

テキストベースで動作を制御可能な高齢者向け体操システムの開発

Development of a Text-Based Motion Control Exercise System for the Elderly

氏家脩汰¹⁾ 田頭正一²⁾ 松永康佑¹⁾ 村松真澄¹⁾ 三谷篤史¹⁾

Ujiie Shuta¹⁾ Masakazu Tagashira²⁾ Kosuke Matsunaga¹⁾ Masumi Muramatsu¹⁾ Atsushi Mitani¹⁾

1) 札幌市立大学 2) 西健康づくりセンター

Abstract: Exercise programs for seniors promote health and prevent care dependency but often lack qualified instructors and customized routines. This research develops a digital system using motion capture technology to create personalized exercises by breaking movements into short segments. These segments, stored digitally, can be flexibly combined via text-based controls,

similar to traditional Labanotation but with improved realism. Initial prototypes synchronize movements to music, enabling adjustments to exercise complexity, thereby enhancing usability in care facilities. Future work aims to simplify customization further.

Key Word : Motion Capture, Senior Exercise, Customization

1. はじめに

高齢者向け体操は、健康寿命の延伸や介護予防に有効な手段であり、近年、体操プログラムの普及が広がっている。しかし、多くの介護施設や地域の運動教室では、体操指導員の不足や、運動内容の画一化といった課題が生じている。こうした課題の解決には、運動をデジタル化し、体操内容のカスタマイズ性や再現性を高める仕組みが必要となる。

2. 目的

本研究の目的は、参加者の運動能力や健康状態に合わせた運動構成を可能とした、体操のためのシステムを制作することである。

体操の動作を細かい動作単位に分割し、モーションキャプチャで取得した動作データを用いて、動作の組み合わせを容易に制御可能な仕組みを構築する。従来、舞踊譜などによって示されてきた動作の記録・伝承というアナログ的な概念をデジタル技術に置き換え、高齢者向け体操に応用する。本研究の特徴は、従来の体操プログラムと異なり、動作単位で編集可能である点にある。

3. 関連研究

動作を記録・伝達・再現する手法として「舞踊譜（ダンス譜）」がある。舞踊譜とは、音楽における楽譜のように身体の動きを記述する手法であり、その中でも特に広く知られているのが、ラバン記譜法（Labanotation）である。

ラバン記譜法は、1928年にルドルフ・フォン・ラバンによって考案され、動作を方向・高さ・時間経過などの要素ごとにシンボルを用いて記述することで、精密な動作の再現を可能にしている。この記譜法は舞踊だけでなく、身体運動全般の分析^[1]やリハビリテーション分野における動作指導にも広く応用されている。

一方で、近年ではモーションキャプチャ技術を用いた身体運動のデジタル記録が普及しつつある。モーションキャプチャは、実際の人間の動きを光学式センサーや慣性センサーを用いて三次元デジタルデータとして取得する手法である。これにより、従来の舞踊譜では困難だった細かなニュアンスや動作のリアルな質感までも高精度に再現できるようになった。また、取得した動作データをCGキャラクターやVR・ARなどに応用し、運動の指導・トレーニング支援システムとして活用する試みも増えている^[2,3,4,5]。Nintendo Switchの「リングフィットアドベンチャー」のように、ゲームの要素を取り入れた運動支援もあるが、高齢者向けには操作性や身体負担が課題となる。

これらの既存研究を踏まえ、本研究では高齢者向け体操をモーションキャプチャにより短い動作単位で記録し、それをテキストベースで容易に組み合わせ可能なシステムとして構築することで、柔軟で実用性の高い体操指導支援を目指している。

4. 方法

キャラクターの表示、モーションの切り替え機能、背景の切り替え機能を備えたプログラムを試作した。このプログラムを動画として記録し、音楽と歌詞を合成した（図1）。



図1 キャラクター、モーション、背景を選択可能な試作

この試作では、音楽と同期してモーションが再生されない問題や、背景が見づらいとの指摘があり、次の試作の課題とした。

モーションキャプチャを用いて、使用する曲の90BPMのテンポに合わせて8拍または4拍の長さでFBXフォーマットのモーションデータを記録した。各動作単位の長さに応じて8拍または4拍に分けている。また、各動作にはMOTION_01, MOTION_02などの識別名が付与される。

画面上のUIとして、カメラ切り替え、再生・停止・スキップボタン、歌詞の表示切り替えを行うボタンを表示した（図3）。カメラは角度を変えて3種類ある。再生・停止・ボタンではモーションと音楽の制御ができる。各動作には管理番号として固有の数字が割り当てられている。（表1）

また、以下に示す、モーション制御用の数列を定義する。

「再生順番を制御するテキスト」

1, 2, 3, 1, 1, 2, 2, 3, 3, ...

表1 47のモーションリスト一覧

motionName	概要	Unique ID
01_SitRightHandForward	座って右手を前	1
02_SitLeftHandForward	座って左手を前	2
03_SitBothHandsForward	座って両手を前	3
04_SitRightHandSide	座って右手を横	4
05_SitLeftHandSide	座って左手を横	5
06_SitBothHandSide	座って両手を横	6
07_SitRightElbowUp	座って右ひじだけ上げる	7
08_SitLeftElbowUp	座って左ひじだけ上げる	8
09_SitBothElbowsUp	座って両ひじ上げる	9
10_SitRowBothArms	座ってポート漕ぎ両腕	10
11_SitRowRightArm	座ってポート漕ぎ右腕	11
12_SitRowLeftArm	座ってポート漕ぎ左腕	12
13_SitForwardBendRightLeg_HandsonLeftThigh	座って右足伸ばし前屈 (手は左腿)	13
14_SitForwardBendLeftLeg_HandsonRightThigh	座って左足伸ばし前屈 (手は右腿)	14
15_SitWideForwardBendRightLeg_HandsonLeftThigh	座って右足伸ばし前屈 (手は左腿) 股広げ	15
16_SitWideForwardBendLeftLeg_HandsonRightThigh	座って左足伸ばし前屈 (手は右腿) 股広げ	16
17_SitHalfBackRightLeg_HandsonLeftThigh	座って右足後ろ半尻 (手は左腿)	17
18_SitHalfBackLeftLeg_HandsonRightThigh	座って左足後ろ半尻 (手は右腿)	18
19_SitMarching_SwingArms	座ってその場足ふみ (腕も振る)	19
20_SitMarching_ArmsForwardAlternating	座ってその場足ふみ (腕前に交互出し)	20
21_SitMarching_ArmsSideAlternating	座ってその場足ふみ (腕横に交互出し)	21
22_SitMarching_ArmsUpAlternating	座ってその場足ふみ (腕上に交互出し)	22
23_SitRightFootForward	座って右足前出し	23
24_SitLeftFootForward	座って左足前出し	24
25_SitRightKneeLift	座って右ひざ上げ	25
26_SitLeftKneeLift	座って左ひざ上げ	26
27_SitLegsWideOpen	座って股広げ	27
28_SitRightLegWideOpen	座って股広げ (右だけ)	28
29_SitLeftLegWideOpen	座って股広げ (左だけ)	29
30_SitBodyBendLeft	座って上体左曲げ	30
31_SitBodyBendRight	座って上体右曲げ	31
32_SitLeftShoulderStretch	座って左肩押さえ柔軟	32
33_SitRightShoulderStretch	座って右肩押さえ柔軟	33
34_SitTwistLeft_ArmsForward	座って両腕前振り (左)	34
35_SitTwistRight_ArmsForward	座って両腕前振り (右)	35
36_SitBackbendwithArmsUp	座って両腕上、背反らし	36
37_StandonTiptoes_ChairSupport	立って、つま先立ち 椅子背持ち	37
38_StandRightKneeLift_ChairSupport	立って、右ひざ上げ 椅子方手持ち	38
39_StandLeftKneeLift_ChairSupport	立って、左ひざ上げ 椅子方手持ち	39
40_StandRightLegSideStretch_ChairSupport	立って、右あし右側脚 椅子背持ち	40
41_StandLeftLegSideStretch_ChairSupport	立って、左あし左側脚 椅子背持ち	41
42_StandRightLegBackStretch_ChairSupport	立って、右あし後ろ側脚 椅子背持ち	42
43_StandLeftLegBackStretch_ChairSupport	立って、左あし後ろ側脚 椅子背持ち	43
44_StandNarrowSquat_HandsonThighs	立って屈伸 両手は腿 足狭	44
45_StandNarrowSquat_HandsForward	立って屈伸 両手は前 足狭	45
46_StandWideSquat_HandsonThighs	立って屈伸 両手は腿 足広	46
47_StandWideSquat_HandsForward	立って屈伸 両手は前 足広	47



図3 歌に合わせて指定したモーションを順に再生

参考文献

- [1] 岡田もえ子, 身体表現のスタイル: ラバンの動きの分析と文
体論の融合の可能性の示唆, 専修人文論集, 2014, pp149-184
- [2] AI 姿勢分析システム (2025/03/31 参照)
<https://rehasaku.net/rehasaku-posture/>
- [3] 長谷部雅美他, 一人暮らし高齢者における見守りセンサーを
用いた在宅生活支援に関する研究, 老年社会科学, 38-1,
pp66-77, 2016
- [4] 松隈浩之, 東浩子, 梶原治朗, 服部文忠, 超高齢化社会におけ
るリハビリ用シリアスゲームの意義, 情報の科学と技術,
62-12, pp520-526, 2012
- [5] 三浦 貴大, 藪 謙一郎, 檜山 敦, 稲村 規子, 廣瀬 通孝,
伊福部 達, あゆログ: 高齢者のためのスマートフォンによる
歩行計測・促進システム, 日本バーチャルリアリティ学会
論文誌, 21-2, pp323-333, 2016

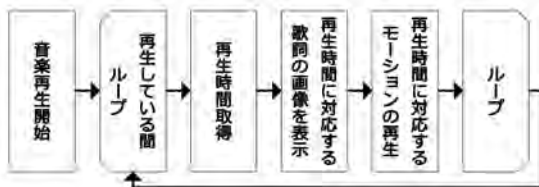


図2 音声・歌詞・モーション同期再生のフローチャート

再生ボタンを押すと音声再生が開始され,再生中は常に以下の処理を行う。まず,現在の再生時間を取得する。次に取得した再生時間と各歌詞のタイムスタンプに基づいて,歌詞が記載された画像の表示の切り替えを行う。最後に現在の再生時間と「再生順番を制御するテキスト」から該当するモーションを算出し,それに基づいてキャラクターの動きを決定する。(図2)

システムUIの設計では,高齢者が操作することを想定し,配色やタッチ操作が可能な大きめのボタン配置とした。(図3)

5. 期待される効果と今後の展開

本試作ではテキストベースでモーションの再生順を指定し,簡単に高齢者向け体操プログラムを設計できるようにした。今後,このテキスト情報を書き出すツールを設計し,モーションの種別を確認しながら,並べ替え操作を簡単に行えるような仕組みへとつなげる考えである。

個人の体力や健康状態に合わせて,モーションの再生順を調整し,容易に体操の難易度や内容を調整できるシステムへと改良を加え,実際の高齢者施設における現場において検証を進める。

また,継続的にトレーニングを実施し,記録された動作データを収集・解析することで,体力レベルの変化や個別最適化が可能になる。