

교육용 시뮬레이터 GUI 개발 및 데이터베이스 구축에 관한 연구

김형진, 안상필, 이종포, 여상민, 김인수, 김철환
 성균관대학교

윤귀환, 신한철
 태광 E&C

김일동
 두원공업대

A Study on the Development of GUI and the Implementation of Database System for Training Simulator

H.J Kim, S.P Ahn, J.P Lee, S.M Yeo, I.S Kim, C.H Kim
 Sungkyunkwan Univ.

K.H Yun, H.C Shin
 Taegwang E&C

I.D Kim
 Doowon Technical College

Abstract - 현대 전력계통 시스템의 대규모화와 복잡화로 인해 숙련된 운전기술이 필요하게 되고, 실제 전력계통 모의를 통한 미경험고장의 처리기술 습득이 필요하고, 운전설비의 첨단화(컴퓨터 시스템화)로 인해 시스템과 운용절차에 대한 지식 습득 및 유지보수 훈련이 필요하게 됨에 따라 교육용 시뮬레이션에 대한 요구가 갈수록 증가되고 있다. 본 연구에서는 교육용 시뮬레이션에서 전력계통의 시스템을 익히고 전력계통 고장에 따른 복구절차를 배우는데 필요한 모의고장 시나리오 및 복구절차 등의 데이터베이스를 구축하며, 데이터베이스를 시뮬레이터와 연동시켜 작동하도록 개발하는 것이 목적이다. 또한 사용자들에게 보다 편리한 환경을 제공하기 위하여 GUI(Graphic User Interface)로 시뮬레이터를 설계할 것이다.

1. 서 론

최근의 전력계통은 그 규모가 거대화되고 구성이 복잡화되어 가고 있으며, 전력계통의 신뢰성 있는 운용이 날이 갈수록 어려워지고 있는 실정이다. 이에 따라 전력계통에 대한 숙련된 운전기술이 필요하게 되고, 실제 전력계통 모의를 통한 미경험고장의 처리기술을 습득해야 할 필요성이 생기게 되었다. 또한, 운전설비의 첨단화(컴퓨터 시스템화)로 인해 시스템과 운용절차에 대한 지식 습득 및 유지보수 훈련도 필요하게 되었다[1-3].

또한 계통 운용시스템은 주로 정상상태에서의 원격감시 및 원격제어 기능을 중심으로 구성되어 있으므로, 사고 발생시의 복구조작은 현재까지 계통 운용자의 전문적인 지식이나 경험적 판단에 크게 의존하여 수행되어 왔으며, 이 때 운용자가 사고상황을 잘못 판단하거나 복구조작 단계에서 잘못된 조작을 수행하게 되면 전력공급에 막대한 장애를 초래하게 될 뿐만 아니라, 설비의 손상까지도 야기될 수 있다. 따라서 사고상황에 대한 신속한 판단과 정전구역에 대한 신뢰성 있는 신속한 복구는 매우 중요한 문제이다. 그러나 최근 전력계통의 제반설비가 복잡해짐에 따라 사고의 발생시 운용자에게 더욱 다양한 관련지식이나 경험 등이 요구되고 있을 뿐만 아니라 전력설비의 신뢰도 향상과 고기능화로 인하여 사고 발생이 점차 감소하는 추세이므로 이에 따라 계통운용자의 사고경험의 기회 역시 줄어들어드는 추세에 있기 때문에 신속하고도 신뢰성 있는 복구를 위한 운용자 지원시스템이나 고장 및 복구 시뮬레이터에 대한 요구가 심화되고 있다[4-5].

본 연구의 목적은 교육용 시뮬레이터에서 전력계통의 시스템을 익히고 전력계통 모의 시나리오에 따라 사고를 발생시키고 사고를 복구하는 절차를 익히도록 하는데 필요한 전력계통 고장/복구절차 등의 데이터베이스를 구축하고 이 데이터베이스를 시뮬레이터와 연동시켜 작동하도록 개발하는 것이다.

2. 본 론

2.1 전체시스템 구성

그림 1은 전체시스템의 구성관계를 그림으로 나타낸 것이다.

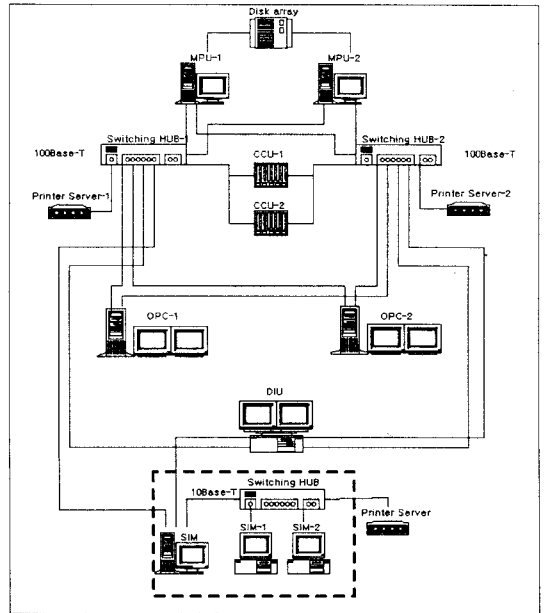


그림 1. 전체 시스템 구성도

2.1.1 MPU (Main Processing Unit)

MPU는 CCU(통신제어장치)에서 온 현장기기의 상태를 OPC(운용자 콘솔)에 전달하고, 운용자의 지령을 CCU에 전달하는 역할을 한다. 2개의 MPU 시스템으로 구성되어 있고, Disk Array를 통해 Data 동기화를 시킨다. 이 2개의 MPU 중 현재 동작중인 시스템이 이상이 발생할 때, 고장인지 후 자동으로 다른 시스템으로 감시동작을 절체시킨다. MPU와 OPC간의 통신 프로토콜은 DNP Kepco 1.0 프로토콜을 사용한다.

2.1.2 OPC (Operator Console)

OPC는 각종 운전화면 조작을 통하여 시스템 및 현장설비 상태를 감시하고 운용자의 지령을 받아들여 MPU에 전달하는 장치이다.

단선 결선도(Graphic Page)상에서 아래 4가지의 현장 Data를 감시한다.

- (1) Analog Data(계측 Data)
- (2) Calculated Analog Data(계산에 의한 Data)

- (3) Status Data(차단기 등의 상태 Data)
- (4) Event Data(차단기 등의 COS(Cut Out Switch) Data 또는 SOE(Sequence of Event) Data)

2.2 시뮬레이터(Simulator) 구성

2.2.1 Sim/WS

Sim/WS는 MPU에서 필요한 각종 DB를 취득할 수 있으며, 모의고장 시나리오, 복구 절차 기능을 편집하고 검색할 수 있는 장치이다. 또한, 모의 고장 발생 기능 및 조류 계산과 표시, 교육 중 복구절차의 표시를 담당하며, 훈련결과와 평가 및 저장, 검색을 처리해주는 프로그램들을 포함한다. 그림 2는 Sim/WS 교육 및 훈련 절차를 나타낸다.

Sim/WS에는 다음과 같은 3가지의 동작모드들이 존재한다.

- ① 교육훈련모드: 조작훈련, 고장복구훈련
- ② OPC기능모드: OPC 기능을 연습할 수 있는 모드
- ③ 자료취득모드: 감시제어반 DB에서 모의제어반 DB로 DB를 취득하는 모드

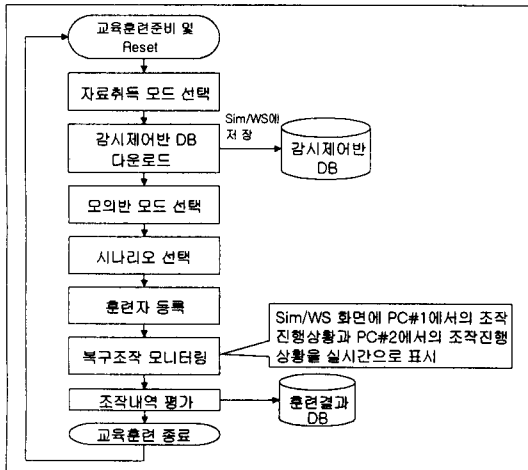


그림 2. Sim/WS 교육 및 훈련 절차

2.2.2 Sim/PC

Sim/PC는 교육생이 변전소의 감시제어를 원활히 하기 위하여 모의 실험 장치에 구성된 계통도를 실제 상황과 동일하게 제어하기 위하여 컴퓨터와 운용자간의 신속하고 용이한 대화처리를 담당하는 프로그램일 뿐만 아니라 OPC의 기능을 현장설비가 아닌 Sim/WS와 연동하여 동일한 화면상에서 수행할 수 있는 PC이다.

그림 3은 Sim/WS와 Sim/PC의 구성을 나타내고 있다.

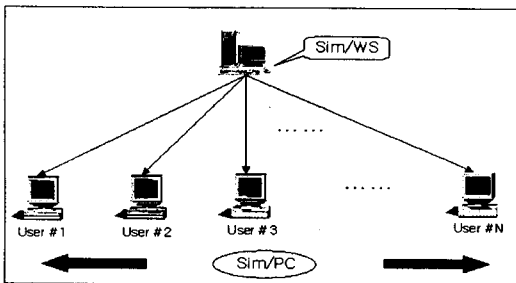


그림 3. Sim/WS와 Sim/PC의 구성

2.3 데이터베이스 구축

아래의 그림 4는 본 연구에서 구축하여야 할 데이터베이스들을 정리하여 놓은 것이다.

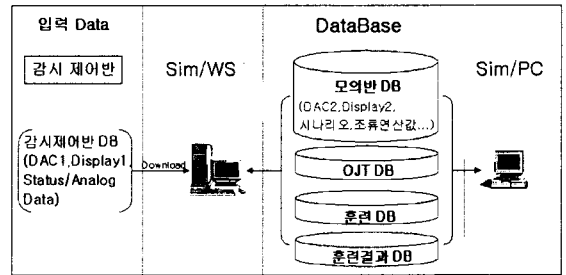


그림 4. 데이터베이스 관계도

입력데이터로 감시제어반의 DB를 취득하여서 Sim/WS 내부의 모의반 DB에 저장을 시킨다. 그리고 OJT(On-the-Job Training) DB는 전력계통에 관한 일반적인 부분들에 관한 데이터베이스로서 훈련시 훈련자들에게 교육을 시키기 위한 것이다. 그의 훈련 DB는 모의고장 및 복구절차에 관한 것이고, 훈련결과 DB는 훈련자가 훈련을 받고 난 결과를 저장하는 DB이다. 이 중 훈련결과 DB는 2.3.1에서 E-R 다이어그램으로 사례를 들었다.

2.3.1 훈련결과 DB E-R 다이어그램

아래의 그림 5에서 그림 7까지는 훈련결과 DB의 개체(Entity)와 그 속성(Attribute)을 나타낸 것이다. 그리고 그림 8은 각각의 개체들 간의 관계를 나타낸 다이어그램이다. 최종적으로 그림 9는 구축하고자 하는 훈련결과 DB의 전체적인 E-R 다이어그램(Entity-Relationship Diagram)을 나타낸 것이다.

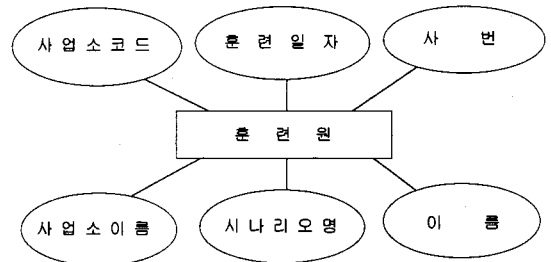


그림 5. 훈련생 개체와 속성

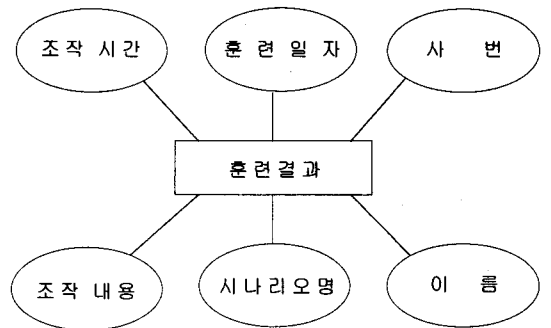


그림 6. 조작결과 개체와 속성

3. 결 론

본 연구에서 개발되어질 시뮬레이터는 사용자에게 보다 편리한 환경으로 만들기 위해 GUI(Graphic User Interface) 프로그램으로 설계될 것이다.

아직 국내에서는 전력계통에 관한 교육용 시뮬레이터가 활발하지 않은 상태를 감안할 때, 본 연구는 필요하다고 여겨진다.

또한 본 연구가 포함하는 범위가 최초에는 특정 변전소에만 국한된 것이라 할지라도, 일반성과 호환성을 확보한다면 다른 변전소에도 효과적으로 사용될 수 있을 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] Larry Dale Swift, "An Enhanced Digital Power System Simulator for Education and Training", Doctorate's Thesis, University of Texas at Arlington, December 1998.
- [2] Krishnan Subramanian, "Development of Enhanced Power System Simulator with Multi-Area Dispatch Capability", Master's Thesis, University of Texas at Arlington, August 1996.
- [3] Jagatpati Jonnalagedda, "Integration of Single-Link Emulator with Enhanced Digital Power System Simulator for System Blackstart", Master's Thesis, University of Texas at Arlington, August 1997.
- [4] "전력계통해석 및 고장 복구계획", 제 41회 전력그룹 기술협력회 Workshop, 기초전력공학공동연구소, 5, 1999.
- [5] 문영현, "EMS관련 소프트웨어 개발에 관한 연구", 기초전력공학공동연구소, 9 1998.
- [6] "교육용 모의 배전반 S/W 취급 설명서", (주)LG 산전, 1 1999.
- [7] C. J. Date, "An introduction to Database systems, 6th ed.", Addison-Wesley Publishing Comp.
- [8] William G. Page, "Special edition Using Oracle 8/8i", QUE.
- [9] Joong-Rin Shin, Wook-Hwa Lee, Dong-Hae Im, "A Windows-based Interactive and Graphic Package for the Education and Training of Power System Analysis and Operation", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 14, No. 4, pp. 1193-1199, November 1999.
- [10] Joong-Rin Shin, Wook-Hwa Lee, "Development of an Interactive Graphic Software for the Education and Training of Power System Operation and Control", Trans. KIEE, Vol. 48A, No. 8, August 1999.
- [11] K. Sato, Z. Yamazaki, T. Haba, N. Fukushima, K. Masegi, H. Hayashi, "Dynamic Simulation of a Power System Network for Dispatcher Training", IEEE Trans on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-101, No. 10, October 1982.
- [12] Jun Zhu, David L. Lubkeman, "Object-Oriented Development of Software System for Power System Simulation", IEEE Trans on Power Systems, Vol. 12, No. 2, May 1997.

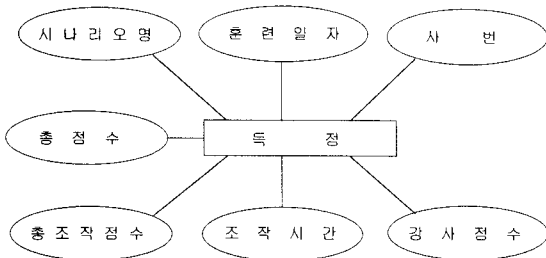


그림 7. 특징 개체와 속성

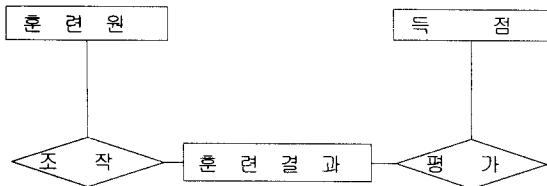


그림 8. 각 개체들간의 관계

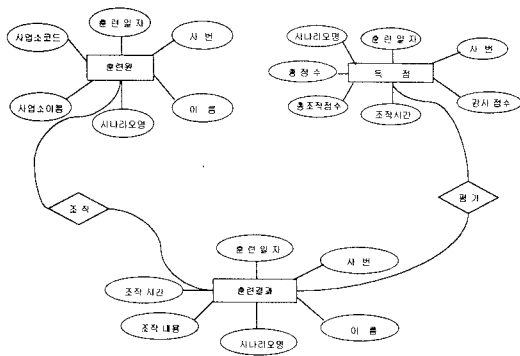


그림 9. 훈련결과 DB E-R Diagram

이와 같이, 훈련결과 DB에 관한 E-R 다이어그램을 나타내어 보았는데, 본 연구에서 구축하고자 하는 모의 반 DB, 훈련 DB, OJT DB들도 최종적으로 E-R 다이어그램으로 나타내도록 할 것이다.

아래의 표 1은 향후 데이터베이스 구축 단계를 표로 나타낸 것이다.

표 1. 데이터베이스 구축 단계표

작업 단계	작업 내용	비 고
모의반, 훈련, 훈련결과, OJT DB 설계 및 구성	<ul style="list-style-type: none"> • DB 구축대상 해석프로그램 및 DB 선정 • 해석프로그램 입력데이터 분석 • ER 다이어그램과 DB 테이블 작성, 프로그램별 데이터간의 상관관계 파악 및 관계형 DB 파랑데이터 추출 • DB 프로그램 작성 : 설계된 테이블을 기준으로 하여 SQL 스크립트 작성 	DB 설계단계 (ORACLE 관계형 DB 활용)
모의반, 훈련, 훈련결과, OJT DB 자료입력	<ul style="list-style-type: none"> • 모의반, 훈련, 훈련결과, OJT DB 시험자료 입력 	자료 입력 단계
모의반, 훈련, 훈련결과, OJT DB 시험운영 및 수정보완	<ul style="list-style-type: none"> • DB의 Tuning 시험, 수정 및 보완작업 • DB의 시뮬레이터 연계운전 	DB 시험운영 및 보완단계