

## Web 기반 계통보호 통합지원 시스템(i-PAS) 개발

홍정우, 이정학, 이명희, \*우덕제  
한국전력공사, \*한전KDN

### A Information on Developing the web based integrated Protection Assistance System

Jung-woo Hong, Chong-hak Lee, Myeong-hee Lee, \*Doug-je Woo  
KEPCO, KDN

**Abstract** - 본 논문은 기존 계통보호 전산프로그램의 프로그램 성능을 개선하고 활용도를 제고하기 위해 개발된 계통보호 통합지원 시스템(i-PAS)을 설명한다. 계통보호를 위한 전산시스템은 1997년 연구개발을 시작으로 추진되었다. i-PAS는 Web 기반의 시스템으로 사용자의 설치 환경을 단순화 하였고 신규 도입된 정정모듈을 추가하면서 가상정정이 가능해져 다양한 정정 모의를 실현하였다. 또한 웹에서 관리한 현황을 이용한 자동 통계기능을 추가하여 자료 처리에 소요되는 시간을 단축하였다. 임피던스 프로그램은 입력 자료를 조정하여 실측치에 가까운 모델링이 가능해졌다. 향후에는 계전기 과일을 직접 출력하여 수작업 입력 시 발생할 수 있는 인적실수를 방지하고 컴퓨터가 계통상황에 따라 정정을 모의하고 변동되는 부분을 관리자에게 통보하는 자동 시스템으로 발전시킬 필요가 있다.

#### 1. 서 론

IT기술의 발전과 함께 증가하는 보호설비를 효과적으로 관리하기 위한 전산시스템의 개발은 꾸준히 추진되어 왔다. 보호계전업무 중 정정업무는 정정지 결정을 위해 사용자 의견이 반영되는 부분을 제외하고 대부분의 과정이 정정기준에 의한 반복적인 계산업무로 전산화의 대상으로 적합하여 연구과제를 통해 시스템이 구성되었다. 그러나 연구과제 특성상 과제 종료 후 추가개발 및 유지보수가 어려워 시간이 갈수록 활용도가 떨어지는 단점이 있었다. 또한 변화된 주변 프로그램 및 PC사용 환경에 능동적으로 대처하지 못하는 문제점이 있었다. 이를 개선하기 위해 전산시스템을 위탁운영을 시행하였고 기존 C/S(Client-Server) 방식을 인터넷 기반의 Web방식으로 전환하고 추가 도입된 보호계전기에 대한 정정모듈을 개발하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 시스템 개발 이력

계통보호 종합전산프로그램인 Proset2000은 1997년부터 2000년까지 진행된 연구과제의 산출물로 Oracle DB를 적용하여 보호분야의 각종 현황을 데이터베이스 관리하고 당시 적용되어 있는 보호계전기의 정정모듈과 임피던스 계산프로그램이 추가되어 보호분야의 종합 전산프로그램으로 첫 출발을 하였다. 사용 환경의 변화와 신형 보호계전기의 도입으로 인한 활용도 저하 문제점을 개선하기 위해 추가적인 연구과제 또는 개발용역이 시행되었고 그 이력은 아래 표 1과 같다. 본 논문에서는 최근 외부 용역으로 개발된 계통보호 통합지원시스템(이하 i-PAS, integrated Protection Assistant System)에 대해 자세히 설명하고자 한다.

〈표 1〉 시스템 개발 이력

구분	기간	형태	주요 개발 내용
1단계	1997.04 ~ 2000.04	연구과제	<ul style="list-style-type: none"> <li>Windows NT Server, Oracle DB 구성</li> <li>고장계산 PSS/E V.24와 연계</li> <li>송전선로, 변압기, 모선, B/F보호반 등 28종 정정 모듈 개발</li> <li>선로정수 계산 프로그램 (Paramet.exe)</li> </ul>
2단계	2002.12 ~ 2003.11	연구과제	<ul style="list-style-type: none"> <li>Windows 2000 Server</li> <li>고장계산 PSS/E V.28과 연계</li> <li>신형 송전선로보호반 정정모듈 9종 추가 개발</li> <li>MS-Word Format 출력</li> </ul>
3단계	2007.05 ~ 2008.01	용역 (한전KDN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Web 환경으로 개선 (Client Personal Oracle 삭제)</li> <li>고장계산 PSS/E V30.2와 연계</li> <li>송전선로 중심으로 정정 기능 재편 및 7종 신형 모듈 개발</li> <li>보호반 및 동작현황 Web 관리, 자동 통계</li> <li>가상정정 기능 개발 (사용자 임의 계통모의 정정)</li> </ul>

##### 2.2 i-PAS 개요

기존 Proset2000은 우선 Server-Client 환경으로 사용자 PC에 반드시 Personal Oracle이 설치되어야 하므로 설치 및 관리에 어려움이 있었다. 또한 정정모듈, 임피던스계산 등의 프로그램이 사용자 PC에 설치되어 개인별 PC환경에 따른 다양한 오류로 사용자 불편을 초래 했고 정정모듈의 추가 개발이나 개선이 지연되어 적극적인 활용이 곤란하였다. 따라서 사용자 PC 영향을 최소화하기 위해 Web 방식으로 프로그램을 개선하고 내부 전산부서에 유지보수를 위탁하여 주기적인 업데이트가 가능하도록 관리체계를 개선하였다.

〈표 2〉 Proset2000과 i-PAS의 주요 기능 비교

구분	Proset2000	i-PAS
구동 환경	Cinet/Server (Web, Dos 혼재)	Web 일원화
프로그램 언어	VB, C++, Fortran, ASP	Java, Jsp
서버/RDBMS	Window 2000서버 / Oracle8.0	UNIX 서버환경 / Oracle9i
사용자 운영환경	Oracle, Windows XP(98)	Java 지원 Web Browser
사용자 설치프로그램	Oracle Client, Proset2000(정정모듈, 임피던스 계산), PSS/E 등 프로그램 설치	PSS/E
현황 및 통계	일원화되지 않은 DB혼용 (Oracle,Access)로 실시간 현황 적용/조회 어려움	일원화된 DB(Oracle) 접근으로 웹 브라우저를 통한 실시간 조회/집계 가능
정정출력물	정정검토서 : text 파일 정정표 : MS-Word	아래한글
가상정정	없음	가능 (모선 분리, 통합 등 사용자 정의 모의 정정)

##### 2.3 현황관리 및 통계

i-PAS의 자료관리 기능은 현황관리와 통계로 구분하여 구성하였다. 현황 관리는 보호배전반, 계통정수, 보호설비동작, 정정검토서, PSS/E 등 보호계전에 필요한 자료를 Web Browser를 통해 입력, 수정, 삭제가 가능하도록 하였다. 계통정수 부분은 최근 시행하고 있는 선로정수실측자료를 관리 될 수 있도록 데이터 영역을 확대하였고 보호설비동작내역을 추가로 개발하여 동작통계 산출 시간을 단축할 수 있는 시스템을 구축하였다. 정정검토서는 정정을 수행하면 해당 구간에 대해 입력 필드가 생성되고 이를 선택하여 사용자가 결정한 최종 정정 파일을 업로드 할 수 있도록 하였다.

통계 부분은 현황 관리의 보호배전반 자료를 바탕으로 제작사별 형식별 보호배전반 통계와 디지털 보호장치 비율을 실시간 산출하고 보호설비동작 자료를 이용하여 설비별 정동작률, 재폐로계전기 동작 통계 등 연도별 <보호계전기 동작상태 분석보고서> 책자의 통계자료를 관리자 검토를 거쳐 보여주도록 하였다.



〈그림 1〉 현황관리 및 통계

## 2.4 정정모듈의 개선

기존 Proset2000은 정정 연산이 사용자 PC에서 수행되었으나 i-PAS는 서버에서 수행되도록 하여 PC환경에 따른 영향을 최소화하였다. i-PAS에서는 PSS/E 고장계산만 사용자 PC에서 실행하면 되고 실행에 필요한 자료와 결과는 각각 서버로부터 수신, 송신한다. 또한 기존 Proset2000의 출력물이 MS-Word와 TEXT파일로 제공되어 아래한글로 변환하는 번거로움이 있어 이를 개선하였다.

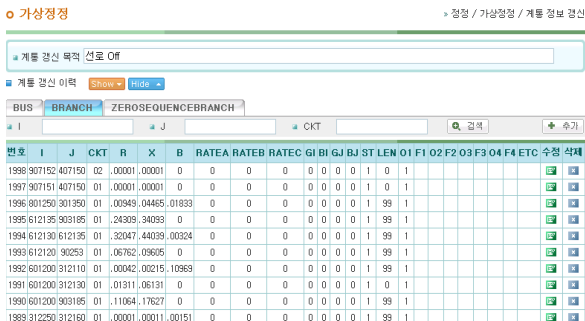
i-PAS 정정 사용자는 웹브라우저로 i-PAS에 접속하면 사내망 인증 정보를 활용해 정정기능 사용권한을 부여 받는다. 정정구간을 선택하고 정정에 필요한 공통정보와 해당 보호장치 고유정보를 입력하고 정정을 수행하면 서버에서 필요한 PSS/E 파일과 고장계산 매크로가 수신된다. 이때 사용자는 PSS/E를 구동하여 정정에 필요한 고장계산을 수행하면 결과가 서버로 전송되고 서버는 정정 계산후 검토서와 정정표를 아래한글파일로 출력하여 보여준다. 정정에 사용된 고장계산 매크로, 고장계산 출력물 등은 정정결과 조회 화면을 통해 내용을 확인할 수 있다. 아래의 표3은 I-PAS의 정정모듈 현황으로 현재 7종의 개발 완료 되었다고 2008년 상반기까지 기존 Proset2000의 정정모듈을 Web형태의 Java 또는 Jsp로 변환할 예정이다.

〈표 3〉 i-PAS 정정모듈 현황

구분	현재 (9종)	~ 2008.12 (+10종)
형식	SEL-311L, 311C (SEL) 7SA522, 7SD522 (Siemens) D60 (GE) Universal PCM, Distance * <i>KYP2DL, KYD2XI</i> (켈파워)	MCD, MDT-F, MDT-A2 (Mits) MCD-H, MDT-H (Mits) D2L7E, MXLIE (Toshiba) GRL, GRZ (Toshiba) L90 (GE)
내용	신규 도입 계전기 모듈 * 기존 Proset2000 모듈	기존 Proset2000 모듈

## 2.5 가상정정 수행

가상정정은 현재의 계통구성에서 일부 정보를 사용자 임의로 변경하여 정정할 수 있는 기능이다. BUS, BRANCH 정보를 수정할 수 있으며 이를 활용 모선의 통합 또는 분리, 선로 개방, 임피던스 변경 등 예상되는 계통상황을 모의하여 정정해볼 수 있는 장점이 있다. 사용자별로 5개의 가상 계통자료를 관리할 수 있어 원하는 계통조건에 따른 적절한 정정값을 검토해 볼 수 있다.



〈그림 2〉 가상정정을 위한 Branch 정보 수정 화면

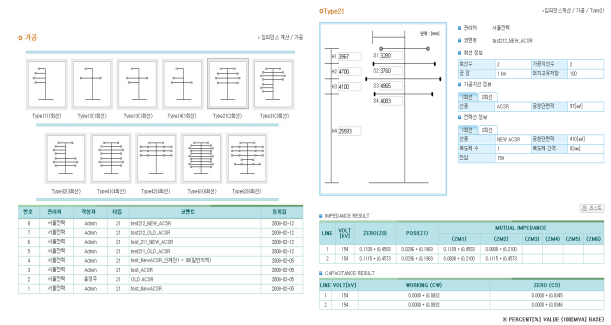
## 2.6 선로정수 계산

선로정수 계산프로그램은 가공용과 지중용으로 나누어져 있다. 가공용은 기존 Proset2000의 1차 연구개발의 성과물로 Fortran Source Code를 Java로 변환하여 Web 환경에서 운영될 수 있도록 하였다. 또한 선로 기준정보(직류저항, GMR, 반경)가 설계기준과 상이한 부분이 발견되어 설계기준의 자료를 프로그램에 반영하였다. 그 결과, 가공송전선로의 임피던스는 2006년 실시한 실측시험에서 기존 계산치가 실측치의 114% 수준인 것으로 확인되었는데 금번 조정된 기준정보로 계산한 결과가 실측치의 102% 수준으로 실측치에 가까운 계산이 가능해졌다.

지중송전선로의 임피던스 계산프로그램은 소스코드의 부재와 Parameter를 넘길 수 없는 프로그램 구조로 인해 금번 개발에서는 다양한 도움말 화면을 통해 Web상에서 입력파일을 생성할 수 있도록 구성하였다.

〈표 4〉 ACSR 기준정보 비교

항목	굵기(mm)	비교						
		95	160	240	330	410	480	520
RDC [Ω/km]	I-PAS	0.3010	0.1820	0.1200	0.0888	0.0702	0.0599	0.0559
	Proset2000	0.4045	0.2026	0.1342	0.111	0.0858	0.0702	0.0646
	I-PAS/P2k	74.41	89.83	89.42	80.00	81.82	85.33	86.53
GMR [m]	I-PAS	0.0035	0.0075	0.0093	0.0102	0.0115	0.0123	0.0128
	Proset2000	0.0021	0.0075	0.0093	0.0098	0.0112	0.0123	0.0128
	I-PAS/P2k	166.67	100.00	100.00	104.08	102.68	100.00	100.00
Radius [m]	I-PAS	0.0067	0.0091	0.0112	0.0127	0.0143	0.0152	0.0158
	Proset2000	0.0068	0.0091	0.0112	0.0121	0.0139	0.0152	0.0157
	I-PAS/P2k	98.53	100.00	100.00	104.96	102.88	100.00	100.64



〈그림 3〉 가공 송전선로 정수계산 입력 및 출력 화면

## 2.7 향후 계획

2008년말 까지 기존 Proset2000의 정정모듈을 보호설비 점유율에 따라 단계적으로 i-PAS에 수용할 계획이다. 또한 정정표를 계전기에 입력하는 과정에서 발생하는 인적실수 요인을 제거하기 위해 정정모듈에서 계전기 파일을 생성하도록 할 계획이다. 금년에는 시범으로 국내 제작사인 켈파워 보호계전기에 대해 적용하고 기타 제작사 제품에 대해서는 파일형식을 파악하여 추진할 것이다. 또한 서버 컴퓨터가 주기적인 정정검토를 수행하고 일정 수준 이상의 변동이 발생하면 그 내용을 사용자에게 통보하여 적절한 정정값이 유지될 수 있도록 하는 자동화 시스템으로 발전시킬 계획이다.

## 3. 결 론

혁명적으로 진보하고 있는 IT기술은 보호계전분야에는 기회로 인식되고 있다. 디지털 보호계전기는 이미 각종 통신 프로토콜이 부가되어 그 자체가 웹서버, 파일전송서버로 이용되기도 한다. 하지만 IT기술을 접목하는 과정에서 기술 표준화가 선행되어야 i-PAS와 같은 전산시스템이 효과적으로 개발될 수 있을 것으로 생각된다. 특히 정정파일 형식은 표준이 아직 없는 상태로 Markup Language 형식의 규격화가 가능할 것으로 예상된다. 향후 PDAS(Protection Data Acquisition System)과 연계를 통해 시스템에서 자동 정정된 계전기 파일을 원격에서 보호계전기로 전송하여 수정하는 정정에 대한 Full Cycle 관리시스템의 운영도 기대해 본다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, “계통보호 종합전산 프로그램 개발 - 최종보고서”, 2000
- [2] 한국전력공사, “신형 디지털 보호계전기 정정기준 확립 및 프로그램 모듈개발 - 최종보고서”, 2003
- [3] 한국전력공사, “계통보호 통합지원시스템 완료 보고서”, 2008
- [4] 전력연구원, “선로정수 실측 보고”, 2007
- [5] “한전설계기준 - 1210 : 가공송전용 전선 선정기준”, 2004