

발전소 시뮬레이터 I/O 카드 레벨 고장 진단 시스템의 구현

변승현, 마복렬  
한전 전력연구원

Implementation of an I/O Card Fault Diagnosis System in Power Plant Simulator

S.H.Byun, B.R.Ma  
KEPRI, KEPCO

**Abstract** - Many I/O cards such as AOCs, DICs, DOCs and ROCs are used to deal with I&C instruments of control panel in full-scope power plant simulator. To help the maintenance of I/O cards, an I/O card fault diagnosis system is implemented in this paper. The implemented fault diagnosis system has the automatic fault diagnosis function and manual card test function for fault diagnosis. Finally, the test result using I/O cards shows the validity of the implemented fault diagnosis system.

1. 서 론

발전소 전범위 시뮬레이터 I/O 인터페이스 시스템에서는 많은 I/O 카드를 채용하고 있다. 공장 인수 시험이나 현장 인수 시험 등 설치 초기에 실시한 입출력 데이터 시험에 참여하지 않으면 향후 I/O 인터페이스 시스템에서의 문제 발생시 대처와 고장 진단에 많은 시간을 소요하게 된다. 문제가 발생하였을 경우에 배선의 잘못된지, 카드의 잘못된지, 아니면 그 외의 다른 원인이 작용했는지 문제 발생의 원인을 찾아내는데 어려움을 갖는다. 이러한 경우를 대비해서 I/O 카드를 점검할 때 활용할 수 있는 고장 진단 시스템이 필요하다고 볼 수 있다. 태안 발전교육원, 보령 모의훈련센터, 고리 원자력 교육원 등 선행 호기 시뮬레이터의 경우를 살펴보면, 부품 레벨의 고장 감지기(Fault Detector 또는 Fault Locator)와 카드 모듈 시험기(카드 모듈 테스터, I/O Card Checker)를 카드의 고장 진단 장비로 가지고 있다. 대부분의 경우 부품 레벨의 고장 감지기의 활용도는 낮으며, 부품 레벨의 고장 감지기를 이용하여 부품의 고장을 찾더라도 대부분의 I/O 카드는 소켓을 이용하지 않고 바로 보드에 납땜이 되어 있어서 현장에서 부품을 구하여 교체하기가 힘든 실정이다. 그리고 대부분의 I/O 카드의 고장은 카드의 채널 구동 소자가 고장이 나는 경우가 많으므로, 특정 채널의 기능 구현이 되지 않는다면 해당 채널의 구동 소자에 이상이 있는 경우로 판단할 수 있으며, 동일 카드의 고장나지 않은 여분의 채널을 이용할 수 있는 방법을 제공해준다. 따라서 현실적으로 카드의 기능 상의 시험을 제공하는 카드 레벨의 고장 진단이 더 유용하다고 볼 수 있다. 카드 레벨의 고장 진단 시스템은 I/O 카드의 기능 시험으로 I/O 인터페이스 시스템의 유지보수에 도움을 줄 뿐만 아니라 I/O 카드의 교육 훈련 시스템으로도 활용가능하다[1].

본 논문에서는 전범위 발전소 시뮬레이터인 하동화력 시뮬레이터의 I/O 카드 고장 진단 시스템을 구현하고 고장난 I/O 카드를 이용한 시험을 통하여 구현한 I/O 카드레벨 고장 진단 시스템의 효율성을 보인다. 본론의 2.1절에서는 본 논문에서 대상으로 삼은 하동화력 발전소 시뮬레이터 I/O 인터페이스 시스템에 대해서 언급하

고, 2.2절에서는 구현한 고장 진단 시스템의 구성에 대해서 기술하고, 2.3절에서는 구현한 고장 진단 시스템의 특징에 대해서 설명하고, 2.4절에서는 구현한 고장 진단 시스템에 대한 기능 시험과 시험 결과를 기술하고, 결론을 맺고자 한다.

2. 본 론

2.1 대상 발전소 I/O 인터페이스 시스템

본 논문에서 대상으로 삼은 하동화력 발전소 시뮬레이터 I/O 인터페이스 시스템의 구성도는 그림 1과 같다. 그림 1의 I/O 인터페이스 시스템은 I/O 카드를 채용하여 시뮬레이터 판넬과 콘솔의 I/O 포인트들을 직접 처리하는 입출력 처리 노드, 노드 간에 통신을 관장하는 마스터 노드, 노드 간에 통신을 모니터링 하여 각 노드의 이상유무를 판별하는 모니터링 노드, 입출력 처리 노드와 시뮬레이션 컴퓨터 간의 통신을 중개하는 Sim 노드로 구성되어진다. 하동화력 시뮬레이터의 경우에는 4개의 입출력 처리 노드를 가지고 있으며, 입출력 처리노드에서는 디지털 입력 카드(DIC), 디지털 출력 카드(DOC), 아날로그 출력 카드(AOC), 릴레이 출력 카드(ROC)의 4 종류의 I/O 카드를 채용하고 있다. I/O 카드의 데이터 처리의 근간이 되는 시스템 아키텍처로는 ISA 버스를 채용하고 있으며, 각 입출력 처리노드에서 채용하는 카드 종류별 I/O 카드의 수는 표 1과 같다 [2].

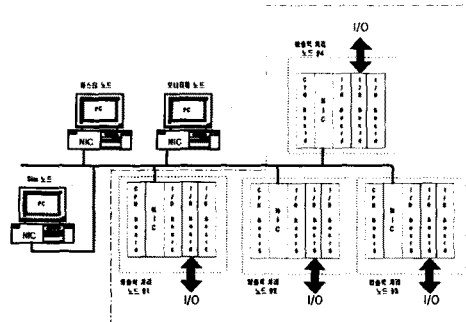


그림 1. I/O 인터페이스 시스템 구성도

표 1. 각 입출력 처리 노드에서 채용하는 I/O 카드 수

카드종류 \ 노드	DIC	DOC	ROC	AOC	합계
노드 1	5	10	0	20	35
노드 2	5	4	11	10	30
노드 3	5	1	18	23	47
노드 4	5	6	2	27	40
	20	21	31	80	152

## 2.2 구현한 고장 진단 시스템의 구성

본 논문에서 구현한 I/O 카드 레벨 고장 진단 시스템의 구성도는 그림 2와 같다. 그림 2의 고장 진단 시스템은 본 논문에서 대상으로 삼은 하동화력 발전소 시뮬레이터의 I/O 인터페이스 시스템에서 채용하고 있는 4 종류의 I/O 카드에 대해서 고장 진단과 테스트를 할 수 있도록 구성되어 있다.

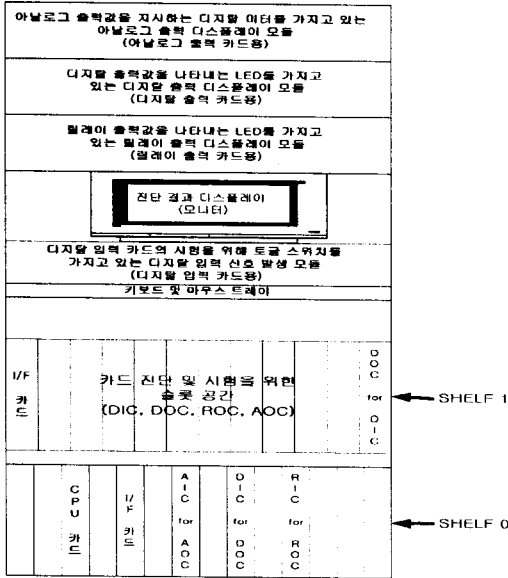


그림 2. 고장 진단 시스템의 구성도

그림 2의 고장 진단 시스템에서는 고장 진단 하고자 하는 I/O 카드이외에 별도의 I/O 카드를 4 장 가지고 있는데 이 I/O 카드가 자동 고장 진단을 위해 채용한 각 I/O 카드에 대한 기준이 되는 카드이다. 아날로그 출력 카드의 이상 유무를 판별하기 위해 아날로그 입력 카드를 채용하였으며, 릴레이 출력 카드의 이상 유무를 판별하기 위해 릴레이 입력 카드를 채용하였다. 디지털 입력 카드의 이상 유무를 판별하기 위해 디지털 출력 카드를 채용하였으며, 디지털 출력 카드의 이상 유무를 판별하기 위해 디지털 입력 카드를 채용하였다. 그림 2에서 AIC (Analog Input Card) for AOC, RIC(Relay Input Card) for ROC, DIC for DOC, DOC for DIC가 자동 고장 진단을 위해 채용한 카드에 해당한다. I/O 카드 고장 진단 시스템의 구성은 고장 진단 결과 정보를 보여주는 디스플레이 장치인 모니터, 사용자와의 상호작용을 위해 필요한 키보드 및 마우스, CPU 카드와 기준이 되는 카드인 AIC for AOC, RIC for ROC, DIC for DOC를 수용하는 Chassis (SHELF 0), 기준이 되는 카드인 DOC for DIC를 수용하고 고장 진단을 하고자 하는 I/O 카드를 수용하는 Chassis(SHELF 1), SHELF 0의 Chassis의 백플레인과 SHLEF 1의 Chassis의 백플레인을 연결시켜주는 버스 확장 카드(I/F 카드), 그리고 각 I/O 카드의 입출력 상태를 물리적으로 보여주는 별도의 보드 등으로 구성되어진다.

각 I/O 카드의 입출력 상태를 물리적으로 보여주는 별도의 보드로는 아날로그 출력 값을 지시하는 아날로그 출력 카드용 디스플레이 보드, 디지털 출력 값을 나타내는 LED를 가지고 있는 디지털 출력 카드용 디스플레이 보드, 릴레이 출력 값을 나타내는 LED를 가지고 있는 릴레이 출력 카드용 디스플레이 보드, 디지털 입력 카드의 시험을 위해 토글 스위치를 가지고 있는 디지털 입력

카드용 신호 발생 보드가 있다. 아날로그 출력 카드용 디스플레이 보드는 AIC for AOC와 고장 진단 하고자 하는 AOC에 연결되어진다. 디지털 출력 카드용 디스플레이 보드는 DIC for DOC와 고장 진단 하고자 하는 DOC와 연결되어진다. 릴레이 출력 카드용 디스플레이 보드는 RIC for ROC와 고장 진단 하고자 하는 ROC에 연결되어진다. 디지털 입력 카드용 신호 발생 보드는 DOC for DIC와 고장 진단 하고자 하는 DIC와 연결되어진다.

## 2.3 고장 진단 시스템의 특징

본 논문에서 구현한 고장 진단 시스템은 각 I/O 카드에 대해 기준이 되는 I/O 카드를 채용함으로써 카드의 사용자의 개입 없이도 카드의 자동 진단이 가능하다. 카드를 설치하고, 시스템의 전원을 올리고 메뉴에서 자동 진단 기능을 선택하면 고장 진단 시스템의 응용 프로그램은 설치되어진 카드를 검색하고 별도의 테스트 신호를 인가하여 카드 레벨의 기능 시험을 자동으로 수행하여 카드의 채널별 이상 유무를 판별해 준다. 또한 수동 시험 기능도 있어서 설치한 I/O 카드를 선택하고 테스트 신호를 임의로 발생시킨 후, 디스플레이 보드를 확인함으로써 카드의 이상 유무도 확인할 수도 있다. 디스플레이 보드와 신호 발생 보드를 채용함으로써 자동 진단시에도 테스트 인가 신호를 볼 수 있어 진단의 투명성도 가지고 있다.

## 2.4 구현한 고장 진단 시스템의 기능 시험

본 논문에서 구현한 고장 진단 시스템의 효용성을 보기 위하여 기능 시험을 한다. 디지털 출력 카드, 디지털 입력 카드, 아날로그 출력 카드, 릴레이 출력 카드를 그림 2의 SHELF 1에 설치하고, 2.2 절에서 언급한대로 대응하는 카드를 디스플레이 보드와 스위치 보드에 연결한다. 구현한 고장 진단 시스템의 카드 레벨 고장 진단 기능 확인을 위해 디지털 출력 카드의 구동 칩을 보드에서 제거하여 채널 2, 채널 3, 채널 12, 채널 13, 채널 20, 채널 21, 채널 26, 채널 27, 채널 32, 채널 33, 채널 38, 채널 39, 채널 42, 채널 43, 채널 48, 채널 49, 채널 54, 채널 55, 채널 60, 채널 61, 총 20개의 채널의 기능을 고장나게 한 후에 시험을 한다. 나머지 I/O 카드들은 정상인 채로 시험한다.

구현한 고장 진단 시스템의 응용 프로그램의 초기 화면은 그림 3과 같다. 그림 3의 초기화면의 자동 카드 진단 메뉴의 진단 시작 메뉴를 선택하면, 고장 진단 시스템은 설치되어진 4 종류의 카드에 대해서 검색을 하고, 설치된 I/O 카드를 자동으로 찾아낸 후, 찾은 I/O 카드에 대해서 테스트 신호를 발생시켜 카드의 채널별 이상 유무를 판별하게 된다.



그림 3. 고장 진단 프로그램의 초기 화면

I/O 카드의 자동 고장 진단 시험 결과가 그림 4에 나와 있다. 앞서 언급한 디지털 출력 카드에 대해 이상 유무를 잘 진단함을 볼 수 있다. 나머지 I/O 카드들에 대해서는 정상으로 판별함을 볼 수 있다.

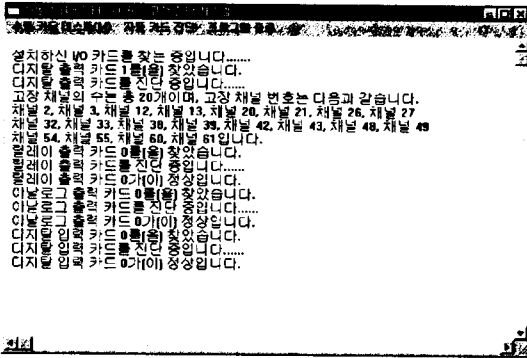


그림 4. 카드 자동 고장 진단 시험 결과

본 논문에서 구현한 고장 진단 시스템은 수동 모드로도 각 I/O 카드에 대한 고장진단이 가능하다. 그림 3의 초기 화면의 상위 메뉴에서 수동 카드 테스트 메뉴를 선택하고 디지털 출력 카드를 선택한 후에 개별 채널 테스트나 전체 채널 테스트를 선택함으로써 디지털 출력 카드에 대한 수동 시험을 할 수 있다. 디지털 출력 카드에 대한 수동 카드 테스트를 선택하는 화면이 그림 5에 나와 있다. 그림 5에서 개별 채널 테스트를 선택하느냐 또는 전체 채널 테스트를 선택하느냐에 따라 나오는 다이얼로그 화면이 달라진다. 그림 6은 개별 채널 테스트 선택에 따른 카드 선택과 각 채널 출력 값에 대한 입력 화면을 나타내며, 그림 7은 전체 채널 테스트 선택에 따른 카드 선택과 전체 채널 출력 값에 대한 선택화면을 나타낸다. 그림 8은 전체 채널 테스트를 선택하고 다이얼로그 화면에서 LED ON 라디오 버튼을 선택하였을 경우에 사용자에게 보여주는 화면이다. 이렇게 함으로써 사용자가 원하는 카드의 원하는 채널에 원하는 값을 출력하게 된다. 디지털 출력 카드의 경우 표 1에서 보듯이 하동화력 시뮬레이터에 채용하는 각 입출력 처리 노드에서 채용하는 최대 카드 수가 10개이므로, 카드번호 값으로 0 ~ 9를 가지며, 디지털 출력 카드가 64개의 채널을 수용하므로, 채널 번호 값으로 0 ~ 63을 갖는다. 64개 채널에 대한 채널 출력 값은 OFF 또는 ON을 가리키는 0 또는 1을 채널 출력 값으로 지정해야만 한다. 최종적으로 입력되어진 채널 출력 값은 디지털 출력 카드용 디스플레이 보드위의 LED를 해당 채널 값에 따라서 구동하게 된다. 사용자는 디지털 출력 카드용 디스플레이 보드 위의 LED를 원하는 출력 값과 비교함으로써 고장 여부를 판별할 수 있게 된다. 다른 I/O 카드에 대해서도 유사한 방법으로 수동 모드로 고장진단이 가능하다.

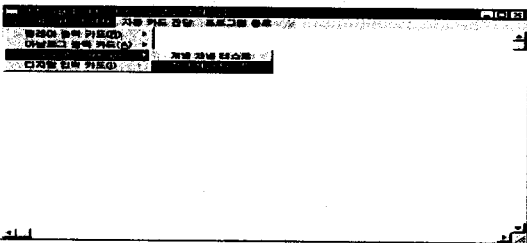


그림 5. 디지털 출력 카드에 대한 수동 카드 테스트 선택 화면

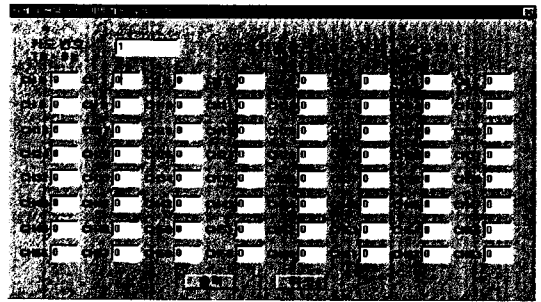


그림 6. 디지털 출력 카드 수동 시험의 개별 채널 테스트 선택에 따른 다이얼로그 화면

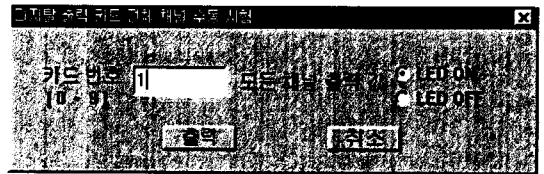


그림 7. 디지털 출력 카드 수동 시험의 전체 채널 테스트 선택에 따른 다이얼로그 화면

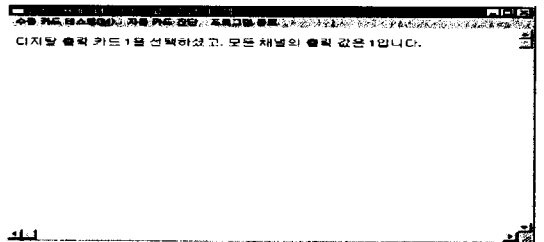


그림 8. 디지털 출력 카드 수동 시험의 전체 채널 테스트 선택에 따른 응답 화면

### 3. 결 론

본 논문에서는 많은 I/O 카드를 채용하고 있는 발전소 시뮬레이터 I/O 인터페이스 시스템을 대상으로 I/O 카드레벨 고장 진단 시스템을 구현하였다. 또한 고장난 I/O 카드를 이용한 기능 시험으로 구현한 고장 진단 시스템의 효율성도 보였다. 본 논문에서 구현한 고장 진단 시스템은 자동 고장 진단 기능과 수동 카드 시험 기능을 가지고 있어서, 카드의 고장 여부 파악 등 I/O 카드의 유지 보수에 도움을 줄 뿐만 아니라 I/O 카드에 대한 교육 훈련 시스템으로도 활용할 수 있으리라 기대된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 변승현, 마복렬, "하동화력 시뮬레이터 I/O 카드 레벨 고장 진단 시스템", TM.97NJ28.P200.24, 한전 전력연구원, 2000
- [2] 변승현, "하동화력 시뮬레이터 I/O 인터페이스 시스템의 입출력 처리 노드 구성", TM.97NJ28.P200.25, 한전 전력연구원, 2000
- [3] 변승현, 마복렬, "PC 기반 I/O 카드의 고장 진단 시스템의 구성에 관한 연구", 대한전기학회 추계학술대회, 1999
- [4] Tom Shanley and Don Anderson, "ISA System Architecture", Addison Wesley, 1995