Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol. 17, No.3, pp. 87~94 May 2003

논문 17-3-12

배전망 복구지원 전문가 시스템에 관한 연구

(An Expert System for the Restoration of Distribution Networks)

이흥재* · 이경섭 · 박성민

(Heung - Jae Lee · Kyeong - Seob Lee · Sung - Min Park)

요 약

배전계통에서의 사고 발생시 정전으로 인한 수용가의 손실을 최소로 하기 위하여 정전구역에 대한 신속한 복구가 이루어져야 한다. 본 논문에서는 배전계통의 정전복구를 위한 전문가 시스템을 제안하였다.

제안된 전문가 시스템은 복구과정에서 전문가의 경험적 규칙을 이용함으로써 복구에 소요되는 스위칭 횟수를 최소화 하도록 하였다. 복구 과정은 일반적인 위상구조 지식 기반의 응용을 통해 전문가 시스템의 상태공간에서 타당한 경로를 찾는 문제로 표현하였다. 또한, 다양한 배전계통 구조를 고려하기 위해 다중 부하절체 기법을 제안하였다.

Abstract

When faults occur in a distribution network, blackout loads must be restored as fast as possible to minimize interruption of electric service. This paper presents an expert system to restore distribution networks.

The system is designed to minimize switching operations in a heuristic sense by using heuristic rules. The restoration process is converted to the feasible path finding problem in the state space of expert system by application of general topological knowledge base. Multiple load transfer algorithm is proposed to deal with complex situations.

Key Words : Distribution Network, Expert System, Heuristic Rule, Multiple Load Transfer

1. 서 론

전력계통에서의 사고는 불가피한 일이며, 사고가 발생할 경우 전력공급의 신뢰성과 안정성을 확보하기 위한 조치가 신속히 취해져야 한다. 그 중에서도 배전계통은 수용가측에 직접 연결되어 전력을 공급하는 시스템으로 그 구조가 매우 복잡할 뿐 아니라, 송전계통에 비해 사고의 발생 빈도도 매우 높다. 또한 배전계통은 여러 가지 이유로 인하여방사상 구조로 운용되기 때문에 사고의 발생시 그 영향은 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 배전계통에서 사고의 발생시 이로 인한 수용가의 손실을 최소로 하기 위하여 정전구역에 전력 공급을 재개하는 정전복구가 신

* 주저자 : 광운대학교 전기공학과 교수
Tel : 02-940-5147, Fax : 02-918-3793
E-mail : hjlee@mail.gwu.ac.kr
접수일자 : 2003년 3월10일
1차심사 : 2003년 3월18일
심사완료 : 2003년 5월 2일

속하게 수행되어야 한다.

배전계통의 정전복구는 사고시 구간 분리에 의해서 발생하는 건전 정전구역에 대해 신속하고 안정적인 전력 공급의 재개를 의미하며, 이는 계통내의 적절한 스위치 조작을 통해 수행되므로, 운용상의 제약조건을 만족하는 최적의 스위치 조합을 탐색하는 문제로 귀결된다.

정전복구 문제를 해결하기 위한 방법론은 수학적 알고리즘을 이용한 해석적 방법[1-5]과 경험적 지식을 이용한 전문가 시스템적 방법[8-11]으로 대별할 수 있다. 해석적 방법은 최적해를 구할 수 있는 장점은 있으나, 시스템이 대형화되고 다양한 제약조건으로 인하여 정확한 수학적 모델의 도출이 어려울 뿐 아니라 해를 구하는데 상당한 계산시간을 필요로 한다. 이와 달리 전문가 시스템적 방법은 복구 문제에 대한 전문가의 경험적 지식을 이용하여 신속하게 가능한 해를 도출할 수 있다. 배전계통의 정전복구 문제는 정상상태의 손실을 줄이기 위한 배전계통의 재구성 문제[6]와는 달리 사고 발생시 수용가의 피해를 최소화하기 위해서는 신속하게 결과를 도출해야 하므로 효율성보다는 시간적인 제약에 종속된다. 따라서 정전복구 문제의 경우에는 전문가 시스템적 접근 방법이 적합하다.

경험적 지식을 이용한 주요 연구로는 C. C. Liu[8]가 정전구역을 그룹핑 규칙을 이용한 전문가 시스템을 제안하였고, Y. Y. Hsu[9]는 대만의 배전계통 구조를 기반으로 하여 배전계통의 가지 단위로 복구를 수행하는 방안을 제안하였으나, 이는 대만의 배전계통에 국한된 방법론이었다. V. Susheela Devi[10]는 너비 우선 탐색을 통해서 스위치 조작 횟수를 줄이기 위한 복구 방안을 제안하였다.

본 논문에서는 배전계통 운용 전문가의 풍부한 경험적 지식과 배전계통 구조에 대한 효율적인 표현을 기반으로 배전계통의 사고에 대해 건전정전구역의 분할, 부하절체 및 이들의 적절한 조합을 통해 복구를 수행하게 된다. 복구방안에서 건전정전구역의 분할 그룹의 수와 부하절체의 횟수에 따라 복구시 소요되는 스위치 조작 횟수의 정량화가 가능하며, 이를 표 1에 나타내었다. 예를 들면, 정전구역을 2개로 분할하여 복구하는 경우 정전구역 분할에 1회 및 2개의 분할 그룹 복구에 2회로 총 3회의 스위치 조작이 필요하다. 따라서 스위치 조작 횟수가 정량화된 복구 방안을 기반으로 최적의 복구 방안 도출을 위한 배전망 복구지원 전문가 시스템을 제안하였다. 또한, 복구 방안 도출 과정에서 경험적 규칙과 데이터들을 최대한 활용한 추론 과정 및 다중 부하절체(multiple load transfer) 기법을 적용하여 복구에 소요되는 스위치 조작 횟수의 최적화를 도모하였다. 또한 본 논문에서 제안한 정전복구 방안의 타당성과 실계통 적용 가능성을 검증하기 위한 사례 연구를 수행하였다.

표 1. 복구방안별 스위칭 수
Table 1. No. of switching operation for restoration methods

스위칭 횟수	복구 방안
1	정전구역 전체복구
3	정전구역을 2개로 분할, 분할그룹 복구 부하절체 1회, 정전구역 복구
5	정전구역을 3개로 분할, 분할그룹 복구 부하절체 2회, 정전구역 복구
7	정전구역을 4개로 분할, 분할그룹 복구 부하절체 3회, 정전구역 복구

2. 문제의 표현

배전계통은 그림 1에 표시된 바와 같이 일반적으로 피더(feeder)와 다양한 종류의 스위치, 그리고 이러한 스위치들의 연결 관계에 의해 결정되는 구간(zone)으로 구성되며, 배전계통은 전체적으로 루프 형태의 구조로 이루어져 있으나, 각각의 피더는 방사상 형태의 구조로 운용되고 있다. 이러한 배전계통의 구성 요소들인 피더와 스위치 그리고 구간들의 연결 관계 및 각 스위치들의 상태(개방/투입)에 의해 현재 배전계통의 운용 상태가 결정된다.

배전계통에서의 정전복구는 사고가 발생한 경우, 사고구간 분리 후 발생하는 건전정전구역에 대해 신속하고 안정적인 전력 공급의 재개를 수행하는 것이다. 즉, 배전계통내의 구간구분 스위치를 통해 건전정전구역과 연결된 피더들을 이용함으로써 정전복

구가 이루어지게 된다. 이 과정에서 피더의 과부하 방지 및 방사상 구조의 유지 등과 같은 운용상의 제약 조건이 존재하며, 이를 만족하는 적절한 스위치 조작을 통해 정전복구를 수행해야만 한다.

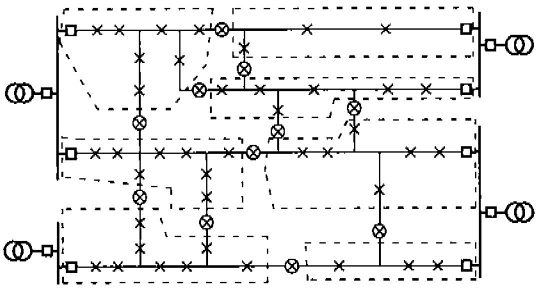

그림 1. 배전계통의 방사상 구조
Fig. 1. Radial structure of distribution network

배전계통에서는 모든 요소가 차단기-피더-구간의 순서로 계층적 구조를 형성하므로 본 논문에서는 이러한 계층적 구조에 대해 위상기반(topology-based) 표현 방법을 채택하여 배전계통 구성요소 및 연결 상태를 표현하였다. 차단기-피더-스위치-구간 사이의 연결구조는 다음과 같으며, 괄호 안의 인자들에 따라 각 구성요소 및 구성요소의 상태가 정의된다.

CB(*name, status*)
여기서, name : 차단기 이름
status : 차단기 상태(개방/투입)

FEEDER(*name, capacity, cb_name, flow*)
여기서, name : 피더의 이름
capacity : 피더의 최대용량
cb_name : 피더에 연결된 차단기 이름
flow : 피더의 현재 사용량

SW(*name, status*)
여기서, name : 스위치의 이름
status : 스위치의 상태(개방/투입)

ZONE(*name, [sw_list], load, type*)
여기서, name : 구간의 이름
[sw_list] : 구간과 직접 연결된 스위치들의 집합
load : 구간 부하의 추정값
type : [sw_list]에 의해 결정되는 구간의 종류

3. 정전복구 과정

정전복구 전문가시스템의 간결한 표현을 위해 본 논문에서 사용한 복구에 필요한 데이터 및 용어를 다음과 같이 정의하였다.

L_T : 사고로 인한 건전정전구역의 전체 정전부하

n : 건전정전구역에 직접 연결 가능한 인접 피더의 수

F_i : 건전정전구역에 직접 연결 가능한 i번째 인접 피더

I : 인접 피더들의 집합,
$$I = \{i \mid F_i,\ i=1,\ 2, \cdots n\}$$

$C(F_i)$: i번째 인접 피더의 여유용량

C_T : 인접 피더 전체의 여유용량,
$$C_T = \sum_{i=1}^{n} C(F_i)$$

C_{LT} : 부하절체를 통해 확보된 여유용량

C_{Tnew} : 부하절체 수행 후 인접 피더 전체의 여유용량, $C_{Tnew} = C_T + C_{LT}$

건전정전구역의 전체 정전부하보다 많은 여유용량을 가지는 인접 피더가 존재하는 경우에는 이 피더를 이용하여 한 개의 그룹으로 복구를 수행할 수 있다. 이는 1회의 스위치 조작만으로 복구가 가능하며, 스위치 조작횟수의 최적화를 통한 복구이다. 그러나 사고 발생시 전체 정전부하보다 많은 여유용량을 가지는 인접 피더가 항상 존재하는 것은 아니므로, 한 개의 인접 피더로 복구가 불가능한 경우도 존

재한다. 한 개의 인접 피더로 복구가 불가능할 경우 인접 피더의 개수와 여유용량을 고려하여 정전구역을 작은 그룹으로 분할하여 복구를 수행해야만 한다. 또한 인접 피더 전체의 여유용량이 전체 정전부하보다 적은 경우에는 인접 피더만으로는 복구가 불가능하므로, 부하절체를 수행하여 인접 피더의 여유용량을 확보한 후 복구를 수행해야 한다. 그러나 정전구역 분할 및 부하절체의 경우 분할할 그룹의 수와 부하절체 횟수의 증가에 따라 스위치 조작 횟수가 2회씩 증가하기 때문에 분할할 그룹의 수와 부하절체의 횟수를 단계적으로 증가시키는 것이 중요하다.

본 논문에서 제안한 정전복구 방안은 크게 복구계획 및 부하절체의 단계로 구성되었다. 정전복구 방안은 전반적으로 복구 계획에 의해 수행되지만, 이용 가능한 인접 피더의 여유용량으로 복구가 불가능한 경우에는 부하절체를 통해 인접피더의 여유용량의 증가를 시도하였다. 복구 과정에서 경험적 규칙과 데이터를 최대한 활용한 추론 과정 및 부하절체를 통하여 복구에 소요되는 스위치 조작 횟수의 최적화를 도모하고자 하였으며, 추론 과정에서 사용된 경험적 규칙은 다음과 같다.

1) 안정적인 정전복구를 위해서는 복구에 이용 가능한 인접 피더 전체의 여유용량이 사고로 인한 건전정전구역의 전체 정전부하 이상이어야 하며, 인접 피더 전체의 여유 용량이 부족한 경우에는 반드시 부하절체를 수행한다.
2) 건전정전구역의 전체 정전부하보다 더 큰 여유용량을 가지는 한 개의 인접 피더가 존재하면, 이 피더를 이용하여 전체 건전정전구역을 하나의 그룹으로 복구한다.
3) 전체 정전부하보다 큰 여유용량을 가지는 인접 피더가 존재하지 않으면, 한 개의 인접 피더로는 복구가 불가능하기 때문에 인접 피더 중 여유용량의 큰 순서로 2개의 인접 피더를 이용하여 정전구역을 2개의 그룹으로 분할하여 복구를 수행한다. 2개의 피더로도 복구가 불가능하면 정전구역을 3개, 4개의 순으로 분할 그룹의 수를 증가시켜 복구를 수행한다. 그러나 분할 그룹이 수가 1개 증가할 경우, 스위치 조작 횟수가 2회(개방/투입)가 증가하므로 분할 그룹의 수를 2개, 3개, 4개의 순으로 단계적으로 증가시켜야 한다.
4) 인접 피더 전체의 여유용량 부족할 경우에 부하절체를 수행하여 복구에 필요한 여유용량의 확보가 가능하다. 그러나 부하절체 1회에 대해 스위치 조작 횟수가 2회 (개방/투입)가 증가하게 된다. 따라서 여유용량 확보를 위해 부하절체 수행 횟수를 2회, 3회순으로 단계적으로 증가시켜야 한다.

3.1. 복구 계획

제안된 정전복구 계획은 4 단계로 구성되었으며, 각 단계의 세부절차는 다음과 같다.

단계 1

$- L_T \le C_T$ → ***단계 2***

$- L_T > C_T$ → ***부하절체***

단계 1은 복구방안의 도출을 위한 시작 단계로서 사고로 인한 건전정전구역의 전체 정전부하와 건전정전구역에 직접 연결 가능한 인접피더 전체 여유용량의 계산 및 비교를 수행한다. 인접 피더 전체의 여유용량이 건전정전구역의 전체 정전부하보다 크면 단계 2를 수행하고, 인접 피더 전체의 여유용량이 전체 정전부하보다 적으면 건전정전구역의 그룹 분할 방법만으로는 복구가 불가능하기 때문에 안정적인 복구를 위해서는 반드시 부하절체를 수행해야 한다.

단계 2

$- i,\ \ L_T \le C(F_i)$ → ***결과 출력***

$- i\ \ L_T > C(F_i)$ → ***단계 3***

단계 2는 단계 1에서 계산된 각 인접 피더의 여유용량과 건전정전구역의 전체 정전부하와 비교를 수행한다. 이는 한 개의 인접 피더만을 이용하여 복구가 가능한지의 여부를 조사하는 단계이다. 만일 건전정전구역의 전체 정전부하보다 큰 여유용량을 가시는 인접 피더가 존재하변, 이 인접 피더를 이용하여 전체 정전구역을 하나의 그룹으로 복구를 수행한

다. 전체 정전구역을 하나의 그룹으로 하여 복구를 수행하는 경우에 복구에 필요한 스위치 조작 횟수는 오직 1회로써 스위치 조작 횟수의 최적화를 통한 복구방안이 된다. 그러나 각 인접 피더의 여유용량이 전체 정전부하보다 적으면, 한 개의 인접 피더로는 복구가 불가능하므로 단계 3을 수행한다.

단계 3

$$-\ \exists M, L_T \le \sum_{m\in M} C(F_m),\ (m\in M, M\subset I)$$

→ ***단계 4***

$$-\ \Phi,\quad L_T \le \sum_{mM} C(F_m),\ (mM,\ MI)$$

→ ***부하절체***

단계 3은 한 개의 인접 피더의 여유용량으로는 복구가 불가능한 경우에 건전정전구역을 2개 이상의 그룹으로 분할하여 복구를 수행하기 위한 단계로서 복구에 필요한 최대의 여유용량을 가지는 인접 피더를 선택한다. 이는 분할할 그룹의 수를 최소로 하여 복구시 소요되는 스위치 조작 횟수의 최소화를 위한 것이다. 2개의 인접 피더를 선택하고 이 인접 피더의 여유용량의 합이 건전정전구역의 전체 정전부하보다 크다면, 운용상의 제약조건인 방사상 구조를 유지하는지를 조사하기 위한 단계 4를 수행한다. 분할할 그룹의 수가 1개 증가하는 경우와 1회의 부하절체의 경우 스위치 조작 횟수가 각각 2회 증가하지만, 부하절체를 수행하는 경우 복구 후 계통의 운용상태가 사고 전 운용상태와 많이 변화하게 되어 부하절체보다 건전정전구역 분할에 우선순위를 배정하였다. 그러나 1회의 부하절체를 통해 확보한 여유용량으로 분할할 그룹의 수가 2개 이상 감소시킬 수 있는 경우에는 건전정전구역 분할 대신에 부하절체를 수행한다.

단계 4

- 방사상 구조 유지 → ***결과 출력***
- 방사상 구조 유지 못함 → ***부하절체***

단계 4는 단계 3에서 선택된 피더들을 이용하여 복구를 수행하였을 때, 운용상의 제약조건인 방사상 구조를 유지하는지를 조사한다. 선택된 인접 피더들의 여유용량은 충분하지만 계통의 구조적인 제약조건을 만족하지 못해 복구가 불가능한 경우도 존재한다. 위의 사례를 그림 2에 나타내었다.

그림 2는 사고로 인해 6개의 건전정전구역이 발생하였으며, 2개의 연결 가능한 인접 피더가 존재하는 배전계통의 일부분을 나타낸다. 인접 피더 F_i, F_j의 여유용량을 각각 40, 30이라 하고, 건전정전구역의 구간당 부하를 10으로 가정하면, 이용 가능한 인접 피더 전체 여유용량은 70이며, 이는 건전정전구역의 전체 정전부하인 60보다 크다. 그러나 선택된 인접 피더 F_i, F_j는 계통의 구조적인 제약조건으로 인하여 전체 정전구역의 복구가 불가능한 상태를 보여준다. 따라서 이러한 경우에는 단계 3을 다시 수행하여 인접 피더 중에서 전체 정전부하보다 큰 여유용량을 가지는 인접 피더를 찾아, 단계 4의 조건을 충족하는지를 조사해야 한다.

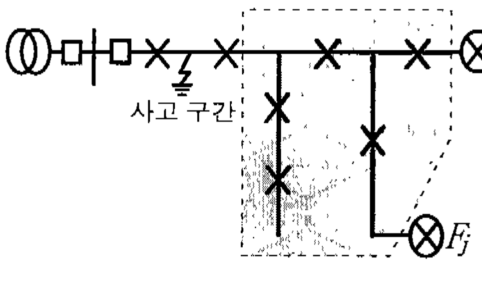

그림 2. 계통의 구조적 문제
Fig. 2. Network structure problem

3.2. 부하절체

전술한 단계 1과 단계 3에서 안정적인 정전복구를 수행하기 위해서는 반드시 부하절체가 이루어져야 하며, 여유용량이 부족한 피더의 경우 부하절체를 통해서 복구에 필요한 여유용량을 충분히 확보할 수 있다. 부하절체에 대한 세부 절차는 다음과 같다.

부하절체

$-\ L_T \le C_{Tnew}$ → ***단계 2***

$- L_T > C_{Tnew}$ → 부하절체

부하절체 수행의 경우 스위치 조작 횟수는 부하절체 1회에 대해 2회가 증가하므로, 1회, 2회, 3회의 순서에 의해 단계적으로 부하절체의 수를 증가시킨다. 즉, 1회의 부하절체를 통해 여유용량이 충분히 확보되지 않으면, 2회, 3회의 순으로 부하절체를 수행하며, 정전복구에 필요한 여유용량이 확보될 때까지 반복한다.

복구계획 및 부하절체의 수행으로 건전정전구역의 전체 정전부하보다 많은 인접 피더의 여유용량을 확보하지 못하거나, 인접 피더 전체의 여유용량은 충분하지만 계통의 구조적 제약조건으로 인해 전체 정전구역의 복구가 불가능할 경우도 발생할 수 있다. 이 경우에는 복구가 불가능한 건전정전구역이 최소화가 되도록 하는 복구방안을 도출한다.

전술한 복구 계획 및 부하절체를 포함한 전체적인 정전복구 과정을 그림 3에 나타내었다.

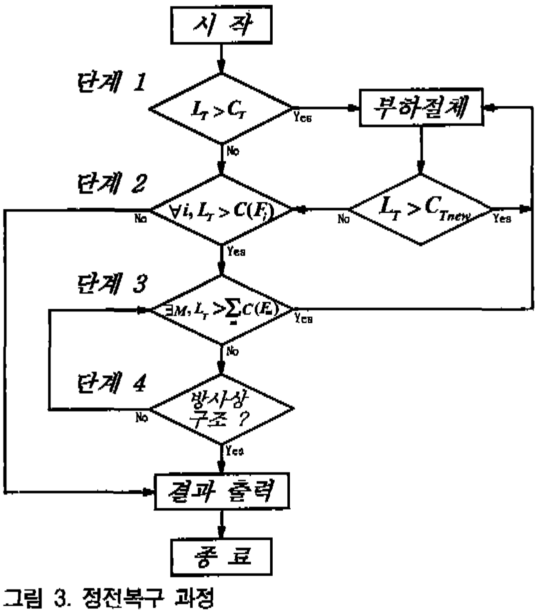

그림 3. 정전복구 과정
Fig. 3. Flowchart of restoration process

4. 사례연구

본 논문에서 제안한 새로운 정전복구 방안의 성능을 검증하고, 실계통 적용 가능성을 확인하기 위한 사례연구를 수행하였다. 제안한 정전복구 방안의 성능 평가를 위한 모의 배전계통을 그림 4와 6에 나타내었으며, 이는 구간 "Z23"에서 사고가 발생하여 사고구간의 분리가 이루어진 후의 상태로서 사고로 인한 전체 정전구역을 도시하였다. 모의 배전계통은 5개의 피더, 80개의 구간과 85개의 스위치로 구성되었으며, 각 구간당 부하는 10으로 설정하였다.

4.1. 사례 1

그림 4의 모의 배전계통에서 사고로 인한 전체 정전부하는 140이고, 건전정전구역에 직접 연결 가능한 인접피더는 fd_1, fd_4, fd_5이며, 이들 인접 피더들의 여유용량 총합은 165이다. 전체 정전부하는 인접 피더 여유용량의 총합보다 적지만, 계통의 구조적 문제 및 가능한 한 최소의 스위치 조작을 통한 복구를 위해서는 부하절체가 반드시 수행되어야 한다. 제안된 정전복구 방안을 이용한 사례 1의 정전복구 결과를 표 1과 그림 5에 나타내었다.

복구 결과에서, 스위치 조작횟수는 총 5회로, 1회의 부하절체를 수행한 후, 정전구역을 2개의 그룹으로 분할한 후, 2개의 인접 피더를 이용하여 복구를 수행하였다.

4.2. 사례 2

그림 6의 모의 배전계통에서 사고로 인한 전체 정전부하는 140이며, 건전정전구역에 직접 연결 가능한 인접피더는 fd_1, fd_4, fd_5로 사례 1과 동일하다.

그러나 피더 fd_1의 "z12", "z16" 및 피더 fd_5의 "z66", "z70" 구간에서 수용가 사용량이 각각 10씩 증가하여 인접 피더 여유용량의 총합이 125로 감소하였다. 인접 피더 여유용량의 총합이 전체 정전부하보다 적기 때문에 안정적인 복구를 수행하기 위해서는 부하절체가 우선적으로 수행되어야 한다. 사례 2의 정전복구 결과를 표 2와 그림 7에 나타내었다.

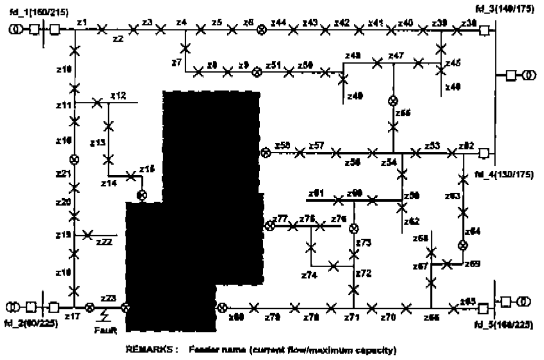

그림 4. 모의 배전계통
Fig. 4. Example distribution network for case 1

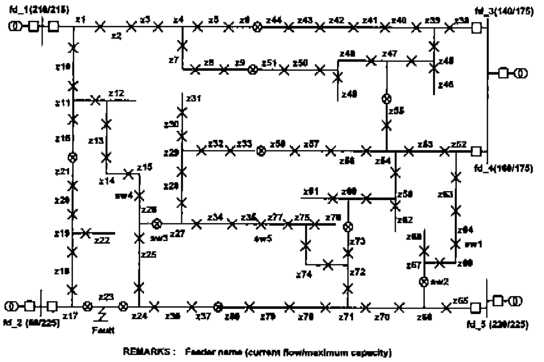

그림 5. 사례 1의 복구 후 상태
Fig. 5. Configuration after restoration for case 1

표 2. 사례 1의 복구 절차
Table 2. Restoration process for case 1

스위치 이 름	스위치 조 작	비 고
sw1	투입	z67, z68, z69를 fd_5에서 fd_4로 부하절체
sw2	개방	z67, z68, z69를 fd_5에서 fd_4로 부하절체
sw3	개방	z24, z25, z26, z36, z37, z27, z28, z29, z39, z31, z32, z33, z34, z35의 그룹으로 건전 정전구역 분할
sw4	투입	z24, z25, z26, z36, z37 복구
sw5	투입	z27, z28, z29, z39, z31, z32, z33, z34, z35 복구

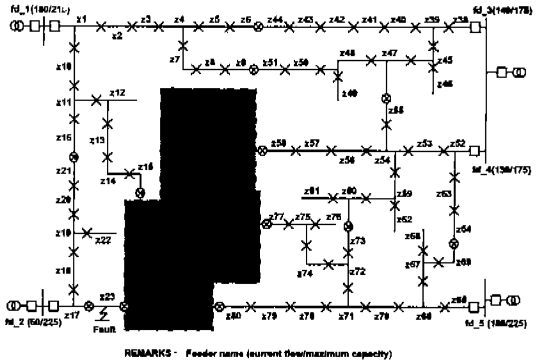

그림 6. 모의 배전계통
Fig. 6. Example distribution network for case 2

표 3. 사례 2의 복구 절차
Table 3. Restoration process for case 2

스위치 이 름	스위치 조 작	비 고
sw1	투입	{z6, z5}를 fd_1에서 fd_3으로 부하절체
sw2	개방	{z6, z5}를 fd_1에서 fd_3으로 부하절체
sw3	투입	{z55}를 fd_4에서 fd_3으로 부하절체
sw4	개방	{z55}를 fd_4에서 fd_3으로 부하절체
sw5	개방	{z26, z25, z24, z36, z37}, {z35, z34, z27, z28}, {z33, z32, z29, z30, z31}의 그룹으로 건전정전구역 분할
sw6	개방	{z26, z25, z24, z36, z37}, {z35, z34, z27, z28}, {z33, z32, z29, z30, z31}의 그룹으로 건전정전구역 분할
sw7	투입	{z26, z25, z24, z36, z37} 복구
sw8	투입	{z35, z34, z27, z28} 복구
sw9	투입	{z33, z32, z29, z30, z31} 복구

복구 결과에서, 스위치 조작횟수는 총 9회이며, 2회의 부하절체를 수행하여 복구에 필요한 여유용량을 확보한 후, 정전구역을 3개의 그룹으로 분할하여

복구를 수행하였다.

사례 1과 2의 결과를 살펴보면, 본 논문에서 제안된 복구 방안은 복잡한 사고에 대해서도 복구에 소요되는 스위치 조작 횟수의 최소화를 통한 복구가 가능함을 보였다.

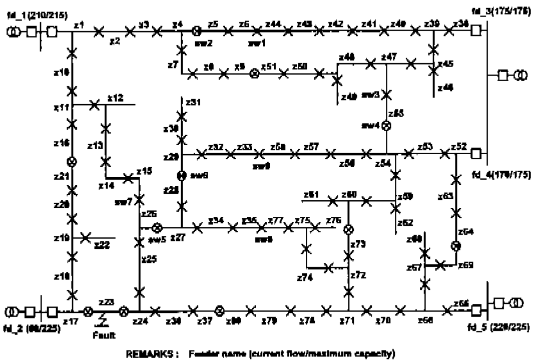

그림 7. 사례 2의 복구 후 상태
Fig. 7. Configuration after restoration for case 2

5. 결 론

본 논문에서는 배전계통의 구성요소 및 각 구성요소간의 연결 상태를 표현하기 위해 차단기, 피더, 구간의 순서에 의해 형성되는 계층적 구조를 위상기반(topology-based) 표현방법을 채택함으로써 배전계통의 사고에 대해 가능한 복구방안의 스위칭 횟수를 정량화함으로써 가능한 한 최적의 스위칭 방안을 도출하기 위한 새로운 복구 방안을 제안하였다. 또한 복구 과정에서 경험적 규칙과 데이터를 활용한 추론 과정 및 다중 부하절체의 방법을 적용하여 효과적인 정전복구 방안을 도출하도록 구성하였다.

사례연구를 통하여 피더의 여유용량이 충분하지 못한 상황에서도 적은 스위칭 횟수를 통한 복구가 가능함을 검증하였고, 수행시간도 수 초 이내로 온라인 적용이 가능함을 확인하였다.

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램 및 2001년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

References

[1] K. Aoki, K. Nara, M. Itoh, "A New Algorithm for Service Restoration in Distribution Systems", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 4, No. 3, pp. 1832-1839, July 1989.

[2] E. N. Dialynas, D. G. Michos, "Interactive Modeling of Supply Restoration Procedures in Distribution System Operation", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 4, No. 3, pp. 1847-1854, July 1989.

[3] D. Shirmohammadi, "Service Restoration in Distribution Network via Network Reconfiguration", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 7, No. 2, pp. 952-958, April 1992.

[4] N. D. R. Sarma, V. C. Prasad, "A New Network Reconfiguration Technique for Service Restoration in Distribution Network", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 9, No. 4, pp. 1936-1942, October 1994.

[5] K. Aoki, H. Kuwabara, T. Satoh, "Outage State Optimal Load Allocation by Automatic Sectionalizing Switches Operation in Distribution Systems", IEEE Trans. on PWRD, Vol. PWRD-2, No. 4, pp. 1177-1185, October 1987.

[6] C. C. Liu, S. J. Lee, S. S. Venkata, "An Expert System Operation Aid for Restoration and Loss Reduction of Distribution Systems", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 3, No. 2, pp. 619-626, May 1988.

[7] Y. Y. Hsu, H. M. Huang, H. C. Kuo, "Distribution System Service Restoration Using A Heuristic Search Approach", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 7, No.2, pp. 34-740, April 1992.

[8] V. Susheela Devi, G. Anandalingam, "Optimal Restoration of Power Supply in Large Distribution Systems in Developing Countries", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 10, No. 1, pp. 430-438, January 1995.

[9] A. L. Morelato, A. Monticeli, "Heuristic Search Approach to Distribution System Restoration", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 4, No. 4, pp. 2235-2241, October 1989.

◇저자소개◇

이흥재(李興載)
1958년 1월 28일생. 1983년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1995~1996년 미국 워싱턴 주립대 방문교수. 현재 광운대학교 전기공학과 교수.

이경섭(李炯燮)
1974년 7월 5일생. 1998년 광운대학교 전기공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.

박성민(朴誠民)
1976년 3월 13일생. 1999년 광운대학교 전기공학과 졸업. 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.