

한국형 배전자동화 시스템 개발 《2》

—KODAS의 계통운용 알고리즘—

이 주 광
한국전기연구소 KODAS팀 연구원

1. 개요

배전계통은 수용가 및 전력공급 설비가 횡적으로 넓게 분포하며 수직상 형태로 전력을 공급하고 있고, 배전계통 각각의 구성 패턴은 일률적으로 정의할 수 없는 다양성이 있다. KODAS가 달성하고자 하는 최대의 목표는 배전계통 운용중 발생한 고장에 대해서 고기능의 자동화 개폐기, 컴퓨터 및 통신기술을 활용하여 고장발생선로 및 최소구간을 탐색하여 이를 고속 분리함으로써 선로의 각종 설비 및 수용가에 대한 피해를 최소화하고, 건전 정전구간에 대한 역송조작을 자동화하는 것이다.

KODAS의 계통운용 알고리즘은 주로 선로사고시의 처리과정에 한하여 수행되며 고장구간의 고속검출 및 분리, 건전구간에서의 역송으로 나눌 수 있는데 본고에서는 건전구간에서의 역송문제를 어떠한 방법으로 처리할 것인가에 대하여 기술한다. 건전구간에서의 역송문제는 복구되어야 할 부하구간과 연계배전선의 조합문제로 정의되며 통상 “부하용통계산”이라 한다.

가. 용통계산의 정의

용통계산은 “주어진 정전구간 Group과 배전계통에서, 건전 배전선으로부터 정전구간 Group에 용통 송전하기 위하여 최적의 계통조작순서를 구하는 계산”으로 정의할 수 있으며 ① 배전선 영구사고시 정전계통의 복구, ② 배전선 정전작업시 작업의 구간의 복구, ③ 배전선 과부하해소 등의 업무를 위해서 필수적인 것이다. 배전계통에는 계통이 Network로 구성되어 있어서, 용통 송전에는 다중의 경로가 가능하며 최적해를 구하는데는 복잡한 계산을 필요로 하므로 일반적으로 다음과 같은 목적함수, 제약조건을 설정한다.

〈 목적함수 〉

· 주어진 정전구간 Group중에서 용통불능이 되는 구간을 최소로 한다.

〈 제약조건 〉

· 용통하는 Feeder나 Bank의 전류가 과부하가 되지 않도록 한다.

· 배전설비(선로, 개폐기 등)의 허용치를 넘지 않을 것.

- 선로 전압을 적정전압으로 유지할 것.
- 주어진 정전구간 Group중에서 용통불능이 되는 구간을 최소로 할 것.
- 수동개폐기의 조작횟수를 최소화.
- 가능한 한 동일Bank, 동일S/S에 속한 Feeder를 통하여 전력공급을 받도록 할 것.
- 용통을 행한 Feeder의 용통후에 있어서의 예비력을 평균화시킬 것.

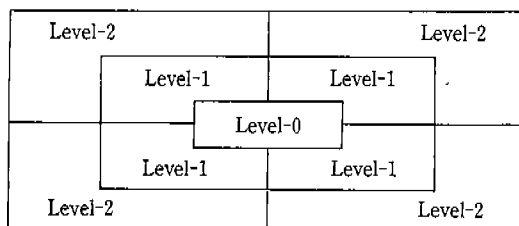
나. 문제의 성격

Feeder사고시의 용통계산 문제는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- ① 근본적으로 개폐기의 ON-OFF Status를 결정하는 문제로서 Switch의 수에 따라서 Solution의 Space가 기하급수적으로 커지는 Combinatorial Search의 문제이다.
- ② 조건부는 Non-Linear 형태로 주어지며, 특히 Radiality 조건은 수학적 표현이 불가능하다. 따라서 이 문제의 해를 위한 해석적 방법 또는 Mathematical Programming이 없다.
- ③ 해(Solution)의 조건으로서 계통의 손실 등을 최소로 하는 "Optimal" 의미보다는 최대 부하를 복구함과 동시에 빠른 시간내에 구하여지는 적절한 해로서 족하며 이러한 해는 여러 개 있을 수 있다.
- ④ 일반적으로 담당 운전자의 계통에 대한 지식과 운전경험에 의거하여 이루어져 왔다.
- ⑤ Feeder계통의 Radiality 조건을 만족시키기 위한 Open Switch의 수는 일정하며 Closed Switch의 수에 비하여 매우 작다. 또한 Radiality 조건은 Source쪽으로 움직이는 한 만족된다.

다. 용통계산 알고리즘의 공통적인 특성

배전계통과 복구문제의 성격에 따른 Algorithm



다만, Level-0: 정전구간
 Level-1: 정전구간과 직접 연결되어 있는 인접Feeder
 Level-2: LEVEL-1 Feeder와 직접 연결되어 있는 Feeder
 Level-1: LEVEL-(I-1) Feeder와 직접 연결되어 있는 Feeder

<그림 1> LEVEL 개념

의 공통적인 특징을 정리하면 다음과 같다.

(가) 계통연결 상태 탐색

Radiality 조건으로 인하여 개방된 개폐기의 위치, 특히 정전구간을 둘러싸고 있는 상시개방 연계점개폐기의 위치에 중점을 두기 때문에 계통 연결 상태 탐색이 문제해결 과정의 주를 이룬다. 수치계산은 전압강하, 전류 등의 제약조건을 검사하기 위하여 필요하나 이는 문제해결 과정의 부수적 요소이다.

(나) 다단계 부하절체

계통의 구성 특성상 정전구간의 복구문제는 인접 Feeder(Level-1 Feeder)를 통하여 이루어질 수 밖에 없으며, 만약 바로 인접한 Feeder로부터 복구가 안될 때는 더 먼 이웃 Feeder(Level-2 이상의 Feeder)로부터의 협조(부하절체)로 이루어진다(그림 1 참조).

그림 1에서와 같은 Level 개념에서 정전구간에 대한 용통문제는 다단계 부하절체 과정을 통하여 구현할 수 있다. 여기서 <--- 표시는 부하절체 방향을 의미한다.

```

STAGE-1 : (Level-1) <--- (Level-0)
STAGE-2 : (Level-2) <--- (Level-1) <--- (Level-0)
      ⋮
STAGE-K : (Level-K) <--- (Level-(K-1)) <--- (Level-2) <--- (Level-1) <--- (Level-0)
  
```

결론적으로 정전구간에 대한 복구문제는 적절한 Feeder의 선정문제로서, 현재까지의 모든 제안방식은 다음의 두 가지 항목에 관한 탐색방법 또는 어떠한 Heuristics를 사용하였는가에 그 차이점이 있다.

○ Level-1 Feeder의 선정

○ Level-2 이상의 Feeder 선정 (Level-1 Feeder실패시의 대책)

라. 기본 방안 확립

배전계통 사고복구 프로그램(S/W) 및 복구계획이 갖추어야 할 요건을 정리하면 다음과 같다.

(가) 복구 부하

전선 정전구간내의 모든 부하를 복구시킬 수 있어야 하며, 우선순위가 높은 부하구간의 복구는 보장되어야 한다.

(나) 실행 속도

궁극적으로는 계통 운전자의 간섭이 없이 On-Line으로 실행할 수 있는 환경에서는 고속도가

요구되지만, 현재로서는 계통 운전자의 승인하에 실행되는 환경을 전제로 했을 때 “수분”이내면 만족하리라 생각한다(일본 Toshiba System의 경우, Feeder사고시는 “수분”, 주변압기 사고시는 “10분 정도”의 시간이 소요됨).

(다) Switching 수

용통조작을 계통에 적용할 때 Looping을 요하는 부하절체, 즉 진전구간의 부하를 타 Feeder로 이동시키는 부하절체의 수는 최소로 해야 한다. 그러나 진전구간에 영향을 미치지 않는 원방제어 가능 개폐기의 Switching 수에 대해서는 과다하지 않는 한 제한을 둘 필요는 없다. 만약 수동스위치를 이용할 경우는 Switching 수를 최소로 하여야 한다.

2. 융통계산 알고리즘 검토안

가. 각 방식의 비교

정전구간의 복구계획 수립문제는 Combinatorial Search문제로서 이의 문제해결 접근방법은 크게 조합선택법과 순차부하 절환법으로 나눌 수 있고, 순차부하절환법에 의한 접근방식이 정전시간 단축이라는 궁극적 목표를 달성하는데 적합함을 알 수 있었다. 순차부하 절환법은 크게 경험적 알고리즘 방법론(Heuristic Algorithm Approach)과 전문가 시스템 방법론(Expert System Approach)으로 나눌 수 있는데, 두가지 방법론 모두 문제고유의 Heuristics를 이용한다는 점에서는 성격을 같이 하며 그 중요한 차이점은 사용되는 Heuristics의 양과 질에 있다. 이러한 두가지 방법의 특징과 차이점을 구체적으로 살펴보면 다음 표 1과 같다.

<표 1> 두 방법론의 장단점 비교

	경험적 알고리즘	전문가 시스템
사용 Heuristic 또는 전문지식	작음	많음
지식의 사용방법	Heuristic Evaluation Function (Index)	서술적인 지식 표현
사용지식의 표현	Implicit(명확히 나타나지 않음)	Explicit(지식-Base에 명확히 나타남)
개발방법	Non-Incremental	Incremental (Design과 Coding의 반복과정)
Maintenance비	High	Low
처리방법	순차적 처리 (Step-by-step)	Heuristic Reasoning Process
Solution Search	Heuristics Guided Search(Systematic)	Knowledge-based Search
탐색수	많음	적음
사용언어	Pascal, C, Fortran	AI Tool, AI Language

나. 전문가 시스템 방법의 선택 배경

앞에서 언급한 복구문제의 성격, 기본방안 확립 및 전문가 시스템이 갖는 일반적인 장점에

다음과 같은 이유에서 전문가 시스템 방법론이 경험적 알고리즘 방법론에 비하여 더욱 적절하다고 본다.

- ① 실제의 복구문제는 어떠한 다른 Computer S/W의 도움이 없이(심지어는 조류계산 Program도 없음) 완전히 담당 운전자에 의하여 운전자 자신의 계통에 대한 지식과 운전경험에 의거하여 이제까지 별 문제를 야기시키지 않고 행하여져 왔고, 이는 바로 계통 운전자가 가지고 있는 경험적 지식의 질의 우수함과 양적 수준을 나타낸다고 할 수 있다.
- ② 경험적 지식들을 잘 살펴보면, 계통의 구성 Pattern이 매우 큰 역할을 하고 있음을 알 수 있으며 이와 같은 형상 인식에 근거한 복구지식은 Evaluation Function으로 정식화하기에는 매우 부적합하며, 또한 복구문제를 전체적으로 볼 때 순차적 지식보다는 상황에 따른 조치로 표현되는 상호 독립적인 룰의 형태로 존재하는 지식이 주를 이루고 있다.
- ③ 배전계통은 매우 다양한 구성 형태가 있으며 이에 따라 계통의 크기, 복잡도, 설치 H/W의 종류 및 기능 등이 계통에 따라 차이가 있으므로 이들 계통에 있어서 효율적인 복구를 위하여 각기 상이한 운용상의 실제적인 여러 요소들이 고려되어야 하며, 계통마다 조금씩 다른 복구지식이 활용된다. 이러한 모든 요소들은 시스템 개발 당시 한 번에 파악하여 전부 고려하기는 매우 어려운 일이므로 점진적인 시스템 개발방법이 바람직하다.
- ④ 배전자동화 시스템은 아직 그 운용경험이 없기 때문에 일단 시스템이 개발되어 실제 통에 설치 운용된다고 했을 경우 개발 당시에는 예상하지 못한 상황 또는 요소들이 나타날 것이다. 이러한 경우 새로운 상황에 대처하는 기능을 보완하거나, 기존의 기능

들을 변경하는 작업 등을 통하여 실제통에 대한 적용력을 향상시켜야 할 것이다.

- ⑤ 인간이 하는 계통연결 상태 탐색은 경험적 알고리즘 방법에서 쓰고 있는 항상 일정한 체계적 탐색 메카니즘이 아니라 계통의 전체 Pattern을 고려한 유동적 상황 인식에 의한 탐색이다.

3. KODAS의 사고복구 전문가 시스템

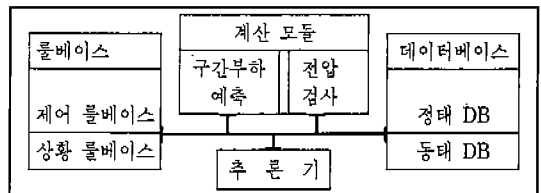
가. 시스템 구조

사고복구 전문가 시스템의 구조는 그림 2에 보이는 바와 같이 크게 네개의 모듈—룰베이스, 추론기, 데이터베이스, 계산 모듈—로 구성한다.

데이터베이스는 복구 계획 수립을 위하여 요구되는 각종 데이터를 저장한 모듈이며 룰베이스는 본 연구에서 제시된 복구 전략을 룰정형화를 통하여 룰로 구성하여 저장한 모듈이다. 추론기는 룰의 선택 및 실행을 행하는 모듈이고 계산 모듈은 복구계획 수립시 필요한 조류 계산, 부하 예측 등의 수치 계산만을 전담하는 모듈이다. 본고에서는 복구전략, 추론기, 룰베이스를 중심으로 기술한다.

나. 복구 전략

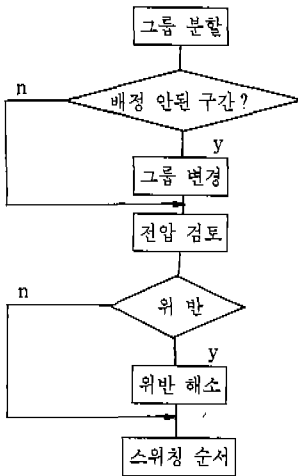
복구 계획수립을 위하여 Replan에서 채택하고 있는 복구 전략은 그림 3과 같이 그룹 분할, 그룹 변형, 운전 조건 검사, 위반조건 해소, 스위칭 결정의 5단계로 이루어진다.



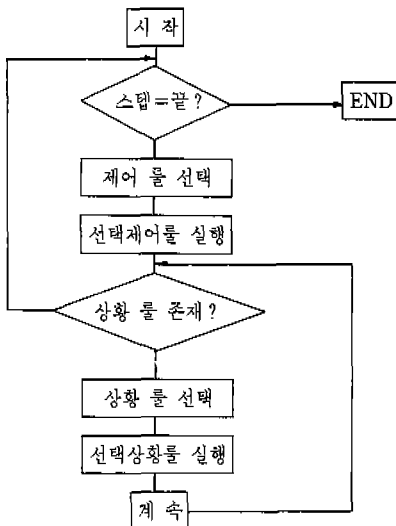
<그림 2> 사고복구 전문가시스템의 기본 구조

다. 추론기(Inference Engine)

복구 문제는 전방향 추론(Forward Chaining Inference)을 요구하는 계획(Planning) 문제로서 Replan에서는 그림 4에 보이는 실행 순서를 갖는 전방향 추론기를 설계 채택하였다. 이에 따르면 먼저 패턴 매칭(Pattern Matching)에 의하여 지식 베이스로부터 조건부가 만족되는 상황물을 순



<그림 3> 복구 계획 수립 순서도



<그림 4> 추론기 실행 순서도

차적으로 선정하여 실행하며 만약 조건부가 만족되는 상황물이 없을 경우, 지식베이스로부터 같은 방법으로 제어물을 선정하여 실행한 후 다시 시작점으로 돌아가 상황물의 선택 시행 작업을 반복한다. 만약 선정할 룰이 종료물인 경우 프로그램의 실행을 끝내게 된다. 여기서 룰의 조건부의 상황 판단은 Blackboard에 보고된 상황(Situation) 정보를 읽음으로써 하며 결론부의 실행도 Blackboard에 결과 상황을 쓰거나 해당되는 Procedure의 Call을 실행하도록 되어 있다.

라. 룰베이스(Rulebase)

앞에서 제시한 복구 방안에 요구되는 룰은 제어물과 상황물로 구성된다. 메타룰(META-Rule)에 해당하는 제어물은 상황물의 사용을 제어하는 룰로서 작업 순서도에 보이는 주요 작업의 순서를 결정하여 주는 룰이다. 상황물은 제어물로 규정된 각 단계에 있어서의 세부 작업에 관한 전문가의 경험적인 복구지식을 정형화한 룰이다. 복구계획 수립에 요구되는 룰은 룰번호, 조건부, 결론부로 구성되는 Production Rule 형태로 표현된 제어물과 상황물로 구성되고 Replan-Prolog 및 Replan-C에서 채택한 기본형은 각각 다음과 같다.

```

control_rule("reference#", [situations], [actions])
general_rule("reference#", [situations], [actions])
  
```

여기서 Reference#는 룰에 배정된 룰 고유 번호로서 최종 결론의 유출과정을 추적하기 위하여 도입되었으며 Situations은 조건부 상황판단 리스트를 나타내고 Actions은 결론부 리스트를 나타낸다.

(1) 제어 룰베이스

그림 3의 작업 순서도에 해당하는 주요 룰들을 살펴 보면 다음과 같다.

[CI] if : 정전 구역 부하보다 큰 마진을 갖는

백업 피더가 있는 경우

then : 단수 그룹 분할을 실행

C2 if : 정전 구역 부하보다 큰 마진을 갖는 백업 피더가 없는 경우

then : 다수 그룹 분할을 실행

C3 if : 그룹 분할이 끝났으나 배정 안된 정전 구간이 있는 경우

then : 그룹 변형을 실행

C4 if : 모든 정전 구간에 대하여 그룹 분할이 된 경우

then : 운전 조건 검토를 실행

C5 if : 운전 조건의 위반이 발견될 경우

then : 위반 해소를 실행

C6 if : 운전 조건의 위반이 없을 경우

then : 스위칭 순서 결정을 실행

C7 if : 모든 위반이 해결될 경우

then : 스위칭 순서 결정을 실행

(2) 상황 룰베이스

전문가의 경험적인 복구지식으로 이루어지는 상황 룰베이스중 주요 룰들을 단계별로 살펴보면 다음과 같다.

(가) 그룹 분할(Grouping)

GR1 if : 어떤 백업 피더가 모든 정전구간의 부하보다 더 큰 마진을 가진 경우

then : 가장 큰 마진을 가진 백업 피더에 모든 정전구간을 배정한다.

GR2 if : 모든 정전구간 부하보다 더 큰 마진을 가진 백업 피더가 없고, 배정안된 구간에 마진을 가진 백업 피더가 연결된 경우

then : 가장 큰 마진을 가진 백업 피더를 선정하여 그룹 탐색을 시작한다.

GR3 if : 백업 피더 선택후 또는 가지 선택후 그룹 탐색을 진행할 경우

then : 가지점을 만날 때까지 또는 마진이

없을 때까지 우선적으로 가까운 구간을 배정한다.

GR4 if : 그룹을 탐색하는 동안 가지점을 만나고, 각각의 타이 스위치수가 같을 경우

then : 타이 스위치 수가 가장 작은 가지를 선택한다.

GR5 if : 각 가지 타이 스위치수가 같을 경우

then : 가장 작은 부하량을 가진 가지를 선택한다.

GR6 if : 선택된 가지가 백업 피더 연결 타이 스위치가 없고, 가지의 모든 부하가 그룹에 포함될 수 없는 경우

then : 그룹탐색을 끝내고 그룹을 형성한다.

GR7 if : 선택된 백업 피더가 더 이상의 마진이 없는 경우

then : 그룹을 형성한다.

그룹 분할 단계가 시작되면 먼저 룰 GR1에 의하여 모든 정전구간을 포함하는 충분한 마진을 가진 백업 피더(BF)를 찾으며 룰 GR2~GR6는 적절한 백업 피더를 식별해 정전 구간을 다수의 그룹으로 분리하는데 사용된다. 우선 GR2에 의하여 가장 큰 마진을 가진 BF로 그룹형성을 시작하며 GR3에 따라 BF에 가까운 구간부터 차례로 그룹에 배정이 된다. 이때 가지점을 만나게 되면 타이 스위치 및 부하 상태 등의 상황에 따라 GR4, GR5, GR6에 의하여 가지 선택이 이루어진다.

(나) 그룹 변형(Group Modification)

그룹 분할이 끝난 후 배정되지 못한 정전구간(UAL)이 있으면 그룹의 조정을 통해 정전구간의 모든 부하가 그룹에 포함될 수 있도록 새로운 형태의 그룹조정을 하는 것으로서 UAL 부하를 그룹 조정이 쉬운 이웃한 피더에 포함시켜 그룹을 이분하여 새로운 그룹을 만든다.

GM1 if : UAL에 가장 가까이 있는 백업 피더(UBF)의 마진이 가지점 이하의

부하와 UAL과의 합보다 클 경우
 then : UBF에 가지점 이전 부하와 UAL
 을 포함하는 새로운 그룹을 배정한
 다.

GM2 if : UBF가 UAL보다 더 큰 마진을 가
 지고 있고, UBF로 이동할 수 있는
 가지의 부하가 UAL보다 클 경우
 then : 가지 부하를 그룹으로부터 분리하여
 UBF에 배정하고, 이웃한 그룹에
 UAL을 합하여 그룹을 변형한다.

GM3 if : 전전구간의 BF가 UAL보다 더 큰
 마진을 갖고 있고, UBF로 이동할
 수 있는 가지의 부하가 UAL보다
 클 경우
 then : 가지 부하를 BF로 절체하고, 이웃
 한 그룹에 UAL을 합하여 그룹을
 변형한다.

GM4 if : 이웃한 그룹이 존재하나 UAL보다
 더 큰 이동가능한 가지 부하가 없는
 경우
 then : 과부하율이 적은 그룹에 UAL을 배
 정한다.

가지점 분리에 해당하는 첫번째 룰 GM1은 충
 분한 마진을 갖고 있는 UBF와 연결된 가지점전
 에서 구간을 나누어 그룹을 조정한다. 룰 GM2는
 UAL보다 더 큰 마진을 갖는 적절한 BF에 연결
 된 가지를 찾아내어 가지부하를 UBF에 배정하는
 새로운 그룹을 형성한다. 비슷한 방법으로 룰
 GM3에서는 이미 배정된 그룹의 OBF에 속한 건
 전 구간에서의 가지의 이동을 행하게 된다. 룰
 GM3가 전전구간에 영향을 미치는 반면 룰 GM2
 는 정전구간에서 취급되므로 후자가 전자에 비해
 우선권이 있게 된다. 만약 더 이상 실행할 룰이
 없다면 GM4에 의하여 UAL은 이웃한 그룹중 하
 나에 강제로 포함시키게 되며 이로부터 유발되는
 과부하는 위반 해소 단계에서 해결된다.

(대) 위반 해소(Violation Resolution)

VR1 if : 필요 절체 부하량보다 더 큰 부하를
 갖고 충분한 마진을 갖는 백업 피더
 (BF)에 연결된 절체가능한 가지가
 두 개 이상 있는 경우

then : 필요 절체 부하량에 가장 가까운 것
 을 선택하고, BF로 해당하는 가지
 부하를 절체한다.

VR2 if : 필요 절체 부하량보다 더 큰 절체
 가능한 가지가 없고, 서로 다른 백
 크에 소속된 두개의 절체 가능한 가
 지의 합이 필요 절체 부하보다 클
 경우

then : 두 가지 부하를 관련 백업 피더로
 절체한다.

VR3 if : 절체 가능한 가지(1차 절체가지)가
 두 개 이상 있을 경우

then : 가장 작은 마진 부족량을 가진 것을
 선택하고 픽업 피더의 절체 가능한
 가지(2차 절체 가지)를 찾는다.

VR4 if : 2차 절체 가지부하가 마진 부족량보
 다 클 경우

then : 레벨 2 백업 피더로 2차 절체 가
 지를 절체하고 픽업 피더로 1차 절체
 가지를 절체시킨다.

VR5 if : 가능한 모든 1차 절체 가지부하의
 합이 필요 절체량보다 클 경우

then : 1차 절체 가지를 크기 순서로 필요
 한 만큼 절체한다.

VR6 if : 1차 절체 가지부하의 합이 필요 절
 체량보다 작을 경우

then : 가지 부하를 크기 순서로 필요한 만
 큼 절체하고 나머지 요구되는 필요
 절체 부하에 가까운 가지 부하를 자
 른다.

가지 절체 단계에서는 먼저 절체 가능한 가지
 부하를 찾고 이 중에서 이웃한 피더(픽업 피더)
 에의 영향이 최소로 되는, 즉 부하 증가로 인하
 여 픽업 피더에 운전 조건 위반이 생길 가능성이

가장 작은 가지 부하를 VR1에 의하여 선택한다. 이는 복구 계획 과정에서 가장 많은 시간이 소비되는 조류 계산식을 풀 필요를 제거하기 위함이다. 룰 VR2에 의한 이중 절체는 서로 다른 뱅크에 연결된 두개의 가지 부하의 절체를 시도한다. 이 방법으로도 위반 해소가 안될 경우, 룰 VR4에 보인 것처럼 픽업 피더에 위반 피더의 가지 절체를 시도하고 이로 인한 픽업 피더의 마진 부족분은 픽업 피더의 부하 일부를 레벨 2 피더로 이동함으로써 해소한다. 룰 VR3은 레벨 2 피더로 최소의 부하 절체가 이루어지도록 위반 피더의 절체 가능 가지중 마진 부족량이 가장 작은 가지를 선택함을 보여준다. 이렇게 함으로써 레벨 2 절체의 성공 가능성도 커진다. 다중 절체를 VR5는 위반을 해소하기 위해 세개 이상의 가지 절체를 시도한다. 만약 모든 절체 가능 가지들의 절체 후에도 위반이 해소되지 않을 시는 필요한 절체량에 가까운 정전 부하를 절단을 VR6에 따라 잘라낸다. 부하 절단을 시도할 때는 정전구간을 최소화하도록 최소한의 부하 절단을 하도록 적절한 절단 가지를 선정하여 실행하여야 한다.

비록 열거한 룰에는 정전구간에서의 가지이동과 전전구간에서의 가지이동 사이에 구별은 보이지 않았지만 정전복구에 의한 전전구간의 영향은 최소화하여야 하는 원칙에 따라 모든 룰에서 정전 구간내 가지의 절체가 전전구간 가지의 절체 시도에 우선한다. 또한 이렇게 함으로써 필요한 스위칭 수를 줄일 수 있다.

(라) 스위칭 순서 결정

룰 베이스에 저장되어 있는 대부분의 스위칭룰은 스위칭 단계의 절체에 관한 룰이고 일부는 각 단계에서 같은 종류의 스위칭을 위한 순서를 결정하는 룰이다.

예를 들어 아래 보인 룰 SW1는 정전 복구 스위칭이 부하 절체 스위칭후에 이루어져야 함을 나타낸 룰이고 룰 SW2는 부하 절체 스위칭을 위

한 “선폐로 후개로(close-before-open)” 스위칭 원리를 나타내며 같은 절체 스위칭 사이에는 특별한 순서가 고려되고 있지 않음을 보여주고 있다. 정전 구간에 대한 스위칭에는 “선개로 후폐로(open-before-close)” 스위칭 원리가 룰 SW3에 보인 것처럼 적용된다. 일반적으로 같은 범주의 스위칭에 있어서는 순서가 문제되지 않으나 교통 상태와 부하 우선 순위같은 실질적인 문제들을 고려함으로써 보다 효율적인 복구가 이루어질 수 있을 것이다.

[SW1] if : 부하 절체 스위칭이 완료된 경우
 then : 그룹 분할 스위치를 식별하고, 그룹 복구 스위치를 식별하고, 정전 구간 복구 스위칭 순서를 결정한다.

[SW2] if : 부하 절체 스위칭 단계인 경우
 then : “선 폐로 후 개로(close before open)” 스위칭을 적용하여 순위도는 같게 보아 순서에 관계없이 스위칭한다.

[SW3] if : 정전 구간 스위칭 단계인 경우
 then : “선 개로 후 폐로(close before open)” 스위칭을 적용하여 순서에 관계없이 스위칭한다.

4. 향후계획

앞서 언급한 KODAS의 용통계산 S/W는 중앙 제어시스템에 탑재되어 실선로를 대상으로 하여 운전될 예정이며, 필요에 따라 변전소 주변압기 사고, 모선 사고 등을 처리할 수 있도록 일부 수정·보강할 계획이다. 이는 선로 연결상태 및 변전소 모선 연결상태에 관한 Database, 룰베이스의 추가, 수정으로 쉽게 해결되리라 본다. 또한 사용된 각 룰에 대한 계통운전자의 의견을 충분히 반영하여 필요에 따라 일부 수정하고, 선로 신·증설 및 철거시에도 기본 Database만 수정하는 한도내에서 사용 가능하도록 일반화시킬 예정이다.