



项目批准号	61532013
申请代码	F020512
归口管理部门	
收件日期	

国家自然科学基金 资助项目进展报告

资助类别： 重点项目

亚类说明： _____

附注说明： _____

项目名称： 大规模人-机-物实体对象协同感知与关联

负责人： 贾维嘉 电话： 21-34208247

电子邮件： jiawj@sjtu.edu.cn

依托单位： 上海交通大学

联系人： 章俊梅 电话： 021-34206809-188

直接费用： 290（万元） 执行年限： 2016.01-2020.12

填表日期： 2019年12月24日

国家自然科学基金委员会制（2012年）



报告正文

一、重要研究进展

本项目围绕泛化网络空间智能搜索的整体方向，针对“人-机-物”三元空间的分布离散、高度异构、规模庞大的数据，提出了宏观解决方案——三元空间的智慧“圆”（smart-circle）体系。在2019年度，项目根据三元空间智慧搜索任务面临的根本问题，提出一套切实可行的整体解决方案——跨空间数据交互的三元空间智慧“圆”体系，为未来复杂的跨三元空间智慧搜索提供了有力的支撑。同时在三元空间智慧“圆”体系的不同层次进行了深入研究和探索，具体包括传感层的实体对象协同感知，中间层的边、云计算网络保障的大规模对象关联与建模，以及顶层的知识驱动的智慧搜索应用。本年度共发表论文32篇，申请国家发明专利3项。

一、计划完成情况

2019年1月至2019年6月

提出了三元空间智慧搜索的整体框架，完善了三元智慧“圆”体系。完成

2019年7月至2019年12月

基于三元智慧“圆”体系的三个层次分别展开研究。撰写学术论文、专著。进行中

二、主要考核指标完成情况

论文：5年目标50篇高质量学术论文/1篇专著，现完成114篇，标注率100%，5年目标已完成

专利/软著：5年目标完成40项国际/国家发明专利，现完成申请40项，5年目标已完成

三、主要成果

1、三元空间智慧“圆”体系（smart-circle）

网络空间实体对象主要包括用户（人）、用户所使用的网络设备（机）、以及用户通过网络设备所产生的内容（物）。不同空间的数据往往具有结构各异、种类繁多、通讯不畅等特点，需要在三元空间构建一套统一的计算体系才能够从根本上解决跨越人-机-物三元空间的检索问题。本年度提出了三元空间智慧“圆”体系（smart-circle）。该体系在实现异构数据流闭合的同时，保证了同构数据自然逻辑的循环往复周而复始，体现出计算机特有的精确运算的逻辑特征。smart-circle分为三个主要的层次：物理感知层，中间连接层和智慧应用层。数据流自底向上传递，经由感知、采集、记录、筛选、传播、连接、清洗、建模，最终应用到上层的AI应用中。控制流自顶向下传达，包括解析指令、建立连接、分发指令、调动资源、具体实施，最终精确到每一个传感终端的控制。同时，不同层次都具有内部数据流动的能力，实现感知、连接和控制的自适应与智能化。通过smart-circle的逐步实现，项目组坚信，基于人-机-物三元空间的协同感知与搜索任务能够顺利实现。下面简述smart-circle体系中三个不同层次的研究成果。



2、传感层：异构物联网环境下的数据采集

针对具有孤立分区的移动传感器网络，提出一种基于快速凸包的移动基站停靠点规划策略，旨在实现网络连通性和路径长度最小化，充分利用凸包的特性构建外围分区的停靠点，然后根据四个特殊区域形成一个近似凸包的基本路径框架，最后根据余弦定理和最短路径原则扩充整个路径。主要创新在于两方面：一是本方法比传统凸包方法更快速更简洁，只需确定几个特殊位置即可形成基本凸包框架；二是本应用场景针对非连通网络，比传统方法的连通网络更复杂，更具有普遍性，因此本方法具有更好的实用性。主要贡献是，提出了一种快速简洁的凸包生成方法，实现了非连通网络的连通性和路径最小化，解决了传统路径生成算法的高复杂度问题。

2.1。 TCP拥塞控制是影响Web服务时延的重要因素。对于服务提供商来说，一般使用单个拥塞控制算法来处理Web服务器上的所有TCP数据的传输，例如，网络服务器默认使用Cubic作为拥塞控制机制。考虑到互联网环境的复杂性和动态性，只使用默认的拥塞控制可能并不能达到最大化使用网络性能。另外，若要使用不同拥塞控制来适应不同的网络情况，则通常需要修改服务器上的TCP协议栈。因为商用服务器上的可能安装了各种操作系统以及应用了多种环境的配置，调整协议栈将会是一个困难的工作。基于以上的问题，本项目组提出了Mystique，这是一种轻量级，灵活，动态的拥塞控制交换方案，它允许服务器管理员透明地部署多种拥塞控制算法，并且无需修改服务器上现有的TCP堆栈。我们已经在Open vSwitch (OVS) 中实现了Mystique，并在公有云和私有云的环境中进行了大量的平台实验。实验结果表明，Mystique能够有效地根据的网络环境的动态变化，为每个TCP数据流选用最合适的拥塞控制算法。

3、中间层：边缘计算驱动的大规模对象关联和建模

大规模对象关联具体包括人机物之间的多种关联。在现实生活中，“人-机-物”之间的关联现象已普遍存在，人使用智能设备，形成了人与智能终端之间的关联；各种终端设备通过网络进行通信，形成了终端设备之间的通信关系关联。然而，由于设备的繁杂异构、离散多变，使得终端之间的关联难以统一建模管理，同时利用云服务的终端关联管理过于低效与沉重，本项目组提出了边、云计算驱动的大规模对象关联与管理，同时也是智慧“圆”体系中的中间层，向下对接大规模感知设备，对上支撑一系列的智慧应用。

3.1. 基于边、云计算的资源管理

管理边缘资源是边缘计算中的关键问题之一。边缘计算中资源分配的最新工作集中在通过在云和边缘节点上分配任务来实现服务缓存和请求调度，从而实现高质量的服务和低延迟。云平台的关键要求是合理部署大型虚拟机基础架构。虚拟节点和物理节点之间的映射关系决定了特定的资源分配策略和虚拟机部署的可靠性。资源分配策略对性能，能耗和保证计算机服务质量具有重要影响，并且在虚拟机的部署中起着重要作用。为了在满足各种需求的前提下，充分利用云资源，解决满足容错要求，保证应用系统的高可靠性的问题，项目组提出了反馈虚拟机在云平台上的部署框架，该部署框架面向个人用户的容错级别要求，并提出了相应的虚拟机部署算法。资源分配策略可以根据用户对



虚拟资源的不同要求，在资源相互补充的物理节点中部署虚拟机。考虑到云平台物理资源的使用率，我们的虚拟机部署框架可以根据用户的特定容错要求提供可靠的计算机配置。实验结果表明，项目组提出的方法可以在虚拟机部署过程中为用户提供灵活可靠的容错级别选择权限，为用户提供相应的虚拟机个体容错部署方法，并保证在一定程度上很有可能满足用户服务。针对现有传感云系统中云端无法对传感器节点进行直接有效的管理与传感器节点的计算能力和存储能力不足的问题，项目组提出了一种基于移动边缘节点的信任评价方案。同时，设计了一种移动边缘节点的路径优化方案，提高直接信任评价的概率，减小移动距离。大量的实验结果验证了所提出的方案能够有效地保证传感器节点的可靠性，降低节点的能耗。

4、知识库支撑的大规模对象的高效智能搜索

随着近年来知识图谱，AI以及表示学习的长足发展，知识图谱结合有效的表示学习技术和AI算法（例如深度学习等），真正实现了网络空间智慧搜索的智能和高效。本项目组深入研究了当前流行的AI算法，并将其成功应用在三元智慧“圆”体系中的顶层应用中，在个别任务上取得了国际领先的成果。

4.1 语义理解

弹幕应用：是一种新的交互式评论形式，在中国视频网站上日渐流行。通过发布弹幕评论，人们可以轻松地表达自己的感受并在观看在线视频时与他人交换意见。但是，在弹幕评论中会出现一些剧透。这些剧透揭示了视频中的关键情节，破坏了用户在首次观看视频时的惊喜感。我们提出了一种新颖的语义方差注意力机制的相似度网络（SBN-IVA），以检测出弹幕评论中的剧透。我们使用视频图像和用户发出的弹幕设计具有新颖的“羊群效应注意力”机制（称为ITF-HEA）的图像-文本融合模型，该模型可以预测用户喜欢的视频。具体而言，在HEA机制中，我们基于每条弹幕及其上下文之间的语义相似性和时间间隔对上下文信息进行加权，从而消除了羊群效应对模型的影响。另一个应用法律判决预测（LJP）是根据案件的事实描述预测判决结果的。LJP通常由多个子任务组成，例如适用的法律条款预测，罪名预测和刑期期限。这些多个子任务具有拓扑依赖性，其结果相互影响并相互验证。

4.2 搜索查询

雾计算主要用于处理终端设备产生的大量数据。由于雾节点是距离终端设备最近的获取者，因此在传输或聚合数据时，处理过的数据可能会被某些恶意节点篡改或非法捕获。当某些应用程序需要高实时过程的安全性时，云服务可能会从雾服务中采样一些数据以检查最终结果。项目组提出了一种用于云和雾计算的安全数据查询框架。当雾网络向用户提供查询的数据时，我们使用云服务来检查雾网络中查询的数据。我们的框架不仅可以保证所需数据的可靠性，还可以有效地保护数据免受恶意用户的中间人攻击，单节点攻击和串通攻击。而且，实验表明我们的框架是有效和高效的。

4.3 服务（实体对象）的搜索与组合



服务计算是系统工程中的一项新兴技术，旨在借助于通过服务组合外部组件的系统来构建健壮且增值的复杂系统。新兴的大服务计算正好涵盖了构建和维护稳定的面向服务的SoS所面临的重大挑战。面向服务的SoS在动态的环境中运行。作为迈向大服务的一步，服务容错（FT）可以确保面向服务的SoS的运行时质量。为了解决这些关键挑战，我们提出了一种基于深度强化学习（DRL）的新服务组合方案，用于自适应和大规模服务组合。所提出的方法更适合部分可观察的服务环境。我们采用启发式行为选择策略，将状态集分为隐藏状态和完全可观察状态集，以在面对不同类型的状态时执行目标行为选择策略。通过在组合结果和服务组合效率方面显示出明显的优势，实验结果证明了我们方法的有效性和效率，可扩展性和适应性。

二、存在问题及解决方法

无

三、其他需要说明情况

无



研究成果目录

项目负责人通过ISIS系统，从文献库中检索研究成果或者按要求格式自行填入。请按照期刊论文、会议论文、学术专著、专利、会议报告、标准、软件著作权、科研奖励、人才培养、成果转化的顺序列出，其它重要研究成果如标本库、科研仪器设备、共享数据库、获得领导人批示的重要报告或建议等，应重点说明研究成果的主要内容、学术贡献及应用前景等。

项目负责人不得将非本人或非参与者所取得的研究成果，以及与受资助项目无关的研究成果列入报告中。发表的研究成果，项目负责人和参与者均应如实注明得到国家自然科学基金项目资助和项目批准号，科学基金作为主要资助渠道或者发挥主要资助作用的，应当将自然科学基金作为第一顺序进行标注。

期刊论文

1. 通讯作者论文（勿与第一作者论文重复）

(1) Wenmain Yang; Kun Wang; Na Ruan; Wenyuan Gao; **Weijia Jia**^(*); Wei Zhao; Nan Liu; Yunyong Zhang, Time-sync Video Tag Extraction Using Semantic Association Graph, ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD), 2019, 13, 第一标注

(2) Yuxiang Zhang; Lin Cui; Fung Po Tso; Quanlong Guan; **Weijia Jia**^(*); Jipeng Zhou, Mystique: A Fine-grained and Transparent Congestion Control Enforcement Scheme, IEEE Transactions on Network and Service Management, 2019. 8. 16, 16: 1869~1883, 第一标注

(3) Tian Wang; Hao Luo; **Weijia Jia**^(*); Anfeng Liu; Mande Xie, MTES: An intelligent Trust Evaluation Scheme in Sensor-Cloud enabled Industrial Internet of Things, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2019. 7. 23, 15: 1~1, 第一标注

(4) Lin Cui; Fung Po Tso; Song Guo; **Weijia Jia**^(*); Kaimin Wei; Wei Zhao, Enabling Heterogeneous Network Function Chaining, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2019. 4. 1, 30: 842~854, 第一标注

2. 既非第一作者又非通讯作者论文



- (1) 贾维嘉^(#), [PLAN: Joint policy-andnetwork-aware VM management for cloud data centers](#), IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2017, 28(4): 1163~1175, 第二标注
- (2) 贾维嘉^(#), [Identity-Based Multi-ProxySignature Scheme in the Standard Model](#), Fundamenta Informaticae, 2017, 150(2): 179~210, 第二标注
- (3) 贾维嘉^(#), [Hancke: Multiple Region ofInterest Coverage in Camera Sensor Networks for Tele-Intensive Care Units](#), IEEE Trans. Industrial Informatics, 2016.12.1, 12(6): 2331~2341, 第二标注
- (4) Tian Wang; Yuzhu Liang; **Weijia Jia**; Muhammad Arif; Anfeng Liu; mande Xie, Coupling resource management based on fog computing in smart city systems, Journal of Network and Computer Applications, 2019.6.1, 135: 11~19, 第二标注
- (5) Ke Gu; Na Wu; Bo Yin; **Weijia Jia**, Secure Data Query Framework for Cloud and Fog Computing, IEEE Transactions on Network and Service Management, 2019.9.17, 16: 1~1, 第二标注
- (6) Xuxun Liu; Tian Wang; **Weijia Jia**; Anfeng Liu; Kaikai Chia, Quick Convex Hull-Based Rendezvous Planning for Delay-Harsh Mobile Data Gathering in Disjoint Sensor Networks, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2019.9.19, 49: 1~11, 第二标注
- (7) Ke Gu; Linyu Wang; **Weijia Jia**, Autonomous Resource Request Transaction Framework Based on Blockchain in Social Network, IEEE Access, 2019.4.1, 7: 43666~43678, 第二标注
- (8) Tian Wang; Dan Zhao; Shaobin Cai; **Weijia Jia**; Anfeng Liu, Bidirectional Prediction based Underwater Data Collection Protocol for End-Edge-Cloud Orchestrated System, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2019.9.4, 15: 1~1, 第二标注
- (9) Shukun Liu; Weijia Jia; Xianmin Pan, Fault-tolerant feedback virtual machine deployment based on user-personalized requirements, Frontiers of Computer Science, 2018.3.19, 12: 682~693, 第二标注



- (10) Tian Wang; Yaxin Mei; **Weijia Jia**; Xi Zheng; Guojun Wang; Mande Xie, Edge-based differential privacy computing for sensor-cloud systems, Journal of Parallel and Distributed Computing (JPDC), 第二标注
- (11) Taolin Guo; Junzhou Luo; Kai Dong; Ming Yang, Locally Differentially Private Item-based Collaborative Filtering, Information Sciences, 2019.6.8, 502: 229~246, 第二标注
- (12) Hongbing Wang; Yong Tao; Qi Yu; Tianjing Hong; Xin Chen; Qin Wu, Personalized Service Selection Using Conditional Preference Networks, Knowledge-Based Systems, 2019.1.15, 164: 292~308, 第二标注
- (13) Hongbing Wang; Huanhuan Fei; Qi Yu; Wei Zhao; Jia Yan; Tianjing Hong, A motifs-based Maximum Entropy Markov Model for realtime reliability prediction in System of Systems, Journal of Systems and Software, 2019.2.10, 151: 180~193, 第二标注
- (14) Hongbing Wang; Shunshun Peng; Qi Yu, A Parallel Refined Probabilistic Approach for QoS-aware Service Composition, Future Generation Computer Systems, 2019.9, 98: 609~626, 第二标注
- (15) Hongbing Wang; Lei Wang; Qi Yu; Zibin Zheng, Learning the Evolution Regularities for BigService-Oriented Online Reliability Prediction, Journal of Systems and Software, 2019, 12(3): 398~411, 第二标注
- (16) Hongbing Wang; Mingzhu Gu; Qi Yu; Yong Tao; Jiajie Li; Huanhuan Fei; Jia Yan; Wei Zhao; Tianjing Hong, Adaptive and Large-scale Service Composition Based on Deep Reinforcement Learning, Knowledge-Based Systems, 2019, 180: 75~90, 第二标注
- (17) Lan Luo; Yue Zhang; Bryan Pearson; Zhen Ling; Haofei Yu; Xinwen Fu, On the Security and Data Integrity of Low-cost Sensor Networks for Air Quality Monitoring, Sensors, 2018.11, 18: 4451~4451, 第二标注
- (18) Naixuan Guo; Junzhou Luo; Ming Yang; Wenjia Wu; Xinwen Fu, Your Clicks Reveal Your Secrets: A Novel User-device Linking Method Through Network and Visual Data, Multimedia Tools and Applications, 2019.4, 78(7): 8337~8362, 第二标注



会议论文

1. 通讯作者论文（勿与第一作者论文重复）

(1) Shiheng Ma; Song Guo; Kun Wang; **Weijia Jia**^(*); Minyi Guo, A Cyclic Game for Joint Cooperation and Competition of Edge Resource Allocation, 2019 IEEE 39th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS), 2019. 7. 7–2019. 7. 10, 第二标注

(2) Wenmian Yang; Wenyuan Gao; Xiaojie Zhou; **Weijia Jia**^(*); Yutao Luo; Shaohua Zhang, Herding Effect Based Attention for Personalized Time-Sync Video Recommendation, IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), 2019. 7. 8–2019. 7. 12, 第一标注

(3) Pengshuai Li; Xinsong Zhang; **Weijia Jia**^(*); Hai Zhao, GAN Driven Semi-distant Supervision for Relation Extraction, The North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL), 2019. 6. 2–2019. 6. 7, 第一标注

(4) Xinsong Zhang; Pengshuai Li; **Weijia Jia**^(*); Hai Zhao, Multi-labeled Relation Extraction with Attentive Capsule Network, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), 2019. 1. 27–2019. 2. 1, 第一标注

(5) Yongjian You; **Weijia Jia**^(*); Tianyi Liu; Wenmian Yang, Improving Abstractive Document Summarization with Salient Information Modeling, Proceedings of the 57th Conference of the Association for Computational Linguistics (ACL), 2019. 7. 28–2019. 8. 2, 第一标注

(6) Wenmian Yang; **Weijia Jia**^(*); Xiaojie Zhou; Yutao Luo, Legal Judgment Prediction via Multi-Perspective Bi-Feedback Network, International Joint Conferences on Artificial Intelligence Organization (IJCAI), 2019. 8. 10–2019. 8. 16, 第一标注



(7) Wenmian Yang; **Weijia Jia**^(*); Wenyuan Gao; Xiaojie Zhou; Yutao Luo, Interactive Variance Attention based Online Spoiler Detection for Time-Sync Comments, Conference on Information and Knowledge Management (CIKM), 2019. 11. 3–2019. 11. 7, 第一标注

2. 既非第一作者又非通讯作者论文

(1) Ling, Zhen^(#); Fu, Xinwen; Jia, Weijia; Yu, Wei, [A Novel Packet Size Based Covert Channel Attack against Anonymizer](#), IEEE INFOCOM Conference, 2011. 4. 10–2011. 4. 15, ISTP, 第二标注

(2) Dongli Zhou; Na Ruan; **Weijia Jia**, A Robust Throughput Scheme for Bitcoin Network without Block Reward, High performance computing and communications, 2019. 8. 10–2019. 8. 12, 第二标注

(3) Zhen Ling; Junzhou Luo; Danni Xu; Ming Yang; Xinwen Fu, Novel and Practical SDN-based Traceback Technique for Malicious Traffic over Anonymous Networks, IEEE Conference on Computer Communications, 2019. 4. 29–2019. 5. 2, 第一标注

(4) Naixuan Guo; Ming Yang; Qiyuan Gong; Zhouguo Chen; Junzhou Luo, Data Anonymization Based on Natural Equivalent Class, 2019 IEEE 23rd International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 2019. 3. 6–2019. 3. 8, 第二标注

(5) Bryan Pearson; Lan Luo; Yue Zhang; Rajib Dey; Zhen Ling; Mostafa Bassiouni; Xinwen Fu, On Misconception of Hardware and Cost in IoT Security and Privacy, 2019 IEEE International Conference on Communications (ICC), 2019. 3. 20–2019. 3. 24, 第二标注

(6) Zhen Ling; Zupei Li; Chen Chen; Junzhou Luo; Wei Yu; Xinwen Fu, I Know What You Enter on Gear VR, 2019 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS), 2019. 6. 10–2019. 6. 12, 第一标注

专利

(1) 中国专利, 凌振; 范群群; 吴文甲, 一种基于全景图像的虚拟现实安全认证方法, 申请, 2019. 9. 10, 201910822378. 2



(2) 中国专利, 凌振; 闫怀宇; 吴文甲, 一种基于TrustZone的物联网终端进程完整性度量方法, 申请, 2019.10.17, 201910828465.9

(3) 中国专利, 凌振; 邵鑫慧; 吴文甲, 一种基于TrustZone的安全和可信混合系统启动方法, 申请, 2019.10.17, 201910828486.0

NSFC-REPORT-2019