

자율적응형 과전류계전기 에이전트의 통신을 위한 ACL모듈 개발

오태욱* 이승재 최면송 김기화 임성일 민병운 이한웅
명지대학교 차세대 전력기술 연구센터

Development of ACL Modul For Agent Communication in Auto-Adaptive OCR Agent

T.W Oh*, S.J Lee, M.S Choi, K.H Kim, S.I Lim, B.W Min, H.W Lee.
Myongji University Next-Generation Power Technology Center

Abstract - In this paper, a communication module is proposed to be applied to communication between over current relay (OCR) agents in multi agent protection system. A multi agent system can achieve a global goal beyond the ability of each individual agent by working together, in which it is the prerequisite for each agent to be able to exchange or share information or processing status with other agent. The proposed communication module is purposed to enable not only each agent to bring about its own goal, but also the whole protective system to provide much improved coordinated protection. It is applied to a self adaptive protection system for a distribution network using multi agent concept to show its effectiveness.

1. 서 론

전력수용의 증대와 더불어 산업용 수용가 수배전 계통이 복잡화, 대용량화되고 부하의 종류도 다양화됨에 따라 전력계통에 대한요구도 안전성, 신뢰성, 경제성, 기능성 등과 같이 복합적이면서도 고도화되고 있다. 따라서 수배전 계통을 최적으로 운용하고자 하는 전력자동화 기술이 현재 세계적으로 널리 연구되고 있다. 계통의 안전성과 신뢰성 그리고 효율성을 동시에 도모하기 위해서는 계통의 운전상태 변화에 따라 보호계전기의 현 정정값을 평가하여 만족스러운 값인가를 판단할 수 있어야 하며, 대상 배전계통 전체는 어느 수준의 만족도로 보호 받고 있는지 판단할 수 있어야 한다.

위와 같은 요건을 만족할 수 있도록 자율 지능 에이전트(Autonomous Intelligent Agent)기법을 이용하여 자율적응형 보호시스템을 개발 모의시험중이다. 계통의 변경, 부하변동, 계전기 pick-up치의 변화와 같은 계통 운전 조건의 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 시스템으로 계통구성 요소들을 에이전트화 하였고 필요한 정보는 통신을 통하여 주고받는다. 메시지 형식의 표준화란 위해 KQML등이 제안되었지만 Agent통신모듈의 표준화는 거의 이루어지지 않았다. 자율적응형 시스템은 멀티에이전트 기반구조와 응용 에이전트를 처음부터 같이 개발하였으므로 KQML을 이용한 필요성이 없으므로 Event 종류에 따른 메시지 전송에 관하여 Dash(에이전트 시스템의 설계와 실험을 위한 개발 툴)에서의 메시지 전송을 이용하였다[2][3]. 이 시스템에서 사용된 통신을 ACL형식의 통신으로 변환하기 위하여 Dash-에이전트 시스템의 설계와 실험을 위한 개발 툴-통신메시지를 연구, 분석하여 에이전트 통신방식으로 변환하여주는 모듈을 제안하여 사용자로 하여금 ACL형식의 통신메시지를 쉽게 사용할 수 있도록 하였다.

2. ACL(Agent Communication Language)

2.1 에이전트 시스템

에이전트는 한마디로 표현하면 사용자를 대신해서 사용자가 원하는 작업을 자동적으로 해결하여 주는 소프트웨어라고 할 수 있다[2]. 소프트웨어 에이전트를 전력계통에 응용하는 방안에 관한 연구는 Saroh N.Talukdar에 의해 처음 소개되었으며, Men-Shen Tsai는 배전자동화 시스템을 위한 전문가시스템의 지식 베이스를 소프트웨어 에이전트 화하고 에이전트간 통신에는 KQML을 이용하는 방안을 개념적으로 제시하였다 [1].

에이전트의 특성은 대표적으로 자율성(autonomy), 지능(intelligence), 이동성(mobility), 사회성(social ability)등을 들 수 있다. 자율성은 에이전트와 다른 일반 소프트웨어를 구별해주는 가장 핵심이 되는 특성이라고 볼 수 있는데, 사용자나 다른 에이전트의 직접적인 지시나 간섭 없이도 스스로 판단하여 행동하는 성질을 의미한다. 지능은 지식 베이스와 추론 능력을 갖추고 사용자의 의도를 파악하여 계획(planning)을 세우고 학습(learning)을 통하여 새로운 지식을 스스로 터득하는 성질로 인공지능에서 많이 연구된 결과를 근거로 한다. 이동성은 사용자가 요구하는 작업을 현재의 호스트에서 수행하지 않고 실제 그 작업을 처리하는 호스트로 이동하여 수행함으로써 수행의 효율을 높이고 네트워크 부하를 줄이는 효과를 가져온다. 사회성은 에이전트간 통신 능력을 의미한다.

2.2 Dash 시스템

본 논문에서 제안하는 통신모듈이 적용될 자율적응형 시스템은 멀티에이전트 기반구조와 응용 에이전트를 처음부터 같이 개발하였으므로 KQML을 이용할 필요성이 없다[2]. 그러므로 Event 종류에 따른 메시지 전송에 관하여 Dash(에이전트 시스템의 설계와 실험을 위한 개발 툴)에서의 메시지 전송을 이용하였다.

Dash는 에이전트 시스템을 개발하기 위한 Tool로서 내부에 정의되어 있는 에이전트 기본구조에 근거하여 지식과 지능을 갖는 에이전트를 설계 구현할 수 있으며 다른 환경이 에이전트와 상호 통신이 가능하다. Dash의 기본구조는 다음과 같다.

- (1) repository : 설계된 에이전트가 등록되어 있는 부분.
- (2) workplace : 에이전트가 협조하여 동작하고, 이용자에게 서비스가 제공되는 부분
- (3) Dash Agent : Dash 프로그래밍에 의하여 설계된 에이전트

본 논문에서 제안하는 통신모듈은 다음과 같은 Dash의 장점과 특징이 있으므로 이를 이용하게 되었다.

- 에이전트화: 기존의 소프트웨어가 어떤 필요한 기능을 가지고 있다면 외부에서 에이전트로 보일 수 있도록 에이전트화 시킬 수 있는 기능
- 에이전트관리: 생성에서 소멸까지의 에이전트 관리, 개별적인 에이전트 정의 관리

-에이전트의 이름: 유일한 에이전트 이름 사용규칙 설정

-에이전트 통신: 에이전트 사이의 메시지 교환을 프로토콜 규정

-에이전트 기술의 표준화: 여러 설계자에 의해서 설계된 에이전트는 통신이나 협조하거나 에이전트 시스템을 구성할 때 어려움이 있다. 이를 위해 에이전트 기술의 표준화 진행

2.2.1 Dash 메시지 형식

다음의 메시지내용은 실제 Dash 프로그램에서 표현되는 형식이다. 어떤 에이전트 I를 초기화시키는 간단한 내용을 나타낸다.

```
(Msg :performative __INIT_I
:from null
:to null
:replyWith "sample0201.w1.wooky:2"
:inReplyTo 0
:command none
:departure null
:arrival null
:expirationTime 0
:content (INIT))
```

3. 통신모듈의 개발

3.1 배전계통 자율적응형 보호시스템

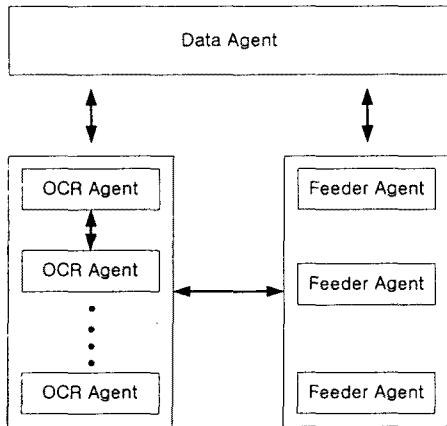


그림1. 자율적응형 시스템 전체구성도

그림1에서와 같이 배전계통의 자율적응형 시스템 전체 구성요소는 크게 계통 보호를 담당하는 OCR Agent와 Feeder의 정보를 갖고있는 Feeder Agent 그리고 계통의 운영현황과 OCR계전기의 동작현황 등을 감시할 수 있는 Data Agent로 구성되어있다. 계통보호라는 전체 Agent시스템의 목적은 하나의 에이전트로 해결할 수 없다. 그러므로 각각의 에이전트는 계통을 보호하기 위하여 갖고 있는 정보를 통신을 통한 상호협조 및 협동에 의해 전체시스템의 목적을 달성할 수 있다.

그림2에서는 Pick Up 전류를 선정할 때 에이전트간 통신의 흐름도를 보이고 있다. OCR에이전트가 적절한 값을 산출하기 위해서는 이웃하는 에이전트와 통신을 통해 상호 협조 및 협동을 하여야 한다. 제안된 통신 모듈은 이웃하는 에이전트와 통신을 통한 협조가 원활하게 이루어지도록 구성되어있다.

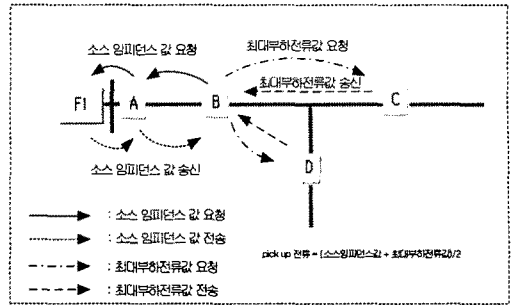


그림.2 Pick Up을 정하는 흐름도

3.2 메시지의 형식

자율적응형 시스템에서 프로그램 동작방식은 통신 Event에 따라 각각의 Evnet의 종류를 인지하여 구동되는 Event procedure 방식이며 Async-socket 방식으로 통신이 이루어진다. 여기에서 사용된 Event 종류에 따른 메시지전송에 관하여 정의하기 위하여 KQML과 DASH에서 사용된 메시지 전송방식에 관해 연구하였다.

결과적으로 본 논문은 자율적응형 시스템에서 Event 종류에 따른 메시지를 표현할 때 Dash메시지 형식에서 필요한 field만을 적용하여 다음과 같은 형태를 제안하였다.

```
( Msg :performative EVENT 신호의 종류
:from 신호를 보낸 에이전트주소
:to 신호를 받는 에이전트 주소
:content (특정EVENT신호에 따라 발생하는 내용))
```

3.3 Keyword

Keyword	Content
OPEN	차단기를 OPEN시킨다
CLOSE	차단기를 CLOSE 시킨다
RESET	계전기의 데이터 값을 초기화시키고, 소스에이전트에게 소스임피던스 값을 요청
SOURCE_IMP RECEIVE	전경로 임피던스 값 수신
IL_MAX RECEIVE	최대 부하 전류 값 수신
IL_SELF CHANGE	자기 부하값 변경
계통변경 OPEN	계통변경 OPEN 신호
계통변경 CLOSE	계통변경 CLOSE 신호

표.2 Keyword

Performative에 사용될 Keyword를 자율적응형 시스템에서 발생하는 Event신호를 사용하여 과전류계전기 Agent의 상호협조를 위해 사용되는 모든 경우를 고려하여 선정하였고 그에 따른 Content는 표.2 와 같다.

3.4 통신모듈

그림.3의 통신모듈 개념도와 같이 자율적응형 시스템에서 EVENT신호에 따른 각각의 OCR, Feeder, Data Agent 끼리의 통신은 임의의 메시지형식에 의해 통신모듈을 통하여 다른 Agent에게 전달되었다. 그러나 제안된 통신모듈은 EVENT신호에 따라 정의된

Keyword를 Class화하였다. Encoder 부분은 AGENT가 Event 신호에 따라 발생된 Data를 Keyword에 맞는 Class에서 Dash메시지 형식에서 필요한 field만을 적용하여 제안된 메시지 형태로 변환한다. Decoder 부분은 반대로 통신모듈을 통해 전달된 메시지를 Keyword에 의해 정의된 Class로 변환하여 필요한 Data를 추출하여 수신 에이전트에게 전달된다. 향후 새로운 통신방식이나 새로운 형식의 통신형식이 정해지더라도 본 모듈의 하위 구조만을 변경시키면 새로운 환경의 적응성을 충분히 이룰 수 있다. 본 모듈의 개발의 적용성 확보를 위해 상위 클래스와 하위 클래스의 구분을 확실하게 하였으며 통신모듈변화에 따라 통신모듈을 이용하는 에이전트에게 영향이 미치지 않도록 구성하였다.

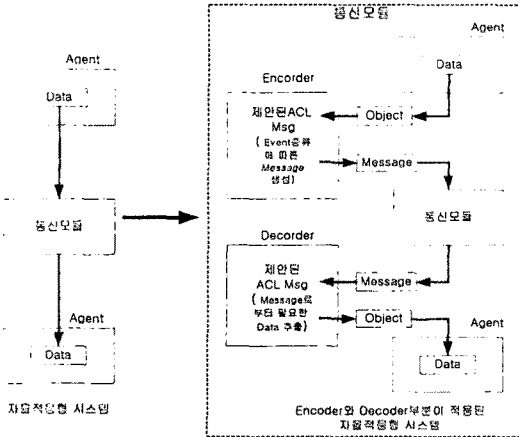


그림.3 통신모듈 개념도

4. 사례연구

G OCR Agent 보호구간인 ① 지역에서 1선 지락 사고가 발생하였을 때 G OCR이 고장전류를 인지하여 계전기를 OPEN 시킨 후 E, F Agent에게 RESET 신호를 보낸다. RESET 신호를 받은 Agent는 PU값을 재정정에 들어간다. 재정정 작업은 소스 Agent에게서 소스임피던스를 받고 자신의 최대부하전류값을 계산하여 PU값을 설정하게 된다. 그림 4는 사고 발생 시 신호 흐름도를 나타내고 있다. 에이전트간의 상호 통신으로 계통의 변화시 에이전트가 적응하는 상황을 보여주고 있다. 제안된 통신 모듈은 이런 과정을 처리할 수 있도록 구성되었음을 증명할 수 있었다. 다음 표 3은 본 통신모듈을 통해 조정된 OCR 에이전트의 값을 보여 주고 있다.

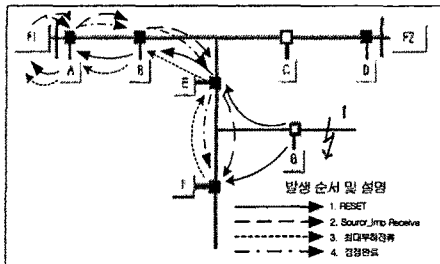


그림.4 사고모의 계통도

	A OCR	B OCR	C OCR	D OCR	E OCR	F OCR	G OCR
P.U.	70.45	61.66		56.45	53.46	40.71	40.71
최대 부하전류	50.0	40.0	O P E N 상 태	10.0	30.0	10.0	10.0
최소 고장전류	90.90	83.33		90.90	76.92	71.42	71.42
자기 부하전류	10.0	10.0		10.0	10.0	10.0	10.0
공급 피더	F1	F1		F2	F1	F1	F1

	A OCR	B OCR	C OCR	D OCR	E OCR	F OCR	G OCR
P.U.	65.45	56.66		56.45	48.46	40.71	
최대 부하전류	40.0	30.0	O P E N 상 태	10.0	20.0	10.0	O P
최소 고장전류	90.90	83.33		90.90	76.92	71.42	E N
자기 부하전류	10.0	10.0		10.0	10.0	10.0	상 태
공급 피더	F1	F1		F2	F1	F1	

표.3 고장전과 고장후의 계통값의 변화

5. 결론

본 논문은 에이전트 기법을 도입해 설계된 자율적응형 시스템에서 메시지통신에 관련된 모듈을 제안하였다. 메시지 형식의 표준화를 위해 KQML등이 제안되었지만 Agent통신모듈의 표준화는 거의 이루어지지 않았다. 본 통신모듈은 배전계통 보호에 사용되는 에이전트간의 통신모듈을 표준화하고 사용성의 편의를 높이기 위하여 개발하였다. 그리고 본 통신 모듈은 향후 새로운 통신타입이나 형식에 구애받지 않도록 OOP기법을 이용하여 수정이 용이하도록 개발하였으며 Device의 이식성을 높일 수 있도록 구성하였다. 제안된 통신모듈의 개발에 있어 표준모델을 선정하기 위하여 Dash라는 시스템에 관해 많은 연구를 하여 에이전트간의 통신에 이용된 메시지 형식을 제시하였으며 이 형식은 자율적응형 시스템의 각 EVENT를 Performative field의 Keyword로 정의 하여 자율적응형 과전류 계전기(OCR) 에이전트간의 상호통신 및 상호협조를 위한 효과적이고 편리한 ACL(Agent Communication Language)모듈을 개발하였다. 앞으로 자율적응형 시스템에 다른 타입의 계전기(거리계전기, Fuse, Recloser등)를 Agent화하려는 개발계획이 있으므로 이번 연구를 바탕으로 메시지 전달과 에이전트의 제어를 수행하는 조정에이전트(facilitator)로 발달시키는 것이다.

[감사의 글]

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

[참고 문헌]

- [1] 장중구, 자율적응 보호기능을 갖는 배전계통 최적보호 멀티Agent 시스템, 박사학위논문, 2001
- [2] 최중민, "에이전트의 개요와 연구방향", 정보과학회지 제 15권, 제3호, 1997
- [3] Finin T.,Fritzson R., Mckay D., and McEntire R., "KQML as an agent communication language," Proc. of CIKM '94, pp 126-130, 1994.