

TCP/IP 기반의 원격 저항 점 용접 품질 모니터링 시스템에 관한 연구

최윤석^{*}(한양대 대학원 정밀기계공학과), 이세현 (한양대 기계공학과)

A Study of Remote Welding Quality Monitoring System using TCP/IP in Resistance Spot Welding

Y. Choi(Precision Mech. Dept. HYU), S. Rhee(Mechanical Eng. Dept. HYU)

ABSTRACT

Nowadays, computer network has been rapidly developed. And we have made efforts to use it in wide field. So we can exchange data without spacial restriction using internet. If we develop monitoring system using internet, we have the effect of reducing time and space. Therefore, in this paper, we developed TCP/IP network and client/server system. And We applied them to resistance spot welding quality monitoring system.

Key Words : Resistance Spot Welding(저항 점 용접), TCP/IP, Server/Client, Remote Monitoring (원격 모니터링)

1. 서론

현대사회는 컴퓨터 네트워크의 급속한 발달로 인터넷을 통해 거리에 상관없이 전세계 어디와도 데이터를 주고 받을 수 있으며, 다양한 분야에서 이와 같은 네트워크 기술을 이용하고 있다. 실제로 공장이나 산업현장에서는 작업현황을 확인하기 위해 네트워크를 통한 모니터링 방법을 사용하고 있다. 공장에서 작업현황을 모니터링 한다는 것은 관리자로 하여금 현장에 상주해야 되는 불편을 덜어 주며, 인터넷 통신이 가능한 곳이라면 어디서나 현장의 상황을 점검할 수 있으므로 시간적으로나 공간적으로 많은 효율을 창출한다. 뿐만 아니라 인간이 접근하기 힘든 환경이나 여러 지역을 한곳에서 관찰해야 하는 상황에서 모니터링은 인간의 수고를 대신할 수 있는 좋은 대안이 될 수 있다. 특히 용접과 같이 위험요소가 산재해 있는 공정에서는 특히 그 필요성이 대두되고 있다. 인터넷은 이것의 실현을 가능하게 한다. 인터넷을 이용하면 작업자가 용접 작업 현장에 노출되지 않아서, 용접의 위험으로부터 보호되고, 또한 시간과 장소에 크게 영향을 받지 않고 용접 작업을 수행할 수 있다. 이러한 분야가 활성화되기 위해서는 정보통신망 구축뿐

아니라, 이의 적절한 활용을 위한 방법 및 solution을 개발해야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 간단한 원리와 설치 및 운영 비용의 저렴함으로 인해 자동차 차체와 같은 박판 조립 공정에 널리 쓰이는 접합 공정 중의 하나인 저항 점 용접을 TCP/IP를 기반으로 원격지에서 서버컴퓨터에 접속하여 데이터를 전송 받아 용접 품질을 예측하여 모니터링하는 시스템을 설계하고자 한다

2. 통신 프로토콜

2.1 TCP/IP

프로토콜은 네트워크를 통해 정보를 전달하기 위한 규칙의 집합이다. 네트워크에 연결된 호스트가 서로 통신을 하기 위해서는 당연히 같은 프로토콜을 이용해야 하는데, 인터넷의 표준 프로토콜은 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)이다.

TCP/IP는 단일 프로토콜이 아니라 두 개의 프로토콜, 즉 TCP와 IP로 구성되어 있으며 TCP는 IP 위에서 동작하는 상위 프로토콜이다.

Fig. 1은 TCP/IP와 연관된 프로토콜을 모두 함께 그림으로 나타낸 것이다. 이렇게 TCP/IP와 연관

된 각종 프로토콜의 집합을 TCP/IP 프로토콜 스위트(Suite)라고 부른다.

TCP/IP 네트워크를 통하여 전송되는 정보는 일정한 크기의 패킷(Packet)으로 구분되는데, 패킷의 전송을 담당하는 프로토콜이 IP 이고 TCP 는 IP 를 통해 전달 받은 패킷의 오류 여부를 검증하는 등의 전송 제어를 담당한다. TCP 와 같이 IP 위에서 동작하는 프로토콜로 UDP(User Datagram Protocol)가 있는데, 오류 제어를 하지 않으며 TCP 가 연결지향적(Connection Oriented)으로 동작하는 반면 UDP 는 비연결형(Connectionless)으로 동작한다.

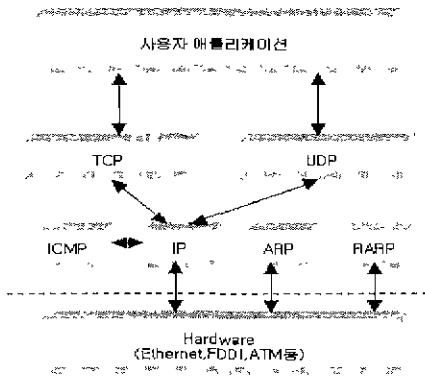


Fig 1 TCP/IP 프로토콜 스위트

TCP/IP 프로토콜 스위트는 네트워크 계층, 인터넷 계층, 전달 계층, 응용 계층 등의 4 계층으로 구성되며, 네트워크 계층은 정보를 물리적인 선로를 통해 전달하는 역할을 담당한다. 인터넷 계층은 TCP 나 UDP 등에서 만든 패킷을 데이터그램으로 캡슐화하고 목적지까지의 전달을 위한 경로 설정 등을 담당하는 계층으로 IP 와 함께 ARP(Address Resolution Protocol), ICMP(Internet Control Message Protocol), IGMP(Internet Group Management Protocol) 등이 있다. 전달 계층은 인터넷 계층 위에서 통신 양자간의 세션 설정을 주로 담당하며 TCP 와 UDP 의 두 가지 프로토콜이 이에 속한다. 응용계층은 TCP/IP 를 이용하는 애플리케이션이나 서비스이다. 예를 들어 FTP, 텔넷, SNMP(Simple Network Management Protocol), DNS 등의 애플리케이션, 서비스 또는 상위 프로토콜이 이에 속한다.

2.2 클라이언트/서버 구조

클라이언트/서버 구조는 시스템의 자원에 접근할 때 두 종류의 구별되는 개체가 관여한다는 사실을 반영한다. 첫번째 개체는 클라이언트로 시스템의 자원에 접근하고자 요청을 보내는 쪽이다. 두번째 개체는 서버로 클라이언트의 요청이 들어올

때만 작동한다. 서버는 자원들을 직접다룰 수 있으며 그 결과를 클라이언트에게 보낸다. 서버는 전적으로 클라이언트의 요청을 기다리는 컴퓨터이고 요청이 들어오면 즉시 반응한다. 데이터 서버의 경우 클라이언트쪽 컴퓨터의 응용프로그램에서 SQL 질의가 담긴 요청을 보내면 데이터서버는 그 질의를 받은 후 자신의 데이터베이스를 가동해서 질의에 해당하는 정보들을 모아 그 내용을 네트워크를 통해 원래의 요청자에게 보낸다. 클라이언트/서버 구조에서 가장 일반적인 것이 데이터베이스 서버이긴 하나 요청과 응답 구조를 가지는 모든 네트워크 클라이언트/서버의 구조이다.

3. 원격 저항 점 용접 모니터링 시스템

3.1 용접 품질 판단 모델

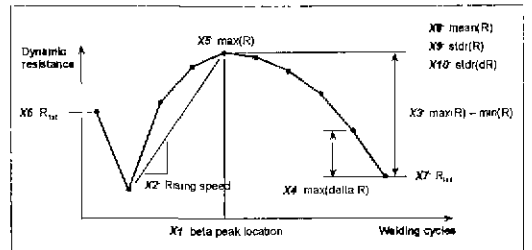


Fig. 2 Primary dynamic resistance pattern feature extraction

저항 점 용접에서의 1 차 동저항은 일반적으로 Fig. 2 와 같은 형태를 보인다. 이러한 동저항 패턴을 기준으로 용접 강도 예측 모델에 사용될 10 가지 인자를 추출하였고, 추출된 인자들을 이용하여 용접부의 품질을 효과적으로 판단하기 위한 모델들을 회귀분석과 신경회로망을 이용해 제안하여 비교하였다. 그 결과 상대적으로 적은 인자임에도 불구하고 모든 인자를 사용할 때와 같이 용접 강도와 너겟 지름을 잘 설명해 주고 있는 선형 회귀모델 Model-1S 및 Model-1D 와 인공 신경회로망에 의한 모델 Model-2S 및 Model-2D 를 얻을 수 있었다. Model-1S 는 용접부의 강도 예측을 위한 선형 다중 회귀분석의 최종적인 회귀모델 이다. 또한 너겟 지름을 예측하기 위한 최종적인 회귀모델은 Model-1D 이다. 식 1 과 2 는 Model-1S 과 Model-1D 를 식

Model-1S
 $YS=2.417-0.273 \cdot X1+0.041 \cdot X5-0.0589 \cdot X2+0.123 \cdot X9$
 식 1

Model-1D
 $YD=5.246-0.368 \cdot X1+0.126 \cdot X2-0.064 \cdot X4$
 식 2

Model-2S 과 Model-2D 는 일반적으로 가장 널리 사용되는 신경회로망인 오류 역전파(error back propagation) 방법에 의해 학습된 다층 인공신경회로망(multilayer artificial neural network)을 이용하여 용접부의 강도와 너겟 지름을 예측한 것이다. 강도 예측을 위한 Model-2S 는 X1, X2, X3, X5, X6, X8 및 X9 를, 또한 지름 예측을 위한 Model-2D 에서는 X1, X2, X3, X4 및 X7 를 신경회로망의 입력 변수로 설정하였다. Fig. 3 는 위와 같은 신경회로망을 나타낸 그림이다.

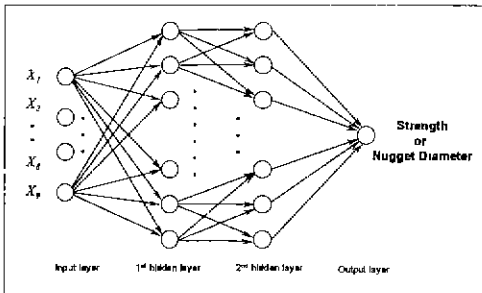


Fig. 3 The neural network architecture

3.2 TCP/IP 기반의 원격 저항 점 용접 품질 모니터링 시스템

용접이 완료됨과 동시에 측정된 데이터를 서버 컴퓨터에서 받아 들이고, 클라이언트 컴퓨터에서 사용자가 원하는 때에 그 데이터를 전송받아 용접이 진행되고 있는 용접부의 강도를 예측할 수 있는 서버/클라이언트 개념의 용접 품질 모니터링 시스템을 개발하였다. Fig. 4 는 개발된 시스템의 작동 흐름도이다.

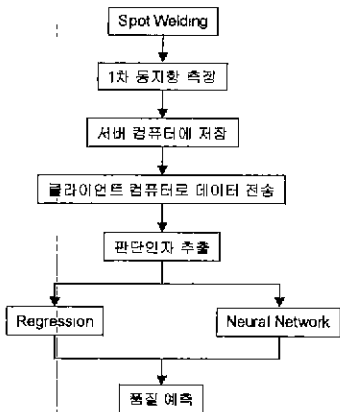
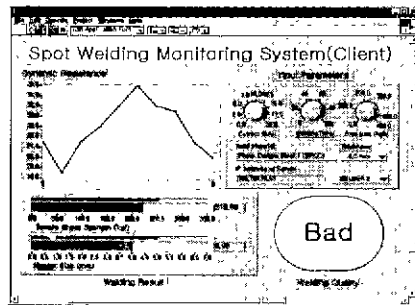
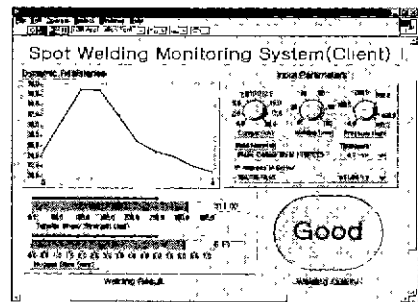


Fig.4 Flowchart of welding quality monitoring system based on client/server system

용접이 완료됨과 동시에 서버 컴퓨터에서 1 차 동지항을 측정하고 이 동지항 데이터를 저장한다. 사용자는 클라이언트 컴퓨터에서 서버 컴퓨터에 접속하고 원하는 용접기의 동지항 데이터 전송을 요구하여 동지항 데이터를 불러온다. 클라이언트 컴퓨터에서는 그 전송받은 동지항 데이터에서 동지항 패턴을 이용하여 용접성 판단 인자를 추출한다. 추출된 판단 인자는 회귀 분석 모델과 신경망 모델에 의해 용접 강도 및 너겟 지름을 예측한다. 보다 안정된 용접 품질 판단을 위하여 위에서 얻은 두 가지 예측 결과 중에서 작은 값을 택하여 최종 예측 품질로 출력한다. 또한 이렇게 구성된 시스템에 원격 제어기능을 부가하여 원격지에서 작업자가 간단한 조작만으로 직접 저항 점 용접기의 제어 패널 앞에서 직접 조작하는 것과 같은 편의성과 간편성을 가지고 원격작동을 수행하도록 시스템을 개발하였다. 즉, 모니터링을 한 결과가 용접 불량으로 판정 받는 횟수가 많아진다면, 용접전류, 통전시간, 전압 등을 새로 설정할 필요가 생길 시에 그 작업들을 할 수 있도록 용접기의 제어 패널 부분을 그대로 클라이언트 컴퓨터에서 제어할 수 있도록 시스템을 구성 하였다. Fig. 5 는 이상의 알고리즘을 이용하여 개발한 모니터링 시스템의 가시 화면이다.



(a) Bad weld quality



(b) Good weld quality

Fig. 5 Visualized remote monitoring system

따라서 TCP/IP 를 이용하면 관리자가 현장에 직접 가지 않고도 원격지에서 용접기에서 실행되는 용접의 품질을 예측하고, 그 예측 품질을 바탕으로 용접기의 조건을 설정할 수 있다. Fig. 6 는 전체 시스템의 구성도이다.

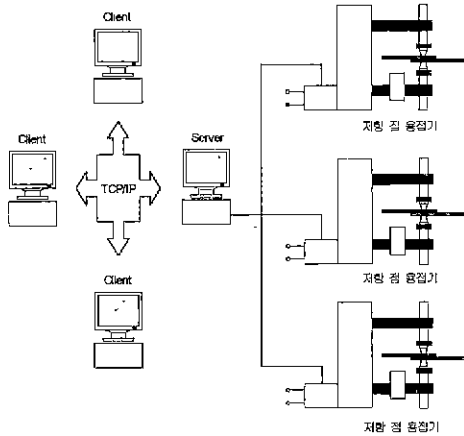


Fig. 6 System overview

5. 결론

본 논문에서는 산업 현장에서 널리 사용되고 있는 저항 점 용접기를 대상으로 하여 TCP/IP 통신을 이용한 데이터의 교환을 구현하였다. 프로그램을 LabVIEW 로 제작하여 서버/클라이언트 개념의 데이터 교환을 성공적으로 실현하였다. 또한 TCP/IP 네트워크를 이용한 데이터 교환을 바탕으로 교환된 데이터를 이용하여 선형 회귀모델과 인공 신경회로망 모델을 통한 품질 판단 알고리즘을 개발하였고, 원격지에서 저항 점 용접의 용접 품질을 예측하여 모니터링하고, 용접기의 적정용접 조건의 설정 또한 원격지에서 할 수 있는 시스템을 구성 하였다.

참고문헌

1. 조용준 "생산 자동화를 위한 저항 점 용접의 동 저항 모니터링 및 지능형 품질 판단에 관한 연구" 박사학위논문, 한양대학교, 2000
2. 김태형 "저항 점 용접 품질 향상을 위한 제어기 개발" 석사학위논문, 한양대학교, 2001
3. 이우영, 최성주, 김홍배 "인터넷 기반 실시간 원격 고속가공 모니터링" 정밀공학회 춘계학술대회 논문집 PP. 952~955, 2000
4. 박광호, 김창구, 기창두 "무선인터넷망을 이용

한 PDA 기반 원격 감시 및 제어 시스템 개발" 정밀 공학회 추계학술대회 논문집 PP. 674~677, 2000

5. 고덕현, 이순걸 "TCP/IP 통신을 이용한 PLC 원격 감시 제어" 정밀공학회 추계학술대회 논문집 PP. 140~143, 2000

6. 강성구, 나석주 "인터넷을 이용한 용접에 대한 연구" 대한용접학회 특별 강연 및 춘계학술발표대회 개요집, Vol35, PP. 310~312, 2000

7. Mitsutane FUJITA "Database for Welding Information and It's Connection of the Internet" Journal of the Japan Welding Society, Vol.70, No.1, PP54-59, 2001

8. 김남휘, 김중석, 이윤호 "Windows 2000 server Bible" 영진.com. PP. 232-278, 2000

9. Dawna Travis Dewire "Client/Server Computing" Adtech, 1997

10. 장현오 "그래픽 프로그램의 이해" A.D.C 시스템, 1998

11. 최성주 "LabVIEW 입문" 통일출판사, 1998