

# Detecção de configurações de obstáculos perigosas: aplicação no robô EnCuRRalado

Pedro Luís, Bruno Martins, Pedro Almeida, Valter Silva  
Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, Av<sup>a</sup> do Empresário, 6000 Castelo Branco  
xonox@mail.pt, castisso@clix.pt, teko@netc.pt, vfs@est.ipcb.pt

**Resumo** – Este artigo descreve o agente robótico EnCuRRalado participante no concurso Ciber-Rato 2002 integrado no Festival Nacional de Robótica 2002. Este robô utiliza um algoritmo, baseado no seguimento de paredes, que conta o número de cantos existentes com ângulos positivos ou negativos. Este método permite detectar certas configurações de obstáculos que podem ser potencialmente perigosos.

**Abstract** – This paper describes the robotic agent EnCuRRalado which participated in the Ciber-Rato contest of the Festival Nacional de Robótica 2002. The algorithm used by the robot, based on the behaviour “follow wall”, counts the convex and hollow corners, these values are used to detect some dangerous obstacle configurations.

## I. INTRODUÇÃO

A competição Ciber-Rato tem por base a sua semelhante Micro-Rato [1], onde os robôs são constituídos por *hardware* e *software*. Em contraste, no Ciber-Rato o robô é um agente de *software* que interage com um simulador que representa o ambiente envolvente e tenta modelar os imprevistos próprios de um ambiente real (por exemplo, o ruído eléctrico dos sensores de obstáculos). A modelação do ambiente envolvente apesar de bastante real, contemplando muitos parâmetros de ruído, não apresenta as dificuldades próprias do ambiente real.

Desta maneira é de esperar que as configurações de obstáculos sejam potencialmente mais difíceis que na modalidade Micro-Rato. A equipa EnCuRRalado prevendo estas dificuldades tentou arranjar um algoritmo que, além de resolver muitas configurações de obstáculos, pudesse servir para futuras evoluções mais elaboradas. Este algoritmo recorre à contagem de cantos e esquinas para tentar determinar algumas configurações perigosas. Esta técnica já anteriormente tinha sido usada por um participante na modalidade Micro-Rato, o Bulldozer [2,3,4], apesar da maior dificuldade na detecção dos cantos e esquinas.

## II. ALGORITMO USADO

O robô EnCuRRalado, tal como todos os outros agentes concorrentes ao Ciber-Rato tem 3 sensores de obstáculos e

um sensor de farol, que lhe indica a direcção da zona de chegada. [1].

O algoritmo usado pelo EnCuRRalado assenta sobre o algoritmo usado pelo concorrente à modalidade Micro-Rato Bulldozer [2,3,4]. Este robô através da contagem de esquinas e cantos consegue detectar algumas configurações de obstáculos e reagir consoante o tipo de configuração detectada.

O robô EnCuRRalado baseia-se num algoritmo de contorno de paredes habitualmente usado no concurso Micro-Rato e Ciber-Rato. Este algoritmo, ao longo dos concursos Micro-Rato e Ciber-Rato tem-se revelado eficiente e é usado pela maioria das equipas concorrentes.

Em adição a este algoritmo de contorno de parede o agente de *software* assume que os obstáculos apresentam apenas ângulos rectos na sua fronteira exterior. Ao supor que todos os obstáculos têm esta forma limita-se a operação do robô, gerando uma clara desvantagem deste algoritmo.

Por exemplo, se apenas um rectângulo for encontrado como obstáculo, a sua transposição é simples, tendo o agente apenas que iniciar o contorno e dobrar duas esquinas. Um exemplo é apresentado na figura 1.

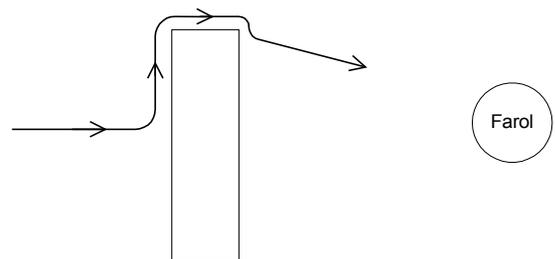


Fig. 1 – Obstáculo simples

Como se pode ver pela figura o robô inicia o contorno de parede e só pára este contorno depois de dobrar duas esquinas, garantido assim que se encontra por trás do local onde iniciou o contorno de parede.

O início do contorno de parede apenas é feito quando o obstáculo se encontra por detrás da parede. Desta forma o robô nunca inicia o contorno na parede exterior do labirinto, pois o farol nunca se encontra por detrás desta. Também é verdade que só faz sentido transpor um

obstáculo se o farol estiver por detrás deste, visto que este é o nosso alvo.

Para obstáculos mais complexos o mesmo princípio também se aplica, ou seja, o objectivo é transpor uma parede encontrada. Esta transposição leva a um algoritmo um pouco mais complexo, havendo também a necessidade de contar os cantos encontrados. Assim o robô tem a garantia que um determinado obstáculo foi ultrapassado se contar duas esquinas a mais que o número de cantos. Também aqui se aplica o mesmo método para iniciar o contorno da parede. Por exemplo para o obstáculo da figura 2, são contados 2 cantos (assinalados por C), como tal, só quando o robô contar 4 esquinas (assinaladas por E) é que termina o contorno da parede.

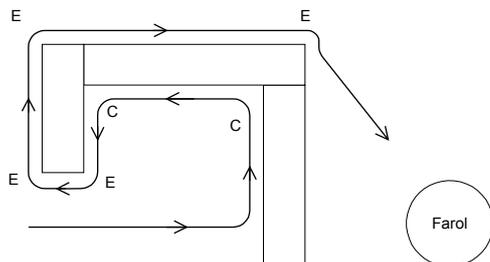


Fig. 2 – Obstáculo complexo

Este algoritmo é genérico e funciona para qualquer configuração de obstáculo, sejam mais simples (figura 1) ou mais elaboradas que a da figura 2, por exemplo configurações em “caracol”.

No entanto, existe o problema de o robô iniciar o contorno da parede exterior do labirinto. Isto pode acontecer se, por exemplo, existir um obstáculo encostado a esta. Se isto acontecer nunca mais o robô pára o contorno da parede, entrando assim em ciclo infinito.

Desta forma, e para adicionar uma maior robustez e aleatoriedade ao algoritmo, definiu-se uma regra de finalização do contorno de parede baseada no número de cantos. Se o robô encontrar mais que três cantos o contorno de parede é abandonado. Outra regra para abandono do contorno que se podia ter utilizado seria baseada em tempo. Escolheu-se a primeira opção, porque a segunda é também dependente de outros factores, como seja a velocidade do robô.

O algoritmo completo de contorno de paredes usado pelo agente robótico EnCuRRalado é apresentado na figura 3.

Como se pode ver pela figura, o algoritmo é muito simples recorrendo a duas variáveis para contar cantos ou esquinas. Por outro lado a detecção destes eventos é um pouco mais complexa, mas com uma interpretação correcta dos valores dos sensores é exequível.

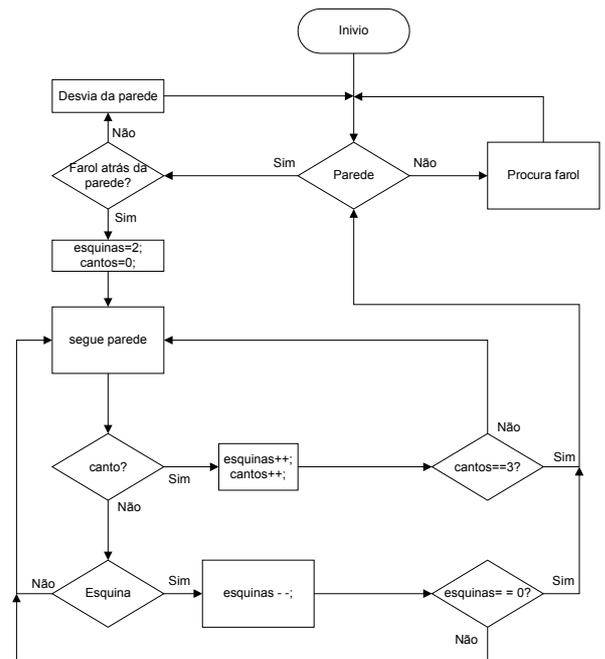


Fig. 3 – algoritmo de contorno de parede

Este algoritmo apresenta algumas vantagens e desvantagens. As vantagens mais significativas são: resolve facilmente configurações complexas de labirintos, por exemplo caracóis, pois apenas se baseia na configuração do obstáculo e não na direcção do farol; nunca segue indefinidamente a parede exterior do labirinto ou outra qualquer parede. Por outro lado apresenta uma grande desvantagem que é só revelar um bom comportamento perante obstáculos com ângulos de 90°, o que limita claramente a operação. Esta limitação foi um dos grandes entraves em prova, pois muitos dos labirintos apresentavam obstáculos com outros ângulos. A contagem de cantos e esquinas é dependente da velocidade de locomoção do rato, o que pode ser prejudicial em prova. Outra desvantagem é existir a necessidade de limitar o contorno de parede a um número fixo de cantos, o que limita a capacidade de resolução de alguns labirintos mais complicados. Por exemplo, se com o labirinto da figura 2 se usasse 1 canto como máximo possível, o rato entraria em ciclo infinito facilmente.

### III. CONCLUSÕES

O algoritmo aqui apresentado e utilizado no robô EnCuRRalado, baseia-se num algoritmo de contorno de paredes com detecção de configurações. Esta detecção é feita contando as esquinas e cantos que os obstáculos apresentam. Esta contagem por vezes revela-se difícil, o que limita o normal funcionamento do algoritmo. Por outro lado, este pressupõe que todos os ângulos apresentados pelos obstáculos são ângulos rectos, o que não é verdade no ambiente da competição. Este algoritmo necessita de uma imposição de paragem do contorno de

paredes, senão poderá ocorrer um ciclo infinito, indesejável em qualquer competição deste tipo.

Por outro lado, este algoritmo tem a capacidade de resolver configurações de obstáculos particularmente difíceis, como por exemplo caracóis. Uma evolução natural deste trabalho será a inclusão de reacções diferenciadas perante diferentes configurações de obstáculos.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Micro-Rato, Departamento de Electrónica e Telecomunicações, Universidade de Aveiro, <http://microrato.ua.pt>
- [2] Valter Silva, Telmo Silva, Frederico Santos, “Bulldozer: o Valor da Aleatoriedade”, *Electrónica e Telecomunicações*, Vol. 2, Nº 6, Setembro de 1999, pp. 804-805.
- [3] Valter Silva, Frederico Santos, “Bulldozer: um robô que reconhece o seu passado”, *Electrónica e Telecomunicações*, Vol. 3, Nº 4, Setembro 2001, pp. 352-358.
- [4] Frederico Santos, Valter F. Silva, Luís Almeida, “Auto-localização 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.