

퍼지-뉴럴 알고리즘을 이용한 효과적인 용접제어시스템에 관한 연구

김관형¹⁾, 이상배²⁾

A Study on the Efficient Welding Control System using Fuzzy-Neural Algorithm

Gwan-hyung Kim, Sang-bae Lee

Abstract

Generally, though we use the vision sensor or arc sensor in welding process, it is difficult to define the welding parameters which can be applied to the weld quality control. No matter how we may choose the adequate welding parameters properly, we have a trouble to grasp the characteristic of welding process due to its very non-linearity. Therefore, we have to find the relationship between the welding parameters and weld quality through the repeated experiments.

Especially, the important parameters is arc voltage, welding current, welding speed in arc welding process and they affect the decision of weld bead shape, the stability of welding process and the decision of weld quality. Therefore, it is difficult to determine the unique relationship between the weld bead geometry and the combination of various welding condition.

Due to the various difficulties as mentioned, we intend to use Fuzzy Logic and Neural Network to solve these problems.

1) 한국해양대학교 전자통신공학과 석사과정 진자·전산 정공

2) 한국해양대학교 전자통신공학과 교수

The Neural Network is used for selecting the proper weld parameters about the desired weld bead shape and training the welding process. But, it is difficult to get the desired weld bead shape, if only we used the Neural Network because of the non-linearity and the complexity of the welding process. For this reason, this paper propose to combine the Fuzzy Logic with the Neural Network to overcome the non-linearity of welding process and the complexity of weld parameters and improve the welding quality in arc welding.

Also, this paper may use the Fuzzy Logic to build up the excellent weld bead shape as well. It lets us avoid the weld defects in compensation for weld parameters.

Therefore, the combination of Fuzzy Logic and Neural network has an effect on removing the weld defects, improving the weld quality and turning the desired weld bead shape.

Finally, this system can be used under what kind of welding process adequately and help us make an estimate of the weld bead shape and remove the weld defects.

1. 서론

현재 급속히 발전하는 조선, 철강 산업 등과 같은 중공업 위주의 산업 국가에서는 용접이 차지하는 비중은 대단히 크며, 용접 기술이 산업 전반에 미치는 영향 또한 대단히 크다고 할 수 있다. 또한, 용접의 응용은 작게는 트랜지스터나 진공관의 제조에서 크게는 선박·교량·차량·건축·항공기·각종압력용기·저장탱크·수압철관·발전기계·토목기계·전기제품·원자로 및 기타의 제품에까지 미치고 있다. 그러나, 열악한 작업환경으로 인하여 대표적인 3D 직종으로 생각하고 있으며, 옛날에는 능률이 최고 목표였지만, 현대에는 능률보다는 품질향상과 저 코스트(cost)를 중요시하고 있다.

용접(welding)이라는 것은 여러가지 분야가 결합된 복잡한 기술이므로 숙달된 용접 전문가의 양성에도 오랜 시간이 필요하고 많은 경비가 소요되는 어려운 점이 있다. 이러한 원인으로 용접 품질의 약화를 초래하여 생산성의 저하와 산업 경쟁력의 약화를 초래하게 되었다. 또한, 현대의 용접기술은 용접 방법과 응용의 확대뿐만 아니라

용접재료의 개발, 용접구조물의 설계, 공작 및 품질검사의 진보를 포함하여 광범위한 영역으로 확대 되어가고 있어 첨단 용접기술의 개발이 절실히 요구되는 분야이기도 하다. 그리고 앞으로의 용접기술은 모든 산업의 생산기술로서 적용범위가 더욱 확대 되어 갈 것으로 예상되며, 기술혁신에 따른 지식 집약적인 산업화가 추진됨에 따라 자동제어와 진진화에 따른 부인화, 에너지 및 자원절약형의 신 용접기술로 발전할 것이며, 신 소재에 대한 특수 용접기술로 전개되어 갈 것이다.

용접품질의 생산성 향상에 바탕을 둔 용접기술의 자동화와 부인화는 용접숙련공의 감소 문제에도 대처할 수 있게 때문에 최근에는 용접용 로봇(robot)의 도입이 급격히 증가하고 있는 추세에 있다. 그러나, 실제 현장에서의 용접용 로봇은 대부분 오프-라인(off line)으로 작업을 수행하고 있어 생산성의 향상과 용접품질 향상 면에서 그 기능을 충분하게 발휘하지 못하는 실정에 있다. 그러므로 이러한 결점을 보완하기 위해 보다 고감도의 센서(sensor)를 도입하고 있으며, 이를 이용하여 용접시스템(welding system)에 포함시키는 폐환(feedback)시스템을 구성하여 용접선 추적(seam tracking) 및 비드(bead)형상제어에 응용하고 있다. 여기에 주로 도입되는 센서로는 비전센서(vision sensor)와 아크센서(arc sensor)등을 들 수 있다. 그러나 비전센서는 고가이고, 용접시 나타나는 강한 빛과 소음 그리고 먼지 때문에 비전센서의 수명이 짧아지는 결점이 있고, 아크센서의 경우에는 용접현상 그 자체를 이용하기 때문에 신호치리에 어려움이 많다. 그러나 대부분의 산업현장에서는 저가이고 양호한 성능을 가지고 있는 아크센서를 주로 사용하고 있다. 또한, 실제 용접에 있어서 비전센서나 아크센서 등을 이용하여도 용접품질 제어에 응용할 수 있는 용접 파라메터(welding parameters)를 쉽게 정의 할 수 없다. 그러므로 용접 파라메터와 용접품질 사이의 관계를 파악하기 위해서는 계속적인 실험을 통하여 그러한 파라메터와 용접품질 사이의 비선형(non-linear)적인 관계를 탐색하고 분석하여야 한다. 이러한 어려움과 문제점 때문에 최근에는 인간의 지능을 구현한 지능을 가진 인공지능제어기술이 발달되어 인간의 학습능력과 의사결정능력을 대신하는 신경회로망(neural network)과 퍼지이론(fuzzy logic) 등과 같은 최첨단기술을 도입하여 용접기술을 개발·발전시키고 있으며 미국, 캐나다, 일본, 독일 등지에서는 용접 시공 관리 프로그램(program), 용접 경비 산공 프로그램, 아크 신호 분석 프로그램, 용접 금속 성분 추정 프로그램 등의 수십종의 PC용 프로그램을 개발하여 상용화시킨 바 있고 현재 다양한 종류의 용접 데이터 베이스 시스템, 용접전문가시스템 및 용접기술 지원 소프트웨어(software)를 개발하고 있다¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾. 특히 이상과 같은 국가에서는 상당수준의 용접자동화가 추진·연구·개발되어 최첨단 용접기술을 보유하고 있는 실정이다.

일반적으로 용접품질을 대변하는 변수로는 용융부의 형상 즉, 용융깊이와 폭으로 대변 할 수 있다. 또한 용접 중에 용융부 형상의 변동은 외란(외부전원 변동, 모재의 불균일, 토오치(torch)의 속도변화, 토오치의 각변화, 모재와 토오치사이의 간격변화, CO₂가스 분출비율변화)등으로 발생하며, 또한 이와 같은 외란(disturbance)이 작용하지 않더라도 용접시 발생하는 이동열원으로부터 열 누적 결과로 인하여 원하는 용융부의 형상을 얻기가 매우 힘들다. 그러므로 실제로 원하는 특성으로 동작하여 용접 되도록 할 수 있는 지능을 가진 퍼지-뉴로제어시스템의 알고리즘(algorithm)과 프로그램의 개발이 필요한 것이다.

특히, 인공지능(AI) 분야에서 인간의 학습능력을 인위적으로 구현할 수 있는 대표적인 것으로 신경회로망을 들 수 있다. 이러한 신경회로망은 여러가지 용접변수값을 선정하였을 때 용접 중에 발생하는 비선형적인 모든 현상들을 학습하게 되는 것이며, 이러한 학습능력을 통해 기하학적인 비드형상을 실시간으로 예측해내고, 모니터링(monitoring)하는 것이다. 한편, 인간의 의사결정능력을 인위적으로 구현할 수 있는 대표적인 도구는 퍼지이론을 들 수 있다. 이러한 퍼지이론은 용접 작업자들의 경험에만 의존하던 결함의 보상을 전문가의 의사결정을 구현한 퍼지가 그 역할을 담당하게 되는 것이다.

이러한 퍼지-뉴로제어시스템은 용접시스템 제어기의 출력인 제어값과, 실제 용접플랜트에서 나타나는 비선형적인 미지의 요소에 의해 비드형상이 변화가 생길 때 변화된 형상을 실시간으로 모니터링하여 사용자에게 보여주고, 그러한 원인을 학습하고 추론하여 그러한 원인에 대응하는 적절한 용접 파라미터를 보상하게 되는 기능도 가지는 것이다.

본 논문의 최종목표는 실시간으로 용접시스템을 모니터링하고, 퍼지-뉴로제어기에 의해 용접결함을 수정·보완 할 수 있는 지능을 가진 퍼지-뉴로제어시스템의 알고리즘을 개발하는 것이고, 이렇게 구성된 최첨단 용접시스템은 어떠한 용접조건에서도 적응성 있게 사용될 수 있으며, 용접 비드형상의 예측 및 용접결함을 막는 데에도 큰 도움을 줄 것이며, 용접자동화기술 발전에 있어서 용접전문가의 역할을 대신하는 인공지능시스템의 개발에 밑거름이 될 것이다.

본 논문의 구성은 5개의 장으로 구성하였으며, 1장은 서론으로 연구배경과 연구내용 및 연구방법에 관하여 고찰하였고, 2장에서는 인공지능 분야로 본 논문에 사용될 퍼지이론과 신경망이론의 모델과 각각의 특징에 따른 설계 방법에 대해 논하였다. 그리고 3장에서는 일반적인 용접시스템에 대해 고찰하고, 4장에서는 퍼지이론과 신경회로망을 이용하여 용접시스템을 구축하고, 구축된 시스템의 성능과 효과를 실험과

시뮬레이션을 통하여 검토하였다.

끝으로 5장에서는 몇몇 중요한 결론을 제시하였다.

참 고 문 헌

- [1] Y.K. Sung and Y.S. Han, "Application of Welding Technology in Shipbuilding", Journal of KWS, Vol 10, No 4, DEC, 1992, pp. 82.-90.
- [2] 益本 功, "데이터시스템研究委員會の活動と課題", 日本溶接學會誌, 第 55卷 第4號, 1986年, pp41-48.
- [3] W. Lucas, A. D. Brightmore. Expert System for welding engineers. Metal Construction 19, 1987, No. 5, pp. 254-260
- [4] W. A. Taylor, Expert System to generate arc welding procedure. Metal Construction 18, 1986, No. 7, pp. 426-431
- [5] O. Blodgett, Schweißprogramme fuer Taschenrechner. Welding and Metal Fabrication 49, 1976, No. 5, pp. 58-59 and No. 8, pp. 86-87



