

Notas de Aula - AED1 – Matrizes Esparsas (parte 2)

Prof. Jefferson T. Oliva

Na aula anterior vimos definições de matriz esparsa, que é uma alternativa em relação à matriz “convencional” (e.g. `int mat[5][5]`).

Por mais que uma matriz “convencional” tenha a vantagem de simplicidade, a mesma pode acarretar em desperdício de recursos computacionais, pois é necessário um espaço contíguo de n (linhas) \times m (colunas) vezes o tamanho do tipo de dado. Em uma imagem em preto e branco, por exemplo, o interesse pode ser a representação de apenas de contornos de objetos. Neste caso, matrizes esparsas podem possibilitar a economia de recursos computacionais por apenas representar o conteúdo “relevante” de uma matriz.

Matrizes esparsas possuem diversas aplicações. Um dos exemplos apresentados na aula anterior foi a planilha eletrônica, na qual a maior parte do espaço é referente às células preenchidas.

Conversão de Matriz Numérica para Esparsa

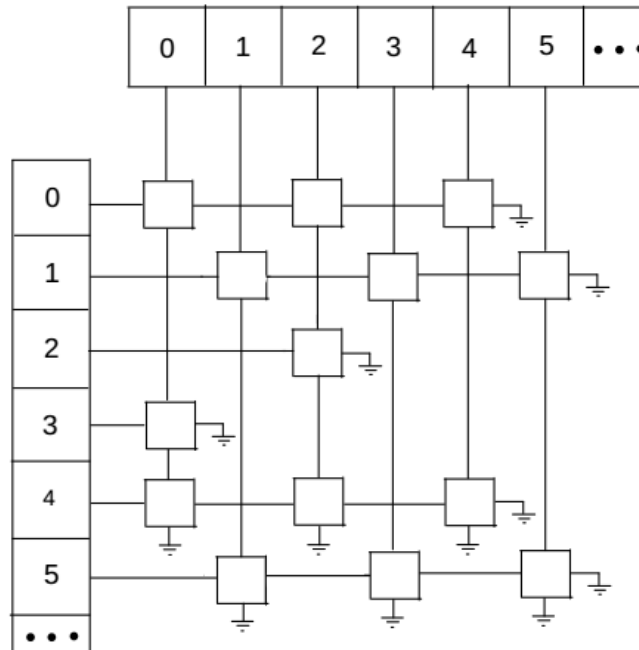
Implementação de uma função para inserção de elementos no início de uma lista encadeada.

```
static void inserir_primeiro(ListaE *l, int col, int item){
    Cell *nova = criar_celula(item);
    nova->col = col;
    nova->next = l->head;
    l->head = nova;
}
```

Para cada linha da matriz numérica, percorrer do último elemento ao primeiro, utilizando a função sugerida no item anterior.

```
Spa_Mat* converter(int **mat, int l, int c){
    int i, j;
    Spa_Mat* me = criar(l, c);
    for (i = 0; i < l; i++)
        for (j = c - 1; j >= 0; j--)
            if (mat[i][j] > 0)
                inserir_primeiro(me->lin[i], c, mat[i][j]);
    return me;
}
```

Outro Exemplo de TAD para Matrizes Esparsas



No exemplo de matriz acima, podemos determinar que cada elemento (Cell) possui novos campos em comparação com o que foi visto na aula anterior. No exemplo apresentado a seguir, cada célula possui também um número inteiro para representar a linha em que o item está localizado na matriz. Outro novo campo na estrutura da célula é uma referência para a célula da próxima linha (desde que esteja localizada na mesma coluna):

```
typedef struct Cell Cell;
```

```
struct Cell{
    int item, lin, col;
    Cell *next;
    Cell *down;
};
```

A lista encadeada permanece a mesma em relação à aula anterior.

Por fim, na estrutura da matriz esparsa é adicionado um outro vetor de listas encadeadas, sendo esta para representar as colunas da matriz:

```
typedef struct Spa_Mat Spa_Mat;
```

```
struct Spa_Mat{
    int n_lin;
    int n_col;
    ListaE **lin;
    ListaE **col;
};
```

Arquivo .h

```
typedef struct Cell Cell;  
  
typedef struct ListaE ListaE;  
  
typedef struct Spa_Mat Spa_Mat;  
  
Spa_Mat* criar(int l, int c);  
  
Cell* criar_celula(int item, int l, int c);  
  
int buscar(int item, Spa_Mat* mat);  
  
void alterar(int item, int l, int c, Spa_Mat* mat);
```

Arquivo .c

```
struct Cell{  
    int item, lin, col;  
    Cell *next, *down;  
};  
  
struct ListaE{  
    Cell *head;  
};  
  
struct Spa_Mat{  
    int n_lin, n_col;  
    ListaE **lin, **col;  
};  
  
Spa_Mat* criar(int l, int c){  
    Spa_Mat* mat = (Spa_Mat*) malloc(sizeof(Spa_Mat));  
    int i;  
    mat->n_col = c;  
    mat->n_lin = l;  
    mat->lin = (ListaE**) malloc(sizeof(ListaE*) * l);  
    mat->col = (ListaE**) malloc(sizeof(ListaE*) * c);  
    for (i = 0; i < l; i++){  
        mat->lin[i] = (ListaE*) malloc(sizeof(ListaE));  
        mat->lin[i]->head = NULL;  
    }  
    for (i = 0; i < c; i++){  
        mat->col[i] = (ListaE*) malloc(sizeof(ListaE));  
        mat->col[i]->head = NULL;  
    }  
    return mat;  
}
```

```
Cell* criar_celula(int item, int l, int c){
    Cell *novo = NULL;
    if (item > 0){
        novo = (Cell*) malloc(sizeof(Cell));
        novo->item = item;
        novo->lin = l;
        novo->col = c;
        novo->next = NULL;
        novo->down = NULL;
    }
    return novo;
}

static int validar_ME(int l, int c, Spa_Mat* mat){
    return (Spa_Mat != NULL) && (l >= 0) && (l < mat->lin) && (c >= 0) && (l < mat->col);
}

int buscar(int l, int c, Spa_Mat* mat){
    int i;
    int aux = 0;
    Cell *aux;
    if (validar_ME(l, c, mat)){
        aux = mat->lin[l]->head;
        while ((aux != NULL) && (aux->col < c))
            aux = aux->next;
        if ((aux != NULL) && (aux->col == c))
            return aux->item;
    }
    return 0;
}

// Obtém a última célula antes de l
static Cell* obter_celula_antes_linha(int l, ListaE* col){
    Cell *auxA = NULL;
    Cell *auxP = col->head;
    while ((auxP != NULL) && (auxP->lin < l)){
        auxA = auxP;
        auxP = auxP->down;
    }
    return auxA;
}
```

```
void alterar(unsigned int item, int l, int c, Spa_Mat* mat){
    Cell *auxLA, *auxLP, *auxCA, *novo;
    if (validar_pos_matriz(l, c, mat)){
        auxLA = NULL;
        auxLP = mat->lin[l]->head;
        while ((auxLP != NULL) && (auxLP->col < c)){
            auxLA = auxLP;
            auxLP = auxLP->next;
        }
        // Inserção ou alteração de elemento na posição (l, c)
        if (item > 0){
            // Significa que existe um elemento na posição (l, c).
            // Nesse caso, basta alterar o valor da célula.
            if ((auxLP != NULL) && (auxLP->col == c))
                auxLP->item = item;
            else{ // Caso contrário, uma nova célula deve ser alocada
                novo = criar_celula(item, l, c);
                auxCA = obter_celula_antes_linha(l, mat->col[c]);
                // auxLA é nulo apenas quando mat->lin[l]->head for nulo ou
                // l é menor que mat->lin[l]->head->lin
                if (auxLA != NULL){
                    novo->next = auxLA->next;
                    auxLA->next = novo;
                }else{
                    novo->next = mat->lin[l]->head;
                    mat->lin[l]->head = novo;
                }
                // auxCA é nulo apenas quando mat->col[c]->head for nulo ou
                // c é menor que mat->col[c]->head->col
                if (auxCA != NULL){
                    novo->down = auxCA->down;
                    auxCA->down = novo;
                }else{
                    novo->next = mat->col[c]->head;
                    mat->col[c]->head = novo;
                }
            }
        }
        // Remoção de um elemento na posição (l, c)
        }else if ((auxLP != NULL) && (auxLP->col == c)){
            auxCA = obter_celula_antes_linha(l, mat->col[c]);
            auxCA->down = auxLP->down;
            auxLA->next = auxLP->next;
            free(auxLP);
        }
    }
}
```

Referências

Oliva, J. T. Matrizes Esparsas. AE22CP - Algoritmos e Estrutura de Dados I. Notas de Aula. Engenharia de Computação. Dainf/UTFPR/Pato Branco, 2020.

Roman, N. T.; Digiampietri, L. A. Matriz Esparsa. ACH2023 - Algoritmos e Estrutura de Dados I. Notas de Aula. Sistemas de Informação. EACH/USP/São Paulo, 2018