



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： 2018年12月30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

在2018年度，项目组不断思考三元空间智慧搜索任务面临的根本问题，反复打磨一套切实可行的整体解决方案，提出了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，项目组在三元空间智慧“圆”体系的不同层次进行了深入研究并在以下诸多方面取得了卓越的成绩，共发表论文46篇，共申请专利和软著7项。

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，因此本项目组认为，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-物三元空间的信息检索与知识挖掘问题。经过半年的思考和探索，项目组最终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，又保证了同构数据的生生不息。既符合自然逻辑的循环往复周而复始，又体现出计算机特有的精确运算的逻辑特征。如图1所示，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、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。下文详述了smart-circle体系中三个不同层次的研究成果。

2、物理感知层：基于物联网的大规模实体对象的协同感知。在对人-机-物空间的信息进行感知、收集的基础上，我们才能完成进一步的信息筛选与智能应用。因此，基于物联网环境的大规模实体对象感知，是三元智慧“圆”体系中最为基础步骤。

2.1、物联网中的智慧家居：随着传感设备与家居设备的深度结合，越来越多的居家设备具有智能感知的能力。项目组搭建了一套完整的智慧家居系统，取得了较好的实际应用效果和理论研究成果。

2.2、车联网中的数据感知：近年来，对驾驶员的行为感知起了广泛关注。传统方法主要根据视觉或者脑电信号来对驾驶员进行感知，然而传统方法存在开销大、容易被入侵等特点。因此，在车联网的环境下，项目组提出一种使用Wi-Fi信号的驾驶员行为感知方法 (WiFind)，通过对驾驶员呼吸模式和动作模式进行检测，提取对应的CSI信息，并根据其特征对驾驶员的动作/活动进行感知，在此基础上提出了自适应感知疲劳驾驶的方法，以及车联网中其他参与者的相应避让与紧急响应策略，该方法在真实驾驶环境中取得了较好的准确度。

2.3、传感数据的采集与传输：网络流量是人-机-物泛在网络中广泛存在的一种数据，人-机-物之间的通信都依赖网络流量的传输。为了更加有效地对用户和设备进行管控，传统的方法基于流量分析技术对用户和设备的异常行为进行检测。然而，传统方法在



实际应用中存在着处理效率低，无法实时处理高速流量的问题。因此，项目提出了一种面向高速流量环境的网络流量分析方法。该方法利用PFQ内核模块实现高速网络流量的采集。同时利用一个分布式框架Storm进行网络流量的分析处理，从而能够对高速网络流量进行实时分析。实验结果表明，该方法可以有效地实时采集和分析超过10Gbps的网络流量。

3、中间连接层：雾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；人们在工作生活中也离不开网络，形成了人的行为与网络之间的关联。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，云服务的终端关联管理过于低效与沉重，因此本项目组提出了雾计算驱动的大规模对象关联与管理，这是智慧“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、基于雾计算的智能终端管理：雾计算是一种支持分布式特定领域应用的灵活架构，它在贴近用户终端的位置部署高密度的计算与存储设备，为延迟敏感的应用提供服务。为满足用户不同的服务质量需求，提升资源利用的效率，我们需要将任务部署在虚拟机或容器中，设计虚拟机或容器在不同雾节点间的迁移调度策略以增强虚拟机或容器间的资源共享。然而现有的虚拟机或容器迁移的算法大多基于云计算的场景进行设计，忽略了网络通信的消耗与虚拟机的迁移时间对于延迟敏感应用的重要性。同时这些算法需要对于任务的分布进行预先的假设，无法自适应地完成迁移。为解决这些问题，本项目组调研了雾计算中的延迟、功耗等因素，并基于此提出了一种基于深度强化学习的自适应资源调度算法，设计并实现了一个容器迁移管理的原型系统。经真实数据测试，本项目组所提出的算法能够自适应地完成大规模的容器迁移问题的求解。

3.2、智能终端用户关联：由于移动智能终端的广泛使用，为了有效地对移动设备和设备使用者进行管理，需要将移动智能终端和终端用户进行关联。现有的常见关联方法主要把移动智能终端和用户的宏观空间位置信息作为共现信息，通过分析设备无线信号和用户移动视频信号，实现两者的关联。然而此类方法所分析的设备无线信号（如RSS信号）容易受环境影响，从而造成定位精度不高，最终导致关联效果差等问题。因此，项目提出一种基于用户操作行为的移动智能终端设备和用户关联的方法，该方法通过流量分析技术从流量中获取用户操作行为所产生的流量特征信息，并通过计算机视觉中的追踪技术从视频信号中获取用户的微观操作信息，然后研究设备的流量信息和用户微观操作之间的对应关系。在获取上述信息的基础上，通过比较两类异质感知数据信息之间的相似性和同步性等特征，提出了基于用户点击行为匹配的关联算法，实现移动智能终端和用户的精准关联。

3.3、用户网络行为关联：由于用户种类和设备种类的多样性，给现有的网络管理带来了挑战。传统的网络管理方法包括基于流量分析的网络行为检测技术，该类方法主要通过检测用户或设备的异常网络行为从而判断系统是否遭受入侵。然而，该类方法无法响应用户或设备以正常的网络行为进行的入侵。本项目提出一种新的网络行为检测技术，该技术从分析用户和设备与其网络行为之间的关联关系出发，通过检测未授权用户或未授权设备使用了授权设备的网络行为从而判断系统受到入侵。该方法首先对授权用户



和设备的正常网络行为进行建模分析，利用逻辑回归和多项式朴素贝叶斯等机器学习方法在一个滑动时间窗口内构建用户和设备与其网络行为的关联关系，当检测到未授权用户或设备访问授权设备时，系统发生报警，从而达到检测正常网络行为下的系统入侵。

4、智慧应用层：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”体系的顶层应用中，在个别任务上取得了国际领先的成果。

4.1、知识图谱的补全研究：知识图谱补全旨在预测知识图谱中缺失的信息，目前大多数方法都是基于知识图谱中的结构化信息，因此它们无法处理知识图谱以外的实体。本课题提出了一种将结构化信息和文本信息结合起来的联合模型，用以刻画知识图谱中与知识图谱外的实体的有效联系。具体来说，本课题构造了一个新的结构特征空间，并且对实体建立了联合特征表示，基于与它们最相似的基础实体。同时本课题利用了双向GRU网络来建立实体的文本描述表示向量。基于以上方法的深度建模，能够自动填充知识图谱中的缺失信息。

4.2、基于知识图谱的语义理解：知识图谱是语义理解的有效工具，项目组以现有知识图谱的知识信息为种子，能够从泛文本中提取更多的知识表达，并且对裸文本进行语义分析，实现一定程度上的语义理解。项目组相继提出了基于语法剪枝和迁移学习的关系提取算法，基于注意力胶囊网络的多标签关系提取算法等AI算法，在关系提取的领域取得了国际领先的研究成果。项目组同时在实体类型标注，few-shot Relation Extraction等领域展开了大量的工作，并取了丰富的成果，这些成功将共同支撑起基于AI和知识图谱的语义理解，为三元空间智慧搜索打下坚实的基础。

4.3、服务（实体对象）的搜索与组合：面向服务的系统（SOS）将组件服务（实体对象）组合成一个增值的、更复杂的系统，以满足复杂的用户需求。组件服务组合的过程主要包括服务预测、服务选择与服务推荐三个阶段。在服务预测阶段，一个组件服务的性能（包括可靠性）发生波动将对服务系统的运行产生影响。为了解决该问题，本项目通过分析组件服务的历史可靠性时间序列，提出了一种基于卷积神经网络与长短期记忆神经网络相结合的服务系统在线可靠性时间序列预测模型，对组件服务的性能进行预测。在服务选择阶段，动态变化的用户QoS参数以及用户对候选服务的信任程度将导致数据失真的问题。为了解决该问题，本项目提出一种多目标优化算法来解决用户的异构偏好以及基于信任的服务选择问题。在服务组合阶段，由于服务处于动态变化的开放网络环境中，难以对服务进行监管，现有服务组合方法面临服务欺诈的问题。为了解决该问题，本项目通过贝叶斯学习理论对用户的客观信誉和主观信任进行评估，然后采用粗糙集理论及模糊层次分析法给出属性权重的计算方法，并在此基础上提出了一种基于可信度计算与QoS相结合的Web服务组合方法，从局部优化和全局优化两个方面对服务组合进行优化

二、存在问题及解决方法

目前项目进展顺利。没有需要调整研究计划。



三、其他需要说明情况

专利:

1.

贾维嘉, 张新松, 李鹏帅, 刘天一. 实体关系提取方法. 公开(公告)号: CN10895947 4A 公开(公告)日: 2018.12.07

2.

贾维嘉, 丁建辉, 马世珩. 动态知识图谱的构建方法. 公开(公告)号: CN108509654A 公开(公告)日: 2018.09.07

3. 贾维嘉, 唐志清, 分布式系统中的任务调度方法, 受理通知书 2018/12/21 CN183490.1 2018115642894 上海交通大学。

4.

杨明;周佳欢;罗军舟;吴文甲;凌振, 一种基于内容关联的Web追踪自动检测方法, 国家发明专利, 申请号: 2017112829705, 申请日: 2017年12月7日.

5.

吴文甲;徐威鸿;罗军舟;杨明;凌振;李晓云, 基于OpenFlow协议的密集WLAN干扰控制方法, 国家发明专利, 申请号: 201711268709X, 申请日: 2017年12月5日.

6.

吴文甲;罗军舟;魏娜;杨明;凌振, 一种基于查询结果集敏感度的数据泄露检测方法, 国家发明专利, 申请号: 2017109058035, 申请日: 2017年9月29日.

7.

董恺;郭桃林, 一种基于矩阵分解的隐私保护内容推荐方法, 国家发明专利, 申请号: 201811148279.2, 申请日: 2018年09月29日.

8.

杨明;王姗;吴嘉楠;吴文甲;凌振, 一种基于第三方流量HTTP报文的移动应用识别方法, 国家发明专利, 申请号: 201810670461.8, 申请日: 2018年06月26日.

软件著作权:

1.

[editor] Athman Bouguettaya, Yunjun Gao, Andrey Klimenko, Lu Chen, Xiangliang Zhang, Fedor Dzerzhinskiy, Weijia Jia, Stanislav V. Klimenko, Qing Li: Web Information Systems Engineering - WISE 2017 - 18th International Conference, Puschino, Russia, October 7-11, 2017, Proceedings, Part I. Lecture Notes in Computer Science 10569, Springer 2017, ISBN 978-3-319-68782-7.

2.

[editor] Athman Bouguettaya, Yunjun Gao, Andrey Klimenko, Lu Chen, Xiangliang Zhang, Fedor Dzerzhinskiy, Weijia Jia, Stanislav V. Klimenko, Qing Li: Web Information Systems Engineering - WISE 2017 - 18th International Conference, Puschino, Russia, October 7-11, 2017, Proceedings, Part II. Lecture Notes in Computer Science 10570, Springer 2017, ISBN 978-3-319-68785-8



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. 第一作者论文

(1) **W Jia**^{(#)(*)}; H Peng; N Ruan; Z Tang; W Zhao, WiFind: Driver fatigue detection with fine-grained Wi-Fi signal features, IEEE Transactions on Big Data, 第一标注

(2) **贾维嘉**^{(#)(*)}; 周小杰, 雾计算的概念, 相关研究与应用, 通信学报, 2018.6.1, 39(5): 153~165, 第一标注

2. 通讯作者论文 (勿与第一作者论文重复)

(1) Z Tang; X Zhou; F Zhang; **W Jia**^(*); W Zhao, Migration Modeling and Learning Algorithms for Containers in Fog Computing, IEEE Transactions on Services Computing, 第一标注

(2) S Liu; **W Jia**^(*); X Pan, Fault-tolerant feedback virtual machine deployment based on user-personalized requirements, Frontiers of Computer Science, 2018.8, 12(4): 682~693, 第二标注

(3) A Zekri; **W Jia**^(*), Heterogeneous vehicular communications: A comprehensive study, Ad Hoc Networks, 2018.6, 75(1): 52~79, 第一标注

(4) Z Liu; **W Jia**^(*); G Wang, Area coverage estimation model for directional sensor networks, International Journal of Embedded Systems, 2018.10, 10(1): 13~21, 第二标注



3. 既非第一作者又非通讯作者论文

- (1) CUI Lin; FP Tso; Guo S; **Jia, W**; K Wei; W Zhao, Enabling heterogeneous network function chaining, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 第二标注
- (2) L Cui; FP Tso; **W Jia**, Enforcing network policy in heterogeneous network function box environment, Computer Networks, 2018. 6. 19, 138(1): 108~118, 第二标注
- (3) T Guo; J Luo; K Dong; M Yang, Differentially private graph-link analysis based social recommendation, Information Sciences, 2018. 10, 463(1): 214~226, 第一标注
- (4) H Wang; L Wang; Q Yu; Z Zheng; Z Yang, A proactive approach based on online reliability prediction for adaptation of service-oriented systems, Journal of Parallel and Distributed Computing, 2018. 4, 114(1): 70~84, 第二标注
- (5) H Wang; Y Tao; Q Yu; X Lin; T Hong, Incorporating both qualitative and quantitative preferences for service recommendation, Journal of Parallel and Distributed Computing, 2018. 4, 114(1): 46~69, 第一标注
- (6) H Wang; C Yu; L Wang; Q Yu, Effective bigdata-space service selection over trust and heterogeneous qos preferences, IEEE Transactions on Services Computing, 2018. 7, 11(4): 644~657, 第二标注
- (7) G Li; J He; S Peng; **W Jia**; C Wang; J Niu; S Yu, Energy efficient data collection in large-scale internet of things via computation offloading, IEEE Internet of Things Journal, 第二标注
- (8) T Wang; J Zhou; A Liu; MZ A Bhuiyan; G Wang; **W Jia**, Fog-based computing and storage offloading for data synchronization in IoT, Internet of Things Journal, 第二标注
- (9) S Peng; Y Zhou; L Cao; S Yu; J Niu; **W Jia**, Influence analysis in social networks: A survey, Journal of Network and Computer Applications, 第二标注
- (10) T Wang; G Zhang; MDZA Bhuiyan; A Liu; **W Jia**; M Xie, A novel trust mechanism based on fog computing in sensor - cloud system, Future Generation Computer Systems, 第二标注



- (11) 王田; 张广学; 蔡绍滨; **贾维嘉**; 王国军, 传感云中的信任评价机制研究进展, 通信学报, 2018. 7. 9, 39(6): 37~51, 第二标注
- (12) 王田; 李洋; **贾维嘉**; 王国军; 彭绍亮, 传感云安全研究进展, 通信学报, 2018. 4. 2, 39(3): 35~52, 第二标注
- (13) H Wang; D Yang; Q Yu; Y Tao, Integrating modified cuckoo algorithm and creditability evaluation for QoS-aware service composition, Knowledge-Based Systems, 2018. 1. 15, 140(1): 64~81, 第一标注
- (14) H Wang; Z Yang; Q Yu; T Hong; X Lin, Online reliability time series prediction via convolutional neural network and long short term memory for service-oriented systems, Knowledge-Based Systems, 2018. 11. 1, 159(1): 132~147, 第一标注
- (15) H Wang; Y Tao; Q Yu; H Tianjing; C Xin; Q Wu, Personalized service selection using Conditional Preference Networks, Knowledge-Based Systems, 第一标注
- (16) X Fang, ; J Luo, ; G Luo, ; W Wu, ; Z Cai; Y G Pan, Big data transmission in industrial IoT systems with small capacitor supplying energy, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 第二标注
- (17) X Fang; J Luo; W Wu; H Gao, Energy Efficient Data Transmission for Sensors with Wireless Charging, Sensors, 2018. 2. 8, 18(2), 第二标注
- (18) W Wu; X Gu; K Dong; X Shi; M Yang, PRAPD: A novel received signal strength-based approach for practical rogue access point detection, International Journal of Distributed Sensor Networks, 2018. 8. 28, 14(8), 第二标注
- (19) N Guo; J Luo; Z Ling; M Yang; W Wu; X Fu, Your Clicks Reveal Your Secrets: A Novel User-device Linking Method Through Network and Visual Data, Multimedia Tools and Applications, 第二标注
- (20) K Dong; T Guo; H Ye; X Li; Z Ling, On the limitations of existing notions of location privacy, Future Generation Computer Systems, 2018. 9, 86(1): 1513~1522, 第二标注



(21) W Wu; J Luo; K Dong; M Yang; Z Ling, Energy-Efficient User Association with Congestion Avoidance and Migration Constraint in Green WLANs, *Wireless Communications and Mobile Computing*, 第一标注

(22) Y Zhang; M Yang; Z Ling; Y Liu; W Wu, FingerAuth: 3D magnetic finger motion pattern based implicit authentication for mobile devices, *Future Generation Computer Systems*, 第二标注

(23) X Gu; M Yang; Y Zhang; P Pan; Z Ling, Fingerprinting Network Entities Based on Traffic Analysis in High-speed Network Environment, *Security and Communication Networks*, 第二标注

(24) L Luo; Y Zhang; B Pearson; Z Ling; H Yu; X Fu, On the Security and Data Integrity of Low-Cost Sensor Networks for Air Quality Monitoring, *Sensors*, 2018.12.16, 18(12), 第一标注

(25) Zhang Xinsong; Liu Tianyi; **Jia Weijia**; Li Pengshuai, Fine-grained relation extraction with focal multi-task learning, *Science China Information Science*, 第一标注

会议论文

1. 通讯作者论文（勿与第一作者论文重复）

(1) T Liu; X Zhang; W Zhou; **W Jia**^(*), Neural relation extraction via inner-sentence noise reduction and transfer learning, *Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2018)*, 2018.10.31-2018.11.4, 第一标注

(2) J Ding; S Ma; **W Jia**^(*); M Guo, Jointly Modeling Structural and Textual Representation for Knowledge Graph Completion in Zero-Shot Scenario, *Asia-Pacific Web (APWeb) and Web-Age Information Management (WAIM) Joint International Conference on Web and Big Data 2018*, 2018.7.23-2018.7.25, 第一标注

(3) Y You; S Zhang; J Lou; X Zhang; **W Jia**^(*), Neural Typing Entities in Chinese-Pedia, *Asia-Pacific Web (APWeb) and Web-Age Information Management (WAIM) Joint International Conference on Web and Big Data 2018*, 2018.7.23-2018.7.25, 第一标注



(4) H Liu; N Ruan; R Du; **W Jia**^(*), On the Strategy and Behavior of Bitcoin Mining with N-attackers, Proceedings of the 2018 on Asia Conference on Computer and Communications Security, 2018.6.4-2018.6.8, 第一标注

(5) X Chu; N Ruan; M Li; **W Jia**^(*), Pseudonym Inference in Cooperative Vehicular Traffic Scenarios, 2018 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS), 2018.5.30-2018.6.1, 第一标注

(6) Y Sun; Y Cui; J Hu; **W Jia**^(*), Relation Classification Using Coarse and Fine-Grained Networks with SDP Supervised Key Words Selection, International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management 2018, 2018.8.17-2018.8.19, 第一标注

(7) S Zhang; J Lou; X Zhou; **W Jia**^(*), Entity Linking Facing Incomplete Knowledge Base, International Conference on Web Information Systems Engineering, 2018.11.12-2018.11.15, 第一标注

2. 既非第一作者又非通讯作者论文

(1) Z Ling; J Luo; Y Liu; M Yang; K Wu; X Fu, SecTap: Secure Back of Device Input System for Mobile Devices, the 37th IEEE International Conference on Computer Communications (INFOCOM), 2018.4.15-2018.4.19, 第一标注

(2) Y Zhang, ; L Cui, ; FP Tso, ; Q Guan, ; **W Jia**; J Zhou, A Fine-grained and Transparent Congestion Control Enforcement Scheme, Proceedings of the Applied Networking Research Workshop, 2018.7.16-2018.7.16, 第一标注

(3) C Sano; C Gao; Z Li; Z Ling; X Fu, Turning Legacy IR Devices into Smart IoT Devices, International Conference on Wireless Algorithms, Systems, and Applications, 2018.6.20-2018.6.22, 第一标注

(4) T Guo; J Luo; K Dong; Z Chen; Y Guo; M Yang, Estimating the Number of Posts in Microblogging Services, 2018 IEEE 22nd International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design ((CSCWD)), 2018.5.9-2018.5.11, 第二标注

(5) T Guo; K Dong; L Wang; M Yang; J Luo, Privacy Preserving Profile Matching for Social Networks, 2018 Sixth International Conference on Advanced Cloud and Big Data (CBD), 2018.10.8-2018.10.12, 第二标注



(6) W Xu; X Shi; M Yang; W Wu, Load-Aware AP Scheduling in Green WLANs, 2018 Sixth International Conference on Advanced Cloud and Big Data (CBD), 2018.10.8-2018.10.12, 第二标注

(7) F. Zhang; Z. Tang; M. Chen; X. Zhou; **W. Jia**, A Dynamic Resource Overbooking Mechanism in Fog Computing, IEEE International Conference on Mobile Ad hoc and Sensor Systems, 2018.10.9-2018.10.12, 第一标注

(8) Abdennour Zekri; **Weijia Jia**, Performance Evaluation of Rate Adaptation Algorithms in IEEE802.11p Heterogeneous Vehicular Networks, IEEE International Conference on Mobile Ad hoc and Sensor Systems, 2018.10.9-2018.10.12, 第一标注

专利

(1) 中国专利, **贾维嘉**; 张新松; 李鹏帅; 刘天一, 实体关系提取方法, 申请, 2018.6.20, 201810639503.1

(2) 中国专利, **贾维嘉**; 丁建辉; 马世珩, 动态知识图谱的构建方法, 申请, 2018.4.18, 201810349808.9

(3) 中国专利, **贾维嘉**; 唐志清, 分布式系统中的任务调度方法, 申请, 2018.12.21, 2018115642894

(4) 中国专利, 杨明; 王姗; 吴嘉楠; 吴文甲; 凌振, 一种基于第三方流量HTTP报文的移动应用识别方法, 申请, 2018.6.26, 201810670461.8

(5) 中国专利, 董恺; 郭桃林, 一种基于矩阵分解的隐私保护内容推荐方法, 申请, 2018.9.29, 201811148279.2