

画像処理を併用した最適化による 動画からの神経活動検出(適用編)

竹川 高志 工学院大学情報学部システム数理学科 准教授

キーワード: スパースモデリング、大規模最適化、顕微鏡による動画計測

概要

脳の光計測は、多くの神経細胞の活動を動画データとして記録できるため脳の原理解明に極めて有効な手法ですが、画像内で細胞が重なり合っている上にノイズが大きく、正確な活動状況の検出が困難です。我々の開発した「HOTARU」は、大規模な記録データに対しても高速に、高精度な細胞活動の自動検出ができるシステムです。細胞の活動や動画の揺らぎに対する事前知識を数理モデル化し、物体検出の画像処理技術を組み合わせ、動画からノイズ除去した細胞活動を分離します。本システムは生体記録以外の分野にも応用可能性があるものです。

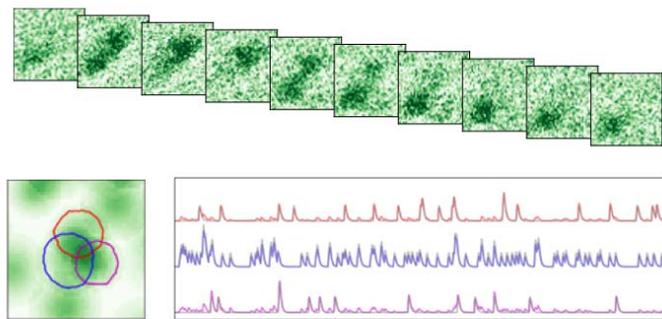


図1: 技術の概要. カルシウムイメージング動画(上)から細胞形状(左下)とその細胞の活動(右下)を正確に推定する.

アピールポイント

- 誤検出、検出漏れが少ない
- パラメータの調整が不要
- 重なり合った細胞の活動を混線させずに独立に分離できる
- 数10GBを超える大規模データに対しても安定して動作する

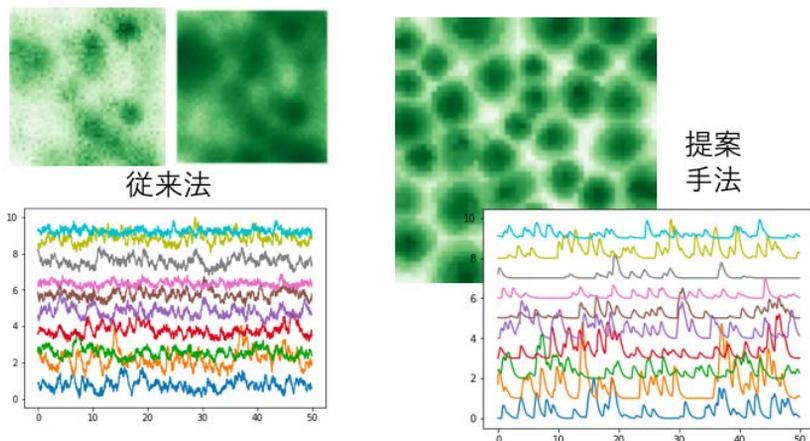


図2: 生体の顕微鏡画像でノイズが大きいため、細胞の形状と活動を正確に抽出することが困難だったが(左)、スパース最適化と画像処理の組み合わせにより精度を大幅に向上することができた(右).

利用・用途分野

- 重なり合った信号源を記録したデータからノイズを除去して個々の信号源を分離する
- カルシウムイメージングデータでの脳活動記録の分析

関連情報

- 知的財産権 = 情報処理装置、方法、及びプログラム、出願人: 工学院大学、特願2016-083093
- 競争的資金 = 科研費 基盤(B) 2019~2021年度、JST CREST 2016~2018年度、科研費 若手(B) 2014~2016年度
- 関連論文 = Automatic sorting system for large calcium imaging data, biorxiv, 2017.
- 関連 URL = <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/215145v1>

工学院大学 研究戦略部 研究推進課

〒163-8677 東京都新宿区西新宿一丁目24番2号 〒192-0015 東京都八王子市中野町2665-1
TEL:03-3340-3440 FAX:03-3342-5304 TEL:042-628-4940 FAX:042-626-6726
E-Mail:sangaku@sc.kogakuin.ac.jp URL:<http://www.kogakuin.ac.jp>

画像処理を併用した最適化による 動画からの神経活動検出(理論編)

竹川 高志 工学院大学情報学部システム数理学科 准教授

キーワード: スパースモデリング、大規模最適化、顕微鏡による動画計測

数理モデルと画像処理

脳のカルシウムイメージング動画は、重なり合った細胞の活動が色素の声質による時間的なゆらぎや顕微鏡観測によるノイズとともに観測される。提案手法の基本アイデアは観測データを、細胞の形状とカルシウム濃度変化の直積と仮定し、データとの誤差を小さくするという単純なものだが、カルシウムの時間変化の性質、細胞形状の性質、ゆらぎの性質などをベイズ理論やスパースモデリング、画像処理により効果的にモデルに組み込むことで従来法に対して高い精度を実現している。

大規模演算の高速化

実験機器や技術の発達により、100GBを超えるようなデータについても対応する必要がある。数理モデルを最適化問題として解く際に、計算量を大きく削減する独自の定式化を行っている。また、TensorFlowを利用したGPUによる並列計算を実装することによりスケーラビリティにも優れている。

利用・用途分野

本研究で用いた「事前知識のモデル化」やスパース性を持つモデルの高速な解法は、より広い分野への応用が可能である。

関連情報

- 知的財産権 = 情報処理装置、方法、及びプログラム、出願人: 工学院大学、特願2016-083093
- 競争的資金 = 科研費 基盤(B) 2019~2021年度、JST CREST 2016~2018年度、科研費 若手(B) 2014~2016年度
- 関連論文 = Automatic sorting system for large calcium imaging data, biorxiv, 2017.
- 関連 URL = <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/215145v1>

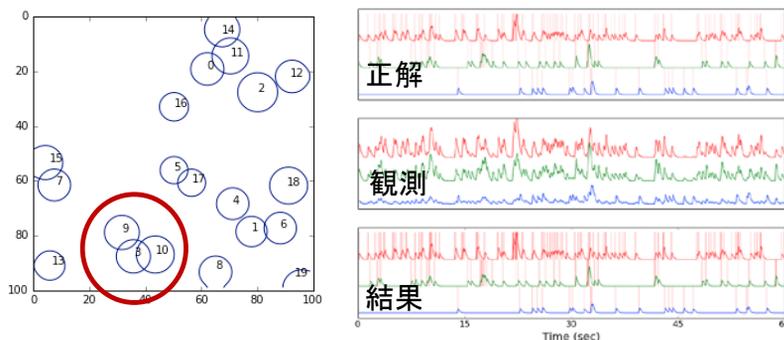


図1: 人工データによる精度の評価. 重なり合った細胞の活動をノイズとクロストークを含んだ観測データから正確に検出できている。

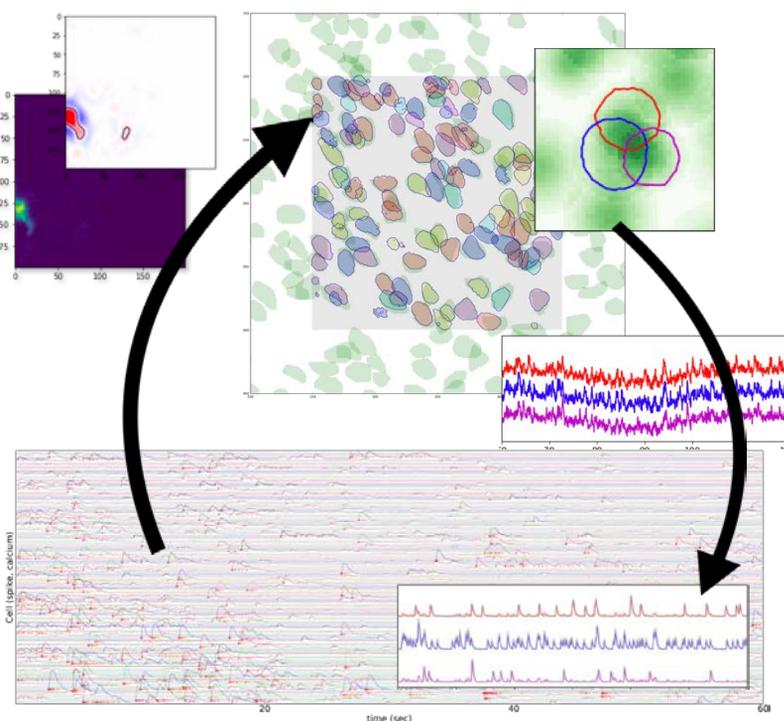


図2: 技術の概要. 画像処理によって求めた細胞候補(右上)から各細胞候補の活動を推定し(下), 得られた活動時系列を用いて細胞の形状を改善する. スパースモデリングを駆使して, 反復を繰り返した際の安定性を保ち, 正しい細胞候補のみを残すことができる。