

実計測視線動作を再現する視線動作アニメーションの構成 Composition of Gaze Animation to Reproduce a Captured Motion

西館 直輝[†] 森 博志[†] 外山 史[†]
Naoki Nishidate Hiroshi Mori Fubito Toyama

1. はじめに

人を模した外見特徴や特性をもつ CG キャラクタの動作アニメーションには、人らしく自然に見えることが求められる。この要求に対し、環境や状況に即して視線を向ける動作（以下、視線動作）を、任意の動作アニメーションに付与する制御モデルが用いられている。例えば、注視点に対する制御対象部位の回転比率等の制御パラメータを設定することで、視線動作を動的に生成可能となる。しかし、自然な動作表現を得るためには、制御モデルのパラメータに対する理解や試行錯誤による調整を要する。

視線制御モデルのパラメータ設定に関して、アニメーションを視聴する鑑賞者の主観評価に基づいて嗜好に沿った視線動作を実現するパラメータ推定する手法[1]が提案されている。一方、人の自然な動きを再現する技術としてモーションキャプチャがある。実際の人の動きを計測し、そのデータを CG キャラクタに適用することで、自然に見える動作アニメーション表現が可能である。

そこで本稿では、人の自然な視線動作を表現する視線制御モデルのパラメータの同定を目的として、モーションキャプチャによって計測された視線動作を再現する視線制御モデルの制御パラメータを最適化計算により算出する手法を提案する。計測動作を再現する制御パラメータを用いることで、注視対象に対する自然な視線動作を動的に構成することが可能になる。

2. 提案手法

2.1 概要

提案手法の概要を図 1 に示す。はじめにモーションキャプチャによりユーザの視線動作を計測し、動作情報と視点位置情報を取得する。次に、視点位置情報を入力として視線制御モデルにより視線動作アニメーションを生成する。最後に、計測した動作情報と、視線制御モデルにより生成される動作情報との対象関節の回転量の差が最小となるように制御パラメータを最適化する。以上の処理により、計測した視線動作を再現する視線制御モデルの制御パラメータを算出する。

2.2 視線動作の計測

視線制御モデルの制御対象部位である胸部、頭部および眼球を含む全身の動作情報、およびワールド座標系における視点位置の時系列情報を計測する。ユーザは HMD を装着し VR 空間内の注視対象オブジェクトを視認する動作を行う。HMD には HTC 社の VIVE Pro Eye を使用し、視線情報は HMD 内蔵のアイトラッキングセンサ、姿勢情報は HMD と VIVE Tracker を使用したモーションキャプチャにより計測し、動作情報 $\mathbf{R}^{mocap}(t)$ および視点位置の時系列情報 $\mathbf{p}(t)$ を得る。

[†]宇都宮大学 Utsunomiya University

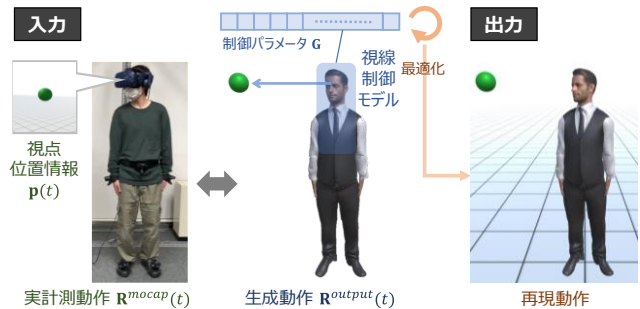


図 1 提案手法の概要

2.3 視線制御モデル

本稿で使用する視線制御モデル[2]では、注視点に対する制御対象部位の垂直方向の角度および水平方向の角度を算出し、制御パラメータである回転開始角度、回転比率、最大回転角度、応答性の 4 つの値を調整することで、該当部位の挙動を決定する。本稿では制御対象部位を胸部、頭部および眼球の 3 部位とした。従って 12 次元のパラメータ \mathbf{G} により胸部、頭部および眼球の動作が生成され、基準となる全身動作の胸部レイヤ、頭部レイヤおよび眼球レイヤへの加算ブレンド処理により、生成動作 $\mathbf{R}^{output}(t)$ を得る。

2.4 制御パラメータの最適化

実計測動作と視線制御モデルにより生成された動作との対象関節の回転量の差が最小となるように、視線制御モデルの制御パラメータを最適化する。

フレーム t における実計測動作の対象関節 j の回転量を $\mathbf{r}_j^{mocap}(t)$ 、生成動作の対象関節 j における回転量を $\mathbf{r}_j^{output}(t)$ 、フレーム数を N とすると、実計測動作を再現する制御パラメータ $\hat{\mathbf{G}}$ は次式で求められる。

$$\hat{\mathbf{G}} = \arg \min_{\mathbf{G}} \sum_j \sum_{t=1}^N |\mathbf{r}_j^{mocap}(t) - \mathbf{r}_j^{output}(t)| \quad (1)$$

j は対象関節で、胸、首、頭、左目、右目の 5 関節である。

3. 実験

前方正面から水平角 45 度の右前方の注視対象に視線を移し正面に視線を戻す動作、および前方正面から垂直角 20 度、水平角 -30 度の左下前方の注視対象に視線を移し正面に視線を戻す動作を対象に構成結果を確認する。最適化には Nelder-Mead 法を用い、反復回数を 500 とした。基準となる全身の動作情報は計測した動作情報とし、出力結果では制御対象部位の動作情報が視線制御モデルで生成された動作情報で置換される。

右前方の注視対象に対する視線動作の構成結果を図 2、図 3 に示す。また、胸、頭および左目の水平方向の回転量の比較を図 4 に示す。計測動作と構成結果の比較から、提案手法によって同定した制御パラメータにより計測動作を再現する視線動作の構成を確認できる。

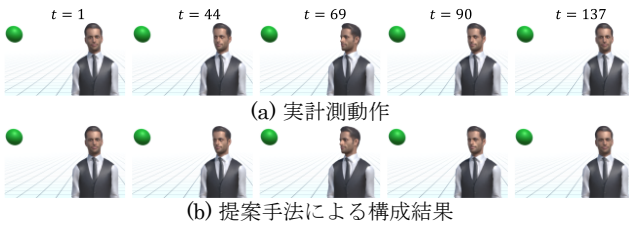


図 2 右前方への視線動作の比較 (バストショット)

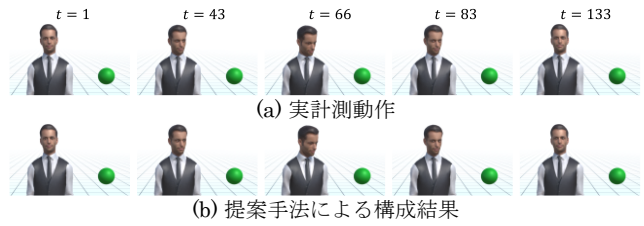


図 5 左前方への視線動作の比較 (バストショット)

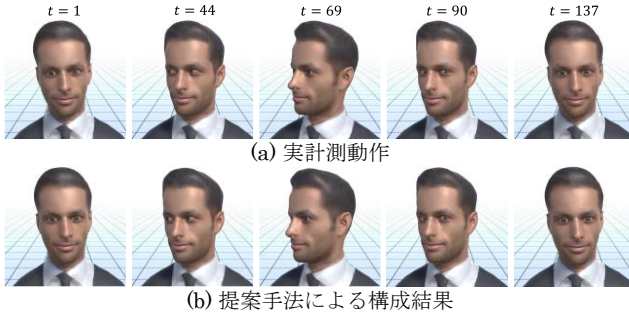


図 3 右前方への視線動作の比較 (アップ)



図 6 左前方への視線動作の比較 (アップ)

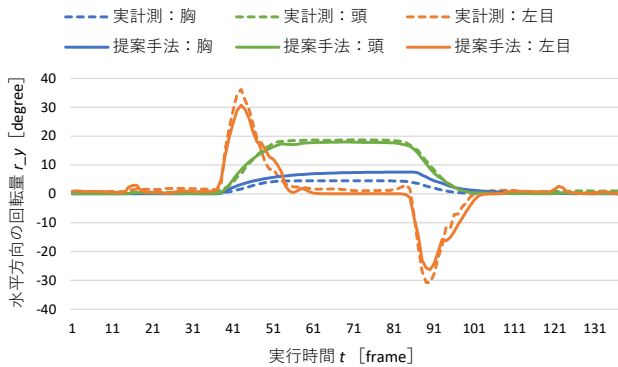


図 4 右前方の注視対象に対する視線動作における胸・頭・左目の水平方向の回転量の比較

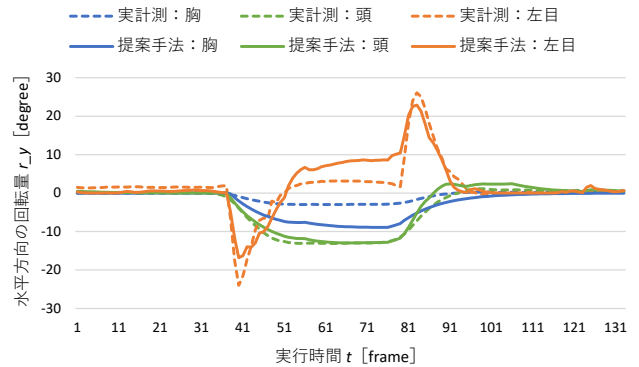


図 7 左前方の注視対象に対する視線動作における胸・頭・左目の水平方向の回転量の比較

左下前方の注視対象に対する視線動作の構成結果を図 5、図 6 に示す。また、胸、頭および左目の水平方向の回転量の比較を図 7 に示す。計測動作の概形を再現できている一方で、 $50 \leq t \leq 77$ の胸部の水平方向の回転量は時間平均で約 5.4 度の誤差がある。これは今回使用した視線制御モデルでは、制御対象部位の垂直方向および水平方向の回転の個別の制御が対象外であることが原因であると考えられる。

また、右前方および左下前方の注視対象に対する視線動作において同定した制御パラメータを、右前方および左下前方の注視対象に対する視線動作に各々適用した際における、計測動作と構成結果との 1 関節 1 軸当たりの回転量絶対誤差の時間平均を表 1 に示す。

左下前方の注視対象に対して同定したパラメータを、右前方の注視対象に対する視線動作に適用した際の平均誤差は、右前方の注視対象に対して同定したパラメータを適用した際の平均誤差に対して 59.1% 増加した。

さらに、右前方の注視対象に対して同定したパラメータを、左下前方の注視対象に対する視線動作に適用した際の平均誤差は、左下前方の注視対象に対して同定したパラメータを適用した際の平均誤差に対して 32.8% 増加した。

この結果より、計測動作を再現する制御パラメータは、注視対象の位置に依存すると考えられる。したがって、任意の注視対象に対して同定された制御パラメータを、異なる注視対象に対する視線動作の構成に利用するためには、要求される動作の精度に応じた制御パラメータの適用範囲を明らかにした上で利用する必要があると考えられる。

表 1 各注視対象に対する同定パラメータ適用時の各注視対象への視線動作の 1 関節 1 軸当たりの回転量絶対誤差時間平均 [degree]

| 注視対象 \ パラメータ | 右前方 | 左下前方 |
|--------------|--------------|-------------|
| 右前方 | 0.792 | 1.26 |
| 左下前方 | 1.82 | 1.37 |

4. おわりに

本稿では、視線制御モデルのパラメータ最適化により、実計測視線動作を再現する視線動作アニメーションの構成手法を提案した。実験では、右前方および左下前方の注視対象に対する視線動作を対象に、視線動作の概形が再現可能であることを確認した。今後の課題として、任意の注視対象に対する視線動作の構成のために、要求する動作の精度に応じた制御パラメータの適用範囲の検証が挙げられる。

参考文献

- [1] 森他, “対話型 GA を用いた視線動作アニメーションの制作支援,” 芸術科学会論文誌, Vol.14, No.5, pp.273-283 (2015).
- [2] “Head Look Controller,” <https://assetstore.unity.com/packages/tools/animation/head-look-controller-4> (参照 2023-06-13).