

実験・実習工場における教育研究施設としての IoT 化への取り組み

熊澤 典良*¹・奈良 大作*¹・近藤 英二*¹
Email: kumazawa@mech.kagoshima-u.ac.jp

*1: 鹿児島大学大学院理工学研究科

◎Key Words 実験・実習工場, IoT 化, 安全対策, 事故予防

1. はじめに

大学設置基準⁽¹⁾によると「工学に関する学部を置く大学には、実験・実習工場を置くものとする」と規定されている。本学工学部に設置されている中央実験工場は、2015年4月に鹿児島大学大学院理工学研究科に開設された「地域コトづくりセンター」に付属する機械加工施設として、地域に新しい価値の創造を目指す役割をも担うこととなった。中央実験工場には大学院理工学研究科技術部から派遣された技術職員（以下、センター技術職員とよぶ）が配置され、その施設における様々な工作機械の操作方法の指導のみならず、ものづくりを通じた教育を実践している。

実験工場が担う新たな役割を果たすために、詳細な工作機械の稼働状況の報告を求められることが多くなってきたが、それに人員を割くことは難しい。本報告では、実験・実習工場の IoT 化による低コストでの稼働状況の把握を目指し、旋盤をはじめとする工作機械の利用に関する IT 化について論じる。IT 化によって利用者毎の機器の操作資格の判定はもちろん、機器の使用時間とその履歴を把握できる。さらに、IoT 化によるデータ解析によって、機器の異常や操作ミスが検出されるようになるし、より教育効果の高いタイミングでのアドバイスの提供が可能になる。

2. 施設および工作機械の利用

地域コトづくりセンターは、教育部門と開発部門に分けられ、実験・実習工場ではセンター技術職員とともに工作機械を利用した機械加工に関する業務を行っている。大学のカリキュラムに基づく工作実習やものづくり体験教室の実施は教育部門の業務であり、センター技術職員の協力によって実施される。工作実習や体験教室の受講生は、教職員の指導を直接受けながら工作機械を扱って安全に注意しながら実習を受講する。

学内の研究室等からの依頼による実験装置・設備等の設計・製作は開発部門の業務としてセンター技術職員が請け負い、学内サークル・研究室の学生からの製作の相談および施設内の工作機械の操作法にも個別に対応している。開発部門としての教職員・学生の工作機械の利用に関しては、使用機械に対する安全教育の受講が必須となっている。施設の利用にあたっては、センター職員による利用資格の確認後¹、使用簿に「使

用機械（番号）、借用工具、開始時刻」を記入することで工作機械の利用が許可されるシステムである。

3. なぜ中央実験工場を IoT 化するのか

3.1 安全対策と事故防止

センター技術職員は、機械の操作中に学生が事故にあわないように安全対策に対する教育を徹底するとともに、作業する学生に対して絶えず注意を払っている。経年劣化によって機械や部品が壊れる事故や、機械加工中に生じる切りくずや鋭利な刃先に接触して切傷する程度の怪我は作業中の事故には分類されない。問題となるのは、救急車で搬送が必要となる四肢末端の切断や骨折、あるいは後遺症が残るような大怪我である。幸い、何年もの間、工場内で問題となる事故は発生していないが、作業者の気の焦りや不注意から生じる事故を未然に防ぐためには、センター職員が安全に配慮した指導を続けるだけではなく、更なる事故予防のシステムの導入が望まれる。

事故防止のために作業者の習熟度確認のためのテストを行うことも考えられるが、十分な人数の職員は配置されておらず、その実施は現実的ではない。習熟度を量るために、使用簿に記入された機器の使用時間の合計を習熟度の目安にすることを考える。日々更新される使用簿は研究室等のグループ単位でファイリングされ、事務室に保管・整理されている。使用簿には機器の使用履歴が記入されているが、手書きゆえに電子化されていないことと集計を見据えた紙面の構成になっていないことから、誰がどの工作機械を何時間利用したか等を集計することは容易ではない。

3.2 作業者の認証

作業者による工作機械の使用時間の集計を簡便にするために、教職員証・学生証（以下、IDカードとよぶ）に含まれる ID 情報（教職員番号もしくは学籍番号）を利用することを考える。新しくカードリーダーを工作機械のわきに設置してカードリーダー上に ID カードを置いたまま作業するようにルール化するだけで、作業・使用機器・使用時間の情報は電子化されて集計は簡単になる。工場の利用者は全て ID カードを所有しているし、ID カードを置いて従来通りの作業をするだけ

ボール盤 ⑤切断）あり、使用する工作機械に対応する講習が受講済みであるかを紙面で確認する。

¹安全講習は5コース（①総合 ②旋盤 ③フライス盤 ④

なので、利用者に新しく生じる負担はほとんどない。

安全講習を受講しないまま工作機械を操作して作業する事例は発生していないが、安全講習の受講に関するデータベースと ID 情報との照合により、その確認は容易である。先に述べた作業者の熟練度も、ID 情報と過去の使用歴から機械的に判定できるので、声かけや作業補助を職員に伝達するシステムを構築すれば、新たな事故予防と安全対策を講じたことになる。

4. 開発したシステム

4.1 使用するデバイス

図 1 に本報告で使用する主なデバイスを示す。図 1 (a) に示されるのは工作機械毎に取り付ける ID 情報読取装置である FeliCa[®] リーダ RC-S620/S であり、それを Arduino マイコンで利用するためのシールドを作製した。リーダで読み込む本学の ID カードは大学生協の組合員証でもある FeliCa であり、システムコードおよびサービスコードをそれぞれ 0xFE00 および 0x1A8B としてアクセスすることによって、10 バイトで構成される ID 情報を読み込むことができる。図 1 (b) は配電盤内に取り付けられたクランプ式 AC 電流センサ²であり、工作機械の使用電力をリアルタイムに把握するために使用する。電流センサによって工作機械毎の使用電力の傾向を把握することが目的なので、三相 200V 電源に繋がれたケーブルのうち赤の電流のみを測定することとした。電流センサは測定する交流電流に対応した交流電圧を出力するので、計測するマイコンの AD コントローラの制約上、正側のみを計測することにした。図 2 は旋盤加工時に測定した電流センサのデータを示しており、横軸は時間、縦軸はセンサで測定した 60Hz の電圧 6 周期分 (100ms 間) のアナログデータの平均値である。本報告ではこの値を電力指標とよぶことにする。

図 2 において実際に工作物に工具をあてて切削加工を施した部分に網掛けを施している。図の電力指標から、「旋盤に電源を投入、主軸の無負荷状態での運転 (約 395 秒のタイミング)、切削加工 (約 50 秒間)」の一連の作業状況が把握でき、切削抵抗の上昇による機械への負荷も検出できることは明らかである。

4.2 システムの構成

工作機械の稼働状況と利用者の作業履歴を把握するために、Arduino と Raspberry Pi 3 を用いて図 3 に示すシステムを構築した。工作機械の運転状況および作業者情報は Arduino に接続された電流センサおよび FeliCa リーダを通してモニタされ、ネットワークを介して Raspberry Pi に送信される仕組みである。http 要求によって返されるそれらの情報は、Raspberry Pi 内に組み込まれた PHP プログラムによって解析されて MySQL データベースに保存される。図 4 は MySQL データベースに記録されたレコードの例であり、テーブルには「日付、時間、使用機械の番号、電力指標、ID 情報」のフィールドがある。図 4 の例の d11 は、ボール盤 (Drilling machine) の頭文字と工作機械に個別に割り

振られた番号の組み合わせであり、旋盤 (Turning machine) には英字 t が割り振られている。

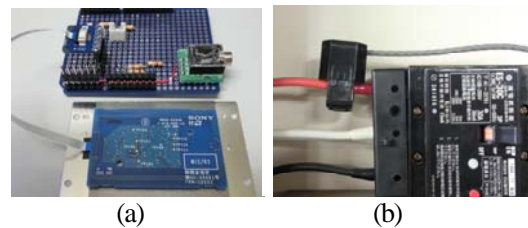


図 1 使用する主なデバイス

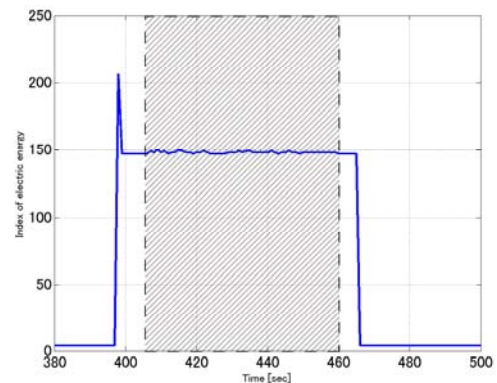


図 2 旋盤加工時の使用電力指標の変化

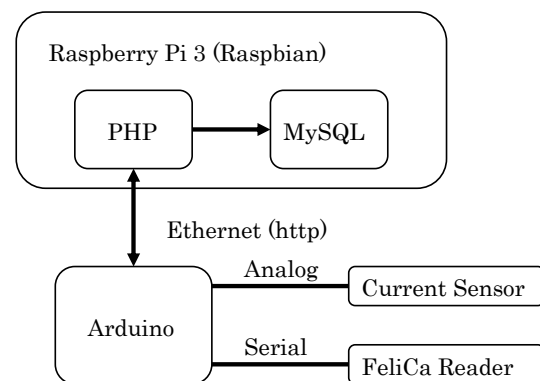


図 3 システム全体の構成図

2017-06-02	11:34:00	d11	0	NONE	
2017-06-02	11:35:00	d11	0	NONE	
2017-06-02	11:36:00	d11	0	NONE	
2017-06-02	11:37:00	d11	30	008	6
2017-06-02	11:38:00	d11	24	008	6
2017-06-02	11:39:00	d11	22	008	6
2017-06-02	11:40:00	d11	21	008	6
2017-06-02	11:41:00	d11	20	008	6

図 4 データベースに保存されたレコードの例

5. おわりに

工作機械の稼働状況のみならず、利用者の熟練度から事故防止に寄与するシステムを開発した。紙面の都合上、データベースを利用した具体例・解析結果は割愛した。詳細については講演の中で報告させて頂く。

参考文献

- (1) 文部科学省：“大学設置基準 (昭和三十一年十月二十二日文部省令第二十八号) 最終改正：平成二四年五月一〇日文部科学省令第二三号”
- (2) Sony Japan：“FeliCa ウェブサイト”，<https://www.sony.co.jp/Products/felica/>, 2017年6月3日アクセス。

² ECS1030-L72, Echun Electronic Co., Ltd