

FreeRTOS RAM 使用情况及优化方法

一. 写在前面的话:

嵌入式设计中使用RTOS必然会带来额外的RAM消耗,然而许多初次接触RTOS的工程师并不清楚如何评估RAM的消耗量。这篇文档以FreeRTOS为例,介绍评估RAM使用情况的一般方法,并给出在FreeRTOS下优化RAM使用的方法,也由衷的期望读者在使用其他RTOS时,可以通过相似的思路来解决问题。

二. FREERTOS RAM 使用情况

FreeRTOS的组件包括调度器,内存管理单元及任务间通讯方法,当然还提供可选的软件定时器(事实上,多数RTOS提供的组件都是这几项)。因此对RAM的使用情况的评估也与这几项直接相关。内存管理单元提供内存管理办法,直接消耗内存的包括调度器,任务间通讯方法及软件定时器,当然每一个任务还需要一定的堆栈空间。在具体的应用中,使用的任务数量可能不同,每个任务的堆栈空间也可能不一样,任务间通讯的方式也可能不同,当然我们还要考虑到MCU得内核和编译器优化选项的问题。但是,通过简单的估算,还是可以轻松得到RAM使用情况的大体信息。

文中提供的信息是以STM32F407(Cortex-M4内核)为硬件,IAR编译选项开到最高,FreeRTOS采用最新的v8.0.0来进行测试的。基本情况呢我们慢慢来分析一下。

1. 调度器

采用嵌入式系统中比较常见的抢占式内核256bytes左右。真的很小,当然与IAR的编译优化有关系。

2. 任务

一个任务的内存使用包括两个部分,任务控制块(Task Control Block,嗯,大名鼎鼎的TCB)和任务堆栈空间。在任务控制块的结构体信息中包含很多预编译选项(预编译选项包括什么,我建议你阅读下源码),总体而言,毫无疑问的是你想要的越多,付出的也得越多。按最小配置情况来讲,任务控制块需要64bytes(任务名这里设置为4个bytes)。

任务堆栈就是一个比较棘手的问题了,许多工程师一上来就分配512bytes(⊙_⊙b汗)。其实许多任务用不了这么多的。想想任务堆栈都需要存些什么东西?CPU寄存器值,任务中局部变量,调用的函数参数和函数调用深度(使用迭代函数请慎重)。因此在进行任务堆栈分配时考虑到最糟糕情况就好了,就是上面提到的信息全部得以保存即可。并不是每个任务都需要512bytes的。最后,分配的值对齐,也就是128,256,512等等。

3. 任务间通讯

任务间通讯是RTOS提供的另一项重要机制,方法很多,信号量,队列,邮箱等(如果你不知道我说的是什么,搜下邵贝贝吧:-D)。在FreeRTOS中,所有的通讯机制都是基于队列,因此,在FreeRTOS中这一项的估算围绕队列就可以了。一个队列需要74bytes(最小配置,预编译选项请阅读源码)。另外,至关重要的是,队列可以存放简单的数据,比如一个变量(这就可以诞生信号量),当然也可以存放数组,指针什么的。数组需要的空间,指针指向内容所需要的空间是需要额外计算的。

4. 定时器

RTOS 往往都提供了软件定时器，用起来还是不错的，个人感觉在消费类电子产品中使用软件定时器 更合适些。一个定时器 56bytes。就这些。

总结一下。见下表。

组件	RAM	注释
任务调度器	256bytes	必须
队列	76bytes/Queue 存储信息额外	必须（所有的任务通讯基于队列）
任务	64bytes/Task 任务堆栈额外	必须
定时器	56bytes/Timer	可选，推荐客户使用

在产品评估阶段，参考这些信息进行一般的估计是可行的，当然还是要给自己留点Margin 的。

三. 优化方法:

1. 分析空闲 RAM

FreeRTOS 提供了非常多的方法来获得哪些 RAM 被分配了但是没有被使用。简单的阅读下代码注释马上就可以使用相关的函数了，都在 task.c 中。这个办法可以很好的降低任务堆栈所浪费的空间。

2. 在开发的后期对 FreeRTOS 进行尽可能小的配置

- 所有的任务都不会被阻塞你就可以删掉守护任务。
- 调试选项当然也应该关掉。
- 根据应用的情况，将最大优先级和最小堆栈量设置的尽可能小。

3. 如果这都不行，换更大 RAM 的器件吧，STM32 提供了最丰富的产品线。

重要通知 – 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对ST 产品和/ 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关ST 销售条款。

买方自行负责对ST 产品的选择和使用， ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和ST 徽标是ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。