Universidade Federal de Goiás – UFG
Instituto de Informática – INF
Bacharelados (Núcleo Básico Comum)

Algoritmos e Estruturas de Dados 1 – 2019/2

Lista de Exercícios nº 06 – Tipo Abstrato de Dados (TAD)

Turmas: INF0286, INF0011, INF0061 – Prof. Wanderley de Souza Alencar)

Sumário

Observações:

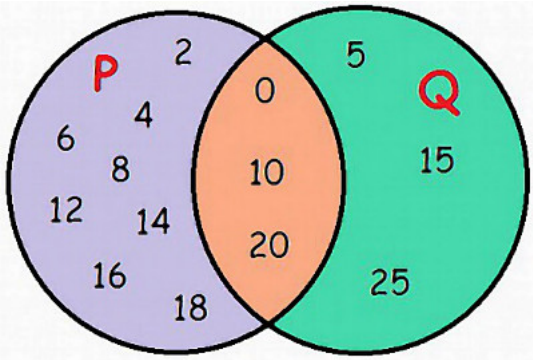
- A resolução de todos os exercícios desta lista pressupõe a utilização do conceito de *Tipo Abstrato de Dados* (TAD) durante a implementação;
- Tendo em vista que, por característica de construção do ambiente *Sharif Judge System* do INF/UFG utilizado nesta disciplina, **um único arquivo** pode ser enviado como proposta de solução para um problema (ou seja, um único arquivo com a extensão `.c`), tal arquivo deverá ter a estrutura apresentada na figura a seguir;
- Assim, o uso `tad.h` significa que a função `main()` elaborada como proposta de solução para o problema deve somente utilizar operações presentes neste arquivo.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

<TADs: conteúdo do(s) arquivo(s) .h>

<TADs: conteúdo do(s) arquivo(s) .c , sem #include "TAD.h">

int main () {
        <seu código>
}
```



1 Conjuntos de Números Naturais

(++) Escreva, em $\mathbb{C}$, um programa que seja capaz de implementar um *conjunto de números naturais* empregando o conceito de Tipo Abstrato de Dado (TAD.
O programa implentar, no mínimo, as seguintes operações:

1. criar um conjunto *C*, inicialmente *vazio*:
   `int criaConjunto(C);`
   retornando `SUCESSO` ou `FALHA`. A falha ocorre se não for possível, por alguma ocorrência, criar o conjunto *C*.

2. verificar se o conjunto *C* é vazio:
   `int conjuntoVazio(C);`
   retornando `TRUE` ou `FALSE`.

3. incluir o elemento *x* no conjunto *C*:
   `int insereElementoConjunto(x, C);`
   retornando `SUCESSO` ou `FALHA`. A falha acontece quando o elemento *x* já está presente no conjunto *C*.

4. excluir o elemento *x* do conjunto *C*:
   `int excluirElementoConjunto(x, C);`
   retornando `SUCESSO` ou `FALHA`. A falha acontece quando o elemento *x* não está presente no conjunto *C*.

5. calcular a cardinalidade do conjunto *C*:
   `int tamanhoConjunto(C);`
   retornando a quantidade de elementos em *C*. O valor 0 (zero) indica que o conjunto está vazio.

6. determinar a quantidade de elementos do conjunto *C* que são maiores que *x*:
   `int maior(x, C);`

7. determinar a quantidade de elementos do conjunto *C* que são menores que *x*:
   `int menor(x, C);`

8. verificar se o elemento *x* pertence ao conjunto *C*:
   `int pertenceConjunto(x, C);`
   retornando `TRUE` ou `FALSE`.

9. comparar se dois conjuntos, C_1 e C_2 são idênticos:
   `int conjuntosIdenticos(C1, C2);`
   retornando `TRUE` ou `FALSE`.

10. identificar se o conjunto C_1 é subconjunto do conjunto C_2:
    `int subconjunto(C1, C2);`
    retornando `TRUE` ou `FALSE`.

11. gerar o complemento do conjunto C_1 em relação ao conjunto C_2:
    `Conjunto complemento(C1, C2);`
    retornando um *conjunto* que contém elementos de C_2 que não pertencem a C_1.

12. gerar a união do conjunto C_1 com o conjunto C_2:
    `Conjunto uniao(C1, C2);`
    retornando um *conjunto* que contém elementos que estão em C_1 ou em C_2.

13. gerar a intersecção do conjunto C_1 com o conjunto C_2:
    `Conjunto interseccao(C1, C2);`
    retornando um *conjunto* que contém elementos que estão em C_1 e, simultaneamente, em C_2.

14. gerar a diferença entre o conjunto C_1 e o conjunto C_2:
    `Conjunto diferenca(C1, C2);`
    retornando um *conjunto* que contém elementos de C_1 que não pertencem a C_2.

15. gerar o conjunto das partes do conjunto C:
    `Conjunto conjuntoPartes(C);`

16. mostrar os elementos presentes no conjunto C:
    `void mostraConjunto(C, ordem);`
    se `ordem` for igual a CRESCENTE, os elementos de C devem ser mostrados em ordem crescente. Se ordem for igual a DECRESCENTE, os elementos de C devem ser mostrados em ordem decrescente.

17. copiar o conjunto C_1 para o conjunto C_2:
    `int copiarConjunto(C1, C2);`
    retornando `SUCESSO` ou `FALHA`. A falha acontece quando, por algum motivo, não é possível copiar o conjunto C_1 para o conjunto C_2.

18. destruir o conjunto C:
    `int destroiConjunto(C);`
    retornando `SUCESSO` ou `FALHA`. A falha acontece quando, por algum motivo, não é possível eliminar o conjunto C da memória.

Observação: Considere que:

- `SUCESSO` = 1; `FALHA` = 0;
- `TRUE` = 1; `FALSE` = 0.

Entradas e Saídas

Não são fornecidas entradas/saídas para testes, pois o(a) estudante deverá apenas submeter o código-fonte por ele(a) elaborado no *Sharif Judge System* do INF/UFG.
O programa elaborado deverá ter um *menu* que permita ao usuário selecionar cada uma das operações supramencionadas, executá-la e, em seguida, retornar ao *menu* para escolher uma nova opção.
Para *finalizar o programa* o usuário deverá fornecer um entrada especial. Por exemplo, o número 0 (zero)

como opção no *menu*.
O(A) estudante tem liberdade para escolher como implementar a funcionalidade de *menu*.

2 Manipulando Datas

 (++)

A capacidade de *manipular datas* é de extrema importância em muitas aplicações práticas na área de processamento de dados. Infelizmente nem sempre há, numa determinada linguagem de programação que se está utilizando, uma *biblioteca* com variadas funções para isto.

Você está participando do desenvolvimento de uma *biblioteca* para esta finalidade, sendo que ela deverá ser escrita em $\mathbb{C}$ e conter pelo menos as seguintes funções, expressas por seus cabeçalhos:
data.h

1. `Data * criaData (unsigned int dia, unsigned int mes, unsigned int ano);`
   Cria, de maneira dinâmica, uma *data* a partir dos valores para dia, mês e ano fornecidos.

2. `Data * copiaData (Data d);`
   Cria uma *cópia* da data `d`, retornando-a.

3. `void liberaData (Data * d);`
   Destrói a data indicada por `d`.

4. `Data * somaDiasData (Data d, unsigned int dias);`
   Retorna uma data que é `dias` dias posteriores à data `d`. Por exemplo, fornecendo a data `d = 12/11/2019` e `dias = 5`, retornará a data `17/11/2019`.

5. `Data * subtrairDiasData (Data d, unsigned int dias);`
   Retorna uma data que é `dias` dias anteriores à data `d`. Por exemplo, fornecendo a data `d = 12/11/2019` e `dias = 15`, retornará a data `28/10/2019`.

6. `void atribuirData (Data * d, unsigned int dia, unsigned int mes, unsigned int ano);`
   Atribui, à data `d`, a data `dia/mes/ano` especificada. Se não for possível, então faz com que `d` seja alterada para `NULL`.

7. `unsigned int obtemDiaData (Data d);`
   Retorna a componente `dia` da data `d`.

8. `unsigned int obtemMesData (Data d);`
   Retorna a componente `mes` da data `d`.

9. `unsigned int obtemAnoData (Data d);`
   Retorna a componente `ano` da data `d`.

10. `unsigned int bissextoData (Data d);`
    Retorna `TRUE` se a data pertence a um ano bissexto. Do contrário, retorna `FALSE`.

11. `int comparaData (Data d1, Data d2);`
    Retorna MENOR se `d1` < `d2`, retorna IGUAL se `d1` = `d2` ou retorna MAIOR, se `d1` > `d2`.

12. `unsigned int numeroDiasDatas (Data d1, Data d2);`
    Retorna o número de dias que existe entre as datas `d1` e `d2`.
    Se `d1` = `d2`, então o número de dias é igual a 0 (zero). Do contrário, será um número estritamente positivo.

13. `unsigned int numeroMesesDatas (Data d1, Data d2);`
    Se `d1` e `d2` estão no mesmo mês/ano, então o número de meses é igual a 0 (zero). Do contrário, será um número estritamente positivo.

14. `unsigned int numeroAnosDatas (Data d1, Data d2);`
    Se `d1` e `d2` estão no mesmo ano, então o número de anos é igual a 0 (zero). Do contrário, será um número estritamente positivo.

15. `unsigned int obtemDiaSemanaData (Data d);`
    Retorna o *dia da semana* correspodente à data `d`. Considerando que `DOMINGO` = 1; `SEGUNDA-FEIRA` = 2; ... ; `SÁBADO` = 7.

16. `char * imprimeData (Data d, char * formato);`
    Retorna uma *string* com a data "*formatada*" de acordo com o especificado em `formato`.
    Se `formato` = "ddmmaaaa", então a *string* retornada deverá apresentar os dois dígitos do dia, os dois dígitos do mês e os quatro dígitos do ano, nesta ordem, e separados por uma (/ – barra). Por exemplo: "12/11/2019".
    Se `formato` = "aaaammdd", então a *string* retornada deverá apresentar os quatro dígitos do ano, os dois dígitos do mês e os dois dígitos do dia, nesta ordem, e separados por uma (/ – barra). Por exemplo: "2019/11/12".
    De maneira análoga, são válidas as seguintes *strings* de formatação:

    - "aaaa";
    - "mm";
    - "dd";
    - "ddmm".

Entrada e Saídas

Não são fornecidas entradas/saídas para testes, pois o(a) estudante deverá apenas submeter o código-fonte por ele(a) elaborado no *Sharif Judge System* do INF/UFG.
O programa elaborado deverá ter um *menu* que permita ao usuário selecionar cada uma das operações supramencionadas, executá-la e, em seguida, retornar ao *menu* para escolher uma nova opção.
Para *finalizar o programa* o usuário deverá fornecer um entrada especial. Por exemplo, o número 0 (zero) como opção no *menu*.
O(A) estudante tem liberdade para escolher como implementar a funcionalidade de *menu*.

Observações

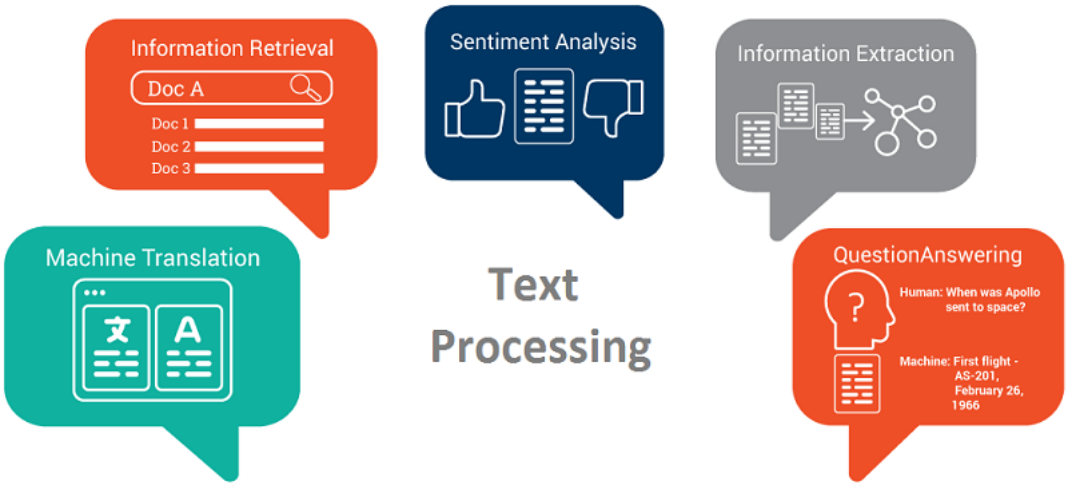
1. Uma `data` é formada por seu `dia`, `mes` e `ano`;
2. `TRUE` = 1; `FALSE` = 0;
3. A função `comparaData (Data d1, Data d2)` deve retornar:

   MENOR quando d1 < d2;

   IGUAL quando d1 = d2;

   MAIOR quando d1 > d2.

   com `MENOR` = -1; `IGUAL` = 0 e `MAIOR` = 1.
4. Fique atento a um importante evento que ocorreu no mês de outubro de 1582 envolvendo o calendário Gregoriano – pesquise sobre isto antes de implementar a função `obtemDiaSemanaData (Data d)`.



3 Processamento de Textos

 (+++)

Vamos, agora, elaborar uma TAD que seja capaz, de maneira simples, representar um *texto*.
Neste contexto, um *texto* é concebido como sendo uma sequência de caracteres sem nenhuma formatação especial, ou seja, não existe **negrito**, *itálico* ou qualquer outro atributo especial aplicado sobre os caracteres que formam o texto: há simplesmente o caractere. Entretanto, ele pode ser uma letra maiúscula ou minúscula, um dígito ou um símbolo especial.
Considere que as seguintes operações estão previstas para estarem presentes no TAD `texto.h`:

1. `Texto * criaTexto (char * t);`
2. `void liberaTexto (Texto * t);unsigned int obtemTamanhoTexto (Texto * t);char * obtemTexto (Texto * t;void mostraTexto (Texto *t, unsigned int colunas).`
3. `Texto * copiaTexto (Texto * t);`
4. `void alteraTexto (Texto * t, char * alteracao);`
5. `Texto * concatenaTextos (Texto * t1, Texto * t2);`
6. `char * obtemSubtexto (Texto * t, unsigned int inicio, unsigned int tama`
7. `unsigned int encontraSubtexto (Texto * t, char * subtexto, unsigned int ocorrencia);`
8. `int comparaTextos (Texto * t1, Texto * t2).`

Entrada e Saídas

Não são fornecidas entradas/saídas para testes, pois o(a) estudante deverá apenas submeter o código-fonte por ele(a) elaborado no *Sharif Judge System* do INF/UFG.
O programa elaborado deverá ter um *menu* que permita ao usuário selecionar cada uma das operações supramencionadas, executá-la e, em seguida, retornar ao *menu* para escolher uma nova opção.
Para *finalizar o programa* o usuário deverá fornecer um entrada especial. Por exemplo, o número 0 (zero)

como opção no *menu*.
O(A) estudante tem liberdade para escolher como implementar a funcionalidade de *menu*.

Observações

1. O procedimento `alteraTexto` substitui o texto presente em `t` pelo texto recebido em `alteracao`, mesmo que eles tenham tamanhos diferentes.;

2. A função `obtemTexto` deverá retornar uma cadeia de caracteres com o texto armazenado;

3. A função `comparaTextos(Texto * t1, Texto * t2)` deve retornar:

   MENOR quando t1 < t2;

   IGUAL quando t1 = t2;

   MAIOR quando t1 > t2.

   com `MENOR` = -1; `IGUAL` = 0 e `MAIOR` = 1.

4. A função `obtemSubtexto` deverá uma cadeia de caracteres que se inicia na `inicio`-ésima posição de textttt e conter `tamanho` caracteres de extensão.
   A primeira posição de `t` é a de número 1 (um). Se, a partir da posição *inicio* não for possível obter os *tamanho* caracteres solicitados, então a função deverá retornar uma cadeia que se inicia na posição *inicio* de *t* e contém até seu último caractere;

5. A função `encontraSubtexto` deve *procurar* pela ocorrência de número `ocorrência` (1ª, 2ª, 3ª, ..., nª) de `subtexto` em `t`.
   Se encontrar esta ocorrência, deverá retornar a posição do *primeiro caractere* dela em `t`. Do contrário, deverá retornar 0 (zero), pois o primeiro caractere de `t` é considerado como sendo o de número 1 (um);

6. A função `mostraTexto` deve apresentar `t`, no dispositivo de saída do computador (normalmente o monitor de vídeo), de tal maneira que a cada linha do dispositivo de saída sejam apresentados `colunas` caracteres. Por consequência, o texto `t` poderá ocupar uma ou mais linhas.

4 Mundo das Bactérias

 (+++++)

Um estudante de Ciências Biológicas precisa fazer uma sequência de experimentos com uma cultura de bactérias para comprovar hipóteses a respeito de uma pesquisa da qual está participando envolvendo a *movimentação* de bactérias nesta cultura.
O problema é que para fazer experimentos no *mundo real* ele consome muito tempo e, sabendo que você é estudante do INF/UFG, pediu que você elaborasse um programa de computador que tornasse possível fazer uma *simulação* de culturas de bactérias.
Você gostou do desafio e passou algumas horas conversando com o estudante e, ao final, imaginou que uma *cultura de bactérias* pode ser representada por meio de uma matriz bidimensional W, que contém um par de números naturais (x_i, y_i), com n linhas e m colunas. Você considerou que $n, m \in \mathbb{N}$ e $1 \leq n, m \leq 1000$.
Cada *bactéria* é representada por um par (x_i, y_i), onde:

x_i é a identificação daquela *bactéria*, ou seja, o número associado a ela – que é chamada de *ordem* da bactéria. Sabe-se que $1 \leq x_i \leq (n \cdot m)$;

y_i é a *força* da bactéria em relação às demais bactérias de sua cultura ou de outras culturas.
A *força* é expressa por um número que varia de 1 a 100, inclusive extremos, sendo que a força máxima é 100 e a mínima 1.

Como está você, neste momento, estudando os TADs, também se propôs a elaborar o programa solicitado utilizando este conceito e a linguagem de programação $\mathbb{C}$, para tornar a aventura mais "*hard*".
Depois de alguns rascunhos, você chegou à conclusão de que as seguintes operações devem ser disponibilizadas para o estudante de Ciências Biológicas por seu programa $\mathbb{C}$:

[01] `World * newWord (unsigned int n, unsigned int m):`
Cria uma nova cultura de bactérias, com n linhas e m colunas de tamanho. A cultura deve, após a operação, ficar vazia, ou seja, não conterá nenhuma bactéria.

[02] `World * cloneWorld (World * w):`
Faz a cópia da cultura de bactérias `w`, gerando um *clone* dela, mesmo que esta esteja vazia.

[03] `void freeWorld (World * w):`
Destrói a cultura de bactérias `w`.

[04] `unsigned int randomWorld (World * w, unsigned int n):`
Insere, em posições aleatórias, livres e distintas da cultura `w`, `n` bactérias.
A ordem a ser utilizada para as bactérias a serem adicionadas se inicia no número natural seguinte ao associado à bactéria que possuir o *maior ordem* na cultura `w`. A *força* de cada bactéria deverá ser gerada aleatoriamente.
Se não for possível inserir as `n` bactérias em `w` (Por exemplo, por não haver espaço livre suficiente na cultura `w`), a função deve retornar 0 (zero). Do contrário deve retornar 1 (um).
Observação: Se `w` estiver inicialmente vazia, então a ordem das bactérias deve ser iniciada em 1 (um) e, por consequência, terminar em `n`.

[05] `unsigned int addBacterium (World * w, unsigned int n, unsigned int f):`
Insere, numa posição livre aleatoriamente escolhida, na cultura `w`, a bactéria cuja ordem é dada pelo número `n` e cuja *força* é dada por `f`.
Se a bactéria de ordem `n` já está na cultura ou se a cultura não possui espaço para nenhuma bactéria adicional, a função deve retornar 0 (zero). Na hipótese de sucesso, a função deve retornar 1 (um).

[06] `unsigned int addBacteriumXY (World * w, unsigned int n, unsigned int x, unsigned int y, unsigned int f):`
Insere, na linha `x` e coluna `y` da cultura `w`, a bactéria cuja ordem é dada pelo número `n` e cuja *força* é `f`.
Se a bactéria de ordem `n` já está na cultura ou se a cultura não possui espaço para nenhuma bactéria adicional ou, ainda, se a posição `(x,y)` estiver ocupada, a função deve retornar 0 (zero). Na hipótese de sucesso, a função deve retornar 1 (um).

[07] `unsigned int killBacterium (World * w, unsigned int n):`
Mata (destrói) a bactéria cuja ordem é dada pelo número `n`, independentemente de sua localização na cultura.
Se a bactéria de ordem `n` não estiver na cultura, a função deve retornar 0 (zero). Na hipótese de sucesso, a função deve retornar 1 (um).

[08] `unsigned int killBacteriumXY (World * w, unsigned int x, unsigned int y):`
Mata (destrói) a bactéria que está na linha `x` e coluna `y` da cultura `w`.
Se não há bactéria na posição `(x,y)`, a função deve retornar 0 (zero). Na hipótese de sucesso, a função deve retornar 1 (um).

[09] `World * jointWorlds (World * w1, World *w2):`
Realiza a *união* das culturas de bactérias `w1` e `w2`, gerando uma nova cultura.
Não pode haver *colisão* entre as posições ocupadas por nenhuma das bactérias proveniente das culturas originais, pois esta *união* deve ser pacífica. Se houver colisão, a função deverá retornar NULL para indicar que a união não é possível. Do contrário, retorna a *nova cultura* gerada.
Observação: Lembre-se de que a cultura gerada deverá ter seus indivíduos renumerados, ou seja, a ordem dos elementos pertencentes à cultura gerada deverá ser alterada. Faça isto *renumerando* as bactérias provenientes da cultura `w2` de maneira a dar sequência à máxima ordem existente na cultura `w1`.

[10] `World * warWorlds (World * w1, World *w2):`
Coloca as culturas de bactérias `w1` e `w2` em *guerra*, gerando uma nova cultura com as bactérias sobreviventes de acordo com as seguintes regras:

1. se houver duas bactérias que deveriam, na nova cultura, ocupar a mesma posição, a bactéria *mais forte* fagocita a bactéria *mais fraca* e ocupa aquele lugar na nova cultura. Além disso, sua *nova força* é adicionada à força da bactéria que acabou de fagocitar. Se houver *empate*, escolha a originária da cultura `w1` para ir para a nova cultura, com *força dobrada*.
   Se a *força* da bactéria vencedora superar a força máxima estabelecida, a ela deverá ser atribuída a *força máxima*.

2. se não houver disputa, a bactéria deverá permanecer, na nova cultura, na mesma posição em que está na cultura de origem, com sua mesma *força* original.

Observação: Lembre-se de que a cultura gerada deverá ter seus indivíduos renumerados, ou seja, a ordem dos elementos pertencentes à cultura `w` deverá ser alterada. Faça isto *renumerando* as bactérias provenientes da cultura `w2` de maneira a dar sequência à máxima ordem existente na cultura `w1`.

[11] `World * probabilisticWarWorlds (World * w1, World *w2, float p):`
Coloca as culturas de bactérias `w1` e `w2` em guerra, gerando uma nova cultura com as bactérias sobreviventes de acordo com as seguintes regras:

1. se houver duas bactérias que deveriam, na nova cultura, ocupar a mesma posição, a bactéria *mais forte* fagocita a bactéria *mais fraca* de acordo com a probabilidade `p`, sabendo-se que $0 < p \leq 1$, e ocupa aquele lugar na nova cultura. Do contrário, a bactéria *mais fraca* é que fagocita a bactéria *mais forte* e ocupa aquele lugar na nova cultura.
   Além disso, a *nova força* da bactéria vencedora é adicionada à da bactéria derrotada. Se a *força* da bactéria vencedora superar a força máxima estabelecida, a ela deverá ser atribuída a *força máxima*.

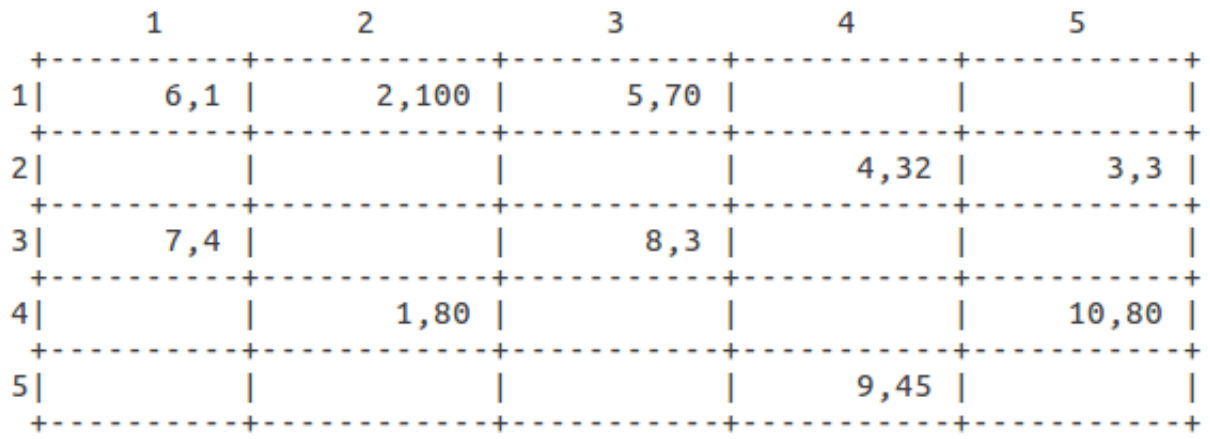
2. se não houver disputa, a bactéria deverá permanecer, na nova cultura, na mesma posição em que está na cultura de origem, com sua mesma *força* original.

Observação: Lembre-se de que a cultura gerada deverá ter seus indivíduos renumerados, ou seja, a ordem dos elementos pertencentes à cultura `w` deverá ser alterada. Faça isto *renumerando* as bactérias provenientes da cultura `w2` de maneira a dar sequência à máxima ordem existente na cultura `w1`.

[12] `unsigned int sizeWorld (World * w):`
retorna o número de bactérias existentes na cultura `w`. O valor 0 (zero) indicará que a cultura está vazia.

[13] `unsigned int forceWorld (World * w):`
retorna a soma de todas as *forças* das bactérias existentes na cultura `w`. O valor 0 (zero) indicará que a cultura está vazia.

[14] `unsigned int showWorld (World * w):`
apresenta, no dispositivo de saída (normalmente o monitor de vídeo), uma "imagem" matricial da cultura `w` de acordo com seu tamanho (expressso por $n \cdot m$).
Observação: A proposta aqui é que você elabore, livremente, uma maneira de *mostrar* o que está presente na cultura `w`. Por exemplo, mesmo no modo texto, é possível construir um mapa como o representado abaixo, para uma cultura de tamanho $5 \cdot 5$:



	1	2	3	4	5
1	6,1	2,100	5,70		
2				4,32	3,3
3	7,4		8,3		
4		1,80			10,80
5				9,45	

O conteúdo da linha 1, coluna 1, indica que nesta célula está a bactéria de ordem `6` e cuja *força* é igual a `1`. Na posição (2,4), portanto, está a bactéria de ordem `4` e de *32*.
Apesar do exemplo, você está livre para criar outras maneiras de mostrar a cultura: fique livre para concebê-la.
Observação: Se a cultura `w` for *muito grande*, ou seja, a dimensão $n \cdot m$ não cabe inteiramente no dispositivo de saída, você poderá fazer com que o usuário escolha uma *porção* da cultura a ser visualizada. Isto pode ser feito fazendo com que ele selecione a porção das linhas e das colunas a serem mostradas.
Por exemplo, informando (1,10) e (6,14) significa que ele deseja visualizar as linhas de 1 a 10 e as colunas de 6 a 14. Evidentemente esta *porção* a ser visualizada não poderá superar a possibilidade de apresentação do dispositivo de saída. Se superar, avise-o da incorreção e peça para que ele selecione uma área menor.

IMPLEMENTAÇÃO OPCIONAL

A implementação das funções a seguir é **opcional**, pois elas são um *experimento* contínuo com o que acontece na interação entre culturas de bactérias. Para aqueles(as) que gostam que "*quebra-cabeças*", [15]
`World * continumWarWorlds (World * w1, World *w2):`
coloca as culturas de bactérias `w1` e `w2` em *guerra contínua*, gerando uma sequência de novas culturas com as bactérias sobreviventes que, novamente, voltam à *guerra*. As regras para uma *batalha* desta guerra são as seguintes:

1. se houver duas bactérias que deveriam, na nova cultura, ocupar a mesma posição, a bactéria *mais forte* fagocita a bactéria *mais fraca* e ocupa aquele lugar na nova cultura. Além disso, sua *nova força* é adicionada à força da bactéria que acabou de fagocitar. Se houver *empate*, escolha a originária da cultura `w1` para ir para a nova cultura, com *força dobrada*.
   Se a *força* da bactéria vencedora superar a força máxima estabelecida, a ela deverá ser atribuída a *força máxima*.

2. se não houver disputa, a bactéria deverá permanecer, na nova cultura, na mesma posição em que está na cultura de origem, com sua mesma *força* original.

Ao terminar uma batalha, a nova cultura (ou seja, a gerada pela batalha das culturas `w1` e `w2`. Vamos chamá-la de `w`.) irá travar uma nova batalha com `w1` ou `w2` originais.

Quem irá para a batalha com `w`?

Aquela que tiver a maior soma das forças de suas bactérias! (Lembre-se, a função `forceWorld (World * w)` lhe fornecerá esta informação).
Assim, a cultura `w` tomará o lugar `w1` na nova batalha e a cultura *mais forte* entre `w1` e `w2` originais tomará o lugar de `w2` nesta nova batalha.

Esta guerra terá fim?
Esta é uma ótima questão para experimentação: uma guerra terminará depois de uma sequência de `DuracaoGuer` batalhas ou, se por algum motivo, houver uma *estabilização* do processo de guerrilha.
O valor de `DuracaoGuerra` será fixado por você durante a experimentação: 10, 20, 30, 50, ... 1000.

O que é uma *estabilização* da guerra?
Vamos considerar que a guerra ficou *estável* se após uma sequência de `DuracaoEstabilizacao` batalhas, não há mudança no valor retornado pela função `forceWorld` quando esta é aplicada na cultura vencedora da batalha.
Por exemplo: Depois de uma sequência de 10 batalhas (que seria o valor fixado para `DuracaoEstabilizacao`) a cultura vencedora está sempre com o mesmo valor de `forceWorld` obtido.
O valor `DuracaoEstabilizacao` terá que ser fixado para ser menor que o valor de `DuracaoGuerra` corrente.

Ao terminar a função deve retornar NULL se houve algum problema que a impediu de continuar até completar. Do contrário, deve retornar a cultura vencedora da guerra contínua.
Observação: Lembre-se de que a cultura gerada em cada batalha deverá ter seus indivíduos renumerados, ou seja, a ordem dos elementos pertencentes à cultura `w` deverá ser alterada. Faça isto *renumerando* as bactérias provenientes da cultura `w2` de maneira a dar sequência à máxima ordem existente na cultura `w1`.

[16] `World * continumProbabilisticWarWorlds (World * w1, World *w2, float p)`:
é a versão probabilística da função `World * continumWarWorlds (World * w1, World *w2)`, ou seja, ela utiliza as regras estabelecida por esta função para a guerra contínua, mas cada batalha entre `w1` e `w2` é realizada de acordo com as regras de probabilidade fixada em `World * probabilisticWarWorlds (World * w1, World *w2, float p)`.

Entradas e Saídas

Não são fornecidas entradas/saídas para testes, pois o(a) estudante deverá apenas submeter o código-fonte por ele(a) elaborado no *Sharif Judge System* do INF/UFG.
O programa elaborado deverá ter um *menu* que permita ao usuário selecionar cada uma das operações supramencionadas, executá-la e, em seguida, retornar ao *menu* para escolher uma nova opção.
Para *finalizar o programa* o usuário deverá fornecer um entrada especial. Por exemplo, o número 0 (zero) como opção no *menu*.
O(A) estudante tem liberdade para escolher como implementar a funcionalidade de *menu*.

Observações

Não há observações adicionais.