

オープンソース環境で構築した GUI 心電図 RR 間隔解析ソフトウェア

戸田春男、内山直美、塚越みづき、津野彩加、
東海紗季、西村恵美
新潟医療福祉大学 視機能科学科

【背景・目的】ヒトの心拍数は一定ではなく、自律神経活動を反映して刻々変化するため、瞬時心拍数の時間変動(HRV)を用いて自律神経活動を評価することができる。例えば HRV 中の遅い(0.04–0.15 Hz)成分と速い(0.15–0.40 Hz)成分の比(LF/HF)は交感神経系の緊張を評価する指標と考えられている。

HRV は心電図の隣接する二つの R 波の間隔(RR 間隔)を解析すれば得られるが、多くの心電図解析ソフトウェアはプロプライエタリな製品であり、費用負担があるばかりではなく利用者による複製・リヴァースエンジニアリング・改変が制限されている。

一方、「フリーソフトウェア」「オープンソース」と呼ばれる運動が 1980 年代以降盛んになり、GUI フレームワークを含んだ高度な開発環境が有志の手で供給されるようになった。今回、オープンソース開発環境を用いて GUI 心電図 RR 間隔解析ソフトウェアを開発したので報告する。

【方法】GUI フレームワークには Lazarus (<https://www.lazarus-ide.org>)を用いた。これは Borland Delphi との間に高い互換性をもつオープンソース・マルチプラットフォーム開発環境である。今回は同じソースコードから Mac OS X El Capitan 用と Windows 用の二種類の実行ファイルを作成した。

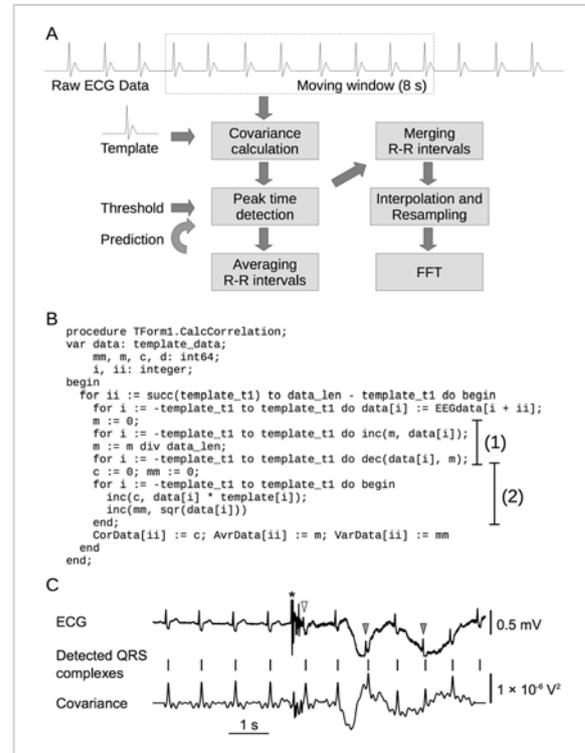
周期的なデータを検出する方法として自己相関が広く用いられる。今回はこれを応用して、テンプレートマッチング法による QRS コンプレックスの検出を試みた(図 A, B)。同データを用いて各 RR 間隔を計算し、三次元スプライン補間後に高速フーリエ変換(FFT)を行った。

テストデータは本学科四年次生 5 名の両手首から記録した。ヘッドアンプには INA128(Texas Instruments)を用い、VC10(日本光電)によって 0.08–100 Hz のバンドパスフィルタをかけた。帯域制限した信号を 500 Hz でサンプリングしハードディスクに保存した。被験者に軽い精神ストレスを与えるため、12 分間の記録中、中間の 4 分間、視能訓練士国家試験の過去問から出題して口頭試問を行った。

【結果】旧式(2007 年モデル)の Macintosh コンピュータ (Apple iMac, Intel Core2Duo, 2.0 GHz, dual core × 1)や Windows タブレット(Acer W3-810fp, Intel Atom Z2760, 1.5 GHz, dual core × 1)を用いても、12 分間のデータの

処理にファイル入出力込みで 14 秒を要するのみだった。

テンプレートマッチング法は単純であるにも拘わらず思いの外ノイズ耐性が良好で、筋電図やドリフトの混入した心電図からも高い精度(95%以上)で QRS コンプレックスを検出することができた。(図 C)



【考察】QRS コンプレックス誤検出の主な原因は心電図自体のスケールアウトであり、記録時の低域遮断周波数を高くすることでほぼ除去できると思われる。現在では計装アンプやマイクロコンピュータ等の比較的安価な汎用デバイスが高性能化し、「選択と集中」から漏れた研究室でも安価で持続的な研究環境を構築するために役立っている。加えて扱いやすくオープンな解析ソフトウェアの開発が広まれば、基礎研究の持続性を高めるために一層有益であろう。

【結論】フリーな環境で実用に耐える GUI 心電図 RR 間隔解析ソフトウェアを開発した。

【文献】

- 1) Raymond ES: The Cathedral and the Bazaar, 1997, <http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/cathedral-bazaar/index.html>, 2018 年 4 月 18 日.
- 2) Toda H, Tokai S, Nishimura E, et al.: Application of omni-purpose electric devices to electrophysiological student practices at the Department of Orthoptics and Visual Sciences, Niigata University of Health and Welfare, Niigata Journal of Health and Welfare, 17: 32-40, 2017.