Insertion e Merge Sort

Frank Coelho de Alcantara

Insertion Sort

Todas os principais livros de algoritmos começam a descrição do algoritmo Insertion Sort pelo jogo de Bridge. No Brasil, jogamos Buraco. No jogo de Buraco você recebe 11 cartas viradas para baixo. Pega a cartas uma a uma e vai *inserindo* em ordem na sua mão. Primeiro por naipe e depois por valor. Este *inserindo* da sentença a anterior, força um pouco a amizade mas, cai como uma luva para metáfora do funcionamento do **Insertion Sort**. Agora, depois deste parágrafo, eu vou ali arder no mármore do inferno e já volto.

Este processo que usamos naturalmente para ordenar as cartas de baralho, seja em que jogo for, é intuitivo e descreve muito bem os conceitos que suportam o **Insertion Sort**. Você pega a primeira carta e coloque onde colocar, ela estará na posição certa. A partir da segunda, já é necessário observar a posição da carta e, a partir da terceira, pode ser que a posição correta seja entre as cartas que já estão na sua mão. O único algoritmo de ordenação mais simples que este é o **Selection Sort** Que deve ser estudado em cursos e livros básicos de algoritmos e estruturas de dados e está fora das nossas ambições.

O **Insertion Sort** interage por uma lista de itens e cada um destes itens é inserido em uma lista de itens na posição correta.

Este é um daqueles algoritmos que aprendemos apenas para fixar o conceito.

Use o **Insertion Sort** apenas para conjuntos de dados pequenos e com baixa entropia.

Do ponto de vista do algoritmo, começamos por assumir que a primeira posição do conjunto de dados representa uma lista de elementos que já está ordenada. Em cada passagem do algoritmo percorremos do item 1 até o iten $n-1$, o item da passagem será comparado com aqueles que já estão ordenados, na primeira passagem, apenas o primeiro elemento está ordenado. Na primeira passagem vamos comparar o segundo item com a lista já ordenada, que é composta de apenas um item e inserir este segundo item no lugar correto.

Na terceira passagem vamos comparar o terceiro item com os dois primeiros e inseri-lo no lugar correto e assim, sucessivamente. Ou seja, com o passar do tempo a lista de itens ordenados aumenta e a lista de itens não ordenados

diminui.

Este é um algoritmo com complexidade $O(n^2)$ no pior caso e na média. No melhor caso possível é $O(n), como é possível ver no Pseudocode 1.

Pseudocode 1: Insertion Sort PseudoCode

```
\\entrada conjunto A com n elementos
\\saída conjunto A de n elementos ordenados

ordene(A)
    for i=1 até n-1
        inserte(A, i, A[i])

inserte(A, posição, valor)
    i = posição - 1
    while (i >= 0 E A[i] > valor ) do
        A[i+1] = A[i]
        i=i-1
```

Fonte: o autor (2020)

Merge Sort

O algoritmo **Merge Sort** é uma aplicação do padrão de construção de algoritmos **dividir & conquistar**.

No caso do **Merge Sort** esta técnica será aplicada em três fases:

- **Dividir**: divida o conjunto de entrada em dois. Exceto que este conjunto for muito pequeno;
- **Recorrência**: recursivamente ordene os dois conjuntos de dados resultantes;
- **Conquistar**: una os dois conjuntos.

Quando falamos em muito pequeno, a leitora deve entender menor que um tamanho pré-determinado. Em inglês chamos este valor mínimo para o qual o algoritmo será aplicado de *threshold*.

No caso do **Merge Sort** podemos detalhar um pouco mais o padrão **dividir & conquistar**.

Dividir

Se o conjunto A tem zero, ou um elemento, retormos o conjunto A já que ele já está ordenado. Você não consegue ordernar conjuntos vazios ou unitários. Caso a cardinalidade do conjunto A seja maior que 1, dividimos este conjunto em dois, A_1 e A_2 com cardinalidade proxima da metade da cardinalidade de A.

Ou, em outras palavras, se o comprimento n de A é maior que 1 então o comprimento de A_1 deve ser $n/2$.

Recursividade e Conquista

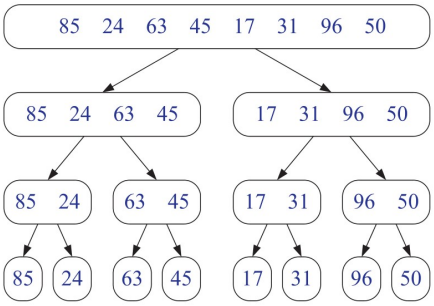
Recursivamente ordene os itens de A_1 e A_2.

Junte, *merge*, A_1 e A_2 em A.

Visualização

Podemos ver o algoritmo **Merge Sort** em uma árvore binária chamada de **Merge-Sort Tree**. Nesta árvore cada nó representa uma chamada recursiva a função de ordenação do **Merge Sort**. A **Merge-Sort Tree** pode ser vista na Figura 1.

Figura 1: árvore binária do Merge Sort.



Fonte: (GOODRICH; TAMASSIA; MOUNT, 2011)

O **Merge Sort** é um algoritmo relativamente simples, conceitualmente falando. Ainda assim, não está entre os algoritmos mais fáceis do ponto de vista da implementação. O seu pseudocódigo pode ser visto em Pseudocódigo 2.

Pseudocódigo 2: Algoritmo Merge Sort

```
mergeSort(S)
\\entrada conjunto A com n elementos
\\saída conjunto A de n elementos ordenados

if A.size() > 1
    (A1, A2) ← partition(A, n/2)

mergeSort(A1)
mergeSort(A2)

S ← merge(S1, S2)
```

Fonte: o autor (2020)

Material de apoio

Você pode baixar a versão em pdf desta aula clicando aqui

Obras Citadas

GOODRICH, Michael T.; TAMASSIA, Roberto; MOUNT, David M.. Data Structures anda Algorithms in C++. 2. ed. Mariland: John Wiley & Sons, 2011.