2019年国家级大学生创新创业

计划训练项目

结

题

报

告

学 院： 数学与统计学院

项目名称： 分数阶模糊细胞神经网络稳定性分析

项目类型： 创新训练

负 责 人： 李雪

联系方式： 15689312732

一、 项目简介（1000字左右）

本项目将研究一类分数阶模糊细胞神经网络模型的稳定性问题，该类模型结合了分数阶微分方程理论，模糊集理论以及神经网络理论，具有较强的理论价值。该类模型属于类脑模型的研究内容之一，也具备一定的实际应用价值。许多文献发表了有关细胞神经网络动态特性的研究结果，包括稳定性，发散性，同步性和混沌分析。然而，随着社会和技术的发展，模糊细胞神经网络已逐渐取代细胞神经网络，以便在通过差分模型实现神经网络时处理歧义和不确定性。同时，模糊细胞神经网络比细胞神经网络更受欢迎，因为它与各种图像处理应用程序兼容，例如边缘检测和模式识别。此外，由于放大器中延迟的切换速度有限，因此延迟在神经网络的实现中起着重要作用，并具有影响动态系统稳定性的能力。到目前为止，尚未充分解决涉及具有时间延迟的模糊细胞神经网络的定性问题的研究。

目前的模型大多建立在霍普菲尔德模型、反向传播模型等神经网络模型上，通过Lyapunov 稳定性理论、Lyapunov稳定性分析方法和Hanalay微分不等式分析方法，并运用itos微分公式来建立方程，将模型抽象成分数阶微分方程组，研究其各种稳定性；研究模型参数对系统稳定性的影响，探索模型最优稳定条件；对模型进行数值仿真，验证所的结论。通过建立在Lyapunov 稳定性理论上的稳定函数，首先确定参数和变量来推导分数阶方程，之后进行反复试验修改参数，最后联系实际扩展分数阶模糊细胞神经网络稳定性的应用，反思并总结研究中的各项不足。通过整数阶模糊细胞神经网络稳定性来推导出分数阶相关信息，推导模型稳定性条件并尝试将分数阶方程与实际建立联系，推广应用。

学生通过该项目的开展，能够训练学生对于复杂问题的建模、求解和分析能力，培养学生的论文写作能力，提高学生进行学术研究的思想意识。

1. 项目实施情况（请就研究目标、研究过程、研究成果、研究心得作全面总结（3000字左右））

我们此次研究的目标是基于自适应控制的分数阶诱导混沌模糊细胞神经网络，通过设置特定的控制器和自适应更新规律来实现驱动系统和响应系统的同步，具体结果通过观察误差系统在控制器下的是否趋向于0。针对于模糊细胞神经网络，我们组开始先从网络上搜索相关文献进行阅读，对于相关知识点例如：什么是控制器、更新规律、时滞等进行了详细的了解，通过分析他人的研究成果，通过对比模型进行分析不同模型之间的具体区别，从而确定自己的模型。

在开始研究初期由于大学期间对于模糊细胞神经网络方面了解甚少，所以一开始进度非常缓慢，开始时大家向一群无头苍蝇一样不知道向哪方面使劲，幸好有老师给我提出了明确的努力方向，老师和我们说让我们先了解下基础知识例如像分数阶导数定义，即使我们学过最基本的整数阶导数，但一开始还是不太理解，老师告诉我们让我们先去吧伽马函数学习下，在学习分数阶导数时我不仅学习了只是而且拓宽了自己的知识面，了解了什么是黎曼类型的分数阶导数，什么是开普拓类型的分数阶导数，这也改变了我以前对于只能对函数求整数阶导数的观点，在不断研究过程中，我也明白了写论文不是件简单的事，我一开始以为只要按照老师的步骤就行，后来发现写论文不仅能够锻炼自己的查资料能力而且能够加强自己的自学能力和毅力，有好几次我们都因为差不下去而差点放弃，而在每一次的压迫下我们有重新出发，极大地提高了我们的毅力。

在研究中前期我们大致确定了自己的研究的方向，在前期的文献积累下，我们对于我们所研究的领域有了更加深刻的了解，对于所需的基础概念也有了认识，我们老师也给我们介绍了他所研究的模型，老师也抽空给我们一点一点的剖析了他的模型，告诉了我们他是如何想到的模型，并解释了他的模型的优略势，并给出了相关的应用，虽然我们现在还没有具体想好如何写，但是他给我们构建了基础模型，再到后来的一个月我们做出了阶段规划，我们初步计划在最近的一个月继续加深自己的知识体系，经过一个月的学习，我们对于文献中的词汇也了解了，不再向之前一样看论文还需要查字典，更加顺利的阅读一篇文章，再后来的一个月我们进行了具体的分工，在一开始我们决定一起看论文大家一人一部分，等读完进行总结，但是我们高估了我们的能力，我们没有良好的基础，所以大家一开始看的很慢而且对于文章有些地方根本不懂，所以我们决定大家一起看，先看几篇，遇到不会的大家一起讨论，这样效果果然比自己看好多了，我们大家一起讨论虽然效率不是很高，但是能够对于模型进行细致的分析，

确保自己看过就明白其中的意思，不在模棱两可。这两个月我们明白了写论文不是一蹴而就的事情，需要花费大量的时间，在这段时间我们的老师给我们提供了大量的文章，这省去了我们自己搜文章的时间，我们也在慢慢的向前探索，我们知道前期必须准备大量的文章和基础知识，所以前期要忍耐住，不断向前进步。不断拓宽自己的知识面，为中期任务分配做出准备。通过这段时间的学习我们大致确定了自己的研究方向为：分数阶模糊细胞神经网络基于自适应控制，以后我们更加注重了论文中关于自适应控制的相关论文，通过比较不同控制器，我们也在慢慢找到自己的控制器。在研究中期我们进行了明确的分工，我们不再向之前那样大家一起行动，为了提高效率我们进行了明确的分工，我们根据论文需要的内容分成了三个小组，一个小组是负责仿真，一个小组负责进行公式推广，一个小组负责进行论文模板的撰写，我们从那以后开始自己负责自己的部分，因为需要大量的论文，我们向老师要到了一个搜论文的网站叫做谷歌镜像，我们第一个小组进行的是仿真，她需要看大量的论文从中知道如何进行仿真，主要的问题是如何熟悉使用软件和阅读大量文献从中找到如何仿真论文，第二个小组是负责论文的公式推广，这个组需要从论文中了解如果推导公式，需要阅读大量的论文，第三小组需要的是从文章中了解论文故事的背景，需要了解论文的编写软件。

在研究中后期我们经过努力大致完成了公式推导，我们建立了特殊的指数阶控制器和自适应更新规律，我们通过放缩凑出了一个负定矩阵，从而使误差系统趋于0，从而得出我们所需要的结论。本文主要研究分数阶模糊细胞神经网络在特定控制器下的全局稳定性及其更新规则。我们定义一个特殊的指数控制器，它不同于一般的常数控制器，并且可以更快速的区域性稳定性。依据构造适当的增益矩阵向量，我们可以判断它是否稳定。许多文献发表了关于细胞神经网络动态特性的研究成果，包括稳定性、发散性、同步性和混沌分析。然而，随着社会和技术的发展，模糊细胞神经网络已逐渐取代细胞神经网络，以处理通过微分模型实现神经网络时的模糊性和不确定性。同时，模糊细胞神经网络比细胞神经网络更受欢迎，因为它兼容各种图像处理应用，如边缘检测和模式识别。此外，由于放大器中延迟的开关速度有限，延迟对神经网络的实现起着重要的作用，并且具有影响动态系统稳定性的能力。迄今为止，对具有时滞的模糊细胞神经网络的定性问题的研究还没有得到充分的解决。在这方面，基于拉普拉斯变换方法和线性稳定性理论的整数阶和分数阶神经网络都发表了重要的研究报告。然而，用这些方法研究非线性FONN具有一定的局限性。为了克服这些局限性，采用分数阶Lyapunov直接法，通过Mittag-lefflfler感官分析来分析系统的全局稳定性。然而，这些结果只适用于矩阵元素，与完全矩阵不相容。鉴于此，本文提出了Riemann-Liouville分数阶导数和Caputo分数阶导数的模糊单元神经网络。

针对FONN提出了不同类型的同步标准，包括投影同步、广义投影同步、完全同步和滞后同步等。为了达到同步标准的目的，设计了各种类型的控制器方案，如反馈控制器、滑模控制器、自适应控制器等，自适应控制由于能够处理不可预测的参数偏差和对不确定系统的检测能力，被认为是一种更合理、更有效的控制方案。因此，在本研究中，我们采用一种自适应控制方案，以确保驾驶员对FOFCNNs模型的响应同步。有关同步问题的更多相关信息，我们列出了一些最近的工作和一些引用的参考资料。提出了具有不同耦合强度的FOFCNN同步准则，并提出了一种自适应控制器。本文在传统Lyapunov函数的基础上，推导了两个不含积分项的分数阶模糊耦合网络。此外，一些研究者通过LMI研究了FOS的D-稳定性和稳定性，认为分数阶系统可以用类似于整数阶系统的方法进行分析。此外，一些研究者的文章通过可容许性和鲁棒性解决了连续时间线性奇异FOS问题，并在严格LMI的基础上导出了三个不同的充要条件。

通过这次编写论文我们不仅提高了自己的知识面而且极大地增强了自己的自学能力，通过不断阅读论文提高了我们的英语水平，也为之后的毕业论文提供了丰富的经验。我们都很感谢学校给我们了这次机会，如果有下次我们还会参加。

1. 项目创新点与特色（1000字以内）

许多文献发表了有关细胞神经网络动态特性的研究结果，包括稳定性，发散性，同步性和混沌分析。然而，随着社会和技术的发展，模糊细胞神经网络已逐渐取代细胞神经网络，以便在通过差分模型实现神经网络时处理歧义和不确定性。同时，模糊细胞神经网络比细胞神经网络更受欢迎，因为它与各种图像处理应用程序兼容，例如边缘检测和模式识别。此外，由于放大器中延迟的切换速度有限，因此延迟在神经网络的实现中起着重要作用，并具有影响动态系统稳定性的能力。到目前为止，尚未充分解决涉及具有时间延迟的模糊细胞神经网络的定性问题的研究。在这方面，基于拉普拉斯变换法和线性稳定性理论的整数和分数阶神经网络都发表了重要的研究报告。但是，使用这些方法研究非线性分数阶神经网络具有局限性。为了缓解这些局限性，分数阶Lyapunov直接法已用于通过Mittag-Lefflfflffler感官分析来分析全局稳定性。但是，这些结果仅适用于矩阵元素，并且与完整矩阵不兼容。有鉴于此，本文提出了黎曼-利维尔分数导数和Caputo分数阶导数的模糊细胞神经网络。为了获得同步标准，文献中已经设计了各种类型的控制器方案，例如反馈控制器，滑模控制器，自适应控制器等。在那些控制方案中，自适应控制方案被认为是更有效的，因为它具有处理具有不可预测的参数偏差和不确定性的系统的能力。因此，在本研究中，采用了自适应控制方案，该方案可确保驱动响应FOFCNNs模型的同步。而分数自适应控制定律与传统自适应控制方案截然不同，在本文中，为了实现快速收敛，我们在控制律中引入了指数项加以讨论。

项目成果

**项目申请书中的预期成果及成果提交形式**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公开发表论文(篇) | 1 | 专利(项) |  | 调查报告(份) |  | 软件、著作(份) |  |
| 实物(件) |  | 竞赛获奖(次) |  | 其它 |  |  |  |

**项目结题时取得的成果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 公开发表论文(篇) |  | 专利(项) |  | 调查报告(份) |  | 软件、著作(份) |  |
| 实物(件) |  | 竞赛获奖(次) |  | 其它 | 1 |  |  |

**项目主要研究成果情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 成果名称（获奖名称及等级） | 成果形式 | 作者（获奖者） | 出版社、发表刊物或颁奖单位 | 时间（刊期） |
| 1 | Fractional order induced chaos Fuzzy Cellular Neural Network Based on adaptive control | 论文 | 李雪、程鑫鑫、方腾、郗方旭、王壮壮 |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |

五、 研究体会和心得（500字以内）

在写论文之前，我们做了大量的准备工作，一方面是通过自己的专业课学习，而学习了专业知识，不能仅仅停留在书本上和理论上，还要下一番功夫，理论联系实际，用已掌握的专业知识，去寻找和解决工作实践中急待解决的问题；另一方面，我们还要花费大量时间研读有关方面的论文，使自己能从更多的角度看问题，视野更开阔。虽然过程很艰辛，但我们都坚持做下去，没有放弃，遇到难题一起讨论解决，遇到从未见过的知识点利用所有可利用的资源查找资料。在参考大量有关文献的过程的同时我们每个人都得到了很大的进步，磨练了自己的意志，一步步提升自己的能力，并坚信只要付出足够多的耐心和汗水，就一定会取到我们想要的成果。以下是我们总结心得:

1.在学习过程中，遇到疑难问题要多问为什么，不能置之不理，这样才不会使问题积累，因为小的知识点没有搞懂而耽误进程。

2.将基本同类文献进行比较，看看其他学者在面对同一问题时是如何阐述的，得失分别是什么，因为有比较才有借鉴。

3.多向老师请教，毕竟学生的知识有限，眼界还不够开阔，思维也不够深刻，这时一定要多虚心向各位老师请教。

六、经费使用明细情况

|  |
| --- |
| 1000.0 |

**项目获批总经费 (元)**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目实际投入经费(元)** | 1000.0 |
| **实际使用资金(元)** | 1000.0 |
| **结余资金(元)** | 0 |

**项目经费开支情况（根据团队使用情况，自行填写，例如资料费等）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名目** | **用途** | **金额(元)** | **备注** |
| 论文版面费 | 论文出版 | 1000.0 |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 其他 |  |  |  |

七、指导教师意见（包括项目的组织实施、研究成果、经费使用等情况）

同学们在寒假期间在实验室内阅读文献，研究模型，推导公式，在假期后在家内完成仿真，预期通过不断总结、发现新研究点，写出总结性文档，发表至少一篇相关学术论文，经费主要用来论文出版。