

Detecção do Farol: Estudo para Aplicação no Robot *Tripé II*

João Carlos Capucho, José António Parente

I. INTRODUÇÃO

O Micro-Rato Tripé II, evolução do Tripé I que concorreu na edição de 98, foi construído em torno da placa controladora Kit188 e da placa de expansão I/O-188, desenvolvida no DETUA especificamente para o Concurso Micro-Rato contendo um conversor analógico-digital de 8 canais, um controlador de dois motores, um porto de entrada de 8 bits e um de saída de 8 bits.

Relativamente à versão anterior (Tripé I) foram efectuadas algumas melhorias principalmente ao nível do sistema de detecção do farol e suas implicações no algoritmo de controlo.

Este artigo mostra e analisa várias soluções possíveis para a detecção e seguimento do farol apresentado as vantagens e desvantagens do ponto de vista da respectiva implementação.

II. DETECTOR SOLIDÁRIO COM O ROBOT

A figura 1 representa o diagrama de recepção de um detector de infravermelhos com um ângulo de abertura total de 90°.



Fig. 1 – Diagrama de recepção de um sensor.

O método mais simples para detecção do farol consiste em ter um sensor solidário com a estrutura do robot. Assim, sempre que é preciso obter informação acerca da localização do farol em relação ao robot, é necessário que este rode sobre si mesmo, registre a direcção em que ocorre a máxima potência do sinal recebido e em seguida se desloque nessa direcção.

Este método é, por isso, lento e impreciso pois obriga a paragens frequentes para efectuar uma rotação completa a

fim de detectar a direcção da potência máxima e até mais meia rotação para se orientar na direcção correcta. Por outro lado é de construção mecânica bastante simples.

III. ROTAÇÃO CONTÍNUA

Outra possibilidade consiste em permitir que o sensor rode livremente sobre o robot. A potência do sinal recebido e a respectiva direcção vão sendo registadas e, no final de uma rotação, é escolhida a direcção de máxima potência para a orientação do movimento do robot.

Como o sensor tem de ser montado sobre uma estrutura rotativa, a alimentação através de cabos não é possível sendo, por isso, utilizados outros processos para o efeito. Normalmente são usadas pistas circulares em cobre que transferem energia através de fios metálicos que deslizam sobre as mesmas. Este processo de alimentação provoca ruído na medição do sinal pelo que se devem tomar cuidados especiais, nomeadamente o uso de filtros.

Note-se ainda que este sistema só fornece informação actualizada sobre a direcção do farol ao fim de cada rotação e que o número de rotações por segundo é muito limitado (2-3 rot/seg) devido aos tempos de resposta do próprio sensor.

Este processo tem a vantagem de permitir a determinação da direcção do farol com o robot em andamento, evitando as paragens necessárias na abordagem anterior. Em contrapartida é mecanicamente complexo, trabalhoso de implementar, e requer cuidados especiais em relação ao ruído dos sinais lidos e em relação à manutenção dos contactos circulares (lubrificação e limpeza).

IV. SEMI-ROTAÇÃO

A detecção com semi-rotação tem algumas semelhanças com o caso da rotação contínua. Contudo, em vez de se efectuarem rotações completas, fazem-se varrimentos sucessivos da esquerda para a direita e da direita para a esquerda (fig. 2). Uma vez que não existe rotação contínua, as ligações eléctricas ao sensor podem ser efectuadas de forma permanente por cabos flexíveis resultando em maior imunidade ao ruído e maior robustez. Neste caso, deve-se ter em atenção que a torção constante dos cabos pode levar à respectiva quebra devendo, por isso, verificar-se regularmente o seu bom estado.

Em termos de detecção do farol e orientação do robot este método é muito semelhante ao anterior. Note-se, apenas, que a amplitude da rotação é sempre inferior a

360° pelo que surge uma pequena *zona cega* normalmente na parte de trás do robot.

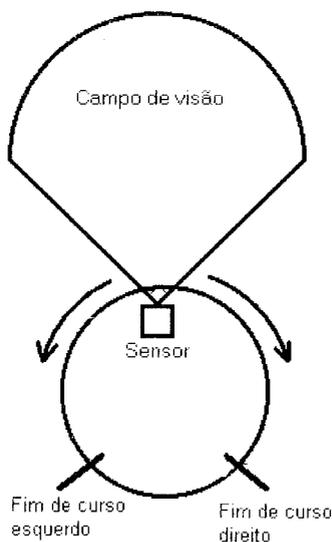


Fig. 2 - Diagrama de Semi-Rotação

V. ROTAÇÃO CONTINUA COM ESPELHO

Este tipo de detecção junta os benefícios da Rotação Contínua e da Semi - Rotação. É usado um espelho que faz um ângulo de 45° com a base, de maneira a conduzir os raios infravermelhos provenientes do farol para o sensor que está fixo no robot (fig. 3). Os componentes em rotação são apenas mecânicos e toda a parte electrónica (sensor) está fixa. Assim, as ligações eléctricas são robustas e simples. Por outro lado, a parte mecânica requer algum cuidado para se garantir um bom alinhamento do espelho, aspecto fundamental no desempenho conseguido com este método.

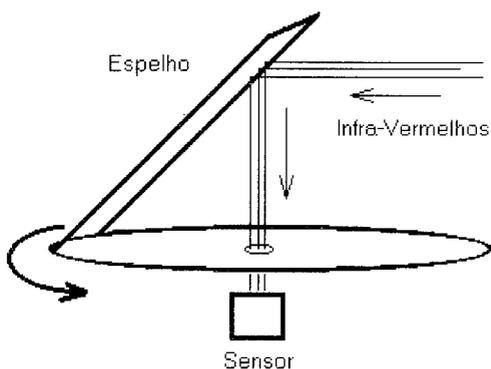


Fig. 3 - Diagrama de rotação continua com espelho

VI. DUPLA DETECÇÃO

Este método é tão simples quanto o do detector solidário com o robot mas em vez de um sensor simples são usados dois. Esta duplicação permite aumentar o ângulo de

detecção do farol (fig. 4) e, essencialmente, permite obter um sinal diferencial com apenas uma medida directa de cada sensor. Este sinal diferencial fornece informação suficiente para decidir qual a direcção a tomar e pode ser usado numa malha de controlo para orientar o movimento do robot nessa direcção quase de forma contínua.

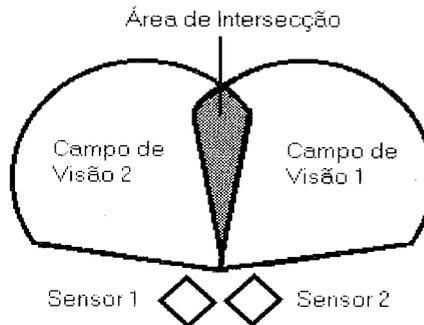


Fig. 4 Diagrama de Dupla Detecção

O algoritmo apresentado a seguir ilustra a facilidade com que se pode controlar a orientação do robot para o farol mesmo usando um controlo grosseiro tipo *on-off* com histerese:

```

IF (S1 > MINIMO || S2 > MINIMO)
  IF (S1 - S2 < DELTA || S2 - S1 < DELTA)
    DIRECÇÃO CORRECTA ATINGIDA
  ELSE
    IF (S1 > S2)
      VIRAR NA DIRECÇÃO DE S1
    ELSE
      VIRAR NA DIRECÇÃO DE S2
  ELSE
    FAROL NAS COSTAS DO ROBOT OU SINAL FRACO
    
```

Se nenhum dos sensores detectar um sinal suficientemente forte ou o farol se encontra nas costas do robot ou o sinal é demasiado fraco. Caso apenas um dos sensores detecte o farol, o robot corrige o movimento orientando-se na direcção do sensor que estiver a receber maior potência. Se a diferença entre S1 e S2 é pequena (menor que DELTA), então o robot está a mover-se na direcção correcta, i.e., em direcção ao farol.

VII. CONCLUSÃO

Enquanto o TRIPÉ I usou o método de rotação contínua, o TRIPÉ II utilizou o método de dupla detecção conforme explicado atrás. Este método, que nos parece o mais adequado, permitiu-nos obter melhorias significativas na estabilidade do robot, precisão e rapidez de detecção do farol. E no entanto estas vantagens foram conseguidas com uma construção mecânica extremamente simples.