

보호계전 종합환경을 위한 HMI 개발

* 이남호, 민병운, 이승재, 최면송, 강상희
명지대학교 전기공학과

조병섭, 이운희, 최홍석
한국전력공사 중앙급전사령실

Development of HMI for Integrated Protection System Environment

N.H Lee, B.U Min, S.J Lee, M.S Choi, S.H Kang
Myongji University

B.S Cho, O.H Lee, H.S Choi
KEPCO

Abstract - The protective relaying setting job which has been performed manually, takes a long time and is vulnerable to errors. The goal of this paper is to develop the user-friendly interface for integrated protection system environment and to control protection-related jobs and the database management efficiently and conveniently.

1. 서 론

급속도로 발전하는 정보 자동화 시대에서 전문적인 일을 수작업보다는 컴퓨터로 작업을 대체하고 있다. 그러나 절차가 다양하고 복잡한 업무에서는 컴퓨터 작업도 쉽지 않은 않다. 이러한 관점에서 편리한 사용자 인터페이스를 다루는 HCI(Human and Computer Interaction)에 대한 연구[1,2,3]가 확산되고 있다.

PROSET2000은 계통보호업무의 종합 전산화시스템으로서 실 계통정보와 보호배전반 정보를 데이터베이스화하고, PSS/E 고장계산프로그램과 연계하여 보호계전기 정정치를 결정하는 정정자동화 프로그램, 가중선로 임피던스 계산프로그램, 보호계전 관련정보의 효율적 관리를 위한 데이터베이스 관리프로그램을 포함한다..

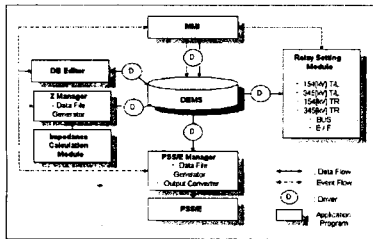


그림 1 PROSET2000 전체구조도

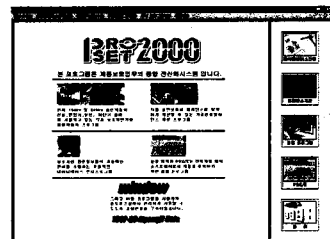


그림 2 PROSET2000 초기화면

PROSET2000의 전체구조는 그림1과 같이 모듈의 추가 및 삭제 그리고 외부프로그램과 연결이 용이하도록 Open system 구조[4]로 구축되었다.

본 연구에서는 PROSET2000의 계전기 정정 과정, 임피던스 계산, 데이터베이스 관리를 윈도우즈상에서 편리하게 작업할 수 있는 HMI(Human Machine Interface)를 개발하였다. 본론은 구현된 HMI 디자인 개념을 소개하고 이어서 보호계전기 정정, 임피던스 계산, 데이터베이스 관리를 위한 HMI 디자인을 구체적으로 보여준다.

2. HMI 디자인 개요

PROSET2000 HMI개발을 위해 모든 보호업무는 GOMS(Goals Operators Methods Selection Rules)해석을 적용하여 분석하였다. GOMS를 세부적으로 설명하면 첫째 Goal이란 사용자가 작업목적을 위해 사업소 선택, 모선정보 확인과 같은 일을 하는 것이다. 둘째로 Operator는 사용자가 goal을 위해 실행하는 작업으로 마우스를

릭, 키보드입력 등이 있다. 셋째로 Method는 goal을 얻기 위한 절차단계를 말한다. 마지막으로 Selection rule은 goal을 얻기 위한 한가지 이상의 method를 선택하는 rule을 가르킨다.

윈도우즈 디자인에 있어서 보다 논리적으로 사용자와 논의하여 결정하는 QOC(Questions, Options, Criteria)[5]를 기준으로 GUI(Graphical User Interface)를 구현하였다. 이렇게 구현된 GUI는 모든 과정을 시각적으로 디스플레이하여 사용자가 보다 빠르고 쉽게 이용할 수 있도록 한다.

PROSET2000 HMI의 기본 윈도우 디자인은 Visual Basic에서 제공하는 테스트박스, 콤보박스, 리스트 박스, 버튼 등을 이용하여 구성하였다. 또한 사용자의 이해를 높이고자 계통도를 자동으로 그려주고 데이터 입력 시 그래픽화면을 통하여 하도록 하였다. 전체적으로는 데이터 입력 시 에러를 줄이고 사용자가 쉽게 접근 할 수 있도록 마우스 이벤트 중심으로 디자인하였다

화면구성(그림 2)은 크게 세 부분으로 나누어 좌측면은 데이터입력과 프로그램 진행상황을 설명하고 우측면은 각종 선택버튼과 배전반 위치선정을 담당하도록 하였다. 화면 상단의 메뉴바는 프로그램의 어느 위치에서나 사용자가 원하는 모듈로 이동할 수 있는 기능이 있다.

2.1 보호계전기 정정 HMI

(1) 정정 과정 GOMS 해석

보호배전반 정정프로그램을 GOMS방법을 사용하여 여러 Level들로 나누어 HMI를 구현하였다. Level 0은 개발하고자 하는 HMI의 전체목적을 다루는 단계이고, Level 1은 HMI의 주요 작업에 대한 흐름을 보여주는 단계이다. 보호계전기 정정 HMI의 Level 1은 그림 3과 같이 사업소 선택, 정보확인, 정정, 정정결과로 나뉘어진다.

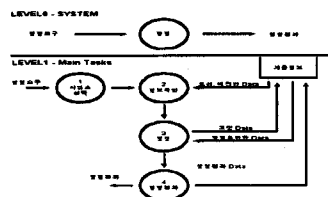


그림 3 Level 0, Level 1

Level 2이하의 단계는 Level 1에서 보여 주는 주요작업에 대한 세부과정을 설계하는 단계이다. 정정 프로그램 HMI의 Level 2(그림 4)는 사업소를 선택하고 윈도우에 계통도를 보여주기까지의 사용자와 컴퓨터의 인터페이스를 보여준다.

LEVEL 2- 과정 1

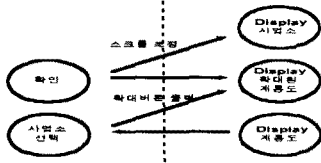


그림 4 Level 2

Level 3과 Level 4(그림 5,6)는 배전반 정보확인과 정정계산과정의 사용자와 컴퓨터간의 인터페이스 과정을 나타낸다.

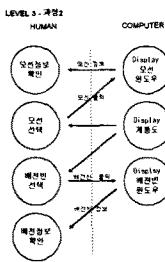


그림 5 Level 3

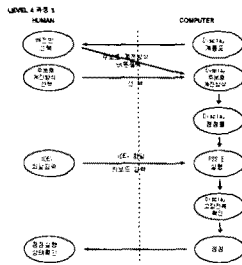


그림 6 Level 4

Level 5(그림 7)는 정정결과에 대한 단계로서 정정검토서와 정정요약서를 선택하여 정정결과를 확인하고 리포트로 출력하기까지의 인터페이스 과정이다.

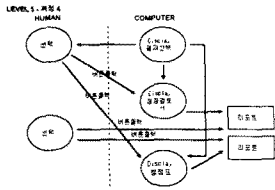


그림 7 Level 5

(2) 구현 사례

보호계전기 정정 HMI에서는 사용자가 연결된 모션과 회선 정보를 통해 배전반위치를 선택하면 프로그램은 데이터베이스 기반으로 보호배전반에 따른 계통도를 자동으로 윈도우에 그려준다. 모션 계통도는 사용자가 원하는 위치에 CT를 움직일 수 있고 차단기 실패 정정시 모션 계통도는 새로 설치된 배전반을 구분할 수 있도록 배전반 도형을 색으로 구분하였다. 사용자는 계통도내 클릭이벤트를 통해 그림 8에서처럼 배전반 정보를 확인할 수 있다.

정정과정시 HMI는 보호배전반에 맞는 정정물을 데이터베이스에서 불러와 윈도우에 Datagrid형식으로 보여주고 사용자가 원하는 정정물을 선택 및 변경할 수 있는 기능을 가지고 있다. 정정이 끝난 후에는 버튼 선택으로 요약서와 검토서를 볼 수 있고 재정정을 실행할 수 있다.

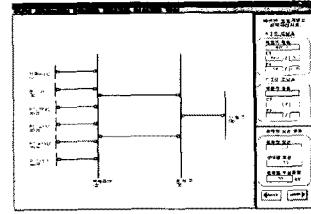


그림 8 계통도

2.2 임피던스 계산 HMI

DOS환경으로 개발된 임피던스 계산프로그램을 윈도우 환경에서 사용할 수 있는 그래픽 입출력 모듈을 개발하였다.

(1) 임피던스 계산 GOMS 해석

Level 0에서는 임피던스 계산 프로그램의 기본 구성을 임피던스 계산요구, 임피던스 계산, 계산결과로 나누고 좀 더 세분화된 Level 1은 그림 9와 같이 철탑 선정 및 정보입력, 임피던스 계산, 계산결과와의 흐름을 가시도록 해석되었다.

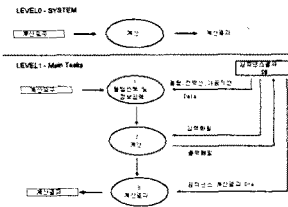


그림 9 Level 0, Level 1

Level 2(그림 10)는 사용자가 컴퓨터가 보여주는 철탑을 선택하고 계산정보를 입력해주면 컴퓨터가 이를 DB에 입력해 주는 과정을 보여준다.

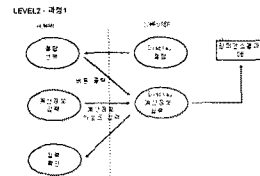


그림 10 Level 2

Level 3(그림 11)은 컴퓨터가 입력한 정보를 가지고 입력 화일을 생성하여 임피던스 계산을 수행하는 사용자와 컴퓨터 인터페이스 과정을 나타내고 Level 4(그림 12)는 컴퓨터가 계산결과를 보여주면 사용자는 결과를 확인하고 리포트 하는 단계이다.

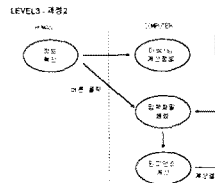


그림 11 Level 3

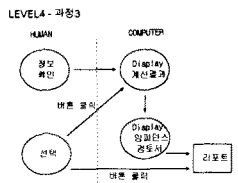


그림 12 Level 4

(2) 구현 사례

임피던스 계산을 위한 철탑 선정시 사용자는 화면에 보여지는 철탑모형의 버튼을 통해 철탑을 선택할 수 있

다. HMI는 사용자 입력을 최소화하기 위해 2회선 이상은 자동으로 1회선정보와 동일하게 입력되어 DB에 저장되도록 구현하였다

그림 13은 HMI가 계산 결과를 Datagrid 형식으로 보여주고 버튼을 클릭하면 리포트로 출력할 수 있는 기능을 보여준다.

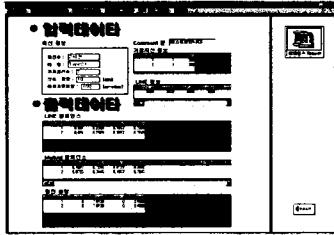


그림 13 임피던스 결과

2.3 데이터베이스 관리 HMI

데이터베이스 관리 HMI는 데이터베이스를 보다 효율적으로 관리하기 위한 환경을 고려하여 설계되었다.

PROSET2000의 데이터 관리 기능은 사업소 전송 배전반 데이터 파일입력, 사업소 정정데이터 업데이트, 중앙 데이터베이스 다운로드, 실계통 자료갱신, PSS/E 입력데이터 갱신이 있고, HMI는 각 기능을 윈도우즈상에서 버튼선택만을 통해 실행시킬 수 있다. 그리고 데이터베이스 편집을 위한 HMI의 개발은 계통정보와 배전반 데이터의 수정, 추가, 삭제를 편리하도록 하였다.

(1) 데이터베이스 관리 GOMS 해석

Level 0에서 HMI는 DB 관리요구, DB처리, 결과확인 의 흐름으로 구성되고 이를 세분화하면 그림 14의 Level 1처럼 DB관리선택, DB편집, DB처리의 단계로 나뉘어진다.

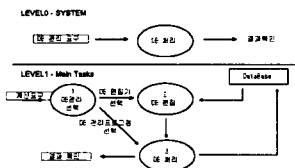


그림 14 Level 0, Level 1

Level 2는 데이터베이스 관리프로그램과 편집기 사용자 사용자와 컴퓨터간의 인터페이스 과정을 보여준다.

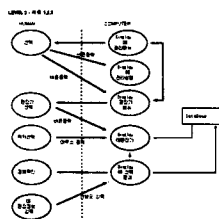


그림 15 Level 2

(2) 데이터베이스와 HMI의 연결

데이터베이스 관리 HMI는 데이터베이스를 단순히 연결만 한 것이 아니라 정보확인과 그래픽 구현을 위해 데이터를 가지고 있어야 한다. 이를 위해 HMI는 RDO (Remote Data Object)를 사용해 데이터베이스와 연결하였다. RDO는 ODBC(Open DataBase Connectivity) 드라이버를 통해서 SQL서버와 오라클에 접근하기 위한 (클라이언트/서버상)의 원격 데이터 액세스 객체이다.

본 연구에서는 RDO와 SQL문을 이용해 데이터베이스에

쉽게 접근할 수 있는 범용함수를 자체 개발하여 DB편집 HMI, DB를 기반으로 하는 계통도 등에 사용하였다.

(3) 구현 사례

데이터베이스 관리 HMI에서는 Visual Basic의 MDI 형식을 이용하여 DB편집시에 화면을 Page형식으로 진행할 수 있다.

그림 16과17은 차단기와 차단기 실패보호 배전반의 데이터편집기를 보여준다. 사용자가 콤보박스의 사업소를 선택하면 HMI는 데이터베이스에서 해당 모션을 찾아 리스트박스에 보여주고, 모션을 키보드입력이나 클릭 하게 되면 연결모션과 회선을 자동으로 보여준다. 데이터 편집 HMI는 필터기능을 달아 사용자가 원하는 정보만을 편집하여 보여줄 수 있도록 하였다.

데이터 입력 시 차단기와 차단기 실패 보호배전반은 모션도를 윈도우에 그려주어 데이터 추가와 삭제에 따른 변화를 시각적으로 볼 수 있게 하였다. 텍스트 박스와 콤보박스로 구성된 계통 데이터와 배전반 데이터 편집창은 편집 후에 색을 반전하여 데이터가 DB에 추가, 삭제가 되었음을 사용자에게 쉽게 전달해준다.

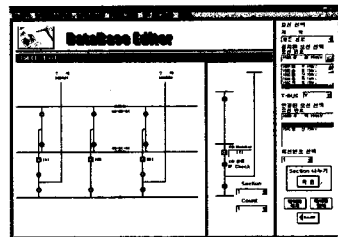


그림 16 데이터베이스 편집기

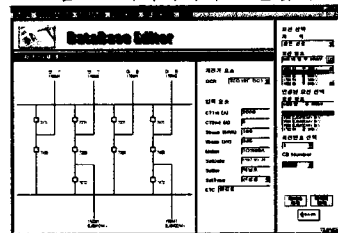


그림 17 데이터베이스 편집기

3. 결 론

본 연구에서는 계통보호업무의 종합전산화 시스템인 PROSET2000을 위한 HMI Design과 개발을 설명하였다. 본 연구에서 개발된 HMI를 통하여 PROSET2000의 모든 작업을 윈도우즈 환경에서 보다 쉽고 편리하게 사용할 수 있어 보호관련 업무의 정확도와 편의성을 높였다.

(참 고 문 헌)

- [1] Jenny.Preece. "Human-Computer Interaction",AD WELEY
- [2] M. J. Tauber & D. Ackermann, "Mental Mode Human-Computer Interaction2", North-Holland
- [3] Franck Maddix, "Human-Computer Interaction and practice", Ellis Horwood
- [4] "계통보호 종합전산 프로그램 개발", 한국전력공사 중앙급 전사령실, 2000.4
- [5] Jon Peddie, "Graphical User Interfaces and Standards", McGraw-Hill