

## 見守りロボットの省電力化の検討

長峰 貴矩† 住谷 拓馬† 松原 豊‡ 菅谷 みどり†  
 芝浦工業大学†, 名古屋大学‡

## 1. 研究の背景と目的

近年, お掃除ロボットルンバのような移動ロボットが利用されている. 本研究室では, Kobuki[1]という移動ロボットの上に Kinect[2]と呼ばれるカメラを取り付けセンサーとしてノートパソコンとそれらを接続し制御を行い, 高齢者を対象とした追従と転倒検知を行う見守りロボットを開発し, 研究を進めている.

また, 近年ではロボットの研究が進み, ハードウェアの技術とソフトウェア制御の性能が向上しこれからの傾向は続いていくが, 一方で性能の向上に伴って消費電力の増加もひとつの問題として挙げられている[3]. しかし, ロボットにもいくつか種類があり, 自ら動くロボットや対象者の動きを支援するロボットなど, さまざまな種類があるため省電力化を検討しようとしても定義を決めなければどのような手法があるか検討ができない.

そこで本研究では, 本研究室で開発中の見守りロボットを対象に, ロボットの省電力化を検討する. ロボットの動きに関わるモーターの制御に着目し, モーターの電力測定の実験とその評価を目的としている.

## 2. 見守りロボットの省電力化における課題

## 2. 1. 見守りロボットの概要

本研究室で開発している見守りロボットは, 移動体上に PC とセンサー(Kinect)を搭載し, 対象者を追従しながら転倒を検知する仕組みである[3]. 現状のシステム構成を図1に示す.

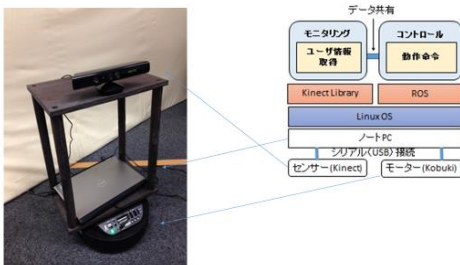


図1 見守りロボットの構成

追従動作では, 対象者との距離を一定の目標値に保つ. 目標値に対して, 対象者が移動した場合, 移動体はその差分の距離の情報から移動速度と角度を決定し, 移動する. ここで転倒検知は, センサーで骨格情報を取得し, その情報をもとに転倒を判定する. 一方, 追従

は 1 秒おきにセンサーで対象者との距離情報を取得し, 一定間隔で追従距離を算出し, 回転と移動を行う.

PC と移動体, センサーに外部電源はなく, いずれもバッテリーで駆動している.

## 2. 2. 省電力における課題

省電力における現状の見守りロボットの設計の問題点を明確にするために, 追従の予備調査を行った. 予備調査では, ロボットの動きのみに着目し, 設定された速度と角度情報をもとに移動した場合, 移動に要した時間を計測した. 結果を図2に示す.

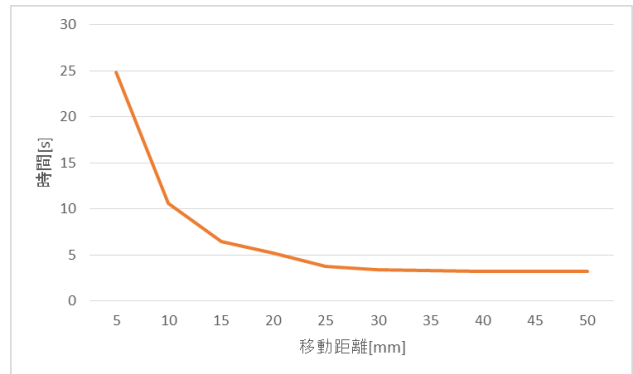


図2 設定した距離の値と要した時間

x 軸は移動距離(mm), y 軸は時間(秒)とした. 図2より, 移動距離が短い場合, 移動にかかる時間が増大している. 分析により, 設定速度が低い場合には, 低い電圧供給による電流不足で, モーターの回転による移動に十分なトルクが発生せず, 移動体と地面の摩擦と重量により, ほとんど進まないことが分かった. この間, 微弱な電流が流れ続けてしまい, 無駄に電力を消費している状態となる.

本研究では, 見守りロボットをバッテリー駆動することを考えた場合, 消費電力は問題であることから, 本問題の改善による省電力化を目的とする.

## 3. 提案手法

今回は, ロボットが静止した状態から直進する場合を想定し, 制御ソフトウェアのアルゴリズムを改良する. 先に説明した課題を解決するため, 以下の改良を加えた.

- ・ロボットと対象者の距離の差分が 30 ミリメートル以内の場合は追従を行わない.

図3に, 制御アルゴリズムのフローチャートを示す.

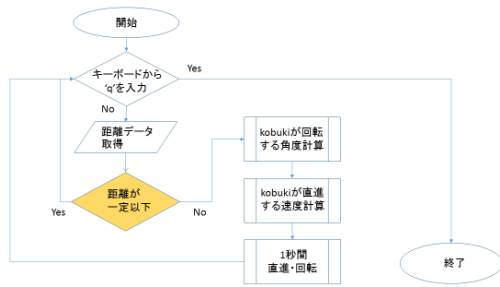


図3 制御アルゴリズムフローチャート

#### 4. 評価実験

提案手法の効果を測るために、電圧測定の方法を検討した。微弱な電圧を計測するための機器は一般的に高価であることから、本研究では計測機器も自作し、それをを用いた評価を行った。評価では、改善後の見守りロボットの動作電圧を測定し、どの程度の効果が得られたのかを測定し、評価を行った。

##### 4. 1. バッテリー残量の測定実験

微量な電位差の計測にあたり、使用したバッテリーの電圧の残量の変化を取得する方法に切り替え、実験を実施した。移動体が提供する監視系 API を、シリアルピンを通じてマイコンから取得するものとした。シリアルデータの送受信 (TX/RX), グランド (GND) を Kobuki のシリアルポートと arduino のデジタルピンにそれぞれ対応づけ、kobuki のデータを PC に USB を通じて出力した。

ソフトウェアでは、1 分おきにバッテリーの残り電圧を 0.1V 単位でシリアルモニタに出力できるようプログラムを作成した。図4にハードウェアの構成を示す。

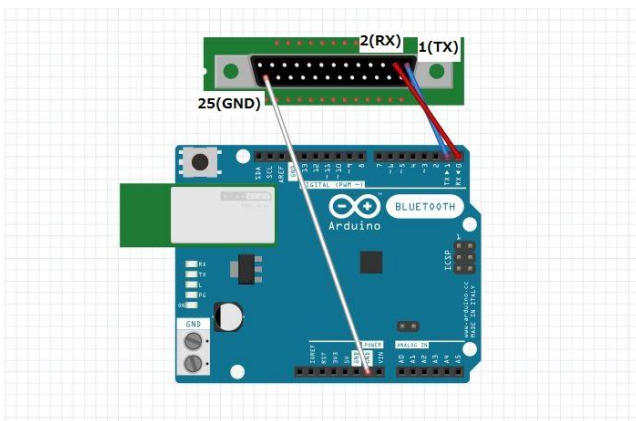


図4 バッテリー残量測定のための回路図

##### 4. 3. 測定実験の環境構築

対象者の状態に関しては、ロボットが回転・前進するには至らないほどの微動をする状態を想定した。人はじっとしていても、微動することから、常に数ミリ程度の移動指示が発生する。そのことから、今回は椅子に座った状態でのテストが適切だと考えた。改善前と

改善後の比較を同じ移動データに基づいて行うため、今回はデータを事前を取得し、それをもとに残量測定した結果により評価するものとした。

バッテリー残量の変化を明確にするために、1 分間の骨格・距離情報を 60 回繰り返して読み込むよう設定し、対象者が 60 分間椅子に座り読書をするという状態を想定し、実験を行った。

60 分間バッテリー残量の測定を行った。以下の図5に結果を示す。

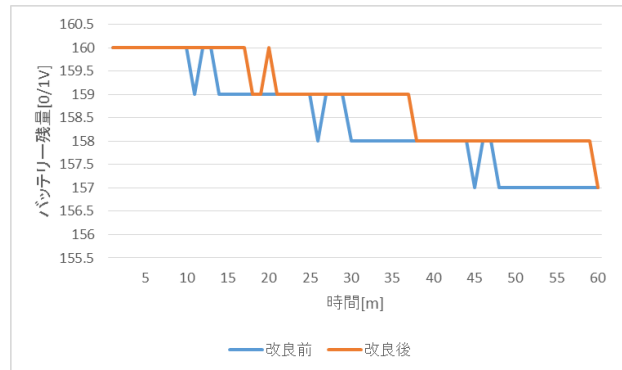


図5 バッテリー残量の測定結果

#### 5. 考察

改良前のプログラムと改良後のプログラムをそれぞれ測定し比較した。改良前が青のグラフで、改良後が赤のグラフである。今回の実験で 60 分間の測定の中で、50~60 分の間約 0.1V の電圧に変化があることが分かった。本研究の提案手法を実現することで無駄な消費電力を削減することができることが確認できた。さらに長い時間測定を行えば、大きな電圧の差が生じると推測される。

#### 6. まとめ

本研究では、見守りロボットの制御ソフトウェアを改良することで、消費電力を削減する手法を提案し、評価実験によりその効果を確認した。今後の課題として、制御ソフトウェアの他の改良点や、消費電力をより正確に測定する手法を検討する必要がある

#### 参考文献

[1] Kobuki, <http://kobuki.yujinrobot.com/>  
 [2] Kinect, <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>  
 [3] 鈴木拓也, 山崎優作, 田中権, 関根優年, :移動型ロボットに統合する知能処理回路(動的再構成とロボット, FPGA 応用及び一般), 社団法人 電子情報通信学会, 2011  
 [4] 住谷拓馬, 菅谷みどり, :家庭用移動ロボットを用いた見守りシステムの実現, 第 184 回 SE・第 33 回 EMB 合同研究発表会, 茨城, 2014.