

# Zigbee 开发技术及实践课后习题

## 第一章

- 1.Zigbee 是一种近距离、低复杂度、低功耗、低成本的双向无线通讯技术。
- 2.Zigbee 的基础是 IEEE802.15.4,但是其仅处理低级的 MAC（媒体接入控制协议）层和物理层协议。
- 3.列举常用的 Zigbee 芯片和 Zigbee 协议栈。  
常见的 Zigbee 芯片有 CC243X 系列、MC1322X 系列和 CC253X 系列。  
常见的 Zigbee 协议栈有 MsstatePAN 协议栈、Freakz 协议栈和 Zstack 系列。
- 4.简述 Zigbee 的定义。
- 5.简述无线传感器网络和 Zigbee 之间的关系。

## 第二章

- 1.Zigbee 网络结构分为四层，从下至上分别为物理层、媒体访问控制层（MAC）、网络层（NMK）和应用层。
- 2.Zigbee 网络支持三种拓扑结构：星型、树状和网状结构。
- 3.下面属于网络层与应用层数据服务接口的是：\_\_\_\_  
A.NLDE-SAP                      B.MCPS-SAP  
C.MLME-SAP                      D.NLME-SAP
- 4.简述 MAC 层帧的一般结构。
- 5.简述 Zigbee 网络层的功能。  
Zigbee 网络层主要实现网络的建立、路由的实现以及网络地址的分配。其中 Zigbee 网络层的不同功能由不同的设备完成。其中 Zigbee 网络中的设备有三种类型即协调器、路由器和终端节点分别实现 不同的功能。  
协调器具有建立新网络的能力。  
协调器和路由器具备允许设备加入网络或者离开网络、为设备分配网络内部的逻辑地址、建立和维护邻居表等功能。  
Zigbee 终端节点只需要有加入或离开网络的能力即可。

## 第三章

- 1.原理图设计的基本要求：规范、清晰、准确、易读。
- 2.Zigbee 硬件分为三部分：CC2530 核心板、协调器底板和路由器底板。
- 3.简述对 CPU 进行选型时需要注意的事项。
  - a.性价比高。
  - b.容易开发。体现在硬件调试工具种类多，参考设计多，硬件资源丰富，成功案例多。
  - c.可扩展性好。
  - d.满足设计的需求，稳定性好。
- 4.简述低功耗设计的注意事项。P51
  - a.选择低功耗的器件。
  - b.去除不必要的器件。
  - c.选择合适的电源。

- d.综合考虑所有器件的工作电压范围。
- e.器件特性。

#### 第四章

- 1.根据芯片内置闪存的不同容量，提供给用户 4 个版本，CC2530F32/64/128/256，分别具有 32KB/64KB/128KB/256KB 的内置闪存。
- 2.CC2530 包括 3 个 8 位输入/输出(I/O)端口，分别是 P0,P1,P2，一共有 21 个数字 I/O 引脚。
- 3.简述 CC2530 的“增强型 8051 内核”与“标准的 8051 微控制器”相比有什么不同。

#### 第五章

- 1.RF 内核包括以下几部分：无线电状态控制模块(FSM)、调值/解调器、帧过滤和源匹配、频率合成器(FS)、命令选通处理器、定时器 2(MAC 定时器)。
- 2.CC2530 无线射频的工作涉及到 CPU 的两个中断向量，即 RFERR 中断和 RF 中断。
- 3.IEEE802.15.4 的数字高频调制使用 2.4G 直接序列扩频技术。
- 4.简述 RF 内核各部分的功能。

答：

- 5.直接操作寄存器实现数据的发送和接收的弊端。

答：不能指定接收者，即一个接收设备可以接收任何一个发送者发来的数据。当发送者比较多时会出现信道碰撞问题。不能建立个域网。

#### 第六章

- 1.Zstack 协议栈代码文件夹包括：HAL、MAC、NWK、OSAL、ZDO 和 APP 以及配置文件等。
- 2.Zstack 的 NWK 层负责的功能有：节点地址类型的分配、协议栈模板、网络拓扑结构、网络地址的分配和选择。
- 3.ZDO(The Zigbee Device Objects,即 Zigbee 设备对象)层提供 Zigbee 设备管理功能，包括：网络建立、发现网络、加入网络、应用端点的绑定、安全管理服务。
- 4.简述端点的主要作用。

- 5.简述数据发送函数 AF\_DataRequest()的各项参数。

#### 第七章

- 1.建立一个新的工程需要以下三个步骤：工程的建立及命名、添加文件、编译选项的设置。
- 2.修改 App 目录需要以下几个步骤：建立新的源文件、子目录的建立、子目录文件的建立。

#### 第八章

- 1.Zigbee 程序开发和其他的嵌入式开发设计基本上是相同的都需要以下几个步骤：需求分析、体系结构设计、应用程序的编写、程序的调试和测试。

- 1.中国使用的 Zigbee 工作的频段是 2.4G，定义了 16 信道。

- 2.CC2530 的串口模式分为 异步 URAT 模式和同步 SPI 模式。
- 3.Zigbee 是一种近距离、低复杂度、低功耗、低成本的双向无线通讯技术。
- 4.如果将 CC2530 的 P1 端设置为外设 I/O 功能,需要设置 P1SEL 寄存器。
- 5.一个 Zigbee 网络由 一个协调器节点、多个终端设备节点 和多个终端设备节点组成。
- 6.Zigbee 网络工作频带为 868MHz 时,其数据传输速率为 20kbps。
- 7.Zigbee 中每个协调点最多可以连接 255 个节点,一个 Zigbee 网络最多可以容纳 65535 个节点。
- 8.在 Zigbee 结构中 物理层 与硬件息息相关。
- 9.如果在 Zigbee 网络中实现点对点通信需要使用 单点寻址 地址模式,在 Zigbee 网络中协调器需要网络中的每个设备都收到数据使用 广播寻址 模式;
- 10.在 Zigbee 协议架构中哪一组是属于 IEEE802.15.4 标准定义的 物理层和 MAC 层。
- 11.Zigbee 硬件分为三部分,即 CC2530 核心板、协调器底板和路由器底板。
- 12.Zigbee 是一种 近距离、低复杂度、低功耗、低成本的无线通讯技术。
- 13.在 Zigbee 结构中 网络层 与建立网络息息相关。
- 14.根据 IEEE802.15.4 标准协议,Zigbee 的工作频段分别为 868MHz、915MHz、2.4GHz。
- 15.中国使用的 Zigbee 工作的频段是 2.4G, 定义了 16 信道。
- 16.Zigbee 网络结构分为四层从下至上分别为 物理层、MAC 层、网络层、应用层。
- 17.CC2530 包括 3 个 8 位输入/输出(I/O)端口,分别为 P0、P1、P2。
- 18.Zigbee 是一种 近距离、低复杂度、低功耗、低成本的双向无线通讯技术。
- 19.Zigbee 中每个协调点最多可以连接 255 个节点,一个 Zigbee 网络最多可以容纳 65535 个节点。
- 20.Zigbee 技术的网络拓扑结构主要有 星型、簇状型、网状型 三种。
- 21.CC2530 有 18 个中断源,每个中断源都可以产生中断请求。

## 简答题

1. 简要回答 Zigbee 技术有那些特点?

**答: 低功耗:** 在低功耗待机模式下, 2 节 5 号干电池可支持 1 个节点工作 6-24 个月, 甚至更长。这是 ZigBee 的突出优势。相比之下蓝牙可以数周、WiFi 可以数小时。

**低成本:** 通过大幅简化协议使成本很低 (不足蓝牙的 1/10), 降低了对通信控制器的要求, 按预测分析, 以 8051 的 8 位微控制器测算, 全功能的主节点需要 32KB 代码。子功能节点少至 4KB 代码, 而且 ZigBee 的协议专利免费;

**低速率:** ZigBee 工作在 250kbps 的通讯速率, 满足低速率传输数据的应用需求;

**近距离:** 传输范围一般介于 10~100m 之间, 在增加 RF 发射功率后, 亦可增加到 1-3km。这指的是相邻两个节点间的距离。如果通过路由和节点间通信的传输距离将可以更远。

**短时延:** ZigBee 的响应速度较快, 一般从睡眠转入工作状态只需要 15ms, 节点连接进入网络只需要 30ms, 进一步节省了电能。相比较, 蓝牙需要 3-10s、WiFi 需要 3s。

**高容量:** ZigBee 可采用星状、片状和网状网络结构, 由一个主节点管理若干

个子节点，最多一个主节点可管理 **254** 个子节点；同时主节点还可由上一层网络节点管理，最多可组成 **65000** 个节点的大网。

**高安全：ZigBee** 提供三级安全模式，包括无安全设定、使用接入控制清单(ACL)防止非法获取数据以及采用高级加密标准(AES128)的对称密码，以灵活确定其安全属性。

2.简述 Zigbee 网络三种主要设备及其功能。

答：(1) **zigbee** 协调器是启动和配置网络的一种设备。

(2) **ZigBee** 路由器是一种支持关联的设备，能够将消息转发到其他设备。

(3) **ZigBee** 终端设备可以执行它的相关功能，并使用 **ZigBee** 网络到达其他需要与其通信的设备。

3.物理层主要负责的。

答：信道频率的选择，数据的发送和接收，无线射频的激活和关闭，信道能量检测，接收信道链路质量指示，空闲信道评估。

4.通用 I/O 中断初始化步骤。

答：清中断标志位，使相应引脚设为通用 I/O 中断，设置相应端口中断使能，设置相应引脚使能，设置触发方式，上升或者下降，打开总中断。

5.简述 CC2530 中断处理过程。

答：中断申请：中断源向 **CPU** 发出中断请求信号（中断申请一般需要在程序初始化中配置相应的中断寄存器开启中断）；

中断响应：**CPU** 检测中断申请，把主程序中断地址保存到堆栈，转入中断向量入口地址；

中断处理：按照中断向量中设定好的地址，转入相应的中断服务程序；

中断返回：中断服务程序执行完毕后，**CPU** 执行中断返回指令，把堆栈中保存的数据从堆栈弹出，返回原来程序。

6.简述端点的作用。

答：端点的主要作用可以总结为以下两个方面：数据的发送和接收：当一个设备发送数据时，必须指定发送目的节点的长地址或短地址以及端点来进行数据的发送和接收，并且发送方和接收方所使用的端点号必须一致。绑定：如果设备之间需要绑定，那么在 **ZigBee** 的网络层必须注册一个或者多个端点来进行数据的发送和接收以及绑定表的建立。

7.简述 Zstack 协议栈中的两种地址类型。

答：**64 位 IEEE 地址**：即 **MAC 地址**（也称“长地址”或“扩展地址”），是一个全球唯一的地址，一经分配将跟随设备一生。通常由制造商在设备出厂或被安装时设置。这些地址由 **IEEE** 组织来维护和分配。

**16 位网络地址**：是设备加入网络后，由网络中的协调器分配给设备的地址（也称“短地址”），它在网络中是唯一的，用来在网络中鉴别设备和发送数据。对于协调器，网络地址固定为 **0x0000**。

8. 用户使用协议栈提供的 API 进行应用程序的开发不必关心 Zigbee 协议的具体实现细节，只关心一个核心问题：应用数据从哪里来到哪里去。用户需要进行数据通信时，简述需要实现的步骤。

9. 定时器 1 是 CC2530 中功能最全的一个定时/计数器，在应用中应优先选用。定时器 1 的模式选择有哪三种？

答：<1> 自由运行模式：计数器从 0x0000 开始，在每个活动 时钟边沿增加 1，当计数器达到 0xFFFF 时溢出，计数器重新载入 0x0000 并开始新一轮的递增计数。该模式的计数周期是固定值 0xFFFF，当达到最终计数值 0xFFFF 时，标志位 T1IF 和 OVIF 被设置。

<2> 模模式：计数器从 0x0000 开始，在每个活动时钟边沿增加 1，当计数器达到 T1CC0 寄存器保存的值时溢出，计数器又将从 0x0000 开始新一轮的递增计数，模模式的计数周期可由用户自行设定。

<3> 正计数/倒计数模式：计数器反复从 0x0000 开始，正计数到 T1CC0 保存的最终计数值，然后再倒计数回 0x0000，当达到最终计数值时，标志位 T1IF 和 OVIF 被设置。

10. Zigbee 技术为什么要使用自组网来通信？

答：网状网通信实际上就是多信道通信，在实际工业现场，由于各种原因，往往不能保持每一个无线通道都能够始终畅通，就像城市的街道一样，可能因为车祸、道路维修等，使得某条道路的交通出现暂时中断，此时由于我们有多条通道，车辆（相当于我们的控制数据）仍然可以通过其他道路到达目的地，而这一点对工业现场控制而言非常重要。

11. ZDO 的主要功能。

答：初始化应用支撑子层、网络层和安全服务规范；定义网络中设备的角色；设备发现，并提供服务；服务发现；实现绑定管理、安全管理和节点管理；执行端点号为 1~240 的应用端点的初始化。

12. 简述 CC2530 数据帧的产生过程。

答：具体产生过程如下：

（1）CC2530 射频部分产生并自动传输物理层的同步头，包括帧引导序列和帧开始界定符（SFD）。

（2）通过射频部分传输帧长度域和指定的字节数，包括 MAC 帧头和 MAC 负载。

（3）通过操作寄存器计算并自动传输帧尾（FSC）。