

手写SIMD向量化

完成手写SIMD向量化

使用AVX512F指令集的代码，在编译时加上 -mavx512f 实现优化后的编译过程

```
#include <smmintrin.h>
#include <emmintrin.h>
#include <immintrin.h>
/* 可以修改的代码区域 */
// -----
__m512 tmp1;
__m512 tmp2;
__m512 tmp;
for (int i = 0; i < MAXN/16; i+=16)
{
    // c[i] += a[i] * b[i];
    //
    tmp1 = _mm512_loadu_ps(&a[i]);
    tmp2 = _mm512_loadu_ps(&b[i]);
    tmp = _mm512_mul_ps(tmp1, tmp2);
    tmp = _mm512_add_ps(_mm512_loadu_ps(&c[i]), tmp);
    _mm512_storeu_ps(&c[i], tmp);
}
// -----
```

主要思路即为使用_mm512_mul_ps和_mm512_add_ps两条指令，实现乘法和加法的加速；首先使用_mm512_loadu_ps先加载进16个float的值的地址，再通过mul和add进行运算，最后把运算出来的结果使用_mm512_storeu_ps指令写入c数组中

正确性和加速比

手写SIMD向量化后的输出



```
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ g++ -o try.out lab2_bonus.cpp -mavx512f -O0
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./try.out
time=0.301516
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./try.out
time=0.158777
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./try.out
time=0.155396
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./try.out
time=0.162947
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./try.out
time=0.165574
Check Passed
```

修改代码后，使用 g++ -o try.out lab2_bonus.cpp -mavx512f -O0编译文件

平均时间0.188842s

原始代码输出

```
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ g++ -o primary.out lab2_primary.cpp -O0
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./primary.out
time=10.916462
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./primary.out
time=10.357290
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./primary.out
time=9.169692
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./primary.out
time=10.207939
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./primary.out
time=10.040680
Check Passed
```

基于原始代码，使用 `g++ -o a.out lab2_bonus.cpp -O0` 编译文件

平均时间10.138413s

SIMD版本编译器输出

```
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ g++ -o pri_simd.out lab2_primary.cpp -mavx2 -mfma
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./pri_simd.out
time=8.757942
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./pri_simd.out
time=9.014187
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./pri_simd.out
time=9.304195
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./pri_simd.out
time=10.163780
Check Passed
hb@hb-Ubutun20:~/Desktop/HW$ ./pri_simd.out
time=10.091394
Check Passed
```

基于原始代码，使用 `g++ -o lab2_bonus.a lab2_bonus.cpp -mavx2 -mfma` 编译文件

平均时间9.466300s

加速比

由此可得，手写SIMD向量化后速度为原始代码的53.69倍，为编译器自动优化的50.13倍

汇编代码

通过 `g++ -S *.cpp` 得到汇编代码，其中 `auto_simd_version.txt` 是编译器自动输出的向量化汇编代码，`primary_version.txt` 是不经过向量化编译的原始代码，`handwriting_simd_version.txt` 中的是手写SIMD向量化后的汇编代码；具体见附录。

