

基于Arduino平台的智能硬件设计研究

付久强

(北京理工大学, 北京 100081)

摘要: **目的** 探索基于Arduino平台的智能硬件交互特征与设计方法。**方法** 通过查阅相关文献,了解智能硬件开发的最新成果。通过观察、分析与比较多位智能硬件设计者的开发过程,研究在此过程中出现的共性行为,总结智能硬件设计过程中的相关影响因素以及所具有的交互特征。通过参与智能硬件设计实践活动,开发低保真与高保真原型,同时解决设计中的技术难题。**结论** 概括智能硬件设计的一般流程,总结智能硬件的交互特征以及设计原则,提出面向设计师的Arduino编程技术要求。

关键词: Arduino平台; 智能硬件; 交互特征; 设计原则

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)10-0076-04

Intelligent Hardware Design Based on the Arduino Platform

FU Jiu-qiang

(Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: It is to explore the intelligent hardware interactive features and design methods based on the Arduino platform. By reviewing the relevant documents, it gets the latest intelligent hardware development progress. Through observation, analysis and comparison of the development process of many intelligent hardware designers, it researches the present common behavior in the process, summarizes the influence factors and its interactive features about intelligence hardware design. Through the participation in the design progress, it develops intelligent hardware prototype of Lo-Fi and Hi-Fi, and solves technical problems in designing. It summarizes the general process of intelligent hardware design, the interactive features and design principles, and points out Arduino programming technical requirements oriented to designers.

KEY WORDS: Arduino platform; intelligent hardware; interactive features; design principles

近年来,国内外科技企业不断地推出智能硬件产品,这使智能硬件的应用范围深入到生活中的各个领域。这里面向高校与企业,以2014年由北京工业大学与荷兰代尔夫特理工大学联合举办的交互科技设计工作坊的实践过程为实例,阐述如何运用Arduino平台进行智能硬件的快速开发与设计。

1 智能硬件概念解析

1.1 智能硬件的概念模型

智能硬件与传统的工业产品在概念模型的表现

上有着本质的不同。传统的工业产品定位于人类使用的工具,无论是机械类产品还是电子类产品,其操作方法多数是人类发出指令,产品精确地去执行,其概念模型属于指示类型,产品缺乏与人的互动与交流。而智能硬件是伴随着计算机与传感器技术的发展而产生的,它们可以与人类进行充分的交流,并能够智能地完成人类布置的工作与任务。

1.2 智能硬件的交互方式

在用户与产品的交互过程中,行为的交互贯穿始终^[1]。智能硬件的交互行为有别于屏幕操作。计算机通过程序员的软件控制指令,可以实现与人的互动,

收稿日期: 2014-12-17

作者简介: 付久强(1979—),男,北京人,硕士,北京理工大学讲师,主要研究方向为交互设计。

但存在的问题是人们只能通过屏幕与计算机进行沟通,因此需要寻找其他的非屏幕媒介来实现人机互动,并更好地完成生活中的各种任务。此时,智能硬件便产生了,它是一种交互方式与屏幕操作不同的交互式产品。智能硬件的本质是在传统的硬件产品中加入计算机“大脑”,通过软件来控制硬件。智能硬件通过软硬件结合,对传统的设备进行改造,进而让其拥有智能化的功能^[2]。值得注意的是,智能硬件的功能是可以变化的,可以随着用户的喜好实施不同的控制,它们使用起来更自然,从而能够根本地改变人与技术的交互方式^[3]。

2 智能硬件原型开发平台——Arduino

2.1 Arduino 的平台构成

Massimo Banai 认为,Arduino 是为了传授互动设计而诞生的,把设计智能产品原型的能力定为使用者的目标^[4]。Arduino,是一个开放源代码的单芯片微电脑,它使用了 Atmel AVR 单片机,构建于开放源代码,Arduino 编程语言是建立在 C/C++ 语言基础上的。Arduino 包括一个硬件平台,即 Arduino Board,和一个开发工具,即 Arduino IDE。IDE 代表集成的开发环境,例如微软的 Microsoft Visual Studio,在 IDE 中包含了控制程序所需的类库,方便程序员调用。开发者只需在 IDE 中编写程序代码,将程序上传到 Arduino 电路板中,程序便能执行操作,从而实现设定的功能。

2.2 Arduino 的平台特点

(1) 廉价。Arduino 诞生的主要原因和目标就是追求廉价,一块 Arduino-UNO 板的价格远低于一块 51 开发板的价格,同时,与主板配合的各种控制器与传感器的接口都已经标准化,这有利于开发者选择不同价位、不同品牌的产品。(2) 跨平台。Arduino IDE 能够在主流平台上运行,包括 Microsoft Windows, Linux, Mac OS X。(3) 简单、视觉化的编程方式。学习与使用 Arduino 平台的用户不但包括电子工程师或编程人员,还包括设计师、美术创意工作者或 DIY 爱好者。此平台提供了更加人性化的程序控制语言,此种语言是对 C 语言进行封装,提供实现特定功能的方法,方便用户调用,其他厂商还为此平台开发了完全视觉化的编程环境。(4) 开源的硬件及软件。Arduino 的硬件原理图、电路图、IDE 软件及核心库文件都是开源的,在开源协议范围内可以任意修改原始设计及相应代码。(5) 有

众多开发者社区的支持。Arduino 有着众多的开发者和用户,因此可以找到众多开源的示例代码。

3 智能硬件设计的一般流程

3.1 分析阶段

1) 需求分析。在接到一个任务前,产品经理或项目需求人员应该提供一份需求文档,设计师此时需要认真反复阅读需求文档,因为此文档描述的是产品的功能定位,同时也是判断产品优劣的评价标准。输出物:设计师根据需求文档整理出一份功能清单,这份清单是设计师进行设计以及与其他工作人员进行讨论的依据,同时,这样的功能清单能帮助设计师在设计的过程中时刻保持思维清醒,清楚地了解工作进度。

2) 用户分析。在设计实践中最容易让设计师感到困惑的问题是:目标用户是谁、年龄状况如何、电子产品的接受程度如何、用户的心理预期等问题。合理设计方案的产生是建立在深刻了解用户的基础之上的,设计师不但要了解用户与系统交互时的各种认知过程,也需要了解人们处理日常生活问题的方法。交互设计的最高境界是构建一个以满足人的需求为目标的交互系统,并追求系统构成要素的和谐^[5]。服务设计的相关方法中提供了制作 Work Book 来了解用户的研究技术,在条件允许的情况下甚至可以邀请用户来参与设计。输出物:Work Book。

3.2 设计阶段

1) 设计构思——身体风暴。身体风暴又称体力激荡,是在交互设计中(尤其是实体交互)使用的一种创新性技术^[6]。这种技术要求设计师在设计产品时想象产品是已经存在的,通过一系列的肢体与动作表演来体现产品的功能与特征,表演可以是单人的也可以是多人的。这个过程要尽量解决生活中的具体问题,提出解决问题的产品表达手段。输出物:展示视频。利用视频记录这一过程,虽然在视频中使用的产品是虚构的,但是通过视频,设计师可以对未来产品的空间环境、外形质感、互动方式与传递的信息媒介产生直观的认识,见图 1。

2) 绘制草图。草图绘制和纸上原型是交互设计中最广泛的原型设计和构建方法^[7]。绘制草图是制作产品的基础准备,在草图阶段,开发小组可以针对产品的外形与内部结构进行初步的规划。因为智能硬件要根据不同的环境与人进行沟通与互动,所以在草



图1 视频展现身体风暴

Fig.1 Bodystorming on video

图阶段就要设计产品的运动方式以及反馈动作,这为下阶段的程序控制设计做好准备,输出物:设计草图。

3.3 实现阶段

在智能硬件开发过程中,制作原型的过程是必不可少的。原型是对产品概念的形象化和具体化,是对设计师构想的一种体现^[9]。它可以将设计想法转化成看得见、摸得着的实物,第一时间让其他人体验并提出反馈。

1) 制作低保真原型。低保真原型制作的原因有:第一,要连接智能硬件的主板与各种传感器,调试 Arduino 代码,使产品的内部结构即产品的电子骨架,可以实现预定的功能,在这个过程中,调试 Arduino 代码需要编程人员不断地对软硬件进行适配;第二,要把电子骨架与产品外壳的替代物安装在一起,用以测试各种机械结构的灵敏度以及操控力度,并合理安装主板。输出物:能够顺利运行的程序与可以使用的低保真智能硬件。

2) 制作高保真原型。高保真原型是接近实际产品的一种表达手段。用户可以通过它来模拟测试最终的产品。智能硬件的外壳部分建议使用 3D 打印机或数控机床,这样会更加接近实物,输出物:高度模拟的最终智能产品。

4 智能硬件的交互特征与设计原则

4.1 交互特征

产品要能够连接互联网,实现远程控制,这是智能硬件所应该具备的基本功能。首先家用电器如冰箱、彩电、洗衣机等产品如果要智能升级就必须集成网络模块,产品只有通过路由器或卫星网络始终与互联网连接才能被用户远程接收与控制。其次,作为智能硬件的用户可以通过移动终端进行查询,并调整家中各种家用电器的工作状态。

产品要能够根据环境的变化,智能地调整自身的功能输出。在产品智能化改造过程中,产品应嵌入相

应的传感器,通过传感器收集环境与用户的变化数据,产品的核心即微型电脑会根据这些数据的值对相应的机械设备进行功能控制。现阶段,我国的电器企业多数都是在进行这一过程的产品智能化升级。这个过程的实现难点是:微型电脑对数据进行判断的依据是工程师预先设定好的,而每户家庭实际使用情况又有所不同,因此这就造成了智能硬件的智能化优势在实际使用的过程中受到很多的限制,这也是智能硬件并不容易被广大用户所接受的原因。

产品可以不断地收集环境与用户的数据,通过服务器端的数据处理,为用户提供最佳的解决方案,这是智能硬件未来发展的方向。这个过程要求生活中的电子产品都实现互联互通,因此,作为硬件企业要在云端提供大型服务器,随时记录与处理不同智能硬件所提供的的数据。这样做的难点是如何整合现有的各个家电企业,并提供统一的接口连接各种智能设备。

4.2 设计原则

1) 可靠性。智能硬件应该是可靠耐用的,应尽一切努力避免产品发生故障。在实际的设计活动中,由于智能硬件集成了机械结构与传感器模块,因此往往在产品的内部容易产生冲突,如果解决不好就会出现一系列的故障。

2) 容错性。用户在操作智能硬件时,由于对其功能属性不熟悉,经常会出现误操作或不符合规范操作的情况。这时如果产品能提供优化的容错功能,这将会鼓励用户不断地尝试与学习产品,使产品真正能够为用户服务。

3) 灵活性。软件控制的代码可以重新修改。产品智能化的一个显著特征就是产品的功能与动作是可变的,这就像汽车厂的安装机器人,之所以叫机器人的原因是这种机械臂是可以根据不同的车型提供不同的安装顺序与位置,从而生产不同种类的车辆。要想实现功能可变,就要求软件的代码是可以编辑的,智能硬件根据不同的控制指令实现不同的功能。

4) 易读性。产品外观与功能指向明确。这点与传统的 product 设计要求类似,都需要外形的含义与功能直接对应,但智能硬件设计的难点是外形不但要指向功能,还要适应与人交互的肢体动作语言。

5) 效率性。高效地完成操作与功能任务。智能硬件相对于传统产品的最主要优势之一就是高效,如果因为智能硬件要表现与人接触的自然体验而忽略产品本应该具有的高效性,那么这种自然的人文关怀只能是画蛇添足。

6) 可扩展性。可扩展性表现在两个方面,一是智能硬件要能够连接其他传感器,如带有温度传感器的空调要预留扩充的接口,以利于用户在产品中补充测量空气质量的传感器与测量空气中烟雾浓度的传感器;二是要具备与其他电子产品结合构成一个更大的功能系统的能力。

5 智能硬件设计与开发的技术基础

5.1 Arduino 相关的编程知识

选择 Arduino 的用户通常有两类:应用型和学习型。应用型的用户大都是用 Arduino 来做工程项目或是有了创意自己动手来 DIY,他们往往有技术背景且有电路开发的经验,已经对单片机系统有较深的认识和独到的见解。学习型的用户,包括在校的电子工程专业的学生,对单片机还不太熟悉的电子爱好者,以及希望通过 Arduino 互动技术来增加作品表现力的设计师。

对于应用型用户,编程对于他们没有难度,他们往往有 C、C++ 或 Java 等语言基础。Arduino 的控制代码与以上语言十分类似,只是加入了一些自身与硬件结合的控制语言。如 Arduino 语言是以 `setup()` 开头, `loop()` 作为主体的一个程序构架^[9],因此,对于这些用户开发产品的难点不是技术问题,而是产品的概念与外观是否真正满足社会的需要。

对于学习型用户,尤其是没有工科基础的艺术设计专业学生,编程对于他们是十分困难的,但必须强调的是,如果想要开发智能硬件,只有想法是远远不够的,智能硬件开发的关键是实现,因此这里建议无论是开发软件还是智能硬件,掌握编程是开发者必须具备的技能。当然,并不是要求每个人都能独立开发程序,但至少作为设计师要能够看懂别人写的代码,这样才能与工程师顺利交流。

5.2 相关的电路知识

在使用 Arduino 开发不同类型的智能硬件产品时,除了必要的核心模块外,还要加上不同的传感器和配件,开发者需要懂得基本的电路知识才能将这些配件正确连接^[10]。电压电流在 Arduino 的应用中很重要,错误的电压输入或是过大的电流输入都可能造成损毁,甚至发生烧毁控制板的情况。但是不给元件适当的电压它又无法正常工作,因此建议在学习过程中复习一下电压和电流的基本知识。

6 结语

随着互联网与传感器技术的发展,产品的智能化趋势将会不断加快,对传统的电子产品进行智能化的改造是近几年电器企业的工作重心。智能硬件的设计与开发需要一个开放、快捷的平台,即 Arduino,它可以连接各种传感器并为产品设定特定的编码指令,让产品适应不同的环境,实现特定的功能。在这种环境下,产品设计师从事的工作将与软件交互设计师的工作相融合,产品设计师不但要设计产品的外形与内部结构,还要掌握一些编程知识,以利于创造新的功能与互动方式,这无疑又会促进工业产品实现软硬件一体化。

参考文献:

- [1] 孙欣欣,靳文奎.移动应用中的情感交互设计研究[J].包装工程,2014,35(14):51—54.
SUN Xin-xin, JIN Wen-kui. The Affective Interaction Design in Mobile Application[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(14):51—54.
- [2] 罗超.鼠标、键盘退场智能硬件掀起交互革命[J].IT时代周刊,2014(10):36—37.
LUO Chao. Mouse and Keyboard Exiting for Intelligent Hardware Setting off the Interactive Revolution[J]. IT Time Weekly, 2014(10):36—37.
- [3] WIGDOR D, WIXON D.自然用户界面设计[M].季罡,译.北京:人民邮电出版社,2012.
WIGDOR D, WIXON D. Brave NUI World[M]. JI Gang, Translate. Beijing: The People's Posts and Telecommunications Press, 2012.
- [4] 班兹.爱上 Arduino[M].于欣龙,郭浩赞,译.北京:人民邮电出版社,2011.
MASSIMO B. Getting Started with Arduino[M]. YU Xin-long, GUO Hao-yun, Translate. Beijing: The People's Posts and Telecommunications Press, 2011.
- [5] 李世国,费钊.和谐视野中的产品交互设计[J].包装工程,2009,30(1):137—140.
LI Shi-guo, FEI Qian. Product Interaction Design in the Perspective of Harmony[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(1):137—140.
- [6] OULASVIRTA A, KURVINEN E, KANKAINEN T. Understanding Contexts by Being There: Case Studies in Bodystorming[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2003, 7(2):125—134.
- [7] 陈媛媛.浅析交互设计中的纸上原型设计[J].设计艺术研究,2012(3):41—44.

(下转第100页)

者对商品包装设计的认可程度。

4 结语

通过研究可以很清楚地看出定位设计在商品包装设计中的必要性,它不仅有着非常广大的市场,同时也是一种对新时代人类追求商品多样性的要求,采取定位设计的方式来进行商品包装设计,可以提高商品包装设计的质量。人是整个社会的主体,也是进行商品包装设计的核心元素,因此对商品包装中的定位设计进行研究,对于整个社会的发展具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 徐蓓.商品包装的传统文化元素与企业营销力的提升[D].株洲:湖南工业大学,2008.
XU Bei.Promotion of Traditional Culture Elements and Enterprise's Marketing Force of Commodity Packaging[D].Zhuzhou:Hunan University of Technology,2008.
- [2] 考夫卡·库尔特.格式塔心理学原理[M].北京:北京大学出版社,2010.
KAUF K.Gestalt Psychology Principle[M].Beijing:Peking University Press,2010.
- [3] 罗纳凯莉·莎拉,埃利科特·坎迪斯.包装设计法则(创意包装设计的100条原理)[M].南昌:江西美术出版社,2011.
RONALDKELLY S, WALCOTT E.Packaging Design Rules (Article 100 the Principle of Creative Packaging Design)[M].Nanchang:Jiangxi Fine Arts Publishing House,2011.
- [4] 莫健伟,崔德伟.文化创意空间:艺术与商业的集聚与融合[M].北京:社会科学文献出版社,2012.
MO Jian-wei,CUI De-wei.Culture Creative Space:Agglomeration and Fusion of Art and Commerce[M].Beijing: Social Sciences Academic Press,2012.
- [5] 夏甸清,宗林,胡达丰.现代商品包装设计[M].武汉:华中科技大学出版社,2013.
XIA Dian-qing,ZONG Lin,HU Da-feng.Modern Commodity Packaging Design[M].Wuhan:Huazhong University of Science and Technology Publishing House,2013.
- [6] 王伟玉.人·包装·自然——从人与自然的角度的研究现代包装设计[D].济南:山东轻工业学院,2012.
WANG Wei-yu.Human, Packaging, Nature: Study on Modern Packaging Design from the Angle of Human and Nature[D].Jinan:Shandong Institute of Light Industry,2012.
- [7] 王兰珍.包装设计的色彩视觉美[J].包装工程,2014,35(16):110.
WANG Lan-zhen.Color Visual Aesthetics of Packaging Design[J].Packaging Engineering,2014,35(16):110.
- [8] 胡荣奎.谈旅游商品包装设计中独特的色彩文化[J].装饰,2011(3):56.
HU Rong-kui.Talking about Unique Color Culture in Tourism Commodity Packaging Design[J].Zhuangshi,2011(3):56.
- [9] 彭辉.以感知价值为核心的包装产品信息设计研究[J].包装工程,2014,35(14):119.
PENG Hui.Research on the Packaging Product Information Design Taking the Perceived Value as the Core[J].Packaging Engineering,2014,35(14):119.
- [10] 周升.基于生态理念下的简约化包装设计研究[D].无锡:江南大学,2009.
ZHOU Sheng.Research on Simplification Packaging Design Based on the Concept of Ecology[D].Wuxi:Jiangnan University,2009.
- [11] 栗嘉忆.贵州旅游商品包装设计中的苗族传统图案借鉴[J].包装工程,2014,35(12):116.
LI Jia-yi.Miao Traditional Pattern Reference of Guizhou Tourism Commodity Packaging Design[J].Packaging Engineering,2014,35(12):116.

(上接第79页)

- CHEN Yuan-yuan.Analysis on Paper Prototyping in Interactive Design[J].Design Research,2012(3):41—44.
- [8] 杨楠,李世国.物联网环境下的智能产品原型设计研究[J].包装工程,2014,35(6):55—58.
YAN Nan,LI Shi-guo.Intelligent Product Prototype Design in the Internet of Things Environment[J].Packaging Engineering,2014,35(6):55—58.
- [9] 蔡睿妍.Arduino的原理及应用[J].电子设计工程,2012,20(16):155—157.
CAI Rui-yan.Principle and Application of Arduino[J].Electronic Design Engineering,2012,20(16):155—157.
- [10] BOXALL J.动手玩转 Arduino[M].翁恺,译.北京:人民邮电出版社,2014.
BOXALL J.Arduino Workshop[M].WENG Kai, Translate.Beijing: The People's Posts and Telecommunications Press,2014.