

新型多媒体遥控“粉笔”

摘要:

随着现代教育事业的蓬勃发展,多媒体教学设备正在得到广泛普及,鉴于教师授课时的一些不便之处,我们设想了这种多媒体教学器件——新型多媒体遥控“粉笔”。它主要由遥控和板书两大模块组成。其中,遥控模块的遥控发射装置由键控微处理器和红外发射器组成,接收装置由无线电接收器,信息转换电路和接口电路组成,将不仅能够实现远距离非接触性操控,而且可以进行按行或按页快速翻页,主要采用了 2.4G 无线电通信技术;而板书模块是由光信息采集电路,信号发生电路以及数据发生与接收电路组成,将实现脱离黑板束缚的远距离板书功能,主要运用了光信息采集与图像处理技术。两大模块相互联系,共同保证操作的顺利进行。本论文将以两大模块为基础,逐步介绍其原理和功能的实现,最后再对其可行性进行全面的分析。

关键字: 遥控模块, 板书模块, 无线电通信技术

Abstract:

With the vigorous development of the modern education, multimedia teaching equipment is widely available, in view of the teachers teaching some inconvenience, we envision multimedia teaching devices - a new multi-function remote "chalk". It mainly consists of two modules of remote control and writing on the blackboard. Wherein the remote control module of the remote control transmitter means by keying microprocessor and an infrared emitter, the receiving apparatus by radio receivers, the information converting circuit and the interface circuit, will not only be able to achieve long-distance non-contact manipulation, and can be carried out by line or quickly flip page, with a 2.4G radio communication technology; writing on the blackboard module optical information acquisition circuit, signal generation circuit and data receiving circuit, will achieve long-range bound from the blackboard writing on the blackboard, the main use the optical information acquisition and image processing technology. Two modules interconnected together to ensure the smooth progress of the operation. The paper will be based on two modules, a step-by-step introduction to the principle and function of the realization, and finally conduct a comprehensive analysis of its feasibility.

Keywords: Remote control module, the writing module, radio communication technology

目录

第一章 创意背景.....	1
第二章 正文——产品模块介绍.....	1
2.1 遥控模块.....	1
2.1.1 无线发射模块.....	1
2.1.2 无线接收模块.....	2
2.1.3 遥控模块功能介绍.....	3
2.2 板书模块.....	3
2.2.1 图像分析技术.....	3
2.2.2 板书功能实现.....	4
第三章 外形设计.....	5
第四章 创新点和可行性分析.....	5
4.1 创新点.....	5
4.2 可行性分析.....	6
4.3 同类课题研究水平.....	6
参考文献.....	7

第一章 创意背景

随着我国现代教育事业的蓬勃发展，多媒体教学设施得到了广泛普及。多媒体的高课堂信息容量，高效多变和增强师生互动性等特点大大提高了课堂教学的质量与学生的学习效果。但是，课堂上运用多媒体进行时常存在一些不便之处：一是，多媒体设备不便于教师离开讲台。使用多媒体设备授课的老师，一般只能站在讲台上讲课，倘若在稍微大点的教室，与学生之间，便少了很多正面的交流与互动。并且，如果教师离开了讲台，当进行幻灯片切换时，老师不得不重新回到电脑桌旁边，用鼠标点击，比较浪费时间。为了克服这个缺点，市场上早已出现了无线鼠标产品，它为教师离开电脑桌讲课提供了可能，但这类鼠标的体积一般比较大，不便手握悬空使用。近年来又出现一种“激光翻页笔”，可以实现较远距离切换画面，方便教师授课。但它的不足是，只能逐行切换画面内容，不能快速切换或搜索画面，更不能进行板书。二是，不便于教师离开讲台板书。在室内没有黑板或其它写字板的情况下，教师无法在多媒体设备上像在黑板上那样自如板书。

基于以上问题，我们的创新思路是将现的有无线鼠标产品的形状进行改进，并与激光教鞭组合，设计一种新型的多功能遥控“粉笔”，以方便教师在多媒体教室讲课。它是在光电遥控鼠标技术的基础上进行创新设计的一种多媒体器件，是一种组合性产品。它将同时包含遥控和板书两大主要功能。两大功能相互联系，共同保证操作的实现。其中，遥控功能不仅是板书功能实现的基础，还要能够实现按行或者按页快速翻页。

第二章 正文——产品模块介绍

本产品是用于控制多媒体教学设备和书写多媒体板书的新型“粉笔”，主要由遥控和板书两大模块组成，两个模块之间密不可分，共同保证整体操作的实现。下面，我们将从这两个模块出发，分别介绍各个模块的原理和功能。

2.1 遥控模块

该产品的遥控器件是由键控微处理器和红外发射器组成的遥控发射装置，采用的是 2.4G 无线电通信技术。其接收装置由无线电接收器，信息转换电路和接口电路组成。

2.1.1 无线发射模块

无线发射部分是遥控模块中的主要部分，本设计以 nRF24L01 为核心构建了无线发射模块。

nRF24L01 具有无条件使用 2.4GHz 全球开放 ISM 频段，内置硬件 CRC 检错和一对多点通信地址控制等特点，数据传输率为 2Mb/s，126 个频道；能满足多点通信和跳频通信的需要；功耗低，供电电压为 1.9~3.6V，待机模式下工作电流为 22 μ A，掉电模式下仅为 900nA。这些是 nRF24L01 的主要

优点。无线发射部分的电路原理如图所示。

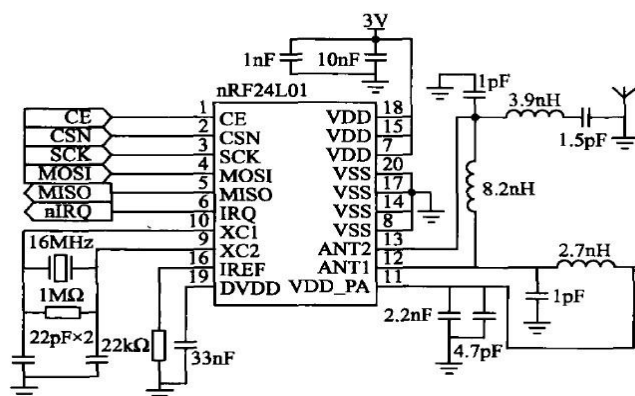


图 1 无线发射部分电路原理图

nRF24L01 的工作原理如下：发射数据时，首先将 nRF24L01 配置为发射模式，接着把接收节点地址 TX_ADDR 和有效数据 TX_PLD 按照时序由 SPI 口写入 nRF24L01 缓存区。TX_PLD 必须在 CSN 为低时连续写入，而 TX_ADDR 在发射时写入一次即可。然后，CE 置为高电平并保持至少 $10\mu\text{s}$ ，延迟 $130\mu\text{s}$ 后发射数据。若自动应答开启，那么 nRF24L01 在发射数据后立即进入接收模式，接收应答信号（自动应答接收地址应该与接收节点地址 TX_ADDR 一致）。如果收到应答，则认为此次通信成功，TX_DS 置高，同时 TX_PLD 从 TX_FIFO 中清除；若未收到应答，则自动重新发射该数据（自动重发已开启），若重发次数（ARC）达到上限，MAX_RT 置高，TX_FIFO 中数据保留以便再次发送。MAX_RT 或 TX_DS 置高时，使 IRQ 变低，产生中断，通知 MCU。发生成功时，若 CE 为低，则 nRF24L01 进入待机模式 1；若发送堆栈中有数据且 CE 为高，进入待机模式 2。

接收数据时，首先将 nRF24L01 配置为接收模式，接着推迟 $130\mu\text{s}$ 进入接收状态等待数据到来。当接受方检测到有效的地址和 CRC 时，就将数据包存储在 RX_FIFO 中，同时中断标志位 RX_DR 置高，IRQ 变低，产生中断，通知 MCU 取数据。若此时自动应答开启，接收方则同时进入发射状态回传应答信号。接收成功时，若 CE 变低，则 nRF24L01 进入待机模式 1。

nRF24L01 有发射、接收、待机和掉电 4 中工作模式，可以通过配置寄存器来设置其工作状态。

待机模式 1 主要用于降低电流损耗（在该模式下，晶体振荡器仍然工作）。待机模式 2 是当 FIFO 寄存器为空且 CE=1 时进入此模式。待机模式下，所有配置字仍然保留。在掉电模式下电流损耗最小，同时 nRF24L01 也不工作，但其所有配置寄存器的值仍然保留。

当有按键操作时，主控制器将读入的信号写入 nRF24L01 的 TX_PLD，然后由芯片自动生成报头和 CRC 校检码，并发送出去。当收到应答信号（ACK）后，程序中所设置的标志位 success 置 1，清除 TX_FIFO 队列中的数据，可以进行下一次数据的写入了；若未收到应答信号（ACK），则标志位 success 置 0，继续重发，且新的数据无法写入。

2.1.2 无线接收模块

由于 nRF24L01 是工作于 2.4 GHz 的高频元件，因此，系统的 PCB 设

计的好坏，直接影响系统的性能。在设计时，必须考虑到各种电磁干扰，注意调整电阻、电容和电感的位置，特别要注意 电容的位置。nRF24L01 模块的 PCB 为双面板，底层不放置任何元件，在地层，顶层的空余地方（除天线衬底之外）都覆上铜，并通过孔与底层的地相连。

同时，nRF24L01 必须要遵循无线通信协议。

在固件设计上，接收器上电后，完成系统的初始化，包括 MCU 的初始化和收发器的接收模式配置过程。然后系统进入接收数据包的状态中，一旦收到数据包就通过中断的形式通知 MCU 有数据包到来，MCU 就会通过 I/O 口模拟 SPI 总线通信过程从 nRF24L01 中将接收到的数据读出，然后将数据写到相应的 USB 端点 FIFO 中。主机通过查询的方式读取各端点的数据信息，然后按照 USB 规范定义的鼠标和键盘的协议产生相应的动作（如鼠标的移动和按键的值）。

无线收发器的初始化过程：1) 配置本机地址和将要接收的数据包大小；2) 配置 CONFIG 寄存器，使之进入接收模式，把 CE 置高；3) 130 μ s 后，nRF24L01 进入监视状态，等待数据包的到来；4) 当接收到正确的数据包（正确的地址和 CRC 校验码），nRF24L01 自动把字头、地址和 CRC 校验位移去；5) nRF24L01 通过把 STATUS 寄存器的 RX_DR 置位（STATUS 一般引起微控制器中断）通知微控制器；6) 微控制器把数据从 nRF24L01 读出；7) 所有数据读取完毕后，可以清除 STATUS 寄存器。nRF24L01 可以进入 4 种主要模式之一。^[1]

2.1.3 遥控模块功能介绍

由于该产品巧妙地融合和改善了无线鼠标的各项功能，因而在使用时，我们可以很好地对其进行操纵。之前我们已经提及到遥控模块除了要进行远距离非接触性控制外，还要实现按行或按页快速翻页的功能。要实现这项功能，我们利用了光电无线鼠标的这一优势，将其巧妙的嫁接到了我们的遥控“粉笔”上。

使用起来，只需要在电脑的 USB 插口上插上无线接收器，转换到遥控模式，按下左键，便可进行遥控控制。在实现翻页功能时，我们可以对其进行设置来实现是按行翻页，还是要按页翻页。由于翻页功能的实现需要一个类似于鼠标滚轮的器件，因而，我们可以像设置鼠标滚轮功能一样在电脑中设置翻页操作。

2.2 板书模块

板书功能的实现主要采用了光信息采集与图像处理技术。该模块由光信息采集电路，信号发生电路以及数据发生与接收电路组成。而 DSP 数字信号处理技术会使得图像更清晰，轮廓更分明，对比度更强。下面我们着重谈一下图像的分析技术。

2.2.1 图像分析技术

图像分析是图像处理过程中的一项重要技术。图像分析具体指借助光学、机械、电子、计算机等一体化技术，对观察到的图像进行系统的处理，求得能代表该图像特征的各种参数，以利于对图像有更深入的认识和解释的方法。^[2]图像分析的

表达与描述如图。

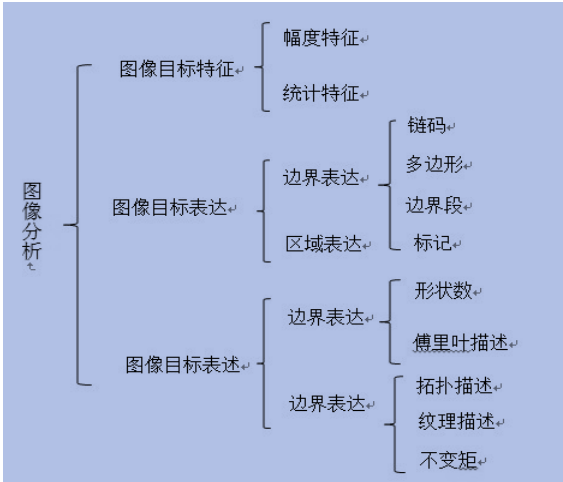


图 2 图像分析的表达与描述

图像分析又可分为 4 个过程：

- 1、图像输入：把实际物景转换为适合计算机处理的表达式（图像数字化）
- 2、分割：从物景图像中分解出物体和它的组成部分。（图像分割主要包含 4 种技术：并行边界分割技术、串行边界分割技术、并行区域分割技术和串行区域分割技术）
- 3、识别：对图像中分割出来的物体给以相应的名称。一般可以根据形状和灰度信息用决策理论和结构方法进行分类，也可以构造一系列已知物体图像模型，把要识别的对象与各个图像模型进行匹配与比较
- 4、解释：用启发式方法或人机交互技术结合识别方法建立物景的分级构造，说明物景中有些什么物体，物体之间存在什么关系。^[3]

2.2.2 板书功能实现

在笔内部高亮发光二极管，通过发光二极管发出的高亮度光线，照亮光笔头底部表面。然后将笔头底部表面反射回的一部分光线，经过一组光学透镜，传输到一个光感应器件（微成像器）内成像。这样，当笔头移动时，其移动轨迹便会被记录为一组高速拍摄的连贯图像。最后利用笔头内部的一块专用图像分析芯（DSP，即数字微处理器）对移动轨迹上摄取的一系列图像进行分析处理，通过对这些图像上特征点位置的变化进行分析，来判断笔头的移动方向和移动距离，并将信号通过 2.4GHz 无线传输技术，发射到接收器上，接收器将会对信息进行处理，以二进制方式向电脑发出相应的指令。从而完成光标的定位和板书的功能。具体实现流程图如下。

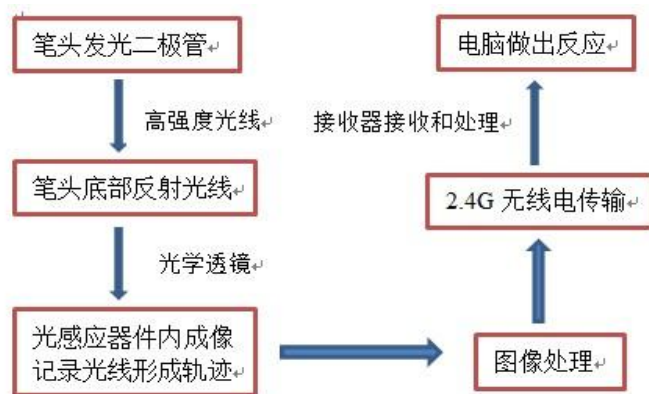


图 3 板书功能实现流程图

经查阅，市场上有各种颜色的高亮度单色发光二极管，由此我们设想可以在笔头处安置几种不同颜色的二极管，并通过单片机，靠笔身处设置的相应按钮进行简单控制。这样，我们便能够通过控制发光二极管的颜色，来控制笔迹的颜色。以改善教师上课教学板书颜色的单一化。

第三章 外形设计

本设计主要包含了遥控模块和板书模块，构成了笔的主体，并由一个按钮来控制模块的转换。同时，将光电无线鼠标嫁接于笔上，包含了左右键和滚轮。滚轮用来实现按行或者按页快速翻页，左右键与鼠标的左右键功能类似。在笔尾设置有电源开关和激光教鞭开关。在笔头处，设有几种不同颜色的高亮度单色发光二极管。同时，我们可以将笔头分隔开，使其不仅可以旋转，而且可以弯曲，以适应不同平面板书的需要，为教师的课堂授课提供便利。根据使用习惯，我们又将这些开关和按钮进行了分区——其中，较为常用的操控翻页和板书功能的左右键和滚轮安置在靠近笔头的位置，而模式选择按钮则安置在笔身后半段，激光教鞭开关和电源开关则一同放在了笔尾处。总之，整个笔形的设计既考虑了人性化因素，又强调了美观和实用。使其在外型上更具有市场竞争力。

第四章 创新点和可行性分析

4.1 创新点

- ◆1. 利用遥控原理结合光电无线鼠标功能，进行功能的巧妙整合。外形设计人性化。作品考虑到教师使用粉笔的习惯，特地设计成了笔形结构。并对按键的分布进行了优化设计。得出的新器件结构简单且功能强大。
- ◆2. 产品从另一个层面上解决了教师使用粉笔进行板书时产生的粉尘问题。
- ◆3. 该作品的快速翻页功能，是其他产品无法比拟的。
- ◆4. 其属于新概念产品。如果生产技术成熟，其将有多媒体“粉笔”之称。
- ◆5. 产品的模式快速切换设置构想为今后类似产品的研发提供了一个指导性设计思路。

4.2 可行性分析

该产品在无线电鼠标的技术基础上通过组合设计实现多媒体板书和遥控多媒体功能。现有的产品有遥控鼠标和多用遥控多媒体教鞭。前者可以实现远距离控制电脑，可以实现画图功能，但对于教师，由于其体积大，不太实用。后者实现远距离控制电脑，但其没有板书功能，不仅限制了教师课堂教学的发挥，也使多媒体教学设备没有得到充分利用。产品设计充分整合了以上器件的优点，此外我们还对产品的外形上进行了优化设计，使产品使用手感更好。另外我们还根据实际需要特设了快速翻页功能，并提出了模式快速切换功能设想，使产品功能更加完善。作品整体上的设计方便了多媒体设备的使用与控制，它将会受到教育工作者和相关人员的青睐。它的出现将会促进多媒体教学技术的发展。

4.3 同类课题研究水平

该产品将实现多媒体板书功能和遥控多媒体器件的功能。现有的产品有遥控鼠标和多用遥控多媒体教鞭。前者可以实现远距离控制电脑，可以实现画图功能，但对于教师，由于其使用时体积大，不易携带，不太实用。后者实现远距离控制电脑，但其没有板书功能，不仅限制了教师的才能的发挥，也使多媒体教学设备没有得到充分利用。作品设计充分整合了以上器件的优点，此外我们还对产品的外形上进行了优化设计。使产品功能强大，使用手感更好。该产品的快速翻页功能和模式快速切换功能设想，是其他产品无法比拟的。产品的多功能性决定了其应用，可以预测，它的产生将会带动相关多媒体器件的研制。它将对多媒体教学产生很大的影响。因为从此后，多媒体实现了更加快捷的人机交互，使多媒体显示设备有了像黑板一样的板书功能。

参考文献

-
- [1] 叶达, 程勇, 薛庆军. 单片机与嵌入式系统应用[J]. 2010, (5)
 - [2] 李俊山, 李旭辉, 数字图像处理[E]. 北京:清华大学出版社. 2007
 - [3] 刘直芳, 王运琼, 朱敏, 数字图像处理与分析[E]. 北京:清华大学出版社. 2006