RT-Thread操作系统的µC/OS-II兼容层

让基于µC/OS-II开发的应用层无感地迁移到RT-Thread操作系统

中文 | English

0 前排提示

本文含有图片，受限于**中国大陆互联网环境**，访问github时，**readme.md(本文件)的图片一般加载不出来**，因此我导出了.pdf文件。如果您需要详细阅读，可以将项目下载或clone下来，阅读docs/中文说明文档.pdf文件。

如果你喜欢本项目，请点击右上角的Star予以支持，开源项目的成就感就靠star了，谢谢！

1 概述

这是一个针对RT-Thread国产操作系统的μCOS-II操作系统兼容层，可以让基于美国Micriμm公司的μCOS-II操作系统的项目快速、无感地迁移到RT-Thread操作系统上。在兼容层的设计、编写上尊重原版μC/OS-II，保证原版μC/OS-II的原汁原味。

支持版本：μC/OS-II 2.00-2.93全部版本

1.1 RT-Thread的其他RTOS兼容层

RT-Thread操作系统的μCOS-III兼容层：https://github.com/mysterywolf/RT-Thread-wrapper-of-uCOS-III

1.2 本兼容层适合于

- 之前学习过μCOS-II操作系统，意图转向学习RT-Thread国产操作系统。本兼容层可以帮您用已有的μCOS-II编程经验和习惯快速将项目跑起来，日后在应用过程中深入熟悉RT-Thread的API函数，逐步向RT-Thread过度，降低您的学习门槛和时间成本。**有了本兼容层，对RT-Thread API以及编程风格的不熟悉再也不是您学习RT-Thread的阻力！**
- 现有任务（线程）模块采用μCOS-II编写，想要用在基于RT-Thread的工程上
- 老项目需要从μCOS-II操作系统向RT-Thread操作系统迁移
- 当需要快速基于RT-Thread开发产品，但是工程师之前均采用μC/OS开发，从未用过RT-Thread的开发经验。本兼容层可以帮助让工程师快速基于μC/OS-II开发经验开发产品，简化软件的重用、缩短微控制器新开发人员的学习过程，并缩短新设备的上市时间。
- 避免在从μCOS-II迁移到RT-Thread时，由于μCOS-II的编程经验导致的思维定式引发的错误，这种错误一般很难被发现

  > 例如：
  >
  > 1. 软件定时器参数的不同
  > 2. 任务堆栈的数据类型不同

1.3 版本详细信息

组件名称	版本号	配置文件	说明
RT-Thread nano	3.1.3	rtconfig.h	
μC/OS-II	2.93.00	os_cfg.h app_hooks.c	兼容层兼容2.00-2.93全部μCOS-II版本

1.4 官网

RT-Thread：https://www.rt-thread.org/
文档中心：https://www.rt-thread.org/document/site/tutorial/nano/an0038-nano-introduction/

μCOS-II：https://www.micrium.com/
文档中心：https://doc.micrium.com/pages/viewpage.action?pageId=10753158

2 使用

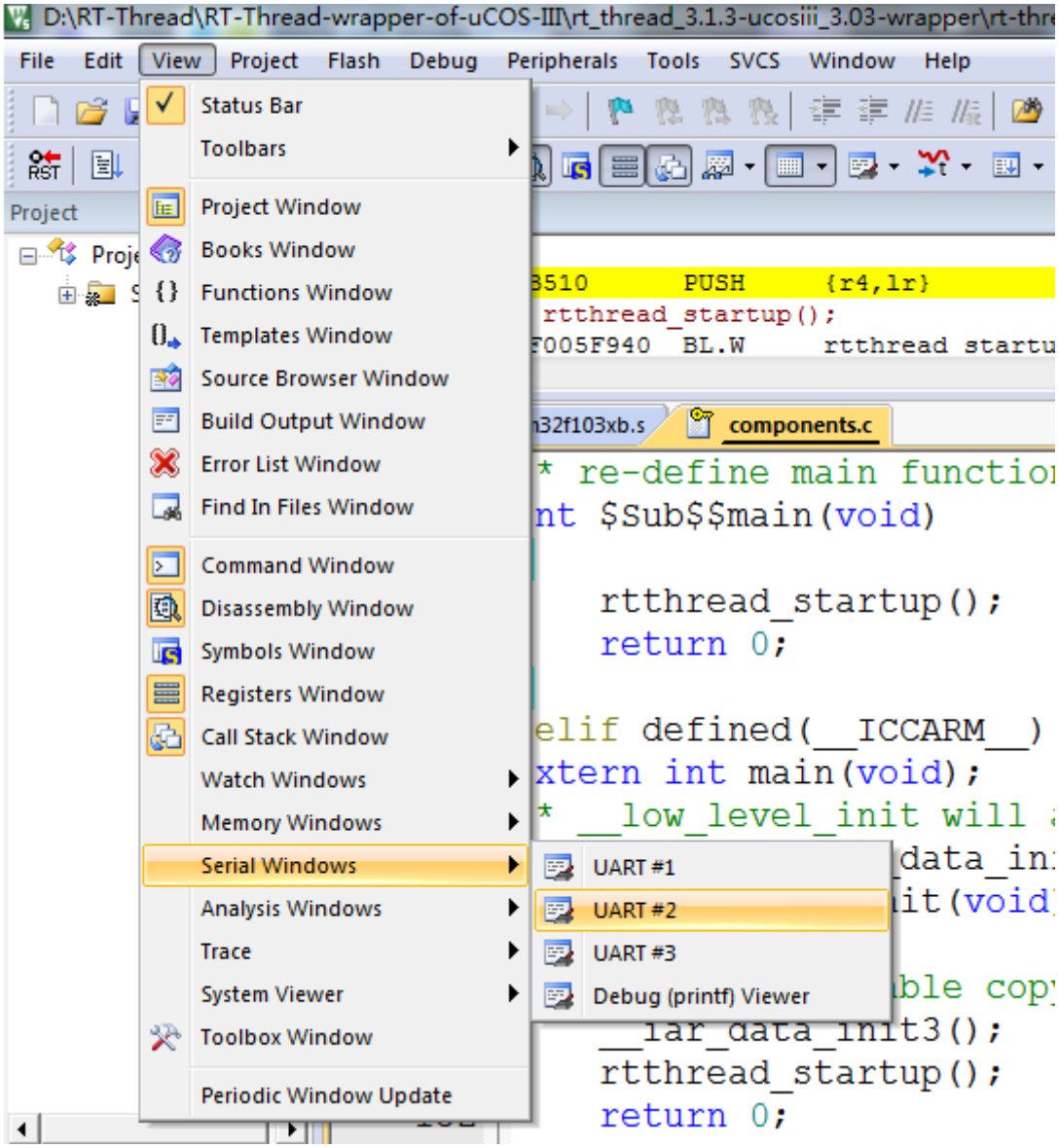
2.1 Keil-MDK仿真工程

本仿真工程是基于STM32F103平台。

Keil工程路径：rt-thread-3.1.3/bsp/stm32f103/Project.uvprojx

需要提前安装好RT-Thread Nano-3.1.3 Keil支持包.

注意：调试串口使用的是USART2，不是USART1



2.2 迁移步骤

（如果使用的是RT-Thread Nano版请参见以下步骤；若使用RT-Thread完整版可以直接跳转至Env工具自动化配置到工程中章节）

1. 将uCOS-II文件夹内的所有文件都加入到你的工程中，最好保持原有文件夹的结构。相较于原版μCOS-II增加了`os_rtwrap.c`文件，负责对RT-Thread和μCOS-II的转换提供支持。
2. 配置`os_cfg.h`
   每个选项的配置说明和原版μCOS-II一致，若有不同，我已经在注释中有所解释。
   原版μCOS-II配置说明可参见：
   a)《嵌入式实时操作系统μC/OS-II（第二版）》北京航空航天大学出版社 邵贝贝等译
   b) Micriμm公司μCOS-II在线文档
3. μCOS-II原版定时器回调函数是在定时器线程中调用的，而非在中断中调用，因此要使用μCOS-II兼容层的软件定时器，需要将rtconfig.h中的宏定义`RT_USING_TIMER_SOFT`置1。
4. 由于兼容层采用rt-thread内核自带的堆内存分配方式，因此免去了原版uCOS-II中配置任务以及各内核对象内存池大小的步骤，遂需要在rtconfig.h中定义`RT_USING_MEMHEAP`

2.3 os_cfg.h配置文件

```
#define  OS_TMR_CFG_TICKS_PER_SEC  10u   /* Rate at which timer management task
runs (Hz) */
```

在原版μCOS-II中，该宏定义定义了软件定时器的时基信号，这与RT-Thread的软件定时器有本质的不同，在RT-Thread中，软件定时器的时基信号就等于OS Ticks。因此为了能够将μCOS-II软件定时器时间参数转为RT-Thread软件定时器的时间参数，需要用到该宏定义。请使该宏定义与原工程使用μCOS-II时的该宏定义参数一致。需要注意的是，虽然在兼容层中定义了软件定时器的时基频率，但是在兼容层内部使用的RT-Thread软件定时器的时基频率等同于OS Ticks，因此`OS_TMR`结构体的`.OSTmrMatch`成员变量其保存的数值是以OS Ticks频率来计算的。

由于兼容层采用rt-thread内核自带的堆内存分配方式，因此免去了原版uCOS-II中配置任务以及各内核对象内存池大小的步骤，遂相关宏定义在兼容层中**均被删除。**

2.4 运行

2.4.1 手动初始化流程

本兼容层完全兼容官方给出的标准初始化流程，如果您兼容老项目，μCOS-II初始化部分无需做任何修改。

2.4.2 自动初始化流程

如果您在应用层中不想手动初始化本兼容层，可以在`rtconfig.h`文件中定义`PKG_USING_UCOSII_WRAPPER_AUTOINIT`宏定义。请参见 4.2.1章节（**如无特殊要求，建议采用该种方式**）。

2.5 注意

1. μCOS-II的任务堆栈大小单位是`sizeof(CPU_STK)`，而RT-Thread的线程堆栈大小单位是`sizeof(rt_uint8_t)`，虽然在兼容层已经做了转换，但是在填写时一定要注意，所有涉及到μCOS-II的API、宏定义全部是按照μCOS-II的标准，即堆栈大小为`sizeof(CPU_STK)`，**切勿混搭**！这种错误极其隐晦，一定要注意！**下面是混搭的错误示例**：

```
ALIGN(RT_ALIGN_SIZE)
static rt_uint8_t thread2_stack[1024];//错误：混搭RT-Thread的数据类型定义线程堆栈

OSTaskCreateExt(task,
                0,
                &task_stack[TASK_SIZE-1],
                TASK_PRIO,
                0,
                &task_stack[0],
                sizeof(thread2_stack),//任务堆栈大小(错误：这个参数的单位是sizeof(CPU_STK))
                0,
                OS_TASK_OPT_STK_CHK|OS_TASK_OPT_STK_CLR);
```

下面是正确写法：

```
#define THREAD_STACK_SIZE       256 //正确，要通过宏定义单独定义堆栈大小，单位为sizeof(CPU_STK)
ALIGN(RT_ALIGN_SIZE)
    static CPU_STK thread2_stack[THREAD_STACK_SIZE];//正确，使用uCOS-II自己的数据类型定义任务堆栈

OSTaskCreateExt(task,
                0,
                &task_stack[TASK_SIZE-1],
                TASK_PRIO,
                0,
                &task_stack[0],
                THREAD_STACK_SIZE,//任务堆栈大小(正确)
                0,
                OS_TASK_OPT_STK_CHK|OS_TASK_OPT_STK_CLR);
```

2. 本兼容层文件内含有中文注释，编码格式**ANSI - GB2312**，并非UTF-8编码。

3 接口

3.1 新增的API

额外实现`OSMutexCreateEx()`函数，该函数并不在uCOS-II原版的函数中，`OSMutexCreate()`函数中第一个参数`prio`在兼容层中没有任何意义，因此该函数将`OSMutexCreate()`函数中的第一个参数略去，以方便用户使用。原因是由于uCOS-II的实现方式过于落后，不支持相同任务在同一优先级。推荐用户使用这个API：

```
OS_EVENT  *OSMutexCreateEx (INT8U  *perr);
```

额外实现`OSQCreateEx()`函数，该函数并不在uCOS-II原版的函数中，`OSQCreateEx()`函数中第一个参数`size`在本兼容层中没有意义，因此该函数将`OSQCreateEx()`函数中的第一个参数略去，以方便用户使用。推荐用户使用这个API：

```
OS_EVENT  *OSQCreateEx (INT16U    size);
```

3.2 没有实现兼容的API (仅2个)

```
INT8U         OSTaskCreate            (void           (*task)(void *p_arg),
                                       void            *p_arg,
                                       OS_STK          *ptos,
                                       INT8U            prio);

INT16U        OSEventPendMulti        (OS_EVENT       **pevents_pend,
                                       OS_EVENT       **pevents_rdy,
                                       void           **pmsgs_rdy,
                                       INT32U           timeout,
                                       INT8U           *perr);
```

3.3 钩子函数

μCOS-II的钩子函数仅对μCOS-II兼容层负责。 即如果你注册了`OSTaskDelHook`函数，他仅会在调用OSTaskDel函数时被调用，不会在调用`rt_thread_detach`函数时被调用(这个由RTT的钩子函数负责)。这样做是为了层次分明，防止μCOS-II兼容层插手RT-Thread内部事务。

μCOS-II的钩子函数在两个文件中实现：`os_cpu_c.c`和`app_hooks.c`。按照μCOS-II的思想，`os_cpu_c.c`提供原始的钩子函数（即这些钩子函数被相应的函数直接调用），该文件以及其内部的钩子函数是移植工程师编写的内容，应用工程师不应该操作这个文件的内容，`os_cpu_c.c`文件的钩子函数提供相应的函数指针供`app_hooks.c`文件内的钩子函数注册和使用，这个文件内的钩子函数应用工程师是可以操作的。换句话说，我们有什么需要在钩子函数中调用的函数，应该放在`app_hooks.c`文件中。

以下原版μCOS-II钩子函数将予以取消，由RT-Thread接管相关钩子函数接管：

```
void          OSTaskReturnHook          (OS_TCB *p_tcb);
void          OSTaskSwHook              (void);
void          OSTimeTickHook            (void);
```

同时，上述钩子函数对应的应用级钩子函数也被取消：

```
void  App_TaskReturnHook (OS_TCB  *p_tcb);
void  App_TaskSwHook (void);
void  App_TimeTickHook (void);
```

3.4 统计任务（OS_TaskStat())

在μCOS-II中，统计任务是一个系统任务，通过`OS_TASK_STAT_EN`宏决定是否开启，可以在系统运行时做一些统计工作。CPU的利用率用一个0-100之间的整数表示（对应0% - 100%）。

但是RT-Thread并没有统计任务，因此需要创建一个任务来兼容原版μCOS-II的统计任务，完成上述功能。该统计任务会在兼容层初始化时自动创建，用户无需干预。**用户仅需调用`OSCPUUsage`全局变量即可获取当前的CPU使用率，CPU使用率的计算策略和原版μCOS-II完全一致。**

4 Env工具自动化配置到工程中

4.1 配置方法

uCOS-II兼容层在RT-Thread Nano版中需要手动添加到工程中，但如果使用RT-Thread完整版，则可以通过Env工具进行自动化添加到工程中。方法如下：

```
RT-Thread online packages
    system packages --->
        [*] Micrium: Micrium software products porting for RT-Thread --->
            [*] uCOS-II Wrapper --->
                [*]   Enable uCOS-II wrapper automatically init
                [*]   Enable uCOS-II wrapper tiny mode
                Version (latest)  --->
```

4.2 可选功能说明

4.2.1 Enable uCOS-II wrapper automatically init

uCOS-II兼容层支持按照uCOS-II原版的初始化步骤进行初始化，但是在有些情况，用户不想手动初始化uCOS-II兼容层，想要直接运行应用层任务或模块，则可以使用该宏定义。在`rtconfig.h`中定义本宏定义后，在RT-Thread初始化完成并进入到main线程之前会自动将uCOS-II兼容层初始化完毕，用户仅需要专注于uCOS-II的应用级任务即可。

若将该功能开启，则会在`rtconfig.h`文件中中定义`PKG_USING_UCOSII_WRAPPER_AUTOINIT`宏。在`os_rtwrap.c`文件中的以下函数将被使能并**在RT-Thread初始化时自动执行。**

若没有使用完整版（即nano版）也想使用本功能，可以在`rtconfig.h`中手动添加定义宏定义`PKG_USING_UCOSII_WRAPPER_AUTOINIT`。

```
/**
 * 自动初始化
 * uCOS-II兼容层支持按照uCOS-II原版的初始化步骤进行初始化，但是在有些情况，
 * 用户不想手动初始化uCOS-II兼容层，想要直接运行应用层任务或模块，则可以使用该
 * 宏定义。在rtconfig.h中定义本宏定义后，在RT-Thread初始化完成并进入到main线程之前
 * 会自动将uCOS-II兼容层初始化完毕，用户仅需要专注于uCOS-II的应用级任务即可。
 * The wrapper supports uCOS-II standard startup procedure. Alternatively,
 * if you want to run uCOS-II apps directly and ignore the startup procedure,
 * you can choose this option.
 */
#ifdef PKG_USING_UCOSII_WRAPPER_AUTOINIT
static int rt_ucosii_autoinit(void)
{
```

```
    OSInit();                                           /*uCOS-II操作系统初始化*/
    OSStart();                                          /*开始运行uCOS-II操作系统*/

#if OS_TASK_STAT_EN > 0u
    OSStatInit();
#endif
    return 0;
}
INIT_PREV_EXPORT(rt_ucosii_autoinit);
#endif
```

4.2.2 Enable uCOS-II wrapper tiny mode

如果你在使用过程中不需要兼容任务/内核对象结构体的成员变量，可使能该选项。ENV将自动在`rtconfig.h`文件中定义`PKG_USING_UCOSII_WRAPPER_TINY`宏定义。该模式可满足所有API的基本兼容需求，**建议勾选该选项。**

5 友情链接

5.1 RT-Thread Nano移植教程

官方文档：

> https://www.rt-thread.org/document/site/tutorial/nano/an0038-nano-introduction/

视频教程：

> 基于 MDK 移植 RT-Thread Nano：https://www.bilibili.com/video/BV1TJ411673o
>
> 基于 IAR 移植 RT-Thread Nano：https://www.bilibili.com/video/BV1BJ41177CW
>
> 基于 CubeMX 移植 RT-Thread Nano：https://www.bilibili.com/video/BV1KJ41167qg

5.2 RT-Thread FinSH控制台教程

官方文档：

> https://www.rt-thread.org/document/site/programming-manual/finsh/finsh/

视频教程：

> https://www.bilibili.com/video/BV1r741137sY?p=1

6 其他

6.1 联系方式

维护：Meco Man

联系方式：jiantingman@foxmail.com

6.2 主页

> https://github.com/mysterywolf/RT-Thread-wrapper-of-uCOS-II
>
> https://gitee.com/mysterywolf/RT-Thread-wrapper-of-uCOS-II （国内镜像，定时同步）

6.3 开源协议

采用 Apache-2.0 开源协议，细节请阅读项目中的 LICENSE 文件内容。

6.4 支持

如果您喜欢本项目**可以在本页右上角点一下Star**，可以赏我五毛钱，用以满足我小小的虚荣心，并激励我继续维护好这个项目。