

## **Stanley: The Robot that Won the DARPA Grand Challenge**

Enrico F. Damiani | Leonardo Malta

O Darpa Challenge foi um desafio que foi iniciado em 2003, que tinha como objetivo fomentar a indústria de carros autônomos no mundo. O desafio consistia em fazer que carros, sem o auxílio de motoristas, completasse um circuito de 142 milhas em um deserto. A primeira competição foi realizada em 2004 e teve 15 participantes, entretanto, nenhum carro conseguiu completar nem 5% do percurso completo.

O Stanley foi desenvolvido para a reedição de 2005, por três instituições consolidadas na indústria: a faculdade Stanford, encarregada do software, a Intel, encarregada do hardware, e pela Volkswagen, fornecedora do carro (Toureg R5). O hardware, responsável pela coleta de informações do ambiente externo para ser transmitido ao software, e do software para o carro, continha uma gama de sensores, encarregados de identificar os obstáculos, uma câmera de identificação, utilizada principalmente para detecção da pista, e um sistema de GPS, para controlar a velocidade e localização do carro, além de seis computadores destinados ao software.

Este foi executado em Linux, por ter um excelente recurso de rede, e de compartilhamento de tempo. A organização do software é dividida em 30 módulos e seis camadas, sendo elas: interface do sensor, responsável pela coleta de dados de todos os sensores do carro, percepção, que mapeia os dados dos sensores para modelos internos, determinando coordenadas, orientações e velocidades, controle, responsável por regularizar os volantes, aceleradores e freios, interface do veículo, que passa informações do software para os hardwares de controle, interface do usuário, que existe no pipeline, apenas para ligar e desligar o software remotamente, já que a competição não permite que motoristas entrem dentro do carro, e os serviços globais que ficam com o dever de provisionar serviços para todos os módulos.

Vale entender também, que 15 variáveis determinam o Estado do veículo, estimado por um UKF (Unscented Kalman Filter), que incorpora observações de GPS e os codificadores da roda. Entretanto, 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.

Com os sensores presentes, o carro é capaz de fazer o mapeamento do terreno, por meio de Lasers. Assim, para um dado espaço mapeado, há uma classificação se ele está ocupado, livre ou desconhecido. Para uma região ser considerada ocupada, é necessário encontrar 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 considerada livre. Se nenhuma leitura cai na célula, a dirigibilidade é desconhecida. Assim, cerca de 12.5% das áreas sabidas dirigíveis, eram classificadas pelo sistema como ocupada, para uma distância crítica de 12cm.

A rota, por fim, possui com principal objetivo, evitar obstáculos. Para tanto, foi adotada uma heurística, que se provou empiricamente muito eficaz que é manter o carro centralizado na pista. Além disso, é utilizado o arquivo RDDF, fornecido pela DARPA, que consta com waypoints que devem ser seguidos pelos participantes, ao longo da corrida. Entretanto, esse waypoints levariam ao carro a realizar curvas acentuadas, que poderia culminar no carro saindo do percurso, assim, o time desenvolveu um algoritmo que suaviza esse waypoints, criando mais mais deles. Finalmente, seguindo os waypoints e se mantendo no meio da pista, caso seja localizado um obstáculo intransponível, o carro deve desviar do mesmo. Ele o faz por meio de um algoritmo de busca que minimiza a função de custo (aceleração lateral, ângulo da direção e desaceleração do veículo), penalizando passar em cima de obstáculos.

Com esta estratégia, o Stanley, foi vencedor da competição, completado o circuito em 6h53m.

Fontes:

<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>