'01 춘계학술발표회 논문집
한국원자력학회

원자력발전소 주제어실 경보인지 방법에 대한 연구

The study on the method of the Alarm Acknowledgement in the Nuclear Power Plant

강성곤, 정연섭, 송태영, 오응세, 신영철

전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

원자력 발전소에서도 디지털 시스템 기술의 발전에 힘입어 CRT 감시 화면을 적용하는 추세에 있다. 특히 주제어실 운전원들에게 이상 징후를 초기에 알려주는 경보시스템에도 디지털 기술을 적용하여 운전원 CRT에서 경보 감시를 가능하게 하고 있다. 그러나 아직도 운전원이 CRT에서 경보를 인지 할 때, 인지 방법에 있어서 기존 시스템 즉 경보창 시스템에서 적용하였던 경보인지 방법을 그대로 적용하여 CRT 경보인지에 대한 타당성을 고려해 보지 않고 있는 실정이다. 본 논문에서는 CRT 경보 리스트 방식에서의 경보인지 방법에 대한 고찰과 아울러 새로운 경보인지 방법을 제시해 보고자 한다.

Abstract

The technology of digital system tends to be applied in the Nuclear Power Plant by developing the technology of digital system. In particular, in these days operators in Main Control Room used to operates using alarm system of CRT based display. But still, acknowledging alarms in CRT based display, operators are used to acknowledge alarms with the method of traditional acknowledgement. In this time, we have to consider the method of traditional acknowledgement when applying alarm system of CRT based display. In this paper, we study the methods of alarm acknowledgement and suggest the new method for CRT based alarm display.

1. 서 론

원자력 발전소에서도 디지털 시스템 기술의 발전에 힘입어 CRT 감시 화면을 적용하는 추세에 있다. 특히 주제어실 운전원들에게 이상징후를 초기에 알려주는 경보시스템에도 디지털 기술 적용하여 운전원 CRT에서 경보 감시를 가능하게 하고 있다. 그러나 아직도 운전원이 CRT에서 경보를 인지 할 때, 인지 방법에 있어서 기존 시스템 즉 경보창 시스템에서 적용하였던 경보인지 방법을 그대로 적용하여 CRT 경보인지에 대한 타당성을 고려해 보지 않고 있는 실정이다. 본 논문에서는 CRT 경보 리스트 방식에서의 경보인지 방법에 대한 고찰과 아울러 새로운 경보인지 방법을 제시해 보고자 한다.

2. 경보인지 행위

현재 운전중인 발전소에서 적용되고 있는 경보시스템은 경보타일로 구성된 시스템이며, 발전소 감시 컴퓨터 시스템이라는 경보리스트 위주의 컴퓨터 화면이 주제어실에서 제공되고 있다. 경보 타일 시스템은 운전원이 발전소 이상 유무를 가장 먼저 판단 할 수 있는 수단으로서 경보음 발생에 대한 운전원의 응답으로 경보음 제거를 수행하며, 동시에 경보인지라는 동작도 수행 할 수가 있게 된다. 경보 상태가 해제되었음을 운전원에게 알리는 방법이 시각적인 방법을 통해 또한 제공되고 있다. 이를 다시 운전원이 경보 해제를 인지할 경우에는 경보 시스템은 원래의 정상 상태로 되돌아 갔음을 알리게 된다. 현재 원자력발전소에서 적용하고 있는 경보인지 행위는 Silence, Acknowledge, Reset, Test 4가지로 구성되어 있다. Silence는 경보가 처음 발생시 경보 소리로써 운전원의 주의를 이끌도록 하는 것을 목적으로 하여 운전원이 해당 경보음을 제거하기 위해 수행하는 행위이며, Acknowledge는 Fast Flashing하는 경보를 운전원의 시각적인 인지를 이끌어 내는 것을 목적으로 하여 운전원의 인지를 돕도록 하여 새로이 발생된 경보임을 구분하게 한다. Reset은 Process Value가 안정상태로 복귀되어 더 이상의 경보로서의 가치가 없음을 알리기 위해 운전원은 Reset 동작을 취하게 한다. 이와 같은 동작 행위는 경보 타일로 구성된 경보 시스템에서 규정화된 인지 행위이며, 발전소의 이상상태를 가장 먼저 알리는 중요한 원인 정보로서의 역할을 수행하기 때문에, 경보인지의 절차는 운전원의 중요한 인지 행위라고 할 수 있다.

Alarm State	Flashing	Sounding
New	Fast Flashing	On
Acknowledge	Steady(Lit)	Off
Clear	Slow Flashing	Off
Reset	No Alarm	Off

표 1 경보 상태 정의표

Alarm State	Flashing	Sounding	Operator Response
New	Fast Flashing	On	Silence 버튼 누름
New	Fast Flashing	Off	Acknowledge 버튼 누름
Acknowledge	Steady(Lit)	Off	-
Clear	Slow Flashing	Off	Reset 버튼 누름
Reset	No Alarm	Off	-

표 2 경보 상태와 경보인지 행위 관계표

3. CRT 경보 시스템에서 기존 경보 인지 방식의 적용 가능성 타진과 새로운 효과적인 방안 고찰

기존 경보 시스템에서의 경보인지 행위는 주로 Stand type의 주제어실에서 Hard type의 경보창 시스템에서 경보창 각각에 대한 경보 발생을 인식하기 위한 방식으로 시스템별로 그룹핑된 경보음 소거/인지/해제/테스트 버튼을 두어 운영하고 있다. 그러나 이러한 네 가지 버튼의 설정은 Hard-type 시스템에서 적용된 방법이다. 이러한 방식을 CRT 내에서 경보 인지를 수행하기 위해서 기존과 같은 방식으로 해야 될 필요가 있는지?, 기존의 방식이 운전원에게 더욱더 경보인지에 대한 부담을 줄 수 있는 것은 아닌지?, 그리고 경보 리스트로 표현되는 CRT에서 경보의 인지를 더욱더 효율적으로 할 수 있는 방법은 없는지? 에 대한 심도 있는 고찰을 해야 할 시점에 있다고 생각한다.

첫 번째로는 이와 같은 문제점을 파악하기 위해서는 디지털 컴퓨터 시스템에 기초한 경보 리스트 방식에서 기존의 경보인지 방식을 그대로 적용을 해보고자 한다. 이를 적용해 본 결과 문제점을 파악하여 보았다. 다음은 파악된 문제점의 결과를 나타낸 것이다.

1) 경보음 소거와 경보음 인지를 위해서는 경보리스트를 두 번씩이나 클릭해야 하는 문제점이 있음.
2) 한 CRT 내에서 표시되는 경보리스트의 수가 너무 많음. 그 이유는 그룹핑된 경보창에 연결된 경보 Source를 경보리스트로 표현하기 때문에 같은 상황에서도 발생 경보의 수가 많아짐.
3) 경보테스트의 의미는 시스템별로 구분된 각 경보창에서 경보창을 Flashing하기 위한 하드웨어의 신뢰도를 점검하기 위한 일환으로 이 버튼을 설치한 이유임. CRT에서 나타나는 경보리스트는 소프트웨어로 처리되기 때문에 굳이 이와 같은 목적의 버튼이 설치될 필요는 없음.

두 번째로는 CRT에 기초한 경보리스트의 특징을 파악한다.

1) 경보 리스트는 상세한 경보 의미를 파악할 수 있게 기술되어 있다.
2) 경보 리스트 화면은 페이지 단위로 경보 발생의 흐름을 파악 할 수 있다.
3) 운전원의 선택에 따라서 발생된 경보를 다양한 종류로 구분하여 띄워 볼 수가 있다.
4) 경보 리스트에서 발생된 경보의 시간을 보고 언제 발생된 경보인지를 바로 파악할 수가 있다.
5) 경보리스트상에서의 인지를 위해 경보음 소거 행위를 운전원이 굳이 할 필요가 없다.
6) CRT에서는 상세한 경보리스트가 제공되기 때문에 하나씩 각 경보를 제어하기에는 너무 많은 시간이 소요된다.

세 번째로는 CRT 경보리스트의 특징을 최대한 부각시키면서 불필요한 경보인지 행위는 없애고, 컴퓨터의 자동화를 최대한 이용하여 운전원의 수동인지 행위를 대체할 만한 방법을 적용하여 운전원 인지 행위를 최적화 시킨다.

1) CRT 경보리스트에서는 한번의 Click으로 경보음 소거와 Fast Flashing을 No Flashing 상태(Lit 상태)로 변경시킨다. 이는 경보 Source를 직접 제어하고 기존 경보시스템에서 그룹핑된 경보창에서처럼 Reflashing을 하지 않기 때문에, 한번의 Click으로 어떤 경보가 발생했는가를 바로 평가 할 수가 있다.

2) 인지된 경보리스트의 형태는 기존 경보창과 같은 형태를 유지한다.

3) 경보해제시(Alarm Clear 상태)에는 기존 경보시스템에서는 정상상태로 복귀하였다는 의미를 운전원에게 알려 주기 위해 Lighting 상태에서 Slow Flashing 상태를 바뀌면서 운전원의 시각을 자극시킨다. 또한 따로 경보음은 제공하지 않고, 경보리스트상에서는 시각적인 표현으로서만 운전원이 구분할 수 있게끔 하였다. 그러나 기존 경보인지 방법에서처럼 경보해제(Alarm Clear 상태)시에도 운전원의 인지를 한번 더 요구하여 Reset을 시키도록 한다. Reset 된 경보는 경보리스트 화면에서 바로 사라지는 것이 아니라 New와 ACK(Acknowledge 상태) 상태시에 표시되는 경보리스트의 밝기보다는 어둡게 하여 표시한다. 이는 경보창에서의 효과(경보가 사라지지만 무슨 경보가 발생했다가 사라졌는지를 경보창에서 확인 가능한 장점이 있음)를 최대한 반영하여 정보의 표시의 유연성을 제공하고자 한다. Reset 된 경보리스트를 완전히 지우기 위해서는 따로 마련된 경보 Flush 버튼을 제공하여 운전원이 필요에 따라 Reset 된 경보만을 CRT에서 지울 수 있는 방법을 제공한다.

4) 경보인지는 오직 두가지 상태 중 하나일 경우에만 운전원이 경보제어를 하도록 한다. 그 상태는 New 경보가 발생하여 계속 경보 설정치를 만족시키지 못하는 경우와 New 경보가 발생한 후에 운전원의 개입없이 자동적으로 경보 설정치 이하로 Process 상태가 만족하는 경우에는 자동적으로 Slow Flashing으로 바뀌는 경우에 운전원의 인지가 요구된다.

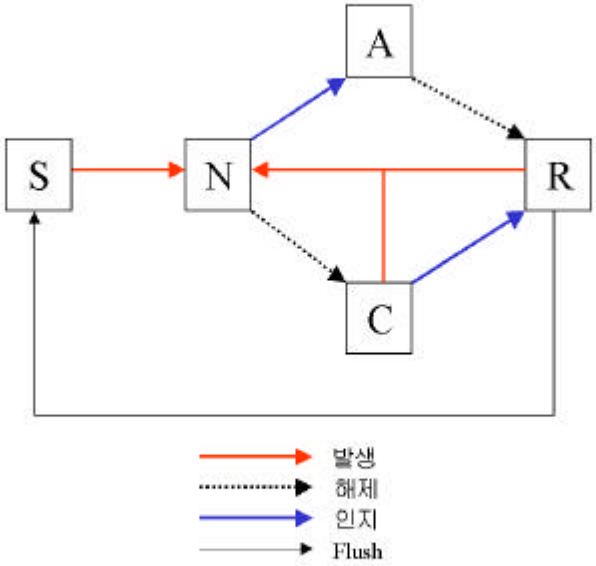

그림 1 Process 상태 변화에 따른 경보 상태 변경 흐름도

그림2는 KNGR MMI Mockup용으로 사용되고 있는 전형적인 경보리스트 화면을 나타낸 것이다. 여기에서 새로운 경보인지 방법을 구현하여 보았으며, 여러 운전원을 통해 다양한 시나리오를 이용하여 실험을 진행 중에 있다. 이 실험에서 새로운 방법에 대한 운전원의 의견을 밝힐 예정이며, 사고 상황에서와 같은 발전소 과도 상태에서의 경보인지에 대한 유용성을 평가해 보고자 한다.

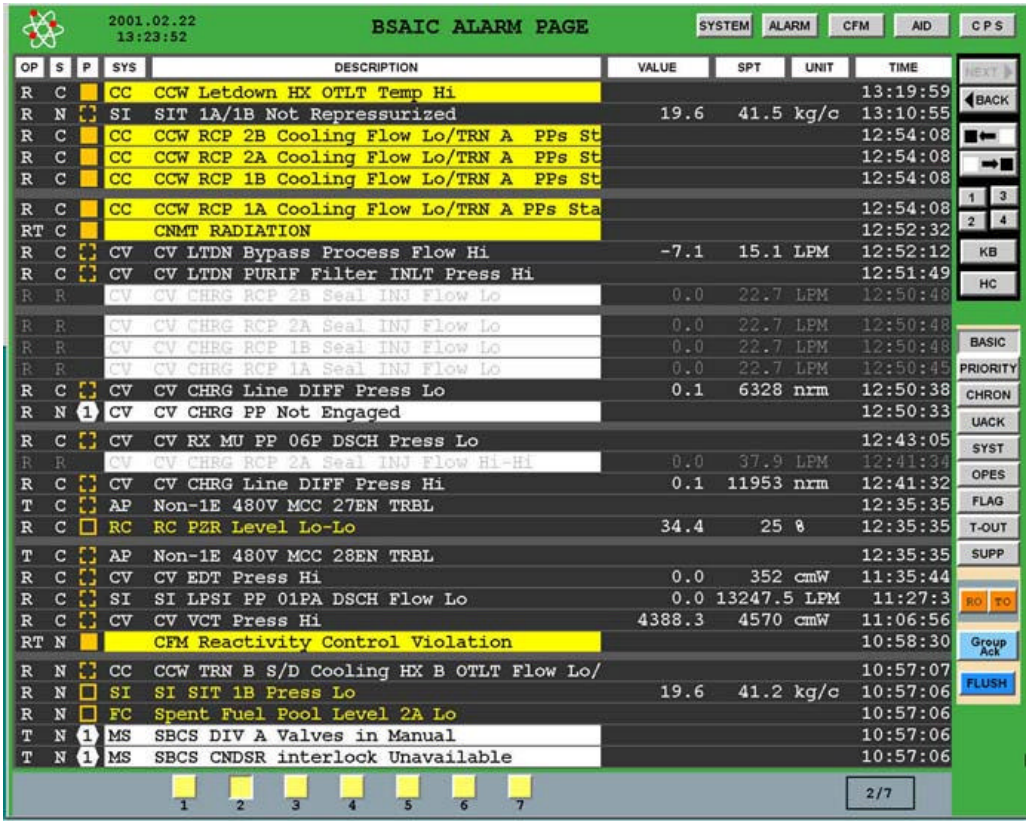

그림 2. CRT용 경보 리스트 화면

4. 결 론

본 논문에서는 기존 경보창과 달리 컴퓨터화된 경보시스템에서의 경보인지 행위를 다시 한 번 고찰해 보고, 디지털의 유연성을 이용하여 운전원의 컴퓨터화된 경보시스템에서의 경보 인지 행위에 대한 부담을 줄여 주제어실에서의 경보시스템의 활용도를 높이고자 하는데 그 목적이 있다. 본 논문에서 제시한 방법의 장점은 발생 경보에 대한 인지를 경보 발생에서부터 해제까지 오직 한번의 운전원의 인지를 요구하므로서, 운전원이 경보음 제거와 경보 Flashing을 두 번씩이나 인지해야 하는 부담을 제거하였다. 또한 운전원의 불필요한 인지 부담 없이 발생된 모든 경보 상태를 효과적으로 인지할 수 있을 것으로 사료되며, 경보창에서와 같이 Process 상태가 빨리 변하여 경보 상태가 Reset 상태로 변하더라도 어떤 경보가 발생하여 다시 회복되었는지를 파악 할 수 있는 장점이 있을 것으로 판단된다. 이에 대한 평가는 KNGR MMI Mockup 시스템을 이용하여 이 방법에 대한 유효성을 평가해 보고자 한다.

5, Reference

1) Human-System Interface Design Review Guideline-NUREG-0700, June 1996.

2) Advanced Alarm Systems : Revision of Guidance and Its Technical Basis-NUREG/CR-6684, November 2000.