

Classificação de Imagens Digitais pelo Método da Máxima Verossimilhança - Uma Nova Abordagem

**ALCEU RIBEIRO ALVES^{1,2}
ÉDIS MAFRA LAPOLLI^{1,3}
ROGÉRIO CID BASTOS²
LIA CAETANO BASTOS^{1,3}**

¹LARS/SC - Lab. Associado de Sensoriamento Remoto /SC
Rua Tenente Silveira, 94, 5º Andar
88.010-300 Florianópolis, SC, Brasil

²UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Informática e de Estatística

³UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Civil

Abstract. In this work an algorithm for digital image classification by using the maximum likelihood approach is proposed. The main purpose of this work is to remove of the classification procedure the values that can convey to erroneous classification. The proposed algorithm is easily implemented in software that are used for digital image classification.

Introdução

A classificação de imagens digitais é um dos assuntos que desperta grande interesse na área de sensoriamento remoto.

Classificação é um processo de reconhecimento de padrões cujo objetivo é particionar um espaço característico em regiões que representam as diferentes classes.

Entre os vários métodos existentes para classificar imagens, um dos mais utilizados é o método da máxima verossimilhança. É um método supervisionado, onde se parte da suposição que os níveis de cinza para cada classe em cada banda sejam normalmente distribuídos. Embora tenha sido realizado um esforço considerável, no sentido de aperfeiçoar esse procedimento de classificação (Foody et al, 1992; Maselli et al, 1992), a sua utilização não permite realizar uma classificação isenta de erros.

Neste trabalho, um algoritmo para classificação pelo método da máxima verossimilhança é proposto. O objetivo fundamental do algoritmo é eliminar do procedimento de classificação valores que possam conduzir a classificações errôneas.

O trabalho discute o procedimento de classificação pelo método da máxima verossimilhança e apresenta um algoritmo para classificação. O algoritmo proposto é facilmente implementado em softwares computacionais utilizados em classificação digital.

Classificação de Imagens Digitais pelo Método da Máxima Verossimilhança

Um processo de classificação consiste basicamente na especificação de um conjunto de funções discriminantes que dividem o espaço de medidas em regiões apropriadas. A definição deve ser feita de tal forma que a função discriminante correspondente à i -ésima classe padrão tenha um valor maior que qualquer outra, em cada ponto do espaço característico correspondente à i -ésima classe.

Supondo a existência de " m " classes, define-se $p(x|w_i)$ como sendo a probabilidade que se obtenha o vetor de medidas " x " dado que o padrão pertença à classe " i ". Considere-se ainda $p(w_i)$ a probabilidade a priori da classe i , ou seja, a probabilidade de se observar um padrão de classe i , independentemente de outra informação. A

regra de decisão da máxima verossimilhança é a seguinte:

decida que " x " pertença à classe " i " se e somente se:

$$p(x|w_i) p(w_i) \geq p(x|w_j) p(w_j) \quad \text{para todo } j = 1, 2, \dots, m.$$

Dessa forma, $p(x|w_i) p(w_i)$ vem a ser a função discriminante para classificação utilizando a regra de máxima verossimilhança. As hipóteses assumidas para aplicação do método de máxima verossimilhança são:

- existem " m " classes ou padrões de classes;
- existe uma probabilidade $p(x|w_i)$, que é a função densidade de probabilidade associada ao vetor de medidas " x ", dado que " x " é proveniente de uma classe " i ";
- existe uma probabilidade $p(w_i)$, que é a probabilidade a "priori" da classe " i ", e esta probabilidade é independente de qualquer outra informação;
- normalidade para, $p(x|w_i)$.

O método da máxima verossimilhança para procedimento de classificação é descrito detalhadamente em Afifi e Azen, 1979 e em Johnson e Wichern, 1988. A aplicação desse método para classificação de imagens pode ser vista em Foody, Campbell, Trodd e Wood, 1992 e em Maselli, Conese, Petkov e Resti, 1992.

O processo de classificação de imagens pelo método de máxima verossimilhança conduz à obtenção de medidas de probabilidade baseadas em cada caso, que são indicativas da qualidade da classificação. Esta é uma informação suplementar valiosa para caracterizar a precisão do processo de classificação. Todavia, os procedimentos usuais baseados em máxima verossimilhança não fazem uso dessa informação para realizar a classificação propriamente dita. Um outro aspecto é que as estimativas das probabilidades de classificação incorreta, por serem avaliadas com base na mesma amostra utilizada para classificação, tendem a ser viesadas.

Algoritmo Proposto

Como referido anteriormente, as probabilidades de classificação incorreta, normalmente, são utilizadas como um mecanismo para avaliar a precisão da classificação.

Uma suposição adotada para o emprego do método de máxima verossimilhança é o estabelecimento de amostras de treinamento

constituídas por classe homogêneas. Na prática, contudo, isso nem sempre se verifica.

A incorporação de estimadores robustos e das probabilidades de classificação incorreta no processo de classificação poderá trazer melhorias no desempenho do algoritmo. A seguir é apresentado um algoritmo que considera tais aspectos:

1) Estabeleça as amostras de treinamento para cada uma das classes.

2) Para obter estimativas dos parâmetros adote um procedimento robusto (Afifi e Azen, 1979):

- Trimmed
- Winsorized
- Estimador M. de Hampel

3) Assuma, inicialmente, que $P(i|j)$ é uniforme.

4) Defina o procedimento de classificação generalizado de Bayes para classificar x em w_i , baseado no fato que:

$$-\sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^k q_i f_i(x) P(i|j)$$

é máximo; $i=1, \dots, k$

5) Considere que n_i é o número de observações na amostra da classe i . Omita uma observação desse grupo e calcule o valor da função discriminante baseado nas $(n_i - 1)$ observações restantes.

6) Classifique a observação usando o resultado da função discriminante calculada em (4).

7) Repita os passos 4 e 5 até que todas as n_i observações sejam classificadas.

8) Estimar o valor de $P(i|j)$ com base no número de classificações erradas em cada amostra.

9) Repita os passos 5 a 8 para todas as classes.

10) Repita os passos 4 a 9, utilizando os valores de $P(i|j)$ obtidos, até o processo convergir em $P(i|j)$.

Considerações Finais

O algoritmo pode ser facilmente implementado, em que pese a quantidade considerável de cálculos envolvidos.

Para um número razoavelmente grande de classes e de elementos na amostra, o procedimento sugerido pode tornar-se lento.

O uso de estimadores robustos para os parâmetros faz com que pequenas incorreções no estabelecimento das amostras não afetem o resultado da classificação.

O algoritmo proposto não se restringe a classes das distribuições normais multivariadas.

Referências

- AFIFI, A.A. e AZEN, S. P. *Statistical Analysis - A Computer Oriented Approach*. 2° ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1979. 607p.
- FOODY, G.M.; CAMPBELL, N.A.; TRODD, N.M. e WOOD, T.F. Derivation and Applications of Probabilistic Measures of Class Membership from the Maximum-Likelihood Classification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 58, nº 9, set. 1992. p. 1335-1341.
- JOHNSON, R. e WICHERN, D. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 2° ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1988. 607 p.
- MASELLI, F; CONESE, C.; PETKOV, L. e RESTI, R. Inclusion of Prior Probabilities Derived from a Nonparametric Process into the Maximum-likelihood Classifier. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 58, nº 2, fev. 1992, p. 201-207.
- SWAIN, P e DAVIS, S.M. *Remote Sensing : the Quantitative Approach*. New York, McGraw-Hill, 1978. 396p.