



北京交通大学

BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



嵌入式系统

- ARM CortexM 系列处理器

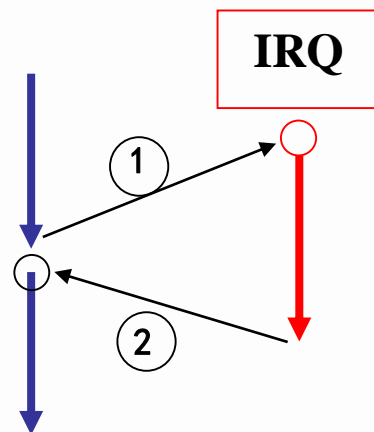
赵翔

xiangzh@bjtu.edu.cn



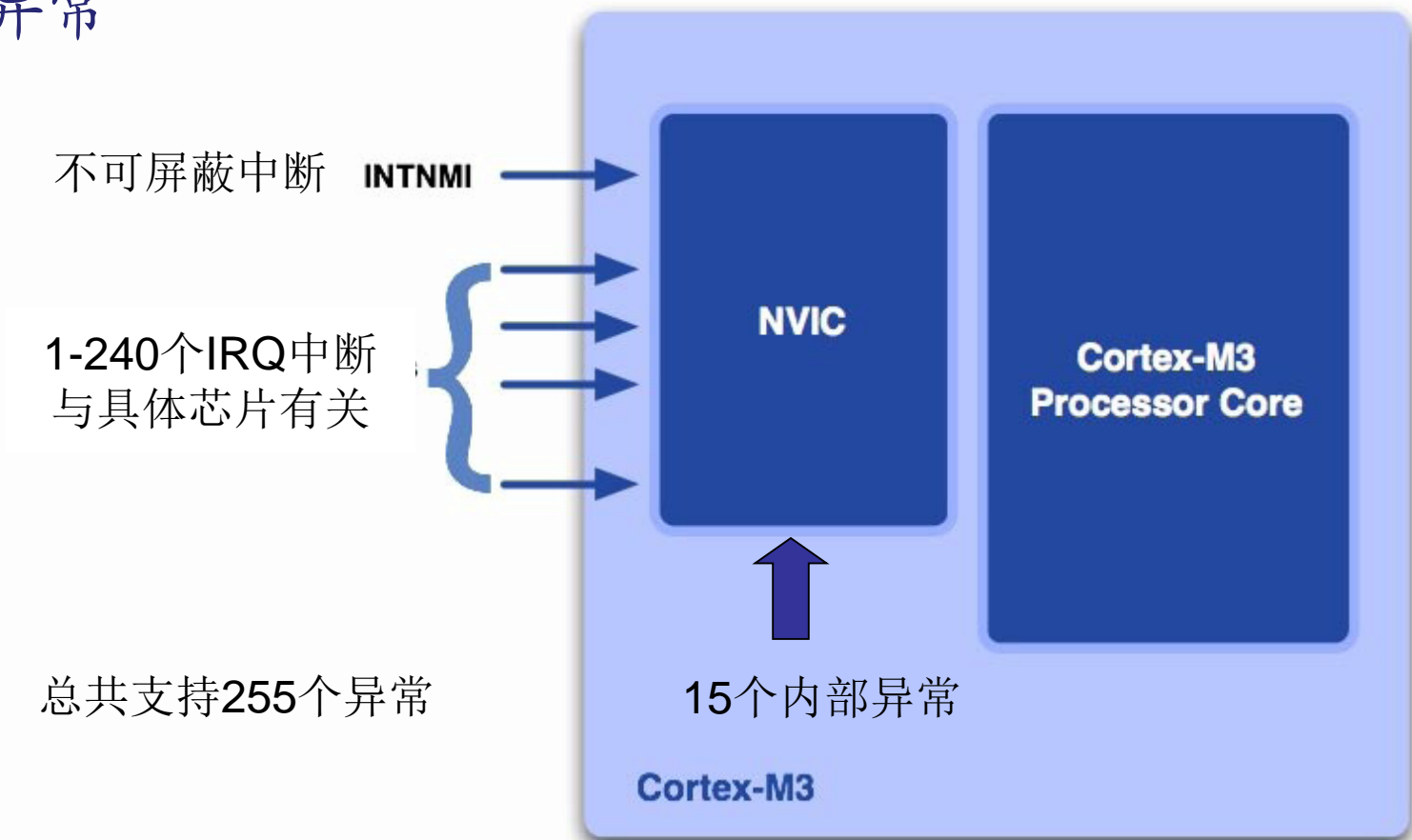
异常 (exception)

- 异常：打断处理器正常程序流，迫使处理器进入(有特权的)异常模式。例如响应一个来自外设的中断。
- 内部异常：处理器内部事件引起。例如，非法存储器访问、非法指令
- 外部异常：一般与外部时间和硬件信号有关，又称为**中断**。
- 异常优先级：如果同时发生两个或更多异常，那么将按照固定的顺序来处理异常。
- Cortex-M的异常分类：Cortex-M规定了15个系统级异常和可扩展的应用中断处理框架。





异常



Cortex-M规定了15个系统级异常和可扩展的应用中断处理框架



异常类型

编号	类型	优先级	含义
0	N/A	N/A	没有异常
1	复位	-3(最高)	复位
2	NMI	-2	不可屏蔽中断(来自外部NMI输入)
3	Hardfault	-1	所有被屏蔽的fault, 都升级成硬fault。
4	存储器fault	可编程	MPU访问违规, 访问非法位置引起。
5	总线fault	可编程	预取失败或数据访问失败(abort)
6	用法Fault	可编程	由于程序错误(无效指令/状态)导致的异常
7-10	保留	N/A	N/A
11	SVC Call	可编程	系统服务调用指令(SVC)引发的异常



异常类型

编号	类型	优先级	含义
12	调试	可编程	断点,数据观察点,或外部调试请求
13	保留	N/A	N/A
14	PendSV	可编程	为操作系统功能而设的“可悬挂请求”
15	SysTick	可编程	系统滴答定时器
16	IRQ #0	可编程	外中断#0
17	IRQ #1	可编程	外中断#1
.....
255	IRQ #239	可编程	外中断#239



异常优先级

Cortex-M支持3个固定的高优先级和多达256级的可编程优先级，支持128级抢占。

优先级数字越大，级别越低；前3个固定优先级级别最高。

Exception	Vector	Core	Priority
1	Reset	M0/M4/M3/M7	-3
2	NMI	M0/M4/M3/M7	-2
3	HardFault	M0/M3/M4/M7	-1
4	MemManageFault	M3/M4/M7	User
5	BusFault	M3/M4/M7	User
6	UsageFault	M3/M4/M7	User
7-A	Reserved		
B	SVCall	M0/M3/M4/M7	User
C	Debug Monitor	M3/M4/M7	User
D	Reserved		
E	PendSV	M0/MM3/M4/M7	User
F	SysTick	M0(optional)/M3/M4/M7	User
10-...	IRQ0, IRQ1, ... (Vendor)	M0: 0x10-0x47 M4/M7: IRQ0-239	User



异常优先级

- Cortex-M支持3个固定的高优先级和多达256级的可编程优先级，支持128级抢占。
- 优先级数字越大，级别越低；前3个固定优先级最高。
- 实际芯片实现优先级少于256级时，使用高位表达。

级别数	2^3	2^2
	00	00
	20	
	40	40
	60	
	80	80
	A0	
	C0	C0
	E0	

优先级降低

8级

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
表达优先级			没有实现，读回0				

4级

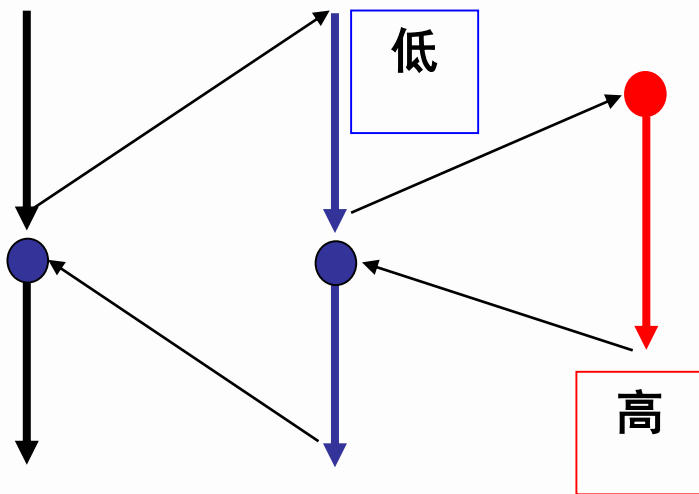
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
优先级		没有实现，读回0					

每个异常有一个优先级字节



异常优先级：优先级分组

- 将可设置优先级别分成个数相同的组，产生组间级别和组内级别。
- 组间级别称为**抢占优先级**，抢占优先级更高的异常可以抢占(中断)级别较低的进行中的异常。
- 抢占优先级相同的异常，组内级别不同，称为**亚优先级**。不能相互抢占，但同时出现时，亚优先级较高的异常优先响应。





- 亚优先级至少是1位。因此抢占优先级最多是7位128级。
- 若用所有的位表达次优先级(1个组)，所有优先级可编程的异常之间就不会发生抢占，禁止了中断嵌套机制。
- **PRIGROUP寄存器段**中3位二进制数字决定划分方式

PRIGROUP[2:0]	中断优先级区, PRI_N[7:0]				
	二进制点的位置	占先区	次优先级区	占先优先级的数目	次优先级的数目
b000	bxxxxxxx.y	[7:1]	[0]	128	2
b001	bxxxxxx.yy	[7:2]	[1:0]	64	4
b010	bxxxxx.yyy	[7:3]	[2:0]	32	8
b011	bxxxx.yyyy	[7:4]	[3:0]	16	16
b100	bxxx.yyyyy	[7:5]	[4:0]	8	32
b101	bxx.yyyyyy	[7:6]	[5:0]	4	64
b110	bx.yyyyyyy	[7]	[6:0]	2	128
b111	b.yyyyyyyy	无	[7:0]	0	256



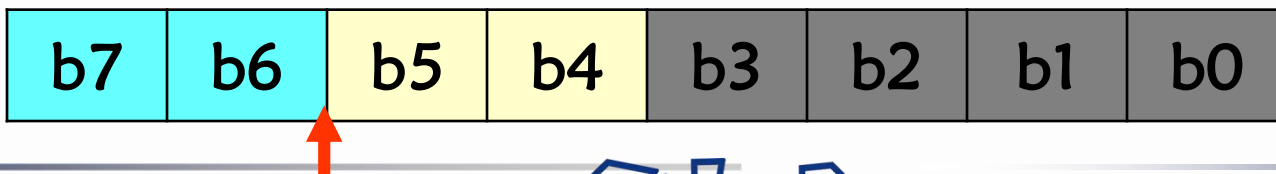


异常优先级：优先级分组*

PRIGROUP寄存器中的3位数值指出二进制小数点在哪一位的左边

例：STM32总共提供4位16个优先级别，可以有5种分组方式

PRIGROUP	二进制小数点位置 (group . sub)		抢占优先级(分组)		子优先级(组内)	
			位数	级(组)数	位数	级数
3(缺省)	4.0	ggggoooo	4	16	0	1
4	3.1	gggsoooo	3	8	1	2
5	2.2	ggssoooo	2	4	2	4
6	1.3	gsssoooo	1	2	3	8
7	0.4	ssssoooo	0	1	4	16



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/665223110014011302>