

マシニングセンタと連携する工具撮影装置の開発 -ボードコンピュータの活用-

キーワード：自動化、IoT、マシニングセンタ、シングルボードコンピュータ、プログラミング

はじめに

近年、様々な分野でデータ収集および解析に関する取り組みが行われています。これは、深層学習などの AI を活用したシステムに高い処理能力が認められるためです。ただし、高い処理能力を得るためには膨大な量の学習データを必要とすることから、データ収集の効率化が課題となります。

一般に、多量のデータを収集する作業は、非常に手間が掛かります。そのため、この作業を自動的に行う装置があると大変効率的になります。実態に即したデータ収集装置があれば問題ありませんが、必ずしも適切な機能を有する装置があるとは限りません。また、データ解析の可能性検証の段階では、データ収集に多大なコストを掛けられません。

安価、短期間に所望の機能を有する装置を開発するためには、定番の開発ボード、ソフトウェアライブラリを活用することが近道です。ここでは、画像データを自動で取得する装置の開発例として、工具撮影装置を紹介します。

工具撮影装置の概要

工具撮影装置は、マシニングセンタ(テクニカルシートNo.10019、以下MCと記載)と連携し、工具の刃先を自動的に撮影することを目的に作製しました。この撮影装置の構成要素とその特徴を表1に、撮影装置および接続関係を図1に示します。

撮影装置は、MCとPC間の信号を変換する基板、ユーザインターフェース(以下UIと記載)を提供するPC、および工具を撮影するユニットからなります。MC が加工プログラムを実行中に外部インターフェースから信号を出力すると、信号変換基板を通してPCがその信号を認識します。外部インターフェース

はPCと直接通信できないため、信号変換基板は、信号を相互に変換し、撮影開始、終了の信号を仲介します。

PC は、MC からの撮影開始の信号を確認後、LAN 経由で撮影ユニットに撮影指示を送り、搭載されているカメラで刃先を撮影します。撮影された画像は PC へ転送され、指定されたファイル名で PC に保存されます。撮影に関する一連の処理が終わると、MC に制御を戻すため、PC が信号変換基板を通して終了の信号を送ります。

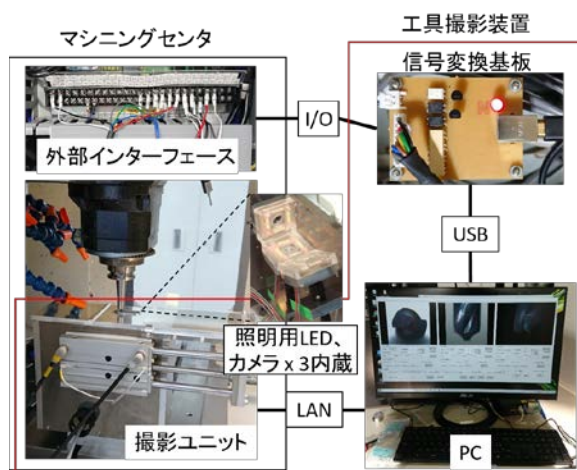


図1 撮影装置および接続関係

撮影ユニットの制御基板

開発時の撮影ユニットに対する要求仕様として以下の項目が挙げられました。

1. 撮影装置の大きさに制限がある
2. 3台のカメラとその画像を扱える能力がある
3. 照明用LEDの駆動やセンサの出力信号を処理する能力がある

項目1は、撮影ユニットの設置場所が加工装置の

表1 撮影装置の各部の特徴

撮影装置の構成	主な役割	制御・操作対象	インターフェース
撮影ユニット	工具撮影、画像送信	カメラ、LED、センサ	USB、LAN、GPIO
PC	UIの提供、画像保存	撮影条件、画像表示	LAN、USB
信号変換基板	MCとPCの通信中継	I/O端子	GPIO、USB

内部であり、工具の可動範囲内となることから、十分な加工領域確保のため撮影装置の大きさが制限されることを示します。項目 2 は、画像のような大きなデータを扱うことから高い処理能力が必要になることを示します。項目 3 は、撮影時の光源となる LED の駆動および可動部の位置検出に利用するセンサの信号処理を行う回路が必要になることを示します。

これらの項目を満たすために、制御基板としてボードコンピュータの Raspberry Pi 4(以下 RP4 と記載)を採用しました。RP4 は、小型のボードコンピュータであり、カメラを扱える高速なインターフェース、記憶容量および処理能力を有しています。また、ボード上には GPIO(General Purpose Input Output)が備えられており、ユーザーが任意の回路を付け加えることができます。図 2 に GPIO に追加した LED およびセンサ用駆動回路基板を示します。

また、RP4 には PoE(Power over Ethernet)に対応したアタッチメントがあります。PoE とは Ethernet から電源供給が可能な規格です。本装置でも PoE を利用することで、撮影ユニット内に電源を用意することなく、省スペース化を図っています。

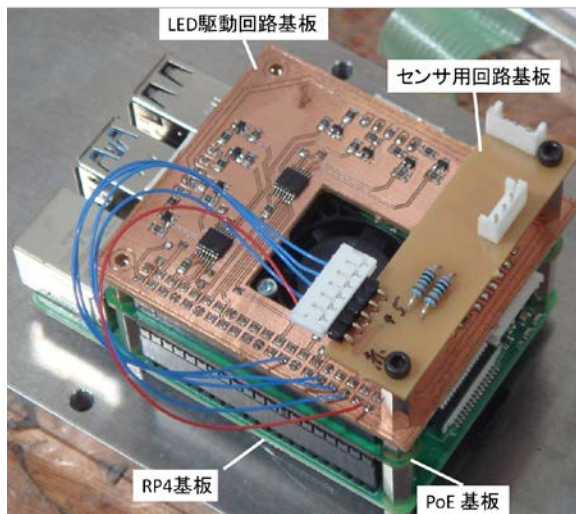


図 2 追加した LED およびセンサ用駆動回路基板

ソフトウェアの構成

撮影装置のソフトウェアに使用した主なライブラリを図 3 に示します。図 3 に示す通り、ハードウェア間のインターフェースには全てライブラリが存在します。ハードウェアに近ければ近いほど、プログラムの記述にそのハードウェア固有の知識を必要とします。そのため、開発効率を上げるためには、抽象度を高めてくれるライブラリの活用が欠かせません。

D2XX は、信号変換基板に搭載された USB-I/O 変換 IC を PC から制御するためのライブラリです。V4L2 は、カメラの露出時間やゲイン等の各種パラメータの設定、画像を取得するためのライブラリです。PIGPIO は、基板に備えられた GPIO を制御するためのライブラリです。OpenCV は、画像処理のためのライブラリであり、撮影した画像のサイズ変更、保存等の処理に用いられます。Socket はソケット通信に関するライブラリであり、ここでは PC と RP4 との LAN 通信に使用しています。

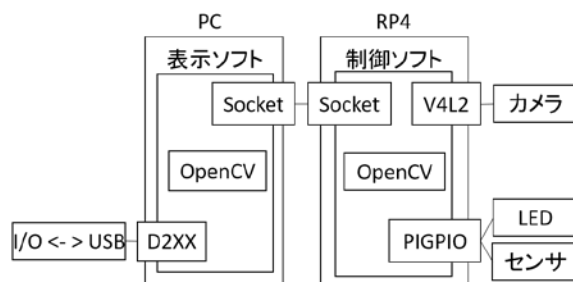


図 3 撮影装置に含まれる主なライブラリ

工具撮影装置のユーザインターフェース

撮影ユニットの設定や操作は、図 4 に示す PC ソフトウェアで行います。図 4 の上側は 3 台のカメラが撮影した画像を表示する領域になっています。表示されている画像は、左から工具を真下、側方、および斜め下から撮影したものです。

とくに、このソフトウェアには、手動および自動撮影機能を設けています。カメラ毎にピントが合う位置が異なるため、手動撮影でそれぞれのピント位置が確認できます。また、自動撮影では、予め撮影条件を記したリストを読み込ませることで、MC の信号に応じて、条件通りの撮影が実行されます。



図 4 撮影装置の UI

おわりに

当所では、省力化を実現する自動化システムの開発に取り組んでいます。ここで紹介した撮影装置と同様に、既存の装置と連携できるシステムの開発に興味がありましたら、ぜひとも御相談ください。