

레이저 용접에서의 용접선 추적 장치

윤충섭* · 양상민* · 박희창** · 한유희***

Seam Tracking System in a Laser Welding

— Inductive & Laser vision sensor —

C. S. Yoon*, S. M. Yang*, H. C. Park** and Y. H. Han***

1. 서 론

레이저가공 기술은 절단, 천공, 마킹, 용접, 열처리 등 넓은 응용분야를 가지고 있으며, 정밀도가 매우 높고, 자동화가 용이하고, 고속용접이 가능하여 생산성이 높으며, 고기능 부품가공 등 고도의 기술에 활용되고 있으며, 그 활용 범위가 계속 확장 추세에 있는 부가 가치가 높은 첨단 기술이다.

레이저 가공기술의 발전으로 종래에 불가능하거나 고가인 가공을 경제적으로 할 수 있게 되었다. 레이저를 이용한 연속 용접기술은 외국의 경우 캔제작에 최초로 적용하였고, 자동차 경량화를 목표로 동종 및 이종 두께 금속의 레이저 용접의 적용 및 상용화한 사례가 증가하는 추세이다. 또한 강판 제조의 경우 레이저를 이용한 용접기술도 상당한 경지의 응용력을 보이고 있다. 국내의 경우 강판제조에서 현재 TIG 용접이 사용되어지고 있으나, 용접 속도는 다소 느리고 높은 불량률을 보이고 있어, 생산성 및 품질면에서 열등한 편이다. 이를 레이저로 대체하였을 경우 레이저 용접의 특징인 고속성, 정밀성을 발휘하여 고속의 정밀한 용접을 행할 수 있게 되어, 생산성의 향상, 후 열처리 과정 생략, 외관의 모양이 양호하게

되는 등 고품질의 제품 생산이 가능하게 될 것이다.

레이저 용접폭은 기존의 용접폭보다 매우 작아 정밀도를 요구하는 곳에서 사용하나, 레이저 빔의 폭이 작아서 용접할 표면을 매우 섬세히 가공하여야 하는 단점이 있다. 따라서 사용범위는 주로 용접선이 구조적으로 비교적 간단한 곳 즉, 원통 주위를 따라 용접을 하거나, 스폿용접등에만 국한 되어 있는 실정이다. 용접에 주를 이루는 버트 용접시 용접선을 따라 레이저 빔을 일치시키는 것은 그리 쉬운 문제가 아니다. 이처럼 연속 용접시 필연적으로 용접선의 오차가 발생하게 되는데, 이 용접선의 오차를 감소시키는 가장 효과적인 방법으로 용접선 추적 장치(seam tracking)을 들 수 있다. 현재 실용화되어 사용중인 것도 있고, 새로운 방법이 고안되어 실용화를 연구중에 있는 것도 있다.

비접촉 센서인 전자기 센서(inductive sensor)와 레이저 시각 센서(laser vision sensor)의 원리를 소개하고, 실험을 통하여 레이저 용접의 적용성에 대하여 알아 보고자 한다.

* 비회원, 한국기계연구원 레이저 가공 연구 그룹

** 비회원, 한국기계연구원 장비개발 연구 그룹

*** 정회원, 한국기계연구원 레이저 가공 연구 그룹

2. 비접촉식 추적장치 (Inductive and Laser vision)

용접선 추적장치는 용접부위를 센서로 감지하고 컴퓨터에 의해 처리된 후 구동부를 작동시켜 용접하는 장치이다. 이중 센서는 가장 중요한 부분으로써 다양한 원리로 동작을 하지만 용접용 센서로 사용하려면 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

- 용접공정에서 요구되는 정밀도를 확보하여야 한다.
- 용접공정에 의한 외란(빛, 열, 연기, 스패터, 전자기 등)의 영향에 강해야 한다.
- 내구성이 강해야 한다.
- 가격이 저렴해야 한다.
- 유지보수가 용이 하여야 한다.
- 소형 경량이어야 한다.
- 범용성이 있어야 한다.

또한, 센서의 검출 목적은 용접 조작환경의 측정, 검출로 용접대상물의 형상, 용접선의 위치와 변동, 단면 형상 등 용접이 진행해 나갈 환경조건을 사전에 측정, 검출하는데 있으며, 용접과정의 감시, 검사로 용접공정의 진행이 적정한가 아닌가를 감시하고 검사함으로써, 형성된 비드의 적합성, 용접플 발생의 유무 등 사후 검사를 수행하는데 있다.

위 조건을 만족하는 용접선 추적장치의 개발을 목표로 하지만, 각각의 용접선 추적장치의 고유의 특징에 따라 그 만족도는 달라진다. 가령 용접선

추적장치의 구별은 어떠한 센서를 사용하는가에 따라 구별되어 지는데, 추적을 위한 센서는 크게 접촉식과 비접촉식으로 나눌 수 있다. 접촉식은 기계적인 센서로 정밀성은 떨어지나 간단하게 저가로 실현할 수 있다는 특징이 있다. 비접촉식은 전자기 센서, 아크 센서, 영상처리기법등이 있으며, 접촉식이 사용될 수 없는 환경 또는 보다 높은 정밀성, 고속성이 요구되는 곳에 사용할 수 있다는 특징이 있다. 본 장에서는 근래에 시장용으로 개발된 전자기 센서와 레이저를 이용한 시각 센서의 원리를 설명하고자 한다.

2.1 전자기 센서 시스템

전자기 센서는 전자기유도의 와전류를 이용하여 모재와의 거리를 감지할 수 있다. Fig. 2.1은 기존

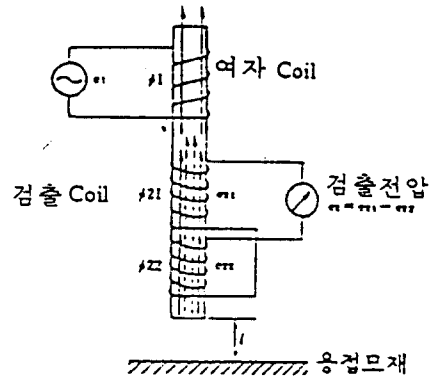


Fig. 2.1 Principle of Inductive Sensor

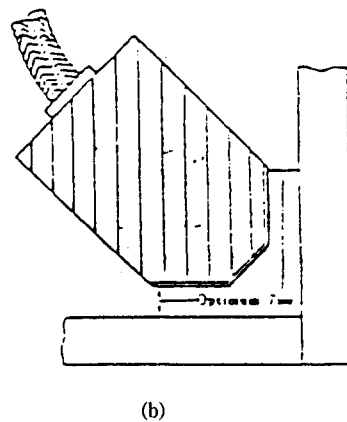
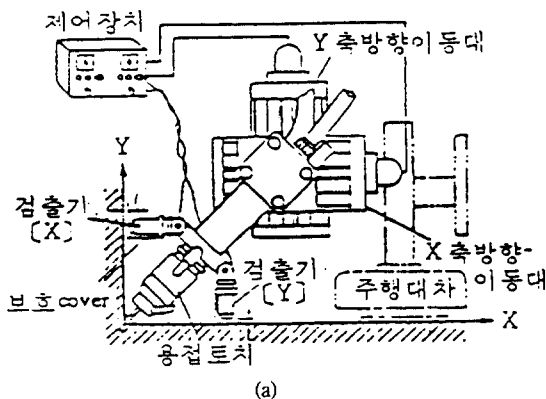


Fig. 2.2 Example of the Inductive Sensor

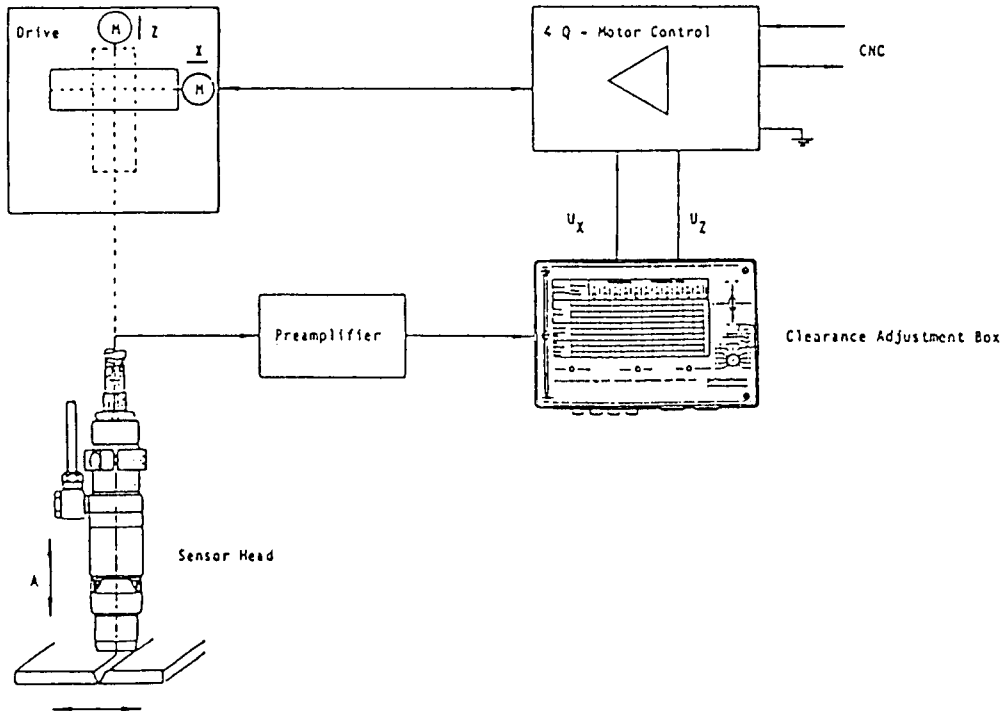


Fig. 2.3 Diagram of a Seam Control System

전자기식 센서로서 1차 코일에 고주파 전류를 통전 하였을때, 1차 코일에 자계가 형성이 되고, 금속판을 접근시키면 금속판에는 동심원상의 교류인 유도전류가 흐른다. 이 와전류의 세기에 따라 발생하는 2차측의 기전력의 크기로 센서와 모재와의 거리를 측정하여, 용접선 추적에 이용한다. 이 센서의 적용은 Fig. 2.2와 같이 필렛 용접에 사용 하고 있는데 매우 한정적으로 사용되고 있다. Fig. 2.2(a)는 수직판과 수평판용의 2개의 센서를 사용한 경우이고 Fig. 2.2(b)는 센서를 일체화시킨 예이다.

◦ 유도성 다코일 센서 시스템(Inductive Multiple Coil Sensor System)

본 실험에 사용한 용접선 추적 장치는 독일 Weidmuller사에서 전자기식 센서를 이용하여 개발한 모델 927를 사용하였다. 추적장치 및 구동장치의 주요 구성은 Fig. 2.3과 같으며, 센서, Pre-amplifier, 그리고 Adjust box'로 구성되어 있다.

이 센서는 Fig. 2.4와 같이 파형 발생장치를 통하여 1차 코일(sending coil)에 고주파 교류를 통전하여 와전류를 금속 재료에 발생시킨다. 기존 방법과 달리,

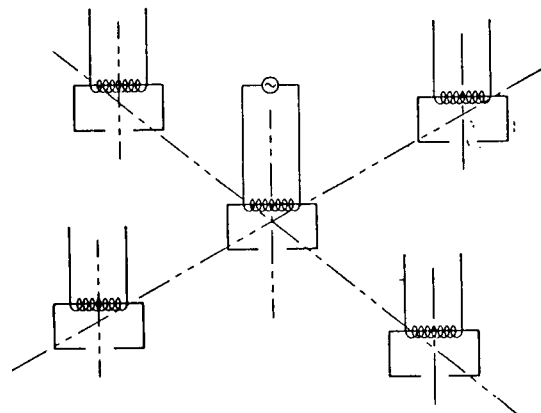


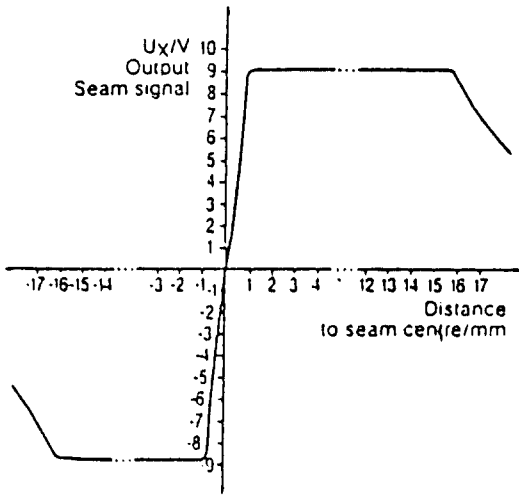
Fig. 2.4 The Layout of the Inductive Multiple Coils

4개의 2차 코일(receiving coil)은 1차 코일에 대하여 기하학적으로 서로 대칭구조로 배열하여 모재로부터 발생하는 와전류를 검출한다. 이 원리는 와전류의 임피던스에 영향을 미치는 인자 중에 시편의 기하학적 형상 변화에 의한 기전력의 차이를 이용한 것이다.

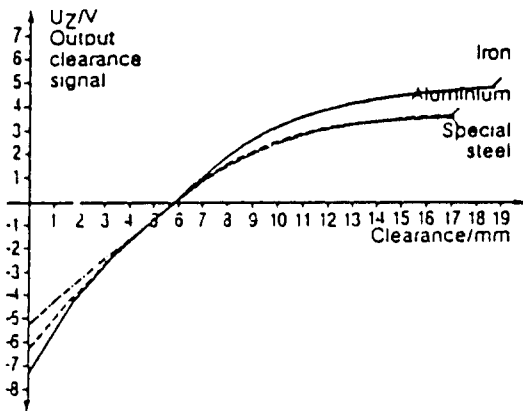
한개의 센서로 모재에 대하여 좌우 그리고 높고 낮음의 센싱이 가능하게 하여, 센서의 크기를 축소 하였다. 가령 센서의 위치가 모재의 용접선으로 부터 좌우 대칭이고 기준 간격(nominal clearance)에 있으면, 2차 코일로 부터 검출되는 기전력의 차이는 영(zero)이 된다. 반면에 편차가 있을때, 2차 코일에서 검출되는 기전력이 서로 다르기 때문에 이 편차 값을 Preamplifier을 거친후 Adjust Box에서 Fig. 2.5(a)와 같이 직류전압(U_x)의 값으로 출력시킨다. 4개의 코일의 전체 출력에 따라 높낮음이 설정되어진 값(nominal clearance)과 비교하여 그 차이를 직류전압(U_z) (Fig 2.5(b))으로 출력한다. 이 시그날의 크기는 오프

셋의 정도를 나타내며, 극성은 방향(좌우, 높고 낮음)을 표시한다. 출력된 시그날은 모터를 구동하기 위하여 모터 콘트롤러에 입력 된다. 모터 콘트롤러는 2축으로 구성되어 있으며, 입력된 양에 따라 용접선의 편차 및 간극의 변화에 보상하기 위하여 구동된다.

모재의 재질(ferrite, austenite, and nonferrous metals) 및 용접선의 형상에 따라 11개의 선택 스위치가 Adjust Box에 있으며, 이 기능은 와전류의 침투 깊이가 대상 재료의 전기전도도, 자기투자율 그리고 기하학적 형상에 따라 다르기 때문에 가장 최적의 선택을 하기 위함이다. Fig. 2.6은 센서의 응용 예이고 Table 2.1은 재질, 용접선의 형상, 그리고 edge offset에 따른 센서의 정밀도를 나타낸다.



(a) Seam Signal



(b) Clearance Signal

Fig. 2.5 Output Signal

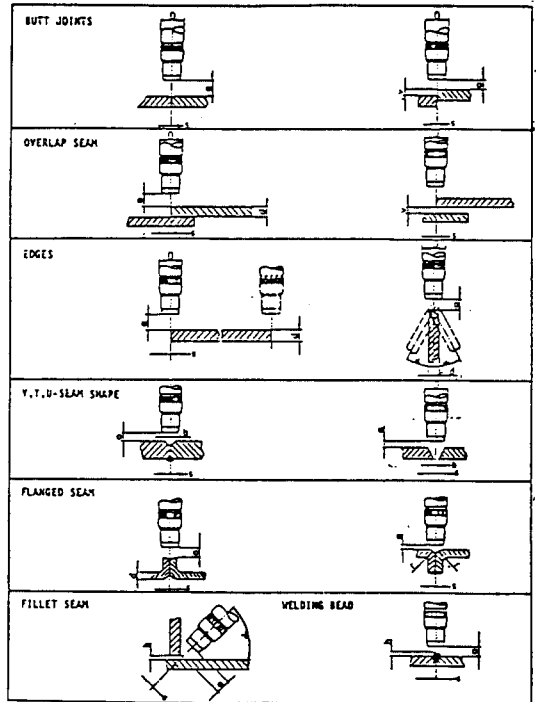


Fig 2.6 Sensor Application

Table 2.1 Accuracy of the Sensor

workpiece material	nominal clearance	deviation with edge offset		
		0mm	1mm	2mm
ferrite square butt joint	6mm	0.1mm	0.2mm	0.2mm
ferrite V-seam	4mm	0.1mm	0.5mm	0.8mm
austenite square butt joint	6mm	0.1mm	0.5mm	0.8mm
nonferrous material square butt joint	4mm	0.2mm	0.6mm	1mm

2.2 레이저 시각 센서 시스템

광학식 센서는 인간의 시각을 대신하는 것으로 이론적으로는 완전한 추적 시스템을 구성할 수 있다. 그러나 촬영장치나 그 화상 데이터를 처리하기 위한 부속 장치의 개발이 요구된다. 광학식 센서로 이용되고 있는 경우는 광전소자를 이용한 시스템, 그리고 레이저 광원을 이용한 시각 광학 삼각법(optical triangulation) 방식과 광 위상차(time of flight) 방식으로 구분할 수 있다²⁾. 다시 광학삼각법에는 투영된 패턴(projected pattern)을 이용한 방식과 주사빔(scanning beam)을 이용한 방식으로 나눌 수 있다. 본 실험에 사용한 레이저 센서는 광학삼각법 중에서도 주사빔 원리를 사용한 캐나다 Servo Robot사의 Samkit 시스템²⁾이다. 그 원리는 참고문헌³⁾에 있다.

Servo Robot사의 Samkit 시스템

(1) 하드웨어

이 시스템의 구조는 Fig 2.7과 같이 레이저 센서와 이것을 제어하고 화상을 처리하는 CSR-4000 시스템, 서보 제어장치와 각종 인터페이스 역할을 하는 PILOT-2000 시스템의 크게 3가지로 구성되어 있으며 레이저 센서와 CSR-4000에 의해 용접접합부의 화상을 포착하고 용접선을 찾은 다음 서보제어장치를 제어하여 2축 cross slide를 움직여 토치의 위치를 교정하는 원리로 되어 있다. 또한, 이 시스템은 용접 접합부의 간극과 mismatch, 용접 접합부의 면적을 계산하여 용접에 필요한 변수들을 제어한다.

여러 종류의 용접 접합부 화상을 처리하기 위하여 해당되는 알고리즘을 미리 입력시켜 놓을 수 있으며, 용접선 추적시 포착한 화상과 비교 처리할 수 있다.

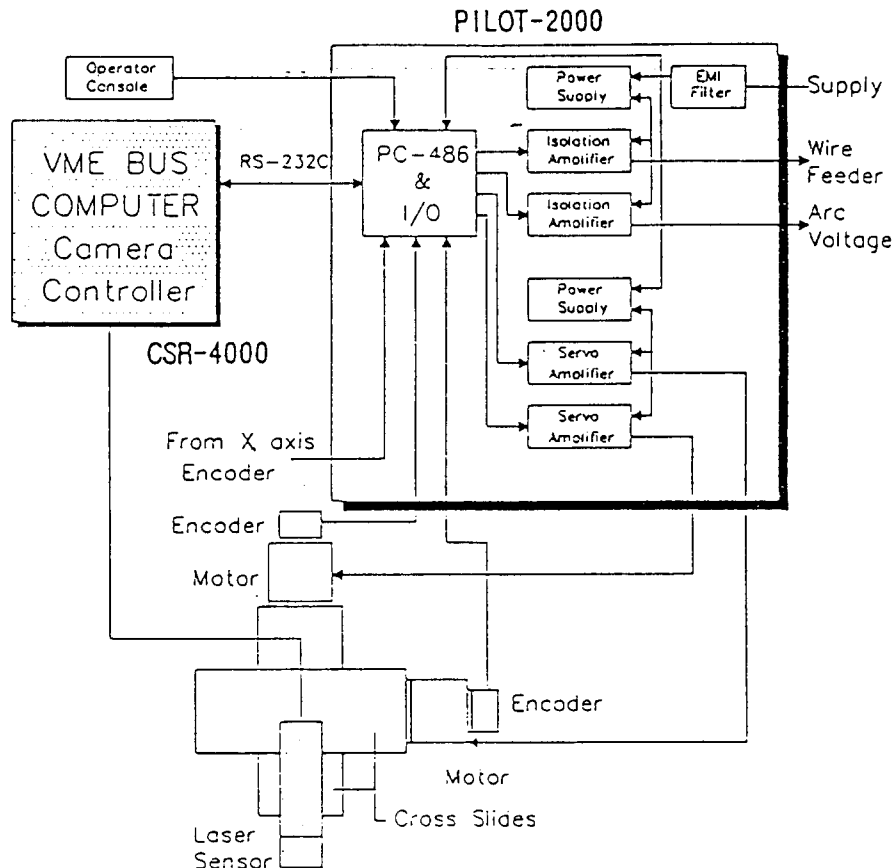


Fig. 2.7 Samkit Laser Vision System

(2) BIP-20 레이저 센서

본 실험에서 사용한 레이저 센서는 버트 용접에 적합한 BIP-20 센서(Fig. 2.8)를 선정 하였다. 이 센서는 광학 삼각법의 원리로 구조화된 레이저 빔 슬릿과 CCD 배열을 이용하여 용접 접합부의 단면 형상을 포착한다. 이 센서는 고정밀 측정에 적합하며, 동적 범위를 높이기 위해서 레이저 파워를 적응 제어하기 때문에 용접 모재 표면의 상태에 관계없이 S/N비가 매우 높다. 그리고, 아크 빛, 스패터, 연기등 열악한 용접 환경에서도 동작이 가능하도록 광학계를 설계하였고 작은 폭의 대역(bandpass) 필터를 사용 하였다.

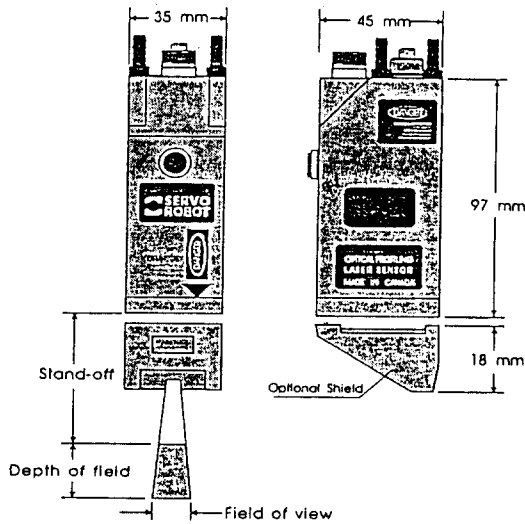


Fig. 2.8 BIP-20 Laser Camera

이 센서의 화상 처리속도는 1 주사선에 478 점을 샘플링할 경우에는 1초에 30 화상을 처리할 수 있고, 239 일때는 60 화상을 처리할 수 있다.

레이저 센서 몸체 내부에는 레이저 다이오드, thermoelectric heat pump, laser line generator, 대역 필터, 광학계, CCD 배열, 전자회로등 매우 정교한 부품들이 내장되어 있다. 이 센서의 제원은 다음과 같다.

- Principle : Active optical triangulation combined with structured laser beam projection
- Detector : CCD array
- Light source : Built-in 20mW visible laser diode

Stand-off : 50mm

Field of view

Close plane : 10mm

Far plane : 14mm

Average depth resolution : 0.02mm

Sample points per profile : 478 or 239

Speed : 30/60 profiles per second

Data rate : 14300 points per second

Dimensions : 97mm × 45mm × 37mm

Weight: 350g

다른 종류의 센서로는 Field-of-view와 스캔 방식이 다른 M-SPOT, SPOT-HR, Jupiter 등이 있어 용접 대상물의 종류에 따라 잘 선정하여야 한다.

(3) SAMCOM 소프트웨어

Samkit 시스템은 Fig. 2.9와 같은 소프트웨어 구조로 되어 있으며, 사용자와의 인터페이스는 SAMCOM 소프트웨어에 의해 운용되며, 어떤 종류의 시스템, 용접기, 용접 지그 등에도 적용이 가능하도록 각종 파라미터를 조정하게 되어 있는 유연성을 가지고 있는 시스템이다.

SAMCOM 소프트웨어의 운용체계는 operating, programming, configuring 으로 크게 3부분으로 나누어져 있다. 시스템의 start/stop 정도의 가장 낮은

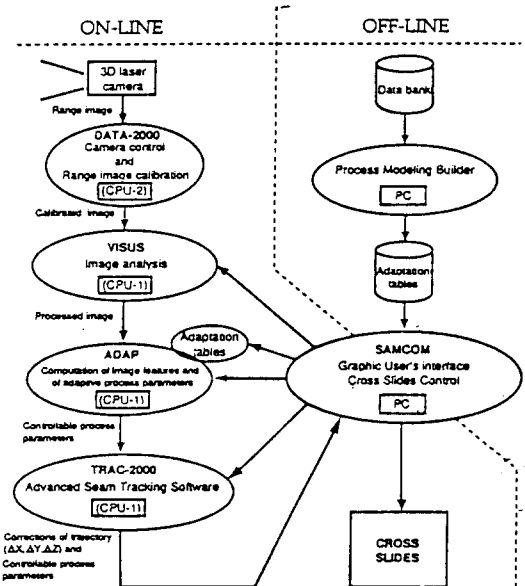


Fig. 2.9 Software Modules of Samkit System

수준의 사용 모드는 operating 모드이며, configuring 모드는 시스템을 구성하는 하드웨어에 관련된 파라미터로, 한번 설정이 되면 다시 수정할 필요가 없는 근간이 되는 파라미터를 설정하는 모드이다. Programming 모드는 화상의 종류나 토치의 이동 경로 등을 선택할 수 있다. SAMCOM 소프트웨어가 제공하는 모드중 일부를 소개하면 다음과 같다.

◦ Config(Configuring mode)

Samkit 시스템에 연결된 서보제어 시스템 또는 로보트 제어기에 관한 정보를 입력하는 항목이다. 예를 들어 센서 구동부의 위치 범위, 최대속도, 가속도, 서보모터의 PID gain 등의 값을 설정한다. 가령 서보 모터의 가속도를 너무 낮게 설정하면 용접선을 추적할때 반응 속도가 늦어 실시간 추적이 가능하지 않으므로, PID gain의 설정은 그 시스템의 동적 특성에 알맞게 설정하여야 한다.

◦ Trajectory(Configuring mode)

Look ahead distance는 레이저 센서의 스캔과 용접 토치와의 거리이다(Fig. 2.10) Percentage look ahead는 look ahead distance에 대한 비로 용접선상에

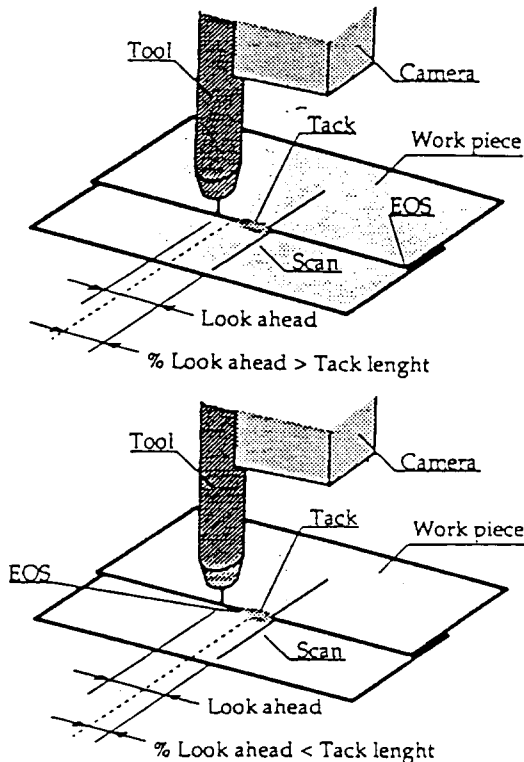


Fig. 2.10 Look Ahead Distance

있는 tack이나 다른 이물질과 EOS(End of Seam)를 구별할 수가 있다. 예를들면,

$$\text{Look ahead distance} = 40\text{mm}$$

$$\text{Percentage look ahead} = 60\%$$

$$\text{Distance to detect the EOS} = 40\text{mm} \times 60\% = 24\text{mm}$$

일때, 만일 용접선상의 tack이나 이물질이 24mm보다 길면, 토치가 tack의 시작점에 오면 그 점이 EOS가 되며, 24mm보다 짧으면, 토치는 tack의 위로 용접 하면서 지나가되 시작점과 끝점 사이는 interpolation 된다.

◦ ADAP(Configuring mode)

ADAP 소프트웨어는 Adaptive 용접을 위한 소프트웨어로 adaptation 표와 spreadsheet의 2가지로 구성되어 있다. Adaptation 표는 용접선의 간극에 따른 용접조건을 look-up 표로 작성한다. 여기에는 와이어 피딩 속도, 용접전압, 전류, 대차속도 등의 데이터를 저장 한다. 또한 용접 emulation 소프트웨어인 EM-2000 프로그램에 의해 용접조건을 작성하여 저장할 수 있다. Spreadsheet는 LOTUS 1-2-3과 같은 것으로 30개의 열과 6개의 줄로 구성되어 있으며, 1-14열은 측정 데이터를 연산하거나 필터링 하는 등의 수학적 연산에 사용되며, 15-30열은 용접조건을 위한 출력을 지정하는데 사용된다.

◦ Part Setup(Programming mode)

용접하고자하는 용접선 주위에서 대차 및 cross slide의 동작위치, 용접조건, ASP(Arc Start Point) 및 EOS(End of Seam) 점을 찾는 조건 등에 관한 파라미터를 설정한다(Fig. 2.11).

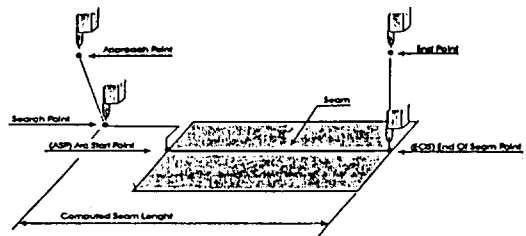


Fig. 2.11 Programming the Part Setup

Fig. 2.12에서는 Samkit 시스템 운용의 전과정을 나타내고, 각 점마다 일어나는 동작을 표시하였다.

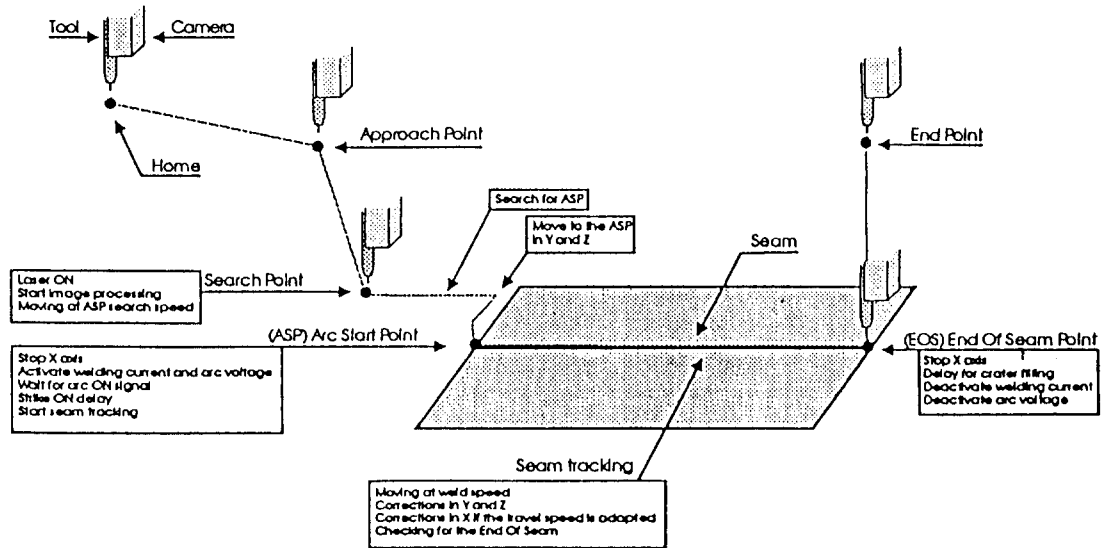


Fig. 2.12 Samkit System Process Cycle

3. 실험 결과 및 고찰

본 실험에서 사용한 용접선 추적 시스템은 직각 좌표계를 갖는 시스템으로 구성하였다.

모재의 용접선을 기준으로 x축(좌우)과 z축(높낮음) 구동부에 센서를 부착하였고, 용접선의 방향으로 y축을 선택하여 구성하였다. 실험방법은 y축 방향으로 모재를 놓고, y축을 일정 속도로 구동하여 용접선 추적 가부를 실험하였다. Fig. 3.1은 전자식 센서를 이용한 용접선 추적 장치이고, Fig. 3.2는 레이저 센서를 이용하여 구성된 용접선 추적 장치이다.



Fig. 3.1 Weidmueler's Seam Tracking System

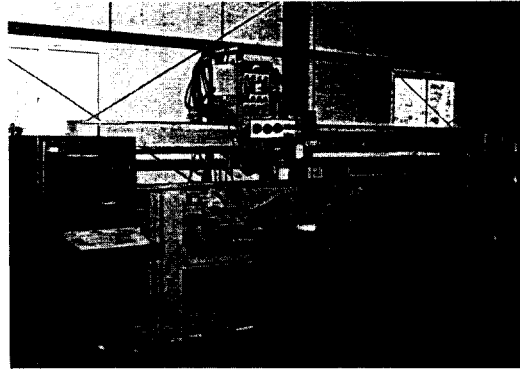


Fig. 3.2. Samkit System and Welding Jig

시편의 재질은 SM45C와 SS41를 사용하였고, 실제 용접 환경과 유사한 조건을 만들어 사용하여 실험하였다. 가령 용접 표면이 매우 좋은 경우에는 밀링을 사용하여 용접선 표면을 가공하였고, 절단한 시편을 가공 없이 사용하기도 하였다. 또한, 용접 변형을 고려하기 위하여 초기에 모재에 태그용접을 가진 시편, 태그 용접 후 그라인딩을 사용하여 임의의 방향으로 스크래치를 만든 시편(본 실험에서는 용접선의 수직 방향) 등의 시편을 사용하였다.

용접선 위에 전혀 용접을 하지 않은 경우의 시편을 이용한 실험(기초 실험)과 실제 용접 사항을 고려하여 부분적으로 용접한 시편을 이용한 실험(응용 실험)을 하였다. 기초실험의 경우는 센서의 물리적 한계를

설정 하는데 유용하다. 박판의 레이저 버트 용접시 가접없이 지그를 사용하여 고정후 용접을 하게되는데 이 경우는 기초 실험의 결과를 이용할 수 있다.

기초 실험(Fig. 3.3)은 용접선 주위를 그라인더로 용접선의 직각방향으로 스크래치를 낸 경우(Fig 3.3(a)), 간극이 있는 시편의 경우(Fig. 3.3(b)), 높이차가 있는 경우(Fig. 3.4(c)), 브이 그루브가 있는 경우(Fig. 3.3(d))로 구분하였으며, 응용실험(Fig.3.4)은 위의 기초실험에 사용된 각 시편에 용접중 시편의 변형을 방지하기 위해 부분적으로 가접을 한 경우로 높이차가 있는 시편에 용접을 한 경우(Fig. 3.4(a)), 용접선 부위를 홈을 내고 용접한 경우(Fig. 3.4(b)), 그리고 위의 경우를 복합적으로 적용한 경우(Fig. 3.4(c))로 구분하여 실험하였다.

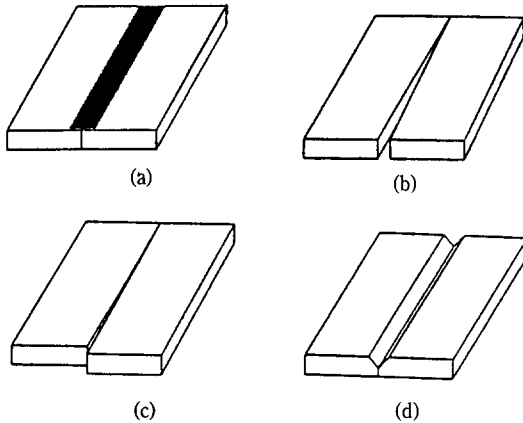


Fig. 3.3. Types of Basic Experimental Workpiece

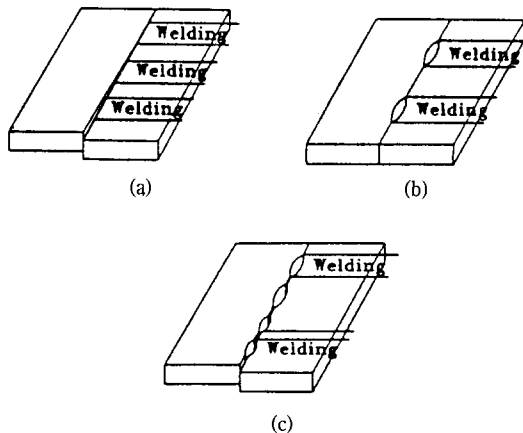


Fig. 3.4. Types of Applied Experimental Workpiece

3.1 전자식 센서 경우

Fig. 3.5(a)는 Fig. 3.3(a)와 같이 그라인더를 이용하여 스크래치를 만든 경우로 용접선 중앙을 추적하였다. 이 경우는 다른 시각 센서와 달리 재료의 전자기 성질을 이용한 것이므로 표면의 스크래치는 영향을 미치지 않는다. 하지만 다음에 레이저 시각 센서로 사용 하였을 경우 용접선 추적을 하지 못하였다. 일정한 각을 가지고 벌여져있는 간극(Fig 3.3(b))의 경우 용접선 추적이 한 시편쪽으로 가능하였으나 두 시편의 간극의 중앙은 추적하지 못하였다, 반면에 센서의 출력의 반대 방향으로 구동시키는 경우(adjust box에서 inv. 스위치를 선택)에서는 두 시편의 간극이 대략 7mm(센서의 한계)까지는 센서가 용접선 중앙부분을 추적하였다. 그 원인은 다음과 같이 설명할 수 있다. 일반적으로 두쌍코일의 출력 시그널중 큰 쪽으로 구동부가 이동 하면, 큰쪽의 출력이 점점 작아지고 반면에 작은쪽의 출력은 커지면서 결국 두 출력의 차이는 영이된다(air gap)에 의하여 히스테리 곡선의 기울기가 작아진다. 이 결과로 같은 자기장에서 발생하는 기전력은 air gap에 의하여 커짐을 나타내는데, air gap을 용접선이라고 생각하면 된다. 또한 간극이 있는 경우는 공간쪽에 놓여 있는 코일의 출력 시그널의 크기는 모재쪽에 있는 코일의 출력 시그널의 크기보다 작으므로, inv. 선택 스위치를 사용하면 출력이 작은쪽으로 구동부가 이동하기 때문에 용접선 중앙을 추적하게 된다.

두 시편의 높이차가 있을 때(Fig 3.3(c)), 용접선 중앙을 추적하였으나, inv. 스위치를 선택하였을 경우는 두 시편의 높이차가 클수록 낮은 시편쪽으로 센서가 기울어져서 용접선을 추적함을 보였다(시편의 높이가 높은 곳에 위치하고 있는 코일의 출력 시그널의 크기가 낮은쪽 보다 크기 때문). 브이 그루브의 경우는 inv. 선택스위치로 용접선을 추적하였다. 이는 브이 그루브의 가장자리 기준으로 수평한 면에 위치하는 코일의 출력시그널의 크기가 경사면 쪽의 것보다 크기 때문이다.

다음은 응용시험으로 Fig. 3.4(a)(Fig 3.5(b))는 높이차가 있는 시편을 용접 하였을때 용접 비드가 높은 곳을 기준으로 경사지게 되어 있는 경우이며, 이 부분의 용접선 추적은 가능하지 않았다. Fig 3.4(b)(Fig. 3.5(c))는 그라인더로 간극을 만든후 그 위를 용접하였다. 이 경우 두 용접부 사이에서는 용접선 추적이

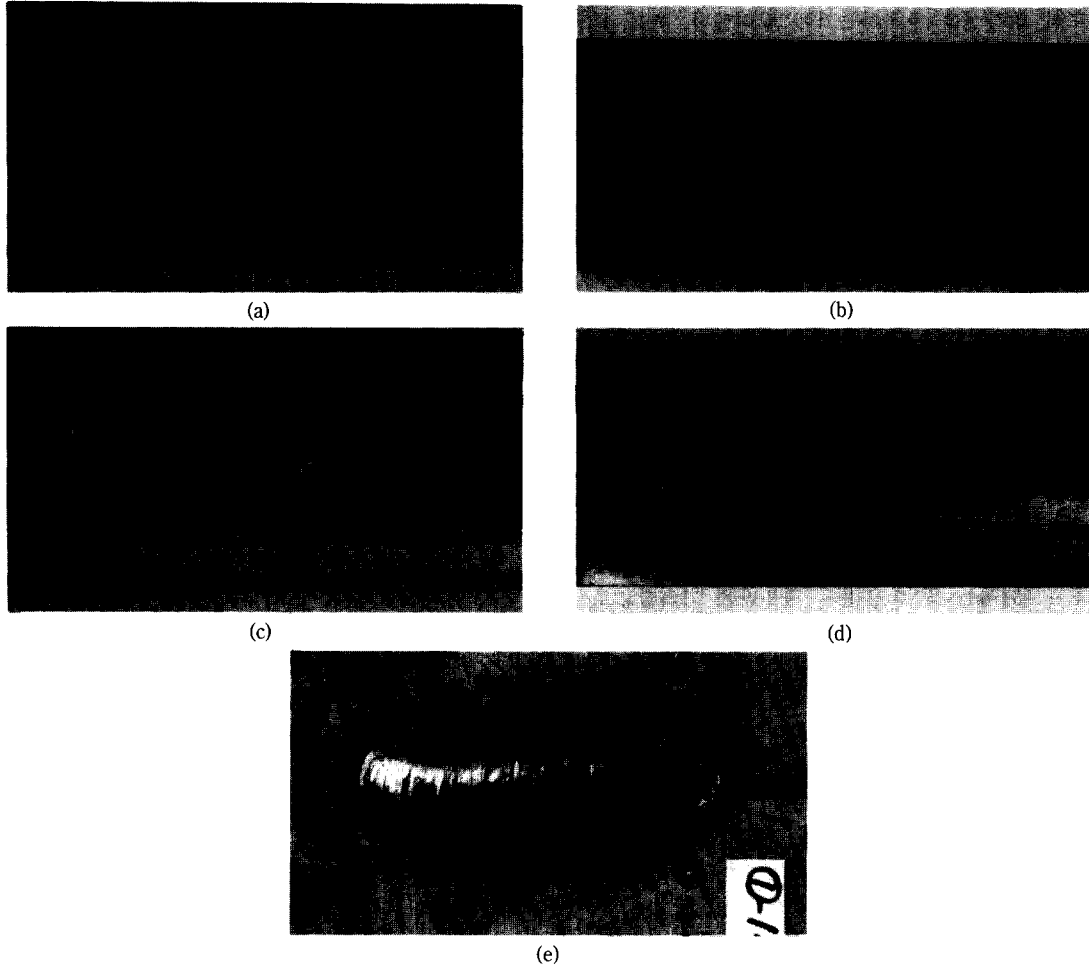


Fig. 3.5. Photograph of Seam Line

가능하지 않았다. 이 원인은 용접에 의한 모재의 물리적 특성의 변화에 기인한 것이라고 사려되어지며, 앞으로 조직검사를 통하여 규명을 하여야 한다. Fig. 3.4(c)에서 용접 비드의 형상에 따라 추적의 차이가 있음을 알았다. 가령 용접 비드의 형상이 Fig. 3.5(d) 처럼 오목하고 볼록한 경우 오목한 부분에서는 inv. 선택 스위치(브이 그루브로 간주함)를 ON하면, 용접선 추적이 가능하고 볼록한 부분에서는 inv. 선택 스위치를 오프하면 추적이 가능하다. 그러나 이런 경우는 현장에서 적용하기란 많은 문제를 내포하고 있다.

3.2. 레이저 센서를 적용한 경우

용접선 주위에 스크래치가 되어 있는 경우(Fig. 3.5 (a))의 레이저 센서는 용접선과 스크래치를 구별하지 못함으로써 용접선 추적을 하지 못하였다.

태그 용접부에서 전자기식 센서와 같이 용접선 추적에 문제를 내포함을 실험을 통하여 알았다. 전자기식 센서는 용접 비드의 형상 가령 오목 및 볼록에 따라 그 추적 방법을 달리 선택하여야 하지만, 레이저 시각센서는 태그 용접비드 시작점 이후의 부분을 용접비드로 인식하여 소프트웨어로 처리하거나, 용접비드의 외각선을 용접선으로 인식하여 센서가 비

드의 외각선을 추적하는가에 달려있다. 예를 들면 용접 비드의 한쪽에 선이 형성되어 있고 이 선이 용접선과 연장선 상에 있을 경우(Fig. 3.5(e)) 용접선으로 오인함으로써 이 선을 따라 추적하였다. 센서 시스템이 용접부분을 제대로 인식한다면, 설정된 Percentage look ahead까지 시작점과 끝점 사이를 Interpolation 하여 테그 용접 부분을 무시함으로 용접선 추적이 가능하였다. 이처럼 레이저 센서 시스템에서 제공하는 소프트웨어로 위 문제를 처리하여 그 빈도를 축소하는데 초점을 맞추었다.

레이저 센서가 용접선 추적 시작점에서 용접선을 인식할때 용접선 부근에 용접선과 동일 방향으로 스크래치가 되어 있는 경우 용접선과 혼동함으로써 용접선 추적에 문제가 발생하였으나 용접선과 수직 하면서 센싱 영역안에 있는 스크래치는 용접선과 구별되어 양호한 추적을 보였다.

본 실험에서 사용한 레이저 시각 센서 시스템의 소프트웨어는 버트 용접의 경우만을 고려함으로써 필렛 시편 경우나 높이차가 큰 시편 경우에 대해서는 용접선 추적을 하지 못하였다. 또한 레이저 시각 센서의 성능에 비해 주변장치의 성능이 수반되지 못함으로써 용접선 추적에 다소 어려움이 있었다.

실험과 고찰을 통하여 두센서의 특징 및 문제점의 일부를 규명 하였다. 센서의 접근방식의 차이로 상반되는 결과도 있었으나, 지금까지의 실험 결과로는 몇가지의 경우를 제외하고 소프트웨어를 지원하는 레이저 시각 센서가 전자식센서 보다 우수한 면을 가지고 있었다. 그러나 레이저 시각 센서 시스템이 5-6배의 높은 가격을 가지고 있다.

4. 맺음말

고속 연속용접시 필연적으로 발생하는 용접선의 오차를 감소하는 방법으로 용접선 추적을 하게 되는데, 본 연구에서는 근래에 상용화된 전자기식 방식과 레이저 시각 방식을 이용하여 용접시 발생할 수 있는 용접선의 형태에 대하여 용접선 추적을 실험하였다. 이 실험을 통하여 각각의 방식에는 고유의 특성을 가지고 있음을 일었다.

효율적인 용접 자동화 시스템을 구성하기 위하여, 용접하고자 하는 대상물 및 시스템에 대하여 적절한 센서의 선택이 선행되어야 할 것이다. 본 연구실은 수행중인 레이저 용접 자동화 시스템 구성에 본 실험 결과 및 고찰을 근거로 시스템 구성을 할 예정이다.

끝으로 위와 같은 용접선 추적장치는 전망을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 보편적인 센서 시스템의 개발보다는 구축하고자 하는 시스템에 알맞은 센서의 개발이 선행되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Weidmueler Inc., : "Operation Manual", German
- 2) Servo Robot Inc., : "Operation Manual", Canada
- 3) 이철원, 나석주 : 용접 자동화를 위한 시각센서 , 대한용접학회지, 제11권, 제3호, 1993