

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102651122 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 29

(21) 申请号 201210047987. 3

(22) 申请日 2012. 02. 24

(30) 优先权数据

11155849. 0 2011. 02. 24 EP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 保罗·斯普林格 西彻

马丁·里克特

麦特瑟斯·布鲁格玛尼

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 李晓冬

(51) Int. Cl.

G06T 5/00(2006. 01)

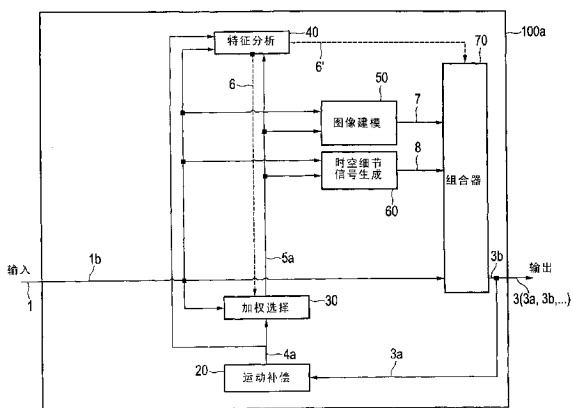
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 16 页

(54) 发明名称

图像增强装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了图像增强装置和方法。本发明涉及图像增强装置(100),其用于增强输入图像序列(1)的输入图像(1b)并获得已增强输出图像(3b),包括:运动补偿单元(20),被配置为生成至少一个在前经运动补偿图像(4a);加权选择单元(30),被配置为生成加权选择图像(5a);特征分析单元(40),被配置为生成特征信息(6,6');图像建模单元(50),被配置为通生成经建模图像(7);时空细节信号生成单元(60),被配置为生成细节信号(8);以及组合单元(70),被配置为生成所述已增强输出图像(3b)。



1. 一种图像增强装置 (100), 用于增强输入图像序列 (1) 的输入图像 (1b) 并获得已增强输出图像 (3b), 所述装置 (100) 包括:

运动补偿单元 (20), 被配置为通过对在前输出图像 (3a) 中的运动进行补偿来生成至少一个在前经运动补偿的图像 (4a),

加权选择单元 (30), 被配置为从所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像 (4a) 生成加权选择图像 (5a), 其中, 所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像 (4a) 二者用各自的选择加权因子被加权,

特征分析单元 (40), 被配置为至少分析所述输入图像 (1b) 并通过将所述输入图像 (1b) 分割成具有不同特征的两个或更多个输入图像区域来生成特征信息 (6, 6'),

图像建模单元 (50), 被配置为通过对所述输入图像 (1b) 和 / 或所述加权选择图像 (5a) 应用图像建模特别是 Huber Markov 图像建模来生成建模图像 (7),

时空细节信号生成单元 (60), 被配置为从所述输入图像 (1b) 和所述加权选择图像 (5a) 生成细节信号 (8), 以及

组合单元 (70), 被配置为从所述输入图像 (1b)、所述细节信号 (8) 和所述建模图像 (7) 生成所述已增强输出图像 (3b)。

2. 如权利要求 1 所述的图像处理装置 (100), 还包括

去模糊单元 (150), 被配置为通过对所述加权选择图像 (5a) 和 / 或所述输入图像 (1b) 应用局部模糊内核来生成经去模糊图像 (14),

其中, 所述组合单元 (70) 被配置为从所述输入图像 (1b)、所述细节信号 (8)、所述建模信号 (8) 和所述经去模糊信号 (14) 来生成所述已增强输出图像 (3b)。

3. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100), 还包括:

抖动信号生成单元 (110), 被配置为从所述输入图像 (1b) 和所述在前经运动补偿的图像 (4a) 生成抖动信号 (9), 所述抖动信号表示亚像素运动向量误差, 以及

加法单元 (120), 被配置为在所述细节信号被所述组合单元 (70) 使用之前从所述细节信号 (8) 中减去所述抖动信号 (9)。

4. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100), 还包括:

升级单元 (90), 被配置为通过对所提供的图像 (1b') 进行升级, 特别是通过诸如高分辨率样条插值之类的插值, 来生成输入图像 (1b)。

5. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100), 还包括:

帧缓冲器 (80), 被配置为缓冲一个或多个在前输出图像 (3a) 以供所述运动补偿单元 (20) 使用。

6. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),

其中, 所述加权选择单元 (30) 被配置为基于所述特征信息和 / 或所述输入图像与所述在前经运动补偿的图像之间的局部加和绝对差来确定所述各自的选择加权因子。

7. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),

其中, 所述加权选择单元 (30) 被配置为通过如下方式来生成所述加权选择图像 (5a): 将在利用第一选择加权因子对所述输入图像 (1b) 加权后的所述输入图像 (1b) 与在利用第二选择加权因子对所述在前经运动补偿的图像 (4a) 进行加权后的所述在前经运动补偿的图像 (4a) 相加。

8. 如权利要求 7 所述的图像处理装置 (100),  
其中,所述加权选择单元 (30) 被配置为生成所述第一选择加权因子和所述第二选择加权因子以使得所述第一选择因子和所述第二选择加权因子的和是 1。
9. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),  
其中,所述特征分析单元 (40) 被配置为生成一个或多个特征图 (6,6') 来作为特征信息,所述一个或多个特征图包括运动向量长度图、平坦图、噪声图和边缘增益图中的一个或多个。
10. 如权利要求 9 所述的图像处理装置 (100),  
其中,所述特征分析单元 (40) 被配置为从描述连续输入图像之间的运动的运动向量信息 (2) 生成所述运动向量长度图。
11. 如权利要求 9 所述的图像处理装置 (100),  
其中,所述特征分析单元 (40) 被配置为检测所述输入图像 (1b) 中的平坦区域以用于生成所述平坦图。
12. 如权利要求 9 所述的图像处理装置 (100),  
其中,所述特征分析单元 (40) 被配置为从所述输入图像 (1b) 和所述在前经运动补偿的图像 (4a) 确定组合局部标准偏差以用于生成所述噪声图。
13. 如权利要求 9 所述的图像处理装置 (100),  
其中,所述特征分析单元 (40) 被配置为检测所述加权选择图像 (5a) 中的边缘以用于生成所述边缘增益图。
14. 如权利要求 2 所述的图像处理装置 (100),  
其中,所述去模糊单元 (150) 被配置为对所述加权选择图像 (5a) 进行低通滤波并从所述输入图像 (1b) 中减去它,其中,所述滤波所使用的所述局部模糊内核是从描述连续输入图像之间的运动的运动向量信息 (2) 自适应地确定的。
15. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),其中,所述图像建模单元 (50) 包括:  
低通滤波器组单元 (51),被配置为对所述加权选择图像 (5a) 进行低通滤波,  
高频信号生成单元 (53),被配置为从所述输入图像 (1b) 生成拉普拉斯算子,  
控制单元 (54),被配置为检测所述输入图像 (1b) 中的边缘区域和方向,  
选择单元 (52),被配置为接收所述低通滤波器组单元 (51)、所述高频信号生成单元 (53) 和所述控制单元 (54) 的输出并基于检测到的边缘区域和方向来选择所述低通滤波器组单元 (51) 和 / 或所述高频信号生成单元 (53) 的输出数据,以及  
图像建模组合单元 (55),用于对所述低通滤波器组单元 (51) 和 / 或所述高频信号生成单元 (53) 的选定输出数据进行组合,特别是进行相加。
16. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),其中,所述时空细节信号生成单元 (60) 包括低通滤波器 (61),被配置为对所述输入图像 (1b) 进行低通滤波并从所述加权选择图像 (5a) 中减去经低通滤波的所述输入图像。
17. 如权利要求 16 所述的图像处理装置 (100),其中,所述时空细节信号生成单元 (60) 还包括:  
局部方差估计单元 (64),被配置为从所述输入图像 (1b) 估计所述低通滤波器 (61) 的

滤波器内核的局部方差,以及

自适应滤波器选择单元 (65),被配置为基于所估计的局部方差和一组可用滤波器来选择所述低通滤波器 (61) 的最优滤波器内核。

18. 如权利要求 3 所述的图像处理装置 (100),

其中,所述抖动信号生成单元 (110) 被配置为对所述输入图像 (1b) 与所述在前经运动补偿的图像 (4a) 之间的差分图像 (114) 进行低通滤波并利用选择加权因子 (13) 对经低通滤波的所述差分图像 (114) 进行加权来获得所述抖动信号 (9)。

19. 如权利要求 18 所述的图像处理装置 (100),

其中,所述抖动信号生成单元 (110) 被配置为利用所述加权选择单元 (30) 对所述输入图像 (1b) 和所述在前经运动补偿的图像 (4a) 进行加权所使用的相同选择加权因子来对经低通滤波的所述差分图像 (114) 加权。

20. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),还包括

乘法单元 (130),被配置为将所述细节信号 (8,10) 与预定增益因子 (11) 相乘,

其中,所述组合单元 (70) 被配置为从所述输入图像 (1b)、被乘以所述增益因子 (11) 的所述细节信号 (8) 以及所述经建模图像 (7) 生成所述已增强输出图像 (3b)。

21. 如权利要求 9 或 20 所述的图像处理装置 (100),还包括

增益因子计算单元 (140),被配置为从所述特征信息 (6) 生成所述增益因子 (11)。

22. 如权利要求 21 所述的图像处理装置 (100),

其中,所述增益因子计算单元 (140) 被配置为通过将所述平坦图、所述噪声图、1 减去所述边缘增益图和全局预定增益值 (16) 相乘来生成所述增益因子 (11)。

23. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),还包括

加法单元 (160),被配置为将所述细节信号 (8) 与所述输入图像 (1b) 相加来生成高细节图像 (8'),

其中,所述组合单元 (7) 被配置为通过将所述高细节图像 (8') 与所述经建模图像 (7) 组合来生成所述已增强输出图像 (3b)。

24. 如之前任一权利要求所述的图像处理装置 (100),

其中,所述运动补偿单元 (20) 被配置为使用先前获得的和 / 或存储在运动补偿信息存储装置 (200) 中的运动补偿信息 (2) 和 / 或运动向量 (2)。

25. 如权利要求 1 至 24 中任一项所述的图像处理装置 (100),

其中,所述运动补偿单元 (20) 被配置为从所述输出图像 (3) 生成运动向量 (2) 和 / 或运动补偿信息 (2)。

26. 如权利要求 15 所述的图像处理装置 (100),

其中,所述运动补偿单元 (20) 被配置为通过对从在当前输入图像 (1b) 紧前的输入图像 (1a) 转换来的紧前输出图像 (3a) 中的运动进行补偿来生成所述至少一个在前经运动补偿的图像 (4a)。

27. 一种图像增强方法,用于增强输入图像序列 (1) 的输入图像 (1b) 并获得已增强输出图像 (3b),所述方法包括如下步骤:

通过对在前输出图像 (3a) 中的运动进行补偿来生成至少一个在前经运动补偿的图像 (4a),

从所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像 (4a) 生成加权选择图像 (5a), 其中, 所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像 (4a) 二者用各自的选择加权因子被加权,

至少分析所述输入图像 (1b) 并通过将所述输入图像 (1b) 分割成具有不同特征的两个或更多个输入图像区域来生成特征信息 (6, 6'),

通过对所述输入图像 (1b) 和 / 或所述加权选择图像 (5a) 应用图像建模特别是 Huber Markov 图像建模来生成建模图像 (7),

从所述输入图像 (1b) 和所述加权选择图像 (5a) 生成细节信号 (8), 以及

从所述输入图像 (1b)、所述细节信号 (8) 和所述建模图像 (7) 生成所述已增强输出图像 (3b)。

28. 一种显示设备, 包括

如权利要求 1-24 中任一项所述的用于增强输入图像序列 (1) 的输入图像 (1b) 并获得已增强输出图像 (3b) 的图像增强装置 (100), 以及

用于显示所述输出图像 (3b) 的显示器。

29. 一种计算机程序, 包括当所述计算机程序在计算机上被执行时令计算机执行如权利要求 27 所述的方法的步骤的程序代码装置。

30. 一种存储了指令的计算机可读非暂时性介质, 所述指令当在计算机上被执行时令计算机执行如权利要求 27 所述的方法的步骤。

## 图像增强装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于增强输入图像序列中的输入图像并获取已增强输出图像的图像增强装置和对应的方法。此外,本发明涉及一种显示设备、计算机程序以及计算机可读的非暂时性介质。

### 背景技术

[0002] 超分辨率 (super-resolution) 可以增强图像和视频序列中的分辨率。超分辨率的特定特征在于其能够创建高分辨率帧,高分辨率帧具有在每个低分辨率输入帧中所没有的高空间频率。

[0003] 存在如下可用于增大每个图像的(总体)分辨率的若干可能的策略:(a) 添加合成细节信号以例如锐化边缘(LTI,例如参见 H. Schroder, H. Elsler 和 M. Fritsch, “Nonlinear Picture Enhancement Techniques for Vertically Interpolated TV-Signals”, EUSIPCO Conf. Proceedings (EUSIPCO 会议集), pp. 841-844 (第 841-844 页), 1986); (b) 利用例如 US 6, 323, 590 中记载的图像建模进行在线或离线优化以创建具有更陡峭并具有更少阶梯伪像(staircase artifact)的边缘以及(c) 如在 S. Borman 和 R. Stevenson, “Simultaneous Multi-frame MAP Super-Resolution Video Enhancement using Spatio-temporal Priors”, IEEE Int. Conference on Image Processing (IEEE 图像处理国际会议), 1999 中记载的通过使用接连帧(consecutive frames)之间的混叠(alisa)和亚像素运动来重建高频信息。所有这些过程都结合了:基于先前做出的假设来生成最有可能的信息。

[0004] 一个具挑战性的任务是检查这些假设的正确性并确定给定输入视频是否合格并从新的图像内容中分离出由伪像引起的错误信息。特别是当多个输入帧被利用时,需要用于将接连帧与一个(锚定)帧对准的强壮运动估计。所有已知的方法(例如,如 S. Farsiu, M. Elad 和 P. Milanfar, “Video-to-Video Dynamic Superresolution for Grayscale and Color Sequences”, EURASIP Journal of Applied Signal Processing, Special Issue on Superresolution Imaging (EURASIP 应用信号处理期刊,超分辨率成像的特殊话题), Vol. 2006 (2006 卷)) 都主要依赖于强壮的全局运动建模,但是如果估计失败或输入序列例如具有若干对象的运动,则在输出视频中将出现严重的伪像。

[0005] 一种已知的图像增强方法是例如如 S. C. Park, M. K. Park 和 M. G. Kang, “Super-Resolution Image Reconstruction: A Technical Overview”, IEEE Signal Processing Magazine (IEEE 信号处理杂志), Vol. 20, No. 3, May 2003, pp. 21-36 (第 20 卷,第 3 部分,2003 年 5 月,第 21-36 页)中所记载的背向投影超分辨率。背向投影超分辨率经由迭代处理来获取高频信息。在此算法中,高分辨率与低分辨率之间的退化处理通过运动补偿、去模糊和下采样来建模。于是,在迭代环路中,当前的(接收的)低分辨率图像被与通过对实际高分辨率图像施加退化处理获得的(建模后的)低分辨率帧相比较。建模后的图像与接收的图像之间的差被用来更新当前的高分辨率图像。一直这样进行直到收

敛为止。高分辨率图像的初始猜想可以通过例如标准插值技术来计算。

[0006] 另一种已知的图像增强方法是例如如 S. Borman 和 R. Stevenson, “Simultaneous Multi-frame MAP Super-Resolution Video Enhancement using Spatio-temporal Priors”, IEEE Int. Conference on Image Processing (IEEE 图像处理国际会议), 1999 中所记载的最大后验 (maximum-a-posteriori) 超分辨率。最大后验 (MAP) 超分辨率具有另外的图像建模, 但是以其他方式与背向投影具有很强的相似性。因此, 缺点也是一样的, 需要大量输入帧并且由于针对每帧的大量迭代而需要高计算负荷。

[0007] 又一种已知的图像增强方法是例如如 S. Farsiu, M. Elad 和 P. Milanfar, “Video-to-Video Dynamic Superresolution for Grayscale and Color Sequences”, EURASIP Journal of Applied Signal Processing, Special Issue on Superresolution Imaging (EURASIP 应用信号处理期刊, 超分辨率成像的特殊话题), Vol. 2006 (第 2006 卷) 中所记载的基于 Kalman (卡尔曼) 滤波器的超分辨率。基于 Kalman 滤波器的超分辨率利用了 Kalman 原理来计算超分辨率帧。该算法也使用时间反馈环路。

[0008] 另一种已知的图像增强方法被记载在 US 2009/0245375A1 中。此方法具有超分辨率处理中的综合伪像减少。为了计算当前的高分辨率输出帧, 如下输入信号 (帧) 必须是可用的: 当前的和下一低分辨率输入帧, 被添加到输入来获取前一高分辨率帧和初始高分辨率帧的前一细节信号。然后, 4 个分离的主要处理块被用来获取下一帧的输出信号: 1. 通过基于运动向量和前一细节信号掩蔽 (mask) 当前细节信号来进行输出高分辨率中的伪像抑制。2. 通过在经当前运动补偿后的高分辨率帧和下一低分辨率帧之间的加权来计算下一初始高分辨率帧。3. 基于对初始当前高分辨率帧和当前低分辨率帧的滤波和加权来进行针对当前帧的细节信号生成。4. 将加权后的当前细节信号与当前初始高分辨率帧相加来获得当前高分辨率输出帧。

## 发明内容

[0009] 本发明的一个目的是提供用于增强输入图像序列的输入图像 (1b) 并获得已增强输出图像、特别是提供增大输入图像的分辨率和 / 或暂时地减少输入图像中的伪像和 / 或噪声的能力的图像增强装置和对应的图像增强方法。所提供的装置和方法应当在计算上是特别高效的, 仅需要较小的存储, 从而导致便宜的硬件成本和对于运动估计误差和其它副作用强壮的高图像或视频输出质量。本发明的另一个目的是提供用于实现所述方法的对应计算机程序以及计算机可读非暂时性介质。

[0010] 根据本发明的一个方面, 提供了一种用于增强输入图像序列的输入图像并获得已增强输出图像的图像增强装置, 所述装置包括:

[0011] 运动补偿单元, 被配置为通过对在前输出图像中的运动进行补偿来生成至少一个在前经运动补偿的图像,

[0012] 加权选择单元, 被配置为从所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像生成加权选择图像, 其中, 所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像二者用各自的选择加权因子被加权,

[0013] 特征分析单元, 被配置为至少分析所述输入图像并通过将所述输入图像分割成具有不同特征的两个或更多个输入图像区域来生成特征信息,

[0014] 图像建模单元,被配置为通过对所述输入图像和 / 或所述加权选择图像应用图像建模特别是 Huber Markov 图像建模来生成经建模图像,

[0015] 时空细节信号生成单元,被配置为从所述输入图像和所述加权选择图像生成细节信号,以及

[0016] 组合单元,被配置为从所述输入图像、所述细节信号和所述经建模图像生成所述已增强输出图像。

[0017] 根据本发明的另一个方面,提供了一种用于增强输入图像序列的输入图像并获得已增强输出图像的图像增强装置,所述装置包括:

[0018] 运动补偿装置,用于通过对在前输出图像中的运动进行补偿来生成至少一个在前经运动补偿的图像,

[0019] 加权选择装置,用于从所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像生成加权选择图像,其中,所述输入图像和所述在前经运动补偿的图像二者用各自的选择加权因子被加权,

[0020] 特征分析装置,用于至少分析所述输入图像并通过将所述输入图像分割成具有不同特征的两个或更多个输入图像区域来生成特征信息,

[0021] 图像建模装置,用于通过对所述输入图像和 / 或所述加权选择图像应用图像建模特别是 Huber Markov 图像建模来生成经建模图像,

[0022] 时空细节信号生成装置,用于从所述输入图像和所述加权选择图像生成细节信号,以及

[0023] 组合装置,用于从所述输入图像、所述细节信号和所述经建模图像生成所述已增强输出图像。

[0024] 根据本发明的又一个方面,提供了对应的一种图像增强方法,一种计算机程序(包括当计算机程序在计算机上被执行时令计算机执行根据本发明的方法的步骤的程序代码装置)以及一种存储了指令的计算机可读非暂时性介质(所述指令当在计算机上被执行时令计算机执行根据本发明的方法的步骤)。

[0025] 本发明的优选实施例在从属权利要求中被限定。应当理解,所要求保护的图像增强方法、要求保护的计算机程序以及要求保护的计算机可读介质具有与要求保护的图像增强装置类似的和 / 或相同的并入独立权利要求中所限定那样的优选实施例。

[0026] 本发明提供了一种通过以计算和存储上非常高效的方式增大(感知)分辨率并减少伪像来增强输入视频的装置和方法。这通过合并多个输入帧和 / 或图像模型的信息来增大分辨率印象来实现,由于通过特征分析和递归(时间)返回环路来控制若干组合的图像处理步骤,可以很好地控制增强的水平并且可以防止或至少较强地较少例如由于错误的运动估计而引起的副作用。此外,本发明被设计用于应对具有局部或全局运动的真实视频并且在已经是高端输入的情况下防止过度增强。控制特征使得其可用应对任何类型的输入视频。

[0027] 所提供的装置和方法在计算上是高效的,需要较低数量的帧存储,导致便宜的硬件成本和针对运动估计误差和其它副作用的强壮的高图像或视频输出质量。上述已知的方法是不同的并且不提供这些优点。特别是,合成细节的增加需要较大的数据组,此外,细节信号不是从输入视频本身获得的,因此其并不完美地匹配输入内容。需要多个输入帧或中



间信号的方法在硬件方面不是非常高效的。另一缺点在于许多已知的方法需要很精确的运动向量和很平滑的向量场（通过全局运动估计提供）。上述许多已知方法不能够应对对象的局部运动（例如，如在本发明的优选实施例中提议的通过基于块的运动估计计算出）。

[0028] 已知的背向投影的缺点在于，在算法中不存在图像建模（纯空间处理）来用于进一步改进当前输出。另外，迭代处理是非常耗时的并且需要多个输入帧（产生高数量的帧存储）来实现良好的输出序列。Kalman 滤波超分辨率也仅应对全局运动向量。否则，将在输出序列中出现严重的模糊。由于该方法的内部模型，不能很好地应对局部对象运动。此外，所描述的已知方法使用内部的升级和降级来检查方法的收敛，导致高产出。

[0029] 本发明优选地用在显示设备中，诸如监视器、视频显示器或电视中。这样的显示设备包括根据本发明提议的用于增强输入图像序列的输入图像并获得已增强输出图像的图像增强装置和用于显示输出图像的显示器。

### 附图说明

[0030] 本发明的这些和其它目的将从参考下文中所描述的实施例而明显并在以下被更详细地说明。在附图中：

- [0031] 图 1 示出根据本发明的图像增强装置的一般布局，
- [0032] 图 2 示出根据本发明的图像增强装置的第一实施例，
- [0033] 图 3 示出根据本发明的图像增强装置的第二实施例，
- [0034] 图 4 示出加权选择单元的实施例，
- [0035] 图 5 示出特征分析单元的实施例，
- [0036] 图 6 示出去模糊单元的实施例，
- [0037] 图 7 示出图像建模单元的实施例，
- [0038] 图 8 示出图像建模单元中使用的计算方案，
- [0039] 图 9A-9B 示出图像建模单元中使用的另一计算方案，
- [0040] 图 10 示出时空细节信号生成单元的实施例，
- [0041] 图 11 示出抖动信号生成单元的实施例，
- [0042] 图 12 示出增益因子计算单元的实施例，
- [0043] 图 13 示出根据本发明的图像增强装置的第三实施例，
- [0044] 图 14 示出根据本发明的图像增强装置的第四实施例，
- [0045] 图 15 示出根据本发明的图像增强装置的第五实施例，
- [0046] 图 16 示出根据本发明的图像增强装置的第六实施例，
- [0047] 图 17 示出组合单元的实施例，
- [0048] 图 18 示出根据本发明的图像增强装置的第七实施例，以及
- [0049] 图 19 示出根据本发明的图像增强装置的第八实施例。

### 具体实施方式

[0050] 图 1 示意性地图示出根据本发明的图像增强装置 100 的一般布局。优选利用例如从之前的运动估计中获得的运动向量信息 2 来对输入图像 1a、1b... 的输入图像序列 1 执行自适应时空图像增强，来获得已增强输出图像 3a、3b... 的输出图像序列 3，其中，索引 a、b...

指示各个图像的时间顺序。所述输出图像 3a、3b... 可以以一方式被增强以相比于各个输入图像 1a、1b... 具有更高分辨率、更高 SNR、更少伪像和 / 或更少噪声。运动向量信息优选包括描述每个像素在 x(水平) 方向和 y(垂直) 方向上的运动的运动向量。

[0051] 图 2 示出根据本发明的图像增强装置 100a 的第一实施例, 其图示出一般概念的更多细节。通过各个信号的索引 a、b... 指示具体的状态和时间关系。装置 100a 包括运动补偿单元 20 和加权选择单元 30, 运动补偿单元 20 被配置为通过对在前输出图像 3a 中的运动进行补偿来生成至少一个在前经运动补偿的图像 4a, 加权选择单元 30 被配置为从所述输入图像 1b 和所述在前经运动补偿的图像 4a 生成加权选择图像, 其中所述输入图像 1b 和所述在前经运动补偿的图像 4a 两者以各自的选择加权因子被加权。还提供了特征分析单元 40, 其被配置为至少分析输入图像 1b 并且通过将输入图像 1b 分割成具有不同特征的两个或更多输入图像区域来生成特征信息 6、6'。提供了图像建模单元 50, 其被配置为通过对所述输入图像 1b 和 / 或所述加权选择图像 5 应用图像建模, 特别是 Huber Markov (休伯 - 马尔可夫) 图像建模来生成建模图像 7, 并且, 提供了时空细节信号生成单元 60, 其被配置为从所述输入图像 1b 和所述加权选择图像 5a 生成细节信号 8。最后, 提供了组合单元 70, 其被配置为通过组合所述输入图像 1b、所述细节图像 8 和所述建模图像 7 来生成所述已增强输出图像 3b。

[0052] 图 3 示出根据本发明的图像增强装置 100b 的第二更详细的实施例。输入序列 1 的当前输入图像 1b 在以下也称为  $Y(t)$  ( $t$  是时间), 并且输出序列 3 的当前输出图像 3b 在以下也称为  $Z(t)$ 。对于当前处理步骤, 前一处理步骤的输出图像 3a (也称为  $Z(t-1)$ ) 也要是可用的。为此, 在图像增强之后, 输出图像 3a 被写入帧缓冲器 80 中, 以使得其可被用来处理输入序列 1 中的后续输入图像 1b。

[0053] 该在前输出图像 3a 在运动补偿单元 20 中被用输入运动向量 2 进行运动补偿, 以使得当前输入图像 1b ( $= Y(t)$ ) 中和经运动补偿的在前输出图像 4a ( $= Z_{mc}(t-1)$ ) 中的对象处于相同位置。如果该输入运动向量 2 是亚像素精度的, 则双线性插值优选被用于运动补偿。经运动补偿的在前输出图像 4a 和当前输入图像 1b 随后使用加权选择单元 30 被组合。

[0054] 输入图像 1b、经运动补偿的输出图像 4a 和加权选择图像 5a 的局部图像特征 (特别是描述局部特征的特征图) 在特征分析单元 40 内被分析来生成特征信息 6、6'。此特征信息 6、6' 优选在图像增强装置 100b 中的一个或多个其它单元中被用来实现内容自适应图像增强。输入图像 1b 的特征还在加权选择单元 30 内被用来实现输入图像 1b 和经运动补偿的输出图像 4a 的内容自适应加权功能。

[0055] 如果当前输入图像不具有期望的空间输出分辨率, 则初始升级 (initialupscaling) 在升级单元 90 中被用来对输入图像 1b' 进行升级并获得具有期望输出分辨率的经升级图像 1b。因此, 该初始升级单元是可根据输入分辨率和期望的输出分辨率来选择的。对于像高分辨率样条升级 (HRS 升级) 之类的已知升级方法, 例如可以利用插值算法或使用经训练的滤波器的算法。

[0056] 输入运动向量场 2 优选需要具有输出图像 3a 的空间分辨率。因此, 优选地, 执行运动向量场 2 的初步重采样和长度校正 (未示出)。

[0057] 存在用于图像增强的至少两个主要子系统。第一主要子系统是时空图像增强。基

于输入图像 1b 和加权选择图像 5a, 时空细节信号生成单元 60 生成内容自适应时空细节信号。可选地, 提供了抖动信号 (shakingsignal) 生成单元 110, 其通过使用由加权选择单元 30 提供的加权因子 13 来从输入图像 1b 和经运动补偿的在前输出图像 4a 计算出受亚像素运动向量误差影响的细节信号的分量, 从而导致在错误的图像位置处产生稳定的细节。这是优选的, 如果仅像素精度的运动估计被实现作为预处理步骤的话。在减法单元 120 中, 从时空细节信号 8 中减去该抖动信号 9。随后在乘法器 130 中, 剩余的细节信号 10 与由 (可选的) 自适应增益因子计算单元 140 优选使用特征信息 6 所生成的局部内容自适应增益因子 11 相乘。在加法单元 160 中, 所产生的细节信号 12 与输入信号 1b 相加, 产生最终的经时空增强的图像信号 12'。

[0058] 第二主要子系统是图像建模 (空间伪像减少和锐度增强)。图像建模单元 50 优选基于 Huber-Markov 随机场图像建模。使用了局部分析方法, 基于该方法, 执行锐度增强或有向低通滤波, 在空间上降低噪声和阶梯伪像并锐化边缘。

[0059] 优选地, 提供了用于运动去模糊 (motion deblurring) 的第三主要子系统。运动去模糊单元 150 接收输入图像 1b 和加权选择图像 5a 作为输入, 减少快速运动的图像序列中存在的运动模糊。运动向量信息 2 被用来控制滤波器内核, 该滤波器内核被用于图像增强。经去模糊的图像 14 还被提供给组合单元 70。

[0060] 在组合单元 70 中, 基于由图像建模单元 50 生成的控制因子 15 和运动向量长度 (如果使用了运动去模糊的话) 组合各个图像增强子系统的结果。

[0061] 各个实施例中使用的图像增强装置的各个单元在以下被分别描述。应当注意, 以下描述和示图应当仅被理解成示例性实施例。

[0062] 图 4 示出加权选择单元 30 的实施例。加权选择单元 30 从输入信号 1b(Y(t)) 和经运动补偿的前一输出信号 4a(Z<sub>mc</sub>(t-1)) 计算出组合信号 5a。在可靠的运动向量的情况中, 经运动补偿的前一输出信号 4a 应当比输入信号 1b 被更强地加权, 而在不可靠的运动向量的情况中, 输入信号 1b 应当被更强地加权以避免运动向量误差对输出的较强影响。因此, 加权因子 13 是基于由 SAD 计算单元 31 计算出的局部加和的绝对差 (SAD) (具体地在局部 3x3 块区域内) 被计算出的。高 SAD 描述输入图像 1b 与经运动补偿的前一输出图像 4a 之间的强局部差, 这指示运动向量误差。此假设没有考虑到运动向量误差在平坦的区域中比在纹理区域中在输入图像 1b 与经运动补偿的前一输出图像 4a 之间产生更小的差异。因此, 在加权因子计算单元 32 中, 平坦区域特征图 (如以下所述并被包括在特征信息 6 中) 也优选地被用于加权因子 13 的计算, 以允许细节区域中比平坦区域中的更大差异来对经运动补偿的前一输出图像 4a 进行较强的加权。此外, 假设大的运动向量指示不可靠的或错误的运动向量。因此, 运动向量长度特征图 (如下所述并被包括在特征信息 6 中) 也优选被用于加权因子计算, 导致对输入信号 1b 的强加权。这产生了用于加权因子计算的如下等式:

$$[0063] \quad \text{weightingFactor} = mvFactor \cdot \frac{\lambda_{temp} + \lambda_{temp,adapt} \cdot flatMap}{1 + SAD}$$

[0064] 其中,  $\lambda_{temp}$  (例如范围从 2 至 15) 和  $\lambda_{temp,adapt}$  (例如范围从 0 至 10) 是例如由用户设置的预先定义的控制参数。mvFactor 是根据运动向量长度图计算出的。SAD 是在当前经升级的第分辨率输入图像 1b' 和在前经运动补偿的高分辨率图像 4a 之间的例如 3x3 像素的块上计算出的加和绝对差。其在低于第一运动向量长度阈值时被设置为 1 并在第二阈

值以上时被递减直到 0。

[0065] 为了计算加权选择图像 5a, 经运动补偿的前一输出图像 4a 在第一乘法单元 33 中被乘以加权因子 13, 并且输入信号 1b 在第二乘法单元 34 中被乘以 (1 减去加权因子 13)。所产生的经加权信号  $4a_w$  和  $1b_w$  随后在加法单元 35 中被加和并被用作加权选择单元 30 的加权选择信号 5a。此外, 加权因子 13 被转发, 以使其可以被用在其它单元中。

[0066] 图 5 示出特征分析单元 40 的实施例。在特征分析单元 40 中, 优选地, 在特征图生成单元 46 中基于运动向量信息 2、输入图像  $1b(Y(t))$ 、经运动补偿的前一输出图像  $4a(Z_{mc}(t-1))$  和加权选择图像 5a 来生成作为特征信息 6、6' 的 4 个不同的特征图, 即, 特征图生成单元 46 将若干输入图像组合成单个级联流 (concatenated stream)。这些特征图是:

[0067] a) 运动向量长度图: 运动向量长度图是从运动向量 2 ( $mv_x$  和  $mv_y$ ) 计算出的, 运动向量 2 的长度是在运动向量长度计算单元 41 中通过如下等式计算出的:

$$[0068] \quad mvMap = \sqrt{mv_x^2 + mv_y^2}$$

[0069] b) 平坦图: 对于平坦图计算, 在平坦检测单元 42 中检测到输入图像 1b 中的平坦区域之后, 绝对局部拉普拉斯算子被计算出并在  $5 \times 5$  块区域上被加和。在下限阈值和上限阈值之间, 计算出的和被映射到 0 (平坦区域) 和 1 (纹理区域) 之间的值。

[0070] c) 噪声图: 在噪声检测单元 43 中检测到输入图像 1b 和经运动补偿的前一输出信号 4a 中的噪声区域之后, 通过从输入信号 1b 和经运动补偿的前一输出信号 4a 计算组合局部标准偏差来生成噪声图像。局部均值是针对两个图像在  $5 \times 5$  块内计算出的。随后, 组合局部标准偏差被计算出来, 其指示块内的噪声水平。所生成的值被映射到 0 和 1 之间的值。

[0071] d) 边缘增益图: 对于边缘增益图计算单元 45 中的边缘增益图计算, 在边缘检测单元 44 中检测到加权选择图像 5a 中的边缘区域之后, 基于加权选择单元 30 的输出 5a 检测出边缘强度。因此, 之前已增强的微弱边缘也可以被检测出 (如果对输入信号执行边缘检测, 则不会检测到此微弱边缘)。对于边缘检测, 绝对局部梯度被计算出并且在下限阈值和上限阈值之间, 其被映射到 0 (无边缘) 和 1 (强边缘) 之间的值。随后, 通过选择局部  $3 \times 3$  块区域中的最大边缘值计算出边缘增益图。

[0072] 图 6 示出去模糊单元 150 的实施例。去模糊单元 150 减少加权选择图像 5a 的运动模糊。通过在运动自适应滤波器 151 中使用运动向量信息 2 来对加权选择图像 5a 进行低通滤波并在减法单元 152 中从输入信号 1b 中减去它来生成运动模糊细节信号 154。低通滤波器内核相对于运动向量方向被自适应地计算出来。针对较快的运动比针对较慢的运动执行更强的滤波。这优选通过利用均值滤波器 (其滤波器系数的数目依赖于运动向量) 来实现。所生成的细节信号 154 随后与加权选择图像 5a 相加来实现运动去模糊, 即输出去模糊信号 14。

[0073] 图 7 示出图像建模单元 50 的实施例。图像模型应当具有降低异构区域 (homogenous region) 中的噪声、平滑边缘处的锯齿并锐化边缘的跳变的特性。图 7 中示出的图像建模的实施例具有增强边缘区域中的锐度以及平滑掉阶梯伪像的特性。该图像建模是纯空间处理的示例。在 S. Borman 和 R. Stevenson 的 "Simultaneous Multi-frame MAP Super-Resolution Video Enhancement using Spatio-temporal Priors", IEEE Int.

Conference on ImageProcessing(IEEE 图像处理国际会议),1999 中大致记载了该图像建模。在算术上,其约束是:使得极小化处理中的算术方法(能量函数)的解是唯一的。

[0074] 图像建模单元 50 包括自适应低通滤波器组单元 51,其利用 4 个不同的滤波器在 4 个主导方向的方向上对加权选择图像 5a 进行滤波(例如使用面向这 4 个方向的 3 抽头均值滤波器)。滤波器结果被转发给复用器(MUX)单元 52。对于高频信号生成,在高频细节信号生成单元 53 中,拉普拉斯算子在 4 个主导方向上被计算出并被乘以控制因子 k。控制因子 k 是优选值范围在 0.2 和 2 之间的外部参数。通过使用控制因子 k,可以影响图像建模内的空间锐度增强。此外,这些结果被转发给 MUX 单元 52。为了在控制单元 54 中检测边缘区域和方向,想法是使用二阶导数(second derivative),二阶导数通过如下等式在 4 个主要边缘中计算出:

$$[0075] \quad d(z) = z_{i+di, j+dj} + z_{i-di, j-dj}$$

[0076] 其中, di 和 dj 分别被设置成值 -1, 0 和 1, 以允许描述 4 个主要方向。

[0077] 如果仅 3x3 像素区域被用来计算二阶导数(根据输入情形),主要边缘方向就不能被正确地估计,这是因为所有 4 个方向上的二阶导数都很大,如图 8 中所示。此问题的解决方案是引入图 9A-9B 中所示的三差分方案。在此情况中,至少内部和外部的二阶导数产生较低的值。此外,通过将沿着边缘方向(图 9A)和与边缘方向交叉(图 9B)的三个二阶导数的绝对和相比较允许了进行准确的边缘方向检测。

[0078] 根据边缘检测和方向检测的结果,MUX 单元 52 选择其输入结果中的 4 个并在组合单元 55 中将这结果相加。例如,在主导方向上的强边缘的情况中,仅针对该主导方向的一个低通滤波器结果和三个高频细节结果被转发,从而导致边缘方向上的平滑和额外的锐度增强。在平坦区域中,仅低通滤波器结果被转发来实现噪声降低。这多个被转发的低通结果被转发给图像增强装置 100b 的组合单元 70,作为包含 DC 分量的低通结果,它应对于输入图像 3b 和输入图像 1b 是相同的。

[0079] 如果边缘方向被正确地估计出,则沿着边缘方向的有效平滑可用来减少阶梯伪像。进一步的改进可以通过利用更复杂的图像建模来实现,例如,通过使用经训练的滤波器或主要分量分析来对边缘方向或甚至更复杂的特征进行分类从而以最佳方式增强图像。这可以导致甚至更高的伪像减少。

[0080] 图 10 示出时空细节信号生成单元 60 的实施例。根据时空细节信号生成单元的该实施例 60,通过在加法单元 62 中从加权选择图像 5a 中减去经低通滤波的输入信号 1bf(通过在 LP 滤波器 61 中对输入信号 1b 进行滤波获得)来生成时空细节信号。此想法与锐度增强方法(被称为不尖锐掩蔽(unsharp masking))类似。该方法的差异在于两个不同信号被组合来生成细节信号 8。此外,细节信号 8a 是相对于局部图像频率而被自适应地计算出的。在具有高频率的图像区域中,仅高频率应当被强调,而在低频率和中间频率的区域中,这些频率也应当被强调。因此,使用用于估计最优滤波器内核的局部方差的方法来分析局部频率。

[0081] 利用在滤波器查找表(LUT)63 中可用的不同方差来利用若干高斯滤波器对图像进行滤波。对于每个经滤波的图像,使用均方误差(meansquare error, MSE)来计算输入信号 1b 与经低通的滤波图像之间的差。这在局部方差估计单元 64 中完成。随后,在局部方差估计单元 64 中通过根据最优局部方差来最小化描述长度标准(应用 MDL(最小描述

长度)标准)来选择最优方差,这在本领域中是公知的并且例如在 G. G. Estrada 的“Local smoothness in terms of variance:the adaptive Gaussian filter”,Proc.Ofthe 11th British machine vision convergence(第 11 届英国机器视觉收敛会议),vol.,2pages 815-824(第 2 卷 815-824 页),2000 中被记载如下:

$$[0082] \quad d1 = \left( \frac{\lambda}{\sigma_x^2} \right) + q \cdot \text{MSE}$$

[0083] 参数  $\lambda$  和  $q$  控制不同方差  $\sigma_x^2$  的描述长度曲线的曲线特征,并且  $d1$  是指描述长度。该最优局部方差被用来在自适应滤波器选择单元 65 中局部地从 LUT 63 选择最优滤波器内核 H1 以用于在 LP 滤波器 61 中对输入信号 1b 进行滤波。如果用于局部方差估计的滤波器内核和用于选择 H1 的滤波器内核相等,则局部方差估计的内部滤波器结果可以被直接用作 LP 滤波器 61 的结果来节约用于滤波的额外工作。

[0084] 图 11 示出抖动信号生成单元 110 的实施例。为了降低运动向量误差对所生成的细节信号的影响,细节信号的包含最可见的运动向量误差(也称为“抖动”)的分量应当被移除。因此,包含这些分量的抖动信号被生成。实验已经显示这些分量主要存在于细节信号中的出自前一经运动补偿的输出图像 4a 的运动补偿结果的低频分量。因此,细节信号的该部分通过如下方式生成:在减法单元 111 中从前一经运动补偿的输出图像 4a 中减去输入信号 1b 并且利用高斯滤波器 (H2) 112 对此中间细节信号 114 进行低通滤波,其中高斯滤波器 (H2) 112 是使用比用于 H1 滤波器的最大方差更大的方差计算出的。该经低通滤波的细节信号随后在乘法单元 113 中被与加权因子 117 相乘,其中加权因子 117 由加权因子生成单元 116 根据由加权选择单元 30 计算出的加权因子 13 生成。

[0085] 图 12 示出增益因子计算单元 140 的实施例。增益因子 11 是基于特征信息 6(特别是基于若干特征图)而被局部地自适应地计算出的。在自适应增益计算单元 141 中,0 和 1 之间的增益 143 被计算出来,其在乘法单元 142 中被与全局增益值 16 相乘,全局增益值 16 是被选择(例如由用户手动选择)以用于限定增强水平的。另一可能性是计算与输入图像的细节水平和当前增强水平相匹配的全局增益值。

[0086] 对于局部自适应增益的计算,考虑用于图像增强的局部要求。在平坦区域和示出强的噪声可见性的区域中,仅应当生成微弱的细节信号,并且仅应当应用时间噪声和伪像减少,但是噪声信号不应当被空间生成的细节所强调。这通过基于平坦图和噪声图对增益因子向下加权(weight down)来实现。在边缘区域中,也仅应当执行微弱的锐度增强,否则,会在边缘周围生成强的过调(overshoot)。因此,在边缘区域中,使用边缘增益图对增益进行向下加权。这导致用于自适应增益计算的如下优选等式:

$$[0087] \quad \text{gainFactor} = \text{gainValue} \cdot (1 - \text{edgeGainMap}) \cdot \text{flatMap} \cdot \text{noiseMap}$$

[0088] 即:增益因子=增益值·(1-边缘增益图)·平坦图·噪声图

[0089] 图 17 示出组合单元 70 的实施例。组合单元 70 通过利用图像建模组合因子计算单元 73 内部计算出的加权因子 72、74 和 75 对不同图像增强单元的输出信号 7、12'、14 进行加权并在加法单元 76 中将被不同地加权的信号相加来组合它们。

[0090] 如果去模糊单元被使用,则在去模糊组合因子组合单元 71 中基于运动向量长度特征图 6' 来计算出去模糊组合因子 72。在上限运动向量长度阈值(例如 20px)以上时,该加权因子 72 被设置成最大值(例如 0.8)。该值随着运动向量长度的减小而线性减小为

0。经去模糊的图像 14 被与该因子 72 相乘,而最终的经时空增强的图像信号 12' (时空增强单元的输出) 被与 (1 减去此因子 72) 相乘。经加权的信号在加法单元 77 中被相加。该加权功能的效果在于,对于高运动速度,来自去模糊单元的结果对最终的输出信号 3b 有主导贡献,而对于低运动速度,来自时空图像增强单元的结果对最终的输出信号 3b 有主导贡献。

[0091] 如果没有执行去模糊,则最终的经时空增强的图像信号 12' (时空增强单元的输出) 仅仅被转发。加权过程的结果被进一步与图像建模输出 7 相组合来生成最终的输出信号 3b。图像建模加权因子 74、75 基于由图像建模单元输出的控制因子 15 以及正则因子 (regularization factor) 被计算出来。该控制因子  $k$  描述贡献于图像建模的输出的 DC 分量的数目。图像建模加权因子 75 中的一个被设置成  $1/(2\beta)$ , 其中,  $\beta$  是用于控制图像建模对最终输出图像的贡献率的正则因子,其值在 2 和 25 之间。图像建模单元的输出 7 被乘以该因子 75。加法单元 77 的输出在乘法器 7A 中被乘以第二加权因子 74,第二加权因子 74 被设置成  $1/(k/(2\beta)+1)$ 。经加权的信号 78 和 79 在加法单元 76 中被相加。该加法的输出被用作图像增强系统的最终输出 3b。

[0092] 图 13 至 16 描述图像增强设备的若干更多实施例 100c 至 100f,这些实施例基于图 2 中所图示的一般布局。这些实施例示出在使用和不使用上述用于运动去模糊和抖动信号生成的可选单元 150 和 110 以及上述其它可选组件的情况下能够形成的可能实现方式。

[0093] 图 13 中示出的实施例 100c 不包括用于运动去模糊和减少抖动信号的装置。该实施例 100c 优选在输入信号具有期望的输出像素分辨率并且初步运动去模糊被使用的情况下使用。此外,亚像素精度的运动估计可以用来生成输入运动向量,因为在此实施例中不能减少出自亚像素运动向量误差的运动伪像。

[0094] 图 14 中示出的实施例 100d 包括集成的对来自亚像素运动向量误差的伪像的减少。该实施例 100d 优选在仅像素精度的运动向量可用并且初步运动去模糊被执行的情况下使用。

[0095] 图 15 中示出的实施例 100e 包括集成的运动去模糊和对来自像素运动误差的伪像的减少。该实施例 100e 优选在没有运动去模糊预处理被执行并且仅像素精度的运动向量可用的情况下使用。

[0096] 图 16 中示出的实施例 100f 包括集成的运动去模糊。该实施例 100f 优选在没有运动去模糊预处理被执行并且亚像素精度的运动向量可用的情况下使用。

[0097] 应当注意,并非以上实施例中所示出的所有单元和元素都一定要以所示出的组合来提供,而是更多实施例和组合是可用的。例如,如图示出图像增强装置的另一实施例 100g 和 100h 的图 18 和 19 中所示,比图 2 中所示出的实施例 100a 中更多的元素但是比图 3 中示出的实施例 100b 中的元素更少的元素被提供。

[0098] 此外,在图 18 中示出的实施例 100g 中,高细节图像 8' 是由加法单元 16 通过将所述输入图像 1b 与所述细节信号 8 相加而生成的,其中,高细节图像 8' 随后被提供给组合单元 70 以用于与经建模的图像 7 相组合。此外,在实施例 100g 中,存储运动信息 2 的运动补偿信息存储装置 200、存储输入图像 1 的输入图像存储装置 300 以及存储输出图像的存储装置 400 被示出,这些当然也可以设置在其它实施例中。

[0099] 此外,应当注意,类似加法单元 120、160 和乘法单元 130 的精确元件和 / 或它们的

操作可以部分或全部利用组合单元 70 来实现,例如,被实现在实现所述组合单元 70 的集成电路中。

[0100] 此外,由运动补偿单元 20 执行的运动补偿优选是基于从外部(例如外部运动估计单元(未示出)或运动补偿信息存储装置 200)提供的运动信息的。可用运动向量可以是像素精度的或亚像素精度的。在像素精度的运动向量的情况中,来自  $Z(t-1)$  (3a) 的像素值被复制到通过该运动向量来补偿的位置并被存储到  $Z_{mc}(t-1)$  (4a)。在亚像素精度的运动向量的情况中,公知的双线性插值被用来对像素值进行插值以用于计算  $Z_{mc}(t-1)$  (4a)。然而,在另一实施例中,运动补偿信息 / 运动向量 2 还由运动补偿单元 20 生成,如果其被适配用于运动估计的话。该运动估计可以通过 3D 递归块匹配方法来实行 (de Haan, G. ;Biezen, P. W. A. C. ;Huijgen, H. ;Ojo, O. A. “True Motion Estimation with 3-d Recursive Search Blocking-Matching”, IEEE Trans. On Circuits & System for Video Technology (IEEE 用于视频技术的电路和系统学报), October 1993 (1993 年 10 月), pp. 368-379 (368-379 页))。

[0101] 本发明优选可以应用于包括如本发明所述的用于对输入图像序列中的输入图像进行增强并获得已增强的输出图像的图像增强装置和用于显示所述输出图像的显示器的显示设备中。这样的显示设备可以例如是监视器或电视机,诸如 HD LCD-TV。例如,在使用本申请人的运动流技术的电视机中,如 EP 1855474A1 中所述并且如在市场上可获得的各种型号的电视机中所使用那样,本发明可用于进一步增强画面质量。

[0102] 已经在示图和以上描述中详细描述了本发明,但是应认为,这样的图解和描述是说明性的或示例性的而不是限制性的。本发明不限于所公开的实施例。实行要求保护的本发明的本领域技术人员在研究了附图、公开和所附权利要求书之后可以理解和实施对所公开的实施例的其它变形例。

[0103] 在权利要求书中,单词“包括”不排除其它元素或步骤,并且“一”或“一个”不排除多个。单个元素或其它单元可以完成权利要求书中所记载的若干项的功能。某些措施被记载在相互不同的独立权利要求中这一事实并不表明这些措施的组合不能用来受益。

[0104] 计算机程序可以在适当的非暂时性介质(诸如光学存储介质或与其它硬件一起或作为其部分提供的固态介质)上被存储 / 被分发,但是也可以以其它形式(例如经由因特网或其它有线或无线电信系统)被分发。

[0105] 权利要求书中的任何参考标号不应被理解成用于限制范围。



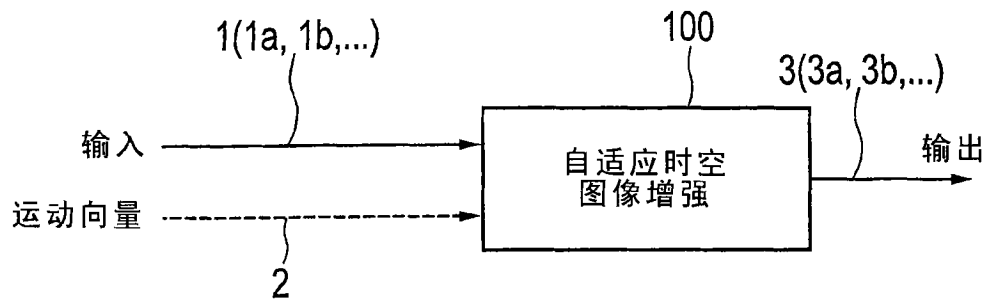


图 1

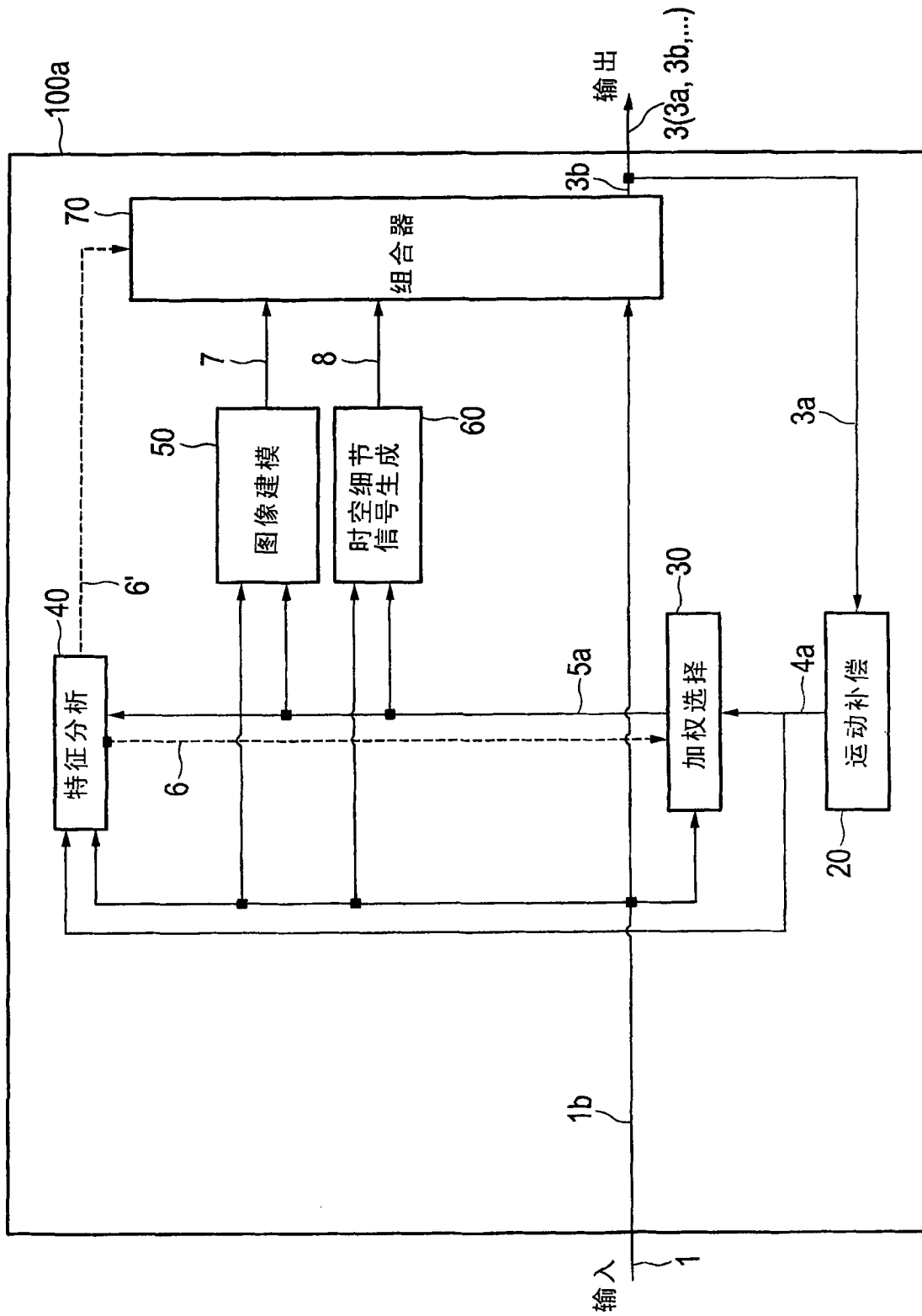


图 2

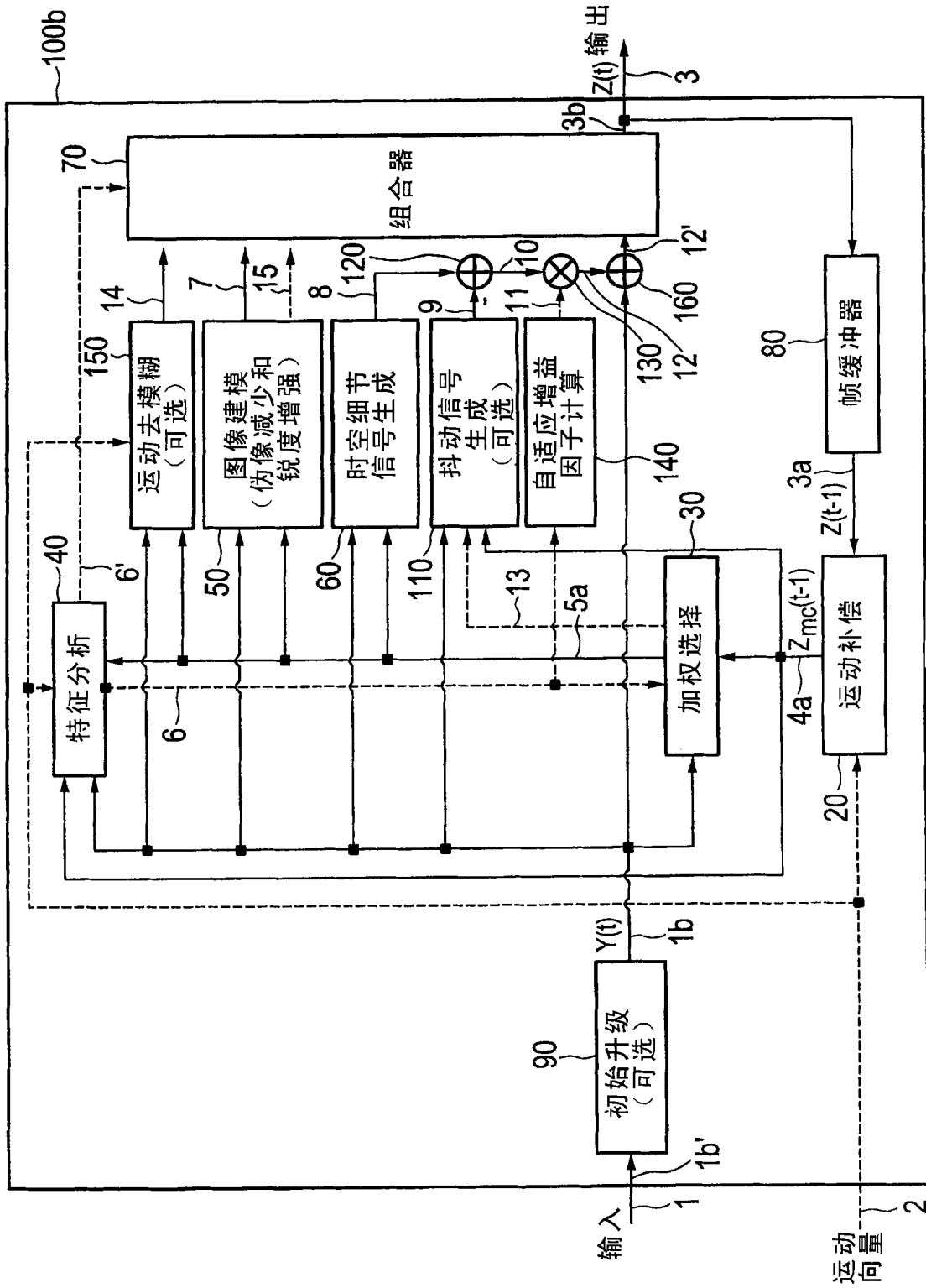


图 3

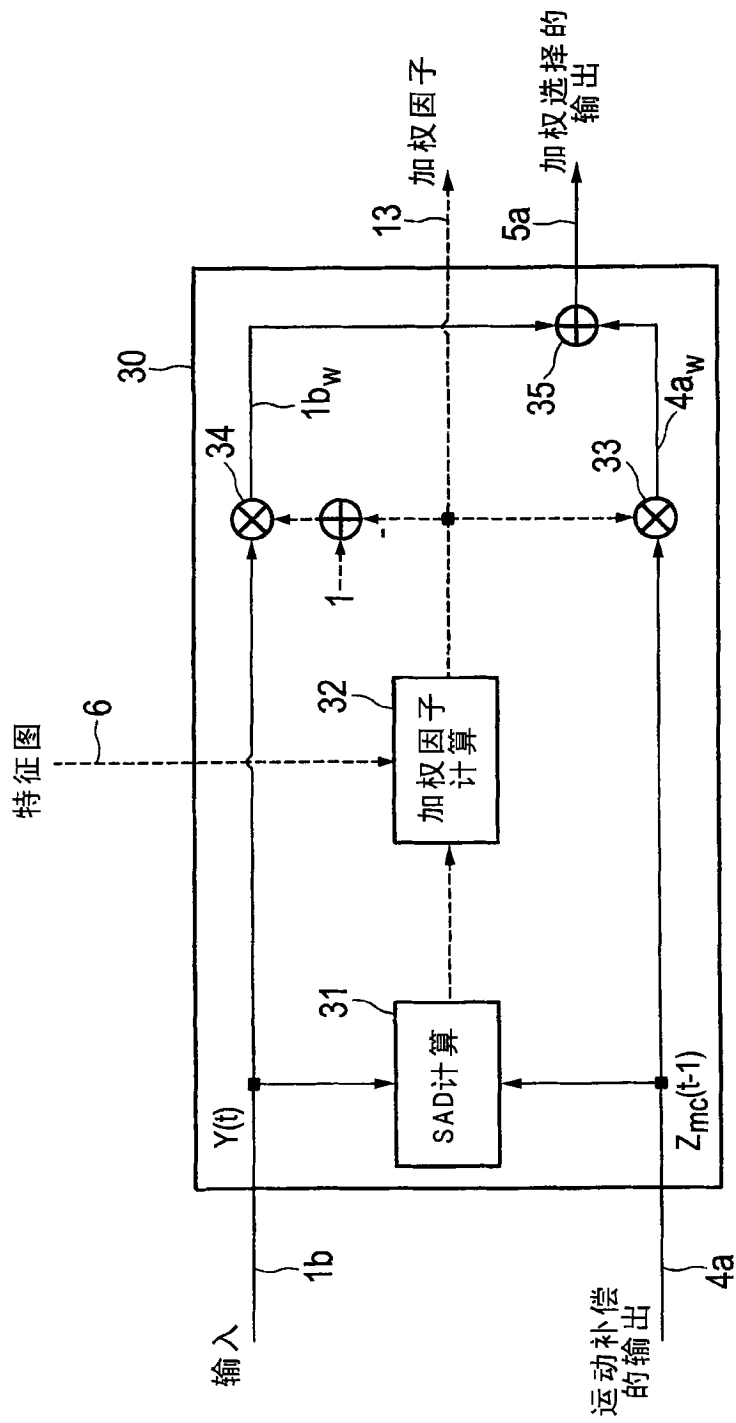


图 4

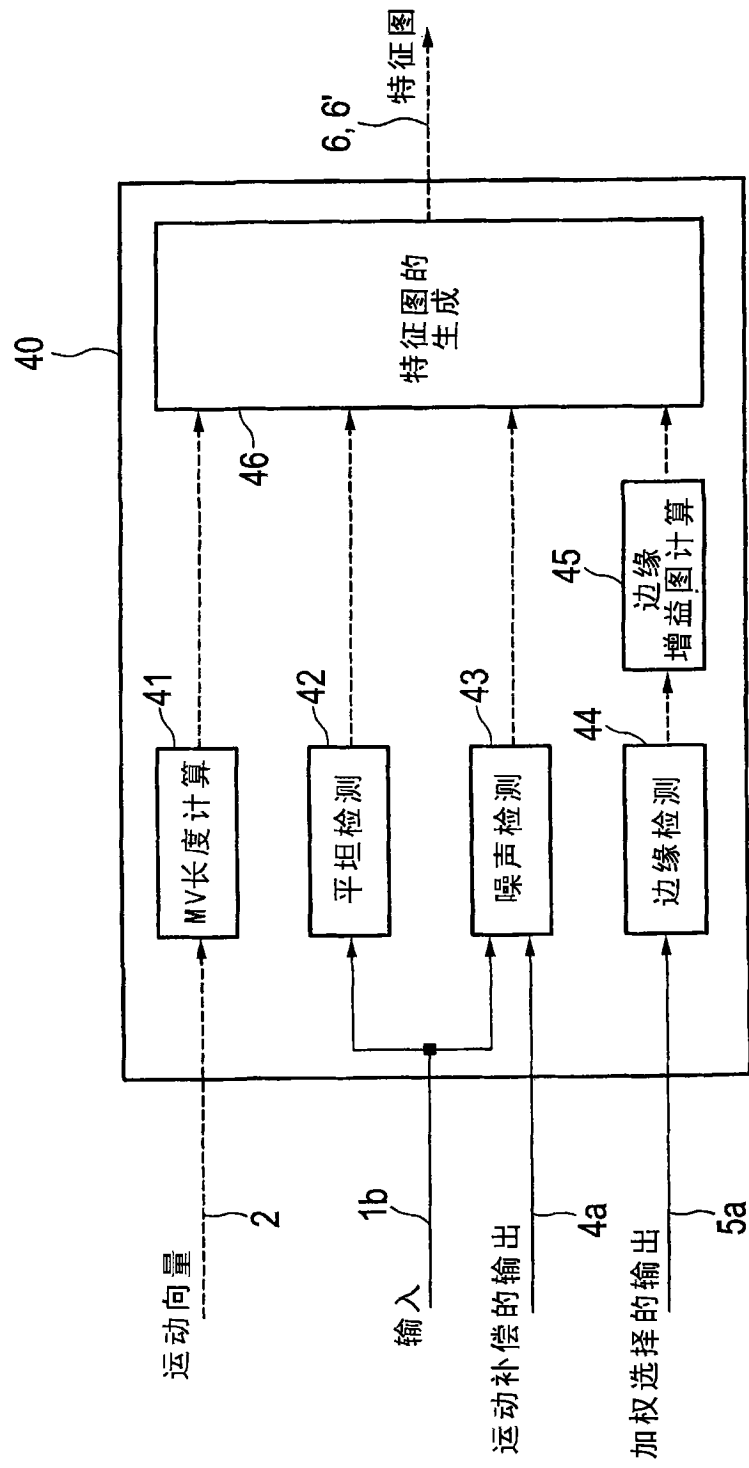


图 5

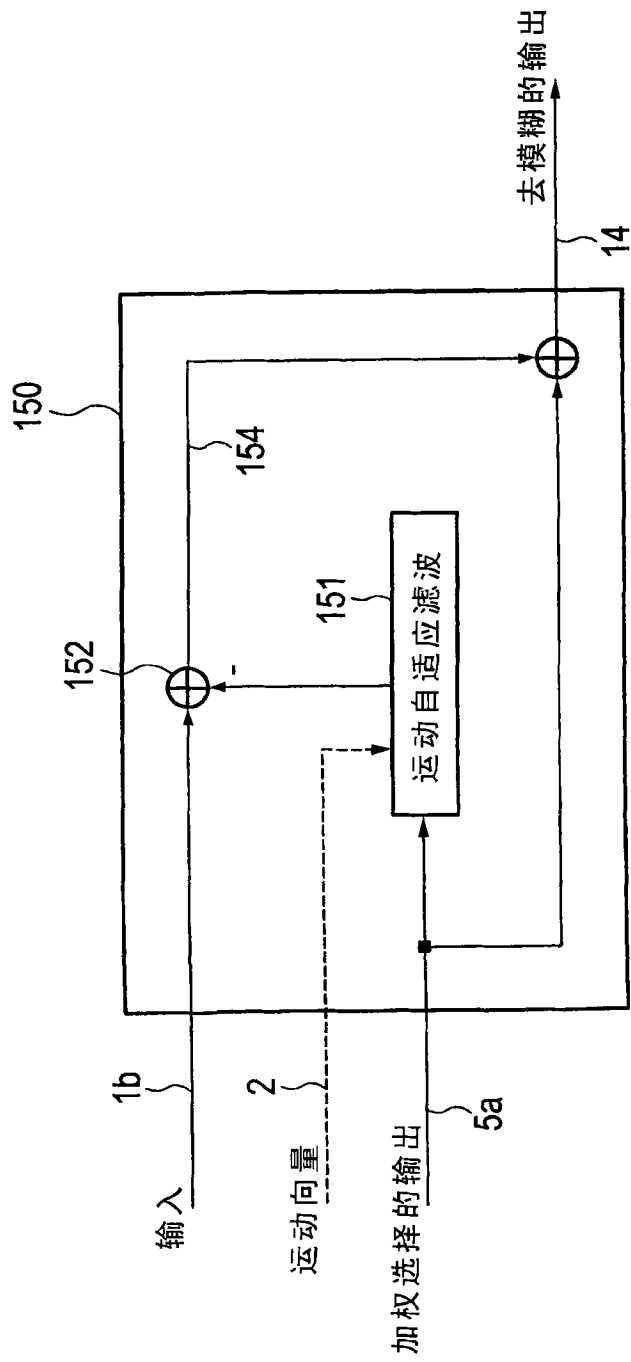


图 6

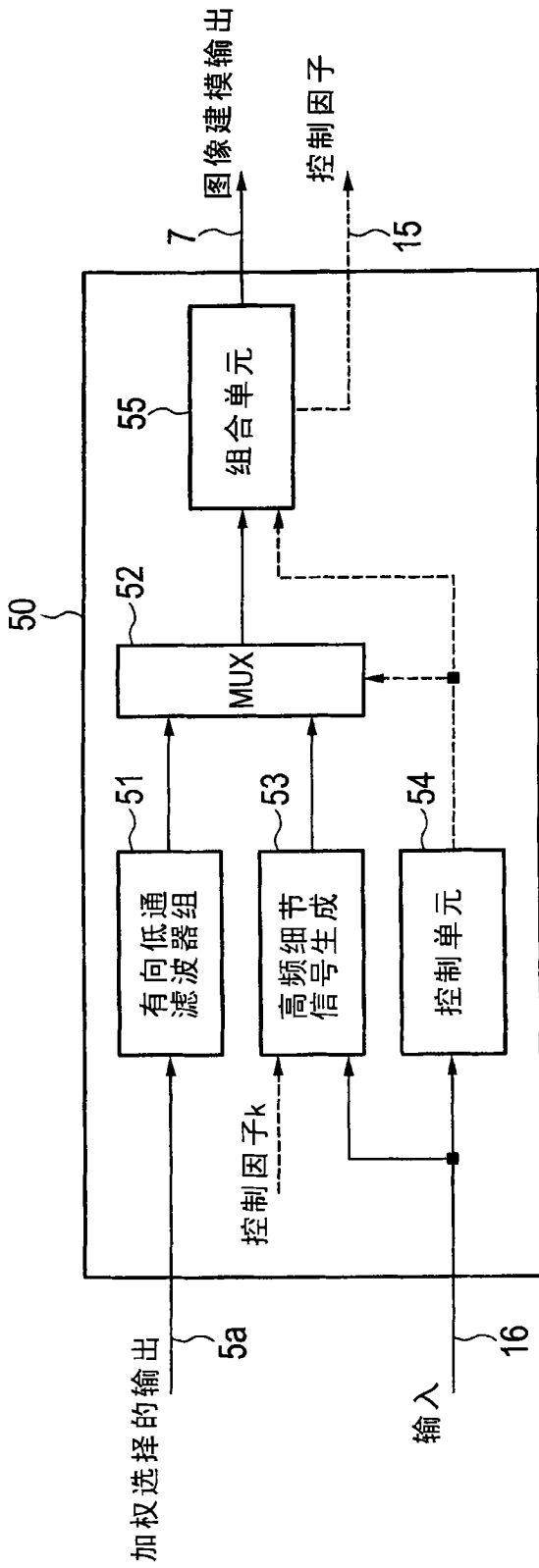


图 7

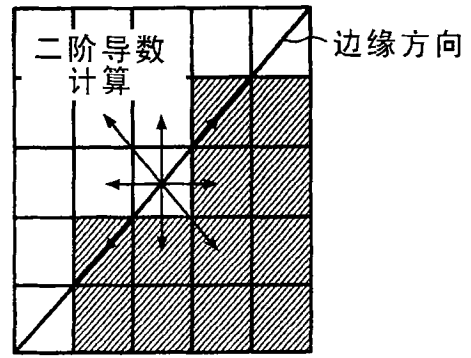


图 8

沿边缘方向的  
绝对差的  
加和小

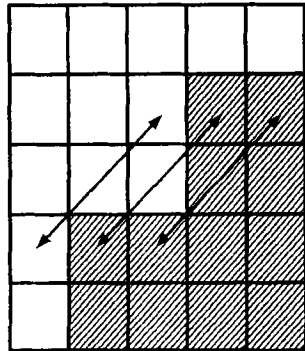


图 9A

与边缘方向  
交叉的绝对差的  
加和大

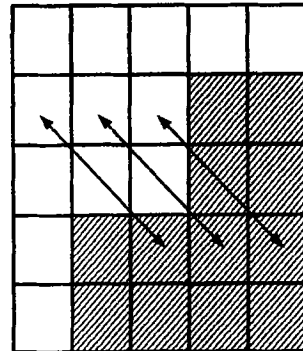


图 9B

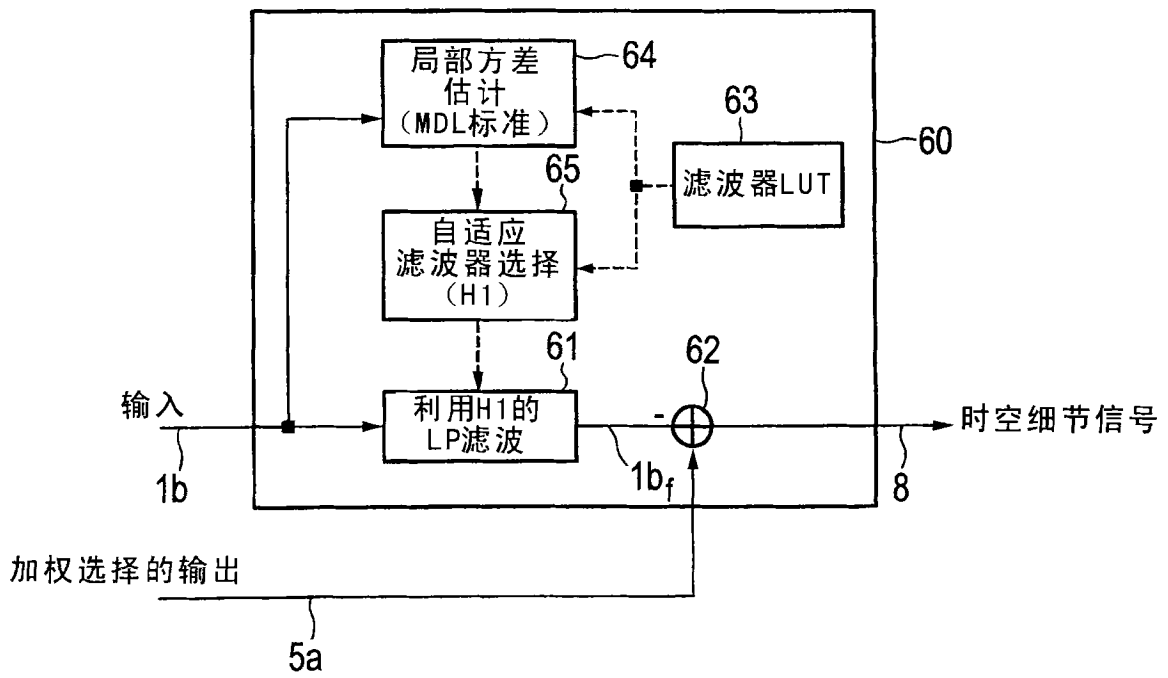


图 10



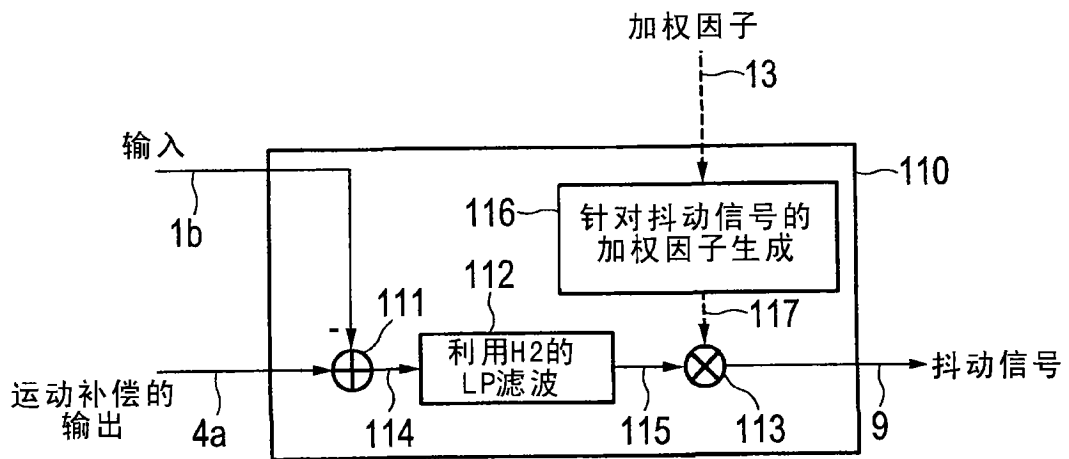


图 11

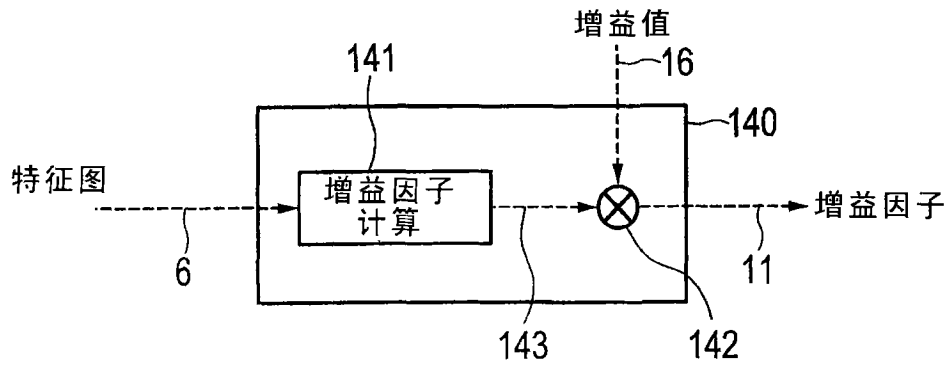


图 12

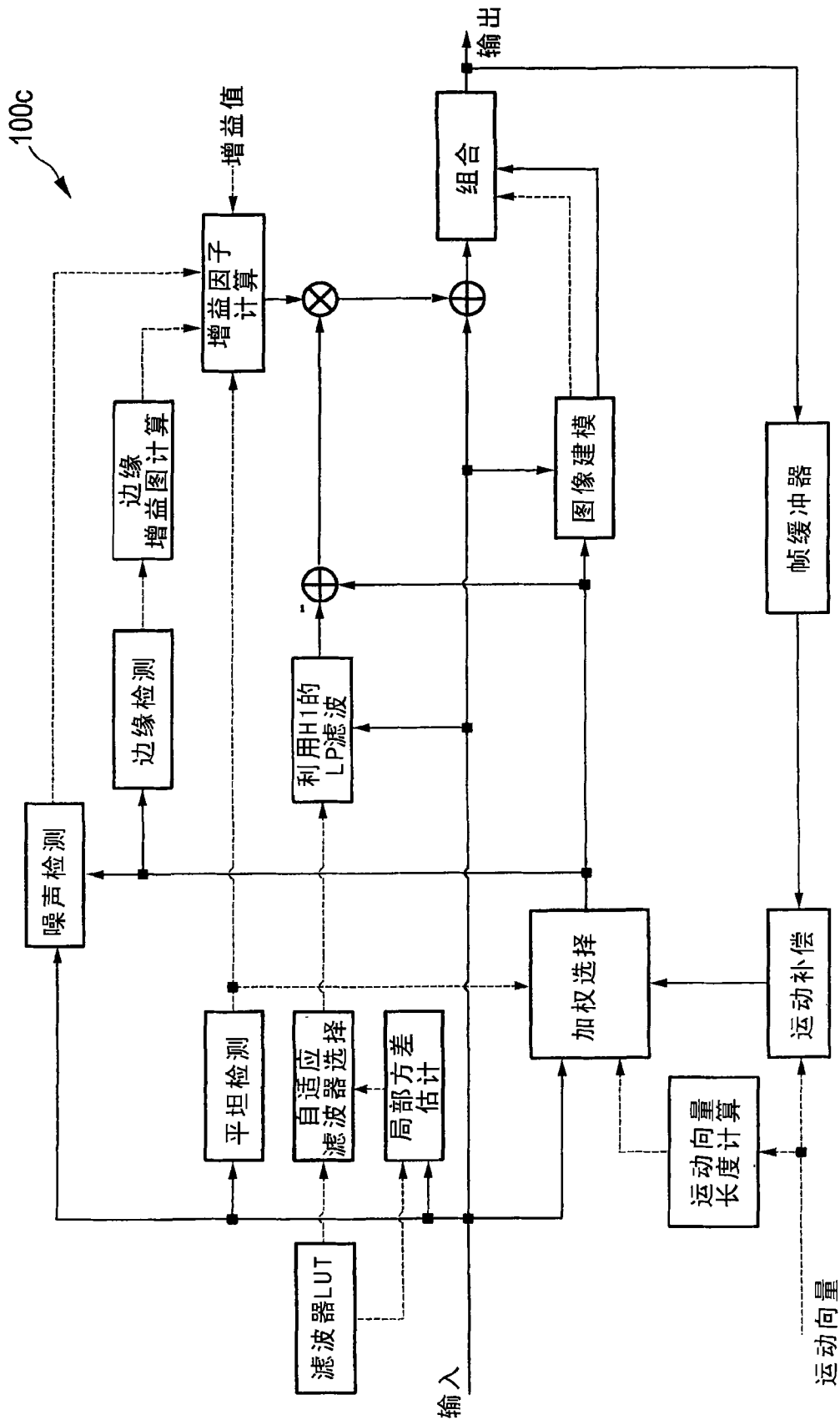


图 13

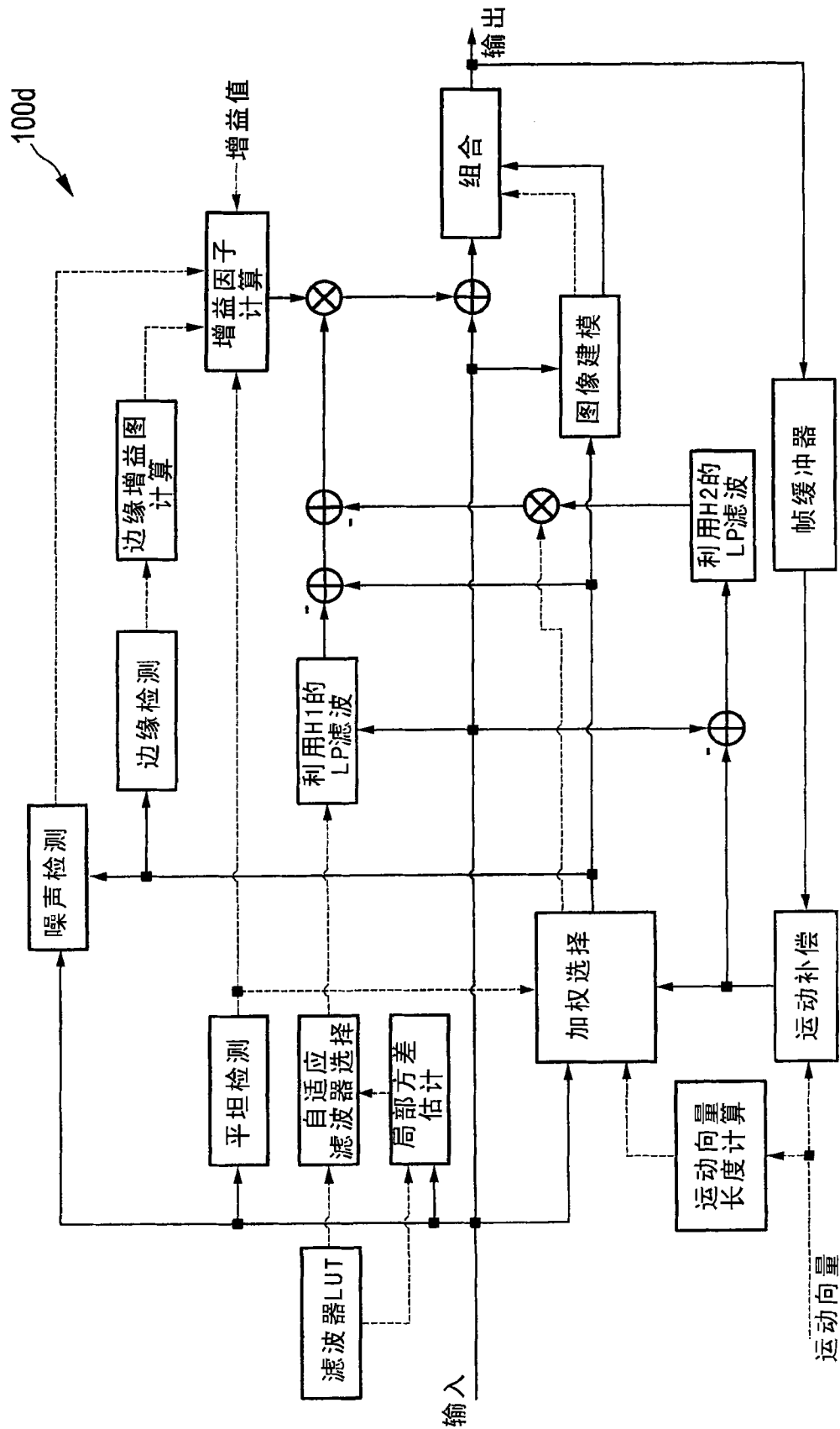


图 14

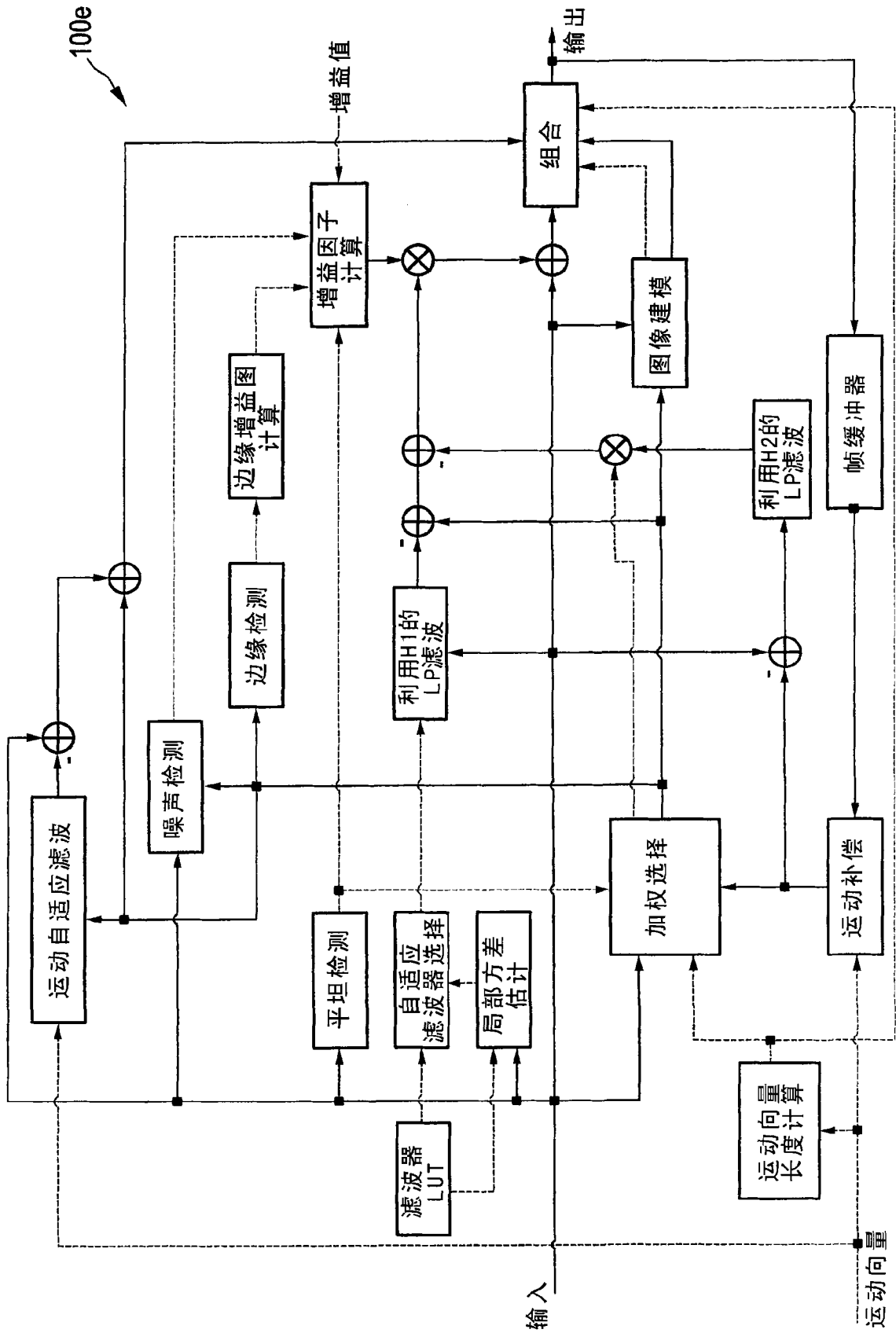


图 15

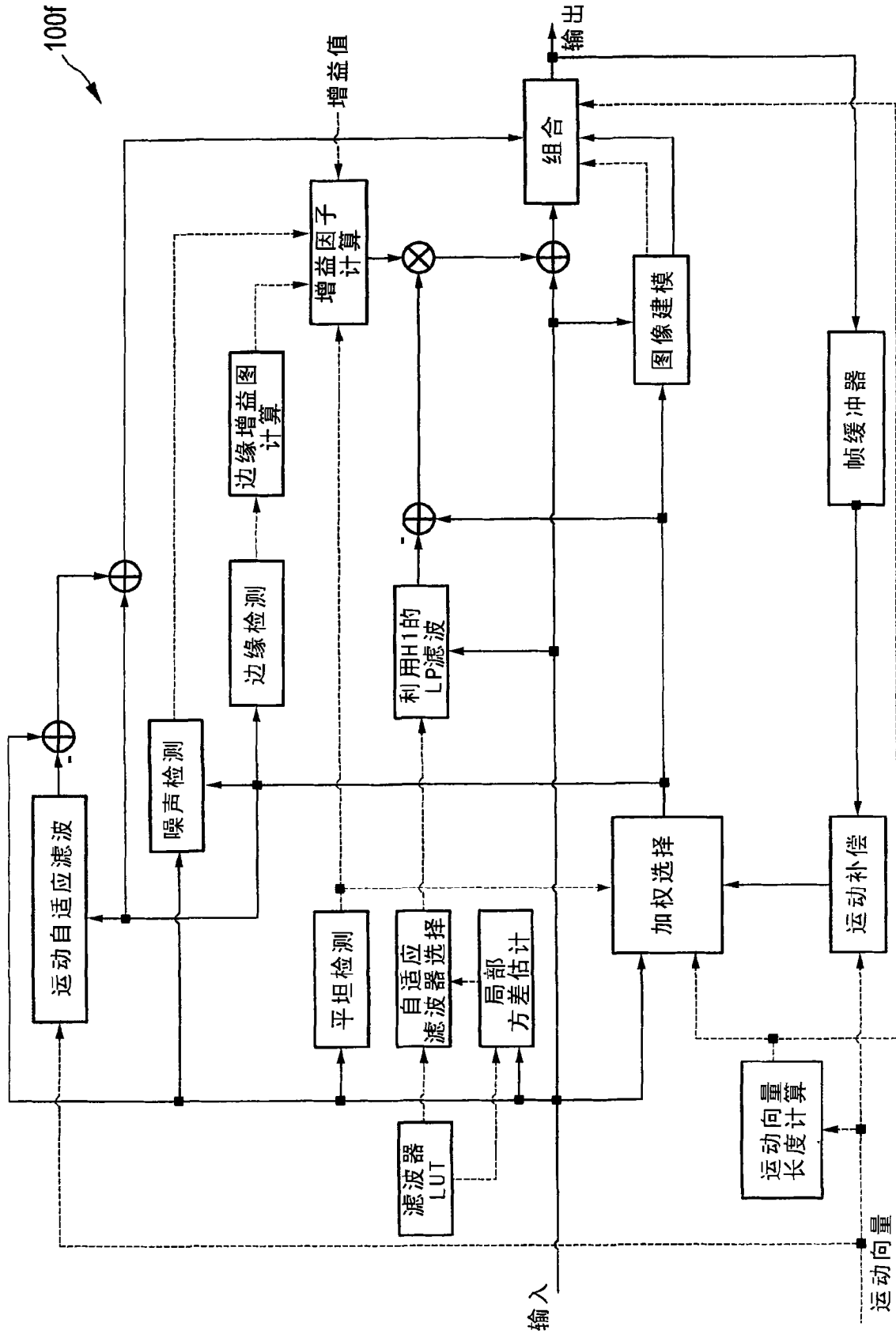


图 16

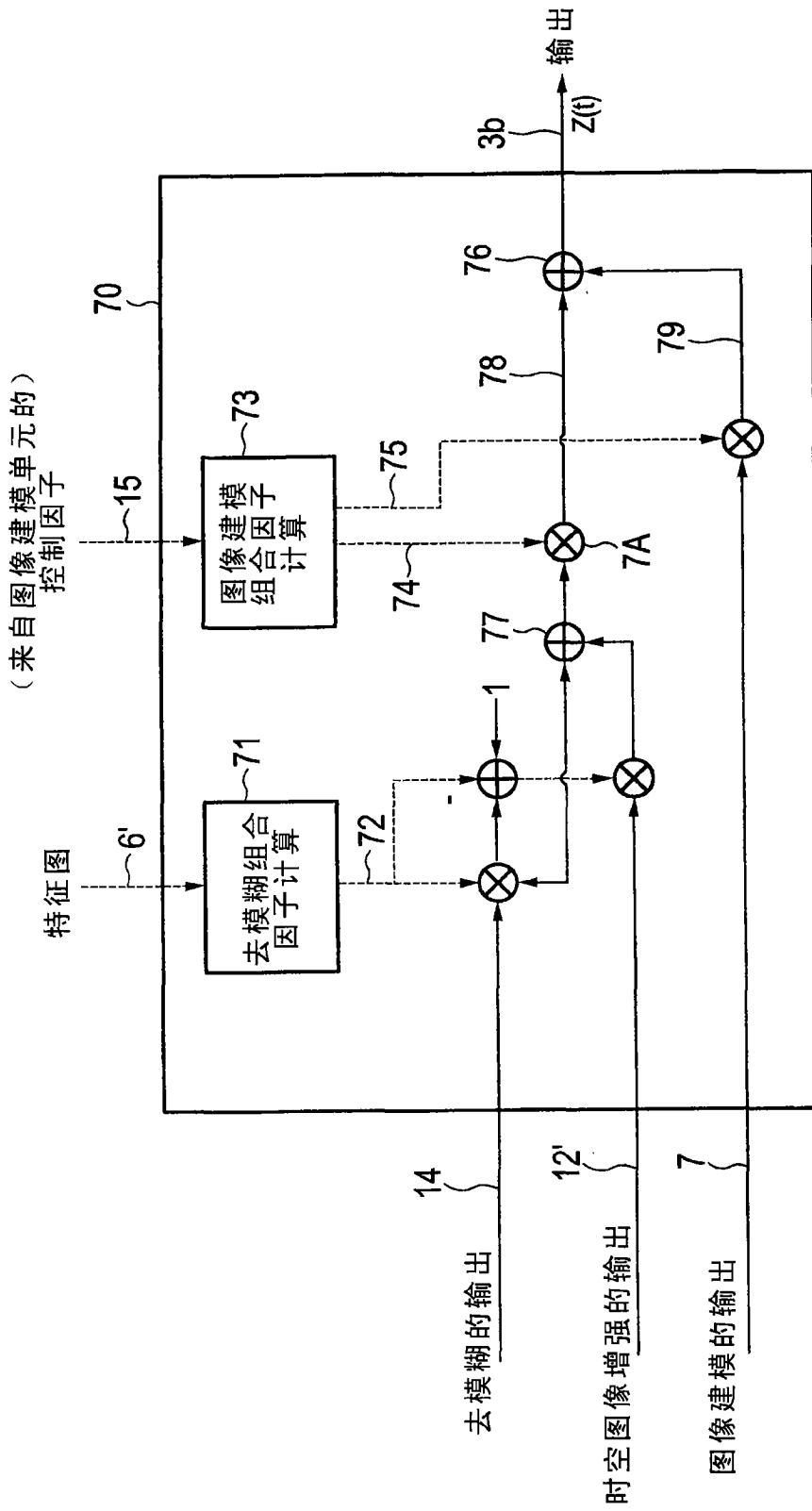


图 17

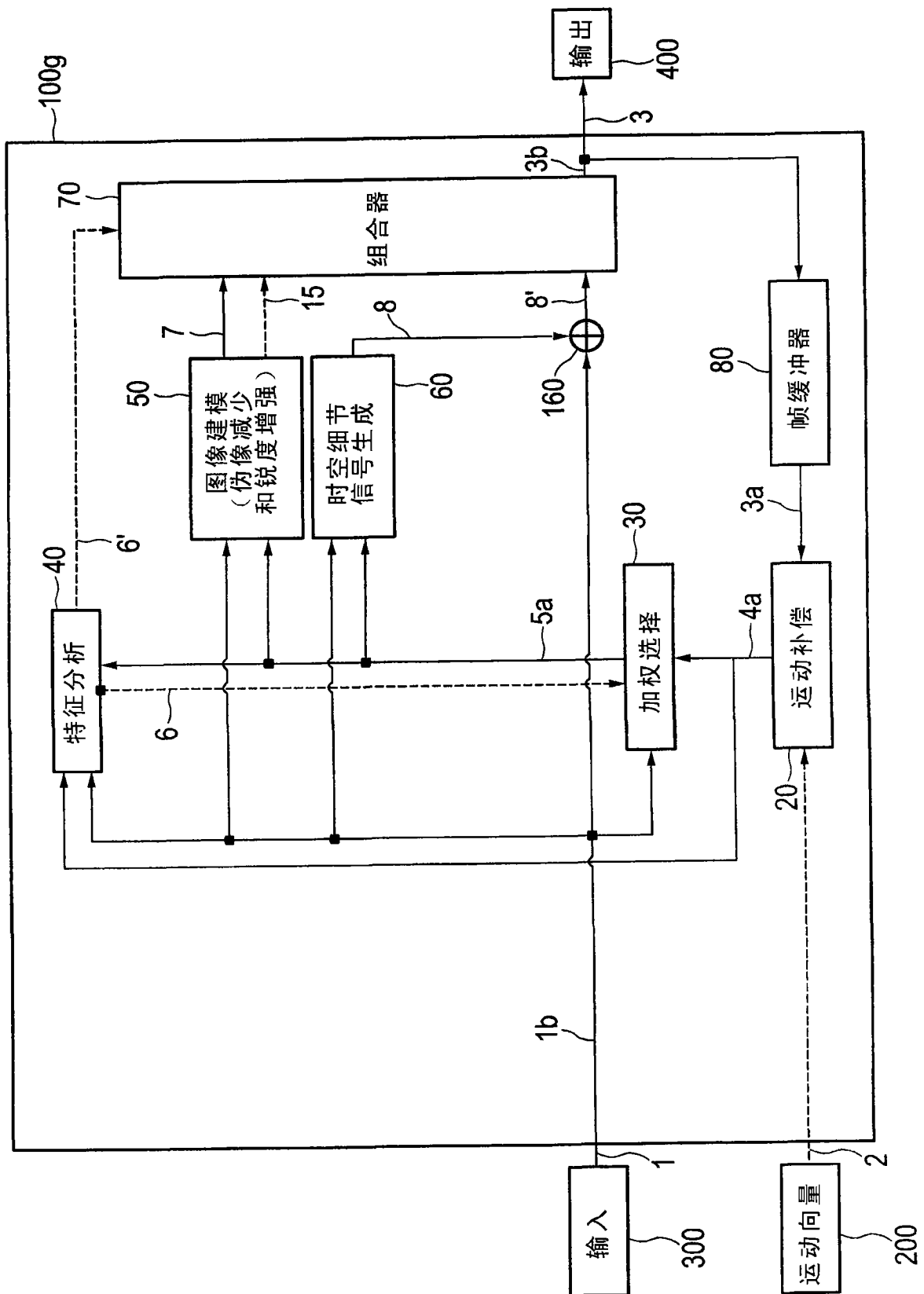


图 18

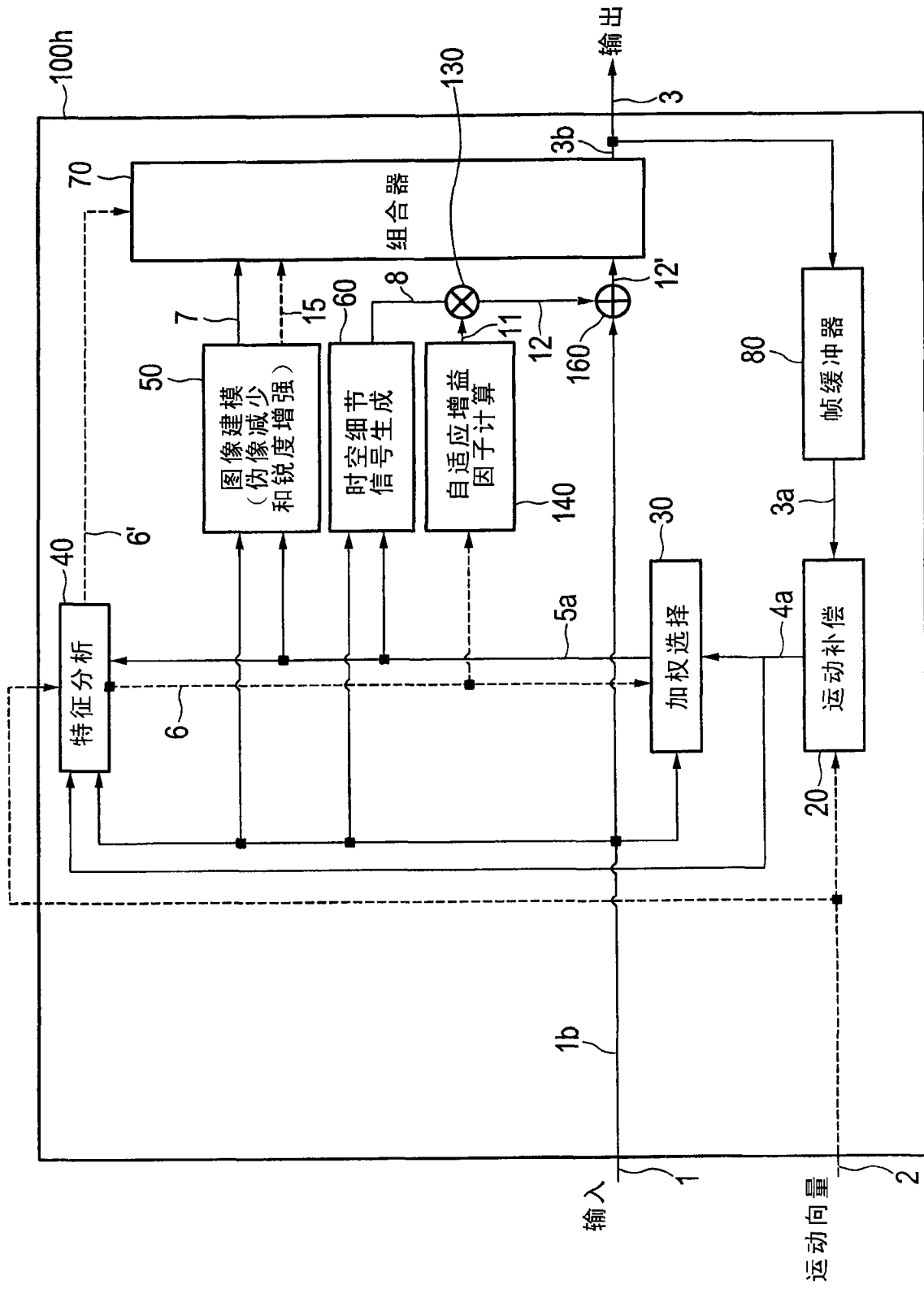


图 19