

特輯 : 용접용 로봇 및 응용

아크용접용 로봇을 위한 레이저비전 센서

Laser Vision Sensor for Robotic Arc Welding

이 화 조 · J. P. Boillot

H.C. Yi and J. P. Boillot



이화조/한국기계연구원/
1955년생/로봇 응용과 자
동화에 관련된 연구를 수
행하고 있음



Boillot, Jean-Paul/캐나다
Servo-Robot사/1953년생/
레이저비전을 이용한 특
수로봇 및 자동용접개발
을 수행하고 있음

용하는 용접용 로봇의 개발에 관한 각종 연구가 활발히 진행되고 있다.

1. 머리말

용접은 힘든 작업환경 때문에 심한 인력난을 겪고 있는 3D업종 중의 하나이다. 특히 아크용접을 위해서는 숙련된 작업자가 필요하기 때문에 인력난은 더욱 심각하다. 현장에서 젊은 작업자는 보기 힘들고 대부분의 작업자는 중년 이상의 나이이다. 따라서 머지않아 많은 업체들이 인력난으로 조업을 중단해야 할 사태도 우려하지 않을 수 없는 형편이다.

이러한 문제점들을 해결할 수 있는 용접자동화는 최근 많은 관심을 끌고 있으며 이제 세계적인 추세가 되었다. 용접자동화의 이점은 무엇보다도 일정한 수준의 품질과 생산성에서 찾아볼 수 있다. 용접자동화에서는 가공자동화와는 달리 시스템의 자율성이 특히 중요하다. 작업조건의 설정, 용접봉의 위치와 방향 등은 전적으로 컴퓨터와 센서시스템을 장착한 로봇에 의해 결정되어야 한다.

따라서 작업자들이 용접에 이용하는 각종 지능적인 능력을 습득하고 이를 각종 제어기와 센서로 모방하여 자율적으로 제어하는 인공지능기술을 용

2. 아크용접에서의 문제점

아크용접을 자동으로 수행하기 위해서는 다음 6단계의 작업이 필요하다.

- 가) 용접경로의 계획 및 기계의 프로그래밍과 용접변수의 설정
- 나) 이음부 준비상태의 점검
- 다) 용접봉을 시작점으로 이동하여 용접시작
- 라) 용접봉 위치와 방향의 제어 및 용접조건의 미세조정. 멀티패스 용접의 경우 순서(sequence)의 변경도 있을 수 있음
- 마) 경로 끝에 도달하면 용접작업 중단
- 바) 용접결과에의 검사. 멀티패스 용접의 경우 다 음 용접 패스의 시작

아크용접에서 고품질의 용접결과를 얻기 위해서는 용접대상물의 자세를 고려한 용접봉의 위치와 방향의 정밀조정이 필요하다. 또한 설계상의 부정확성과 다음과 같은 여러 현상을 보상하기 위해서

용접변수의 조정이 필요하다:

- 변형(찌그러짐) 및 수축
- 모재의 표면상태
- 모재의 온도
- 이음부의 구조
- 이음부의 위치와 방향
- 용접토치의 위치와 방향
- 용접전원의 조정 상태
- 용접봉피복제의 용해상태
- 용접 와이어의 재질과 품질
- 기타

수행하고자 하는 용접에 관한 다양한 사전실험과 용접공정 수행중의 미세한 조정없이 최종 결과의 품질에 대한 기대는 이러한 공정과 가공물에 관련되는 모든 변수들의 영향으로 불가능한 실정이다. 따라서 용접 품질과 관련되는 각종 문제점이 발생되고 결과적으로 사용자는 값비싼 대가를 치러야 하기 때문에 이들 변수의 관리문제는 해결해야 할 문제점의 하나로 부각되고 있다.

아크용접을 이러한 예측과 제어가 불가능한 요인들로부터의 영향을 최소화하기 위해서는 용접공정의 작업특성을 실시간으로 파악하여 보상해야만 한다.

용접속도나 가공물의 표면상태 등에 관계없이 안정된 아크를 발생시키기 위해서 용접 전원 공급기들은 매우 빠른 반응속도를 가져야만 한다. 이를 위해서는 각종 인버트 용접기들이 개발되었다. 이러한 전원공급장치들은 로봇을 이용한 용접기술의 발전에 큰 도움을 주었다. 이들은 용접봉과 조인트(joint) 사이의 용해금속의 흐름을 안정화시키고 모재에 일정한 접합을 가져오게 함으로써 제품 품질에 발생하는 문제점을 줄이는데 기여했다. 이들은 정밀하고 강력하고 빠르며 로봇과 와이어 공급기와 같은 주변기기와의 동조가 완벽하다. 더욱이 지능형 센서의 메시지에 신속히 응답할 수 있는 능력을 가지고 있고 프로그램을 변형하여 작업시 실시간으로 용접순서를 변경할 수 있다.

로봇자체를 작게 만들고 사람이나 보조기구를 사용하여 이동할 수 있는 토치캐리어(torch carrier)의 개념도 발전되고 있다. 이러한 방법은 철골구조물이나 선박과 같은 대형구조물의 용접을

초대형 겐트리로봇과 같은 무겁고 거대한 장비의 도움없이 가능하게 한다.

이러한 모든 기술의 발전에도 불구하고 용접토치의 정확한 위치선정을 위한 용접 조인트 위치를 감지하는 작업은 아직도 특별히 설계된 센서에 의해서만 풀 수 있는 중요한 과제로 남아 있다.

3. 로봇을 위한 용접용 센서의 기술현황

3.1 센서와 비전시스템

용접에서는 인간의 감각기관 가운데 시각기능이 작업을 수행하는데 가장 중요한 역할을 한다는 것은 잘 알려진 사실이다. 이를 기계작업으로 바꾸어 상상해 보면 다음과 같다.

- 가) 용접변수와 순서의 적절한 선택
- 나) 용접방법의 선정 및 센서를 이용한 조인트 형상의 측정
- 다) 컴퓨터 소프트웨어에 의한 조인트 프로파일의 분석(형상, 위치, 방향)
- 라) 로봇, 센서 및 작업자 사이의 통신
- 마) 새로운 최적작업조건들의 계산을 포함하여 실시간 모니터링과 적응제어(토치의 위치와 방향, 용접변수값 등)

각종 센서들이 용접토치와 용접물 사이의 위치 측정과 경우에 따라서는 용접변수의 제어를 위해서 개발되어 사용되고 있다. 이들 센서는 다양한 물리적 현상을 이용하고 있다(표 1).

로봇을 용접에 이용하기 위해서 무엇보다도 필요한 기능인 용접선 추적(seam tracking)에는 접촉센서, 아크센서, 인덕션센서 그리고 각종 비전센서들이 이용되고 있다. 접촉식 센서들은 공구의 끝에 장착된 기계적이나 전자적인 기구, 용접봉 자체 혹은 용접토치의 노즐을 이용한다. 이들은 용접 시작 전에 용접에 필요한 로봇의 프로그램된 경로를 측정 결과에 따라 실제경로에 맞게 변형한다. 여기에서 가장 큰 문제점은 접촉식 측정의 속도제한에 따른 사이클타임이 길어지는 것이다. 그리고 용접시 발생하는 열에 의한 여러 부분의 변형

Table 1. Characteristics of sensors for adaptive welding

Types of sensors	Feature extraction	Functions	Comments
Tactile	Joint coordinates	Trajectory shift	Off welding time Time-consuming Reduced duty cycle
Through-the-arc	Joint coordinates	Seam-tracking	On-line No added device Low-cost Not all joints Not all modes Lap thickness > 2.5 to 3.0mm
Inductive	Joint coordinates	Seam tracking	On-line Requires close proximity EM Interface
Active vision	Joint coordinates Joint orientation Joint geometry Bead shape	Seam-trackin Filler metal control Bead inspection	On-line All joints All processes Very flexible High resolution Programmable field of view Makes use of intensity data
Passive vision	Pool top shape Vision of electrode	Seam-tracking Penetration control	Under development Limited applications

이 측정에 고려되지 못하는 단점을 가지고 있다.

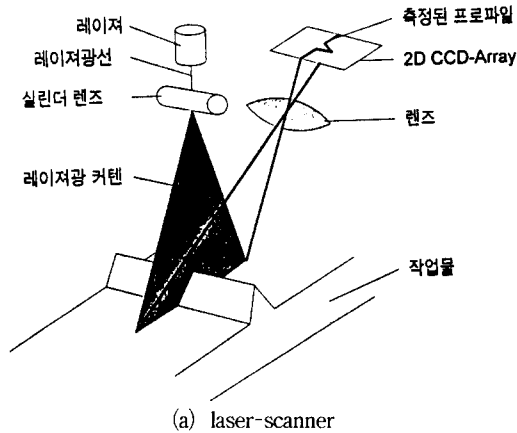
아크센서는 아크의 전압과 전류를 탐지하여 아크길이와 위빙 (weaving) 하는 토치의 위치를 측정한다. Lap-joint, T-joint 혹은 groove-joint에서 토치가 횡방향으로 위빙을 하면 아크의 길이가 변화하게 되고 추적하는 점의 좌표는 위빙하는 동안의 전류와 전압의 변화에서 계산될 수 있다. 이 센서는 비접촉식이므로 토치주위에 다른 부수적인 장치가 필요없고 아크의 길이 변화가 2~3mm 이상일 때 잘 작동된다. 아크의 길이변화가 이보다 짧으면 신뢰도가 저하된다. 아크센서는 용접공정과 용접전원공급장치에 의해 영향을 받으며 신뢰도는 아크의 안정성에 의해 크게 좌우된다. 그리고 현실적으로 용접속도와 트랙킹 정확도에 한계가 있다.

이보다 좋은 성능이 요구될 경우 레이저를 광원으로 사용하는 비전시스템이 현재로서는 유일한 해결책이다. 액티브 비전 혹은 레이저비전이라고 불리는 이들 센서는 제공하는 정보의 양과 질에서 가장 고급센서에 속한다. 레이저비전은 로봇을 이용하는 용접이나 조립분야에서 많은 새로운 기

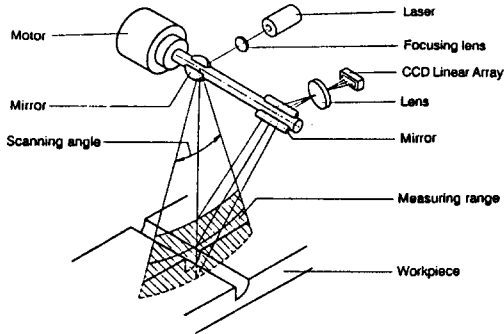
술적인 가능성을 제시할 것으로 기대되고 있다.

로봇을 이용하는 적응식 (adaptive) 용접에 이용되고 있는 레이저비전에서의 프로파일측정법으로 는 측정면을 기계적으로 움직여서 하나하나의 거리를 합성하여 프로파일을 구성하는 스캐닝 (scanning) 방법과 실린더 렌즈를 이용하여 빛의 광선을 면으로 만들고 2D-CCD를 이용하여 측정하는 structured lighting 방법이 있다.¹⁾ 레이저스캐너는 삼각측정법에 의한 거리측정법을 이용하는 프로파일 센서이다. 이 센서는 한 물체의 단면 (profile) 위의 점들의 거리를 하나씩 측정하고, 이 점들의 위치를 직교좌표계의 데이터로 변환시킨다. 한 단면의 점들의 측정은 측정광선과 반사광선으로 이루어지는 면, 즉 측정면을 회전시켜서 이루어진다 (그림1). 측정각도 (scan angle) 와 측정속도 (scan rate) 는 센서에 따라서는 조정될 수도 있다.

Structured lighting 센서는 레이저스캐너와는 달리 구동부분이 불필요하다. 하나 혹은 여러개의 레이저로부터 발생하는 광선은 실린더 렌즈를 통과하여 빛의 면을 형성하여 측정물체의 표면에 투



(a) laser-scanner



(b) structured lighting sensor

Fig. 1 Principles of the laser vision

사된다. 빛의 진로에서 비스듬하게 놓여진 렌즈가 물체 표면에서 반사하는 광선을 수광부에 비추게 한다. 수광부는 2D의 CCD로 구성되어 있어 물체의 단면이 CCD상에 형성된다. 측정된 프로파일은 소프트웨어가 분리하여 단면상의 각 점의 위치를 계산한다.

삼각측정법을 이용하는 프로파일 센서의 일반적인 장점은 측정점의 좌표가 3차원공간의 절대좌표이고, 측정시간이 비교적 짧으며, 측정데이터의 양이 작다는 것이다. 단점으로는 측정데이터의 질이 센서와 측정물체의 상대위치와 상대각도에 종속되고, 측정물체표면의 성질이 측정결과에 영향을 미친다는 점을 들 수 있다. 표면에 반사가 너무 심하면 "Blooming" 효과에 의해서 틀린 측정결과가 나타나며, 일반적으로 CCD의 감도가 제한되어

있으므로 흑색 표면과 같이 반사가 너무 적거나 전혀 반사가 되지 않으면 측정이 되지 않는다.

일반 비전은 레이저비전과는 달리 용접시 발생하는 각종 불규칙한 광원으로 인하여 용접분야에서의 응용은 상당히 제한적이다.

이상은 용접분야에서 이용되는 여러가지 센서기술의 현황을 간단히 소개하였다. 삼각측정원리를 이용하고 레이저광원을 사용하는 레이저비전이 로봇용접분야에서 다른 센서들에 비해 뛰어난 성능으로 머지않아 많이 이용될 것으로 전망된다. 이들의 높은 유연성과 경제적인 가격 그리고 각종 적응 제어 이용될 수 있는 정보를 만들어내는 능력 등은 지능형 로봇용접분야에서 독보적인 센서시스템으로 자리잡을 것이다. 이러한 사실은 일본 용접협회가 수행한 한 조사에서도 나타났다. 1991년에 발행된 "Sensors and Control Systems in Arc Welding"에서는 몇 년후에 시각센서와 적응형 제어시스템이 널리 보급될 것이라고 결론지어져 있다.

이는 아크센서와 같은 다른 센서들이 제외된다는 뜻은 아니나, 비전센서는 획득할 수 있는 광범위한 데이터의 양과 가격이 계속적으로 하락하고 있어서 용접분야에서 가장 유용한 지능형 센서중의 하나가 될 것임을 암시하고 있다.

표1에서 알 수 있는 것과 같이 각각의 센서는 제한조건을 가지고 있으며 적용을 위해서는 가격과 성능을 고려한 신중한 선택이 요구된다. 비전시스템의 경우 많은 정보를 제공할 수 있으며 지난 10여년간 엄청난 기술적인 진보를 가져왔다. 최근에는 PC와 DSP의 파워가 급격히 증가하고 있어 이들이 이용하여 획득한 데이터로부터 실시간으로 조인트의 형상을 찾아내고 조인트의 위치와 방향에 관한 정보를 정확히 빨리 추출하는 것이 가능해졌다. 사실상 용접로봇을 인간용접공이 시각정보를 처리하여 일하는 것 보다 빨리 반응할 수 있게 하는 것이 가능해졌다.

3.2 로봇용접시스템에 적용을 위한 레이저비전의 기술적 요구조건

액티브비전으로 간주되는 레이저비전은 대부분 광학적 삼각법을 기초로 한 기술을 사용하고 있다. 이러한 시스템은 충분한 측정정도의 속도를 가지

고 있으며 아크에 의한 열과 기타 주위의 잡음에 예민하지 않은 특성을 가지고 있다. 최근에 개발된 레이저 비전시스템은 현장에서의 신뢰성이 좋으며 경제성도 상당히 향상 되었다. 아크용접에 적용되는 레이저비전시스템은 다음과 같은 요소 혹은 환경에 잘 적용할 수 있어야 한다:

- 가) 아크 광선
- 나) 연기
- 다) 용접 스파터
- 라) 진동
- 마) 충격
- 아) 고온
- 자) 용접조인트의 금속표면상태에 대한 불 민감성 (insensitivity)
- 차) 고성능
- 카) 다양한 조인트 형상에 대한 유연한 적용성
- 타) 고속용접

항목 가)~자)는 특수카메라제작을 위해 고려해야 하는 주요한 제한조건들이다. 아크용접과 병행해서 용접 조인트의 형상을 측정하기 위해서는 특수한 광학시스템과 기구를 가진 카메라헤드의 설계가 필요하다. 항목 차)~타)는 강력한 성능의 처리장치에 의한 고속 실시간으로 수행되는 레이저비전의 데이터를 처리하는 소프트웨어의 개발에서 고려해야 하는 조건들이다.

4. 레이저비전을 이용한 프로파일 측정과 로봇 인터페이스

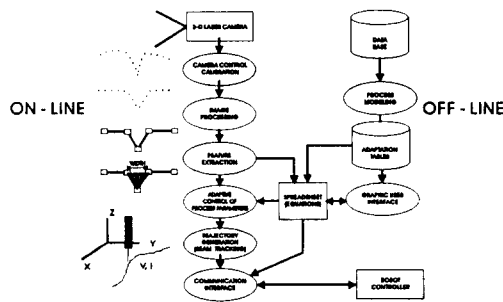


Fig. 2 Software modules for the control of arc welding robot

이 장에서는 레이저비전의 예로서 캐나다 서보 로봇 (Servo Robot)사에서 개발한 시스템을 예로서 소개한다. 그림 2는 서보 로봇사에서 개발한 소프트웨어 모듈의 구조이다. 이 소프트웨어는 실시간으로 아크 용접시 로봇의 경로를 설정하고 작업조건을 제어한다.

레이저 카메라는 조인트의 프로파일을 측정하고 이 프로파일데이터는 실시간으로 처리되어 프로파일 구성 세그먼트들의 교차점들과 같은 주요한 특징들을 추출한다 (그림 3).

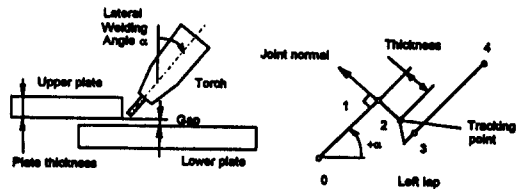


Fig. 3 Feature extraction for the arc-welding

일단 이러한 특징들이 찾아지면 이들을 이용하여 용접에 중요한 조인트위치와 방향, 조인트에서 철판사이의 간격, 비틀림, 조인트 단면적 등을 계산한다.

이들 데이터는 용접선 추적점 (seam-tracking point) 이라고도 불리어지는 이상적인 토치의 위치를 계산하는데 이용된다. 경로 발생 (trajectory generator) 모듈은 토치 끝에 장착되어 있는 카메라의 위치와 방향 그리고 용접 조인트와 로봇의 위치와 방향을 고려하여 매끈한 토치의 경로를 계산하는 역할을 한다.

로봇과 비전사이의 필요한 데이터의 교환을 위해서 통신 프로토콜 (protocol) 이 사용된다. 적절한 위치와 시간에 제어명령을 보내기 위해서 비전시스템은 로봇의 속도와 토치의 위치와 방향은 알고 있어야 한다. 또한 조인트 형상정보에서 용접에 필요한 변수를 유도해 내고, 용접에 필요한 변수들을 제어하기 위해서는 경험에 의한 프로세서 모델이 설계되어야 한다. 여기에 필요한 정보는 정해진 프로토콜의 형태로 교환된다.

이러한 통신은 병렬 혹은 직렬포트를 통하여 수행되고 있으며 로봇과 비전시스템의 제어기에 이용되는 외부포트에는 이미 데이터와 명령어를 실시간으로 교환할 수 있는 매우 빠른 양방향 통신기

능이 일반화되어 있다. 그리고 레이저 비전시스템은 자체적으로 데이터베이스와 용접변수의 선택을 가능하게 하는 프로그램들을 내장하고 있으며 이러한 프로그램은 높은 수준의 용접품질을 유지하기 위해서 실시간으로 지능적으로 환경변화에 적응하기 위해서 필요한 상수와 변수들을 포함하고 있다.

4.1 공정변수 모니터링과 실시간 제어를 위한 소프트웨어

적당한 용접조건을 유지시키는 작업을 하는 적응제어의 법칙을 실시간으로 교정하기 위해서 필요한 소프트웨어를 소개한다.

예비 조인트 검사는 특히 멀티패스(multipass) 용접에서 실질적인 현재의 조인트 형상과 관련하여 용접비드의 숫자와 위치와 같은 용접순서(sequence)를 적용시키기 위해서 필요하다. 모니터링과 제어순서의 여러 단계에 관한 예를 들면 다음과 같다.

- 조인트 모양의 기록 (멀티패스용접을 위한 용접이전에 실시)
- 조인트의 기하학적 특성 추출 (용접과 병행)
- 용접풀(weld pool) 관련 기하학적 변수의 추출 (TIG용접, 레이저용접)
- 조인트 궤도의 계산
- 로봇궤적의 계산
- 적응 용접변수의 계산
- 용접변수의 제어를 관리하는 법칙의 갱신
- 용접변수의 적응제어

이 순서는 부분적으로 혹은 전체적으로 실행된다.

실시간 궤적도 문제에는 매니플레이트 기구부의 탄성, 운동모델의 에러 그리고 카메라와 토치의 기준시스템에 대한 상대위치를 고려해야 한다 (그림 4).

4.2 용접용으로 설계된 레이저비전 시스템의 특성

여러 산업분야에서 사용되고 있는 용접 조인트의 다양성 때문에(그림 5) 필요한 레이저 카메라의 종류는 한가지 이상이다. 중요한 카메라의 사

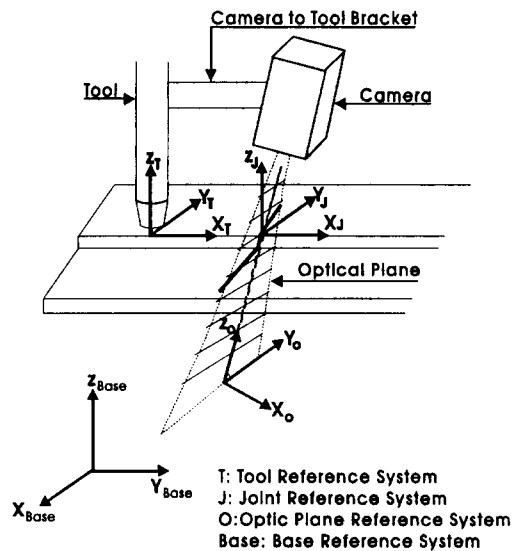


Fig. 4 Coordinate Systems for Laser vision System

Joint Name	Joint Plates	Profile
Corner Joint		
Fillet Joint		
Lap Joint		
Butt Joint		
V-groove Joint		
U-groove Joint		

Fig. 5 Typical Welding Joints

방(specification)은 용접대상물의 크기와 형태에 따라 결정되어야 한다. 더구나 용접토치의 용접물체의 접근성을 유지하고 로봇에의 부하를 최소화하기 위해서 카메라의 크기와 무게는 절대적으로 최소한으로 유지해야 한다.

5. 로봇 용접에서의 응용에

5.1 수직다관절 로봇에 의한 자동차 부품 용접

로봇을 이용하는 GMAW(Gas Metal Arc Welding)의 가장 큰 사용자들은 자동차 제작사들이다. 자동차의 제작에서는 차체모양에 따라 길고 복잡한 용접공정이 필요하다. 이들 부품은 승용차와 화물차의 구조를 포함하고 있다.

로봇에 의한 MAG아크용접의 대표적인 대상물 들로는 전륜구동차의 엔진 받침대, 뒷바퀴 지지대 (suspension) 그리고 경화물차의 프레임과 하부프레임 등을 들 수 있다. 이러한 부품들은 예를 들면 Ar85%-CO215%의 와이어직경 1.2mm를 사용하는 용접이 사용된다.

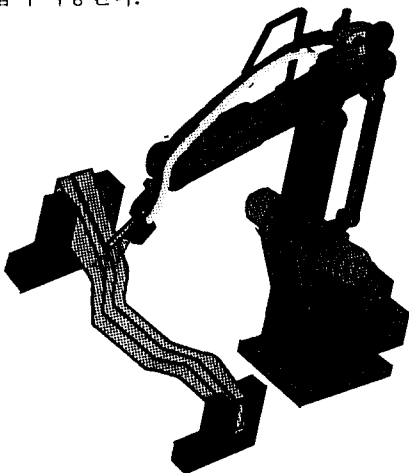


Fig. 6 Laser-vision systems for arc welding of car frame

레이저비전을 이용해야 하는 기술적 이유는 주로 용접품질적인 측면에 있으며 다음과 같다:

- 눈먼 로봇이 해결하기에는 부품의 반복정밀도가 너무 나쁘다.
- 다양한 크기의 틈새(Gap)에 대한 보상이 필요함
- 가끔 열변형이 생김
- 자동차생산에서의 허용공차가 엄격함
- 최대허용 조인트 오차: $\pm 0.5 * \text{용접와이어직경}$

최대허용 틈새: 용접와이어직경

이러한 부품들의 용접에는 고도의 신뢰성과 유연성이 있는 시스템이 필요하다. 여기에는 로봇프로그래밍의 용이화를 위해서 측정범위가 크고 반사조건이 나쁜 금속표면을 측정하기 위해서 동적특성이 뛰어난 레이저 카메라가 필요하다. 또한 다양한 토치의 방향을 수용할 수 있어야 하며, 다관절 로봇에의 인터페이스를 구비하고 고속 용접에 대처할 수 있어야 한다.

그리고 자동차 차대 용접에서 레이저비전을 이용할 때 얻는 주요이점으로는

- 트리밍 비용의 절감(트리밍다이, 트리밍작업, 트리밍다이 유지 불필요)
 - 폐기 재료 감소
 - 조립 치공구 감소
 - 용접속도의 향상
 - 용접품질의 향상
- 등을 들 수 있다.

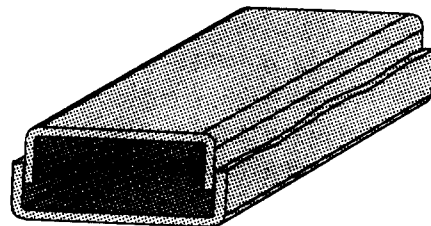


Fig. 7 Cross section of car frame

5.2 이동형 로봇과 캐리어를 이용한 대형 구조물 용접

소형 이동형 로봇이나 캐리어를 이용한 용접시스템은 가격면에서 초대형 다관절 로봇에 비해서 유리하고, 가능한 용접길이가 길어 단위생산량이 적은 대형 구조물 용접분야에서 유망한 시스템으로 전망되고 있다. 이러한 용접시스템은 최대 용접길이가 긴 용접물과 멀티패스 용접물에 유효하게 이용될 수 있다. 그러나 대형구조물의 경우 절대오차가 크고, 야외에서 용접을 하는 경우가 많아 외부온도에 따라 심한 변형이 발생하게 되어 로봇이 용접할 위치를 정확히 모르게 된다. 그리고 일반적

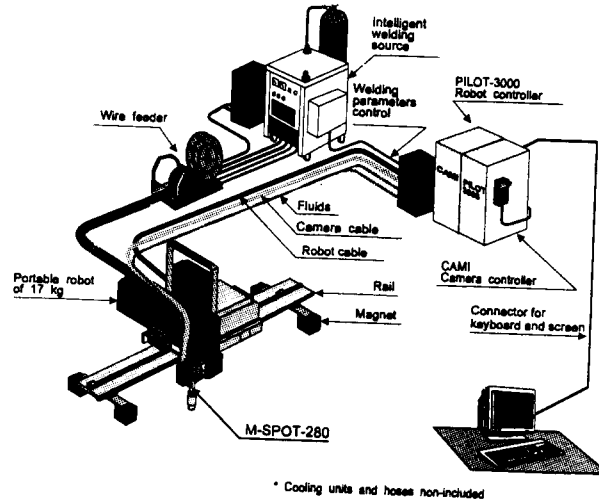


Fig. 8 Portable Multipass Welding Robot Guided by Laser-Vision

으로 판재의 두께가 두꺼워 멀티패스용접이 필요하고, 멀티패스의 프로그래밍은 많은 시간이 소요되는 등 작업준비에 많은 시간이 소요된다.

이러한 문제점의 해결책으로 이용 될 수 있는 것은 야외 용접에 사용할 수 있는 콤팩트한 레이저비전 시스템이다 (그림 8). 이러한 시스템에서는 레이저비전과 데이터베이스를 이용하여 몇 분 안에 로봇의 용접경로를 프로그래밍할 수 있다.

이러한 용접용 로봇은 레이저비전시스템을 이용하여 자동으로 심트래킹을 할 수 있고 용접순서 및 용접변수의 적응제어기능을 갖추고 있다. 시스템은 용접전원공급장치와 주변기기, 레이저비전시스템, 로봇의 동작과 레이저비전을 위한 지능형 제어장치, 데이터베이스, 멀티패스 조인트 트래킹, 실시간 용접공정 및 변수의 적응제어기능을 갖춘 자동 멀티패스 발생을 위한 소프트웨어 등으로 구성되어 있다.

5.3 궤도선회장치를 장착한 파이프 용접용 로봇

대형 파이프라인의 공사에서는 연결 부위를 현장에서 용접하여야 한다. 여기에는 외부와 내부의 용접이 필요하며 복수위치 용접도 필요하다. 사용되는 공정으로는 MIG-MAG 단일패스 및 멀티패스

용접, TIG 단일패스 및 멀티패스용접 그리고 Laser 용접이 사용된다. 이러한 시스템에는 레일과 조인트의 비평행 위치의 교정을 위한 심 트래킹 기능과 완전 수직용접의 수행을 위한 용접변수의 적응제어 기능이 필요하다. 그림 9는 레이저 비전을 이용한 용접시스템의 예를 보여준다.

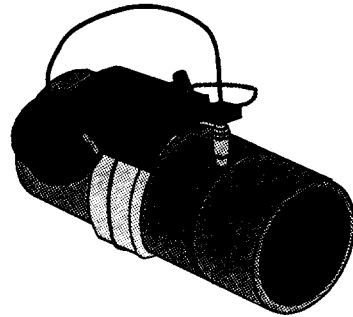


Fig. 9 Laser-Vision for Piper Welding

6. 맺는말

이상은 제품품질에 나쁜 영향을 미치는 여러 가지의 변수들의 작용을 최소화시키기 위해서 레이저비전시스템이 어떻게 이용할 수 있는지 보여 주었다.

새로 개발되는 로봇제어기와 쉬운 사용법과 강력한 인터페이스를 갖춘 성능이 향상된 레이저비전은 아크용접에서의 로봇 교시시간을 절약할 수 있게 만들었다. 가공물의 위치와 방향을 인식하여 자동으로 로봇프로그램을 발생시키는 소프트웨어는 많은 양의 작업시간을 절약할 수 있게 했고 동일한 로봇셀 안에서 신속한 가공물의 변경을 가능하게 했다. 데이터 베이스와 연결하여 자동적으로 공정변수와 작업조건을 선택한다. 이러한 레이저비전을 이용한 자동 교시는 로봇의 유연성과 다양성을 향상시킬 것이다.

강력한 응용소프트웨어와 결합된 레이저비전은 용접용 로봇의 기능을 엄청나게 향상시킬 것이고 여러 산업분야에서 로봇용접의 적용을 가능하게 할 것이다. 로봇용접의 여러 가지 이점을 최대한 증가시킬 수 있는 신뢰성 있는 레이저비전시스템들은 이미 개발되어 일부 응용분야에서 사용되고 있으며 가격도 점진적으로 내려가 가까운 장래에 레이저비전은 용접용 로봇에 더욱 많이 이용될 것으로 기대된다. 이러한 시스템이 일반화되게 되면

용접로봇의 사용자들은 자신이 그런 시스템을 사용하는지도 모르면서 이득을 보게 될 것이다.

레이저비전은 다양한 응용소프트웨어가 개발되어 심트래킹과 적응용접기능 뿐만 아니라 로봇 디버링 (deburring), 제품검사, 지능형 공정관리 등의 여러분야에서 이용될 수 있을 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

1. Yi, Hwa-Cho : Sensordatenauswertung mit Fuzzy-Logik für das automatisierte Entgraten. München, Wien: Carl Hanser Verlag, June 1993
2. Boillot, J.-P. : A Modern Adaptive Robotic Welding System. In: 4th International Conference on Computer Technology in Welding. The Welding Institute, Cambridge, UK, June 3-4, 1992