M4 DSP Convolution

NuMicro® 32 位系列微控制器范例代码介绍

文件信息

代码简述	本范例代码使用M4内核DSP计算折积(Convolution)
BSP 版本	M480 Series BSP CMSIS V3.04.000
开发平台	NuMaker-PFM-M487 Ver 3.0

1 功能介绍

1.1 简介

展示使用 CMSIS DSP 函式库进行卷积运算(Convolution)，用户可以直接使用这些函式，来实现自己的数学方程式运算。程序内比较了有无使用 DSP 计算时间的差异，并计算效率提升比率。

1.2 原理

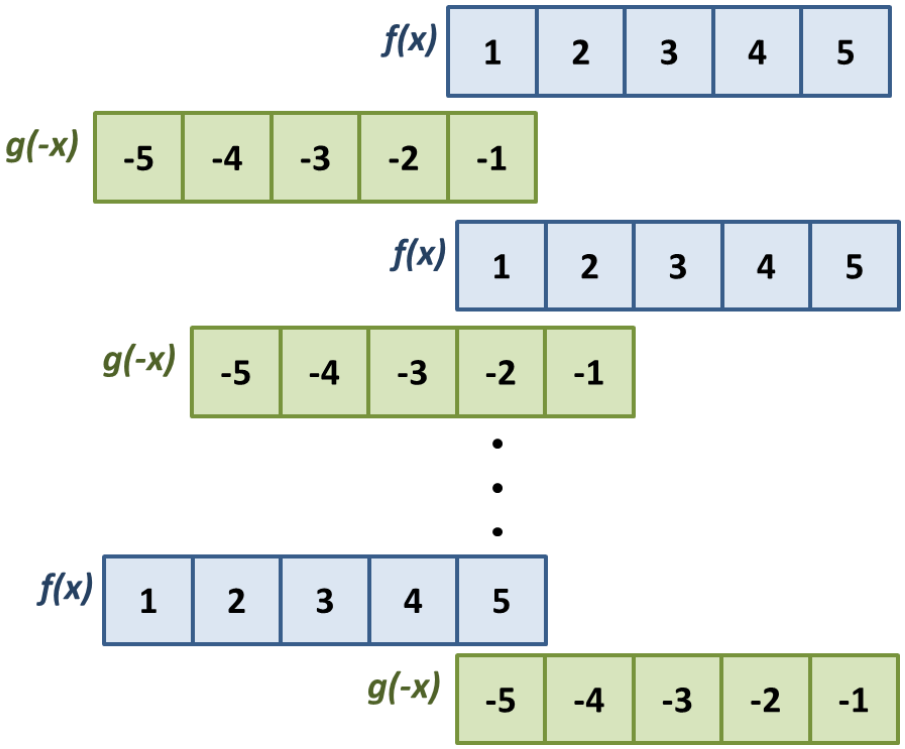
折积又称卷积、迭积或旋积，是通过两个函数*f(x)*和*g(x)*生成第三个函数*h(x)*的一种数学算子，记为*h(x)=(f*g)(x)*，它是其中一个函数翻转并平移后与另一个函数的乘积的积分，是一个对平移量的函数，也就是：

$$(f * g)(t) \stackrel{\text{def}}{=} \int f(\tau) g(t-\tau) d\tau$$

以下范例图解其计算方法与过程：

1.有两函数*f(x)={1,2,3,4,5}*与*g(x)={-1,-2,-3,-4,-5}*，并且*g(x)*翻转为*g(-x)*

2.平移两函数*f(x)*与*g(-x)*相乘生成第三个函数*h(x)*，其计算方式如下图：



h(1)=f(1)×g(1)= -1

h(2)=f(2)×g(1)+ f(1)×g(2)= -4

h(3)=f(3)×g(1)+ f(2)×g(2)+ f(1)×g(3)= -10

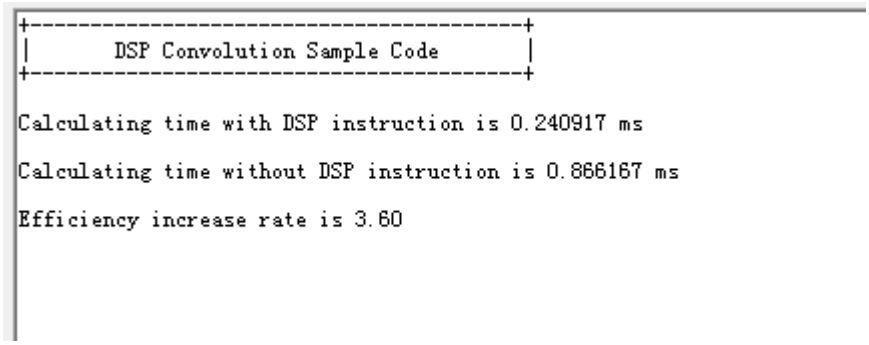
以此类推，因此得*h(x)={-1,-4,-10,-20,-35,-44,-46,-40,-25}*

在DSP函式库内可以呼叫`arm_conv_f32()`来进行折积运算，其定义如下表：

`arm_conv_f32(float32_t *pSrcA, uint32_t srcALen, float32_t *pSrcB, uint32_t srcBLen, float32_t *pDst)`		
参数：	`*pSrcA`	[in] 第一个函数f(x)
	`srcALen`	[in] f(x)函数样本数
	`*pSrcB`	[in] 第二个函数g(x)
	`srcBLen`	[in] g(x)函数样本数
	`*pDst`	计算输出结果h(x)，其样本数为 srcALen+ srcBLen-1
回传值：		无

1.3 执行结果

执行后会打印出以下信息


+--+
| DSP Convolution Sample Code |
+--+
Calculating time with DSP instruction is 0.240917 ms
Calculating time without DSP instruction is 0.866167 ms
Efficiency increase rate is 3.60

2 代码介绍

使用CMSIS DSP函数库进行卷积运算：

```
/* Calculate convoltion with M4 DSP instruction */
arm_conv_f32(testInput_f32_1kHz_15kHz, TEST_LENGTH_SAMPLES, firCoeffs32, NUM_TAPS,
conoutput);
```

接着使用CPU进行相同的计算：

```
/* Convolution (length of the first input vector, length of the second input vector) */
void Convolution(int n,int m)
{
    CONLOutput = TEST_LENGTH_SAMPLES + NUM_TAPS - 1;
    for(i = 0; i < CONLOutput; ++i) {
        CONoutput[i] = 0;
    }
    for(i = 0; i < n; ++i) {
        for(j = 0; j < m; ++j) {
            CONoutput[i + j] += testInput_f32_1kHz_15kHz[i] * firCoeffs32[j];
        }
    }
}
```

把计数器换成时间，其中计数器时钟源为HXT 12MHz：

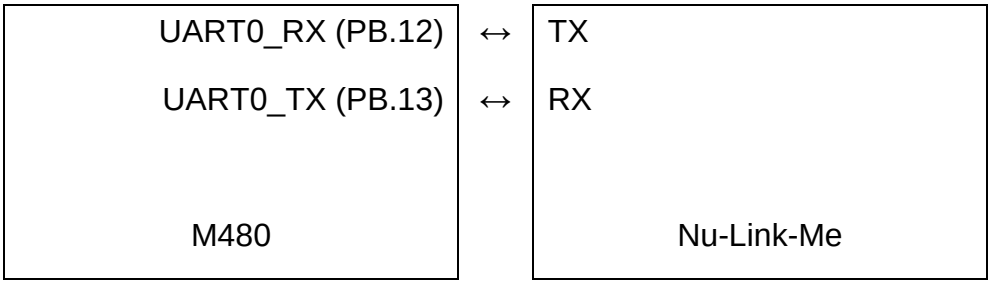
```
/* Calculate the time, timer clock source is 12M, unit is ms */
DSPCalTime = (DSPCalTime/12000000) * 1000;
CalTime = (CalTime/12000000)* 1000;
```

3 软件与硬件环境

- 软件环境
  - BSP 版本
    - M480 Series BSP CMSIS V3.04.000
  - IDE 版本
    - Keil uVersion 5.26
- 硬件环境
  - 电路组件
    - NuMaker-PFM-M487 or other M480 Development Board
  - 示意图

M480 的 UART0_RX(PB.12)、UART0_TX(PB.13)连接至 Nu-Link Me，打印讯息。

设置终端机的COM Port与Baud，COM Port的编号可在设备管理器中找到「NuBridge Virtual Com Port (COMX)」，Baud设置为115200。



4 目录信息

- EC_M480_DSP_Convolution_V1.00
  - Library — Sample code header and source files
    - CMSIS — Cortex® Microcontroller Software Interface Standard (CMSIS) by Arm® Corp.
    - Device — CMSIS compliant device header file
    - StdDriver — All peripheral driver header and source files
  - SampleCode
    - ExampleCode — Source file of example code

5 如何执行范例程序

1. 根据目录信息章节进入 ExampleCode 路径中的 KEIL 文件夹，双击 DSP_Convolution.uvproj
2. 进入编译模式接口
   a. 编译
   b. 下载代码至内存
   c. 进入 / 离开除错模式
3. 进入除错模式接口
   a. 执行代码

6 修订纪录

Date	Revision	Description
Jun. 21, 2019	1.00	1. 初始发布.

Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.