

(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
2020年3月5日 (05.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/042866 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/098927
- (22) 国际申请日: 2019年8月1日 (01.08.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811005060.7 2018年8月30日 (30.08.2018) CN
- (71) 申请人: 京东方科技集团股份有限公司
(BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN];
中国北京市朝阳区酒仙桥路10号,
Beijing 100015 (CN)。
- (72) 发明人: 张欢欢(**ZHANG, Huanhuan**); 中国北京市
北京经济技术开发区地泽路9号, Beijing 100176
(CN)。 刘童(**LIU, Tong**); 中国北京市北京经济

技术开发区地泽路9号, Beijing 100176 (CN)。 唐小军(**TANG, Xiaojun**); 中国北京市北京经济技术开发区地泽路9号, Beijing 100176 (CN)。 张忆非(**ZHANG, Yifei**); 中国北京市北京经济技术开发区地泽路9号, Beijing 100176 (CN)。 张治国(**ZHANG, Zhiguo**); 中国北京市北京经济技术开发区地泽路9号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所(**LIU, SHEN & ASSOCIATES**); 中国北京市海淀区彩和坊路10号1号楼10层, Beijing 100080 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) **Title:** LINE SEGMENT DETECTION METHOD AND APPARATUS, DEVICE, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 线段检测方法、装置、设备和计算机可读存储介质

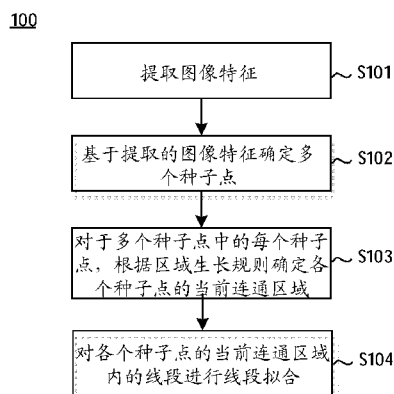


图 1

S101 Extract image features
S102 Determine plurality of seed points on basis of extracted image features
S103 For each seed point in plurality of seed points, determine current connection region of seed point according to region growth rule
S104 Perform line fitting on line segments in current connection region of seed points

(57) **Abstract:** The present invention provides a line segment detection method and apparatus, a device, and a computer-readable storage medium. The method comprises: extracting image features of an image to be treated, the image features comprising an image gradient angle and an image gradient amplitude; determining a plurality of seed points on the basis of the extracted image features; for each seed point in the plurality of seed points, determining a current connection region of the seed point according to a region growth rule, where the region growth rule needs to satisfy both a gradient amplitude growth rule and a gradient angle growth rule; and performing line fitting on line segments in the current connection region of the seed points.



WO 2020/042866 A1

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, ST, 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)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明提供了一种线段检测方法、装置、设备和计算机可读存储介质。所述方法包括: 提取待处理图像的图像特征, 所述图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值; 基于提取的图像特征确定多个种子点; 对于所述多个种子点中的每个种子点, 根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域, 其中, 区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则; 以及对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

线段检测方法、装置、设备和计算机可读存储介质

相关申请的交叉引用

- 5 本专利申请要求于 2018 年 8 月 30 日递交的中国专利申请第 201811005060.7 号的优先权，在此全文引用上述中国专利申请公开的内容以作为本申请的一部分。

技术领域

- 10 本申请涉及图像处理领域，并具体涉及线段检测方法、装置、设备和计算机可读存储介质。

背景技术

- 15 根据视觉计算理论，人眼对物体的辨识首先要得到它的轮廓，计算机视觉系统要模仿人的视觉识别图像中目标首先要得到表征目标边缘轮廓的要素图。线段是连接两个端点之间笔直的线，数字图像中的线段由彼此相连的线段基元组成，其具有简单的几何特征和良好的几何解析性，因此线段是描述目标边缘特征的一种方式。对于许多计算机视觉系统来说，线段特征提取的准确程度直接影响着物体识别、立体匹配、目标跟踪等后续图像处理环节的成败。
- 20

发明内容

- 25 根据本公开的一个方面，提供了一种线段检测方法，包括：提取待处理图像的图像特征，所述图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值；基于提取的图像特征确定多个种子点；对于所述多个种子点中的每个种子点，根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

- 30 根据本公开的一个方面，提供了一种线段检测装置，包括：图像特征提取单元，配置为提取待处理图像的图像特征，所述图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值；种子点确定单元，配置为基于提取的图像特征确定多个种子点；区域生长规则确定单元，配置为对于所述多个种子点中的每个种子点，根

据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及线段拟合单元，配置为对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

根据本公开的一个方面，提供了一种线段检测设备，包括：存储器，配置为存储计算机可读指令；以及处理器，配置为处理存储在所述存储器中的所述计算机可读指令，其中所述处理器处理所述计算机可读指令时执行以下功能：提取待处理图像的图像特征，所述图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值；基于提取的图像特征确定多个种子点；对于所述多个种子点中的每个种子点，根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

在本公开的上述方面中，通过基于图像梯度融合方法进行图像特征提取，可以更好的突显边缘区域，为后续算法提供良好特征输入，进而达到减少线段漏检测的目的。此外，经阈值筛选后的种子点绝大部分属于强边缘区域像素，这为后续的区域生长提供了良好的起始点，可在一定程度上减少虚假线段的产生，同时减少连通区域生长的计算量。

附图说明

通过结合附图对本公开实施例进行更详细的描述，本公开的上述以及其他目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本公开实施例的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本公开实施例一起用于解释本公开，并不构成对本公开的限制。在附图中，相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

图 1 是根据本公开实施例的线段检测方法的流程图；

图 2 是根据本公开实施例的提取待处理图像的图像特征的流程图；

图 3 是根据本公开的实施例线段检测方法的示意图；

图 4 是根据本公开实施例的线段检测装置的示意图；

图 5 是根据本公开实施例的线段检测设备的示意图。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本公开一部分的实施例，而不

是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

本公开提出了一种数字图像中的线段检测方法。为更加综合的突显图像局部亮度或颜色的变化，本公开通过融合彩色图像的三个颜色通道的梯度特征和其灰度图像信息的梯度特征来提取图像的特征。由于一个线段对应一个梯度幅值近似相等、梯度方向近似一致的连通区域，因此，本公开基于线段边缘所属像素的梯度特点，提出了同时利用梯度角度和梯度幅值的基于梯度一致性的连通区域生长方法。在连通区域生长之后，本公开还可以对连通区域进行区域修正。在区域修正之后，本公开提出了利用连通区域内图像梯度非极大值有效像素的线段拟合方法，并通过计算图像中错误线段的数目来判断线段拟合结果是否有效。

首先，参照图 1 来描述用于实现本公开实施例的线段检测方法。该方法可以由计算机执行。

如图 1 所示，在步骤 S101 中，提取待处理图像的图像特征。

该图像可以是彩色图像，或者也可以是灰度图像。图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值。图像梯度是一个向量，表示图像函数在该点处的方向导数沿着该方向取得最大值，其中梯度方向（梯度角度）为方向导数取得最大值的方向，梯度的模（梯度幅值）为函数在梯度方向上的变化率。

图 2 是根据本公开实施例的提取待处理图像的图像特征的流程图。如图 2 所示，首先输入图像(S201)，然后判断该输入图像是否为彩色图像(S201)，当该图像为彩色图像时，可以基于图像梯度融合方法(S203)提取梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征(S204)，或者可以将彩色图像进行灰度化(S205)，然后直接提取图像灰度化后的梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征(S204)。可替换地，当该图像不是彩色图像（例如，该图像是灰度图像）时，则直接提取图像的梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征(S206)。

下面说明当图像为彩色图像时，基于图像梯度融合方法(图 2 中的 S203)提取梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征的方法步骤。

这里，彩色图像的梯度融合方法为：首先将彩色图像进行灰度化，提取灰度化后的灰度通道梯度幅值；接下来，提取彩色图像红色通道梯度、绿色通道梯度和蓝色通道梯度幅值；然后取红色通道梯度、绿色通道梯度、蓝色通道梯度以及灰度通道梯度的幅值的最大值作为融合后的彩色图像梯度幅值；以

及提取该融合后的彩色图像梯度幅值对应的梯度角度作为融合后的彩色图像梯度角度。

这里，RGB 色彩模式是工业界的一种颜色标准，是通过对红(R)、绿(G)、蓝(B)三个颜色通道的变化以及它们相互之间的叠加来得到各式各样的颜色，
5 RGB 代表红、绿、蓝三个通道的颜色。红色通道梯度表示求取的红色通道图像的梯度，包括梯度幅值和梯度角度；绿色通道梯度表示求取的绿色通道图像的梯度，包括梯度幅值和梯度角度；蓝色通道梯度表示求取的蓝色通道图像的梯度，包括梯度幅值和梯度角度。

10 彩色图像的红色通道梯度、绿色通道梯度和蓝色通道梯度反映了图像局部颜色变化，彩色图像的灰度图像的梯度反映了图像亮度的局部变化，例如，可以采用梯度融合方法来提取彩色图像特征，即通过融合彩色图像的 3 个通道（红色通道梯度、绿色通道梯度和蓝色通道梯度）和其灰度化后的灰度图像的梯度来进行特征提取，从而可以更好的突显边缘区域，为后续算法提供良好特征输入，进而达到减少线段漏检测的目的。

15 例如，假设彩色图像中像素 (x, y) 的红色通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_r(x, y)$ 和 $\theta_r(x, y)$ ，绿色通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_g(x, y)$ 和 $\theta_g(x, y)$ ，蓝色通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_b(x, y)$ 和 $\theta_b(x, y)$ ，灰度化后的灰度通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_{gray}(x, y)$ 和 $\theta_{gray}(x, y)$ ，则彩色图像梯度融合后的梯度幅值为各图像梯度幅值的最大值，
20 即：

$$G_{\text{fusion}}(x, y) = \max\{G_r(x, y), G_g(x, y), G_b(x, y), G_{\text{gray}}(x, y)\}$$

彩色图像梯度融合后的梯度角度为梯度幅值最大值对应的梯度角度，即：

$$\theta_{\text{fusion}}(x, y) = \theta_{G_{\text{fusion}}(x, y)}$$

25 融合后的彩色图像梯度幅值综合反映了颜色和亮度的变化，融合后的彩色图像梯度角度在颜色或亮度变化区域更加一致，从而提高了边缘特征的表征能力，有效地减少线段漏检测。

在说明了图像为彩色图像时，基于图像梯度融合方法提取梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征之后，可替换地，还可以将彩色图像进行灰度化（图 2 中的 S205），直接提取图像灰度化后的梯度角度值和梯度幅度值作为图像特
30 征。

例如，假设图像灰度化后的灰度通道的梯度幅值和梯度角度分别为

$G_{\text{gray}}(x, y)$ 和 $\theta_{\text{gray}}(x, y)$ ，则直接提取梯度幅值和梯度角度分别为 $G_{\text{gray}}(x, y)$ 和 $\theta_{\text{gray}}(x, y)$ 作为图像特征。

或者，当该图像不是彩色图像（例如，该图像是灰度图像）时，则直接提取图像的梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征（图 2 中的 S206）。接下来，
5 返回图 1，在步骤 S102 中，基于提取的图像特征确定多个种子点。

基于提取的图像特征确定多个种子点可以包括：基于提取的图像特征，通过非极大值抑制和阈值筛选确定多个种子点。

图像梯度反映了图像颜色或亮度急剧连续变化，图像梯度的非极大值抑制是沿着图像梯度方向对图像梯度幅值进行非极大值抑制，因此图像梯度非极大值抑制后的有效像素是线段边缘的候选点，这里，可将其作为连通区域生长的种子点的候选点。
10

例如，图像梯度的非极大值抑制公式如下所述，即如果当前像素的梯度幅值比其在梯度方向上相邻两像素的梯度幅值都大，则保留当前点梯度幅值，否则抑制当前点：

$$15 \quad G_{\text{NMS}}(x, y) = \begin{cases} G(x, y), & G(x, y) > G_{\theta}(x, y)_1 \text{ 且 } G(x, y) > G_{\theta}(x, y)_2 \\ 0, & \text{其他情况} \end{cases}$$

其中， $G_{\text{NMS}}(x, y)$ 表示图像梯度经非极大值抑制后的有效像素梯度， $G(x, y)$ 表示像素 (x, y) 的图像梯度幅值， $G_{\theta}(x, y)_1$ 和 $G_{\theta}(x, y)_2$ 分别表示在图像梯度方向上与当前像素相邻的两像素的梯度幅值。即，如果当前像素 (x, y) 的梯度幅值 $G(x, y)$ 比其在梯度方向上相邻两像素的梯度幅值（ $G_{\theta}(x, y)_1$ 和 $G_{\theta}(x, y)_2$ ）
20 都大时，保留当前点梯度幅值，否则抑制当前点。

在通过非极大值抑制确定多个有效像素梯度后，接下来，通过阈值筛选来确定多个种子点，下面介绍通过阈值筛选确定多个种子点的过程。

本公开以图像的梯度幅值统计均值与预设倍数图像梯度统计方差之间的差值为阈值，这里以 0.2 倍数示例，将图像梯度经非极大值抑制后的有效像素
25 梯度大于该阈值的所有有效像素点作为连通区域生长的种子点，同时将所有梯度幅值大于该图像梯度幅值统计均值和图像梯度统计方差之和的所有像素点作为连通区域生长的种子点，如下公式所示：

$$P_{\text{seed}}(x, y) = \{ \{ P(x, y) | G_{\text{NMS}}(x, y) > \text{threshold}_{\text{seed1}} \} \cup \{ P(x, y) | G(x, y) > \text{threshold}_{\text{seed2}} \} \}$$

30 其中，

$$threshold_{seed1} = aveMag - 0.2stdMag$$

$$threshold_{seed2} = aveMag + stdMag$$

$$aveMag = (1/N) \sum G(x, y)$$

$$stdMag = \text{sqrt} \sqrt{(1/N) \sum (G(x, y) - aveMag)^2}$$

5 其中 $P_{seed}(x, y)$ 表示种子点集合, $P(x, y)$ 表示图像像素, $G(x, y)$ 表示像素 (x, y) 的图像梯度幅值, N 为图像像素的数目, $G_{NMS}(x, y)$ 表示图像梯度经非极大值抑制后的有效像素梯度, $aveMag$ 表示梯度幅值统计均值, $stdMag$ 表示图像梯度统计方差。

10 如上所述, 图像梯度经非极大值抑制后的有效像素有很多, 有些属于强边缘区域, 但是大部分为弱边缘或噪声区域, 强边缘区域像素的梯度幅值较大, 弱边缘区域像素的梯度幅值较小。经阈值筛选后的种子点绝大部分属于强边缘区域像素, 这为后续的区域生长提供了良好的起始点, 可在一定程度上减少虚假线段的产生, 同时减少连通区域生长的计算量。

15 接下来, 继续回到图 1, 在步骤 S103 中, 对于多个种子点中的每个种子点, 根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域, 其中, 区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则。

20 其中, 对于多个种子点中的每个种子点, 根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域可以包括: 按照梯度幅值由大到小的顺序依次选取种子点作为起始生长点; 对于每个起始生长点, 将满足区域生长规则的其他种子点加入到该种子点的初始连通区域中作为当前连通区域。

梯度幅值越大表示图像的亮度或颜色变化越明显, 越有可能是图像边缘区域, 而由于区域生长算法为贪心算法, 并且种子点的选取会影响区域生长结果, 因此在本公开中, 在区域生长时按照梯度幅值由大到小的顺序依次选取种子点作为初始生长点, 这有利于减少虚假线段的产生。

25 连通区域中的像素具有相近的梯度方向以及相近的梯度幅值, 本公开提出了需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则的连通区域生长规则。

梯度幅值生长规则为: 对每个起始生长点的邻域像素的幅值进行排序, 选择幅值排在预定位次的像素作为满足梯度幅值生长规则的像素。例如, 对当前

生长点的八邻域像素的梯度幅值进行排序，如果某个八邻域像素的梯度幅值排在前 4 名，则该像素满足梯度幅值生长规则。应该认识到，以上预定位次只是一个示例，上述预定位次可以根据需要设定。

梯度角度生长规则为：将未加入到当前连通区域的像素作为待判定像素，
5 选择梯度角度与当前连通区域的梯度角度差值的绝对值小于预定值的待判定像素作为满足梯度角度生长规则的像素。例如，图像梯度角度生长规则与 LSD (Line Segment Detector,) 直线提取算法相同，即若待判定像素梯度角度与已生长区域的梯度角度差值的绝对值小于 22.5 度，则其满足梯度角度生长规则。应该认识到，以上梯度角度差值只是一个示例，上述梯度角度差值可以根据需
10 要设定。

进一步，在根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域后，可以对所述当前连通区域进行区域修正，所述区域修正包括：比较连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例和设定的占比阈值；如果连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例小于设定的占比阈值，则通过减少图像梯度角度阈值或减
15 少外接矩形边长重新进行区域生长。

例如，可以通过比较连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例和设定的占比阈值(例如 0.6)，可判断该连通区域是否有效。如果连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例大于设定的占比阈值，则该连通区域有效，否则无效。如果无效，则需要通过减少图像梯度角度阈值或减少外接矩形边长重新进
20 行区域生长实现对区域的修正。

接下来，返回图 1，在步骤 S104 中，对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

连通区域内像素具有梯度一致性，图像梯度的非极大值抑制有效像素为边缘的候选点，由它们拟合出的线段更接近图像的真实线段边缘，为此本公开
25 提出了一种连通区域线段拟合算法。首先利用图像非极大值抑制有效像素进行线段所属直线的拟合，再结合连通区域像素的图像坐标信息确定拟合线段的两个端点来确定拟合的线段。

具体地，将连通区域内图像梯度非极大值抑制有效像素的图像坐标作为线段所属直线拟合的输入，然后采用例如最小二乘法进行线段所属直线的拟
30 合。接下来，根据连通区域像素的图像坐标的最大值和最小值确定线段的两个端点，得到一个线段检测结果，接下来验证线段检测结果是否有效。

在确定了拟合的线段之后，可以通过计算图像中错误线段的数目来判断线段拟合结果是否有效，即在对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合之后，还包括如下步骤：计算图像中错误线段的数目，选择错误线段的数目小于预设阈值的线段拟合结果作为有效结果。

5 例如，可以通过如下方法来验证线段检测结果是否有效。对于一个由 n 个种子点拟合的线段，计算每个种子点到该线段的距离，并统计距离小于预定值（例如，1.5 像素）的种子点像素的个数，然后基于该线段计算该图像中错误线段的数目（NFA）。

例如，假设 L 为由 n 个种子点拟合的线段，其中至少有 x 个种子点到拟合线段的距离小于 1.5，那么定义 NFA 为

$$\text{NFA}(L, x) = (M \times N)^2 \sum_{i=x}^n \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$$

15 其中， $(M \times N)^2$ 表示在 $(M \times N)$ 大小的图像中潜在的线段数量。由于线段具有两个端点，并且每个端点可以位于图像的任何位置，因此总计线段数量为 $(M \times N)^2$ 。假定连通区域的外矩形的宽度为 width ，那么概率 p 表示种子点不是线段拟合误差点的概率， $p = 3 / \text{width}$ 。

如果 $\text{NFA}(L, x) \leq \varepsilon$ ，线段检测结果有效，否则线段检测结果无效，其中可以将 ε 设置为 1，也就是一幅图像中允许存在一个错误检测结果。可以理解的是，也可以将 ε 设置为其他数值，在此对 ε 设置的值仅仅作作为一个示例。

20 下面参照图 3 来描述根据本公开的实施例线段检测方法。如图 3 所示为根据本公开的实施例线段检测方法的示意图。

本公开提出了一种数字图像中的线段检测方法。对于输入的图像，首先提取待处理图像的图像特征，其中图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值。当输入图像为彩色图像 31 时，可以基于图像梯度融合 32 的方法进行提取，或者可以将彩色图像进行灰度化，转换为灰度图像 33，然后直接提取图像灰度化后的梯度角度值和梯度幅度值（例如，图像梯度 34）作为图像特征，当

25 输入图像为灰度图像 33 时，则直接提取图像的特征（例如，图像梯度 34）。在提取了图像的特征之后，进行连通区域的提取 35。如图所示，连通区域提取包括三个方面：首先基于提取的图像特征根据非极大值抑制和阈值筛选选取种子点 36；接下来，进行区域生长 37，即按照梯度幅值由大到小的顺序依次选取种子点作为起始生长点，对于每个起始生长点，将满足区域生长规则的

30

像为灰度图像时，则直接提取图像的梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征。

下面说明当图像为彩色图像时，基于图像梯度融合方法提取梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征的方法步骤。

这里，彩色图像的梯度融合方法为：首先将彩色图像进行灰度化，提取灰度化后的灰度通道梯度幅值；接下来，提取彩色图像红色通道梯度、绿色通道梯度和蓝色通道梯度幅值；然后取红色通道梯度、绿色通道梯度、蓝色通道梯度以及灰度通道梯度的幅值的最大值作为融合后的彩色图像梯度幅值；以及提取该融合后的彩色图像梯度幅值对应的梯度角度作为融合后的彩色图像梯度角度。彩色图像的红色通道梯度、绿色通道梯度和蓝色通道梯度反映了图像局部颜色变化，彩色图像的灰度图像的梯度反映了图像亮度的局部变化，例如，可以采用梯度融合方法来提取彩色图像特征，即通过融合彩色图像的3个通道（红色通道梯度、绿色通道梯度和蓝色通道梯度）和其灰度化后的灰度图像的梯度来进行特征提取，从而可以更好的突显边缘区域，为后续算法提供良好特征输入，进而达到减少线段漏检测的目的。

例如，假设彩色图像中像素 (x, y) 的红色通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_r(x, y)$ 和 $\theta_r(x, y)$ ，绿色通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_g(x, y)$ 和 $\theta_g(x, y)$ ，蓝色通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_b(x, y)$ 和 $\theta_b(x, y)$ ，灰度化后的灰度通道的梯度幅值和梯度角度分别为 $G_{gray}(x, y)$ 和 $\theta_{gray}(x, y)$ ，则彩色图像梯度融合后的梯度幅值为各图像梯度幅值的最大值，即：

$$G_{\text{fusion}}(x, y) = \max\{G_r(x, y), G_g(x, y), G_b(x, y), G_{\text{gray}}(x, y)\}$$

彩色图像梯度融合后的梯度角度为梯度幅值最大值对应的梯度角度，即：

$$\theta_{\text{fusion}}(x, y) = \theta_{G_{\text{fusion}}(x, y)}$$

融合后的彩色图像梯度幅值综合反映了颜色和亮度的变化，融合后的彩色图像梯度角度在颜色或亮度变化区域更加一致，从而提高了边缘特征的表征能力，有效地减少线段漏检测。

在说明了图像为彩色图像时，基于图像梯度融合方法提取梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征之后，可替换地，还可以将彩色图像进行灰度化，直接提取图像灰度化后的梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征。

例如，假设图像灰度化后的灰度通道的梯度幅值和梯度角度分别为

$G_{\text{gray}}(x, y)$ 和 $\theta_{\text{gray}}(x, y)$ ，则直接提取梯度幅值和梯度角度分别为 $G_{\text{gray}}(x, y)$ 和 $\theta_{\text{gray}}(x, y)$ 作为图像特征。

或者，当该图像不是彩色图像（例如，该图像是灰度图像）时，则直接提取图像的梯度角度值和梯度幅度值作为图像特征。

- 5 接下来，种子点确定单元 1002 可以基于提取的图像特征确定多个种子点。
在此，种子点确定单元 1002 基于提取的图像特征，通过非极大值抑制和阈值筛选确定多个种子点。

10 图像梯度反映了图像颜色或亮度急剧连续变化，图像梯度的非极大值抑制是沿着图像梯度方向对图像梯度幅值进行非极大值抑制，因此图像梯度非极大值抑制后的有效像素是线段边缘的候选点，这里，可将其作为连通区域生长的种子点的候选点。

例如，图像梯度的非极大值抑制公式如下所述，即如果当前像素的梯度幅值比其在梯度方向上相邻两像素的梯度幅值都大，则保留当前点梯度幅值，否则抑制当前点：

$$15 \quad G_{\text{NMS}}(x, y) = \begin{cases} G(x, y), & G(x, y) > G_{\theta}(x, y)_1 \text{ 且 } G(x, y) > G_{\theta}(x, y)_2 \\ 0, & \text{其他情况} \end{cases}$$

其中， $G_{\text{NMS}}(x, y)$ 表示图像梯度经非极大值抑制后的有效像素梯度， $G(x, y)$ 表示像素 (x, y) 的图像梯度幅值， $G_{\theta}(x, y)_1$ 和 $G_{\theta}(x, y)_2$ 分别表示在图像梯度方向上与当前像素相邻的两像素的梯度幅值。即，如果当前像素 (x, y) 的梯度幅值 $G(x, y)$ 比其在梯度方向上相邻两像素的梯度幅值（ $G_{\theta}(x, y)_1$ 和 $G_{\theta}(x, y)_2$ ）
20 都大时，保留当前点梯度幅值，否则抑制当前点。

在通过非极大值抑制确定多个有效像素梯度后，接下来，通过阈值筛选来确定多个种子点，下面介绍通过阈值筛选确定多个种子点的过程。

本公开以图像的梯度幅值统计均值与 0.2 倍图像梯度统计方差之间的差值为阈值，将图像梯度经非极大值抑制后的有效像素梯度大于该阈值的所有有效像素点作为连通区域生长的种子点，同时将所有梯度幅值大于该图像梯度幅值统计均值和图像梯度统计方差之和的所有有效像素点作为连通区域生长的种子点，如下公式所示：

$$P_{\text{seed}}(x, y) = \{ \{ P(x, y) | G_{\text{NMS}}(x, y) > \text{threshold}_{\text{seed1}} \} \cup \{ P(x, y) | G(x, y) > \text{threshold}_{\text{seed2}} \} \}$$

30 其中，

$$\text{threshold}_{seed1} = \text{aveMag} - 0.2\text{stdMag}$$

$$\text{threshold}_{seed2} = \text{aveMag} + \text{stdMag}$$

$$\text{aveMag} = (1/N) \sum G(x, y)$$

$$\text{stdMag} = \text{sqrt} \sqrt{(1/N) \sum (G(x, y) - \text{aveMag})^2}$$

5 其中 $P_{seed}(x, y)$ 表示种子点集合, $P(x, y)$ 表示图像像素, $G(x, y)$ 表示像素 (x, y) 的图像梯度幅值, N 为图像像素的数目, $G_{NMS}(x, y)$ 表示图像梯度经非极大值抑制后的有效像素梯度, aveMag 表示梯度幅值统计均值, stdMag 表示图像梯度统计方差。

10 如上所述, 图像梯度经非极大值抑制后的有效像素有很多, 有些属于强边缘区域, 但是大部分为弱边缘或噪声区域, 强边缘区域像素的梯度幅值较大, 弱边缘区域像素的梯度幅值较小。经阈值筛选后的种子点绝大部分属于强边缘区域像素, 这为后续的区域生长提供了良好的起始点, 可在一定程度上减少虚假线段的产生, 同时减少连通区域生长的计算量。

15 接下来, 对于所述多个种子点中的每个种子点, 区域生长规则确定单元 1003 根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域, 其中, 区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则。

20 其中, 对于多个种子点中的每个种子点, 区域生长规则确定单元 1003 按照梯度幅值由大到小的顺序依次选取种子点作为起始生长点; 对于每个起始生长点, 将满足区域生长规则的其他种子点加入到该种子点的初始连通区域中作为当前连通区域。

连通区域中的像素具有相近的梯度方向以及相近的梯度幅值, 本公开提出了需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则的连通区域生长规则。

25 梯度幅值生长规则为: 对每个起始生长点的邻域像素的幅值进行排序, 选择幅值排在预定位次的像素作为满足梯度幅值生长规则的像素。例如, 对当前生长点的八邻域像素的梯度幅值进行排序, 如果某个八邻域像素的梯度幅值排在前 4 名, 则该像素满足梯度幅值生长规则。应该认识到, 以上预定位次只是一个示例, 上述预定位次可以根据需要设定。

梯度角度生长规则为: 将未加入到当前连通区域的像素作为待判定像素,

选择梯度角度与当前连通区域的梯度角度差值的绝对值小于预定值的待判定像素作为满足梯度角度生长规则的像素。例如，图像梯度角度生长规则与 LSD 直线提取算法相同，即若待判定像素梯度角度与已生长区域的梯度角度差值的绝对值小于 22.5 度，则其满足梯度角度生长规则。应该认识到，以上梯度角度差值只是一个示例，上述梯度角度差值可以根据需要设定。

进一步，在根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域后，区域修正单元 1004 可以对所述当前连通区域进行区域修正，所述区域修正包括：比较连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例和设定的占比阈值；如果连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例小于设定的占比阈值，则通过减少图像梯度角度阈值或减少外接矩形边长重新进行区域生长。

接下来，线段拟合单元 1005 对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。即，可以首先利用图像非极大值抑制有效像素进行线段所属直线的拟合，再结合连通区域像素的图像坐标信息确定拟合线段的两个端点来确定拟合的线段。

在确定了拟合的线段之后，判断单元 1006 可以通过计算图像中错误线段的数目来判断线段拟合结果是否有效，即在对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合之后，还包括如下步骤：计算图像中错误线段的数目，选择错误线段的数目小于预设阈值的线段拟合结果作为有效结果。

例如，可以通过如下方法来验证线段检测结果是否有效。对于一个由 n 个种子点拟合的线段，计算每个种子点到该线段的距离，并统计距离小于 1.5 的种子点像素的个数，然后基于该线段计算该图像中错误线段的数目（NFA）。如上所述 NFA 的判断方法，在这里不做重复赘述。

下面，参照图 5 描述根据本公开实施例的线段检测设备。图 5 是根据本公开实施例的线段检测设备的示意图。由于本实施例的线段检测设备的功能与在上文中参照图 1 描述的方法的细节相同，因此在这里为了简单起见，省略对相同内容的详细描述。

如图 5 所示，线段检测设备 1100 包括存储器 1101，配置为存储计算机可读指令；以及处理器 1102，配置为处理存储在所述存储器中的所述计算机可读指令，其中所述处理器处理所述计算机可读指令时执行以下功能：提取待处理图像的图像特征；基于提取的图像特征确定多个种子点；对于所述多个种子点中的每个种子点，根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其

中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

本公开还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序在由处理器执行时实现以下方法：提取待处理图像的图像特征，图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值；基于提取的图像特征确定多个种子点；对于多个种子点中的每个种子点，根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

本领域技术人员可以理解，本申请的各方面可以通过若干具有可专利性的种类或情况进行说明和描述，包括任何新的和有用的工序、机器、产品或物质的组合，或对他们的任何新的和有用的改进。相应地，本申请的各个方面可以完全由硬件执行、可以完全由软件（包括固件、常驻软件、微码等）执行、也可以由硬件和软件组合执行。以上硬件或软件均可被称为“数据块”、“模块”、“引擎”、“单元”、“组件”或“系统”。此外，本申请的各方面可能表现为位于一个或多个计算机可读介质中的计算机产品，该产品包括计算机可读程序编码。

本申请的各个单元可以包括微处理器、数字信号处理器（DSP, Digital Signal Processor）、专用集成电路（ASIC, Application Specific Integrated Circuit）、可编程逻辑器件（PLD, Programmable Logic Device）、中央处理器（CPU, Central Processing Unit）、图形处理器（GPU, Graphics Processing Unit）、现场可编程门阵列（FPGA, Field Programmable Gate Array）等硬件，可以通过该硬件来实现各功能块或各单元的部分或全部。

本申请使用了特定词语来描述本申请的实施例。如“一个实施例”、“一实施例”、和/或“一些实施例”意指与本申请至少一个实施例相关的某一特征、结构或特点。因此，应强调并注意的是，本说明书中在不同位置两次或多次提及的“一实施例”或“一个实施例”或“一替代性实施例”并不一定是指同一实施例。此外，本申请的一个或多个实施例中的某些特征、结构或特点可以进行适当的组合。

除非另有定义，这里使用的所有术语（包括技术和科学术语）具有与本公开所属领域的普通技术人员共同理解的相同含义。还应当理解，诸如在通常字典里定义的那些术语应当被解释为具有与它们在相关技术的上下文中的含义相一致的含义，而不应用理想化或极度形式化的意义来解释，除非这里明确地

这样定义。

5 以上是对本公开的说明，而不应被认为是对其的限制。尽管描述了本公开的若干示例性实施例，但本领域技术人员将容易地理解，在不背离本公开的新颖教学和优点的前提下可以对示例性实施例进行许多修改。因此，所有这些修改都意图包含在权利要求书所限定的本公开范围内。应当理解，上面是对本公开的说明，而不应被认为是限于所公开的特定实施例，并且对所公开的实施例以及其他实施例的修改意图包含在所附权利要求书的范围内。本公开由权利要求书及其等效物限定。

权利要求书

1. 一种线段检测方法，包括：

5 提取待处理图像的图像特征，所述图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值；

基于提取的图像特征确定多个种子点；

对于所述多个种子点中的每个种子点，根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及

10 对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述提取待处理图像的图像特征包括：

当所述图像为彩色图像时，基于图像梯度融合方法进行图像特征提取；或者通过将所述彩色图像进行灰度化来进行图像特征提取；

15 当所述图像为灰度图像时，直接进行图像特征提取。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述图像梯度融合方法为：

提取彩色图像的红色通道梯度、绿色通道梯度、蓝色通道梯度和灰度化后的通道梯度幅值的最大值作为融合后的彩色图像梯度幅值；以及

20 提取所述融合后的彩色图像梯度幅值对应的梯度角度作为融合后的彩色图像梯度角度。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述基于提取的图像特征确定多个种子点包括：

基于提取的图像特征，通过非极大值抑制和阈值筛选确定多个种子点。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述通过非极大值抑制确定多个种子点的方法如下：

$$G_{\text{NMS}}(x, y) = \begin{cases} G(x, y), & G(x, y) > G_{\theta}(x, y)_1 \text{ 且 } G(x, y) > G_{\theta}(x, y)_2 \\ 0, & \text{其他情况} \end{cases}$$

其中， $G(x, y)$ 表示像素 (x, y) 的图像梯度幅值， $G_{\theta}(x, y)_1$ 和 $G_{\theta}(x, y)_2$ 分别表示在图像梯度方向上与当前像素相邻的两像素的梯度幅值， $G_{\text{NMS}}(x, y)$ 表示图像梯度经非极大值抑制后的有效像素梯度。

30 6. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述阈值筛选确定多个种子点包

括:

以图像的梯度幅值统计均值与预设倍数图像梯度统计方差之间的差值为阈值, 将图像梯度经非极大值抑制后的有效像素梯度大于该阈值的所有有效像素点作为连通区域生长的种子点, 同时将所有梯度幅值大于所述图像梯度幅值统计均值和图像梯度统计方差之和的所有像素点作为连通区域生长的种子点。

7. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述对于所述多个种子点中的每个种子点, 根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域包括:

按照梯度幅值由大到小的顺序依次选取种子点作为起始生长点;

10 对于每个起始生长点, 将满足区域生长规则的其他种子点加入到该种子点的初始连通区域中作为当前连通区域。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其中, 所述梯度幅值生长规则为:

对每个起始生长点的邻域像素的幅值进行排序, 选择幅值排在预定位次的像素作为满足梯度幅值生长规则的像素。

15 9. 根据权利要求 7 所述的方法, 其中, 所述梯度角度生长规则为:

将未加入到当前连通区域的像素作为待判定像素, 选择梯度角度与当前连通区域的梯度角度差值的绝对值小于预定值的待判定像素作为满足梯度角度生长规则的像素。

10. 根据权利要求 1 所述的方法, 还包括:

20 在根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域后, 对所述当前连通区域进行区域修正, 所述区域修正包括:

比较连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例和设定的占比阈值;

如果连通区域内像素占其外接矩形的像素的比例小于设定的占比阈值, 则通过减少图像梯度角度阈值或减少外接矩形边长重新进行区域生长。

25 11. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合包括:

通过利用非极大值抑制当前连通区域内的像素来进行线段所属直线的拟合; 以及

30 结合当前连通区域内的像素的图像坐标信息确定所拟合的线段的两个端点。

12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中, 对各个种子点的当前连通区域

内的线段进行线段拟合之后，还包括如下步骤：

计算图像中错误线段的数目，选择所述错误线段的数目小于预设阈值的线段拟合结果作为有效结果。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，通过以下方法计算图像中错误线段的数目 NFA：

$$NFA(L, x) = (M \times N)^2 \sum_{i=x}^n \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$$

其中，L 表示由 n 个种子点拟合的线段，至少有 x 个种子点到拟合线段 L 的距离小于预定阈值， $(M \times N)^2$ 表示在 $(M \times N)$ 大小的图像中潜在的线段数量，概率 p 表示种子点不是线段拟合误差点的概率。

14. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，所述预定阈值为图像中允许存在的错误线段的最大数目。

15. 一种线段检测装置，包括：

图像特征提取单元，配置为提取待处理图像的图像特征，所述图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值；

- 15 种子点确定单元，配置为基于提取的图像特征确定多个种子点；

区域生长规则确定单元，配置为对于所述多个种子点中的每个种子点，根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及

- 20 线段拟合单元，配置为对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

16. 根据权利要求 15 所述的装置，其中，所述提取待处理图像的图像特征包括：

当所述图像为彩色图像时，基于图像梯度融合方法进行图像特征提取；或者通过将所述彩色图像进行灰度来进行图像特征提取；

- 25 当所述图像为灰度图像时，直接进行图像特征提取。

17. 根据权利要求 16 所述的装置，其中，所述图像梯度融合方法为：

提取彩色图像的红色通道梯度、绿色通道梯度、蓝色通道梯度和灰度化后的通道梯度幅值的最大值作为融合后的彩色图像梯度幅值；以及

- 30 提取所述融合后的彩色图像梯度幅值对应的梯度角度作为融合后的彩色图像梯度角度。

18. 根据权利要求 15 所述的装置，其中，所述基于提取的图像特征确定多个种子点包括：

基于提取的图像特征，通过非极大值抑制和阈值筛选确定多个种子点。

19. 一种线段检测设备，包括：

5 存储器，配置为存储计算机可读指令；以及

处理器，配置为处理存储在所述存储器中的所述计算机可读指令，其中所述处理器处理所述计算机可读指令时执行权利要求 1 所述的方法。

20. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序在由处理器执行时实现以下方法：

10 提取待处理图像的图像特征，所述图像特征包括图像梯度角度和图像梯度幅值；

基于提取的图像特征确定多个种子点；

对于所述多个种子点中的每个种子点，根据区域生长规则确定各个种子点的当前连通区域，其中，区域生长规则需要同时满足梯度幅值生长规则和梯度角度生长规则；以及

15 对各个种子点的当前连通区域内的线段进行线段拟合。

100

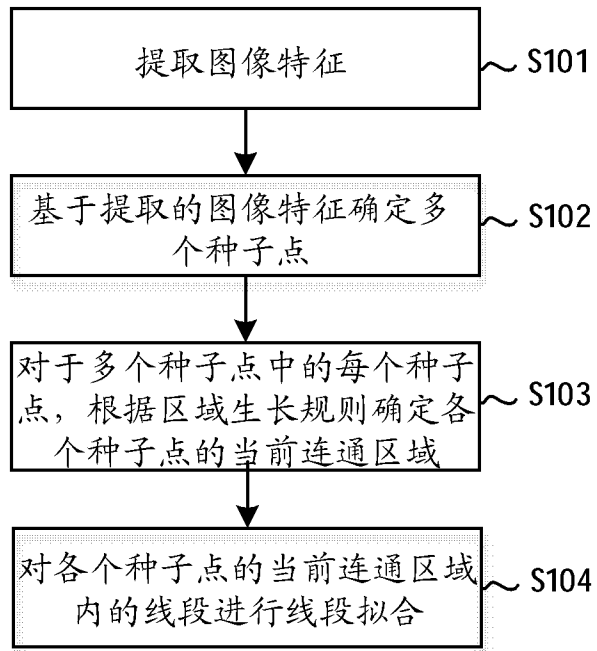


图 1

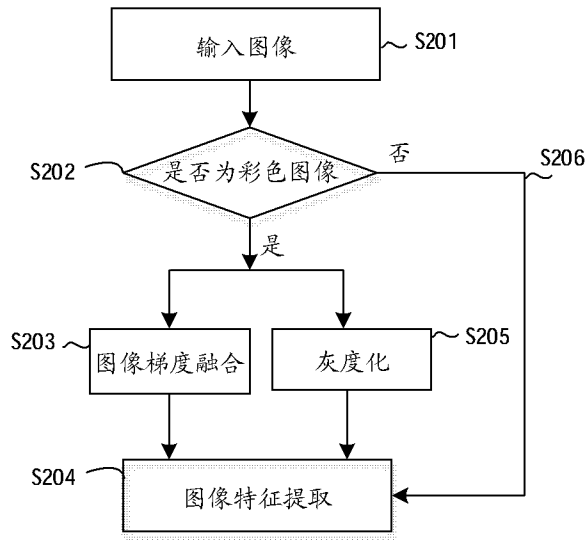


图 2

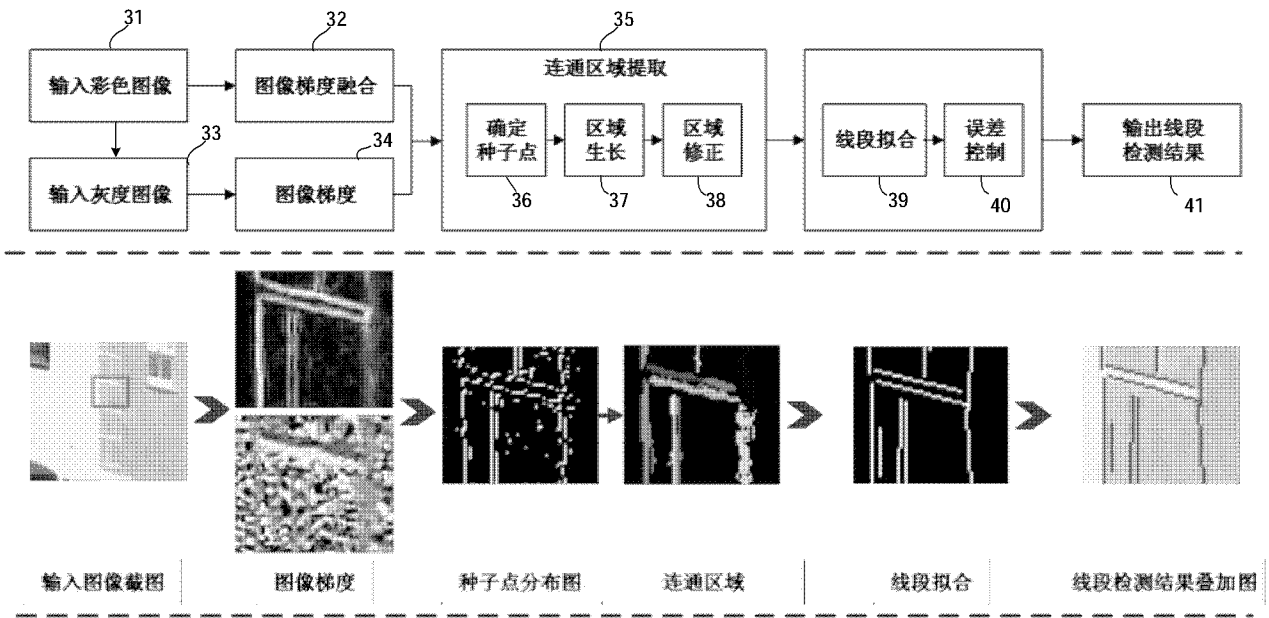


图 3

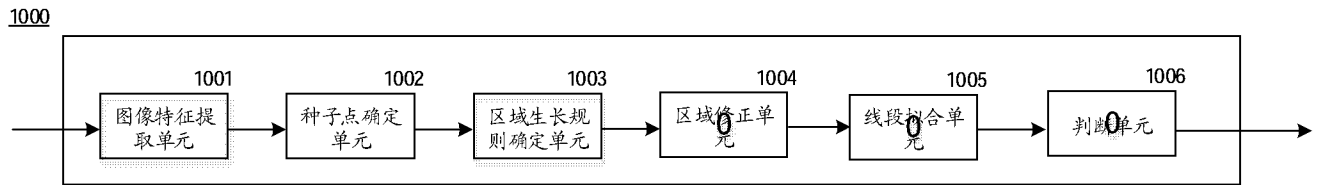


图 4

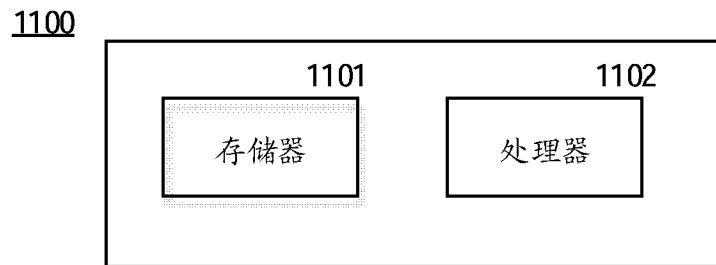


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/098927

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G06T 7/00(2017.01)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)		
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; TWABS; TWTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI: 线段, 直线, 检测, 识别, 梯度, 种子点, 区域生长, 拟合, segment, line, detection, recognition, identification, gradient, seed point, region grow, fit		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102750703 A (BEIHANG UNIVERSITY) 24 October 2012 (2012-10-24) description, paragraphs 69-102	1-20
Y	施兢业 等 (SHI, Jingye et al.). "基于改进区域生长法的电力设备红外图像分割 (Mentation Based on Modified Region Growing Algorithm)" <i>光学技术 (Optical Technique)</i> , Vol. 43, No. (4), 31 July 2017 (2017-07-31), ISSN: 1002-1582, main body, pp. 382-383	1-20
A	CN 102496136 A (NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY) 13 June 2012 (2012-06-13) entire document	1-20
A	WO 2009150545 A2 (UTI LIMITED PARTNERSHIP) 17 December 2009 (2009-12-17) entire document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
25 October 2019		05 November 2019
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/098927

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102750703	A	24 October 2012	CN	102750703	B	07 January 2015
CN	102496136	A	13 June 2012	CN	102496136	B	17 April 2013
WO	2009150545	A2	17 December 2009	WO	2009150545	A3	25 February 2010
				US	2009322748	A1	31 December 2009

<p>A. 主题的分类</p> <p>G06T 7/00 (2017.01) i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06T</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS;CNTXT;TWABS;TWTXT;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;CNKI:线段, 直线, 检测, 识别, 梯度, 种子点, 区域生长, 拟合, segment, line, detection, recognition, identification, gradient, seed point, region grow, fit</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102750703 A (北京航空航天大学) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第69-102段</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>施兢业 等. “基于改进区域生长法的电力设备红外图像分割” 光学技术, 第43卷, 第4期, 2017年 7月 31日 (2017 - 07 - 31), ISSN: 1002-1582, 正文第382-383页</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102496136 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2012年 6月 13日 (2012 - 06 - 13) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2009150545 A2 (UTI LIMITED PARTNERSHIP) 2009年 12月 17日 (2009 - 12 - 17) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 102750703 A (北京航空航天大学) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第69-102段	1-20	Y	施兢业 等. “基于改进区域生长法的电力设备红外图像分割” 光学技术, 第43卷, 第4期, 2017年 7月 31日 (2017 - 07 - 31), ISSN: 1002-1582, 正文第382-383页	1-20	A	CN 102496136 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2012年 6月 13日 (2012 - 06 - 13) 全文	1-20	A	WO 2009150545 A2 (UTI LIMITED PARTNERSHIP) 2009年 12月 17日 (2009 - 12 - 17) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
Y	CN 102750703 A (北京航空航天大学) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第69-102段	1-20															
Y	施兢业 等. “基于改进区域生长法的电力设备红外图像分割” 光学技术, 第43卷, 第4期, 2017年 7月 31日 (2017 - 07 - 31), ISSN: 1002-1582, 正文第382-383页	1-20															
A	CN 102496136 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2012年 6月 13日 (2012 - 06 - 13) 全文	1-20															
A	WO 2009150545 A2 (UTI LIMITED PARTNERSHIP) 2009年 12月 17日 (2009 - 12 - 17) 全文	1-20															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2019年 10月 25日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2019年 11月 5日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>彭玉静</p> <p>电话号码 86-(20)-28958030</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/098927

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	102750703	A	2012年 10月 24日	CN	102750703	B	2015年 1月 7日
CN	102496136	A	2012年 6月 13日	CN	102496136	B	2013年 4月 17日
WO	2009150545	A2	2009年 12月 17日	WO	2009150545	A3	2010年 2月 25日
				US	2009322748	A1	2009年 12月 31日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)