루프 배전계통에서 Agent를 이용한 보호협조 및 자동정정 방법에 관한 연구

A Study on the Protective Coordination and Automatic Setting Method using Agents in Distribution System with Loop

진영택* · 이승재** · 최면송[†] · 임성일*** · 김태완[§]
(Young-Taek Jin · Seung-Jae Lee · Myeon-Song Choi · Seong-Il Lim · Tae Wan Kim)

Abstract - In this paper, we propose protective coordination and automatic setting method using agents for distribution system with loop. The proposed protection scheme adopts an agent technology assuming communication among protection agents and auto-switch agents. Having exchanged fault-related information with each other, protection agents and auto-switch agents perform the primary and backup protection and fault section isolation, respectively. this proposed scheme using agents for distribution system with loop is implemented by matlab. Because of the various configuration of distribution system, It's difficult to find cooperative agents for each agent. This paper develops a program to automatically set the cooperative route for the agents.

Key Words : Smart grid, Agent, Protection coordination

1. 서 론

그리드의 개념은 배전계통이 송전망과 같이 네트워크 구조로 변경되는 것을 의미하며, 간단히 말하면 단방향 전력공급 시스템을 양방향 공급시스템으로 변경하는 것을 의미한다. 가장 간단한 그리드 시스템은 루프(Loop) 형식으로써, 현재 배전 말단에 연계되어 있는 상시개로(Normally open) 스위치를 닫아 양방향에서 전력을 공급할 수 있도록 연결한 시스템이다. 다시 말하면, 현재 배전계통의 구성자체는 그리드 형식으로 구성되어 있으나 상시개로 스위치를 상시폐로로 운전하여 그리드를 구성할 수가 있는 구조이다.

배전 계통을 loop계통으로 운전하게 되면 한 수용가에 2개의 피더가 연결된 구조가 되어 전력 신뢰도 측면에서 매우 큰 이점을 가질 수 있으나 배전계통에 고장이 발생할 경우 계통 구조에 따라 기존의 단 방향 전원에서 양방향 전원으로 전환됨에 따라 보호 장치 설치치 정정 및 보호협조의 재구성등과 같은 보호협조에 있어서 발생 할 수 있는 문제점에 대한 충분한 연구가 필요하다.[1] 이와 함께 통신 기술을 배전 계통에 적용한 많은 연구들이 진행 중에 있다. 기존의 관련 연구들 중 한 가지를 살펴보면 그림 1에서는 FTUs(including the relay for the CBs)와 peer-to-peer communication network가 연결이 되어 있고, master와는 CP(Communication Processor)

를 통하여 정보를 주고받는다.

그림 1 Peer-to-Peer 통신 방식을 이용한 배전계통 보호 방식

Fig. 1 Distribution System Protection Method using Peer-to-Peer communication method

하지만 이 연구는 구성 방식에만 초점이 맞춰져 있을 뿐 실제적인 계통 보호 알고리즘은 서술적 표현만 하고 있다. 이렇듯 기존에 해오던 연구는 보호협조가 주가 아닌 배전계통에 어떻게 통신 기술을 적용해야 한다는 연구들이 주를 이루고 있다.[2-4]

따라서 본 논문에서는 배전계통에 있는 보호기기 및 자동화 개폐기들을 agent화 시켜 Closed loop 배전계통을 보호할 수 있는 방안을 제안하고, 모든 배전선로가 통신망으로 이루어지고 보호기기 및 자동화 개폐기들이 agent화 되면 agent간의 통신할 대상을 지정하여 자동으로 보호협조 할 수 있는 자동 정정 방안을 제시하였다.

제안한 agent 기반 통신 보호 방안은 Matlab simulink를 이용하여 검증하였고, 자동 정정 방안은 C++언어를 이용하여 자동 정정 프로그램으로 구현하였다.

* 준 회원 : 명지대 공대 전기공학과 석사과정

** 펠로우회원 : 명지대 공대 전기공학과 교수

*** 정 회원 : 경남대 공대 전기공학과 조교수

§ 정 회원 : 명지대 공대 전기공학과 연구교수

† 교신저자, 정회원 : 명지대 전기공학과 교수

E-mail : mschoi@mju.ac.kr

접수일자 : 2012년 5월 22일

최종완료 : 2012년 6월 20일

2. Closed loop 배전계통의 기존 보호 방식 적용 시 문제점

2.1 Closed loop 배전계통에 기존 보호방식 적용 시 문제점

그림 2의 Closed loop 배전계통에 과전류 계전기, 리클로저를 사용하는 기존의 정정 값을 갖고 있다고 가정한다.

그림 2 Closed loop 배전계통에서 고장 발생
Fig. 2 Fault at distribution system with closed loop

현재 리클로저는 자기방향의 고장전류만 감지하는 단방향으로 정정되어 있다. 예를 들어, Sec2구간에서 영구고장이나 순간고장 발생 시, R1과 R4가 trip이 되며 이에 따라 Sec2, 3, 4에 위치한 수용가들은 영구정전과 순간정전을 각각 경험하게 된다.

만약 방사상 배전계통이라면 S/S 1에 연결된 선로에만 고장전류가 흐르게 되지만, 루프계통의 구조에서는 루프로 연결된 S/S 2도 고장 점으로 고장전류가 흘러 고장전류를 감지하게 된다. 다시 말하면, 한 선로에서 고장 발생 시, 루프로 연결된 다른 선로의 모든 보호기기는 고장을 감지하게 되어 고장 구간이 늘어난다.

루프운전 시 최적의 보호방안은 고장 구간에 가장 가까운 양 옆의 보호기기를 trip하는 것이다. 예를 들면, Sec 1에 고장이 발생 할 경우 CB1과 R1만 trip하면 되고, Sec 2에 고장이 발생 할 경우 R1과 R2만 trip하면 된다.

따라서 closed loop 배전계통에 모든 선로가 통신망으로 구성 될 시 통신 신호를 이용한 보호협조 방안을 제안한다.

3. Closed loop 배전계통을 고려한 Agent 기반 보호 방안

본 논문에서 제안하는 Agent 기반 보호 시스템의 자동 정정을 하기 위해서 우선 closed loop 계통을 고려하여 Agent 기반 보호 시스템으로 구성되어야 한다. 시스템 구성은 크게 보호기기 Agent와 자동화 개폐기 Agent로 구성된다. 보호기기 Agent는 고장 검출 및 방향검출을 하여 고장 전류를 차단하고 자동화 개폐기 Agent들은 보호기기 Agent와 상호협력력을 통하여 능동적으로 움직여 고장 구간을 최소로 분리하도록 한다.

3.1 Closed loop 배전계통에서의 보호방안

평상시 Radial 구조로 운전하다 고장 발생 시 고장 구간 분리하는 과정에서 계통이 변경되는데 이 때 변전소가 다른

개소에서 전원이 공급되어 closed loop형태로 운전 할 수 있고, Radial 구조에 분산전원 연계 시에도 closed loop 형태로 운전 할 수 있다. Closed loop 계통에서 사고 발생 시 양방향으로부터 고장전류가 유입이 된다. 또한 양방향에 유입이 되는 고장 전류를 검출하여 고장전류를 차단한다.

그림 3 Closed loop계통의 대한 agent기반 보호
Fig. 3 Agent based protection for closed loop system

그림 3과 같이 정 방향 고장을 감지한 P_A2는 같은 방향의 고장 전류를 감지한 P_A1에 Blocking 신호를 송신하여 P1의 차단 동작을 방지한다. P_A3도 같은 방향의 고장 전류를 감지한 P_A4에 blocking 신호를 송신하여 P4의 차단 동작을 방지한다. P_A2와 P_A3은 각각의 정 방향 보호기기로부터 blocking신호를 수신하지 못하여 trip신호를 각각의 P2와 P3에 송신하여 P2와 P3은 제제로 동작을 하여 고장전류를 차단하도록 한다.

3.2 Closed loop 계통에서의 차단 실패 시 보호방안

Closed loop계통에서 고장 발생 시 고장전류를 검출하고 전위 보호기기 agent로부터 blocking 신호를 받지 못한 보호기기 agent는 보호기기에 trip신호를 송신하여 고장 전류를 차단해야 한다.

그림 4 Closed loop계통의 차단 실패 시 보호
Fig. 4 Breaker failure example in a closed loop system

그림 4와 같이 P_A2는 고장 전류를 검출하고 정 방향 보호기기 agent로부터 blocking신호를 수신하지 못하여 P2에

trip신호를 송신하여 고장 전류를 차단하려고 한다. 하지만 기기가상으로 trip신호를 송신한 시간부터 일정시간 이상 과전류가 흐를 시 breaker failure이라 판단하여 후비 보호기기 agent인 P_A1에 TT(Transper Trip)신호를 송신하여 후비 보호기기인 P1이 고장전류를 강제 차단한다.

3.3 Closed loop 계통에서의 구간 분리 방안

고장 구간 분리는 순간 고장과 영구 고장을 판단하여 고장 구간을 분리해야 한다.

선로에서 발생하는 고장의 90% 이상이 1선 지락 고장이다. 그리고 이러한 고장의 대부분이 순간고장이기 때문에 불필요한 전력 공급의 중단을 막기 위해 고장 구간 분리는 중요하다. 순간 고장 발생 시 Recloser가 1회 재폐로 후 고장 전류 제거가 가능하지만 영구고장 발생 시에는 고장 전류를 빠르게 제거하기 위하여 자동화 개폐기들과 협조하여 고장 구간을 분리해야 한다.

그림 5 Closed loop 계통의 구간 분리
Fig. 5 Section isolation for closed loop system

그림 5와 같이 영구고장 발생 시 각각의 보호기기 agent들은 고장전류 감지 및 방향을 판단하여 후비 보호기기 agent에 blocking 신호를 보낸다. blocking 신호를 수신하지 못한 P_A2와 P_A3은 각 보호기기 P2와 P3에 trip신호를 송신하여 재폐로 동작에 들어간다. 자동화 개폐기들은 보호기기 P2, P3 재폐로 동작을 카운트하여 2회 재폐로 시 자동화 개폐기 agent S_A3과 S_A4는 G3과 G4에 open 신호를 송신하여 고장 구간을 분리한다. 보호기기 P2와 P3 재투입 시 보호기기 P2와 P3은 고장 전류가 제거되었음을 확인 후 계통 운전을 계속 한다.

3.4 통신 실패 시 고려사항

그림 6은 보호기기 P3-P4 사이에 통신이 이상이 있는 경우에 있어서 후비보호 동작을 보여주고 있다.

보호기기 P3-P4 사이에 통신선의 단선 등의 이유로 통신이 불가능하게 되면, 제한한 방안에서 blocking 신호 및 transper trip 신호를 전송할 수 없기 때문에 적절한 보호협조 동작을 이루는 것이 불가능하다. 따라서 이를 방지하는 후비 보호 방법을 제안한다.

그림 6 통신 실패의 대한 보호 방안
Fig. 6 Protection scheme for communication failure

Closed loop 계통에서의 보호는 방향성 보호기기를 사용하여 같은 방향을 보는 보호 기기들 간의 보호협조를 하도록 한다. 그림 6의 ①에서 agent간에 주기적으로 통신을 check하다 보호기기 agent P_A3-P_A4 사이에 통신이 이상이 발생할 경우 보호기기 agent P_A3과 P_A4는 통신 이상으로 판단하고, agent P_A3과 P_A4가 과전류 계전 방식에 의한 보호협조를 한다면 계통을 보호할 수 있다.[5]

4. Agent 기반 자동 정정 방법

4.1 보호기기 및 자동화 개폐기 agent 자동 정정 방법

배전계통의 구성이 다양해지거나 변경이 되면 통신 보호협조 할 대상이 찾기가 어려워지므로 본 논문에서는 자동으로 보호협조 할 대상을 지정하는 프로그램을 설계하였다.

앞에서 통신 보호협조 방안에 대해서 설명하였다. 고장을 본 agent들은 후비 보호기기 agent에게 blocking 신호를 보내어 차단 동작을 방지하거나, transfer trip신호를 송신하여 후비보호기기가 강제 차단하도록 하였다.

그림 7 보호기기 및 자동화 개폐기 agent의 자동 정정 방안
Fig. 7 Automatic setting method of protect switch agent and auto-switch agent

그림 7에서 보호기기 agent들은 자신의 정 방향에 있는 보호기기 agent들에게서 신호를 송수신을 하면 계통이 변경되거나 어느 구간의 고장이 발생을 해도 보호기기 agent간의 통신 보호협조가 가능할 것이다. 자동화 개폐기 agent들도 똑같이 자신의 정 방향에 있는 자동화 개폐기 agent만 알고 있으면 된다. 그리고 한 가지 추가할 사항은 자동화 개폐기와 보호기기 사이의 고장을 고려하여 자동화 개폐기 agent들은 보호기기 agent들의 값도 알고 있어야 한다.

4.2 Closed loop 및 Radial 계통 검색

앞 절에서는 보호기기 및 자동화 개폐기 agent의 통신 보호협조 방안을 제시하였다. 다음은 한전 계통 데이터를 이용하여 정 방향 보호기기 및 자동화 개폐기 agent들을 검색하여 통신 협조를 이룰 수 있게 협조 대상을 지정한다.

고장 전류의 차단으로 인하여 부하를 다른 계통으로 연계하기 위해서 연계 스위치의 on/off동작으로 인하여 closed loop 계통 및 radial 계통으로 구성 되어 운전 될 수 있다.

각 스위치의 정 방향 스위치는 계통 구성에 따라 지정해주는 스위치가 달라지므로 정 방향 스위치를 검색하기 전 closed loop 계통으로 구성되어 있는지, radial 계통으로 구성되어 있는지 검색을 마친 다음 해당 스위치의 정 방향 스위치를 검색한다

그림 8 Agent 기반 자동 설정을 하기 위한 closed loop 계통도

Fig. 8 Distribution system with closed loop for auto setting based agent

closed loop 계통인지 radial 계통인지 구분하기 위해서 MTR 기점으로 검색을 시작하여 각 스위치의 id를 closed loop 리스트로 저장하고 검색해 나간다. 검색이 끝나고 다른 MTR기점으로 검색 시 전에 저장된 스위치 id가 있으면 그 계통은 closed loop 계통으로 판단하고 저장한다. radial 계통은 만약 스위치 검색 시 스위치 상태가 open이 되어있으면 해당 스위치로부터 closed loop 리스트의 저장된 스위치 id들은 삭제하고 radial 계통으로 구성 되어 있다는 것으로 판단하고 저장한다.

4.3 정 방향 보호기기 및 자동화 개폐기 agent 탐색 및 저장

그림 8과 같은 계통이 주어지면 계통에 있는 모든 스위치들을 9의 (b)형태로 tree 구조로 구현하고 트리의 노드를 탐색하면서 조건에 맞는 값을 찾아내어 출력한다.

먼저 MTr기준으로 tree를 생성하고, tree의 맨 처음 스위치의 id를 검색하여 tree를 순환하기 시작한다. tree에 있는 각각의 스위치를 순환하면서 스위치 type을 확인 후 정 방향 보호기기 및 자동화 개폐기 agent를 결정하고, 각각의 protect switch list 및 auto switch list에 저장하여 결과 값을 출력한다.

그림 9 보호기기 및 자동화 개폐기 agent 대한 탐색 및 저장

Fig. 9 Search and storage for protect switch agent and auto switch agent

5. 사례연구

5.1 Agent 기반 보호협조 방안의 대한 시뮬레이션 구성

본 논문에서 제안한 Agent기반 통신 보호협조 방안을 검증하기 위하여 Matlab simulink를 이용하여 그림 12를 모델링하여 테스트를 진행하였다.

G3과 G4사이에 1선 지락사고(A상) 발생 시 제안한 방안의 대한 적절성을 확인하였다. 보호기기의 차단동작에 걸리는 모든 시간을 0.15s, 재폐로 투입 시간은 25ms, 개방 시간은 15ms, 통신 신호의 송수신 시간은 10ms로 하고, 통신이 정상적 일 때를 가정하여 시뮬레이션을 진행하였다.

그림 10 보호기기, 자동화 개폐기, agent를 포함한 모델
Fig. 10 A power system model including protection switch, automation switch and agent

5.2 시뮬레이션 결과

사례 1. G3과 G4사이의 영구 고장

그림 11 영구고장의 대한 예상 결과

Fig. 11 Expectation result for permanent fault

그림 11은 G3과 G4사이에서 고장이 발생 한 경우 보호기기 P2와 P3은 재폐로 동작에 들어가고, P2와 P3이 2회 재폐로 후 보호기기 agent와 자동화 개폐기 agent는 협조 동작을 하여 고장 구간을 분리하는 경우이다. G3과 G4사이에서 1선 지락 고장(영구 고장)을 0.1초 시점에서 모의하였다.

그림 12 사례 1의 보호기기 및 자동화 개폐기 동작 결과

Fig. 12 Operating result of protection switch and automation switch for case 1

그림 12는 각 보호기기 및 자동화 개폐기 동작 결과를 나타낸 것으로 보호기기 P2와 P3은 1회 재폐로 후 고장전류가 제거 되지 않았음을 확인 후 2회 재폐로 동작에 들어간다. 이때 자동화 개폐기 agent는 보호기기의 재폐로 동작을 카운트 하다 2회 재폐로 투입 시 자동화 개폐기 G3과 G4에 Open신호를 송신하여 고장 구간을 분리한다. 재폐로 동작이 끝난 후 보호기기 P2와 P3은 고장 전류가 없음을 확인 후 계통 운영을 정상적으로 계통을 운전한다. 고장 구간을 G3과 G4구간만 최소로 분리하고 나머지 구간은 정상적으로 계통 운전이 되는 것을 알 수 있다.

사례 2. 보호기기 P2 기기 이상 발생

그림 13 보호기기 P2의 차단실패에 대한 예상 결과

Fig. 13 Expectation result for Breaker failure of P2

그림 13에서 G3과 G4사이에서 고장이 발생 한 경우 보호기기 P2와 P3은 재폐로 동작에 들어가지만 P2는 기기 이상으로 재폐로 동작을 하지 못하고 고장 전류가 계속 흐르게 된다. 보호기기 agent인 P_A2는 일정 시간 고장 전류가 흐를 시 breaker failure이라 판단하여 후비 보호기기 agent에 trip 신호를 송신하여 후비 보호기기가 고장전류를 강제 차단하는 경우이다. 1선 지락 고장(영구 고장)을 0.1초 시점에서 모의하였다.

그림 14는 각 보호기기 및 자동화 개폐기 동작 결과를 나타낸 것이다. 그림 18을 보면 P3은 정상적인 재폐로 동작을 한다는 것을 알 수 있다. 하지만 P2는 재 폐로를 해야 함에도 불구하고 기기 이상으로 P2는 계속 closed 된 상태이다. 일정 시간 고장 전류가 지속 되어 P_A2는 후비 보호기기 agent인 P_A1에 transfer trip 신호를 송신하여 P1이 고장 전류를 강제 차단하여 계통을 보호한다.

그림 14 사례 2의 보호기기 및 자동화 개폐기 동작 결과

Fig. 14 Operating result of protection switch and automation switch for case 2

보호기기 P3은 2회 재폐로 동작을 통하여 자동화 개폐기 G4가 Open동작을 한다. 고장 구간이 분리 되고 보호기기 P3은 재폐로 동작이 끝난 후 고장 전류가 없음을 확인 한 다음 P1과 G4사이의 구간을 뺀 나머지는 정상적으로 계통 운영이 되는 것을 알 수 있었다.

사례 3. P2-P1, P2-G2간의 통신 이상 발생

그림 15 P2-P1, P2-G2간의 통신 실패에 대한 예상 결과

Fig. 15 Expectation result for communication failure of P2-P1 and P2-G2

그림 15에서 G3과 G4사이에서 고장이 발생 한 경우 보호기기 P2와 P3은 재폐로 동작에 들어가지만 P2-P1과 P2-G2간의 통신 이상이 발생하여 후비 보호기기 agent가 제대로 blocking 신호를 수신하지 못하여 P2와 P1이 동시에 재폐로

동작에 들어간다. 2회 재폐로시 자동화 개폐기 agent S_A2도 P_A2로 blocking 신호를 수신하지 못하여 자동화 개폐기 G2가 open되어 고장 구간을 분리하는 경우이다. 1선 지락 고장(영구 고장)을 0.1초 시점에서 모의하였고, 과전류 방식을 사용하지 않았고, 통신 이상은 P2-P1과 P2-G2간의 통신 송수신 시간을 15ms로 수정하여 진행하였다.

그림 16 사례 3의 보호기기 및 자동화 개폐기 동작 결과
Fig. 16 Operating result of protection switch and automation switch for case 3

그림 16은 각 보호기기 및 자동화 개폐기 동작 결과를 나타낸 것으로 보호기기 P2와 P3은 각각의 보호기기 agent로부터 trip 신호를 수신하여 재폐로 동작에 들어간다. 하지만 보호기기 1과 보호기기 P2간의 통신 이상으로 인하여 blocking 신호를 수신하지 못하여 재폐로 동작에 들어간다. 똑같이 2회 재폐로를 한 후 보호기기 P2와 자동화 개폐기 G2간에도 통신이 이상으로 인하여 blocking 신호를 수신하지 못하여 구간 분리 동작에 들어간다.

고장 전류가 제거가 되고 정상적으로 계통을 운영을 하지만 통신 이상으로 인하여 절체되지 않을 구간임에도 불구하고 절체가 되어 계통 운전이 되는 것을 볼 수 있다.

표 1 상황에 따른 보호 기기에서의 전류 크기

Table 1 Size of current at protection switch according to condition [A]

Device Condition	P1	P2	P3	P4
정상상태 최대부하	337	110	117	344
영구고장	303	75	75	302
보호기기 P2 이상	0.018	0.013	75	302
P1-P2, G2-P2 통신 이상	229	0.013	75	302

표 1은 사례1,2,3의 대하여 상황에 따른 부하전류 값을 표로 정리해보았다. 루프 배전계통에 영구 고장 발생 시 부하전류 값을 보면 고장 구간을 분리한 나머지 값을 볼 수 있고, 보호기기 P2 이상 발생 시 보호기기 P2가 동작하지 않아 P1이 동작하여 고장 전류를 강제 차단하여 P1쪽 전원

단 쪽으로 구간이 분리가 된 것을 볼 수 있고, 보호기기 P2의 통신 이상으로 인하여 보호기기 P1이 같이 동작하여 P1 부하단 쪽과 P3 부하단 쪽으로 구간이 분리되어 보호기기 P2구간의 전류가 흐르지 않은 것을 시뮬레이션 결과를 통하여 확인 할 수 있었다.

5.3 Agent기반 보호시스템 자동 정정 프로그램의 계통 구성

Agent기반 통신 보호협조를 자동적으로 하기 위해서 agent간의 통신 할 대상 값을 지정하여 radial 계통에서 closed loop계통 변경 시에도 자동 정정 할 수 있는 프로그램을 개발 하였다. 프로그램을 수행하기위한 계통은 프로그램 결과를 잘 나타내기 위해서 그림 12 대신 보호기기와 자동화개폐기가 좀 더 많은 그림 19를 이용하였고, 구성은 S/S #1과 S/S #2로 두 개의 변전소로 이루어져 있으며, S/S #1에는 두 개의 TR로 구성되어 있으며, S/S #2는 한 개의 TR로 구성되어 있다. 보호기기는 총 21개며, 자동화 개폐기는 71개로 구성되어 있으며, S/S #1의 TR1은 radial 계통으로 구성되어 있으며, S/S #1의 TR2와 S/S #2 TR1은 S92로 연결 된 closed loop계통으로 구성 되어있는 배전 계통을 가지고, 자동 정정 프로그램을 수행하였다.

5.4 Agent기반 보호시스템 자동 정정 프로그램 수행 결과

표 2 보호기기 및 자동화 개폐기 agent 값 정보

Table 2 Information for address of protection device agent and automation switches agent

Source Device	SS1E1 TR#2	SS2E1 TR#1
	정 방향 스위치	정 방향 스위치
S80(A/S)	S79	S81
S81(A/S)	S80	S82, 87
S82(A/S)	S81, S87	S83
S83(A/S)	S82	S85
S85(Rec)	S79	S88
S88(Rec)	S85	S58
S89(A/S)	S88	S92

표 2는 그림 17의 네모 점선 박스로 표시된 곳의 자동 정정 프로그램 수행 결과 값을 보여준다. Closed loop로 이루어진 계통으로 전류는 SS1E1 TR#2에서 나오는 전류와 SS2E1 TR#1에서 나오는 전류로 계통에서 양 방향 전류가 흘러 agent간의 통신 대상 값은 전류 방향에 따라 가지게 된다.

SS1E1 TR#2에서 SS2E1 TR#1로 전류가 흐를 시 자동화 개폐기 agent S80의 통신 할 정 방향 agent의 대상은 보호기기 agent인 S79의 값을 가지게 되고, 자동화 개폐기 agent S81의 통신 할 정 방향 agent의 대상은 자동화 개폐기 agent인 S80의 값을 가지게 된다. 자동화 개폐기 agent S82의 통신 할 정 방향 agent의 대상은 자동화 개폐기 agent인 S81과 S87 값을 가지게 된다.

그림 17 108 모선으로 구성된 예제 계통

Fig. 17 Example distribution system of 108 bus configured

6. 결 론

본 논문에서는 Closed loop 배전계통을 고려하여 agent기반으로 하는 보호 방안을 제시하였고, agent기반 보호 시스템 구현 시 자동으로 설정 할 수 있는 방안을 제시하였다. 적용성에서는 어떤 복잡하고, 다양한 계통에서도 보호기기 및 자동화 개폐기의 정 방향 스위치만 지정하면 적용이 가능하다.

본 논문에서 제안한 agent기반 보호는 radial에서 closed loop 배전계통이 되고, 복잡하고 다양한 계통에서도 손쉽게 보호협조를 할 수 있어 보다 안정적인 계통 운영이 가능하다고 생각한다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2009T100200067)

참 고 문 헌

- [1] H.T.Lee, J.F.Moon, "A Study on the Comparison of Reliability for Protective Coordination of Loop Power Distributions using Communication of Circuit Breaker and Recloser" The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, vol 58, No 7
- [2] F.Kawano, G.P.Baber, P.G.Beaumont, K.Fukushima, T.Miyoshi, T.Shono, M.Ookubo, T.Tanaka, K.Abe, S.Umeda, "Intelligent Protection Relay System for Smart Grid", Developments in Power System Protection(DPSP2010)
- [3] Prem K Naik, Momen Bahadomejad, Nimal-Kumar C Nair, Valeriy Vyatkin, "IEC 61850 Based Smart Distribution Protection: Solutions for Sympathetic Tripping", Innovative Smart Grid Technologies Asia(ISGT), 2011 IEE PES
- [4] LI Tianyou, XU Bingyin, "The Self-healing Technologies of Smart Distribution Grid", China International Conference Electricity Distribution(CICED 2010)
- [5] Y.T.Jin, S.J.Park, Y.H.Jo, XIANG LING, GUAN KANGLE, S.J.Lee, M.S.Choi, "A Protection and Fault Isolation Section using Communication based on Intelligent for Distribution System", Summer Conference of the Korean Institute of Electrical Engineers, pp.722-723, 2011

저 자 소 개

진 영 택 (陳英澤)

2010년 명지대학교 전기공학과 졸업(공학사). 현재 동 대학원 전기공학과 석사과정.

Tel : 031-335-2068

E-mail : jinyt777@naver.com

이 승 재 (李承宰)

1979년 서울대학교 전기공학과 졸업(공학사). 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 1998년 Univ. of Washington 전기공학과 졸업(공학박사). 1994년 Univ. of Washington 교환 교수. 현재 명지대학교 전기공학과 교수

Tel : 031-336-6362

E-mail : sjlee@mju.ac.kr

최 면 송 (崔勉松)

1989년 서울대학교 전기공학과 졸업(공학사). 1991년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1995년 미국 펜실 베니아주립대 교환 교수. 현재 명지대학교 전기공학과 교수.

Tel : 031-336-3290

E-mail : mschoi@mju.ac.kr

임 성 일 (林星日)

1994년 명지대학교 전기공학과 졸업(공학사). 1996년 동 대학원 전기 공학과 졸업(공학석사). 2004년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 2004-2005년 명지대학교 차세대 전력기술 연구센터 연구 교수. 현재 경남대학교 전기공학과 조교수

Tel : 055-249-2630

E-mail : slim@kyungnam.ac.kr

김 태 완 (金泰完)

1994년 건국대 공대 컴퓨터공학과 졸업(공학사). 1996년 동 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사). 2002년 현대 중공업(주) 기계전기연구소 연구원, 2006년 동 대학원 컴퓨터 공학과 졸업(공학박사). 현재 명지대학교 전기공학과 연구교수.

Tel : 031-330-6819

E-mail : twkim@mju.ac.kr