

# 입력 데이터에 따른 Conv\_BoDiEs 성능 비교 및 BfSNet 소개

3차원 신체 헬스케어 시스템

# 목차

## 1. Conv\_BoDiEs

- Dataset 분석
- Gray scale vs Binary 모델

## 2. SMPL

- SMPL 소개 / 사용방법
- K-SMPL

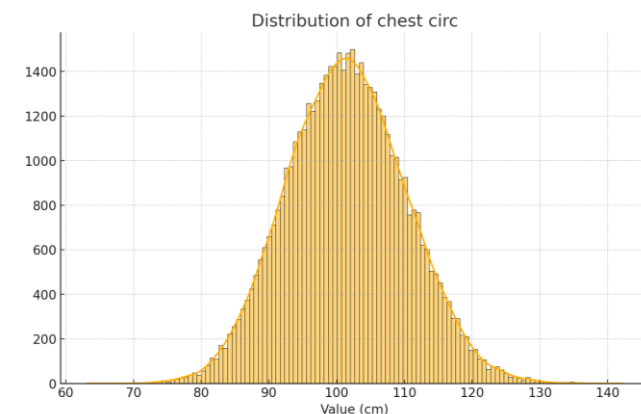
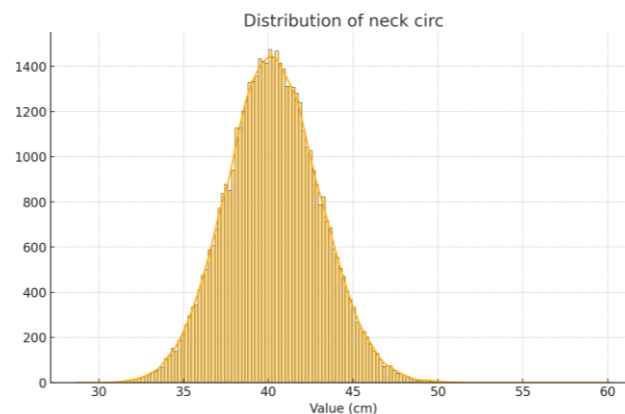
## 3. BfSNet

- 아키텍처 소개

# Conv\_BoDiEs – Dataset 분석

Body part	mean	std	min	max	variance
chest circ	101.4511	8.786699	63.1499	142.1444	77.20608
waist circ	93.5536	11.5894	48.47214	150.4588	134.3141
pelvis circ	104.091	7.040043	77.83352	135.3529	49.56221
neck circ	40.28917	2.740406	28.72645	60.15604	7.509825
bicep circ	30.59216	3.478425	16.21338	45.24001	12.09944
thigh circ	52.70034	4.344027	35.7842	69.72671	18.87057
knee circ	38.76724	2.481328	27.88229	50.5132	6.156988
arm length	53.05745	2.700202	41.84607	63.58417	7.291089
leg length	80.49897	4.48652	61.71508	98.06576	20.12886
calf length	42.18351	2.547336	32.42509	51.82407	6.488921
head circ	58.64824	2.31552	49.18394	67.30839	5.361633
wrist circ	17.4715	1.12858	13.13571	21.66217	1.273694
arm span	183.7235	7.888281	148.8551	219.2202	62.22498
shoulders width	39.07601	2.12762	30.8392	48.2435	4.526765
torso length	52.9812	2.811613	41.40949	65.8777	7.905166
inner leg	74.85173	4.614797	54.0653	92.1977	21.29635

Dataset 분석



목, 무릎둘레 등 크게 차이가 없는 부분 외 가슴둘레, 허리, 골반등의 치수들은 데이터의 값들의 분포와 표준편차의 값들이 크다.

➔ 학습데이터로 사용하기 적합하다.

# Conv\_BoDiEs – Gray scale vs Binary 모델



Body part	Actual_1	Prediction_1	Actual_2	Prediction_2	Actual_3	Prediction_3	MAE [cm]
chest circ	97.47406	97.33069	94.35966	93.44046	99.02996	96.98305	0.9335
waist circ	84.55708	83.57465	78.13094	76.31371	90.75948	89.36649	0.8838
pelvis circ	99.24985	98.75048	91.51127	92.60078	98.4142	98.24675	0.9297
neck circ	38.61728	39.38307	36.35854	37.51544	37.84291	38.28579	0.5879
bicep circ	27.19982	27.43615	25.92331	25.7939	29.90578	29.46269	0.4698
thigh circ	48.74472	49.19843	45.94247	46.90691	49.22201	50.16494	0.8427
knee circ	36.97505	37.03225	34.04455	34.10705	37.35206	35.64982	0.5327
arm length	54.18272	54.04683	52.36208	52.30029	49.30011	49.97616	0.2533
leg length	79.19997	79.56876	80.32672	80.92329	75.59068	75.59129	0.3774
calf length	41.19234	41.46789	41.76435	42.01006	39.40411	39.33211	0.2493
head circ	56.97601	56.76243	54.04915	54.59078	54.95065	55.65078	0.4121
wrist circ	16.61359	16.69334	17.1047	16.97884	15.43608	16.05244	0.3043
arm span	183.7779	183.1149	180.8999	180.5461	174.9272	174.6278	0.4449
shoulders width	38.8159	38.61305	36.8861	36.91258	38.4463	37.83019	0.3134
torso length	50.0706	50.60609	49.7317	49.828	49.4097	49.87328	0.4467
inner leg	75.3142	74.15987	75.1163	76.38044	69.6315	70.58277	0.8783
MAE(total)							5.537[mm]

Conv\_BoDiEs test result / Gray scale input

Body measurement	MAE (mm)		
	Conv-BoDiEs G	PC-BoDiEs B	
Head circumference	8.38	16.22	8.06
Neck circumference	8.82	17.39	9.07
Shoulder-to-shoulder	7.54	12.41	8.21
Arm span	5.32	7.45	6.95
Shoulder-to-wrist	3.90	6.00	5.18
Torso length	6.51	10.13	7.85
Bicep circumference	4.60	6.66	5.79
Wrist circumference	2.23	3.28	2.48
Chest circumference	2.57	5.24	3.29
Waist circumference	1.65	3.11	2.29
Pelvis circumference	3.51	4.92	5.11
Leg length	2.65	3.69	3.48
Inner leg length	4.16	5.80	2.76
Thigh circumference	2.46	3.31	2.80
Knee circumference	2.76	5.47	3.45
Calf length	7.27	10.56	7.90
Mean	4.64	7.60	4.95

Thesis test result

# Conv\_BoDiEs – Gray scale vs Binary 모델

Body measurement	MAE (mm)		
	Conv-BoDiEs G	PC-BoDiEs B	
Head circumference	8.38	16.22	8.06
Neck circumference	8.82	17.39	9.07
Shoulder-to-shoulder	7.54	12.41	8.21
Arm span	5.32	7.45	6.95
Shoulder-to-wrist	3.90	6.00	5.18
Torso length	6.51	10.13	7.85
Bicep circumference	4.60	6.66	5.79
Wrist circumference	2.23	3.28	2.48
Chest circumference	2.57	5.24	3.29
Waist circumference	1.65	3.11	2.29
Pelvis circumference	3.51	4.92	5.11
Leg length	2.65	3.69	3.48
Inner leg length	4.16	5.80	2.76
Thigh circumference	2.46	3.31	2.80
Knee circumference	2.76	5.47	3.45
Calf length	7.27	10.56	7.90
Mean	<b>4.64</b>	7.60	4.95

Thesis test result

Body Part	MAE(cm)
chest circ	1.489289
waist circ	1.553101
pelvis circ	1.207666
neck circ	0.715191
bicep circ	0.523846
thigh circ	0.969573
knee circ	0.657619
arm length	0.285037
leg length	0.510782
calf length	0.337102
head circ	0.445281
wrist circ	0.321884
arm span	0.645553
shoulders width	0.351935
torso length	0.544121
inner leg	1.00466
MAE(total)	<b>7.22665 [mm]</b>

Binary input

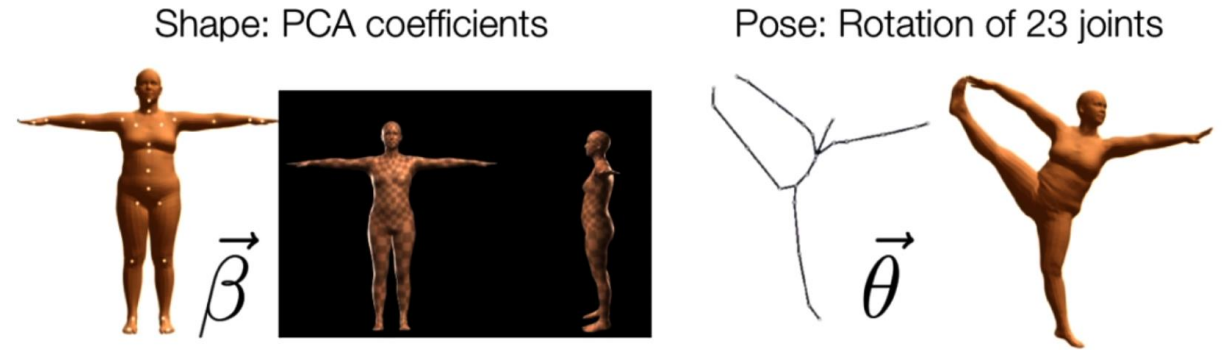
Body Part	MAE(cm)
chest circ	0.9335
waist circ	0.8838
pelvis circ	0.9297
neck circ	0.5879
bicep circ	0.4698
thigh circ	0.8427
knee circ	0.5327
arm length	0.2533
leg length	0.3774
calf length	0.2493
head circ	0.4121
wrist circ	0.3043
arm span	0.4449
shoulders width	0.3134
torso length	0.4467
inner leg	0.8783
MAE(total)	<b>5.537[mm]</b>

Gray scale input

Gray scale input의 MAE가 더 작다

# SMPL

SMPL – Skinned Multi-Person Linear Model



- Input:

- Pose Parameter  $\vec{\theta} : (24, 3)$   $\vec{\theta} = [\vec{\omega}_0^T, \dots, \vec{\omega}_K^T]^T, K = 23$
- Shape parameters  $\vec{\beta} : (10, 1)$  PCA /  $\vec{\beta} = [\beta_1, \dots, \beta_{|\vec{\beta}|}]^T$

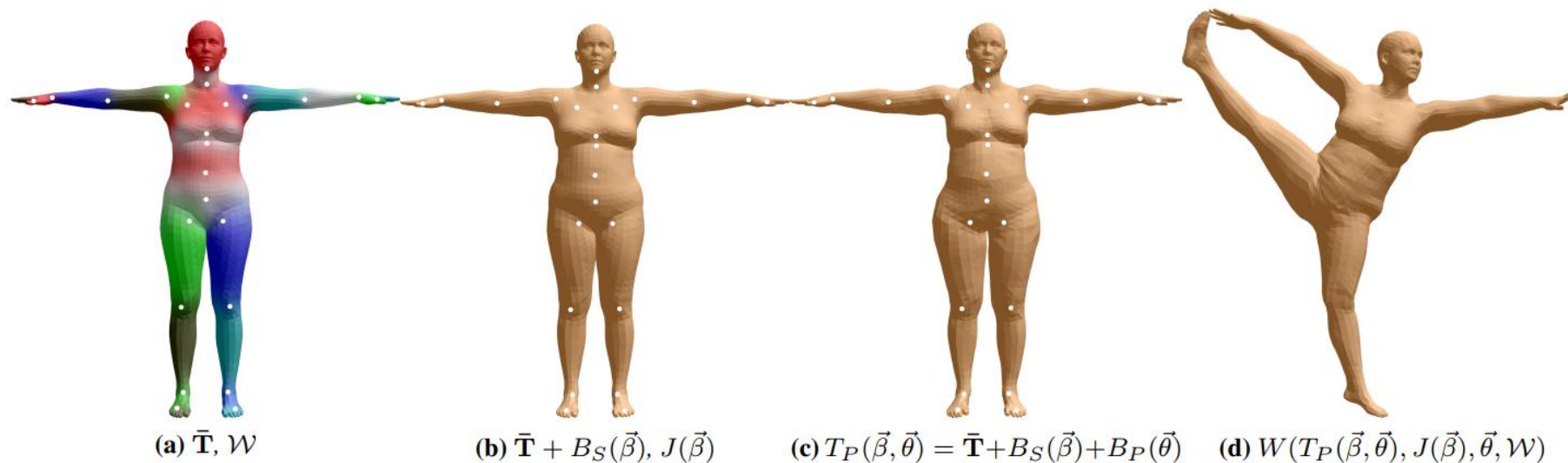
- Output:

- (6890, 3)의 3차원 좌표를 가진 6890개의 점으로 표현
- Joint location 관전위치를 (x, y, z)형식으로 표현 from  $\vec{w}_k$

통계적 기법과 최적화 과정을 통해 학습

선형 모델에 기반하여 체형과 자세의 변화를 선형 결합을 통해 설명하는 방식

# SMPL



- Figure (a)는 기본 형태이며 아직 아무런 연산을 하지 않은 상태  
 $\bar{T} = (6890, 3)$  *mesh template shape*  
 $W = (23, 6890)$  segmentation mask에 대한 정보/관절
- Figure (b)는 Shape Blendshapes으로  $\vec{\beta}$ 를 이용하여 외형을 바꾸고  $J = \text{joint location}$ 을 추출한 것이다.

- Figure (c)는 Pose blend shape으로 실제로 포즈를 취하게 되면 생기는 변형에 대해서 현실적으로 적용하여 표현한다.
- Figure (d)는 Blend Skinning으로 실제 적용할 혹은 바꿀 Pose를 적요하여 표현한 최종 형태

# SMPL python 사용

## SMPL 공식 사이트

1. Model
  - pkl file
2. Code
  - SMPL 모델 저장하고 불러오기
  - 여기서 직접적으로 paramete의 값을 바꿈

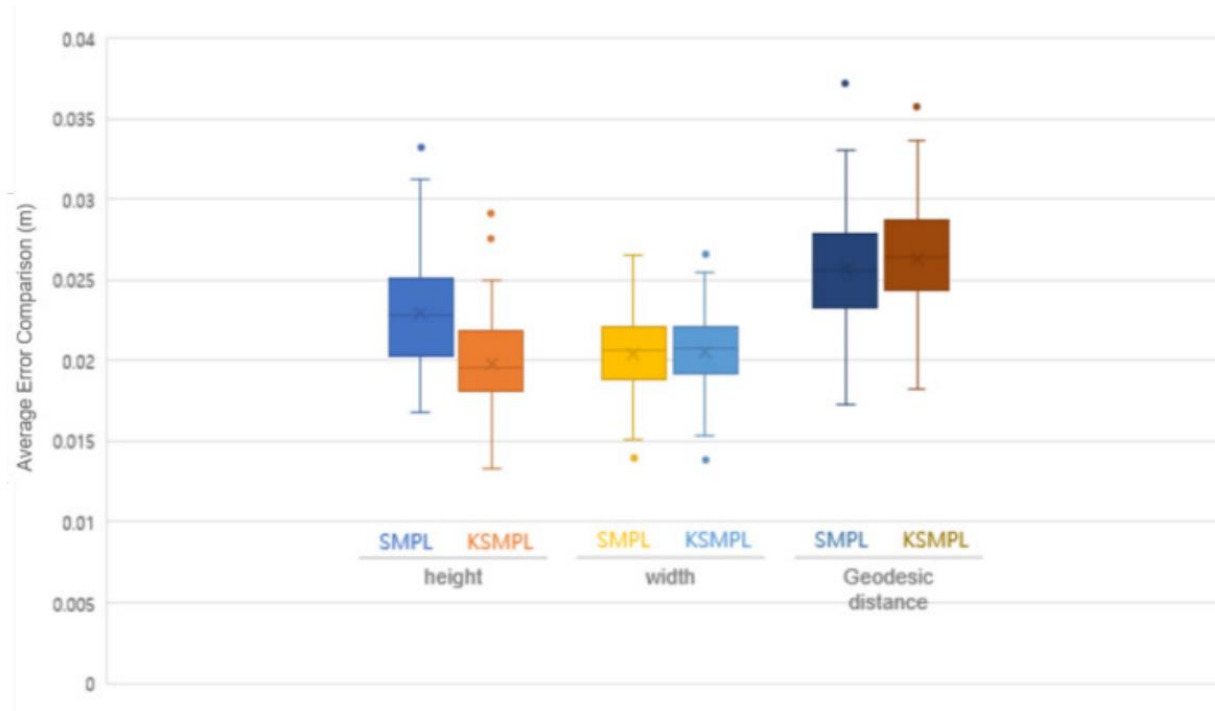
Python 2.7 – Numpy & Scipy / OpenCV / Chumpy



Autodesk의 Maya/ Unity를 통해 시각화 및 조작 가능



# K-SMPL



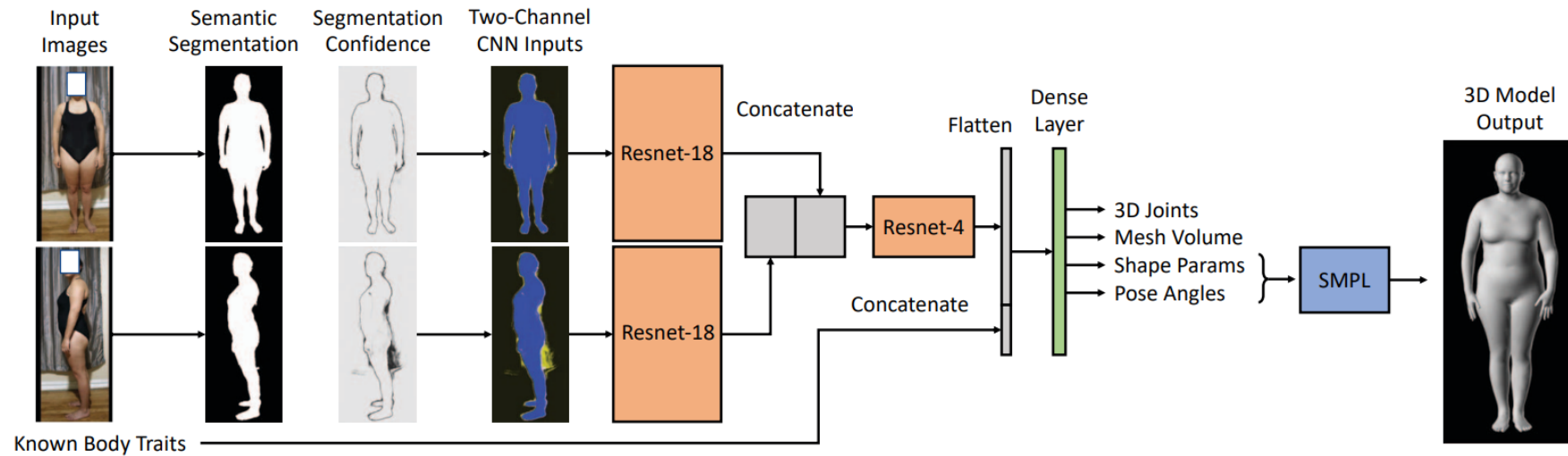
아직 모델이 배포된거  
나 사용할 수 있도록 나  
오지 않음

여성 모델에 대한 연구  
만 진행

- 학습 데이터 : SizeKorea의 한국인 체형 치수 데이터
- Height에 해당하는 길이 부분은 2.5[cm]의 오차를 줄였지만

다른 부분에서는 오히려 똑같거나 조금더 큰 오차를 보여주었다 (특히 둘레부분에서 조금 더 큰 오차를 보임)

# BfSNet



Input:

1. Binary segmentation
2. Segmentation confidence

Output:

1. SMPL shape & pose parameters

Training Data : 합성데이터 사용

1. SMPL로 모델을 사용하여 shape & pose를 랜덤 생성
2. 가상 카메라로 생성된 랜덤한 SMPL을 캡처하여 이미지 생성
3. Segmentation 노이즈 추가