

# 着ぐるみの表情表現演出のための骨格機構の提案

堀江香菜<sup>†1</sup> 小林優芽<sup>†1</sup> 長久保有香<sup>†1</sup>  
木川 信款<sup>†2</sup> 韓旭<sup>†2</sup> 串山久美子<sup>†2</sup>

**概要:** 本研究では、表情を制御する装着型着ぐるみデバイスを提案し開発する。このデバイスはセンサとサーボモータを組み合わせ、口角と眉を動かすことで液晶やCGに頼ることなくハードウェアでの表情表現を可能にした。また、体の動きに対しての表情操作を実装し、キャラクターが独自の個性を持たせることを可能にした。

## 1. はじめに

近年、エンタテインメントや広告業界では顧客とキャラクターの接点に着ぐるみを利用してきた。それらの着ぐるみでの表現を豊かにする手法として、液晶やCGが利用されている。NHKの番組[1]ではメインキャラクターの「チョコちゃん」の表情の表現はCGで行われている。液晶での表現に関しては岡ら[2]の研究やサイバーパンクをテーマにした頭部の着ぐるみの商品で実装されている。これらの手法は様々な表情を表現することが可能であるが、CGに関しては映像での表現に限られ、液晶ではキャラクターのデザインによっては視覚的な違和感が生じやすい。具体的には、液晶とその他の部分の素材が馴染まない場合や、質感の表現が損なわれる場合である。違和感を最小限に抑えるためには、センサとサーボモータの組み合わせで動かし、動物のように暖かみのある表現をするべきだと考えた。そのため、本研究では内部の骨格や表情筋をセンサでインタラクティブに制御する機構を搭載し、液晶やCGに頼らずに表情が変化する着ぐるみを提案する。このアプローチによって、違和感を最小限に抑えつつ、視聴者により臨場感と感情の共有を提供することが期待される。口角に取り付けたフォトトリフレクタにより、キャラクターが笑った際の口角の動きと頬の動きを実装した。また、今回の実装において身体的な動作によって表情を動かす機構を実現する。これにより、個々のキャラクターが独自の個性を持たせることが可能になる。本研究ではレッサーパンダの特性である威嚇のポーズを再現するため、腕を上げた際に怒りの表情に変化するよう実装した。

## 2. 関連研究

着ぐるみのインタラクティブな顔の表現には様々な研究がなされてきた。吉池ら[3]は、新たな顔面入力とするインタフェースを目的に、顔全体に設置したフォトトリフレクタで表情の識別を可能にした。実装された着ぐるみは、目と

口の開閉が実装されている。本研究では、実装部分のメインが目や口の開閉ではなく、感情を表すときに必要な頬の動きや眉の動きを実装する。岡ら[2]の研究では、着ぐるみが動作以外でも感情や状態を伝達することを試みた。Webカメラで表情を読み取り、ディスプレイに表情を映し出し、キャラクターの表情の管理を可能にした。これはディスプレイを使って再現しているが、それらを使わずに表情・感情を表現することを提案する。

## 3. 提案システム

### 3.1 システム構成

本研究で開発した装着型デバイスは、図1のように手をあげると眉の角度が変わり威嚇の表情になり、口角を上げると着ぐるみの口角も上がり笑う。口を開くと顎に固定されている着ぐるみのあごが上下する仕組みになっている。眉は手の上げ下げによって、口角は口角によって変わる。装着型デバイスを着用すると内部に搭載されたフォトトリフレクタ、図2の通り三軸加速度センサ(ADXL345)からArduino Unoへ取得した値が送信され、その値に応じてサーボモータ(SG90)が動く。各種センサは図3及び図4のように配置されている。

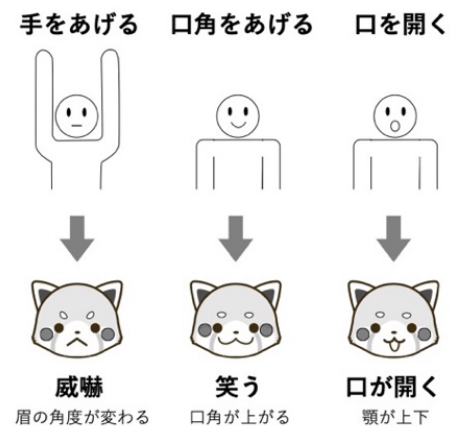


図1. システム図

<sup>†1</sup> 東京都立大学システムデザイン学部

<sup>†2</sup> 東京都立大学大学院システムデザイン研究科

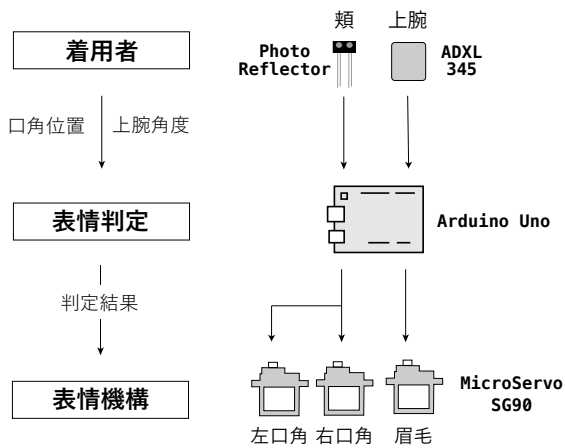


図 2. 本システムの構成

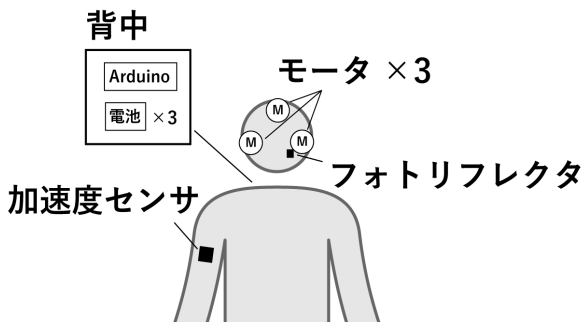


図 3. システムの実装

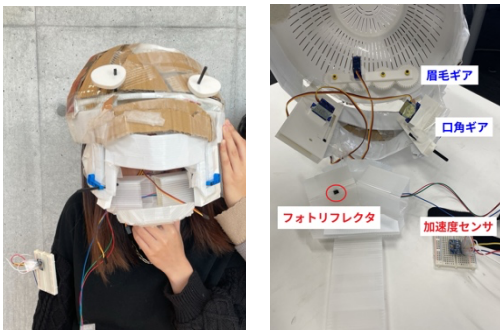


図 4. 配置図

### 3.2 口角の実装

装着型デバイスの口角は、演者の口角によって上げ下げする仕様である。体に装着するという特性上、重量を軽くする必要があるため表情検出に使用するセンサをできるだけ少なくするよう吉池らの研究[1]と同じセンサを選定した。笑顔の検出方法として、口角の深度をフォトリフレクタで測定することで少ないセンサでの笑顔判定を可能にしている。図 5 と図 6 は実際に読み取っている時の様子と値である。口角の部分に黒いテープを貼り、値の差が広がるように調節した。フォトリフレクタの値は、通常は約 700、笑うと約 20 となり、笑った時を判別することができた。

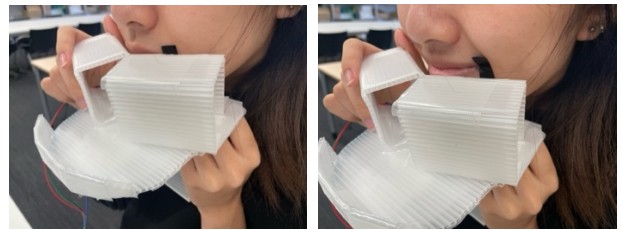


図 5. 通常と笑った時のセンサの様子

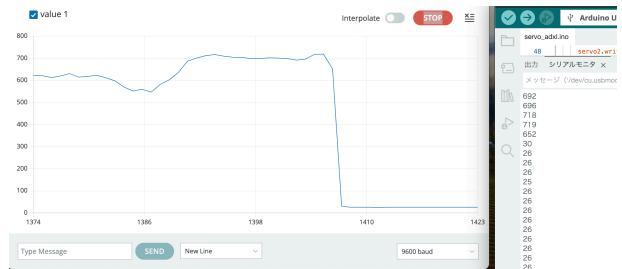


図 6. フォトリフレクタの値

今回、必要な部品を 3D プリンタで印刷し機構を完成させた。図 7 のように口角の機構ではラックギアを使いサーボモータの回転運動を並行運動に変換した。約 5cm 上下する仕組みである。また、装着型デバイスでは着ぐるみの毛皮と骨格が接着されておらず、骨格との結合もリボンを結ぶことによって行っている。これは着ぐるみの毛皮を着脱式にし、頬の位置調整により着ぐるみの毛皮が引っ張られることを防ぐためである。

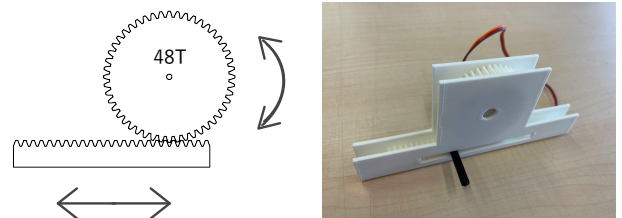


図 7. 口角の機構

### 3.3 眉毛の実装

装着型デバイスの眉は、演者の腕の上げ下げによって、眉の角度が変化する仕様である。上腕に加速度センサをつけることで、上腕の傾きを測り、上げ下げを認識する。図 8 のように眉の機構は歯車を四つ使い、一つのモータで両眉を動かしている。50 度傾けることによって自然な眉の角度を得られた。

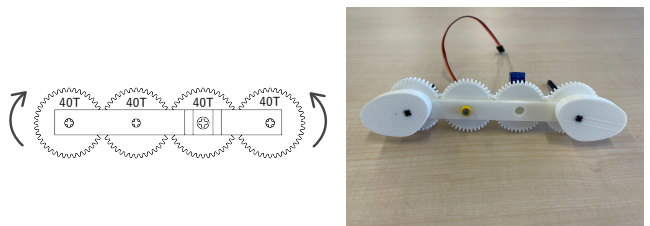


図 8. 眉毛の機構

### 3.4 結果



図9. 着ぐるみ頭部（左：笑顔，右：威嚇）

笑っている時の表情，威嚇の表情は図9のような結果になった．センサから読み取った値を基にサーボモータを制御し，表情を表現する際の遅延は少なく，円滑に表情を変化させることができた．口角と眉の動きによる表情の変化が与える印象に関しては，今後実験をする必要がある．また，フォトリフレクタの正確な検知の為に演者への取り付けの工夫が今後の課題として挙げられる．

### 4. おわりに

本稿では，センサとサーボモータの組み合わせによる表情操作により，リアルタイムにキャラクターの感情を表現することを目的とし，着ぐるみ演者によって口角と眉を操作する機構と，その実装について述べた．この研究により，センサから表情機構への遅延は少なく，実際に着ぐるみとお客さんとの触れ合いでも，表情を反映できる可能性がある．しかし，フォトリフレクタの値が，つける人や環境によって正確な値が取れないことが多いため，他のセンサの使用または演者への取り付け方法の改善を検討している．今後の展望としては，本研究で開発した装着型デバイスの表情の認識の検証を行う．その後，より表情の動きを豊かにする方法として，サーボモータの増量，通信による外部からの表情切り替えを考えている．また，着ぐるみデバイスの発展形としては，音声による口の開閉，表情操作といった機構を検討している．

### 参考文献

- [1] NHK: チコちゃんに叱られる！  
<https://www.nhk.jp/p/chicochan/ts/R12Z9955V3/>(2023-12-18 参照)
- [2] 岡芳樹,山本正信: 表情が変化する着ぐるみ頭部システム, 映像情報メディア学会誌, Vol.68, No.2, pp.J72-J77 (2014)
- [3] 吉池俊貴,庄司りか,西川忠宏,對月沙織,助友文香,王丹青,菊川裕也,馬場哲晃,串山久美子: 着ぐるみ演者の表情表出を支援する顔面入力インタフェース, インタラクシオン 2012 論文集, pp. 677-682(2012).