

Android 端末上に実装した学生実習用 Hodgkin-Huxley 型興奮性膜モデル

戸田春男¹⁾

1) 新潟医療福祉大学 視機能科学科

【背景・目的】現象の数値モデル化は生理学の伝統的手法であると同時に、実際の生体を用いた学生実習を組み難い場合に有効な代替手段を提供する。

初期の膜電位モデルである Hodgkin-Huxley の電位依存性チャンネルモデルは、比較的単純な十二連微分方程式であるにも拘わらず、閾値の存在や不応期といった、医療系の学生が理解しなければならぬ興奮性細胞の基本原理をよく実現している¹⁾。

同モデルは解析的な方法では解けないが、電子計算機を使って数値的に解くことができる。これまで Windows 各種・Linux・macOS をカバーするマルチプラットフォーム環境である Free Pascal / Lazarus 用の実装を試みてきたが、こんにち安価な Android 端末が広く普及しているため、同端末用に同モデルを実装すれば、学生実習に有益であろうと考えた。今回、Android 上で動作する Java 言語に Hodgkin-Huxley 型膜電位シミュレータを移植したので報告する。

【方法】数値解法のアルゴリズムは PC 用の実装で実績がある Hodgkin-Huxley 論文のものを用いた (Hartree's method)。開発環境は Android Studio for Macintosh (Google LLC, versions 3.1.3 and 3.2) を用い、アプリケーション全体を Java 言語のみで記述した。

Android などの Graphical User Interface 環境では、アプリケーションはユーザからの入力を十分短い間隔で処理する必要があり、これができないとユーザからアプリケーションが「固まって」見える。端末の処理能力に余裕があり、しかもオブジェクトコードがネイティブマシンコードとして動作する Free Pascal / Lazarus 環境では、シミュレーション本体のループの中で「時々」メッセージキューを処理すれば十分だった。Android でも同様のプログラミング技法が使えるが (Runnable と呼ばれるコード断片をメッセージキューにポストする)、安価な Android 端末の処理能力では十分な動作速度が得られなかったため、メッセージキューの処理とシミュレータ本体を並列動作させるマルチスレッドプログラミング (AsyncTask) を採用した。

実走試験には二台の Android タブレット (MediaPad T3 7, MediaPad 7 Youth; HUAWEI, ROC)、および一台の Android スティック PC (CX919; Andoer, ROC) を用いた。Android のバージョンはそれぞれ Android 6.0, 4.1.2, および 4.2 であり、CPU のスペックはそれぞれ Cortex-A7, 1.3 GHz quad-core, Cortex-A9, 1.6 GHz dual-

core、および Cortex-A9, 1.6 GHz quad-core だった。プログラミングには Mac OS X El Capitan が動作する二台の Macintosh コンピュータ (Mac Pro; Apple, CA, USA) を用いた。

なお、本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を必要とせず、また関連する利益相反はない。

【結果】Java 言語のみで記述したにも拘わらず、Android 4 時代の旧式機においても十分な実行速度と操作性が得られた。例えばシミュレーション中の定期的な画面更新、ユーザのボタン押下による操作 (シミュレーションの開始・終了、マニュアル刺激) である。本シミュレータはスタンドアロンで動作するため、このような旧式機でもネットワークセキュリティ上の問題はない。

【考察】本シミュレータはプログラミングを容易にするため、フラグメントを用いず画面サイズを決め打ちしている。今後は実行時の柔軟性を向上する方向での改良を試みる予定である。また、Android 端末は安価であるものの、クラス全員分を用意することは困難であって、Web 上で実習が完結すればその方が好ましい。そこで二次元画像を動的に表示するため HTML5 から標準化された canvas 要素とクライアント側のプログラミング言語として一般的な JavaScript による移植を試みた。パフォーマンスは落ちるもののほぼ満足できる動作速度が得られたので、次回は HTML5 による実習の結果を報告したい。

【結論】Java 言語を用いて Android 端末上で動作する学生実習用膜電位シミュレータを作成し、安価な端末でも十分動作することを確認した。今後は HTML5 を用いた移植および実際の実習の結果を報告したい。

【文献】

1) Hodgkin AL and Huxley AF: A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve, *Journal of Physiology*, 117: 500-544, 1952.