

3차원 인체 측정의 응용 기술 및 제품 소개

이건우 · 최태규

서울대학교 공과대학 기계항공공학부

Application of Human Body Measurement Technology and Product Using Those Technologies

Kunwoo Lee and Taekyu Choi

Dept. of Mechanical Design and Production Engineering
Seoul National University

1. 서 론

생활수준의 향상과 소비자의 다양한 욕구의 충족이라는 측면에서 고객의 신체를 정확히 반영하여 제품을 제공하는 맞춤 생산 시스템에 대한 욕구는 점점 강해지고 그 대상 제품도 더욱 다양화 되어가는 추세이다. 이를 구현하기 위해서는 인체를 정확히 3차원으로 측정 해 내는 3차원 형상 복원 기술과 각 제품별 맞춤 생산을 위한 소프트웨어의 개발이 필수적이라 할 수 있다.

3차원 형상 복원 기술은 체형 측정에 있어서 기존에 광범위하게 이용되고 있는 치수 측정을 형상측정으로 대체함으로써 단순한 수량으로 표현될 수 없는 많은 정보를 빠른 시간 내에 획득할 수 있도록 해주며, 체형에 대한 정보가 CAD 모델로 존재함으로써 통계처리에 소요되는 시간과 노력이 절감되는 효과를 기대할 수 있다.

본고에서는 대략적인 3차원 측정 기술과 함께 인체 측정 응용 제품의 사례와 인체 측정 응용 제품 서비스 사례에 대해 소개하고자 한다.

2. 3차원 측정 기술

지금까지 다양한 3차원 측정 방식이 연구되어 왔다. 고전적인 컴퓨터 비전 기술 외에 최근 여러 3차원 측정 기술을 응용한 스캐너가 개발되어 다양한 응용 분야에

사용되고 있다.

3차원 측정 기술은 크게 접촉식(CMM 방식)과 비접촉식으로 구분 되는데, 접촉식 3차원 측정기에 비해 비접촉식 3차원 측정기는 측정 속도가 빠르고 측정 범위가 넓어 활발하게 개발이 진행되고 있다. 특히 비접촉식 3차원 측정기는 복잡한 형상 측정이 용이하고 유연한 재질의 물체도 측정할 수 있으며 비교적 간편한 방법으로 3차원 데이터를 얻을 수 있어, 인체 측정용 3차원 측정기에 많이 응용되고 있다.

2.1 접촉식 측정 방식(CMM: coordinate measuring machine)

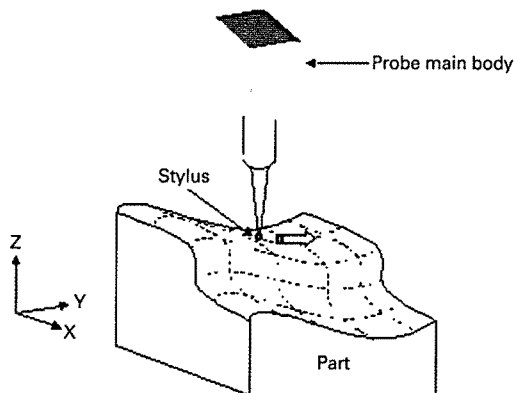


그림 1. 비접촉식 측정 방법(레이저)

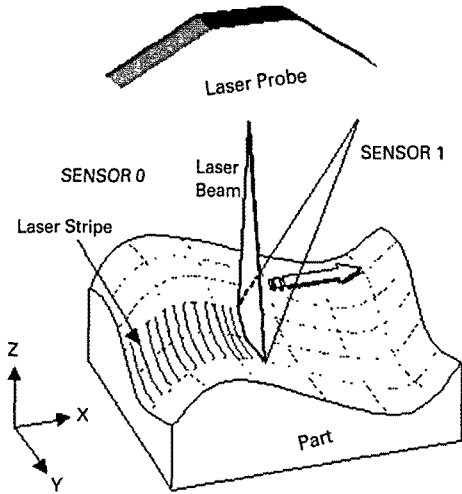


그림 2 접촉식 측정 방법(레이저)

접촉식 측정 장비를 이용한 3차원 측정 기술은 [그림 1]과 같이 물체의 표면을 측정 장비가 접촉한 상태로 물체를 스캔하는 방식으로 정밀도가 좋아 제품 검사에 많이 이용되며, 구, 면, 원통, 홀과 같은 기본 형상 측정이 용이하다. 그러나 직접 물체의 표면에 접촉하여 스캔을 해야 하므로 속도가 느리며, 유연한 재질의 제품 측정과 자유 형상을 갖는 복잡한 곡면 측정에 어려움이 있다는 단점이 있다.

2.2 비접촉식 측정 방식

비접촉식 측정 방식으로는 3차원 레이저 스캐너가 가장 많이 쓰이고 있으며, 이는 [그림 2]와 같이 레이저 광원이 측정하고자 하는 대상을 비추면 이웃하는 카메라에서 그 빛을 받아 3차원의 공간적인 좌표를 계산하는 방식이다. 비접촉식은 접촉식의 단점을 보완해서 유연한 재질의 제품이나 자유 곡면과 같은 복잡한 형상의 제품 측정이 용이하며 측정 속도가 빠르다. 하지만 빛의 반사, 센서 감지도 등에 의해 정밀도가 접촉식 방법보다 낮은 단점이 있다. 대부분의 인체 측정 3차원 스캐너에는 비접촉식 방식이 쓰이고 있다.

3. 인체 측정 응용 제품 사례 및 서비스 사례

3.1 맞춤 구두

신발산업에 있어서 주문형 신발제작시스템의 구축을 위한 노력이 꾸준히 진행되어 왔으며 이를 위한 효율적인 발 측정 장치의 필요성도 점차 커지고 있다. 이를 위해 국내의 기업들에서 맞춤 구두 생산을 위한 3차원 발 스캐너를 꾸준히 개발해오고 있다.

기존의 수작업에서 컴퓨터를 이용한 자동화 공정으로 바뀌게 되고 이렇게 되면서 맞춤 구두 작업에도 디지털화가 되었다. 디지털화된 구두 제작 과정의 가장 큰 장점은 발 데이터를 전송할 수 있기 때문에 발 측정기만

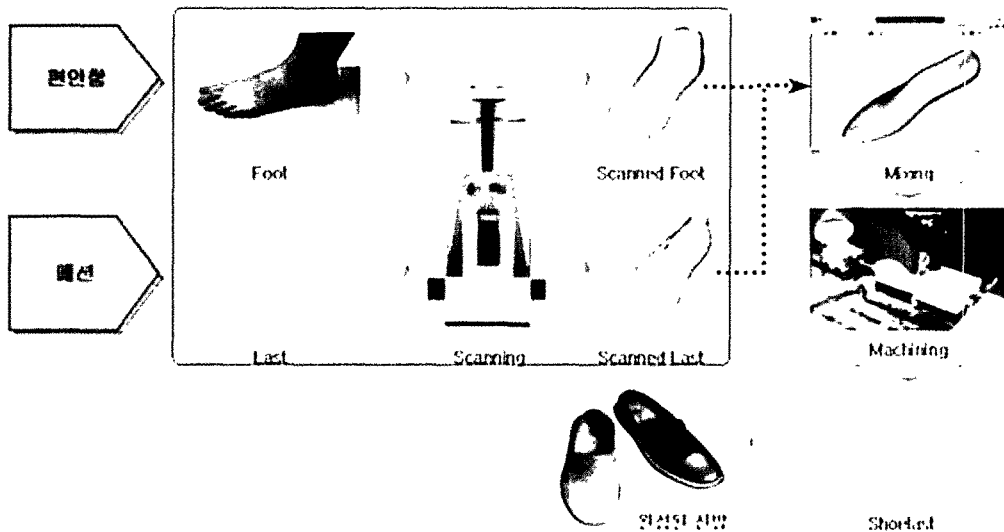


그림 3. 맞춤 구두 제작 프로세스

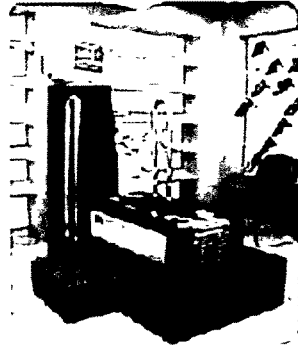
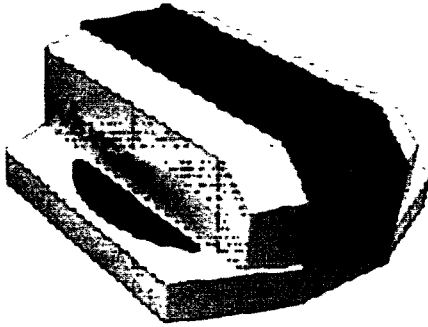


그림 4 대표적 3차원 레이저 발 스캐너

설치해 놓으면 어디에서나 맞춤 구두를 주문 제작할 수 있다는 것이다. 또 한 번 발을 측정한 사람은 집에서 인터넷을 통해 주문을 할 수 있으며, 더 큰 장점은 발 데이터를 축적시킬 수 있다는 것이다. 발 데이터가 축적되면 좀 더 신뢰성 있는 표준 화형 구축이 가능해 지며 이렇게 될 경우 맞춤 구두 보다는 훨씬 싸면서 발도 편한 구두를 제공할 수 있게 된다.

맞춤형 구두를 생산하기 위해 다음과 같은 과정을 거치게 된다.

- 1) 3차원 레이저 측정기를 이용하여 고객의 발 형상 정보를 3차원으로 복원한다.
- 2) 3차원으로 복원된 발 모델로부터 고유의 계산 알고리즘을 이용하여 구두 제작에 필요한 발 치수들을 계산한다.

Parameters	Values
Length	264.90
Toe Spring	14.74
Toe Thickness	N/A
Inside Joint Length	195.34
Outside Joint Length	154.66
Ball Girth	240.23
Ball Width	94.29
Grading Point Length	170.50
Vamp Length	182.35
Vamp Height	47.34
Waist Girth Point Length	136.40
Waist Length	154.68
Waist Height	71.49
Waist Girth	245.55
Instep Girth Point Length	85.55
Instep Length	125.09
Instep Height	93.58
Instep Girth	260.49
Inside Heel Length	23.22
Outside Heel Length	23.70
Heel Width	61.52
Center Heel Point Length	23.51
Heel Height	16.20
Short Heel Girth	345.20
Long Heel Girth	446.77
Throat Opening	436.29

그림 5 대표적 3차원 레이저 발 스캐너

- 3) 발 특징 치수와 3차원 복원된 발 데이터를 이용하여 적합한 구두 라스트를 디자인한다.
- 4) 라스트 디자인이 끝나면 이 데이터를 이용하여 4축 밀링기계로 자동으로 라스트를 가공한다.
- 5) 3D 프로그램을 이용하여 구두 갑피를 디자인하고 자재 재단, 재봉, 제화 과정을 거친다.

위와 같은 과정으로 맞춤형 구두를 생산하며, 병원에서 환자들의 발 측정에도 쓰이고 있다. 국내에서는 벤처회사인 K & I Technology에서 상용화 하였다.

3.2 맞춤 가발

종래의 맞춤 가발 제작은 복잡한 제작 과정과 우송 과정을 거쳐야 했으나, 3차원 두상 스캐너를 이용한 디지털화 된 맞춤 가발 제작 방식의 도입으로 가발 착용 시 고객의 쾌적함이 증대되었으며, 인건비가 싼 지역으로 데이터만 보내 그곳에서 맞춤 가발을 싸게 제작할 수 있게 되었다.

두상 스캐너를 이용한 맞춤 가발 제작 과정은 다음과 같다.

- 1) 3차원 두상 스캐너를 이용하여 고객의 두상을 3차원 데이터로 얻는다.
- 2) 고객의 두상 이미지에 가발 이미지를 덮어 씌워 고객이 원하면서 고객에게 가장 잘 어울리는 가발을 찾아낸다.
- 3) 측정된 두상데이터를 전용 CAD 시스템에 보내 앞에서 선택한 가발모델을 스타일링하고, 두상 데이터와 함께 스타일과 관련된 데이터를 인건비가 싼 지역에 위치한 밀링기계로 보내, 두상과 같게 생긴 가발 제작에 필요한 틀을 만든다.
- 4) 앞 과정에서 만든 틀을 이용해 머리를 심을 수 있

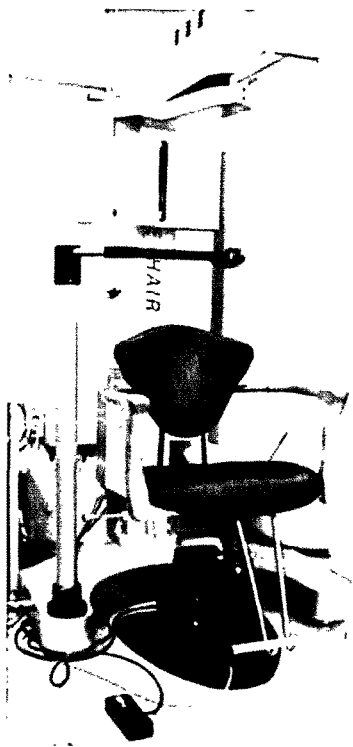


그림 6 두상 스캐너

는 net를 만들고 여기에 머리를 심어 가발을 만들어 낸다.

5) 이렇게 만들어진 가발은 다시 매장에 보내지고, 매장에서 가발을 고객에 착용시킨 상태에서 디자이너의 최종 커팅을 통해 마무리 된다.

[그림 6]은 국내 한 벤처회사에서 개발한 두상 스캐너이고, [그림 7]은 스캐너와 함께 제공되는 소프트웨어를 이용해 생성된 두상 모델에 여러 가지 가발 착용을 시뮬레이션 하는 모습, [그림 8]은 선택된 가발을 소프트웨어 상에서 스타일링 하는 모습을 보이고 있다.

3.3 전신 스캐너

지금까지는 인체 일부분만을 촬영하는 스캐너들을 소개하였다. 이제는 인체 전신을 스캐닝하고 복원된 데이터를 이용하는 분야에 대해 소개하겠다.

전신 스캐너의 작동 순서는 다음과 같다.

- 1) 전신 스캐너 안에 고객이 위치하면 다각도에 위치한 고정된 CCD 카메라 촬영과 동시에 레이저 센서가 위에서 아래로 전신을 스캐닝 한다.
- 2) 전신 스캐너로 얻어낸 데이터를 응용 소프트웨어에 전송하여 신체 각 부위별 치수와 볼륨 등의 자료를

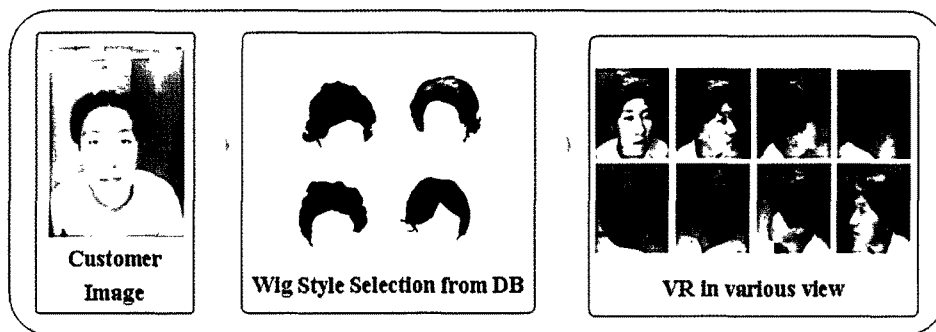


그림 7 매장에서 가발 선택 과정

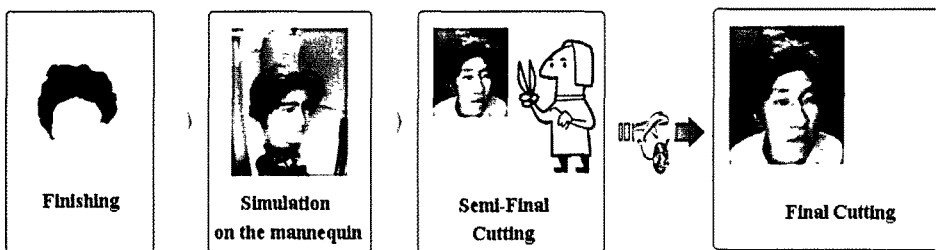


그림 8 소프트웨어 상에서의 hair styling



그림 9. 3차원 전신 스캐너



그림 10. 전신 스캐닝 중

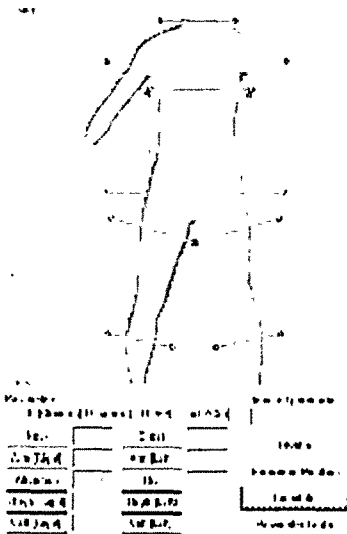
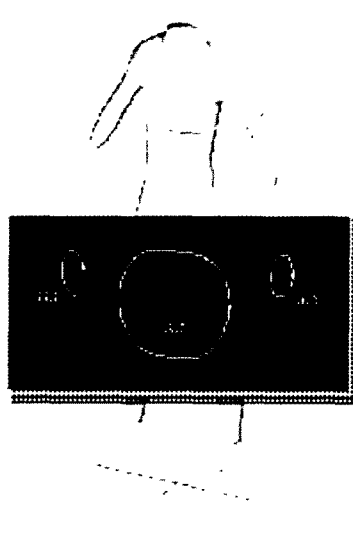


그림 11 3차원 전신 데이터를 이용한 각 부위별 치수



분석 산출하여 많은 분야에 응용할 수 있게 된다. 대표적인 응용 분야로는 크게 4분야로 나눌 수 있다.

1) 인체 공학 분야

맞춤 의류, 맞춤 속옷, 인간공학, 디자인 분야에 최근 많이 응용되고 있다. 위 [그림 9]의 국내 한 벤처회사에서 개발한 전신 스캐너의 경우 서울대학교 생활과학대학 의류학과 의복인간공학 연구실(남윤자 교수)에서 응용되고 있다.

[그림 11]의 경우와 같이 3차원 복원된 전신 데이터를 분석하여 각 부위별 치수를 얻어내고, 얻어낸 각 부위별 치수를 이용하여 의류 디자인과 맞춤 의류 제작, 또는 인체 모델 데이터 분석 등에 쓰이고 있다.

2) 의학 분야

비만 성형, 재활 의학, 스포츠 의학 등의 분야에 널리 보급되고 있다.

[그림 12]의 경우와 같이 전신 데이터를 이용하여 인체 밸런스를 조사하여 스포츠 의학이나 재활 의학 분야에서 응용이 가능하며, [그림 13]의 경우와 같이 체형 변화에 따른 인체 시뮬레이션을 통해 비만 클리닉이나 성형 의학 분야에 응용이 가능하다.

3) Health Care 분야

[그림 12, 13]의 기능을 통해 fitness 센터와 비만 클리닉 분야에서 고객의 데이터 분석과 치료, 치료 후 모습 시뮬레이션 등에 이용되고 있다.

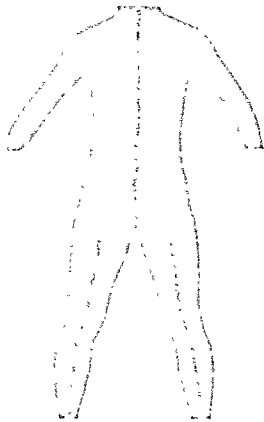


그림 12. 인체 밸런스

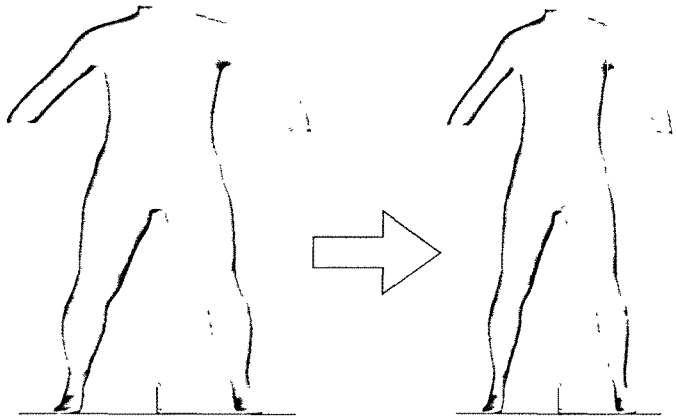


그림 13. 체형 변화 시뮬레이션



그림 14 맞춤 안경 제작 과정

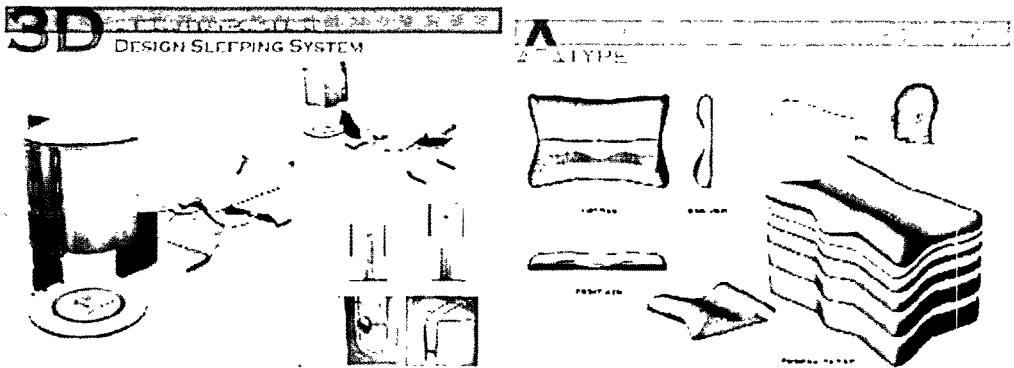


그림 15 3차원 두상 스캐너를 이용한 맞춤형 베게 제작

4) 애니메이션 & 영화 분야

복원된 3차원 데이터를 이용하여 더욱 자연스러운 애니메이션 효과와 영화 시뮬레이션 효과 등 많은 분야에 응용될 수 있다.

3.4 맞춤 안경

일본의 한 회사에서는 컴퓨터 비전을 이용한 맞춤 안

경을 도입하고 있다.

이것은 위의 3차원 인체 측정 스캐너보다는 간단한 원리이지만 고객이 직접 안경을 써보지 않고 시뮬레이션을 통해 자신에게 맞는 안경을 찾고, 제작할 수 있다.

맞춤 안경 제작 과정은 다음과 같다.

- 1) 고객의 정면 얼굴 사진을 찍는다.
- 2) 고객의 정면 사진에서 이미지 프로세싱 작업을 통해

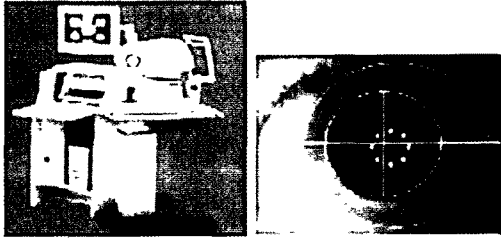


그림 16. 3차원 홍채 인식 시스템

얼굴 형태와 눈의 위치, 눈의 형태 등을 분석 한다.

- 3) 위의 정보를 분석하여 최적의 렌즈의 모양과 안경 형태를 구하여 고객에게 보여준다.
- 4) 렌즈에 색깔도 입힐 수 있으며, 배경 이미지를 넣어 비교해 볼 수 있다.

3.5 기타 응용 제품 사례

앞서 소개한 응용 사례 이외에도 두상 스캐너를 이용한 맞춤 베개, 홍채 인식을 이용한 정밀 라식 수술 등도 발표되고 있다.

4. 결 론

이 글에서는 대표적인 3차원 측정 기술과 인체측정 기술 응용 제품 사례, 응용 서비스 사례에 대해 언급하였

다. 대중화가 되기까지는 아직 시간이 더 필요하겠지만 3차원 인체 측정 분야 산업이 서서히 커지고 있는 것은 분명하다. 위에서 언급한 것 외에도 많은 분야에서 3차원 인체 측정 기술이 쓰이고 있으며, 무궁한 분야에 응용 가능한 기술이다. 특히 인간의 편안함에 대한 욕구가 증가 할수록 개개인의 신체를 측정하고 이를 이용한 맞춤 제품은 점점 더 다양해 질 것이다. 우리나라의 경우 아직까지 맞춤형 상품에 대한 인식이 적은 편이라 인체 스캐너를 이용한 산업부분이 미흡한 실정이다. 하지만 최근 들어 우리나라에서도 3차원 인체 스캐너를 이용한 가발, 얼굴 성형, 맞춤 의류, 인체 데이터 분석, 재활 의학 분야가 부상하고 있는 중이며, 충분히 발전 가능하고 밝은 미래가 있다고 보고 있다.

이 건 우

서울대학교 기계공학과(학사)
 미국 M.I.T. 기계공학과(석사) (MS, Mechanical Engineering)
 미국 M.I.T. 기계공학과(박사) (Ph D, Mechanical Engineering)
 미국 알리노이 주립대학 기계공학과 조교수
 현재 서울대학교 기계항공공학부 교수
 서울대학교 공과대학 학생담당 부학장

최 태 규

서울대학교 기계항공공학부(학사)
 현재 서울대학교 기계항공공학부(석사과정)
