MO815/MC861 - Análise de Imagem Orientada a um Problema do Mundo Real

Alexandre Xavier Falcão

Instituto de Computação - UNICAMP

afalcao@ic.unicamp.br

O estudo preliminar das aulas 2 e 5 de MO443 ajuda a entender esta aula.

Imagem Multidimensional e Multiparamétrica

Uma imagem $\hat{I}$ multidimensional e multiparamétrica é um par $(D_I, \vec{I})$, onde

Imagem Multidimensional e Multiparamétrica

Uma imagem $\hat{I}$ multidimensional e multiparamétrica é um par $(D_I, \vec{I})$, onde

- $D_I \subset Z^n$, $n \geq 2$, é o domínio espacial da imagem e

Imagem Multidimensional e Multiparamétrica

Uma imagem $\hat{I}$ multidimensional e multiparamétrica é um par $(D_I, \vec{I})$, onde

- $D_I \subset Z^n$, $n \geq 2$, é o domínio espacial da imagem e
- $\vec{I} : D_I \rightarrow \Re^m$, $m \geq 1$, é um mapeamento que associa a cada $p \in D_I$ (*spel – space element*) um vetor $\vec{I}(p)$ de m parâmetros reais ou, quando adquiridas, inteiros.

Imagem Multidimensional e Multiparamétrica

Uma imagem $\hat{I}$ multidimensional e multiparamétrica é um par $(D_I, \vec{I})$, onde

- $D_I \subset Z^n$, $n \geq 2$, é o domínio espacial da imagem e
- $\vec{I} : D_I \rightarrow \Re^m$, $m \geq 1$, é um mapeamento que associa a cada $p \in D_I$ (*spel – space element*) um vetor $\vec{I}(p)$ de m parâmetros reais ou, quando adquiridas, inteiros.
- No caso de placas de veículos tem-se $n = 2$ (o spel é um pixel), $m = 1$ (caso monocromático) ou $m = 3$ (imagem colorida – RGB).

Imagem Multidimensional e Multiparamétrica

Uma imagem $\hat{I}$ multidimensional e multiparamétrica é um par $(D_I, \vec{I})$, onde

- $D_I \subset Z^n$, $n \geq 2$, é o domínio espacial da imagem e
- $\vec{I} : D_I \rightarrow \Re^m$, $m \geq 1$, é um mapeamento que associa a cada $p \in D_I$ (*spel – space element*) um vetor $\vec{I}(p)$ de m parâmetros reais ou, quando adquiridas, inteiros.
- No caso de placas de veículos tem-se $n = 2$ (o spel é um pixel), $m = 1$ (caso monocromático) ou $m = 3$ (imagem colorida – RGB).
- Após processamento de imagem, elas podem ficar binárias ou reais com $m > 3$, por exemplo.

Imagem Multidimensional e Multiparamétrica

Uma imagem $\hat{I}$ multidimensional e multiparamétrica é um par $(D_I, \vec{I})$, onde

- $D_I \subset Z^n$, $n \geq 2$, é o domínio espacial da imagem e
- $\vec{I} : D_I \rightarrow \Re^m$, $m \geq 1$, é um mapeamento que associa a cada $p \in D_I$ (*spel – space element*) um vetor $\vec{I}(p)$ de m parâmetros reais ou, quando adquiridas, inteiros.
- No caso de placas de veículos tem-se $n = 2$ (o spel é um pixel), $m = 1$ (caso monocromático) ou $m = 3$ (imagem colorida – RGB).
- Após processamento de imagem, elas podem ficar binárias ou reais com $m > 3$, por exemplo.
- No caso de imagens monocromáticas, adotamos $I(p)$ como o brilho do pixel.

Uma relação de adjacência $\mathcal{A} \subset \mathcal{N} \times \mathcal{N}$, para $\mathcal{N} \subseteq D_I$, é uma relação binária baseada em algum **critério de distância**. Para $p = (x_p, y_p) \in Z^2$, exemplos são a

Relação de Adjacência

Uma relação de adjacência $\mathcal{A} \subset \mathcal{N} \times \mathcal{N}$, para $\mathcal{N} \subseteq D_I$, é uma relação binária baseada em algum **critério de distância**. Para $p = (x_p, y_p) \in Z^2$, exemplos são a

- relação circular:
  $(p, q) \in \mathcal{A}$, se $\|q - p\| \leq r \geq 1$, $p \in \mathcal{N}$ e $q \in \mathcal{N}$.

Relação de Adjacência

Uma relação de adjacência $\mathcal{A} \subset \mathcal{N} \times \mathcal{N}$, para $\mathcal{N} \subseteq D_I$, é uma relação binária baseada em algum **critério de distância**. Para $p = (x_p, y_p) \in Z^2$, exemplos são a

- relação circular:
  $(p, q) \in \mathcal{A}$, se $\|q - p\| \leq r \geq 1$, $p \in \mathcal{N}$ e $q \in \mathcal{N}$.
- relação retangular:
  $(p, q) \in \mathcal{A}$, se $|y_q - y_p| \leq \frac{W_y}{2}$ e $|x_q - x_p| \leq \frac{W_x}{2}$.

Relação de Adjacência

Uma relação de adjacência $\mathcal{A} \subset \mathcal{N} \times \mathcal{N}$, para $\mathcal{N} \subseteq D_I$, é uma relação binária baseada em algum **critério de distância**. Para $p = (x_p, y_p) \in Z^2$, exemplos são a

- relação circular:
  $(p, q) \in \mathcal{A}$, se $\|q - p\| \leq r \geq 1$, $p \in \mathcal{N}$ e $q \in \mathcal{N}$.
- relação retangular:
  $(p, q) \in \mathcal{A}$, se $|y_q - y_p| \leq \frac{W_y}{2}$ e $|x_q - x_p| \leq \frac{W_x}{2}$.
- relação de k-vizinhança no espaço paramétrico:
  $q \in \mathcal{A}(p)$, se $\|\vec{I}(q) - \vec{I}(p)\|$ estiver entre as k menores distâncias com relação a p ao considerar todos os pixels $q' \in \mathcal{N}$.

Relação de Adjacência

Uma relação de adjacência $\mathcal{A} \subset \mathcal{N} \times \mathcal{N}$, para $\mathcal{N} \subseteq D_I$, é uma relação binária baseada em algum **critério de distância**. Para $p = (x_p, y_p) \in Z^2$, exemplos são a

- relação circular:
  $(p, q) \in \mathcal{A}$, se $\|q - p\| \leq r \geq 1$, $p \in \mathcal{N}$ e $q \in \mathcal{N}$.
- relação retangular:
  $(p, q) \in \mathcal{A}$, se $|y_q - y_p| \leq \frac{W_y}{2}$ e $|x_q - x_p| \leq \frac{W_x}{2}$.
- relação de k-vizinhança no espaço paramétrico:
  $q \in \mathcal{A}(p)$, se $\|\vec{I}(q) - \vec{I}(p)\|$ estiver entre as k menores distâncias com relação a p ao considerar todos os pixels $q' \in \mathcal{N}$.

Note que a última é assimétrica e que uma relação de adjacência pode ser construída nos domínios espacial e/ou paramétrico.

Relação de Conexidade

- Um pixel q é conexo a um pixel p, se existir uma sequência de pixels $\langle p_1, p_2, \ldots, p_n \rangle$, tal que $p_1 = p$, $p_n = q$, e $(p_i, p_{i+1}) \in \mathcal{A}$, $i = 1, 2, \ldots, n-1$.

Relação de Conexidade

- Um pixel q é conexo a um pixel p, se existir uma sequência de pixels $\langle p_1, p_2, \ldots, p_n \rangle$, tal que $p_1 = p$, $p_n = q$, e $(p_i, p_{i+1}) \in \mathcal{A}$, $i = 1, 2, \ldots, n-1$.
- Um componente conexo $C \subset D_I$ é um conjunto de pixels onde qualquer par $p, q \in C$ é conexo.

Relação de Conexidade

- Um pixel q é conexo a um pixel p, se existir uma sequência de pixels $\langle p_1, p_2, \ldots, p_n \rangle$, tal que $p_1 = p$, $p_n = q$, e $(p_i, p_{i+1}) \in \mathcal{A}$, $i = 1, 2, \ldots, n-1$.
- Um componente conexo $C \subset D_I$ é um conjunto de pixels onde qualquer par $p, q \in C$ é conexo.
- Um objeto na imagem pode ser representado por um ou mais componentes conexos.

Representações de imagem

- Uma imagem $\hat{I} = (D_I, \vec{I})$, $D_I \subset Z^2$, pode ser representada por uma matriz de escalares $I_j(x_p, y_p)$, $j = 1, 2, \ldots, m$, para cada banda do espaço de parâmetros de $\vec{I} = (I_1, I_2, \ldots, I_m)$; uma matriz de vetores $\vec{I}(x_p, y_p)$; um vetor de vetores $\vec{I}(p)$; etc.

Representações de imagem

- Uma imagem $\hat{I} = (D_I, \vec{I})$, $D_I \subset Z^2$, pode ser representada por uma matriz de escalares $I_j(x_p, y_p)$, $j = 1, 2, \ldots, m$, para cada banda do espaço de parâmetros de $\vec{I} = (I_1, I_2, \ldots, I_m)$; uma matriz de vetores $\vec{I}(x_p, y_p)$; um vetor de vetores $\vec{I}(p)$; etc.
- A notação vetorial requer as transformações

$$\begin{aligned} p &= x_p + y_p N_x \\ x_p &= p \% N_x \\ y_p &= p / N_x \end{aligned}$$

onde N_x é o número de pixels na direção x (horizontal) da imagem.

- Relações de adjacência invariantes à translação em D_I podem ser representadas por um vetor de deslocamentos (dx_i, dy_i), $i = 1, 2, \ldots, |\mathcal{A}(p)|$, tais que

$$(x_q, y_q) \quad = \quad (x_p, y_p) + (dx_i, dy_i).$$

Representação de adjacência

- Relações de adjacência invariantes à translação em D_I podem ser representadas por um vetor de deslocamentos (dx_i, dy_i), $i = 1, 2, \ldots, |\mathcal{A}(p)|$, tais que

$$(x_q, y_q) = (x_p, y_p) + (dx_i, dy_i).$$

- Essas relações podem ser definidas como $q \in \mathcal{A}(p)$ se $q - p \in \{(dx_1, dy_1), (dx_2, dy_2), \ldots, (dx_{|\mathcal{A}(p)|}, dy_{|\mathcal{A}(p)|})\}$.