­­­­Лабораторная работа 5

Обработка разреженных матриц

Монахов Дмитрий ИУ7-34

Отчет

**Условие задачи:**

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

- вектор ***A*** содержит значения ненулевых элементов;

- вектор J***A*** 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 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.

**Техническое задание**

**Аварийные ситуации**

Ошибка выделения памяти

Некорректная команда пользователя

**Предусмотрено**

Сообщение об ошибке выделения памяти

Сообщение о некорректной команде

**Входные данные**

Команда пользователя

Данные для заполнения матриц

**Выходные данные**

Содержимое матриц

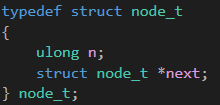
Результат сложения матриц

Результаты анализа

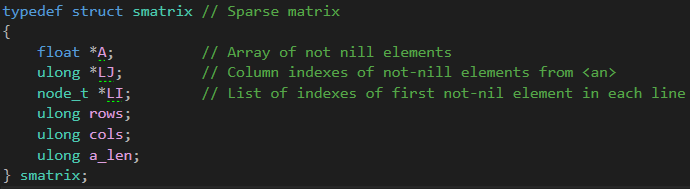
Сообщение об ошибке (если имеется)

**Структуры данных**

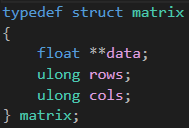
1. Элемент списка



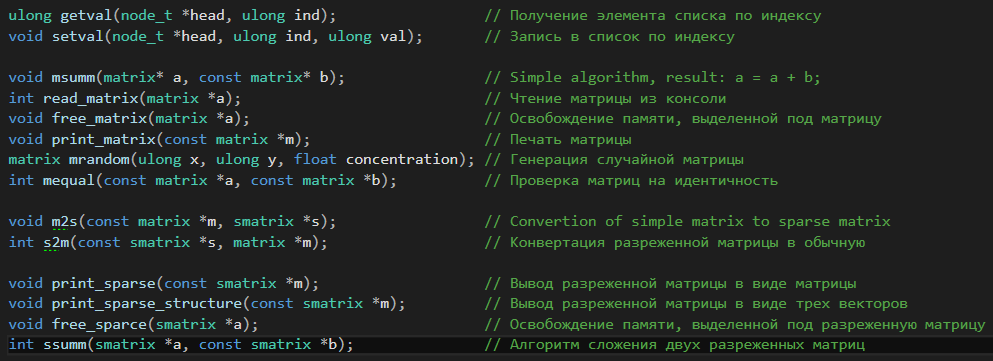
1. Разреженная матрица



1. Обычная матрица



**Функции**



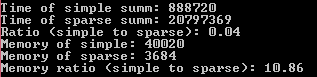
**Тесты**

1. Некорректная команда пользователя
2. Заполненность матрицы 0%

**Анализ**

Эффективность применения разреженной матрицы тем больше, чем больше в матрице нулевых элементов. Для этого запустим программу на матрицах с разными размерами. Будем последовательно увеличивать количество нулевых элементов, увеличивая размер и уменьшая показатель заполненности.

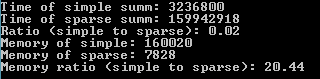
Сложение матриц 100 x 100 с заполненностью 1%:



Видно, что по времени сложение обычных матриц эффективнее в 23 раза.

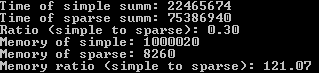
Однако даже на этом этапе разреженная матрица требует в 10,86 раза меньше памяти чем обычная. Продолжим уменьшать концентрацию элементов.

Сложение матриц 200 x 200 с заполненностью 0,5%:



Разница во времени выросла до 50 раз, по памяти до 20,44 раза.

Сложение матриц 500 x 500 с заполненностью 0,001%

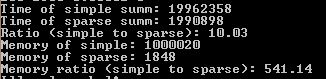


Разреженная матрица эффективнее по памяти уже в 121 раз, однако по времени она все еще проигрывает. Однако возможно подобрать такие исходные данные, при которых разреженная матрица будет эффективнее и по времени.

В связи с тем, что третий вектор представлен связным списком, большое количество времени затрачивается на его просмотр. Ситуация усугубляется тем что этот вектор всегда содержит столько элементов, сколько в матрице строк вне зависимости от того, есть ли в соответствующей строке элементы.

Получается, что можно создать матрицу с малым количеством строк, но таким же количеством элементов. Попробуем повторить эксперимент с 500 \* 500 элементами, но с другим размером матрицы.

Сложение матриц 100 x 2500 с заполненностью 0,001%



Видно, что в этом случае сложение разреженных матриц эффективнее обычных в 10 раз по времени и в 541 раз по памяти.

**Вывод**

Разреженные матрицы эффективнее обычных по памяти, когда нулевых элементов достаточно много. Однако чтобы добиться эффективности по времени нужна очень большая степень разреженности. Эксперимент показал, что на выбранных мною алгоритмах разреженные матрицы становятся эффективнее обычных по времени, когда из 40000 элементов ненулевых всего 4.

**Контрольные вопросы**

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

Разреженная матрица – это матрица, в которой нулевых элементов значительно больше чем ненулевых.

Схемы хранения: линейный связный список, диагональная схема, схема Кнута, схема Чанга и Густавсона.

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

Под обычную матрицу необходимо выделить столько памяти, сколько требуется для хранения каждого элемента, будь он нулевым или ненулевым. Разреженная матрица отличается от обычной тем, что хранит только ненулевые элементы, соответственно тратя меньше памяти. В данной работе использовалась схема хранения в трех векторах.

1. Каков принцип обработки разреженной матрицы?

Разреженная матрица позволяет получить выигрыш по времени, так как можно избежать обработки нулевых элементов.

1. В каком случает для матриц эффективнее применять стандартные алгоритмы обработки матриц? От чего это зависит?

Если разреженность матрицы невелика, то эффективнее применить стандартный алгоритм.