

Localização e Navegação Global do ATLASCAR2 usando GNSS e Interface com Mapas *on-line*

Pedro Miguel Ribeiro Bouça Nova

Orientador: Prof. Doutor Vítor Manuel Ferreira dos Santos
Coorientador: Prof. Doutor Miguel Armando Riem de Oliveira

Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica
Universidade de Aveiro

24 de Julho de 2018

- 1 Introdução
- 2 Localização Global
- 3 Infraestrutura experimental
- 4 Arquitetura de software
- 5 Testes e resultados
- 6 Conclusões e trabalhos futuros

Os veículos totalmente autónomos apenas necessitam que o utilizador, ou algum sistema, forneça o local de destino.

Para que o veículo se desloque para um determinado local, este tem de conhecer a sua posição e o local de destino.

Desenvolver um processo de planeamento de rota que visa indicar ao planeador de trajetórias a direção que o veículo deve seguir para chegar ao destino.

Descrição do problema

- **Localização**

Em ambientes com elevadas restrições de visibilidade as reflexões de sinal podem ocasionar erros de mais de 50 metros.



Descrição do problema

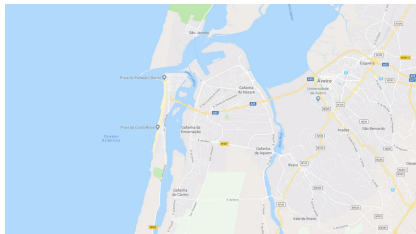
- Localização

Em ambientes com elevadas restrições de visibilidade as reflexões de sinal podem ocasionar erros de mais de 50 metros.



- Navegação

O planeamento de rota deve ser dependente de um serviço com uma grande cadência de atualização dos seus mapas.



- Instalação e configuração do sensor GNSS+INS - Novatel SPAN IGM A1 - no veículo.

- Instalação e configuração do sensor GNSS+INS - Novatel SPAN IGM A1 - no veículo.
- Desenvolvimento de uma aplicação integrada em ROS para representar a posição absoluta do veículo.

- Instalação e configuração do sensor GNSS+INS - Novatel SPAN IGM A1 - no veículo.
- Desenvolvimento de uma aplicação integrada em ROS para representar a posição absoluta do veículo.
- Desenvolvimento de um sistema de planeamento de rotas para navegação global.

- Instalação e configuração do sensor GNSS+INS - Novatel SPAN IGM A1 - no veículo.
- Desenvolvimento de uma aplicação integrada em ROS para representar a posição absoluta do veículo.
- Desenvolvimento de um sistema de planeamento de rotas para navegação global.
- Desenvolvimento de um sistema de monitorização constituído por uma base de dados capaz de guardar informação relevante durante as missões do veículo.

- Instalação e configuração do sensor GNSS+INS - Novatel SPAN IGM A1 - no veículo.
- Desenvolvimento de uma aplicação integrada em ROS para representar a posição absoluta do veículo.
- Desenvolvimento de um sistema de planeamento de rotas para navegação global.
- Desenvolvimento de um sistema de monitorização constituído por uma base de dados capaz de guardar informação relevante durante as missões do veículo.
- Representação da posição do veículo, em tempo real, numa página web em ambiente *Google Maps*.

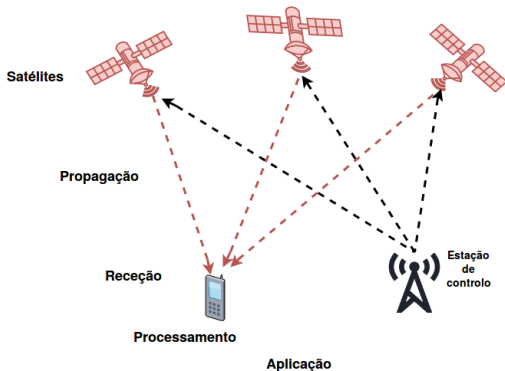
Sumário

- 1 Introdução
- 2 Localização Global**
- 3 Infraestrutura experimental
- 4 Arquitetura de software
- 5 Testes e resultados
- 6 Conclusões e trabalhos futuros

Global Navigation Satellite System (GNSS)

No final da década de 70 o Departamento de Defesa dos Estados Unidos lançou o primeiro sistema de navegação por satélite - GPS.

Os sistemas de navegação por satélite podem ser dividido em 5 partes:



GNSS + Inertial Navigation System (INS)

Unidade inercial

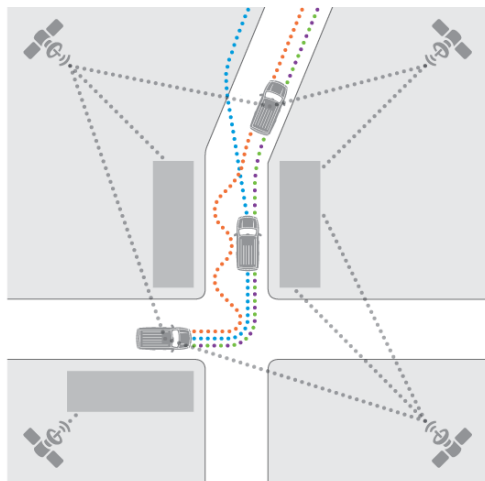
- Acelerómetros
- Giroscópios



Acelerações lineares
Velocidades angulares



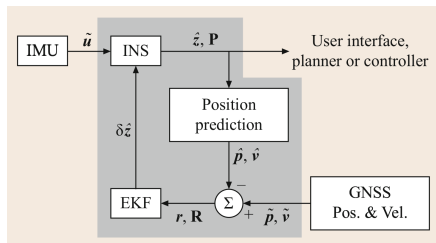
Posição relativa



- GNSS
- INS
- Posição real
- GNSS + INS

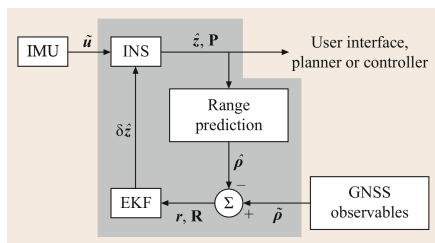
Ligação fraca

- Fusão das posições provenientes dos dois sistemas.
- Necessita de 4 satélites para que o sistema GNSS seja utilizado.



Ligação forte

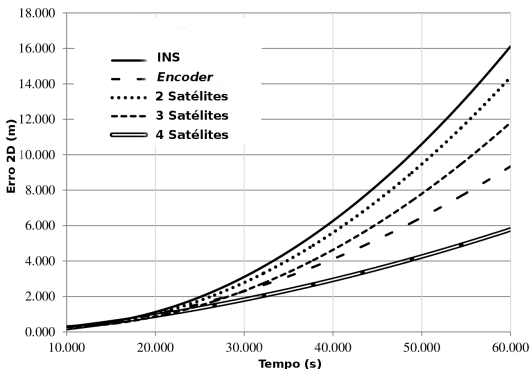
- Fusão das distâncias entre a antena e os satélites.
- O sistema GNSS pode ser utilizado apenas com 1 satélite visível.



Hodometria

Um hodómetro é um instrumento de medição de distâncias com base no número de rotações da roda do veículo.

Em situações de indisponibilidade do sistema GNSS, a adição de um hodómetro leva a uma diminuição de erro de quase 50% para um período de 60s.



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Localização Global
- 3 Infraestrutura experimental**
- 4 Arquitetura de software
- 5 Testes e resultados
- 6 Conclusões e trabalhos futuros



Desempenho geral

Constelação	GPS
Precisão (RMS)	
L1/L2	1.2 m
SBAS	60 cm
DGPS	40 cm
RTK	1 cm +1 ppm
Transmissão de dados	
Leituras GNSS	até 20 Hz
Leituras INS	até 200 Hz

Desempenho

Constelação	GPS , GLONASS
Frequências	
L1	1588.5±23.0 MHz
L2	1236±18.3 MHz

Instalação e Configuração do sensor

Local de fixação



Orientação do sensor

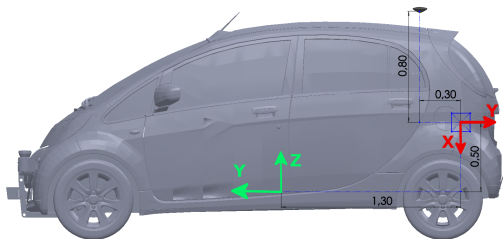


Instalação e Configuração do sensor

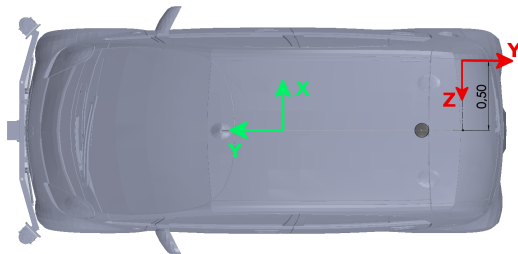
Local de fixação



Sistemas de eixos

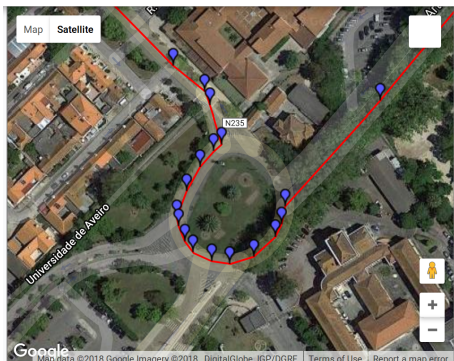
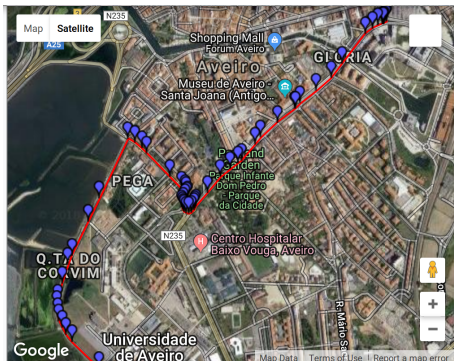


Orientação do sensor



Google Maps API Directions

- Serviço *on-line* com grande cadência de atualização.
- Localização dos *waypoints* no interior da faixa de rodagem.



Base de dados local

- Localizada no servidor do veículo.
- Guardar dados de sensores ou processos.
- Memória partilhada por processos.

Base de dados remota

- Localizada no servidor do LAR.
- A comunicação é realizada através do protocolo TCP/IP.
- Elemento chave no fluxo de informação entre os processos ROS e a página *web*.

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Localização Global
- 3 Infraestrutura experimental
- 4 Arquitetura de software**
- 5 Testes e resultados
- 6 Conclusões e trabalhos futuros

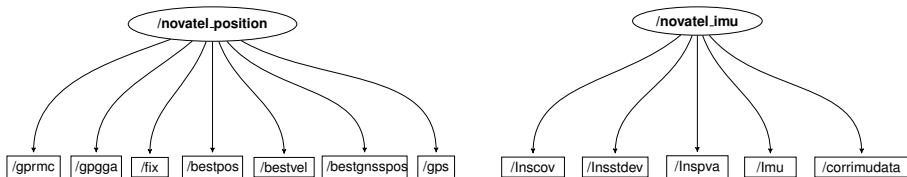
- Utilizados os *driver's* ROS `novatel_gps_driver` criados pelo SwRI.

- Utilizados os *driver's* ROS `novatel_gps_driver` criados pelo SwRI.
- Implementação de uma nova mensagem.
`BESTGNSSPOS` - Posição obtida através do sistema GNSS.

- Utilizados os *driver's ROS* `novatel_gps_driver` criados pelo SwRI.
- Implementação de uma nova mensagem.
`BESTGNSSPOS` - Posição obtida através do sistema GNSS.
- Quantidade de informação enviada pelo sensor.

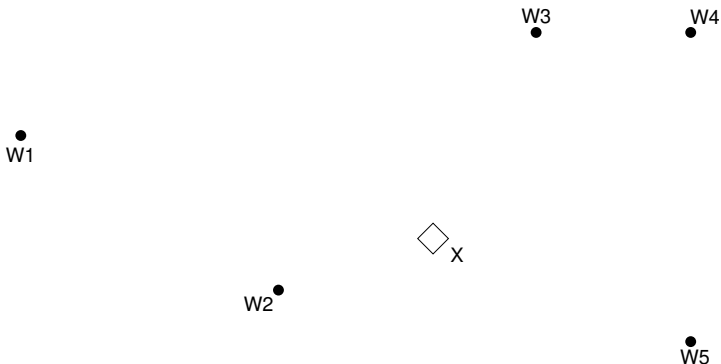
Comunicação com o sensor

- Utilizados os *driver's* ROS `novatel_gps_driver` criados pelo SwRI.
- Implementação de uma nova mensagem.
`BESTGNSSPOS` - Posição obtida através do sistema GNSS.
- Quantidade de informação enviada pelo sensor.
- Divisão em dois nodos.



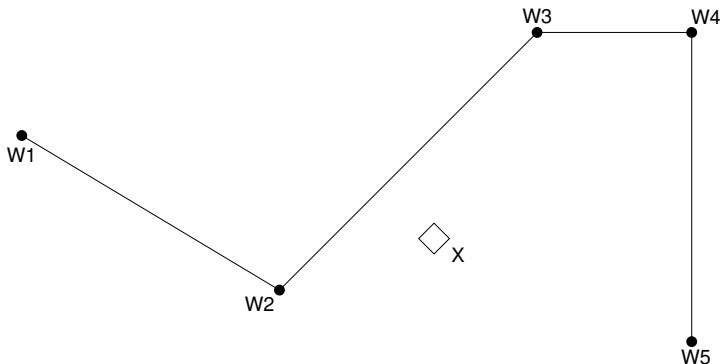
Planeamento de rota

Qual o segmento de caminho que o veículo deve seguir?



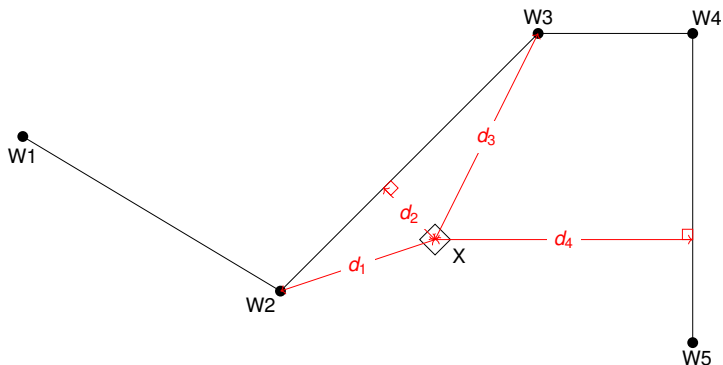
Planeamento de rota

Qual o segmento de caminho que o veículo deve seguir?



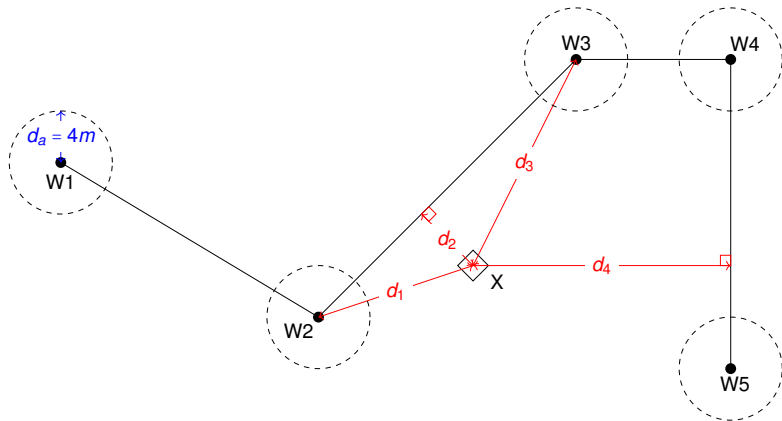
Planeamento de rota

Qual o segmento de caminho que o veículo deve seguir?



Planeamento de rota

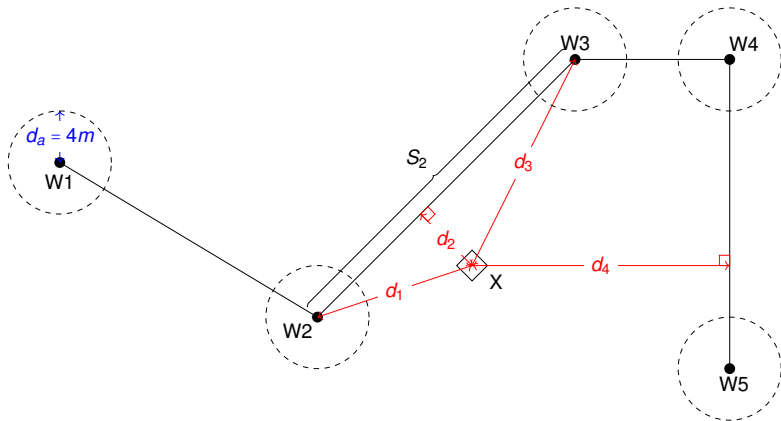
Qual o segmento de caminho que o veículo deve seguir?



- Passagem para o próximo segmento.

Planeamento de rota

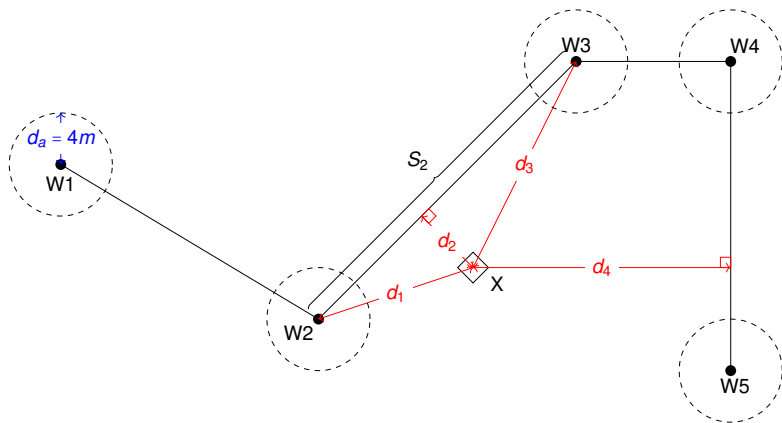
Qual o segmento de caminho que o veículo deve seguir?



- Passagem para o próximo segmento.

Planeamento de rota

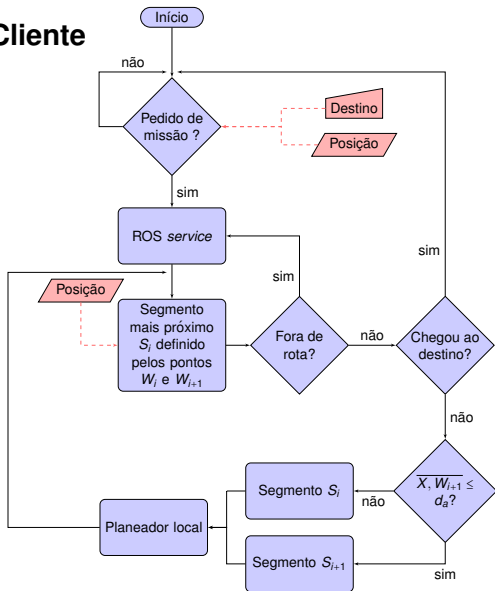
Qual o segmento de caminho que o veículo deve seguir?



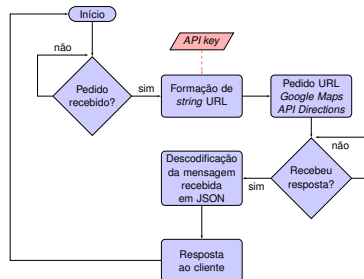
- Passagem para o próximo segmento.
- Verificação da execução de rota.

Planeamento de rota

Cliente

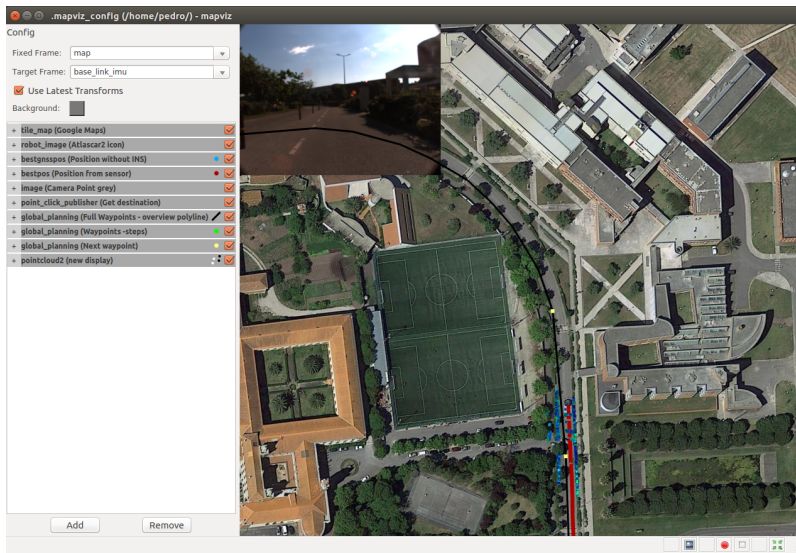


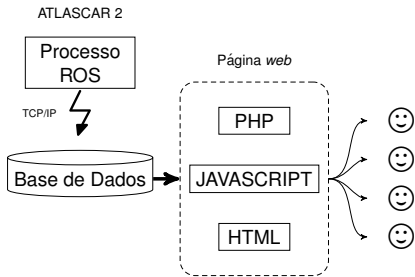
Servidor



Aplicação Mapviz

Monitorizar, em tempo real, o funcionamento do sistema.





Página web

LAR Meetings
Atlascar Live!
Current Student Projects Blogs
Past Student Projects Blogs
Masters Thesis Proposals
Documentation
Volunteers
Contacts

ONLINE

ATLASCAR - click to hide/show			
Time:	Speed:	Latitude Destino:	Longitude Destino:
23:13:33+01	NA	0.000000	0.000000

ATLASCAR Location - click to hide/show			
Latitude	Longitude	Altitude	Track
40.629204	-8.659785	9.029600	355.004416

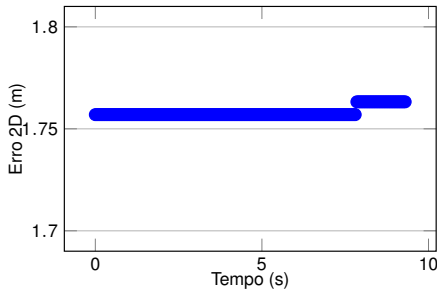
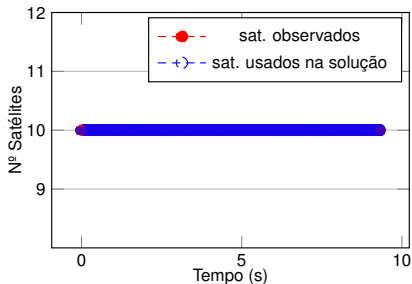
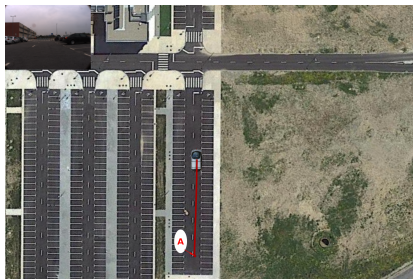
Sumário

- 1 Introdução
- 2 Localização Global
- 3 Infraestrutura experimental
- 4 Arquitetura de software
- 5 Testes e resultados**
- 6 Conclusões e trabalhos futuros

Calibração do sensor em campo aberto

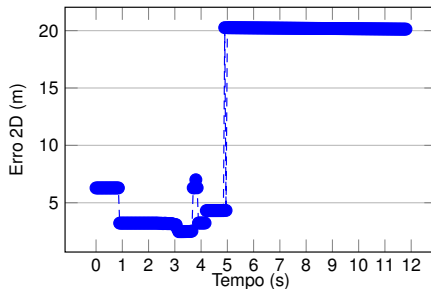
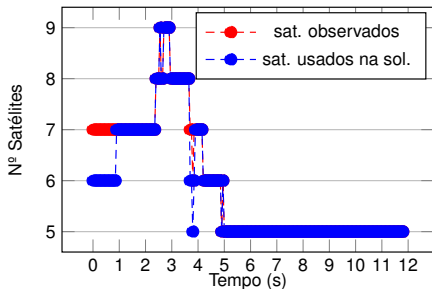
- Ausência de fenômenos de reflexão.
- O alinhamento demorou 9.30s.

$$\bullet \text{ erro2D} = \sqrt{\sigma_{\text{latitude}}^2 + \sigma_{\text{longitude}}^2}$$



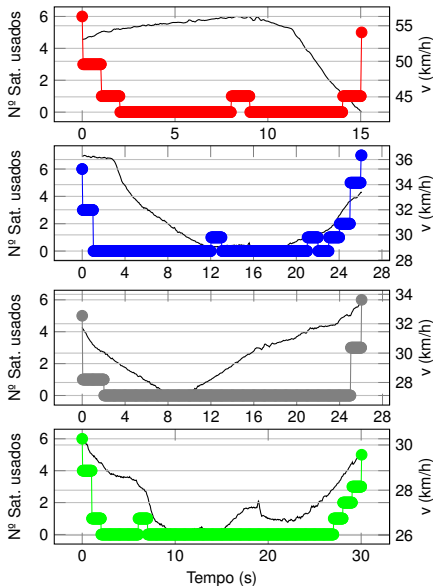
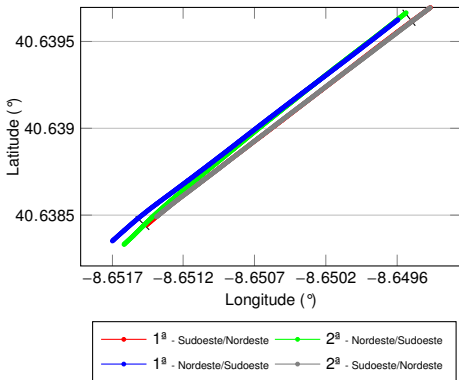
Calibração do sensor em ambiente urbano

- Existência de fenômenos de reflexão.
- O alinhamento demorou 11.8s.
- Utilização apenas da frequência L1.



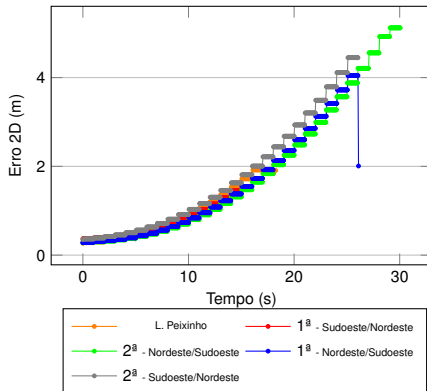
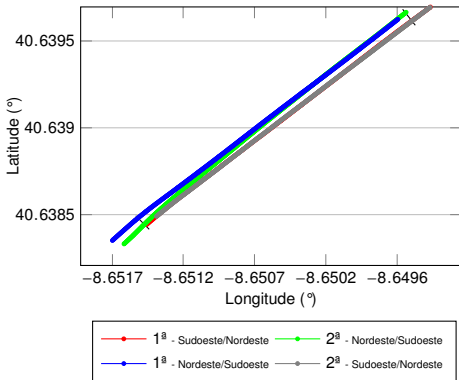
Túnel

- Ambiente sem receção de sinal.
- Túnel Av. Santa Joana.
- Túnel Av. Lourenço Peixinho.



Túnel

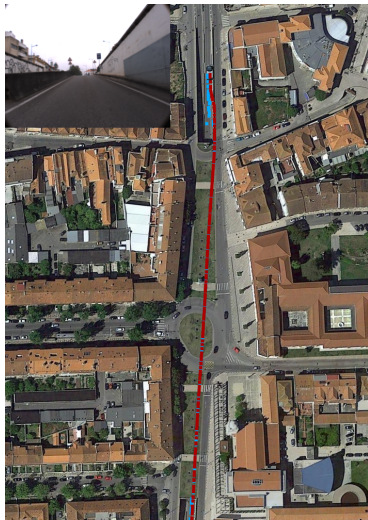
- Ambiente sem receção de sinal.
- Túnel Av. Santa Joana.
- Túnel Av. Lourenço Peixinho.



Túnel

Av. Santa Joana - 2ª e 4ª passagem.

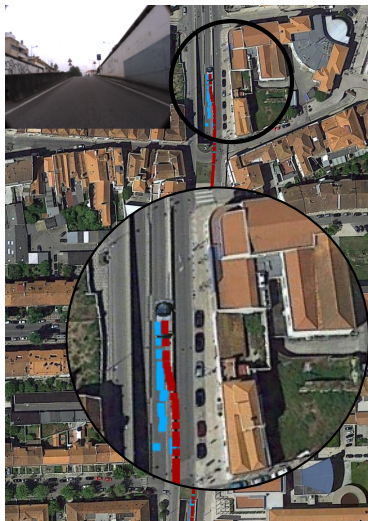
- GNSS
- GNSS +INS



Túnel

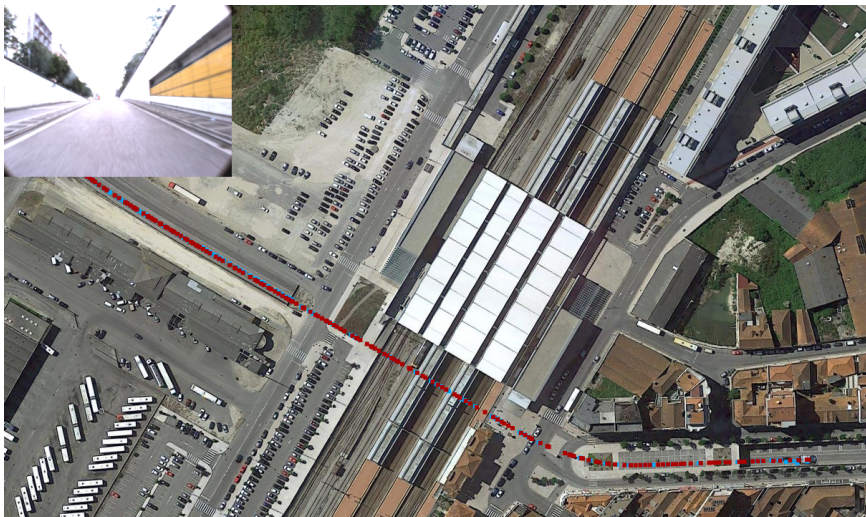
Av Santa Joana - 2ª e 4ª passagem.

- GNSS
- GNSS +INS



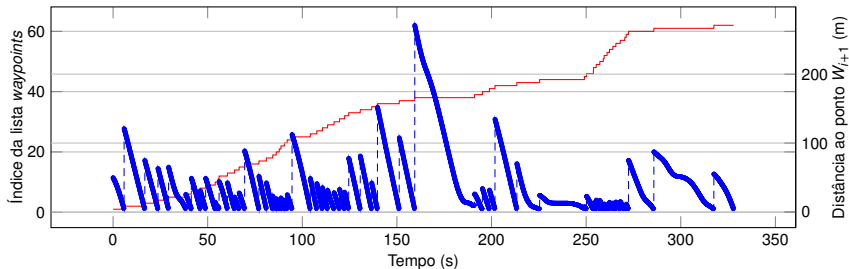
Túnel

Av. Lourenço Peixinho



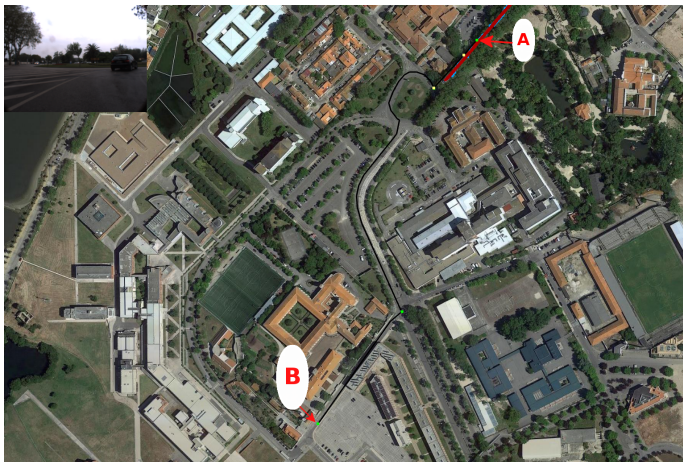
Planeamento e execução de rota

- Definida uma rota entre A e B.
- Avaliar a execução da rota.



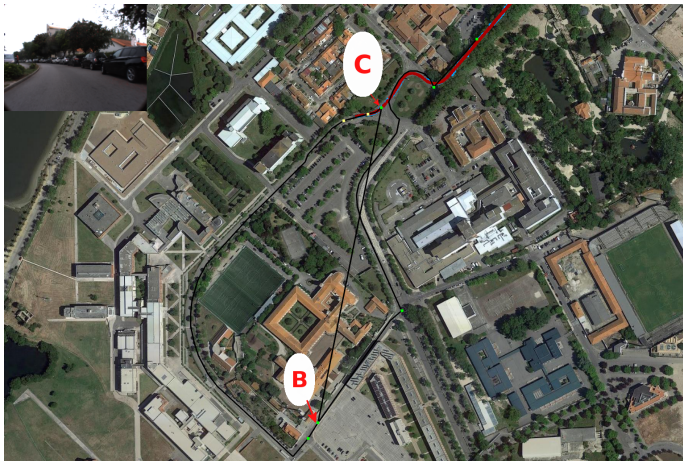
Saída de rota - 1º Exemplo

- Definida uma rota entre A e B.
- O veículo não saiu da rotunda no momento indicado.
- Recalculo da rota entre o ponto C e B.



Saída de rota - 1º Exemplo

- Definida uma rota entre A e B.
- O veículo não saiu da rotunda no momento indicado.
- Recalculo da rota entre o ponto C e B.



Saída de rota - 2º Exemplo

- Definida uma rota entre A e B.
- O veículo o não seguiu a via indicada.
- Recalculo da rota entre o ponto C e B.



Saída de rota - 2º Exemplo

- Definida uma rota entre A e B.
- O veículo não seguiu a via indicada.
- Recalculo da rota entre o ponto C e B.



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Localização Global
- 3 Infraestrutura experimental
- 4 Arquitetura de software
- 5 Testes e resultados
- 6 Conclusões e trabalhos futuros**

- O sensor GNSS+INS garante leituras de posicionamento global de elevado rigor.

Conclusão

- O sensor GNSS+INS garante leituras de posicionamento global de elevado rigor.
- A metodologia de planeamento global apresenta-se como uma solução flexível, capaz de indicar a direção que o veículo deve seguir.

Conclusão

- O sensor GNSS+INS garante leituras de posicionamento global de elevado rigor.
- A metodologia de planeamento global apresenta-se como uma solução flexível, capaz de indicar a direção que o veículo deve seguir.
- O algoritmo respeitou a sequência de segmentos de caminho e respondeu em conformidade em situações de saída de rota.

Conclusão

- O sensor GNSS+INS garante leituras de posicionamento global de elevado rigor.
- A metodologia de planeamento global apresenta-se como uma solução flexível, capaz de indicar a direção que o veículo deve seguir.
- O algoritmo respeitou a sequência de segmentos de caminho e respondeu em conformidade em situações de saída de rota.
- A utilização do serviço *Google Maps API Directions* constituiu uma mais valia.

Conclusão

- O sensor GNSS+INS garante leituras de posicionamento global de elevado rigor.
- A metodologia de planeamento global apresenta-se como uma solução flexível, capaz de indicar a direção que o veículo deve seguir.
- O algoritmo respeitou a sequência de segmentos de caminho e respondeu em conformidade em situações de saída de rota.
- A utilização do serviço *Google Maps API Directions* constituiu uma mais valia.
- A aplicação *Mapviz* permite monitorizar os processos relativos à localização e navegação global.

- O sensor GNSS+INS garante leituras de posicionamento global de elevado rigor.
- A metodologia de planeamento global apresenta-se como uma solução flexível, capaz de indicar a direção que o veículo deve seguir.
- O algoritmo respeitou a sequência de segmentos de caminho e respondeu em conformidade em situações de saída de rota.
- A utilização do serviço *Google Maps API Directions* constituiu uma mais valia.
- A aplicação *Mapviz* permite monitorizar os processos relativos à localização e navegação global.
- A página *web* está em funcionamento pleno.

- A instalação de um hodómetro permitiria baixar o erro das leituras em situações de receção de sinal de um baixo número de satélites.
- Criação de uma metodologia que utilize as instruções de navegação para limitar a direção das trajetórias.



Localização e Navegação Global do ATLASCAR2

Obrigado pela vossa atenção.