[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H04N 5/911

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95115107.X

[45]授权公告日 2001 年 12 月 26 日

[11]授权公告号 CN 1076927C

[22]申请日 1995.8.14
[21]申请号 95115107.X
[30]优先权
[32]1994.8.15 [33]US [31]290,419
[73]专利权人 汤姆森消费电子有限公司
地址 美国印第安纳州
[72]发明人 T·W·西格
[56]参考文献
US 4989090 1991.1.29 H04N7/01
审查员 陈 源

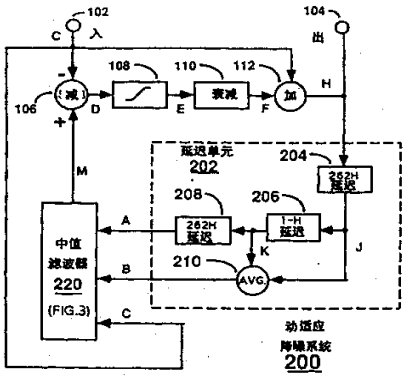
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴增勇 马铁良

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 动适应视频降噪系统

[57]摘要

减法器(106)从视频输入信号(C)和加在其上的另一信号(M)形成差 信号(D)。差信号经限幅(108)和衰减(110),和所合成信号(F)与视频输入信号组合(112),以提供降噪的视频输出信号(H)。延迟 电路(202)响应视频输出信号提供场(A)和帧(B)延迟视频信号。选 择电路(220)选择场延迟视频信号,帧延迟视频信号和视频输入信号的中 间值(M)作为加至减法器的另一信号。其优点为,另一信号提供双重功能:既便于输出信号降噪又同时将运动假象的出现率减至极低程度。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1.用于提供视频降噪 的装置，包括:

减法器(106) ，用于从视频输入信号(C) 和加在其上的另一信号(M) 形成差信号(D) ;

用于限幅(108) 和衰减(110) 所述差信号(D) 从而形成合成信号(F) 的电路;

组合器，用于组合输入(C) 和合成(F) 信号从而形成降噪视频输出信号(H) ;

其特征为:

延迟电路(202) ，响应所述视频输出信号(H) ，用于提供场延迟视频信号(B) 和帧延迟视频信号(A) ; 以及

选择电路(220) ，用于选择所述场延迟视频信号(B) ，所述帧延迟视频信号(A) 和所述视频输入信号(C) 之一作为加到所述减法器(106) 上的所述另一信号(M) 。

2.依照权利要求1所述的装置，其特征在于: 选择电路(220) 包含一中值滤波器(220) ，场延迟视频信号(B) ，帧延迟视频信号(A) 和视频输入信号(C) 便加在所述中值滤波器上，其输出端连接至减法器以供给另一信号。

3.依照权利要求1所述的装置，其特征在于: 选择电路(220) 包括:

开关(312，314) ; 和

控制电路(302，304，306，308，310) ，用于当视频输入信号(C) 位于由两个延迟信号(A，B) 所界定的范围内时使开关选择视频输入信号(C) 作为另一信号(M) ;

所述控制电路用于当场延迟视频信号位于由视频输入信号(C)

和帧延迟视频信号(A) 所界定的范围内时使开关选择场延迟视频信号(B) ; 和

所述控制电路有于当帧延迟视频信号(A) 位于由视频输入信号(C) 和场延迟视频信号(B) 所界定的范围内时使开关选择帧延迟视频信号。

4. 依照权利要求1所述的装置, 其特征在于: 延迟电路(202) 包括用于将场延迟视频信号的象素与视频输入信号的象素空间对准的内插器。

5. 依照权利要求1所述的装置, 其特征在于: 延迟电路(202) 包括二点线性内插器, 用于将延迟一场减1 /2行的象素与延迟一场加1 /2行的象素进行平均, 从而产生所述场延迟视频信号。

6. 用于产生降噪作用的一种方法, 包括如下步骤:

从视频输入信号(C) 和另一信号(M) 形成差信号(D) ;

限幅(108) 和衰减(110) 差信号(D) , 以形成合成信号(F) ;

组合合成信号(F) 与视频输入信号(C) 以形成视频输出信号(H) ;

其特征在于:

将视频输出信号(H) 延迟一场和延迟一帧; 和

从(i) 场延迟视频输出信号(B) , (ii) 帧延迟视频输出信号(A) 和(iii) 视频输入信号(C) 中选择另一信号。

7. 依照权利要求6所述的方法, 其特征在于: 选择另一信号的步骤包括:

使视频输入信号(c) , 场延迟视频信号(B) 和帧延迟视频信号(A) 经过中值滤波, 而提供中间值信号(M) ; 和

选择中间值信号(M) 作为另一信号, 用于形成差信号。

8. 依照权利要求6所述的方法，其特征在于：所述选择步骤包括：

当视频输入信号(C) 位于由两个延迟视频信号(A，B) 所界定的范围内时选择视频输入信号(C) 作为另一信号(M) ；

当场延迟视频信号(B) 位于由视频输入信号(C) 和帧延迟视频信号(A) 所界定的范围内时选择场延迟视频信号(B) 作为另一信号(M) ；以及

当帧延迟视频信号(A) 位于由视频输入信号(C) 和场延迟视频信号(B) 所界定的范围内时选择帧延迟视频信号(A) 作为另一信号(M) 。

9. 依照权利要求6所述的方法，其特征在于：延迟视频输出信号的步骤还包括对场延迟视频信号的象素与视频输入信号的象素空间对准的场延迟视频信号进行内插。

10. 依照权利要求6所述的方法，其特征在于：延迟视频输出信号的步骤还包括运用二点线性内插法内插场延迟视频信号，它包括将延迟一场减1／2行的象素与延迟一场加1／2行的象素平均，从而产生所述场延迟视频信号。

说　　明　　书

动适应视频降噪系统

本发明涉及瞬态视频降噪系统，一般地和尤其是涉及利用动适应处理的这种类型的视频降噪系统。

现已发现帧递归滤波器在改善只有很小或没有帧间移动的视频信号的信噪比上很有效。这种滤波器是依据对于静止图象或只有很少移动图象的原理，来自帧间的象元值有很高相关性，而噪声（对于静止图象）是相对非相干 的，对于帧间几乎没有相关性。因此，通过将若干帧延迟信号组合，其和的信号功率就会比噪声功率更快地增加，该信噪比就会增加。

通过所谓“递归”降噪系统的反馈可以达到获得多帧延迟视频信号。在此图1即为这种系统的一个例子。图1的降噪系统100包括用于接收待降噪的视频输入信号的输入端102和用于提供已降噪 的视频输出信号的输出端104。输入端102通过减法器106，限辐器108，衰减器110和加法器112与输出端104相耦合。输入端102也加至加法器112同时加法器输出通过帧延迟单元114反馈回减法器106。

在运行时，有噪声的视频输入信号S1（在端102）和来自单元114的帧延迟的已降噪的视频输出信号S3在减法器106中被组合，以产生帧差（frame difference）信号S4。帧差信号S4提供对于静止图象的输入信号S1中的噪声量的估计。对于运动图象，它表示帧间运动加噪声。为了将对于运动图象产生的可视假象（artifact）减至一种“可接收”的最低程度，差信号S4在限幅器108中被限制在较低的电平（例如几个IRE单位）。在较大限幅阈值条件下将增强有效的降噪，但增加了由景物移动引起的假象。因此，一般将限幅值选择为在所要求

的降噪和可接收的运动假象程度之间的折衷。

然后限幅器108的输出在衰减器110中减小（衰减）某个小量（减少1／8或传输7／8），以使系统的瞬变现象最后衰减至零。优点在于，衰减确保会聚和反馈系统的稳定性。最后，限幅器的经减小的输出S5在衰减器110中被衰减，再作为信号S6在加法器112与返回的现行输入信号S1相加，于是抵消输入信号S1中一部分噪声量。所形成的“已降噪”信号S2被反馈以用于下一帧的帧延迟，和从而完成递归信号路径。

如上所述，递归降噪 的一般形式对于静止（或接近静止）的图象提供极佳的效果，因为对于帧间，象元值有很高的相关性（相干）而在帧间基础上，噪声则是相对非相干的。然而，对于运动画面，差信号S4表示运动以及噪声和为了将差信号的运动分量引起的可视假象减至最小，需要限幅在较低电平。然而，一般说，在某些应用场合，在帧递归降噪系统中限制差信号可能不足以将运动假象抑制到可接收的最小程度，和可能要求附加的运动补偿，和已经提出对这问题的各种处理方案。

减少在帧递归降噪系统中运动假象效应的一个方法是将视频带分为二部分，将帧递归降噪应用于较低频部和将另一种形式的降噪应用于较高频部。这样一种系统已由Christopher在1992年7月14日发表的题为《具有降噪功能的双频带循序电视系统(DUAL BAND PROGRESSIVE TELEVISION SYSTEM)》的美国专利5,130,789中描述。其优点为，“双频带”处理方案既降低了对系统存储器的要求又仅仅将瞬变现象假象限制在低频亮度信号。另一方面，则为进行频带分割和独立的降噪处理功能需要相对复杂电路。

减少帧递归降噪系统中运动假象效应的另一处理方案是由Takahashi在1981年1月20日题为《用于彩色电视信号的降噪系统》的美国

专利4246610中描述的。Takahashi处理方案包括对于含有高运动的景物使帧递归滤波器旁路。为此提出与运动有关的开关(一般称为“软开关”)，它随运动指示信号的变化混合输入的视频信号和已降噪视频信号。对于静止图象，该开关选择降噪 信号，对于运动图象，该开关选择原始信号(无降噪)，和对于具有较低运动的图象，这二信号随运动(帧差) 信号变化按比例地混合。尽管这种处理在减小运动图象情况下的运动假象方面是有效的，但它也排除了降噪作用。

“混合”型“动适应”降噪系统的还有一个问题是软开关本身的动作可能由于例如运动检测误差产生某些景物的可视假象。例如，在静止图象中大量噪声可能被错误地判断为景物中的运动。假如这样，软开关就会错误地减少帧递归滤波分量，因而降低降噪作用，事实上没有理由这样做。

现已认识到，需要有具有减少的与运动有关的可视假象的动适应帧递归视频降噪 系统。另外需要有不要求降噪带宽限制的动适应降噪系统。此外还需要有不依赖于如上述讨论的与运动有关的“混合”的动适应降噪系统。本发明旨在满足所有这些要求。

实施本发明的用于提供视频降噪 作用 的装置包括用于从视频输入信号和加在其上的第一信号形成差信号的减法器。差信号被限幅和衰减，由此形成的信号与视频输入信号组合，以提供降噪 的视频输出信号。延迟电路对视频输出信号作出响应，提供场和帧延迟视频信号。选择电路选择场延迟视频信号，帧延迟视频信号和视频输入信号其中的一个作为加在减法器上的另一信号，从而既便于降噪同时又抑制了潜在的运动有关的假象。

在本发明的原理的可取应用中，选择电路包括一中值滤波器，在中值滤波器上加有场延迟视频信号，帧延迟视频信号和视频输入信号，该滤波器的输出提供另一信号。

依照本发明的提供降噪的一种方法包括从视频输入信号和另一信号形成差信号；对该差信号进行限幅和衰减；将经限幅和衰减的差信号和视频输入信号加以组合形成视频输出信号，延迟视频输出信号一场和一帧；和在(i) 场延迟视频输出信号，(ii) 帧延迟视频输出信号和(iii) 视频输入信号中选择另一信号。

依照本发明的方法的另一特征，选择另一信号的步骤包括使视频输入信号，场延迟视频输出信号和帧延迟视频信号经受中值滤波，其中间值用作为用于形成差信号的另一信号。

在附图中表示出本发明的以上和另外一些特征，其中相同元件标以相同标号，和附图中：

图1是已知的递归视频降噪系统的方块图；

图2是实施本发明的动适应递归视频降噪系统的方块图；

图3是适用于图2的动适应递归视频降噪系统的三输入中值滤波器的方块图；以及

图4是说明图2系统的降噪 部分的运动假象抑制的时空图。

图2的动适应视频降噪 系统200包括用于接收待降噪 的视频输入信号“C”的输入端102和用于提供已降噪的视频输出信号“H”的输出端104.。减法器106从视频输入信号“C”和加在其上的另一信号“M”形成表示噪声的差信号D。差信号“D”受限幅器108限制和经衰减器110衰减，和由此合成的经限幅和衰减的差信号“F”在加法器112中与视频输入信号“C”组合，以有效地“抵消”信号“C”中的噪声分量，从而产生已降噪的视频输出信号“H”。顺便提及，要注意限幅和衰减的次序无关紧要。可以先加限幅(如图示) ，可以先加衰减，或以公共电路结构形式可以同时施加限幅和衰减两者。

依照本发明，信号“M”是从系统200的输入和输出信号“C”和“H”获得的，从而提供降噪和减小运动假象两者。在本发明的这实

施例中，信号“M”的形成由响应视频输出信号“H”的延迟单元202提供的，延迟单元提供帧延迟视频信号“A”和场延迟 视频信号“B”。选择电路220(图示为中值滤波器) 选择帧延迟视频信号“A”，场延迟视频信号“B”和视频输入信号“C”中的一个作为用于加在减法器106上的另一信号“M”。

更确切地说，中值滤波器220选择信号“A”，“B”和“C”的中间值作为减法器106的另一信号“M”。如本文所用的“中值”一词具有通常的数学含义，区别于“平均”含义。例如，“1，2，9”一组值的中间值等于2，而其平均值是4。作为另一例，“1,4,4”这组的中间值等于4，而其平均值会是3。对于三输入中值滤波器，中间值是位于由三个输入信号的最大和最小值所限定的范围内的值。

更详细地说，对于所示的三输入中值滤波器，当视频输入信号位于由场延迟视频输出信号“B”和帧延迟视频输出信号“A”所界定的范围内时滤波器选择视频输入信号“C”作为另一信号“M”。换言之，假如“C”不大于“A”和“B”的最大值，也不小于“A”和“B”的较小值，则取“C”为中间值。假如“C”这样超过由“A”和“B”所限定的最小值和最大值，那末“C”不可能为中间值和另二值中视个一定为中间值。按此继续，当场延迟视频输出信号“B”位于由视频输入信号“C”和帧延迟视频输出信号“A”所界定的范围内时中值滤波器220选择场延迟视频输出信号“B”作为另一信号“M”。最后，当帧延迟视频输出信号“A”位于由视频输入信号“C”和场延迟视频输出信号“B”所界定的范围内时，滤波器220选择帧延迟视频输出信号“A”作为另一信号“M”。最后，在信号值的任何二值是相同或等值例如为“X”IRE单位的情况下，那末，中间值(对于三输入中值滤波器) 将等于“X”，而与第三信号的值无关。下面要讨论的图3提供中值滤波器220的适当实施的详细方块图。

如上所提及的，延迟单元202将帧和场延迟信号“A”和“B”供至中值滤波器220的二个输入端。为本发明目的起见，要求场延迟视频信号“B”要与帧延迟视频信号空间对准。然而，由于隔行扫描，因为场与场 间有半行移动，前一场中没有象素与现行场中一象素对准的。由于在前一场中不存在空间对准的象素，延迟单元220从视频输出信号“H”运用内插法获得所要求的信号。

依据本发明的另一特征，已经发现为了产生场延迟信号“B”使用线性二点内插法在既提供降噪又提供运动假象减小的二个目的要求方面提供了满意的结果。假如使用例如线性一点内插法的较低阶内插法，其象素是通过重复前场一个象素值估计的，则性能可能受损失。这种插入技术形成的场延迟象素与现行象素垂直偏移，而不是如本发明的目的所要求的空间对准的。作为一种选择，需要时，人们可以通过采用二点以上而提供更高阶的内插法，和估计可以用“直线”计算法以外的方法来完成(例如，抛物线或其他曲线估计函数可能是适合的) 。

现在考虑延迟单元202的细节和上述讨论的二点线性内插法，单元202含有将视频信号“H”延迟一场少1／2行的第一延迟元件204的级联连接。这延迟在525行NTSC制中对应262行或在PAL625行制中对应312行。该延迟信号“J”在延迟元件206中延迟一附加行(1-H) 和所形成的延迟信号“K”在延迟元件208中再被延迟一场少1／2行(如上所提的262行或312行) ，从而提供帧延迟视频信号“A”。场延迟视频信号“B”通过由形成延迟信号“J”和“K”的平均值的平均器210提供的二点线性内插法获得的。如上所提，从所示的延迟信号内插过程产生被内插(被平均)信号“B”的象素(即象元) 与现行和帧延迟视频信号的象素在空间上对准，但时间上移位一场。换言之，信号“B”表示前一场中垂直相邻象素，也就是现行给定场的给定象素位置

的正好上一个和正好下一个象素的平均或插入值。使用不到二点的内插法重复以上的(Caveat) 可能造成不能获得最佳性能。在内插法中可以使用更多点，但复杂性增加成本上升。已经发现对上述的理由从成本和性能两者来看二点线性内插法是最佳的。

在图2整个系统的运行中，选择电路(即中值滤波器) 220以现行场(C) 选择一象素，从前一场(B) 的上一个和下一个象素平均的具有相同空间位置的一象素和从前一帧(A) 取的一象素的，中间值。通过取这三个信号的中间值，用于减法器106的该“反馈”或“基准”信号(M) 在某种意义上已对运动画面“预校正”，明显地减小了上述讨论的运动假象。在图4的时－空图中说明运动假象的奇迹般的减小。

图4中水平轴表示从左到右的水平位置，和垂直轴以三场表示时间，其中第三场为现行场，第二场为前一场和第一场为发生前一帧的一场。在图示情况中暗框402在三场期间在亮背景下从左向右运动。在第一场，暗框402位于水平位置轴的左边。在第二场，暗框402′已移到中央和在第三场暗框(402′) 已移到右边。

现在考虑注视现行场(第三场) 的观察者会感觉到的视觉效应。假如该视频由传统的帧递归IIR(无限脉冲响应) 滤波器处理，所显示的信号将包括在位置404的视觉假象。该结果是因为在传统的IIR降噪系统中，当存在运动时，帧差信号(即减法器输出) 主要表示在前一帧的暗框402和位置404之间的运动(即，差) 。从白本底404减去黑框402会产生一个非常大的差信号值。这样一个差值显然会激发限幅器，和限幅器输出仍会包括很大的与运动有关的假象。而且，由于降噪的瞬时递归，运动假象在几帧内慢慢地消逝，和该效应会在移动方框之后留下拖尾或重影。

在上述的同一情况下在图2的系统中，优点在于由于运动引起的

大帧差的潜在假象在显示的现行场的位置404和406二个位置上被完全取消。这是为什么。回想三个信号A，B和C经中值滤波加至减法器106。如图4所示，二场之前的框402具有较低的亮度值（例如，黑），前一场的亮度是本底值（例如，白）也是现行场区域404的亮度，因此，对于现行场的显示位置404，第一场的黑框402，第二场的白本底和第三场的白本底（在位置404）的中间值是白色。换言之，对此情况，中值滤波器输入包括黑，白和白，因而中间值等于白。因为视频输入信号在位置404的现行值也是白，在中间值和现行值之间的差“D”或是等于零，或是等于第二场和第三场之差——取决于这二个信号的噪声含量。这样，减法器106的输出被迫为零，从而避免了运动方框402在位置404产生视觉假象。

即使对于这种运行条件，最好也施加一些降噪作用。就观看者的喜好而言，已发现在位置404的潜在运动假象的消除已极大地改善了系统性能。而且，它也抑制了运动方框402在位置406的运动假象。

更详细地说，对于现行场（第三场）的显示位置406，至中值滤波器220的输入将是白（即第一场的本底），黑（即在第二场中方框402′本身）和白（即在第三场的中央位置406的本底值）。白／黑／白的中间值是白，和因此中值滤波器的输出将对应于白本底值。但这值也加至减法器106，和因此迫使差信号“D”为零。的确，只要前一场的方框的值不同于在它之前和在它之后的本底的值，就与其以IRE单位的实际值无关。因此，在现行第三场的左边位置404和中央位置406两处消除潜在的运动假象，第三场正被显示连续运动的方框。

在方框位置402′，至中值滤波器的输入是来自第一场，第二场和第三场相应位置的白，白和黑，它们产生中间值白，但现行视频输入信号是黑。因此，减法器106产生差信号“D”的最大值。信号“D”幅度由限幅器108限幅，当在加法器112中被加时，将降低运动方框的

对比度。此处要认识到在实际应用时与传统的降噪 技术有关的施尾被认为比在运动物体本身上的假象有害得多。这是由于在分辨运动物体细节时存在的固有心理——视觉困难造成的。

优点在于，以上讨论的图2系统的与运动有关的假象的减小并不是依靠先前讨论的传统的“混合”或“频带分割”处理方案达到的，因而避免了它们的共同不足。

图3表示用于图2的动适应视频降噪系统的中值滤波器220的适当装置。该滤波器可或以模拟形式或以数字形式构造。滤波器包括分别比较信号Ab，BC和CA的三个幅度比较器302，304和306。对于模拟实施方案，幅度比较器可以由差分放大器或模拟电压比较器组成。对于数字实施方案，比较器可由传统的多位二进制幅度比较器(对于并行处理) 或单一位比较器(对于串行运算) 组成。门308提供幅度比较器302和304输出的逻辑“异一或”，用于控制多路复用开关312，选择信号“A”或“B”。传统的“异一或”门可以为此目的用于或者模拟或者数字实施方案。另一门310提供比较器304和306的输出的“异一或”，用于控制多路复用开关314，选择开关312的输出或信号“C”，并产生信号“A”，“B”和“C”的中间值“M”。对于模拟实施，多路复用开关可以由传输门电路等组成，而对于数字实施方案，它们可以或者由传输门开关或者由与／或选择(二进制) 门之类组成。

在运行中，异一 或门310决定C是否是中间值，假如或者B>C和C>A，或者B<C和C<A，使开关314能选择C。反之，开关314选择开关312的输出。假如或者A>B和B>C，或者A<B和B<C，因而识别B为中间值，则异一 或门308控制开关312去选择B作为它的输出。反之，开关312选择信号A为中间值。简言之，假如C在A和B所界定的范围内则选C为中间值，假如B在A和C所界定的范围内则选B，，和假如A在C和B所界定的范围内则选A。假如二个或更多信号具有相同值，那末该值作为中

间值“M”被输出。

说 明 书 附 图

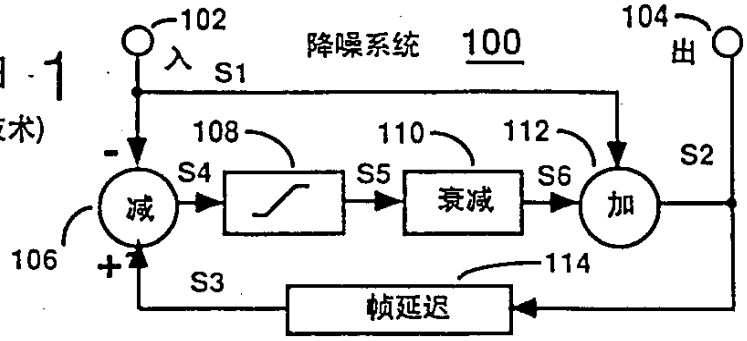


图 1
(先有技术)

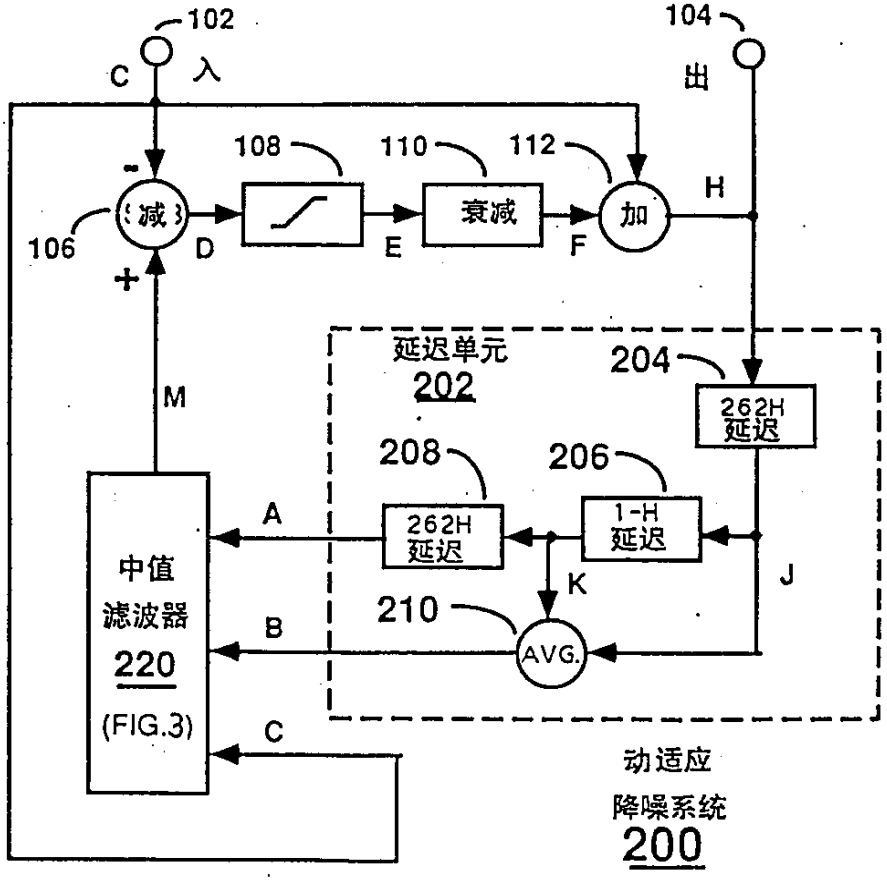


图 2

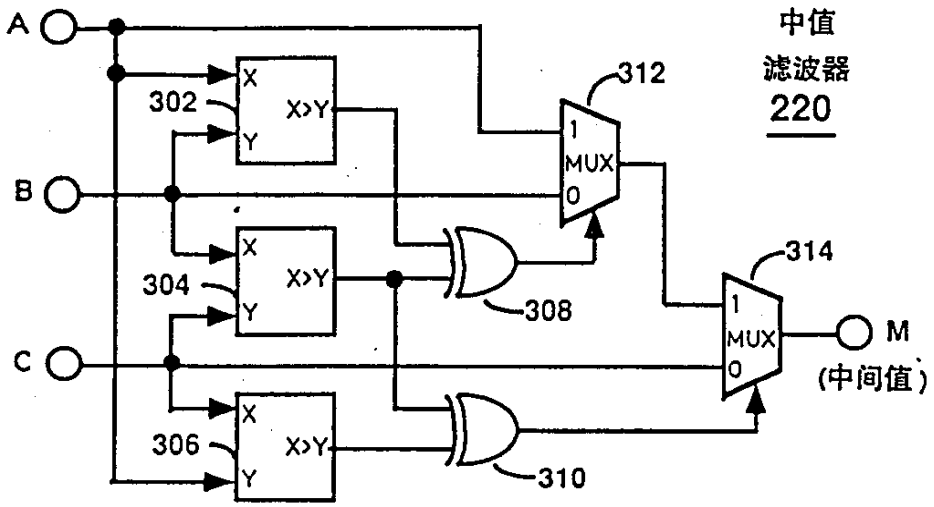

A
B
C
X
Y
X>Y
302
304
306
308
310
312
314
1
MUX
0
M
(中间值)
中值
滤波器
220

图 3

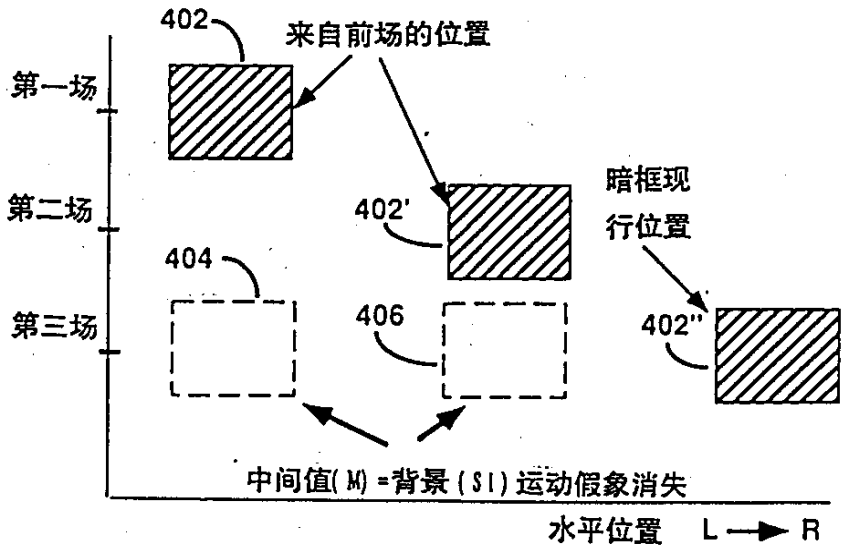

402
来自前场的位置
第一场
第二场
第三场
402'
暗框现
行位置
404
406
402"
中间值(M)=背景(SI)运动假象消失
水平位置 L → R

图 4