

[S2] - FastSLAM com Visual Markers

Daniel Fortunato
81498

daniel.fortunato@tecnico.ulisboa.pt

Daniel Nunes
94034

danielsebastiaonunes@tecnico.ulisboa.pt

David Ribeiro
84027

david.a.c.ribeiro@tecnico.ulisboa.pt

Pedro Fareleira
79074

pedro.miguel.fareleira.dos.santos@tecnico.ulisboa.pt

MEEC

Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Objetivo

O princípio do SLAM consiste em usar o método de localização relativa para estimar a posição e num modelo de observação para mapear todo o ambiente à volta em relação à localização do agente em causa. Um dos métodos usados é o FastSLAM, que representa uma abordagem estocástica, onde um *particle filter* é implementado para estimar o estado mais provável. Neste trabalho foi usada uma câmara *Kinect* como sensor, cuja função era capturar *visual markers* e fornecer a localização relativa dos mesmos.

Algoritmo

Para cada partícula, a distribuição conjunta de uma *pose* e de um *landmark* dadas as observações e os movimentos pode ser fatorizada, baseada na *Rao-Blackwellization*, e reescrita como o produto da probabilidade da *pose* dadas as observações e os movimentos (*path posterior*) e a probabilidade do mapa dada a posição e as observações (*map posterior*):

$$p(s^t, L | n^t, z^t, u^t) = p(s^t | n^t, z^t, u^t) \prod_{n=1}^N p(l_n | s^t, n^t, z^t) \quad (1)$$

	Robot Pose	Landmark 1	Landmark 2	...	Landmark N
Particle 1:	$x \ y \ \theta$	$\mu_1 \ \Sigma_1$	$\mu_2 \ \Sigma_2$...	$\mu_N \ \Sigma_N$
Particle 2:	$x \ y \ \theta$	$\mu_1 \ \Sigma_1$	$\mu_2 \ \Sigma_2$...	$\mu_N \ \Sigma_N$
...					
Particle M:	$x \ y \ \theta$	$\mu_1 \ \Sigma_1$	$\mu_2 \ \Sigma_2$...	$\mu_N \ \Sigma_N$

Figura 1 – Partículas no FastSLAM

Resultados

Operámos em três espaços físicos distintos do piso 5 da Torre Norte do Instituto Superior Técnico: os corredores do piso, a zona de elevadores e o laboratório de Sistemas Autónomos. Testámos também vários tipos de percursos.

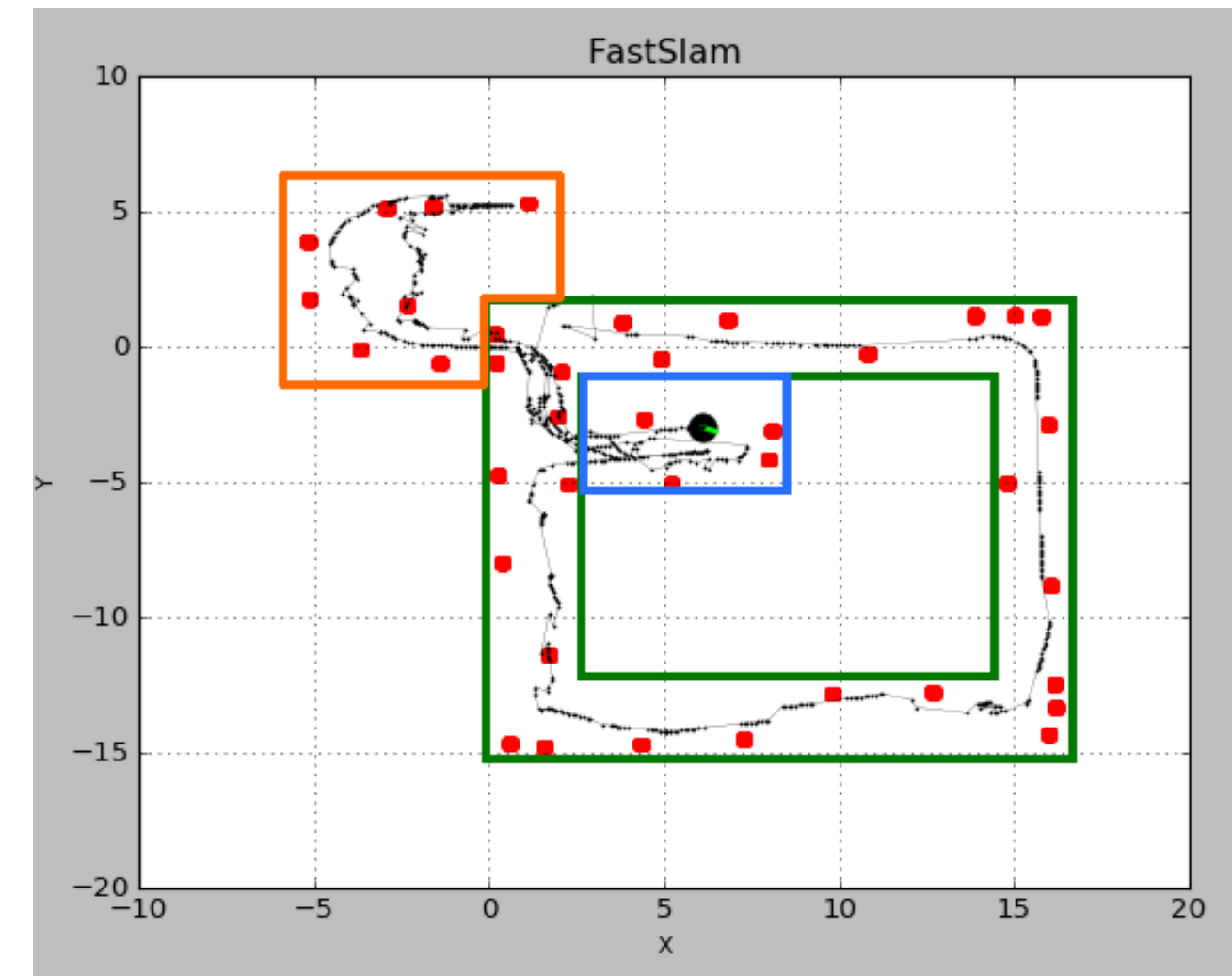


Figura 4 – Todos os locais

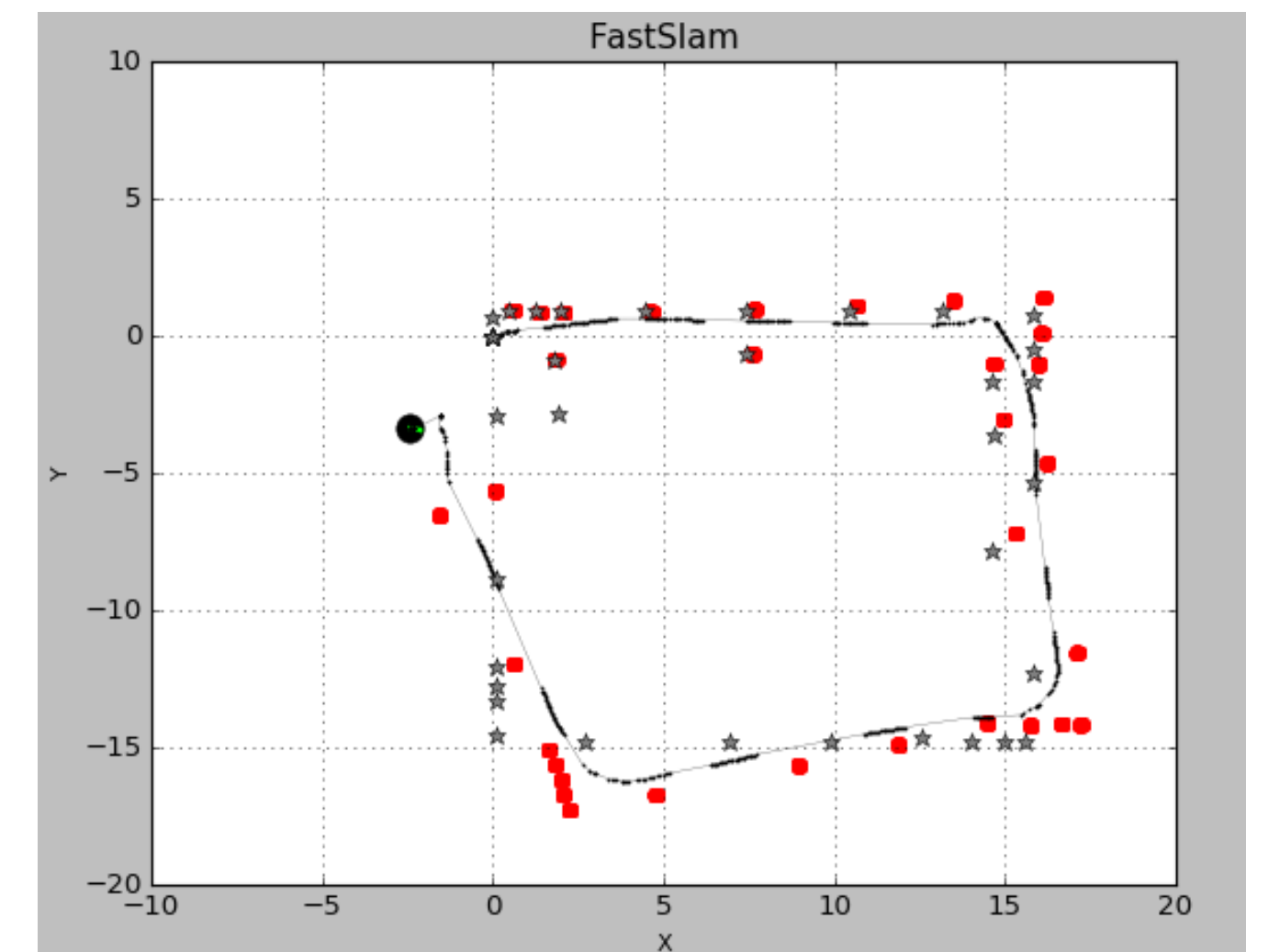


Figura 5 – Corredor sentido horário (FS1)

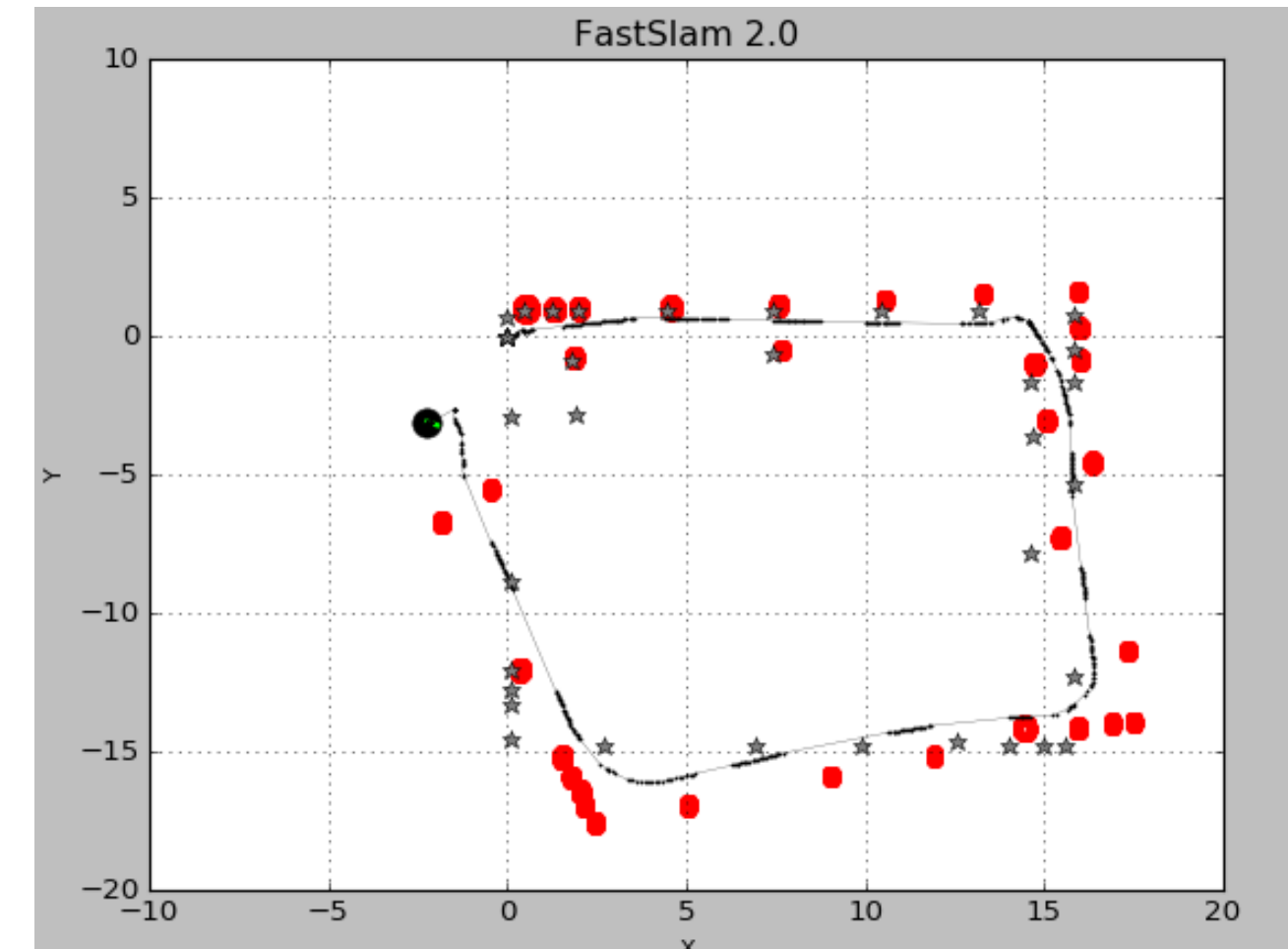


Figura 6 – Corredor sentido horário (FS2)

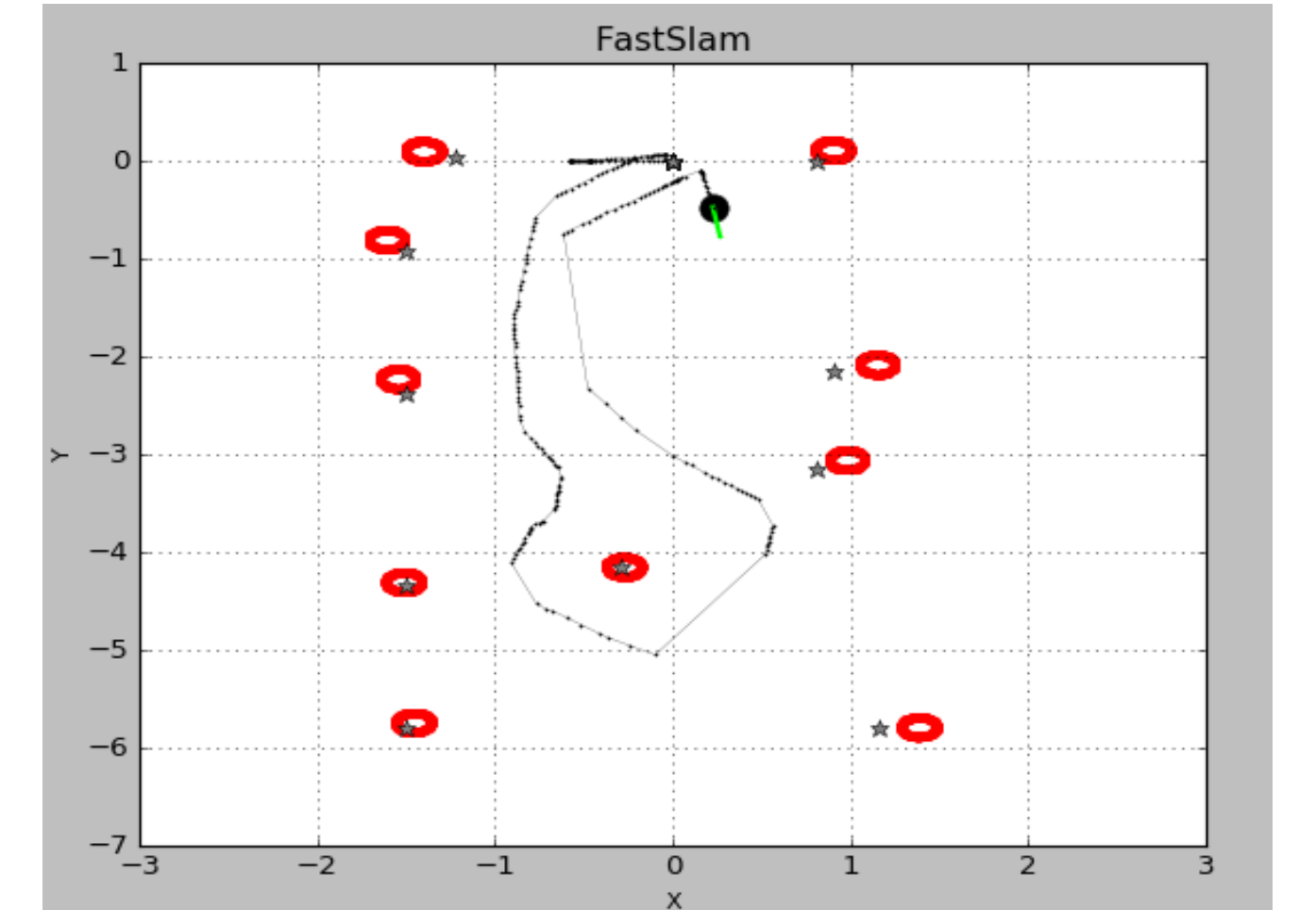


Figura 7 – Elevadores anti-horário

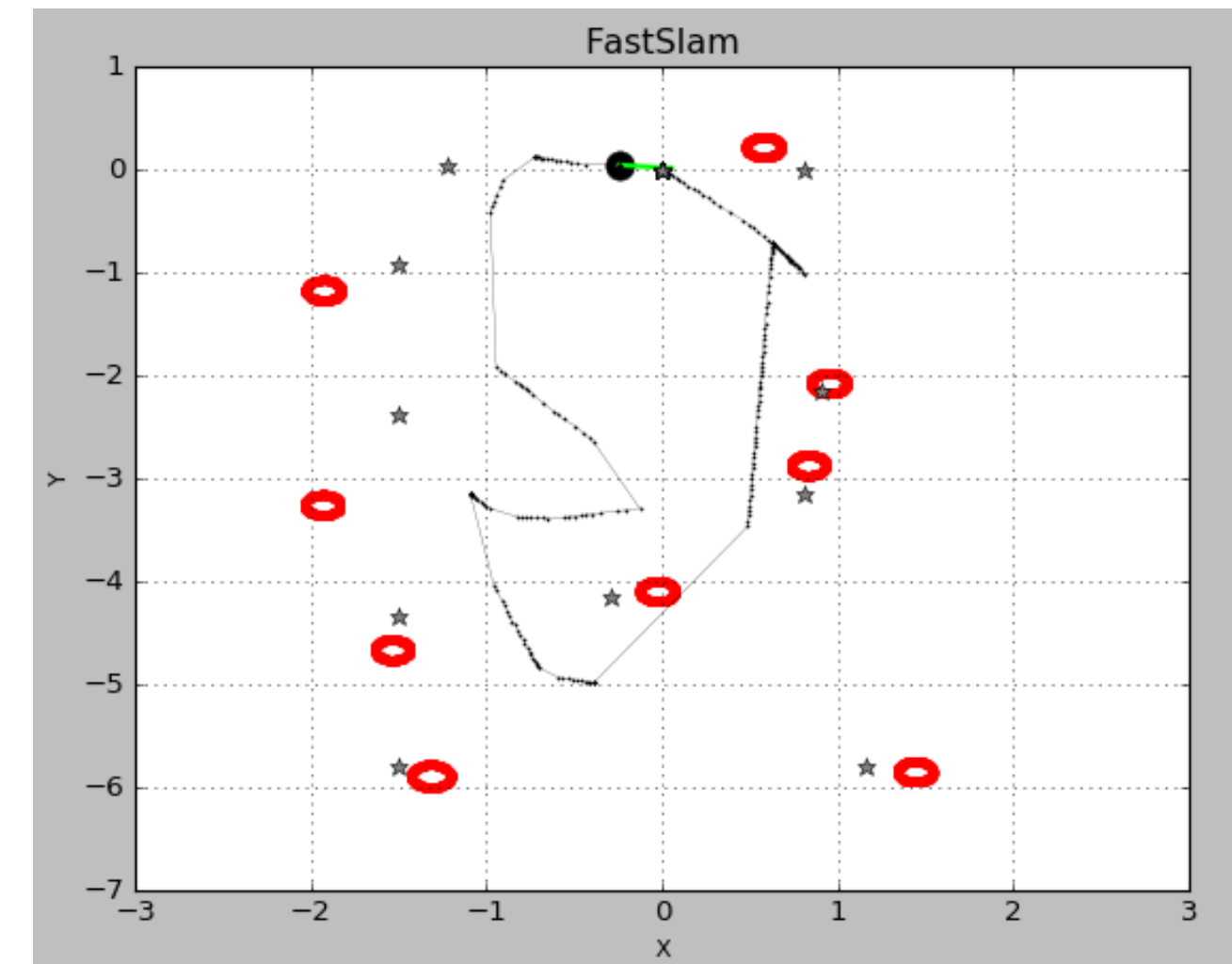


Figura 8 – Elevadores sentido horário

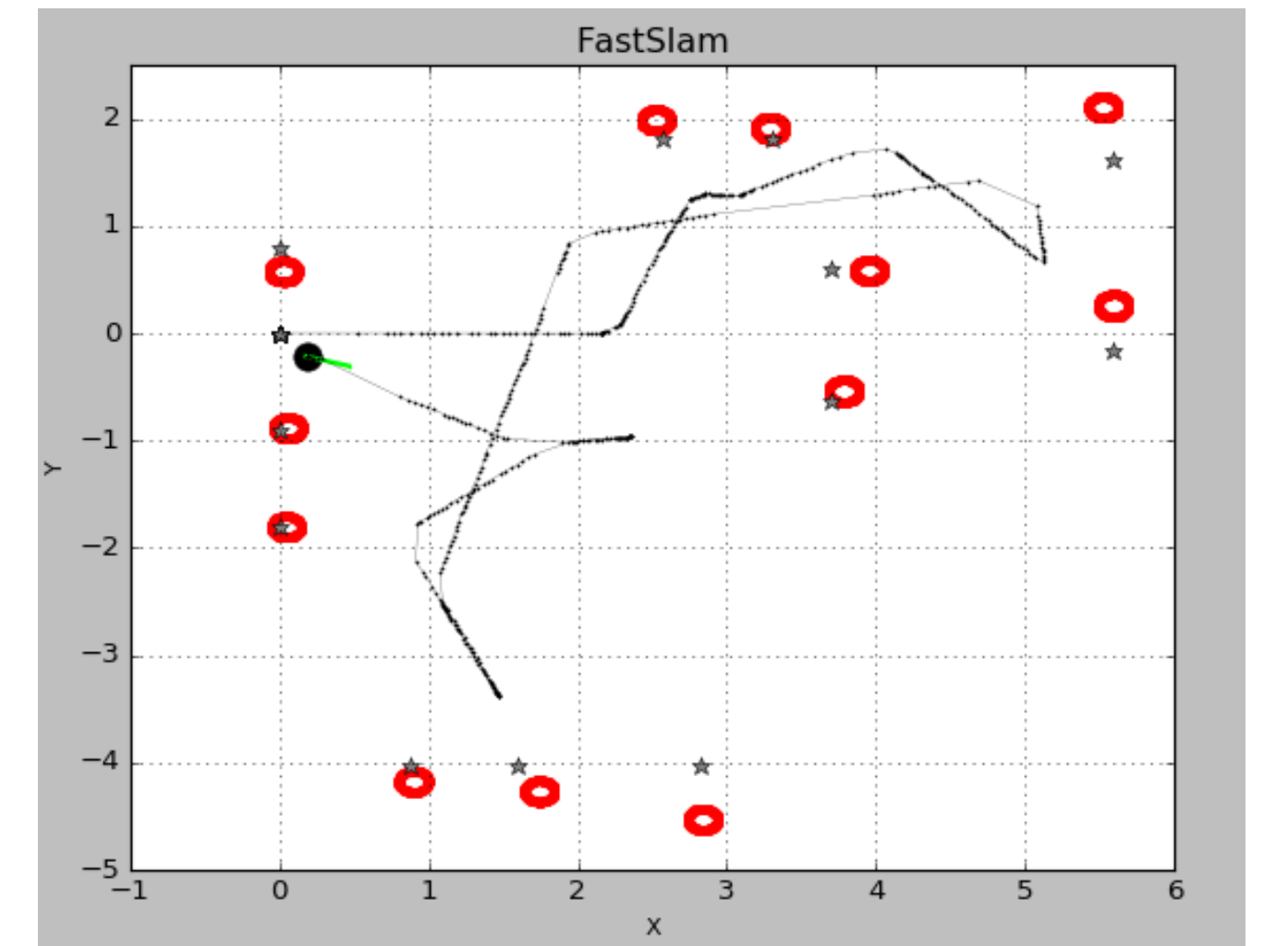


Figura 9 – Laboratório perc. Dinâmico B

Implementação

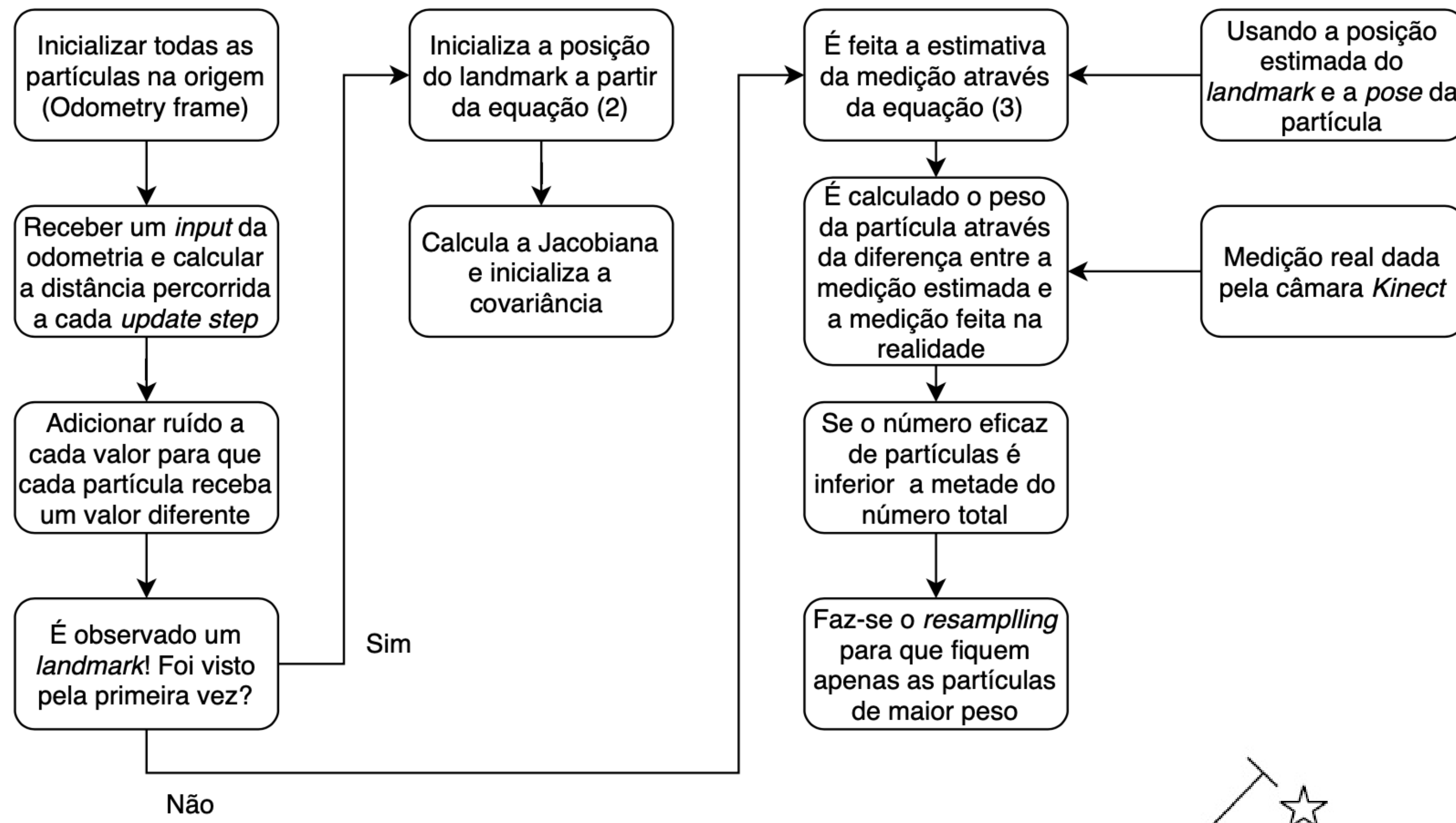


Figura 2 – Diagrama explicativo do FastSLAM

$$\begin{cases} x_M = x_P + d_{PM} \cos(\theta + \phi_{PM}) \\ y_M = y_P + d_{PM} \sin(\theta + \phi_{PM}) \end{cases} \quad (2)$$

$$\hat{Z} = [\sqrt{(x_M - x_P)^2 + (y_M - y_P)^2}, \arctg(\frac{y_M - y_P}{x_M - x_P}) - \theta_P] \quad (3)$$

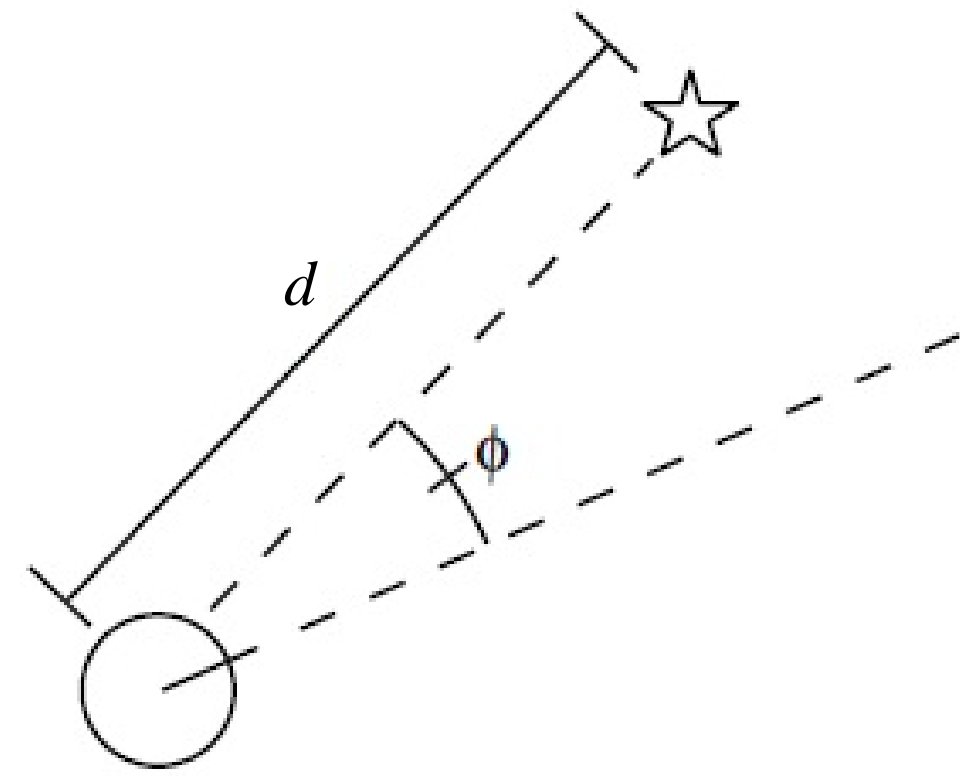


Figura 3 – modelo de medição

Conclusão

O algoritmo mostra-se robusto em certas situações, apresentando erros mínimos, contudo, em boa parte dos casos apresenta algum erro e não se mostrou capaz de se localizar em situações de maior movimentação independente. Ponderam-se que possíveis causas para este problema sejam erros de odometria elevados entre iterações relacionados com os sensores do Pioneer, possíveis erros na leitura da posição dos *markers* ou uma má estimativa da evolução do erro ao longo do percurso.

Erros

	Anti-horário	Horário
Média (m)	0.1463	0.3603
Desvio Padrão (m)	0.0744	0.2408
Mínimo (m)	0.0152	0.0859
Máximo (m)	0.2491	0.9774

Tabela 1 – Erros na zona de elevadores

	Anti-horário	Horário
Média (m)	0.2361	0.3425
Desvio Padrão (m)	0.1516	0.1111
Mínimo (m)	0.0439	0.0582
Máximo (m)	0.5083	0.5068

Tabela 2 – Erros no laboratório

Nº Partículas	10	100	1000
Média (m)	0.3217	0.2338	0.4140
Desvio Padrão (m)	0.1113	0.0954	0.1203
Mínimo (m)	0.1454	0.0659	0.2194
Máximo (m)	0.4750	0.4042	0.6557

Tabela 3 – Erros para diferente número de partículas

	Tempo
Média (ms)	23.8
Desvio Padrão (ms)	8.7
Mínimo (ms)	15.3
Máximo (ms)	63.1

Tabela 4 – Tempo das iterações