

# Gestão de contatos

Conceção e Análise de Algoritmos

**2 de Junho de 2014**

**Grupo E:**

**Henrique Ferrolho** – 120509079 – [henriqueferrolho@gmail.com](mailto:henriqueferrolho@gmail.com)  
**Maria Marques** – 120509104 – [mariajoao.rmarques@gmail.com](mailto:mariajoao.rmarques@gmail.com)

## Índice

1. Introdução.....	3
2. Perguntas e respostas.....	4
3. Especificações da aplicação.....	5
3.1. Dados de entrada:.....	5
3.2. Restrições:.....	5
3.3. Resultados esperados:.....	5
4. Principais algoritmos implementados.....	6
4.1. Análise do algoritmo EditDistance.....	6
4.2. Análise do algoritmo EditDistance melhorado.....	6
4.3. Análise do algoritmo de pesquisa da aplicação.....	7
4.3.1. Análise das complexidades temporal e espacial.....	9
5. Lista de casos de utilização.....	11
6. Conclusão.....	13
6.1. Dificuldades.....	13
6.2. Contribuição no projeto.....	13

## 1. Introdução

No âmbito da unidade curricular Conceção e Análise de Algoritmos do curso Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação foi-nos proposto a implementação de funcionalidades eficientes de pesquisa de contatos.

A pesquisa deve ser dinâmica e a aplicação deve mostrar contatos que interessem ao utilizador, à medida que este escreve mais caracteres. Deve assim possibilitar que o utilizador se engane na escrita e o algoritmo de pesquisa deve sugerir correções que se aproximem da lista de contatos. Para isso recorreremos à utilização do algoritmo de pesquisa aproximada de *strings EditDistance*.

## 2. Perguntas e respostas

**Q:** Que algoritmo será usado para a pesquisa de contatos?

**A:** O algoritmo *EditDistance*: um algoritmo de pesquisa aproximada de *strings*.

**Q:** Que contentor deverá ser usado para guardar os contatos durante o tempo de execução?

**A:** A escolha mais apropriada é a de usar o contentor *set*. Os *sets* não só armazenam elementos únicos segundo uma ordem específica, como também são implementados com uma árvore de pesquisa binária, o que será perfeito para operações de pesquisa, adição e remoção que teremos de implementar.

**Q:** Quanto tempo demorará uma inserção/remoção/pesquisa de contato?

**A:** Como o contentor dos contatos é um *set*, que novamente é implementado com uma árvore de pesquisa binária, estas operações terão uma complexidade temporal de  $O(\log n)$ .

### 3. Especificações da aplicação

#### 3.1. Dados de entrada:

- contacts.txt:

```
nContacts
firstName      lastName      phoneNumber      email      address
firstName      lastName      phoneNumber      email      address
firstName      lastName      phoneNumber      email      address
...
```

- settings.txt: número máximo de resultados a apresentar numa pesquisa.

#### 3.2. Restrições:

- Contatos diferentes não podem ter nomes, números ou e-mail iguais.
- O número de telemóvel tem de ter 9 dígitos, o e-mail tem de ter pelo menos um '@' e um '.'.

#### 3.3. Resultados esperados:

A aplicação deverá ser capaz de inserir/remover contatos fácil e intuitivamente, bem como pesquisar fluentemente um contato em específico e editar o mesmo.

## 4. Principais algoritmos implementados

O objetivo neste projeto era construir um mecanismo robusto e eficaz para a pesquisa numa lista de contatos. Para isso foi implementado o algoritmo *EditDistance*: um algoritmo de pesquisa aproximada de *strings* (o que foi apresentado nas aulas teóricas da unidade curricular).

O algoritmo *EditDistance*, tal como a sua versão melhorada, estão implementados em “StringSearchTools.cpp”.

### 4.1. Análise do algoritmo *EditDistance*

O algoritmo *EditDistance* recebe como argumentos duas *strings*:

- $P$  – o padrão (palavra) a procurar;
- $T$  – o texto onde procurar  $P$ .

O algoritmo retorna um inteiro:

- $d$  – distância entre as strings.

O algoritmo em si consiste em construir uma matriz que é progressivamente preenchida com a distância entre  $P$  e  $T$  (onde se procura  $P$ ). Após a conclusão do algoritmo a célula inferior direita da matriz apresenta a “distância de edição”,  $d$ , entre as *strings*.

A distância  $d$  é um número inteiro que corresponde ao número de operações necessárias para transformar o padrão  $P$  no texto  $T$ . Podemos concluir, que quanto menor a distância  $d$ , maior é a similaridade entre as *strings*  $P$  e  $T$ ; e ainda que, quando a distância  $d$  é zero,  $P$  e  $T$  são exatamente iguais.

Como o algoritmo analisa todos os caracteres, tanto de  $P$  como de  $T$ , a complexidade temporal deste é:

$$O(|P| \cdot |T|)$$

O algoritmo faz uso de uma matriz bidimensional com  $|P|$  linhas e  $|T|$  colunas para guardar progressivamente a distância de edição  $d$  entre as strings. Pode-se então concluir que a complexidade espacial é igual à complexidade temporal, ou seja:

$$O(|P| \cdot |T|)$$

### 4.2. Análise do algoritmo *EditDistance* melhorado

Existe uma versão otimizada do algoritmo *EditDistance* que, em vez de usar uma matriz bidimensional, usa um array de tamanho  $|T|$  e duas variáveis auxiliares para guardar os valores relevantes para o preenchimento desse array.

Esta versão apresenta a mesma complexidade temporal, porque é igualmente necessário percorrer todos os caracteres de  $P$  e  $T$ . Contudo, como não é usada uma matriz bidimensional mas sim um array, a complexidade espacial é reduzida para:

$$O(|T|)$$

### 4.3. Análise do algoritmo de pesquisa da aplicação

De seguida é apresentado um resumo do mecanismo de pesquisa da aplicação.

Quando o utilizador, no menu principal, opta por fazer uma pesquisa, a interface de pesquisa dinâmica é inicializada. O padrão a pesquisar começa, como seria de esperar, vazio (*string* vazia). Portanto os resultados da pesquisa exibidos, quando esta é inicializada, serão a própria lista de contatos.

Cada contato possui um atributo correspondente à distância  $d$ , distância esta que se relaciona com o padrão  $P$  a ser procurado. A partir do momento em que o utilizador começa a escrever no campo de pesquisa, o algoritmo é invocado sempre que um carácter é inserido/removido:

- para cada contato presente na lista (de contatos), a distância à pesquisa  $P$  é atualizada, recorrendo ao método *updateDistanceToSearch*;
- a lista de resultados é ordenada segundo a distância de cada contato, isto é, de forma a que os contatos com menor distância estejam no início da lista e os que apresentam maior distância fiquem no fim da lista.

Pseudocódigo para atualizar os resultados de pesquisa, tal como descrito em cima:

```
updateSearchResults(string search) {
    searchResults.clear

    if (search.isEmpty())
        foreach contact in contacts
            searchResults.add(contact);
    else
        foreach contact in contacts
            contact.updateDistanceToSearch(search);
            searchResults.add(contact);

    sort(ALL(searchResults), shortestDistanceContactFirst);
}
```

O método *updateDistanceToSearch*, surgiu de forma a resolver um dos problemas que encontrámos neste ponto do desenvolvimento da aplicação:

Como determinar a distância  $d$ , a que um determinado contato se encontra de uma *string*, fazendo uso do algoritmo *EditDistance*?

Na nossa aplicação, decidimos que a distância  $d$  de um contato seria o menor valor das distâncias que cada atributo desse contato apresenta em relação ao padrão  $P$ .

Para facilitar a explicação do algoritmo, consideram-se as seguintes abreviaturas e as suas respetivas designações:

- $P$  - padrão a procurar;
- $|P|$  - retorna o tamanho de  $P$ ;
- $ED(x, y)$  - invocação da função *EditDistance*, que retorna a distância de edição entre  $x$  e  $y$ ;
- $TL(x)$  - invocação da função *toLower*, que retorna a *string*  $x$  em minúsculas;
- $str[j]$  - retorna a sub *string* de  $str$ , desde o primeiro carácter até  $j$ .
- $addressTokens[i]$  - retorna o token  $i$ , da morada de um contato.
- $Dn$  - distância a que o nome de um contato se encontra do padrão  $P$ ;
- $Dp$  - distância a que o telefone de um contato se encontra do padrão  $P$ ;
- $De$  - distância a que o e-mail de um contato se encontra do padrão  $P$ ;
- $Da$  - distância a que a morada de um contato se encontra do padrão  $P$ .

A distância  $d$  é portanto dada por:

$$d = \min(Dn, Dp, De, Da)$$

Onde  $Dn$  é calculado por:

$$Dn = \min(ED(P, firstName[|P|]), ED(P, TL(firstName[|P|])))$$

Ou, se o contato possuir ultimo nome:

$$Dn = \min(ED(P, firstName[|P|]), ED(P, TL(firstName[|P|])), ED(P, lastName[|P|]), ED(P, TL(lastName[|P|])), ED(P, name[|P|]), ED(P, TL(name[|P|])))$$

Finalmente,  $Dp$ ,  $De$  e  $Da$  são dadas por:

$$Dp = ED(P, phoneNumber[|P|])$$

$$De = ED(P, email[|P|])$$

$$Da = \min(ED(P, addressTokens[0][|P|]), \dots, ED(P, addressTokens[n][|P|]))$$

Pseudocódigo para atualizar a distância  $d$  de um contato ao padrão  $P$ , tal como descrito em cima:



```

updateDistanceToSearch(string search) {
    // name comparison
    distanceToSearch = min(
        EditDistance(search, firstName.substr(search.length)),
        EditDistance(search, toLower(firstName.substr(search.length))));

    if (lastName)
        temp1 = min(
            EditDistance(search, lastName.substr(search.length)),
            EditDistance(search, toLower(lastName.substr(search.length))));
        temp2 = min(
            EditDistance(search, name.substr(search.length)),
            EditDistance(search, toLower(name.substr(search.length))));
        distanceToSearch = min(distanceToSearch, temp1, temp2);

    // phone comparison
    if (phoneNumber)
        distanceToSearch = min(
            distanceToSearch,
            EditDistance(search, phoneNumber.substr(search.length)));

    // email comparison
    if (email)
        distanceToSearch = min(
            distanceToSearch,
            EditDistance(search, email.substr(search.length)));

    // address comparison
    if (address)
        tokens = getTokens(address, " ");
        foreach contact in tokens
            temp = min(
                EditDistance(search, tokens[i].substr(search.length)),
                EditDistance(search,
                    toLower(tokens[i].substr(search.length)));
            distanceToSearch = min(distanceToSearch, temp);
}

```

#### 4.3.1. Análise das complexidades temporal e espacial

Seja  $X$  o número de chamadas à função *EditDistance* existentes em *updateDistanceToSearch*:

$$X = (|\text{nameTokens}| * 4 - 2) + 2 + 2 * |\text{addressTokens}|$$

A complexidade temporal de *updateDistanceToSearch* será portanto:

$$O(X \cdot |T| \cdot |P|)$$

A complexidade espacial, por sua vez, será:

$$O(X \cdot |T|)$$

Considere também que:

- $C$  - conjunto dos contatos existentes na lista;
- $|C|$  - número de contatos existentes na lista de contatos.

A complexidade temporal e espacial do *sort* usado no método *updateSearchResults* é:

$$O(|C| \cdot \log(|C|))$$

Assim sendo, quando o padrão  $P$  não é equivalente a uma *string* vazia, as complexidades temporal e espacial serão, respetivamente:

$$O(|C| \cdot X \cdot |T| \cdot |P| + |C| \cdot \log(|C|))$$

$$O(|C| \cdot X \cdot |T| + |C| \cdot \log(|C|))$$

Ou, especificando  $X$ :

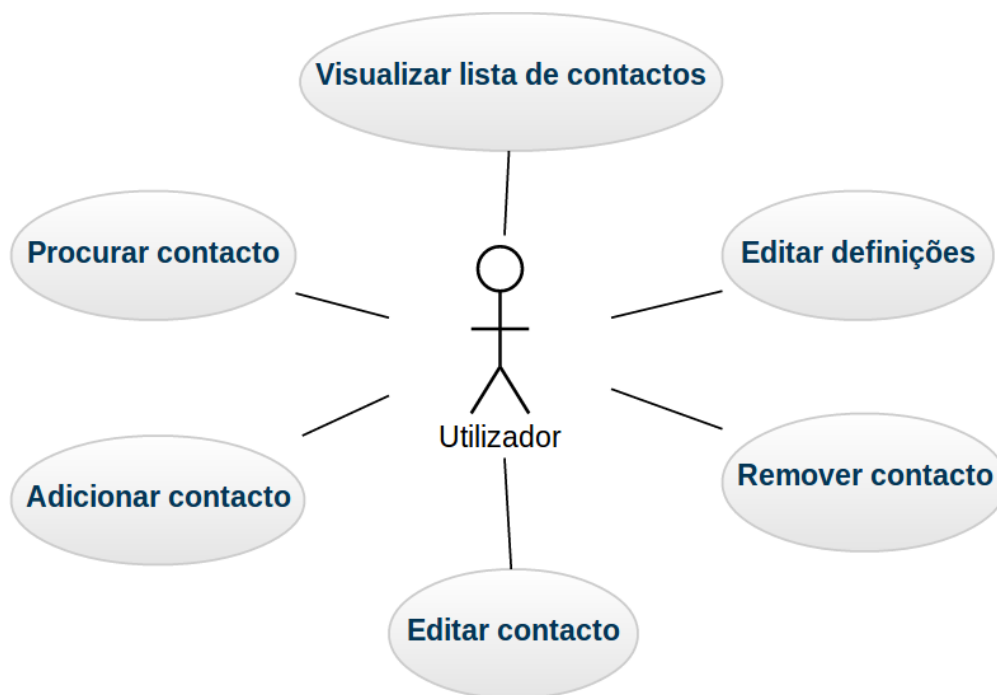
$$O(|C| \cdot ((|nameTokens| * 4 - 2) + 2 + 2 * |addressTokens|) \cdot |T| \cdot |P| + |C| \cdot \log(|C|))$$

$$O(|C| \cdot ((|nameTokens| * 4 - 2) + 2 + 2 * |addressTokens|) \cdot |T| + |C| \cdot \log(|C|))$$

## 5. Lista de casos de utilização

É esperado que o utilizador use a aplicação como uma ferramenta simples e eficaz de gestão de contactos.

Em baixo encontra-se um diagrama das funcionalidades disponibilizadas pela aplicação desenvolvida.



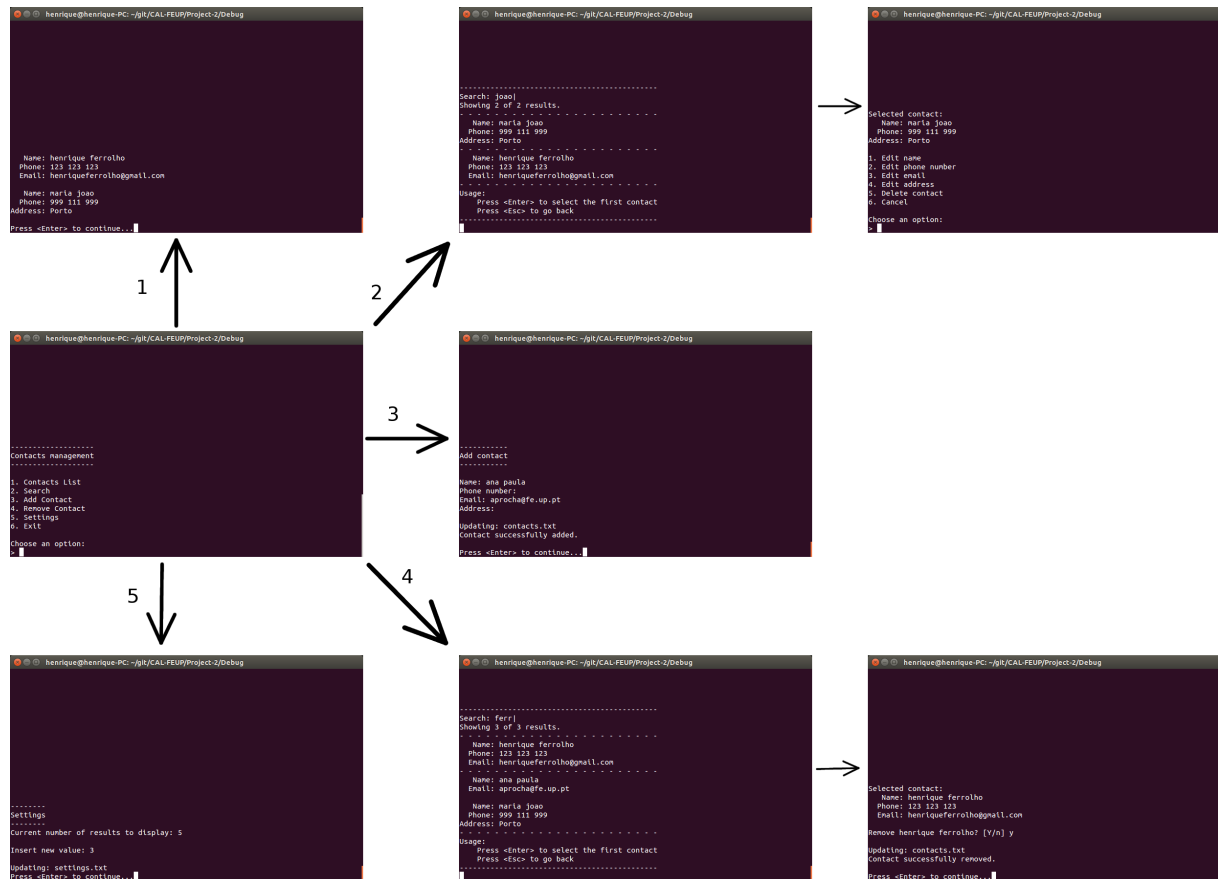
*Fig. 1. Diagrama de casos de utilização.*

A interface da aplicação foi desenvolvida para a linha de comandos. Para facilitar a navegação pela aplicação, todos os menus, sub-menus e respetivas solicitações de input para navegar entre estes estão implementados e encapsulados numa classe que gere toda a interface da aplicação em “Interface.cpp”.

Houve a preocupação de desenvolver uma aplicação versátil, que funcionasse tanto em Windows como em Unix. Para isso foi implementada uma função dependente do sistema em que a aplicação for compilada, necessária para a pesquisa dinâmica. Esta implementação encontra-se em “ConsoleUtilities.cpp”.

Relativamente à pesquisa dinâmica: é aconselhável não usar a consola do Eclipse, pois através desta a pesquisa dinâmica não funcionará; é aconselhável usar a linha de comandos se estiver a usar Windows, ou o terminal se estiver a usar um ambiente Unix.

De seguida é apresentado um diagrama relativamente aos diferentes menus e sub-menus da aplicação:



**Fig. 2.** Diagrama da interface da aplicação.

## **6. Conclusão**

### **6.1. Dificuldades**

A única dificuldade sentida foi na implementação dos algoritmos devido a um bug no pseudocódigo dos slides das aulas teóricas, mas foi facilmente ultrapassado após testar a aplicação em tempo de execução.

### **6.2. Contribuição no projeto**

Henrique Ferrolho – 50%

Maria João Marques – 50%