

SCADA 시뮬레이터에 관한 연구

* 이흥재, * 임찬호, ** 안복신, *** 박영문
* 광운대학교 전기공학과, ** LG산전, *** 서울대학교 전기공학과

A Study on the SCADA Simulator

Heung-Jae Lee, Chan-Ho Lim, Bok-Shin Ahn, Young-Moon Park
Kwangwoon Univ., LG, Seoul Nat'l Univ.

Abstract - Up to date, operator assistance systems -fault diagnosis system, fault restoration system etc.- are developed for power system automation. In this condition, an efficiency test of assistance system must be performed to prove application in real power system.

This paper presents an SCADA simulator for an efficiency test of the operator assistance system, which is developed in the SCADA system.

The proposed simulator is implemented under Win95 with Pentium-PC.

되는 운전자 지원 시스템의 성능평가를 위한 SCADA 시뮬레이터를 제안하고 있다. 제안된 시뮬레이터는 경보 생성, 멀티미디어 해설, 그래픽 인터페이스 기능 모듈로 구성하였다.

본 논문에서 제시한 시뮬레이터는 펜티엄급 PC와 Win95 환경 하에서 개발하였다.

2. 시스템 구조

SCADA 시뮬레이터의 구조는 다음 그림 1과 같다.

1. 서론

전력수요의 지속적인 증가로 인하여 복잡하고 대형화된 계통의 효율적인 운용과 사고대처 능력 향상을 위하여 EMS, SCADA SYSTEM 등의 운용 시스템을 도입하여 사용하고 있다. 이러한 운용 시스템은 계통 상황에 대한 상시 모니터링과 조작자의 스위치 조작을 수행하는 감시·제어 시스템이다. 그러나 계통 운용에 있어서 무인 자동화는 궁극적으로 추구해야 할 목표이며, 이러한 목표를 완수하기 위하여 인공지능 기법을 운용 시스템에 도입하기 위한 활발한 연구가 수행되고 있다.

현재 세계 각국에서는 계통 운용의 무인 자동화의 기반으로 고장 진단(fault diagnosis), 고장 복구(fault restoration), 경보 처리(alarm processing) 등의 운전자 지원 시스템이 활발히 개발되고 있는 상황이다. 이와 같은 상황에서 개발되는 지원 시스템의 실제 적용 가능성을 검증하기 위한 성능평가는 반드시 수반되어야 할 과제라 할 수 있다. 따라서 시스템의 성능 평가를 위한 모의 운용 시스템(simulator)의 개발은 운전자 지원 시스템 개발에 선행되어야 할 문제이다. 그러나 아직 모의 운용 시스템에 관한 학문적 연구는 매우 일천한 분야이다.

본 논문에서는 SCADA 시스템을 대상으로 개발

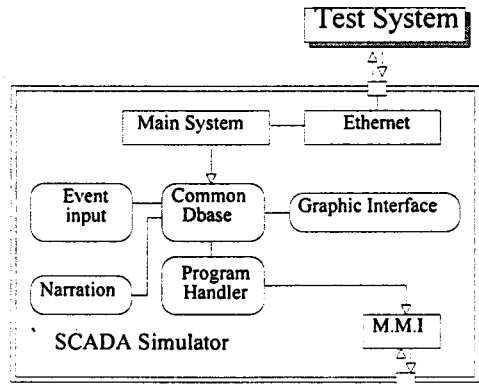


그림. 1 SCADA 시뮬레이터의 구조
Fig. 1 Structure of the SCADA simulator

그림 1에서 보는 바와 같이 SCADA 시뮬레이션 시스템은 데이터 베이스, 프로그램 핸들러, 그리고 3개의 기능 모듈 - 경보 입력(Event Input), 멀티미디어 해설 시스템(Narration), 그래픽 출력(Graphic Interface) - 로 구성되어 있으며 각 모듈은 데이터 베이스를 공유하고 있다. 데이터 베이스에는 지식과 규칙이 저장되어 있다. 즉, SCADA 위상구조 데이터가 저장되어있으며 경보생성을 위한 규칙을 내장하고 있다. 또한 Ethernet LAN을 이용하여 검증하고자 하는 시스템과 양방향 통신을 수행하도록 하였다.

SCADA 시스템은 각 변전소에 설치된 RTU를 통하여 실시간 데이터를 입력받아 계통 상황을 감시하고 있다. 경보 입력은 실제 계통 SCADA에 데이터를 제공하는 각 변전소에 설치된 RTU(Remote Terminal Unit)를 모의 하기 위한 모듈로서 다양한 사고 상황을 생성하는 모듈이다. 멀티미디어 해설 시스템은 시뮬레이터의 소개와 기능을 설명하기 위한 모듈이다. 그래픽 인터페이스는 SCADA 시스템이 관할하는 대상 - 송전망, 단위 변전소 - 의 위상구조를 출력하기 위한 모듈이다. 그림 2, 3에 그래픽 인터페이스 모듈이 출력하는 송전망의 위상구조와 단위 변전소의 위상구조를 예시하고 있다. 그림 2는 9개의 변전소와 송전선으로 구성된 모의 계통의 위상구조의 출력이고 그림 3은 변전설비, 스위치 - 차단기, 단로기 - 등을 포함하는 변전소의 위상구조의 출력이다.

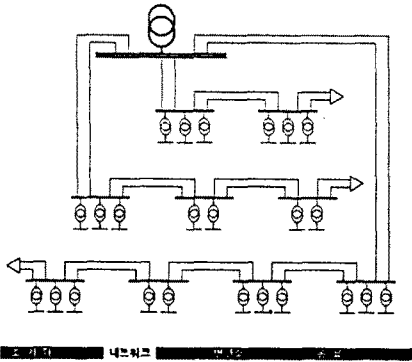


그림. 2 디스플레이 #1 - 송전망의 위상구조
Fig. 2 Display #1 - Total network

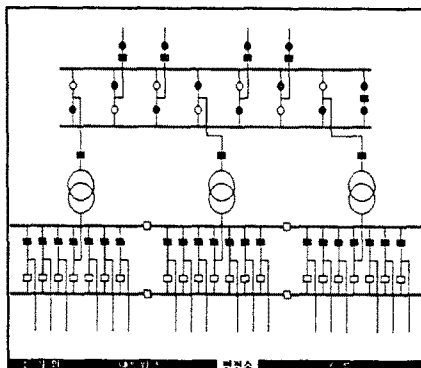


그림. 3 디스플레이 #2 - 변전소의 위상구조
Fig. 3 Display #2 - Substation

3. 진단 시스템

본 논문에서 제시하는 SCADA 시뮬레이터를 기반으로 고장진단 시스템을 개발하여 성능평가를 수행하였다.

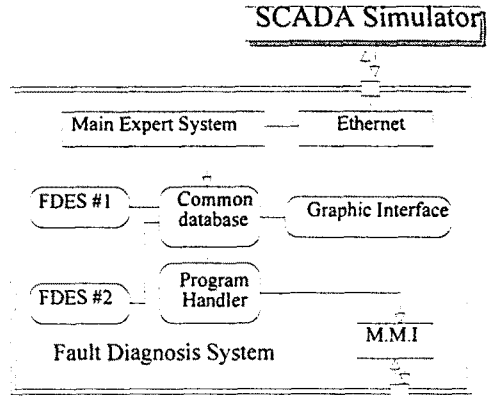


그림. 4 고장진단 전문가 시스템의 구조
Fig. 4 Structure of the Fault Diagnosis ES

SCADA 시뮬레이터 평가를 위한 전문가 시스템의 구조는 위의 그림 4와 같다. 성능평가 시스템은 메타추론을 수행하는 전문가 시스템과 2개의 부전문가 시스템 - 송전선 고장 진단 전문가 시스템, 변전소 고장 진단 전문가 시스템 - 등 3개의 전문가 시스템으로 구성하였으며 각각의 전문가 시스템은 데이터 베이스를 공유하고 있다. 또한 Ethernet LAN을 이용하여 SCADA 시뮬레이터와 양방향 통신을 수행하였다.

4. 사례 연구

SCADA 시뮬레이터를 기반으로 고장진단 전문가 시스템의 실제 적용 가능성을 검증하기 위한 성능평가를 수행하였다.

4.1 경보 입력

SCADA 시뮬레이터의 경보 입력 모듈로 입력된 결과는 다음 그림 5와 같다.

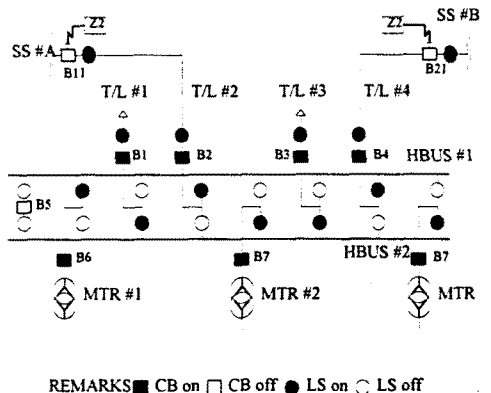


그림 5. 고장진단 예
Fig. 5. Example of the fault diagnosis

[참 고 문 헌]

위의 그림에서 보는 바와 같이 변전소 A, B에서 각각 Z2 거리 계전기가 동작하고 2개의 차단기가 차단되었다. 그 결과 HBUS#1, MTR#1, TL#2, TL#4 등의 4개의 변전설비에 정전이 발생한 경우이다.

4.2 진단 결과

고장진단 전문가 시스템의 고장 진단 결과는 다음과 같으며, 3가지의 가능성 있는 해를 제시하고 있다.

Possible solution #1

- Fault occurred at th HBUS#1.
- 87B1 failed.
- Z2 of Substation A operated to trip B11.
- Z2 of Substation B operated to trip B21.

Possible solution #2

- Fault occurred at th TL#2.
- Z1, Z2 of substation C failed.
- Z1 of Substation A failed.
- Z2 of Substation A operated to trip B11.
- Z2 of Substation B operated to trip B21.

Possible solution #3

- Fault occurred at th TL#4.
- Z1, Z2 of substation C failed.
- Z1 of Substation B failed.
- Z2 of Substation A operated to trip B11.
- Z2 of Substation B operated to trip B21.

4. 결 론

현재 세계 각국에서는 계통 운용의 무인 자동화의 기반으로 고장진단, 고장복구 등의 운전자 지원 시스템이 활발히 개발되고 있는 상황이다. 이와 같은 상황에서 개발되는 지원시스템의 실제 적용가능성을 검증하기 위한 성능평가는 반드시 수행되어야 할 단계이다.

본 논문에서는 SCADA 시스템을 기반으로 개발되는 운전자 지원 시스템의 성능평가를 위한 SCADA 시뮬레이터를 제안하고 있다. 본 논문에서 제안한 시뮬레이터는 RTU를 모의하는 경보 입력 모듈과 그래픽 인터페이스, 그리고 멀티미디어 해설 기능을 보유하고 있다.

고장진단 전문가 시스템을 이용하여 사례연구를 수행하였다. 그 결과 본 논문에서 제시한 시뮬레이터를 이용하여 보다 효율적인 운전자 지원 시스템이 개발될 수 있음을 확인하였다.

- [1] Syoich Mto, Tetsuo Matsuda et. al., "Supervisory System for Substation with Expert System", Third Symposium on ESAP, pp. 413-418, 1991
- [2] S. Kumano, H. Ito, T. Goda et. al., "Development of Expert System for Operation at Substation", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 8, No. 1, pp. 56-65, 1993
- [3] Shunichi Ito, Isao Hata, Taizo Hasegawa et. al., "Advanced Operation Guidance Expert System for 500kV Substation", Third Symposium on ESAP, pp. 405-412, 1991
- [4] B. Jeyasurya, S. S. Venkata, S. V. Vadari, J. Postforoosh, "Fault Diagnosis using Substation Computer", Proc. of CIGRE'89, pp. 289-295, 1989
- [5] Takafumi Kimura, Sinya Nishmatsu, Yoshiteru Ueki et. al., "Development of an Expert System for Estimating Fault Section in Control Center based on Protective System Simulation", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 7, No. 1, pp. 167-172, 1992
- [6] Heung-Jae Lee, Young-Moon Park, "A Restoration Expert System for 154kV Distribution Substations", IEEE Trans. on PWRD, Vol. 11, No. 4, pp. 1765-1770, 1996
- [7] 이홍재, 박영문, 임찬호, "조직원 훈련을 위한 전력계통 사고모의 및 고장진단 전문가 시스템의 연구", 대한전기학회 논문지, Vol. 43, No. 4, 1994