

実測に基づくゲームキャラクタの頭部および眼球運動の自動合成

鍵山 裕貴[†] 川井 正英[†] 桑原 大樹[†] 森島 繁生[‡]
 早稲田大学[†] 早稲田大学理工学術院理工学総合研究所[‡]



図1 頭部及び眼球運動のアニメーション生成結果 © 2009–2015 Mixamo, Inc.

1.はじめに

CG コンテンツにおいてリアルな眼球運動とそれに伴う頭部運動を生成することは重要である。しかし、現在キャラクタの頭部及び眼球の動きはアーティストが生成しているため、大きな労力とコストがかかる。

Kokkinara ら^[1]は 3D 空間上にあるオブジェクトからキャラクタの視界内の顕著性を計算し、自動で頭部及び眼球運動のアニメーションを作成した。しかしながら、この手法には問題点がある。第 1 に顕著性を計算する際に、輝度や色相を考慮していない。第 2 に注視点が同じであるならば頭部及び眼球運動は常に同じである。第 3 に前庭動眼反射と呼ばれる、頭が動いたときにこれと反対方向に眼球を動かして、視界内のぶれを防ぐための反射を再現できていない。

そこで本研究では、物体の顕著性を考慮した実測に基づくゲームキャラクタの頭部および眼球運動を自動合成する手法を提案する(図 1)。まず、Xu ら^[2]の手法を用い、輝度や色相を考慮した顕著性マップを作成し、顕著性の最も高い部分を注視点とする。次に、実測データから前庭動眼反射を含めた頭部及び眼球運動の確率モデルを作成する。最後に、確率的に頭部及び眼球運動を生成することで多様な動きの表現をすることができる。これをキャラクタに適用することにより、注視点が移る際の様々な頭部及び眼球運動の表現が可能となる。

2.頭部及び眼球運動の実測

本研究では注視点が移る際の頭部及び眼球運動のそれぞれを 10 名の被験者について測定する(図 2)。頭部運動の測定装置として光学式モーションキャプチャシステムを用いた。また、測定の際には 10 台のカメラと 4 個のマーカを用いた。マーカは頭部の右前、左前、右後、左後に張り付けた。視線測定については頭部動作と同時に視線を測定可能なヘッドマウント型の視線測定装置を用いた。サンプリングレートはモーションキャプチャ装置が 120Hz、視線測定装置が 60Hz である。

測定は、被験者から 2m 離れた位置にスクリーンを設置し、そのスクリーンの左右に 45°の位置に 2 枚のスクリーンを設置する。そのスクリーンに注視点となる黄色い円をプロジェクターにより投影する。注視点を表示さ

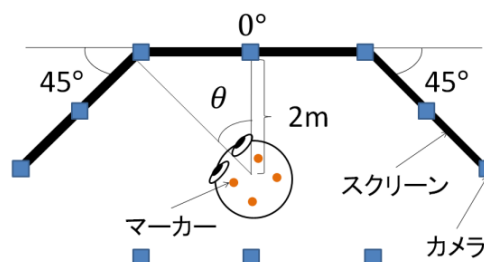


図2 実験の模式図

せる位置は-90°~90°まで 10°刻み、表示させる回数は各角度につき 10 回、表示する時間は 1 回につき 2 秒である。被験者には必ず前を向いた状態から注視点を追うように要請した。

3.頭部及び眼球運動の分析

3.1 頭部及び眼球運動のモデル式の構築

眼球運動に関しては図 3 に示すように注視点が表示されてから動き始めるまでの”静止部分”、注視点をとらえるまでの”跳躍部分”、頭の回転と逆方向に回転し視線方向を維持し続けるための”前庭動眼反射部分”の 3 つに分割する。注視点が表示された時刻を t_{E1} とし、上記の 3 つに分割する時刻をそれぞれ t_{E2} , t_{E3} , t_{E4} とする。具体的には前フレームとの差分が 0.3°以上であるフレームが 3 フレーム以上続いた時の最初のフレームを t_{E2} 、跳躍方向と逆方向に動いたフレームが 5 フレーム以上続いた時の最初のフレームを t_{E3} 、前フレームとの差分が 0.1°以下であるフレームが 2 フレーム以上続いた時の最初のフレームを t_{E4} と定義する。また、時刻 t_{Ei} のときの角度を $\theta(t_{Ei})(i = 1\sim 3)$ とする。これにより眼球運動の各区間に要する時間 $T_{Ei}(i = 1\sim 3)$ 及び角度変化 $\theta_{Ei}(i = 2,3)$ が式 (1)(2) により得られる。静止部分の角度変化は 0 であると仮定した。

$$T_{Ei} = t_{Ei+1} - t_{Ei} \quad (i = 1\sim 3) \quad (1)$$

$$\theta_{Ei} = \theta(t_{Ei+1}) - \theta(t_{Ei}) \quad (i = 2,3) \quad (2)$$

さらに、跳躍部分と戻り部分に関しては角度方向と時間方向を 0 から 1 に正規化し、以下の式でフィッティングを行う。

$$\theta = e^{a(1-t)} \left(\sin \frac{\pi}{2} t \right)^b \quad (3)$$

θ は角度、 t は時間、 a, b はフィッティングパラメータである。跳躍部分、戻り部分のフィッティングパラメータをそれぞれ $a_{E2}, b_{E2}, a_{E3}, b_{E3}$ とする。

“Automatic Synthesis of CG Character Head and Eye Animation by Measurement”

Hiroki Kagiya[†] Masahide Kawai[†]

Daiki Kuwahara[†] Shigeo Morishima[‡]

Waseda University[†]

Waseda Research Institute for Science and Engineering[‡]

頭部運動に関しては図 4 に示すように眼球運動とは違い戻り部分が顕著に観測されないため、静止部分と跳躍部分の 2 つに分割する。注視点が表示された時刻を t_{H1} 、前フレームとの差分が 0.1 以上であるフレームが 27 フレーム以上続いた時の最初のフレームを t_{H2} 、跳躍方向と逆方向に動いたフレームを t_{H3} と定義する。頭部運動の各区間に要する時間を $T_{Hi} (i = 1, 2)$ 、角度変化を $\theta_{Hi} (i = 2)$ 、フィッティングパラメータを $a_{H2} \cdot b_{H2}$ とし、眼球運動と同様の解析を(1)~(3)式を用いて行う。

3.2 多次元混合ガウス分布による確率モデルの作成と頭部及び眼球運動の自動生成

まず、ベクトル v を以下のように定義する。

$$v = (T, \theta, a, b) \quad (4)$$

$$T = (T_{E1}, T_{E2}, T_{E3}, T_{H1}, T_{H2}) \quad (5)$$

$$\theta = (\theta_{E2}, \theta_{E3}, \theta_{H2}) \quad (6)$$

$$a = (a_{E2}, a_{E3}, a_{H2}) \quad b = (b_{E2}, b_{E3}, b_{H2}) \quad (7)$$

被験者 10 人のそれぞれの注視点角度ごとに 14 次元ベクトル v 生成し、同一の注視点角度に対し多次元混合ガウス分布(GMM)を用いフィッティングすることでベクトル v の確率モデルを構築する。

次に、GMM により決定された各パラメータを使った頭部及び眼球運動の合成法を述べる。眼球運動に関して、まず初めに、 a, b を用いて眼球の跳躍部分、戻り部分の正規化されたグラフ (式(3)) をそれぞれ作成する。次に、 T を用いて全ての区間に要する時間を決定し、図 5 のようにその時間にあわせて作成したグラフを伸縮させる。同様に、 θ を用いて跳躍部分と戻り部分で変化する角度を決定し、その角度にあわせて作成したグラフを伸縮させる。最後に、全てのグラフを結合することで、図 3 のような一連の眼球運動のグラフが確率的に決定する。頭部運動についても、推定されたパラメータ a, b を使って、跳躍部分のグラフ (式(3)) を決定し、時間 T と角度 θ のパラメータを使って図 4 のような一連の頭部運動のグラフが確率的に決定する。

4.注視点の推定

注視点はキャラクタの前方に映し出される動画の顕著性が最も高い部分とする。また、顕著性の計算には Xu^[2] から手法を用いる。頭部又は眼球が動いている際には境界内の顕著性を考慮せず、一連の動作が終わった後に顕著性が高い部分を続けて見るようにする。

5.結果と考察

動画を入力として、4 章に示した手法で注視点を推定し、本手法を用いて作成した頭部及び眼球のアニメーションを図 1 に示す。各パラメータを確率モデルを用いて決定することで多様な頭と目の動きを表現することができる。また、従来手法では実現できていなかった、眼球の前庭動眼反射が再現できていることが図 6 からわかる。

6.まとめと今後の課題

本手法では、実測から頭部及び眼球運動の確率モデルを構築した。さらに、キャラクタの視界内の情報から、キャラクタの注視点を決定することで、キャラクタの様々な頭部及び眼球運動の自動生成を行った。

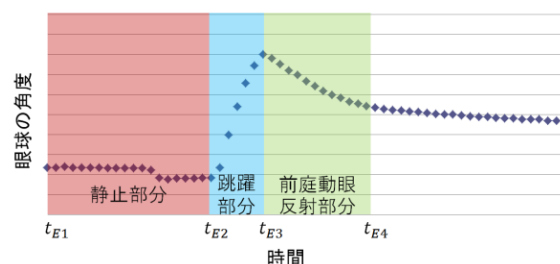


図 3 実際の眼球運動の様子

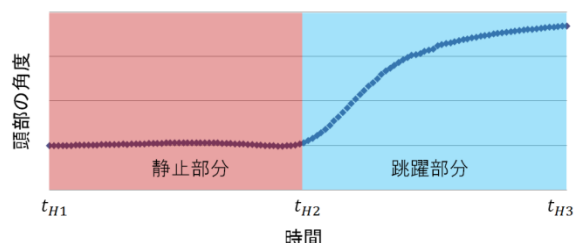


図 4 実際の頭部運動の様子

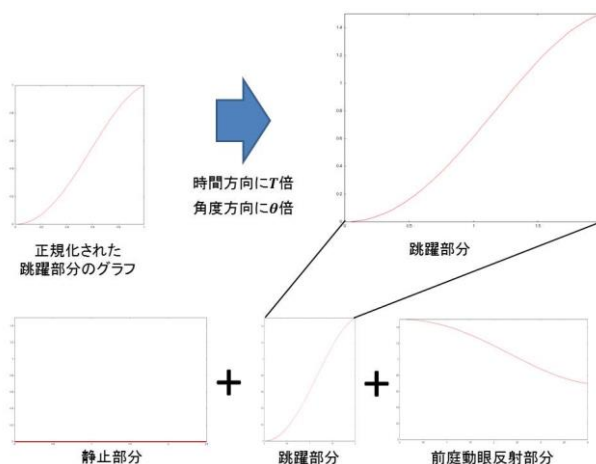
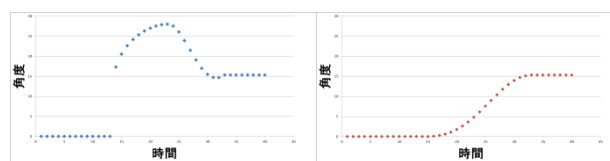


図 5 眼球運動の生成過程



(a)提案手法 (b)従来手法^[1]

図 6 眼球運動の様子

しかしながら、本研究では GMM を用いて確率的にパラメータを決定しているため、頭と目の動きがうまく同調しない場合がある。また、瞬きや追従運動の考慮もする必要があるので、これらを解決すること等が今後の課題として挙げられる。

謝辞 本研究に 3D キャラクタ「Battery Girl」を提供していただいた Mixamo, Inc に感謝申し上げます。

参考文献

[1] E. Kokkinara, et al., "Modelling selection visual attention for autonomous virtual characters", CASA (2011).
 [2] S. Xu, et al., "Object Tracking Based on Time-Varying Saliency", ISPRS (2008).