

## Contorno de Paredes: Estudo e Aplicação no Robô ESTraquinas

Luís Gonçalves, Valter Silva, Ricardo Santos

Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, Av<sup>a</sup> do Empresário, 6000 Castelo Branco  
dordecabeca@yahoo.com, vfs@est.ipcb.pt, xano\_ninfo@megamail.pt

**Resumo** – Este artigo descreve o agente robótico ESTraquinas participante no concurso Ciber-Rato 2002 incorporado no Festival Nacional de Robótica 2002. O contorno de parede é um comportamento bastante usado em competições deste tipo. Para a aplicação do contorno parede é necessário decidir quando é que se inicia e termina este contorno. Este artigo apresenta e discute algumas soluções para estes dois problemas.

**Abstract** – This paper describes the robotic agent ESTraquinas which participated in the Ciber-Rato contest of the Festival Nacional de Robótica 2002. Following the Walls is the most used behaviour in this kind of contests. But, if a robot uses this strategy, the decisions of when to enter and when to leave this behaviour is not trivial. In this paper we present and discuss some solutions for these problems.

### I. INTRODUÇÃO

O ESTraquinas foi desenvolvido com o objectivo principal de dar uso prático aos conhecimentos de programação em C já adquiridos, aplicando-os num desafio não académico. Este teve como base o agente robótico *Hamster* [1], ao qual foram feitas alterações a nível de aleatoriedade, seguimento de paredes e determinação da reacção em relação aos obstáculos. O ESTraquinas é, na nossa opinião, bem sucedido em todos os aspectos funcionais, tendo contudo como principal defeito, a ausência da verificação dos valores do sensor *bumper*. Originando assim, uma maior possibilidade de eventuais penalizações por colisão.

O ESTraquinas é um agente robótico programado em Linux que apresenta os mesmos sensores que todos os restantes concorrentes à modalidade Ciber-Rato.

### II. ALGORITMO USADO

O algoritmo, qualquer que seja, tem sempre a condicionante dos restantes robôs em prova, que podem dificultar, ou mesmo ajudar o robô. Por exemplo, um robô que ande em ciclo infinito pode ser retirado deste ciclo por um semelhante, mas por outro lado, também pode acontecer que um robô entre em ciclo infinito devido a outro concorrente. Como tal, um algoritmo robusto com uso frequente da aleatoriedade e com recurso a *timeouts* ajuda a melhorar o desempenho do sistema.

O agente ESTraquinas, assim como uma grande parte dos concorrentes aos concursos Micro e Ciber-Rato, usa um algoritmo baseado no comportamento de contorno de paredes para atingir o farol.

Este algoritmo é eficiente e tem demonstrado ser o indicado para atingir a área de chegada.

No entanto, na nossa opinião, dois problemas se colocam na sua implementação. O primeiro é saber qual é o momento mais adequado para se iniciar o contorno da parede. O segundo é saber qual o momento mais adequado para finalizar esse contorno. A conjugação destes dois factores determinam fortemente o desempenho do robô quando compete sem adversários. Este desempenho pode ser medido pela capacidade de resolução da maior quantidade possível de labirintos e pelos tempos obtidos nessas resoluções.

O ESTraquinas inicia o contorno de um obstáculo apenas quando o farol se encontra por detrás do obstáculo. Este método permite que o robô nunca inicie o contorno da parede exterior do labirinto, adicionando assim uma maior robustez ao algoritmo usado. Poder-se-ia iniciar o contorno de um obstáculo sempre que este fosse encontrado. Este método não parece ser adequado pois leva à perda de tempo se, por exemplo, for encontrada a parede exterior do labirinto, ou outro robô semelhante. No entanto, o iniciar do contorno da parede apenas quando o farol se encontra por detrás desta leva a que o robô tenha que ver o farol em todo o labirinto. Isto não é verdade na modalidade Micro-Rato onde podem existir paredes mais altas que o plano de emissão do farol, ou onde a potência emitida pelo próprio farol não é suficiente para atingir todo o labirinto. Estas duas limitações da competição real não são implementadas pelo simulador usado na modalidade Ciber-Rato.

Por outro lado, o terminar do contorno da parede deve ser bem ponderado para que o robô resolva o maior número possível de labirintos. Um dos métodos que pode ser usado baseia-se na contagem das ocorrências de cantos e esquinas, para decidir qual a opção a tomar [2,3,4,5]. Este método tem a grande desvantagem desta contagem ter que ser rigorosa, não podendo existir falhas, que podem ocorrer caso os ângulos entre obstáculos sejam diferentes de 90°. Por outro lado, este método é bastante eficiente, resolvendo uma grande quantidade de configurações de obstáculos.

Outro dos métodos que pode ser usado consiste em terminar o contorno de parede quando o farol se encontra do lado contrário da parede que está a ser contornada. Esta estratégia é fácil de implementar, mas tem a desvantagem de não conseguir resolver muitas configurações de obstáculos. Um exemplo destas configurações é a apresentada na figura 1. Nesta configuração do labirinto, o robô tende a iniciar o contorno de parede em P1, sempre que atingir o ponto P2 largará este contorno, porque o farol se encontra do lado contrário da parede que está a ser contornada. De seguida, dirige-se para o ponto P1 e irá fazer o percurso simétrico até P3. Os pontos que o robô deveria atingir para resolver esta configuração de obstáculos seria o ponto P4 ou P5.

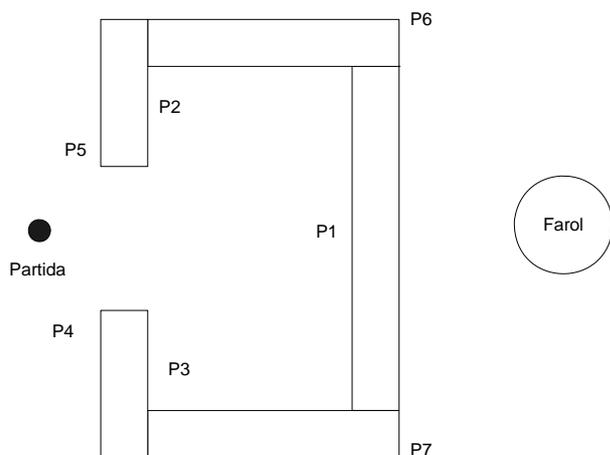


Fig. 1 – Configuração de obstáculo

Outro dos métodos que pode ser usado e que foi implementado pelo robô *ESTraquinas* é deixar o contorno de parede apenas quando o farol se encontrar na frente do robô. Para o configuração da figura 1, o robô apenas deixará o contorno de parede no ponto P6 ou P7, consoante o sentido de contorno. Isto acontece, pois, durante todo o contorno de parede, este é o único ponto onde o farol se apresenta na frente do robô.

No entanto, este algoritmo também não resolve algumas configurações como seja, por exemplo, a apresentada na figura 2.

Esta configuração de obstáculo é particularmente difícil e não é resolvida pelo robô *ESTraquinas*, mas o robô *EnCuRRalado* [2] resolve-a. Este método para terminar o contorno de parede também tem outra desvantagem. Se o robô começar a contornar a parede exterior do labirinto entra em ciclo vicioso, nunca mais terminando este contorno. Desta forma, é necessário implementar mais uma condição de paragem para que este ciclo vicioso não aconteça. Esta condição pode ser baseada em tempo ou na configuração do obstáculo: se forem encontrados por, exemplo, 4 cantos seguidos na parede, o contorno é acabado. Esta última condição é mais limitativa no que diz respeito às configurações de obstáculos que o algoritmo é capaz de resolver. Por outro lado, não depende da

velocidade de locomoção do robô e como tal é mais fácil de implementar.

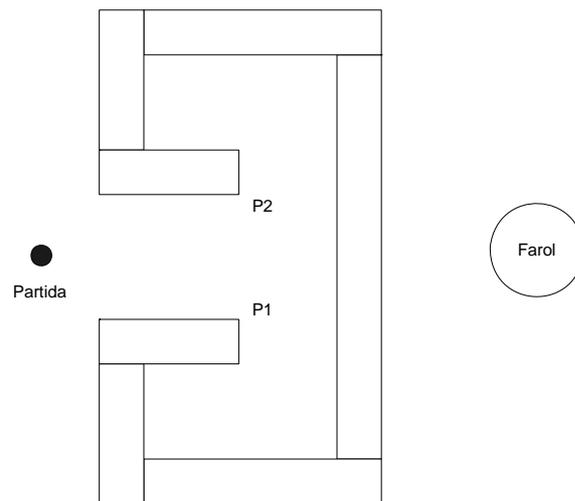


Fig. 2 – Configuração de obstáculo

### III. CONCLUSÕES

Neste artigo, foram apresentados alguns métodos para determinar quando um robô deve iniciar e terminar o contorno de uma parede, tendo sido discutidas algumas vantagens e desvantagens. Todos apresentam limitações, quer no tipo de labirintos que resolvem, quer na dificuldade da sua implementação prática.

O algoritmo usado pelo *ESTraquinas*, apesar de não resolver certas configurações de obstáculos é de fácil implementação. Por estes motivos, parece-nos que é um algoritmo bastante adequado para ser usado na primeira participação de uma equipa.

### IV. REFERÊNCIAS

- [1] Valter Silva, "Hamster: um rato simples", neste número.
- [2] Pedro Luís, Bruno Martins, Pedro Almeida, Valter Silva, "Detecção de configurações de obstáculos perigosas: aplicação no robô EnCuRRalado", neste número.
- [3] Valter Silva, Telmo Silva, Frederico Santos, "Bulldozer: o Valor da Aleatoriedade", *Electrónica e Telecomunicações*, Vol. 2, Nº 6, Setembro de 1999, pp. 804-805.
- [4] Valter Silva, Frederico Santos, "Bulldozer: um robô que reconhece o seu passado", *Electrónica e Telecomunicações*, Vol. 3, Nº 4, Setembro 2001, pp. 352-358.
- [5] Frederico Santos, Valter F. Silva, Luís Almeida, "Autolocalização em pequenos robôs móveis e autónomos: O caso de estudo do robô Bulldozer IV", *Actas do encontro científico do festival de robótica nacional*, 26 de Abril de 2002, Aveiro.