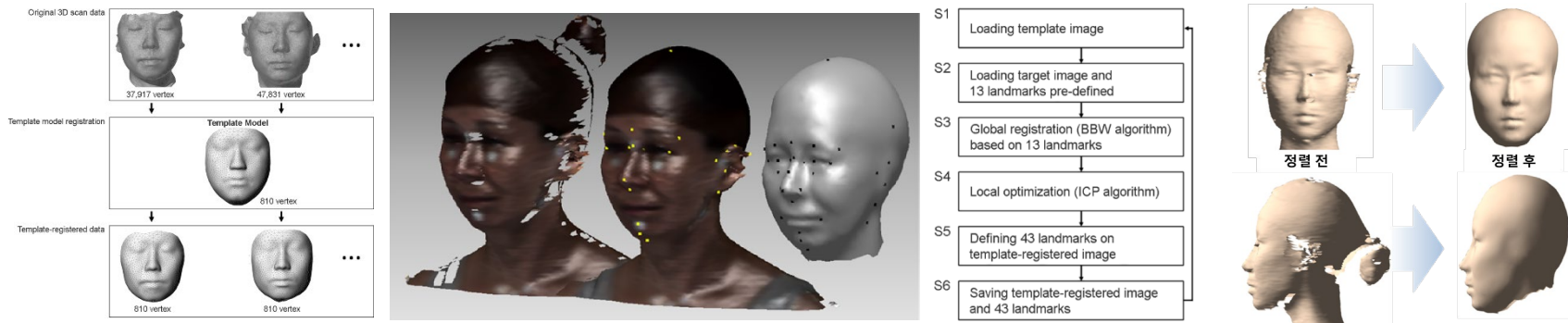


Database Establishment and Anthropometric Analysis of Template Registered Head Models of Korean



정하영¹, 이원섭², 최신아¹, 유희천¹

¹ 포항공과대학교 산업경영공학과

² 한동대학교 ICT창업학부

2020년 추계학술대회

본 연구는 한국연구재단(NRF-2018R1C1B5047805, 2020R1F1A1050076)의 지원을 받아 수행되었습니다.

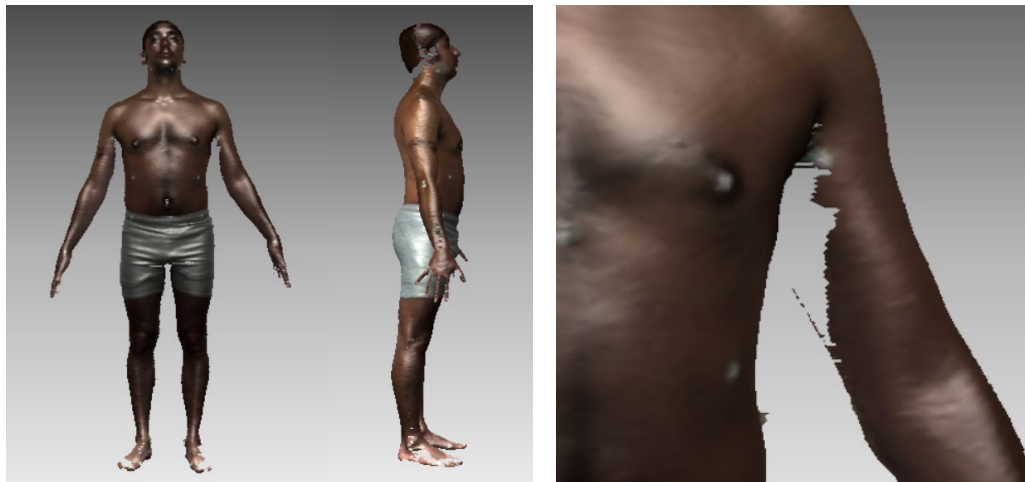
Contents

1. 연구 배경 및 필요성
 2. 연구 목적
 3. 연구 방법 및 결과
 - Deformable Face Template 개발
 - Template Registration Process 정립
 - Head Template Registration ($n = 8,536$)
 - Template Registration 결과
 4. 토의
-

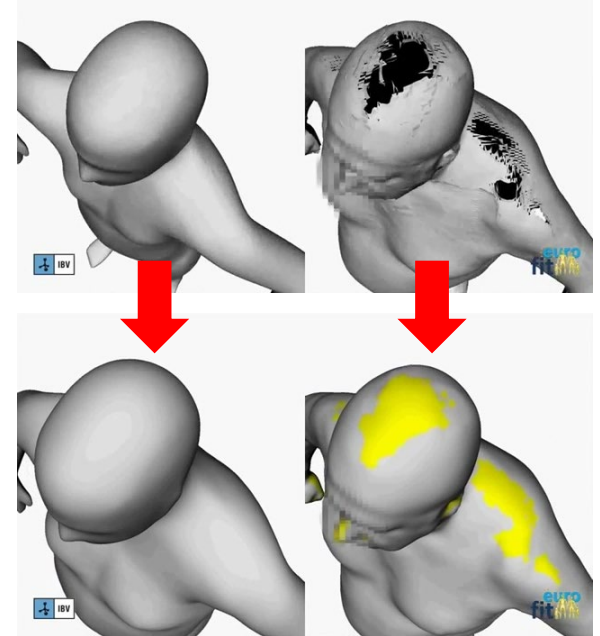
연구 배경

- 인체에 착용되거나 밀착되는 제품의 설계에 **3차원 인체 스캔 데이터**가 활용되고 있으나, 3차원 스캔 데이터의 **가공 및 활용의 효율성 측면에서 한계**가 있음.
- 3차원 인체 스캔 데이터의 효율적인 후처리를 위해 **템플릿 모델 정합(template model registration) 기술**이 사용됨

3D body scan data 및 scan missing 예: CAESAR data



Template model을 이용한 형상 보강 예



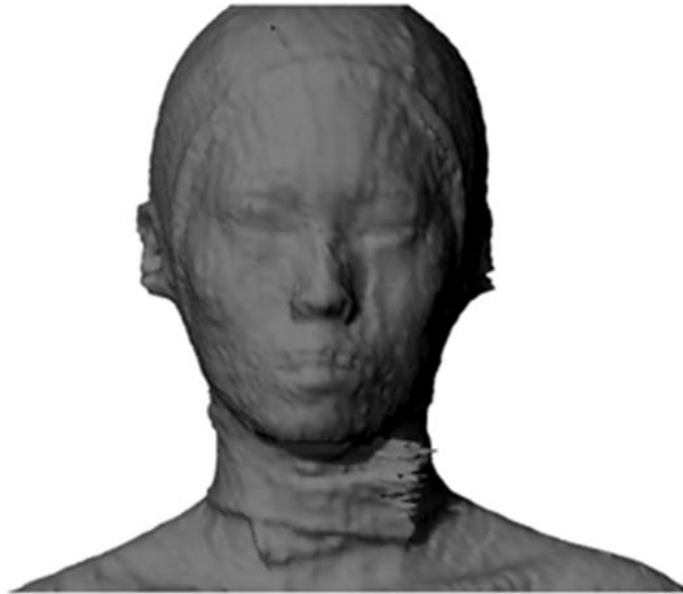
연구 필요성

- Size Korea 사업에서 10여년에 걸쳐 **다수의 한국인 3차원 인체 스캔 데이터를 수집**하였으나 **활용도 측면에서 한계**가 있음
 - 색상 및 texture 정보 부재 data (2008, 2012): Deep learning을 이용한 landmark 추정 제한
 - 낮은 해상도 및 noise로 인한 data quality 저하

Size Korea 3D 인체 scan data base 예시



2004년 database



2008년 database



2012년 database

한국인 머리의 Template Registered Model Database 구축 및 인체측정학적 분석

1. **Deformable Head & Face Template Model** 개발
2. **Template Registration Process** 정립
3. **Head & Face Template Registration** ($n = 8,536$)
4. 머리 변수의 **Anthropometric Analysis**

연구 절차

S1. Deformable Head Template Model 개발

- Deformable head template model
- Facial landmarks
- Vertex optimization

S2. Template Model Registration Process 정립

- Manually 13 landmarks insertion
- BBW algorithm based deformation & registration
- ICP algorithm based registration

S3. Head Template Registration to Head Scans

- Size Korea 8,536 scans
- Head template registration

S4. Anthropometric Analysis for Head Dimensions

- Application to 3D hand, body scan data
- Registration performance analysis

진행 중

S1. Deformable Head Template 개발: Surface

- 평균 크기(50th%ile)의 3D head scan을 가공하여 hand template 개발
- 형상이 복잡한 부위(눈 및 코 주변)는 점군의 밀도가 높고, 형상이 간단한 부위(이마, 볼 등)에는 점군의 밀도가 낮도록 개발됨

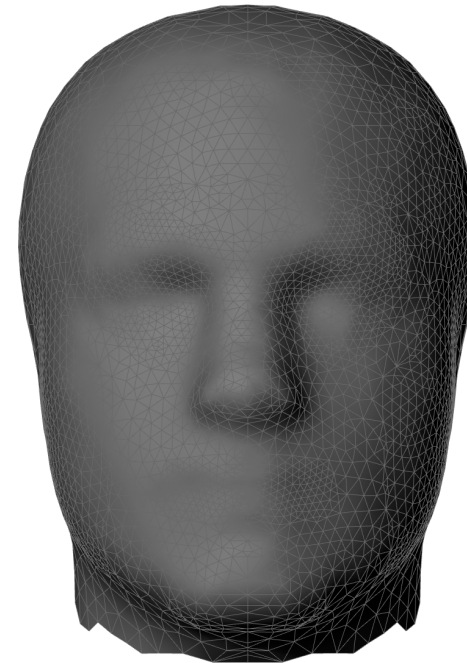
Original Head Scan (Medium size)

Vertex: 521,495
Face: 1,039,164



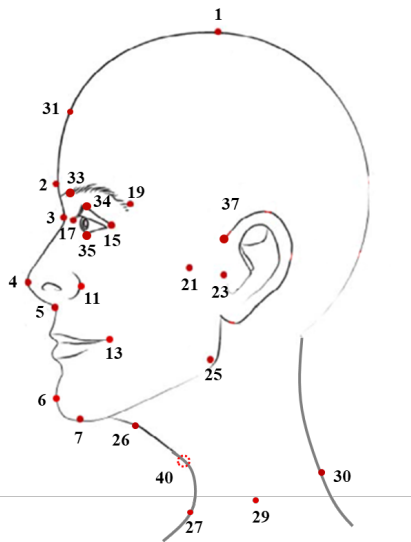
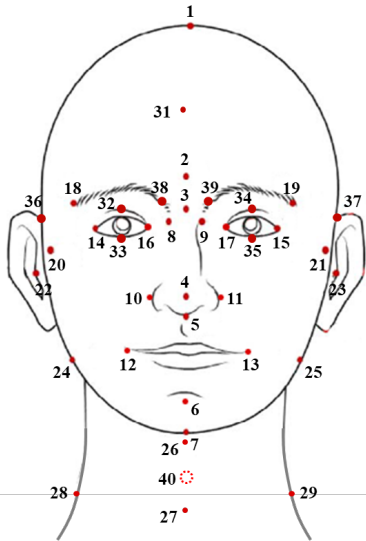
Head Template

Vertex: 3,508
Face: 6,974



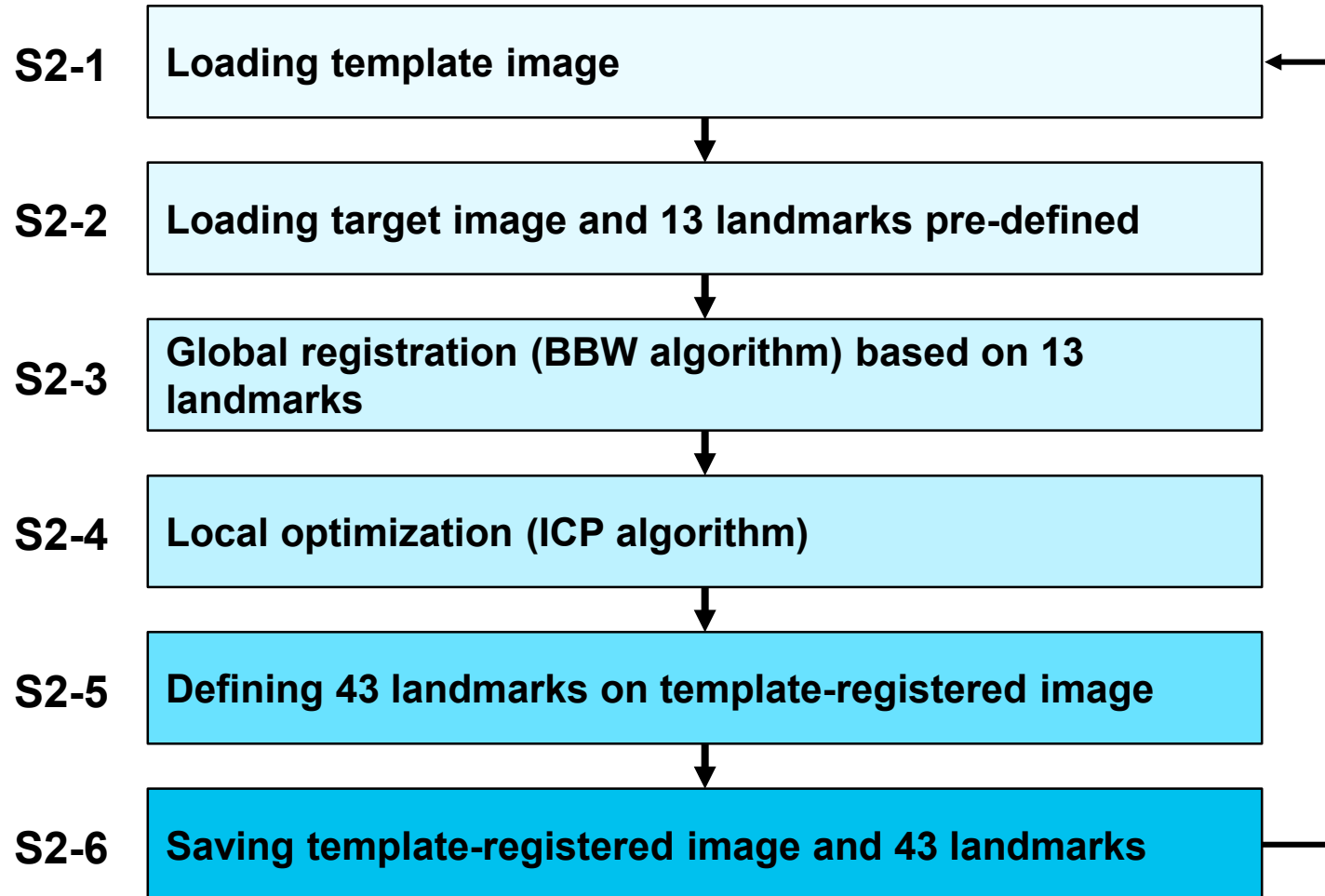
- Hole filling
- Smoothing
- Symmetrizing

S1. Deformable Head Template 개발: Landmarks

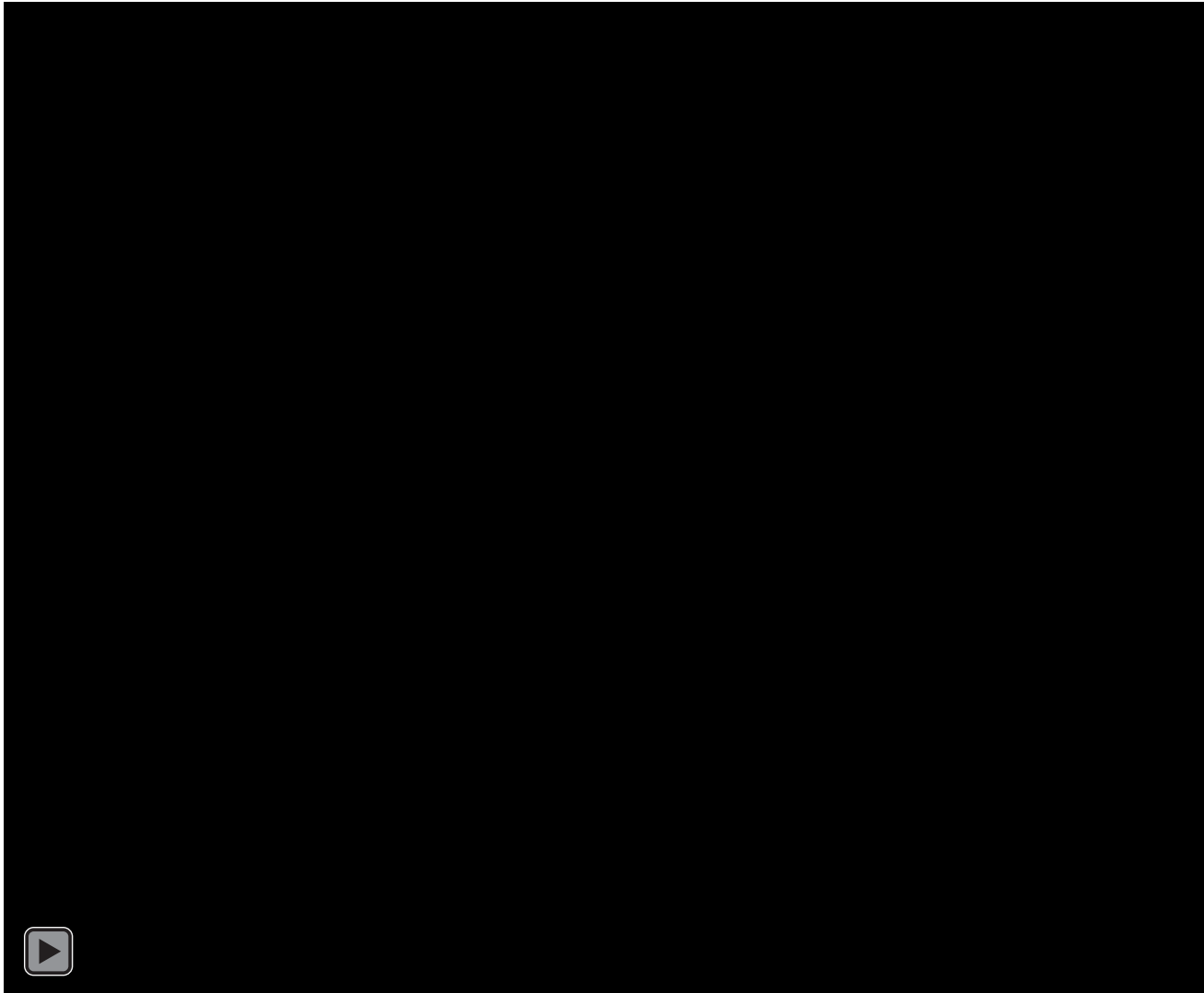


No.	Landmark	Description
1	Vertex	The top of the head.
2	Glabella	The most anterior midsagittal point on the forehead at the level of the eyebrow ridges.
3	Sellion	The most posterior midsagittal point on the nasal root at the top of the nasal bridge.
4	Pronasale	The most anterior midsagittal point of the tip of the nose.
5	Subnasale	The midsagittal point at the junction of the inferior surface of the nose and the superior aspect of the philtrum.
6	Promentale	The most anterior midsagittal point of the mandible (frontal point of the chin).
7	Menton	The most inferior midsagittal point of the mandible (bottom of the chin).
8/9	Dacryon (right/left)	The most posterior point at the side of the nasal root between sellion and endocanthus.
10/11	Nasal alar (right/left)	The most lateral point of nose.
12/13	Cheilion (right/left)	The lateral junction point of the upper and lower lips.
14/15	Ectocanthus (right/left)	The lateral junction point of the upper and lower eyelids.
16/17	Endocanthus (right/left)	The medial junction point of the upper and lower eyelids.
18/19	Zygofrontale (right/left)	The lateral margin of the eyebrow ridges.
20/21	Zygion (right/left)	The most lateral point on the zygomatic arch.
22/23	Tragion (right/left)	The most anterior of the ear notch just superior edge of the tragus flap.
24/25	Gonion (right/left)	The most posterior-inferior point of the rounded gonial angle at the mandible below the ear.
26	Submandibular	The junction of the posterior lower jaw and the neck in the midsagittal plane.
27	Anterior neck	The most anterior point on neck circumference.
28/29	Lateral Neck (right/left)	The most lateral point on neck circumference.
30	Cervicale	The superior palpable point of the spine of the seventh cervical vertebra.
31	Crinion	The lowest point of the hairline on the forehead in the midsagittal plane.
32/33	Palpebrale superius (right/left)	The most upper point of pupil
34/35	Palpebrale inferius (right/left)	The most lower point of pupil
36/37	Otobasion superius (right/left)	The anterior superior point of the juncture between the right ear and the head
38/39	Inside eyebrow (right/left)	The medial margin of the eyebrow ridges.
40	Anterior middle neck	The middle point of circumference between submandibular and anterior neck.

S2. Head Template Registration Process

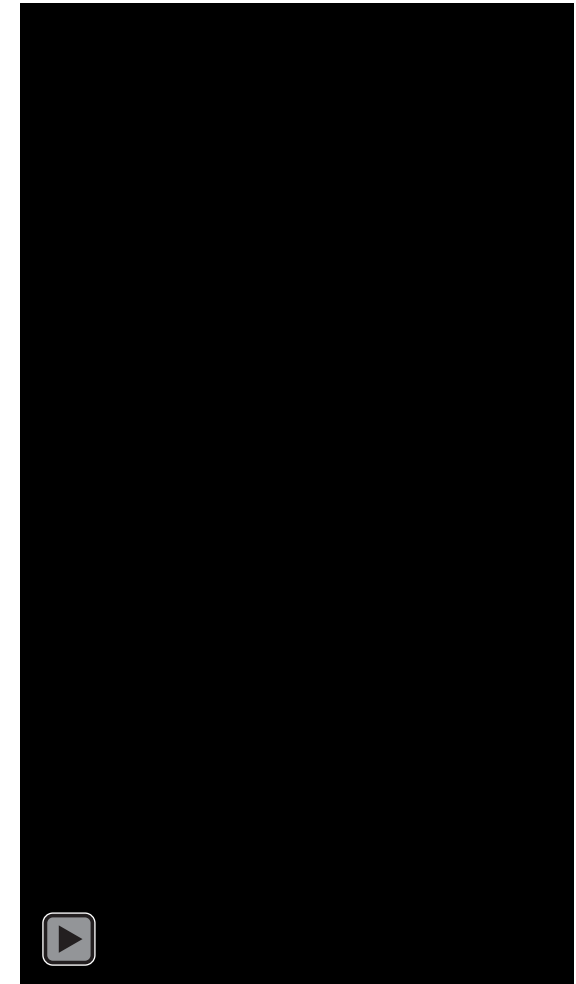
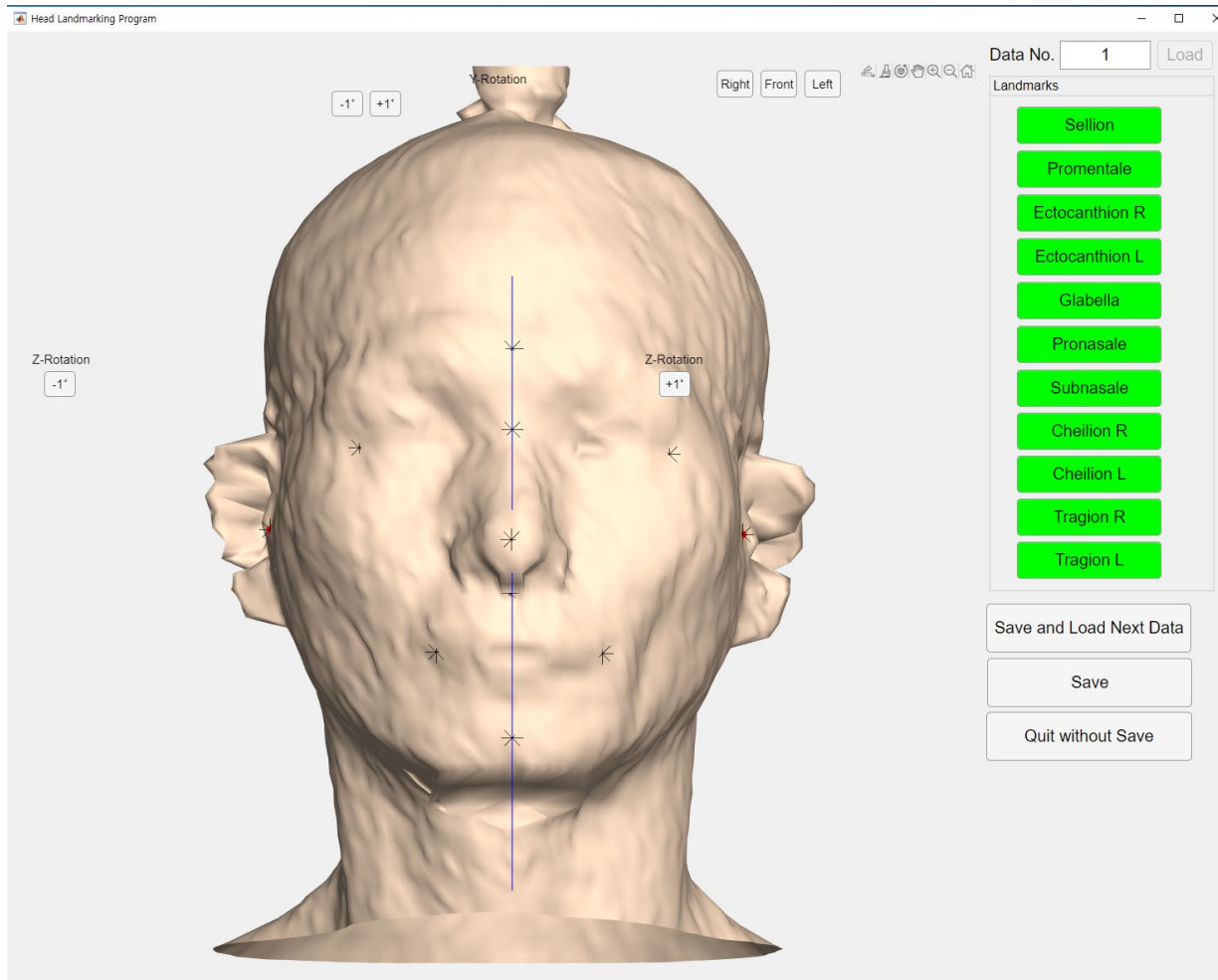


Head Template Registration Process: Video



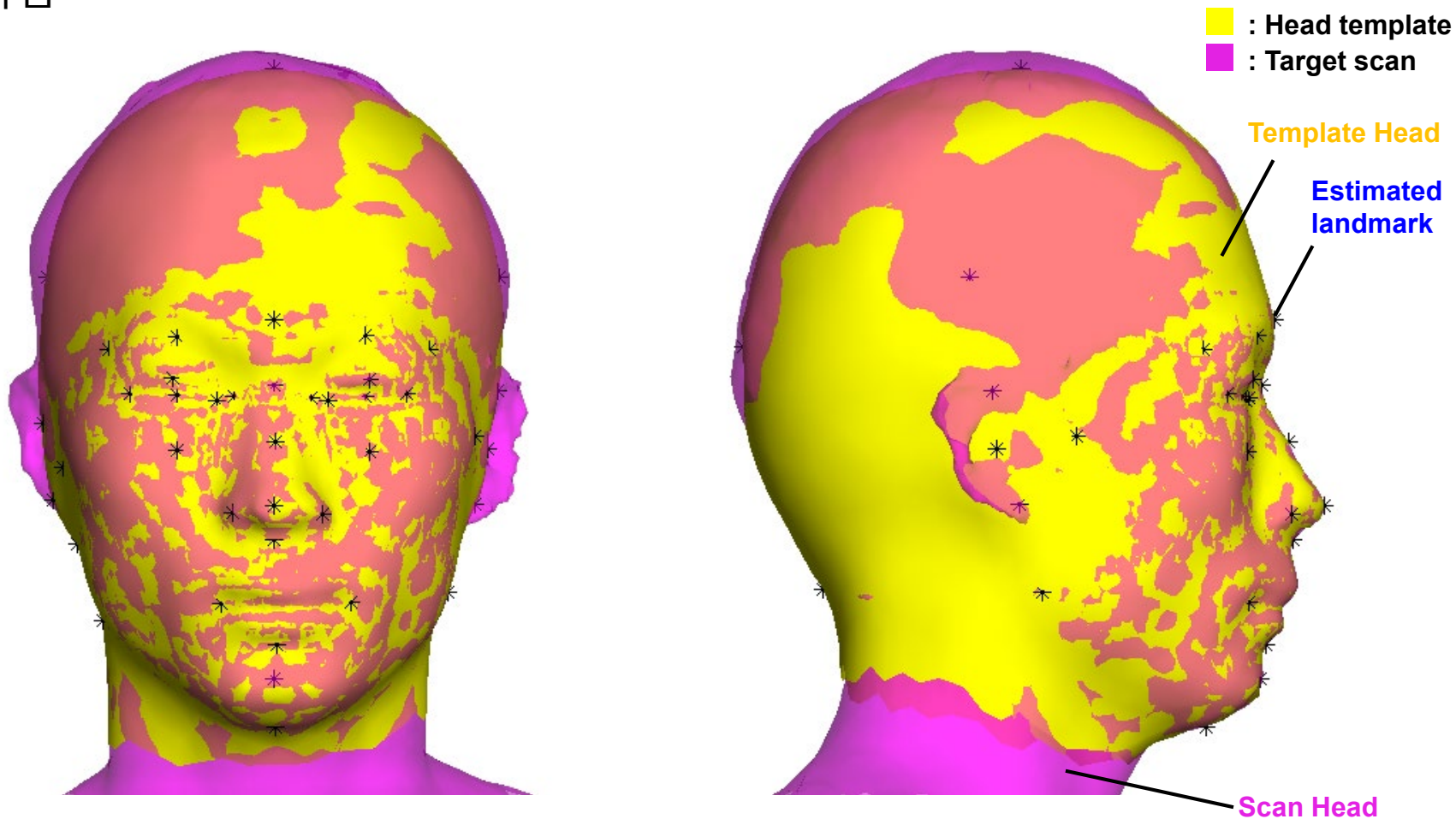
Head Template Registration Process: Manual Landmark

- 자체 개발된 S/W program을 이용하여 landmark 입력



S3-4. Template Registration 결과: Performance

- 정렬된 template model과 scan data 사이 거리는 안면 기준 평균 0.6 mm (RMS) 로 파악됨



Hand Template Registration 결과: 0.6 mm (RMS)
정렬 시간: 총 7시간 for 8,536 head

S3. Template Registration ($n = 8,356$)

- **남성 4,302명, 여성 4,234명** 총 8,536명의 한국인 머리 데이터에 대한 template 정렬 및 image database 생성

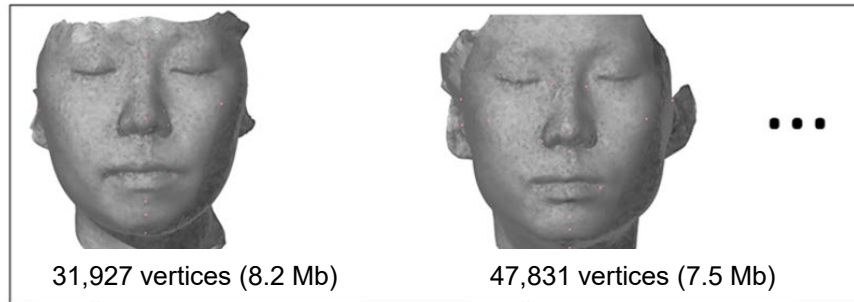
한국인 3D 머리 스캔 데이터 표본 수: 성별, 연령별

Gender	Age group							Total
	7~9	10s	20s	30s	40s	50s	≥60s	
Male	105	1,335	754	715	462	465	466	4,302
Female	105	1,280	728	721	476	451	473	4,234
Total	210	2,615	1,482	1,436	938	916	939	8,536

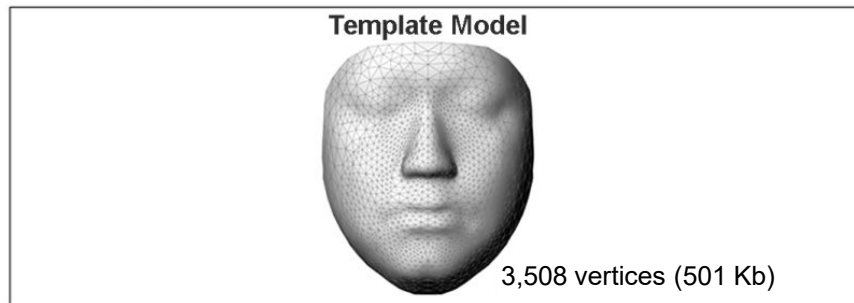
S4. Template Registration 결과: Mesh Resolution

- Template fitting 된 3D scan data는 **형상 분석에 적절한 수준으로 해상도 보정이** 수행되며 **저장 용량이 감소함**

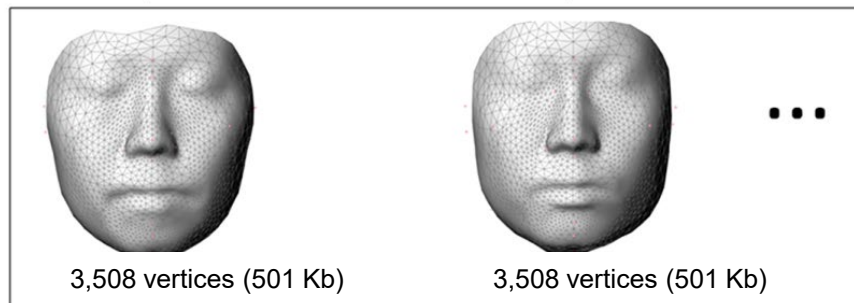
Original 3D scan data



Template model registration



Template-registered data

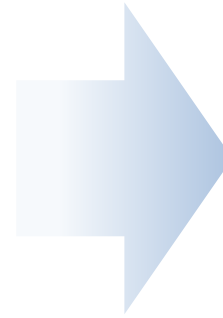


S4. Template Registration 결과: 3D View

Front View

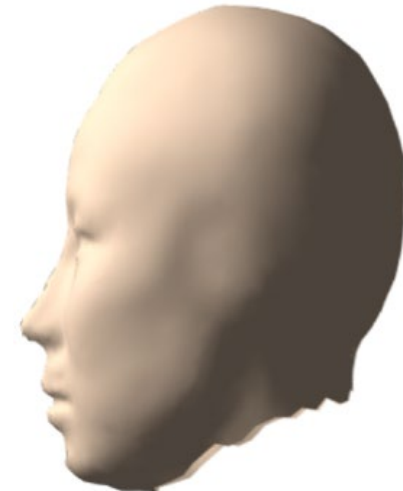


정렬 전



정렬 후

Side View



Discussion (1/5)

- 본 연구는 **manual landmark 입력** 및 **template registration algorithm** 기반의 **hybrid semi-automatic landmark detection** 방법을 제안함
 - CNN 적용 시 추정 정확도가 낮은 주요 landmark를 개발된 program을 이용하여 직접 선정
 - **Template fitting**을 통해 나머지 landmark를 적은 노력 및 높은 정확도로 추정

Original head scan image (CAESAR)

Manually edited image including 13 landmarks manually defined (Lee et al., 2018)

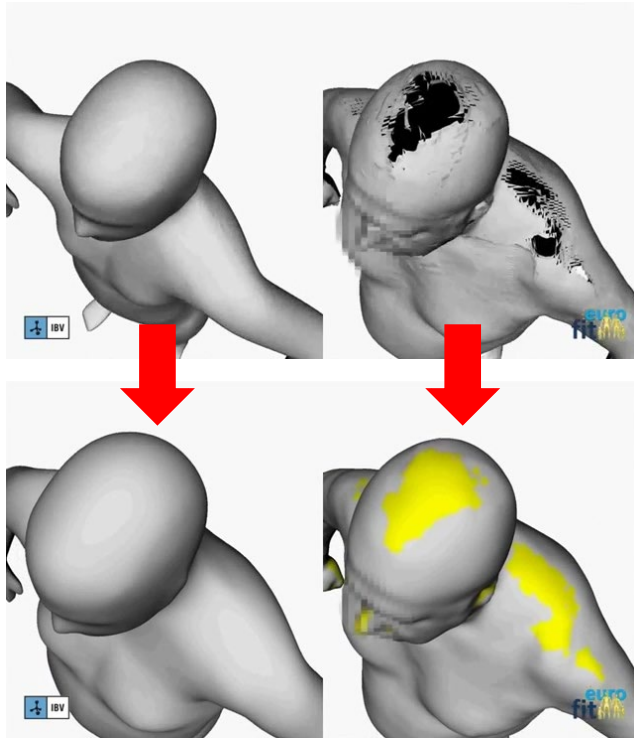
Template-registered image including additional 29 landmarks automatically defined (본 연구)



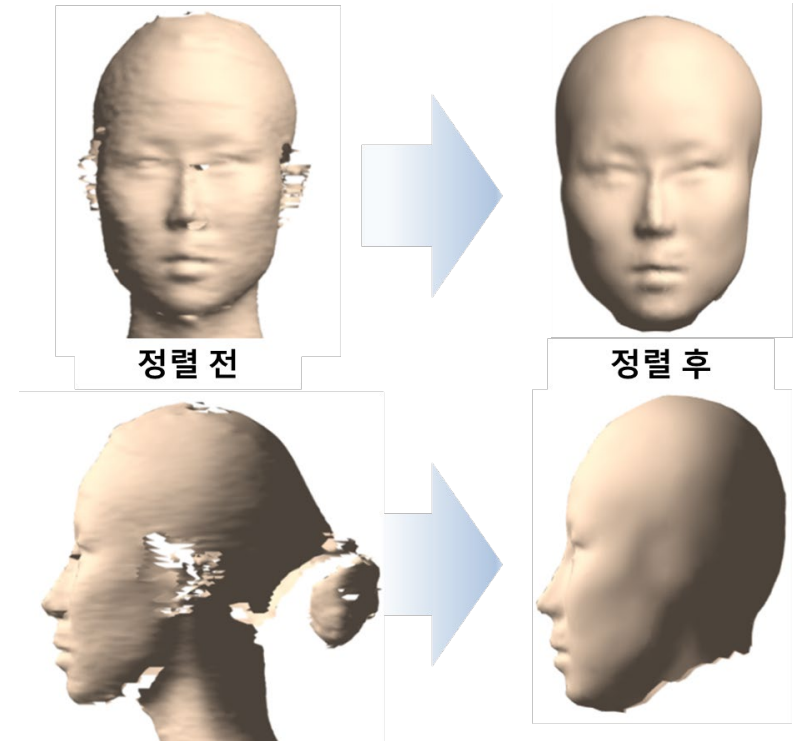
Discussion (2/5)

- 한국인 머리 스캔 raw data의 후처리 및 가공을 짧은 시간에 효율적으로 수행함
- 한국인 머리 스캔의 노이즈 형상을 효율적으로 보정하고 저장 용량을 감소시켜 인간공학적 분석 및 제품 설계 측면에서 활용성을 높임

Template fitting 기반 body scan 후처리: IBV, Spain



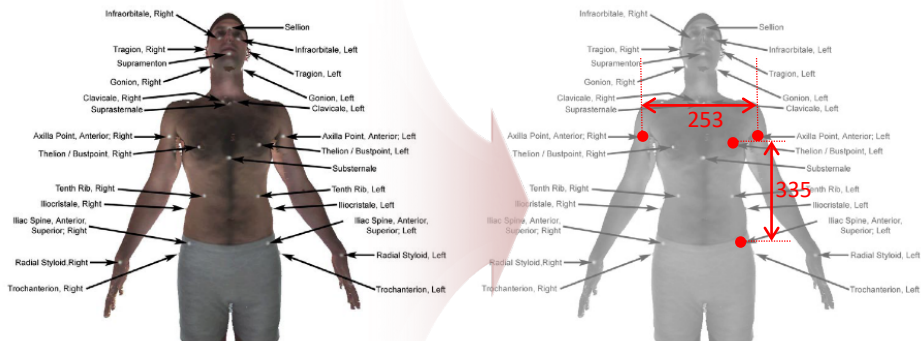
Template fitting 기반 head scan 후처리: 본 연구



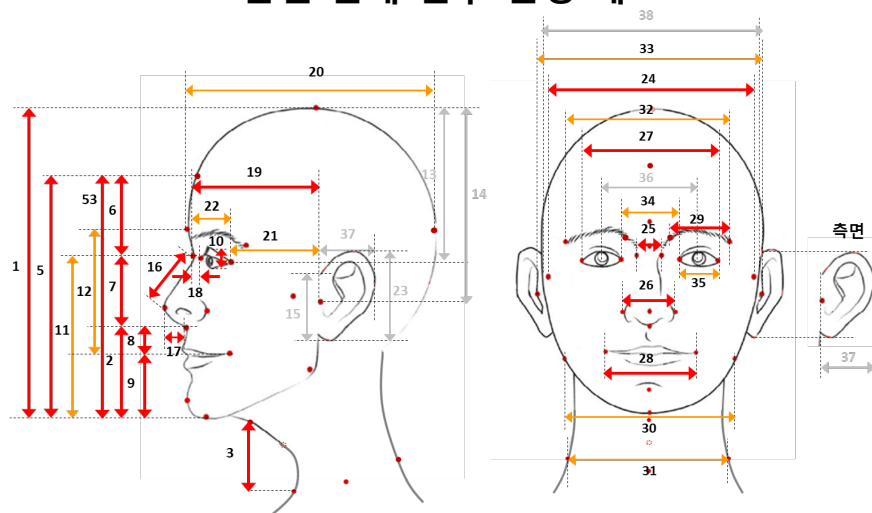
Discussion (3/5)

- 구축된 한국인 머리 스캔데이터를 활용하면 **효율적으로 안면 치수**(e.g., 직선 길이, 표면 길이 등)를 **측정**할 수 있음
- 본 연구의 face template model에 내장된 **안면 측정 기준점(43개)**을 활용하는 경우 **기존 연구**에서 측정된 **122개의 세부 얼굴 및 머리 관련 변수 측정** 가능
- 구축된 head scan image database에서 기존에 **미리 정의되지 않은 신규 변수**의 **측정 및 분석도 가능**함

Template Model을 이용한 인체 치수 측정 예



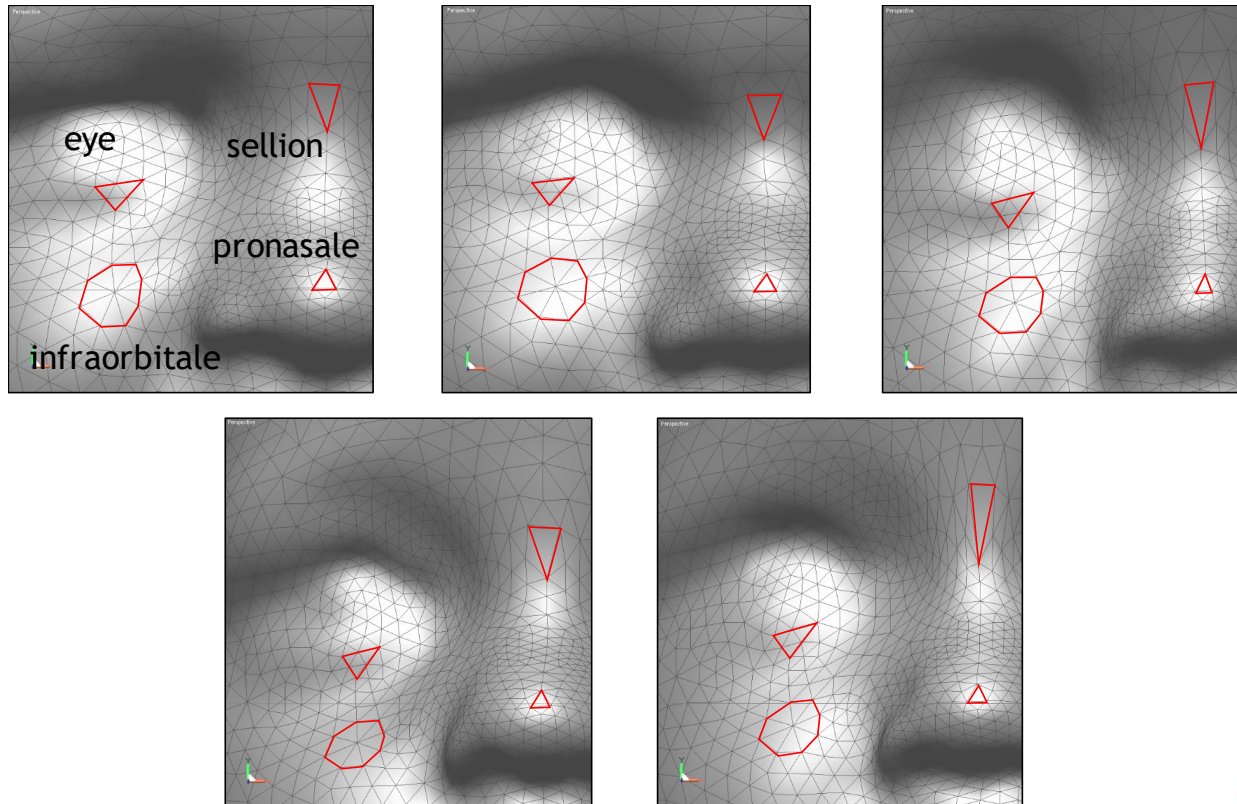
안면 인체 변수 선정 예



Discussion (4/5)

- **Template fitting**을 수행하여 **비정형 데이터의 특징을 가지는 scan data**를 구조화
 - Mesh 구조 임의 생성, 점군 수 임의 생성, 자세 차이에 의한 영향은 데이터 활용성 저하
 - 비정형 데이터는 **학습 및 분석이 제한됨**, **일관된 구조로 보정 필요**

일관된 구조로 보정된 Size Korea head data 예시

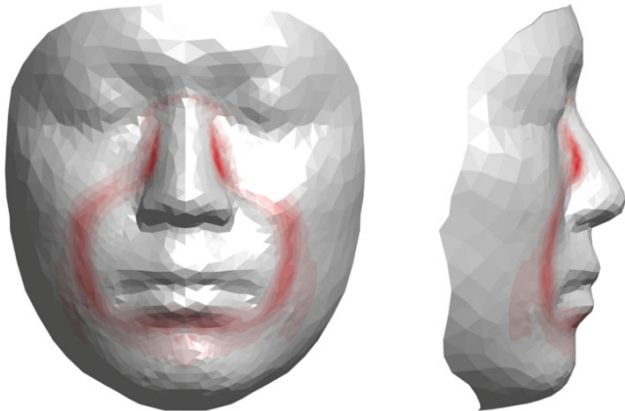


Discussion (5/5)

□ 동일한 mesh 구조를 가지는 머리 scan data는 FEM 분석 및 인체 형상 학습 시 유용하게 활용 가능

- 가상 착의 평가 및 유한요소해석 기법을 적용하여 분석 시 유사한 안면 부위에 작용하는 힘에 대한 비교 평가와 용이한 해석을 위해서는 동일한 구조의 input data가 필요함
- 동일한 구조의 인체형상 데이터는 machine learning 기반 모델 생성 및 통계적 분석

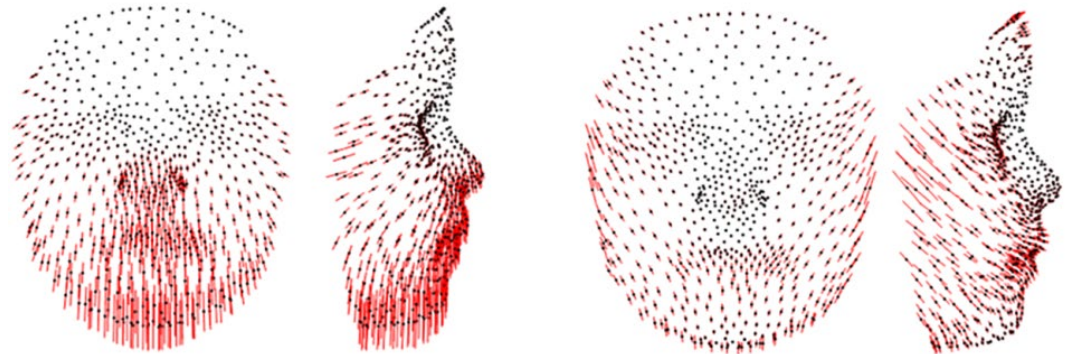
Finite Element Model 분석 예시



Principal Component Analysis 예시

PC1 (61.5%)

PC2 (9.0%)



Q & A



경청해 주셔서 감사합니다. ☺

본 연구는 한국연구재단(NRF-2018R1C1B5047805, 2020R1F1A1050076)의 지원을 받아 수행되었습니다.

edt.postech.ac.kr
niceterran36@postech.ac.kr