신경회로망을 이용한 원격 용접관리 시스템

김하나*, 정찬호*, 이준희**, 신동석*, 강성인*, 김관형*

*동명대학교 컴퓨터공학과

**동명대학교 정보통신공학과

A Study on Remote Welding Control System using Neural Network

Ha-na Kim* · Chan-ho Jung* · Jun-hee Lee** · Dong-suk Shin* · Sung-in Kang* · Gwan-hyung Kim**

*Department of Computer Engineering TongMyong University

**Information and Communications Engineering TongMyong University

E-mail : khkim@tu.ac.kr

요 약

최근 산업자동화의 발전으로 용접분야에서도 무인화 및 자동화 시스템 구축이 활성화 되고 있으며 산업 현장에서의 인터넷의 보급이 일반화 되어 TCP/IP 통신을 통한 원격관리 시스템도 일반화 되고 있다. 본 논문에서는 아크 용접 시스템에서 주요한 용접인자인 용접전류, 용접전압 정보를 이용하고, 신경회로망을 적용하여 용접현상을 모니터링 하였으며, 분석된 용접현상에 대한 중요한 정보를 TCP/IP 통신을 통해 원격에서 관리가 가능하도록 구현하였다. 마지막으로 다양한 용접 모니터링을 위해 효율적인 신경회로망 모델을 제시하고, 원격 모니터링 및 용접품질관리를 위한 원격관리 시스템 구현 방법을 제시한다.

키워드

아크 용접 시스템, 신경회로망, 용접품질관리, 원격 용접 모니터링시스템

Ⅰ. 서 론

최근 산업자동화의 발전으로 용접분야에서도 무인화 및 자동화 시스템 구축이 활성화되고 있다. 이러한 용접공정 무인화 시스템에서의 문제점은 관리자가 직접적이고, 지속적으로 용접품질을 감시할 수 없다는 것이다. 따라서 현장에서 용접 진행 시 용접품질의 판별 결과를 현장 밖에서 정확하게 모니터링하고, 제어하는 것이 반드시 필요하다.

현재 용접 모니터링을 위해 주로 사용되는 용접인자는 전류, 전압, 송급속도 등 이다. 이 인자들을 수치해석적인 방법을 이용하여 용접 결과를 모니터링하게 되면 용접 시 발생되는 다양한 현상들에 대하여 유연하게 대응할 수 없다. 따라서 이러한 수식적으로 공식화하기 힘든 부분에 인공지능의 한 분야인 신경회로망을 적용하면 다양한 용접현상을 보다 쉽고 편리하게 분석해 낼 수 있다[1].

또한 그림 1과 같이 다수의 용접기와 용접 모니터링 장비를 한 대의 서버(Server) 중심으로 구성한 시스템에서 TCP/IP 통신을 이용하여 원격으로 모니터링 및 관리가 가능하다.

이러한 원격제어를 통해 용접 무인화 시스템에서의 오동작을 관리자가 실시간으로 확인하고 제어함으로서 무인화 시스템의 효율 및 정확성을 향상시킬 수 있다.

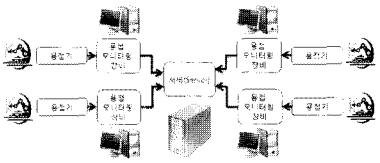


그림 1. 원격 용접관리 시스템 구성도

Ⅱ. 본 론

용접 시 사용되는 용접기의 특성 중 용접 출력 파형의 형태에 따라 용접결과에 미치는 영향은 달라진다. 용접 출력 파형이라 함은 용접 시 와이어와 모재 사이에 통전되는 용접전류, 용접전압의 형태를 말하는 것으로 이는 용접 출력 특성을 관찰하거나 분석하는데 사용되어 지며,

이러한 파형의 형태를 계측하기 위한 모니터링 기술이 개발되고 있다.

본 논문에서는 아크 용접 시 발생된 용접전류, 용접전압 데이터로 용접현상을 분류하기 위해 역 전파 학습 알고리즘을 사용하였다.

역 전파 학습 알고리즘은 오차를 정정하는 규칙으로서, 입력에 대해 원하는 출력과 실제로 얻어진 것들에 대한 차이를 줄여나가는 방법이다. 즉, 뉴럴 네트워크의 연결강도를 반복적으로 조정하여 실제 신경망의 벡터와 원하는 출력의 차이를 줄여나가며 학습하는 알고리즘이다. 이 알고리즘은 뛰어난 학습능력과 높은 신뢰도를 가짐으로서 패턴 인식과 시스템 제어와 같은 응용분야에서 가장 일반적으로 사용된다[2][3].

III. 패턴추출 및 정규화

용접 시 발생되는 용접 데이터를 추출하기 위하여 그림 2와 같은 시스템을 구성하고, Client 용접기로부터 전류, 전압 등을 계측한 후 A/D Converter로 변환하여 용접 데이터를 추출 한다. 이렇게 추출된 데이터는 Client 용접 모니터링 장비에서 데이터를 분석하며, 분석된 정보는 다시 Server에 전송하게 된다.

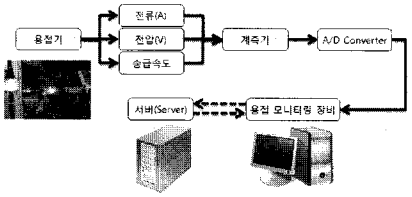


그림 2. 용접 데이터 추출 및 용접 모니터링 시스템 구성도

신경망 학습을 위해서 추출된 Sampling Data는 5KHz/sec로 계측하였으며 정상파형 5개, 불량파형 5개의 Sample Data를 얻었다.

이때 불량용접파형은 임의로 불량용접 발생 상황을 재연하여 추출하였으며 그림 3, 그림 4와 같은 용접 파형의 형태로써 출력 된다.

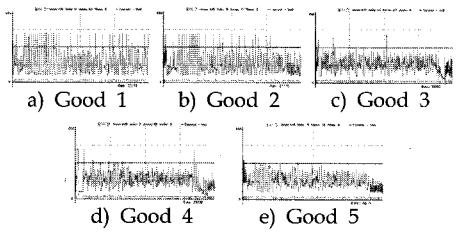


그림 3. 정상 용접 파형

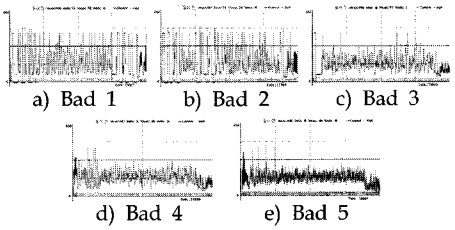


그림 4. 불량 용접 파형

그림 3, 그림 4의 상단의 파형은 전류(I), 하단의 파형은 전압(V)을 나타내었으며 4~5초 동안의 용접 결과이다.

이러한 10개의 학습 Sample Data는 신경망에 입력되기 전 그림 5와 같이 필터링 및 정규화 과정을 거친다.

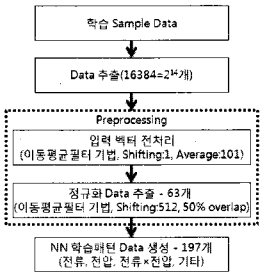


그림 5. 필터링 및 정규화

먼저 용접 기동과 종료 시 발생되는 잡음구간을 제외한 2^{14}=16384개를 추출한 뒤 이동평균 필터기법을 이용하여 전처리 과정 및 정규화 과정을 거쳐 신경망에 입력할 197개의 데이터를 추출한다[4][5][6][7].

IV. 실험 및 구현

본 논문에서 구현한 원격 용접관리 시스템은 크게 Client 용접 품질판별 프로그램과 Server 용접 품질관리 프로그램으로 구성되어 있으며 시스템 수행 과정은 그림 6과 같다.

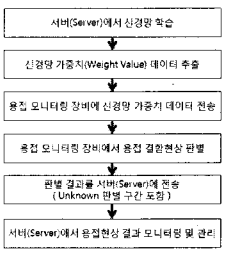
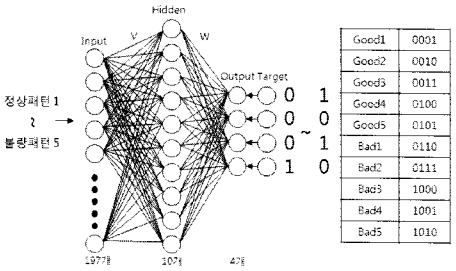


그림 6. 시스템 수행 과정

Server의 품질 관리 프로그램은 전처리 과정을 거친 학습데이터를 이용하여 오류 역 전파 알고리즘으로 학습시키고, 각각의 개별 용접기와 연결된 Client 용접 모니터링 장비 또한 판별된 용접결과를 모니터링하고 자료를 저장한다.

먼저, 필터링 및 정규화 과정을 거친 10개의 Sample Data를 그림 7과 같은 신경망 구조를 가자는 Server 품질관리 프로그램에서 학습되도록 하였으며, 각각의 Sample Data는 Hex 코드형식의 Target Value를 가진다.

이 때 신경망 구조의 Hidden Layer는 10개이며 Output Layer는 4개, 학습률 0.9, 허용오차는 0.001로 실험하였다.

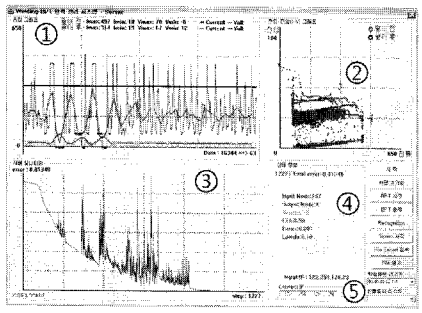


Good1	0001
Good2	0010
Good3	0011
Good4	0100
Good5	0101
Bad1	0110
Bad2	0111
Bad3	1000
Bad4	1001
Bad5	1010

그림 7. 신경망 구조

Sever 측에서 학습이 완료되면 Server 품질 관리 프로그램은 신경망 가중치(Weight Value) 데이터를 파일로 저장하고 원격에서 Client 용접 모니터링 장비가 접속하면 학습된 신경망 가중치 데이터 파일을 전송하여 Client 모니터링 장비의 프로그램이 Server의 관리 프로그램과 연동하도록 하여 전체적인 용접 시스템을 관리한다.

이러한 신경망 구조를 적용하여 구현한 Server의 품질 관리 프로그램은 그림 8과 같다.



1. 용접 그래프 2. 전류·전압(IV) 그래프
3. 신경망 학습 에러 그래프 4. 용접 데이터 정보
5. 용접 모니터링 장비 IP 주소 입력

그림 8. 서버의 용접 품질관리 프로그램

용접기와 직접 연결된 Client 용접 모니터링 장비에는 A/D Converter된 데이터가 실시간으로 Server 측으로 전송되며 Client 모니터링 장비의 프로그램은 Server 측으로부터 전송받은 신경망 가중치를 적용하여 Client 모니터링 장비가 용접결과를 판별한다. 이러한 품질 판단의 순서를 그림 9에 나타내었다.

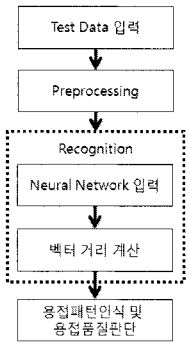


그림 9. 품질판단 순서도

용접 모니터링 장비에 입력되는 데이터는 표1과 같이 판별 되었으며 이때 벡터 거리 계산에 의하여 신경망으로 학습한 패턴과의 유사도가 85%이하이면 Unknown(미학습 패턴)으로 판별하였다.

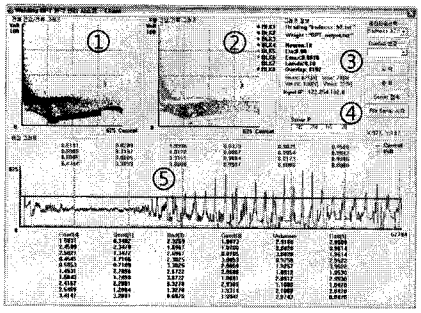
표 1. 용접 데이터의 판별 결과

Data	구간 인식 결과						최종 판별	Data 개수
1	G5	G5	G5	G5	G5		G	56009
2	G5	G5	G5	G4	G5		G	56249
3	B5	G5	U	U	G5		B	56099
4	G5	U	G1	U	U		U	57246
5	B3	B3	B4	B3			B	46107
6	G4	G1	B3	G3	G4	B5	B	57794

(G1~G5 : Good Pattern, B1~B5 : Bad Pattern, U : Unknown)

그리고 용접현상의 정상과 불량을 Client 측에서 판별한 후 그 결과를 백업하고, Server에 전송한다. 앞에서 설명한 Server와 용접 모니터링 장비간의 데이터 전송관계는 그림 10과 같이 나타낼 수 있으며 용접 품질판별 및 모니터링 프로그램은 그림 11과 같이 구현 하였다.

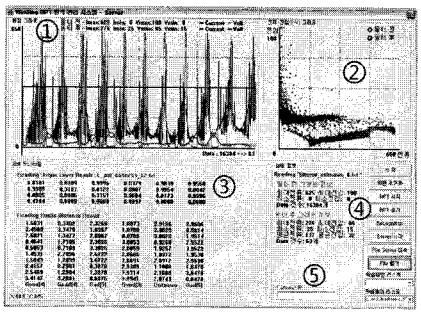
그림 10. 서버와 용접 모니터링 장비간의 데이터 전송



1. 전체 전류·전압(IV) 그래프 2. 구간별 전류·전압(IV) 그래프
3. 용접 데이터 정보 4. 서버 IP 주소 입력
5. 용접 데이터 그래프 및 결과 판별

그림 11. Client 용접 품질판별 프로그램

그림 12와 같이 구현된 Server 측 프로그램은 Client 용접 모니터링 장비로부터 전송받은 용접 결과와 용접 데이터를 이용하여 현재 진행되고 있는 Client 용접 환경에서 Unknown으로 판별된 구간의 용접 데이터로부터 추출한 데이터를 Server 측 환경의 프로그램에서 그래프로 표현하였다. 추가적으로 Server 측 시스템에서도 용접 데이터들의 구간별 판별결과 데이터와 Hex, Euclid Distance로 신경망 학습 데이터들 중 어느 패턴에 가장 유사한 정도도 함께 확인하며 모니터링 할 수 있다.



1. 용접 그래프 2. 전류·전압(IV) 그래프
3. 용접 판별 결과 모니터링 4. 용접 데이터 정보
5. 용접 모니터링 장비 IP 주소 입력

그림 12. Server 용접 모니터링 및 품질관리 프로그램

V. 결 론

신경망 학습을 위한 Server와 학습된 신경망 구조로 용접 품질 판별을 위한 용접 모니터링 장비를 분리해 둠으로써 각각의 기능이 더 효율적으로 수행되며 Client 모니터링 장비와 Sever 관리 시스템과 같은 신경망 구조를 공유함으로서 용접 품질 판단이 더 유연하고 효과적으로 수행되는 것을 확인할 수 있었다.

또한 TCP/IP 통신을 이용하여 원격으로 여러 대의 Client 모니터링 장비를 동시에 관리할 수 있는 종합적인 용접관리 시스템으로 구성이 가능하다는 것을 확인 하였다.

향후 연구 방향으로는 Server에 전송받은 미학습 패턴을 재학습 시킨 후, Client 용접 모니터링 장비로 신경회로망의 정보를 전송함으로써 실시간으로 전송되는 용접 데이터들을 더 정밀하고, 정확하게 판별할 수 있도록 온라인 학습이 가능한 지능형 용접관리 시스템을 연구하고자 한다.

참고문헌

[1] 모니텍 코리아, "Welding Monitoring System", 모니텍 코리아, 2007

[2] Jacek M. Zurada, Introduction to Artificial Neural System, West Publishing Company, 1992

[3] Jinhan M&B, "신경망 이론과 응용(Ⅰ)", 김대수, 2005

[4] 한학용, 하성욱, 허강인, Multimedia Sound Programming, 영진닷컴, p170~176, 2003

[5] 김관형, 강성인, 신경회로망을 이용한 용접 Root Gap 검출과 모니터링에 관한 연구, 한국해양정보통신학회논문지, 10권 7호, 2006. 2

[6] 김관형, 강성인, 이태오, 신경회로망을 이용한 지능형 가공 시스템 제어기 구현, 한국해양정보통신학회논문지, 8권 6호, 2004. 7

[7] 윤성운, 김창현, 김재열, 용접결함의 패턴인식을 위한 분류기 알고리즘의 성능 비교, 한국공작기계학회논문집, Vol15 No3, 2006. 6