

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号： 5 1 4 0 1

研究種目： 奨励研究

研究期間： 2023 ~ 2023

課題番号： 2 3 H 0 5 1 4 8

研究課題名 はんだ付け実習に特化した安全確保と作業スキル向上を達成できる支援ツールの開発

研究代表者

渡部 秀崇 (Watanabe, Hidetaka)

秋田工業高等専門学校・その他部局等・技術職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 470,000 円

研究成果の概要：画像認識とサーモグラフィによる温度情報の組み合わせに着目し、比較的安価に実現できる作業者の安全監視と技術向上を目的とした支援ツールの開発を行なった。支援ツールはパソコン、ステレオカメラ、タブレット取付型サーモグラフィで構築され、オープンソースの物体検出アルゴリズム YOLOv5 を用いてパソコンに表示される映像に対し画像認識を行う。開発したツールは2つのモードがあり、安全監視モードではサーモグラフィでの温度状況と作業者の危険な状態を検出されているのが確認でき、技術向上モードでははんだ付けを行っていることを検出し、基板の裏側の温度状況からはんだ付けのタイミングを知らせることができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

電子工作の基礎技術であるはんだ付け作業は、年齢が下がるほど、また作業のポイントがつかめない作業者ほど怪我のリスクも高い。さらに実験実習でも集中力が続かない学生が多くなっており、きめ細かなサポートが欠かされてきている。しかし、全国的に教育現場の人手不足が社会問題化しており、実験実習においても指導者を手厚く配置することが難しくなっている。そこで本研究のシステムを使用することにより安全に作業ができ、はんだ付けのタイミングを知ることではんだが苦手な人や初学者の技術向上や怪我防止に寄与することが期待される。

研究分野： 工学教育

キーワード： 工学教育 はんだ付け 画像認識 サーモグラフィ

1. 研究の目的

最近実験実習でも集中力が続かない学生が多くなっており、きめ細かなサポートが欠かせなくなっている。特に、電子工作の基礎技術であるはんだ付け作業は、年齢が下がるほど、また作業のポイントがつかめない作業ほど怪我のリスクも高い。そこで本研究では、はんだ付け作業における事故を未然に防ぎ、技術指導をするための支援ツールとして画像認識とサーモグラフィによる温度情報の組み合わせに着目し、はんだ付け実習に特化して、作業者の安全確保と作業スキル向上を達成できる支援ツールの開発を行なったので報告する。

2. 研究成果

(1) 支援ツールの概要

支援ツールはパソコン、ステレオカメラ (Intel RealSense Depth Camera D435)、タブレット取付型サーモグラフィ (FLIR ONE Pro) で構築される (図 1)。開発言語は Python を使用し、オープンソースの物体検出アルゴリズム YOLOv5 を用いてパソコンの画面に表示される映像に対し画像認識を行っている。

安全監視モードでは、カメラで作業者を正面から撮影し、顔の向きを検出し、作業箇所を注視しているか、また、はんだごてが自分や周りに危害を加える恐れがあるかを画像認識により検出し、警告する。サーモグラフィでこの温度状況を観測し、この温度がしきい値以下の場合には警告を発しないようにした。本システムでは 1 秒以上触れると火傷負う可能性がある温度である 70℃を基準にしきい値を 60℃に設定した。

技術向上モードでは、サーモグラフィではんだ付けを行う箇所の裏から温度を計測し、加熱状態を可視化し、はんだ付けできる温度に達したら作業者に音で知らせる。裏側からの温度測定を行い易くするために銅箔テープを張り付けた専用の基板を使用することとし、カメラではんだ付け箇所を撮影し、作業と加熱状況を関連付けている。

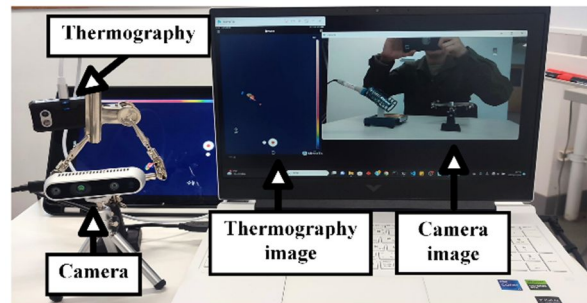


図 1. 開発した支援ツールの概要

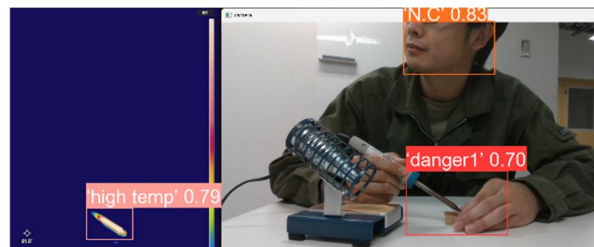


図 2. 安全監視モードの画面

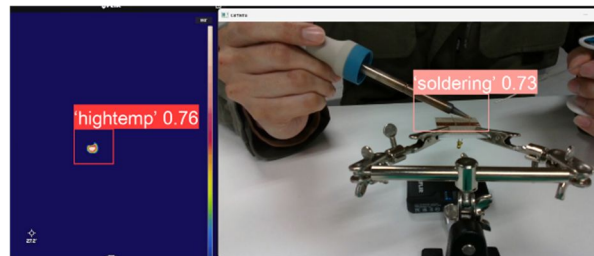


図 3. 技術向上モードの画面

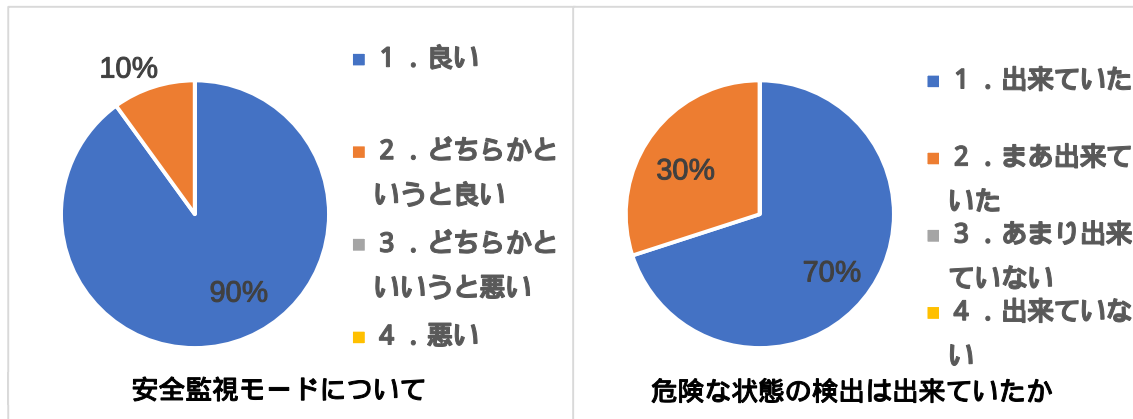
(2) 画像認識手法

本研究では、画像認識の手法として、YOLOv5 を用いてモデルを作成した。学習データには自作した画像を検出対象ごとに 300 枚程度用いて使用した。また、サーモグラフィは温度情報をパソコンへリアルタイムで送ることができなかったため、Wi-Fi を利用し、タブレットの映像をミラーリング機能により直接取り込み、ライブ配信ソフト (OBS Studio) を利用しパソコンの表示画面を仮想カメラとすることで両方の映像を同時に画像認識が行えるようにした。

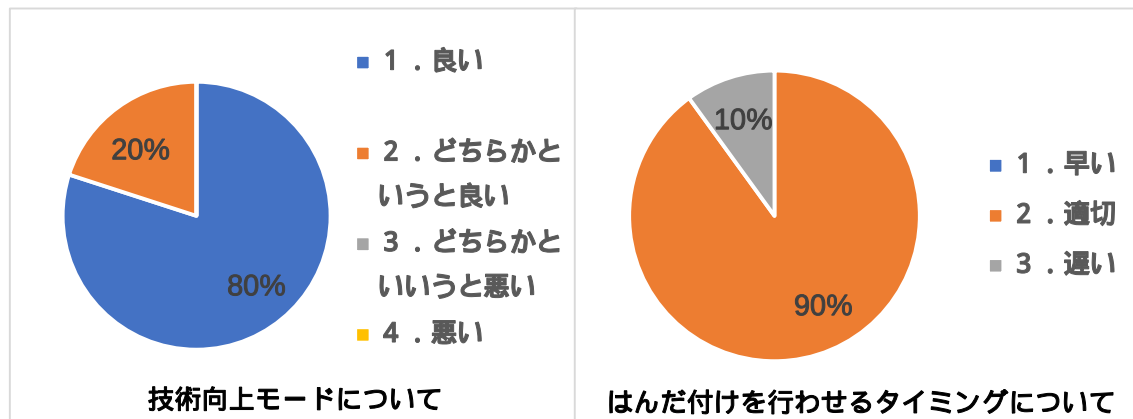
図 2 に安全監視モードの動作イメージを示す。表示されている数字が 0.83 なら 83% の信用度で検出していることを示している。こて先が手と近く、注視していない危険な状態を検出できており、サーモグラフィでの温度状況も検出されているのが確認できる。図 3 に技術向上モードの動作イメージを示す。はんだ付けを行っていることを検出し、基板の裏側の温度状況も検出されているのが確認できる。

(3) アンケート結果

秋田高専の 2 年生に使用してもらいアンケートを行った結果を図 4 に示す。図 4(a) に示す安全監視モードでは、学生から良好な反応が得られたが検出の速さや検出の精度の改善が必要という声があった。また、図 4(b) に示す技術向上モードでも、学生から良好な反応が得られた。はんだ付けのタイミングについては、はんだ付けが得意な学生の中にはタイミングが遅く感じることもあったがおおむね適切に指示が来ており、はんだが苦手な人や初学者がコツを掴むためには十分な有効性が確認できた。



(a)安全監視モードについての結果



(b)技術向上モードについての結果

図4. アンケート結果

(4) 今後について

YOLOv8 への更新とステレオカメラによる距離の情報も取り入れて精度の向上やはんだ付けの出来栄を画像認識で判断するなどの実装を行っていく予定である

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1．発表者名 渡部 秀崇
2．発表標題 画像認識とサーモグラフィを用いたはんだ付け実習支援ツールの開発
3．学会等名 令和6年電気学会全国大会
4．発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------