

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410103750.8

[51] Int. Cl.

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)

G06T 1/00 (2006.01)

H03K 5/1252 (2006.01)

H04B 15/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100496401C

[22] 申请日 2004.12.22

[21] 申请号 200410103750.8

[30] 优先权

[32] 2003.12.22 [33] US [31] 10/744812

[73] 专利权人 GE 医疗系统环球技术有限公司

地址 美国威斯康星州

[72] 发明人 D·V·亚特森科 D·M·巴特斯

[56] 参考文献

US2003/0189655A1 2003.10.9

US2003/0133533A1 2003.7.17

US6335990B1 2002.1.1

US2003/0123750A1 2003.7.3

审查员 李玉菲

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 张志醒

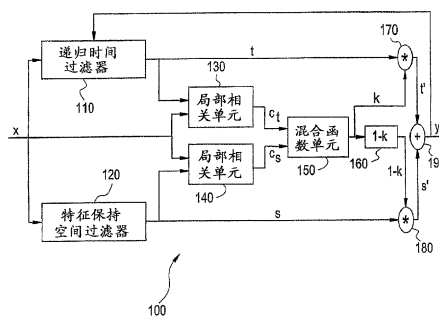
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称

利用最小误差时空递归过滤器降低图像噪声的系统和方法

[57] 摘要

本发明的某一具体实施例提供了这样一种系统和方法，其用来借助于最小误差时空递归过滤器来降低图像噪声。从时间和空间两方面过滤一个输入图像，产生一个时间输出和一个空间输出。时间输出和空间输出两者都与所述输入图像相关，以产生一个时间相关输出和一个空间相关输出。所述时间相关输出和所述空间相关输出被混合以生成一个选择信号。所述选择信号直接或间接地确定输出图像的构成。所述选择信号可以选择一部分时间输出和一部分空间输出以组成一个输出图像。做为选择，所述选择信号可以选择时间输出或者空间输出以组成一个输出图像。



1. 一种用于过滤图像数据的系统，所述系统包括：
 - 一时间过滤单元，用于利用时间过滤器来过滤图像数据以产生一时间过滤输出；
 - 一空间过滤单元，用于利用空间过滤器来过滤所述图像数据以产生一空间过滤输出；
 - 一第一局部相关单元，用于把所述图像数据与所述时间过滤输出相关起来以产生一时间相关输出；
 - 一第二局部相关单元，用于把所述图像数据与所述空间过滤输出相关起来以产生一空间相关输出；以及
 - 一混合单元，用于协调所述空间相关输出和所述时间相关输出以产生一混合单元输出。
2. 根据权利要求1所述的系统，还包括一多路复用器，用于接收所述混合单元输出。
3. 根据权利要求1所述的系统，还包括求反单元，用于生成所述混合单元输出的补码。
4. 根据权利要求3所述的系统，还包括：
 - (i) 一用于把所述时间过滤输出与所述混合单元输出相乘的乘法单元；
 - (ii) 一用于把所述空间过滤输出与所述混合单元输出的所述补码相乘的乘法单元；以及
 - (iii) 一用于把所述时间过滤输出的一部分和所述空间过滤输出的一部分加起来的加法单元。
5. 根据权利要求2所述的系统，其中所述多路复用器，根据所述混合单元输出，来选择所述时间过滤输出或所述空间过滤输出，以改变一图像。
6. 一种用于过滤图像数据的系统，所述系统包括：
 - 一第一空间过滤单元，用于利用空间过滤器来过滤图像数据以生成一第一空间过滤输出；
 - 加法单元，用于产生空间比较信号和空间更新信号；
 - 第一乘法单元，用于产生时间比较信号；

- 第二乘法单元，用于产生时间更新信号；
- 一比较单元，用于对时间比较信号和空间比较信号进行比较；
- 一多路复用器，用于接收所述比较单元的输出并选择时间更新信号或空间更新信号；以及
- 一延迟单元，用于延迟一输出信号并产生一延迟单元输出。
7. 根据权利要求6所述的系统，其中所述比较单元的所述输出表示一二进制数。
8. 根据权利要求6所述的系统，还包括第二空间过滤单元，用于利用空间过滤器来过滤所述延迟单元输出以生成第二空间过滤输出。
9. 根据权利要求8所述的系统，其中所述第二空间过滤输出被用来计算所述时间比较信号。
10. 一种用于过滤图像数据的方法，所述方法包括：
- 获取一输入信号；
- 利用时间过滤器过滤所述输入信号以产生一时间过滤输出；
- 利用空间过滤器过滤所述输入信号以产生一空间过滤输出；
- 把所述时间过滤输出与所述输入信号相关起来，以产生一对应于所述输入信号和所述时间过滤输出之间的差值的相关时间输出；
- 把所述空间过滤输出与所述输入信号相关起来，以产生一对应于所述输入信号和所述空间过滤输出之间的差值的相关空间输出；
- 协调所述相关空间输出和所述相关时间输出，以产生一输出信号；以及
- 生成所述输出信号的补码。

利用最小误差时空递归过滤器降低图像噪音的系统和方法

技术领域

本发明通常涉及一种在荧光 (fluorescopic) 图像处理中降低噪音的系统和方法。尤其是, 本发明涉及了一种用于荧光图像的时空过滤的系统和方法。

背景技术

成像系统包括各种成像形式, 诸如X射线系统、计算机化断层摄影(CT)系统、超声波系统、电子束断层摄影 (EBT) 系统、磁共振(MR)系统等等。成像系统, 通过下述方式生成诸如病人这样的对象的图像, 例如通过被诸如穿过病人的 X 射线这样的能源曝光。所生成的图像可以被用于很多用途。例如, 可以用所述图像检测结构中的内部缺陷、结构内的液体流动、或显示在结构内是否存在一对象。此外, 成像系统可被用于微扩散医疗过程, 并在图像导引外科手术期间使用。

一个具体类型的医学成像形式是数字荧光成像。在荧光图像获取期间, 连续获得多个 X 射线图像以形成一个图像序列或录像。每个 X 射线图像都被称作一帧。每个帧都由像素组成。到达 X 射线检测器的 X 射线光子的数目是有限的, 这引起了重大的图像噪音。图像噪音, 是限制解剖特征可见度, 或干扰观察者, 或使其分心的不良影响。

在荧光系统中的现代图像处理技术, 使用了各种过滤器以降低图像噪音并提高感兴趣的特征的可见度。用于降低图像噪音的一类过滤器的例子, 是自适应过滤器 (adaptive filter)。通常, 自适应过滤器解释与像素有关的值。如果像素落在了所述值的给定范围, 该像素就被视作噪音, 并重新对该像素进行计算。如果像素不在给定范围, 则假定该像素充分地准确, 并允许通过所述过滤器。按惯例, 有两种用于重新计算像素值并采用自适应过滤器降低不想要的荧光图像的噪音的技术: 时间和空间过滤。

时间过滤对目标像素的当前值与同一目标像素的先前值进行比较。时间过滤器可以通过对目标像素的当前值与目标像素的先前值进行比较来重新进行计算。即, 时间过滤器可以用几个先前帧中的像素的平均值来取代有噪音的像素

值。

时间噪音过滤，在静态图像序列方面是最有效的。在小运动序列期间，连续的图像包含了相似的信息，其生成一个非常接近该像素的真实值的平均值。然而，如果对象正在移动，则像素的值可以在连续的图像上大范围地改变。因此，连续的图像可以含有不同的信息。不相似信息的平均计算，可以产生一个不与当前像素的真实值接近的值。因此，因为帧的平均计算可以产生不希望有的运动模糊或运动滞后，所以时间过滤是一种令人不满意的增强移动图像的方法。

空间过滤对目标像素的当前值和目标像素的相邻像素的值进行比较。接着，用所述相邻像素来计算有噪音像素的新值。像素的邻居，是在当前帧中的目标像素周围的像素。一种典型的邻域，可以是四个像素邻域，其含有目标像素，和直接在北、南、东和西的所述像素。每四个像素邻域绕着所述目标像素形成一个菱形。另一种典型的像素邻域是八个像素邻域。一八个像素邻域含有目标像素，并且和北、南、东、西、东北、西北、东南、和西南的所述像素。一八个像素邻域绕着目标像素形成一个盒子。现在有很多种像素邻域的布局。

不像时间过滤，空间噪音过滤对图像序列中的静态和动态对象同样有效。在图像序列含有运动期间，目标像素的值可以在很大的范围内变化。如上所述，用先前帧中的目标像素值的目标像素值的平均计算，往往会产生运动滞后。然而，在当前图像中的目标像素的邻域，通常可能含有类似于目标像素的实际值的信息。一个在邻域中的平均值，可以产生一个非常接近于目标像素的实际值的值。

然而，在当前帧中的邻域之间进行平均计算，可能引入不希望有的空间假象 (spatial artifact)。一些有代表性的不希望有的空间假象，可能是丢失的边缘、伪边缘 (false edge)、区域内的平滑、分段的外观、“补缀状态 (patchiness)”、或“分块状态 (blockiness)”。所述空间假象，存在于图像的动态区，通常比由带有等量的噪音降低的时间过滤所引起的运动滞后更易于忍受。然而，对于在图像中的静态对象来说，空间过滤引入了假象而时间过滤不会。所述假象一向会降低图像质量，使得图像细节难于看到。因此，空间过滤是增强序列中的静态对象的一种令人不满意的方法。

现在已有各种空间和时间过滤器的组合。大多数的组合，都试图在空间过

滤波器不能有效改善图像中的静态区域而时间过滤器不能有效地改善图像中的动态区之间取得平衡。空间和时间过滤器的典型的组合, 经过空间和时间过滤器两者来传递图像。因此, 空间和时间过滤器的大多数组合, 都在所述图像中引入了某种程度的空间过滤器和时间过滤器两者的缺点。结果是使得图像的静态和动态区两者的分辨率都不够。

因此, 需要这样一种系统和方法, 其可以保持静态区域中的空间细节, 同时又避免了动态区中的运动滞后。这种系统和方法可以将图像噪音减到最少, 同时还将不希望有的假象以及与时间和空间过滤器有关的滞后减到最少。

发明内容

本发明的某些具体实施例提供了这样一种系统和方法, 其用来借助于最小误差时空递归过滤器来降低图像噪音。在一个具体实施例中, 系统包括一个时间过滤单元, 其过滤输入数据并产生输出。空间过滤单元过滤输入数据并产生输出。第一局部相关单元把所述输入数据与时间过滤器的输出关联起来, 并产生一个时间相关输出。第二局部相关单元把输入数据与空间过滤器的输出关联起来并产生一个空间相关输出。一个混合单元调整所述空间相关输出和所述时间相关输出以产生一个混合单元输出。在一个具体实施例中, 可以用一个多路复用器来接收所述混合单元的输出。所述多路复用器, 可以根据混合单元的输出来选择时间过滤器的输出或所述空间过滤器的输出。做为选择, 可以用一个求反单元 (complementary unit) 接收所述混合单元的输出并生成所述混合单元输出的补码 (complement)。

在一个具体实施例中, 一种方法包括获取一个要去除噪音的输入信号。除去噪音的方法包括利用一种时间过滤技术过滤所述输入信号以产生时间过滤输出。类似地, 利用一种空间过滤技术过滤输入信号以产生空间过滤输出。接下来, 所述时间过滤输出可以与所述输入信号相关联, 以产生相关时间输出。类似的, 所述空间过滤输出可以与所述输入信号相关联, 以产生相关空间输出。接下来, 所述相关空间输出和相关时间输出可以被混合起来以产生一个输出信号。可以根据输出信号的值选择时间过滤输出和/或空间过滤输出。所述输出信号可以被用来除去输入图像的噪音。

在本发明的一个具体实施例中, 系统利用一个第一空间过滤单元, 来使用空间过滤技术过滤数据并生成一个第一空间过滤输出。一个比较单元, 用于对

时间比较信号和空间比较信号进行比较。所述比较单元输出可以代表一个二进制数。一个多路复用器用于接收比较单元输出并选择时间更新信号或空间更新信号。最后，一个延迟单元用于缓冲输出信号并产生延迟单元输出。所述时间更新信号和时间比较信号可以通过一个乘法单元相乘。一个加法单元可以用来改变所述数据。此外，一个加法单元可以用来产生空间更新信号和空间比较信号。输出信号可以是由时间更新信号、空间更新信号、或时间更新信号和空间更新信号这两者改变的输入数据。而且，第二空间过滤单元可以被用来过滤延迟单元的输出并生成第二空间过滤输出。第二空间过滤输出可以用来计算所述时间比较信号。所述延迟单元输出可以用来计算所述时间更新信号。

在另一个实施例中，最小误差时空递归过滤器可以与多分辨率空间过滤器（multiresolution spatial filter）一起使用。所述最小值误差时空递归过滤器可以在多分辨率空间过滤器的合成部分中实现。

在本发明的第一方面，提供了一种用于过滤图像数据的系统，所述系统包括：

一时间过滤单元，用于利用时间过滤器来过滤图像数据以产生一时间过滤输出；

一空间过滤单元，用于利用空间过滤器来过滤所述图像数据以产生一空间过滤输出；

一第一局部相关单元，用于把所述图像数据与所述时间过滤输出相关起来以产生一时间相关输出；

一第二局部相关单元，用于把所述图像数据与所述空间过滤输出相关起来以产生一空间相关输出；以及

一混合单元，用于协调所述空间相关输出和所述时间相关输出以产生一混合单元输出。

在本发明的第二方面，提供了一种用于过滤图像数据的系统，所述系统包括：

一第一空间过滤单元，用于利用空间过滤器来过滤图像数据以生成一第一空间过滤输出；

加法单元，用于产生空间比较信号和空间更新信号；

第一乘法单元，用于产生时间比较信号；

第二乘法单元，用于产生时间更新信号；

一比较单元，用于对时间比较信号和空间比较信号进行比较；

一多路复用器，用于接收所述比较单元输出并选择时间更新信号或空间更新信号；以及

一延迟单元，用于延迟一输出信号并产生一延迟单元输出。

在本发明的第三方面，提供了一种用于过滤图像数据的方法，所述方法包括：

获取一输入信号；

利用时间过滤器过滤所述输入信号以产生一时间过滤输出；

利用空间过滤器过滤所述输入信号以产生一空间过滤输出；

把所述时间过滤输出与所述输入信号相关起来，以产生一对应于所述输入信号和所述时间过滤输出之间的差值的相关时间输出；

把所述空间过滤输出与所述输入信号相关起来，以产生一对应于所述输入信号和所述空间过滤输出之间的差值的相关空间输出；

协调所述相关空间输出和所述相关时间输出，以产生一输出信号；以及生成所述输出信号的补码。

本发明的系统和方法允许图像噪音被降低到最小，同时避免了所述图像动态区中的运动滞后并保持了所述图像静态区域的空间细节。因此，可以提高静态和动态图像区域两者的图像分辨率。

附图说明

图1，示出了一个根据本发明一个具体实施例所使用的最小差值时空(MDST)过滤器的数据流程图。

图2，示出了一个根据本发明一个具体实施例所使用的最小差值时空(MDST)过滤器的二进制数据流程图。

图3示出了一个根据本发明一个具体实施例的最小差值时空系统。

图4示出了一个根据本发明一个具体实施例的替代的最小差值时空系统。

图5示出了一个并入了一个最小差值时空过滤器的多分辨率空间框架系统(multiresolution spatial framework system)。

图6示出了一种方法，用于实现根据本发明一个具体实施例的最小差值时空过滤器。

当结合所附的附图来理解时，上述的简短描述、以及下列对本发明某些具体实施例的详细说明，将变得更好理解。为了说明本发明，在附图中给出了某些具体实施例。然而，应该理解到，本发明并不局限于所附附图中给出的所述装置和手段。

具体实施方式

图1，示出了一个根据本发明一个具体实施例所使用的最小差值时空(MDST)过滤器的数据流程图100。所述数据流程图100，表示了根据输入信号 x 计算输出信号 y 的过程中，各种单元和数据的流程。所述输入信号 x 被输入到四个单元中。输入信号 x 被输入到一个递归时间过滤器110、一个特征保持空间过滤器120、一个局部相关单元130、以及一个局部相关单元140中。特征保持空间过滤器120以及递归时间过滤器110分别产生输出 s 以及 t 。输出 t 以及 s 分别被输入到乘法单元170以及180。输出 t 以及 s 连同输入信号 x 一起，还被分别输入到局部相关单元130、140。局部相关单元130、140分别产生输出 c_t 以及 c_s 。输出 c_t 以及 c_s 被输入到混合函数单元150。所述混合函数单元150产生一个输出 k ，其被发送到求反单元160以及乘法单元170。 k 的有效值可以是0或1，或在0与1之间。求反单元160的输出， $(1-k)$ ，被发送到乘法单元180。乘法单元170、180的输出， t' 以及 s' ，在加法单元190中分别被组合以形成输出信号 y 。输出信号 y 还被发送回递归时间过滤器110，以供在为下一个帧计算值 t 的过程加以使用。系统100的组件可以是独立的单元，可以以各种形式集成在一起，和/或可以在硬件和/或软件中实现。下面，对每个组件和信号进行讨论。

所述MDST数据流程图100，独立地进行时间和空间这两者的过滤。时间和空间过滤器输出，被按下述比例混合，所述比例涉及到所述输出与最新的输入信号 x 的匹配程度。所述输入信号 x 可以是一个输入图像、一帧数据、或一串像素。

递归时间过滤器110产生一个先前帧 y_{prev} 以及一个输入信号 x 的加权平均值。递归时间过滤器的输出是 t ：

$$t = x + a_1 (y_{prev} - x) \quad \text{等式 1,}$$

其中, a_l 是一个平均系数, 在递归时间过滤器 110 内加以设置。

特征保持空间过滤器 120 进行可调整的空间过滤量。所述空间过滤保持了输入信号 x 的重要特征。所述特征保持空间过滤器 120 的输出是 s 。

第一局部相关单元 130, 通过对时间过滤器的输出 t 与输入图像 x 进行比较, 产生一个位置相关信号 c_t 。 c_t 的值可以随着 t 与 x 越来越匹配而增加。 c_t 的值可以随着 t 与 x 越来越不匹配而降低。对 t 与 x 的比较, 在像素邻域内进行。第二局部相关单元 140, 通过对空间过滤器的输出 s 与像素邻域中的输入图像 x 进行比较, 产生局部相关信号 c_s 。按照惯例, c_s 的较高值可以表示图像 s 与 x 之间的高度的局部相似。按照惯例, c_s 的低值可以表示图像 s 与 x 之间的高度的局部相异。类似地, 所述信号 c_t , 可以编码图像 t 与 x 之间的局部相似度。

然后, 相关单元 130、140 的所述输出 c_t 、 c_s , 被输入到混合函数单元 150 中。所述混合函数单元 150, 根据相关值 c_t 和 c_s , 确定在所述输出信号 y 中有多少空间和时间过滤。该函数具有一个对空间或时间过滤的可调偏差。如下, 在本发明的一个具体实施例中使用一个混合函数 k :

$$k = \frac{1}{1 + \left(\frac{c_s}{c_t} \right)^\gamma} \quad \text{等式 2}$$

其中, γ 是一个可调参数, 其可以由系统设计员设置。

在一个具体实施例中, 混合函数 k 的输出位于 0 和 1 之间。信号 k 表示可以对输出 y 做出贡献的时间过滤部分。因此, k 乘以 t 得到 t' 。信号 t' 是对输出图像 y 做出贡献的 t 的一部分。

信号 k 还被输入到一个求反单元 160 中。当 k 被输入到所述求反单元 160 中时, 例如 k 在 0 和 1 之间, 并表示可以对输出图像 y 做出贡献的时间过滤部分。所述求反单元 160 产生一个输出 $(1-k)$, 其表示可能对所述输出图像 y 做出贡献的空间过滤部分。所述信号 $(1-k)$ 乘以 s , 从而得到 s' 。所述信号 s' 是对输出图像 y 做出贡献的 s 的一部分。

接着, 通过加法单元 190 把信号 t' 和 s' 加起来, 以产生一个输出信号 y 。所述信号 y 可以合并递归时间过滤器 110 的一部分和特征保持空间过滤器 120 的一部分。输出信号 y 还被送回递归时间过滤器 110, 以便用于计算新的递归时间过滤器输出值 t 。

做为选择, 所述输出 y 完全由递归时间过滤器 110 的输出 t 或者特征保持空间过滤器 120 的输出 s 组成。图 2, 示出了一个根据本发明一个具体实施例所使用的一个 MDST 过滤器的二进制数据流程图 200。例如, 除了混合函数单元 150 的输出 k 被设置为 0 或者 1 之外, 所述二进制数据流程图 200 相当于数据流程图 100。而且, 所述二进制数据流程图 200, 随着伽马 γ 趋近无限大, 而在功能上等效于数据流程图 100。因此, 输出 y 或者完全是递归时间过滤器 110 的输出 t , 或者完全是特征保持空间过滤器 120 的输出 s 。当 $k=1$ 时, 多路复用器 255 选择时间输出 t , 当 $k=0$ 时选择空间输出 s 。因此:

$$y = \begin{cases} t & \text{如果 } k=1 \\ s & \text{如果 } k=0 \end{cases} \quad \text{等式 3}$$

图 2 的其他元件相当于图 1 的。

图 3 示出了一种系统 300, 用于根据本发明一个具体实施例实现最小差值时空过滤器。系统 300 利用所述二进制数据流程图 200 的一个变形 (modification), 用于为输入图像帧 x 选择空间或者时间过滤。在系统 300 中, x 被输入到四个单元中。输入图像 x 被输入到一个空间过滤器 310、一个加法单元 330、一个加法单元 340、以及一个加法单元 350 中。空间过滤器 310 的输出是 s 。信号 s 被馈送到一个加法单元 320 以及一个加法单元 340。所述信号 s 用来计算更新/比较信号 ds 以及比较信号 dt' 。

为了在比较单元 360 中直接使用并作为到多路复用器 370 的一个输入, 计算空间更新信号 ds 。所述空间更新/比较信号 ds 按下式计算

$$ds = s - x \quad \text{等式 4,}$$

其中 ds 表示, x 被空间地平滑过的版本-即 s 与输入图像 x 之间的差值。所述空间更新/比较信号 ds 接着被输入到比较单元 360 以及多路复用器 370 中。在比较单元 360 中, 直接对空间更新/比较信号与时间比较信号进行比较。当 $k=0$ 时, 空间更新/比较信号还可以被选来更新输入信号 x , 以产生一个输出 y 。

时间更新信号 dt 还与时间比较信号 dt' 一起被计算。时间更新信号 dt 与时间比较信号 dt' 两者都是输出的先前帧 y_{prev} 的函数。参数 y_{prev} , 通过传递输出 y 经由一个延迟或缓冲 380 z^{-frame} 而产生。延迟 380, 把所述信号延迟一个帧, 以便延迟 380 的输出 y_{prev} 含有先前帧的一个信号 y 。所述信号 y_{prev} 被输入到空间过

滤波器 390 和加法单元 330 中。

加法单元 330 计算输出的先前帧 y_{prev} 以及输入图像帧 x 之间的差值。加法单元 330 可以执行加法或减法。然后, 所述差值乘以一个时间过滤系数 a_1 。时间过滤系数通常在 0 和 1 之间并可以用来偏置 (bias) 所述系统。因此, 时间更新信号 dt 被如下计算:

$$dt = a_1(y_{prev} - x) \quad \text{等式 5。}$$

如果由 k 选择, 则时间更新信号 dt 被用来产生输出 y 。因此, 如果由 k 选择, 则 dt 可以被添加到 x 上作为校正信号 d 。

然而, 用于比较的时间比较信号 dt' 不同于用来产生所述输出的时间更新信号 dt 。信号 dt' , 作为先前帧被空间地平滑过的版本和当前帧的被空间地平滑过的版本之间的差值, 而被计算。先前帧 y_{prev} 的被空间地平滑过的版本, 是 y' 。所述被空间地平滑过的帧 y' , 是经由空间过滤器 390 传递 y_{prev} 的结果。经由空间过滤器 390 传递 y_{prev} 降低了 k 中的噪音。被空间地平滑过的先前帧 y' 和被空间地平滑过的当前帧 s 之间的差值, 接着被乘以一个时间过滤系数 a_2 。时间过滤系数 a_2 通常在 0 和 1 之间并可以被用于所述系统中以引入偏差。因此, dt' 被如下计算:

$$dt' = a_2[M_2(y_{prev}) - M_1(x)] \quad \text{等式 6,}$$

$$dt' = a_2[y' - s] \quad \text{等式 7。}$$

在一个具体实施例中, $a_1 = a_2$ 并且空间过滤器 M_1 和 M_2 相同。做为选择, a_2 可以不同于 a_1 以便控制所述系统的偏差。

如上所述, 在所述比较单元 360 中对 dt' 和 ds 进行比较。在一个具体实施例中, 比较单元 360 的输出 k 取决于 ds 或 dt' 中哪幅度比较小。如果 $dt' < ds$, 则 k 等于 1。如果 $dt' \geq ds$, 则 $k = 0$ 。

$$k = \begin{cases} 1 & \text{如果 } |dt'| < |ds| \\ 0 & \text{否则} \end{cases} \quad \text{等式 8。}$$

因此, 系统 300 可以通过空间过滤器过滤图像的动态区并且通过时间过滤器过滤图像的静态区。选择信号 k 被认为是运动信号。如果 $k=1$, 则对象的运动不大可能并且时间平均是可靠的。如果 $k=0$, 则运动的可能性很高, 并选择空间

平均。

输出 k 被输入到多路复用器 370 中。如果 k 是 1, 则多路复用器 370 传递时间更新信号 dt 。如果 k 是 0, 则多路复用器 370 传递空间更新信号 ds 。当 d 等于 ds 或者 dt 时, 输出信号 y 由输入信号 x 加上一个校正信号 d 组成:

$$y = x + d \quad \text{等式 9,}$$

$$d = \begin{cases} dt & \text{当 } k=1 \text{ 时} \\ ds & \text{当 } k=0 \text{ 时} \end{cases} \quad \text{等式 10}$$

做为选择, 图 4 示出了一种系统 400, 用于实现根据本发明一个具体实施例的最小差值时空过滤器。除了从系统 300 中去掉了空间过滤器 390(M2)以生成系统 400 之外, 系统 400 类似于系统 300。从系统 300 中去掉了空间过滤器 390(M2), 以及随后在数据流程方面的改变, 可以降低系统 300 执行计算的次数。因此, 使用系统 400 替代使用系统 300 的优点, 在于系统 400 在计算上价格比较低廉。

然而, 去掉空间过滤器 390(M2)可能降低系统 300 的对比噪音比(contrast-to-noise ratio)。在所述系统 300 中, 空间过滤器 M2390 的效果是消除了二进制信号 k 中的噪音。通过去掉 M2, 系统 400 实现起来价格比较低廉, 但是 k 在 0 和 1 之间抖动的可能性增加了。

在另一个实施例中, 当 MDST 过滤被并入到多分辨率空间框架中时, 提高了 MDST 过滤器降低噪音的能力。图 5 示出了根据本发明的一个具体实施例并入了一个 MDST 过滤器的多分辨率空间框架系统 500。在所述系统 500 中, MDST 过滤器可以接着以不同的空间比例检测运动和特征并以不同的比例降低噪音。在多分辨率空间过滤器的合成阶段, 系统 500 并入了 MDST。该种布置, 还允许 MDST 以不同的空间比例具有不同的空间或时间偏差。由 Burt, P.J. 和 Adelson E.H. 于 1983 年发表在 IEEE 会报 C - 31:532 - 540 上的文章“The Laplacian Pyramid as a Compact Image Code”, 公开了一种典型的多分辨率空间框架, 并在此引入以供参考。

图 5 含有一个分解阶段 510、处理阶段 520、以及一个合成阶段 530。多分辨率空间过滤器的分解阶段, 从图像中提取频带。在系统 500 中, 在分解阶段 510 中提取四个频带。然而, 任意数目的频带都可以被提取。IPD 方块 502 是用

于频带分离的低通过滤器。1PS 方块 504 是用于平滑来自低通过滤器 502 的数据的过滤器。1PS 方块 504 与 1PI 534 低通内插过滤器的低通属性非常匹配。可以使 1PS 方块 504 和 1PI 低通内插过滤器 534 之间相关,以使得在分解阶段中所减去的信号的频谱特性与在合成阶段所添加的信号的频谱特性相匹配。例如可以通过模糊屏蔽(unsharp masking)来提取高通信息。模糊屏蔽从原始图像中减去了该图像的平滑的版本。因此,从原始输入中减去该输入的平滑的版本以产生高通信息。通过向下取样单元 506,还对低频图像向下取样,并重复该过程。

多分辨率空间框架的处理阶段 520 对提取的频带执行操作。作为一个例子,在系统 500 中,示出了频带放大器 525 对图像数据 x 进行操作。对频带信号所执行的典型操作,是改善细节的线性增益或改善细节的非线性增益,并将噪音和光晕(halo)假象减到最小。

在合成阶段 530,通过向上取样单元 532,对所述信号向上取样。所述信号还被传递通过 1PI 534 低通内插过滤器。并且,在所述合成阶段 530,所述信号被传递通过一个 MDST 过滤器 536 以产生比已知多分辨率空间框架噪音更小的图像。

图 6 示出了一种方法 600,用于实现根据本发明一个具体实施例的最小差值时空过滤器。在步骤 610,获取一个输入图像或信号。如上所述,所述输入图像可以是一帧数据、一个图像、或一串像素。在步骤 620,所述输入图像被传递通过两个独立的过滤器。所述输入图像被从空间和时间两方面过滤。在步骤 630,所述过滤器的输出与所述输入信号相关。空间过滤器的输出与输入信号有关,以确定输入信号和该输入信号经空间过滤的版本之间的差值。时间过滤器的输出与输入信号有关,以确定输入信号和该输入信号经时间过滤的版本之间的差值。在一个具体实施例中,两种相关都能产生一个输出。在步骤 640,相关性的输出被用来调整要施加到输出的时间或空间过滤量。

虽然本发明已经参照某些具体实施例进行了描述,但是本领域技术人员将会明白,在不脱离本发明范围的情况下可以进行各种改变和同等替换。此外,可以进行许多变形以在不脱离其范围的情况下使具体情况或材料适应于本发明的教导。因此,不打算把本发明局限于所公开的具体实施例,而且本发明将包括所附权利要求范围内的全部实施例。

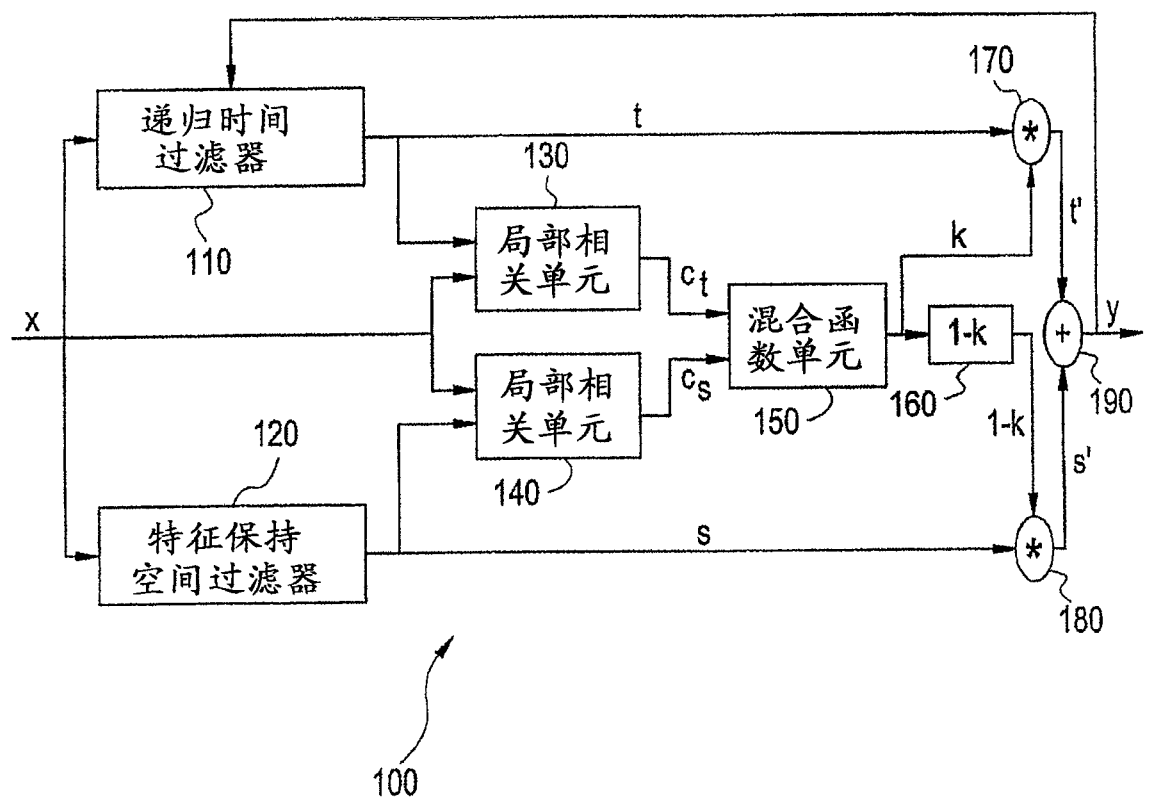


图 1

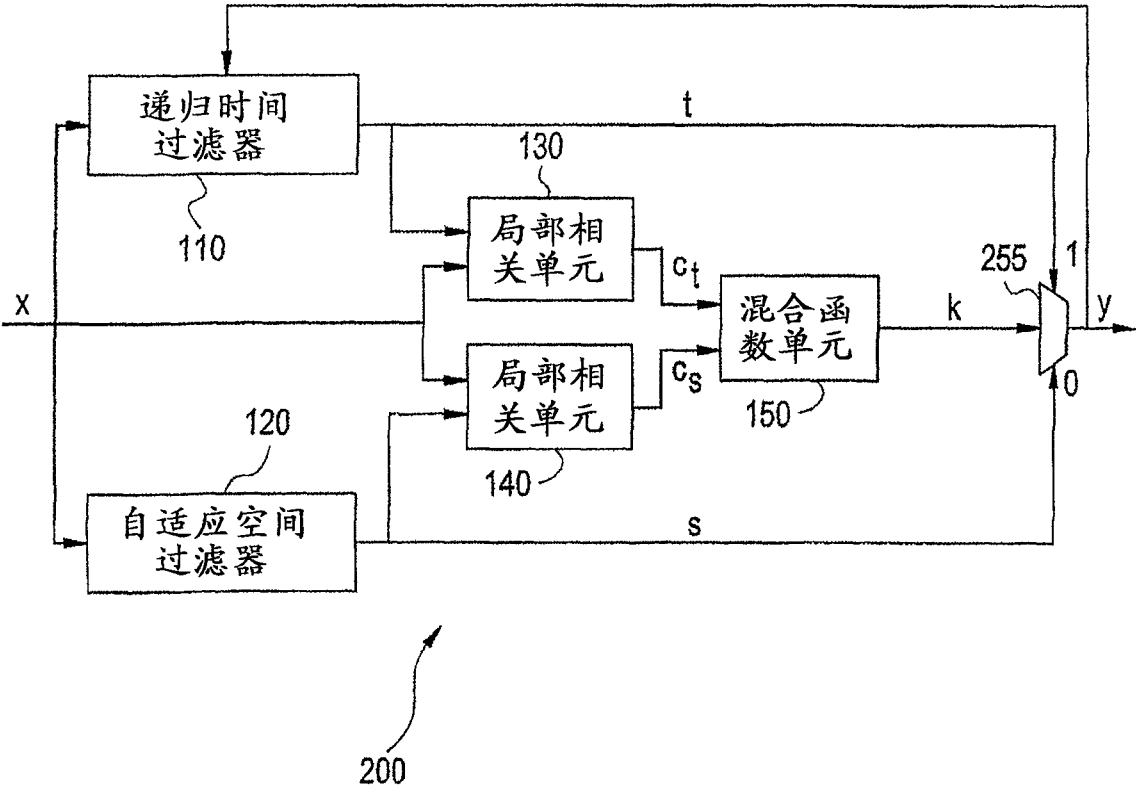


图 2

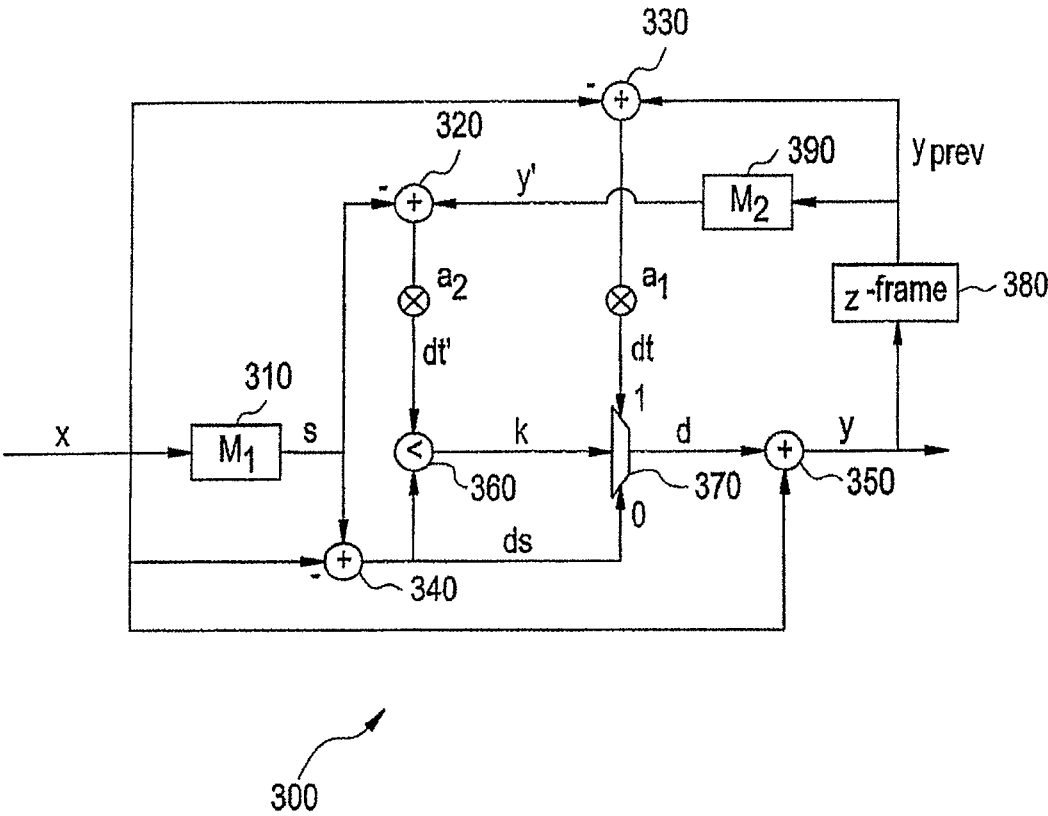


图 3

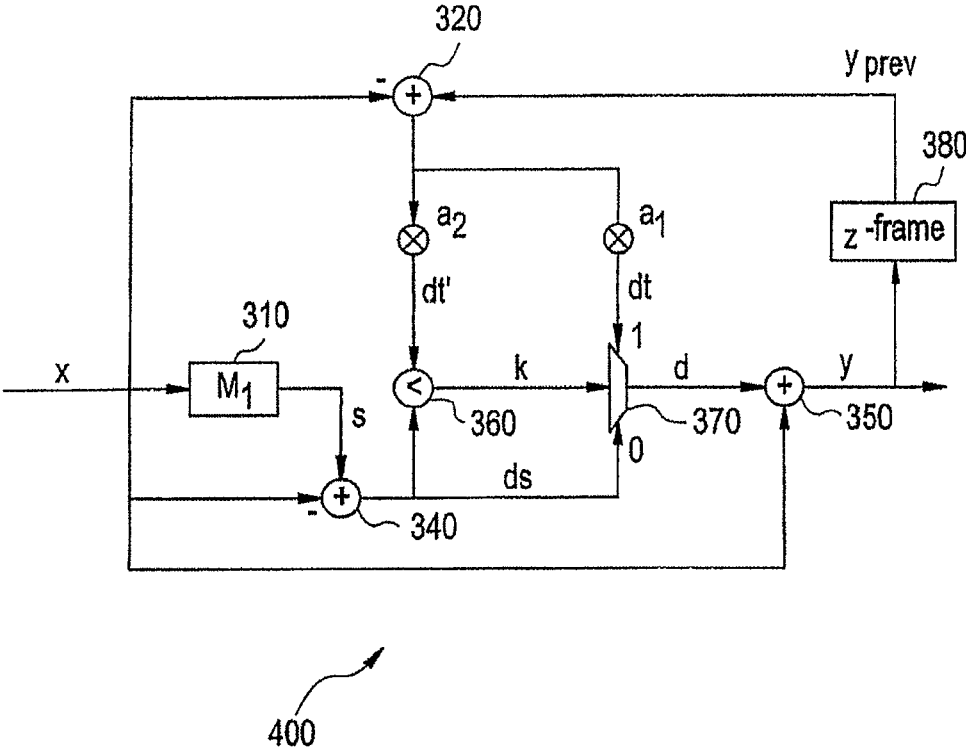


图 4

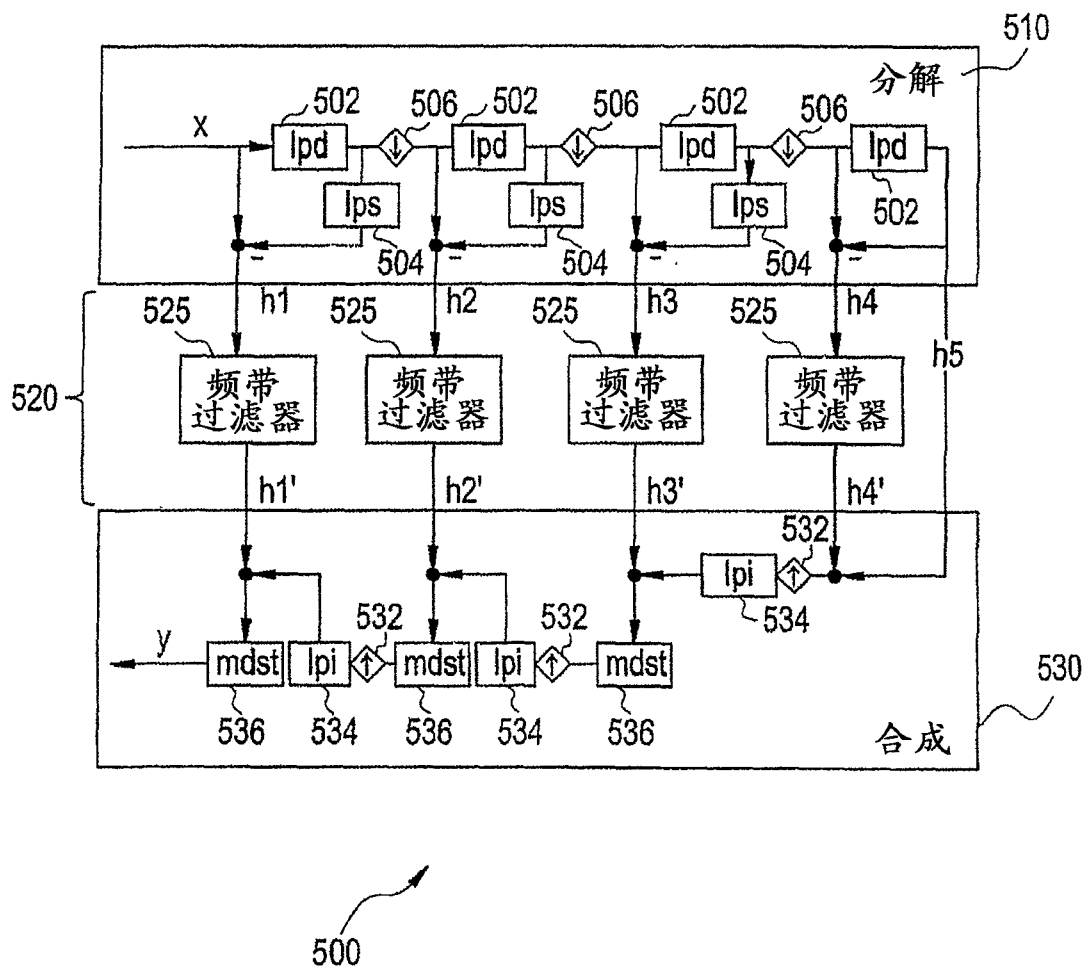


图 5

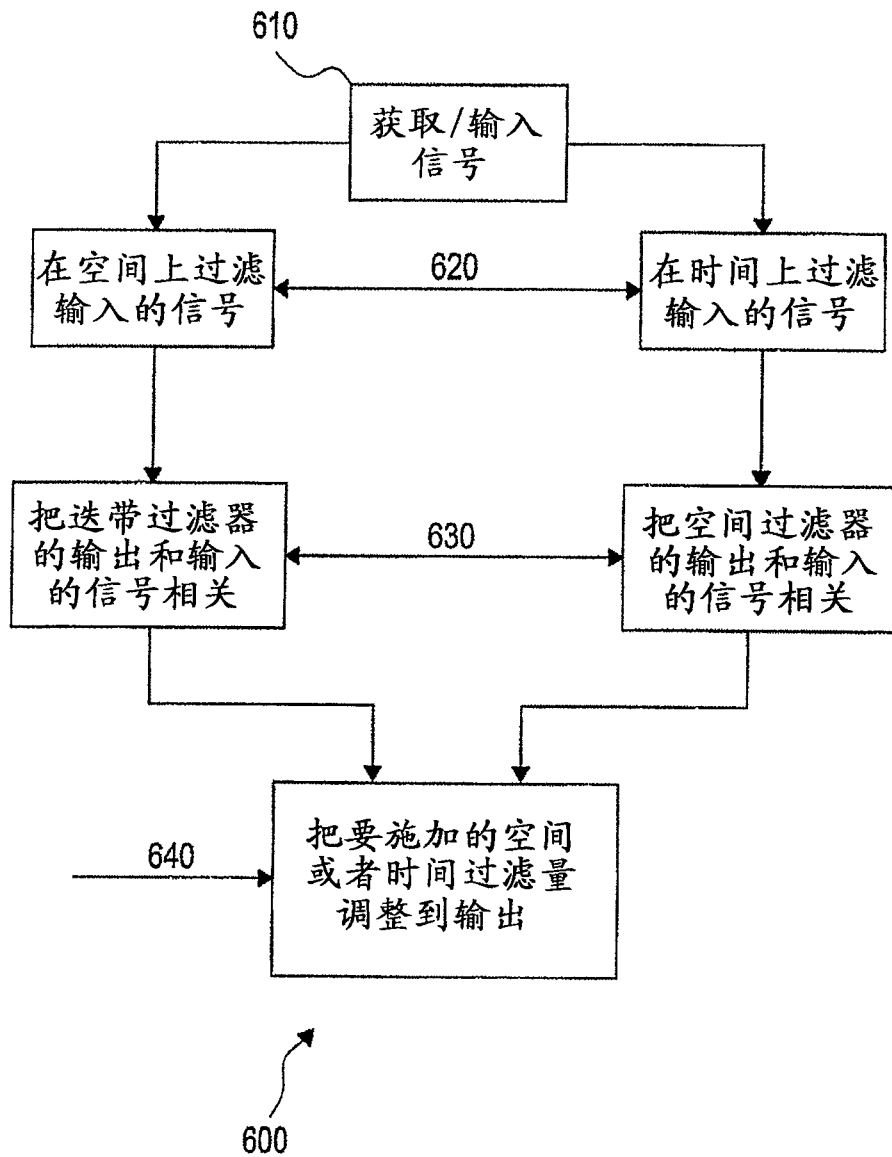


图 6