

IoT・スマートものづくり活用検討会 事業報告

谷澤之彦*, 舟木淳夫*, 前川明弘*, 松浦 晋**, 北山 智**, 服部 俊*,
森本和邦***, 森 大樹*, 中村 敬*

Annual Report of Meeting for the Study on Application of Internet of Things and Smart Manufacturing

Yukihiko TANIZAWA, Atsuo FUNAKI, Akihiro MAEGAWA, Shin MATSUURA,
Satoshi KITAYAMA, Suguru HATTORI, Kazukuni MORIMOTO, Daiki MORI
and Kei NAKAMURA

1. はじめに

三重県では、平成 29 年度 5 月に技術分野横断的な研究会活動を主体として、「みえ産学官技術連携研究会」を発足し、4 つの分野の研究会、さらに研究会の下にはテーマ別の特定課題検討会を設置・開催した。特定課題検討会は、企業ニーズの把握、企業等とのネットワークの構築を図り、技術情報の提供や工業研究所の研究成果を共有することを目的とした。

工業研究所では、特定課題検討会の一つとして、IoT (Internet of Things) や AI (Artificial Intelligence) 技術に関する情報提供や研究を主題とする「IoT・スマートものづくり活用検討会」を運営した。検討会では、ものづくり製造分野、農業分野、福祉医療分野での活用をテーマに取り上げた。令和 2 年度は 2 回の検討会を開催するとともに、3 つのテーマの研究を実施したので、その内容を報告する。

2. 検討会の開催

表 1 に、令和 2 年度に実施した検討会の概要を示す。検討会は、新型コロナウイルス感染症拡大

- * ものづくり研究課
- ** 電子機械研究課
- *** プロジェクト研究課

防止を考慮し、全てオンライン開催で実施した。第 1 回検討会においては、農業とものづくりにおけるスマート化の取組を紹介した(図 1)。第 2 回検討会では、画像処理技術の動向及び生産現場の省力化の取組を紹介した。アンケート結果からスマート農業や画像処理に興味を持つ企業が多いことを確認した。



図 1 第 1 回 IoT・スマートものづくり活用検討会の開催の様子

3. 研究活動

研究活動として、ものづくり製造分野、農業分野、福祉医療分野への活用をテーマに研究を実施した。以下に令和 2 年度取り組んだ 3 テーマの概要を示す。

3.1 画像処理及び機械学習を用いたメッキ不良の判別技術

3.1.1 はじめに

メッキ加工を扱う現場では、その検査を目視に頼ることが多く、省力化や自動化が求められている。本報告では、画像処理と近年注目されている機械学習による手法をメッキ不良の検査に適用する基礎実験を行った。

3.1.2 実験方法

試料は良品 5 個、不良品 8 個とし、ビデオカメラを用いて試料を真上から撮影した画像に対し、画像処理及び機械学習の 2 つの手法により判別を試みた。

実施した 2 つの実験手法を以下に示す。

(1) 画像処理

背景などの非対象領域を取り除くため、テンプレートマッチングを用いた。これは基準画像に最も類似した座標を検出する処理である。この座標から検査したい領域を抽出し(図 2)、その領域のヒストグラムを良品と不良品で比較した。

(2) 機械学習

学習手法は、入力画像の特徴を圧縮しながら抽出し、その特徴から結果を判定する手法である畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いた。本実験では図 2 の抽出画像を極座標変換し、学習しやすい画像に変換した(図 3)。学習モデルは精度と損失で評価し、最後にテスト画像の判定を行った。

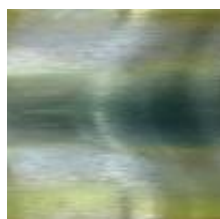
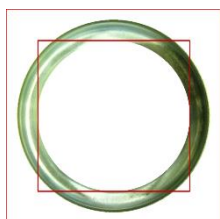


図 2 座標検出と抽出結果

図 3 極座標変換

3.1.3 実験結果

(1) 画像処理

赤色の照明で撮影した画像のヒストグラム(赤色成分)を比較した結果を図 4 に示す。良品と不良品では、画素値 50~150 の範囲において濃淡の特徴に大きな差が生じ、この範囲の合計となる画

素数に対して閾値を設定すると分類が可能となることが分かった。

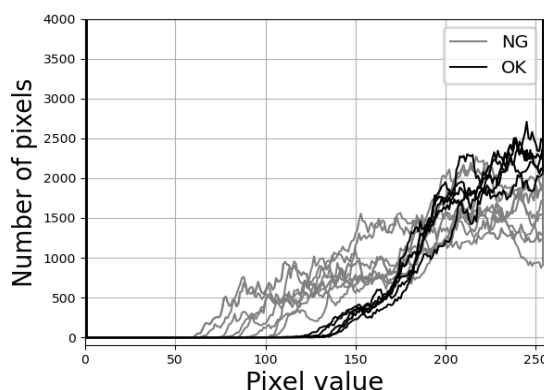


図 4 赤照明で撮影した画像のヒストグラム結果

(2) 機械学習による結果

白色照明の撮影画像で 300 回学習したモデルの評価を図 5 に示す。精度・損失は学習回数に伴い向上した。300 回目には精度 1.0 の高水準で分類しており、損失 0.1 以下から予測結果の妥当性がわかる。この学習モデルにテスト画像を判定させた結果、OK・NG を正しく判定することができた。

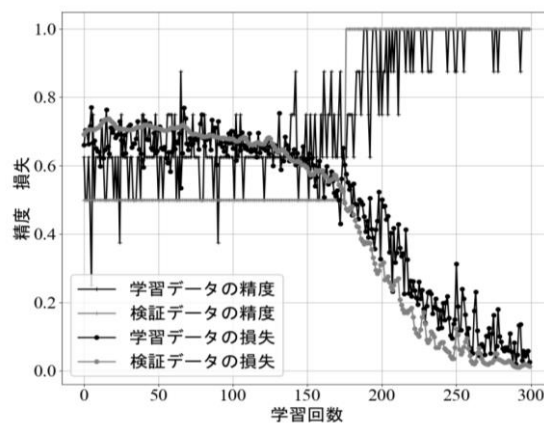


図 5 学習モデルの精度・損失

3.1.4 まとめ

画像処理による手法は分類できたが、撮影条件に応じて閾値を設定する必要がある。機械学習においても、条件ごとでパラメータを調整する必要があり、今後の課題として汎用性の向上がある。

3.2 画像処理を用いたハウス内ミツバチの訪花データ取得システムの開発

3.2.1 はじめに

イチゴなどの施設園芸では、結実促進のためにミツバチを利用する機会が多いが、不適切な管理が品質や収量に影響を与えることがある。例えばミツバチの過剰訪花は、花を傷つけ奇形果を作る原因となっている。

そこで、三重県産イチゴの品質向上を目的に、過剰訪花との関係を把握するため、画像処理によりミツバチの訪花時間の記録を試みた。なお、本報告は三重県農業研究所との共同実施である。

3.2.2 実験方法

生育中のイチゴの花を撮影するため、市販のビデオカメラを圃場の真上に設置した。動画の解像度は1280×720 [px]とし、ミツバチの活動にあわせ、朝9時から日没まで撮影した(図6)。

撮影した動画を回収し、画像処理を用いて撮影された花ごとに1日の訪花時間を計測した。以下に画像処理プログラムの概要を説明する。

(1) 輪郭検出

すべての動画フレームに対し、花の輪郭データ(重心座標等)を取得し、花の周囲で動画フレームを切り出した画像(図7)を取得する。

(2) トリミング

重心座標をもとに同じ花を探し(トラッキング)、(1)で切り出した動画フレームの画像をふたたび結合していくことで、花ごとにトリミングされた動画データ(図8)を得る。

(3) ヒストグラム処理と訪花時間の計算

画像の正規化と二値化等により、ミツバチのみ黒く抽出する(図9)。すなわち、訪花時と未訪花時では画像のヒストグラムが異なることを利用して、(2)の動画にて訪花時のフレームのみ数える。訪花時間は、訪花中の動画フレームの累計と動画のフレームレート(FPS)の積で計算した。

3.2.3 結果

三重県産イチゴ「かおり野」の圃場を撮影し、プログラムにて朝9時からのミツバチの訪花時間を計測したグラフを図10に示す。なお、動画にてその輪郭が検出された4本の花を対象とした。

図10より、昼前に訪花が集中し、夕方までに最大で30秒程度の訪花があることがわかった。結果として、画像処理により訪花時間を計測し、ミツ

バチの活動を数値化することができた。



図6 イチゴの圃場の撮影例



図7 動画より切り出した花の画像と輪郭



図8 すべてのフレームを結合した花の動画



図9 ヒストグラム処理によるミツバチの抽出

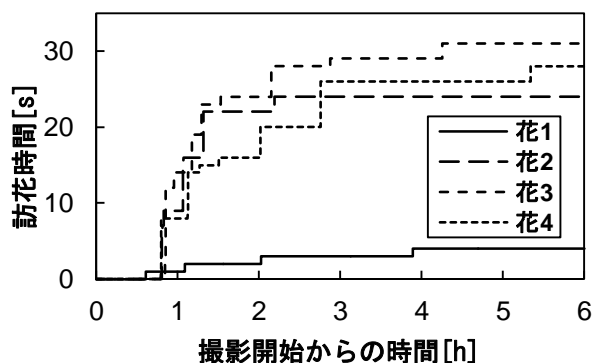


図10 撮影された4つの花に対する訪花時間

3.3 福祉医療分野応用

3.3.1 はじめに

医療・介護施設では、入院・入居者の定期的な検温や状態確認に多くの時間が費やされているため、自動計測、遠隔確認が望まれている。そのため、サーモレイセンサによるサーモ画像を用いた、検温・離床システムの構築を行い、非接触での体温測定、起床、離床などの姿勢の自動検知について検討を行った。

サーモレイセンサによるサーモ画像はビデオ映像に比べ、温度分布のみの映像であるため、一定のプライバシーが守られ有効であるとの判断で選択した。

3.3.2 実験方法

(1) 体温測定

サーモレイセンサ (図 11) による体温測定実験を行った。ベッド上の仰臥位の人物の体温測定システムの構築をして、センサ設置位置の妥当性を検討した。また、サーモレイソフト (図 12) による測定温度と体温計による実測温度の比較検討をした。



図 11

図 12

サーモレイセンサ サーモレイソフト画面

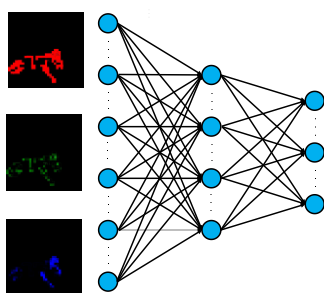


図 13 ニューラルネットワーク構成図

(2) 起床検知

サーモレイセンサによる離床検知実験を行った。ニューラルネットワーク (図 13) によるサーモ画像を使用した離床認識のプログラムを作成した。また、サーモ画像のノイズの影響についても確認した。

3.3.3 結果

(1) サーモレイセンサによる体温測定実験

サーモレイセンサから顔面部までの距離を 30 cm 離して計測した温度と腋下の温度計での測定結果との関係を図 14 に示す。

サーモレイセンサの測定値表示温度と腋下温度に差があるが、推定式により補正すれば腋下体温に近づけることは可能であった。使用用途を考えると同一人物に一定時間間隔で連続的に測定するので、体温変化を検知することは可能である。また、湯煎器を用いた高温域(37 °C 以上)の測定において、サーモレイセンサ測定温度と水温には、十分な相関が確認できた。

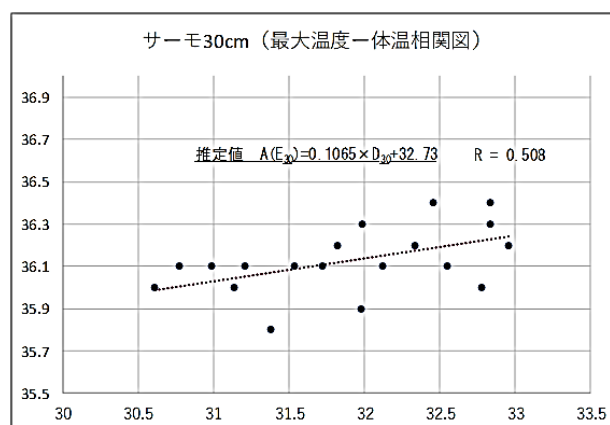


図 14 サーモレイ温度と体温計との関係

(2) サーモレイセンサによる離床検知実験

ベッド上の「仰臥位」「座位」「人物不在」の3種類の姿勢の人物を、ポーズを変えながら各姿



図 15 各姿勢のサーモ画像の例

勢 100 枚ずつサーモ画像（図 15 は各姿勢のサーモ画像の例）を撮影した。これらの画像データを使用して、ニューラルネットワークにより学習モデルを作成し、未知の画像を 3 種類の姿勢に判別する機械学習プログラムを作成した。

本プログラムにより 3 つの姿勢の画像を各 5 枚判別させた結果は 15 枚の画像全てにおいてプログラムの回答は正解であり、精度については 99%が 9 枚（60%）、98%が 5 枚（33%）、96%が 1 枚（7%）であった。15 枚の平均認識精度は 98.5%であった。

また、人物と高温物質が一緒に映っている外乱のあるサーモ画像についても検証を行った。

「仰臥位」「座位」「人物不在」の姿勢について 50℃のお湯が入った湯呑みと一緒にサーモ画像を 1 枚ずつ撮影して、先ほどと同じ学習データに

より 3 種類の姿勢の判別を行った。

3 枚の画像全てにおいてプログラムの回答は正解であり、精度については、仰臥位は 94%、座位は 99%、人物不在は 97%であり、3 枚の精度の平均は 96.7%であった。

4. 今後の取組

IoT・スマートものづくり活用検討会では、最新の技術動向や事例紹介などの情報提供を行うとともに、企業ニーズの聞き取りを行い、企業の製造現場の課題解決のための技術開発や IoT 等デジタル技術を活用する製品開発など、具体的なテーマについて、共同研究等への取り組みを進めたい。

表 1 令和 2 年度に開催した IoT・スマートものづくり活用検討会

検討会	開催日	場所	内容	参加者数
第 1 回 IoT・スマートものづくり活用検討会	令和 3 年 2 月 5 日	オンライン開催 (ZOOM)	<ul style="list-style-type: none"> ・講演 「農業分野におけるセンシング技術と人工知能 (AI) の適用」 講師：鳥羽商船高等専門学校 制御情報工学科 准教授 白石 和章 様 ・取組紹介「画像処理を用いたハウス内ミツバチの訪花データ取得システムの開発」 ・取組紹介「画像解析及び機械学習を用いたメッキ不良の品質分類技術の開発」 ・質疑，意見交換等 	11 名
第 2 回 IoT・スマートものづくり活用検討会	令和 3 年 2 月 19 日	オンライン開催 (ZOOM)	<ul style="list-style-type: none"> ・講演 「コンピュータビジョン～コンピュータが見る・考える～」 講師：鈴鹿工業高等専門学校 電子情報工学科 講師 岡 芳樹 様 ・取組紹介「IoT 活用のためのシングルボードコンピュータ実証実験～RaspberryPi を使用した温度測定～」 	6 名