

Quais os erros típicos associados à odometria? Indique algumas causas.

- *Erros sistemáticos* - Relacionados com as características e a calibração do sistema.
- *Erros aleatórios* - Podem ser descritos por modelos de erros na tentativa de os diminuir, mas provocarão sempre uma incerteza na determinação da posição do robô.

Causas: Resolução limitada (tempo discreto, distância por pulso), eixos desalinhados, rodas com diâmetros diferentes, derrapagens e bloqueios das rodas, falta de precisão na caracterização da geometria do robô.

Considere o sensor que usou no projecto para detectar as linhas brancas no chão do labirinto do concurso Robô Bombeiro.

a) Classifique o sensor quanto ao seu tipo;

b) Descreva o seu princípio de funcionamento;

c) Desenhe um esquema com as ligações do sensor ao microcontrolador IntelliBrain.

a) Sensor de proximidade (opto-reflectivo).

b) O led aponta para o chão e o valor da saída é baixo quando está numa superfície escura e alto numa superfície clara

c)

Considere o sensor que usou no projecto para detectar a que distâncias estão as paredes do labirinto.

a) Descreva o seu princípio de funcionamento;

b) Indique, caso existam, restrições de ligação do sensor ao microcontrolador Intellibrain;

c) Escreva uma função em Java para devolver a distância lida pelo sensor.

O sensor usado para detectar a que distancia estão as paredes do labirinto foi o sonar SRF04 e é um sensor de proximidade/distancia.

a) Emite um som ultra-sónico e calcula a distância a que está da parede através do tempo que esse som demorar a fazer o percurso: sensor/parede e parede/sensor.

O princípio de funcionamento é tempo de voo. O circuito transmissor emite sinais acústicos com uma frequência de ultra-sons. Este sinais ao chocarem com objectos provocam ecos que são captados para um circuito receptor. A distancia a que se encontra o objecto é proporcional ao tempo que decorre entre a transmissão do sinal e a recepção do eco correspondente.

b) Número de portas, porque tem que se ligar o trigger a uma porta analógica diferente.

c)

```
SonarRangeFinder pingSensor = new ParallaxPing(  
    IntelliBrain.getDigitalIO(4));
```

```

while (true) {

    pingSensor.ping();
    Thread.sleep(100);
    float range = pingSensor.getDistanceCm();

    if (range > 0.0f)
        display.print(1, Integer.toString((int) (range + 0.5f)) + "cm");
    else
        display.print(1, "--");
}

```

Indique justificando qual o método de localização que considera mais adequado para as seguintes aplicações de robôs móveis:

- a) Robô aspirador;**
- b) Transporte de mercadorias numa fábrica;**
- c) Reconhecimento aéreo.**

a) Localização Baseada em Marcas Naturais ou artificiais.

As marcas são sinais que o robô detecta no ambiente e que permitem determinar a sua posição usando métodos semelhantes aos usados com os faróis, ou usando métodos que comparam as marcas com características dos mapas do ambiente na tentativa de encontrar uma correspondência.

Marcas naturais são objectos do meio ambiente que podem ser usados como pontos de referencia para o robô se localizar.

Marcas artificiais são objectos ou marcadores colocados no ambiente para serem usados como pontos de referencia para a navegação do robot. As marcas são conhecidas a partida o que simplifica a sua detecção e uso.

b) Marcas artificiais ou localização topológica.

As marcas artificiais os pontos desenhados no edifício da fábrica servem para ajudar na navegação do robô móvel.

Na localização topológica este método baseia-se na decisão topológica do ambiente ou seja o modelo topológico e utilizado como um grafo, com os nos representando pontos de referencia e os arcos representando rotas conectadas. Assim o robô através desse grafo consegue mover-se de forma correcta e eficiente sobre o ambiente da fábrica para transportar as mercadorias para cada acção pretendida.

c) Método baseado em faróis localização (GPS)

Os faróis são dispositivos que permitem obter informações sobre pontos do mundo exterior cuja localização é conhecida. Os faróis enviam essa informação ao robô por via optica ou radio, a qual é depois usada para determinar a posição do robô através de métodos como a

triangulação e trilateração, onde a posição do robô é determinada com base na distância e deste a um conjunto de faróis.

Indique a diferença entre mapas topológicos e mapas geométricos. Apresente um possível mapa topológico para o labirinto do Robô Bombeiro apresentado na figura 3.

- *Geométricos*: Representam os objetos do ambiente através de elementos geométricos básicos como segmentos de reta.
- *Topológicos*: Armazenam informação sobre a conectividade do ambiente. Identificam regiões do ambiente e a conectividade entre as mesmas.

Considere que se pretendia desenvolver um robô móvel que fosse capaz de construir na sua memória, à medida que navegasse por uma casa, um mapa do tipo “Grelha de Ocupação”. Descreva sucintamente como o robô construiria esse mapa, indicando: os sensores usados pelo robô; a informação armazenada na grelha; o método de navegação/construção

Grelha de ocupação: Representam o espaço através de uma grelha onde cada célula contém informação sobre a presença ou ausência de obstáculos no espaço correspondente

Mapas sensoriais: Representam o ambiente directamente a partir das leituras dos sensores. A informação armazenada corresponde aos dados em bruto obtidos a partir dos sensores: nuvem de pontos (Sonar, IR, Laser) ou imagens

Considere o robô da figura 2 com um sistema diferencial de direcção e com 2 sensores de detecção da chama baseados em foto transístores (representados pelos círculos vermelhos). Escreva um algoritmo de navegação para controlar o robô assim que este entrar no quarto, de modo a que o robô pare na área branca onde se encontra a vela e fique o mais centrado possível em relação a esta. Despreze o alcance dos sensores.

```
private static Motor motorE;  
private static Motor motorD;  
private static AnalogInput sensorVelaE;  
private static AnalogInput sensorVelaD;  
private static AnalogInput sensorLinha;  
private static final int limiteLinha = 400;  
private static final int limiteChamaE = 300;  
private static final int limiteChamaD = 300;  
private static Motor ventoinha;  
  
sensorVelaE = IntelliBrain.getAnalogInput(1);  
sensorVelaD = IntelliBrain.getAnalogInput(3);  
sensorLinha = IntelliBrain.getAnalogInput(4);  
ventoinha = IntelliBrain.getMotor(1);  
motorD = IntelliBrain.getMotor(3);
```

```
motorE=IntelliBrain.getMotor(4);
```

```
while(true) {
```

```
    boolean linha = (sensorLinha.sample() < limiteLinha);
```

```
    boolean chamaE = (sensorVelaE.sample() > limiteChamaE);
```

```
    boolean chamaD = (sensorVelaD.sample() > limiteChamaD);
```

```
    if (chamaE && chamaD) { // Se vela em frente, avança
```

```
motorE.setPower(10);
```

```
        motorD.setPower(10);
```

```
    } else if (chamaE) { // Se vela à direita, vira à direita
```

```
        arco(5, -3);
```

```
motorE.setPower(8);
```

```
        motorD.setPower(2);
```

```
    } else if (chamaD) { // Se vela à esquerda, vira à esquerda
```

```
        arco(5, 3);
```

```
motorE.setPower(2);
```

```
        motorD.setPower(8);
```

```
    } else { // Se perder vela, procura-a
```

```
        motorE.setPower(-10);
```

```
        motorD.setPower(10);
```

```
    }
```

```
    If (linha){
```

```
        motorE.stop();
```

```
        motorD.stop();
```

```
        try {
```

```
            ventoinha.setPower(-16);
```

```
            Thread.sleep(2000);
```

```
            ventoinha.setPower(0);
```

```
        } catch (Throwable t) {
```

```
            t.printStackTrace();
```

```
        }
```

```
    }
```

```
}
```

Algoritmo segue paredes esquerda:

```
private static Motor motorE;
private static Motor motorD;
private static RangeFinder sonarE;
private static final float ganho = 1.0f;

sonarE = new ParallaxPing(IntelliBrain.getDigitalIO(3));

While (true)
{
    sonarE.ping();
    Thread.sleep(50);
    int distE = (int) (sonarE.getDistanceCm() + 0.5f);

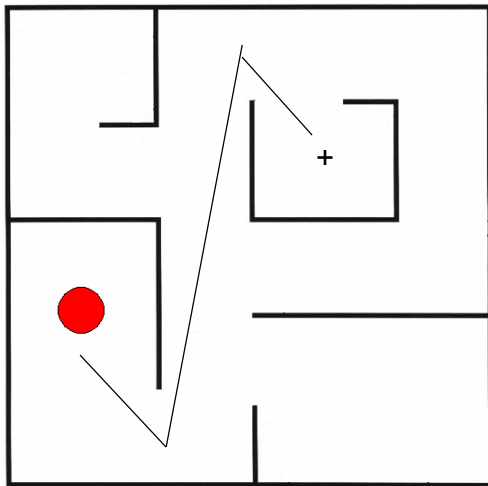
    float errorE = distE - 17.0f;
    float deltaE = errorE * ganho;
    if (deltaE > 7)
        deltaE = 7;
    if (deltaE < -7)
        deltaE = -7;
    if (errorE != 0) {
        motorE.setPower((12 - (int) deltaE));
        motorD.setPower((12 + (int) deltaE));
    }
    else{
        motorE.setPower(15);
        motorD.setPower(16);
    }
    if (distF < 20.0) {
        motorE.setPower(16);
        motorD.setPower(-8);
    }
}
```

Considere o labirinto do concurso Robô Bombeiro representado na figura 3.

a) Determine um caminho entre o local onde se encontra o robô e o local assinalado com uma cruz aplicando o método de planeamento de caminhos “Grafo de Visibilidade”.

b) O caminho determinado não poderá ser usado directamente pelo robô. Indique porquê e apresente uma possível solução para o problema.

Possível caminho com método grafo visibilidade: o mapa já tem que estar pronto e não sofrer alterações para que o robot possa navegar consoante o esperado; no entanto o caminho obtido não pode ser usado directamente pelo robot, uma vez que é possível que o robot tenha “ângulo de visão” para a solução, mas alguma parte do robot bata nas paredes



Controlar a velocidade e sentido de rotação dos motores:

```
Motor.setpower(10)
```

```
Motor.setpower(-5)
```

Sensor vela exemplo:

```
private static Display display;
```

```
private static AnalogInput sensorVelaE;
```

```
sensorVelaE = IntelliBrain.getAnalogInput(1);
```

```
display = IntelliBrain.getLcdDisplay();
```

```
display.print(0, Integer.toString(sensorVelaE));
```

Os sensores utilizados para navegar (como detector de linha branca, sonares) são sensores activos, porque emitem a sua própria energia e medem a reacção desta

Explique sucintamente como se pode transformar um servomotor genérico para que o sinal PWM passa a representar a velocidade de rotação contínua em vez da posição do eixo. Como é depois feito o controlo da velocidade?

A modificação de um servo é feita substituindo o potenciômetro que serve de sensor de posição para um par de resistências fixas que simulam a posição central do potenciômetro, ou fazendo com que o potenciômetro fique para sempre na sua posição central.

Quando o sinal de controlo se desvia do valor central, o circuito electrónico do servomotor tenta então controlar o motor para fazê-lo voltar a posição central. Como o resultado, o servomotor roda continuamente num dos sentidos e com uma velocidade controlada pelo sinal.

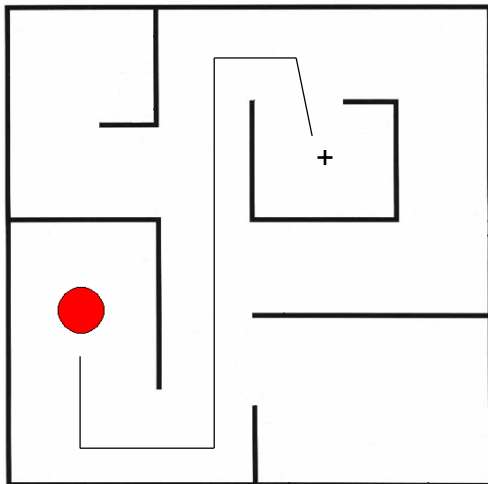
Se trocar o potenciômetro para resistências iguais, consegue-se controlar o motor para PWM, porque para a posição de 90 ele roda continuamente porque as resistências não chegam lá.

```
motor = new ContinuousRotationServo(IntelliBrain.getServo(2), true, 14);  
motor.setPower(10)
```

Considere o labirinto do concurso Robô Bombeiro representado na figura 3.

a) *Determine um caminho entre o local onde se encontra o robô e o local assinalado com uma cruz, aplicando um dos métodos de planeamento de caminhos em ambientes conhecidos que estudou.*

Possível caminho com odometria:



Um dos métodos estudados para a localização de robôs móveis foi o método Dead Reckoning baseado em Odometria. Comente, justificando, as seguintes afirmações relativas ao método indicado:

a) *“Uma das razões que leva a que o método seja pouco preciso é o fator de usar cálculos incrementais”.*

b) “A precisão do método aumenta se diminuirmos a distância entre as rodas”.

c) *“Podemos aumentar consideravelmente a precisão do método, se usarmos um sensor baseado em medidas absolutas como uma bússola, por exemplo”.*

Dead Reckoning baseado em odometria:

Está sujeito a erros de natureza incremental do método que podem crescer depressa e de forma descontrolada

A precisão do método pode aumentar se diminuirmos o diâmetro das rodas ou se tivermos o eixo bem alinhado

“A precisão do método Dead Reckoning aumenta se diminuirmos a distância entre as rodas do robô, assim como o diâmetro das mesmas”

Em cada meia volta que uma roda dá, existe um erro de $1/8$ do tamanho da metade da roda. Se diminuirmos o diâmetro das rodas, este erro vai ser menor.

Com o auxílio da figura 1 explique o princípio de funcionamento de um servomotor.

Os servos são motores especiais que têm incorporado 1 sistema interno de feedback para o controlo da posição.

Tipicamente o eixo de 1 servo roda os 0 e os 90 graus, ou 0 e 180 graus. Os servos necessitam de ser alimentados por uma tensão que varia 4,5 e 6,5 v. A corrente necessária para o funcionamento do servo é algo que varia muito de servo para servo.

A posição dos servos é controlada por um trem de impulsos com uma amplitude que varia tipicamente entre 1ms e 2ms e uma frequência de cerca de 50 Hz.

São formadas por:

- Motor corrente continua
- Engrenagem redutora
- Sensor de posição
- Circuito elétrico de controlo

O sinal de controlo enviado ao servo indica a posição desejada. Este sinal é comparado com o sinal de feedback que indica a posição atual medida pelo sensor na posição. É gerado um sinal de erro que é usado para ajustar a posição do motor.

Considere o labirinto do concurso Robô Bombeiro representado na figura 3. Aplique o método de planeamento de caminhos “Decomposição Trapezoidal” para planejar o caminho entre o local onde se encontra o robô e o local assinalado com uma cruz.

Considere o diagrama da placa IntelliBrain na folha em anexo.

a) Desenhe um esquema representativo das ligações entre a placa, a bateria e os sensores e actuadores presentes no desenho. Identifique eventuais restrições/considerações a ter em conta nas ligações em causa e na programação dos respetivos sensores e actuadores.

b) Quantos sensores SRF04 podem ser ligados à placa? Justifique.

(Ligeiramente diferente da anterior) **Considere o diagrama da placa IntelliBrain na folha em anexo. Desenhe um esquema representativo das ligações entre a placa, uma bateria, um sensor SRF04 e um servomotor. Identifique todos os pinos usados nas ligações. (Exame Normal SR Fevereiro 2005)**

O comportamento de um robô pode ser eficazmente representado por uma máquina de estados como a representada na figura 4, que neste caso representa os estados (nós) e as ações (arcos), de um robô lutador de sumo. Apresente um diagrama representativo de uma máquina de estados que descreva o possível comportamento de um robô bombeiro. Descreva sucintamente cada estado e ação da máquina de estados de acordo com o seguinte formato:

Estado: HUNT

Descrição: O robô não se encontra na borda do ringue nem deteta o oponente. O robô move-se descrevendo um arco de modo a que os seus sensores analisem o espaço do ringue na tentativa de detetar o oponente.

Ações:

- 1. Mudar para o estado SURVIVE se a borda do ringue for detetada.**
- 2. Mudar para o estado TARGET se os sensores indicarem que existe um objeto na frente.**
- 3. Em caso contrário navegar em arco aplicando mais tensão a uma roda do que a outra.**

As classes interface Navigator e Localiser usam o mecanismo de sincronização do Java para implementarem o navegador do IntelliBrain-Bot.

a) Indique para que é usado esse mecanismo e porquê.

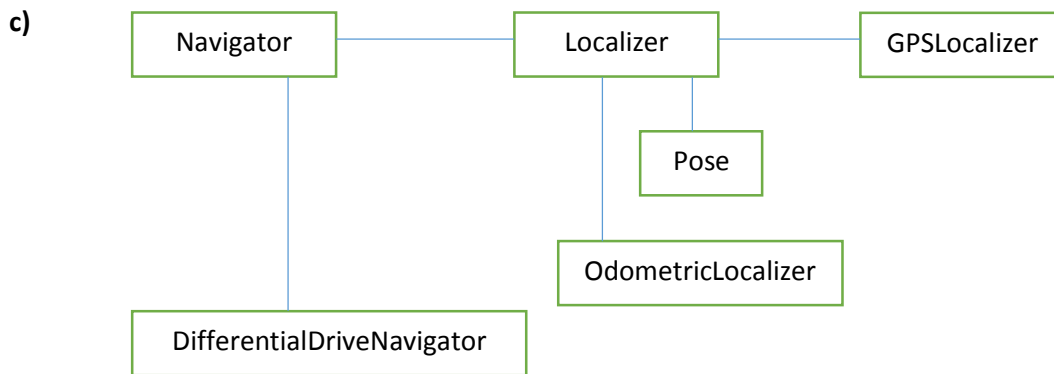
b) A técnica de localização usada pelo navegador foi a Dead Reckoning, cujos cálculos foram implementados na classe OdometricLocalizer. Demonstre, através das fórmulas da odometria, que a diminuição do diâmetro das rodas aumenta a precisão do cálculo da pose do robô.

c) O sistema de navegação é ainda formado pela classe Pose e pela classe DifferentialDriveNavigator. Considere que também se implementou uma técnica de localização baseada em GPS numa classe chamada GPSLocalizer. Represente num diagrama a relação hierárquica entre todas as classes mencionadas no enunciado desta questão 2.

a) As classes interface usam-se para melhorar o projecto. Servem de interface a classes que implementam diferentes métodos de navegação para classe navigator, as diferentes técnicas de localização como é o caso do localizer.

A motivação devesse ao facto de ao definirmos estas classes, outras partes do programa não necessitam de conhecer as especialidades de uma ou outra técnica de localização. Deste modo, o resto do programa pode trabalhar com diferentes técnicas de localização de uma forma transparente.

b)



Considere o sensor GP2D12 estudado nas aulas.

a) Descreva o seu princípio de funcionamento.

b) Sendo um sensor que usa luz infravermelha, está sujeito a interferências de outras fontes de luz infravermelha presentes no ambiente. De que maneira essas interferências são bloqueadas pelo sensor?

c) Escreva uma pequena função em Java que implemente o algoritmo de seguimento da parede esquerda para um robô como o representado na figura 2 (equipada com 3 sensores GP2D12).

a) Triangulação (distancia do laser ao objecto depois de um feixe embater no objecto) como princípio de funcionamento.

Um circuito transmissor emite um feixe de infravermelhos. Este feixe é reflectido por um objecto.

Um circuito receptor capta-o determinando o angulo reflexão.

A distancia a que se encontra o objecto é proporcional a este angulo de reflexão.

Vantagens: Baixo custo, mais rápido que o sonar

Desvantagens: Menos preciso que o sonar e materiais indetectáveis.

b) O receptor devera ter um filtro óptico que deixe passar a luz apenas com o mesmo comprimento de onda emitido pelo sensor e devera ter também um filtro electrónico que permite apenas passar luz modula 38khz.

Para recorrer a uma modelação de frequência de forma a toramos os sensores imunes a fontes presente no ambiente pode alimentar-se fazendo modelação do sinal de infravermelhos

c) Ta feita já no código do robô.

Descreva os tipos de fusão sensorial que conhece e apresente uma possível aplicação da fusão sensorial tipo colaboradora no contexto do concurso Robô Bombeiro.

“Localização Baseada em Marcas Artificiais” e “Localização Baseada em Marcas Naturais”, foram duas das técnicas de localização de robôs móveis estudados nas aulas.

a) Indique as diferenças entre essas duas técnicas.

b) Indique exemplos de aplicações de robôs móveis onde essas técnicas poderiam ser usadas (2 exemplos para cada método).

c) Considera essas técnicas de localização úteis no contexto do concurso Robô Bombeiro? Justifique.

a) Marcas naturais são objectos do meio ambiente que podem ser usados como pontos de referencia para o robô se localizar mas não são usados para auxilio da navegação do robô.

Marcas artificias são objectos ou marcadores colocados no ambiente para serem usados como pontos de referencia para a navegação do robot. As marcas são conhecidas a partida o que simplifica a sua detecção e uso.

b) Marcas Naturais: Robô aspirador, robô busca e salvamento, robôs de campo(cortar ervas daninhas) e robôs industriais.

Marcas artificiais: robôs industriais e de serviço, transporte de mercadorias numa fabrica, robô aspirador

c) Sim, principalmente a técnica de localização baseada em marcas artificiais uma vez que a detecção é muito mais fácil neste caso porque as marcas são especialmente desenhadas para que isso aconteça, no caso do robô bombeiro temos as marcas brancas a entrada de todos quartos no labirinto. Como as marcas são conhecidas a partida simplifica-se os algoritmos de detecção e correspondência.

Nas aulas estudámos um sensor muito simples para detetar a chama da vela, usando um foto transistor.

a) Descreva o princípio de funcionamento do circuito eletrónico desse sensor.

b) Escreva uma pequena função em Java para efetuar leituras com esse sensor e apresentar o valor lido na linha 1 do ecrã LCD. Considere que o sensor está ligado a uma porta digital.

a) O sensor esta sempre a medir as radiações proveniente do ambiente que mede o valor de 0 a 1023, tem a precisão de 2^{10} , assim quanto mais perto da vela maior é o valor medido e quanto mais longe menor o valor medido pelo que podemos dizer que o valor medido varia proporcionalmente como o aumento da distancia a vela.

b)

```
private static Display display;  
private static AnalogInput sensorVelaE;  
sensorVelaE = IntelliBrain.getAnalogInput(1);  
display = IntelliBrain.getLcdDisplay();  
display.print(0, Integer.toString(sensorVelaE));
```

A figura 4 (Exame Normal SR -Janeiro 2007) descreve o comportamento de um robô que segue o código implementado na classe Vacation.

a) Considere que quando o código foi executado observou-se que o robô ao chegar ao ponto de coordenadas (30, 30) parou durante cerca de 10 segundos e só depois navegou até ao ponto de partida. Tendo em conta os comportamentos implementados, explique esta paragem.

b) Descreva o sistema de controlo do robô através de uma máquina de estados finitos.

Os sensores de infravermelhos usados para medir distâncias, podem dar leituras erradas devido à interferência de fontes de infravermelhos presentes no ambiente. De que maneira se pode eliminar essa interferência?

Considere o labirinto do concurso Robô Bombeiro representado na figura 3 (Exame Normal SR Fevereiro 2005). Qual dos métodos estudados de navegação em ambientes conhecidos lhe parece mais adequado para esta situação? Justifique. Exemplifique o método escolhido planejando o caminho entre o local onde se encontra o robô e o local assinalado com uma cruz.

Odometria, porque se o percurso não modificar, é fácil controlar os movimentos do robot e ter uma boa precisão do percurso.

Indique justificando quais os sensores que escolheria para equipar robôs com as seguintes tarefas:

a) Seguimento de uma linha de cor preta, pintada num chão branco.

b) Exploração do tampo de uma mesa, sem cair desta.

c) Seguimento de objetos com uma determinada cor.

a) sensor de linha, uma vez que com este sensor é fácil distinguir o preto do branco

b)

c) sensor de visão já que este distingue facilmente as cores podendo ser programado para seguir uma determinada cor

Complete o seguinte código:

```
(1) _____ display = IntelliBrain.(2) _____ ();
display.print(0, "first line" );
...
Servo servo = (3) _____.getServo(1);
servo.(4) _____ (75);
...
(5) _____ lineSensor = IntelliBrain.getAnalogInput(4);
int lineSensorReading = lineSensor.(6) _____ ();
. . .
Motor motor = IntelliBrain.getMotor(1);
motor.setPower(Motor.MAX_FORWARD);
motor.brake();
motor.setPower(Motor.STOP);
. . .
```

Considere o robô da figura 2 com um sistema diferencial de direcção e com 3 sensores de obstáculos representados pelos círculos vermelhos. Escreva um algoritmo de navegação para o robô seguir uma parede que se encontre à sua direita. (Exame Normal SR Fevereiro 2005)

(este algoritmo é para a parede esquerda, mas é exactamente a mesma coisa)

```

private static Motor motorE;
private static Motor motorD;
private static RangeFinder sonarE;
private static final float ganho = 1.0f;

sonarE = new ParallaxPing(IntelliBrain.getDigitalIO(3));

While (true)
{
    sonarE.ping();
    Thread.sleep(50);
    int distE = (int) (sonarE.getDistanceCm() + 0.5f);

    float errorE = distE - 17.0f;
    float deltaE = errorE * ganho;
    if (deltaE > 7)
        deltaE = 7;
    if (deltaE < -7)
        deltaE = -7;
    if (errorE != 0) {
        motorE.setPower((12 - (int) deltaE));
        motorD.setPower((12 + (int) deltaE));
    }
    else{
        motorE.setPower(15);
        motorD.setPower(16);
    }
    if (distF < 20.0) {
        motorE.setPower(16);
        motorD.setPower(-8);
    }
}

```

Considere o sensor SRF04 estudado nas aulas.

a) Classifique-o quanto ao seu uso típico, ao tipo de informação que obtêm e à energia que utiliza.

b) Descreva o seu princípio de funcionamento;

c) Escreva uma pequena função em Java para efectuar leituras com esse sensor e apresentar o valor lido na linha 1 do ecrã LCD.

a) Uso típico é medir distancias pois é um sensor de proximidade/distancias, este é ligado a uma porta analógica e a informação que obtém é a distancia dos obstáculos e como a adquire informação do ambiente é um esteroceptivo. Quanto a energia utilizada , é um sensor activo que emite a sua própria energia e mede a reacção.

b) O princípio de funcionamento é tempo de voo. O circuito transmissor emite sinais acústicos com uma frequência de ultra-sons. Este sinais ao chocarem com objectos provocam ecos que são captados para um circuito receptor. A distancia a que se encontra o objecto é proporcional ao tempo que decorre entre a transmissão do sinal e a recepção do eco correspondente.

```
c) SonarRangeFinder pingSensor = new ParallaxPing(  
    IntelliBrain.getDigitalIO(4));  
  
while (true) {  
  
    pingSensor.ping();  
    Thread.sleep(100);  
    float range = pingSensor.getDistanceCm();  
  
    if (range > 0.0f)  
        display.print(1, Integer.toString((int) (range + 0.5f)) + "cm");  
    else  
        display.print(1, "--");  
  
}
```

Considere que se pretende programar um robô com um sistema de condução diferencial para que este navegue rodeando obstáculos. Isto é, avançando em frente tentando manter-se sempre a uma determinada distância de uma parede à sua esquerda ou à sua direita. O robô está equipado com sensores tipo SONAR.

a) **Os sensores tipo SONAR permitem determinar a que distância se encontra um objeto através do chamado Método do Tempo de Voo. Explique como se pode calcular a distância ao objeto, usando esse método.**

b) **Escreva um pequeno programa em Java para o Intellibrain, baseado no Método do Controlo Proporcional, para que o robô navegue como indicado. Ignore os "import" necessários, mas declare todos os objetos que usar.**

a) O sensor emite um som e mede o tempo de um eco, isto é, o som bate no objecto e retorna o valor para o sensor, claro para tal tem de se conhecer a velocidade constante da propagação do valor emitido pelo sensor.

```
private static RangeFinder sonarE;  
  
sonarE = new ParallaxPing(IntelliBrain.getDigitalIO(3));  
sonarE.ping();  
Thread.sleep(50);  
int distE = (int) (sonarE.getDistanceCm() + 0.5f);
```

Explique como pode controlar a velocidade e o sentido de rotação de um atuador do tipo motor de corrente contínua.

Num motor cc a velocidade angular depende da carga a que o motor esta sujeito, e pode ser controlado por circuitos ON/OFF ou ponte-H. É controlado pelo circuito ponte-H em vez de ter contador a 0 ou a 1 tem um circuito PWM

Considere que se pretende construir um robô com a tarefa de eliminar ervas daninhas de um pátio no exterior (figura 2 Exame_14-07-2010).

a) Descreva (explicando o seus usos), que sensores usaria para construir o robô.

b) Que método de localização considera mais adequado para o robô? Explique como é que o robô usaria esse método para navegar, no contexto da aplicação em causa.

c) Considere que se pretende implementar um sistema de controlo baseado em comportamentos para controlar o robô. Defina um conjunto de comportamentos que o robô deve ter e organize-os numa máquina de estados finitos (com as respetivas condições de transição). Na aula foi estudado um método genérico para implementar uma máquina de estados numa linguagem de programação. Descreva em detalhe esse método genérico em pseudocódigo.

a) Sensores de camara para ler a cor das ervas daninhas.

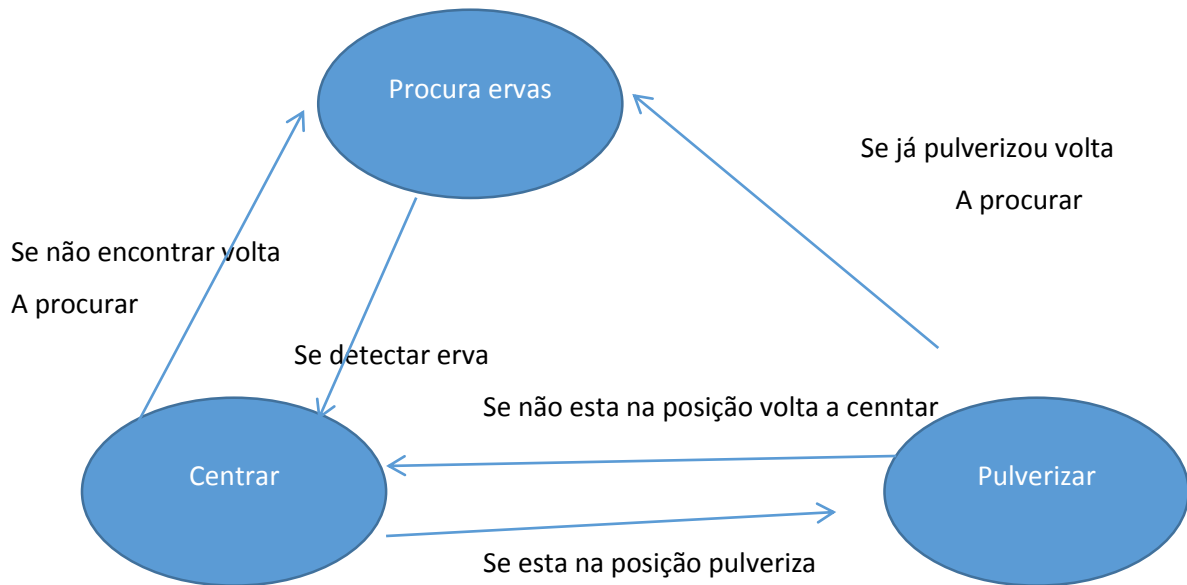
Sensor sonar para não embater contra nenhum obstáculo (6, 3 a frente 3 atrás) para não embater em nenhum obstáculo seja frente direita esquerda e diagonais.

Sensor servomotor esquerda e direita pra de mover.

Motor para colocar um deposito para pulverizar as ervas.

b) Método de navegação por medidas absolutas ou por Landmarks em que seriam colocados objectos como linhas e paredes para o robô se conseguir localizar e navegar sem recorrer a sistemas de odometria como muitos erros e erros incrementais.

c)



O sistema de navegação implementado nas aulas foi desenvolvido recorrendo ao uso de programação de múltiplas threads. Descreva porque é que é tão interessante usar esse tipo de programação no desenvolvimento de sistemas de controlo para robôs.

Na programação de robô as threads são para executar varias tarefas ao mesmo tempo tais como os sensores de linha e de radiação.

Deste modo podemos ter um maior controlo e uma maior precisão nos movimentos e nas acções do robot.

Considere que se pretende programar um robô com um sistema de condução diferencial para que este navegue em direcção a chama da vela de modo a ficar o mais centrado possível com esta. O robô navega de forma reactiva usando dois sensores baseados em fototransistores (iguais aos estudados nas aulas) que detectam a radiação infravermelha emitida pela chama da vela. O robô tem também um sensor de linha branca (Fairchild QRB1134) que usa para detectar a zona branca onde se encontra a vela de modo a parar e ligar a ventoinha para tentar extinguir a chama.

- Explique o principio de funcionamento dos sensores usados pelo robô.***
- Os sensores usados pelo robô são do tipo passivo ou activo? Justifique***
- Escreva um pequeno programa em Java para o Intellibrain, baseado no método de controlo proporcional, para que o robô navegue como se pretende. Ignore os imports necessários mas declare todos objectos que usar.***

Considere que se pretende implementar um sistema de controlo baseado em comportamentos para controlar um robot com a tarefa de pulverizar uma plantação de alfaces com um adubo orgânico (ver figura 2 ER 24-07-2010).

- a) Descreva (explicando o seu uso) que sensores e actuadores usaria para construir o robô.
- b) B) Que método de localização considera mais adequado para o robô? Explique como é que o robô usaria esse método para navegar, no contexto da aplicação em causa.
- c) Considere que se pretende implementar um sistema de controlo baseado em comportamentos para controlar o robô. Defina um conjunto de comportamentos que o robot deve ter e organize-os numa máquina de estados finitos (com as respectivas condições de transição). Na aula foi estudado um método genérico para implementar uma máquina de estados numa linguagem de programação. Descreve em detalhe esse método genérico em pseudocódigo.

As Classes interface Navigator e Localiser são base do sistema de navegação implementado nas aulas. A técnica de localização usada pelo sistema de navegação foi a Dead Reckoning cujos cálculos foram implementados na classe OdometricLocalizer. O sistema de navegação é ainda formado pela classe Pose e pela classe DifferentialDriveNavigator.

- a) Apresente as classes mencionadas num diagrama de classes que represente a relação entre as mesmas.
- b) Considere que se pretende expandir o sistema de navegação descrito anteriormente para poder ser usado num novo robot com um sistema de locomoção tipo triciclo e um sistema de localização baseado em GPS. Acrescente ao diagrama da alínea a) as classes necessárias para usar o sistema de navegação neste novo robô (invente nomes sugestivos para as novas classes).

Um dos métodos estudados para a localização de robots moveis foi o método Dead Reckoning baseado em odometria. Indique justificando 4 maneiras de aumentar a precisão desse método de localização.

Diminuir o eixo das rodas; diminuir o diâmetro das rodas; certificar-se de que o mapa onde o robot andarà não causará atrito de forma a evitar deficiências nos movimentos do robot;

Considere o digrama da figura 3 (ER 24-07-2010). Represente as ligações entre os sensores, os actuadores e o microcontrolador IntelliBrain (o sensor SRF05 deve ser lgiado de modo a que os sinais Echo e Trigger partilhem a mesma porta). Identifique eventuais restrições/considerações a ter em conta nas ligações em causa e na programação dos respectivos sensores e actuadores.

Considere que se pretende programar um robô com um sistema de condução diferencial para que este navegue em direcção a chama da vela de modo a ficar o mais centrado possível com esta. O robô esta equipado com dois sensores baseados em fototransistores iguais aos estudados nas aulas.

- a) Desenhe o circuito electrónico desses sensores e explique sucintamente o seu principio de funcionamento.
- b) Explique como usaria esse sensor ao nível da programação. Pretende-se que indique as instruções necessárias para declarar o sensor e as instruções necessárias para obter os valores da percepção do sensor
- c) Escreva o algoritmo em pseudocodigo que o robô deve seguir para que navegue como se pretende. Considere que o robot deve parar quando detectar a zona branca onde se encontra a vela.

a) (Circuito na folha) O sensor esta sempre a medir as radiações proveniente do ambiente que mede o valor de 0 a 1023, tem a precisão de 2^{10} , assim quanto mais perto da vela maior é o valor medido e quanto mais longe menor o valor medido pelo que podemos dizer que o valor medido varia proporcionalmente como o aumento da distancia a vela.

b) AnalogInput sensorVelaE = IntelliBrain.getAnalogInput(3)

sensorVelaE.sample();

AnalogInput sensorVelaD = IntelliBrain.getAnalogInput(4)

sensorVelaD.sample();

A nível da programação teria de ter instruções para estar sempre a ler o valor dos sensores e quando esse valor fosse maior que 700 centrava o robô e seguidamente ligava o motor de forma a apagar a vela.

c)

- Se os valores dos sensores da esquerda e direita forem maiores que o limite da chama, então o robô avança em frente.
- Senão se o valor do sensor da esquerda for menor que o limite da chama então o robô roda para a direita.
- Senão se o valor do sensor da direita for menor que o limite da chama então o robô roda para a esquerda.
- Senão perdeu a vela, logo o robô roda em si mesmo ate encontrar a vela novamente.
- Se detectar a linha branca o robô para.

Qual a diferença entre um motor de corrente continua e um servomotor, no que se refere ao controlo dos mesmos.

Os motores de corrente continua tem os seguintes mecanismos de controlo:

- Controlo electrónico ON/OFF
- “ “ por ponte-H

Enquanto que nos servomotores os mecanismos de controlo são por PWM.

Considere o labirinto do concurso robô bombeiro representado na figura 1(Freq 27-06-2009). Determine um caminho entre o local onde se encontra o robô e o local assinalado com uma cruz, aplicando o método de decomposição celular.

Caderno

De um exemplo de um robô móvel para uma determinada aplicação em que seja mais adequado usar uma arquitectura de controlo reactiva. Justifique.

Veiculos de Braitenberg. Com esta arquitectura, o funcionamento do robot baseia-se somente na informação recolhida pelos sensores e respectivas acções para cada informação. Não há qualquer conhecimento do mundo externo.

Um dos métodos estudados para a localização de robôs moveis foi o método dead Reckoning.

- a) Descreva o principio de funcionamento genérico deste método.*
- b) No método Dead Reckoning o deslocamento do robô pode ser determinado recorrente a odometria. Comente justificado a seguinte afirmação: “A precisão do método Dead Reckoning aumenta se diminuirmos a distância entre as rodas do robô, assim como o diâmetro das mesmas”.*