

基于 TEDS 技术的智能执行器设计

边大亮^{1,2}, 刘文怡^{1,2}, 张会新^{1,2}

(1. 中北大学 仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 太原 030051;

2. 电子测试技术重点实验室, 太原 030051)

摘要: IEEE 1451.2 标准定义的 TEDS 技术使智能变送器具有自我描述和自识别能力, 是智能变送器实现即插即用的关键; 对 IEEE 1451.2 标准下的智能变送器模型进行了研究, 以 XC2S50 为主控单元设计了智能执行器接口模块, 并从硬件和软件两个方面阐述了具体的实现方法; 该模块采用 TEDS 技术, 具备 TII 接口通信能力; 用测试系统对智能执行器接口模块进行测试, 测试结果表明: 该模块能与测试系统实现无缝连接, 能被系统智能识别和控制。

关键词: IEEE1451.2 标准; TEDS; 智能执行器

A Design of Smart Actuator Based on TEDS Technology

Bian Daliang^{1,2}, Liu Wenyi^{1,2}, Zhang Huixin^{1,2}

(1. Ministerial Key Laboratory of Instrumentation Science & Dynamic Measurement, North University of China, Taiyuan 030051, China; 2. Key lab. of Electronic Test & Measurement, Taiyuan 030051, China)

Abstract: The TEDS technology which IEEE 1451.2 standard defined makes smart transmitters have the capacity of self-description and self-recognition, it is also the key for smart transmitters to realize plug and play. The paper introduces the transmitter model of IEEE 1451.2 standard, designs a smart actuator interface module by using XC2S50 as the control unit and describes the specific implementation methods from both hardware and software. The module uses TEDS technology and has TII interface communication capabilities. System test shows that: The module can be seamlessly connected with the system and it can be intelligent identification and controlled by the system.

Keywords: IEEE1451.2 standard; TEDS; smart actuators

0 引言

随着计算机技术和通信技术的飞速发展, 传感器技术的发展也进入了智能化与网络化的新阶段。应运而生的网络化智能传感器已成为传感器领域研究的热点技术。目前基于现场总线技术的网络化间的传感器很难实现互操作性和互换性。为了统一总线接口标准^[1], 从 1997 年开始国际电子电气工程师协会(IEEE)与美国国家标准总局(NIST)陆续推出了 IEEE 1451 网络化智能传感器接口标准, 解决了不同网络化智能传感器之间互不兼容的问题。

本文对 IEEE 1451.2 标准作了深入研究, 设计了网络智能执行器接口模块 STIM。在硬件设计上, 围绕 XC2S50 展开, 设计了硬件接口模块、步进电机驱动模块等模块。软件设计上, 按照 TII 协议要求设计了 STIM 主控程序。最后, 使用测试系统对本设计实现的 STIM 进行了验证。

1 IEEE1451.2 标准简介

IEEE 1451.2 标准, 即变送器与微处理器通信协议和变送器电子数据表格^[2]。它是 IEEE 1451 标准族一员, 具体定义了电子数据表格式 TEDS 和一个连接 NCAP 与 STIM 之间的 10 线数字接口 TII 以及变送器与微处理器间通信协议。使制造商可以把变送器应用到多种网络中, 使变送器具有“即插即用”

兼容性。

应用 IEEE 1451.2 标准的网络智能变送器由两个模块组成: 第一个模块包括运行网络协议和应用软件的 NCAP, 第二个模块包括变送器和 TEDS, 称为 STIM, 其模型如图 1 所示。其中 STIM 是本文研究内容。

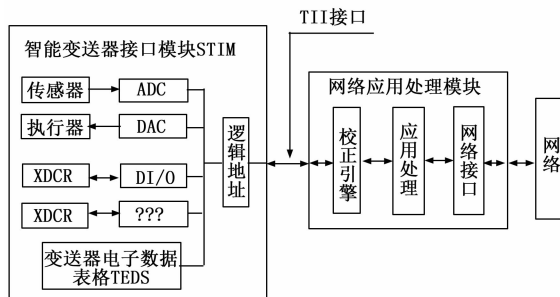


图 1 智能变送器接口标准功能框图

STIM 负责变送器通道的读/写(R/W)和控制、寻址以及 TEDS 的读/写, 并通过 TII 与 NCAP 进行通信^[3]。一个 STIM 能够支持单个或多个通道, 它既可与传感器也可与执行器连接, 每一个 STIM 最多可与 255 个变送器通道相连接。STIM 的核心部分是变送器电子数据表 TEDS, 它描述了 STIM 和变送器相关的参数, 通过读/写 TEDS 即可获得有关变送器的信息。

NCAP 是介于 STIM 和网络之间的微处理器模块^[4], 主要执行网络通信、STIM 通信、数据转换等功能。NCAP 是作为标准变送器总线与专用网络总线之间的接口, 传感器制造商可

收稿日期:2014-04-15; 修回日期:2014-05-15。

基金项目:国家自然科学基金(61335008)。

作者简介:边大亮(1987-),男,河北人,在读硕士研究生,主要从事总线技术与自动检测仪器方向的研究。

以设计出带有标准接口的传感器。

2 STIM 硬件设计

本文中 STIM 是按照 IEEE 1451.2 标准设计的, 采用的主控制器是 Xilinx 公司 Spartan-II 系列 FPGA 芯片 XC2S50, 执行器选用四相八拍步进电机 28BYJ48, XC2S50 通过 TII 接口协调总线发送数据的接收和处理, 根据总线协议控制电机旋转到倾角传感器反馈的实际角度, 将执行结果添加进总线协议中通过 TII 接口发送至总线上, 并检测是否达到设定的平衡状态。硬件系统设计框图如图 2 所示。

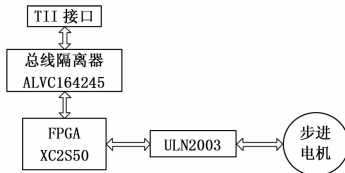


图 2 硬件系统关系图

2.1 接口电路设计

硬件接口包括 TII 接口和执行器接口, TII 接口是 STIM 与 NCAP 通信的硬件通道, 执行器接口用来连接步进电机。

TII 接口是硬件设计的重点, 按照 IEEE1451.2 标准的规定, 系统采用 XC2S50 的 I/O 资源来模拟实现 TII 十线接口。其中, P131 实现 NCAP 对 STIM 的片选, P114 实现接口时钟, P122 和 P115 分别实现 NCAP 和 STIM 之间的主从模式连接, P121 实现触发功能, P130 实现 STIM 向 NCAP 请求任务, P123 实现触发和数据传输应答。

执行器接口可以将内部的脉冲信号输出给步进电机, 来控制步进电机的转速、转向和转动步数等, 它是通过对 XC2S50 管脚定义、分配形成的。

硬件接口的具体连接示意图如图 3 所示。

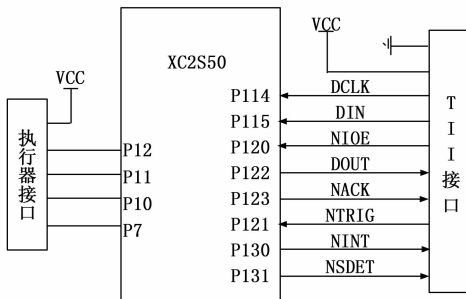


图 3 硬件接口图

2.2 执行器驱动电路设计

执行器步进电机是一种数控元件, 易于同数字电路接口, 但一般数字电路的输出电流很小而步进电机的驱动电流较大, 为满足驱动要求, 必须有一个与之匹配的驱动电路来驱动步进电机, 该驱动电路起到功率放大作用, 这里选用 ULN2003 为驱动器。驱动电路原理图如图 4 所示。

3 STIM 软件设计

STIM 软件设计包括主控程序设计和辅助功能程序设计, 它们是从软件上实现 IEEE 1451.2 标准定义的 STIM 的功能。STIM 主控程序是 STIM 控制的核心, 它统一管理、协调其它

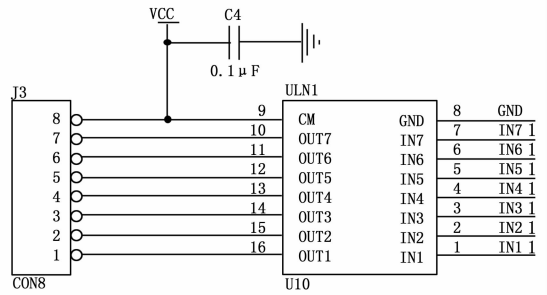


图 4 驱动电路原理图

电路模块, 实现 STIM 的功能, NCAP 与 STIM 的通信实际上就是与 STIM 主控程序模块的通信。

3.1 通信数据格式

本系统中, 为提高工作逻辑可靠性, 在 STIM 与 NCAP 通信的数据传输中, 所有发送或接收帧长度统一设定为 12 字节, 根据实际需要可以进行任意调整。每组完整帧结构中包含信息如表 1 所示。

表 1 帧结构信息

FA	FA	命令字	地址信息	ID1	ID2	数据 1	数据 2	数据 3	数据 4	EB	90
----	----	-----	------	-----	-----	------	------	------	------	----	----

帧结构中“FA”, “FB”, “EB”和“90”作为帧头和帧尾标志。“命令字”作为命令用来使 STIM 模块进行相应操作。“数据”字节作为需传输数据的载体使用。

本系统帧结构中“命令字”对应动作如表 2 所示。

表 2 命令字功能列表

0X00	复位
0X10	点名
0X24	步进电视根据倾角实现联动

3.2 主控程序设计

STIM 主控程序是 STIM 与 NCAP 通信的控制中心, 主要完成以下功能:

- (1) 接收来自 NCAP 的数据并校验;
- (2) 响应接收数据所发出的命令;
- (3) 向 NCAP 发送相应数据来确认。

主控程序流程图如图 5 所示。

TII 接口数据传输协议如图 6 所示。

4 系统测试及结果

本设计从硬件和软件两方面实现了网络智能执行器 STIM 的功能, 网络智能执行器通过 TII 接口与合适的 NCAP 连接后就可接入任意网络中。图 7 所示为智能执行器接口模块 STIM 测试结构示意图。对 STIM 的调试和验证是通过上位机软件操作的。

其中, NCAP 分为主 NCAP 与从 NCAP, RS485 总线上可以挂接多个从 NCAP, 每个从 NCAP 上有 4 个 TII 接口, 这样每个从 NCAP 就能连接 4 个 STIM, 这里 STIM 可以是智能执行器接口模块也可以是智能传感器接口模块。为简单起见,

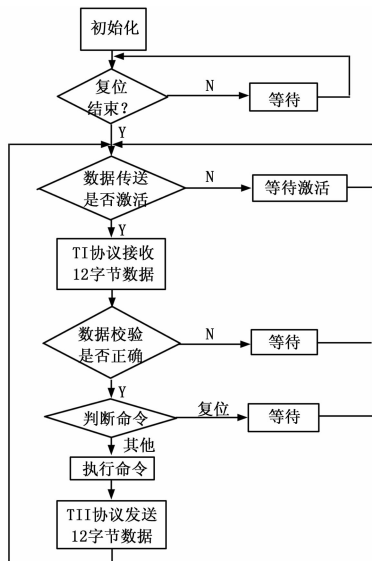


图 5 主控程序流程图

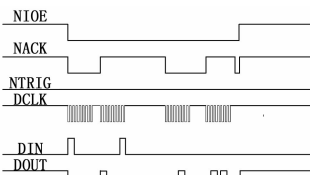


图 6 TII 协议时序

图 7 只描绘出调试本设计实现的 STIM 的结构图。上位机软件可对智能执行器接口模块 STIM 进行点名、读取 TEDS 信息、测试和使步进电机转到相应位置等操作。主 NCAP 通过 RS485 总线接收上位机操作命令并发送给从 NCAP，从 NCAP 通过 TII 接口将操作命令发送给 STIM，最后 STIM 根据操作命令做出相应的响应。上位机软件的主操作界面如图 8 所示。

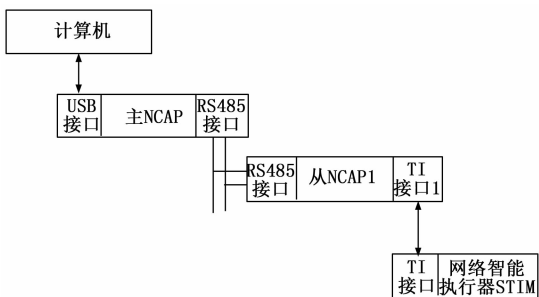


图 7 STIM 测试结构图

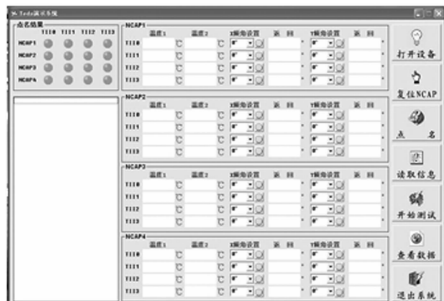


图 8 上位机软件的主操作界面

该界面左上方窗口是 4 块 NCAP 从板及其相应的 4 个 TII 接口，中间窗口将显示整个网络工作时，各个 TII 节点反馈的信息，右侧窗口为 7 个工作状态按钮。

4.1 TEDS 实现

本设计 TEDS 信息包括模块信息和设备信息。单击“点名”按钮，如果从 NCAP 的 TII 接口连接了 STIM 模块，其位于软件界面左上角“点名结果”窗口中的指示灯会由灰色变为绿色。单击点名结果框图中的节点按钮，将确定即将查看的节点信息，再单击“读取信息”按钮，将弹出相应节点连接的 STIM 模块的 TEDS 信息，如图 9 所示。

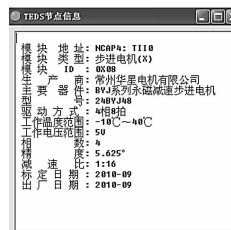


图 9 TEDS 信息

4.2 执行器网络智能控制实现

可通过上位机控制使网络智能执行器接口模块中的步进电机转动至设定的位置，这需要网络智能倾角传感器模块 STIM 的配合。倾角传感器可以采集步进电机的位置信息，在上位机软件操作界面对网络智能倾角传感器模块 STIM 所在的节点进行倾角设置时，倾角传感器所在模块将步进电机的位置信息发送给上位机，上位机将接收的位置信息与设定的倾角进行比较处理并把处理结果发送给网络智能执行器接口模块，步进电机就会根据上位机的命令转动相应的步数，到达所设定的倾角的位置。然后，点击“开始测试”按钮，网络智能倾角传感器模块 STIM 会将此时采集到步进电机的位置信息发送给上位机并显示在操作界面上对应节点的“返回”对话框中，通过与设定倾角值的比较就能了解对步进电机控制的精确程度。

5 结束语

智能变送器接口由于技术、利益等因素的制约没有统一的标准，给智能传感网络的扩展和移植带来十分不利的影 响。本文采用 LVDS 技术设计了智能执行器接口模块，该模块能够被智能变送器网络自动识别，具有即插即用的特性。对解决不同智能变送器网络互连问题，实现不同变送器厂家产品的互 换，降低智能变送器系统的成本，具有很好的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 童利标, 徐科军, 梅 涛. 智能传感器接口模块的设计与实现 [J]. 仪器仪表报, 2001, 22 (4): 182-184.
- [2] 李泽明, 李锦明, 杨燕娇. 基于 IEEE1451.2 标准的温度传感器智能化研究 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (10): 2891-2894.
- [3] 卞亦文, 吴仲城. 基于 IEEE 1451.2 即插即用网络化传感器的研制 [J]. 传感技术学报, 2003, 1.
- [4] Stan Woods. IEEE-1451.2 Smart Transducer Interface Module [A]. Proceedings of Sensors Conference [C]. Philadelphia, 1996. Helters Publishing Inc, 1996: 25-38.