

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 4 月 2 日 (02.04.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/043063 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/088530
- (22) 国际申请日: 2013 年 12 月 4 日 (04.12.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310444485.9 2013 年 9 月 26 日 (26.09.2013) CN
- (71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 尹康学 (YIN, Kangxue); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 黄惠 (HUANG, Hui); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市科进知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENZHEN KEJIN INTELLECTUAL

PROPERTY OFFICE); 中国广东省深圳市南山区工业六路创业壹号大楼 D 栋 210B, Guangdong 518055 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR EXTRACTING IMAGE CHARACTERISTIC CURVE

(54) 发明名称: 图像特征曲线提取方法及系统

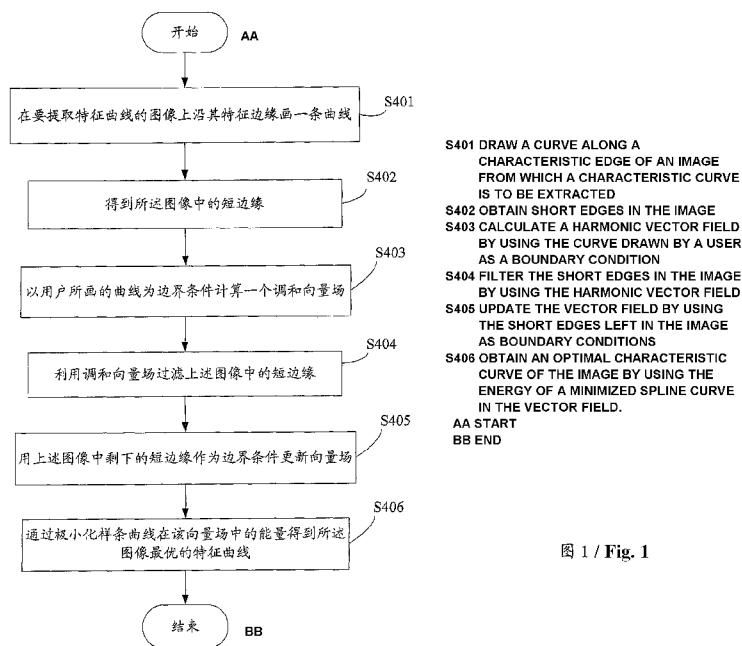


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: Provided is a method for extracting an image characteristic curve. The method comprises the following steps: drawing an approximate curve along a characteristic edge of an image from which a characteristic curve is to be extracted; obtaining short edges in the image; calculating a harmonic vector field by using the drawn curve as a boundary condition; filtering the short edges in the image by using the harmonic vector field; updating the vector field by using the short edges left in the image as boundary conditions; and obtaining an optimal characteristic curve of the image by using the energy of a minimized spline curve in the vector field. Also provided is a system for extracting an image characteristic curve. The image characteristic curve can ensure the smoothness and a bending characteristic.

(57) 摘要: 提供一种图像特征曲线提取方法, 包括如下步骤: 在要提取特征曲线的图像上沿其特征边缘画一条近似曲线; 得到所述图像中的短边缘; 以上述所画的曲线为边界条件计算得到一个调和向量场; 利用所述调和向量场过滤上

述图像中的短边缘; 用上述图像中剩下的短边缘为边界条件更新向量场; 及通过极小化样条曲线在该向量场中的能量得到所述图像最优的特征曲线。还提供一种图像特征曲线提取系统。所得图像特征曲线能够既保证光滑又保证弯曲特征。

WO 2015/043063 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

图像特征曲线提取方法及系统

技术领域

本发明涉及一种图像特征曲线提取方法及系统。

背景技术

图像特征曲线提取是图像处理领域中重要的研究方向。目前已有的交互式图像特征曲线提取的方法主要有：动态蛇（dynamic snakes），智能剪刀（intelligent scissors）等。

动态蛇是一种重要的基于边缘的交互式图像特征曲线提取方法。在 Kass 等人于 1987 年首次提出 Snake 模型之后，人们对该模型的能量函数和求解方法不断地进行改进，提出了许多新的 Snake 模型及改进。动态蛇方法的基本思想很简单，它以由一些控制点生成的样条曲线为模板，通过模板自身的弹性形变，与图像局部特征相匹配达到调和，即某种能量函数极小化，完成对图像特征曲线的提取。然而，动态蛇方法存在如下不足：对初始曲线位置要求严格，初始曲线必须非常接近目标真实轮廓，否则将得不到好的收敛结果；对凹陷的目标轮廓得不到好的收敛效果；迭代速度慢且收敛效果不好。

智能剪刀是一种非常经典的半自动图像特征曲线提取方法。用户只要沿着图片上的边缘粗略的移动鼠标，智能剪刀方法就能估计出较精确的边缘曲线。它使用拉普拉斯过零特征函数、梯度大小和梯度方向给像素点赋予权值，使用动态规划求解最优路径的方法求解两点间的目标边缘。随着鼠标的移动，智能剪刀能比较准确、快速地提取目标的边缘。当鼠标移动到目标边缘附近时，智能剪刀能自动地吸附到目标边缘上。智能剪刀方法亦存在如下缺点：不能识别用户的错误输入；所得曲线不够光滑。

发明内容

有鉴于此，有必要提供一种图像特征曲线提取方法及系统。

本发明提供一种图像特征曲线提取方法，该方法包括如下步骤：a. 在要提取特征曲线的图像上沿其特征边缘画一条曲线；b. 得到所述图像中的短边缘；c. 以上述所画的曲线为边界条件计算得到一个调和向量场；d. 利用所述调和向量场过滤上述图像中的短边缘；e. 用上述图像中剩下的短边缘为边界条件更新向量场；及 f. 通过极小化样条曲线在该向量场中的能量得到所述图像最优的特征曲线。

其中，所述的步骤 b 中得到图像中的短边缘可以采用 canny 算法、Prewitt 算法、Sobel 算法或者 Kirsch 算法。

所述的步骤 c 具体包括：以步骤 a 中所画的曲线作为二维流形的边界，将边界处曲线的切向量作为边界值，求解 $\Delta u = 0$ (u 为向量场) 得到调和向量场。

所述的步骤 d 包括：给每条短边缘定义一个分值： $\text{Score} = \alpha_1 * \text{自身长度} - \alpha_2 * \text{与调和向量场的平均夹角} - \alpha_3 * \text{平均曲率} - \alpha_4 * \text{与用户所画的曲线的平均距离}$ 。其中， α_1 ， α_2 ， α_3 ， α_4 分别为各项权重。

所述的特征曲线为如下目标函数：

$$f(C) = E_{\text{distance}}(C) + E_{\text{vector}}(C) + E_{\text{smooth}}(C)$$

其中， C 为三次 B 样条曲线， $E_{\text{distance}}(C)$ 定义短边缘上所有像素到 C 的距离之和， $E_{\text{vector}}(C)$ 为沿 C 对 C 的切线和向量场的夹角的积分， $E_{\text{smooth}}(C)$ 为 C 的光滑程度可以用曲率来衡量。

本发明提供一种图像特征曲线提取系统，包括相互电性连接的输入模块、短边缘获取模块、计算模块、过滤模块、更新模块及特征曲线获取模块，其中：所述输入模块用于接收在要提取特征曲线的图像上沿其特征边缘所画的一条曲线；所述短边缘获取模块用于得到所述图像中的短边缘；所述计算模块用于以用户所画的曲线为边界条件计算得到一个调和向量场；所述过滤模块用于利用调和向量场过滤上述图像中的短边缘；所述更新模块用于用上述图像中剩下

的短边缘作为边界条件更新向量场；所述特征曲线获取模块用于通过极小化样条曲线在该向量场中的能量得到所述图像最优的特征曲线。

其中，所述的得到图像中的短边缘可以采用 canny 算法、Prewitt 算法、Sobel 算法或者 Kirsch 算法。

所述的计算模块用于以上述输入模块接收的曲线作为二维流形的边界，将边界处曲线的切向量作为边界值，求解 $\Delta u = 0$ (u 为向量场) 得到调和向量场。

所述的所述过滤模块用于：给每条短边缘定义一个分值： $\text{Score} = \alpha_1 * \text{自身长度} - \alpha_2 * \text{与调和向量场的平均夹角} - \alpha_3 * \text{平均曲率} - \alpha_4 * \text{与用户所画的曲线的平均距离}$ 。其中， α_1 ， α_2 ， α_3 ， α_4 分别为各项权重。

所述的特征曲线为如下目标函数：

$$f(C) = E_{\text{distance}}(C) + E_{\text{vector}}(C) + E_{\text{smooth}}(C)$$

其中， C 为三次 B 样条曲线， $E_{\text{distance}}(C)$ 定义短边缘上所有像素到 C 的距离之和， $E_{\text{vector}}(C)$ 为沿 C 对 C 的切线和向量场的夹角的积分， $E_{\text{smooth}}(C)$ 为 C 的光滑程度可以用曲率来衡量。

本发明所提供的图像特征曲线提取方法及系统，通过引入调和向量场，将用户的交互和图像本身的信息自然的结合到一起；综合考虑多种信息，因而对用户的错误输入不敏感，对于有弯曲凹陷的目标曲线也可以获得很好的结果；求解特征曲线时，同时考虑与向量场的一致性、到短边缘的距离、光滑性三项，从而使结果更加稳定，容易快速收敛到最优解，并且所得图像特征曲线能够即保证光滑又保证弯曲特征。

附图说明

图 1 为本发明图像特征曲线提取方法的流程图；

图 2 为本发明图像特征曲线提取系统的硬件架构图。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细的说明。

参阅图 1 所示, 是本发明图像特征曲线提取方法较佳实施例的作业流程图。

步骤 S401, 在要提取特征曲线的图像上沿其特征边缘画一条曲线。具体而言, 用户可以使用如 opencv、MFC、QT 等程序库开发的软件手动在所述图像上沿其特征边缘近似地画一条曲线。

步骤 S402, 得到所述图像中的短边缘。在本实施例中使用 Canny 算法得到所述图像中的短边缘, 也可使用其他边缘检测算法代替 canny 算法, 比如 Prewitt 算法、Sobel 算法、Kirsch 算法等。

具体步骤如下:

- 1) 使用高斯滤波器对所述图像进行滤波, 以消除噪声;
- 2) 针对所述图像中每一个像素, 计算其横向与纵向两方向的微分近似, 以得到像素的梯度大小和方向;
- 3) 对上述得到的像素的梯度进行“非极大抑制”: 如果该像素的梯度不是局部最大值, 则将其置为 0; 如果该像素的梯度是局部最大值, 则保持其不变。其中, 所述局部是指以该像素为中心的一个小邻域, 该邻域的半径可以根据用户的需求设置。
- 4) 对上述像素通过其梯度进行过滤以得到潜在的边缘像素。也即, 将上述像素的梯度使用一个高阈值和一个低阈值进行过滤, 剩下的像素为潜在的边缘像素。所述边缘像素, 其梯度介于高阈值和低阈值之间。
- 5) 对上述边缘像素进行连接得到所述图像中的短边缘。

步骤 S403, 以用户所画的曲线为边界条件计算得到一个调和向量场。所述调和向量场为无旋向量场, 即向量场各处旋度为零。具体而言, 以用户在步骤 S401 中所画的曲线作为二维流形的边界, 将边界处曲线的切向量作为边界值, 求解 $\Delta u = 0$ (u 为向量场) 即得到调和向量场。

求解时, 将 u 的 x 、 y 分量分开来分别求解, 这样就将该问题转化为两个狄利克雷约束条件下的偏微分方程。

$$\operatorname{argmin} \Delta u \quad \text{s.t.} \quad u = b$$

其中 Δu 为向量场 u 的拉普拉斯算子， u 为求解后向量场的边界值， b 为由用户定义的曲线确定的边界值。

步骤 S404，利用调和向量场过滤上述图像中的短边缘。具体步骤如下：给每条短边缘定义一个分值： $\text{Score} = \alpha_1 * \text{自身长度} - \alpha_2 * \text{与调和向量场的平均夹角} - \alpha_3 * \text{平均曲率} - \alpha_4 * \text{与用户所画的曲线的平均距离}$ 。其中， α_1 ， α_2 ， α_3 ， α_4 分别为各项权重。通过组合 α_1 ， α_2 ， α_3 ， α_4 这四项，就可以根据如下规则保留短边缘：保留的短边缘要尽可能长；保留的短边缘切向要尽可能与调和向量场一致；保留的短边缘曲率要小；保留的短边缘要靠近用户所画的曲线。

步骤 S405，用上述图像中剩下的短边缘作为边界条件更新向量场。具体而言，以上述图像中剩下的短边缘作为二维流形的边界，将边界处曲线的切向量作为边界值，求解 $\Delta u = 0$ （ u 为向量场）即更新调和向量场。具体方法可参照步骤 S403。

步骤 S406，通过极小化样条曲线在该向量场中的能量得到所述图像最优的特征曲线。具体步骤如下：

在本实施例中使用三次 B 样条来表示特征曲线，也可使用其他自由曲线代替三次 B 样条曲线，比如贝塞尔曲线、非均匀有理 B 样条等。

本实施例使用用户所画的曲线作为初始值，并定义特征曲线为如下目标函数：

$$f(C) = E_{\text{distance}}(C) + E_{\text{vector}}(C) + E_{\text{smooth}}(C)$$

其中， C 为三次 B 样条曲线， $E_{\text{distance}}(C)$ 定义短边缘上所有像素到 C 的距离之和， $E_{\text{vector}}(C)$ 为沿 C 对 C 的切线和向量场的夹角的积分， $E_{\text{smooth}}(C)$ 为 C 的光滑程度可以用曲率来衡量。

最小化 $f(C)$ 是一个无约束优化问题，本实施例使用 BFGS 算法来求解所述特征曲线。也可使用其他优化算法代替 BFGS 算法，比如最速下降法，牛顿法

等。

参阅图 2 所示, 是本发明图像特征曲线提取系统的硬件架构图。该系统包括相互电性连接的输入模块、短边缘获取模块、计算模块、过滤模块、更新模块及特征曲线获取模块。

所述输入模块用于接收在要提取特征曲线的图像上沿其特征边缘所画的一条曲线。具体而言, 用户使用如 opencv、MFC、QT 等程序库开发的软件手动在所述图像上沿其特征边缘近似地画一条曲线, 所述输入模块接收上述用户所画的曲线。

所述短边缘获取模块用于得到所述图像中的短边缘。在本实施例中所述短边缘获取使用 Canny 算法得到所述图像中的短边缘, 也可使用其他边缘检测算法代替 canny 算法, 比如 Prewitt 算法、Sobel 算法、Kirsch 算法等。

具体如下:

- 1) 使用高斯滤波器对所述图像进行滤波, 以消除噪声;
- 2) 针对所述图像中每一个像素, 计算其横向与纵向两方向的微分近似, 以得到像素的梯度大小和方向;
- 3) 对上述得到的像素的梯度进行“非极大抑制”: 如果该像素的梯度不是局部最大值, 则将其置为 0; 如果该像素的梯度是局部最大值, 则保持其不变。其中, 所述局部是指以该像素为中心的一个小邻域, 该邻域的半径可以根据用户的需求设置。
- 4) 对上述像素通过其梯度进行过滤以得到潜在的边缘像素。也即, 将上述像素的梯度使用一个高阈值和一个低阈值进行过滤, 剩下的像素为潜在的边缘像素。所述边缘像素, 其梯度介于高阈值和低阈值之间。
- 5) 对上述边缘像素进行连接得到所述图像中的短边缘。

所述计算模块用于以用户所画的曲线为边界条件计算得到一个调和向量场。所述调和向量场为无旋向量场, 即向量场各处旋度为零。具体而言, 以用户在输入模块中所画的曲线作为二维流形的边界, 将边界处曲线的切向量作为

边界值, 求解 $\Delta u = 0$ (u 为向量场) 即得到调和向量场。

求解时, 将 u 的 x 、 y 分量分开来分别求解, 这样就将该问题转化为两个狄利克雷约束条件下的偏微分方程。

$$\operatorname{argmin} \Delta u \quad \text{s.t.} \quad u = b$$

其中 Δu 为向量场 u 的拉普拉斯算子, u 为求解后向量场的边界值, b 为由用户定义的曲线确定的边界值。

所述过滤模块用于利用调和向量场过滤上述图像中的短边缘。具体步骤如下: 所述过滤模块给每条短边缘定义一个分值: $\text{Score} = \alpha_1 * \text{自身长度} - \alpha_2 * \text{与调和向量场的平均夹角} - \alpha_3 * \text{平均曲率} - \alpha_4 * \text{与用户所画的曲线的平均距离}$ 。其中, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 分别为各项权重。通过组合 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 这四项, 就可以根据如下规则保留短边缘: 保留的短边缘要尽可能长; 保留的短边缘切向要尽可能与调和向量场一致; 保留的短边缘曲率要小; 保留的短边缘要靠近用户所画的曲线。

所述更新模块用于用上述图像中剩下的短边缘作为边界条件更新向量场。具体而言, 所述更新模块以上述图像中剩下的短边缘作为二维流形的边界, 将边界处曲线的切向量作为边界值, 求解 $\Delta u = 0$ (u 为向量场) 即更新调和向量场。

所述特征曲线获取模块用于通过极小化样条曲线在该向量场中的能量得到所述图像最优的特征曲线。具体如下:

在本实施例中, 使用三次 B 样条来表示特征曲线, 也可使用其他自由曲线代替三次 B 样条曲线, 比如贝塞尔曲线、非均匀有理 B 样条等。

本实施例使用用户所画的曲线作为它的初始值, 并定义特征曲线为如下目标函数:

$$f(C) = E_{\text{distance}}(C) + E_{\text{vector}}(C) + E_{\text{smooth}}(C)$$

其中, C 为三次 B 样条曲线, $E_{\text{distance}}(C)$ 定义短边缘上所有像素到 C 的距离之和, $E_{\text{vector}}(C)$ 为沿 C 对 C 的切线和向量场的夹角的积分, $E_{\text{smooth}}(C)$ 为 C

的光滑程度可以用曲率来衡量。

最小化 $f(C)$ 是一个无约束优化问题，本实施例使用 BFGS 算法来求解所述特征曲线。也可使用其他优化算法代替 BFGS 算法，比如最速下降法，牛顿法等。

虽然本发明参照当前的较佳实施方式进行了描述，但本领域的技术人员应能理解，上述较佳实施方式仅用来说明本发明，并非用来限定本发明的保护范围，任何在本发明的精神和原则范围之内，所做的任何修饰、等效替换、改进等，均应包含在本发明的权利保护范围之内。

权 利 要 求

1.一种图像特征曲线提取方法，其特征在于，该方法包括如下步骤：

a.在要提取特征曲线的图像上沿其特征边缘画一条曲线；

b.得到所述图像中的短边缘；

c.以上述所画的曲线为边界条件计算得到一个调和向量场；

d.利用所述调和向量场过滤上述图像中的短边缘；

e.用上述图像中剩下的短边缘为边界条件更新向量场；及

f.通过极小化样条曲线在该向量场中的能量得到所述图像最优的特征曲线。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述的步骤b中得到图像中的短边缘可以采用canny算法、Prewitt算法、Sobel算法或者Kirsch算法。

3.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述的步骤c具体包括：以步骤a中所画的曲线作为二维流形的边界，将边界处曲线的切向量作为边界值，求解 $\Delta u = 0$ （ u 为向量场）得到调和向量场。

4.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述的步骤d包括：给每条短边缘定义一个分值： $\text{Score} = \alpha_1 * \text{自身长度} - \alpha_2 * \text{与调和向量场的平均夹角} - \alpha_3 * \text{平均曲率} - \alpha_4 * \text{与用户所画的曲线的平均距离}$ 。其中， α_1 ， α_2 ， α_3 ， α_4 分别为各项权重。

5.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述的特征曲线为如下目标函数：

$$f(C) = E_{\text{distance}}(C) + E_{\text{vector}}(C) + E_{\text{smooth}}(C)$$

其中， C 为三次B样条曲线， $E_{\text{distance}}(C)$ 定义短边缘上所有像素到 C 的距离之和， $E_{\text{vector}}(C)$ 为沿 C 对 C 的切线和向量场的夹角的积分， $E_{\text{smooth}}(C)$ 为 C 的光滑程度可以用曲率来衡量。

6.一种图像特征曲线提取系统，其特征在于，该系统包括相互电性连接的输入模块、短边缘获取模块、计算模块、过滤模块、更新模块及特征曲线获取模块，其中：

所述输入模块用于接收在要提取特征曲线的图像上沿其特征边缘所画的

一条曲线；

所述短边缘获取模块用于得到所述图像中的短边缘；

所述计算模块用于以用户所画的曲线为边界条件计算得到一个调和向量场；

所述过滤模块用于利用调和向量场过滤上述图像中的短边缘；

所述更新模块用于用上述图像中剩下的短边缘作为边界条件更新向量场；

所述特征曲线获取模块用于通过极小化样条曲线在该向量场中的能量得到所述图像最优的特征曲线。

7.如权利要求6所述的系统，其特征在于，所述的得到图像中的短边缘可以采用 canny 算法、Prewitt 算法、Sobel 算法或者 Kirsch 算法。

8.如权利要求6所述的系统，其特征在于，所述的计算模块用于以所述输入模块接收的曲线作为二维流形的边界，将边界处曲线的切向量作为边界值，求解 $\Delta u = 0$ (u 为向量场) 得到调和向量场。

9.如权利要求6所述的系统，其特征在于，所述的所述过滤模块用于：给每条短边缘定义一个分值： $\text{Score} = \alpha_1 * \text{自身长度} - \alpha_2 * \text{与调和向量场的平均夹角} - \alpha_3 * \text{平均曲率} - \alpha_4 * \text{与用户所画的曲线的平均距离}$ 。其中， α_1 ， α_2 ， α_3 ， α_4 分别为各项权重。

10.如权利要求6所述的系统，其特征在于，所述的特征曲线为如下目标函数：

$$f(C) = E_{\text{distance}}(C) + E_{\text{vector}}(C) + E_{\text{smooth}}(C)$$

其中， C 为三次 B 样条曲线， $E_{\text{distance}}(C)$ 定义短边缘上所有像素到 C 的距离之和， $E_{\text{vector}}(C)$ 为沿 C 对 C 的切线和向量场的夹角的积分， $E_{\text{smooth}}(C)$ 为 C 的光滑程度可以用曲率来衡量。

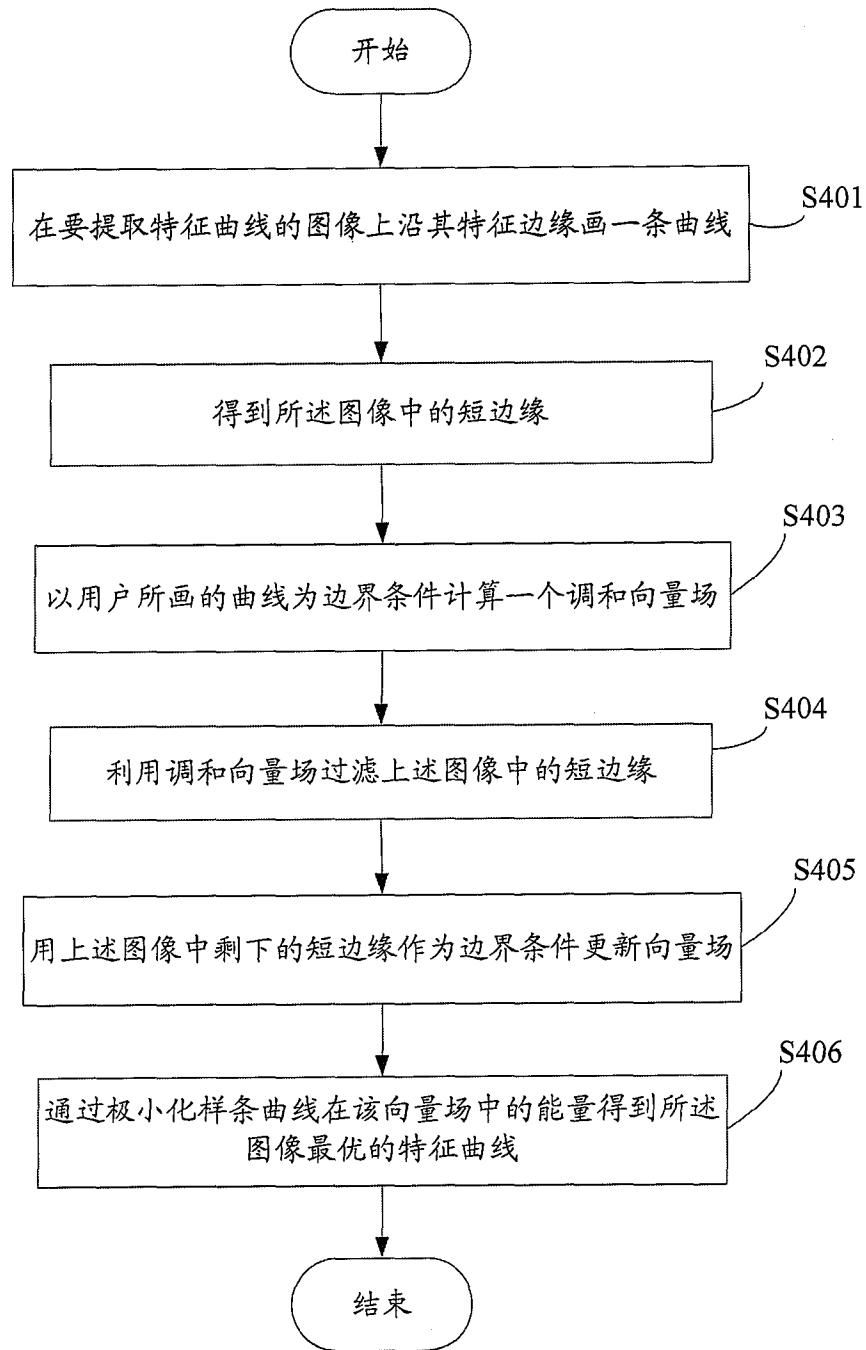


图 1

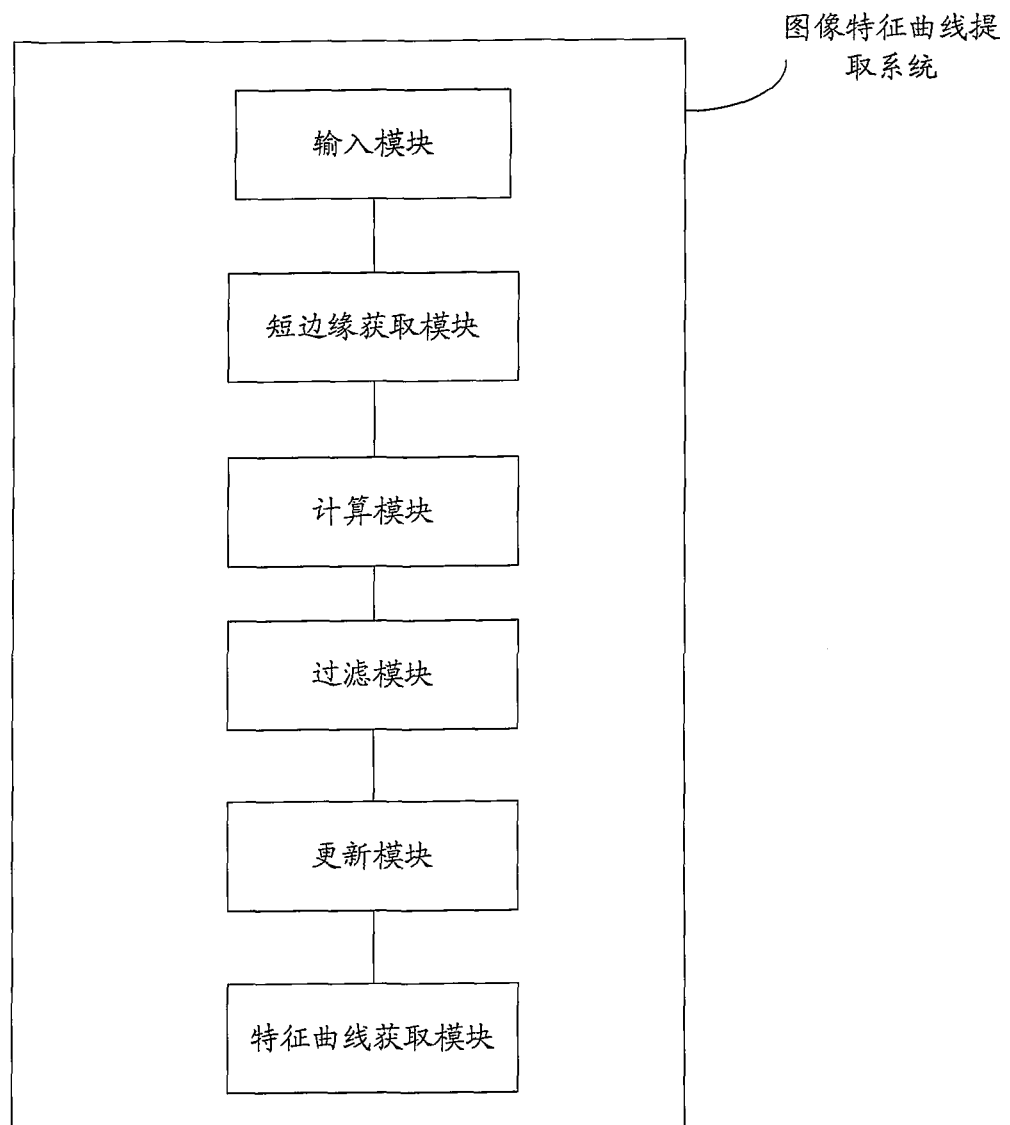


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/088530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, DWPI: image?, picture?, curve?, edge, boundary, contour, feature?, character+, extract+, vector, filter+, threshold, grad+, snake, interact+, harmonic field, irrotational field,

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103065333 A (UNIV HUAZHONG SCI & TECHNOLOGY) 24 April 2013 (24.04.2013) the whole document	1-10
A	US 8488845 B1 (GEOEYE SOLUTIONS INC) 16 July 2013 (16.07.2013) the whole document	1-10
A	GAO, Xiangjun et al. Improved VFC Snake model. Application Research of Computers. vol.27, no.4, 15 April 2013 (15.04.2013), ISSN 1001-3695, the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 29 May 2014	Date of mailing of the international search report 19 June 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Zehong Telephone No. (86-10) 62416241

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/088530

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103065333A	24 April 2013	None	
US 8488845B1	16 July 2013	None	

A. 主题的分类		
G06T 7/00 (2006.01) i		
按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)		
G06T		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))		
CNABS, CNTXT, CNKI, DWPI: 图像, 图象, 特征, 曲线, 提取, 抽取, 边缘, 边界, 向量, 调和场, 无旋场, 交互, 梯度, 过滤, 阈值, image?, picture?, curve?, edge, boundary, contour, feature?, character+, extract+, vector, filter+, threshold, grad+, snake		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103065333A (华中科技大学) 2013年 4月 24日 (2013 - 04 - 24) 全文	1-10
A	US 8488845B1 (GEOEYE SOLUTIONS INC.) 2013年 7月 16日 (2013 - 07 - 16) 全文	1-10
A	高向军 等. "一种改进的VFC Snake模型" 计算机应用研究, 第4期卷, 第27卷期, 2013年 4月 15日 (2013 - 04 - 15), ISSN: ISSN 1001-3695, 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2014年 5月 29日		2014年 6月 19日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		孙泽竑
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62416241

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/088530

检索报告引用的专利文件		公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103065333A	2013年 4月 24日	无	
US	8488845B1	2013年 7月 16日	无	