

基于 Marlin 的 3D 打印云制造平台研究

朱文琦, 郜鑫

(河南工业职业技术学院, 河南 南阳 473000)

摘要:为解决目前基于 Marlin 的 3D 打印机没有内置网络接口的问题,分析当前流行的基于 ARM 的网络接口方式,提出集成基于 W5x00 的嵌入式以太网控制器作为 3D 打印机云接口的方案和设计方法,并基于此对整个公司的 3D 打印机做了集群化改造,接入到云制造服务平台。这种方法的兼容性好、开发周期短、成本低,可以实现无盘打印,大大提高了打印机的利用效率,更便于集中管理。

关键词:3D 打印; W5x00; 云制造; 集群化

中图分类号:TP391; TH166 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2022)04-0103-04

Research on 3D Print Cloud Manufacturing Platform Based on Marlin

ZHU Wenqi, TAI Xin

(Henan Polytechnic Institute, Nanyang 473000, China)

Abstract: With regard to the 3D printer based on Marlin in absence of built-in network interface, the scheme and design method of integrating the embedded Ethernet controller based on W5x00 as the cloud interface of 3D printer are proposed by analyzing the current popular network interface mode based on ARM. Based on the design, all the 3D printers of the company are transformed into a cluster and connected to the cloud manufacturing service platform. The new means, with the advantages of good compatibility, short development cycle and low cost, can realize diskless printing, which greatly improves the utilization efficiency of printers and has greater convenience for centralized management.

Keywords: 3D print; W5x00; cloud manufacturing; clustering

0 引言

当前的 3D 打印机固件有很多种,其中 Sprinter、Marlin 是使用的人最多^[1]。Sprinter 功能相对简单,基本的功能齐全,而 Marlin 的功能相对复杂、强大。Marlin 固件是应用于桌面级 3D 打印机的较流行固件中的一种,因为其开源的特点,很多桌面级或工业级 3D 打印机中都是基于该固件。

Marlin 是基于 Atmel Mega2560 开发的固件。Arduino Mega2560 采用了基于 USB 接口的核心电路板,可以提供 54 路数字输入输出,满足需要大量 IO 接口的应用需求。Marlin 固件的功能包括:驱动控制板、读取与解析 G 代码、控制挤出头和加热板的温度、检测挤出头和加热板的温度以及读取 SD 卡、支持 LCD 等,唯独不支持网络连接,而且 Marlin 硬件并不包含以太网接口,所以给使用 Marlin 而有远程网络打印需求的用户带来很多不便^[2]。本文基于 W5x00 网络接口扩展板针对 Marlin 进行改造,使其具备了可连接到云打印平台的属性和功能,对于 LAN 而言可以方便地建立集群管理,满足更多应用场合的需求。

1 当前的网络接口方式

当前大多数基于 Marlin 的网络打印采用了另接一块 ARM 板,通过 ARM 板上的网络接口与外界进行网络连接,同时通过 USB 串口与 Mega2560 进行通信^[3]。也就是说,这块 ARM 板是连接 LAN/WAN 与 Mega2560 主板之间的桥梁。如图 1 所示,ARM 板可以是用户自己定制的板卡(图 1(a)),也可以是通用的树莓派(Raspberry Pi 3B)控制板卡^[4](图 1(b))。

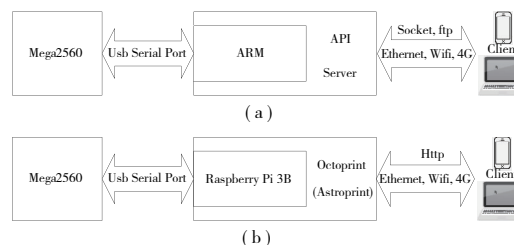


图 1 当前的网络连接方式

这块 ARM 包含一个操作系统,比如说嵌入式 Linux 系统。目前很多企业 and 组织采用的是基于图 1(b)的连接

基金项目:河南省科技厅科技攻关项目(182102310750)

第一作者简介:朱文琦(1984—),女,河南驻马店人,讲师,硕士,研究方向为机电一体化技术。

架构,即使用当前比较流行的 OctoPrint 开源应用^[5]。这就需要基于树莓派和 python 安装 OctoPrint 的免费开源软件。

需要说明的是,不管图 1(a) 方案还是图 1(b) 方案,都需要增加额外的硬件,所以成本较高,而且需要两块板卡,也不利于打印机内部硬件布局安排。

2 基于 W5x00 的网络接口设计

基于国外客户的需求,需要短期内给现有打印机增加网络接口功能,并提供基本的远程打印功能,如,打印文件传输、打印开始、打印暂停/继续、打印停止、打印状态查询以及打印机日志记录等。因此寻找一种更方便快捷、低成本的,同时在不修改打印机机械结构的前提下,增加 3D 打印机网络接口,使其可以接入云制造平台^[6]。

2.1 需求分析

因用户要求在不影响原打印机的机械结构和外形以及原本本地打印工作机制和流程的前提下,新增打印文件远程传输、远程打印启动、打印暂停、打印停止、打印状态获取、托盘回零、远程热床等基本打印功能。因此硬件设计的要求是最大化地保留原有硬件和软件,缩短项目开发和产品上市的时间。根据不同网络接口方式优缺点的比较,最终选择了基于 W5x00 的网络接口方式。其优点是兼容性好,开发周期短,而且后期可以合成到 Mega2560 主板上。由于只有一块主板,更便于安装和维护,不需要修改机械结构和外形。

2.2 W5x00 网络接口的优点

W5x00 是目前网络通信的首选。因为它自带 TCP/IP 协议栈的支持,只需要写有限的初始化代码就可以使用,不像以往的网络模块还要写读写函数、报文控制等其他驱动相关程序;而且它只需要 SPI 总线接口,即可完成网络和单片机 MCU 之间的通信,速度和数据可靠性也有一定的保证^[7]。

该系列中,W5100 是一款多功能的单片网络接口芯片,内部集成有 10/100 以太网控制器,由于其高集成、高稳定、高性能和低成本的特点,一直大量用于嵌入式系统中。W5200 是 W5100 的升级版,与 W5100 相比,W5200 支持高速 SPI 总线(≤ 100 MHz),支持 8 个独立的端口同时连接。W5100 只有 4 个独立端口。W5200 具备 32 KB 内部通信缓冲,W5100 只有 16 KB。而 W5500 与 W5200 扩展板相比,增加了 POE 供电、网络唤醒模式、集成主控板等功能,此外,W5500 主控板使用了一个新的高效 SPI 协议,支持 80 MHz 通信速率,从而能够更好地实现高速网络通信^[8]。本项目最终选择 W5500 做了网络控制芯片和主板进行集成控制。

3 3D 打印机集群化管理

在 3D 打印机增加了网络接口后,即可内部组网,进行集群化管理。如图 2 所示,不同类型的 3D 打印机在配

置了网络接口卡 IP 地址后,通过交换机/路由器组成 LAN,打印机管理员可通过集群系统控制单元控制整个集群网络内部的 3D 打印机。数据库服务器用于存储打印文件和数据,可以支持某些没有内置 Flash 打印机上的大文件打印,而且不需要存储介质 SD 卡或者 U 盘来传递文件。这样能够满足很多现代化企业的“无盘化”办公管理。安全控制服务器是用来保护网内数据的安全和起到外网访问防火墙的作用,通过设置访问策略,可避免非法用户或者非法物理地址或者 IP 地址的访问^[9]。这 3 个服务器也可以根据企业实际情况全部建立在同一台计算机上,由一名管理员统一管理。外部 Internet 的访问可以通过 Wi-Fi 从手机或者笔记本接入,通过在交换机/路由器上的虚拟服务器配置建立端口转发机制,既可以实现公网内网的访问转换,也可以通过免费或开源的 3D 云打印软件,如 3DPrinterOS,实现互联网的远程打印和管理。

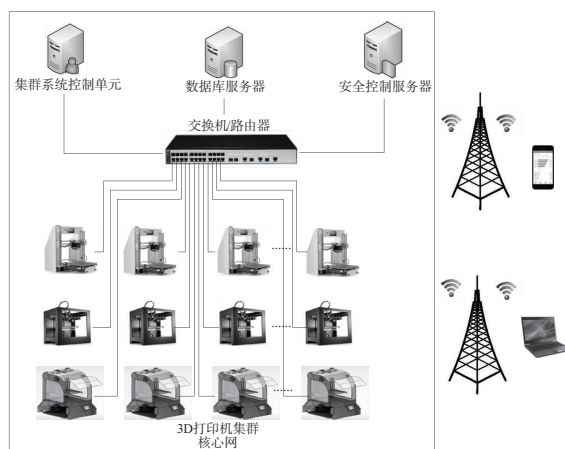


图 2 3D 打印机集群化管理

4 云制造服务平台构建

4.1 云 3D 打印制造服务平台架构

在 3D 打印机上加上标准的以太网接口,使每台 3D 打印机获得自己的身份识别 IP 地址或者 MAC 地址后,就可以把打印机连到 3D 打印云制造服务平台,使自己的 3D 打印机服务于整个打印服务平台。

图 3 是云 3D 打印制造服务平台架构图。整个 3D 打印云制造服务平台体系是结合网络化服务平台的特点,把异地的 3D 打印资源集中到一个服务中心,使其可以被统一管理、规划和调度,更充分地利用整个平台的资源为更多的用户服务^[10]。如图 3 所示,目前使用的 3D 打印云制造服务平台体系,它由物理层、构架层、设施层、服务层、应用层和用户层组成。

整个云制造平台包含多种终端用户,其中门户网站提供入口和空间服务,而其他云端资源提供方和云端资源需求方通过移动终端、PC 终端或者其他终端来进行云制造服务平台的访问。应用层即云制造服务平台的应用程序,它可以是基于 B/S 的网页服务,也可以是基于 C/S 的应用服务^[11]。服务层即整个系统可以提供的多项功能与服

务,包括资源管理、数据管理、知识管理、用户管理等内部系统管理服务,也包含资源调度、作业管理、运行监控、安全管理等流程上的管理服务,另外还包含服务监控、服务评价、QoS 管理等质量监督等过程管理服务^[12]。设施层是从用户角度所能看到的物理装备,即通过构造层封装过后的设施接口,提供给用户的一个整体的、模块化后的打印服务单元。构造层对具体的物理层进行封装和打包,通过虚拟化、模块化、组件化、逻辑化具体的 3D 打印机相关资源为可管理的计算服务、软件服务、设备服务、创新服务等。物理层即具体的资源层,它可能是硬件,比如说 3D 打印设备,也可以是软件,比如说切片能力、模型修复能力等^[13]。

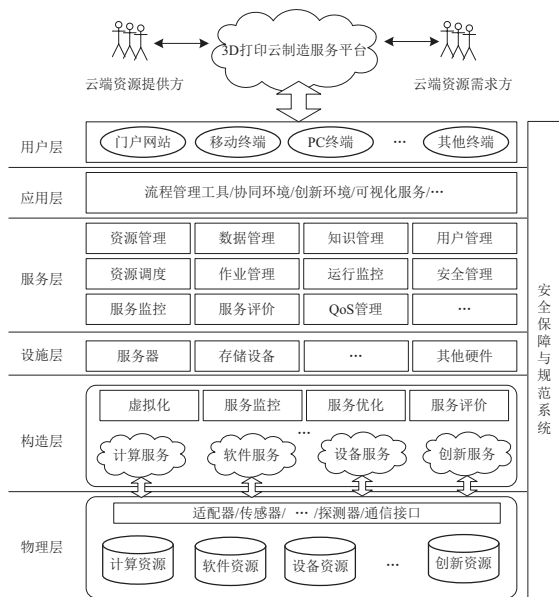


图 3 3D 打印云制造服务平台架构图

3D 打印云制造服务平台由资源提供方、资源需求方、平台服务方、平台运营方等多方共同参与,采取服务收费模式或者会员收费模式提供服务。资源提供方提供 3D 打印设备、设计资源,制造资源、创新资源等 3D 打印相关资源;资源需求方向服务平台提交有关 3D 打印需求业务;平台服务方提供云制造服务平台的核心技术;平台运营方负责对平台的业务进行运营管理,如平台使用情况统计、制造资源特性归类等,以指导平台服务方进行相应的 3D 打印云制造服务平台的技术开发、实施和商业化运营^[14]。

4.2 人机交互

图 4 为云 3D 打印的打印机配置接口,打印机通过 Ethernet 接入局域网或者广域网,再连接到云服务器并启动远程打印服务(remote service),可在云打印网络中注册和登记,可被云打印识别有关的机型、可打印材料和可用状态等相关信息。同时在打印机配置端也可以主动断开连接(disconnect),这样可以在打印出错时及时做出故障处理。

图 5 为云打印服务的用户接口,采用的是 3DPrinterOS 的云打印系统,用户可以在任何一台计算机

通过接入 Internet 访问云服务器,在该接口可以执行云打印操作。远程云打印包括增加文件到打印队列(ADD FILES)、新建打印任务(CREATE FILE)、切片(SLICE)、修复模型(REPAIR)、布局修改(LAYOUT)等常用云打印服务相关的操作。



图 4 3D 打印机远程服务界面

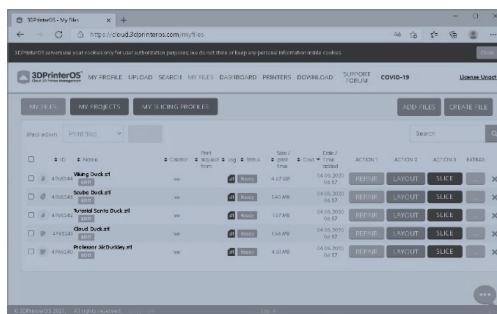


图 5 云 3D 打印制造服务用户接口

5 结语

对 3D 打印机进行了集群化改造,每台 3D 打印机都增加了网络接口并连接到云打印服务器,构建了企业的云打印平台,大大提高了打印机的利用率,成果如下^[15]:

- 1) 实现了无盘打印。很多大中型企业有保密需求,3D 打印模型和 Geode 文件不能通过 U 盘或 sd 卡拷贝。在打印机增加了云接口以后,不再需要中间介质拷贝,避免了重要文件的泄密风险。
- 2) 提高了打印机的利用效率。在满足打印机本地打印需求的情况下,假如打印机仍有空闲,可以给外部客户提供打印服务。
- 3) 方便管理人员集中管理。对于大中型 3D 打印机集群,可以更方便地被管理人员统一管理。管理者在办公室或者家中就可以方便地获取到整个车间或者分布在不同地域甚至全球多个厂区所有接入网络的 3D 打印机状态,并能进行操作和控制。生产管理人员可以更加清晰地了解和掌控多个打印机集群的生产情况。

参考文献:

[1] 秦瑞冰,乌日开西·艾依提,滕勇. FDM 式 3D 打印技术研究进展[J]. 制造技术与机床,2020(2):40-44.
 [2] 刘永辉,尹作重,黄双喜,等. 面向 3D 打印云服务平台的体系架构研究[J]. 制造业自动化,2017,39(6):145-149,156.
 [3] 于娟,刘琦,周凯强,等. 无线网络 FDM 型 3D 打印机设

- 计[J]. 电子技术与软件工程,2020(10):94-96.
- [4] 谢光强,陈俊宇,郭小全. 基于SDG的集群打印系统故障智能诊断研究[J]. 广东工业大学学报,2020,37(4):15-20.
- [5] 潘志强. 3D打印技术的发展及应用分析[J]. 石河子科技,2020(6):36-37.
- [6] 赵宏伟. 基于FDM技术3D打印控制系统的研究与设计[D]. 廊坊:北华航天工业学院,2020.
- [7] VAZ V M, KUMAR L. 3D printing as a promising tool in personalized medicine[J]. AAPS PharmSciTech, 2021, 22(1): 1-20.
- [8] 周楠. 计算机辅助工业设计与3D打印技术初探[J]. 科技风, 2021(2):13-14.
- [9] 刘智,赵永强. 3D打印技术设备的现状与发展[J]. 锻压装备与制造技术,2020,55(6):7-13.
- [10] 刘长华,张卫华,甄潇杨,等. 基于3D打印设备的机械与控制系统设计研究[J]. 机械研究与应用, 2020, 33(6): 123-128.
- [11] 万海鑫. 3D打印技术在创客培养领域的运用[J]. 无线互联科技,2020,17(24):104-105.
- [12] 吕文艳. 3D打印云平台体系架构及其关键技术研究[J]. 数字技术与应用,2020,38(12):56-58.
- [13] 武瑞刚,韩利萍,楚蓓蓓,等. 3D打印技术在航天企业的应用[J]. 机械工程与自动化,2020(6):225-226.
- [14] 蒋龙,姚晓彤. 浅析3D打印成形方法及在机械加工制造中的优势[J]. 内燃机与配件,2020(23):112-113.
- [15] 王大成,朱云阳. 浅析3D打印技术在航空制造中的应用[J]. 中国新技术新产品,2020(23):35-37.

收稿日期:2021-02-22

(上接第68页)

参考文献:

- [1] 孟庆林,谷森,唐飞扬,等. 基于线激光传感器的客车轮廓三维测量方法[J]. 机械制造与自动化,2020,49(6):210-212.
- [2] 吴庆阳,苏显渝,李景镇,等. 一种新的线结构光光带中心提取算法[J]. 四川大学学报(工程科学版),2007,39(4):151-155.
- [3] 贺俊吉,张广军. 结构光三维视觉检测中光条图像处理方法研究[J]. 北京航空航天大学学报,2003,29(7):593-597.
- [4] 雷海军,李德华,王建永,等. 一种结构光条纹中心快速检测方法[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2003,31(1):74-76.
- [5] 孙军华,王恒,刘震,等. 钢轨磨耗动态测量中激光光条中心的快速提取[J]. 光学精密工程,2011,19(3):690-696.
- [6] 占栋. 线结构光视觉测量关键技术及在轨道交通巡检中应用[D]. 成都:西南交通大学,2016.
- [7] STEGER C. An unbiased detector of curvilinear structures[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1998, 20(2): 113-125.
- [8] LI B C, MA S D. Approximation of an arbitrary filter and its recursive implementation [J]. Pattern Recognition, 1994, 27(12):1767-1774.
- [9] YOUNG I T, VAN VLIET L J. Recursive implementation of the Gaussian filter[J]. Signal Processing,1995,44(2):139-151.
- [10] ZHANG Z. A flexible new technique for camera calibration[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(11): 1330-1334.

收稿日期:2022-02-18

(上接第84页)

- [3] 崔文夏,张瑞亮,张波. 无同步器式变速器啮合套与接合齿圈啮合性能研究[J]. 机械传动,2019,43(11):150-155.
- [4] 高俊鹏,姜涛,张桂林. 一种ABS齿圈参数检测系统误差校正方法研究[J]. 计量学报,2019,40(2):201-207.
- [5] 李肖,冯志鹏. 行星齿轮箱齿轮组合故障振动频谱特征[J]. 振动与冲击,2020,39(1):15-23.
- [6] 韩军,王静,段荣鑫,等. 工艺参数对齿圈插齿加工切削力的影响规律研究[J]. 机床与液压,2020,48(17):126-129.
- [7] 贾康,张银行,南凯刚,等. 螺旋内齿圈拉刀精切齿磨削方法研究[J]. 机械工程学报,2020,56(7):220-230.
- [8] 王成龙,周建星,孙文磊,等. 行星齿轮传动柔性齿圈齿根动应力计算及光纤光栅检测方法[J]. 西安交通大学学报,2020,54(6):122-132.
- [9] 高洪,徐田恬. 基于神经网络的汽车齿圈锻压工艺优化[J]. 热加工工艺,2020,49(23):100-103.
- [10] 汪正兵,阮瑞杰,米艳军,等. 42CrMo钢齿圈毛坯的水-空交替控时淬火工艺[J]. 金属热处理,2019,44(9):169-173.
- [11] 关亚彬,杨小辉,方宗德,等. 一种鼓形齿联轴器的侧隙设计方法[J]. 西安交通大学学报,2019,53(7):136-143.
- [12] 张晓东,杨林,张毅,等. 基于流体压力渗透法的齿形滑环组合密封有限元分析[J]. 润滑与密封,2019,44(12):12-17,95.
- [13] 郭佳栋,蒋劲,孙强强,等. 外啮合直齿齿轮的耳型浮动套筒参数优化[J]. 排灌机械工程学报,2019,37(4):289-295.
- [14] 马辉,段田堂,孙衍宁,等. 齿顶修形行星轮系啮合刚度分析[J]. 东北大学学报(自然科学版),2019,40(3):380-385.
- [15] 李铭,魏毅,李幼简,等. FOM-EP型板簧淬火生产线的辅助机器人技术[J]. 金属热处理,2019,44(7):207-210.
- [16] 莫易敏,杨君健,王玥琦,等. 装炉方式对等高齿热处理畸变一致性的影响研究[J]. 机械传动,2019,43(6):106-111.

收稿日期:2021-10-28