

EMS 경보 현황 및 향후 기술 발전 동향

김태언, 김광호, 강형구, 이강재, 최봉수
한국전력거래소

The current state of EMS Alarm and the trend of future technique developments

Tae-Eon Kim, Kwang-Ho Kim, Hyoung-Koo Kang, Kang-Jae Lee, Bong-Soo Choi
Korea Power Exchange

Abstract - 전력계통의 감시제어 목적으로 도입되어 운영되고 있는 EMS(Energy Management System)의 경보 기능은 급전소 운영자에게 계통의 변동 정보를 실시간으로 제공하는 기능을 수행한다. 이 기능은 특히 설비 고장 시 운영자의 계통복구 조작에 필수적이며 계통복구 실패 시에는 광역정전이 발생할 수 있어 보다 간결한 경보를 제공하여 운영자의 빠른 판단에 도움이 되어야 한다.

본 논문에서는 현재 한국전력거래소에서 운영 중인 EMS의 경보 기능을 소개하고, 다음으로 경보기능의 발전 동향을 살펴보고자 한다.

1. 서 론

우리나라의 전력계통 운영의 중심적인 역할을 수행하는 전력거래소의 중앙급전소는 소수의 운영자가 급전자동화설비(EMS)를 이용하여 약 700여개의 발·변전소의 전력계통을 감시·제어 역할을 수행하고 있다.

계통에 외란이 발생하면, 급전소 운영자는 경보(Alarm) 폭주로 인해 업무에 큰 어려움을 겪는다. 이러한 다량의 경보 발생을 줄이는 것은 급전소 운영자에게는 큰 관심사가 되었다.

우리나라의 전력계통의 규모는 67,000MW를 넘어선 단일계통규모로 세계 10위권의 대전력계통으로 전력계통의 대용량화와 계통운영의 복잡화로 운영자의 상황 판단의 어려움이 가중되고 있다.

따라서 대전력계통의 안정적이고 신뢰적인 계통운영을 위해서는 운영자가 필요한 맞춤형 경보 정보를 제공하여 실시간 계통운영의 고도화를 기해야 할 시점이다.

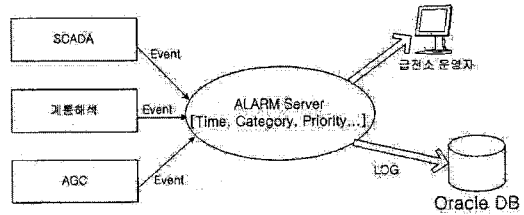
본 논문에서는 한국전력거래소에서 운영 중인 EMS의 경보 기능을 소개하고, 다음으로 경보기능의 발전 동향을 살펴보고자 한다.

2. 본 론

2.1 EMS 경보 현황

2.1.1 EMS 경보 기능 설명

EMS의 경보는 SCADA, 계통해석, AGC 등의 주요 어플리케이션에서 발생하는 이벤트(Event)를 처리하여 급전소 운영자에게 제공하는 기능을 수행한다. 이 때 이벤트는 발생시간(Time), 분류(Category), 우선순위(Priority) 정보를 기준으로 분류되어 제공된다. 발생한 모든 이벤트의 로그(LOG)는 오라클(Oracle) DB로 저장되어 추후 경보 사항의 조회 기능을 지원한다. EMS 경보 시스템 개념도는 아래와 같다.[그림1]



[그림1] EMS 경보 시스템 개념도

발생한 경보는 Alarm Server의 메시지 큐(Message Queue)에 저장되어 운영자에게 제공된다. 경보는 우선순위(Priority)가 높은 경보, 다음으로 가장 최근에 발생한 경보 순으로 정렬되어 표시되며, 운영자가 인지한 경보는 화면 표시 순위가 뒤로 밀린다.

현재 전력거래소 EMS 시스템의 메시지 큐의 크기는 3000으로 운영 중이며, 이 이상의 경보는 기존 경보를 지운 다음 추가된다. 메시지 큐에 저장된 경보가 삭제되는 경우는 다음과 같다.

- 운영자가 경보화면에서 삭제
- 자동 삭제 옵션이 설정된 경보
- 메시지 큐에 여유 공간이 없을 경우

● 삭제 순서

1. 인지 경보
2. 우선순위가 낮은 경보
3. 가장 오래된 경보

* 인지도가 없는 경우는 오래된 경보부터 삭제

2.1.2 EMS 경보 기능 개선

2001년 현재 운영 중인 AREVA(구 ALSTOM)의 EMS 도입 후 경보 분야에 대해 다음의 문제점들이 발견되었다.

- 다량의 경보 발생으로 메시지 큐의 용량이 약 30분 내외로 부족현상 발생
- 경보 메시지에 표시되는 발·변전소의 이름이 영문 ID로 표시되어 가독성 저하
- 경보 발생시 화면으로만 표시되어 운영자의 미인지 가능성 상존

위의 문제 중 특히 메시지 큐의 용량 부족현상은 운영자가 경보를 확인하려 할 때, 해당 경보가 삭제되는 현상이 발생하여 가장 큰 불만사항으로 대두되었다.

주로 운영자가 관심을 가지는 사항은 전력계통의 차단기 동작 사항 및 각 중 제한치(전압, 선로용량, 변압기 용량 등) 위반 여부이다. 그런데, AGC 경보, 계통해석 경보, 각종 통신 경보 등의 사항이 대량 발생하여 계통 운전 관련 경보가 메시지 큐에서 먼저 삭제되는 현상이

발생하였다.

이를 개선하기 위하여 다음 [표1][표2]과 같이 경보 분류를 조정하였다.

우선순위	설 정 항 목
1	발전기 동기차단기 및 발전기 발전소 S/Y간 연결 차단기
2	발전소 차단기(우선순위 1에 설정 항목 제외)
3	변전소 차단기(조상설비 차단기 제외)
4	765kV 변전소 Sh.R 차단기
5	전압, 변압기, 송전선로 Limit 경보
6	AGC 관련 경보
7	계통해석 관련 경보
8	통신 관련 메시지

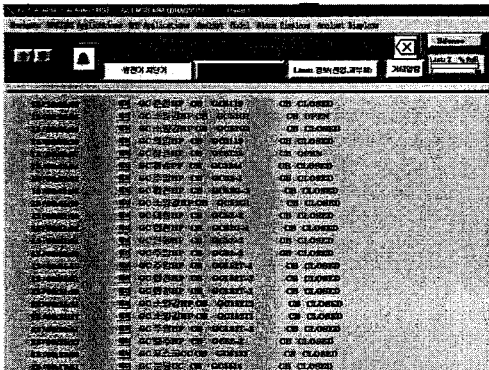
[표 1] 기존 경보 우선순위 및 분류

우선 순위	설 정 항 목	신규화면 메뉴명
1	기존 우선순위 1과 동일	발전기 차단기
2	기존 우선순위 2 + 기존 우선순위 3	송변전 계통 차단기
3	기존 우선순위 5와 동일	Limit경보 (전압, 과부하)
4	기존 우선순위 4와 동일	765kV 변전소 Sh.R
5	기존 우선순위 6과 동일	AGC 메시지
6	기존 우선순위 7과 동일	NA 메시지

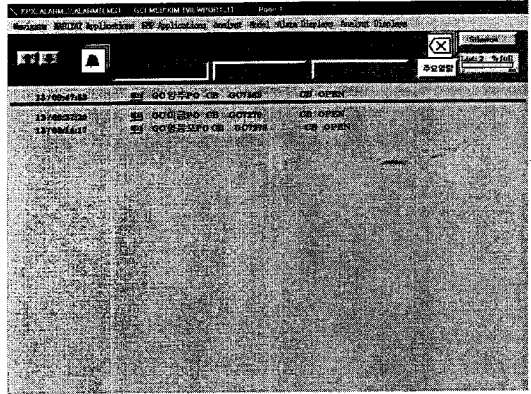
[표 2] 개선 후 경보 우선순위 및 분류

운영자의 관심 대상이 아닌 통신 분야는 화면 표시에서 제외했고, 많은 양의 경보를 발생하는 우선순위 5인 AGC 경보사항은 경보 표시를 하지 않는 것으로 조정하였다. 이후 메시지 큐는 약 하루 정도 용량의 여유를 가질 수 있었다.

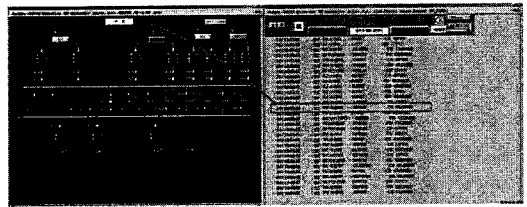
다음으로 운영자의 가독성을 위해 영문 ID로 이루어진 발·변전소 명칭의 한글화를 수행하였고[그림2][그림3], 경보 발생시 신속한 판단을 위해 경보를 선택하면 해당 발·변전소 화면이 표시되도록 기능을 추가하였다.[그림4]



[그림 2] 경보 주화면



[그림 3] 경보 부화면



[그림 4] 경보 선택시 해당 발·변전소 단선도 표시

경보 사항이 화면으로만 표시되어 운영자의 미인지 가능성을 해결하고자 알람 발생시 각 담당자 별로 별도의 경보음이 발생하도록 구현하였다[표3]

구 분	경보음 발생 항목	경보음
총괄책임자	발전운영 및 송전망운영 경보음 전체	A+B
발전운영	발전기 차단기	A
송전망운영	송변전 계통 차단기	B

[표 3] 운영자 경보음 현황

이러한 경보기능 개선 후 급전소 운영자 25명에게 만족도 설문조사를 수행한 결과 만족도가 84%로 조사되어 과년도 73%에서 15% 향상되었다.[표4]

만족도(%)		
		()안은 과년도
만족	보통	불만족
84 (73)	12 (27)	4 (0)

[표 4] 경보 기능 개선 만족도 조사 결과

2.2 경보 기능 향후 기술 발전 동향

전통적인 EMS에서 선로 상의 사고로 차단기의 차단(trip)이 발생하면 이와 관련된 경보가 발생한다. 또한 차단기가 차단, 재투입(reclose), 차단이 반복되면 이에 대한 경보가 모두 발생한다. 급전소 운영자는 이러한 경보를 확인하고 계통에 복구가 필요한 개소에 조치를 취해야 한다. 안전하고 신속한 계통 복구 전략을 수립하기 위해, 운영자는 사고가 발생하기 몇 초 전, 차단된 차단기를 통해 흐르는 전력에 대한 추정이 필요하다. 만약 갑작

스런 부하의 출력임이나 계통 동요로 인해 몇 건의 사고가 동시에 발생하면 운영자는 복합적인 경보의 발생으로 업무에 큰 지장을 받는다. 이러한 사고의 영향권 내에 있는 운영자는 즉각적인 조치를 통해 계통을 정상 상태로 복구시켜야 하며 그렇지 못할 경우 광역정전 발생할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 2005년 10월 5000MW 이상의 대규모 계통을 운영하는 계통운영자의 국제모임인 VLPGO(Very Large Power System Operator) 산하 WG#3(Working Group#3)에서는 급전소 운영자의 의사결정을 지원하기 위해 지능형 경보 처리 시스템(IAP, Intelligent Alarm Processing System)에 대한 논의가 이루어 졌다.[7]

지능형 경보 처리 시스템은 EMS 시스템이 발생할 수 있는 모든 정보를 운영자에게 제공하기 보다는 인공지능(AI)기법을 활용하여 불필요한 정보는 배제하고 의사결정에 반드시 필요한 최소한의 경보 정보를 운영자에게 제공한다. IAP 시스템이 갖추어야 할 기본 기능은 다음과 같다.

1) 경보 필터링(Alarm Filtering)

중복된 정보를 제거함으로써 급전소 운영자가 처리해야 할 정보의 양을 줄이는 기능이다. 이 기능은 일련의 경보에 대해 그 근원을 식별하고 문제의 원인과 관련된 경보만을 화면에 표출하게 한다.

2) 경보 우선순위 매기기(Alarm Prioritization)

다양한 기준을 근거로 주어진 경보에 있어서 우선순위를 부여하는 기능이다. 기존 경보 시스템에도 우선순위는 있으나 일반적으로 특정 경보 그룹에 우선순위가 미리 정의되어 있는 형태로 계통의 변동에 따라 가변성이 떨어진다. 계속적으로 조건을 평가하고 위험에 대한 가중치를 평가하여 우선순위를 부여해야 한다.

3) 조건식별(Condition Identification)

조건식별은 다수의 규칙으로 이뤄진 집합들을 이용하여 고유한 경보 조건들과 상태를 추출하는 규칙기반 프로세스이다. 조건식별은 특정정보들이 몇 가지 종류의 지식베이스를 통해 식별된다는 점에서 경보 필터링과 유사하나, 경보와 실행의 연관이 단순한 일대일 관계로 제한되기 보다는 조건식별은 일련의 경보 혹은 기준들을 상태기반으로 인식한다. 예를들어, 선로 a가 개방되고 선로 b에 흐르는 조류가 x보다 크고 발전기 c의 상태가 오프라인이면 운영자에게 경보를 발생한다.

4) 의사결정지원(Decision Support)

운영자에게 의사결정 과정에 도움이 될 만한 정보를 제공하는 측면에서 경보처리의 확장된 기능이다. 문제가 되는 상황을 단순히 식별하는 차원을 넘어 지능형 경보 처리 시스템은 통상적으로 운영자가 직접 확인하여야 할 추가적인 정보까지 제공함으로써 운영자를 보다 심층적으로 도와줄 수 있다. 이런 기능의 예로서 호출된 적절한 절차를 보여주는 것으로부터 연산 및 다른 데이터와의 비교를 수행하고 운영자에게 그 결과를 보여주는 것들을 수 있다.

이러한 지능형 경보 시스템을 구축하기 위해서 전문가 시스템[1,3], 신경망 회로[4], 퍼지 로직[5], 유전 알고리즘[6] 등의 여러 알고리즘이 시도되었고, 최근에 AREVA사에서는 Chronicle이란 징후 인식 패턴의 규칙을 활용한 지능형 경보 처리 시스템을 상용화하여 출시하였

다.[2]

향후 지능형 경보처리 시스템을 사고 분석 시스템, 전압 제어 시스템, 복구 지원 시스템 등의 여러 시스템과 유기적으로 결합하여 사용되면 보다 운영자에게 효율적이고 직접적인 정보를 제공할 수 있을 것이다.

3. 결 론

대규모의 전력계통을 운영하는 계통운영자의 과제 중에 하나는 급전소 운영자에게 요구되는 무수히 많은 양의 데이터 처리이다. 운영자는 합리적인 의사 결정을 내리기 위하여 가능하면 많은 자료를 요구하지만 정보가 많아질수록 한명의 운영자가 조치 가능한 시간의 영역에서 데이터를 분석하는 것은 점점 어려워지고 있다.

본 논문에서는 경보분야에서의 자료 처리 영역에 대해서 전력거래소가 취한 자료 감소 방안과 현재 기술개발이 진행 중인 지능형 경보 처리 시스템에 대해서 기술해 보았다. 거래소에서 취한 초기적인 접근 방식에서도 운영자의 만족도가 상당히 증가하였지만, 고장시 합축적이고 적절한 경보의 제공에 대한 니드는 여전히 존재한다.

지능형 경보 처리 시스템은 이런 니드에 대한 실질적 대안이며, 최근 10여년간 연구가 진행되어 성과가 나타나고 있다. 또한 지능형 알람 처리 시스템과 시각화 기술(예를 들면 GIS, 3D) 툴들과 결합하여 문제발생지역에 대해 운영자에게 정보를 제공하면 더욱 유용한 도구가 될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] D. Kirschen, B. Woolenberg, "Intelligent Alarm Processing in Power System" Proceedings of the IEEE, Vol 80, No 5, May 1992
- [2] J. Taisne "Intelligent Alarm Processor based on Chronicle Recognition for Transmission and Distribution System", Power Systems Conference and Exposition, 2006. PSCE '06 IEEE PES, Nov 2006, pp 1606-1611
- [3] Z. Vale, A. Moura, F. Fernandes, A. Marques, "SPARSE - an expert system for alarm processing and operator assistance in substations control centres", Applied Computing Review, vol. 2, No. 2, pp. 18-26, ACM Press, December 1994.
- [4] M. Kezunovic, "A Survey of Neural Net Applications to Protective Relaying and Fault Analysis," Engineering Intelligent Systems, Vol. 5, No. 4, pp. 185-192, December 1997.
- [5] J.A. Momoh, X.W. Ma, K. Tomsovic, "Overview and literature survey of fuzzy Set theory in power systems," IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 10, No. 3, pp. 1676 -1690, August 1995.
- [6] F. Wen, C. Chang, "Alarm processing in power systems using a genetic algorithm," IEEE international conference on evolutionary computation, pp. 14-19, Perth, Australia, 1995.
- [7] International Meeting of Very Large System Operators Working Group #3 Final Report Topic #9 : Intelligent Alarm Processing pp 60'65 Oct 2005.