手指の動きを用いたモーショングラフィック作成手法の提案

山岸 奏大[1,a)]　平林 真実[1,b)]　小林 孝浩[1,c)]　前田 真二郎[1,d)]　桑久保 亮太[1,e)]

概要：コーディングを通した視覚表現を行うクリエイティブ・コーディングの中で，数式での表現を介在させないモーショングラフィックの制作手法として，指の運動をモーショントラッキングし，それを周期的なアニメーションとして書き出す手法を提案する．これにより利用者は所望のアニメーションを簡易的に獲得することができ，また数式での表現では困難な動作についても簡単に取り入れられることから， 従来と比べてより幅拡く動作の検証が行われることを期待する．本稿では提案手法の解説に加え，提案手法を用いたアニメーション制作を行い，その際に感じた課題や，インタラクションにおける検討を通して今後の発展の可能性について論じる．

1. はじめに

Processing や TouchDesigner に代表されるクリエイティブ・コーディングとは，コーディングによって図像や音楽を生成する活動である．中でも Processing をはじめとするツールを用いた視覚表現では，利用者は所望の動きを表現するにあたって何らかの方法で記述することが求められ，一般的には数式で記述されることが多い．このような状況において，動きのバリエーションを増やすためには数学的な知識や構想力が求められるため，特に初学者の場合，自身の技術力の幅を超えて思い通りの動作を実装することは困難である．またモーションは非言語的な表現であるから，実装に必要な情報を素早く獲得することもまた困難である．

本提案手法は，こうした現状を踏まえて数式を介在させずに所望の動作を獲得し，プロトタイピングの手段として活用できる手法を提案するものである．具体的には，指の運動をモーショントラッキングし，それを周期的なアニメーションとして書き出す手法を用意する．これにより利用者は所望のアニメーションを簡易的に獲得することができ，また数式での表現では困難な動作についても簡単に取り入れられることから， 従来と比べてより幅拡く動作の検証が行われることを期待する．また，本提案手法が用いる「指の動き」は，一般に Biological-Motion と呼ばれる有機体に特徴的に見られる運動であり，数式で表現することが難しい運動である．こうした動きを用いた表現手法をクリエイティブ・コーディングの文化に持ち込むことは，新しい表現の獲得につながることが期待される．

1 情報科学芸術大学院大学
a) k22@iamas.ac.jp
b) hrr@iamas.ac.jp
c) kobayasi@iamas.ac.jp
d) maeda@iamas.ac.jp
e) ryota@iamas.ac.jp

2. 先行事例

Garnier[1] による anime.js は，様々な種類のアニメーションをプリセットとして提供するライブラリであり，アニメーションの実装について利用者が意識することなく動きを導入できるという点で共通している．しかし，様々なモーションを検討するにあたってはプリセットとして用意されたアニメーションを呼び出すための用語を複数覚えておく必要があり，またモーションについて細かい修正を加えることが困難である．一方提案手法は，こうした知識を必要とせずに多様なモーションを導入できるシステムを目指している．

また，中山 [2] による p5.js 用のライブラリである BMWalker.js は，歩行する人間のボーンデータを提供するものであり，利用者はこのボーンに様々な装飾を付け加えることで独自の表現へとアレンジしている．この事例は p5.js に数式での表現が困難な人間の歩行という Biological-Motion を導入しているという点で共通している．しかし本提案手法との違いは，この事例は利用者の運動のモーショントラッキングと行っていないという点にある．本提案手法は，既存の動きに対して装飾を行うのではなく，利用者が指を動かすことで独自に作成したモーションを用いる手法を提供することを目的としている．

3. 提案手法

本提案手法では，カメラ映像を用いて指の動きをトラッキングし，それを時系列データとして書き出した上で，動

© 2022 Information Processing Society of Japan

作の一部分をトリミングし，後処理を加えるといった流れで一つの動きを獲得することができる．利用者はこのようにして獲得したモーションを自身のプロジェクトで呼び出すことで，p5.js での表現に利用することができる．

なお本提案手法は React.js を使用した Web アプリケーションであり，手の動きにおける姿勢推定に google 社の tensorflow 上で動作する hand-pose-detection を用い，それによって得られた姿勢情報を UI 上に出力する上で p5.js を使用している．

以下では，提案手法の詳細について「トラッキング」,「トリミング」,「後処理」の順に説明する．

3.1 トラッキング

指の動きのトラッキングには，google 社の tensorflow 上で動作する hand-pose-detection を使用した．Web ページが読み込まれた際にこのモデルをロードし，カメラから撮影された手の画像を識別モデルに入力することで，関節箇所や指の先端などを特徴点として認識し、それらの位置情報が出力される（図 1）．このとき，三次元空間上の座標とカメラの画角における二次元平面上の座標の両方を得ることができるが，ここでは平面ディスプレイ上での表現を志向しているため，カメラの画角内における二次元平面上の座標のみを使用している．こうして取得された特徴点の座標データを時系列順に配列へ格納し，任意のタイミングに json 形式でエクスポートすることができる．なお以下では，カメラ画像 1 枚から推定された特徴点の座標データを指して「フレーム」，フレームが時系列順に並んで一まとまりになったもののことをさして「時系列データ」と呼称する．

図 1 トラッキングのようす

3.2 トリミング

エクスポートされた時系列データを独自に作成した UI に読み込ませると，時系列データの開始時刻と終了時刻を指定できるスライダーを用いて時系列データの一部分をトリミングすることが可能である（図 2）．またこの画面では，トリミングされた後の時系列データについてプレビューが行えるように，のちに説明する後処理が施された時系列データを，スライダーの値を変更しながらリアルタイムで確認することができる．

図 2 トリミングを行うスライダー UI

3.3 後処理

トリミングされた時系列データは，開始時刻でのフレームと終了時刻でのフレームの内容が大きく異なることがある．また，フレームを指定する際は整数値でのみしか指定できず，時系列データのフレームを時刻順に切り替えてみても滑らかなモーションになっていない．そこで，時系列データが扱う時刻について，実数値で指定した際にも動作が定義されているように，各フレーム間を線形補間によって 0 以上の実数全体に拡張した．さらに，同様の処理をモーションの開始時刻でのフレームと終了時刻でのフレーム間に施すことで周期的なモーションとなるよう 2 つのフレーム間を同じく線形補間した．

4. 本システムを用いて行った検討

本提案手法を用いて，2 つの検討を行った．一つは，提案手法の有用性を検討するためにキャプチャした動きを組み合わせて実際にアニメーションを作成した（図 3）．また，提案手法の今後の発展に向けた示唆を得るために，被験者を交えてリアルタイムで画面内の物体を動かすインタラクションについての検討を，著者が所属する大学院でのイベント「IAMAS OPENHOUSE 2022」にて実施した．以下でそれぞれについての詳細を説明する．

4.1 本システムを用いて作成したアニメーションの習作

指の動きをトラッキングすることで得られる関節まわりの動きは，あらゆる生き物の運動を模倣できる可能性がある．ここでは歩行する恐竜のアニメーションを作成するこ

© 2022 Information Processing Society of Japan

とで，この手法の有用性について検討した．制作の手順としてはまず， 目的とする恐竜のシルエットを描き，どこを可動部とするのかについて定めた上で， 頭部，顎部，脚，尻尾などのパーツに分割し，それぞれのパーツにおける可動部と指の特徴点の座標を対応づけることで動きをつけた（図 4）．動きを記録する際は基本的に人差し指の動きを使用したが，所望の動作を得るにあたって指を動かしづらい状況が生じたことが課題であった．また各パーツの平行移動や回転移動については後から微調整を加える必要があったが，肩から先に続く頭部，頭部の動きに依存した顎部など， 移動の際の基準となる座標点が動的である場合が多々あり，そうした依存関係を意識しながらコードを修正しないと図像が崩れてしまうことなどがわかった．

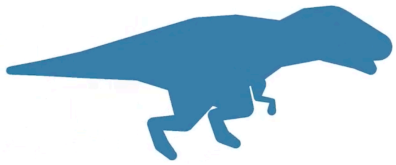

図 3　作成したアニメーション

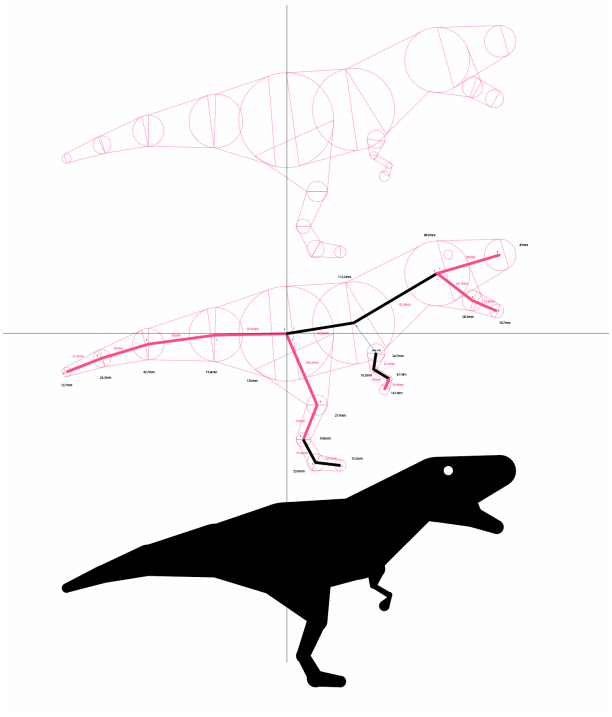

図 4　恐竜の可動部に関する設計図

4.2　IAMAS OPENHOUSE 2022 での展示

今回の提案手法を今後どのように展開させていくかについて複数のプロトタイピングを通して検討を進める中で，画面上で手の動きが指の単位で分解され，再構成された図像をリアルタイムで動かす体験に着目した．当初計画していた簡易的かつ直感的にモーションを獲得する手法として提案手法を使用することに加えて，意図しなかった動きを発見するための手法として応用することを考えた．

モーションをキャプチャする際にユーザに対して提示する画面として，そのまま手の動きを提示するのではなく，指の単位で分割し，組み替えた図像を提示する． そうすることで，利用者は普段とは異なる指の動かし方をし，結果画面上に提示された情報に誘発される形でより幅広い動かし方を検討することにつながるのではないかと考えた．

そこで，著者が所属する大学院でのイベントである「IAMAS OPENHOUSE 2022」にて，異なる 3 つのパターンで構成された図像を用いたインタラクティブコンテンツを展示した．（図 5）

図 5　IAMAS OPENHOUSE 2022 での体験のようす

来場者に体験してもらう中で， どのような行動や指の動かし方がみられるのかについて観察し， また実際に体験した来場者にインタビューを行い，使用感について尋ねた．インタビューの中で得られた意見は，次のようなものであった．

- 画面の中の図像を動かす際に，ぐっと力を込める感覚がある．手触り感がある．
- 指を曲げたときに立ち現れた図像が一瞬桜の花びらのように見えたので，同じ図像をもう一度作ろうとして試行錯誤していた．
- 画面内の図像が左右に動くのにつられて身体全体を左右に揺らしてしまった．

これらのコメントは，画面上に出力された図像が体験者の行為や身体感覚に作用していることを示唆していると考えられる．今後こうした観点を起点にコンセプトへと落とし込み，インタラクションの中から利用者の行為に影響を

© 2022 Information Processing Society of Japan

与える方法についてより検討を深めていきたい.

5. 今後の展望

実際にアニメーション制作手法として利用する中で，所望の動作を得るにあたって困難な部分はあったものの，歩行する恐竜のアニメーションを制作することができた．恐竜のアニメーションのように一つのモーションを他のモーションと接続する場合，現状はその依存関係について意識しながらコーディングを進めなければならない．今後の展望として，こうしたモーション間の関係性がわかりやすくなるようなインターフェースの提供や，モーションの移動・回転を通した画面内でのモーションの構成のプロセスはより直感的に操作できるインターフェースを提供していくことを検討している．またインタラクションについての利用者を交えた検討を踏まえて，今後はモーションキャプチャの段階でのインターフェースについて， 利用者が試行錯誤の過程で発見的にモーションを生成することを促すインターフェースについて検討していきたい.

参考文献

[1] Garnier, J.: anime.js ・ JavaScript animation engine, （オンライン），入手先 ⟨https://animejs.com/⟩ （参照 2022-07-27）.

[2] 中山哲法：BMWalker.js, (online), available from ⟨https://github.com/tetunori/BMWalker.js⟩ (accessed 2022-07-27).

IAMAS OPENHOUSE 2022 にて展示した作品は 2022/7/27 現在，Web ブラウザ上で体験することができる.（https://k1105.github.io/eee_openhouse_2022/）

© 2022 Information Processing Society of Japan