

SD-SLAM+: Mejora de un algoritmo de Visual SLAM mediante información de profundidad con cámara RGB-D

Autor: Omar Garrido Martín

Tutor: José María Cañas Plaza

Tutor: Diego Martín Martín



Universidad
Rey Juan Carlos

- Introducción
- Objetivos
- Antecedentes
- SD-SLAM+
- Conclusiones

INTRODUCCIÓN

¿Qué es SLAM?

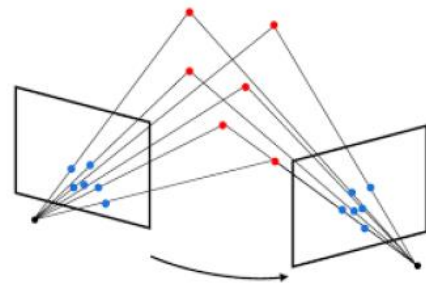


Visual SLAM

Localización

- Basados en características

- Métodos directos



- Métodos híbridos

Mapeado



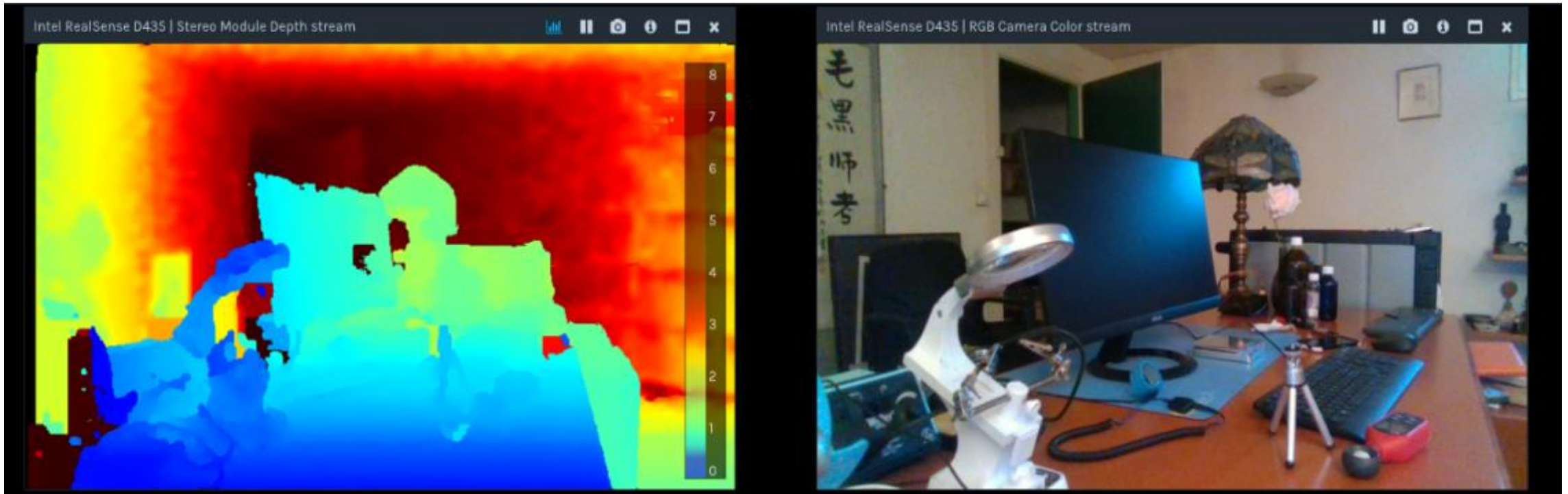
El problema a resolver

Poca textura en las imágenes puede impedir la localización



Solución: Usar cámaras RGB-D

Usar información de color y de profundidad



OBJETIVOS

Objetivos

- Explorar algoritmos de odometría visual basados únicamente en cámaras de profundidad.
- Mejorar SD-SLAM combinándolo con el algoritmo elegido en el paso anterior para mejorar la robustez frente a entornos de baja textura.
- Validación experimental.

ANTECEDENTES

Algoritmo DIFODO

- Algoritmo de odometría.
- Utiliza sólo información de profundidad.
- Es un método directo.
- Está basado en el flujo de rango o *range Flow*.
- Funciona en tiempo real.

Algoritmo DIFODO - Experimentos

- Funciona en tiempo real hasta 320x240.
- Puede ser usado para complementar a SD-SLAM.

Resolución	Niveles de Pirámide	Tiempo (ms)
160x120	1	4
160x120	3	8.5
160x120	5	9
320x240	1	15
320x240	3	27
320x240	5	30
640x480	1	80
640x480	3	130
640x480	5	130

Secuencia	160x120	320x240	640x480
desk2	0.2620	0.2094	0.2026
floor	0.8663	0.8844	0.8814
360	0.4496	0.4339	0.5692
rpy	0.0793	0.1175	0.1318
xyz	0.0805	0.0613	0.0756
desk	0.1476	0.1441	0.1573
room	0.4131	0.3705	0.4839
Total	2.2984	2.2211	2.5018

Algoritmo SD-SLAM

- Es una **mejora** sobre **ORB-SLAM2**
- **Usa RGB-D:** La profundidad solo se usa para evitar triangular y conseguir escala absoluta.
- **Es un método híbrido:**
 - Usa métodos directos para la primera estimación de pose.
 - Refina la estimación con un método basado en características ORB.
- **Funciona en tiempo real.**

Comparativa entre DIFODO y SD-SLAM

SD-SLAM es más preciso al cometer menos error en condiciones óptimas para ambos algoritmos.

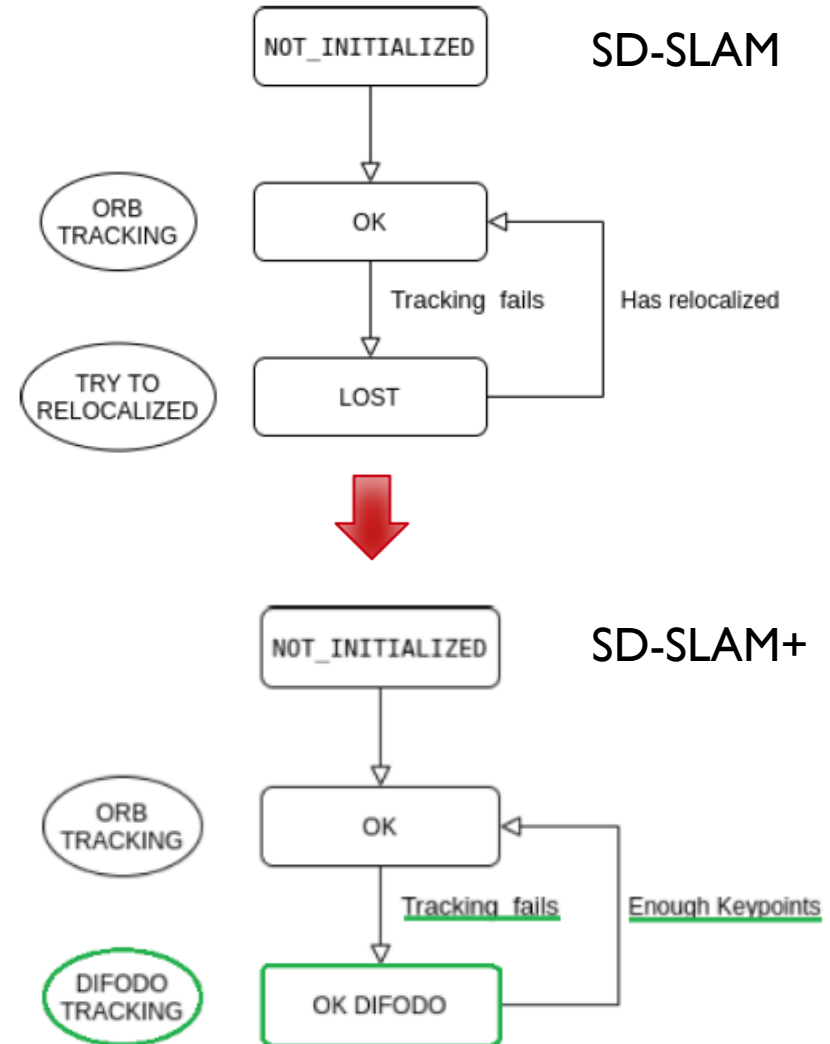
Secuencia	DIFODO RMSE	SD-SLAM RMSE	Mejora relativa del error (%)
desk2	0.2094	0.1716	18.01
floor	0.8844	0.3982	54.96
360	0.4339	0.3864	10.92
rpy	0.1175	0.0281	76.02
xyz	0.0613	0.0626	-2.27
desk	0.1441	0.1235	14.26
room	0.3705	0.2909	21.46
Valor medio	0.3173	0.2088	34.18

DIFODO es más preciso cuando no hay suficiente textura pero si estructura 3D

Tipo	Secuencia	DIFODO	SD-SLAM
Sin estructura	nostructure_texture_near	2.2992	0.0665
Sin textura	structure_notexture_near	0.2903	2.005
Sin textura	structure_notexture_far	0.2708	2.6243
Sin estructura/textura	nostructure_notexture_near_withloop	2.3351	2.2091
Sin estructura/textura	nostructure_notexture_far	1.9627	1.7486

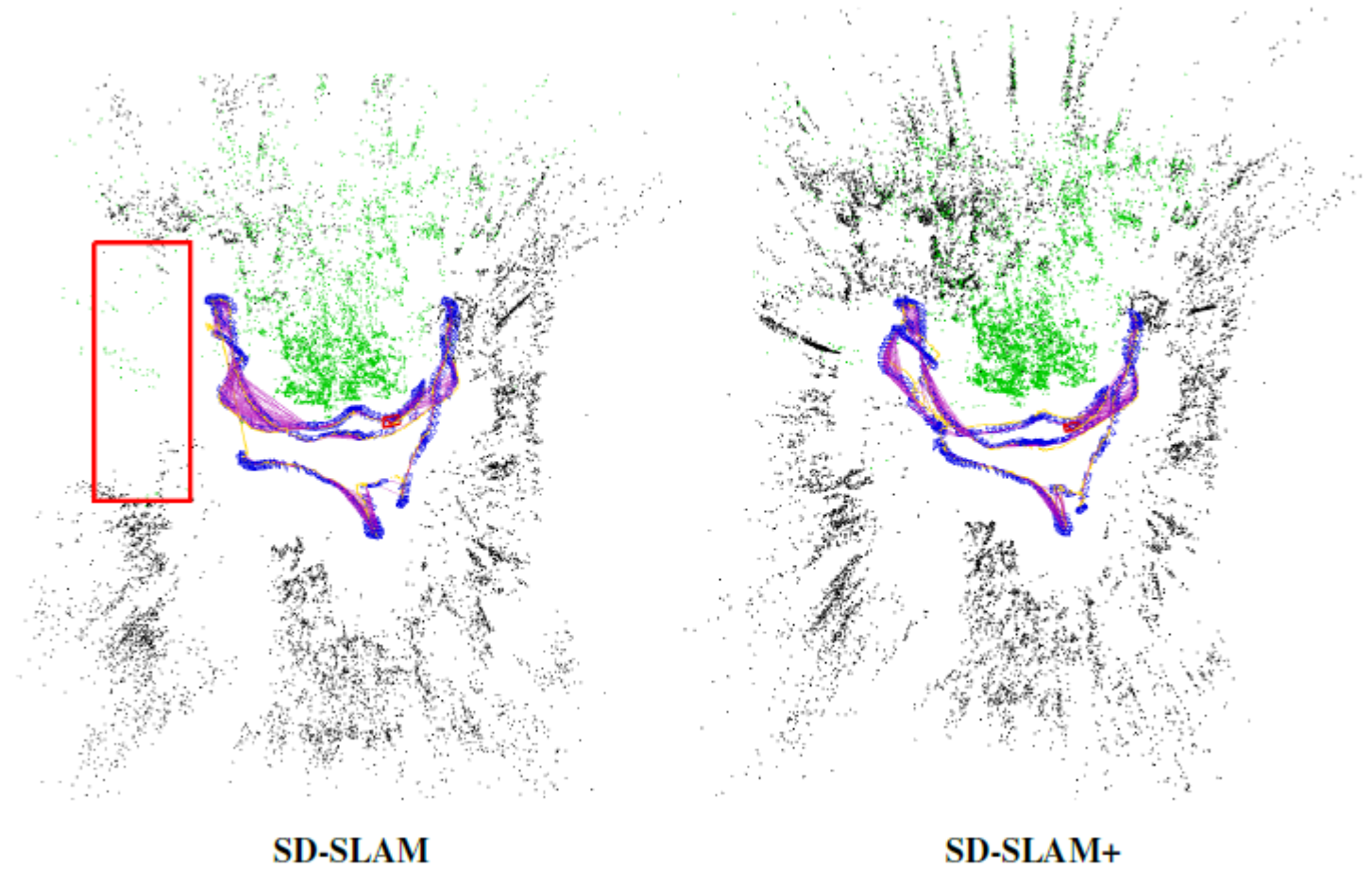
SD-SLAM+

- Usa RGB-D y D: Presenta una doble odometría.
- Estado “LOST” → “OK DIFODO”
- Recupera odometría ORB al recuperar la textura.



Comparativa entre SD-SLAM y SD-SLAM+

Versión	RMSE (m)	Media (m)	Mediana (m)
SD-SLAM	0.2909	0.1705	0.1022
SD-SLAM+	0.1111	0.1042	0.1011



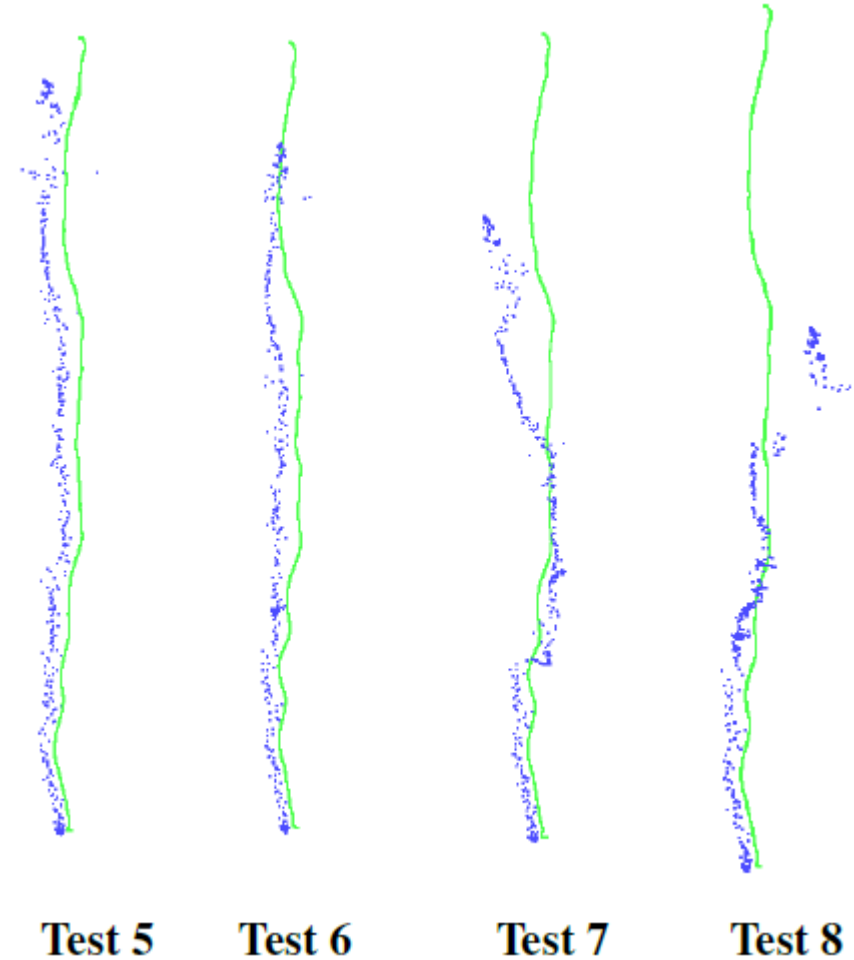
Casos difíciles para SD-SLAM+

Test 5: Sin pérdida simulada

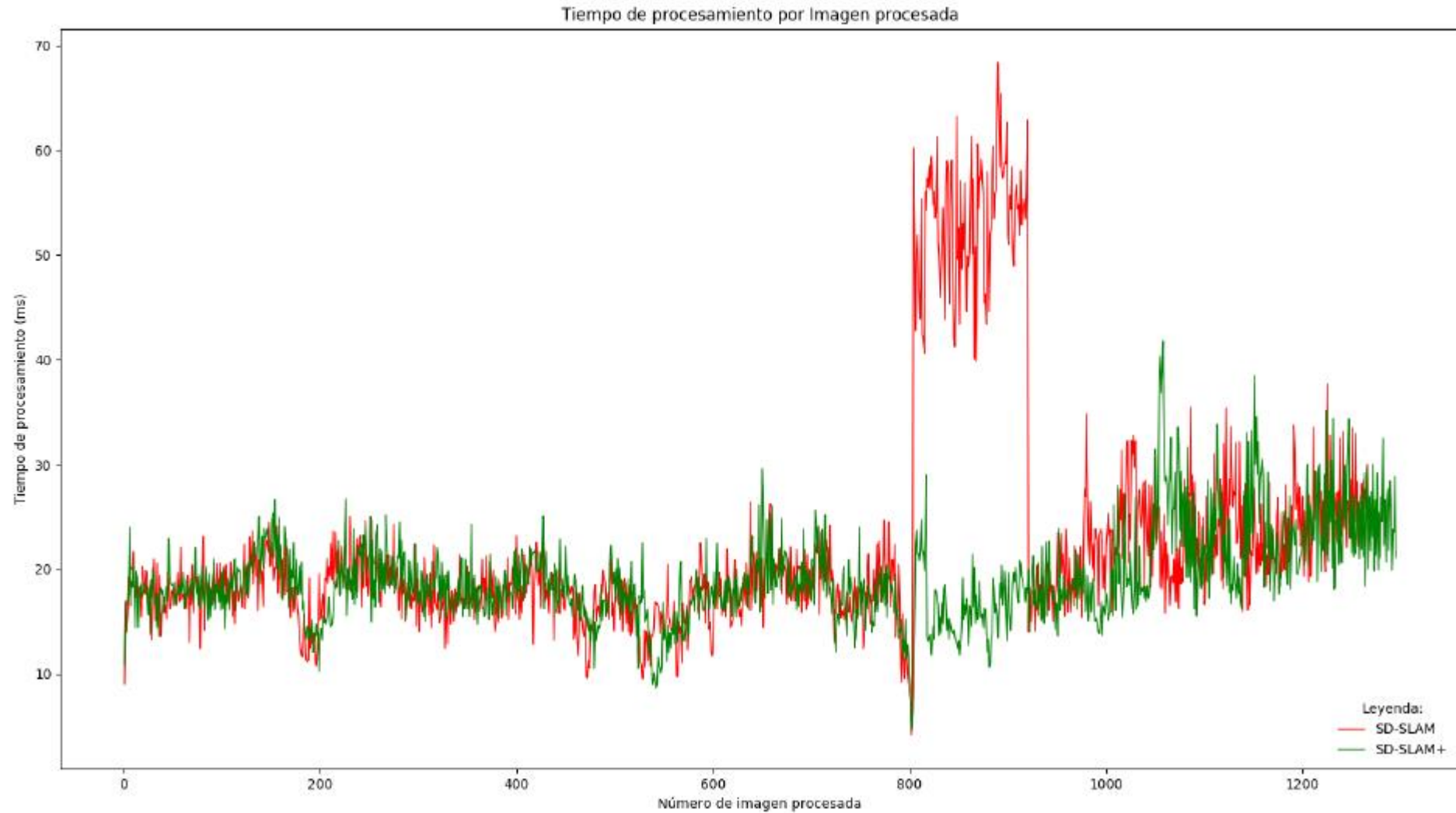
Test 6: Se simula una pérdida de textura

Test 7: Se simulan varias pérdidas de textura.

Test 8: Se simula una pérdida de textura de larga duración.



Evaluación del tiempo de procesamiento



CONCLUSIONES

Objetivos conseguidos

- La falta de textura no es problema.
- Se mejora **SD-SLAM** al combinarlo con DIFODO.
- **SD-SLAM+**: +Robusto = Rápido
- Extensa validación experimental

Trabajos futuros

- **Mejorar la odometría de DIFODO**, por ejemplo en combinación con ICP.
- **Permitir cierres de bucle** con información de estructura 3D.