

成果名称:	类脑智能关键技术及系统研究
登记日期:	2022-11-07
完成单位:	香港中文大学（深圳）, 中国科学院深圳先进技术研究院, 广东工业大学, 中国科学技术大学, 北京大学, 北京邮电大学, 南开大学, 浙江大学, 电子科技大学, 深圳大学
完成人员:	崔曙光, 张平, 罗智泉, 李文烨, 尹峰, 陈怿, 韩晓光, 李镇, 蔡玮, 王昌森, 吴思, 罗志强, 徐文涛, 李骁健, 蔚鹏飞, 赵文杰, 喻之斌, 刘北明, 温泉, 吴枫, 薛天, 弭元元, 刘怡俊, 杨晓君, 许杰, 黄铁军, 秦晓琦, 郑能恒, 卓成, 张子文, 叶武剑, 张广驰, 翁韶伟, 杜凯, 程翔, 任全胜, 罗国杰, 李永杰, 黄川, 张单可
研究起止日期:	2019-01-01至2021-12-31
主要应用行业:	信息传输、软件和信息技术服务业
高新技术领域:	电子信息
评价单位:	广东省科学技术厅
评价日期:	2022-08-30
成果简介:	随着人工智能发展日趋深入，智能信息处理成为众多领域发展的新动力。现有的人工智能研究主要依托数理算法，而非依据真实的大脑神经网络活动建立。然而，大脑神经网络的潜能是目前人工智能所不能完全替代的，目前的人工智能系统尚不能承担起特定环境条件下精准反应的联动功能。鉴于此，本成果在类脑功能建模、类脑神经器件、类脑计算机、类脑信息系统四个方面发展了类脑智能的关键技术，建立了基于真正大脑神经网络活动的类脑智能系统。在类脑功能建模方面，从视觉信息处理系统入手，建立了大脑皮层下核团处理快速视觉刺激反应和运动目标识别的神经网络智能框架。通过建立皮层下网络拓扑连接和动态网络响应特征的数据集，实现基于脑启发原理的高效运动目标识别算法。将上述脑启发神经网络应用于步态识别任务，并将其识别效果和长短时记忆网络（Long Short-Term Memory, LSTM）以及门控循环单元（Gate Recurrent Unit, GRU）比较，发现使用同等少量的数据进行训练，单层的脑启发神经网络在不同的类别和数量上均优于LSTM和GRU，且在同等的识别率下，速度提升20%。可以为新一代的智能视觉应用提供信息处理加工技术。在类脑神经器件方面，模拟了生物智能体构建了与硅基智能体连接的神经拟态系统，研发了具有集成脑神经信号传感与类脑神经智能信息处理技术的脑机共融系统。在多模式神经数据采集和建模、人工神经突触器件、类神经环路的FPGA计算和类神经基质传感器以及脑与类脑系统集成技术方面实现了突破。在类脑计算机系统开发方面，围绕大规模类脑模型高性能仿真这一科学问题，开展面向大规模简单神经元的专用低功耗类脑计算机原型系统研究、面向精细神经元的高效仿真系统以及基于这两个系统的类脑应用研究。大规模类脑计算机系统由多块自主研发的互联类脑主板构成，并在此硬件系统上开发分布式大规模脉冲神经网络模拟器软件。该类脑计算机系统系统通过对核心仿真算法的研究以及基于GPU的系统优化，相比当前NEURON的CPU平台在保证精度的前提下取得了超过2个数量级的加速比。在类脑信息系统方面，为了提高类脑信息系统的智能信息处理能力，受脑神经网络拓扑连接机制的启发，在联邦学习架构的基础上，设计了“终端-边缘-云”融合的分布式信息系统网络架构，可以实现多层通信、计算和存储资源的联动和共享；并且基于该架构，进一步提出了基于空口计算的分布式边缘联邦学习的功率控制方法，利用无线多址接入信道的信号叠加性，实现边缘设备的模型梯度高效聚合，有效提高分布式类脑智能学习性能。该分布式类脑信息系统可以部署类脑智能实际应用，实现神经网络的分布式实时在线模型训练和智能推演。为适应实际场景中有时延和人工神经网络模型精确度两者之间的需求侧重问题，“终端-边缘-云”类脑信息平台可以分为“终端-边缘”和“终端-边缘-云”两种子架构，“终端-边缘”子架构适用于对时延要求较为苛刻而对人工神经网络模型精确度要求相对不高的场景，而“终端-边缘-云”子架构则适用于对人工神经网络模型精确度要求较为苛刻但对时延要求相对不高的场景。在满足分布式终端的数据隐私保护前提下，“终端-边缘-云”类脑信息平台相比传统的单机计算或云计算，在保证类脑信息处理精度的基础上，可以提高时延性能30%以上。本成果在理论层面，建立了类脑智能算法的架构，为后续类脑算法的发展奠定了坚实的基础；在硬件层面，搭建了类脑计算机系统，可以实现大规模简单神经元或精细神经元网络的高效仿真；在类脑系统应用层面，开发了“终端-边缘-云”类脑信息平台，可用于部署大规模类脑智能实际应用，加快智能应用在通信、语音识别、车联网、工业应用等领域的产业化落地，有效推动相关行业的进一步发展。