

제어모듈의 가속수명시험을 위한 자동기능점검시스템에 관한 연구

모성희\*, 함중걸\*, 정창기\*\*, 신운오\*\*  
 \*산업기술시험원, \*\*한국전력공사 전력연구원

The study on automatic function testing as acceleration life testing(ALT) for industrial control modules

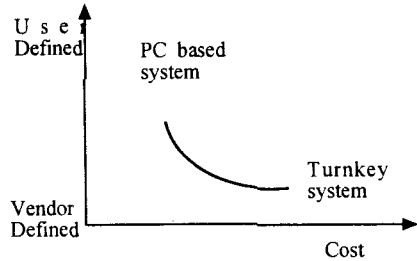
\*Sung-Hee Mo, \*Jung-Keol Ham, \*\*Chang-Ki Jung, \*\*Youn-Oh Shin  
 \*KoreaTesting Laboratory, \*\*Korea Electric Power Research Institute

**Abstract** - 국내 제조업체의 기술발달로 인해 각 산업계의 모듈 및 시스템에 대한 차체 개발과 더불어 이전 외국업체에 의해 설계된 시스템들에 대한 국산화가 많이 이루어지고 있다. 신뢰성평가에 있어서도 예전부터 수행하고 있는 부품단위의 시험평가와 더불어 최근에는 모듈류에 대한 시험평가요구가 증가하고 있으며 특히, 이들 개발 모듈류에 대한 신뢰성확보를 위해 가속수명시험(ALT)과 초기고장을 가려내기 위한 번인(Burn-In)시험이 많이 행해지고 있다. 이들 시험을 위해서는 장시간에 걸쳐 그 모듈류의 기능을 점검하고 모니터링 할 수 있는 측정자동화 시스템이 필수적이다. 본 연구에서는 이런 측정 자동화시스템 제작에 관련된 내용을 기술하고 실제 적용 사례를 제시하여 모듈류의 가속수명시험 기능점검에 대해 논하였다.

법도 장시간에 걸쳐 시험하기 위해서는 Notebook과 같은 별도의 저장장치를 필요로 하는 경우가 대부분이고, 시험하고자하는 입출력 Channel 수가 많아 질 경우 시험이 불가능하게 된다. 또한, 간단한 입출력신호가 간단하여 Digital Sequence의 제어로 축할 경우에는 PLC를 이용할 수도 있다. 그러나, 역시 대규모로 장시간 시험하고자 할 경우나, Data의 저장에 필요로 하는 경우에는 제어현장에서 많이 사용하는 DAQ Board를 PC기반으로 이용하여 시스템을 제작하는 것이 바람직하다. 예전의 경우 시험평가를 위해 Turnkey 단위로 시스템을 제작하였으나, 모듈 및 시스템의 시험평가를 위해서는 비효율적이며 특정시료에 대해서만 제한적으로 사용될 수 있는 있겠으나, 다양한 입출력 사양에 대해 시험을 수행할 수는 없다. 아래 <그림. 1>은 이들 두가지 경우를 비교한 그래프이다.

1. 서 론

가속수명시험시 모니터링을 위한 자동기능점검시스템은 어느 특정 모듈류에 대해서 Turnkey 단위의 시스템으로 개발할 성질의 것이 아니라, 시험대상인 모듈류의 입출력 신호에 대해 소프트웨어적인 프로그램에 의해서 모듈의 입력신호를 제공해 주어야 하고 또한, 모듈의 출력신호를 측정시스템에서 받아 그 데이터를 저장하고 분석할 수 있어야 한다. 이러한 유연성을 갖춘 가속수명시험의 측정자동화시스템을 제작하기 위해서는, 제어현장에서 많이 사용되는 Data Acquisition Board(DAQ)를 이용하여 PC기반에서 제작하여야 한다. 이런 시스템 제작은 시험평가를 수행하는 운용자 측면에서 각 대상 모듈류에 대해 쉽게 프로그램을 변경할 수 있을 뿐 아니라, 프로그램법에서도 각 DAQ Board의 입출력신호에 프로그램적으로 쉽게 접근 가능 하여야 한다. 즉, 이러한 시스템을 이용한 시험평가에서는 Hardware와 제어프로그램의 적절한 선택을 통한 시스템 제작이 필수적이다.



<그림. 1> 자동화측정시스템 vs. Cost

User Defined로 결정된 PC based system의 경우를 시험평가업무에 적용하여 볼 때, 시험자가 시험사양에 대해서 늘 새롭게 프로그램을 제작해야 한다는 문제가 생긴다. 그러나, 이러한 문제를 피할 수는 없으며, 이 제어프로그램 제작을 어떻게 쉽게 하느냐 하는 것이 문제가 된다. 앞에서 언급했듯이 DAQ Board를 이용한 시험평가가 필수적이라고 할 때, 프로그램을 위한 Interface 부분을 쉽게 처리할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 GUI로 구현된 제어프로그램을 이용하여야 한다.

2. 본 론

2.1 자동기능점검 시스템의 제작

2.1.1 시험평가수행을 위한 자동기능점검 시스템의 개요

다양한 입출력 사양을 가진 시험시료의 시험평가를 위해서는 그 모듈류의 기능점검사양에 맞는 측정시스템을 제작하여야 한다. 이러한 경우는 예전의 Turnkey 단위의 시스템의 경우는 특정시료에 대해서 여분의 프로그램 제작없이 쉽게 시험평가를 수행 할 수 있는 장점이 있지만, 시험평가의 사양이 바뀌는 경우에는 적용할 수 없다. 따라서 이러한 경우는 PC에 기반을 둔 시스템을 적용하여야 한다.

보통 간단한 모듈류의 기능점검을 위해서는 시료에 입력원으로써 Function Generator 혹은 각종 DC source를 이용하고 출력을 DVM 혹은 간단한 전용 Data Logging Meter를 이용할 수 있다. 그러나, 이러한 방

2.1.2 시스템의 제작

각 측정계기 제조 메이커에서는 다양한 DAQ Board와 이와 관련된 제어프로그램을 제시하고 있으며, 또한 각종 Driver를 제공하고 있다.[1-3] 이들중 시험평가에 적절한 사양을 선택하여 시스템을 꾸밀 수 있다. 이들에 대한 선택에서 각 메이커가 제시하는 내환경성규격을 살펴보고 선택하여야 한다.

(1) 시스템제작의 순서

시뮬레이터를 다음과 같은 순서로 제작한다. 가속수명시험을 위한 기능점검용 시스템 제작에서는 Hardware로는 A社の DAQ Board를 이용하였고, 제어 프로그램으로는 B社の 프로그램을 이용하였다.

아래와 같이 Hardware를 설치하고 각종 Driver와

제어프로그램을 설치한다.[4-8]

① Hardware 설치 및 점검

- DAQ Board들의 선정 및 기본 사양 (Specification) 확인
- DAQ Board의 Address 설정
- DAQ Board의 Option 설정(전압범위, Channel 수 설정 및 입출력 선택)
- PC에 DAQ Board Setting
- 각 DAQ Board와 연결되는 Terminal Board와 연결

② Driver 및 Software 점검

P&P가 적용되지 않는 Hardware의 경우 Driver를 구입하여 설치한다.

· A사에서 제공한 Windows95용 Driver에 해당 DAQ Board 설치 및 Address 및 Option을 Setting한다.  
 · 각 DAQ(AIO, DIO)의 입출력 확인 예제(A사에서 제공)를 이용하여 Terminal Board에서 실제 전압을 인가하여 제어프로그램 상에서 입출력과 맞는지 확인한다. 또한, 해당 제어프로그램상에서 사용할 수 있도록 User Defined Driver를 설치한다. 설치한 후 예제 프로그램을 통해서 AIO, DIO 신호에 대해서 실제로 확인한다.

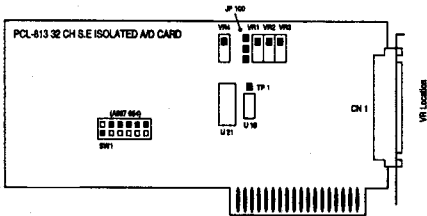
(2) Hardware 설치

다음에서는 실제 AIO Board를 예를 들어 설치하는 과정을 설명하였다.

① Analog Input Board

위항목 따라 해당 Address를 설정하고 시험하고자 하는 입력전압의 범위에 따라 Option을 설정한다. 여기서는 Default 값으로 0-5VDC 값으로 설정하였다. 시험의 필요에 따라 ±5VDC로 변경할 필요가 있다.

PC에 연결되는 Connector Pin은 37-pin D-type connector이며, 32개의 Analog Input Channel을 가진다. 아래 <그림. 2>는 AI DAQ Board이며 Address Setting을 위한 SW1과 Input Voltage에 대한 조정을 위한 4개의 단자가 있다.

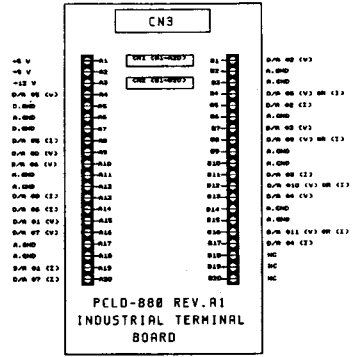


<그림. 2> AI DAQ Board

② Analog Output Board의 설치

위 항목에 따라 해당 Address를 설정하고 시험하고자 하는 출력전압의 범위에 따라 Option을 설정한다. 여기서는 Default 값으로 ±5VDC 값으로 설정하였다.

<그림. 3>에서 AO DAQ Board의 Terminal Block의 Pin Assignment이다. 또한, <그림. 4>는 각 JP Pin을 이용하여 Output Range와 Unipolar Output 및 Bipolar를 선택할 수 있는 방법을 설명하고 있다. 제어하고자 하는 출력 Analog 전압에 따라 Board의 JP-n과 JP-m을 Setting한다.



<그림. 3> Terminal Block

CH.	JP-n	JP-m	CH.	JP-n	JP-m
0	JP3	JP4	6	JP15	JP16
1	JP5	JP6	7	JP17	JP18
2	JP7	JP8	8	JP19	JP20
3	JP9	JP10	9	JP21	JP22
4	JP11	JP12	10	JP23	JP24
5	JP13	JP14	11	JP25	JP26

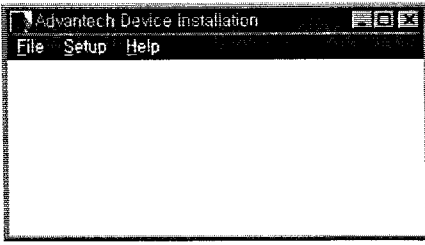
Output Range	JP-n	JP-m
0 to +5 V Unipolar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0 to +10 V Unipolar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-5 V to +5 V Bipolar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* 4 to 20 mA Current Sink	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<그림. 4> AO Range 설정 (JP-n, JP-m)

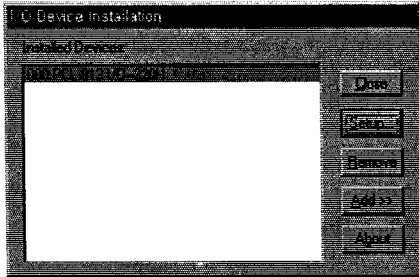
(3) Driver 설치

① Windows95 Driver Installation

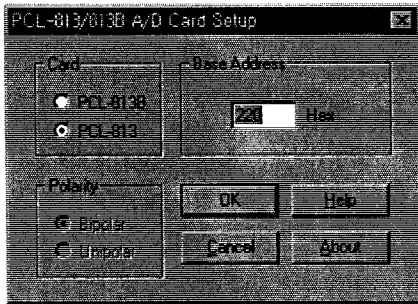
A사의 DAQ Board는 Windows95에서 사용되기 위한 P&P를 지원하지 않기 때문에 먼저 Windows95용 DRIVER를 설치한다(<그림.5>참조). 그 다음 그 프로그램을 수행하여 DRIVER 항목에서 <그림. 5-7>까지의 그림에서 처럼 각종 DAQ Board의 입출력 사양 및 Address등을 설정할 수 있다. 여기서 BOARD의 Hardware와 같은 Address임을 확인하고 여러 개의 DAQ Board를 사용할 경우 Default Address 가 같을 경우도 있으므로 주의한다. 특히, DIO B/D의 경우 (<그림.9>참조)에는 단순히 한개의 Channel로 설정하는 경우와 8개 Channel(1byte, or port)단위로 프로그램을 하는 경우가 있으므로 주의하여 프로그램한다. 또한, 입력 혹은 출력으로 설정할 것인가 등을 주의한다. <그림. 6>의 Driver Setting Program에서 나타나는 순서번호는 실제 제어프로그램상(Device open icon)에서 그 해당 DAQ Board를 인식하기 위한 Driver Open id로 이용되므로 실제 프로그램과 같아야 한다. 의 입력으로 필요하다.



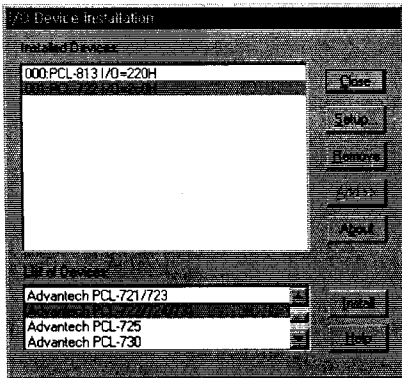
〈그림. 5〉 설치된 Device Installation 프로그램 화면



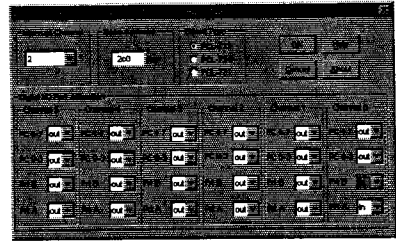
〈그림. 6〉 AO DAQ Board의 설치화면



〈그림. 7〉 AO DAQ Board의 Address 설정

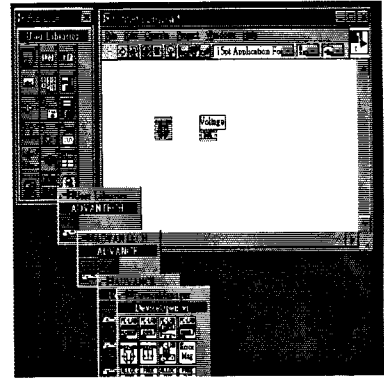


〈그림. 8〉 I/O Device Installation (AO DAQ Board를 추가한 예)



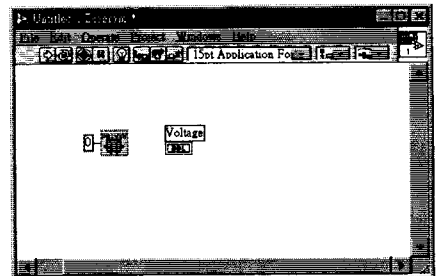
〈그림. 9〉 DIO DAQ Board의 각 Channel의 Input Output 선택(모두 6개 채널이 있고, 각 채널마다 3개의 Port(A, B, C)가 있다.)

② 제어프로그램을 이용하기 위한 Driver 설치  
 해당하는 제어프로그램을 이용하기 위해서 Software Driver를 설치해야한다. Install을 완료하고 해당 제어 프로그램을 실행시키면 〈그림. 10〉과 같은 User Library에 A사에서 제공하는 DAQ 관련 각종 Icon을 볼 수 있다. 〈그림. 11〉은 Device Open Icon을 선택한 경우이다.

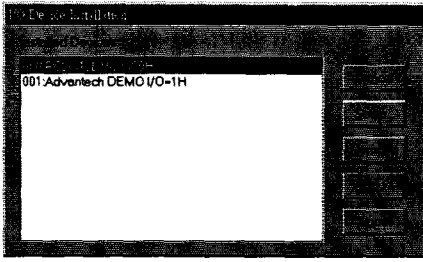


〈그림. 10〉 제어프로그램상에서의 Driver 설치결과(User의 Library Icon)

또한, Driver Install Setting 프로그램에서 설정된 번호를 Device Open에서 Index로 사용한다.



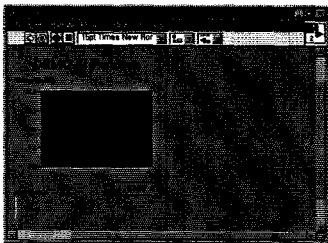
〈그림. 11〉 제어프로그램의 Device Open Icon



〈그림. 12〉 Device Open Icon과 Driver for Window95의 Device Installation 상태비교

③ Hardware와 Software의 최종점검

〈그림. 13-14〉는 각종 DAQ Board를 위한 예제 프로그램이다. 즉 한 개 Channel의 Digital Input/Output 혹은 Byte단위(8Bits)의 Digital Input/Output과 Analog Input/Output을 제어하는 프로그램이다. 이것을 사용하여서 실제 Hardware Setting과 실제 제어 프로그램에서의 정상 동작 여부를 확인할 수 있다.



〈그림. 13〉 AI Function을 점검하기 위한 Demo Program



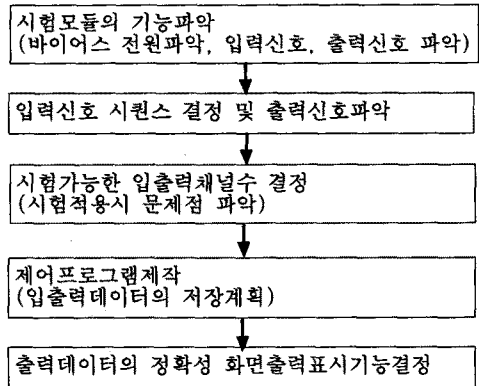
〈그림. 14〉 Digital Input을 점검하는 프로그램 (1Byte)

2.2 자동기능점검 시스템을 이용한 가속수명시험

2.2.1 제어프로그램제작 개요

일반적으로 제어 모듈류의 가속수명시험을 위한 제어 프로그램 제작은 〈그림. 15〉에 따라 실시한다. 실제 가속수명시험을 위해서는 시험시료에 대한 기본 성능파악을 최우선적으로 실시하여야 한다. 또한, 실제 동작시험을 하기 위해서는 그 모듈의 기본성능을 명확히 정의하여 적절하게 시험 입출력 채널 수를 결정하고 점검 시스템과 연결하여 프로그램을 작성하여야 한다. 또한, 제어 프로그램 상에서는 단순한 입력신호와 출력신호의 저장에서만 그치는 것이 아니라, 입력신호에 따른 출력신호

의 정확성을 판정하여 현장에서 모니터링만을 통하여 제어모듈류가 정상동작하는지 여부를 파악할 수 있어야 한다. 실제 프로그램상에서는 입력신호를 시간에 따라 주기적으로 변화시켜주어야 하므로 출력신호를 받는 Sequence에 주의하여 프로그램한다.〔9〕



〈그림. 15〉 가속수명시험을 위한 프로그램순서

2.2.2 가속수명시험사례

(1) PI Controller : CP022

① 개요

CP002 모듈은 실제 대규모 시스템의 제어시스템에 사용되는 모듈로서 주로 비례기와 적분기로 구성된 모듈이다. 이에 대하여 주 기능을 정의하고 자동기능점검시스템을 이용하여 가속수명시험중에 동작상태를 시뮬레이션하고 그 기능을 점검하였다.

② 점검항목

- 비례기 : 입력단자 C8에 0Vdc에서 3Vdc로 변화시켜 입력시킨다. 이때, 출력단자 C10에서 0~3Vdc의 상응되는 전압을 측정한다.
- 적분기 : 입력단자 C20에 0.3Vdc를 인가하다가 충분히 출력이 포화에 이르렀을 때 -0.3Vdc로 전환시킨다. 이때 출력단자 C14로부터 0에서 14Vdc사이의 입력신호분에 대한 적분과 적분치의 감소상태를 측정한다.

〈표. 1〉 입출력단자

바이어스전원단자	입력단자	출력단자
C26(+24Vdc)	비례기 : C8	C10
C32(GND)	적분기 : C20	C14
C24(-24Vdc)	---	---

③ 항목별 점검방법

- 기능점검절차 : ②항의 방법으로 점검을 실시한다.
- 〈그림. 16〉의 그래프는 입력신호에 대한 출력신호결과를 나타낸다.

④ 판정기준

가속수명시험의 경우 기능의시간상에 따른 열화패턴을 알아보는 것이 중요하다. 여기서는 열화패턴의 추이를 파악하기 위해서 판정기준을 초기 점검값의 ±10% 이내로 정하였다.

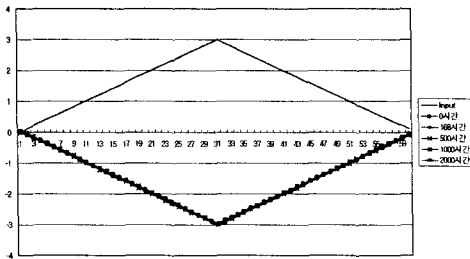
⑤ 점검결과

점검결과표는 아래 〈표. 2〉와 같다.

〈표. 2〉 CP022 시험결과

시험시간	점검결과
0시간	이상없음.
168시간	이상없음.
500시간	이상없음.
1000시간	이상없음.
2000시간	이상없음.

아래 〈그림. 16〉에서는 시험결과를 그래프로 나타냈다.



〈그림. 16〉 CP022의점검시간대별출력신호변화

(2) V/I Transformer : CW032

① 개요

CW032 모듈 역시 제어시스템에 사용되는 모듈로 주로 전류원과 같이 long leads 혹은 외부 시스템에 신호전달을 위해서 사용되는 모듈이다.

② 점검항목

바이어스전원(+24Vdc 와 +15Vdc)를 인가하고 입력단자 1과 입력단자 2에 해당 신호를 인가한다(〈그림 17〉의 입력신호 0, 1참조). 이때 해당 출력신호를 측정 시스템을 통해서 입력신호 1 & 2와 같이 저장한다.

③ 항목별 점검방법

기능점검은 절차 ②항의 방법으로 점검을 실시한다.

아래 〈그림. 17〉에서 입력신호에 대한 출력신호결과를 나타냈다.

④ 판정기준

가속수명시험의 경우 기능의시간상에 따른 열화패턴을 알아보는 것이 중요하다. 여기서는 열화패턴의 추이를 파악하기 위해서 판정기준을 초기 점검값의 ±10% 이내로 정하였다.

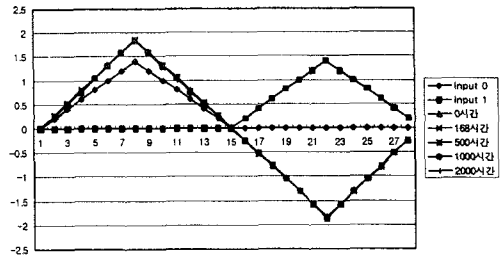
⑤ 점검결과

〈표. 3〉에서 시험점검결과를 표로 나타냈다.

〈표. 3〉 CW032 시험결과

시험시간	점검결과
0시간	이상없음.
168시간	이상없음.
500시간	이상없음.
1000시간	이상없음.
2000시간	이상없음.

시험결과를 〈그림. 17〉에 그래프로 나타내었다.



〈그림. 17〉 CW032의 점검시간대별 출력신호변화

이상에서와 같이 각종 다양한 시험모듈에 대해서 동작가속수명시험을 실시하였으며, 결과 이상없음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 이용하여 신뢰성공학적인 가속수명시험기법을 이용 모듈류에대한 수명평가를 실시할 수 있다. 특히, 시험상에서 중요한 것은 동작시험을 통하여 단순 저장시험보다 더 실제적인 사용환경을 시뮬레이션 할 수 있었으며, 이를 위한 다양한 시험평가 기법 및 시험기술을 확보할 수 있었다. 또한, 이러한 시험평가수행에 있어서 제어현장에서 쓰이는 여러 제어컨트롤러(DAQ Board)를 이용하여 쉽게 그 기능을 가진 시스템을 제작할 수 있음을 알 수 있었다.

3. 결 론

최근 국내 제어모듈류를 제작하는 산업체에서는 국내의적인 환경 변화와 국내 자체의 제조기술의 발전으로 말미암아 각종 모듈류의 국산화가 많이 행해지고 있다. 그러나, 신뢰성평가에 대한 인식부족으로 인해 그저 단순 온도저장시험만으로 형식적인 시험에 그치고 있는 추세이다. 본 연구에서는 각종 다양한 제어모듈류에 대한 장시간 동작시험 및 기능평가를 위한 자동기능점검시스템의 제작하여 가속수명시험에 이용하였다. 또한, 초기 불량제거를 위해 사용되는 번인(Burn-In)시험을 위한 장시간 동작시험을 위해서도 이러한 자동기능점검 시스템은 필수적이다. 또한, 이 연구를 통하여 Trunkey 단위의 시스템이 아니라 운용자가 적절한 제어프로그램제작을 통하여 쉽게 다양한 사양의 모듈의 기능점검을 수행할 수 있음을 확인하였다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] Instrumentation Catalogue 1998 National Instruments
- [2] The Intelligent Solution for Data Acquisition Microstar Laboratories
- [3] GENIE Data Acquisition and Control Software
  - Genie Reference Manual
  - User's Guide
  - Basic Script Programmer's Reference
- [4] PC-based Industrial Automation Solution guide Vol. 61 Advantech
- [5] Data Acquisition Industrial Computer Master Catalog 삼진시스템
- [6] Industrial Computer Complete PC-based systems and Boards for Industrial Automation Solution Guide IC Vol.81 Advantech
- [7] Embedded PCs for Automation Various Form Factors for Applications EPC Vol.81 Advantech
- [8] User's Manual PC-Labcard, PCL-813, PCL-722, PCL-727 Advantech
- [9] 그래픽 프로그램의 이해 강현오 (주) A.D.C 시스템