

一种低功耗的电子告示板

Karbon, 学号: xxxxxxxx

Livie, 学号: xxxxxxxx

第一部分 设计概述

1.1 设计目的

传统的告示板、便签等，必须人在附近通过笔或者其他实物印刷品才能更改内容；常见的 LED 广告牌，通常也需要一台电脑去设置显示的内容。为了让张贴告示、写便签更加方便，我们使用电子墨水屏和 NB-IoT 模块来做成了这样一个小的告示板，该告示板无需用户再对网络进行设置即可连接互联网，用户更新推送消息后，消息内容会通过 NB-IoT 网络传输至设备并显示在电子墨水屏上，视觉效果类似真实纸张，观感舒适。

1.2 应用领域

替代会议室的会议日程板、学校走廊告示板、演讲厅的演讲预告板、办公桌上的便签等类似告示板或者便签的展示媒介。

1.3 主要技术特点

通过 NB-IoT 网络连接互联网，只要装置位于拥有 NB-IoT 基站的地区，连接电源即可自动联网，用户无需对网络进行任何设置即可使用；

使用的屏幕为电子墨水屏，耗电很低，且拥有类似传统便签、传统公告板的视觉观感；

使用中天微 CB2201 作为主控，低成本、高性能；

张贴告示的客户端为 web 网页，用户用浏览器打开网页即可直接使用，无需安装任何软件；

网页使用基于 bootstrap 的 daemonite 框架制作，谷歌 Material Design 风格，界面简约美观，且能够自动适配手机、平板、PC 等不同大小的屏幕。

1.4 关键性能指标

非低功耗模式下，耗电约 0.4W；

网络连接正常时，推送消息的延迟在 10 秒以内；

该演示作品屏幕分辨率为 400*300，能显示 50*24 个字符。

第二部分 系统组成及功能说明

2.1 整体介绍

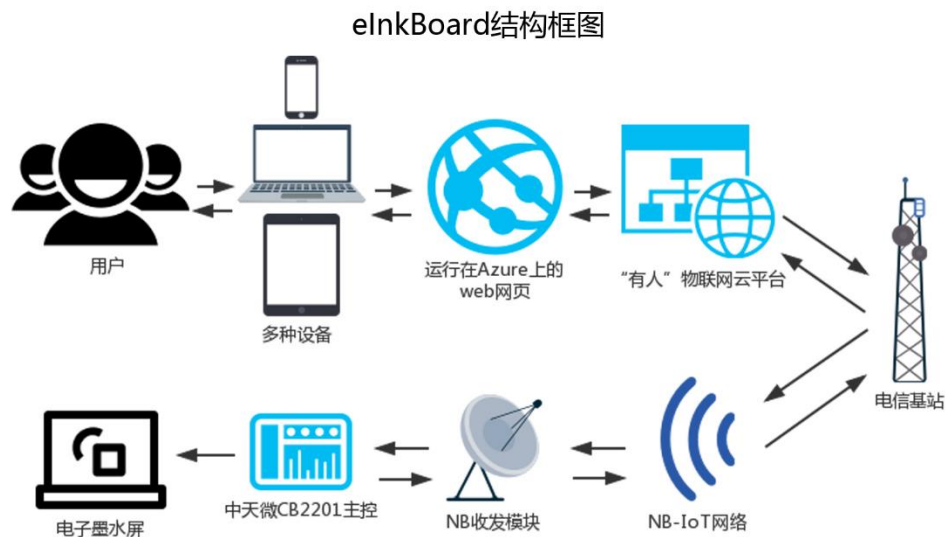


图 1 eInkBoard 结构框图

在硬件部分，主控制器采用中天微的 MCU CB2201 开发板，分别通过 UART 和 SPI 连接了 NB-IoT 模块和电子墨水屏。NB-IoT 模块通过中国电信的 NB-IoT 网络来连接互联网。

在网站部分，用户端 web 页面使用基于 bootstrap 的 daemonite 框架制作，部署在微软 Azure 上，网站通过 NB 模块开发商提供的有人透传云 SDK 来连接 NB-IoT 模块。

2.2 各模块介绍

2.2.1 MCU

作品的主控制器是 CB2201 开发板，CB2201 是杭州中天微系统有限公司推出的一款 IoT 开发板，使用 C-SKY CH2201 作为主芯片。

主芯片特性：

- 内置 32 位 C-SKY CK802T CPU @48MHz max
- 256 KB Flash + 80K SRAM
- 硬件加解密引擎，支持 AES, RSA, SHA
- 34 个独立可编程通信接口：SPI x2, UART x3, I2C x2, ADC x16, PWM x16, GPIO x32, ACMP x1
- 定时器：CoreTIM x1, RTC x2, Timer x2, WDT x1
- 待机电流消耗 < 3uA

该开发板具有以下优点：

- 统一的软件接口：采用 CSI 接口，屏蔽了硬件和操作系统
- 多样的内核支持：支持 Rhino、FreeRTOS、uCOSIII 等内核
- 丰富的软件生态：对接 YoC、AliOS、MbedOS、CMSIS 等生态系统
- 齐全的程序样例：包括 Driver 和 Kernel
- 可靠的质量保证：兼容性测试用例
- 安全的运行环境：TEE/REE 安全隔离
- 极简的开发环境：CDK 图形界面开发工具

2.2.2 显示模块

在显示部分，我们使用大连奇耘电子生产的型号为 GDEW042T2 的 4.2 寸电子墨水屏作为屏幕，MCU 通过 SPI 对其进行控制。

在系统上电后，MCU 将进行 GPIO 初始化、SPI 初始化，完成后，MCU 对屏幕进行初始化等操作。

在屏幕没有显示任务，即没有通知发布的时候，屏幕将显示待机图片，提示用户可以扫码打开网页来发布内容。

在接收到用户发布的内容后，屏幕会将已显示的内容下移，并将新写入的通知内容放在屏幕顶部。

2.2.3 NB-IoT 模块

本作品的硬件部分通过 USR-NB75-B5 模块来连接互联网，USR-NB75-B5 是济南有人物联网技术有限公司推出的一款 NB-IoT 模块，该模块与 MCU 通过 UART 连接，该模块插入专用 SIM 卡后，可以连接中国电信的 NB-IoT 网络，进而连接互联网。

因中国电信对 NB-IoT 有一些限制，本模块只能连接电信云的 IP。有人提供了“有人透传云”平台，和电信云进行了对接，在电信云上搭建了基于 MQTT 的 IoT hub。用户使用“有人透传云”，能够较为方便地将 NB-IoT 模块连接至互联网，而无需再去电信云搭建 IoT hub。



图 2 eInkBoard demo 的实物外观, 此时显示的是初始页面

2.2.4 web 用户端

用户通过 web 网页来在本告示板上张贴告示。

网页使用基于 bootstrap 的 daemonite 框架设计外观, 是谷歌 Material Design 风格, 又内嵌了一些 JavaScript 脚本使网页能够自动适配不同大小的屏幕。

使用“有人”提供的有人云 SDK 来与设备上的 NB-IoT 模块进行通讯, 还额外增加了一些 JavaScript 脚本, 能够使网页外观对设备回应的信息做出不同反应。

网页已架设在微软 Azure 上, 可以直接通过互联网访问。

遥控设备的页面具有张贴告示、查询当前显示的告示、清空屏幕、查询设备联网状态等功能。

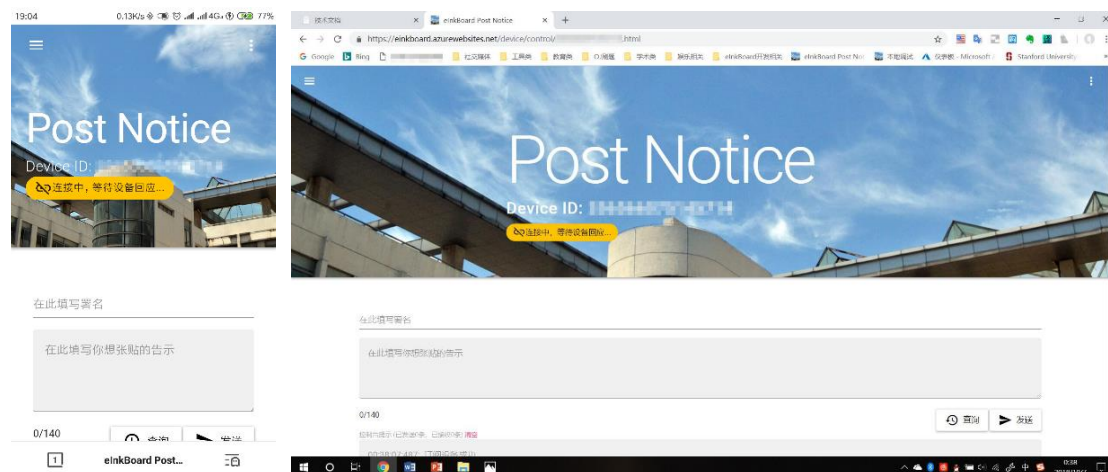


图 3 张贴告示的 web 页面 (左为手机截图, 右为电脑截图)

第三部分 完成情况及性能参数

硬件端核心功能完成，能够通过 NB-IoT 模块接收要显示的消息和其他设置指令，并发送状态信息至云端。

但是，由于 NB-IoT 模块进入低功耗模式后，每次唤醒后需要过一段时间才能连接网络正常收发数据，考虑到演示时可能延迟过长，暂时还没有为本系统做超低功耗模式。目前装置的平均功耗为 0.4W。

web 端核心功能完成，已经挂载在服务器上，可通过互联网访问。

用户通过扫码、从收藏夹中打开或者直接输入链接等方式能够进入操控设备的页面，在该页面，能够张贴告示、查询当前显示内容或者清空屏幕，界面美观友好。

第四部分 总结

4.1 主要创新点

- (1) 使用 NB-IoT 连接互联网，用户无需设置即可联网；
- (2) 使用电子墨水屏作为显示媒介，观感美观舒适；
- (3) 通过 web 网页操作，无需专门安装 app，对用户友好。

4.2 可扩展之处

- (1) 屏幕尺寸更小可作为电子价签；
- (2) 屏幕尺寸更大可作为常见大小的公告板；
- (3) 加上超低功耗的相关设计之后，理论上能够实现超长时间使用。

4.3 心得体会

在本次比赛中，我们使用了曾经完全陌生、网上也无法搜索到其他用户学习笔记的中天微的开发板 CB2201。初期，我们使用芯片上的各种外设处处碰壁，MCU 和模块间的通讯都难以完成。我们反复阅读中天微提供的文档和例程，反复尝试，渐渐学会了各种外设的使用方法，认识到类似 CSI 这样的标准接口相对于裸机的优越性。

作为两位刚刚进入大三的学生，我们用大半个暑假和 9 月，更加了解了嵌入式编程，也略微了解了 web 开发，从硬件到通讯、到服务器、再到 web 用户端，

一步一步做好了我们的作品。构建像这样一样的较为完整的物联网应用，还是我们的第一次，增长了不少经验。

第五部分 参考文献

[1]济南有人物联网技术有限公司. 有人云用户手册[EB/OL].

<http://cloud.usr.cn/Public/sdk/websocket/index.html> , 2017-11-18

[2]Daemon Internet Consultant. Documentation of Daemonite's Material UI [EB/OL].

<http://daemonite.github.io/material/docs/4.1/getting-started/introduction> , 2018-4-10

第六部分 附录

eInkBoard 首页的链接为: <https://eInkBoard.karbon-chen.com> , 可以查看介绍和使用说明。(截至撰写此文档时, 上述链接的 SSL 证书还存在问题, 浏览器会提示不安全, 也可通过 <https://eInkBoard.azurewebsites.net> 访问)

考虑到实际使用的情景, 操控设备的页面需通过扫码或收藏夹等直接访问对应地址的方式进入, 无法从首页通过超链接进入。

具体代码参见附件。