校名-小

大学生创新创业训练项目  
定级检查表

项目编号 1709030

项目性质：创新实践□ 创新训练☑ 创新实践□

申请级别：A级☑ B级□ C级□ D级□

项目中文名称： 基于Vivado的FPGA实验教学平台

项目英文名称： Vivado based FPGA Remote Experiment

Platform

项目依托学院： 国际学院

项目负责人： 贾诗远

联系电话： 18801147399

E-mail： 2015213005@bupt.edu.cn

指导教师： 顾仁涛

E-mail： rentaogu@bupt.edu.cn

起止年月： 2017年6月——2018年6月

填报时间：2017年 9 月 20 日

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | 基于Vivado的FPGA实验教学平台 | | | | | | | |
| **项目性质** | 创新实践□ 创新训练☑ 创新实践□ | | | | | | | |
| **项目来源** | 导师科研□ 自主探索类☑ 滚动支持类□  科研院所□ 企业□ | | | | 项目起止时间 | | 2017.7~2018.7 | |
| **指导教师** | 顾仁涛 | 职 称 | 副教授 | 电话 | | 13811118895 | | |
| **项目完成人** | 姓名 | 所在学院 | 专业 | 班级 | | 学号 | | 联系方式 |
| 贾诗远 | 国际学院 | 电信工程及管理 | 2015215106 | | 2015213005 | | 18801147399 |
| 曹梦鑫 | 国际学院 | 物联网工程 | 2015215120 | | 2015213427 | | 13261633055 |
| 郭彤宇 | 国际学院 | 物联网工程 | 2015215120 | | 2015213422 | | 18646117780 |
| 罗子乾 | 国际学院 | 电信工程及管理 | 2015215102 | | 2015212892 | | 18811798131 |
| 刘源东 | 国际学院 | 电信工程及管理 | 2015215104 | | 2015212953 | | 18801309879 |
| **项目类别** | **□**智能硬件、**□**智慧生活、**□**数字娱乐、**□**通信网络、**□**医疗健康 、☑信息服务、**□**人工智能、**□**教育文化、**□**房产家居、**□**公益创业、**□**理论研究、  **□**其他**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** | | | | | | | |
| **检索关键词** | **FPGA；数字电路；远程实验** | | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **一、项目进展情况说明** | | |
| 1、项目计划要点（目标、内容、关键技术、创新点、商业模式）和调整情况：  （是否按研究计划进行，若研究内容或人员有调整和变动，请说明原因）  **目标：**  电路实验是实践教学组成部分的重要内容，基于Vivado的FPGA实验教学平台致力于提供给学生、教师一个远程调试、管理实验的平台。通过该平台，学生可以在任何一台联网的电脑上登陆并参与实验，查看实验讲义、视频等内容，而无须亲临实验室；教师可以管理实验、统计实验数据、以及进行基于学生实验数据的数据分析。该平台后续将在数字电路与逻辑设计课程上测试，进一步完善实验功能。  **内容：**  基于Vivado的FPGA实验教学平台总体上分为两大部分：网页端，即用户进行实验操作的平台；服务器端，负责平台数据的存储、信息统计以及实验所用FPGA板的管理维护工作。  **网页端**：这是用户和远程实验平台的交互接口，用户通过Web网页访问该平台，通过用户模块完成注册和登陆功能。平台包含两大主要功能，即教学资料下载、回顾、测试，远程进行基于FPGA的电路实验、控制、调试等功能。  **服务器端**：   * FPGA板与服务器端连接，服务器端充当Hardware Server，通过在服务器启动Server服务来为用户提供远程服务。 * 服务器数据库负责存储用户信息、实验数据 * 服务器采用XVC协议实现与FPGA板的连接 * 配置FPGA板实现一板复用，增强使用效率   **网页端与服务器端的数据交换内容：**   * 用户上传的source、constraint、simulation文件 * 服务器端针对用户上传的文件进行设计输入、设计综合、设计实现、设计调试、程序固化，并将产生的波形数据传回给用户 * 用户实验时间、在线人数、个人信息更新数据   **关键技术：**   * PHP、TCP/IP * Vivado、Hardware Manager * TCL Script * 在Windows Server上，采用Socket + IOCP + 线程池的服务器基础结构，有效地降低了因为大量线程切换浪费的 CPU 开销的同时满足远程调试对于实时性、并发性、运行效率的要求。 * 采用开源且运行效率高的MySQL数据库，降低对硬件性能和软件授权的要求，符合高校的实际情况。 * 利用SVC协议实现通过网络访问FPGA的JTAG接口并对其进行高效率、安全且具有扩展性的远程更新与调试，方便学校根据需要需求变化改造该远程实验平台。   **创新点：**   1. 本项目解决了其他高校使用的“基于虚拟机使用FPGA的远程桌面技术”无法解决的问题   如：   * 降低实验设备数量要求 * 实现实验设备共享 * 对实验结果和对源代码进行合理的管理，供学生和老师参考。这样老师可以轻松的查看、比较所有学生做的实验,这 有利于老师了解学生对课程的掌握情况,及时对教学做出调整。  1. 本项目基于Vivado而非ISE。目前Vivado仍在保持更新，对于平台的长期使用具有显著优势。我们除了提供教学资料之外，还提供基于FPGA的远程调试，使得用户可以在任何地点通过互联网连接到空闲的FPGA开发板上进行实验。另一方面，我们的平台具有实时性强、安全性高、交互性能好等多方面特色。 2. 本项目提出“一板复用”概念。一个FPGA的资源往往超过单个学生实验所需，在满足学生完成实验的前提下，优化FPGA的复用问题，可以大大降低平台运行成本，提高使用效率。   2、目前工作主要进展  服务器端：   1. 为满足校内使用需求，利用php apache 以及MySql的方式建立了虚拟主机，生成了可局域网访问的网页平台，即实现在北邮校园网内通过IP/WeVivado就可访问我们的教学平台。 2. 实现了远程实验的第一个阶段，即用户端与服务器之间的远程，在性能强的服务器上布置Vivado软件，通过网页后端的PHP语言执行服务器端的批处理文件，运行通过TCL代码编写好的批处理文件来远程操控Vivado，实现了电路综合、实现设计、综合网表以及生成比特流文件、连接并上传至FPGA板卡等一系列功能，并可以生成反馈结果zip文件，返回到前端供学生下载。（TCL脚本请见附件1）   网页前端：   1. 实验模块：目前网页平台提供了三个可操作实验，并编写了相应的实验说明和实验要求，网页提供上传功能，实现了自动解压缩的功能，在后端运行并生成波形图数据包，完成了完整的实验过程。 2. 教学模块：教学模块分为两部分，实验文档与实验视频，项目初期网页教学模块除了提供各实验所对应的实验文档，还提供了各mooc平台的热门相关课程以及教师推荐的书籍。 3. 管理模块：管理模块可以让学生对实验波形图，实验代码及其历史版本和查看实验时间，可以对实验进行随时回顾总结与改进。   3、阶段性成果（提供相关附件）  项目此阶段已经完成了从前端到服务器的完整的B/S结构，学生通过学号和身份证后六位登陆访问该平台，目前可提供选择的实验有三个，减法器、全加器与半加器和数据选择器。  C:\Users\Mengxin\AppData\Local\Temp\WeChat Files\900484884710660239.png  图1. 网页主界面  C:\Users\Mengxin\AppData\Local\Temp\WeChat Files\628968519607047815.png  图 2.实验模块  在实验界面我们根据老师所安排课程的要求，编写了实验要求和实验说明，学生将源文件、约束文件和仿真文件压缩成包，根据实验要求命名并通过我们提供的上传文件功能将压缩包上传。  C:\Users\14303\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\微信截图_20170928144900.png  C:\Users\Mengxin\AppData\Local\Temp\WeChat Files\880033262855167345.png  图3. 数据选择器实验界面  在后端PHP将会自解压该文件，并自动调用服务器命令行，通过执行批处理文件来执行已经编写好的TCL文件，生成实验波形图并传回前端。以上学生就完成了一系列完整的实验过程。  C:\Users\14303\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\图片1.jpg  图4. TCL代码  C:\Users\14303\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\图片2.png  图5. 分析完成  C:\Users\14303\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\图片3.png  图6. 合成完成  除了实验模块我们还提供了教学模块和管理模块，教学模块可以让学生通过阅读实验文档，相关教材和观看教学视频更好的理解。  C:\Users\Mengxin\AppData\Local\Temp\WeChat Files\445285453504400820.png  图7.教学模块  管理模块之中学生可以对历史实验代码，波形图进行管理，方便后续调试与完善。此外，我们已经审批立项了与我们远程教学平台相配合使用的教材。（审批结果请见附件2）  C:\Users\Mengxin\AppData\Local\Temp\WeChat Files\640491908486861016.png  图8. 管理模块  C:\Users\14303\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\图片4.png  C:\Users\14303\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\图片5.jpg  图9. 教材审批立项公告  4、目前项目经费使用情况   |  |  | | --- | --- | | **物品** | **金额** | | Artix7开发板 | 366.99 | | Xilinx下载线 | 129.13 | | Arduino智能小车套件 | 101.94 | | 深入浅出python、Vivado从此开始 | 84.95 | | Tomcat与Java Web图书 | 104.9 | | **合计** | 787.91 | | | |
| **二、项目成员分工及完成情况**（要求明确写出每名成员的工作内容和工作量，在项目研究过程中承担的责任和取得的成果）  贾诗远: 前期准备中熟悉了vivado的相关操作 学习了HTML 与 CSS 以及 Tomcat相关知识 在后期工作中 参与调试并最终实现vivado与FPGA板子的远程连接。参与通过命令行调用TCL代码从而操作vivado的调试 成功调试并得到反馈结果的压缩文件 积极制定团队的下一阶段计划。  曹梦鑫: 前期准备中熟悉了vivado的相关操作 学习了HTML 与 CSS以及Tomcat 相关知识 在后期工作中 参与调试并最终实现vivado与FPGA板子的远程连接 主力编写了通过命令行操控vivado对应的TCL代码 成功调试并得到反馈结果的压缩文件 积极制定团队的下一阶段计划。  郭彤宇: 前期准备中熟悉了vivado的相关操作 学习了HTML 与 CSS以及Tomcat 相关知识 在后期工作中 参与调试并最终实现vivado与FPGA板子的远程连接 编写了界面友好的远程教学平台的学生界面 以及 管理员界面。积极制定团队的下一阶段计划  刘源东：前期准备中学习了HTML CSS 以及 PHP的相关知识 在后期工作中编写了界面友好的远程教学平台的主界面，积极参加团队的下一阶段计划  罗子乾：前期准备中熟悉了学习了 HTML CSS 以及Tomcat的相关知识 在后期工作中编写了界面友好的远程教学平台的 登录界面 积极参与团队的下一阶段的计划 | | |
| **三、项目下一阶段工作计划及预期成果** | | |
| 1. 下一阶段主要研究内容和工作计划   **下一阶段主要研究内容:**   1. 通过使用ARM，将FPGA板卡与服务器进行远程连接，实现FPGA板卡与服务器分离。建立FPGA板卡仓库，使整体工艺可以达到应用到实际教学中的水平。 2. 完善教学平台网页中每一个实验对应的讲义与视频(关于实验的介绍和讲解)，并在web服务后端通过相应的算法实现捕捉在线实验的人数，每一位学生做该实验的时间等相关信息。 3. 编写对应的教材（已经获批出版）便于学生们更好的使用我们的远程实验教学平台。 4. 将目前通过TCL生成的CSV文件，以波形图等更直观的形式，反馈给学生。   **工作计划：**   1. 10月1日 – 10月 8日通过使用ARM，将FPGA板卡与服务器实现远程连接。 2. 10月9日 – 10月15日完善教学平台中每一个实验对应的讲义与视频及web后端。 3. 10月15日 – 11月 1日 编写对应的教材，并完善文件的反馈形式。 4. 预期研究成果   实现基于vivado的FPGA远程教学平台，平台中包含每个实验的讲解和对应的视频演示，并可以实现代码的上传，得到反馈的波形图。教师可以在网页中查看，统计每一个学生的实验时长。同时，该教学平台将会自动整理学生的代码，使教师可以对每一个学生的代码来进行教学评估。另外，平台将会搭载配套的出版教材供学生学习使用。 | | |
| **四、指导教师综合评价** | | |
| 该项目针对FPGA实践教学需求，拟设计一套支持远程操作的全天候共享型FPGA实验教学平台，重点完成远程连接FPGA进行电路综合、布线、获取实验结果以及搭建网页平台进行实验管理等方面内容。立意较为新颖，实用性强，可应用于课程实验教学中。项目组成员基础扎实，态度积极，团队合作良好。  目前项目进度正常，已经完成了网页框架的搭建、与FPGA的远程连接、上传实验文件进行电路综合、布线等工作，预计可以按期完成预定目标。 | | |
| 项目组成员  签字 | 郭彤宇、贾诗远、曹梦鑫、刘源东、罗子乾 | 2017年 9 月 22 日 |
| 指导教师签字 | 顾仁涛 | 2017年 9 月 22 日 |
| **五、评审意见** | | |
| **专家组评价意见：**  **基地主任签字：**  **年 月 日** | | |
| **学校审批意见：**  **负责人签字：**  **盖章 年 月 日** | | |