

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 19120080150453

UDC_____

廈門大學

博 士 学 位 论 文

脉冲扰动下时滞递归神经网络的动力学行为研究

Research on Dynamical Properties of Delayed
Recurrent Neural Networks with Impulsive
Perturbations

李 晓 迪

指导教师姓名: 付 希 林 教授

专业名称: 应 用 数 学

论文提交日期: 2011 年 4 月

论文答辩时间: 2011 年 5 月

学位授予日期: 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 4 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

自从20世纪80年代人工神经网络迎来其第二次研究高潮以来,包括 Hopfield 神经网络、Cohen-Grossberg 神经网络、细胞神经网络、双向联想记忆神经网络及一些其它网络模型被相继提出.据不完全统计,目前已有神经网络模型近百种.它们在优化计算、联想记忆、模式识别、保密通讯、图像处理、自动化控制、预测估计、专家系统及经济管理等领域有着广泛的应用.而这些应用又在一定程度上表现为这些网络模型的动力学行为.因此,对人工神经网络动力学行为的分析已经成为当今国际学术界研究的热点和前沿问题之一.

本文主要讨论脉冲扰动下时滞递归神经网络的动力学行为.全文的主要研究工作包括:

第一章 概述了神经网络的基本特征和发展简史,指出了研究递归神经网络动力学行为的实际意义,并讨论了时滞和脉冲对神经网络动力学行为的影响.最后给出了本文的基本结构.

第二章 针对脉冲扰动下时滞递归神经网络进行平衡点稳定性的分析和研究.首先,利用 Banach 不动点定理、拓扑度理论、Brouwer 不动点定理、线性矩阵不等式(LMI) 及 Lyapunov-Krasovskii 泛函研究了脉冲扰动下具 Leakage 时滞递归神经网络解的整体存在唯一性、平衡点的存在唯一性及其全局吸引性.其中,得到的保证平衡点全局吸引性的判定准则是基于 LMI 技术的,它不仅依赖于 Leakage 时滞和变时滞上界,而且放弃了对变时滞可微性的假设.即使不考虑 Leakage 时滞的影响,所得的结果中也有部分改进了现有的研究结果,具有较小的保守性.研究中所讨论的脉冲是一种积分形式的脉冲,即神经元受到的瞬时扰动不仅要依赖于神经元当前的状态还要依赖于其过去一段时间的状态.这类脉冲在一定程度上可以理解为一种广义意义上的脉冲,它反映了神经网络更加现实的动态性.这里值得一提的是,由于考虑了脉冲效应,通常为克服 Leakage 时滞使用的 Barbalat 引理不再成立,本章中我们给出了一种复杂而又有效的解决方法.两个例子及其数值模拟可以充分说明所得结论的有效性和优越性.其次,从脉冲控制角度,我们又讨论了具变时滞 Cohen-Grossberg-BAM 神经网络的脉冲指数稳定性.通过构造一类 Lyapunov-Krasovskii 泛函设计了适当的脉冲控制规律,使得不稳定的 Cohen-Grossberg-BAM 神经网络可以指数稳定化.同样,我们给出了一个数值例子说明所设计控制方案的有效性.

第三章 针对脉冲扰动下具混合时滞 Cohen-Grossberg-BAM 神经网络进行周期解的分析和研究.其中,所考虑的混合时滞包括离散变时滞和无穷分布时滞.我们得到

了保证网络模型周期解存在唯一且全局指数稳定的若干充分条件,而且我们的研究成果允许大范围持续脉冲的扰动,具有较强的鲁棒性.主要研究方法就是建立了一类新的脉冲时滞微分不等式,这也正是本章的亮点之处.这类不等式不仅可以用于具有界或者无界分布时滞的微分系统,而且还可以适用于持续脉冲扰动下的微分系统.最后通过两个数值例子将本章得到的结果与近期报道的研究成果相比较,说明我们研究结果具有更小的保守性.

第四章 针对脉冲或随机扰动下具混合时滞递归神经网络进行混沌同步的分析和研究.所考虑的时滞仍然为离散变时滞和无穷分布时滞.首先,通过构造适当的Lyapunov-Krasovskii泛函研究了仅脉冲扰动下具混合时滞混沌神经网络的完全同步问题,得到了一些基于LMI技术且易于实现的同步方案.其中,放弃了时滞可微及激励函数单调的假设,减少了一些人为性的限制.其次,我们将LMI技术与第三章所建立的脉冲时滞微分不等式相结合,得到了脉冲和随机同时扰动下基于LMI技术的完全同步方案.其中,也成功的放弃了时滞可微及激励函数单调的假设.据作者了解,目前在讨论随机扰动下时滞神经网络混沌同步问题中,放弃时滞可微性假设且基于LMI技术的研究成果尚不多见.

关键词: 递归神经网络; 稳定性; 周期解; 混沌同步; 平衡点; 脉冲; 随机; 混合时滞; Lyapunov-Krasovskii泛函; 线性矩阵不等式(LMI); 微分不等式.

Abstract

Neural networks such as Hopfield neural networks, Cohen-Grossberg neural networks, cellular neural networks, bidirectional associative memory networks and so on have been proposed one by one since the 1980s where neural networks met the second upsurge of the investigation. According to incomplete statistics, there are nearly a hundred kinds of neural networks to now, which have been widely used in many fields such as optimization calculation, associative memory, pattern recognition, secure communication, image processing, automation control, prediction and estimation, expert system, economic management and so on. Moreover, it has been shown that most of those applications are dependent on the dynamical properties of neural networks. Therefore, the investigation on dynamical properties of neural networks becomes one of the hot topics and active issues in the fields of international research.

This paper mainly deals with the dynamical properties of delayed recurrent neural networks under impulsive perturbations. It mainly includes:

In Chapter 1, the basic feature and a brief history of neural networks are firstly introduced. Then the practical significance of the investigation for dynamical properties of delayed recurrent neural networks are emphasized and the effects of impulses and delays on neural networks are also discussed. Finally, we provide the structure of the thesis.

In Chapter 2, the analysis and investigation on stability of equilibrium point of delayed recurrent neural networks under impulsive perturbations is given. First, the global existence and uniqueness of the solution and the existence-uniqueness and global asymptotic stability of the equilibrium point of the addressed networks are discussed by employing Banach fixed point theorem, topological degree theory, Brouwer fixed point theorem, LMI technique and Lyapunov-Kravsovskii functionals. The proposed results on the global asymptotic stability are based on LMI technique and depend on the Leakage delay and the upper bound of time-varying delays. Moreover, the differentiability of time-varying delays is dropped successfully in this section. In the absence of leakage delay, some of the obtained results are also new ones. The impulsive condition considered in this section is integral form which describes the fact that the instantaneous perturbations encountered depend on not only the state of neurons at impulse times but also the state of neurons in recent history, which can be regarded as the impulses in the generalized sense and it reflects a more realistic dynamics. It should be mentioned that the well-known Barbalat lemma is ineffective for the cases we are considering in this section due to impulsive effects and so a more compli-

cated analysis is established. Two numerical examples are given to show the effectiveness and advantages of the proposed results. In addition, the Cohen-Grossberg-BAM neural networks with time-varying delays are studied from the impulsive control point of view. Some sufficient conditions are established for the existence, uniqueness and exponential stability of the equilibrium point by using Lyapunov functionals, which may make the unstable Cohen-Grossberg-type BAM neural networks with time-varying delays exponentially stable via impulsive control. An illustrative example is also given to show the effectiveness of the proposed method.

In Chapter 3, the analysis and investigation on periodic solution of Cohen-Grossberg-BAM neural networks with mixed delays under impulsive perturbations is given. The mixed delays includes time-varying delay and unbounded continuously distributed delays. Some sufficient conditions ensuring the existence and global exponential stability of periodic solution are derived, which can be applied to neural networks with large impulsive effects and hence they exhibit good robust. The main method used in this section is a new differential inequality, which can be applied to system with not only finite or unbounded distributed delays but also the systems with persistent impulses. Finally, two examples with numerical simulations are given to show that the obtained results in this section have less restrictive than some recent works.

In Chapter 4, the analysis and investigation on chaos synchronization of recurrent neural networks with mixed delays under impulsive or stochastic perturbations is given. The mixed delays still includes time-varying delay and unbounded continuously distributed ones. First, by constructing suitable Lyapunov-Krasovskii functional, some LMI-based complete synchronization schemes are designed to guarantee the exponential synchronization of the chaotic neural networks with mixed delays under impulsive perturbations, which drops the assumptions that the time-varying delay is monotonically increasing and/or continuously differentiable and decreases the human factors. In addition, we study the exponential synchronization problem of the above mentioned neural networks under impulsive and stochastic perturbations and derive several new sufficient conditions ensuring the complete synchronization by employing the method of impulsive delay differential inequality which is established in Chapter 3, which also drops the assumptions that the time-varying delay is monotonically increasing and/or continuously differentiable. To the best of author's knowledge, up to now there is almost no LMI-based results on synchronization problem of chaotic neural networks under stochastic perturbations.

Key Words: Recurrent Neural networks; Stability; Periodic solution; Chaos synchronization; Equilibrium point; Impulse; Stochastic; Mixed delays; Lyapunov-Krasovskii functional; Linear matrix Inequality (LMI); Differential equality.

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

摘要	I
Abstract	III
符号对照表	IX
插 图.....	XI
第一章 绪论	1
1.1 神经网络简介	1
1.2 神经网络的发展简史	4
1.3 递归神经网络动力学行为的概述.....	7
1.3.1 研究的意义	7
1.3.2 时滞对神经网络的影响.....	11
1.3.3 脉冲对神经网络的影响.....	13
1.4 本文主要工作及结构安排	16
第二章 脉冲扰动下时滞递归神经网络的稳定性分析	18
2.1 引言	18
2.2 脉冲扰动下具Leakage时滞递归神经网络	20
2.2.1 系统模型与预备知识	20
2.2.2 整体解的存在唯一性	22
2.2.3 平衡点的存在唯一性	25
2.2.4 全局吸引性	27
2.2.5 例子与数值模拟	39
2.3 脉冲控制下具变时滞 Cohen-Grossberg-BAM 神经网络.....	44
2.3.1 系统模型与预备知识	44
2.3.2 指数稳定性分析	45
2.3.3 例子与数值模拟	54
2.4 本章小结	56

第三章 脉冲扰动下具混合时滞Cohen-Grossberg-BAM神经网络的周期振荡性分析.....	57
3.1 引言	57
3.2 系统模型与预备知识	58
3.3 周期解的存在唯一性及全局指数稳定性	63
3.4 例子与数值模拟	71
3.5 本章小结	76
第四章 脉冲或随机扰动下具混合时滞递归神经网络的混沌同步...	77
4.1 引言	77
4.2 脉冲扰动下具混合时滞递归神经网络的混沌同步	78
4.2.1 系统模型与预备知识	79
4.2.2 同步控制分析.....	81
4.2.3 例子与数值模拟	90
4.3 随机和脉冲扰动下具混合时滞递归神经网络的混沌同步	98
4.3.1 系统模型与预备知识	98
4.3.2 同步控制分析.....	100
4.3.3 例子与数值模拟	106
4.4 本章小结	110
第五章 工作总结	111
参考文献	113
作者在攻读博士学位期间发表的主要论文	127
致谢	128

符号对照表

符号	含义
\mathbb{R}	实数集
\mathbb{R}_+	正实数集
\mathbb{Z}_+	正整数集
\mathbb{R}^n	n 维欧几里得空间
$\mathbb{R}^{n \times n}$	$n \times n$ 阶的实矩阵
$\ \bullet\ $	欧几里得范数
$E(\cdot)$	随机变量的数学期望
$\mathcal{A} > 0 (< 0)$	\mathcal{A} 是正定(负定)矩阵
\mathcal{A}^T	矩阵 \mathcal{A} 的转置
\mathcal{A}^{-1}	矩阵 \mathcal{A} 的逆
$\lambda_{\max}(\mathcal{A})$	矩阵 \mathcal{A} 的最大特征值
$\lambda_{\min}(\mathcal{A})$	矩阵 \mathcal{A} 的最小特征值
I	单位矩阵
Λ	$\Lambda = \{1, 2, \dots, n\}, n \in \mathbb{Z}_+$
Ω	$\Omega = \{1, 2, \dots, m\}, m \in \mathbb{Z}_+$
$C(J_1, J_2)$	集合 J_1 到集合 J_2 连续函数全体组成的集合
$PC(J_1, J_2)$	集合 J_1 到集合 J_2 仅含第一类间断点且在间断点处右连续的函数全体组成的集合
$PC_b(J_1, J_2)$	集合 $PC(J_1, J_2)$ 中所有有界函数全体组成的集合
$PC^1(J_1, J_2)$	集合 $PC(J_1, J_2)$ 中满足函数导数仅含第一类间断点且在间断点处右连续的全体组成的集合
$PC_b^1(J_1, J_2)$	集合 $PC^1(J_1, J_2)$ 中所有有界函数全体组成的集合
$[x]^+$	$[x]^+ = (x_1 , \dots, x_n)^T$, 其中 $x = (x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n$
$[Q]^+$	$[Q]^+ = (q_{ij})_{n \times n}$, 其中 $Q = (q_{ij})_{n \times n} \in \mathbb{R}^{n \times n}$
*	* 表示对称矩阵中的对称项

符号对照表

符号	含义
$[\bullet]^*$	整数函数
$\{t_k\}_{k \in \mathbb{Z}_+}$	脉冲序列满足 $0 \leq t_0 < t_1 < \dots < t_k \rightarrow +\infty, k \rightarrow +\infty$
$(\Omega_1, \mathcal{F}, \mathcal{P})$	具有自然域流 $\{\mathcal{F}_t\}_{t \geq 0}$ 的概率空间, Ω_1 是样本点的全体, \mathcal{F} 是 Ω_1 上的一个 σ -代数族, 而 \mathcal{P} 是 \mathcal{F} 上的一个概率测度, 流 $\{\mathcal{F}_t\}_{t \geq 0}$ 满足通常的条件: 它是右连续的, 并且 \mathcal{F}_{t_0} 包含了所有概率测度为零的集合
$\omega(t)$	$\omega(t) = (\omega_1(t), \dots, \omega_m(t))^T$ 是定义在完备概率空间 $(\Omega_1, \mathcal{F}, \mathcal{P})$ 上的 m -维布朗运动
$C_{\mathcal{F}_0}^b((-\infty, 0], \mathbb{R}^n)$	所有有界, \mathcal{F}_0 可测, 在 $C((-\infty, 0], \mathbb{R}^n)$ 上取值且满足 $\sup_{-\infty \leq s \leq 0} E \psi(s) ^2 < \infty$ 随机变量 ψ 的全体组成的集合

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库