



(45) 授权公告日 2014.01.29

权利要求书2页 说明书30页 附图19页

```

graph LR
    10((图像数据)) --> 11[代表点选择部件]
    11 -- "代表点信息" --> 61[代表点存储器]
    11 --> 12
    subgraph 12 [12]
        61 --> 62[评价值生成部件]
        62 -- "评价值表" --> 63[峰值检测部件]
        63 -- "候选向量" --> 64[相关性确定部件]
        64 -- "更新" --> 61
    end
    63 -- "评价值表中的评价值" --> 13[控制部件]
    13 -- "代表点计数" --> 11
    13 -- "候选向量" --> 14[候选向量分配部件]
    14 -- "向量数据" --> 10
    14 --> 12

```

1. 一种图像处理设备,包括:

代表点存储装置,所述代表点存储装置起到用于存储多个像素的存储装置的作用,其中所述多个像素中的每个像素都存在于基准图像上用作代表点,针对所述代表点,要在用于通过将所述基准图像与参考图像作比较来检测表示所述基准图像上的像素的所述代表点的运动向量的操作中检测运动向量;

评价值表生成装置,所述评价值表生成装置用于通过采用代表点匹配技术来生成评价值表,所述代表点匹配技术使用了所述代表点存储装置中存储的所述代表点;

峰值检测装置,所述峰值检测装置用于将与所述评价值表中存储的评价值和的最大值相对应的位置检测为候选向量,所述候选向量用作所述运动向量的候选;以及

相关性确定装置,所述相关性确定装置用于针对所述代表点存储装置中存储的所述多个代表点中的每一个确定所述基准图像上的所述代表点与用作参考点的、存在于针对所述代表点而检测的所述候选向量的结尾处的点之间的相关性,在所述参考点处的像素在所述参考图像上,并且所述相关性确定装置用于从所述代表点存储装置中删除具有高相关性的代表点,以便更新所述代表点存储装置,其中

只要确定了有意义的候选向量的存在,所述图像处理设备就重复以下操作:

由所述评价值表生成装置执行的、用于基于所述代表点存储装置中存储的代表点来生成所述评价值表的操作,

由所述峰值检测装置执行的、用于检测所述候选向量的操作,

由所述相关性确定装置执行的、用于确定所述代表点与所述参考点之间的所述相关性的操作,以及

由所述相关性确定装置执行的、用于根据所述用于确定所述代表点与所述参考点之间的相关性的操作的结果来更新所述代表点存储装置的操作。

2. 根据权利要求1所述的图像处理设备,还包括

控制装置,所述控制装置用于控制对所述用于生成所述评价值表的操作、所述用于检测所述候选向量的操作、所述用于确定所述代表点与所述参考点之间的所述相关性的操作、以及所述用于更新所述代表点存储装置的操作的重复,其中

所述控制装置根据所述评价值表中存储的评价值和的所述最大值来停止所述重复。

3. 根据权利要求1所述的图像处理设备,还包括

控制装置,所述控制装置用于控制对所述用于生成所述评价值表的操作、所述用于检测所述候选向量的操作、所述用于确定所述代表点与所述参考点之间的所述相关性的操作、以及所述用于更新所述代表点存储装置的操作的重复,其中

所述控制装置根据所述代表点存储装置中存储的被更新的代表点的数目来停止所述重复。

4. 根据权利要求2所述的图像处理设备,其中所述相关性确定装置通过将所述代表点和与所述代表点邻近的像素的代表点周围像素数据与所述参考点和与所述参考点邻近的像素的参考点周围像素数据相比较,来确定所述代表点与所述参考点之间的所述相关性。

5. 根据权利要求4所述的图像处理设备,其中所述相关性确定装置通过确定是否满足以下条件,来确定所述代表点与所述参考点之间的所述相关性:

要求所述代表点的像素值在所述参考点的像素值和与所述参考点邻近的像素的像素

值之间的条件 ;或者

要求所述参考点的像素值在所述代表点的像素值和与所述代表点邻近的像素的像素值之间的条件。

6. 根据权利要求 5 所述的图像处理设备,其中所述相关性确定装置分析将所述代表点的像素值和与所述代表点邻近的像素的像素值彼此连接的波形图案的形状,以确定所述波形图案具有向右渐增的形状、向右渐减的形状、向上凸起的形状还是向下凸起的形状 ;并且所述相关性确定装置在根据所述波形图案的形状而变化的相关性确定处理中,确定所述代表点与所述参考点之间的所述相关性。

7. 根据权利要求 1 所述的图像处理设备,还包括

代表点选择装置,所述代表点选择装置用于 :

通过确定所述代表点的像素值是否不同于与所述代表点邻近的像素的像素值,来从所述基准帧上的像素中决定所述代表点 ;并且

将所述被选择的代表点存储在所述代表点存储装置中。

8. 一种图像处理方法,所述图像处理方法用于驱动图像处理设备,所述图像处理设备用于执行预先确定的图像处理,所述图像处理设备包括 :

代表点存储装置,所述代表点存储装置起到用于存储多个像素的存储装置的作用,其中所述多个像素中的每个像素都存在于基准图像上用作代表点,针对所述代表点,要在用于通过将所述基准图像与参考图像作比较来检测表示所述基准图像上的像素的所述代表点的运动向量的操作中检测运动向量 ;

评价值表生成装置,所述评价值表生成装置用于通过采用代表点匹配技术来生成评价值表,所述代表点匹配技术使用了所述代表点存储装置中存储的所述代表点 ;

峰值检测装置,所述峰值检测装置用于将与所述评价值表中存储的评价值和的最大值相对应的位置检测为候选向量,所述候选向量用作所述运动向量的候选 ;以及

相关性确定装置,所述相关性确定装置用于针对所述代表点存储装置中存储的所述多个代表点中的每一个确定所述基准图像上的所述代表点与用作参考点的、存在于针对所述代表点而检测的所述候选向量的结尾处的点之间的相关性,在所述参考点处的像素在所述参考图像上,并且所述相关性确定装置用于从所述代表点存储装置中删除具有高相关性的代表点,以便更新所述代表点存储装置,

所述图像处理方法包括如下步骤 :

只要确定了有意义的候选向量的存在,就重复地驱动所述图像处理设备,以便重复地执行以下处理 :

由所述评价值表生成装置执行的、用于基于所述代表点存储装置中存储的代表点来生成所述评价值表的操作,

由所述峰值检测装置执行的、用于检测所述候选向量的操作,

由所述相关性确定装置执行的、用于确定所述代表点与所述参考点之间的所述相关性的操作,以及

由所述相关性确定装置执行的、用于根据所述用于确定所述代表点与所述参考点之间的相关性的操作的结果来更新所述代表点存储装置的操作。

图像处理设备、图像处理方法和图像处理程序

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理设备、图像处理方法和图像处理程序。更具体地,本发明涉及能够通过改进要提取的候选向量的精度来改进由其执行用于检测运动向量的操作的精度的图像处理设备,要由该设备采用的图像处理方法,以及实现该方法的图像处理程序。

背景技术

[0002] 随着对移动图像执行的信号处理的近来的进展,用于检测图像上每个物体的运动向量的技术被应用于各种领域。例如,用于检测图像上每个物体的运动向量的技术被用在作为高性能编码而实施的移动补偿型编码、移动图像的帧率转换、在交通监视系统中用于检测移动物体的处理、移动检测处理等之中。用于从出现在多个点的图像中检测视差(disparity)向量的技术被应用于从利用立体相机拍摄的图像中对移动物体进行的检测、深度测量等等。对移动图像的运动向量的检测与对出现在多个点的每个图像的视差向量的检测彼此的区别仅仅在于这些检测只是具有用于建立关联的图像之间的不同关系。从技术的观点,对移动图像的运动向量的检测和对出现在多个点的每个图像的视差向量的检测相同。因为这个原因,对移动图像的运动向量的检测和对出现在多个点的每个图像的视差向量的检测都被称为向量检测。

[0003] 在过去,向量检测中广泛采用了框匹配技术。根据框匹配技术,执行全搜索操作以比较搜索区域中的所有的各条数据。因此,框匹配技术有如下缺点:要在比较搜索区域中的所有的各条数据中执行的比较的次数很大,因此需要较长的时间来执行向量检测。

[0004] 此外,如果框包括了具有不同移动方向的多个部分,则利用被作为单元的该框而检测到的移动表示了该框中的个别移动,上述检测到的移动不能说是高准确度地检测到的移动。这样的问题可通过以适当调整的值来设置框的尺寸而解决。如果框的尺寸设置在过大的值,则计算量增加。此外,在框的尺寸设置在过大的值的情况下,容易出现由框中的多个移动导致的问题。如果框的尺寸设置在过小的值以防止框包括多个移动,则用于确定匹配状态的区域的尺寸减小。因此,在此情况下,出现了移动检测的精度恶化的问题。

[0005] 为了解决上述问题,本发明的发明人已提出了一种运动向量检测设备,该运动向量检测设备能够检测每个像素的运动向量而不增加计算量,并且能够避免不正确的运动向量检测,另外,本发明的发明人还提出了由日本专利早期公开号 2005-175869(作为专利文献 1)和 2005-175870(作为专利文献 2)中所描述的运动向量检测装置采用的运动向量检测方法。

[0006] 根据作为运动向量检测方法的点的、在专利文献 1 和 2 中所描述的点,为每个像素或每个像素框计算评价值。然而,在此情况下,运动向量不是直接确定的。相反,通过采用候选向量方法解决了过去出现的问题。根据候选向量方法,首先,作为第一步骤,通过采用代表点匹配技术而为图像生成评价表,并且从所生成的评价表中提取一些候选向量。然后,作为第二步骤,对于每个像素,从候选向量中选择被认为是最好的候选向量。所选择的候选向量被作为运动向量。以此方式,可为每个像素决定运动向量。

[0007] 根据候选向量方法,在第一步骤处提取搜索区域中的仅仅有效位置(也就是说,候选向量的位置),以便减少计算量。很可能的是,在拍摄对象的图像的边界上,疏忽地执行了不正确的向量检测。同样对于拍摄对象的图像的这样的边界,最佳向量是从少数候选向量确定的,在候选向量的数目已被减少之后,上述的少数候选向量已预先被确定。以此,与搜索整个搜索区域的操作相比,对不同像素产生相同评价值的可能性较低,并且不正确向量检测的可能性也被降低。

发明内容

[0008] 然而,根据专利文献1和2中公开的运动向量检测方法,在用于从每个评价值表提取候选向量的操作中,有必要预先设置要从评价值表中提取的候选向量的数目。结果,出现了下面的问题。

[0009] 如果要从评价值表提取的候选向量的数目被设置为比图像中存在的有意义的候选向量的数目更大的值,则所提取的候选向量包括不必要的候选向量的可能性较高。因此,在用于选择被认为是最好的向量的第二步骤处所执行的处理中,不正确向量检测的可能性增加。相反地,另一方面,如果要从评价值表提取的候选向量的数目被设置为较小的值以便降低不正确向量检测的可能性,则所提取的候选向量不包括必要的候选向量的可能性较高。同样在此情况下,很可能的是,在用于选择被认为是最好的向量的第二步骤处所执行的处理中,不正确向量检测的可能性也增加。

[0010] 也就是说,为了决定最佳运动向量,作为先决条件,在第一步骤处提取的候选向量的精度必须高。取决于要从评价值表提取的候选向量的数目被设置为的值,所提取的候选向量可能包括不必要的候选向量,或者所提取的候选向量可能不包括必要的候选向量。也就是说,取决于要从评价值表提取的候选向量的数目被设置为的值,候选向量的精度在一些情况下可能较差。

[0011] 在设法解决上述问题的情况下,本发明的发明人已通过改进根据候选向量方法提取的候选向量的精度,而改进了运动向量的检测的精度。

[0012] 根据本发明的实施例的一种图像处理设备使用了:代表点存储装置,该代表点存储装置起到用于存储多个像素的存储装置的作用,其中多个像素中的每个像素都存在于基准图像上用作代表点,针对代表点,要在用于通过将基准图像与参考图像作比较来检测表示基准图像上的像素的代表点的运动向量的操作中检测运动向量;以及评价值表生成装置,该评价值表生成装置用于通过采用代表点匹配技术来生成评价值表,该代表点匹配技术使用了代表点存储装置中存储的代表点。图像处理设备还使用了:峰值检测装置,该峰值检测装置用于将与评价值表中存储的评价值和的最大值相对应的位置检测为候选向量,该候选向量用作运动向量的候选;以及相关性确定装置,该相关性确定装置用于针对代表点存储装置中存储的多个前述代表点中的每一个确定基准图像上的代表点与用作参考图像上的参考点的、存在于针对代表点而检测的候选向量的结尾处的点之间的相关性,并且该相关性确定装置用于从代表点存储装置中删除具有高相关性的代表点,以便更新代表点存储装置。在图像处理设备中,只要确定了有意义的候选向量的存在,就重复地执行以下操作:由评价值表生成装置执行的、用于基于代表点存储装置中存储的代表点来生成评价值表的操作,由峰值检测装置执行的、用于检测候选向量的操作,由相关性确定装置执行的、

用于确定代表点与参考点之间的相关性的操作,以及由相关性确定装置执行的、用于根据用于确定代表点与参考点之间的相关性的操作的结果来更新代表点存储装置的操作。

[0013] 根据本发明的实施例的一种图像处理方法是用于驱动图像处理设备的方法,该图像处理设备用于执行预先确定的图像处理。图像处理方法包括如下步骤:只要确定了有意义的候选向量的存在,就重复地驱动图像处理设备,以便重复地执行以下处理:通过采用代表点匹配技术来生成评价表的,其中代表点匹配技术用于将代表点存储装置中存储的、每个都存在于基准图像上用作代表点的多个像素中的每一个,与参考图像作比较;将与评价表中存储的评价和的最大值相对应的位置检测为候选向量的处理,其中候选向量用作基准图像与参考图像之间的运动向量的候选;以及针对代表点存储装置中存储的多个前述代表点中的每一个确定基准图像上的代表点与用作参考图像上的参考点的、存在于针对代表点而检测的候选向量的结尾处的点之间的相关性,并且从代表点存储装置中删除具有高相关性的代表点以便更新代表点存储装置的处理。

[0014] 根据本发明的实施例的一种图像处理程序是要由计算机来运行的程序,该计算机用于执行处理,该处理包括以下步骤:只要确定了有意义的候选向量的存在,就重复地运行该步骤,以便重复地执行以下处理:通过采用代表点匹配技术来生成评价表的,其中代表点匹配技术用于将代表点存储装置中存储的、每个都存在于基准图像上用作代表点的多个像素中的每一个,与参考图像作比较;将与评价表中存储的评价和的最大值相对应的位置检测为候选向量的处理,其中候选向量用作基准图像与参考图像之间的运动向量的候选;以及针对代表点存储装置中存储的多个前述代表点中的每一个确定基准图像上的代表点与用作参考点的、存在于针对代表点而检测的候选向量的结尾处的点之间的相关性,并且从代表点存储装置中删除具有高相关性的代表点以便更新代表点存储装置的处理,其中在参考点处的像素位于参考图像上。

[0015] 在本发明的实施例中,只要确定了有意义的候选向量的存在,就重复地执行下面的处理。通过采用代表点匹配技术来生成评价表,其中代表点匹配技术用于将每个都存储在代表点存储装置中作为基准图像上的代表点的多个像素中的每一个与参考图像作比较。然后,将与评价表中存储的评价和的最大值相对应的位置检测为候选向量,其中候选向量用作基准图像与参考图像之间的运动向量的候选。随后,对于每个都存储在代表点存储装置中作为基准图像上的代表点的代表点中的每一个,确定代表点与用作参考点的、位于与代表点相对应的候选向量的结尾处的点之间的相关性,其中在参考点处的像素位于参考图像上。最终,从代表点存储装置中删除具有高相关性的代表点,以便更新代表点存储装置。

[0016] 要注意,可通过经过传输介质从程序提供者向图像处理设备下载程序、或者通过从用于预先记录程序的记录介质将程序安装在图像处理设备中,而向用户提供上述的图像处理程序。

[0017] 图像处理设备可以是独立设备或者设备中包括的内部块。

[0018] 在根据本发明的各个方面的图像处理设备、图像处理方法和图像处理程序中,提高了要提取的候选向量的精度,以便增加用于检测运动向量的操作的精度。

附图说明

- [0019] 图 1 是示出实现了应用本发明的图像处理设备的实施例的一般配置的框图；
- [0020] 图 2 示出用于说明由图像处理设备执行的整个处理的说明性流程图；
- [0021] 图 3 是被执行用于通过代表点匹配技术和对向量 (u, v) 的计算来生成评价表的处理的说明性示图；
- [0022] 图 4A 和图 4B 是被执行用于通过代表点匹配技术和对向量 (u, v) 的计算来生成评价表的处理的说明性示图；
- [0023] 图 5 是用于检测是否存在空间梯度的附近像素的说明性示图；
- [0024] 图 6 是示出代表点选择部件的一般配置的细节的框图；
- [0025] 图 7 是示出包括了候选向量提取部件的详细的一般配置的图像处理设备的框图；
- [0026] 图 8 示出被执行用于提取候选向量的处理的说明性流程图；
- [0027] 图 9 是示出相关性确定部件的一般配置的细节的框图；
- [0028] 图 10 是示出波形图案的类型的示图；
- [0029] 图 11A 和图 11B 是对于波形图案的类型具有向右渐增的形状的情况的相关性确定处理的细节的说明性示图；
- [0030] 图 12A 和图 12B 是对于波形图案的类型具有向右渐减的形状的情况的相关性确定处理的细节的说明性示图；
- [0031] 图 13A 和图 13B 是对于波形图案的类型具有向下凸起的形状的情况的相关性确定处理的细节的说明性示图；
- [0032] 图 14A 和图 14B 是对于波形图案的类型具有向上凸起的形状的情况的相关性确定处理的细节的说明性示图；
- [0033] 图 15 示出总结了水平方向评价函数 F1 到 F4 的方程的表；
- [0034] 图 16 示出相关性确定处理的说明性流程图；
- [0035] 图 17 是候选向量分配 (assignment) 处理的概念性示图；
- [0036] 图 18 示出候选向量分配处理的说明性流程图；并且
- [0037] 图 19 是示出实现了起到应用本发明的图像处理设备的作用的计算机的实施例的一般配置的框图。

具体实施方式

[0038] [示出图像处理设备的框图]

[0039] 图 1 是示出实现了应用本发明的图像处理设备 1 的 x 实施例的一般配置的框图。

[0040] 如图 1 所示, 图像处理设备 1 被配置为包括代表点选择部件 11、候选向量提取部件 12、控制部件 13 和候选向量分配部件 14。

[0041] 图像处理设备 1 输入表示多个图像的图像数据。图像通常是用于形成移动图像的、沿时间轴连续出现的帧图像, 或者在不同视点拍摄的多个帧图像。所输入的图像数据被供应至代表点选择部件 11、候选向量提取部件 12 和候选向量分配部件 14。

[0042] 图像处理设备 1 将预先确定的两个输入帧图像中的特定一个作为基准帧 (reference frame) (基准图像), 并且将预先确定的两个输入帧图像中的另一个作为参考帧 (referenced frame) (参考图像)。图像处理设备 1 将基准帧与参考帧作比较, 并且检测基准帧中包括的每个像素的运动向量。图像处理设备 1 输出所检测的运动向量作为向量数

据。当图像处理设备 1 接收三个或更多个输入帧图像时,图像处理设备 1 重复地对输入帧图像的序列执行用于检测运动向量的处理。在此情况下,图像处理设备 1 可将预先确定的帧图像作为基准帧。作为替代,图像处理设备 1 还可从输入帧图像中顺序地选择一个帧图像,并且将所选择的输入帧图像作为基准帧。

[0043] 在下面的描述中,输入图像数据被用来指代输入帧图像的数据。然而,要注意,本发明的实现方式决不限于输入图像数据是输入帧图像的数据的实施例。例如,本发明的实现方式还可以是输入图像数据是输入场图像的数据的实施例。此外,本发明还可应用于如下情况:输入图像数据是基于 TV 信号的图像数据、或者基于除 TV 信号以外的信号的图像数据。也就是说,输入图像数据可以是诸如隔行数据 (interlaced data) 或非隔行数据之类的各种种类的图像数据中的任何一种。

[0044] 代表点选择部件 11 从输入基准帧的像素中决定一个或多个适当像素,并且将所决定的适当像素中的每一个都作为代表点。所决定的适当像素中的每一个都将用作对象,该对象的运动向量将被检测。例如,与基准帧有关的部分包括平坦部分,该平坦部分具有彼此接近的相同像素值。在此情况下,令平坦部分的像素被决定为用作代表点。在平坦部分的像素被决定用作代表点的情况下,令在平坦部分中进行移动。在这种移动的情况下,即使移动的距离处于平坦部分的范围内,由移动导致的改变也不能被检测。与基准帧有关的部分还包括具有在某一范围中变化的邻近像素值的部分。也就是说,与基准帧有关的部分还包括其中存在纹理 (texture) 的部分。因此,通过检测作为代表点的、纹理部分中的像素,可以较高准确度检测运动向量。因为这个原因,代表点选择部件 11 确定特定像素的像素值是否不同于与特定像素邻近的像素的像素值。如果特定像素的像素值不同于与特定像素邻近的像素的像素值,则代表点选择部件 11 认为特定点是适当像素并且检测作为代表点的适当像素,该代表点将被用作对象,该对象的运动向量将被检测。代表点选择部件 11 决定一个或多个适当像素用作代表点。要注意,代表点选择部件 11 决定每个都满足预先确定的条件的所有像素,并且将每个所确定的像素作为代表点。代表点选择部件 11 不限制每个都要被选用作代表点的像素的数目。

[0045] 代表点选择部件 11 向候选向量提取部件 12 供应与基准帧的每个像素有关的信息,作为指示像素是否已被决定为基准帧的代表点的信息。例如,作为关于像素的信息的、由代表点选择部件 11 向候选向量提取部件 12 供应的信息可以是指示像素是代表点的“1”或者指示像素不是代表点的“0”。

[0046] 如上所述,在此实施例中,对于基准帧中包括的每个像素,代表点选择部件 11 生成指示像素是代表点的像素信息“1”或者指示像素不是代表点的像素信息“0”。然而,要注意,代表点选择部件 11 还可设置要从基准帧提取的像素的数目,并且仅对已从基准帧提取的像素生成这样的像素信息。

[0047] 根据由控制部件 13 执行的控制,对于每个代表点,候选向量提取部件 12 提取候选向量,其中每个候选向量都用作代表点的、要由图像处理设备 1 输出的运动向量的候选,并且候选向量提取部件 12 向控制部件 13 供应候选向量。详细来说,候选向量提取部件 12 根据预先确定的选择顺序,而从已由代表点选择部件 11 确定的一个或多个代表点中选择代表点。然后,候选向量提取部件 12 找到所选择的代表点的运动向量 (u, v) 以用作候选向量。随后,候选向量提取部件 12 重复地执行将所找到的运动向量 (u, v) 供应给控制部件 13 作

为候选向量的处理,直到控制部件 13 请求候选向量提取部件 12 停止处理为止。要注意,在下面的描述中,为了将由候选向量提取部件 12 找到的运动向量 (u, v) 与由图像处理设备 1 输出的运动向量相区别,由候选向量提取部件 12 找到的运动向量 (u, v) 被简单地称为向量 (u, v) ,它仅仅是由图像处理设备 1 输出的运动向量的候选。

[0048] 控制部件 13 控制候选向量提取部件 12,并且向候选向量分配部件 14 供应从候选向量提取部件 12 接收的候选向量。

[0049] 候选向量分配部件 14 将基准图像上的预定像素设置为观察像素,该观察像素是作为处理的对象而被观察的像素。候选向量分配部件 14 从多个候选向量中选择对于观察像素而言适当的候选向量,并且将所选择的候选向量决定为分配给观察像素的运动向量。然后,候选向量分配部件 14 输出分配给观察像素的运动向量作为图像处理设备 1 的输出运动向量。

[0050] 候选向量分配部件 14 可确定基准图像上的任何的任意像素用作观察像素。例如,候选向量分配部件 14 将基准图像上的每个像素都设置为观察像素,并且为基准图像上的每个像素都决定运动向量。作为替代,基准帧被划分成多个框,并且每个框中的仅仅一个像素被作为观察像素。在每个框中的仅仅一个像素被作为观察像素的情况下,通过对于被作为框的观察像素的像素所确定的一个运动向量,来表示框中的所有像素的运动向量。

[0051] [由图像处理设备执行的整个处理的流程]

[0052] 图 2 示出图像处理设备 1 所执行的整个处理的描述的说明性流程图。

[0053] 图像处理设备 1 输入包括基准帧和参考帧的图像数据。当图像处理设备 1 接收到图像数据时,在步骤 S1 处,代表点选择部件 11 从构成基准帧的像素中决定一个或多个像素以用作代表点。每个所选择的像素都是适当的对象,对于该适当的对象,将要检测表示从基准帧上的像素的位置到参考帧上的同一像素的位置的运动的运动向量。然后,代表点选择部件 11 向候选向量提取部件 12 供应关于代表点的信息。

[0054] 随后,在下一步骤 S2 处,候选向量提取部件 12 提取由代表点选择部件 11 决定的一个或多个代表点中的每一个的候选向量,并且向控制部件 13 供应所提取的候选向量。当控制部件 13 向候选向量提取部件 12 发出指令以停止向控制部件 13 供应候选向量的处理时,候选向量提取部件 12 停止向控制部件 13 供应候选向量的处理。因此,候选向量提取部件 12 不一定向控制部件 13 提供针对由代表点选择部件 11 决定的每个代表点而提取的候选向量。

[0055] 然后,在下一步骤 S3 处,候选向量分配部件 14 基于作为针对基准帧上的像素而由候选向量提取部件 12 提取的候选向量的、从控制部件 13 接收的候选向量,来决定表示该像素的每个代表点的运动向量,并且候选向量分配部件 14 输出运动向量作为图像处理设备 1 的输出。详细来说,对于基准帧上的每个像素,候选向量分配部件 14 从针对该像素由候选向量提取部件 12 提取的多个候选向量中决定对该像素而言适当的候选向量,并且将所决定的候选向量作为该像素的运动向量。候选向量分配部件 14 然后输出基准帧上的每个像素的运动向量,作为图像处理设备 1 的输出。

[0056] 如上所述,图像处理设备 1 针对来自输入基准帧和输入参考帧的基准帧上的每个像素检测运动向量,并且输出运动向量作为向量数据。

[0057] [对代表点匹配技术的说明]

[0058] 图像处理设备 1 的处理是通过改进“背景技术”章节中引用的专利文献 1 和 2 中所公开的被提议的候选向量方法来执行的。下面的描述首先说明图像处理设备 1 中包括的一个部分,该部分作用于执行与基于专利文献 1 和 2 中所公开的被提议的候选向量方法的处理相同的处理的部分。被提议的候选向量方法是图像处理设备 1 所采用的候选向量方法之一。

[0059] 通过参考图 3 和图 4A-4B,下面的描述说明了被执行以通过采用代表点匹配技术来生成评价表的处理、以及被执行以找到用作运动向量的候选的向量 (u, v) 的计算。

[0060] 根据代表点匹配技术,首先,与基准帧上的代表点相对应的搜索区域被设置在参考帧上。与基准帧上的代表点相对应的搜索区域具有与参考帧上的像素的位置一致的中心。参考帧上的像素与基准帧上的代表点相对应。通常,与基准帧上的代表点相关联的搜索区域具有 p 个像素 $\times q$ 个像素的尺度,其中 p 和 q 每个都是大于 0 的整数 ($p, q > 0$)。

[0061] 在图 3 所示的一般示例中,参考帧上的搜索区域 S_a 与基准帧上的代表点 R_a 相关联,而参考帧上的搜索区域 S_b 与基准帧上的代表点 R_b 相关联。

[0062] 为了使下面的说明易于理解,在图 3 所示的一般示例中,代表点 R_a 和 R_b 中的每一个与均等框 (uniform block) 的中心像素的位置一致,其中均等框是作为将基准帧划分成这样的框的结果而获得的,每个框均等地具有 m 个像素的水平尺度以及 n 个像素的垂直尺度。然而,要注意,在现实中,代表点不一定以此方式被均等地分布遍及基准帧的表面。

[0063] 接下来,对于每个代表点,图像处理设备 1 确定在代表点与作为与代表点相关联的搜索区域而在参考帧上设置的搜索区域中的每个像素之间的相关性,以便为搜索区域中的每个像素设置评价值。具体来说,如果搜索区域中的像素的像素值接近代表点的像素值,或者更具体地,如果搜索区域中的像素的像素值与代表点的像素值之间的差异不大于预先确定的阈值,则对搜索区域中的像素的评价值被设置为“1”。另一方面,如果搜索区域中的像素的像素值不接近代表点的像素值,或者更具体地,如果搜索区域中的像素的像素值与代表点的像素值之间的差异大于预先确定的阈值,则对搜索区域中的像素的评价值被设置为“0”。结果,对于代表点,与代表点相关联的搜索区域包括每个都具有评价值“1”的像素以及每个都具有评价值“0”的像素。

[0064] 感兴趣的参考帧上的感兴趣的搜索区域中的感兴趣的像素的位置与邻近于感兴趣的参考帧的另一个参考帧上的搜索区域中所包括的像素的位置相对应,其中后一个像素是作为与示出连续的参考帧上的搜索区域的图 4A 中所示的感兴趣的像素相对应的像素的像素,每个搜索区域都具有 p 个像素 $\times q$ 个像素的尺度。在下面的描述中,感兴趣的参考帧上的感兴趣的搜索区域中的感兴趣的像素的位置,以及作为与感兴趣的像素相对应的像素的、每个都被包括在邻近于感兴趣的参考帧的另一个参考帧上的搜索区域中的多个像素的位置被称为相应位置。针对感兴趣的像素以及在相应位置处的每个都与感兴趣的像素相对应的像素而找到的评价值“1”或“0”被加和以产生对于感兴趣的像素的评价值和。评价值和因此是评价值的总和。这样的评价值和是针对感兴趣的搜索区域中的每个像素而找到的,以便为感兴趣的搜索区域生成评价表。评价表是评价值和的表,每个评价值和都是针对构成搜索区域的像素中的一个而找到的。因此,如图 4B 所示,评价表具有与搜索区域相同的尺度。

[0065] 在评价表中,搜索区域内的位置处的像素的相关性越高,针对该位置 (意指上

述的相应位置)处的该像素计算的评价值和就越大。搜索区域内的位置处的像素的高相关性意味着该位置处的该像素的像素值和与搜索区域相关联的代表点处的像素值匹配得好。评价值和也被称为所获得的评价值“1”的数目。这里,令搜索区域的中心位置的坐标为(0,0)。在此情况下,具有最大评价值和的位置的坐标是(u,v),这是相对于作为基准坐标的中心位置坐标(0,0)的坐标。在下面的描述中,最大评价值和也被称为评价值和的最大值。坐标(u,v)中使用的每个标号u和v标示了作为整数的坐标值。如稍后将会描述的,对于搜索区域,候选向量提取部件12将相对位置坐标(u,v)作为候选向量(u,v)。如果代表点与多个搜索区域相关联,则针对与代表点相关联的所有搜索区域之中的、具有增加的评价值和的最大的最大值的每个搜索区域,候选向量提取部件12都采用相对位置坐标(u,v)。

[0066] [代表点选择部件的详细配置]

[0067] 接下来,在下面说明代表点选择部件11的细节。

[0068] 如稍早所描述的,候选向量提取部件12基于为搜索区域生成的评价表中所包含的评价值和来决定搜索区域的向量(u,v),并且最终将所决定的向量(u,v)作为候选向量。因此,通过提高评价表的精度,可以增大提取候选向量的处理的精度。

[0069] 因为下面描述的两个原因,代表点选择部件11选择如下的特定像素作为代表点:该特定像素具有不同于与该特定像素邻近的像素的像素值的像素值。首先,根据代表点匹配技术,图像处理设备1如前所述地评价搜索区域中的像素的像素值和与搜索区域相关联的代表点处的像素的像素值之间的相关性,并且将评价的结果存储在评价表中。因此,为了改进评价表的精度,有必要改进评价的结果的可靠性。为了改进评价的结果的可靠性,希望将代替平坦部分的、基准帧的纹理部分作为代表点,以便使代表点能在用作基准帧的帧图像中的点之中被唯一地识别。在此情况下,纹理部分是其中存在纹理的部分。也就是说,纹理部分是示出一些改变的部分。另一方面,平坦部分是不示出改变的部分。其次,如图7所示的候选向量提取部件12中使用的相关性确定部件64通过利用附近像素(proximity pixel)的像素值来确定相关性,其中附近像素是代表点处的像素以及与代表点处的像素邻近的像素。因此,的确需要代表点具有不同于与代表点邻近的像素的像素值的像素值。要注意,候选向量提取部件12将在稍后描述。

[0070] 因为上述的原因,代表点选择部件11决定是否在任何两个邻近像素的像素值之间的空间梯度,并且从构成基准帧的像素中检测具有现存空间梯度的像素以作为代表点。任何两个邻近像素的像素值之间的空间梯度是连接像素值的线的梯度。在下面的描述中,任何两个邻近像素的像素值之间的空间梯度也被简单地称为两个邻近像素之间的空间梯度,以使说明更加简单。

[0071] 图5是基准帧中所包括的附近像素(x,y)的描述的说明性示图,其中附近像素(x,y)作为由代表点选择部件11用来检测附近像素(x,y)的像素值P(x,y)之间是否存在空间梯度的像素。

[0072] 也就是说,从构成基准帧的像素中选择观察像素,以用作要观察的像素。代表点选择部件11确定所选择的像素是否要被作为代表点。观察像素的坐标是(x,y)。对于观察像素(x,y),代表点选择部件11使用水平(左右)方向和垂直(上下)方向上的、与观察像素邻近的像素。

[0073] 在此情况下,观察像素(x,y)的左手侧的像素(x-1,y)的像素值是P(x-1,y),而

观察像素 (x, y) 的右手侧的像素 $(x+1, y)$ 的像素值是 $P(x+1, y)$ 。另一方面,观察像素 (x, y) 的上侧的像素 $(x, y-1)$ 的像素值是 $P(x, y-1)$,而观察像素 (x, y) 的下侧的像素 $(x, y+1)$ 的像素值是 $P(x, y+1)$ 。

[0074] 观察像素 (x, y) 的像素值是 $P(x, y)$ 。代表点选择部件 11 计算观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 与观察像素 (x, y) 的左手侧的像素 $(x-1, y)$ 的像素值 $P(x-1, y)$ 之间的差的绝对值,以及观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 与观察像素 (x, y) 的右手侧的像素 $(x+1, y)$ 的像素值 $P(x+1, y)$ 之间的差的绝对值。此外,代表点选择部件 11 还计算观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 与观察像素 (x, y) 的上侧的像素 $(x, y-1)$ 的像素值 $P(x, y-1)$ 之间的差的绝对值,以及观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 与观察像素 (x, y) 的下侧的像素 $(x, y+1)$ 的像素值 $P(x, y+1)$ 之间的差的绝对值。

[0075] 然后,代表点选择部件 11 将每个计算出的绝对值与预先确定的阈值相比较,以确定像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x-1, y)$ 之间、像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x+1, y)$ 之间、像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x, y-1)$ 之间、以及像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x, y+1)$ 之间是否存在空间梯度。只有在像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x-1, y)$ 之间或者在像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x+1, y)$ 之间存在空间梯度的情况下,代表点选择部件 11 才确定在穿过观察像素 (x, y) 的水平线的方向上存在空间梯度。独立于用于确定水平线的方向上空间梯度的存在的操作,只有在像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x, y-1)$ 之间或者在像素值 $P(x, y)$ 与像素值 $P(x, y+1)$ 之间存在空间梯度的情况下,代表点选择部件 11 才确定在穿过观察像素 (x, y) 的垂直线的方向上存在空间梯度。最后,只有在水平线的方向上存在空间梯度并且在垂直线的方向上存在空间梯度的情况下,代表点选择部件 11 才将观察像素 (x, y) 作为代表点。

[0076] 图 6 是示出代表点选择部件 11 的一般配置的细节的框图。

[0077] 如框图所示,代表点选择部件 11 被配置为包括左侧梯度计算部件 41L、右侧梯度计算部件 41R、上侧梯度计算部件 41U、下侧梯度计算部件 41D、OR(或)计算部件 42、OR 计算部件 43、以及 AND(与)计算部件 44。

[0078] 左侧梯度计算部件 41L 是用于确定观察像素与观察像素左手侧的像素之间的空间梯度的存在的、并且用于输出具有长度 1 比特的确定结果的部件。同样地,右侧梯度计算部件 41R 是用于确定观察像素与观察像素右手侧的像素之间的空间梯度的存在的、并且用于输出具有长度 1 比特的确定结果的部件。以相同的方式,上侧梯度计算部件 41U 是用于确定观察像素与观察像素上侧的像素之间的空间梯度的存在的、并且用于输出具有长度 1 比特的确定结果的部件。类似地,下侧梯度计算部件 41D 是用于确定观察像素与观察像素下侧的像素之间的空间梯度的存在的、并且用于输出具有长度 1 比特的确定结果的部件。

[0079] 左侧梯度计算部件 41L 使用寄存器 51L、减法部件 52L、绝对值计算部件 53L 和比较部件 54L。附在每个标号 41L、51L、52L、53L 和 54L 上的后缀 L 指示了左侧梯度计算部件 41L、寄存器 51L、减法部件 52L、绝对值计算部件 53L 和比较部件 54L 是用于确定观察像素与观察像素左(L)手侧的像素之间的空间梯度的存在的组件。同样地,右侧梯度计算部件 41R 使用寄存器 51R、减法部件 52R、绝对值计算部件 53R 和比较部件 54R。附在每个标号 41R、51R、52R、53R 和 54R 上的后缀 R 指示了右侧梯度计算部件 41R、寄存器 51R、减法部件 52R、绝对值计算部件 53R 和比较部件 54R 是用于确定观察像素与观察像素右(R)手侧的像素之间的空间梯度的存在的组件。以相同的方式,上侧梯度计算部件 41U 使用寄存器 51U、

减法部件 52U、绝对值计算部件 53U 和比较部件 54U。附在每个标号 41U、51U、52U、53U 和 54U 上的后缀 U 指示了上侧梯度计算部件 41U、寄存器 51U、减法部件 52U、绝对值计算部件 53U 和比较部件 54U 是用于确定观察像素与观察像素上 (U) 侧的像素之间的空间梯度的存在的组件。类似地,下侧梯度计算部件 41D 使用寄存器 51D、减法部件 52D、绝对值计算部件 53D 和比较部件 54D。附在每个标号 41D、51D、52D、53D 和 54D 上的后缀 D 指示了下侧梯度计算部件 41D、寄存器 51D、减法部件 52D、绝对值计算部件 53D 和比较部件 54D 是用于确定观察像素与观察像素下 (D) 侧的像素之间的空间梯度的存在的组件。

[0080] 作为示例,由左侧梯度计算部件 41L 执行的操作说明如下。令图 5 所示的像素值 $P(x, y)$ 为观察像素 (x, y) 的像素值。在此情况下,寄存器 51L 包含观察像素 (x, y) 左手侧的像素 $(x-1, y)$ 的像素值 $P(x-1, y)$ 。寄存器 51L 中存储的像素值 $P(x-1, y)$ 是要与观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 作比较的像素值。是减法部件 52L 将作为观察像素左手侧的像素 $(x-1, y)$ 的像素值的、在寄存器 51L 中存储的像素值 $P(x-1, y)$ 与观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 作比较。减法部件 52L 生成比较结果,该比较结果是像素值 $P(x-1, y)$ 与像素值 $P(x, y)$ 之间的差。绝对值计算部件 53L 然后找到由减法部件 52L 生成的差的绝对值。随后,比较部件 54L 将由绝对值计算部件 53L 找到的绝对值与预先确定的阈值相比较。如果比较部件 54L 发现绝对值大于预先确定的阈值,则比较部件 54L 确定观察像素 (x, y) 与观察像素 (x, y) 左手侧的像素 $(x-1, y)$ 之间存在空间梯度。在此情况下,比较部件 54L 输出具有值“1”的比特。另一方面,如果比较部件 54L 发现绝对值等于或小于预先确定的阈值,则比较部件 54L 确定观察像素 (x, y) 与观察像素 (x, y) 左手侧的像素 $(x-1, y)$ 之间不存在空间梯度。在此情况下,比较部件 54L 输出具有值“0”的比特。

[0081] 除了在右侧梯度计算部件 41R、上侧梯度计算部件 41U 和下侧梯度计算部件 41D 中的每一个中的、与观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 作比较的像素值不同于在左侧梯度计算部件 41L 中的、与观察像素 (x, y) 的像素值 $P(x, y)$ 作比较的像素值 $P(x-1, y)$ 以外,由右侧梯度计算部件 41R、上侧梯度计算部件 41U 和下侧梯度计算部件 41D 中的每一个执行的操作类似于由左侧梯度计算部件 41L 执行的操作。因为这个原因,由右侧梯度计算部件 41R、上侧梯度计算部件 41U 和下侧梯度计算部件 41D 中的每一个执行的操作不作说明。

[0082] OR 计算部件 42 接收用于指示观察像素与观察像素左手侧的像素之间是否存在空间梯度的、由比较部件 54L 生成的 1 比特信息,以及用于指示观察像素与观察像素右手侧的像素之间是否存在空间梯度的、由比较部件 54R 生成的 1 比特信息。OR 计算部件 42 计算两个比特、即从比较部件 54L 接收的信息的比特以及从比较部件 54R 接收的信息的比特的逻辑和,输出逻辑和至 AND 计算部件 44。具体地,如果在观察像素与观察像素左手侧的像素之间或者在观察像素与观察像素右手侧的像素之间存在空间梯度,则 OR 计算部件 42 将逻辑和设置为“1”。此外,如果在观察像素与观察像素左手侧的像素之间以及在观察像素与观察像素右手侧的像素之间都存在空间梯度,则 OR 计算部件 42 也将逻辑和设置为“1”。另一方面,如果空间梯度既不存在于观察像素与观察像素左手侧的像素之间也不存在于观察像素与观察像素右手侧的像素之间,则 OR 计算部件 42 将逻辑和设置为“0”。

[0083] 同样地,OR 计算部件 43 接收用于指示观察像素与观察像素上侧的像素之间是否存在空间梯度的、由比较部件 54U 生成的 1 比特信息,以及用于指示观察像素与观察像素下侧的像素之间是否存在空间梯度的、由比较部件 54D 生成的 1 比特信息。OR 计算部件 43 计

算两个比特、即从比较部件 54U 接收的信息的比特以及从比较部件 54D 接收的信息的比特的逻辑和,输出逻辑和至 AND 计算部件 44。具体地,如果在观察像素与观察像素上侧的像素之间或者在观察像素与观察像素下侧的像素之间存在空间梯度,则 OR 计算部件 43 将逻辑和设置为“1”。此外,如果在观察像素与观察像素上侧的像素之间以及在观察像素与观察像素下侧的像素之间存在空间梯度,则 OR 计算部件 43 也将逻辑和设置为“1”。另一方面,如果空间梯度既不存在于观察像素与观察像素上侧的像素之间也不存在于观察像素与观察像素下侧的像素之间,则 OR 计算部件 43 将逻辑和设置为“0”。

[0084] AND 计算部件 44 接收用于指示是否存在水平方向取向的空间梯度的、由 OR 计算部件 42 生成的 1 比特逻辑和,以及用于指示是否存在垂直方向取向的空间梯度的、由 OR 计算部件 43 生成的 1 比特逻辑和。AND 计算部件 44 计算两个输入比特、即从 OR 计算部件 42 接收的逻辑和的比特以及从 OR 计算部件 43 接收的逻辑和的比特的逻辑积,输出逻辑积作为代表点选择部件 11 的输出。具体地,只有水平方向取向的空间梯度和垂直方向取向的空间梯度都存在,AND 计算部件 44 才将逻辑积设置为“1”。另一方面,如果水平方向取向的空间梯度或垂直方向取向的空间梯度不存在,则 AND 计算部件 44 将逻辑积设置为“0”。此外,如果水平方向取向的空间梯度和垂直方向取向的空间梯度都不存在,则 AND 计算部件 44 也将逻辑积设置为“0”。

[0085] 如上所述,代表点选择部件 11 将相对于与特定像素邻近的像素而展现了空间梯度的特定像素决定为代表点。因此,可生成高度可靠的评价值表。结果,可以高精度地实施向量检测。

[0086] [候选向量提取部件的详细配置]

[0087] 接下来,在下面说明候选向量提取部件 12 的细节。

[0088] 图 7 是示出包括了候选向量提取部件 12 的详细的一般配置的图像处理设备 1 的框图。

[0089] 如框图所示,候选向量提取部件 12 被配置为包括代表点存储器 61、评价值表生成部件 62、峰值检测部件 63 和相关性确定部件 64。

[0090] 代表点存储器 61 用于存储作为与基准帧的像素有关的信息的、从代表点选择部件 11 接收的多条代表点信息。与基准帧的像素有关的每条代表点信息指示该像素是否是代表点。通常,设置为“1”的代表点信息指示与该信息相关联的像素是代表点,而设置为“0”的代表点信息指示与该信息相关联的像素不是代表点。此外,相关性确定部件 64 更新代表点存储器 61 中存储的代表点信息。当代表点信息被更新时,所更新的代表点计数被从代表点存储器 61 读出并且被供应至控制部件 13。所更新的代表点计数是由相关性确定部件 64 执行的用于更新代表点信息的操作的结果。代表点计数是代表点的数目。

[0091] 为了生成评价值表,评价值表生成部件 62 执行通过采用代表点匹配技术来生成评价值表的处理,稍早时通过参考图 3 和图 4A-4B 已说明了代表点匹配技术。也就是说,对于此时存储在代表点存储器 61 中的所有代表点,评价值表生成部件 62 对连续的参考帧上的匹配搜索区域中的相应位置处存在的匹配像素的评价值进行加和以找到评价值和,并且生成用于存储这样的和的评价值表。评价值表生成部件 62 向峰值检测部件 63 供应所生成的评价值表。

[0092] 峰值检测部件 63 在从评价值表生成部件 62 接收的评价值表中搜索峰值的位置,

其中峰值是评价值表中存储的评价值和的最大值。峰值检测部件 63 向控制部件 13 和相关性确定部件 64 提供评价值和变为与最大值相等的相对位置 (u, v) 。峰值检测部件 63 将相对位置 (u, v) 供应给控制部件 13 和相关性确定部件 64 作为向量 (u, v) 。此外,峰值检测部件 63 向控制部件 13 提供评价值表中存储的评价值和中的检测到的最大值。如上所述,评价值表中存储的评价值和中的检测到的最大值是与向量 (u, v) 相对应的评价值和。

[0093] 当控制部件 13 从峰值检测部件 63 接收向量 (u, v) 以及评价值表中存储的评价值和的最大值时,控制部件 13 确定评价值表中存储的评价值和的最大值以及从代表点存储器 61 接收的代表点计数是否满足预先确定的条件。如果控制部件 13 确定评价值表中存储的评价值和的最大值以及从代表点存储器 61 接收的代表点计数满足预先确定的条件,则控制部件 13 将向量 (u, v) 作为候选向量。如上所述,控制部件 13 已从峰值检测部件 63 接收了向量 (u, v) 以及评价值表中存储的评价值和的最大值。另一方面,如果控制部件 13 确定评价值表中存储的评价值和的最大值以及从代表点存储器 61 接收的代表点计数不满足预先确定的条件,则控制部件 13 请求候选向量提取部件 12 终止提取候选向量的处理。因此,只要控制部件 13 确定评价值表中存储的评价值和的最大值以及从代表点存储器 61 接收的代表点计数满足预先确定的条件,控制部件 13 就将从峰值检测部件 63 接收的每个向量 (u, v) 作为候选向量。因为这个原因,在下面的描述中,向量 (u, v) 也被称为候选向量 (u, v) 。

[0094] 对于代表点存储器 61 中存储的每个代表点,相关性确定部件 64 确定基准帧上的代表点与参考帧上的参考点之间的相关性。参考点是位于向量 (u, v) 的结尾处的结尾像素,其中向量 (u, v) 从也是参考帧上的像素的开始像素而开始。开始像素是对应于代表点的像素。如果相关性确定的结果指示代表点与参考点之间的相关性高,则相关性确定部件 64 将代表点看作被候选向量 (u, v) 支持的代表点。在此情况下,相关性确定部件 64 从代表点存储器 61 中存储的代表点信息中删除关于代表点的信息。具体地,相关性确定部件 64 将用作与代表点(已被确定为具有与参考点的高相关性)有关的信息的、代表点存储器 61 中存储的代表点信息从“1”改变至“0”。

[0095] [用于提取候选向量的处理的流程]

[0096] 通过参考图 8 所示的流程图来说明由候选向量提取部件 12 和控制部件 13 执行的用于提取候选向量的处理。

[0097] 如图所示,流程图从步骤 S21 开始,在该步骤,控制部件 13 通过将计数器 i 设置为零来初始化计数器 i ,并且初始化过去找到的候选向量。

[0098] 然后,在下一步骤 S22 处,由代表点选择部件 11 供应的代表点信息被存储在代表点存储器 61 中。

[0099] 随后,在下一步骤 S23 处,评价值表生成部件 62 通过采用代表点匹配技术来执行生成评价值表的处理,稍早时通过参考图 3 和图 4A-4B 已说明了代表点匹配技术。以此方式,评价值表生成部件 62 生成评价值表。也就是说,对于此时存储在代表点存储器 61 中的每个代表点,评价值表生成部件 62 对每个都匹配代表点的搜索区域中存在的像素的评价值进行加和以找到像素的评价值和。随后,评价值表生成部件 62 生成用于存储这样的评价值和的评价值表,其中每个评价值和都是针对参考帧上的搜索区域中的像素而计算的。评价值表生成部件 62 然后将所生成的评价值表供应至峰值检测部件 63。

[0100] 然后,在下一步骤 S24 处,峰值检测部件 63 在从评价价值表生成部件 62 接收的评价价值表中搜索峰值的位置,其中峰值是评价价值表中存储的评价价值和的最大值 A。

[0101] 随后,在下一步骤 S25 处,峰值检测部件 63 针对最大值 A 提取向量 (u, v) 。也就是说,峰值检测部件 63 提取最大值 A 的相对位置 (u, v) 作为对应于向量 (u, v) 的位置。峰值检测部件 63 向控制部件 13 和相关性确定部件 64 提供评价价值和变为与最大值相等的相对位置 (u, v) 。也就是说,峰值检测部件 63 将相对位置 (u, v) 供应给控制部件 13 和相关性确定部件 64 作为向量 (u, v) 。此外,峰值检测部件 63 向控制部件 13 提供评价价值表中存储的评价价值和中的检测到的最大值 A。

[0102] 然后,在下一步骤 S26 处,对于代表点存储器 61 中存储的每个代表点,相关性确定部件 64 通过使用向量 (u, v) 来决定参考帧上的参考点。随后,相关性确定部件 64 确定代表点与参考点之间的相关性。

[0103] 随后,在下一步骤 S27 处,相关性确定部件 64 基于确定代表点与参考点之间的相关性的操作的结果,来更新代表点存储器 61 中存储的代表点信息。具体地,相关性确定部件 64 将用作与代表点(已被确定为具有与参考点的高相关性)有关的信息的、代表点存储器 61 中存储的代表点信息从“1”改变至“0”。

[0104] 然后,在下一步骤 S28 处,相关性确定部件 64 向控制部件 13 供应代表点计数 B。代表点计数 B 是如下的代表点的数目:每个代表点都具有在由相关性确定部件 64 执行的用于更新代表点信息的操作中、从“1”改变至“0”的代表点信息。

[0105] 随后,在下一步骤 S29 处,控制部件 13 确定有意义的候选向量是否已被检测到。具体地,控制部件 13 确定是否从评价价值表找到的最大值 A 大于阈值 TH1、代表点计数 B 大于阈值 TH2、并且计数器 i 的值小于作为预先确定的整数的 N。如果从评价价值表找到的最大值 A 大于阈值 TH1、代表点计数 B 大于阈值 TH2、并且计数器 i 的值小于 N,则控制部件 13 确定有意义的候选向量已被检测到。也就是说,如果从评价价值表找到的最大值 A 大到某一程度,同一向量 (u, v) 的若干像素存在,并且检测到的候选向量的数目仍然小于 N,则控制部件 13 确定有意义的候选向量已被检测到。另一方面,如果从评价价值表找到的最大值 A 小,同一向量 (u, v) 的像素几乎不存在,或者足够数目的候选向量已经被检测到、即至少 N 个候选向量已经被检测到,则控制部件 13 确定没有有意义的候选向量被检测到。

[0106] 这里,不同于根据诸如标题为“背景技术”的章节中引用的专利文献 1 和 2 之类的文献中所公开的被提议的方法而提取的候选向量的数目,用作检测到的候选向量 (u, v) 的数目的上限的限制性整数 N 可被设置为可针对代表点提取的候选向量的数目的最大值。因此,通过整数 N 施加的限制可从步骤 S29 处使用的确定条件中被省略。

[0107] 如果控制部件 13 在步骤 S29 处确定有意义的候选向量已被检测到,则检测候选向量的处理的流程继续至步骤 S30,在该步骤处,控制部件 13 将已从峰值检测部件 63 接收的、针对最大值 A 的向量 (u, v) 决定为候选向量。

[0108] 随后,在下一步骤 S31 处,控制部件 13 将计数器 i 的值递增 1。然后,检测候选向量的处理的流程回到步骤 S23。随后,步骤 S23 到 S29 的处理被再次执行。也就是说,基于作为代表点信息的更新的结果而获得的代表点信息,再次生成评价价值表。然后,从所生成的评价价值表中检测最大值 A,并且提取针对最大值 A 的向量 (u, v) 。随后,确定代表点与通过使用向量 (u, v) 而选择的参考点之间的相关性,并且基于确定代表点与参考点之间的相关

性的操作的结果而再次更新代表点信息。

[0109] 另一方面,如果控制部件 13 在步骤 S29 处确定没有有意义的候选向量被检测到,则检测候选向量的处理的流程继续至步骤 S32,在该步骤处,控制部件 13 向候选向量分配部件 14 提供在作为步骤 S23 到 S31 的循环处理而被重复执行的处理中、已经一个接一个地顺序确定的候选向量。

[0110] 如果因为对最大值 A 设置的条件和 / 或对代表点计数 B 设置的条件未被满足而在步骤 S29 处终止了上述的循环处理,则检测到的候选向量的数目为 1。另一方面,如果由于通过用作上限的整数 N 施加的限制而终止了上述的循环处理,则检测到的候选向量的数目为 N。

[0111] 从以上描述显而易见,不同于作为用于提取数目预先设置的候选向量的处理的、在标题为“背景技术”的章节中引用的专利文献 1 和 2 中所公开的被提议的候选向量提取处理,在上述候选向量提取处理中,要提取的候选向量的数目未被预先确定。也就是说,只要确定了有意义的候选向量的存在,就重复作为提取候选向量的处理的上述处理。因此,可提取如存在的候选向量那样多的候选向量,以便既不会引起候选向量过量也不会引起候选向量不足。

[0112] 如稍早通过参考图 2 所示的流程图而说明的,候选向量分配部件 14 从由候选向量提取部件 12 提取的有意义的候选向量,来决定基准帧上的每个像素的运动向量。因此,通过提取如存在的有意义的候选向量那样多的候选向量以便既不会引起候选向量过量也不会引起候选向量不足,可检测到高度精确的运动向量,而不会错误且疏忽地检测到不准确的运动向量。

[0113] [相关性确定部件的详细配置]

[0114] 在根据图 8 所示的流程图提取候选向量的处理中,对于代表点存储器 61 中存储的每个代表点,在流程图的步骤 S26 处,相关性确定部件 64 确定代表点与通过使用候选向量 (u, v) 确定的参考点之间的相关性。

[0115] 下面的描述说明由相关性确定部件 64 执行的用于确定代表点与通过使用候选向量 (u, v) 确定的参考点之间的相关性的处理的细节。

[0116] 图 9 是示出相关性确定部件 64 的一般配置的细节的框图。

[0117] 如框图所示,相关性确定部件 64 被配置为包括代表点周围像素数据构造部件 81、参考点周围像素数据构造部件 82、波形形状分析部件 83、第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86、第四评价函数计算部件 87、以及总体确定部件 88。

[0118] 通过使用候选向量 (u, v),相关性确定部件 64 确定由代表点存储器 61 中存储的代表点信息指示的、基准帧上存在的代表点与参考帧上的参考点之间的相关性。也就是说,相关性确定部件 64 确定代表点与候选向量 (u, v) 指向的参考点之间的相关性,其中候选向量 (u, v) 开始于作为对应于代表点的像素的、在参考帧上存在的像素。然后,相关性确定部件 64 将被确定具有与参考点的高相关性的代表点看作具有有意义的候选向量 (u, v) 的代表点,并且从代表点存储器 61 中删除关于代表点的信息。具体地,相关性确定部件 64 将用作与已被确定为具有与参考点的高相关性的代表点有关的信息的、代表点存储器 61 中存储的代表点信息从“1”改变至“0”。

[0119] 依据如前所述的整数 u 和 v 表达了由图 7 所示的峰值检测部件 63 检测的候选向量 (u, v) 。然而,依据实数来表达将基准帧上的像素真实地连接至参考帧上的像素的向量。将基准帧上的像素真实地连接至参考帧上的像素的向量是真实的运动向量。也就是说,虽然候选向量 (u, v) 的精度是以整数水平的分辨率来确定的,但是真实物体的运动是依据真实运动向量来表达的,该真实运动向量具有以设置在实数水平的分辨率确定的精度。为了解决此问题,相关性确定部件 64 在对于具有以实数水平的分辨率确定的精度的候选向量 (u, v) 的检测中,考虑短于 1 像素的位移 (shift)。为了考虑短于 1 像素的位移,相关性确定部件 64 通过还使用与代表点和参考点接近的像素,来确定代表点与参考点之间的相关性。短于 1 像素的位移被限定为比像素的位移方向的尺寸更短的像素位移。

[0120] 对于作为基准帧上的代表点的、代表点存储器 61 中存储的每个代表点,代表点周围像素数据构造部件 81 构造代表点周围像素数据,该数据是代表点和与代表点邻近的像素的像素数据。代表点周围像素数据构造部件 81 向波形形状分析部件 83、第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 供应作为代表点和与代表点邻近的像素的像素数据的、由代表点周围像素数据构造部件 81 构造的代表点周围像素数据。

[0121] 另一方面,参考点周围像素数据构造部件 82 构造参考点周围像素数据,该数据是参考帧上的参考点和与参考点邻近的像素的像素数据。参考点是位于候选向量 (u, v) 的结尾处的像素,其中候选向量 (u, v) 发端于作为与基准帧上的代表点相对应的像素的、在参考帧上存在的像素。参考点周围像素数据构造部件 82 向第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 供应作为参考帧上的参考点和与参考点邻近的像素的像素数据的、由参考点周围像素数据构造部件 82 构造的参考点周围像素数据。

[0122] 以与如稍早通过参考图 5 说明的、将特定像素作为代表点的处理中使用了与特定像素邻近的像素的代表点选择部件 11 相同的方式,在构造代表点周围像素数据中由代表点周围像素数据构造部件 81 使用的与代表点邻近的像素是代表点右手侧的像素、代表点左手侧的像素、代表点上侧的像素以及代表点下侧的像素。

[0123] 波形形状分析部件 83 分析波形图案,其中每个波形图案都是空间梯度的形状。波形图案被创建为连接三个邻近像素的像素值的线。被创建为连接三个邻近像素的像素值的线的波形图案可以是垂直方向的波形图案或者水平方向的波形图案。在任一情况下,三个像素的中间像素是代表点。代表点是已被代表点选择部件 11 选择作为展现空间梯度的像素的像素。水平方向的波形图案可以是向右渐增的 (rightward increasing) 波形图案或者向右渐减的 (rightward decreasing) 波形图案。向右渐增的波形图案是向右渐增的图案,而向右渐减的波形图案是向右渐减的图案。另一方面,垂直方向的波形图案可以是向上凸起的 (upward-protrusion) 波形图案或向下凸起的 (downward-protrusion) 波形图案。向上凸起的波形图案是具有向上的凸起的图案,而向下凸起的波形图案是具有向下的凸起的图案。向右渐增的波形图案、向右渐减的波形图案、向上凸起的波形图案和向下凸起的波形图案在图 10 中示出。波形形状分析部件 83 分析被创建为连接三个邻近像素的像素值的线的波形图案,以确定波形图案是向右渐增的波形图案、向右渐减的波形图案、向上凸起的波形图案还是向下凸起的波形图案,其中三个邻近像素的中间像素是代表点。波形形状分

析部件 83 然后将分析的结果供应给第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86、第四评价函数计算部件 87 和总体确定部件 88。分析的结果是指示波形图案是向右渐增的波形图案、向右渐减的波形图案、向上凸起的波形图案还是向下凸起的波形图案的信息。

[0124] 第一评价函数计算部件 84 基于三个邻近像素的像素值来计算第一水平方向评价函数 F1 (或第一垂直方向评价函数 G1) 的值, 其中三个邻近像素的中间像素是代表点。如图 15 所示, 第一水平方向评价函数 F1 或第一垂直方向评价函数 G1 根据波形图案是向右渐增的波形图案、向右渐减的波形图案、向上凸起的波形图案还是向下凸起的波形图案而变化。第一评价函数计算部件 84 将第一水平方向评价函数 F1 或第一垂直方向评价函数 G1 的值供应至总体确定部件 88 作为计算的结果。计算的结果是 1 比特的信息。第一水平方向评价函数 F1 是提供给向右渐增的波形图案或向右渐减的波形图案的第一水平方向评价函数。如图 15 所示, 提供给向右渐增的波形图案的第一水平方向评价函数 F1 不同于提供给向右渐减的波形图案的第一水平方向评价函数 F1。另一方面, 第一垂直方向评价函数 G1 是提供给向上凸起的波形图案或向下凸起的波形图案的第一垂直方向评价函数。同样地, 提供给向上凸起的波形图案的第一垂直方向评价函数 G1 不同于提供给向下凸起的波形图案的第一垂直方向评价函数 G1。

[0125] 除了代替由第一评价函数计算部件 84 处理的第一评价函数, 第二评价函数计算部件 85 对第二评价函数执行处理以外, 第二评价函数计算部件 85 与第一评价函数计算部件 84 相同。详细地, 第二评价函数计算部件 85 基于三个邻近像素的像素值来计算第二水平方向评价函数 F2 (或第二垂直方向评价函数 G2) 的值, 其中三个邻近像素的中间像素是代表点。如图 15 所示, 第二水平方向评价函数 F2 (或第二垂直方向评价函数 G2) 根据波形图案是向右渐增的波形图案、向右渐减的波形图案、向上凸起的波形图案还是向下凸起的波形图案而变化。第二评价函数计算部件 85 将第二水平方向评价函数 F2 (或第二垂直方向评价函数 G2) 的值供应至总体确定部件 88 作为计算的结果。计算的结果是 1 比特的信息。第二水平方向评价函数 F2 是提供给向右渐增的波形图案或向右渐减的波形图案的第二水平方向评价函数。如图 15 所示, 提供给向右渐增的波形图案的第二水平方向评价函数 F2 不同于提供给向右渐减的波形图案的第二水平方向评价函数 F2。另一方面, 第二垂直方向评价函数 G2 是提供给向上凸起的波形图案或向下凸起的波形图案的第二垂直方向评价函数。同样地, 提供给向上凸起的波形图案的第二垂直方向评价函数 G2 不同于提供给向下凸起的波形图案的第二垂直方向评价函数 G2。

[0126] 除了代替由第一评价函数计算部件 84 处理的第一评价函数, 第三评价函数计算部件 86 对第三评价函数执行处理以外, 第三评价函数计算部件 86 与第一评价函数计算部件 84 相同。同样地, 除了代替由第一评价函数计算部件 84 处理的第一评价函数, 第四评价函数计算部件 87 对第四评价函数执行处理以外, 第四评价函数计算部件 87 与第一评价函数计算部件 84 相同。

[0127] 总体确定部件 88 对分别从第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 接收的四个 1 比特的计算结果进行积分, 以最终确定代表点与参考点之间的相关性是否高。如果代表点与参考点之间的相关性被发现是高的, 则总体确定部件 88 将作为关于代表点的信息的、在代表点存储器 61 中存

储的代表点信息从“1”改变至“0”。

[0128] [对向右渐增的波形图案的相关性确定处理]

[0129] 接下来,通过参考图 11A-11B,下面的描述说明了为确定如下情况的相关性而执行的处理的细节:三个水平方向的邻近像素的波形图案是向右渐增的波形图案。在此情况下,三个水平方向的邻近像素的中间像素是代表点。

[0130] 如上所述,虽然候选向量 (u, v) 的精度是以整数水平的分辨率来确定的,但是真实物体的运动是依据真实运动向量来表达的,该真实运动向量具有以设置在实数水平的分辨率确定的精度。因此,即使候选向量 (u, v) 被用来将代表点和参考点彼此重叠,代表点也基本不与参考点一致。因此,当参考点和代表点彼此重叠时,在参考点与代表点之间存在比位移方向的一个像素的尺寸更短的像素位移。在下面的描述中,比位移方向的一个像素的尺寸更短的像素位移被适当地称为短于 1 像素的位移 s_x 。由于短于 1 像素的位移 s_x ,在参考点的像素值与代表点的像素值之间也生成像素值位移。在下面的描述中,由短于 1 像素的位移 s_x 导致的像素值位移被称为帧间像素值差 dt 。取决于短于 1 像素的位移 s_x 的方向,帧间像素值差 dt 可以是朝加侧的方向取向的或者朝减侧的方向取向的。

[0131] 图 11A-11B 是要在对如下情况的描述中提到的多个说明性示图:代表点 (x, y) 和位于候选向量 (u, v) 的结尾处的参考点 $(x+u, y+v)$ 彼此位移开具有以整数水平的分辨率来确定的精度的距离。

[0132] 要注意,在图 11A-11B 中,代表点 (x, y) 的像素值标示以标号 $P(x, y)$,而位于参考帧上的候选向量 (u, v) 的结尾处的参考点 $(x+u, y+v)$ 的像素值标示以标号 $Q(x+u, y+v)$ 。如稍早所描述的,候选向量 (u, v) 是发端于作为与代表点 (x, y) 相对应的点的、位于参考帧上的点的向量。

[0133] 然而,在图 11A-11B 中,充分考虑了三个邻近像素的仅仅水平方向的波形图案,其中三个邻近像素的中间像素是代表点。因此,省略了 y 方向上的坐标的示图。因此,在图 11A-11B 中,代表点的像素值标示以标号 $P(x)$,而参考点的像素值标示以标号 $Q(x+u)$ 。在图 11A-11B 中, x 轴表示代表点和参考点的相对坐标,而 y 轴表示像素值,每个像素值也被称为像素电平。

[0134] 图 11A 是示出短于 1 像素的位移 s_x 是正方向取向的情况下的帧间像素值差 dt 的说明性示图。在正方向取向的短于 1 像素的位移 s_x 的情况下,波形图案是向右渐增的波形图案。因此,代表点与参考点之间的帧间像素值差 dt 是负方向取向的。

[0135] 因此,如图 11A 所示,如果通过将代表点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系,则代表点的像素值 $P(x)$ 应当是在参考点的像素值 $Q(x+u)$ 与参考点右手侧的像素的像素值 $Q(x+u+1)$ 之间的像素值。

[0136] 也就是说,代表点的像素值 $P(x)$ 满足下面的关系:

$$[0137] \quad P(x) \geq Q(x+u) \text{ \&\& } P(x) \leq Q(x+u+1) \quad \dots (1)$$

[0138] 此外,如果通过将代表点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系,则参考点的像素值 $Q(x+u)$ 应当是在代表点的像素值 $P(x)$ 与代表点左手侧的像素的像素值 $P(x-1)$ 之间的像素值。

[0139] 也就是说,参考点的像素值 $Q(x+u)$ 满足下面的关系:

$$[0140] \quad Q(x+u) \geq P(x-1) \text{ \&\& } Q(x+u) \leq P(x) \quad \dots (2)$$

[0141] 如果通过将代表点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系,则对于水平方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言,第一评价函数计算部件 84 根据如下给出的方程 (3) 来计算第一水平方向评价函数 F1 的值:

$$[0142] \quad F1 = \{P(x) \geq Q(x+u) \&\& P(x) \leq Q(x+u+1)\} ? \quad 1:0 \dots (3)$$

[0143] 以上给出的方程 (3) 中的大括号 {} 中所包围的关系是前述的关系 (1)。根据方程 (3), 如果大括号 {} 中所包围的关系被满足, 则第一评价函数计算部件 84 将第一水平方向评价函数 F1 的值设置为“1”, 作为计算的结果。另一方面, 如果大括号 {} 中所包围的关系未被满足, 则第一评价函数计算部件 84 将第一水平方向评价函数 F1 的值设置为“0”, 作为计算的结果。

[0144] 如果通过将参考点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系, 则对于水平方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言, 第二评价函数计算部件 85 根据如下给出的方程 (4) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值:

$$[0145] \quad F2 = \{Q(x+u) \geq P(x-1) \&\& Q(x+u) \leq P(x)\} ? \quad 1:0 \dots (4)$$

[0146] 以上给出的方程 (4) 中的大括号 {} 中所包围的关系是前述的关系 (2)。根据方程 (4), 如果大括号 {} 中所包围的关系被满足, 则第二评价函数计算部件 85 将第二水平方向评价函数 F2 的值设置为“1”, 作为计算的结果。另一方面, 如果大括号 {} 中所包围的关系未被满足, 则第二评价函数计算部件 85 将第二水平方向评价函数 F2 的值设置为“0”, 作为计算的结果。

[0147] 图 11B 是示出短于 1 像素的位移 s_x 是负方向取向的情况下的 dt 的说明性示图。在负方向取向的短于 1 像素的位移 s_x 的情况下, 波形图案是向右渐增的波形图案。因此, 代表点与参考点之间的帧间像素值差 dt 是正方向取向的。

[0148] 因此, 如图 11B 所示, 如果通过将代表点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系, 则代表点的像素值 $P(x)$ 应当是在参考点的像素值 $Q(x+u)$ 与参考点左手侧的像素的像素值 $Q(x+u-1)$ 之间的像素值。

[0149] 也就是说, 代表点的像素值 $P(x)$ 满足下面的关系:

$$[0150] \quad P(x) \geq Q(x+u-1) \&\& P(x) \leq Q(x+u) \dots (5)$$

[0151] 此外, 如果通过将代表点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系, 则参考点的像素值 $Q(x+u)$ 应当是在代表点的像素值 $P(x)$ 与代表点右手侧的像素的像素值 $P(x+1)$ 之间的像素值。

[0152] 也就是说, 参考点的像素值 $Q(x+u)$ 满足下面的关系:

$$[0153] \quad Q(x+u) \geq P(x) \&\& Q(x+u) \leq P(x+1) \dots (6)$$

[0154] 如果通过将代表点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系, 则对于水平方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言, 第三评价函数计算部件 86 根据如下的方程 (7) 来计算第三水平方向评价函数 F3 的值:

$$[0155] \quad F3 = \{P(x) \geq Q(x+u-1) \&\& P(x) \leq Q(x+u)\} ? \quad 1:0 \dots (7)$$

[0156] 以上给出的方程 (7) 中的大括号 {} 中所包围的关系是前述的关系 (5)。根据方程 (7), 如果大括号 {} 中所包围的关系被满足, 则第三评价函数计算部件 86 将第三水平方向评价函数 F3 的值设置为“1”, 作为计算的结果。另一方面, 如果大括号 {} 中所包围的关系未被满足, 则第三评价函数计算部件 86 将第三水平方向评价函数 F3 的值设置为“0”, 作为

计算的结果。

[0157] 如果通过将参考点作为基准而考虑进代表点与参考点之间的关系,则对于水平方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言,第四评价函数计算部件 87 根据如下的方程 (8) 来计算第四水平方向评价函数 F4 的值:

$$[0158] \quad F4 = \{Q(x+u) \geq P(x) \&\& Q(x+u) \leq P(x+1)\} ? \quad 1:0 \dots (8)$$

[0159] 以上给出的方程 (8) 中的大括号 {} 中所包围的关系是前述的关系 (6)。根据方程 (8),如果大括号 {} 中所包围的关系被满足,则第四评价函数计算部件 87 将第四水平方向评价函数 F4 的值设置为“1”,作为计算的结果。另一方面,如果大括号 {} 中所包围的关系未被满足,则第四评价函数计算部件 87 将第四水平方向评价函数 F4 的值设置为“0”,作为计算的结果。

[0160] 以上的描述是仅仅针对水平方向的波形图案而给出的。通过在以上描述中用标号 y 来替换标号 x 并且用标号 v 来替换标号 u,以上描述对于垂直方向的波形图案也适用。具体地,通过在用于计算第一水平方向评价函数 F1 的值的方程 (3)、用于计算第二水平方向评价函数 F2 的值的方程 (4)、用于计算第三水平方向评价函数 F3 的值的方程 (7) 以及用于计算第四水平方向评价函数 F4 的值的方程 (8) 之中用标号 y 来替换标号 x 并且用标号 v 来替换标号 u,方程 (3)、(4)、(7) 和 (8) 可分别应用于第一垂直方向评价函数 G1、第二垂直方向评价函数 G2、第三垂直方向评价函数 G3 以及第四垂直方向评价函数 G4。

[0161] 具体地,对于垂直方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言,第一评价函数计算部件 84 根据如下的方程 (9) 来计算第一垂直方向评价函数 G1 的值:

$$[0162] \quad G1 = \{P(y) \geq Q(y+v) \&\& P(y) \leq Q(y+v+1)\} ? \quad 1:0 \dots (9)$$

[0163] 同样地,对于垂直方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言,第二评价函数计算部件 85 根据如下的方程 (10) 来计算第二垂直方向评价函数 G2 的值:

$$[0164] \quad G2 = \{Q(y+v) \geq P(y-1) \&\& Q(y+v) \leq P(y)\} ? \quad 1:0 \dots (10)$$

[0165] 以相同的方式,对于垂直方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言,第三评价函数计算部件 86 根据如下的方程 (11) 来计算第三垂直方向评价函数 G3 的值:

$$[0166] \quad G3 = \{P(y) \geq Q(y+v-1) \&\& P(y) \leq Q(y+v)\} ? \quad 1:0 \dots (11)$$

[0167] 类似地,对于垂直方向的波形图案是向右渐增的波形图案的情况而言,第四评价函数计算部件 87 根据如下的方程 (12) 来计算第四垂直方向评价函数 G4 的值:

$$[0168] \quad G4 = \{Q(y+v) \geq P(y) \&\& Q(y+v) \leq P(y+1)\} ? \quad 1:0 \dots (12)$$

[0169] 对于水平方向的波形图案和垂直方向的波形图案中的每一个都是向右渐增的波形图案的情况,总体确定部件 88 接收作为第一水平方向评价函数 F1 的值的、根据方程 (3) 计算的值,作为第二水平方向评价函数 F2 的值的、根据方程 (4) 计算的值,作为第三水平方向评价函数 F3 的值的、根据方程 (7) 计算的值,作为第四水平方向评价函数 F4 的值的、根据方程 (8) 计算的值,作为第一垂直方向评价函数 G1 的值的、根据方程 (9) 计算的值,作为第二垂直方向评价函数 G2 的值的、根据方程 (10) 计算的值,作为第三垂直方向评价函数 G3 的值的、根据方程 (11) 计算的值,以及作为第四垂直方向评价函数 G4 的值的、根据方程 (12) 计算的值。

[0170] 接下来,在下面说明由总体确定部件 88 执行的总体确定处理。

[0171] 在水平方向的波形图案的情况下,可通过将代表点或参考点作为基准来考虑进代

表点与参考点之间的关系。因此,仅仅有必要计算根据基于关系 (1) 的方程 (3) 的第一水平方向评价函数 F1 的值、或者根据基于关系 (2) 的方程 (4) 的第二水平方向评价函数 F2 的值。同样地,仅仅有必要计算根据基于关系 (5) 的方程 (7) 的第三水平方向评价函数 F3 的值、或者根据基于关系 (6) 的方程 (8) 的第四水平方向评价函数 F4 的值。因此,作为对水平方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据如下给出的方程 (13) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值:

$$[0172] \quad F = \{(F1|F2) \text{ xor } (F3|F4)\} ? 1:0 \quad \dots (13)$$

[0173] 以上给出的方程 (13) 中使用的符号 ‘xor’ 标示了操作符,该操作符用于计算该操作符左手和右手侧的操作数的排他的逻辑和。

[0174] 同样地,作为对垂直方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据如下给出的方程 (14) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值:

$$[0175] \quad G = \{(G1|G2) \text{ xor } (G3|G4)\} ? 1:0 \quad \dots (14)$$

[0176] 然后,总体确定部件 88 对用于水平方向的波形图案的总体水平方向评价函数 F 的值以及用于垂直方向的波形图案的总体垂直方向评价函数 G 的值进行积分,以产生最终的相关性确定结果。

[0177] 如果代表点和参考点是彼此相关的像素,则在水平方向和垂直方向上应当存在相关性。因此,作为最终的相关性确定,总体确定部件 88 根据如下给出的方程 (15) 来计算最终评价函数 H 的值:

$$[0178] \quad H = F \& G \quad \dots (15)$$

[0179] 根据以上给出的方程 (15),只有总体水平方向评价函数 F 的值和总体垂直方向评价函数 G 的值都为“1”,最终评价函数 H 的值才为“1”。如果总体水平方向评价函数 F 的值是“0”、总体垂直方向评价函数 G 的值是“0”或者总体水平方向评价函数 F 的值和总体垂直方向评价函数 G 的值都是“0”,则最终评价函数 H 的值也是“0”。

[0180] 如果总体确定部件 88 基于作为最终评价函数 H 的值的、根据方程 (15) 计算的值,来确定了代表点与参考点之间的相关性高,也就是说,如果计算出的最终评价函数 H 的值是“1”,则使用总体确定部件 88 的相关性确定部件 64 将用作与已被确定为具有与参考点的高相关性的代表点有关的信息的、代表点存储器 61 中存储的代表点信息从“1”改变至“0”。

[0181] [对向右渐减的波形图案的相关性确定处理]

[0182] 接下来,通过参考图 12A-12B,下面的描述说明了为确定如下情况的相关性而执行的处理的细节:三个水平方向的邻近像素的波形图案是向右渐减的波形图案。在此情况下,三个水平方向的邻近像素的中间像素是代表点。

[0183] 与图 11A-11B 类似,图 12A-12B 是要在对如下情况的描述中提到的多个说明性示图:代表点和参考点彼此重叠,对向右渐减的波形图案有着以整数水平的分辨率来确定的精度。

[0184] 如果水平方向的波形图案是向右渐减的波形图案并且短于 1 像素的位移 s_x 是正方向取向的,则在代表点被作为基准的情况下,从代表点与参考点之间建立的关系,第一评价函数计算部件 84 根据如下给出的方程 (16) 来计算第一水平方向评价函数 F1 的值:

$$[0185] \quad F1 = \{P(x) \geq Q(x+u+1) \&\& P(x) \leq Q(x+u)\} ? 1:0 \dots (16)$$

[0186] 如果水平方向的波形图案是向右渐减的波形图案并且短于 1 像素的位移 s_x 是正

方向取向的,则在参考点被作为基准的情况下,从代表点与参考点之间建立的关系,第二评价函数计算部件 85 根据如下给出的方程 (17) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值:

$$[0187] \quad F2 = \{Q(x+u) \geq P(x) \&\& Q(x+u) \leq P(x-1)\} ? \quad 1:0 \dots (17)$$

[0188] 如果水平方向的波形图案是向右渐减的波形图案并且短于 1 像素的位移 s_x 是负方向取向的,则在代表点被作为基准的情况下,从代表点与参考点之间建立的关系,第三评价函数计算部件 86 根据如下给出的方程 (18) 来计算第三水平方向评价函数 F3 的值:

$$[0189] \quad F3 = \{P(x) \geq Q(x+u) \&\& P(x) \leq Q(x+u-1)\} ? \quad 1:0 \dots (18)$$

[0190] 如果水平方向的波形图案是向右渐减的波形图案并且短于 1 像素的位移 s_x 是负方向取向的,则在参考点被作为基准的情况下,从代表点与参考点之间建立的关系,第四评价函数计算部件 87 根据如下给出的方程 (19) 来计算第四水平方向评价函数 F4 的值:

$$[0191] \quad F4 = \{Q(x+u) \geq P(x+1) \&\& Q(x+u) \leq P(x)\} ? \quad 1:0 \dots (19)$$

[0192] 在垂直方向的波形图案的情况下,通过在用于计算第一水平方向评价函数 F1 的值的方程 (16)、用于计算第二水平方向评价函数 F2 的值的方程 (17)、用于计算第三水平方向评价函数 F3 的值的方程 (18) 以及用于计算第四水平方向评价函数 F4 的值的方程 (19) 之中用标号 y 来替换标号 x 并且用标号 v 来替换标号 u, 方程 (16)、(17)、(18) 和 (19) 可分别应用于第一垂直方向评价函数 G1、第二垂直方向评价函数 G2、第三垂直方向评价函数 G3 以及第四垂直方向评价函数 G4 的值的计算。然后,作为对水平方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据方程 (13) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值,并且作为对垂直方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据方程 (14) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值。最终,作为最终的相关性确定,总体确定部件 88 基于总体水平方向评价函数 F 的值和总体垂直方向评价函数 G 的值、根据方程 (15) 来计算最终评价函数 H 的值。

[0193] [对向下凸起的波形图案的相关性确定处理]

[0194] 接下来,通过参考图 13A-13B, 下面的描述说明了为确定如下情况的相关性而执行的处理的细节:三个水平方向的邻近像素的波形图案是向下凸起的波形图案。在此情况下,三个水平方向的邻近像素的中间像素是代表点。

[0195] 与图 11A-11B 类似,图 13A-13B 是要在对如下情况的描述中提到的多个说明性示图:代表点和参考点彼此重叠,对向下凸起的波形图案有着以整数水平的分辨率来确定的精度。

[0196] 如果水平方向的波形图案是向下凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 s_x 是正方向取向的、并且通过将代表点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则代表点的像素值 $P(x)$ 不是参考帧上的参考点的像素值和与参考点邻近的像素的像素值之间的像素值。因此,第一评价函数计算部件 84 不计算第一水平方向评价函数 F1 的值。

[0197] 另一方面,如果水平方向的波形图案是向下凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 s_x 是正方向取向的、并且通过将参考点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则从此关系,第二评价函数计算部件 85 根据如下给出的方程 (20) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值:

$$[0198] \quad F2 = \{Q(x+u) \geq P(x) \&\& Q(x+u) \leq P(x+1)\} ? \quad 1:0 \dots (20)$$

[0199] 如果水平方向的波形图案是向下凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 s_x 是负方向

取向的、并且通过将代表点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则代表点的像素值 $P(x)$ 不是参考帧上的参考点的像素值和与参考点邻近的像素的像素值之间的像素值。因此,第三评价函数计算部件 86 不计算第三水平方向评价函数 $F3$ 的值。

[0200] 另一方面,如果水平方向的波形图案是向下凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 sx 是负方向取向的、并且通过将参考点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则从此关系,第四评价函数计算部件 87 根据如下给出的方程 (21) 来计算第四水平方向评价函数 $F4$ 的值:

$$[0201] \quad F4 = \{Q(x+u) \geq P(x) \&\& Q(x+u) \leq P(x-1)\} ? \quad 1:0 \dots (21)$$

[0202] 在垂直方向的波形图案的情况下,通过在用于计算第二水平方向评价函数 $F2$ 的值的方程 (20) 以及用于计算第四水平方向评价函数 $F4$ 的值的方程 (21) 之中用标号 y 来替换标号 x 并且用标号 v 来替换标号 u , 方程 (20) 和 (21) 可分别应用于第二垂直方向评价函数 $G2$ 以及第四垂直方向评价函数 $G4$ 的值的计算。然后,作为对水平方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据代替方程 (13) 的方程 (22) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值,并且作为对垂直方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据代替方程 (14) 的方程 (23) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值。最终,作为最终的相关性确定,总体确定部件 88 基于总体水平方向评价函数 F 的值和总体垂直方向评价函数 G 的值、根据方程 (15) 来计算最终评价函数 H 的值。

$$[0203] \quad F = \{(F2) \text{ or } (F4)\} ? \quad 1:0 \dots (22)$$

$$[0204] \quad G = \{(G2) \text{ or } (G4)\} ? \quad 1:0 \dots (23)$$

[0205] 因为下面的两个原因,如上所述地,在对总体水平方向评价函数 F 的值的计算中,方程 (22) 代替方程 (14) 而被使用,而在对总体垂直方向评价函数 G 的值的计算中,方程 (23) 代替方程 (13) 而被使用。第一个原因是如下的事实:如果水平方向的波形图案是向下凸起的波形图案,则第一水平方向评价函数 $F1$ 和第三水平方向评价函数 $F3$ 不存在,而同样地,如果垂直方向的波形图案是向下凸起的波形图案,则第一垂直方向评价函数 $G1$ 和第三垂直方向评价函数 $G3$ 不存在。第二个原因是如下事实:如果水平方向的波形图案是向下凸起的波形图案,则存在以下情况:用于计算第二水平方向评价函数 $F2$ 的值的条件以及用于计算第四水平方向评价函数 $F4$ 的值的条件都被满足,而同样地,如果垂直方向的波形图案是向下凸起的波形图案,则存在以下情况:用于计算第二垂直方向评价函数 $G2$ 的值的条件以及用于计算第四垂直方向评价函数 $G4$ 的值的条件都被满足。

[0206] [对向上凸起的波形图案的相关性确定处理]

[0207] 接下来,通过参考图 14A-14B, 下面的描述说明了为确定如下情况的相关性而执行的处理的细节:三个水平方向的邻近像素的波形图案是向上凸起的波形图案。在此情况下,三个水平方向的邻近像素的中间像素是代表点。

[0208] 与图 11A-11B 类似,图 14A-14B 是要在对如下情况的描述中提到的多个说明性示图:代表点和参考点彼此重叠,对向上凸起的波形图案有着以整数水平的分辨率来确定的精度。

[0209] 如果水平方向的波形图案是向上凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 sx 是正方向取向的、并且通过将代表点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则代表点的像素值 $P(x)$ 不是参考帧上的参考点的像素值和与参考点邻近的像素的像素值之间的像素

值。因此,与水平方向的波形图案是向下凸起的波形图案的情况类似,第一评价函数计算部件 84 不计算第一水平方向评价函数 F1 的值。

[0210] 另一方面,如果水平方向的波形图案是向上凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 s_x 是正方向取向的、并且通过将参考点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则从此关系,第二评价函数计算部件 85 根据如下给出的方程 (24) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值:

$$[0211] \quad F2 = \{Q(x+u) \geq P(x+1) \&\& Q(x+u) \leq P(x)\} ? \quad 1:0 \dots (24)$$

[0212] 如果水平方向的波形图案是向上凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 s_x 是负方向取向的、并且通过将代表点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则代表点的像素值 $P(x)$ 不是参考帧上的参考点的像素值和与参考点邻近的像素的像素值之间的像素值。因此,第三评价函数计算部件 86 不计算第三水平方向评价函数 F3 的值。

[0213] 另一方面,如果水平方向的波形图案是向上凸起的波形图案、短于 1 像素的位移 s_x 是负方向取向的、并且通过将参考点作为基准而考虑进了代表点与参考点之间的关系,则从此关系,第四评价函数计算部件 87 根据如下给出的方程 (25) 来计算第四水平方向评价函数 F4 的值:

$$[0214] \quad F4 = \{Q(x+u) \geq P(x-1) \&\& Q(x+u) \leq P(x)\} ? \quad 1:0 \dots (25)$$

[0215] 在垂直方向的波形图案的情况下,通过在用于计算第二水平方向评价函数 F2 的值的方程 (24) 以及用于计算第四水平方向评价函数 F4 的值的方程 (25) 之中用标号 y 来替换标号 x 并且用标号 v 来替换标号 u , 方程 (24) 和 (25) 可分别应用于第二垂直方向评价函数 G2 以及第四垂直方向评价函数 G4 的值的计算。然后,作为对水平方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据代替方程 (13) 的方程 (22) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值,并且作为对垂直方向的波形图案的总体相关性确定,总体确定部件 88 根据代替方程 (14) 的方程 (23) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值。最终,作为最终的相关性确定,总体确定部件 88 基于总体水平方向评价函数 F 的值和总体垂直方向评价函数 G 的值、根据方程 (15) 来计算最终评价函数 H 的值。

[0216] 图 15 示出总结了方程的表,在水平方向的波形图案的情况下,这些方程分别被第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 用来计算第一水平方向评价函数 F1、第二水平方向评价函数 F2、第三水平方向评价函数 F3 和第四水平方向评价函数 F4 的值。

[0217] 要注意,作为提供给第一水平方向评价函数 F1、第二水平方向评价函数 F2、第三水平方向评价函数 F3 和第四水平方向评价函数 F4 的方程的、图 15 所示的方程,每个都是包括裕度 (margin) th 的方程,该裕度 th 是通过考虑图像数据的噪声等而设置的。

[0218] 如前面所说明的,通过在用来计算第一水平方向评价函数 F1、第二水平方向评价函数 F2、第三水平方向评价函数 F3 和第四水平方向评价函数 F4 的值的方程中用标号 y 来替换标号 x 并且用标号 v 来替换标号 u , 方程可分别应用于第一垂直方向评价函数 G1、第二垂直方向评价函数 G2、第三垂直方向评价函数 G3 和第四垂直方向评价函数 G4 的值的计算。因此,不在图中示出提供给第一垂直方向评价函数 G1、第二垂直方向评价函数 G2、第三垂直方向评价函数 G3 和第四垂直方向评价函数 G4 的方程的表。

[0219] 如上所述,相关性确定部件 64 根据关于条件是否满足的判断的结果来评价相关

性。具体地,相关性确定部件 64 根据关于代表点的像素值是否在与参考点邻近的像素的像素值之间、或者关于参考点的像素值是否在与代表点邻近的像素的像素值之间的判断的结果,来评价相关性。

[0220] [相关性确定处理的流程]

[0221] 图 16 示出在对确定相关性的处理的描述中提到的说明性流程图。通过参考此流程图,下面的描述说明了用于为代表点确定相关性的处理,关于代表点的信息已被存储在代表点存储器 61 中。

[0222] 如图所示,流程图从步骤 S41 开始,在步骤 S41 处,代表点周围像素数据构造部件 81 从代表点存储器 61 获取关于代表点的信息,并且构造代表点周围像素数据。代表点周围像素数据被定义为基准帧上的代表点的像素数据以及与代表点邻近的像素的像素数据。

[0223] 然后,在下一步骤 S42 处,参考点周围像素数据构造部件 82 构造参考点周围像素数据,参考点周围像素数据被定义为参考帧上的参考点的像素数据以及与参考点邻近的像素的像素数据。

[0224] 随后,在下一步骤 S43 处,波形形状分析部件 83 针对水平和垂直方向来分析代表点邻近的像素的波形图案。详细地,波形形状分析部件 83 分析连接三个水平方向的邻近像素的像素值的波形图案,其中三个水平方向的邻近像素的中间像素是代表点。同样地,波形形状分析部件 83 分析连接三个垂直方向的邻近像素的像素值的波形图案,其中三个垂直方向的邻近像素的中间像素是代表点。然后,波形形状分析部件 83 将分析的结果供应至第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86、第四评价函数计算部件 87 和总体确定部件 88。

[0225] 随后,在下一步骤 S44 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都确定水平方向的波形图案是否是向右渐增的。如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S44 处确定水平方向的波形图案是向右渐增的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S45。在步骤 S45 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 对向右渐增的波形图案分别计算第一水平方向评价函数 F1、第二水平方向评价函数 F2、第三水平方向评价函数 F3 和第四水平方向评价函数 F4 的值。具体地,第一评价函数计算部件 84 根据方程 (3) 来计算第一水平方向评价函数 F1 的值,第二评价函数计算部件 85 根据方程 (4) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值,第三评价函数计算部件 86 根据方程 (7) 来计算第三水平方向评价函数 F3 的值,而第四评价函数计算部件 87 根据方程 (8) 来计算第四水平方向评价函数 F4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (13) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值,如下给出方程 (13): $F = \{(F1|F2) \text{ xor } (F3|F4)\} ? 1:0$ 。

[0226] 另一方面,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S44 处确定水平方向的波形图案不是向右渐增的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S46。在步骤 S46 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都确定水平方向的波形图案是否是向右渐减的。如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计

算部件 87 中的每一个都在步骤 S46 处确定水平方向的波形图案是向右渐减的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S47。在步骤 S47 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 对向右渐减的波形图案分别计算第一水平方向评价函数 F1、第二水平方向评价函数 F2、第三水平方向评价函数 F3 和第四水平方向评价函数 F4 的值。具体地,第一评价函数计算部件 84 根据方程 (16) 来计算第一水平方向评价函数 F1 的值,第二评价函数计算部件 85 根据方程 (17) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值,第三评价函数计算部件 86 根据方程 (18) 来计算第三水平方向评价函数 F3 的值,而第四评价函数计算部件 87 根据方程 (19) 来计算第四水平方向评价函数 F4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (13) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值,如下给出方程 (13): $F = \{(F1|F2) \text{ xor } (F3|F4)\} ? 1:0$ 。

[0227] 另一方面,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S46 处确定水平方向的波形图案不是向右渐减的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S48。在步骤 S48 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都确定水平方向的波形图案是否具有向下凸起的波形图案。如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S48 处确定水平方向的波形图案是具有向下凸起的波形图案,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S49。在步骤 S49 处,第二评价函数计算部件 85 和第四评价函数计算部件 87 对具有向下凸起的波形图案分别计算第二水平方向评价函数 F2 和第四水平方向评价函数 F4 的值。具体地,第二评价函数计算部件 85 根据方程 (20) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值,而第四评价函数计算部件 87 根据方程 (21) 来计算第四水平方向评价函数 F4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (22) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值,如下给出方程 (22): $F = \{(F2) \text{ or } (F4)\} ? 1:0$ 。

[0228] 另一方面,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S48 处确定水平方向的波形图案不是具有向下凸起的波形图案,也就是说,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S48 处确定水平方向的波形图案是具有向上凸起的波形图案,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S50。在步骤 S50 处,第二评价函数计算部件 85 和第四评价函数计算部件 87 对具有向上凸起的波形图案分别计算第二水平方向评价函数 F2 和第四水平方向评价函数 F4 的值。具体地,第二评价函数计算部件 85 根据方程 (24) 来计算第二水平方向评价函数 F2 的值,而第四评价函数计算部件 87 根据方程 (25) 来计算第四水平方向评价函数 F4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (22) 来计算总体水平方向评价函数 F 的值,如下给出方程 (22): $F = \{(F2) \text{ or } (F4)\} ? 1:0$ 。

[0229] 在步骤 S45、S47、S49 或 S50 处执行的处理已经完成之后,确定相关性的处理的流程进至步骤 S51。在步骤 S51 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都确定垂直方向的波形图案是否是向右渐增的。如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S51 处确定垂直方向

的波形图案是向右渐增的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S52。在步骤 S52 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 对向右渐增的波形图案分别计算第一垂直方向评价函数 G1、第二垂直方向评价函数 G2、第三垂直方向评价函数 G3 和第四垂直方向评价函数 G4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (14) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值,如下给出方程 (14) : $G = \{(G1|G2) \text{ xor } (G3|G4)\} ? 1:0$ 。

[0230] 另一方面,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S51 处确定垂直方向的波形图案不是向右渐增的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S53。在步骤 S53 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都确定垂直方向的波形图案是否是向右渐减的。如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S53 处确定垂直方向的波形图案是向右渐减的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S54。在步骤 S54 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 对向右渐减的波形图案分别计算第一垂直方向评价函数 G1、第二垂直方向评价函数 G2、第三垂直方向评价函数 G3 和第四垂直方向评价函数 G4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (14) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值,如下给出方程 (14) : $G = \{(G1|G2) \text{ xor } (G3|G4)\} ? 1:0$ 。

[0231] 另一方面,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S53 处确定垂直方向的波形图案不是向右渐减的,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S55。在步骤 S55 处,第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都确定垂直方向的波形图案是否是具有向下凸起的波形图案。如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S55 处确定垂直方向的波形图案是具有向下凸起的波形图案,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S56。在步骤 S56 处,第二评价函数计算部件 85 和第四评价函数计算部件 87 对具有向下凸起的波形图案分别计算第二垂直方向评价函数 G2 和第四垂直方向评价函数 G4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (23) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值,如下给出方程 (23) : $G = \{(G2) \text{ or } (G4)\} ? 1:0$ 。

[0232] 另一方面,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S55 处确定垂直方向的波形图案不是具有向下凸起的波形图案,也就是说,如果第一评价函数计算部件 84、第二评价函数计算部件 85、第三评价函数计算部件 86 和第四评价函数计算部件 87 中的每一个都在步骤 S55 处确定垂直方向的波形图案是具有向上凸起的波形图案,则确定相关性的处理的流程进至步骤 S57。在步骤 S57 处,第二评价函数计算部件 85 和第四评价函数计算部件 87 对具有向上凸起的波形图案分别计算第二垂直方向评价函数 G2 和第四垂直方向评价函数 G4 的值。然后,总体确定部件 88 根据方程 (23) 来计算总体垂直方向评价函数 G 的值,如下给出方程 (23) : $G = \{(G2) \text{ or } (G4)\} ? 1:0$ 。

[0233] 如以上所说明的,在具有向下凸起或向上凸起的水平方向的波形图案的情况下,

第一评价函数计算部件 84 不计算第一水平方向评价函数 F1 的值,而第三评价函数计算部件 86 不计算第三水平方向评价函数 F3 的值。然而,要注意,第一评价函数计算部件 84 和第三评价函数计算部件 86 也可计算虚拟函数 (dummy function) F1 和 F3 的值,其中虚拟函数 F1 和 F3 分别被规定为计算的结果分别是 $F1 = 0$ 和 $F3 = 0$ 。

[0234] 在步骤 S52、S54、S56 或 S57 处执行的处理已完成之后,确定相关性的处理的流程进至步骤 S58。在步骤 S58 处,总体确定部件 88 最终根据方程 (15) 来计算最终评价函数 H 的值,如下给出方程 (15): $H = F \& G$ 。具有作为计算的结果而获得的“1”值的最终评价函数 H 指示代表点与参考点之间的相关性高,而具有作为计算的结果而获得的“0”值的最终评价函数 H 指示代表点与参考点之间的相关性低。

[0235] 在图 8 中的步骤 S26 处,对每个代表点执行图 16 中的相关性确定处理,其中关于每个代表点的信息已被存储在代表点存储器 61 中。

[0236] 对于具有大的空间梯度的位置处存在的代表点,即使彼此分开了比一个像素的位移方向的尺寸更短的像素位移的邻近像素,它们的帧间像素值差 dt 在一些情况下也可能是极大的。具有大的空间梯度的位置的典型示例是边缘部分的位置。因此,难以通过使用预先已确定的阈值来在相关性确定处理中评价代表点与参考点之间的相关性。

[0237] 由图像处理设备 1 执行的相关性确定处理是基于代表点和与代表点邻近的像素的代表点周围像素数据的并且基于参考点和与参考点邻近的像素的参考点周围像素数据的自适应相关性确定处理。也就是说,图像处理设备 1 中使用的相关性确定部件 64 根据关于条件是否满足的判断的结果来评价相关性。具体地,相关性确定部件 64 根据关于代表点的像素值是否在与参考点邻近的像素的像素值之间、或者关于参考点的像素值是否在与代表点邻近的像素的像素值之间的判断的结果,来评价相关性。因此,相关性确定部件 64 能够高精度地执行相关性确定处理。

[0238] 然后,基于已针对从信息已存储在代表点存储器 61 中的代表点中选择的特定代表点、而高精度地执行的相关性确定处理的结果,在必要的情况下,关于所选择的特定代表点的信息被更新,以便从代表点存储器 61 删除关于所选择的特定代表点的信息。随后,在关于特定代表点的信息已被更新之后,对代表点存储器 61 中剩余的代表点再次生成评价价值表,以使得在关于代表点的信息已被更新之后生成的评价价值表也是可靠的。因此,可以高精度地检测向量。

[0239] [候选向量分配部件的候选向量分配处理]

[0240] 接下来,说明由候选向量分配部件 14 执行的候选向量分配处理。此候选向量分配处理与图 2 中的步骤 S3 处执行的处理相对应。

[0241] 图 17 是在对由候选向量分配部件 14 执行的候选向量分配处理的概念的说明中提到的概念性示图。

[0242] 图 17 所示的三个候选向量 V1、V2 和 V3 是由控制部件 13 供应给候选向量分配部件 14 以用作针对基准帧上的代表点的候选向量的一般候选向量。

[0243] 候选向量分配部件 14 将基准帧上的代表点处的某像素识别为观察像素。观察像素是要作为如下像素来观察的像素:要针对上述像素来决定运动向量。候选向量分配部件 14 然后构造具有预先确定的尺寸的观察框。观察框的中心与观察像素一致。图 17 所示的一般观察框具有三个像素的水平方向尺寸以及三个像素的垂直方向尺寸。图 17 所示的有

阴影线的像素是观察像素,它是一般观察框的中心处的像素。

[0244] 然后,对于候选向量 V_1 、 V_2 和 V_3 中的每一个,候选向量分配部件 14 设置参考帧上的检查框。每个检查框与观察框相关联。检查框每个都具有与观察框相同的尺寸。

[0245] 如图 17 所示,已分别对候选向量 V_1 、 V_2 和 V_3 构造了检查框 BL_{v1} 、 BL_{v2} 和 BL_{v3} 。

[0246] 候选向量分配部件 14 对观察框以及检查框 BL_{v1} 、 BL_{v2} 和 BL_{v3} 中的每一个执行框匹配处理。候选向量分配部件 14 执行框匹配处理以选择检查框 BL_{v1} 、 BL_{v2} 和 BL_{v3} 中的一个。所选择的检查框是针对从控制部件 13 接收的候选向量 V_1 、 V_2 和 V_3 中的特定一个而设置的检查框。特定候选向量是对于观察像素而言最优的候选向量。然后,候选向量分配部件 14 将最优候选向量决定为观察框的运动向量,并且输出运动向量作为图像处理设备 1 的输出。

[0247] 图 18 示出在对由候选向量分配部件 14 执行的候选向量分配处理的描述中提到的说明性流程图。

[0248] 如图所示,表示候选向量分配处理的流程图从步骤 S81 开始,在步骤 S81 处,候选向量分配部件 14 从控制部件 13 获取针对代表点的所有候选向量。

[0249] 然后,在下一步骤 S82 处,候选向量分配部件 14 将基准帧上的代表点处的预定像素设置为观察像素。

[0250] 随后,在下一步骤 S83 处,候选向量分配部件 14 设置基准帧上的观察框。观察框具有与观察像素一致的中心,并且具有预先确定的尺寸。此外,候选向量分配部件 14 还为观察框构造像素数据。

[0251] 然后,在下一步骤 S84 处,对于从控制部件 13 接收的每个候选向量,候选向量分配部件 14 设置参考帧上的检查框以用作与观察框相关联的框,并且为每个检查框构造像素数据。

[0252] 随后,在下一步骤 S85 处,候选向量分配部件 14 对每个检查框以及观察框执行框匹配处理,以选择检查框中的一个。所选择的检查框是针对从控制部件 13 接收的候选向量中的特定一个而设置的检查框。特定候选向量是对于观察像素而言最优的候选向量。

[0253] 在框匹配处理中,通常,候选向量分配部件 14 计算每个观察框像素和与观察框像素相对应的检查框像素之间的像素值的差的绝对值。在此情况下,观察框像素意思是观察框中的像素,而检查框像素意思是检查框中的像素。候选向量分配部件 14 然后为每个检查框计算绝对值的和,并且将每个计算出的和作为评价值。最终,候选向量分配部件 14 将指向具有最小的计算出的评价值的检查框的候选向量决定为候选向量,该候选向量对于观察框的中心处的观察像素而言是最优的。

[0254] 然后,在下一步骤 S86 处,候选向量分配部件 14 将最优候选向量决定为观察框的运动向量,并且输出运动向量作为图像处理设备 1 的输出。

[0255] 随后,在下一步骤 S87 处,候选向量分配部件 14 确定基准帧上的每个像素是否已被设置为观察像素。如果候选向量分配部件 14 在步骤 S87 处确定不是基准帧上的每个像素都已被设置为观察像素,则候选向量分配处理的流程回到步骤 S82。在步骤 S82 处,候选向量分配部件 14 将基准帧上的另一个像素设置为下一个观察像素。该另一个像素是到目前为止还未被设置为观察像素的像素。然后,候选向量分配部件 14 再次执行步骤 S82 后面的步骤的处理。

[0256] 另一方面,如果候选向量分配部件 14 在步骤 S87 处确定基准帧上的每个像素都被设置为观察像素,则候选向量分配处理的流程被终止。

[0257] 如上所述,对于基准帧上的每个像素,候选向量分配部件 14 都为该像素从自控制部件 13 接收的多个候选向量中选择候选向量。候选向量分配部件 14 将所选择的候选向量决定为像素的运动向量,并且输出运动向量作为图像处理设备 1 的输出。

[0258] 如上所述,在图 18 中的候选向量分配处理中,候选向量分配部件 14 将基准帧上的每个像素都作为观察像素以确定该像素的运动向量。以此方式,候选向量分配部件 14 为基准帧上的每个像素确定运动向量。然而,要注意,候选向量分配部件 14 还可将基准帧划分成多个框,并且为每个框确定运动向量。

[0259] 此外,在图 18 中的候选向量分配处理中,候选向量分配部件 14 计算每个观察框像素和与观察框像素相对应的检查框像素之间的像素值的差的绝对值。在此情况下,观察框像素意思是观察框上的像素,而检查框像素意思是检查框上的像素。候选向量分配部件 14 然后为每个检查框计算绝对值的和,并且将每个计算出的和作为框匹配处理的评价值。然而,还可将另一计算处理的计算结果作为评价值。例如,在其他计算处理中,候选向量分配部件 14 计算每个观察框像素和与观察框像素相对应的检查框像素之间的像素值的差的平方。候选向量分配部件 14 然后为每个检查框计算平方的和,并且将每个计算出的和作为评价值。作为另一示例,使用正规化的互相关作为评价值。在此情况下,候选向量分配部件 14 将指向具有最大的计算出的评价值的检查框的候选向量决定为候选向量,该候选向量对于观察像素而言是最优的。

[0260] 如稍早所说明的,先前描述的每个系列的处理可由硬件和 / 或软件的运行来执行。如果上述的系列处理是由软件的运行来执行的,则构成软件的程序可通常从与网络连接的程序提供者或者从可移除记录介质而被安装进专用硬件中嵌入的计算机、通用个人计算机等之中。在此情况下,上述计算机或上述通用个人计算机用作上述的图像处理设备 1。通用个人计算机是可使得能够通过将各种程序安装进个人计算机来执行各种功能的个人计算机。在下面的描述中,上述计算机和上述通用个人计算机都被称为计算机,计算机用作了上述计算机和上述个人计算机的一般技术术语。

[0261] 图 19 是示出实现了用于运行每个程序以执行每个系列的处理的计算机的硬件的一般配置的框图。

[0262] 如框图所示,计算机被配置为包括 CPU(中央处理单元)201、ROM(只读存储器)202 和 RAM(随机存取存储器)203,它们通过总线 204 而彼此连接。

[0263] 总线 204 还与输入 / 输出接口 205 连接。输入 / 输出接口 205 与输入部件 206、输出部件 207、存储部件 208、通信部件 209 和驱动器 210 相连接。

[0264] 输入部件 206 包括键盘、鼠标和麦克风,而输出部件 207 包括显示单元和扬声器。存储部件 208 包括硬盘和 / 或非易失性存储器。通信部件 209 是网络接口等。驱动器 320 是用于驱动其上安装的可移除记录介质 211 的部件。可移除记录介质 211 可以是磁盘、光盘、磁光盘或半导体存储器。

[0265] 具有上述配置的计算机中所使用的 CPU 201 运行每个程序以执行上述的每个系列的处理。程序已通常被存储在存储部件 208 中。在被 CPU 201 运行之前,程序经过输入 / 输出接口 205 和总线 204 而被载入 RAM 203。

[0266] 要由计算机中使用的 CPU 201 运行的程序通过将程序记录在可移除记录介质 211 上（可移除记录介质 211 然后作为封装记录介质而给用户）而呈交给用户。作为替代，可通过经过传输介质、通信部件 209 和输入 / 输出接口 205 而从上述程序提供者向存储部件 208 下载程序，来向用户呈交程序。传输介质可以是诸如局域网或因特网之类的有线通信介质，或者可以是诸如数字广播卫星之类的无线通信介质。

[0267] 如果通过将程序记录在可移除记录介质 211 上向用户呈交程序，则可移除记录介质 211 被安装在计算机中使用的驱动器 210 上。程序然后经过驱动器 210 和输入 / 输出接口 205 从可移除记录介质 211 被安装在存储部件 208 中。此外，如上所述，可通过经过传输介质、通信部件 209 和输入 / 输出接口 205 从程序提供者向存储部件 208 下载程序，来向用户呈交程序，该传输介质可以是有线通信介质或无线通信介质。作为另一替代，程序可预先存储在 ROM 202 和 / 或存储部件 208 中。

[0268] 要注意，要由计算机中使用的 CPU 201 运行的程序可以是包括步骤的程序，这些步骤要被运行以沿时间轴、根据本说明书中说明的流程图所表示的序列来执行处理。作为替代，要由计算机中使用的 CPU 201 运行的程序可以是要通常根据具有所需要的定时的程序调用来并发地或独立地运行的程序之一。

[0269] 本发明的实现方式决不限于上述实施例。也就是说，在不脱离本发明的要素的范围内，实施例可被改变为各种修改版本。

[0270] 本申请包含与 2010 年 1 月 8 日递交给日本专利局的日本优先专利申请 JP 2010-003077 中所公开的内容相关的主题，该日本优先专利申请的全部内容由此通过引用而被结合。

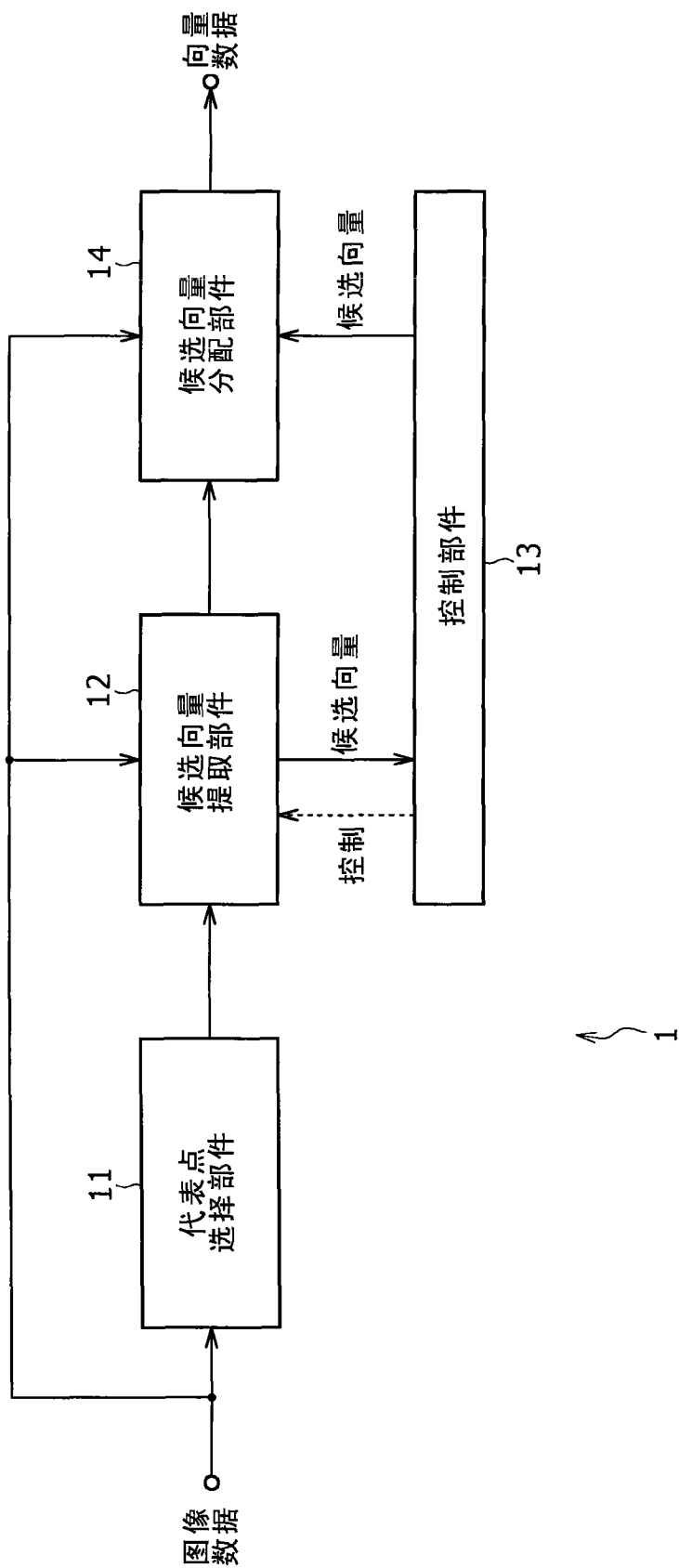


图 1

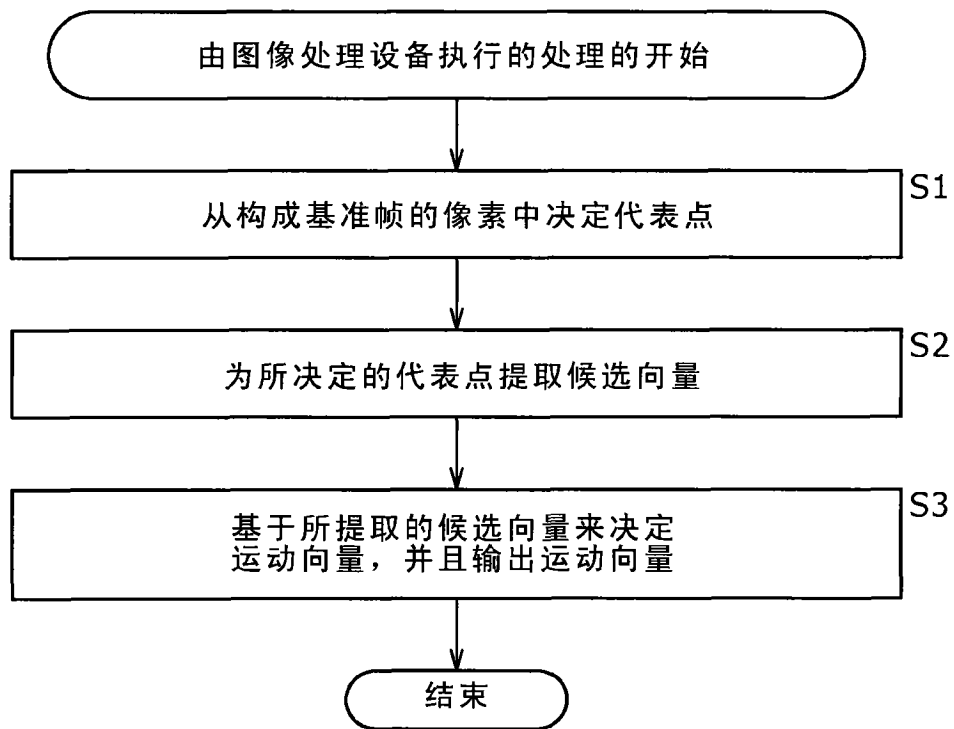


图 2

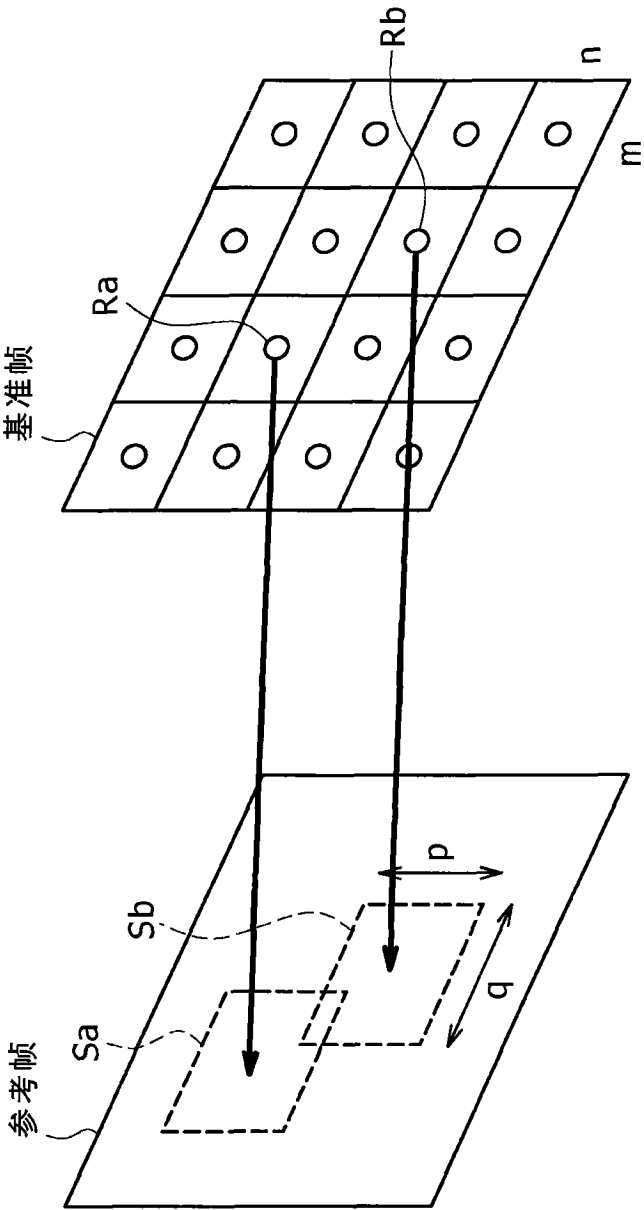


图 3



图 4A

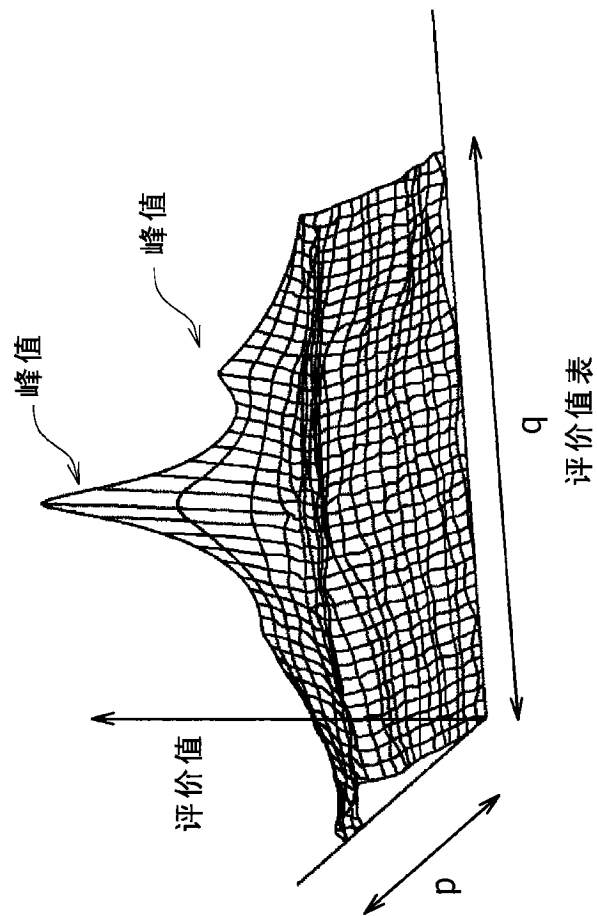


图 4B

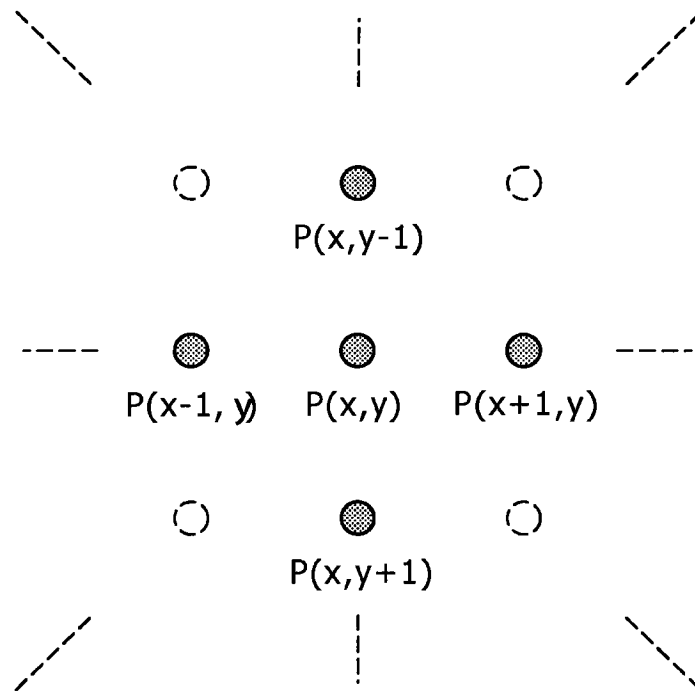


图 5

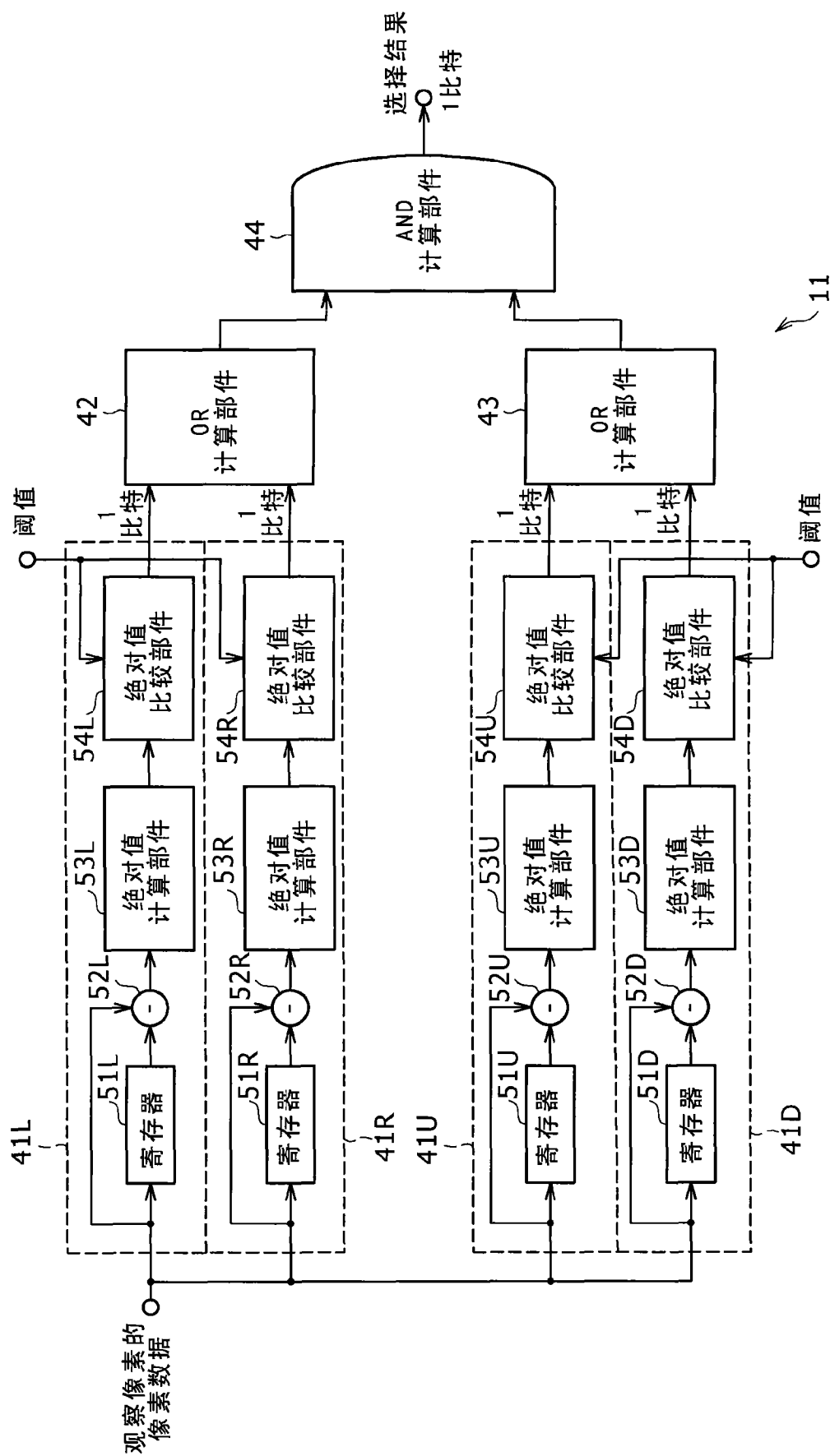


图 6

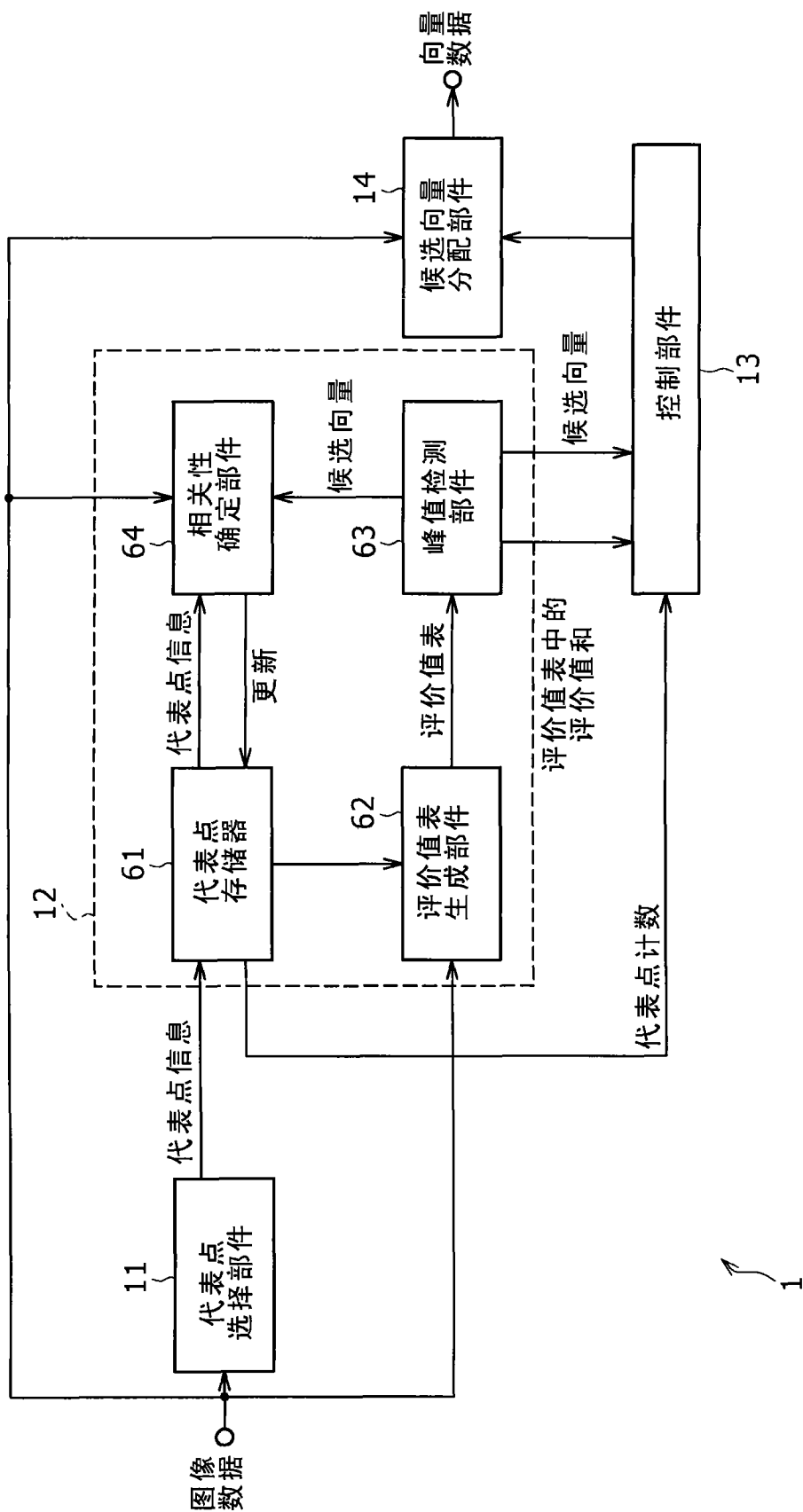


图 7

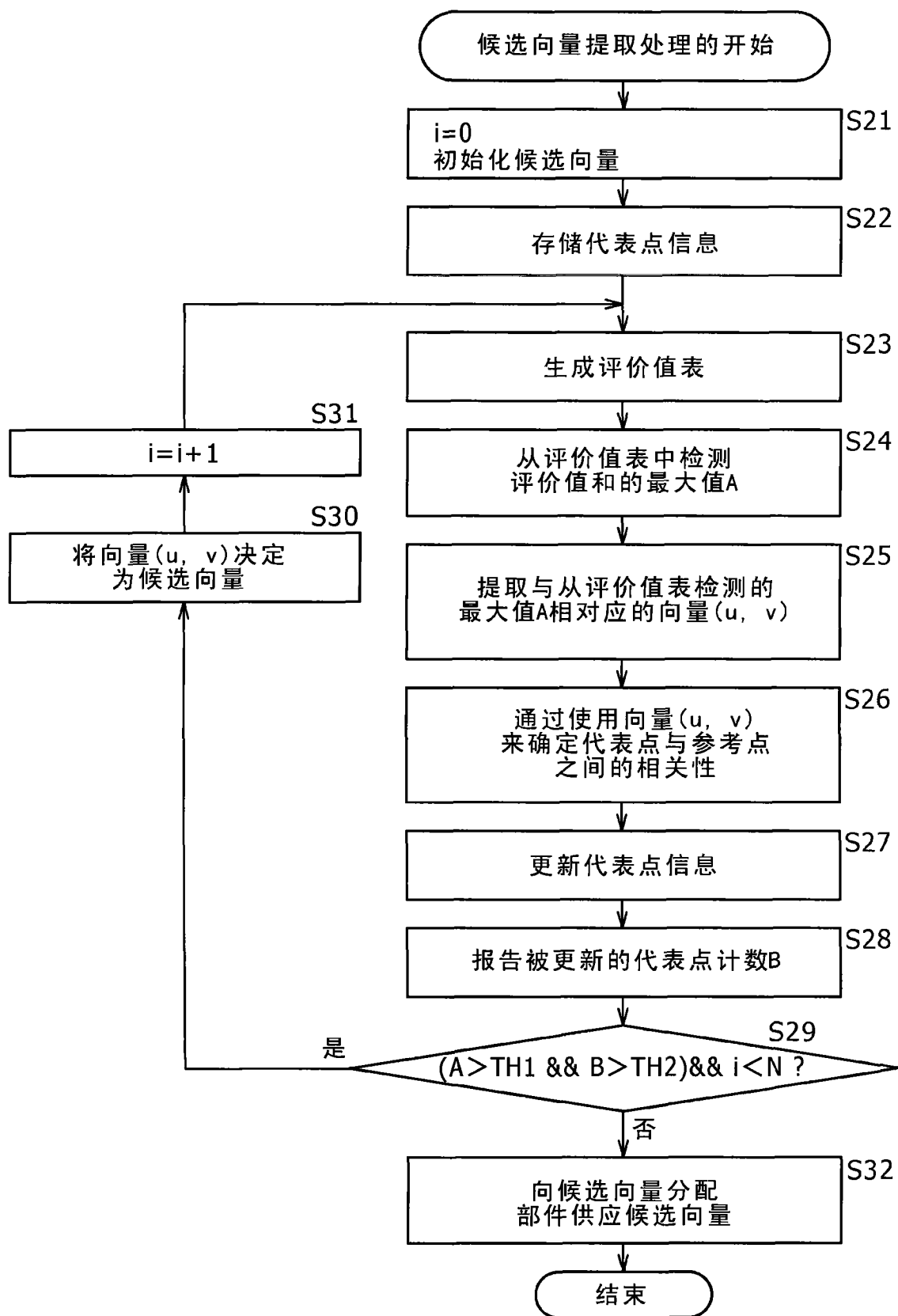


图 8

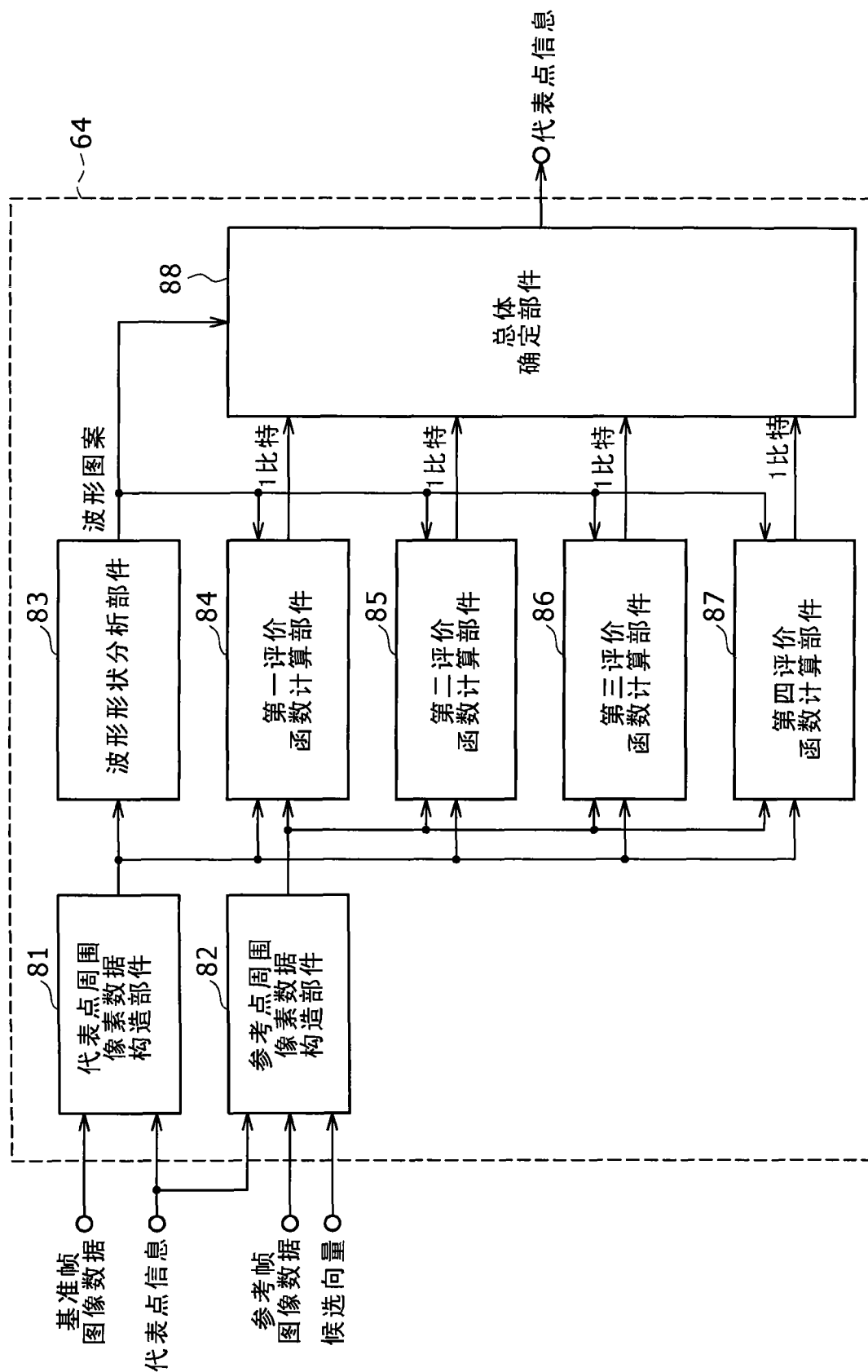


图 9

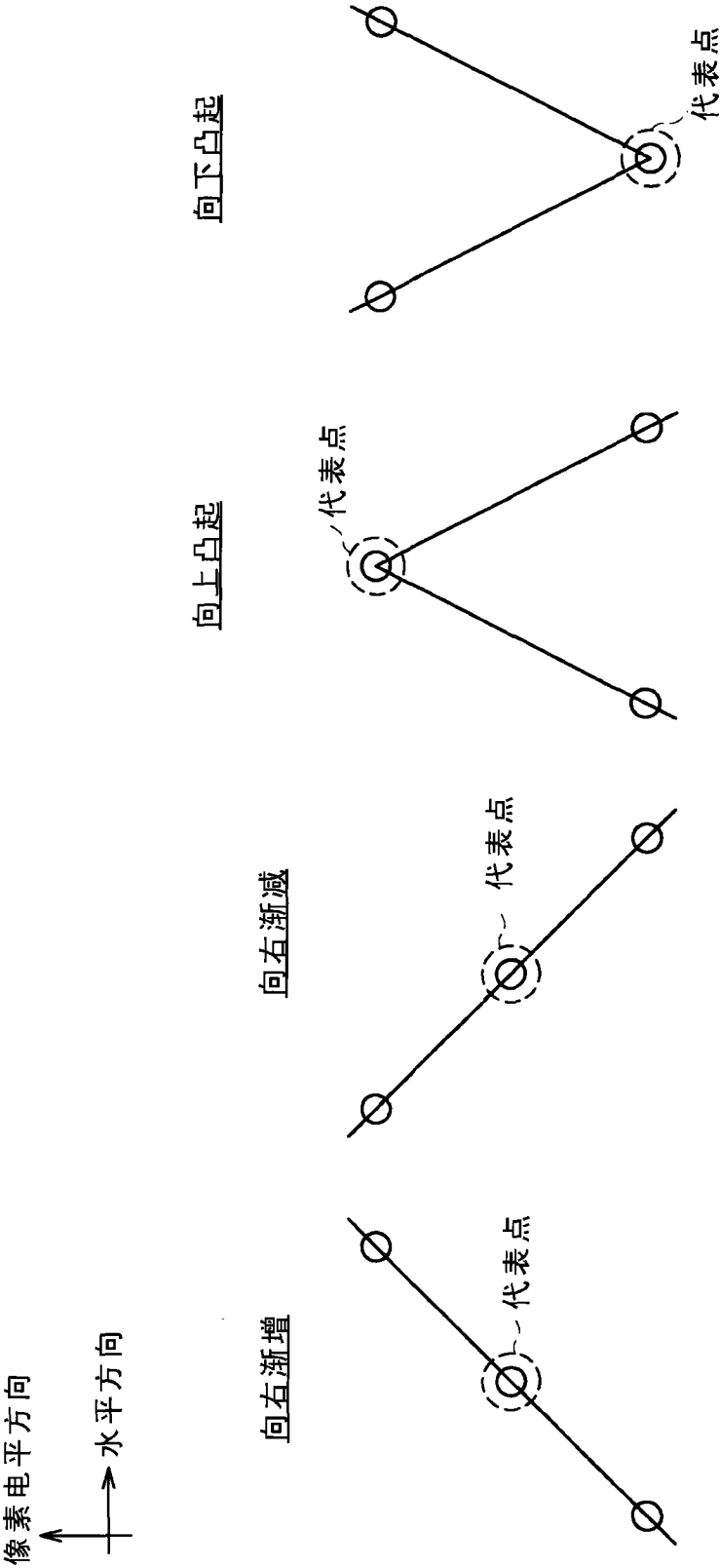


图 10

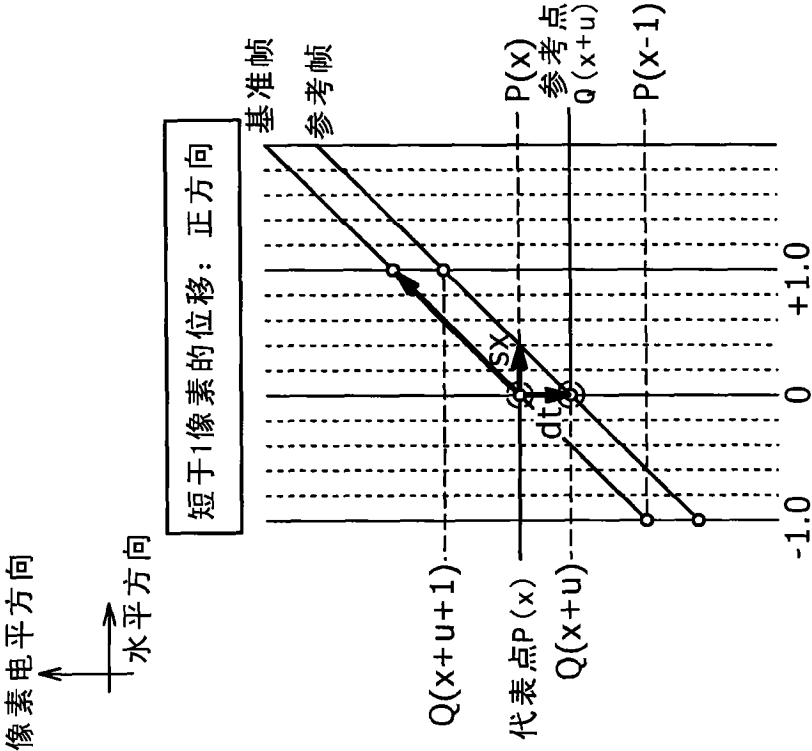


图 11A

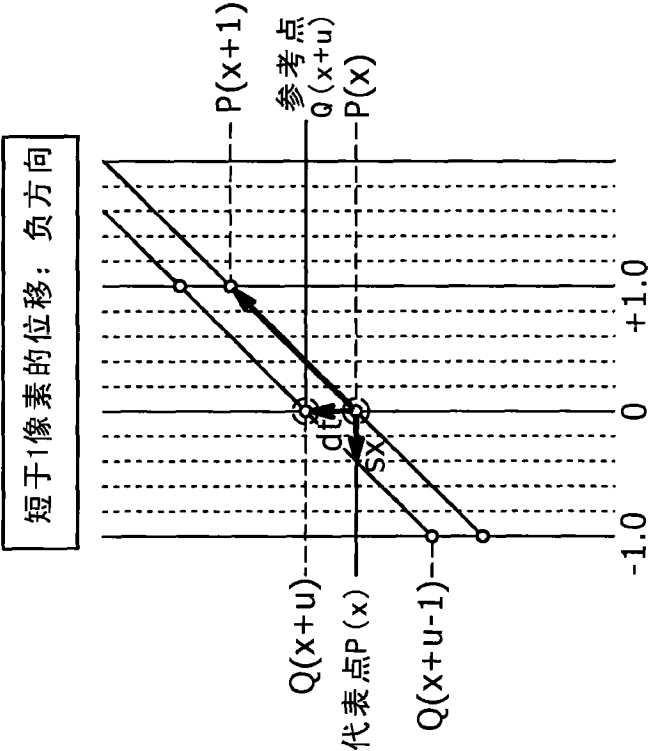


图 11B

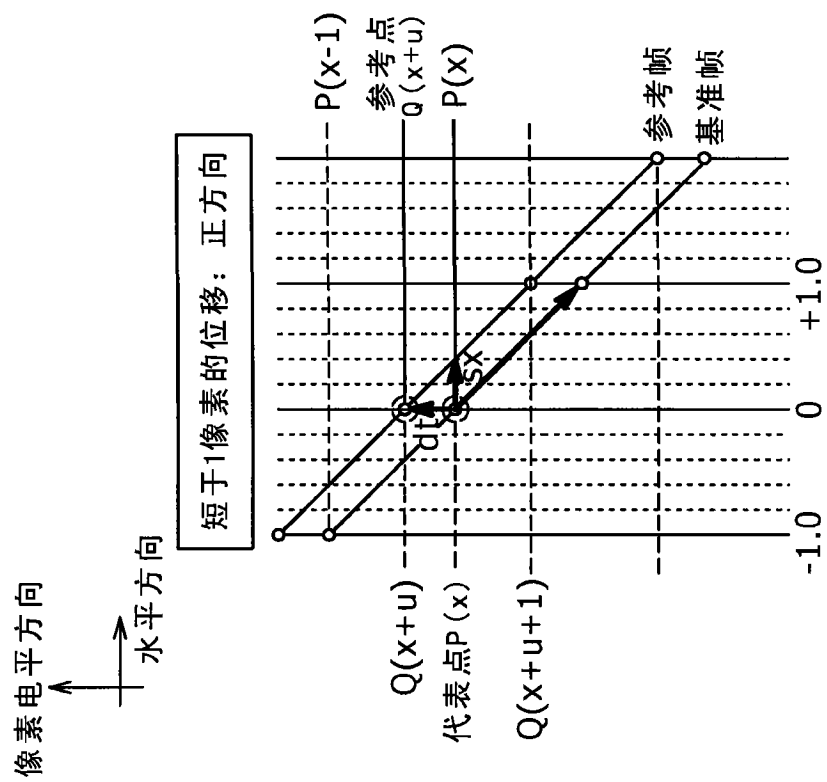


图 12A

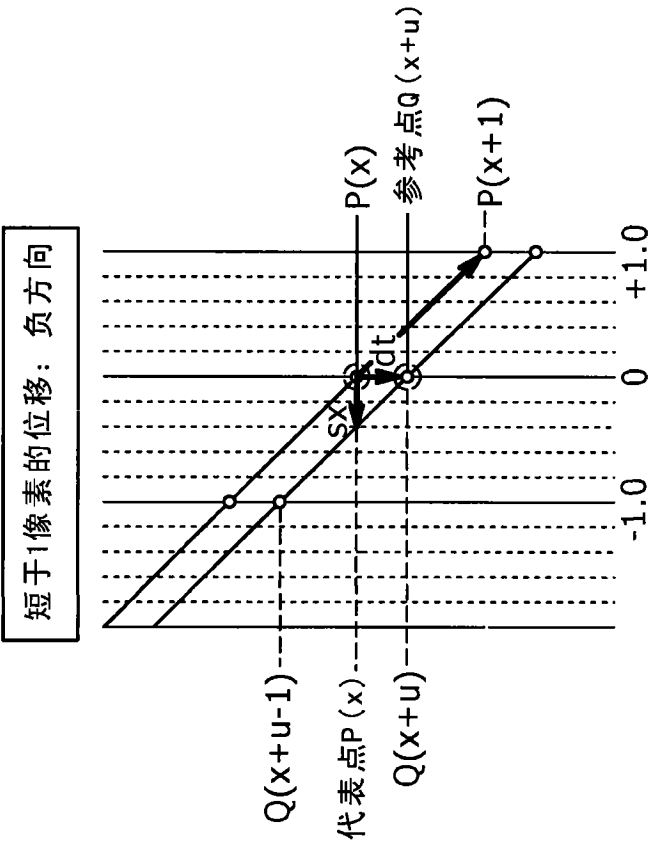


图 12B

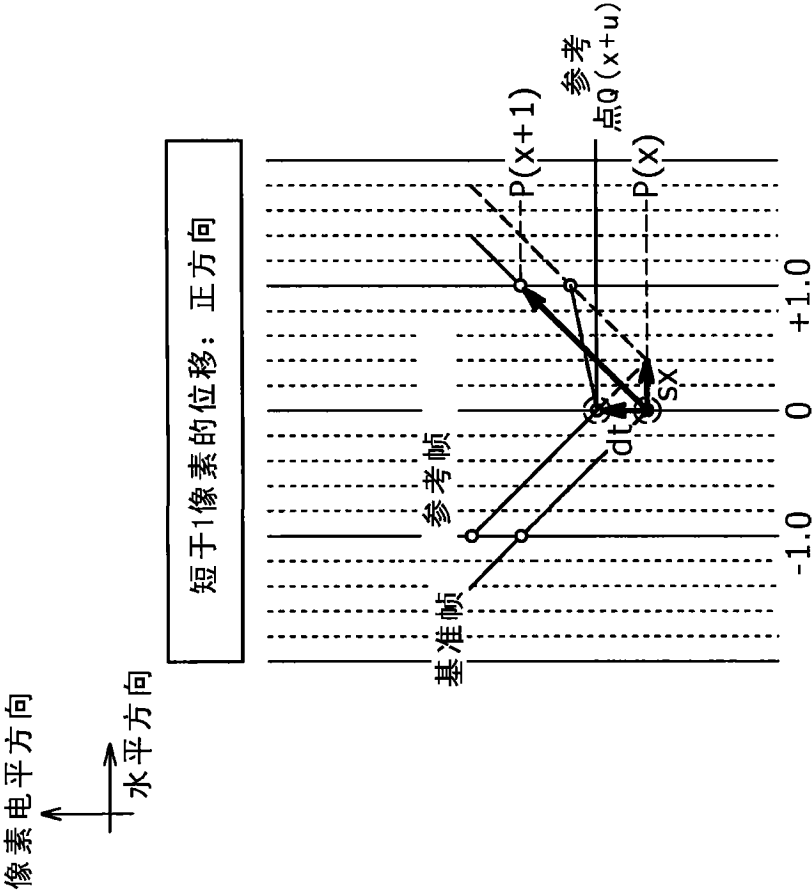


图 13A

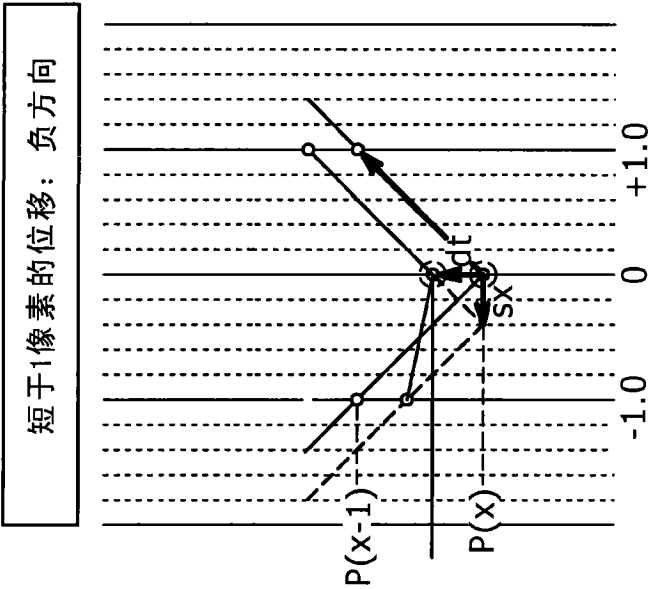


图 13B

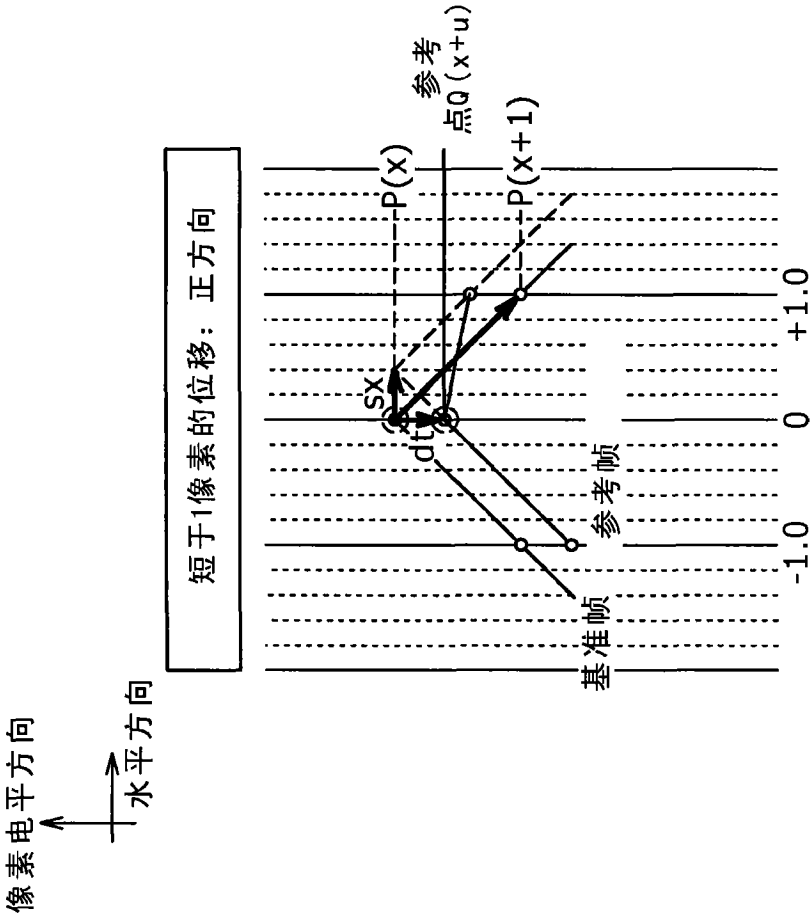


图 14A

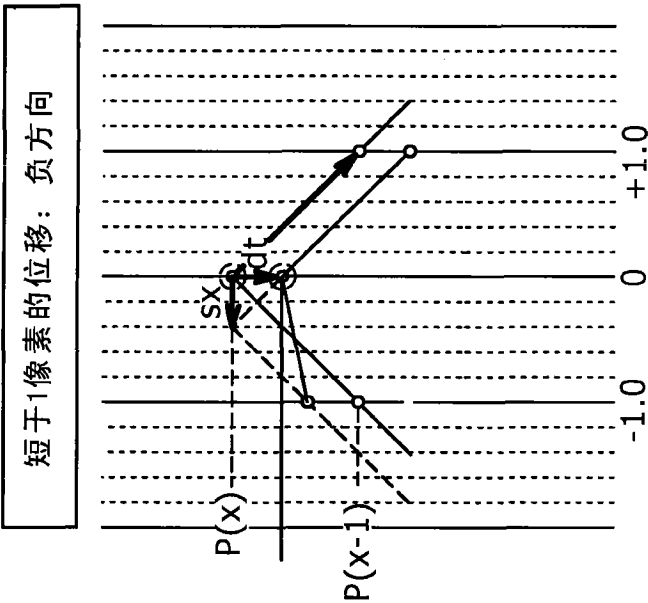


图 14B

水平方向	短于1像素的位移：正方向			短于1像素的位移：负方向	
波形形状	第一评价函数计算部件	第二评价函数计算部件	第三评价函数计算部件	第四评价函数计算部件	
向右渐增	$F1=(P(x) \geq Q(x+u)-th$ && $P(x) \leq Q(x+u+1)+th)? 1:0$	$F2=(Q(x+u) \geq P(x-1)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x)+th)? 1:0$	$F3=(P(x) \geq Q(x+u-1)-th$ && $P(x) \leq Q(x+u)+th)? 1:0$	$F4=(Q(x+u) \geq P(x)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x+1)+th)? 1:0$	
向右渐减	$F1=(P(x) \geq Q(x+u+1)-th$ && $P(x) \leq Q(x+u)+th)? 1:0$	$F2=(Q(x+u) \geq P(x)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x-1)+th)? 1:0$	$F3=(P(x) \geq Q(x+u)-th$ && $P(x) \leq Q(x+u-1)+th)? 1:0$	$F4=(Q(x+u) \geq P(x+1)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x)+th)? 1:0$	
向上凸起		$F2=(Q(x+u) \geq P(x)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x+1)+th)? 1:0$		$F4=(Q(x+u) \geq P(x)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x-1)+th)? 1:0$	
向下凸起		$F2=(Q(x+u) \geq P(x+1)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x)+th)? 1:0$		$F4=(Q(x+u) \geq P(x-1)-th$ && $Q(x+u) \leq P(x)+th)? 1:0$	

图 15

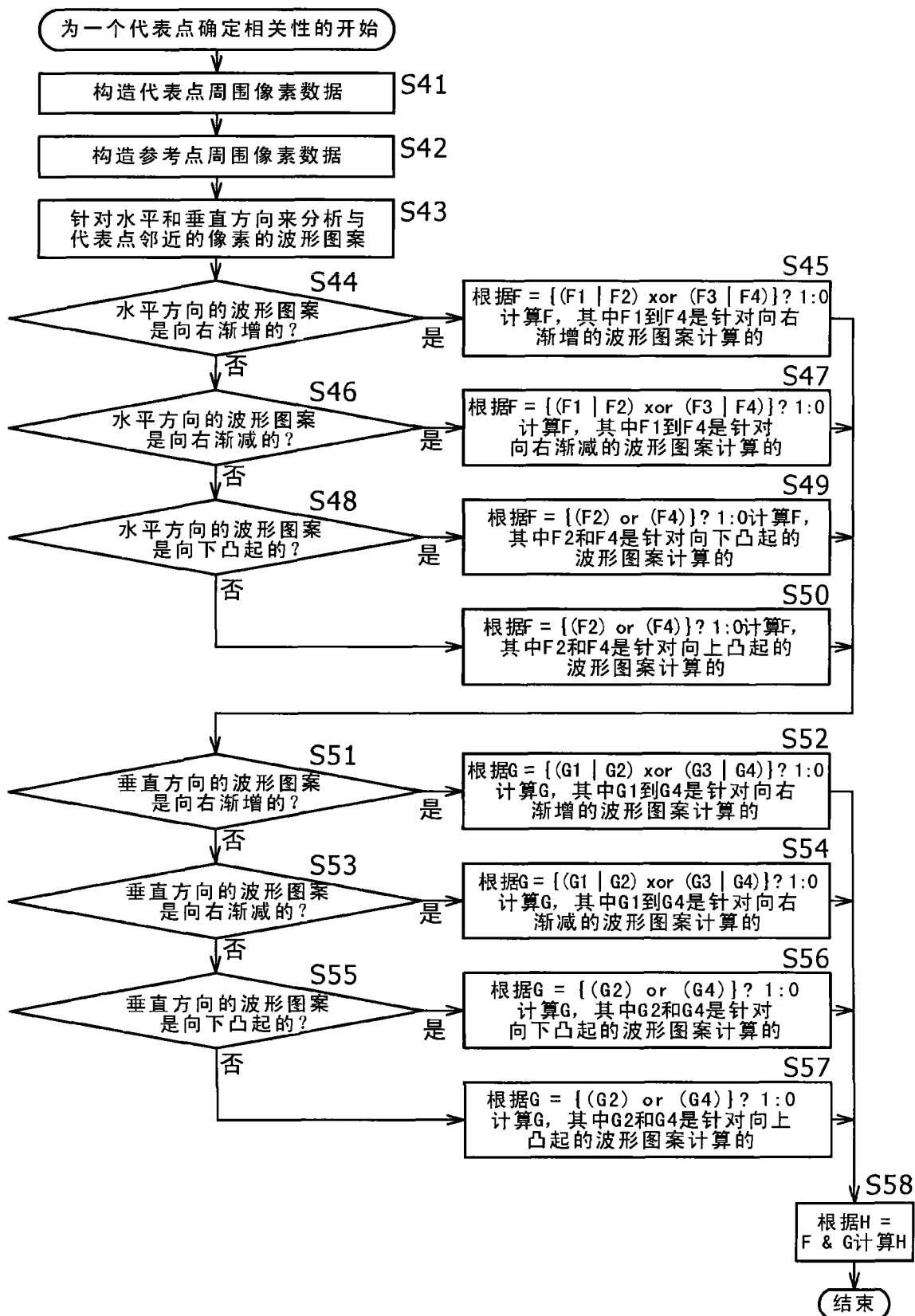


图 16

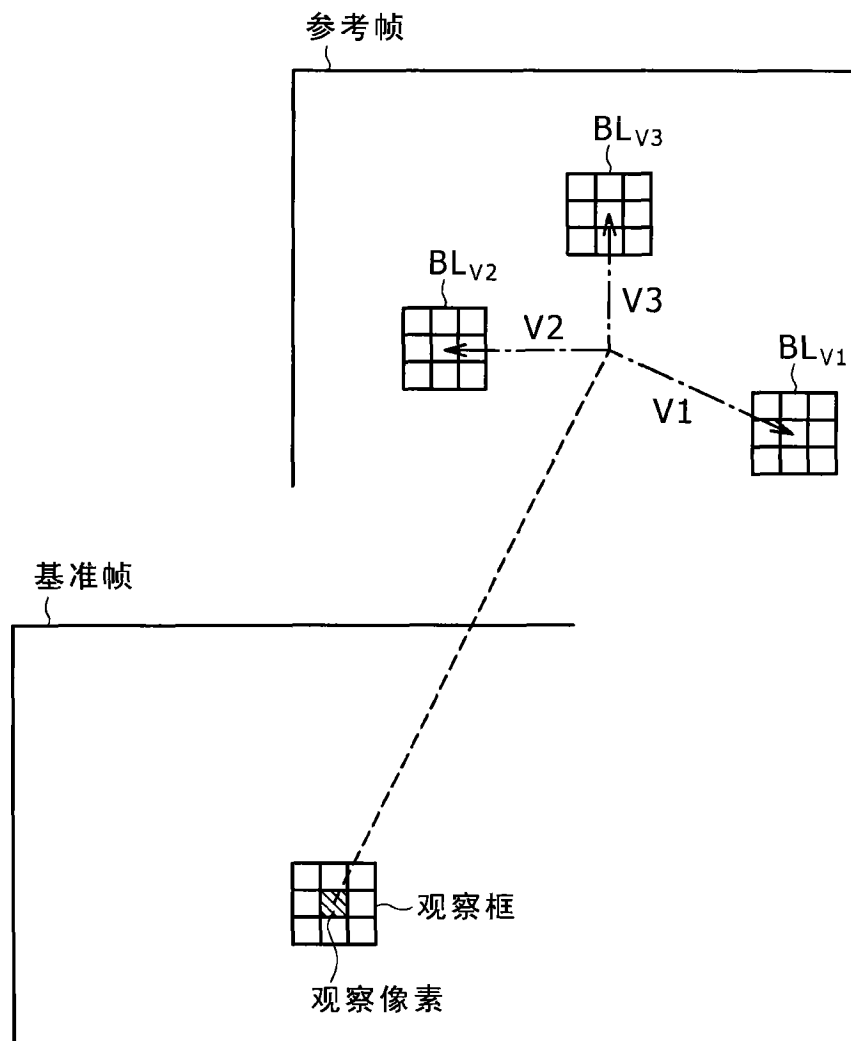


图 17

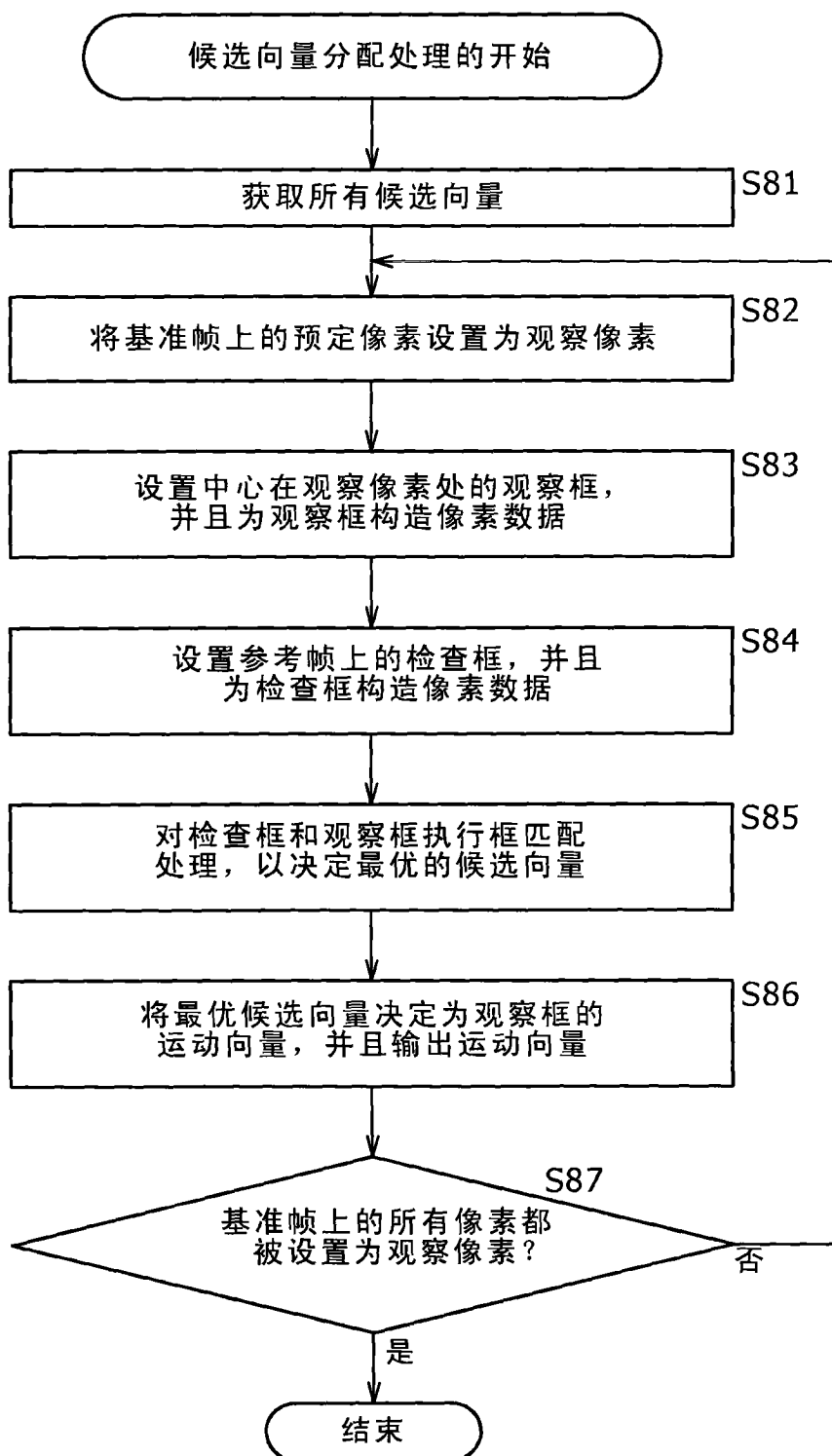


图 18

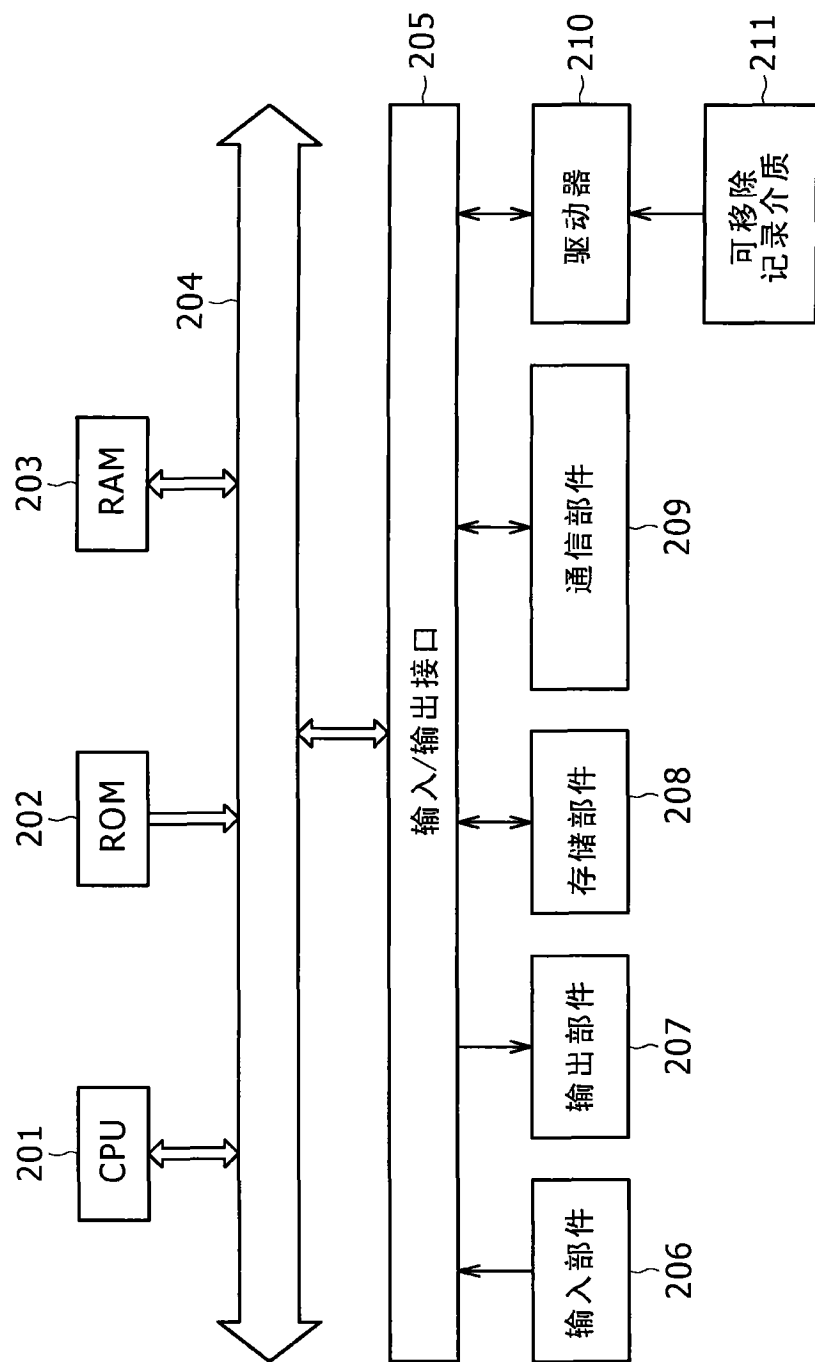


图 19