
- [2] 渡辺博芳, 奥田健三: 記憶量の制限による事例の忘却, 人工知能学会誌, Vol.12, No.1, pp.144-151, 1997.