不少工程师在项目开发过程中会遇到代码运行进 HardFault_Handler 中断的情况。因进 HardFault_Handler 中断的原因（RAM 溢出/空指针异常/堆栈溢出等等）比较多，情况比较复杂，搞得工程师没有头绪。现提供排查思路如下：

HardFault_Handler 定位：

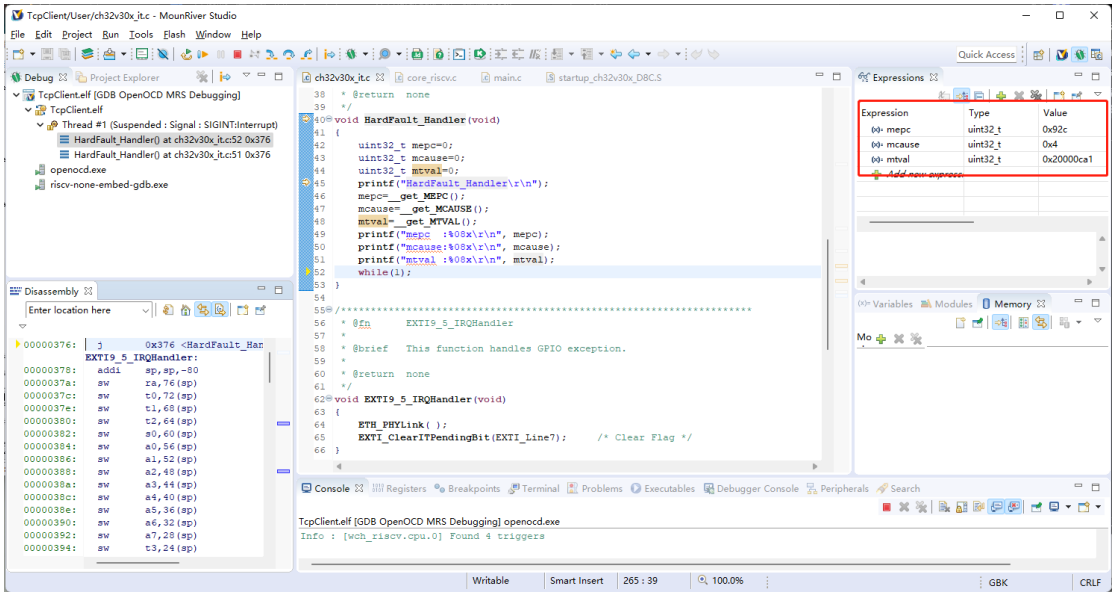
可在 `void HardFault_Handler(void)` 中断服务函数中添加如下代码：

```
printf("mepc  :%08x\r\n", __get_MEPC());
printf("mcause:%08x\r\n", __get_MCAUSE());
printf("mtval :%08x\r\n", __get_MTVAL());
while(1);
```

该操作仅适用于代码串口可用的情况下，如串口不可用但可以仿真，也可通过仿真查看 __get_MEPC(); __get_MCAUSE(); __get_MTVAL(); 三个函数的返回值。

串口呈现方式：（图一）

中断呈现方式：（图二）



仿真操作可参考该帖：

https://blog.csdn.net/qq_36353650/article/details/120441264?spm=1001.2014.3001.5502

https://blog.csdn.net/qq_36353650/article/details/120665601?spm=1001.2014.3001.5502

关于三个函数返回值的介绍：

MCAUSE：反映当前的异常种类或中断的编号，mcause[31]=1 表示为中断，mcause[31]=0 表示为异常。本文仅分析mcause[31]=0的情况。

表一异常编码

interrupt	异常编码	同步/异步	异常原因
1	0-1	-	保留
1	2	精确异步	NMI 中断
1	3-11	-	保留
1	12	精确异步	SysTick 中断
1	13	-	保留
1	14	同步	软件中断
1	15	-	保留
1	16-255	精确异步	外部中断 16-255
0	0	同步	指令地址不对齐
0	1	同步	取指令访问错误
0	2	同步	非法指令
0	3	同步	断点
0	4	同步	Load 指令访存地址不对齐
0	5	非精确异步	Load 指令访存错误
0	6	同步	Store/AMO 指令访存地址不对齐
0	7	非精确异步	Store/AMO 指令访存错误
0	8	同步	用户模式下环境调用
0	11	同步	机器模式下环境调用

MEPC：机器模式异常指针寄存器，标准定义退出异常或中断后微处理器的返回地址保存在MEPC中。所以当发生异常或中断后，硬件自动更新MEPC 值为当前遇到异常时的指令PC 值，或中断前下一条预执行的指令PC值。

MTVAL：该值即为引起异常的值，有以下几种情况：

1.如果存储器访问引起的异常，硬件会将异常时存储器访问的地址存入mtval。

2.如果是非法指令引起的异常，硬件会将该指令的指令编码存入mtval。

3.如果是硬件断点引起的异常，硬件会将断点处PC值存入mtval。

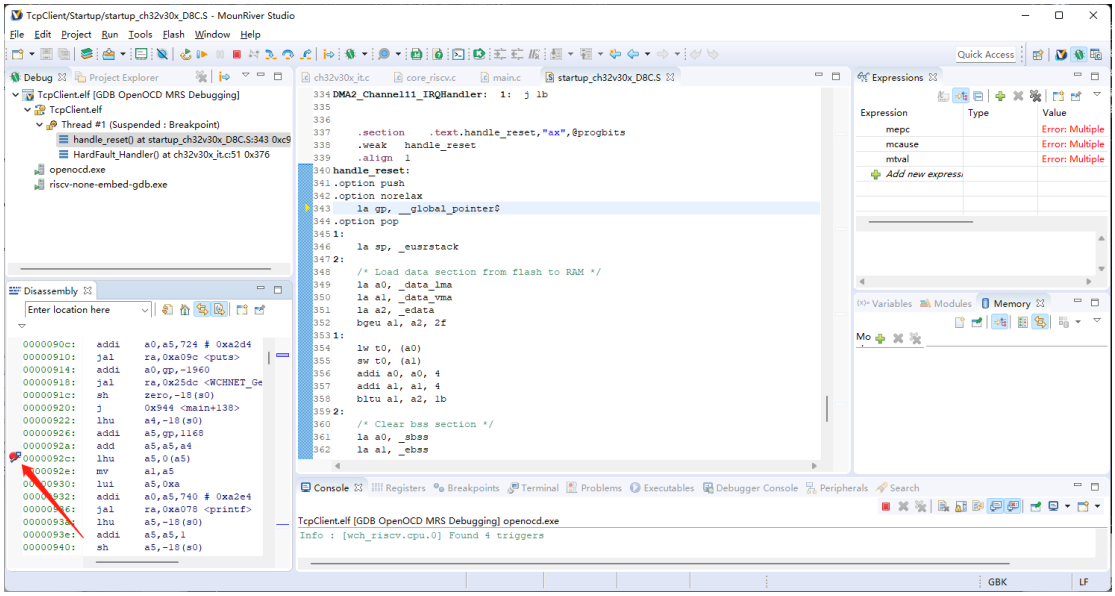
4.对于其他的异常，硬件将mtval的值设为0，例如ebreak，ecall 指令引起的异常。

5.进入中断时，硬件将mtval的值设为0。

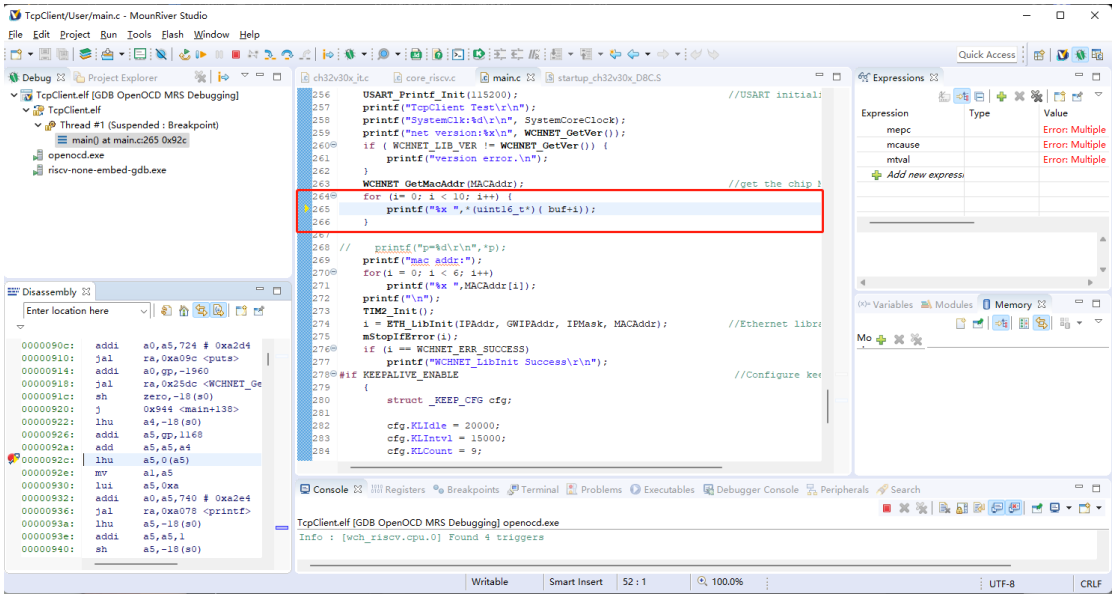
综上所述，我们可以通过MEPC的值确定代码进HardFault_Handler中断的位置，在某些情况下可以方便我们确定报错原因。本文提供两种方法：

方法一 仿真法：

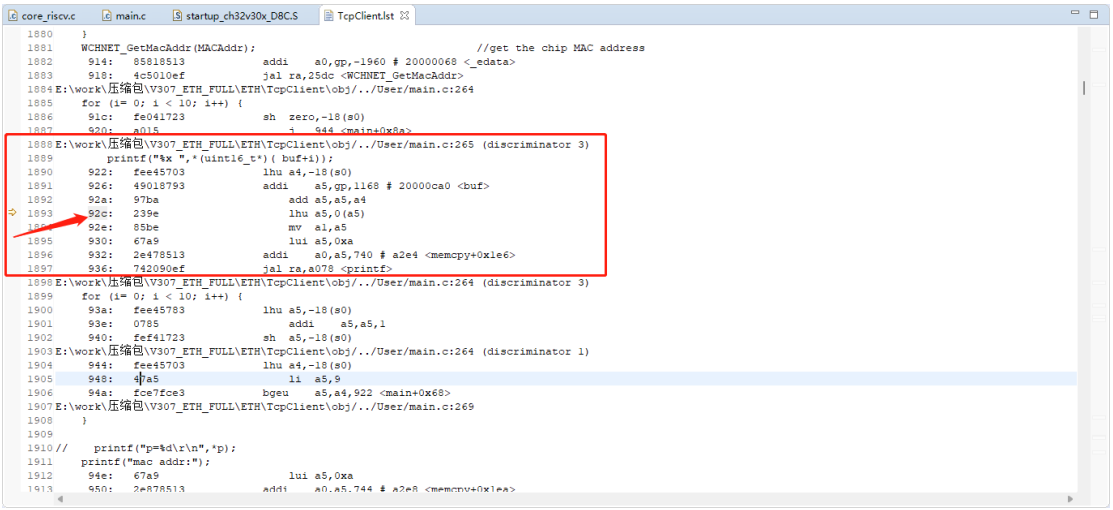
以上文图一呈现的HardFault报错信息为例，由打印信息或仿真信息可知MEPC=0x92c，且mcause[31]=0，因此触发HardFault为异常而不是中断，所以出现异常的PC指针地址为0x92c。我们可以在仿真时在0x92c处打断点，如图所示：（图三）



然后全速运行，代码就会停在出错位置附近，如图所示：（图四）



方法二 查表法：可在所在工程的.lst文件中搜索MEPC值，即该案例中的92c，如图：（图五）

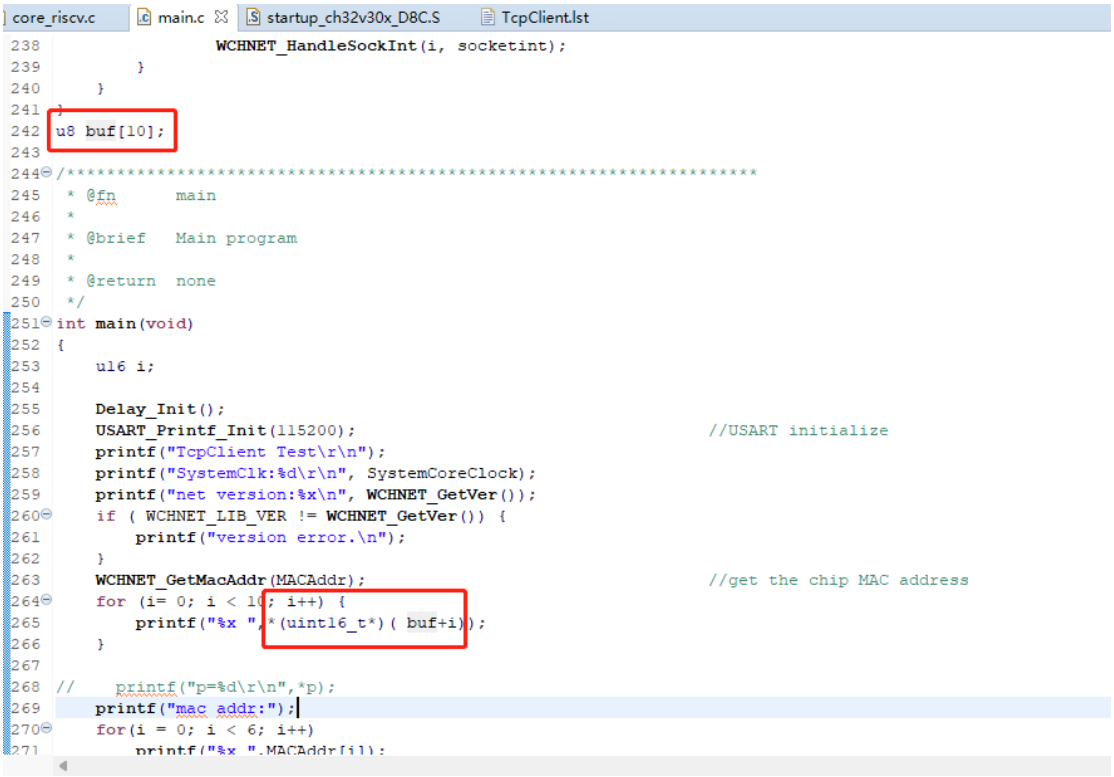


由lst文件可知报错函数为printf("%x ",*(uint16_t*)(buf+i));如果你是汇编大佬也可以分析一下这段代码，相信你也可以分析出报错原因。如果不是也不要灰心，可以继续往下看。

HardFault_Handler报错原因分析:

由上文可知报错原因可以通过MCAUSE与MTVAL确定，该案例中MCAUSE=4，MTVAL=20000ca1。

由表一可知该案例的报错原因为Load指令访存地址不对齐，结合MTVAL的情况1可知异常时存储器访问的地址为0x20000ca1。显然该地址为RAM地址结合代码可知，该问题是由于定义的数组为8位，但通过16位访问造成的。



注：如果通过仿真的方式查找问题且应用中有读写FLASH/低功耗/看门狗等操作，需将相关代码注释然后再仿真，否则将无法仿真。本文只是提供了一个查找HardFault_Handler问题的思路，实际情况可能比案例要复杂的多。可根据实际情况灵活处理。