



筑波大学
University of Tsukuba



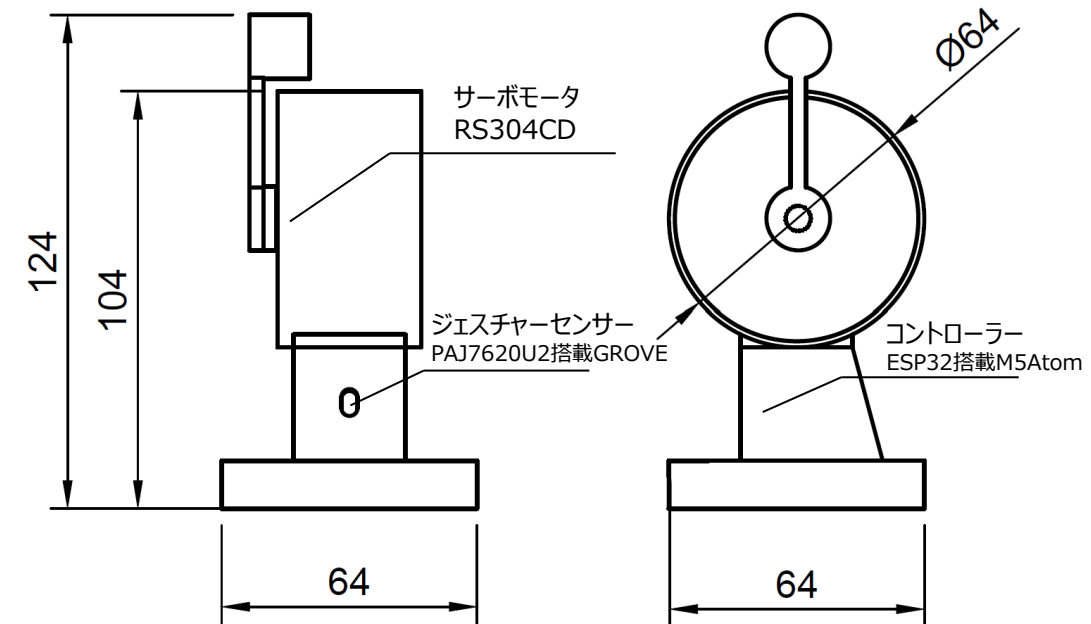
ネットワークを利用したパートナーロボットの開発研究

—運動共感に着目したコンセプト構築の試み—

筑波大学	三隅義範（発表）
東京都立産業技術大学院大学	橋本智行
筑波大学	山田博之
東京都立産業技術大学院大学	内山純

コンセプト

- 本研究では，人と共生し，心理的なケアやストレス軽減を支援する「**パートナーロボット**」の**開発**を目的とする。
- 他者の動作を見たときに，自分の身体でもその動きを感じ取る**運動共感**（kinaesthetic empathy）に着目。ミラーニューロンに基づく運動共感により，他者の感情や意図の理解・共感が促進されることが知られている。
- ポジティブな感情と協調を象徴する「**ハイタッチ**」ジェスチャーをロボット動作として抽象化し，**インターネットを介したコミュニケーションにおいて，利用者に「共感」を抱かせ，「情緒的サポート」を図る，**というコンセプトを構築した。



ハイタッチロボットのコンセプトデザイン

ネットワークを利用した遠隔同期ハイタッチ・パートナーロボット

ロボット/動作デザイン

- ✓ 肩関節を模した1軸回転アームにより，人のハイタッチ動作を抽象的に再現し、肩を回転軸，腕長を半径とした円運動モデルで軌道を設計。
- ✓ 手のひらの位置を「到達点（ハイタッチ位置）」として定義し，上昇 → 停止 → タップ → リトラクトの4相動作により，シンプルな構造で人の肩の動作を再現。

システム構成（モジュール構造）

- ✓ センサーモジュール：ジェスチャーセンサーで手の接近・動作意図を検出
- ✓ 制御モジュール：M5Atom(ESP32-S3/C)がセンサ情報を解析
- ✓ 通信プロトコル：ESP-NOW による端末間直接通信
- ✓ アクチュエータモジュール：Futaba RS 系サーボモータに駆動指令を出力



ハイタッチ・パートナーロボット

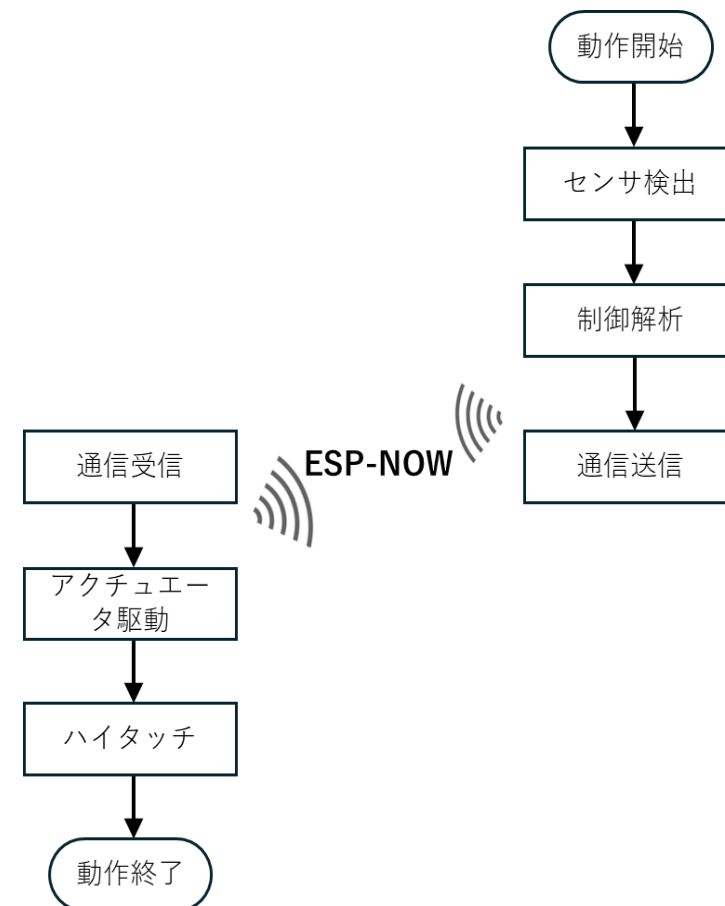
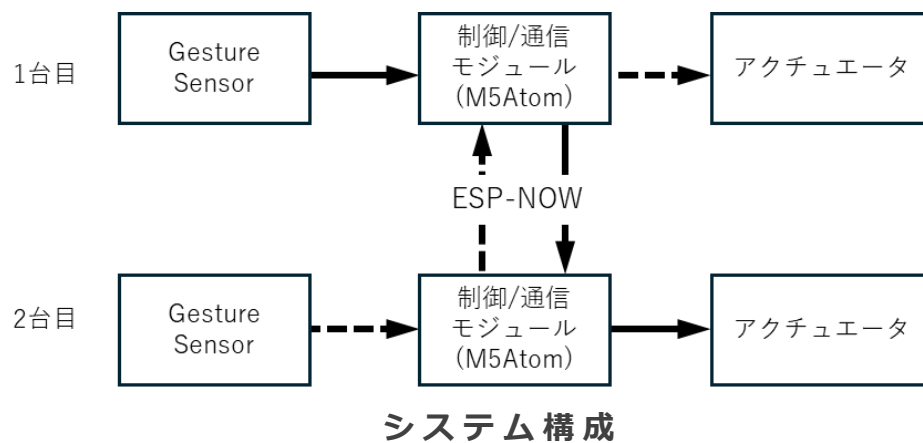
システム構成

動作フロー

ユーザが手を挙げて、ハイタッチ動作をモーションセンサーモジュールが手の動きを解析し、M5Atom がモーションパラメータを生成ESP-NOW により、相手機の M5Atom にデータ送信（約150 ms 以内の低遅延）受信側で遅延補正を行い、同期タイミングを調整サーボモータが「上げ→タップ→リトラクト」動作を実行し、遠隔同士で同期したハイタッチが成立ハイタッチ後に、小さな揺れなどの余韻動作で達成感を演出する。

新規性と利用シーン

リモート会議やオンラインイベントで、参加者同士の「賛同」「共感」を身体的ジェスチャーとして共有できる。ESP-NOW によるルータ不要・低遅延・1対多ブロードキャスト通信により、多拠点・多人数での同時ハイタッチを実現。短期の体験では共感性や一体感が示唆され、今後は長期利用による孤独感軽減・ストレス耐性向上の検証を予定。将来的には、RSNPと連携しコミュニティ全体での「共感インフラ」としての展開を目指す。



利用シーン説明



本システムは、ハイタッチロボットを用いて、リモート会議でも対面のような一体感を生み出すことを目的としています。オンライン会議中、参加者が賛同や共感を示したい場面でハイタッチを行うと、その動作がインターネットを介して相手側のロボットへと伝わります。相手のロボットがハイタッチの動きを返し、それを受けた自分のロボットも応答することで、まるで隣に座っている仲間と気軽にハイタッチを交わしているかのような体験が得られます。



この小さなジェスチャーが会議の雰囲気や和らげ、参加者の心理的距離を縮めます。リモートでありながら、互いの気持ちが自然と同期し、積極的で建設的なコミュニケーションが生まれる点が大きな特徴です。単なる情報共有にとどまらず、「一緒に考え、同じ方向へ進んでいる」という一体感を醸成することで、より前向きな議論とチームワークを促すことができます。

