

다중 레이저 선을 갖는 시각 센서의 개발 및 용접에의 응용

Development of multi-line laser vision sensor and welding application

한양대학교 공과대학 기계공학부 성기은, 이세현

I. 서론

일반적으로 레이저 비전 센서는 하나의 선 모양의 패턴을 사용한다. 이 패턴을 사용하면 비교적 안정적인 시스템을 구축할 수 있고 화상처리 과정도 상당히 간단하게 설계할 수 있으며 처리속도도 빠르다. 이런 종류 레이저 비전 센서는 실시간으로 2차원 거리 정보를 얻을 수 있고 시간에 따라 변하지 않는 물체에 대해서는 연속적인 작업을 통해 3차원 정보를 얻을 수 있다. 그러나 실시간으로 3차원 정보를 얻을 수 없다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 다양한 모양의 레이저 패턴을 사용하는 센서들이 연구 되고 있다. 영국의 옥스포드 센서사에서는 원 모양의 패턴을 사용함으로써 위에서의 문제들을 해결하고 안정성을 높이고자 하였다. 그러나 이 경우에는 결국 실시간 추적에 응용할 경우 원 중앙부에 대해서는 역시 한번 밖에 계측할 수 없다. 또한 주사 형식을 사용함으로써 기계적으로 복잡한 구조를 갖게 된다.

본 연구에서는 평행한 복수의 선 패턴을 이용하여 레이저 비전 센서를 개발하였다. 이 방법을 사용하면 한 번의 계측으로 복수의 2차원 거리 정보를 얻을 수 있고 이것을 통해 3차원 형상을 얻을 수 있다. 실시간으로 변하는 계측에 있어서도 각 시간에 대해서 3차원 정보를 가지고 있으므로 어떤 점에 대해서 잘못된 정보가 들어오더라도 각각 측정된 정보간의 비교를 통해 오류를 수정 할 수 있다. 또한 이 복수의 레이저 라인 은 하나의 광학소자에 의해 구현 되므로 간단한 구조를 갖는다. 다만 화상처리 과정이 기존의 하나의 선을 이용하는 경우보다 3배 이상 복잡해지고 동일한 정밀도를 갖기 위해서는 30%이상 성능이 향상된 비전 시스템이 필요하다. 이러한 단점들도 고성능 프로세서와 비전 시스템의 등장으로 해결이 가능했다.

II. 다중 레이저 선을 갖는 시각 센서(Multi lines Laser Vision Sensor : MLVS)의 기본 원리

레이저 비전 센서는 기본적으로 광학 3각법을 통해 거리 정보를 얻게 된다. 이 광학3각법을 이용하기 위해서 기준이 되는 레이저 평면과 측정하는 CCD는 어떤 각을 이루어야 한

다. 보통 계산 및 보정상의 편의를 위해 레이저 평면이나 CCD중 하나가 지면에 수직하도록 한다. MLVS의 경우에는 레이저 평면을 수직으로 세우고 CCD를 눕히는 방법을 사용한다. Fig.1에서 보는 것과 같이 레이저 평면을 지면에 수직하게 놓아도 중앙의 하나를 제외한 나머지는 각각 다른 각을 갖는다. 따라서 각각의 레이저 평면 들은 서로 다른 해상도를 가지며, 실 좌표계로 변환하기 위한 변환 행렬도 모두 다르다. 각각의 레이저 평면을 구분해서 보정해야 하며 실제 측정시에도 각각을 구분해야한다.

Ⅲ. 화상 처리 및 3차원 모델링

레이저 비전 센서는 화상으로부터 원하는 정보를 이끌어내기 위해서 전처리 과정 및 레이저 선 인식 및 추출, 얻어진 거리 정보로부터 물체를 인식해야 한다. 이러한 작업은 레이저 비전 센서를 어디에 적용하는가에 따라 달라지게 된다. 본 연구에서는 겹치기 이음과 V 그룹 이음의 용접선 추적에 적용할 수 있도록 화상 처리 및 3차원 모델링을 구현하였다.[1][2]

CCD로부터 얻어진 화상은 Fig.2와 같이 매우 복잡하다. 다중 레이저 평면을 생성하는 프리즘이 5개의 평면만을 생성하는 것이 아니라 일정한 간격으로 무한대로 평면을 생성한다. 그리고 겹반사 등에 의한 효과도 나타나게 된다. 이러한 노이즈들을 제거 혹은 약화시키기 위해서 향상된 미디언 필터를 적용한다. 처리후의 화상으로부터 5개의 레이저 라인을 구분해서 추출해야 한다. 이를 위해서 화상을 레이저 선에 수직하도록 구역을 나누어 이 구역에서 레이저의 강도가 연속으로 일정한 간격을 가지고 첨두를 이루는 집합을 찾는다. 레이저 강도 그래프와 레이저 선을 찾는다. 이 과정을 전 영역에 적용하여 각각의 5개의 레이저 선을 찾게 된다. 찾아진 5개의 레이저 선을 도시하면 Fig.4와 같다. MLVS는 한 개의 화상에서 5개의 거리 정보를 얻게 된다. 이 거리정보를 가지고 3차원 모델을 구현하게 된다. 3차원 모델링을 하는 방법은 어떤 용접선 형태인가에 따라 달라지게 된다.

Ⅳ. 용접선 추적에 있어서 기존의 시각 센서와의 비교

MLVS는 Lasis사의 100mW 다이오드 레이저와 Watcon사의 640x480 픽셀을 갖는 CCD 카메라를 사용하였다. 비교하기 위한 대상으로 ServoRobot사의 Bip-60 시각센서를 사용하였다. 측정대상은 2.5t의 관재의 겹치기 이음을 대상으로 하였다.

시각 센서의 성능을 결정하기 위해서 용접선 추적의 경우에는 다음과 같은 2가지 요소를 선택하였다. [3][4]

첫째, 측정시 한 화면에서 정보를 얻는 확률

둘째, 한 개의 거리 정보에서 사용할 수 있는 픽셀의 비율

첫번째의 경우로, 용접을 하면서 용접선을 찾을 경우 상당한 확률로 화상에서 정보를 얻지 못한다. 기존의 시각센서에서 아크 용접을 하면서 용접선을 찾을 경우 연강 재질의 표면을 갖는다면 약 10%의 확률로 전혀 정보를 얻을 수 없는 화상이 나타나게 된다. 이것은 레이저 선이 구분 할 수 없을 만큼 노이즈가 심하게 생성되었기 때문이다. 그러나 MLVS의 경우에는 5개의 레이저 선 중 1~2개를 찾지 못하더라도 나머지는 찾을 수 있다. 모든 레이저 선을 잃어버리는 경우는 이론상으로 기존의 센서와 동일한 성능을 갖는다고 하면 0.01%가 된다. 한 번의 샘플링으로부터 정보를 얻는 양은 용접선 추적시 용접 속도가 빨라질수록 중요하게 된다. CCD의 물리적인 한계로 고속 카메라가 아닌 경우는 초당 100 프레임 넘기 어렵다. 이런 경우에 적용한다면 기존의 시각 센서로는 한계가 있다. 그러나 MLVS의 경우에는 사용하는 레이저 평면의 수에 따라 기존센서의 속도의 3~8배 정도의 속도를 구현할 수 있다.

두번째의 경우도 첫번째와 비슷하다. 다만 이것은 거리정보가 구해진 뒤에 이 것을 가공하여 쓸 수 있는 정보로 만들었을 경우 전체 정보중에서 얼마나 많은 양이 유용한 정보로 변환되었는가 하는 것이다. 실험에 따르면 기존의 센서는 주변 조건이 좋은 경우 90%, 나쁜 경우 80%정도였다. MLVS는 레이저 선에 따라 다른 값을 갖는다. 가장 밝은 1, 2번 선의 경우는 95%이상, 3번선이하는 90%정도의 비율로 사용 가능한 정보를 얻을 수 있다. MLVS가 오히려 성능이 더 좋아지는 것은 MLVS의 경우 앞뒤의 선들과의 관계도 고려하여 선을 찾기 때문이라고 생각된다.

MLVS가 기존의 하나의 레이저 선을 갖는 센서에 비해 고가가 되겠지만 MLVS의 장점을 활용하면 기존의 센서가 활용될 수 없었던 분야와 적용되어도 만족스럽지 못했던 분야에서 기존의 센서를 대체 할 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구를 통해서 기존의 레이저 비전 센서의 단점을 극복한 다중 레이저 선을 갖는 비전 센서를 개발하고 이것을 기존 센서와 비교하여 빠른 속도와 높은 신뢰도를 필요로 하는 경우에는 MLVS가 더 좋은 성능을 갖고 있음을 보였다.

- MLVS에 적용하기 위한 화상 처리 알고리즘 및 3차원 모델링 방법을 개발하였다.
- MLVS를 실험에 적합 하도록 설계, 제작 하였다.
- MLVS와 기존의 시각 센서를 용접선 추적에 대해서 비교하여 MLVS가 더

나은 성능과 새로운 유용한 기능들을 가지고 있다는 것을 보였다.

VI. 참고문헌

1. Ritter, G. X., Wilson, J. N., and Davidson, J. L. : Image algebra: An overview, *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 49(1990), pp297-331
2. V. B. Anand : *Computer graphics and geometric modeling for engineers*, John Wiley & Sons, 1993
3. C. P. Keferstein and M. Marxer : Testing bench for laser triangulation sensors, *Sensor Review*, 18-3(1998), pp183-187
4. N. E. Pears, : Modeling of a scanning range sensor for robotic applications, *Advanced Robotics*, 13-5(1999), pp549-562

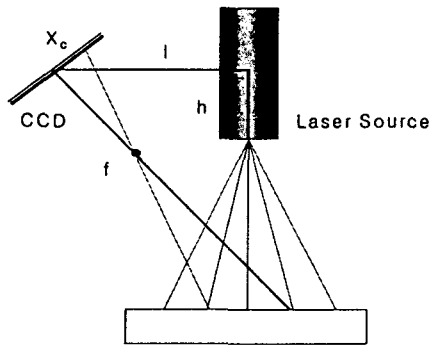


Fig. 1 Basic structure of MVLS

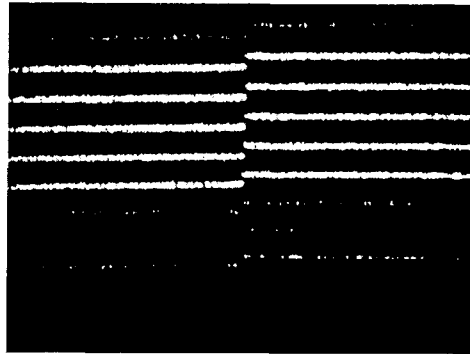


Fig. 2 Raw image data

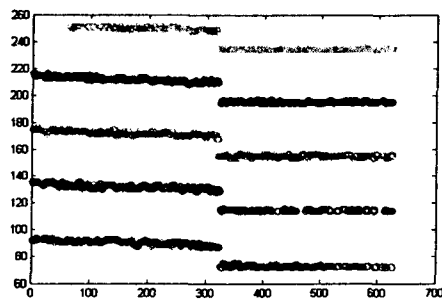


Fig. 3 Selecting laser lines

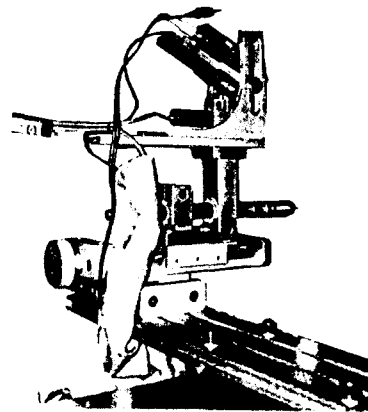


Fig. 4 MLVS pilot system