

# 学位論文の要旨

氏名

張 柯

学位論文題目

形態学的連想記憶の研究

本論文は、Ritter の形態学的連想記憶に関する新しい想起過程の提案を行い、その連想記憶装置の想起率の求め方を明らかにした研究をまとめたものである。

第1章は、

本研究の目的と基本内容を簡単に紹介した。

第2章は、

神経回路網の理論と形態学的な神経回路網の基本原則を紹介して上で、形態学的な神経回路網と従来の神経回路網の相違点と長所について検討した。

第3章は、

形態学的連想記憶の基本原則、定義、重要数式を利用して、下記の形態学的連想記憶に関する内容について検討した。

- 1) 核の決定法
- 2) 完全想起の条件
- 3) KIPとKOPの定義。

また、形態学的連想記憶の想起率に関する解析を行って、連想記憶の想起率を計算できる理論式を提案し、実験データを利用して、形態学的連想記憶の想起率の理論式の精度を考察した。

第4章は、

形態学的な記憶配列MとW の特性を利用して新しい核パターンの作成法を利用し、双対な形態学的連想記憶を提案し、双対な形態学的連想記憶の理論解析を行った。

第5章は、

形態学的連想記憶の理論式から想起率を上げるための方法を議論した。

## 論文審査の要旨

報告番号	理工論 第 号	氏 名	張 柯
審査委員	主 査	村島 定行	
	副 査	中山 茂	森 邦彦
		淵田 孝康	

学位論文題目    Studies on the Morphological Associative Memory  
(形態学的連想記憶の研究)

### 審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は形態学的な連想記憶の想起率と想起過程を扱ったもので、全文6章より構成されている。

第1章は序章である。第2章ではニューラルネットワークの基礎と形態学的なニューラルネットワークについて解説している。さらに連想記憶のこれまでの研究を紹介している。Ritter 氏の提案した形態学的な連想記憶の意義と問題点を述べている。

第3章では形態学的な連想記憶の完全想起に関する条件について議論し、条件を導き出している。この条件を基に想起率の一般的な式を求め、多くの実験がほぼ完全に説明できることを示している。ここで連想記憶の核と記憶パターンとの間でパターン内核 KIP とパターン外核 KOP という概念を導入している。

第4章ではRitter 氏の形態学的な連想記憶の想起過程と双対な想起過程があることを示している。これは従来の方式の白と黒を反転した形になっており、この二つの想起過程には優劣はなく、二つ揃って完全な体系を構成すると述べている。この新しい想起過程についても3章の理論を適用して、完全想起の一般式を求め実験と一致することを示している。

前章とこの章の研究で形態学的な連想記憶の基本的な部分が明らかになった。想起過程が2種類あり、いずれも記憶パターンと核の関係 KIP と KOP がわかれば想起率が計算できることなどである。

第5章ではこれまでの成果をうけて、明らかになった形態学的連想記憶の特性を扱っている。核の数は1 bit ~ 5, 6 bit 或いはそれ以上もあり得るが2 bit の場合が最も想起率がいいことや記憶パターンの画面の大きさが大きくなれば想起率が上がることを示している。

第6章では結論を述べている。

以上、本研究は①新たな想起過程の発見と②想起率の仕組みの解明という二つの重要な寄与をなしており、この分野の研究の進展に大いに役立つものと考えられる。

よって、審査委員会は博士(工学)の学位論文として合格と判定した。

## 学力確認結果の要旨

報告番号	理工論 第 号	氏 名	張 柯
審査委員	主 査	村島 定行	
	副 査	中山 茂	森 邦彦
		淵田 孝康	

張 柯 氏の論文発表会は2月13日13時30分より、情報工学科第73講義室で行われた。主査及び副査の4名は学位申請者本人に対して、論文の内容について質疑応答を行った。

質疑応答の中で出された主な質問は

1. 想起率に関する実験はどのような条件で行っていますか。  
 答え：想起したい記憶パターンに乱数で適当なビットを反転させたものを1万パターン入力し、想起実験を行いました。その平均です。
2. KIPとKOPの値が重要だということですが想起率との関係はどうなっていますか。  
 答え：KOPだけで構成できるのが理想ですが、KIPも次善の策として認めています。従って合計KOPの値によって想起率は決まります。逆に言えばKIPの総和が少ないほど想起率が高くなります。
3. 示された実験では表核を使ったものが裏核を使ったものより想起率がいいように見えますがその理由は何ですか。  
 答え：実験で選んだ記憶パターンに原因があります。表核と裏核ではパターンをひっくり返した関係になっており、特に表核が優れているという理由はありません。実験で採用したパターンで、たまたま KIP の少ない核が選ばなかったのが原因です。
4. 核の数と記憶パターンの大きさと想起率の関係が説明があればわかりやすいのではないかと。  
 答え：記憶パターンの画面の大きさが大きくなれば想起率があがるといわれています。また核の画素数と想起率との関係は少なくとも大きすぎても問題があります。ここで示した20×20の画面については核の数=2の場合に想起率が最もよかったです。これは画面の大きさが変化すれば変わる可能性があります。
5. 連想記憶を実現するのに必要なメモリーは幾らになりますか。  
 答え：画面サイズをNとしてNの4乗です。
6. 連想記憶の核が想起に重要な働きをしていることを示されましたが、核の決定はどうやるのですか。  
 答え：この論文では主題と離れていたのでは触れませんでした。現在のところ核の条件を示した式を満たす核を試行錯誤で求めています。通常核の決定には時間がかかります。核の決定を早める研究をしている人もいます。核が存在しないから求まらないのか、存在するがまだその核が見つからないのかの判断は簡単ではありません。
7. 記憶パターンを記憶しておいて入力パターンとの距離を計算し、どの記憶パターンか判断する方法と比べて、形態学的な連想記憶のメリットはどの辺にありますか。  
 答え：コンピュータシミュレーションで行う限りは違いがあるとはいえません。しかし形態学的な連想記憶は「最大を取る」、「最少をとる」というより原始的な演算に基づいていますのでハードウェアを考えると違いが出てきます。

以上、ここに記載した質問とそれ以外の質疑に対してほぼ適切な応答がなされた。よって審査委員会は、申請者が博士（工学）の学位を与えるのに十分な学力並びに見識を有していると判定した。