

K-16 顔と口唇に特化したロボットを介した表情再現型通信 Expression Reproduction Communication through a Facial Robot and a Lip Robot

真鍋 宏幸† 林 宏樹†
Hiroyuki Manabe Kouki Hayashi

平岩 明† 杉村 利明†
Akira Hiraiwa Toshiaki Sugimura

1. まえがき

近年ロボットを介したコミュニケーションの研究が行われている。人間対人間のコミュニケーションにおいて、音声だけではなく、顔の表情や口唇の動きなどの視覚的情報が重要であることが指摘されている[5]。このことはロボットを介したコミュニケーションにおいても同様であると考えられる。しかし、現在開発されているロボットでは、コミュニケーションを行うのに十分な動きが再現されているとは言えない。特に口唇の動きについては、そこから得る情報が重要であるにも関わらず、正確な再現は行われていない。そこで本研究では、顔と口唇の動きを正確に再現することを目的としたロボットを開発し、そのロボットを用いた表情再現型通信の提案を行う。

2. 背景

ロボットを介したコミュニケーションの研究が行われてきており、そのために表情を表出することが可能な顔ロボットの開発がなされてきている。例えば、小林らは6基本表情が表出可能な顔ロボットを開発している[1]。またMiwaらは視覚、聴覚だけでなく皮膚感覚や嗅覚を持ち、顔色表出が可能な人間形頭部ロボットを開発している[2]。BreazealらはKismetと呼ぶ表皮を持たない顔ロボットを開発している[3]。それらのロボットを用いることにより基本的な表情を表出することが可能となってきている。また人間の発声メカニズムを解明することを目的として、唇や舌、肺などを有したロボットも開発されている[4]。

人間対人間のコミュニケーションにおいては、音声だけでなく、顔の表情や口唇の動きなどの視覚情報が大きく寄与していることが指摘されている[5]。特に口唇の動きからは読唇[6]を用いて発話内容を認識することが可能であり、コミュニケーションにおいて口唇の動きは非常に重要であると考えられる。

3. 本研究の目的

人間対人間のコミュニケーションにおいて、表情や口唇の動きが重要であることから、ロボットを介したコミュニケーションにおいても、それらの視覚情報は重要であると考えられる。つまり、ロボットが表出する表情や口唇の動きは、発話内容と密接に関連したものである必要がある。その実現方法の1つとして、ロボットが人間の動きを正確に再現する表情再現型通信があると考えられる。しかし現在開発されているロボットでは、人間の動きを正確に再現することはできていない。

本研究の目的は、人間の動きをロボットに正確に再現させることによって、ロボットの持つコミュニケーション能力を向上させることである。そのためにまずは口唇の動き

† (株) NTT ドコモ マルチメディア研究所,
NTT DoCoMo, Multimedia Laboratories

のみに着目することとした。それは口唇の動きをリアルに再現することができれば、それだけで読唇を用いてコミュニケーションを行える可能性があり、また顔ロボットと組み合わせればコミュニケーションの幅が大きく広がると考えたからである。そこで人間の動きをリアルに再現可能な口唇ロボットの開発を行うこととした。

4. 表情再現型通信

ロボットに人間と同様な表情や口唇の動きを再現させることができれば、そのロボットを介して円滑なコミュニケーションを図ることができると考えられる。我々は人間の表情や口唇の動きを正確に再現できるロボットを介したコミュニケーションを、表情再現型通信と呼びその提案を行う。表情再現型通信を行うにあたっての技術的課題は、デフォルメした表情や口唇を表出するのではなく、人間の表情や口唇の動きを正確に表出することが可能なロボットを開発すること、及びその制御方法である。

5 口唇ロボット

5.1 口唇ロボットの開発

表情再現型通信を行うために、まずは口唇に特化したロボットの開発を行った。人間の口唇部の動きは、顎の開閉や唇のすぼめ、口角の引きなど、様々な動きを表出することが可能である。それら全ての動きをロボットで表出するのは困難である。特に困難であると考えられるのは、すぼめの表出である。すぼめは、口輪筋の収縮により表出される。ロボットで口輪筋の機能を1つのメカニカルな機構で再現するのは非常に難しい。そこで、今回製作したロボットでは、複数のアクチュエータを用いて口輪筋の働きを再現しようと試みることにした。今回製作した口唇ロボットの制御点、及びその制御方向を図1に示す。なお図1には図示していないが、顎の開閉、上唇及び下唇の突出しも行うことができる。この口唇ロボットの全自由度は13自由度である。

また今回製作した口唇ロボットの外形を図2に示す。ロボットの口唇部の大きさは、口唇を閉じた状態で縦13cm、横5.5cmであり、通常の人間の約2.5倍となっている。ま

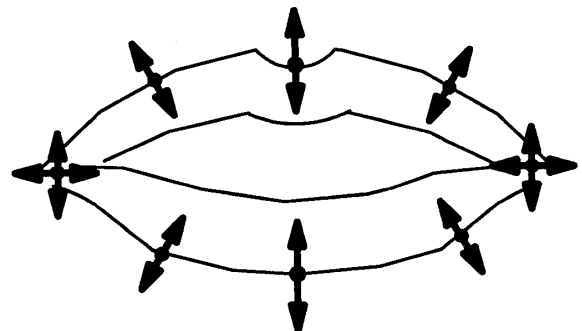


図1: 口唇ロボットの制御点と方向

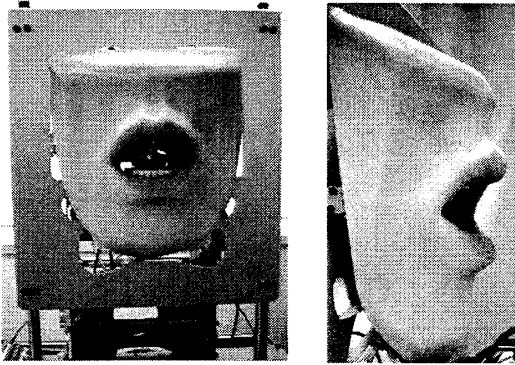


図 2: 開発した口唇ロボット

た表皮にシリコンを使用しているため、無理な力がかかると、表皮が裂けてしまうという問題点がある。そのためメカニカルな安全装置を設けており、全ての自由度を同時に動作させることはできない。

5.2 口唇ロボットによる口唇形状の表出

製作した口唇ロボットにより、口唇形状の表出を試みた。その様子を図 3 に示す。今回製作した口唇ロボットでは、人間が表出できる全ての動きを表出することはできなかった。特にすばめ動作は、表出できていない。

6. 口唇ロボットの制御

6.1 口唇の動き検出手法

口唇ロボットを制御するためには、口唇の動きを検出する必要がある。そのための方法には様々な方法が考えられる。例えば、ビデオカメラを用いて画像から動きを検出する方法や、モーションキャプチャにより動きを検出する方法、また筋電信号 (EMG) などの生体信号を用いて制御する方法などが考えられる。それらの動き検出方法の中で、EMG を用いた方法では、身体の外部に大掛かりな装置が必要ないという点で優れていると考えられる。また平山らは EMG から口唇部の運動軌道を再現している[7]。そこで本研究においては、口唇ロボットの制御に EMG を用いることとした。

6.2 EMG を用いた顎の開閉制御

今回、EMG を用いた口唇ロボットの制御の第一ステップとして、顎の開閉に取り組んだ。顎の開閉は、顎二腹筋からの EMG から検出することが可能である。現時点で顎二腹筋の EMG と顎の開閉角度との間の関係を正確に検討したわけではないが、少なくとも顎二腹筋の EMG の振幅

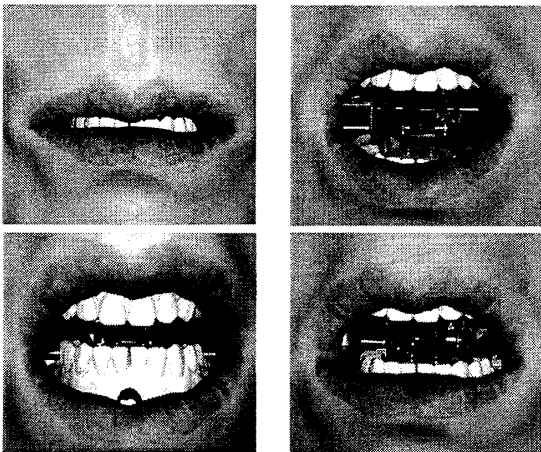


図 3: 口唇形状の表出例



図 4: EMG による顎の開閉制御

が大きくなれば、顎の開閉角度も大きくなることは確認済みである。そこで顎二腹筋直上に EMG 測定用のアクティブ電極を貼付し、そこで得られる EMG から顎の開閉を制御することとした。顎二腹筋の EMG は 250ms ごとに切り出し、二乗平均平方根 (RMS) を算出する。そしてその RMS を基に顎のアクチュエータを駆動する。RMS と顎のアクチュエータの駆動量は、今回線形とした。その様子を図 4 に示す。この実験から顎の開閉について EMG を用いて制御できることがわかった。

7. まとめと今後の課題

顔の表情や口唇の動きを正確に反映させたロボットを介した表情再現型通信の提案を行った。その中で口唇に特化した 13 自由度を持つ口唇ロボットの開発を行った。そしてその口唇ロボットの顎開閉を EMG により制御した。

今後の課題として、口唇ロボットの改良と、制御手法の改善について取り組んでいく予定である。

参考文献

- [1]小林, 原, "顔ロボットにおける 6 基本表情の動的実時間表出", 日本ロボット学会誌 14 巻 5 号, pp.677-685, 1996
- [2]Miwa, Takanishi, Takanobu, "Development of a Human-like Head Robot WE-3RV with Various Robot Personalities", Proceedings of IEEE-RAS International Conference on Humanoids Robots, pp.117-124, 2001
- [3]桃井訳, "ロボサピエンス", 河出書房新社, pp.66-71, 2001
- [4]西川, 今井, 小河原, 高信, 持田, 高西, "母音および子音発声を目的とした人間形発話ロボットの開発", 日本音響学会講演論文集, pp.291-292, 2001
- [5]本名, 他訳, "ノンバーバル・コミュニケーション", 大修館書店, 1981
- [6]間瀬, ペントランド, "オプティカルフローを用いた読唇", テレビジョン学会技術報告, Vol.13, No.44, pp.7-12, 1989
- [7]平山, ベイツン, 川人, ジョーダン, "筋電信号を用いた調音器官筋骨格系ダイナミクスモデル", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J75-D-II, No.8, pp.1430-1439, 1992