

視線と身体を用いたインタラクティブキャラクタシステムとその編集インタフェースの構築

佐藤 裕仁^{1,a)} 三武 裕玄^{1,b)} 杉森 健¹ 長谷川 晶一^{1,c)}

概要：ディスプレイに表示したキャラクタに、実世界の人とインタラクションさせる試みがなされている。そのようなインタラクティブキャラクタの実現では、時々刻々と変化する実世界環境により動作を変化させる必要があるため、プロシージャルな動作生成手法が望ましい。同時に、設計者の思い描くインタラクションシナリオやキャラクタらしさは実際のインタラクションを繰り返して調整していくため、編集性も考慮する必要がある。本研究では、注意モデルに基づく視線運動と手先目標指定による動作生成を用いたインタラクティブキャラクタシステムおよびその編集インタフェースを提案する。

1. はじめに

人の代替やエンターテインメントを目的として、ディスプレイに表示したキャラクタを実世界の人とインタラクションさせる試みがなされている [1][2][3]。ロボットのように、実世界で行動する身体を持たないが、外見を自由に變更でき、動作も現実のアクチュエータに制約されないという長所がある。そのため、特にエンターテインメント分野では、人気のキャラクタの姿で、生き生きとした動作をさせることができ、活用されている。

インタラクティブキャラクタシステムにおいて、キャラクタの動作をどのように実現するかは問題である。事前に用意したアニメーションを単に再生するだけでは、実世界の変化に十分に対応できず、キャラクタの実在性を欠くことになり、インタラクションの妨げとなる。そこで、実世界から取得した目標に対し、プロシージャルに動作を生成することを考える。そのキャラクタらしいインタラクションを実現するには、編集者が実際に生成された動作を見ながら訂正を行い、理想のシナリオ・動作に近づけていく作業が必要である。そうした試行作業では、編集者が編集段階で出力されるであろう動作をある程度予測できること、タスクにあまり関係ない部分は自動で生成されること、動作の確認と修正を素早く行えることなどが望ましい。

本研究では、キャラクタの生き生きとした動作をプロシージャルに生成する手法として、注意モデルによる視線

の制御と、手先目標位置による腕の制御を用いたインタラクションキャラクタシステム、およびその編集インタフェースを提案する。

2. 提案システム

システムの構成要素は大別するとセンサ、行動決定 AI、動作生成部の 3 つに分けられる。図 1 にシステムの概要を示す。センサは実世界のオブジェクトや人を検知し、行動開始のトリガーや行動目標を設定する。AI はキャラクタのインタラクションシナリオに応じた行動をセンサ情報から決定し、動作生成部を活性化する。動作生成は物理エンジンを用いて、動作目標に従いキャラクタの身体状態を動力的に更新する。以下では、センサと動作生成に関して詳細を述べる。

2.1 センサ

センサには Kinect, Real Sense, Leap Motion 等を用いてインタラクションに必要な情報を抽出する。実装するインタラクションシナリオにより使用するセンサ及び情報は異なる。各センサで取得する情報は、以下のようなものが考えられる。

- Kinect：主に離れている人の顔、手の位置の検出
- RealSense D435：深度画像からディスプレイ付近の手先の位置の推定
- Leap Motion：手形状および手の位置の検出
- Omron OKAO Vision：顔の位置、視線方向の検出、顔情報の記憶、検出

各センサには、有効範囲があるため、インタラクションに必要な情報が必要なタイミングで検知できるように配慮し

¹ 東京工業大学

^{a)} satoh.h.aa@m.titech.ac.jp

^{b)} mitake@haselab.net

^{c)} hase@haselab.net

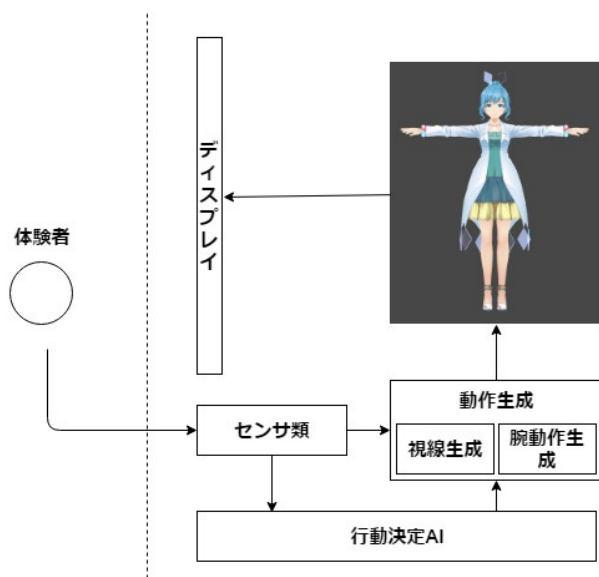


図 1 提案手法

てセンサを配置する必要がある。

2.2 動作生成部

物理エンジン上に、キャラクタを模した物理モデルを用意し、シミュレーションにより動作を生成する。キャラクタの身体の物理モデルとして多関節剛体モデルを用いる。各剛体の質量、重心、長さはキャラクタの描画身体に合わせ調整した。関節は、球関節とヒンジ関節を用いる。各関節は、目標位置及び角速度を設定することで PD 制御により駆動させる。

2.2.1 腕の制御

キャラクタの腕の制御は、手先の目標位置から手先の通過する軌道を生成し、IK により追従することで実現する。手先の目標を指定することにより、手を合わせる、ある物体の位置まで手を移動させるなどの直観的な方法での動作指定が可能となる。

軌道生成は、単純な軌道である躍度最小軌道を複数組み合わせることにより、複雑な動作を実現する。躍度最小軌道は、Flash ら [4] が提案した人間の手先到達動作の近似モデルである。人間の手先到達動作の特徴である直線的な軌道とベルシェイプ型の速度変化を再現する。軌道は 5 次の多項式で記述することができ、開始時の手先位置を p_s 、目標の手先位置を p_f 、運動時間を t_f とすると、時間 t における手先位置 $p(t)$ は

$$p(t) = p_s + (p_s - p_{t_f}) (15\tau^4 - 6\tau^5 - 10\tau^3) \quad (1)$$

となる。なお、 $\tau = \frac{t}{t_f}$ は運動時間で正規化した時間 ($0 \leq \tau \leq 1$) である。動作の設計者は、動作の終了点や通過点など、特徴的な点をいくつか指定し、その間の遷移時間を決定することにより、動作を設定する。例えば、手を振る動作であれば、図 2 のように手を右に振った端点と



図 2 手を振る動作の目標点と動作

左に振った端点をそれぞれ目標点に設定し、その間を右から左、左から右へと動かす軌道を作ることによって実現している。

手先軌道の現在の目標位置に向けて、手先が移動するように IK により関節の目標角度及び角速度を求める。IK にはヤコビ行列 IK を用いる。ヤコビ行列の擬似逆行列を計算する際に、基準姿勢に近づくような姿勢が得られる解を探索するように実装している。これにより、基準姿勢に近い方向へと計算がコントロールされ、計算姿勢を自然な方向へと誘導できる。

2.2.2 視線の制御

人と人とのインタラクションでは、視線の情報も重要な情報である。互いの存在の認識の理解や対話の開始のきっかけとなるなど、円滑なコミュニケーションには欠かせない。人とインタラクションするキャラクタも適切な視線の制御を行うことで、インタラクションチャンネルの形成促進や実在感の向上につながる。

本研究では、注意に基づく視線移動を実装している。注意に基づく視線移動は、対象の選好によるトップダウン注意と視野内の対象の動きに反応するボトムアップ注意により、視線を制御する方法である [5]。

本実装では、トップダウン注意は、対象への距離によって注意量を付加し、現在の視線方向と対象の角度の差分と注意量から確率的に注視対象の変更が生じるモデルを構築した。また、物体の追従のように、対象が定まっている腕動作を行う前には、動作準備のトップダウン注意の移動として、腕動作の目標位置を一瞬注視する機能を追加している。

ボトムアップ注意は、視野内での顕著な刺激に対しての自動応答的な視線移動であり、本システムの実装例では、対象の動きに対して適用し、発生時には、トップダウンの視線移動に割り込み、上書きして注視対象を刺激物体へ移動させる。

3. 実装例

本システムを用いて作成したインタラクティブキャラクタを、イベントや展示会で使用した実例を紹介する。なお、実装はゲームエンジン Unity で行い、動作生成に用いる物理エンジンには Springhead[6] を使用した。

3.1 AGC との共同研究

2018 年 5 月に米国ロサンゼルスで開催された SID2018

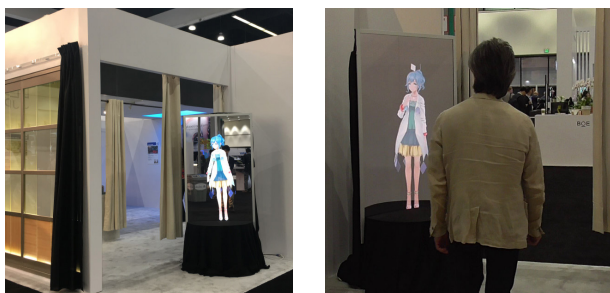


図 3 SID2018 での展示の様子

の AGC 社企業ブースにて、AGC 社のイメージキャラクターモデルを使用し、受付業務を行うインタラクティブキャラクターを展示した。

インタラクティブキャラクターは入口と出口の 2 か所に設置した。入り口では、キャラクターは視線、手を振る動作、音声による呼びかけ・挨拶により、来場者をブースへと勧誘しつつ、ブースへの入場の際には名札のスキャンを行い、顔を記憶する。出口では、退出の際に来場者への感謝を示す短い挨拶を行い、手を振って見送る。

図 3 に展示中の様子を示す。出口での観察では、退出時に通行人が、キャラクターのほうに視線を向ける、手を振り返すなどの様子が確認された。

3.2 アニメイベントでの利用

2018 年 10 月に開催されたイベント『～東工大×ソードアートオンライン～科学技術の最前線』にて、本システムでインタラクティブキャラクター化した登場キャラクターと触れ合う技術展示を行った。

キャラクターに遠方から近づくと、キャラクターはこちらに気づいたかのように視線と音声により反応する。さらに接近することで、キャラクターは挨拶及びインタラクションへの誘導を行う。ディスプレイに手を近づけることにより、キャラクターは体験者の手の位置に向けて手を動かし、体験者とキャラクターで手を合わせる体験ができ、ディスプレイに手を近づけたまま、手を動かすことにより、キャラクターはその手を追従しようとする。

4. インタラクティブキャラクターの編集環境

現在、センサから取得する情報、動作生成、行動決定 AI を効率的に編集できる環境を構築している。現状のシステムは、これらをほぼすべて編集者がコードにより実装しているため、利用が難しい。これを基本機能の提供や GUI の整備することで、編集者が実装したいインタラクションシナリオの編集に専念できる環境を目指している。具体的には、以下のような環境を考えている。

- センサ情報をビジュアライズする。デバッグやキャラクターの行動決定 AI の設計に際する編集者の情報取得を容易にする。
- 動作生成をステートマシンにより実装する。

- センサ情報やキャラクターの行動をタイムライン表示する。タイムラインをさかのぼっての状況再現を行えるようにする。

5. 結論と今後

注意に基づく視線モデルと手先目標を用いた動作生成により、人とインタラクションをするキャラクターを作成した。展示会やイベントでの展示を行った。

今後の課題として、下半身の動作への対応がある。現在のシステムは上半身の動きを主な対象とし、しゃがむ、歩くなどの動作を実行できない。腕の動きに伴う体全体の揺れはあるのだが、接地面は固定されており、長時間同一の接地面を維持することは不自然な印象につながりかねないほか、行動の幅を狭める要因ともなる。バランス維持や歩行については、すでに多くの研究があるため、本システムとの統合を考えたい。

謝辞 本研究の一部は、AGC 株式会社との共同研究により実施されました。

参考文献

- [1] 名古屋工業大学：メイ&タクミ, <https://www.nitech.ac.jp/mei/>. (参照 2018-12-25).
- [2] Gatebox: Gatebox, <https://gatebox.ai/home/>. (参照 2018-12-25).
- [3] 有限会社エムツー：ふれあえるシアンちゃん, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000001.000031512.html>. (参照 2018-12-25).
- [4] Tamar Flash. and Neville Hogan. : The Coordination of Arm Movements: An Experimentally Confirmed Mathematical Model, The Journal of Neuroscience, Vol. 5, No. 7, pp. 1688-1703 (1985)
- [5] 三武裕玄, Hsuehhan Wu, 長谷川晶一: キャラクターを用いたデジタルサイネージが通行人の注意を引き付けるための視線制御, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム (EC2018) 予稿 (2018)
- [6] 長谷川晶一, 三武裕玄, 田崎勇一: 動作行動開発のための物理エンジン Springhead, 日本ロボット学会誌 Vol. 30 No. 9, pp841-848 (2012)
- [7] ～東工大×ソードアートオンライン～科学技術の最前線: <https://koudaisai.jp/sao/>. (参照 2018-12-25)