

Arduino を用いた PID 制御による屋外自動調理器の製作と評価

2010SC009 池谷大介

指導教員：奥村康行

1 はじめに

近年、コロナウイルスの影響により、三密を回避できる広い自然の中でのアウトドアに対する需要が高まっている。キャンプでの宿泊の際、設営、撤収、寝不足、調理、渋滞など普段の生活と比べ自ら準備をして宿泊しなければならない。その準備等の時間がキャンプの醍醐味ではあるが、キャンプでの調理の際、火加減の調節や待ち時間などが多く発生することがある。そこで、本研究では、キャンプでの調理の自動化をすることにより、キャンプでの準備の効率化を行う。

2 研究課題

本研究では、物理的に温度調節つまみにモーターを接続し、交流電源を使わないガスボンベなどでも使用できる機構での製作を行う。そして、ON/OFF 制御と PID 制御 (Proportional Integral Differential control) を用いてより正確な温度制御の実験を行い、それぞれの場合での実験結果の比較をする。

3 システムの構成

温度センサー LM35DZ からグリルパン内の温度を計測し、Arduino であらかじめ設定した目標温度と LM35DZ から計測した現在の温度の差を計測する。差に応じて Arduino の PID ライブラリを用いて、サーボモーターでグリルパンの火力調節ピンを物理的に回し、グリルパンの出力を変え、それらを繰り返す。本研究の全体像を図 1 に示す。

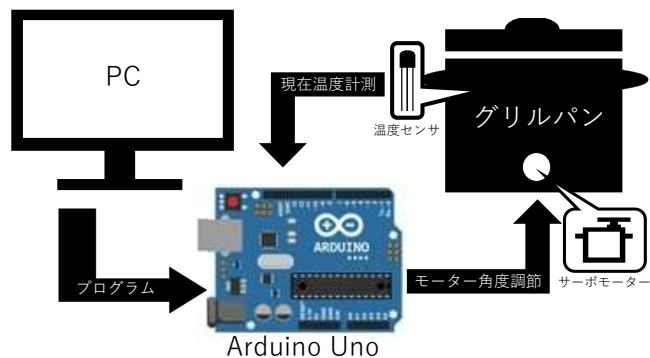


図 1 本研究の全体像

4 先行技術との比較

先行技術 [1] では、Arduino を用いて、時間経過でカセットガスバーナーのガスコックを物理的にサーボモーターで操作をする火力調節器の製作とその評価が行われていた。用途は、屋外での炊飯の自動化に利用することが想定されていた。そこで本研究では、外気温の影響を考慮し、温度センサーを実装する。そして、安全性のため、カセットガスバーナーの代用にグリルパンを使用した自動調理器を作成し、その性能評価を行うことが目的である。先行技術と本研究の比較表を表 1 に示す。

表 1 先行技術と本研究の比較表

項目	先行後術	本研究
調理器	カセットガスバーナー	グリルパン
温度センサー	なし	あり
制御方式	時間経過による火力変更	自動制御

5 ハードウェアの製作

自動調理器の製作にあたり、グリルパンの温度調節つまみと固定したサーボモーターと防水加工をした温度センサーを Arduino と接続した。ハードウェアの回路図を図 2 に示す。

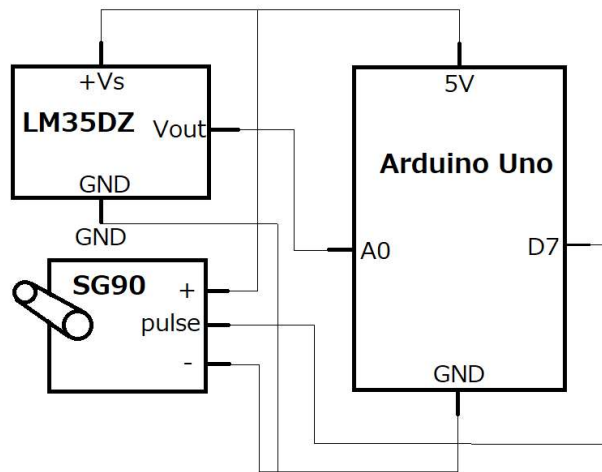


図 2 本研究の回路図

6 ソフトウェアの作成

本研究のソフトウェアには、Arduino IDE を用いて C/C++ をベースにしたプログラミング言語を使用する。PID 制御では Arduino ライブラリを用いる。ON/OFF 制御、PID 制御の 2 種類のプログラムを作成したが、どちら

も目標温度を設定し、その温度を保つようなプログラムを作成した。

7 実験

プログラム内で目標温度を 70 度に設定し、1L の冷水を 3600 秒間加熱し 30 秒ごとに温度をプロットしたグラフを作成する。ON/OFF 制御では、if~else 分を用いて、目標温度より現在温度が低い場合、モーターを 180° に回転 (ON)、現在温度が高い場合、モーターを 0° に回転 (OFF) する。PID 制御では、現在温度を読み込み、現在温度と目標温度を PID ライブラリに与える。次に、PID ライブラリから次の時間の内、何秒間 ON にすれば良いか output で返ってくる。そして、output の時間だけモーターを 180° に回転 (ON) し、残りの時間は OFF にする。P 制御と PID 制御の実験結果の比較をを図 3 に、PI 制御と PID 制御の実験結果の比較を図 4 に、ON/OFF 制御と PID 制御の実験結果の比較を図 5 に示す。

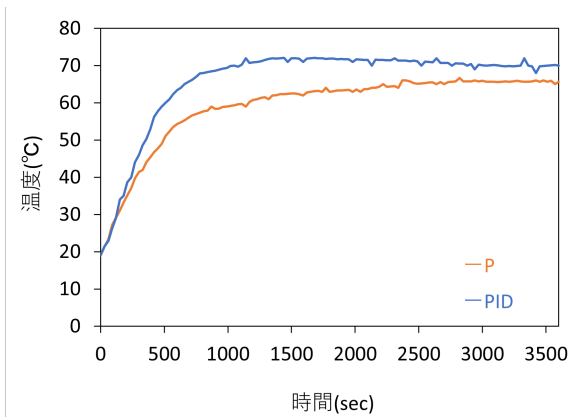


図 3 P 制御と PID 制御の実験結果比較

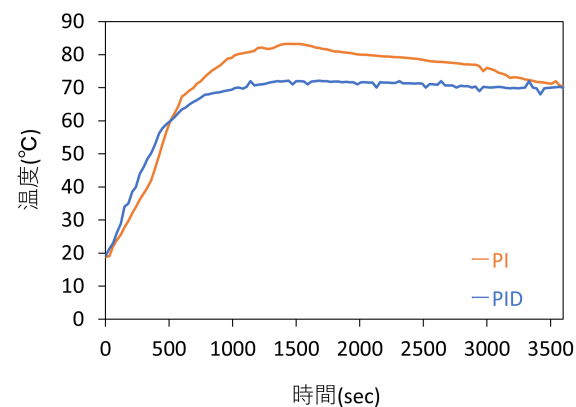


図 4 PI 制御と PID 制御の実験結果比較

8 考察

本論文では、Arduino を用いた自動調理器において、ON/OFF 制御、PID 制御について検討した。まず、フィードバック制御の初歩として ON/OFF 制御による実験によ

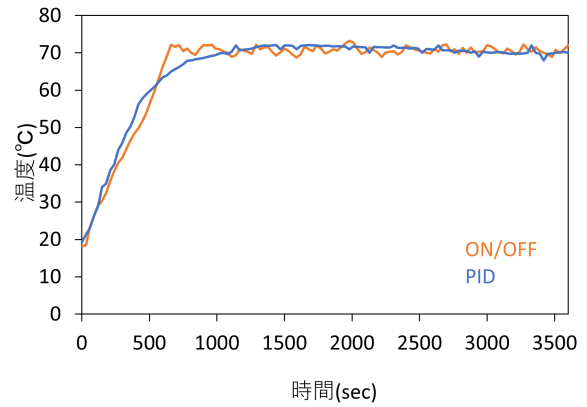


図 5 ON/OFF 制御と PID 制御の実験結果比較

り、ON/OFF 制御の特性であるハンチングとオーバーシュートを目撃値付近で観測できることを確認した。次に、P 制御、I 制御、D 制御を段階的に実験し、P 制御の特性であるオフセットの発生、I 制御の特性であるオフセットの打ち消し、D 制御の特性である応答を早め、オーバーシュートが抑えられたのを確認し、そして適切なゲイン調整により PID 制御による応答の早い、ハンチングやオーバーシュートのない結果を得られた。

9 おわりに

本研究での実験結果では、PID 制御での目標値到達時刻より、ON/OFF 制御での立ち上がり時間が早いことが確認できる。PID 制御では応答性を上げることで、オーバーシュートが発生するが、早い立ち上がりが望める。しかし、本研究ではオーバーシュート、オフセット、ハンチングなどの問題の解決を優先し、正確性を求めた。それにより、PID 制御より ON/OFF 制御での立ち上がり早く確認できる。課題点としては、実験ではグリルパン内の温度での制御であり、外乱の影響も考慮したシステムではあるが、各実験は室内で行ったため、外乱による環境での実験との比較を行うことが望ましい。そして、調理内容の幅を広げるため、目標値の複数指定による制御を行うことが望ましい。

参考文献

- [1] できるもん：“いつでもどこでも美味しく炊ける炊飯（飯盒）器をつくる。サーボモーターと Arduino で自動化”，<https://www.solocampouting.com/entry/auto-rice-cooker-for-camp>, 2018.
- [2] 福田和宏：『これ 1 冊でできる！ Arduino ではじめる電子工作 超入門 改訂版 3 版』。ソーテック社，東京，2018.
- [3] 柴田望洋：『新・明解 C++ 入門編（明解シリーズ）』。SB クリエイティブ，東京，2017.
- [4] 広井和男，宮田朗：『シミュレーションで学ぶ自動制御技術入門』。CQ 出版社，2004.