

Jorge Kendi Sobue

Chefe do Departamento de Informática. Mestre em Sistemas e Computação e Professor de Fundamentos de Pesquisa Operacional do Departamento de Informática da UPIS.

Título: **Imagem Digital – Representação e Manipulação Matemática**

Lista de figuras

Figura 1. Cores, textura, iluminação detalhes com níveis de cinza.

Figura 2. Etapas do processamento de uma imagem digital

Figura 3: Representação matricial de uma imagem digital.

Figura 4: ângulos FOV e IFOV.

Figura 5: a) banda 4, b) banda 5, c) banda 7.

Figura 6: Artefatos criados pela modulação

Figura 7: Transformação do pixel

Figura 8: transformação da imagem .

Figura 9: O sistema de formação da imagem. Composto da radiância da cena, captada e transformada pelo sistema ótico e fornecida como imagem da cena captada.

Figura 10: mostra o impulso resposta

Figura 11: Linearidade

Figura 12: deslocamento invariável

Figura 13: Funções originais.

Figura 14: Integração múltipla deslocada e respectivo resultado.

Figura 15: Efeito da igual probabilidade “a priori” sobre a classe da função densidade de probabilidade.

Figura 16: Efeito da diferente probabilidade “a priori” sobre a classe da função densidade de probabilidade.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Representação de níveis de cinza de uma imagem digital. Sendo B1 o bit menos significativo e B3 o mais significativo.

Tabela 2: Níveis de cinza possíveis com 5, 6, 7, 8, e 9 bits.

Tabela 3: Banda separada por pixel (BIP). Cada registro é representado por uma linha, com n pixels imageados através das bandas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 4: Banda separada por Linha (BIL). Cada registro é representado por 4 linhas cada uma representando cada uma das 4 bandas consideradas.

Tabela 5: Banda Seqüencial (BIP). Os pixels são armazenados seqüencialmente, do 1º da 1ª linha ao último da mesma, começando com o 1º da 2ª linha e assim sucessivamente.

Resumo

Uma imagem não é somente forma, cor, textura, é uma representação numérica em forma matricial, com elementos constituídos que podem ser manipulados, processados e armazenados em mídia magnética (disquetes, fita magnética, disco rígido, CD-RW).

Estes dados podem ser lidos, transformados, através de programas específicos de computador, e armazenados novamente de modo a se ter os mesmos sempre disponíveis para recuperação posterior através da operação de leitura via computador.

Essa representação matricial possibilita-nos, através dos números, guardar os atributos relevantes de uma cena, para podermos visualizar as características (feições) da imagem consideradas adequados e importantes a fim de se produzir informação que seja útil ao usuário (mapas temáticos).

Abstract

An image is not only form, color, texture, it is a numeric representation in matrix form, with constituted elements that they can be manipulated, processed and stored in magnetic media (diskettes, magnetic ribbon, hard disk, CD-RW).

These data can be read, transformed through specific programs of computer and stored again in way always having the data available for they be obtained through the reading operation through computer.

That matrix representation facilitates us, through the numbers, to keep the important attributes of a scene, for we could visualize the characteristics (features) of the appropriate and important considered image in order to produce information that is useful to the user (thematic maps).

Introdução

O presente artigo tem a finalidade de mostrar os conceitos matemáticos básicos que modelam os dados da imagem obtida por sensoriamento remoto.

Quem observa uma imagem vê formas, cores, texturas, iluminação e dimensões (parâmetros da imagem). Vamos verificar neste estudo como uma imagem pode ser representada por conjuntos de números.

Estes conjuntos fornecem os atributos necessários de uma imagem para que tenhamos os parâmetros enumerados acima. Os conjuntos são grandes tal que somente o processamento automático via computador viabiliza o estudo da mesma. Veja figura abaixo:

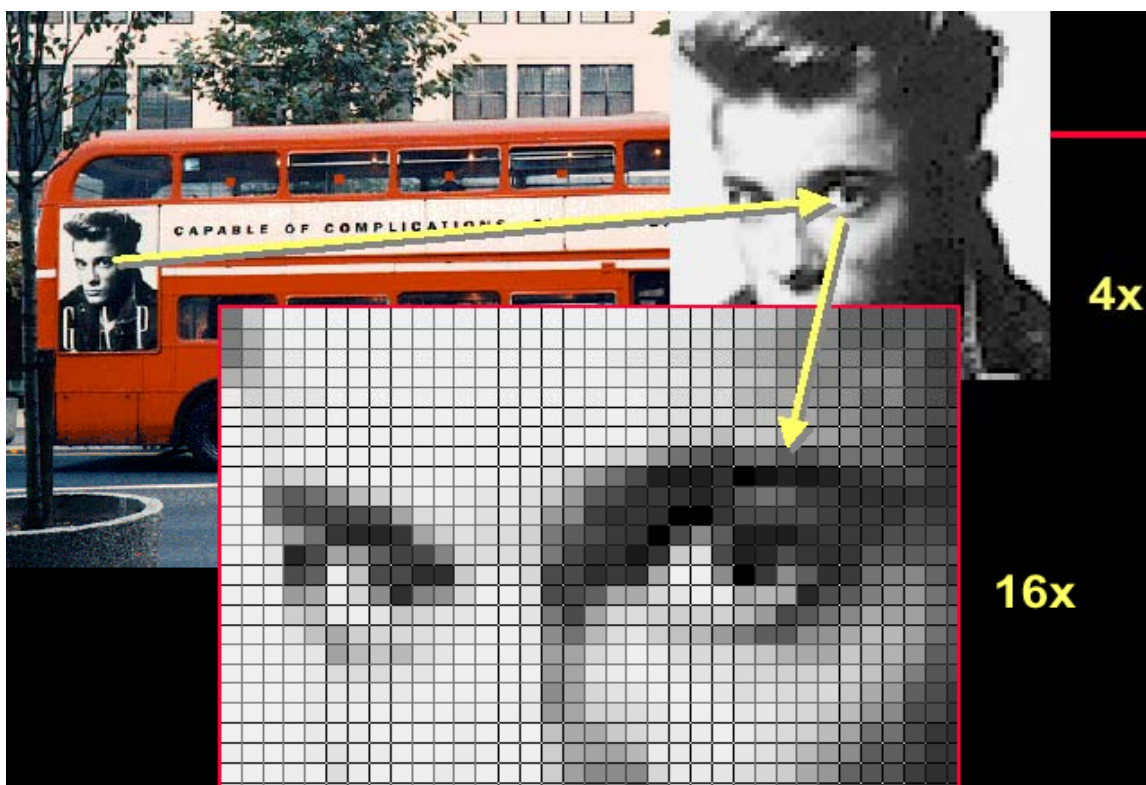


Figura 1. Cores, textura, iluminação detalhes com níveis de cinza.

Um dos primeiros problemas encontrados, por quem se envolve com as operações de imagem processada por um programa de computador, é a manipulação e a conversão da variedade de dados e formatos que compõem uma imagem.

Elas consomem um grande número de pessoas e recursos computacionais. Por isso vamos descrever as características básicas do formato das imagens digitais, assim como seu armazenamento e esclarecer alguns dos conceitos matemáticos que alicerçam o processamento das mesmas.

Desenvolvimento

Normalmente, a representação de uma imagem digital através do nível de cinza de cada pixel é amostrada e armazenada como um número finito de bits (Imagem baseada em bits e pixels) [SHOWENGERSDT, 1983]. O bit é a unidade elementar da computação binária. Ele assume somente dois valores: 1 (se o bit estiver ligado) e 0 (se estiver desligado).

Utilizando uma cadeia de posições podemos representar arbitrariamente um grande número de combinações que estejam dentro do que chamamos “comprimento da palavra” do computador, que é o número máximo de bits possíveis para representar um número em determinado modelo de computador. O detalhe da figura 1 mostra os vários os níveis de cinza observados.

Na computação, as palavras mais comuns são de 16, 32 e 60 bits [SHOWENGERSDT, 1983]. Quanto maior o comprimento da palavra, maior a precisão na representação de um número e nos cálculos dos mesmos, e menor a chance de acontecer um “overflow” nos cálculos.

Um exemplo de representação é o da tabela abaixo:

Nível de Cinza		0	1	2	3	4	5	6	7
Mapa de Bit	B1	0	1	0	1	1	1	1	1
	B2	0	0	1	1	0	0	1	1
	B3	0	0	0	0	0	1	0	1

Tabela 1: Representação de níveis de cinza de uma imagem digital. Sendo B1 o bit menos significativo e B3 o mais significativo.

Generalizando: $GL = \sum_{i=1}^k b_i * 2^{i-1}$, onde $k = 3$ bits/pixel. (GL = nível de cinza – gray level).

Se houver k bits/pixel, teremos um total de 2^k níveis de cinza, na faixa 0 a $2^k - 1$, conforme a tabela abaixo.

K(bits/pixel)	Nº de GL	GL mínimo	GL máximo
5	32	0	31
6	64	0	63
7	128	0	127
8	256	0	255
9	512	0	511

Tabela 2: Níveis de cinza possíveis com 5, 6, 7, 8, e 9 bits.

O problema passa a ser o de como formar os registros e armazenar as imagens em arquivos. A natureza da ordenação espacial das imagens conduz naturalmente ao formato de armazenamento de uma imagem que preserve algumas de suas características intrínsecas. Cada linha de pixel de uma imagem é normalmente armazenada em um registro físico.

Imagens multiespectrais (a mesma cena é imageada simultaneamente em várias bandas do espectro eletromagnético) requerem considerações especiais, pois contém imagens separadas que devem ser tratadas logicamente como sendo só uma. Elas são armazenadas em três formatos: Bandas separadas por pixel (BIP), bandas separadas por linha (BIL) e bandas seqüenciais (BSQ). Os quadros abaixo exemplificam.

Reg	Linha	Pixel							
		1	1	1	1	2	2	2	...
1	1	1	2	3	4	1	2	3	...
2	2	1	2	3	4	1	2	3	...
3	3	1	2	3	4	1	2	3	...
...

Tabela 3: Banda separada por pixel (BIP). Cada registro é representado por uma linha, com n pixels imageados através das bandas 1, 2, 3 e 4.

Reg	Linha	Pixel					
		1	2	3	4	5	...
1	1	1	1	1	1	1	...
2	1	2	2	2	2	2	...
3	1	3	3	3	3	3	...
4	1	4	4	4	4	4	...
5	2	1	1	1	1	1	...
6	2	2	2	2	2	2	...
...

Tabela 4: Banda separada por Linha (BIL). Cada registro é representado por 4 linhas, cada uma representando cada uma das 4 bandas consideradas.

Reg	Linha	Pixel					
		1	2	3	4	5	...
1	1	1	1	1	1	1	...
2	2	1	1	1	1	1	...
...
...
...	1	2	2	2	2	2	...
...	2	2	2	2	2	2	...
...
...

Tabela 5: Banda Seqüencial (BIP). Os pixels são armazenados seqüencialmente, do 1º da 1ª linha ao último da mesma, começando com o 1º da 2ª linha e assim sucessivamente.

Os números em negrito dentro dos retângulos são os números da banda para uma imagem com 4 bandas.

Os dados têm origem de um sistema de sensoriamento multiespectral (MSS), tal como o do satélite Landsat, como também de fotografias que podem ser digitalizadas em laboratório através de um dispositivo ótico.

De modo mais geral o sensoriamento remoto utiliza sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamento de transmissão de dados, aeronaves, satélites, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através de registros e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes da Terra em suas diversas manifestações [SHOWENGERSDT, 1983].

A palavra imagem adquiri um significado especial neste contexto. Ela não é mais uma simples transparência ou papel fotográfico impresso, mas uma matriz bidimensional de números, cada um deles representando a intensidade da imagem, possibilitando a aplicação de recursos computacionais de processamento e técnicas de análises de dados. O resultado desse processamento computacional são novas matrizes de números. Estas matrizes representam as feições das imagens ou classificações temáticas, que devem ser convertidas em representação analógicas para serem apresentadas.

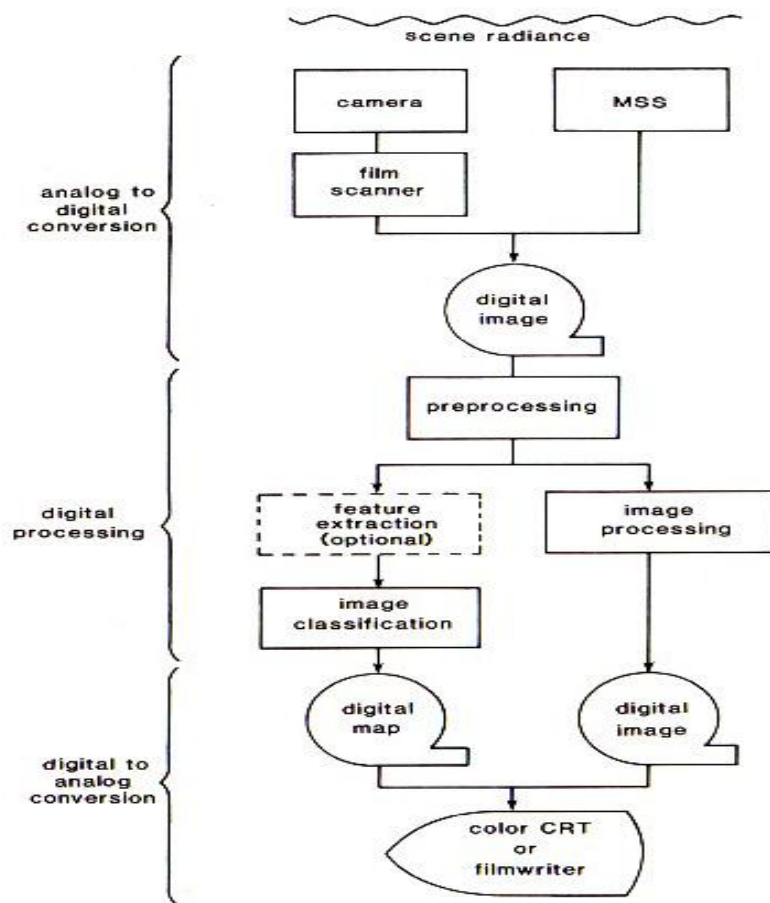


Figura 2. – Etapas do processamento de uma imagem digital

Resumidamente, a fase inicial - a da conversão analógica para a forma digital da imagem - pode ser traduzida pela captura da radiação magnética por uma câmera fotográfica através de um filme ou então por um Sistema de Varredura Multiespectral (MSS). É feita a conversão das ondas analógicas em ondas digitais e feitas imagens digitais para serem tratadas por meio do computador. Nesta fase, há o pré-processamento (filtrações, realces) que melhora a imagem para a fase seguinte.

A fase seguinte – processamento digital - é definida pelo processamento (razão entre bandas) das imagens para possibilitar a extração das características da imagem para a devida classificação.

Finalmente, as imagens classificadas dão origem aos mapas digitais ou às imagens digitais que poderão ser impressas em vários formatos, coloridas ou não, de acordo com cada propósito.

Surge a questão: afinal, quais as características das imagens digitais podemos considerar ?

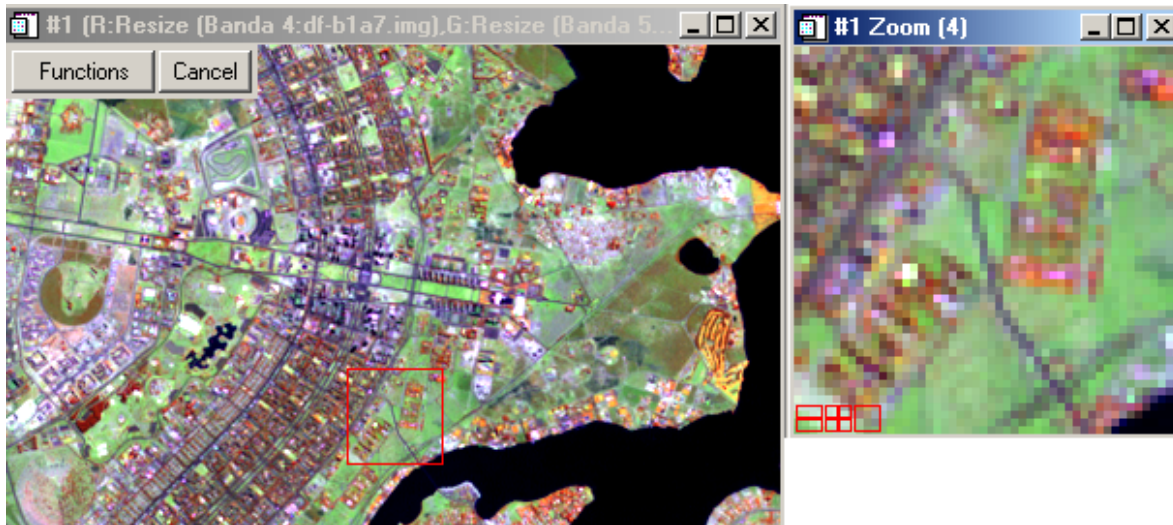


Figura 3: Representação matricial de uma imagem digital. A figura menor ao lado representa o detalhamento da área do quadrado vermelho.

Como vimos, podemos assumir que as imagens digitais consistem em elementos discretos de figuras, chamados pixels. Cada pixel é associado a um número que representa a sua radiação (intensidade) relativa de uma pequena área dentro de uma cena, como mostrado na figura 2.

O tamanho desta área afeta a reprodução dos detalhes dentro de cada cena. A fim de preservar a qualidade da representação da imagem, o tamanho do pixel mostrado é usualmente muito pequeno (menor que 0,1 mm), assim os pixels individuais não podem ser distinguidos a uma distância normal de visão.

Para “formar” uma imagem, é freqüentemente desejável usar o máximo de amostra do pixel para permitir um exame visual da área em nível de pixel.

No sensoriamento remoto por satélite, nós olhamos a superfície da terra através da atmosfera. O sensor não capta somente a radiação refletida da superfície terrestre e transmitida pela atmosfera, capta, também, aquela que é espalhada (dispersa) pela atmosfera. O valor de cada pixel de uma imagem de satélite da terra representa a totalização da radiação captada pelo sensor e transmitida ao sensor ótico. Felizmente, os efeitos da atmosfera são aproximadamente constantes em grandes áreas e as mudanças de radiação que o sensor detecta são na verdade mudanças de radiação do solo. Uma imagem é, na verdade, a representação da radiação terrestre.

Nova questão surge: como considerar a menor unidade de uma imagem (os parâmetros do pixel) ?

Uma área representada por pixels é determinada pela altitude do sistema sensor e seus parâmetros de projeto, particularmente o IFOV (instantaneous field of view – campo de vista instantâneo) que é o ângulo subtendido pela projeção geométrica do elemento detector da superfície da terra. A distância entre medidas consecutivas da radiância da cena, dentro do IFOV, é determinada pela taxa de amostragem do sistema sensor, usualmente igual à dimensão linear do IFOV no solo. Distância conhecida como tamanho do pixel (10m, 20m ou 30m dependendo do sensor).

Na imagem digital um número finito de bits é utilizado para representar a radiância de uma cena de cada pixel. A radiância contínua da cena é quantificada em níveis de cinza (GL - gray level) de uma imagem digital. São necessários 5 ou 6 bits por pixel (32 ou 64 níveis de cinza) para uma visualização contínua das faixas de intensidade de uma imagem digital amostrada.

Resumidamente, um pixel é caracterizado por três parâmetros:

- 1) Uma dimensão linear do IFOV do sensor projetado na superfície da terra;
- 2) Uma distância consecutiva entre IFOV amostrados;
- 3) O número de bits representativos da medida de radiância

A figura da página seguinte mostra esses parâmetros.

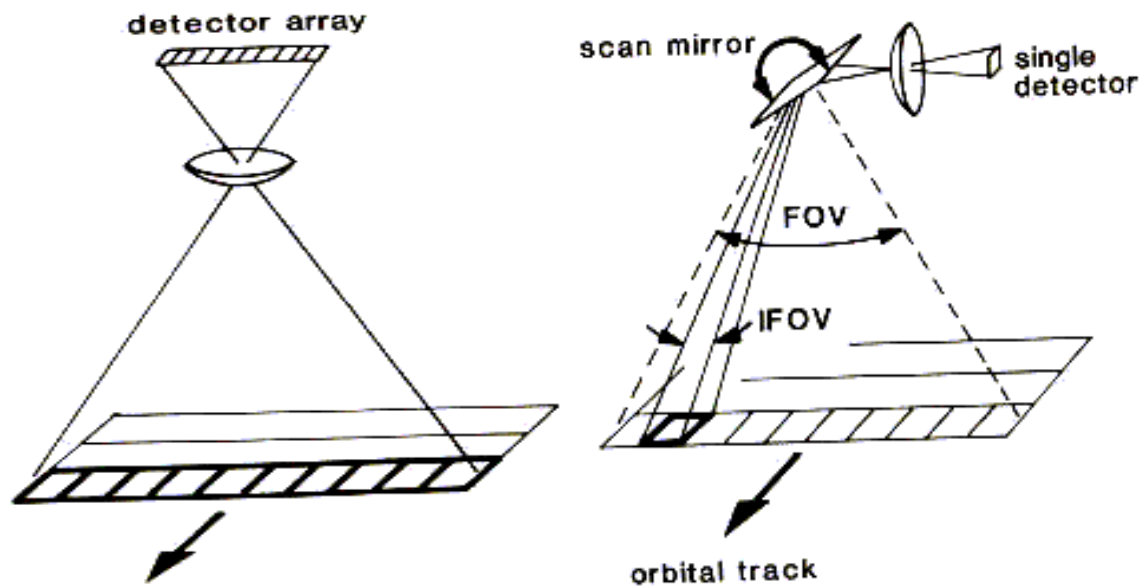


Figura 4: ângulos FOV e IFOV.

Os parâmetros especificam a resolução espacial ideal de uma imagem digital.

Assim, os parâmetros das imagens são definidos pelo campo de vista (FOV – Field Of View) do sensor, que determina - figura 4 - a área coberta pela imagem e a distância IFOV amostrada, que determina o número total de pixels da imagem. No sensoriamento remoto o número de pixels/imagem é muito grande (10 milhões). Isto afeta aspectos no que se referem à aquisição, processamento, apresentação e armazenamento da imagem.

Isto porque normalmente as imagens obtidas remotamente são multiespectrais, isto é, a mesma cena é imageada simultaneamente em várias bandas do espectro eletromagnético. A imagem a seguir mostra uma imagem nas bandas 4, 5 e 7 respectivamente.



Figura 5: a) banda 4, b) banda 5, c) banda 7.

O quarto parâmetro da imagem, a considerar, é seu contraste, que pode ser definido como:

$$C_1 = \frac{GL_{\max}}{GL_{\min}} \text{ ou}$$

$$C_2 = GL_{\max} - GL_{\min} \text{ ou}$$

$$C_3 = \sigma.GL, \text{ onde:}$$

onde:

GL_{\max} e GL_{\min} são o máximo e o mínimo do nível de cinza na imagem e $\sigma.GL$ é o desvio padrão do nível de cinza.

O contraste é importante por duas razões:

- 1) a definição numérica acima pode ser utilizada como medida para expressar a razão entre o sinal e o ruído existente (SNR – Signal to Noise Ratio) em uma imagem digital.
- 2) O contraste de uma imagem apresentada é um dos indicadores da qualidade visual da imagem.

Essas razões justificam-se pelo fato das quantidades acima apresentadas serem interpretadas como as razões da radiância da imagem apresentada. A percepção visual do contraste de uma imagem não depende só do nível de cinza, mas também dos fatores físicos, tais como estrutura espacial da imagem, do nível de luz do ambiente da área examinada.

O quinto parâmetro da imagem é a modulação, definida como:

$$M = \frac{GL_{\max} - GL_{\min}}{GL_{\max} + GL_{\min}}$$

M está sempre no intervalo entre 0 e 1, pois os níveis de cinza é sempre positivo. Também, Podemos apresentar a modulação através do contraste:

$$M = \frac{C_1 - 1}{C_1 + 1}$$

A modulação é mais apropriada para descrever sinais periódicos (repetitivos). Às vezes, utilizada em sinais não periódicos.

Embora a imagem digital possa ser apresentada com pequenos pixels, que dão o aspecto de continuidade, o caráter espacial discreto e a natureza radiométrica podem causar defeitos, comumente, chamados de artefatos. A figura 6 mostra um exemplo.



Figura 6: Artefatos criados pela modulação

Após a verificação dos parâmetros da imagem, fica uma pergunta: como uma imagem é formada, considerando-se os seus parâmetros, através da modelagem matemática?.

Podemos representar uma imagem pela transformação de seu pixel, o tipo mais simples da imagem, que consiste na conversão do valor do pixel da imagem original em um novo valor resultando em nova imagem. A transformação depende somente do nível de cinza do pixel da imagem original e das técnicas empregadas para a mesma (por exemplo: realce de contraste, razões multiespectrais).

Outra forma é pelo processamento do vizinho mais próximo, onde a transformação do pixel não depende somente do nível de cinza do pixel a ser processado, mas dos pixels ao redor daqueles processados com a utilização de técnicas de realce e interpolação.

Se a influência dos vizinhos próximos deve ser considerada pela soma ponderada dos pixels ao redor então estaremos empregando a técnica da filtragem espacial linear. A razão disto é porque existe uma forte analogia entre a filtragem espacial linear e a formação da imagem por um sistema ótico. Esta concepção é bastante utilizada para justificar conceitualmente a formulação matemática das imagens.

O conceito matemático a ser considerado será o de funções contínuas. A discussão do conceito discreto não será abordado por não estar no escopo do presente artigo. Será abordado posteriormente.

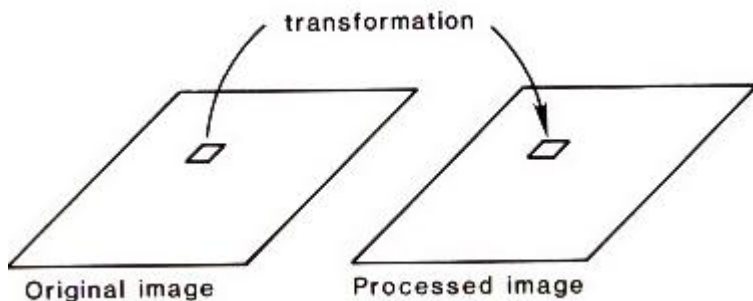


Figura 7: Transformação do pixel. É a unidade elementar de uma imagem.

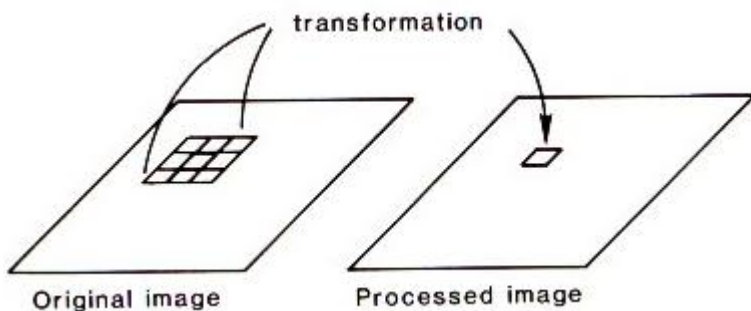


Figura 8: transformação da imagem. Conjunto de pixels formando uma imagem.

Trataremos o sistema de imagem como uma “caixa preta” que recebe um sinal de entrada, transforma o mesmo em um sinal de saída. O sinal de entrada é a radiância da cena e o sinal de saída é a radiância da imagem. Ambos são funções, a duas variáveis, de um sistema de coordenadas espaciais. A figura abaixo esclarece:

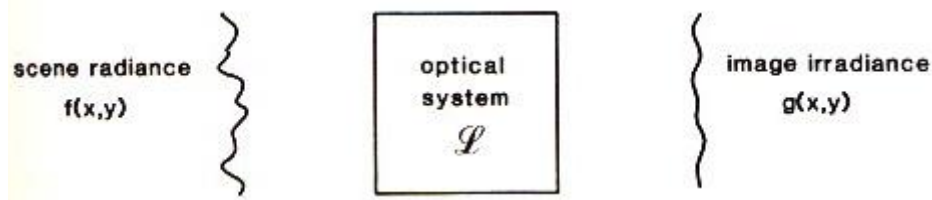


Figura 9: O sistema de formação da imagem. Composto da radiância da cena, captada e transformada pelo sistema ótico e fornecida como imagem da cena captada.

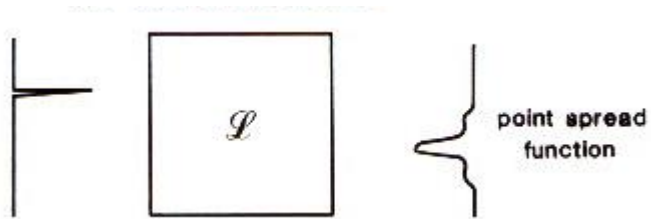


Figura 10: mostra o impulso resposta . Função Propagação do Ponto.



Figura 11: Linearidade



Figura 12: deslocamento invariável

Nas figuras anteriores a letra \mathcal{L} representa um operador que transforma o sinal de entrada no sinal de saída.

Se o sinal de entrada consiste num sinal simples, o sinal de saída é dado pelo impulso de resposta. Na terminologia ótica o impulso de resposta é chamado de Função Propagação do Ponto (PSF – point spread function) e constitui na imagem bidimensional da fonte. O tamanho e a forma da função fornece a dimensão do desempenho do imageamento do sistema e é determinado pelas características do sistema ótico, por exemplo, aberrações, comprimento de onda para o imageamento, turbulências atmosféricas, vibrações do sensor.

Se o sinal de entrada consiste em dois ou mais impulsos, o sinal de saída é composto pelo somatório dos sinais de saída produzidos por cada impulso (ver figura 11 - linearidade) e o sistema é dito linear.

Se o sistema está espacialmente deslocado, então o sinal de entrada produz um deslocamento correspondente no sinal de saída, porém sem mudanças na função de propagação, dado pelo deslocamento invariável.

Resumindo, temos as seguintes condições matemáticas:

descrição do sistema: $g(x,y) = \mathcal{L} [f(x,y)]$

sistema linear: $g(x,y) = \mathcal{L} [f_1(x,y) + f_2(x,y)] =$
 $\mathcal{L} [f_1(x,y)] + \mathcal{L} [f_2(x,y)] =$
 $g_1(x,y) + g_2(x,y)$

e

sistema com deslocamento invariável $g(x - x', y - y') = \mathcal{L} [f(x - x', y - y')]$

onde $f(x,y)$ é a radiância da cena e $g(x,y)$ é a radiância da imagem.

Se o sistema é linear e com deslocamento invariável (LSI), o operador \mathcal{L} deve ser definido como uma convolução de PSF, representado por:

$g(x,y) = \text{PSF}(x,y) * f(x,y)$, onde $*$ indica uma operação de convolução dada por:

$$\begin{aligned} \text{PSF}(x,y) * f(x,y) &= \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \text{PSF}(x', y') f(x - x', y - y') dx' dy' = \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x', y') \text{PSF}(x - x', y - y') dx' dy' = \end{aligned}$$

(a convolução é comutativa).

A equação acima é conhecida como a equação fundamental da filtragem espacial. O valor de saída da imagem no ponto (x,y) é dado pelo somatório ponderado do sinal de entrada (radiância da cena) nas vizinhanças de (x,y) . Os pesos são determinados pela função PSF.

Uma função PSF pode ser emulada no processamento digital de imagens atribuindo-se pesos apropriados aos pixels vizinhos do pixel a ser processado.

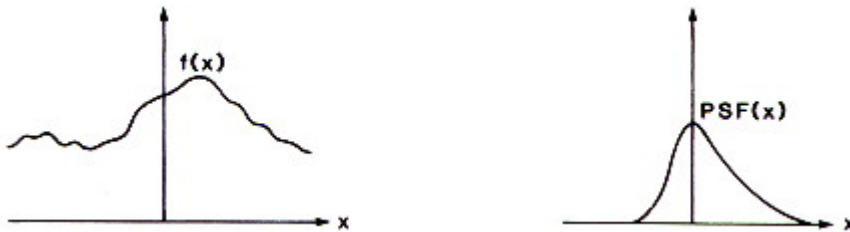


Figura 13: Funções originais.

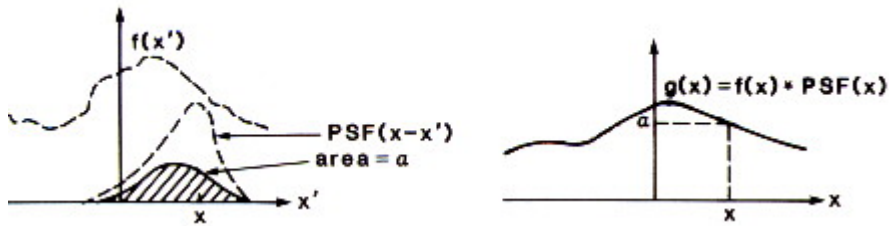


Figura 14: Integração múltipla deslocada e respectivo resultado.

As figuras 13 e 14 mostram a convolução de duas funções. A função PSF é inicialmente invertida como uma função de integração em relação à variável x' e então é deslocada de uma posição x ao longo do eixo x' . O valor da convolução é dado pela área sob o produto de $f(x)$ e sua inversa deslocada $PSF(x)$.

Podemos verificar, através das mesmas figuras, que a imagem produzida pela convolução entre as radiâncias das cenas e a função PSF é uma imagem suavizada da cena original. Ou seja, a cena é reduzida pelo processamento de imagem. Esta redução da modulação é característica de todas as imagens e sistemas imageadores e resulta da natureza de não negatividade e não zero dos sistemas PSF.

Em complementação ao conceito do modelo matemático de uma imagem, uma das justificativas matemáticas aceites na formação e classificação de imagens é dada pela teoria de Bayes.

Suponha que se deseja avaliar alguma característica de uma imagem. (nível de cinza de cada pixel, por exemplo) e queremos decidir a qual classe pertence (por exemplo: vegetação ou solo). Este problema é unidimensional, de classificação em duas classes do domínio de uma imagem.

Se um grande número de pixels disponibilizados são considerados representativos de cada classe, podemos calcular o histograma de frequência relativa das feições de cada classe tal como mostra a figura 15, a seguir:

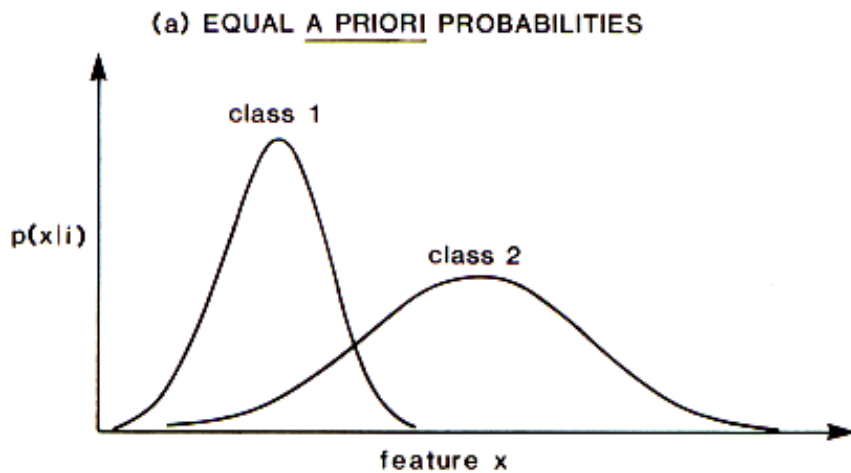


Figura 15: Efeito da igual probabilidade “a priori” sobre a classe da função densidade de probabilidade.

Assim, pode-se considerar aproximadamente como função de densidade de probabilidade contínua de uma amostra infinita de dados. Esta função de densidade de probabilidade condicional $p(c|1)$ e $p(x|2)$, possui área unitária e descreve a probabilidade de um pixel ter um valor de feição x dado que o pixel pertence à classe 1 ou à classe 2, respectivamente.

Cada função de densidade de probabilidade (histograma) deve ser ajustada pela probabilidade $p(i)$ da classe 1 da área de interesse da imagem (veja figura 16). A função probabilidade $p(x|i).p(i)$ representa a probabilidade que o pixel tem de ter o valor x e estar na classe i .

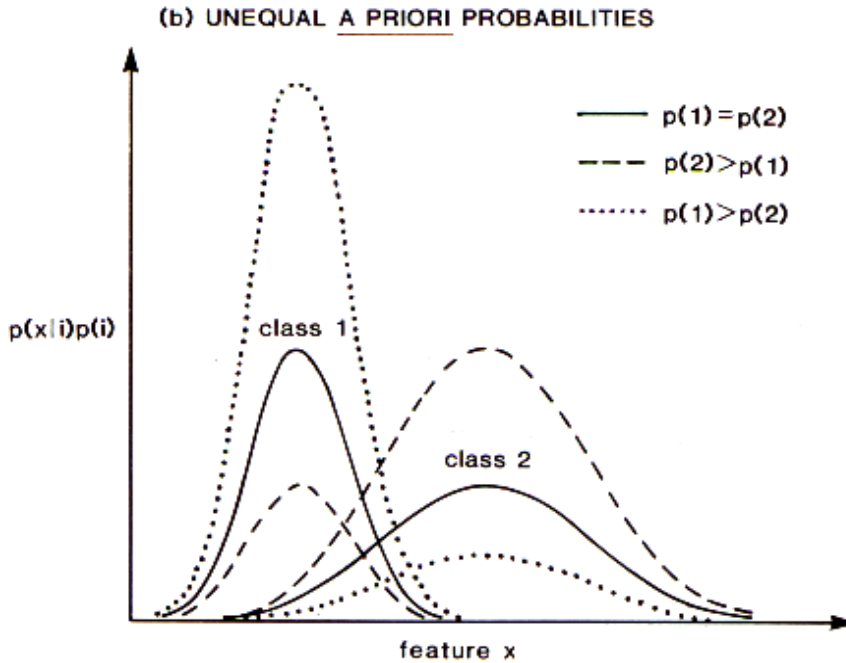


Figura 16: Efeito da diferente probabilidade “a priori” sobre a classe da função densidade de probabilidade.

Esta probabilidade pode ser calculada pela regra de Bayes:

$$p(i | x) = \frac{p(x | i) * p(i)}{p(x)}$$

$$p(x) = \sum_{i=2}^2 p(x | i) * p(i)$$

O algoritmo deve ser formado com a probabilidade final: $p(i | x) = \frac{p(x | i) * p(i)}{p(x)}$. Se o

pixel tem valor de feição x, uma aproximação intuitiva que satisfaz é alocar o pixel na classe 1 se $p(1|x)$ for maior que $p(2|x)$.

Similarmente, o pixel será alocado na classe 2 se $p(2|x)$ for maior que $p(1|x)$.

Desde que $p(x)$ seja a mesma em ambas as classes, então podemos escrever que:

Um pixel pertence a classe 1 se $p(x|1)*p(1) > p(x|2)*p(2)$

Um pixel pertence a classe 2 se $p(x|2)*p(2) > p(x|1)*p(1)$

Se as probabilidades finais forem iguais:

$$p(1|x) = p(2|x)$$

ou

$$p(z|1)*p(1) = p(x|2)*p(2)$$

A decisão não poderá ser tomada pela probabilidade. O processo de desempate deve ser montado de maneira a utilizar uma classificação prévia feita randomicamente da classe 1 ou 2.

Conforme [SHOWENGERDT, 1983], pode-se provar que a regra de decisão de Bayes minimiza a probabilidade média do erro na classificação geral do conjunto de dados se todas as classes apresentarem funções de densidade de probabilidade gaussiana.

Na prática, probabilidades “a priori” são difíceis de serem obtidas e, conseqüentemente, são comumente assumidas iguais. Classificações mais acuradas mostram, que podem ser estimadas mais precisamente a partir de dados externos. Se, por exemplo, o objetivo é determinar a proporção da colheita de culturas, durante uma estação do ano particular a partir de imagens Landsat, de uma área cultivada, devemos considerar um conjunto de probabilidades “a priori” igual à estimativa histórica da percentagem de cada colheita na área.

Uma discussão mais detalhada acerca da probabilidade “a priori” é dada por STRAHLER, 1978 .

Conclusão

Como visto a palavra imagem adquiri significado mais que geral neste contexto. A imagem é uma matriz bidimensional de números, cada um deles representando a intensidade de brilho de uma área fundamental (pixel) da imagem digital.

São conjuntos grandes de números. Somente é possível o processamento da imagem através de programas de computador, devido a necessidade de manipulação e conversão da imensa variedade de dados e formatos que compõem uma imagem. Elas consomem um grande número de pessoas e recursos computacionais.

Esta representação numérica possibilita a aplicação de um grande número de processamento através do computador e técnicas de análises de dados, obtendo-se uma nova matriz de números representando imagens realçadas ou mapas temáticos (qualquer imagem processada e classificada derivada da original).

Glossário

Conversor Analógico/Digital (A/D) – dispositivo eletrônico que converte sinais analógicos contínuos em sinais discretos.

Convolução: processo no qual duas imagens são combinadas através de operações de deslocamento, multiplicação e adição.

Discreto – referente a sinais ou dados divididos em amostras ou quantidades fixas.

Filtragem Espacial – processo no qual um filtro espacial é aplicado no processo da convolução.

Filtro Espacial – filtro bidimensional que opera na distribuição espacial de valores de pixels em uma pequena vizinhança.

Histograma – distribuição dos valores dos níveis de cinza. É um gráfico do número de pixels em cada nível de cinza possível em uma imagem.

Imagem – projeção de uma cena em um plano, representada como uma matriz de valores de brilho.

Imagem Digital – Imagem obtida pela partição da área da mesma em uma matriz bidimensional finita, cujas células (pixels) recebem valores correspondentes à intensidade luminosa naquela região.

Imagem monocromática – Imagens cujos pixels podem assumir uma faixa de valores variando do preto ao branco (nível de cinza).

Nível de Cinza – valor de um pixel numa imagem monocromática

Pixel – abreviação de elemento de imagem (picture element) que é o menor elemento constituinte de uma imagem digital, dispostos em linhas e colunas.

Processamento de Imagens – processo de transformação de uma imagem em outra com propriedades mais desejáveis, tais como: menor ruído, menor distorção geométrica, maior nitidez.

Realce de Imagens – uso de técnicas de processamento de imagens para acentuar certas propriedades e melhorar a qualidade de informação recebida de uma imagem.

Ruído – qualquer sinal que cause interferência na radiância de uma cena imageada.

Sensoriamento Remoto – permite que informações de um determinado alvo sejam adquiridas sem contato físico com eles. Os sensores são capazes de coletar energia proveniente do alvo, convertê-la em sinal possível de ser registrado e apresentá-lo de forma adequada à extração de informações.

Suavização de Imagens – qualquer filtragem espacial que produz em sua saída uma imagem com menos detalhes que a original.

Vizinhança – região que circunda um pixel.

Bibliografia

1. GONZALEZ, Rafael C. & WOODS, Richard E. *Processamento de Imagens Digitais*, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, SP, 2000.
2. MARQUES FILHO, Ogê & NETO, Hugo Vieira. *Processamento Digital de Imagens*, Editora Brasport Livros e Multimídia Ltda, Rio de Janeiro, RJ, 1999.
3. MATHER, Paul M. *PComputer Processing of Remotely-Sensed Images. An Introduction*, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 1987.
4. NOVO, Evlyn M. L. de Moraes. *Sensoriamento Remoto. Princípios e Aplicações*, 2ª Edição, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, SP, 1992.
5. SHOWENGERDT, Robert A. *Remote Sensing. Models and Methods for Image Processing*, 2º Edition, Academic Press, San Diego, CA, USA, 1997.
6. SHOWENGERDT, Robert A. *Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing*, Academic Press, Inc. Orlando, Flórida, USA, 1983.
7. STRAHLER, Alan H., THOMAS L Logan & NEVIN A. Bryant. Improving Forest Cover Classification Accuracy from Landsat By Incorporating Topographic Information, Twelfth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan, USA, 1978.