

# マン・マシンインターフェースとしてのオーケストラシステムの開発

久保田 大和†

ピトヨ・ハルトノ‡

中京大学 工学部†

中京大学 工学部‡

## 1. はじめに

現在、人間は日常生活の中で様々な機械を用いる。これらの機械は利便性を考慮し、インターフェースが設計される。しかし、人間にとって直感性に欠けるものも多い。その原因の1つは、人間間のコミュニケーションと人間と機械間のインタラクションの仕方を区別することにあると考える。人間間のコミュニケーションでは、言語情報の他にアイコンタクトやジェスチャ等のノンバーバルなコミュニケーションが行われることでより豊かな意思疎通ができる。一方、人間と機械のインタラクションでは、独自のインターフェースを用いて、人間と機械間にリモコンなどの専用の機器が介在し、機械を操作しなければならない。そのため、操作する機械ごとに操作方法を覚える必要があり、直感的な操作が難しくなる。近年では、自然言語認識によるインターフェースの開発が進んでいる。このインターフェースは、人間と機械のインタラクションに人間が日常的に用いる言語を介在させることで、人間にとって扱いやすく、直感的な操作が可能であることから、様々な用途で、広く普及している。しかし、前述したように人間間のコミュニケーションには、ノンバーバルなコミュニケーションも同時並行して行われている。そこで、Mehrabian(1968)は、コミュニケーション全体の印象を100%とした場合、言語情報が占める割合は、7%、音声と音質の占める割合は、38%、表情としぐさの占める割合は、55%という法則を導き出している[1]。従って、ノンバーバルなコミュニケーションは、言語や音声からの情報と同等以上に重要であるということが分かる。そこで、人間の身体動作に基づいたインターフェースの関連研究を以下に挙げる。

森木ら[2]は、視線インターフェースを用いた家電製品の制御を行った。対象となる家電製品を注視することで、制御を行うことに成功したが、部屋に複数のカメラを設置して、カメラが視線を読み取れる位置で操作を行わなければならないため、操作環境に依存していることから日常的な環境では、利便性に欠けると考える。また、同様な操作環境において、渡辺ら[3]は、ALS患者や重度肢体不自由者向けに視線入力インターフェースを開発し、画面上のカーソル移動が操作者の意思を反映することを確認できた。このように操作環境に依存してしまう問題点に対して、人間の視覚をカメラで疑似的に再現することで解消し、視線によるインターフェースを利用する。また、金ら[4]は、手のジェスチャ操作で、照明の制御を行った。ここでは、ジェスチャと調光の対応関係が分からなくなってしまうといった問題点が上がった。本研究では、人間が日常的なインタラクションで用いるアイコンタクトと直感的なジェスチャを用いるインターフェースの開発を行う。

ここでは、一人の人間が複数の機械を直感的に操作で

きる一対多のインターフェースの実現を目的とする。人間間で行われる一対多のインタラクションの例として、オーケストラの指揮者と演奏者の関係に着目し、システムの開発を進める。オーケストラでは、指揮者からの指揮(ジェスチャ)とアイコンタクトのみの情報を演奏者に送り、演奏者はそれに従って、様々な楽器を用いた複雑な演奏を可能にしている。この関係を視線とジェスチャ操作によるインターフェースで再現し、人間と機械間に実装して、インタラクションの直感性の向上を目指す。

## 2. オーケストラシステムの概要

本研究で開発したオーケストラシステムの概要を図1に示し、以下に説明する。

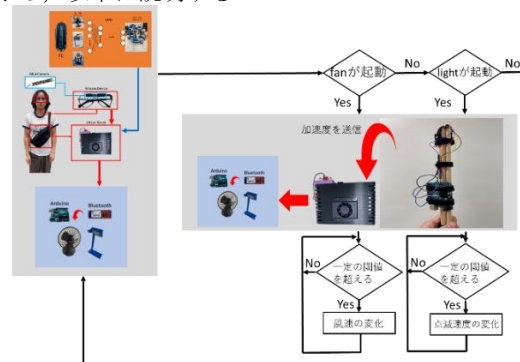


図1：オーケストラシステムの概要図

本システムでは、まず、視線で操作対象を選択するために視覚スイッチシステム[5]を用いる。図1より、視覚スイッチシステムでは、物体認識を行うニューラルネットワークを実装した小型計算機 Jetson Xavier NX(以降PC)に小型カメラを接続し、眼鏡に取り付けることで人間の視覚を捉える。小型カメラから、人間が捉えた画像をPCに送信し、画像を予め学習したニューラルネットワークによって識別する。本システムの操縦者の注視する対象物が画像の中央に収まることを確認したら、その物体を動作対象として認識する。つまり、ここでは人間の視線が操作対象を選択するためのスイッチとして用いる。その後、選択された対象の操作をジェスチャによって行う。

ここでは、以下の図2に示す指揮棒を振ることで操作を行う。

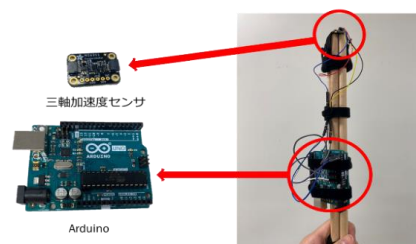


図2：本システムで用いる指揮棒

Orchestra system as man-machine interface

†Yamato Kubota School of Engineering University

‡Pitoyo Hartono School of Engineering University

本システムで用いる指揮棒は、マイクロプロセッサ Arduino と三軸加速度センサから構成され、連続的に加速度の値を PC に送信する。この指揮棒を振った際の加速度が、予め設定した複数の閾値のいずれかを越えることで、操作対象が特定の動作を実行する。

また操作対象の変更を行う際は、以下の図 3 より、操作対象が起動・停止中に関わらず、指揮棒を振った際の加速度の値がある一定の閾値を越えることで、ジェスチャ操作のインターフェースを終了し、再び視覚スイッチシステムを用いた操作対象の選択を行う。

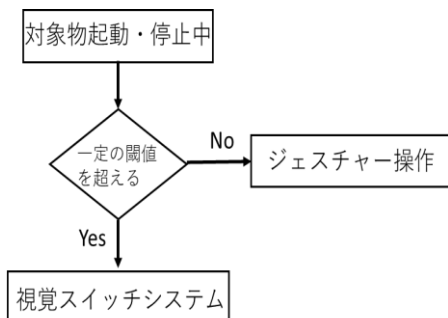


図 3：操作対象の変更の手順

この一連の処理をリアルタイムで繰り返し行うことで、本システムでは、オーケストラでの指揮者と演奏者のインタラクションを模倣することが可能となる。

### 3. 実験

実験では、複数の実験参加者でシステムの評価を行う。ここでは、卓上扇風機と LED スタンドライトの 2 つの機械の制御を行う。ジェスチャ操作で、表 1 に示す各々の機械の状態を制御する。

表 1：閾値別の操作対象の動作一覧

卓上扇風機	強風	中風	弱風	停止
LED ライト	遅い点滅	点灯	速い点滅	消灯

次に実験の手順を以下に示す。

- 手順 1：実験監督者が被験者に操作対象をランダムに指示する。
- 手順 2：実験監督者が被験者に対して、表 1 に示したいいずれかの動作をランダムに指示する。
- 手順 3：指示と同時に時間経過の計測を開始する。
- 手順 4：被験者が指示通りに操作対象の状態を変化させたことを確認したら、計測を終了する。
- 手順 5：手順 1 から手順 4 に従って、被験者に対して、操作対象が、表 1 に示したすべての状態になるように指示を繰り返す。
- 手順 6：これを計 3 セット行い、実験を終了する。
- 以上の手順を被験者 4 名に対して行った。

### 4. 実験結果

実験監督者が指示を出し、被験者がジェスチャ操作で機械を操作し、機械が指示通りの状態に変化するまでのシステムの反応時間の平均と標準偏差を被験者別に以下の表 2 に示す。

表 2：システムの反応時間の平均と標準偏差

被験者	反応時間の平均[s]	標準偏差[s]
1	5.01	2.69
2	4.09	1.60
3	4.19	1.08
4	4.48	1.95

実験より、被験者が指示通りに視線で操作対象を確定させ、対象物をジェスチャで操作する一連の流れを確認することができた。表 2 に示した標準偏差から、被験者 1 はその他の被験者に比べ、システムの反応時間にばらつきがあることから、指定された棒の振り方と被験者本人の棒の振り方のイメージに差異が生じてしまったのが原因の 1 つではないかと推測できる。また、定量的なデータだけでは、被験者自身が直感的な操作が行えていると断言することはできないが、表 2 に示したデータから、システムの反応時間には個人差が見られるため、人によっては直感的な操作が行えた可能性がある。従って、ジェスチャ操作を改良し、本システムの利用率を上げることが、本システムの直感性の向上に繋がるのではないかと考える。

### まとめ

本研究では、オーケストラシステムを開発し、その基本動作を実験によって確認した。実験からは、対象物の数が少ないものの、オーケストラシステムのマン・マシンインターフェースとしての妥当性を確認することができた。しかし、上実験からは、本システムの直感性を評価することができない。そのため、今後は、実験後に被験者別にアンケート形式でシステムの使用感等の定性的な評価を行い、本システムの直感性について評価していきたいと考える。また、ジェスチャ操作での加速度の閾値の設定方法を見直し、本システムの利用率を上げることが今後の課題とする。

### 参考文献

- [1] 高木 幸子. コミュニケーションにおける表情および身体動作の役割. 早稲田大学大学院文学研究科紀要. 第 1 分冊 = Bulletin of the Graduate Division of Letters, Arts and Sciences of Waseda University 編 51 2005 年度, pp.25-362005.
- [2] 藪木登, et al.. 視線, インターフェースを用いた家電製品の制御に関する研究, 津山高専紀要 第 52 号, pp.27-34, 2010.
- [3] 渡部健二, et al.. 視線の移動に基づく重度肢体不自由者のための視線入力インターフェース, LIFE2012, pp.1-3, 2012 年.
- [4] 金スルギ, et al.. フィジカルディマー: 身体動作による照明の制御インターフェース. 情報処理学会シンポジウム論文集, pp.563-566, 2011.
- [5] S. Kobayashi and P. Hartono, Eye Contact as a New Modality for Man-machine Interface, International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 14(3), 2023.