操作系统实验报告

实验名称	生产者消费者问题		
学号	1120200563	姓名	肖良寿

一、实验目的

1. 了解生产者消费者问题的互斥与同步问题

   (1). 理解互斥的基本定义与实现原理

   (2). 理解同步的基本原理及其与互斥之间的关系

2. 掌握 Windows 系统下多进程编程的方法

   (1). 了解进程的创建方法

   (2). 熟悉 Windows 系统下进程间通信的实现

二、实验内容

1. 创建一个有 6 个缓冲区的缓冲池，初始为空，每个缓冲区能存放一个长度若为 10 个字符的字符串。

2. 2 个生产者进程

   - 随机等待一段时间，往缓冲区添加数据，
   - 若缓冲区已满，等待消费者取走数据后再添加
   - 重复 12 次

3. 3 个消费者进程

   - 随机等待一段时间，从缓冲区读取数据
   - 若缓冲区为空，等待生产者添加数据后再读取
   - 重复 8 次

三、实验环境及配置方法

1. Windows11-64 位操作系统
2. Visual Studio 2022 社区版 集成开发环境

四、实验方法和实验步骤（程序设计与实现）

1. 问题分析

（1）**关系分析** 生产者与消费者对缓冲区的访问是互斥关系，同时生产者与消费者存在相互协作的关系——只有生产者生产后消费者才能消费，二者存在同步关系。

（2）**整理思路** 只有生产者与消费者两种进程，存在同步与互斥关系，需要解决的问题为互斥与同步的 PV 操作的位置

（3）**信号量设置** 信号量 mutex 为互斥信号量，控制互斥访问缓冲池，初始化为 1；信号量 full 记录当前缓冲池中的“满”缓冲区数量，初始化为 0；信号量 empty 记录当前缓冲池中的“空”缓冲区数量，初始化为 n。

2. 伪代码表示

```
Semaphore mutex = 1;
Semaphore empty = n;   //空闲缓冲区
Semaphore full = 0;   //缓冲区初始化为空

Producer(){    //生产者进程
   For(i=1 to 12){
      Produce an item in nextp ;
      P(empty);   //申请空缓冲区单元
      P(mutex);   //进入临界区
      Add nextp to buffer;
      //向临界区写数据
      V(mutex);
      //离开临界区，释放互斥信号量
      V(full);
      //满缓冲区数量+1
}
}
```

```
Consumer(){
   For(i=1 to 8){
      P(full);          //申请缓冲区单元
      P(mutex);       //进入临界区
      Remove an item from buffer;
      //向缓冲区取走数据
      V(mutex);
      //离开临界区，释放互斥信号量
      V(empty);
      //空缓冲区数量+1
      Consume the item;
}
}
```

3. C++程序设计

(1) 信号量的设置可调用 C++语言的内置函数 CreatMutex(),OpenSemaphore()来实现；

(2) P、V 操作调用 C++语言的内置函数 WaitForSingleObject()、ReleaseMutex()、ReleaseSemaphore()函数来实现；

(3) 多进程创建

Windows 创建多进程使用 CreatProcess()函数调用自己，通过多次创建得到 2 个生产者进程和 3 个消费者进程，在之中运行相应的生产者进程函数与消费者进程函数。在通过传入参数不同，来辨别是第一次主进程还是生产者进程，消费者进程。

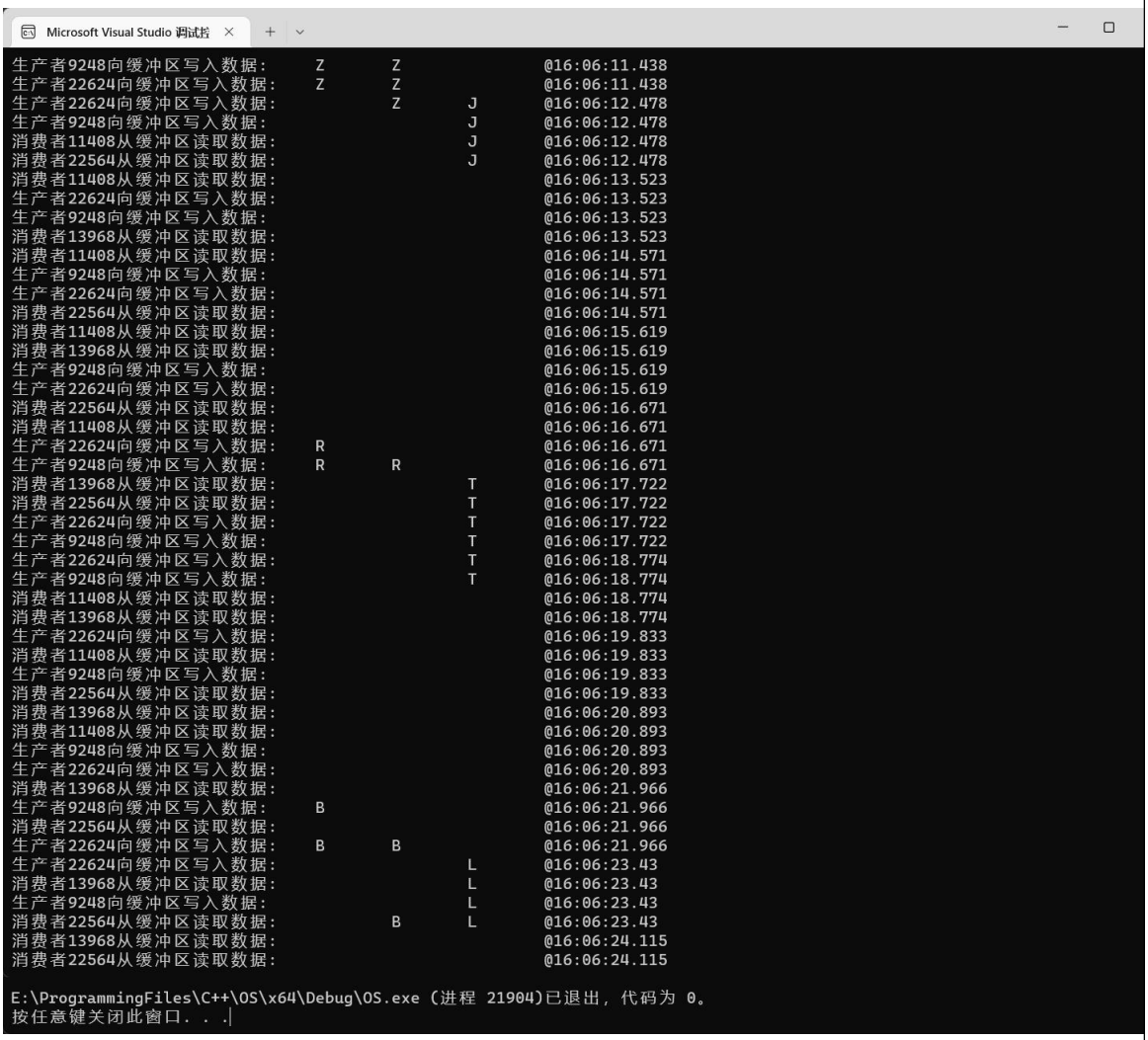
```
    GetModuleFileName(NULL, szFilename, MAX_PATH);

    TCHAR szCmdLine[MAX_PATH];
    sprintf(szCmdLine, "\"%s\" %d", szFilename, nCloneID);

    STARTUPINFO si;
    ZeroMemory(reinterpret_cast<void*>(&si), sizeof(si));

    si.cb = sizeof(si);
    PROCESS_INFORMATION pi;

    BOOL bCreateOK = CreateProcess(
        szFilename,
        szCmdLine,
        NULL,
        NULL,
        FALSE,
        CREATE_DEFAULT_ERROR_MODE,
        NULL,
        NULL,
        &si,
        &pi);
    if (bCreateOK)
        handleOfProcess[nCloneID] = pi.hProcess;
    else
    {
        printf("Error in create process!\n");
        exit(0);
    }
}
```

(4) 进程间通信

通过构建共享内存区实现进程间通信，首先调用 OpenFileMapping()创建一个共享内存空间并返回一个 HANDLE 句柄，此后调用 MapViewOfFile()获取内存映射到该程序的内存（本进程）；

五、实验结果和分析

程序运行的控制台结果如下图所示：



六、讨论、心得

程序的实际运行过程并不直观，只能看到程序的运行结果，调用、跳转关系还比较黑盒，如能设计更加可视化的程序，对于理解操作系统进程、进程间通信等将会有很好的效果。