M4 DSP Statistics Functions

NuMicro® 32 位系列微控制器範例代碼介紹

文件資訊

代碼簡述	本範例代碼使用M4內核DSP計算均方根和標準差
BSP 版本	M480 Series BSP CMSIS V3.04.000
開發平台	NuMaker-PFM-M487 Ver 3.0

1 功能介紹

1.1 簡介

CMSIS DSP函式庫有許多關於統計學的運算包含：

1. 取最大值

2. 取最小值

3. 取平均值

4. 平方平均數 (RMS)

5. 標準差

6. 變異數

在此範例程式使用CMSIS DSP函式庫進行均方根和標準差運算，用戶可以直接使用這些函式，來實現自己的數學方程式運算。程式內比較了有無使用DSP計算時間的差異，並計算效率提升比率。

1.2 原理

平方平均數運算(Quadratic mean)，又稱均方根(RMS, Root Mean Square)在統計學中很常使用到，其數學表示式為下，程式設定如表1：

$$M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{n}}$$

標準差(SD, Standard Deviation)，在機率統計中最常使用作為測量一組數值的離散程度之用。其數學表示式為下，其中u為x的平均值，程式設定如表2：

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - u)^2}$$

arm_rms_f32 (float32_t *pSrc, uint32_t blockSize, float32_t *pResult)		
參數：	*pSrc	[in] 欲計算矩陣
	blockSize	[in] 矩陣樣本數
	*pResult	[out] 計算結果
回傳值：		無

表 1 方均根程式設定

arm_std_f32 (float32_t *pSrc, uint32_t blockSize, float32_t *pResult)		
參數：	*pSrc	[in] 欲計算數值
	blockSize	[in] 樣本數
	*pResult	[out] 計算結果
回傳值：		無

表 2 標準差程式設定

1.3 執行結果

執行後會打印出以下資訊

```
+----------------------------------------+
|      DSP Interpolation Sample Code     |
+----------------------------------------+

Calculating time with DSP instruction is 0.005500 ms

Calculating time without DSP instruction is 0.390833 ms

Efficiency increase rate is 71.06
```

2 代碼介紹

使用CMSIS DSP函數庫進行均方根和標準差運算：

```
/* Calculate RMS (32 sample) with DSP */
arm_rms_f32(testInput_f32, blockSize, &DSP_RMSoutput);
/* Calculate standard deviation (32 sample) with DSP */
arm_std_f32(testMarks_f32, SDblockSize, &DSP_SDoutput);
```

接著使用CPU進行相同的計算：

```
/* RMS (number of samples, input data) */
float RMS(int size, float *input)
{
    uint32_t i;
    float32_t rms, sum;
    for(i=0; i<size; i++) {
        sum += pow(input[i], 2);
    }
    rms = sqrt(sum/size);
    return rms;}
/* Standard Deviation (number of samples, input data) */
float SD(int size, float *input)
{
    uint32_t i;
    float32_t tot, SDsum,average, SDvalue;
    for(i=0; i<size; i++) {
        tot = tot + input[i];
        average = tot/size;
    }
    for(i=0; i<size; i++) {
        SDsum = SDsum + pow(input[i] - average, 2);
    }
    SDvalue = sqrt(SDsum/(size-1));
    return SDvalue;
}
```

把計數器換成時間，其中計數器時鐘源為HXT 12MHz：

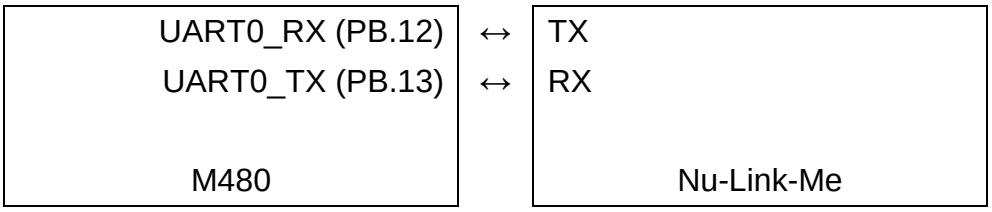
```
/* Calculate the time, timer clock source is 12M, unit is ms */
DSPCalTime = (DSPCalTime/12000000) * 1000;
CalTime = (CalTime/12000000)* 1000;
```

3 軟體與硬體環境

- **軟體環境**
  - BSP 版本
    - M480 Series BSP CMSIS V3.04.000
  - IDE 版本
    - Keil uVersion 5.26
- **硬體環境**
  - 電路元件
    - NuMaker-PFM-M487 or other M480 Development Board
  - 示意圖

M480 的 UART0_RX(PB.12)、UART0_TX(PB.13)連接至 Nu-Link Me，打印訊息。

設置終端機的 COM Port 與 Baud，COM Port 的編號可在裝置管理員中找到「NuBridge Virtual Com Port (COMX)」，Baud 設置為 115200。



4 目錄資訊

- EC_M480_DSP_Statistics_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 如何執行範例程式

1. 根據目錄資訊章節進入 ExampleCode 路徑中的 KEIL 資料夾，雙擊 DSP_Statistics.uvproj
2. 進入編譯模式介面
   a. 編譯
   b. 下載代碼至記憶體
   c. 進入 / 離開除錯模式
3. 進入除錯模式介面
   a. 執行代碼

6 修訂紀錄

Date	Revision	Description
Jun. 25, 2019	1.00	1. 初始發布.

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.