

6 Experimentos

Dois protótipos do veículo modelado foram construídos e testados em terrenos acidentados. Devido a limitações no sensoramento destes robôs e a limitação do tempo, não foi possível fazer uma avaliação quantitativa dos algoritmos propostos.

A seguir serão apresentadas as características principais dos dois protótipos construídos e os resultados dos testes feitos em terrenos irregulares e em condições reais de operação.

6.1. Construção do primeiro protótipo

Após estudos sobre as características dos ambientes de operação onde o veículo irá fazer o monitoramento ambiental, e os problemas em relação à locomoção, ao clima local e às tarefas a executar, um primeiro protótipo do Robô Ambiental Híbrido foi construído e testado no Laboratório de Robótica do CENPES.

Suas características são:

- Peso de 5,5 kg.
- Rodas com diâmetro de 270 mm.
- Conjunto de motores com redução de 24 V, com 17 RPM e torque final de 0,3 Nm por roda.
- Conjunto de 20 baterias de Ni-MH recarregáveis de 1,2 V e 2600mAh cada.
- Único comando de suspensão para todas as rodas.
- Sistema tele-operado, possuindo câmera embarcada.



Figura 51 – Primeiro Protótipo do Robô Ambiental Híbrido.

Este protótipo tem a parte estrutural construída em acrílico, e suas rodas feitas de isopor preenchido com polipropileno, apresenta um sistema de visão através de câmera de vídeo, que transmite imagens em tempo real. Não é dotado de sensores funcionais, e todo processamento é feito em um computador remoto que envia via rádio as instruções a serem executadas. A cambagem variável (não modelada nesta dissertação) é controlada por apenas um motor nas quatro rodas, e cada roda dispõe de um motor independente, sendo que as rodas do lado esquerdo e direito trabalham em pares.

As operações que este primeiro protótipo está capacitado a fazer, em relação à sua locomoção, são: deslocamento para frente, para trás, e giro no próprio eixo. Esta última virtude é possível comandando as rodas à sua esquerda e à sua direita em sentidos opostos.

Tendo este apresentado bons resultados nos seus primeiros testes em laboratório, o Laboratório de Robótica do CENPES aceitou o desafio de participar em setembro de 2005 de uma excursão do projeto PIATAM no período em que o Rio Solimões encontrava secando. O objetivo principal de participar desta excursão era aprender um pouco sobre as dificuldades encontradas em campo pelos pesquisadores e testar em condições reais alguns conceitos que seriam úteis aos protótipos futuros.

6.1.1. Teste com o primeiro protótipo

Foram realizados testes no ambiente real de operação, Amazônia, para verificar quais situações que causam o descolamento das rodas do robô e suas conseqüências. A seqüência de imagens apresentadas nas Figuras (66) e (67)

ilustram o problema que pode ocorrer quando em situações de aclive ou declive, quando o robô “perde” uma de suas normais.

No caso descrito, o robô está descendo uma ladeira com inclinação visivelmente acentuada. Além disto, este protótipo tinha a distância h , do seu centro de gravidade até o eixo das rodas, relativamente alta para os parâmetros geométricos e físicos do mesmo. Sendo assim, ao tentar descer, nota-se que as rodas traseiras começam a se descolar do terreno no momento em que a projeção do centro de gravidade dinâmica foge da área projetada formada pelos pontos de contato das rodas (“sombra”).



Figura 52 – Condição real de capotagem I.

Para corrigir este problema, o robô deveria acelerar as duas rodas dianteiras, fazendo com que as traseiras “voltassem” ao terreno. Porém, não havendo controle capaz de atuar no sistema, não foi possível evitar a capotagem, uma vez que este protótipo não possuía ação independente entre as rodas dianteiras e traseiras.



Figura 53 - Condição real de capotagem II.

6.2. Construção do segundo protótipo

No dia 07 de Abril de 2006, foi realizado no CENPES o primeiro teste de uma nova versão do Robô Ambiental Híbrido, que teve como objetivo avaliar o desempenho de aspectos importantes do veículo de forma individual e conjunta, tais como: transmissão do movimento através da suspensão; desempenho dos motores das rodas, protocolo IP transmitindo 512 Kbps via rádio; imagem transmitida pela câmera IP; resistência dos equipamentos eletrônicos às vibrações do sistema; a aderência das rodas sobre a grama; a eficácia dos algoritmos de controle; a facilidade de condução do veículo; a captação de dados através de sensores; a movimentação do manipulador; e a fluuabilidade do sistema em movimento, parado e com o braço em operação.

Características:

- Peso aproximado de 120 kg.
- Rodas com diâmetro de 600 mm.
- Conjunto de motores com redução com tensão nominal de operação de 48 V, com 28 RPM (velocidade final de 3,16 km/h) e torque de 15 Nm por roda.
- Dois conjuntos de baterias, um de 48 V e 7.2 Ah, e outro de 24 V e 5.0 Ah.
- Comando individual de suspensão.



Figura 54 – Segundo protótipo do Robô Ambiental Híbrido sendo testado no CENPES.

6.2.1. Testes com o segundo protótipo

Este segundo protótipo também foi testado na Amazônia, porém no período da cheia do rio Solimões, não criando situações desfavoráveis.

A área onde está sendo construído o CENPES II foi usada para fazer testes mais exigente com o robô.



Figura 55 - Teste no CENPES II em situação de declive, parte I.

Neste caso, o robô encontra um obstáculo em meio à sua descida. No entanto, ele está sendo manobrado por um operador que, tendo a visão da situação e auxílio de observadores, controla o movimento.



Figura 56 - Teste no CENPES II em situação de declive, parte II.

Este obstáculo, apesar de ter deixado o robô com inclinação acentuada, conserva a projeção do seu centro de gravidade dentro da área formada pelos pontos de contato das rodas, evitando a capotagem. Tudo isto é consequência do ser relativamente pequeno para os parâmetros geométricos e físicos do mesmo.



Figura 57 - Teste no CENPES II em situação de declive, parte III.

Se esta operação não pudesse ser acompanhada por observadores e fosse realizada de maneira autônoma, necessitaria do uso de uma ação de controle similar à apresentada na seção anterior.