

NI PXI-7352를 활용한 PC 기반의 고성능 2축 스텝 모션 제어시스템 개발

이운선[†], 박만곤^{**}

요 약

인간의 보다 나은 삶을 위한 유비쿼터스 사회에서 센서 네트워크기술과 함께 중요시 되고 있는 기술이 자동제어 및 모션제어기술이다. 산업현장 및 생활환경에서 GUI 환경의 보다 빠르고 정밀한 모션제어 및 위치제어기술에 대한 요구는 날로 늘어가고 있다. 특히, GUI 환경의 개선과 산업현장의 변화에 빠르게 적응할 수 있도록 PC 기반의 모션 제어시스템에 대한 수요가 날로 증가하고 있다. 본 연구에서는 높은 신뢰성과 정밀한 모션제어를 제공하는 NI PXI-7352 컨트롤러와 스텝 모터를 활용하여 사용자인터페이스를 획기적으로 증대시킨 그래픽기반 시스템 프로그래밍언어인 LabVIEW를 기반으로 산업현장에서 다양하게 응용할 수 있는 고성능 2축 스텝 모션 제어시스템을 개발하고자 한다.

Development of the High Efficient 2-axis Step Motion Control System using NI PXI-7352

Un-Seon Lee[†], Man-Gon Park^{**}

ABSTRACT

The automatic control and motion control technology including the sensor network technology are important in the ubiquitous environment to make human life easy. In the industrial site and living environment, the demand for the motion control technology and position control technology which are faster and more precise is increasing. Especially, demand for the PC based motion control system is mounting in order to keep up with the improved GUI environment and ever-changing industrial site. This research is focused to develop the Highly Efficient 2-axis Step Motion Control System which can be variously applied in the industrial site on the basis of the LabVIEW - graphic code programming language - with user interface, using the NI PXI-7352 controller and the NI step motor in which it provides the high reliability and the precise motion control.

Key words: NI PXI-7352(엔아이 피엑스아이 7352), Motion control system(모션 컨트롤 시스템), LabVIEW(랩뷰), Step motion(스텝 모션)

1. 서 론

첨단 정보화 사회의 목표인 유비쿼터스 환경의 구현을 위해서는 선행되어야 할 기반기술들이 무수히

많다. 특히, 센서 네트워크기술과 함께 중요시 되고 있는 기술이 자동제어 및 모션 제어기술이다. 산업현장 및 생활환경에서 사용자 편의를 위한 GUI (Graphic User Interface) 환경의 보다 빠르고 정밀

※ 교신저자(Corresponding Author): 박만곤, 주소: 부산광역시 남구 대연3동 599-1(608-737), 전화: 051)629-6240, FAX: 051)628-6155, E-mail: mpark@pknu.ac.kr
접수일: 2010년 1월 12일, 수정일: 2010년 2월 22일
완료일: 2010년 2월 26일

[†] 준회원, 부경대학교 대학원 첨단정보과학 및 정보기술국 제화협동과정 박사제학
(E-mail: lus@kopo.ac.kr)

^{**} 중신회원, 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수

한 모션제어 및 자동제어기술에 대한 요구는 급격히 증가하고 있다. 특히, GUI 환경의 개선과 산업현장의 변화에 빠르게 적응할 수 있도록 PC 기반의 모션 제어시스템이 보편화 되고 있다. PC 기반의 모션 제어시스템은 사용자 인터페이스를 위한 소프트웨어, 모션 컨트롤러, 드라이브, 모터, 피드백 디바이스 및 기구부등으로 구성되어 있다. 이러한 모션 제어시스템은 정보통신, 반도체, 의료, 멀티미디어 등 산업현장 전반에 적용되는 중요한 요소기술로 보다 정밀하고, 사용자 인터페이스가 용이하며, 신뢰성 높은 시스템 개발에 대한 요구가 날로 증대되고 있다.

본 연구에서는 사용자의 편의를 충족시킬 수 있도록 검증된 그래픽 기반의 제어시스템 개발언어인 LabVIEW S/W와 자동제어에서 독보적인 위치를 구축한 NI사의 고성능 스텝/서보 모션 컨트롤러인 NI PXI-7352를 활용하여 PC 기반의 2축 스텝 모션 제어시스템을 개발하고자 한다. Graphic code 형태의 언어인 LabVIEW S/W의 적용 사례를 보면 반도체, LCD 제조라인, 자동차, 물류-반송, 전기기기, 화학, 식품, 인쇄, 플랜트, 빌딩-공장 유틸리티관리, 의약품 등 항공, 우주, 국방, 통신, 자동차 등과 같은 다양한 분야에 급속하게 쓰이고 있다.

2. 관련연구

스텝 모터를 이용한 제어시스템은 디지털펄스만으로 모터를 구동시킬 수 있어서 복잡한 PID (Proportional Integral Differential) loop tuning 과정이 필요 없으며 Open loop Control의 경우 결선이 용이하여 개발과정이 쉽고 사용이 편리하다. 또한 비슷한 크기의 서보시스템에 비해 가격이 저렴하며 저속에서 매우 높은 토크 특성을 갖는다. 이러한 장점으로 스텝 모션 시스템은 반도체장비나 의료장비를 비롯하여 여러 산업 자동화 부분에서 폭넓게 활용되고 있다.

2.1 시스템 구성

일반적으로 모션 제어시스템은 소프트웨어, 모션 컨트롤러, 드라이브, 모터, 피드백 디바이스 및 기구부등으로 구성되어 있다. 그림 1은 모션 컨트롤시스템의 구성요소에 대한 개념도로써 어플리케이션 소프트웨어는 사용자가 컴퓨터를 사용하여 타겟 위치

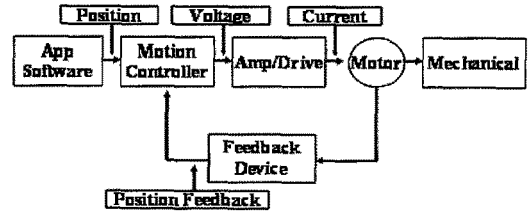


그림 1. 모션 컨트롤 시스템의 구성 요소(1)

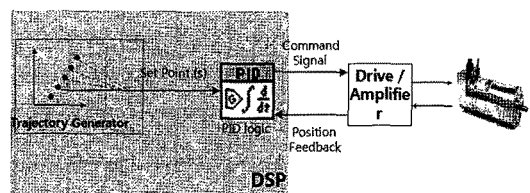
및 모션 컨트롤 프로그램을 지정 할 수 있도록 해주며, 모션 컨트롤러는 원하는 타겟 위치 및 모션 프로파일을 선택하고, 모터의 경로(trajectories) 생성, 서보 모터를 위한 $\pm 10V$ 신호 출력, 스텝 모터를 위한 스텝 및 방향/펄스 출력 등의 기능을 수행함으로써 시스템의 중추적인 역할을 한다. 드라이브라고도 불리는 증폭기는 컨트롤러로부터 명령을 받고, 모터 구동에 필요한 전류를 생성하며, 모터는 전기 에너지를 기계 에너지로 바꾸고, 원하는 타겟 위치로 운동하기 위해 필요한 토크(torque)를 생성하게 된다[1].

모터는 기계 장치에 토크(torque)를 공급하도록 설계되어 있다. 위치 피드백 디바이스(position feedback device)는 스텝 모터 컨트롤과 같은 일부 모션 컨트롤 어플리케이션에서는 필요하지 않지만, 서보 모터에는 필수적인 장치로 모터의 위치를 감지하고 그 결과를 컨트롤러에 보고함으로써 모션 컨트롤러로 폐루프(Closed Loop)를 구성한다[2].

2.2 모션 컨트롤러

그림 2는 모션 컨트롤러의 작동 원리에 대한 개념도를 나타낸다. 소프트웨어에서 작성된 프로파일의 셋 포인트를 지정하고 그 셋 포인트를 PID 로직에서 command signal을 만들어준다. 이 신호를 드라이브에 보내고, 드라이브에서는 신호를 증폭하여 모터를 구동하게 된다[3].

일반적인 Plug-in 모션 컨트롤러에서는 셋 포인트



Plug-in 모션 컨트롤러

그림 2. 모션 컨트롤러의 작동 원리(5)

를 설정하고 PID 로직을 수행하는 부분까지를 보드 내에 있는 DSP에서 수행하게 된다. 전용 모션 컨트롤러를 사용하지 않는 소프트모션을 구현하게 되는 경우 모션 프로파일에 해당하는 셋 포인트를 생성하는 부분까지만을 일반 CPU나 FPGA에서 담당하고 PID 로직을 수행할 수 있는 intelligent drive가 실제 모터를 구동한다[4,5].

3. 구 현

스텝 모션 제어시스템을 제작하기 위해서는 먼저 시스템에 적합한 모터와 기구부등의 구성 부품을 선택하고, 모터에 적합한 모션 컨트롤러와 드라이브를 설정하고, 응용 소프트웨어를 개발하는 3 단계로 이루어진다.

3.1 구성부품 선택

3.1.1 모션 컨트롤러

그림 3은 NI PXI-7352 스테퍼/서보 컨트롤러는 NI의 가장 강력한 최신 모션 컨트롤 제품군의 2축 버전 제품으로 온보드 데이터 수집을 위한 16비트 ADC, 64개의 디지털 I/O 라인, 통합을 위한 고속 4 MHz 위치 트리거링 기능도 있으며, 사인콜 정류로 브러시리스 모터 컨트롤러가 된다[6].

3.1.2 모션 컨트롤러 인터페이스

Universal Motion Interface Board 인 NI UMI-7772는 NI 735x, NI 734x 및 NI 733x 모션 컨트롤러를 타사 드라이브 또는 증폭기에 연결하기 위한 특수 모션 컨트롤 인터페이스이다. 이러한 인터페이스는 D-Sub 연결 및 신호 절연 등과 같은 산업용 환경에 적합한 여러 가지 기능을 제공한다[7]. 그림 4는 2축제어가 가능한 NI UMI-7772 보드이다.

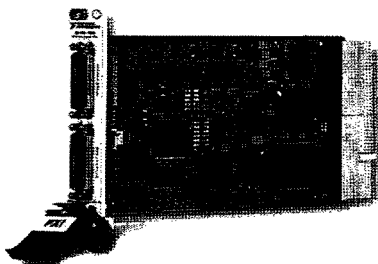


그림 3. NI PXI-7352

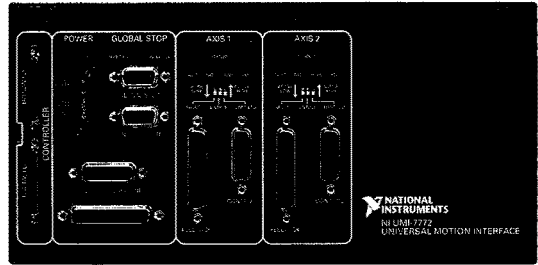


그림 4. NI UMI-7772



그림 5. NI P70360-SND

3.1.3 스텝 드라이브

그림 5는 NI P70360-SND 스텝 드라이브로 최대 샤프트 전력이 525W이고, 스텝 해상도가 50,000 steps/rev 인 제품으로, 피드백을 받지 않고 실속(stall)을 감지하는 기능, 마이크로 스텝핑, 부드러운 저속 동작을 위한 Motor wave shape tuning, Mid-band anti resonance control, 정지 상태 전류 보정, Current Reduction등 다양한 기능을 제공한다[8,9].

3.1.4 스텝 모터

모터는 일반적으로 스텝 모터, AC 서보 모터, DC 서보 모터의 세 종류가 가장 많이 쓰인다. 스텝 모터는 사용 된지 60여년이 지난 오래된 방식이지만, 컨트롤 유닛의 발전에 따라 성능이 향상되고 가격이 저렴하여 서보 모터의 대안으로 최근에 부각되고 있다. 기본적인 작동 원리는 펄스 입력을 받아 하나의 펄스 당 하나의 스텝을 움직이는 방식으로 구동된다. 모터의 스텝마다 다르지만 스텝 모터는 1회전하는 동안 정해진 스텝수가 있다. 예를 들어 1회전 당 360 스텝짜리 스텝 모터가 있다고 하고, 이 모터가 5개의 펄스를 받았다고 가정하면 5도만큼 회전하게 된다 [10]. 스텝 모터는 펄스의 개수만 조절하면 위치가 제어되기 때문에 일반적으로 엔코더 피드백을 필요로 하지 않는다. 또한 일반적으로 스텝 모터는 비슷한 크기의 서보 모터에 비해 속도는 낮은 편이나 토크가 높다. 모터는 스텝/서보, 피드백 타입, 엔코더



그림 6. NI NEMA 23

스펙, 전기적 특성, 토크 용량 등을 고려하여 선정하여야 한다. 본 시스템에는 그림 6의 NI NEMA 23을 사용하였다.

3.2 부품의 연결과 결선

부품의 연결되는 순서는 그림 7과 같이 모션 컨트롤러-인터페이스-드라이브-모터 순으로 연결하며, 스텝 드라이브는 dip 스위치를 이용하여 간단히 설정이 끝나게 된다.

모션 컨트롤러(PXI-7352)와 인터페이스 UMI-7772는 68-pin Direct Cable을 사용하고 UMI-7772와 P70360-SND 스텝 드라이브의 연결은 D-sub cable을 사용한다. 그림 8은 완성된 모션제어시스템으로 시스템 판넬위에 기구부를 고정하고 스텝모터와 연결한 상태이다.

3.3 MAX(Measurement & Automation) 설정

step 1. Measurement & Automation 실행하고



그림 7. 부품의 연결과 결선

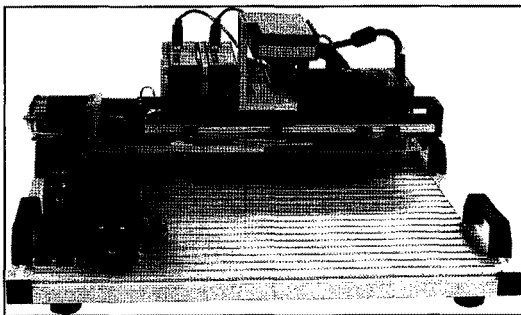


그림 8. 완성된 2축 스텝 모션 제어 시스템

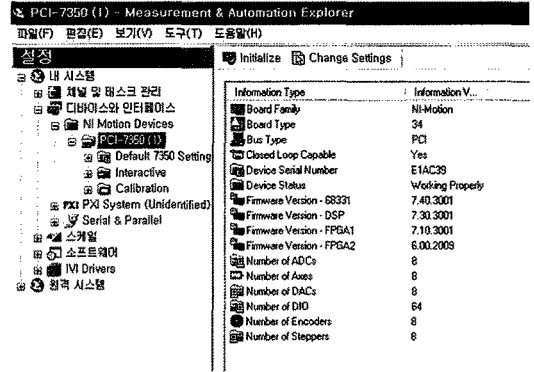


그림 9. MAX 설정 화면

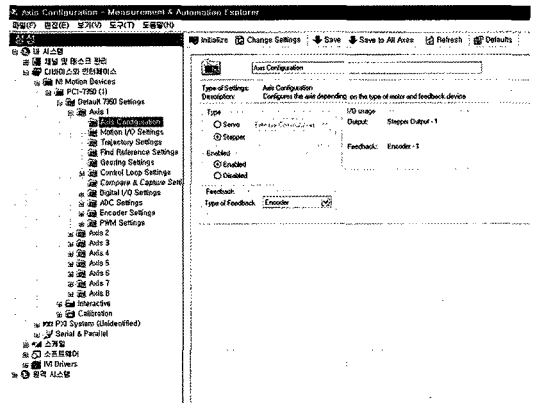


그림 10. Axis1 설정 화면

설정 > 디바이스와 인터페이스를 선택한다.

step 2. 그림 9와 같이 NI Motion Devices를 선택 후 PCI-7350(1)을 선택한다.

step 3. 그림 10과 같이 Axis 1과 Axis 2를 선택하고 Axis Configuration부터 PWM Settings 까지 적당한 값을 설정한다.

step 4. Interactive >> 2-D Interactive 에서 각 축별 가-감속 제어 및 절대좌표, 상대좌표 등의 테스트를 할 수 있고 가-감속 설정 값을 변경하여 Target Position 을 설정하여 위치 제어 테스트를 할 수 있다. 또한 Steps 및 rpm등의 모터 회전 제어를 선택하여 구동테스트를 할 수 있다[11].

3.4 Software 개발

3.4.1 LabVIEW 8.6

LabVIEW는 미국의 National Instruments 에서

1986년도에 출시한 Graphic code 형태의 언어로 사용자의 접근성과 사용성을 극대화 시킨 언어이다. LabVIEW는 직관적인 그래픽 아이콘과 순서도 개념을 프로그래밍에 도입하여 플로우차트를 연상케 하는 와이어를 사용하여 고급 측정, 테스트 및 제어 시스템을 손쉽게 개발할 수 있다[12].

LabVIEW는 수 천개의 하드웨어 디바이스와 최상의 통합을 제공하며 고급 분석과 데이터 시각화 처리를 위해 내장된 수 백가지의 라이브러리를 제공하며, LabVIEW 플랫폼은 여러 타겟과 운영체제에서 확장가능하다. LabView S/W의 적용 사례를 보면 반도체, LCD 제조라인, 자동차, 물류-반송, 전기 기기, 화학, 식품, 인쇄, 플랜트, 빌딩-공장 유틸리티 관리, 의약품 등 항공, 우주, 국방, 통신, 자동차 등과 같은 다양한 분야에 급속하게 쓰이고 있다[13].

3.4.2 프로그래밍 구조

그림 11은 사용자 인터페이스를 위한 프런트패널의 구성으로 X, Y축의 이동할 위치를 입력하기 위해 숫자형 팔레트에서 슬라이더와 숫자형 컨트롤을 배치하였고, 이벤트발생을 위한 버튼 컨트롤 등을 배치하였다.

그림 12는 프로그래밍에 해당하는 컨트롤 패널의 블록다이어그램으로 실시간 실행을 위해 While 루프 안에 모터의 속도와 이동을 제어하는 Set Operation Mode.flx, Load Velocity.flx, Load Acceleration/Deceleration.flx, Load Target Position.flx, Start Motion.flx, Check Move complete Status.flx, Read Position.flx 등의 함수를 사용하여 구현하였다[14].

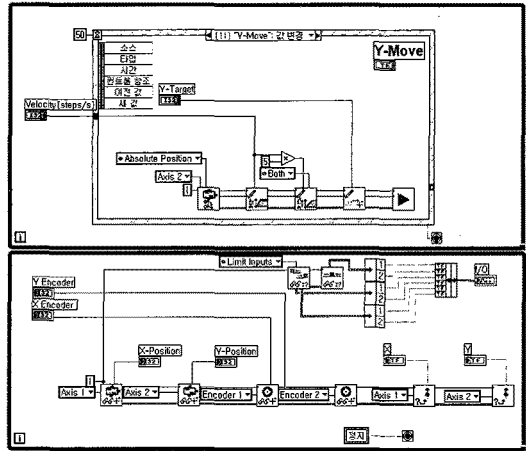


그림 12. 컨트롤 패널 블록다이어그램

4. 결론

모션 제어시스템은 일반적으로 사용자 인터페이스를 위한 소프트웨어, 모션 컨트롤러, 드라이브, 모터, 피드백 디바이스 및 기구부등으로 구성되어 있다. 본 논문에서 제시한 모션제어시스템은 LabVIEW 8.6을 바탕으로 고성능 스텝 모션 컨트롤러인 NI PXI-7352와 NI UMI-7772 모션 컨트롤 인터페이스 그리고, P70360-SND 스텝 드라이브를 활용하여 NI NEMA 23 스텝모터를 제어하는 컴퓨터 기반의 2축 스텝 모션 제어시스템이다. 이러한 모션제어 시스템은 Vision 응용 검사, 물류-반송, 자동화시스템 등의 개발자들에게 보다 쉽고 빠른 시스템 개발 방법을 제시할 것이며 컴퓨터 기반의 모션제어 교육시스템으로도 활용할 수 있다.

참고 문헌

[1] NI, "Designing a Motion Control System," <http://ni.com/motion>, 2005.
 [2] NI, "Motion Control Fundamentals," <http://sine.ni.com/np/app/culdesac/p/ap/motion/lang/en/pg/1/sn/n17:motion/docid/tut-9667>, 2010.
 [3] NI, "Fundamentals of Motion Control," National Instruments, pp. 2-15, 2005.
 [4] 박인수, "계측검사를 위한 Motion Control 기법," NIDays 2007, <https://lumen.ni.com/ni->

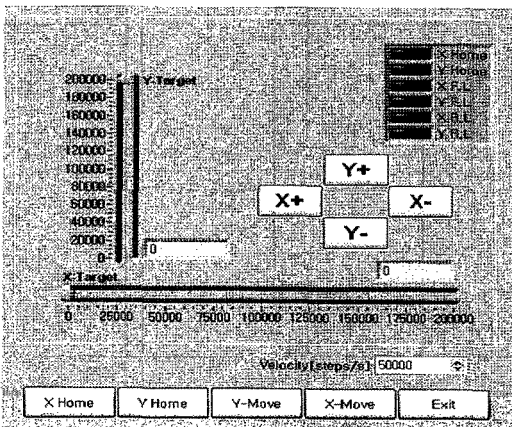


그림 11. 프런트패널 구성

cif/ko/nidaysgeneral/content.xhtml, 2007.

[5] 박인수, "NI Stepper Motor," NIDays 2007, <https://lumen.ni.com/nicif/ko/nidaysgeneral/content.xhtml>, 2007.

[6] 한국 NI, "PXI기반 계측 시스템의 특징 및 적용 사례," 자동제어계측 제18권 제1호 통권205호 pp. 55-59, 2005.

[7] NI, "Motion Interface (UMI)-7774/7772 User Manual," National Instruments, pp. 8-55, 2004.

[8] 박인수, "LabVIEW를 활용한 모션 기법," NIDays 2007, <https://lumen.ni.com/nicif/ko/nidaysgeneral/content.xhtml>, 2007.

[9] 윤동원, "간단히 구성하는 스텝 모션 시스템," NIDays 2007, <https://lumen.ni.com/nicif/ko/nidaysgeneral/content.xhtml>, 2007.

[10] NI, "NI Stepper Motors and Encoders," <http://ni.com/motion>, 2009.

[11] James Truchard, "Measurement and Automation Catalog 2006," National Instruments, pp. 408-419, 2006.

[12] 장대진, "아이디어를 작품으로 완성하는 LabVIEW 8.5," 인피니티박스, pp. 238-248, 2008.

[13] 곽두영, "컴퓨터 기반의 제어와 계측 LabVIEW 8.6," Ohm사, pp. 221-254, 2008.

[14] 송지훈, 최태웅, 박종훈, "HBE-Embedded-LabVIEW를 이용한 창의적 ARM 마이크로컨트롤러 제어," (주)한백전자, pp. 269-287, 2009.



박 만 곤

경북대학교 전산통계학 (이학사,
교육학석사, 이학박사)
Philippine Women's University
(국제행정학석사)
University of Rizal System,
Philippines (명예 기술
학박사)

Dept. of Electrical & Computer Engineering, University of Kansas (Post Doc.)
1981년~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
1997년~현재 한국멀티미디어학회(KMMS) 부회장, 회장 및 명예회장
2002년~2007년 정부간 국제기구 CPSC (콜롬보폴렌기술교육대학) 총재 (Director General and CEO)
2004년~2007년 Asia Pacific Accreditation and Certification Commission 아태지역 인증 및 검증위원회 위원장
1990년~1991년 영국 Univeristy of Liverpool 전자계산학과 객원교수
1996년~1997년 호주 University of South Australia 컴퓨터정보과학부 객원교수
2005년~현재 유네스코 (UNESCO-UNEVOC) 자문위원, 아시아개발은행(ADB) 자문관
관심분야 : 소프트웨어신뢰성공학, 비즈니스 프로세스 재공학 (BPR), 소프트웨어 공학 및 재공학, 멀티미디어정보처리기술, 정보시스템성능평가, ICT기반 HRD System



이 운 선

1997년 한국기술교육대학교 정보통신공학 (공학사)
2008년 한국기술교육대학교 산업대학원 산업기술공학 (공학석사)
2009년~현재 부경대학교 대학원 첨단정보과학 및 정보기

술국제화협동과정 박사제학

2006년~현재 한국폴리텍대학 전자과 조교수

관심분야 : 모바일프로그래밍, USN시스템, 소프트웨어 공학, 멀티미디어정보처리기술, 자동제어시스템