

4F-11

電力系統事故時復旧支援における
事例ベースの洗練化

奥田健三* 溝口英樹* 佐々木英明* 山崎勝弘**

*宇都宮大学 **立命館大学

1. はじめに

事例ベース形推論においては、適切な事例を事例ベースに蓄えることが重要である。ところで、事例ベースの内容を時系列的にみると、当初はごく典型的な事例だけが蓄えられており、その後学習により事例が逐次投入されていくものと考えられる。この場合、事例ベースに投入される事例は適切で一般性を持ち、しかも冗長でないことが望ましい。

我々は電力系統の事故時復旧支援を例題に取り上げて、事例ベース形推論の適用、さらに事例ベースの構築法について考察を進めてきた^{1,2)}。本稿では学習により事例ベースの内容を洗練する方策について述べる。

電力系統の事故時復旧支援において、前回までは復旧が比較的複雑な重負荷時を対象としていたが、今回は事故時の条件をより一般化するために、1日あるいは季節により大きく変化する電力系統の負荷状態に対応した復旧案の生成を目指す。

2. 事例ベースの洗練化

事例ベース構築の初期に登録する事例としては、系統内各所に配置された変電所の母線事故を対象とし、かつ変電所の電源容量を規定する変圧器の設備停止を考慮した、負荷状態としては、復旧操作が比較的複雑になる重負荷状態のものを用いた。これは、登録された事例により、軽負荷時の停電事故に対しても確実に復旧案を得ることを可

能にするためである。

電力系統の負荷状態は1日、季節等により変化する。例えば、停電地域に対して、重負荷時には3個所の電源から電力を供給せねばならなかったものが、軽負荷時には供給に余力が生じるため、1または2電源で済むことになり、復旧操作は重負荷時より簡単になる。このように負荷状態に応じて適切な復旧操作法を生成して登録し、既存の事例を洗練化する方法を検討する。ここで復旧操作の基準は、操作の迅速性が要求されることから、復旧操作における遮断器操作回数の最少化とした。このためには復旧用電源数が少ないほうが一般的に最適値に近くなる。

停電に対する復旧パターンを $iCjR$ (負荷切換え数 i 回, 復旧用電源数 j 個) で表わすと、負荷が軽くなるにつれて i, j は各々 $0, 1$ に向けて単調減少する。このことに着目して、系統の負荷条件が変わった場合について、ある事故条件での復旧パターンの学習過程を概念的に示すと、図1のようになる。同図(a)は事例ベース構築の初期段階で、 $1C3R$ の事例だけが登録されている。(b)は各種負荷条件での学習過程を例示したもので、↓印は新たに学習した事例。(c)は学習が成熟した段階で、同図の太線はその復旧パターンの適用範囲を示す。なお、例えば $3R$ の適用範囲には負荷切換え操作が含まれている。

3. 事例ベースの洗練化の手順

復旧案は、全体復旧案、復旧用電源、電源復旧案、負荷切換えの4種のフレームを組合わせて表現される²⁾。このうち、全体復旧案フレームのなかの電源復旧案スロットの構造をつぎのように改良する。

- ([min1, max1], 電源復旧案1),
- ([min2, max2], 電源復旧案2, 電源復旧案3),
- ([min3, max3], 電源復旧案4, 電源復旧案5, 電源復旧案6),
-

ここで、たとえば、スロットの2番目のファセットは、停電した負荷電力が [min2, max2] の範囲にある場合に適用するものとし、電源復旧案2と3 (復旧用電源数は2個) により、停電負荷の復旧を行う。各ファセットについて、[minX, maxX] の範囲を調べ、どのファセットを用いるかを決定すればよい。また同じ復旧案が適用可能で、かつ停電電力の範囲 (上下限值) を広げられる場合には、上下限值を修正する。事例ベース構築の初期にはファセットの数は通常1個であり、しかも一つのファセットに一つの事例しか登録されていない場合には、minX = maxX (X = 1, 2, 3, ..., Z) である。

事例の洗練化は次のように行う。現在の問題の停電負荷合計をPbとする。

(1) 電源復旧案が1個 (ファセットが1個) の場合

① $P_b < \min X$ 復旧案は必ず存在するので、復旧用電源数の削減を試み、成功すればその復旧案 (ファセット) を新たに電源復旧案スロットに登録する。削減に失敗すれば $\min X$ の値を P_b に下方修正する。

② $\min X \leq P_b \leq \max X$ この事例をそのまま利用する。事例ベースの修正は不要である。

③ $\max X < P_b$ この事例を用いて

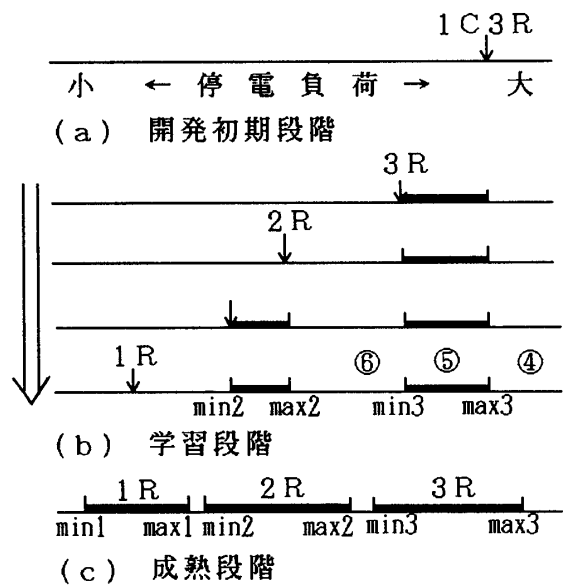


図1. 復旧パターンの学習過程

復旧案作成を試みる。成功すれば \max の値を P_b に上方修正する。

(2) 電源復旧案が複数 (ファセットが2個以上) ある場合 (図1(b)参照)

P_b を $\max X$ ($X = 1, 2, \dots, Z$) と比較し、以下の処理を行う。

④ $\max Z < P_b$ ③の処理を行う。

⑤ $\min N \leq P_b \leq \max N$ ②の処理を行う。

⑥ $P_b < \min N$ [min(N-1), max(N-1)] の電源復旧案を用いて、③の処理を行う。これに失敗した場合は、[minN, maxN] の電源復旧案を用いて①の処理を行う。

4. おわりに

現在洗練化のシステムを作成中であり、各種負荷条件のもとで実験を行い、評価する予定である。なお、本研究の一部は科研費を得て行われた。

参考文献

1) 奥田, 渡辺, 山崎, 馬場: 事例ベース形推論による二次系統の事故時復旧支援方式, 電学論B, 107, 509 (昭63-12)

2) 奥田, 中川, 山崎: 二次系統の事故時復旧支援における事例ベースの構築法, 電学論B, (平3-3掲載予定)