

## **Estruturação para navegação social da plataforma ROSANA**

**Bolsista Murillo Rehder Batista (CTI) mbatista@cti.gov.br**

### **Resumo**

*Para um robô ser considerado social, ele precisa ser capaz de lidar com pessoas de diversas maneiras e envolvendo diversos processos, desde a identificação de uma pessoa até uma possível interação verbal. O trabalho do bolsista está relacionado, principalmente, à navegação do robô respeitando normas sociais e a todos os aspectos envolvidos com esta navegação. Neste artigo, são relatadas etapas realizadas pelo bolsista no período entre Outubro de 2021 e Setembro de 2022, destacando as tarefas diretamente relacionadas a seu plano e a orientação de bolsista PIBIC.*

*Palavras-chave: Navegação socialmente aceitável, Robótica, Interação humano-robô*

### **1.Introdução**

O principal objetivo da pesquisa realizada pelo bolsista é oferecer capacidades de navegação social para a plataforma robótica ROSANA. No período anterior, foi elaborada e implementada, em ambiente simulado, a estratégia de aproximação até as pessoas. Entretanto, a transição de ambiente simulado até o robô real não é imediata, requerendo a preparação da plataforma robótica e a identificação de posição e de orientação das pessoas. Além disso, havia a necessidade de verificar a viabilidade de adaptação da estrutura algorítmica da estratégia de navegação para realizar navegação ao lado das pessoas.

Neste artigo, as atividades realizadas pelo bolsista neste ano são descritas, com ênfase na preparação da estrutura robótica.

### **2. Metodologia**

Nesta etapa do relatório, são detalhadas as atividades realizadas que estão diretamente realizadas com o projeto do bolsista, com cada subseção abordando uma etapa diferente.

#### **2.1 Revisão sistemática para o projeto FAPESP**

Para a aprovação do projeto FAPESP, foi solicitado em diligência que fosse feita uma revisão sistemática de navegação socialmente aceitável para comprovar a existência de uma lacuna a ser explorada a partir do que foi sugerido na proposta: um arcabouço de navegação social que

inclua a aproximação e a navegação lado-a-lado, seja com uma única pessoa ou com um grupo.

A revisão foi realizada pela ferramenta *Web of Science*, delimitando a busca a artigos entre os mais recentes no tópico até então (2019-2021). Foi utilizada a chave de busca “*social AND navigation AND robot*”, resultando em 184 papers. De modo a reduzir o número de artigos, restringiu-se a busca aos dois *journals* de maior número de ocorrências e que estão, também, no estrato CAPES A1: *International Journal in Social Robotics* e *IEEE Robotics and Automation Letters*. Um total de 40 artigos produzidos foram obtidos com esta restrição. Uma última filtragem foi realizada avaliando os resumos destes artigos para garantir que estavam dentro do tema específico desejado, o que resultou em 16 artigos.

Considerando a análise dos trabalhos obtidos através de análise sistemática, nota-se que o trabalho proposto, no âmbito de navegação socialmente aceitável, permite tratar de tópicos ainda não trabalhados na literatura recente, mais especificamente a integração dos métodos sob uma mesma fundação algorítmica, sendo no caso de nossa proposta a grade de custos apontando uma posição meta para o planejamento de trajetórias a partir do Timed Elastic Band (RÖSMANN et al., 2013). O único trabalho que combina aproximação e navegação lado-a-lado (REPISO et. al., 2020b) limita-se a seguir uma única pessoa e abordar uma outra única pessoa, enquanto nossa proposta independe de um número de pessoas em particular. Em geral, os trabalhos apresentaram foco na navegação de modo geral, sem interação explícita com as pessoas, limitando-se a respeitar espaços sociais e evitar que o robô fique paralisado em uma posição devido à movimentação das pessoas.

A argumentação realizada a partir da revisão sistemática foi bem aceita pelos avaliadores da FAPESP, e a proposta foi aprovada, permitindo a compra de equipamentos novos para o Departamento de Sistemas Ciberfísicos (DISCF).

## **2.2 Ajuste do método de aproximação para navegação lado-a-lado**

Um comportamento desejado para um robô social é o de navegar ao lado de pessoas, seja para guiá-las até um determinado local ou para segui-las. Apesar de muitos trabalhos preferirem seguir uma pessoa atrás da mesma, o que permite reagir mais facilmente a situações inesperadas e resulta em um posicionamento sensorial relativo do robô mais adequado, existem evidências de que navegar ao lado da pessoa motiva a comunicação entre esta e o robô; além disso, trabalhos como o de BATISTA (2018) indicam que há uma falta de confiança da pessoa em ser acompanhada por um robô que está atrás por não ser possível o ver.

Como implementação preliminar da navegação lado-a-lado, foi implementada uma modificação simples na estratégia de grade de custos utilizada para a aproximação, apenas oferecendo dois critérios de proximidade à meta ao lado esquerdo e direito da pessoa no lugar do critério utilizado na aproximação. Esta estratégia foi testada em simulação através do Coppeliasim, tendo à disposição a posição e orientação do robô e das pessoas. A estratégia de

grade de custos, deste modo, foi capaz de escolher uma posição à esquerda ou à direita da pessoa de acordo com a conveniência da situação, sem precisar de uma definição fixa de lado; se necessário, o método permite que o robô se posicione até mesmo atrás da pessoa caso as posições laterais estejam ocupadas.

Na Figura 1, é mostrada a trajetória (setas vermelhas menores) do robô (círculos azul e verde) até a pessoa (seta vermelha maior). Repare que ele ainda passa bastante próximo da frente da pessoa, o que pode ser ajustado aplicando maior peso ao desvio de espaços sociais para o Timed Elastic Band. Também é importante notar que o robô escolheu o lado esquerdo da pessoa para se posicionar, que é o mais próximo. O robô se posiciona, finalmente, ao lado da pessoa e olhando para a mesma direção que a mesma.

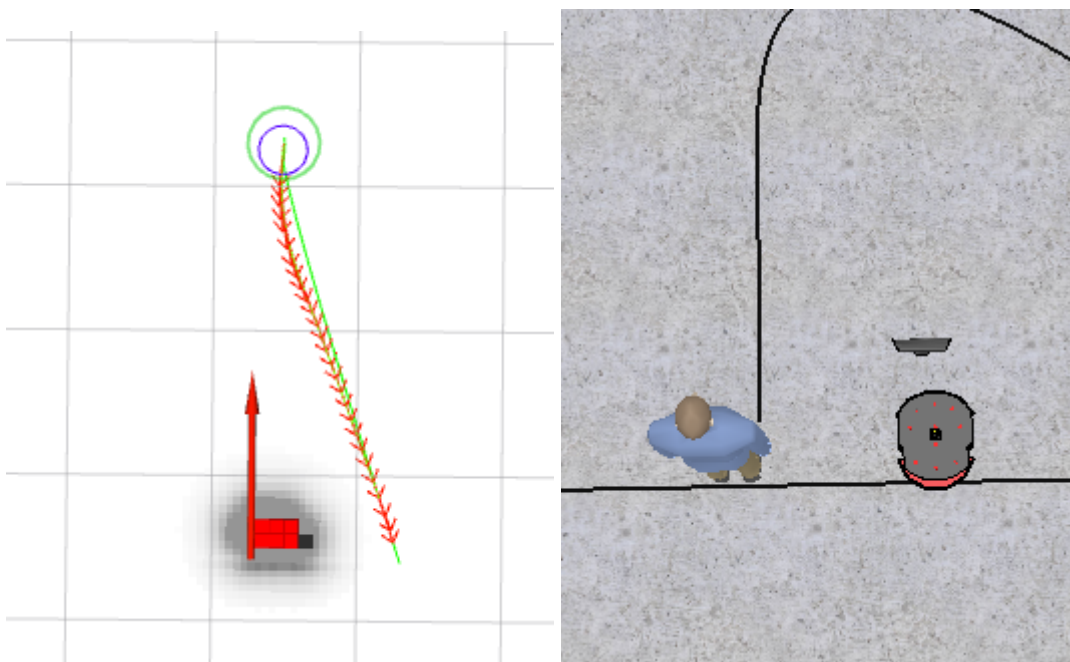


Figura 1: Trajetória inicial (esquerda) e posição final (direita) do método de navegação lado-a-lado.

No entanto, devido a problemas técnicos com o envio de posições que ainda não foi corrigido, não foi possível até então realizar experimentos acompanhando uma pessoa em movimento, apenas sendo possível que o robô simulado se posicione ao lado de uma pessoa imóvel. Este problema possivelmente decorre da migração de todas as instalações para uma máquina diferente da que realizou os experimentos de aproximação do ano anterior. A migração foi mais trabalhosa do que o planejado devido a problemas de versão de vários módulos do ROS e de particularidades da máquina em questão.

Uma questão levantada quanto ao comportamento é como a plataforma robótica ROSANA irá perceber sensorialmente a pessoa, visto que a percepção de humanos é feita através de uma câmera na frente do robô, incapaz de identificar pessoas imediatamente ao seu lado. Existem

duas possibilidades que estão em discussão: identificar a pessoa através da câmera e manter o rastreamento pelo LIDAR, que tem alcance angular o suficiente para identificar distâncias ao lado, ou utilizar outro robô de características diferentes, como a Pepper, que foi comprada através do projeto FAPESP referido na seção anterior. A Pepper é capaz de deslocamento omnidirecional e de girar o próprio rosto, que contém câmeras. Desta maneira, é possível fazer a Pepper andar ao lado da pessoa ao mesmo tempo que anda em sua direção.

### **2.3 Infraestrutura para realização de experimentos**

Foi realizado no DISCF um trabalho de identificação de métodos viáveis para estimar a posição e a orientação de uma pessoa detectada. É importante destacar que identificar uma pessoa através de uma câmera monocular, o que já era feito anteriormente, não basta, sendo necessário considerar a distância relativa da pessoa até o robô. A tarefa do bolsista, neste sentido, foi de supervisionar esta escolha; os testes em si foram feitos pelo bolsista Marcos Cruz.

Para estimar a posição, foi utilizada uma câmera estéreo OAK (OPENCV, 2022). A câmera estéreo tem a capacidade de calcular a distância até um determinado ponto, permitindo obter a distância de um ponto em que esteja uma determinada pessoa. A partir desta distância e da posição relativa angular, é possível obter a posição em relação ao robô, e, posteriormente a um ajuste de ponto de referência, a posição global.

A orientação da pessoa foi obtida a partir da Monoloco, uma rede neural para estimação de pose (posição e orientação) de pessoas através de uma câmera monocular (BERTONI et. al, 2019). A Monoloco foi capaz de identificar de forma satisfatória a orientação das pessoas em uma variedade de posições e de ângulos testados; a localização, particularmente por conta da dificuldade em estimar distâncias a partir de uma câmera monocular, não teve um bom desempenho, o que não é um problema porque temos uma câmera estéreo para isto.

## **3 Estudos em personalidade, emoção e Interação Humano-robô**

Bolsistas PCI que tenham o título de Doutor podem, com o aval e coorientação de seu supervisor, orientar um bolsista PIBIC. Deste modo, foi possível orientar o aluno de graduação Wallace Lima, cujo projeto envolveu a estimação de traços de personalidade através de vídeos e de técnicas de aprendizado de máquina. Reuniões semanais foram realizadas entre os três, juntamente com a bolsista PIBIC Paola Azevedo, graduanda em Psicologia.

O bolsista, com a devida supervisão, identificou potenciais bases de dados para a realização de experimentos e selecionou o modelo Visual Transformer para o aprendizado. Apesar do modelo ter apresentado potencial pelos resultados obtidos, foi identificado um problema de *overfitting*, ou seja, o aprendizado foi capaz de aprender os exemplos utilizados para treinamento mas teve dificuldade em generalizar o que foi aprendido.

O bolsista Wallace apresentou um bom desempenho, e continuará como aluno de iniciação científica do DISCF sob a supervisão direta do servidor e previamente coorientador deste bolsista PCI, Josué Ramos; o bolsista Murillo Batista é, no momento, orientador do PCI Victor Carvalho, cujo projeto envolve a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina para navegação socialmente aceitável.

O bolsista ainda participou de um trabalho de identificação de emoções através de tom de voz em falas em Português Brasileiro, cuja principal bolsista envolvida é Neelakshi Joshi. A principal contribuição do trabalho foi no sentido de selecionar os atributos mais adequados para realizar o aprendizado de máquina em si.

Em uma segunda etapa, que está em fase de reformulação de texto para submissão, foi feita uma análise de bases de dados de emoção através de voz em Português Brasileiro. A principal contribuição do bolsista foi na análise de resultados e no uso de visualização computacional para analisar e comparar as bases de dados; foi observada uma maior variação nos atributos de voz selecionados na base criada a partir de atores em contraste à base criada por emoções induzidas.

#### **4 Conclusão**

Neste ano, o bolsista realizou, principalmente, tarefas relacionadas à preparação de algoritmos e da estrutura para que uma plataforma robótica seja capaz de navegar de maneira socialmente aceitável. O bolsista foi, também, um participante importante do projeto de Pesquisa Regular da FAPESP (Seção 2.1) que permitiu a compra de equipamentos, como notebooks e o robô Pepper.

Para o próximo período, a principal meta é aplicar os comportamentos de aproximação de pessoas e de navegação lado-a-lado desenvolvidos nos períodos anteriores em um robô real, capaz de interagir explicitamente com pessoas. Isto inclui colocar os métodos de estimação de posição e orientação no robô. Há o interesse de testar estes comportamentos tanto no robô físico anteriormente utilizado na plataforma ROSANA quanto no Pepper.

#### **Referências**

**BATISTA, M.** *Desenvolvimento de técnicas de acompanhamento para interação entre humano e uma equipe de robôs.* 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

**BERTONI, L; KREISS, S; ALAHI, A.** *Monoloco: Monocular 3d pedestrian localization and uncertainty estimation.* In: Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. 2019. p. 6861-6871.

**OPENCV.** *OpenCV AI Kit: OAK-D.* <https://store.opencv.ai/products/oak-d>. Visitado em 28 de Setembro de 2022.

**REPISO, E.; GARRELL, A.; SANFELIU, A.** *People's adaptive side-by-side model evolved to accompany groups of people by social robots.* IEEE Robotics and Automation Letters, v. 5, n. 2, p. 2387-2394, 2020.

**RÖSMANN, C. et al.** *Efficient trajectory optimization using a sparse model.* 2013 European Conference on Mobile Robots. IEEE, 2013. p. 138-143.