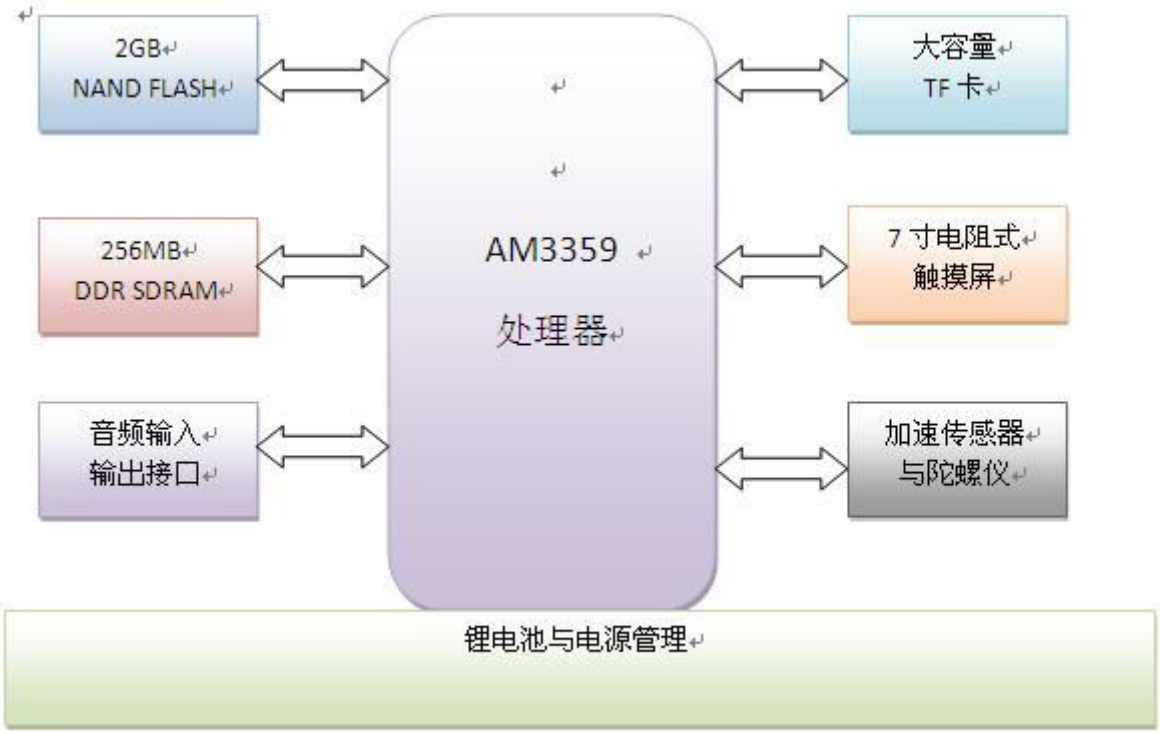
基于 AM3359 的 PDA 设计

很高兴有这样的机会和大家分享 AM3359 芯片的设计心得。目前我们有个项目是设计一款基于 AM3359 的集娱乐，电子阅读为一体的掌上电脑，整个设计过程耗时相对比较长，项目前期主要是验证阶段，包括系统的硬件选型及设计 PCB,操作系统的移植并添加驱动程序以及 GUI、应用软件的编写。下面简单讲讲系统在硬件选型方面碰到的问题。

系统最终采用 TI Sitara™ 系列处理器 AM3359 来作为主 MCU。选用 AM3359 的原因很简单：它采用 ARM 公司最新的 CORTEX A8 核，内部包含支持 3D 图形加速的 POWERVR SGX 图形加速器子系统，具有丰富的外围设备接口（支持 USB OTG,RGB888 与 RGB565 接口，触摸屏，MCASP 以及 SDIO 等）。更重要的是 AM3359 软件支持相当到位，TI 为开发者提供了全套 Linux SDK 及专门针对裸机开发的 StarterWare。所有这些都非常适合设计一款高性能，低成本，具有良好用户体验的 PDA。除了主处理器外，系统的硬件还包括 2G NAND FLASH, 256MB DDR2, TLV320AIC23B 音频输出,加速传感器,陀螺仪,AT070TN 触摸屏及 LT4089 锂电池管理芯片，接口方面留有 SD 卡接口，USB OTG 接口以及用于调试的 3 针 RS232 接口。整个系统的结构如下图所示：



（1）内存芯片选型

DDR2 芯片采用的是 MT47H128M16RT，AM3359 与其连接的方式主要是参考 BeagleBone，由于 DDR2 的工作频率已经非常高了，所以在 PCB 布局布线时要非常小心，具体可以参考网上的 DDR 布线指南。

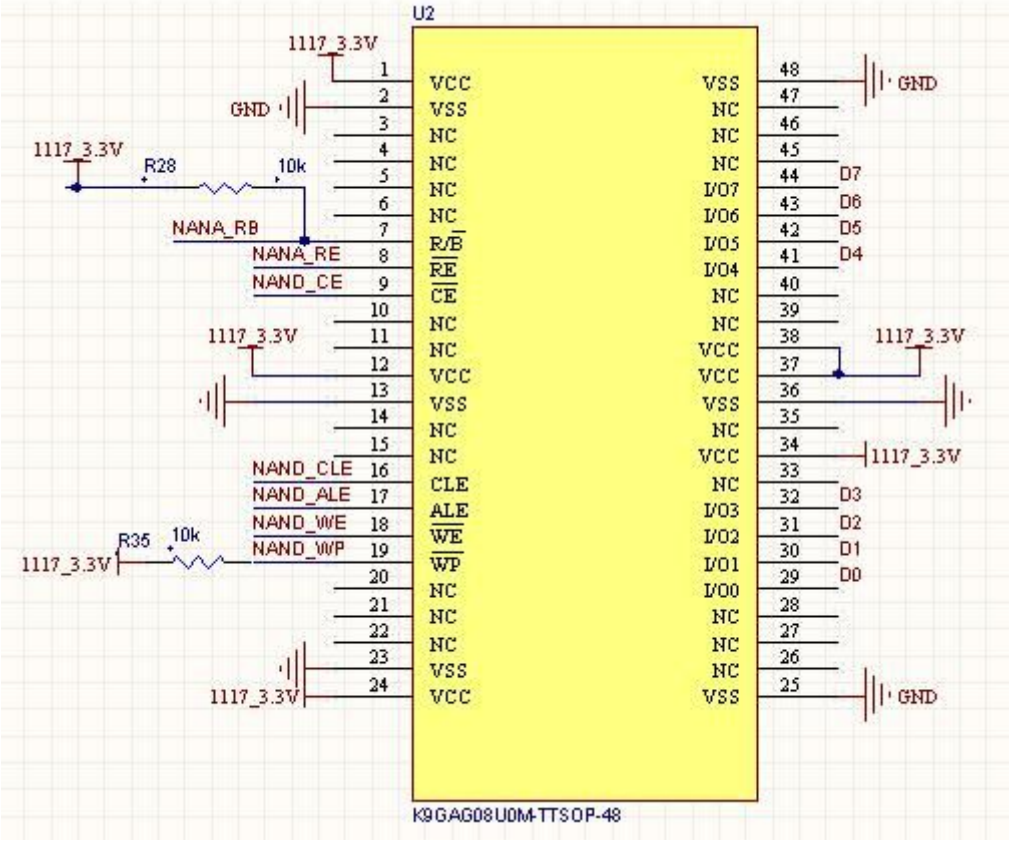
（2）NAND FLASH 芯片选型

NAND FLASH 选用的是三星公司的 2GB 存储芯片 K9GAG08U0M，这块芯片使用也是非常广泛的。在 NADA FLASH 芯片选型的过程中我们也考虑了很久，焦点主要集中在 K9GAG08U0E 和 K9GAG08U0M 上，这两块芯片看似只是最后字母不同但参考 DS 可以发现它们之间的差别还是很大的，这主要体现在对处理器 ECC 的要求不一样。下图分别来至 K9GAG08U0E 和 K9GAG08U0M 的 DataSheet

- ECC Requirement : 24bit/(1K +54.5)Byte

- Endurance : TBD(with 4bit/512byte ECC)

可以看出 U0E 芯片所要求的处理器具有 1K 纠错 24 位的能力，而 U0M 芯片却只要求处理器具有 512 位纠错 4 位（即 1K 纠错 8 位）。根据这个原则，查阅 AM3359 得知其支持 512 位纠错 16 位（即 1K 纠错 32 位），所以在 ECC 方面 AM3359 对 U0E 和 U0M 芯片均支持。但在本项目中 NAND FLASH 是用来启动系统的，U0M 芯片每页为 2K 大小，而 U0E 每页为 8K 大小，通过询问 TI 开发者网站得知 AM3359 似乎不能使用超过 4K/页作为引导。所以我们还需要参考 AM3359 的用户手册 TABLE 26-13，该表中列出了 AM3359 所支持的所有能引导系统的 NAND FLASH 的型号。根据该表,K9GAG08U0E 由于一页具有 8K 的容量确实不能作为启动 FLASH 使用。所以最终本系统还是选用了 K9GAG08U0M 作为 NAND FLASH 存储。芯片与处理器连接图如下所示，连接电路很简单，但要特别注意 R/B，这是个开漏的引脚所以要采取上拉，（如果不上拉的话会出现读、写 FLASH 有时正常有时不正常的情况，这需要特别注意。）



（3）触摸屏

作为一款具有良好用户体验的 PDA,色彩艳丽的液晶屏当然必不可少，由于成本需要，本系统采用的还是 4 线电阻屏，以后可能会更换为电容屏。液晶屏可选的余地非常大，根据前期调研我们基本确定使用至少 7 寸大小，且 16 位色以上的屏幕。最终我们选定的屏为 AT0070TN 系列，该系列的屏成本相对较低，资料也多。连接的方法也很简单，RGB 三色引脚与 AM3359 引脚相连。但在这里要提醒各位，如果你的设计要求 AM3359 能够同时兼容 RGB565 和 RGB888 格式的话在 AM3359 中似乎很难做到。这是因为 RGB565 和 RGB888 格式的引脚在 AM3359 中并不兼容。下面两个截图来自 AM335x ARM Cortex-A8 Microprocessors (MPUs) Silicon Errata (Silicon Rev. 1.0) 文档，可以看到 LCD_DATA 的

11-15 脚和 0-4 脚在两种模式下刚好代表的色彩是相反，这也是为什么网上目前流传的 Beaglebon　LCD 扩展板有两个版本的原因。个人认为这可能是 AM3359 设计时的缺陷吧，不然为啥要写在 Errata 文档中呢?另外，在连接屏幕时要特别主要不要和 NADA FLASH 所用的引脚冲突了，具体可以看 datasheet 里的描述。

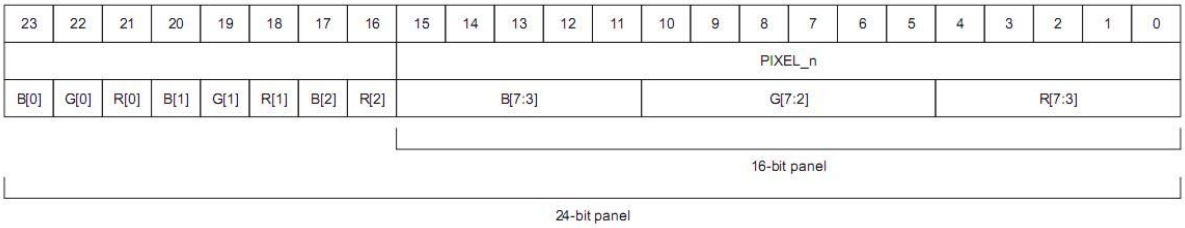


Figure 2. RGB888 Mode LCD Controller Output Pin Mapping (LCD_DATA[23:0])

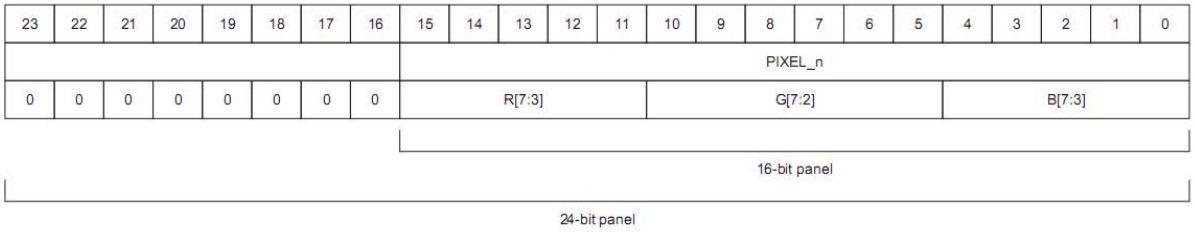


Figure 3. RGB565 Mode LCD Controller Output Pin Mapping (LCD_DATA[23:0])

屏幕背光也是设计时需要考虑的一个重要的方面，背光控制芯片我们选用的是 linera 公司的 LT3465，该芯片的效率可达 81% ，而且便于使用，在 3.6V 的输入下能驱动六个串联的 LED 背光管，并且通过其 PWM 引脚 AM3359 可以控制器背光灯的强度，实现多级调光。

（4）音频输出

音频系统是 PDA 不可缺少的一部分，本系统中我们选用了 TLV320AIC23B 作为音频输入和输出 CODE 芯片。由于同出自 TI，所以根

本无需担心其与 AM3359 的连接。AM3359 处理器包含有一个 MCASP 接口，它支持 TDM 流，I2S 协议和 DIT。TLV320AIC23B 与 AM3359 的连接方式非常简单，最需要注意的是我们用哪个作为主，哪个作为从。另外，TLV320AIC23B 连接需要有一个晶振提供时钟基准，在这里最好使用漂移比较低，精度较高的品牌晶振，如果有条件最好使用有源晶振。

AM3359 对 TLV320AIC23B 配置是通过 I2C 接口来实现的，但是 AM3359 只有两个 I2C 接口并且已经连接陀螺仪和加速传感器。所以在本设计中对于 TLV320AIC23B 的配置采取软件模拟的方式进行。

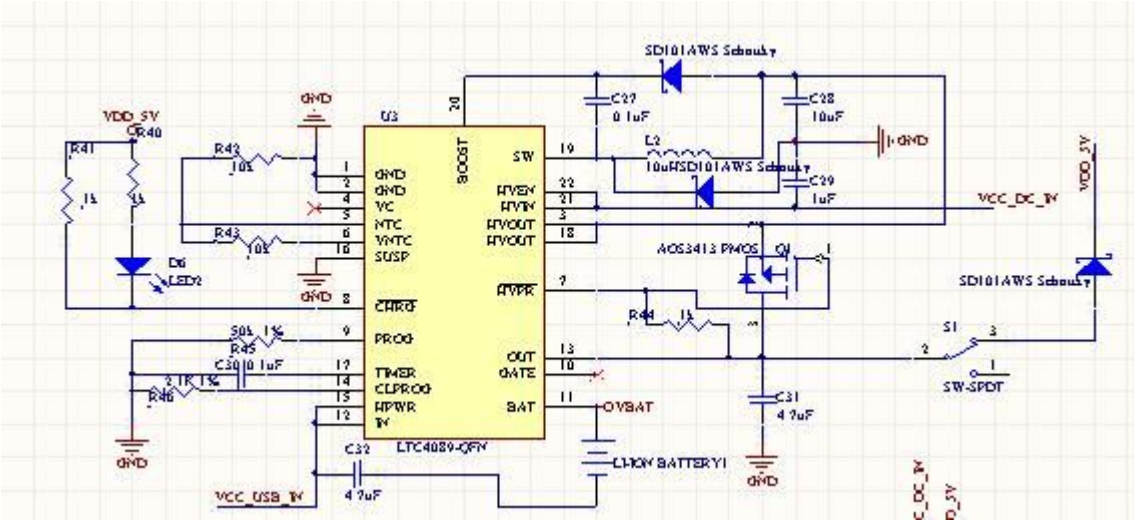
（5）用户输入

为了增加某些游戏（如：赛车，弹球等）的用户体验，我们在系统中添加了加速传感器和陀螺仪。加速传感器和陀螺仪均采用两线制 IIC 接口与 AM3359 相连。同时系统扩展了一个 USB OTG 接口，该接口使得用户可以外接键盘，游戏手柄等输入装置，也可以通过该接口连接到电脑主机进行数据传输或者通过外接充电器对系统进行充电。

（6）电源与电池管理

电源是移动设备的关键，在系统中除了锂电池充放电芯片采用的是 linera 公司推出了 LTC4089 芯片外，其它的 LDO 和 DC-DC 芯片均采用 TI 的。选用 LTC4089 的原因在于其支持多种电源的无缝切换，并且支持多种高电压电源，例如：12V AC-DC 交流适配器、FireWire 或汽车电源。这对一个便携式设备来说是非常有利的，能够实现随时随地

的充电而不必去考虑当前电源的电压与接口。4089 的连接电路如下图所示。芯片的 21 脚，22 脚就是外接高压电源输入，最大可接受 32 伏电压。



设计过程中碰到的问题：

1，由于 AM3359 比较新，很多碰到的问题网上都没有。特别是前面所说的液晶屏接口的问题困扰了我们很久，表现的现象为图片显示总体正常但是色彩方面却又少许偏差。在查找 DATASHEET 和 User manual 无果后，无意中查看 errdata 才发现这个问题，希望 TI 能在后一个版本的用户手册中加入这个问题的提示。

2、音频输出 TLV320AIC23B 采用的是 12.288MHz 时钟，项目初期采用的是温度漂移较大的无源晶振，表现的现象是常温下声音输出相对正常，但温度变高后声音发生变化。开始以为是 PCB 布线的问题，仔细检查后发现晶振输出的波形不太正常，更换为品牌低温漂晶振后问题基本解决。再下一版中拟采用有源晶振应该能把问题解决。

3. AM3359 内部包含的触摸屏接口支持 4 线，5 线，8 线触摸屏，本系统中使用的是 4 线触摸屏，连接至处理器的 AN0~AN3 输入，在这里需要注意的是 3359 有 7 个 ADC 输入，但只有 AN0~AN3 能作为触摸屏输入并产生中断。开始我们接错了，发现触摸屏中断总是有问题，调试无果后检查电路才发现触摸屏连线出现了问题。另外，在对触摸屏校正后过一段时间发现位置又出现了偏移，目前这个问题正在解决中。

4. 如果外接 NAND FLASH 为 16 位的，那么要特别注意这有可能会影响到液晶屏接口。具体可看 BEAGLEBONE 的用户手册。