Análise de Imagens

Aula 7: Características de Imagem

Prof. Alexandre Xavier Falcão

afalcao@ic.unicamp.br.

IC - UNICAMP

Roteiro da Aula

- Características simples de forma

A forma é representada pelos contornos externo e internos do objeto. Para um dado contorno, vamos assumir então um conjunto de características.

Ver livros do Gonzalez e do Luciano, e notas de proc. de imagens usando grafos.

Perímetro e Área

Se o contorno for composto por arestas de pixels, seu perímetro é o número de arestas. Caso seja composto por pixels, seu perímetro é $N_4 + \sqrt{2}N_8$, onde N_4 é o número de transições entre pixels vizinhos-4 e N_8 é o número de transições entre pixels vizinhos-8. O perímetro também deve levar em conta as dimensões físicas dos pixels, quando esta informação for disponível. A área é o número de pixels de objeto multiplicado pela área física de um pixel.

Compacticidade e Regularidade

Sejam P e A perímetro e área interna a um contorno. A razão $\frac{A}{P^2}$ mede a compacticidade do contorno. Um círculo tem alta compacticidade ($\frac{1}{4\pi}$) e contornos complexos tendem a ter compacticidade menor. A razão A/A_{mbb}, onde A_{mbb} é a área da *minimum bounding box* do contorno, mede a regularidade. Note que essas medidas são adimensionais e independentes de escala.

Distâncias ao Centróide

O centróide de um contorno é obtido por

(1) $$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} x_i; \bar{y} = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} y_i$$

onde (x_i, y_i) são os pontos do contorno com N pontos. Podemos utilizar a maior e a menor distâncias do contorno ao centróide, ou a razão entre elas como característica (neste caso, adimensional e independente de escala). A variância dessas distâncias mede a circularidade.

Obs: As dimensões físicas dos pixels devem ser consideradas no cálculo de distâncias, sempre que possível.

Estatísticas das Distâncias ao Contorno

A distância média ao contorno pode ser obtida como o valor médio da TDE do contorno. Outras estatísticas, tais como momentos centrais e invariantes de momentos, podem ser extraídas dos valores da TDE, de forma similar à apresentada na aula anterior.

Diâmetro

O diâmetro de um contorno é a maior distância entre pontos do contorno. Algumas variações desta medida são interessantes, tais como maior e menor distâncias (geodésicas ou não) entre pontos defasados de $\frac{N}{2}$.

Distâncias Geodésicas

A distância geodésica entre dois pontos é definida como o comprimento do caminho geodésico entre eles. Considere todos os pares de pontos p_i e $p_{(i+\frac{N}{2})\%N}$ ao longo do contorno, e escolha como medida o par com distância geodésica máxima, mínima ou a razão entre elas. Caminhos geodésicos podem ser encontrados de duas formas usando a IFT.

Caminhos Geodésicos

Sejam s e t dois pontos do contorno. Considere uma IFT com adjacência-8 A_8, semente em s e função f de custo de caminho dada por:

$$
\begin{aligned}
f(\langle p \rangle) &= \begin{cases} 0 & \text{, se } p = s \\ +\infty & \text{, no caso contrário} \end{cases} \\
f(\pi \cdot \langle p, q \rangle) &= \begin{cases} +\infty & \text{, se } q \text{ for externo} \\ f(\pi) + w(p,q) & \text{, no caso contrário} \end{cases}
\end{aligned}
$$

onde $w(p, q)$ é o peso do arco para $q \in A_8(p)$. Estes pesos podem ser calculados de duas formas.

Caminhos Geodésicos

Podemos usar a métrica de chamfer.

$$
\begin{aligned}
w(p,q) &= a \max\{|x_p - x_q|, |y_p - y_q|\} + \\
&\quad (b-a) \min\{|x_p - x_q|, |y_p - y_q|\}
\end{aligned}
$$

onde $p = (x_p, y_p)$, a e b são constantes tais que $b^2 \approx 2a^2$ (e.g., $a = 5$ e $b = 7$). Ou podemos considerar $w(p,q) = D_{max} - D(q)$, como o complemento da distância de q ao contorno, obtida pela TDE.

Eixos Principais de um Contorno

Os eixos principais são obtidos da matriz de covariância

$$\begin{vmatrix} \sigma^2_{xx} & \sigma^2_{xy} \\ \sigma^2_{yx} & \sigma^2_{yy} \end{vmatrix}$$ onde $\sigma^2_{xy} = \sigma^2_{yx}$,

$$\begin{aligned}
\sigma^2_{xx} &= \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1}(x_i - \bar{x})^2 \\
\sigma^2_{yy} &= \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1}(y_i - \bar{y})^2 \\
\sigma^2_{xy} &= \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})
\end{aligned}$$

Autovalores

Os autovalores λ_1 e λ_2 são obtidos por

$$
\begin{aligned}
\lambda_1 &= \frac{1}{2}(\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 + \sqrt{\Delta}) \\
\lambda_2 &= \frac{1}{2}(\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 - \sqrt{\Delta}) \\
\Delta &= (\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2)^2 - 4(\sigma_{xx}^2\sigma_{yy}^2 - \sigma_{xy}^2\sigma_{yx}^2)
\end{aligned}
$$

Os autovalores podem ser usados como características, sendo a razão entre o maior e o menor denominada excentricidade.

Autovetores

Se $\sigma^2_{xx} < \sigma^2_{yy}$, então troque os autovalores. Os autovetores $\vec{v}_1 = (v_{1x}, v_{1y})$ e $\vec{v}_2 = (v_{2x}, v_{2y})$ podem ser obtidos adotando $v_{1x} = v_{2y} = 1$, encontrando

$$\begin{aligned} v_{1y} &= \frac{\lambda_1 - \sigma^2_{xx}}{\sigma^2_{xy}} \\ v_{2x} &= \frac{\lambda_2 - \sigma^2_{yy}}{\sigma^2_{yx}} \end{aligned}$$

e depois normalizando os vetores $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$.

Ponto de Partida

Veremos na próxima aula que algumas medidas são atribuídas de forma ordenada (e.g., sentido horário) a pontos do contorno. Nestes casos, para que o descritor seja invariante à rotação ou para facilitar a função de distância, podemos atribuir as medidas iniciando de um ponto fixo de partida. Este ponto pode ser o ponto de intersecção entre o maior eixo (na orientação do autovetor) e o contorno, e que seja o mais próximo do centróide no caso de múltiplos pontos de intersecção.

Simetria

Considere o maior eixo no sistema de coordenadas dos eixos principais com origem no centróide, e os lados A e B do objeto com relação a este eixo. Seja A' o reflexo de A em torno do maior eixo. Defina como N_i o número de pixels em $A' \cap B$ e N como o número de pixels em $A' \cup B$. A simetria pode ser definida como $\frac{N_i}{N}$.

Medidas Topológicas

Podemos usar o número NC de componentes de interior e o número NB de buracos do objeto como medidas. O número de Euler é definido como $NC - NB$. Podemos ainda extrair o esqueleto multiescala e contar o número de ramificações em cada escala.

Momentos e Granulometria

Considere a função $I(x, y) \in \{0, 1\}$, onde 1 indica ponto de contorno e 0 o caso contrário. Os momentos centrais e invariantes de momentos podem ser usados como medidas, como calculados na aula anterior. A mesma observação vale para as medidas granulométricas, inclusive os momentos granulométricos.