

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H04N 7/26 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680035457.X

[43] 公开日 2008年9月24日

[11] 公开号 CN 101273639A

[22] 申请日 2006.7.31

[21] 申请号 200680035457.X

[30] 优先权

[32] 2005.7.29 [33] FR [31] 0508149

[86] 国际申请 PCT/IB2006/003524 2006.7.31

[87] 国际公布 WO2007/026264 英 2007.3.8

[85] 进入国家阶段日期 2008.3.26

[71] 申请人 佳能研究中心法国公司

地址 法国塞松 - 塞维尼

[72] 发明人 F·翰里

[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

代理人 吴丽丽

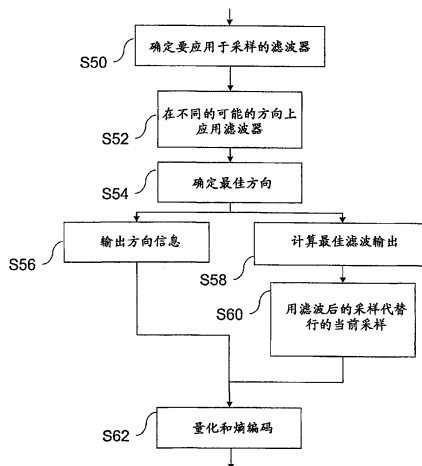
权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图 6 页

## [54] 发明名称

多维数字信号的滤波方法和设备及相关编解码方法和设备

## [57] 摘要

本发明涉及一种对包括多个采样的多维数字信号进行滤波的方法，其包括应用于进入滤波器的每个采样的以下步骤：通过在数字信号中在多个几何方向中应用至少一个滤波器对要滤波的采样的滤波处理进行仿真(S52)，所述仿真产生该采样的多个仿真滤波值；根据一个预定标准，基于该采样的多个仿真滤波值获得滤波后的采样的滤波值(S58)。



1、一种对包括多个采样的多维数字信号进行滤波的方法，其特征在于，所述方法包括应用于要滤波的每个采样的以下步骤：

通过在所述数字信号中在多个几何方向上应用至少一个滤波器来对要滤波的采样的滤波处理进行仿真（S52），所述仿真产生所述采样的多个仿真滤波值，

根据至少一个预定标准，基于所述采样的所述多个仿真滤波值，获得滤波后的采样的滤波值（S58）。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获得滤波值的步骤包括从所述多个仿真滤波值中选择值。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获得滤波值的步骤包括以下步骤：

基于所述多个仿真滤波值，在所述数字信号中确定在所述多个几何方向中的一个几何方向（S54），以及

在所确定的几何方向上应用所述滤波。

4、一种根据前面的权利要求中的任一个所述的方法，其特征在于，在对滤波进行仿真的步骤之前，所述方法包括在多个滤波器中确定至少一个滤波器的步骤（S50）。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述多个滤波器包括至少一个低通滤波器和高通滤波器。

6、根据前面的权利要求中的任一个所述的方法，其特征在于，根据至少一个预定标准而获得的滤波值对应于所述采样的所述多个仿真滤波值中的最小绝对值。

7、根据权利要求1至5中的一个所述的方法，其特征在于，根据至少一个预定标准而获得的滤波值对应于所述采样的所述多个仿真滤波值中使滤波和编码后的采样的传输速率最小化的值。

8、根据权利要求1至5中的一个所述的方法，其特征在于，根据至少一个预定标准而获得的滤波值对应于所述采样的所述多个仿

真滤波值中使误差最小化的值。

9、根据前面的权利要求中的任一个所述的方法，其特征在于，它包括从存储在存储装置中的信息获得预定标准的步骤。

10、根据前面的权利要求中的任一个所述的方法，其特征在于，它包括获得代表应用于所述采样的滤波器的几何方向的信息的步骤。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述方法包括将代表应用于所述采样的滤波器的几何方向的信息与滤波后采样相互关联的步骤。

12、根据前面的权利要求中的任一个所述的方法，其特征在于，所述方法包括将代表应用于所述采样的滤波器的信息与滤波后采样相互关联的步骤。

13、根据前面的权利要求中的任一个所述的方法，其特征在于，将所述滤波方法的步骤连续应用于数字信号的每一维。

14、一种对包括多个采样的多维数字信号进行编码的方法，其特征在于，它包括根据权利要求 1 至 13 中的任何一个所述的对该数字信号进行滤波的方法。

15、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，当滤波包括将代表应用于滤波的采样的滤波器的几何方向的信息与滤波后采样相互关联的步骤时，相对于滤波后的数据有损地并且相对于代表几何方向的信息无损地执行滤波后采样的编码。

16、根据权利要求 14 或 15 所述的方法，其特征在于，用至少两个分别应用于不同采样的滤波器执行在提升方案的应用中使用的数字信号的采样的滤波处理。

17、一种对编码的多维数字信号进行解码的方法，所述编码的多维数字信号包括多个编码的采样，所述方法包括产生多个滤波后采样的部分解码步骤，其特征在于，所述方法包括应用于滤波后采样的逆滤波步骤（S76），所述逆滤波是在根据权利要求 14 至 16 之一所述的编码方法对采样进行编码期间用于对该采样进行滤波的滤波器的几何方向上对滤波后采样执行的。

18、根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，基于代表应用于该采样的滤波器的几何方向并且与滤波后采样相关联的信息来定义所述几何方向。

19、根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，它包括从存储装置获得代表所述几何方向的信息的步骤。

20、根据权利要求 17 至 19 中的任一个所述方法，其特征在于，用至少两个分别应用于不同采样的滤波器执行在提升方案的应用中使用的滤波后的数字信号的采样的滤波处理。

21、一种对包括多个采样的多维数字信号进行滤波的设备，其特征在于，该设备包括应用于要滤波的每个采样的以下装置：

用于对要滤波的采样的滤波处理进行仿真的装置，其适于在所述数字信号中在多个几何方向上应用至少一个滤波器，该仿真装置产生所述采样的多个仿真滤波值，

用于根据至少一个预定标准，基于所述采样的所述多个仿真滤波值，获得滤波后的采样的滤波值的装置。

22、根据权利要求 21 所述的设备，其特征在于，所述获得滤波值的装置适于从所述多个仿真滤波值选择值。

23、根据权利要求 21 所述的设备，其特征在于，所述用于获得滤波值的装置包括以下装置：

用于确定几何方向的装置，其适于基于所述多个仿真滤波值在所述数字信号中确定在所述多个几何方向中的一个几何方向，以及

用于在所确定的几何方向上应用所述滤波的装置。

24、一种权利要求 21 至 23 中的任何一个所述的设备，其特征在于，该设备包括确定装置，其适于在多个滤波器中确定至少一个滤波器。

25、根据权利要求 24 所述的设备，其特征在于，所述多个滤波器包括至少一个低通滤波器和高通滤波器。

26、根据权利要求 21 至 25 中的任何一个所述的设备，其特征在于，它包括用于从存储在存储装置中的信息获得预定标准的装置。

27、根据权利要求 21 至 26 中的任何一个所述的设备，它包括用于获得代表应用于所述采样的滤波器的几何方向的信息的装置。

28、根据权利要求 27 所述的设备，其特征在于，该设备包括关联装置，其适于将代表应用于所述采样的滤波器的几何方向的信息与滤波后的采样相互关联。

29、根据权利要求 21 至 28 中的任何一个所述的设备，其特征在于，该设备包括关联装置，其适于将代表应用于所述采样的滤波器的信息与滤波后的采样相互关联。

30、一种对包括多个采样的多维数字信号进行编码的设备，其特征在于，它包括根据权利要求 21 至 29 中的任何一个所述的对采样进行滤波的设备。

31、根据权利要求 30 所述的设备，其特征在于，当滤波装置包括适于将代表应用于滤波后采样的滤波器的几何方向的信息与滤波后的采样相互关联的关联装置时，相对于滤波后的数据有损地并且相对于代表几何方向的信息项无损地执行滤波后的采样的编码。

32、根据权利要求 30 或 31 所述的设备，其特征在于，用至少两个分别应用于不同采样的滤波器执行在提升方案的应用中使用的数字信号的采样的滤波处理。

33、一种对包括编码的多维数字信号进行解码的设备，所述编码的多维数字信号包括多个编码的采样，该设备包括产生多个滤波后的采样的部分解码装置，其特征在于，该设备包括逆滤波装置，其适于应用于滤波后的采样，所述逆滤波是在通过实施根据权利要求 30 至 32 之一所述的编码设备对采样进行编码期间用于对该采样进行滤波的滤波器的几何方向上对滤波后采样执行的。

34、根据权利要求 33 所述的设备，其特征在于，基于代表应用于所述采样的滤波器的几何方向并且与滤波后的采样相关联的信息来定义所述几何方向。

35、根据权利要求 34 所述的设备，其特征在于，它包括从存储装置获得代表所述几何方向的信息的装置。

36、根据权利要求 33 至 35 中的任何一个所述的设备，其特征在于，用至少两个分别应用于不同采样的滤波器执行在提升方案的应用中使用的滤波后的数字信号的采样的滤波处理。

37、一种包括经由通信网络连接的多个终端设备的电信系统，其特征在于，它包括：至少一个终端设备，其配备有根据权利要求 30 至 32 中的任何一个所述的对包括多个采样的多维数字信号进行编码的设备；和至少一个终端设备，其配备有根据权利要求 33 至 36 中的任何一个所述的对编码的多维数字信号进行解码的设备，所述编码的多维数字信号包括多个编码的采样。

38、一种可被加载到计算机系统上的计算机程序，所述程序包含这样的指令，即，当所述程序被计算机系统加载并执行时，所述指令能够实现根据权利要求 1 至 13 中的任何一个所述的对包括多个采样的多维数字信号进行滤波的方法。

39、一种可被加载到计算机系统上的计算机程序，所述程序包含这样的指令，即，当所述程序被计算机系统加载并执行时，所述指令能够实现根据权利要求 14 至 16 中的任何一个所述的对包括多个采样的多维数字信号进行编码的方法。

40、一种可被加载到计算机系统上的计算机程序，所述程序包含这样的指令，即，当所述程序被计算机系统加载并执行时，所述指令能够实现根据权利要求 17 至 20 中的任何一个所述的对编码的多维数字信号进行解码的方法，所述编码的多维数字信号包括多个编码的采样。

## 多维数字信号的滤波方法和设备 及相关编解码方法和设备

### 技术领域

本发明涉及一种用于对多维数字信号进行滤波的方法和设备、一种用于对多维数字信号进行编码的方法和设备以及一种用于对编码的多维数字信号进行解码的方法和设备。

本发明总地涉及多维数字信号，特别是图像或视频的滤波、编码和解码。

本发明的特别有利但不排它的优选应用是使用定向滤波器对数字信号进行滤波以及数字信号的编码/解码。

### 背景技术

例如在数字图像来自数码相机的情況下，该数字图像由  $N \times M$  个像素的集合构成，其中， $N$  为按像素计算的图像高度， $M$  为图像宽度。在将如此获得的图像存储在存储器中之前对该图像进行编码。初始数据，换句话说，表示图像像素的信息被组织成可以被例如逐行访问的二维阵列。

在对数字图像进行编码之前对该数字图像进行变换，并且以相同的方式，在对编码的数字图像进行解码期间，对该图像进行逆变换。所述变换在于将滤波器应用于数字图像的全部或一部分。

滤波器为图像信号和预定矢量之间的卷积，对于应用该卷积的区域中的每个像素，该卷积允许使用分配的系数根据相邻像素的值来修改它的值。

具体地讲，存在一种允许减少包含在图像的频率子带中的信息量的滤波技术，通过专利 WO 2004056120 了解该技术。该技术基于细带 (bandlet) 分解技术。使用细带分解对图像进行滤波，首先是对信

号进行分析以检测信号流中的局部规律性。事实上，考虑流的方向，对具有均一流的信号部分进行分离和滤波。因而，滤波产生的信号包含比未滤波的信号更少的信息，因而最终的压缩更有效。

然而，这个技术要求大量计算。事实上，必须对信号进行分析以识别具有均一流的部分，这是个复杂的操作。

而且，这个技术不允许可分离性。记得当可将滤波独立地应用于信号的不同维，例如沿行和沿列（反之亦然）时，滤波具有可分离性。

因此，有利的是，能够在考虑可分离性属性和很低的复杂度的同时执行滤波操作，同时保持高水平的压缩。

### 发明内容

本发明首先旨在提供一种对包括多个采样的多维数字信号进行滤波的方法。该方法包括应用于要滤波的每个采样的以下步骤：

- 通过在数字信号中在多个几何方向上应用至少一个滤波器来对要滤波的采样的滤波处理进行仿真，所述仿真产生采样的多个仿真滤波值，

- 根据至少一个预定标准，基于所述采样的多个仿真滤波值来获得滤波后的采样的滤波值。

根据本发明的滤波方法用于在考虑局部变化的同时对多维信号进行滤波处理，以便提高滤波性能。

更具体地讲，该方法允许执行考虑数字信号流的局部方向的滤波，同时保持可分离性。

该方法特别适用于在压缩算法之前的滤波机制下。它允许减少通过滤波生成的频率子带中存在的信息量。以这种方式，在信号存储或信号传输方面信号的压缩得到改进。

此外，该方法提供简明的实际实施和极快速的计算的优点。

将指出，多维数字信号可以是图像、视频，或者总地来说表示多媒体数据的信号。

根据一个特性，获得滤波值的步骤在于从多个仿真滤波值选择一



个值。

根据这个特性，仿真步骤提供滤波值，而完全无需再次应用滤波机制，这允许滤波过程被优化。

根据另一特性，获得滤波值的步骤包括以下步骤：

- 基于多个仿真滤波值，在数字信号中在所述多个几何方向当中确定一个几何方向，以及

- 在所确定的几何方向上应用滤波。

根据这个特性，在仿真步骤结束时，确定出最适合的几何方向，以提高滤波性能。

根据一个特性，在对滤波进行仿真的步骤之前，所述方法包括在多个滤波器中确定至少一个滤波器的步骤。

因此，可调用最合适的一个滤波器或多个滤波器来执行根据本发明的滤波操作。

根据一个实施例，所述多个滤波器包括至少一个低通滤波器和一个高通滤波器。

根据一种变形，根据至少一个预定标准获得的滤波值对应于所述采样的多个仿真滤波值中的最小绝对值。

因而，通过滤波而生成的信息量减少，这提高了采样的压缩性能。

根据另一变形，根据至少一个预定标准获得的滤波值对应于采样的多个仿真滤波值中使滤波和编码后的采样的传输速率最小化的值。

因而，通过滤波而生成的信息量减少。

根据又一变形，根据至少一个预定标准获得的滤波值对应于采样的多个仿真滤波值中使误差最小化的值。

因而，误差相对于原始信号被最小化，特别是在滤波后的采样的量化步骤期间。

根据一个特性，所述方法包括从存储在存储装置中的信息获得预定标准的步骤。

根据一个特性，所述方法包括获得表示应用于采样的滤波器的几何方向的信息的步骤。

当对已经经过前述滤波的编码后采样进行解码时,这个信息是有用的。

根据另一特性,所述方法包括将代表应用于采样的滤波器的几何方向的信息与滤波后采样相互关联的步骤。

代表几何方向的信息与滤波后的采样的这个关联使得可在逆滤波期间找出应用逆滤波所需的方向信息。

根据一个特性,所述方法包括将代表应用于采样的滤波器的信息与滤波后的采样相互关联的步骤。

根据一个特性,将所述滤波方法的步骤连续地应用于数字信号的每一维。

本发明的另一目的在于提供一种对包括多个采样的多维数字信号进行编码的方法。该方法包括如以上所公开的对数字信号进行滤波的方法。

所述编码方法中根据本发明的滤波的应用使得可显著地改进数字信号的采样的编码。

事实上,通过本发明,频率子带的熵,换句话说,存在于频率子带中的信息量减少超过25%。

根据一个特性,当滤波包括将代表应用于滤波的采样的滤波器的几何方向的信息与滤波后的采样相互关联的步骤时,相对于滤波后的数据有损地并相对于表示几何方向的信息无损地执行对滤波后的采样的编码。

事实上,优选地,为了能够有效地执行逆滤波操作,不丢失关于滤波的几何方向的信息。

根据一个特性,用至少两个分别应用于不同采样的滤波器执行在提升方案的应用中使用的数字信号的采样的滤波处理。

以这种方式,滤波操作,因而变换操作,不占用大量的存储器。事实上,通过使用提升方案,在对采样进行滤波的同时代替这些采样。

本发明的另一目的是提供一种对包括编码的多维数字信号进行解码的方法,所述编码的多维数字信号包括多个编码的采样,所述方

法包括产生多个滤波后的采样的部分解码的步骤。所述方法包括应用于滤波后的采样的逆滤波步骤，所述逆滤波是在根据上述编码方法对采样进行编码期间用于对该采样进行滤波的滤波器的几何方向上对滤波后的采样执行的。

根据一个特性，基于代表应用于所述采样的滤波器的几何方向并且与滤波后的采样相关联的信息来定义所述几何方向。

根据另一特性，所述方法包括从存储装置获得表示几何方向的信息的步骤。

根据一个特性，用至少两个分别应用于不同采样的滤波器执行在提升方案的应用中使用的滤波后的数字信号的采样的滤波处理。

相关地，本发明还提供一种用于对包括多个采样的多维数字信号进行滤波的设备。该设备包括应用于要滤波的每个采样的以下装置：

- 用于对要滤波的采样的滤波处理进行仿真的装置，其适于在数字信号中在多个几何方向上应用至少一个滤波器，所述仿真装置产生所述采样的多个仿真滤波值，

- 用于根据至少一个预定标准基于所述采样的所述多个仿真滤波值来获得滤波后的采样的滤波值的装置。

以上所述简要来讲，这个设备具有与滤波方法相同的优点。

本发明的另一目的是提供一种对包括多个采样的多维数字信号进行编码的设备。该设备包括如以上所显示的用于对采样进行滤波的设备。

以上所述简要来讲，这个装置具有与编码方法相同的优点，这里将不再对其进行阐述。

本发明的另一目的是提供一种用于对编码的多维数字信号进行解码的设备，所述编码的多维数字信号包括多个编码的采样，该设备包括用于产生多个滤波后的采样的部分解码的装置。该设备包括能够应用于滤波后的采样的逆滤波装置，所述逆滤波是在根据上述编码设备对采样进行编码期间用于对该采样进行滤波的滤波器的几何方向上对滤波后采样执行的。

以上所述简要来讲,该设备具有与解码方法相同的优点,这里将不再对其进行阐述。

根据另一方面,本发明涉及一种包括经由电信网络连接的多个终端设备的电信系统。所述电信系统包括:至少一个终端设备,其配备有如上所显示的用于对包括多个采样的多维数字信号进行编码的设备;和至少一个终端设备,其配备有如上所述的对编码的多维数字信号进行解码的设备,所述编码的多维数字信号包括多个编码的采样。

根据又一方面,本发明涉及一种可加载到计算机系统计算机程序,所述程序包含这样的指令,当这些程序被计算机系统加载并执行时,所述指令能够实现如上所显示的对包括多个采样的多维数字信号进行滤波的方法、对包括多个采样的多维数字信号进行编码的方法和对编码的多维数字信号进行解码的方法。

#### 附图说明

通过读取以下描述,本发明的其它方面和优点将更清晰地显现,给予这个描述仅作为非限制性的例子,参考附图作出以下描述,其中:

- 图 1 以简化方式显示用于处理数字图像的系统,在该系统中,实现根据本发明的编码/解码方法和装置;
- 图 2 显示以对数字图像的采样进行编码为目的对这些采样进行处理的算法;
- 图 3 显示用于对采样进行滤波、量化和编码的算法;
- 图 4 根据一个示例显示在三种可能的几何方向中的滤波仿真;
- 图 5 显示于应用于编码的采样的解码、逆量化和逆滤波算法;
- 图 6 以示图显示实现本发明的设备。

#### 具体实施方式

参考图 1,如表示为 1 的总附图标记所指定的,一种用于处理数字图像的系统,特别是通过根据本发明的编码和解码来处理数字图像的系统包括编码设备 2、单元 4 和解码设备 6。

这里将指出，根据本发明的编码/解码方法和设备在包括经由电信网络连接的多个终端设备的电信系统中可发现特别有利的应用。那么，在所述系统的终端设备中实现根据本发明的编码/解码方法，以便授权经由电信网络的文件传输，从而减少流量和传输时间。

根据另一特别有利的应用，在用于存储多媒体实体的设备中实现根据本发明的编码/解码方法，以使能够将大量数据存储在存储单元中。

如图 1 所示，根据本发明的编码设备 2 接收原始图像 IO 作为输入。图像 IO 被编码设备 2 处理，编码设备 2 发出编码文件 FC 作为输出。

在编码设备 2 中执行的处理在于执行在各单元 10、12 和 14 中完成的变换、量化和熵编码步骤。所述变换步骤实施根据本发明的滤波方法的步骤，而量化和熵编码步骤采用传统方式。

将编码文件 FC 提供给单元 4，例如，以经由网络传输编码文件 FC，或者将编码文件 FC 存储在存储单元中。

解码设备 6 从单元 4 接收编码文件 FC 作为输入，并提供与原始图像 IO 基本相同的解码图像 ID 作为输出。

在解码期间，对编码的图像执行在各单元 18、20 和 22 中进行的熵解码、逆量化和逆变换的连续步骤。所述逆变换步骤实施根据本发明的滤波的步骤，而逆量化和熵解码步骤采用传统方式。

通常，与原始图像 IO 相对应的初始数据被组织成可被逐行访问的二维阵列。

以下所述的实施例显示一种固定的数字图像的编码和解码，换句话说，二维信号的编码和解码。然而，对于具有更多维的信号，原理是相同的，所述更多维的信号例如为视频，就其而言，视频具有三维。

现在将给出数字图像的编码的描述，所述编码在频率子带分解期间具体地包括根据本发明的滤波机制。该滤波可以用例如 JPEG 2000 标准来实现，在滤波期间，该滤波也可称为小波分解。

对于关于 JPEG 2000 标准的进一步信息，读者具体参见以下地

址：[www.jpeg.org](http://www.jpeg.org)。

图 2 显示用于对数字图像进行编码的算法，所述编码包括根据本发明的滤波。

子带滤波在于：将滤波操作应用于原始信号，以产生与不同频率对应的一个或多个子带。一起得到的这些子带对应于给定的分辨率。

然后，通常选择这些子带中的一个或多个，以将它们再次分解为多个子带，这些子带将依次构成下一分辨率。根据需要的分辨率，可对这个过程进行几次迭代。

所述算法从步骤 S20 开始，在步骤 S20 期间，选择初始图像，该图像被认为是要滤波的频率子带。

这个步骤之后是步骤 S22，步骤 S22 在于选择要执行处理的第一维。

根据一个实施例，认为当前频率子带的水平维是第一维。然而，在另一实施例中，可认为当前频率子带的垂直维是第一维。

然后，步骤 S22 之后是步骤 S24，步骤 S24 用于选择当前维的第一行。因此，这个第一行是当前行。

根据一个具体实施例，当选择水平维时，它是当前子带的第一行像素。

相反，如果选择垂直维，则当前维的第一行是当前子带的第一列像素。

步骤 S24 之后是步骤 S26，步骤 S26 用于选择在当前行中要处理的第一采样。

根据一个具体实施例，在当前行中要处理的第一采样为词典顺序的第一采样，换句话说，当该行为水平像素行时，第一采样为最靠左的采样，当该行为像素列时，第一采样为最上面的采样，或者如果该行被第二次滤波，则在当前行中要处理的第一采样为该行的第二采样。

步骤 S26 之后是步骤 S28，在步骤 S28 期间，对要过滤的当前采样进行滤波，并对滤波后的采样进行编码。

根据本发明的滤波可用于不同的传统目的，特别是低通滤波、高通滤波，低通滤波也被称为模糊化，高通滤波也被称为轮廓检测。

低通滤波器的目的是削弱图像的具有高频的分量（暗像素）。这种类型的滤波通常用于削弱图像噪声，这是我们习惯称其为平滑化的原因。

平均滤波器是一类低通滤波器，其原理是得到与要滤波的像素相邻的像素的值的平均值。通过该滤波获得的结果为比原始图像更模糊的图像。

高通滤波器与低通滤波器不同，它削弱图像的低频分量，特别是可以削弱细节和对比度，这是使用术语“预加重滤波器”的原因。

根据一个具体实施例，为了实现信号的有效压缩，例如使用根据提升方案的频率子带分解。以下将参考图 3 描述实现这种类型的分解的滤波和编码步骤 S28。

关于提升方案的进一步信息，读者具体参见 M. D. Adams 和 F. Kossentini 的标题为“Reversible Integer-To-Integer Wavelet Transforms for Image Compression: Performance Evaluation and Analysis”，IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9, No. 6, June 2000, pages 1010-1024 的文献。这篇文献描述了这样一种滤波技术，即，通过所谓的提升方案技术的子带变换，该滤波技术的原理是使用信号中存在的相关性获得更紧凑的信息集，从而减小信号熵。

提升方案是小波变换的一种具体实施方式，它执行两个连续的滤波操作，即，第一高通滤波和第二低通滤波，并用其滤波的结果代替每个采样。

例如，以用高通滤波器对采样进行滤波并代替它们为目的，提升方案执行选择具有不平坦位置的采样的第一阶段。然后，以用低通滤波器对采样进行滤波并代替它们为目的，提升方案执行选择具有平坦位置的采样的第二阶段。

在对当前采样进行这样的滤波和编码之后，步骤 S28 之后是步骤 S30，步骤 S30 执行测试以确定在当前行上是否存在还未被滤波的任

何采样。

在步骤 S30，如果响应是肯定的，则这个步骤之后是步骤 S32，在步骤 S32 中，在当前行上选择下一采样。

根据一个具体实施例，下一采样位于按采样延伸顺序在当前采样之后 N 个采样的位置上，其中，N 为预定值。例如，N 可取值 2。

根据一个实施例变形，下一采样为紧接着当前采样之后的一个采样。

选择下一采样的这个步骤 S32 之后是先前描述的步骤 S26。

返回到步骤 S30，如果响应是否定的，则所述算法继续进行到步骤 S34，步骤 S34 进行测试以确定在当前维中是否还剩有要处理的至少一行。

在步骤 S34，如果响应是肯定的，则这个步骤之后是步骤 S36，在步骤 S36 中，在当前维中选择下一行。

根据一个具体实施例，如果该下一行仅被处理过一次，则它是与当前行相同的行，或者如果当前行已被处理两次，则它是下一行。

根据一个实施例变形，下一行是紧接着当前行之后的一行。

根据另一实施例变形，下一行位于按行延伸顺序在当前行之后 M 行的位置上，其中，M 是预定值。例如，M 可取值 2。

步骤 S36 之后是先前描述的步骤 S26。

返回到步骤 S34，如果响应是否定的，则所述算法继续进行到步骤 S38，步骤 S38 进行测试以确定是否剩下要运行的至少一维。

根据一个具体实施例，首先对水平维进行滤波，换句话说，对数字图像的行进行处理，然后对垂直维，换句话说，数字图像的列进行处理。

根据第二实施例，首先对垂直维进行滤波，换句话说，对数字图像的列进行处理，然后对水平维，换句话说，数字图像的行进行处理。

在视频的情况下，连续地对三维，即，水平、垂直和时间维接连进行滤波。

因而，在测试步骤 S38，确定是否两维已被处理。



如果响应是肯定的,则这个步骤之后是步骤 S40,在步骤 S40 中,选择要处理的下一维。

根据仅有两维要处理的具体实施例,从而下一维是垂直维。

然后,步骤 S40 之后是先前描述的步骤 S24。

返回到步骤 S38,如果响应是否定的,则所述算法继续进行到步骤 S42,步骤 S42 进行测试以确定是否剩有要处理的至少一个分辨率。

事实上,在所描述的实施例中,假设已根据每一维对子带进行滤波,从而产生一定数量的新的频率子带,则通过应用于这样产生的频率子带之一而再次迭代所述过程。

然而,在每一次迭代,每个子带的大小减小,并且在给定时刻,该迭代过程停止。

执行迭代过程预定次数,例如三次。

因此,这个测试步骤在于验证是否已执行预期数量的迭代。

如果情况是这样,则所述算法在步骤 S44 结束。

在相反的情形下,下一步骤是步骤 S46,步骤 S46 用于选择再次迭代滤波和编码方法的下一频率子带。

根据一个实施例,所选择的下一子带是在当前迭代期间生成的所有子带中从每一维中的低通滤波送出的子带。

然后,步骤 S46 之后是先前描述的步骤 S22,并且再次执行所述算法。

现在将参考图 3 描述根据本发明的采样的滤波和编码。

这个过程从步骤 S50 开始,在步骤 S50 期间,在多个可能的滤波器中确定将应用的滤波。

根据一个具体实施例,可设想两个滤波器。

已知为低通滤波器的第一滤波器负责从信号提取低频。

通过系数为 $[-1/16, 0, 5/16, 1, 5/16, 0, -1/16]$ 的低通滤波器对单维信号,换句话说,由一系列采样 $\{\dots, x_{i-3}, x_{i-2}, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, x_{i+2}, x_{i+3}, \dots\}$ 形成的单维信号进行滤波的结果通过以下值 $y_i = -x_{i-3}/16 + 5*x_{i-1}/16 + x_i + 5*x_{i+1}/16 - x_{i+3}/16$ 来表示。

已知为高通滤波器的第二滤波器从信号提取高频。

通过系数为 $[1/16, 0, -9/16, 1, -9/16, 0, 1/16]$ 的低通滤波器对单维信号 $\{\dots, X_{i-3}, X_{i-2}, X_{i-1}, X_i, X_{i+1}, X_{i+2}, X_{i+3}, \dots\}$ 进行滤波的结果通过以下值 $y_i = X_{i-3}/16 - 9 * X_{i-1}/16 + X_i - 9 * X_{i+1}/16 + X_{i+3}/16$ 来表示。

根据提升方案，高通滤波器和低通滤波器用在分解中。

当对行进行滤波时，如果正被滤波的行是第一次被滤波，则所应用的滤波器为高通滤波器。

在相反的情形下，要应用的滤波器为低通滤波器。

步骤 S50 之后是步骤 S52，在步骤 S52 期间，在不同的可能的几何方向上应用所确定的滤波器，以仿真滤波操作。

在图 4 中，举例显示这个步骤。

在这幅图中，显示将应用于数字图像的当前滤波器以及如何将该滤波器应用于当前采样。根据所考虑的例子，当前采样为与第  $i$  行和第  $j$  列对应的一个采样。

在图 4 中显示的实施例中，三种几何方向是可能的。

将行号  $i$  和列号  $j$  的当前采样的系数表示为  $x_{ij}$ 。

从而，如下定义应用单维滤波所依据的三种几何方向：

$$\{X_{i-3 j-3}, X_{i-2 j-2}, X_{i-1 j-1}, X_{i j}, X_{i+1 j+1}, X_{i+2 j+2}, X_{i+3 j+3}\}$$

$$\{X_{i j-3}, X_{i j-2}, X_{i j-1}, X_{i j}, X_{i j+1}, X_{i j+2}, X_{i j+3}\}$$

$$\{X_{i+3 j-3}, X_{i+2 j-2}, X_{i+1 j-1}, X_{i j}, X_{i-1 j+1}, X_{i-2 j+2}, X_{i-3 j+3}\}$$

因而，根据这个实施例，在步骤 S52，在前面列举的三种几何方向上对要过滤的采样  $x_{ij}$  应用在步骤 S50 确定的滤波，以便在不同的可能的几何方向上仿真滤波。

因此，仿真步骤用于计算三种前述滤波操作中的每一种操作的输出，从而获得多个仿真滤波值。

这个步骤 S52 之后是步骤 S54，步骤 S54 将确定不同的几何方向中将用于将滤波应用于当前采样的几何方向。

根据一个或多个预定标准，基于所述多个仿真滤波值确定应用滤波要考虑的几何方向。

因而，根据图 4 中所考虑的例子，考虑至少一个预定标准，基于在所描述的三个几何方向中应用滤波器之后获得的三个值进行选择。

根据确定滤波的几何方向的一个实施例，选择其产生的仿真滤波值的绝对值在所获得的值中最小的滤波。

然而，可使用其它实施例。

因而，具体地，可选择使速率最小化的滤波值，换句话说，可在最少数量的二进制元素上对其进行编码的值。

根据另一实施例，选择使误差最小化的滤波值，换句话说，选择这样的值：一旦该值被随后的量化步骤量化，该值就产生相对于原始信号的最小误差。

根据又一实施例，选择允许使速率最小化并使误差最小化的滤波值。

此外，在一种实施例变形中，可根据滤波器的方向提供要改变的该滤波器的系数。

然后，刚才已描述的步骤 S54 之后是任选步骤 S56 以及步骤 S58 和步骤 S60。

在步骤 S56 期间，将存储表示应用于当前采样的滤波器的方向的信息。事实上，从编码数字图像的角度看，有必要存储这个几何方向信息。

将代表所确定的滤波的信息存储在压缩的文件中，并可对该信息进行如下所述的熵编码步骤。

然而，因为该方向信息已被获知，因此前面已被存储，所以这个步骤是任选的。

根据步骤 S58，在先前确定的滤波的几何方向上计算当前采样滤波输出。

可替换地，可在步骤 S58 期间再次使用在步骤 S52 期间计算的值，并可将其用作实际的滤波值。

这个步骤 S58 之后是步骤 S60，步骤 S60 在于用滤波后采样的值代替当前采样。

在下一步骤 S62 期间，对滤波后的采样进行量化，然后对其进行熵编码，以便被存储在压缩文件中、被传输或者被临时存储以用于后面的滤波。

量化可以是标量量化以及矢量量化，或者任何类型的量化。

就熵编码而言，可通过哈夫曼编码或算术编码来执行这个熵编码。

将指出，熵编码被应用于先前存储的方向信息，而不进行量化。

现在将参考图 2、图 3 和图 5 描述用于对滤波和编码的图像进行解码的算法。

解码算法重新开始图 2 中的算法的步骤，然而除了步骤 S28 之外，将参考图 5 而不是图 3 来描述所述解码算法。

图 5 中的算法从部分解码步骤 S70 开始，部分解码步骤 S70 在于对编码的数字图像的采样进行熵解码并对这些采样进行逆量化。

根据所使用的熵编码，熵解码具体地是指哈夫曼解码或算术解码。

关于逆量化，根据所使用的逆量化，逆量化可以是例如标量逆量化或矢量逆量化。

步骤 S70 之后是步骤 S72，步骤 S72 在于确定将应用于滤波后的采样的逆滤波器。这个步骤 S72 与先前描述的图 3 中的步骤 S50 类似。因而，在这个步骤结束时，确定将应用的逆滤波器。

步骤 S72 之后是步骤 S74，步骤 S74 用于确定将应用逆滤波器的几何方向。为了这样做，使用代表几何方向的外部信息。

事实上，当为了将图像分解为频率子带，已经第一次对图像进行滤波时，与每个采样相关的用于滤波操作的几何方向的信息已被存储，可能被编码，并且该信息可供解码器使用。

因而，在逆滤波期间，应用与在滤波分解期间确定的几何方向相对应的滤波。

步骤 S74 之后是步骤 S76，步骤 S76 在于计算在先前根据当前的滤波后采样所确定的几何方向上的逆滤波的输出。

然后, 这个步骤之后是步骤 S78, 步骤 S78 用对于已进行逆滤波的采样所获得的值代替当前的滤波后采样。

参考图 6, 现在按照实质配置描述一个设备, 该设备能够用作根据本发明的用于对多维数字信号进行滤波的设备和/或用于对多维数字信号进行编码的设备和/或用于对编码的多维数字信号进行解码的设备。

图 6 中的信息处理设备具有以下方法所需的所有必要装置, 所述方法为根据本发明的对多维数字信号进行滤波的方法和/或对多维数字信号进行编码的方法和/或对编码的多维数字信号进行解码的方法。

根据所选择的实施例, 所述设备可以是例如连接至不同外设的微计算机 600, 所述外设例如是数码相机 601 (或扫描仪、或图像获取或存储的任何其它设备), 它连接至图形卡, 从而提供将根据本发明进行处理的信息。

微计算机 600 优选地包括连接至网络 603 的通信接口 602, 网络 603 能够传输数字信息。微计算机 600 还包括诸如硬盘的存储装置 604 和磁盘驱动器 605。

诸如盘 604 一类的磁盘 606 可包含发明软件建立数据以及发明代码, 该代码一旦被微计算机 600 读取, 就将该代码存储在硬盘 604 上。

根据一种变形, 将允许设备 600 实现本发明的一段程序或多段程序存储在只读存储器 ROM 607 中。

根据另一变形, 经由通信网络 603 整个或部分接收所述程序或多段程序以按指示存储。

微计算机 600 还可通过输入/输出卡(未显示)连接至麦克风 608。微计算机 600 还包括屏幕 609, 其显示要处理的信息和/或起与用户的接口的作用, 从而用户能够例如通过键盘 610 或任何其它合适的设备, 诸如鼠标来确定一些处理模块的参数。

中央处理单元 CPU 611 执行与实现本发明相关的指令, 将这些指令存储在只读存储器 ROM 或所描述的其它存储元件中。

当加电时, 存储在非易失性存储器之一, 例如, ROM 607 中的

处理程序和方法被转移到随机访问存储器 RAM 612, 随机访问存储器 RAM 612 然后将包含本发明的可执行代码以及实现本发明所需的变量。

作为变形, 用于处理数字信号的方法可被存储在设备 600 中的不同的存储位置中。一般来讲, 可被计算机或微处理器读取的信息存储装置, 集成到所述设备中或者不集成到所述设备中, 可能是可拆除的, 存储在执行时实施滤波、编码和解码方法的程序。还可扩展本发明的实施例, 例如, 通过添加通过通信网络 603 传输或者通过一个或多个磁盘 606 加载的更新的或改进的处理方法来扩展本发明的实施例。当然, 可用任何信息介质, 诸如 CD-ROM 或存储卡来代替磁盘 606。

通信总线 613 允许微计算机 600 的不同元件和连接至其的元件之间的通信。将指出, 总线 613 的表示不受限制。事实上, 中央处理单元 CPU 611 例如能够直接或者通过微计算机 600 的另一元件将指令传送到微计算机 600 的任何元件。

明显地, 绝不将本发明限制于所描述和显示的实施例, 而是完全相反, 本发明包括本领域的技术人员的触及范围内的任何变形。

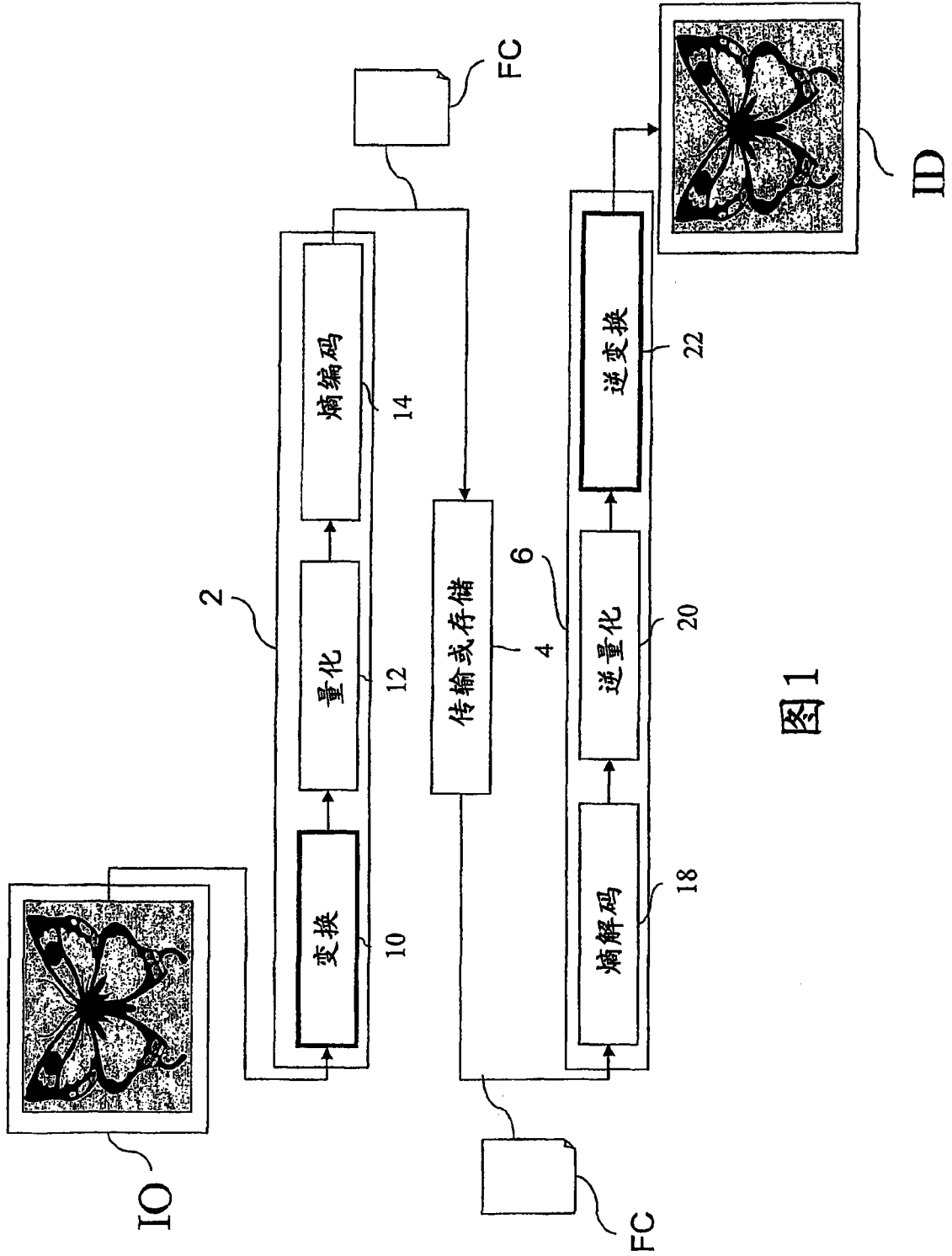


图1

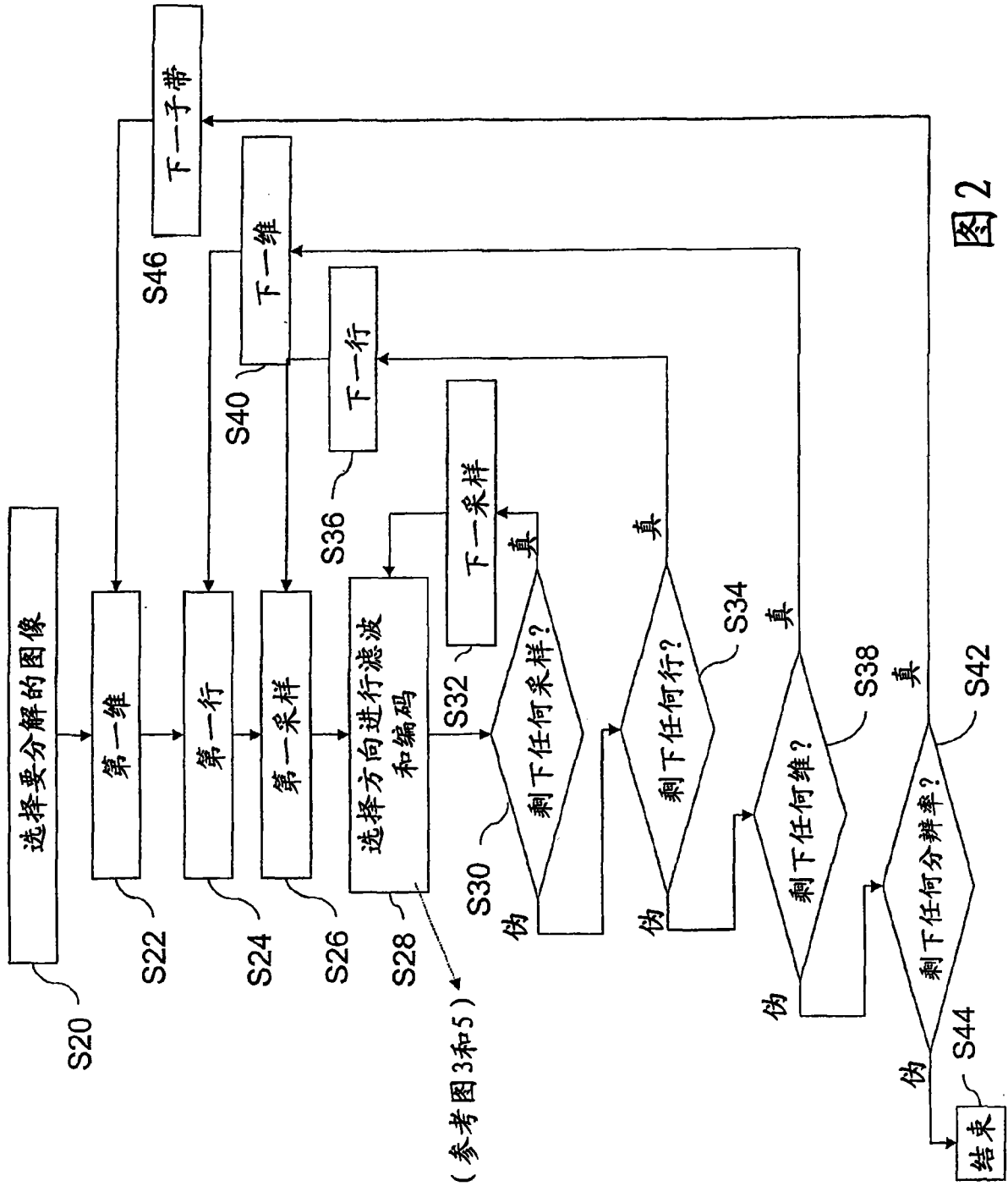


图2



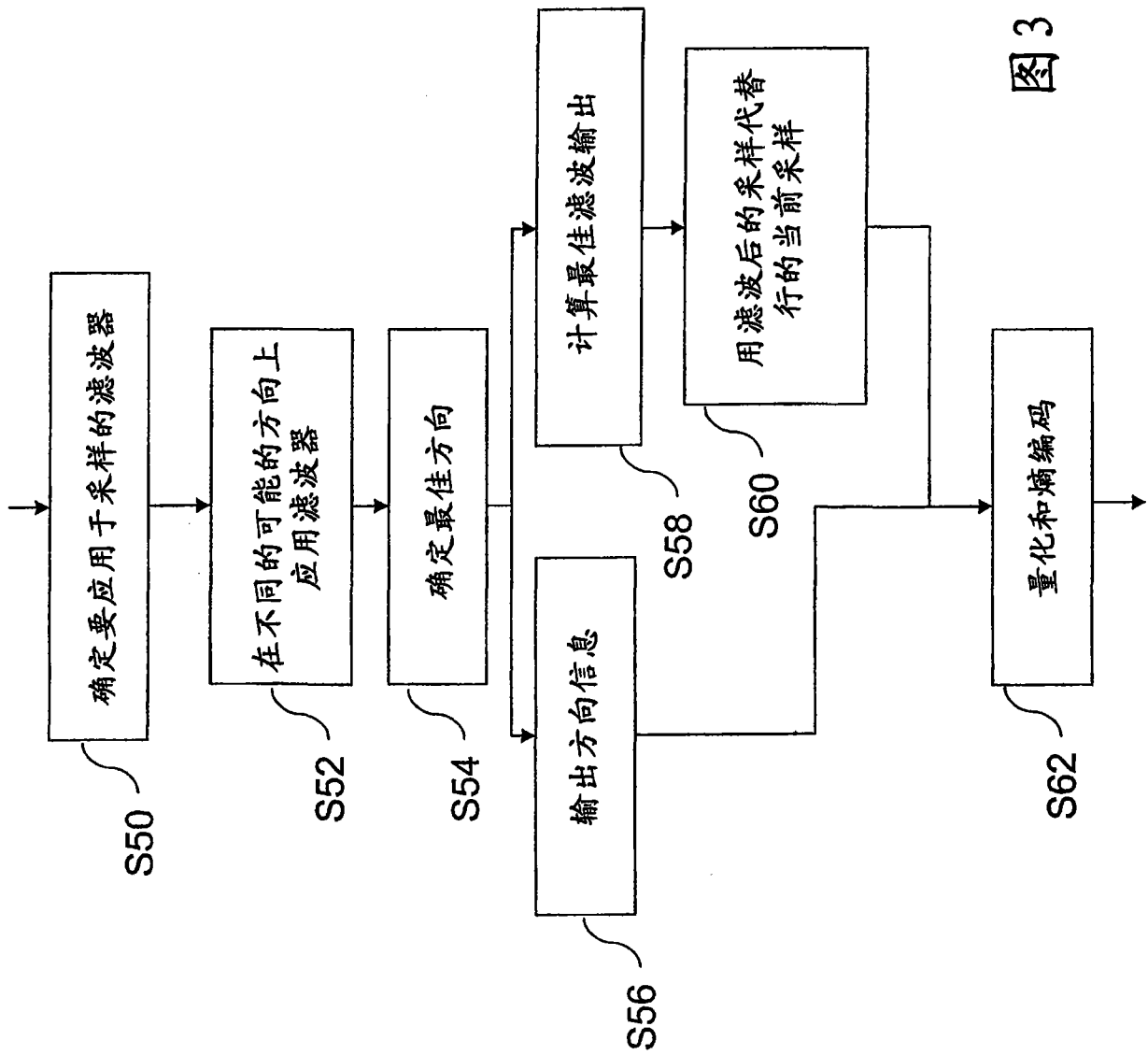


图3

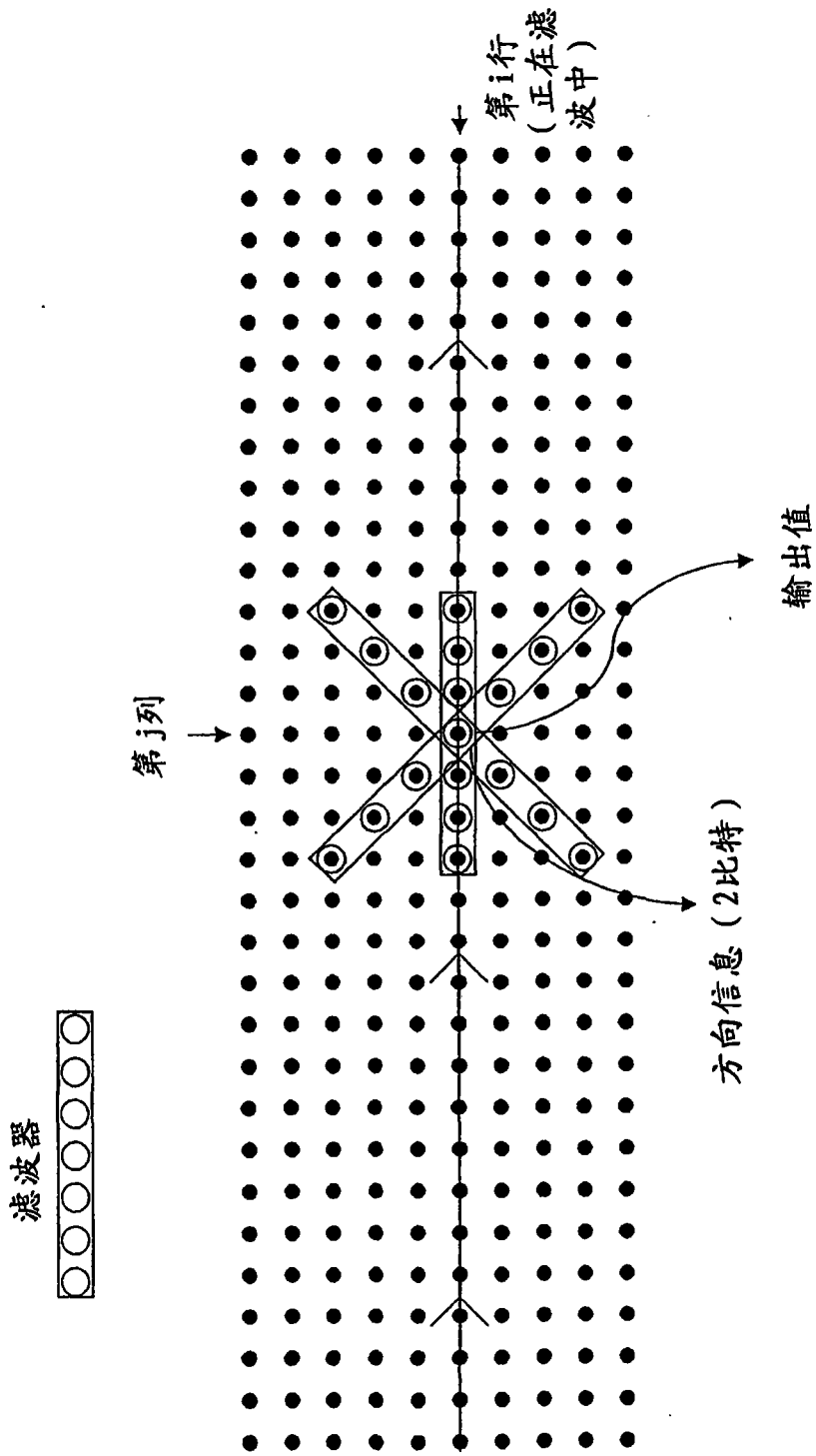


图4

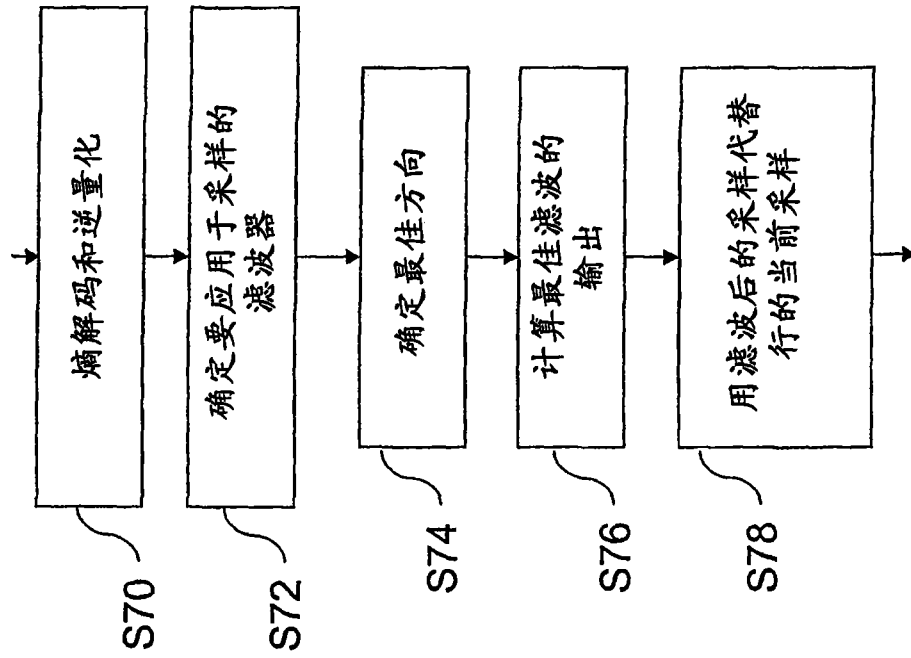


图5

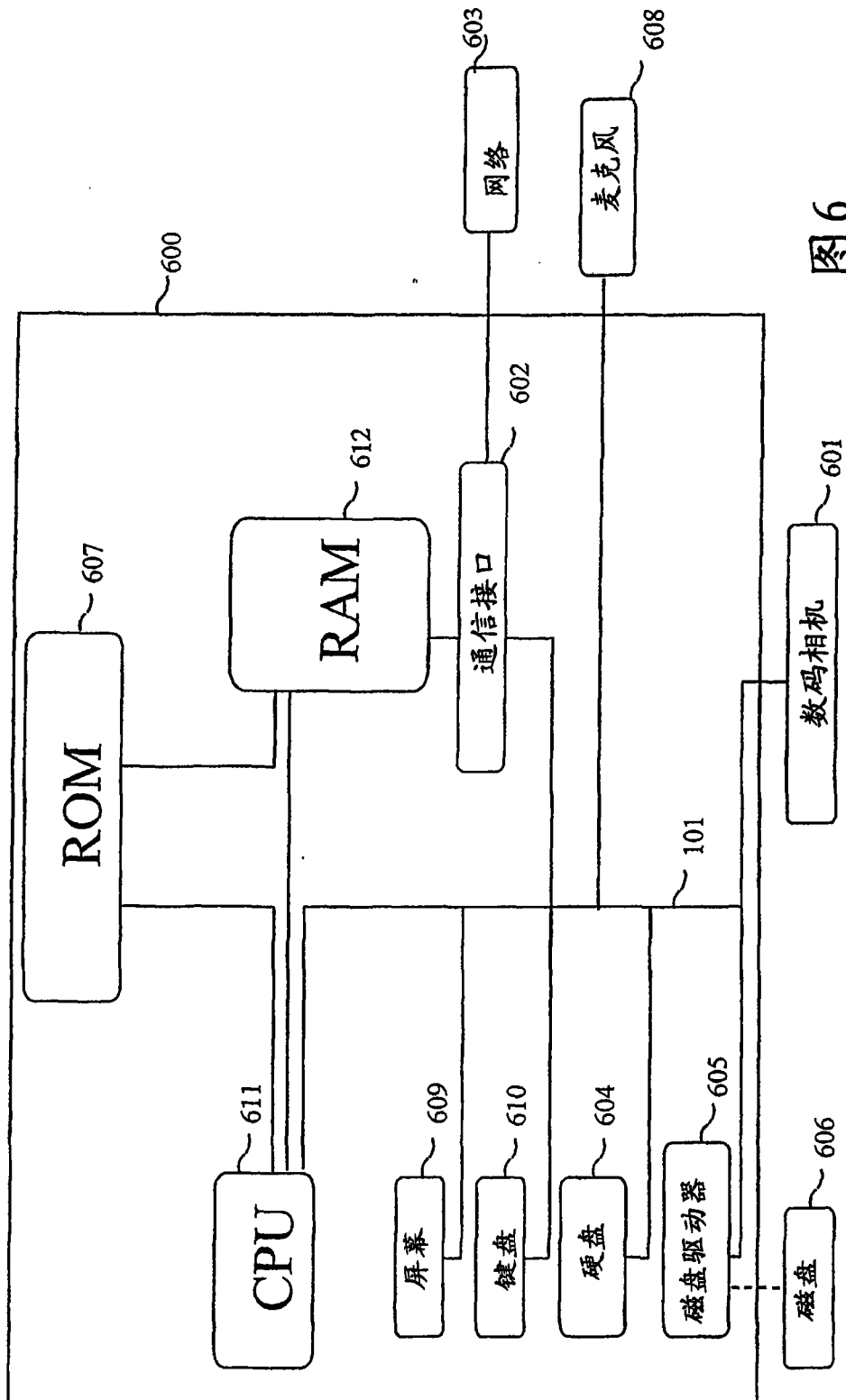


图6