

디지털 3차원 실물 복제기 나왔다

글_ 김동수 한국기계연구원 책임연구원 kds671@kimm.re.kr

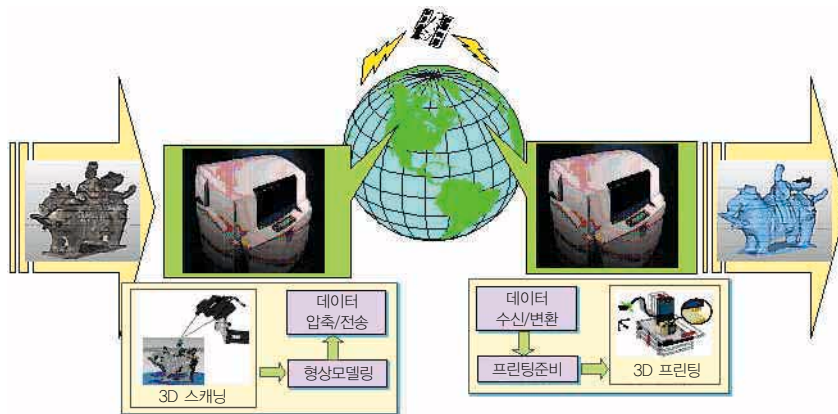
디지탈 3차원 실물복제기(RODS; Real Object Duplication System)는 3차원 스캐닝 기술, 임의형상 제작 기술 및 네트워크 기술 등의 복합기능이 내장된 장치로서, 임의형상의 물체를 3차원 스캐너로 스캐닝하여 바로 또는 인터넷을 통해 원거리로 전송한 후, 임의형상제작시스템(SFFS; Solid Freeform Fabrication System)을 이용해 수 시간 이내에 동일한 제품을 복제해 내는 장비를 말한다.

신속하게 3차원 실물 그대로 복제

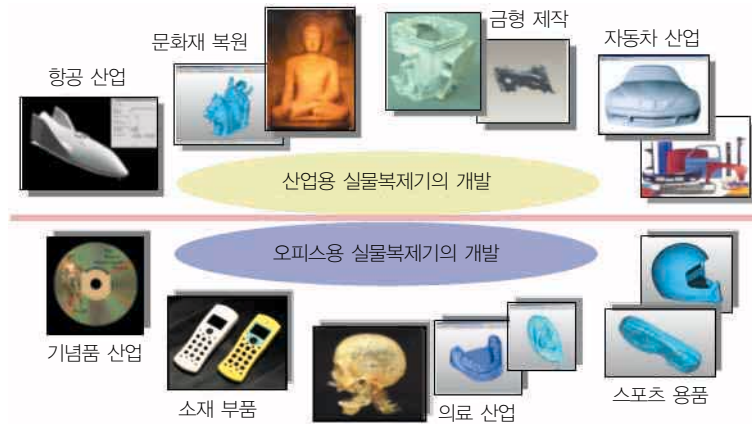
임의형상제작시스템은 다품종 소량생산 환경에 적합한 제품의 제작 방식으로서 설계 개념 파악은 물론, 실제 기능을 할 수 있는 기능성 제품을 직접 제작할 수 있는 장치이다. 제작 시간이 불과 수 시간에 불과하기 때문에 3차원 실물을 직접 제작·검증할 수 있다. 또한 제작할 부품의 형상이 복잡할수록 CNC 가공과 같은 기존 장비를 이용하여 제작하게 되면, 그 비용 및 가공시간이 기하급수적으로 증가하지만 임의형상제작시스템을 사용할 경우 적은 비용과 짧은 시간으로 제작이 가능하다는 장점이 있다.

실물복제기는 자동차 엔진블록, 휴대폰 케이스 등의 각종 부품 개발뿐만 아니라 컵이나 액세서리 등의 생활용품 등의 다양한 분야에 적용 가능한 기기이다. 최근 들어 영화, 게임, 교육용 자료 및 광고 등이 대부분 디지털 콘텐츠의 대상이 되어 가고 있다. 기술적인 관점에서 보다 더 강력한 리얼리즘의 욕구가 주요 사안으로 부각되었다. 이에 따라 실세계에서 그대로 복제된 듯한 캐릭터와 배경을 연출하는데 있어 3차원 실물복제 기술이 큰 주목을 받고 있다.

복합 시스템은 단일 기능을 수행하는 여러 제품을 하나의 제품으로 통합함으로써 기능적·구조적 통합을 통한 원가 절감과 소형화, 개별 기능의 확대 등을 이루어 낼 수 있다. 실물복제 시스템은 개별적인 기능들의 통합을 통해 한 번에 여러 가지 일을 수행할 수 있는 기능을 갖게 되며, 디지털 네트워크 기능을 추가함으로써 활용도를 넓힐 수 있다. 하나의 제품에 기존 제품의 기능과 정보 통신 기능이 결합되면서 제조업 중심으로 사용되던 3차원 머신과 3차원 스캐너의 활용 분야가 일반 소규모 사무실이나 가정까지 보급이 확대될 것으로 보며, 제조업에서 정보통신 산업과 지식기반 산업으로의 연구 및 시장 확대가



<그림 1> 디지털 3차원 실물복제기 개념도



〈그림 2〉 디지털 3차원 실물복제기 응용분야

기대된다.

현재 디지털 3차원 실물복제기의 전세계 시장 규모는 약 1조 원이며, 매년 평균 성장률이 22%를 넘어서고 있다. 하지만 지금까지 국내에서는 기술력 부족으로 개발이 미미한 상태였으며, 미국의 3D 시스템社, Z-코프社, 독일 EOS INT社, 이스라엘의 오브젯社, 일본의 기라社 등에서 독점하고 있는 실정이다. 이번 디지털 3차원 실물복제기 요소기술의 국내 첫개발로 향후 상품화된 제품이 출시되면 연간 약 200억 원대의 수입대체 효과를 낼 것으로 기대된다.

3D 스캐닝 과정 완전 자동화

디지털 3차원 실물복제기의 핵심 요소기술 중의 하나인 3차원 스캐닝 기술의 경우 국내 스캐너 장비는 점차 소형화, 경량화, 자동화를 지향하면서도 많은 양의 측정정보를 신속하고 정밀하게 얻을 수 있는 연구를 진행하고 있으며, 주로 신체밀착형 제품제작, 문화재복원, 의료분야에 활발히 적용되고 있다. 국외의 경우 3차원 스캐닝기술에 대한 연구는 미국의 스탠퍼드대학, 카네기 멜론 대학, 프랑스의 국립 정보자동연구소 등에서 진행되고 있고, 사이버웨어, 디지털보트, 미놀타 등에서 고가의 3차원 측정장비를 개발하여 상용화하였다. 현재의 기술 추이는 다용량의 측정정보를 핸들링하면서도 다양한 기능을 빠르고 안정적으로 적용할 수 있는 알고리즘개발에 집중되고 있는데, 이는 피측정물의 크기가 점점 거대화되고 복잡해지는데 기인하고 있다.

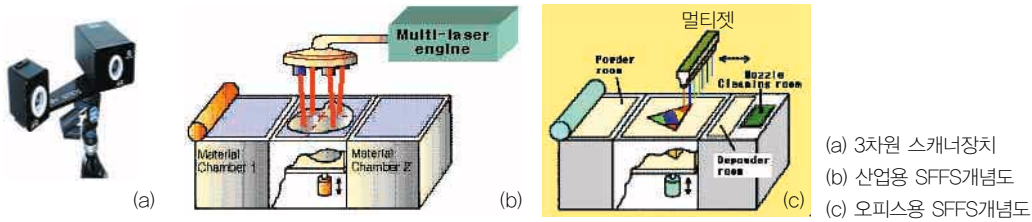
임의형상제작 시스템에 대한 국내·외 기술동향은 현재 실물

복제기의 요소기술에 대한 국내 연구의 경우, 고속제작 기술에 임의형상제작시스템을 이용할 수 있는데, 여러 대학 및 기업체에서 연구가 진행중이다. 국외의 임의형상제작시스템에 대한 연구는 미국 MIT의 3차원 프린팅기술, 루트거의 FDM(Fused Deposition Modeling)방법, Sandia National Lab의 LENS 방법에 대한 연구가 대표적이다. 그리고, 현재 임의형상제작 장비 회사들은 기존의 장비들을 작고 빠르게, 그리고 값싸게 공급하는 등 개선 노력을 기하고 있다.

한국기계연구원에서는 국내 연구진의 노력으로 국내에서 처음으로 3차원 스캐너와 산업용 및 오피스용 SFFS를 통합한 3차원 실물복제기를 선보이게 되었다. 연구 결과 국내외에서 다수의 논문과 특허를 보유했으며, 3차원 스캐너의 경우 일본에 수출하면서 그 기술을 인정받았다.

비접촉 3D 스캐너는 CMM(Coordinate Measuring Machine)장비에 비하여 해상도는 월등하지만 정밀도가 다소 떨어지는 단점이 있어서 측정장비로 제한된 분야에서 사용되어 왔다. 하지만 최근의 3D 스캐너는 정밀도가 매우 향상되어서 다양한 산업분야 전반에서 적용하려는 움직임이 활발해지고 있다. 이러한 3D 스캐너를 이용하여 측정대상물을 측정하는 과정은 3D 스캐너의 디스플레이창을 통하여 측정대상물이 보이는 적정위치에 위치시키고 환경에 따른 몇 가지 세팅값을 설정한 후에 측정대상물이나 3D 스캐너를 이동하면서 측정하면 된다.

3D 스캐너는 디스플레이 창에 보이는 부분만 측정이 되기 때문에 측정대상물이나 장비자체를 이동시키면서 모든 부분이



〈그림 3〉 3차원 스캐너 및 산업용/오피스용 SFFS 개념도 참조

다 보이도록 측정을 반복해야 된다. 이러한 측정원리로 측정이 끝나면 측정데이터를 한 축으로 정렬해주는 과정을 거쳐야 한다. 3D 스캐너를 사용하여 최종 측정데이터를 획득하기 위해서는 아직까지 이러한 여러 과정을 거쳐야 된다. 현재 이러한 과정에서 사용자의 지식과 측정노하우에 따라 다소 오차가 발생하고 있고, 측정과정에 대한 자동화가 매우 미흡한 상태다. 이번에 개발한 풀 3D 자동측정 기술은 측정대상물을 측정하는 과정을 자동화하여 사용자가 쉽고 편리하고 정확하게 3차원 측정을 할 수 있도록 한 것이다.

다이나믹 렌즈 시스템으로 정밀도 높여

임의형상제작시스템은 1987년 미국의 3D 시스템사의 SLA(Stereolithography Apparatus) 기술 개발 이후로, EOS(Electro Optical Systems), FDM(Fused Deposition Modeling), LOM(Laminated Object Manufacturing), SLS(Selective Laser Sintering), 3DP 등의 다양한 공정 기술이 개발되었다. 이러한 기술 중 고정밀, 고속제작, 대면적 및 기능성 부품 제작이 가능한 SLS 방식을 채택하여 산업용 임의형상제작시스템을 개발하였다. 또한 잉크젯 프린터 기술인 3DP 방식을 이용하여 저비용, 제작과 후처리 시간을 최대한 단축할 수 있는 고속 제작이 가능한 오피스용 임의형상제작시스템을 동시에 개발하였다.


이번에 개발된 산업용 임의형상제작시스템은 듀얼 레이저 시스템을 사용하여, 기존 제품보다 고속, 대형 물체 제작이 가능하며, 다이나믹 렌즈 시스템을 사용하여 레이저의 초점 거리를 항상 일정하게 유지함으로써, 제품의 정밀도를 높일 수 있었다. 그리고 오피스용 임의형상제작시스템에서는 핵심기술인 프린터 헤더의 900개 노즐을 동시에 제어 및 광경화 유닛을 추가 구성하는 아이디어로 제작 시간을 동급 장비의 1/2 이하로 단축시켰으며, 최대 3천600개의 노즐을 동시에 제어 가능한 기

술을 개발하였다.

국내 연구진에 의해서 개발된 디지털 3차원 실물복제기는 3차원 형상의 물체를 신속하고 정밀하게 스캔·전송·복제할 수 있는 시스템이다. 산업자원부 중기거점기술개발사업의 일환으로서 사업이 완료되는 2007년부터 여러 가지 효과가 기대된다.

기술적 측면에서는 복합제어 시스템 개발을 위한 정밀 지능제어 기술 개발, 글로벌 제조, 생산 시스템에 관한 요소기술의 정립, 제조 산업의 정보화 기술 촉진, 제조 정보 통신망 기술의 표준화로 시스템 통합의 용이성 및 유연성 제고, 인터넷 기반으로 시간과 공간의 제약을 받지 않는 가상 기업의 모델 제시 가능, 각종 산업 시스템에 첨단제어 및 신호처리 기술 적용을 통한 정보자동화 기술 개발, 제조 산업 설비에 첨단 정보 기술의 도입을 통한 자동화 및 정보화 기술 촉진 등이 예상되고 있다.

경제적 측면에서는 고속 정밀제어용 소프트웨어 개발을 통한 고부가가치 창출, 수입에 의존하던 정밀 가공 기술 개발 분야에서의 고부가가치 창출, 제조 자동화 분야의 정보통신 인프라 활용도의 극대화를 통한 가치 창출, 글로벌 생산 자동화 시스템 관련 기술 파급효과 및 시장 확대를 통한 세계 시장 확보, 선진 국형 산업기반의 구축으로 세계 시장을 선도할 것으로 보인다.

고용창출 및 인력양성 효과 측면에서는 공학 및 다양한 분야에서 범용적으로 필요한 수치적 최적화 기법의 연구 인력 확대, 취약한 국내 제조 정보 통신망 분야에 필요한 산업 인력의 양성, 글로벌 생산 및 물류 통제 시스템 분야에 특화된 전문인력 양성, 산학연 연계를 통하여 산업체에 필요한 제조 정보 통신망 분야에 관련된 첨단 실용 교육을 제공할 것으로 기대되고 있다. 



글쓴이는 영남대 기계공학과를 졸업 후, 동대학원에서 석사·박사학위를 받았다. 현재 부산대 지능기계과 교수를 겸임하고 있다.