



Projeto USV

Relatório da equipa USV



Prof. Pedro Teodoro

Trabalho realizado por:

- Christian Rodrigues 15202
- Vasco Ferreira 15200

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
Introdução	2
Objetivos do Projeto	3
Obstáculos/Difuldades na realização do projeto	6
Conclusão	7

Introdução

Este projeto foi uma ótima oportunidade para aplicarmos os conhecimentos adquiridos na área da robótica marítima e de outras cadeiras do curso. O objetivo principal era entrarmos na competição internacional AutoDrone que promove o avanço de tecnologias para navios inteligentes eficientes mas acabou por não ser possível. Com isto, decidimos focar-nos em melhorar o projeto existente, alcançar com sucesso a primeira etapa do torneio (Speed Mission) e desenvolver as nossas competências técnicas e de trabalho em equipa.

Este documento detalha os passos que tivemos de dar para cumprir os objetivos, os obstáculos que tivemos pela frente e como os ultrapassamos.

Objetivos do Projeto

Embora não tenhamos conseguido cumprir os objetivos a tempo da competição, continuámos o trabalho como se ela ainda fosse acontecer. Tornámos o código Arduino mais eficiente e modular — quer no comando emissor, quer no recetor do catamarã — tornando-o mais legível e reutilizável. Adicionámos comentários e funções, e adaptámos o código para controlar um terceiro motor.

O sistema também foi preparado para receber informação de uma câmara ligada a um Raspberry Pi, que, consoante a missão, transmite dados para o Arduino atuar.

No próprio USV foram feitas várias adições:

- O terceiro motor já mencionado para melhorar manobrabilidade e controlo do USV, assim o catamarã consegue movimentar-se no eixo do X sem necessitar de rodar
- Uma barra de suporte para a câmara, em que foi feita uma impressão 3D para juntar duas barras de metal (a de suporte frontal do USV e a barra mencionada)
- Para fixar a câmara à barra foi desenhada uma peça em 3D tendo outra peça complementar que serve como caixa protetora da câmara.
- O comando original precisava de uma melhor ergonomia e proteção, portanto, foi desenhada uma peça que serve tanto melhorar o conforto e facilidade em mexer nos controlos mas também como carapaça de proteção.

Resumo das Tarefas Realizadas

As tarefas do projeto foram divididas e desenvolvidas em diversas frentes, resultando nas seguintes ações principais:

- **Design e Impressão 3D:**

- Criação de peças protótipo para o catamarã, com o objetivo de serem funcionais e terem um bom design, considerando as limitações existentes.
- Desenvolvimento de tampas para a caixa, permitindo a passagem e organização dos fios, como os cabos dos motores.
- Conceção de peças com porcas para fixar parafusos em barras perfil V-slot, assegurando estabilidade e alinhamento.
- Criação de uma peça para prender a caixa da câmara à barra, permitindo o ajuste do ângulo de captação.
- Desenvolvimento de uma caixa protetora para a câmara, que oferece suporte robusto, proteção contra impactos e passagem de cabos.
- Design e impressão de uma caixa ergonómica para o comando manual, visando proteger os componentes eletrónicos, torná-lo mais confortável de usar e visualmente apelativo.
- A seleção de materiais como PLA, ABS e PETG buscou equilibrar propriedades mecânicas, estanqueidade e resistência à corrosão salina.

- **Programação e Controlo do Comando (Manual):**

- Compreensão detalhada do funcionamento do código existente para o comando.
- Otimização da leitura dos valores dos joysticks e ajuste do mapeamento para um controlo mais preciso dos motores.
- Resolução de problemas de transmissão de valores grandes no Arduino, alterando o tipo de variável para `uint16_t`.
- Implementação de um terceiro motor no sistema.
- Modularização do código em funções específicas para otimizar a leitura, facilitar alterações futuras e tornar o funcionamento mais claro.
- Definição de limitações nos eixos do joystick para distinguir as intenções de comando do operador e melhorar a interpretação dos sinais manuais.
- Realização contínua de testes práticos para identificar erros, corrigir *bugs* e ajustar o comportamento do sistema.

- **Programação e Controlo no Arduino Mega (USV):**

- Implementação de um sistema de controlo de motor, integrando o Arduino e o Raspberry Pi através de uma interface serial (UART) para troca estável e fiável de dados e comandos.
- Estabelecimento de comunicação com uma câmara para aquisição de imagem como complemento ao controlo do sistema.
- Desenvolvimento da função `calcular_controlo_automatico()` para gerar sinais PWM aos motores A e B de forma inteligente, com base na posição da boia detetada pelo Raspberry Pi.
- Introdução de um controlador proporcional (P) para alinhar e aproximar o veículo da boia, atuando sobre o erro horizontal (X) para correção de direção e o erro vertical (Y) para ajuste de aproximação/posição.
- Adaptação do comportamento dos motores entre fases de aproximação e posicionamento, com base na proximidade e alinhamento da boia.
- Integração de mecanismos de tolerância e filtragem de erro para evitar oscilações desnecessárias e limitar os valores PWM para prevenir danos nos motores.
- Integração de um terceiro motor (motor C), usado no modo manual ou para tarefas auxiliares.
- Criação de uma estrutura modular com funções específicas para leitura de dados, controlo de LED, comunicação e controlo de motores.

- **Integração e Processamento de Imagem (Raspberry Pi):**

- Exploração e implementação do uso da câmara do Raspberry Pi para captar imagens e vídeos.
- Aplicação de um sistema de deteção visual para identificar objetos vermelhos com formato circular (boias), que funcionam como pontos de referência.
- Ajuste dos parâmetros da imagem para isolar a cor vermelha de forma consistente.
- Otimização do código para processamento de imagem em tempo real, mantendo o maior número de fotogramas por segundo possível a uma resolução de 720p.
- Definição de um intervalo de valores HSV (Matiz, Saturação e Valor) que permitisse detetar a cor da boia de forma robusta e minimizar confusões.
- Definição de um limite mínimo de área para descartar deteções irrelevantes (ruídos ou reflexos).
- Desenvolvimento de funcionalidades de apoio, como o código de ajuste interativo do intervalo HSV, para medições mais precisas no local.

Obstáculos/Difuldades na realização do projeto

Tal como referimos na introdução, a concretização dos objetivos deste projeto não decorreu como inicialmente esperado.

Logo na primeira fase, sentimos dificuldades em dar início ao trabalho. O número elevado de elementos na equipa tornou mais difícil a organização, e os objetivos do projeto não estavam totalmente claros. Só após uma explicação mais detalhada por parte do professor é que conseguimos ganhar uma visão mais concreta do que era esperado e começar a definir melhor os papéis de cada um.

Gerir uma equipa grande foi um dos principais desafios: houve quem assumisse mais responsabilidades, enquanto outros se sentiam pouco envolvidos ou desconfortáveis com as funções atribuídas inicialmente. Com o avançar do projeto, acabámos por colaborar todos em várias partes do processo, o que foi bastante positivo — não só para o progresso do trabalho, mas também para o crescimento individual de cada elemento.

Este foi, até agora, o projeto de maior escala que realizámos no curso. A nossa inexperiência refletiu-se em várias decisões técnicas e na forma como lidámos com os contratempos, o que fez com que certos problemas demorassem mais tempo a ser resolvidos do que gostaríamos.

Além disso, o tempo semanal disponível para trabalhar no USV era limitado, e a pressão de outras cadeiras — especialmente com avaliações e entregas — tirava-nos o foco necessário. Mesmo assim, conseguimos adaptar-nos e manter o projeto em andamento.

Como líder de equipa, confesso que por vezes senti empatia pelo professor — é realmente difícil captar a atenção de toda a gente e, ao mesmo tempo, tentar ser um bom exemplo. Tentei implementar estratégias para abordar os objetivos de forma mais organizada, mas nem todos estavam recetivos. Algumas ideias eram simplesmente ignoradas ou descartadas sem discussão, o que tornava a gestão do grupo mais desafiante.

Conclusão

Apesar de um arranque difícil, conseguimos adaptar-nos às exigências do projeto e concluir com sucesso a missão definida. Aprendemos a trabalhar em equipa em contextos mais exigentes, ganhámos experiência prática na nossa área e enfrentámos obstáculos reais como os que surgem no mercado de trabalho."

Foi também a primeira vez que conseguimos aplicar, de forma prática, conhecimentos de outras cadeiras — o que nos deu uma visão mais integrada da robótica marítima.