

エッジAIアプリケーション並びに設計フレームワーク開発

葛西 誠也 [北海道大学 量子集積エレクトロニクス研究センター／教授]
筒井 弘 [北海道大学大学院情報科学研究院／准教授]
岡本 英紀 [メイビスデザイン株式会社／課長]

背景・目的

本研究開発の目的は、これまでに北海道大学とメイビスデザイン会社との共同の取り組みで得られた成果を北海道に優位性がある産業の新展開につなげるべく、北海道大学で研究を進めているセンシング技術、音声認識、異常検知技術とメイビスデザインのAI技術(低消費電力AI)を融合したデジタルスマート化のフレームワーク構築である。北海道における新たなデジタル関連市場を創造し、少子高齢化やカーボンニュートラルをはじめとする社会課題の解決を図り、地域経済活性化へつなげる。

内容・方法

下記の目標設定のもと、北海道大学における高度センシング技術とメイビスデザインのSAMACTを中心としたエッジAI技術をインテグレーションしたシステムを設計・実装し実機による機能デモンストレーションを行う。

目標①:エッジAIによるロボットアーム制御用筋電信号のリアルタイム解析と動作推論

目標②:エッジAI実装可能な音声検出・異常データ検出アルゴリズムの設計と実装

目標①では、ロボットアーム制御信号として筋電位(筋肉が動作時に発する電気信号)を用いるが、信号が複雑であることからエッジAIの解析能力の高さを十分に発揮できる。

目標②では北海道大学が持つ信号解析アルゴリズムをエッジAI向けに設計し実装することで実際にアプリケーションに適用し効果を検証する。

結果・成果

本研究を通して2つの設定目標についてそれぞれ以下の成果が得られた。

目標①:エッジAIによるロボットアーム制御用筋電信号のリアルタイム解析と動作推論

操作型ロボットアームの自在な制御を目指し、使用者の前腕部で検出された筋電信号をリアルタイム解析することで意図する動作を推論できるエッジAI実装可能な機械学習システムを創り出した。さらに本システムを用い3自由度のロボットアームのリアルタイム制御のデモを行い、創出したシステムがエッジAIによるロボットアーム制御に有効であることを実証した(図1)。

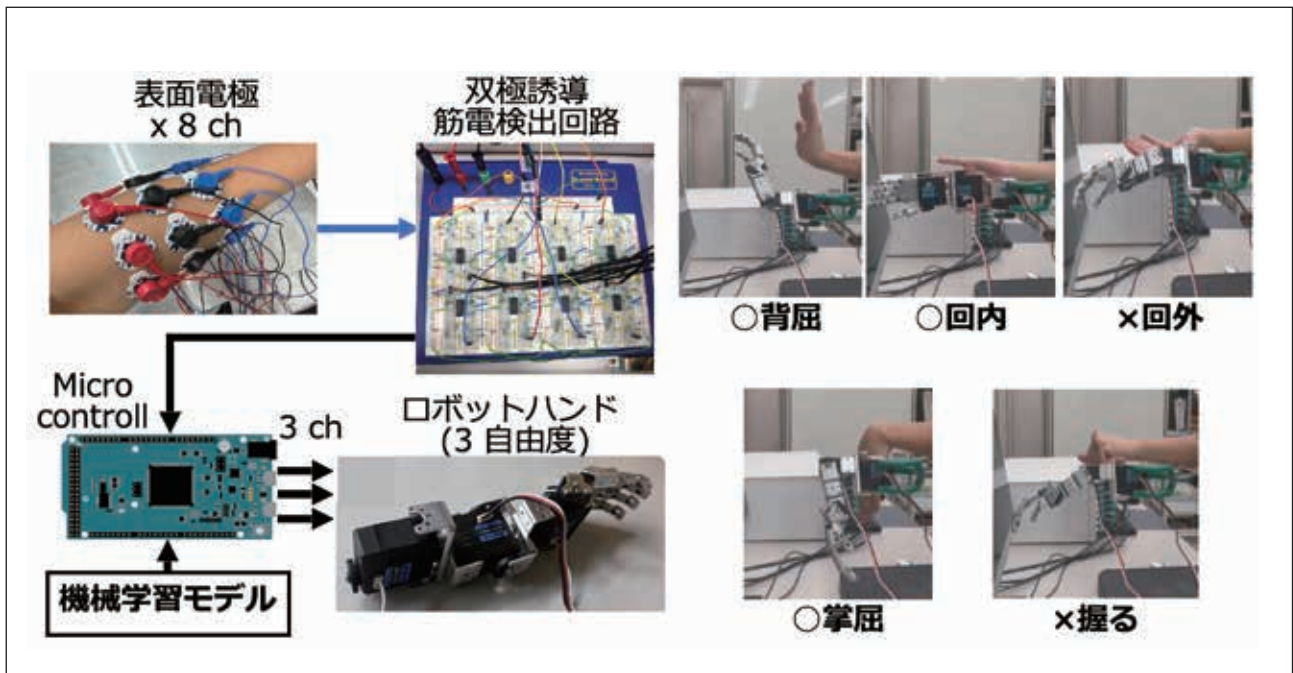


図1:ロボットハンド制御システム(左)と初回の動作制御デモ(右)「回外」と「握る」動作が不応答、その他動作は正しく応答

本研究ではリザーブ計算のフレームワークを応用した独自のシステムを開発した。既存の機械学習システムとは異なり筋電信号解析に特化したもので汎用性は低いですが、計算量が大幅に少なく高速応答かつ低消費電力であることに特徴がある。初回のデモでは読み出せない動きが存在したが、得られた筋電波形の詳細な検討を行い、表面筋電(身体表面から誘導する筋電信号)の強度がターゲットとする筋肉の身体表皮から深さに依存することに起因し、機械学習モデルが信号を認識できていないためであることがわかった。すなわち身体の内部に存在する筋肉からの筋電信号は、身体表皮に到達するまでに減衰するため、身体表面に近い筋肉と比較して信号強度が小さいことが原因である。本来機械学習は微弱信号を認識し識別可能と考えられるが、ニューラルネットワーク規模と計算量が増大する。本研究では、上記の理解に基づき、適切な信号前処理を施すことで課題解決できることを見出した。

目標②:エッジAI実装可能な音声検出・異常データ検出アルゴリズムの設計と実装

異常検知のための特徴抽出とエッジAIハードウェアを接続したデモ機を試作し機能実証を行った。結果、異常検知及び音声認識アルゴリズムを実装したエッジAI搭載システムにより、期待通りの異常検知

が可能であることを確認した。更に、北海道大学で開発された特徴量抽出のリファレンスソフトウェアと+エッジAIハードウェアを組み合わせることで異常検知可能であることが確認できた(図2、3)。

なお、今回開発したデモ機は、2024年11月に北海道で開催されたビジネスEXPO、並びに2025年2月に熊本で開催された産業復興エキスポに展示された。イベントでの展示をきっかけとし、事業化を想定していた分野(産業用ロボット等)のメーカー様との、製品化に向けたディスカッションに至っている。

今後の展望

本研究実施により、エッジAIをロボットアーム制御、インフラ異常検知、害獣対策に利用可能であることが実証され、本研究開発の目標で掲げた、独自のエッジAI半導体技術と高度信号検出処理技術を融合し北海道に優位性のある産業へ結びつける端緒を開き、地域課題解決につながるデジタルスマート化のための技術的なフレームワークができた。今後、北海道の産業に実際に展開するために、従来技術に対する優位性を明らかにするとともに、サイズやコストなど実用のための実装技術開発を進める。

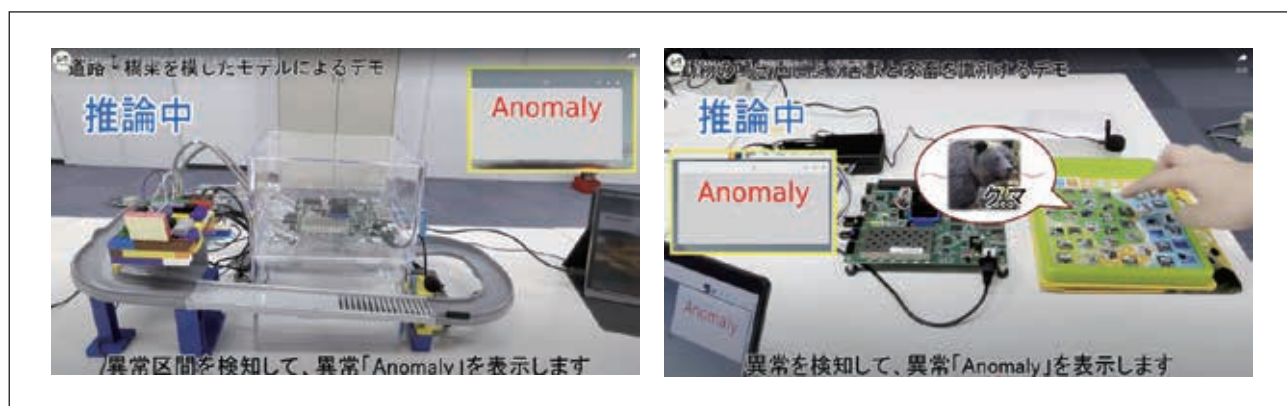


図2:橋梁異常検知を想定したデモ機

図3:害獣対策を想定したデモ機