

G-code control 을 이용한 웹 기반 금형 가공 공정 모니터링 & 컨트롤 시스템 개발

김건희*(인하대 대학원 기계공학과), 최진화(인하대 대학원 기계공학과),
전병철(인하대 기계기술공동연구소), 조명우(인하대 기계공학부)

Development of Web-based Mold manufacturing process monitoring & control system
using G-code control

G. H. Kim(Mech. Eng. Inha Univ. Graduate School), J. H. Choi(Mech. Eng. Inha Univ. Graduate School),
B. C. Jeon(Institute for Mechanical Engineering Inha Univ.), M. W. Cho(Mech. Eng. Dept. Inha Univ.)

ABSTRACT

The target of this paper is the development of Web-based monitoring & control system which is for effective and economic management of mold manufacturing process. This system has three module; G-code Control, Monitoring Module and Result analysis module. Also, as the environment of development is based on internet, this system which is possible to the remote site management of manufacturing process works on Web. To be possible to control the manufacturing monitoring by client, each module is made ActiveX control and is based on socket communication. This system makes the foundation which is possible to manage the mold manufacturing process efficiently from remote site by matching real-time monitoring with manufacturing process in factory using G-code control and displaying the result of manufacturing using Ch-CGI.

Key Words : Web-based(웹 기반), 금형 가공, 모니터링, Real-time(실시간), Ch-language(Ch 언어), ActiveX control, G-code

1. 서론

금형 생산을 포함한 전반적인 생산 현장에서 IT(Information Technology) 기술이 적용되기 시작하면서 진보된 생산 기술의 중요성이 날로 높아지고 있다. 이는 많은 제조업들이 지식집약화(knowledge-base), 글로벌화(globalization), 다양화(customization), 인터넷 기반화(internet-based)의 요구에 맞추어 인터넷과 IT 를 접목하여 제조업의 업무 프로세스, 관리 방식, 거래 및 사업방식을 혁신하고 통합화를 꾀하고 있기 때문이다. 이러한 환경에 맞추어 최근 들어 E-manufacturing 통합 솔루션에 관한 많은 연구가 진행되고 있는데 이는 인터넷을 통한 분산환경에서의 동시 정보 교환기술과 제품, 생산, 관리에 관계된 모든 정보의 IT 화 및 지식화를 추구하여 제조업의 경쟁력을 향상시키기 위한 기술을 뜻한다. 이러한 비즈니스 통합 프로세서로 수행되는 E-manufacturing 은 고객과 제품 관계를 실시간 생산 정보 시스템과 결합하여 고객 중심의 대량 맞춤 제품에 대한 자원 및 제조와 공급에 대한 비용측면에

서 최상의 효과적인 방법을 구현할 수 있다. [1][2] (Fig.1)

다품종 소량 생산과 정밀 금형 제작 추세에 따라 금형 공정에도 많은 혁신이 요구 되고 있다. 다양한 형상의 금형 제작을 수행해야 하는 금형 업체는 E-manufacturing 의 하부 부류인 MES 등을 통해 공정 혁신을 이루고 제작 금형의 정밀도 향상, 납기 단축 등의 목적을 이룰 수 있다. 실제로 현재 CNC machine 에서 가공되고 있는 공정을 모니터링 하기 위한 많은 방법이 제시되었고, IT 화를 통해 이를 인터넷과 접목시켜 웹 기반의 모니터링 시스템에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. [1][4][5]

본 논문에서는 금형 가공 공장의 전체적인 공정 관리를 위한 Web-based monitoring & Control System 을 구축하였다. 본 시스템의 기능적인 역할은 가공을 수행하고 있는 공작기계의 가공 데이터를 획득, 처리하여 Web 상에서 실시간으로 원격지 모니터링을 가능케 하고, 가공 계획단계에서부터 G-code 컨트롤을 적용, 현재 가공 되는 파트의 진행 사항에 대해서 알려줌에 따라 현재 모니터링 신호에 대한

이해를 돕는다. 아울러, 추후 재가공이 요구되는 파트 결정과 측정 부위 선정에 판단 기준을 제시해주는 역할을 한다.

본 시스템에서 개발한 G-code 컨트롤은 원격지에 있는 클라이언트 측에서 모니터링 하고 있는 신호가 현재 가공계획 상 어느 단계를 가공하고 있는지를 알 수 있게 하는 역할을 한다. 이로써 가공 완료 후 각 가공 단계의 모니터링 신호를 분석하여 이상 신호가 많이 발생한 파트에서는 OMM(On Machine Measurement) 측정을 요청, 측정 부위 결정에 있어서 경제적인 효과를 얻을 수 있다. 또한, 이를 통해 추후 재가공 여부를 판단함으로써 유연한 생산 계획 수립과 납기 단축 등의 효과를 얻을 수 있다. Web-based System 을 구축함에 있어서 server-client 의 원활한 통신을 위해 Socket 통신을 기본으로 하였고, 각종 Client-Viewer program 을 ActiveX control 로 제작, 접속하는 Client 에게 배포하는 방식을 이용하였다. 이로써 Client 측에서도 Server 측에 각종 요구 사항을 전달하여 그 결과를 볼 수 있게 하고, 다양한 언어의 장점을 가진 Ch-Language 를 이용하여 가공 결과 등을 Web 상에서 동적으로 보여줄 수 있도록 구현하였다.

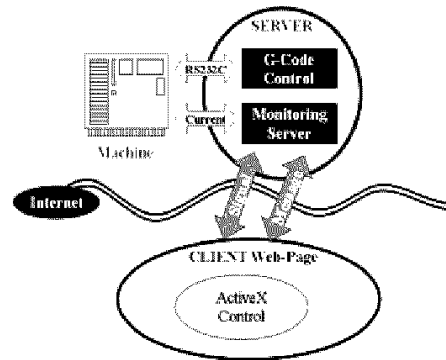


Fig.2 Basic structure of system

2. 시스템 구성 및 설계

2.1 Web-based Monitoring & Control System

본 연구에서 제작된 시스템은 인터넷을 이용한 제조 공정 모니터링 & 컨트롤 시스템으로서 앞서 언급된 MES 를 기반으로 하여 제작되었다. 개발된 시스템은 크게 3 가지 모듈로 구성되어 있는데, 이는 G-code 컨트롤과 web-based monitoring, 결과 분석 모듈이다.

G-code 컨트롤 모듈은 원활한 공정관리를 위한 효과적인 모니터링을 감안하여 형상 중심의 금형 가공 시 가공계획 단계에서부터 Boundary 편집과 사용되는 Tool 에 따른 G-code 편집과정을 거치고, 실제 가공 시에는 시리얼 통신을 통해 전송되는 가공코드를 전송비율에 따라 추적 한다. 또한 진행과정을 메시지 발생을 통해 웹을 통하여 알려줌으로써 모니터링 신호와의 매칭(matching) 효과를 얻을 수 있게 한다.

Web-based monitoring 모듈은 현재 가공을 진행하고 있는 동작기계로부터 나오는 신호를 수집하여 웹 상에서 실시간으로 plot 을 해주는 역할을 한다. 본 모듈에서는 원격지에서 접속해 있는 클라이언트가 모니터링 하고자 하는 신호에 대하여 직접 서버로 요청을 할 수가 있다.

결과 분석 모듈은 본 시스템 서버의 내부 연산 모듈로서 서버에 실시간으로 저장된 가공 정보들을 G-code 컨트롤 모듈과 Web-based monitoring 모듈로부터 넘겨 받아 가공 공정 간의 다양한 결과들을 그래프로 표현하여 원격지에서도 추후 공정에 대한 유연한 생산계획을 수립할 수 있는 기반을 마련해주는 역할을 한다.

2.2 서버 / 클라이언트 구조

본 시스템은 서버와 클라이언트의 원활한 메시

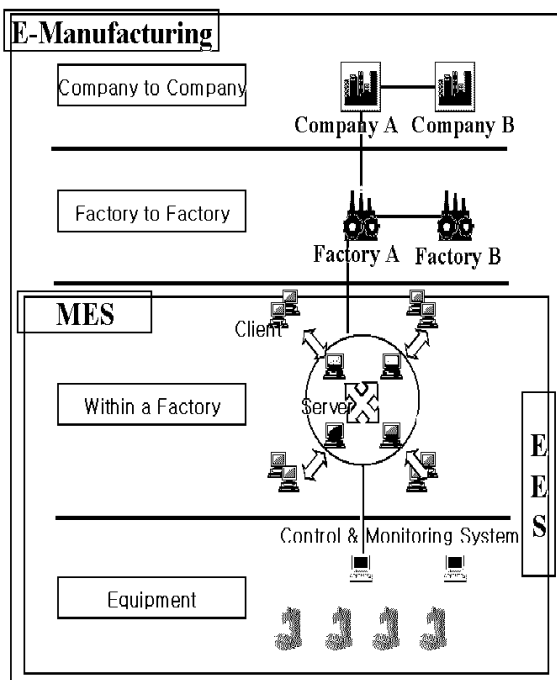


Fig.1 Schematic Diagram of E-manufacturing and MES

지 송수신을 위해 데이터 송수신 부는 Socket 통신으로 구현을 하였으며, 클라이언트 측 프로그램은 최근 웹 서비스에 많이 활용되고 있는 ActiveX control 로 제작하여 접속하는 클라이언트에 인증 후 설치를 한다. (Fig.2) 모니터링 신호의 경우 여러 CNC machine 에서 들어오는 전기신호를 A/D board terminal 에서 각기 다른 채널을 통해 수집하여, 클라이언트 측에서 원하는 기계의 신호를 Max/Min range, 하나의 machine 에서 열람하고자 하는 채널 선택 등을 자유자재로 서버 측에 요구함으로써 모니터링을 할 수 있다. socket 통신의 특성상 접속하는 클라이언트에게는 고유한 ID 가 부여되며, 이에 따라 접속한 클라이언트와 서버는 고유한 ID 를 통해 1:1 통신을 함으로써 클라이언트의 요구에 빠르게 응답할 수 있다. 또한 G-code 컨트롤 모듈에 따른 결과도 클라이언트의 Viewer 를 ActiveX control 로 제작하여 배포함으로써 서버와 socket 통신으로 연결되어 클라이언트 측에서 전송하는 각종 정보들을 실시간으로 모니터링과 실제 가공 진행 상황이 매칭(matching)된 현 진행상황을 열람할 수 있도록 구성하였다.

Web-page 를 구성하는 기본 요소로는 SofIntegration 의 Ch 언어(Fig.3) 중 Ch-CGI, 그리고 HTML 을 이용하여 구성하였다. 특히 시스템 구성 모듈 중 결과 분석 모듈은 서버에 저장된 각종 가공 공정 정보들을 웹 상에서 Ch-CGI 를 이용하여 Dynamic Plot 을 보여줌으로써 가공 결과를 클라이언트에게 효과적으로 보여준다. (Fig.4)^[3]

3. 시스템 개발

본 연구에서 구축한 시스템의 개발 환경은 다음과 같다.

1. OS: Window2000 Professional
2. Web Server: IIS 5.0
3. Script Language: HTML
4. Used Language: Visual C++ 6.0, Ch-cgi 3.51

Fig.4 에서와 같이 클라이언트가 서버에 접속하면 현재 가공 중인 CNC Machine 을 선택, 해당 웹 페이지로 연결이 된다. 서버는 G-code 컨트롤에 의해 진행되는 가공 상황과 이와 매칭된 상태에서 실시간으로 machine 으로부터 들어오는 전류신호와 계산된 절삭력 정보를 접속한 클라이언트에게 전송한다. 웹상에서 절삭력 정보를 실시간으로 전송하기 위하여 Hall sensor 를 이용하여 주축 모터 토크를 이용하여 절삭력으로 환산하는 식을 이용하였다.^[4]

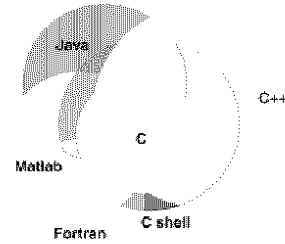


Fig.3 The relation between Ch and other major Computer programming

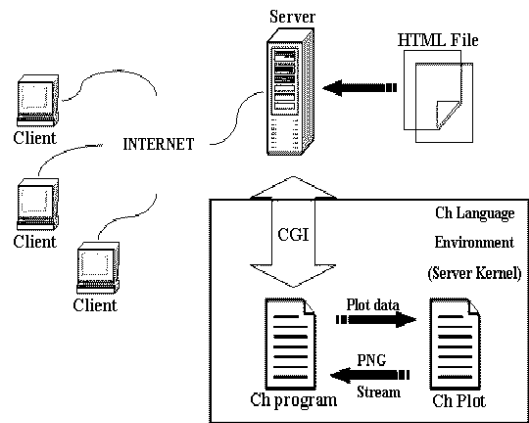


Fig.4 The Communication between HTTP Server and Ch Program

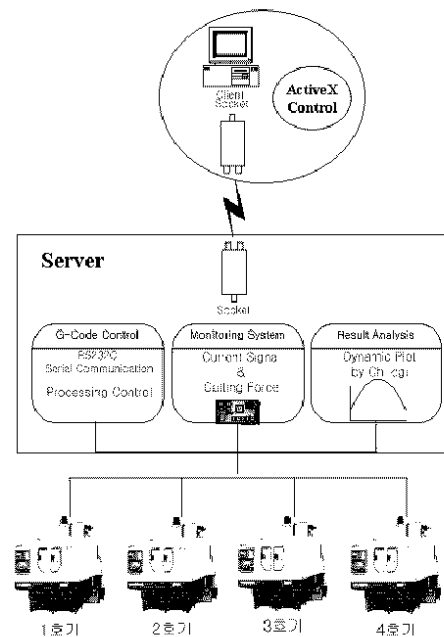


Fig.5 Detailed structure of system

주축 모터 전류와 절삭력 사이의 관계식은 식 (1)과 같다.

$$F = 160.50838M - 2.55657 \quad (1)$$

가공 공정 중 G-code 컨트롤에 의해 원격지에서도 현재 가공 진행 정도를 파악할 수 있고, 이를 신호 모니터링 중 이상 신호 발생 시 공정 상 문제점이 있는 부분을 알 수 있다. 이 모듈은 모니터링 시스템과 같이 클라이언트 측에 ActiveX control 로 배포되어 서버로부터 소켓을 통해 데이터를 받게 된다. 이 모듈의 기본적인 Viewer 는 Fig.6 과 같다.

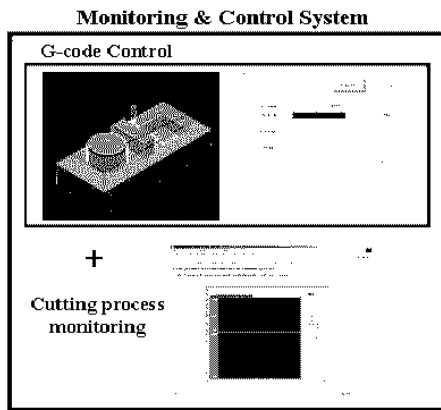


Fig.6 manufacturing plan along G-code Control and system viewer

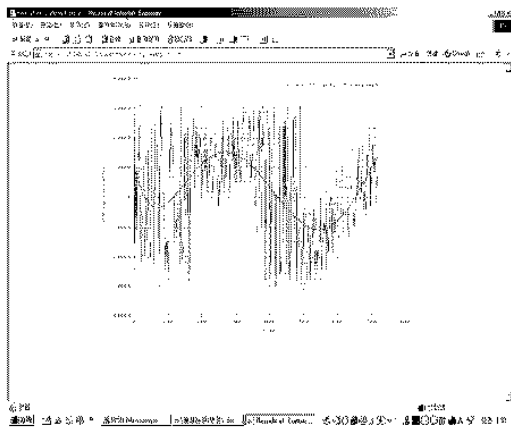


Fig.7 Result plot of cutting force by Ch-CGI

모니터링 시 절삭력은 데이터 파일로 저장되며, 각 가공 공정 단계마다 그 결과를 결과분석 모듈에 의해 원격지에 있는 클라이언트가 확인할 수 있다. 즉, 각 가공 단계마다 실시간으로 획득된 절삭력

데이터를 plot 하고 Ch 언어의 polynomial curve fitting 함수를 이용해 Web 상에서 그 경향을 클라이언트가 쉽게 확인할 수 있도록 구성하였다. (Fig.7)

4. 결론

본 논문에서는 금형 가공 공정을 원격지에서도 효율적으로 관리할 수 있고, 아울러 금형 가공 자동화 시스템의 기반이 될 수 있는 원격지 모니터링, 컨트롤 시스템을 구축하였다. 기존의 실시간 모니터링에 덧붙여 G-code 컨트롤을 이용하여 원격지에서 효율적으로 가공 모니터링을 하고 웹을 통해 가공 결과를 판단함으로써 추후 공정 계획 수립에 있어서 OMM 연계와 재가공 등에 대한 경제적인 효율을 높일 수 있는 기반을 마련하였다.

다품종 소량 생산의 현실에서 효율적이고 경제적인 금형 가공을 위해서 가공 단계에서부터 적용되는 G-code 컨트롤을 CAM 과 연계시켜 공정 관리의 효율을 극대화 할 수 있는 가공계획 수립 및 모니터링 후 결과 분석 모듈에 의한 추후 가공 계획 및 측정에서 OMM System 과의 직접적인 연계를 구축함이 필요할 것으로 사료된다. 아울러, 본 시스템의 가장 기본적인 바탕이 되는 네트워크에 있어서도 정확한 실시간 정보를 전달하기 위한 분산 시스템에 관한 연구, 전용 네트워크 구축도 필요할 것이다.

참고문헌

1. Kazuo Muto, "Advanced technology for manufacturing engineering development: XML technology on a system that enables user to view required information from the work shop through a web browser," JSAE Review 24, pp. 303 – 312, 2003.
2. Jay Lee, "E-manufacturing – fundamental, tools, and transformation," Robotics and Computer Integrated Manufacturing 19, pp. 501 – 507, 2003.
3. Qingcang Yu, Bo Chen, Harry H.Chang, "Web-Based Control System Design and Analysis," IEEE Control Systems Magazine June, pp.45 – 57, 2004.
4. 신봉철, 윤길상, 최진화, 김동우, 조명우, "E-manufacturing 을 위한 가공공정 모니터링 시스템 개발," 한국공작기계학회 추계학술대회지, pp. 30 – 35, 2003.
5. 조용주, 강정진, 허영무, 조명우, 신봉철, "금형 공장 적용을 위한 MES 시스템 Framework 설계 및 구현," 한국정밀공학회 춘계학술대회지, pp. 1239 – 1242, 2003.