

# **ENEGICOIMBRA2014**

**INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E EXCELÊNCIA**

**3ª Edição do Encontro Nacional de  
Engenharia e Gestão Industrial**

19 e 20 de Setembro de 2014  
Coimbra, Portugal

Departamento de Engenharia Mecânica  
Universidade de Coimbra

# Desenvolvimento de uma solução de processamento de imagem em ambiente industrial

M. Gonçalves<sup>1</sup>, J. Rodrigues<sup>1</sup>, C.S. Rodrigues<sup>2</sup>, A.M.A.C. Rocha<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade do Minho, Portugal {a65513,a65490}@alunos.uminho.pt

<sup>2</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4750-057 Braga {crodrigues,arocha}@dps.uminho.pt

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias tem contribuído para a evolução tecnológica dos processos industriais. Um dos exemplos mais recentes está relacionado com a introdução de soluções de processamento de imagem digital. Usado em inúmeras áreas como a medicina ou o cinema, o processamento de imagem digital tem como principal objetivo a melhoria da informação visual para interpretação humana e o processamento de dados de imagens para avaliação e classificação automática com o auxílio de máquinas. Neste estudo pretende-se divulgar um projeto em curso no Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho que tem como objetivo aplicar técnicas de processamento de imagem em contexto industrial, nomeadamente pela aplicação e comparação de diferentes algoritmos de computação numérica.

## 2. PROCESSAMENTO DE IMAGEM EM AMBIENTE INDUSTRIAL

Os sistemas de visão permitem soluções inovadoras com elevado potencial de aplicação na indústria. Uma das aplicações mais usual é ao nível da inspeção visual e controlo da qualidade, tradicionalmente operações desempenhadas por pessoas. Para além do treino específico para a função, o desenvolvimento destes técnicos também tem implicações no tempo necessário. Por outro lado, nos processos industriais também existem situações que exigem a extração e o uso de informação on-time, precisa e repetitiva (por exemplo, na orientação de robôs) ou situações em que há risco da integridade física do indivíduo (por exemplo, na inspeção subaquática ou na indústria química). Nestes casos, a visão computacional apresenta-se como uma solução efetiva (Malamas, Petrakisa, Zervakisa, Petit & Legat, 2003). Um sistema de visão compreende quatro elementos base: câmara, iluminação, computador e software. As imagens são capturadas por uma ou mais câmaras usualmente fixas e colocadas sob o ponto em inspeção. Para garantir a correta recolha da imagem, o local deve ser organizado e iluminado com um sistema de iluminação fixo. O processamento da imagem requer a utilização de um computador com software de análise e classificação de imagem. Quando uma imagem é digitalmente transformada e adquirida por um computador, é representada por uma matriz bi-dimensional, *i.e.*, uma função bi-dimensional  $f(x, y)$ , em que  $x$  e  $y$  são coordenadas espaciais de um dado ponto e os valores da função  $f$  em qualquer par de coordenadas  $(x,y)$  correspondem ao brilho (ou intensidade) da imagem nesse ponto. Quando  $x,y$  e os valores de  $f$  são quantidades discretas e finitas a imagem é designada de imagem digital. Uma imagem digital é composta por um número finito de elementos tendo cada elemento um valor e uma localização particular. Cada elemento da imagem é denominado de pixel (Gonzales *et al.*, 2004). O processamento de imagem digital refere-se ao processo de análise de uma imagem através de meios computacionais e pode ser dividido em três níveis distintos: baixo, médio e elevado. Os processos de baixo nível, atuam ao nível do pixel, caracterizam-se por ambos os inputs e outputs serem imagens e envolvem operações primitivas como o pré-processamento de imagem para redução do ruído, melhoria de contraste e suavização da imagem. Os processos de médio nível usam inputs de imagens mas os outputs são atributos extraídos dessas imagens (por exemplo limites, contornos e a identidade de objetos individuais) e envolvem tarefas como a segmentação, partição de uma imagem em regiões ou objetos, e o reconhecimento de objetos individuais. Finalmente, o processamento de elevado nível envolve a interpretação do conteúdo da imagem, com vista ao desempenho de funções cognitivas normalmente associadas à visão humana (Gonzalez, Woods & Eddins, 2004). As operações de imagem são usadas para a realização de tarefas de processamento diversas tais como: realce de imagem; eliminação de ruído; conversão em binário; deteção de bordas; transformadas geométricas; cálculo de histograma; cálculo de projeções; cálculo de transformadas; etc. O processamento de imagem tem uma enorme variedade de aplicações em quase todas as áreas da ciência e tecnologia. Geralmente, o processamento de imagem digital requer um extenso trabalho experimental envolvendo software de simulação e teste de inúmeras imagens.

## 3. METODOLOGIA

O projeto em curso pretende aplicar e comparar diferentes algoritmos de computação numérica no processamento de imagem em contexto industrial. O projeto integra dois alunos do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho que foram convidados a integrar a equipa após

frequência da UC de Métodos Numéricos (2ºano). A recolha de imagens foi realizada numa empresa da indústria alimentar que colabora no projeto e o tratamento e processamento de imagem procura responder à necessidade de identificar e sinalizar produtos com falhas nos requisitos dimensionais. Segue-se uma breve descrição dos resultados obtidos.

#### 4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

O projeto de processamento de imagem iniciou com a utilização do software Matlab®. A escolha deste software de computação numérica resultou por um lado do conhecimento prévio do software por parte dos alunos envolvidos (é lecionado na UC de Métodos Numéricos) e por outro lado por se tratar de uma solução que integra computação, visualização e programação num ambiente simples e onde problemas e soluções são expressos em notação matemática. O Matlab® dispõe também de uma *Image Processing Toolbox* que é composta por um conjunto de funções que suportam um variado leque de operações para processamento de imagem (Mathworks, 2013). Com recurso a esta toolbox foi possível ler e capturar uma imagem, converter a imagem original, que estava no domínio RGB (24 bits) numa imagem em tons de cinzento (8 bits), melhorar o contraste por aplicação de um filtro, detetar os limites úteis da imagem (bordas) e aplicar filtros de diferenciação para determinar requisitos dimensionais (por exemplo identificar um lado com uma colagem) (ver Rocha *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2013).

Os resultados obtidos foram muito satisfatórios, nomeadamente pela sua velocidade de execução, um requisito fundamental para a empresa colaboradora no projeto. Contudo, foi identificada uma importante desvantagem deste software em ambiente industrial que se relaciona com a sua necessidade de licenciamento e o custo que lhe está associado. Face às alternativas de programação existentes foi decidido que o projeto deveria migrar para a linguagem C/C++. No último semestre, os alunos integrados na equipa tiveram formação específica desta linguagem (pela frequência de aulas extra-curriculares). A linguagem C/C++ apresenta uma elevada robustez, eficiência e portabilidade, e usa bibliotecas de domínio público, das quais se destaca a biblioteca OpenCV – particularmente útil no processamento de imagens e com diversas aplicações em áreas de reconhecimento e segmentação de objetos. A OpenCV (*Open Source Computer Vision*) é uma biblioteca de código aberto que contém mais de 500 algoritmos otimizados para imagem e análise de vídeo. Desde a sua introdução em 1999, tem sido amplamente adotada como a principal ferramenta de desenvolvimento pela comunidade de investigadores e programadores em visão computacional. Em 2009, surgiu o lançamento

Neste artigo disponibilizam-se algumas ideias para a compreensão de um sistema de processamento de imagem quando utilizado como ferramenta para a solução de um determinado problema em contexto industrial e apresenta-se um projeto em curso no Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho que integra alunos do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (atualmente a iniciarem o 4º ano de escolaridade). No futuro, pretende-se testar a utilização da linguagem C/C++ e aperfeiçoar o uso da sua biblioteca OpenCV em imagens de maior complexidade e diferentes problemas dimensionais já identificados pela empresa colaboradora no projeto.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Gonzalez, R.C., Woods, R.E. & Eddins, S.L. (2004). *Digital Image Data Processing Using Matlab*. Prentice Hall: Pearson Education Inc.
- Laganière, R. (2011). *OpenCV 2 computer vision application programming cookbook: Over 50 recipes to master this library of programming functions for real-time computer vision*. Birmingham, UK: Packt Pub.
- Malamas, E.N., Petrakisa, E.G.M., Zervakisa, M., Petit, L. & Legat, J-D. (2003). *A survey on industrial vision systems, applications and tools*. *Image and Vision Computing*, 21, pp. 171–188.
- Mathworks (2013) *Image Processing Toolbox Manual*, Mathworks Inc.
- Rocha, A.M.A.C., Rodrigues, C.S., Rodrigues, J. & Gonçalves, M. (2013). Processamento de imagem digital com MatLab: uma aplicação em ambiente industrial. *In Proceedings of 2º Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial*, 17 e 18 de maio de 2013, Universidade de Aveiro (2 páginas).
- Rodrigues, J., Gonçalves, M., Rocha, A.M.A.C. & Rodrigues, C.S. (2013). Exemplo de Aplicação de Processamento de Imagem Digital em Ambiente Industrial. *In Proceedings of the International Conference on Engineering (ICEUBI 2013)*, 27-29 novembro de 2013, Universidade da Beira Interior (8 páginas).