

신경회로망을 이용한 파이프 용접조건 선정용 인텔리전트 시스템 개발

Development of an Intelligent System for Selection of the Welding Condition for Pipeline Using Neural Network

김일수*, 박창언*, 성백섭*, 김인주**, 정영제**, 허 업***, Yarlalagadda K.D.V. Prasad****

* 목포대학교 기계선박해양공학부, ** 목포대학교 기계공학과 대학원,

목포기능대학 컴퓨터응용기계과, *School of Mechanical, Manufacturing and Medical Engineering, Queensland University of Technology

1. 서론

용접기술은 많은 학문 분야가 관련된 복합기술인 관계로 적절한 용접시공법을 찾기 위해서는 기계, 금속, 전기 및 전자분야 등의 다양한 분야의 지식이 요구되며 용접 기술자가 이와 같은 요구를 충족시키기는 매우 어렵다. 또한 장기간의 교육 및 풍부한 경험을 갖춘 소수의 고급용접 전문기술자만이 임의의 용접에 대해 적절한 용접시공법을 찾을 수가 있다. 하지만, 전문인력을 확보하지 못하고 있는 대다수의 용접관련 업체에서는 부정확하고 비효율적인 용접시공법을 사용함으로써 용접불량, 용접결함 등의 발생으로 인하여 기술적인 어려움 및 원가상승 등의 경제적인 어려움을 겪고 있다.

해양구조물, 배관, 철탑, 의장 용접에 이용되는 파이프용접은 국내외 경쟁력 강화로 고도의 생산성과 정밀성이 요구되고 있으나, 열악한 작업환경과 전자세 용접 등의 어려움으로 인하여 파이프 용접공정의 자동화에 대한 요구가 증가하고 있다. 파이프 용접에서 자동화 장치가 용접작업자를 대신하기 위해서는 숙련된 용접사가 용접현상을 관찰하고 판단하여 이를 적절한 용접조건으로 산출해 내는 지식(knowledge) 및 기능(function)을 갖추고 있어야 한다. 또한 용접위치 설정, 용접선 추적 및 용접조건 설정은 파이프 용접에서 가장 중요한 요인들이다.^{1~2)}

현재 국내에서는 1m이상의 대형파이프 용접시공에는 캐리지(carriage)를 이용하여 반자동식으로 용접하는 것이 일반화되어 있으며, 이를 전자동화하기 위해서는 다양한 용접시공에 관한 용접조건을 예측할 수 있는 시스템을 개발이 시급하다. 국내·외 직경이 1m이상의 대구경의 파이프용접의 용접조건 선정은 전적으로 작업자 경험에만 의존한 관계로 안정적인 용접품질의 확보가 현실적으로 불가능하다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 최적의 용접조건 선정용 인텔리전트 시스템 개발을 통하여 용접자동화가 지속적으로 요구되고 있다.^{3~4)} 외국의 경우, 미국 및 소련 등에서 자동화장비를 개발하고 있으나, 현장적용의 유효성을 공개하지 않고 있으며, 대부분이 아직도 개발단계에 머무르고 있는 실정이다. 또한, 개발된 장비 가격이 고가이며, 중요기술의 공개는 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는, FCA(Flux Cored Arc)용접방법에 ceramic backing을 이용하여 평판에 용접자세별, 모재 두께별, 개선각도별 최적 용접조건을 선정하기 위한 실험을 수행하였다. 실험결과를 기초로 각종 파이프에 표준 용접조건을 선정을 위한 데이터 베이스를 구축하였으며, 구축된 데이터베이스를 기초로 초기값 설정모드에 필요한 알고리즘, 용접조건 데이터베이스 관리 그리고, 각종 용접조건에 보정기능을 보완한 알고리즘을 개발하였다. 신경회로망을 이용하여 신경회로망의 구조, 학습 알고리즘 및 입력 파라미터의 분류 등을 통해 지능형 용접 공정변수 예측 시스템을 설계·개발하였다. 개발된 시스템을 이용하여 임의의 파이프에 대한 최적의 용접조건을 선정하고, 실험 및 용접성평가를 통하여 시스템의 성능을 평가하였다.

2. 인텔리전트 시스템 설계 및 구축

먼저, 다양한 파이프 표준용접조건 선정을 위하여 실험을 수행하였다. 실험은 SS400 일반구조용 압연강재로 두께는 15, 25, 35mm, 개섩각은 50° 및 60°, 용접 와이어는 SF-71, 보호가스는 Ar 80%, 20%의 혼합가스, FCA 용접방법을 이용하였다. 실험을 전개한 후 용접작업에 관련된 데이터를 컴퓨터에 저장하고, 필요시에 용접설계를 지원하고, 신속, 정확한 용접조건을 선정 및 제공하는 용접조건 선정용 데이터베이스 시스템을 개발하였다.

개발된 데이터베이스 시스템을 이용하여 파이프 용접에 필요한 재질, 용접방법, 용접에 관련된 기본정보를 입력하면 기존의 실험 및 관련 자료를 기초로 구축한 용접조건 선정용 데이터베이스로부터 최적의 파이프 용접용 조건을 선정한다. 하지만 데이터베이스에 포함되지 않은 여러가지 고려조건의 변화시 단순한 데이터베이스 이용에는 한계가 있다. 따라서 인공지능 기법을 이용하여 단순히 용접에 관련된 기본값만 입력하면 자동적으로 최적의 용접조건을 결정할 수 있는 인텔리전트 시스템 개발을 개발하였다. Fig. 1은 전체적인 용접조건 선정을 위한 인텔리전트 시스템의 flowchart를 나타낸다. 본 연구에서는 개발된 최적의 용접조건 결정용 인텔리전트 시스템은 검색된 표준 용접조건으로부터 최적의 용접조건을 결정하기 위하여 3 단계를 거친다. 1 단계에서는 기존 데이터베이스에 저장되지 않은 기본값(재질, 개섩각, 두께)의 경우에 신경회로망(neural network)를 이용하여 최적의 용접조건을 결정하는 과정이며, 2단계에서는 최적의 용접조건의 결정시 고려되는 요소들(이음부 종류, 그루브 종류, 보호가스 종류, 가스용량, 아크길이, 토치각도)의 영향을 고려하기 위하여 신경회로망을 이용한 휴리스틱(heuristic) 과정이며, 3단계서는 선정된 파이프 용접용 용접조건이 사용할 정비와 만족하는지를 체크하는 off-line simulator 과정으로 구성되어 있다. 본 시스템 개발은 위에서 개발한 알고리즘을 기초로 하여 상업용 컴퓨터 언어인 C++ 언어를 이용하여 coding 하였다.

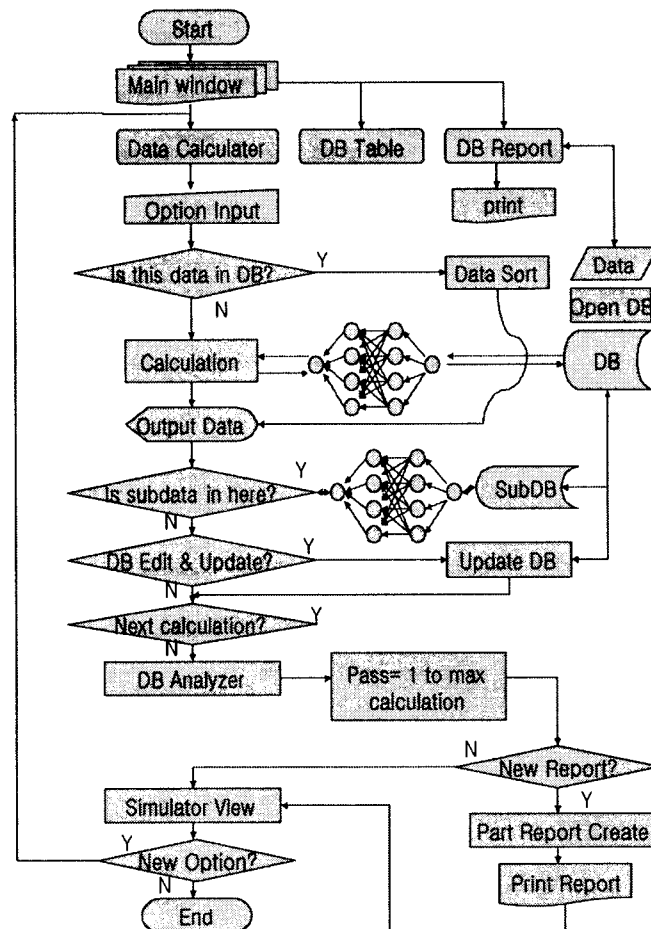


Fig. 1 Flowchart of the developed intelligent system

특히 표준 파이프 용접조건 검색 및 예측시, 데이터베이스에 저장되어 있지 않은 경우에는 신경회로망을 이용한 시스템에서 최적의 용접조건을 예측한다. 이용된 신경회로망의 모델 입력구조는 Fig. 2와 같이 백프로파게이션(back-propagation) 알고리즘을 이용하였으며 6개의 입력값, 3개의 출력값 및 1개의 은닉층(hidden layer)으로 구성하였다.

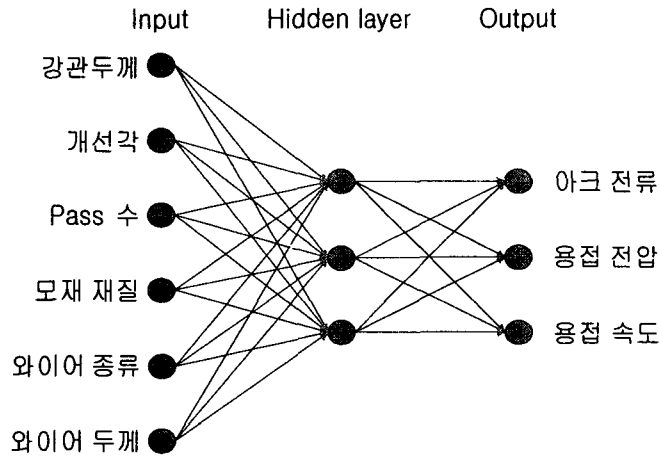


Fig. 2 A schematic diagram of neural network architecture employed

3. 결론

본 연구는 구축된 데이터베이스를 기초로 하여 초기값 설정모드에 필요한 알고리즘 및 최적의 용접조건 선정을 위하여 인공지능 기법인 신경회로망의 구조 및 학습 알고리즘을 개발하여, 지능형 용접공정변수 예측 시스템을 개발하였다. 또한, 개발된 시스템은 software 운영에 전문적인 지식이 없는 사람도 쉽게 사용할 수 있는 대화방식으로 구축하였다. 개발된 시스템의 성능 및 신뢰성을 평가하기 위하여 실험에 이용하지 않는 다른 재질 및 용접공정에 적용하여 성능평가를 수행하였다. 앞으로 지속적인 연구를 통하여 다양한 직경의 파이프 용접자동화 기술개발에 적용함으로써, 향후 대구경관 용접 및 극한지 천연가스 용접시공 기술로 이용할 수 있을 것으로 예상된다. 파이프 자동 용접장비를 국산화함으로써 해외 대형관(특히 중동 및 중국) 건설 프로젝트에 공급함으로써, 인건비 절감 및 국제 경쟁력 확보를 통하여 외화 수익증대가 가능하다. 또한, 자동 용접관련 확보기술로 국내 타 산업에 대한 적용함으로써, 산업현장의 생산성 향상을 고취하여 원가절감을 기대할 수 있다.

후 기

본 논문은 산업기술평가원을 통한 공업기반기술개발사업의 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며, 관계자 여러분께 다시 한번 감사의 말씀을 올립니다.

5. 참고문헌

1. Miller W., Thomas III, "Sensor-Based Control of Robotics Manipulators Using a General Learning Algorithm", IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. 3, No. 2, 1997, pp. 157~165.
2. Smartt, H. B., "Arc-welding process, Welding: Theory and Practice", Elsevier Science Publishers, 1990, pp. 175~208
3. Araya T. and Saikawa S., "Recent Actives on Sensing and Adaptive Control of Arc Welding", 3rd Int. Con. on Trends in Welding Research, 1992, pp. 833~842
4. AWS, "Welding Handbook", Vol. 4, 8th Edition, 1988