Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

RoboCode
Programação de Robôs

Sistemas Autónomos

Perfil Sistemas Inteligentes @ MEI/MiEI 1°/4° – 2° semestre

Cesar Analide, Bruno Fernandes

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

O que é RoboCode?

- O **ROBOCODE** é uma competição de programadores de robôs;
- O RoboCode é um (jogo) simulador de combate, inicialmente desenvolvido por Matthew Nelson (Alphaworks e IBM) desde 2000;

"A programming game that teaches Java in a fun, rewarding manner by letting you create Java 'Robots' [...] that battle it out onscreen against other robots." (http://www.alphaworks.ibm.com)

alphaWorks
is now
developerWorks Open

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Objetivos

- Desafio de programação de (representações de) robôs em JAVA;
  (versão .NET também disponível)
- O objetivo é o de construir/programar um robô para competir com outros, num recinto de batalha!
  (http://robowiki.net/w/index.php?title=Robocode)

Build the best – destroy the rest (http://robocode.sourceforge.io)

v.1.9.3.9 @ abril/2020

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Objetivos

- Desafio de programação de (representações de) s em JAV
  (versão .NET também disponív
- O objetivo é o de ruir/progra m robô pa ompetir c nto de batalha!
  (http://robowik dex.php?tit ocode)

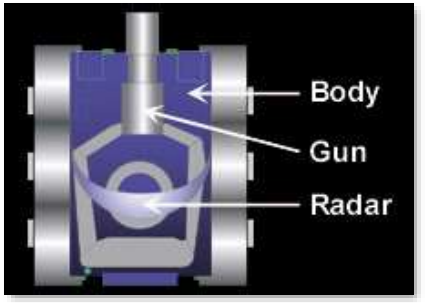
ild the be estroy the rest (http://robocode.sourceforge.io)

v.1.9.3.9 @ abril/2020

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como funciona?

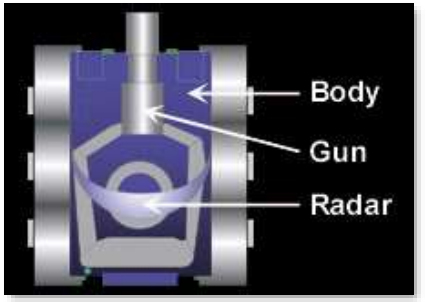
- Cada robô é representado por um **tanque de guerra**;
- Cada robô é constituído por:
  - corpo (body) com 6 rodas;
  - arma (gun);
  - radar;
  - sensores (internos e externos);



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como funciona?

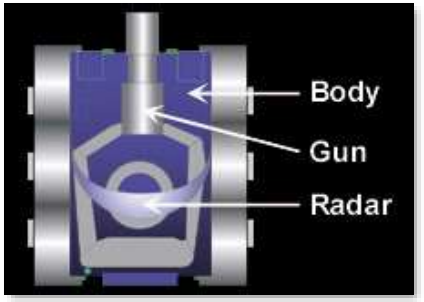
- Cada robô é representado por um **tanque de guerra**;
- Cada robô é constituído por:
  - corpo (body):
    - as rodas são adorno (não servem para locomoção);
    - o corpo transporta a arma, que ainda suporta o radar;
    - o corpo é usado para mover o tanque para a frente e para trás, ou para o rodar (2 graus de liberdade);
  - arma (gun);
  - radar;
  - sensores (internos e externos);



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como funciona?

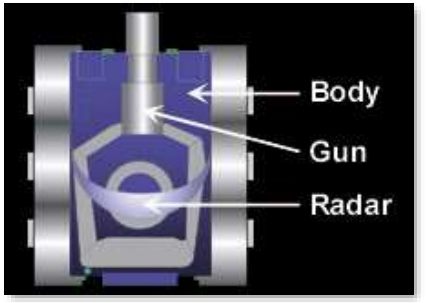
- Cada robô é representado por um **tanque de guerra**;
- Cada robô é constituído por:
  - corpo (body) com 6 rodas;
  - arma (gun):
    - a arma está montada em cima do corpo;
    - é usada para disparar balas de energia;
    - a arma pode rodar à direita e à esquerda (1 grau de liberdade);
  - radar;
  - sensores (internos e externos);



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como funciona?

- Cada robô é representado por um **tanque de guerra**;
- Cada robô é constituído por:
  - corpo (body) com 6 rodas;
  - arma (gun);
  - radar:
    - o radar está montado em cima da arma;
    - é usado para rastrear outros tanques;
    - o radar pode rodar à direita e à esquerda (1 grau de liberdade);
    - o radar desencadeia um evento "OnScannedRobot" quando deteta robôs;
  - sensores (internos e externos);



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como funciona?

- Cada robô é representado por um **tanque de guerra**;
- Cada robô é constituído por:
  - corpo (body) com 6 rodas;
  - arma (gun);
  - radar;
  - sensores (internos e externos);

- Cada batalha decorre num recinto, onde se defrontam (plural!) robôs, até que reste apenas um!

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Quais os requisitos?

- Qualquer plataforma que suporte JAVA (ou .NET):
  - Windows, macOS, Linux;
- O conjunto de ferramentas RoboCode:
  - http://sourceforge.net/projects/robocode/files/robocode sources
  - inclui JIKES, um compilador JAVA para RoboCode;

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como começar?

- Existem 5 tipos de robôs diferentes (classes):
  - JuniorRobot: (https://robocode.sourceforge.io/docs/robocode/robocode/JuniorRobot.html)
    - versão simples de robô, em que cada invocação demora uma iteração (turn) e onde a execução das ações não retorna valores até que a iteração (turn) esteja concluída (blocking calls);
  - Robot;
  - AdvancedRobot;
  - TeamRobot;
  - Droid.

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como começar?

- Existem 5 tipos de robôs diferentes (classes):
  - JuniorRobot: (https://robocode.sourceforge.io/docs/robocode/robocode/JuniorRobot.html)
    - versão simples de robô, em que cada invocação demora uma iteração (turn) e onde a execução das ações não retorna qualquer valor até que a iteração (turn) esteja concluída (blocking calls);
  - Robot;
  - AdvancedRobot;
  - TeamRobot;
  - Droid.

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como começar?

- Existem 5 tipos de robôs diferentes (classes):
  - JuniorRobot;
  - Robot: (https://robocode.sourceforge.io/docs/robocode/robocode/Robot.html)
    - tipo básico de robô que deve ser estendido para o desenvolvimento de outros robôs;
  - AdvancedRobot;
  - TeamRobot;
  - Droid.

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como começar?

- Existem 5 tipos de robôs diferentes (classes):
  - JuniorRobot;
  - Robot;
  - AdvancedRobot:
    (https://robocode.sourceforge.io/docs/robocode/robocode/AdvancedRobot.html)
    - extensão do Robot que suporta non-blocking calls;
    - permite reescrita de eventos;
  - TeamRobot;
  - Droid.

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Como começar?

- Existem 5 tipos de robôs diferentes (classes):
  - JuniorRobot;
  - Robot;
  - AdvancedRobot;
  - TeamRobot:
    (https://robocode.sourceforge.io/docs/robocode/robocode/TeamRobot.html)
    - suporta o envio de mensagens entre robôs de uma mesma equipa;
  - Droid.

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

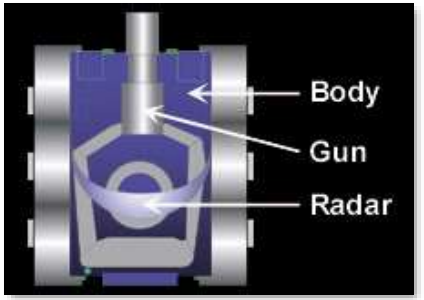
Como começar?

- Existem 5 tipos de robôs diferentes (classes):
  - JuniorRobot;
  - Robot;
  - AdvancedRobot;
  - TeamRobot;
  - Droid:
    (https://robocode.sourceforge.io/docs/robocode/robocode/Droid.html)
    - classe para robôs sem radar;
    - iniciam com maior pontuação (energia);
    - a principal motivação é a de serem utilizados na construção de equipas de robôs.

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Constituição do robô

- Corpo:
  - As 6 rodas são "adorno": não têm qualquer influência na deslocação;
  - Deslocação do robô:
    - avançar/recuar: ahead(Pixels) / back(Pixels)
    - velocidade máxima: 8 pixels/turn
    - aceleração/travão: 1 / 2 pixels/turn;
    - rodar: turnLeft(Graus) / turnRight(Graus)
    - taxa de rotação: dependente da velocidade ((10-75%velocidade) graus/turn)
      (quanto mais rápido se desloca, mais demora a rotação)

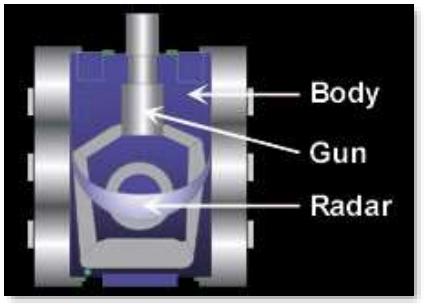


- Arma;
- Radar;
- Sensores.

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Constituição do robô

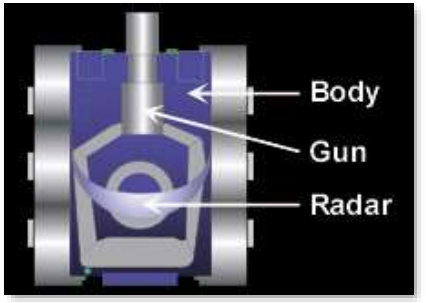
- Corpo;
- Arma:
  - Utilização essencial, tendo em conta o objetivo do jogo!
  - (... ou não!)
  - Utilização:
    - disparar: fire(Power)
    - rodar: turnGunLeft(Graus) / turnGunRight(Graus)
  - Rotação: 20 graus/turn
    (adicionados à rotação do corpo)
- Radar;
- Sensores.



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Constituição do robô

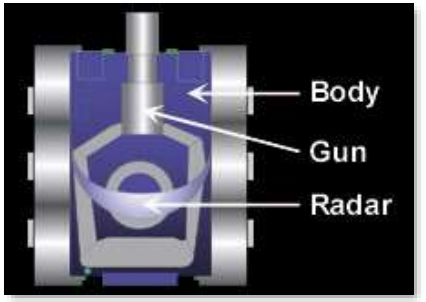
- Corpo;
- Arma;
- Radar:
  - Identificação do cenário e dos adversários:
    - movimento: turnRadarLeft(Graus) / turnRadarRight(Graus)
    - rotação: getRadarRotationRate( )
  - Rotação: 45 graus/turn
    (adicionados à rotação da arma)
- Sensores.



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Constituição do robô

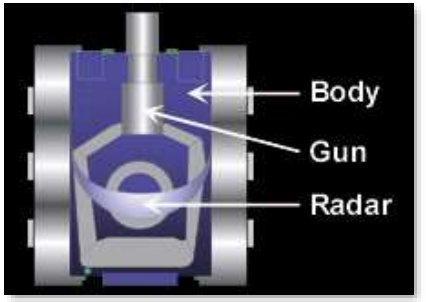
- Corpo;
- Arma;
- Radar;
- Sensores: deteção de atividade;
  - Sensores internos:
    - energia: getEnergy( )
    - direção: getHeading( ) / getRadarHeading( ) / getGunHeading( )
    - posição: getX( ) / getY( )
    - velocidade: getVelocity( )
    - ...
  - Sensores externos.



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Constituição do robô

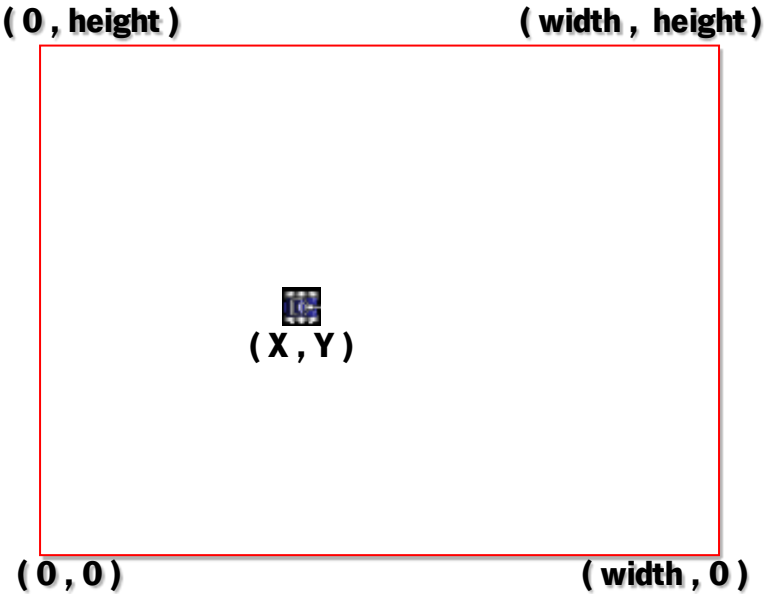
- Corpo;
- Arma;
- Radar;
- Sensores: deteção de atividade;
  - Sensores internos;
  - Sensores externos:
    - choque: onHitWall( ) / onHitRobot( ) / ...
    - tiro: onHitByBullet( )
    - radar: onScannedRobot( )
    - (identificados por eventos)



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Características físicas do recinto

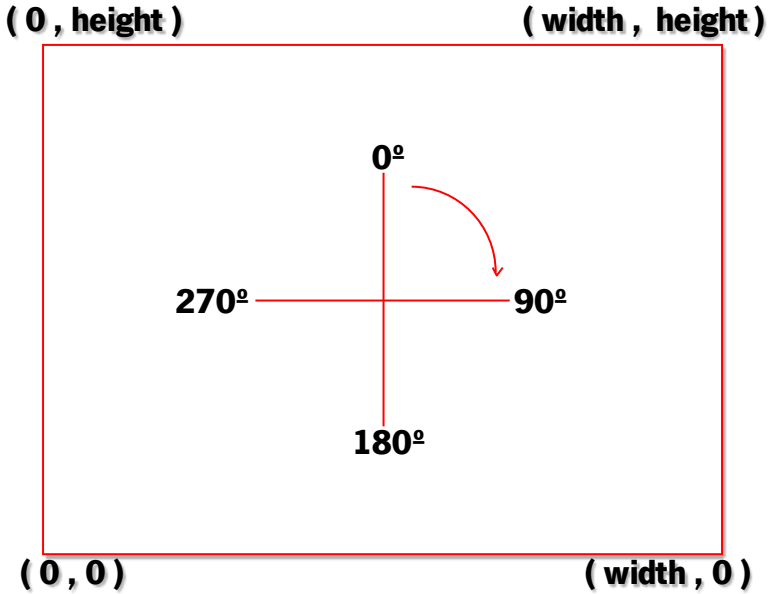
- O recinto de batalha:
  - É medido em píxeis;
  - Por defeito, a dimensão é 800x600 píxeis;
  - As coordenadas são dadas por (x,y);
  - Usa o sistema cartesiano de coordenadas, o que significa que o ponto **(0,0)** corresponde ao canto inferior esquerdo;
  - A posição do robô é obtida por getX( ) e getY( );
  - As dimensões do campo de batalha podem ser obtidas através de getBattleFieldWidth( ) e getBattleFieldHeight( );



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Características físicas do recinto

- No recinto de batalha:
  - Os ângulos são medidos em graus, evoluindo no sentido dos ponteiros do relógio;
  - 0° ou 360° indicam o norte;
  - 90° indicam o este;
  - 180° indicam o sul;
  - 270° indicam o oeste;
  - getHeading( ) devolve a posição, em graus, para onde a frente do robô está orientada;
  - getGunHeading( ) / turnGunLeft( ) / turnGunRight( );
  - getRadarHeading( ) / turnRadarLeft( ) / turnRadarRight( ).



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Características físicas

- Energia:
  - O robô utiliza (consome) energia durante a sua operação;
    - Inicia com 100 unidades de energia (120 para os droids);
    - Considera-se abatido quando a energia se esgota;
    - A sequência de iterações (turns) consome energia;
    - O disparo da arma consome energia;
    - Um tiro com sucesso é recompensado com recuperação de energia;
  - getEnergy( ) obtém a energia atual do robô (método na classe robocode.Robot);
  - getEnergy( ) obtém a energia atual do robô atingido (método na classe robocode.HitRobotEvent);
  - ...

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Características físicas da arma

- A arma é caracterizada pela capacidade de disparo:
  - Depende da energia do tiro: fire(Power), com 0,1 ≤ Power ≤ 3;
  - O dano infligido no outro robô é de 4 x Power; se Power > 1, ainda adiciona (Power – 1) x 2;
  - Velocidade do disparo é 20 – 3 x Power;
  - Se o disparo atinge o alvo, o robô incrementa a sua energia em 3 x Power;

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Características físicas da arma

- A arma é caracterizada pela capacidade de disparo:
  - Depende da energia do tiro: fire(Power), com 0,1 ≤ Power ≤ 3;
  - O dano infligido no outro robô é de 4 x Power; se Power > 1, ainda adiciona (Power – 1) x 2;
  - Velocidade do disparo é 20 – 3 x Power;
  - Se o disparo atinge o alvo, o robô incrementa a sua energia em 3 x Power;

- ... e pela temperatura:
  - A temperatura da arma (getGunHeat()) é dependente da potência do disparo;
  - Após disparo, a temperatura sobe para: 1 + (Power / 5);
  - A arma só volta a estar em condições de disparo quando a temperatura descer a zero;
    (no início de cada round, todas as armas estão “quentes”)
  - Em cada iteração (turn) a temperatura baixa 0,1
    (ou valor diferente se definido no início da batalha - getGunCoolingRate( )).

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Características físicas do movimento

- O movimento dos tanques é caracterizado por:
  - Aceleração e desaceleração:
    - é o sistema RoboCode que determina a aceleração com base na distância do movimento indicado;
    - os tanques aceleram a uma taxa de 1 píxel/turn/turn;
    - os tanques desaceleram a uma taxa de 2 píxeis/turn/turn;
  - Velocidade:
    - a velocidade nunca poderá exceder 8 píxeis/turn;
    - velocidade = aceleração x tempo;
  - Distância:
    - distância = velocidade x tempo;

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Características físicas do movimento de rotação

- A capacidade de rotação do corpo, da arma e do radar é dada por:
  - Rotação do corpo:
    - (10 – 75% x |velocidade|) graus/turn;
    - quanto mais rápido se move, mais lenta é a rotação;
  - Rotação da arma:
    - 20 graus/turn;
    - este valor é adicionado à rotação do corpo;
  - Rotação do radar:
    - 45 graus/turn;
    - este valor é adicionado à rotação da arma;

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Exemplo (JAVA)

- Excerto de MyFirstRobot;
- Extensão da classe inicial Robot;
- Ações típicas:
  - avança e recua;
  - dispara quando deteta adversário;
  - muda de direção quando atingido.

```
import robocode.Robot;
...
public class MyFirstRobot extends Robot {
    public void run() {                     // Main cicle of the robot
        while (true) {                      // Do this forever
            ahead(100);                     // Move ahead 100 pixels
            turnGunRight(360);              // Spin gun around
            back(100);                      // Move back 100 pixels
            turnGunRight(360);              // Spin gun around
        }
    }
    public void onScannedRobot(ScannedRobotEvent e) {
        fire(1);                            // Fires on scanning a robot
    }
    public void onHitByBullet(HitByBulletEvent e) {
        turnLeft(90 - e.getBearing());      // Turns left when hit
    }
}
```

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Exemplo (JAVA)

- Construção de um Robot:
  - **[AREA 1]**:
    - Espaço para declaração e inicialização de variáveis;
    - Estas variáveis serão visíveis dentro do método run() ou em qualquer outro método usado ou definido;

```
import robocode.Robot;
...
public class MyFirstRobot extends Robot {
    [AREA 1]
    public void run() {
        [AREA 2]
        while (true) {
            [AREA 3]
        }
    }
    [AREA 4]
    public void onScannedRobot(ScannedRobotEvent e) {
        fire(1);
    }
}
```

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Exemplo (JAVA)

- Construção de um Robot:
  - [AREA 1];
  - **[AREA 2]**:
    - O método run() é invocado pelo sistema para iniciar o ciclo de vida do robot;
    - O código escrito neste área será executado uma só vez, no início do ciclo de vida do robot;

```
import robocode.Robot;
...
public class MyFirstRobot extends Robot {
    [AREA 1]
    public void run() {
        [AREA 2]
        while (true) {
            [AREA 3]
        }
    }
    [AREA 4]
    public void onScannedRobot(ScannedRobotEvent e) {
        fire(1);
    }
}
```

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Exemplo (JAVA)

- Construção de um Robot:
  - [AREA 1];
  - [AREA 2];
  - **[AREA 3]**:
    - Esta é a segunda parte do método run();
    - O ciclo infinito desta área promove a execução contínua do comportamento programado do robot;

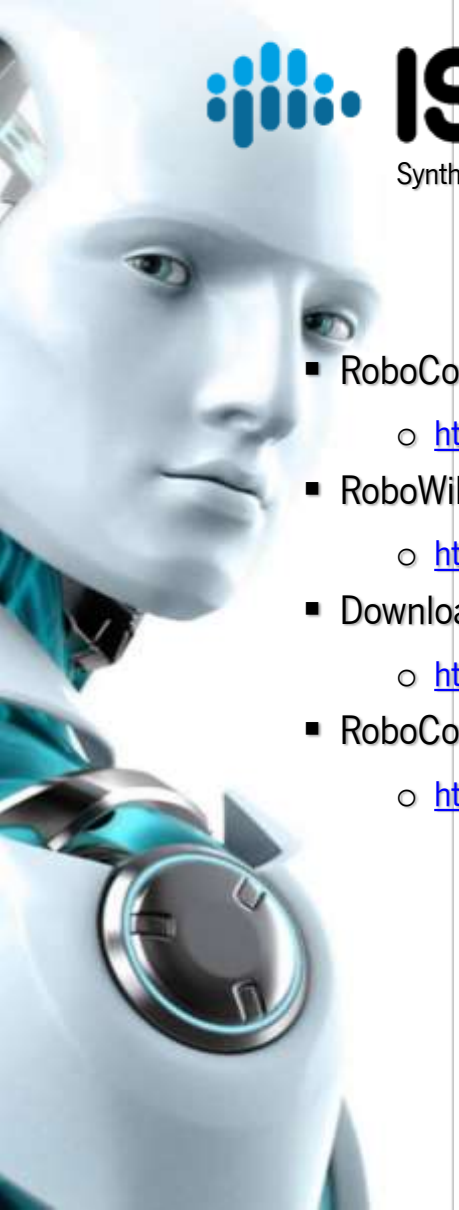
```
import robocode.Robot;
...
public class MyFirstRobot extends Robot {
    [AREA 1]
    public void run() {
        [AREA 2]
        while (true) {
            [AREA 3]
        }
    }
    [AREA 4]
    public void onScannedRobot(ScannedRobotEvent e) {
        fire(1);
    }
}
```

ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Exemplo (JAVA)

- Construção de um Robot:
  - [AREA 1];
  - [AREA 2];
  - [AREA 3];
  - **[AREA 4]**:
    - É nesta área onde se definem outros métodos a utilizar durante o ciclo de vida do método run();
    - Pode-se utilizar eventos do sistema ou programar métodos próprios;
    - No exemplo ao lado, usa-se o evento ScannedRobot para disparar quando o radar deteta outro robot;

```
import robocode.Robot;
...
public class MyFirstRobot extends Robot {
    [AREA 1]
    public void run() {
        [AREA 2]
        while (true) {
            [AREA 3]
        }
    }
    [AREA 4]
    public void onScannedRobot(ScannedRobotEvent e) {
        fire(1);
    }
}
```



ISLab
Synthetic Intelligence Lab

Referências eletrónicas

- RoboCode Home na SourceForge:
  - http://robocode.sourceforge.net
- RoboWiki:
  - http://robowiki.net/w/index.php?title=Robocode
- Download:
  - http://sourceforge.net/projects/robocode/files
- RoboCode na WikiPédia:
  - http://en.wikipedia.org/wiki/Robocode

Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

Sistemas Autónomos

Perfil Sistemas Inteligentes @ MEI/MiEI 1°/4° – 2° semestre

Cesar Analide, Bruno Fernandes