

基于随机文法的骨架结构化表示

陈 平

(河南工业职业技术学院 计算机工程系,河南 南阳 473009)

【摘 要】针对传统目标骨架多采用图结构表示存在的缺陷,基于描述随机模式的随机文法技术,提出了用随机文法表示目标骨架,其核心是利用随机文法的抗干扰能力解决骨架对噪声的敏感,在随机文法中嵌入骨架权值抓住目标主要的拓扑特征,与传统的图结构对比,它能提高骨架的抗干扰能力,防止目标主要形状的丢失。

【关键词】图像处理;随机文法;骨架;目标结构化表示

【中图分类号】TP319.41 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2008)04-0047-03

1 引言

从图像中提取的骨架是目标的一种中线图像,直接利用这种中线图像进行目标的识别是困难、低效的。因此可以通过建立骨架的结构化表示来填补目标的骨架表示与目标识别之间的鸿沟。

目标结构化表示的方法很多,而根据骨架的特点(骨架是由多个结构基元组成,基元之间的连接关系描述了骨架的拓扑性质,以及骨架的显著性变换趋势),可以将骨架的分支进行分解,并将其组织为属性树来表征目标。在属性树中以骨架的基元作为树的节点,骨架的属性作为节点属性的集合,节点之间的关系用两点间的连线表示,即获得了目标的层次化表示。根据骨架的基元来建立结构化表示有较大的优势:一方面能够比较有效地抑制骨架噪声的不利影响,可以得到稳健的结构化表示;另一方面可以方便地获得目标在尺度空间的描述。因此要解决的问题是如何利用骨架的基本构成来建立目标的结构化表示。本文根据骨架的特点,提出了随机文法表示目标骨架的方法,利用随机文法的抗干扰能力解决骨架对噪声的敏感,在随机文法中嵌入骨架权值抓住目标主要的拓扑特征,与传统的图结构对比,它能提高骨架的抗干扰能力,防止目标主要形状的丢失。

2 随机文法

对每条文法产生式(重写规则)赋予一定的概率值以描述随机模式的文法称为随机文法^[1]。在通信、信息存储和检索以及物理模式的测量处理等问题中不可避免地存在噪声和干扰,因此用于描述模式类的语言需要带有随机性质。为了从数学上表征语言 L 的不确定性和随机性,可以在文法产生式中引入概率度量 P_{ij} , 它的四元式形式化^[1,2]为: $G_S = (V_N, V_T, P_S, S)$

其中, V_N 为非终端符有限集, V_T 为终端符有限

集, S 起始符, 且 $S \in V_N$, P_S 为随机产生式有限集。

产生式为: $\alpha_i \xrightarrow{P_{ij}} \beta_{ij}, 0 < P_{ij} \leq 1, \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$ 。

设从起始符 S 开始通过使用产生式序列 r_1, r_2, \dots, r_m 导出链 x , 与产生式 r_1, r_2, \dots, r_m 相联系的概率分别是 $p(r_1), p(r_2), \dots, p(r_m)$, 当概率 $p(r_i) (i=1, \dots, m)$ 的大小不依赖于在它前面导出过程所使用的产生式时, 则用上述序列导出句子 x 的概率是:

$$p_{r_1, r_2, \dots, r_m}(x) = p(r_1), p(r_2), \dots, p(r_m) \quad (1)$$

3 骨架

3.1 骨架概念

骨架结构基元^[3]可以分为关键点基元、分支基元、环基元、脊柱基元等, 关键点出现在骨架特性发生剧烈变化的地方。关键点包括端点和分叉点。

当任意骨架点 P 的 8-邻域中仅有 1 个骨架点时, 我们称它为端点。端点是骨架上各个部分的起点, 它的 8-连通数为 1。

当任意骨架点 P 的 8-邻域中有 3 个或 3 个以上的骨架点时, 我们称它为分叉点。分叉点是骨架的不同部分的交汇点。

除去端点和分叉点后, 骨架上其它点的 8-邻域中一定有 2 个骨架点, 我们称它们为普通点。由骨架的普通点构成的连通集合称为骨架段。

连通任意两个关键点, 不通过第三个关键点并且具有唯一连通路径的骨架段称为分支。若分支的两个关键点均不是端点, 则称其为内分支, 否则称其为外分支。由任意端点基元可以唯一地确定一个外分支。

骨架上的简单闭合曲线称为骨架的环基元。脊柱基元一般指在保持方向改变最小的前提下骨架中连通任意两个骨架点的最长路径。脊柱基元之外的骨架称为脊柱的子骨架。

在文献^[3]中介绍了基元的检测方法, 本文不作

介绍。

3.2 骨架权值原理

利用距离变换产生权值^[4-6],权值代表骨架重要性的特点,在传统的骨架化方法中引入权值的概念,权值骨架化原理图如图1所示:

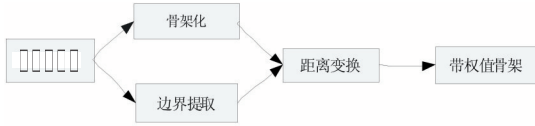


图1 权值骨架化原理图

权值骨架化的具体实现步骤如下:

- (1)对获得的目标图像进行预处理,由于要处理的图像是实拍图像,所以要对图像进行预处理包括去背景、二值化、去噪声等;
- (2)对图像进行细化,骨架修剪,得到骨架图;
- (3)对预处理后的图像进行边界提取,获取图像的边界图;
- (4)将第(2)和第(3)步得到的结果相加和,并对结果图进行距离变换得到一个带权值的骨架图,这个骨架图对应了骨架的不同等级信息。

3.3 权值的实现

权值骨架实现的第(3)步中的距离变换是针对二值图像的一种变换,在二维空间中,一幅二值图像可以认为仅包含目标和背景两种像素,目标像素值为1,背景像素值为0。距离变换的结果不是另一幅二值图像,而是一幅灰度级图像,即距离图像,图像中每个像素的灰度值为该像素与距离其最近的背景像素间的距离。二维距离变换分两个步骤:

各方向距离变换。主要是从四个角的方向分别扫描计算:

$$TD1(x,y)=\min[TD(x,y+1),TD(x+1,y)]+1 \quad (2)$$

$$TD2(x,y)=\min[TD(x-1,y),TD(x+1,y)]+1 \quad (3)$$

$$TD3(x,y)=\min[TD(x,y-1),TD(x-1,y)]+1 \quad (4)$$

$$TD4(x,y)=\min[TD(x,y-1),TD(x+1,y)]+1 \quad (5)$$

竞争取值。对各方向距离变换值进行比较,取其中的较小值作为该像素的距离变换值,这样就可以得到一个灰度级图像。最终变换为对四种变换竞争取最小值,即:

$$TD(x,y)=\min[TD1(x,y),TD2(x,y),TD3(x,y),TD(x,y)] \quad (6)$$

其中,TD(x,y)表示坐标(x,y)的像素点的灰度值。

4 骨架表示构造

传统方法中多采用图结构表示目标骨架,它主要存在以下两个方面的问题:①图结构对骨架的噪声敏感,这样容易降低图像结构的稳定性,削弱了

形状表示能力;②图结构的匹配多使用距离匹配,没有考虑骨架分支重要性不同的情况,这样容易造成目标主要形状的丢失。

用随机文法的抗干扰能力可以解决对骨架的噪声敏感,在随机文法中嵌入骨架权值有利于抓住主要的拓扑特征即骨架权值大对应的相似度就相应的大,获得正确的识别结果。

权值骨架化得到的权值作为表征骨架分支重要性值也可以与随机文法中产生式中概率值相对应,这样一个骨架就可以用随机文法表示,在进行骨架匹配的时候,也就是句法识别中的句法分析过程,但是句法分析得到的概率不再是生成一个句子的概率而是待识别图与目标图的相似度。

骨架分解^[7]规则为脊柱基元和它的子骨架。外分支基元、环基元和脊柱基元作为随机文法中的终止节点。

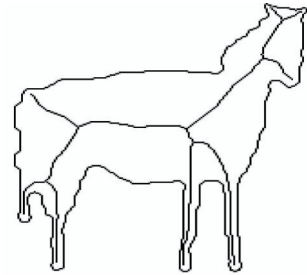


图2 一匹马的轮廓和骨架图

对图2实现骨架权值得到图3的骨架权值图,并对图3进行骨架分解(用1.,2.,...,14.标记关键点),其中(2.,3.,4.,6.,10.,14.)构成的骨架段就是脊柱基元,记为a;(1.,3.), (4.,5.), (6.,7.,8.,9.), (10.,11.,12.,13.)构成a的子骨架,分别记为b,c,B,C,由于B,C不是终止节点,需要继续按照规则分解,得到(6.,7.,8.), (10.,11.,12.)分别构成的脊柱基元d,e, (7.,9.), (11.,13.)分别构成的子骨架f,h(外分支基元),分解结束。

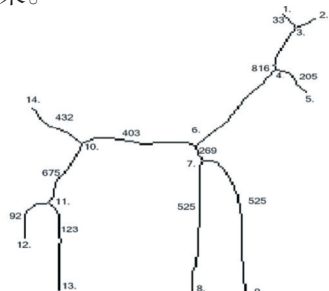


图3 一匹马的权值骨架图

把图3的骨架分解之后用随机文法表示为:

$$S \xrightarrow{P} a; S \xrightarrow{P} b; S \xrightarrow{P} c; S \xrightarrow{P} B;$$

$$S \xrightarrow{P} C; B \xrightarrow{P} d; B \xrightarrow{P} f; C \xrightarrow{P} e; C \xrightarrow{P} h$$

作为随机文法中的概率,骨架权值嵌入随机文法中时根据随机文法的定义需要转化,权值与概率

之间的转化公式为:

$$P = \frac{\text{产生式右端 } V_N \text{ 或 } V_T \text{ 的权值}}{V_N \text{ 和 } V_T \text{ 对应权值之和}} \quad (2)$$

利用公式(2)可得图3中骨架的随机文法的进一步表示:

$$\begin{aligned} S &\xrightarrow{0.3} a; S \xrightarrow{0.01} b; S \xrightarrow{0.03} c; S \xrightarrow{0.2} B; \\ S &\xrightarrow{0.14} C; B \xrightarrow{0.13} d; B \xrightarrow{0.08} f; C \xrightarrow{0.12} e; C \xrightarrow{0.02} h \end{aligned}$$

即 $S=abcdefh$ 。

用随机文法表示目标的关键问题就是文法推断以及每个产生式的概率值的确定。文献[8]中根据神经网络与有限自动机在识别能力上具有某种等价关系,把随机文法的推断可以转化为神经网络的训练,在这种情况下,通过学习得到的神经网络可以转化成相应的文法。

注释及参考文献:

- [1]ZHU Song-chun,Mumford David. A stochastic grammar of images. Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision, 2006 ,2(4):259-262
- [2]Keller Bill , Lutz Rudi . Evolutionary induction of stochastic context free grammars[J].Pattern Recognition, 2005,38(9): 1393-1406
- [3]陈晓飞. 基于骨架的目标表示和识别技术研究[D]. 国防科学技术大学, 2004.
- [4]Zhang Shao-guang, Li Feng-ting, Ma Hui-min. A Skeleton Algorithm Based on weight[J].Microcomputer Information. 2007,23(2):23-25
- [5]GUAN Wei-guang, Ma Song-de. A Fast Unified Distance Transformation Algorithm.Chinese Journal of Computers, 1995, 18(8): 626-635
- [6]Lam L, Lee S W, Suen C Y. Thinning methodologies-A comprehensive survey. IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1992,14 (9):869-885
- [7]LIU Jun-yi, WANG Run-sheng. Graph Representation for Objects Based on Hierarchical Decomposition of Skeletons [J]. Chinese Journal of Computers, 2001(6):633-637
- [8]ZHANG Rui-ling .Grammatical Inference: Retrospect and Prospect[J]. Journal of Software,1999(8):850-860.

The Structural Representation of the Target Skeleton Based on Stochastic Grammar

CHEN Ping

(Department of Computer Engineering, Henan Polytechnic Institute, Nanyang, Henan 473009)

Abstract: To solve the deficiencies existing in the traditional target skeleton representation based on graph structure. According to the technique of stochastic grammar used to describe the stochastic model, a new method of target skeleton representation based on stochastic grammar is proposed. The core of the method is to solve the noise-sensitive of skeleton using the anti-jamming capability of stochastic grammar, embedding skeleton weight in the stochastic grammar to catch at the main topological characteristics of the objectives. Compared to the traditional graph structure, this method has better anti-jamming capability of target skeleton to prevent the loss of the main shape for objective.

Key words: Image processing; Stochastic grammar; Skeleton; Target structural representation