

대면적 레이저 가공을 위한 연동 시스템 개발

English Title of The Paper (Times New Roman 14pt)

*윤광호¹, #이제훈¹, 김경한¹

*K. H. Yoon¹, #J. H. Lee(jaholee@kimm.re.kr)¹, K.H.Kim¹

¹한국기계연구원

Key words : on-the-fly, scanner, laser, stage, path

1. 서론

최근 레이저 미세공정은 가공 도구인 레이저빔의 고 집속 및 시./공간적 정밀제어가 가능하여 반도체, 전자, 자동차, 메카트로닉스 등의 첨단산업 분야에서 고품질의 부품을 가공하는데 필수적인 기술로 널리 활용되어 왔다. 또한 환경 친화적이며, 비접촉 공정으로서, 수십 마이크로미터 크기의 형상을 갖는 부품 가공영역에서 기존의 공정을 대체하는 신 공정 개발에 기여하여 왔었다. 하지만 이러한 레이저 가공은 스캐너 영역에 한정되어 있으며, 스캐너 영역을 확장할 경우 정밀도가 감소하게 된다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 스테이지를 활용한 스텝&스캐닝 (Step & Scanning) 방식이 도입되어 왔다. 이 방법을 이용하여 대면적의 레이저 가공을 할 수 있으나 이음매 부분에서 정밀도를 보장하지 못하는 단점을 가진다. 본 논문에서는 대면적에서의 레이저 가공이 연속적으로 일어날 수 있도록 하는 on-the-fly 시스템을 이용하여 대면적에 균일한 정밀도를 갖도록 하는 패스 알고리즘을 소개하고자 한다. 또한 대면적에 여러개의 패턴을 연속적으로 가공할 수 있는 스테이지 패스 알고리즘 틀을 개발하였다.

2. 패스 알고리즘 설계

다음 그림1은 패스를 만들기 위한 알고리즘 차트이다. 먼저 루프를 생성하고 영역을 정의한다. 그 후 영역을 배치하며 스테이지 패스 생성이 수동/자동인지를 정한다. 본 논문에서는 사용자가 원하는 패스를 만들기 위하여 수동모드에 대하여 소개하고자 한다. 이는 자동으로 만들기 어려운 패스를 만들 수 있을뿐만 아니라 어떠한 복잡한 도면에서도 부드럽게 스테이지가 진행 할 수 있는 장점을

가진다.

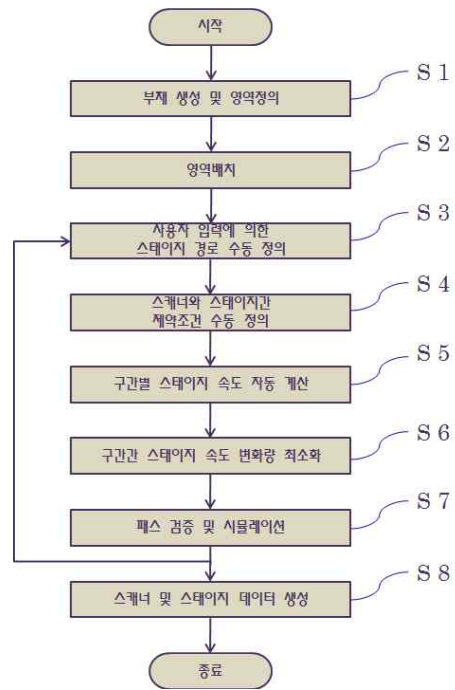


Fig. 1 Pass algorithm development of the multi-pattern for large-area laser processing

S1 은 부재 생성과 영역 정의에 대한 것이다. CAD 파일로부터 가공하고자 하는 부재를 생성하고, 부재를 배치할 영역을 정의 한다.

S2 는 영역 배치로 CAD 파일을 적정한 위치에 배치할 수 있다.

S3 는 스테이지 패스를 사용자가 만들 수 있다. 마우스의 입력을 통하여 제어 점(control point)를 찍는다. 이 점들 사이를 부드러운 곡선을 가질 수

있는 녀스를 이용하여 부드러운 궤적이 생성 된다. 제어 점을 찍을 때 에는 사각형 모양의 스캔 영역이 마우스 포인트 주변에 표시됨으로써 스캔 영역을 벗어나 있는지에 대한 판단을 시각적으로 할 수 있다.

S4는 가공속도에 맞는 스테이지 속도를 구하기 위하여 제약조건을 만든다. 마우스를 이용하여 구간을 나누는 방식으로 속도변화가 있어야 할 부분에 구간을 나누어 준다. 구간에 대한 제약조건은 스테이지 패스에 마우스를 가져가면 패스 위에 포인트가 확대되며 이 포인트와 짝이 되는 CAD 상의 한 점을 찍을 수 있다.

이렇게 스테이지 패스상 한 점 과 CAD 패스 상의 한 점이 한 쌍이 되며, 이러한 쌍을 여러 쌍을 만들어 속도를 구하기 위한 제약조건을 만든다.

S5는 S4에서 만든 제약조건을 가지고, 가공속도에 따른 스테이지 속도를 구하게 된다. 제약 조건으로 만들어진 구간에서 스테이지 패스의 길이(Ls)와 CAD 의 길이(Lc)는 정해져 있으므로, 가공속도를 사용자가 정해주면 가공속도는 일정하므로, 스테이지가 가야 할 속도가 자동 계산되어진다.

S6는 제약조건을 가지고 만든 구간과 구간 사이에 속도 변화량이 큰 경우에 그 속도를 완만하게 해주는 역할을 한다. 구간과 구간 사이에 가속도가 일정하게 될 수 있도록 속도를 점진적으로 증가하거나 감소할 수 있게 등분을 나누어 재 정의 한다.

S7 은 이렇게 만들어진 속도 프로파일을 가지고, 스테이지 패스의 검증, 및 시뮬레이션을 한다. 패스가 스캔 영역을 벗어나 있으면, 알람 기능(색 변화)이 있어 다시 제어 점(control point)를 움직이거나 추가/삭제가 가능하여 올바른 패스를 만들 수 있다. 이는 패스는 정상이나, 사용자가 원하는 패스가 아닐 경우에도 수정 할 수 있어서 사용자 맞춤형 패스를 만들 수 있다. 이 과정이 끝나면 다시 패스의 검증 및 시뮬레이션을 하게 된다.

S8 은 스캐너 및 스테이지의 프로파일 데이터를 생성한다.

그림 2 는 제약조건을 가지고 스테이지 속도를 구하는 방법을 나타낸다.

$$\text{스테이지 속도 계산} = \text{거리(Ls)} / \text{시간(t)} \quad (1)$$

$$\text{가공속도} = \text{거리(Lc)} / \text{시간(t)} \quad (2)$$

$$\text{시간(t)} = \text{거리(Lc)} / \text{가공속도} \quad (2)$$

식 (2) 를 식 (1)에 대입하면 스테이지 속도 계산할 수 있다.

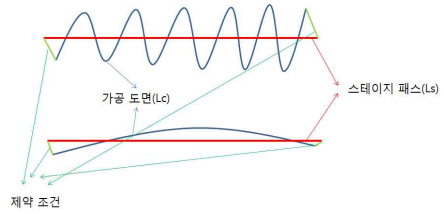


Fig. 2 Speed calculation algorithm of on-the-fly system

그림 3은 실제 Coverlay cutting 한 모습을 나타낸다.



Fig. 3 Results of FPCB overlay pattern

4. 결론

외국의 ESI 장비보다 같은 가공속도 170mm/s 로 가공시에 on-the-fly 기술을 적용하여 27초로 15초 가량 빠르게 가공 할 수 있었다. 이는 본 논문에서 개발한 on-the-fly 개념으로 인하여 레이저의 정밀도를 유지하면서 대면적으로 가공이 가능한 시스템 개발과 대면적 가공이 가능 하도록 하는 패스 알고리즘이 있었기에 가능한 것이다. 앞으로 좀 더 정밀하고 고속 가능한 시스템 개발이 필요하다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Shin D., Lee J., Sohn H., Noh J., and Paik B., A FPCB cutting process using a pico-second laser, JLMN, Vol. 5., No. 1, pp. 48-52, 2010
2. Nam, J. H., "Construction of NURBS Model for Preliminary High-Speed Monohull Design Based on Parametric Approach," J. of Ocean Engineering and Technology, Vol. 20, No. 3, pp. 82-87, 2006.