

ZigBee 在工业物联网实训中的应用

陈革维

(深圳职业技术学院 机电工程学院 广东 深圳 518055)

摘 要: 为推进工业物联网实践教学的建设,在机电一体化实训设备的基础上,开发了基于 ZigBee 无线通信技术的工业物联网实训方案。该实训方案以 Micro FMS50 柔性制造系统为基础,以点对点 and 点对多点硬件网络为载体,使学生通过典型案例的实验,掌握工业物联网构建的基本技能与应用技巧,适用于工厂自动化制造与运输领域。针对培养工业物联网应用型技术人才,实训方案涉及无线通信技术、单片机技术、可编程控制器技术、气动控制技术与电气控制技术等知识。通过实践研究,证实该实训方案使实验具有更大程度上的拓展性,为学生的进一步创新设计提供了一个开放的实验平台。

关键词: 工业物联网; ZigBee; 无线通信; 实训

中图分类号: TP 271; G 642.44

文献标志码: A

文章编号: 1006-7167(2017)04-0221-04



Application of ZigBee in the Experiment of Industrial Internet of Things

CHEN Gewei

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, Guangdong, China)

Abstract: In order to promote the practicum teaching of industrial Internet of Things, an experimental scheme based on ZigBee wireless communication technology is designed by utilizing the experimental equipments of mechatronics technology. The scheme organizes the networks of point to point and point to multi-point based on the flexible manufacturing system of Micro FMS50. The students can study the organizing skill and use technique of industrial Internet of Things by the typical experiments which are suitable for automatic manufacture and transport in factory. Aimed to train the technologist for industrial Internet of Things, the experiment scheme involves the knowledge of wireless communication, singlechip, PLC, pneumatic control, electric control and so on. By teaching study, it verifies that the experimental scheme is easy for widening. It provides an experimental field which opens to students for innovative design further.

Key words: industrial Internet of Things; ZigBee; wireless communication; experiments

0 引 言

物联网是国家五大新兴战略性产业之一,工业物联网是现代工业工程的先进领域,对我国制造业的发

展至关重要^[1]。实践教学是高等教育的重要教学模式,在工科领域的教学研究开展得尤为深入^[2-4]。对高等职业教育而言,实践教学尤其重要,是工业物联网技术教学的最有效的方式之一。由于工业物联网需要监控移动的物理对象,无线通信技术是组建工业物联网的重要技术支撑。如何将无线通信技术与工业物联网的实际应用相结合,是设计工业物联网实训方案的切入点和关键点。

在新兴的无线通信技术中,ZigBee 是一种短距离、低功耗的无线通信技术,适用于传感及控制领域。作

收稿日期: 2016-05-09

基金项目: 广东省高职教育机电类专业教育教学改革项目 (jd201383)

作者简介: 陈革维(1969-),男,四川绵阳人,博士,副教授,主要研究方向为机电一体化技术。

Tel.: 13715098017, E-mail: xialang@szpt.edu.cn

为广义物联网的一个重要应用领域,工业物联网在结构上同样包括感知层、网络层、应用层3个层次^[5],是由嵌入了电子元件、传感器以及软件的物理对象组成的网络。由于高等职业教育侧重于培养工业生产一线应用型技术人才,故工业物联网实训方案应当侧重于感知层与网络层的构建与应用。将 ZigBee 技术应用于工业物联网实践教学中,可以依托高校已有的机电控制实训设备,简单快捷地设计各种实训方案,同时相对其他无线通信模块,ZigBee 模块具有商业化程度高,选择多样化,成本低廉的优势。

设计、构建与优化工业物联网是工业工程的重要任务。目前国内各大高等院校相继开设了物联网及工业物联网的相关课程,并大力进行课程建设。但是对于不少高校而言,由于实训设备的缺乏与不配套,使课程教学中偏重理论教学,实践教学过于简单,学生缺乏对实际应用的直观感受,教学效果难以达到理想的程度。教学实践和研究表明,在已有实训设备的基础上开发新的实训方案是相对便利可行的途径^[6-8]。通过与理论教学配套设计的实训课程训练,学生才能更容易和有效地掌握工业物联网及其相关技术的知识要点,包括无线传感器网络技术、现场总线技术等。目前创新型人才培养得到极大的重视,相关教学研究得到了推广^[9-11],为推进工业物联网实践教学的建设,本文利用现有的机电控制实训设备,开发基于 ZigBee 技术的工业物联网实训方案,并为学生进一步创新设计提供一个开放的实验平台。

1 实训系统的组成

ZigBee 技术基于 IEEE 802.15.4 标准,ZigBee 芯片将无线通信功能与微控制器集成为一体。由模块组成的 ZigBee 网络主要用于工业现场自动化控制数据的传输,使用简单方便,工作可靠性较高,适用于自动控制领域。各种 ZigBee 模块可以嵌入机电控制设备中,其信号传输范围通常介于 10~100 m 之间,信号响应速度快,可以实现对运动物体的监控。从上述特性可以看出,ZigBee 是一种易于与机电设备相融合的低成本、低功耗的近距离无线通信组网技术,可应用于制造业领域,因此适合于构建工业物联网^[12-14]。与制造业传统的现场总线网络相比,ZigBee 网络在自动化制造与智能物料传输方面具有更大的柔性^[15]。目前国内可以购买到不同国家生产的多种 ZigBee 模块,实训方案中选择的 ZM-DEMO 模块如图 1 所示。

实训场景建立在 Micro FMS50 柔性制造系统的基础上,该柔性制造系统由 10 个工作站、1 个产品传输系统以及 2 台 CNC 机床等单元组成。产品传输系统包括移动托盘、传送带、挡块等执行部件以及光电传感器等传感元件,它具有传输工件和联结 10 个工作站的



图 1 ZM-DEMO 模块

功能;10 个工作站包括供料站、检测站、加工站、自动存取系统等;2 台 CNC 机床分别为车床和铣床。Micro FMS50 柔性制造系统的控制主要采用现场总线技术和可编程控制器技术,与其他相关技术为基础的网络实验平台相比^[16],在其基础上应用 ZigBee 技术设计工业物联网实训方案,可以综合运用无线通信、单片机、气动控制与电气控制技术,并使学生在实训过程中涉及到 Profibus 现场总线、机器人、机械设计、过程控制等技术。Micro FMS50 柔性制造系统如图 2 所示。

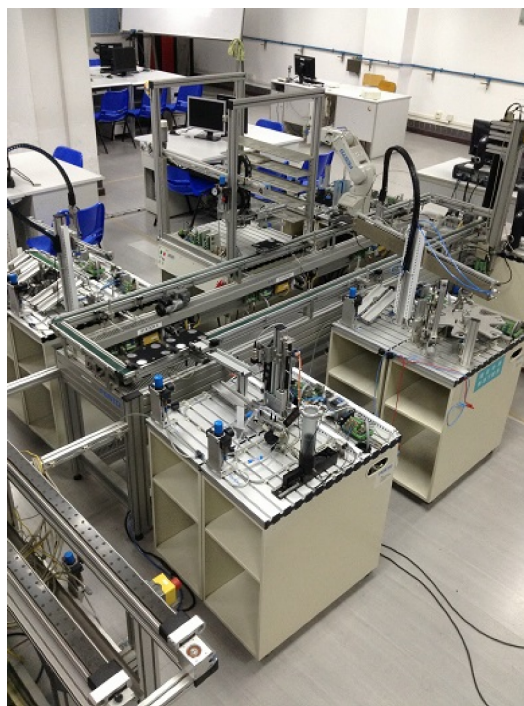


图 2 Micro FMS50 柔性制造系统

2 实训方案设计

从结构上而言,在工业物联网中作为应用基础的感知层包含传感器、执行器、智能装置等;网络层则包含基础网络、延伸网络、物联网网关等。在掌握上述知识点的基础上,实训方案包括利用 ZigBee 模块建立点对点以及点对多点硬件网络等。实现点对点无线信号传输是利用无线通信技术建立工业物联网的基本技能。

2.1 点对点网络

基于 ZigBee 模块的点对点硬件网络如图 3 所示。

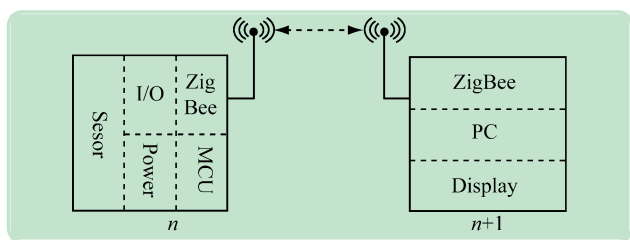


图3 点对点网络

由于 ZigBee 的信号传输速率定义为 250 Kbit/s , 它适合于传感器等装置之间的无线信号传输。ZigBee 模块的低功耗限制了其信号的目视传输距离在 10 ~ 100 m 之间 , 具体取决于信号输出功率和周边环境特征。同时 ZigBee 模块也可以通过中间装置构成的网络来长距离传输信号。在掌握上述知识点后 , 产品传输系统的移动托盘被选择为实验对象。

在实验中 , 移动托盘的任务是沿着传送带轨道移动并感应经过的信号点 , 目标是在最短的时间内检测到最多的信号点以及如何在规定的时间内检测到所有的信号点。

实验前 , 学生需要将 ZM-DEMO 模块安装在移动托盘上 , 设置并调试传感器。重要工作是设置两个 ZigBee 模块的无线通讯参数 , 测试硬件通信效果。终端节点的硬件和软件程序必须由学生进行设计。

通过实验 , 学生应当掌握各个部件的功能和知识点 , 包括传感器、单片机、ZigBee 等。如单片机嵌入在模块中的方式; 移动托盘的运动由传送带控制 , 而传送带由可编程控制器控制等。学生还可以利用不同原理的传感器来检测信号点。

实验包括硬件调试和软件设计两个部分 , 硬件调试的主要内容是优化通信效果 , 如无线信号的稳定性和有效性; 软件设计的内容则是完成任务目标和尽可能地缩短工作时间。

点对点网络实验的其他实验对象是工作站 , 工作站共有 10 个 , 其中提取站实验方案设计为: 任务之一是检测工作部件的位置与工作状态 , 如机械手等; 另一任务是控制工作部件的运动。实验的目的是利用 ZigBee 模块实现工作部件的实时监控。

实验前 , 学生应当掌握提取站的工作流程。工作流程①是判定托盘上是否有工件; ②如果托盘上有工件 , 机械手夹取工件并按照线路运动至下一位置; ③工件放置于终端 , 机械手按照线路返回。通过实验 , 学生应当掌握提取站各个部件的功能和知识点 , 包括位置传感器、电磁阀以及气缸控制原理 , 如工作部件由气缸驱动 , 气缸则由电磁阀控制等。实验同样包括硬件调试和软件设计两个部分。

2.2 点对多点网络

与点对点网络实验不同 , 点对多点网络实验强调不同工作设备之间的过程平衡。ZigBee 技术支持建立星形网络和树状网络 , 普通的网络构建都可以利用 ZigBee 模块完成。网络中必须要有一个起协调作用的装置 , 在星形网络中 , 该装置必须为中心节点。基于 ZigBee 模块的点对多点硬件网络如图 4 所示。

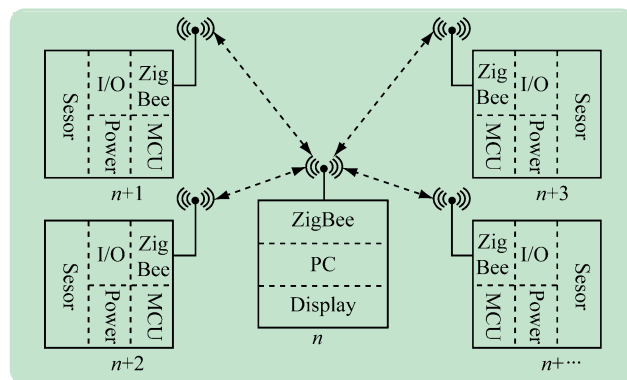


图4 点对多点网络

产品传输系统和产品自动存取系统被选择为实验对象 , 自动存取系统如图 5 所示。在实验中 , 产品传输系统的任务是监控所有沿着传送带轨道移动的托盘的位置和状态。实验的目标是避免移动托盘的相互碰撞 , 以及在轨道上放置尽可能多的移动托盘。为了在保持移动托盘有序运行的同时 , 实现缩短产品传输系统总体运行时间的效果 , 学生应当设计不同的方案并进行优化选择。产品自动存取系统的任务则是监控工件存取架上每一个工件储存位的状态。工件存取架共有 5 层 , 工件由机械手自动抓取。如果储存位已有工件放置 , 则另一个工件不能放置在相同位置。实验的目标是避免工件之间的碰撞 , 以及在存取架上放置尽



图5 自动存取系统

可能多的工件。为了缩短产品自动存取系统总体运行时间,学生同样应当设计不同的方案并进行优化选择。

与点对点网络实验相比,点对多点网络实验更为复杂。实验还可以扩展为工作站之间的协调运行,为此学生应当设计工作站之间的硬件接口,并平衡各个工作站的动作流程。作为基于 ZigBee 技术的工业物联网实训的强化与补充,学生还应当进行基于其他组网技术的相关实验,如 Profibus 现场总线等。

3 结 语

在 Micro FMS50 柔性制造系统的基础上,开发了基于 ZigBee 技术的工业物联网实训方案,以点对点及点对多点硬件网络为载体,将无线通信、单片机、气动控制与电气控制技术 etc 知识有机结合,使学生通过典型案例的实验,掌握工业物联网构建的基本技能与应用。由于 ZigBee 芯片将无线通信功能与微控制器集成于一体, ZigBee 模块可以方便地嵌入各种机电控制设备中,可以充分利用现有的机电控制实训设备开展实践教学,因而实验更具有拓展性,为学生进一步创新设计提供了一个开放的实验平台。

参考文献(References):

- [1] 胡 铮. 物联网[M]. 北京: 科学出版社, 2010. 14-17.
- [2] 孟 涛, 刘 忠, 陈启东. 机电液综合设计与控制试验的探索[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(11): 173-175.
- [3] 马知远, 朱旭芳. 以实践教学为主线的电子技术系列课程教学模式[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(11): 213-216.
- [4] 吕小艳, 文衍宣. 地方高校工科学生工程实践能力培养对策研究[J]. 实验室技术与管理, 2016, 33(1): 13-16.
- [5] 杨 光, 耿贵宁, 都 婧. 物联网安全威胁与措施[J]. 清华大学学报, 2011, 51(10): 1335-1340.
- [6] 赵 京, 卫 沅. 机器人实验教学系统创新实践方法及应用[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(11): 210-212.
- [7] 王龙庭, 李增亮. 油气混输教学实验台设计与计算[J]. 实验室技术与管理, 2016, 33(2): 72-74.
- [8] 代显华, 李荣钢, 葛一楠. 校企共建工程实践教育中心的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(4): 110-113.
- [9] 赵晓丹, 吴春华, 周 振. 构建以培养创新型科技人才的实践教学体系[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(11): 173-175.
- [10] 刘兴华, 王方艳. 以创新人才培养为核心的实验室开放模式探索[J]. 实验室技术与管理, 2016, 33(1): 9-12.
- [11] 管 芳, 胡鸿志, 郭 庆. 面向创新型人才培养的实践教育模式研究[J]. 实验室技术与管理, 2016, 33(2): 17-19.
- [12] 钟永锋, 刘永俊. ZigBee 无线传感器网络[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2011.
- [13] 杜军朝. ZigBee 技术原理与实战[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [14] 王小强, 欧阳骏, 黄宁淋. ZigBee 无线传感器网络设计与实现[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [15] 阳宪慧. 网络化控制系统: 现场总线技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009. 3-12.
- [16] 康守强, 王玉静, 王 鹏. 基于 LabVIEW 的网络实验平台设计[J]. 实验室技术与管理, 2016, 33(1): 72-74.
- [7] 原江锋, 孙军杰, 古绍彬. 谈开放式实验教学与创新人才的培养[J]. 科技信息, 2011(7): 96-97.
- [8] 赵 辉, 王洪君. 基于专业实验教学与科研的相关性和互补性实现二者的有机结合[J]. 电气电子教学学报, 2003, 25(2): 73-75.
- [9] 朱 莉. 改革实验教学, 培养创新能力——关于开设综合实验的总结[J]. 实验技术与管理, 2003, 20(1): 70-72.
- [10] 高 屏. 把握时代要求, 注重实验教学法研究[J]. 实验技术与管理, 2001, 18(5): 92-94.
- [11] 田 俐, 刘胜利, 申少华. 教学与科研互动培养创新型应用人才——材料化学专业实验教学新模式探讨[J]. 当代教育理论与实践, 2011(7): 70-72.
- [12] 仇润鹤, 方建安, 唐明浩, 等. 建立综合实验平台培养学生创新能力[J]. 实验室研究与探索, 2006, 25(2): 141-144.
- [13] Huang Kui, Guo Jie, Xu Zhenming. Recycling of waste printed circuit boards: A review of current technologies and treatment status in China [J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 164(2-3): 399-408.
- [14] 韩 洁, 聂永丰, 王 晖. 废印刷线路板的回收利用[J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14(6): 11-13.
- [15] 杨玉芬, 盖国胜, 徐盛明, 等. 废印刷线路板回收利用的现状与存在的问题[J]. 环境污染与防治, 2004(26): 193-196.
- [16] 徐瑞东, 常仕英, 郭忠诚. 电解法制备超细铜粉的工艺及性能研究[J]. 电子工艺技术, 2006(27): 355-359.
- [17] 黄凌云, 朱国才, 池汝安, 等. 我国超细铜粉研究及生产现状[J]. 化学通报, 2008(5): 356-360.
- [18] 于 锦, 李灿权, 孙雅茹. 电镀实际操作手册[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007: 116-118.
- [19] 马丽斯, 郝长征, 王福春. 电解法制备超细铜粉的工艺研究[J]. 纺织高校基础科学学报, 2010, 23(1): 79-82.

(上接第163页)