

상정사고 조치방안 DB입력 및 검토프로그램 개발

오성균*, 신만철*, 김건중**, 오화진***, 임기홍***
 *(주)Power21, **충남대학교, ***한국전력거래소

Development of Contingency Scenario DB Input and Verify Program

Sung-Kyun Oh*, Man-Cheol Shin*, Kern-Joong Kim**, Hwa-Jin Oh***, Ki-Hong Lim***
 *Power21 Corp., **Chungnam Nat'l Univ., ***KPX

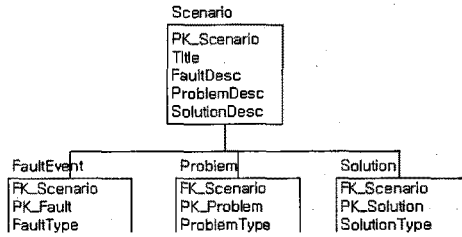
Abstract - 국내 전력계통에 대한 검토는 주로 PSS/E를 이용하여 수행되고 있으며, 검토된 내용은 문서형태로 작성되어 보관되고 있다.

따라서, 한 번 검토된 내용을 다시 모의해보거나 활용하기 위해서는 계통검토자가 기존에 작성된 문서를 참조해서 수동으로 검토의 해보는 방법밖에 없었다.

본 논문에서는 상정사고에 대한 조치사항 수립 시 계통검토자가 검토한 내용을 DB로 저장해서 필요한 경우에 다시 조치사항을 반복 적용해볼 수 있는 계통검토 및 입력프로그램에 대해 기술한다.

이를 위해서 본 논문에서는 상정사고시 조치방안을 저장할 수 있는 데이터베이스 설계와 계통검토자가 PSS/E에 입력한 사항을 분석할 수 있는 모듈과 이를 DB에 입력하는 모듈에 관해 기술한다. 또한 기존 검토된 조치방안을 새로운 계통에 적용하는 방법에 대해 기술한다.

였다. 사용된 DBMS는 MS SQL Server 2005이다. 하나의 계통검토사항은 시나리오라는 테이블에 저장되며 상정사고, 문제점, 조치방안에 대한 내용으로 구성된다.



[그림 1] Scenario 테이블 구조

1. 서 론

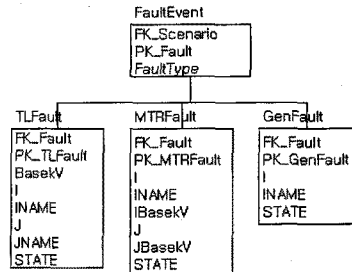
현재까지는 PSS/E를 효율적으로 동작시키거나 결과를 편리하게 확인하기 위한 툴들이 주로 개발되었다[5]. 하지만 기존에 검토된 내용을 재검토하려면 수동으로 다시 입력을 해보거나 저장된 스크립트를 실행하는 방법밖에 없었다.

PSS/E는 국내 전력계통에 대한 공식 검토프로그램으로 지정되어 있다[4]. 휴전요청시 또는 상정사고 검토시 계통검토자는 PSS/E를 활용하여 계통검토를 수행한 후 계통의 선로나 M.Tr의 과부하 현상을 해결하기 위한 조치방안을 검토한 후 휴전승인서나 계통운영 지침서를 작성한다.

하지만 계통의 상태는 시시각각 달라지므로, 기존에 검토한 조치방안은 현재 계통에서는 다른 결과를 초래할 수 있기 때문에 재검토를 수시로 행할 필요가 있다. 문제는 기존에 검토한 조치방안이 문서형태로만 되어 있어서 검토자는 일일이 설비를 검색해서 조치방안을 수동으로 조작한 후 결과를 확인할 수 밖에 없었다. 당연히 기존의 조치방안을 확인하고 수정하는데 많은 시간이 소요되었다.

만약 계통검토내용을 DB형태로 저장한 후, 그것을 조회해서 현재 로딩한 계통에 맞게끔 적용할 수 있다면 효율성은 대폭 향상될 것이다. 본 논문에서는 상정사고시 조치방안에 대한 계통검토내용을 저장할 수 있는 데이터베이스 테이블 구조와 PSS/E내에서의 검토내용을 그대로 가져와서 DB에 저장하는 모듈, 그리고 저장된 내용을 적용시키는 모듈에 대해서 기술하고자 한다.

아래 그림은 상정사고 정보를 저장하기 위한 테이블과 그것들의 관계도이다. T/L상정사고, M.Tr 상정사고, 발전기 상정사고의 경우로 각각 별도로 저장되어 검색의 효율성을 향상시킬 수 있다.



[그림 2] 상정사고 정보 입력 테이블

2. 본 론

2.1 데이터베이스 테이블 설계

상정사고시 조치방안에 대한 내용을 저장하기 위해 관계형 데이터베이스(Relational DataBase) 모델을 채택하

상정사고는 T/L상정사고와 M.Tr상정사고로 구분되는 데, 상정사고가 발생한 T/L정보를 양단의 모선번호와 CKT만을 저장하면 나중에 모선분리나 모선통합 등으로 모선번호가 바뀌게 되면 고장선로를 제대로 인식할 수 없는 경우가 발생한다.

문제점도 T/L 과부하와 M.Tr과부하로 구분된다. 단순히 발생 현상만 저장하는게 아니라, 문제점이 발생한 선로의 번호나 Base kV, 모선명 등을 저장한다. Base kV와 모선명의 활용에 대해서는 조치사항 적용부분에서 기술한다.

조치사항은 모선통합/분리, T/L On/Off, M.Tr On/Off, 부하절제, 부하차단, 발전기 기동/정지/출력조절, 동기조상기 투입량 조절 등으로 구성되는데, 이러한 조치방안에 관한 정보는 Solution 테이블에 저장된다.

2.2 PSS/E 검토내역 DB입력 모듈

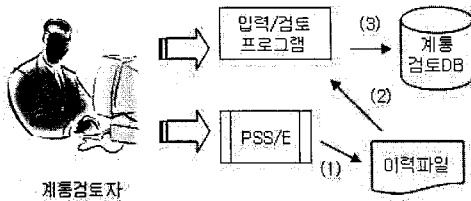
계통 검토자는 오랜 시간동안 PSS/E를 이용하여 계통 검토를 수행해왔기 때문에, 가능한 기존의 인터페이스를 그대로 유지하는 것을 선호한다. 또한 PSS/E도 그동안 버전업이 되면서 사용자가 정보를 효과적으로 입력할 수 있도록 사용자 인터페이스가 개선되었다.

PSS/E는 DOS나 Unix환경에서 개발되었기 때문에 아직까지 명령어(command)를 기반으로 동작한다. 이러한 명령어들은 ECHO기능을 사용하면 사용자 동작이 파일로 기록된다. 따라서 이렇게 기록된 파일을 분석하면 사용자가 입력한 내용을 분석할 수 있게 된다. 아래 그림은 PSS/E에서 기록된 이력파일의 예를 보여준다. 그림에 알 수 있듯이, 모선분리(BAT_SPLT)의 경우만 제외하고 모선번호만 기록되고 모선명은 나타나지 않는다.

[표 1] PSS/E 이력파일의 일부

```
BAT_BRANCH_DATA, 2710, 2735, "1", 0, . . . . .
. . . . .
. . . . .
BAT_BRANCH_DATA, 2710, 2735, "2", 0, . . . . .
. . . . .
. . . . .
GOUT
26
BAT_JOIN, 2725, 2726, 0 ;
BAT_SPLT, 2725, 2726, "수서1S", 154.0 ;
BAT_MOVEBRN, 2715, 2725, "2", 2726, "2" ;
BAT_MOVEBRN, 2845, 2725, "1", 2726, "1" ;
```

위 그림과 같은 이력파일을 이용한 DB입력 절차는 다음 그림과 같이 이루어진다.



[그림 3] 검토내역 DB입력 절차

- (1) 계통검토자는 평상시와 같이 PSS/E를 통해 상정사고시 조치사항을 검토한다.
- (2) 입력/검토 프로그램은 PSS/E에서 기록된 이력파일을 분석한다.
- (3) (2)에서 분석된 내용을 추가 계통정보와 함께 계통검토DB에 저장한다.

DB입력 모듈은 .Net Framework v3.5에서 프로그래밍 언어는 C#을 이용하여 개발되었다.

2.3 조치방안 적용 모듈

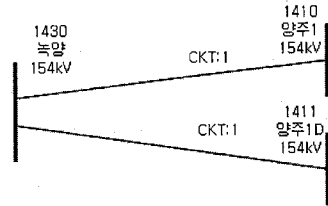
위와 같이 상정사고시 조치방안을 DB에 저장한 이유는 기존에 검토된 조치방안을 효과적으로 확인 및 현재 계통에 적용하기 위해서이다.

각 조치사항은 상정사고명을 제목으로 해서 저장되어 있기 때문에 계통검토자는 검토하고자 하는 상정사고를 기준으로 검색 및 조회할 수 있다. 만약 동일한 상정사고가 없거나 기존에 검토된 사항으로 과부하현상이 해소되지 않는다면 동일 문제점이 발생하는 상정사고를 검색해서 그것에 대한 조치방안을 적용해 볼 수 있다.

하지만 계통구성은 시시각각 달라지므로 기존에 검토한 내용을 적용하는데 약간의 기술이 필요하다. 즉, 이력파일에서는 계통설비의 모선번호만이 기록되었는데, 모선 통합이나 모선분리등으로 모선번호나 선로CKT가 변경

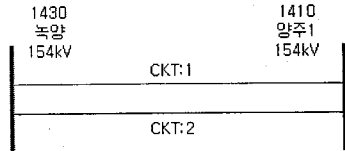
된다면 모선번호만으로는 기존에 검토했던 동일한 설비를 검색할 수 없을 수 있다.

예를 들어, 조치방안 검토시의 계통이 아래 그림과 같이 구성되었을 때, T/L 상정사고가 녹양-양주1D:#1에서 발생한 경우에, 모선번호만을 저장하면 1430-1411:#1과 같이 저장할 수 있다.



[그림 4] 계통검토시의 계통구성

만약, 조치방안을 적용할 때의 계통이 아래 그림과 같다면 상정사고가 발생한 T/L을 검색하지 못할 것이다. 따라서, 본 논문에서 개발된 모듈에서는 T/L을 검색할 때, 모선번호 대신 모선명과 Base kV를 이용해서 모선을 검색한다. 이때에도 모선명 '양주1D'를 그대로 사용하면 이 역시 해당 모선을 검색할 수 없다. 따라서 숫자나 영문자를 제외한 순수한 한글명만을 이용해서 모선을 검색해야 한다. 즉 '녹양', '양주', '154kV'라는 세 개의 검색어를 이용해서 해당 T/L을 검색할 수 있다.



[그림 5] 조치사항 적용시의 계통구성

2.3 사례연구

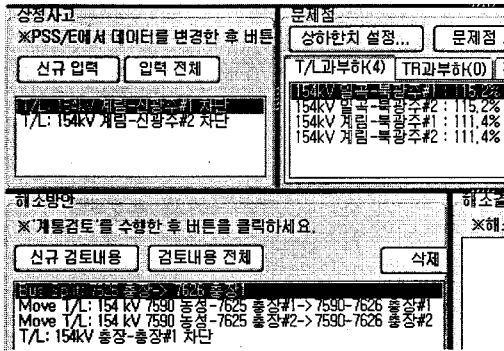
DB입력모듈은 2008년 침두부하시의 계통에서 상정사고시 조치방안을 검토하는 시나리오를 입력하였고, 2008년 7월의 하계부하시에 입력된 조치방안을 적용해 보았다.

상정사고는 154kV 신광주-계통#1.2 T/L 2회선 상정사고시에 충장변전소에서 모선분리를 통해 과부하를 해소하는 조치방안을 검토하는 케이스이다.

[표 2] PSS/E 이력데이터

```
GOUT
26
BAT_BRANCH_DATA, 7615, 7610, "1", 0, . . . . .
. . . . .
. . . . .
BAT_BRANCH_DATA, 7615, 7610, "2", 0, . . . . .
. . . . .
. . . . .
BAT_SPLT, 7625, 7626, "충장1", 154.0 ;
BAT_MOVEBRN, 7590, 7625, "1", 7626, "1" ;
BAT_MOVEBRN, 7590, 7625, "2", 7626, "2" ;
GOUT
26
BAT_BRANCH_DATA, 7625, 7626, "1", 0, . . . . .
. . . . .
. . . . .
```

위와 같은 PSS/E 이력파일을 이용하여 DB입력모듈은 아래와 같은 시나리오를 구성할 수 있다.



[그림 6] 상정사고와 조치방안 로드화면

조치방안 적용결과 모듈에서 신평주-계림 T/L 상정사고에 대한 발생현상은 다음과 같이 나타났다.

KV	FrName	ToName	CKT	부하율[%]
154	일곡	북광주	1	103.8
154	일곡	북광주	2	103.8

[그림 7] 상정사고시 과부하율

조치방안 적용모듈을 통해서 상정사고에 대한 조치방안이 적용될 때, 각 단계별 계통의 과부하율을 표시하여 진행과정을 아래 표와 같이 표시한다.

[표 3] 조치방안 적용단계별 결과

[1]단계: Bus Split: 7625 총장-> 7626 총장1 ◆T/L과부하 발생 0154.00kV 일곡-북광주T/L #1 :103.8% 0154.00kV 일곡-북광주T/L #2 :103.8%
[2]단계: Move T/L: 154 kV 7590 농성-7625 총장#1->7590-7626 총장#1 ◆T/L과부하 발생 0154.00kV 일곡-북광주T/L #1 :103.8% 0154.00kV 일곡-북광주T/L #2 :103.8%
[3]단계: Move T/L: 154 kV 7590 농성-7625 총장#2->7590-7626 총장#2 ◆T/L과부하 발생 0154.00kV 일곡-북광주T/L #1 :103.8% 0154.00kV 일곡-북광주T/L #2 :103.8%
[4]단계: T/L: 154kV 총장-총장#1 차단 ◆T/L과부하 발생 없음

3. 결 론

본 논문에서는 계통검토 시나리오를 기존에 사용하던 계통검토 프로그램(PSS/E)을 그대로 사용하여 DB에 입력할 수 있는 입력모듈과 입력된 검토 시나리오를 모션구성이 변경된 계통에 대해서도 동일하게 적용할 수 있는 검토모듈을 소개하였다.

이러한 작업을 입력으로 사용함으로써, 기존의 검토프로그램(PSS/E)의 인터페이스를 최대한 활용하였기 때문에 사용자가 프로그램 사용법을 새로 익힐 필요가 없이 사용가능하다는 점이 장점이다.

본 논문에서 설계한 DB 테이블은 상정사고 발생시 문제점과 조치방안을 효과적으로 저장하기 위한 구조이다. 상정사고 뿐만 아니라 문제점을 기반으로 조치방안을 검색할 수 있는 기능을 제공한다.

검토모듈은 기존의 모션번호 중심의 시나리오 방식에서

모션명과 Base kV를 활용한 모션검색 알고리즘으로 모션분리/통합 등의 계통변경 시에도 효과적으로 조치방안을 적용할 수 있음을 사례연구를 통해서 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 한국전력거래소의 연구사업의 지원을 받아 수행된 과제입니다. 관계자 분들께 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 신만철 외, "EMS와 연계된 전력계통해석자동화 시스템(PS AAuto) 소개", 대한전기학회 전력IT 연구회 춘계학술대회 논문집, 2007.05
- [2] 오성균 외, "EMS 실계통 데이터 활용을 위한 자동변환 프로그램 개발", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2007.07
- [3] 한국전력거래소 계통운영처, "08년 하계 전력계통 운영 지침서", 한국전력거래소, 2008
- [4] 한국전력거래소, "전력시장운영규칙", 한국전력거래소, 2007.07
- [5] 유현수, 배주천, "IPLAN을 이용한 전력설비의 계통접속 기층검토 프로그램 개발", 대한전기학회 전력기술부문의 추계학술대회 논문집, 2005.11
- [6] Semens PTI, "PSS/E Application Program Interface(AP I)", Semens PTI, 2005.11