

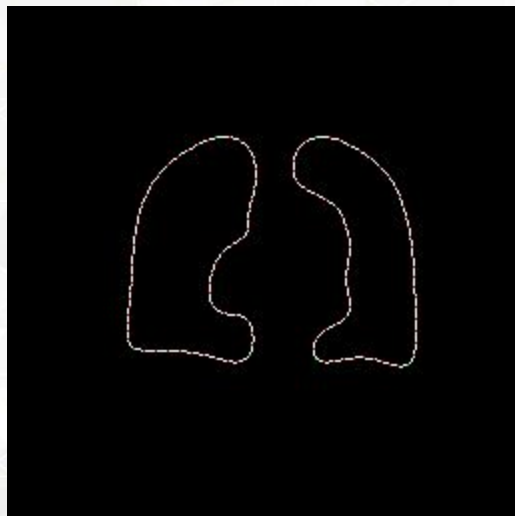
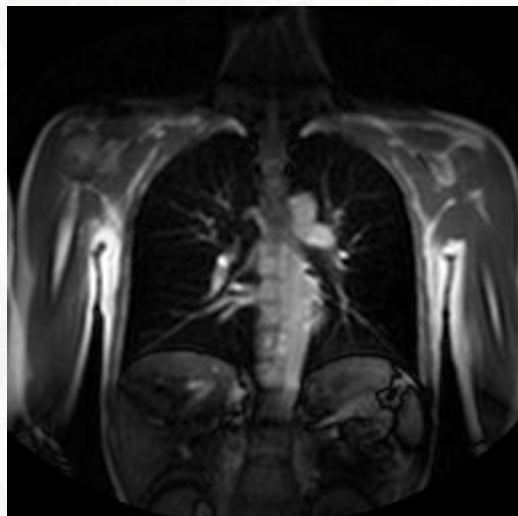
Matriz esparsa

emanoelim@utfpr.edu.br

Matriz esparsa

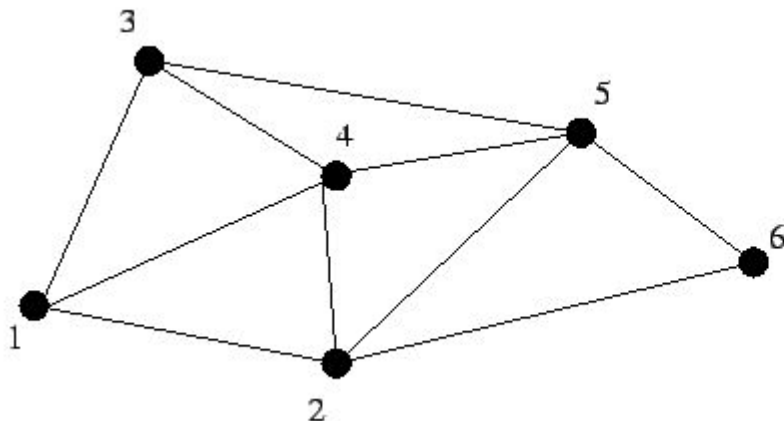
- É uma matriz onde a maioria dos elementos possui um valor padrão (0, por exemplo), ou onde a maioria dos valores são faltantes.
- Por exemplo:

Matriz esparsa



Uma imagem nada mais é do que uma matriz, onde cada posição da matriz guarda a cor de um pixel. A cor branca é representada por $(255, 255, 255)$, enquanto a cor preta é representada por $(0, 0, 0)$. Em uma imagem segmentada, apenas os pixels do contorno irão guardar algum valor de cor. Todos os outros irão guardar $(0, 0, 0)$.

Matriz esparsa



0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0

<http://www.lcad.icmc.usp.br/~nonato/ED/Grafos/node75.html>

Muitos problemas da computação utilizam grafos. Um grafo usa uma matriz de adjacência para indicar qual nó está ligado com qual. Dependendo da aplicação do grafo, a matriz de adjacência pode conter uma grande quantidade de zeros.

Matriz esparsa

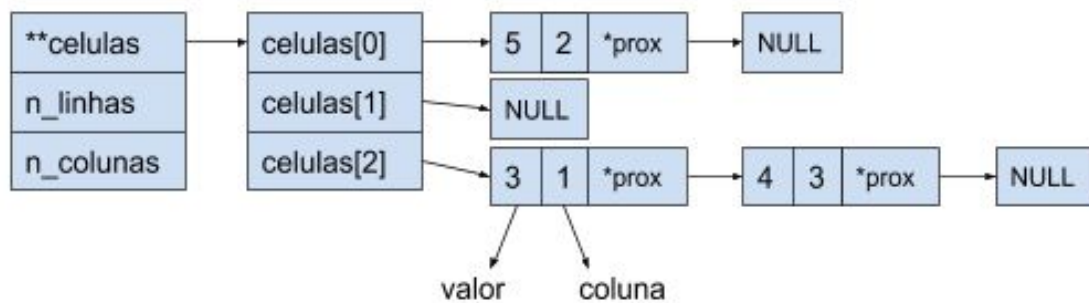
- Nessas situações, guardar os dados de todas as posições da matriz seria um desperdício de memória, já que a maioria das posições é nula.
- Por isso, precisamos usar uma estrutura de dados especial para representar uma matriz esparsa, onde guardamos somente os dados relevantes.

Matriz esparsa

- Vamos implementar representação onde cada linha da matriz é representada por uma lista encadeada que contém somente os dados relevantes.
- Assim, teremos um arranjo de listas encadeadas:

Matriz esparsa

	0	1	2	3
0	0	0	5	0
1	0	0	0	0
2	0	3	0	4



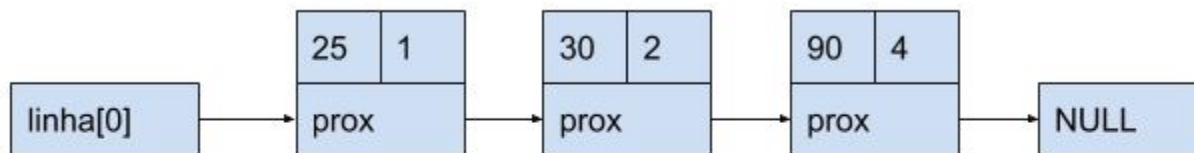
Matriz esparsa

- Cada célula guarda:
 - o dado a ser armazenado;
 - a posição lógica dentro da matriz;
 - um ponteiro para a próxima célula.

Matriz esparsa

- Inserção na matriz - feita de maneira ordenada, de acordo com o índice da coluna. Deve considerar os seguintes casos:
 1. Se já existe uma célula na posição e o valor a ser inserido for igual a zero, então deve-se remover a célula;
 2. Se já existe uma célula na posição e o valor a ser inserido for diferente de zero, então deve-se substituir o valor existente;
 3. Se não existe uma célula na posição e o valor a ser inserido for diferente de zero, então deve-se inserir uma nova célula para o valor;
 4. Se não existe uma célula na posição e o valor for igual a zero, então não é necessário fazer nada.

Matriz esparsa

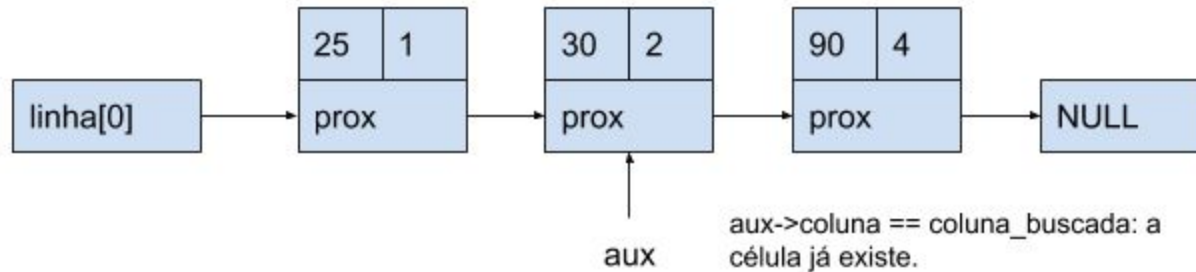


Para buscar uma célula: percorrer a lista enquanto $\text{aux} \rightarrow \text{coluna} < \text{coluna_buscada}$ ou até a lista chegar no final.

- Se aux não for NULL e $\text{aux} \rightarrow \text{coluna} == \text{coluna_buscada}$, então a célula já existe (remover ou atualizar).
- Se não (se for NULL ou $\text{aux} \rightarrow \text{coluna} < \text{coluna_buscada}$), então a célula ainda não existe (adicionar).

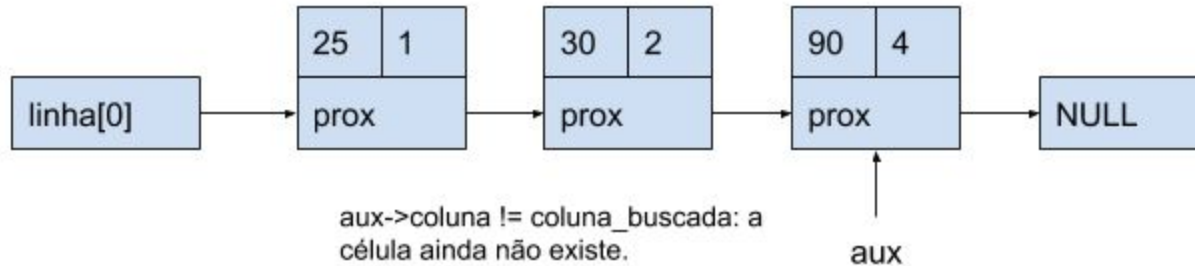
Matriz esparsa

Exemplo - fazer uma inserção na coluna 2:



Matriz esparsa

Exemplo - fazer uma inserção na coluna 3:



Matriz esparsa

- Complexidade:
 - Para acessar as células da matriz (para inserção, busca ou remoção), é necessário fazer uma busca linear.
 - O custo dessa busca será proporcional a quantidade de itens guardados em cada linha.
 - Acessar um item que está na última coluna e todas as colunas anteriores estão ocupadas - $O(n)$, n = número de colunas.

Matriz esparsa

- Vantagens da implementação:
 - Mantém a característica 2D da matriz;
 - Linhas são acessadas com custo constante.
- Desvantagens:
 - Número de linhas não cresce dinamicamente.

Matriz esparsa

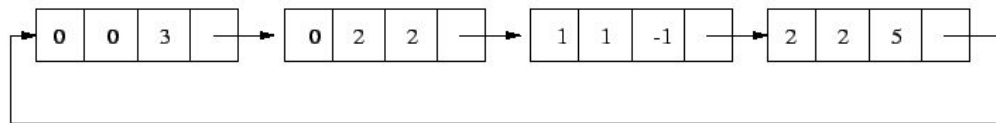
- Outras representações:
 - Um array de listas duplamente encadeadas em vez de listas simplesmente encadeadas (mais facilidade para inserção e remoção).

Matriz esparsa

- Outras representações:
 - Uma só lista encadeada que guarda todos os itens não nulos:

$$A_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix}$$

ROW	COL	VAL	PROX
-----	-----	-----	------



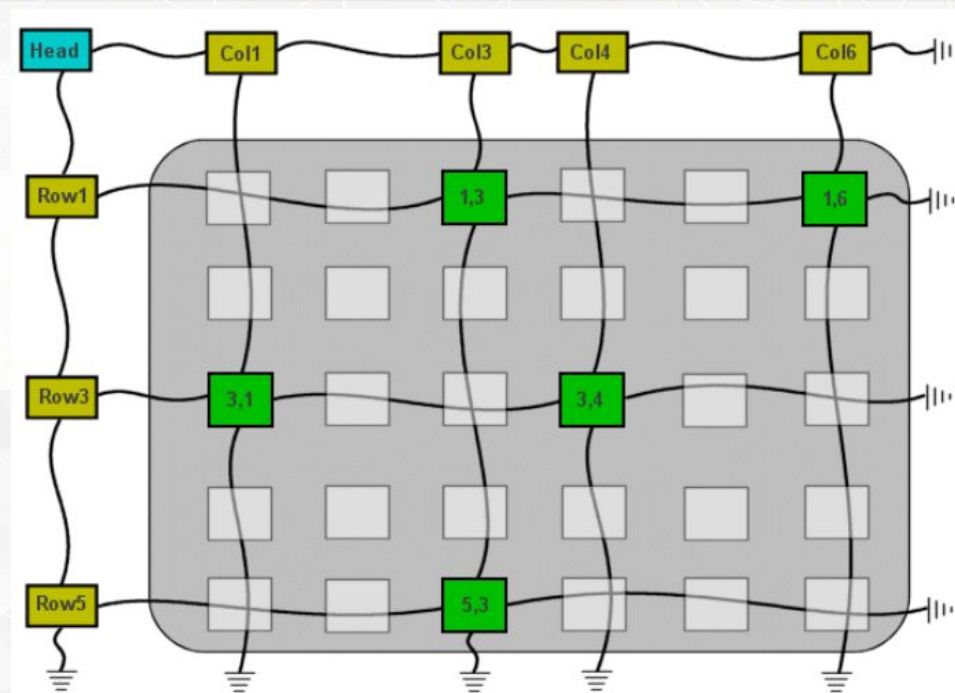
<http://www.lcad.icmc.usp.br/~nonato/ED/Matrizes/node31.html>

- Não preserva a estrutura bidimensional da matriz.

- Para acessar um item da i-ésima linha é preciso passar por todos os itens das linhas anteriores.

Matriz esparsa

- Outras representações:
 - Linhas e as colunas são representadas por listas encadeadas. A manipulação é mais complexa, mas permite que a matriz cresça dinamicamente.



http://wiki.icmc.usp.br/images/d/d6/Aula_matrizes_esparsas_2010.pdf

Referências

- Schildt, H., “C completo e total”, 3ª ed. Makron Books, 1996.
- Material prof. Luiz Gustavo Nonato:
<http://www.lcad.icmc.usp.br/~nonato/ED/Matrizes/node30.html>
- Material prof. Luciano A. Digiampietri:
www.each.usp.br/digiampietri/ed/aula14.pdf