

Comportamentos Humanos

Este documento traduz a arquitetura proposta para investigação e desenvolvimento dos “algoritmos de colaboração com humanos”

Projeto	Programação “LOW CODE” de robôs - PPS10
Revisão do documento	01
Data da revisão	

	Produzido por	Revisto por
Empresa	UC	
Responsável	Paulo Menezes	
Elaborado por:	Paulo Menezes Andrey Solovov	
Assinatura		

Conteúdo

1. ESTE DOCUMENTO.....	2
1.1 OBJETIVO.....	2
1.2 REGISTO DE ALTERAÇÕES.....	2
2. VISÃO DE PRODUTO.....	3
3. MÓDULOS DE SUPORTE À INTERAÇÃO COM HUMANOS.....	4
3.1 SUBMÓDULOS.....	5
3.1.1 “Submódulo peopleTracker”.....	5
3.1.2 “Submódulo eyeContact”.....	5
3.1.3 “Submódulo dangerLevel”.....	6

1. Este documento

1.1 Objetivo

Este documento tem como objetivo estabelecer uma base para a boa compreensão acerca das funcionalidades que serão objeto de investigação e desenvolvimento em torno do tema da análise dos comportamentos e foco de atenção das pessoas na imediação de robôs de forma a poder antecipar quaisquer situações potencialmente perigosas e tomar as ações preventivas necessárias, evitando abordagens mais clássicas e demasiado limitadoras tanto para a circulação das pessoas como para o próprio processo produtivo.

1.2 Registo de Alterações

Descrição da alteração/ atualização	Data	Revisão
Lançamento do documento.	24/01/2024	01

2. Visão de Produto

A segurança das pessoas é uma prioridade em qualquer sistema produtivo e se por um lado a introdução da robótica veio permitir protegê-las da exposição a agentes químicos, radiação ou outras situações que são altamente prejudiciais para a saúde humana, por outro lado estes elementos vieram-se a revelar extremamente perigosos também. Sendo os principais perigos resultantes das elevadas velocidades de operação e força com que os robôs industriais operam, por outro lado a distração humana ou incapacidade de compreender o risco leva a que muitas pessoas tenham comportamentos que levaram a acidentes com estes elementos, causando lesões graves e morte. As “gaiolas” são a solução mais utilizada garantindo que as pessoas ficam do lado de fora e que qualquer intrusão leva à paragem imediata dos robôs no seu interior.

Este isolamento dos robôs em “gaiolas” tem limitado o potencial dos mesmos como ferramenta auxiliar dos humanos em tarefas que poderiam tirar vantagem da colaboração H-R. Isto levou ao desenvolvimento de robôs chamados colaborativos que na realidade têm características físicas e mecânicas que os tornam pouco susceptíveis a provocar ferimentos graves ou morte de pessoas no caso de acidentes.

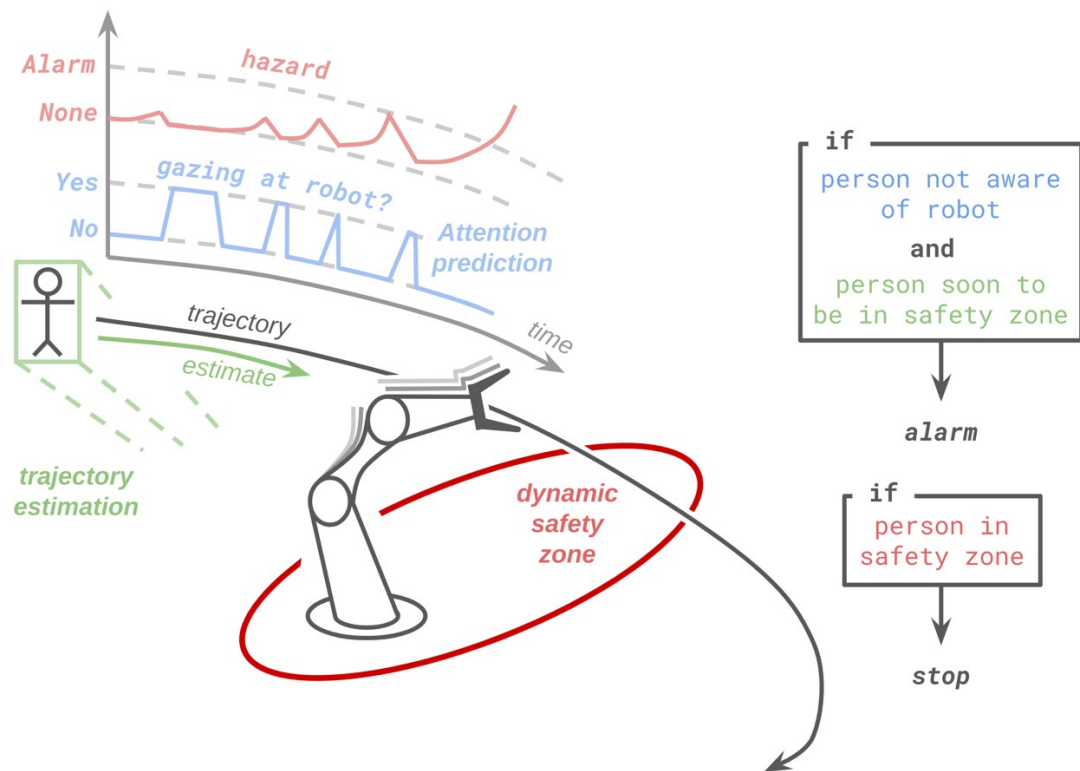
Esta característica deve-se essencialmente a limitações na velocidade e na força (ou no torque) que os mesmos podem atingir em cada elemento da sua estrutura. No entanto a colocação de uma ferramenta específica na sua extremidade pode alterar completamente o perigo que “esta máquina composta” pode representar para alguém na sua proximidade.

Para evitar o uso das gaiolas, anteriormente referidas, mas ainda assim criar zonas de segurança onde as pessoas poderão entrar caso o robô não esteja a efetuar uma tarefa mas que durante a operação do mesmo terão que estar desocupadas, é a prática corrente a colocação de sensores de diversos tipos que forçam a paragem do robô em caso de violação da área interdita. Isto implica, no entanto, que a velocidade de operação do robô seja suficientemente baixa para poder ser parada em tempo útil para evitar um acidente, ou que a área interdita seja suficientemente alargada para que o processo de paragem possa ser efetuado. Enquanto o primeiro caso continua a ser limitativo em termos de produção, o segundo pode-se mostrar difícil de concretizar uma vez que pode requerer a interdição duma área demasiado grande e não disponível na instalação fabril.

Assim, dotar os robôs ou sistemas produtivos com capacidade de não só detetar a proximidade ou aproximação de pessoas, bem como o seu comportamento poderá ser uma mais-valia para a capacidade produtiva fornecendo a capacidade do sistema se adaptar, sem necessariamente ter de parar abruptamente, garantindo a segurança e evitando a ocorrência de acidentes.

3. Módulos de suporte à interação com humanos

No contexto do acima descrito as funcionalidades que aqui se descrevem, pretende-se que contribuam para a criação do suporte necessário para dotar as instalações com robôs colaborativos mais amigáveis para as pessoas cujas atividades se desenvolvem na vizinhança destes equipamentos por um lado e por outro lado desbridá-los sempre que possível de forma a poder tirar o máximo partido dos mesmos.



Na figura acima apresenta-se, numa forma simplificada, o conceito que se pretende desenvolver. O objetivo é de dotar os sistemas robóticos da capacidade de não só prestar atenção à presença e movimentos de pessoas, mas também estimar a consciência destas acerca da presença ou aproximação do robô. Esse estado de consciência será estimado a partir da informação de contacto visual e de quanto tempo decorreu desde que o mesmo foi estabelecido. Considera-se que o ambiente industrial é tipicamente suficientemente barulhento para mascarar quaisquer ruídos produzidos pelo robô em funcionamento e assim afetar a tomada de consciência pelas pessoas das atividades dos robôs. Por outro lado, o estabelecimento de contacto visual pode ser considerado um indicador de que a pessoa tomou consciência da presença do robô, mas que esse estado de consciência poderá ser afetado pelas atividades que a pessoa possa estar a executar e assim decrescer de forma mais ou menos rápida com o tempo.

Partindo destes pressupostos, pretendemos criar o suporte necessário para dotar os robôs da capacidade de estimar se deve reduzir ou não a sua velocidade de funcionamento mesmo ainda de uma pessoa entrar na zona de segurança onde a sua operação deverá cessar, com vista à prevenção de qualquer acidente.

Considerando que em vez duma abordagem monolítica criando um único módulo com uma funcionalidade específica cuja compatibilidade com evoluções futuras seria mais difícil de manter, **optou-se por definir um conjunto de submódulos que em conjunto fornecerão um serviço, mas podendo também ser utilizados de forma independente desde que respeitando as interfaces de cada um.** Assim, e embora seja possível que estes venham a aumentar em número ou evoluírem em termos de funcionalidades, os submódulos propostos nesta fase são:

- Detecção e estimação da localização de pessoas em zona de interesse.
- Detecção de estabelecimento de contacto visual com o robô por parte das pessoas na vizinhança deste.

- Estimacão do nível de perigo com base na localizaco de pessoas na vizinhança do robô e estado de consciência das mesmas relativamente  presença/aproximao do robô.

3.1 Submódulos

3.1.1 “Submódulo peopleTracker”

Este submódulo consiste na fusão de um detetor de pessoas baseado em Redes Neurais Convolucionais, ou noutra soluço que se mostre mais eficaz, com um estimador Bayesiano como sejam o EKF, o UKF ou o PF. Este receberá o fluxo de imagens (e eventualmente outros dados sensoriais como por exemplo a distância), através das quais fará a estimacão da localizaco das pessoas no plano imagem e sempre que possível no plano do solo para o calculo da posio relativa ao robô em operao.

3.1.2 “Submódulo eyeContact”

A estimacão da direo do olhar, apesar de ser facilmente obtida através de “eye trackers” colocados na cabeça do utilizador, é muito difícil de obter para distâncias superiores a algumas dezenas de centímetros, uma vez que a representao dos olhos e em particular da íris rapidamente se reduz a poucos píxeis nas imagens, tornando impossível a estimacão por métodos convencionais. Assim, este submódulo consistirá numa rede neuronal convolucional desenhada e treinada explicitamente para o objetivo de detetar os momentos em que cada utilizador estabelece contacto visual com o robô. Recebendo além do fluxo de imagens, irá também receber a informao de quais as localizaes de cada pessoa detetada pelo submódulo a montante.

Como saída irá fornecer para cada uma das pessoas há quanto tempo foi detetado um contacto visual.

3.1.3 “Submódulo dangerLevel”

Este módulo, recebendo a informao dos módulos anteriores, irá produzir uma saída indicando o nível de perigo em cada instante. Esse nível de perigo será definido com base na parametrizao de zonas distintas e do nível de consciência de cada pessoa detetada e sua presença em cada uma das zonas predefinidas.

3.2 API proposta para conexão ao “módulo RRS”

A definir com a empresa. Poderá ser com base em plugins com uma interface bem definida ou outro.