

OPC 를 이용한 공작 기계 감시 시스템의 개발

태현철* (포항공대 대학원 기계공학과), 정영훈 (연세대), 조동우 (포항공대 기계공학과)

Development of Machine Tool Monitoring System Using OPC

H. C. Tae (M.E. Dept., POSTECH), Y. H. Jeong (Yonsei Univ.) D.-W. Cho (M.E. Dept., POSTECH)

ABSTRACT

For the application of monitoring system of the machine tool to industry, the requirements such as high reliability and low cost need to be satisfied. In this study, a reliable but inexpensive monitoring method for machine tool is introduced. To improve the monitoring reliability, several kinds of information related to machining and operation are selected; real-time video clip from USB camera, operation data and signal from CNC and feed motor torque. Especially, to improve the quality of real-time video clip, a camera housing is developed, it can significantly reduce the vibration effect and prevent from coolant and chip. The collected information are transferred to the monitoring terminals in remote sites using OPC and TCP/IP protocol over Ethernet, which give us convenience of development and interoperability.

Key Words : OPC (OLE for Process Control), Remote Monitoring (원격감시), USB Camera (USB 카메라), Motor Torque(모터토크)

1. 서론

현재 IT 인프라의 발달로 인하여 생산현장에서 IT 기술이 활발히 받아들여지고 있다. 이러한 IT 기술은 생산 시스템의 감시, 제어, 관리 등 여러 방면에서 이용된다. 그러나 이러한 생산 기술의 적용은 대형 생산시설위주로 단위 공작기계의 감시, 관리에는 적용이 미흡한 실정이다. 이는 작업자를 대체할 만한 신뢰성의 미흡함, 고가의 장비 사용으로 인한 비용상의 문제, 폐쇄적이고 통일되지 않은 컨트롤러의 사용으로 인한 개발 및 보급의 어려움 때문이다.

현재 영상 정보 및 CNC 내부정보를 포함한 다양한 신호를 이용하는 공작기계의 감시 시스템으로서 Mazak의 e-Tower, Fanuc의 Cimplicity, 화천의 M·Vision 등 일부 제품이 있으나 자사의 제품만을 대상으로 하여 범용성이 떨어지거나 가격이 지나치게 비싼 단점이 있다. 따라서 국내 산업현장의 다수를 차지하고 있는 소형 생산현장의 단위 공작기계에 적용될 수 있는 높은 신뢰성을 가진 저가의 감시 시스템의 개발이 필요하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 OPC 인터페이스를 사용하는 상

용의 개방형 CNC 제어기와 OPC 인터페이스를 기반으로 하여 신뢰성, 호환성, 저비용 등의 장점을 가지는 공작기계 원격 감시 시스템을 제안하였다. 특히 공작기계 작동 및 가공상태에 대한 감시의 신뢰성을 높이기 위하여 USB 카메라를 통한 영상 정보를 이용하였다. 그리고 가공 시 절삭부하의 추정을 통한 가공상태 감시를 위해 이송모터의 토크정보를 이용하였다. 또한 공작기계 제어기의 정보를 이용함으로써 제어기가 가지고 있는 작동 정보 및 공작기계의 상태 정보를 얻음으로써 신뢰성을 확보하고자 하였다. 이러한 정보는 일반적인 Ethernet 네트워크상에서 TCP/IP, OPC, MJPEG 코덱 등 표준화된 기술만을 이용하여 원격지의 클라이언트로 전송하였다.

이러한 표준화된 기술들을 이용하여 수집된 정보를 가시화 하는 클라이언트 소프트웨어를 제작하였다. 또한 공작기계에 카메라를 설치하기 위해 설치지점을 평가 하였으며, 진동 및 오염 방지 장치를 제작하였다. 신호의 전송을 위해 쓰인 OPC의 성능 평가를 위해 모터의 토크신호를 원격으로 전송 전 후의 값을 비교함으로써 신호의 거동을 충실히 전송할 수 있음을 확인하였다.

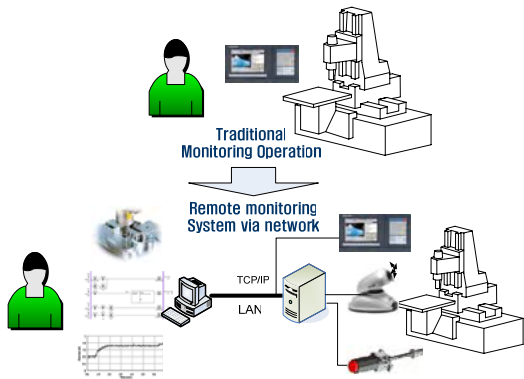


Fig. 1 Schematic diagram of machine tool monitoring system

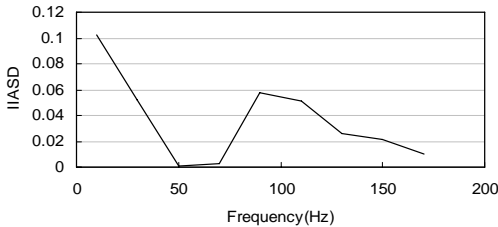


Fig. 2 Response of vibration of image according to IIASD

2. 원격 감시시스템의 개발

2.1 시스템 구성

본 연구에서 개발된 원격 감시 클라이언트의 최종 목표는 공작기계 별로 작업자가 감시하던 기존의 형태를 벗어나 원격지에서 PC를 통해 한대 혹은 복수의 공작기계를 감시하도록 하는 것이다. Figure 1은 본 연구에서 구성하고자 하는 공작기계의 원격 감시 시스템의 개념도를 보여준다.

개발된 원격 감시 시스템은 크게 두 부분으로 나뉘어진다. 먼저 실제 공작기계에서 데이터를 수집해 전송하는 데이터 수집부로서 이는 OPC 서버가 내장된 개방형 CNC와 이송모터의 토크를 측정하기 위한 홀 센서, AD 컨버터, 영상을 획득하기 위한 USB 카메라와 토크와 영상을 수집해 전송하는 신호 수집용 PC로 구성된다. 데이터 수집부에서 수집된 정보는 일반적인 Ethernet 네트워크를 통해 원격지의 감시부로 전송된다. 감시부는 전송된 정보를 가시화하는 클라이언트 프로그램과 이를 구동할 PC로 구성된다. 이를 통해 작업자가 공작기계 및 가공상태를 감시할 수 있도록 한다.

2.2 감시 대상 공작기계

본 연구에 사용된 공작기계는 개방형 PC 기반의 CNC 제어기(I³ 터보테크)를 장착한 소형의 태핑 센터(SPT-30T, 현대자동차)이다. 본 대상 제어기에

는 OPC 서버가 탑재되어 있어 다양한 정보를 네트워크를 통해 원격지로 송수신할 수 있는 특징을 가지고 있다. 대상 공작기계의 이송계 모터에는 Hall 센서를 별도로 부착하여 모터에 인가되는 전류를 측정할 수 있도록 하였다.

3. 감시 정보의 수집

3.1 USB 카메라를 이용한 영상 정보 획득

생산 현장의 가공 상황을 원격에서 감시하는 효과적인 정보 중 하나로 영상정보를 들 수 있다. 본 연구에서 추구하는 소규모의 생산 현장에 적합한 시스템 구현을 위하여 가격이 저렴하고 별도의 영상보드가 필요 없는 USB 카메라가 영상정보의 획득에 이용되었다.

3.1.1 USB 카메라의 공작기계 내부 설치

공작기계 내부에 카메라를 설치하기 위해서는 시야를 적절히 확보할 수 있는 위치 선정이 필요하다. 이를 위해 공작기계의 VRML 모델을 이용하여 설치위치를 지정하였다. 공작기계의 각 구역을 나누어 시야를 평가하였고 작업영역, ATC 등이 시야에 들어오는지 확인하였다. 그 결과 모든 영역을 확인 가능한 지점을 선정하였다.

또한 공작기계 내에 카메라를 설치에 앞서 기계에서 발생하는 진동과 절삭유 등 영상획득에 방해요인으로부터 이를 보호할 장치의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 진동 성분의 차단을 위하여 진동 흡수 장치를 제작하였고 오염물 차단을 위하여 하우징을 제작하였다.

공작기계의 내부는 절삭 가공으로 인한 진동성분의 발생으로 카메라의 장착 시 영상의 떨림, 기기의 고장 등을 유발할 수 있다. 이러한 영상의 떨림을 수치로 표현하기 위하여 각 주파수의 진동성분에 따른 영상의 떨림 정도를 나타내는 IIASD (Index for Image Assessment using Standard Deviation)라는 무차원의 평가 지표를 식 (1)과 같이 정의하였다.

$$IIASD = 1 - \frac{Std(Avr(8 \text{ moving images}))}{Std(Steady \text{ images})} \quad (1)$$

여기서, Avr은 영상 픽셀 값의 평균, Std는 표준편차를 의미한다. IIASD를 얻기 위해 동영상에서 연속된 8개의 정지영상을 취한 후 정지한 상태에서 찍은 정지영상과 표준편차를 비교하였다. 식 (1)로부터 떨림이 없을 경우 IIASD는 0의 값을 가지고 흔들림이 심할수록 1에 가까운 값을 가지게 된다.

본 연구에서 대상으로 한 USB 카메라의 동특

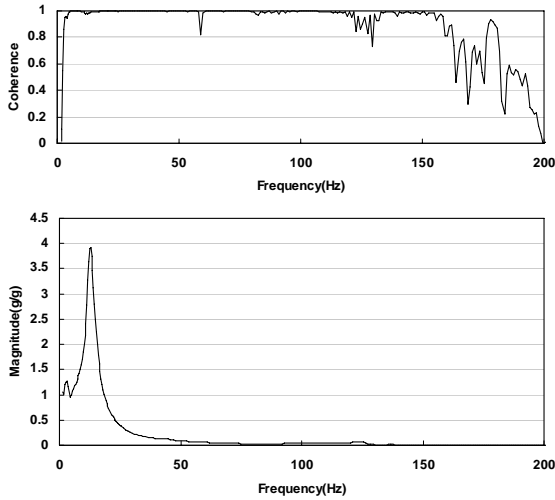


Fig. 3 Frequency response of camera system with vibration absorber



Fig. 4 Comparison of image on vibration before and after installing vibration absorber

성을 확인하기 위해 가진기에 카메라를 설치하고 다양한 가속도로 가진 한 결과 Fig. 2 에서와 같이 90 Hz 근처와 30 Hz 이하의 영역에서 영상의 떨림이 심함을 알 수 있었다. 이러한 진동을 차단하기 위하여 젤 (Gel) 재질의 진동 흡수 패드를 장착하였다.

흡수 장치가 설치된 카메라를 다양한 주파수를 가진 가속도로 가진하여 카메라 시스템의 주파수 응답을 조사하였다. Figure 3 에서와 같이 13 Hz 의 낮은 공진주파수를 얻을 수 있었고, 50 Hz 이상에서 90 %이상의 진동을 제거할 수 있음을 알 수 있다. Figure 4 는 진동 흡수 장치의 장착 전, 후의 영상으로 진동 흡수 장치의 성능을 확인 할 수 있다.

3.1.2 영상 정보의 압축과 전송

설치된 USB 카메라의 영상은 MJPEG 코덱을 이용하여 압축된 후 전송된다. MJPEG 코덱은 MPEG4 코덱에 비해 프레임 레이트는 떨어지나 노이즈가 적어 더욱 선명한 화질을 얻을 수 있다⁽¹⁾. 카메라의 영상은 저대역의 네트워크에서의 원활한 작동을 위하여 320 x 240 해상도에 초당 15 프레임으로 압축되었다.

압축된 영상은 일반적인 TCP/IP Ethernet 을 통하

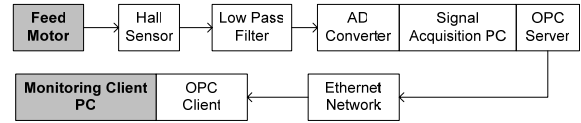


Fig. 5 System configuration for monitoring torque signal

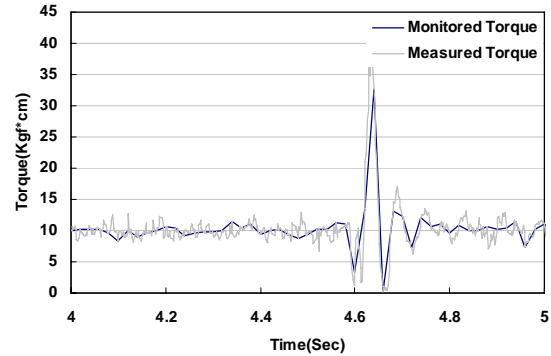


Fig. 6 Comparison between monitored (in remote site) and measured (in machine shop) torques

여 다른 정보들과 함께 원격 감시 클라이언트로 전송된다. 클라이언트의 영상 모듈은 ActiveX 을 이용한 OCX 형식의 파일로 제작되어 손쉽게 이용될 수 있으며 향후 웹 환경 등에서도 사용이 가능하도록 하였다.

3.2 이송 모터의 토크 감시

이송모터의 토크는 절삭력과 직접적으로 관련을 가지므로, 절삭력에 영향을 미치는 공구 마모와 파손과 같은 비정상적인 절삭상태에 대한 감시가 가능하다⁽²⁾. 따라서 가공 정보의 감시를 위해 이송모터의 토크 신호를 이용하였다. Figure 5 는 이송모터의 측정 및 전송을 위한 시스템 구성을 보여준다. 이송 모터의 전류신호는 Hall 센서에서 전압으로 변환한 후, 저역 통과 필터를 거쳐 AD 를 통해 신호 수집용 컴퓨터에 전달된다. 얻어진 모터의 토크는 CNC 정보의 전송과 같은 방식인 OPC 서버를 통하여 원격지로 전송되며 연결의 편리성과 일관성을 추구하였다. 본 연구에서 AD 변환의 샘플링 주파수는 500 Hz 로, OPC 서버의 데이터 갱신 속도는 50 Hz 로 설정하였다.

Figure 6 은 OPC 를 통하여 원격지로 전달된 모터의 토크와 AD 만을 이용하여 직접 측정한 토크의 그래프이다. 그림으로부터 4.6 초에 발생한 순간적인 토크의 변화를 빠뜨림 없이 전달한 것을 확인할 수 있다.

3.3 CNC 내부정보의 감시

CNC 는 공작기계의 이송계 및 이산계 부분들의 제어를 담당하는 부분으로 공작기계의 상태 및 공정 정보에 관한 많은 정보를 가지고 있다. 이송계

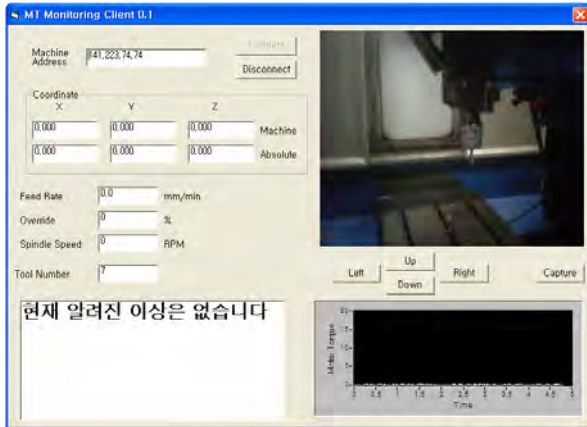


Fig. 7 Developed monitoring client software

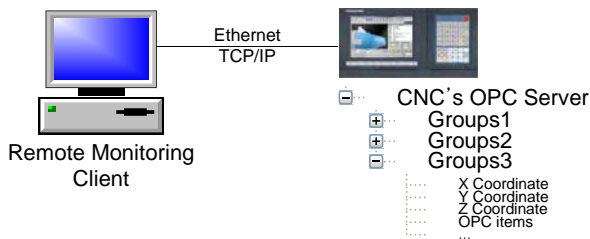


Fig. 8 Schematic diagram of communication method for internal information of CNC

의 신호로서는 이송속도, 좌표 등이 있고 이산계의 신호로서 이송속도 오버라이드, 리미트 스위치 (Limit Switch) 신호, ATC 관련 신호, 가공 시작, 끝 신호 등 많은 신호가 있다. 대상 공작기계의 경우가 이 신호들은 OPC 인터페이스에서 외부에 노출이 되고 원격의 OPC 클라이언트에서 접속이 가능하다.

가공 중 작업자에 의해 주로 감시되는 신호로서 좌표 값과 이송속도, 회전축속도, 오버라이드 값 등이 있으며 이 값들은 일반적으로 CNC 가공 화면에 나타나게 된다. 따라서 원격 클라이언트에서 또한 이 값들을 화면에 표시하였다. 또한 비상정지, 리미트 넘어감 등 일반적인 작업과정에서는 나타나지 않는 비정상적 상황 및 기타 정보들은 메시지 창에 자연어로 표시되게 하였다. Figure 7 은 제작된 원격 감시 소프트웨어로서 CNC 에서 전송된 내부신호와 USB 카메라에서 전송된 비디오 신호, 전류신호가 화면에 표시됨을 확인할 수 있다.

4. OPC 를 이용한 신호의 전송

본 연구에 사용된 CNC 는 OPC 서버를 탑재하고 있다. 원격 모니터링 시스템은 Fig. 8 과 같이 OPC 서버를 이용하여 정보를 받게 되며 전달 받은 정보를 토대로 감시를 수행한다.

OPC 를 이용하여 내부정보를 감시함으로써 다

음과 같은 장점을 얻을 수 있었다. 먼저 CNC 에서 제공하는 OPC 인터페이스를 이용하므로 CNC 의 소스코드나 메모리 구조의 변화 없이 네트워크상의 별개의 시스템에서 내부 정보의 접근이 가능하다. 또한 표준화된 통신방식이므로 명세(Specification)가 공개되어 있고 또한 상용화된 개발 도구 및 디버깅 도구를 사용할 수 있다.⁽³⁾ 또한 향후 OPC 를 사용한 다른 모델의 개방형 CNC 에 대한 적용 시에도 인터페이스에 관한 부담이 적으므로 연결이 용이하다. 또한 OPC 인터페이스를 향후 공작기계 시뮬레이션 모델과 연계하여 HIL Simulation 에 이용함으로써 더욱 효과적인 감시시스템의 구현 또한 가능하다.

5. 결론

본 연구에서는 표준화된 기술들을 이용하여 실제 현장에 적용 가능한 공작기계 감시 시스템을 개발하였다. 저렴한 비용으로 감시의 신뢰성을 높이기 위하여 원격에서 조작 가능한 USB 카메라를 채용하였고 CNC 의 내부정보와 이송모터의 토크정보를 이용하였다. 모든 정보는 널리 보급된 Ethernet 네트워크상에서 원격지의 클라이언트로 전달되며 특히 CNC 의 내부정보와 이송모터의 토크정보는 표준화된 OPC 인터페이스를 통하여 전달된다. OPC 인터페이스의 채택을 통하여 OPC 서버를 사용하는 개방형 CNC 에 적용이 가능하다. 그리고 표준화되어 이미 상용화된 개발도구를 사용 가능하므로 개발의 용이성 또한 얻을 수 있었다. 또한 감시된 이송모터의 토크와 실제 토크와의 비교를 통해 실제 토크 값을 충실히 나타냄을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 과학기술부 지역대학 우수과학자지원 사업의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

1. Iain E.G. Richardson, Video codec design, Wiley, pp 56, 2002.
2. Y.H. Jeong, D.-W. Cho, Estimating cutting force from rotating and stationary feed motor currents on a milling machine, International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 42, pp. 1559-1566, 2002.
3. F. Iwanitz, J. Lange, OLE for Process Control, Hüthig Verlag Heidelberg, pp. 4-10, 2001