**МГТУ им. Н.Э.Баумана**

**Дисциплина “Типы и структуры данных”**

**Отчет по Лабораторной работе №3 по теме “Обработка разреженных матриц”.**

Работу выполнил:

Студент: Зейналов Зейнал

ИУ7-31Б

Варинат 14(3)

Москва, 2018.

*Описание задачи:*

*Разработать программу сложения разреженных матриц. Предусмотреть возможность ввода данных, как с клавиатуры, так и использования автоматического заполнения. Матрицы хранятся и выводятся в форме трех объектов. Для небольших матриц можно дополнительно вывести матрицу в виде матрицы. Величина матриц - любая. 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.*

*Разреженная (содержащая много нулей) матрица хранится в форме 3-х объектов: - вектор A содержит значения ненулевых элементов; - вектор JA содержит номера столбцов для элементов вектора A; - связный список IA, в элементе Nk которого находится номер компонент в A и JA, с которых начинается описание строки Nk матрицы A.*

*1. Смоделировать операцию умножения матрицы и вектора-столбца, хранящихся в этой форме, с получением результата в той же форме.*

*2. Произвести операцию умножения, 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.*

*Описание ТЗ*

*Введение*:

*Наименование программы* - “Мультипликатор разреженных матриц”.

Программа предназначена к применению в учебных целях.

*Основания для разработки*:

Основанием для проведения разработки является Лабораторная работа № 3, выданная в МГТУ им. Н.Э. Баумана в учебных целях.

*Назначение разработки*:

*Функциональное назначение программы*: предоставление пользователю возможностей умножения матриц в обычном виде, в разреженном виде и сравнения эффективности этих способов. *Эксплуатационное назначение программы*: программа должна использоваться в ходе проведения Лабораторной работы № 3 в МГТУ им. Н.Э. Баумана, пользователями программы должны являться преподаватели и студенты университета.

*Требования к программе или программному изделию*:

* *Требования к функциональным характеристикам*: программа должна предоставить пользователю возможность самостоятельно ввести матрицы с помощью координатного метода или заполнить матрицы автоматически, при этом пользователь должен ввести размерность матриц и степень их заполненности. Программа должна просуммировать матрицы обычным способом и способом сложения разреженных матриц, сравнить их эффективность по памяти и по времени и вывести матрицу в обычном виде, если она меньше, чем 50 на 50, и в разреженном виде. При вводе некорректных значений пользователем, программа должна выдать сообщение об этом и попросить ввести еще раз.
* *Требования к надежности*: программа должна воспринимать любой ввод и не завершаться аварийно. При вводе целочисленных значений должны проверяться введенные символы и диапазон возможных значений. При некорректном вводе пользователю должно быть выведено сообщение об этом и предложено ввести значение снова.
* *Требования к эксплуатации*: Программа не требует особых климатических условий. Программа не требует проведения каких-либо видов обслуживания. Для нормального функционирования программы достаточно одного человека - пользователя.

*Описание СД*

*Алгоритм:*

*Набор тестов:*

* Некорректные значения

|  |  |
| --- | --- |
| Ввод | Вывод программы |
| Число строк меньше 1 | Некорректный ввод |
| Число столбцов меньше 1 | Некорректный ввод |
| Число ненулевых элементов меньше 0 или больше размера матрицы | Вы ввели неверную размерность |
| Координатный ввод: индекс больше числа строк - 1, числа столбцов -1, меньше 0 | Вы допустили ошибку, попробуйте еще раз |
| Координатный ввод: значение равное 0 | Вы ввели ноль, введите ненулевой элемент |
| Координатный ввод: повторный ввод элемента | Этот элемент уже задан, введите другой |
| Автоматический ввод: процент заполнения больше 100 или меньше 0 | Неверный ввод |

* Символьный ввод

|  |  |
| --- | --- |
| Ввод | Вывод программы |
| Любой нецелочисленный ввод | Неверный ввод, введите еще раз |

* Результаты сравнения сортировки ключей и сортировки таблицы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размеры матрицы | Процент заполнения матриц | Время сортировки  (в тиках процессора) | | Занимаемая память | |
| Обычная | Разреженная | Обычная | Разреженная |
| 10 | 0 | 6465 | 4500 | 800 | 44 |
| 25 | 7551 | 22986 | 584 |
| 50 | 7917 | 23341 | 908 |
| 75 | 7950 | 28134 | 1184 |
| 100 | 6534 | 24057 | 1244 |
| 100 | 0 | 454608 | 7008 | 80000 | 404 |
| 10 | 437079 | 344490 | 23216 |
| 15 | 426267 | 600939 | 33704 |
| 50 | 431715 | 2980329 | 90032 |
| 100 | 413010 | 1052025 | 120404 |
| 500 | 0 | 9676419 | 21018 | 2000000 | 2004 |
| 1 | 9931347 | 679743 | 61620 |
| 5 | 9831570 | 6886758 | 294204 |
| 7 | 9528135 | 12350769 | 406260 |
| 10 | 9697192 | 22197114 | 571116 |
| 1000 | 0 | 38085444 | 56949 | 8000000 | 4004 |
| 1 | 38825663 | 3439842 | 242420 |
| 2 | 39433002 | 9770328 | 478388 |
| 4 | 40655838 | 32006260 | 944204 |
| 5 | 44349237 | 49146164 | 1172636 |

Использование алгоритма сложения разреженных матриц позволяет добиться значительного выигрыша по памяти и времени при больших размерах матрицы и малом проценте заполнения по сравнению с обычным алгоритмом сложения.

*Вывод:* Алгоритм сложения разреженных матриц позволяет значительно снизить время и используемую память по сравнению с обычным алгоритмом сравнения. При размерности матриц более 100 и заполненности < 5% время можно уменьшить более чем на 60-70%, а при заполненности < 10% память можно уменьшить более чем на 70%. Но при малых размерностях матриц или при их заполнении более 15% лучше использовать обычный способ сложения матриц.

*Ответы на вопросы:*

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

Разрежённая матрица — это матрица с преимущественно нулевыми элементами.

Связная схема хранения матриц, предложенная Кнутом, предлагает хранить в массиве (например, в AN) в произвольном порядке сами элементы, индексы строк и столбцов соответствующих элементов (например, в массивах I и J), номер (из массива AN) следующего ненулевого элемента, расположенного в матрице по строке (NR) и по столбцу (NC), а также номера элементов, с которых начинается строка (указатели для входа в строку – JR) и номера элементов, с которых начинается столбец (указатели для входа в столбец - JC). Данная схема хранения избыточна, но позволяет легко осуществлять любые операции с элементами матрицы. Наиболее широко используемая схема хранения разреженных матриц – это схема, предложенная Чангом и Густавсоном, называемая: "разреженный строчный формат". В этом случае значения ненулевых элементов хранятся в массиве AN, соответствующие им столбцовые индексы - в массиве JA. Кроме того, используется массив указателей, например IA, отмечающих позиции AN и JA, с которых начинаются описание очередной строки. Дополнительная компонента в IA содержит указатель первой свободной позиции в JA и AN.

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

Под хранение обычной матрицы выделяется N \* M \* sizeof(тип матрицы).

Под хранение разреженной матрицы выделяется различное кол-во памяти в зависимости от способа хранения и разреженности матрицы.

*3. Каков принцип обработки разреженной матрицы?*

Принцип обработки разреженных матриц состоит в том, чтобы работать только с ненулевыми элементами и их индексами.

*4. В каком случае для матриц эффективнее применять стандартные алгоритмы обработки матриц? От чего это зависит?*Чем больше ненулевых элементов в матрице, тем эффективней применять стандартные способы обработки матриц. Выбор способа применения зависит от размерности матрицы, процента разреженности матрицы и реализации спо