

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名: 次世代モーションキャプチャシステムの研究開発
- ◆副題: カメラ画像シミュレーションによる3次元筋骨格配置の推定
- ◆実施機関: 株式会社スリーディー
- ◆研究開発期間: 平成30年度から令和2年度(3年間)
- ◆研究開発予算: 総額61百万円(令和2年度 25百万円)

## 2. 研究開発の目標

カメラ画像を模擬した身体形状のCG画像とそれに対応した3次元筋骨格配置のデータセットを生成し、機械学習により、様々な姿勢の身体表面形状のカメラ模擬画像から3次元筋骨格配置を推定する手法を開発する。2021年に、本研究開発物により筋骨格配置を推定し、CGの元となるDefMuscle上でシミュレートされた筋骨格配置との誤差が、筋配置の破綻なく、体格に依らず、特に運動器を司る骨(例えば上腕骨)の骨端位置同士の比較で10mm以下を達成する。

## 3. 研究開発の成果

### 身体表面形状の撮影画像からの3次元筋骨格配置の推定

カメラからの撮影 → 身体表面形状 → 3次元筋骨格配置

機械学習による推定が考えられるが、実計測ではデータ取得が難しく、カメラ画像シミュレータによる全身モデルの正解データセット作成が必要

### 研究開発項目1: 全身モデルの作成

- ・腹部回り・手先・足先・頭頸部を除く運動器の筋骨格モデルを作成
- ・筋骨格モデルと体形を一致させた全身表皮モデルを作成

上腕(肩)周りの筋骨格モデル      全身表皮モデル      筋骨格モデルと全身表皮モデルの同期

### 研究開発項目2: 機械学習用カメラ画像シミュレーションシステムの開発

- ・Unityを用い、筋骨格モデルを表示する統合モデルビューワーを開発
- ・統合モデルビューワーの制御部とDhaibaWorksを使って全体表皮モデルの画像出力を行う機能の開発

シナリオファイル → コマンドの実行データの指定を記載したファイル → 統合モデルビューワー → 変換を行う筋骨格の点群データ / DefMuscle 筋骨格モデル → 動作時の身体特徴データ → DhaibaWorks 全身表皮モデル → 直接的なモデル制御(未実装) → 正解データセット

統合モデルビューワー(筋骨格モデル表示)      統合モデルの機械学習用データ生成フロー

### 研究開発項目3: 3次元筋骨格配置の推定

- ・既知モデルの骨格リンク姿勢30万件と筋配置33,666件、任意モデルの基準骨格配置10万件の正解データセットを作成
- ・機械学習によって得られたAIで、2次元表皮画像データから
  - 体形毎の基準骨格配置  $0.75 \pm 0.52$  [mm]
  - 姿勢変化時の関節点位置  $4.7 \pm 3.4$  [mm]
  - 姿勢変形時の筋の質点位置  $21.1 \pm 16.6$  [mm]
 の誤差で推定
- ・基準骨格配置と骨格リンク姿勢の段階推定より、任意モデルの骨格配置は10mm以内の誤差で推定可能

表皮画像 → AI (4.7mm) → 骨格リンク姿勢 → AI (0.75mm) → 基準骨格配置 → AI (21.1mm) → 筋配置

正解値: 赤  
推定値: 青

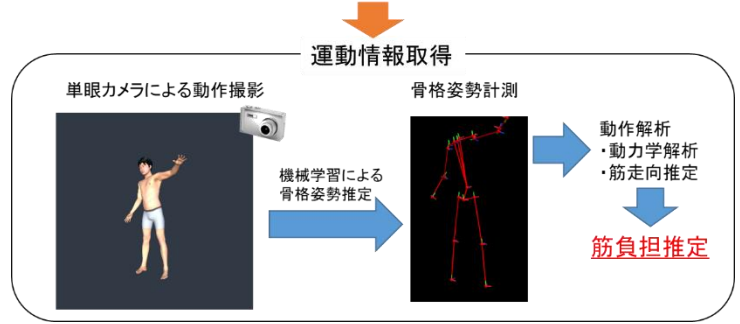
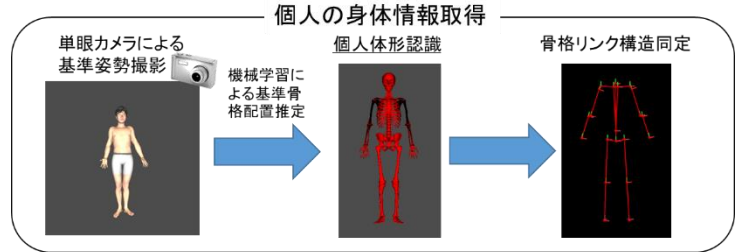
4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 ( 0 )	0 ( 0 )	0 ( 0 )	0 ( 0 )	0 ( 0 )	0 ( 0 )	0 ( 0 )	0 ( 0 )

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- 研究成果からの考察
  - 現状、2次元表皮画像から「直接」任意モデルの姿勢推定を行うことはできていない。
  - ただし、「個人の身体情報取得」と「運動情報取得」の「2段階」での推定であれば、単眼カメラ画像だけでも想定している精度は満たせることが分かった。
  - 特に、骨格リンク構造（リンク長）は1段階目の推定で精度良く得られることが分かった。
  - 姿勢推定については、予め取得された身体情報（身長）により基準化すれば、身長一定で身体各節のプロポーションにバリエーションを持たせて正解データを作成する方が、姿勢推定の更なる精度の向上が見込める。



・ 実用・普及化のための技術的課題

- ① 実写真での応用 → 実写真の画像処理 + 機械学習用データの追加
- 背景画像処理 → 実写真の背景除去
  - 服に対するロバスト性 → DefMuscle/DhaibaWorksによるコンテンツ制作
  - 性別・年齢への対応 → 正解データセット追加
  - 身体の部分推定対応 → 正解データセット追加

- ② 動作解析への展開 → 筋負担推定手法の実装
- 未実装筋モデルの作成 → DefMuscleによるコンテンツ制作
  - 筋張力推定 → 動力学解析 + 筋走向推定

対象・用途に応じた機械学習用正解データの追加  
 研究サイトでのみ行われていた生体力学的解析の一般普及化

・ 今後の計画・展望

- 特許等知的財産権の出願 → 自社での独立した製品開発 + 他企業との共同研究 / 受託開発の基本技術として整備
- 機械学習用カメラ画像シミュレーションシステムの人体機械学習用プラットフォーム化 → DefMuscle/DhaibaWorksの頻繁なアップデートに対応
- 汎用的な人体内部のデータベース → バイオメカニクス領域への貢献
- 2021年度: 実際のカメラ画像からの推定 ← 技術的課題①
- 2022年度: 健康産業・スポーツ産業企業との連携・展開を検討 ← 技術的課題①, ②
- 2023年度: 自動車産業・サービス産業への展開を検討 ← 技術的課題①, ②