

令和 5 年度実績報告書

令和 6 年 3 月 22 日

公立千歳科学技術大学
学長 宮永 喜一 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第 7 条に基づき、下記のとおり報告いたします。

報告者	所属	電子光工学科	職名	教授 准教授 講師 助教 助手
	氏名	山田 崇史	ふりがな	やまだ たかし
研究課題名	リアルタイム遠隔制御のための汎用装置化技術、異種プロトコル混在収容技術に関する研究			
本研究費による発表論文、著書など	S. Otaki, T. Yamada, Y. Koyasako, T. Hatano, T. Shimada, T. Yoshida, " Realization of Multi-Protocol Industrial Ethernet with General-Purpose Servers," Chitose International Forum on Science & Technology 2023 (CIF2023), IT_02, Chitose(2003).			

研究成果報告

近年日本では労働人口の減少が進んでおり、多くの業界で人手不足の課題に対して、省人化・自動化の検討が進んでいます。企業の工場の生産ラインについても自動化の検討が進められていますが、工場構築においてはベンダがシステムにかかわる機器を一式そろえて構築する形態が主流となっているため、機器や制御ソフトの選定自由度や拡張性が課題となっていました。またロボットを操作するための機器はロボットごとに用意されているため、工場内に多くの機器を設置する必要性がありました。一方で、新興ベンダのロボットについては、操作系機器のサポートが少なく、容易にはシステムを構築できない課題がありました。

そこで、本申請研究では、ロボット操作に必要な操作系機能である PLC(Programmable Logic Controller)をソフト化を行いました。実証実験として、工場内で動作することを想定したロボット付近にカメラとトランプを配置し、エッジ拠点を想定したネットワーク越しのサーバには、画像解析・動作制御・プロトコルドライバを実装しました(図1・2)。カメラで認識したトランプを、サーバで処理して、色に応じて自動振り分けをする実験を行い、滞りなく動作できることを確認しました。さらに、操作系機能の一つであるプロトコルドライバを入れ替え可能な形式での実装を行い、本申請研究で実装した EtherCAT での動作を確認しました。

実装にあたり、従来の装置にブラックボックスとして実装されているプロトコルドライバや画像解析などの高度な制御を行う制御機能を分類し、ロボットアームと通信するプロトコルドライバレイヤと、アームの動作をコントロールする制御機能レイヤに分離したアーキテクチャを採用しました(図1)。通常、ロボット等の制御対象は特定のプロトコルにのみ対応しているため、工場内でのプロトコルの統一が必要となり機器選定の自由度が高くなりませんでした。本研究のアーキテクチャによりプロトコルドライバを追加することで、プロトコルの異なる複数のロボットを1つの制御ソフトで対応することが可能になります。また、プロトコルドライバレイヤと制御機能レイヤを分離することで、制御機能の開発が容易になり、オープンソースソフトウェア(OSS)を含む様々な選択肢から機能を開発・組み合わせることが可能となります。

本研究での実験構成を図2に示す。プロトコルドライバとして今回開発した EtherCAT ドライバ、制御機能として機械学習による物体検出アルゴリズムの一つである YOLOv3 (You Only Look Once version 3)とロボットアーム制御する動作制御アプリケーションを実装しました。実験結果を図3に示す。サーバから送信されるイーサネットフレームが正しく送出され、認識したトランプに対してロボットアームが移動することを確認いたしました(図3, 4)。

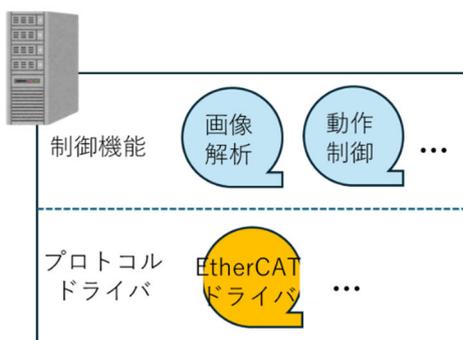


図1：アーキテクチャ

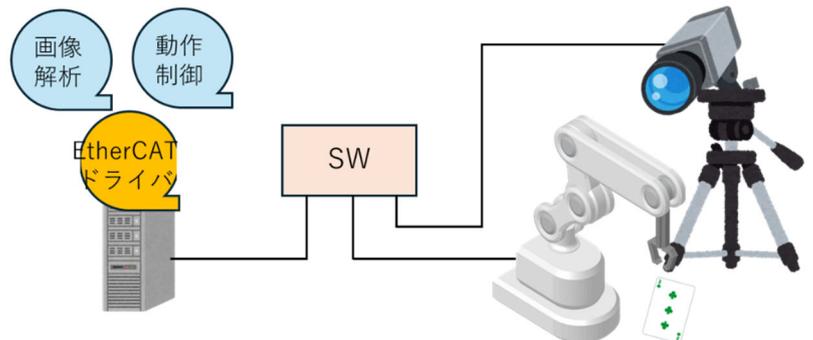


図2：実験構成

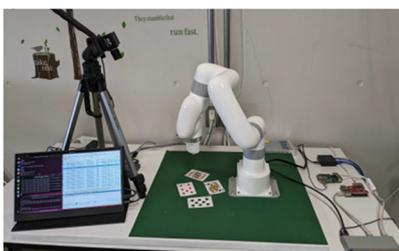


図3：実験風景

Time	MAC_src	MAC_dst	Proto	Length	Info
212	0.573847539	9e:6b:00:29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
214	0.582002635	ASRockIncorp_29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
215	0.582103139	9e:6b:00:29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
217	0.590234597	ASRockIncorp_29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
218	0.590324694	9e:6b:00:29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
220	0.598487050	ASRockIncorp_29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
221	0.598570846	9e:6b:00:29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
223	0.606746500	ASRockIncorp_29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1
224	0.606856962	9e:6b:00:29:14:02	Broadcast	ECAT	145 3 Cmds, 'LWR': len 32, 'LRD': len 32, 'BRD': len 1

図4：実験結果（イーサネットフレームのキャプチャデータ）