

PC 기반 I/O 카드의 고장 진단 시스템의 구성에 관한 연구

변승현, 마복걸
한전 전력연구원

Configuration of PC based Fault Diagnosis System of I/O Cards

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

Abstract - Due to the improvement of PC Performance and Windows-based OS, PC-based control system is gradually taking over industrial control in the industry site. In this paper, we suggest the method to configure PC-based fault diagnosis system of I/O cards and the method to generate test signals to find out the short conditions of adjacent channels of cables which connect I/O cards with terminal blocks.

하는 제어 모듈 간의 통신 이상 등 여러가지가 있을 수 있다. 본 논문에서는 다른 부분의 이상은 배제하고, 카드가 이상이 있는지 없는지를 판별할 수 있는 시스템의 구성방법을 제시하고자 한다. 분산 제어 시스템이나 발전소 전범위 시뮬레이터에서 사용하는 I/O 카드의 종류는 디지털 입력 카드, 디지털 출력 카드, 릴레이 출력 카드, 아날로그 입력 카드, 아날로그 출력 카드 등으로 분류할 수 있다. 언급한 카드의 종류에 대해서 고장 진단을 할 수 있는 PC 기반 고장 진단 시스템의 구성방법을 알아보기에 앞서 PC용 I/O 버스의 종류에 대해서 먼저 알아보도록 하겠다.

1. 서 론

지난 몇 년 동안 윈도우 기반의 OS의 발전과 PC 성능의 향상으로 인해 산업에서의 PC 활용이 가속화되어 PC 기반의 분산 제어 시스템이 등장하였으며, 국내 발전소 탈황제어설비에까지 적용이 되고 있다. 또한 개방화되고 모듈화된 PC 기반의 제어 시스템이 폐쇄적이고 벤더 독점적인 제어 시스템 영역을 점진적으로 대체하고 있는 추세에 있다[1].

분산 제어 시스템이나 발전소 전범위 시뮬레이터 시스템에서 보면 많은 I/O 카드가 채용되어서 이용되어지고 있으며, 설치 초기에 실시한 입력력 데이터 시험에 참여하지 않으면 향후 I/O 인터페이스 부분에서의 문제 발생 시 대처와 고장 진단에 많은 시간을 소요하게 된다. 문제가 발생했을 경우에 배선의 잘못인지, 카드의 잘못인지, 아니면 그 외의 다른 원인이 작용했는지 문제 발생의 원인을 찾아내는데 어려움을 갖는다. 본 논문에서는 이러한 경우를 대비해서 계획 예방 정비 공사(Overhaul)를 할 때나, 발전소나 공장 휴지시 I/O 카드를 점검할 때 활용할 수 있는 PC 기반 I/O 카드에 대한 고장진단 시스템의 하드웨어 구성방법과 고장 진단 시험 신호 발생 방법에 대해서 제시하고자 한다. 본론의 2.1절에서는 I/O 카드의 종류와 PC용 I/O 버스에 대해서 기술하고, 2.2절에서는 I/O 카드 고장 진단 시스템 구성방법을 제안하고, 2.3절에서는 I/O 카드와 터미널 단자대를 연결하는 케이블의 인접 채널별 단락 고장 여부를 판별할 수 있는 신호발생 방법에 대해서 제시하고, 결론을 맺고자 한다.

2. 본 론

2.1 I/O 카드의 종류와 시스템 아키텍처

I/O 인터페이스 시스템은 현장 계기들을 제어나 모니터링 시스템에 연결시켜주는 시스템으로 I/O 포인트들을 직접 처리하는 I/O 카드와 프로세서 모듈, 상위 시스템과의 통신을 위한 네트워크 카드 등으로 이루어진다. I/O 인터페이스 시스템에서의 문제 발생은 여러가지 원인에 의해 기인할 수 있다. I/O 카드의 고장, I&C 계기의 고장, 케이블 배선의 이상이나 단선, 전원의 상실이나 이상 전압 발생, 프로세서 모듈의 고장, I/O 카드를 제어하는 모듈의 프로세서와 주요 제어 로직을 수행

2.1.1 PC용 I/O 버스

PC용 I/O 버스를 나열하면 ISA(Industry Standard Architecture)버스, MCA(Micro channel) 버스, EISA(Extended ISA) 버스, VL(Video Electronics Standards Association Local) 버스, PCI(Peripheral Component Interconnect) 버스, PCMCIA(Personal Computer Memory Card International Association)버스 등을 들 수 있다. ISA, MCA, EISA 버스 등의 확장버스는 다수의 물리적 디바이스를 허용하고, 과거 ISA 보드와의 호환을 위한 클럭 속도 채용으로 인해 과거의 보드와 호환 가능(ISA와 EISA 버스)하나, Video 어댑터, 네트워크 등의 고속 데이터 전송을 요구하는 분야의 bandwidth는 만족시키지 못한다. 그래서 나온게 로컬 버스이다. 로컬버스는 마이크로 프로세서에 직접 연결되는 데이터 버스로 VL(베사로컬) 버스와 PCI 버스를 들 수 있다. I/O 버스에 대해서 bus width, bus speed를 고려한 Bus Bandwidth를 토대로 이론적인 버스 성능을 나타내면 표 1과 같다.

표 1. I/O 버스별 Bandwidth 비교

Bus	Width (Bits)	Speed (MHz)	Bandwidth (MB/sec)
8bit ISA	8	8	4
16bit ISA	16	8	8
EISA	32	8	32
MCA	32	10	40
VLB	32	33	133.3
PCI	32	33	133.3

앞에서 언급한 PC I/O버어들 중에서 현재 가장 많이 쓰이고 있는 버스로는 ISA와 PCI 버스를 들 수 있다. 최근의 펜티엄 PC를 보면, 대부분 ISA버스와 PCI 버스를 채용하고 있으며, 대부분의 PC 기반의 데이터 수집용 I/O 카드들이 ISA와 PCI 버스 중 하나를 시스템 아키텍처로 채용하고 있는 추세에 있다[1]. 따라서 본 논문에서는 ISA 버스와 PCI 버스를 채용하는 I/O 카드에 대한 고장 진단 시스템을 구성하고자 한다.

2.2 I/O 카드 고장 진단 시스템 구성

본 논문에서 제시하는 I/O 카드 고장 진단 시스템의 구성도는 그림 1과 같다. I/O 카드 고장 진단 시스템의 구성은 고장 진단 결과 정보를 보여주는 디스플레이 장치, 사용자와의 상호작용을 위해 필요한 모니터와 키보드 및 마우스, CPU 카드와 고장 진단을 하고자 하는 I/O 카드와 그 I/O 카드를 수용하는 백플레인을 포함하는 셸프, 고장 진단 하고자 하는 카드의 기준이 되는 I/O 카드와 그 I/O 카드를 수용하는 백플레인을 포함하는 셸프, 고장 진단 하고자 하는 I/O 카드를 수용하는 백플레인과 기준이 되는 I/O 카드를 수용하는 백플레인을 연결시켜주는 버스 확장 카드, 그리고 각 카드의 입출력 상태를 물리적으로 보여주는 별도의 보드 등으로 구성되어진다. 그림 1의 고장 진단 시스템의 구성에서는 셸프를 2개로 분리하여 두어서 고장 진단을 하고자 하는 I/O 카드와 고장 진단 카드의 기준이 되는 카드를 분리한 구조를 취하고 있다. 그림 1의 셸프 1에 고장 진단 하고자 하는 I/O 카드를 삽입하고, 대응이 되는 셸프 0의 기준 카드에 케이블을 연결하는 구조를 취한다. 아날로그 입력 카드 #2는 아날로그 출력 카드 #1에 대응되고, 아날로그 출력 카드 #2는 아날로그 입력 카드 #1에 대응되며, 릴레이 출력 카드 #2는 릴레이 입력 카드 #1에 대응된다. 디지털 출력 카드 #2는 디지털 입력 카드 #1에 대응되며, 디지털 입력 카드 #2는 디지털 출력 카드 #1에 대응된다. 각 I/O 카드 #2와 I/O 카드 #1간의 연결 개념도는 그림 2와 같다.

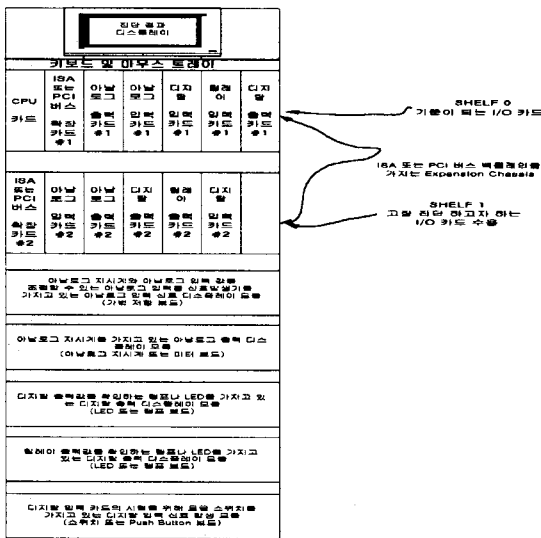


그림 1. I/O 카드 고장 진단 시스템의 구성도

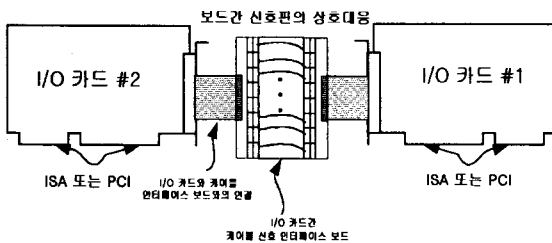


그림 2. 그림 1의 각 I/O 카드간 연결 개념도

본 논문에서 제시하는 고장 진단 시스템의 특징은 기준이 되는 I/O 카드와 고장 진단 하고자 하는 I/O 카드

를 다른 셸프에서 채용함으로써 셸프를 분리하는 구조를 채택한 점과 기준이 되는 I/O 카드를 신호 종류별로 선정하고, 그림 2와 같은 연결 구조를 채용함으로써 카드의 버스 아키텍처만 같으면 벤더 중속이 되지 않는다는 점이다. 즉 고장진단 하고자 하는 I/O 카드가 ISA 버스나 PCI 버스를 채용하거만 하면 고장 진단이 가능하다는 점이다.

그림 1의 고장 진단 시스템은 자동 모드와 수동 모드로 고장 진단이 가능한 구조를 취한다. 자동 모드란 카드간 케이블 연결로 고장 진단시 사용자의 개입이 불필요한 모드를 말하며, 수동 모드란 카드와 연결되어진 계기를 통해서 사용자가 고장 여부를 직접 판별하는 모드를 말한다. 수동 모드의 고장 진단을 위해서 본 논문의 고장 진단 시스템의 구성에서는 아날로그 입력 카드의 고장 진단을 위한 아날로그 신호를 발생시킬 수 있는 가변 저항 보드, 아날로그 출력 카드 고장 진단을 위해 아날로그 출력 신호를 디스플레이할 수 있는 아날로그 지시계 또는 미터 보드, 디지털 출력 카드 고장 진단을 위해 디지털 출력 값을 확인할 수 있는 디지털 출력용 램프나 LED 보드, 릴레이 출력 카드의 고장 진단을 위해 릴레이 출력 값을 확인할 수 있는 릴레이 출력용 램프나 LED 보드, 그리고 디지털 입력 카드의 고장 진단을 위해 디지털 입력 신호를 발생시킬 수 있는 토글 스위치 또는 푸쉬버튼 보드를 채용한다. 각 I/O 카드와 디스플레이 또는 신호발생 계기 보드간의 연결 개념도는 그림 3과 같다. 디스플레이 또는 신호발생 계기 보드를 채용함으로써 자동 모드시에도 고장 진단에 대한 투명성을 부여한다.

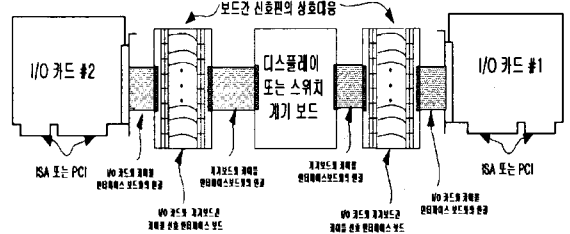


그림 3. 각 I/O 카드와 계기 보드간 연결 개념도

그림 3에서 각 카드와 디스플레이 또는 신호발생 계기간 연결을 하는데 있어서 고려해야하는 사항은 신호발생 원과 각 출력 카드간의 신호가 단락되지 않도록 신호선 연결을 해주어야 한다는 점이다.

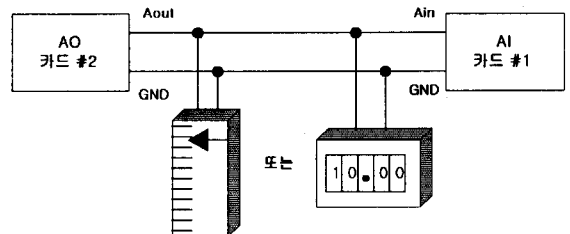


그림 4. 아날로그 출력 카드의 고장 진단을 위한 카드와 계기간 신호선 연결 개념도

아날로그 출력 카드와 디지털 출력 카드, 릴레이 출력 카드의 고장 진단을 위한 신호선 연결은 그림 4와 같이 고장 진단 하고자하는 카드의 출력 신호선과 기준이 되는 카드의 입력 신호선을 상호대응하여 연결하고, 그 선에 병렬로 아날로그 지시계나 미터, 램프나 LED를 연결하여 주면 된다. 그림 4는 아날로그 출력 카드의 고장 진단을 위해 아날로그 출력 카드와 아날로그 입력 카드,

그리고 아날로그 지시계간의 신호선 연결 개념도를 보여 준다.

디지털 입력 카드와 아날로그 입력 카드의 고장 진단을 위한 카드와 계기간의 신호선 연결에서는 별도의 회로가 부가되어야 하는데, 디지털 입력 카드와 아날로그 입력 카드와 기준이 되는 I/O 카드와 관련된 계기간의 신호선 연결 개념도를 도시하면 각각 그림 5, 그림 6과 같다.

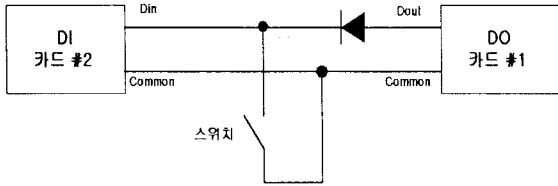


그림 5. 디지털 입력 카드의 고장 진단을 위한 카드와 계기간 신호선 연결 개념도

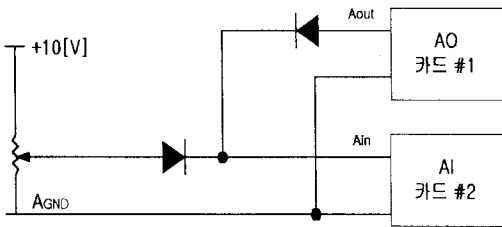


그림 6. 아날로그 입력 카드의 고장 진단을 위한 카드와 계기간 신호선 연결 개념도

2.3 I/O 카드의 고장 진단을 위한 신호발생 방법

그림 1의 고장 진단 시스템 구조에서, 자동 모드시 고장 진단을 위한 신호 발생방법에 대해서 언급하도록 한다. 자동 모드의 고장 진단은 대부분 출력 카드에서 입력 카드로 임의의 신호를 발생하고, 출력카드를 통해서 출력한 신호와 입력 카드를 통해서 입력 받은 신호를 비교해서 신호의 이상 유무를 판별함으로써 카드의 이상유무를 판별하게 된다. 본 논문에서는 카드와 터미널 단자대를 연결하는 케이블을 직접 고장 진단 시험에 채용하며, 케이블에서 인접 채널간 단락과 같은 케이블 고장 여부도 판별할 수 있는 고장 진단 시스템을 구성하도록 한다. 기존의 방법은 흔히 채널별로 동시에 같은 값을 출력해 신호를 발생시킴으로써 인접 채널간의 케이블 불량 여부를 판별할 수 없었다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 인접채널별로 다른 신호를 주는 신호발생 방법을 채택한다. I/O 카드 고장 진단 시스템 구조의 자동 모드에서 I/O 카드와 터미널 단자대를 연결하는 케이블 불량 여부까지도 판별하기 위한 신호 발생 방법으로, 인접 채널별로 배타적 논리합을 이용해서 다른 신호를 발생시킴으로써 케이블 불량여부를 판별할 수 있게 한다.

2.3.1 디지털 출력 카드의 신호 발생 방법

카드의 채널의 갯수는 채널 0 부터 채널 n-1 까지 n 개라고 가정한다. 디지털 출력 값 '0'은 논리적으로 거짓을 의미하며, 램프나 LED의 상태가 Off인 경우를 표현한다. 디지털 출력 값 '1'은 논리적으로 참을 의미하며, 램프나 LED의 상태가 On인 경우를 표현한다. 디지털 출력 신호는 1비트로 표현되어진다.

- ① i 를 카드의 채널 번호라고 하고, $i = 0$, 채널 i 의 출력 값을 '0'으로 한다.
- ② $i = i + 1$, i 를 2로 나누어 나머지가 '1'이면 채널 $(i-1)$ 의 출력 값을 '1'과 배타적 논리합을 취하

여, 채널 i 의 출력 값을 구하고, 나머지가 '0'이면 채널 0의 값을 채널 i 의 출력 값으로 그대로 취한다.

- ③ i 가 $(n-1)$ 이 될 때까지 ②의 과정을 반복한 후, 채널 0로부터 채널 $n-1$ 까지의 디지털 출력 채널 값을 디지털 출력 카드로 내보내고 디지털 출력 카드나 디지털 입력 카드의 이상 유무를 판별한다.
- ④ $i = 0$, 채널 0의 출력 값을 '1'로 한다.
- ⑤ ②, ③의 과정을 반복한다.

2.3.2 아날로그 출력 카드의 신호 발생 방법

카드의 채널의 갯수는 채널 0 부터 채널 $n-1$ 까지 n 개이며, 12비트 A/D 변환 해상도를 가지고 있다고 가정한다. 그리고 아날로그 출력 카드의 신호 범위 (range)를 0~100[%]로 환산하여 아날로그 출력 값을 고려한다. 실제 아날로그 출력은 [%] 단위를 실제 출력 신호 범위로 변환하여 내보내게 된다. 즉 0~10[V]의 출력을 낼 수 있는 카드라면 0%가 0[V]에 해당하고, 100%가 10[V]에 매핑되어진다. 아날로그 출력 신호는 12비트로 표현되어진다.

- ① i 를 카드의 채널 번호라고 하고, $i = 0$, 채널 i 의 출력 값을 '0'으로 한다.
- ② $i = i + 1$, i 를 2로 나누어 나머지가 '1'이면 채널 $(i-1)$ 의 출력 값을 16진수 100H와 비트적 배타적 논리합을 취하여, 채널 i 의 출력 값을 구하고, 나머지가 '0'이면 채널 0의 값을 채널 i 의 출력 값으로 그대로 취한다.
- ③ i 가 $(n-1)$ 이 될 때까지 ②의 과정을 반복한 후, 채널 0로부터 채널 $n-1$ 까지의 아날로그 채널 출력 값을 아날로그 출력 카드로 내보내고 아날로그 출력 카드나 아날로그 입력 카드의 이상 유무를 판별한다.
- ④ $i = 0$, 채널 0의 출력 값을 채널 0의 이전 출력 값에서 '25'를 더한 값을 취한다.
- ⑤ ②, ③의 과정을 반복하고, ④ 이후의 과정을 채널 0의 출력 값이 '100'이 될 때까지 반복한다.

3. 결 론

본 논문에서는 고장 진단 하고자 하는 I/O 카드와 기준이 되는 I/O 카드를 수용하는 셸프가 분리되어 있는 구조를 취하고, 카드의 신호 종류별로 기준이 되는 I/O 카드를 채용함으로써, ISA 버스나 PCI 버스만 채용하면 벤더 종속의 고장 진단을 할 수 있고, 또한 별도의 LED나 램프, 스위치, 아날로그 지시계 등을 채용하는 보드들을 채용함으로써 자동 모드와 수동 모드의 고장 진단이 가능한 PC 기반 I/O 카드의 고장 진단 시스템의 구성방법을 제시하였다. 그리고 I/O 카드와 터미널 단자대 사이를 연결하는 케이블의 인접 채널별 단락 여부를 판별할 수 있는 디지털과 아날로그 출력 카드의 신호발생 방법도 제시하였다. 본 논문에서 제시한 고장 진단 시스템을 구현함으로써, 계획 예방 정비 공사시나 공장 휴지시 I/O 카드를 점검하거나 I/O 카드의 사용자 교육용으로 활용할 수 있으리라 기대된다.

(참 고 문 헌)

- [1] 변승현, 장태인, 광귀일, 조지용, "PC 기반 제어용 I/O 시스템 구축에 관한 연구" 대한전자공학회 하계종합 학술대회, 1998
- [2] 한전 전력연구원, "발전소 보일러용 디지털 분산 제어 시스템 개발(I)", 중간보고서, 1999
- [3] Tom Shanley, and Don Anderson, "ISA System Architecture", Addison Wesley, 1995
- [4] Tom Shanley and Don Anderson, "PCI System Architecture", Addison Wesley, 1997