RT-Thread操作系统的μC/OS-III兼容层

μCOS-III Wrapper

RT-Thread操作系统的μC/OS-III兼容层
μCOS-III Wrapper
0 前排提示
1 概述
1.1 本兼容层适合于：
1.2 版本详细信息
1.3 官网
2 使用
2.1 Keil-MDK仿真工程
2.2 迁移步骤
2.3 os_cfg.h配置文件
2.4 os_cfg_app.h配置文件
2.5 运行
2.5.1 官方标准初始化流程
2.5.2 最简初始化流程
2.6 注意
3 接口
3.1 没有实现兼容的API（仅2个）
3.2 功能受限API（仅8个，全部为轻度受限，对正常使用没有影响）
3.2.1 os_flag.c
3.2.1.1 OSFlagCreate()
3.2.1.2 OSFlagPost()
3.2.1.3 OSFlagPend()
3.2.2 os_mutex.c
3.2.2.1 OSMutexPost()
3.2.3 os_q.c
3.2.3.1 OSQPost()
3.2.4 os_sem.c
3.2.4.1 OSSemPost()
3.2.5 os_task.c
3.2.5.1 OSTaskQPost()
3.2.5.2 OSTaskSemPost()
3.3 钩子函数
3.4 统计任务（OS_StatTask()、os_stat.c）
3.5 全局变量
4 μC/Probe
4.1 官网
4.2 下载
4.2.1 百度云
4.3 版权问题
4.4 使用
5 支持
6 许可
7 联系方式&致谢

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，使用pdf文件阅读。或者使用Typora软件来阅读本文件。

1 概述

这是一个针对国产RT-Thread操作系统的μCOS-III操作系统兼容层，可以让基于美国Micriμm公司的μCOS-III操作系统的项目快速迁移到RT-Thread操作系统上。

支持版本：μC/OS-III 3.00-3.08全部版本

1.1 本兼容层适合于：

- 之前学习过μCOS-III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-III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-III编写，想要用在基于RT-Thread的工程上
- 老项目需要从μCOS-III操作系统向RT-Thread操作系统迁移

1.2 版本详细信息

组件名称	版本号	说明
RT-Thread nano	3.1.3	
μC/OS-III	3.03.00	兼容层兼容3.00.00-3.08.00全部μCOS-III版本
μC/CPU	1.30.00	
μC/LIB	1.39.00	兼容层完整兼容μC/LIB

1.3 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-III：https://www.micrium.com/
文档中心：https://doc.micrium.com/display/kernel304/uC-OS-III+Documentation+Home

2 使用

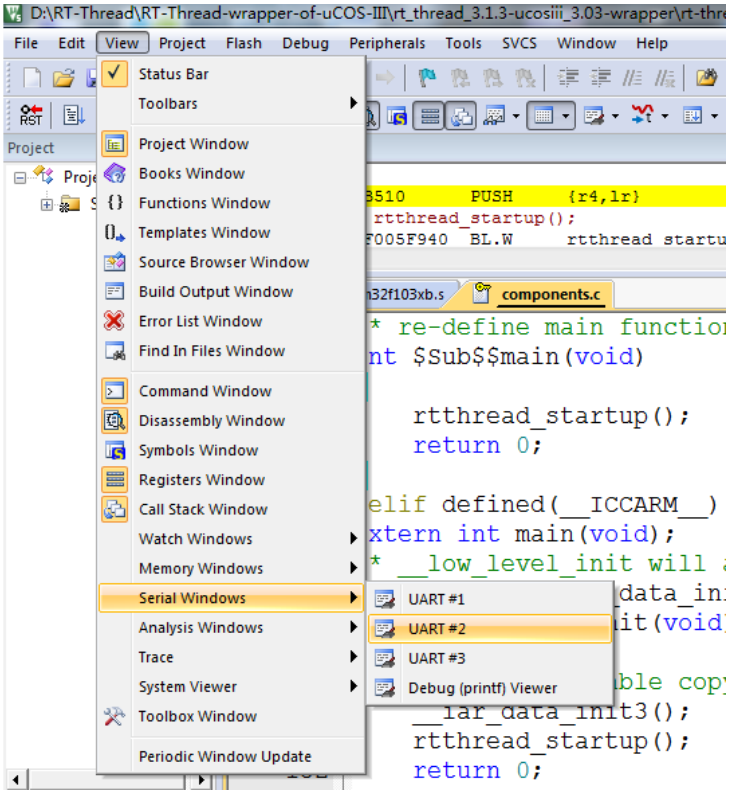
2.1 Keil-MDK仿真工程

本仿真工程是基于*STM32F103RB*平台。

Keil工程路径：*\rt-thread-3.1.3\bsp\stm32f103-msh-628\Project.uvprojx*

需要提前安装好RT-Thread Nano-3.1.3 Keil支持包：https://www.rt-thread.org/download/mdk/RealThread.RT-Thread.3.1.3.pack

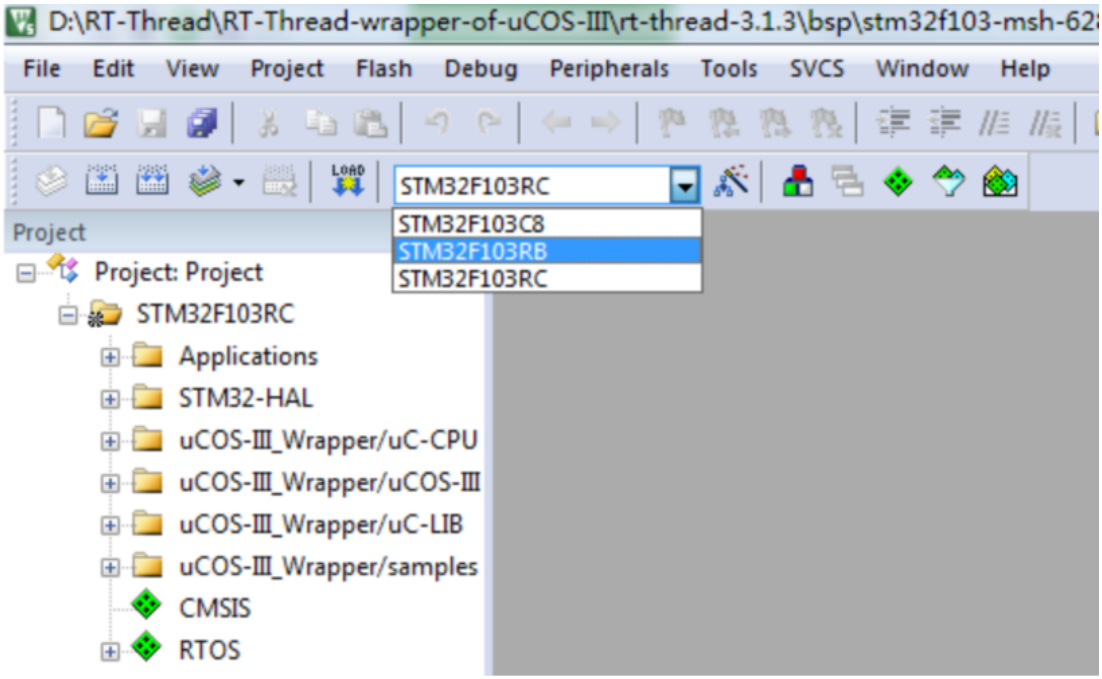
注意：调试串口使用的是USART2，不是USART1



目前仿真工程支持以下型号：

- STM32F103C8
- STM32F103RB
- STM32F103RC

上述型号可以通过如图所示方式进行切换。



2.2 迁移步骤

1. 将**uCOS-III_Wrapper**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-III增加了`os_rtwrap.c`文件，负责对RT-Thread和μCOS-III的转换提供支持。
2. 浏览一下`μC-CPU/cpu.h`文件，看一下头文件中的定义是否符合你的CPU，一般不需要改这个文件
3. 浏览一下`μCOS-III/os.h`文件，看一下错误代码，这个错误代码和原版μCOS-III是有一定区别的。**注意: 请勿随意打开注释掉的错误码枚举体成员，** 如果用户使用到了这些注释掉的成员,则会在迁移时编译报错,用以提醒用户这些错误代码在兼容层已经不可用。
4. 配置`os_cfg.h`和`os_cfg_app.h`
   每个选项的配置说明和原版μCOS-III一致，若有不同，我已经在注释中有所解释。
   原版μCOS-III配置说明可参见：
   a)《嵌入式实时操作系统μC/OS-III》北京航空航天大学出版社 宫辉等译 邵贝贝审校
   b) Micriμm公司μCOS-III在线文档: https://doc.micrium.com/display/kernel304/uC-OS-III+Features+os_cfg.h
5. μCOS-III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-III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。

2.3 os_cfg.h配置文件

```
#define  OS_CFG_DBG_EN  1     /* Enable (1) debug code/variables  */
```

该宏定义定义是否启用兼容层调试，建议在第一次迁移时打开，因为在兼容层内部，一部分uCOS-III原版功能没有实现，如果用户用到了这部分没有实现的功能，将会通过调试的方式输出，予以提示。用户务必对业务逻辑予以修改。

```
#define  OS_CFG_TMR_TASK_RATE_HZ 100u /* Rate for timers (100 Hz Typ.) */
```

在原版μCOS-III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-III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-III时的该宏定义参数一致。

2.4 os_cfg_app.h配置文件

该文件仅保留了OS Tick频率的配置、定时器任务以及统计任务的配置。其他配置项本兼容层用不到（例如中断任务），予以删除。

2.5 运行

2.5.1 官方标准初始化流程

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-III初始化部分无需做任何修改。具体初始化流程代码参见工程`main.c`文件，参考文献参见 *docs/uCOS-III官方初始化流程.pdf*

2.5.2 最简初始化流程

最简初始化流程是指本兼容层的初始化流程，不必像官方给出的初始化流程一样复杂。如果您不是想要兼容已有老工程，而是新建一个工程的话，**建议采用最简初始化流程**：

```
#include <os.h> /*头文件保持和原版μCOS-III相同*/

int main(void) /*RT-Thread main线程*/
{
    OS_ERR err;

    OSInit(&err);                                   /*uCOS-III操作系统初始化*/

    OSStart(&err);                                  /*开始运行uCOS-III操作系统*/

#if OS_CFG_APP_HOOKS_EN > 0u
    App_OS_SetAllHooks();                           /*设置钩子函数*/
#endif

#if OS_CFG_STAT_TASK_EN > 0u
    OSStatTaskCPUUsageInit(&err);                   /*统计任务*/
    OSStatReset(&err);                              /*复位统计数据*/
#endif

}
```

2.6 注意

2. μCOS-III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-III的API、宏定义全部是按照μCOS-III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

OSTaskCreate(&thread2,
             (CPU_CHAR*)"thread2",
             thread2_entry,
             RT_NULL,
             THREAD_PRIORITY,
             thread2_stack,
             sizeof(thread2_stack)/10,//任务堆栈深度限位(错误：这个参数的单位是sizeof(CPU_STK))
             sizeof(thread2_stack),//任务堆栈大小(错误：这个参数的单位是sizeof(CPU_STK))
             0,
             THREAD_TIMESLICE,
             0,
             OS_OPT_TASK_STK_CHK|OS_OPT_TASK_STK_CLR,
             &err);
```

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-III自己的数据类型定义任务堆栈

OSTaskCreate(&thread2,
             (CPU_CHAR*)"thread2",
             thread2_entry,
             RT_NULL,
             THREAD_PRIORITY,
             thread2_stack,
             THREAD_STACK_SIZE/10,//任务堆栈深度限位(正确)
             THREAD_STACK_SIZE,//任务堆栈大小(正确)
             0,
             THREAD_TIMESLICE,
             0,
             OS_OPT_TASK_STK_CHK|OS_OPT_TASK_STK_CLR,
             &err);
```

3. **切勿将RT-Thread和μCOS-III的API混搭使用。**
例如RT-Thread中的`rt_thread_suspend` / `rt_thread_resume`函数仅支持一次挂起/解挂；而μCOS-III的`OSTaskSuspend` / `OSTaskResume`函数是支持嵌套挂起/解挂的，为此需要继承`struct rt_thread`结构体并在其基础上增加成员`.SuspendCtr`变量实现该功能。若采用`rt_thread_init`函数初始化线程，该函数并不会管理μCOS-III兼容层的成员变量，`.SuspendCtr`也不会创建和初始化，若此时调用`OSTaskSuspend` / `OSTaskResume`函数试图指向`.SuspendCtr`成员变量，将会访问非法内存地址(因为`rt_thread_init`初始化的线程`.SuspendCtr`成员变量根本不存在)！

4. 兼容层取消了原版μCOS-III中的时间戳功能
   在μCOS-III中，时间戳主要用于测量中断关闭时间，以及任务单次执行时间以及最大时间等涉及到精度较高的时长测量。该特性在μCOS-II以及RT-Thread中均没有，因此本兼容层不予实现。
5. 兼容层取消原版μCOS-III中的多内核对象等待(Multi-Pend)功能
   该功能在原版3.05.00版本开始向用户发出警告不要使用该功能(原文措辞为deprecated)，从3.06.00版本开始删除了该功能，因此本兼容层不再予以实现。
6. 本封装层文件内含有中文，编码格式ANSI - GB2312，并非UTF-8编码。

3 接口

3.1 没有实现兼容的API（仅2个）

虽然RT-Thread没有任务内建消息队列、任务内建信号量、任务内建寄存器机制，但是本兼容层均已实现，可以正常兼容。但由于RT-Thread没有提供相关接口，**以下μCOS-III API无法兼容**：

```
void  OSTaskChangePrio (OS_TCB *p_tcb, OS_PRIO prio_new, OS_ERR *p_err);
void  OSTaskTimeQuantaSet (OS_TCB *p_tcb, OS_TICK time_quanta, OS_ERR *p_err);
```

3.2 功能受限API（仅8个，全部为轻度受限，对正常使用没有影响）

功能受限函数是指该函数虽然在兼容层中实现，但是实现不完全。即无法完全实现该函数在原版μCOS-III中的所有功能，予以列出：

3.2.1 os_flag.c

3.2.1.1 OSFlagCreate()

```
void  OSFlagCreate (OS_FLAG_GRP  *p_grp,
                    CPU_CHAR     *p_name,
                    OS_FLAGS      flags,
                    OS_ERR       *p_err);
```

flags字段必须填`0`，在μCOS-III中可以让用户选择是位置1为事件发生还是位清0为事件发生，但是在RTT中直接定死，必须位置1为事件发生，因此该位必须填`0`（即32位全部为0）。

3.2.1.2 OSFlagPost()

```
OS_FLAGS  OSFlagPost (OS_FLAG_GRP  *p_grp,
                      OS_FLAGS      flags,
                      OS_OPT        opt,
                      OS_ERR       *p_err);
```

flags字段，必须填`OS_OPT_POST_FLAG_SET`，在μCOS-III中可以让用户选择是位置1为事件发生还是位清0为事件发生，但是在RTT中直接定死，必须位置1为事件发生，因此该位必须填`OS_OPT_POST_FLAG_SET`。

opt字段，`OS_OPT_POST_NO_SCHED`选项无效。

3.2.1.3 OSFlagPend()

```
OS_FLAGS  OSFlagPend (OS_FLAG_GRP  *p_grp,
                      OS_FLAGS      flags,
                      OS_TICK       timeout,
                      OS_OPT        opt,
                      CPU_TS       *p_ts,
                      OS_ERR       *p_err);
```

opt字段，由于上述相同原因，`OS_OPT_PEND_FLAG_CLR_ALL`、`OS_OPT_PEND_FLAG_CLR_ANY`无效。

3.2.2 os_mutex.c

3.2.2.1 OSMutexPost()

```
void  OSMutexPost (OS_MUTEX  *p_mutex,
                   OS_OPT     opt,
                   OS_ERR    *p_err);
```

opt字段，`OS_OPT_POST_NO_SCHED`选项无效。

3.2.3 os_q.c

3.2.3.1 OSQPost()

```
void  OSQPost (OS_Q         *p_q,
               void         *p_void,
               OS_MSG_SIZE   msg_size,
               OS_OPT        opt,
               OS_ERR       *p_err);
```

opt字段，`OS_OPT_POST_NO_SCHED`、`OS_OPT_POST_ALL`选项无效。

3.2.4 os_sem.c

3.2.4.1 OSSemPost()

```
OS_SEM_CTR  OSSemPost (OS_SEM  *p_sem,
                       OS_OPT   opt,
                       OS_ERR  *p_err);
```

opt字段，`OS_OPT_POST_NO_SCHED`选项无效。

3.2.5 os_task.c

3.2.5.1 OSTaskQPost()

```
void  OSTaskQPost (OS_TCB       *p_tcb,
                   void         *p_void,
                   OS_MSG_SIZE   msg_size,
                   OS_OPT        opt,
                   OS_ERR       *p_err);
```

opt字段，`OS_OPT_POST_NO_SCHED`选项无效。

3.2.5.2 OSTaskSemPost()

```
OS_SEM_CTR  OSTaskSemPost (OS_TCB  *p_tcb,
                           OS_OPT   opt,
                           OS_ERR  *p_err);
```

opt字段，`OS_OPT_POST_NO_SCHED`选项无效。

3.3 钩子函数

μCOS-III的钩子函数仅对μCOS-III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-III兼容层插手RT-Thread内部事务。

μCOS-III的钩子函数在两个文件中实现：`os_cpu_c.c`和`os_app_hooks.c`。按照μCOS-III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`os_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`os_app_hooks.c`文件中。

以下原版μCOS-III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_OS_TaskReturnHook (OS_TCB  *p_tcb);
void  App_OS_InitHook (void);/*按照手册要求OS初始化的钩子函数不应该出现在应用层,在3.03
版本中出现应该是失误,在3.08版本中已经将该应用级钩子函数取消*/
void  App_OS_TaskSwHook (void);
void  App_OS_TimeTickHook (void);
```

3.4 统计任务（OS_StatTask()、os_stat.c）

在μCOS-III中，统计任务是一个系统任务，通过`OS_CFG_STAT_TASK_EN`宏决定是否开启，可以在系统运行时做一些统计工作。例如统计总的CPU使用率（0.00% - 100.00%）、各任务的CPU使用率（0.00% - 100.00%）以及各任务的堆栈使用量。CPU的利用率用一个0-10000之间的整数表示（对应0.00% - 100.00%）。

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-III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`OSStatTaskCPUUsage`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-III完全一致。**

目前统计任务实现的功能：

1. 计算全局CPU使用率
2. 计算每个任务的任务堆栈使用情况（当`OS_CFG_DBG_EN`和`OS_CFG_STAT_TASK_STK_CHK_EN`为1）

注意：一旦开启统计任务，则该优先级强烈建议不要被其他任务使用，统计任务的优先级总是为`OS_CFG_PRIO_MAX-2u`。

特别感谢：感谢armink大神在2018年7月14日在`idle.c`文件中增加了hook list功能，使RT-Thread空闲任务回调函数可以注册最多`RT_IDEL_HOOK_LIST_SIZE`个，而非只能注册一个。若没有该功能，本兼容层的空闲任务将无法实现。

3.5 全局变量

目前，本兼容层可以使用以下μCOS-III原版全局变量（位于`os.h`）。这些全局变量的具体含义请参见**2.2节**中所列举出的参考资料。

```
#define          OSSchedLockNestingCtr      rt_critical_level()          /* Lock
nesting level                          */
#define          OSIntNestingCtr            rt_interrupt_get_nest()      /*
Interrupt nesting level                */
#define          OSTCBCurPtr                ((OS_TCB*)rt_thread_self()) /*
Pointer to currently running TCB       */
                                                                         /*
PRIORITIES ------------------------------ */
#define          OSPrioCur                  rt_current_priority          /*
Priority of current task               */
#define          OSPrioTbl                  rt_thread_priority_table

#if OS_CFG_APP_HOOKS_EN > 0u
OS_EXT           OS_APP_HOOK_TCB            OS_AppTaskCreateHookPtr;     /*
Application hooks                      */
OS_EXT           OS_APP_HOOK_TCB            OS_AppTaskDelHookPtr;
OS_EXT           OS_APP_HOOK_VOID           OS_AppIdleTaskHookPtr;
OS_EXT           OS_APP_HOOK_VOID           OS_AppStatTaskHookPtr;
#endif

OS_EXT            OS_STATE                  OSRunning;                   /* Flag
indicating that kernel is running      */
```

```
#ifdef OS_SAFETY_CRITICAL_IEC61508
OS_EXT             CPU_BOOLEAN                OSSafetyCriticalStartFlag;  /* Flag
indicating that all init. done        */
#endif

                                                                           /*
SEMAPHORES ------------------------------ */
#if OS_CFG_SEM_EN > 0u
#if OS_CFG_DBG_EN > 0u
OS_EXT             OS_SEM                    *OSSemDbgListPtr;
#endif
OS_EXT             OS_OBJ_QTY                 OSSemQty;                   /*
Number of semaphores created               */
#endif

                                                                           /*
QUEUES ---------------------------------- */
#if OS_CFG_Q_EN   > 0u
#if OS_CFG_DBG_EN > 0u
OS_EXT             OS_Q                      *OSQDbgListPtr;
#endif
OS_EXT             OS_OBJ_QTY                 OSQQty;                     /*
Number of message queues created           */
#endif

                                                                           /* MUTEX
MANAGEMENT ------------------------- */
#if OS_CFG_MUTEX_EN > 0u
#if OS_CFG_DBG_EN   > 0u
OS_EXT             OS_MUTEX                  *OSMutexDbgListPtr;
#endif
OS_EXT             OS_OBJ_QTY                 OSMutexQty;                 /*
Number of mutexes created                  */
#endif

                                                                           /* FLAGS
----------------------------------- */
#if OS_CFG_FLAG_EN > 0u
#if OS_CFG_DBG_EN  > 0u
OS_EXT             OS_FLAG_GRP               *OSFlagDbgListPtr;
#endif
OS_EXT             OS_OBJ_QTY                 OSFlagQty;
#endif

                                                                           /*
MEMORY MANAGEMENT ------------------------ */
#if OS_CFG_MEM_EN > 0u
#if OS_CFG_DBG_EN > 0u
OS_EXT             OS_MEM                    *OSMemDbgListPtr;
#endif
OS_EXT             OS_OBJ_QTY                 OSMemQty;                   /*
Number of memory partitions created        */
#endif

                                                                           /* TASKS
----------------------------------- */
#if OS_CFG_DBG_EN > 0u
OS_EXT             OS_TCB                    *OSTaskDbgListPtr;
```

```
#endif
OS_EXT            OS_OBJ_QTY                OSTaskQty;                    /*
Number of tasks created                     */
#if OS_CFG_TASK_REG_TBL_SIZE > 0u
OS_EXT            OS_REG_ID                 OSTaskRegNextAvailID;         /* Next
available Task Register ID            */
#endif
#if OS_CFG_SCHED_ROUND_ROBIN_EN > 0u
OS_EXT            OS_TICK                   OSSchedRoundRobinDfltTimeQuanta;
OS_EXT            CPU_BOOLEAN               OSSchedRoundRobinEn;          /*
Enable/Disable round-robin scheduling       */
#endif
                                                                          /* IDLE
TASK ------------------------------- */
OS_EXT            OS_IDLE_CTR               OSIdleTaskCtr;

#if OS_CFG_STAT_TASK_EN > 0u                                              /*
STATISTICS ------------------------------ */
OS_EXT            CPU_BOOLEAN               OSStatResetFlag;              /* Force
the reset of the computed statistics */
OS_EXT            OS_CPU_USAGE              OSStatTaskCPUusage;           /* CPU
Usage in %                                  */
OS_EXT            OS_CPU_USAGE              OSStatTaskCPUusageMax;        /* CPU
Usage in % (Peak)                           */
OS_EXT            OS_TICK                   OSStatTaskCtr;
OS_EXT            OS_TICK                   OSStatTaskCtrMax;
OS_EXT            OS_TICK                   OSStatTaskCtrRun;
OS_EXT            CPU_BOOLEAN               OSStatTaskRdy;
OS_EXT            OS_TCB                    OSStatTaskTCB;
#endif

#if OS_CFG_TMR_EN > 0u                                                    /*
TIMERS ---------------------------------- */
#if OS_CFG_DBG_EN > 0u
OS_EXT            OS_TMR                   *OSTmrDbgListPtr;
#endif
OS_EXT            OS_OBJ_QTY                OSTmrQty;                     /*
Number of timers created                    */
#endif
```

4 µC/Probe

4.1 官网

https://www.micrium.com/ucprobe/about/

4.2 下载

由于官方服务器部署在美国，在中国大陆访问非常慢，需要注册才能下载，而且软件是放在国外的dropbox云盘上，国内根本上不去，因此我已经帮大家下载整理好，与官网最新版保持一致。

4.2.1 百度云

更新时可能导致当前百度云链接失效，此百度云链接会随时更新（如果发现百度云链接失效请用issue告诉我）：

链接：https://pan.baidu.com/s/1WarXJcl0cf0sXfougtJ5bg
提取码：0000

4.3 版权问题

从4.8版本开始μC/Probe**免费**，因此安装好后直接就是专业版，因此无需担心版权问题。

4.4 使用

5 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。

6 许可

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

7 联系方式&致谢

感谢RT-Thread工程师Willian Chan的技术支持：https://github.com/willianchanlovegithub

感谢RT-Thread工程师yangjie的技术支持：https://github.com/yangjie11

维护：Meco Man

联系方式：jiantingman@foxmail.com

主页：https://github.com/mysterywolf/RT-Thread-wrapper-of-uCOS-III