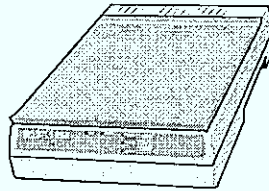


Análise de Imagem

Ofélia Maria Serralha dos Anjos*



O desenvolvimento do método de análise de imagem está intimamente ligado ao avanço da indústria electrotécnica e de computadores, permitindo estudar, com maior precisão e numa maior gama de potencialidades, toda uma indústria que depende do reconhecimento de padrões e de análise computacional propriamente dita (Coster e Chermant, 1989).

A análise de imagem refere-se à quantificação e classificação de uma dada imagem ou de objectos de interesse dentro dessa própria imagem.

A imagem por si só não nos daria uma ideia da forma como estão distribuídas as características de interesse, enquanto que um gráfico ou histograma, construído a partir de uma tabela numérica, já nos pode conduzir a uma conclusão. Assim este tipo de análise permite-nos descrever quantitativamente as imagens e relacionar as características morfológicas com outras propriedades dos objectos ou materiais utilizados (IAPP, 19-?).

A origem das imagens estudadas pode ter um leque de proveniências muito alargado, tal como a microscopia óptica ou electrónica, fotografia, fotografia aérea ou adquiridas com uma simples câmara vídeo. As imagens a analisar são definidas num espaço a duas dimensões (Coster e Chermant, 1989).

O processamento da imagem é um dos passos mais importantes na análise da imagem, uma vez que são menos predictivas no seu sucesso. Assim vamos referir os passos necessários para transformar uma imagem ideal de modo a ser tratada.

As razões originais que levaram ao desenvolvimento dos analisadores de imagem, tendo por base a televisão, foram as do controlo de qualidade nas indústrias metalúrgicas. Neste caso mediam-se fracções de áreas de diferentes fases numa secção polida e estimava-se a média de diferentes grãos, os quais constituíam micro estruturas metalúrgicas (IAPP, 19-?).

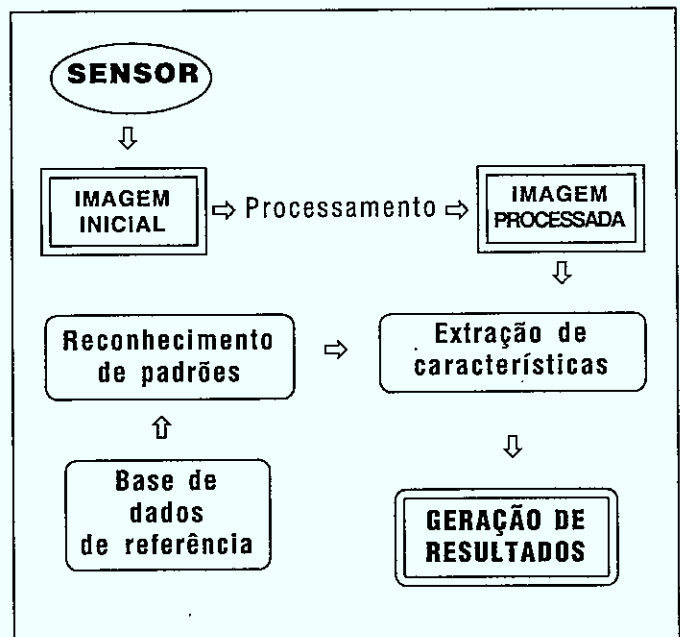


Figura 1 - Esquema geral do processamento de imagem.

Se um sólido multifásico, no qual as diferentes fases são distribuídas ao acaso, for seccionado, a fracção da área de cada fase que está exposta corresponde à fracção de volume dessa fase no sólido. Esta relação foi feita em 1847 por Dlesse que é o fundador de muitas aplicações da análise de imagem. A fracção de área pode ser determinada por variados métodos, mas todos eles tendem a ser fastidiosos na sua execução (Coster e Chermant, 1989).

A técnica mais simples consiste na determinação cuidadosa de todas as áreas negras, determinado o peso de cada uma delas e comparado com a fracção de área total de modo a que se obtenha a fracção de área da característica pretendida (IAPP, 19-?).

A análise de imagem facilita ainda a extracção de características quantitativas das imagens e uma interpretação objectiva, pelo que se consegue por esta técnica levar a cabo um maior número de medições num espaço de tempo muito menor, que seria impossível igualar por métodos manuais de medição (Anjos, 1993).

Para além da rapidez pode citar-se uma grande vantagem do uso da análise de imagem em relação

processo e não de uma mudança de critérios mentais de classificação do observador (Coster e Chermant, 1989).

Uma das aplicações da análise de imagem mais recentemente desenvolvida é a "visão industrial mecânica". Neste caso o analisador de imagem contribui para a automação de um sistema processador industrial, podendo inspeccionar partes e medir determinadas características ou simplesmente rejeitar as partes que não se integram nas descrições globais dadas para a forma ou aparência. Pode também ser usada para reconhecer e classificar diferentes partes reportando, automaticamente, ao sistema a forma correcta de actuar (IAPP, 19-?).

Uma outra aplicação da análise de imagem é na robótica, localizando diferentes partes, verificando a sua conformidade com um dado modelo, previamente seleccionado e direccionando o "robot" para executar uma dada operação.

Muitos dos princípios relacionados com as tarefas industriais são exactamente aqueles que foram desenvolvidos nos últimos 20 anos nas aplicações científicas de análise de imagem. A diferença é que o principal objectivo não são os resultados obtidos ou produzidos em registos magnéticos

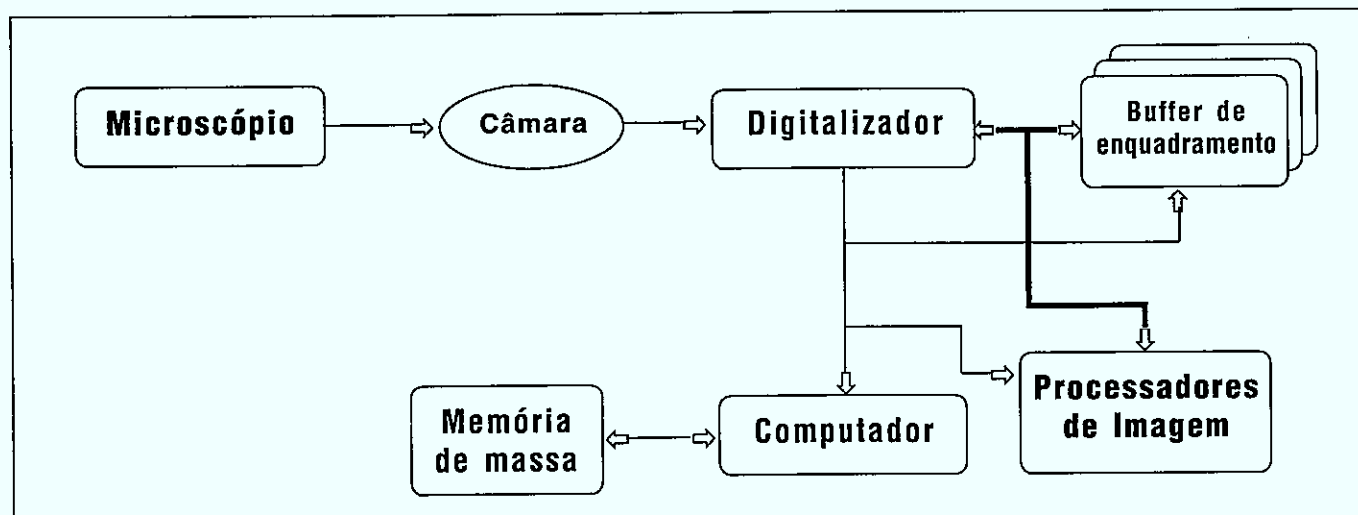


Figura 2 - Esquema dos passos sucessivos em análise de imagem.

aos métodos manuais que é o facto de podermos gravar as imagens e termos acesso a elas sempre que for necessário. Neste caso temos a certeza de estarmos sempre a quantificar a mesma fracção de área (IAPP, 19-?).

No entanto, se os sólidos a analisar não tiverem fronteiras bem definidas pode dar-se o caso de diferentes operadores chegarem a resultados diferentes devido a considerarem fronteiras diferentes. É fundamental uma investigação prévia sobre as imagens envolvendo pelo menos duas etapas: a detecção das fronteiras, de que resulta a identificação das descontinuidades locais das imagens e a ligação das fronteiras que é necessário para obter áreas fechadas como é o caso da identificação de poros ou de células, para não ocorrer o problema acima referido (Coster e Chermant, 1989).

Neste contexto não é necessário esperar pelos resultados de uma selecção de operadores para se confirmar que aquilo que é observado é característica do material ou do

ou impressos mas uma acção imediata produzida pelo actuador automático (IAPP, 19-?).

As principais etapas da análise de imagem podem ser consideradas as seguintes (IAPP, 19-?):

- captação de imagem;
- tratamento de dados;
- extracção e caracterização dos objectos;
- binarização das imagens;
- morfologia matemática;
- detecção de fronteiras em arestas dos objectos;
- análise.

1. Captação de imagem

A captação de imagem consiste na sua conversão em sinais eléctricos apropriados para processamento e armazenamento digital.

Uma imagem é uma distribuição bidimensional de energia, tipicamente uma radiação electromagnética visível, podendo contudo ser uma radiação de raios X, UV, IV ou outras radiações, tais como electrões, ondas acústicas ou mesmo partículas nucleares.

De acordo com a tecnologia utilizada no sistema foto-sensível são utilizados dois tipos de câmaras. As câmaras mais comuns usam diodos compostos por semi-condutores que transformam a luz em carga eléctrica que é transportada para os registadores de saída. Os sensores foto-sensíveis arranjados de uma forma matricial, incluem algumas centenas de linhas e colunas por centímetro quadrado. Estas câmaras apresentam elevada sensibilidade, detectando cerca de 80% dos fotões incidentes e são, também, sensíveis a uma elevada gama de comprimentos de onda, que vão do ultra-violeta a 700 nm até próximo do infra-vermelho a 1000 nm (IAPP, 19-?).

As câmaras comuns de tubo são, no entanto, ainda muito utilizadas para a chamada visão por computador. Estas câmaras contêm um alvo fotocondutor que é varrido por um feixe de electrões. O varrimento completo de uma imagem é feito em 1/25 do segundo. A escolha da câmara e das condições de iluminação depende fundamentalmente das aplicações (IAPP, 19-?).

Em termos gerais o processo de captação de imagem deve quantificar a imagem tanto em espaço como em tonalidade. A primeira etapa na análise de imagem é a digitalização da imagem vídeo, a qual consiste na transformação de uma imagem numa matriz x , tendo n linhas e p colunas. Cada elemento $x_{(i,j)}$ desta matriz corresponde a um elemento de imagem, chamado "pixel" (menor unidade digitalizada numa imagem), cuja dimensão define a resolução espacial (geralmente n e p são uma potência de 2 como 512, 1024, 2048...). Para uma imagem monocromática cada pixel é caracterizado pelo valor do seu nível de densidade do cinzento, codificado por um único critério K e em vários bits. O código mais comum requer 8 bits por pixel, permitindo 256 níveis de cinzento (0 = preto e 255 = branco). Os sistemas tradicionais de análise de imagem estão equipados com dispositivos especiais para processamento preliminar rápido, isto é, várias imagens são temporariamente arranjadas em memórias especiais chamadas "buffers de enquadramento". Este módulo existente na placa de processamento de imagem, na plataforma do computador, é caracterizado por uma taxa muito elevada de comunicações com os outros elementos do processador de imagem, permitindo leituras e apresentação de imagens no écran do televisor, extremamente rápida (25 a 30 imagens/segundo) (IAPP, 19-?).

O processamento de imagem além de dispor de capacidade para operações interactivas a alta velocidade como a execução de translação e selecção de zonas definidas do campo de imagem, tem também capacidade para tratamento elementar da mesma, o que requer elevada capacidade de

cálculo e processamento paralelo dos pixels (Coster e Chermant, 1989).

Se as condições de formação da imagem estão sob controlo do operador, vale a pena um esforço considerável de modo a otimizar a fase de captação de imagem, porque uma imagem digital bem definida pode tornar os processos subsequentes mais simples, mais rápidos e mais precisos.

2. Tratamento de dados

A imagem bruta digitalizada requer geralmente algum processamento preliminar para realçar o contraste da densidade dos cinzentos, reduzindo o nível do ruído de fundo ou simplificando os dados para tratamento posterior. De acordo com as aplicações, nomeadamente no caso do cálculo da porosidade da cortiça, é necessário extrair objectos das imagens de fundo e caracterizá-los com um número limitado de características relevantes. A informação presente nas imagens registadas é condensada num conjunto de valores numéricos. Em alguns casos estes valores são os resultados finais da análise de imagem e poderão ser directamente analisados. De forma mais comum, estas características numéricas extraídas são novamente processadas por aplicações informáticas convenientes para reconhecimento de padrões de objectos ou formas.

Em muitas aplicações, é essencial reduzir o ruído das imagens. O ruído resultante dos pixels tem níveis anormais de cinzento que diferem dos seus vizinhos mais próximos. A forma mais eficiente de reduzir o ruído casual é a de acumular e calcular a média dos valores dos níveis de cinzento na mesma imagem. Nos sistemas mais avançados como o que usamos numa plataforma Macintosh, tal operação é feita com a escolha de filtros lineares escolhidos através do menu de aplicações. Com os filtros lineares, o nível de cinzento de cada pixel é substituído pelo que resulta da configuração linear dos seus vizinhos. O procedimento melhora de modo geral a aparência das imagens, mas pode ter também, o efeito de tornar menos nítidas as arestas das imagens. Em casos destes, como sucede frequentemente com estruturas celulares, os chamados filtros de mediana são os mais comuns. O valor do pixel a ser processado é substituído pelo nível de mediana dos pixels circundantes. Este é um exemplo de filtragem não linear.

As imagens pouco contrastadas podem ser intensificadas pelo histograma de compensação dos níveis de cinzento. Este histograma é uma função que traduz a frequência de ocorrência de cada nível de cinzento na imagem. Quando se utiliza esta via o nível de cinzento original é substituído de tal forma que o histograma resultante com os valores transformados se apresente igualmente distribuído.

3. Extração e caracterização dos objectos

Existe um número relativamente grande de procedimentos para extração de objectos das imagens. Os "softwares" comerciais incluem vários procedimentos no menu. A utilização dos vários procedimentos por forma a encontrar uma sequência mais eficiente ou a melhor definição dos objectos a classificar, requerem uma investigação geralmente empírica e um conhecimento profundo do tipo de material a analisar.

4. Binarização das imagens

Quando os valores dos níveis de cinzento dos objectos identificados são suficientemente diferentes do valor do fundo, o histograma dos níveis de cinzento é bimodal (Bertrand *et al.*, 1991), com uma moda representativa dos objectos e uma outra do fundo. O mínimo entre as duas modas representa o valor do nível de cinzento que deve ser utilizado como limite ou fronteira para isolamento dos objectos. Assim a imagem resultante só inclui faixas brancas ou negras.

5. Morfologia matemática

A morfologia matemática no sentido empregue por Serra (1982) é um conjunto de técnicas, aplicadas depois da binaização da imagem, e que permite a quantificação de determinadas características das mesmas ou dos objectos em análise. Em termos simples trata-se de usar operadores morfológicos para eliminar objectos irrelevantes ou seleccionar objectos significantes de acordo com a sua forma (Serra, 1982).

Depois da sua codificação em dois níveis de cinzento, cada pixel pode ser considerado como um elemento booleano, tomando-se como verdadeiro o branco e falso o preto. Com efeito a ideia de base da morfologia matemática é comparar os objectos que vamos analisar com objectos de forma conhecida denominados elementos estruturantes (Coster e Chermant, 1989).

Os operadores morfológicos conseguem a transformação geométrica das imagens através de elementos estruturantes, numa máscara binária (branco e preto) de uma forma simples. A aplicação do operador consiste no varrimento da imagem com o elemento estruturante. Em qualquer posição, realiza-se uma operação booleana entre as máscaras e os pixels (Coster e Chermant, 1989).

Os dois procedimentos morfológicos mais simples, executados, chamam-se dilatação e erosão. O recurso à dilatação faz-se quando se trata de eliminar zonas

ou pontos pretos na área de medida, enquanto que a erosão se aplica para suprimir pontos brancos.

6. Detecção de fronteiras em arestas dos objectos

A investigação das fronteiras de um objecto a quantificar (área, diâmetro, espessura de parede) envolve pelo menos duas etapas: detecção dos limites, que resulta da identificação de descontinuidades locais na imagem e ligação dos limites que é necessária para obter áreas fechadas ou confinadas.

Nos procedimentos convencionais assume-se que os níveis de cinzento dos pixels são localmente variáveis na fronteira que define os limites do objecto. O uso de filtros lineares efectuando uma transformação local é aplicado para detectar os contornos do objecto. O mais comum é utilizar operadores de gradiente, os quais determinam as primeiras derivadas nos valores das imagens (Gonzales e Wintz, 1977).

7. Análise

Depois das medições terem sido efectuadas podemos analisar os resultados de modo a tomar decisões ou fazer classificações.

As listas das medições são quase sempre vastas, e por si só, difíceis de interpretar, não nos dando qualquer informação. É necessário então transformar estes dados numa outra forma ou dispô-los segundo uma representação gráfica para que possamos tirar as nossas conclusões. Por outras palavras, quanto mais se reduzir a informação mais compreensíveis e úteis, serão os resultados (IAPP, 19-?).

8. Referências bibliográficas

- Anjos, O. (1993) "Contribuição para o Estudo da Qualidade da Cortiça - O Problema da Porosidade", Tese de Mestrado, Covilhã.
- Bertrand, D.D.; Francoise, M.; Robert, P. (1991) "Basics of Video Image Analysis". Vol 10(8): 237-243
- Coster, M.; Chermant, J. L. "Precis D'Analyse D'Images" CNRS Pliis.
- Gonzales, R.C.; Wintz P. (1977). "Digital Image Processing". Addison-Wesley.
- "Image Analysis Principles & Practice". Joyce - Loebel A Vickers Company. (IAPP)
- Serra, J. (1982). "Image Analysis and Mathematical Morphology". Academic Press. London.

* Professor Adjunto da Escola Superior Agrária de Castelo Branco