* 每个版本的 Cube 软件包都会携带 CMSIS 文件夹，只是版本比较老，不推荐
* 不使用MDK的math.h库，只使用arm\_math.h的库，即ARM的数学库，从F0到F4等的HAL包里的CMSIS都有相应的数学库，只不过针对有没有DSP的MCU的区别了，记着要加的六个宏定义：ARM\_MATH\_CM4可以改成M0~M4

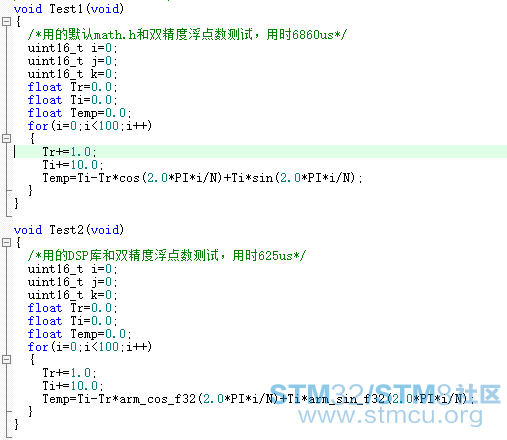
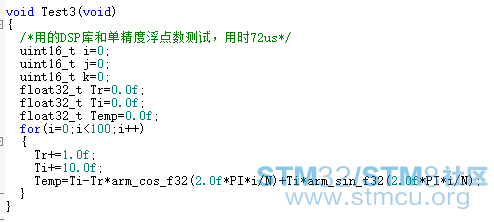
USE\_HAL\_DRIVER,STM32F407xx,

ARM\_MATH\_CM4,\_\_CC\_ARM,ARM\_MATH\_MATRIX\_CHECK,ARM\_MATH\_ROUNDING

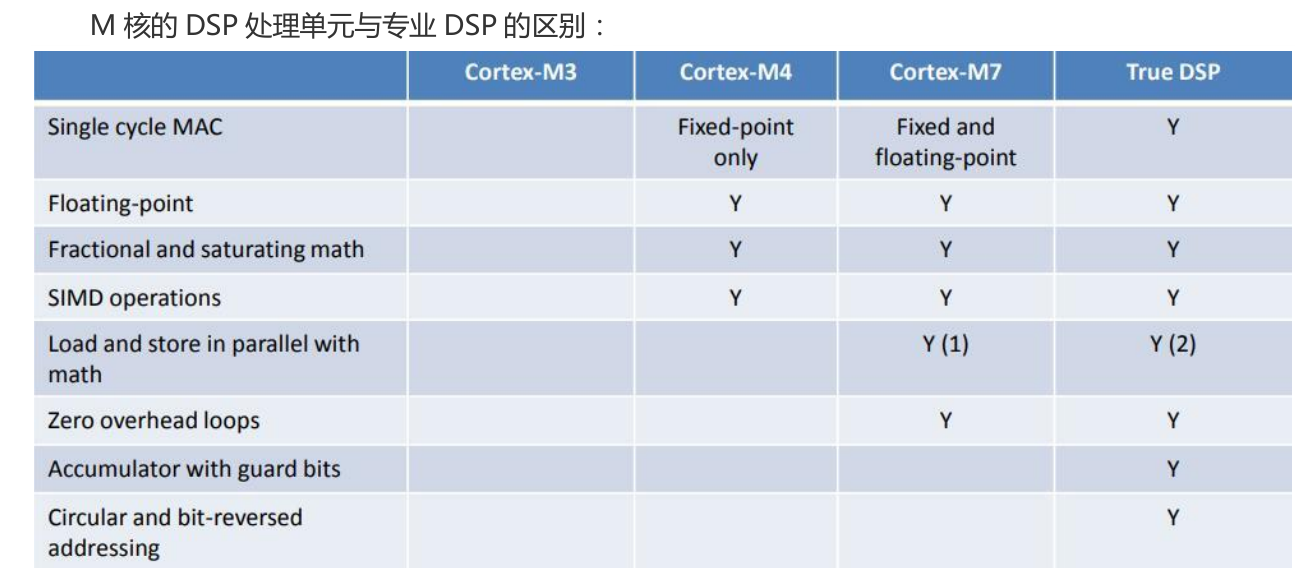
ARM\_MATH\_LOOPUNROLL

* 正确使用DSP库才能发挥100倍的效果：

1. 合理选用编译器的优化等级，提高代码的执行效率。选择优化等级-O3
2. 在计算表达式中，强制常量为单精度浮点数，以避免引入双精度浮点数动算。即常数浮点数后面加f，运算式使用单精度浮点的（float），不要使用双精度浮点的（double），math.h库里的sin等函数都是双精度浮点的，所以不要用
3. 选用 ARM 公司提供的，采用单精度浮点数优化的三角函数库，以避免由普通的数学函数库引入的双精度浮点数运算；
4. 在 STM32F4 中，将数据放在 CCM 存贮器中，要比放在 SRAM1 中更能保证 CPU 对数据的存取速率，因为 CCM 存贮器是 CPU独享的，而 SRAM1 还可能被 DMA 访问。
5. 在 CPU 的指令实现中，乘法和除法的计算速度上是有很大差别的，通常乘法的计算速度远高于除法的计算速度。所以，有必要在运算中，使用乘法来代替除法。比如： a÷b÷c可以使用a÷(b×c)来代替，或者都用乘法，变成乘以倒数。
6. 找出算法中的重复计算，将其合并，只计算一次。对这样的计算，完全可以在第一次计算之后，将结果放在中间变量中，而在后面的计算中直接引用。
7. 对于复杂的计算，考虑是否能用查表来代替。查表是一种快速得出结果的好方法，它以牺牲存贮器空间来换取速度。在存贮器空间不是很紧张的情况下，用查表代替计算还是很划算的。
8. 常规乘法加法或单精度浮点的算式尽量直接写，并且尽量写成一列，单个乘法等就不要用DSP函数了，因为写成一列算是，编译器会自动用FPU或DSP的汇编命令完成计算，不必要调库，特殊计算如三角函数、开方或者矩阵运算、FFT等就要用DSP函数了！

例子：

* 以\_f32结尾的函数是浮点运算，以\_q8, \_q15, \_q31,结尾的函数是定点运算
* STM32F4 采用 Cortex-M4 内核，相比 Cortex-M3 系列除了内置硬件 FPU 单元，在数字信号处理方面还增加了 DSP 指令集，支持诸如单周期乘加指令（MAC），优化的单指令多数据指令（SIMD），饱和算数等多种数字信号处理指令集。

Cortex-M4 执行所有的 DSP 指令集都可以在单周期内完成，而Cortex-M3 需要多个指令和多个周期才能完成同样的功能。

* 源码在HAL库的在CMSIS的DSP文件夹中（有丰富例程），方便添加到工程的.lib文件在CMSIS下的LIB文件夹中：

⑤ arm\_cortexM4b\_math.lib (Cortex-M4 大端模式)

⑥ arm\_cortexM4l\_math.lib (Cortex-M4 小端模式)

⑦ arm\_cortexM4bf\_math.lib (浮点 Cortex-M4 大端模式)

⑧ arm\_cortexM4lf\_math.lib (浮点 Cortex-M4 小端模式)

STM32F4 属于 CortexM4F 内核，小端模式，应选择：

arm\_cortexM4lf\_math.lib(浮点 Cortex-M4小端模式)。

* 源码文件介绍如下：

BasicMathFunctions

基本数学函数：提供浮点数的各种基本运算函数，如向量加减乘除等运算。

CommonTables

arm\_common\_tables.c 文件提供位翻转或相关参数表。

ComplexMathFunctions

复杂数学功能，如向量处理，求模运算的。

ControllerFunctions

控制功能函数。包括正弦余弦，PID 电机控制，矢量 Clarke 变换，矢量 Clarke 逆变换等。

FastMathFunctions

快速数学功能函数。提供了一种快速的近似正弦，余弦和平方根等相比 CMSIS 计算库要快的数学函数。

FilteringFunctions

滤波函数功能，主要为 FIR 和 LMS（最小均方根）等滤波函数。

MatrixFunctions

矩阵处理函数。包括矩阵加法、矩阵初始化、矩阵反、矩阵乘法、矩阵规模、矩阵减法、矩阵转置等函数。

StatisticsFunctions

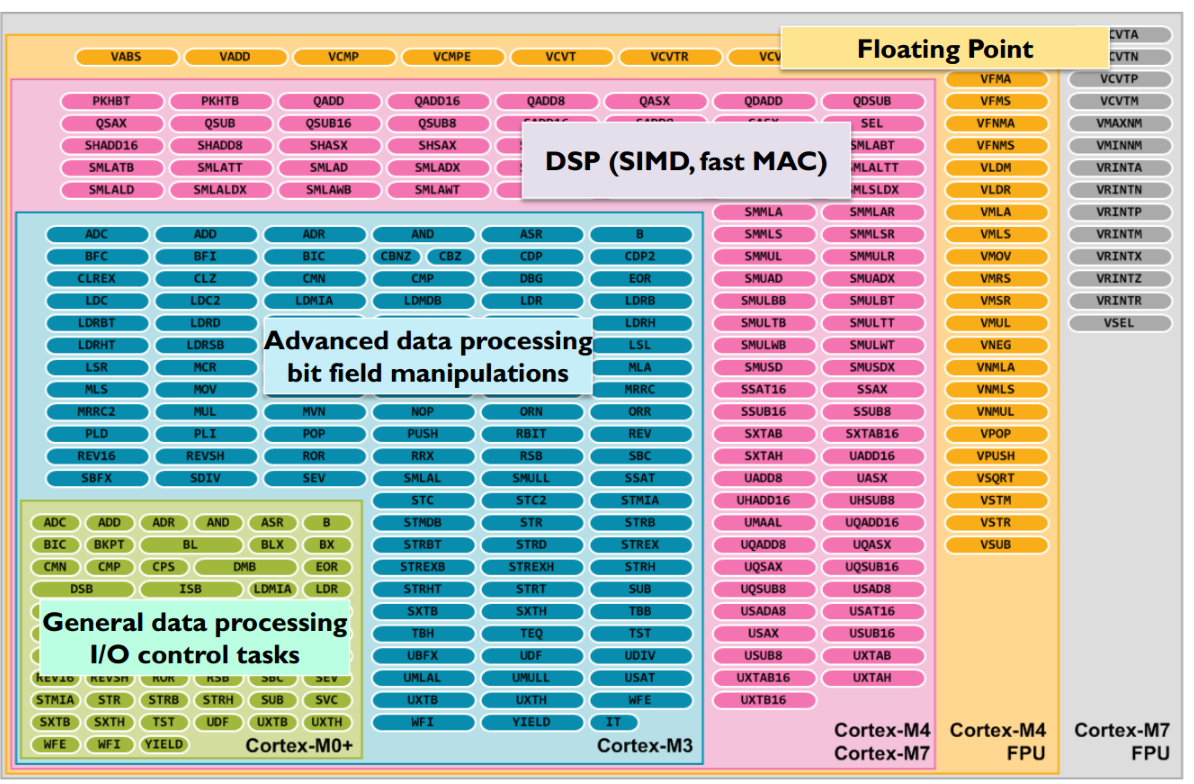
统计功能函数。如求平均值、最大值、最小值、计算均方根 RMS、计算方差/标准差等。

SupportFunctions

支持功能函数，如数据拷贝，Q 格式和浮点格式相互转换，Q 任意格式相互转换。

TransformFunctions

变换功能。包括复数 FFT（CFFT）/复数 FFT 逆运算（CIFFT）、实数 FFT（RFFT）/实数FFT 逆运算（RIFFT）、和 DCT（离散余弦变换）和配套的初始化函数。

* 指令集图

浮点指令都是以字符 V 开头的

* 最后，详细每个函数的使用用法看 CMSIS Docs 手册！