

# 大学生创新训练项目申请书

项目编号 s201910536025

项目名称 基于智能物联网终端的可视化数据分析系统

项目负责人 朱明炜 联系电话 17375872017

所在学院 计算机与通信工程学院

学 号 201616080210 专业班级 计科（卓越）

指导教师 陈沅涛

E-mail chenyt@csust.edu.cn

申请日期 2019.4.30

起止年月 2019.5-2021.5

长沙理工大学

# 填 写 说 明

1、本申请书所列各项内容均须实事求是，认真填写，表达明确严谨，简明扼要

2、申请人可以是个人，也可为创新团队，首页只填负责人。“项目编号”一栏不填。

3、本申请书为大 16 开本 (A4)，左侧装订成册。可网上下载、自行复印或加页，但格式、内容、大小均须与原件一致。

4、负责人所在学院认真审核，经初评和答辩，签署意见后，将申请书（一式两份）报送××××大学项目管理办公室。

## 一、基本情况

项目名称	基于智能物联网终端的可视化数据分析系统						
所属学科	学科一级门:	08 工学			学科二级类:	0809 计算机类	
申请金额	20000 元		起止年月	2019 年 5 月至 2021 年 5 月			
负责人姓名	朱明炜	性别	男	民族	汉族	出生年月	1998 年 2 月
学号	201616080210	联系电话	宅: 0731-85258776		手机: 17375872017		
指导教师	陈沅涛	联系电话	宅: 0731-85258462		手机: 13307490633		
负责人曾经参与科研的情况	<p>朱明炜: 本人来自长沙理工大学计算机与通信工程学院计算机科学与技术专业 2016 级卓越班。自学能力较强, 兴趣爱好广泛。有责任心, 做事认真踏实, 具有创新精神和团队精神。从大一开始担任班长, 并获得优秀学生干部, 管理人才等荣誉。在校学习了解 C、C++、数据库原理、计算机网络等计算机课程, 擅长 Java 语言编程, 大二上学期加入人工智能与机器视觉实验室, 自学 Android 开发技术, 实践安卓端方面相关具体项目, 目前正在努力学习微信小程序和网页前端技术。</p>						
指导教师承担科研课题情况	<p>陈沅涛, 男, 1980 年 6 月出生, 湖南怀化人, 博士, 副教授。2002 年 6 月本科毕业于湖北省江汉石油学院; 2005 年 7 月硕士研究生毕业于长江大学; 2014 年 6 月博士研究生毕业于南京理工大学。2005 年 9 月任助教, 2007 年 10 月任讲师, 2015 年 1 月任副教授。2014 年 12 月起任职长沙理工大学计算机与通信工程学院计算机科学与技术系副主任。攻读博士学位期间及后续主要从事模式识别与图像处理方面的科学研究工作, 主持并完成湖南省教育厅一般项目、湖南省教育厅优秀青年项目、湖南省科技计划项目、长沙市科技计划项目, 主要参与湖南省教育厅优秀青年项目、湖南省教育厅重点项目, 参与研究国家自然科学基金青年项目、湖南省科技计划项目、长沙市科技计划项目等各类纵向课题的科学研究工作, 参与湖南省科技厅鉴定成果。指导并完成湖南省大学生创新性实验计划项目共计三项和多项校级大学生创新性实验计划项目。曾荣获 2011 年湖南省普通高校教师课堂教学竞赛一等奖 (湖南省教育厅颁奖), 荣获 2011 年度校级教学优秀奖。个人担任国内期刊《计算机应用》、《计算机科学》审稿人、湖南省科技厅科技咨询与评审专家库成员、湖南省水利厅专家库成员、长沙市“2017-2019”第一批工业科技特派员、长沙市科技局咨询专家库成员。</p> <p>个人从事计算机视觉、数字图像/视频处理、图像理解与分析、软件系统设计等领域研究工作, 近些年来发表科研论文总计 30 余</p>						

<p>指导教师承担科研课题情况</p>	<p>篇，其中 SCI 检索期刊论文 7 篇，EI 检索期刊论文 12 篇，CSCD 核心期刊论文 11 篇，国际会议口头报告论文 2 篇，已受理发明专利 4 项，已申请 PCT 国际专利 2 项，已申请并登记软件著作权 15 项。</p> <p><b>主持或参与教研类课题情况：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指导并完成湖南省教育厅大学生创新性实验计划项目《“互联网+”时代的“智慧城南”校园综合服务平台》，2016-2018</li> <li>2. 指导并完成湖南省教育厅大学生创新性实验计划项目《基于移动 P2P 网络的移动社交网络的研究与应用》，2013-2015</li> <li>3. 指导并完成湖南省教育厅大学生创新性实验计划项目《自组织适应模式的 P2P 路由算法的研究与实践》，2009-2011</li> <li>4. 荣获长沙理工大学 2012 年度校级教学成果奖二等奖（排名第 1）</li> <li>5. 荣获长沙理工大学 2018 年度校级教学成果奖一等奖（排名第 3）</li> <li>6. 指导并完成 2010 年长沙理工大学城南学院大学生创新性实验计划项目《基于 J2EE 的电子商务系统安全性研究》，2010.12-2011.12</li> <li>7. 指导并完成 2011 年长沙理工大学大学生创新性实验计划项目《基于 P2P 社交网络的 VOD 系统实现和方法研究》，2011.12-2012.12</li> <li>8. 参与国家级创新性实验《无线 Mesh 网中基于网络演算理论的 QoS 保证研究》，2009.10-2011.12</li> <li>9. 主持并完成 2010 年长沙理工大学校级教研教改项目《独立学院计算机科学与技术专业应用创新型人才培养模式研究与实践》，2010.7-2012.7</li> <li>10. 主持并完成 2014 年长沙理工大学校级教研教改项目《基于独立学院学生实践创新能力培养的项目实训改革研究与实践》，2014.7-2016.6</li> <li>11. 主持 2017 年长沙理工大学校级教研教改项目《新工科教育模式下计算机类硬件课程群重构与实施》，2017.6-2019.6</li> <li>12. 参与 2015 年湖南省教育厅教学改革研究项目《基于校企合作的独立学院计算机专业技术技能人才培养研究与实践》(项目负责人：左经文)，2015.6-2019.6</li> <li>13. 参与 2016 年湖南省教育厅教学改革研究项目《深度学习策略人才培养模式的教学改革与实践》(项目负责人：周书仁)，2016.6-2019.6</li> <li>14. 参与 2017 年湖南省教育厅教学改革研究项目《适应区域经济发展需求的移动互联网创新人才培养模式研究与实践》(项目负责人：方琼)，2017.6-2019.6</li> <li>15. 参与 2018 年湖南省教育厅教学改革研究项目《信息技术自主可控需求下面向系统课程的建设与应用》(项目负责人：黄敏)，2018.6-2020.6</li> </ol> <p><b>主持或参与科研类课题情况：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 长沙市科技计划项目、KQ1706064、融合视觉显著性和特征</li> </ol>
---------------------	---

<p>指导教师承担科研课题情况</p>	<p>信息的图像场景智能分析技术研究、2017/01-2018/12、5 万元、在研、主持</p> <p>2. 长沙市科技计划项目（重大专项）、KQ1703018、基于边缘计算的物联网终端研制及应用、2017/12-2020/12、100 万元、在研、子课题主持（重大专项课题负责方：中联重科智能技术有限公司）</p> <p>3. 湖南省教育厅科学研究重点项目、17A007、深度神经网络压缩的理论方法与应用研究、2018/01-2020/12、10 万元、在研、参与</p> <p>4. 国家自然科学基金青年科学基金项目、61402053、利用外观相似性和全局拓扑结构的重复元素提取与合成技术研究、2015/01-2017/12、24 万元、已结题、参与</p> <p>5. 湖南省教育厅优秀青年科学研究项目、14B005、视频运动目标跟踪若干基础方法研究、2014/09-2017/08、4 万元、已结题、主持</p> <p>6. 湖南省科技计划项目、2014SK4080、图像结构性聚类算法在生物医学图像上的技术研究、2014/04-2015/09、2 万元、已结题、主持</p> <p>7. 湖南省教育厅优秀青年科学研究项目、13B132、基于计算机视觉的行人检测与行为识别方法研究、2013/09-2016/08、5 万元、已结题、参与</p> <p>8. 横向课题（湖南中联重科智能技术有限公司）、2017zkhx130、《全路面起重机维修、保养系统》技术开发、2017/07-2018/02、19.98 万元、主持</p> <p>9. 湖南省科技计划项目、2012GK3056、超高分辨率影像城区地物二次分类方法应用研究、2012/06-2014/06、2 万元、已结题、参与</p> <p>10. 湖南省教育厅科学研究项目、11C0043、基于模糊神经网络的移动 P2P 信誉管理模型的应用研究、2011/06-2012/06、1 万元、已结题、主持</p> <p><b>发表科研论文（论文代表作）：</b></p> <p>1. Yuantao Chen, Jie Xiong, Weihong Xu, et al. A novel online incremental and decremental learning algorithm based on variable support vector machine [J]. Cluster Computing, <a href="https://doi.org/10.1007/s10586-018-1772-4">https://doi.org/10.1007/s10586-018-1772-4</a> (2018). (中科院 3 区)</p> <p>2. Yuantao Chen, Weihong Xu, Jingwen Zuo, et al. The fire recognition algorithm using dynamic feature fusion and IV-SVM classifier [J]. Cluster Computing, <a href="https://doi.org/10.1007/s10586-018-2368-8">https://doi.org/10.1007/s10586-018-2368-8</a> (2018). (中科院 3 区)</p> <p>3. Yuantao Chen, Jin Wang*, Runlong Xia, et al. The Visual Object Tracking Algorithm Research Based on Adaptive Combination Kernel [J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2019: <a href="https://doi.org/10.1007/s12652-018-01171-4">https://doi.org/10.1007/s12652-018-01171-4</a> (2019). (中科院 4 区)</p> <p>4. Yuantao Chen, Jin Wang*, Xi Chen, et al. Single-Image Super-Resolution Algorithm Based on Structural Self-similarity and Deformation Block Features. IEEE Access, <a href="https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2911892">https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2911892</a>, 2019. (中科院 2 区)</p>
---------------------	--

<p>指导教师对本项目的支持情况</p>	<p>本项目指导老师陈沅涛通过多年指导大学生创新性实验计划项目经验、计科卓越班指导教师职责组织搭建合理结构本科生团队，充分运用计算机与通信工程学院理科楼 B 区开放实验室条件构建“硕士研究生+本科生”研讨式学习团队。2009 年至 2011 年指导长沙理工大学城南学院项目组（学生成员：李斌、李芳、蔡畅、何赞裕、刘泓池）完成<b>湖南省大学生创新性实验计划项目</b>“自组织适应模式的 P2P 路由算法的研究与实践”（湘教通[2009]320 号文件 编号：406），城南项目组完成的成果 P2P 网络仿真软件（GIFT）成功入选“湖南省首届大学生创新实验成果展示会”（见图 5），得到学校和领域相关专家的高度认可，为持续进行 P2P 网络研究打下坚实基础；2013 年至 2015 年指导长沙理工大学城南学院项目组（学生成员：向智武、张先明、童浩、胡超宇、杨炜炜）完成<b>湖南省大学生创新性实验计划项目</b>“基于移动 P2P 网络的移动社交网络的研究与应用”（湘教通[2013]191 号 编号：501）；2016 年至 2018 年指导长沙理工大学城南学院项目组（学生成员：李路根、刘玄玄、段鲸苏、李昶耀、尹松涛）完成<b>湖南省大学生创新性实验计划项目</b>“‘互联网+’时代的‘智慧城南’校园综合服务平台”（湘教通[2016]283 号 编号：946 号）；2011 年至 2012 年，陈沅涛指导“城南学院大学生创新性实验计划项目”——“基于 J2EE 的电子商务系统安全性研究”，该项目小组成功研发“基于 J2EE 的安全购物系统（乐米网）”，并撰写了软件使用说明书；2012 年至 2013 年，陈沅涛指导“长沙理工大学大学生创新性实验计划项目”——“基于 P2P 社交网络的 VOD 系统实现和方法研究”，该项目小组已经成功设计实现基于 P2P 网络的视频点播系统。由此可见，本科生团队研究基础条件充分、机制完整、指导体系完善。</p> <p>本科生团队具有坚实软件开发技术知识的前期储备条件。从 2018 年 1 月至 2019 年 1 月，本科生团队在陈沅涛老师及其硕士研究生悉心指导下，利用寒暑假期间和每个学期课余时间进行 QT 软件开发平台及 C++ 开发语言学习，同时也参与跟进陈沅涛老师指导的各类项目执行过程。通过不断学习，团队成员掌握 Web 前端设计的基本特点、网站拓扑结构、应用领域等有关基础知识，并着重针对安卓、苹果移动开发管理、Web 后台管理、QT 软件开发开展研讨式学习环节。</p>																																		
<p>项目组主要成员</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>姓 名</th> <th>学号</th> <th>专业班级</th> <th>所在学院</th> <th>项目中的分工</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>朱明炜</td> <td>201616080210</td> <td>计算机卓越 16-1</td> <td>计算机与通信工程学院</td> <td>系统需求、设计</td> </tr> <tr> <td>杨栩</td> <td>201651050120</td> <td>计算机卓越 16-1</td> <td>计算机与通信工程学院</td> <td>系统设计、实现</td> </tr> <tr> <td>文司昊</td> <td>201656110113</td> <td>计算机卓越 16-1</td> <td>计算机与通信工程学院</td> <td>系统设计、实现</td> </tr> <tr> <td>刘芊仪</td> <td>201750080307</td> <td>计算机卓越 17-1</td> <td>计算机与通信工程学院</td> <td>文档管理</td> </tr> <tr> <td>郑灿</td> <td>201750080431</td> <td>计算机卓越 17-2</td> <td>计算机与通信工程学院</td> <td>系统测试</td> </tr> </tbody> </table>	姓 名	学号	专业班级	所在学院	项目中的分工	朱明炜	201616080210	计算机卓越 16-1	计算机与通信工程学院	系统需求、设计	杨栩	201651050120	计算机卓越 16-1	计算机与通信工程学院	系统设计、实现	文司昊	201656110113	计算机卓越 16-1	计算机与通信工程学院	系统设计、实现	刘芊仪	201750080307	计算机卓越 17-1	计算机与通信工程学院	文档管理	郑灿	201750080431	计算机卓越 17-2	计算机与通信工程学院	系统测试				
姓 名	学号	专业班级	所在学院	项目中的分工																															
朱明炜	201616080210	计算机卓越 16-1	计算机与通信工程学院	系统需求、设计																															
杨栩	201651050120	计算机卓越 16-1	计算机与通信工程学院	系统设计、实现																															
文司昊	201656110113	计算机卓越 16-1	计算机与通信工程学院	系统设计、实现																															
刘芊仪	201750080307	计算机卓越 17-1	计算机与通信工程学院	文档管理																															
郑灿	201750080431	计算机卓越 17-2	计算机与通信工程学院	系统测试																															

## 二、 立项依据（可加页）

### （一） 项目简介

本项目努力解决现有智能物联网终端设备基础数据可视化水平较低实际情况，努力实现基于物联网的多维数据可视化分析系统。随着实体企业在生产过程中对于生产的智能物联网终端数据质量要求掌控程度不断提高，实体企业希望获取更多实际有效数据同时，能直观针对生产过程中实际产生数据进行可视化分析与处理，希望软件系统能够针对实际生产数据进行解析与展示，向企业直接通过图表形式展示生产过程问题与细节提供便捷方式。

### （二） 研究目的

本项目计划以指导教师目前正在执行的长沙市科技计划项目（重大专项）“基于边缘计算的物联网终端研制及应用”（湖南中联重科智能技术有限公司、长沙理工大学联合申请立项）为基础条件，充分实践长沙理工大学、湖南省教育厅一贯倡导的“**教学促进科研，科研反哺教学**”，结合湖南中联重科智能技术有限公司现有研制智能物联网终端设备为基础设备，努力解决现有智能物联网终端设备基础数据可视化水平较低实际情况，努力实现基于物联网的多维数据可视化分析系统。

可视化数据分析系统能够满足实体企业对于智能物联网终端设备上位机的实际数据分析需求，以本科生团队为主体设计实现可视化数据分析系统为智能物联网终端设备关键技术研究工作提供有效解决方案和原型系统。

### （三） 研究内容

本项目中选用智能物联网终端已具备功能：

- （1）具备针对底层协议进行解析操作的分析能力（例如：通讯协议：Modbus、OPC 等；总线协议：CAN、PROFIBUS 等；无线协议：Wireless、BT 等）；
- （2）具备对云端平台的协议进行对接的操作能力，对云平台的即时通讯能力（例如：以太网、Wifi、4G、NB-IoT 等）；
- （3）结合微机电系统（MEMS）传感节点技术，具备对上层和对下层私有协议完成二次开发的设计能力；
- （4）支持设备数据主动采集、描述式理解以及用户自定义条件过滤和汇聚；

(5) 具备开放融合系统能力，能够配合云端为手机 APP 程序提供支持。

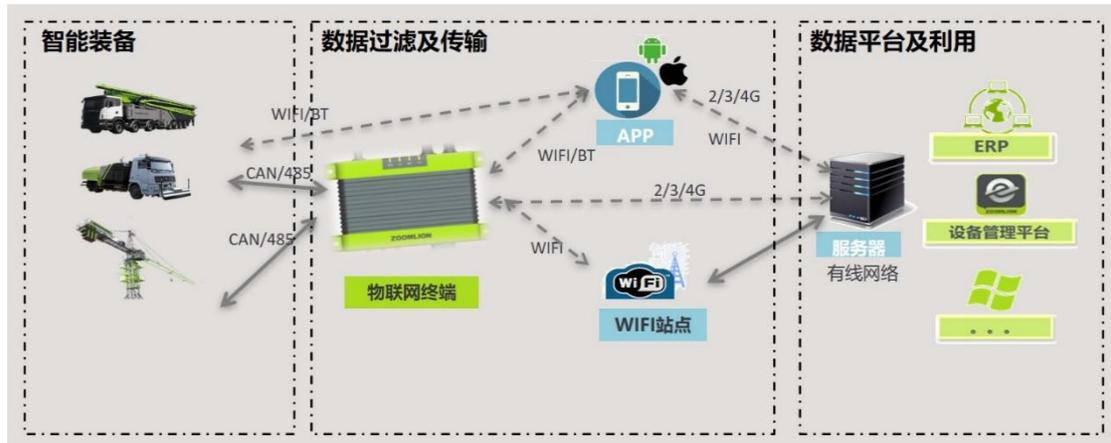


图 1 设备整体核心技术结构图

随着实体企业在生产过程中对于生产的智能物联网终端数据质量要求掌控程度不断提高，实体企业希望获取更多实际有效数据同时，能直观针对生产过程中实际产生数据进行可视化分析与处理，希望软件系统能够针对实际生产数据进行解析与展示，向企业直接通过图表形式展示生产过程问题与细节提供便捷方式。本项目研究设计可视化数据分析系统属于图 1 所示“物联网终端”设备整体核心技术框架图中“数据平台及利用”方面，基于智能物联网终端进行上位机软件系统设计与实现同时为企业提供便捷操作方法是项目核心研究内容。

#### (四) 国、内外研究现状和发展动态

全球新一轮科技与产业革命方兴未艾，从德国“工业 4.0”到美国“工业互联网”，世界各国在智能制造领域激烈角逐，争夺制造业发展主动权。国务院发布《中国制造 2025》作为我国实施制造强国战略的行动纲领，提出了建设制造强国目标，即：通过“三步走”步伐实现制造强国的战略目标。其中，第一步就是截止到 2025 年，中国要迈入制造强国序列。

在国家发布“中国制造 2025”行动纲要之后，湖南省科技厅和长沙市就先后发布《湖南省高新技术产业开发区创新驱动发展提质升级三年行动方案（2017-2019 年）》、《国家智能制造中心创建方案》，长沙依托本土高校的科研优势，积极引进北斗产业高技术人才，初步建成了集高端技术、高端产品、特色应用示范、产品检测为一体的具有自身核心优势的产业集群。为加快推进长沙“国家智能制造中心”核心区建设工作，抢抓“中国制造 2025”和“互联网+X”行业机遇，作为制造业智能化的核心部分，必须加速物联网终端核心技术的研究与建设，通过物联网技术实

现工业连接、工业网络化。

本项目设备支持实体企业湖南中联重科智能技术有限公司（中联智能）作为长沙智能制造示范企业，已通过移动互联网、云计算、大数据、物联网等与智能装备制造行业的结合来推进智能制造产业，促进企业转型升级。以物联网作为有效手段来形成层次更丰富的信息系统，将人与人、物与物、人与物实现全面连接。目前，中联智能已开展物联网云平台建设工作，通过智能装备制造行业几十万台数据的连接，以及海量连接后的数据分析，从而为行业提供新的业务价值，为长沙智能制造推进发展起到示范作用。中联智能现有设备应用框架图和智能物联网框架图，如图 2 所示。



图 2 现有设备应用框架图

物联网通过网络实现感应器、设备和终端的联接。边缘计算是指在靠近物或数据源头的网络边缘侧，就近提供边缘智能服务。全球将有超过 500 亿的终端和设备联网，超过 50%的数据需要在网络边缘侧进行处理和分析。IDC 的报告早就向我们揭示了未来网络发展的新趋势：未来，网络流量的 50%将来自物联网，而 40%的物联网流量将在边缘进行处理。

国内外目前已有诸多企业着手开展很多边缘计算与雾计算方面的技术研究工作，同时也研制相应产品。国外，Intel 在全球范围内推动了三个联盟，分别是工业互联网联盟 IIC, 开放互联基金会 OCF, 开放雾计算联盟 OFC (Open Connectivity Foundation)，其中 OCF 就是主要针对边缘计算，针对物联网的理解它是端到端的系统，分为边缘和后端平台两部分，中间通过网络进行连接，在边缘部分，认为它包含数据采集、网关及数据处理等等模块，在后端完成的是数据的处理机设备的远程管理。戴尔追加发布专门针对工业应用边缘计算产品，从汽车、无人机、医疗设备到机器人领域设备连接数量增长趋势可以看到，越来越多企业正在从云

计算模式转向雾计算应用。2017年4月，国际雾计算产学研联盟大中华区在上海宣布正式成立，此举标志着国际雾计算产学研联盟（OpenFog 联盟）在大中华地区的正式落地。国际雾计算产学研联盟大中华区的成立与不断发展将有力促进前沿技术交流，加速实现国际主流物联网技术与国内产业需求的深度融合，大力推动物联网技术在中国的产业化进程，全面开启与国际接轨的物联网产业新生态。

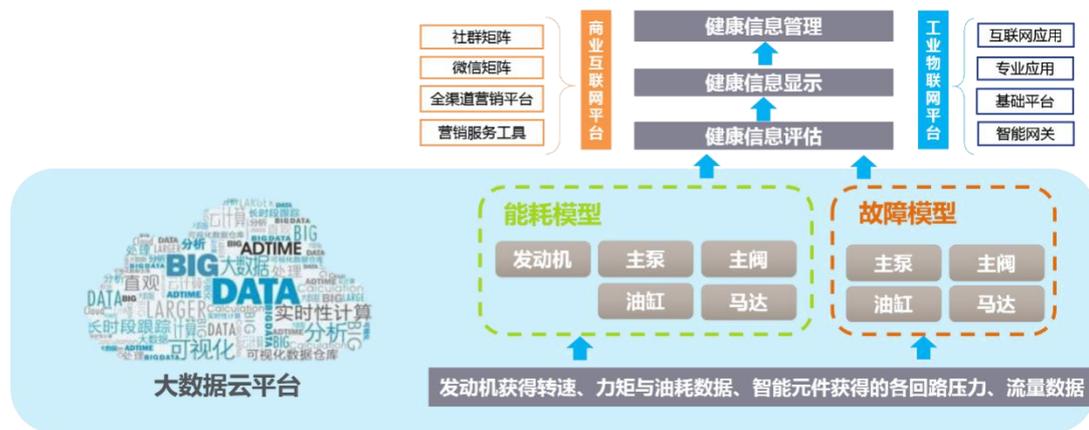


图3 现有智能物联网框架图

“雾计算”概念由思科首创。有别于云计算，雾计算所采取的架构更分散、更接近网络边缘。雾计算可利用靠近终端的设备进行数据处理，从而对于物联网庞大的信息量传送至云计算中心时引发的占用带宽过多或负载过重的情况进行有效的改善。通过将计算、通信、控制和存储资源与服务，分配给离用户或数据源最近的设备和系统，雾计算可以帮助实现云能力的延伸和拓展，从而提供统一的端端云+雾平台、服务和应用。利用开放的标准方法，OpenFog 架构将云端的无缝智能与物联网终端联合在一起，从传统封闭式系统以及依赖云计算模型，进化成为一种全新的计算模型。

物联网互连、机器与机器的通信、实时计算需求和联网设备需求正驱动雾计算市场不断发展。国际雾计算产学研将有效聚合行业资源及技术能量，推动中国产学研各界在雾计算等物联网领域实现合作共赢，促进多元化物联网技术应用普及和产业发展，充分释放雾计算的无限潜力，合力构建中国物联网产业新生态。雾计算与云计算互相协同工作，共同促进行业转型：云计算聚焦非实时、长周期数据的大数据分析，在周期性维护、业务决策支撑等领域发挥特长；雾计算聚焦实时、短周期数据的分析，能更好地支撑云端应用的大数据分析。

可视化技术是为了从高维数据中获取有用信息和了解数据结构将数据进行图

形化展示的过程。可视化技术为分析和理解高维数据提供了有效手段，它能显示数据隐藏的变化规律，帮助用户进行决策判断和信息理解。中联智能的智能物联网终端设备基础数据就属于高维数据集。国外针对可视化技术研究比国内开始的时间要早，从 20 世纪 80 年代末国外就提出了可视化技术，国外对于可视化技术的研究比较深入且在可视化技术上取得了比较好的成果，可视化技术在国外得到了很大发展并得到了广泛应用，例如在地质学、气象学、海洋学、生物学、医学等诸多科学和工程领域都应用了可视化技术。我国可视化技术起步相对国外来说较晚，近年来我国可视化技术才得到较高重视和普及。

### (1) 平行坐标可视化

平行坐标可视化是高维数据显示的一种常用技术，它能在二维空间内对高维数据进行直观展示。随着数据维度的增加和数据量的增大，传统的平行坐标可视化产生数据杂波的问题。高维数据可视化的结果是非常混乱的，用户很难分析和理解数据样本。近年来，科研人员已经做出很大努力，以减少平行坐标可视化杂波问题，提高高维数据可视化结果。

针对平行坐标可视化方法的研究改进主要有两个方面：一方面是增强平行坐标可视化效果，在可视化效果的增强上有很多代表性成果，其中 Ying-Huey Fua<sup>[1]</sup>等人提出了分层平行坐标可视化技术，这种可视化技术将高维数据集用树形结构进行展示，可以帮助用户分析隐藏的信息和数据结构，但分层平行坐标可视化时间复杂度较高。Liang FuLu<sup>[2]</sup>等人介绍了一种对平行坐标可视化维度进行重排的算法，在文中描述了一种非线性相关方法来计算维度之间的相似性，调整维度位置以便相似维度之间是相邻的。Wei Peng<sup>[3]</sup>等人概述了平行坐标可视化维度重排算法，并简单介绍了几种启发式的维度重排方法。Koto Nohno<sup>[4]</sup>等人提出的重排算法和 Almir Olivette Artero<sup>[5]</sup>等人文章中提出的维度重排算法对于高维数据平行坐标可视化效果显示也起到了重要作用，提高了高维数据可视化效果的可读性。Jing Yang<sup>[6]</sup>等人提出了一种交互平行坐标可视化方法，用户可以操作平行坐标可视化的结果，例如进行维度重排、调整维度间距等，加强交互性，提高可视化效果。但在这些可视化方法中，没有对高维数据集的数据进行处理，主要是优化了维度之间关系。

另一方面，主要是将平行坐标可视化方法和其他数据挖掘技术进行结合，也

有很多代表性的成果，通过使用这种方法，用户可以从高维数据集中获取有效信息，并将数据挖掘结果进行可视化。Khadidja Ameur<sup>[7]</sup>等人提出了一个可视化方法，结合聚类技术和平行坐标可视化，通过这种可视化方法，用户可以直观分析数据集中有用信息和隐藏的数据结构。Almir Olivette Artero<sup>[8]</sup>等人优化平行坐标可视化中聚类的结构，以便更好帮助用户进行分析。Hong Zhou<sup>[9]</sup>等人展示了聚类平行坐标可视化。Alfredo Cuzzocrea<sup>[10]</sup>等人在文中总结了平行坐标可视化数据挖掘的优缺点。Geoffrey Ellis<sup>[11]</sup>等人总结了平行坐标可视化杂波的各种方法，文中将杂波消除技术进行分类并简单介绍几种启发式方法，其中聚类方法是一种关键技术。但在这些代表性成果中，它不能保证数据进行聚类 and 可视化之前数据已有一个很好的维度顺序。

## (2) 散点图可视化

散点图可视化也是一种重要的高维可视化技术，在高维数据显示上起到了重要作用，它主要是通过降维技术进行低维空间的显示。散点图可视化方法可以直接显示数据之间的相互关系，发现数据隐藏规律，方便用户进行分析。目前散点图可视化得到广泛应用。

B. Dash<sup>[12]</sup>等人提出了一种结合 PCA 和 K-means 聚类的方法用来处理高维数据集，并进行散点图效果展示。在这种方法中，首先将高维数据降维到二维空间然后进行聚类分析，在散点图中进行结果显示。这种方法可以有效地挖掘高维数据集。D. S. Rajput<sup>[13]</sup>等人通过特征选择和聚类算法实现高维数据分析，并将结果进行散点图可视化。A. Musdholifah<sup>[14]</sup>等人的文章中也是利用降维技术将高维数据集进行数据挖掘和可视化分析，当数据量特别大时，数据挖掘和可视化的效率都比较低。

随着聚类技术不断发展，I. Asseent<sup>[15]</sup>等人提出了子空间聚类结果应用散点图可视化。在文中不再使用降维技术将高维数据集进行降维聚类然后可视化，而是直接用于子空间聚类处理高维数据集，再将结果用散点图展示，这种可视化结果展示虽然保持了信息的完整性，但这种可视化方法的时间复杂性比较高。王开军<sup>[16]</sup>总结了多维数据聚类散点图可视化，在文中对各种降维散点图可视化方法进行总结。为了更好的展示高维数据集，保持高维数据信息，散点图可视化技术得到了扩展，Yunzhu Zheng<sup>[17]</sup>等人提出了散点图矩阵可视化，这种可视化技术可

展示高维数据两两维度之间的关系。

本项目充分运用长沙理工大学计通学院、合作企业已有基础条件、项目小组团队各方优势达到互补作用，以计算机科学与技术卓越工程师培养方案为参考条件，重点致力于把移动网关功能及应用和内容部署到物联网终端设备，就近选择提供智能终端连接与数据处理业务，让不同类型应用与数据在物联网网络终端设备进行本地化处理，实现业务实时、业务智能、数据聚合与互操作、安全与隐私保护等关键智能服务，达到有效降低时延、提高计算速度、提高资源转换效率研究目标，有效提升业务智能决策效率。基于上述智能物联网网关设备来实现可视化数据分析操作是本项目具体实施内容。

### 参考文献

- [1] Ying Huey Fua, Matthew O Ward, Elke A Rundensteiner. Hierarchical parallel coordinates for exploration of large datasets. In: Proceedings of the conference on Visualization, IEEE, 1999: 43-50.
- [2] Liang Fu Lu, Mao Lin Huang, Tze-Haw Huang. A new axes reordering method in parallel coordinates visualization. In: Proceedings of Machine Learning and Applications, IEEE, 2012: 252-257.
- [3] Wei Peng, Matthew O Ward, Elke A Rundensteiner, et al. Clutter reduction in multi-dimensional data visualization using dimension reordering. In: Proceedings of Information Visualization, IEEE, 2004: 89-96.
- [4] Koto Nohno, Hsiang-Yun Wu, Kazuho Watanable, Satoshi Takahashi, Iwao Fujishiro. Spectral-based contractible parallel coordinates. In: Proceedings of Information Visualization, IEEE, 2014: 7-12.
- [5] Almir Olivette Artero, Maria Cristina Oliveira, Haim Levkowitz. Enhanced high dimensional data visualization through dimension reduction and attribute arrangement. In: Proceedings of Information Visualization, IEEE, 2006: 707-712.
- [6] Jing Yang, Wei Peng, Matthew O Ward, Elke A Rundensteiner. Interactive hierarchical dimension ordering, spacing and filtering for exploration of high dimensional datasets. In: Proceedings of Information Visualization, IEEE, 2003: 105-112.
- [7] Khadidja Ameer, Nadja Benblidia, Saliha Oukid-Khouas. Enhanced visual clustering by reordering of dimensions in parallel coordinates. In: Proceedings of IT Convergence and Security, IEEE, 2013: 1-4.
- [8] Almir Olivette Artero, Maria Cristina F de Oliveira, Haim Levkowitz. Uncovering clusters in crowded parallel coordinates visualizations. In: Proceedings of Information Visualization, IEEE, 2004: 81-88.
- [9] Hong Zhou, Xiaoru Yuan, Huamin Qu, Weiwei Cui, Baoquan Chen. Visual clustering in parallel coordinates. In: Proceedings of Computer Graphics Forum, 2008: 1047-1054.
- [10] Alfredo Cuzzocrea, Davood Zall. Parallel coordinates technique in visual data mining: advantage, disadvantages, and combinations. In: Proceedings of

- International Conference on Information Visualization, IEEE, 2013: 278-284.
- [11] Geoffrey Ellis, Alan Dix. A taxonomy of clutter reduction for information visualization. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2007, 13(6): 1216-1223.
- [12] B Dash, Debahuti Mishra, A Rath, Milu Acharya. A hybridized k-means clustering approach for high dimensional dataset. International Journal of Engineering, Science and Technology, 2010, 2(2): 59-66.
- [13] D. S. Rajput, P. K. Singh, M. Bhattacharya. Feature selection with efficient initialization of clusters centers for high dimensional data clustering. In: Proceedings of Communication Systems and Network Technologies, 2011: 293-297.
- [14] A. Musdholifah, S. Z.M. Hashim, R. Ngah. Hybrid pcailge clustering approach for high dimensional data. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 2012, 33(4): 420-424.
- [15] Ira Assent, Ralph Krieger, Emmanuel Muller, Thomas Seidl. Visa: visual subspace clustering analysis. ACM SIGKDD Explorations News Letter, 2017, 19(2): 5-12.
- [16] 王开军. 多维数据的聚类结果可视化技术综述. 福建师范大学学报, 2012, 28(4): 115-124.
- [17] Yunzhu Zheng, Haruka Suematsu, Takayuki Itoh, Ryohei Fujimki, Satoshi Morinaga, Yoshinobu Kawahara. Scatter plot layout for high dimensional data visualization. Journal of Visualization, 2015, 18(1): 111-119.

## **(五) 创新点与项目特色**

(1) 本大学生研究性实验项目涉及计算机科学与技术、物联网两大学科中网络、通信、信息处理等多个研究领域，课题内容符合多维数据可视化主题，反映了当前信息化与大数据处理两大重要领域的最新技术进展前沿。不仅有利于大学生在执行过程中贯通计算机科学技术专业原理课程的理论体系，又能兼顾专业研究与应用动手实践能力的培养，为学生专业素质的锻炼和形成提供了切实可行的途径。

(2) 针对可视化数据分析系统进行应用性研究实践工作。本课题拟提出基于智能物联网终端的数据分析算法。本小组将通过理论分析和具体实验表明本可视化数据分析系统在企业实际工作中的具体功效水平。

(3) 本项目拟依据软件工程规范流程实现可视化数据分析系统，并融入本项目提出的数据分析算法，实现本项目预期实现的可视化数据分析系统。

## **(六) 技术路线、拟解决的问题及预期成果**

### **1. 技术路线**

针对物联网技术目前现存问题：（1）业务实时性差：很多应用场景（工业检测、控制、执行）实时性要求高。如果数据分析与逻辑控制完全在云端实现，难于满足业务实时性要求，出现网络拥塞、高延时、低服务质量等现象；（2）数据爆炸与网络流量压力大：物联网产生数据量庞大，2020 年预期每年产生 44ZB 规模以上数据量。所有终端设备与传感器采集数据无法全部传至云端平台，需要寻求有效解决方案；（3）安全与隐私保护差：数据通过网络实现端到端传输过程，云平台需要接入大量终端设备，访问控制与威胁防护难度大幅提高，关键数据完整性、保密性需要提高保护。

对物联网而言，意味着许多控制将通过本地设备实现而无需交由云端，处理过程将在本地边缘计算层完成。这无疑将大大提升处理效率，减轻云端的负荷。由于更加靠近用户，还可为用户提供更快的响应，将需求在边缘端解决。在边缘部分，它包含数据采集、网关及数据处理等模块，实现终端及设备的海量、异构与实时连接，边缘侧引入数据分析、数据存储与业务自动处理能力，智能化执行本地业务逻辑，能够更好地对本地和云端进行监测和防护，并对数据进行加密，雾计算结构框架如图 4 所示。



图 4 雾计算系统结构框架图

本项目采用智能物联网终端继承数据采集、存储、分析等已传输功能，智能物联网终端已广泛应用制造行业。本项目计划以合作申请企业研发生产的智能物联网终端设备作为研究对象，通过雾计算模式在物联网中的应用来集成数据采集、计算、存储、传输等功能，提高物联网技术的应用水平，开展物联网终端设计、制造、数据可视化、质量评估等方面的相关实际研究。本可视化数据分析系统整体结构如图 5 所示，智能物联网终端的主要技术参数如表 1 所示。

表 1 智能物联网终端主要技术参数

基本参数	移动通信频段	全网通
------	--------	-----

	芯片	ARM Contex-A8
	GPS精度	≤1m（开阔场所条件）
	电池	3.7V/5500mAh
	工作时间	休眠模式90天
	存储	32G大容量存储
物联参数	WIFI	具备WIFI
	BT	具备WIFI
	导航	GPS/北斗双模
	远程	2G/3G/4G
智能化	内置传感	温度、湿度、三轴
	二次开发	具备二次开发功能
	计算能力	实时计算应用
可靠性	工作温度	-30°C~70°C
	储存温度	-40°C~85°C
	防水等级	IP65
	冲击振动	100G
	静电防护	GB/T19951-2005: IV级
	静电放电试验	IV级 A类合格
	雷击浪涌试验	IV级 A类合格
	脉冲群试验	IV级 A类合格
	大电流注入试验	A类合格
	振动及冲击试验	依JT/T 794-2011实验标准

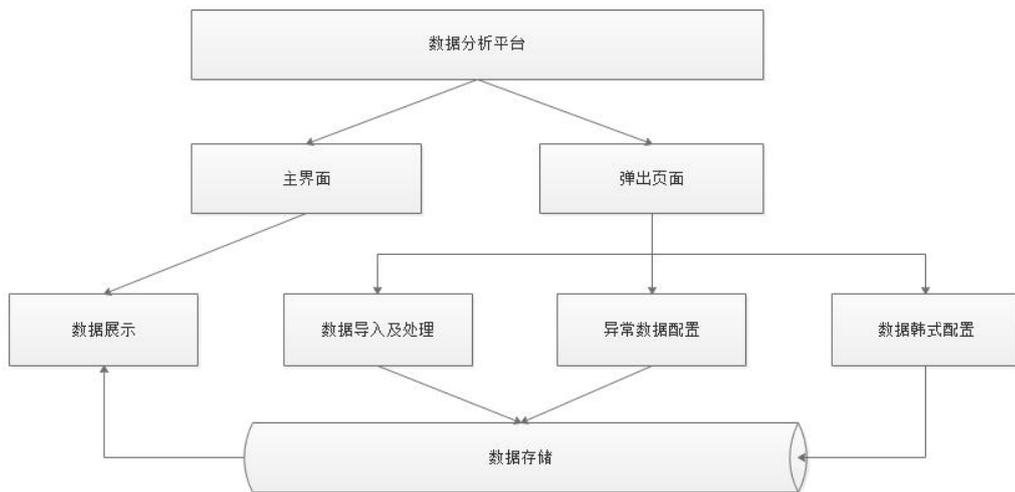


图5 系统结构图

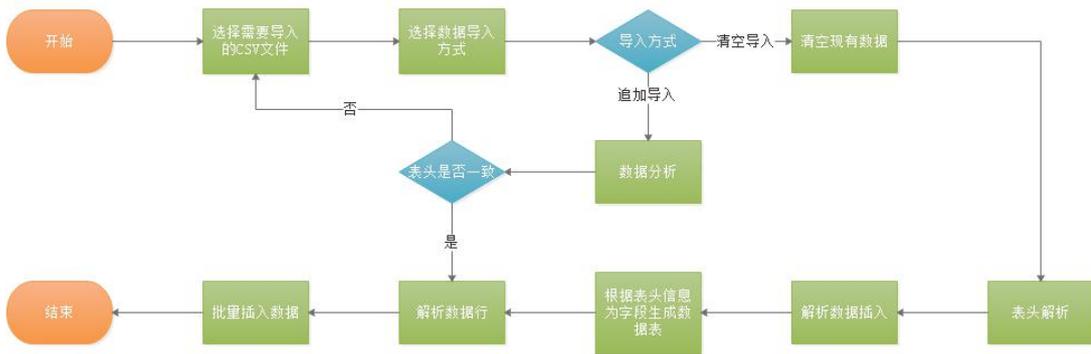


图 6 数据导入流程图

图 6 是系统数据导入流程图，智能物联网终端硬件框架如图 7 所示，智能物联网终端软件框架如图 8 所示。

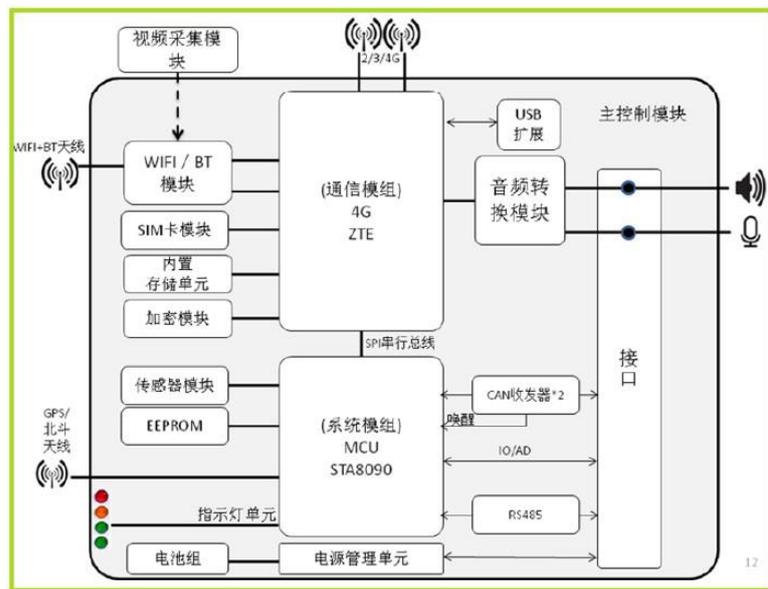


图 7 智能物联网终端硬件框架图

智能物联网终端软件框架包括如下层次：（1）Linux Kernel：内核，包括文件系统、网络协议栈等操作系统提供的基础功能与设备驱动程序；（2）Libraries：库，包括 C 语言库、数据库、加解密库等 Linux 发行版常用库；物联网应用常用库及私有库；（3）Application Framework：应用框架，为盒子的具体应用提供各类功能和服务的通用框架代码；（4）Application：智能应用等。

本项目关键技术包括：（1）终端设备节点的通用计算技术研究；（2）智能终端节点开放与安全技术研究；（3）预过滤数据技术研究；（4）数据可视化技术研究。本项目计划针对四个技术难点提出可靠解决方案，具体描述如下：

**技术难点 1：**大量传感、工况数据回传至云平台，回传数据如何在云平台与物

联网终端合理分配与整合。

**解决方案 1:** 预过滤数据技术在设备状态监控和数据传输中的应用：(1) 单点检测数据具有波动性，多测点之间存在关联性；(2) 实现故障诊断、状态评估，提高信息综合应用价值。

**技术难点 2:** 安全问题主要包含设备安全、网络安全、数据安全与应用安全，如何保证数据安全。

**解决方案 2:** 采用组合加密方式解决数据安全：(1) 硬件加密与软件加密结合；(2) 软件加密对数据源与传输加密。

**技术难点 3:** 工程现场复杂工况对产品可靠性要求。

**解决方案 3:** 以可靠性为中心，将单项的可靠性技术整合，提供可靠性问题解决整体方案。

**技术难点 4:** 智能物联网终端设备数据可视化要求。

**解决方案 4:** 依据 QT 软件开发平台，选用 C++ 程序开发语言实现上述技术于智能物联网终端设备上位机平台，达到数据可视化的项目建设目标。

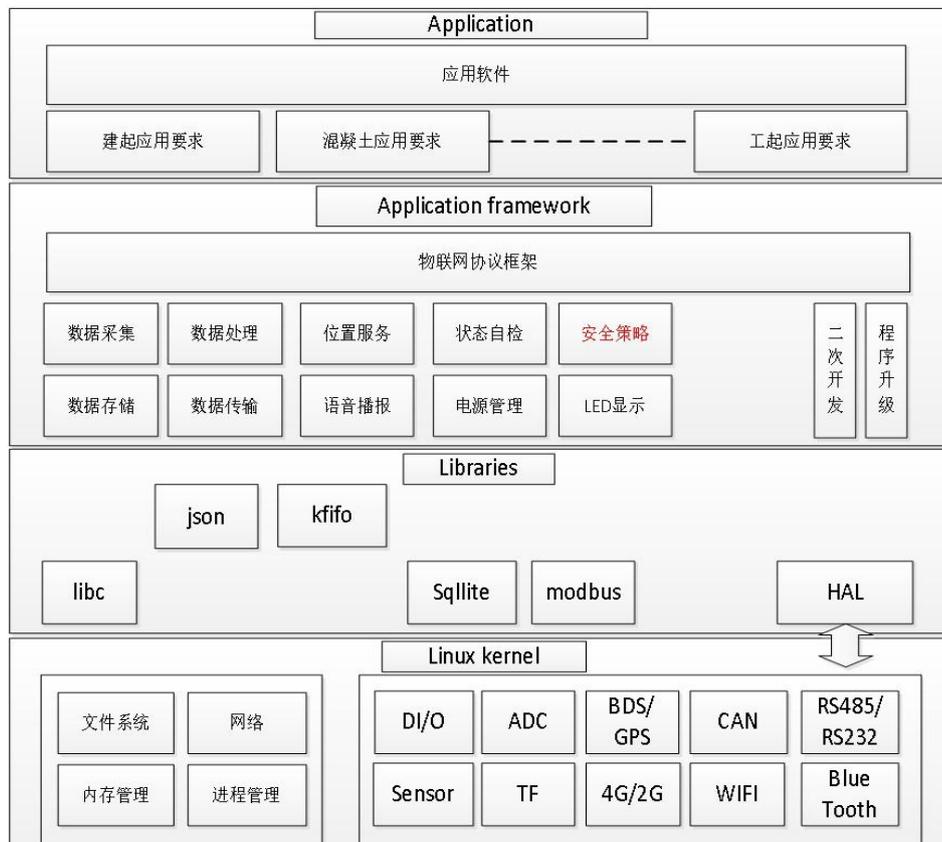


图 8 智能物联网终端软件框架图

## 2. 拟解决的问题

现有物联网技术目前存在如下问题：（1）业务实时性低：很多场景应用（检测、控制、执行）对于实时性要求较高。例如：泵车的堵管分析、塔机碰撞分析无法利用云计算实现。如果数据分析与逻辑控制全部都在云端来实现，难以满足业务实时性要求，较易出现网络阻塞、高延时、低服务质量等现象；（2）数据爆炸和网络流量压力大：物联网产生的数据量十分庞大，预计 2020 年会产生 44ZB 规模数据。如此多的设备与传感器所采集到的数据不可能都传回至云平台，亟需寻求新的解决方案；（3）安全与隐私保护差：数据通过网络实现端到端的传输，云平台需接入大量的设备，访问控制与威胁防护的难度大幅提升，关键数据的完整性、保密性需要加大防护。

与云计算相比，雾计算所采用架构更呈分布式形态，更接近网络边缘区域。雾计算将数据、数据处理和应用程序集中在网络边缘的设备中，而不像云计算那样将它们几乎全部保存在云中，数据的存储及处理更依赖本地设备，而非服务器。雾计算是新一代分布式计算，符合互联网的“去中心化”特征。其应用程序在边缘侧发起，产生更快的网络服务响应，满足行业在实时业务、应用智能、安全与隐私保护等方面的基本需求。雾计算与云计算互相协同，共同助力各行各业的数字化转型工作。

本项目需要解决的主要问题包括三个方面：

- （1）提高现有智能物联网终端基础数据可视化水平；
- （2）提供解决数据可视化的完整软件系统平台；
- （3）提出可靠的基于智能物联网终端的可视化共享数据系统解决方案。

### 3. 预期成果

- （1）提交创新性实验项目总结报告 1 份；
- （2）设计并实现“可视化数据分析”系统平台，依据本课题实现软件申请相对应的软件著作权与相关知识产权；
- （3）根据本系统平台的具体设计过程进行软件工程实现，并将该系统平台在湖南中联智能技术有限公司进行实际产业化小规模应用，达到计算机科学与技术专业卓越工程师班“科研反哺教学”的项目实践目标。
- （4）培养本科生团队进行科研能力培养，培养本科生进行科研论文撰写，发表中英文核心期刊论文或国际会议报告论文 2-4 篇，申请登记 2 项软件著作权，培

养本科生团队成员参与项目指导教师发明专利申请工作,参与申请 1-2 项国内发明专利。

(5) 培养本科生团队的创新性研究水平和相关能力。

## **(七) 项目研究进度安排**

### **1. 年度目标**

2019 年: 根据本大学生研究性学习和创新性实验计划项目研究内容集中小组成员进行前期专业理论和基础方法研究性学习, 拟达到前期工作准备目标;

2020 年: 根据本实验计划项目拟实现的可视化数据分析平台软件需求, 进行相关需求分析、总体设计、详细设计和具体实现等相关工作, 并进行软件测试相关工作, 拟达到软件实现和具体软件测试工作目标;

2021 年: 根据实现的可视化数据分析平台申请相关软件著作权, 同时整理项目结果进行论文撰写并发表相关学术论文或参加国际会议, 拟达到项目结题条件和成果整理目标。

### **2. 各阶段工作内容**

(1) 2019 年 5 月到 2019 年 10 月, 搜集中英文文献资料, 集中小组成员进行相关研究性学习工作, 熟悉数据可视化与 Web 前端设计的具体流程, 了解基于各种方法进行可视化数据分析平台方面目前的最新研究成果和动态;

(2) 2019 年 11 月到 2020 年 3 月, 掌握 C++ 高级程序语言工程应用, 熟练应用 QT 集成开发环境, 为下一阶段开展可视化数据分析平台设计实现做好技术铺垫工作;

(3) 2020 年 4 月到 2020 年 10 月, 在熟悉各种已有数据可视化各种应用具体功能的基础上, 提出可视化数据分析平台构建方法, 并实现系统平台;

(4) 2020 年 11 月到 2021 年 3 月, 完成系统实际场地联调与系统测试各个环节, 完善系统实现的具体细节工作;

(5) 2021 年 4 月到 2021 年 6 月, 撰写项目结题报告并撰写相关学术论文。

## **(八) 已有基础**

### **1. 与本项目有关的研究积累和已取得的成绩**

本科生团队均来自计算机科学与技术专业卓越 2016 级和卓越 2017 级, 本科

生年级结构合理、成绩优良、自学能力强且学有余力。2016 级朱明炜和杨栩能在入校后努力钻研，对大学生创新性实验项目有浓厚兴趣，均希望能够通过申请大学生创新性实验项目提高自身专业知识，同时进一步提高自身实践动手与创新能力。经过在校期间学习研讨过程培养，本组本科生成员均已完成高等数学、离散数学、计算机网络原理与技术等专业基础课程学习过程，同时掌握 C++、Java 等高级程序设计语言方法，针对计算机网络设计、软件系统设计进行自主学习，并且针对 Web 前端设计、后台管理方面进行相关水平培训并提高。



图 1 安全电子商务网站“乐米网”

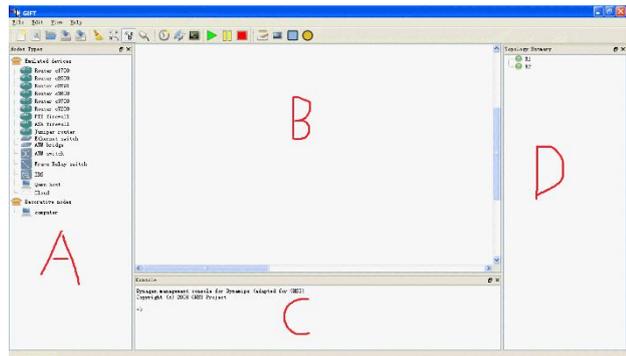


图 2 P2P 网络仿真软件 GIFT

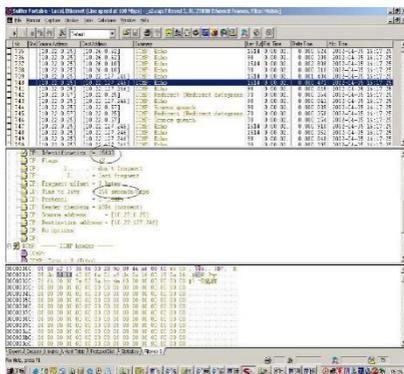


图 3 网络流量监控系统



图 4 校园应用网站

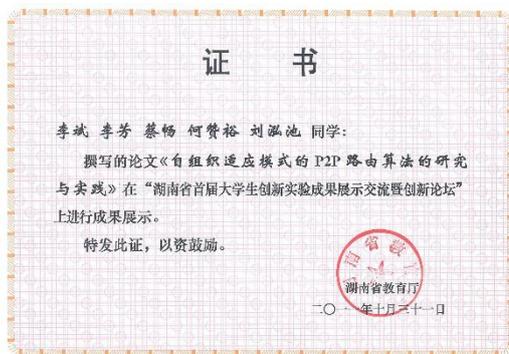


图 5 湖南省首届大学生创新实验成果展示会



图 6 优秀毕业设计（城南学院）

朱明炜：来自长沙理工大学计算机与通信工程学院计算机科学与技术专业

2016 级卓越班。自学能力较强，兴趣爱好广泛。有责任心，做事认真踏实，具有创新精神和团队精神。从大一开始担任班长，并获得优秀学生干部，管理人才等荣誉。在校学习了解 C、C++、数据库原理、计算机网络等计算机课程，擅长 Java 语言编程，大二上学期加入人工智能与机器视觉实验室，自学了 Android，做过安卓端项目，目前正在努力学习微信小程序和网页前端技术。

文司昊：来自长沙理工大学云塘校区计通院计算机科学与技术专业 2016 级。大一上学期加入 ACM 协会，现在是往前端发展，对于这方面的学习有着浓厚的兴趣。在班上，从大一一开始就担任生活委员；在院里，大一是资助部干事，获得优秀干事的荣誉，大二成为资助部副部，获得资助工作先进个人的荣誉；学习上，大一上学期过英语四级，大一下学期过英语六级，并获得校级三等助学金，大二再次获得校级三等奖学金；入党上，大一上学期参加入党积极分子培训并拿到结业证书，大三上学期成为预备党员，现在处于预备党员时期；活动上，大一参加“互联网+”比赛获得二等奖，参加过科技立项等活动。

杨栩：来自长沙理工大学计通系计算机卓越班 2016 级。在 2016 年就加入了 ACM 集训队，对程序语言有着独特的爱好，擅长 C、C++ 语言编程。有热爱学习，刻苦钻研的精神。曾经连续两次获得校三好学生的称号。入学两年半，学科竞赛获得国家级三等奖三次。二等奖一次。获省级二等奖两次，三等奖 4 次。

刘芊仪：来自长沙理工大学计算机与通信工程学院的计算机科学与技术 2017 级。目前担任院团委组织部副部长一职。大一第一学期学习 C 语言，第二学期学习 C++ 语言，现在正在自学 Python，对人工智能和游戏开发比较感兴趣。

郑灿：来自长沙理工大学计通学院的计算机科学与技术 2017 级。大一上学期学习 C 与 C++，大一下学期加入凡路实验室游戏部，到现在，在学习游戏开发，学习 C# 和 Unity 使用，在部门进行两个游戏项目开发工作。

## 2. 已具备的条件，尚缺少条件及解决方法

项目依托单位长沙理工大学是国家“中西部高校基础能力建设工程”高校，同时是湖南省属重点大学。项目申请人所在计算机与通信工程学院拥有湖南省重点实验室、视觉实验室、物品编码和自动识别工程技术研究中心，脑机接口及脑信息处理实验室，嵌入式系统及传感器网路实验室等先进的研究型实验室。计通学院为加强基础实验室建设，拥有各类教学科研仪器设备 3800 台（套）。这些为本项

目的研究提供优越软硬件环境。

尚缺少条件主要是支持本科生团队执行大学生创新训练项目的文献检索、论文及知识产权、设备购置等相关费用，计划通过申请相关经费解决。

### 三、 经费预算

开支科目	预算经费 (元)	主要用途	阶段下达经费计划(元)	
			前半阶段	后半阶段
预算经费总额	20000			
1. 业务费	12000	用于项目开展工作用途	0	0
(1) 计算、分析、测试费	0	无	0	0
(2) 能源动力费	0	无	0	0
(3) 会议、差旅费	0	无	0	0
(4) 文献检索费	2000	用于进行文献检索、文献服务及查新方面支出	2000	0
(5) 论文出版费	10000	用于相关论文出版及知识产权申请费用支出	0	10000
2. 仪器设备购置费	0	无	0	0
3. 实验装置试制费	0	无	0	0
4. 材料费	8000	项目实施过程中各类电脑配件的损耗	8000	0
学校批准经费	20000		10000	10000

### 四、 指导教师意见

多维数据可视化属于实践研究领域，本项目涉及计算机科学与技术、物联网工程两类学科，项目选题符合计算机科学与技术专业卓越工程师班培养方案中关于实践应用性与创新性的具体要求。通过该项目实施可大大提高本科生团队的使用 QT 集成开发环境进行系统设计和实践动手能力。

长沙理工大学计算机与通信工程学院本项目组所有本科生成员均具备自我学习和实践动手能力，有很强的创新精神，并已经具备一定专业基础条件，技术方案合理，对项目重点和难点分析准确且能够执行相关项目具体实验，本人同意指导。

导师（签章）：

年 月 日

## 五、 院系大学生创新创业训练计划专家组意见

经计算机与通信工程学院专家组讨论决议，一致通过并同意推荐校级项目。

专家组组长（签章）：

年 月 日

## 六、 学校大学生创新创业训练计划专家组意见

负责人（签章）：  
年 月 日

七、 大学生创新创业训练计划领导小组审批意见

负责人（签章）：  
年 月 日