

3D 프린팅을 통한 자동차 인쇄 (3D Printing a Car)

[발췌인] 김동욱
강릉원주대학교 산업정보경영공학과
donguk@gwnu.ac.kr

지난달(2014년 9월) 시카고에서 열린 국제 제조 기술 전시회(International Manufacturing Technology Show)에 방문한 참석자들에게, 로컬 모터스(Local Motors)의 3D 프린팅 데모는 반드시 보아야 하는 전시였다. 설계와 제조가 통합 생산된 자동차가 새롭게 설계된 대규모 3D 프린트 장비를 이용하여 5일 간의 전시회 기간 동안 직접 프린트 되었다. 잠재적으로 이러한 방식의 프린팅은 자동차 설계와 제조를 위한 새로운 가능성을 열어줄 뿐만 아니라, 보다 가벼운 컴포넌트와 수송도구를 저비용으로 생산 가능하도록 해줄 수 있다.

로컬 모터스는 새시, 차체, 시트 및 그 외 인테리어 구성 요소들을 몇 개의 커다란 덩어리로 프린트했고, 그런 다음 기존에 만들어진 구동 요소들, 타이어, 운전대 및 다른 부품들과 연결을 하였다. 프린트된 자동차 스트라티(Strati)는 전시회 폐막 시 전시회장 바닥에서 시험 운행 되었다. 로컬 모터스는 해당 자동차를 만들기 위하여 SABIC Innovative Plastics사의 탄소섬유 복합 ABS를 이용하였다.

이 기술은 테네시 소재의 오크리지 국립 연구소(Oak Ridge National Laboratory)로부터 시작하였다. 애초에 오크리지는 로키드 마틴(Lockheed Martin)사의 요구로 XY 갠트리(gantry) 시스템의 로봇에 플라스틱 압출기가 부착된 대규모 프린팅 장비를 만들었다. 그 후 오크리지는 해당 프로세스의 상업화를 위하여 오하이오주에 기반을 둔 기계 공구 제조사인 신시네티사(Cincinnati Inc.)와 팀을 구성하였다.

신시네티사의 시장 개발 매니저인 릭 네프(Rick Neff)는 다음과 같이 말한다. “로컬 모터스는 오크리지 연구소에서 갠트리의 프로토타입을 보았고, 우리가 장비를 만들기 전부터 자동차 프린팅의 개념을 만들기 시작했습니다.”

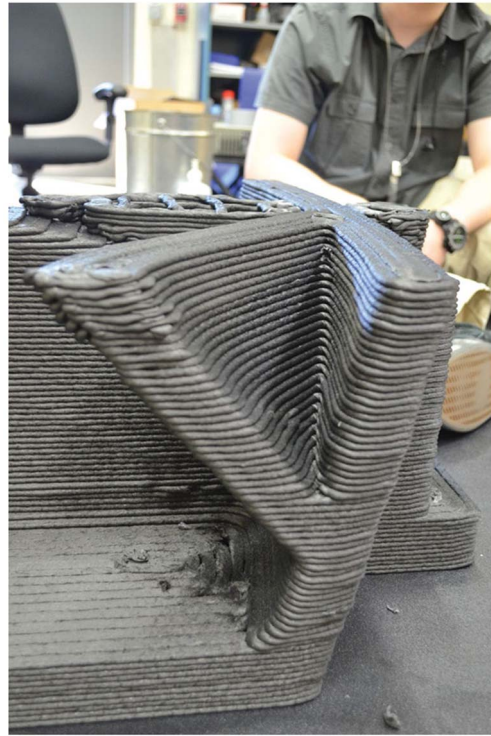
오크리지 연구소에서 스트라티 업무를 감독한 엔지니어인 제임스 얼(James Earle)에 의하면, 로컬 모터스 CEO인 제이 로저스는 해당 시설을 방문했을 때 곧바로 자동차 제조에서의 가능성을 보았다고 한다. 로컬 모터스는 구성원들에게 설계 경쟁 과제를 설정했다. 제임스 얼은 다음과 같이 말한다. “또한 우리는 기존의 자동차 제조에서와는 매우 다른 설계 원칙을 발표했습니다.”



시작품의 도로 시운전



스트라티의 렌더링 이미지



3D 프린트된 스트라티 부품의 근접 사진



신시내티사(Cincinnati Inc.)의 B.A.A.M. 3D 프린팅 시스템

설계는 쉽게 프린트 가능하도록 수정해야 했다. 예를 들어, 지지대 없이는 프린트하기 어려운 돌출 부위 같은 요소들은 제거해야만 했다.

205건의 후보 중 스트라티를 위해 최종 선정된 설계는 이탈리아 디자이너 Michele Anoe로부터 나왔다. 신시내티사는 자동차를 프린트하기 위해 Big Area Additive Manufacturing 또는 B.A.A.M. 이라 불리는 3D 프린팅 시스템을 만들었다.

B.A.A.M.은 $2 \times 4 \times 0.87 \text{ m}^3$ 의 부피를 가지고 있다. 릭 네프는 다음과 같이 말한다. “이런 종류의 커다란 시스템에 있어서 당신이 직면할 문제들은 작은 부품을 프린트 할 때와 비교해보면 말 그대로 크기만 다를 뿐 완전히 동일합니다.” “사람들은 3D 프린팅을 이용하면 모델을 복잡하게 만들어도 추가비용이 들지 않는다고 말하지만 실제로는 그렇지 않습니다. 부품을 더 복잡하게 만들수록 플라스틱을 압출하기 위해 더 작은 노즐을 사용해야 합니다. 복잡도를 위해 속도를 희생해야 합니다. 우리가 속도를 내고자 한다면, 더 큰 노즐을 필요로 할 것이고, 이로 인해 복잡도를 잃게 될 것입니다.”

릭 네프는 대부분의 프린트된 부품들 또한 일반적인 후처리 과정이 필요하다고 부연한다. “우리는 정교하게 할 필요가 있을 때나 구동 시스템 또는 서스펜션과의 연결 부위에 대해서는 추가적인 가공을 해야 합니다.”

로컬 모터스의 CEO이자 공동 설립자인 존 제이 로저스는 스트라티가 제조되는 방법을 설명하는 넓은 개념의 새로운 용어를 소개한다. “우리는 그것을 단순한 3D 프린팅이라 부르지 않고, 직접 디지털 제조(direct digital manufacturing)라 부릅니다. 이것은 부품의 복잡도를 줄이는 아이디어로부터 발견되었습니다. 우리는 자동차의 복잡도가 컴퓨터, 설계 소프트웨어, 프린팅 기계, 밀링 기계의 능력에 맞추어지기를 원했습니다.”

로컬 모터스는 오크리지 연구소에서 첫 번째 시작품인 스트라티를 2014년 5월에 만들었고, 6월에는 도로 시험을 수행 하였다. 첫 번째 것을 만드는데 38 시간이 걸렸으며, 구동트레인, 서스펜션과 다른 기계적인 부품은 르노의 전기차 Twizy로부터 가져왔다.

대량 고객화(Mass Customization)

애초에 로컬 모터스는 IMTS 전시회에서 스트라티를 하나의 덩어리(one piece)로 만들 계획이었으나, 실제로는 여러 부품으로 나누어 프린트한 후 모두 결합하여 만들었다. 제임스 얼은 다음과 같이 말한다. “우리는 그것을 하나의 덩어리로 프린트할 수 있는 공간을 가지고 있지만, 우리가 사용하는 압출기는 부품이 높은 온도를 유지할 수 있게끔 하는 충분한 소재 흐름 속도를 가지고 있지 않아서 부품이 식을 때 변형이 발생하는 문제에 부딪혔습니다. 그래서 우리는 부품을 프린팅하는 동안 온전한 상태를 유지할 수 있도록 부품의 크기를 줄여야만 했습니다.”

그는 그것은 궁극적으로 극복해야 할 도전 과제라고 말한다. 또한 신시내티사는 B.A.A.M.의 훨씬 크거나 작은 버전을 만들 수 있는 능력을 가지고 있다.

전체 자동차를 3D 프린트하는 것은 미래의 자동차 설계에 대한 원대한 영향을 미칠 것이다. 그 중

하나, 프린팅을 통하여 필요한 개별 컴포넌트의 개수를 줄여주어 자동차의 복잡도를 크게 줄일 수 있다.

제이 로저스는 다음과 같이 말한다. “세계는 인터넷에 의해 가속화된 길 위에 있습니다. 그 길은 가상 설계가 물리적 제조와 만나도록 이끕니다. 전기 자동차가 1905년부터 이야기되어 오다가 최근야 비로소 널리 가능하게 것과 같습니다. 가끔은 티핑 포인트가 되기까지 100년의 시간이 걸리기도 합니다. 저는 티핑 포인트가 현재 진행 중이라 강하게 느껴 집니다. 당신은 제조를 위한 설계, 적층 제조를 위한 설계, 또는 직접 디지털 제조 등을 보고 있고, 결국에 우리는 만족스럽게 시작품이란 단어를 과거의 것으로 바꾸고 있습니다.”

제이 로저스는 시작품이란 단어가 소비자에게 있어서 다시는 보지 않게 될 제품이라는 것을 의미하기 때문에 그 단어를 싫어한다고 말한다. “특히 사람들이 CAD 디자이너들에게 바라는 것은 ‘당신이 설계할 수 있다면 현실화 가능할 수 있다’일 것입니다.”

로컬 모터스 커뮤니티의 구성원들에게, 현실화를 위한 첫걸음은 종종 Siemens PLM 소프트웨어의 솔리드에지로 시작한다. 거의 3년 전 Design1이라 불리는 솔리드에지의 특별판이 나왔고, 로컬 모터스는 19.95 달러의 월 이용료로 사용할 수 있었다.

제이 로저스는 다음과 같이 말한다. “그것은 우리에게 전문가 등급의 CAD 소프트웨어를 기본적으로 매달 피자 한 판의 가격으로 구입하여 사용할 수 있게끔 하였습니다. 그것은 우리에게 정말로 중요했습니다.”

시니어 부사장이자 Siemens PLM 소프트웨어의 제너럴 매니저인 Karsten Newbury는 소프트웨어 대역을 제공하는 회사의 움직임은 디지털 엔터프라이즈에 대한 것이라고 말한다.

“소비자 세계에서 핵심적인 경향 중 하나는 대규모 개인화입니다. 이는 사람들이 본인만을 위한 어떠한 것을 자기들 손에 실제로 가지기까지의 시간을 단축시킵니다. 이는 단순히 3D 프린트된 자동차만을

말하는 것은 아닙니다. 이는 실제로 우리가 디지털 엔터프라이즈라고 부르는 전체 프로세스에 관한 것입니다.”

이러한 기업에서, 만약 설계자가 기존의 더욱 복잡한 제조 모델에 대한 제약조건을 고려할 필요가 없다면, 이는 스타일링과 내구성과 관련한 모든 종류의 가능성을 열어줄 것이다. 예를 들어, 자동차 제조에서 여러 군데의 용접 부위, 볼트 또는 클립의 필요를 줄여준다면 수 백 가지 고장 가능 부위를 제거할 수 있을 것이다.

릭 네프는 다음과 같이 말한다. “현재의 자동차 제조에서는, 제조 원가가 비싼 수백 개의 스탬핑 부품이 존재하며, 그것들은 잘 준비해서 도색하고 용접해야 합니다.” “이러한 것을 모두 하려면 많은 기계 시간과 노동 시간을 필요로 합니다. 3D 프린팅을 이용하면 이러한 작업의 대부분을 한번에 할 수 있도록 해주어, 미래의 대량 고객화를 위한 가능성을 열어 줍니다.”

릭 네프는 이어서 말한다. “저는 로컬 모터스가 GM이나 포드를 가까운 시간 안에 대체할 것이라 생각한다고 여기지 않습니다만, 매우 개인화된 자동차를 구입하길 원하는 사람들은 존재할 것이라 생각합니다.” “이것은 자동차를 만들 때 소요되는 노동 시간을 많이 줄여주고, 일반 소비자에게로의 대량 고객화가 가능하도록 만들어 줍니다.”

경량화의 관점에 있어서, 3D 프린팅은 좌석과 같이 많은 하중을 받지 않는 부분의 무게를 줄일 수 있는 가능성을 제시한다. 제임스 얼은 다음과 같이 말한다. “당신은 자동차에 적용되는 소재를 선택적으로 사용할 수 있습니다. 구조와 관련된 부분은 고강도 소재를 사용하고, 다른 부분들은 저밀도 소재를 사용할 수 있습니다. 단순히 소재만 바꾸어도 자동차의 무게를 상당히 많이 줄일 수 있습니다.”

릭 네프는 자동차가 가벼운 무게의 소재로 프린트 되었다고 해서 저절로 가벼워지는 것은 아니라고 주의한다.

“탄소 강화 플라스틱은 상당히 가볍지만, 이번 자동차에는 많은 소재가 사용되었습니다. 새로운 기업 평균연비제도(Corporate Average Fuel Economy,

CAFE)를 만족하기 위해서 자동차는 더욱 가볍고, 강하고, 공기역학적이어야 합니다. 적어도 이것은 사람들에게 자동차의 시작품을 만드는 방법과 더욱 쉽고 빠르게 공기역학을 실험할 수 있는 방법을 제공할 것입니다.”

비록 대규모 운송장비의 프린팅에는 몇 년이 걸릴 것 같지만, 자동차와 우주 산업에서는 다이(die)를 제작하여 더욱 빠르고 값싸게 툴링(tooling)하기 위해 이 기술에 관심을 가지고 있다.

제임스 얼은 컴퓨터 수치 제어 프로세스를 언급하며 다음과 같이 말한다. “항공기 제조사가 부품을 만들 때, 툴링을 위한 다이를 제작해야 하고, 특정 형상을 위해서는 커다란 조각의 금속 CNC 절삭을 필요로 합니다.” “그것은 많은 비용이 듭니다. 특히 항공기의 경우, 날개 금형 하나에서 단 100여개 정도의 부품만을 만들어 냅니다.”

제임스 얼은 3D 프린팅을 이용할 경우, 똑같은 금형을 훨씬 적은 비용으로 만들 수 있고, 짧은 소요 시간이 든다고 말한다: “이것은 몇 일 대 몇 개월의 차이입니다. 또 다른 장점은 이러한 금형들을 보관할 필요가 없으며, 추후에 다시 프린트할 수 있습니다.”

자동차산업의 경우, 더욱 저렴하고 빠른 시작품 제작은 맞춤형 자동차의 제작과 함께 곧바로 적용할 수 있는 분야이다. 그러나 자동차를 견고하고, 제조가 용이하고, 기존의 모델보다 훨씬 가볍게 프린트할 수 있다면, 수리가능성의 의미는 어떻게 될까? 만약 전체 차체가 하나의 덩어리(one piece)로 만들어 졌다고 했을 때, 충돌로 인해 후면 펜더가 손상을 입는다면 무슨 일이 일어날까?

제임스 얼은 다음과 같이 말한다. “만약 패널을 교체해야 한다면 지금은 수 천 달러의 비용이 들 것입니다.” “우리는 패널 수리보다 적은 비용으로 전체 자동차를 다시 프린트할 수 있도록 하는 기술을 확보하려고 합니다.” 한편으로, 서로 다른 부분은 다른 소재로 프린트 할 수 있을 것이다. 예를 들어, 범퍼의 경우 더욱 부드럽고 충격을 흡수하는 소재로 만들어서 신속히 교체할 수 있도록 할 수 있을 것이다.

본 기사가 게재된 시점에서, 로컬 모터스는 IMTS 데모 이후 또 다른 스트라티를 생산할 계획을 가지고 있지 않으나, 신시내티스와 오크리지 연구소는 프린팅 기술을 계속해서 개선해 나가고 있다. 몇몇의 프로토타입 B.A.A.M. 시스템이 테스트 중이고, 신시내티사는 이 부분을 위한 잠재력 있는 응용분야의 협력 업체를 찾고 있다.

사 사

본 기사는 본 학회의 편집위원인 강릉원주대학교 산업정보경영공학과 김동욱 교수가 2014년 10월호 Desktop Engineering(홈페이지 <http://deskeng.com>)지에서 Brian Albright의 “3D Printing a Car” 기사를 발췌 및 번역한 것이다.