



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101201903 B

(45) 授权公告日 2011. 01. 26

(21) 申请号 200710182212. 6

审查员 高霖

(22) 申请日 2007. 10. 12

(30) 优先权数据

2006-335070 2006. 12. 12 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 石田良弘 戴晓艳 大泽秀史

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李镇江

(51) Int. Cl.

G06K 9/62 (2006. 01)

G06T 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 平 1-173971 A, 1989. 07. 10, 全文.

EP 1280072 A3, 2003. 01. 29, 全文.

CN 1691054 A, 2005. 11. 02, 全文.

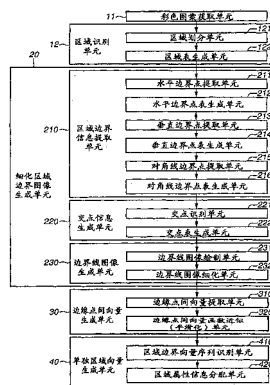
权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 50 页

(54) 发明名称

图像处理装置及其控制方法

(57) 摘要

一种图像处理装置,可生成代表彩色图像的每个颜色区域的向量序列。图像处理装置基于图像的属性信息将图像分成多个区域,并提取与不同区域之间的边界线有关的区域边界信息。图像处理装置基于提取的区域边界信息为连接对应于邻接区域之间的边界的交点的第一边缘点到第二边缘点的每个边界生成边缘点间向量数据。图像处理装置基于生成的边缘点间向量数据识别代表每个划分成的区域的边界的一个或多个边缘点间向量数据,并生成单独区域向量数据。



1. 一种配置成执行用于生成代表图像的向量序列的处理的图像处理装置,该图像处理装置包括:

区域识别单元,配置成基于图像的属性信息将图像划分成多个区域并生成使每个划分成的区域和其属性信息相互关联的信息;

提取单元,配置成提取与该区域识别单元划分成的区域之间的边界线相关的区域边界信息;

交点信息生成单元,配置成基于该提取单元提取的区域边界信息来识别划分成的区域的不同边界的交点并生成指示所识别的交点的交点信息;

边界线图像生成单元,配置成通过对基于该提取单元提取的区域边界信息和该交点信息生成单元生成的交点信息所生成的边界线图像执行细化处理而生成细化的边界线图像;

边缘点间向量生成单元,配置成基于该细化的边界线图像,为连接对应于由该交点信息生成单元识别的交点的边缘点的每个边界生成边缘点间向量数据;以及

单独区域向量生成单元,配置成基于该边缘点间向量生成单元生成的边缘点间向量数据来生成该区域识别单元划分成的每个区域的向量数据。

2. 根据权利要求1的图像处理装置,其中单独区域向量生成单元包括:

识别单元,该识别单元配置成基于该区域识别单元划分成的区域的属性信息,从该边缘点间向量生成单元生成的边缘点间向量数据中识别构成该区域识别单元划分成的每个区域的边界的至少一个边缘点间向量数据;以及

分配单元,配置成将属性信息分配给由该识别单元识别的边缘点间向量数据构成的区域,

其中单独区域向量生成单元生成分配给由该识别单元识别的边缘点间向量数据构成的区域的属性信息以及构成由该识别单元识别的边缘点间向量数据构成的区域的边缘点间向量数据,作为一个区域的向量数据。

3. 根据权利要求1的图像处理装置,其中该区域边界信息包括与代表不同邻接区域的边界的像素有关的信息。

4. 根据权利要求1的图像处理装置,其中单独区域向量生成单元基于边缘点间向量生成单元生成的边缘点间向量数据和该区域识别单元生成的使每个划分成的区域和其属性信息相互关联的信息,生成每个区域的向量数据。

5. 根据权利要求1的图像处理装置,其中该区域识别单元基于图像内的像素之间的特征的偏差在图像内执行像素群集划分,并基于该群集划分处理获得的群集将图像划分成多个区域。

6. 根据权利要求1的图像处理装置,其中每次边界线图像生成单元基于提取单元提取的区域边界信息和交点信息生成单元生成的交点信息而生成连接边缘点的细化的边界线图像时,边缘点间向量生成单元生成边缘点间向量数据。

7. 根据权利要求1的图像处理装置,其中在边界线图像生成单元生成与基于提取单元提取的区域边界信息和交点信息生成单元生成的交点信息而生成的所有边界线图像相对应的细化的边界线图像之后,边缘点间向量生成单元基于细化的边界线图像和边缘点生成边缘点间向量数据。

8. 根据权利要求 1 的图像处理装置,还包括配置成在图像内指定处理对象区域的指定单元。

9. 根据权利要求 1 的图像处理装置,其中图像的属性信息包括图像的颜色信息,以及其中区域识别单元基于图像的颜色信息将图像划分成多个不同颜色的区域。

10. 一种用于控制配置成执行用于生成代表图像的向量序列的处理的图像处理装置的方法,该方法包括:

基于图像的属性信息将图像划分成多个区域,以生成使每个划分成的区域和其属性信息相互关联的信息;

提取与划分成的区域之间的边界线有关的区域边界信息;

基于提取的区域边界信息来识别划分成的区域的不同边界的交点,并生成指示所识别的交点的交点信息;

通过对基于所提取的区域边界信息和所生成的交点信息而生成的边界线图像执行细化处理,生成细化的边界线图像;

基于该细化的边界线图像,为连接对应于被识别的交点的边缘点的每个边界生成边缘点间向量数据;以及

基于生成的边缘点间向量数据来生成每个划分成的区域的向量数据。

图像处理装置及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种配置成生成代表彩色图像的向量序列的图像处理装置,一种用于控制图像处理装置的方法,以及一种存储相关控制程序的存储介质。

背景技术

[0002] 向量处理技术通常用于处理图像,例如文字处理器的字体。字体处理技术包括输入复杂的字符设计作为向量处理的对象。例如,传统技术可将模拟字符设计数字化处理成等于 512×512 或 1024×1024 像素的较大尺寸的二值图像,并生成代表字符轮廓的向量序列。通常,向量数据可实现各种大小的字符的光滑轮廓表示,并且可将字符保持良好形状。此外,可由相同向量数据简单地生成各种大小的字符而无需大量数据。

[0003] 因此,如美国专利号 5878161(对应于日本专利申请特开号 5-174140)内所述,向量处理不仅可应用于字体而且还可应用于其他二值图像。

[0004] 向量数据是数值数据例如坐标值,其可由计算机容易地编辑。例如,如美国专利申请号 11/689326 中所述,向量处理可应用于艺术线条(线图像)。如日本专利申请特开号 7-121699 内所述,向量处理可应用于全色图像。美国专利号 6404921(对应于日本专利申请特开号 4-157578)说明了应用于二值图像的向量处理。

[0005] 美国专利号 6404921 内说明的方法包括基于目标像素及其邻接像素的状态将预定位置指定为构成轮廓线的点的步骤,和基于邻接像素的状态确定构成轮廓线的点的连接方向的步骤。此外,该方法包括确定构成轮廓线的一个点和另一个点之间的连接状态,按光栅扫描顺序更新图像数据上的目标像素的位置,并针对每个目标像素基于邻接像素的状态执行上述处理以提取轮廓点的步骤。

[0006] 该方法还包括按光栅扫描顺序提取目标像素同时保持目标像素及其邻接像素在图像数据上的状态,基于目标像素及其邻接像素的状态沿水平方向和垂直方向检测像素间向量,确定这些像素间向量的连接状态,并基于确定的像素间向量的连接状态提取图像数据的轮廓的步骤。

[0007] 美国专利号 6404921 内所述的方法可在完成一次完整的光栅扫描操作时提取图像内所包含的所有轮廓线。图像存储器不需要存储所有图像数据。因此,可使用小图像存储器。此方法的特征在于可在输入图像的像素的周边的单位内而不是像素的中心位置提取轮廓线。因此,此方法对于具有一个像素宽度的细线是有效的。

[0008] 如美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1(对应于日本专利申请特开号 2005-346137)内所述,除了直线之外,还使用 2 阶或 3 阶贝塞尔曲线近似表示二值图像的轮廓信息。使用轮廓信息的函数近似的处理方法和处理装置可减小表示高品质可变倍率图像的数据量。

[0009] 此外,根据美国专利号 6404921 内所述的方法从二值图像提取轮廓向量并将美国专利号 5878161 内所述的函数近似应用于提取的轮廓向量是有用的。获得的被平滑化的轮廓向量可形成具有希望(任意)放大率的高品质数字二值图像。

[0010] 但是,传统的彩色图像向量处理依赖于确定输入图像的具有在颜色空间上确定的相同颜色属性的像素的区域(即,由同色像素构成的同色区域),以及生成构成每个确定的同色区域的轮廓形状的向量序列的步骤。

[0011] 但是,如果对每个区域的轮廓进行贝塞尔函数近似或平滑化处理,则沿区域的边界会出现间隙或重叠,因为输入图像上的邻接区域的轮廓没有受到相同的近似或平滑化处理。图 57 示出为输入图像提取的轮廓图像的示例,根据该示例具有颜色空间上限定的相同颜色的连续接合的像素构成同色区域。如果忽略背景色,则在输入图像上具有彼此相邻的三个颜色区域。

[0012] 图 58 示出由应用于构成每个区域的轮廓形状的向量的平滑化(函数近似)处理生成的两个区域之间的间隙和重叠。

发明内容

[0013] 本发明的示例性实施例涉及一种配置成从由多个颜色区域构成的彩色图像生成代表每个区域的向量序列的图像处理装置。此外,本发明的示例性实施例提供了一种用于控制该图像处理装置的方法,和存储相关控制程序的存储介质。

[0014] 根据本发明的一个方面,图像处理装置配置成执行用于生成代表图像的向量序列的处理。图像处理装置包括配置成基于图像的属性信息将图像划分成多个区域的划分单元,配置成提取与该划分单元划分的区域之间的边界线相关的区域边界信息的提取单元,配置成基于该提取单元提取的区域边界信息识别划分的区域的不同边界的交点的交点信息生成单元,配置成连接对应于由该交点信息生成单元识别的交点的边缘点的每个边界生成边缘点间向量数据的边缘点间向量生成单元,和配置成基于该边缘点间向量生成单元生成的边缘点间向量数据生成被该划分单元划分的每个区域的向量数据的单独区域向量生成单元。

[0015] 本发明的示例性实施例提供了一种能够从由多个颜色区域构成的彩色图像合适地生成代表每个区域的向量序列的图像处理装置。此外,本发明的示例性实施例提供了一种用于控制图像处理装置的方法和一种存储相关控制程序的存储介质。

[0016] 本发明的其他特征和方面在下文结合附图对示例性实施例的详细说明中是显而易见的。

附图说明

[0017] 并入且作为构成说明书的一部分的附图示出了本发明的示例性实施例和特征,并且与说明书一起解释了至少某些本发明的原理。

[0018] 图 1 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图像处理装置的功能配置的框图。

[0019] 图 2 示出根据本发明的第一示例性实施例的指示区域号与颜色信息(属性信息)之间的关系的区域表的示例。

[0020] 图 3 示出根据本发明的第一示例性实施例的边界点提取处理。

[0021] 图 4 示出根据本发明的第一示例性实施例的边界点表的示例。

[0022] 图 5 示出根据本发明的第一示例性实施例的被识别的边界线交点。

[0023] 图 6 示出根据本发明的第一示例性实施例的交点表的示例。

[0024] 图 7A-7F 示出根据本发明的第一示例性实施例用于形成线图像的向量序列生成处理。

[0025] 图 8 是示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间向量生成单元的功能配置的框图。

[0026] 图 9 示出根据本发明的第一示例性实施例的图像处理装置的硬件配置。

[0027] 图 10 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图像处理装置的操作的流程图。

[0028] 图 11 是示出根据本发明的第一示例性实施例的目标像素和邻接像素。

[0029] 图 12-27 示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间轮廓（周边）向量序列提取处理中根据目标像素和邻接像素状态的轮廓点和轮廓点信息的提取模式的示例。

[0030] 图 28 示出根据本发明的第一示例性实施例的轮廓点信息的表。

[0031] 图 29A-29D 示出根据本发明的第一示例性实施例的从边缘点部分检测到的轮廓点以及分配给这些轮廓点的轮廓点信息。

[0032] 图 30A-30D 示出根据本发明的第一示例性实施例的从非边缘点部分提取的轮廓点以及分配给这些轮廓点的轮廓点信息。

[0033] 图 31A 是示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间轮廓（周边）向量提取处理的流程图。

[0034] 图 31B 示出根据本发明的第一示例性实施例的向量序列提取处理的示例。

[0035] 图 31C 示出根据本发明的第一示例性实施例的向量序列提取处理的示例。

[0036] 图 32 示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间周边向量序列和轮廓点信息用的数据格式的示例。

[0037] 图 33 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 31A 的步骤 S1 内的向量序列提取处理的细节的流程图。

[0038] 图 34 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 33 的步骤 S120 内的处理的细节的流程图。

[0039] 图 35 示出根据本发明的第一示例性实施例的线元素、边缘点间周边向量序列、轮廓点信息和边缘点间线芯（周边）向量序列。

[0040] 图 36 是示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元的操作的流程图。

[0041] 图 37A 和 37B 示出根据本发明的第一示例性实施例就在起始边缘点之前和终止边缘点之后立即插入的辅助轮廓点。

[0042] 图 38 是示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元的操作的流程图。

[0043] 图 39A 和 39B 示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列和边缘点间平滑化向量序列的数据格式的示例。

[0044] 图 40 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 38 的步骤 S4100 内的处理的细节的流程图。

[0045] 图 41 示出根据本发明的第一示例性实施例的插在终止边缘点和起始边缘点之间的辅助向量。

[0046] 图 42 示出根据本发明的第一示例性实施例的插在终止边缘点和起始边缘点之间

的辅助向量。

[0047] 图 43 示出根据本发明的第一示例性实施例的边界线的示例，每条边界线均连接一个交点与另一个交点。

[0048] 图 44A-44H 示出根据本发明的第一示例性实施例的用于生成边界线图像的顺序进程。

[0049] 图 45 示出根据本发明的第一示例性实施例的包含由被平滑化的边缘点间向量代表的边缘线的图像。

[0050] 图 46 示出根据本发明的第一示例性实施例的包括图 45 内所示的边界线图像和相应的交点的图像。

[0051] 图 47 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 10 的步骤 S100 内的单独区域向量生成处理的细节的流程图。

[0052] 图 48 示出根据本发明的第一示例性实施例从包括区域属性信息的区域向量再现的图像。

[0053] 图 49 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 10 的步骤 S12 内的区域划分处理的细节的流程图。

[0054] 图 50A-50E 示出根据本发明的第一示例性实施例的被提取的边界线的示例。

[0055] 图 51A-51F 示出根据本发明的第一示例性实施例的边界线图像的生成。

[0056] 图 52 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 10 的步骤 S30 内的交点提取处理的细节的流程图。

[0057] 图 53A-53C 示出根据本发明的第一示例性实施例的从区域划分结果提取的交点的示例。

[0058] 图 54 示出根据本发明的第一示例性实施例的包括代表所有边界线的细线的图像。

[0059] 图 55 是示出根据本发明的第二示例性实施例的图像处理装置的操作的流程图。

[0060] 图 56 是示出根据本发明的第三示例性实施例的图像处理装置的操作的流程图。

[0061] 图 57 示出处理对象图像的示例。

[0062] 图 58 示出根据传统技术的包括缺陷的图像。

具体实施方式

[0063] 下文对示例性实施例的说明本质上是说明性的，因此绝不应认为是限制本发明、其应用或使用。

[0064] 在合适的时候，本领域的普通技术人员已知的过程、技术、装置和系统将作为表明本发明能实现的说明的一部分。

[0065] 应指出，在整个说明书中，在下列图表中相同的标号和字母指示相同的项，因此一旦在一个图表中说明了一个项，则在随后的图表中将不再对其进行说明。

[0066] 下文将参照附图详细说明示例性实施例。

[0067] 本发明的示例性实施例针对一种即使在图像上的区域的轮廓受到函数近似处理或平滑处理时仍能足够地生成表示图像上的区域的轮廓的向量序列而不会生成不希望的间隙或重叠的技术。本发明的示例性实施例针对应用于与彩色图像相比具有较少量的颜色

的说明性图像（例如数字照相机等捕获的自然图像）的向量处理。

[0068] 每个示例性实施例中所述的向量代表向量数据（即，使用用于生成位图图像数据的数字公式或绘制命令表示的数据）。此外，用于将向量图像数据转换成位图图像数据的处理被称为“光栅化”。位图图像数据可被称为“光栅数据”。向量数据可被简称为“向量”。

[0069] 第一示例性实施例

[0070] 图 1 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图像处理装置的功能配置的框图。在图 1 中，彩色图像获取单元 11 获取处理对象图像（即输入）。区域识别单元 12 将彩色图像获取单元 11 获得的图像划分成局部区域。每个局部区域是由几何学上相互连接的像素构成的同色区域。如果两个像素具有在预定范围内的特征量（即 RGB 值或其他颜色信息），则可确定这些像素构成同色区域。

[0071] 区域识别单元 12 包括区域划分单元 121 和区域表生成单元 122。区域划分单元 121 根据颜色信息将图像分成多个像素集合。每个几何学上连接的像素集合可被看作是同色区域。区域表生成单元 122 生成使从区域划分单元 121 获得的每个区域和与此区域有关的颜色信息（属性信息（例如 RGB 值））相互关联的信息。图 2 示出示例性的表格式（区域表 201）。

[0072] 细化区域边界图像生成单元 20 生成具有宽度为一个像素的细线的细化区域边界图像，该细线代表由区域识别单元 12 识别的邻接区域之间的区域边界。细化区域边界图像生成单元 20 包括区域边界信息提取单元 210、交点信息生成单元 220 和边界线图像生成单元 230。

[0073] 区域边界信息提取单元 210 提取代表区域识别单元 12 识别的区域之间的区域边界的边界像素，以及指示被边界像素划分的区域的区域边界信息。

[0074] 交点信息生成单元 220 生成交点信息，该交点信息指示对应于由四连续接合的区域边界像素构成的区域边界线的分支点的区域边界线的交点。换句话说，交点信息生成单元 220 生成指示彼此不同的边界的交点的交点信息。边界线图像生成单元 230 根据提取的区域边界信息和生成的交点信息生成细化的区域边界图像。

[0075] 区域边界信息提取单元 210 包括水平边界点提取单元 211、水平边界点表生成单元 212、垂直边界点提取单元 213、垂直边界点表生成单元 214、对角线边界点提取单元 215 和对角线边界点表生成单元 216。

[0076] 例如如图 3 所示，当对区域识别单元 12 识别的包含局部区域的区域识别结果图像应用水平扫描操作时（每个局部区域由连续接合的像素构成并且可被看作是同色区域），水平边界点提取单元 211 在每条扫描线上提取代表邻接区域之间的边界的像素。即，水平边界点提取单元 211 提取在一个局部区域沿水平方向切换到另一个局部区域之处的像素。

[0077] 水平边界点表生成单元 212 生成图 4 内示出的水平边界点表 401，该表包括与水平边界点提取单元 211 提取的水平边界点中的每个点（像素）有关的信息。

[0078] 例如如图 3 所示，当对区域识别单元 12 识别的包含局部区域的区域识别结果图像应用垂直扫描操作时—每个局部区域由连续接合的像素构成并且可被看作是同色区域，垂直边界点提取单元 213 在每条扫描线上提取代表邻接区域之间的边界的像素。即，垂直边界点提取单元 213 提取在一个局部区域沿垂直方向切换到另一个局部区域之处的像素。

[0079] 垂直边界点表生成单元 214 生成图 4 内示出的垂直边界点表 402，该表包括与垂直

边界点提取单元 213 提取的垂直边界点中的每个点（像素）有关的信息。

[0080] 例如如图 3 所示,当对区域识别单元 12 识别的包含局部区域的区域识别结果图像应用对角线扫描操作时—每个局部区域由连续接合的像素构成并且可被看作是同色区域,对角线边界点提取单元 215 在每条扫描线上提取代表邻接区域之间的边界的像素。即,对角线边界点提取单元 215 提取在一个局部区域沿对角线方向切换到另一个局部区域之处的像素。

[0081] 对角线边界点表生成单元 216 生成图 4 内示出的对角线边界点表 403,该表包括与对角线边界点提取单元 215 提取的对角线边界点中的每个点（像素）有关的信息。

[0082] 交点信息生成单元 220 包括交点识别单元 221 和交点表生成单元 222。

[0083] 交点识别单元 221 参照图 4 内所示的水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 生成交点信息。

[0084] 更具体地,如图 5 所示,交点识别单元 221 在表 401-403 中的至少两个表上列出的边界点中检测任何这样的边界点,即该边界点在一个表中具有的邻接区域号码的组合与在另一个表中具有的邻接区域号码的组合不完全相同。交点识别单元 221 将检测到的边界点看作是交点（交点信息）。根据图 5 示出的示例,交点识别单元 221 将两个边界点 C 和 E 看作是交点。

[0085] 交点表生成单元 222 在检测到的交点所属的表上列出的邻接区域号码中选取与交点识别单元 221 识别的交点对应的所有区域号码。然后,交点表生成单元 222 生成图 6 所示的交点表 601,该交点表存储与所有邻接区域的区域号码相关联的每个交点。

[0086] 边界线图像生成单元 230 包括边界线图像绘制单元 231 和边界线图像细化单元 232。

[0087] 根据生成的区域边界信息和生成的交点信息,边界线图像绘制单元 231 生成由四接合的区域边界像素构成的边界线图像。边界线图像细化单元 232 对获得的边界线图像执行细化处理同时保持四连续接合状态,并生成四连续接合的被细化的区域边界图像。

[0088] 例如,边界线图像细化单元 232 对由边界线图像绘制单元 231 生成的区域边界像素构成的四连续接合边界线图像（二值图像）执行二值图像细化处理,并输出四连续接合的被细化的区域边界图像作为四连续接合的被细化的二值图像。

[0089] 作为细化二值图像的方法,边界线图像细化单元 232 可使用 Hilditch 技术,该技术例如在 Koich Sakai:“fundamentals and applications of digital image processing”,2nd edition, ISBN4-7898-3707-6, CQ Publishing, PP51-54, Feb. 1, 2004 内说明的技术。

[0090] 作为示例,如果边界线图像细化单元 232 输入图 7A 内所示的二值图像,则边界线图像细化单元 232 输出图 7B 内示出的被细化的图像。

[0091] 返回参照图 1,边缘点间向量生成单元 30 输入由细化区域边界图像生成单元 20 生成的四连续接合的被细化的区域边界图像,并为每条连接一个交点和另一个交点的四连续接合细线生成连接交点（边缘点）的边缘点间向量的集合。

[0092] 边缘点间向量生成单元 30 包括边缘点间向量提取单元 310 和边缘点间向量函数近似（平滑化）单元 320。

[0093] 边缘点间向量提取单元 310 输入四连续接合的被细化的区域边界图像,并对每条

连接一个交点和另一个交点的四连续接合细线,提取代表连接边缘点的每条细线的通过每个像素的中心位置的线芯向量作为连接交点(边缘点)的边缘点间向量。

[0094] 边缘点间向量函数近似(平滑化)单元 320 对提取的边缘点间向量应用函数近似处理,从而边缘点部分可被保存为边缘点。更具体地,边缘点间向量函数近似(平滑化)单元 320 执行可将边缘点部分保存为贝塞尔曲线的锚点的贝塞尔函数近似,并生成被函数近似(被平滑化)的边缘点间向量。

[0095] 如图 8 所示,边缘点间向量提取单元 310 包括边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110,和边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120。

[0096] 边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 输入保持四连续接合状态的被细化的区域边界图像。接下来,通过仅执行一次光栅扫描,边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 从被细化的处理对象的二值图像内包含的线图提取对应于连接边缘点和交点的独立线和闭合曲线的顺序向量的集合(下文被称为“边缘点间线元素粗轮廓向量序列”)。然后,边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 生成处理结果。

[0097] 边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 生成的处理结果包括“分配信息”,其指示是否已经从对应于处理对象的线图的边缘点(交点)位置的部分提取出构成向量序列的每个向量。

[0098] 此外,边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120 从边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 输入分配信息和边缘点间线元素粗轮廓向量序列(下文被总称为“边缘点间轮廓(周边)向量序列”)。然后,边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120 根据预定规则参照分配信息沿合适方向将构成轮廓(周边)向量的具有一个像素宽度的每个向量的位置精细调节等于一半像素的宽度。从而,边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120 可生成线宽度为 0 的边缘点间线芯(周边)向量序列。

[0099] 图 7C 示出从输入图 7B 的二值图像的边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 生成的边缘点间轮廓(周边)向量序列显现的轮廓图像。图 7D 示出从输入图 7C 的图像的边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120 生成的边缘点间线芯(周边)向量序列显现的线图像。

[0100] 如图 8 所示,边缘点间向量函数近似(平滑化)单元 320 包括边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210、边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220,和边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230。

[0101] 边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 从边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120 输入边缘点间线芯(周边)向量序列,并插入辅助向量以防止对应于边缘点部分的向量与另一个向量结合。换句话说,此处理可防止当边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 执行平滑化(函数近似)处理时任何边缘点的位置变得不清楚。即,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 插入辅助向量,从而边缘点部分可被保存为边缘点(即贝塞尔曲线的锚点),并生成边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列。

[0102] 另外,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 为辅助向量引入的每个边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成指示对应于边缘点部分的向量的起始/终点信息。

[0103] 图 7E 示出从由输入图 7D 的图像的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 生成的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列显现的线图像。

[0104] 边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 从边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 输入边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列。然后，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 对每个（周边）向量进行平滑（函数近似）处理，并生成被平滑化的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列。此外，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 将生成的被平滑化的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列输出给边缘点间被平滑化向量序列识别（非周边）单元 3230。

[0105] 边缘点间被平滑化向量序列识别（非周边）单元 3230 从边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 输入被平滑化（函数近似）的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列。此外，边缘点间被平滑化向量序列识别（非周边）单元 3230 从边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 输入起始 / 终止边缘点信息。

[0106] 然后，边缘点间被平滑化向量序列识别（非周边）单元 3230 为每个被平滑化（周边）的向量识别作为起始边缘点的向量和作为终止边缘点的向量，并生成连接起始边缘点和终止边缘点的非周边向量序列。

[0107] 图 7F 示出从由输入图 7E 的图像的边缘点间被平滑化向量序列识别（非周边）单元 3230 生成的被平滑化的向量显现的线图。

[0108] 返回参照图 1，单独区域向量生成单元 40 将每个区域转换成包含周边被平滑化（函数近似）的边缘点间向量序列以及其内部颜色的区域向量。单独区域向量生成单元 40 基于从边缘点间向量生成单元 30 获得的被平滑化（函数近似）的边缘点间向量、指示由从被细化区域边界图像生成单元 20 获得的交点限定的邻接区域的区域号码信息，和从区域识别单元 12 获得的使每个区域和它的颜色信息（属性信息）相互关联的信息执行此处理。

[0109] 单独区域向量生成单元 40 包括区域边界向量序列识别单元 410 和区域属性信息分配单元 420。

[0110] 区域边界向量序列识别单元 410 识别已经受到函数近似（平滑化）处理的围绕每个区域的边缘点间向量序列。区域边界向量序列识别单元 410 基于边缘点间向量生成单元 30 生成的被函数近似（平滑化）的边缘点间向量和从区域识别单元 12 获得的使每个区域和它的颜色信息（属性信息）相互关联的信息执行此处理。

[0111] 区域属性信息分配单元 420 将内部颜色信息分配给围绕每个区域的被平滑化（函数近似）的边缘点间向量序列，并为每个区域生成包含周边被平滑化（函数近似）的边缘点间向量序列及其颜色信息。区域属性信息分配单元 420 基于区域边界向量序列识别单元 410 识别的每个区域的被平滑化（函数近似）的边缘点间向量序列和从区域识别单元 12 获得的使每个区域和它的颜色信息（属性信息）相互关联的信息执行此处理。

[0112] 下文参照图 9 说明图 1 所示的图像处理装置的硬件配置。

[0113] 图 9 示出根据本发明的第一示例性实施例的图像处理装置的硬件构造。

[0114] 图像处理装置包括扫描器 1、图像存储器 2、图像输入 / 输出 (I/O) 3 和连接图 9 内所示的各个构成组件的总线 518。图像处理器 2 存储经由图像 I/O 3 从扫描器 1 输入的颜色信息。扫描器 1、图像 I/O 3 和图像存储器 2 可实现图 1 内所示的彩色图像获取单元 11。

[0115] 图像存储器 2 存储区域识别单元 12 识别的包含局部区域的区域识别结果图像,每个局部区域由连续接合的像素构成并且可被看作同色区域。图像存储器 2 存储被细化区域边界图像生成单元 20 的边界线图像生成单元 230 生成的边界线图像,和通过对获得的边界线图像进行细化处理且同时保持四连续接合状态生成的四连续接合的被细化的区域边界图像。

[0116] 这样,图像存储器 2 用作区域识别单元 12、细化区域边界图像生成单元 20 和边缘点间向量生成单元 30 的一部分。

[0117] 通信 I/F4 可经由网络与外部设备通信。中央处理单元 (CPU) 519 与随机访问存储器 (RAM) 520 和只读存储器 (ROM) 6 相关联。RAM 520 用作工作存储器。ROM 6 存储程序和预定的参数和 / 或数据。CPU 519 可根据预定的过程执行 ROM 6 内存储的程序。

[0118] 图像存储器 2、CPU 519、RAM 520 和 ROM 6 配置图 1 内示出的区域识别单元 12、细化区域边界图像生成单元 20 和边缘点间向量生成单元 30。此外,图像存储器 2 实现单独区域向量生成单元 40。

[0119] 盘 I/O (例如输入 / 输出电路) 521 设置用于硬盘装置 522。

[0120] 下文将参照图 10 说明图像处理装置的操作。

[0121] 图 10 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图像处理装置的操作的流程图。

[0122] CPU 519 执行 ROM 6 内存储的程序以使图 1 内所示的图像处理装置实现图 10 的处理。

[0123] 在步骤 S11 中,彩色图像获取单元 11 输入作为处理对象的彩色图像。接下来,区域识别单元 12 执行步骤 S12 和 S13 的处理。区域识别单元 12 执行区域划分处理 (即将步骤 S11 内的图像输入划分成多个区域),并将区域划分处理的结果存储在 RAM 520 内。

[0124] 更具体地,在步骤 S12 内,区域划分单元 121 基于颜色信息将图像分成多个像素集合。每个像素集合是由几何学上连接的相同颜色像素构成的区域。在步骤 S13 内,区域表生成单元 122 基于每个被划分的区域内包含的像素的颜色的均值获得每个被划分的区域的颜色信息 (属性信息)。区域表生成单元 122 生成图 2 内所示的区域表 201,并将区域表给 201 存储在 RAM 520 内。稍后将说明步骤 S12 内的区域划分处理的细节。

[0125] 区域边界信息提取单元 210 执行步骤 S21 到 S26 的处理。区域边界信息提取单元 210 提取代表步骤 S12 内识别的区域之间的区域边界的边界像素,以及指示被边界像素划分的区域的区域边界信息。

[0126] 在步骤 S21 中,当对包含局部区域的区域识别结果图像进行水平扫描操作时,水平边界点提取单元 211 在每条扫描线上提取代表邻接区域之间的边界的像素,每个局部区域由连续接合的像素构成并且可被看作同色区域。即,水平边界点提取单元 211 提取在一个局部区域沿水平方向切换到另一个局部区域之处的像素。在步骤 S22,水平边界点表生成单元 212 参照每个被提取的代表水平边界点的像素的坐标值和邻接区域号码生成水平边界点表 401 (图 4)。

[0127] 在步骤 S23 中,当对包含局部区域的区域识别结果图像进行垂直扫描操作时,垂直边界点提取单元 213 在每条扫描线上提取代表邻接区域之间的边界的像素,每个局部区域由连续接合的像素构成并且可被看作同色区域。即,垂直边界点提取单元 213 提取在一个局部区域沿垂直方向切换到另一个局部区域之处的像素。在步骤 S24,垂直边界点表生成

单元 214 参照每个被提取的代表垂直边界点的像素的坐标值和邻接区域号码生成垂直边界点表 402(图 4)。

[0128] 在步骤 S25 中,当对包含局部区域的区域识别结果图像进行对角线扫描操作时,对角线边界点提取单元 215 在每条扫描线上提取代表邻接区域之间的边界的像素,每个局部区域由连续接合的像素构成并且可被看作同色区域。即,对角线边界点提取单元 215 提取在一个局部区域沿对角线方向切换到另一个局部区域之处的像素。在步骤 S26,对角线边界点表生成单元 216 参照每个被提取的代表对角线边界点的像素的坐标值和邻接区域号码生成对角线边界点表 403(图 4)。

[0129] 稍后将说明步骤 S21、S23 和 S25 内的边界点提取处理的细节。

[0130] 交点信息生成单元 220 执行步骤 S30 和 S31 的处理。交点信息生成单元 220 生成对应于由四连续接合区域边界像素构成的区域边界线的分支点的区域边界线的交点的信息。

[0131] 在步骤 S30 中,交点识别单元 221 参照水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 提取交点。

[0132] 更具体地,交点识别单元 221 在表 401-403 中的至少两个表上列出的边界点中参照表 401-403 检测任何具有三个或更多个区域号码的边界点。交点识别单元 221 将检测到的边界点看作是交点(交点信息)。

[0133] 三个表中的两个或更多个内存在的边界点可以是水平边界点表 401 和垂直边界点表 402 上都列出的边界点、水平边界点表 401 和对角线边界点表 403 上都列出的边界点、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 上都列出的边界点,或水平边界点表 401、垂直边界点表和对角线边界点表上都列出的边界点中的任何一个。

[0134] 在步骤 S31 中,交点表生成单元 222 基于步骤 S30 内识别出的交点生成交点表 601。

[0135] 更具体地,交点表生成单元 222 选取水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 上列出的所有邻接区域号码。然后,交点表生成单元 222 生成图 6 内所示的交点表 601,该表指示对应于交点的邻接区域的所有区域号码。

[0136] 稍后将说明步骤 S30 的交点提取处理的细节。

[0137] 边界线图像生成单元 230 和边缘点间向量生成单元 30 执行步骤 S50 到 S80 的处理,其包括基于步骤 S12 内生成的区域边界信息和步骤 S30 内的交点信息生成被细化的区域边界图像,以及生成每个边缘点间向量。

[0138] 首先,在步骤 S50 内,边界线图像绘制单元 231 基于区域边界信息生成由四连续接合区域边界像素构成的边界线位图图像(即边界线图像)。在步骤 S60 中,边界线图像细化单元 232 从该四连续接合边界线图像生成被细化的区域边界图像。在步骤 S70 中,边缘点间向量生成单元 30 从被细化的区域边界图像为每个连接一个交点和另一个交点的边界线图像连续生成边缘点间向量。

[0139] 在步骤 S80,确定是否已经针对所有边界线完成边缘点间向量生成处理。在此处理中,如果还没有针对连接步骤 S31 内生成的交点表 601 上列出的一个交点和另一个交点的边界线的所有图像完成边缘点间向量生成处理(步骤 S80 内的 NO),则可确定还存在需要处理的边界线。在此情况下,过程流返回步骤 S50 以重复上述处理。另一方面,如果已经针对

连接一个交点和另一个交点的边界线的所有图像完成边缘点间向量生成处理,则可确定不存在需要处理的边界线。过程流转步骤 S100。

[0140] 步骤 S50 的边界线位图生成处理包括从图 4 所示的边界点表 401-403 上列出的水平边界点、垂直边界点和对角线边界点中针对每个希望的区域边界连续检索具有相同邻接区域号码的边界点,并基于检测到的边界点生成位图图像。

[0141] 即,该处理包括例如从水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 检索其的处理复选标记还没有被复选的任何边界点。该处理包括绘制其的处理复选标记还没有被复选的第一边界点。该处理包括从水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 中检索具有与第一边界点相同的邻接区域号码组合的边界点。该处理包括将满足条件的所有边界点绘制成在通过区域号码的组合识别的两个区域之间的边界线。

[0142] 该处理包括在各个边界点表 401-403 上复选(设定标记)对应于已经被绘制成边界线的每个边界点(即,已经被进行边界线位图处理的边界点)的处理检查标记字段(未示出)。如果不存在其的处理检查标记没有被复选的边界点,则可确定生成包含所有边界点的位图图像。

[0143] 在此处理中绘制的边界点的位图图像例如是如图 50E 内所示的具有阴影图案的像素(1)指示的连接两个交点的四连续接合区域。但是,线图像宽度并不局限于单像素宽度。线图像部分地可具有 2 像素宽度。

[0144] 步骤 S60 的边界线图像细化处理包括对步骤 S50 获得的边界线位图图像(二值图像)应用合适的二值图像细化处理,并输出四连续接合的被细化的二值图像。

[0145] 接下来,下文将说明步骤 S70 的边缘点间向量生成处理。

[0146] 如上文所述,边缘点间向量生成单元 30 执行步骤 S70 的处理。即,边缘点间向量生成单元 30 从被细化的区域边界图像连续为每个连接一个交点和另一个交点的边界线图像生成边缘点间向量。

[0147] 如图 8 所示,边缘点间向量生成单元 30 包括边缘点间向量提取单元 310 和边缘点间向量函数近似(平滑化)单元 320。边缘点间向量提取单元 310 包括边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 和边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120。边缘点间向量函数近似(平滑化)单元 320 包括边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 和边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 230。

[0148] 下文,参照图 11 到 27 说明边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 的处理的细节。

[0149] 如图 11 所示,二值图像包含目标像素 101 和八个邻接像素。第一示例性实施例通过将目标像素依次移动一个像素在整个图像内执行光栅扫描。

[0150] 在图 11 中,“×”代表目标像素 101。两个像素“0”和“2”以及目标像素 101 沿主扫描方向位于相同位置。像素“0”位于沿副扫描方向在目标像素 101 之上一个光栅处。像素“2”位于沿副扫描方向在目标像素 101 之下一个光栅处。两个像素“1”和“3”以及目标像素 101 位于相同光栅位置。像素“3”位于在相同光栅线上在目标像素 101 之前一个像素处。像素“1”位于在相同光栅线上在目标像素 101 之后一个像素处。

[0151] 此外,两个像素“A”和“B”位于沿主扫描方向在目标像素 101 之后一个像素处。像

素“A”位于目标像素 101 之上一个光栅处。像素“B”位于目标像素 101 之下一个光栅处。两个像素“C”和“D”位于沿主扫描方向在目标像素 101 之前一个像素处。像素“D”位于目标像素 101 之上一个光栅处。像素“C”位于目标像素 101 之下一个光栅处。

[0152] 下文说明基于目标像素 101 和八个邻接像素执行的示例性处理。

[0153] 如果目标像素 101 是白色像素,则边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 终止该处理,并对下一条线开始光栅扫描(将目标像素位置更新一个像素)。

[0154] 如果目标像素 101 是黑色像素,则边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 根据邻接像素的状态执行以下处理。图 12 到 27 示出各种状态下的示例性处理内容。在图 12 到 27 中,具有对角线方格图案的标记“o”代表黑色像素,而虚线标记“o”代表白色像素。位于由“d”(即不关心)指示的像素位置的像素代表白色像素或黑色像素。

[0155] 在图 12 到 27 的每个像素矩阵中,标记“●”代表横向向量的起点而标记“o”代表垂直向量的终点。标记“▲”代表垂直向量的起点而标记“△”代表横向向量的终点。连接向量的起点和终点的实线箭头代表其的起点和终点均被固定的轮廓向量。虚线箭头代表只有起点和终点之一被固定的轮廓向量。在本实施例中,这些轮廓向量的起点和终点被称为“轮廓点”。图 12、17 和 22 内的像素矩阵图案不包括轮廓向量。

[0156] 标记“●”和“▲”代表从边缘点部分提取的向量的起点和终点。标记“●”代表从边缘点部分提取的横向向量的起点和垂直向量的终点。标记“▲”代表从边缘点部分提取的垂直向量的起点和横向向量的终点。

[0157] 图 28 示出被分配给从图 12-27 中的任何一个所示的像素矩阵提取的每个轮廓点的轮廓点信息的表。轮廓点信息用作分配信息。

[0158] 图 28 的表包括总共 16 个表示为“xxx_yyy_zzz”或“xxx_yyy”形式的轮廓点信息。部分“xxx”指示具有由轮廓点限定的终点的向量的方向。部分“yyy”指示具有由轮廓点限定的起点的向量的方向。UP 指示向上方向,DOWN 指示向下方向,RIGHT 指示向右方向,LEFT 指示向左方向。例如,轮廓点 No. 01 到 No. 03 具有向上向量的起点和向右向量的起点。

[0159] 部分“_zzz”指示具有此分配信息的轮廓点是从边缘点部分提取的,并且在图 28 内的边缘点信息字段内被描述。例如,_TR 指示轮廓点是从线元素的上端部的右侧(Top right)提取的边缘点(参见图 29A),而_LT 指示轮廓点是从线元素的左端部的上部(Left Top)提取的边缘点(参见图 29B)。

[0160] 此外,_RB 指示轮廓点是从线元素的右端部的下部(RightBottom)提取的边缘点(参见图 29C),而_BR 指示轮廓点是从线元素的下端部的右侧(Bottom Right)提取的边缘点(参见图 29D)。

[0161] 此外,_LB 指示轮廓点是从线元素的左端部的下部(LeftBottom)提取的边缘点(参见图 29B),而_BL 指示轮廓点是从线元素的下端部的左侧(Bottom Left)提取的边缘点(参见图 29D)。

[0162] 另外,_RT 指示轮廓点是从线元素的右端部的上部(Right Top)提取的边缘点(参见图 29C),而_TL 指示轮廓点是从线元素的上端部的左侧(Top Left)提取的边缘点(参见图 29A)。

[0163] 图 30A 到 30D 示出从非边缘点部分(即线元素的非边缘部分)提取的轮廓点的示例,该轮廓点的轮廓信息不包括“_zzz”部分。

[0164] 如果目标像素是黑色像素,则用于根据邻接像素的状态从图 12 到 27 中所示的各种状态提取轮廓点和分配信息的实际处理可参考图 28 内所示的轮廓点信息的“数值”字段内的对应位置列出的数值执行。

[0165] 在图 30A 到 30D 中,具有对角线方格图案的标记“o”指示黑色像素,而虚线标记“o”指示白色像素。

[0166] 轮廓向量的起点 / 终点位置沿主扫描方向和副扫描方向均位于两个像素之间的中间位置。正整数的二维坐标表示沿主扫描方向和副扫描方向的像素位置。

[0167] 本实施例使用偶数表示像素位置,而使用奇数表示起点和终点的位置。在本实施例中,可使用 $2m \times 2n$ 正偶数(整数)的坐标表达式来表示由 m 个像素 $\times n$ 个像素构成的图像。本实施例使用具有对应于主扫描方向的 x 坐标和对应于副扫描方向的 y 坐标的二维坐标系统。本实施例将二值图像表示为 m (像素) $\times n$ (光栅)的矩阵,其中 m 和 n 都是正整数。此外, $(2i, 2j)$ 表示第 j 个光栅的第 i 个像素的像素位置,其中 i 和 j 是满足“ $i \leq m$ ”和“ $j \leq n$ ”关系的正整数。 x 坐标值沿主扫描方向从左至右增加,而 y 坐标沿副扫描方向自上而下增加。

[0168] 参照图 31A 到 33 说明边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 的操作。

[0169] 与美国专利号 6404921 不同,第一示例性实施例检测四连续接合的被细化的二值图像的边缘点和 / 或交点,并提取一组与各个线分量对应的独立向量作为连接边缘点和 / 或交点的相互独立的线元素或闭合曲线的集合。另外,第一示例性实施例提取分配给每个轮廓点的轮廓点信息。此外,如从图 11 到 27 显而易见的,第一示例性实施例使用 3×3 像素矩阵模式的处理对象。但是,类似于美国专利号 6404921,第一示例性实施例使用由 9 个像素构成的 3×3 扫描窗口对图像执行光栅扫描处理,并基于 3×3 像素矩阵模式内包含的目标像素和 8 个邻接像素的状态依次提取轮廓点。第一示例性实施例在从每个 3×3 像素矩阵模式提取轮廓点和轮廓点信息方面与美国专利号 6404921 不同。

[0170] 图 31A 是示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间轮廓(周边)向量提取处理的流程图,其可用图像处理装置的 CPU 519 执行。根据本实施例的边缘点间轮廓(周边)向量提取处理类似于美国专利号 6404921 内讨论的图 22 的流程图实现的处理。但是,美国专利号 6404921 没有使用轮廓点信息。第一示例性实施例将轮廓点信息看作是分配给每个被提取的轮廓点的属性信息。此外,第一示例性实施例将从美国专利号 6404921 提取的各个轮廓点的轮廓点连接信息看作是各个轮廓点的信息的一部分。

[0171] 如果每个轮廓点数据的数据格式具有不仅包含轮廓点的坐标值而且还包括轮廓点数据的数据结构,则此处理可容易地实现。

[0172] 首先,在步骤 S1 中,CPU 519 执行向量序列提取处理。CPU 519 从二值图像和与每个轮廓点相关联的轮廓点信息提取向量序列。然后,CPU 519 输出图 31B 和 31C 的表,该表指示每个向量的起点的坐标值、流入此向量的任何向量(即终点与此向量的起点相同的向量)、和流出此向量的任何向量(即起点与此向量的终点相同的向量)。

[0173] 在步骤 S2 中,CPU 519 跟随图 31B 和 31C 内所示的表内的流入和流出向量的项号。CPU 519 生成图 32 内示出的向量序列列表 3201,该向量序列列表指示图像内包含的轮廓线的总数、每条轮廓线上的点的总数、轮廓线上的每个点的 x 坐标 / y 坐标和每个点的轮廓点信息的组合。

[0174] 在步骤 S3 中, CPU 519 经由盘 I/O 521 将包含向量序列列表 3201 的信息的文件存储在硬盘装置 522 内, 并终止顺序操作。此文件构成图像内包含的单独区域的向量数据。

[0175] 图 33 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 31A 的步骤 S1 内的向量序列提取处理的细节的流程图。

[0176] 首先, 在步骤 S110 内, CPU 519 确定目标像素是白色像素还是黑色像素。如果目标像素是白色像素 (步骤 S110 内 NO), 则处理流前进到步骤 S130。如果目标像素是黑色像素 (步骤 S110 内 YES), 则处理流前进到步骤 S120。

[0177] 在步骤 S120 中, CPU 519 基于围绕目标像素的八个像素的状态执行处理。下文将参照图 34 进一步详细说明处理围绕目标像素的八个像素的状态的细节 (步骤 S120)。

[0178] 在步骤 S130 中, CPU 519 更新像素位置。然后, 在步骤 S140 中, CPU 519 确定对最后像素的处理是否已经完成。如果对最后像素的处理还没有完成 (步骤 S140 内 NO), 则处理流返回步骤 S110 以对下一个目标像素执行上述处理。如果对最后像素的处理已经完成 (步骤 S140 内 YES), 则处理流前进到图 31A 的步骤 S2。

[0179] 下文基于图 12 内所示的状态 (情况 0) 说明步骤 S1 内的向量序列提取处理的示例。目标像素 (即图 12 的中心像素) 具有坐标 $(2i, 2j)$ 。

[0180] 首先, CPU 519 将 $(2i-1, 2j-1)$ 登记为水平向量的起点。更具体地, CPU 519 将 $(2i-1)$ 存储到表字段 1231 内, 该表字段指示图 31B 内的水平向量轮廓 1230 指示的水平向量的起点的 x 坐标值。类似地, CPU 519 将 $(2j-1)$ 存储在指示该水平向量的起点的 y 坐标值的表字段 1232 内。流入此水平向量的源垂直向量是紧邻当前由图 31C 内的垂直向量计数器 1240 指示的垂直向量存储在起点坐标表内的向量。流出此水平向量的目的垂直向量位于当前由垂直向量计数器 1240 指示的垂直向量的起点坐标表位置。

[0181] 即, CPU 519 将 1 和垂直向量计数器 1240 内的值之和存储在图 31B 内所示的水平向量的流入向量项号字段的位置 1233。此外, CPU 519 将垂直向量计数器 1240 内的值存储在水平向量的流出向量项号字段的位置 1234。

[0182] 接下来, CPU 519 将 $(2i+1, 2j+1)$ 登记为垂直向量的起点。CPU 519 将流入此垂直向量的源水平向量登记为已经被登记的水平向量。CPU 519 将流出此垂直向量的目的水平向量登记为紧邻已经被登记在水平向量的起点坐标表内的第一水平向量存储的水平向量。

[0183] 即, 根据图 31C 所示的示例, CPU 519 将 $(2i+1)$ 存储在字段 1241, 将 $(2i-1)$ 存储在字段 1242, 将水平向量计数器 1230 内的当前值存储在字段 1243, 并将 1 和水平向量计数器 1230 内的当前值之和存储在字段 1244。

[0184] 接下来, CPU 519 增加水平垂直向量 1230 的内容 (即加 1)。接下来, CPU 519 将 $(2i+1, 2j+1)$ 登记为水平向量的起点坐标。CPU 519 将流入此水平向量的源垂直向量登记为已经被登记的第二向量。CPU 519 将流出此水平向量的目的垂直向量登记为存储在已经被登记的第二垂直向量的起点坐标表内的下一个位置的垂直向量。

[0185] 接下来, CPU 519 增加垂直向量计数器 1240 的值 (即加 1)。接下来, CPU 519 将 $(2i-1, 2j+1)$ 登记为垂直向量的起点坐标值。CPU 519 将流入此垂直向量的源水平向量登记为已经被登记的第三水平向量。CPU 519 将流出此垂直向量的目的水平向量登记为已经被登记的第四水平向量。这样, CPU 519 增加水平向量计数器 1230 和垂直向量计数器 1240 的内容 (即加 1), 并终止该处理。

[0186] 图 34 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 33 的步骤 S120 内的处理的细节的流程图。

[0187] 在步骤 S120 中, CPU 519 将寄存器清除为“0”。接下来, 在步骤 S220 内, CPU 519 确定图 11 内的像素“0”(被称为 $f(0)$) 的状态是否是黑色像素(用“1”表示)。即, CPU 519 确定 $f(0)$ 是否等于 1。如果 $f(0)$ 等于 1(步骤 S220 内 YES), 则处理流前进到步骤 S230, 其中 CPU 519 将寄存器的内容加 1。如果 $f(0)$ 等于 0, 即如果像素“0”的状态为白色像素(步骤 S220 内 NO), 则处理流前进到步骤 S240。

[0188] 在步骤 S240 中, CPU 519 确定图 11 内的像素“1”的状态是否是黑色像素。即, CPU 519 确定 $f(1)$ 是否等于 1。如果 $f(1)$ 等于 1(步骤 S240 内 YES), 则处理流前进到步骤 S250, 其中 CPU 519 将寄存器的内容加 2。如果 $f(1)$ 等于 0(步骤 S240 内 NO), 则处理流前进到步骤 S260。

[0189] 在步骤 S260 中, CPU 519 确定图 11 内的像素“2”的状态是否是黑色像素。即, CPU 519 确定 $f(2)$ 是否等于 1。如果 $f(2)$ 等于 1(步骤 S260 内 YES), 则处理流前进到步骤 S270, 其中 CPU 519 将寄存器的内容加 4。如果 $f(2)$ 等于 0(步骤 S260 内 NO), 则处理流前进到步骤 S280。

[0190] 在步骤 S280 中, CPU 519 确定图 11 内的像素“3”的状态是否是黑色像素。即, CPU 519 确定 $f(3)$ 是否等于 1。如果 $f(3)$ 等于 1(步骤 S280 内 YES), 则处理流前进到步骤 S290, 其中 CPU 519 将寄存器的内容加 8。如果 $f(3)$ 等于 0(步骤 S260 内 NO), 则处理流前进到步骤 S300。

[0191] 在步骤 S300 中, CPU 519 基于寄存器内保持的值(处理号)执行处理。

[0192] 如图 12(情况 0) 到图 27(情况 15) 所示, 根据图 11 内的每个像素“0”、“1”、“2”和“3”的状态, 寄存器的内容为 0 到 15 中的任何一个。

[0193] 即, 在步骤 S300 中, CPU 519 提取图 12 到 27 内限定的轮廓点和相关联的轮廓点信息。

[0194] 这样, 边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 执行一次完整的光栅扫描操作。因此, 边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 提取对应于连接输入的四连续接合被细化的二值图像(线图)内包含的边缘点或交点的单独的线或闭合曲线的向量序列的集合(“边缘点间线元素粗轮廓向量序列”)以及相关联的轮廓点信息, 并输出处理结果。

[0195] 图 32 示出示例性处理结果, 该结果包括从各个线元素为第一轮廓、第二轮廓和第 a 个轮廓提取的向量序列的集合, 以及与每个轮廓点相关联的轮廓点信息。

[0196] 图 35 示出线图、从线图提取的边缘点间轮廓(周边)向量序列即边缘点间线元素粗轮廓向量序列(粗线表示的向量序列)以及轮廓点信息的示例性记录。

[0197] 图 36 是示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120 的示例性操作的流程图。图像处理装置的 CPU 519 实现此处理。

[0198] 在步骤 S1000 中, 边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3120 从边缘点间轮廓(周边)向量序列提取单元 3110 输入边缘点间轮廓(周边)向量序列。边缘点间轮廓(周边)向量序列是对应于连接边缘点和 / 或交点的独立线或闭合曲线的向量序列的集合, 其包括指示向量是否是从对应于线图的边缘点(交点)位置的部分提取的信息(分配信息)。向量序列的集合是“边缘点间线元素粗轮廓向量序列”。

[0199] 在步骤 S1100, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 从步骤 S1000 的边缘点间轮廓 (周边) 向量序列输入一个向量序列 (即图 32 内的第 k 个轮廓 ($1 \leq k \leq a$)) 作为当前处理对象, 该向量序列具有图 32 内所示的数据格式。边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 重复步骤 S1100 以按升序一个接一个地输入向量序列。

[0200] 在步骤 S1200, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 输入一个向量即步骤 S1100 内确定的向量序列 (点的总数 p) 中的一个向量的轮廓点 (第 q 个点 ($1 \leq q \leq p$)) 作为当前处理对象。边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 重复步骤 S1200 以按升序一个接一个地输入向量。

[0201] 在步骤 S1300, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 参照步骤 S1200 内确定的轮廓点的轮廓点信息确定其终点与该轮廓点相同的向量或其起点与该轮廓点相同的向量是否指向左。如果向量的方向是 LEFT (步骤 S1300 内的 YES), 则处理流前进到步骤 S1400。如果向量的方向不是 LEFT (步骤 S1300 内的 NO), 则处理流前进到步骤 S1500。

[0202] 在步骤 S1400 中, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 将轮廓点的 y 坐标值减 1。当坐标值 (x, y) 是 $(2*i, 2*j)$ 时, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 计算 $y = 2*j - 1$ 。即, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 使轮廓点的 y 坐标值沿副扫描方向朝原点移动半个像素宽度。然后, 处理流前进到步骤 S1600。

[0203] 在步骤 S1500, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 将轮廓点的 y 坐标值加 1。即, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 计算 $y = 2*j + 1$, 以使轮廓点的 y 坐标值沿副扫描方向朝与原点相反的方向移动半个像素宽度。然后, 处理流前进到步骤 S1600。

[0204] 在步骤 S1600, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 参照步骤 S1200 内确定的轮廓点的轮廓点信息确定其终点与该轮廓点相同的向量或其起点与该轮廓点相同的向量是否指向上。如果向量的方向是 UP (步骤 S1600 内的 YES), 则处理流前进到步骤 S1700。如果向量的方向不是 UP (步骤 S1600 内的 NO), 则处理流前进到步骤 S1800。

[0205] 在步骤 S1700 中, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 将轮廓点的 x 坐标值加 1。即, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 计算 $x = 2*i + 1$, 以使轮廓点的 x 坐标值沿主扫描方向朝与原点相反的方向移动半个像素宽度。然后, 处理流前进到步骤 S1900。

[0206] 在步骤 S1800, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 将轮廓点的 x 坐标值减 1。即, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 计算 $x = 2*i - 1$, 以使轮廓点的 x 坐标值沿主扫描方向朝原点移动半个像素宽度。然后, 处理流前进到步骤 S1900。

[0207] 在步骤 S1900 中, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 确定是否已经对步骤 S1100 内确定的向量序列内的所有轮廓点完成了步骤 S1200 到 S1800 的处理。如果已经完成了对所有轮廓点的处理 (步骤 S1900 内 YES), 在处理流前进到步骤 S2000。如果没有完成对所有轮廓点的处理 (步骤 S1900 内 NO), 则处理流返回步骤 S1200 以便对向量序列内的下一个向量进行处理。

[0208] 在步骤 S2000 中, 边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 确定是否已经对步骤 S1000 内输入的边缘点间线元素粗轮廓向量序列内的所有向量序列完成了上述处理。如果没有完成对所有向量序列的处理 (步骤 S2000 内 YES), 则处理流前进到步骤 S2100。如

果没有完成对所有轮廓点的处理（步骤 S2000 内 NO），则处理流返回步骤 S1100 以便对下一个向量序列执行步骤 S1200 到 S2000 的处理。

[0209] 在步骤 S2100 中，边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元 3120 输出步骤 S1000 内的边缘点间线元素粗轮廓向量序列的处理结果。

[0210] 步骤 S1300 或步骤 S1600 内的确定是基于图 28 内示出的上述轮廓点信息的“值”字段的数值执行的。因此，如果位 0 代表被表示为二进制值的数值的最低有效位（LSB）而位 7 代表最高有效位（MSB），则边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元 3120 在步骤 S1300 内检查位 2（即图 28 内的“向右（0）向左（1）”字段），并且如果位 2 为 1 则向量的方向为 LEFT。在步骤 S1600 中，边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元 3120 检查位 3（图 28 内的“向上（0）向下（1）”字段），并且如果位 3 为 0 则向量的方向为 UP。

[0211] 这样，边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元 3120 从边缘点间轮廓（周边）向量序列提取单元 3110 输入边缘点间轮廓（周边）向量序列。然后，边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元 3120 根据预定规则参照分配信息沿合适的方向将构成轮廓（周边）向量的具有一个像素宽度的每个向量的位置精细调节等于一半像素的宽度。因此，边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元 3120 可生成线宽度为 0 的边缘点间线芯（周边）向量序列。例如，生成的边缘点间线芯（周边）向量序列可使用图 32 内所示的数据格式表示。边缘点间线芯（周边）向量序列生成单元 3120 可输出具有图 32 内所示的数据格式的边缘点间线芯（周边）向量序列。

[0212] 图 35 示出边缘点间线芯粗轮廓向量序列（即使用粗线表示的向量序列）和线宽度为 0 的边缘点间线芯（周边）向量序列（即，使用连接输入二值图像的像素位置的细线的向量序列）。

[0213] 接下来，说明边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 的示例性操作。

[0214] 边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 在边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 执行平滑化（函数近似）处理之前插入辅助向量。更具体地，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 插入辅助向量，从而边缘点部分可被保存为边缘点（即贝塞尔曲线的锚点）。此处理可防止对应于边缘点部分的向量与另一个向量结合，并且可防止当边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 执行平滑化（函数近似）处理时任何边缘点的位置变得不清楚。

[0215] 另外，边缘点间被平滑化向量序列识别（非周边）单元 3230 基于从边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 输入的被平滑化（函数近似）的边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成起始 / 终止边缘点信息。更具体地，边缘点间被平滑化向量序列识别（非周边）单元 3230 从每个被平滑化（周边）向量中识别用作起始边缘点的向量和用作终止边缘点的向量，并为每个被平滑化（周边）向量生成起始 / 终止边缘点信息，该信息可用于生成仅将起始边缘点连接到终止边缘点的非周边向量序列。

[0216] 在第一示例性实施例中，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列平滑化单元 3220 的配置类似于美国专利申请公开号 US2005/0238244 A1 内所述的配置。此配置使得对于可能还没有被细化的二值图像的轮廓（外形）向量，可使用平滑化单元对整个细化线图像的向量进行平滑化。

[0217] 根据美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1, 向量平滑化 (函数近似) 处理包括输入由交替的从二进制光栅图像数据提取的水平和垂直向量构成的轮廓数据 (粗略轮廓数据), 从粗轮廓的线段提取切线线段, 从提取的切线线段中提取锚点, 并用 2 阶或 3 阶贝塞尔曲线和直线的组合或者已经进行贝塞尔曲线近似的 2 阶或 3 阶贝塞尔曲线代替连接提取出的锚点的一组线段。

[0218] 用于基于确定出的锚点对位于两个锚点之间的一组轮廓点进行函数近似的方法是基本函数近似方法。即使在位于两个锚点之间的轮廓点被函数近似为 2 阶或 3 阶贝塞尔曲线或直线时, 每个锚点的位置 (坐标值) 也不会改变。

[0219] 因此, 边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 将边缘点间线芯 (周边) 向量序列的一个边缘点指定为起始边缘点而将另一个边缘点指定为终止边缘点, 并在起始边缘点和终止边缘点之间插入辅助向量 (辅助轮廓点), 以便起始边缘点和终止边缘点都变为锚点。

[0220] 根据美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1, 代表切线线段的向量的提取条件如下:

[0221] (1) 就在目标向量之前和之后安置的两个向量具有相反方向;

[0222] (2) 与被提取的主切线线段相邻的向量的长度 L_1 满足关系 “ $L_1 \geq \theta_4$ ”; 以及

[0223] (3) 向量长度 L_2 满足关系 “ $L_2 \geq \theta_5$ ”。

[0224] 此外, 锚点的提取包括从提取出的切线线段中提取新的点, 并将每个提取出的点指定为锚点。可从切线线段的两个边缘提取两个锚点。如果两个提取出的锚点彼此相同, 则只能提取一个锚点。

[0225] 如果提取两个锚点, 则两个锚点之间的部分被自动指定为对象上的直线。作为用于从切线线段的一个边缘点提取锚点的方法, 如果目标向量的邻接向量 (目标切线线段) 是切线线段, 则邻接向量的边缘点是锚点。

[0226] 因此, 边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 将边缘点间线芯 (周边) 向量序列的一个边缘点指定为起始边缘点, 而将另一个边缘点指定为终止边缘点, 并插入辅助点以便起始边缘点和终止边缘点都变成锚点。

[0227] 图 37A 示出用于就在将成为起始边缘点的边缘点 P_0 之前插入辅助轮廓点 P_{-1} 的示例性方法。

[0228] 辅助向量 V_{-1} 包含辅助轮廓点 P_{-1} 作为起点。向量 V_1 包括就在边缘点 P_1 之后的轮廓点 P_0 作为起点。因此两个向量 V_{-1} 和 V_1 具有相反方向。换句话说, 图 37A 内示出的三个向量 V_{-1} 、 V_0 和 V_1 可满足上述的美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (1)。因此, 向量 V_0 成为切线线段。

[0229] 此外, 如果从辅助轮廓点 P_{-1} 开始的辅助向量 V_{-1} 有足够的满足上述美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (3) 的长度, 则辅助向量 V_{-1} 也成为切线线段。即, 辅助向量 V_{-1} 和向量 V_0 都成为切线线段。结果, 边缘点 P_0 (即将成为起始边缘点的点) 根据上述锚点提取方法中的条件成为锚点 (即, 如果目标向量 (即目标切线线段) 的邻接向量是切线线段, 则邻接向量的边缘点成为锚点)。

[0230] 图 37B 示出用于就在将成为终止边缘点的边缘点 P_n 之后插入辅助轮廓点 P_{n+1} 的示例性方法。

[0231] 辅助向量 V_n 包含辅助轮廓点 P_{n+1} 作为终点。向量 V_{n-2} 包括轮廓点 P_{n-1} 作为终点。因此两个向量 V_n 和 V_{n-2} 具有相反方向。换句话说,图 37B 内示出的三个向量 V_{n-2} 、 V_{n-1} 和 V_n 可满足上述美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (1)。因此,向量 V_{n-1} 成为切线线段。此外,如果以辅助轮廓点 P_{n+1} 结束的辅助向量 V_n 具有足够的满足上述美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (3) 的长度,则辅助向量 V_n 也成为切线线段。

[0232] 即,辅助向量 V_n 和向量 V_{n-1} 都成为切线线段。结果,边缘点 P_n (即,将成为终止边缘点的点) 根据上述锚点提取方法中的条件成为锚点 (即,如果目标向量 (即目标切线线段) 的邻接向量是切线线段,则邻接向量的边缘点成为锚点)。

[0233] 这样,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 确定将就插在起始边缘点之前的点和将就插在终止边缘点之后的点,从而起始边缘点和终止边缘点成为锚点。然后,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 生成由连接该插入点的连续接合水平和垂直向量构成的轮廓点序列,其包括固有的从该起始边缘点延伸到该终止边缘点的轮廓点序列和新增加的从该起始边缘点经由该插入点延伸到该终止边缘点的部分。此外,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 生成起始 / 终止边缘点信息,该信息识别轮廓点序列内的起始边缘点和终止边缘点。

[0234] 在第一示例性实施例中,起始 / 终止边缘点信息包括起始边缘点的坐标值和终止边缘点的坐标值。

[0235] 图 38 是示出根据本发明的第一示例性实施例的边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 的示例性操作的流程图。图像处理装置的 CPU 519 实现此处理。

[0236] 首先,在步骤 S3000,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 从边缘点间线芯 (周边) 向量序列生成单元 3120 输入线宽度为 0 的边缘点间线芯 (周边) 向量序列。

[0237] 在步骤 S3100,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 从步骤 S3000 内的边缘点间线芯 (周边) 向量序列输入中依次确定一个向量序列 (图 32 内的第 k 个轮廓点 ($1 \leq k \leq a$)) 为当前处理对象,该向量序列具有图 32 内所示的数据格式。

[0238] 在步骤 S3200,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 输入一个向量即步骤 S3100 内确定的向量序列 (点的总数 : p) 中的一个向量 (第 q 个点 ($1 \leq q \leq p$)) 的轮廓点作为处理对象。步骤 S3200 的处理包括每次执行步骤 S3200 的处理时,从第一点到第 p 个点按升序依次选择处理对象,直到在步骤 S3300 内检测到起始边缘点。

[0239] 在步骤 S3300,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 参照步骤 S3200 内确定的轮廓点的轮廓点信息确定轮廓点是否是将成为起始边缘点的向量。如果轮廓点是将成为起始边缘点的向量 (步骤 S3300 内 YES),则处理流前进到步骤 S3600。如果轮廓点不是将成为起始边缘点的向量 (步骤 S3300 内 NO),处理流前进到步骤 S3400。

[0240] 步骤 S3300 的确定可参照轮廓点的轮廓点信息执行。更具体地,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 确定轮廓点是否是图 28 内的 UP_RIGHT_LT(03H)、DOWN_LEFT_RB(0FH)、LEFT_UP_BL(17H) 和 RIGHT_DOWN_TR(1BH) 中的任何一个。此处理可通过检查图 28 的“值”字段内的位 1 和位 0 的数值是否都为 1 来实现。

[0241] 在步骤 S3400,边缘点间辅助向量引入 (周边) 向量序列生成单元 3210 确定是否

已经完成对步骤 S3100 内的边缘点间线芯（周边）向量序列输入中的一个向量序列的所有向量的处理。如果还没有完成对一个向量序列的所有向量的处理（步骤 S3400 中 NO），则处理流返回步骤 S3200 以对向量序列内的下一个向量执行步骤 S330 内的确定。如果已经完成对一个向量序列的所有向量的处理（步骤 S3400 内 YES），则可确定步骤 S3100 内的向量序列输入不包括起始边缘点候选。处理流前进到步骤 S3500。

[0242] 在步骤 S3500，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 为向量序列分配一个闭环标记。闭环标记指示向量序列是不包含边缘点的闭环。边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 直接输出该向量序列的顺序向量。

[0243] 图 39A 示出向量序列的数据格式，根据该数据格式第 s 个向量序列是包含总共 v 个向量的处理对象。两个闭环标记具有 $(-1, -1)$ 的边缘点坐标，其被分配为起始 / 终止边缘点信息，尽管这些坐标值不存在。当步骤 S3500 的处理完成时，处理流前进到步骤 S4200。

[0244] 在步骤 S3600，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 将轮廓点登记为起始边缘点，并输出该轮廓点作为一个从该起始边缘点延伸到该终止边缘点的向量。然后，处理流前进到步骤 S3700。

[0245] 在步骤 S3700，类似于步骤 S3200，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 输入一个向量即步骤 S3100 内确定的向量序列（点的总数： p ）中的一个向量的轮廓点（第 q 个点 $(1 \leq q \leq p)$ ）作为处理对象。步骤 S3700 的处理包括每次执行步骤 S3700 的处理时，从步骤 S3200 内确定的轮廓点朝第 p 个点按升序依次选择处理对象，直到在步骤 S3800 内检测到终止边缘点。然后，处理流前进到步骤 S3800。

[0246] 在步骤 S3800，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 参照步骤 S3700 内确定的轮廓点的轮廓点信息确定轮廓点是否是将成为终止边缘点的向量。如果轮廓点是将成为终止边缘点的向量（步骤 S3800 内 YES），则处理流前进到步骤 S4000。如果轮廓点不是将成为终止边缘点的向量（步骤 S3800 内 NO），处理流前进到步骤 S3900。

[0247] 步骤 S4000 的确定可参照轮廓点的轮廓点信息执行。更具体地，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定轮廓点是否是图 28 内的 UP_RIGHT_TL(01H)、DOWN_LEFT_BR(0DH)、LEFT_UP_LB(15H) 和 RIGHT_DOWN_RT(19H) 中的任何一个。此处理可通过检查图 28 的“值”字段内的位 1 和位 0 的数值为 0 和 1 来实现。

[0248] 在步骤 S3900，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 输出轮廓点作为一个从该起始边缘点延伸到该终止边缘点的向量。然后，处理流返回步骤 S3700。

[0249] 在步骤 S4000，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 将轮廓点登记为终止边缘点，并输出该轮廓点作为一个从该起始边缘点延伸到该终止边缘点的向量。然后，处理流前进到步骤 S4100。

[0250] 在步骤 S4100，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 生成将被在终止边缘点和起始边缘点之间插入的顺序辅助向量，因为向量序列的起始边缘点和终止边缘点被确定，并且连接起始边缘点和终止边缘点的顺序向量已经被输出。下文将参照图 40 到 42 说明步骤 S4100 内的处理的细节。当步骤 S4100 的处理已经完成，则处理流前进到步骤 S4200。

[0251] 在步骤 S4200，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定对步骤 S300 内的边缘点间线芯（周边）向量序列输入中的所有向量序列的处理是否已经完成。

如果对所有向量序列的处理已经完成（步骤 S4200 内 YES），则处理流前进到步骤 S4300。如果还没有完成对所有向量序列的处理（步骤 S4200 内 NO），则处理流返回步骤 S3100 以为下一个向量序列执行步骤 S3200 到 S4200 的处理。

[0252] 在步骤 S4300，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 输出步骤 S3000 内的边缘点间线芯（周边）向量序列的处理结果。

[0253] 图 39B 示出当确定向量序列（即处理对象）的起始边缘点和终止边缘点，并且除了连接起始边缘点和终止边缘点的顺序向量之外，还生成将插在该终止边缘点和起始边缘点之间的顺序辅助向量时，将被输出的向量序列的输出示例。

[0254] 在图 39B 中，第 u 个向量序列是处理对象，其包括构成连接起始边缘点（即第一个点）和终止边缘点（即第 t 个点）的向量序列的总共 t 个顺序向量，以及将插在终止边缘点和起始边缘点之间的总共 r 个顺序辅助向量。

[0255] 图 40 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 38 的步骤 S4100 内的处理的细节的流程图。更具体地，在确定向量序列的起始边缘点和终止边缘点，并输出连接该起始边缘点和终止边缘点的顺序向量的状况下，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 生成将插在终止边缘点和起始边缘点之间的顺序辅助向量。

[0256] 在步骤 S4110 中，如参照图 37A 说明的，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 计算将就插在边缘点 P_0 之前的辅助轮廓点 P_{-1} 的坐标值，该边缘点将是起始边缘点。即，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定从辅助轮廓点 P_{-1} 开始的辅助向量 V_{-1} 的方向，以致与从将就插在边缘点 P_0 之后的轮廓点 P_1 开始的向量 V_1 的方向相反。此外，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定辅助向量 V_{-1} 的长度，以致满足上述美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (3)。例如，辅助向量 V_{-1} 的长度设定为等于或大于十个像素的长度。

[0257] 在步骤 S4120，如参照图 37B 说明的，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 计算将就插在边缘点 P_n 之后的辅助轮廓点 P_{n+1} 的坐标值，该边缘点将是终止边缘点。即，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定以辅助轮廓点 P_{n+1} 结束的辅助向量 V_n 的方向，以致与以轮廓点 P_{n-1} 结束的向量 V_{n-2} 的方向相反。此外，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定辅助向量 V_n 的长度，以致满足上述美国专利申请公开号 US2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (3)。例如，辅助向量 V_n 的长度设定为等于或大于十个像素的长度。

[0258] 在步骤 S4130，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定从辅助轮廓点 P_{-1} 开始的辅助向量 V_{-1} 和以辅助轮廓点 P_{n+1} 结束的辅助向量 V_n 都是水平向量还是垂直向量。如果辅助向量 V_{-1} 和 V_n 满足该条件（步骤 S4130 内 YES），则处理流前进到步骤 S4110。如果辅助向量 V_{-1} 和 V_n 不满足该条件（步骤 S4130 内 NO），则处理流前进到步骤 S4160。

[0259] 图 41 示出在步骤 S4140 内（即当比较的辅助向量 V_{-1} 和 V_n 是两个水平向量或两个垂直向量时）执行的示例性处理。在步骤 S4140，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 计算紧随第一辅助轮廓点 P_{n+1} 之后的第二辅助轮廓点 P_{n+2} 。更具体地，边缘点间辅助向量引入（周边）向量序列生成单元 3210 确定从辅助轮廓点 P_{n+1} 开始并以辅助轮廓点 P_{n+2} 结束的向量 V_{n+1} ，以致满足上述美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的

切线线段提取条件 (3)。与第一辅助轮廓点 P_{n+1} 相比,第二辅助轮廓点 P_{n+2} 的位置远离辅助轮廓点 P_{-1} 。例如,辅助向量 V_{n+2} 的长度设定为等于或大于十个像素的长度。

[0260] 在步骤 S4150,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 计算紧随第二辅助轮廓点 P_{n+2} 之后的第三辅助轮廓点 P_{n+3} 。更具体地,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 确定第三辅助轮廓点 P_{n+3} ,以致两个辅助轮廓点 P_{n+2} 和 P_{-1} 可与交替的水平和垂直向量连接。第三辅助轮廓点 P_{n+3} ,紧接边缘点 P_0 定位,但是中间间隔一个辅助轮廓点(即 P_{-1})。当上述顺序处理已经完成之后,处理流返回图 38 的流程图内的步骤 S4200。

[0261] 图 42 示出步骤 S4160 内(即当比较的辅助向量 V_{-1} 和 V_n 是水平向量和垂直向量的组合时)执行的示例性处理。在步骤 S4160,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 计算紧随第一辅助轮廓点 P_{n+1} 之后的第二辅助轮廓点 P_{n+2} 。更具体地,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 确定从辅助轮廓点 P_{n+1} 开始并以辅助轮廓点 P_{n+2} 结束的向量 V_{n+1} ,以致满足上述美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (3)。与第一辅助轮廓点 P_{n+1} 相比,第二辅助轮廓点 P_{n+2} 的位置远离辅助轮廓点 P_{-1} 。例如,辅助向量 V_{n+1} 的长度设定为等于或大于十个像素的长度。

[0262] 在步骤 S4170,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 计算紧随第二辅助轮廓点 P_{n+2} 之后的第三辅助轮廓点 P_{n+3} 。更具体地,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 确定从辅助轮廓点 P_{n+2} 开始并以辅助轮廓点 P_{n+3} 结束的向量 V_{n+2} ,以致满足上述美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 的切线线段提取条件 (3)。与第二辅助轮廓点 P_{n+2} 相比,第三辅助轮廓点 P_{n+3} 的位置远离辅助轮廓点 P_{-1} 。例如,辅助向量 V_{n+3} 的长度设定为等于或大于十个像素的长度。

[0263] 在步骤 S4180,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 计算紧随第三辅助轮廓点 P_{n+3} 之后的第四辅助轮廓点 P_{n+4} 。更具体地,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 确定第四辅助轮廓点 P_{n+4} ,以致两个辅助轮廓点 P_{n+3} 和 P_{-1} 可与交替的水平和垂直向量连接。第四辅助轮廓点 P_{n+4} 紧接边缘点 P_0 定位,但是中间间隔一个辅助轮廓点(即 P_{-1})。当上述顺序处理已经完成之后,处理流返回图 38 的流程图内的步骤 S4200。

[0264] 如上所述,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 从边缘点间线芯(周边)向量序列生成单元 3210 输入边缘点间线芯(周边)向量序列。然后,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 插入辅助向量,以防止对应于边缘点部分的向量与另一个向量结合。换句话说,此处理可防止当边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 执行平滑化(函数近似)处理时,任何边缘点的位置变得不清楚。即,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 插入辅助向量,以便边缘点部分可被保持为边缘点(即贝塞尔曲线的锚点),并生成边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列。

[0265] 另外,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 为每个辅助向量引入的边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成指示对应于边缘点部分的向量的起始/终止边缘点信息。本实施例使用类似于图 32 的数据格式输出生成的处理结果。在此情况下,用图 39A 或图 39B 所示的向量序列数据代替图 32 的每个轮廓数据部分。

[0266] 如上所述,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 的配置类似于美国专利申请公开号 US 2005/0238244 A1 内所述的配置。边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 生成被平滑化(函数近似)的边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列,其包括在对应于边缘点部分的部分被保存为边缘点的状况下被平滑化(函数近似)的每个(周边)向量。

[0267] 边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 将生成的被平滑化(函数近似)的边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列输出到边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230。此外,边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 将边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 生成的起始/终止边缘点信息输出到边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230。

[0268] 边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230 从边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列平滑化单元 3220 输入被平滑化(函数近似)的边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列。此外,边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230 从边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列生成单元 3210 输入起始/终止边缘点信息。

[0269] 然后,边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230 通过与用作起始边缘点和终止边缘点的轮廓点的坐标值进行比较来识别每个被平滑化(函数近似)的向量序列内的每个向量的坐标值。边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230 生成连接起始边缘点和终止边缘点以形成边缘点间被平滑化(非周边)的向量序列的非周边向量序列。边缘点间被平滑化向量序列识别(非周边)单元 3230 将边缘点间被平滑化(非周边)的向量序列输出到单独区域向量生成单元 40。

[0270] 尽管指示每个轮廓点是否是锚点的属性信息附属每个轮廓点,但是生成的处理结果可使用与图 32 内所示的数据格式类似的数据格式表示。在此情况下,识别的起始边缘点是第一个点。终止边缘点是相同线元素向量的最后一个点。

[0271] 即,图 32 的第一轮廓部分是第一线元素的数据部分。第一个点是第一线元素的起始边缘点。第 b 个点是第一线元素的终止边缘点。本实施例使用这种数据格式输出处理结果。

[0272] 这样,图 10 的流程图内的步骤 S50 到 S80 的处理可依次为连接一个交点和另一个交点的每个边界线图像生成边缘点间向量。当为所有边界线生成边缘点间向量的处理完成时,在步骤 S100 内执行生成单独区域向量的处理。

[0273] 即,如图 43 所示,如果存在任何连接交点的边界线,则本实施例依次生成如图 44A 到 44H 所示的连接一个交点和另一个交点的边缘点间向量。

[0274] 图 45 示出包含已经受到边缘点间向量生成处理的所有边界线的图像。图 46 示出包含图 45 内所示的边界线图像和边缘点间被平滑化(非周边)的向量序列的原始边缘点部分的图像。

[0275] 即使在步骤 S50 到 S80 的处理已经完成之后,步骤 S30 中提取的交点和步骤 S50 内生成的连接交点的边界线图像内的每个交点仍保持不变。每个交点的位置和交点之间的位置关系可被保存为边缘点间被平滑化(非周边)的向量序列的边缘点的位置和位置关系。这样,在步骤 S50 到 S80 的处理中步骤 S30 内提取的交点可一直作为边缘点被处理。

[0276] 在步骤 S100,单独区域向量生成单元 40 执行单独区域向量生成处理。更具体地,

单独区域向量生成单元 40 基于由区域划分处理获得的每个区域的边缘点间向量信息和颜色信息将每个区域转换成区域向量,该区域向量包含周边被函数近似(平滑化)的边缘点间向量序列及其内部颜色。

[0277] 如上所述,区域边界向量序列识别单元 410 和区域属性分配单元 420 构成单独区域向量生成单元 40。

[0278] 图 47 是示出根据本发明的第一示例性实施例的图 10 的步骤 S100 中的单独区域向量生成处理的细节的流程图。

[0279] 在步骤 S1010,区域边界向量序列识别单元 410 输入目标区域号码。即,区域边界向量序列识别单元 410 输入在步骤 S12 内获得的区域中的任何一个的区域号码。例如,区域边界向量序列识别单元 410 可参照图 2 所示的区域表 201 输入每个区域区域号码,该区域表指示每个区域区域号码和每个区域的颜色信息(属性信息)。如上所述,RAM 520 存储在步骤 S13 生成的区域表 201。

[0280] 在步骤 S1020,区域边界向量序列识别单元 410 参照步骤 S31 内生成的图 6 的交点表 601 输入与步骤 S1010 内的区域号码输入有关的交点(即,边缘点:与目标区域有关的交点)。例如,如果步骤 S1010 内的区域号码输入是 2,则存在在交点表 601 的邻接区域号码字段中包含区域号码 2 的三个交点 C:(22,40)、E:(38,40) 和 F:(44,24)。

[0281] 在步骤 S1030 中,区域边界向量序列识别单元 410 从步骤 S70 中生成的边缘点间辅助向量引入(周边)向量序列中识别边缘点等于步骤 S1020 内的交点输入的向量序列(区域边界向量序列)。如果向量数据具有类似于图 32 内所示的数据格式的数据格式,则步骤 S1030 内的处理可通过检查代表起始边缘点的第一个点和代表终止边缘点的最后一个点是否与步骤 S1020 内提取的交点的坐标值一致来实现。

[0282] 图 6 的交点表 601 内的数据从图 46 中表示的向量数据中将三个被函数近似(平滑化)的边缘点间向量识别为目标区域和区域边界向量序列。第一个被函数近似(平滑化)的边缘点间向量序列是连接点 F 和 C 的向量序列(从图 43 的(1)获得)。第二个被函数近似(平滑化)的边缘点间向量序列是连接点 C 和 E 的向量序列(从图 43 的(2)获得)。第三个被函数近似(平滑化)的边缘点间向量序列是连接点 E 和 F 的向量序列(从图 43 的(3)获得)。

[0283] 在步骤 S1040 中,区域边界向量序列识别单元 410 为步骤 S1030 内识别出的目标区域的区域边界向量序列分配对应的区域颜色信息(属性信息)。步骤 S1040 的处理包括参考图 2 内所示的指示每个区域区域号码和每个区域的颜色信息(属性信息)的区域表 201,获取对应于步骤 S1010 内的区域号码输入的区域的颜色信息(属性信息),并将该属性信息分配给目标区域的区域边界向量序列。

[0284] 在步骤 S1050 中,区域边界向量序列识别单元 410 确定是否已经对所有区域号码完成了步骤 S1010 到 S1040 的处理。如果还未对所有区域号码完成处理(步骤 S1050 内 NO),则处理流返回步骤 S1010。如果已经对所有区域号码完成处理(步骤 S1050 内 YES),则区域边界向量序列识别单元 410 终止图 10 的流程图内的步骤 S100 的单独区域向量生成处理。

[0285] 例如,步骤 S1050 内的确定包括检查是否已经对图 2 的区域表 201 内的所有区域号码完成处理,即是否已经完成从区域表 201 内的第一个数据开始并以最后一个数据结束

的处理。

[0286] 这样,第一示例性实施例可实现用于生成代表彩色图像(尤其是说明性图像)的向量的顺序处理。

[0287] 图 48 示出从步骤 S100 内获得的包括周边被函数近似(平滑化)的边缘点间向量序列及其内部颜色的每个区域的区域向量再现的图像。

[0288] 下文将详细说明区域划分处理、边界点提取处理、和交点提取处理。

[0289] <区域划分处理>

[0290] 图 49 是示出根据本发明的第一示例性实施例的步骤 S12 内的区域划分处理的细节的流程图。

[0291] 在步骤 S1201,区域划分单元 121 在处理对象图像上执行群集处理。步骤 S1201 的处理包括从已经被光栅扫描的起始像素生成第一群集,并基于像素的特征计算下一个像素相对于所有群集的偏差。如果偏差低,则像素和群集具有类似特征。即,可确定像素和群集是相同的。

[0292] 像素 i 的像素值 (Ri, Gi, Bi) 代表此像素的特征。属于群集 c 的所有像素的平均像素值 (Rc, Gc, Bc) 代表此像素的特征。例如,偏差等于像素 i 的特征值和群集 c 的特征值之间的在颜色空间上的欧几里得距离 $\sqrt{(Rc - Ri)^2 + (Gc - Gi)^2 + (Bc - Bi)^2}$ 。

[0293] 尽管本实施例在偏差的计算中使用 RGB 值,但是另一个颜色空间的信息或者与颜色无关的信息也可代表像素的特征量。步骤 1201 的处理包括登记使偏差值最小的群集的号码,并将偏差值与预定阈值进行比较。如果偏差值小于阈值,则对象像素属于登记的群集。如果偏差值等于或大于阈值,则基于对象像素生成新的群集。上述处理重复执行,直到完成对所有像素的处理。

[0294] 在步骤 S1202,区域划分单元 121 基于群集处理结果执行区域整合处理。区域整合处理包括输入代表分隔区域的号码的目标值,对当前群集的数量计数,并比较被计数的群集数和目标值。在本实施例中,可在考虑将被分隔的颜色的数量的情况下确定目标值。如果当前群集的数量等于或大于目标值,则区域划分单元 121 整合群集。区域整合处理包括计算群集之间的偏差值,并将具有最低偏差值的两个群集整合。区域整合处理重复执行,直到当前群集的数量少于目标值。

[0295] 在步骤 S1203,区域划分单元 121 基于区域整合处理结果执行噪声区域确定处理。噪声区域确定处理包括标记区域划分处理结果,并计算每个标记区域的大小。标记区域的大小等于对象区域内包含的像素的数量。如果标记区域的大小小于阈值,则区域划分单元 121 确定此区域是噪声区域。

[0296] 在步骤 S1204,区域划分单元 121 计算噪声区域内的每个像素相对于邻接区域的偏差,并执行噪声区域重新处理以便处理对象像素属于具有最小偏差的区域。噪声区域确定处理重复执行,直到对所有标记区域完成处理。由文档图像的区域划分得到的图形区域可在被存储之前被压缩。上述噪声区域确定处理和噪声区域重新处理可有效地除去压缩过程中生成的噪声。

[0297] 如上所述,区域划分单元 121 可将彩色图像划分为在图像上连续接合的多个区域。每个区域具有相同或一致的特征(具有不小于阈值的偏差值)。

[0298] <边界点提取处理>

[0299] 下文将参照图 3 详细说明步骤 S21 内的水平边界点提取处理、步骤 S23 内的垂直边界点提取处理和步骤 S25 内的对角线边界点提取处理。

[0300] 边界点提取处理包括沿水平方向（→）扫描区域划分结果，并在每条水平扫描线上提取代表两个区域之间的边界的像素作为水平边界点。图 3 示出包含区域 1（背景）、区域 2、区域 3、区域 4 和区域 5 五个区域的示例性图像。

[0301] 如图 3 所示，在第 10 行上的水平扫描操作检测到点 B，在该点处区域号码从 1 改变为 2。检测到的点 B 被记录为水平边界点。类似，在第 14 行上的水平扫描操作检测到点 A，其被记录为水平边界点。此外，水平扫描操作接连在第 22 行上检测到点 C，在第 38 行上检测到点 E，在第 44 行上检测到点 F，在第 64 行上检测到点 H 和 I，它们都被记录为水平边界点。

[0302] 边界点提取处理包括沿垂直方向（↓）扫描区域划分结果，并在每条垂直扫描线上提取代表两个区域之间的边界的像素作为对角线边界点。

[0303] 如图 3 所示，垂直扫描操作接连在第 10 列上检测到点 D，在第 15 列上检测到点 A，在第 20 列上检测到点 B，在第 24 列上检测到点 F，在第 40 列上检测到点 E 和 C，在第 58 列上检测到点 H 以及在第 66 列上检测到点 I，它们都被记录为垂直边界点。

[0304] 此外，边界点提取处理包括沿对角线方向扫描区域划分结果，并在每条对角线扫描线上提取代表两个区域之间的边界的像素作为水平边界点。

[0305] 如图 3 所示，对角线扫描操作在第 14 行和第 15 列上检测到点 A，在该点处区域号码从 1 改变为 2。检测到的点 A 被记录为对角线边界点。类似地，对角线扫描操作接连检测到点 B、J、C、K、E、G、D、H 和 I，它们都被记录为对角线边界点。

[0306] 下文将说明一些边界点。图 50A 到 50E 示出示例性的沿连接点 B 和 A 的边界线的水平、垂直和对角线边界点的提取。

[0307] 在图 50A 中，像素 (1) 代表属于区域 1 的像素而像素 (2) 代表属于区域 2 的像素。在图 50B 中，具有阴影图案的像素 (1) 代表在水平边界点提取处理中作为在该处区域号码最先改变的部分被提取的水平边界点。

[0308] 在图 50C 中，具有阴影图案的像素 (1) 代表在垂直边界点提取处理中提取的垂直边界点。在图 50D 中，具有阴影图案的像素 (1) 代表在对角线边界点提取处理中提取的对角线边界点。

[0309] 在图 50E 中，具有阴影图案的像素 (1) 代表在水平边界点提取、垂直边界点提取和对角线边界点提取处理的任何一个中提取的边界点。这些边界点处于四连续接合状态。

[0310] 为了更具体地说明根据第一示例性实施例的边界线图像生成，将参照图 51A 到 51F 更详细地说明水平边界点提取处理、垂直边界点提取处理和对角线边界点提取处理。

[0311] 图 51A 示出作为区域划分结果的四个矩形区域。图 51B 示出沿图 51A 的边界线定位的像素。

[0312] 图 51C 示出作为水平边界点提取处理的结果从图 51B 提取的水平边界点（具有阴影图案）。

[0313] 图 51D 示出作为垂直边界点提取处理的结果从图 51B 提取的垂直边界点（具有阴影图案）。

[0314] 图 51E 示出作为对角线边界点提取处理的结果从图 51B 提取的对角线边界点（具

有阴影图案)。

[0315] 图 51F 示出从水平、垂直和对角线边界点提取处理中的任何一个提取的所有边界点。这些边界点处于四连续接合状态。

[0316] < 交点提取处理 >

[0317] 图 52 是示出根据本发明的第一示例性实施例的步骤 S30 内的交点提取处理的细节的流程图。

[0318] 在步骤 S301, 交点识别单元 221 参考步骤 S22 内生成的水平边界点表 401、步骤 S24 内生成的垂直边界点表 402 和步骤 S26 内生成的对角线边界点表 403。交点识别单元 221 三个表 401 到 403 中的至少两个内存在的边界点中检测具有三个或更多个邻接区域号码的边界点作为交点。

[0319] 三个表中的至少两个内存在的边界点是用作水平边界点和垂直边界点的边界点、用作水平边界点和对角线边界点的边界点、用作垂直边界点和对角线边界点的边界点以及用作水平边界点、垂直边界点和对角线边界点的边界点中的任何一个。

[0320] 图 5 示出从图 4 的水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 提取交点的示例, 每个该表均包含从图 3 所示的区域划分结果提取的边界点。

[0321] 三个边界点表中都存在边界点 C。边界点 C 沿水平方向的邻接区域的号码为 2 和 3。边界点 C 沿垂直方向的邻接区域的号码为 1 和 2。边界点 C 沿对角线方向的邻接区域的号码为 1 和 2。换句话说, 边界点 C 具有三个邻接区域号码, 并且被提取作为交点。

[0322] 类似地, 点 E、F 和 G 是交点。但是, 剩余的点 A、B、D、H 和 I 则不是交点, 因为沿水平方向的邻接区域的号码、沿垂直方向的邻接区域的号码以及沿对角线方向的邻接区域的号码相同。

[0323] 图 53A 示出从图 51A 的区域划分结果提取交点的示例。图 53A 包括由应用于在沿各个方向(水平、垂直和对角线方向)的边界点提取处理中提取的边界点的沿每个方向的边界点表生成处理生成的边界点表 401 到 403。水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 中的至少两个表上存在的任何边界点均用单独的线标记。

[0324] 图 53B 示出从图 53A 中标记的边界点中检测出的示例性的交点(即, 具有三个或更多个邻接区域号码的边界点)的表, 其与图 6 的交点表 601 等效。图 53C 示出包含图 53B 的交点的矩形灰色图案。

[0325] 在步骤 S302, 交点识别单元 221 确定步骤 S301 内提取的交点内的任何一个的邻接区域号码中是否包含所有区域号码。如果包含所有区域号码(步骤 S302 内 YES), 则交点识别单元 221 确定在所有区域内存在交点, 并终止交点提取处理。

[0326] 如果存在任何区域号码没有被包含在交点的邻接区域号码内(步骤 S302 内 NO), 则交点识别单元 221 确定此区域不具有多个邻接区域, 并且在步骤 S301 的处理中没有检测到任何交点。

[0327] 根据图 3 的示例, 在步骤 S301 中提取的交点 C、E、F 和 G 的邻接区域号码包括区域号码 1 到 4。区域 1 到 4 的边界点包括交点。但是, 不存在包含区域号码 5 作为邻接区域号码的交点。因此, 交点识别单元 221 确定区域 5 为独立区域, 因为在区域 5 和另一个区域之间不存在交点。

[0328] 在步骤 S303, 交点识别单元 221 参考步骤 S22 内生成的水平边界点表 401, 步骤

S24 内生成的垂直边界点表 402 和步骤 S26 内生成的对角线边界点表 403, 并选择包含对应于在步骤 S302 内确定不具有交点的区域的区域号码的两个边界点。即, 交点识别单元 221 为在步骤 S302 内确定不具有交点的区域生成交点。

[0329] 例如, 交点识别单元 221 参考图 4 所示的水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 选择具有包含区域 5 的两个邻接区域号码的边界点 H 和 I。交点识别单元 221 将选择的边界点 H 和 I 指定为区域 5 的交点。

[0330] 可选择地, 交点识别单元 221 可从图 4 所示的水平边界点表 401、垂直边界点表 402 和对角线边界点表 403 中的每一个的开端搜索所有边界点。然后, 交点识别单元 221 可选择满足条件的第一边界点 (即, 包含区域 5 作为邻接区域号码的边界点), 和在满足条件的其他边界点中距离第一边界点最远的第二边界点。

[0331] 如上所述, 第一示例性实施例基于可在向量生成处理中由像素之间的特征获得的偏差将图像分成多个区域。此外, 第一示例性实施例生成指示连接两个交点 (边界的边缘点) 的边缘点间向量的方向的轮廓点信息作为与邻接区域之间的边界有关的区域边界信息。

[0332] 然后, 第一示例性实施例基于轮廓点信息识别代表被划分的区域的边界的边缘点间向量。更具体地, 第一示例性实施例基于轮廓点信息获得边缘点间向量之间的位置关系, 并识别代表被划分的区域的边界的边缘点间向量。因此, 第一示例性实施例可准确和合适地生成代表没有在区域之间生成间隙或重叠的区域的向量数据。

[0333] < 第二示例性实施例 >

[0334] 本发明的第二示例性实施例生成如图 54 所示的包含所有边界线的图像的细线图像, 基于生成的图像为向量提取重新检测交点, 并共同生成向量组。

[0335] 图 55 是示出根据本发明的第二示例性实施例的图像处理装置的操作的流程图。

[0336] 根据第二示例性实施例的图 55 的流程图与根据第一示例性实施例的图 10 的流程图的不同之处在于边缘点间向量生成处理的处理顺序。图 10 包括位于步骤 S50 到 S80 的处理循环内的边缘点间向量生成处理 (步骤 S70), 而图 55 包括位于步骤 S50 到 S80 的处理循环外的边缘点间向量生成处理 (步骤 S90)。即, 在生成图 54 的细线图像之后, 基于生成的图像为向量提取重新检测交点, 并共同生成向量组。

[0337] 在步骤 S90 内的边缘点间向量生成处理 (其类似于图 10 的步骤 S70 内的边缘点间向量生成处理) 中, 如第一示例性实施例所述, 边缘点间向量生成单元 30 提取作为边缘点的交点部分。因此, 类似于第一示例性实施例, 可如图 45 或 46 所述地生成包含边缘点间被平滑化 (函数近似) 的向量序列的集合的图像。

[0338] 即, 步骤 S30 内提取的交点或步骤 S50 内生成的连接交点的边界线的图像内的每个交点都在步骤 S90 的边缘点间向量生成处理内被识别为是边缘点间被平滑化 (函数近似) 的向量序列的交点。然后, 边缘点间向量生成单元 30 共同生成连接交点的边缘点间向量组。步骤 S100 内的处理类似于在第一示例性实施例内所述的处理。

[0339] 如上所述, 除了第一示例性实施例内所述的效果之外, 第二示例性实施例还可基于包含所有边界线的图像的细线图像生成边缘点间向量组, 并且可基于生成的边缘点间向量组生成单独区域向量。因此, 第二示例性实施例可有效地生成单独区域向量。

[0340] 第三示例性实施例

[0341] 本发明的第三示例性实施例使得用户可经由图像处理装置的通信 I/F 4 或使用点击设备（未示出）的用户接口（UI）指定分区以对其进行向量生成处理。

[0342] 在此情况下，在图 47 内所示的流程图的步骤 S1010 中，区域边界向量序列识别单元 410 输入基于用户的指令将受到向量处理的分区，该指令可经由通信 I/F 4 或 UI 输入，而没有从图 2 所示的表 201 自动输入目标区域号码。然后，区域边界向量序列识别单元 410 仅将向量生成处理（即单独区域向量生成处理）应用于指定的分区。例如，如果用户从图 2 和 3 所示的五个分区中指定三个区域 2、3 和 5，则区域边界向量序列识别单元 410 为指定的区域 2、3 和 5 中的每一个生成单独区域向量。

[0343] 图 56 是示出根据本发明的第三示例性实施例的图像处理装置的操作的流程图。

[0344] 图 56 的流程图包括步骤 S40，该步骤获取向量处理对象区域信息（目标区域号码）以限制将受到上述向量生成处理的分区。除了步骤 S40 内的处理之外，图 56 的流程图类似于图 55 的流程图。即，第三示例性实施例与上述第一和第二示例性实施例的不同之处在于，仅对由步骤 S40 内获取的向量处理对象区域信息指定的区域执行步骤 S50 到 S100 的顺序操作。

[0345] 如上所述，除了第一示例性实施例的效果之外，第三示例性实施例还使得用户能够将图像内的目标区域指定为处理对象。第三示例性实施例可为有限数量的目标区域生成区域向量。第三示例性实施例可有效地生成考虑到应用目的所必需的区域区域向量。

[0346] 本发明可表现为系统、装置、方法、程序或存储介质。本发明可应用于包含多个装置的系统或可应用于单独装置。

[0347] 此外，用于实现上述示例性实施例的功能的软件程序代码（即，对应于上述示例性实施例内的流程图的软件程序代码）可被提供给包含多种设备的系统或装置。系统或装置内的计算机（或 CPU 或微处理单元（MPU））可执行程序以操纵所述设备以实现上述示例性实施例的功能。

[0348] 因此，本发明包括当示例性实施例的功能或过程可由计算机实现时可安装在计算机上的程序代码。在此情况下，程序代码本身可实现示例性实施例的功能。如果程序的等同物具有类似功能则可使用这些程序等同物。此外，本发明包括将程序代码提供给具有存储程序代码的存储（或记录）介质的计算机。

[0349] 在此情况下，程序代码的类型可以是目标代码、解释程序和 OS 脚本数据中的任何一个。提供程序的存储介质可例如选自软盘、硬盘、光盘、磁光（MO）盘、紧致盘-ROM（CD-ROM）、可记录 CD（CD-R）、可写入 CD（CD-W）、磁带、非易失性存储卡、ROM 和 DVD（DVD-ROM，DVD-R）。

[0350] 用于提供程序的方法包括当因特网上的网站允许每个用户将本发明的计算机程序或具有自动安装功能的程序的压缩文件下载到硬盘或用户的其他记录介质上时，使用客户计算机的浏览器访问该网站。

[0351] 此外，构成本发明的程序的程序代码可被分成多个文件，从而各个文件可从不同的网站上下载。即，本发明包含万维网（WWW）服务器，这允许多个用户下载程序文件，从而本发明的功能或过程可在他们的计算机上实现。

[0352] 当将本发明的程序分发给用户时，将本发明的程序加密并将加密的程序存储在 CD-ROM 或类似的记录介质上是示例性方法。授权用户（即满足预定条件的用户）被允许从

因特网的网页上下载密钥信息。用户可使用获得的密钥信息对程序解密,并可将程序安装在它们的计算机上。当计算机读取并执行安装的程序时,可实现上述示例性实施例的功能。

[0353] 此外,操作系统(OS)或在计算机上允许的其他应用软件可基于程序执行执行一部分或全部实际处理。

[0354] 另外,从存储介质读出的程序代码可被写入计算机内配备的功能扩展板的存储器内,或连接到计算机的功能扩展单元的存储器内。在此情况下,基于程序指令,功能扩展板或功能扩展单元上设置的CPU可执行一部分或全部处理,从而可实现上述示例性实施例的功能。

[0355] 尽管已经结合实现示例性实施例说明了本发明,但是应理解,本发明并不局限于公开的示例性实施例。下文的权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释以便覆盖所有变型、等同结构和功能。

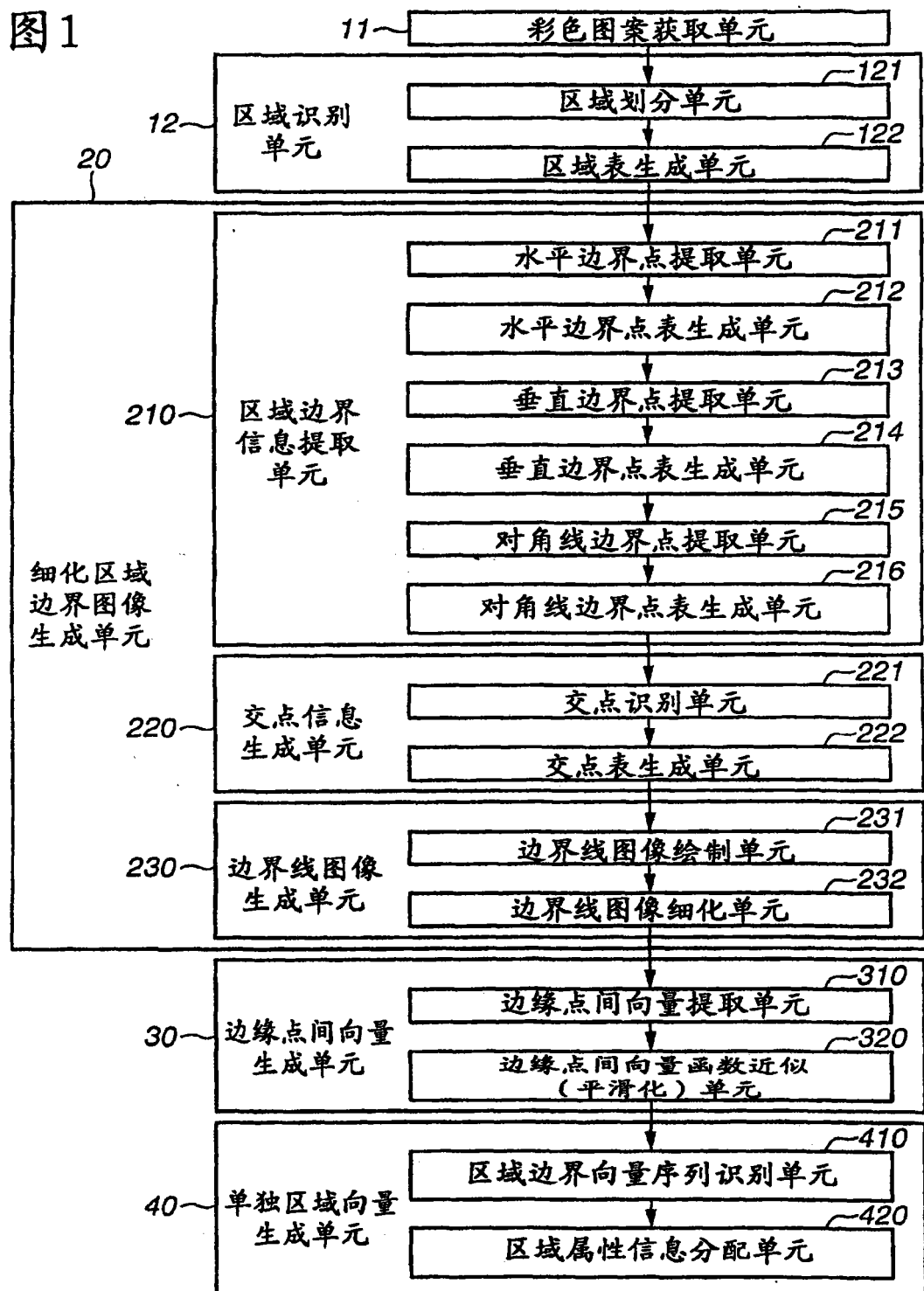


图2

区域号码	区域值	201
1	(R_1, G_1, B_1)	
2	(R_2, G_2, B_2)	
3	(R_3, G_3, B_3)	
4	(R_4, G_4, B_4)	
5	(R_5, G_5, B_5)	

图3

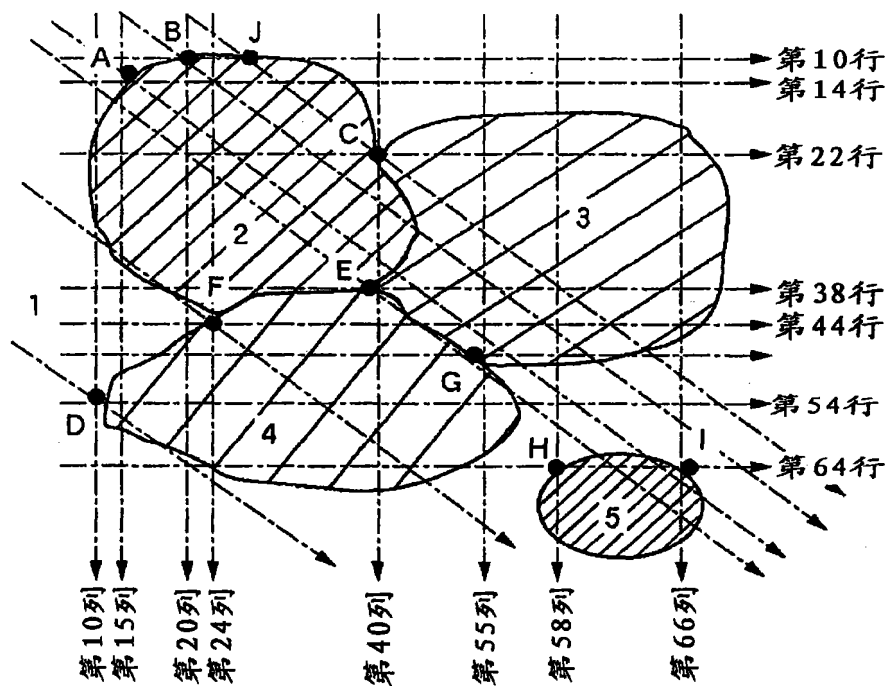


图 4

水平边界点表 401

水平边界点坐标	邻接区域号码	
...	...	...
B : (10, 20)	1	2
...	...	...
A : (14, 15)	1	2
...	...	...
C : (22, 40)	2	3
...	...	...
E : (38, 40)	2	3
...	...	...
D : (54, 10)	1	4
...	...	...
H : (64, 58)	1	5
...	...	...
I : (64, 66)	1	5
...	...	...

垂直边界点表 402

垂直边界点坐标	邻接区域号码	
...	...	...
D : (54, 10)	1	4
...	...	...
A : (14, 15)	1	2
...	...	...
B : (10, 20)	1	2
...	...	...
C : (22, 40)	1	2
...	...	...
E : (38, 40)	2	4
...	...	...
H : (64, 58)	1	5
...	...	...
I : (64, 66)	1	5
...	...	...

对角线边界点表 403

对角线边界点坐标	邻接区域号码	
...	...	...
A : (14, 15)	1	2
...	...	...
B : (10, 20)	1	2
...	...	...
J : (10, 28)	1	2
...	...	...
C : (22, 40)	1	2
...	...	...
K : (18, 15)	1	2
...	...	...
H : (64, 58)	1	5
...	...	...
I : (64, 66)	1	5
...	...	...

图5

水平边界点表 401			垂直边界点表 402			对角线边界点表 403		
水平边界点坐标	邻接区域号码		垂直边界点坐标	邻接区域号码		对角线边界点坐标	邻接区域号码	
...	...	...	...	...	...	...	...	...
B: (10, 20)	1	2	D: (54, 10)	1	4	A: (14, 15)	1	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...
A: (14, 15)	1	2	A: (14, 15)	1	2	B: (10, 20)	1	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...
C: (22, 40)	2	3	B: (10, 20)	1	2	J: (10, 28)	1	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...
E: (38, 40)	2	3	C: (22, 40)	1	2	C: (22, 40)	1	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...
D: (54, 10)	1	4	E: (38, 40)	2	4	K: (18, 15)	1	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...
H: (64, 58)	1	5	H: (64, 58)	1	5	H: (64, 58)	1	5
...	...	...	...	...	...	...	...	...
I: (64, 66)	1	5	I: (64, 66)	1	5	I: (64, 66)	1	5
...	...	...	...	...	...	...	...	...

图 6

交点	邻接区域号码	601
C : (22, 40)	1, 2, 3	
E : (38, 40)	2, 3, 4	
F : (44, 24)	1, 2, 4	
G : (50, 56)	1, 3, 4	
H : (64, 58)	1, 5	
I : (64, 66)	1, 5	

图 7A

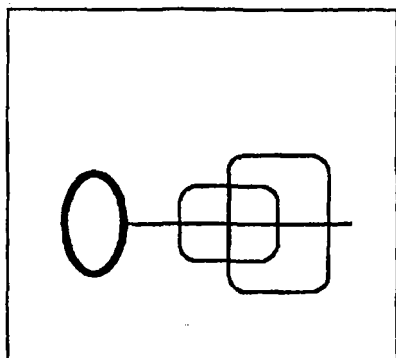
输入线图
(二值图像)

图 7B

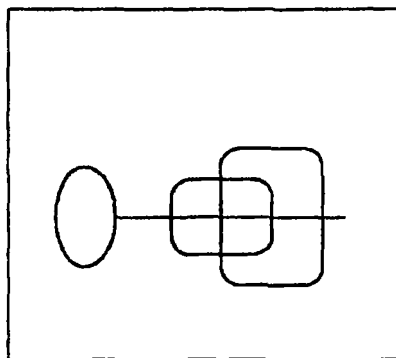
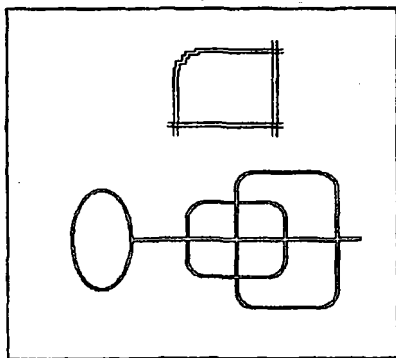
细化的线图
(通过HILDITCH实现)

图 7C

边缘点(交点)检测以及边缘
点间轮廓(周边)向量提取

结果

图 7E

图 7D

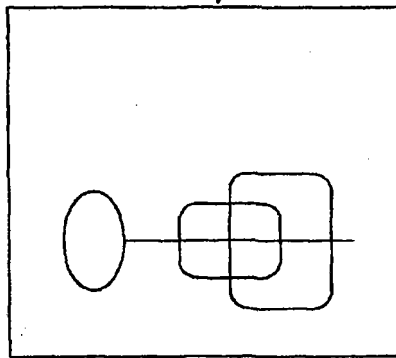
边缘点间线芯(周边)
向量序列

图 7F

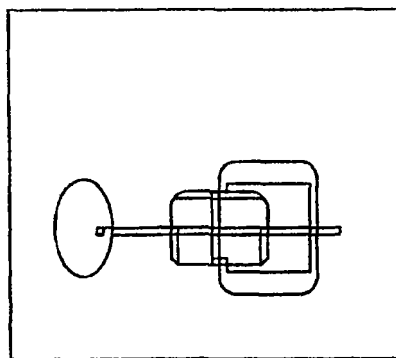
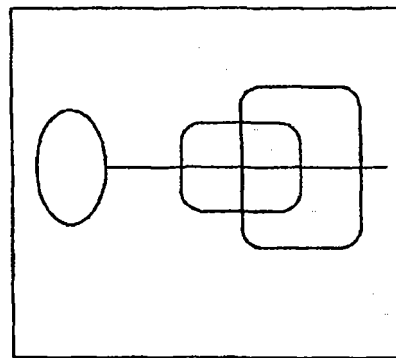
边缘点间 辅助
向量引入(周边)向量
序列边缘点间被平滑化
向量序列

图 8

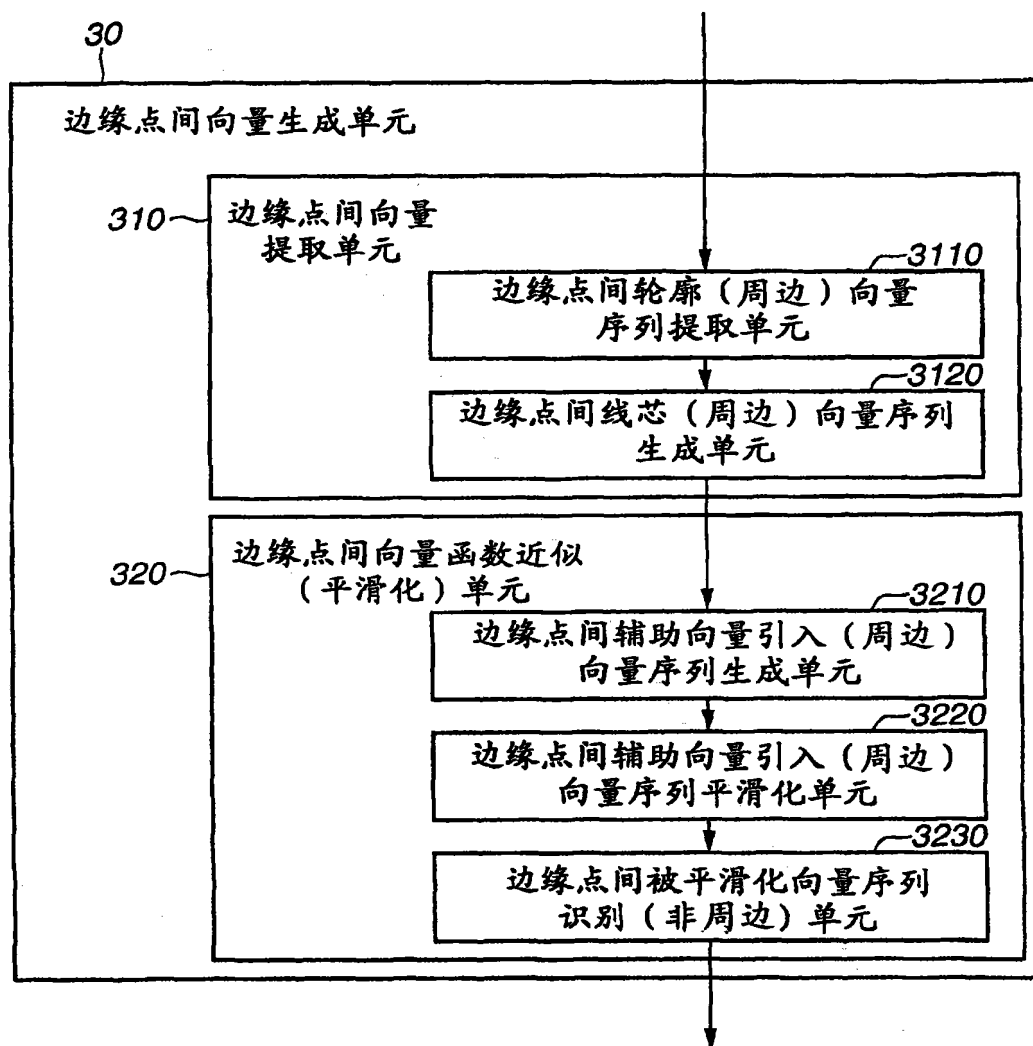


图9

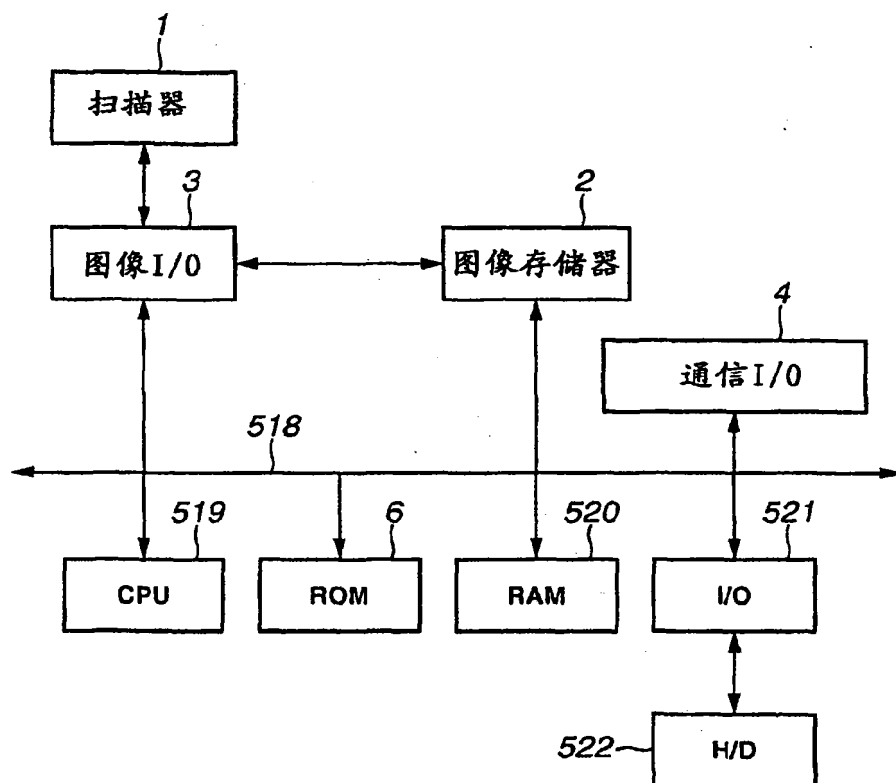


图10

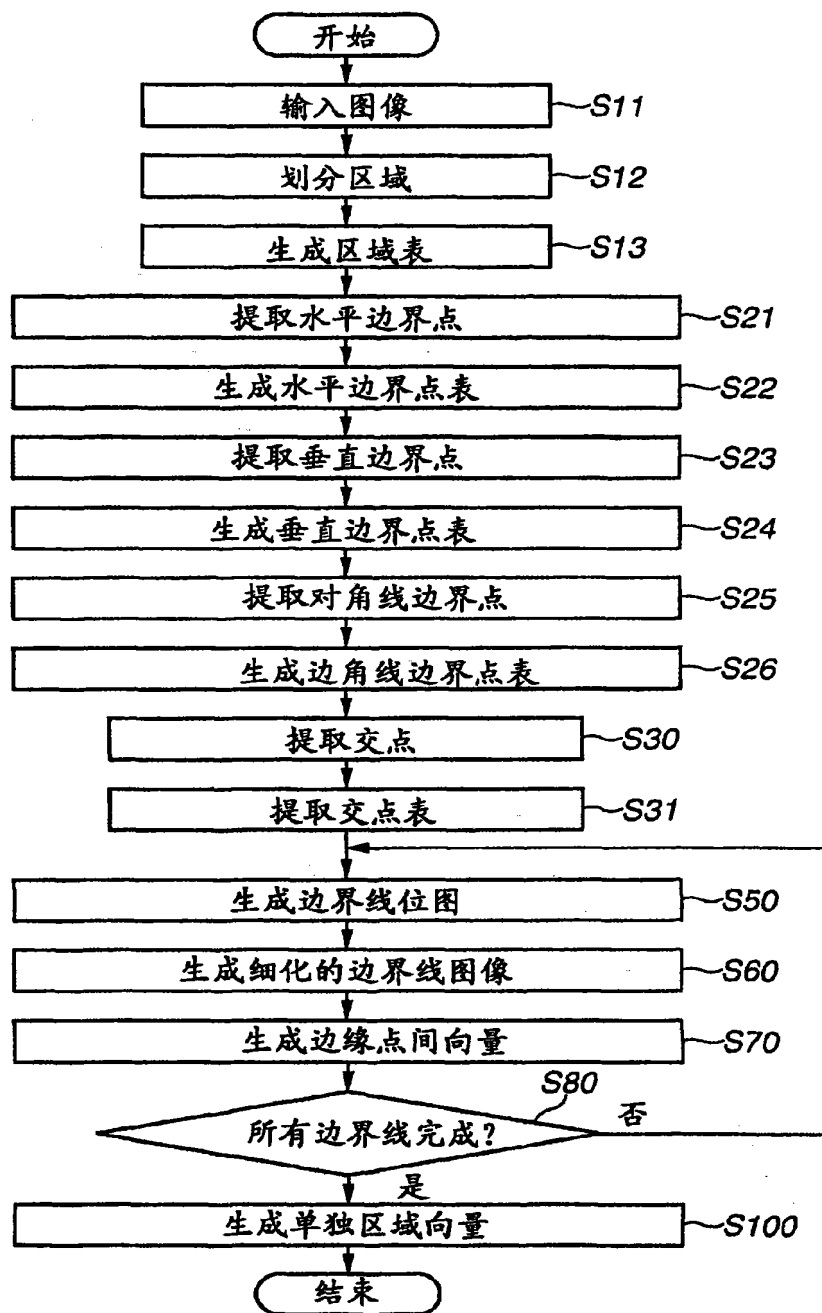


图11

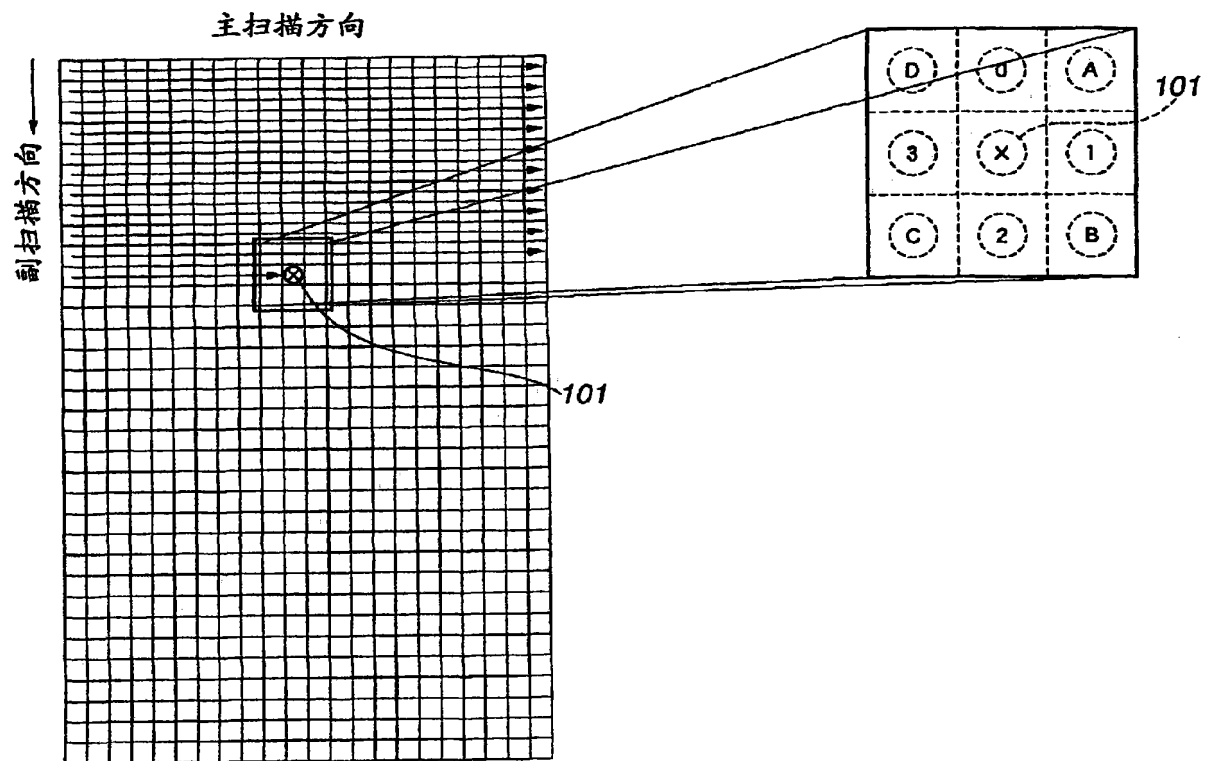


图 12

情况0

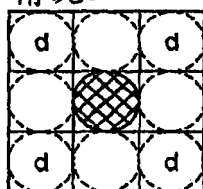


图 13

情况1

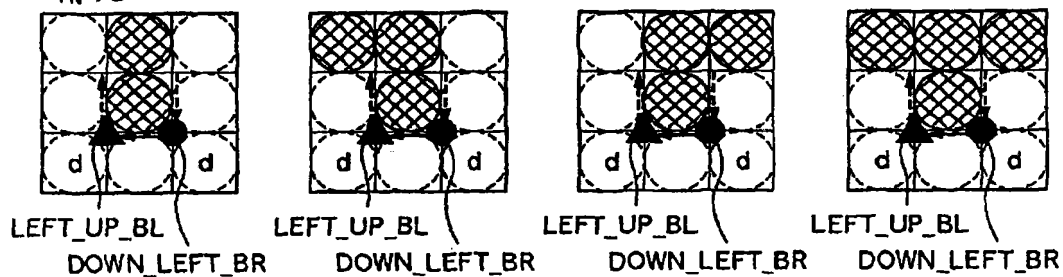


图 14

情况2

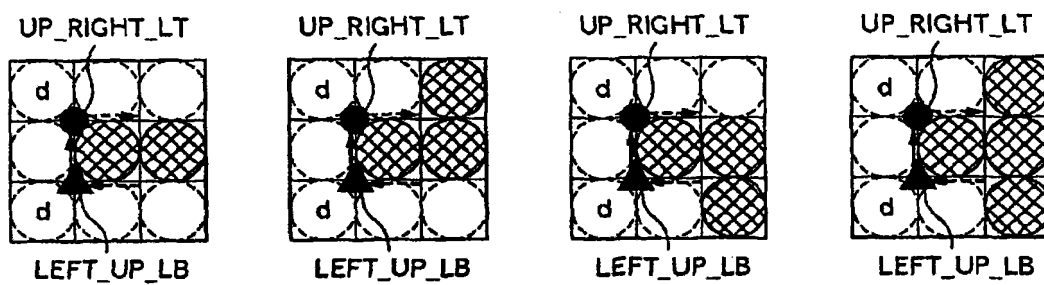


图 15

情况3

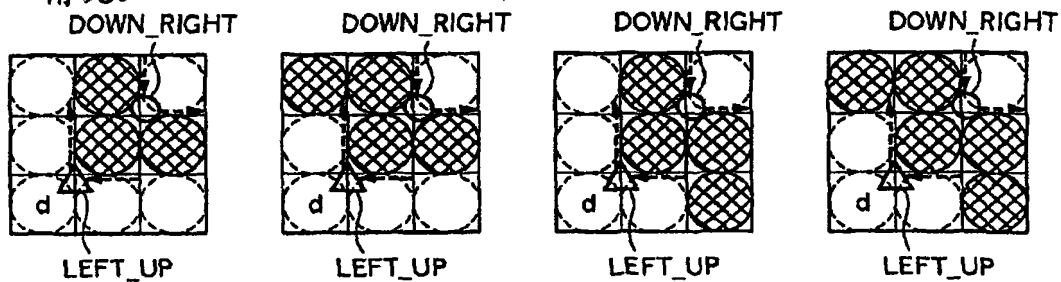


图 16

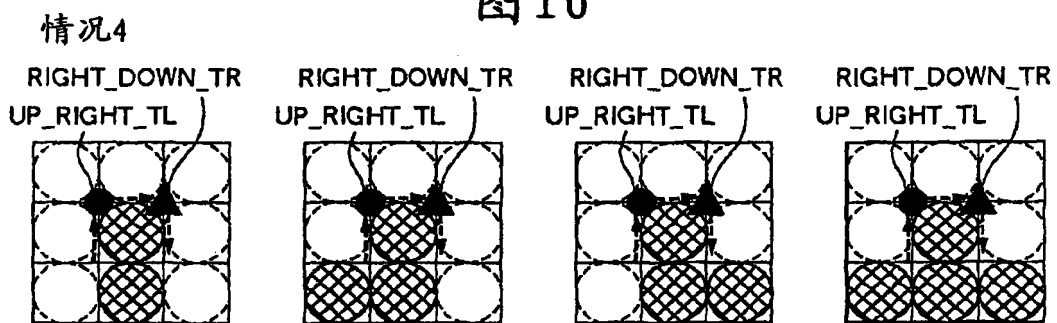


图 17

情况5

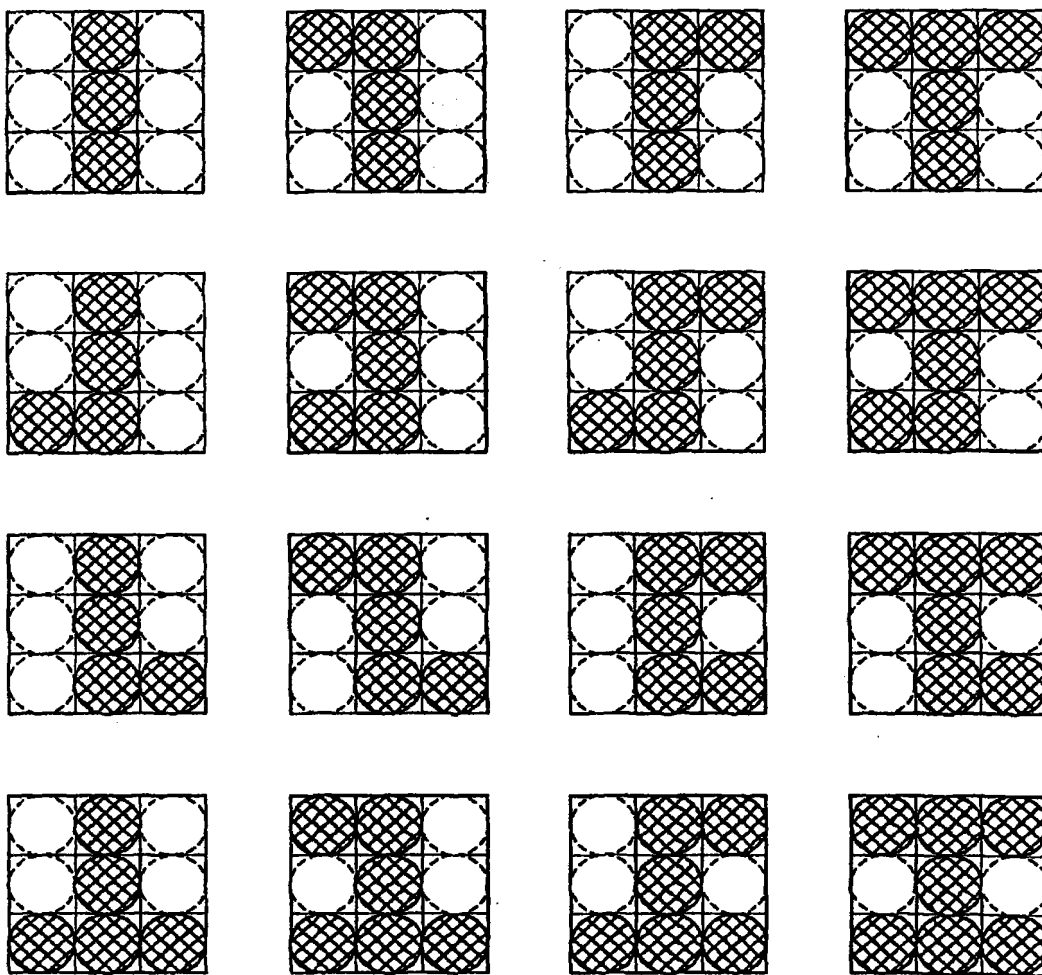
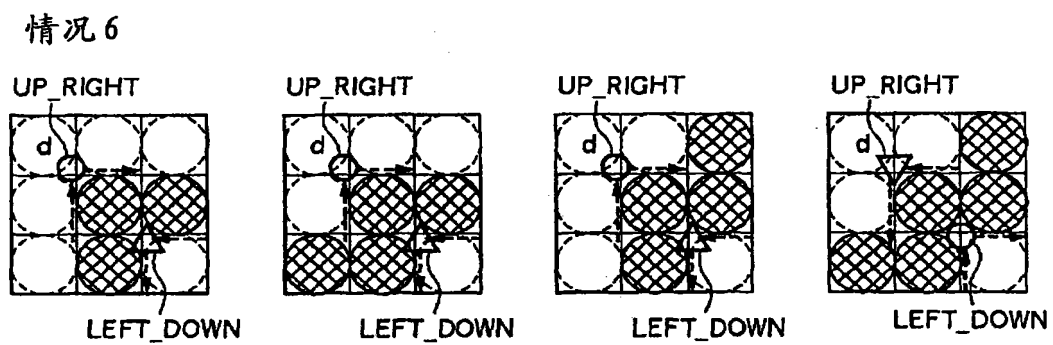


图18



情况7

图19

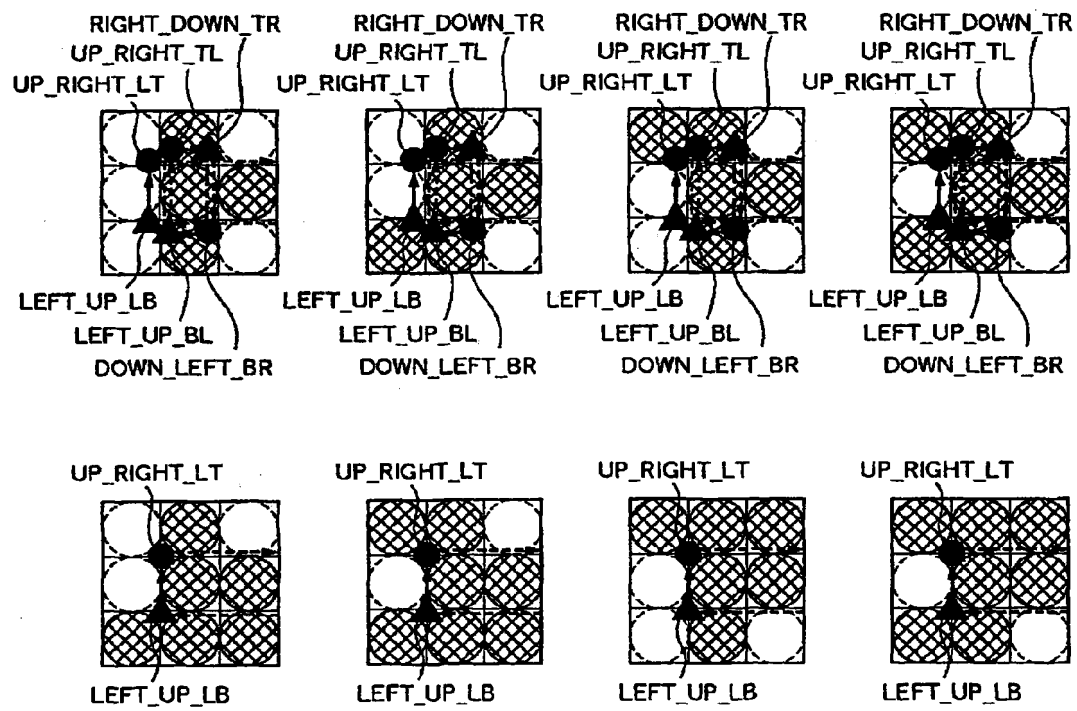
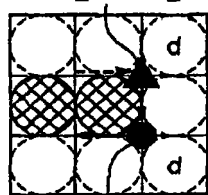


图 20

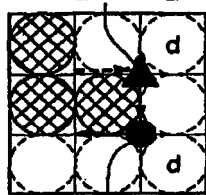
情况8

RIGHT_DOWN_RT



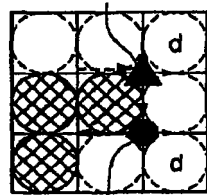
DOWN_LEFT_RB

RIGHT_DOWN_RT



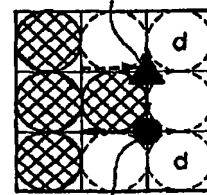
DOWN_LEFT_RB

RIGHT_DOWN_RT



DOWN_LEFT_RB

RIGHT_DOWN_RT

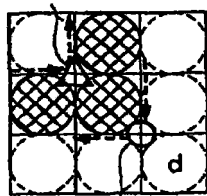


DOWN_LEFT_RB

图 21

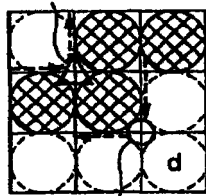
情况9

RIGHT_UP



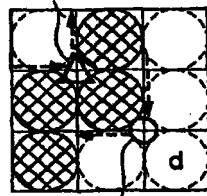
DOWN_LEFT

RIGHT_UP



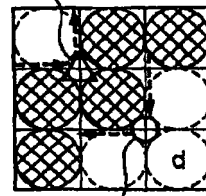
DOWN_LEFT

RIGHT_UP



DOWN_LEFT

RIGHT_UP



DOWN_LEFT

图22

情况10

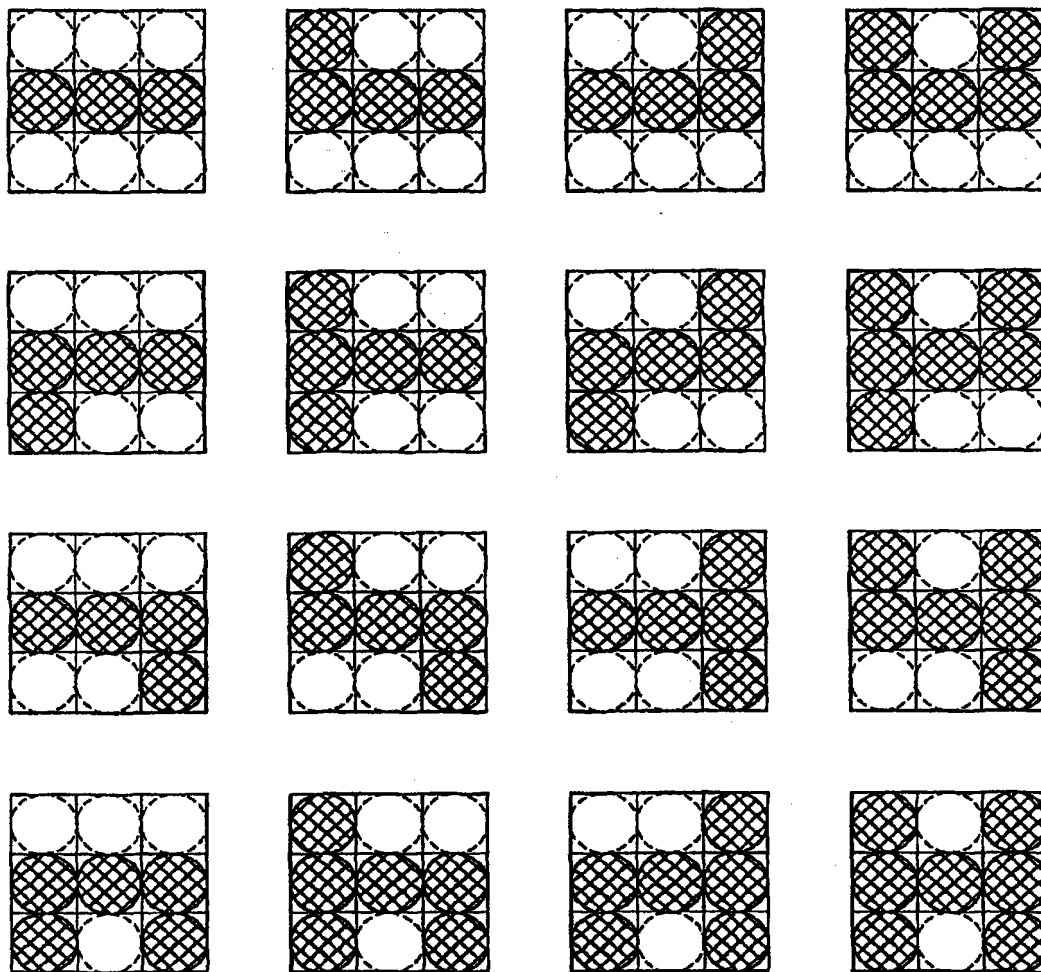


图 23

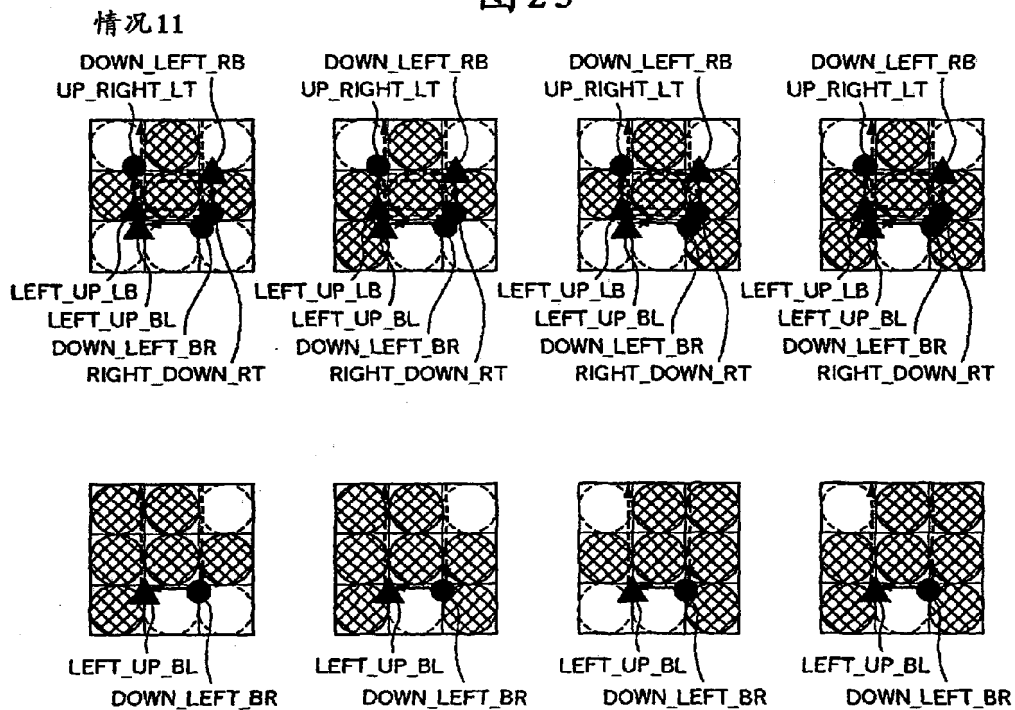


图 24

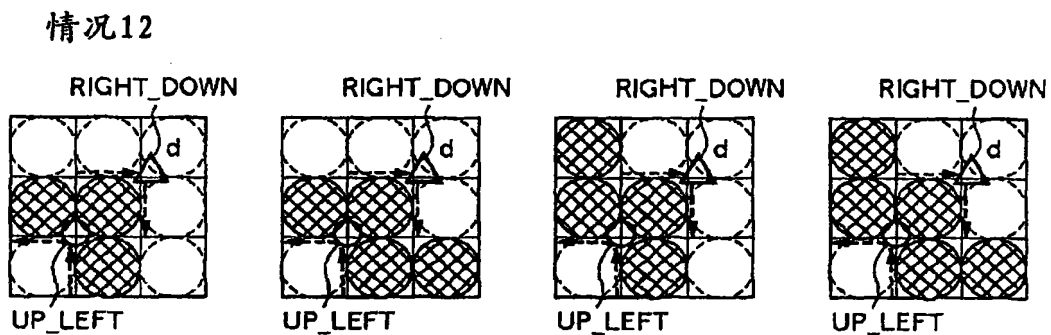
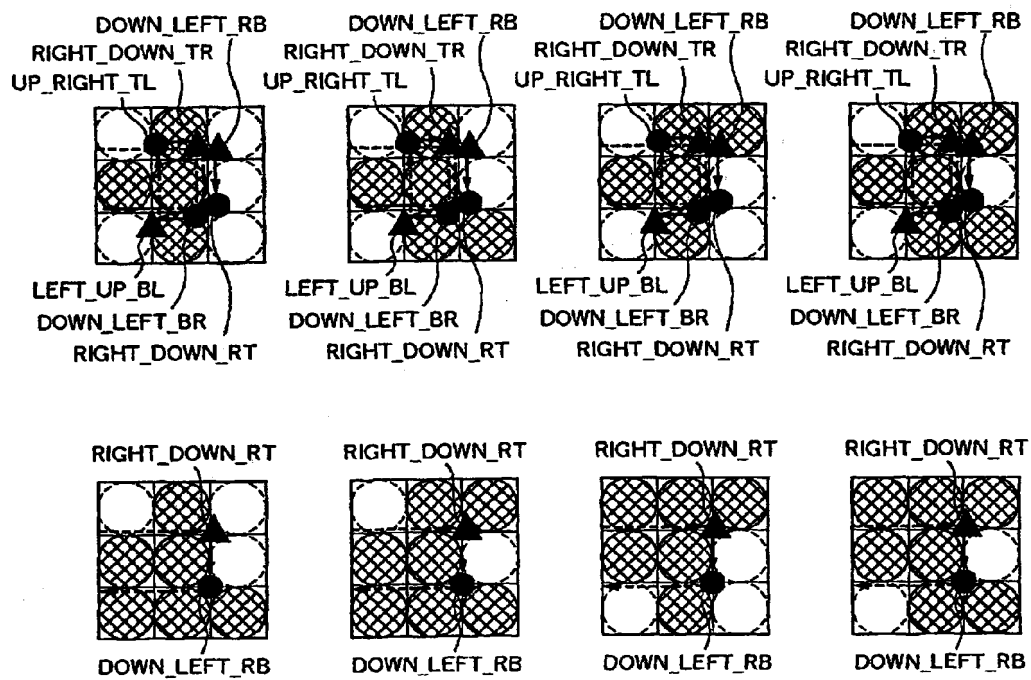


图 25

情况 13



情况 14

图 26

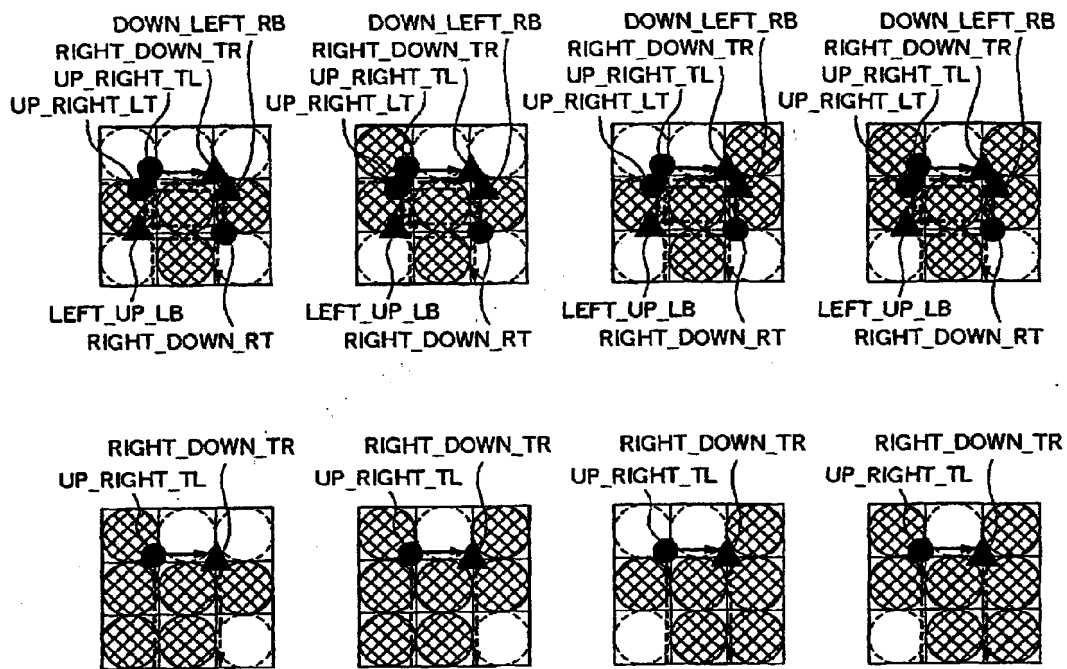


图 27

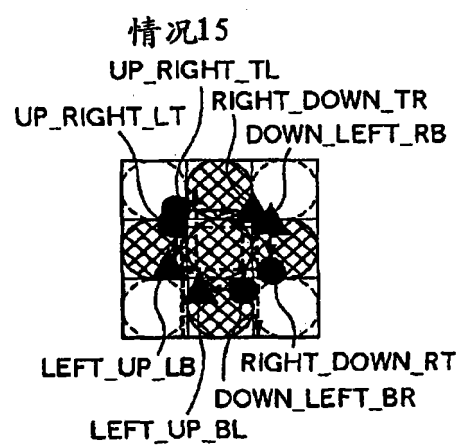


图28

号	轮廓点 信息	边缘点 信息	值	水平 (0) 垂直 (1)	向上 (0) 向下 (1)	向右 (0) 向左 (1)	未选择的 (0) 选择的 (1)	边缘点 (1) 非边缘点 (0)
01.	UP_RIGHT_TL	(上左)	01H	0	0	0	0	1
02.	UP_RIGHT		02H	0	0	0	1	0
03.	UP_RIGHT_LT	(左上)	03H	0	0	0	1	1
04.	UP_LEFT		06H	0	0	1	1	0
05.	DOWN_RIGHT		0aH	0	1	0	1	0
06.	DOWN_LEFT_BR	(下右)	0dH	0	1	1	0	1
07.	DOWN_LEFT		0eH	0	1	1	1	0
08.	DOWN_LEFT_RB	(右下)	0fH	0	1	1	1	1
09.	RIGHT_UP		12H	1	0	0	1	0
10.	LEFT_UP_LB	(左下)	15H	1	0	1	0	1
11.	LEFT_UP		16H	1	0	1	1	0
12.	LEFT_UP_BL	(下左)	17H	1	0	1	1	1
13.	RIGHT_DOWN_RT	(右上)	19H	1	1	0	0	1
14.	RIGHT_DOWN		1aH	1	1	0	1	0
15.	RIGHT_DOWN_TR	(上右)	1bH	1	1	0	1	1
16.	RIGHT_DOWN		1eH	1	1	1	1	0

图 29A

UP_RIGHT_TL RIGHT_DOWN_TR

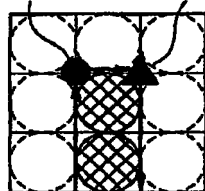
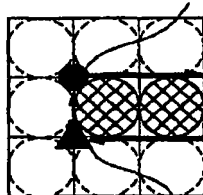


图 29B

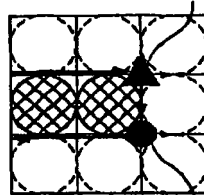
UP_RIGHT_LT



LEFT_UP_LB

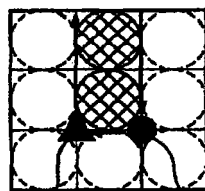
图 29C

RIGHT_DOWN_RT



DOWN_LEFT_RB

图 29D



LEFT_UP_BL

RIGHT_LEFT_BR

图 30A

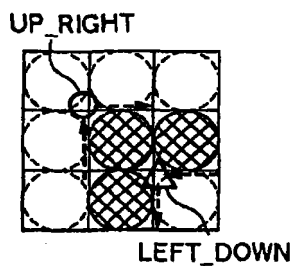


图 30B

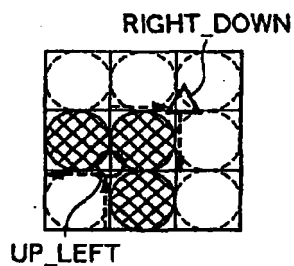


图 30C

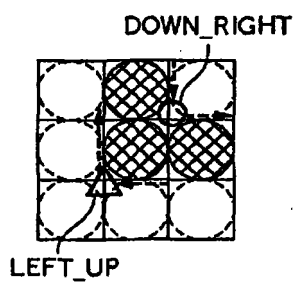


图 30D

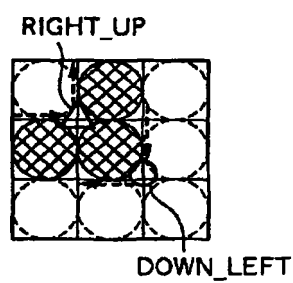


图 31A

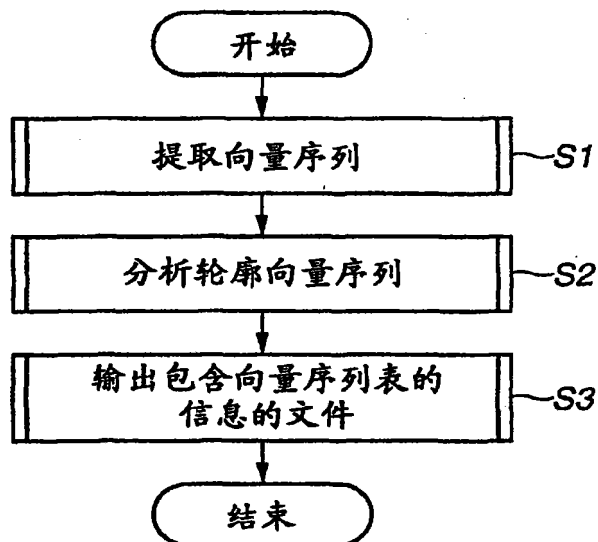


图 31B

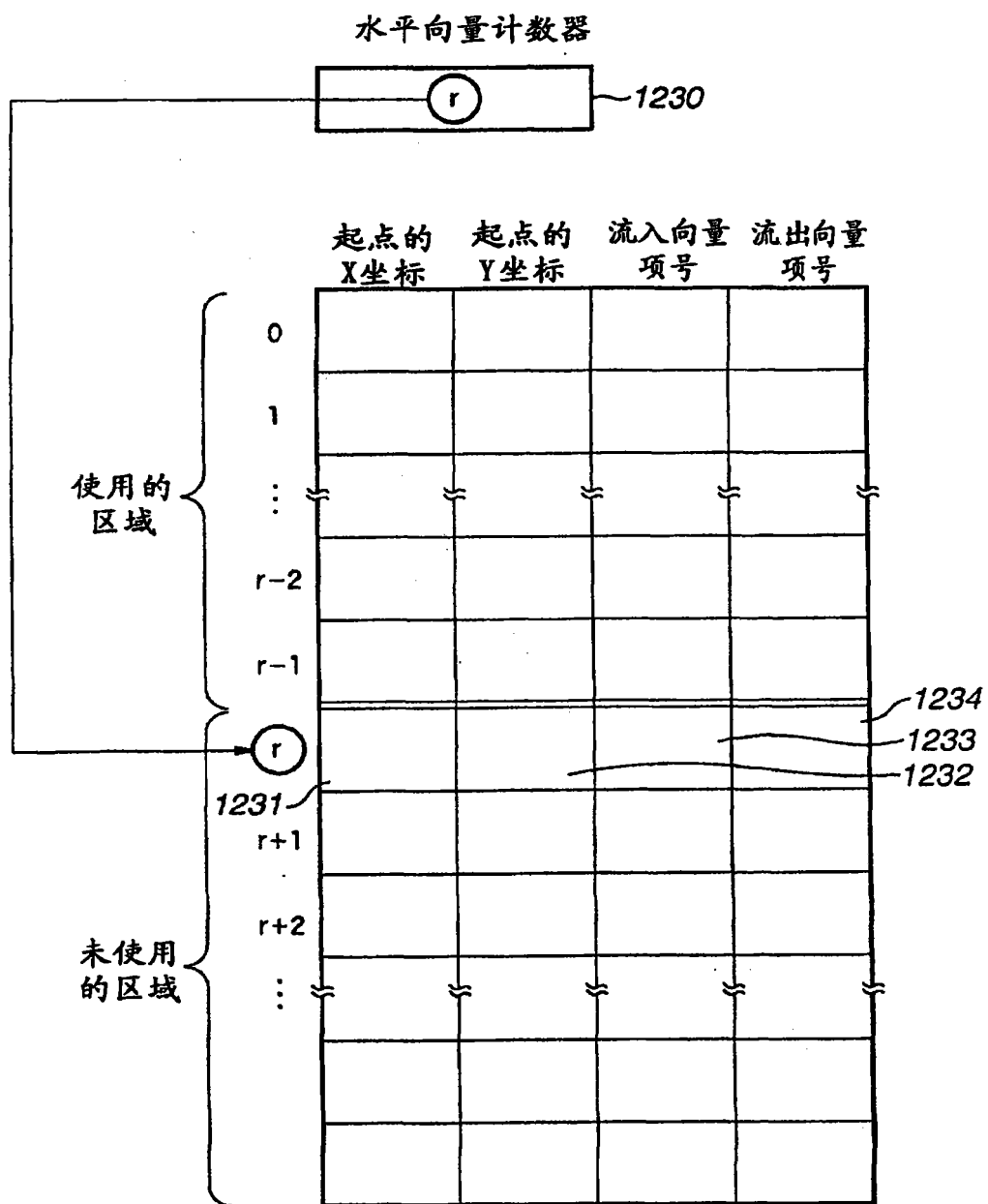


图 31C

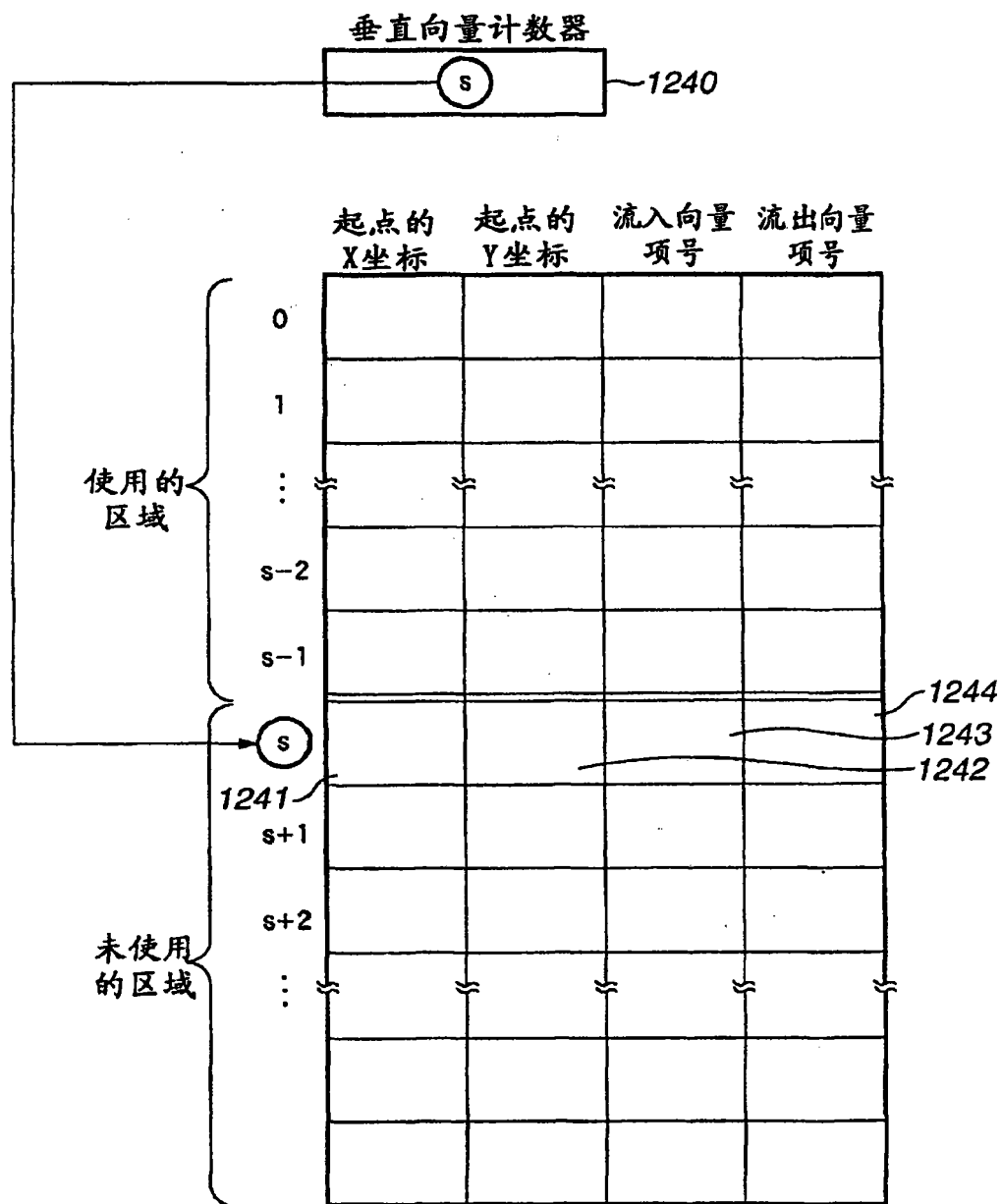


图 32

3201

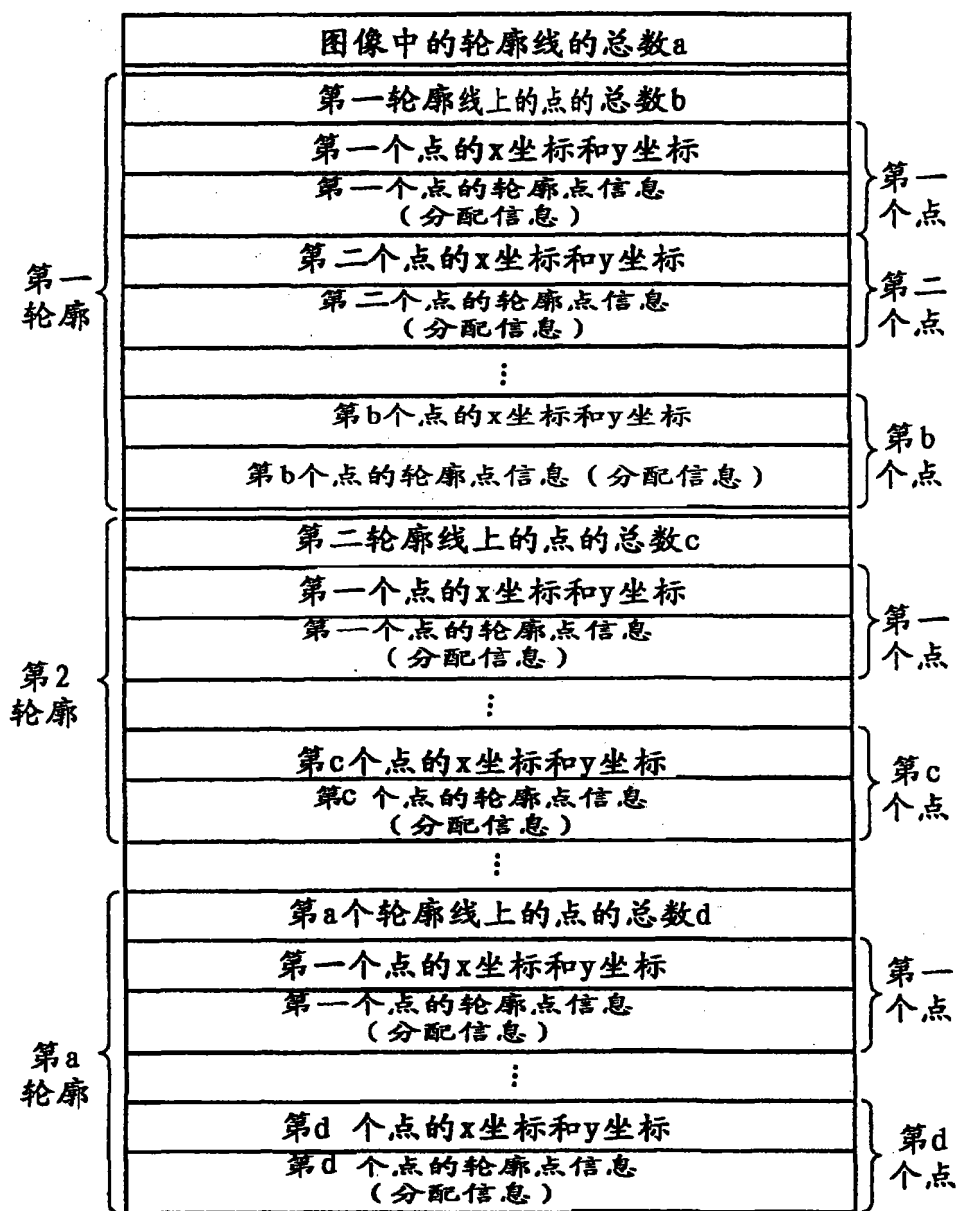


图 33

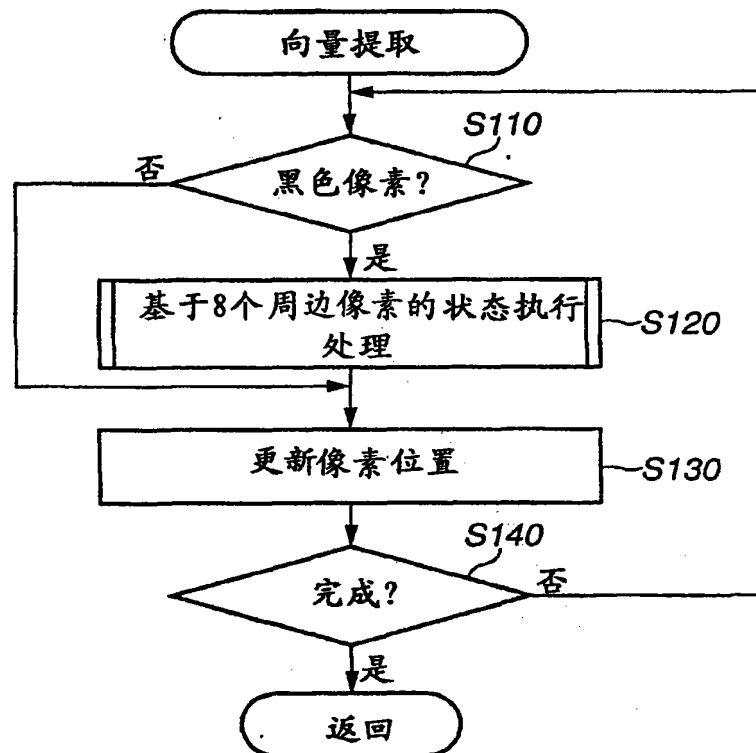


图 34

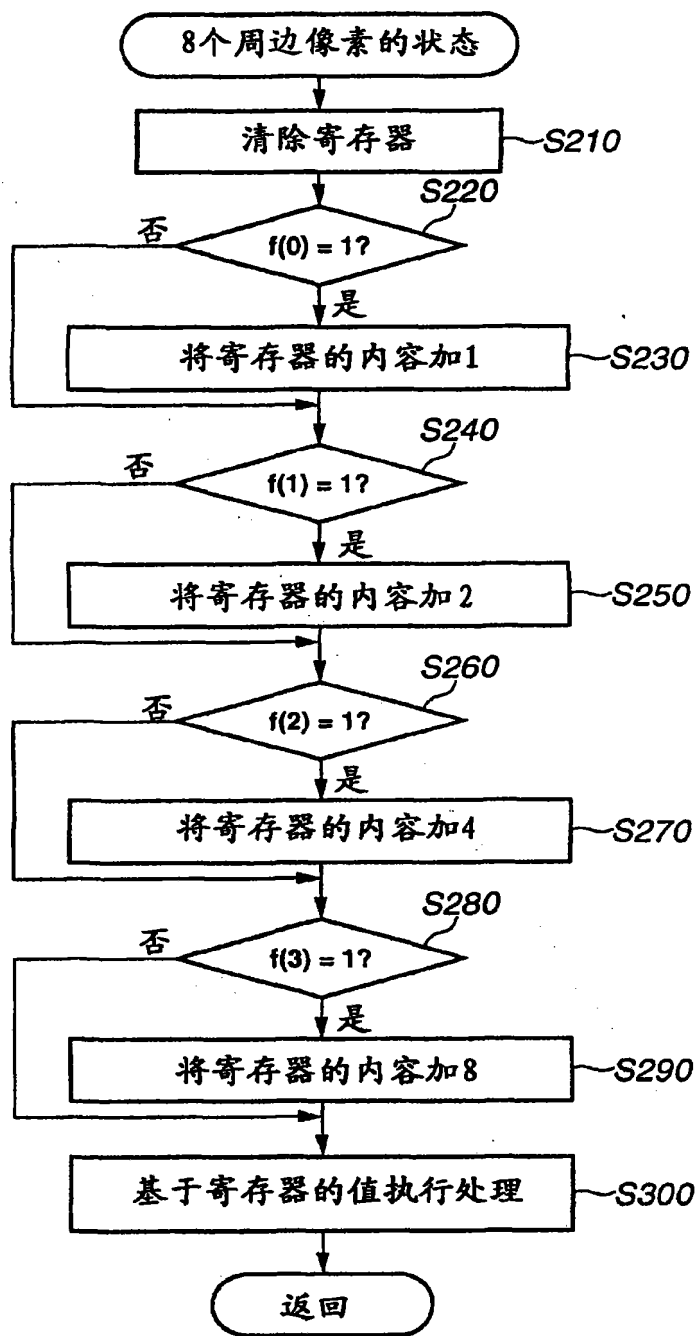


图 35

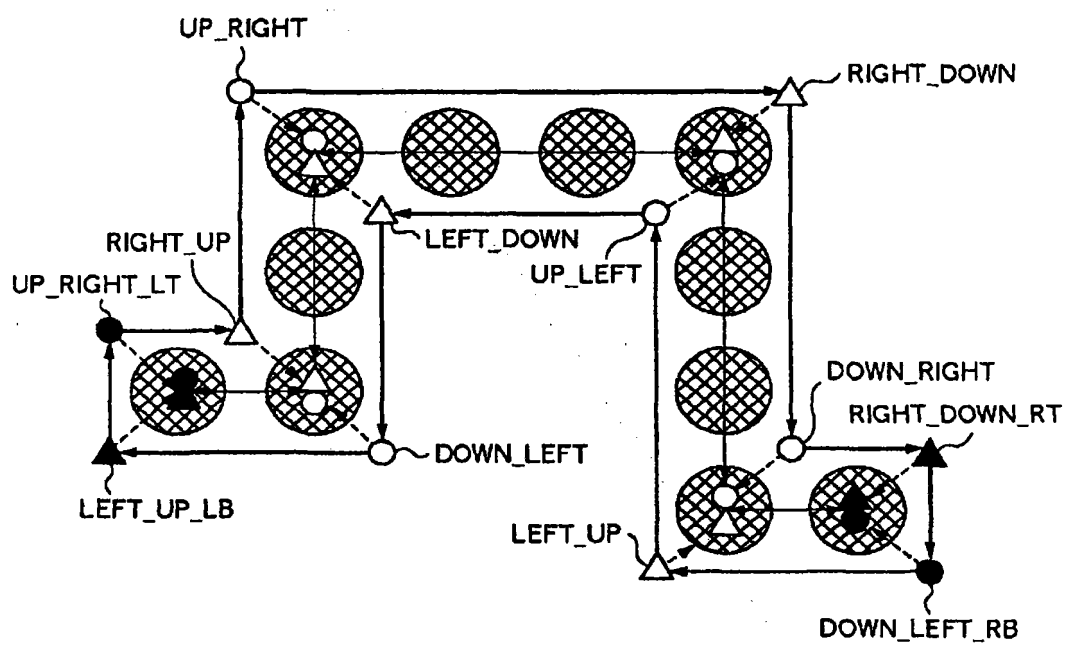


图 36

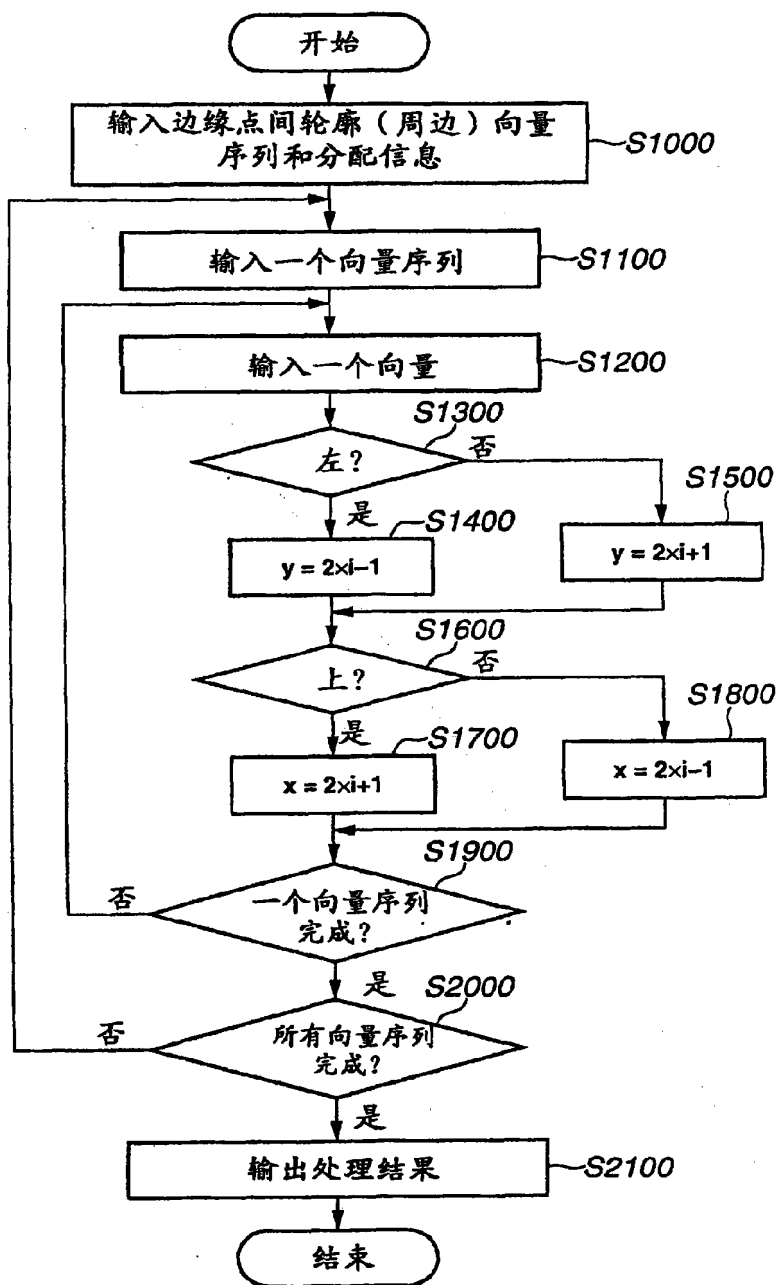


图 37A

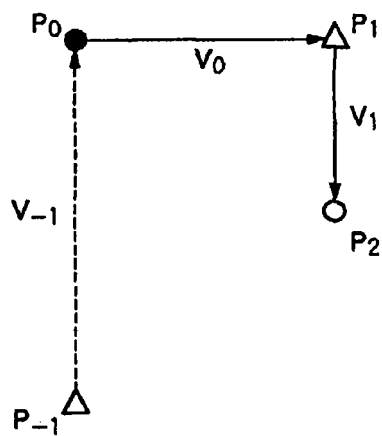


图 37B

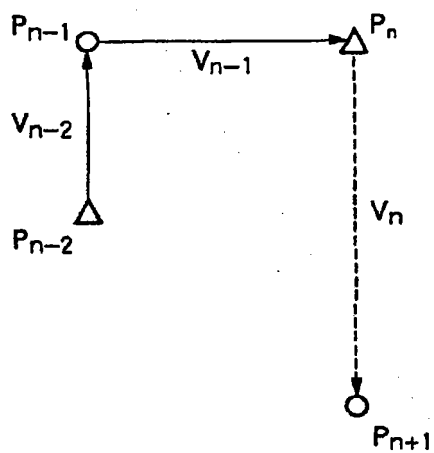


图 38

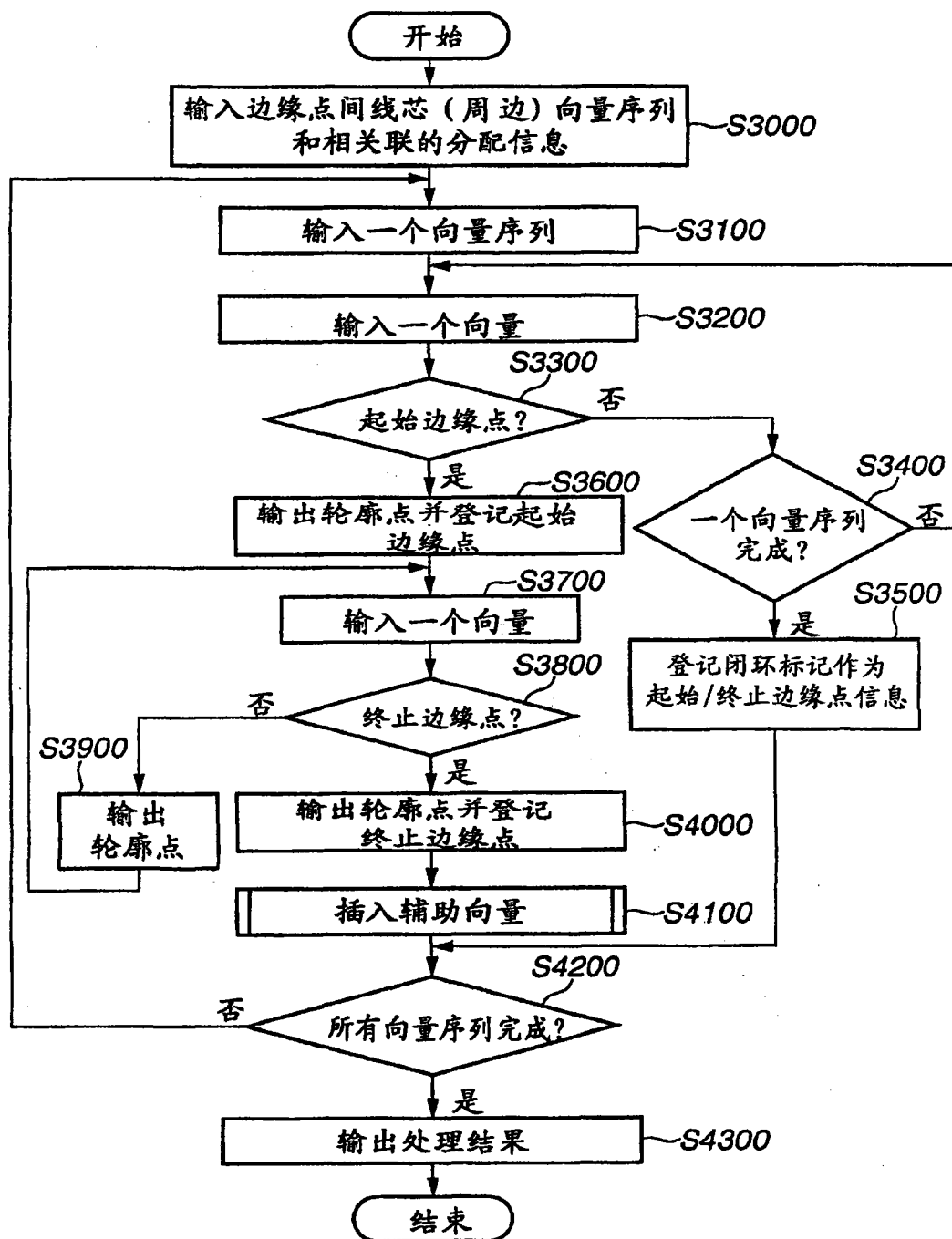


图 39A

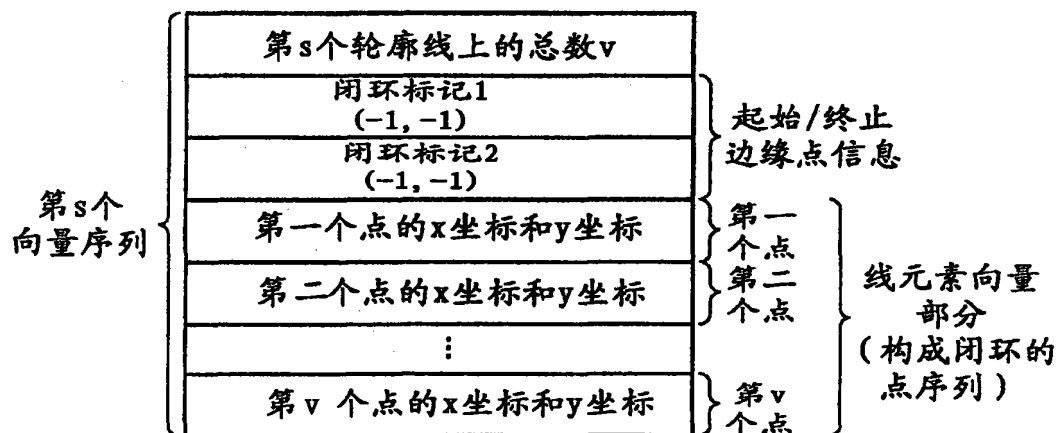


图 39B

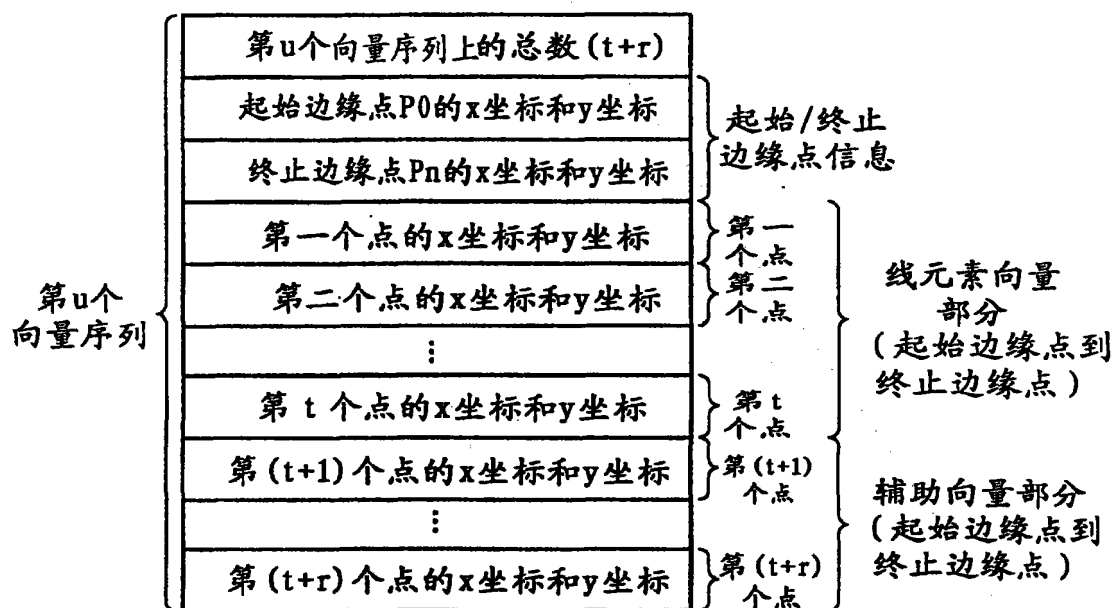


图40

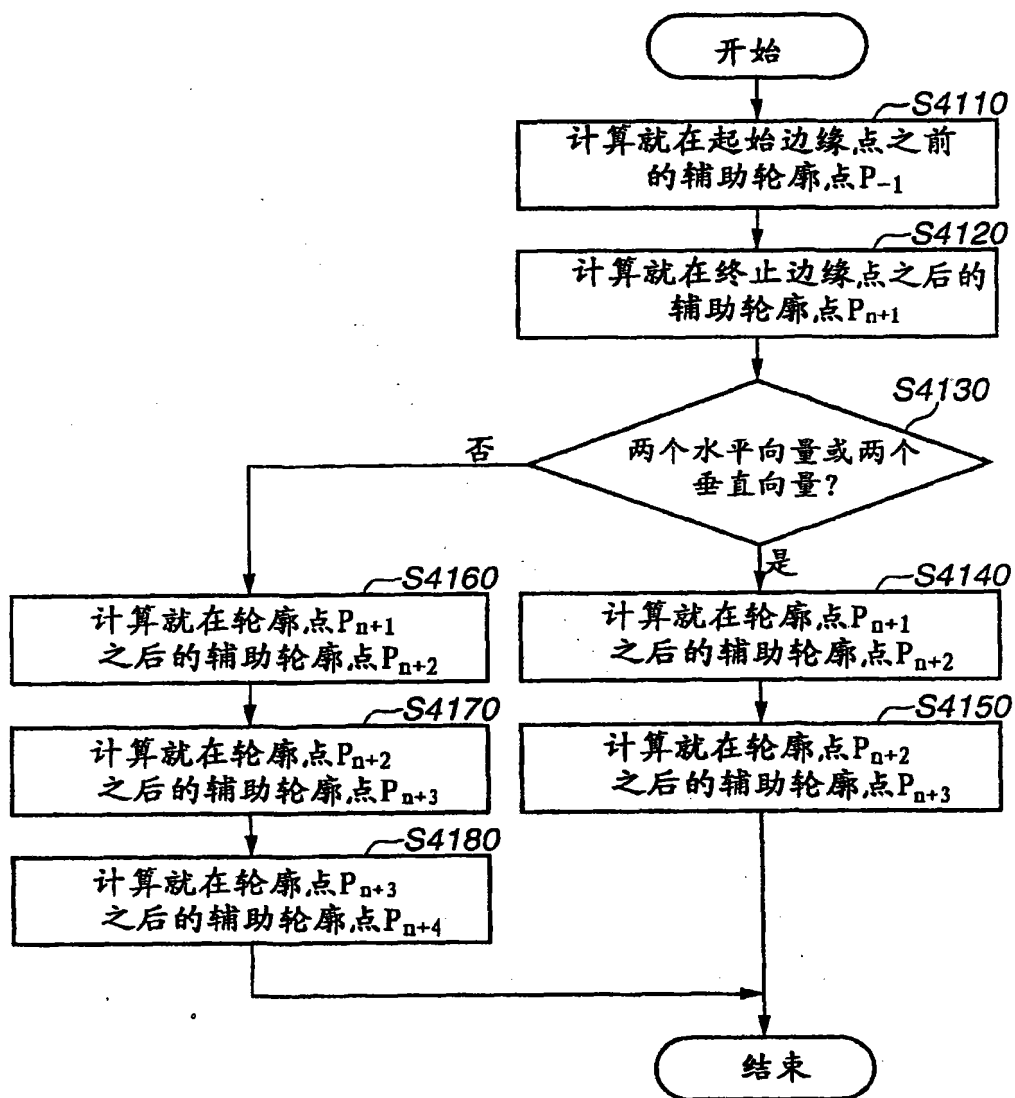


图 41

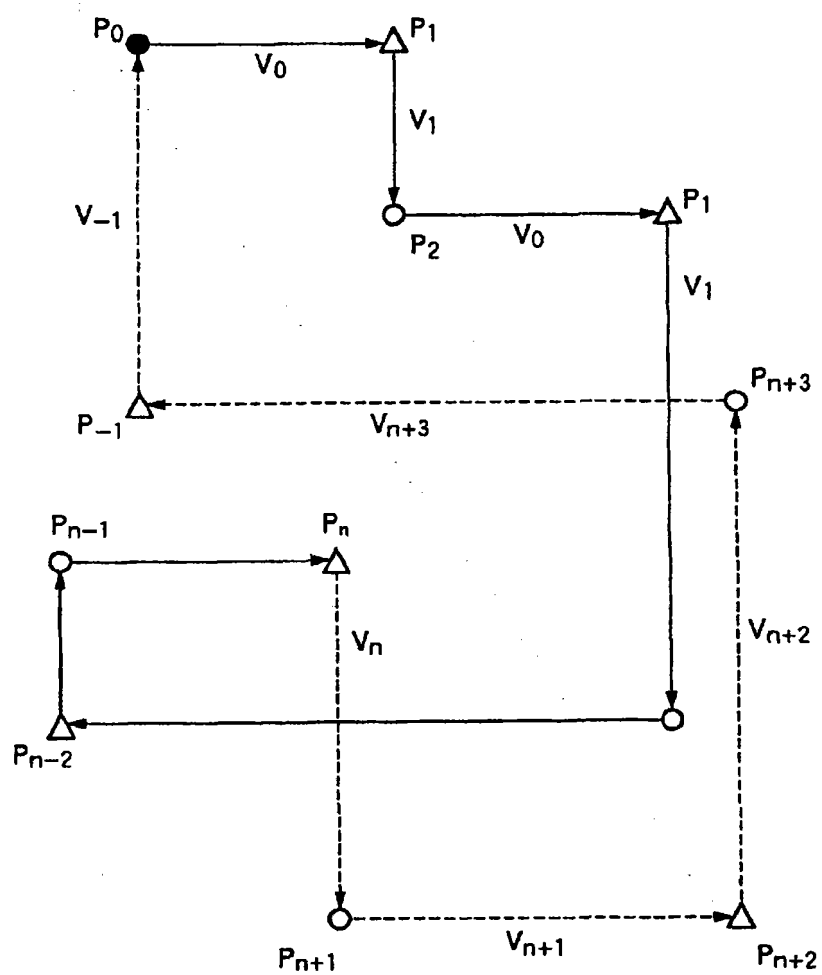


图 42

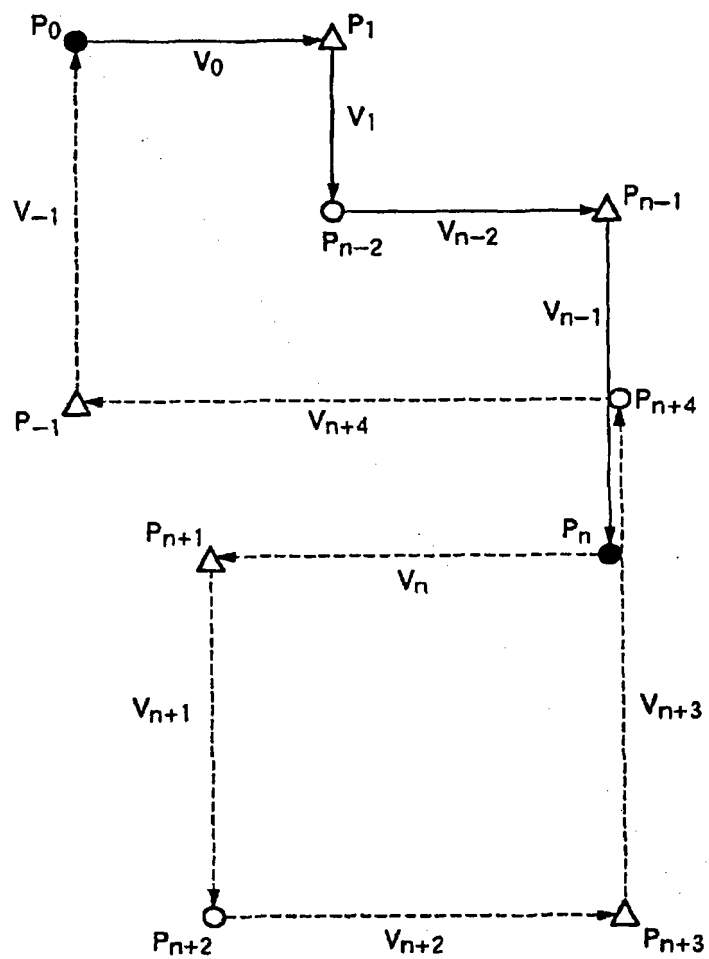


图43

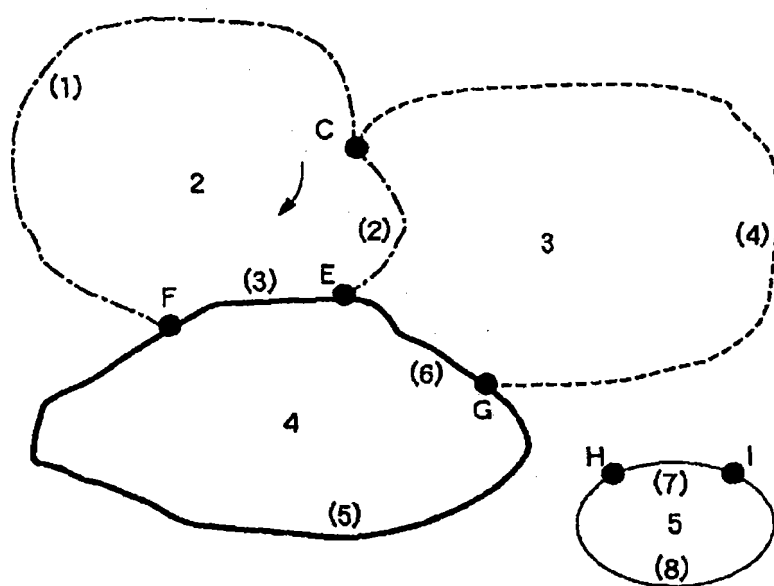


图 44A

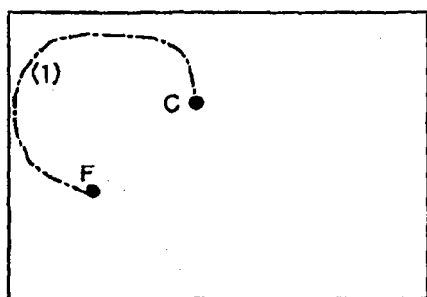


图 44B

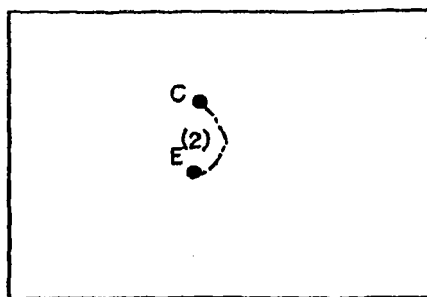


图 44C

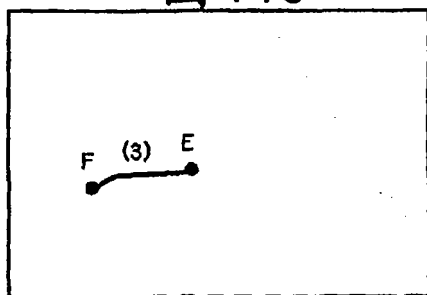


图 44D

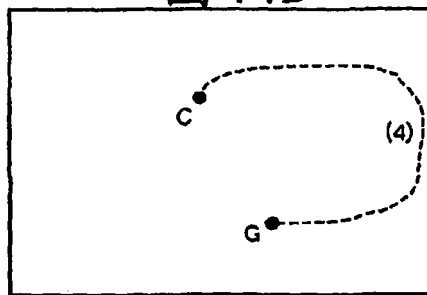


图 44E

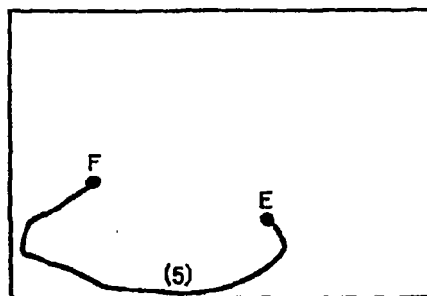


图 44F

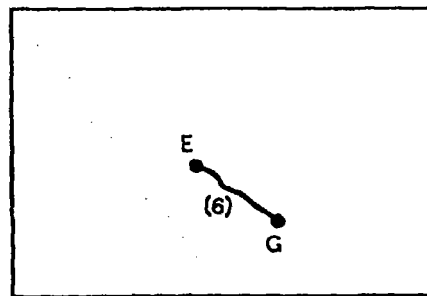


图 44G

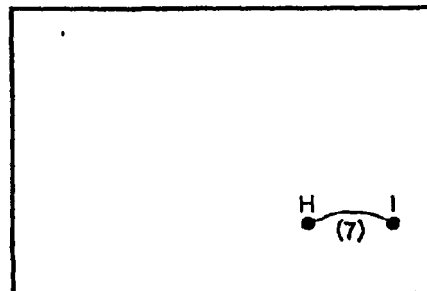


图 44H

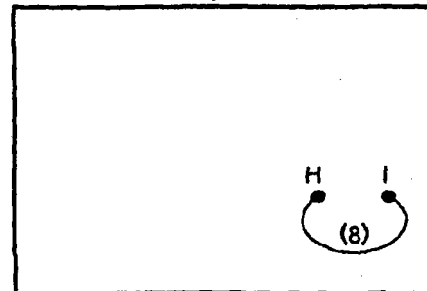


图 45

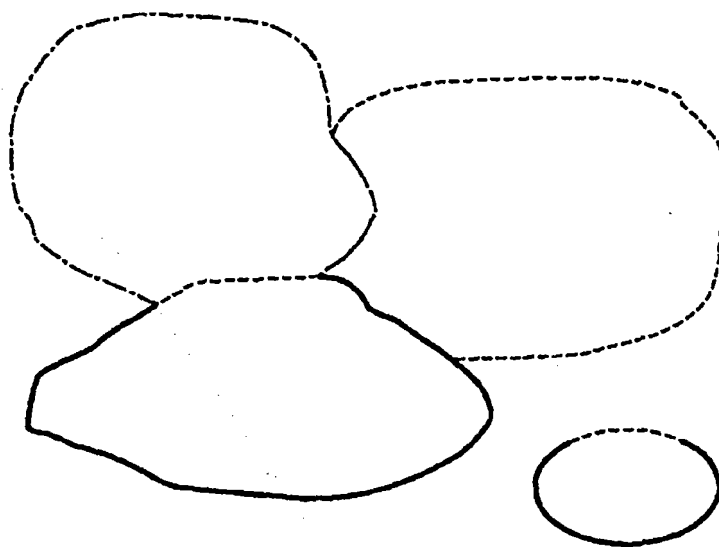


图 46

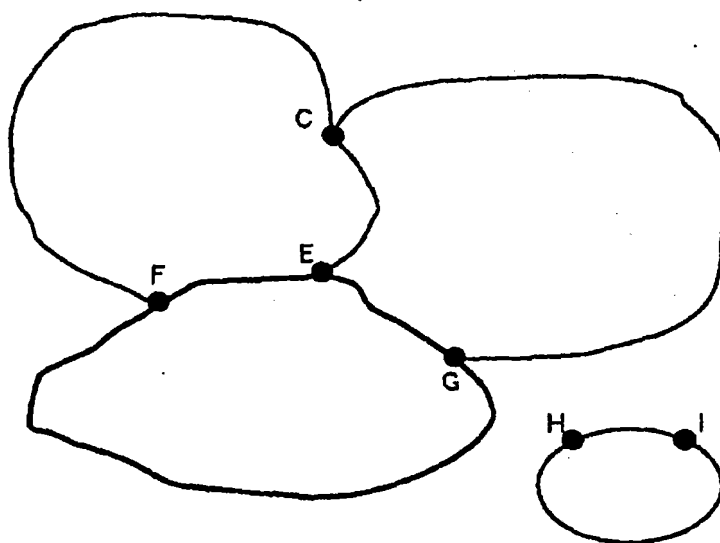


图47

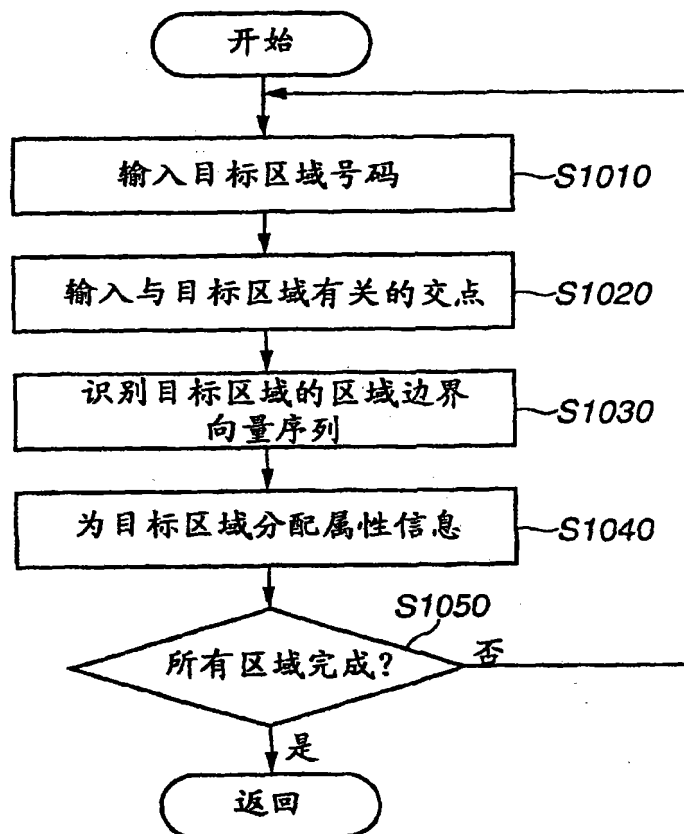


图 48

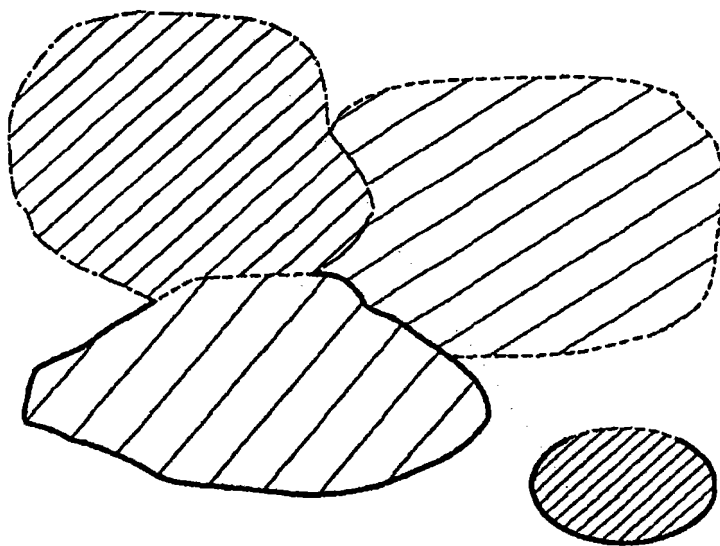
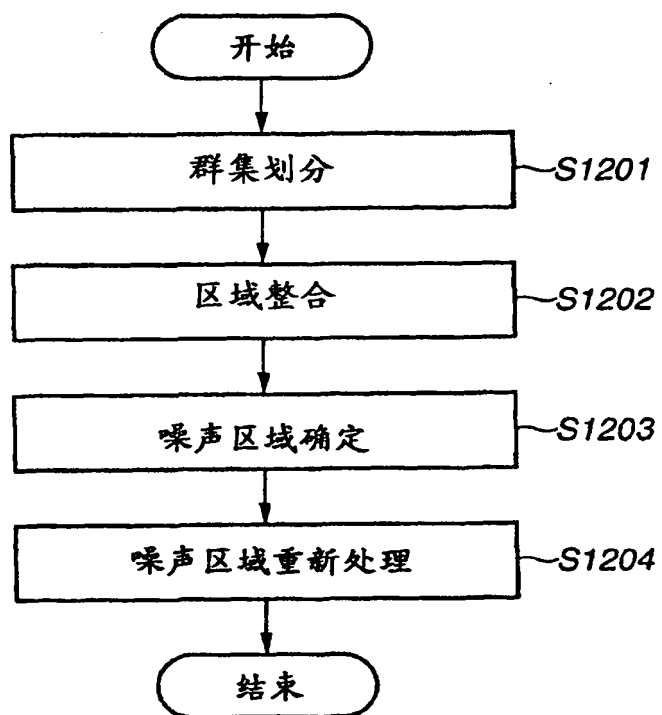


图 49



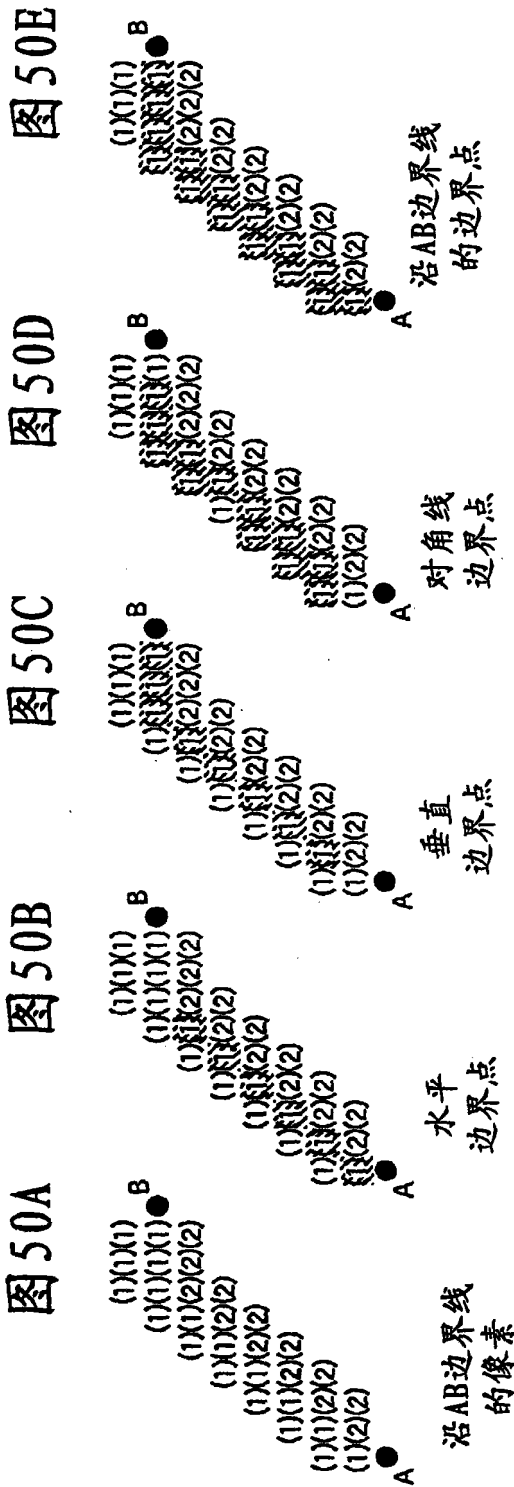
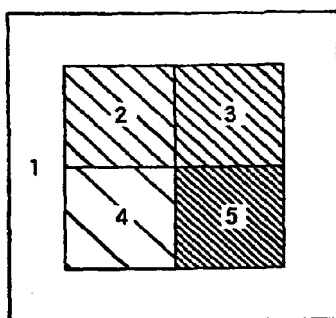
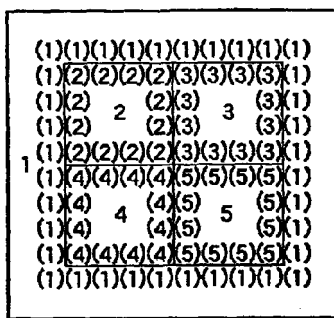


图 51A



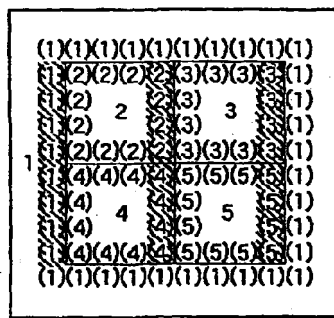
区域划分的结果

图 51B



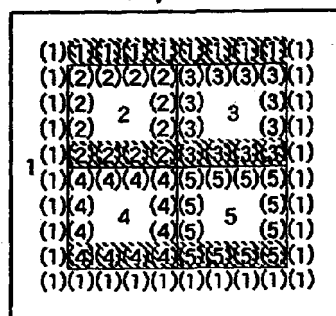
沿边界线的像素

图 51C



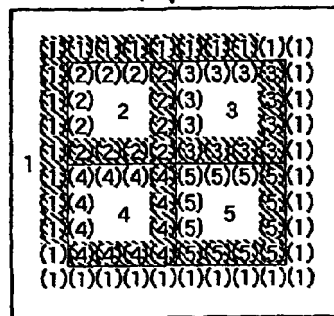
水平边界点

图 51D



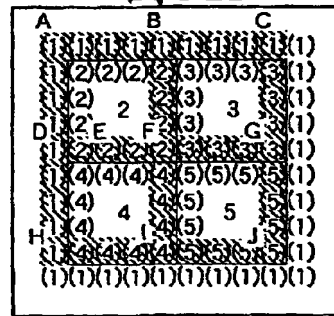
垂直边界点

图 51E



对角线边界点

图 51F



所有边界点

图 52

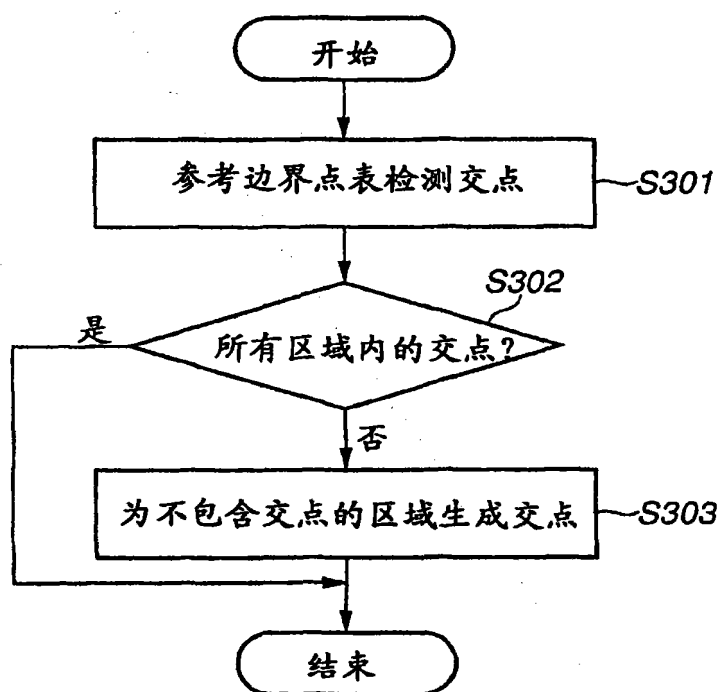


图 54

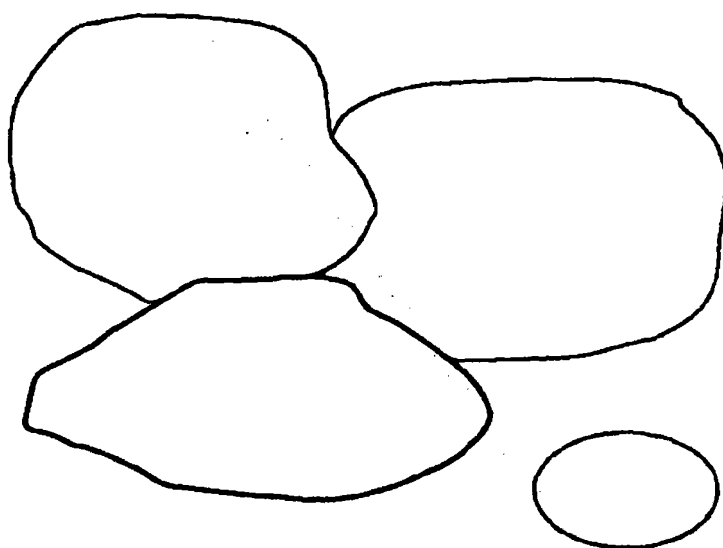


图 55

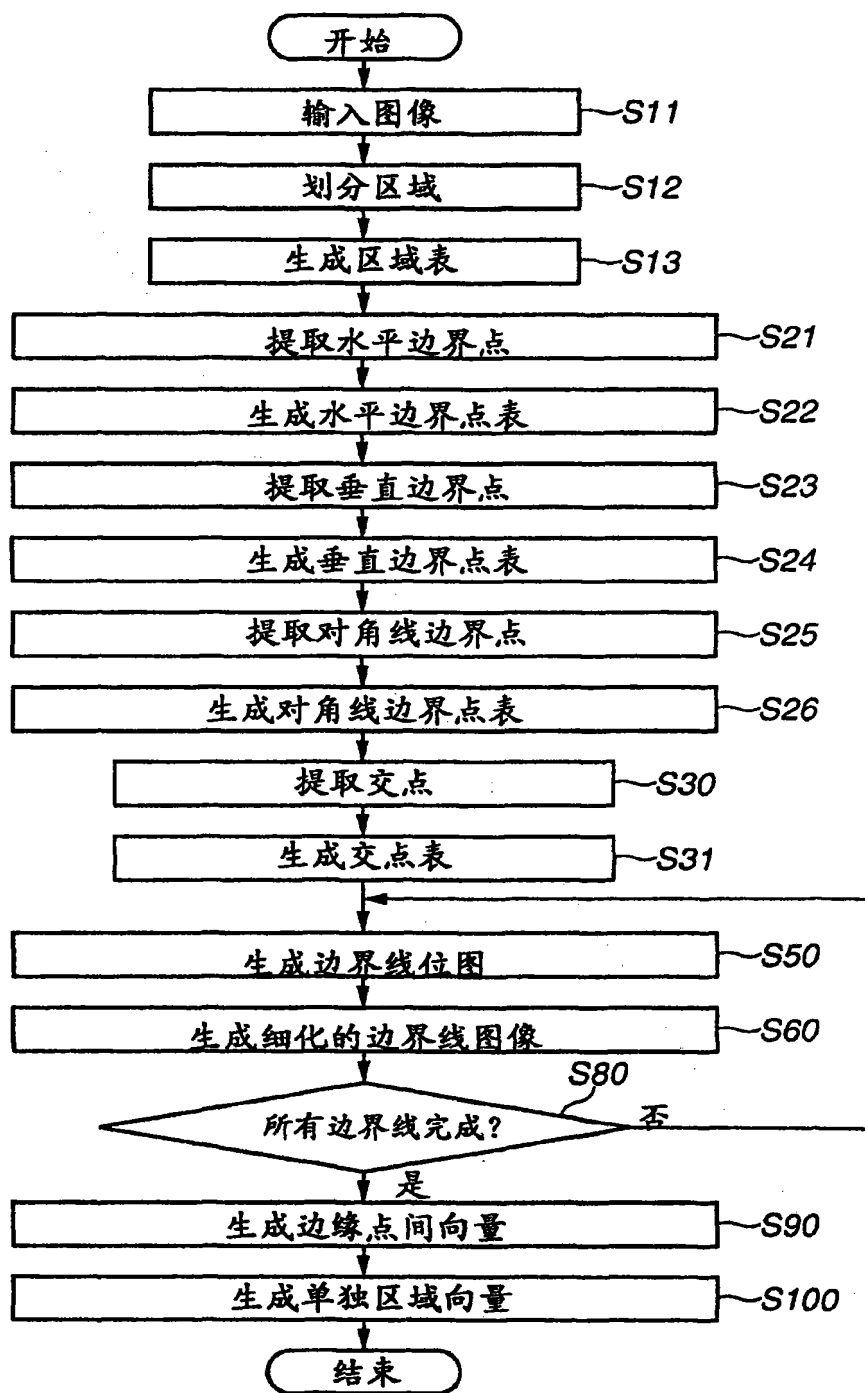


图56

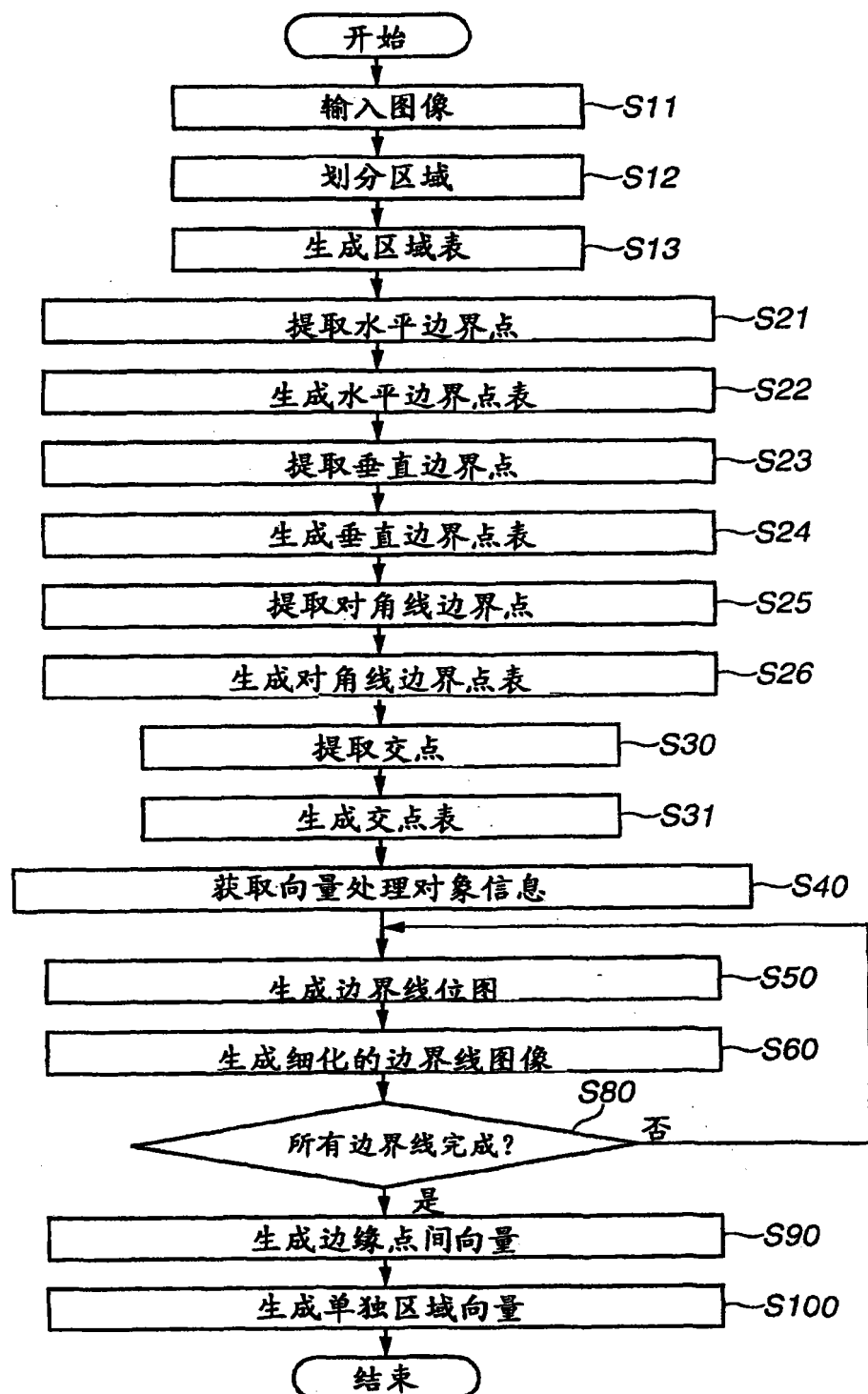


图 57

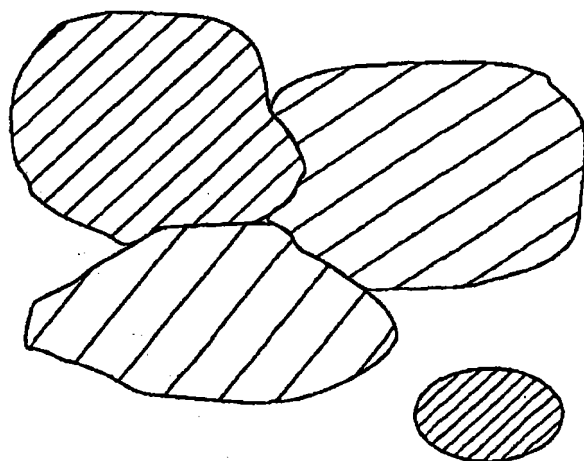


图 58

