实验日期 2014年10月23日 实验地点 中央主楼916机房

实验四 定点

程序设计优化

院系 电子工程系

班级 无13班

姓名 蔡 杨

学号 2011011040

同组 黄 玉

**实验报告**

**【实验目的】**

1. 掌握有限字长效应的解决方案，提高系统信噪比，保证系统稳定性

2. 学习基于结构的程序设计的速度优化方法

3. 验证滤波器结构对系统性能的影响（）

4. 学习的汇编编程方法

**【实验材料】**

1. 集成开发环境——公司的

2. 实验用源程序

*a*) 滤波例程

*b*) 滤波例程：网络堂课程文件中提供的

*c*) 例程：网络学堂课程文件中提供的

*d*) 通过例程中的引用关系，从库函数中找到调用的和源程序

3. 阅读内容

*a*) 第四讲课件——《程序设计优化》

*b*) 本实验指导书及其库函数说明

*c*) 请充分利用软件集成环境的帮助系统

**【实验内容】**

**任务一 基于结构的滤波程序优化**

**实验步骤**

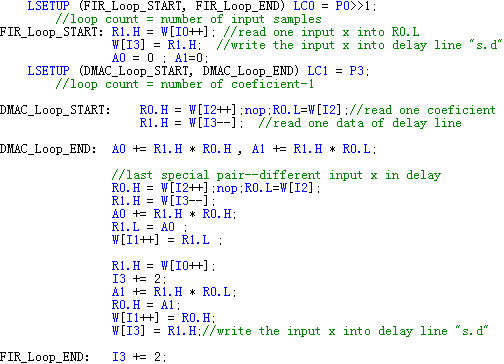
(1) 新建一个工程目录，将第二、三次实验中都使用过的和或导入。

(2) 参考

目录中“”和“”

(3) 重新改写汇编程序，命名为

答：关键部分的代码如下



(4) 保证改写的程序正确后，进行性能对比

(5) 重新改写实验二中自己编写的，命名为。对比改写前后的性能，选择编译器选项。

[问题 1.1] 对比、和的输出结果

答：用记号、、表示三个文件

(*a*) 时域结果

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

(*b*) 频域结果

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

综合时域结果与频域结果可知，三个文件的输出完全相同，没有可辨别的区别。

[问题 1.2] 对比、和的执行效率

答：三个文件各自的执行效率如下

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 文件 |  | 执行次数 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

可见，运行效率上

[问题 1.3] 描述你的改写思路和评价

答：(1) 改写思路：主要遵循了“分治法”的原则。即将改写为并行。在改写后的程序中，每一次循环都执行了两次运算，即所表示的内容。将原本次的乘法累加分治为个次乘法累加，以期获得运行效率的提升。

(2) 从执行结果来看，这个改进并不显著，只是略有提高。

[问题 1.4] 对比、和的输出结果，误差各是多少？

答：用记号、、表示三个文件

(*a*) 时域结果

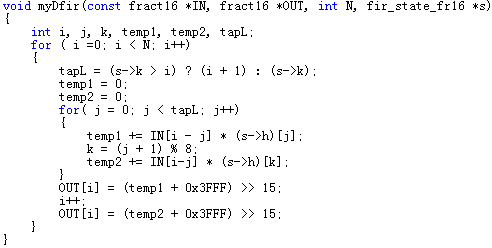
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

(*b*) 频域结果

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

在源程序中将三个结果作差，得到的结果为全零。因此输出误差均为。

附上自己编写的程序的代码



[问题 1.5] 对比、和的执行效率

答：三个文件各自的执行效率如下

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 文件 |  | 执行次数 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

因此通过并行改写以后，程序的执行效率有所提升，执行效率上

[问题 1.6] 选择打开编译器优化和关闭编译器优化，对比两种情况下和的执行效率。

答：(*a*) 的执行效率

|  |  |
| --- | --- |
| 打开编译器优化 | 关闭编译器优化 |
|  |  |

(*b*) 的执行效率

|  |  |
| --- | --- |
| 打开编译器优化 | 关闭编译器优化 |
|  |  |

从上表的对比结果可以看出，打开编译器优化以后，两个程序和的运行效率大大提升，执行次数约为关闭编译器优化时的十分之一。并行程序的运行效率仍比串行程序的运行效率高。

[问题 1.7] 描述你的改写思路和评价。

答：(*a*) 改写思路与之前的汇编代码的改写思路相似，也是通过并行的方法进行的。在代码中体现为循环中的如下语句：



通过并行进行问题的分治，从而获得运行效率上的提高。

(*b*) 与汇编代码类似，语言的优化对于运行效率的提升同样没有显著的作用。然而通过并行，的确实现了预期的目标，加速比大致为。

**任务二 设计滤波应用程序对比定点计算精度**

**实验步骤**

(1) 下载网络学堂提供的，是采用级联形式结构实现的滤波器。

(2) 建立工程，并记录运行结果和系统性能。

[问题 2.1] 用双音多频（）信号做为输入，执行程序并分析这个滤波器对滤波输出的精度（和计算结果对比）。

答：(*a*) 去掉注释以前，输入与输出信号如下

时域波形如下所示

|  |  |
| --- | --- |
| 输入信号 |  |
| 输出信号 |  |

频域波形

|  |  |
| --- | --- |
| 输入信号 |  |
| 输出信号 |  |

(b) 去掉注释以后，输入与输出信号如下

时域波形

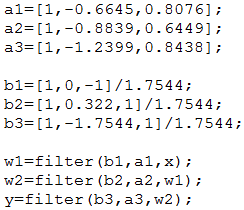
|  |  |
| --- | --- |
| 输入信号 |  |
| 输出信号 |  |

频域波形

|  |  |
| --- | --- |
| 输入信号 |  |
| 输出信号 |  |

这个滤波器为带通滤波器。输入信号在附近有一个峰，而通过滤波器滤波以后，我们发现这个峰消失了，因此此滤波器为带通滤波器。

使用自带的函数也可以完成类似的计算，关键部分代码如下



即分别调用三个函数模拟级联过程。最终的输出结果如下图所示

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |

作出的时域波形及频谱如下图所示

|  |  |
| --- | --- |
| 时域波形 | 频谱 |
|  |  |

大体上来看，和的计算结果十分相近。

下面考察的计算精度，的计算结果为

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |

我们发现，正常情况下的计算结果还是较为接近的（虽然有一定的误差，但可以忍受）。但是当计算结果超出了字长范围时，则会发生切顶的现象。例如的计算结果中有大量的类似于的数字，就是发生切顶后的结果。当发生切顶的失真时，计算结果的误差就是致命性的，也是通常应用场景下所不能接受的，因此要尽量避免。

[问题 2.2] 结合先修课程学过的“滤波器结构”和“有限字长效应”两部分内容，分析并解释这个滤波程序的问题，试着提出修改建议。

答：滤波器结构主要有以下几种：直接型滤波器、并联型滤波器、级联型滤波器。由于实际实现中的不理想因素，滤波器的系数并不是无限精度的。将影响到系统的极点分布，将影响到系统的零点分布，因此这些理论上等价的滤波器结构在实际中的表现却很不一样。直接型滤波器的通频带波动很大，而级联型的滤波器的通频带则相对平坦，相比之下有更佳的滤波效果。然而由于有限字长效应的存在，级联形式容易发生溢出导致信号切顶，使级联形式的结果反而变差。因此，我们考虑一种添加压缩因子的方法压缩输入信号的幅度，输出时添加反压缩因子进行输出补偿。压缩因子的添加方式可以采用一次添加和逐级添加，这里就不详细描述了。此外，级联形式的滤波器还有一个缺点，即运行效率上要低于直接型滤波器。这是由滤波器结构所决定的，可以采用并联形式的滤波器获取一种折衷的解决方案，兼顾运行效率和处理精度。

**任务三 利用汇编完成点**

**实验步骤**

(1) 从网络学堂中下载例程，执行并理解以下问题

[问题 3.1] 复习计算中的倒位序问题，请对比解释对计算的优势

答：的基本思想是“分治法”。当待计算的的点数是的幂次时，可以通过按时间抽取和按频率抽取两种方式对序列不断进行拆分，最终将问题转化做两点，从而将规模较大的问题拆解为规模较小的问题求解，减少了运算量，提高了运行效率。

变换的输入序列是按照倒位序进行排列的，而处理器则专门设计了特有的反位序间接寻址，在寻址的速度和便捷性上要强于其他的处理器。另一方面，处理器能在一个指令周期内完成乘和累加的运算，大大方便了复数的乘法操作。

综上所述，处理器对计算有绝对优势。

[问题 3.2] 实现倒位序取址的功能单元在结构中的什么位置？

答：实现倒位序取址的功能单元是通过结构中的寄存器来实现的。

[问题 3.3] 的三层嵌套循环是怎样实现的？

答：级递推过程是由三个循环嵌套而成的。最外层的循环控制了级的顺序运算，内层的两个循环控制了同一级的蝶形运算。中间一层的循环控制着不同的蝶形之间的运算，而最内层的循环控制着同一种蝶形运算。

[问题 3.4] 分析计算的精度、速度和动态调整方法——用汇编程序结果与结果对比，分析是否有误差，如果有，采用分级调整的方法进行优化。

答：首先，我们确定参与卷积的结果长度为

然而，实际上序列的长度仅为，因此我们关心的结果的长度为

此后观察分别使用汇编程序和进行计算的结果。将两个结果分别进行一定的缩放以后，我们得到了如下表所示的结果。误差的极值为

虽然两种方式下的运算结果并不完全相同，但相差也并不太大。误差发生的原因在于默认使用型数据进行位的计算；而进行的则是位的运算，因此存在着结果不完全相同的问题。可以通过在计算结果中逐级进行放缩的办法缓解这个问题。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

**【实验小结】**

(1) 实验中遇到的问题和解决办法

答：今天的实验过程没有涉及到评估板，整个实验过程完全在仿真平台上进行，由于课前的预习工作做得比较充分，因此整个实验过程中没有遇到较大的问题，只是一些小障碍。

第一个问题出现在 [问题 1.6] 中。由于实验指导书并没有详细地说明如何打开及关闭编译器优化，导致在这个问题上浪费了一些时间。最后在助教的帮助下找到了控制编译器优化的选项，得以比较顺利地完成了本小问。

任务二中也出现了一些问题。首先，去掉注释以后，直接运行工程将会出现软件崩溃的现象我尝试了几次以后都发现了这个问题。因此，我就自己尝试了一些措施。例如找到打开编译器优化选项执行编译。之所以会有这种想法是因为我认为软件崩溃很可能是由于软件内部的缓存空间不足或需要执行的指令数目过多所导致，而在任务一中我们发现，执行了编译器优化以后，指令数目将会大大减少，几乎变成原来的十分之一，这很可能缓解之前发生的软件崩溃的问题。虽然没有求教助教，自己也并不是十拿九稳，但最终软件的表现证明了我的这种方法是可行的，以后再也没有发生这个问题。此外，另一个值得一提的问题就是对于信号波形的观察。第一次观察的波形时，我感觉十分奇怪。去掉注释以前，是一个冲激函数，但观察到她在附近竟有一段与信号十分类似的波形。我百思不得其解，最后只得向助教老师求解。助教老师悉心地向我解释了这个信号只有位长，但是我的波形观察选项中还是定式思维地写作了，导致了波形上的怪异。实际上，我观察到的波形的前位是信号，而后位则属于信号。经过提醒以后，我恍然大悟，及时纠正了错误。

在任务二的后半部分和任务三中，另外涉及到了的编程方面。由于的文件使用并不熟练，导致浪费了很多时间。但好在最后通过查阅以前的资料和使用手册的方法，较为顺利地完成了这两个问题。并且得到了预期的结果。

(2) 实验体会和建议

答：今天的实验虽然并未涉及到评估板的使用，但是整体来说任务量比较大。虽然验收的内容并不是很多，但是并行的汇编语言实现以及语言实现都是我们应该熟练掌握的。由于代码量很大，需要观察、理解的内容很多，导致我的实验进度并不是很快。加上时间比较匆忙，最后的选作部分的内容也未能完成，感觉十分遗憾。

通过今天的实验，我对汇编语言编程更加熟悉，同时对滤波器有了更深一步的认识。理论课堂上的几种滤波器等效形式在实际实现中的表现有很大差别。通过亲自观察到波形的切顶与畸变，我对有限字长效应有了更深的理解。理论联系实践，大大加深了我对知识的理解深度，也为我今后能够熟练应用这些理论知识打下良好的基础。

实验指导书在实验过程中给予了我极大的帮助，但也有一些地方描述不都清楚。希望老师和助教能够收集同学们的建议，对实验指导书中相对比较模糊的位置进行适当修改。

最后，诚挚感谢老师和助教在实验过程中予以我们小组的大力支持！

2014年10月23日