**复旦大学本科生毕业论文（设计）开题报告**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 陈熊宇 | | 学号 | 18300180076 |
| 所在院系 | 数学科学学院 | | 专业 | 数学与应用数学 |
| 指导教师 | 林伟 | | 职称 | 教授 |
| 校外指导教师  及其所属单位 |  | | 职称 |  |
| 论文（设计）题目 | 对储备池计算的可塑性及同步现象的若干研究 | | | |
| **开题报告：建议包含以下内容（可另附页）：**  1. 选题的目的和意义；  2. 国内外相关研究状况综述（列出相应的参考文献）；  3. 主要研究内容与基本思路，详细技术路线，并分析可行性、难点和创新点；  4. 预期成果及形式。   1. 选题的目的和意义   储备池计算是一种由数据驱动储备池动态演化的机器学习方法. 与其他机器学习的方法相比, 储备池计算可以通过储备池中大量的神经元的演化, 学习模拟各种动力系统, 而不需要繁琐地调整机器学习的内部构造[1]. 储备池计算因为其结构简单, 训练简洁受到很多关注, 理论上以及应用上的创新使用迅速得到发展, 例如储备池利用神经元可塑性规则提高了自身模型的预测表现[2].  本论文选题希望针对动力系统的预测问题, 进一步研究储备池计算在具体问题下的最优网络设置, 减小储备池随机性带来的干扰, 意义在于能够在特定机器学习问题上给出一些优化方法, 对储备池计算的结构产生一些启发作用. 另外相互影响的振子之间的同步现象常见于物理, 化学, 生物系统中. 在耦合的混沌振子中实现各种同步, 例如完全同步, 相位同步等等[3]. 储备池计算在预测阶段同样可以别视为自动演化的动力系统, 对其同步现象的研究可以进一步理解储备池计算背后的理论依据, 并且对同步本身也有促进理解的意义.   1. 相关研究综述   混沌现象的复杂性使得早期机器学习的难度非常大,机器需要不断地去调整权重参数进行学习, 学习过程十分缓慢, 这与实际人脑的学习过程大相径庭.于是在2001年液体状态机[4]和回声状态网络[5]相继被提出,储层计算就在此基础上被提出,并给这一难题提供了解决方法.  储层计算的想法是只通过训练其输出层的权重来达到相同的目的,而随机生成神经网络的内部结构.Benjamin等人总结了储层计算的整体框架,并且比较了之前的训练方法[4].其具体形式如下:  其中代表自身的状态,代表神经元之间的交流信号,是权重矩阵,代表神经网络的内部结构,其在储层框架下是随机生成的.代表神经网络的输出,如果是学习动力学现象,那么输出的即为相关轨线.代表误差输入,在学习过程中用于机器学习的指导.则是驱动(drive),在大多情况下为零向量. 、、是相关系数,同样也是随机设定,并且不再改变.是一个输出权重矩阵,其控制输出的数值,也就是需要调整的参数,从而能达到学习的效果.  E. Ott等人利用储备池计算的方法对混沌系统数据进行了不依赖模型的预测，只通过学习动力系统的过去演化，预测其未来发展 [6]. 对于储备池计算的稀疏性, Griffith等人发现低连接性的储备池具有比较好的预测效果 [7].  Weng等人通过一个共同信号实现了一个已被训练的储备池和其学习了的混沌系统之间的同步[8].  [1] Evolutionary aspects of reservoir computing.  [2] Unveiling the role of plasticity rules in reservoir computing.  [3] Synchronization between two linearly coupled reservoir computers.  [4] Wolfgang Maass, Thomas Natschläger, and Henry Markram. Real-time computing without stable states: a new framework for neural computation based on perturbations[J]. Neural Computation, 2002, 14(11): 2531-2560.  [5] Herbert Jaeger. The “echo state” approach to analysing and training recurrent neural networks[C]. Technical Report GMD Report 148, German National Research Center for Information Technology, 2001.  [6] Model-Free Prediction of Large Spatiotemporally Chaotic Systems from Data: A Reservoir Computing Approach  [7] 2A. Griffith, A. Pomerance, and D. J. Gauthier, “Forecasting chaotic systems with very low connectivity reservoir computers,” Chaos 29, 123108 (2019).  [8] Weng T, Yang H, Gu C, Zhang J, Small M. Synchronization of chaotic systems and their machine-learning models. Phys Rev E 2019; 99(4): 042203. | | | | |
| **研究进度及具体时间安排（不够写可加行）** | | | | |
| 起止日期 | | 主要研究内容 | | |
|  | |  | | |
|  | |  | | |
|  | |  | | |
|  | |  | | |
| **指导教师对课题报告的意见：**  **1．对选题依据、基本思路或技术路线的可行性、创新性的评价；2．存在的主要问题和改进建议。**  指导教师签名： 年 月 日 | | | | |