

◆특집◆ IT 활용을 통한 제어 시스템의 기술발전과 나노 정밀도 구현방안 다양한 도메인 기능을 갖는 PAC에 대한 이해와 개발

김경돈*, 이강주**, 김찬봉**

Understanding and Development of Programmable Automation Controllers (PACs) having Multi-Domain Functionality

Kyung-Don Kim*, Kang-Joo Lee** and Chan-Bong Kim**

Key Words : IT-fusion(IT융합), Multi-domain functionality(다양한 도메인/분야 기능), OPC(OLE for Process Control), PAC(Programmable Automation Controller)

1. 서론

오늘날 모든 제품에서 공통적으로 나타나는 특징은 바로 융합화이다. 그것도 IT 와의 융합이 대세를 이루고 있는데, 이러한 현상은 공장자동화 장비에서도 예외일 수 없다. IT 기술의 발달에 힘입어 최근의 공장은 생산시스템을 구성하는 각 단계에서의 수평적 통합뿐만 아니라 하위의 각종 센서와 모터로부터 제어기, MES, ERP 시스템에 이르기까지의 수직적 정보 통합이 강력하게 요구되고 있다.^{1,2}

이러한 요구를 만족하기 위해서는 CNC, 모션 제어기, PLC 등과 같은 제어기들이 하위의 이기종 디바이스들을 통합하고 상위의 정보통합 시스템과 연계하는 등 핵심적인 역할을 수행해야 한다. 특히, 최근에는 PLC 를 중심으로 각종 Digital 기술과 S/W 기술이 융합되어 발전하고 있으며, 그러한 IT 기술의 융합으로 차세대 제품인 PAC (Program-

mable Automation Controller)라는 제품군이 출현하고 있다.^{3,5}

PAC 의 형태는 일반적인 PLC 의 형태와 비슷하지만, PAC 의 기능은 훨씬 폭이 넓다. 기존의 PLC 는 시퀀스제어(sequence control) 기능만을 포함하고 있지만 PAC 시스템은 모션제어(motion control)와 시퀀스제어, 공정제어(process control), HMI(Human Machine Interface) 등 다양한 도메인/분야의 기능(multi-domain functionality)을 하나의 시스템에서 지원하는 다기능 융합 제어기이다. PLC 는 특정회사 전용의 구조하에 개발된 것으로 제조업체가 결정한 사양과 능력을 갖춘 제한적인 시스템이지만 PAC 는 다양한 기술과 제품들을 포괄할 수 있는 다분야 기능의 컨트롤러 플랫폼이며 사용자는 그들의 용도에 맞게 여러 기능들을 조합하여 사용할 수 있다.

본 논문에서는 각종 Digital 기술과 S/W 기술이 융합된 PAC 의 개념과 특징에 대해 소개하고 개발된 제어 시스템의 H/W 및 S/W 사양과 특징을 PAC 시스템의 관점에서 살펴본다.

2. PAC 개요

PLC 는 빠르고 간단한 유지보수 및 적은 고장으로 인해 수십 년간 사용되어 왔다. 특히, PLC

* 터보테크 기술연구소

Tel. 031-710-5925, Fax. 031-716-9113

Email kyungdon@turbotek.co.kr

제어 시스템과 IT 기술에 의한 공장자동화 및 통합에 관심을 두고 연구활동을 하고 있다.

** 터보테크 기술연구소

의 강력한 안정성, 성능, 반복성(repeatability), 예측 가능성(predictability) 때문에 단순하면서도 취약한 환경의 시스템에 계속해서 사용되고 있다. 그러나, 공장 전체가 IT 기술로 통합되는 최근의 산업 환경에서 사용자들은 그들의 핵심 경쟁력에 그들의 에너지를 집중시키고 있으며 전반적인 자동화 및 제어 시스템의 통합은 자동화 제품의 공급자에게 의존하고 있다. 이러한 현상은 제품 공급자에게 보다 활용성이 높은 다기능의 성능을 요구하게 되었으며 보다 나은 서비스와 기술지원을 요구하게 되었다.

이러한 요구에 부응하기 위해 최근의 PLC 는 표준 인터페이스, 다양한 도메인 기능, 분산형 모듈형 구조(distributed modular architecture), 그리고 최신 S/W 성능들이 통합되는 형태로 발전해 가고 있는 중이며, 이러한 최신의 기술들이 접목된 제품군이 바로 PAC 시스템이다.

PAC 라는 단어 자체를 살펴보면 PLC 의 Logic 이 Automation 또는 Advanced 로 바뀌었는데 실제로 PAC 가 유연하고 개방적이면서 다양한 분야의 제어를 가능하게 한다는 점에서 그 의미를 충족한다.

PAC 란 용어와 개념은 학계보다는 산업계에서 먼저 사용된 것으로 알려지고 있다. 또한, 아직까지 일반화된 개념이 아니기에 각 업체별로 이에 해당되는 제품군이 조금씩 다른 기능과 개념을 가지고 있지만 단어가 주는 의미로 인해 자사의 차세대 제품과 잘 들어맞는다는 의미로 사용한다는 이유가 대부분이다. 그렇다고 해서 이들 사이의 기능과 특징이 크게 다른 것은 아니며 지금까지 나온 일반적인 개념의 범주에 속하는 PAC 는 다음과 같은 특징과 성능을 가지는 것으로 정의될 수 있다.

- 하나의 플랫폼에서 시퀀스제어, 모션제어, HMI 등과 같이 다양한 도메인/분야(multi-domain) 의 기능들을 구현할 수 있다.
- 다양한 기능을 가진 자동화 시스템을 설계/통합하는데 있어 하나의 통일된 개발 플랫폼을 사용한다.
- 시스템 개발자나 최종 사용자가 하나의 단일 플랫폼에서 다양한 제어 애플리케이션을 개발 및 배포할 수 있다.
- 분산제어 환경을 가능하게 하는 모듈형 제어

구조를 가진다.

- 네트워크 인터페이스나 언어 등에 있어서 사실상의 표준을 채택함으로써 다양한 공급자들로 구성된 네트워크 시스템에서 자유로운 데이터 교환이 가능하다.

PAC 는 다양한 기능을 하나의 시스템에서 제공하며 유연하고 재구성이 가능하기 때문에 특별한 적용분야에 맞게 Customize 하거나 최적화 하는데 유용하게 사용될 수 있다.

PAC 사용자들은 뛰어난 단일 H/W 의 선택보다는 전체 시스템을 통합할 수 있는 성능을 더 가치있게 보고 있기에 PAC 의 선택에 있어서 H/W 적인 장점 보다는 통신의 우월성 및 표준성과 S/W 의 통합성에 더 큰 가치를 두고 있다. 즉, PAC 가 공장 전체를 통합하기 위해 커뮤니케이션의 중심 역할을 얼마나 충실하게 수행하느냐가 제품의 경쟁력이 되고 있다.

3. 제어 시스템 H/W

3.1 제어 시스템 구성도

제어기와 제어기를 둘러싼 주변 환경과의 통합은 1) 제어기를 사용하고 있는 사람과 제어기와 의 통신, 2) 제어기와 구동부와의 통신, 그리고 3) 제어기와 각종 센서와의 통신에 의해 통합될 수 있다.

개발된 제어 시스템(GX-S500)은 Fig. 1 에 나타낸 바와 같이 Ethernet, USB, RS232/422 을 이용하여 터치패널, 시스템 개발 툴 등과 같이 시스템의 설정이나 조작을 위한 사용자 인터페이스와 연결된다. 또한, 원격 진단/감시/제어 시스템이나 Web 기반의 HMI 시스템 등과 같이 인터넷 또는 인트라넷 기반의 응용 시스템들이 제어기와 통합될 수 있다. 특히, Ethernet, OPC, XML 등과 같은 표준 인터페이스 기술은 ERP 나 MES 등과 같은 상위의 정보통합 시스템과 제어 시스템과의 소프트웨어적인 통합(soft-wired connection)을 가능하게 한다.

DeviceNet 이나 Profibus-DP 등과 같은 Fieldbus 기술과 아날로그/디지털 서보 인터페이스 기술은 각종 모터나 센서, 분산 I/O 등과 연계될 수 있으며 공장 전체의 네트워크에 삽입될 때 이기종 시스템들과 통합될 수 있도록 개발되었다.

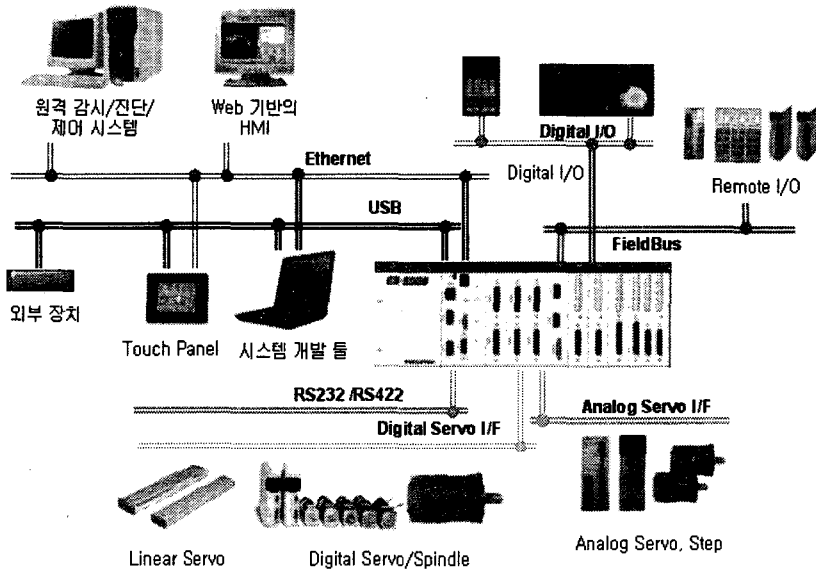


Fig. 1 Configuration of the developed system, GX-S500

3.2 제어기 H/W 구성

개발된 제어 시스템은 Fig. 2 에 나타난 바와 같이 다양한 기능을 갖는 하드웨어 모듈들로 구성된다. 제어 시스템의 기능 및 사양은 Back Plane 모듈에 장착되는 하드웨어 모듈의 조합에 따라 폭넓은 유연성을 가진다. 각 하드웨어 모듈은 Back Plane 모듈을 통해 인터페이스 되며 CPU 모듈에 의해 제어된다.

CPU 모듈은 상위 사용자와의 인터페이스에 대한 지원을 담당하는데, USB 나 RS-232 통신으로 산업용 PC 나 시스템 개발 툴(DTK)에 연결할 수 있다. 또한, Ethernet 통신을 통하여 네트워크에 연결되어 공장 내의 이기종 시스템과 연결된다.

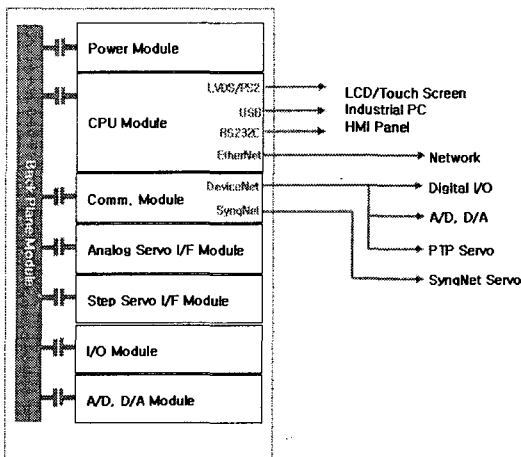


Fig. 2 Modular architecture of H/W systems

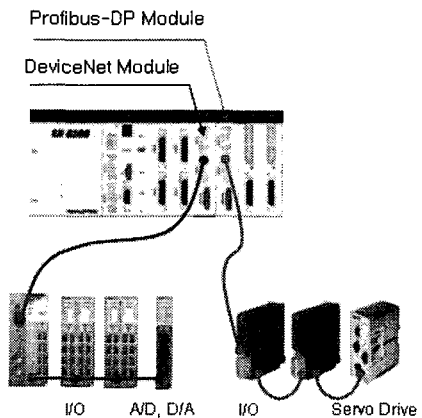


Fig. 3 Integration by communication modules

이에 반하여 하위 디바이스와의 인터페이스는 통신 모듈(Comm. module)에서 담당하고 있다. Fig.

3 에 나타낸 바와 같이 DeviceNet, Profibus-DP 등 표준화된 Fieldbus 인터페이스 모듈을 통하여 디지털 I/O 와 인터페이스를 수행할 수도 있고, A/D 및 D/A 보드와도 연결할 수 있으며, 간단한 PTP 서보 제어도 가능하다.

Fig. 4 는 제어를 구성하는 각 모듈의 주요 사양을 나타낸 것이다.

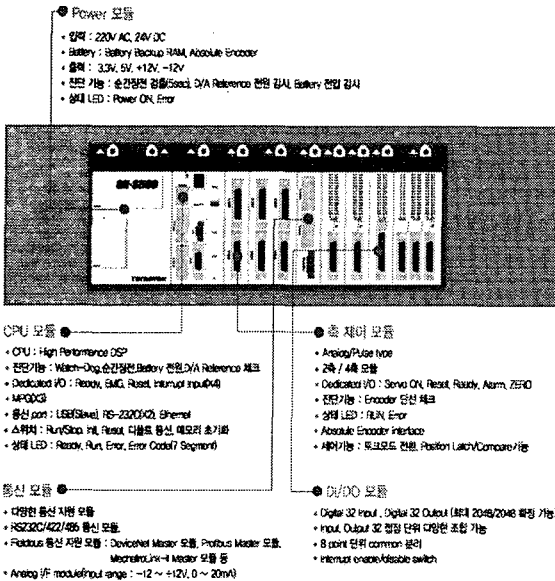


Fig. 4 Specification of H/W modules

4. 제어 시스템 S/W

4.1 커널 S/W 구성

Fig. 5 는 제어시스템의 커널 S/W 구성도이다. 커널 S/W 는 여러 Task 들의 샘플링 시간을 관리하는 작업 관리자(task manager) 모듈, 외부 상위 시스템이나 I/O 모듈들과의 통신을 담당하는 통신(COM) 모듈, 모션 프로그램 해석을 담당하는 코드해석기(IPR), 보간 기능을 담당하는 보간기(IPO), 서보 제어를 위해 서보와의 인터페이스를 담당하는 위치제어기(POS), 그리고 PLC 프로그램을 처리하는 PLC 모듈 등으로 구성되어 있다.

Fig. 6 에 나타낸 바와 같이 작업 관리자 모듈은 Time Interrupt 를 받아 각 Task 의 샘플링 주기에 맞추어 Task 를 활성화시킨다. 또한, 커널 S/W 의 수행시간이 CPU 사양을 초과하는지 여부에 대

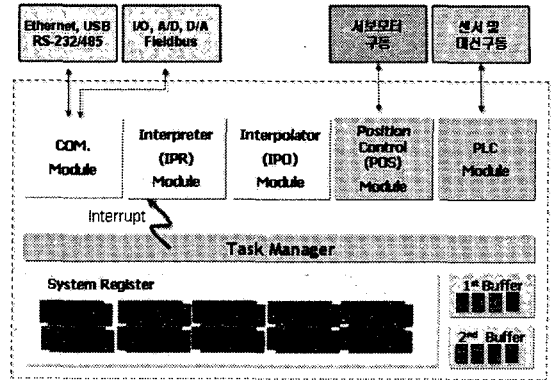


Fig. 5 Configuration of kernel S/W modules

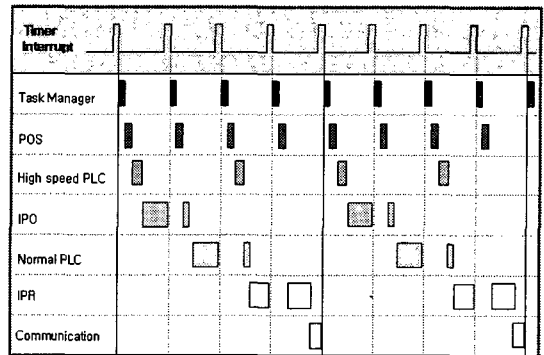


Fig. 6 Real-time task distribution of kernel S/W modules

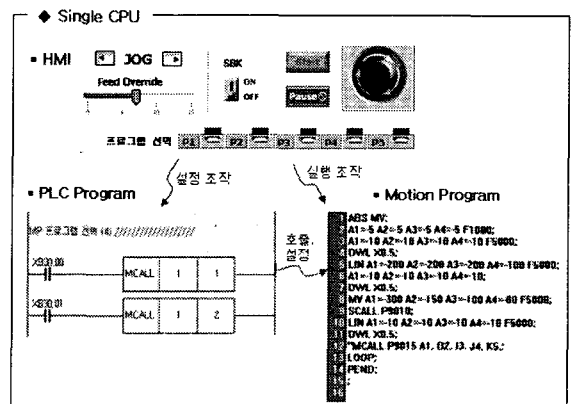


Fig. 7 Control flow of motion and PLC programs

한 감시 기능을 수행하며, 외부의 Watch Dog Timer 를 설정하여 H/W 및 S/W 의 동작을 감시하는 등

시스템 진단 기능을 수행한다.

개발된 제어시스템은 단일 CPU 를 사용하여 PLC, 모션제어, HMI 등 다양한 도메인의 기능을 수행한다. Fig. 7 은 PLC 와 모션, HMI 를 조합한 하나의 예이다. HMI 는 모션 프로그램을 선택할 수 있도록 조작 버튼을 가지고 있으며, 사용자의 조작에 따라 PLC 는 실행될 모션 프로그램을 호출/설정하는 역할을 한다. 또한, HMI 에서 Start 등의 버튼을 조합함에 의해 모션 프로그램이 실행된다. 이와 같이, 사용자의 애플리케이션에 따라 PLC 나 모션제어, HMI 등을 조합하여 사용할 수 있다.

4.2 시스템 개발 툴(DTK)

개발된 PAC 시스템은 다양한 기능을 조합할 수 있으므로 PAC 시스템은 매우 다양한 분야에 적용될 수 있다. 따라서, 사용자나 시스템 엔지니어가 시스템의 개발을 위해 원하는 기능을 만들고 부가할 수 있는 유연한 개발 환경을 제공하는 것이 필요하다. 또한, 이러한 개발 환경이 통일된 하나의 플랫폼(single platform)으로 구성되어 있다면 다양한 애플리케이션을 하나의 플랫폼에서 개발하여 사용할 수 있으므로 개발 및 적용시간의 단축, 개방성과 유연성 확보, 교육비 및 유지보수 비용 절감 등의 이점을 제공할 수 있다.

Fig. 8 은 시스템 개발 툴의 S/W 구조이다. 시스템 개발 툴은 Windows 기반의 O/S 에 설치되며 GX-Builder 모듈과 데이터 관리자(data manager) 모듈 그리고 OPC 서버 모듈로 구분된다. GX-Builder 모듈은 시스템을 설정하거나 운용하기 위한 각종 애플리케이션 모듈을 가지고 있으며, 데이터 관리자 모듈은 GX-Builder 모듈 및 GX-S500 의 통신 모듈과의 인터페이스를 통해 공유 메모리를 관리한다. OPC 서버 모듈은 외부 사용자 프로그램이나 MES, ERP 등과 같은 상위의 정보통합 시스템과의 인터페이스를 위해 존재하며 데이터 관리자 모듈과의 인터페이스를 통해 데이터를 교환한다.

시스템 설정 및 운용을 위한 애플리케이션 모듈로는 아래의 모듈들이 기본적으로 제공되며 사용자가 필요한 모듈을 추가할 수 있다.

- ① 디바이스 설정, 시스템 파라미터 설정 등 제어 시스템의 사용환경 설정 및 모니터링을 위한 레지스터 편집기(register editor) 모듈
- ② PLC 프로그램 작성을 위한 PLC 프로그램 편집기 모듈
- ③ 모션 프로그램 작성을 위한 모션 프로그램 편집기 모듈
- ④ 제어 시스템의 화면을 구성하기 위한 화면 편집기(HMI editor) 모듈
- ⑤ 제어시스템이 가지는 각종 내부데이터 및 신호를 실시간으로 확인하기 위해 오실로스코프와 유사한 기능을 하는 데이터 트레이서(data tracer) 모듈

애플리케이션 모듈들은 사용자의 프로젝트를 생성하고 통합 관리하기 위한 프로젝트 매니저를 통해 각 모듈들간의 정보를 교환한다. 또한, 각각의 애플리케이션 모듈들은 COM 인터페이스를 통해 데이터 관리자 모듈이 관리하는 공유 메모리에 접근할 수 있다. 공유 메모리는 시스템 개발 툴의 데이터베이스 역할을 담당하며, 모든 정보들은 시스템 개발 툴 내의 각 모듈들이 공통으로 인식/사용할 수 있도록 Tag 가 할당되어 있다.

Fig. 9 는 시스템 개발 툴의 샘플 화면이다. 시스템 개발 툴의 프로젝트 폴더 창은 등록된 사용자 프로젝트 리스트를 보여주며 각 애플리케이션 모듈들과 관련 파일들을 트리 구조로 표시한다.

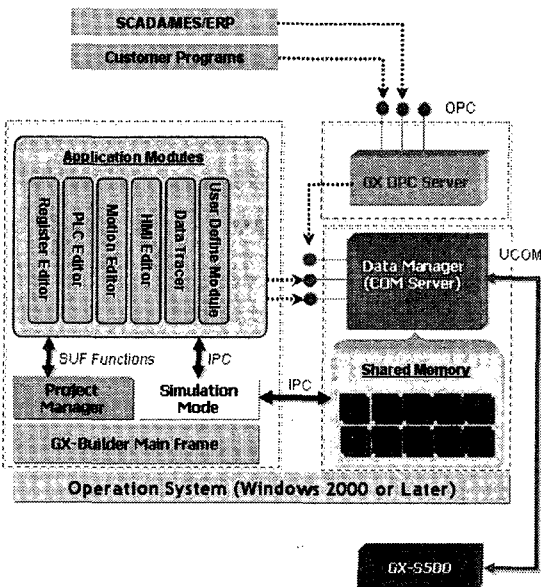


Fig. 8 Architecture of the Development Tool Kit (DTK)

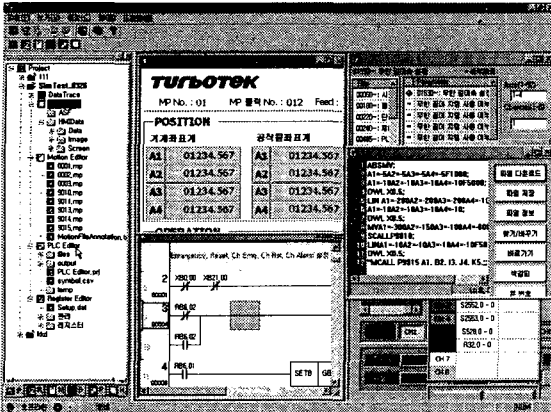


Fig. 9 Sample screen of the DTK

4.3 정보통합 시스템과의 통합

최근의 공장은 각종 센서와 모터로부터 제어기에서 사무실의 MES 와 ERP 까지 통합되는 상황이며 이러한 통합환경에서 제어시스템이 조화롭게 운용되기 위해서는 제어 시스템이 가지는 모든 데이터를 표준 인터페이스를 통해 외부에 제공할 수 있어야 한다.

OPC(OLE for Process Control)는 Microsoft 의 COM/OLE 기술을 이용한 자동화 장비와 PC 사이의 통신 규약으로 제어용 부품에서 사무용 기기에 이르기까지 상호 운용성(interoperability)을 가능하게 하는 기술이다. 최근 PC 기반의 제어 기술이 도입되면서 제어기의 통신규격으로도 주목을 받고 있다. 현재, OPC Foundation²이라는 단체에서 OPC의 세계 표준을 만들어 나가고 있으며 Microsoft 라는 거대 기업의 후원을 받으며 산업자동화 분야에서 사실상의 표준(de facto standard)으로 받아들여지고 있다.

본 연구에서는 사실상의 표준인 OPC 인터페이스를 채택하였으며 시스템 개발 툴에 OPC 서버를 장착하였다. 사용자 프로그램이나 서드파티(third party) 프로그램, 그리고 SCADA, MES, ERP 등의 상위 정보통합 시스템은 OPC 클라이언트(client)가 되어 LAN 이 구축된 환경이라면 어디서든 OPC 서버에 접근하여 제어 시스템의 내부 정보를 획득할 수 있기에 공장 자동화/통합화에 매우 유용하게 사용된다.^{6,7}

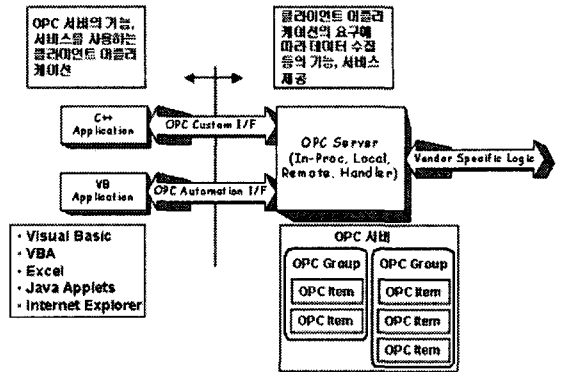


Fig. 10 OPC interface and composition

OPC 인터페이스는 Fig. 10 에 나타난 바와 같이 서버와의 정보교환을 위해 OPC Custom 인터페이스와 OPC Automation 인터페이스를 제공한다. 사용자가 응용모듈을 제작할 때에 C++를 사용하면 OPC Custom 인터페이스 규약을 적용하여 응용모듈을 개발하며 Visual Basic 과 같은 Script 언어를 사용한다면 OPC Automation 인터페이스 규약을 적용하여 개발한다.

OPC 서버는 OPC 클라이언트에 제공할 데이터를 OPC 아이템(item)으로 정의한다. OPC 아이템은 다음과 같은 형식을 가진다.

▶ OPC Item Name 형식

OPC 서버명\MainCategory.SubCategory.ItemName
예)Turbotek.GxOPCServerDA.2\IO.Operation.Start

본 연구에서 개발된 OPC 서버는 Fig. 11 에 나타난 바와 같이 트리 구조 형식의 OPC 아이تم들을 가진다. 메인 카테고리(MainCategory)는 'Status', 'IO', 'Register_DirectAccess'이며 'Status'의 서브 카테고리(SubCategory)로 'MachinePos', 'WorkPos' 등을 가지며 각각의 서브 카테고리 아래에 실제 데이터에 관련된 항목들이 설정되어 있다. 즉, 'Machine Pos'를 예로 들면 'Axis01', 'Axis02', 'Axis03' 등의 데이터 항목이 OPC 클라이언트가 요청하는 실질적인 데이터 항목이며 OPC 서버는 클라이언트의 요청에 따른 OPC 아이템을 시스템 개발 툴의 데이터 관리자에 전달하여 공유 메모리와 연결해 준다.

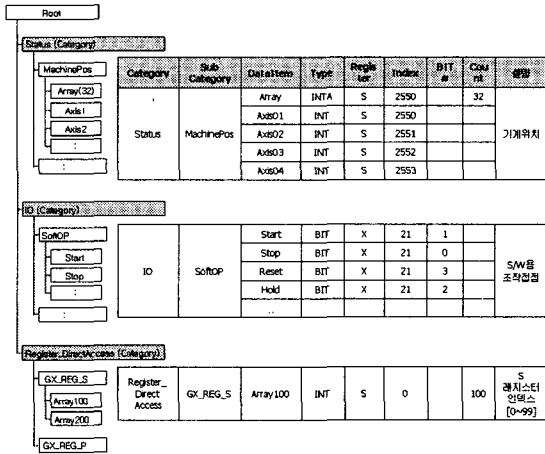


Fig. 11 Tree structure for OPC items

5. 결론

본 연구에서는 하나의 플랫폼에서 시퀀스제어, 모션제어, HMI 등과 같이 다양한 도메인/분야의 기능들을 구현할 수 있는 PAC의 개념과 특징에 대해 소개하였고, 개발된 제어 시스템의 H/W 및 S/W 사양과 특징을 PAC의 관점에서 살펴 보았다.

개발된 시스템의 H/W는 Back Plane에 장착되는 모듈의 조합에 따라 기능과 사양이 결정되는 모듈형 제어구조를 가지며, USB, Ethernet 등의 표준 인터페이스와 DeviceNet, Profibus-DP 등과 같은 통신 모듈을 확보함으로써 분산제어 환경에 적합한 구조를 가지고 있다.

단일 CPU에 의해 시퀀스제어, 모션제어 등 다양한 분야의 기능들을 수행할 수 있으며 하나의 통일된 개발 플랫폼에서 다양한 제어 기능들을 조합/적용함으로써 사용자에게 적합한 애플리케이션을 개발 및 배포할 수 있다.

사실상의 표준인 OPC 인터페이스를 채택하여 제어 시스템이 가지는 모든 데이터를 MES, ERP 등과 같은 정보통합 시스템에 제공할 수 있다. 개발된 OPC 서버와 네트워크 분산제어 기능이 혼합되어 사용될 경우, 하위의 센서 및 모터로부터 상위의 정보통합 시스템에 이르기까지의 수직적 통합에 있어서 개발된 제어 시스템이 핵심적인 역할을 수행할 수 있다.

개발된 PAC 시스템은 다기능 융합 제어기로서

초정밀 부품산업, 반도체 산업, FPD 산업, 광부품 산업 등 다양한 분야의 고급장비에 적용할 수 있다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 산업기반기술개발과제사업("IT 기반 나노제어시스템 개발")의 지원으로 이루어졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. Katz, R., Min, B. K. and Pasek, Z., "Open Architecture Control Technology Trends," ERC/RMS Report #35, September 2000.
2. OPC Foundation, <http://www.opcfoundation.org>
3. Resnick, Craig, "Industrial Controls Evolve to Programmable Automation Controllers," ARC Insight #2002-53M, November 20, 2002.
4. White paper of GE Fanuc, "Programmable Automation Controllers," <http://www.gefanuc.com>
5. White paper of National Instruments, "PACs for Industrial Control, the Future of Control," <http://www.ni.com>
6. Iwanitz, Frank and Lange, Jurgen, "OLE for Process Control," Huthig Verlag Heidelberg, 2001.
7. Kim, K. D., Yun, W. S., Lee, K. J., Lee, E. A., Lee, Y. M. and Kim, C. B., "Development of a Software-Based Open Architecture CNC System," Proceedings of KSPE, pp. 484-487, 2004 Spring.