

LP1 2024/2025 – Projeto Final 2025 - Radar Náutico

Pedro Arroz Serra, Daniel Silveira, Giosuè Muratore, Martijn Kuipers

Deadline: 9/06/2025 @ 23h59hrs no deisi-moodle

20-05-2025 v1.3

1. Projeto Final 2025 - Radar Náutico

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias *Linguagens de Programação I*

Este projeto tem ser desenvolvido na linguagem de programação C. Para além da correta implementação dos requisitos técnicos, serão igualmente avaliados os seguintes critérios:

- O código apresentado deve estar devidamente indentado.
- Os nomes das variáveis terão de ser claros e descritivos, refletindo o conteúdo que armazenam.
- O trabalho é individual e deve ser desenvolvido e submetido como tal.

1.1 Objetivo

Desenvolver uma aplicação em C que simule o movimento de barcos, com atualização contínua no tempo. O projeto incide nos seguintes tópicos:

- Ponteiros e gestão dinâmica de memória
- Listas ligadas
- Estruturas compostas
- Leitura e escrita de ficheiros
- Organização modular do código

1.2 Requisitos Técnicos

- Utilização obrigatória de listas ligadas para:
 - Lista de frames (BaseDados)
 - Lista de entidades (EntidadeIED)
 - Histórico de posições dos barcos em cada frame
- É proibido utilizar arrays estáticos para armazenar objetos de natureza dinâmica.
- Não é permitida a utilização de variáveis globais ou estáticas
- O programa não deve ter memory leaks.
- Utilização obrigatória das funções malloc e free.
- O código deve compilar sem erros ou avisos, utilizando o gcc com as seguintes flags: `-Wall -Wextra -g -Wvla -Wpedantic -Wdeclaration-after-statement -lm`
- As seguintes estruturas de dados são de uso obrigatório:

```
1 /**
2  * @struct NoVessel
3  * @brief Representa uma embarcação no jogo.
4  *
5  * Esta contém informação que descreve um elemento no radar.
6  */
7 typedef struct NoVessel {
8     char nome;          /** Identificador do nome do navio */
9     int tipologia;       /** Tipo de embarcação */
10
11     // outros campos podem ser adicionados aqui
12 } NoVessel;
13
14 /**
15  * @struct EntidadeIED
16  * @brief Representa a instância visualizada no radar num determinado frame.
17  *
18  * Armazena a posição, direção de movimento e a referência à embarcação.
19  * ATENÇÃO: Os barcos afundados ou que saíram do radar não devem estar na
20  * lista.
21 */
22 typedef struct EntidadeIED {
23     int posicao[2];       /** Coordenadas (x, y) da posição atual */
24     int velocidade[2];   /** Velocid. horizontal e vertical do barco */
25     NoVessel * no_nautico; /** Ponteiro para a embarcação */
26     struct EntidadeIED *seguinte; /** Ponteiro para a próxima entidade no
27     frame */
28     // outros campos podem ser adicionados aqui
29 } EntidadeIED;
30
31 /**
32  * @struct BaseDados
33  * @brief Estrutura principal da aplicação que armazena os dados do radar.
34  * Responsável por manter o estado atual da simulação, incluindo as
35  * embarcações e a posição visual delas no radar.
36  */
37 typedef struct BaseDados {
38     EntidadeIED * frame_atual; /** Ponteiro para a lista ligada de
39     entidades no frame atual do radar */
40     struct BaseDados *next;     /** Ponteiro para estado do próximo frame */
41     int frame_atual_num;        /** Número do frame atual em segundos */
42     // outros campos podem ser adicionados aqui
43 } BaseDados;
```

Nota: É permitida a adição de campos adicionais em cada estrutura, sendo os apresentados a seguir o mínimo essencial exigido.

O não cumprimento destes requisitos implica uma penalização de 100%

1.3 Parâmetros de Entrada

Ao executar o programa, o utilizador deve fornecer os seguintes parâmetros:

- Ficheiro de entrada com a lista de barcos (ver secção “Ficheiro de Entrada”)
- Dimensão da grelha, que são dois números (ex: 20x80)

- Número de frames a simular (ex: 1000)
- Ficheiro de saída para guardar o estado da simulação

Exemplo de execução:

```
1 ./radar antes.txt 20x80 1000 depois.txt
```

1.4 Formato do Ficheiro de Entrada e Saída

Formato de cada linha:

```
<ID> <LATITUDE> <LONGITUDE> <ÂNGULO> <VELOCIDADE> <TIPO>
```

Exemplo:

```
A 10 20 0 1 2
B 15 25 270 3 4
C 40 20 180 1 2
D 30 25 270 3 4
```

Nota: Os ângulos possíveis são múltiplos de 45 graus, ou seja, 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 e 315 graus. Daí o aluno deve converter os ângulos e velocidade para um vetor de movimento (dx, dy) que representa a direção e velocidade do barco horizontalmente e verticalmente, seguindo os ponteiros do relógio.

Por exemplo:

- A primeira linha é o Barco A, na posição X=10, Y=20, com um ângulo de 0 graus, logo anda para a direita com uma velocidade no sentido dy de 1 casa por segundo.
- O barco B está na posição X=15, Y=25, com um ângulo de 270 graus (para cima) e uma velocidade vy de -3 casas por segundo.
- O barco C está na posição X=40, Y=20, com um ângulo de 180 graus (para a esquerda) e uma velocidade vx de -1 casa por segundo.

A última coluna é o tipo de barco, que é um número entre 1 e 13, detalhado na próxima secção.

1.5 Tipos de Barco

Cada barco possui um tipo funcional que define o seu comportamento na simulação.

Tipo	Nome	Comportamento/Funcionalidade Especial
1	ProfPaiMau	Em caso de colisão o barco não afunda
2	Cruzador	Duplica a velocidade se não houver barcos a 4 casas de distância
3	Submarino	Aparece e desaparece da grelha de 5 em 5 frames
4	Pescador	Fica parado durante 5 frames de 10 em 10 segundos
5	Traficante	Duplica velocidade se houver outros barcos a 3 casas de distância
6	Polícia	Fica parado quando tem um barco a 3 casas de distância
7	Turismo	A velocidade vertical é sempre zero
8	Titanic	Afunda ao fim de 40 jogadas
9	Veleiro	Triplifica velocidade se direção X (horizontal) é positiv)
10	Rebocador	Quando a 5 casas de distância de outro barco, a velocidade vertical e horizontal ficam 1 ou -1 de acordo com direção

11	Cacilheiro	Ao fim de 10 frames, reduz a velocidade para metade
12	PortaAvioes	Navega só na horizontal 1 frame e depois na vertical 1 frame
13	Lusitania	Afunda se esta 3 casas de distancia de outro barco

Quando se refere “X casas de distância”, refere-se a barcos que estejam num quadrado X por X com o barco no centro. Ao mudar a velocidade, aplicar o fator ao valor de velocidade vertical e horizontal.

Exemplo:

- “Duplicar velocidade” significa velocidade horizontal vezes 2 e velocidade vertical vezes 2.

1.6 Atribuição de Tipos por Número de Aluno

Cada aluno deve implementar apenas os 4 tipos atribuídos de acordo com o último dígito do seu número de aluno.

Último Dígito	Tipos de Embarcação Permitidos
0	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 11 (Cacilheiro)
1	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 4 (Pescador)
2	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 5 (Traficante)
3	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 6 (Polícia)
4	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 7 (Turismo)
5	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 8 (Titanic)
6	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 9 (Veleiro)
7	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 10 (Rebocador)
8	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 12 (PortaAvioes)
9	1 (ProfPaiMau), 2 (Cruzador), 3 (Submarino), 13 (Lusitania)

1.7 Menu da Simulação

Se o parâmetro da linha de comando contém frames diferente de 0, o programa deve automaticamente avançar a simulação X frames.

A opção 1 - Atualizar simulação, deve avançar a simulação X frames.

- Pergunta quantos frames quer andar. O tempo é dado em segundos, e cada frame corresponde a 1 segundo.
- O programa deve avançar a simulação o número de frames escrito, atualizando a posição de cada barco.
- Se barcos colidirem, deve remover ambos do radar.
- Após atualizar, grava no ficheiro de saída o resultado da simulação. O nome do ficheiro de saída é o parâmetro da linha de comando.

A opção 2 - Adicionar um barco novo ou atualizar um barco.

- Deverá perguntar
 - o nome do barco
 - a posição inicial (latitude e longitude)
 - a direção (ângulo)
 - a velocidade.
- O barco é adicionado à lista de barcos.
- Se o barco já existir, deve ser alterado.

A opção 3 - listar barcos que irão colidir no futuro.

- Só considera colisão quando dois barcos estão na mesma posição.
- Só considera colisões que ocorrem dentro do radar.
- Apresenta coordenada onde vão ocorrer as colisões.

A opção 4 - andar com o tempo para trás X frames.

- Por exemplo, se temos um histórico com 10 segundos:
 - Deve pedir “Quantos frames deseja voltar?”.
 - Se responder 3, a simulação executa como tivessemos no sétimo frame (10 - 3).

A opção 5 - velocidade média de um barco

- Calcula o número de casas percorridas horizontalmente (dx) e verticalmente (dy) desde o frame 0 até ao frame atual.
- A distância percorrida é a fórmula “ $\sqrt{dx^2 + dy^2}$ ”, onde “sqrt” é a função raiz quadrada da biblioteca math.h.
- A velocidade média obtém-se da divisão da distância pelo número de frames passados desde o início do programa.

A opção 0 - termina o programa

- Guarda o estado atual da simulação no ficheiro de saída.
- Se fizemos o que foi dito na opção 4, deve guardar o frame 7 antes de terminar.
- De notar que o ficheiro de saída tem o mesmo formato que o ficheiro de entrada, mas exclui os barcos que afundaram ou saíram do radar.

```
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
```

1.8 Submissão e Avaliação

Submeter até 9 de Junho às 23h59 na plataforma Pandora. O Pandora executa testes automáticos, sugere correções e dá feedback sobre o código. Os testes não contam para a nota. Todos alunos são sujeitos a verificação anti-plágio e avaliação oral obrigatória. A avaliação oral é obrigatória e será feita a todos os alunos, independentemente do resultado dos testes automáticos. A avaliação oral irá decorrer entre 11 e 12 de Junho, e os alunos serão contactados por email para agendar a avaliação.

1.9 Cotações

Todas cotações serão verificadas na avaliação oral. Não existe avaliação automática, apenas avaliação manual.

- 10 valores - Implementação do programa em C, com a utilização de listas ligadas e ponteiros com opção 1, 4 e 0.
- 2 valores - Opção 2
- 2 valores - Opção 3
- 2 valores - Opção 5
- 2 valores - Um tipo de barco
- 2 valores - Todos 4 tipos de barco
- +/- 20 valores - Avaliação oral, **se aluno não demonstra conhecimento do código C chumba projeto.**

2. Exemplos

Considerar em todos os exemplos o ficheiro de entrada “antes.txt” dado no início do enunciado e gerar o ficheiro de saída “depois.txt”.

2.1 Exemplo de execução do programa, avança 1 frame manualmente via menu

```
./main antes.txt 120x120 0 depois.txt

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 1
Quantos frames deseja avançar? 1
Frame 1 guardado com sucesso em depois.txt
Simulação atualizada para o frame 1

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 0
Frame 1 guardado com sucesso em depois.txt
A sair do programa...
```

Conteúdo do ficheiro de saída “depois.txt” gerado pelo programa:

```
A 11 20 0 1 2
B 15 25 270 3 4
C 39 20 180 1 2
D 30 25 270 3 4
```

2.2 Exemplo de execução do programa 5 frames automatico

```
./main antes.txt 120x120 5 depois.txt

Frame 1 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 2 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 3 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 4 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 5 guardado com sucesso em depois.txt
Simulação atualizada para o frame 5

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 0
Frame 5 guardado com sucesso em depois.txt
A sair do programa...
```

Conteudo do ficheiro de saida “depois.txt” gerado pelo programa:

```
A 15 20 0 1 2
B 15 25 270 3 4
C 35 20 180 1 2
D 30 25 270 3 4
```

2.3 Exemplo de alterar barco

```
./main antes.txt 120x120 0 depois.txt

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 2

=== Inserir/Alterar Barco ===
Nome do barco (uma letra): B
Posição inicial (latitude longitude): 69 69
Ângulo (múltiplo de 45): 180
Velocidade: 99
Tipo do barco (1-13): 1
Barco B alterado com sucesso.
Barco B adicionado com sucesso.

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 0
Frame 0 guardado com sucesso em depois.txt
A sair do programa...
```

Conteúdo do ficheiro de saída “depois.txt” gerado pelo programa:

```
B 69 69 180 99 1
D 30 25 270 3 4
C 40 20 180 1 2
A 10 20 0 1 2
```

2.4 Exemplo de adicionar novo barco

Conteúdo do ficheiro de saída “depois.txt” gerado pelo programa:


```
./main antes.txt 120x120 0 depois.txt

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 2

=== Inserir/Alterar Barco ===
Nome do barco (uma letra): X
Posição inicial (latitude longitude): 19 75
Ângulo (múltiplo de 45): 45
Velocidade: 10
Tipo do barco (1-13): 13
Barco X adicionado com sucesso.

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 0
Frame 0 guardado com sucesso em depois.txt
A sair do programa...
```

Conteúdo do ficheiro de saída “depois.txt” gerado pelo programa:

```
X 19 75 45 10 13
D 30 25 270 3 4
C 40 20 180 1 2
B 15 25 270 3 4
A 10 20 0 1 2
```

2.5 Exemplo de colisão

```
./main antes.txt 120x120 0 depois.txt

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 3

=== Previsão de Colisões ===
Colisão prevista entre barcos C e A:
  Posição prevista da colisão: (25,20)

Total de colisões previstas: 1

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 0
Frame 0 guardado com sucesso em depois.txt
A sair do programa...
```

2.6 Exemplo de rastrear, avançamos simulação 10 frames e recuamos 5 frames.

```
./main antes.txt 120x120 10 depois.txt
Frame 1 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 2 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 3 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 4 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 5 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 6 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 7 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 8 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 9 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 10 guardado com sucesso em depois.txt
Simulação atualizada para o frame 10

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 4

=== Rastrear Histórico Reverso ===
Quantos frames deseja voltar? 5

Estado do frame 5:
Barco A: posição (15,20), velocidade (1,0)
Barco B: posição (15,25), velocidade (0,-3)
Barco C: posição (35,20), velocidade (-1,0)
Barco D: posição (30,25), velocidade (0,-3)

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 0
Frame 5 guardado com sucesso em depois.txt
A sair do programa...
```

Conteúdo do ficheiro de saída “depois.txt” gerado pelo programa:

```
A 15 20 0 1 2
B 15 25 270 3 4
C 35 20 180 1 2
D 30 25 270 3 4
```

2.7 Exemplo de velocidade média após avançarmos a simulação 3 frames

```
./main antes.txt 120x120 3 depois.txt
Frame 1 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 2 guardado com sucesso em depois.txt
Frame 3 guardado com sucesso em depois.txt
Simulação atualizada para o frame 3

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 5

=== Velocidade Média de um Barco ===
Nome do barco (uma letra): A

Estatísticas do barco A:
  Posição inicial: (10,20)
  Posição atual: (13,20)
  Distância percorrida: 3.00 casas
  Número de frames: 3
  Velocidade média: 1.00 casas/frame

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 5

=== Velocidade Média de um Barco ===
Nome do barco (uma letra): B

Estatísticas do barco B:
  Posição inicial: (15,25)
  Posição atual: (15,25)
  Distância percorrida: 0.00 casas
  Número de frames: 3
  Velocidade média: 0.00 casas/frame

=== MENU DA SIMULACAO ===
1. Atualizar simulacao
2. Inserir ou alterar barco
3. Previsao de colisoes
4. Rastrear historico reverso
5. Velocidade media de um barco
0. Sair
Escolha uma opcao: 0
Frame 3 guardado com sucesso em depois.txt
A sair do programa...
```

3. Ajuda de visualização

Fica disponível um programa de visualização em Python para ajudar a visualizar o radar.

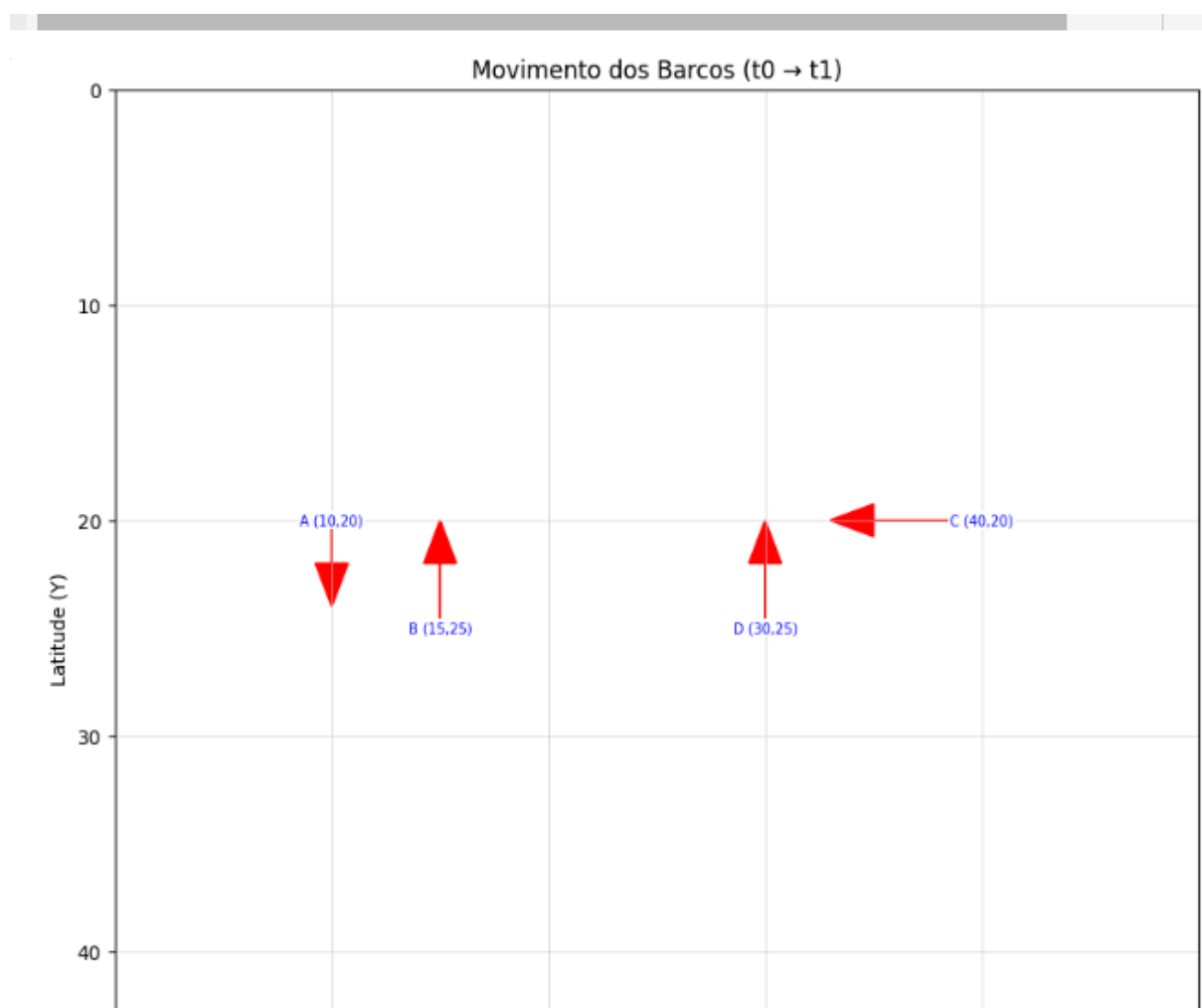
O programa lê o ficheiro de saída e gera uma imagem do radar com os barcos.

Se tiverem conta Gmail, podem usar o Google Colab para correr o programa.

O programa está em modo leitura, mas podem fazer uma cópia do programa para o seu Google Colab e executá-lo a partir daí.

<https://colab.research.google.com/drive/1S7XAGY6dFyjFpCmLQlD6xxUieMN7YYsa?usp=sharing>

Neste programa podem inserir o ficheiro de saída e entrada e verificar o resultado da simulação. O programa gera uma imagem do radar com os barcos. O programa lê o ficheiro de saída e gera uma imagem do radar com os barcos. Segue em baixo um exemplo do resultado, tem os mesmos barcos do exemplo de entrada, mas com a simulação a correr durante 1 segundo. As setas indicam o que os barcos percorreram durante este 1 segundo:



Só precisam de inserir os ficheiros de entrada e saída no local mostrado na imagem abaixo, e correr o programa.

