

卒業論文 2023年度(令和05年)

骨格推定を用いたボディビルのポージング練習ツール

慶應義塾大学 環境情報学部  
田崎和輝

骨格推定を用いたボディビルのポージング練習ツール

ボディビルをはじめとするフィットネス大会に出場する人は増加傾向にある。日本ボディビル・フィットネス連盟 (JBBF) の登録選手数は 2015 年の 2213 人から 2021 年の 5576 人へと 2 倍位以上に増加している [1]。しかしながら、ボディビル大会への出場は敷居が高く、トレーニング、減量だけでなくステージでの見栄えを良くするためにポージング練習も必須となる。ポージング練習は初心者一人で行うのは難しく、トレーナーに指導を受けるという方法があるが高額である。本研究では、骨格推定ライブラリである OpenPose を用いてカメラの入力から理想のポーズとの関節角度を比較し、視覚的にフィードバックを返すシステムを構築した。

キーワード:

1. Bodybuilding, 2. Posing, 3. Pose estimation,

慶應義塾大学 環境情報学部  
田崎和輝

Bodybuilding posing practice tool using pose estimation
---

In order to compete in bodybuilding competitions, it is important not only to muscle training and lose weight, but also to practice posing. However, most posing practice is done using mirrors, making it difficult for beginners to master posing. Therefore, I am going to create a system that judges poses using pose estimation technology, compares them with ideal poses, and gives feedback to the user

Keywords :

1. Bodybuilding, 2. Posing, 3. Pose estimation,

Keio University Faculty of Environment and Information Studies

Kazuki Tasaki

# 目次

<b>第1章 序論</b>	<b>1</b>
1.1 はじめに . . . . .	1
<b>第2章 背景</b>	<b>2</b>
2.1 ボディビルディング . . . . .	2
2.1.1 ボディビルとは . . . . .	2
2.1.2 評価基準 . . . . .	2
2.1.3 規定ポーズ . . . . .	2
2.2 骨格推定 . . . . .	3
2.3 内在的フィードバック . . . . .	3
2.4 ガイダンス仮説 . . . . .	3
2.5 関連研究 . . . . .	3
<b>第3章 本研究における問題定義</b>	<b>4</b>
3.1 問題 . . . . .	4
3.1.1 既存の練習方法 . . . . .	4
3.2 仮説 . . . . .	4
<b>第4章 提案手法</b>	<b>5</b>
4.1 提案 . . . . .	5
4.2 実装 . . . . .	5
<b>第5章 実験</b>	<b>6</b>
5.1 実験環境 . . . . .	6
<b>第6章 評価</b>	<b>9</b>
6.1 評価内容 . . . . .	9
<b>第7章 結論</b>	<b>10</b>
7.1 本研究のまとめ . . . . .	10
7.2 本研究の課題 . . . . .	10
<b>謝辞</b>	<b>11</b>

# 図 目 次

5.1	ダブルバイセップス (pose1)	7
5.2	クラシックポーズ (pose2)	8

# 表 目 次

# 第1章 序論

## 1.1 はじめに

ボディビルをはじめとするフィットネス大会に出場する人は増加傾向にある。日本ボディビル・フィットネス連盟 (JBBF) の登録選手数は 2015 年の 2213 人から 2021 年の 5576 人へと 2 倍位以上に増加している [1]。しかしながら、ボディビル大会への出場は敷居が高く、トレーニング、減量だけでなくステージでの見栄えを良くするためにポージング練習も必須となる。ポージング練習は初心者一人で行うのは難しく、トレーナーに指導を受けるという方法があるが高額である。本研究では、骨格推定ライブラリである OpenPose を用いてカメラの入力から理想のポーズとの関節角度を比較し、音声フィードバックを返すシステムを構築した。

[2]

## 第2章 背景

### 2.1 ボディビルディング

#### 2.1.1 ボディビルとは

競技ボディビルは、選手が日頃の厳しいトレーニングにより鍛え上げた筋肉の発達度や美しさ、バランスを競う個人スポーツである。競技方法として、エントリーした選手の中から予選審査（プレジャッジ）を経て10～12名が選ばれ、これらの選手による比較審査が行われる。選手は司会者の指示に従い、規定のポーズを取り、音楽に合わせたフリーポーズも披露する。予選審査では上位に進む選手を選出し、後半で上位選手同士が厳密に評価される。決勝審査では、プレジャッジで選ばれた上位選手がフリーポーズを披露し、審査員による合計点で順位が決まる。[3]

#### 2.1.2 評価基準

審査基準は筋肉の大きさ、形、明瞭さ、バランス、ポーズの流れ、表現法などであり、体脂肪が多い選手は評価が低くなる傾向がある。

#### 2.1.3 規定ポーズ

規定ポーズは、コンパルソリー（compulsory）ポーズと呼ばれ、同じポーズで比較すると云う意味になる。同時に決まったポーズをとることは、選手すべてが同じ型のポーズで同じ条件のもとに比較されると云うことになる。[4]

男子ボディビルでは

1. フロント ダブルバイセプス
2. フロント ラットスプレッド
3. サイド チェスト（エニーサイド）
4. バック ダブルバイセプス
5. バック ラットスプレッド



6. サイド トライセプス (エニーサイド)

7. アブドミナル アンド サイ

の7ポーズが規定ポーズである。この規定ポーズと前後左右のリラックスポーズで比較される。

## 2.2 骨格推定

骨格推定とは深層学習などを用いて人物のポーズを可視化してくれる手法であり、モーションキャプチャーなどの機器を使用することなく、画像、動画データ、又はカメラからの入力を用いて人間のポーズを可視化することができる。カーネギーメロン大学 (CMU) の Zhe Cao らが「Realtime Multi-Person pose estimation」[5] の論文で発表した、OpenPose が一つの例である。

## 2.3 内在的フィードバック

内在的フィードバックとは、私たちが動作を実行する際に自分の感覚に基づいてその動作を評価し、学習するプロセスである。例えば、歩行時に足の裏から伝わる路面の感覚を認識することや、自分の進む方向を視覚的に確認することも、この内在的フィードバックの一例であることと言える。[6]

## 2.4 ガイダンス仮説

ガイダンス仮説とは、フィードバックは学習者を正しい運動に導くガイドとなるが、もしフィードバックを頻繁に与えすぎた場合は、それに過度に依存して、内在的フィードバックの処理を無視するようになり、逆に悪影響を与えるという考えである。すなわち、外在的フィードバックを頻繁に与え過ぎることで学習者はそれに依存してしまい、内在的フィードバックの1つである運動感覚を利用した能動的な動作の修正を行わなくなる。その結果、外在的フィードバックを伴う練習中においてはパフォーマンスが優れているものの、外在的フィードバックがない保持テストでは正確な運動を行えないことが多い。

## 2.5 関連研究

武蔵野大学の鎌田らは [7] スクワットのフォームに対して OpenPose を用いて姿勢差分に用いる関節角度の抽出方法とについて実装した。また、広島市立大学の岡本らは [8] 陸上のハードル跨ぎの練習において Kinect を用いて骨格を推定し、リアルタイムでフィードバックを返すシステムを提案した。

## 第3章 本研究における問題定義

### 3.1 問題

#### 3.1.1 既存の練習方法

ボディビルのポージング練習では鏡の前でポーズを取り、視覚的に確認しながらポーズを修正していく方法が一般的である。しかし、初心者では鏡を使った練習ではどこを修正したら良いかわかりづらい。また、鏡を見ながらの練習では左右反転している状態や、視点が自分と同じ高さにあることなどを理由に実際のステージとは異なる見え方をするため、本番を意識したポーズを獲得することが難しい。

また、ポージングを改善する方法の一つとしてパーソナルトレーニングで専門のトレーナーにフィードバックをもらう方法もある。しかし、パーソナルトレーニングは費用や時間の問題から初心者が何度も通うことはハードルが高い。

### 3.2 仮説

本研究では、次の加越を検証する。

1. 骨格推定用いた音声フィードバックを用いたポージング練習を行うことでポージングが改善される。
2. 骨格推定用いた音声フィードバックを用いたポージング練習は鏡を用いたポージング練習と同等以上の効果を出すことができる。

## 第4章 提案手法

### 4.1 提案

- ポーズ推定ライブラリである MediaPipePose[9] を用いて関節角度を計測し、理想形との差異を測定する。
- 音声で大まかなフィードバックを与えることで利用者本人の内在的フィードバックによるポーズ習得をさせる。

### 4.2 実装

## 第5章 実験

### 5.1 実験環境

理想のポーズとなる関節角度を指定した 3D モデルを 2 つ作成する。ポーズはダブルバイセップス 図 5.1、クラシックポーズ 図 5.2 である。

被験者を 2 つの群に分ける。グループ 1 は pose1 を本システムで練習し、pose2 を鏡を使って練習する。グループ 2 は pose1 を鏡を使って練習し、pose2 を本システムを使って練習する。

システムを使用する練習、鏡を使用する練習それぞれで、30 秒ポージング、30 秒休みを 1 セットとし、計 10 セット行った。

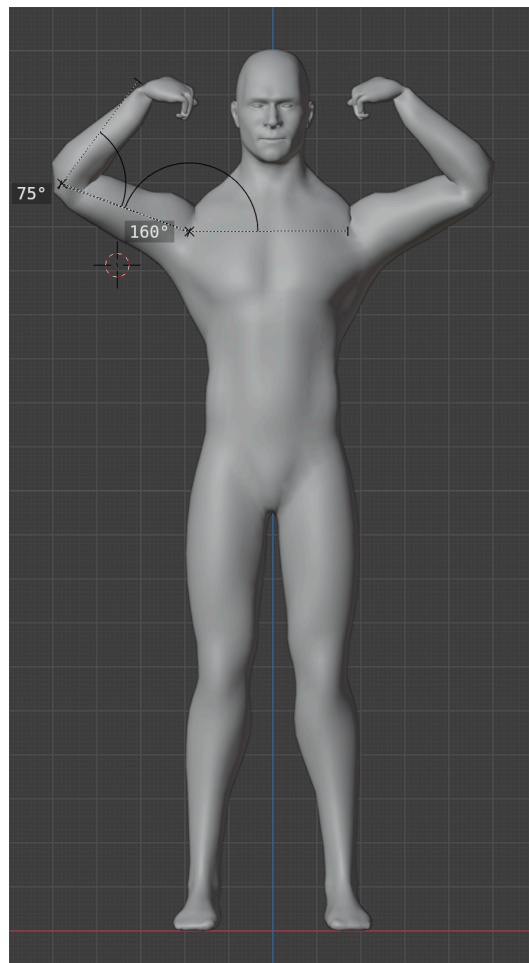


図 5.1: ダブルバイセップス (pose1)

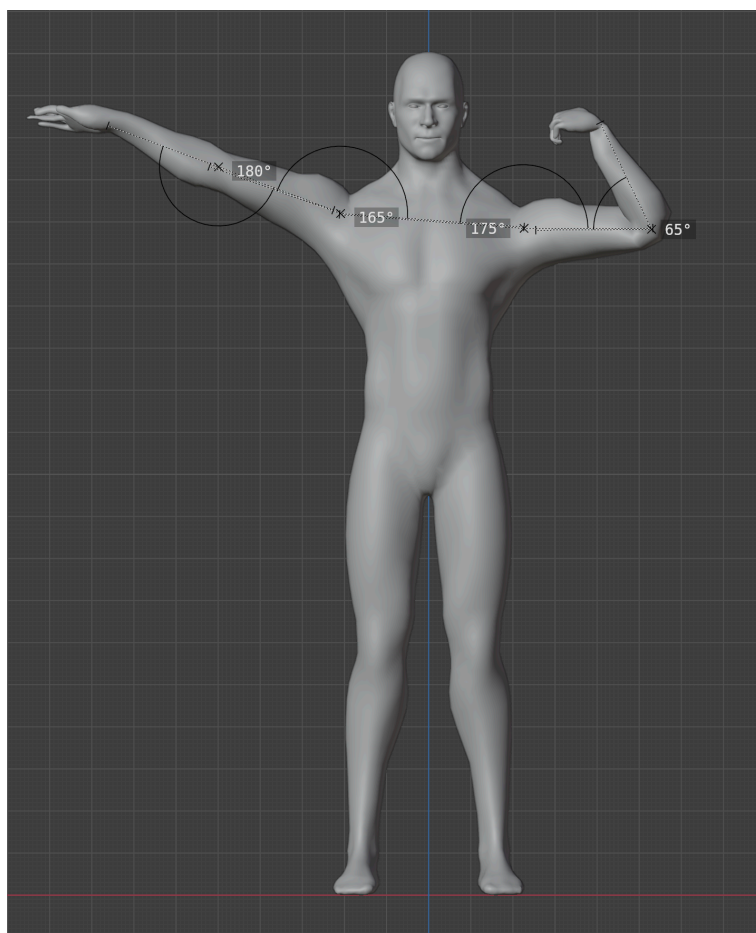


図 5.2: クラシックポーズ (pose2)

## 第6章 評価

本章では，提案システムの評価について述べる．

### 6.1 評価内容

## 第7章 結論

本章では，本研究のまとめと今後の課題を示す．

### 7.1 本研究のまとめ

### 7.2 本研究の課題



# 謝辞

謝辞を述べる。

# 参考文献

- [1] 日本ボディビル・フィットネス連盟. 平成 27 年度 事業報告書, 2021 年度 事業報告書.
- [2] フィットネスクラブの市場動向について (第 1 回 : 全 8 回).
- [3] 日本ボディビル・フィットネス連盟. What is a bodybuilding?
- [4] 中尾尚志. ポージングとパフォーマンス, 2016. 専務理事 審査委員会委員長.
- [5] Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, and Yaser Sheikh. Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. Technical report, November 2016. <https://arxiv.org/pdf/1611.08050.pdf>.
- [6] 名古屋大学運動学習科学研究室. フィードバックは諸刃の剣?
- [7] 林 康弘 鎌田 夏輝, 柴原 匠棋. Openpose を用いた姿勢差分の算出によるパーソナルバーチャルトレーニングシステム. Internet-draft, IETF Secretariat, 2020. [https://www.jsise.org/society/presentation/2020/pdf/01\\_hokkaido/a08.pdf](https://www.jsise.org/society/presentation/2020/pdf/01_hokkaido/a08.pdf).
- [8] 松原行宏 岡本勝, 礒村智将. 姿勢推定手法を活用したリアルタイム運動訓練支援環境. Internet-draft, IETF Secretariat, 2016. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjsai/JSAI2016/0/JSAI2016\\_1C40S13a1/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjsai/JSAI2016/0/JSAI2016_1C40S13a1/_pdf/-char/ja).
- [9] Google. Mediapipe pose landmarker.