

# ユーザの特徴を表現する癖の検出方法の提案

## Proposal of a Habit Detection to Express User's Personality

矢幡 有朋\*1      田中 文英\*2  
Aritomo Yahata      Fumihide Tanaka

\*1筑波大学 システム情報工学研究科  
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

\*2筑波大学 システム情報系  
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

Robots have been used in remote communication and many studies have been conducted to increase the presence of the communication partner. We consider that the transmission of personality can improve the presence, and therefore we focus on individual habits. A humanoid robot is going to behave the partner habits to represent the personality. This paper proposes the method to detect such habits and describes classifying three-dimensional skeleton information as a posture, a motion, a hand contact or non-contact.

### 1. はじめに

近年、インターネット通信技術や自然言語処理技術の発達により、ロボットが登場し、様々な場面で活躍している。ロボットは遠隔通信メディアとしても利用され、操作者の自らの意思で移動し、遠隔地から通信を行うことが可能となる [Kristoffersson 13]。このようなロボットはテレプレゼンスロボットと呼ばれ、電話やビデオ会議と比べて対面に近いコミュニケーションが可能であり、教育や介護で活躍している。

遠隔通信を行う際には、通信相手が同じ空間にいるという感覚を感じることが重要である。テレプレゼンスロボットは通信相手の意思でロボットを操作できることで存在感を高めることができる。一方で、電話やビデオ会議と比べ、通信相手の操作の負担が大きくなってしまふ。そこで本研究では、テレプレゼンスロボットを活用して存在感を高めつつも、その動作を部分的に自動生成することで操作者の負担を減らすことを試みる。通信相手の個性的な動作を自動で生成することで、通信相手の個性を表現することができ、テレプレゼンスロボットから通信相手を感じることができ、通信相手の存在感を強く感じることが期待できる。本研究では会話中に無意識に表出する人間の振る舞いの癖に注目する。通信相手の振る舞いの癖を学習し、ヒューマノイドロボットが通信相手の癖を振る舞う。癖の学習する手順を図1に示す。ヒューマノイドロボットによる通信相手の癖の振る舞うことで、対話者に通信相手を強く感じさせ、その結果、通信相手の存在感を高めることを目指す。

本稿では初期段階として、通信相手の癖を検出手法のための姿勢と動作の分類と、手と体の接触有無の分類について述べる。

### 2. 関連研究

動作の自動生成する研究として、頷きの自動生成の研究がある [大嶋 12, 瀬島 09]。自動で頷き動作を行うことで、対話者は通信相手の動きを伝達していると感じさせる効果や、自動化した頷き動作により、身体的インタラクションの促進効果が

連絡先: 矢幡有朋, 筑波大学システム情報工学研究科, 〒305-0005, 茨城県つくば市天王台 1-1-1, yahata@ftl.iit.tsukuba.ac.jp

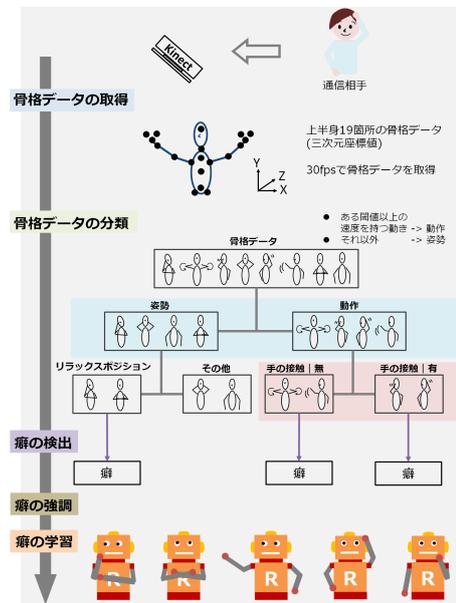


図 1: 癖の学習

明らかになっている。しかし、頷きの動作だけでは通信相手の個性を表現するには不十分である。また手の動作など、頭の動作以外の動作の生成はできていない。

ロボットの外見は通信相手の個性を歪めてしまう恐れがある [Goetz 03, 山田 06]。動物型ロボットを遠隔通信メディアとして利用することで、外見が親しみやすくなり、子どもに対する利用が有効である [Goris 08, Sekiguchi 04]。しかし、ロボットの外見による影響は大きく、動物型ロボットを用いることで通信相手とメディアの外見とのギャップにより、話者の個性を正しく伝えることができない [Kuwamura 12]。例えば、クマのぬいぐるみの形をしたロボットを用いて通信を行うと見た目のかわいらしさが影響して、想像する通信相手の個性が歪められてしまう。

また、遠隔通信メディアとしてヒューマノイドロボットも用いられている [長谷川 12, Nishio 07, 坂本 07]。特定の人物の

外見に似せたアンドロイドであるジェミノイドをメディアとして用いることにより、ビデオ会議やスピーカを用いた遠隔通信よりも強い存在感を感じる事が示されている [坂本 07]. 特定の人物の外見を似せて製作されたジェミノイドは、外見とのギャップの影響を受けず、個性を正しく伝えられると考えられる。しかし、ジェミノイドの外見により、話者が限定されてしまうという問題が生じてしまう。このような問題を解決すべく、万人が使うことができるデザインを明らかにすることを目的に外見を曖昧にしたアンドロイドとして、テレノイドが開発された [石黒 13]. テレノイドは人間のミニマルデザインとして開発され、遠隔通信を行う際には、対話者が声の主を想像し、思い浮かべた人物像をテレノイドに投影するため、テレノイドを抱きかかえて会話をすると、声の主を抱きかかえて会話をしているような感覚になる。また、テレノイドは中立的な見かけであることから、動物型ロボットと比べ、話者の個性を歪めずに伝えることが示されている [Kuwamura 12]. しかし、これはテレノイド自体が話者の個性を伝えることを助長しているのではなく、外見によって与えてしまう影響を小さくしているだけである。ジェミノイドは外見が話者の個性の伝達を助長していたが、テレノイドは外見をあいまいにしたことにより汎用性は高いが、外見の影響は小さく、話者の個性の伝達を助長するという特徴が失われている。

本研究では通信者の操作の負担が小さく、様々な人が利用でき、さらに話者の個性を伝えること助長する仕組みを考える。操作の負担を小さくするために、学習した動作をロボットが表出する。また、本研究では外見ではなく振る舞いに注目することで、外見の効果を与えずに様々な人が利用可能となる。さらに通信相手の個性を伝えるために、会話中の話者の特徴的な振る舞いである癖を検出し、癖を学習し、学習した癖の特徴を強調して表現することで、ロボットから話者の個性を感じることを目指す。

### 3. 癖の検出の概要

#### 3.1 既存研究の問題点

本研究では初めに既存研究の再現を行った。会話中の癖検出に関して Misawa らの研究の再現を行い [Misawa 15], ヒューマノイドロボットの振る舞いの実装に関しては Ibrahim らの研究の再現を行った [Ibrahim 12].

癖の検出手法を再現した結果、いくつかの問題点が見つかった。Misawa らの研究では癖の定義を「一般の人がしない特異な動き」としており、検出された癖は速度の大きい動きを検出している。この手法では、速度の大きい動きを検出することのみを行っているため、検出結果には癖ではないものも含まれてしまい、この手法で癖の検出を行うことは不十分であると考えられる。また、動作は開始直後から徐々に速度が大きくなり、終点に近づくと徐々に小さくなるので、この手法では始点と終点の情報が行われてしまう。さらに、動作のみしか癖の判定ができず、静止している場合の姿勢の癖に関しては検出できない。また、小原らの研究では癖の定義を「一般の人がしない特異な動き」かつ「繰り返される周期的な動き」として検出しているが十分な結果は得られていない [小原 16].

ヒューマノイドロボットの振る舞いの実装に関しては、人の動きの真似をする Ibrahim らの研究の再現を行った。Ibrahim らの手法は Kinect センサーで取得した各関節の位置座標をヒューマノイドロボットの座標に変換し、逆運動学を用いて動作の模倣を行っている。この手法により、おおよそ人の動きの模倣をすることが可能である。しかし、この手法は人の手と肘

の位置を基にロボットの挙動を行っているため、ロボット自身の頭と手の関係などについては考慮されていない。そのため頭をかくなどの手の接触を伴うしぐさをロボットでは、正しく行うことができなかった。

本研究では前述した問題を考慮し、3.2 節以降で癖の定義と検出手法について述べる。

#### 3.2 癖の定義

本研究は場面を会話に限定し、会話中に表出される癖を検出することを目指す。本研究では、癖の検出の目的は個性を表現することであるので、Misawa らの研究のように特異な動きに限定する必要はない。そこで、動作の表出回数に注目した。表出する回数が多い動作は他者が見る回数も多くなるので、個性を表現することが可能であると著者は考える。そこで、本研究での癖の定義は「繰り返し表出される姿勢や動作」とした。

本稿では、ある閾値以上の速度の動きを動作とし、それ以外を姿勢とする。特に比較的リラックスしたときに取り、繰り返される姿勢を細馬の研究の用語を用いて、「リラックスポジション」と呼称する [細馬 08]. 本研究では、動作と姿勢の癖をそれぞれ検出することを目指す。

一般的な動作の癖の例として額に手を当てる、鼻を触る、肩を回すなどがある。肩を回すという動作は回し方などの軌道が特徴であり、額に手を当てることや鼻を触ることは手の接触位置が特徴であると著者は考える。また、Ibrahim らの手法では特に接触の伴う動作をうまく行うことができなかった。これらの動作は接触が正しく行われていないために、ロボットが何をしているのかが分からず、動作に違和感が生まれてしまう。ロボットが接触を伴う動作を真似する場合にはロボットの実装を工夫する必要がある。そこで本研究では動作の接触に注目し、特に手が接触を伴うことの多いことから、動作をさらに手の接触の判定する必要があると考えた。

なお、本研究では対象となる人の上半身の 19 箇所の骨格データ (関節の三次元座標) を使用する。モーションキャプチャーとして、Microsoft 社の Xbox One Kinect センサーを用いた。Kinect センサーにより、取得したデータから姿勢、動作、接触の有無を判断するため、それぞれの特徴に応じた分類を行う。前述した癖の定義より、リラックスポジションの姿勢、手が触れていない動作、手が体の一部と触れる動作の 3 種類それぞれから繰り返し表出される姿勢の癖、動作の癖として検出する。3.3 節で姿勢と動作の分類について述べ、3.4 節で接触の判定について述べる。

#### 3.3 姿勢と動作の分類

Kinect センサーで取得した三次元データを速度により、姿勢と動作の 2 種類に分類する。Misawa らの手法では行われていた動作の始点と終点の情報を取得すること、センサーの誤認識による影響で動作を誤検出してしまうことを避けるため以下の 2 つの手順を行うことで動作を検出する。

- 動作の主要部の検出
- 動作の始点・終点の検出

##### 3.3.1 動作の主要部の検出

動作の主要部の検出手法として、Misawa らの手法を用いる。しかし、本研究では一般人がしない特異な動きではなく、単に速度の大きい動作検出に使用するため少し変更を加えている。

次のような手続きを行い、動作の主要部検出のための境界を求めるとする。

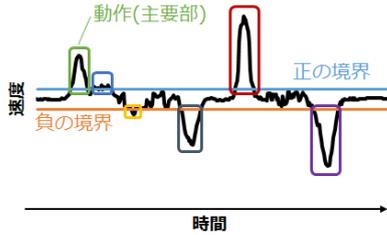


図 2: 動作の主要部の検出結果

**step1** Kinect センサーで取得した各関節の三次元座標データのフレーム間差分を計算し、各関節の三次元座標速度を求める。

**step2** 各関節の速度の平均値 (Mean) と標準偏差 (SD) を求める。

**step3** 各関節に対する速度の正の境界 (Positive Bound) と負の境界 (Negative Bound) を以下の式により、算出する。

$$\text{Positive Bound} = \text{Mean} + 2 \times \text{SD} \quad (1)$$

$$\text{Negative Bound} = \text{Mean} - 2 \times \text{SD} \quad (2)$$

ステップ 1 と 2 の間に移動平均を用いることで測定誤差による影響を軽減している。

次に、動作の始点と終点の検出の手続きについて述べる。

**step1\*** Kinect センサーで取得した各関節の三次元座標データのフレーム間差分を計算し、各関節の三次元座標速度を求める (step1 と同様)。

**step2\*** 各関節速度が正の境界 (Positive Bound) を超える、もしくは負の境界 (Negative Bound) を下回るとき、動作の主要部として検出する。

この二つの手続きにより動作の主要部を検出すると図 2 のようになる。しかし、動作が境界を越えた瞬間からの検出となるため、動作の始点と終点までは検出できていない。この動作の始点と終点の検出に関して 3.3.2 項で示す。

### 3.3.2 動作の始点・終点の検出

動作の始点と終点の検出として、動作プリミティブの抽出に関する手法を用いる [湯川 02]。湯川らは、人間の基本動作の境界として着目する部位の速さが

- 1: 減少から一定に変化する時点
- 2: 一定から増加に変化する時点
- 3: 減少から増加に変化する時点

の 3 つの場合があり、この 3 種類を検出している。本研究では 1 と 2 に注目し、各関節速度が 0 付近から変化し始めた点を始点とし、変化終了後に 0 付近に戻った点を終点とする。3.3.1 項で求めた各動作の主要部から探索し、図 3 のように始点と終点を検出する。

なお、0 付近の範囲は 3.3.1 項で求めた標準偏差 (SD) を用いて、以下のように定義する。

$$\left[-\frac{SD}{10}, \frac{SD}{10}\right] \quad (3)$$

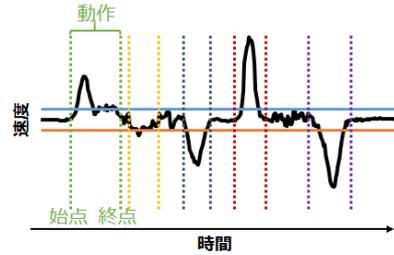


図 3: 動作の始点と終点の検出結果

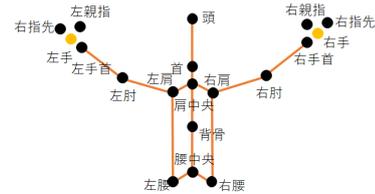


図 4: 各関節間を線で結ぶ

このようにすることで、3次元座標データを姿勢と動作に分類することができる。

### 3.4 接触判定方法

次に動作データを手の接触が伴うか否かの判定を行い、分類するシステムを作成する。左右の手と各関節間を結んだ線分との距離を基に接触の有無を決める。各関節を結んだ線分を図 4 に示す。

左右の手と各関節間を結んだ線分との距離はその位置関係により、算出方法が変わる (図 5)。手の位置を  $P$ 、関節を  $A, B$  とし、 $\mathbf{x} = B - A$ 、 $\mathbf{y} = P - A$ 、 $\mathbf{y}' = P - B$  とし、 $P$  と線分  $AB$  との距離を  $H$  とする。 $P$  の位置と関節間線分の関係は図 6 のようにベクトルの内積の符号を基に判別することが可能である。

- $\mathbf{x} \cdot \mathbf{y} < 0$  (図 5:  $P = P_1$ )  
 $A$  と  $P$  の距離を求める。

$$H = |\mathbf{y}| \quad (4)$$

- $(-\mathbf{x}) \cdot \mathbf{y}' < 0$  (図 5:  $P = P_2$ )  
 $B$  と  $P$  の距離を求める。

$$H = |\mathbf{y}'| \quad (5)$$

- $\mathbf{x} \cdot \mathbf{y} > 0$  かつ  $(-\mathbf{x}) \cdot \mathbf{y}' > 0$  (図 5:  $P = P_3$ )  
直線  $AB$  と  $P$  の距離を求める。

$$H = \frac{|\mathbf{x} \times \mathbf{y}|}{|\mathbf{x}|} \quad (6)$$

図 4 に示した各関節の線分について同様にして距離を求める。ただし、右手の場合は右ひじと右手首を結んだ線分、左手の場合は左ひじと左手首を結んだ線分の計算は行わない。それぞれの手と各関節の線分の距離が閾値より小さい時に接触であると判断する。なお、接触と判定された場合にはその接触位置の情報を記録する。

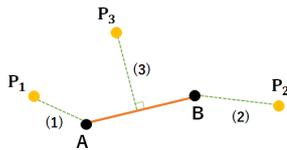


図 5: 左右の手と各関節間を結んだ線分との距離

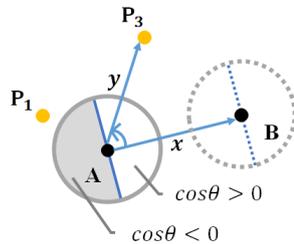


図 6: 左右の手と各関節間を結んだ線分との位置関係の判定

#### 4. まとめ

本稿では、癱検出のために Kinect センサーで取得した三次元座標データの速度を用いて姿勢と動作に分類する方法を述べた。さらに手と各関節の線分との距離を用いて、手と体の接触の判定方法について述べた。今後は姿勢の中からリラックスポジションの分類方法の開発や、分類した姿勢と動作の中から癱を検出するためのシステムの作成と評価を行う予定である。

#### 5. 謝辞

本研究は、科研費・基盤研究 (A)「子どもと高齢者の教育的コミュニケーションを支援するロボットインタフェース (課題番号 15H01708)」の支援を受けて行われた。

#### 参考文献

[Kristoffersson 13] Kristoffersson, A., Coradeschi, S., & Loutfi, A.: A review of mobile robotic telepresence. *Advances in Human-Computer Interaction*, vol.2013, 2013.

[大嶋 12] 大嶋悠司, 田中一晶, 中西英之, 石黒浩.: 遠隔対話用ロボットの頷きの自動化とモーションチューリングテストによる検証, 第 26 回人工知能学会全国大会, 3K1-R-11-2, 2012.

[瀬島 09] 瀬島吉裕, 渡辺富夫, 山本倫也.: うなずき反応モデルを重畳した VirtualActor を介する身体的コミュニケーションの合成的解析 (機械力学, 計測, 自動制御). *日本機械学会論文集. C 編*, vol.75, no.758, pp.2773-2782, 2009.

[Goetz 03] Goetz, J., Kiesler, S., & Powers, A.: Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation. *Proceedings of the 12th IEEE international workshop on robot and human interactive communication(ROMAN 2003)*, pp.55-60, 2003.

[山田 06] 山田誠二, 角所考, 小松孝徳.: 人間とエージェントの相互適応と適応ギャップ (<特集> HAI: ヒューマン

エージェントインタラクションの最先端). *人工知能学会誌*, vol.21, no.6, pp.648-653, 2006.

[Goris 08] Goris, K., Saldien, J., Vanderniepen, I., & Lefeber, D.: The huggable robot probo, a multi-disciplinary research platform. *Proceedings of the International Conference on Research and Education in Robotics*, pp.29-41, 2008.

[Sekiguchi 04] Sekiguchi, D., Inami, M., Kawakami, N., & Tachi, S.: The design of internet-based RobotPHONE. *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Reality and Tele-existence*, pp.223-228, 2004.

[Kuwamura 12] Kuwamura, K., Minato, T., Nishio, S., & Ishiguro, H.: Personality distortion in communication through teleoperated robots. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN 2012)*, pp.49-54, 2012.

[長谷川 12] 長谷川孔明, 中内靖.: テレプレゼンスロボットの身ぶりが発話交替に与える影響について. *HAI シンポジウム*, 2012.

[Nishio 07] Nishio, S., Ishiguro, H., & Hagita, N.: Geminoid: Teleoperated android of an existing person. Vienna: INTECH Open Access Publisher. pp.343-352, 2007.

[坂本 07] 坂本大介, 神田崇行, 小野哲雄, 石黒浩, 萩田紀博.: 遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性. *情報処理学会論文誌*, vol.48, no.12, pp.3729-3738, 2007.

[石黒 13] 石黒浩, 港隆史, 西尾修一.: 人としてのミニマルデザインを持つ遠隔操作型ロボット. *情報処理*, vol.54, no.7, pp.694-697, 2013.

[Misawa 15] Misawa, H., Obara, T., & Iyatomi, H.: Automated Habit Detection System: A Feasibility Study. *Proceedings of the International Symposium on Visual Computing*. pp.16-23, 2015.

[Ibrahim 12] Ibrahim, A. R., & Adiprawita, W.: Analytical upper body human motion transfer to naohumanoid robot. *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*, vol.4, no.4, pp.563-574, 2012.

[小原 16] 小原崇司, 見澤弘樹, 彌富仁.: Kinect を用いた会話中のくせ検出における基礎研究. *人工知能学会全国大会 (第 30 回)*, 4K4-2, 2016.

[細馬 08] 細馬宏通.: 非言語コミュニケーション研究のための分析単位: ジェスチャー単位 (<連載チュートリアル> 多人数インタラクションの分析手法 [第 5 回]). *人工知能学会誌*, vol.23, no.3, pp.390-396, 2008.

[湯川 02] 湯川崇, 小原直子, 玉本英夫.: <論文> 動作プリミティブ抽出と舞踊符割当ての自動化. *秋田大学工学資源学部研究報告*, vol.23, pp.33-40, 2002.