

Planejador de Rota Usando Modelagem Intervalar para o Robô L1R2 do Laboratório Remoto em Ambiente Virtual de Aprendizagem - LARA

Iago P. Gomes¹, Raphael C. dos S. Oliveira², Pablo S. da Silva², Jenifer de J. Jang², Cássio M. Silva², Gustavo L. de Oliveira², Roque M. P. Trindade³, Maísa S. dos S. Lopes³, Alzira F. Silva³

1. Estudante de Ciência da Computação - UESB; *iago.pg00@gmail.com

2. Estudante de Ciência da Computação - UESB;

3. Professor do Departamento de Ciência Exatas e Tecnológicas - UESB

Palavras Chave: planejador de rota; matemática intervalar; laboratório remoto

Resumo

O planejamento de rota é a definição de uma trajetória livre de obstáculos de um ponto a outro. Entre outras questões, como a eficiência da trajetória estipulada, uma das principais que envolvem a área é a inconsistência dos sensores. Este ruído afeta a eficácia do planejador. Desta forma, diversas abordagens, como a matemática intervalar, são usadas para minimizar esta interferência. Este trabalho apresenta um planejador de rota para o robô móvel do LARA, L1R2, usando sensores de luminosidade, uma modelagem intervalar e uma métrica para cálculo de distâncias entre intervalos que preserva as características intervalares, de tal modo que leve o robô à sua posição de origem na arena sempre que solicitado. Por basear-se em campos potências e não possuir sensores proprioceptivos o ponto final nem sempre é o pretendido, apesar de pertencer ao conjunto que representam o destino do robô. Assim, em todos os testes realizados o L1R2 retornou à posição desejada em uma média de 23.6 segundos.

Introdução

O planejamento de rota é uma classe de problemas da robótica móvel destinada a resolução de problemáticas em relação ao deslocamento do robô de um ponto de partida a um final, evitando obstáculos, respeitando as limitações da cinemática e dinâmica do robô e cumprindo determinadas tarefas atribuídas a ele. Alguns requisitos são imprescindíveis para essa classe de algoritmos, como, por exemplo, sensores proprioceptivos, exteroceptivos e atuadores que permitem que o robô realize as manobras exigidas. Os sensores proprioceptivos são responsáveis por fornecer informações relativas ao próprio estado do robô. Por sua vez, os sensores exteroceptivos, são aqueles que fornecem informações relativas ao ambiente, a exemplo dos sensores de luminosidade (LDRs - *Light Dependent Resistor*). Já os atuadores são motores, manipuladores e outros componentes de *hardware* que são capazes de alterar o estado do ambiente, como leds e motores.

O LARA - Laboratório Remoto em Ambiente Virtual de Aprendizagem, é um projeto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, que oferece experimentos de robótica para o ensino/aprendizagem de programação (LOPES et al., 2016). Atualmente o LARA possui um experimento voltado à robótica móvel, no qual os alunos programam um robô móvel, chamado L1R2, e realizam

diversas atividades propostas por seus professores. Entretanto, durante a realização das atividades, eventualmente erros podem ocorrer com o programa do estudante, deslocando o robô para uma posição que difere do objetivo pretendido. Desta forma, faz-se necessário um recurso no experimento que permita que o robô retorne à sua posição inicial na arena, possibilitando o estudante retomar sua atividade do mesmo ponto em que começara. Assim, foi implementado um algoritmo de planejamento de rota com sensores de luz (LDR).

O objetivo deste trabalho é apresentar o algoritmo proposto, que além do planejador de rota, utiliza uma modelagem intervalar e uma métrica proposta por Trindade et al.(2010) para cálculo de distâncias entre intervalos, para tratar a inconsistência das leituras dos sensores, de tal modo que a sensibilidade destes às pequenas variações de luminosidade na arena do robô não afete a eficácia do programa.

Metodologia

O algoritmo implementado foi baseado em um seguidor de luz, que utiliza LDRs e uma fonte luminosa posicionada na origem do robô na arena. Baseado em algoritmos de campos potenciais, a luminosidade da fonte exerce uma força de atração para o robô e as localidades mais escuras são as forças repulsivas. Entretanto, tais sensores sofrem bastante interferência de pequenas variações luminosas que ocorrem no ambiente. Por conta disso, muito ruído é incluído no sistema modelado. Este problema pode ser considerado um dos mais complexos para o planejamento de rota e trajetória na robótica móvel. Segundo Secchi (2012) os ruídos provenientes dos sensores fornecem tanta incerteza que a navegação de um robô, do seu ponto de partida ao destino, torna-se uma atividade bastante arriscada.

Para tratar tal problema, utilizou-se uma modelagem intervalar para as leituras dos sensores, criando um intervalo característico da origem (posição final desejada) e comparando-os aos intervalos criados durante o percurso do robô. A modelagem intervalar preserva em seus intervalos os dados junto com seus ruídos, garantindo que a informação correta esteja sempre presente, tornando-os seguros e confiáveis (TRINDADE, 2010). Para realizar a comparação entre os intervalos criados e o da origem, foi utilizada uma métrica proposta por Trindade et al. (2010) para cálculo de distância entre intervalos, que diferente de Moore, um dos precursores da matemática intervalar, preserva a propriedade da inclusão monotônica, assim, garante em suas respostas todas as propriedades intervalares. Segundo Trindade et al. (2010) sua métrica pode ser considerada uma generalização da

distância euclidiana, agora estendido para a matemática intervalar.

A solução proposta foi dividida em dois algoritmos. O primeiro algoritmo cria os intervalos usados para identificar a origem do robô na arena. Para tanto, uma análise estatística foi realizada com o robô durante dias alternados. Na análise o robô foi submetido a leituras constantes, durante 24 horas, em que os dados lidos pelos sensores foram armazenados. Em posse dos dados lidos, foi possível verificar em qual período do dia a variação das leituras eram mais significativas, entre as 14h e 15h, por exemplo, a variância estatística chega a 2965. Assim, foi possível estabelecer intervalos de 1 hora para a recalibração dos sensores.

Por sua vez, o segundo algoritmo (Fig. 1) é a implementação do planejador de rota. Ele utiliza os intervalos criados pelo primeiro algoritmo para compará-los aos criados durante o retorno do robô. Assim, no primeiro laço de repetição “for” são criados intervalos para cada sensor, na posição atual do robô. Após isso, utiliza-se a métrica de distância para calculá-la em relação aos intervalos que representam o ponto de destino do robô. A menor distância calculada determina a direção para a qual o L1R2 deve dirigir-se. Já a condição de parada do algoritmo ocorre quando os intervalos atuais forem menores que aqueles criados no momento de calibração, isto significa que o robô está dentro do campo criado, que representa seu destino.

Figura 1: Algoritmo de Planejamento de Rota.

Algorithm 2 Planejador de Rota

```

1: IntervalOriginSensors[1...n] ← load(1...n)
2: Direction ← 0
3: IntervalSensors[1...n] ← ∅
4: IntervalDistanceToOrigin[1...n] ← ∅
5: do
6:   for i ← 1 to n do
7:     IntervalSensors[i] ← createInterval(i)
8:   end for
9:   for i ← 1 to n do
10:    IntervalDistanceToOrigini ← intervalDistance
11:    (IntervalSensors[i], IntervalOriginSensors[i])
12:   end for
13:   Direction ← calculateDirectionByIntervalDistance
14:   (IntervalDistanceToOrigin[1...n])
15:   move(Direction)
16: while (IntervalSensors[1...n] > IntervalOriginSensors[1...n])

```

Resultados e Discussão

O algoritmo implementado mostrou-se bastante eficaz, fazendo com que o robô retorne a posição de origem em 23.6 segundo em média, e tendo os intervalos característicos da origem recalculados a cada 1 hora. Entretanto, por basear-se em campos potenciais, o robô, ao chegar no destino nem sempre está orientado na mesma posição, o que dificulta o reinício das atividades dos estudantes, tendo eles próprios que acertarem a orientação do L1R2.

Assim, novas abordagens precisam ser testadas para melhorar ainda mais a eficiência, como a implementação de um PID (Proporcional, Integral e Derivativo) e a inclusão de sensores proprioceptivos, melhorando a fluidez do robô e ajustando sua orientação no final.

Conclusões

Um planejador de rota lida com diversos problemas da robótica móvel, entre eles os ruídos intrínseco dos sensores. A modelagem intervalar mostrou-se eficaz para lidar com esses ruídos. Apesar da desorientação na posição final do L1R2, o algoritmo oferece uma importante funcionalidade ao experimento.

Referências bibliográficas

- Acioly, B. M., 1991. Fundamentação computacional da matemática intervalar.
- LOPES, M. et al. Web environment for programming and control of mobile robot in a remote laboratory. IEEE Transactions on Learning Technologies, IEEE, 2016. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7740908/>>.
- Trindade, R. M. P., et al. 2010. "An interval metric". INTECH Open Access Publisher.
- Wolf, D. F., do Valle Simões, E., Osório, F. S., & Junior, O. T., 2009. "Robótica móvel inteligente: da simulação às aplicações no mundo real". In Mini-Curso: Jornada de Atualização em Informática (JAI), Congresso da SBC.
- SECCHI, H. A. Uma introdução aos robôs móveis. Instituto de Automática–INAUT. Universidade Nacional de San Juan–UNSJ–Argentina, 2012. Acesso em: 26 jul. 2016. Disponível em: <http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2013/04/Uma_Introducao_aos_Robos_Moveis.pdf>