

3D 프린팅 기술과 표면 열처리 기술 기반의 3차원 촉각 형상 제작 기술 개발

3D printed tactile pattern formation with thermal reflow method

조원진*, 이현주, 문명운

한국과학기술연구원 계산과학연구센터 3D Printing Group (E-mail:wjjo@kist.re.kr)

초 록: 3D 프린터를 이용하면 짧은 시간에 복잡한 3차원 형상을 제작하는 것이 가능하며 적층하는 횟수를 조절하여 제작물의 크기와 모양, 두께를 쉽게 조절할 수 있다. 또한, 표면 열처리 기술을 적용하여 열로 표면을 처리하게 되면 매끄러운 표면 도출과 함께 외부 충격에 대한 내구성 및 접착력을 향상시킬 수 있다. 이러한 표면처리 기술은 촉각패턴과 표면과의 접착력의 제어가 가능하기 때문에 종이뿐만 아니라, 플라스틱, 금속, 세라믹 등 다양한 소재로 이루어진 표면에 적용이 가능하다. 따라서 본 연구에서 제안하는 3D 프린팅 기술과 표면 열처리 방식을 이용하면 기존의 점자 제작 방식을 개선할 수 있으며 기존 방법으로 표현하기 어려웠던 교과서 내에 삽입된 다양한 유물이나 동식물의 성장 과정 모델 등의 학습 자료를 입체적으로 만들 수 있다.

1. 서론

최근 점자 프린터 등의 개발로 시각장애인들의 편의성이 높아졌지만 책자의 부피나 내구성 등 해결할 문제가 많으며 점자책 외에 시각장애인들이 사용할 수 있는 제작물 종류 또한 제한적이다. 본 연구에서는 생산기술의 혁명이라고 일컬어지는 3D 프린팅 기법과 3차원 표면 열처리 기술을 결합하여 쉽고 빠르게 시각장애인을 위한 점자 및 촉각 제작물을 만들 수 있는 기술을 개발하였다 [1,2]. 3D 프린터 기법 중 컴퓨터지원설계(Computer Aided Drawing, CAD) 데이터를 활용하여 3차원의 모델 자료를 기반으로 열가소성 필라멘트를 한층 한층 쌓아 올리는 FDM (Fused Deposition Modeling) 적층가공 기법을 이용하였다.

2. 본론

점자 및 교과서에 수록된 그림들을 설계 작업을 통해 3차원 이미지로 제작하고 STL 이미지 파일 포맷으로 변환하였다. FDM 프린팅 기법을 사용하여 열가소성 필라멘트인 PLA (Polylactic acid)를 순간적으로 가열하여 노즐 장치에 의해 압출시킨 후 0.2 mm 두께로 쌓아 올려 견고하고 열적으로 안정적인 형상을 출력하였다. 시각 장애인을 위한 촉각 제작물은 대부분의 정보 습득이 손의 감각으로 이루어지기 때문에 매끄러운 표면과 강한 내구성을 확보하는 것이 관건이다. 하지만 FDM 방식으로 제작된 형상은 적층방식에 따라 생기는 층간의 경계선과 리트렉션과 이동 과정에서 형성되는 표면의 거칠기가 표면의 정밀도에 영향을 준다. 이러한 문제를 해결하기 위해 형상 제작 후 표면을 Thermal Flow 방식으로 후처리하였다. 재용융점 이상의 온도 (160도)에서 열로 표면을 처리하게 되면 고체화된 필라멘트가 다시 녹으면서 표면의 미세 구조 내로 스며들어 제작물 사이에 접착력이 향상되는 효과가 있다.

3. 결론

FDM 방식에 의해 출력된 형상에 열이 가해지면 열판의 온도가 열가소성 필라멘트의 용융점에 도달하게 되어 분자간 결합이 느슨해지고 점성이 낮아져 적층된 필라멘트가 다시 재용융 되었다. 이러한 과정에서 적층된 형상 내의 표면에너지를 축소화하려는 표면장력에 의해 표면이 리플로우 (reflow) 되어 매끄러워지는 효과를 얻을 수 있었다 (그림 1). 또한 재용융되는 동안 고체화된 필라멘트가 녹으면서 표면의 미세 구조 내로 스며들어 제작물 사이의 접착력이 향상될 수 있었고 (그림 2) 기존 종이 재료보다 재료 자체의 내구성이 높아져 외부 충격에 대한 내구성 또한 향상되었다.

참고문헌

1. W.Jo, J.H.I, R.A.Harianto, J.H.So, H.Lee, H.J.Lee, M-W.Moon. J Vis Impair Blind., Accepted. (2015)
2. W.Jo, D.H.Kim, J.S.Lee, H.J.Lee, M-W.Moon, RSC Adv., 4 (2014), 31764-31770

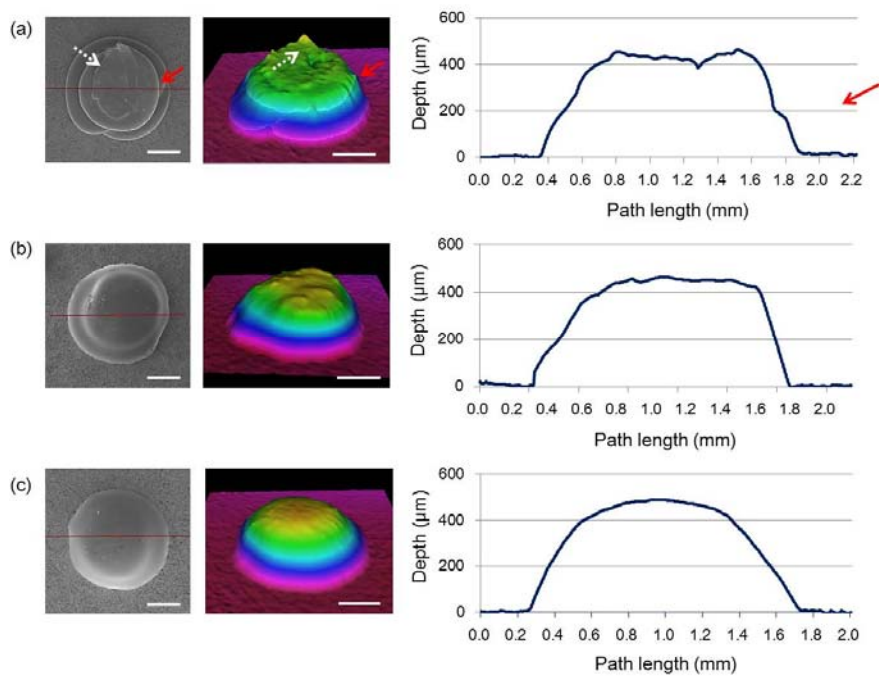


Fig. 1. 열처리 시간에 따라 표면이 매끄러워지는 효과 발생

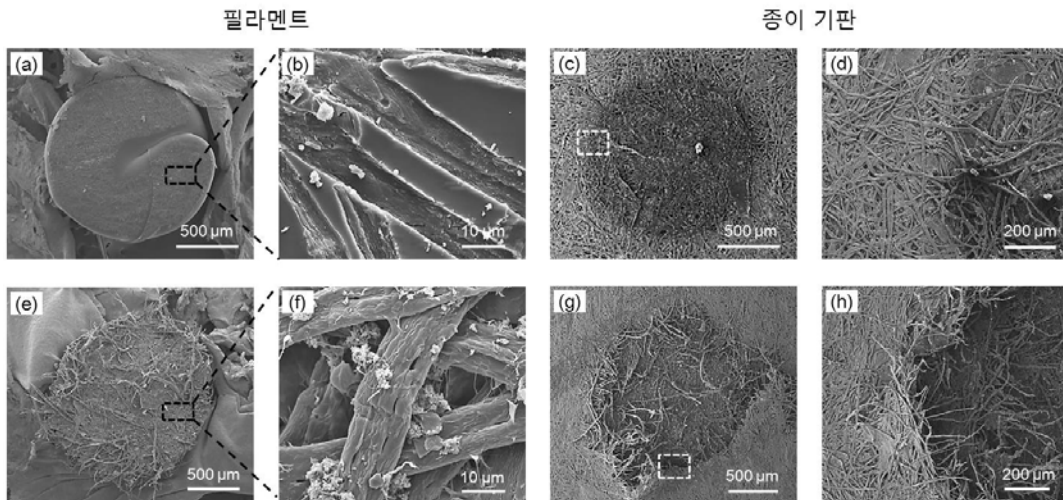


Fig. 2. 열처리 공정 전·후 종이 기판에서 탈착된 점자 형상의 뒷면 이미지 (a,b: 처리 전, e,f: 처리 후)와 탈착된 자리를 보여주는 종이 기판 이미지 (c,d: 처리 전, g,h: 처리 후)