

基于改进边缘分割算法的幼苗信息提取*

李伟涛^{1,2} 彭道黎¹ 吴见²

(1.北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室,北京 100083;

2.滁州学院地理信息与旅游学院,滁州 239000)

摘要: 优化特征空间和改进分割算法是利用面向对象技术准确获取幼苗信息的关键,也是高空间分辨率数据提取目标地物信息迫切需要解决的问题。研究了在多光谱影像进行去噪声处理基础上,采用改进的基于边缘的算法进行影像分割,同时选取纹理、形状、光谱特征构建特征空间,实现幼苗信息提取的方法。结果表明,该方法对幼苗信息提取的总精度达86%,比传统技术提高了12%,KAPPA系数达0.8145,比传统技术提高了0.1159。该方法可以对幼苗信息进行准确快速提取,能够为生产或管理部门进行准确监测和决策提供依据,对未来造林情况进行预测和评价有重要意义。

关键词: 幼苗 改进边缘分割算法 多光谱 影像分割

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)04-0259-05

引言

对幼苗进行调查,不仅能够了解幼苗的分布、生长状况,而且可以对未来造林情况进行预测和评价,因此准确、快速地获取幼苗信息非常重要。目前,对幼苗调查的方法主要包括线上样地抽样法和有限制的随机抽样等^[1]。这些方法尽管能够实现小面积的幼苗调查,但对于大面积幼苗调查,不仅费时费力^[2],而且容易造成结果不准确,致使经营管理和市场决策错误。

遥感技术的出现,为解决上述问题提供了可能。近年来国内外学者在树冠、作物等信息提取方面作了大量的研究,主要采用数码相机影像、航空像片^[3]、高分辨率影像和雷达^[4]等介质,以BP神经网络、三维扫描^[5]、专家分类和面向对象分割^[6]等方法进行信息提取。随着高空间分辨率数据的发展,传统基于像元的信息提取技术暴露出很多不足^[7-8]。影像分割技术^[9]的出现,对高空间分辨率影像的处理具有很大的促进。目前,面向对象技术对树冠或农作物信息进行提取时,大多采用由底往上的区域合并算法,不仅参数设置较多,而且分割结果常常不佳^[10]。对于获取的分割结果,仍需要进行恰当的特征空间构建^[11],才能实现理想的目标信息提取,而以往研究对特征空间构建相对简单。特征

空间优化以及分割算法改进是目前面向对象技术应该解决的问题。

本文采用一种改进的基于边缘的算法对去噪声处理的多光谱影像进行分割,同时选取纹理、形状、光谱特征构建特征空间,实现幼苗信息的提取。

1 实验图像获取及预处理

采用佳能600D型相机(有效像素1800万,传感器尺寸22.3 mm × 14.9 mm CMOS)进行影像采集,把相机放置在悬臂梁之上,高度距幼苗顶端约100 cm,使相机的光轴与地面垂直,从而防止影像的几何失真,同时能够得到植物的完整顶端形态。共在实验区获取影像60幅,为了缩减影像的处理时间,对影像进行批量裁剪,保留目标区域,去除影像的多余区域,影像裁剪后为640像素 × 640像素。

2 幼苗信息提取

2.1 基于改进均值滤波算法的去噪声处理

一般情况下,多数影像都带有高斯和颗粒噪声,单纯的均值或中值滤波很难较好地抑制混合噪声。为此引用一种改进的均值滤波算法^[12],其基本思想为:首先以含噪声影像的每一个点为中心确定一个区域,寻找该区域内的灰度中值,以此中值为基础,计算区域内每一个点的权值,如果该点为颗粒噪声

收稿日期:2013-11-18 修回日期:2013-12-14

* 国家科技基础性工作专项资助项目(2013FY111600-1)、“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD23B05)、安徽高等学校省级自然科学研究资助项目(KJ2013B189)和滁州学院校级科研启动基金资助项目(2012qd18)

作者简介:李伟涛,博士生,滁州学院讲师,主要从事森林资源监测与评价研究,E-mail:xiangfeidewujian@126.com

点,其灰度与中值相差会较大,权值较小,反之,权值较大,且权值作归一化处理;其次将各点的权值与相应灰度的乘积进行求和;最后将计算结果对影像点进行赋值。算法步骤为:

(1)以第*i*行第*j*列的像元为中心,确定 $N \times N$ 区域, N 是奇数,并计算该区域的灰度中值 $M(i, j)$ 。

(2)设*r*是 $N/2$ 结果的整数部分,进而计算点(*i, j*)的 $N \times N$ 区域中各点的权值 $r(n, m)$ 。

$$s = \sum_{n=i-r}^{i+r} \sum_{m=j-r}^{j+r} \{1/[1+(I(n, m) - M(i, j))^2]\} \quad (1)$$

$$r(n, m) = \frac{1/[1+(I(n, m) - M(i, j))^2]}{s} \quad (2)$$

式中 $I(n, m)$ —— $N \times N$ 区域中点(*n, m*)的灰度

(3)计算区域中各点的灰度 $I(n, m)$ 与相应权值 $r(n, m)$ 的乘积 $d(n, m)$,将 $\sum_{n=i-r}^{i+r} \sum_{m=j-r}^{j+r} d(n, m)$ 当作目标点的滤波输出。

2.2 基于改进边缘分割算法的影像分割

面向对象技术提取目标信息时,多数采用区域合并算法,分割效果常常不佳且参数设置较多。为解决这一问题,在前期影像去噪声处理的基础上,采用一种改进的基于边缘的算法对影像进行分割。传统的主动轮廓模型力场无法指向凹边缘的内部^[13],且要求在目标轮廓进行初始化;而离散动态边界模型^[14]根据曲线内外部力场法向分量的计算实现曲线形变的约束,同时以迭代算法进行结果求取,在一定范围内解决了上述问题。本文将离散动态边界模型算法进行改进,以模拟气球膨胀法为基础,通过改进内外部力场,以图像边界为起点,让Snakes算子向图像内部不断分裂,实现图像分割。此改进算法在分割图像的同时,能够获取不同部分间的关系,可以更深入地完成图像结构分析。本文算法具体环节^[13]有:

(1)内力场确定

传统的Snakes算法是使得曲线在图像中的运动能量函数 E 最小化,通过控制Snakes算子的刚性和张紧的权值,使得Snakes算子富有弹性且光滑。该算法中,外部能量由图像的边缘、灰度等特征得到,以此促使Snakes算子实现目标的边缘轮廓的拟合。为了达到能量函数 E 最小化的目的,Snakes算子需要满足Euler方程,即实现内外部能量的平衡。外部能量用来促使Snakes算子完成期望图像边界的拟合,而内部能量用来对曲线弯曲和被拉伸的情况进行阻止。

此过程存在2个难以解决的问题,首先必须在目标轮廓附近对模型进行初始化,否则容易导致结

果的收敛错误;其次,因为向凹型边缘内部的指向力场无法获取,存在Snakes算子向凹型边缘逼近的问题。模拟气球膨胀法^[14]的提出,在一定程度上改善了以上问题。该方法通过对矢量强度和方向的控制,产生膨胀和收缩的作用,增加了力场捕获范围,辅以外力场作用,使得Snakes算子能够在变化平缓的图像区域进行缓慢收敛,加强了Snakes算子对凹形边缘的步进能力。

本文采用一种改进的算法实现曲线运动的约束,首先将顶点 V_i 的弯曲向量定义为 $\mathbf{c}_i = \mathbf{d}_i - \mathbf{d}_{i-1}$,其中 \mathbf{d}_i 与 \mathbf{d}_{i-1} 表示单位矢量。定义 V_i 的单位切向量为

$$\hat{\mathbf{t}}_i = \frac{\hat{\mathbf{d}}_i + \hat{\mathbf{d}}_{i-1}}{\|\hat{\mathbf{d}}_i + \hat{\mathbf{d}}_{i-1}\|} \quad (3)$$

所以此点的单位径向向量能够表示为

$$\hat{\mathbf{r}}_i = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \hat{\mathbf{t}}_i \quad (4)$$

通过 \mathbf{c}_i 和 $\hat{\mathbf{r}}_i$ 能够将内力场表达为^[13]

$$f_{in,i} = (\mathbf{c}_i \hat{\mathbf{r}}_i) \otimes k_i \quad (5)$$

$$f_{in,r_i} = f_{in,i} \hat{\mathbf{r}}_i \quad (6)$$

其中 $k_i = \{\dots, 0, 0, -\frac{1}{2}, 1, -\frac{1}{2}, 0, 0, \dots\}$

式中 k_i ——离散滤波序列

(2)外力场确定

在传统的Snakes算法中,外力场定义成 $f_{im} = \nabla - I(x, y)$,其中 $I(x, y)$ 是既定影像, ∇ 代表梯度算子。但是该力场目标边缘的收敛效果不理想,不沿曲线的径向运动。为解决这一问题,对这一外力场算法进行了改进,将 V_i 的径向分量定义^[13]为

$$f_{im,r_i} = (f_{im,v_i} \hat{\mathbf{r}}_i) \hat{\mathbf{r}}_i \quad (7)$$

定义外力场为

$$f_{ex,r_i} = k_i \mathbf{r}_i - k f_{im,r_i} \quad (8)$$

k_1 与 k 都能够取正负值。这个定义是对传统模拟气球膨胀法的改善,当 k 为负值时,曲线将与目标远离;当 k 为正值时,曲线将收敛于目标。通过 k_1 正、负值的改变,可以促使曲线收缩或膨胀^[13]。

(3)曲线形变

可将整体力场表示为

$$f_i = w_{ex} f_{ex,r_i} + w_{in} f_{in,r_i} \quad (9)$$

式中 w_{ex} ——外力场权重 w_{in} ——内力场权重

当所有顶点 V_i 的加速度矢量 $\mathbf{a}_i = 0$ 、速度矢量 $\mathbf{v}_i = 0$,曲线停止运动。为了使得曲线收敛优化,在力场中融合粘滞力场,表达式为

$$f_i = w_{ex} f_{ex,r_i} + w_{in} f_{in,r_i} + w_d f_{d,i} \quad (10)$$

其中

$$f_{d,i} = w_d \mathbf{v}_i$$

式中 $f_{d,i}$ ——粘滞力场 w_d ——粘滞力场权重

曲线运动可以表达为^[13]

$$p_i(t + \Delta t) = p_i(t) + \Delta t v_i(t) \quad (11)$$

$$v_i(t + \Delta t) = v_i(t) + a_i(t) \Delta t \quad (12)$$

$$a_i(t + \Delta t) = \frac{1}{m_i} f_i(t + \Delta t) \quad (13)$$

式中 $p_i(t)$ —— V_i 处的位置矢量

m_i ——顶点 i 处整体力场的系数

采用式(10)能够获取 $f_i(t + \Delta t)$ 。

通过控制上述力场的方向,使得曲线不断向内分裂、坍塌完成全色影像的分割。曲线初始化在影像边界,各点外力场采用式(8)计算, k 取正值时,曲线通过不断形变,在影像内部最外层边缘收敛。此时,在曲线内侧取新的曲线,传统算法的内、外力场会使新曲线回到最外层边缘。为解决传统算法的缺陷,在式(8)中将 k 取负值,使原本向外的力场改变为向内力场,此时曲线仍旧向内运动直至再次改变力场方向。再次取 k 为正值,曲线会在下一层边缘收敛。 k 交替取正负值,直至新曲线在一个点上收敛。如果曲线的内部出现多个并列目标,曲线会在不同目标间收缩交叉。这时将其分裂为多个新曲线,并重复上述操作,实现影像分割,在分割过程中取 $k = \pm 1, k_1 = 0.05$ ^[13]。作为对比,同时采用文献[16]的方法进行了幼苗图像分割,局部放大的分割效果如图1所示。

2.3 特征空间构建及幼苗信息提取

为了对幼苗进行准确识别、将其从背景中分离出来,需要构建有效的特征空间^[13-14]。颜色是遥感影像识别的基础,也是识别目标信息的重要信息之一;形状是目标地物最为直观的特征,叶片形态也是进行准确快速植被识别的主要因子;纹理特征是地物自身属性的反映,利用反映地物的空间分布关系。

2.3.1 光谱特征

根据比值特征 r_l 对有绿色植被的区域进行判断,其原理是某波段影像斑块的均值光谱 $\bar{C}_{l,o}$ 除以全部波段的斑块均值光谱之和 $\bar{C}_{l,s}$,即

$$r_l = \frac{\bar{C}_{l,o}}{\bar{C}_{l,s}} \quad (14)$$

根据亮度特征对幼苗叶片的光谱特征进行描述,原理是将光谱层的亮度均值与影像对象数量相除,具体公式为

$$B = \frac{1}{nl} \sum_{l=1}^n \bar{C}_l \quad (15)$$

式中 B ——幼苗叶片的光谱特征

n ——影像斑块的数量 l ——波段号

\bar{C}_l —— l 波段的亮度均值

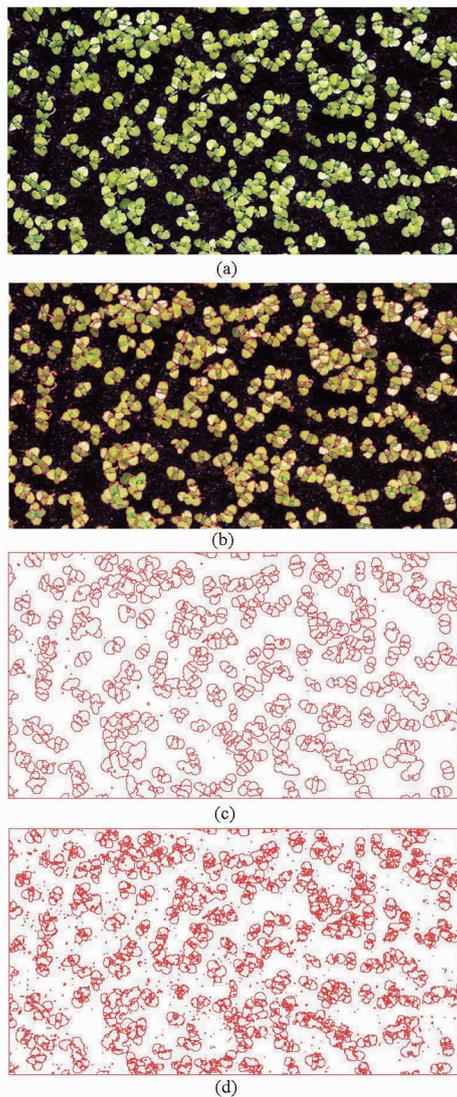


图1 影像分割及局部放大结果

Fig. 1 Partial amplification of image segmentation

(a) 原始多光谱影像 (b) 本文方法分割过程
(c) 本文方法分割结果 (d) 文献[16]方法分割结果

2.3.2 形状特征

为对幼苗叶片形状进行识别,首先标记已分割的叶片,其次根据8-邻域跟踪算法对其边缘进行检测,获取轮廓信息,同时根据轮廓信息对垂直和水平方向连续像素数进行检测,计算叶片周长 P ,根据连续闭合区域中的像素个数计算对象面积 A ,获取对象最小外接矩形宽 W 以及最小外接矩形长 H (单位都是像素数)。继续依据上述4个特征,对伸长率 $S_1 = (H - W)/(H + W)$ 、宽长比 $S_2 = W/H$ 、矩形度 $S_3 = A/(HW)$ 、圆形度 $S_4 = 4\pi A/P^2$ 、致密度 $S_5 = P^2/A$ 5个具有尺度不变性、平移和旋转的形状特征无量纲参数进行计算^[15]。

2.3.3 纹理特征

根据梯度信息及综合图像灰度的方法,采用灰度-梯度共生矩阵对目标信息的纹理特征进行提取,

以解决影像旋转对纹理特征提取的影响问题。灰度-梯度共生矩阵特征参数是影像边缘直方图和灰度级直方图间的结合,是对纹理和灰度变化程度的描述,而且能够反映领域点和像元点之间的空间关系^[15]。定义灰度-梯度共生矩阵元素 $H(i,j)$ 为归一梯度影像 $G(x,y)$ (灰度级 L_g) 以及归一灰度影像 $F(x,y)$ (灰度级 L) 中均具有梯度 j 、灰度 i 的像元总数,表达式为 $\{H_{ij}, i = 0, 1, \dots, L-1; j = 0, 1, \dots, L_g-1\} = \{(x,y) | F(x,y) = i, G(x,y) = j\}$ 。

影像的像元总数进行归一化,则其概率公式为

$$p_{ij} = H_{ij} / (L_g - 1) \left/ \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L_g-1} H_{ij} \right. \quad (16)$$

通过 p_{ij} 对灰度-梯度共生矩阵 $[p_{ij}]_{L \times L_g}$ 进行构建,提取二次统计特征参数 15 个,依据同种目标不同样本间特征差异小、不同目标样本间特征差异大的原则,进行方差分析和均值统计,最终确定了逆差距 T_1 、相关性 T_2 、能量不均匀性 T_3 、灰度不均匀性 T_4 、惯性 T_5 、灰度均方差 T_6 、梯度不均匀性 T_7 和小梯度优势 T_8 8 个特征参数^[15]。

由于部分特征的判别标准对于不同的类别是不离散的,例如可能存在同一个亮度特征值对应若干个不同类别的情况,因此在特征空间构造基础上,根据隶属度函数进行幼苗区域识别,结果如图 2 所示。从图中可以看出,采用文献[16]方法时,受背景影像较大,信息提取结果杂质较多,错分现象较为明显,这主要是由于该方法延续了由底往上的区域合并算法,不仅参数设置较多,而且主观性较强;另外,在特征空间构建时,指标单一,不能充分反映提取对象的多种特征。

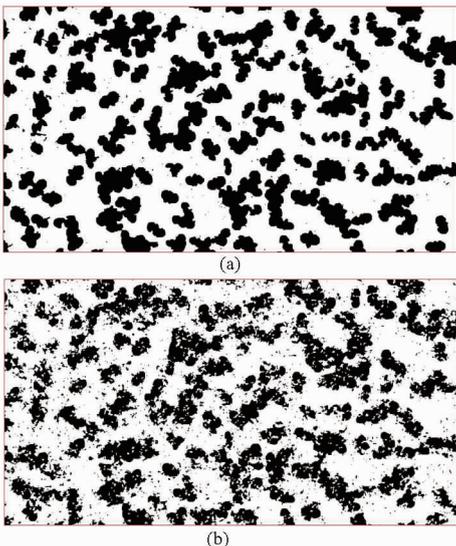


图 2 幼苗信息提取结果

Fig. 2 Seedlings information extraction results

(a) 本文方法提取结果 (b) 文献[16]方法提取结果

2.4 精度评价

为了对幼苗信息提取结果进行验证,分析本文方法的有效性,在获取的 60 幅幼苗信息提取结果中,随机选取 16 幅进行验证。表 1 是在识别的幼苗和背景地物上各随机选取 200 个样点,根据误差分析矩阵法对文献[16]和本文方法获取的结果进行分析评价。

表 1 幼苗提取结果评价

方法	识别类型		合计
	幼苗	背景	
本文方法	幼苗	176	200
	背景	32	200
文献[16]方法	幼苗	142	200
	背景	46	200

由表 1 可知,在特征空间改善和分割算法改进的基础上,本文方法得到了较文献[16]更好的幼苗信息提取结果,总体精度达 86%,较文献[16]方法的 74% 提高了 12%;KAPPA 系数为 0.814 5,较文献[16]方法的 0.698 6 提高了 0.115 9。本文通过对目标结构特征的深入分析,在模拟气球膨胀法的基础上,通过控制力场的方向,对内、外部力场进行改进,使得曲线以图像边界为起点不断向内分裂、坍塌完成全色影像的分割。同时,通过光谱、形状、纹理多种特征分析,获取能够准确识别幼苗信息的多种特征组合,构建了以比值和亮度为光谱指标,以叶片周长、对象面积、对象最小外接矩形宽和长、伸长率、宽长比、矩形度、圆形度和致密度为形状指标,以逆差距、相关性、能量不均匀性、灰度不均匀性、惯性、灰度均方差、梯度不均匀性和小梯度优势为纹理指标的特征空间。通过分割算法的改进和特征空间的构建,使得幼苗信息提取时,受背景的干扰较小,基本能够将幼苗信息正确且完整地提取出来,错分现象较以往方法少。

3 结论

(1) 以佳能 600D 采集的影像为数据源,利用数据空间和光谱信息,在使用一种改进均值滤波算法的基础上对影像进行去噪声处理,通过分割算法改进和特征空间优化,改善了幼苗信息的提取精度。

(2) 在分割算法改进方面,为解决传统算法要求在目标轮廓进行初始化和无法指向凹形边缘内部的问题,本文以模拟气球膨胀法为基础,通过控制力场的方向,使得曲线不断向内分裂、坍塌完成全色影像的分割。采用的分割算法可以对目标的结构特征进行更加深入的分析,对于低信噪比的数据具有较

好的分割效果。在特征空间构建方面,考虑了对象的形状特征、类间特征、相邻关系等,与传统基于像元的依赖光谱信息的特征空间相比,具有较大的优越性。

(3)本文幼苗信息提取方法与传统方法相比,总体精度提高了12%,KAPPA系数提高了0.1159,实现了更好的幼苗信息提取结果。

参 考 文 献

- 1 王福星,王文平,李一,等. 利用播区地类区划成果改进幼苗调查方法[J]. 陕西林业科技,2010(5):17-19.
Wang Fuxing, Wang Wenping, Li Yi, et al. Improvement of the seedling investigation by referring to the site classification of aerial seeding[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2010(5):17-19. (in Chinese)
- 2 Komura R, Muramoto K. Classification of forest stand considering shapes and sizes of tree crown calculated from high spatial resolution satellite image[C]//Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2007, IEEE, 2007: 4356-4359.
- 3 叶勤,徐秋红,谢惠洪. 城市航空影像中基于颜色恒常性的阴影消除[J]. 光电子·激光,2010,21(11):1706-1712.
Ye Qin, Xu Qihong, Xie Huihong. Removing shadows from urban aerial images based on color constancy[J]. Journal of Optoelectronics·Laser, 2010, 21(11):1706-1712. (in Chinese)
- 4 梁栋,孔颀,胡根生,等. 基于支持向量机的遥感影像厚云及云阴影去除[J]. 测绘学报,2012,41(2):225-231,238.
Liang Dong, Kong Jie, Hu Gensheng, et al. The removal of thick cloud and cloud shadow of remote sensing image based on support vector machine[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2012, 41(2):225-231, 238. (in Chinese)
- 5 Stephanie F, Mark D, Matthew L. Geotechnical and operation for 3D laser scanning in drill and blast tunnels[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2010(25): 614-628.
- 6 吴见,彭道黎. 基于面向对象的 QuickBird 影像退耕地树冠信息提取[J]. 光谱学与光谱分析,2010,30(9): 2533-2536.
Wu Jian, Peng Daoli. Tree-crown information extraction of farmland returned to forests using QuickBird image based on object-oriented approach[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2010, 30(9): 2533-2536. (in Chinese)
- 7 高阳,廖家平,吴伟. 基于决策树的 ID3 算法与 C4.5 算法[J]. 湖北工业大学学报,2011,26(2):54-56.
Gao Yang, Liao Jiaping, Wu Wei. ID3 algorithm and C4.5 algorithm based on decision tree[J]. Journal of Hubei University of Technology, 2011, 26(2): 54-56. (in Chinese)
- 8 Rahman S, Hasan S M R, Islam M A, et al. Temporal change detection of vegetation coverage of Dhaka using remote sensing[J]. International Journal of Geomatics and Geosciences, 2011, 2(2): 481-490.
- 9 Li Xiaobing, Wang Hong, Long Huiling, et al. A model for the estimation of fractional vegetation cover based on the relationship between vegetation and soil moisture[J]. International Journal of Remote Sensing, 2012, 33(11): 3580-3595.
- 10 Guijarro M, Pajares G, Riomoros I, et al. Automatic segmentation of relevant textures in agricultural images[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2011, 75(1): 75-83.
- 11 张志斌,罗锡文,臧英,等. 基于颜色特征的颜色作物图像分割算法[J]. 农业工程学报,2011,27(7):183-189.
Zhang Zhibin, Luo Xiwen, Zang Ying, et al. Segmentation algorithm based on color feature for green crop plants[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(7): 183-189. (in Chinese)
- 12 赵瑞锋,周华荣,肖笃宁,等. 塔里木河中下游地区湿地景观格局变化[J]. 生态学报,2006,26(10): 3470-3478.
Zhao Ruifeng, Zhou Huarong, Xiao Duning, et al. Changes of wetland landscape pattern in the middle and lower reaches of the Tarim River[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(10): 3470-3478. (in Chinese)
- 13 许东,袁晓辉,夏良正,等. 一种基于可变形模型的图像分割算法[J]. 红外与毫米波学报,2002,21(1):49-53.
Xu Dong, Yuan Xiaohui, Xia Liangzheng, et al. Image segmentation method based on a deformable model[J]. Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2002, 21(1):49-53. (in Chinese)
- 14 曹晶晶,王一鸣,毛文华,等. 基于纹理和位置特征的麦田杂草识别方法[J]. 农业机械学报,2007,38(4):107-110.
Cao Jingjing, Wang Yiming, Mao Wenhua, et al. Weed detection method in wheat field based on texture and position features[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(4):107-110. (in Chinese)
- 15 李先锋,朱伟兴,孔令东,等. 基于 SVM 和 D-S 证据理论的多特征融合杂草识别方法[J]. 农业机械学报,2011,42(11): 164-168,163.
Li Xianfeng, Zhu Weixing, Kong Lingdong, et al. Method of multi-feature fusion based on SVM and D-S evidence theory in weed recognition[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(11):164-168, 163. (in Chinese)
- 16 黄建文,鞠洪波,赵峰,等. 利用遥感进行退耕还林成活率及长势监测方法的研究[J]. 遥感学报,2007,11(6):899-905.
Huang Jianwen, Ju Hongbo, Zhao Feng, et al. Research on monitoring survival rate and growth condition of farm land returned to forests using remote sensing data[J]. Journal of Remote Sensing, 2007, 11(6):899-905. (in Chinese)

- Data Engineering, 1995, 7(4): 623 - 640.
- 12 David H. Bayesian networks for data mining [J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 1997, 1(1): 79 - 119.
- 13 徐欣, 李德玉. 贝叶斯网络中因果链搜索算法及其应用研究[J]. 计算机科学, 2008, 35(4): 154 - 156.
Xu Xin, Li Deyu. Research on algorithm for detecting cause-and-effect chains in Bayesian network and its applications [J]. Computer Science, 2008, 35(4): 154 - 156. (in Chinese)
- 14 王越, 谭暑秋, 刘亚辉. 基于互信息的贝叶斯网络结构学习算法[J]. 计算机工程, 2011, 37(7): 62 - 64.
Wang Yue, Tan Shuqiu, Liu Yahui. Bayesian network structural learning algorithm based on mutual information [J]. Computer Engineering, 2011, 37(7): 62 - 64. (in Chinese)
- 15 李晓毅, 徐兆棣, 孙笑微. 贝叶斯网络的参数学习研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 38(1): 125 - 128.
Li Xiaoyi, Xu Zhaodai, Sun Xiaowei. Study on parameter learning of Bayesian network [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2007, 38(1): 125 - 128. (in Chinese)

Analysis and Evaluation for Core Module Based on Product Family

Wu Yongming Hou Liang Zhu Qingyuan Lai Rongshen Qian Yaoyi Lin Senquan
(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Aiming at the evolution problem of core module in product family design, the module evolution law and process evaluation were analyzed. A method for law analysis and evaluation in the module evolution was proposed. The relationship between customer demand and module design was also studied. The core module standardization and universal indicators based on existing products were analyzed. An analytical model for core module evolution was established in the process of needs analysis, and the model was trained by the history data. The changing law of design and craft was obtained by demand evidence reasoning in core module. Based on the evolution law analysis, the design parameter and reuse degree were also analyzed for core parts. Comprehensive evaluation value for core module evolution was gained. Finally, the effectiveness and feasibility of the method was tested by core module design of small wheel loaders.

Key words: Mass customization Core module Bayesian networks Evolution evaluation

(上接第 263 页)

Extraction of Seedlings Information Based on Improved Edge Segmentation Algorithm

Li Weitao^{1,2} Peng Daoli¹ Wu Jian²

(1. Key Laboratory for Silviculture and Conservation, Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China
2. College of Geography Information and Tourism, Chuzhou University, Chuzhou 239000, China)

Abstract: Optimization of feature space and improvement of the segmentation algorithm are the keys of accurately obtaining seedling information using object-oriented technology. An improved edge segmentation algorithm was used to segment image based on dealing with the noise of multispectral images. The algorithm developed the simulated balloon expansion method, and could control the direction of the force field, so that the curves were made to split and collapse inwards. And the feature space made up of texture, shape, spectral features was built to accomplish seedling information extraction. The results showed that the total accuracy of seedling information extraction was 86% by the method of this paper, 12% higher than that of traditional methods, and the KAPPA coefficient was 0.814 5, 0.115 9 higher than that of traditional methods. The method of this paper could accomplish seedling information extraction quickly and accurately, and provide a reference for the accurately monitoring and decision making to management departmen. It has important meaning to forecast and evaluation for the future afforestation situation.

Key words: Seedling Improved edge segmentation algorithm Multispectral Image segmentation