



Министерство образования и науки 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 2

По дисциплине «Типы и структуре данных»

Название Обработка таблиц

Студент Назирова Илхомджон Вохиджон
фамилия, имя, отчество

Группа ИУ7-35Б

Тип лабораторной работы Учебная

Название
предприят
ия

Студент

И.В.
подпись, дата

Назирова И.В.
фамилия, и.о.

Преподаватель

подпись, дата

Никульшина Т.А.
фамилия, и.о.

Условие задачи

Разработать программу умножения или сложения разреженных матриц. Предусмотреть возможность ввода данных, как с клавиатуры, так и использования заранее подготовленных данных. Матрицы хранятся и выводятся в форме трех объектов. Для небольших матриц можно дополнительно вывести матрицу в виде матрицы. Величина матриц - любая (допустим, 1000×1000). Сравнить эффективность (по памяти и по времени выполнения) стандартных алгоритмов обработки матриц с алгоритмами обработки разреженных матриц при различной степени разреженности матриц и различной размерности матриц.

Техническое задание

Разреженная (содержащая много нулей) матрица хранится в форме 3-х объектов:

- вектор A содержит значения ненулевых элементов;
- вектор IA содержит номера строк для элементов вектора A;
- связный список JA, в элементе Nk которого находится номер компонент в A и IA, с которых начинается описание столбца Nk матрицы A.

1. Смоделировать операцию сложения двух матриц, хранящихся в этой форме, с получением результата в той же форме.
2. Произвести операцию сложения, применяя стандартный алгоритм работы с матрицами.
3. Сравнить время выполнения операций и объем памяти при использовании этих 2-х алгоритмов при различном проценте заполнения матриц.

Входные данные:

1. Целое число, представляющее собой номер команды: целое число в диапазоне от 1 до 3.
2. Командно-зависимые данные:
 - Количество строк\столбцов матрицы
 - Элементы матрицы в формате "индекс строки индекс столбца значение элемента"
 - Количество нулевых элементов матрицы.

Выходные данные:

1. Исходные и результирующие матрицы в стандартном формате и разреженном столбцовом формате
2. Количественная характеристика сравнения времени сложения матриц разного формата
3. Количественная характеристика сравнения занимаемой памяти матриц

разного вида

Выходные данные:

1. Исходные и результирующие матрицы в стандартном формате и разреженном столбцовом формате
2. Количественная характеристика сравнения времени сложения матриц разного формата
3. Количественная характеристика сравнения занимаемой памяти матриц разного вида

Функция программы:

Ввести две матрицы с клавиатуры
Сгенерировать две матрицы разреженности
Сложить две матрицы в стандартном формате
Сложить две матрицы в столбцовом формате
Вывести две матрицы в обычном формате
Вывести две матрицы в столбцовом формате
Сравнить время выполнения операций и объем памяти при сложении матриц в разных форматах

Аварийные ситуации:

1. Некорректный ввод команды.
На входе: число большее 3, либо меньшее 1.
На выходе: сообщение `"Your choice not found!"`
3. Неверный ввод числа
На входе: неверно введенный индекс строки матрицы
На выходе: `"Error! Incorrect index of row!"`
4. Неверный ввод числа
На входе: неверно введенный индекс столбца матрицы
На выходе: `"Error! Incorrect index of column!"`
5. Неверный ввод числа
На входе: неверное значение количества строк\столбцов матрицы\ненулевых элементов матрицы
На выходе: сообщение `"Error! The size of the array is small or big!"`
6. Неверный ввод числа
На входе: неверное значение ненулевых элементов матрицы
На выходе: `"Error! Incorrect input amount of not null number!"`

Описание структур данных

Структура простой матрицы

```
typedef struct {  
    int **matrix; // матрица  
    size_t row; // размер строк  
    size_t column; // размер столбца  
} sm_matrix;
```

Структура разреженной матрицы

```
typedef struct {  
    size_t row; // размер строк  
    size_t column; // размер столбца  
    size_t amount_of_ne; // количество ненулевых элементов  
  
    int *A; // начало массив ненулевых элементов  
    int *AI; // начало массив индексов строк  
    int *PA; // конец массива ненулевых элементов  
    int *IPA; // конец массива индексов строк  
    struct child JA; // связанный список  
} dolled_matrix;
```

Структура списка

```
typedef struct child {  
    int *index; // начала массива компонентов столбца  
    int *p_index; // конец массива компонентов столбца  
} child_el;
```

Тесты

Тесты

	Тест	Пользовательский ввод	Результат
1	Некорректный ввод команды	2ф	Error! Please enter correct data!
2	Неверное значение	-1	Error! The size of the array is small or big!

	количества строк матрицы		
3	Неверное значение количества строк матрицы	iu	Error! The size of the array is small or big!
4	Неверное значение количества столбцов матрицы	0.228	Error! The size of array is small or big!
5	Неверное значение количества столбцов матрицы	rk	Error! The size of array is small or big!
6	Неверное значение ненулевых элементов матрицы	100	Error! Incorrect input amount of not null number!
7	Неверное значение ненулевых элементов матрицы	-1	Error! Incorrect input amount of not null number!
8	Неверное значение количества ненулевых элементов матрицы	5 (при размере матрицы 2 x 2)	Error! Incorrect input amount of not null number!
9	Неверное значение количества ненулевых элементов матрицы	-1	Error! Incorrect input amount of not null number!

10	Неверное значение номера строки	-1	Error! Incorrect index of row!
11	Неверное значение номера строки	6 (при размере матрицы 5 x 5)	Error! Incorrect index of row!
12	Неверное значение номера столбца	-6	Error! Incorrect index of column!
13	Неверное значение номера столбца	6 (при размере матрицы 5 x 5)	Error! Incorrect index of column!
14	Неверное значение элемента матрицы	warcraft	"Error! Please enter correct data!"
15	Неверное значение элемента матрицы	1.488	"Error! Please enter correct data!"
16	Ввод матриц вручную (команда 1)	корректно введенные матрицы	Заполненные матрицы
17	Заполнение матриц случайными числами (команда 2)	корректные размерности матриц и количество ненулевых элементов для разреженности матриц	Матрицы заполненные случайными элементами
18	Сложение матриц в стандартной форме (команда 3)		Результирующая матрица, полученная поэлементным сложением 1 и 2 матриц
19	Сложение матриц в разреженном столбцовом		Результирующая матрица, полученная поэлементным сложением 1 и 2 матриц

	формате (команде 4)		
20	Вывод исходных матриц в стандартном формате на экран (команда 5)		Исходные матрицы в стандартном формате
21	Вывод исходных матриц в столбцовом формате на экран (команда 6)		Исходные матрицы в столбцовом формате
22	Вывести сравнение времени сложения и объема занимаемой памяти обычной и разреженной матриц (команда 7)	3	Вывод сравнения времени сложения и объема занимаемой памяти матриц разных форматов

Оценка эффективности

Измерения эффективности сложения матриц в разных форматах будут производиться в секундах. Матрицы будут заполняться случайными числами.

Время сложения (миллисекундах):

10% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
--------	--------------------	-------------------

10x10	1	2
100x100	139	198
300x300	921	540

30% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	2	4
100x100	81	1026
300x300	967	4269

50% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	2	11
100x100	152	3675
300x300	952	7146

80% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	2	18
100x100	86	5103

300x300	577	12636
---------	-----	-------

100% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	2	20
100x100	64	6119
300x300	453	148867

Объем занимаемой памяти:

10% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	400	124
100x100	40000	8404
300x300	360000	25204

30% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	400	284
100x100	40000	24404
300x300	360000	73204

50% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	400	444
100x100	40000	40404
300x300	360000	361204

80% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	400	684
100x100	40000	64404
300x300	360000	577204

100% разреженности

Размер	Стандартный формат	Столбцовый формат
10x10	400	844
100x100	40000	80404
300x300	360000	721204

Контрольные вопросы

1. Что такое разреженная матрица, какие схемы хранения таких матриц вы знаете?

Разреженная матрица — это матрица, содержащая большое количество нулей. Схемы хранения матрицы: связанная схема хранения, строчный формат, столбцовый формат, кольцевой связанный список, двунаправленные стеки и очереди.

2. Каким образом и сколько памяти выделяется под хранение разреженной и обычной матрицы?

Под обычную матрицу (N — количество строк, M — количество столбцов) выделяет $N \cdot M$ ячеек памяти. Для разреженной матрицы количество ячеек памяти зависит от способа. В случае разреженного формата требуется количество ячеек в размере $K \cdot 2 + M$, где K — количество ненулевых элементов, M — количество столбцов.

3. Каков принцип обработки разреженной матрицы?

Алгоритмы обработки разреженных матриц предусматривают работу только с ненулевыми элементами.

4. В каком случае для матриц эффективнее применять стандартные алгоритмы обработки матриц? От чего это зависит?

Стандартные алгоритмы обработки матриц эффективнее применять при большом количестве ненулевых элементов (начиная примерно с 50%). Зависит от количества ненулевых элементов.

Вывод

Использование алгоритмов хранения и обработки разреженных матриц выгодно, когда количество ненулевых элементов примерно $>20\%$ от всех элементов матрицы. Стоит отметить, что если не так

важна память, занимаемая стоит отметить, что если не так важна
память, занимаемая
матрицами, но важно время, то можно лучше использовать
алгоритм обработки разреженных
матриц, так как он, хоть и немного, но выигрывает во времени даже
на больших %
заполненности матриц (80% - 100%)