

一、学术论文介绍

UUV近水面作业动力定位系统鲁棒最优扰动抑制控制方法(拟投EI)

基于滑膜变结构控制构成的闭环系统近似线性模型设计鲁棒最优控制器,大幅度提升了UUV近水面作业动力定位系统的抗扰性能。引入海浪的频域模型进行综合分析与设计,仿真结果验证了该方法能有效提升UUV近水面作业稳定性。

二、专利摘要介绍

1、UUV四自由度动力定位自适应抗扰滑模控制系统及控制方法

本发明公开了一种UUV四自由度动力定位自适应抗扰滑模控制系统及控制方法。包括第一微分器、第二微分器、自适应抗扰滑模控制器、滤波和数据融合单元、多普勒传感器、电罗经、推力分配单元、UUV、加速度计和陀螺仪。自适应抗扰滑模控制器包括滑模控制器、自适应扰动补偿控制器和数据处理单元。滑模控制器用于实现UUV四自由度动力定位的变结构控制,消除姿态误差。自适应扰动补偿控制器则用于在线估计实际被控对象模型的不确定性误差和海浪扰动作用。本发明改善系统状态趋近滑模面的动态过程,提高稳态抗扰性能。因此与普通滑模控制方法相比具有更好的动态性能并减小了扰动作用下系统的抖震。

2、一种多高斯信号拟合的激光条纹中心线提取方法

本发明提供的是一种多高斯信号拟合的激光条纹中心线提取方法。本发明方法通过使用一组具有不同期望及方法的高斯信号,以不同的位置及权值组合起来,最大程度的拟合激光线条图像某一行像素值的分布,当找到最佳的拟合组合时,根据各个高斯信号组合时所处的位置即可做出对激光线条中心的最优估计。本发明方法可以有效解决在激光线条图像的像素值分布无法满足对称性及均一性的情况下,准确地估计出激光线条的中心,提高3D扫描重建的精度。

3、基于MAS系统的大城市寒地智能公交系统

本实用新型公开了一种基于MAS系统的大城市寒地智能公交系统,公共交通是与人民群众生产生活息息相关的重要基础设施。优先发展城市公共交通是提高交通资源利用率,缓解交通拥堵的重要手段。目前公交企业的运营采用全人工模式、GPS监控和独立视频拍摄,但这些数据缺乏整合和联动。本实用新型的组成包括车载智能终端(2)、电子站牌(3)、云计算服务中心(4),所述的云计算服务中心(4)与场站无线连接(5)、移动终端无线连接(6)、智能终端无线连接(7)。本实用新型用于交通管理。

三、承担或参与科研项目相关概述

1、基于软体机器人的水下环境感知与目标抓取

水下作业轨迹跟踪控制包括两个方面:1、基于机器视觉的防座底潜深控制。2、三自由度智能航迹规划与轨迹跟踪控制。

两方面内容均基于强化学习理论设计。其中潜深控制系统利用深度学习与强化学习相结合的策略。基于双目视觉图像提取状态信息并训练网络输出精确合理的价值评估结果。最后利用随机搜索和贪婪策略生成的深度控制指令。使水下机器人处于合理的作业深度,既保证作业任务的有效执行又能防止机器人座底带来安全隐患。

智能航迹规划与轨迹跟踪控制系统首先获取惯性导航系统提供的位置姿态信息。其次神经网络基于该位置和姿态信息输出针对特定轨迹规划方案的价值评估。最后基于机器人在该区段内探索得到的作业目标位置标记信息训练神经网络获得最优的航迹规划方案。

2、国际水下机器人竞赛

该比赛是美国AUVSI组织的面向国际大学生的水下机器人系统综合性竞赛。竞赛中的项目综合考验开发团队在机器视觉、运动控制、导航、水声定位、机电系统设计、路径规划、人机交互以及自主任务规划等领域的综合技术实力。是国际上水下机器人领域的最高水平竞赛。我主要负责机器人运动控制系统设计,水声定位路径规划和底层图像处理程序的开发工作,几乎包揽了所有的软件开发工作。控制部分我参考了一篇有较高影响力的国际会议论文。设计出具有极高鲁棒性的动力定位控制系统。水声定位系统受单目视觉SLAM算法的启发,基于卡尔曼滤波器设计能同时精确定位机器人位置并估计声源位置的测量系统。该系统是最终入围决赛的关键。



一、拟留学专业(研究课题)在国内外研究情况及水平

拟于2017年10月至2019年9月以联合培养博士生的身份赴美国斯坦福大学从事计算神经科学领域的研究,利用已掌握的计算机科学知识建立数学模型,探索哺乳动物神经系统的组成及工作机理。留学期间的研究课题为:“海马体CA1区全尺度超级计算模型的建模及仿真研究”。研究内容为利用神经外科学实验观测数据建立与生物神经网络具有相似属性的数学模型。以便高效且全面地探索大脑海马体实现感知、空间记忆和控制的机制。该项研究有助于指导构建针对特定问题的人工智能解决方案,是一项支撑信息技术发展的基础学科。合作实验室为该项研究提供必要的超级计算资源和完善的神经外科学实验观测数据库。该项研究处于国际计算神经科学领域的前沿,要求科研人员整理完备的神经外科观测数据,充分的理论知识和较高的编程能力。2016年合作实验室在ModelDB上发布的全尺度模型源代码具有极高的参考价值 and 启发意义。国内在该方向的研究尚属空白。然而鉴于计算神经科学的重要意义以及当前人工智能技术的飞速发展,类似项目的开展是未来发展的必然趋势。

二、拟留学国别、单位及选择原因

留学单位为美国斯坦福大学,该学校在神经科学领域位列世界前三。目前神经科学领域广泛应用的光遗传方法正是出自该校的Diesseroth实验室。光遗传技术被评为年度最具影响力的技术之一。同时人工智能等高新技术是其最为突出的优势学科,该校每年为谷歌、亚马逊等硅谷科技公司输送了大批的IT界精英人才。Soltesz实验室开创性地采用超级计算机技术研究脑神经工作机理,实现了两大学科的相辅相成。利用强大的计算机资源对全尺度的海马体模型展开研究是当今计算神经科学领域的前沿课题。

三、学习预期目标的可行性

留学期间预计采用机器学习、数据挖掘等计算机领域知识,基于脑电图,膜片钳记录,中间神经活体记录等神经外科学实验观测数据识别神经细胞类型并估计各类型细胞的数量。最后,基于强化学习理论优化模型结构以提升模型表现与实验数据的契合度。该学习计划为我与Soltesz教授合作制定,利用机器学习方法构建生物模型也是斯坦福合作实验室的工作重点。目前我有五年的程序设计和算法开发经验,全尺度超级计算模型建模本身涉及大量的编程工作。计算模型的拓扑结构和数据结构均基于机器学习算法给出的识别和估计结果,机器学习算法的设计和实现也是我需要完成的重点任务之一。目前我已经掌握了足够的机器学习领域的知识,相关研究工作初见成效,计划于未来3-4个月的时间针对水下机器人任务级机器学习算法的研究发表二篇SCI论文。一方面为留美期间的科研任务打下坚实的技术基础。另一方面加深自身对于机器学习的生物学意义的解读,进而使得留学期间在计算神经科学领域的研究成果可以很好地推进我在机器人技术和人工智能领域的研究。外语水平方面:2017年1月我以98分的成绩通过了WSK外语水平考试。通过Skype与Soltesz教授的交流没有障碍。

四、出国学习目的、预期目标、计划、实施方法及所需时间

(1) 出国学习目的:

计算神经科学是人工智能及自动化产业的基础学科,通过针对神经系统的数学建模及仿真研究深化对于感知,记忆和控制的生物学层面的理解。实现有开拓性的生物启发式人工智能算法研究工作。

(2) 预期目标:

1.将先进的计算科学技术应用于全尺度海马体超级计算模型的搭建工作中。优化模型结构深化对于生物感知和学习机制的理解。该部分科研工作预计发表2篇高水平SCI论文。
2.基于从超级计算模型的工作机理中提取的知识设计生物启发式的机器学习算法。该部分工作预计发表2篇SCI论文。

(3) 实施方法:

1.神经科学观测数据预处理和神经细胞分类。首先,通过对神经科学理论的学习深化对于神经生理电特性等标记信息的理解。其次,收集整理生物学训练数据如脑电图、膜片钳记录等。对数据添加标签构建用于深度学习训练数据库。该数据库由两部分组成,一部分是少量的可靠的生物信息数据。对这类数据人们有明确的认知并可人为添加标签以表示这种认知。另一部分为无标签的实验观测数据。拟采用迁移学习理论从有标签的数据中获取经验,赋予这类数据合理的标签以实现有效分类和数值估算。

2.估计各类神经元数量,生成连接关系。目前人们掌握的海马体中不同类型神经元的连接关系的知识是非常有限的。为了克服数据缺失带来的困难进而构建完整的模型,Soltesz教授的团队提出了一些针对神经元连接关系的假设。我发现这些假设都有其对应的数学表达,对这些表达赋予输入输出接口并将其抽象为强化学习理论中的策略模型。定义状态空间为网络的表现特征,动作空间为对网络的连接状态的调整行为。结合一个表现网络特征和实验观测数据差别的奖励函数,使用最新的观测数据持续更新参数化的策略(针对神经元连接关系的假设)模型,优化网络结构。该部分工作基于Soltesz团队先前的工作成果。相比于静态假设,这种参数化的假设放宽了限制条件,使得模型特性与活体组织更加接近。

3.基于已构建模型研究海马体实现学习和感知的机制。全尺度模型需要可观的计算资源,为了使该感知模型



获得更广泛的应用，模型化简是十分必要的。目前，科研团队已经将该模型参数化，它既可以以一种小尺度模式在个人电脑上运行也可以以全尺度模式在超级计算机上运行。我将通过深入理解全尺度模型的工作机理。并在该机理的启发下重新设计具有相似运行模式的轻量级模型。如果该工作机理过分复杂，预计使用拓扑不变理论研究模型的简化方法。

(4)时间及安排:

2017.09-2017.12 基于生物神经学的假设建立机器学习的策略模型，基于电生理学特性构建特征模式。

2017.12-2018.09 基于深度学习构建数据驱动全尺度超级计算模型。

2018.09-2019.08 研究全尺度海马体计算模型启发的机器学习算法。

五、回国后的工作计划

回国后继续针对海马体超级计算模型研究生物启发式的机器学习技术，完成博士学位论文。海马体包含大量的锥体细胞，研究表明正是该类细胞构成的特定连接实现了生物手眼配合的控制任务。针对此二者的深入研究有助于克服机器人技术中亟待解决的问题。预计利用留学期间的研究成果推进该课题的研究，取得有影响力的突破。为国内机器人技术的崛起作出贡献。



J		
导师姓名	专业技术职称	职务
Ivan Soltesz	教授	神经外科系副主任
国内或国际知名组织中任职情况		
Bio-X成员、斯坦福大学神经科学学会成员		
个人网页		电子邮箱
https://med.stanford.edu/profiles/ivan-soltesz		isoltesz@stanford.edu
<p>主要包括： 工作经历、主要研究领域；近5年出版的著作及发表的重要论文、主持的重点科研项目及所获重要学术成果、奖励。</p>		
<p>1、工作经历： 1995-1999 加州大学解剖和神经生物学系助理教授 2003-2015 加州大学解剖和神经生物学系教授 2006-2015 加州大学解剖和神经生物学系主任 2015.7 斯坦福大学神经外科系教授和副主任</p> <p>2、主要研究领域 主要研究课题集中于神经微电路，网络震荡，大麻酯信息和神经线路功能障碍诱发癫痫的机理。实验室运用多种实验技术和理论技术。整合闭环体内光遗传信息，膜片钳记录，活体神经记录，脑电图等 生物神经学信息构建基于超级计算技术的全尺度脑神经计算模型。深入探究感知，记忆，控制行为的形成机理。</p> <p>3、出版的著作及发表的重要论文 Parvalbumin-positive basket cells differentiate among hippocampal pyramidal cells. Neuron (2014) Cannabinoid control of learning and memory through HCN channels. Neuron (2016) Beyond the hammer and the scalpel: selective circuit control for the epilepsies. Nature Neuroscience (2015) Interneuronal mechanisms of hippocampal theta oscillations in a full-scale model of the rodent CA1 circuit. eLife (2017)</p> <p>4、主持的重点科研项目及所获重要学术成果、奖励 2005 Javits神经科学研究者奖 2009 Michael Prize (国际最高基础癫痫研究奖) 2011 斯德哥尔摩计算神经科学组织会议主讲人 2011-2015 加州大学名誉教授 2016 奥马哈脑信息与健康会议主讲人</p> <p>5、与国外院校/导师的合作情况 哈尔滨工程大学微仿生实验室与斯坦福大学神经外科科学的合作有助于加强计算神经科学和生物信息学的研究。目前已获得Ivan教授实验室全尺度计算模型的最新版本源代码并展开深入研究。</p>		

