

# 멀티 에이전트 시스템 (Multi-Agent System)을 이용한 배전계통의 적응 과전류보호

論 文  
50A-8-3

## Multi-Agent System having Adaptive Over Current Protection Function for Power Distribution Systems

張 重 九\* · 李 承 宰\*\* · 林 東 進\*\*\*

(Choong-Koo Chang · Seung-Jae Lee · Dong-Jin Lim)

**Abstract** - This paper presents a new protection concept to achieve the adaptive optimal function by introducing the multi-agent system technology. Making each relay an agent which consists of relay agent module and coordinator module, each agent works autonomously to improve protection capability by cooperating with other agents. It is applied to the overcurrent protection system of the industrial power system in order to show the feasibility of the proposed methodology.

**Key Words** : Power Distribution Systems, Overcurrent Relay, Adaptive Protection, Intelligent Agent System, Multi-Agent System

### 1. 서 론

배전계통에는 과전류계전기를 비롯한 각종 보호기기가 설치되어 있으며 이들의 정정치는 일반적으로 특정 전원조건 및 부하상태를 고려하여 적절한 보호기능을 갖도록 결정된다. 그러나 운전방식이나 부하 상태 등 계통 상태의 변화는 필연적이며, 이에 따라 보호능력도 변하게 되며 때로는 적절한 보호기능을 상실할 수도 있다. 따라서 현 보호시스템의 보호능력이 어느 정도인지를 실시간으로 파악하여 필요하다면 정정치 조정 등 적절한 조치를 취해야 할 필요가 있다.

이와 같은 상황에 대처하기 위해 임의의 계통 및 정정치가 주어졌을 시 보호시스템의 보호능력을 평가하는 방법에 관한 연구가 이미 진행된바 있다[1,2]. 이와 더불어, 최근 에이전트 기술[3,4]이 전력문제에의 응용이 시도되고 있으며 [5,6], 또한 이는 적응보호 개념의 구현에 매우 적합한 환경을 제공해 주고 있다.

따라서, 본 논문은 선행 연구결과[1,2]를 바탕으로 그림 1과 같은 모델계통을 대상으로, 멀티 에이전트 시스템 (Multi-Agent System : MAS)을 이용한 보호도 평가 및 계전기 자율적용 정정시스템 구현 방안을 제시하고 시뮬레이션을 통해서 검증하였다.

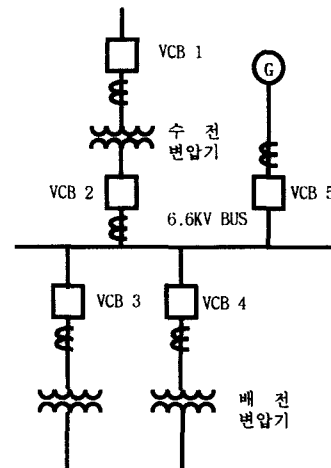


그림 1 산업용 배전계통 예

Fig. 1 Typical Industrial power distribution system

### 2. 보호도 평가 방법

#### 2.1 평가 모델 [1]

보호도의 평가는 그림 2에 보이는 바와 같이 4단계의 계층적 구조를 갖는다. 가장 밑의 계층인 증거 (Evidence) 레벨에서는 과전류 계전기의 한시요소와 순시요소의 보호능력을 기기별 능력 (보호감도, 냉간부하회복, 특히 정정률 만족도)과 협조능력(동작시간차, 특히 정정률 만족도) 면에서 평가한다.

\* 準 會 員 : 明知大 工大 大學院 電氣工學科 博士課程

\*\* 正 會 員 : 明知大 工大 電氣情報制御工學部 教授 · 工博

\*\*\* 正 會 員 : 漢陽大 工大 電子컴퓨터工學部 教授 · 工博

接受日字 : 2001年 3月 2日

最終完了 : 2001年 8月 7日

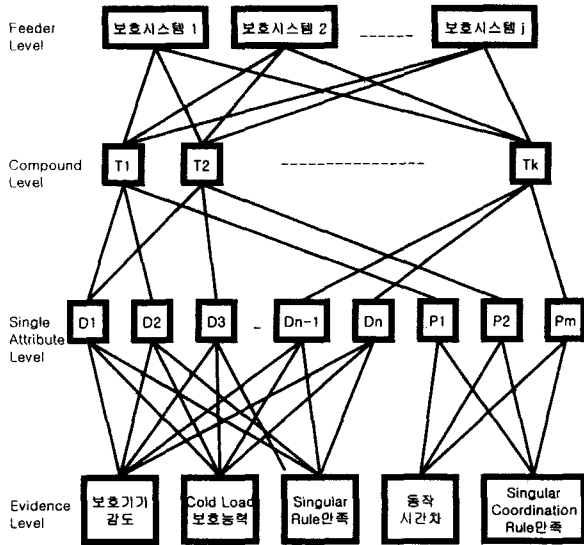


그림 2 보호도 평가모델  
Fig. 2 Protectability evaluation model

두 번째 단위요소(Single Attribute) 레벨에서는 각각의 증거레벨에서의 평가결과를 이용하여 각 계전기 및 보호협조쌍에 대한 종합 보호능력을 평가한다. 보호협조쌍이란 동작협조를 이루어야 하는 주보호-후비보호 계전기쌍을 나타낸다. 세 번째 복합요소(Compound Attribute) 레벨에서는 보호협조쌍과 이를 구성하는 두 개의 보호기기 - 이를 합하여 트리플(Triple)이라 칭함 - 에 대한 종합보호 능력을 아래 레벨의 평가결과를 이용하여 계산한다. 마지막 네 번째는 피더(Feeder)레벨로서 간선을 구성하는 모든 트리플의 보호능력 결합을 통하여 간선의 종합적인 보호능력을 평가한다.

각 단계에서의 평가는 해당 능력이 4개의 상태 - 최적(Optimal), 정상(Normal), 경보(Alert), 보호이탈(Violation) - 에 대한 지지도가 된다. 각 단계별 보호능력 종합은 수정 Dempster-Shafer (MDS) 결합률을 사용하여 구한다.

2.2 수정 Dempster-Shafer 결합률 [2]

두 개의 증거에 의한 지지도  $m_1$ 과  $m_2$ 를 결합한  $m_{12}$ 는 Dempster-Shafer(DS) 결합이론에 따라 다음과 같이 구한다.

$$m_{12}(C) = \sum_{A \cap B = C} m_1(A) m_2(B) / (1 - K),$$

$$m_{12}(\emptyset) = 0 \tag{1}$$

여기서  $K = \sum_{A \cap B = \emptyset} m_1(A) m_2(B)$ ,  $A, B \subseteq H$

H: 전체 가설집합, A, B: 부분집합가설

증거레벨에서 각 증거의 지지도는 멤버십 함수로부터 구하나 이때 항상 인접한 두 가지 상태에 대한 지지도만 존재하게된다. 이러한 경우를 결합 시 교집합이 하나만 나타나거나 아예 없는 경우가 발생할 수 있고, 이 경우 결합의 결

과가 의미를 갖지 못하게 된다. 이와 같은 경우를 다루기 위하여 다음과 같은 수정 DS 결합률을 적용한다.

$$m_{12}(Ai) = [ m_1(Ai) + m_2(Ai) ] / 2 \tag{2}$$

본 논문에서  $Ai$  : 4가지 보호상태

3. 멀티 에이전트 시스템 (Multi-Agent System)

3.1 지능형 에이전트(Intelligent Agent : IA)

지능형 에이전트는 사용자에게 의해 부여된 과제를 자율적으로 수행하는 컴퓨팅 개체를 뜻한다. 지능형 에이전트는 인공지능 프로그램과 프로그램을 구동시키는 컴퓨팅 디바이스로 구성되며 다음과 같은 속성을 가지고 있다. 첫째, 사용자로부터 권한을 위임받은 범위 내에서 자율적으로 임무를 수행한다. 둘째, 자율적인 임무 수행을 위하여 주변을 감시하는 기능을 가지며, 주어진 임무를 수행하는 과정에서 주변 환경에 영향을 끼친다. 셋째, 모니터링 한 결과를 해석하여 임무 수행에 반영하는 지능을 갖는다. 넷째, 사용자와의 상호작용을 위한 통신 기능을 갖는다[3,4].

3.2 멀티 에이전트 시스템

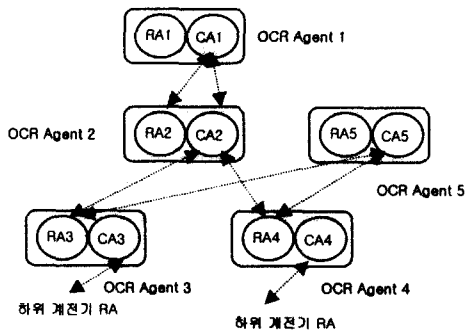
지역적으로 분산되어있는 산업설비를 제어하거나, 시스템이 매우 복잡하여 국지적인 접근으로 문제를 풀어야 하는 경우 또는 시스템의 운전환경이 수시로 변하는 경우에, 분산되어 있는 지능 에이전트를 이용해 국지적인 문제를 처리하고 지능 에이전트들간의 협동을 통하여 복합적인 문제를 풀어나가는데 있어 MAS가 효과적으로 이용된다[4]. MAS는 다수의 지능 에이전트들이 분산환경에서 네트워크를 이용하여 공동작업을 수행하는 시스템을 일컫는다.

4. 과전류 계전기 적응보호 MAS

4.1 모델계통을 위한 MAS구성

본 연구에서 제안된 과전류계전기(OCR) 적응보호 MAS는 다수의 OCR에이전트들로 이루어지며, 각 OCR에이전트는 계전기에이전트 모듈과 협력에이전트 모듈로 구성되어 있다.

계전기에이전트 모듈은 계전기의 정정값과 계통 운전데이터를 이용하여 해당 계전기의 보호도를 평가하는 임무를 수행하며, 그 결과를 상위 OCR 에이전트의 협력에이전트 모듈로 보낸다. 협력에이전트 모듈은 하위계전기에 관한 정보를 수집하여 보호협조도 및 보호도를 평가하는 일을 한다.



RA : Relay Agent Module  
CA : Coordinator Agent Module

그림 3 모델계통에 대한 MAS 구성도

Fig. 3 MAS configuration for Fig.1

#### 4.2 OCR 에이전트의 구성 및 각부 기능

OCR 에이전트를 구성하는 각 모듈은 그림 4에 보이는 바와 같이 각기 2개의 엔진을 갖는다.

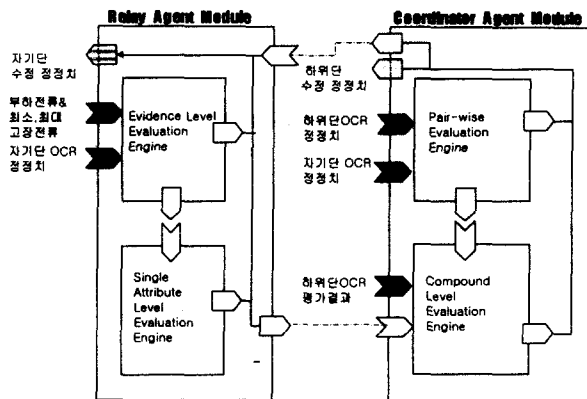


그림 4 OCR 에이전트의 구성도

Fig. 4 OCR Agent configuration

##### 4.2.1 증거레벨 평가 엔진

OCR 순시요소(50) 및 한시요소(51)의 보호기기 감도를 멤버십 함수 연산기능을 이용해서 평가한다.

- (가) 기준 데이터(설계입력)
  - 보호기기 감도 멤버십 함수
  - 고장전류
- (나) 평가 입력 데이터
  - 부하전류
  - 현재 정정값
- (다) 평가 결과
  - 각 순시 및 한시요소의 보호도
  - 보호기기 수정 정정치

##### 4.2.2 단위 요소(기기별) 평가 엔진

증거 레벨 평가 엔진을 통하여 얻은 순시요소(50)와 한시요소(51)의 지지도를 DS와 MDS 결합률을 적용하여 결합한다.

- (가) 입력 데이터
  - 증거 레벨 지지도
- (나) 평가결과
  - 단위 요소 레벨 지지도
  - 보호기기 수정 정정치

##### 4.2.3 기기쌍별 (Pair-wise) 평가 엔진

본 계전기와 하위 계전기로부터 정정값 을 수집하여 동작시간차를 평가함으로써 보호협조 수준을 평가한다.

##### 4.2.4 복합 레벨 평가 엔진

상-하위 계전기 각각의 개별지지도 와 상-하위 계전기간의 기기쌍별 지지도를 결합하여 트리플 세트 지지도를 평가하는 기능을 한다. 복합 레벨 평가는 항상 상위 OCR 에이전트에서 실시한다.

#### 4.3 OCR 에이전트에 의한 보호도 최적화

##### 4.3.1 계전기 정정값 수정

보호도 평가과정에서 계전기 보호감도 요소의 지지도에 보호문제가 발생하면 OCR 에이전트는 정정값 수정 요청을 해당 계전기로 보내고, 반복적인 정정 및 평가 과정을 통하여 계전기들의 증거레벨 지지도가 최적화된다.

##### 4.3.2 보호협조 평가 및 조정

상-하위 계전기간의 보호협조 즉 기기쌍별 지지도에 보호이탈이 있는 경우상위 OCR 에이전트의 협력 에이전트 모듈에서 하위 계전기의 재정정 요청을 보낸다. 그리고 재정정이 이루어지면 다시 기기쌍별 지지도를 평가하는 방식으로 보호이탈이 해소 될 때까지 반복한다.

##### 4.3.3 운전모드 변경에 따른 평가모드 변경

배전계통의 운전모드가 변경됨에 따라 계통의 단락전류와 전 부하전류값이 변동되는 경우 OCR 에이전트는 배전계통 감시제어시스템 (SCADA) 혹은 MAS 마스터 스테이션으로부터 운전모드 변경 사실을 통보 받아서 보호도를 재평가한다.

4.4 과전류 계전기 MAS 구현방안

4.4.1 시스템 구현방안

시스템 구현에는 두 가지 방안이 있을 수 있다. 먼저 그림 5(a)와 같이 OCR 에이전트를 배전계통 SCADA 에 통합시켜 구현하는 방안과 그림 5(b)와 같이 기존의 SCADA 시스템과는 별도로 구현하는 방안이 있다.

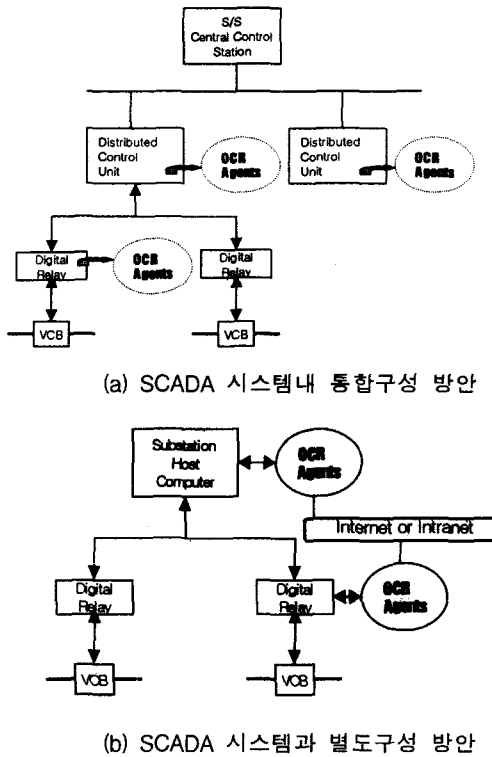


그림 5. 적응보호 MAS와 SCADA  
Fig. 5 Protection MAS and SCADA

그림 5(a)의 경우에는 경제적 기술적 고려에 따라 여러 개의 OCR 에이전트들을 분산제어 유니트(DCU)에 함께 두거나 개별 계전기 안에 두는 방법이 있다. 그리고 계전기 혹은 SCADA시스템 내에서 OCR 에이전트를 구현하는 것이 어려울 경우에는 그림 5(b)와 같이 기존 SCADA 시스템과는 별도로 OCR 에이전트 시스템을 구현할 수도 있다.

4.4.2 OCR 에이전트간 통신

에이전트간의 통신에 주로 이용되는 프로토콜에는 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)이 있다. KQML은 다른 컴퓨터내 프로그램과 정보를 식별하고 교환하는데 필요한 프로토콜로 이루어진 언어로서[5] 에이전트간의 지식을 공유하고 메시지를 교환하기 위한 프로토콜이다.

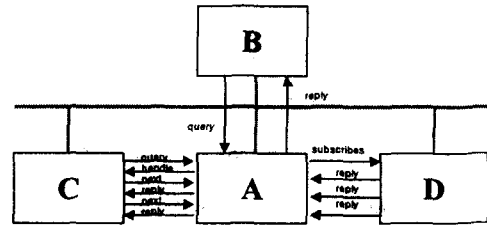


그림 6 KQML 통신방식  
Fig. 6 KQML communication protocols

KQML은 41가지의 연산자를 가지고있으며 이들 연산자는 일곱 개의 서브 그룹으로 분류될 수 있다. 다음은 상위 OCR 에이전트가 하위 OCR 에이전트에게 단위 요소 레벨 지지도 데이터를 요청하는 KQML 메시지의 예이다.

```
(ask-one
: sender OCR Agent-002
: content ( protectability ?)
: receiver OCR Agent-003
: reply-with OCR Agent-003- protectability
: language CLIPS
: ontology OCR Agent-003)
```

상기 내용 중 Language는 요청 받은 내용을 처리하기 하기 위하여 데이터 제공 에이전트가 사용하는 언어를 뜻한다. 예문에서는 CLIPS(C Language Integrated Production System)을 사용한다.

5. 모의 계통 보호도 평가기준

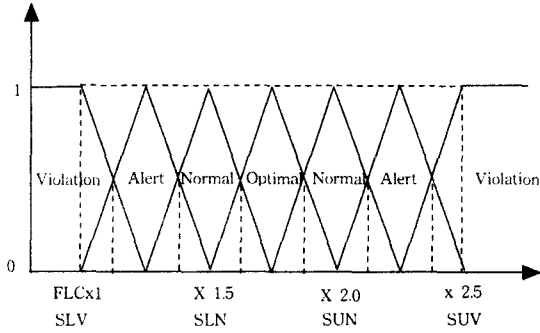
그림 1과 같은 모델계통을 대상으로 모드 변환 전후의 보호능력 평가 및 MAS 동작모의를 하였다. 중저레벨 보호능력 평가기준으로서 기기별 기준에는 감도, 기기쌍별 기준에는 동작시간차가 이용되며 이들에 대한 멤버십 함수는 이들의 정정률로부터 결정된다. 계전기의 한시요소 및 순시요소에 대한 정정률 및 해당 멤버십함수는 다음과 같다.

5.1 기기별 평가기준: 감도

5.1.1 한시요소(5I)

정정률: 전부하 전류(FLC)의 150-200%에서 픽업하도록 정정을 한다.

$$1.5xFLC < TAP < 2.0xFLC$$

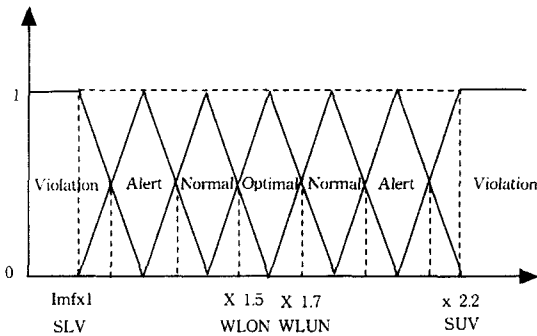


SLV(SUV) : Strong Lower(Upper) Boundary for Violation  
 SLN(SUN) : Strong Lower(Upper) Boundary for Normal  
 그림 7 OCR 한시요소 멤버십 함수

Fig. 7 Membership function of time over-current element

5.1.2 순시요소(50)

정정률: 변압기 1차측 과전류 계전기 순시요소는 2차측 단락 사고시 1차측 통과전류의 150-170%에 정정한다 (IEEE 141) [8].



WLON(WUON) : Weak Lower(Upper) Boundary for Optimal-Normal

그림 8 OCR 순시요소 Membership 함수

Fig. 8 Membership function of instantaneous trip element

5.1.3 기기쌍별 평가기준

상-하위 계전기간의 동작시간차 평가이며 한시동작(51)만을 평가한다.

정정률: 상-하위 계전기간의 동작시간차가 0.355초 이상이어야 한다[8].

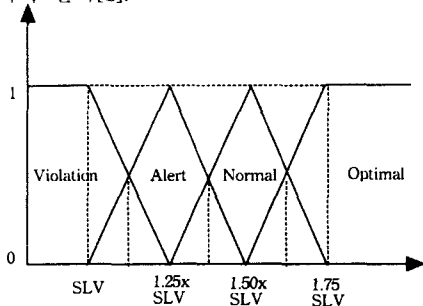


그림 9 동작시간차 멤버십 함수

Fig. 9 Membership function for coordination time interval

6. 보호도 평가 모의 결과

6.1 모의계통 운전 데이터

본 연구에서는 그림 1의 모델계통을 대상으로 계통의 운전모드 변화에 따른 에이전트 시스템에 의한 보호도 향상을 모의하였다. 운전모드는 변압기를 자연냉각방식으로 운전하는 정상모드와 계통의 부하증가로 인하여 주변압기와 배전 변압기를 강제 냉각방식으로 운전하는 강제모드 등 두 가지만을 고려하였다. 개발된 MAS 모의시스템의 실행화면의 한 예는 그림 10과 같으며 화면의 오른쪽에 평가결과를 보여준다.

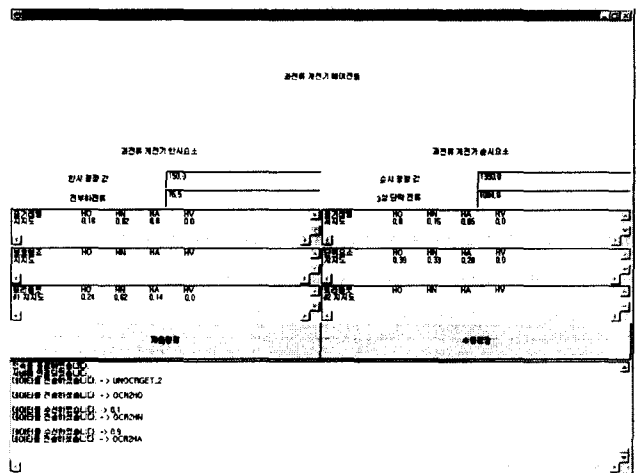


그림 10 과전류 계전기 적응보호 MAS 모의화면

Fig. 10 A Screen of adaptive overcurrent protection MAS

정상운전모드를 기준으로 정정된 계전기의 정정치는 표1에 보인다. 운전모드 변경시보호도 변화 및 MAS동작을 살펴보면 다음과 같다.

6.2 정상운전모드 단계별 지지도 결합

정상운전 모드 시 과전류 계전시스템의 단계별 지지도와 결합결과는 다음과 같다.

6.2.1 증거 레벨

표1의 데이터와 정정기준에 의거 각 계전기의 증거레벨요소의 지지도를 구한 값을 정리하면 표2와 같다.

표 1 부하전류 및 계전기 정정데이터

Table 1 Load current and relay setting data

구분	항목	정상운전모드 (자연냉각)	운전모드 변경 (강제냉각)
전부하 전류 [A]	수전변압기 1차측	76.5	100.9
	수전변압기 2차측	262.4	350
	수전변압기 2차측단락시 1차 전류	1,094	1,441
	6.6KV 간선1&2	109	145.7
	6.6KV 간선1&2 TR2차 단락 시 1차측 전류	1,820	2,433
수전변압기 1차측 OCR	Type	DOG-M51D	DOG-M51D
	Tap	5[A]	5[A]
	TD	2	2
	Pickup	150[A]	150[A]
수전변압기 2차측 OCR	Instant	1,350[A]	1,350[A]
	Type	DCO-BC1D3	DCO-BC1D3
	Tap	4[A]	4[A]
	TD	3	3
6.6KV 간선 1 & 2 OCR	Pickup	400[A]	400[A]
	Type	DCO-C1D3	DCO-C1D3
	Tap	7[A]	7[A]
	TD	2	2
	Pickup	200[A]	200[A]
	Instant	2,000[A]	2,000[A]

표 2 과전류계전기 증거레벨 지지도

Table 2 Evaluation results for Evidence Attribute Level

계전기	구분	AL	NO	OP	VI
수전단 1차측 (OCR1)	50	0.90			0.08
	51		0.82	0.16	
수전단 2차측 (OCR2)	50	비적용			
	51		0.90	0.08	
6.6KV 간선 1 (OCR3)	50	0.50			0.50
	51		0.30	0.70	
6.6KV 간선 2 (OCR4)	50	0.50			0.50
	51		0.30	0.70	

AL: Alert, NO: Normal, OP: Optimal, VI: Violation

6.2.2 단위요소 레벨 기기별 지지도

표2의 증거레벨 지지도에 MDS 결합률을 적용하여 표3과 같은 단위요소 지지도를 얻는다.

6.2.3 단위요소 레벨 기기쌍별 지지도

OCR2와 OCR3 그리고 OCR2 와 OCR4간의 한시요소(51) 동작 시간차는 모두 적절한 시간차가 확보되어 있어 표4 에서 보는 바와 같이 지지도는 [1.00/HO, 0.00/HV] 가 된다.

6.2.4 복합 레벨

복합 레벨에서는 기기쌍별과 그에 해당하는 계전기들을 묶어 트리플 세트를 만들고, MDS 결합률을 이용하여 지지도들을 결합한다. 모델 계통에는 OCR2와 OCR3 (T1), OCR2와 OCR4 (T2), OCR1과 OCR2 (T3)로 구성되는 3개의 트리플 세트가 있으며 이들에 대한 지지도 계산결과는 표4 및 표5와 같다.

표 3 단위 요소 지지도

Table 3 Evaluation results for Single Attribute Level

	HO	HN	HA	HV
OCR1	0.08	0.41	0.45	0.04
OCR2	0.08	0.90		
OCR3&4	0.35	0.15	0.25	0.25

HO : Optimal 지지도    HN : Normal 지지도  
HA : Alert 지지도    HV : Violation 지지도

표 4 T1, T2 단위요소 및 복합레벨 지지도

Table 4 Evaluation results for Single Attribute and Compound Attribute Level(T1, T2)

	HO	HN	HA	HV
OCR2	0.08	0.90		
OCR3	0.35	0.15	0.25	0.25
OCR2-OCR3	1.00			
MDS 결합	0.48	0.35	0.08	0.08

표 5 T3 단위요소 및 복합 레벨 지지도

Table 5 Evaluation results for Single Attribute and Compound Attribute Level(T3)

	HO	HN	HA	HV
OCR1	0.08	0.41	0.45	0.04
OCR2	0.08	0.90		
OCR1-OCR2	보호협조 희생			
MDS 결합	0.08	0.66	0.23	0.02

6.2.5 피더 레벨

복합 레벨에서 얻은 트리플 T1, T2, T3에 대한 단위요소 지지도를 MDS를 적용하여 피더 레벨에 대한 최종 지지도를 계산하면 [0.15/HO, 0.64/HN, 0.01/HA, 0.00/HV] 가 되며 최적, 정상, 경보, 보호이탈등 4가지 보호상태에 각각 1, 0.5, -0.5, -1의 가중치 [1] 를 주어 최종 보호도 지수를 구하면 0.465가 되어 정상에 조금 미흡한 보호능력을 보유하고 있음을 알 수 있다.

### 6.3 강제냉각 모드 단계별 지지도 결합

동일한 정정값을 유지할 경우 운전모드가 강제냉각모드로 전환되면 전부하전류 및 고장전류에 변동이 생기므로 과전류 계전기의 증거 레벨 지지도가 표6과 같이 바뀌게 된다.

표 6 강제냉각 모드 시 증거레벨 지지도

Table 6 Evaluation results for Evidence Attribute Level at forced cooling mode

계전기	구분	AL	NO	OP	VI
수전단	50				1.00
1차측(OCR1)	51	0.02	0.96		
수전단	50	비적용			
2차측(OCR2)	51	0.56			0.46
6.6KV FDR1 (OCR3)	50				1.00
	51	0.52	0.48		
6.6KV FDR2 (OCR4)	50				1.00
	51	0.52	0.48		

정상모드 경우와 마찬가지로 방법으로 각 단계별 지지도를 DS 결합률에 따라 구하고 최종적으로 피더 레벨 지지도를 구한 결과는 [0.19/HO, 0.13/HN, 0.20/HA, 0.36/HV] 로 주어지고, 이로부터 최적, 정상, 경보 및 보호이탈 각 상태에 대한 가중치를 고려한 최종 보호도 지수는 -0.21 이 되어 보호능력이 매우 악화되었음을 보여준다.

### 6.4 에이전트에 의한 보호도 최적화

이상의 보호도 평가 모의 과정에서 보호도 지수가 정상운전 모드에서 0.465이던 것이 강제냉각 모드 전환 후 -0.21로 악화된 것은 표6에 나타난 바와 같이 각 계전기의 보호이탈 지지도가 높아졌기 때문이다. 따라서 적절한 조치가 이루어지지 않으면 계전기의 오동작이나 부동작이 일어나게 된다. 모드변경시 MAS에 의한 보호도 향상과정은 다음과 같다.

운전모드 변경 등과 같이 배전계통 운전조건이 변동이 발생하는 경우 각 OCR 에이전트는 현 운전상태에 맞게 멤버십 함수를 변경하여 보호능력 평가를 수행하게 된다. 만약 증거레벨에서 보호이탈 상태가 인지되면 해당 OCR에이전트는 보호능력을 향상시키기 위한 새로운 정정치를 결정하여 OCR 정정치 조정을 행한다. 또한 보호협조를 이루어야 하는 계전기쌍의 에이전트들은 상대 에이전트와의 정보교환 및 협조를 통하여 최적 정정값을 확정하게 된다. 모드 변환 후 MAS에 의하여 결정된 정정값은 표7과 같으며 굵은 글씨부분이 수정된 값을 나타낸다. 계전기의 정정값 수정 후의 계전기의 증거레벨 지지도는 표8과 같으며, 모든 계전기의 보호이탈 상태가 해소되었음을 알 수 있다.

MAS에 의한 계전기 정정값 최적화 후 단위요소레벨과 복합레벨 지지도 결합과정을 거쳐 산출한 피더 레벨 지지도는 [0.61/HO, 0.31/HN, 0.008/HA, 0.0/HV] 이며 이로부터 계산된 최종 보호도 지수는 0.72이 된다. 보호도지수 0.72는 MAS에 의한 계전기 자율정정 이전의 보호도지수 -0.21 에

비하여 매우 향상된 값일 뿐만 아니라 모드변경전의 0.465보다도 높은 값이다. 이와 같이 MAS 는 계통의 운전조건 변경을 항상 추종하여 자율적으로 정정치를 재조정하여 최적의 보호수준을 유지하게 된다.

표 7 강제냉각 모드시 계전기 수정 정정값

Table 7 Modified relay setting at forced cooling mode

구분	항목	정정값
수전변압기 1차측 OCR	Type	DOG-M51D
	Tap	5[A]
	TD	2
	Pickup	150[A]
	Instant	2,250[A]
수전변압기 2차측 OCR	Type	DCO-BCTD3
	Tap	6[A]
	TD	3
	Pickup	600[A]
	Instant	비적용
6.6 KV Feeder 1&2 OCR	Type	DCO-CID3
	Tap	7[A]
	TD	2
	Pickup	200[A]
	Instant	3,200[A]

표 8 정정값 수정 후 증거레벨 지지도

Table 8 Evaluation results for modified settings

계전기	구분	AL	NO	OP	VI
수전단	50		0.20	0.78	
1차측(OCR1)	51	0.02	0.96		
수전단	50	비적용			
2차측(OCR2)	51		0.18	0.82	
	50	0.40	0.58		
6.6KV FDR1 (OCR3)	51	0.52	0.48		
	50	0.40	0.58		
6.6KV FDR2 (OCR4)	51	0.52	0.48		

## 7. 결 론

본 논문에서는 계통의 운전조건 변동에 따른 보호시스템의 보호도 변화를 평가하고, 평가된 보호도를 바탕으로 에이전트 스스로 정정치를 조정함으로써 보호능력을 항상 최적 상태로 유지하는 적응보호 멀티에이전트시스템을 제안하고, 컴퓨터 모의를 통하여 그 타당성을 입증하였다.

본 연구에서는 산업용 배전계통을 예로 하였으나 제시한 방안은 일반 배전계통을 비롯한 여느 전력계통에도 적용이 가능하며, 앞으로 이의 구체적 실현에 있어서 핵심적인 상호간 통신기능을 가진 계전기 개발 등의 확대 연구가 요망된다.

참 고 문 헌

- [1] 이승재, 강상희, 김상태, 장중구, "다양한 기준과 Dempster 결합률에 의한 1차배전 보호계통 평가방안", 대한전기학회 논문지 48A권 11호, 1999, pp. 1401-1409.
- [2] Seung-Jae Lee, Sang-Hee Kang, Choong-Koo Chang, Sang-Tae Kim, "Distribution System Protectability: The Evaluation Of Protecting Device Capability Based On Multi-Criteria With Uncertainty", 2000 IEEE PES WM Singapore.
- [3] Alper Caglayan and Colin Harrison, Agent Sourcebook, Wiley Computer publishing, 1997.
- [4] Jacques Ferber, Multi-Agent Systems, An Introduction to Distributed Artificial Intelligence, Addison- Wesley 1999.
- [5] Men-Shen Tsai, "Conceptual Design of Distributed Rule Base Expert System for Distribution Automation", Intelligent System Application to Power Systems(ISAP99) April 4-8,1999, Rio de Janeiro, Brazil, pp402~406.
- [6] Sarosh N. Talukdar, Eduardo Camponogara, "Agent Cooperation : Distributed Control Applications", Intelligent System Application to Power Systems(ISAP99) April 4-8,1999, Rio de Janeiro, Brazil, pp297~302.
- [7] Tim Finin, Richard Fritzson, Don McKay and Robin McEntire, "KQML as an Agent Communication Language", The Proceedings of the Third International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM '94), ACM Press, November 1994.
- [8] "IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power systems", The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, New York, 1986, pp. 527-557

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 명지대학교 차세대전력기술연구센터의 지원에 의한 것입니다.

저 자 소 개



장 중 구 (張 重 九)

1959년 3월 10일 생. 1985년 인하대 전기공학과 졸업. 1990년 동 산업기술대학원 정보공학과 졸업. 1997~명지대 대학원 전기공학과 박사과정. 1985~1993 한국전력기술(주)전기기술부 책임. 1993~1998년

삼성전자 산전사업부 과장. 2001년~현재 상진기술엔지니어링(주) 이사

Tel : 02-401-7234, Fax : 02-401-7257

E-mail : chang@sjenc.com



이 승 재 (李 承 宰)

1955년 11월 30일 생. 1979년 서울공대 전기공학과 졸업. 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사) 1988년 University of Washington 전기공학과 졸업(공학). 1994년 Univ. of Washington 교환교수. 현재

명지대 공대 전기정보제어공학부 교수

Tel : 031-330-6362, Fax : 031-321-0271

Email : sjlee@wh.myongji.ac.kr



임 동 진 (林 東 進)

1956년 7월 15일 생. 1979년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 미국 The University of Iowa 전기공학과 졸업(공학). 현재 한양대 전자컴퓨터공학부 부교수

Tel : 031-400-5212, Fax : 031-400-5160

E-mail : limdj@chollian.net