

# Stanley: The Robot that Won the DARPA Grand Challenge

Enrico Damiani

Leonardo Malta



# DARPA



- Defense Advanced Research Projects Agency
- Criada em fevereiro de 1958
- Criou o ARPANET
- Uma resposta ao avanço da URSS, em termos de tecnologia, durante a guerra fria
- Apesar de conter o termo defesa em seu nome, realiza inúmeros projetos que auxiliam no desenvolvimento de tecnologia civis



# DARPA CHALLENGE 2005

- Desafio lançado em 2003 com o objetivo de fomentar a inovação de carros autônomos
- Em 2004 houve uma competição com 15 participantes, com o objetivo de navegar 142 milhas em um deserto, mas nenhum completou nem 5%
- Em 2005 vários carros conseguiram completar a prova, inclusive o Stanley
- O Stanley venceu a competição em 6 h, 53 min, and 58 s



Chevy Tahoe - 2007 DARPA Urban Challenge

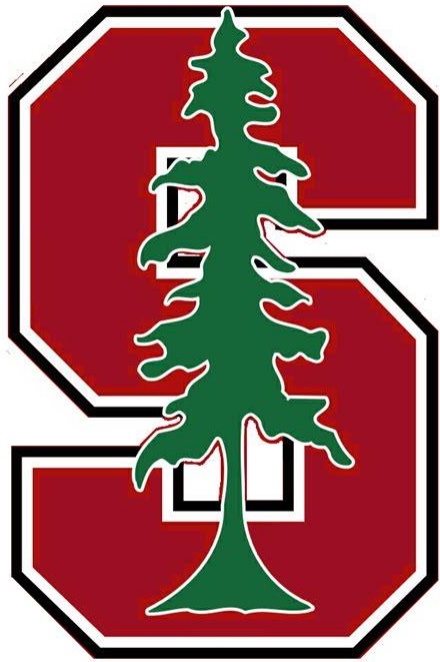


# STANLEY

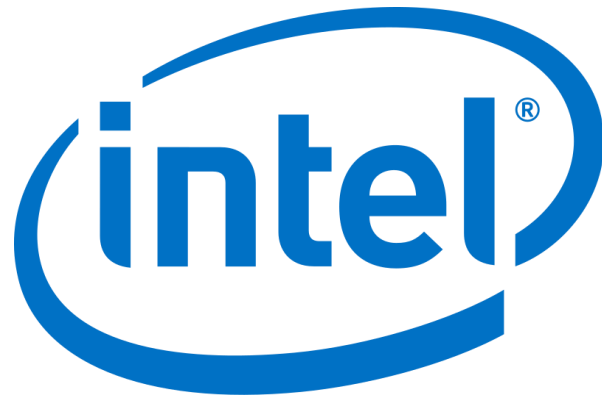




# DESENVOLVEDORES



SOFTWARE



HARDWARE



CARRO

# EQUIPAMENTOS

- Carro: Volkswagen Toureg R5 4WD 2004
- Gama de Sensores que conseguem identificar obstáculos de longe e de perto (25 GHz)
- Câmera de identificação de cor, para uma melhor percepção da pista
- Sistema de GPS para estimar a velocidade e localização do carro
- Sistema de 6 computadores que consomem 500w: 3 para o software, 1 para logs e 2 reservas
- Gama de atuadores que controlam as marchas, freios e direção (20 Hz)



# CARACTERÍSTICAS DO SOFTWARE

- Roda em Linux: excelentes recursos de rede e compartilhamento de tempo
- Embora seja um software distribuído, os estados são mantidos por seus respectivos responsáveis;
- O estado do ambiente é dividido em vários mapas de laser, visão e radar. Cada um desses mapas é mantido em módulos dedicados.
- Todos os dados são logados, para facilitar o processo de debugging. O sistema é desenhado para que seja possível executar o software com esses dados armazenados.

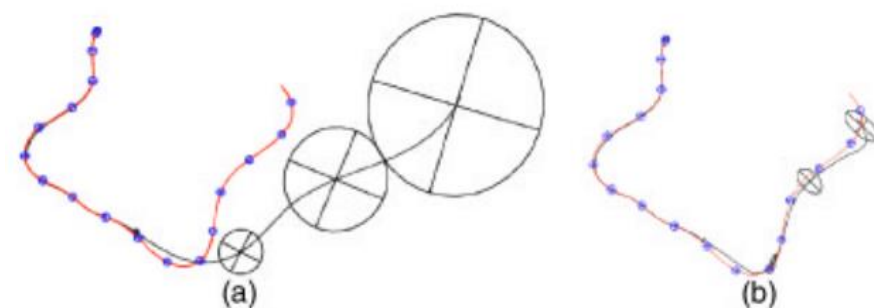
# PIPELINE

- Dividido em 30 módulos e 6 camadas, que são:
  - Interface de sensor: coleta de dados dos sensores
  - Percepção: mapeia os dados dos sensores para modelos internos, determinando coordenadas, orientação e velocidade
  - Controle: regularização do volante, acelerador e freios
  - Interface do veículo: Passa as informações do software para os hardwares de controle
  - Interface do usuário: Interface de ligar e desligar o software remotamente
  - Serviços globais: provisiona serviços para todos os módulos



# ESTIMATIVA DO ESTADO DO VEÍCULO

- 15 variáveis determinam o Estado do veículo, estimado por um UKF (Unscented Kalman filter UKF ), que incorpora observações de GPS e os codificadores da roda. (Figura B)
- Quando há falhas no GPS, o robô adota uma estratégia de mover para onde o carro está apontando, com base nos giroscópios presentes no carro. (Figura A)



# MAPEAMENTO DO TERRENO

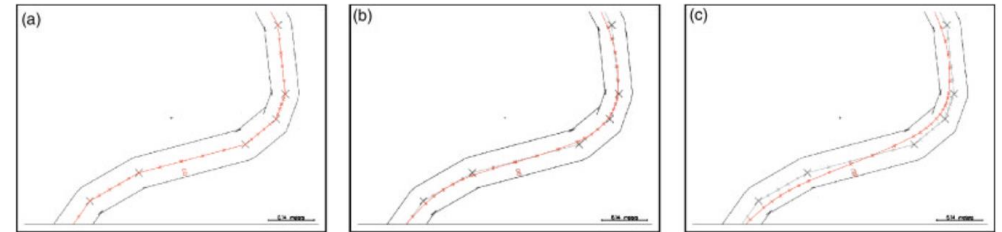
- Detecção de um obstáculo: feito por com dados dos Lasers
- Uma região pode ser considerada: **ocupada**, **livre** e **desconhecido**
- Uma região é considerada **ocupada**, se são encontrados 2 pontos pertos cuja distância vertical exceda a distância crítica
- Se esses pontos não são encontrados, e pelo menos uma das leituras cai na célula de grade correspondente, a região é **livre**. Se nenhuma leitura cai na célula, a dirigibilidade é **desconhecida**
- Cerca de 12.5% das áreas sabidas dirigíveis, eram classificadas pelo sistema como ocupada, para uma distância crítica de 12cm





# ROTA

- Evitar obstáculos
- Ficar centrado no meio da estrada (heurística)
- Escolher terrenos que não sejam lamacentos
- RDDF – Fornecido pela DARPA
- "Smoothing" da rota
  - Rota é computada antes do desafio, adicionando "waypoints" (20s)
- Online path planning:
  - Algoritmo de **busca** que minimiza a **função de custo** (aceleração lateral, ângulo da direção e desaceleração do veículo), **penalizando** passar em cima de obstáculos.



# CONCLUSÃO

- Auxiliou a indústria no desenvolvimento de carros autônomos fomentando-a
- Mistura conceitos dos ambientes de Reinforcement-Learning e ambiente competitivo (minimização de custo, penalizando obstáculos)





# REFERÊNCIAS

<https://robots.ieee.org/robots/stanley/>

[https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah\\_1377824](https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1377824)

[https://realchange.com/network/?attachment\\_id=638](https://realchange.com/network/?attachment_id=638)

<https://www.darpa.mil/about-us/about-darpa>

<http://robots.stanford.edu/papers/thrun.stanley05.pdf>