

2018年度 委託研究

課題 210

次世代モーショキャプチャシステムの研究開発

研究計画書



1. 研究開発課題

『次世代モーションキャプチャシステムの研究開発』

2. 本課題が含まれる研究開発プロジェクトの全体像

はじめに

国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）は、機構自ら行う研究や委託研究などを効果的に連携させながら、機構に与えられた中長期目標の達成を目指している。本課題はこのような連携の一部となる研究であるため、研究開発プロジェクト（以下、「プロジェクト」という。）の全体像について十分に理解したうえでの研究提案や実施が求められる。プロジェクトは、プロジェクトオフィサー及び機構職員で構成されるプロジェクトチームによりマネジメントされる。

2. 1 プロジェクトの目的・ビジョン

本プロジェクトでは、2次元画像からヒトの3次元姿勢を推定する技術の確立を目的とする。現在、リハビリやスポーツなどの分野でヒトの運動解析を行う際、モーションキャプチャシステムを用いることが一般的である。しかし、モーションキャプチャシステムは高価かつ大掛かりであり、精度の高い3次元運動データを得ることは容易ではない。そのため、2次元画像のみから3次元姿勢を復元することができれば、日常生活やスポーツフィールドにおけるヒトの自然な運動データの収集が容易になり、大量データに基づいた新しい健康・スポーツサービスの創出につながる事が期待できる。

本プロジェクトでは、機構で開発した仮想人体筋骨格モデル「DefMuscle」^[1]及び、近年、画像認識の分野でめざましい発展を遂げている人工知能を活用することによって、2次元画像から3次元姿勢を推定する技術を開発し、健康・スポーツ分野における運動機能評価システムを広く社会実装するための基盤を構築することを目的とする。

2. 2 社会的な背景・国内外の状況

我が国をはじめ高齢社会を迎えた国々では、健康寿命を延伸するための施策がますます重要性を増してきている。近年、運動器の障害（筋肉、骨、関節などの障害）によって寝たきりや要介護状態になってしまうロコモティブシンドローム（運動器症候群）が大きく取り沙汰されるようになってきた。しかし、ロコモティブシンドロームは、がんや糖尿病等の内科的疾患とは異なり、早期発見・予防するための技術や社会サービス（運動機能の定期健診など）はほとんど整備されていないのが現状である。

この問題は、2014年に日本学術会議臨床医学委員会運動器分科会が公表した提言「超高齢社会における運動器の健康」においても取り上げられており、社会的な急務として認識されつつある。

運動機能の定期健診が社会実装されにくい背景としては、ヒトの身体運動を簡便かつ高精度に

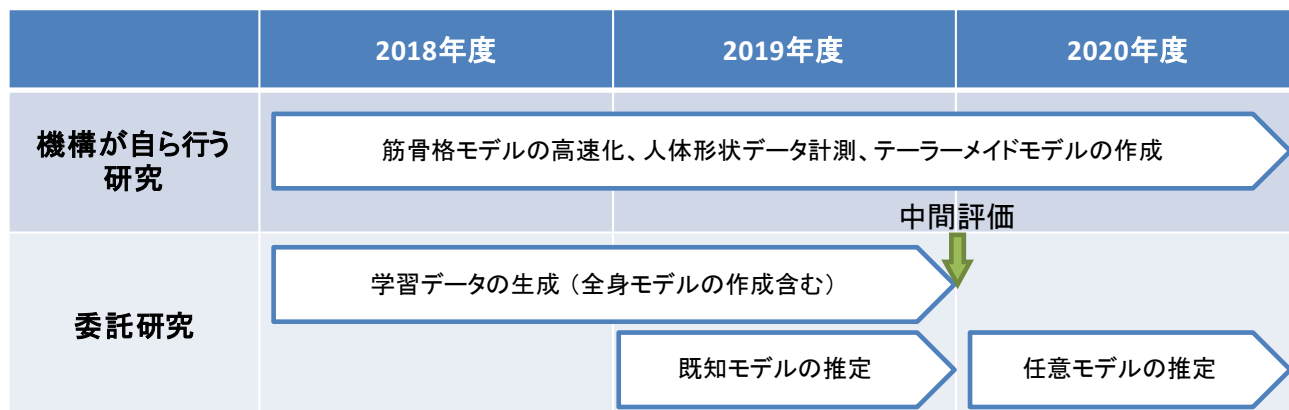
計測できるシステムが存在しないという技術的な問題が存在する。大掛かりなモーションキャプチャシステムを用いずに、市販のビデオカメラ程度で構築できるシステムが存在しなければ、広く社会に実装することは困難である。近年、2次元画像だけからヒトの姿勢を推定しようとする試みは国内外で盛んに行われ、「OpenPose」^[2]などのオープンソースソフトウェアも登場するようになってきている。しかし、これらのソフトウェアでは、本来複雑な構造の人体を極端に簡略化したモデルを用いているため、解剖学に忠実な姿勢（例えば、肩甲骨や脊椎の姿勢や前腕回内角度など）を推定することはできない。また、これらのソフトウェアが学習データとして使っている関節の位置は、計測機器を用いて正確に計測されたものではないため、精度の高い推定は望めない。つまり、現状では、整形外科的診断で必要とされるような**高精度かつ解剖学に忠実な3次元姿勢**を2次元画像から推定する技術は確立されていない。

2. 3 プロジェクトの概要

本プロジェクトでは、仮想人体筋骨格モデル「DefMuscle」を活用することによって、2次元画像から**高精度かつ解剖学に忠実な3次元姿勢**を推定する技術を開発することを目的とする。

「DefMuscle」は、ヒト筋骨格系の形状及びその変形を考慮できる画期的な人体モデルであり、現在、筋・骨だけでなく皮膚・脂肪に至るまでモデル化が進められている。本モデルを用いることによって、解剖学的3次元姿勢に対応した、皮膚表面の3次元形状、及び、それを撮影した2次元画像を生成することができる。本プロジェクトでは、3次元姿勢を細かく調整して大量の2次元画像を作り出し、その対応関係を人工知能に学習させることによって、2次元画像から解剖学に忠実な3次元姿勢を高精度に推定する技術の開発を行う。

本技術が開発されれば、簡便な計測から高精度なバイオメカニクス動作解析を実現できるようになる。フィットネスクラブや人間ドックなどで簡便に撮影した歩行動作を解析し、ロコモティブシンドロームの早期発見・予防に役立てたり、スポーツフィールドで簡便に撮影したスポーツ動作を解析し、スポーツ障害の予防やパフォーマンスアップに役立てたりすることが可能になる。本プロジェクトでは、このような運動機能評価システムを社会実装できる企業との連携構築も行っていく。



- ・機構が自ら行う研究

プログラムの改良により筋骨格モデルの高速化を行うとともに、人体形状データを計測し、その計測データに基づいて個人に合わせたテラーメイドモデルを開発、及び、そのモデルの妥当性の評価などを進める。

- ・委託研究

「DefMuscle」を用いて「解剖学的な3次元姿勢」と「それに対応した2次元画像」のペアを大量に作成し、この対応関係を人工知能に学習させることによって、2次元画像から3次元姿勢を推定する技術を開発する。

2. 4 プロジェクトオフィサー

脳情報通信融合研究センター脳情報通信融合研究室 平島雅也

3. 本委託研究

3. 1 概要及び位置付け

本プロジェクトを実施するため、本委託研究では、人物を撮影した2次元画像から3次元姿勢を推定することのできる人工知能を開発する。人工知能の学習に用いるデータの生成には、機構が自ら行う研究の成果物である「DefMuscle」を用いる。

3. 2 到達目標

1) 学習データの生成

a. 全身モデルを作成

「DefMuscle」の肩周辺モデルを拡張し、全身モデルを作成する。その際、各筋や骨を個別のオブジェクトとして表現し、筋同士または筋と骨の干渉を回避するための結合組織も作成する。各筋や骨の形状については、BodyParts3D^[3] (Copyrightc 2008 ライフサイエンス統合データベースセンターlicensed by CC表示-継承2.1 日本) が公開している形状データをもとに作成する。また、その形状にあわせて皮膚や顔のテクスチャーを作成し、現実世界で人体の写真を撮ったときと同様の2次元画像を得られるような全身モデルを作成する。

b. 様々な体型のモデルを生成

「DefMuscle」の筋・骨などの体型パラメータを様々に変化させ、様々な体型の人体モデルを生成する。100人規模のモデルを生成することを目標とする。

c. 様々な姿勢・カメラアングルで2次元画像を生成

各モデルの姿勢を様々に変化させ、各姿勢における身体外観を2次元画像として出力する。その際、モデルに対するカメラのアングルも様々に変化させる。各モデルにつき1000姿勢、1姿勢につき100アングルを目標とする。

※目標数値について：実際に用いる人工知能のアルゴリズムに応じて必要となる目標数は変わるため、記載の数字はあくまでも目安である。

2) 人工知能による3次元姿勢の推定

a. 既知モデルの学習と推定

1) のaで得られた単一モデルのデータを学習させ、該当モデルの2次元画像から3次元姿勢を推定する人工知能を作成する。ここでは、体型パラメータは既知とし、関節中心位置の推定誤差は、1mm以内を目標とする。

b. 任意モデルの学習と推定

1) のbで得られた様々なモデルのデータを学習させ、2次元画像から体型パラメータと3次元姿勢の両方を推定する人工知能を作成する。OpenPoseで推定した2次元姿勢を3次元人体モデルにマッチングすることによって推定する方法^[4]よりも高精度な推定を実現する。現時点では、モーションキャプチャシステムを用いて推定したとしても、骨の位置が干渉してしまったり、関節が脱臼してしまったりする場合がある。本研究では、このような非現実的な状況が生じることがないようにする。

3. 3 マイルストーン

1) 学習データの生成

契約締結日 ~2019年3月 全身モデルを作成

2019年1月~2020年3月 様々な体型のモデルを生成

2019年1月~2020年3月 様々な姿勢・カメラアングルで2次元画像を生成

2) 人工知能による3次元姿勢の推定

2019年4月~2020年3月 既知モデルの学習と推定

2020年4月~2021年3月 任意モデルの学習と推定

本プロジェクト以降

2021年度 実際のカメラ画像から推定

2022年度 歩行動作やCMIテストを対象に精度検証実験

健康・スポーツサービスを提供する企業との連携を開始

※ CMI : Controllability of motor imagery

3. 4 採択件数、期間及び予算等

採択件数 : 1件

研究開発期間 : 契約締結日から2020年度までの3年間

継続条件 : 2019年度に実施する中間評価にて、2020年度の委託研究実施計画の再提出を求め、契約延長の可否を判定する。契約延長が認められた場合については、2020年度まで契約を延長する。契約が終了することが適当と判断された場合、2年目の2019年度で終了する。

研究開発予算 : 各年度、25百万円(税込)を上限とする。

(提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。)

研究開発体制 : 単独の提案も可能であるが、産学官連携等による複数の研究グループ体制を推奨する。

3. 5 提案に当たっての留意点

- 延長期間を含めた2020年度末までの研究開発計画を示すこと。採択評価は、延長期間を含めた提案を対象に実施する。
- 具体的目標に関しては、定量的に提案書に記載すること。
- 研究開発成果の情報発信を積極的に行うこと。
- 本研究開発成果の社会実装に向けて、3.3に記載したマイルストーンを意識しつつ、具体的な時期（目標）、方策等を記載すること。
- 本研究開発の遂行過程で得られる科学的なデータがあれば、広くオープンにするのが望ましい。公開できるであろう科学的なデータの有無、および、もし有る場合には公開計画（例：公開するデータの種類、公開先、公開方法）を提案書に記載すること。
- Bodyparts3dの形状をもとにして作成したグラフィックオブジェクトは、「クリエイティブ・コモンズ 表示-継承2.1 日本」に従い、同じライセンスの下に頒布すること。
- 受託者は、本委託研究の範囲内に限り、貸与される「DefMuscle」を無償で利用することができるが、改変を行わないこと、機構の許可なく第三者提供を行わないこと、リバースエンジニアリングを行わないこと、本委託研究が終了した時点でソフトウェアおよびその複製を完全に削除することを、委託研究契約書内で合意しなければならない。

3. 6 運営管理

- 機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、プロジェクトオフィサーの指示に基づき定期的に連絡調整会議を開催すること。
- 複数の機関が共同で受託する場合には、代表提案者が受託者間の連携等の運営管理を行い、受託者間調整会議を定期的に行うこと。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、プロジェクトオフィサーが研究計画書を変更する場合がありますので、留意すること。

3. 7 評価

- 機構は、2019年度に中間評価（延長判定）、2020年度に終了評価を実施する。また、本委託研究終了後に追跡評価（成果展開等状況調査を含む）を行う場合がある。
- 機構は、上記以外にも本委託研究の進捗状況等を踏まえて、臨時にヒアリングを実施することがある。

3. 8 成果の社会実装に向けた取組

- 委託研究で得られた成果のオープン化を行う等、成果の社会実装に向けて必要な取組を行うこと。
- 本委託研究で得られた成果のオープン化（例えば、成果発表やそれに留まらずコミュニティ先導のための国際ワークショップや国内特別セッション主催、展示、標準化、オープンソース化等）を行う等、成果の社会実装に向けて必要な取組を行うこと。

4. 参考

- [1]. <https://www.nict.go.jp/press/2016/09/01-1.html>
- [2]. <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>
- [3]. <http://lifesciencedb.jp/bp3d/info/license/index.html>
- [4]. <https://arxiv.org/pdf/1612.06524.pdf>