

研究ノート

ロボット教示装置の IoT デバイス化

酒井昌夫*1、木村宏樹*1、木村和幸*1

Development of Robot Teaching Device using IoT Technology

Masao SAKAI*1, Hiroki KIMURA*1 and Kazuyuki KIMURA*1

Industrial Research Center *1

パラレルワイヤ教示装置(PAWTED)を用いることで産業用ロボットへの教示作業を効率的に行う事が可能である。しかし、現在では PAWTED を含むシステム全体の制御に専用のパソコンが必要なため、コストアップなど普及を妨げる要因になっている。PAWTEDを他の周辺機器と同様に LAN 経由で産業用ロボットと直接接続できれば、システムの簡略化が可能である。そのため、本研究ではマイコンと FPGA を利用して PAWTED のネットワーク対応化(IoT デバイス化)を行った。

1. はじめに

パラレルワイヤ教示装置(Parallel Wire-type Teaching Device : PAWTED)¹⁾は、産業用ロボットに複雑な軌道の教示を効率的に行う装置である。さらに、力センサを併用することで力と軌道を同時に教示するハイブリッド制御用教示装置²⁾として利用可能である。知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅡ期では、この PAWTED をバリ取り用ロボットに適用し、教示作業の大幅な時間短縮効果を確認した³⁾。

このプロジェクトで開発した PAWTED を含むロボットのシステム(図 1(1))では、産業用ロボットとそのコントローラ(制御用コンピュータとモータの駆動装置を一体化した装置)、PAWTED とその制御用パソコン(PC)

で構成され、コントローラと PC 間を LAN で接続する。

図 2 はこのシステムのブロック図である。図中の PAWTED から PC までの赤破線部は一体化しており、システム全体の制御も常時この PC で行っているため、ロボット 1 台につき PC が 1 台必要である。そのため、多数のロボットを利用する設備では、この PC のコスト増は大きな課題である。

本研究では課題解決のため図 2 の赤破線部を図 3 の PAWTED (緑破線部)と処理装置(青破線部)に分割したシステムを開発する。従来のシステムでは PC で行っていた PAWTED の測位計算を、図 3 緑破線部のマイコン(図 1(2)の MPU)に分担させ、LAN で接続した処理装置で他の処理を負担させた。本研究ではこの緑破線部の LAN 対応型 PAWTED の開発を行った。青破線部の処理装置はコントローラ本体への移植やネットワーク上に教示制御用 PC(図 1(2)の PC)を配置して複数のロボットで共有させるもので、今後検討・開発を進める。

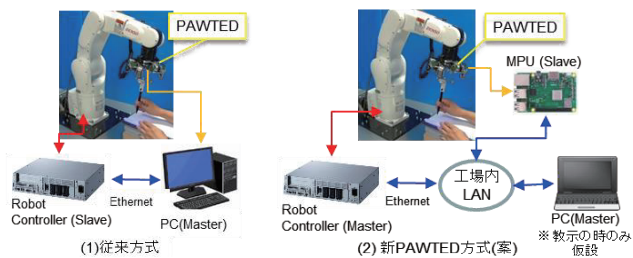


図 1 PAWTED の利用方法

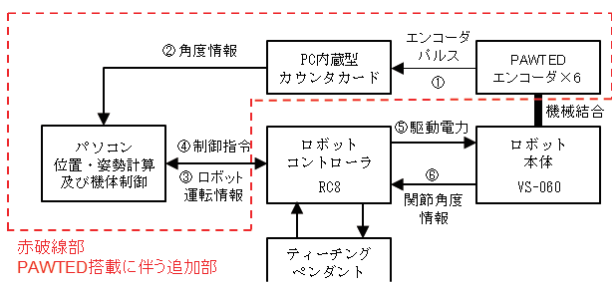


図 2 従来型 PAWTED システムのブロック図

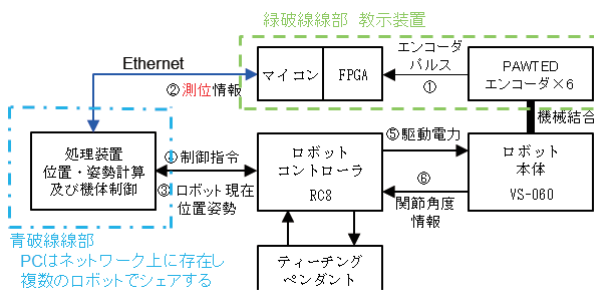


図 3 新型 PAWTED システムのブロック図

2. システム構成と開発目標

2.1 IoT デバイス化した PAWTED の装置構成

PAWTED が内蔵する 6 個のセンサ(ロータリーエンコ

一ダ)が出力するパルス信号は、直接マイコンで処理できない。そのため FPGA(Field-Programmable Gate Array)で回転角度情報に変換後、マイコンで位置・姿勢情報を算出、更に LAN 経由で任意のコンピュータに出力する。実際に試作した装置を図 4 に示す。FPGA にはマルツ電波社製 MAX10-FB を利用し、プログラムは VerilogHDL で作成した。また、マイコンは Raspberry Pi 3B+を採用し、回転角度情報から PAWTED の測位計算し出力を送信するプログラムは C 言語で作成した。

2.2 IoT デバイス化した PAWTED の要求性能

新しく開発したネットワーク対応の PAWTED に求められる性能として次の値を目標とした。

(1) PAWTED の位置測定精度

図 4 中の PAWTED 本体は目標精度が誤差 $\pm 0.1\text{mm}$ 以内で設計されており、エンコーダもこれに沿った分解能を選定しているため、目標精度を $\pm 0.1\text{mm}$ 未満とする。

(2) PAWTED のリアルタイム性能

図 3 において、PAWTED のマイコンが処理装置からの出力要求を受信した後、測位を行い、結果を処理装置に戻すまでの応答時間を一定時間内で行うことが求められる。本 PAWTED を搭載予定の産業用ロボットは公称値で 8msec 周期とされるため、PAWTED についても 8msec 以内とした。

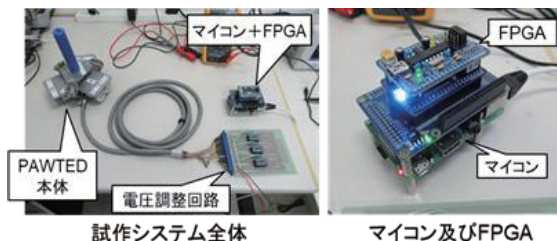


図 4 試作 PAWTED

3. 実験結果及び考察

3.1 PAWTED の測位精度

既存 PAWTED で測定したエンコーダパルス 50 点のデータを、開発したシステムに与えて、測位結果を出力し、この値と既存 PAWTED での測位結果との差分値を求めた。この結果を図 5 に示す。従来の PAWTED と同じエンコーダ出力に対し、位置(x,y,z)の計算結果の差分値(新型機—従来機)がそれぞれ $\pm 0.1\text{mm}$ 以下であり演算機能に問題ないことを示している。ただし、実際の使用には厳密な精度検証¹⁾と補正値の調整が必要である。

3.2 PAWTED のリアルタイム性

処理装置からの出力指令に対する応答時間を求めた。処理装置の代用マイコン Raspberry Pi4B+が LAN 経由

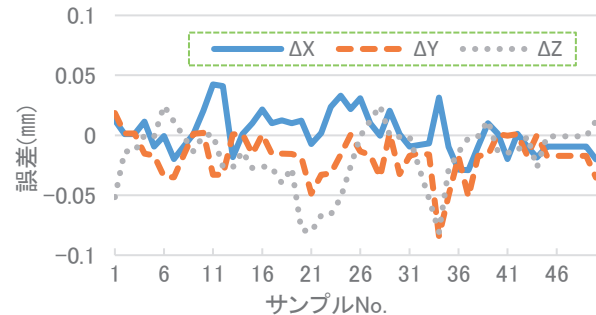


図 5 既存機との演算結果比較

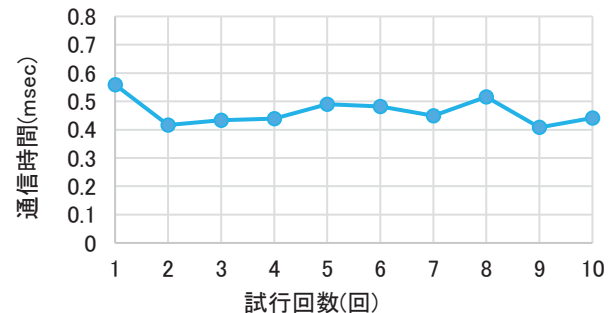


図 6 新 PAWTED の応答時間

で出力要求を送り、PAWTED のマイコン Raspberry Pi3B+がこれを受信、測位演算、LAN 経由で結果返送、再び Raspberry Pi4B+が受信するまでに要した応答時間を 10 回測定した。この結果を図 6 に示す。応答時間は最大でも 0.6msec 以下、平均 0.46msec で出力されることから 8msec 未満で処理装置の出力要求に機能することを確認した。搭載予定の産業用ロボットへ十分適用可能と思われる。

4. 結び

本研究ではネットワークに対応する PAWTED を開発するため、マイコンと FPGA でシステムを再構築し、測定精度と応答時間について、ロボットの教示装置として問題がないことを確認した。

今後はこの新しい PAWTED を利用してロボットを制御するためのコントローラまたは PC 側のシステム(図 3 の処理装置)開発を行う。また、PAWTED の精度向上など機能検証・調整も引き続き行う予定である。

文献

- 1) 酒井昌夫, 佐藤徳孝, 森田良文: 日本機械学会論文集 (C 編), **79**(807), 4321(2013)
- 2) 酒井昌夫, 竹中清人, 山本紘司: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **4**, 50(2015)
- 3) 知の拠点あいち: 重点研究プロジェクト(Ⅱ期)研究開発成果集(次世代ロボット社会形成技術), **35**, (2019)