

# Zadanie domowe 2

Aleksander Profic

4. listopada 2018

Główne źródła w internecie oraz literatura, z których korzystałem:

- Wykład dr Pawła Góry
- David Kincaid, Ward Cheney "Analiza numeryczna"

**Zadanie 1.** Program wyliczający **rozkład LU** dowolnej macierzy kwadratowej wymiaru 1-8

- Więcej wymiarów też liczyło - sprawdzałem dla 10 i 11-wymiarowych, ale program miał być przyjazny użytkownikowi i ładnie wyglądać, dlatego zmniejszyłem ilość możliwych wymiarów macierzy, bo na moim laptopie 8 wymiarów to maksymalna ilość, która się mieściła w terminalu
- Liczby w macierzy mogą być z przedziału  $(-1.000.000, 10.000.000)$ , czyli mieć łącznie 7 znaków razem z '-' oznaczającym liczbę ujemną oraz '.' oznaczającym liczbę zmiennoprzecinkową. Zrobiłem tak dlatego, że mniejsze oraz większe liczby mają więcej znaków niż 7, a ja wypisując macierz przeznaczam właśnie tyle na samą liczbę i 1 znak na odstęp przed kolejną. Gdyby było więcej to znowu program nie wyglądałby ładnie.
- Do rozkładu LU użyłem metody eliminacji Gaussa z wyborem elementu podstawowego, natomiast nie zamieniam wierszy, tylko zapisuje zamianę w wektorze permutacji p. Potem po rozkładzie tworzę z tego wektora macierz permutacji P.
- Nie używam również dodatkowej pamięci, wszystko jest liczone na samej macierzy A, ale na końcu dla wygody zapisuje już te wyliczone macierze w oddzielnych L i U, żeby było je łatwiej wypisać.

## PRZYKŁADY:

### MACIERZE 3x3

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & -4 \\ 2 & 2 & -2 \\ 6 & 3 & -11 \end{bmatrix}$$

->

```
That's your decomposition!

P          X          L          U
0 0 1      2.00000 1.00000 -4.00000    1.00000 0.00000 0.00000    6.00000 3.00000 -11.000
0 1 0      2.00000 2.00000 -2.00000    0.33333 1.00000 0.00000    0.00000 1.00000 1.66667
1 0 0      6.00000 3.00000 -11.000    0.33333 0.00000 1.00000    0.00000 0.00000 -0.33333

Let's multiply L by U. See what I got?

P          X          LU
0 0 1      2.00000 1.00000 -4.00000    6.00000 3.00000 -11.000
0 1 0      2.00000 2.00000 -2.00000    2.00000 2.00000 -2.00000
1 0 0      6.00000 3.00000 -11.000    2.00000 1.00000 -4.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :C
```

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 3 & 8 & 14 \\ 2 & 6 & 13 \end{bmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P          X          L          U
0 1 0      1.00000 2.00000 4.00000 = 1.00000 0.00000 0.00000 3.00000 8.00000 14.0000
0 0 1 *    3.00000 8.00000 14.0000 = 0.66667 1.00000 0.00000 0.00000 0.66667 3.66667
1 0 0      2.00000 6.00000 13.0000 = 0.33333 -1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 3.00000

Let's multiply L by U. See what I got?

P          X          LU
0 1 0      1.00000 2.00000 4.00000 = 3.00000 8.00000 14.0000
0 0 1 *    3.00000 8.00000 14.0000 = 2.00000 6.00000 13.0000
1 0 0      2.00000 6.00000 13.0000 = 1.00000 2.00000 4.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

$$\begin{bmatrix} 3 & 1 & 6 \\ -6 & 0 & -16 \\ 0 & 8 & -17 \end{bmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P          X          L          U
0 1 0      3.00000 1.00000 6.00000 = 1.00000 0.00000 0.00000 -6.0000 0.00000 -16.000
0 0 1 *    -6.0000 0.00000 -16.000 = 0.00000 1.00000 0.00000 0.00000 8.00000 -17.000
1 0 0      0.00000 8.00000 -17.000 = -0.5000 0.12500 1.00000 0.00000 0.00000 0.12500

Let's multiply L by U. See what I got?

P          X          LU
0 1 0      3.00000 1.00000 6.00000 = -6.0000 0.00000 -16.000
0 0 1 *    -6.0000 0.00000 -16.000 = 0.00000 8.00000 -17.000
1 0 0      0.00000 8.00000 -17.000 = 3.00000 1.00000 6.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

## MACIERZE 4x4

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 & -3 \\ -1 & 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 4 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P          X          L          U
1 0 0 0    3.00000 1.00000 2.00000 -3.0000 = 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 3.00000 1.00000 2.00000 -3.0000
0 1 0 0    -1.0000 0.00000 1.00000 -2.0000 = -0.3333 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.33333 1.66667 -3.0000
0 0 1 0 *  0.00000 0.00000 4.00000 5.00000 = 0.00000 0.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 4.00000 5.00000
0 0 0 1    0.00000 0.00000 3.00000 0.00000 = 0.00000 0.00000 0.75000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -3.7500

Let's multiply L by U. See what I got?

P          X          LU
1 0 0 0    3.00000 1.00000 2.00000 -3.0000 = 3.00000 1.00000 2.00000 -3.0000
0 1 0 0    -1.0000 0.00000 1.00000 -2.0000 = -1.0000 0.00000 1.00000 -2.0000
0 0 1 0 *  0.00000 0.00000 4.00000 5.00000 = 0.00000 0.00000 4.00000 5.00000
0 0 0 1    0.00000 0.00000 3.00000 0.00000 = 0.00000 0.00000 3.00000 0.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

$$\begin{bmatrix} 9 & 13 & 5 & 2 \\ 1 & 11 & 7 & 6 \\ 3 & 7 & 4 & 1 \\ 6 & 0 & 7 & 10 \end{bmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P          X          L          U
1 0 0 0    9.00000 13.0000 5.00000 2.00000 = 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 9.00000 13.0000 5.00000 2.00000
0 1 0 0    1.00000 11.0000 7.00000 6.00000 = 0.11111 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 9.55556 6.44444 5.77778
0 0 1 0 *  3.00000 7.00000 4.00000 1.00000 = 0.66667 -0.9070 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 9.51163 13.9070
0 0 0 1    6.00000 0.00000 7.00000 10.0000 = 0.33333 0.27907 0.05623 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -2.0611

Let's multiply L by U. See what I got?

P          X          LU
1 0 0 0    9.00000 13.0000 5.00000 2.00000 = 9.00000 13.0000 5.00000 2.00000
0 1 0 0    1.00000 11.0000 7.00000 6.00000 = 1.00000 11.0000 7.00000 6.00000
0 0 1 0 *  3.00000 7.00000 4.00000 1.00000 = 6.00000 0.00000 7.00000 10.0000
0 0 0 1    6.00000 0.00000 7.00000 10.0000 = 3.00000 7.00000 4.00000 1.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

# MACIERZE 5x5

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 3 & 6 & 10 & 15 \\ 1 & 4 & 10 & 20 & 35 \\ 1 & 5 & 15 & 35 & 70 \end{pmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P      X      L      U
1 0 0 0      1.00000 1.00000 1.00000 1.00000      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
0 0 0 1      1.00000 2.00000 3.00000 4.00000 5.00000      1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 4.00000 14.0000 34.0000 69.0000
0 0 1 0      1.00000 3.00000 5.00000 10.0000 15.0000      1.00000 0.50000 1.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 -3.0000 -8.0000 -20.5000
0 0 0 1      1.00000 4.00000 10.0000 20.0000 35.0000      1.00000 0.75000 0.50000 1.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 -2.5000 -7.5000
0 1 0 0      1.00000 5.00000 15.0000 35.0000 70.0000      1.00000 0.25000 0.50000 0.60000 1.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 1.50000

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
1 0 0 0      1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000      1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
0 0 0 1      1.00000 2.00000 3.00000 4.00000 5.00000      1.00000 5.00000 15.0000 35.0000 70.0000
0 0 1 0      1.00000 3.00000 5.00000 10.0000 15.0000      1.00000 3.00000 5.00000 10.0000 15.0000
0 0 0 1      1.00000 4.00000 10.0000 20.0000 35.0000      1.00000 4.00000 10.0000 20.0000 35.0000
0 1 0 0      1.00000 5.00000 15.0000 35.0000 70.0000      1.00000 2.00000 3.00000 4.00000 5.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P      X      L      U
1 0 0 0      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 0 1      1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 4.00000 6.00000 4.00000 1.00000
0 0 1 0      1.00000 2.00000 1.00000 0.00000 0.00000      1.00000 0.50000 1.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 -2.0000 -2.0000 -0.5000
0 0 0 1      1.00000 3.00000 3.00000 1.00000 0.00000      1.00000 0.75000 0.75000 1.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -0.3750
0 1 0 0      1.00000 4.00000 6.00000 4.00000 1.00000      1.00000 0.25000 0.75000 -1.0000 1.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -0.2500

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
1 0 0 0      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 0 1      1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      1.00000 4.00000 6.00000 4.00000 1.00000
0 0 1 0      1.00000 2.00000 1.00000 0.00000 0.00000      1.00000 2.00000 1.00000 0.00000 0.00000
0 0 0 1      1.00000 3.00000 3.00000 1.00000 0.00000      1.00000 3.00000 3.00000 1.00000 0.00000
0 1 0 0      1.00000 4.00000 6.00000 4.00000 1.00000      1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 5 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 8 & 9 \\ 12 & 0 & 0 & 10 & 11 \\ 14 & 15 & 0 & 0 & 13 \end{bmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P      X      L      U
0 0 0 1      1.00000 2.00000 3.00000 0.00000 0.00000      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      14.0000 15.0000 0.00000 0.00000 13.0000
0 0 1 0      0.00000 4.00000 5.00000 6.00000 0.00000      0.85714 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 -12.857 0.00000 10.0000 -0.1429
0 0 1 0      0.00000 0.00000 7.00000 8.00000 9.00000      0.00000 0.00000 1.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 7.00000 8.00000 9.00000
0 1 0 0      12.0000 0.00000 0.00000 10.0000 11.0000      0.00000 -0.3111 0.71429 1.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 3.39683 -6.4730
1 0 0 0      14.0000 15.0000 0.00000 0.00000 13.0000      0.07143 -0.0722 0.42857 -0.7967 1.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -9.9533

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
0 0 0 1      1.00000 2.00000 3.00000 0.00000 0.00000      14.0000 15.0000 0.00000 0.00000 13.0000
0 0 1 0      0.00000 4.00000 5.00000 6.00000 0.00000      12.0000 0.00000 0.00000 10.0000 11.0000
0 0 1 0      0.00000 0.00000 7.00000 8.00000 9.00000      0.00000 0.00000 7.00000 8.00000 9.00000
0 1 0 0      12.0000 0.00000 0.00000 10.0000 11.0000      0.00000 4.00000 5.00000 6.00000 0.00000
1 0 0 0      14.0000 15.0000 0.00000 0.00000 13.0000      1.00000 2.00000 3.00000 0.00000 0.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 3 & 5 \\ 3 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ -1 & 0 & -8 & 1 & 2 \\ 7 & 2 & 1 & 3 & 2 \end{bmatrix} \rightarrow$$

```

That's your decomposition!

P      X      L      U
0 0 0 1      1.00000 2.00000 3.00000 3.00000 5.00000      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      7.00000 2.00000 1.00000 3.00000 2.00000
0 0 1 0      3.00000 2.00000 1.00000 2.00000 2.00000      0.14286 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 1.71429 2.85714 3.57143 4.71429
0 0 1 0      1.00000 2.00000 3.00000 4.00000 5.00000      -0.1429 0.16667 1.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 -8.3333 0.83333 1.50000
0 1 0 0      -1.0000 0.00000 -8.0000 1.00000 2.00000      0.42857 0.66667 0.16000 1.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 -1.8000 -2.2440
1 0 0 0      7.00000 2.00000 1.00000 3.00000 2.00000      0.14286 1.00000 0.00000 0.55556 1.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 1.24444

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
0 0 0 1      1.00000 2.00000 3.00000 3.00000 5.00000      7.00000 2.00000 1.00000 3.00000 2.00000
0 0 1 0      3.00000 2.00000 1.00000 2.00000 2.00000      1.00000 2.00000 3.00000 4.00000 5.00000
0 0 1 0      1.00000 2.00000 3.00000 4.00000 5.00000      -1.0000 0.00000 -8.0000 1.00000 2.00000
0 1 0 0      -1.0000 0.00000 -8.0000 1.00000 2.00000      3.00000 2.00000 1.00000 2.00000 2.00000
1 0 0 0      7.00000 2.00000 1.00000 3.00000 2.00000      1.00000 2.00000 3.00000 3.00000 5.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :(

```

## MACIERZE 6x6

$$\begin{bmatrix} -20 & 1 & -10 & 21 & -8 & 11 \\ -40 & -11 & 2 & 3 & 31 & 2 \\ 25 & -8 & 12 & 3 & 12 & -5 \\ 40 & -2 & 20 & -42 & 16 & -22 \\ 45 & 23 & -35 & 22 & -26 & 63 \\ 13 & 9 & 25 & 14 & 21 & -46 \end{bmatrix}$$

That's your decomposition!

| P           | X   |   | L   |   | U   |
|-------------|---|---|---|---|---|
| 0 0 0 0 1 0 | -20.0000 1.00000 -10.000 21.0000 -8.0000 11.0000  |   | 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |   | 45.0000 23.0000 -35.000 22.0000 -26.000 63.0000 |
| 0 0 0 1 0 0 | -40.000 -11.000 2.00000 3.00000 31.0000 2.00000   |   | 0.88889 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |   | 0.00000 -22.444 51.1111 -61.556 39.1111 -78.000 |
| 0 0 0 0 1 0 | 25.0000 -8.0000 12.0000 3.00000 12.0000 -5.0000   |   | 0.28889 -0.1050 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |   | 0.00000 0.00000 40.4752 1.18416 32.6158 -72.386 |
| 0 0 1 0 0 0 | * 40.0000 -2.0000 20.0000 -42.000 16.0000 -22.000 | = | 0.55556 0.92574 -0.3921 1.00000 0.00000 0.00000 | * | 0.00000 0.00000 0.00000 48.2267 3.02705 3.82363 |
| 0 1 0 0 0 0 | 45.0000 23.0000 -35.000 22.0000 -26.000 63.0000   |   | -0.8889 -0.4208 -0.1879 -0.0648 1.00000 0.00000 |   | 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 30.6701 11.8269 |
| 1 0 0 0 0 0 | 13.0000 9.00000 25.0000 14.0000 21.0000 -46.000   |   | -0.4444 -0.5000 0.00000 0.00000 0.00000 1.00000 |   | 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |

Let's multiply L by U. See what I got?

| P           | X   |   | LU  |
|-------------|---|---|---|
| 0 0 0 0 1 0 | -20.0000 1.00000 -10.000 21.0000 -8.0000 11.0000  |   | 45.0000 23.0000 -35.000 22.0000 -26.000 63.0000 |
| 0 0 0 1 0 0 | -40.000 -11.000 2.00000 3.00000 31.0000 2.00000   |   | 40.0000 -2.0000 20.0000 -42.000 16.0000 -22.000 |
| 0 0 0 0 1 0 | 25.0000 -8.0000 12.0000 3.00000 12.0000 -5.0000   |   | 13.0000 9.00000 25.0000 14.0000 21.0000 -46.000 |
| 0 0 1 0 0 0 | * 40.0000 -2.0000 20.0000 -42.000 16.0000 -22.000 | = | 25.0000 -8.0000 12.0000 3.00000 12.0000 -5.0000 |
| 0 1 0 0 0 0 | 45.0000 23.0000 -35.000 22.0000 -26.000 63.0000   |   | -40.000 -11.000 2.00000 3.00000 31.0000 2.00000 |
| 1 0 0 0 0 0 | 13.0000 9.00000 25.0000 14.0000 21.0000 -46.000   |   | -20.000 1.00000 -10.000 21.0000 -8.0000 11.0000 |

Now P \* X should be equal to LU :)

If it's not then blame Aleksander :C

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 100 & -201 & 1 & -1000 \\ -34 & -12 & 20 & 1 & 3 & 32 \\ 4 & -78 & 92 & 3 & 1 & -50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 41 & 2 & -9 & 0 & -2 & 43 \\ 98 & 89 & 32 & 1234 & 452 & -34 \end{bmatrix}$$

That's your decomposition!

| P           | X   |   | L   |   | U   |
|-------------|---|---|---|---|---|
| 0 0 0 0 0 1 | 2.00000 1.00000 100.000 -201.00 1.00000 -1000.0   |   | 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |   | 98.0000 89.0000 32.0000 1234.00 452.000 -34.000 |
| 0 0 1 0 0 0 | -34.000 -12.000 20.0000 1.00000 3.00000 32.0000   |   | 0.04082 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |   | 0.00000 -81.633 90.6939 -47.367 -17.449 -48.612 |
| 1 0 0 0 0 0 | 4.00000 -78.000 92.0000 3.00000 1.00000 -50.000   |   | 0.02041 0.01000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |   | 0.00000 0.00000 98.4400 -225.71 -8.0500 -998.82 |
| 0 0 0 0 1 0 | * 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 | = | 0.41837 0.43163 -0.6251 1.00000 0.00000 0.00000 | * | 0.00000 0.00000 0.00000 -636.91 -188.60 -546.14 |
| 0 1 0 0 0 0 | 41.0000 2.00000 -9.0000 0.00000 -2.0000 43.0000   |   | -0.3469 -0.2313 0.52900 -0.8440 1.00000 0.00000 |   | 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.85352 76.3806 |
| 0 0 0 1 0 0 | 98.0000 89.0000 32.0000 1234.00 452.000 -34.000   |   | 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 1.00000 |   | 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |

Let's multiply L by U. See what I got?

| P           | X   |   | LU  |
|-------------|---|---|---|
| 0 0 0 0 0 1 | 2.00000 1.00000 100.000 -201.00 1.00000 -1000.0   |   | 98.0000 89.0000 32.0000 1234.00 452.000 -34.000 |
| 0 0 1 0 0 0 | -34.000 -12.000 20.0000 1.00000 3.00000 32.0000   |   | 4.00000 -78.000 92.0000 3.00000 1.00000 -50.000 |
| 1 0 0 0 0 0 | 4.00000 -78.000 92.0000 3.00000 1.00000 -50.000   |   | 2.00000 1.00000 100.000 -201.00 1.00000 -1000.0 |
| 0 0 0 0 1 0 | * 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 | = | 41.0000 2.00000 -9.0000 0.00000 -2.0000 43.0000 |
| 0 1 0 0 0 0 | 41.0000 2.00000 -9.0000 0.00000 -2.0000 43.0000   |   | -34.000 -12.000 20.0000 1.00000 3.00000 32.0000 |
| 0 0 0 1 0 0 | 98.0000 89.0000 32.0000 1234.00 452.000 -34.000   |   | 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 |

Now P \* X should be equal to LU :)

If it's not then blame Aleksander :C

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 & 0 \\ 1 & 5 & 10 & 10 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

```
That's your decomposition!

P      X
1 0 0 0 0 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 0 0 1 1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 1 0 0 1.00000 2.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 0 1 0 * 1.00000 3.00000 3.00000 1.00000 0.00000 0.00000
0 1 0 0 0 1.00000 4.00000 6.00000 4.00000 1.00000 0.00000
0 0 1 0 0 1.00000 5.00000 10.0000 10.0000 5.00000 1.00000

L      U
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
1.00000 0.40000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
1.00000 0.80000 0.66667 1.00000 0.00000 0.00000
1.00000 0.20000 0.66667 -0.5000 1.00000 0.00000
1.00000 0.60000 1.00000 0.75000 -0.5000 1.00000

1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 5.00000 10.0000 10.0000 5.00000 1.00000
0.00000 0.00000 -3.0000 -4.0000 -2.0000 -0.4000
0.00000 0.00000 0.00000 -1.3333 -1.6667 -0.5333
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -0.5000 -0.2000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.10000

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
1 0 0 0 0 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 1 0 0 1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 1 0 0 1.00000 2.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0 0 0 1 0 * 1.00000 3.00000 3.00000 1.00000 0.00000 0.00000
0 1 0 0 0 1.00000 4.00000 6.00000 4.00000 1.00000 0.00000
0 0 1 0 0 1.00000 5.00000 10.0000 10.0000 5.00000 1.00000

1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
1.00000 5.00000 10.0000 10.0000 5.00000 1.00000
1.00000 2.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
1.00000 4.00000 6.00000 4.00000 1.00000 0.00000
1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
1.00000 3.00000 3.00000 1.00000 0.00000 0.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :C
```

$$\begin{bmatrix} 3 & 2 & 3 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 4 & 5 & 1 & 5 \\ 1 & 4 & 4 & 1 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

```
That's your decomposition!

P      X
0 1 0 0 0 3.00000 2.00000 3.00000 2.00000 3.00000 2.00000
0 0 1 0 0 4.00000 1.00000 4.00000 5.00000 1.00000 5.00000
0 0 0 1 0 1.00000 4.00000 4.00000 1.00000 4.00000 4.00000
0 0 0 0 1 * 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1 0 0 0 0 2.00000 2.00000 1.00000 1.00000 2.00000 1.00000
0 0 0 1 0 1.00000 -1.0000 1.00000 -1.0000 1.00000 -1.0000

L      U
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.25000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.50000 0.40000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.25000 -0.3333 -0.4545 1.00000 0.00000 0.00000
0.75000 0.33333 0.45455 0.34694 1.00000 0.00000
0.25000 0.20000 0.27273 -0.0612 0.40000 1.00000

4.00000 1.00000 4.00000 5.00000 1.00000 5.00000
0.00000 3.75000 3.00000 -0.2500 3.75000 2.75000
0.00000 0.00000 -2.2000 -1.4000 0.00000 -2.6000
0.00000 0.00000 0.00000 -2.9697 2.00000 -2.5152
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.30612 -0.6122
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -0.0000

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
0 1 0 0 0 3.00000 2.00000 3.00000 2.00000 3.00000 2.00000
0 0 1 0 0 4.00000 1.00000 4.00000 5.00000 1.00000 5.00000
0 0 0 1 0 1.00000 4.00000 4.00000 1.00000 4.00000 4.00000
0 0 0 0 1 * 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000
1 0 0 0 0 2.00000 2.00000 1.00000 1.00000 2.00000 1.00000
0 0 0 1 0 1.00000 -1.0000 1.00000 -1.0000 1.00000 -1.0000

4.00000 1.00000 4.00000 5.00000 1.00000 5.00000
1.00000 4.00000 4.00000 1.00000 4.00000 4.00000
2.00000 2.00000 1.00000 1.00000 2.00000 1.00000
1.00000 -1.0000 1.00000 -1.0000 1.00000 -1.0000
3.00000 2.00000 3.00000 2.00000 3.00000 2.00000
1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :C
```

MACIERZ 7x7

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 5 & 1 & -2 & 0 \\ 4 & -1 & 0 & 2 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & -2 & 1 & 2 & 3 & -4 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 4 & 5 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -2 & 3 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & -3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

```
That's your decomposition!

P      X
0 1 0 0 0 0 2.00000 3.00000 1.00000 5.00000 1.00000 -2.0000 0.00000
1 0 0 0 0 0 4.00000 -1.0000 0.00000 2.00000 -1.0000 0.00000 1.00000
0 1 0 0 0 0 1.00000 -1.0000 -2.0000 1.00000 2.00000 3.00000 -4.0000
0 0 0 0 1 0 * 0.00000 0.00000 0.00000 3.00000 4.00000 5.00000 1.00000
0 0 1 0 0 0 0.00000 0.00000 0.00000 -2.0000 3.00000 2.00000 0.00000
0 0 0 1 0 0 0.00000 0.00000 0.00000 4.00000 -3.0000 0.00000 0.00000
0 0 0 0 1 1 0.00000 0.00000 0.00000 -1.0000 0.00000 0.00000 0.00000

L      U
1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.50000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.25000 -0.2143 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.75000 1.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 -0.5000 0.24000 1.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 -0.2500 -0.1200 0.75000 1.00000

4.00000 -1.0000 0.00000 2.00000 -1.0000 0.00000 1.00000
0.00000 3.50000 1.00000 4.00000 1.50000 -2.0000 -0.5000
0.00000 0.00000 -1.7857 1.35714 2.57143 2.57143 -4.3571
0.00000 0.00000 0.00000 4.00000 -3.0000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 6.25000 5.00000 1.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.80000 -0.2400
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.30000

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
0 1 0 0 0 0 2.00000 3.00000 1.00000 5.00000 1.00000 -2.0000 0.00000
1 0 0 0 0 0 4.00000 -1.0000 0.00000 2.00000 -1.0000 0.00000 1.00000
0 1 0 0 0 0 1.00000 -1.0000 -2.0000 1.00000 2.00000 3.00000 -4.0000
0 0 0 0 1 0 * 0.00000 0.00000 0.00000 3.00000 4.00000 5.00000 1.00000
0 0 1 0 0 0 0.00000 0.00000 0.00000 -2.0000 3.00000 2.00000 0.00000
0 0 0 1 0 0 0.00000 0.00000 0.00000 4.00000 -3.0000 0.00000 0.00000
0 0 0 0 1 1 0.00000 0.00000 0.00000 -1.0000 0.00000 0.00000 0.00000

4.00000 -1.0000 0.00000 2.00000 -1.0000 0.00000 1.00000
2.00000 3.00000 1.00000 5.00000 1.00000 -2.0000 0.00000
1.00000 -1.0000 -2.0000 1.00000 2.00000 3.00000 -4.0000
0.00000 0.00000 0.00000 4.00000 -3.0000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 3.00000 4.00000 5.00000 1.00000
0.00000 0.00000 0.00000 -2.0000 3.00000 2.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 -1.0000 0.00000 0.00000 0.00000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :C
```

MACIERZ 8x8

|    |    |    |    |     |     |     |     |
|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 16 | 11 | 10 | 16 | 24  | 40  | 51  | 61  |
| 12 | 12 | 14 | 19 | 26  | 58  | 60  | 44  |
| 14 | 13 | 16 | 24 | 40  | 57  | 69  | 56  |
| 14 | 17 | 22 | 29 | 51  | 87  | 80  | 52  |
| 18 | 22 | 37 | 56 | 68  | 109 | 103 | 77  |
| 25 | 35 | 55 | 64 | 82  | 104 | 113 | 92  |
| 49 | 64 | 78 | 87 | 103 | 121 | 120 | 101 |
| 72 | 92 | 95 | 98 | 112 | 100 | 103 | 99  |

```
That's your decomposition!

P      X      L      U
0 0 0 0 0 0 1      16.0000 11.0000 10.0000 16.0000 24.0000 40.0000 51.0000 61.0000      1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      72.0000 92.0000 95.0000 98.0000 112.000 100.000 103.000 99.0000
1 0 0 0 0 0 0      12.0000 12.0000 14.0000 19.0000 26.0000 58.0000 60.0000 44.0000      0.22222 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 9.4444 -11.1111 -5.7778 -0.8889 17.7778 28.1111 39.0000
0 0 0 0 1 0 0      14.0000 13.0000 16.0000 24.0000 40.0000 57.0000 69.0000 56.0000      0.34722 -0.3235 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 18.4191 28.1029 42.8235 75.0094 86.3309 70.2426
0 0 0 0 1 0 0      14.0000 17.0000 22.0000 29.0000 51.0000 87.0000 80.0000 52.0000      0.25000 0.10588 0.78323 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 10.1006 6.55329 23.3521 6.65629 -6.8958
0 0 0 1 0 0 0      18.0000 22.0000 37.0000 56.0000 68.0000 109.000 103.000 77.0000      0.19444 0.09412 0.24830 0.34752 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 16.3952 39.1369 33.5770 14.8344
0 1 0 0 0 0 0      25.0000 35.0000 55.0000 64.0000 82.0000 104.000 113.000 92.0000      0.16667 0.35294 0.11337 0.15046 0.11015 1.00000 0.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 18.7278 18.4240 5.26328
0 0 1 0 0 0 0      49.0000 64.0000 78.0000 87.0000 103.000 121.000 120.000 101.000      0.19444 0.51765 0.17804 0.29025 0.55844 -0.7283 1.00000 0.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 11.7851 2.05286
0 0 0 0 0 1 0      72.0000 92.0000 95.0000 98.0000 112.000 100.000 103.000 99.0000      0.68056 -0.1471 0.63593 0.15687 -0.0984 0.42900 -0.5521 1.00000      0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 -3.9705

Let's multiply L by U. See what I got?

P      X      LU
0 0 0 0 0 0 1      16.0000 11.0000 10.0000 16.0000 24.0000 40.0000 51.0000 61.0000      72.0000 92.0000 95.0000 98.0000 112.000 100.000 103.000 99.0000
1 0 0 0 0 0 0      12.0000 12.0000 14.0000 19.0000 26.0000 58.0000 60.0000 44.0000      16.0000 11.0000 10.0000 16.0000 24.0000 40.0000 51.0000 61.0000
0 0 0 0 1 0 0      14.0000 13.0000 16.0000 24.0000 40.0000 57.0000 69.0000 56.0000      25.0000 35.0000 55.0000 64.0000 82.0000 104.000 113.000 92.0000
0 0 0 0 1 0 0      14.0000 17.0000 22.0000 29.0000 51.0000 87.0000 80.0000 52.0000      18.0000 22.0000 37.0000 56.0000 68.0000 109.000 103.000 77.0000
0 0 0 1 0 0 0      18.0000 22.0000 37.0000 56.0000 68.0000 109.000 103.000 77.0000      14.0000 17.0000 22.0000 29.0000 51.0000 87.0000 80.0000 52.0000
0 1 0 0 0 0 0      25.0000 35.0000 55.0000 64.0000 82.0000 104.000 113.000 92.0000      12.0000 12.0000 14.0000 19.0000 26.0000 58.0000 60.0000 44.0000
0 0 1 0 0 0 0      49.0000 64.0000 78.0000 87.0000 103.000 121.000 120.000 101.000      14.0000 13.0000 16.0000 24.0000 40.0000 57.0000 69.0000 56.0000
0 0 0 0 0 1 0      72.0000 92.0000 95.0000 98.0000 112.000 100.000 103.000 99.0000      49.0000 64.0000 78.0000 87.0000 103.000 121.000 120.000 101.000

Now P * X should be equal to LU :)
If it's not then blame Aleksander :C
```