

ДИПЛОМНАЯ РОБОТА

НА ТЕМУ:

“Процедуры кодирования и
обработки разреженных матриц”

Выполнил: Старовойтенко Д.С. ,студент группы ДА-72

Руководитель: к.т.н. Финогенов А.Д.

ЗАДАЧИ

- Провести анализ методов хранения разреженных матриц и их эффективность.
- Привести примеры представления разреженных матриц.
- Обработка разреженных матриц в составе Allted
- Проанализировать полученные результаты.

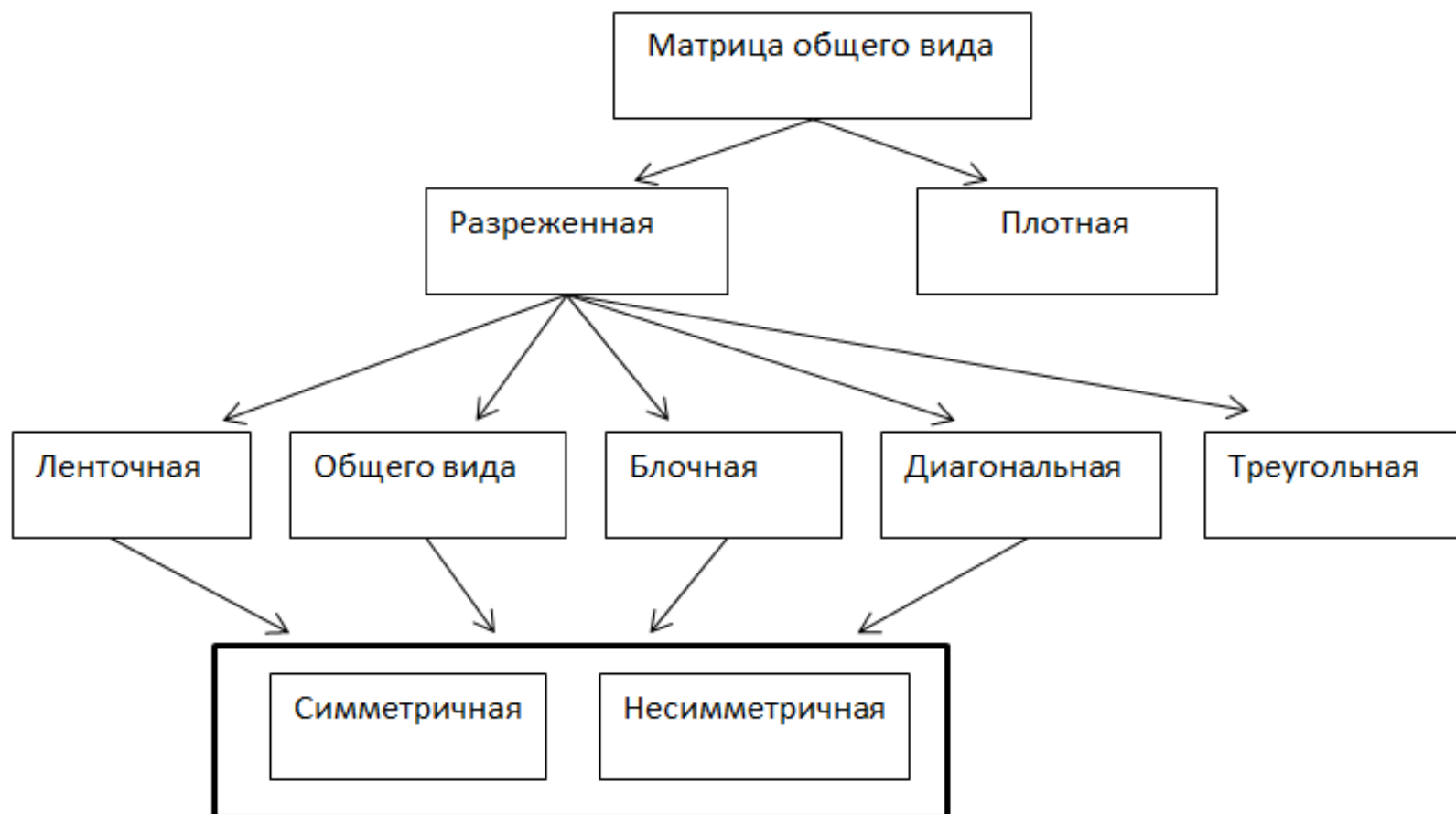
АКТУАЛЬНОСТЬ

- Разреженные матрицы встречаются при решении многих важных практических задач: дискретизации уравнений математической физики, линейного программирования (теория оптимизации), теории электрических цепей, структурного анализа, численного решения дифференциальных уравнений и т.д.
- Математические модели реального мира имеют разреженную структуру и поэтому от выбора формата хранения, существенно зависит время решения задач.

АКТУАЛЬНОСТЬ

- Важным аспектом является применение для инженерных расчетов уже разработанных библиотек, в том числе и параллельных, что часто требует для существующих пакетов проектирования оценки затрат на перекодирование из одного формата хранения в другой.

ВИДЫ РАЗРЕЖЕННЫХ МАТРИЦ



МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ РАЗРЕЖЕННЫХ МАТРИЦ

Общего Вида

Compressed Row Storage (CRS) - Разреженный строчный формат

Compressed Column Storage (CCS) - Разреженный столбцовый формат

Схема Кнута

Схема Кнута – Рейнболдта – Местенье

Схема “ вперед по строке – назад по столбцу”

Yale format – Йельский формат

Ленточные матрицы

Compressed Diagonal Storage (CDS) – Разреженный диагональный формат

Jagged Diagonal Storage (JDS) – Неравномерный диагональный формат

Skyline Storage (SKS) – Профильная схема

Треугольные матрицы

Сжатие по Шерману

ФАЙЛОВЫЕ ФОРМАТЫ ХРАНЕНИЯ РАЗРЕЖЕННЫХ МАТРИЦ

Файловые форматы
Matrix Market Exchange Formats (MM)
Harwell-Boeing Exchange Format (HB)

ОПЕРАЦИИ НАД РАЗРЕЖЕННЫМИ МАТРИЦАМИ В MATLAB И MATHEMATICA

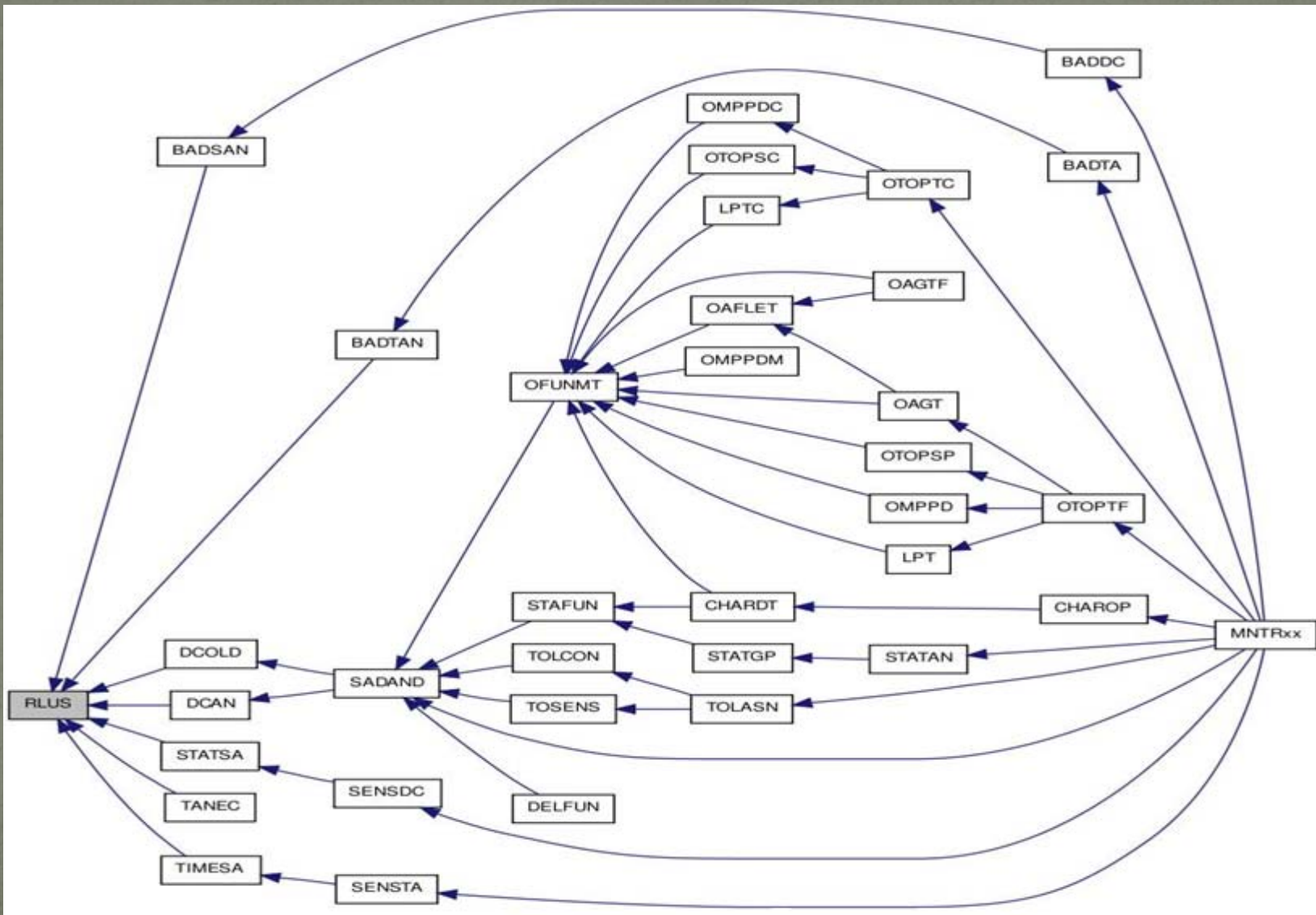
Операции	MatLab	MatheMatica
Формирование разреженной матрицы (с помощью индексов ненулевых элементов или с массивов формата CRS)	+	+
Формирование диагоналей разреженной матрицы (с помощью линейного массива диагональных элементов)	+	+
Формирование единичной разреженной матрицы	+	+
Формирование случайной разреженной матрицы (определенное количество позиций заполняется ненулевыми элементами)	+	+

Операции	MatLab	MatheMatica
Формирование случайной разреженной симметрической матрицы (определенное количество позиций заполняется симметрично ненулевыми элементами)	+	+
Формирование правил для разреженных матриц (тип элементов, вид разреженной матрицы, количество ненулевых элементов и т.д.)	-	+
Преобразование разреженной матрицы в плотную	+	+
Определение индексов ненулевых элементов	+	+
Визуализация разреженных матриц	+	+

ОБРАБОТКА РАЗРЕЖЕННЫХ МАТРИЦ В СОСТАВЕ ALLTED



ГРАФ ВЫЗОВА БЛОКА RLUS



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА В РЕДАКТОРЕ ALLTED

ALLTED® Web User Interface **beta**

Scheme File View Options ALLTED Web User Interface 0.2

Rotate Delete Cursor Hand Line Compile To SVG ALLTED Web UI 0.1 beta

The circuit diagram shows a voltage source E1 (ID 3) connected to a parallel combination of resistors R1 (ID 5) and R3 (ID 7). This parallel combination is connected in series with resistor R2 (ID 4). The circuit is connected to ground (ID 0). Nodes are labeled 0, 1, and 2.

ToolBox Elements Project

R2

Element

Type: Resistance

ID: 3

Name: R 2

Value

Value Code

4 Ohm

Information

Use *Func* button if element might be functionally-specified, and *Code* to edit ALLTED code of element (for advanced users).

ОПИСАНИЕ СХЕМЫ НА ЯЗЫКЕ ALLTED И РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

```
Object
search allted;
circuit test_rlus;
R1 (1,2)=5;
R2 (2,0)=4;
R3 (1,2)=7;
E1 (1,0)=3;
&
task
dc;
table UR1,UR2,UR3;
table IR1,IR2,IR3;
table V1,V2 ;
&
end.
```

```
STEADY-STATE RESPONSE
(DC OPERATING POINT)
*****
```

Iterations	3.0000
Maximum error	.0000
UR1	1.2651
UR2	1.7349
UR3	1.2651
IR1	.25301
IR2	.43373
IR3	.18072
V1	3.0000
V2	1.7349

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

ALLTED:

Напряжение	Значение (В)	Ток	Значение (А)
UR1	1.2651	IR1	0.25301
UR2	1.7349	IR2	0.43373
UR3	1.2651	IR3	0.18072

Аналитически:

Напряжение	Значение (В)	Ток	Значение (А)
UR1	1.28	IR1	0.256
UR2	1.72	IR2	0.43
UR3	1.28	IR3	0.18

ФРАГМЕНТ КОДА ИСХОДНОГО ФАЙЛА RLUS.F

```
C-----+
C  module: RLUS          version: 15.03.93      author: Math Group  |
C                                                                |
C                                                                |
C  aim: LU-factorization and solution of sparse matrix          |
C                                                                |
C-----+

      Subroutine RLUS( IRC,   NIRC,  ILU,  NILU,  IVA,   NIVA,  ID,
*                   NN,    VA1,  B,    NN1,  DM,    BDM,  NBDM,
*                   MAXDM, NDM,  NVAR,  ISI,  IFLAG, JROW )

C-----+

      Implicit Real*8 (A-H, O-Z)

      Real*8    VA1(NILU), B(NN1), DM(MAXDM,2), BDM(NBDM)
      Integer*2 IRC(NIRC), ILU(NILU), IVA(NIVA), ID(NN)

C-----+

      DO 12121 I1 = 1, NILU
          CALL MYSHORT('I1=', I1)
          CALL MYPRINTD2('Va1 = ', VA1(I1))
12121 CONTINUE
```

ПОЛУЧЕННЫЕ МАССИВЫ РАЗРЕЖЕННОЙ МАТРИЦЫ В ФОРМАТЕ CRS

```
NILU= = 6
I1= = 1
---->Val = ----> VALUE = -1.000000
I1= = 2
---->Val = ----> VALUE = -0.342857
I1= = 3
---->Val = ----> VALUE = 0.342857
I1= = 4
---->Val = ----> VALUE = 0.592857
I1= = 5
---->Val = ----> VALUE = -0.342857
I1= = 6
---->Val = ----> VALUE = 1.000000
I1= = 1
ILU = = 1
I1= = 2
ILU = = 2
I1= = 3
ILU = = 3
I1= = 4
ILU = = 2
I1= = 5
ILU = = 3
I1= = 6
ILU = = 3
```

```
I1= = 1
IRC = = 1
I1= = 2
IRC = = 4
I1= = 3
IRC = = 6
I1= = 4
IRC = = 7
I1= = 5
IRC = = 7
I1= = 6
IRC = = 7
I1= = 7
IRC = = 7
```

```
====I1= = 1
---->====B = ----> VALUE = 3.000000
====I1= = 2
---->====B = ----> VALUE = 1.734940
====I1= = 3
---->====B = ----> VALUE = -0.433735
```


РАЗРЕЖЕННАЯ МАТРИЦА ОБЩЕГО ВИДА

A1	A2	A3		X		B
-1	-0.343	0.343	X	X1	=	0
0	0.593	-0.343		X2		0
0	0	1		X3		-3

РЕЗУЛЬТАТ В ПАКЕТЕ МАТЕМАТИКА



LinearSolve [{{-1, -0.343, 0.343}, {0, 0.592, -0.343}, {0, 0, 1}}, {0, 0, -3}]



Input:

$$\text{LinearSolve}\left[\begin{pmatrix} -1 & -0.343 & 0.343 \\ 0 & 0.592 & -0.343 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \{0, 0, -3\}\right]$$

Result:

$\{-0.432806, -1.73818, -3.\}$

Computed by **Wolfram** *Mathematica*

Download as: [PDF](#) | [Live Mathematica](#)

ТАБЛИЦА СРАВНЕНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

	Аналитически	Allted	MatheMatica
IR1	0.256	0.25301	-
IR2	0.43	0.43373	-
IR3	0.18	0.18072	-
UR1	1.28	1.2651	-
UR2	1.72	1.7349	-
UR3	1.28	1.2651	-
X1	-0.43	3.000000	-0.432806
X2	-1.73	1.734940	-1.73818
X3	-3	-0.433735	-3

ВЫВОДЫ

- Проведен анализ хранения разреженных матриц и вычислительная сложность основных операции над ними.
- Проведен анализ математических пакетов MatLab и MatheMatica, на основании которого были определены возможности по работе с разреженными матрицами и проведено их сравнение, которое показало практически полное перекрытие по функциональным возможностям.
- Разработаны тестовые примеры, которые были представлены в рассматриваемых форматах хранения в зависимости от вида матрицы.
- На примерах пакетов Allted и MatheMatica было показано, как с одной матрицей можно работать в разных математических программах, что позволяет расширить возможности пользователя при решении разного вида задач.

СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!