

EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS E RECONHECIMENTO DE PADRÕES E OBJETOS

SUELLEM STEPHANNE FERNANDES QUEIROZ¹, KAYO LUANN NOGUEIRA PINTO¹

RESUMO

A extração de características que discriminam e distinguem objetos de diferentes classes é definido como reconhecimento de padrões. O conjunto de semelhanças entre essas características é denominado como padrão. A junção de ambos conceitos tem a finalidade de analisar determinado conjunto de dados e organizá-los de acordo com padrões, do qual a descrição de uma situação recorrente e sua solução podem ser reutilizadas diversas vezes em situações diferentes, por meio do uso de padrões, sejam eles de objetos ou dados. O reconhecimento de elementos ou objetos requer o estabelecimento de parâmetros quantificáveis que são dependentes de posição, dimensões, textura, cor e outros. No presente artigo será descrito o processo para o reconhecimento de padrões, a sintetização da segmentação de padrões, descrição de suas características e formas e análise dos componentes.

PALAVRAS-CHAVES: Processo. Reconhecimento de Padrões. Semelhança.

EXTRACTION FEATURES AND STANDARDS OF RECOGNITION AND OBJECTS

ABSTRACT

The extraction of features which discriminate and distinguish objects of different classes is defined as pattern recognition. The set of similarities between these characteristics is referred to as standard. The combination of both concepts is intended to analyze given set of data and organize them according to standards, which the description of a recurring condition and its solution can be reused several times in different positions, through the use of standards, whether of objects or data. The recognition of elements or objects requires establishing quantifiable parameters that are dependent on position, size, texture, color and others. In this paper is described the process to pattern recognition, synthesizing the segmentation of patterns, describing its features and shapes and component analysis.

KEYWORDS: Pattern Recognition. Process. Similarities

1. RECONHECIMENTO DE PADRÕES

¹Departamento de Informática – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) – Mossoró, RN – Brasil, suellem_stephanne@hotmail.com, kayoluann@gmail.com

*Trabalho apresentado no Proceedings of the XII SIBGRAPI (October 1999) 101-104.

O reconhecimento de padrões é a área da ciência que qualifica e classifica objetos e formas com um determinado número de classes, a partir da análise de suas características . Atualmente é bastante comum sistemas computacionais possuírem processamento de objetos e análise da informação produzida por este processamento. O objetivo da extração de características de padrões é obter sistemas cada vez mais automáticos, capazes de abstrair, reconhecer e classificar objetos por meio do uso de uma ferramenta comum chamada de padrão, que capta semelhanças ou diferenças entre os elementos analisados e caracteriza o objeto.

Um dos métodos utilizado para o reconhecimento e obtenção de um padrão é através da classificação. Nela, é imprescindível ter inicialmente uma boa descrição das classes-padrões em que se deseja reconhecer e possuir propriedades que não variam à translação, escala e rotação. Com isto, são projetadas formas para obter informações quantitativas a partir da análise da imagem. Após a obtenção de informações do objeto, o método prossegue para a etapa final, que consiste em determinar em qual classe uma região da imagem se enquadra. Para isto, é necessário técnicas de decisão que podem utilizar de abordagens simples com funções discriminantes ou até algoritmos genéricos.



Figura 1. Etapas para reconhecimento de padrões

2. SEGMENTAÇÃO

As identificações de padrões presentes em uma imagem são dependentes de uma fase prévia chamada segmentação, que subdivide a imagem em partes, permitindo separar inúmeros componentes. O objetivo é simplificar ou modificar a representação de uma imagem para facilitar sua análise. Cada um dos pixels em uma

mesma região é análogo a alguma propriedade computacional, como cor, intensidade ou textura (FIGURA 1).

A segmentação é considerada um processo complexo quando realizada computacionalmente, pois uma única falha compromete a maioria dos processos subsequentes. Existem várias formas de segmentação de imagens, e estas podem ser baseadas em descontinuidades ou similaridades. É chamada de similaridade quando a partição é realizada de acordo com a semelhança entre pixels, em que ocorre a procura de limiares adequados de multiníveis. Já a descontinuidade, acontece quando a partição da imagem é efetuada com base nas alterações bruscas de intensidade, níveis de tons, texturas e cores. Quando é utilizada a característica de cor ou tons de cinza da imagem, a descontinuidade é resolvida por meio de filtros de acentuação de pontos e contornos.

2.1. Segmentação baseada em regiões

Apesar de subdividir imagens, a segmentação possui uma ideia geral de agrupar pixels com a mesma propriedade, identificando partes da imagem que representam elementos de interesse em comum. A agregação de pixels é uma das mais simples abordagens. Inicialmente tem-se um conjunto de pontos, estes chamados de sementes, que se propagam às regiões anexando a cada ponto, pixels que tenham propriedades similares. Qualquer pixel que satisfaça essa propriedade é aglutinado à semente, de modo que se unem formando um só campo estendido. A seleção dos pixels-semente é de extrema importância e é realizada baseada na natureza da imagem.

2.2. Limiarização

Esse processo faz uma separação nos grupos de cinza de uma imagem quando esta possui duas classes: o fundo e o objeto. As demais áreas da imagem são rotuladas como desimportantes. Para o processo da limiarização acontecer é necessário determinar uma intensidade de cinza, esta chamada de limiar, para fazer separação das partes da imagem, de forma que os grupos de pixels com intensidades similares sejam afastadas dos demais.

O problema principal desse processo é determinar o valor do limiar. Muitas vezes a solução é utilizar um histograma (FIGURA 2). Nele há informações sobre a intensidade dos pixels e a quantidade de pixels com cada intensidade. Dessa forma, fica possível realizar uma análise para verificar a formação de vales (T) na imagem e

assim então escolher o limiar. A escolha do limiar é feita no vale por ser o mais próximo ao meio da escala dos níveis de cinza.

Uma imagem limiarizada $g(x,y)$ é definida como: $g(x,y)=1$, se $f(x,y) \geq T$ e $g(x,y)=0$, se $f(x,y) < T$, onde $f(x,y)$ corresponde ao nível de cinza do ponto e onde os pixels forem rotulados com 1, correspondem aos objetos. Os pixels rotulados com 0 correspondem ao fundo e T é um valor de tom de cinza predefinido denominado limiar.

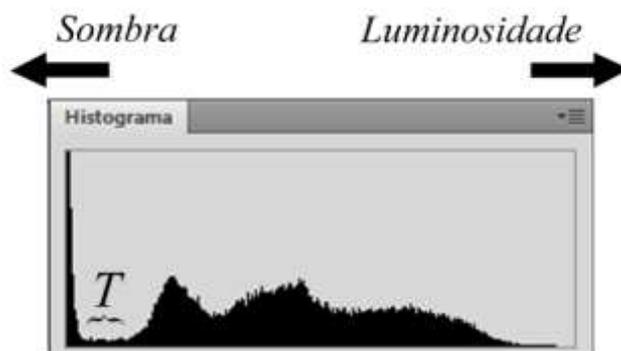


Figura 2. Histograma particionado por um limiar T .

2.3. Segmentação baseada em divisão e fusão de regiões

Neste método, a imagem trabalhada é subdividida em quatro blocos (FIGURA 3). Em cada bloco é verificada a ocorrência de algum pixel que atende a algum critério de homogeneidade. Se o bloco atender ao critério, não haverá mais divisão. Se não atender, o processo é repetido até que um critério de parada seja satisfeito. Assim, com os blocos divididos (ou não), é realizada a junção dos blocos homogêneos.

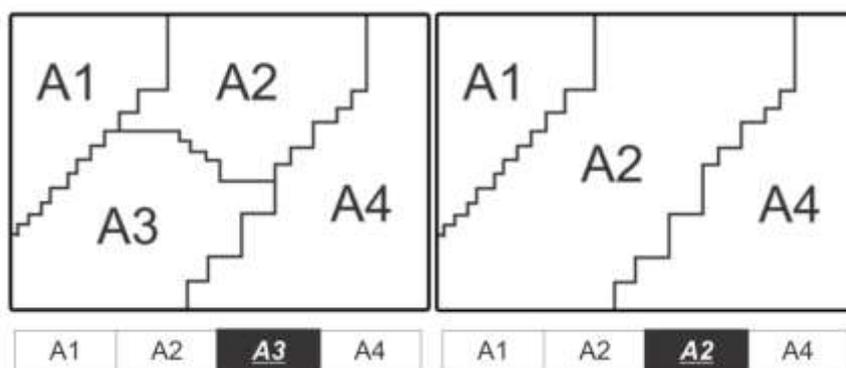


Figura 3. Divisão e fusão de regiões similares

2.4. Clusterização

A clusterização é uma ferramenta útil para resolver situações e lidar com a compreensão dos dados. Ela tem como objetivo agrupar os elementos de um conjunto de modo que os grupos formados sejam compostos de elementos que tenham maior semelhança com os elementos do mesmo grupo, do que de outros. Para realizar tal determinação, se utiliza dados baseados em suas distâncias, onde é necessário representar cada elemento como um vetor. Então, quanto menor for a distância entre um par de elementos, maior sua semelhança.

Os algoritmos de clusterização tem a vantagem de ser aplicáveis a qualquer tipo de atributo, além de lidar com qualquer medida de semelhança. A grande desvantagem do uso do mesmo é o fato de não haver revisitação aos clusters (grupos) construídos, o que faz com que diminua a possibilidade de reajustar ou separar objetos que foram unidos erroneamente. Em outras palavras, uma vez realizada uma ação de agrupamento, não há como desfazer. A única forma seria por meio de métodos de particionamento baseados em realocação que tentam descobrir novos clusters realocando novamente com dinamicidade os pontos entre os subconjuntos.

2.4.1. Algoritmo *K-Means*

O algoritmo *K-Means* de análise de agrupamentos é um método de agrupamento não hierárquico por repartição, em que tendo o número de conjuntos presentes no caso, é possível solicitar ao computador para que o mesmo forme exatamente um número x de conjuntos que devem ser distintos o máximo possível uns dos outros, ou seja, é possível definir a quantidade de grupos que serão divididas as similaridades, agrupando o máximo possível de características dentro de um mesmo grupo atributo.

O algoritmo muitas vezes é utilizado na classificação não supervisionada. O *K-Means* tem como passos primeiramente determinar as posições iniciais dos centróides dos grupos para assim alocar os elementos a um cluster mais próximo; recalculando os centros a partir dos elementos movidos; e após isto, o algoritmo retorna para alocação dos elementos e repete os sucessivos passos até haver alguma convergência.

2.5. Propriedades do pixel

Vetor, Rio Grande, v. 24, n. 2, p. 2-13, 2014

Para um pixel, pode-se definir sua vizinhança, distância e conectividade. A vizinhança é uma amostragem espaçada que define pixels quadrados e pode ser dividida em duas: vizinhança-4 (N_4) ou vizinhança-8 (N_8). O grande problema da vizinhança é saber determinar qual o vizinho de um determinado pixel. No caso da vizinhança-4, em uma imagem um pixel $p(x,y)$ central tem apenas quatro vizinhos que compartilham uma aresta, ou seja, é considerado apenas o conjunto de pixels ao redor de P , desprezando suas diagonais. Com a vizinhança-8 são considerados os vizinhos que compartilham pelo menos um vértice com $p(x,y)$, isto é, o conjunto de pixels ao redor de P é considerado, juntamente com as arestas e as diagonais.

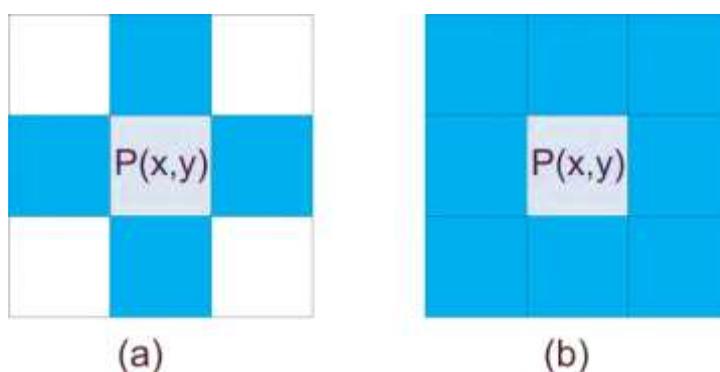


Figura 4. Vizinhança-4 (a) Vizinhança-8 (b).

As medidas de distâncias são imprescindíveis em imagens, principalmente quando é preciso realizar uma análise de agrupamento sobre a base de dados. As medidas de distância são definidas muitas vezes como medidas de similaridade, em que é definido o grau de afinidade entre as instâncias e feito o ajuntamento com coesão. As distâncias de similaridade mais comuns são distância Euclidiana e a distância *Manhattan*, também chamada de *city-block*. A primeira distância, a Euclidiana, é formulada como a soma da raiz quadrada da diferença entre x e y em suas respectivas dimensões. A distância *Manhattan* tem uma definição mais simples na qual é apenas computada a soma das diferenças entre x e y em cada dimensão. Uma das dificuldades para o uso de procedimentos de união é o emprego de dados nominais nos atributos. Eles não possuem uma métrica implícita e impedem o bom funcionamento dos algoritmos devido sua atribuição de pesos e valores para formação dos grupos.

$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$	$ x_1 - x_2 + y_1 - y_2 $
(a)	(b)

Figura 5. Distância Euclidiana (a); Distância *Manhattan* (b).

A conectividade é um conceito importante utilizado na consignação das bordas de objetos ou nos elementos de regiões em uma imagem. Para verificar se os pixels estão conectados, é preciso determinar se de alguma forma eles são vizinhos ou adjacentes (N_4, N_8) e se seus níveis de tons de cinza, texturas e cores cumprem algum critério de similaridade. Nos tipos conectividade, tem-se do tipo 4, 8 e o m (mista). Do tipo 4 só é estabelecida a conectividade se dois pixels p e q tiverem seus atributos iguais e se q estiver no conjunto $N_4(p)$. Na conectividade do tipo 8, segue a mesma regra, mas tem de possuir conectividade 8 e estar no conjunto $N_8(p)$. Na mista, só há conectividade se dois pixels p e q tiverem seus atributos forem iguais e se q estiver no conjunto $N_4(p)$ e no conjunto $N_4(p) \cap N_4(q)$.

2.6. Rotulação

A rotulação é de extrema importância para a divisão em segmentos e contagem de regiões e objetos devido a cada região ser adicionado um valor exclusivo na imagem, chamado *label* ou rótulo. Uma forma de fazer a rotulação é utilizando um algoritmo que segue passos condicionais e com atribuições. Esse algoritmo tem como objetivo fazer uma contagem dos objetos referidos com valor 1, utilizando uma área de memória de mesmo tamanho da área da imagem.

Com uma vizinhança $N_4(p)$ com t (pixel acima), p e r (pixels que se encontram a esquerda de p), o algoritmo sugere uma análise da imagem na vertical começando de cima para baixo e na horizontal iniciando do lado esquerdo para o direito, de forma que ao se encontrarem, p , r , e t já deverão ter sido descobertos e rotulados se possuírem valor 1. O mesmo ocorre para vizinhanças de 8, sendo que dois vizinhos da diagonal superior de p também serão analisados.

3. TIPOS DE CARACTERÍSTICAS

Diversas características são utilizadas para identificar objetos em imagens. Essas características são agrupadas em classes, considerando a forma. Algumas subclasses foram definidas como meio de organizar os conceitos, não significando que as fronteiras entre essas classes sejam rígidas.

Em um dos grupos de descritores, a *forma*, há características que descrevem somente o contorno dos objetos e aquelas que consideram toda a região dos objetos. O tipo de forma que engloba as regiões são subclassificadas em dimensionais, inerciais e topológicas. As características dimensionais são aquelas que podem ser medidas diretamente no objeto, ou seja, são informações de dimensões do objeto, por exemplo, área e perímetro. Características inerciais são aquelas relacionadas às propriedades dos corpos rígidos, contemplando informações como o centro geométrico da imagem, a orientação e seus momentos. As características topológicas carregam informações como a quantidade de furos, de vértices e seus componentes conectados. Outro grupo de descritores é o aspecto. Características com este descritor são relacionadas à textura, cor, acabamento, rugosidade, etc.

3.1. Características dimensionais

As características dimensionais representam as informações das dimensões do objeto, utilizando como descritores a área e o perímetro. A área corresponde a uma propriedade geométrica que é obtida a partir da contagem de todos os pixels do objeto. Características como área do retângulo são úteis para obtenção de reconhecimento, porém somente são válidas para imagens que não variam. O perímetro, diâmetro, raio, retangularidade e alongamento são considerados atributos que também podem ser utilizados para facilitar a obtenção de características para identificação de um objeto em uma imagem.

3.2. Características inerciais

Baseada na teoria de momentos, as características inerciais também são aplicadas na identificação de objetos e são utilizadas especificamente para caracterizar funções com densidade de probabilidade. Os vários tipos de momentos, como os ortogonais e os de Legendre, são muito utilizados nas engenharias quando se tem o objetivo de reconstruir uma imagem a partir de seus momentos. Além disto, esses momentos podem ser combinados para formarem um conjunto de características que

permitem a identificação de um objeto sem depender da orientação em relação à sua posição.

Um dos métodos mais simplórios de segmentação por descontinuidade é o baseado em contornos. Um contorno pode ser definido como uma linha fechada que é constituída do ajuntamento de bordas. Com elas, o objeto pode ser interpretado como o interior de um contorno. O processo para diferenciar objetos de regiões é baseado no uso de filtros e se inicia realizando a detecção das bordas seguido da tentativa de se construir uma região que defina os limites do elemento. Porém, o risco de variação das condições de iluminação é elevado, o que faz surgir um operador de derivada que interpreta a taxa de mudança e dos níveis de cinza e assim acentua as bordas do objeto.

3.3. Características topológicas

As características topológicas não variam se a distorção for do tipo “folha de borracha”, isto é, se o plano da imagem for representado por uma folha fina de borracha, uma deformação planar não provoca mudanças nas características iniciais da imagem.

Os principais descritores das características topológicas são os números de componentes conectados, isto é, quaisquer pontos que estiverem conectados a um conjunto podem ser interligados por uma linha pertencente ao mesmo subgrupo; número de furos, que é a quantidade de furos encontrados no interior do objeto; e número de *Euler*, classificado como o número de componentes conectados acrescido do número de furos.

3.4. Características de aspecto

O aspecto é marcado por caracterizar objetos a partir da extração de sua cor ou de sua textura. Algumas extrações com uso de características de aspecto são complexas por poderem ocasionar limitações devido à identificação de materiais semelhantes, principalmente ferrosos. Por outro lado, pode facilitar se a imagem usada possuir peças com materiais metálicos.

Em muitos casos, a textura contribui consideravelmente para uma melhor exatidão no processo de reconhecimento e classificação do objeto ou imagem, pois é um aspecto que frequentemente se encontra em imagens naturais e é muito bem reconhecido pela visão humana, salvo quando a análise da imagem é realizada

intuitivamente. A caracterização por meio da textura é dependente da comparação e percepção de padrões de superfície.

3.5. Análise de Componentes Principais (PCA) em reconhecimento de padrões

Uma imagem é um padrão de $h \times w$, em que h representa a quantidade de linhas e w o número de colunas de uma imagem que está localizada em um vetor no espaço dimensional chamado de "espaço de imagens", representado por l . É sempre desejável ter uma pequena representação de nível elevado de discriminação de classes de padrões e para alcançar tal propriedade é preciso não haver redundância entre as características dos padrões, o que se faz com que seja preciso desprezar a covariância entre os vetores da base do espaço de características. Para verificar se há covariância entre as características, utiliza-se a matriz de covariância.

Algoritmos utilizados para processamento de sinal empregam métodos de decorrelação de dados pelo fato de ao utilizá-lo, parte de sua informação redundante é eliminada de cada dimensão e, com isso, os dados podem ser descritos de forma mais precisa e algumas características podem até ser descobertas. A Análise de Componentes Principais (PCA) é um dos métodos estatísticos mais apropriados para decorrelação de dados por possuir múltiplas variáveis simples e ser considerada uma ótima transformação linear.

A matriz de transformação utilizada para o cálculo da PCA consiste em uma matriz cujas colunas são os autovetores da matriz de covariância estimada dos dados. A componente principal é o arranjo que representa a distribuição dos dados, possuindo passos para o cálculo da mesma. O primeiro passo é obter os dados ou as M amostras de vetores de dimensão n . Após isto, calcula-se a média desses dados e é subtraída a esta todos os itens de dados. Com as informações obtidas, é iniciado o cálculo da matriz de covariância ($C_x = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i x_i^T - m_x m_x^T$, em que $m_x = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i$) utilizando as subtrações dos dados obtidos. Posteriormente é calculado os autovalores ($\det(M - \lambda I) = 0$) e autovetores (componentes principal dos dados utilizados) da matriz. Por último, arranja-se os elementos que formam a matriz da transformada de Hotelling ($y = A(m - m_x)$).

4. RECONHECIMENTO DE PADRÕES EM IMAGENS

Denomina-se reconhecimento ou classificação o processo de atribuição de um rótulo a um objeto, baseado nas características extraídas do objeto que são representadas por descritores. Existem duas fases em um ambiente de reconhecimento: aprendizado, onde o conhecimento dos conjuntos de objetos que podem estar presentes na imagem onde as informações relevantes estão em um banco de dados; e interpretação, que pressupõe a análise de novas imagens e não possui informações no banco de dados.

A importância atual do reconhecimento de padrões esta ligada à procura por métodos informatizados e automatizados para tarefas humanas repetitivas, exaustivas e muito sujeitas a falhas. As técnicas de classificação podem ser supervisionadas e não supervisionada. Para o processo de reconhecimento de padrões usam-se métodos de abordagem que podem ser: estatística, sintática, neuronal, nebulosa.

Na classificação supervisionada, um conjunto-padrão de objetos conhecidos pertencentes a diferentes classes é analisado, escolhendo-se os parâmetros ideais para a separação das classes. Já na classificação não supervisionada é usada nas aplicações em que informações de classificação não estão disponíveis.

Em imagens com textura a intensidade de um pixel pode ser representada pela combinação dos seus pixels vizinhos, e utilizando um procedimento de crescimento de região que se baseia na agregação de pixels com propriedades similares, a RNA aprende as diversas texturas. O ser humano tem grande capacidade de processar imagens, parte dela devida a destreza em lidar com incertezas e ambiguidades.

5. CONCLUSÃO

O reconhecimento de padrões ocorre a partir de análises detalhadas de imagens, em busca de semelhanças e diferenças, utilizando técnicas de segmentação de imagens onde cada segmento é rotulado, tornando o processo mais complexo, fazendo uso de algoritmos de agrupamento de pixels, para identificação de características, características essas que podem ser de vários tipos e formas.

O Reconhecimento de Padrões (RP) é muito utilizado nas áreas de saúde e segurança, podendo ser aplicada no cotidiano obtendo bons resultados com o uso. A utilização de cartões de crédito em caixas automáticos por meio do reconhecimento da retina, identificação de pessoas no meio da multidão, desbloqueio do computador

através do reconhecimento facial e exames médicos que requerem identificação de padrões, são alguns exemplos de uso do recurso de reconhecimento de padrões. Além disso, a RP também pode utilizar um banco de dados local para armazenar comparações que são capazes de identificar, de forma mais rápida, o padrão de um dado objeto.

REFERÊNCIAS

- [1] CASTRO, A. A. M.; PRADO, P. P. L. **Algoritmos para reconhecimento de padrões**. <http://goo.gl/nKVE9.html>. 1999-2002.
- [2] CONCI, A.; AZEVEDO, E; LETA, F. R. **Computação gráfica – teoria e prática**, 5ª Ed., Campus, Brasil, Grupo Elsevier, 2007.
- [3] CORSO, D. A.; ALMEIDA, R. H. P.; Jr, A. S. B. **Extração de características baseadas em forma para o reconhecimento de padrões em um sistema de visão computacional**. <http://goo.gl/srFQo.html>
- [4] DÓRIA, V. C. **Reconhecimento de padrões**. <http://goo.gl/b8HJJ.html>