

# 디지털 3차원 실물복제기 개발사업

김동수, 최두선, 최병오, 김성종 | 한국기계연구원

## 1. 기술개발 개요

디지털 3차원 실물 복제 시스템은 스캐닝, 임의형상제작시스템(SFFS: Solid Freeform Fabrication System) 및 네트워크 등의 복합기능이 내장된 장치로서 3차원 형상의 실물을 스캐닝하여 실물 그대로 복제하는 시스템으로, 제품개발 및 사무자동화 등 다양한 분야에 적용 가능한 기기이다.

3차원 실물복제시스템은 3차원 스캐닝, 영상처리, 형상 모델링, 임의형상제작, 네트워크 등의 단위 기술들이 통합된 기술의 집약체이다. 세계적으로 이러한 기술을 보유하고 있는 나라는 소수이며, 각각의 요소기술들이 하나의 시스템으로 통합되기 위해서는 각 요소기술 뿐 아니라 통합 측면에서의 많은 기술적인 문제들을 해결해야 한다. 그러므로 실물복제시스템의 개발은 기계, 정보전자, 제어, 전산, 소재 등 다양한 분야를 포괄하는 미래지향적 과제로서, 국내에서 원천기술을 확보하면 세계적으로 관련 분야의 기술을 선도할 수 있을 것이다. 실물복제시스템은 3차원 실제 모형의 시각화 용도로 이용하여 제품 개발 기간을 줄이는데 크게 기여 할 수 있으며, 제품의 형상, 기능, 조립성 등에 대한 검증과 최적화 측면에서도 산업적 수요가 기대된다. 또한 이 기술을 바탕으로 산업·사무 자동화 분야에서 국제적으로 우위를 점할 수 있을 것이다.

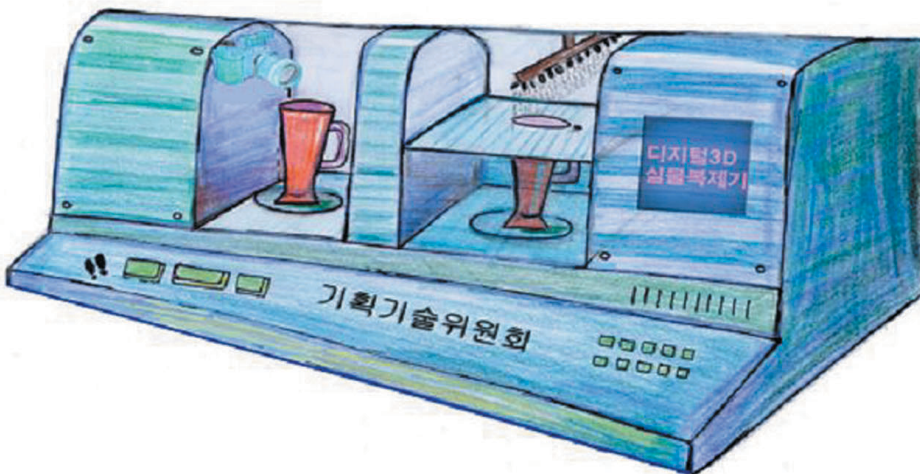


그림 1. 디지털 3차원 실물복제기 제품도

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. 실물복제시스템은 개별적인 기능들의 통합을 통해 한번에 여러 일을 수행할 수 있는 기능을 가지게 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 가정에까지 보급이 확대될 것으로 보며, 제조업에서 정보통신 산업과 지식 기반 산업으로의 연구 및 시장 확대가 기대된다.

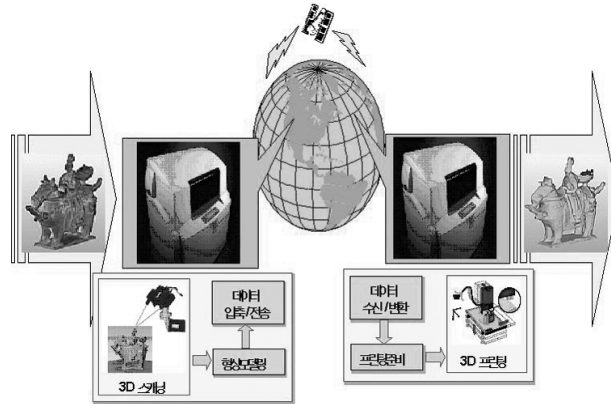


그림 2. 디지털 3차원 실물복제기 개념도

3차원 스캐너와 SFFS의 실물복제시스템 개발을 위한 3차원 센싱 기술과 정밀 가공 기계 기술 등 첨단 전자 부품 및 정보 처리 기술의 결합으로 정보화와 자동화로 대표되는 선진국형 산업 발전에 기여할 수 있게 된다. 또한 정보통신기기의 보급과 개인 소득 수준의 향상, 온라인 산업의 발전에 따라 개인의 온라인 원격 사무자동화에 대한 필요성이 증대되면서 3차원 복합시스템의 사용 분야는 일반 산업에서 개인까지 그 수요가 확대되어 타 산업의 발전에도 큰 몫을 할 것이다.

3차원 복합 시스템의 산업적인 측면에서의 응용 분야는 제품의 설계 단계에서 적용이다. 제품의 설계 단계에서 제품의 시각화, 검증과 최적화, 반복설계, 기능성 검사 등의 목적으로 3차원 복합 시스템을 활용할 수 있으며, 세부적 활용도를 살펴보면 다음과 같은 측면에서 사용할 수 있다.

첫째, 3차원 실제 모형의 시각화 용도로 이용하는 경우 제품 개발 기간을 줄이는데 크게 기여 할 수 있다. 둘째, 제품의 형상, 기능, 조립성 등에 대한 검증과 최적화 측면에서도 기여할 수 있다. 셋째, 실물

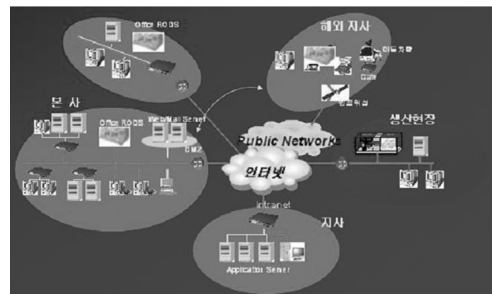


그림 3. 디지털 3차원 실물복제기 활용 개념도

복제시스템은 Desktop Manufacturing에 적용될 수 있다. 디지털 네트워크 기술과 결합되어 한번에 한 장소에서 설계와 스캔, 그리고 3차원 제작과 디지털 전송까지의 작업을 수행할 수 있다. 실물복제시스템의 소형화와 경량화가 가능해져 일반 산업 현장에서 개인 가정으로의 보급이 이루어질 것이며, 실물 컨텐

츠가 2차원에서 3차원으로의 전환이 이루어 질 수 있어 시각적인 전자 주문이나 검증용으로 일반 개인들이 인터넷 환경 하에서 사용이 확대될 것이다<sup>[1]</sup>.

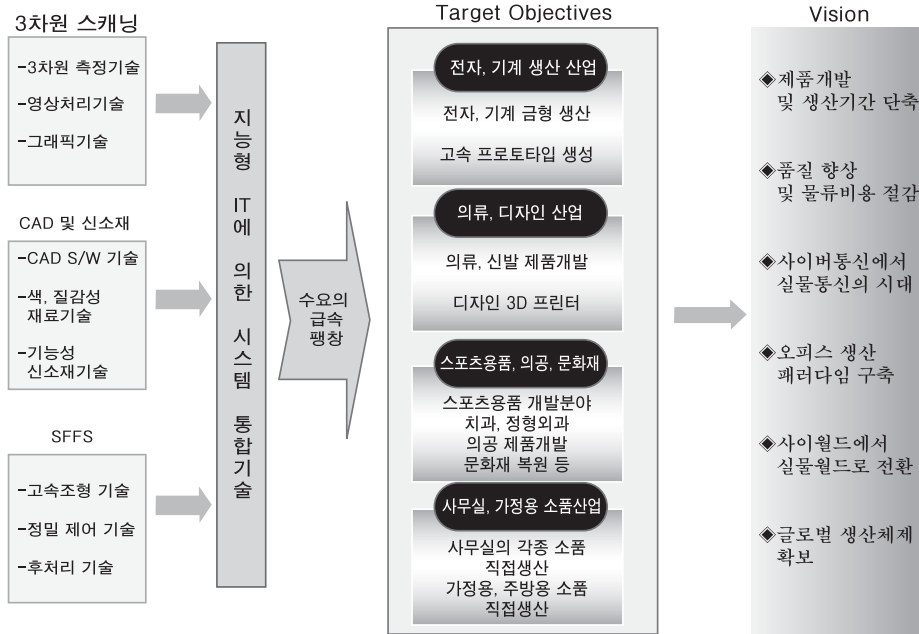


그림 4. 디지털 3차원 실물복제기 산업 로드맵

제조업 이외에도 응용 가능한 분야는 다양하다. 특히 인체의 완전한 3차원 측정 및 복원기술이 개발 되면 의류 자동 재단 및 제조, 신발, 미용, 골프클럽, 테니스 라켓, 스키, 자전거, 운동화 등의 스포츠 용품 개발과 뼈, 혈관 등의 재활과 수술계획, 의료 영상, 치과 응용, 성형외과 응용 등의 의료 분야에서 적용이 활발히 이루어질 수 있을 것이다. 또한 애니메이션, 문화재의 형상 복제, 얼굴 인식을 통한 보안 시스템에의 적용과 기념품의 제조 등에 활용이 가능하다<sup>[2]</sup>.

## 2. 기술개발 목표 및 추진체계

### 2.1 기술개발의 최종목표

3차원 형상의 물체를 신속하고 정밀하게 스캔·전송·복제할 수 있는 디지털 3차원 실물복제시스템을 기계 및 전자정보통신 기술을 이용하여 산업용과 소형인 오피스용으로 구분하여 개발하는 것을 최종 목표로 하며, 개발사양은 표 1, 2와 같다. 제1세부과제에서는 3차원 스캐닝 기술을 개발하며, 제2세부과제에서 멀티레이저 소결 방식의 산업용 SFFS 및 다중 분사 방식을 이용한 오피스용 SFFS의 핵심요소 기술이 개발되어진다. 이 두 세부과제의 결과를 통합하고 하드웨어/소프트웨어 병행설계, 상호 장치간의 인

터페이스 및 구성의 최적화 등 다양한 시스템 통합 기술을 적용하여 이를 실물복제시스템으로 상품화 개발한다.

표 1. 3D Scanner 개발 사양

구 분	단 위	3D Scanner	
		세계수준	개발목표
Measuring time	[m <sup>3</sup> /h]	0.5	2
Data processing time	[m <sup>3</sup> /h]	0.5	2
Accuracy	[mm]	0.03	0.02
Resolution	[mm]	0.5	0.2
Automation	-	중	상

표 2. 산업용 및 오피스용 SFFS의 개발 사양

구 분	단 위	산업용 SFFS		오피스용 SFFS	
		세계수준	개발목표	세계수준	개발목표
SFFS Size	W×H×L [mm]	1350×1980×2130	1000×1500×1500	790×1020×1120	500×800×800
Build Size	W×H×L [mm]	320×445×370	500×500×500	203×203×254	300×300×300
Accuracy	X,Y,Z [%]	0.3	0.3	0.5,0.5,1	0.5,0.5,1
Layer thickness	[mm]	0.05	0.05	0.004~0.25	0.07~0.25
Build time	[Hr]	10~16	6~10	3~5	2~4
Materials	-	고분자,세라믹,금속	고분자,세라믹,금속	석회석돌가루, 옥수수분말가루	석회석돌가루, 옥수수분말가루
Cost	[억원]	4.5	2~2.5	2~2.5	0.3~0.5

## 2.2 단계별 연구개발 내용 및 범위

본 사업은 5년간 12단계로 나누어 수행되며, 제 1단계에서는 주로 디지털 3차원 실물복제기 시스템에서 필요로 하는 핵심 요소기술에 대한 연구를 수행하고, 1·2세부 각각의 시제품을 개발하게 된다. 제 2 단계에서는 1·2세부의 기술을 통합하여 디지털 3차원 실물복제기 시제품을 개발하며, 실물복제기 활용을 위한 실용성을 구축 시키는 단계로 수행된다. 현재, 1단계 2차년도 연구를 수행하고 있으며, 1단계의 연구내용은 표 3과 같다.

표 3. 1단계 연구개발 내용

구 분	주요 개발내용
1세부	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multi-view 자동 측정 기술 개발</li> <li>▪ 폴리곤 데이터 최적화 기능 개발</li> <li>▪ Full 3D 스캐너만의 독립응용기술 및 지원 소프트웨어 개발</li> <li>▪ 스캔데이터의 고품질 필터링/샘플링 기능 개발</li> </ul>

구 분	주요 개발내용
2세부	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪멀티레이저 소결방식의 원천기술개발</li> <li>▪레이저 Sintering 헤드 유니트 개발</li> <li>▪마이크로젯 헤드 유니트 개발</li> <li>▪산업용 및 오피스용 스테이션 시스템 개발</li> <li>▪가상시작시스템(VPS)개발</li> <li>▪재료기술 개발</li> <li>▪X, Y, Z 고속, 고정밀 제어 · 자동화시스템 개발</li> </ul>

### 23 연구조직 및 추진전략

연구조직은 그림 5와 같으며, 핵심기술 확보를 위한 전략으로 선진국에서 활용중인 복합시스템의 정확한 기술적 분석을 수행하며 타 산업에서의 유사한 기술을 수집하고 분석한다. 또한 현재 개발 중인 정보통신 기술을 적극 활용하며 CAD 및 CAM 데이터를 분석하고 사용자 인터페이스 시스템을 분석하고 도입한다. 또한 시장 확대를 위한 전략으로는 기능 및 시각적 효과를 극대화한 모델을 개발하고 통합시스템의 편리성을 부각시키며 기존 3D 스캐너 및 3D 프린터 업체와 협력하고 스티커 사진기기 시장의 유통망을 적극 활용한다. 그리고 각각의 기관에서 상호 긴밀한 관계를 통하여 정보를 교류하고, 연구 결과를 공유하여 연구 개발 목표를 달성하도록 하며, 해외에서 연구 중인 복합시스템의 단점을 파악하고 기존 제품의 취약점을 집중적으로 연구하여 단점을 극복할 수 있는 통합모델을 개발한다.

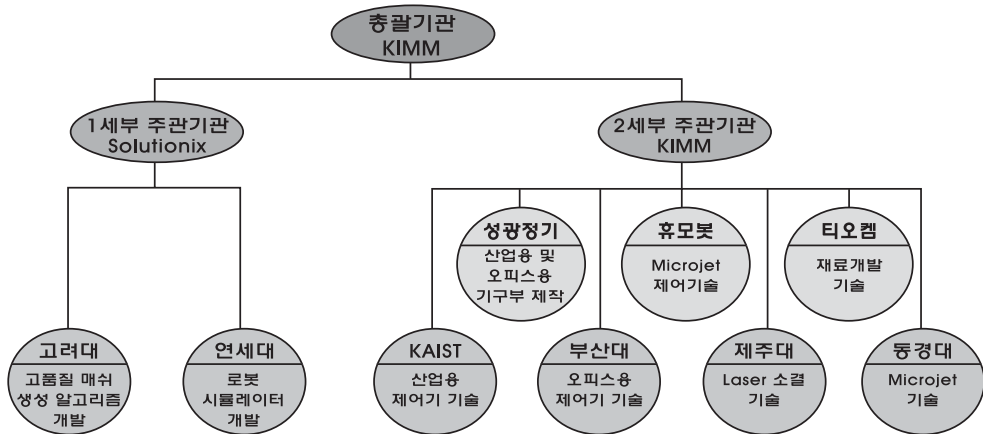


그림 5. 실물복제기 개발을 위한 연구조직도

## 3. 실물복제기

### 3.1 산업용 실물복제기

산업용 실물복제기는 그림 6과 같이 고정밀 3차원 스캐너와 산업용 SFFS로 구성되어 있으며, 산업용 SFFS는 현재 개발되어 있는 RP공정기술 중 SLS(selective laser sintering)기술을 기반으로 한다<sup>3)</sup>. 하지만, 기존의 단일 레이저를 사용하는 SLS방식으로 제작물의 크기나 속도 면에서 한계가 있어, 본 연구

에서는 이 두가지 문제를 해결하면서 동시에 정밀도까지 향상시킬 수 있는 새로운 개념의 MLSE(multi laser sintering engine)를 개발하고자 한다. 또한 재료부분에 있어서도 현재 많이 사용되고 있는 파우더뿐만 아니라, 세라믹 및 금속계열의 분말까지 국산화 하여 고가의 외국재료를 1/10수준으로 개발할 계획이다.

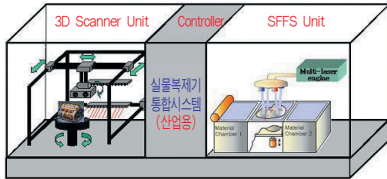


그림 6. 산업용 실물복제기 개념도

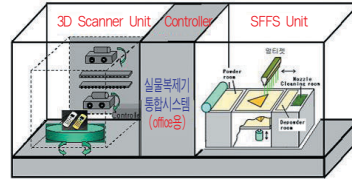


그림 7. 오피스용 실물복제기 개념도

### 3.2 오피스용 실물복제기

오피스용 실물복제기는 정밀도가 다소 낮은 저가의 3차원 스캐너와 오피스용 SFFS로 구성되어 있으며, 그림 7과 같다. 오피스용 실물복제기의 특징으로는 산업용에 비해 제작물의 크기가 작고, 고속 제작이 가능하며, 시스템의 크기를 대폭 줄여 사무실 환경에 적합하도록 설계하였다<sup>[3]</sup>. 그리고 고속 제작을 위해 새로운 개념의 마이크로젯인 MMJ(multi mask jet)를 개발하고자 한다.

## 4. 맺음말

본 연구는 11개 기관이 참여하여 정부출연금 30억원, 민간부담금 25억원이 1단계 3년간 투입되며, 2단계 2년간 상품화를 위한 연구가 수행되는 중기거점기술개발사업으로서 사업이 완료되는 2008년도부터는 다음과 같은 효과가 기대된다.

#### 1) 기술적 측면

- 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

#### 2) 경제적 측면

- 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
- 제조업의 지식 기반 산업으로의 확대를 통한 선진국형 산업기반의 구축으로 유리한 세계 시장에서  
의 선도

### 3) 고용창출 및 인력양성 효과

- 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 분야 관련 첨단 실용 교육 제공

## 후 기

본 연구는 산업자원부의 “디지털 3차원 실물복제기 개발” 과제 지원으로 이루어졌으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] “디지털 3차원 실물복제기 개발” 산업기술개발사업 연구기획보고서, 산업자원부, 2002.
- [2] 김동수, “디지털 3차원 실물복제기 개발”, 산업기술개발 사업계획서, 산업자원부, 2002.
- [3] 김동수, 이원희, “산업용 및 오피스용 디지털 3차원 실물복제기 핵심 요소기술 개발”, 한국정밀공학회 추계학술대회, pp. 104-107, 2003.



김 동 수

- 한국기계연구원 첨단산업기술연구부 사업총괄책임자
- 관심분야 : 실물복제기, Microjet, Microvalve
- E-mail : kds671@kimm.re.kr



최 두 선

- 한국기계연구원 지능형정밀기계연구부 책임연구원
- 관심분야 : 나노 성형, 초정밀 가공, 나노/마이크로 사출
- E-mail : choids@kimm.re.kr



최 병 오

- 한국기계연구원 첨단산업기술연구부 부장
- 관심분야 : 기능성 프린팅 공정 및 장비 기계장치 동역학 및 제어
- E-mail : bochoi@kimm.re.kr



김 성 중

- 한국기계연구원 첨단산업기술연구부 위촉연구원
- 관심분야 : 산업용 RP 장비, 연료전지 시스템, 구조 및 열유체 해석
- E-mail : sjkim200@kimm.re.kr