

## 眼球・頭部協調運動の再現が CG アバターの「人間らしさ」に与える影響の調査 Effect of Eye-Head Coordination Reproduction on Reality of CG Avatar

船田 深結<sup>†</sup> 満上 育久<sup>†</sup>  
Miyu Funada Ikuhisa Mitsugami

### 1. はじめに

最近では、ディープフェイクやヒューマノイドロボットなどが発達し、本物の人間とは区別がつかないような映像やロボットが実現されるようになり、ロボットがより身近な存在になってきている。しかし、人が映像やロボットを見て、自然な人間らしいと感じる要因は明らかになっていない。その要因として、表情の変化や動作に対する違和感が残っていることが挙げられる。そこで、近年、ロボットをより人間らしくするための研究が行われている。熊澤らは、人間の手の握み動作に着目し、把持動作生成時の手の各部の動きを明らかにし、ロボットハンドへの適応を提案している [1]。関口らは、人間が膝を伸ばした状態を利用して歩行している点に着目し、より人間に近い歩行を実現するための手法を提案している [2]。これらの研究では、人間の自然な動作の中で、手や足に着目しているのに対し、本研究では、人の自然な注視行動においてみられる眼球・頭部協調運動に着目し、これらがロボットに対する「人間らしい」要因になり得るのかについて調査する。

頭部運動から視線方向を推定する方法として、Murakamiらは、Gaze from Head [3]を提案している。この手法は、眼球・頭部協調運動をしている際の、人の頭部の動きと視線方向データを収集し、そこから人の自然な眼球・頭部協調運動モデルを構築しており、このモデルを用いて、頭部運動データから視線方向を推定する。Murakamiらの研究では、眼球・頭部協調運動モデルを頭部運動から視線方向を推定するためのものとして構築・使用されているが、見方を変えればこのモデルは「人の自然な頭部運動と眼球運動の関係を表すモデル」と捉えることができる。

そこで本研究では、ロボットにこの眼球・頭部協調運動モデルに従う頭部と眼球の動きを与えることで、それらを人間らしく感じさせることができるといふ仮説を考え、それを実験的に調査する。具体的には、このモデルに従う眼球・頭部運動と、従わない眼球・頭部運動を人型の CG アバターに再現させ、どちらがより「人間らしさ」を感じるかに関する主観評価実験を行う。

### 2. 眼球・頭部協調運動データの生成

本研究で、CG アバターに反映させる眼球・頭部運動データを生成するために、Murakamiらの Gaze from Head [3]を用いる。この手法は、予め収集した多人数分の頭部と眼球の運動データセットを用いて、協調運動モデリングにより、眼球・頭部協調運動モデル化し、このモデルによって計測した頭部運動から視線方向を推定することができる。

まず、人が自然に頭部を動かしている様子を正面からカメラで撮影し、その映像に顔認識オープンソフトウェアの OpenFace を適用して、頭部の回転運動を測定する。その様子を図 1 の左に示す。測定された頭部運動には、実際の頭部運動としては起こり得ない高周波のノイズを含むため、

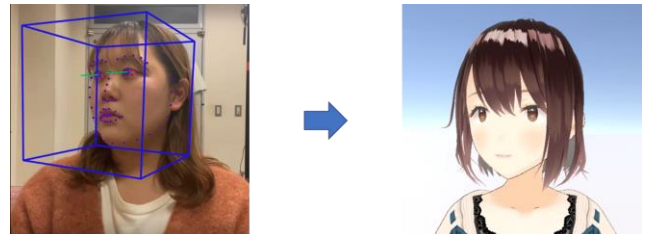


図 1 眼球・頭部運動の再現  
左：OpenFace の適用結果  
右：CG アバターの再現の様子

予め移動平均補間法を施す。そして、この頭部運動に対して Gaze from Head [3]を適用することで、この頭部運動に対応する眼球運動を取得する。なお、推定された眼球運動も、実際の眼球運動としては起こり得ない高周波のノイズを含むことがあるため、予め移動平均補間法を施した上で CG アバターに反映させる。

比較対象として、眼球・頭部協調運動モデルに従わない眼球・頭部運動データを生成した。本研究では、ロボットや CG でよく用いられている眼球が常に頭部の正面方向を向いているモデルを採用した。すなわち、上述の計測された頭部運動と、全く同一の方向データを視線に与えた。

### 3. 眼球・頭部協調運動を再現するアバターの作成

本研究では、複数の実験参加者による主観評価実験を行うために、実体のあるロボットの代わりに人型の CG アバターを用いる。この CG アバターは、ピクシブ株式会社が無償で提供している、オリジナルの人型アバター（キャラクター）を作成・カスタマイズできるアプリケーション Vroid Studio で用意した。その CG アバターで眼球・頭部運動を再現し、その再現の様子の動画を Unity で収録した。この CG アバターは、頭部運動データと視線方向データ、それぞれの水平角と垂直角を読み込み、そのデータに沿って頭部と視線が動く仕様である。実際に、CG アバターに再現させた様子を図 1 の右に示す。

### 4. 主観評価実験

眼球・頭部協調運動モデルに従う眼球・頭部運動と、モデルに従わない（眼球が常に頭部方向正面）眼球・頭部運動の 2 通り用意した CG アバターで再現し、それを横に並べた動画を 2 セット作成した。その一例を図 2 に示す。

<sup>†</sup> 広島市立大学。Hiroshima City University



図 2 実験で使用了動画の一例  
左：協調運動モデルに従わない  
右：協調運動モデルに従う

これらの動画を実験参加者に閲覧させ、各動画に対して、どちらがより人間らしく感じたかを 1 つ選択させる主観評価実験を行った。実験参加者は自身の PC やスマートフォンで全画面表示にして各動画を閲覧した後、専用にした Web フォームにより回答した。広島市立大学情報科学部および情報科学研究科の学生計 11 名から回答を収集した。

#### 4.1 結果・議論

主観評価実験に用いた 2 セットの動画について、眼球・頭部協調運動モデルに従う動作をしている方をより人間らしくと評価した人数の割合はそれぞれ 72.2% と 54.5% だった。現段階では事例数、実験参加者数ともに少なく、また、この 2 例で人数割合が大きく異なることから、まだ統計的な信頼性が不足しているものの、全体としては眼球・頭部協調運動モデルに従う動作に対して人間らしい印象を受けたという結果を得た。

生成された動画を見ると、今回用いた CG アバターが現実の人間らしくない見た目であることも実験参加者の印象に影響を与えているのではないかと考えられる。外見から期待する動作と実際の動作との差のことを適応ギャップといい、小松らはインタラクション状態における適応ギャップの差異と実験前のエージェント（ロボット）の印象という 2 つの要因が、ユーザ（人間）の最終的なエージェントに対する評価に対して有意に影響があることを明らかにした [4]。見た目が現実の人間らしくないキャラクターやロボットだという認識をもってこれらを見る場合、人工的な動作を期待するにも関わらず、見るとそうではない動きをするので、そこに違和感を覚え、ネガティブ側の回答である「人間らしくない」と感じている可能性がある。この可能性は適応ギャップの影響を受けていると考えられる。そのため、キャラクターやロボットの見た目の「人間らしさ」との関連性も考慮して眼球・頭部動作の「人間らしさ」を議論する必要があると考えられる。この点については本研究で得られた知見と捉え、今後の研究に活かしたい。

#### 5. おわりに

本研究では、Murakami らが構築した眼球・頭部協調運動モデルを「人の自然な頭部運動と眼球運動の関係を表すモデル」と捉え、ロボットにこのモデルに従う眼球・頭部動作を再現させることで、それらを人間らしく感じさせることができるという仮説を考え、それを実験的に調査した。

その調査を行うために、CG アバターを作成し、その CG アバターに眼球・頭部協調運動モデルに従っている動作と、眼球・頭部協調運動モデルに従っていない動作それぞれを再現させた。その様子を収録し、眼球・頭部協調運動モデルに従っているものと従っていないものを横に並べた動画を実験参加者に閲覧してもらい、どちらがより人間らしく感じたか 1 つ選択させる主観評価実験を行った。その結果、統計的な信頼性が不足しているものの、全体としては眼球・頭部協調運動モデルに従っている CG アバターに対して人間らしい印象を受けたという結果を得た。

今後の展望として、事例数と実験参加者を増やすとともに、OpenFace で計測した頭部運動データには、高周波のノイズが含まれていたため、他の計測方法を検討する。また、今後は CG アバターではなく、ロボットを用いて同様の実験を実施することを検討している。さらに、4 節で述べた通り、実験で使用する CG アバターやロボットの見た目の「人間らしさ」と眼球・頭部動作の「人間らしさ」の関連性についても検討する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 熊澤彰人, 齋藤直樹, 梶川伸哉, 岡野秀晴, “人間の物体把持における手の動作に関する実験的考察”, 計測自動制御学会東北支部第 210 回研究集会(2003).
- [2] 関口晁宣, 跡部有希, 亀田幸季, 妻木勇一, Dragomir N. NENCHEV, “特異点近傍を通過するヒューマノイドの歩行軌道生成手法”, 日本機械学会論文集(C 編), 73-727 号(2007).
- [3] Jun'ichi Murakami and Ikuhisa Mitsugami, “Gaze from Head: Gaze Estimation without Observing Eye”, The 5th Asian Conference on Pattern Recognition, pp.254-267(2019).
- [4] 小松孝徳, 山田誠二, “適応ギャップがユーザのエージェントに対する印象変化に与える影響”, 人口知能学会論文誌, 24 巻 2 号 D(2009)