

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Odometria visual omnidirecional

Gabriel Leivas Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais
<http://www.verlab.dcc.ufmg.br/>

O que é odometria?

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- É um método amplamente usado para estimar posição de um robô.
- A idéia fundamental da odometria é a integração de informação incremental do movimento ao longo do tempo, o que envolve acumulação de erros.

Odometria visual

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- Extração de Features.
- Correlação Features.
- Estimação Movimento.

O que é uma imagem omnidirecional?

- Basicamente é uma imagem com um campo de visão de 360 graus.

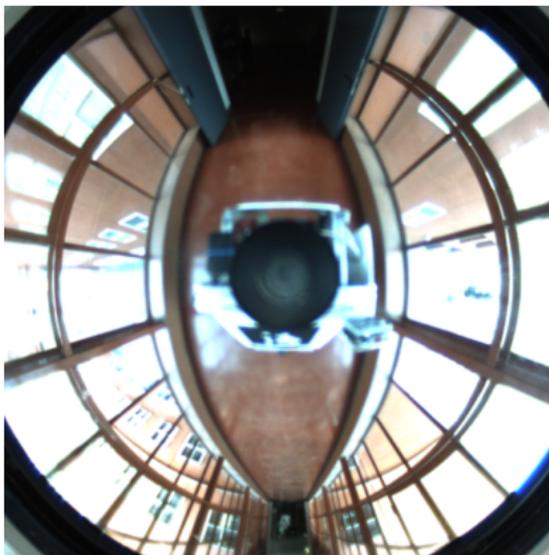


Figura: Exemplo de Imagem Omnidirecional.

Objetivo

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- Odometria visual com uso de fluxo óptico em imagens omnidirecional retificadas *Bird's eye view*.

Fluxograma do sistema proposto

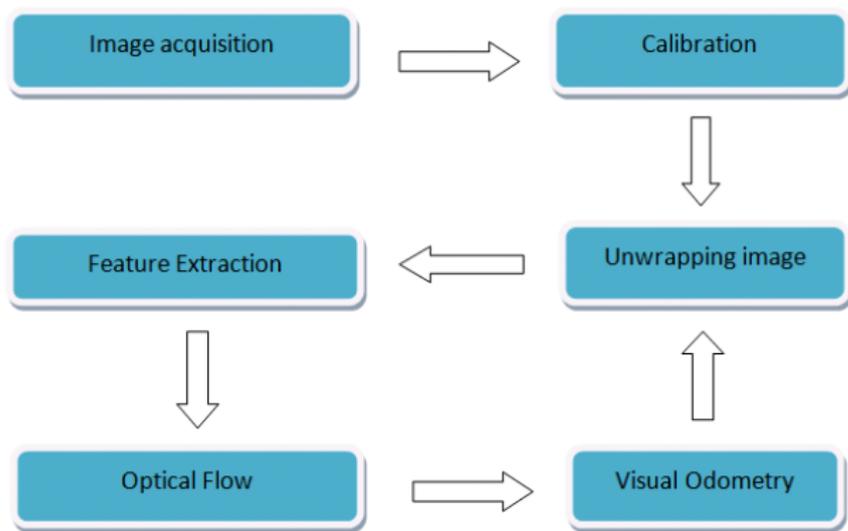


Figura: Fluxograma sistema.

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- 1 Introdução
- 2 Trabalhos relacionados
- 3 Metodologia
 - Fluxo Óptico
 - Lucas Kanade
 - Shi-Tomasi
- 4 Teste e Resultados
- 5 Conclusão e trabalhos futuros
- 6 referências

Trabalhos relacionados

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- Odometria visual de um **rover** com fluxo óptico e filtro de kalman iterativo, com imagem panorâmica[2].
- Propõe uma adaptação do fluxo óptico para imagens não retificadas com o uso de adaptação de vizinhança(alto custo computacional)[3].
- Trata de odometria visual com sistemas de multiplas câmeras(ladybug)[8].

Trabalhos relacionados(2)

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

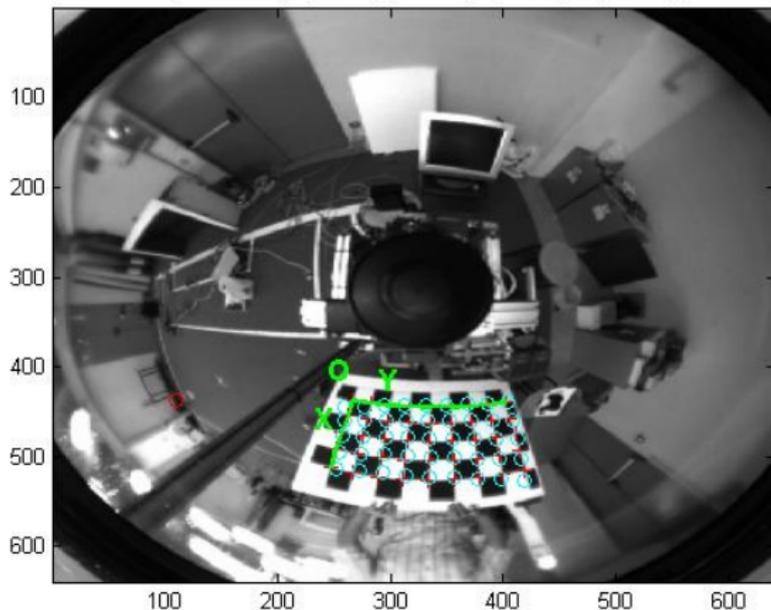
referências

- Propõe um método de odometria visual em imagens não retificadas com um novo método de remoção de outliers no processo de correspondência[7].
- Um método de retificação de retificação de imagem omnidirecional para *Bird-eye view* [4].

Calibração de câmera

- Usou-se o método de calibração omnidirecional proposto por [6] [5].

Image 17 - Image points (+) and reprojected grid points (o)



Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Retificação imagem Bird's eye view

- Com o resultado da calibração alimenta-se a retificação *Bird's eye view*.

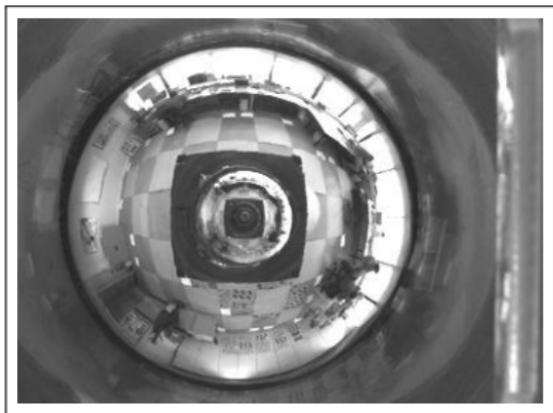


Figura: *imagem original*

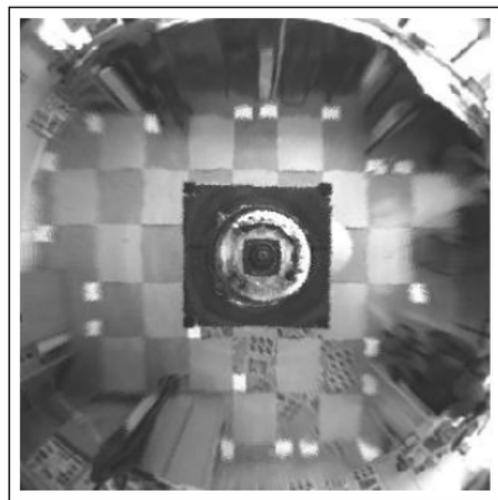


Figura: *Imagem retificada*

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Fluxo Óptico

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico

Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- Fluxo óptico significa o rastreamento de características específicas (pontos) em uma imagem através de múltiplos frames.
- Uso de fluxo óptico:
 - Localizar objetos de um frame para o seguinte.
 - Determinar a velocidade e direção do movimento de objetos.

Restrições do fluxo óptico

- A intensidade entre quadros diferentes em uma sequência de imagens é aproximadamente constante em um intervalo de tempo pequeno, ou seja, o deslocamento é mínimo.

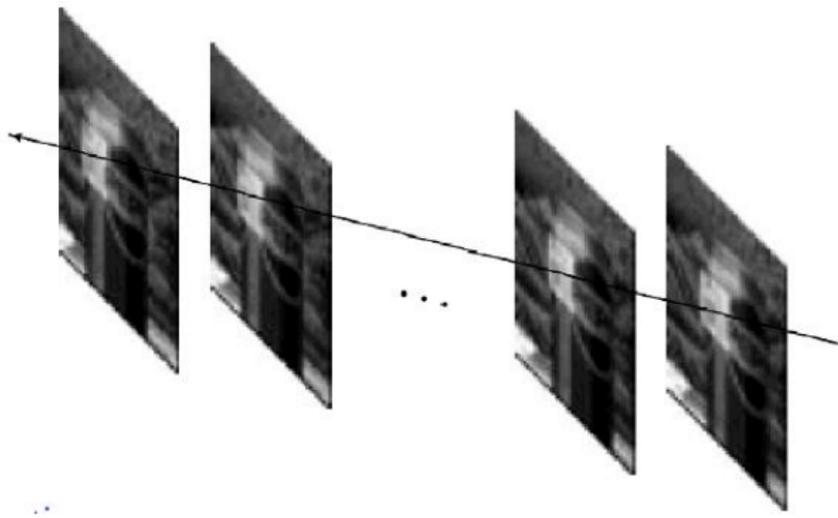


Figura: Restrição temporal.

Restrições do fluxo óptico(2)

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

$$I(x, y, t) = I(x + dx, y + dy, t + dt) \quad (1)$$

Expandindo para série de Taylor:

$$I(x, y, t) = I(x, y, t) + \frac{\partial I}{\partial x} dx + \frac{\partial I}{\partial y} dy + \frac{\partial I}{\partial t} dt + O^2 \quad (2)$$

$$0 = \frac{\partial I}{\partial x} dx + \frac{\partial I}{\partial y} dy + \frac{\partial I}{\partial t} dt + O^2 \quad (3)$$

Restrições do fluxo óptico(3)

Odometria

visual

omnidirecional

Gabriel Leivas

Oliveira

Introdução

Resumo da

Apresentação

Trabalhos

relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico

Lucas Kanade

Shi-Tomasi

Teste e

Resultados

Conclusão e

trabalhos

futuros

referências

$$\frac{\partial I}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial I}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{dI}{dt} = 0 \quad (4)$$

- onde $\bar{V} = (\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt})$ são os componentes do vetor de velocidade V procurado. O gradiente da função imagem em x e y ($\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y}$) é denominado ∇I .
- Assim a restrição resume-se a equação 5:

$$\nabla I \cdot \bar{V} + I_t \quad (5)$$

Lucas-Kanade

- Através da eq. 5, vimos que não existe resolução direta por falta de equações.
- Assume-se o fluxo óptico constante local.

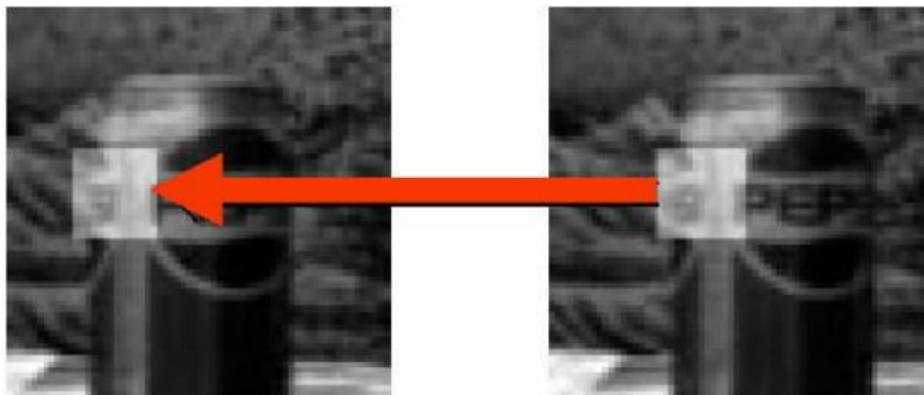


Figura: Fluxo constante em pequenas janelas.

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico

Lucas Kanade

Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Lucas-Kanade(2)

- Assim com um número de pixels de $1..n$, um conjunto de m equações pode ser encontrada:

$$I_{x1} V_x + I_{y1} V_y + I_{z1} V_z = -I t_1 \quad (6)$$

$$I_{x2} V_x + I_{y2} V_y + I_{z2} V_z = -I t_2 \quad (7)$$

$$I_{xn} V_x + I_{yn} V_y + I_{zn} V_z = -I t_n \quad (8)$$

- Com isso existem mais equações que incognitas. Assim o sistema passa a ser sobre-determinado.

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico

Lucas Kanade

Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Lucas-Kanade(3)

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico

Lucas Kanade

Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- Para resolver o sistema sobredeterminado o método usado é dos mínimos quadrados.
- O método de Lucas-Kanade obtém resultados razoavelmente robustos a ruídos.

- Uma característica(feature) com boas qualidades de rastreamento deve ter:
 - Textura
 - Corners
- Um bom *feature* tem um alto auto-valor, que implica em resultados confiáveis.

Dados de Teste

- RAWSEEDS(Wolfram Burgard).

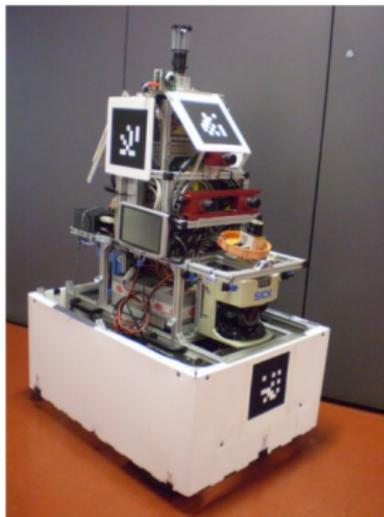


Figura: Robô em que foi obtido os dados de teste.

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Hardware usado nos testes

- A lente usada foi um VS-C15MR-Vstone, com espelho hiperbolico



Figura: Lente usada nos testes.

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Hardware usado nos testes

- Sistema de aquisição imagem.



Figura: Lente e Câmera montados.

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Tempo processamento retificação

Odometria
visual

omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico

Lucas Kanade

Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

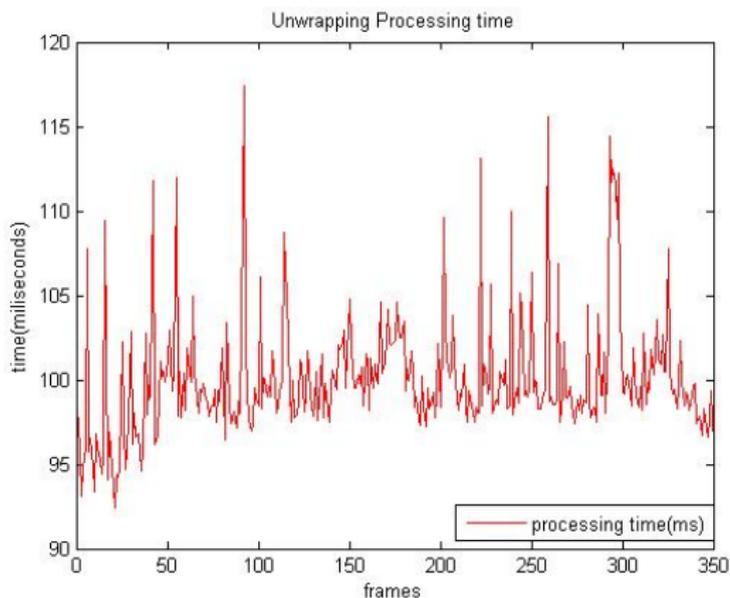


Figura: Tempos de processamento retificação.

Tempo processamento fluxo óptico

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

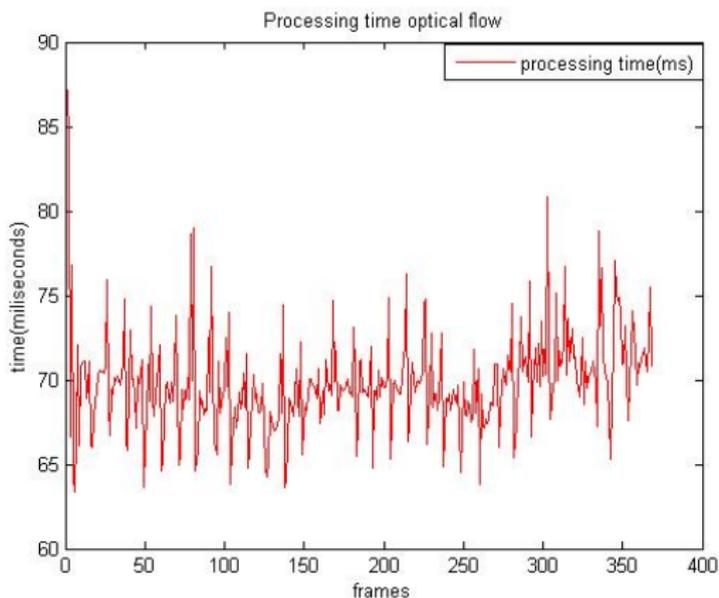


Figura: Tempos de processamento fluxo óptico.

Tempo processamento Solução

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

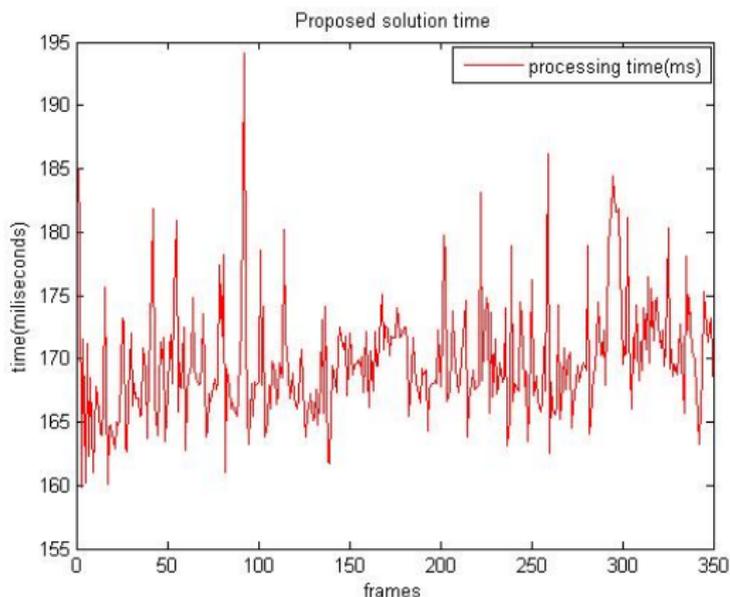


Figura: Tempos de processamento solução.

Tabela com tempos

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Tabela: Valores estatísticos dos Módulos e Solução completa.

| Módulo | Média(milisegundos) | Desvio-padrão | Fps |
|--------------|---------------------|---------------|------|
| Fluxo óptico | 69,7 | 2,9 | 14,4 |
| Retificação | 100 | 3,4 | 10 |
| Solução | 170 | 4,5 | 5,9 |

Correspondências

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

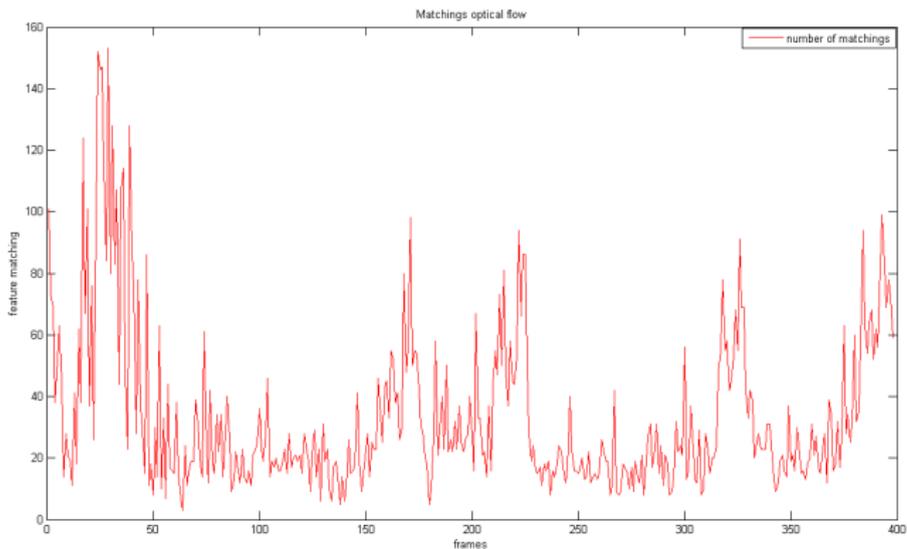


Figura: Número de Correspondências.

Fluxo óptico Resultado

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências



Figura: Fluxo óptico.

Odometria

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

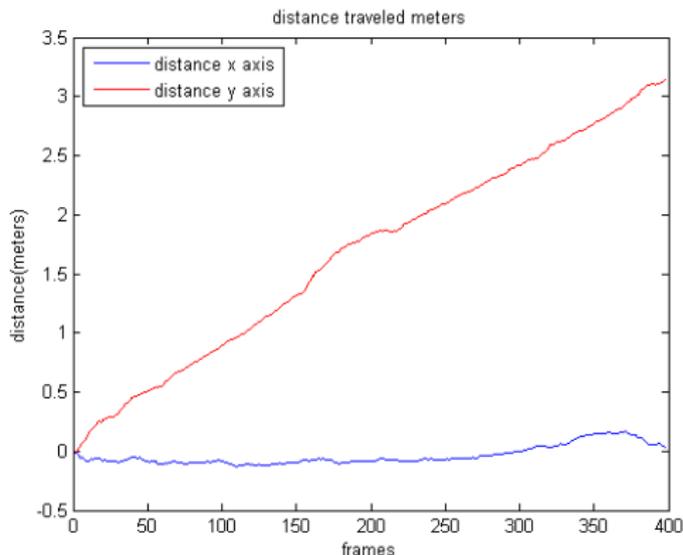


Figura: Odometria mostra deslocamento de 3.10 metros, já o groundtruth é 3.35 metros.

Conclusão

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

**Conclusão e
trabalhos
futuros**

referências

- Método se mostrou robusto a distorção das imagens.
- Solução desempenho aceitável.

Trabalhos Futuros

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

- Uma fase de teste mais detalhada.
- Testar com a modificação SIFT proposta por [1]

Referências I



J. Barreto and M. Lourenço.

Feature detection and matching in images with radial distortion.

IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2010), 2010.



P. Corke and D. Strelow.

Omnidirectional visual odometry for a planetary rover.

Ian 2004, 2004.



C. Démonceaux and M. Rziza.

An adapted lucas-kanade's method for optical flow estimation in catadioptric images.

8th Workshop on Omnidirectional Vision, 2008.



J. Gaspar and J. Santos-Victor.

Omni-directional vision for robot navigation.

IEEE Workshop on Omnidirectional Vision (in conjunction with CVPR 2000), pages 21–28, 2000.

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências

Referências II

Odometria
visual

omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências



D. Scaramuzza and R. Siegwart.

Ocamcalib toolbox: Omnidirectional camera calibration toolbox for matlab .

Google for -ocamcalib, 2006.



D. Scaramuzza and R. Siegwart.

A toolbox for easily calibrating omnidirectional cameras.

IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS 2006), 2006.



D. Scaramuzza and R. Siegwart.

Real-time monocular visual odometry for on-road vehicles with 1-point ransac.

IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2009), 2009.

Referências III

Odometria
visual
omnidirecional

Gabriel Leivas
Oliveira

Introdução

Resumo da
Apresentação

Trabalhos
relacionados

Metodologia

Fluxo Óptico
Lucas Kanade
Shi-Tomasi

Teste e
Resultados

Conclusão e
trabalhos
futuros

referências



J. P. Tardif.

Monocular visual odometry in urban environments using an omnidirectional camera.

IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS 2008), 2008.