

변전소 자동화를 위한 Alarm Processing 방법 개발

진보권* 현승호** 이승재*
 명지대학교 차세대 전력기술연구센터* 울산대학교**

Development of Alarm Processing Algorithm for SAS

B.G.Jin* S.H.Hyun** S.J.Lee*
 Myungji University NPTC*, Ulsan University**

Abstract - There are many alarms in Substation Automation System because of data types and quantities increasing, so it is very difficult for operators to know the actual situations. In order to help operators easily make decision, some unnecessary alarms should be removed or combined as one. In this paper, alarm processing is using the structure of substation system and the relation of measured data and events to make some rules. Conventional alarm processing just gives data, but proposed alarm processing gives the whole information. In a simulation model system, the data such as voltage, current and CB status are collected by HyperSim and saved in DB, then proposed alarm processing has been testified using those data based on real-time simulation.

Data를 저장하는 Table, CB On/Off와 같은 정보를 저장하는 Digital Table 그리고 계통의 연결상태에 관련된 정보를 담고 있는 Connection Data Table과 마지막으로 발생하는 Alarm을 저장하는 Alarm Data Table로 이루어져 있다.

개발한 Alarm Processing의 검증은 위하여 구성된 시스템에서 입력데이터는 실시간 시뮬레이터인 HyperSIM을 이용하여 모의하고 RTU를 거쳐 SA의 DB에 저장된 데이터를 이용하였으며 SA의 HMI와는 별도의 Alarm Processing HMI를 구성하였다.

1. 서 론

초기 전력시스템의 운전과 상태의 감시를 위해서는 사람의 도움이 반드시 필요하였으나 1960년대 SCADA(Supervisor Control and Data Acquisition)를 기본으로 하는 자동화 시스템의 등장으로 인하여 운영자가 할 일은 하드웨어 장비의 동작과 알람만을 체크하고 감시하는 것으로 크게 줄어들었다. 그러나 계통의 규모가 커지고 기기들이 자동화되고 성능이 향상함에 따라 취득되는 데이터의 종류와 그 양이 크게 증가하게 되어 발생하는 알람의 종류와 개수도 증가하게 되어 임의의 상황이 발생하였을 경우 운영자가 현재 상황에 대한 판단이 어렵게 되었다[1][2]. 발생한 문제에 대하여 운영자가 빠르게 대응하지 못했을 경우 큰 사고로 이어질 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 논리적으로 중복되거나 불필요한 알람을 결합 혹은 계를 통하여 필요한 정보만을 제시함으로써 운영자의 현재 상황에 대한 판단을 지원할 필요가 있다[3]. 이전의 알람프로세싱은 룰 베이스 시스템이나 신경회로망을 응용하여 처리하는 방식을 적용[4][5]하였으나 이 또한 데이터의 형식으로 제시되어 운영자가 발생하는 알람을 통하여 현재 상황을 바로 인식하기는 힘들었다.

본 논문에서 제시하는 Alarm Processing은 변전소의 구조와 다양한 형태의 이벤트 발생시 취득데이터(전압, 전류, 스위치 상태) 간의 관계를 이용하여 데이터가 아닌 정보의 형태로 알람을 제시함으로써 운영자가 보다 빠르고 쉽게 현재의 상황을 인식할 수 있도록 도움을 준다.

이를 검증하기 위하여 HyperSim을 이용하여 변전소를 모의하고 RTU를 거쳐 전압, 전류, CB 상태정보가 실시간 취득되어 DB에 저장되는 모의 시스템을 구성하고 이 시스템을 바탕으로 실시간 사례연구를 진행하였다. 본 알고리즘은 변전소에 적용되어 신뢰도와 편의성 향상에 크게 기여할 것으로 기대된다.

2. 본 론

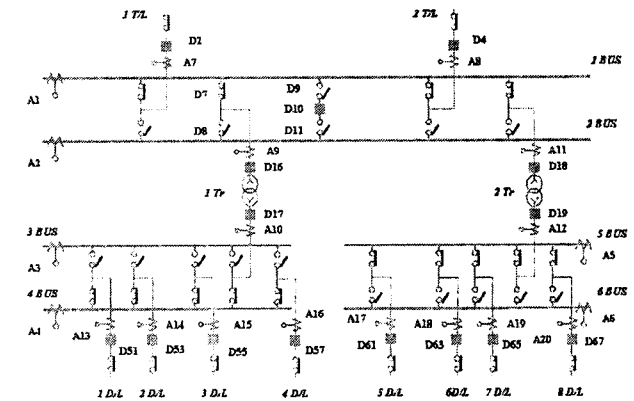
Alarm Processing을 시행함에 있어서 변전소에서 취득하는 데이터에 오류가 존재하지 않는다는 기본적인 가정에서 출발한다.

Alarm Data에는 여러 가지가 존재하나 전압, 전류, CB 정보만을 입력데이터로 이용하였다.

기존 Alarm Processing은 계통에서 발생하는 데이터를 중복데이터의 삭제 등의 방법을 이용하여 그 개수를 줄이는데 중점을 두었으나 본 논문에서 제안하는 Alarm Processing은 룰 베이스 기법을 이용하여 전압, 전류, CB 값의 관계를 파악하고 발생한 이상 현상의 원인을 제시하거나 발생한 Alarm 간의 관계를 제시함으로써 이전의 데이터 자체만을 이용하여 운영자가 판단해야 했던 것과 달리 알람이 데이터만을 전달하는 것이 아닌 정보를 전달할 수 있도록 하였다.

Alarm Processing의 룰을 추출하기 위하여 CB Open과 같은 이벤트와 그로 인하여 발생하는 현상들 간의 관계를 파악하고 이를 이용하여 룰을 추출하여 발생한 현상들을 원인과 결과로 분류하고 이를 정리하여 제시함으로써 운영자가 현재 상태를 보다 빠르고 정확히 알 수 있으며 누락되는 알람이 없도록 하였다.

DB의 구성은 4개의 Table로 이루어 졌으며 전압, 전류와 같은 Analog



〈그림 1〉 Substation 구성도

검증을 위한 대상 변전소는 그림 1과 같으며 그 구성은 2개의 T/L과 6개의 BUS, 2개의 Tr, 8개의 D/L로 이루어져 있다.

A1 ~ A20은 전압, 전류와 같은 데이터의 취득위치이며 이를 Analog Data라 명한다.

D1 ~ D68은 DS, CB와 같은 switch의 위치이며 Digital Data라 명한다. Analog Data는 모두 실시간으로 취득되며 Digital Data는 CB만을 실시간으로 취득하게 된다.

2.1 Alarm Processing

Alarm Processing은 전압, 전류 그리고 CB상태와 같은 계통의 기초 데이터를 바탕으로 현재 변전소의 상태를 판단하고 이를 바탕으로 Alarm을 표시한다. 표시되는 Alarm은 운영자가 현재의 상태를 가장 쉽게 알 수 있도록 하며 단순한 데이터의 전달이 아닌 정보의 전달이 가능하도록 원인과 결과의 관계를 표현한다.

현재 상태를 알기위한 룰은 CB Open과 같이 변전소에서 발생하는 이벤트와 전압, 전류, CB On/Off와의 관계와 계통의 구성정보를 이용하여 추출하였으며 룰 베이스 기법을 적용하여 이를 표현하였다.

발생하는 Alarm은 그 중요도를 두어 운영자의 조치가 바로 필요한 부분과 그렇지 않은 부분을 판단하는데 도움을 주고자 하였다.

발생 시간별, 발생한 Alarm의 Level별 그리고 위치별로 Alarm을 분류하여 발생한 현상을 운영자가 가장 쉽고 빠르게 판단할 수 있도록 표현방법에도 룰을 적용하였다.

2.2 DB의 구성

DB는 4개의 Table로 이루어져 있으며 계통의 연결정보를 저장하고 있는 Connection Data Table과 전압, 전류등과 같은 측정데이터를 저장하는 Analog Data Table, DS, CB와 같은 Switch의 On/Off 정보를 저장하는 Digital Data를 저장하는 Digital Data Table, 발생하는 Alarm을 저장하는 Alarm Data Table로 나눌 수 있다.

표 1은 Alarm Processing DB의 구조를 나타내고 있으며 Analog Data Table에서 'Point ID'는 "A01"과 같이 데이터의 취득위치를 나타내며 A는 Analog Data를 의미하고 'Name'은 "A상 전류"와 같이 데이터의 종류를 나

타내며 'Data'는 측정된 값을 저장하며 'Type'은 "CT"와 같은 데이터를 저장하기 위하여 존재한다.

Digital Data Table에서 'Point ID'는 "D01"과 같이 데이터의 취득위치를 나타내며 D는 Digital Data를 의미하고 'Name'은 "A상 CB"와 같이 데이터의 종류를 나타내며 'Data'는 Switch의 현재 On/Off 상태 값을 저장하며 'Type'은 "CB" 혹은 "DS"와 같은 Switch의 종류 데이터를 저장하기 위하여 존재한다.

Connection Data Table에서 'ID'는 연결정보의 개수를 나타내며 'From ID'와 'To ID'는 Analog Data Table 혹은 Digital Data Table의 'Point ID'에 해당하는 데이터로서 각각 개체의 연결 상황을 나타내고 있으며 Digital Data의 값과 함께 확인해야만 현재 변전소의 연결상태를 정확히 파악할 수 있다.

<표 1> Alarm Processing DB 구조

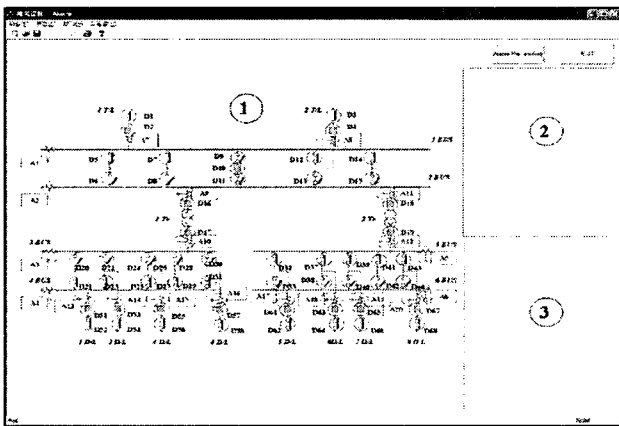
Analog Data Table			
Point ID	Name	Data	Type
Digital Data Table			
Point ID	Name	Data	Type
Connection Data Table			
ID	From ID	To ID	
Alarm Data Table			
Alarm ID	Alarm Data	Time	Level

Alarm Data Table에서 'Alarm ID'는 발생한 Alarm의 개수를 의미하며 'Alarm Data'는 발생한 알람을 뜻하며 'Time'은 Alarm이 발생한 시간을 저장하고 있으며 'Level'은 발생한 알람의 중요도를 나타낸다.

Alarm Processing에서는 변전소에서의 데이터를 Analog Data Table과 Digital Data Table로 가져오고 가져온 데이터를 이용하여 판단 후 Alarm Data Table에 저장 그리고 이를 이용하여 HMI에서 현시한다.

2.3 HMI의 구성

DB에 저장된 전압, 전류, CB정보를 이용하여 Alarm Processing에서 Alarm을 발생시키고 발생한 Alarm을 운영자가 쉽게 알 수 있도록 그림 2와 같이 HMI를 구성하였다



<그림 2> Alarm Processing HMI

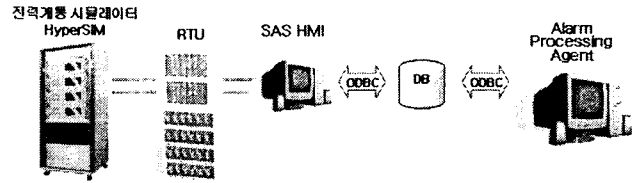
그림 2에서 HMI 화면의 왼쪽에 보이는 ①은 계통의 구성과 취득 데이터의 위치를 나타내고 있어 발생한 Alarm의 위치를 쉽게 알아볼 수 있도록 하였으며 오른쪽에 두 개의 창을 두었으며 ②에 해당하는 상위 창에는 Alarm의 중요도별로 제시하여 중요한 Alarm을 먼저 파악이 가능하도록 하였으며 아래의 창 ③에는 발생한 시간에 따라 표현하여 발생한 알람의 순서를 쉽게 알 수 있도록 하였다.

3. 사례연구

Alarm Processing의 검증은 위하여 그림 3과 같이 시스템을 구성하였으며 이 시스템은 그림 1과 같은 계통을 HyperSIM을 이용하여 실시간으로 모의 하였으며 출력되는 데이터는 14개의 Point에서 전류를 출력하며 6개의 Point에서 전압을 출력하여 Analog Data 20개와 14개의 CB Point에서 현재 상태를 출력하여 Digital Data 14개의 데이터를 확보하였다.

각 출력데이터는 RTU로 Hard Wire로 연결하였으며 SAS HMI에서는 RTU의 데이터를 현시하며 DB에 저장한다.

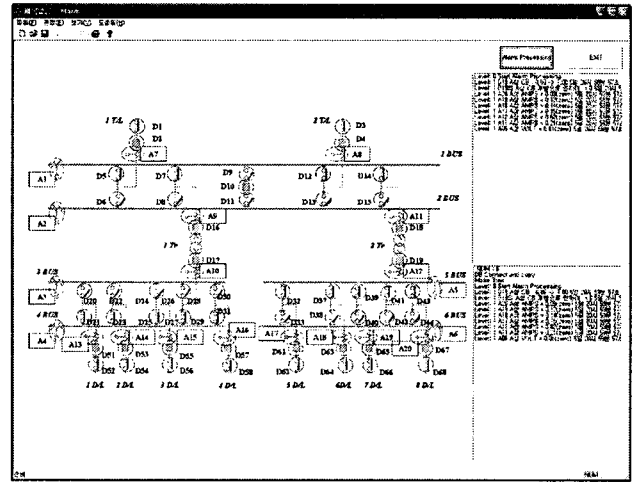
발생하는 상황은 CB상태를 변화시켜 변화된 상황에 알맞은 Alarm이 발생하는지를 시험하였다.



<그림 3> 사례연구 시스템의 전체 구성

그림 3은 사례연구 시스템의 전체구성을 나타내고 있으며 HyperSIM에서는 그림 1과 같은 계통을 실시간으로 모의하고 Analog Data, Digital Data에 해당하는 값을 Hard Wire로 RTU로 전달하며 SAS HMI에서는 이 데이터를 화면에 보여주고 그 값을 DB에 저장하게 된다.

DB에 저장되어있는 실시간 데이터를 이용하여 Alarm Processing을 수행하게 되며 그 결과를 다음과 같은 HMI화면으로 구성하여 보여주게 된다.



<그림 4> Alarm Processing 결과 화면

그림 4는 Alarm Processing 결과 화면을 나타내고 있으며 CB의 Open을 모의하였다.

CB Open으로 인하여 발생한 Alarm은 발생한 원인별로 구별되어 제시되며 두 가지 이상의 원인으로 인하여 Alarm이 발생할 경우 두 가지를 구분하여 제시함으로써 발생한 Alarm의 원인과 그 결과를 보다 빠르게 파악할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 변전소에서 발생하는 수많은 Alarm Data를 이전의 정리를 통한 데이터의 제시가 아닌 취득데이터를 이용한 정보의 전달을 통하여 운영자의 보다 빠르고 정확한 판단을 도울 수 있는 Alarm Processing 방법을 제안하며 HyperSIM과 RTU 그리고 SAS HMI를 이용하여 검증시스템을 구성하고 그 유용성을 제시하였다. 본 논문에서 제시한 Alarm Processing 방법은 앞으로 변전소 자동화에 적용되어 운영자의 보다 빠르고 정확한 판단에 도움을 줄 것으로 기대된다.

[감사의 글]

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] William R. Prince, Bruce F. Wollenberg, David B. Bertagnolli, "Survey on Excessive Alarms", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 4, No. 3, August 1989
- [2] J. R. McDonald, G. M. Burt, D. J. Young, "Alarm Processing and Fault Diagnosis Using Knowledge Based Systems for Transmission and Distribution Network Control" IEEE, 1991
- [3] Daniel S. Kirschen, Bruce F. Wollenberg, Guillermo D. Irisarri, Jeffery J. Bann, Bradley N. Miller, "Controlling Power Systems During Emergencies: The Role of Expert Systems" IEEE, 1989
- [4] Bruce F. Wollenberg, "Feasibility Study for an Energy Management System Intelligent Alarm Processor", 1986
- [5] Daniel S. Kirschen, Bruce F. Wollenberg, "Intelligent Alarm Processing in Power Systems", Proceedings of the IEEE, Vol. 80, No. 5, May 1992