

Modelo de formação de imagem

O que é uma imagem?

conceito:

Uma imagem é uma função 2D de intensidade, $f(x,y)$, onde x e y são coordenadas espaciais e o valor de f em (x,y) é proporcional ao brilho da cena naquele ponto.

Se nós temos uma imagem multiespectral, $f(x,y)$ é um matriz. Cada componente da mesma indica o brilho da cena no ponto (x,y) na correspondente banda espectral.

O que é uma banda espectral?

Uma banda de cor corresponde a uma faixa de comprimento de ondas do espectro eletromagnético, sobre a qual os sensores que nós usamos para capturar uma dada imagem têm sensibilidades diferentes de zero.

Tipicamente as imagens coloridas consistem de três bandas de cor. Isto significa que elas foram capturadas por três conjuntos de sensores diferentes (cada conjunto tendo uma função de sensibilidade diferente). A figura a seguir mostra as curvas de sensibilidade típicas de uma câmera multiespectral

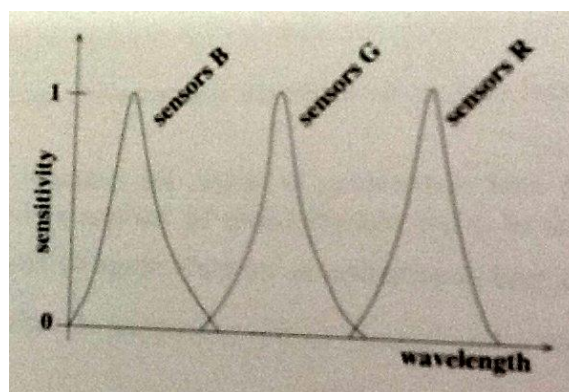


Figura : curvas de sensibilidade típicas de uma câmera multiespectral

Quando uma imagem é gerada por um processo físico, seus valores são proporcionais a energia irradiada pela fonte física (ondas eletromagnéticas, por exemplo). Como consequência, o valor de $f(x,y)$ deve ser maior que zero e finito, isto é,

$$0 < f(x,y) < \infty \quad (1)$$

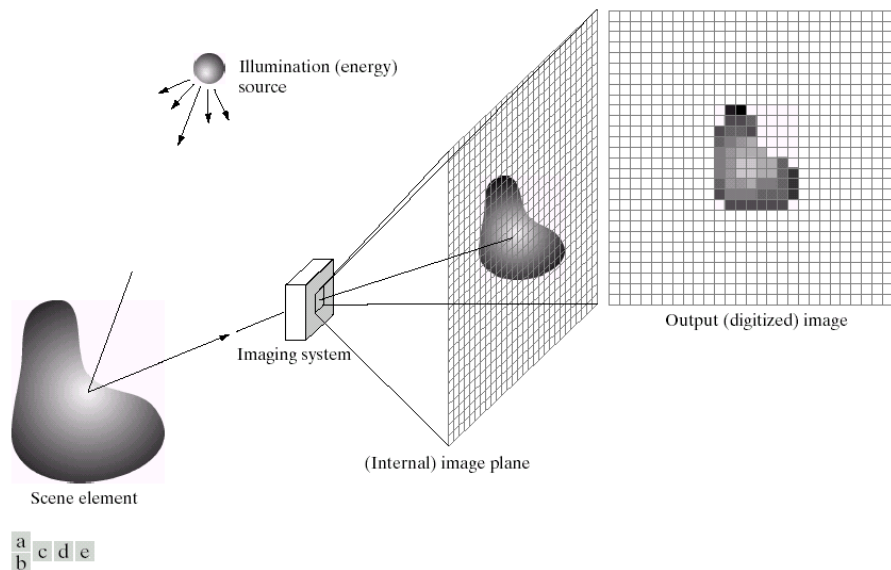


FIGURE 2.15 An example of the digital image acquisition process. (a) Energy ("illumination") source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

A função $f(x,y)$ é caracterizada por dois componentes:

- (1) a quantidade de iluminação da fonte que incide na cena e
- (2) a quantidade de iluminação que reflete através do objeto da cena.

Esses componentes são chamados de **iluminação e refletância** e são designados por $i(x,y)$ e $r(x,y)$, respectivamente. As duas funções combinadas através do produto formam $f(x,y)$:

$$f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y) \quad (2)$$

em que:

- A natureza da **$i(x,y)$** é determinada pela fonte de iluminação

$$0 < i(x,y) < \infty \quad (3)$$

Exemplo: valores típicos de iluminação

Fonte:	Iluminação
Sol - Um dia claro	mais de 90.000 lm/m ²
Sol - Um dia nublado	menos de 10.000 lm/m ²
Lua cheia - Uma noite clara	≈ 0.1 lm/m ²
Iluminação artificial – Escritório	≈ 1.000 lm/m ²

- A *refletância* é determinada pelas **características** dos objetos a serem imageados.

$$0 < r(x,y) < 1 \quad (4)$$

- $r(x,y)$ é **0 (zero)** quando há absorção total e **1** quando ocorre refletância total.

Exemplo: valores típicos de refletância

Material	refletância
Veludo preto	0.01
Aço-inoxidável	0.65
Parede de superfície plana (cor: branca)	0.80
Prata	0.90
Neve	0.93

➡ A equação (2) também é aplicável a imagens formadas via **transmissão da iluminação** através de um meio físico, como nas imagens de raios X. Neste caso em vez da função de **refletância**, nós utilizamos a função de **transmissividade**, mas os limites permanecem os mesmos da equação 4.

NIVEL DE CINZA: Chamamos a intensidade de uma imagem monocromática em uma coordenada (x_0, y_0) de nível de cinza (l) da imagem nesse ponto.

Isto é,

$$f((x_0, y_0)) = l \quad (5)$$

a faixa de l , recai em

$$L_{min} \leq l \leq L_{max} \quad (6)$$

de acordo com as equações 2 e 4 o único requisito de L_{min} é que seja positivo e que L_{max} seja finito.

O intervalo $[L_{min}, L_{max}]$ é chamado de **escala de cinza**.

Uma prática comum é deslocar o intervalo para $[0, L_{max}-1]$, onde 0 é considerado preto e $L_{max}-1$ é considerado branco na escala de cinza.

Imagens multibandas ou multiespectrais podem ser vistas como imagens nas quais cada pixel tem associado um valor vetorial

$$f(x, y) = (L_1, L_2, \dots, L_n)$$

em que $L_{min} \leq L_i \leq L_{max}$ e $i=1, 2, 3, \dots, n$.

Uma imagem multiespectral também pode ser representada como uma sequência de n imagens monocromáticas, tal que cada imagem é conhecida como banda, em que

$$f_i(x, y) = L_i \text{ com } i=1, 2, 3, \dots, n$$

Em geral L_i pode representar grandezas diferentes, tais como temperatura, pressão ou frequência, amostradas em pontos (x, y) e com intervalos distintos.

Uma **imagem colorida** é uma imagem **multibanda ou multiespectral**, em que a cor em cada ponto (x, y) é definida por meio de três grandezas: **luminância, tonalidade ou matiz e a saturação**.

- A luminância está associada ao brilho da luz;
- A tonalidade ou matiz está associada ao comprimento de onda dominante e
- A saturação com o grau de pureza da tonalidade (da cor).

A maioria das cores visíveis ao olho humano pode ser representada como uma combinação de bandas das cores primárias vermelha (R, red), verde (G, green) e azul (B, blue).



Imagens multiespectrais são muito utilizadas em sensoriamento remoto, no qual sensores operam em diferentes faixas do espectro eletromagnético, denominadas *bandas espectrais*.

Dependendo do alvo, tal como vegetação, água ou solo, a interação da radiação eletromagnética produz menor ou maior resposta espectral, cujo valor está associado à posição espacial de um pixel da banda em particular.

REFERÊNCIAS:

Digital Image Processing 2008 – R C Gonzalez & R. E Woods, 3th edition
Prentice Hall

Image Processing: The Fundamentals By Maria Petrou, Costas Petrou, 2nd
Edition, 2010, John Wiley & Sons

Análise de imagens digitais, Helio Pedrini e William R. Schwartz, Thomson