

***The* *Right* *Arm*: Braço Robot para auxilio de pessoas com dificuldades motoras**

**João Manuel Sousa Quartin Borges**

**Relatório de IIPEEC**

Orientadores: Prof. João Paulo Salgado Arriscado Costeira

Doutor Manuel Ricardo de Almeida Rodrigues Marques

**Júri**

Presidente:

Orientador:

Vogais:

**Janeiro 2017**

**Resumo**

Este relatório serve para mostrar o trabalho desenvolvido na UC de IIPEEC como também a planificação das etapas a cumprir na elaboração da tese de mestrado. A tese chama-se “*The* *Right* *Arm*: Braço Robot para auxilio de pessoas com dificuldades motoras”. Tal como o nome indica, o projeto é um braço robótico que ajuda as pessoas com dificuldades motoras em tarefas essenciais, como comer, beber e pegar no telemóvel.

Este braço vai usar conceitos aprendidos na cadeira de Processamento de Imagem e Visão de forma a que o robô saiba, não só o que o seu utilizador quer, como também tenha perceção do meio à sua volta (objetos de interesse e obstáculos à contornar).o braço vai estar ao pé de uma mesa, onde estará o utilizador e objetos como um telemóvel e uma, caneca. Com o auxílio de 2 câmaras, o braço vai detetar, reconhecer e localizar a cabeça e as mãos do utilizador. O robô vai verificar para onde o utilizador olha, para descobrir o objeto de interesse ao seu mestre. Após a sua descoberta e identificação, o braço executará uma ação predefinida, para esse objeto. No caso da telemóvel, o robô pode encostar o telemóvel à orelha da pessoa.

Durante a cadeira de IIPEEC foram estudados métodos sobre o reconhecimento e seguimento da cara, sendo esse o foco principal deste relatório.

**Palavras-Chave:**

Deteção, Reconhecimento, Localização, *features*

**1. Introdução**

**1.1. Motivação**

No nosso mundo existem pessoas com incapacidades físicas. Algumas nasceram com elas, e outras foram adquiridas ao longo da sua vida, como perder um braço ou envelhecer. Para estas pessoas, é lhes difícil realizar tarefas que lhes são essenciais para viver. Uma pessoa sem braços precisa de assistência para comer e beber.

Existem trabalhos que trataram deste problema e utilizaram robôs cooperativos como solução.

No entanto, estes robôs são manipulados por um controlador. No caso de [1], é proposto um robô caseiro que usa uma GUI (*Graphical User Interface*) para que os seus utilizadores possam controlar o robô. A *Kinova Robotics* implementou um braço manipulador, numa cadeira de rodas, que é controlado através de um *joystick.*

Neste projeto, pretende-se construir um braço robótico que tenha maior independência do utilizador. Isto é, o utilizador não irá controlar os movimentos do robô. Ele só necessitará de saber o que o seu mestre quer.

**1.2. Definição do problema**

O braço robótico irá trabalhar num ambiente semelhante ao apresentado na figura 1

Figura 1 - Ambiente de trabalho do braço robótico

É pretendido que o braço consiga efetuar ações cooperativas com as pessoas que o usam. As funções do braço podem-se estender desde o dar um objeto à pessoa, até ajudá-la a vestir-se. Para realizar essa cooperação, o braço tem de ter uma perceção do ambiente em que trabalha, pois ele está presente num ambiente dinâmico e tem de ter cuidado para não perturbar outras pessoas e derrubar ouros objetos.

Para isso, vão ser usadas 2 câmaras Kinect. A câmara nº1 vai estar em cima do braço, a observar a cara do utilizador. Entretanto, a câmara nº2 estará a observar, a partir de um certo ponto da sala, o espaço constituído pelo braço, mesa e a pessoa.

A mesa terá vários objetos de interesse ao utilizador e é pretendido usar o olhar da pessoa para o robô saber o que o seu mestre quer. Por exemplo, se a pessoa estiver a olhar para um prato de sopa, o braço tem de perceber que o seu usuário quer comer sopa e, consequentemente, tem de efetuar a ação cooperativa que ajude a pessoa a comer a sopa. No entanto será assumido que a direção do olhar da pessoa será dado pela orientação da sua cabeça, ou seja, que os olhos não se mexem, só a cabeça.

Para extrair essa informação, o robô tem de ser capaz de:

* Detetar a cara;
* Reconhecer a cara;
* Localizar a cara.

Estes passos também terão de ser realizados para as mãos para, por exemplo, o braço poder dar um objeto à pessoa. Também é necessário o braço resolver problemas relativos aos objetos que o utilizador quererá interagir, como:

* Deteção;
* Classificação;
* Localização (posição e orientação).

Resolvidos estes problemas, o braço poderá efetuar a ação predeterminada para o objeto de interesse do utilizador.

**2. Estado da arte**

**2.1. Detetor de caras de Viola-Jones**

Paul Viola e Michael Jones analisam imagens de caras utilizando Haar *features*. Estes *features* têm uma forma retangular e são formados de pelo menos 2 retângulos. No caso da composição de 2 retângulos, são somados os valores de cada retângulo e depois as somas são subtraídas. Para não serem somadas os valores de todos os pixéis de cada retângulos, os autores propuseram uma nova representação de imagem chamada *Integral Image*. Esse método permite fazer cada soma usando apenas 4 pixéis, que são os vértices de cada retângulo.

**2.2. Intraface**

**3. Metodologias a usar**

**3.1.Algoritmo de Viola-Jones**

O detetor de caras de Viola-Jones será usado para o braço poder detetar e reconhecer a cara. Como primeiro passo, será detetada a cara na imagem. Detetada a cara, é necessário arranjar uma forma de o robô consiga descobrir pose da cara.

Para isso, a cara vai ser definida como um conjunto de 3 pontos. Estes pontos correspondem a centróides de 3 conjuntos de pontos. Dois deles correspondem aos olhos e o outro corresponde à boca do utilizador. Para além de detetar a cara, a zona dos olhos e a boca também serão detetados, para descobrir os conjuntos de pontos pretendidos. O detetor de olhos vai procurar na área superior da cara e o detetor de bocas irá olhar para a parte inferior. Entretanto a zona detetada para os olhos será dividida em 3 zonas (por imagem tenho de por). Como é verificado, os olhos estão localizados nas zonas extremas.

No entanto a cara não vai estar estacionária e portanto é necessário que haja novas deteções a decorrer no futuro. Nessas deteções, a procura da cara será restrita numa janela localizada na área em que a cara foi detetada anteriormente. Esta janela terá uma dimensão maior do que a janela de deteção e servirá para impedir uma análise completa à imagem, acelerando o processo.

**3.2. Algoritmo ICP - *Iterate Closest Point***

Existem vários algoritmos de registo de nuvens de pontos. No entanto, o ICP é o mais usado devido à sua simplicidade. O ICP utiliza duas nuvens de pontos sendo que um delas é a de referência e a outra sofre uma transformação rígida para que se encaixe na primeira nuvem. Numa transformação rígida, os pontos sofrem transformações através de uma rotação e/ou uma translação.

Para cada ponto x (tridimensional), R é uma matriz de rotação 3x3 e T é um vetor de translação 3x1. Para descobrir estas matrizes, o ICP descobre, para cada ponto de uma nuvem, qual é o ponto, da outra nuvem, que está mais perto de si. O algoritmo assume que os 2 pontos de cada par correspondem ao mesmo ponto do espaço, em 2 nuvens diferentes. Por causa deste método de associação, o ICP requere que as nuvens estejam muito próximas uma da outra (quase sobrepostas), para o algoritmo funcionar correctamente. Criados os pares, o ICP encontra o R e T que minimizem a seguinte função de custo.

A implementação do ICP no projeto usará nuvens de apenas 3 pontos. Estes pontos são originados pela implementação do detetor de faces do Viola-Jones, correspondentes a cara e aos olhos. Será extraída a transformação das duas nuvens para descobrir a nova pose da cara.

**4. Resultados preliminares**

**5. Trabalho a desenvolver**

**5. Referências**

[1]Robots for Humanity: A Case Study in Assistive Mobile Manipulation

[2] P. Viola and M. J. Jones, Robust real-time face detection, International Journal of Computer Vision, 57 (2004), pp. 137–154

[] Besl, Paul J.; N.D. McKay (1992). "A Method for Registration of 3-D Shapes".IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society.