

Visão artificial na criação automatizada de micropeças personalizáveis

PALAVRAS CHAVE

Manipulação, inspeção, personalização, visão artificial, automação.

RESUMO/ABSTRACT

Assiste-se hoje a uma tendência do mercado de cativar os seus clientes através de novas tecnologias e do apelo à novidade, suportando esta postura numa perspectiva de responder às necessidades do cliente em aspetos de entretenimento ou de utilidade do novo produto ou solução. Neste sentido, os *designers* e produtores lançam variados modelos do mesmo produto com o objetivo de oferecer produtos com os quais o cliente se identifique e tenha um sentimento de diferenciação junto dos seus pares. Assim, assiste-se a um paradigma industrial que envolve a produção em série, numa perspectiva de reduzir custos, associada a uma diversidade de variações nesses produtos. Podemos dizer que estamos perante a massificação da personalização.

É neste horizonte que surge o projeto I4M que procura novas soluções na área da indústria para a injeção de plásticos. Este projeto estudou a automação, a visão artificial e a identificação personalizada, como princípios básicos estruturais numa cadeia de fabrico de produtos de muito pequena dimensão, tendo como objetivo dinamizar a personalização de cada produto. Particularizando diversas tecnologias e técnicas que cumprem com esses objetivos, foram utilizadas neste trabalho, sistemas de visão artificial multi-câmara em conjunto com sistemas de manipulação de 4 e 6 eixos, bem como um módulo de leitura e escrita de RFID. Por fim, demonstrou-se a resolução do problema com uma solução que preconiza o aumento da eficiência dos sistemas de produção, a diminuição dos defeitos nas micropeças, a redução dos desperdícios e de custos em matéria-prima, bem como a redução do impacto ambiental e custos dos processos, reforçando a posição do fornecedor junto do cliente, tornando o produto final único entre os seus semelhantes.



Assiste-se hoje a uma tendência do mercado de cativar os seus clientes através de novas tecnologias e do apelo à novidade, suportando esta postura numa perspectiva de responder às necessidades do cliente em aspetos de entretenimento ou de utilidade do novo produto ou solução.

INTRODUÇÃO

A personalização do produto é uma das grandes tendências nos diferentes setores de mercado, não em pequena escala como no passado, mas a uma escala elevada e equiparável à produção em série, de onde aliás surge o termo *massificação da personalização*. Esta tendência aliada à miniaturização dos produtos leva a desafios de elevada complexidade nas ferramentas de injeção de plástico, inspeção e manipulação, obrigando a uma maior inovação. Neste contexto surge o projeto I4M – Inovação no Micromolde e Micromanipulação, o qual pretendeu contribuir com o desenvolvimento de ferramentas para injeção de plástico capazes de dar resposta aos novos desafios tecnológicos.

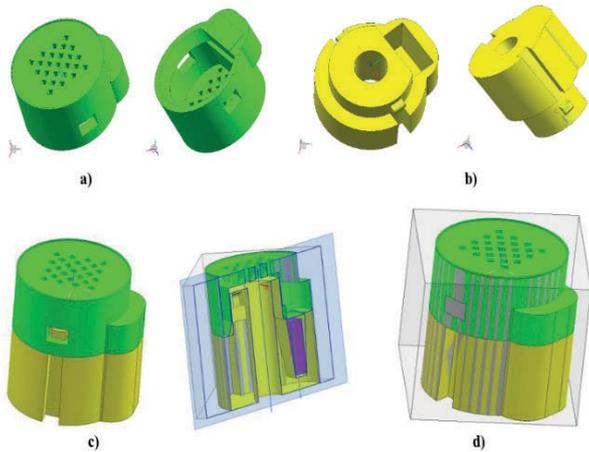
Neste projeto foi criada uma célula industrial que incorpora novos sistemas de visão artificial, permitindo realizar todas as operações de controlo de qualidade e correções de posicionamento de peças durante a manipulação. A interface contemplou um manipulador versátil que foi desenvolvido para operar em combinação com o restante sistema, e para ser adaptativo, ou seja, para responder a novas geometrias de peças que contemplem alterações de geometria ou das suas características.

O projeto envolveu um consórcio entre a empresa Edilásio, líder do projeto, e duas entidades do sistema científico e tecnológico nacional, o CENTIMFE e o Instituto Pedro Nunes, que através da conjugação de domínios em diferentes áreas de conhecimento, desenvolveram um novo conceito de ferramenta, novos sistemas de manipulação e uma célula de fabrico inovadora para testes, integrando os diferentes desenvolvimentos do projeto.

O CASO DE ESTUDO

Numa fase inicial deste projeto, foi especificado um caso de estudo capaz de demonstrar no final do projeto todas as competências tecnológicas propostas, tendo nele sido definidas geometrias de teste, especificamente quatro componentes diferentes, dos quais três são peças injetadas e um quarto que corresponde a uma etiqueta de identificação (RFID – *Radio Frequency Identification*). Os componentes e respetivas dimensões são: Cilindro: 4.56x4.00x4.32 mm; Grelha: 4.56x4.00x2.80 mm; Cubo exterior: 5.00x5.00x5.00 mm; Etiqueta RFID: 2.00x1.25x0.55 mm.

A Figura 1 mostra as diferentes peças que formam o conjunto final, onde se destacam os furos de secção quadrada com 100 µm de aresta e a peça final injetada. As peças Cilindro e Grelha foram injetadas em poliacetal (vulgo POM) preto, enquanto a sobremoldação foi realizada em polipropileno (vulgo PP) transparente.



e)

Figura 1. a) grelha; b) cilindro; c) cilindro, grelha e tag RFID (em roxo) montadas, chamado incerto; d) peça final (sobre moldagem da peça anterior); e) Peça final injetada.

A fim de testar e validar o caso de estudo foi desenvolvida uma célula de fabrico com todas as valências para injeção, manipulação, verificação, personalização e armazenamento do produto desenvolvido.

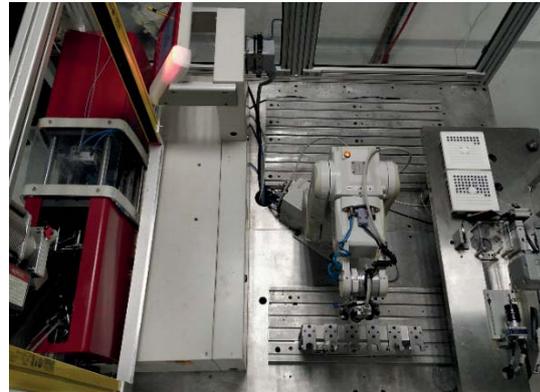
CÉLULA DE FABRICO

A célula de fabrico foi dividida em três áreas principais de ação (Figura 2a), nomeadamente: a injeção, manipulação e uma terceira área de armazenamento. A área de injeção contempla numa máquina BabyPLAST de 10 Ton, que se encontra ligada ao controlador principal de manipulação. A área de manipulação envolve um robot EPSON C4 de 6 graus de liberdade, com um sistema de visão artificial (Epson) incorporado e uma cabeça para montagem rápida de ferramentas de manipulação (Figura 2b) e por fim uma área de armazenamento, a qual contém um sistema linear cartesiano de 4 eixos (Robo Cylinder IAI), um sistema de visão artificial, um sistema de alimentação e escrita de etiquetas RFID automático, e uma área de paletização para o armazenamento de peças.

INJEÇÃO

A estratégia delineada para a injeção dos diferentes componentes que integram a peça final, consistiu no desenvolvimento de dois moldes. O primeiro permitia a injeção dos componentes cilindro e a grelha, inserção da etiqueta RFID (personalizando

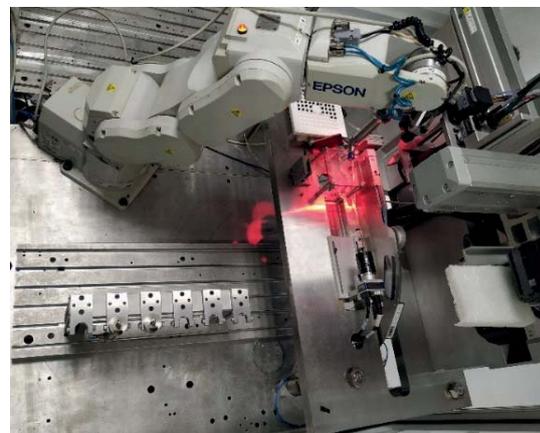
a peça) e a própria montagem de todos os componentes, enquanto o segundo molde sobremoldava os componentes anteriores, selando-os e dando a forma final de um cubo transparente de 5 mm de aresta, terminando com um corte automático do jito de moldação.



a)



b)



c)

Figura 2. a) Célula de fabrico (vista de cima). b) Transporte das peças para o sistema de armazenamento e escrita de etiquetas RFID e c) manipulação de peças no molde.

MANIPULAÇÃO

O sistema de manipulação consiste num braço robótico de 6 graus de liberdade, onde está acoplada uma câmara de visão artificial e um sistema de acoplamento automático de ferramentas de manipulação. O controlador do braço permite fazer a gestão toda de informação e, de comandos entre o sistema de injeção e o sistema de armazenamento.

ARMAZENAMENTO

O sistema de armazenamento envolve um sistema linear de 4 eixos que tem o apoio de um sistema de visão artificial, e permite fazer a interface com o sistema de manipulação em dois sentidos. Num sentido as peças são transportadas da máquina de injeção para o tabuleiro de armazenamento, e no sentido inverso, as peças montadas são transportadas para escrever a informação nas etiquetas RFID. Nesta zona é realizado o controlo de qualidade das peças e a correção de posicionamento das peças.

INSPEÇÃO VISUAL

Especificando o sistema de visão explicitado anteriormente, foi utilizado um sistema de 3 câmaras, sendo duas fixas com lentes regulares e sem iluminação direta e uma acoplada paralelamente à garra do sistema linear, que possui uma lente telecêntrica e duas iluminações, uma coaxial "inline" e um anel de baixo ângulo visível na Figura 3.

Este sistema irá atuar em 6 fases do processo, nomeadamente:

- Inspeção da etiqueta (TAG-RFID) no reel;
- Verificação da etiqueta na garra;
- Inspeção do incerto na área de trabalho;
- Verificação da posição do incerto na paleta;
- Verificação do incerto na garra;
- Inspeção da peça final na área de trabalho.



Figura 3. Diferentes sistemas da área de trabalho.

Todas as fases nomeadas "inspeção" são realizadas principalmente pela câmara superior, responsável por controlar as peças mais pequenas e com detalhes de dimensões mais críticas. Esta está equipada com uma lente telecêntrica, permitindo assim eliminar efeitos de perspetiva.

A escolha da iluminação é fulcral em qualquer aplicação de visão industrial, sendo a sua importância mais proeminente ao inspecionar micropeças, pelo que na Figura 4 se pode observar um primeiro teste de controlo ao caso de estudo.

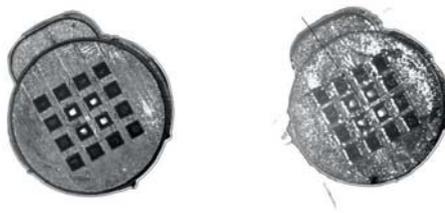


Figura 4. Conjunto montado captado por lente telecêntrica, com iluminação coaxial e anelar de baixo ângulo (esquerda) e com iluminação coaxial e anelar de elevado ângulo (direita).

Com este sistema de visão, para além da inspeção efetuada, também é feita a deteção de posição de modo a comunicar com o sistema de manipulação para que este compense qualquer *offset*.

PERSONALIZAÇÃO DE MICROPEÇAS

Um dos maiores desafios neste projeto foi a personalização das micropeças, desde a dificuldade a detetar TAGS RFID na sua REEL (bobina), passando pela sua manipulação, até à escrita dos parâmetros na TAG já inserida na peça final sobre-moldada, tendo sido um desafio conseguir responder a todas estas necessidades.

A maior dificuldade a nível de deteção da TAG no REEL foi a nível cromático, sendo a fita que as fornece de cor preta, tal como as próprias TAGS. Para ultrapassar esta dificuldade utilizou-se uma solução baseada na iluminação, de modo a criar um reflexo mais proeminente na própria TAG.

Para a sua manipulação foi utilizado um sistema pneumático a vácuo, como área de contacto foi escolhida uma ponteira para a garra com 0.8mm de diâmetro, o que corresponde a 80% do tamanho do menor objeto a ser manipulado, a TAG.

Outra parte indispensável refere-se à escrita da TAG em si, processo exigente a nível técnico principalmente pelas dimensões e potência do sinal na TAG. Segundo a Figura 5, e atendendo que o *hardware* disponível apenas tem uma potência máxima de 0.5 W, assumiu-se uma distância máxima de cerca de 3.5mm.

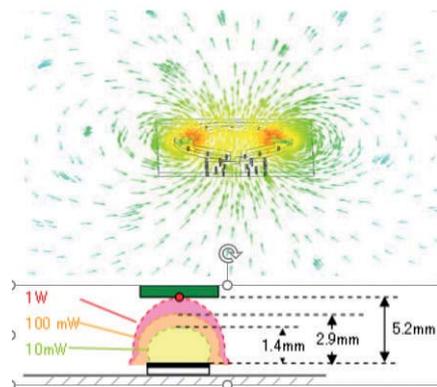


Figura 5. Zonas de eficiência máxima de sinal na antena (cima), distância TAG-antena em função da potência de sinal.

Por fim, de modo a ser possível identificar cada peça, foi escolhido um protocolo de dados simples que utiliza apenas 24 algarismos. Este protocolo segue a estrutura:

- PartNumber[10]dia[2]mês[2]ano[4]hora[6].

RESULTADOS E CONCLUSÕES

O presente sistema de visão criado e descrito, possibilita o controlo profícuo de todos os componentes deste processo ao longo de todas as fases de verificação e inspeção de micropeças atendendo às Figuras 6 e 7, onde se pode verificar o sucesso desta implementação.

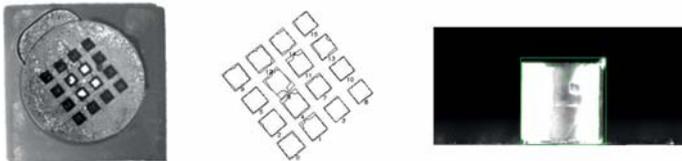


Figura 6. Inspeção de peça final sobre moldada, com defeito (rejeição por jito).

O protocolo de identificação de micropeças utilizado foi apenas uma prova de conceito, sendo possível armazenar as informações mais relevantes a pedido de cada cliente, tais como os parâmetros da máquina de injeção, podendo fazer posteriormente uma correlação entre qualidade da peça e condições de injeção de modo a otimizar o processo.

Foi conseguida uma célula composta por todos estes sistemas, interligados entre si em constante comunicação, que permite controlar

de forma automática e responder à procura de microcomponentes personalizados, utilizando uma solução integrada que pode ser adaptada a cada cliente.

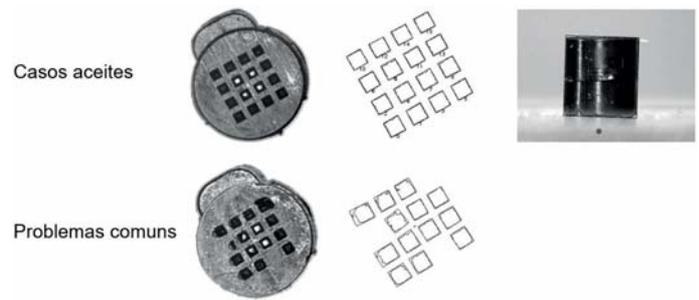
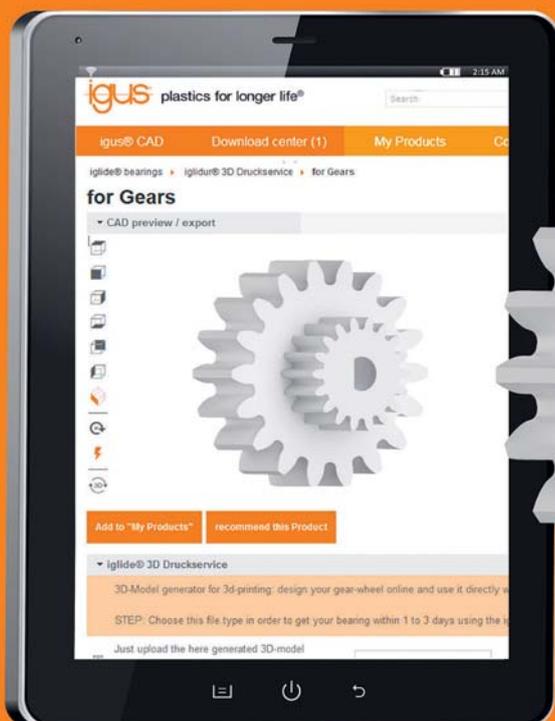


Figura 7. Inspeção do conjunto montado, grelha e presença de jito.



- I4M – Inovação no Micromolde e Micromaquinação, Projeto n.º17703 SI I&DT, Aviso n.º 33/SI/2015 projetos em co-promoção.

Configure online num minuto ... enviadas em 1 a 3 dias ...



... 40% maior duração de vida*



Não é necessário gastar mais tempo e dinheiro a desenhar rodas dentadas: configure e encomende online rodas dentadas resistentes ao desgaste em apenas 60 segundos. Sem necessidade de moldes, sem quantidade mínima e muito económicas graças ao serviço de impressão 3D.

*em comparação com rodas dentadas em POM. Rodas de coroa testadas com binário de 5 Nm e 12 rpm no laboratório da igus com 3800 m.

igus.pt/engrenagens

igus[®] Lda. Tel. 22 610 90 00 info@igus.pt
plastics for longer life[®]