UML(Unified Modeling Language)기법을 이용한 PCM전류차동계전기 정정모듈 개발

오태욱*, 오성민, 민병운, 이승재, 최면송
명지대학교 차세대 전력기술연구센터

Development of PCM Current Differential Relay Setting Module Using UML

T.W OH, S.M OH, B.U MIN, S.J LEE, M.S CHOI
Myongji University Next-Generation Power Technology Center

Abstract - PROSET2000 that is integrated protective management system had developed and used in order to automate the setting process of protective relays in transmission system protection. PROSET2000 have database for relay setting and automated for relay setting program within. This paper proposed PCM current differential relay setting program point of Object Oriented Programming paradigm using Unified Modeling Language about additional relay in PROSET2000. Nevertheless each relay uses same current differential but setting method is different. This paper discribed different thing about setting method of each relay and evaluated more effective and corrective relay setting program using UML.

1. 서 론

최근 계통용량이 증대함에 따라 변전소 및 선로의 신증설, 기존 설비의 교체와 계통의 운전조건 변경등이 빈번히 일어남에 따라 계통의 안정도에 중대한 영향을 주는 보호계전기의 중요성은 날로 증대하고 있으며 보호계전기술자의 역할과 업무부담 또한 상대적으로 더욱 커지고 있다. 90년대 들어 우리나라 송전계통 보호에 PCM 전류차동보호방식이 도입되고 디지털계전기가 적용되어 더욱 많은 종류로 늘어나게 되었고 이들의 동작치 계산 방법도 종래의 EM 타입이나 정지형계전기에 비하여 더욱 복잡하여 정정을 하는데 어려움이 가중되었다. 실제 몇몇 디지털배전반은 계전기의 정확한 동작을 위해 거의 100여개에 달하는 정정치를 요구하기도 한다. 계전기 정정작업은 선로데이터, 고장데이터 등 방대한 데이터를 필요로하며 계전기 전문가의 경험적 지식과 정밀성을 요구한다. 그러나 정정작업은 복잡할 뿐만 아니라 많은 시간을 필요로 하고 매우 지루한 작업으로 때로는 실수를 유발할 수 있기 때문에 계전기 정정작업을 프로그램화하기 위해 많은 연구가 이루어졌다[1].

그래서 한국전력은 계통보호업무의 종합 전산화시스템으로서 PROSET2000을 개발하여 사용하고 있다. 이 시스템은 실 계통정보와 보호배전반 정보를 데이터베이스화하고, PSS/E 고장 계산 프로그램과 연계하여 각종 보호 계전기의 정정치를 결정하는 정정 자동화 프로그램, 가공선로 임피던스 계산프로그램, 보호 계전 관련정보의 효율적 관리를 위한 데이터 베이스 관리 프로그램을 포함한다. 2003년 새로운 선로보호배전반이 PROSET2000에 추가되어 UML(Unified Modeling Language)을 이용하여 전류차동 계전기 MCD-H, KYP2D1, GRL 정정프로그램 개발에 관해 논하였다.

2. 본 론

2.1 PROSET2000 정정 프로그램의 구성

빠른 속도로 변화하는 현재의 기술분야에서, 소프트웨어 개발자나 사용자는 변화에 대처하기 위해 끝임 없는 노력을 해야하는데, Open System 환경은 이러한 측면에서 새로운 응용프로그램을 기존 환경에 쉽게 연결할 수 있는 환경으로 소프트웨어 개발에 있어서 유연성을 제공한다. 따라서 PROSET2000은 새로운 계전기 개발 및 삭제에 따른 변화에 충분히 대처하기 위해 Open System 환경으로 구성되어 있다[2]. Open System 환경의 주요 관점은 데이터베이스와 응용프로그램 모듈, 그리고 사용자와 상호 연결하기 위한 일반화된 인터페이스이다. 즉, 인터페이스는 고장분석 프로그램과 정정 프로그램과 같이 서로 다른 언어(Program Language)나 요소로 이루어진 각 모듈을 연결하는데 있어 어려움을 줄일 수 있는 구조를 가져야 한다. 종합 정정 협조 프로그램인 PROSET2000의 Open System 구조는 관계형 데이터 베이스 관리 시스템인 ORACLE을 중심으로, 그림 1과 같이 계전기 정정 모듈(Relay Setting Program)과, 고장분석 프로그램(Fault Analysis Program), 데이터베이스(ORACLE DATABASE), 데이터베이스 편집기(DB-Editor), 그리고 임피던스 계산 프로그램 (Inpedance Calculation Program)으로 구성되어 있고, ORACLE 데이터베이스 관리 시스템을 중심으로 한 Open System 환경으로 구성되어 적은 노력으로 시스템의 각 응용프로그램을 추가 또는 삭제할 수 있다.

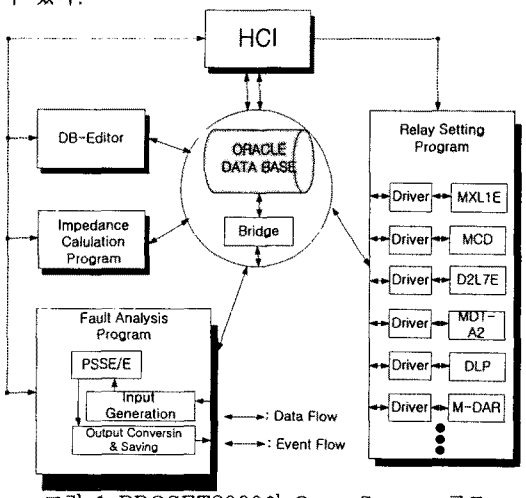

그림 1 PROSET2000의 Open System 구조

이와같이 Open System 구조로 되어있는 PROSET 2000에 새롭게 추가된 전류차동형 선로보호배전반 추가를 쉽게 할수있다.

2.2. 전류차동 보호계전방식

전류차동 계전방식은 종래의 보호방식과는 달리 양쪽 단자에서의 전류를 통신선로를 통해 서로 주고받아 비교

함으로써 고장발생 시 고속차단은 물론 신뢰성있는 계전기의 동작을 가능하게 하며 어떤 종류의 선로보호에도 적용할 수 있는 장점을 가진다. 전류차동계전기는 양단의 샘플링된 전류를 이용하여 고장의 여부를 판단하므로 서로 비교되는 전류값은 양단에서 동시에 샘플링된 값이어야 한다. 만약 서로 다른 시점에서 샘플링된 전류를 이용한다면 올바른 결과를 얻을 수가 없을 것이다. 또한 동시에 샘플링 되었다고 할지라도 통신선로를 통해 전송되는 지연시간에 의한 불가피한 오차가 발생하게 되므로 양단의 동기샘플링뿐만 아니라 샘플링 어드레스도 일치시켜 주어야 한다. 전류차동방식의 기본적인 원리는 그림 2와 같은 계통도에서 계전기의 전류 방향이 그림과 같을 때 정상시에는 양단전류의 스칼라합과 벡터합은 항상 일정한 값을 유지하게 되지만 고장발생시에는 전류합의 크기는 물론 양단 전류간의 위상차가 변한다는 것을 이용하여 고장을 검출하는 것이다.

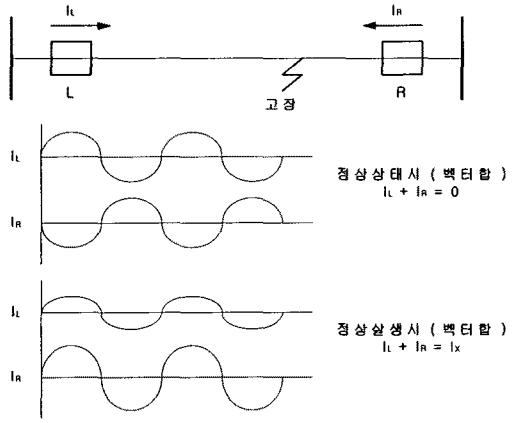

그림 2 PCM 전류차동방식의 고장검출원리

2.2.1 새로 추가된 전류차동 배전반 동작특성

앞에서 언급한 전류차동방식의 고장검출원리는 매우 간단하다. 하지만 2003년 새롭게 추가된 선로보호용 전류차동방식의 배전반은 각각의 제조사에 따라 동작특성을 결정하는 정정요소의 값들이 다른것을 알 수 있다. 다음은 새롭게 추가되어 개발이 완료된 3가지 계전기 MCD-H, KYP2D1, GRL의 동작특성 중 전류차동요소(87S)에 대하여 알아본다.

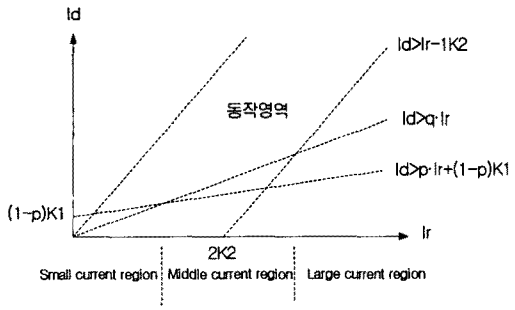

그림 3 MCD-H 87S 동작특성

MCD-H의 특성은 그림 3 에서 보는바와 같이 소전류영역과 중전류영역, 대전류영역 세가지영역으로 구분되어질 수 있다[4]. 소전류영역은 CT, PT 오차에 의한 오동작과 충전전류에 의한 오동작을 고려한 영역이다. 대전류영역은 동작의 감도를 둔화시킴으로써 외부고장시 CT포화에 의한 오동작을 방지할 수 있도록 한 것이다. 여기서 K1, K2, p, q값들을 제작사추천식에 의하여 정정하게된다.

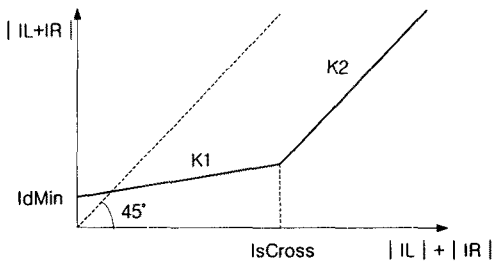

그림 4 KYP2D1 87S 동작특성

KYP2D1의 특성은 그림 4 에서처럼 소전류영역과 대전류영역 두가지 영역으로 구분되어 질수 있다[5]. MCD-H에서처럼 KYP2D1의 정정값은 K1(소전류영역 특성기울기), K2(대전류영역 특성기울기), IdMin(87S 최소 동작 차동전류), IsCross(소전류 영역 및 대전류 영역의 경계 억제전류)들을 정정하게 된다.

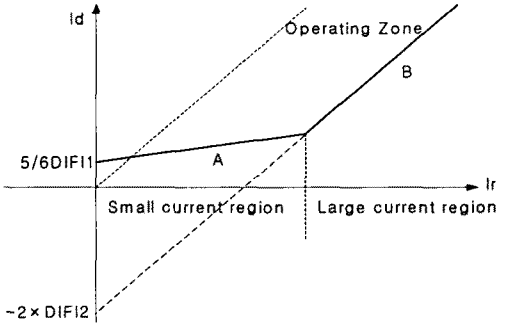

그림 5 GRL 87S 동작특성

그림 5는 GRL계전기의 동작특성을 나타내며 KYP2D1과 같이 소전류영역과 대전류영역으로 구분되어지며 제작사 추천식에 의한 87S 정정요소 DIF1과 DIF2의 정정요소를 결정하게 된다. 본 논문에서는 전류차동계전기의 Main Protection Setting중 하나인 87S 요소에 대하여 논하였지만, 동일한 고장검출원리를 이용하는 전류차동계전기라고 하여도 제작사에 따른 정정요소를 구하는 계산식 또는 구하는 요소들이 다르다는 것을 확인할수 있었다. 이런 각각의 정정값들을 요구하는 계전기들의 정정프로그램을 개발하기 위해서는 정정요소간에 주고받는 상호작용은 어떤 것이며, 각 계전기는 이러한 상호작용에 어떻게 동작하여 다른 요소에 어떤 영향을 미치는가에 대해서 먼저 분석을 하고 이를 모델링하는 디자인을 하여야 한다.

2.3 UML을 이용한 정정프로그램 개발

UML(Unified modeling laguage)은 80년대 말 90년대 초에 출현했던 객체지향 분석설계(OOAD) 방법론의 발전된 형태로 객체지향 설계 방법론 Booch 방법론과 Rumgaugh 방법론(OMT) jacobson 방법론(OOSE)을 직접 통합시킨 것이지만 그들보다 훨씬 더 범위가 넓다. UML은 소프트웨어 중심의 산출물을 가시화하고 명세화하여 구축하고 그리고 문서화하는데 사용되는 시각화 모델링 언어로서 많은 서로 다른 형태의 복잡한 시스템을 정의하는데 사용되며, 요구사항 분석에서부터 완성된 시스템의 테스트까지 전반적인 시스템의 개발에 적용된다. UML에는 시스템을 묘사하기 위해 5가지 관점을 제공하고 각각 그와 관련이 있는 9가지의 그림을 제공한다. 간단히 소개하면 User, Behavioral, Physical, Object, Structural view가 있고 각 view에서 제공하는 다이어그램은 Use case Diagram, State, Sequence, Activity Diagram, Component, Deployment Diagram, Object Diagram, Class,

Collaboration Diagram이 있고 또 Interaction diagram(교류도)은 사용자의 동적인 관점을 표현하여 Package diagram(패키지도)으로 클래스의 집합을 하나의 패키지로 보아 설계하는 방법이 있다[3].
계전기 정정프로그램의 전체적인 디자인은 크게 Relay class, Panel Class, Rule Class로 나누어져 있고, 새롭게 추가된 배전반의 정정프로그램을 Class Diagram을 중심으로 설명하였다.

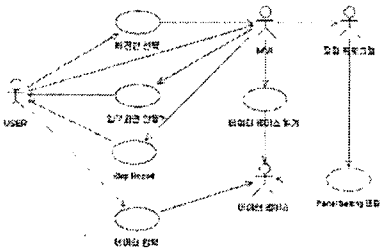

그림 6 PROSET2000의 Use Case Diagram

그림 6은 간략화하여 그린 PROSET2000의 Use Case Diagram을 나타낸다. 사용자가 MMI를 통하여 정정하고자 하는 배전반을 선택하면 DataBase에 필요한 입력값들을 데이터입력모듈을 통해 전달되어지며, 정정모듈은 DataBase를 통해 전달받은 입력값과 PSS/E 고장계산 프로그램과 연계하여 정정프로그램이 진행되는 것을 보여주고 있다.

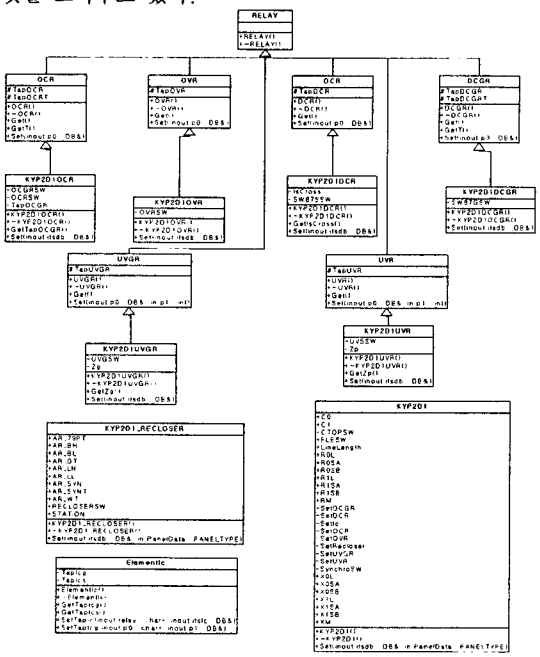

그림 7 KYP2D1의 Class Diagram

계전기 정정프로그램은 전체적인 디자인은 크게 Relay Class, Panel Class, Rule Class로 나누어져 있다. 계전기 정정은 크게 1차측과 2차측으로 구분할 수 있는데, 1차측 정정은 실제 계통데이터를 가지고 정정룰에서 제시하는 일반적인 방법에 따라 정정을 실행하며, 여기에서 계산된 1차측 정정값을 2차측에서 각 특정 계전기가 요구하는 정정치로 변환하는 과정을 거친다[6]. 이러한 관점에서 Relay Class는 일반적인 계전기 속성을 갖는 Relay와 계전방식에 관련된 Relay Type Class(OCR,DCR등)의 관계를 상속관계로, Relay Type Class과 각 배전반에서 정정값에 관련된 Component Class의 관계를 상속관계로 연결할수있으며 그림 7 은 새로 추가된 전류차동 배전반 MCD-H, KYP2D1, GRL중 대표적으로 KYP2D1의 Relay Class 관련관계를 Class Diagram으로 나타내었다.

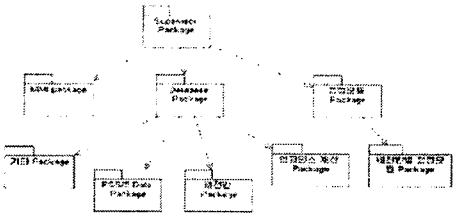

그림 8 PROSET2000의 Package Diagram

그림 8은 간략하게 나타낸 Package Diagram으로 각각의 Package는 여러개의 Class 으로 이루어져 있다. 정정모듈 Package는 배전반에 따른 각각의 정정모듈을 갖고 있다.

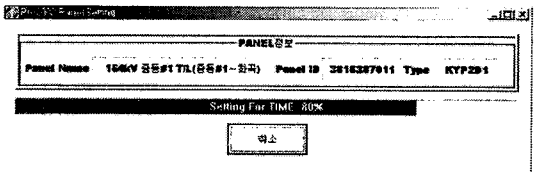

그림 9 정정프로그램 실행결과

그림 9는 UML을 이용하여 모델링한 KYP2D1을 PROSET2000의 MMI 화면에서 정정프로그램을 실행한 화면으로 정정하는 계전기 Type, Panel Name , Panel ID를 정정자가 확일할수 있으며 정정진행상황을 확인할 수 있는 진행바와 정정자가 원하지 않을 경우 정정작업을 취소할수 있는 버튼을 두었다.

3. 결 론

본 논문은 현재 사용중인 송전계통 보호업무 종합 전산프로그램인 PROSET2000에 UML을 사용한 방법론을 적용하여 새로추가된 전류차동형 배전반을 Update하는 방법을 기술하였다. 먼저 PROSET2000의 정정프로그램에서 Open Interface를 적용한 기본 폼을 이용하여 배전반이 추가되어도 정정개발 모듈개발 시간 단축과 추가, 삭제, 수정이 용이하도록 하였다. UML은 디자인 언어로서 개발자가 만들고 있는 시스템을 가장 적절히 정확히 표현할수있는 도구로써 PROSET2000 정정 프로그램을 효율적으로 관리할 수 있을 뿐만아니라 유지보수가 편리한 장점을 지니는 것을 보였다.

감사의 글

본 논문은 차세대전력기술연구센터의 지원으로 이루어졌으며 지원에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

[1] 이승재, "An Expert System for Protective Relay Setting of Transimmission Systems", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol5, pp.1202-1208, 1990
[2] 김영일, "PROSET2000: 송전계통 보호 전산종합 프로그램 개발", 전기학회논문지, 48A권, 538-544, 1999
[3] 지영수 "Rational Rose 2000", 홍릉과학출판사,2001년
[4] "INSTRUCTION MANUAL of MCD-H" YOUHO ELECTRIC.IND.CO.,LTD 2001년
[5] "154KV 송전선로 보호용 전류차동 계전기 상용자 매뉴얼 Ver 1.4" 기인시스템 주식회사 2000
[6] "계통보호 종합전산 프로그램 개발", 한국전력공사 중앙급전사령실, 2000년