

## 高次脳神経網とパケット通信網の比較検討

## 1C-4

O中島 功、有本好徳\*、山本 稔\*

東海大学、郵政省通信総合研究所\*

生物の情報処理形態である並列情報処理(図1)は、直列情報処理である現行のノイマン型コンピュータでは不十分である”あいまいな判断”, ”予測”, ”感情”などの非線形な情報処理を柔軟におこなっている。神経細胞は、1つの細胞が他の細胞と軸索、シナプスをメディアとしてパルス変調したアナログ通信をおこなっている細胞(cell, node)と見なすことができる。つまり神経細胞は通信により他細胞を興奮あるいは抑制し、細胞群のなかで一定のパターンを形成し、ヒトはこのパターンを特定な事象として判断しているものとする。これをパケット通信ネットワークに置き換えると、細胞の脱分極の頻度は、パケットの呼の数、細胞の特徴は、局の特徴、データは入力された情報とみなすことができる。本論は、高次神経網とパケット通信網の比較検討を行うとともに、パケット通信網技術を神経網へ応用する可能性を模索する。なお通信と情報処理は、データの内容が変化するかにより定義されるが、本論では次のごとく通信を定義する。[通信は必ずしもデータの内容が透過的でなく、またデータを取り扱う各nodeは、データの内容を把握することができる。]この2点が実際の通信と異なる。むしろ”通信”=シリアル処理と置き換えて考えることができる。

## 1、仮定

神経細胞群は、入力に対して特定のパターンを形成し、このパターンを認識機構(たとえば後頭葉)が判断して、ある事象を判断しているものと仮定する。いくつかの臨床事象によりこのような機構が推論されているが、あくまでも仮定である。この認識機構は、細胞群の形成するパターンと入力信号を照らし合せ、パターン学習を行うもので、神経細胞群のトポロジを、パターン化により学習する。パターンが類似しているものは連想とする。

## 2、シリアル処理

神経細胞は、通信という側面で見ると、シナプスでランダム結合した局とみなすことができる。このランダム結合は、色々な確立法則で近似される。

## 1,疎な結合(ポアソン分布)

## 2,密な結合(正規分布)

このような近似は、たとえばパケット交換における時間tにおけるn個の呼(通信)を発生させる確率と同じ結果になることは、簡単な数理で求められる。神経網は通信にて複数のnodeが同時に処理[シリアル処理]を行う網と考えられる。このシリアル処理には、次のような特徴が考えられる。

- 1,高速処理には適さず、時間をかけてよい処理に適する。
- 2,システムの拡張が容易。
- 3,ネットワークの構築がハードウェアにより柔軟に行える。
- 4,システム間の距離の制限がない。
- 5,独立した監視機構が認識を行える。
- 6,ロック状態や平衡状態が1つの現象として成立する。

## 3、医学と通信の比較

脳における神経ネットワーク、つまり神経細胞と神経細胞が互いにおこなう通信は、外界から観察することは極めて難しい。1つの手法として外傷、頭蓋内出血、脳腫瘍など神経ネットワークの構築に異常

---

New Principles on Neural Networks with Packet Communications Topology

Isao NAKAJIMA, Yoshinori ARIMOTO\*, Minoru YAMAMOTO\*

TOKAI University, Communications Research Lab. of MPT\*

を起こしたケースにおいて、障害に対比する神経症状をもってネットワークを推測することができる。患者を介して通信制御、通信範囲、通信機能を探るもので、例えば、（カッコ内は比較される通信機能）

- 1, 小脳は運動を制御する中枢とされているが、小脳を摘出しても歩行が可能（代償機能）。
- 2, 記憶はシナプスのレベル変化により学習される。レベルの変化が容易でない老人は、新しい記憶が柔軟に行えない（パケット通信のNETWORK ROMの機能に類似）。
- 3, 左脳で認識した情報は交連繊維を障害すると右脳に伝達できない（gateway機能）。
- 4, 脳の障害では、四肢の運動機能障害など局所の症状を伴うこともある（局在性）。
- 5, 精神分裂病は、各脳における処理は正確に行えるが統合ができない。（統括コントロール障害）

4、生物情報の階層化モデル（図2）

生物情報、ことに進化を踏まえ通信（ISOの階層化モデム）と比較すると図2のごとくの階層化モデムが検討できる。たとえば、左右の脳を連絡している脳梁は開放型中継システムと置き換えることができる。このような医学と通信の比較は、脳の機能を通信でモデル化するために極めて重要な考えである。

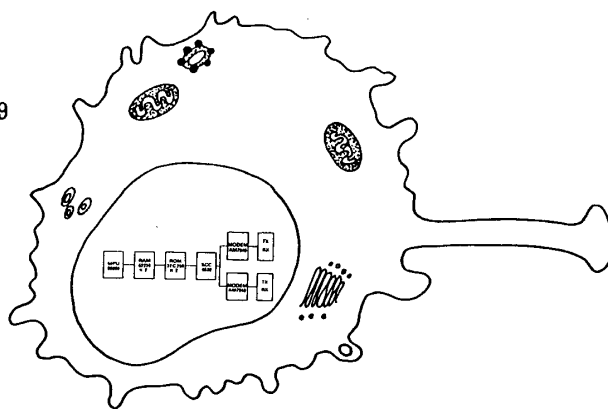
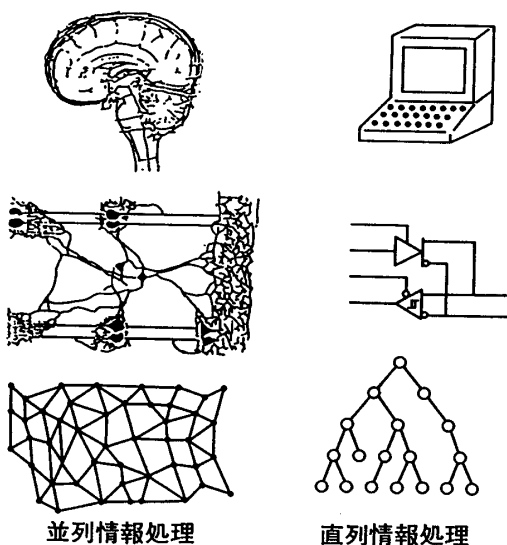
5、展望

脳の学習、推論などのあいまいな非線形処理系は、現行の直列情報処理であるノイマン型コンピュータとは異なった処理系である。これまでのニューラルネットワークでは、神経細胞を単にアナログ結合のデバイス【たとえば3層構造】として捕らえただけで、これで脳の高次機能を十分に解析することは難しい。1mm<sup>3</sup>中に140万個にもおよぶ細胞、1細胞から突出する軸索は多いもので1万本、これが組み合う高次の脳の構造を、パーセプトロンの階層ネットワークや脳神経の第2番目の枝でしかない視神経の受容体構造をもって説明することは、解剖学的、網学的にも無理がある。高次脳の形態を観察できる医師と通信ネットワークの科学者が行う医学と通信の比較検討は、新たな高次脳神経網解明のアプローチになるものと考えている。

参考文献

- 1, 甘利俊一；神経回路網の数理、産業図書 東京 1978
- 2, 中島 功；ニューロコンピュータ, MRM 28;12-17,1989

図1；並列情報処理と直列情報処理



神経細胞

図2：生物情報の階層化モデル

