|  |  |
| --- | --- |
| **项 目****名 称** | 膜计算模型和算法 |
| **全 部****完成人** | 张葛祥, 王军, 张兴义, 戴朝华, 彭宏, 荣海娜 |
| **全部完成单位** | 西南交通大学, 西华大学, 安徽大学 |
| **项 目****简 介** | 本项目属于计算机科学技术的基础理论领域，具有前沿多学科交叉特性，涉及计算机科学、生物学、数学等。半个多世纪以来，信息技术发展严格遵循摩尔定律，到如今，这种飞速发展趋势已接近尾声，触碰到物理极限。硅基CMOS 在10 纳米以下将会产生短沟道效应、器件不稳定和难以承受的高能耗密度等问题。因此，迫切需要探索非传统高性能新型计算模型和算法。作为新型计算模型的生物计算，自美国两院院士、图灵奖获得者Adleman 于1994年在Science上发表用DNA解决哈密尔顿路径问题以来，展示出了巨大潜力。膜计算是生物计算重要分支，自欧洲科学院院士Gh. Păun 于1998 年提出以来，随即被美国科学情报研究所ISI列入计算机科学前沿领域，其论文成为ISI 快速突破和高被引文章。因对膜计算的突出贡献，M.J. Pérez-Jiménez于2011当选欧洲科学院院士。Păun院士在膜计算公开问题中指出，如何从生物组织结构和功能中抽象出高效计算模型、如何解决膜系统可编程性问题、如何构建面向应用问题求解的膜计算模型和算法等，是迫切解决的关键问题。本项目在国家自然科学基金等资助下，研究基于细胞结构和功能的膜计算模型构建方法、进化膜计算和模糊膜计算建模理论等，获得如下主要科学发现点：1、建立了基于生物组织结构和功能的网状结构膜计算模型，获得了图灵计算能力的组织膜系统和成功求解计算难问题的脉冲神经膜系统。该成果被两位IEEE会士C. Wen和施路平在Nature出版社期刊评价为第三代神经网络代表模型。2、建立了进化膜计算理论体系。揭示了进化膜计算机理，提出了进化膜计算动态行为分析方法，构建了进化膜计算模型和算法。被加拿大S.X.Yang教授作为生物智能算法分支专门进行综述，得到了Pérez-Jiménez院士和多位IEEE会士的正面评价和引用，并被用于成功求解天线阵列优化问题。3、提出了模糊脉冲神经膜计算模型和推理算法的构建方法。创建了膜计算模糊神经元和模糊激发规则，提出了模糊信息处理和模糊推理脉冲神经膜系统及推理算法。膜计算创始人Păun院士评价该方法求解故障诊断问题是膜计算的成功应用示例。4、提出了膜计算模型自动构建方法，建立了膜计算模型自动构建平台，开启了解决膜计算模型可编程性问题思路。罗马尼亚F. Ipate教授基于此方法成功构建语言膜系统。发表IEEE TFS、IEEE TIE、IEEE TPS和IJNS等相关领域国际期刊SCI论文86篇（ESI论文2篇），google学术他引1529次、SCI他引745次，其中10篇代表作google学术他引558次、SCI他引255次。成果获国际会议最佳论文奖两次，获授权发明专利6件和软件著作权2件，其中1件专利已成功应用于磁阻电机。成果得到了膜计算创始人Gh. Păun院士、膜计算突出贡献奖获得者Pérez-Jiménez院士和包括H. Adeli, C. Wen, P.N. Suganthan, E. Hossain, P.S.R. Diniz, P. Shi, 施路平和王熙照等在内的多位IEEE或AAAS会士的正面评价和引用。主要完成人当选为国际膜计算学会创会主席、顾问委员会委员，举办了膜计算国际会议ACMC2013和ACMC2015。项目组成员入选教育部新世纪优秀人才1名、四川省教学名师1名、四川省学术和技术带头人后备人选4名，获得四川省杰出青年基金1项、四川省优秀博士学位论文2篇。 |
| **排名及学术贡献** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **排名** | **姓名** | **学术贡献** |
| 1 | 张葛祥 | 本项目主要负责人。组织本项目研究工作，确定总体研究方向和方案。是科学发现一、科学发现二、科学发现三和代表性论文1，5，7，9，10的主要完成人。在本项目中，主要完成了以下工作：1、提出了近似求解计算难问题的优化脉冲神经膜计算模型；2、建立了进化膜计算理论体系。构建了进化膜计算模型和算法，提出了动态行为分析方法，揭示了进化膜计算机理。3、提出了梯形模糊数模糊脉冲神经膜系统和加权模糊脉冲神经膜系统，并应用于求解电力系统输电网和牵引供电网故障诊断；4、提出了膜计算模型自动构建方法，建立了膜计算模型自动构建平台，开启了解决膜计算模型可编程性问题思路。 |
| 2 | 王军 | 本项目研究工作的主要合作者之一，是科学发现三和代表性论文3和8的主要完成人。在本项目中，主要完成了以下工作：1、提出了模糊信息处理的脉冲神经膜计算模型的构建方法，2、建立了加权模糊脉冲神经膜系统、带语言项的模糊脉冲神经膜系统和带梯形模糊数的模糊推理脉冲神经膜系统；3、提出了一种加权反向推理算法；4、设计了基于模糊膜计算模型的故障诊断框架，并应用于变压器、电力输电网和变电站等的故障诊断。 |
| 3 | 张兴义 | 本项目研究工作的主要合作者之一，是科学发现一和代表性论文2的主要完成人。在本项目中，主要完成了以下工作：1、 提出了与图灵机等价计算能力的脉冲神经膜计算模型；2、 建立了多项式时间内求解计算困难问题的组织膜计算模型及算法。 |
| 4 | 戴朝华 | 本项目研究工作的主要合作者之一，是科学发现二和代表性论文4和6的主要完成人。在本项目中，主要完成了以下工作：1、深入研究了进化计算的理论、算法和性能分析方法，系统分析了进化计算“勘探”与“开采”间平衡、“Nearer is Better”和“Nearer is Worse”间转换的动态行为；2、通过模拟人群搜索/觅食行为，提出了一种新的群体智能算法——搜寻者优化算法；3、利用搜寻者优化算法求解了数字滤波器设计、电力系统无功优化、燃料电池建模等典型复杂优化问题。 |
| 5 | 彭宏 | 本项目研究工作的主要合作者之一，是科学发现三和代表性论文3和8的主要完成人。在本项目中，主要完成了以下工作：1、建立了模糊推理实数脉冲神经膜系统；2、提出了模糊脉冲神经膜计算模型推理算法的构建方法，并设计了基于矩阵运算的前向推理算法；3、建立了自适应模糊脉冲神经膜系统，并提出了相应的学习算法；4、提出了基于膜计算模型的图像分割和图像融合方法。 |

 |
| **代表性论文/论著** |

|  |  |
| --- | --- |
| 论文专著名称/刊名/作者 | 通讯作者/第一作者 |
| An optimization spiking neural P system for approximately solving combinatorial optimization problems/International Journal of Neural Systems/G. Zhang, H. Rong, F. Neri, M.J. Pérez-Jiménez | 张葛祥/张葛祥 |
| Tissue P systems with cell separation: attacking the partition problem/Science China, Information Sciences/X. Zhang, S. Wang, Y. Niu, L. Pan | 潘林强/张兴义  |
| Weighted Fuzzy Spiking Neural P Systems/IEEE Transactions on Fuzzy Systems/J. Wang, P. Shi, H. Peng, M.J. Pérez-Jiménez, T Wang | 王军/王军 |
| Seeker Optimization Algorithm for Optimal Reactive Power Dispatch/IEEE Transactions on Power Systems/ C. Dai, W. Chen, Y. Zhu, X. Zhang | 戴朝华/戴朝华 |
| A hybrid approach based on differential evolution and tissue membrane systems for solving constrained manufacturing parameter optimization problems/Applied Soft Computing/G. Zhang, J. Cheng, M. Gheorghe, Q. Meng | 张葛祥/张葛祥 |
| Seeker Optimization Algorithm for Digital IIR Filter Design/ IEEE Transactions on Industrial Electronics/C. Dai, W. Chen, Y. Zhu | 戴朝华/戴朝华 |
| Enhancing distributed differential evolution with multicultural migration for global numerical optimization/Information Sciences/J. Cheng, G. Zhang, F. Neri | 张葛祥/程吉祥  |
| Fuzzy reasoning spiking neural P system for fault diagnosis/Information Sciences/ H. Peng, J. Wang, M.J. Pérez-Jiménez, H. Wang, J. Shao, T. Wang | 彭宏/彭宏 |
| A quantum-inspired evolutionary algorithm based on P systems for knapsack problem/ Fundamenta Informaticae/ G. Zhang, M. Gheorghe, C. Wu | 张葛祥/张葛祥 |
| Quantum-inspired evolutionary algorithms: a survey and empirical study/ Journal of Heuristics/G. Zhang | 张葛祥/张葛祥 |

 |
| **曾获科技科技情况** | 无 |