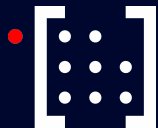


Black-Mouth



UM ROBÔ QUADRÚPEDE PARA PESQUISA

Brenda Alencar, Felipe Mohr e Lucas Lins

<brenda.s.alencar@gmail.com, felipe18mohr@gmail.com, lucaslinssouza@gmail.com>

Orientador: Marco A. dos Reis

Robótica e Sistemas Autônomos, Senai Cimatec

Junho de 2022

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

Introdução

Tema: Locomoção de robôs quadrúpedes

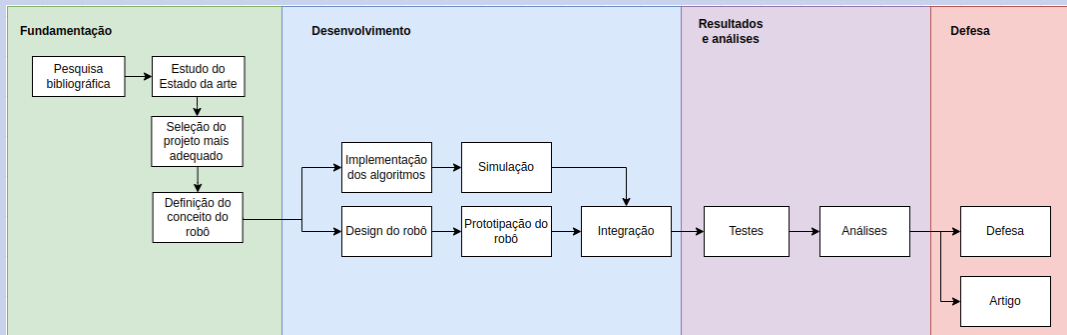
Objetivos: Estudar, implementar e testar um sistema de controle de movimentação de robôs quadrúpede no espaço tridimensional em simulação e em um protótipo real.

Objetivos específicos:

- Estudar a cinemática de um robô quadrúpede com motores elétricos e 3-DOF/perna
- Estudar designs, modelos dinâmicos e métodos de controle da movimentação tridimensional de um robô quadrúpede com as características supracitadas
- Implementar um sistema de controle e simular a movimentação no espaço tridimensional de um robô quadrúpede
- Construir um protótipo de robô quadrúpede com base no modelo simulado
- Testar sistema de controle implementado no protótipo

Metodologia

Foi desenvolvida uma Metodologia própria para o projeto, composta por 4 etapas: **Fundamentação, Desenvolvimento, Resultados e Análise e Defesa.**



SOTA

Aplicamos o método Bili para buscar artigos de referência para o SOTA.
Durante a pesquisa bibliográfica o foco foi:

- Robô quadrúpede
- Design
- Estrutura
- Controle

Requisitos

Requisitos do cliente:

- O robô deverá ser capaz de operar por tempo suficiente para inspecionar um ambiente semelhante a uma sala de aula
- O robô deverá ser capaz de se locomover em ambientes irregulares
- O robô deverá ser capaz de transpor obstáculos pequenos, similares a um livro
- O robô deverá atuar em ambientes indoor e outdoor
- O transporte do robô deve ser realizado por uma única pessoa utilizando uma maleta
- O robô deverá suportar um payload de 2 kg

Requisitos

Requisitos técnicos:







- O robô deverá possuir uma altura máxima de 500 mm
- O robô deverá possuir um comprimento máximo de 500 mm
- Deverá ter uma massa de, no máximo, 10 kg +/- 1
- As juntas devem ser atuadas por servomotores
- A relação de massa entre pernas/corpo deve ser a menor possível
- O robô deverá ser capaz de transpor obstáculos de até 5cm
- O robô deverá ser capaz de operar por, no mínimo, 20 minutos

QFD

Column #	1	2	3	4	5	6
Direction of Improvement	◇	▲	◇	▲	▼	▼
Technical Requirements	O robô deve ser de pequeno porte	O robô deve ser leve	As juntas devem ser atuadas por servomotores	A massa do robô deve ser bem distribuída entre membros e tronco	O robô deve ser capaz de dar passos mais altos que os obstáculos	O robô deve ser alimentado por bateria
Customer Requirements (Explicit and Implicit)						
O robô deve se movimentar em 4 patas	○	●	○	●	●	
O robô deve operar por tempo suficiente para inspecionar um ambiente semelhante a uma sala de aula	○	●	○	▽		●
O robô deverá ser capaz de se locomover em ambientes irregulares	●	○	●	●	○	
O robô deverá ser capaz de transpor obstáculos pequenos, similares a um livro	●	○	▽	●	●	
O robô deverá atuar em ambientes indoor e outdoor	●	▽		●	○	○
O transporte do robô deve ser realizado por uma única pessoa utilizando uma maleta	●	●				
O robô deverá suportar um payload de 2 kg	●	●	○	●		○

QFD

1. Deve ser de pequeno porte
2. Deve ser leve
3. Juntas atuadas por servomotores
4. Massa bem distribuída entre corpo e pernas
5. Deve dar passos mais altos dos que os obstáculos
6. Deve ser alimentado por bateria

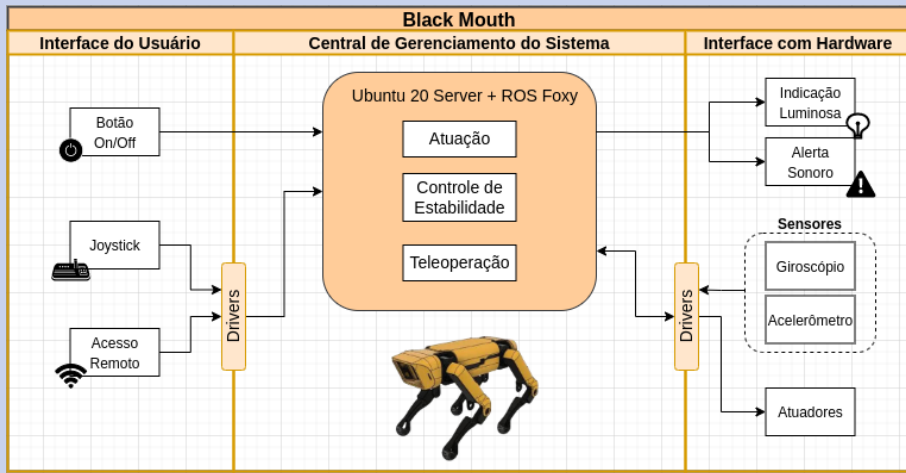
Target	Altura máxima de 500 mm e comprimento máximo de 500 mm	Massa de até 10 Kg	Usar servomotores dynamixel	Proporção adequada = [massa das pernas]/[massa do tronco] < 1	Altura do passo maior que 5 cm	Bateria com carga para autonomia de no mínimo 20 minutos
Max Relationship	9	9	9	9	9	9
Technical Importance Rating	704,65	602,33	276,74	660,47	390,7	174
Relative Weight	25%	21%	10%	24%	14%	6%
Weight Chart						

Benchmarking

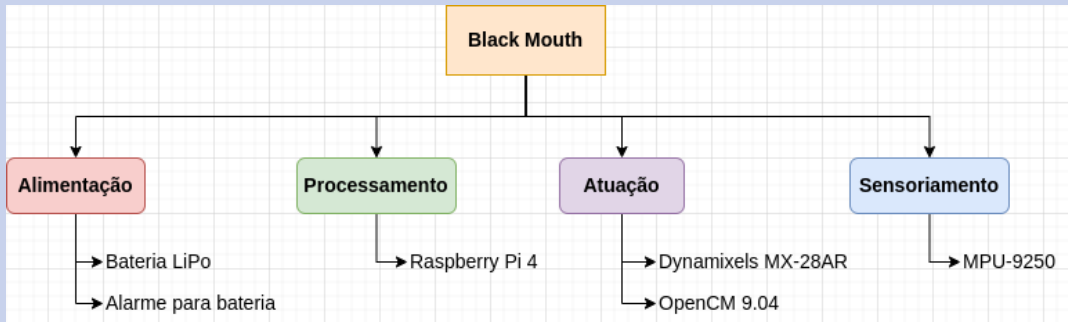
A equipe realizou uma análise entre quatro projetos existentes que estivessem mais próximos do escopo do nosso protótipo.

				
Autor / Projeto	mike4192/SpotMicro	Inotspot/ notspot_sim_cpp	stanfordroboticsclub/ StanfordQuadruped	Shi et. al. /
Code	C++ / Python	C++ / Python	C++ / Python	-
Modelo 3D	Disponível	Indisponível	Disponível	Indisponível
DoF	12	12	12	12
Controle	IK	PID / IK	IK	PD / IK / Groud-contact model
Passos	Crawl / Trot	Crawl / Trot	Trot	Trot
Formato do Passo	Triangular	-	-	Composite Cycloid function
Teleoperação	X / Y / Yaw	X / Yaw	-	X / Y
Modelo Servos	 PDI-HV5523MG	 IMU	 JX CLS6336HV	 SPT-5425
Sensores	Lidar (opcional)	IMU	IMU	IMU
Processamento	Raspberry Pi 3B	Raspberry Pi	Raspberry Pi 4	-
Suporte ao ROS	Kinetic / Noetic (Fork)	Noetic	Não	Não
Extras	URDF; LiDAR suppor; SLAM w/ ROS;	Possui repo no github com simulação no gazebo	Possui uma webpage	Possui um artigo

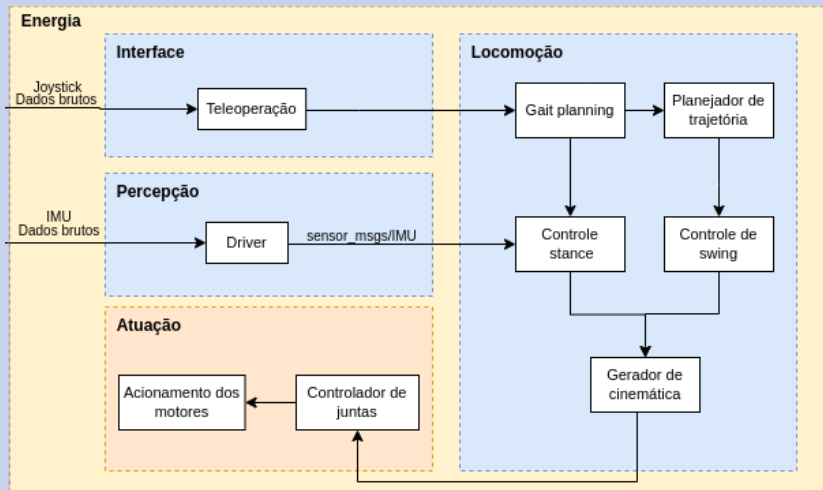
Arquitetura Geral



Project Breakdown Structure



Especificação de Funcionalidades



Próximas Etapas



- **Fundamentação**
 - Finalizar escrita da Introdução
 - Finalizar escrita da Metodologia
 - Finalizar escrita da Fundamentação Teórica
 - Definir do Método de Controle a ser utilizado
- **Desenvolvimento**
 - Elaborar do CAD mecânico
 - Realizar projeto Elétrico-Eletrônico



Questions?

brenda.s.alencar@gmail.com,
felipe18mohr@gmail.com,
lucaslinssouza@gmail.com