Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ Информатика и системы управления

КАФЕДРА Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №5 «ОБРАБОТКА ОЧЕРЕДЕЙ»

Студент Ковалец Кирилл

Группа ИУ7 – 33Б

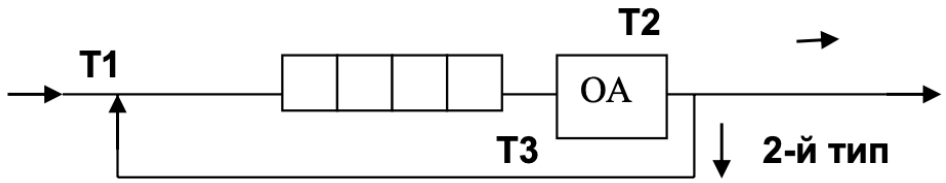
2020 г.

Описание условия задачи

Провести сравнительный анализ реализации алгоритмов включения и исключения элементов из очереди при использовании указанных структур данных, оценить эффективности программы по времени и по используемому объему памяти.

Описание технического задания

Система массового обслуживания состоит из обслуживающего аппарата (ОА) и очереди заявок двух типов.



Заявки 1-го типа поступают в "хвост" очереди по случайному закону с интервалом времени **T1,** равномерно распределенным от **0 до 5** единиц времени (е.в.). В ОА они поступают из "головы" очереди по одной и обслуживаются также равновероятно за время **T2** от **0 до 4** е.в., после чего покидают систему.

Единственная заявка 2-го типа постоянно обращается в системе, обслуживаясь в ОА равновероятно за время **T3** от **0 до 4** е.в. и возвращаясь в очередь не далее 4-й позиции от "головы". В начале процесса заявка 2-го типа входит в ОА, оставляя пустую очередь. (Все времена – **вещественного** типа)

Смоделировать процесс обслуживания первых 1000 заявок **1-го типа.** Выдавать после обслуживания каждых 100 заявок **1-го типа** информацию о текущей и средней длине очереди, количестве вошедших и вышедших заявок и о среднем времени пребывания заявок в очереди. В конце процесса выдать общее время моделирования, время простоя аппарата, количество вошедших в систему и вышедших из нее заявок первого типа и количество обращений заявок второго типа. По требованию пользователя выдать на экран адреса элементов очереди при удалении и добавлении элементов. Проследить, возникает ли при этом фрагментация памяти.

Входные данные:
Номер команды, отвечающий за определённое действие.

Команды:

1. Добавить элементы в очередь;
2. Добавить случайные элементы в очередь;
3. Удалить элементы из очереди;
4. Вывести текущее состояние очереди (массив);
5. Вывести текущее состояние очереди (список);
6. Вывести массив освобождённых адресов;
0. Выйти из программы.

Выходные данные:

1. Результат выполнения определённой команды;
2. Результат сравнения обработки 2-х типов стеков по времени и памяти.

Обращение к программе:
Запускается через терминал командой make run

Сообщения при аварийных ситуациях:

1. Не удалось прочитать номер команды;
2. Номер команды должен быть >= 0 и <= 6;
3. Не удалось прочитать кол-во добавляемых элементов;
4. Кол-во добавляемых элементов не может быть отрицательным;
5. Произошло переполнение очереди;
6. Не удалось прочитать элемент очереди;
7. Не удалось прочитать кол-во удаляемых элементов;
8. Кол-во удаляемых элементов не может быть отрицательным;
9. В очереди нет столько элементов;
10. Не удалось выделить память.

Описание структуры данных

turn_array_t - структура, содержащая информацию об очереди, реализованного с помощью массива.

```
typedef struct turn_array
{
   int *head;
   int *tail;
   int size;
} turn_array_t;
```

Поля структуры:

1) int * head – указатель на “голову” очереди;
2) int * tail – указатель на “хвост” очереди;
3) int size – кол-во элементов очереди.

elem_turn_list_t - структура, содержащая информацию об элементе очереди, реализованного с помощью односвязного списка.

```
typedef struct elem_turn_list
{
   int64_t start;
   int elem;
   struct elem_turn_list *next;
} elem_turn_list_t;
```

Поля структуры:

1) int64_t start – время добавления элемента в очередь (в тиках);
2) int elem – элемент очереди;
3) struct elem_turn_list *next – указатель на следующий элемент очереди.

turn_list_t - структура, содержащая информацию о всей очереди, реализованного с помощью односвязного списка.

```
typedef struct turn_list
{
   elem_turn_list_t *head;
   int size;
} turn_list_t;
```

Поля структуры:

1) elem_turn_list_t * head – указатель на “голову” очереди;
2) int size – кол-во элементов очереди.

array_of_freed_areas_t - структура, содержащая информацию о массиве освобождённых адресов.

```
typedef struct array_of_freed_areas
{
   elem_turn_list_t **array;
   int size;
} array_of_freed_areas_t;
```

Поля структуры:

1) elem_turn_list_t **array – массив освобождённых адресов;
2) int size – кол-во элементов в массиве.

Описание алгоритма

1. Выводится меню программы (каждой команде присвоен номер);
2. Пользователь вводит номер команды, который отвечает за определённое действие;
3. Ввод осуществляется до того момента, пока не будет введён 0, являющийся признаком выхода из программы.

Набор тестов

№	Название теста	Входные данные	Результат
2	Номер команды - число	k	Не удалось прочитать номер команды
3	Номер команды >= 0 и <=6	8	Номер команды должен быть >= 0 и <= 6
4	Кол-во добавляемых элементов в очередь - число	k	Не удалось прочитать кол-во добавляемых элементов
5	Кол-во добавляемых элементов в очередь > 0	-1	Кол-во добавляемых элементов не может быть отрицательным
6	Максимальный размер очереди - 1000	В очереди содержалось 5 элементов, попытались добавить ещё 996	Произошло переполнение очереди
7	Элемент очереди – целое число	k	Не удалось прочитать элемент очереди
8	Кол-во удаляемых элементов - число	k	Не удалось прочитать кол-во удаляемых элементов
9	Кол-во удаляемых	-1	Кол-во удаляемых эле-

	элементов в очереди > 0		ментов не может быть отрицательным
10	Попытка удалить элементов больше, чем есть в очереди	В очереди содержалось 5 элементов, попытались удалить 6	В очереди нет столько элементов
11	Добавление элементов в очередь	Добавление 5 элементов в незаполненную очередь	Элементы успешно добавлены в очередь
12	Добавление элементов в заполненную очередь	Попытка добавить 1 элемент	Очередь заполнена
13	Удаление элементов из стека	Удаление 5 элементов из заполненного стека	Элементы успешно удалены из стека
14	Удаление элементов из пустой очереди	Попытка удалить 1 элемент	Очередь пуста
15	Запрос на печать массива, содержащего адреса освобождённых элементов очереди (список)	Команда 6	Печать массива
16	Вывести текущее состояние очереди	Команда 4	Печать элементов очереди в столбец (для списка выводится адрес каждого элемента очереди)
17	Сравнение работы двух очередей (списка и массива) по памяти и времени	Запрос на сравнение очередей (Номер команды – 2)	Печать требуемых по заданию значений
18	Выход из программы	Команда 0	Выход из программы

Оценка эффективности

Сортировка каждой таблицы будет измеряться в тактах процессора (процессор со средней частотой 2.3gHz).

Сравнение эффективности

Добавление элементов (в тиках)

Размер	Массив	Список
10	1233	3802
100	2328	17254
500	7387	77008
1000	13765	155498

Удаление элементов (в тиках)

Размер	Массив	Список
10	555	2676
100	39254	16239
500	605261	75833
1000	2382834	155399

Сравнение памяти

Размер	Массив	Список
10	4024	248
100	4024	2408
500	4024	12008
1000	4024	24008

Тесты

Интервал времени прихода в очередь заявки 1-го типа (T1): от 0 до 5 е.в.;
Интервал времени обработки заявки 1-го типа в очереди: от 0 до 4 е.в.;
Интервал времени обработки заявки 2-го типа в очереди: от 0 до 4 е.в.
Кол-во вошедших заявок в очередь - 1001.

Тип сравнения	Ожидаемое время	Реальное время	Погрешность
Время моделирования	2503	2533	1.19%
Время работы аппарата	2000	2037	1.85%
Время простоя	500	486	2.88%
Время работы аппарата + время простоя	2500	2523	0.92%

Интервал времени прихода в очередь заявки 1-го типа (T1): от 0 до 4 е.в.;
Интервал времени обработки заявки 1-го типа в очереди: от 0 до 5 е.в.;
Интервал времени обработки заявки 2-го типа в очереди: от 0 до 5 е.в.;
Кол-во вошедших заявок в очередь - 1099.

Тип сравнения	Ожидаемое время	Реальное время	Погрешность
Время моделирования	2198	2250	2.36%
Время работы аппарата	2500	2449	1.96%
Время простоя	~0	2	-
Время работы аппарата + время простоя	2500	2451	1.99%

Ответы на контрольные вопросы

Что такое очередь?
Очередь — структура данных, для которой выполняется правило FIFO, то есть первым зашёл — первым вышел. Вход находится с одной стороны очереди, выход — с другой.

Каким образом, и какой объем памяти выделяется под хранение очереди при различной ее реализации?
При хранении кольцевым массивом: кол-во элементов * размер одного элемента очереди. Память выделяется на стеке при компиляции, если массив статический. Либо память выделяется в куче, если массив динамический.
При хранении списком: кол-во элементов * (размер одного элемента очереди + указатель на следующий элемент). Память выделяется в куче для каждого элемента отдельно.

Каким образом освобождается память при удалении элемента из очереди при ее различной реализации?
При хранении кольцевым массивом память не освобождается, а просто меняется указатель на конец очереди. При хранении списком, память под удаляемый кусок освобождается.

Что происходит с элементами очереди при ее просмотре?
Эти элементы удаляются из очереди.

Каким образом эффективнее реализовывать очередь. От чего это зависит?
Зная максимальный размер очереди, лучше всего использовать кольцевой статический массив. Не зная максимальный размер, стоит использовать связанный список, так как такую очередь можно будет переполнить только если закончится оперативная память.

Каковы достоинства и недостатки различных реализаций очереди в зависимости от выполняемых над ней операций?
При использовании кольцевого массива тратится больше времени на обработку операций с очередь, а так же может возникнуть фрагментация памяти. При реализации статическим кольцевым массивом, очередь всегда ограничена по размеру.

Что такое фрагментация памяти?
Фрагментация памяти — разбиение памяти на куски, которые лежат не рядом друг с другом. Можно сказать, что это чередование свободных и занятых кусков памяти.

На что необходимо обратить внимание при тестировании программы?
Корректное освобождение памяти.

Каким образом физически выделяется и освобождается память при динамических запросах?
При запросе памяти, ОС находит подходящий блок памяти и записывает его в «настоящее» начало массиватаблицу» занятой памяти. При освобождении, ОС удаляет этот блок памяти из «настоящее» начало массиватаблицы» занятой пользователем памяти.

Вывод

Если очередь реализована статическим массивом, то добавление в неё новых элементов будет происходить быстрее (в 3 раза для 10 элементов и в 11 раз для 1000 элементов), чем в очередь, реализованную списком. Это связанно с тем, что для хранения очереди в виде списка требуется выделить память для указателей на следующие элементы списка. Удаление элементов из массива происходит медленнее (в 2 раза для 100 элементов и в 15 раз для 1000 элементов), чем из списка, так как при удалении элемента из массива, требуется сдвинуть оставшиеся на один вправо. Чтобы и удаление элементов из массива было эффективнее по времени, надо использовать кольцевой массив.

Вариант хранения очереди в виде списка может выигрывать в том случае, если стек реализован статическим массивом (массив на 1000 элементов должен быть заполнен менее, чем на 20%). Так же, если не известен размер стека, то в таком случае стоит использовать списки (или динамические массивы).