

# 펜스제작을 위한 용접공정 자동화 로봇 개발에 관한 연구

김영현\*

\*전주대학교 탄소융합공학과

\*e-mail:yhsnb@hanmail.net

## A Study on the Development of Automated Robot for Welding Process for Fence Production

Young-Hyun Kim\*

\*Carbon Convergence Engineering, Jeonju University

### 요 약

오늘날 펜스는 본래의 기능을 다하면서도 도시 환경을 위한 배려차원까지 고려해야할 대상으로 발전하고 있다. 최근 우리 주변에는 고급스런 아트펜스가 나타나고 있으며, 다양한 표현형식과 내용을 갖춘 펜스그래픽이 늘어나고 있다. 오늘날의 펜스는 표현기술이 크게 발전하여 디자인 표현이 다양하고 자유롭다. 또한 표현내용 면에 있어서도 독특하고 개성 있는 디자인이 상당수 늘어나고 있다. 이에 다각적인 연구를 시도하여 선진국과 같은 품격 있는 도시로 발전할 수 있는 계기가 될 것이며 펜스는 메마른 도시민에게 청량제 역할을 하며 정서적 만족을 줄 때 진정한 의미의 펜스로서 역할을 다 할 것이라고 본다. 지금까지의 펜스산업은 고전적 생산방식을 벗어나지 못해 대부분 수공업에 의존하며, 용접공정이 핵심으로 이루어지는 등의 생산 환경의 영세성으로 수익의 정체성에 어려움을 겪고 있어 생산성 및 품질관리 측면의 채산성 및 사용자의 경제성을 고려한 제조공정의 자동화가 꼭 필요하다고 볼 수 있다. 그리고 자동제어에 의한 Manipulation 기능 또는 이동 동작기능을 가지고 각종 작업을 Program에 의해 실행 가능한 산업에 사용되는 기계로 “수동&자동 운전방식” 이라고 하는 방식으로 개발하여 작업 환경 개선과 공정 개선을 진행하는 펜스제작 용접공정 자동화 로봇을 개발하여, 생산성 향상을 추구한다. 펜스제작 용접공정 자동화 로봇의 실험방법 및 평가방법은 정성적인 항목 보다는 정량적인 목표 항목으로 평가한다. 비파괴 검사(MT), 비파괴 검사(VT), 진단강도, 생산수량, 불량률을 단위별로 전체 항목에서 차지하는 비중을 %로 나타내어 세계최고 수준 보유국 및 보유기업은 성능수준과 연구개발 전 국내 성능수준, 개발표치 및 표준인증기준, 기준설정 근거, 평가방법에 준하여 평가하여 개발한다. 그리하여, 펜스 제작을 위한 용접공정 자동화 로봇 (Development of Automated Robot for Welding Processes for Fence Fabrication)을 펜스 분야의 독보적인 기술과 핵심적인 필요요소, 펜스 제조의 노하우를 로봇기술에 적용하여 제품 공정의 안정성 및 효율성, 정확성, 기술적 차별화를 통한 독보적인 펜스 용접의 로봇 공정으로 펜스공장에서 용접시 현실에 맞게 용접자동화 컨셉을 설계하는 시스템을 구성하고자 한다.

### 1. 서론

펜스산업은 개발제품의 한계성으로 인하여 저가공세에 따른 이익 감소 등 어려움에 처해 있어, 공정 및 레이아웃의 관리를 통해 생산성 향상 및 품질 개선을 높일 수 있는 방안이 필요하다.

지금까지의 펜스공정은 고전적 생산방식을 벗어나지 못해 대부분 수공업에 의존하며 용접공정이 핵심으로 이루어지는 등의 생산 환경의 낙후성으로 순이익의 향상에 어려움을 겪고 있어, 생산성 및 품질관리 측면의 효율성 및 사용자의 활용성을 고려한 제조공정의 자동화가 필요합니다. 수작업으로 주문생산을 제조하는 경우 고객의 요구조건과 상세한 사항을 꼼꼼히 체크한다 해도 불량이 발생할 수 있으며, 그

로 인해 생산성이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

특히, 용접분야는 불꽃 튀 현상 및 수작업 반복 작업 의존에 의한 3D작업 기피 및 산업재해가 심한분야로 산업 환경의 변화에 따른 제조업(용접)인력수급 어려움이 있다. 생산성과 품질개선, 인력수급의 어려움 등을 해소하기 위해 수작업에 관련된 용접공정의 자동화를 추진하여 생산성 향상 및 품질 개선을 이루고자 펜스 용접 자동화가 필요하다.

자동용접로봇 적용 공정기술을 동종 펜스업체에 파급 적용하여 펜스 시공업체와 제조업체에 지도 및 컨설팅 등을 통하여 노하우를 전수시켜 펜스산업 시장의 규모를 확대하고, 국내 펜스산업의 수준을 한단계 업그레이드된 용접 접합 기술을 알아보고자 하였다. [1]

## 2. 이론적 배경 및 선행연구 검토

### 2.1 현재의 용접로봇 산업분야

대표적인 용접공정 자동화 로봇의 주요한 기술인 용접 로봇은 말 그대로 용접시 사용되는 산업용 로봇을 말하며, 산업용 로봇은 자동 제어 기술에 의한 매니플레이터 조작 또는 이동기능을 가지고 있어, 여러 가지 종류의 작업을 프로그래밍에 의해 실행할 수 있어 산업에 사용되는 기계를 뜻하며, IFR(International Federation of Robotics)에서는 고정 또는 움직이는 것으로 산업 자동화 분야에 사용되며 자동제어, 제어프로그램, 다목적인 3축 또는 그 이상의 축을 가진 자동 조정 장치로 규정하고 있다. [2]



[그림 1] 자동 용접로봇기 예시

산업용 로봇 중 용접 로봇은 크게 스폿 용접 로봇, 아크 용접로봇, 레이저 용접 로봇 및 그 외 기타 용접용 로봇 등이 있으며, 로봇에 입력 정보를 교시하는 방법에 따라서는 용접 순서, 위치 등의 정보를 수치에 의해서 지령하는 수치 제어 로봇을 비롯해 미리 용접 순서나 위치 등의 정보를 기억시켜두는 플레이백 로봇, 용접선을 따라가는 것을 목적으로 하는 센서 부착 로봇 등이 있다.



[그림 2] 산업용 로봇 예시

그다지 즐겨 인용하지 않는 단어이지만, 구태여 4차 산업혁명이나 소.부.장을 언급하지 않더라도 산업용 로봇의 쓰임새가 점차 늘어나리라는 것은 명약관화한 사실이다. 그러나 핵심 부품이라 할 수 있는 감속기의 국산화는 요원한 과제이다. 실제 하모닉 드라이브와 사이클로이드 드라이브 대부분은 현재 일본에서 제조 공급하고 있으며, 중국이 그 뒤를 일부 따라가고 있는 실정이다. 올해 여름쯤부터 화두가 되었던 일본의 수출 규제 관련 이슈가 본격화된 이후, 100대 전략 물품 (현재는 비공개되었다고 알고 있다)에 로봇용 감속기가 포함되기도 하였으며, 감속기를 국산화하였다고 발표한 기업

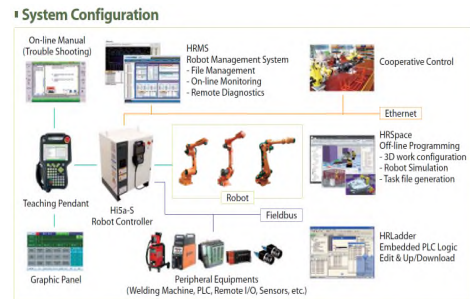
들이 상당수가 있다.

감속기 자체의 판매 가능성은 물론이거니와, 그 감속기를 적용한 산업용 로봇의 판매를 통해 빠른 시장 개척이 가능할 것으로 판단된다.

### 2.2 용접공정 자동화 구축내용

산업용 로봇이란 자동제어에 의한 Manipulation 기능 또는 이동 동작기능을 가지고, 각종 작업을 Program에 의해 실행 가능한 산업에 사용되는 기계로 대부분 산업용 로봇은 “수동 & 자동 운전방식”이라고 하는 수동(Manual)운전방식과 자동(Auto)운전 방식을 사용하며, 수동운전이란 로봇에 작업내용을 지시하는 것이며, 자동운전이란 지시된 작업내용을 로봇이 반복하여 실행하도록 하는 것이다.

공정 자동화를 위한 안전한 장비의 구동요소인 모터의 모션 즉 개별축에 대한 위치, 속도 등의 제어가 필요하고 일반적인 로봇 시스템의 기본 구성은 아래와 같다.



[그림 3] 용접기계, PLC원격I/O, 센서 예시

### 2.3 용접 제조공정 현황 및 구축형태



[그림 4] 용접작업 현황 예시

로봇전용 용접 테이블 개발은 기존 단순 작업테이블에서 로봇이 안정적으로 생산할 수 있는 시스템 적용을 위한 맞춤형 용접테이블을 구축하고 5가지 제품규격(0.9, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0, 단위 m)에 모두 적용 되도록 고정용 클램프를 배치하여 고정 작업 효율을 극대화 하고, 상·하 회전 시 움직임이 없도록 단단히 고정 시킨다. [3]



[그림 5] 자동용접로봇 예시

고장수리(Troubleshooting)가 용이하도록 개발하고, 본체와 제어기에서 발생하는 에러코드를 띄우고, 각 에러코드에 맞게 고장수리 진행 한다. 주요 Troubleshooting 동작영역 이탈시 복구하며, 로봇 동작 영역 이탈시 복구하고 구동장치를 교체하여 점검한다. 과전압 점검은 모터 구동 서보 구동장치 전압 설정치 초과 시 발생 재생속도 에러 발생 점검 하고 로봇의 급격한 감속, 중력방향으로 빠른 속도 하강 등 메인보드, 서보보드, 터치펜던트 점검과 케이블, 통신을 점검한다.

그리고 용접 공정 제조 생산량 모니터링 시스템 적용을 통해 생산제품의 관리 및 제고과약 등의 정보를 확인할 수 있는 로봇 생산량의 모니터링이 가능한 시스템을 적용한다.

### 2.4 용접 제조공정 프로세스

현재 메시 Full 프로세스는 크게 16단계로 이루어지며, 이중 문틀에 돌쩍 용접공정과 문틀용접에 자동화 로봇을 적용하여 프로세스를 개선한다. 자동화 로봇 적용 공정은 총 3개소 공정에서 자동로봇을 적용할 수 있으며, 전체 프로세스는 변경이 없어 실무에 바로 적용할 수 있는 장점이 있다.

아래의 프로세스에서 문주방향 프레임에 돌쩌귀를 용접하는 부분과 각 프레임에서 맞는 부분을 용접할 때는 반대편 각 프레임 용접은 수작업에서 자동로봇으로 대체할 수 있어 품질 향상과 제작시간이 절감되어 업무의 효율성을 높일 수 있다.



[그림 6] 용접공정 프로세스 예시

## 3. 실험 방법 및 결과

### 3.1 정량적 목표 항목

펜스 제작을 위한 용접공정 자동화 로봇의 평가 방법 및 평가 항목은 정성적인 목표 항목보다는 정량적인 목표 항목

으로 평가한다. 주요 항목을 살펴보면 평가항목(주요성능 Spec)은 비파괴검사(MT), 비파괴검사(VT), 전단강도, 생산수량, 불량률로 단위별로 전체 항목에서 차지하는 비중을 %로 나타내며, 세계최고 수준 보유국 및 보유기업은 성능수준과 연구개발 전 국내 성능수준, 개발 목표치, 기준설정 근거에 준하여 평가한다.

### 3.2 용접검사(비파괴 검사)의 종류

비파괴검사 (Non-Destructive Testing) 란 재료나 제품의 원형과 기능을 전혀 변화 시키지 않고 재료에 물리적 에너지 (햇빛, 열, 방사선, 음파, 전기와 전기에너지)등을 적용하여 조직의 이상이나 결함의 존재로 인해 적용된 에너지의 성질 및 특성 등이 변화하는 것을 적당한 변환자를 이용하여 이들 성질의 변화량을 측정함으로써 조직의 이상 여부나 결함의 정도를 알아내는 모든 검사를 말한다.

펜스 용접부의 경우 큰 힘을 받는 구조물이 아니므로, 표면과 표층부 검사만 수행하며, 표면과 표층부의 검사를 위하여 VT(Visual Testing)과 MT(Magnetic Particles) 두가지를 수행한다. [4]

Way	RT	UT	MT	VT	PT
Principle	Penetrability	Pulse Reflection	Magnetic mass	View	penetration
Scope	Inside	Inside	Floor and the Defect of Self-Leveling Material	Surface	Surface
Detection of Defects on Welded Parts as Possible	Mixed slag crackling Buryang-myeon bad fusion beullouoryongip	Density with slag Buryang-myeon merge the cracks bad rouoryongip beulloul	Pin hole crack	Physical erosion and Cracking corruption	Pin hole crack (Surface)

[표 1] 비파괴 검사 유형

### 3.3 기계구동장치 및 제어장치

펜스 제작을 위한 용접공정 자동화 로봇 장치의 기본구조는 3개의 구동축을 가진다. X 및 Y축은 용접 헤드부의 2차원 구동을 조작하기 위하여 필요하며, 용접 헤드부에 장착된 축

은 용접봉의 경사각과 구동 메카니즘을 조절하기 위해서 사용된다. X 및 Y축의 구동장치의 형상과 경제적인 부분을 고려하여 랙-피니언(Rack and Pinion)과 타이밍 벨트 구동방식을 채택하여 용접 위치의 형상과 용접봉 경사각 조절은 모재의 조합 방식에 따라 모든 용접이 가능하게 제작하였다. 3개의 구동축은 모터를 사용하여 회전하도록 하였으며, X 및 Y축 구동거리는 각각 2m 및 2m로 하여 펜스의 5가지 제품규격(0.9, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0)에 가능하도록 하였다.

프레임의 구동장치의 경제적인 요소와 형태를 고려하여 표준적인 규격을 사용하여 제작하였으며, 용이한 조립을 위하여 프레임 연결은 모터 구동시 흔들림을 방지하기 위해 파이프 형강으로 보강하였다. [5]



[그림 7] 기계구동장치 및 제어장치

본 펜스제작을 위한 용접공정 자동화 로봇 장치에서 가장 중요한 부분은 앞장에서 언급한 용접부 형상 및 기계 구동장치에 따라 상하 좌우로 움직일 수 있도록 제어해주는 장치라고 할 수 있다. 제어장치는 콘트롤러, 모터 구동에 필요한 펄스를 발생시켜 모터 구동장치에 보내주고 용접부 형상은 곡선 및 직선으로 이루어져 있으므로, 용접헤드가 용접부 형상을 형성하기 위해서는 콘트롤러의 직선 및 원호 보간을 수행해야 하며 필요한 펄스를 모터 구동장치에 보내주어야 한다. 보간 과정은 소프트웨어 방식으로 수행 하였으며, 이를 위해 콘트롤러는 싱글보드 마이크로 컴퓨터로 구성하였다. [6]

### 3.4 펜스제작 용접공정 자동화 로봇

본 펜스제작을 위한 용접공정 자동화 로봇에서 설계된 기계 및 제어장치를 구동함으로써 용접자동화 시스템의 성능을 시험하고자 한다. 용접공정 자동화 로봇의 성능은 용접하고자 하는 형상과 실제 장치를 발생시키는 형상과 어느 정도 일치하는가에 달려있다.



[그림 8] 용접공정 자동화 로봇

## 4. 결론

펜스 제작을 위한 용접공정 자동화 로봇(Development of Automated Robot for Welding Processes for Fence Fabrication)은 대표적인 자동화 용접 기술인 용접 로봇은 말 그대로 용접에 이용되는 산업용 로봇을 말하며, 산업용 로봇은 자동 제어에 의한 매니퓰레이터 조작 또는 이동 기능을 가지고 있고, 각종의 작업을 프로그램에 의해 실행할 수 있어 펜스 산업에 꼭 필요한 기술이다. IFR(International Federation of Robotics)에서는 고정 또는 움직이는 것으로 산업 자동화 분야에 사용되며 자동제어, 재프로그램, 다목적인 3축 또는 그 이상의 축을 가진 자동 조정 장치이다.

펜스 제작을 위한 용접공정 자동화 로봇 (Development of Automated Robot for Welding Processes for Fence Fabrication)을 펜스 분야의 독보적인 기술과 핵심적인 필요요소, 펜스 제조의 노하우를 로봇기술에 적용함으로써 제품공정의 안정성 및 효율적, 정확성, 기술적 차별화를 통한 독보적인 펜스 용접의 로봇 공정으로 펜스 공장에서 용접시 현실에 맞게 용접자동화 컨셉을 설계할 수 있다.

또한, 펜스 산업에서는 수작업으로 오랜 작업 시간과 작업자의 기피현상, 용접 스펙터에 따른 산업재해 방지, 사람과 로봇이 함께 상생할 수 있는 안정적이고 효율적인 작업환경으로 개선하고 생산성 저하부분을 로봇기술을 적용하여 생산 공정 자동화를 통해 생산량 증대에 기여하는 것을 확인하였다.

## 참고문헌

- [1] 뿌리산업진흥센터(www.kpic.re.kr)
- [2] SMB 기술로드맵 전략보고서(cafe.daum.net/whitehair)
- [3] (주)아시아 홈페이지(www.asiafence.co.kr)
- [4] 비파괴검사 한치연과 콘트의 종류(nsic.nssc.go.kr/down)
- [5] HEER, E, 1983, "손에 대한 로봇 조작기 제어"
- [6] 삼성 김교영(blog.naver.com/igasnet/221387968585)