

二值图象边界平滑跟踪的一个算法

于东刚 Hong Yan

(大连理工大学电子工程系, 大连 116024) (澳大利亚悉尼大学电子工程系, 悉尼 NSW 2006)

摘要 开发了一个用于二值图象边界平滑跟踪的一个算法。使用这个算法能去掉或修正某些可能是虚假的干扰点。这些点是二值图象边界一个或一组沿特定链码方向的凸点或凹点。重复地使用这个算法,直到边界不含有这些点。这个算法能有效地使用在二值图象的模式识别与机器人视觉的预处理中。

关键词 边界跟踪,边界平滑,差分码,二值图象处理

1 引言

二值图象边界存在的干扰使二值图象边界的描述十分困难。图1就是这样的样本图象和它们的边界。本文根据一系列用于平滑跟踪二值图象边界的准则去开发一个平滑跟踪二值图象边界的算法。一个二值图象边界能用 Freeman 码表示,以往人们开发了许多二值图象边界跟踪的算法^[1,2]。



图1 一些手写字串的原始图象

Fig. 1 Originated image for some handwriting string



图2 图1手写字串的边界

Fig. 2 Handwriting string's contour for fig. 1

2 使用差分码的边界平滑跟踪

设 S_k 是一个二值图象中第 k 个边界的象素集, S_k 是 8 连接的, 可以用下面式子进行表达:

$$C_k = \{c_0, c_1 \dots c_i, \dots c_{n-1}, c_n\} \quad (1)$$

$$X_k = \{x_0, x_1 \dots x_i, \dots x_{n-1}, x_n\} \quad (2)$$

$$Y_k = \{y_0, y_1 \dots y_i, \dots y_{n-1}, y_n\} \quad (3)$$

这里 C_k 是边界 k 的方向链码集, i 是边界的索引号, c_0 是由边界的起始象素指向边界第 2 个象素的方向链码, c_i 是边界第 i 个象素指向第 $i+1$ 个象素的方向链码, c_{n-1} 是边界第 $(n-1)$ 个象素(边界序列最后一个象素)指向边界起始元素的方向链码, c_n 与 c_0 相同。 X_k 和 Y_k 分别是第 k 个边界的 x 与 y 坐标集。差分码定义为:

$$d_i = c_{i+1} - c_i \quad (4)$$

差分码可以用下式进行计算:

$$d_i = \begin{cases} c_{i+1} - c_i & |c_{i+1} - c_i| < 4 \\ c_{i+1} - c_i - 8 & |c_{i+1} - c_i| > 4 \\ 4 & |c_{i+1} - c_i| = 4 \end{cases} \quad (5)$$

所以,差分码值是 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$ 或 4 。根据方程(5),如果差分码值是 $\pm 2, \pm 3$, 或 4 , 可以组成所有差分码的模式,每个模式由 3 个点构成。有必要指出这些差分码的模式中的某些模式在 8 连接的边界跟踪中并不出现。根据这些模式可以设计一系列平滑修正准则。其原则是:(1)去掉产生差分码大于 1 的凸点或凹点。(2)如果 $d_i = \pm 2$ 且 c_{i+1} 和 c_i 都是奇数,则设置一个点来保持边界跟踪的连续性。(3)建立新边界点的 x 坐标, y 坐标和链码。(4)一个模式修正后所对应的新链上的点满足 $|d_i| \leq 1$ 。

根据这些准则所构成的算法,图2所示字串的处理结果如图3所示。根据上述算法,原始边界的起始点有可能被去掉。因此,有必要根据边界跟踪定义

重新确定新边界的起始点。根据上述算法,边界能被平滑跟踪多次,直到对所有象素而言有 $|d_i| \leq 1$ 。依据上述算法所得到的边界具有下面的性质:(1) $|d_i| \leq 1$ 。(2) 边界的起始象素方向链码是码 5。(3) 边界的最后一个象素的方向链码是码 4。



图 3 采用差分码模式,图 2 字串边界的处理的结果。
Fig. 3 Based on difference code models, the treating result for the handwriting string's contour in fig. 2

采用上述算法,图 3 样本图象进行处理后的结果分别如图 5 所示。



图 5 采用多点模式,图 3 字串边界的处理结果
Fig. 5 Based an multipoint group models, the treating result for the strings contour in fig. 3

3 基于多点模式的平滑跟踪

对于边界平滑跟踪的多点模式而言,在某一链码方向含有多个凸点或凹点。例如图 4 所示,图中箭头符号表示模式的链码方向,圆圈表示先前边界上的点,而圆实点表示修正后跟踪的边界点。这是在链码 0 的方向上存在两个凸向点和凹向点的模式。跟踪修正的原则类同差分码的模式。类似的,含有两个凸点或凹点其它码向的 14 个模式的平滑修正准则可以被得出。



图 4 在链码 0 方向的凸向点和凹向点的模式
Fig. 4 The convex point model and concave point model for the chain code along the zero-direction

在这一节里所描述的平滑跟踪修正的模式中,在某一特定的码向所含的凸向或凹向点只有两点。我们容易将这些准则推广到更多点的情况去构造相应的平滑跟踪修正模式。应该指出,采用的模式的多少与实际解决的问题有关。

参考文献

- 1 Wang Chen xun, Qi Ronggang, Yu Donggang et al. A fast algorithm for boundary tracking of binary image with neighborhood coding. Proc. of International Conference on Signal Processing, 1990, 2, 1083~1085.
- 2 Yu Donggang, Heiko Schoder. Parallel border following, connecting, and labeling for binary image with 8-neighborhood coding on a mesh with bi-reconfigurable buses. Proc. of Third International Workshop on Parallel Image Analysis, 1994, 245~261.



于东刚,大连理工大学电子工程系副教授。主要研究领域是图象处理,模式识别和生物医学信号处理。

An Algorithm of Smoothing and Following of Binary Image Contours

Yu Donggang

Hong Yan

(Dalian University of Technology, Dalian 116024) (The University of Sydney, Australia NSW 2006)

Abstract Based on difference code models and multipoint group models on a special chain code direction, an algorithm is developed for smothing and following of binary image contours.

Keywords Contour following, Contour smothing, Difference code, Binary image processing