

Localização de Robôs em Explorações Espaciais: Uma Revisão da Literatura

Gabriel Bianchin de Oliveira

02 de Dezembro de 2019

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Preliminares
- 3 Métodos
- 4 Conclusão

- *Planetary Rovers* são fundamentais para explorações espaciais
- Localização e estimativa da posição de robôs em corpos celestes
- Falta do sinal GPS
- Derrapagens por conta do terreno

- Um dos métodos mais simples de localização
- Determina a posição medindo a variação de ângulo da roda de forma incremental ao longo do tempo
- A odometria acumula o erro ao longo do tempo
- Sensível a derrapagens

Conceitos Preliminares – Odometria Visual

- Utilização de câmeras para estimar a posição do robô
- Segue os passos de extrair características das imagens, encontrar correspondência imagens em sequência e estimar a movimentação
- Não é dependente de terreno como a odometria calculada da roda
- Em relação a câmera, pode ser monocular, stereo ou omnidirecional

Ali et al. [1]

- Utilizado nas explorações dos robôs *Spirit* e *Opportunity* em Marte
- Nas expedições, conseguiu estimar a posição em terrenos planos, mas em terrenos arenosos não obteve bons resultados
- Auxiliou a odometria quando não estimou a posição de modo correto nas explorações dos robôs *Spirit* e *Opportunity*

Se et al. [2]

- Comparação do LIDAR, odometria visual e odometria calculada pela roda
- Odometria calculada pela roda é relativamente boa em pequenos trajetos
- LIDAR e odometria visual atingiram resultados mais consistentes
- Odometria visual depende da presença de características nos ambientes
- LIDAR depende de características 3D do ambiente

Hidalgo-Carrió et al. [3]

- Odometria calculada pela roda com regressor gaussiano
- Grafos esparsos para localização e mapeamento

- A localização é extremamente importante para o sucesso das explorações espaciais
- Existe uma cronologia de métodos, iniciando com odometria e odometria visual e indo até métodos estatísticos
- Métodos estatísticos e odometria visual são superiores a odometria calculada pela roda, porém são computacionalmente mais caros

Trabalho	Ano	Método
Olson et al. [4]	2000	odometria visual
Corke et al. [5]	2004	odometria visual
Se et al. [2]	2004	odometria visual
Ali et al. [1]	2005	odometria
Barfoot [6]	2005	odometria visual
Cheng et al. [7]	2005	odometria visual
Helmick et al. [8]	2006	odometria visual
Ishigami et al. [9]	2010	método estatístico
Bakambu et al. [10]	2012	odometria visual
Ghosh et al. [11]	2018	método estatístico
Hidalgo-Carrió et al. [3]	2018	método estatístico

Table: Tabela cronológica dos trabalhos encontrados na literatura.

- [1] Khaled S Ali, C Anthony Vanelli, Jeffrey J Biesiadecki, Mark W Maimone, Yang Cheng, A Miguel San Martin, and James W Alexander.
Attitude and position estimation on the mars exploration rovers.
In *2005 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, volume 1, pages 20–27. IEEE, 2005.
- [2] Stephen Se, Ho-Kong Ng, Piotr Jasiobedzki, and Tai-Jing Moyung.
Vision based modeling and localization for planetary exploration rovers.
In *Proceedings of International Astronautical Congress*, pages 434–440, 2004.

- [3] Javier Hidalgo-Carrió, Pantelis Poulakis, and Frank Kirchner. Adaptive localization and mapping with application to planetary rovers.
Journal of Field Robotics, 35(6):961–987, 2018.
- [4] Clark F Olson, Larry H Matthies, H Schoppers, and Mark W Maimone.
Robust stereo ego-motion for long distance navigation.
In Proceedings IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2000 (Cat. No. PR00662), volume 2, pages 453–458. IEEE, 2000.

- [5] Peter Corke, Dennis Strelow, and Sanjiv Singh.
Omnidirectional visual odometry for a planetary rover.
In *2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*(IEEE Cat. No. 04CH37566), volume 4, pages 4007–4012. IEEE, 2004.
- [6] Timothy D Barfoot.
Online visual motion estimation using fastslam with sift features.
In *2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 579–585. IEEE, 2005.
- [7] Yang Cheng, Mark Maimone, and Larry Matthies.
Visual odometry on the mars exploration rovers.
In *2005 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, volume 1, pages 903–910. IEEE, 2005.

- [8] Daniel M Helmick, Stergios I Roumeliotis, Yang Cheng, Daniel S Clouse, Max Bajracharya, and Larry H Matthies.
Slip-compensated path following for planetary exploration rovers.
Advanced Robotics, 20(11):1257–1280, 2006.
- [9] Genya Ishigami, Gaurav Kewlani, and Karl Iagnemma.
Statistical mobility prediction for planetary surface exploration rovers in uncertain terrain.
In *2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pages 588–593. IEEE, 2010.
- [10] Joseph Nsasi Bakambu, Chris Langley, Giri Pushpanathan, W James MacLean, Raja Mukherji, and Erick Dupuis.
Field trial results of planetary rover visual motion estimation in mars analogue terrain.
Journal of Field Robotics, 29(3):413–425, 2012.

- [11] Olivier Lamarre and Jonathan Kelly.
Overcoming the challenges of solar rover autonomy: Enabling
long-duration planetary navigation.
arXiv preprint arXiv:1805.05451, 2018.