不随意運動下における意図抽出アルゴリズムを搭載したコミュニケーション支援装置の開発

Development of a Communication Support Device (Yumitol-Kun ver.7) Featuring an Intent Extraction Algorithm Under Involuntary Movements.

○岡田 浩[1)]、高木 久美子[2)]、増尾 明[3)]

Hiroshi Okada, Kumiko Takagi, Akira Masuo

一般社団法人 愛知情報教育支援協会[1)]、東海地区遷延性意識障害者と家族の会「ひまわり」[2)]、星城大学[3)]

Aichi ICT Support Association、Tokai PVS Himawari、Seijoh University

Key words: assistive device, caregiving, assistive handwriting, device dnit

目的

重度の運動機能障害を呈した対象者にとって、機器操作や意思疎通の困難性は非常に深刻な問題である。こうした対象者の中には目視では身体動作が確認できないが微小な身体動作が可能で、介助者による指筆談を使用してコミュニケーションを行っている者がいる。著者らは、この指筆談をデバイス化する研究を継続しているが、障害当事者によっては不随意運動があり、当事者の操作信号となる微小荷重を検出することが困難な場合がある。また、デバイスの設置位置が胸部のように可動範囲が大きい身体上の場合には、呼吸に伴う体動も不随意運動と同様に外乱となり得る。これらの外乱は真に検出したい微小荷重の数十倍の荷重変化であるため、デバイスの誤反応の原因となりやすい。本稿では不随意運動等の大きな荷重変化の中から、どのようにして小さな意思操作の荷重変化を抽出したのかを報告する。

方法

対象デバイス：ヨミトリ君 7 号機（2026 年開発）

対象者：手に力が入る不随意と呼吸の外乱あり

外乱を含む荷重変化の中から、意思操作による微小荷重を抽出する過程を次の図１～４で示す。取得データは約 12 Hz でサンプリングされた約 70 秒間の時系列信号（850 点）である。図１、２の Y 軸は単位換算前の生データである。また図３、４は縦線のみが算出結果であるが、検出位置の把握を容易にするため図２の上に重ねて表示してある。図１はセンサーからの取得値を示し、ノイズを多く含むデータとなっている。そのため、移動平均により高周波ノイズを低減し、信号の変動傾向を明確化する（図 2）。この信号内には意思操作による荷重変化に加え不随意運動と呼吸による外乱が混在している。外乱分離のためにカルマンフィルタとベイズ推定を混合した独自の演算式を構築し予想される取得値と、実際の取得値とのズレが一定以上発生した個所をトリガー候補位置として抽出する（図 3）。最後に判定用の演算式で操作位置を推定する（図 4）。

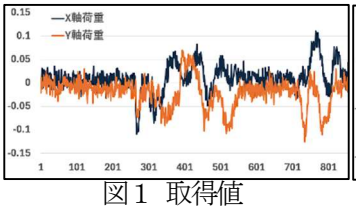


図１ 取得値

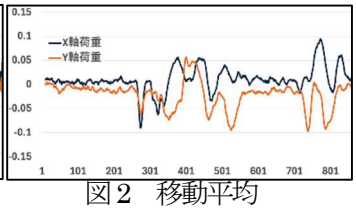


図２ 移動平均

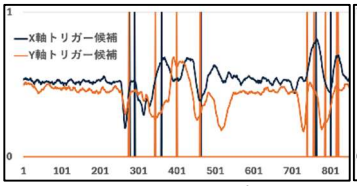


図３ トリガー候補位置

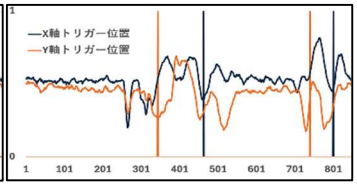


図４ 最終判定位置

結果

図１～４より、本試行では４回の操作が行われたと推定されている。また、図４の結果から、単純な閾値判定によって最終判定されておらず、信号の変化量が大きい箇所であっても誤検出を防ぐことができている。当事者 5 名に操作してもらったところ、3 名から操作を正しく判定できていると回答を得ることができた。2 名は数回に１回程度間違って判定するとのことであった。

考察

外乱を含む荷重信号変化の中から、許容可能な精度で意思操作による微小荷重を検出することができた。誤検出が生じた要因として、不随意運動の発生量と発生方向、およびタイミングによっては、開発した推定演算式によって不随意の動きと意図操作の動きの変化が相殺された可能性が考えられる。今後は、不随意運動の特性を考慮したモデル化を行い、判定精度の向上を図る必要がある。本手法は特定の外乱条件下においては意図操作を適切に抽出可能であることが示唆された。

参考文献

[1] 岡田浩, 高木久美子, 増尾明, コミュニケーション支援を目的とした接触圧センシングによる指筆談可視化デバイスの開発, 対人援助学会 研究論文（2025 年 vol.16 No.1）, 2025.