

스캐너를 활용한 대면적 Coverlay 절단 Laser Coverlay Cutting of Large-area using Scanner System

#이제훈¹, 윤광호¹, 김경한¹

#J.H.Lee(jaholee@email.com)¹, K.H. Yoon¹, K.H.Kim¹

¹한국기계연구원 광응용기계연구실

Key words : scanner, stage, coverlay cutting, large-area

1. 서론

최근 레이저 미세공정은 친환경 공정으로 각광 받고 있으며 가공 도구인 레이저빔의 고 집속 및 시공간적 정밀제어가 가능하여 반도체, 전자, 자동차, 메카트로닉스 등의 첨단산업 분야에서 고품질의 부품을 가공하는데 필수적인 기술로 널리 활용되어 왔다. 그 중 FPCB는 연성회로기판이라 불리며 폴리이미드를 주요 소재로 하여 10 μ m 두께의 아주 얇은 절연필름위에 동박을 붙인 잘 구부러지는 인쇄회로기판으로 회로기판 단독으로 고밀도 배선, 3차원 배선이 가능하여 제품의 소형화, 경박화를 가능케 하며 굴곡성, 연속생산방식이 가능하여 현재 디지털카메라, 캠코더, 프린터 헤드, 하드디스크, 정밀기기 등 중소형 전자부품의 핵심기판으로 사용되고 있다. 이러한 FPCB 절단은 공작기계에서 레이저로 시스템으로 대처하려는 시도가 다양하게 나타나고 있다. 본 논문에서는 대면적의 FPCB Coverlay 절단을 위하여 레이저 가공 시스템을 설계하였다. 기존의 정밀한 레이저 시스템의 영역한계를 극복하고, 연속적인 FPCB Coverlay 절단 할 수 있는 패스 알고리즘을 적용하였다. 350×350 mm 크기에 6개의 동일한 FPCB 샘플 가공을 통하여 시스템의 우수성을 증명하였다.

2. 시스템 구성

실제 스캐너가 작업할 수 있는 영역은 하기의 그림과 같은 50×50 mm 영역에 2²⁰ 분해능으로 가능하다. 그러나, 대면적 FPCB에 작업을 위해서는 넓은 영역의 스캐너가 필요하게 된다. 스캐너의 작업영역은 스캐너 앞단에 장착되어 있는 초점렌즈의 초점거리에 연관이 있으며 초점거리가 클수록 작업영역은 증대되나, 분해능의 제한되어 있으

므로 정밀한 가공이 불가능하다. 개발한 방법은 스캐너 제어보드에서 2²⁰으로 전체 좌표를 포함하며, 이론적으로 x축, y축의 좌표 값의 범위는 (0,0)을 좌표의 중점으로 하여 양의 방향으로 +524287음의 방향으로 -524288까지 표현할 수 있다. 이 스캐너 제어보드에 MOTF 제어보드를 결합하면 넓은 범위를 가공할 수 있는 지령이 가능하다. MarkAbs_1, JumpAbs_1 명령은 long(32bits) 범위를 지령할 수 있는 명령어이다. 실제가공 가능한 범위는 2²⁰이며, long 값의 virtual scan field 를 2²⁰값의 범위에서 가공하기 위해서는 스테이지 엔코더 신호를 입력 받아 다음과 같은 virtual scan field 를 actual scan field 로 좌표 변환이 필요하다.

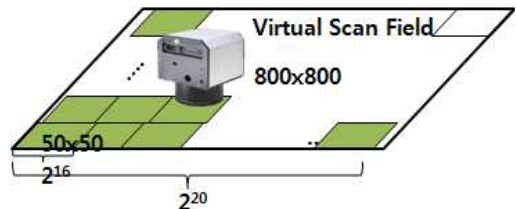


Fig. 1 Virtual scan field concept for a large area scan

3. 소프트웨어 구성

최적 경로생성은 연동 레이저를 구동하기 위해서 스테이지의 경로를 계산하여 스캐너-스테이지 모두 최적의 가공 경로를 갖게 되어 궁극적으로 최적의 가공 품질 및 속도를 보장하게 된다. 이때 스테이지의 경로는 주축으로써 가공도면을 단순화한 경로가 되며 미세한 가공 부위는 스캐너가 주로 담당하게 된다. 최적경로생성 알고리즘을 위해서는 가공도면에서 스테이지의 경로를 생성하게 되는데, 스테이지의 가공경로를 최소화하면서

가감속을 최소화하는 방향으로 최적화 하는 알고리즘을 채택한다. 이때 스캐너의 가공영역이 가공도면을 포함할 수 있는 구속조건으로 가지고 있다. 또한, 가공 품질의 향상을 위해서 정속의 가공속도를 유지함으로써 가공시편에 단위시간당 레이저 에너지 조사량을 일정하게 하는 것이 핵심기술이다.

가공경로를 표현하기 위하여 우리는 NURBS(Nonuniform Rational B-Spline)를 이용하였다. 이러한 곡선의 형상을 표현하는 수학적 방법은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 첫째는 비매개 변수식(nonparametric equation)의 형태이고, 둘째는 매개변수식(parametric equation)의 형태이다.

비매개 변수식은 직관적인 해석이 편리하다는 장점은 있지만, 좌표계의 중속성과 형상 경계 표현의 어려움, 3차원 공간 상의 제약성 등으로 인하여 곡선의 표현에는 잘 사용되지 않는다. 매개 변수식은 이와 같은 문제점들을 해결할 수 있으며, 각 축의 운동을 독립적으로 계산할 수 있기 때문에 공작기계나 로봇의 제어에 많이 적용된다.

그림2는 레이저 가공을 하기위한 운영UI 이다. 가공도면 또는 G-code를 불러오는 메뉴와 기타 여러 가지로 구성되어 있다. 메인창은 다시 레이저 셋팅, 스캐너 셋팅, 모션 셋팅, 비전 셋팅 메뉴를 따로 만들어 각각의 파라미터들을 조작할 수 있도록 하였다.

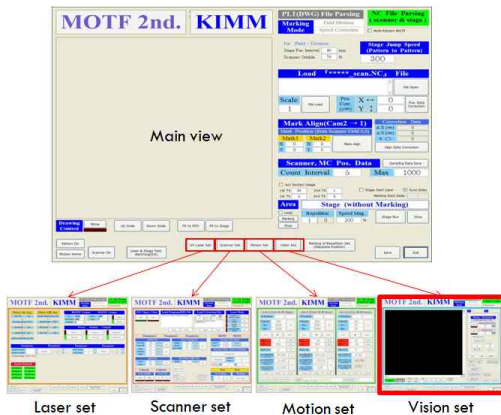


Fig. 2 Processing software configuration

4. 실험

우리는 Coverlay에 레이저를 조사하여 커팅(cutting)하는 실험을 하였다. 4[W] 레이저 출력, 가공속도 170mm/s Rep.rate 는 60[kHz], 가공횟수는 한번으로 하였다.



Fig. 3 Processing results using on-the-fly

5. 결과

본 논문에서는 초점거리를 늘리지 않고, 대면적을 가공할 수 있는 방법을 제시 하였다. 스캐너-스테이지 연동 방식에 의해 레이저 가공할 수 있는 시스템을 제작하였고, 또한 대면적 가공 알고리즘을 통하여 실제 FPCB 패턴을 가지고 연속적인 가공이 가능함을 관찰하였다. 이는 가공 품질의 향상 및 가공속도 증대를 가져올 것으로 예측된다.

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. Am, 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.