

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510113882.3

[45] 授权公告日 2009年2月11日

[11] 授权公告号 CN 100461865C

[22] 申请日 2005.10.21

[21] 申请号 200510113882.3

[73] 专利权人 广达电脑股份有限公司
地址 中国台湾桃园县

[72] 发明人 谢镇宇 王瑞麟 赵维民

[56] 参考文献

CN1318948A 2001.10.24

JP2001-197501A 2001.7.19

CN1293782A 2001.5.2

EP1050848A1 2000.11.8

US6078618A 2000.6.20

审查员 吴琼

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 吕晓章 李晓舒

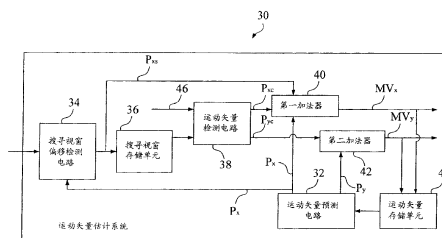
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

[54] 发明名称

运动矢量估计系统

[57] 摘要

本发明揭露一种运动矢量估计系统及其方法，用以估计一帧中一宏区块的一输出运动矢量。运动矢量估计系统会选择性地将相对于每一宏区块的搜寻窗口水平平移或不平移，进而增进搜寻窗口中图素数据的重复使用率，且降低存储带宽。



1. 一种运动矢量估计系统，用以估计一第一帧中一第一宏区块的一输出运动矢量，该运动矢量估计系统包含：

一运动矢量预测电路，用以产生一预测水平运动矢量以及一预测垂直运动矢量；

一搜寻窗口偏移检测电路，根据该预测水平运动矢量以及一预定阈值，用以产生一移转水平运动矢量，并且该搜寻窗口偏移检测电路以该移转水平运动矢量平移关于该第一帧的该第一宏区块的一搜寻窗口，其中，该平移后搜寻窗口包含多个比较宏区块；

一搜寻窗口存储单元，与该搜寻窗口偏移检测电路相耦合，用以选择性地存储该平移后搜寻窗口中的该多个比较宏区块；

一运动矢量检测电路，与该搜寻窗口存储单元相耦合，用以从该多个比较宏区块中选出一参考宏区块，并且根据该参考宏区块以及该第一宏区块，输出一比较水平运动矢量以及一比较垂直运动矢量，其中，相较于该第一宏区块与该多个比较宏区块中的其它宏区块间的差异，该第一宏区块与该参考宏区块间的差异是为最小；以及

一第一加法器，用以加总该预测水平运动矢量、该移转水平运动矢量以及该比较水平运动矢量，以产生该第一帧中该第一宏区块的该输出运动矢量的一水平分量。

2. 如权利要求1所述的运动矢量估计系统，进一步包含一第二加法器，用以加总该预测垂直运动矢量以及该比较垂直运动矢量，以产生该第一帧中该第一宏区块的该输出运动矢量的一垂直分量。

3. 如权利要求2所述的运动矢量估计系统，进一步包含一运动矢量存储单元，用以存储分别由该第一加法器以及该第二加法器所产生的该输出运动矢量的该水平分量以及该垂直分量。

4. 如权利要求1所述的运动矢量估计系统，其中，该移转水平运动矢量的值是选自下列群组的其中之一：0、一预定常数的正值以及该预定常数的负值。

5. 如权利要求4所述的运动矢量估计系统，其中，该第一宏区块的大小由 $N*N$ 个图素构成时，该预定常数等于 N ， N 为大于零的整数。

6. 如权利要求5所述的运动矢量估计系统, 其中, 当 P_x/r 大于该预定阈值时, 该移转水平运动矢量的值是等于该预定常数的正值, 当 P_x/r 小于或等于该预定阈值的负值时, 该移转水平运动矢量的值是等于该预定常数的负值, 否则该移转水平运动矢量的值是等于0, 其中 P_x 是代表该预测水平运动矢量, 且 r 是代表一预定搜寻范围。

7. 一种运动矢量估计方法, 用以估计一第一帧中一第一宏区块的一输出运动矢量, 该运动矢量估计方法包含下列步骤:

产生一预测水平运动矢量以及一预测垂直运动矢量;

根据该预测水平运动矢量以及一预定阈值, 产生一移转水平运动矢量, 并且以该移转水平运动矢量平移关于该第一帧的该第一宏区块的一搜寻窗口, 其中该平移后搜寻窗口包含多个比较宏区块;

选择性地存储该平移后搜寻窗口中的该多个比较宏区块;

从该多个比较宏区块中选出一参考宏区块, 并且根据该参考宏区块以及该第一宏区块, 输出一比较水平运动矢量以及一比较垂直运动矢量, 其中相较于该第一宏区块与该多个比较宏区块中的其它宏区块间的差异, 该第一宏区块与该参考宏区块间的差异是为最小; 以及

加总该预测水平运动矢量、该移转水平运动矢量以及该比较水平运动矢量, 以产生该第一帧中该第一宏区块的该输出运动矢量的一水平分量。

8. 如权利要求7所述的运动矢量估计方法, 进一步包含下列步骤:

加总该预测垂直运动矢量以及该比较垂直运动矢量, 以产生该第一帧中该第一宏区块的该输出运动矢量的一垂直分量。

9. 如权利要求8所述的运动矢量估计方法, 进一步包含下列步骤:

存储该输出运动矢量的该水平分量以及该垂直分量。

10. 如权利要求7所述的运动矢量估计方法, 其中, 该移转水平运动矢量的值是选自下列群组的其中之一: 0、一预定常数的正值以及该预定常数的负值。

11. 如权利要求10所述的运动矢量估计方法, 其中, 该第一宏区块的大小由 $N*N$ 个图素构成时, 该预定常数等于 N , N 为大于零的整数。

12. 如权利要求11所述的运动矢量估计方法, 其中, 当 P_x/r 大于该预定阈值时, 该移转水平运动矢量的值是等于该预定常数的正值, 当 P_x/r 小于或等于该预定阈值的负值时, 该移转水平运动矢量的值是等于该预定常数的负值,

否则该移转水平运动矢量的值是等于0，其中 P_x 是代表该预测水平运动矢量，且 r 是代表一预定搜寻范围。

运动矢量估计系统

技术领域

本发明涉及一种运动矢量估计系统 (Motion vector estimation system) 及其方法, 特别涉及一种可有效减少内存与带宽负载且增进移动估计的准确性的运动矢量估计系统及其方法。

背景技术

在现有视频译码装置 (Video encoder) 中, 运动矢量估计系统是一最主要的部份。运动矢量估计系统不仅需要巨大的计算能量, 并且在

读取图素数据时, 往往需要庞大的存储带宽。

请参阅图 1, 图 1 为一现有视频译码装置 10 的功能方块图。在视频译码装置 10 中, 一硬件加速器 (Hardware accelerator) 12 是用以负责移动估计所需的大量运算, 并且一中央处理单元 (Central processing unit, CPU) 14 是用以处理其它工作程序 (Workload)。为了节省主要总线 (Bus) 16 的负载, 一缓冲寄存器 (Buffer) 18, 亦即所谓的搜寻窗口 (Search window), 用以从主存储器 20 快取图素数据。接着, 硬件加速器 12 再从缓冲寄存器 18 撷取图素数据, 以执行搜寻的操作程序。对于一搜寻范围 (Search range) 为 $[-r, r-1]$ 的移动估计器来说, 应载入并计算的图素数目为 $(2r+b)^2$ 个, 其中 $b*b$ 个图素是表示一宏区块的大小。举例来说, 假如搜寻范围是为 $[-32, 31]$ 且宏区块的大小为 $16*16$ 个图素, 移动估计器就必须加载一 $80*80$ 的搜寻窗口; 假如搜寻范围缩减为 $[-16, 15]$, 则搜寻窗口可缩减为 $48*48$ 。然而, 虽然减小搜寻范围可帮助减小计算复杂度并且降低所需的存储带宽, 在高解析应用中, 例如高分辨率电视 (High definition television, HDTV), 为了达到好的品质以及可接受的位率, 大的搜寻范围却是必需的。

为了在不加大搜寻窗口的情况下, 增进移动估计的准确性, 已有现有技术, 例如美国专利公告第 6,078,618 号, 提出藉由预测搜寻窗口的偏移 (Offset), 以扩大搜寻范围。然而, 由于这些现有技术中搜寻窗口的加载会变得不规则, 使得这些技术在带宽上会造成大量额外的负载。请参阅图 2A

至图 2C, 图 2A 为对应于宏区块 n 的搜寻窗口 22 的示意图。图 2B 为对应于宏区块 m 的搜寻窗口 24 无偏移的示意图。图 2C 为对应于宏区块 m 的搜寻窗口 26 水平偏移 $4b$ 的示意图。如图 2A 所示, 假设搜寻范围为 $[-b, b-1]$, 则对应于宏区块 n 的的搜寻窗口 22 包含 $9b^2$ 个图素 (如图 2A 中斜线区域所示), 其中 b 亦等于宏区块的大小。如图 2B 所示, 若对应于宏区块 m 的搜寻窗口 24 没有任何偏移产生, 亦即宏区块 m 位于其相对应搜寻窗口 24 的中心, 由于宏区块 m 的搜寻窗口 24 与宏区块 n 的搜寻窗口 22 重迭的 $6b^2$ 个图素 (如图 2B 中斜虚线区域所示) 已被加载, 则移动估计器仅需载入剩下的 $3b^2$ 个图素 (如图 2B 中斜实线区域所示)。然而, 若搜寻窗口可任意变动, 则图 2B 中所述的架构将会失去作用。如图 2C 所示, 对应于宏区块 m 的搜寻窗口 26 具有一水平偏移量 $4b$, 且搜寻窗口 26 与宏区块 n 的搜寻窗口 22 没有重迭部分。换句话说, 移动估计器将无法重复利用搜寻窗口 22 已存储的图素数据, 而必须再次加载搜寻窗口 26 所包含 $9b^2$ 个图素。在上述现有技术中, 若搜寻窗口是以一任意变动的偏移量平移, 则重复加载数据将会加大存储带宽的负载。

因此, 本发明的主要目的在于提供一种运动矢量估计系统及其方法, 以解决上述问题。

发明内容

本发明的一目的在于提供一种运动矢量估计系统及其方法, 用以估计一帧 (Frame) 中一宏区块 (Macroblock) 的一输出运动矢量, 进而增进搜寻窗口中图素数据的重复使用率, 且降低存储带宽。

根据本发一较佳具体实施例, 运动矢量估计系统 (Motion vector estimation system) 是用以估计一第一帧中一第一宏区块的一输出运动矢量。运动矢量估计系统包含一运动矢量预测电路 (Motion vector prediction circuit)、一搜寻窗口偏移检测电路 (Search window offset detecting circuit)、一搜寻窗口存储单元 (Search window memory)、一运动矢量检测电路 (Motion vector detecting circuit)、一第一加法器 (Adder) 以及一第二加法器。

在上述的实施例中, 运动矢量预测电路是用以产生一预测水平运动矢量以及一预测垂直运动矢量。根据该预测水平运动矢量以及一预定阈值 (Threshold), 搜寻窗口偏移检测电路是用以产生一移转水平运动矢量, 并且

以该移转水平运动矢量平移关于该第一帧的该第一宏区块的一搜寻窗口，其中该平移后搜寻窗口包含多个比较宏区块。搜寻窗口存储单元是用以选择性地存储该平移后搜寻窗口中的该多个比较宏区块。运动矢量检测电路是用以从该多个比较宏区块中选出一参考宏区块，并且根据该参考宏区块以及该第一宏区块，输出一比较水平运动矢量以及一比较垂直运动矢量，其中相较于该第一宏区块与该多个比较宏区块中的其它宏区块间的差异，该第一宏区块与该参考宏区块间的差异是为最小。第一加法器是用以加总该预测水平运动矢量、该移转水平运动矢量以及该比较水平运动矢量，以产生该第一帧中该第一宏区块的该输出运动矢量的一水平分量。第二加法器是用以加总该预测垂直运动矢量以及该比较垂直运动矢量，以产生该第一帧中该第一宏区块的该输出运动矢量的一垂直分量。

因此，藉由本发明的运动矢量估计系统，相对于每一宏区块的搜寻窗口会选择性地被水平平移，进而增进搜寻窗口中图素数据的重复使用率，且降低存储带宽。

本发明的运动矢量估计方法用以估计一第一帧中一第一宏区块的一输出运动矢量，该运动矢量估计方法包含下列步骤：产生一预测水平运动矢量以及一预测垂直运动矢量；根据该预测水平运动矢量以及一预定阈值，产生一移转水平运动矢量，并且以该移转水平运动矢量平移关于该第一帧的该第一宏区块的一搜寻窗口，其中该平移后搜寻窗口包含多个比较宏区块；选择性地存储该平移后搜寻窗口中的该多个比较宏区块；从该多个比较宏区块中选出一参考宏区块，并且根据该参考宏区块以及该第一宏区块，输出一比较水平运动矢量以及一比较垂直运动矢量，其中相较于该第一宏区块与该多个比较宏区块中的其它宏区块间的差异，该第一宏区块与该参考宏区块间的差异是为最小；以及加总该预测水平运动矢量、该移转水平运动矢量以及该比较水平运动矢量，以产生该第一帧中该第一宏区块的该输出运动矢量的一水平分量。

关于本发明的优点与精神可以藉由以下的发明详述及附图得到进一步的了解。

附图说明

图 1 为一现有视频译码装置的功能方块图。

图 2A 为对应于宏区块 n 的搜寻窗口的示意图。

图 2B 为对应于宏区块 m 的搜寻窗口无偏移的示意图。

图 2C 为对应于宏区块 m 的搜寻窗口水平偏移 4b 的示意图。

图 3 为根据本发明第一较佳具体实施例的运动矢量估计系统的功能方块图。

图 4 为根据本发明第一较佳具体实施例的运动矢量估计方法的流程图。

图 5 为图 4 中步骤 S102 的详细流程图。

图 6 是显示根据本发明的实验结果。

附图符号说明

10: 视频译码装置; 12: 硬件加速器

14: 中央处理单元; 16: 总线

18: 缓冲寄存器; 20: 主存储器

22、24、26: 搜寻窗口; 30: 运动矢量估计系统
 32: 运动矢量预测电路; 34: 搜寻窗口偏移检测电路
 36: 搜寻窗口存储单元; 38: 运动矢量检测电路
 40: 第一加法器; 42: 第二加法器
 44: 运动矢量存储单元; 46: 第一帧
 m、n: 宏区块; b: 宏区块的大小
 P_x : 预测水平运动矢量; P_y : 预测垂直运动矢量
 P_{th} : 预定阈值; P_{xs} : 移转水平运动矢量
 P_{xc} : 比较水平运动矢量; P_{yc} : 比较垂直运动矢量
 MV_x : 水平分量; MV_y : 垂直分量

具体实施方式

请参阅图 3, 图 3 为根据本发明第一较佳具体实施例的运动矢量估计系统 30 的功能方块图。运动矢量估计系统 (Motion vector estimation system) 30 包含一运动矢量预测电路 (Motion vector prediction circuit) 32、一搜寻窗口偏移检测电路 (Search window offset detecting circuit) 34、一搜寻窗口存储单元 (Search window memory) 36、一运动矢量检测电路 (Motion vector detecting circuit) 38、一第一加法器 (Adder) 40、一第二加法器 42 以及一运动矢量存储单元 (Motion vector memory) 44。在此实施例中, 运动矢量估计系统 30 是用以估计一第一帧 (Frame) 46 中一第一宏区块 (Macroblock) 的一输出运动矢量。如图 3 所示, 第一帧 46 是经由一输入端输入运动矢量检测电路 38。

在上述的实施例中, 运动矢量预测电路 32 是用以产生一预测水平运动矢量 P_x 以及一预测垂直运动矢量 P_y 。根据该预测水平运动矢量 P_x 以及一预定阈值 (Threshold) P_{th} , 搜寻窗口偏移检测电路 34 是用以产生一移转水平运动矢量 P_{xs} , 并且以该移转水平运动矢量 P_{xs} 平移关于该第一帧 46 的第一宏区块的一搜寻窗口, 其中该平移后搜寻窗口包含多个比较宏区块。搜寻窗口存储单元 36 是用以选择性地存储该平移后搜寻窗口中的该多个比较宏区块。运动矢量检测电路 38 是用以从该多个比较宏区块中选出一参考宏区块, 并且根据该参考宏区块以及该第一宏区块, 输出一比较水平运动矢量 P_{xc} 以及一比较垂直运动矢量 P_{yc} , 其中相较于该第一宏区块与该多个比较宏区块中的其它宏区块

间的差异, 该第一宏区块与该参考宏区块间的差异是为最小。第一加法器 40 是用以加总该预测水平运动矢量 P_x 、该移转水平运动矢量 P_{xs} 以及该比较水平运动矢量 P_{xc} , 以产生该第一帧 46 中该第一宏区块的该输出运动矢量的一水平分量 MV_x 。第二加法器 42 是用以加总该预测垂直运动矢量 P_y 以及该比较垂直运动矢量 P_{yc} , 以产生该第一帧 46 中该第一宏区块的该输出运动矢量的一垂直分量 MV_y 。最后, 运动矢量估计系统 30 会进一步将水平分量 MV_x 与垂直分量 MV_y 合成为该第一宏区块的该输出运动矢量。此外, 运动矢量存储单元 44 是用以存储分别由该第一加法器 40 以及该第二加法器 42 所产生的该输出运动矢量的该水平分量 MV_x 以及该垂直分量 MV_y 。

在上述的实施例中, 该移转水平运动矢量 P_{xs} 的值是选自下列群组的其中之一: 0、一预定常数的正值以及该预定常数的负值, 其中该预定常数是相当在该第一宏区块的大小。举例来说, 若宏区块的大小为 16×16 个图素所构成, 则预定常数值即为 16。在此实施例中, 假设 r 代表一预定搜寻范围, 亦即搜寻窗口的搜寻范围可表示为 $[-r, r-1]$ 。当 P_x/r 大于该预定阈值 P_{th} 时 ($P_x/r > P_{th}$), 该移转水平运动矢量 P_{xs} 的值是等于该预定常数的正值, 亦即搜寻窗口偏移检测电路 34 会以该移转水平运动矢量 P_{xs} 向右平移关于该第一帧 46 的第一宏区块的搜寻窗口。当 P_x/r 小于或等于该预定阈值 P_{th} 的负值时 ($P_x/r \leq -P_{th}$), 该移转水平运动矢量 P_{xs} 的值是等于该预定常数的负值, 亦即搜寻窗口偏移检测电路 34 会以该移转水平运动矢量 P_{xs} 向左平移关于该第一帧 46 的第一宏区块的搜寻窗口。除了上述两种情况之外, 该移转水平运动矢量 P_{xs} 的值是等于 0, 亦即搜寻窗口偏移检测电路 34 不会平移关于该第一帧 46 的第一宏区块的搜寻窗口。

藉由上述的运动矢量估计系统 30, 搜寻窗口的偏移仅会有下列三种情况: 向右偏移一宏区块的大小、向左偏移一宏区块的大小或者不偏移。因此, 可增进搜寻窗口中图素数据的重复使用率, 且降低存储带宽。

在上述的实施例中, 预定阈值 P_{th} 是预先存储在搜寻窗口偏移检测电路 34 中, 且可根据不同的需求而设定之。在一较佳具体实施例中, 预定阈值 P_{th} 可设定为 0.5。

请参阅图 4, 图 4 为根据本发明第一较佳具体实施例的运动矢量估计方法的流程图。根据上述的较佳具体实施例, 本发明的运动矢量估计方法是用以估计第一帧中第一宏区块的输出运动矢量。该运动矢量估计方法包含下列

步骤:

步骤 S100: 产生一预测水平运动矢量 P_x 以及一预测垂直运动矢量 P_y ;

步骤 S102: 根据该预测水平运动矢量 P_x 以及一预定阈值 P_{th} , 产生一移转水平运动矢量 P_{xs} , 并且以该移转水平运动矢量 P_{xs} 平移关于该第一帧 46 的该第一宏区块的一搜寻窗口, 其中该平移后搜寻窗口包含多个比较宏区块, 该移转水平运动矢量的值是选自下列群组的其中之一: 0、一预定常数的正值以及该预定常数的负值, 该预定常数是相当于该第一宏区块的大小;

步骤 S104: 选择性地存储该平移后搜寻窗口中的该多个比较宏区块;

步骤 S106: 从该多个比较宏区块中选出一参考宏区块, 并且根据该参考宏区块以及该第一宏区块, 输出一比较水平运动矢量 P_{xc} 以及一比较垂直运动矢量 P_{yc} , 其中相较于该第一宏区块与该多个比较宏区块中的其它宏区块间的差异, 该第一宏区块与该参考宏区块间的差异是为最小;

步骤 S108: 加总该预测水平运动矢量 P_x 、该移转水平运动矢量 P_{xs} 以及该比较水平运动矢量 P_{xc} , 以产生该第一帧 46 中该第一宏区块的该输出运动矢量的一水平分量 MV_x 。

步骤 S110: 加总该预测垂直运动矢量 P_y 以及该比较垂直运动矢量 P_{yc} , 以产生该第一帧 46 中该第一宏区块的该输出运动矢量的一垂直分量 MV_y 。

步骤 S112: 存储该输出运动矢量的该水平分量 MV_x 以及该垂直分量 MV_y , 并且输出该输出运动矢量。

请参阅图 5, 图 5 为图 4 中步骤 S102 的详细流程图。假设 r 代表一预定搜寻范围, 亦即搜寻窗口的搜寻范围可表示为 $[-r, r-1]$ 。步骤 S102 进一步包含下列步骤:

步骤 S1020: 判断 P_x/r 是否大于该预定阈值 P_{th} 或者 P_x/r 是否小于或等于该预定阈值 P_{th} 的负值, 若 $P_x/r > P_{th}$, 则进行步骤 S1022, 若 $P_x/r \leq -P_{th}$, 则进行步骤 S1024, 若上述结果皆为否定, 则进行步骤 S1026;

步骤 S1022: 令该移转水平运动矢量 P_{xs} 的值等于该预定常数的正值, 并且以该移转水平运动矢量 P_{xs} 向右平移关于该第一帧 46 的第一宏区块的搜寻窗口;

步骤 S1024: 令该移转水平运动矢量 P_{xs} 的值是等于该预定常数的负值, 并且以该移转水平运动矢量 P_{xs} 向左平移关于该第一帧 46 的第一宏区块的搜寻窗口;

步骤 S1026: 令该移转水平运动矢量 P_x 的值是等于 0, 亦即不平移关于该第一帧 46 的第一宏区块的搜寻窗口。

请参阅图 6, 图 6 是显示根据本发明的实验结果, 其中位率(Bit-rate)是为主要的表现衡量标准(Performance metric), 且不包括位率控制机制。搜寻范围设定为 $[-16, 15]$, 并且宏区块大小为 16×16 图素。图 6 为比较下列三种水平搜寻策略的实验结果: (A) $[-16, 15]$; (B) $[-16, 15]$ 辅以本发明的运动矢量估计系统及其方法; (C) $[-32, 31]$ 。如图 6 所示, 明显地, 由于 (C) 的搜寻范围最大, 所以 (C) 的实验结果最佳。然而, 由图 6 亦可看出, (B) 的实验结果与 (C) 极为相近。换句话说, 相较于 (C), (B) 所需的额外带宽几乎等于零。因此, 由此实验结果更可明显地看出本发明的运动矢量估计系统及其方法可有效地增进其效能。

相较于现有技术, 本发明的运动矢量估计系统会选择性地将相对于每一宏区块的搜寻窗口水平平移或不平移, 进而增进搜寻窗口中图素数据的重复使用率, 且降低存储带宽。此外, 本发明的运动矢量估计系统的设计较为简单, 且成本也较低。

藉由以上较佳具体实施例的详述, 是希望能更加清楚描述本发明的特征与精神, 而非以上述所揭露的较佳具体实施例来对本发明的范畴加以限制。相反地, 其目的是希望能涵盖各种改变及具相等性的安排于本发明所欲申请的专利范围的范畴内。

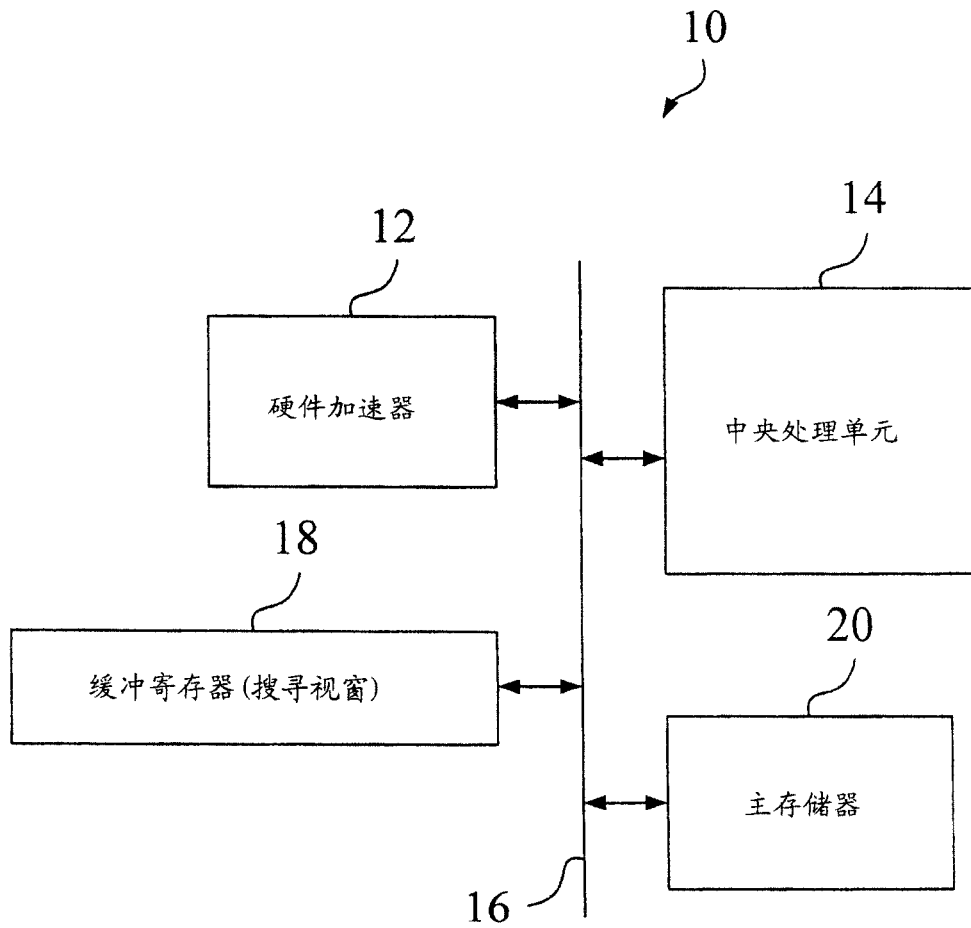


图 1

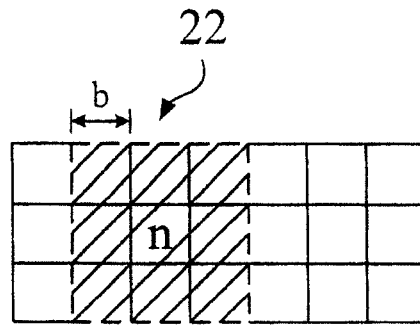


图 2A

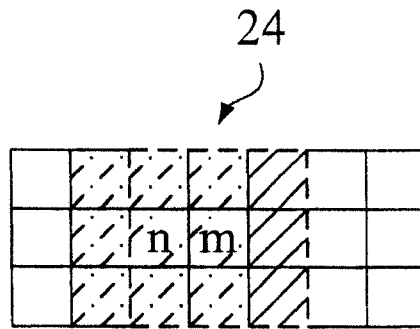


图 2B

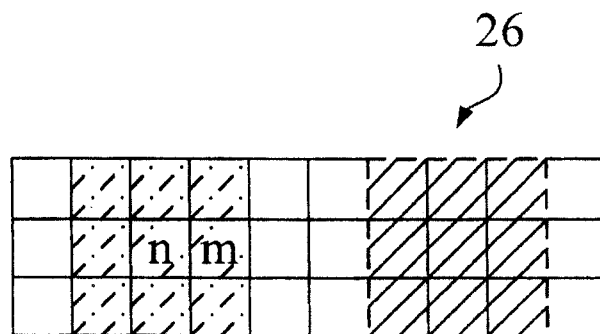


图 2C

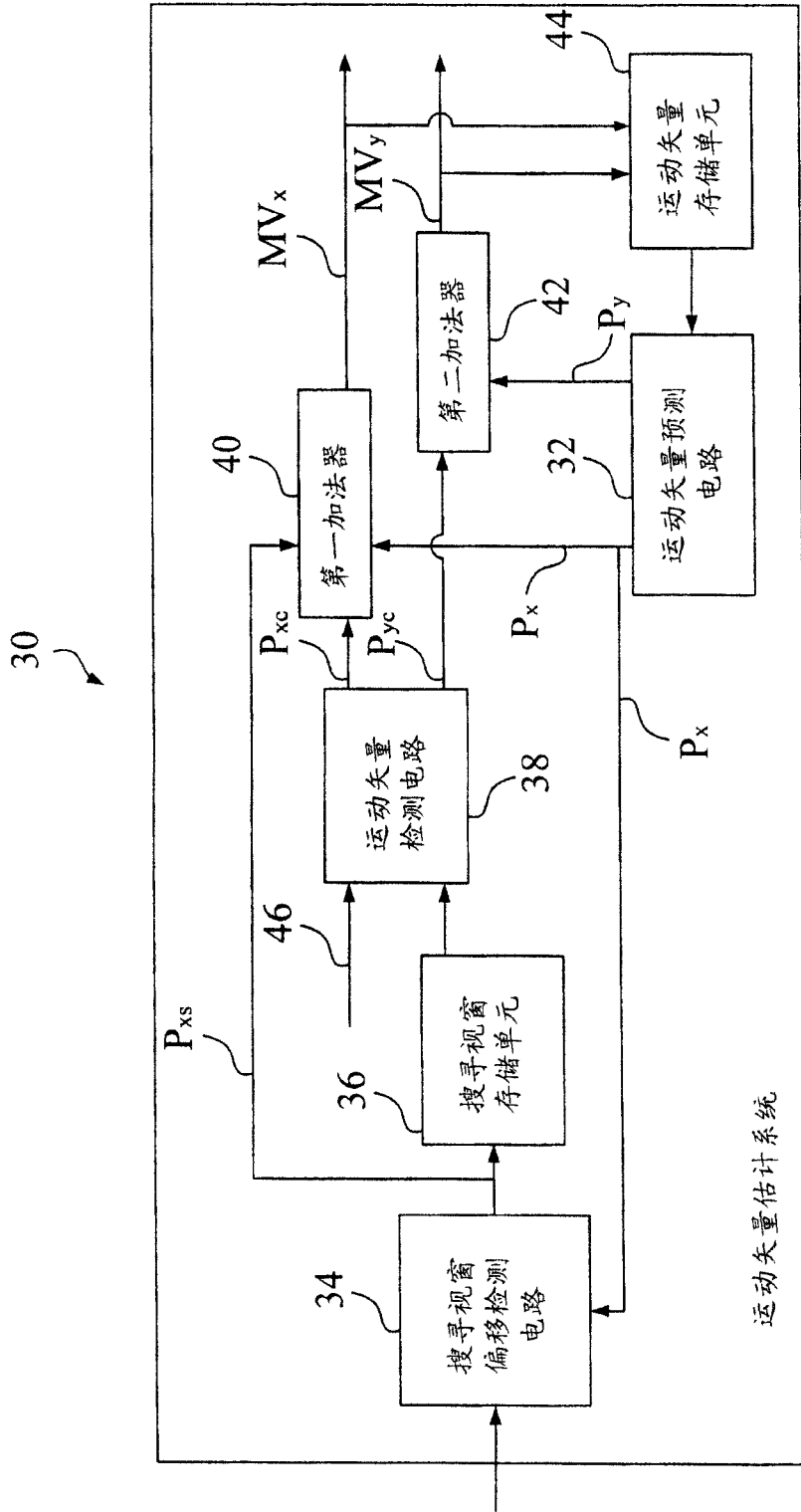


图 3

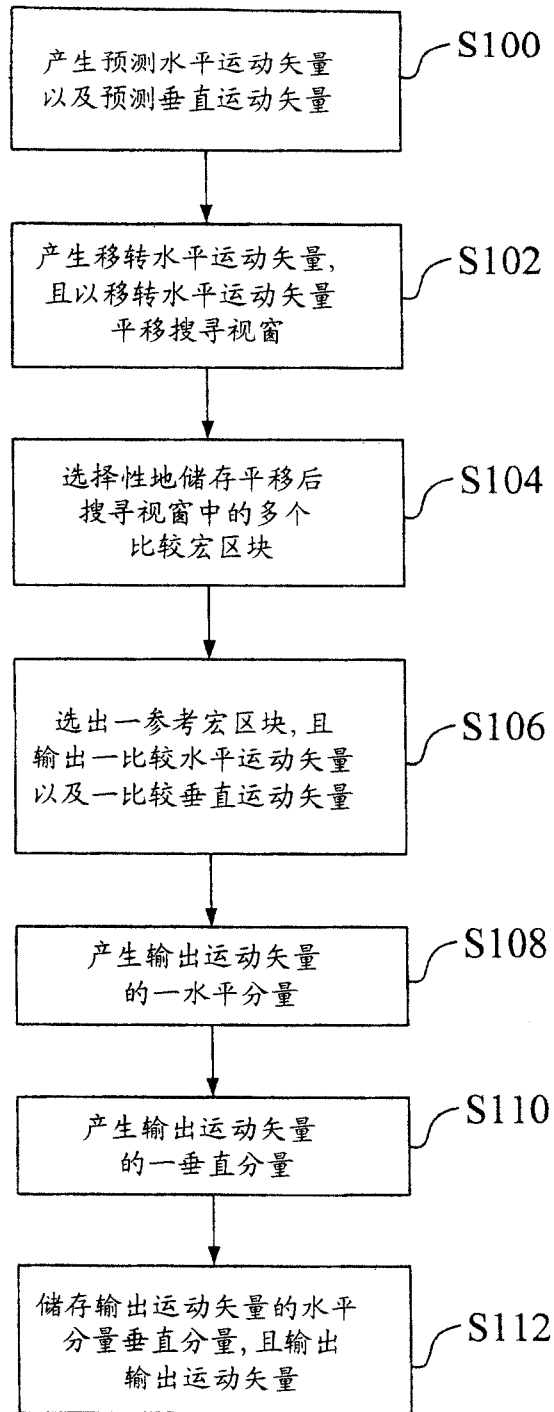


图 4

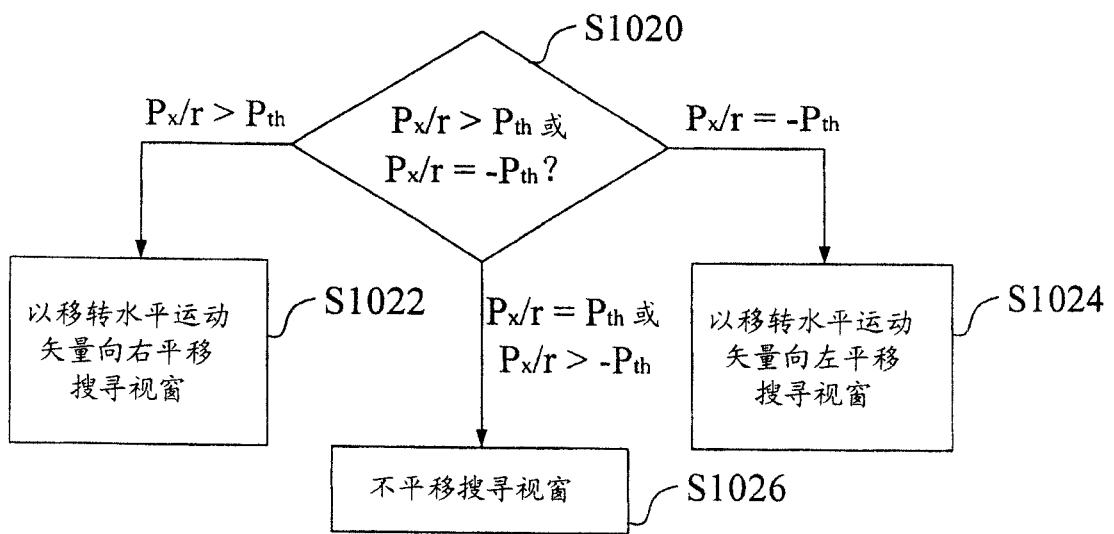


图 5

水平搜寻范围 (horizontal search range)		[-16, 15]			[-16, 15] 辅以本发明				[-32, 31]	
		序列名称 (sequence name)	大小 (size)	速率 (kbps)	信号信噪比 (psnr)	速率 (kbps)	信号信噪比 (psnr)	带宽超载 (bandwidth overhead)	速率 (kbps)	信号信噪比 (psnr)
	Wendy	720*576	3344.9	34.72	3114.5	34.67	0%	3106	34.67	
	Boat	720*288	4457.7	32.56	3828.9	32.31	0.06%	3810	32.31	
	Noise	640*480	1101.4	33.91	966.62	33.8	0.02%	965.6	33.78	
	vga_wrm	640*480	1680.4	37.83	1498.9	37.84	0.14%	1494	37.86	
	Stefan	352*288	2193.5	31.78	2080.9	31.9	0%	2074	31.9	
	Forman	352*288	715.36	32.72	699.84	32.71	0%	698.9	32.71	
	Silent	176*144	93.08	32.73	92.81	32.73	0%	92.7	32.74	

图 6