

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Факультет компьютерных наук

Ахаладзе Мария Мерабиевна, БПИ193(2)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К МИКРОПРОЕКТУ №2 ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«АРХИТЕКТУРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»**

Вариант 6

студента образовательной программы «Программная инженерия»
по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Руководитель:

профессор департамента
программной инженерии
Легалов А. И.

Москва, 2020 год

Постановка задания

Задача о курильщиках. Есть три процесса-курильщика и один процесс-посредник. Курильщик непрерывно скручивает сигареты и курит их. Чтобы скрутить сигарету, нужны табак, бумага и спички. У одного процесса-курильщика есть табак, у второго – бумага, а у третьего – спички. Посредник кладет на стол по два разных случайных компонента. Тот процесс-курильщик, у которого есть третий компонент, забирает компоненты со стола, скручивает сигарету и курит. Посредник дожидается, пока курильщик закончит, затем процесс повторяется. Создать многопоточное приложение, моделирующее поведение курильщиков и посредника. При решении задачи использовать мьютексы.

Описание используемых средств

Данное приложение было разработано с применением OpenMP – открытого стандарта для распараллеливания программ, написанных на языке программирования C, C++ и Фортран. Были использованы директивы `parallel` (с установкой количества потоков, равного 4: один поток-посредник и три потока-курильщика) и `barrier` для синхронизации потоков, ожидающих другие потоки, которые еще выполняют работу. Информация о применении OpenMP взята из [1].

Так же для имитации ожидания курильщиков и посредника использованы мьютексы – базовый механизм синхронизации, позволяющий исключать общий доступ потоков к каким-либо блокам и заставлять их ожидать, пока некоторый блок не выполнится и мьютекс не разблокируется. Информация о работе с мьютексами взята из [2].

В приложении сначала с помощью датчика случайных чисел (ДСЧ) генерируются начальные данные для каждого потока-курильщика: у первого курильщика есть k_1 табака (0 бумаги и спичек), у второго курильщика есть k_2 бумаги (0 табака и спичек), у третьего курильщика есть k_3 спичек (0 табака и бумаги), числа k_1, k_2, k_3 – случайные числа от одного до пяти включительно.

Для потока-посредника структура хранения информации такая же, просто у него 0 табака, бумаги и спичек. Сгенерированная информация для i -того курильщика выводится на экран, после чего происходит ожидание 2 секунды для удобного восприятия пользователем информации. После этого выводится текущее время (начало с одной минуты) и происходит ожидание 2 секунды.

После этого следует цикл с постусловием, что цикл выполняется, пока текущее время не превысило границу (51 минуту) и пока не досрочный конец цикла (если у курильщика, который должен забрать у посредника предметы и начать курить, закончился третий нужный предмет). На каждой итерации цикла имеющийся мьютекс блокируется, а массив предметов, которые генерирует посредник, обнуляется.

Затем происходит распараллеливание на четыре потока. В блоке, следующем за директивой `parallel`, вычисляется номер потока с помощью метода `omp_get_thread_num()`.

Если это поток-посредник (считается, что у него нулевой номер), то он с помощью ДСЧ генерирует новые предметы. Генерация происходит следующим образом: генерируется количество (0 или 1) для табака. Если оно равно нулю, то количество бумаги и спичек равно 1 (т.к. посредник выдает два предмета); если нет, то генерируется количество бумаги (0 или 1), если оно равно нулю, то количество спичек равно 1, иначе 0. После этого выводится информация о сгенерированных предметах, происходит ожидание в пять секунд для удобства пользователя и поток снимает блок с мьютекса.

Если это поток-курильщик (номер потока 1-3), то выполняется проверка, сгенерировал ли уже посредник предметы. Если это не так, то поток пытается заблокировать заблокированный мьютекс и из-за этого ожидает, пока посредник не разблокирует мьютекс, и сам снимает блок с мьютекса, позволяя другим ожидающим потокам выйти из состояния ожидания. Далее вычисляется индекс потока, который в соответствии с предложенными посредником предметами может курить.

Проверка происходит следующим образом: если среди предметов нет табака, а у первого курильщика он есть, то возвращается 1; если среди предметов нет бумаги, а у второго курильщика она есть, то возвращается 2; если среди предметов нет спичек, а у третьего курильщика они есть, то возвращается 3; в противном случае возвращается -1, т.к. у какого-то курильщика закончился нужный третий предмет.

Затем происходит проверка положительности полученного индекса: если он меньше нуля, то булева переменная `isEnd` меняет значение на `true`, т.к. у подходящего курильщика закончился нужный предмет, иначе происходит сравнение номера текущего потока с полученным индексом. Если текущий поток-курильщик может закурить, то происходит задержка на 3 секунды, выводится текущее время и информация о том, что курильщик с этим номером курит. При этом у него декрементируется количество имеющегося предмета и происходит задержка на 5 секунд, имитирующая ожидание других курильщиков и посредника. После курения выводятся оставшиеся предметы у курильщика, после чего происходит задержка на 3 секунды для удобства пользователя.

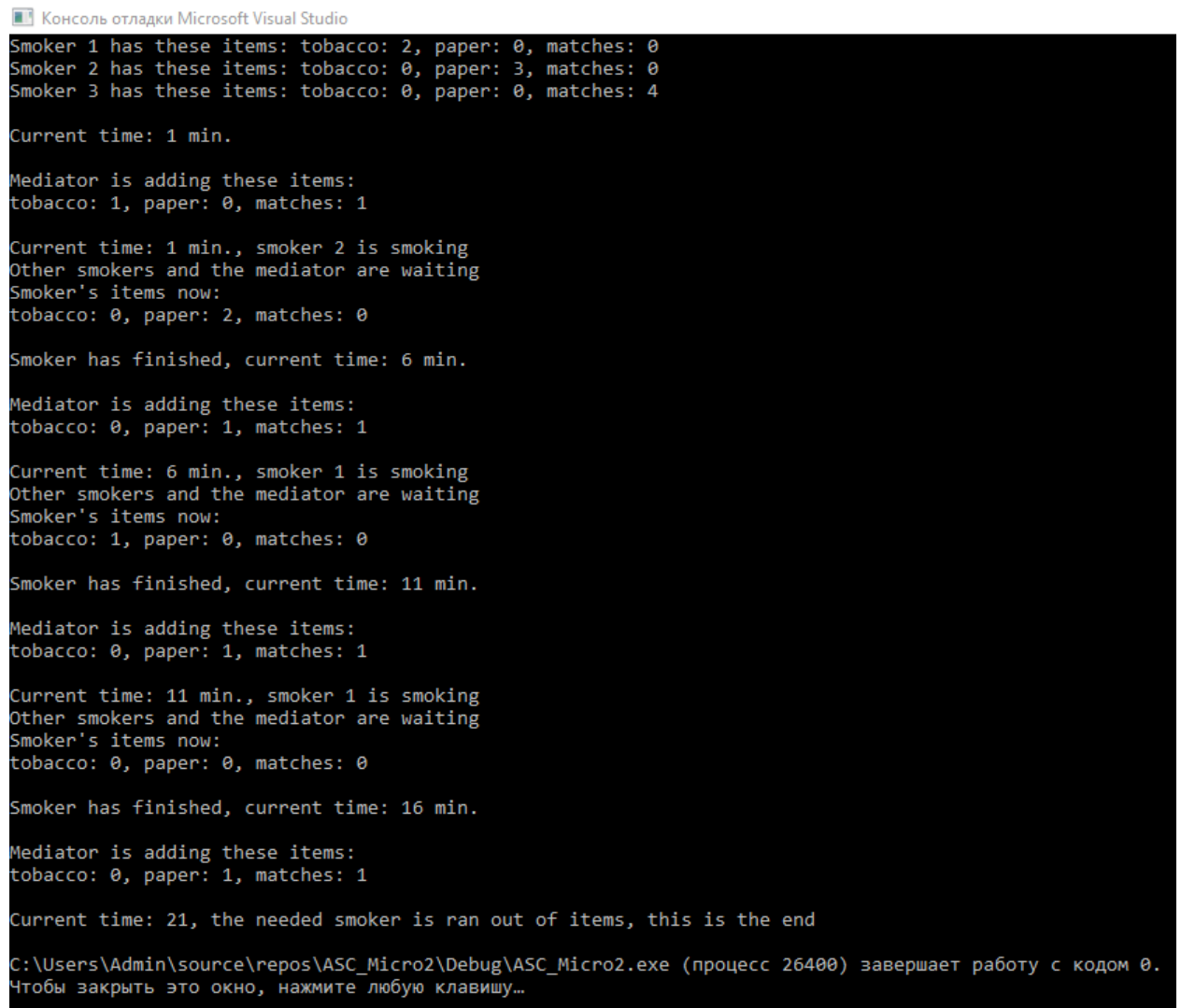
После выполнения описанной работы для курильщика или посредника (зависит от `i`) поток блокируется директивой `barrier` до того момента, когда все потоки не достигнут этой директивы, что будет означать, что и посредник, и курильщики выполнили свою работу. После того, как все потоки дойдут до директивы `barrier`, блок распараллеливания завершается.

К текущему времени прибавляется 5 (считается, что курильщик тратит пять минут на курение) и оно выводится на экран. Если булева переменная `isEnd` ложна, то выводится сообщение о том, что курильщик закончил курить, иначе выводится сообщение о том, что у курильщика закончился нужный предмет и процесс работы завершается. Затем происходит задержка на 3 секунды для удобства пользователя и, если условие цикла выполняется, происходит новая итерация. Если же происходит выход из цикла и при этом

переменная isEnd ложна, это означает, что текущее время превысило лимит по времени и выводится соответствующее сообщение.

Тестирование программы

Результат тестирования случая, когда процесс завершается из-за того, что у подходящего курильщика закончился нужный предмет, представлен на рисунке 1.



```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Smoker 1 has these items: tobacco: 2, paper: 0, matches: 0
Smoker 2 has these items: tobacco: 0, paper: 3, matches: 0
Smoker 3 has these items: tobacco: 0, paper: 0, matches: 4

Current time: 1 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 0, matches: 1

Current time: 1 min., smoker 2 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 2, matches: 0

Smoker has finished, current time: 6 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 0, paper: 1, matches: 1

Current time: 6 min., smoker 1 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 1, paper: 0, matches: 0

Smoker has finished, current time: 11 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 0, paper: 1, matches: 1

Current time: 11 min., smoker 1 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 0, matches: 0

Smoker has finished, current time: 16 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 0, paper: 1, matches: 1

Current time: 21, the needed smoker is ran out of items, this is the end

C:\Users\Admin\source\repos\ASC_Micro2\Debug\ASC_Micro2.exe (процесс 26400) завершает работу с кодом 0.
Чтобы закрыть это окно, нажмите любую клавишу...
```

Рисунок 1 – Результат тестирования

Результат тестирования случая, когда процесс завершается из-за того, что текущее время превысило лимит, представлен на рисунке 2.

```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Smoker 1 has these items: tobacco: 5, paper: 0, matches: 0
Smoker 2 has these items: tobacco: 0, paper: 5, matches: 0
Smoker 3 has these items: tobacco: 0, paper: 0, matches: 5

Current time: 1 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 0, matches: 1

Current time: 1 min., smoker 2 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 4, matches: 0

Smoker has finished, current time: 6 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 1, matches: 0

Current time: 6 min., smoker 3 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 0, matches: 4

Smoker has finished, current time: 11 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 0, matches: 1

Current time: 11 min., smoker 2 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 3, matches: 0

Smoker has finished, current time: 16 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 1, matches: 0

Current time: 16 min., smoker 3 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 0, matches: 3

Smoker has finished, current time: 21 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 0, paper: 1, matches: 1

Current time: 21 min., smoker 1 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 4, paper: 0, matches: 0

Smoker has finished, current time: 26 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 0, paper: 1, matches: 1

Current time: 26 min., smoker 1 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 3, paper: 0, matches: 0

Smoker has finished, current time: 31 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 0, matches: 1

Current time: 31 min., smoker 2 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 2, matches: 0

Smoker has finished, current time: 36 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 1, matches: 0

Current time: 36 min., smoker 3 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 0, matches: 2

Smoker has finished, current time: 41 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 1, paper: 0, matches: 1

Current time: 41 min., smoker 2 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 0, paper: 1, matches: 0

Smoker has finished, current time: 46 min.

Mediator is adding these items:
tobacco: 0, paper: 1, matches: 1

Current time: 46 min., smoker 1 is smoking
Other smokers and the mediator are waiting
Smoker's items now:
tobacco: 2, paper: 0, matches: 0

Smoker has finished, current time: 51 min.

Current time: 51 min., we've reached the time limit, this is the end
C:\Users\Admin\source\repos\ASC_Micro2\Debug\ASC_Micro2.exe (процесс 22668) завершает работу с кодом 0.
Чтобы закрыть это окно, нажмите любую клавишу...
```

Рисунок 2 – Результат тестирования

Поскольку данное приложение не имеет входных данных (все генерируется случайно), то тестов на различные входные данные не имеется. Так же приведенных выше результатов тестирования достаточно, т.к. они отражают все взаимодействия и возможные сценарии поведения потоков-курильщиков и посредника (генерация предметов, выбор курильщика, курение, ожидание, обновление времени).

Библиографический список

[1] Основные директивы OpenMP с примерами // Чертоги разума. Личный блог Кузьминых Кирилла URL: <http://mindhalls.ru/pragma-omp-directives-samples/> (дата обращения: 12.12.2020).

[2] [C++] часть 2: МЬЮТЕКС. Пишем наш первый код для многопоточной среды // Medium URL: https://bit.ly/medium_mutex (дата обращения: 12.12.2020).