

7F-5

神経回路網による時系列パターンの認識と応用

澤部 直太 岡田 謙一 横山 光男 北川 節

慶応義塾大学

1. はじめに

音声信号にしる、画像信号にしる、それらを実時間で連続信号として扱うことは工学的に有用である。また、連続信号から何らかの認識を行うことを考えると、ある瞬間の信号を認識することよりも、その信号の遷移を認識することの方が重要になってくる。そこで、本研究ではこうした実時間での連続信号認識を行うために、その核となる時系列パターン認識モデルを神経回路網により構成し、その処理能力と応用について考察を行う。

時系列パターンを神経回路網で取り扱う場合、時間を空間パターンに展開するものと、時間そのものとして扱うものに大別できる。空間パターンに展開するものには<sup>[1][2]</sup>二見らのモデルがその代表として挙げられる。こうしたモデルは、展開されている時間幅以上の時系列の認識はできず、不定長の時系列を認識するには適していない。そこで不定長の時系列を認識するためには時間をそのものとして扱う必要があり、そうしたモデルを<sup>[3]</sup>二見らが「ニューロ棒」を用いて、また<sup>[4]</sup>森田らが「刺激蓄積効果」を用いて示した。

本研究はこれら2つの研究を発展させたものとして位置づけられる。

2. 本研究の目的

本研究は連続信号を実時間で、その遷移状態を認識することを目的としている。そこで、従来のモデルについて、ここで問題としている点について述べる。

a a a b b b c c c  
 a a a a b c c  
 a a b b b b c c

図1 同一の遷移を表す時系列の例

Neural network model for pattern recognition of sequential data and its application  
 Naota SAWABE, Ken-ichi OKADA, Teruo YOKOYAMA, Misao KITAGAWA  
 KEIO Univ.

まず連続信号で認識を行う従来のモデルでは、セグメンテーションされているものが多い。しかし実際の信号ではセグメンテーションされていないと考えるのが普通なので、本研究のモデルではセグメンテーション無しの信号を取り扱うものとする。

また、従来の時系列を認識するモデルでは、学習された時系列に時間伸縮が起こった場合、神経素子の入出力特性によってこれを許容していた。しかし、本研究のモデルでは遷移状態を認識することを考えているので、図1に示した時系列はどれも a → b → c という遷移を表すものとして同一と見なす。

さらに、従来のモデルでは誤りを含んだ入力に対する考慮を行っていないが、本研究ではこれを行う。

3. 時系列パターンを認識する神経回路モデル

3.1. モデルの構成

モデルの構成を図2に示す。これは連続信号のある時刻における状態を認識するS層と、そうした状態から作られる時系列を認識するR層の二つの神経素子群に分けられる。S層神経素子はR層神経素子と1対1の対応をしており、S層神経素子の出力は他の組のR層神経素子には結合していない。また、R層神経素子同士はある方向付けられた近い結合をしている。また、ここで用いられた神経素子の動作は離散時間系では

$$U(t+1) = \alpha U(t) + \Sigma(x, w) \quad (0 < \alpha < 1) \quad \dots (1)$$

として表されるものとする。ここで、Uは神経素子の内部状態で、wはそのシナプスベクトル、xは入

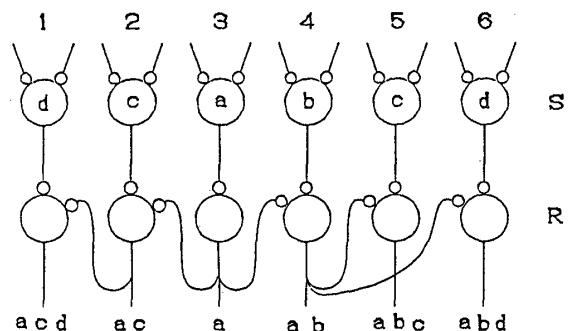


図2 モデルの構成

カベクトルである。

初期状態ではS層神経素子のシナプスはランダムな値を持ち、R層神経素子のシナプスはある一定の値を持っている。

また、モデルに対する学習は、森田らの学習法とほぼ同じ原理で行われる。

### 3. 2. モデルの動作

図2に示されているモデルでは、時系列abc、abd、acdが学習されている。このモデルに対して、図1に示したような時系列を入力したとする。すると、まずaが連続している間はR3が強く反応して、それにともなってR3と結合しているR2、R4は弱く反応する。次に入力がbに変わるとR4が強く反応し、bが続いている間はR4はそのまま強く反応し続け、またR4と結合しているR5、R6が弱く反応して、R2、R3は減衰してゆく。そして、入力がcに変わるとR5が強く反応して、この時点で時系列abcが認識されたとみなされる。

また、図2のモデルでは、R3のみが時系列の先頭を認識する素子となっているが、これは入力された時系列のすべての要素に対して動作しているので、認識したい時系列が入力された時系列の途中であっても認識できる。つまり、セグメンテーションされていない時系列の認識が可能であることを示している。

### 4. モデルの処理能力

このモデルを用いて実際の連続信号を認識しようと考えた場合、その信号には何らかの誤りが含まれていると考えるのが普通である。そこで、このモデルによってどの程度誤った時系列が正しく認識できるかを考える。

まず、図3(1)に示されたようなあいまいな時系列が入力されたとする。ここで、矢印についている数値は遷移確率である。ここで、入力された神経回路網に時系列abcのみが学習されていれば、こ

の入力からabcが認識されるし、adcのみが学習されていればadcが認識される。またabc、adc共に学習されていたならば、両方の認識素子が反応するが、遷移確率よりabcの方が強く反応する。

つまりあいまいな入力に対しては、学習されている時系列のうち最も確率の高いものとして認識する。

次に、図3(2)に示すような誤った時系列が入力されたとする。これらはどれもabcを誤った例である。ここでもしも誤った時系列(adc、ac、abdc)が学習されていたならば、これらはそのまま認識されてしまう。しかし学習されていなかったならば、それに最も近いものが学習された時系列から選ばれることになるので、abcとして認識される可能性が高い。

### 5. おわりに

以上のように、本研究で構成したモデルは実時間での連続信号認識において有効であることが確かめられた。

今後の研究としては、こうしたモデルを連続音声認識へ応用することが考えられる。そのためには連続音声から音素列に変換するシステムを前処理として用意して、その出力をモデルへの入力とする。するとこうした音素列には図3に示したような誤りが含まれていることが予想される。しかし認識したい音素列(単語など)を学習させたモデルによって、誤りを含んだ音素列から目的とする音素列が認識できる。

### [参考文献]

- [1]二見、星宮：時系列パターンを学習・弁別する神経回路モデル、信学論 J68-A,5,pp481-488(1985)
- [2]二見、星宮：短期記憶に基づく階層的時系列パターン認識の神経回路モデル、信学論 J70-D,6,pp1235-1241(1987)
- [3]二見、橋場、星宮：時系列発生機構を内包する時系列パターン認識の神経回路モデル、電子通信学会技術研究報告MBE87-142,pp301-308(1987)
- [4]森田 他：時系列パターンを認識・記憶する神経回路網の研究、SICE'87 第26回予稿集 Vol I,JS8-5,pp93-94(1987)

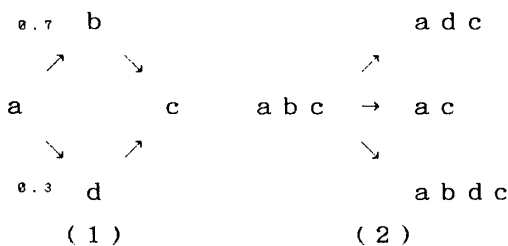


図3 誤った時系列の例