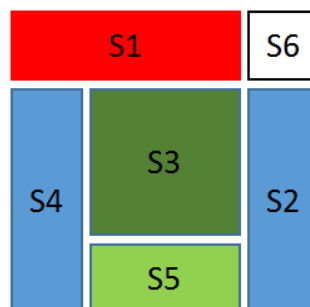


Lab 3 Matrices & vectors

Try help for the following built-in functions: `whos`, `rand`, `rank`, `det`, `fliplr`, `floor`, `zeros`, `eye`, `size`, `sum`

You cannot use any for/while or any other form of cycle while implementing the assignments.

- Using range operator and a given integer parameter N stored in a variable, generate:
 - A column vector \mathbf{u} with values 0 to $N-1$.
 - A row vector \mathbf{v} with values N to $2N-1$.
 - A row vector \mathbf{w} with N values with first element $w_1 = 3$ and each other element $w_{i+1} = w_i + 2$.
- Using only built-in transpose and multiply operators, compute *inner* and *per-element* products of vectors \mathbf{u} and \mathbf{v} .
- Generate a pseudo-random square matrix of integers stored as double \mathbf{A} of size $m = 4$.
Matrix must contain only single-digit integer values.
- Find the rank and determinant of matrix \mathbf{A} .
- Find the sums of all columns of \mathbf{A} , the sums of all rows of \mathbf{A} , and the sum of all elements of \mathbf{A} .
- Flip \mathbf{A} in horizontal and vertical direction, rotate the matrix by 90 degrees and transpose the matrix. Compare the results.
- Use range indexing to:
 - Copy the second column of matrix \mathbf{A} to a column vector \mathbf{v} .
 - Copy the first row of matrix \mathbf{A} to a row vector \mathbf{u} .
 - Copy the last row of matrix \mathbf{A} to a row vector \mathbf{w} .
 - Copy the left half of the matrix \mathbf{A} to a new matrix \mathbf{A}_1 .
 - Copy the bottom half of the matrix \mathbf{A} to a new matrix \mathbf{A}_2 .
- Using range indexing create a:
 - row vector \mathbf{v}_1 containing all the elements of matrix \mathbf{A} scanned *column-wise*.
 - row vector \mathbf{v}_2 containing all the elements of matrix \mathbf{A} scanned *row-wise*.
- Using logical indexing:
 - find all the elements of matrix \mathbf{A} that are greater than 5.
 - Copy all these elements to matrix \mathbf{C} of same size as \mathbf{A} , that will contain these elements at their proper positions and all other elements will be zero.
 - Set all elements in matrix \mathbf{A} , that are greater than 5, to zero.
- Using range indexing, cut the matrix \mathbf{A} (of size 4×4) to submatrices as shown in the picture below and then transpose \mathbf{A} per partes – by transposing and repositioning the pieces $S1 - S6$ into an all-zero matrix \mathbf{D} of the same size as \mathbf{A} . Note: it will be helpful to draw the transposed matrix \mathbf{A} , along with the submatrix partitioning first.



Divide this task into two separate m-files/functions with the following signatures:

```
function [ S1, S2, S3, S4, S5, S6 ] = foo( A )
```

Divides the matrix \mathbf{A} into submatrices.

```
function D = bar( S1, S2, S3, S4, S5, S6 )
```

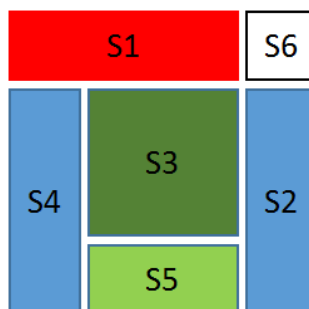
Transposes the matrix using the submatrices show above as inputs.

Cvičenie 3: Matice a vektory

Zobrazte a prečítajte si help k zabudovaným funkciám: `whos`, `rand`, `rank`, `det`, `fliplr`, `floor`, `zeros`, `eye`, `size`, `sum`

Pri všetkých úlohách je zakázané použitie akýchkoľvek cyklov ako napr. `for`/`while`.

- Pomocou operátora rozsahu a daného celočíselného parametra – premennej N vygenerujte:
 - Stĺpcový vektor \mathbf{u} s hodnotami 0 až $N-1$.
 - Riadkový vektor \mathbf{v} s hodnotami N až $2N-1$.
 - Riadkový vektor \mathbf{w} s N hodnotami a prvým prvkom $w_1 = 3$ a každým ďalším prvkom $w_{i+1} = w_i + 2$.
- S použitím len zabudovaných operátorov transpozície a násobenia vypočítajte *skalárny súčin* vektorov \mathbf{u}, \mathbf{v} a súčin týchto vektorov *po prvkoch*.
- Vygenerujte pseudonáhodnú štvorcovú maticu celých čísel (uložených ako `double`) \mathbf{A} rozmeru $m = 4$. Matica musí obsahovať len jednociferné celé hodnoty.
- Nájdite hodnotu a determinant matice \mathbf{A} .
- Nájdite sumy všetkých stĺpcov matice \mathbf{A} , všetkých riadkov matice \mathbf{A} , a sumu všetkých prvkov matice \mathbf{A} .
- Otočte maticu \mathbf{A} okolo horizontálnej a vertikálnej osi, rotujte maticu o 90 stupňov a transponujte ju. Porovnajte výsledky týchto operácií.
- Použite indexáciu pomocou rozsahov (`range`) pre:
 - Skopírovanie druhého stĺpca matice \mathbf{A} do stĺpcového vektora \mathbf{v} .
 - Skopírovanie prvého riadka matice \mathbf{A} do riadkového vektora \mathbf{u} .
 - Skopírovanie posledného riadka matice \mathbf{A} do riadkového vektora \mathbf{w} .
 - Skopírovanie ľavej polovice matice \mathbf{A} do novej matice \mathbf{A}_1 .
 - Skopírovanie dolnej polovice matice \mathbf{A} do novej matice \mathbf{A}_2 .
- Pomocou indexácie prostredníctvom rozsahov vytvorte:
 - Riadkový vektor \mathbf{v}_1 obsahujúci všetky prvky matice \mathbf{A} usporiadané po *stĺpcoch*.
 - Riadkový vektor \mathbf{v}_2 obsahujúci všetky prvky matice \mathbf{A} usporiadané po *riadkoch*.
- Pomocou logickej indexácie:
 - Nájdite všetky prvky matice \mathbf{A} , ktoré sú väčšie ako 5.
 - Skopírujte tieto prvky do matice \mathbf{C} , ktorá má rovnaké rozmery ako \mathbf{A} , a v ktorej budú tieto prvky umiestnené na rovnaké pozície, ako sú v matici \mathbf{A} , pričom všetky ostatné hodnoty matice \mathbf{C} budú nulové.
 - Nastavte všetky prvky matice \mathbf{A} , ktoré sú väčšie ako 5, na nulu.
- Pomocou indexácie prostredníctvom rozsahov rozdeľte maticu \mathbf{A} (rozmerov 4×4) na submatice podľa obrázka. Potom zo submatíc $S1 - S6$ vyskladajte maticu \mathbf{D} , ktorá bude transpozíciou matice \mathbf{A} . Maticu \mathbf{D} najprv vygenerujte ako nulovú maticu, a pomocou indexácie prostredníctvom rozsahov do nej na správne miesta umiestnite čiastkové matice $S1 - S6$. Poznámka: je vhodné si najprv nakresliť obrázok transponovanej matice \mathbf{A} spolu s jej rozdelením na submatice.



Rozdeľte si túto úlohu na dve funkcie (m-súbory) s nasledujúcimi prototypmi:

```
function [ S1, S2, S3, S4, S5, S6 ] = foo( A )
```

Rozdelí maticu \mathbf{A} na submatice.

```
function D = bar( S1, S2, S3, S4, S5, S6 )
```

Transponuje maticu \mathbf{A} len s použitím submatíc.

Extra – nepovinné zaujímavé úlohy pre pokročilých:

11. Vytvorte samostatný m-súbor, v ktorom definujete funkciu `ftm`, generujúcu maticu Fourierovej transformácie na obrázku dole. Rozmer matice N nech je parametrom funkcie `ftm` a funkčný prototyp musí byť: `function W = ftm(N)`.

$$W = \frac{1}{\sqrt{N}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & \omega & \omega^2 & \omega^3 & \dots & \omega^{N-1} \\ 1 & \omega^2 & \omega^4 & \omega^6 & \dots & \omega^{2(N-1)} \\ 1 & \omega^3 & \omega^6 & \omega^9 & \dots & \omega^{3(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \omega^{N-1} & \omega^{2(N-1)} & \omega^{3(N-1)} & \dots & \omega^{(N-1)(N-1)} \end{bmatrix}$$

Kde:

$$\omega = e^{\left(\frac{-2\pi i}{N}\right)}$$

Pomôcka: Vygenerujte najprv maticu exponentov ω :

$$C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & \dots & N-1 \\ 0 & 2 & 4 & 6 & \dots & 2(N-1) \\ 0 & 3 & 6 & 9 & \dots & 3(N-1) \\ \dots & & & & & \\ 0 & N-1 & 2(N-1) & 3(N-1) & \dots & (N-1)(N-1) \end{pmatrix}$$

Porovnajte transformáciu vektora x pomocou zabudovanej funkcie `fft()` a pomocou násobenia vami vygenerovanou maticou W . Výstup funkcie `fft()` bude potrebné škálovať faktorom $1/\sqrt{N}$.

12. Implemetujte transpozíciu matice A z úlohy 10 pomocou rozdelenia na submatice S_1 až S_6 pre všeobecný rozmer matice A : $4N \times 4N$, kde N je hodnota uložená v premennej.