

능동 데이터베이스를 이용한 경보 처리 시스템 개발

이태훈, 주재윤, 김봉기, 손광영, 신현국

한국원자력연구소

요 약

경보 처리 시스템 (Alarm Processing System)은 발전소의 이상 상태를 검출하여 운전원에게 알려 적절한 조치를 취하게 함으로써 발전소의 상태를 안전하게 유지하도록 하는 운전 지원 시스템이다. 본 논문은 이러한 목적을 보다 효과적으로 달성하기 위하여 경보 처리 시스템을 경보 생성과 경보 분류, 경보 표시의 3 단계로 설계하였으며, 이를 기반으로 능동 데이터베이스 (Active Database)의 능동 기능을 이용한 개선된 경보 처리 시스템 (Advanced Active Alarm Processing System)을 개발하였다. AAAPS는 데이터 입력의 변경에 대하여 모듈화된 경보 처리 프로그램을 능동적으로 수행시키며 생성된 경보는 윈도우를 이용한 개선된 MMI (Man Machine Interface)로 운전원에게 제공한다.

1. 서 론

발전소 경보 처리 시스템은 발전소의 이상 상태를 검출하여 운전 원에게 알려 적절한 조치를 취하게 함으로써 발전소의 상태를 안전하게 유지하도록 한다. 기존의 경보 처리 시스템은 공정 입력 값이 설정된 한계를 벗어날 때 경보를 생성시키고 경보에 따른 상황 판단을 전적으로 운전원이 판단하므로 운전원의 인지 부담을 증가시키게 된다. 특히 많은 경보가 폭주할 때는 정보로 통한 운전원의 상황 판단이 불가능하다.

본 논문은 능동 데이터베이스의 능동 기능[1][2]을 이용하여 발전소 이상 상태시 효과적으로 발전소 상태에 따른 변화에 능동적으로 대처하고 경보의 원인 분석을 통하여 운전원에게 알려 주는 개선된 능동 경보 처리 시스템 (AAAPS)을 설계/구현하였다[3]. AAAPS는 능동 데이터베이스의 능동 기능을 이용하여 외부 입력에 대하여 능동적으로 경보 처리 프로그램은 실시간으로 수행시켜 그 정보를 효과적으로 운전 원에게 제공한다. 그리고 경보 처리 프로그램을 데이터베이스 내에 객체화된 프로그램으로 정의되고, 능동적으로 수행되어 그 결과를 필요로 하는 관련된 다른 프로세스에게 제공한다. AAAPS 설계는 울진 3&4 호기 발전소 컴퓨터 계통 (Plant Computer System)의 경보 계통 설계[4]를 기반으로 하였으며 운전원의 인지 부담을 줄이고 발전소의 이상 상태 초기에 사태를 수습할 수 있도록 하기 위한 발전소의 상황에 따라 생성되는

경보들을 필요 없는 경보를 제거하거나 억제하며 경보를 제공하도록 하였으며[5][6], 구현은 RTAP (Real Time Application Platform)의 능동 데이터베이스를 이용하였다[7].

2. 능동 데이터베이스 (Active Database)

능동 데이터베이스 시스템은 데이터베이스 관리자가 모든 포인트에 대한 데이터베이스 접근 및 사용을 제어하고, execution engine에 의하여 데이터베이스 내에서 프로그램이 수행된다. 능동 데이터베이스 시스템의 주요 기능으로는

■ 데이터베이스 프로그래밍 기능 (database programming)

공유하거나 재 사용할 수 있는 프로그램을 데이터베이스 내에서 능동 요소로 정의하여 데이터베이스 프로그램으로 사용할 수 있으며, 데이터베이스의 execution engine에 의하여 능동적으로 수행된다.

■ 사건 처리 기능 (event management)

외부 프로세스나 시스템에 의한 trigger 및 데이터베이스의 데이터 변경에 의한 trigger가 발생되면 데이터베이스는 자체 데이터베이스 프로그램을 수행하거나 관련된 프로세스에 알려 준다.

■ 데이터 자체 수정 기능 (self-modification)

능동 데이터베이스는 많은 능동 요소들을 갖고 이들의 조합함으로써 데이터베이스 프로그램이 구성하므로 능동 요소를 변경함으로써 프로그램을 쉽게 변경할 수가 있다.

3. AAAPS 설계

경보 처리는 데이터베이스에 있는 포인트들에 대하여 모든 경보를 발생시키는 경보 생성 단계, 생성된 경보를 제거하거나 억제시키는 경보 분류 단계, 그리고 운전 원에게 분류된 경보를 효과적으로 제공하는 경보 표시 단계로 설계하였다. (그림 1)

3.1 경보 생성 단계

■ 기본 경보 생성

데이터베이스의 포인트 입력의 건전성 처리를 하고 기본 경보를 생성하는 단계이다. 입력의 건전성을 검증하는 경보 처리 (Out-of-Scan 과 Out-of-Range, Bad Data 처리)와 경보 설정치와 비교하여 입력의 경보 상태를 결정하는 Alarm 처리가 있다. 모든 아날로그 입력에 대하여

Out-of-Scan 과 Bad Data, Out-of-Range 의 건전성 처리를 수행하고, 디지털 입력에 대해서는 Out-of-Scan 과 Bad Data 의 건전성 처리를 수행한다. 그리고 지정된 포인트들에 대하여 Alarm 처리를 추가적으로 수행하여 관련된 모든 정보들을 생성시킨다. 생성되는 기본 정보들은 표 1 과 같다.

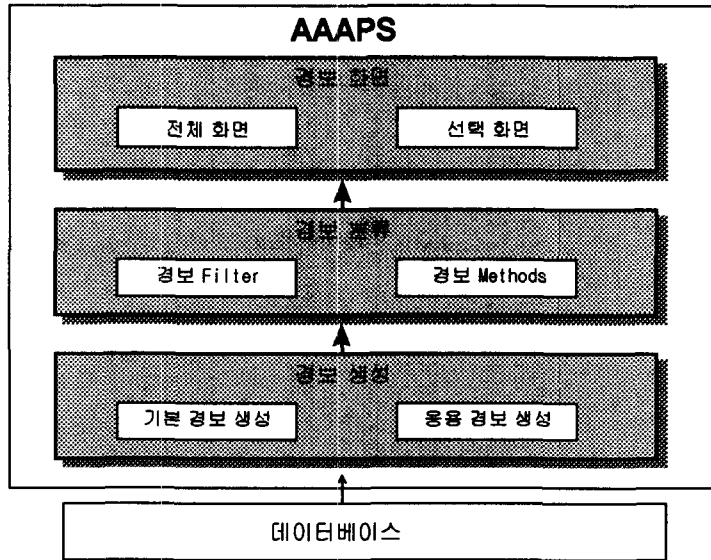


그림 1. Advanced Active Alarm Processing System 의 경보 처리 단계

표 1. 기본 경보 단계에서 생성되는 정보들

처 리	생성 정보	비 고
Bad Data 처리	Out-of-Scan Bad Data, NAK Bad Data, ACK	<ul style="list-style-type: none"> ■ Out-of-Scan 이면 Bad Data, Out-of-Range, Alarm 경보는 무시됨 ■ Bad Data 이면 Out-of-Range, Alarm 경보 무시됨
Out-of-Range 처리	Low Out-of-Range, NAK Low Out-of-Range, ACK Hi Out-of-Range, NAK Hi out-of-Range, ACK	<ul style="list-style-type: none"> ■ Out-of-Range 이면 Alarm 경보 무시됨
Alarm 처리	Hi-Hi Alarm, NAK Hi-Hi Alarm, ACK Hi Alarm, NAK Hi Alarm, ACK Low Alarm, NAK Low Alarm, ACK Low-Low Alarm, NAK Low-Low Alarm, ACK	<ul style="list-style-type: none"> ■ Out-of-Alarm 이면 Alarm 경보 무시됨 ■ Alarm deadband 와 time delay 적용

■ 응용 경고 생성

응용 경보를 생성하는 응용 프로그램은 노심 평가와 발전소 안전 운용에 관한 정보를 생성하는 프로그램으로써 기본 경고 처리에서 생성된 경고 및 데이터베이스에 있는 포인트 값들을 입력을 이용하여 논리적 연산이나 비교를 수행하여 경보를 생성한다. 응용 프로그램으로써는 CFM (Critical Function Monitoring) 경고와 COLSS (Core Operating Limit Supervisory System) 경고 등이 있다.

3.2 경고 분류 단계

경보 분류는 운전 원의 인지 부담을 줄이고 발전소의 상황에 따라 생성되는 경고들 중에서 필요 없는 경보를 줄이거나 억제한다. 그 내용은 표 2 와 같다.

표 2. 경고 분류

경보 분류	설 명	
경보 Filter	발생된 경고 특성에 따라	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bad Data Filter ■ Out-of-Range Filter ■ Alarm Filter ■ Out-of-Scan Filter ■ Out-of-Alarm Filter
	발생된 시스템에 따라	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pressurizer Filter ■ Reactor Filter
경보 Methods	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alarm Cut-out 	

3.3 경고 표시 단계

경보 표시는 운전 원이 쉽게 경고 상태를 구별할 수 있도록 다음의 내용을 고려하여 주요 경보를 제공하는 전체 표시와 보다 자세한 경고 정보를 제공하는 선택 표시를 설계하였다.

- Dark Board : 모든 감시 변수가 정상 상태인 경우는 화면에 표시되지 않음
- 계층적 구조 : 효과적인 주요 변수 감시를 위하여 계층적으로 구성
- 주요 경고 : 주요 감시 변수의 경고
- 경고 메시지 : 구문 형태로 제공되는 경고 정보

4. AAAPS 구현

본 논문은 AAAPS의 설계를 기반으로 능동 데이터베이스의 능동 기능을 이용하여 경보를 처리하는 개선된 능동 경고 처리 경고 시스템을 구현하였다. 구현된 AAAPS는 데이터베이스 내에서 경고 생성 단계의 기본 경고 생성과 경고 분류 단계를 데이터베이스 프로그램으로 구현하여 능동

적으로 처리한다. 능동 데이터베이스는 처리된 데이터를 응용 프로그램 (CFM, CLOSS 등)에 제공하고 경보 응용 처리 프로그램과 Current Alarm Display Process, 경보 API를 trigger 시킨다. 그림 2은 능동 데이터베이스의 내부 처리 및 관련 프로세스들과의 관계를 보여 준다.

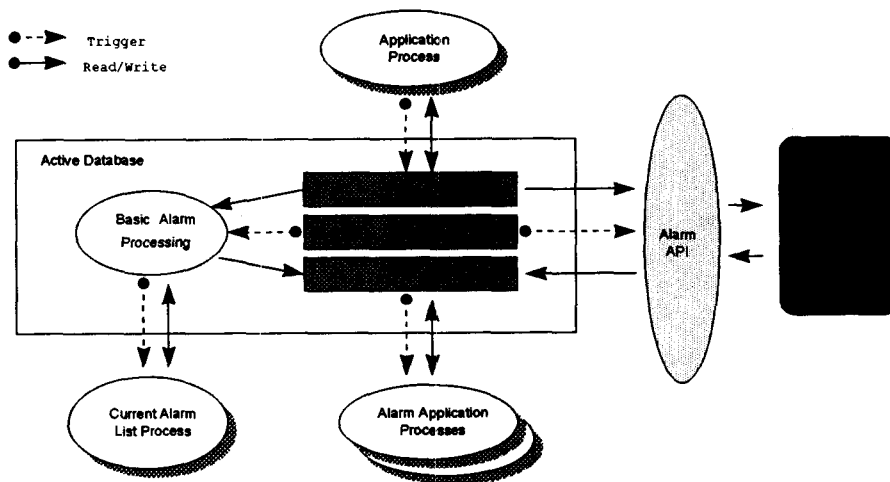


그림 2 능동 데이터베이스를 이용한 경보 처리 시스템

기본 경보 처리는 각 포인트의 Bad Data 처리와 Out-of-Range 처리, Alarm 처리를 위한 데이터베이스 프로그램으로 작성하여 입력 데이터에 의하여 trigger 됨으로써 데이터베이스 내에서 처리함으로써 경보를 생성한다.

응용 경보 처리는 응용 프로그램이 기본 경보 처리된 데이터를 이용하여 주기적/비주기적으로 수행하여 그 결과 데이터를 능동 데이터베이스에 제공함으로써 경보를 생성한다. 본 논문에서는 응용 경보 처리 프로그램으로써 일부 CFM 프로그램을 사용하였다.

경보 응용 프로그램 (Alarm Application programs)은 운전원의 경보 확인(ACK)을 처리하는 프로그램, 경보 기록을 위한 프로그램 등으로 구성되어 있다. 그리고 경보에 대한 정보를 다른 프로세스나 다른 시스템에 제공하기 위하여 능동 데이터베이스와 연계하기 위한 프로그램 (Alarm API)이 있다. 이 프로그램은 연계에 필요한 모든 경보 및 발전소 데이터를 능동 데이터베이스로부터 사용하는 모든 프로그램과의 연계를 담당한다.

경보 분류 단계의 경보 filter는 경보 표시 단계의 경보 메시지 표시에 사용되어 경보가 발생할 때에 운전 원이 적절한 filter를 선택하여 동일한 윈도우나 다중 윈도우에서 경보 메시지를 볼 수 있다. Filter는 발생된 경보 특성이나 시스템에 따라 지원되며

경보 methods 는 능동 데이터베이스에 한 속성으로 구현되었으며 운전 원과의 연계는 윈도우로 제공된다.

대부분의 경보 표시는 다른 프로세스나 망을 통한 시스템에서 지원되므로 경보 API 를 통하여 모든 정보가 제공되며 운전원과의 연계 화면은 경보 전체 표시로써 발전소의 주요 경보를 표시하고 보다 자세한 정보는 선택 표시로 제공한다. 그리고 모든 경보를 문자로 지원하는 경보 리스트 프로세스를 별도로 구성하였다.

5. 결 론

AAAPS 는 발전소의 모든 데이터가 저장/관리되는 데이터베이스와 동일한 데이터베이스에 경보 처리 프로그램을 저장하고 입력 데이터의 변경에 따라 실시간으로 수행시켜 경보를 생성한다. 그리고 생성된 경보를 관련된 경보 리스트 프로세스나 경보 응용 프로세스, API 를 이용한 응용 프로세스, 망으로 연결된 다른 기종의 응용 프로세스에 효과적으로 제공할 수 있다. 특히 AAAPS 는 경보 처리 프로그램이 데이터베이스 내에 모듈화/객체화되어 경보 알고리즘의 변경이나 진보된 경보 처리 기술의 적용이 보다 용이하다.

6. 참고 문헌

- [1] Stephen G. Schur, The DATABASE FACTORY: Active Database for enterprise Computing, John Wiley & Sons, Inc, 1994
- [2] A. Cornelio and Shamkant B. Navathe, Using Active Database Techniques for Real Time Engineering Application, the Proceeding of International Conference on Data Engineering, 1993
- [3] 주재윤, 이태훈, 서호준 외 6명, 운전정보처리플랫폼 개발, 한국원자력연구소, KAERI/RR-1608/95, 1995.2
- [4] Design Specification for Plant Computer System for Ulchine Nuclear Power Plant Unit 3&4, 91791-IC-DS710
- [5] P.Miazza and Belen Torralba, CASH: Computerised Alarm System for HAMMLAB, HWR-362, Halden, April 1993
- [6] Nils T. Fordestrommen, Bard R. Moum and Belen Torralba, ALARM SYSTEM CASH: MAIN DESIGN CHARACTERISTICS, HWR-398, October 1994
- [7] RTAP/Plus Integration Manual, Hewlett Packard