

遠距離恋愛抱き枕を用いた ノンバーバルコミュニケーションの一考察

安達 聡子¹ 坂本 真仁¹ 中沢 実^{1,2,a)}

概要: 遠距離恋愛では主なコミュニケーションの方法としてチャットや電話が使用される。しかし、直接会わないとできないことがある点や時間を合わせる事が難しい点は寂しさや物足りなさを感じる原因になると考える。特にスキンシップのような物理的なつながりをノンバーバルコミュニケーションとして得られないことで寂しさを感じやすくなる。そこで、本研究では人型の抱き枕を用いて離れている相手の心拍音、体温、抱きしめる動作をリアルタイムで再現するシステムを作成した。心拍音は Web アプリ、体温は電気ヒーター、抱きしめる動作は腕に入れるパネを用いた軸を動かす機構で再現し、考察を行った。

キーワード: ノンバーバルコミュニケーション, 心拍, 体温, 抱きしめ

1. はじめに

進学や就職などによって遠距離恋愛を経験する可能性は誰にでもある。株式会社オーネットが実施したアンケート調査では、「あなたは現在、遠距離恋愛中ですか?」という質問に対し、「遠距離恋愛である」または「近々遠距離恋愛となる予定(なりそう)である」と回答した割合は全体で 33.5%であることから、20 歳~34 歳の約 3 人に 1 人は遠距離恋愛を経験することがわかる [1]。さらにその質問で「遠距離恋愛である」または「近々遠距離恋愛となる予定(なりそう)である」と回答した人たちを対象にした「遠距離恋愛で心配な事は何か?」という質問では、「会うための交通費負担」、「コミュニケーション頻度の低下」、「会う頻度の低下による疎遠」の回答が多い [1]。実際に会わないとできないコミュニケーションがあり、それを望んでいるからこそ、これらの心配事が出てくると考える。また、株式会社 DeNA トラベルが遠距離恋愛をするカップルを対象に実施したアンケート調査では、「どれくらいの頻度で会っていましたか?」という質問に対し、最も多い回答が「月に 1 回程度」であり、2 番目に多い「3 か月に 1 回程度」と合わせると全体の半数以上を占める [2]。この結果から、遠距離恋愛で直接会える頻度は決して高くないことがわかる。さらに、「どのく

らいの頻度でコミュニケーションを取っていましたか?」という質問では、「毎日複数回」という回答の割合が高い順に「チャット (LINE 等)」が 43.3%、「メール」が 22.3%である [2]。この結果から、非同期でのやり取りは相手と時間を合わせる必要がないため、毎日のコミュニケーションとして選ばれていると考える。また、「ほとんどしない」以外の回答を累計した割合が 79.4%で最も高いことから [2]、方法としては「電話」が最も選ばれていると捉えた。「電話」が選ばれる理由として、相手の声を聞けることで数少ないコミュニケーションの質が上がるからだと考える。

以上のことから、遠距離恋愛における問題として、直接会わないとできないことがある点や時間を合わせる事が難しい点があり、従来のコミュニケーション方法では寂しさや物足りなさを感じる原因になると考える。特に、スキンシップのような物理的なつながりをノンバーバルコミュニケーションとして得られないことで寂しさを感じやすくなる。

そこで、本研究では離れていてもやり取りをする双方の情報を増やしてコミュニケーションの質を高めることで、遠距離恋愛における寂しさや不安を解消させることを目的とした。そして、人型の抱き枕を用いて離れている相手の心拍音、体温、抱きしめる動作をリアルタイムで再現するシステムを作成した。以下にそれらの再現手法の概要を示す。この抱き枕は 1 体で同時に送信側と受信側の役割として機能し、インターネット接続ができれば海外にいても使用することができる。

¹ 金沢工業大学
石川県野々市市扇が丘 7-1

² ロチェスター工科大学
Henrietta, New York, United States

a) minoru.nakazawa.jp@ieee.org

- 心拍音はFitbit AltaHR[3] から得られた実際の心拍数をリアルタイムで Web アプリに反映させて再生する。この再生される心拍数の更新は 1 分毎に行い、相手のFitbit AltaHR による心拍数の更新がない場合は過去最新の心拍数が維持される。リアルタイムかつ自動で動作するため、心拍数が高ければ外出中で歩いている、心拍数が低ければ寝ているというようにすぐに連絡が取れなくても相手の様子をうかがうことができると考える。
- 体温は電気ヒーターを抱き枕の中に搭載する。送信側が抱き枕に付けたサーマルカメラユニット [4] を用いてユーザの体温を取得し、送信する。その温度に応じて受信側が抱き枕の中の電気ヒーターの電源の ON/OFF を切り替える。リアルタイムかつ自動で動作するため、手動で電源を切り替える場合よりも相手の存在感をより強く感じ取れると期待する。
- 抱きしめる動作は送信側が抱き枕の中に入れた曲げセンサーで抱きしめたことを検知し、その値を送信する。その値に応じて受信側が抱きしめる動作を再現するために軸となるバネを糸で引いて腕の湾曲方向を変える。リアルタイムかつ自動で動作するため、電話やテレビ電話をしながら抱き枕を使用することでより相手とのつながりを感じられることや受動的な動作となるため安心感が得られることを期待する。普段の生活においても、ふと寂しさを感じたときに抱き枕を抱きしめれば相手の抱き枕が動作するため、抱き枕が目が届く範囲にあれば相手の気持ちに気づき、コミュニケーションのきっかけになると見込む。

2. 関連研究

2.1 非同期型の遠距離恋愛支援システム

安達 [5] らは、恋人と離れている不安感を払拭することを目的として、心拍と体温で相手を再現する遠距離恋愛支援システムを作成した。Web アプリで心拍音を再生させたスマートフォンを抱き枕の胸ポケットに入れると抱き枕を抱きしめたときに相手の心拍音を聞くことができる。心拍数はFitbit AltaHR からFitbit 公式アプリを介してFitbit API で取得することができる。抱き枕には電気ヒーターが搭載されており、人肌程度の温かさを感じることができる。

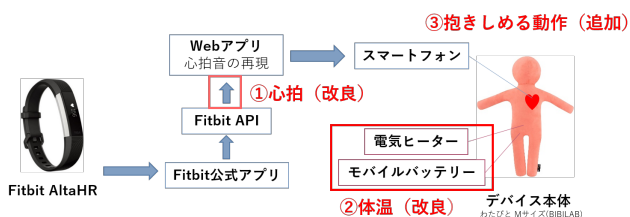


図 1 再現システムの改良部分

Fig. 1 Improvement parts of reproduction system

しかし、このシステムには改良を見込める点があった。心拍音を再現する Web アプリではFitbit AltaHR から心拍数を取得した後、実際に Web アプリで再生するには手動で心拍数を心拍音再生用プログラムに書き込む必要があった。体温を再現する電気ヒーターは手動で電源をつける必要があった。そして、コンセプトの需要についてのアンケート調査では、「他にどんな機能があったらいいと思うか」という質問に対して、「振動や抱きしめ返してくれるなどの動きが欲しい」、「リアルタイムの心拍を感じたい」という回答があった。

そこで、本研究では図1に示すように心拍音の再現に対して、実際の心拍数をリアルタイムかつ自動で Web アプリに反映するためのサーバ構築を行った。体温の再現に対しては、手動で電源をつけていた電気ヒーターの制御部分を自作回路に変更することによって相手の状態を加味してリアルタイムかつ自動で動作するように改良した。さらに、アンケート調査の回答にあった抱きしめる動作の追加を行った。

2.2 安心感を提供する抱き枕

谷中 [6] らは、呼吸、体温、いびきを提示して誰かと添い寝をしているような安心感を提供することを目指した抱き枕を開発した。イヌ、クマ、ウサギ、ブタの4種類の抱き枕に各種デバイスを搭載する。呼吸は風船を内蔵して人間の呼吸による胸部の膨らみを再現する。体温は抱き枕の中に張り巡らせたホースに体温程度の温水を循環させることで再現する。いびきはゴムを重ねて圧縮空気で作動させることで音を再現する。しかし、これらは一般的な人間の呼吸速度や体温を再現に用いており、特定の人とのつながりはない。

そこで、本研究では人とのつながりで安心感を得られるように、特定の相手の状態や動作を再現することを目指した。そして、睡眠前だけでなく、ふと寂しさを感じたときにもリラックasできる場所で抱き枕を使用できるように、持ち運びが簡単にできるようなデバイスを作成した。

2.3 しっぽロボット

ネコのしっぽの動きを再現するロボットとしてQoobo[7]がある。内部の機構は主にバネと糸で作成されており、バネを糸で引くことでその方向にしっぽが曲がり、糸を緩めるとまっすぐな状態に戻る [8]。

本研究ではこの機構を模倣したプロトタイプを作成し、抱きしめる動作の再現を行った。抱き枕の腕は成人の半分程度であるため、骨格となるまっすぐな軸を入れて肩や肘の関節だけを曲げるよりも、変形する材料を用いたしなやかな機構の方がユーザと抱き枕の腕の密着する面積が増え、より抱きしめられる感覚が得られると考える。

2.4 めいぐるみロボット

高瀬 [9] らは、芯を入れずに駆動糸でめいぐるみを動作させる機構を提案した。めいぐるみの柔らかさを保ちながら腕を操作する。めいぐるみの綿袋の表面に駆動糸を通し、その駆動糸を引っ張ることで腕を曲げる。駆動糸は3本通し、引く組み合わせを変えることで腕の可動領域を変化させる。

本研究ではバネを軸に用いた機構を搭載したが、こちらの機構を参考にしたプロトタイプも作成し、その動作について考察を行った。

3. システム実装

3.1 心拍

心拍数をリアルタイムで反映させるためのサーバは AWS (Amazon Web Services) [10] を用いたものと Docker[11] を用いた 2 種類を作成した。

まず、AWS を用いたサーバについて述べ、その概要を図 2 に示す。こちらはグローバル環境で動作する実装であり、本システムを実際に遠距離間で使用することができる。サーバは AWS の EC2 インスタンスで構築し、そのサーバで cron を用いて 1 分毎に心拍数取得用プログラムを実行する。サーバに負荷をかけないため 1 分毎とした。この心拍数取得用プログラムは、Fitbit で得られた心拍数を Fitbit

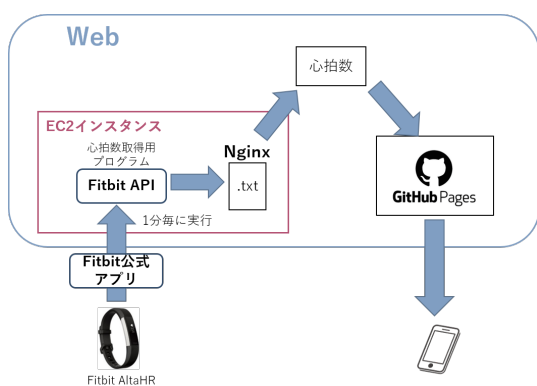


図 2 AWS を用いたサーバ
 Fig. 2 Server using AWS

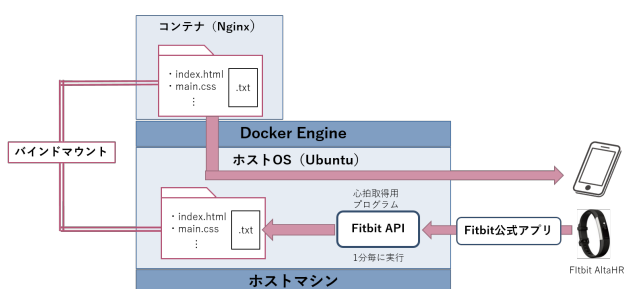


図 3 Docker を用いたサーバ
 Fig. 3 Server using docker

API で取得し、過去 10 分間の心拍数を抽出してテキストファイルに書き込む。そして、このテキストファイルを Nginx で Web 上に公開する。GitHub Pages[12] はこの心拍数を読み込み、心拍音再生用 Web アプリの再生用心拍数に設定する。Web アプリでは 1 回の再生で 1 分間程度心拍音を聞くことができ、次に Web アプリを更新して再生するときには最新の心拍数に更新している。Fitbit AltaHR を装着していない場合や Fitbit AltaHR を Fitbit 公式アプリと同期していない場合のように心拍数の更新がないときはデータベースに保存されていた過去最新の心拍数を代わりに再生する。この Web アプリ*1 は現在 (2022.04.13) から 1 年間程度デモンストレーションとして公開する。

次に、Docker を用いたサーバについて述べ、その概要を図 3 に示す。こちらはローカル環境で動作する実装であり、AWS と比べてファイアウォールを考慮せずに構築でき、維持費がかからないため普段のテスト環境として使用できる。ホストマシン上で Web アプリ公開用の各種プログラムが入ったディレクトリ中にある心拍数取得用プログラムを実行することで過去 10 分間の心拍数を抽出して同ディレクトリ中のテキストファイルに書き込む。このディレクトリを Nginx をイメージとする Docker コンテナから参照可能にすることで、このコンテナが GitHub Pages に相当する Web アプリ公開用サーバとなる。

3.2 体温

人間の体温を再現するため、手で電源をつける既製品の電気ヒーターを相手の体温に応じてリアルタイムかつ自動で電源の ON/OFF を制御するように改良した。

送信側の抱き枕は、M5Go[13] とサーマルカメラユニットを用いて体温を取得する。抱き枕周辺の温度を取得し、その範囲内で最も高い温度を体温とみなし、その温度をデータ貯蓄サービスの Ambient[14] に送信する。その体温送受信の概要を図 4 に示す。

受信側の抱き枕は、ESP-DevKitC[15] を用いて Ambient

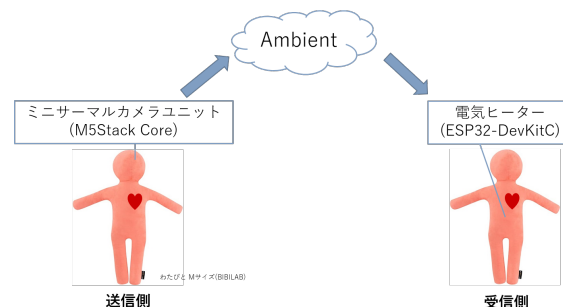


図 4 体温送受信の概要

Fig. 4 Overview of sending and receiving body temperature

*1 <https://aa-adachi.github.io/pillow.github.io/>

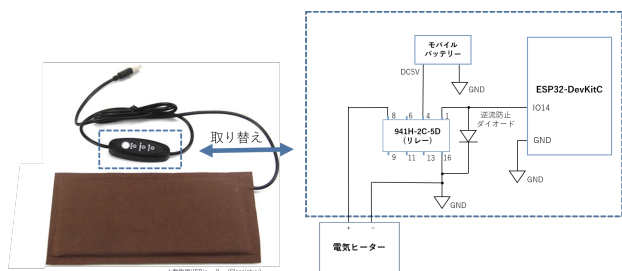


図 5 電気ヒーターの改造
 Fig. 5 Remodeling electric heater

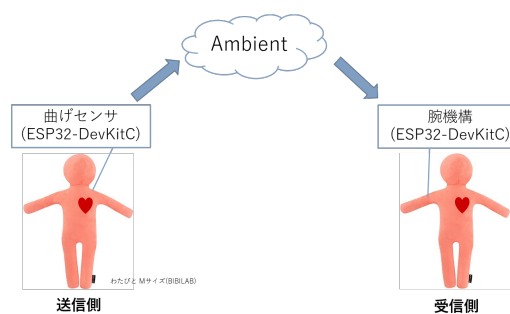


図 6 動作送受信の概要
 Fig. 6 Overview of sending and receiving action

から相手の体温を取得し、リレーを用いた自作回路で電源の制御を行う。1体の抱き枕が同時に送信側と受信側の役割として機能することを考慮すると M5Go と ESP-DevKitC の 2 種類を内蔵することで抱き枕内部の複雑化が懸念されるが、アタッチメントの選択肢も増えるため拡張性が上がる利点があると考えられる。電源の制御では、Ambient から受け取った温度が一定範囲内であれば電源をつけ、それ以外では電源を切る。その温度範囲はプロトタイプでは 33°C 以上 40°C 以下とした。サーマルカメラユニットで得られる温度は実際よりも低いいため、下限を一般的な人間の体温の 36°C より低く設定した。出力温度の制御で距離感を温度で再現することも検討したが、サーマルカメラユニットで 1°C の差を検出することが困難であった。そのため、相手が近くにいるかいないかの 2 通りを電気ヒーターの電源の ON/OFF で実装した。この電源の制御は図 5 で示すようにリレーを用いた自作回路で行う。改良した既製品の電気ヒーターの温度設定は低、中、高の 3 種類があり、電圧を変化させて出力温度を制御していた。本システムでは電源の ON/OFF のみ行うため、36°C 程度に温まる高設定の出力を体温として用いた。高設定程度の出力をするためには 5V2A の電源が必要だったため、モバイルバッテリーからリレー経由で電気ヒーターに流した。

3.3 抱きしめる動作

抱きしめる動作を再現するため、片方の抱き枕を抱きしめるとリアルタイムかつ自動でもう一方の抱き枕が腕を動かすシステムを作成した。

送信側の抱き枕は、曲げセンサを用いて抱きしめる動作を検知し、体温と同様に、得られた値を ESP-DevKitC を用いて Ambient に送信する。その動作送受信の概要を図 6 に示す。

受信側の抱き枕は、ESP-DevKitC を用いて Ambient から相手の動作の値を取得し、その値が一定以上であれば腕を動かす。ユーザによって抱きしめる強さが変わるため、この値は変数とした。腕を動かすためにはバネを軸に用いた機構を作成した。バネを糸で引くことによって、その引いた方向に腕が曲がり、糸を緩めると元のまっすぐな状態



図 7 通常状態の腕機構
 Fig. 7 Arm mechanism of normal state



図 8 抱きしめ状態の腕機構
 Fig. 8 Arm mechanism of hugging state

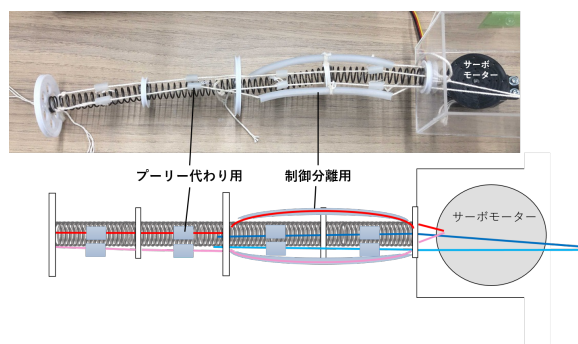


図 9 チューブを用いた機構
 Fig. 9 Mechanism using tubes

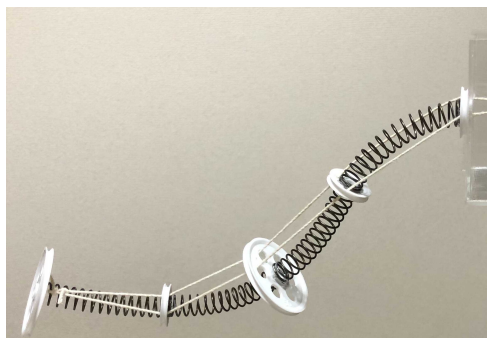


図 10 意図しない方向に曲がる原因
 Fig. 10 Cause of unintended directional bending

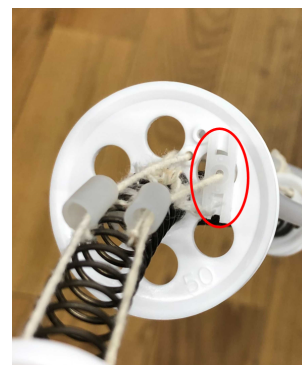


図 14 プーリーの穴の縮小化
 Fig. 14 Reduced pulley hole size

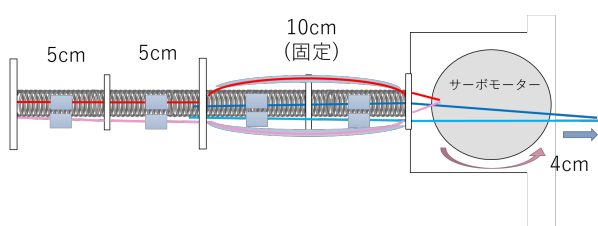


図 11 肘先を伸ばしている状態
 Fig. 11 Elbow tip extended state

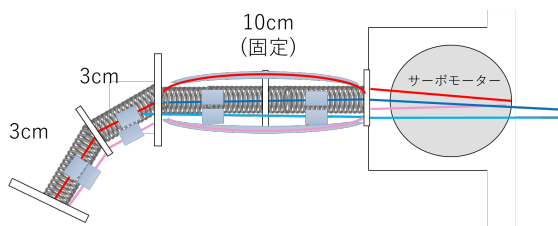


図 12 肘先を曲げている状態
 Fig. 12 Elbow tip bent state

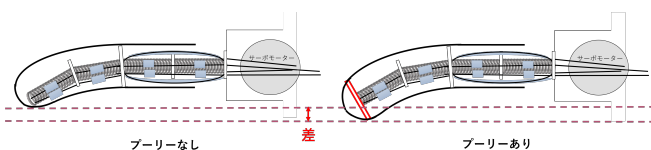


図 13 プーリーの有無による動作の差
 Fig. 13 Difference in action with and without pulley

に戻る。糸を引くためにはサーボモーターを用いた。1つの抱き枕に対して2つ使用し、糸が干渉しないように一方を90°回転させて向きをずらした。実際の動作の様子を図7、図8に示す。

しっぽロボットを模倣しただけの機構の問題点として、意図しない方向に曲がる場合がある点と腕先の動きが小さい点があった。そこで、図9に示すように、プーリーの代わりにチューブと上腕と肘先の制御を分離して肘先の糸を集中して縮めるチューブを追加したため、これらについて



図 15 通常の状態
 Fig. 15 Normal state



図 16 抱きしめている状態
 Fig. 16 Hugging state

述べる。

まず、プーリー代わり用のチューブについて述べる。腕

が意図しない方向に腕が曲がる原因は図 10 に示すように、糸がバネに沿っていないことだった。人間の腕を再現するためにプーリーを可能な限り減らそうとしたところ、プーリーの数が少なく糸の力が加わる方向が不安定だった。そこで、糸を通すプーリーの代わりとして簡易的に 1cm 程度の短いチューブをバネに付着した。

次に、制御分離用のチューブについて述べる。腕先の動きを大きくするため、引く糸の長さが短くても動作に反映されるようにこのチューブを追加した。図 11 で示すように、仮に各プーリー間の糸の長さを 5cm、制御分離用チューブを通る糸を 10cm とする。ただし、実物ではプーリーの糸が通る穴がふさがらないようにバネ 2 本分よりも短い長さである。ここで、サーボモーターで糸を 4cm 引くと図 12 で示すように制御分離用チューブを通る糸の長さは変わらず、肘先のみで 2cm ずつ糸が縮むことを期待して作成した。また、上腕と肘先の制御を分けるために上腕の糸 2 本で 1 組（青色と水色）、肘先の糸 2 本で 1 組（赤色とピンク色）とし、この 2 組は別のサーボモーターに結んでいる。さらに、図 9 で示すように手首と肘に相当する関節部分に大きなプーリーを使用することで動きがより反映されるようにした。肘先制御の糸だけを引いた場合におけるプーリーの有無による動作の差のイメージを図 13 に示す。それから、肘部分のプーリーは図 10 のように、プーリーの穴が大きくあそびが生まれて力が加わらないことを防ぐために図 14 のように糸を通す小さい穴を設けた。実際にこの機構を抱き枕に入れて動作させた結果を図 15、図 16 に示す。サーボモーターのトルクを考慮しないため、向かって左側の腕のみ動作させた。

4. 実験と考察

高瀬 [9] らが提案する駆動糸のみの機構を参考にした実験も行った。本研究で作成したバネを用いた機構と比較するため、図 17 に示すように上方向と内側（腹部）方向に駆動糸を縫った。可能な限り本研究での手法と同じ構成になるように、上腕（黒色）と肘先（赤色）それぞれで上方向と内側（腹部）方向の 2 方向ずつ、合計 4 本の駆動糸を縫った。実際の動作結果を図 18 に示す。バネを用いた機構と比較すると動作方向は安定したが、動作が小さかった。サーボモーターでは 4cm 程度しか駆動糸を引くことができなため、動作への反映が小さかったと考える。実際に手で駆動糸を長く引くと大きい動作で腕の曲げ伸ばしが可能になった。しかし、腕の湾曲に伴い布をかき集めるように駆動糸が縮んで動作したため腕の長さも縮んでしまった。視覚的には効果的だが、抱きしめる動作の再現という点で相手を包み込む動作をする必要があるため、本研究の目的には適さないと判断した。また、糸を引く長さはほぼ同じであるがバネの機構の方が糸を引く長さが短くても動作へ反映されるため、モーターで糸を引く時間が短縮され

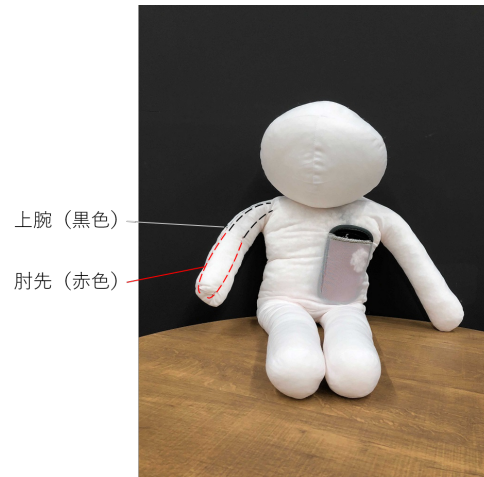


図 17 駆動糸を用いた機構の通常の状態
Fig. 17 Normal state of mechanism using thread



図 18 駆動糸を用いた機構の抱きしめている状態
Fig. 18 Hugging state of mechanism using thread

て動作再現のリアルタイム性を高められると考える。一方で、バネの機構は柔らかさを追求してバネのまわりに綿を入れると綿の干渉を受けて腕が動かなくなる問題があった。改良方法の一案としてバネのまわりを保護することが挙げられる。

システム全体に関しては、安達らの先行研究で実施したアンケート [5] の意見を反映させたため、使用満足度の向上が見込まれる。また、本研究で作成したバネを軸とした腕の機構の利点として肘にサーボモーターをつけないため軽量化を図れる点とチューブのように柔らかい素材で軸の動作を補うため抱き心地で機械的な違和感を軽減できる点が挙げられる。さらに、上腕と肘先の制御を分離することで頭や背中をなでるような複雑な動作の再現につながる事が期待できる。

5. おわりに

本研究では、遠距離恋愛における寂しさや不安を解消さ

せることを目的に、離れていてもノンバーバルコミュニケーションでつながりを得られるシステムの作成を行った。今後の展望として、本研究ではリアルタイムでのシステムを作成したが、ログの活用をすることで過去の思い出を振り返りながら本システムを使用できるようにすることを検討したい。また、安心感を得る目的としては親子間での使用のようにカップル以外のユーザへの応用も検討していく。

参考文献

- [1] 株式会社オーネット 広報グループ, “恋人のいる男女の遠距離恋愛に関する調査”, <https://onet.co.jp/company/release/2019/pdf/20190227.pdf>. (参照日 2022.03.29).
- [2] 株式会社 DeNA トラベル, “「遠距離恋愛」に関するアンケート調査”, https://www.skygate.co.jp/sa_city/mqr/032.html. (参照日 2022.03.29).
- [3] Fitbit Inc., “fitbit”, <https://www.fitbit.com/global/jp/home>. (参照日 2022.04.13).
- [4] M5Stack, “Thermal Camera Unit (MLX90640)”, https://shop.m5stack.com/products/thermal-camera?_pos=24&_sid=9c1842b94&_ss=r&variant=16804741939290. (参照日 2022.04.13).
- [5] 安達聡子, 間山美和, 澤理紗, 中沢実: “遠距離恋愛支援システム (HALOP) 心拍と体温でつながる抱き枕”, 第 28 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp.169-171, 2020.
- [6] 中谷俊介, 小坂崇之, 服部元史: “ZZZoo Pillows: 呼吸感と体温といびきの提示による安心感を与えるための抱き枕の研究”, 2013.
- [7] ユカイ工学株式会社, “Qoobo 心を癒す、しっぽクッション。”, <https://qoobo.info/index/>. (参照日 2022.04.06).
- [8] BotaLab, “しっぽロボットを作って癒されよう”, https://botalab.tech/robot_swinging_tail/. (参照日 2022.04.05).
- [9] 高瀬裕, 山下洋平, 石川達也, 椎名美奈, 三武裕玄, 長谷川晶一: “多様な身体動作が可能な芯まで柔らかいぬいぐるみロボット”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.18, No.3, pp.327-336, 2013.
- [10] Amazon Web Services, Inc., “AWS”, https://aws.amazon.com/jp/?nc2=h_lg. (参照日 2022.04.13).
- [11] Docker Inc., “docker”, <https://www.docker.com/>. (参照日 2022.04.13).
- [12] GitHub, Inc., “GitHub Pages”, <https://pages.github.com/>. (参照日 2022.04.15).
- [13] M5Stack, “M5GO IoT Starter Kit”, https://shop.m5stack.com/products/m5go-iot-starter-kit-stem-education?_pos=10&_sid=7927e34a4&_ss=r&variant=16804754260058. (参照日 2022.04.13).
- [14] アンビエントデータ株式会社, “Ambient”, <https://ambidata.io/>. (参照日 2022.04.06).
- [15] ESPRESSIF SYSTEMS (SHANGHAI) CO., LTD, “ESP32-DevKitC”, <https://www.espressif.com/en/products/modules/esp32/resources>. (参照日 2022.04.13).