

## 海馬の神経ネットワークエディター

7E-1

秋山 修二 重松 征史 飯島 敏夫 松本 元

電子技術総合研究所

神経活動の情報処理機能の解明には、モデルの構築による解析、シミュレーションが重要な手段である。基本単位となる神経細胞群とそのアーキテクチャたるニューロネットワークからなる神経情報処理モデルの作成においては、神経回路の結合と神経細胞の数式構成とともに、解剖組織的、機能領域の空間構造関連への考慮が必要である。従来の生理実験の計測データが、微小電極による小数の局所点の神経活動であることと、解剖学的位置もマクロな把握であったため、その構造的情報が少なく、モデルでミクロに定めることが困難であった。このためネットワーク編集も比較的単純であった。しかし、最近の光学的測定による、神経活動の観測は、解剖学的位置もミクロに把握できかつその神経活動の機能構成の把握が可能になってきた。また、神経細胞の解析、シミュレーションも細胞体、軸索、デンドライドなどを考慮した密度の高いものが可能になってきている。

我々は、海馬の神経活動の光学測定計測データを基礎にして、学習と記憶の機能解明研究を行っている。海馬の機能構造を表現している神経活動分布の光学測定により、従来のラメラ(階層)構造説の変更など、新たな生理知見もえている。海馬の機能活動をもとにして、情報処理方式とそのアルゴリズムを解明するため、機能領域の構造的な集合体として海馬神経モデルを構築している。そのモデルは生理データとの対応でえられるものであるから、現実の海馬との適合性は高い。このために、光学測定データの特色である神経の空間時間活動、信号の高精度と解像度の波形に基づいた認識による海馬の機能領域の抽出方式を、開発した。

このようにしてえられた機能領域とその機能領域間の結合モデルを順次作成していくために、個々の神経細胞の内部メカニズムのモデリングと併せて、柔軟性のあるネットワークエディターが必要であり、本報告はそのプロトタイプの開発に関するものである。

神経回路網の作成、編集を、図に沿って説明する。

まず、該当の海馬スライスの光学多点同時計測データから、機能領域分類プログラムにより、海馬(この例では海馬のスライスの神経活動)を複数個の機能領域に分類したものがえられる。(図1)

各機能領域内の小数の神経細胞からなる基本神経回路を作成する。この基本単位のパラメータ設定は実際のデータとシミュレーション計算の試行結果の比較により定めることができる。この基本回路をそれぞれの神経回路網に割り当てる。(図2)このような機能領域間を結合する。

各段階の神経回路モデルの編集においては、結合状況を対話的に分かりやすく表

示, 修正をおこなう。(たとえば, ある神経細胞の軸索(出力は, どのような神経細胞群に結合されているか?, あるいは, 特定の条件を満たすデンドライトのシナプス結合を抽出, 表示, 修正, 除去, 追加などをおこなう。)

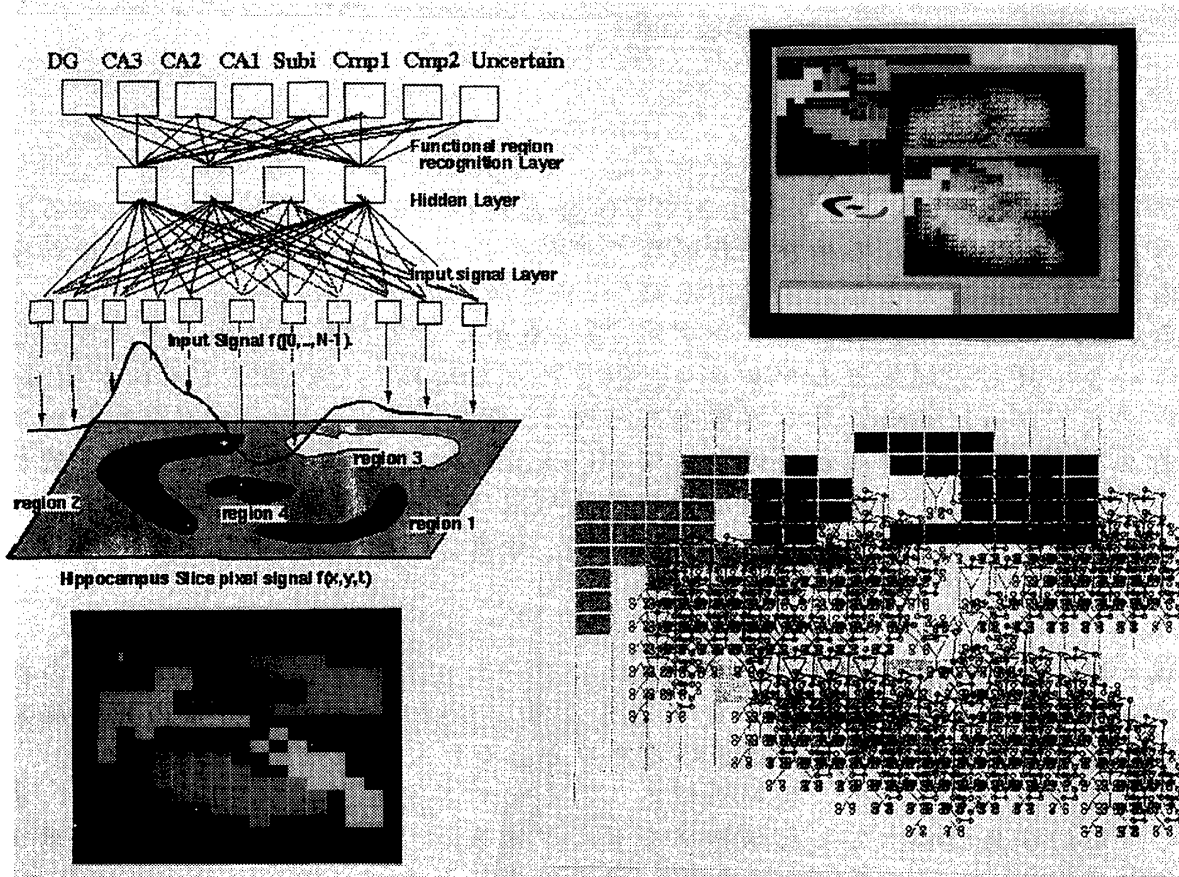


図1 海馬スライスの神経活動の認識方式と機能領域分類

図2 機能領域への神経単位の割り付けとそのモジュール編集画面

このエディター作成にあたっては, 神経活動など巨大データを扱う部分と対話処理インターフェースは, C言語により作成し, 神経ネットワークの各機能領域構造, 結合関係, などの情報の因果関係など, 論理操作を頻繁に必要とする部分は, PROLOG言語で記述した。(初期タイプはパソコン上で, 現在はSPARC2に移行: KABAPROLOG) これは, 内部情報の編集は宣言的に行うことができ, 構造的な見透しが良く, 編集との整合性が良いことによる。神経モデルの探求は, 生理の知見では不十分であるから, 柔軟性と多数の試行を支え, 多くの関連情報との適合性を常に, 整理維持することが可能になった。

編集作成された神経回路網から, 可塑性を含めた学習機構を組み入れ, 状態方程式を作成し, 実際のシミュレーション計算や, 学習機能などの検討能力が高まった。

本研究では, 光計測装置の開発者である市川氏の支援に, 感謝致します。

#### 参考文献

- (1) 秋山他 海馬の神経活動の動画処理解析  
画像の認識, 理解(MIRU'92)シンポジウム I-177 1992, July
- (2) Iijima et al, Real-Time Imaging of the topographic entorhinal-hippocampal projection and the following information flow in the hippocampus IIB-6 11-th Symposium on Future Electron Devices