

# 수치 제어 선반용 무선 제어기 및 시뮬레이터 구현

추연규\*

요약

현재 산업현장에서 많이 사용되고 있는 CNC는 IT 기술과의 융합에 따라 개방형 구조를 갖는 제어장치를 장착한 후 최종적으로 개방형 네트워크와 개방형 제어장치를 기반으로 하여 전체 시스템을 통합하는 방향으로 진행되고 있다. 특히 사용자 입력 인터페이스 장치는 유선기반의 신호 전송 구조로 중대형 CNC를 조작할 때는 매우 불편한 점이 많다. 따라서 본 논문에서는 무선 방식의 사용자 입력 인터페이스 장치인 무선제어기와 시뮬레이터를 설계하여 구현하였다. 무선제어기의 연산을 위하여 저전력 기반의 마이크로컨트롤러를 이용하였으며, 근거리 무선 통신을 위하여 2.4GHz 대역의 주파수를 사용하는 하드웨어 기반으로 구현하였다. 배터리 기반의 무선 통신 시스템의 특성상 저 전력 기반의 시스템 설계를 중점적으로 고려하였고, 또한 사용자의 편의와 효율성, 산업 현장의 노이즈에 대비한 효율 면에서 큰 성과를 거둘 수 있었다.

## Implementation of the user-interface controller and simulator with wireless transceiver for CNC machine

Yeon-Gyu Choo\*

ABSTRACT

CNC(Computer Numerical Control) machine frequently used in the industrial fields has integrated system control based on open network and open control system these days through technical innovation being a successful combination of internet technology. It is uncomfortable to many workers to handle user-interface board of big scale CNC machine because it is based on cable network. On this paper, we proposed and designed the user-interface controller with wireless transceiver for CNC machine available to replace the previous controller with interface cable. We designed the simulator and verified it with LabVIEW based on GUI programming tools. The wireless controller consists of the low power microcontroller for numerical operation and the wireless module using 2.4GHz frequency. We designed the wireless controller with an emphasis on the low power and battery management, user's convenience and effectiveness and robustness for noise on the industrial field.

Key Words : CNC, user-interface, simulator, Graphic user-interface

---

\* 경남과학기술대학교 전자공학과(ygchoo@gntech.ac.kr)

· 제1저자(First Author) : 추연규 · 교신저자(Correspondent Author) : 추연규

· 접수일(2011년 11월 14일), 수정일(1차 : 2011년 12월 13일), 게재확정일(2011년 12월 15일)

## 1. 서론

제조업에서의 생산 양상이 60년대에 더 많이, 70년대에 더 싸게, 80년대에 더 좋게, 그리고 90년대에 더 빨리 등으로 변화되어 왔다. 제조업에 종사하고 있는 기업들은 이러한 생산 환경의 변화에 적응하지 위해서 다양한 생산자동화 시스템을 개발하고 이를 현장에 적용하여 왔다. 최근에는 소품종 대량생산 또는 다품종 소량생산으로 구분할 수 없는 변종변량이라는 새로운 생산시스템이 등장하면서, 메카트로닉스 산업의 기술혁신 양상도 정보통신기술을 채용하는 등 새로운 변화가 일어나고 있다.

이러한 현상은 생산 자동화에 대한 관심이 종전에는 특정 장치나 기계 그리고 물류 이동 등에 집중되었으나, 최근에는 생산시스템의 호환성, 개방성, 그리고 정보기술의 표준을 구현하는 데에 더 많은 관심이 집중되고 있다. 메카트로닉스 산업에 종사하는 기업들은 제조업 생산 환경의 변화에 대응하기 위하여 새로운 시도를 하고 있는데 그 중에서 가장 두드러진 것이 CNC 장치와 관련 공작기계의 혁신이다.[1]

CNC 장치는 1952년 미국 MIT의 서보기구연구소에서 개발된 이후, 메카트로닉스 기술의 발전과 더불어 기계가공을 중심으로 하는 생산시스템을 크게 변화시켰다. CNC 관련 기술은 무인화 및 고도의 대화성과 시스템 통합을 지향하면서 DNC, FMC, FMS로 발전해 왔다. 또한 기계가공이 고속화, 고 정밀화, 가공형상의 복잡화를 지향하게 되면서 타 시스템과의 통합이 요구되자 CNC 장치에 PC 기능을 융합하는 시도가 일어나기 시작했다. PC 융합이 가져오는 가장 큰 기술적인 변화는 생산시스템의 개방화이다. 개방화는 생산시스템의 구성요소를 모듈화하고, 모듈간이 접합과 하부구조를 표준화하여 특정 목적에 맞는 시스템을 개발하는 방향으로 진행되고 있다. 즉, 기존의 부품을 최적으로 결합하고 재구성함으로써 다양한 공급자로부터 생산된 장비의 통합을 쉽게 하는 것이다. 개방

형 생산시스템은 먼저 통신 네트워크를 통해 장비들을 상호 연결하고, 다음으로 PC 융합에 따라 개방형 구조를 갖는 제어장치를 장착한 후 최종적으로 개방형 네트워크와 개방형 제어장치를 기반으로 하여 전체 시스템을 통합하는 방향으로 진행되고 있다.[2], [3], [4]

하지만 이런 가공 기계의 전반적인 기술 발달에 있어서 사용자 입력 인터페이스 장치는 아직도 유선기반의 신호 전송 구조를 가지는 형태를 벗어나지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 CNC 제어기의 유선 방식 사용자 입력 인터페이스 장치를 무선 방식의 사용자 입력 인터페이스 장치인 무선제어기를 설계하여 구현하였다. 설계된 무선제어기의 성능평가를 통하여 기존의 유선방식의 인터페이스 장치보다 우수함을 확인하였다.

## II. 본론

### 2.1 연구 개요

전자·전기기술, 정보통신기술의 발달과 기계·자동차부품의 디지털화 등 관련 기술의 발달에 따른 부품·소재기술간 융·복합화 현상이 증대되고 있다. 일반기계부품과 IT기술 및 디지털 기술의 융·복합화에 따라 제품의 사용 범위가 계측기기, 의료기기, 원격제어기기, 정밀기기, 광학기기 등으로 확대되어 첨단·고부가가치 위주의 제품 생산이 확대되는 추세이다. 최근의 신기술은 정보통신기술이 융합되어 신개념의 제품이 개발되는 기술혁신이 진행되는 추세이며 기계분야에 있어서도 전자·전기, 정보통신기술이 융합된 메카트로닉스기술의 적용이 점차 확대되고 있는 추세이다. 특히 기계 산업의 메카트로닉스화가 한층 더 가속되어 NC 공작기계, 산업용 로봇, 자동화 요소기기 등을 중심으로 한 자동화기술 및 제품의 개발이 국내 기계산업을 주도하고 있다.

이런 기술적 발전분야에서 장비들에 사용되고 있는 제어를 유선에서 무선으로 전환하고 있는 부분이 큰 흐름중 하나이다. 무선통신기술을 이용하여 배선에 구애 받지 않고 무선 네트워크를 통해 장비운영에 필요한 데이터를 주고 받는 작업환경 구현이 핵심이다. 저전력, 저비용, 사용 용이성, 무선 노이즈에 대한 강인성 등의 장점을 제공하는 대표적인 근거리 무선 통신기술로는 지그비(ZigBee)와 블루투스(Bluetooth) 등이 있다.[6]

## 2.2 CNC 무선제어기 설계

본 논문에서 사용하고자 하는 무선 기술은 RF를 이용한 구현으로 블루투스, 지그비와 같은 근거리 무선 통신에서 사용되고 있는 2.4GHz 대역의 주파수 사용하였다. 이를 위하여 근거리 무선 통신 기반에는 생산 현장에 최적화된 방식을 채택하기 위한 통신 하드웨어로 노르딕사의 nRF24L01 칩을 사용하였다. nRF24L01 송수신용 칩은 저전력 모드일 경우 900nA의 전류만을 소비하며 동작에서는 22uA만을 소비한다. 특히 하드웨어 방식의 CRC 에러 체크 모듈을 내장하고 있어서 산업현장의 노이즈 상황에서도 오류를 효율적으로 제거할 수 있고 마이크로컨트롤러의 소프트웨어의 비중을 줄려 마이크로컨트롤러의 동작 시간을 감소시킬 수 있다.

본 논문에서 사용되어진 마이크로컨트롤러는 마이크로칩사의 PIC16F193x를 사용하였다. 마이크로컨트롤러도 역시 저 전력 설계를 통하여 소비전류의 양을 줄인 SoC칩으로 4MHz의 동작에서는 약 0.7mA만을 소비한다. 또한 자체적으로 소프트웨어 방식으로 동작 시스템 클럭의 주파수를 변경할 수 있다. 이를 통하여 고속의 연산시에는 4MHz의 시스템 동작 주파수로 연산을 수행하였고, 저속의 동작시에는 외부에서 제공하는 32.768KHz로 동작을 하여 전류의 소비를 더욱 줄였다. 마이크로 컨트롤러 역시 통신칩과 같이 동작을 하지 않을 경우는 Sleep 모드로 구현하여 배터리 기반

의 시스템에서 필수적인 저전력 설계를 수행하였다.

CNC 제어기의 유선 방식 사용자 입력 인터페이스 장치를 무선 방식의 사용자 입력 인터페이스 장치의 개발을 통하여 생산시스템의 기술 혁신과 다양한 제품군에 대응한 운용상의 융통성을 확대하고, 짧은 제품 수명주기에 대응하여 시스템을 손쉽게 업그레이드 할 수 있는 생산 환경의 변화에 대한 적응력을 강화할 것이다. 또한 저전력 기반의 시스템 설계를 통한 효율성과 산업 현장의 노이즈에 대응 가능한 출력 제공 및 기기별 고유 인증을 통한 오류 제거 등의 기능을 향상시킬 수 있다.

그림 1과 2는 CNC용 무선제어기의 송·수신부 기능 블러도를 나타내었고, 주요 구현 내용은 축 선택을 개별적으로 출력 신호가 나오도록 X, Y, Z, 4, 5, 6까지 메카니즘적으로 축 선택 기능과 RAPID ×1, ×10, ×100, ×1,000까지 프로그램이 가능하도록 설계하였다.

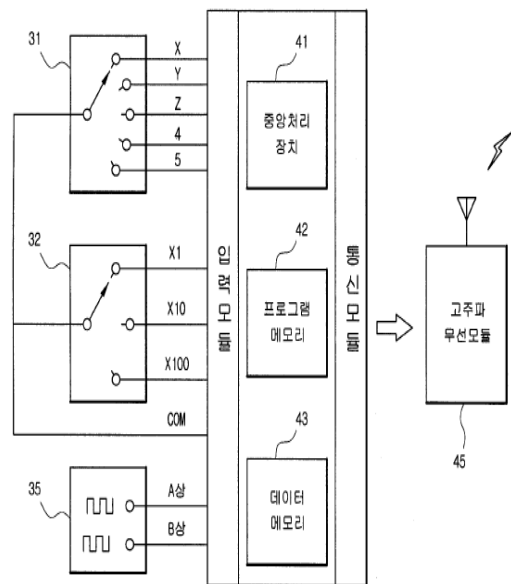


그림 1. 송신부 블럭도  
Fig. 1. Block diagram of transmitter

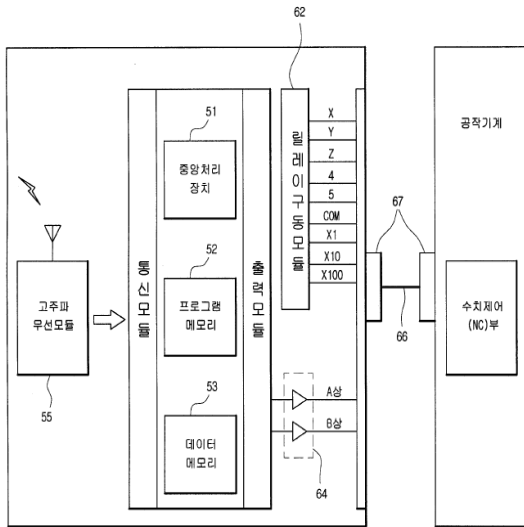


그림 2. 수신부 블록도  
Fig. 2. Block diagram of receiver

본 논문에서 구현된 시제품의 송·수신부 규격은 다음과 같다.

① 송신기 모듈

- Power : Li-ion 1cell 500mAh
- Li-ion charger : Input(5V,1A)/  
Output(4.2V, 500mA)
- Sleep mode : 50uA
- Run mode : 13.30mA
- Frequency Band : ISM 2.4GHz
- RF Tx Power : 0 dBm
- Antenna Options : SMA Connector

② 수신기 모듈

- Power : 5VDC
- Realy : 250VAC/5A (PA1a-5V)
- Encoder : Line-Driver
- Frequency Band : ISM 2.4GHz
- RF Sensitivity : 85 dBm
- Antenna Options : SMA Connector

2.3 무선송수신기 시뮬레이터

제품의 구현과 생산 과정에서 시스템에 대한 동작을 검증하기 위한 시뮬레이션을 위한 환경은 필수적인 요소가 되었다. 하지만 이런 시뮬레이션 환경은 시스템의 구현보다도 복잡한 경우가 많다. 시뮬레이션 환경의 구축에는 시스템에 대한 이해와 시뮬레이션 환경에 대한 이해 그리고 이를 연결하는 인터페이스에 대한 구현도 필수적이다.

본 논문에서는 이런 시뮬레이션 환경의 구축을 위해서 산업계에 널리 사용되고 있는 NI사의 LabVIEW를 사용하였다. LabVIEW는 직관적인 GUI기반의 프로그래밍 언어로 신속하게 프로그래밍이 가능하다. 또한 기본적으로 제공되는 프로그램을 용이하게 재사용함으로써 생산성 향상에 도움이 된다. 특히 다양한 인터페이스를 기반으로 하는 하드웨어를 제공해 주고 있기 때문에 시뮬레이션을 위한 추가적인 하드웨어 개발을 불필요하게 만든다.

그림 3은 본 논문에서 구현된 무선제어기를 LabVIEW에서 제공하는 DAQ보드와 연동하기 위한 인터페이스를 보여주고 있다.

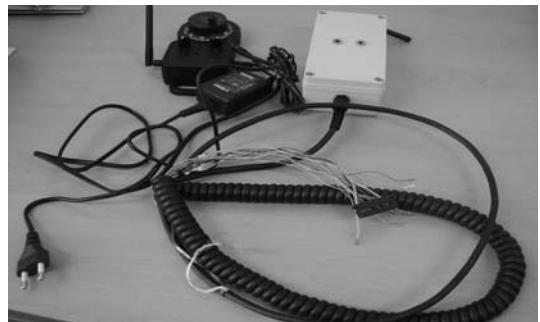


그림 3. 시뮬레이션을 위한 DAQ보드 인터페이스  
Fig. 3 Interface of DAQ board for simulation

본 논문에서는 NI사에서 제공하는 DAQ 보드 중에서 휴대가 간편하고 사용이 편리한 USB-6009를 사용하였다.

그림 4는 구현된 시스템의 시뮬레이션을 위한 LabVIEW 기반의 GUI 프로그램 화면이다. 본 논문에서 구현되어진 무선제어기의 성능 평가를 위하여 발생한 신호들에 대해서 시뮬레이터는 자료를 받아서 동작함으로써 실제의 산업현장에 가지 않고도 검증 작업을 수행할 수 있고 문제들도 분석하고 해결할 수 있다.

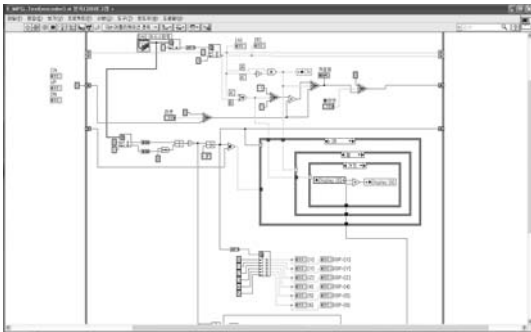


그림 4. LabVIEW 언어 기반 프로그래밍  
Fig. 4 Language programming based on LabVIEW

그림 5에서는 구현된 시스템의 동작 시뮬레이션을 위한 사용자 인터페이스 GUI 화면을 보여주고 있다.

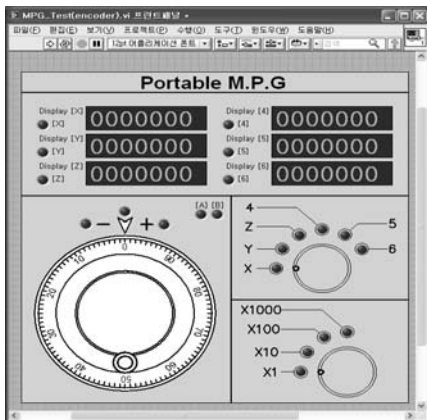


그림 5. 사용자 인터페이스 GUI  
Fig. 5 Graphic user-interface

그림 6은 본 논문에서 구현된 PC기반의 시뮬레이터

를 사용하여 동작검증을 수행하는 과정을 보여주고 있다. 이를 통하여 산업현장의 대형 CNC에 실제 장착 후 수행하는 성능평가에 앞서 시뮬레이션을 통한 기능 및 성능평가를 수행하여 제어기 동작 알고리즘의 완성도를 높일 수 있었다.



그림 6. 무선제어기 성능 실험  
Fig. 6 Performance evaluation of wireless controller

## 2.4 무선송수신기 구현 및 성능평가

본 논문에서 구현된 무선제어기는 축 선택을 개별적으로 출력 신호가 나오도록 X, Y, Z, 4, 5, 6까지 메카니즘적인 축 선택 기능과 RAPID  $\times 1$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$ ,  $\times 1,000$ 까지 프로그램 가능, 동작기동과 Sleep Mode 기능을 갖는 축 S/W는 왼쪽 부분에 안전하게 동작 S/W, 안테나는 PCB에 부착 가능한 루프형 안테나를 사용하였고, 수신부 I/O를 12개까지 확장 가능, 쌍방간섭에 관한 문제점을 확인하기 위하여 2SET를 송신주파수가 다르게 제작하여 구현하였다.

CNC용 무선제어기의 성능평가는 표 1과 2에 성능평가 방법과 시험결과를 나타내었다.

표. 1 성능평가 방법  
Table 1. Measurement of performance

구분	시험방법
통신거리	오실로스코프에 의한 수신신호 측정
소비전류	파워메타에 의한 송신기의 동작전류 측정
응답시간	오실로스코프 트리거를 이용한 시간측정
전송오류	송수신단의 오실로스코프의 파형 카운터 측정

표. 2 성능시험 결과  
Table 2. Result of measurement

구분	시험결과
통신 거리	30m
소비전류	18.8mA
응답시간	1.88msec
전송오류	0%

그림 7- 9는 성능평가 결과의 측정 파형을 나타내었다.

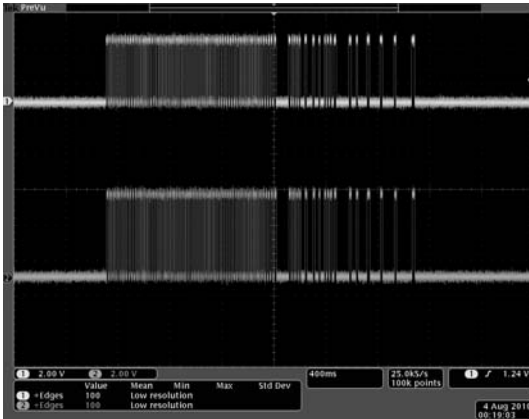


그림 7. 통신거리 측정시간 파형  
Fig. 7 Measurement waveform for communication distance

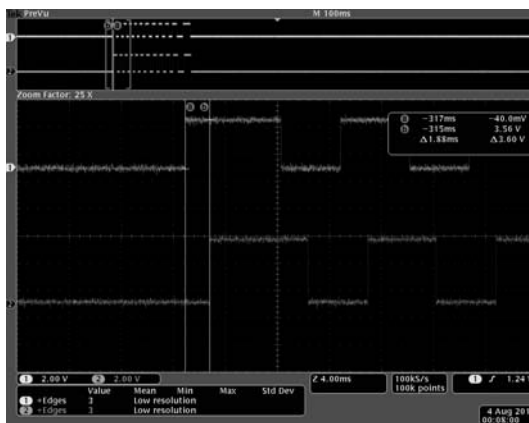


그림 8. 응답시간 측정 파형  
Fig. 8 Measurement waveform for response time

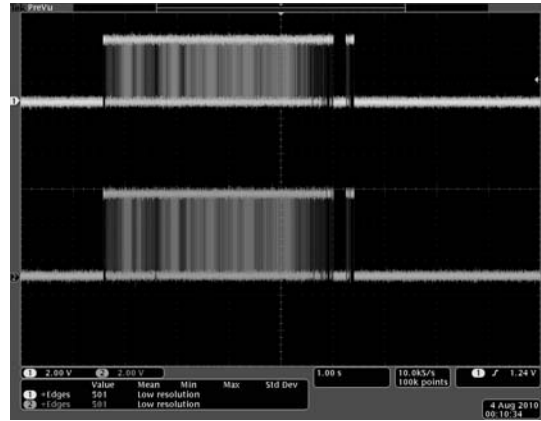


그림 9. 전송오류 측정 파형  
Fig. 9 Measurement waveform for communication error

### III. 결론

본 논문에서는 현재 산업현장에서 많이 사용하고 있는 CNC의 기존의 유선 방식 사용자 입력 인터페이스 장치의 문제점 보완과 무선 제어기의 신뢰성 향상을 위해 2.4GHz 대역의 주파수를 사용하는 근거리 통신 방식인 무선 하드웨어 기반으로 구현함으로써 저 전력 기반의 시스템 설계와 산업 현장의 노이즈에 대비한 효율 면에서 큰 성과를 거둘 수 있는 무선제어기 및 시뮬레이터를 구현하였으며 설계된 무선제어기의 성능평가를 통하여 기존의 유선방식의 인터페이스 장치보다 우수함을 확인하였다.

### 참고문헌

- [1] Pritschow, G. et al., "Open controller Architecture-Past, Present and Future", Annals of the CIRP, Vol. 50. pp. 1-8, 2001.
- [2] 지성철, 민병권, "최신 공작기계의 CNC 제어기 동향", 한국공작기계학회지, 제14권, 제2호, 2005
- [3] Pritschow, G. et al., "Open System Controllers-A Challenge for the Future of the Machine Tool Industry", Annals of the

CIRP, Vol. 42, pp. 449-452, 1993.

- [4] 김남윤외 3명, "CNC 제어기 사례 연구를 통한 실시간 시스템 설계 기법의 평가", 정보과학회논문지, 제4권 제1호, 1998
- [5] 윤원수의 3인, "Plug/Play 타입의 개방형 CNC 기술 연구", 한국정밀공학회, 2001년도 추계학술대회논문집, 2001
- [6] 심재창, 김익동, "지그비(ZIGBEE) 기술의 응용과 실습", 흥릉과학출판사, 2007

---

### 저자소개

---



추연규(Yeon-Gyu Choo)

1988년 부경대학교 전자공학과 학사  
1991년 동아대학교 전자공학과 석사  
1997년 동아대학교 전자공학과 박사

1997년~현재 경남과학기술대학교 전자공학과 교수  
※ 관심분야: 인공지능, 퍼지제어시스템