

765kV 변전소의 지능형 경보처리에 관한 연구

이흥재, 이은재
광운대학교

A Study on the Intelligent Alarm Processing for 765kV Substation

Heung-Jae Lee, Eun-Jae Lee
Kwangwoon University

Abstract - 전력 시스템은 사회와 산업이 발전함에 따라서 거대화되고 복잡해지고 있으며, 따라서 전력시스템을 안정적으로 운용하기 위하여 다양한 첨단기술들이 개발되고 있다. 본 논문에서 제안한 765kV 변전소의 지능형 경보처리 시스템은 중앙감시제어 시스템으로부터 입력되는 방대한 정보들로부터 고장진단에 필요한 보호계전기 및 스위치 동작 정보를 필터링하는 기능을 수행하도록 개발되었다. 시스템으로부터 필터링된 정보들은 고장진단 시스템을 통하여 사고 발생 시 운영자의 사고 처리 시 신뢰도 증진시키고 수행시간을 단축시킨다. 경보처리 시스템은 실계통에서 운용되고 있는 이중 모션 1.5CB 방식의 765kV급 변전소를 대상으로 하며 인공지능 언어인 PROLOG 언어를 기반으로 개발되었다.

1. 서 론

국내의 765kV 변전소에는 계전기 동작정보 계전기의 동작 설정, 차단기 및 단로기 ON/OFF 상태 정보와 다양한 설비들의 상태 정보 등을 관리하는 중앙감시 제어 시스템이 운영되고 있다. 실계통에서 운용되고 있는 765kV 변전소의 경우 약 1600여개에 달하는 감시/제어 포인트를 가지고 있으며, 중앙감시제어 시스템은 변전소의 상태 점검을 위한 일상적인 감시·제어 동작을 수행하면서 변전소에서의 사고 상황이 발생될 경우 계전기와 차단기의 동작 정보 및 변화된 상태정보를 실시간 경보의 형태로 운영자에게 제공한다. 운영자는 중앙감시제어 시스템으로부터 제공 받은 경보의 내용을 분석하여 현재의 상태를 신속히 파악하고, 변전소를 정상적으로 운용 가능한 상태로 복귀시킬 수 있는 즉각적인 조치를 취하여야 한다. 그러나 이 과정에서 발생하는 경보의 양은 대단히 많으며, 운영자들이 방대한 양의 경보를 분석하고 사고 상황에 대한 신속한 조치를 취하는 것은 거의 불가능한 일이다. 따라서 사고 상황에 대한 신속하고 정확한 판단과 처리를 위해서는 중앙감시제어 시스템으로부터 연속적으로 입력되는 정보들 중에서 핵심적인 정보들만 필터링하여 운영자에게 제공되어야 한다. 이와 같이 경보처리는 중앙감시제어 시스템을 통하여 연속적으로 입력되는 정보들을 분류하고 고장진단에 필요한 핵심적인 정보들만 필터링하는 일련의 과정을 컴퓨터로 구현하는 것이다. 이러한 연구는 선진국을 필두로 하여 실계통에 적용되고 있으나 EMS 또는 SCADA 시스템을 대상으로 개발되었고, 765kV 변전소의 경보처리 시스템에 대한 연구는 거의 없다.[1,2,3,4]

본 논문에서 제안하는 경보처리 시스템은 이중 모션 1.5CB 구조의 765kV 변전소를 대상으로 개발되었다. 제안된 경보처리 시스템은 사고 상황에서 고장진단에 필요한 계전기 및 차단기의 동작 정보를 포함하고 있는 정보들만 필터링하고, 필터링 된 정보들을 고장진단 시스템의 데이터 구조 형태로 변환하여 출력하는 기능을 수행한다. 또한 현재 실계통 변전소에서 사용되고 있는 감시·제어 포인트를 기반으로 하고 있다. 시스템은 인공지능 언어인 PROLOG 언어를 기반으로 개발되었다.

2. 본 론

2.1 경보의 분류

그림 1에서 보이는 실계통 765kV 변전소에서는 1600여개에 달하는 방대한 양의 감시·제어 포인트를 운용하고 있다. 현재, 실계통에서 운용하고 있는 포인트에는 계전기의 동작 정보, 차단기의 동작 정보, 각 설비들의 상태 정보 등을 포함되어 있다. 본 논문에서 제안하는 경보처리 시스템은 실계통 765kV 변전소의 실계통 감시·제어 포인트를 변전기 기별로 분류하였으며, 분류된 포인트는 기능별로 4개의 범주로 세분류하였다. 기능별 세분류된 감시·제어 포인트는 다음과 같다.

- 트립 계전기 포인트 : 차단기 트립용 계전기 동작 포인트
- 경보 계전기 포인트 : 경보 만 발생시키는 계전기 동작 포인트

현재 실계통에서 운용되고 있는 보호 계전기는 두 가지 유형으로 대별할 수 있다. 첫 번째 유형은 고장지역 분리를 위하여 차단기를 트립시키는 기능을 갖춘 계전기이며, 두 번째 유형은 차단기의 트립기능을 포함하지 않고 단순히 경보만 발생시키는 계전기이다. 첫 번째 유형은 고장진단을 위하여 반드시 필요한 동작 정보이다. 그러나 두 번째 유형은 고장진단에 직접적으로 필요하지 않은 동작 정보이다. 따라서 제안된 경보처리 시스템에서는 계전기와 관련된 감시·제어 포인트를 트립 계전기 포인트와 경보 계전기 포인트로 분류하였다.

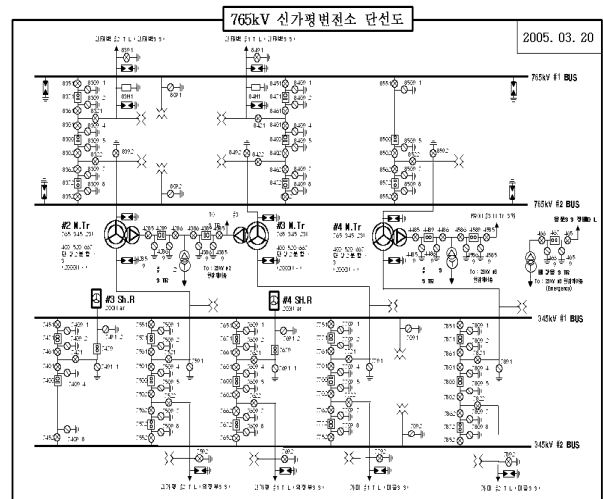
■ 스위치 동작 포인트 : 차단기, 단로기 동작 포인트

차단기, 단로기 등의 스위치는 계전기의 동작에 의하여 트립되거나 운전자의 조작에 의하여 스위치의 ON/OFF상태가 변경된다. 그리고 스위치의 상태가 변경되면, 변경된 정보는 경보의 형태로 운영자에게 제시된다. 본 논문에서는 차단기, 단로기 등의 스위치 상태변화를 포함하고 있는 포인트를 스위치 동작 포인트로 분류하였다.

■ 측정 및 제어 포인트

측정 및 제어 포인트는 변전소의 운영, 감시 및 제어를 위하여 사용되고 있는 포인트이며, 경보처리 및 고장진단과는 직접적으로 연관성이 없는 포인트이다.

본 논문에서는 트립 계전기 포인트 및 스위치 동작 포인트와 관련된 경보를 필터링하고, 고장진단에서 필요한 데이터의 형태로 변환시키도록 하였다. 세분화된 765kV 변전소 포인트 분류 예시는 표 1과 같다.



〈그림 1〉 실계통 765kV 변전소의 단선도

765kV 변전소 단선도인 그림 1에서 보이는 765kV #1 모선에 약 17개 정도의 감시·제어 포인트가 운용되고 있으며, 고장진단을 위한 트립 계전기 포인트 2개, 차단기 동작 포인트는 3개가 설치되어 있다. 그리고 모선보호 차동 계전기의 동작을 조정하는 스위치(43bp)의 상태정보가 측정 및 제어 포인트로 포함되어 있다.

다음 표 1은 765kV #1 모선에 설치된 감시·제어 포인트를 기능별로

분류한 예이다.

<표 1> 765kV #1 모선의 감시 제어 포인트 분류

포인트 번호	포인트 이름	포인트 설명	분류
809	765kV #1 BUS PRO (1st)	87B 86B	트립 계전기 포인트
815	765kV #1 BUS PRO (2nd)	87B 86B	
214	765kV #1 BUS VT FUSE FAIL		정보 계전기 포인트
811	765kV #1 BUS PRO 1st CT FAIL		
817	765kV #1 BUS PRO 2nd CT FAIL		
7	신태백 #2 T/L 8371 CB		스위치 동작 포인트
217	신태백 #1 T/L 8471 CB		
575	#85 BAY 8500 CB		
211	765kV #1 BUS ES(VT) GAS LOW 1단		측정 및 제어 포인트
215	765kV #1 BUS 27M1(라인활선상태)		
814	765kV #1 BUS PRO 1st 43BP		
820	765kV #1 BUS PRO 2nd 43BP		

2.2 정보 집합의 자료구조

지능형 경보처리 시스템에서 생성된 경보는 지식 베이스에 저장된다. 저장된 정보는 고장이 발생한 변전기의 진단을 위한 추론과정에 이용된다. 이러한 일련의 과정을 위하여 트립 계전기 포인트와 스위치 동작 포인트로 분류한 경보들을 PROLOG 언어의 술어형식을 이용하여 표현하였다. 표현된 술어는 지능형 경보처리 시스템의 최종 출력형식이 되며 그 표현 예시는 표 2와 같다.

<표 2> 765kV 변전소 포인트의 술어적 표현

포인트 번호	포인트 이름	술어적 표현
1238	가미 #2 T/L 7872 CB	cb(7872, t, on/off)
1263	345KV 가미 #2 T/L 1st 주보호 TRIP	tl_diff(가미2, 345, 1)
1264	345KV 가미 #2 T/L 1st 후비보호 TRIP(21)	dis_relay(가미2, "tl", 345, 1)
1270	345KV 가미 #2 T/L 1st STUB/SOFT TRIP	stubsoft(가미2, 345, 1)
1276	345KV 가미 #2 T/L 2nd 주보호 TRIP(87)	tl_diff(가미2, 345, 2)
1280	345KV 가미 #2 T/L 2nd STUB/SOFT TRIP	stubsoft(가미2, 345, 2)
1281	345KV 가미 #2 T/L 2nd OST/FINAL TRIP	pst(가미2, 345, 2)
1284	345KV 가미 #2 T/L 2nd TRANSFER TRIP	transfer(가미2, 345, 2)

3. 지능형 경보처리 시스템 개발

본 논문에서 제안한 지능형 경보처리 시스템의 지식베이스는 데이터 베이스와 규칙 베이스로 구성된다.

■ 데이터베이스

데이터베이스에 저장되는 지식은 다음과 같이 대별할 수 있으며, 이것은 입력 또는 추론에 의해 생성된다.

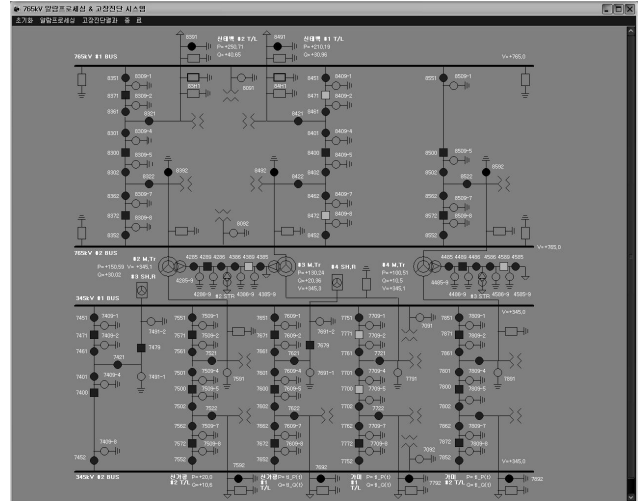
- 1) 감시·제어 포인트에 관한 사실
- 2) 보호 계전기에 관한 사실
- 3) 고장진단 시스템에 필요한 트립 계전기에 관한 사실

■ 규칙 베이스

- 1) 감시·제어 포인트 분류 규칙
- 2) 트립 계전기와 경보 계전기 분류 규칙
- 3) 고장진단 시스템에 필요한 알람 생성 규칙

3.1 지능형 경보처리 시스템 구현

제안된 지능형 경보처리 시스템은 Prolog 언어로 개발하였고, 전문화된 자료구조의 정의를 통하여 시스템 구성요소를 정의하였다. 또한 지능형 경보처리 시스템은 대상 변전소에서 들어오는 차단기 및 계전기의 정보를 받아 경보처리를 수행하고 운용자에게 필요한 정보를 선별하여 디스플레이 하도록 구축되었다.



<그림 2> 지능형 경보처리 시스템 GUI

3. 결 론

본 논문에서는 765kV 변전소에서의 중앙감시제어 시스템으로부터 입력되는 방대한 양의 경보 데이터를 효과적으로 선별하고 압축하기 위한 지능형 경보처리 시스템은 제안하였다. 지능형 경보처리 시스템은 실제 동에서 발생하는 방대한 경보를 4개의 범주로 분류하고 트립 계전기 경보와 차단기 및 단로기 동작 경보를 선별적으로 분류하고 그 중에서 고장진단에 필요한 경보만 선별하여 PROLOG 언어의 술어형식으로 출력하도록 하였다.

본 논문에서 개발한 경보처리 시스템은 신가평 변전소의 실제 데이터베이스를 이용하여 개발되었으며 765kV 변전소 고장진단 시스템의 전처리 과정으로 사용할 예정이다.

본 과제(결과물)는 지식경제부의 지원으로 수행한 에너지자원 인력양성 사업의 연구결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] S.D.J. McArthur et al., "Knowledge and Moel Based Decision Support for Power System Protection Engineers," ISAP'96, International Conference on pp 215-219, 1996
- [2] D.S.Kirschen, B.F.Wollenberg, "Intelligent Alarm Processing in Power Systems," Proceeding of the IEEE, Vol. 80, No. 5, pp 663-672, 1992.
- [3] F.Wen, C.S.Chang, "A Probabilistic Approach to Alarm Processing in Power System Using a Refined Genetic Algorithm," Intelligent Systems Applications to Power Systems, Proceeding ISAP'96, pp 14-19, 1996.
- [4] W.Zhao, X.Bai et al., "A Nevel Alarm Processing and Fault Diagnosis Expert System Based on BNF Rules," 2005 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference & Exhibition, pp 1-6, 2005