多线程编程实验

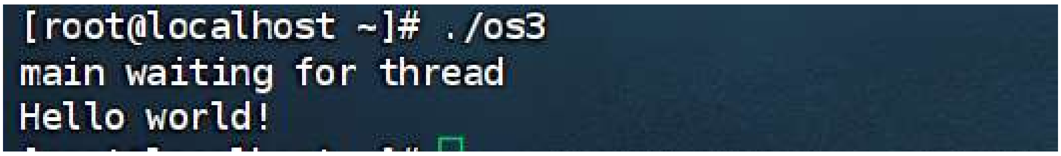
基本多线程程序设计

Hello实例
首先编写代码：

```
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void *worker(void *arg)
{
    printf("Hello world!\n");
    return NULL;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    pthread_t tid;

    if (pthread_create(&tid, NULL, worker, NULL))
    {
        printf("can not create\n");
        exit(1);
    }

    printf("main waiting for thread\n");

    pthread_join(tid, NULL);

    exit(0);
}
```

得到如下输出结果：

```
main waiting for thread
Hello world!
```



多线程性能测试

为了测试多线程在大规模计算中的性能提升，编写了一个多线程计算和单线程计算对比的程序。该程序计算从 1 到 MAX_NUM（10000000）的整数之和，并使用2个线程分配计算任务，从而提高计算效率。

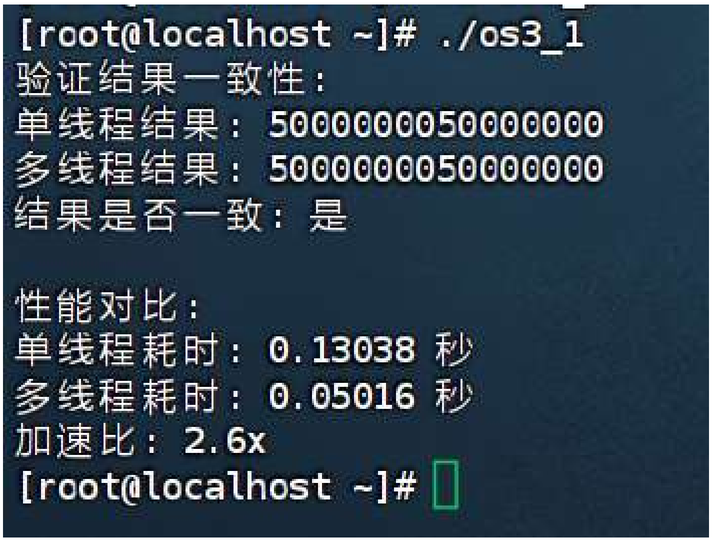
编写代码如下：

```c
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
#include <sys/time.h>
#include <stdint.h>

#define MAX_NUM 10000000
#define THREADS 4  // 根据CPU核心数调整

typedef struct {
    uint64_t start;
    uint64_t end;
    uint64_t result;
} ThreadArgs;

// 线程计算函数
void *calculate_sum(void *arg) {
    ThreadArgs *args = (ThreadArgs *)arg;
    uint64_t sum = 0;
    for (uint64_t i = args->start; i <= args->end; i++) {
        sum += i;
    }
    args->result = sum;
    return NULL;
}

// 单线程计算（保留原始实现用于对比）
uint64_t single_thread_sum() {
    uint64_t sum = 0;
    for (uint64_t i = 1; i <= MAX_NUM; i++) {
        sum += i;
    }
    return sum;
}

// 多线程计算（优化版）
uint64_t multi_thread_sum() {
    pthread_t threads[THREADS];
    ThreadArgs args[THREADS];
    uint64_t total_sum = 0;

    // 优化任务分配：每个线程处理连续区块
    uint64_t segment = MAX_NUM / THREADS;
    for (int i = 0; i < THREADS; i++) {
        args[i].start = i * segment + 1;
        args[i].end = (i == THREADS - 1) ? MAX_NUM : (i + 1) * segment;
```

```c
        args[i].result = 0;
        pthread_create(&threads[i], NULL, calculate_sum, &args[i]);
    }

    // 优化：使用循环展开减少同步开销
    for (int i = 0; i < THREADS; i++) {
        pthread_join(threads[i], NULL);
        total_sum += args[i].result;
    }

    return total_sum;
}

// 高精度计时函数
double get_wall_time() {
    struct timeval tv;
    gettimeofday(&tv, NULL);
    return (double)tv.tv_sec + (double)tv.tv_usec / 1000000.0;
}

int main() {
    // 预热：防止冷启动影响测试结果
    multi_thread_sum();

    // 单线程测试
    double start = get_wall_time();
    uint64_t sum_single = single_thread_sum();
    double time_single = get_wall_time() - start;

    // 多线程测试
    start = get_wall_time();
    uint64_t sum_multi = multi_thread_sum();
    double time_multi = get_wall_time() - start;

    // 结果验证
    printf("验证结果一致性:\n");
    printf("单线程结果: %lu\n", sum_single);
    printf("多线程结果: %lu\n", sum_multi);
    printf("结果是否一致: %s\n", (sum_single == sum_multi) ? "是" : "否");

    // 性能对比
    printf("\n性能对比:\n");
    printf("单线程耗时: %.5f 秒\n", time_single);
    printf("多线程耗时: %.5f 秒\n", time_multi);
    printf("加速比: %.1fx\n", time_single / time_multi);
```

```
    return 0;
}
```

得到如下结果:



运行该程序后，可以观察到多线程计算的时间明显低于单线程计算，在多线程的支持下，程序的计算速度大约提高了一倍，证明了多线程在并行计算中的优势。