

# 網膜出力ニューロンシミュレータアプリ開発に関する研究

情報科学科 亀井 千晶

指導教員：神山 斉己

## 1 はじめに

これまで、網膜の情報処理を解明するため、コンピュータ上でシミュレーション解析が行われてきた。しかし、シミュレーションを行うには、パソコンやプログラムの知識が必要となる。

そこで本研究では、普段見ている風景を網膜が受け取った時、どのように脳に信号を送っているのかを視覚情報を学ぶ人に手軽に確認してもらうため、近年身近な存在となっているスマートフォンのアプリとして、網膜のモデルをインプリメントしたシミュレータを構築し、画像に対する網膜出力の特徴を直感的に理解できるようにする。

このアプリを用いることで網膜の視覚情報の理解の手助けをすると共に、リアルタイムに近い速度でシミュレーションを行うことで、自然画像刺激に対する網膜神経節細胞の情報処理の解析など、生体内の視覚情報処理の具体的な理解を促す教育媒体を作ることを目的とする。

## 2 網膜数理モデル

使用するモデルは芹澤が提案した数理モデルを簡略化して利用した [1](図 1)。芹澤のモデルは各錐体タイプのスペクトル感度を考慮しているが、本モデルはスペクトル感度を考慮せず、グレースケール画像を入力刺激とすることで、単純化を行っている。流れとしては、入力画像をグレースケール化し、van Hateren ら [2] が構築した錐体応答モデルに通す。その後、受容野 (DOG 関数) フィルタに通し、双極細胞応答モデル、シナプス前電流モデル、最後の網膜神経節細胞モデルである Izhikevich モデル [3] を通すことでスパイクを発生させる。

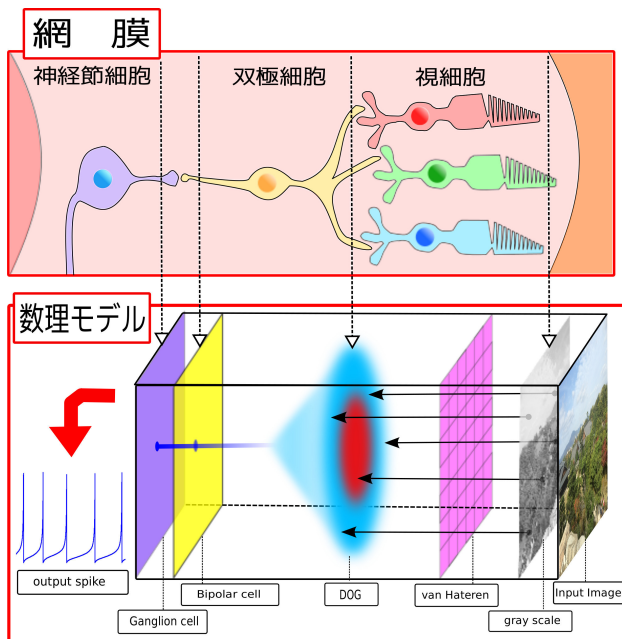


図 1 網膜数理モデル概念図

## 3 アプリ設計・開発

実際の風景を見たときに網膜神経節細胞がどのようなスパイクを発生させるのかを直感的に確かめることがこのアプリの目的である。よって、アプリの大まかな流れとしては、スマートフォンで撮影した写真を入力としてシミュレーションを行い、結果をグラフで表示だけでなく、スパイクタイミングの違いを直感的にわかるようにスパイクが発火したら音として出力するように構築する (図 2)。

開発は Android Studio で行った。グレースケール化には、画像処理に適したライブラリである OpenCV を用いた。シミュレーションは、アプリの一部を C 言語で記述できる Android-NDK を用いることで、できるだけ高速に処理できるように

した。グラフ表示には Android 専用グラフィックライブラリである afreechart を用いた。

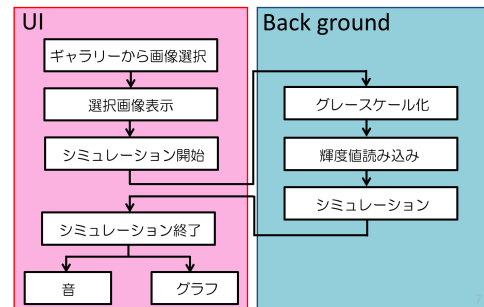


図 2 本アプリの設計図

### 3.1 再現性確認

網膜神経節細胞の受容野の特性には、入力された二次元刺激の空間周波数が高くなるほど発生するスパイク頻度が多くなるが、空間周波数が高すぎるとスパイクが発生しなくなるというバンドパス型特性がある。この特性を再現できているかを確認する。入力する刺激は図 (a) を基準に空間周波数を高くしていった計 4 枚の  $50 \times 50$ [px] の画像で、シミュレーション時間は  $100$ [ms] である。

図 3 は、アプリ上で求めたラスタプロットである。a から c になるにつれて、スパイク頻度が多くなっているが、d はほとんどスパイクを発生していない。よって、受容野の空間周波数特性を再現できていることを確認することができた。

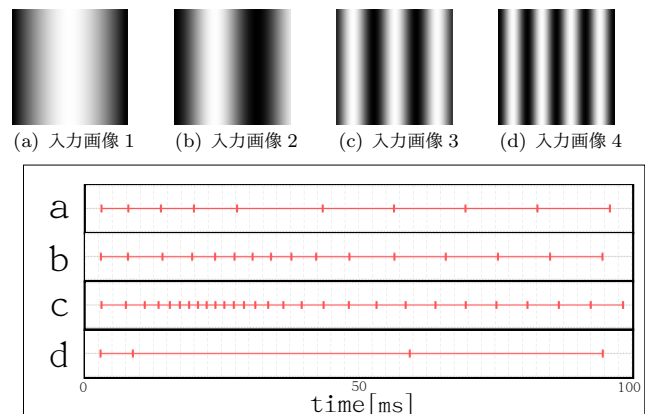


図 3 アプリ上で得たラスタプロット

## 4 まとめ

本研究では、自然画像に対する網膜神経節細胞の情報処理の解析を行うための基礎的なアプリを開発した。簡略化した網膜神経節細胞モデルを、アプリとしてインプリメントした結果、網膜神経節細胞の受容野の特性を再現できていることを確認した。

また、シミュレーション時間  $100$ [ms] で  $50 \times 50$ [px] の画像を入力した場合、約 7 分の計算時間を要する結果となった。実用的なアプリにするためにはより高速化する必要がある。今後は、高速化の為、使用モデルの改良や別端末での処理が必要になると考えられる。

## 参考文献

- [1] 芹澤弘和 (2013), 平成 25 年度修士論文。
- [2] van Hateren J.H. and Snippe, H.P.(2007), "Simulating human cones from mid-mesopic up to high-photopic luminances", J. Vis., 7, 1-11.
- [3] Ishida, R., Okuno, H., Hayashida, Y., Cho H., Hasegawa, J. and Yagi, T.(2013), "Hardware implementation of retinal spike dynamics based on a physiological model" Proceedings of Life Engineering Symposium 2013 ,141-144.