



# 춤추는 아바타: 당신도 싸이처럼 춤을 출 수 있다.

---

2021 한국 방송미디어공학회 캡스톤 디자인 경진대회

안희준 (지도 교수)

구동준

주영돈

브이 반만

이정우

# 발표 순서

---

- 프로젝트 개요
  - 프로젝트 배경
  - 프로젝트 목표
- 프로젝트 내용
  - 전체 시스템 구조
  - 세부 모듈 설명
- 결론
  - 결과 및 효과
  - 개선점

# 프로젝트 개요

---

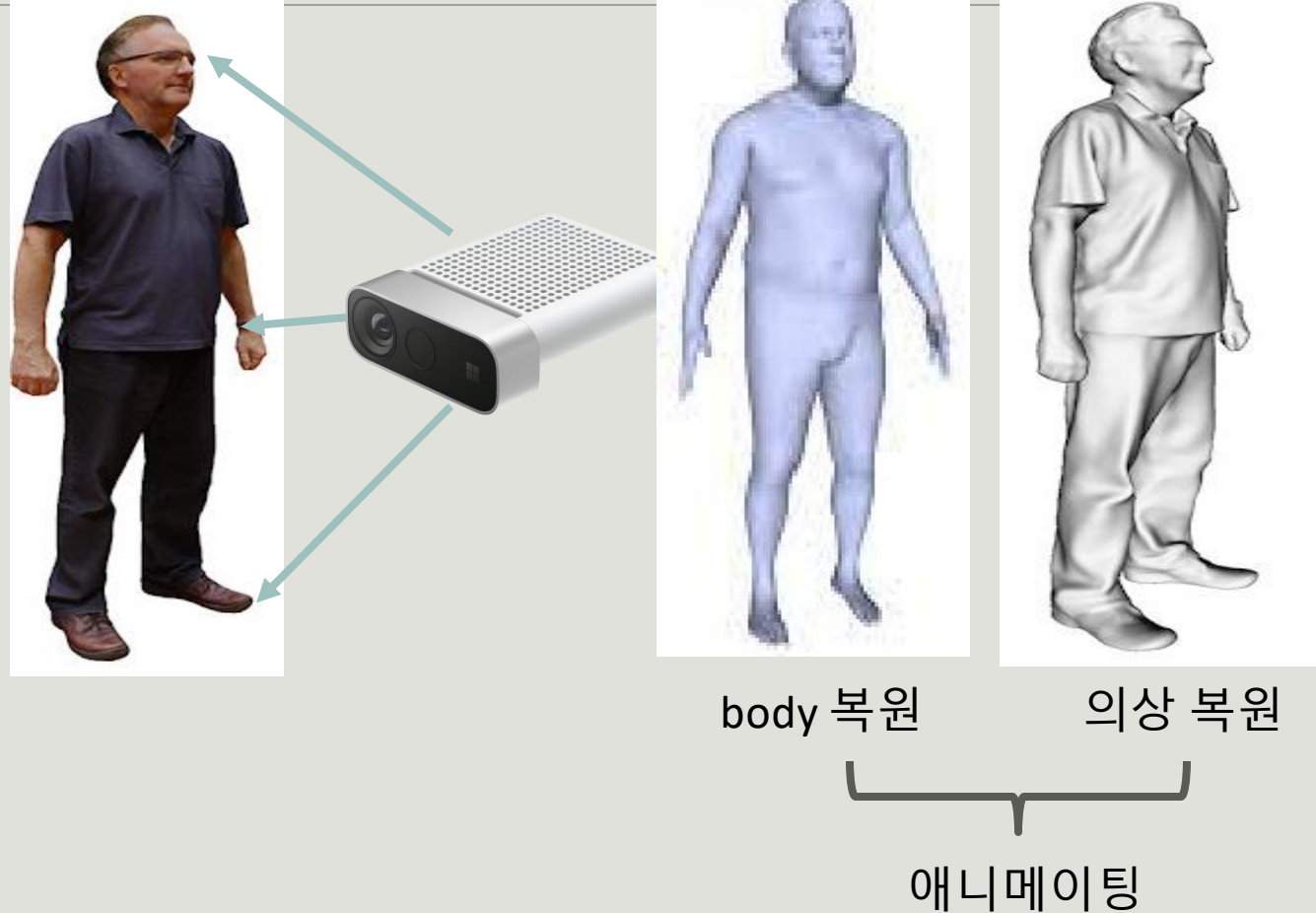
# 프로젝트 개요: 프로젝트 배경

최근 4차 산업 혁명의 영향과 더불어  
**COVID19** 시대가 된 지금 비대면  
**METaverse** 활동은 일상의 한 요소로 자리잡았다. 그렇기에 우리는 비대면 생활을 대면 생활처럼 영위할 수 있도록 다른 사람 혹은 다른 사람의 아바타와 상호작용하는 것이 가능한 개인의 고유한  
**AVATAR**를 생성하는 기술을 연구하였다.



# 프로젝트 개요: 프로젝트 목표

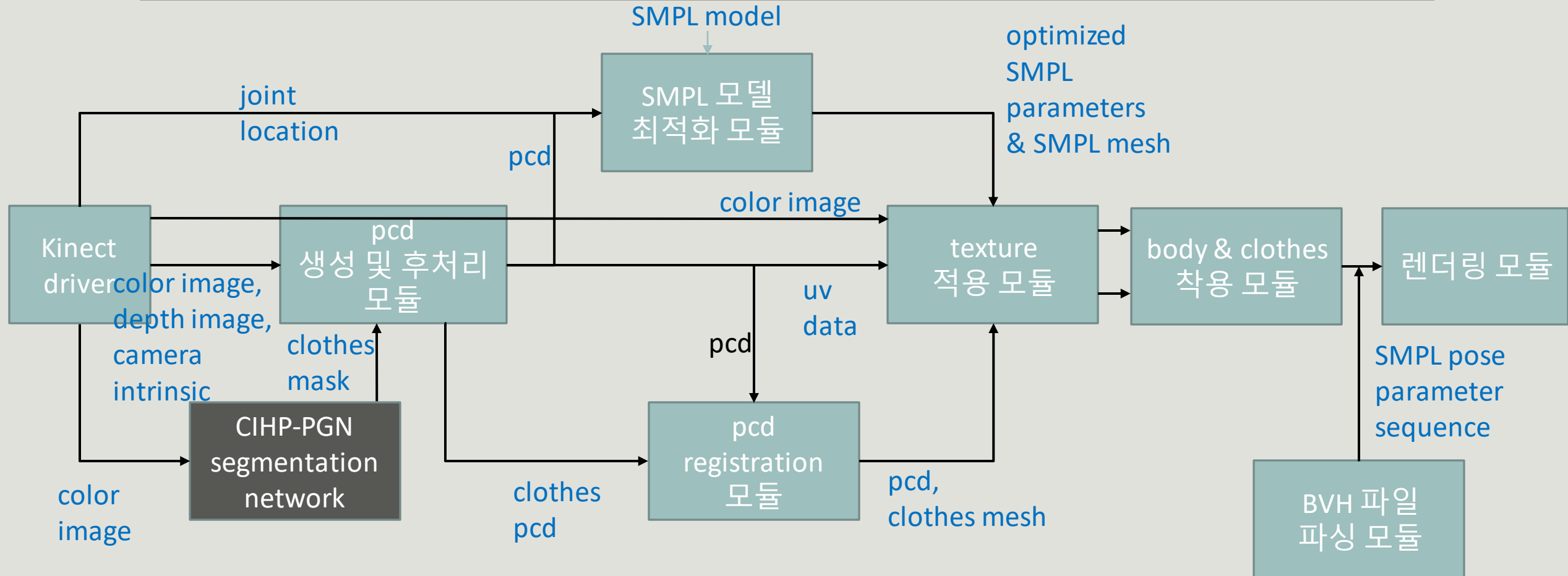
사람의 걸모습을 키넥트 카메라로 촬영하여 얻어진 3차원 포인트 클라우드 데이터에 인체 모델을 적용하고 의상 메쉬를 생성하여 사람과 닮고 움직임이 용이한 아바타를 만든다.



# 프로젝트 내용

---

# 프로젝트 내용: 전체 시스템 구조



# 프로젝트 내용

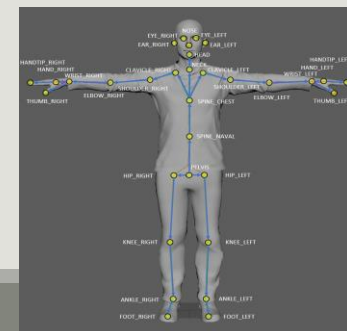
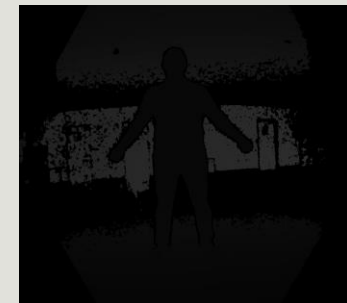
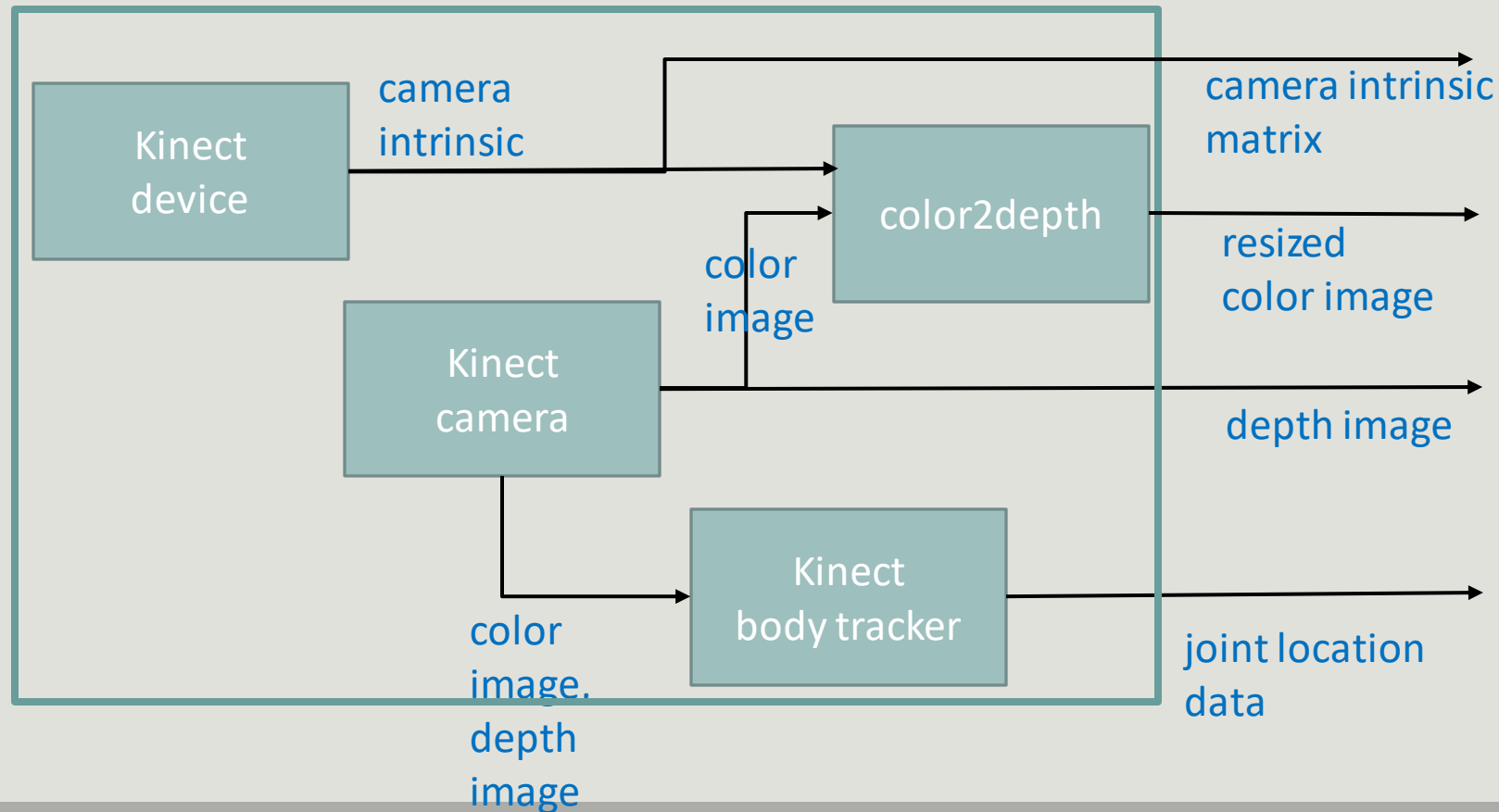
---

세부 모듈 설명

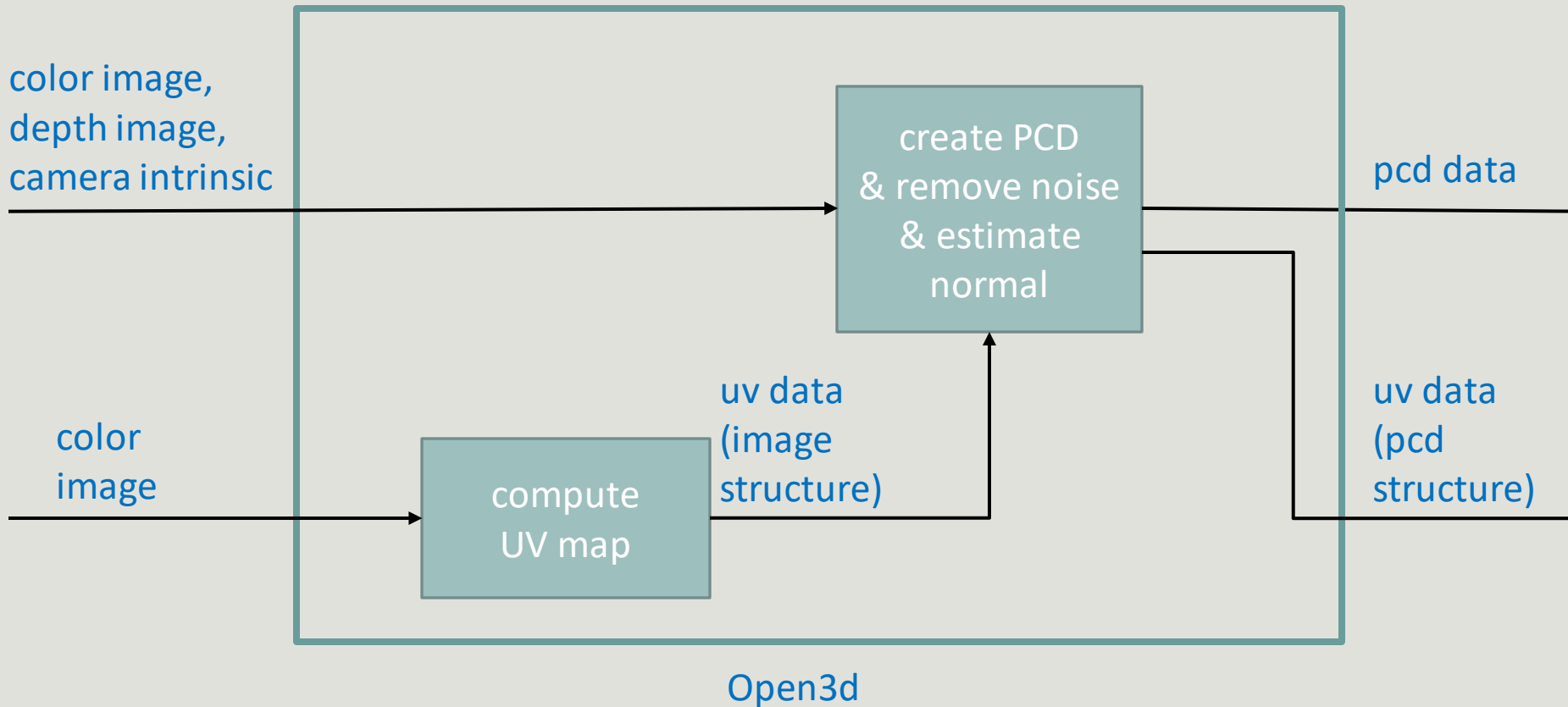


# 신체 스캔 & 조인트 정보 추출

Azure Kinect library



# 포인트 클라우드 & UV맵 생성

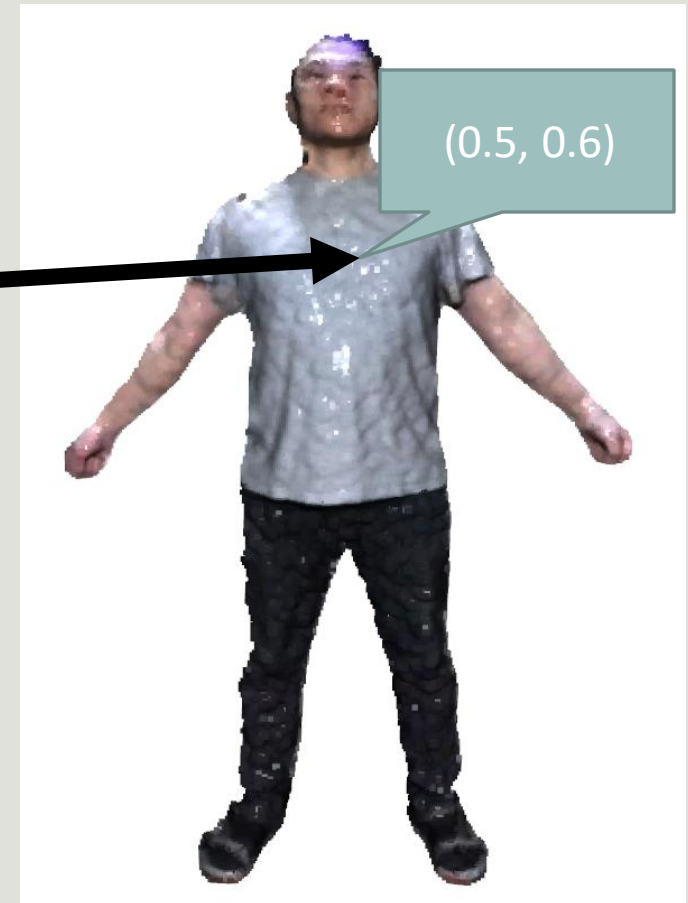


with masking

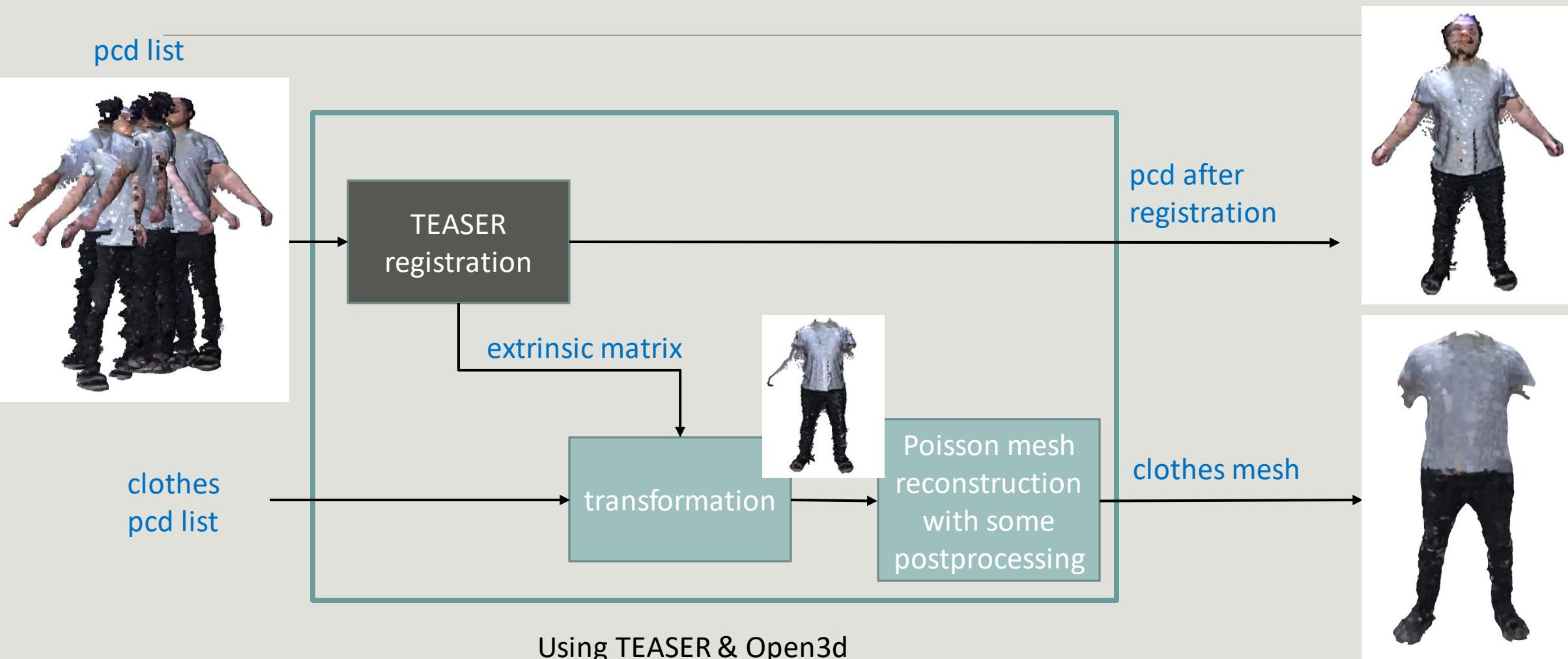
# UV맵 생성 상세



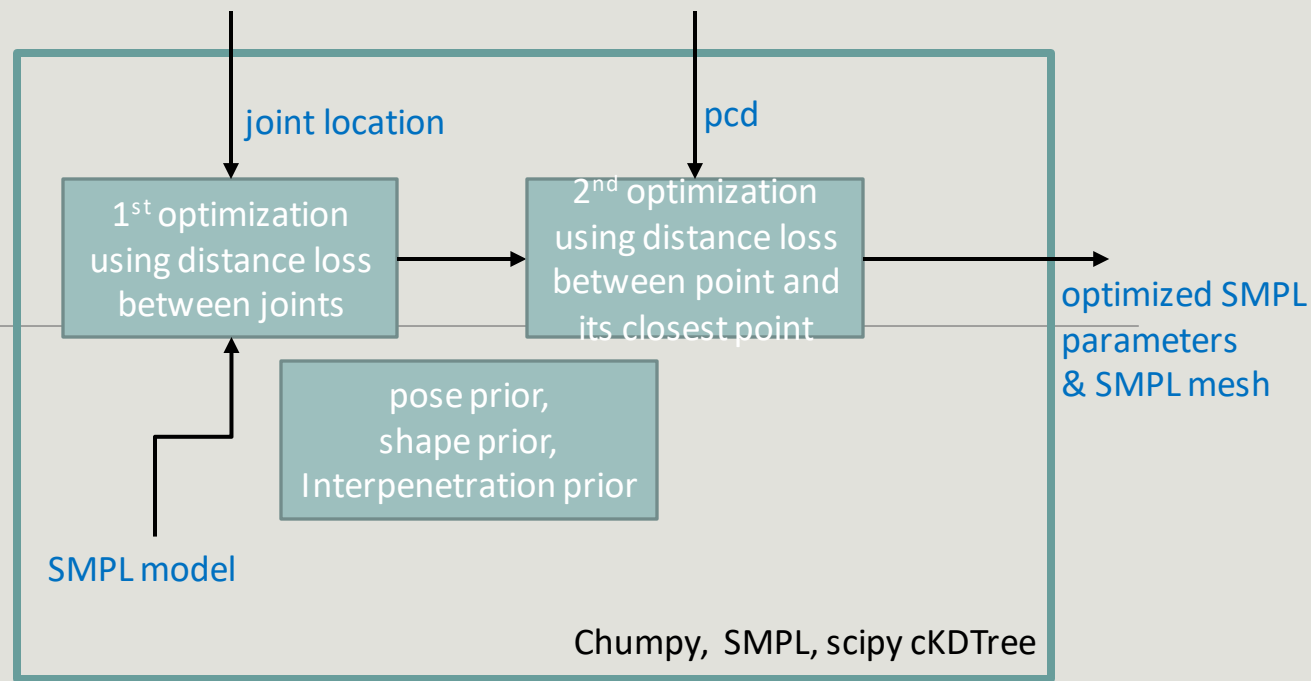
이미지 픽셀의 UV 값을  
대응하는 PCD 포인트로  
맵핑



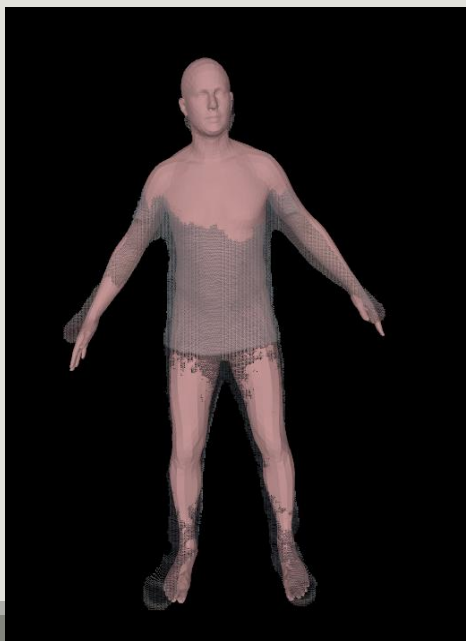
# 포인트 클라우드 정합 & 메쉬 생성



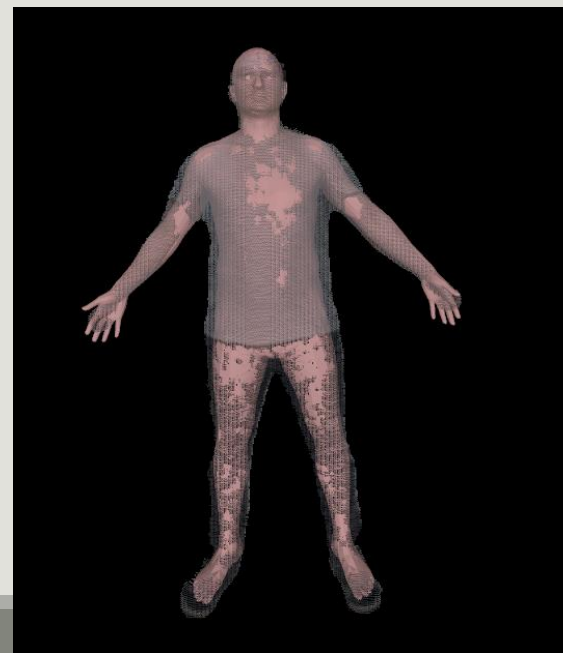
# SMPL 모델 파라미터 추정



1<sup>st</sup>  
optimization



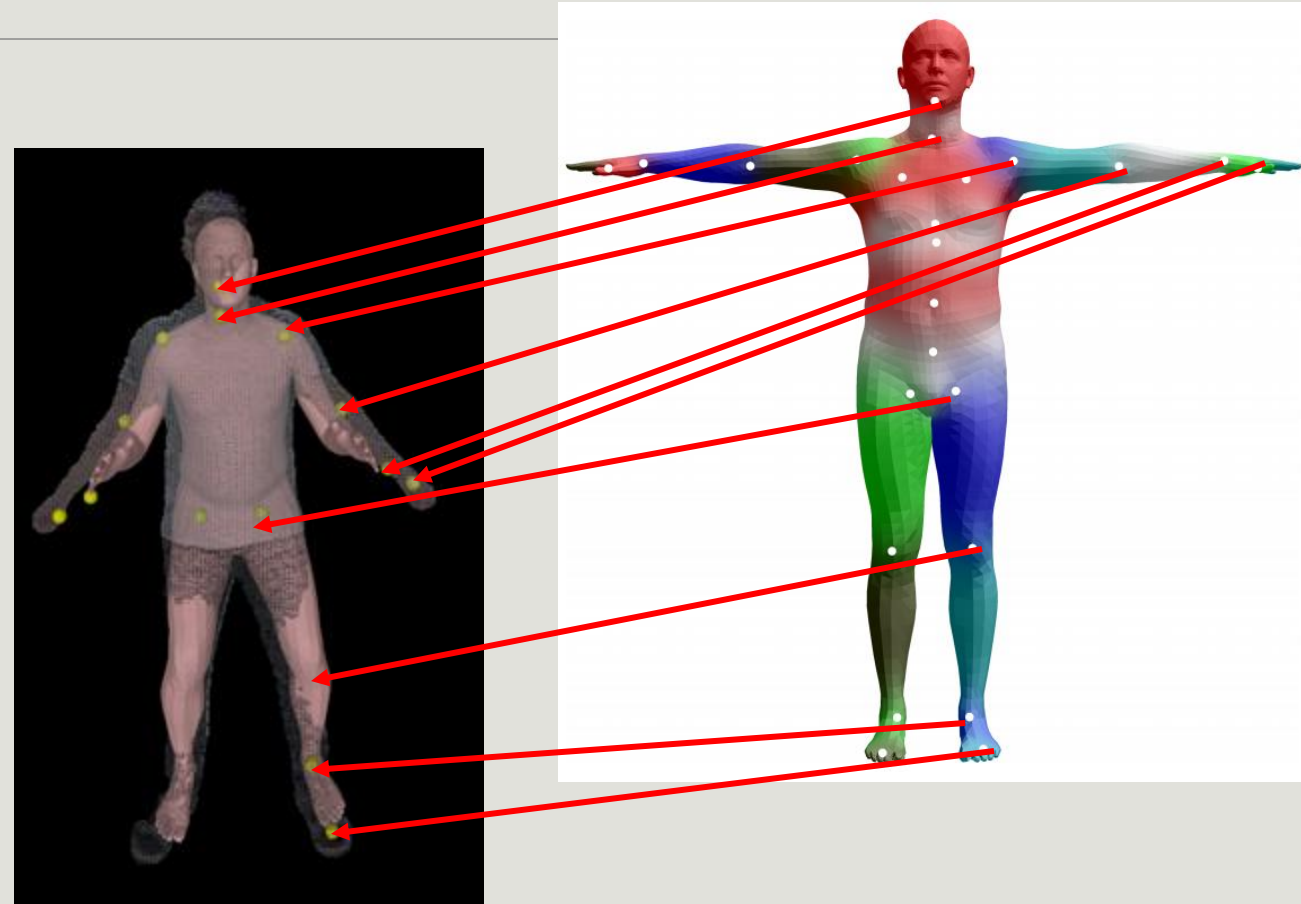
2<sup>nd</sup> optimization



# SMPL 모델 파라미터 추정: 1. 조인트 정합

## 모델과 스캔 데이터의 조인트 정합

- 기존 연구의 2D joint 대신 Kinect의 3D joint를 사용
- 카메라 파라미터를 추정하지 않는 대신 모델의 스케일을 추정해줘야 함.



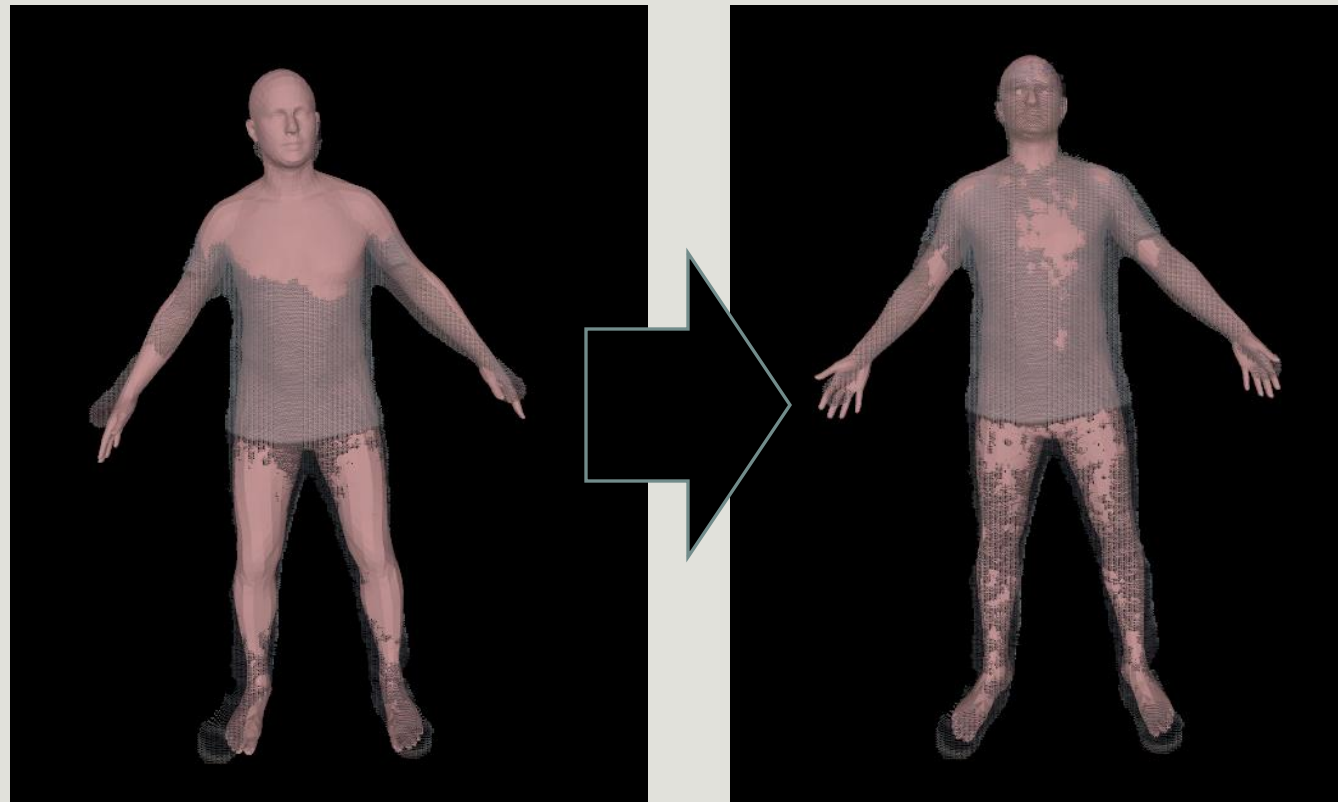
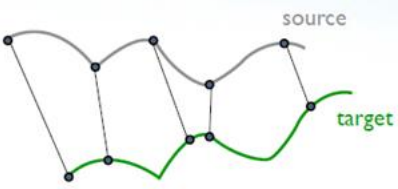
# SMPL 모델 파라미터 추정: 2. SHAPE 정합

- 3D 조인트 정보만 사용하여 SMPL 모델 파라미터를 추정할 경우 PCD와 실루엣이 잘 들어맞지 않음.
- **ICP를 자체적으로 변형한 알고리즘을 사용하여 모델 파라미터 fine tuning**

**ICP: Algorithm**

iterate until convergence:

1. sample points  $p_i$
2. find closest points  $q_i$
3. reject bad pairs  $(p_i, q_i)$
4. find optimal transformation  $R, t$
5. update scan alignment



# Shape 정합 알고리즘 상세

---

PCD registration 결과가 정확하지 않아 때문에 정면에서 찍은 PCD만 사용하여 최적화 진행. dogleg optimizer 사용

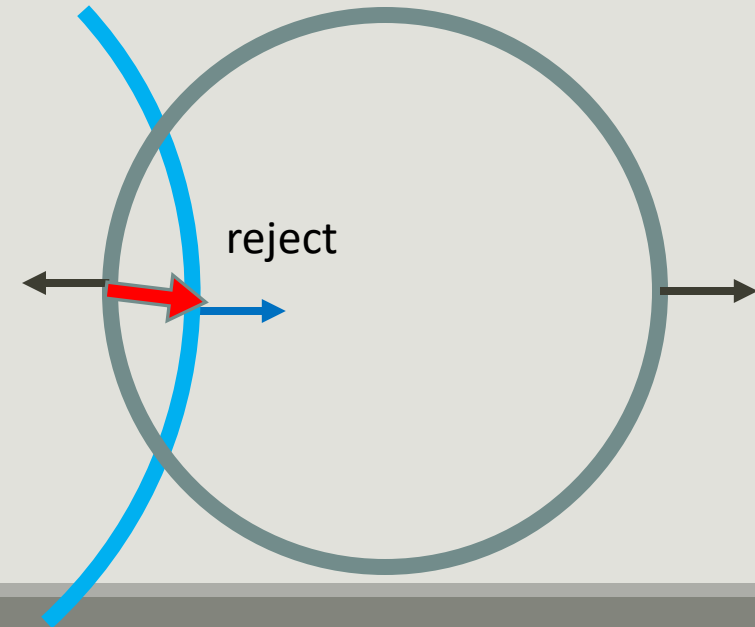
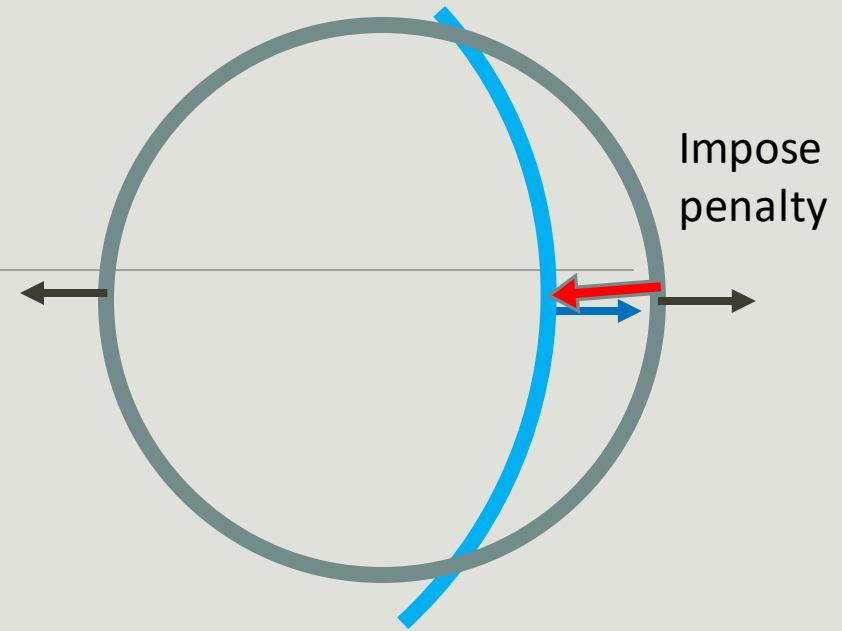
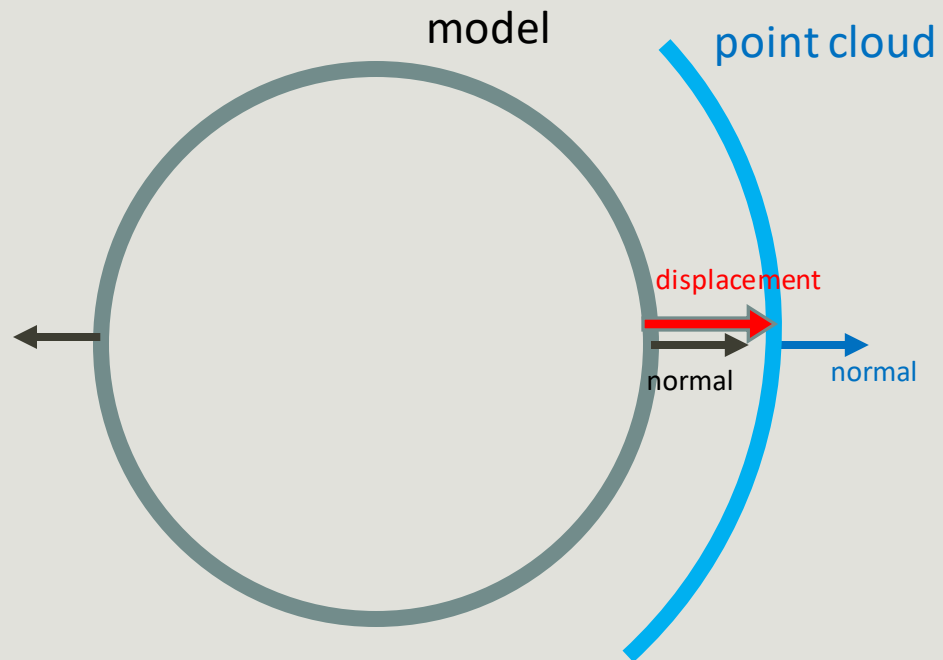
loss 함수:  $\sum \|a(\mathbf{p})_i - b_i\|^2$  ( $a(\mathbf{p})_i \in A(\mathbf{p}), b_i \in B$ ),  $A(\mathbf{p})$ 는 SMPL 모델의 vertex set,  $B$ 는 pcd의 point set,  $a(\mathbf{p})_i$ 와  $b_i$ 는 closest pair.

$a(\mathbf{p})_i$ 와  $b_i$ 의 노말 벡터의 내적 값이 일정 값보다 낮을 경우 그 pair는 reject 하고 loss 함수 계산에서 제외하도록 하였음.

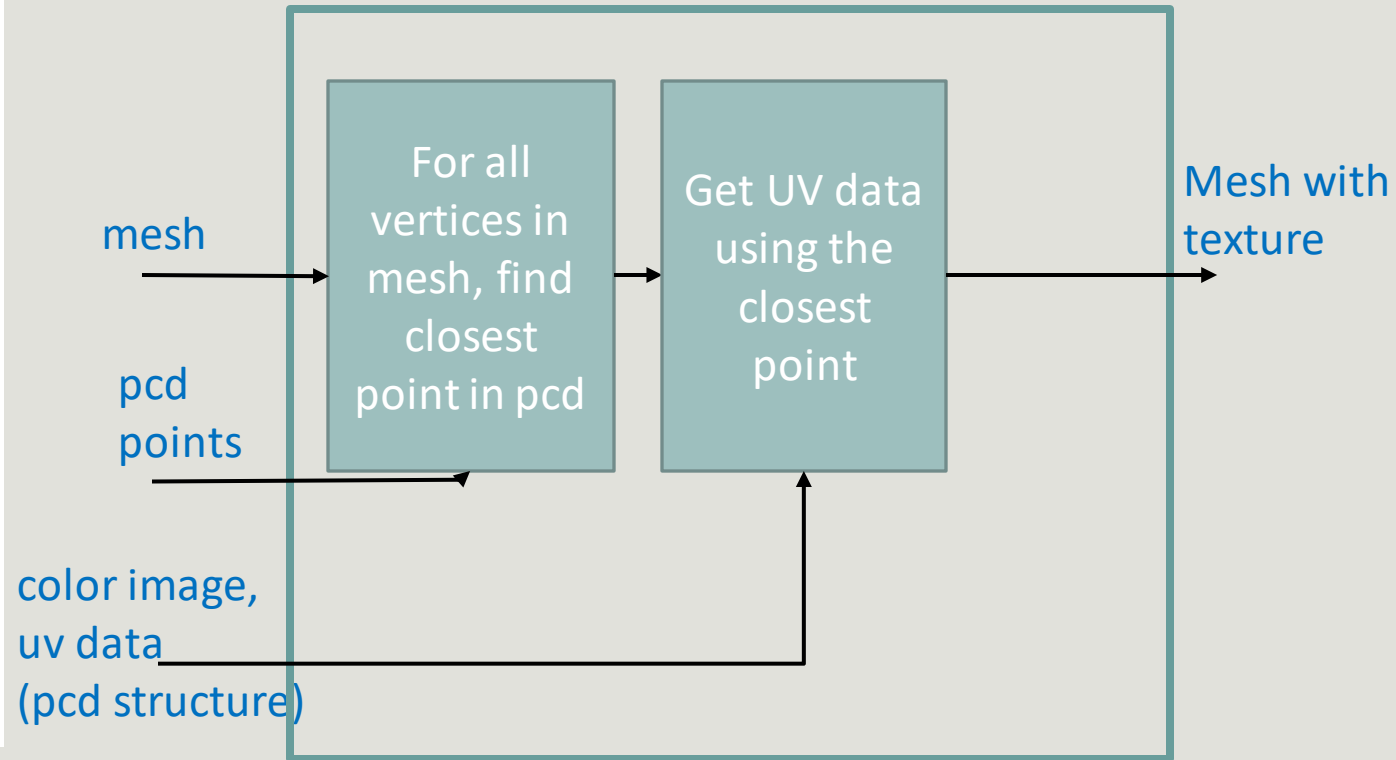
모델과 옷의 노말 벡터를 사용하여 모델이 옷 밖으로 벗어난 경우를 감지하고 이 경우 더 큰 페널티를 가함.



# Shape 정합 알고리즘 상세



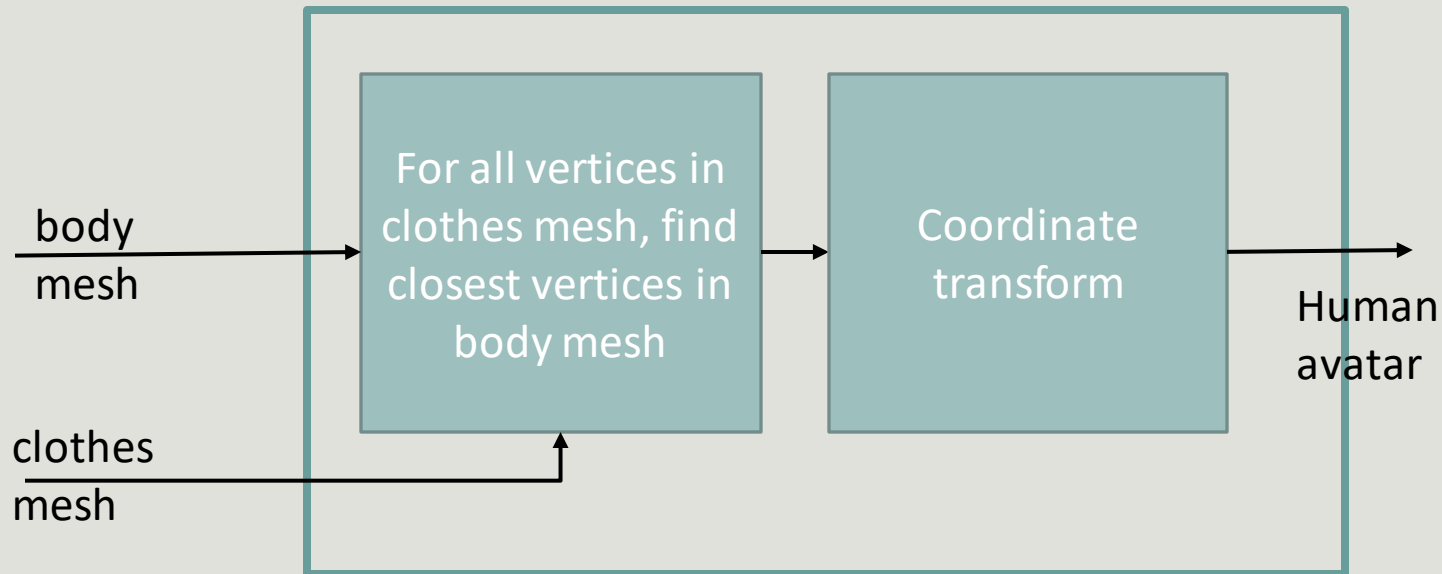
# 의상 및 신체 텍스처 구성



Using scipy cKDTree, open3d

# 신체와 의상의 통합

신체 모델이 애니메이션 되므로  
대응되는 신체 Vertex 기준 로컬 좌표계를 사용,  
의상 Mesh가 신체 모델에 의존되도록 통합

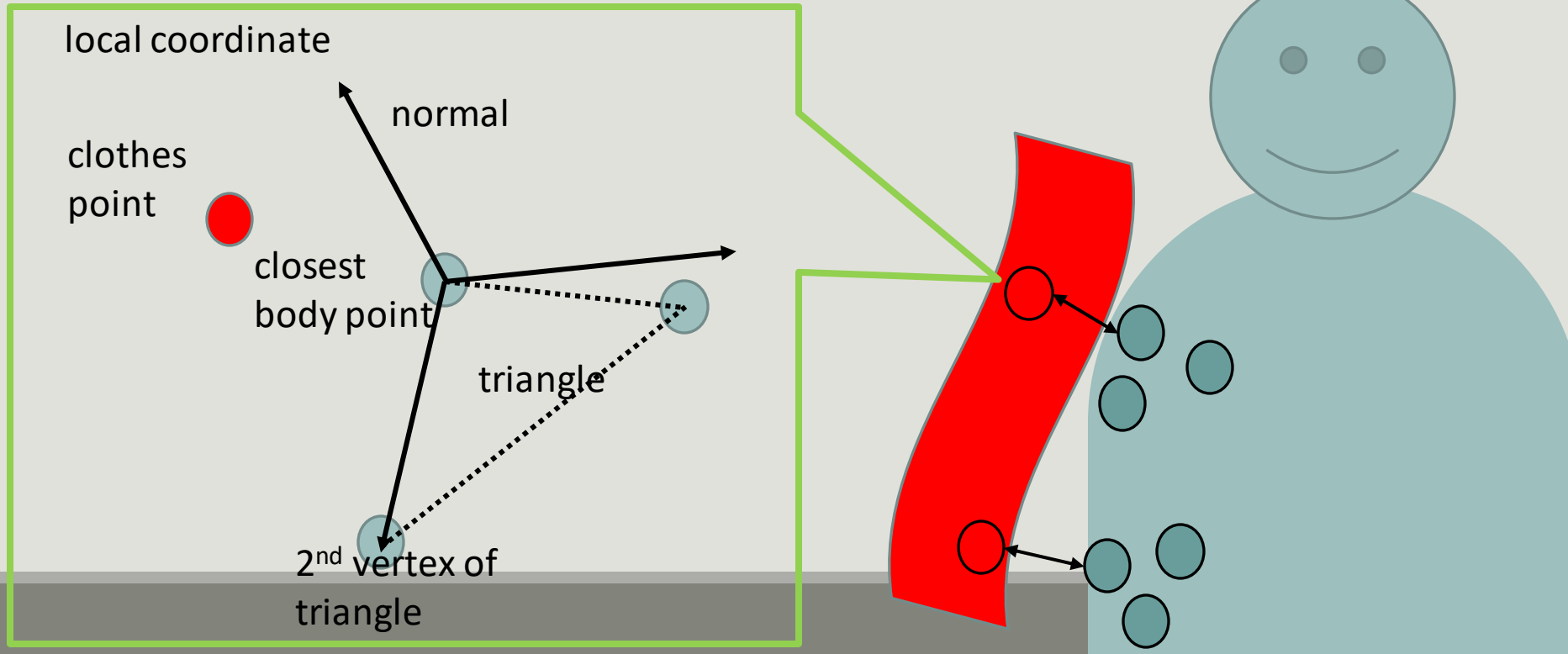


scipy cKDTree  
open3d



# 신체와 의상의 통합

의상의 각 vertex에 대해 대응되는 신체 Vertex의 로컬 좌표계로 변환 후 저장  
의상 Mesh가 신체 모델에 의존하도록 하기 위함



# 애니메이션

---

BVH 파일을 사용하여 Rigged 신체 모델의 Joint 각도를 매 프레임마다 변경하여 동작

의상은 신체 모델을 vertex 기준으로 변환해놓은 의상 메쉬의 로컬 좌표를 매 프레임마다 다시 글로벌 좌표로 변환시킴으로써 신체를 따라 옷이 자연스럽게 움직일 수 있는 효과를 냄.

# 결론

---

# 결론: 결과 및 효과



# 결론: 결과 및 효과

키넥트 카메라로 촬영된 이미지를 사용해 어느 정도 자연스럽게 움직일 수 있는 아바타 생성 기술을 연구하였다.

옷과 신체가 분리되어 있기 때문에 옷에 물리 엔진 등을 적용하거나 아바타끼리 옷을 서로 바꿔 입혀보는 등 추후 더 다양한 응용이 가능하다.



[https://youtu.be/5a\\_H0\\_dNM0s](https://youtu.be/5a_H0_dNM0s)



# 결론: 개선점

---

SMPL 모델이 손가락 등 일부 신체 파트를 제대로 모델링하지 못해 해당 부위에 대한 모델 정합이 부정확함.

segmentation 네트워크의 출력이 한두 픽셀 이상의 오차를 보여 정교한 의상 모델을 생성하는데 어려움이 있음.

촬영 중 신체의 흔들림 또는 이동으로 인해 포인트 클라우드 정합이 불안정함.

신체 버텍스 기준 로컬 좌표계로 옷 버텍스 저장 후 애니메이션 시 아티팩트 발생

## 참고 문헌

- A method for registration of 3-D shapes, 1992
- Least-Squares Fitting of Two 3-D Point Sets, 1992
- SMPL: A Skinned Multi-Person Linear Model, 2015
- Keep it SMPL: Automatic Estimation of 3D Human Pose and Shape from a Single Image, 2016
- Instance-level Human Parsing via Part Grouping Network, 2018  
[https://github.com/Engineering-Course/CIHP\\_PGN](https://github.com/Engineering-Course/CIHP_PGN)
- TEASER: Fast and Certifiable Point Cloud Registration, 2020