

DNP3.0을 이용한 과전류 계전기 에이전트의 통신 방안 연구

이한웅 정광호 임성일 현승호 최면송 이승재
 명지대학교 차세대전력기술연구센터

A Study on communication method between OverCurrent Relay Agents using DNP 3.0

H.W.Lee, K.H.Jung, S.I.Lim, S.H.Hyun, M.S.Choi, S.J.Lee
 Myongji University Next-Generation Power Technology Center

Abstract - In this paper, the communication between Over-Current Relay agents is realized using DNP(Distributed Network Protocol), which is the standard communication protocol of distribution automation system in KEPKO. The key words in OCR agent communication are defined and represented by use of DNP application function code. And the DNP index for OCR agent is defined. The proposed communication scheme is tested by use of Communication Test Harness, a test tool for DNP protocol to show its soundness.

2. 본 론

2.1 Multi-Agent System(MAS)

최근 Distributed Artificial Intelligence(DAI)의 연구에 있어서는 배전계통 최적보호를 위해 각각의 에이전트의 능력을 뛰어 넘어 전체 목적을 함께 해결하는 Multi-Agent Sytem(MAS)을 이용하고 있다.[2]

MAS의 가장 큰 특징은 자율성(Autonomy)와 협동성(cooperation)이다. 자율성은 에이전트와 소프트웨어를 구별짓는 제일 중요한 특징으로 에이전트가 사용자의 명령없이 자율적으로 목적을 달성하기 위하여 스스로 활동하는 능력이며 협동성은 서로 다른 정보를 가지고 있는 에이전트가 공통된 목적에 도달하기 위하여 정보를 서로 교환하여 개별적으로 가지고 있던 능력의 한계를 뛰어 넘는 종합적 효과를 갖는 시스템을 창조하기 위한 것이다.[3][4][5]

멀티 에이전트가 서로 통신을 하기 위해서는 통신언어(Communication Language), 교환 지식에 대한 공통된 이해(Communication Modes) 그리고 이들 두 가지에 포함된 내용을 교환하는 수단(Protocol)이 필요하다. 통신언어를 통하여 형식과 의미체계, 환경 등을 일치시켜야 이기종 에이전트와 의미 전달이 가능하게 된다. 통신모드는 에이전트의 의도, 표현, 요구, 교신 기능 등 메시지의 기능을 표현한다. 최종적으로 에이전트 시스템 protocol이 일치해야만 정보전달의 안정성과 신뢰성을 확보할 수 있다.

2.2 과전류계전기 에이전트(OCR Agent)

배전계통 최적 보호 시스템에 가장 중요한 요소인 과전류계전기 에이전트는 과전류를 측정하여 보호구간의 사고를 인지하고 고장전류로부터 계통의 설비를 보호하는 것이다. 정상상태에서는 이 에이전트는 계통 변경 시 인접한 과전류계전기 에이전트(OCR Agent)와 통신을 통하여 사고유무를 판단하는 픽업 전류를 스스로 구하고 사고 시에는 고장전류를 이 픽업 전류값과 비교하여 사고 유무를 판단, 설비를 보호한다.[6]

OCR Agent들은 최적 보호라는 목적을 달성하기 위하여 서버를 거치지 않고 직접 정보를 교환할 수 있어야 한다. 정보교환을 위해 사용되는 통신 Keyword는 계통변경 신호나 정보요청 등 상호 협조를 하기 위한 명령어이다. 각 OCR Agent가 사용하는 주요 통신 Keyword는 다음 표 1과 같다. 본 논문에서는 이들을 DNP3.0에서 메시지의 사용 목적을 정의하는 Application Function Code에 정의하였다.

1. 서 론

전력수요의 증대와 더불어 산업용 수용가 수배전 계통이 복잡화, 대용량화되고 부하의 종류도 다양화됨에 따라 전력계통에 대한 요구도 안정성, 신뢰성, 경제성, 기능성 등과 같이 복합적이면서도 고도화되고 있다. 따라서 수배전계통을 최적으로 운용하고자 하는 전력자동화 기술이 현재 세계적으로 널리 연구되고 있다.

이와 같은 맥락에서, 보호계전기가 이제까지는 전력계통의 각종 사고로부터 인명과 기계를 보호하는 안정성과 연속적인 전력공급을 보장하는 신뢰성을 보증하는 수단이 되어왔다. 금후로는 전력종합자동제어시스템에서 수배전 설비를 효율적으로 운용하기 위한 경제성, 전원계통의 공급여건과 부하계통의 운전 조건에 따라 탄력적인 운전을 할 수 있는 적응성을 향상시키는 것까지 보호계전기의 몫으로 기대된다.[1]

전력계통 보호시스템은 안정성을 최대한 확보하고 사고 발생시 파급효과로 인한 전력공급의 중단을 최소화하여 설비의 효율성을 높여야한다. 그러기 위해서는 계통 구성의 변경, 부하 변동 등 운전상황의 변동에 따라서 보호시스템이 필요로 하는 각종 정보를 쉽게 얻을 수 있어야하고, 나아가 개별 보호기기의 정정치를 변경시킬 수 있는 환경이 구축되어야 한다. 이러한 환경을 위해서는 계통 구성의 변경시 인접한 보호계전기들이 서로 정보를 공유, 교환하여 자율적으로 자기보호구간의 정정값을 계산할 수 있어야 한다.

배전계통의 보호시스템은 수많은 과전류 차단 보호기기들로 이루어져 있으며 경제성, 신뢰성의 이유로 디지털 과전류계전기로 바뀌어 가고 있다. 디지털 과전류계전기에 에이전트 기능을 갖는 알고리즘을 추가하여 하나의 에이전트로서 다른 장치와 정보를 교환하여 문제를 해결하게 할 수 있다.

본 논문에서는 현재 국내 전력계통 자동화 단말장치간의 자료전송에 사용되고 있는 표준 통신 프로토콜 DNP 3.0(Distributed Network Protocol)을 이용하여 과전류계전기 에이전트가 상호 통신을 하는 것을 구현하였고 간단한 사례연구를 통하여 본 논문이 제시한 방안의 건전성을 검증하였다.

KeyWord	Content
Open	CB를 open한다.
Close	CB를 close한다.
Reset	계전기 데이터값을 초기화시키고, 피더 Agent에게 소스임퍼던스 값을 요청한다.
Source_IMP Receive	소스 임퍼던스 값을 받는다.
IL_MAX Receive	계전기의 최대 부하 전류값 변경한다.
IL_SELF Change	계전기의 자기 부하값 변경한다.
계통 변경 Open	계통 변경에 따른 CB를 open한다.
계통 변경 Close	계통 변경에 따른 CB를 close한다.

표 1. KeyWord

2.3 DNP 3.0 (Distributed Network Protocol)

DNP 3.0은 전력계통 자동화 단말장치인 원격소장장치와 지역급전소 제어장치, 지역급전분소 제어장치, 집중 제어 배전반, IED (Intelligent Electronic Device) 전력설비 간의 자료전송에 사용되고 있는 통신 프로토콜이다. OSI 모델인 7계층은 아니지만 IEC의 표준 링크 안에서 정한 Physical, Data Link, Application 등 3개 계층에 Transport 1개의 계층을 추가하여 총 4개의 계층으로 구성되어 있고, 각 계층은 에러를 최대한 억제하여 전력계통의 운전에서 요구되는 시스템 프로토콜의 안정성과 신뢰성을 최대한 확보하도록 하고 있다. 그리고 메시지에 대한 응답 시간이 짧고 Data link 실패시 자동 재전송이 가능하며 동보통신도 가능하다. 그리고 기능코드와 데이터 코드가 독립되어 있어 데이터에 접근하기가 쉬우며 새로운 객체도 추가 가능하다. 또, 직렬통신, 전화, LAN등 다양한 통신매체에서 동작 가능하며 저,중속 네트워크에 적합하다.

	DNP Serial	DNP LAN
Object Model	DNP Data Object Library	
Application	DNP Application	
Presentation Session		
Transport	DNP Transport Function	DNP Transport Function DNP Data Link TCP or UDP
Network		Internet Protocol(IP)
Data Link	DNP Data Link	IEEE 802.2, 802.3
Physical	Serial	LAN

그림 1. DNP 3.0 - Network Profile

따라서, 이러한 기능을 수행하기 위하여 각 계층은 계층에 적합한 통신 규약을 가지고 있으며, 서로 다른 기능을 수행하여 상호 보완적 관계를 유지하도록 하고 있다. 또한 이 프로토콜은 시스템과 원격 단말장치(RTU)

는 물론 전력현장의 디지털화 된 IED 및 주변 설비들과의 표준화된 자료 공유를 통하여 전력현장의 공동 운영 능력을 향상시키고 설비간의 개방성을 확보하는 것을 목적으로 한다.

DNP는 매우 큰 프로토콜이기 때문에 전체 프로토콜을 모두 적용하여 기기를 개발하는 것은 매우 비현실적이다. 그러므로 프로토콜의 기초적인 응용서비스만을 이용해 필요한 부분만 구현을 하면 된다. 단순한 장치에서는 복잡한 데이터 폴링이 필요 없고, 클래스 폴링을 이용하여 효율적으로 데이터 접근이 가능하다. DNP는 최적 폴링방법을 사용하여 통신 대역폭을 최소화하고 모든 DNP Slave는 어떤 DNP Master와도 상호운용이 가능하도록 한다.

다음절에서는 DNP3.0 프로토콜을 이용한 OCR Agent간의 통신 방법을 기술한다.

2.4. DNP를 이용한 OCR Agent 통신 방식

기존의 OCR Agent에서는 TCP/IP환경에서 각 KeyWord에 대한 문자열 전송 방식을 택하여 통신을 하고 있다. 이를 DNP3.0을 이용하여 OCR Agent가 서로 통신을 하기 위해서는 각 KeyWord에 필요한 object와 어떤 기능을 수행할 것인가에 대한 정보를 DNP3.0에 정의를 해주고 이를 이용해 다른 에이전트와 통신하도록 하여야 한다.

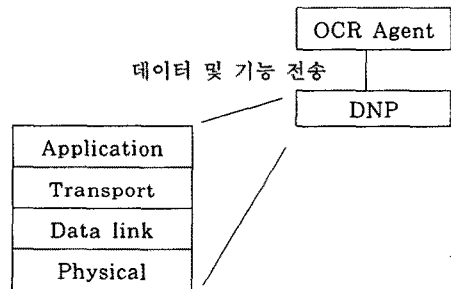


그림 2. DNP3.0을 OCR Agent에 적용

OCR Agent의 KeyWord에 따라 DNP가 어떤 기능을 수행하는지는 DNP3.0의 Application Layer에서 정의를 해주어야 한다. Application layer의 function code는 Message가 요구하는 기능정보와 제어정보를 가지고 있으며 이 function code를 이용하여 자료를 전송하고 기기 제어, 구성을 변경할 수 있다. 본 논문에서는 표 1에 제시된 주요 KeyWord들 중 Open, close, Reset, 계통변경open, 계통변경close keyword는 데이터의 수집 및 기기를 제어해야하므로 자료전송 기능code와 제어용 기능code로 그 명령을 수행할 수 있으며, Source_IMP Receive, IL_Max Receive, IL_Self Receive는 데이터를 수신하고 데이터를 변경해야하므로 자료전송 기능code와 구성변경용 기능code로 그 명령을 수행할 수 있도록 하였다.

OCR Agent에 사용되는 데이터는 DNP Object number로 정의하여 필요한 데이터를 설비장치로부터 취득할 수 있다. DNP Index는 사람이 알아 볼 수 있는 포인트 이름을 해당 기기와 약속한 표이다. OCR Agent에 사용되는 데이터를 DNP Index로 정의하였으며 표 4에 제시하였다.

구분	Point 명	Index No.	Point 속성	Object Variation	비고	Class
BI	단합/열림	0	Static, Event	01/01.01/02.02/02		0
AI	부하임피던스	0	Static	30/02.30/04	부하임피던스	0
	전원임피던스	1	Static	30/02.30/04	전원임피던스	0
설정	최소동작전류	0	Static	40/02, 41/02		
	최대부하전류	1	Static			
	MAS Event 정의	2	Static	74/1		
제어	단합	0	Pulse On	12/01	Close	
	열림	1	Pulse On		Trip	
Device	연결정보	0	Static	80/01		

표 2. DNP INDEX

3. 사례 연구

여기에서는 DNP3.0 Test 프로그램인 Triangle Microworks의 Communication Test Harness를 사용하여 OCR Agent와 통신을 하는 것을 제시한다.

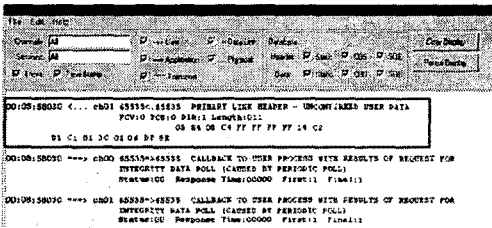


그림 3. DNP3 Master Test Harness

그림 3에서는 DNP3 Master가 Class 0의 모든 데이터를 read하라는 명령을 DNP3 Slave OCR Agent에 보내는 그림이다.

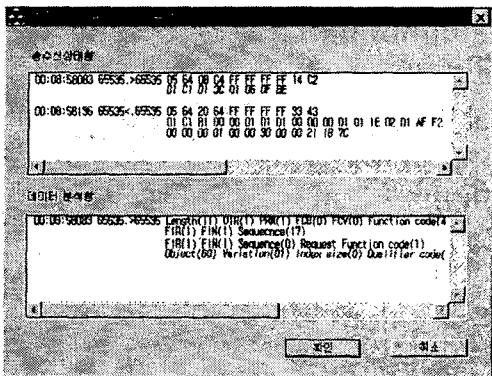


그림 4. DNP3 Slave OCR Agent

그림 4에서 Master로부터 받은 메시지를 DNP3 Slave OCR Agent가 분석하고 응답 메시지를 보내는 것을 송수신창에서 보여주고 있다. 분석창에서는 Master로부터 Slave로의 user data 요청을 나타내고 있으며(DIR:1, PRM:1, FC:4) 메시지의 전체길이는 11(Length OB)이고 이 메시지는 처음이자 마지막을 나타내고 있으며(FIR:1, FIN:1), Class 0의 모든 데이터(Object:60, Variation:1)를 요청하고 있다. 이외에 여러 가지 메시지에 대한 통신도 올바르게 수행함

을 알 수 있었고 DNP3.0의 이용하여 OCR Agent간의 정보교환을 충분히 구현 할 수 있었다.

4. 결 론

전력계통 자동화 단말장치의 표준 통신프로토콜인 DNP 3.0은 우리나라뿐만 아니라 32개 이상의 국가에서 사용되고 있으며 300개 이상의 Utilities/Industrials에서 사용되고 있다. 또한 제어 통신을 위한 프로토콜로써 시스템과 원격 단말장치(RTU)와 현장의 Digital IED 및 주변 설비들과의 표준화된 자료 공유를 통해 전력시설의 운용 능력을 향상시킬 수 있으며 설비간의 개방성도 확보할 수 있다. 여기에 최근 보호시스템에서 많은 연구가 되고 있는 자율적응형 멀티에이전트 시스템에 국내 전력계통 표준 통신 프로토콜 DNP3.0을 적용함으로써 전력계통 자동화 단말장치에 다양하게 이용될 수 있을 것이다

(감 사 의 글)

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

(참 고 문 헌)

- [1] 장중구, "자율적응 보호기능을 갖는 배전계통 최적보호 멀티에이전트 시스템" 명지대학교 대학원 공학박사 학위논문, 2000년도
- [2] Juhwan Jung, "Multi-Agent Technology for Vulnerability Assessment and Control", Proceeding of Power Engineering Society Summer Meeting, 2001, Volume:2, 2001
- [3] A Taxonomy for Autonomous Agents, (<http://www.msci.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html>)
- [4] Intelligent Software Agent (<http://retriever.cs.umbc.edu:80>)
- [5] 최중민 "Concept of Agent and Research direction", 한국정보과학회지 1997, Volume:15
- [6] B.W.Min "An Autonomous Optimal Protection System for Power Distribution Networks Applying Multi-Agent System" Proceeding of ICEE 2002 volume:1, 330~334
- [7] DNP User Group "DNP 3.0" Internal File : P009-OPD, Associated Software Release