



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101849407 B

(45) 授权公告日 2013.08.28

(21) 申请号 200880112485.6

(22) 申请日 2008.10.17

(30) 优先权数据

61/000,053 2007.10.22 US

12/082,577 2008.04.11 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.04.21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/003822 2008.10.17

(87) PCT申请的公布数据

W02009/063326 EN 2009.05.22

(73) 专利权人 坎德拉微系统(S)私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

专利权人 郑苍隆

(72) 发明人 郑苍隆 杨韵恩

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李娜 王忠忠

(51) Int. Cl.

H04N 5/232(2006.01)

G06T 7/00(2006.01)

G03B 13/36(2006.01)

(56) 对比文件

US 2003/0053161 A1, 2003.03.20, 全文.

US 2002/0114015 A1, 2002.08.22, 全文.

US 2003/0099044 A1, 2003.05.29, 全文.

审查员 刘莹

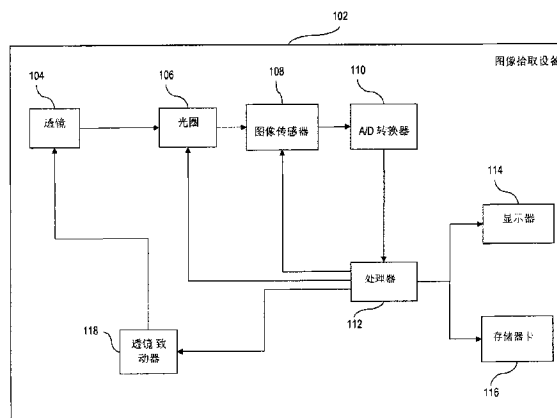
权利要求书1页 说明书7页 附图19页

(54) 发明名称

自动聚焦信号产生方法

(57) 摘要

一种自动聚焦图像系统,其包括耦合到一控制器的一图像传感器。该图像传感器提取一图像,所述图像具有至少一个具有一宽度的边缘。该控制器产生一聚焦信号,其随该边缘宽度而变。一透镜接收该聚焦信号且调整一聚焦。该边缘宽度可通过各种技术来确定,包括梯度的使用。边缘宽度的一直方图可用以确定一特定图像是已聚焦还是未聚焦。具有一大的瘦边缘宽度计数的一直方图表示有一已聚焦图像。



1. 一种用于产生一聚焦信号的方法,其包括:
提取一图像,所述图像具有至少一个边缘,其具有一宽度;
产生一聚焦信号,其随该边缘宽度而变,
其中,该聚焦信号的该产生包括计算多个图像像素的多个梯度,并且
该方法进一步包括通过去除低于作为一峰梯度的一分数的一阈值的梯度来精细化该边缘宽度。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中在产生该聚焦信号时,给予该多个边缘宽度多个不同权重,且对一较大边缘宽度施加一第一权重,该第一权重大于对一较小边缘宽度所施加的一第二权重。
3. 根据权利要求2所述的方法,其进一步包括:
取得该多个边缘宽度的一经加权平均值。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中基于多个边缘宽度的一直方图而产生所述聚焦信号,且该多个边缘中的每一边缘被包括在一区间计数中,该方法进一步包括:
将每一区间中的计数乘以一不同的权重,使得较宽区间接收到较大的权重。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中每一边缘宽度属于该图像中的多个边缘中的一者。
6. 根据权利要求1所述的方法,该多个图像像素邻接排列且具有在第一方向上全部共有一梯度极性的多个非零梯度。

自动聚焦信号产生方法

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张 2007 年 10 月 22 日申请的第 61/000,053 号美国临时申请案和 2008 年 4 月 11 日申请的第 12/082,577 号美国非临时申请案的优先权。

技术领域

[0003] 所揭示的标的物大体上涉及自动聚焦以电子方式提取的图像。

背景技术

[0004] 例如数码相机和数字摄像机等照相设备可包含电子图像传感器,所述电子图像传感器提取光以用于分别处理为静态或视频图像。电子图像传感器通常包含数百万个例如光电二极管等光提取元件。

[0005] 例如相机等许多图像提取装置包括一自动聚焦系统。自动聚焦的过程包括以下步骤:提取一图像,处理该图像以确定其是否已聚焦,且如果没有,那么产生一反馈信号,其用以改变装置透镜的聚焦。存在两种主要的自动聚焦技术。第一种技术涉及对比度测量,另一技术着眼于成对图像之间的相位差。在该对比度方法中,分析邻近像素之间的强度差,且调整该聚焦,直到检测到一最大对比度为止。虽然对于静态图片可接受,但该对比度技术不适用于运动视频。

[0006] 该相位差方法包括将一传入的图像分裂为由分开的多个图像传感器提取的两个图像。将该等两个图像进行比较以确定一相位差。调整该聚焦,直到该等两个图像匹配为止。该相位差方法需要额外的部件,例如光束分裂器和一额外的图像传感器。另外,该相位差方法分析一相对小的地带的固定检测点。具有一小组的检测点容易出错,因为噪声可能叠加到一个或一个以上点上。此技术在该等检测点不与一图像边缘重合的情况下也是无效的。最终,因为该相位差方法分裂该光,所以撞击在一光传感器上的光的量减半。这在该图像光强度已较低的暗淡环境中可出现问题。

发明内容

[0007] 一种自动聚焦图像系统,其包括耦合到一控制器的一图像传感器。该图像传感器提取一图像,其具有至少一个具有一宽度的边缘。该控制器产生一聚焦信号,其随该边缘的宽度而变。

附图说明

[0008] 图 1 是一自动聚焦图像系统的一图解;

[0009] 图 2 是展示一自动聚焦过程的一流程图;

[0010] 图 3 是展示该系统的一控制器的一示意图;

[0011] 图 4 是该控制器的另一实施例的一示意图;

[0012] 图 5 是该控制器的另一实施例的一示意图;

- [0013] 图 6 是展示一高斯滤波器的脉冲响应的一曲线图；
- [0014] 图 7a 是展示一阈值滤波器的一曲线图；
- [0015] 图 7b 是展示多个图像像素的若干水平和垂直梯度的一图解；
- [0016] 图 7c 是展示若干水平边缘的一图解；
- [0017] 图 7d 是展示若干垂直边缘的一图解；
- [0018] 图 8a 和 8b 是展示与垂直和水平边缘成一近似 45 度关系的多个像素的该等梯度的图解；
- [0019] 图 8c 和 8d 是展示从图 8a 和 8b 中所示的该像素阵列的边缘的该划分识别的图解；
- [0020] 图 8e 是展示利用梯度滞后的对垂直边缘的识别的一图解；
- [0021] 图 8f 是展示利用梯度滞后的对水平边缘的识别的一图解；
- [0022] 图 9 是展示一确定一边缘宽度的过程的一流程图；
- [0023] 图 10a 是展示一选定边缘的该等像素的一图解；
- [0024] 图 10b 是展示具有超过一阈值的若干梯度的该等像素的一图解；
- [0025] 图 10c 是展示用于一经聚焦边缘和一未经聚焦边缘的亮度值的一图解；
- [0026] 图 10d 是展示用于一经聚焦边缘和一未经聚焦边缘的若干梯度值的一图解；
- [0027] 图 11a 是展示用于一边缘的像素的若干亮度值的一图解；
- [0028] 图 11b 是展示用于两个边缘的像素的若干梯度值的一图解；
- [0029] 图 12 是一控制器的一替代实施例的一示意图；
- [0030] 图 13 是展示一用以确定边缘的极性的过程的一流程图；
- [0031] 图 14 是一控制器的一替代实施例的一示意图；
- [0032] 图 15 是展示一用以确定边缘宽度的过程的一流程图；
- [0033] 图 16a 是用于一未经聚焦图像的边缘宽度的一直方图；
- [0034] 图 16b 是用于一经聚焦图像的边缘宽度的一直方图；
- [0035] 图 17a 是具有用于一未经聚焦图像的经加权边缘宽度的一直方图；
- [0036] 图 17b 是具有用于一经聚焦图像的经加权边缘宽度的一直方图。

具体实施方式

[0037] 所揭示的是一种自动聚焦图像系统,其包括耦合到一控制器的一图像传感器。该图像传感器提取一图像,其具有至少一个具有一宽度的边缘。该控制器产生一聚焦信号,其随边缘宽度而变。一透镜接收该聚焦信号且调整一聚焦。该边缘宽度可通过各种技术确定,包括梯度的使用。边缘宽度的一直方图可用以确定一特定图像经聚焦还是未经聚焦。具有一大的计数的瘦边缘宽度的一直方图指示一经聚焦图像。

[0038] 更仔细地通过参考数字参看附图,图 1 展示一自动聚焦图像系统 102 的一实施例。该系统 102 可为一数字静态相机的部分,但应了解,该系统可实施在任何需要对一图像进行受控聚焦的装置之中。该系统 102 可包括一透镜 104、一光圈 106、一图像传感器 108、一 A/D 转换器 110、一处理器 112、一显示器 114、一存储器卡 116 和一透镜致动器 118。来自一场景的光通过该透镜 104 进入。该光圈 106 控制进入该图像传感器 108 中的光的量。该图像传感器 108 产生一模拟信号,其由该 A/D 转换器 110 转换为一数字信号。该数字信号随

后被发送到该处理器 112, 处理器 112 执行各种处理, 例如内插。该处理器 112 产生一聚焦控制信号, 其被发送到该透镜致动器 118 以控制该光圈 106 和该透镜 104 两者。一经聚焦图像最终被提供到该显示器 114 和 / 或存储在该存储器卡 116 中。该处理器 112 执行用以聚焦的算法。该图像传感器 108、A/D 转换器 110 和处理器 112 可全部驻留在相同的集成电路芯片上。

[0039] 图 2 展示一用以自动聚焦一图像的过程的一流程图。在框 202 中, 在当前聚焦位置处提取一图像。在框 204 中, 处理该图像以确定一聚焦信号 FEV。在决策框 206 中, 该处理器基于该聚焦信号 FEV 而确定 该图像是否已聚焦。如果该图像被认为模糊, 那么该过程前进到框 208, 其中选择一不同的聚焦位置且重复过程框 202、204 和 206。如果该图像经聚焦, 那么该过程结束。

[0040] 图 3 展示一图像提供单元 302, 其连接到一自动聚焦控制器 304。该单元 302 将若干图像提供到该控制器 304。该控制器 304 可实施为一电子装置的一部分, 例如一相机或一类似装置中的一处理单元。一图像提供单元 302 可为一数字静态相机, 但不限于此一实施例。该单元 302 可为一扫描仪、一数字摄像机、一网络摄像机或可提供数字图像以及允许对该图像到该透镜的焦距进行调整的任何装置。该单元 302 也可为一存储器卡、一具有若干数字图像的硬盘, 或可向该控制器 304 提供具有变化程度的聚焦距离的数字图像的任何装置。

[0041] 该聚焦控制器 304 可包括一边缘检测单元 306、一宽度测量单元 308 以及一聚焦信号产生单元 310。该边缘检测单元 306 从由该图像提供单元 302 提供的该等数字图像中的数据中检测边缘的存在。该等检测到的边缘随后被发送到该宽度测量单元 308, 其中测量和计算该等边缘的宽度。该等计算出的边缘宽度被提供到该聚焦信号产生单元 310, 其中基于该等边缘的该等宽度测量该图像的锐度。该图像的该锐度是以该控制器 304 产生的一聚焦信号 312 来表示。

[0042] 图 4 展示连接到一图像提供单元 402 的一聚焦控制器 400 的另一实施例。该控制器 400 包括一梯度测量单元 404 和一聚焦信号产生单元 406。该梯度测量单元 404 从由该图像提供单元 402 提供的该等数字图像中的数据中检测边缘的存在。该等检测到的边缘随后被发送到该聚焦信号产生单元 406, 其产生表示图像锐度的一聚焦信号 408。

[0043] 图 5 展示接收一图像 502 的一边缘检测单元 306 的一实施例。该边缘检测单元 306 包括一 RGB 变换单元 504, 其变换该图像以使得一图像的三个信号红、绿和蓝转换为一单个信号。此信号可通过将该图像变换为一灰度级图像而产生。若干技术可用以将一图像变换为一灰度级。RGB 值可用以计算一亮度或色度值, 或可采用一特定比率的 RGB 值来形成该灰度级图像。举例来说, 可用以下等式计算该亮度值:

[0044] $Y = 0.2126 * R + 0.7152 * G + 0.0722 * B$, 其中 Y = 亮度值。

[0045] 来自该灰度级图像的该信号随后由一噪声移除单元 506 处理, 其中对该图像执行一先前噪声移除。该噪声移除单元 506 可为一低通滤波器或一高斯滤波器。图 6 说明一高斯滤波器的脉冲响应。该高斯滤波器弄平周围像素之间的像素信号值。

[0046] 参看图 5, 随后用一梯度产生单元 508 来计算该经处理图像的该梯度。存在各种方法可用以计算该梯度, 包括拉普拉斯算子 (Laplacian) 和索贝尔算子 (Sobel)。在一个实施例中, 该边缘检测单元 306 分别的检测垂直和水平边缘。因此, 计算跨越复数的列的该

梯度和跨越复数的行的该梯度分别以一 Sobel-X 算子和一 Sobel-Y 算子来分别检测垂直边缘和水平边缘。像素位置 $[k, q]$ 处的 Sobel X 算子（其中 k 为行数且 q 为列数）由该等式 $S_x[k, q] = G[k, q+1] - G[k, q-1]$ 给出。同一位置处的 Sobel Y 算子由等式 $S_y[k, q] = G[k+1, q] - G[k-1, q]$ 给出。

[0047] 一旦计算出该梯度，一滤波器便在一倾斜边缘指派单元 510 中将若干倾斜边缘指派为水平边缘或垂直边缘。该滤波器可呈一简单阈值滤波器或一滞后滤波器的形式。图 7a 展示一阈值滤波器。图 7b 展示来自一图像的一部分的多个像素与每一像素的水平和垂直梯度。每一像素的该水平梯度展示于每一正方形的左上角，其中每一正方形表示一像素，而该垂直梯度展示于右下角。对于图 7a 中所示的该阈值滤波器，如果其水平梯度大于其垂直梯度，则将一边缘标记为一垂直边缘，反之亦然。图 7c 和图 7d 展示因图 7b 所示的该梯度而分别标示为水平边缘 H 和垂直边缘 V 的多个像素。

[0048] 用于指派边缘的另一技术是使用一滞后。假定该等像素是从顶部到底部沿该等列扫描，且从左到右依序逐列扫描。（一替代扫描方案可沿该行水平扫描，且从顶部到底部依序逐行扫描。）对已经扫描的若干像素执行将一像素指派到一垂直或一水平边缘。对于一当前像素，已经扫描的三个最近像素位于顶部、左边和左上方处。在这三个像素中，具有最大梯度的一个像素（无论垂直还是水平）被选作一参考像素。该参考像素的选定边缘方向是该当前像素的优选方向。给出一正梯度滞后值。如果该优选方向是水平的，那么如果该水平梯度不大于该垂直梯度与该梯度滞后的总和，则将该当前像素标记为水平的；否则将该像素标记为垂直的。如果该优选方向是垂直的，那么如果该垂直梯度不大于该水平梯度与该梯度滞后的总和，则将该当前像素标记为垂直的；否则将该像素标记为水平的。图 8e 和 8f 分别展示一垂直边缘梯度图和一水平边缘梯度图，其使用一滞后 2。该滞后滤波器方法优于该阈值滤波器方法的一优点是一较低的边缘断裂的可能性，该边缘断裂源自一近 45 度边缘相对于中的像素的随机指派为水平和垂直边缘，其缘自几乎相等的垂直和水平梯度值，例如图 8a 所示的情形。这可导致一边缘分裂为若干窄的边缘，如图 8c 和 8d 所示。这将与图 8e 和 8f 所示的未展现此些问题的结果进行比较。

[0049] 再次参看图 5，一边缘精细化单元 512 把该倾斜边缘指派单元 510 所提供的该等边缘精细化。此精细化在存在许多边缘挤在一起而使得多个边缘可能彼此重叠时是必要的。边缘精细化确保在该多个重叠边缘当中只有最陡的边缘得以保留。在精细化之后，将该经处理图像提供到噪声移除单元 514，其移除噪声。该噪声移除单元 514 可排除具有落在一预定窗之外的梯度级的边缘。该噪声移除单元 514 的目的是确保在亮区域和暗区域中由噪声引起的伪边缘被消除。由单元 514 提供一经处理数据信号 516。

[0050] 图 9 展示一由该边缘精细化单元 512 执行的过程。在过程框 902 中起初找到同一边缘中的多个像素中的最大梯度。如果多个像素是邻接的、具有非零梯度且具有相同的梯度极性，那么该等像素在同一边缘中。接下来，在框 904 中消除其量值小于一预定阈值的梯度。扫描剩余梯度以分别在框 906 和 908 中挑选出该斜坡的开始和结束。图 10a 展示一边缘的全部梯度值的一趋势，其在执行边缘精细化之前在位置 2 开始且在位置 9 结束。该趋势的在位置 4 的峰代表该边缘最显著的位置。边缘精细化是在可能存在边缘的拥挤而引起梯度信号的一重叠时进行。因此当计算该边缘的宽度时仅考虑邻近于该梯度趋势的峰的若干显著梯度值。阈值 1004 被计算为该边缘的峰梯度值 1002 的一预定分数；因此移除梯

度值小于该阈值 1004 的若干像素,从而在此实例中仅留下具有高于该阈值 1004 的梯度值的三个像素。因此,此特定边缘的该宽度是 3 个像素宽。该斜坡的该开始被修正到位置 3,且该结束被修正到位置 5。

[0051] 图 5 所示的噪声移除单元 514 检查每一边缘且决定该边缘上的梯度量值是否过低,且如果是,则丢弃该边缘。此具有一益处,即移除伪边缘,其在一暗淡区中缘自于噪声,或在一亮区中缘自于场景的反射率的一微小改变,其不表示真实的边缘。噪声移除单元 514 的一个实施例是取该亮度信号(或一般来说,RGB 变换单元 504 的输出信号)于该边缘的开始位置处和结束位置处的之间的差。其量值于边缘精细化单元 512 所提供且在图 9 所示的该流程图的框 906 和 908 中描述的若干位置处与该等相同开始和结束位置处的信号的平均值的一预定分数(另外称为边缘舍弃阈值)相比较。如果该差较小,那么将该边缘认作伪的而舍弃。在该噪声移除单元 514 的另一实施例中,将该边缘内的最大梯度量值与该边缘的开始位置处和结束位置处的亮度信号(或一般来说,RGB 变换单元 504 的该输出信号)的平均值的一预定分数进行比较,且在该最大梯度量值较小的情况下将该边缘认作伪的而舍弃。

[0052] 图 10c 说明使用一边缘过渡宽度来产生聚焦反馈信号的一方法。线 1006 是该相同边缘上的一相对未聚焦图像的该图像信号。线 1008 表示一边缘上的一相对尖锐的经聚焦图像的一图像信号。其信号值可为该图像的亮度,或色度通道中的一者。该水平轴是从左到右的一像素计数。该垂直轴是该信号值。该较差聚焦图像信号 1008 需要约 5 个像素来进行从左侧的较低信号值到右侧的较高信号值的过渡,其在像素 3 处开始且在像素 7 处结束。较佳聚焦图像信号 1006 需要约 3 个像素来进行从像素 4 到 6 的过渡。该较差聚焦图像信号 1006 的过渡宽度是 5,因此大于该较佳聚焦图像信号 1008 的过渡宽度(其为 3)。

[0053] 图 10d 说明使用梯度和在基于一相邻像素区中的峰梯度的一分数的阈值来计算该过渡宽度。因此该梯度通过索贝尔算子计算。举例来说,像素 5 处的梯度是像素 7 处的一信号值减去 5 处的信号值。可使用一不同的梯度计算方法,只要其产生与该过渡斜坡的陡度成比例的值。线 1010 表示该较差聚焦图像信号 1006 的一梯度曲线。线 1012 表示较尖锐聚焦图像信号 1008 的一梯度曲线。该经聚焦图像的峰值在 60,而该较差聚焦图像的峰值在一较低值,大约 30 的。该梯度阈值计算为在该相邻像素区中的峰值的三分之一($1/3$),在此情况下分别为对于 1012 为 60 且对于 1010 为 30,从而分别对于 1012 产生 20 且对于 1010 产生 10。该等梯度阈值分别展示为 1014 和 1016 的线。为了给 1008 计算边缘过渡宽度,对梯度值 1012 高于阈值 1016 的邻接像素进行计数,从而给出 3。同样,该相同的程序对于 1006 给出 5。

[0054] 图 11a 展示 2 个连续边缘的多个亮度信号值,且展示一第一边缘 1102 的平均值和 1104 的平均值。图 11b 说明该等相同像素的梯度量值。一第一边缘在位置 2 开始且在位置 5 结束。具有一低得多的峰梯度的一第二边缘在位置 8 开始且在位置 9 结束。从图 11a 所示的平均值找到分别针对第一和第二边缘的边缘舍弃阈值电平 1106 和 1108。该第一边缘的峰梯度出现在位置 4 处,且远高于该边缘舍弃阈值 1106,因此不舍弃该第一边缘 1102。另一方面,该第二边缘具有一峰梯度在位置 8 处,其低于该边缘舍弃阈值 1108,因此舍弃该第二边缘 1104。作为一实例,该边缘舍弃阈值可为该边缘的亮度信号平均值的 5%。在计算该边缘舍弃阈值时,该边缘信号平均值可为该边缘内的所有像素上的平均值,或开始位

置处和结束位置处的平均值,或成比例地表示该边缘内的平均信号电平的任何公式。

[0055] 图 12 展示该边缘检测单元 306 的另一实施例,其接收一图像 1202。该图像是提供到一 RGB 变换单元 1204,其中一图像的三个信号红、绿和蓝被转换为一个信号。该信号可通过将该图像变换为一灰度级图像而产生。若干方法可用以将一图像变换为一灰度级图像。举例来说,RGB 值可用以计算亮度或色度值,或可采用一特定比率的 RGB 值来形成该灰度级图像。举例来说,可用以下等式计算该亮度值:

[0056] $Y = 0.2126 * R + 0.7152 * G + 0.0722 * B$, 其中 Y = 亮度值。

[0057] 来自该灰度级图像的该信号是由噪声移除单元 1206 来处理,其中对该图像执行一先前噪声移除。该噪声移除单元 1206 可为一低通滤波器或一高斯滤波器。随后由一梯度产生单元 1208 计算该经处理图像的梯度。存在各种方法可用以计算该梯度,包括拉普拉斯算子和索贝尔算子。该计算出的梯度表示该等图像内的边缘,且可用以确定该图像的锐度。该梯度产生单元 1208 提供经处理数据 1210。

[0058] 图 13 是可由该梯度产生单元 508 和 1208 执行的一过程的一流程图。在框 1302 中,该索贝尔边缘检测算子是应用在该图像上。该索贝尔算子基于给予该算子的信号而检测该图像中的一改变。举例来说如上所述,可将该图像亮度、色度或仅仅是红、绿和蓝值之间的一比率馈送到该索贝尔算子以作为信号 G 。像素位置 $[k, q]$ 处的 Sobel X 算子 (其中 k 为行数且 q 为列数) 由等式 $S_x[k, q] = G[k, q+1] - G[k, q-1]$ 给出。同一位置处的该 Sobel Y 算子由等式 $S_y[k, q] = G[k+1, q] - G[k-1, q]$ 给出。在此实施例中,该索贝尔算子通过表示一负梯度来检测信号电平中的一减小的改变,且使用一正梯度来检测一增加的改变。取决于如何应用该索贝尔算子,可使用其它表示法来表达信号电平中的改变。在框 1304 中,可使用极性的差异来确定该等边缘及其相应宽度。

[0059] 参看图 3,该宽度测量单元 308 接收由该边缘检测单元 306 识别的边缘。在一个实施例中,该宽度测量单元 308 接收例如在图 9 的步骤 906 和 908 中产生的每一边缘的开始位置和结束位置,且进一步传递到图 5 所示的噪声移除单元 514。该边缘的宽度是该结束位置与该开始位置之间的差加 1。

[0060] 作为一说明,考虑图 8e,其展示一垂直边缘梯度图。从左到右水平地且从该顶部行到底部行依序扫描,且考虑到低于 5 的梯度量值被舍弃而高于 5 的梯度量值被接受的所有像素,报告给宽度测量单元 308 的第一边缘具有一宽度 3,在行 R1、列 C1 处开始且在行 R1、列 C3 处结束。第二边缘具有一宽度 3,在行 R2、列 C2 处开始且在行 R2、列 C4 处结束。第三边缘具有一宽度 3,在行 R3、列 C3 处开始且在行 R3、列 C5 处结束。第四且最后的边缘具有一宽度 3,在行 R4、列 C4 处开始且在行 R4、列 C6 处结束。

[0061] 类似地扫描图 8f 中的水平边缘梯度图,但是以转置方式,即沿列垂直地从顶部到底部且从左边列到右边列依序地扫描。找到两个边缘:列 C5 中的具有一宽度 1 的第一边缘以及列 C6 中的具有一宽度 2 的第二边缘。

[0062] 图 14 展示该聚焦信号产生单元 310 的一实施例。来自该宽度测量单元 308 的宽度 1402 由该聚焦信号产生单元 310 使用以测量该图像的锐度。落在预定阈值外的宽度将被丢弃,而将在宽度选择单元 1404 中选择剩余边缘。一聚焦信号计算单元 1406 基于该选定的边缘宽度产生一聚焦信号 1408。或者,由该宽度测量单元 308 计算的所有该等宽度的平均宽度可用作该聚焦信号 1408。

[0063] 图 15 是展示一用以确定该等边缘宽度的平均值的过程的一流程图。基于框 1502 和 1504 中的预定阈值而丢弃若干边缘宽度。在框 1506 和 1508 中,可通过取该等剩余宽度的平均值或者对该数据的其它操作(例如对较大宽度施加较高权重且随后取其平均值)来计算该聚焦信号。

[0064] 图 16a 和图 16b 分别展示一模糊图像和一尖锐图像的典型宽度分布。该 x 轴表示该宽度大小,而该 y 轴表示该边缘计数。因此观察到, 模糊图像具有约 4 到 5 个像素宽的较宽宽度,而尖锐图像具有约 2 到 3 个像素宽的较小宽度。一图像的锐度与该等边缘宽度之间的关系是所产生的聚焦信号的基础。

[0065] 从例如图 16b 的一已聚焦位置到例如图 16a 的一未聚焦位置的直方图的典型改变使得该未聚焦位置处的较宽区间中的峰计数数目小于该已聚焦位置处的较窄区间中的峰计数。这可如下理解。在该已聚焦位置处,存在许多窄边缘。这些窄边缘可在未聚焦位置处消失,因为其梯度落在预定阈值以下,或者其合并在一起以形成较宽边缘,其于是在数目上较少。经验上,宽边缘的数目与边缘宽度成反比。为了抵消此影响以使得在一未聚焦位置处该等较宽边缘区间有计数类似于与在已聚焦位置处较窄边缘的区间具有的计数,将每一区间中的计数乘以一不同的权重,使得较宽区间接收到较大的权重。图 17a 展示一模糊图像在施加权重之前的一宽度分布,且图 17b 展示在权重的该施加之后的一宽度分布。在此实施例中,对于每一宽度,置于该边缘计数上的该权重是该宽度本身。举例来说,如果存在处于宽度 2 的 10 个边缘的一计数,那么这 10 个边缘将乘以 2 以获得 20,一新的计数。

[0066] 该自动聚焦控制器的一个优点是若干不同图像的最小聚焦信号 FEV 具有近似相同的值。这确保即使该相机正在摇动,该透镜也将保持在相同的位置,但该图像仍保持尖锐。另一优点在于具有不同聚焦距离的一场景的最大与最小聚焦信号之间的范围足够宽以确保可获得最佳聚焦。

[0067] 虽然已在附图中描述和展示了特定示范性实施例,但应理解,这些实施例只是说明而不是限制本发明,且本发明不限于所展示和描述的特定构造和布置,因为所属领域的一般技术人员可进行各种其它修改。

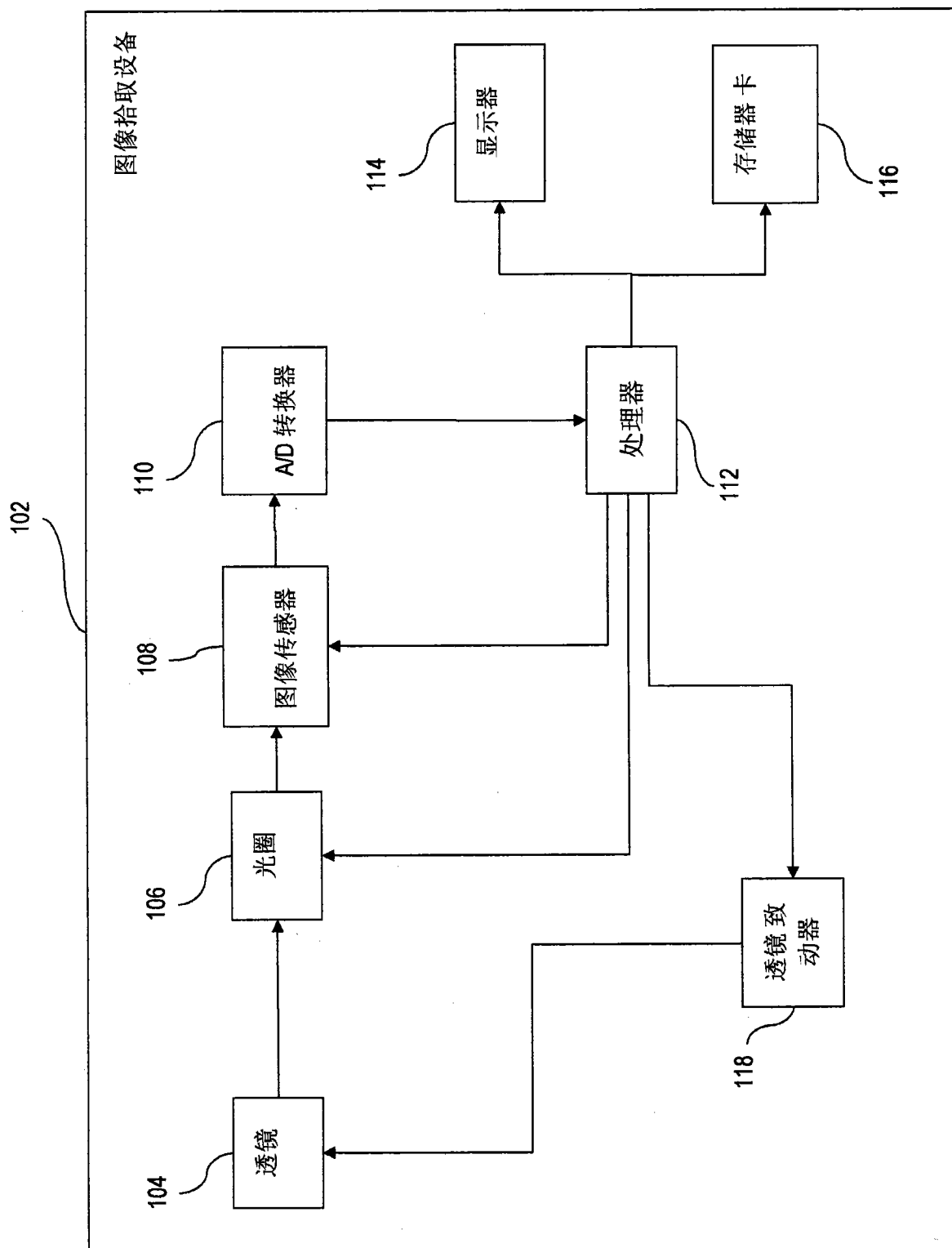


图 1

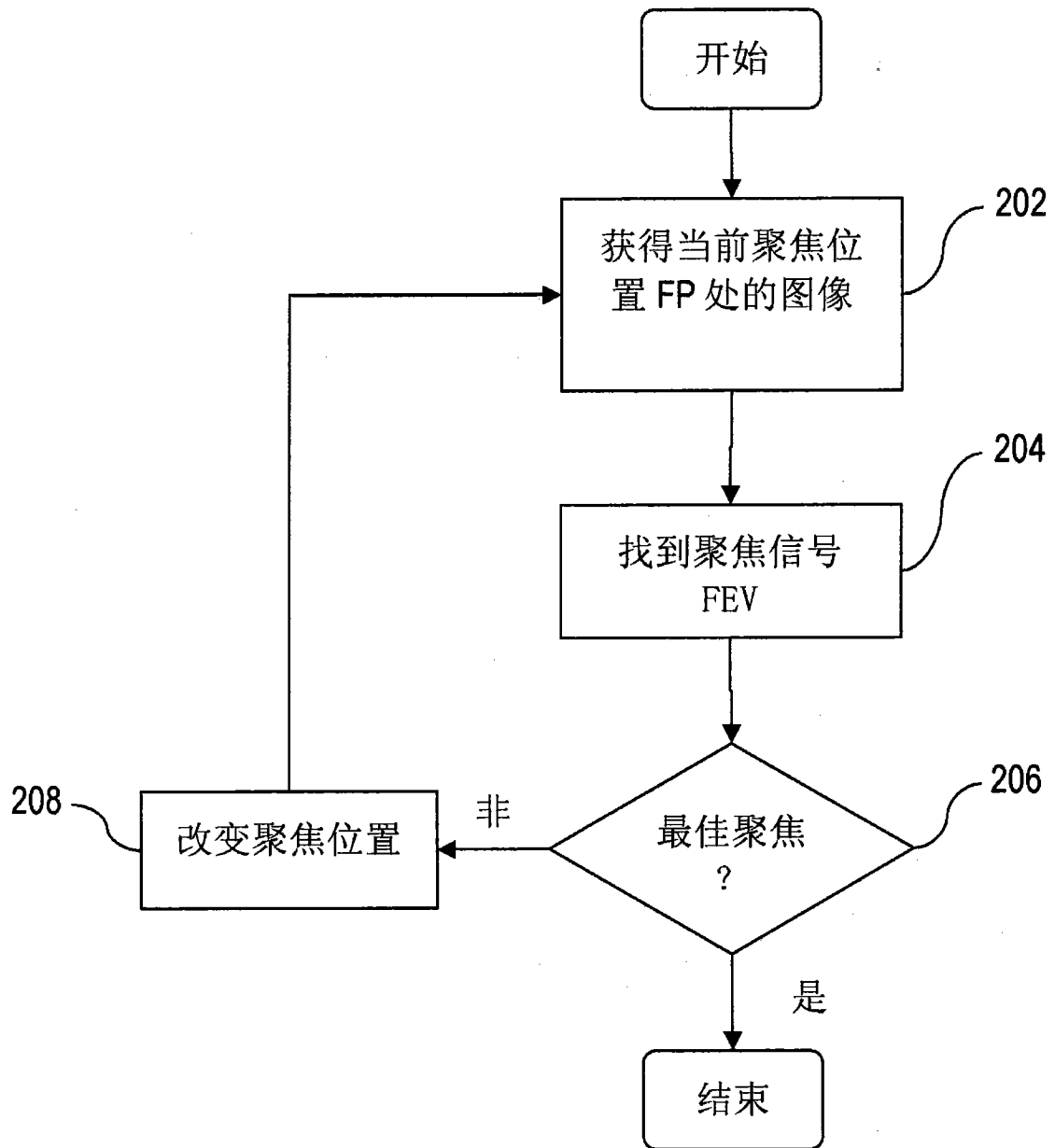


图 2

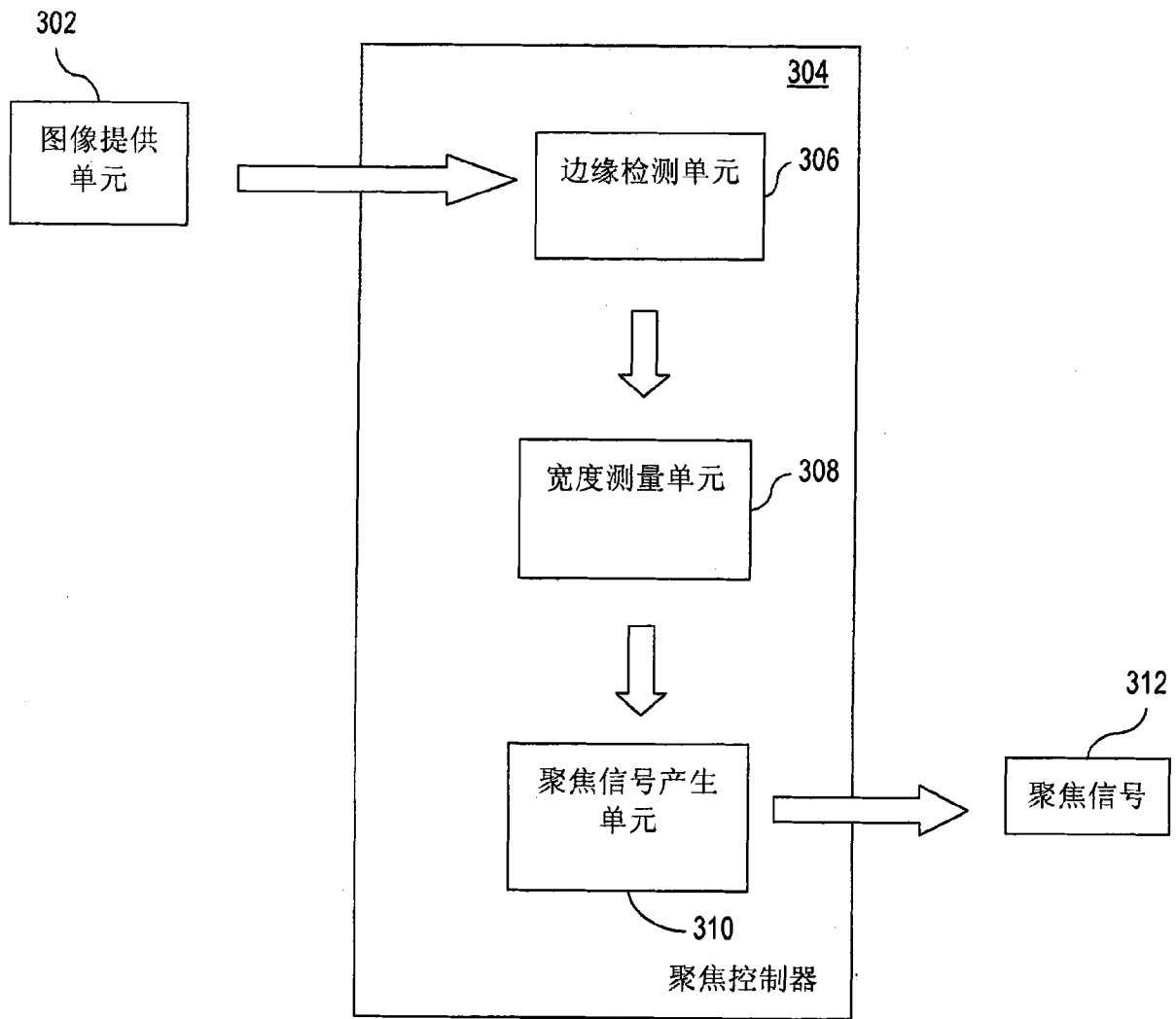


图 3

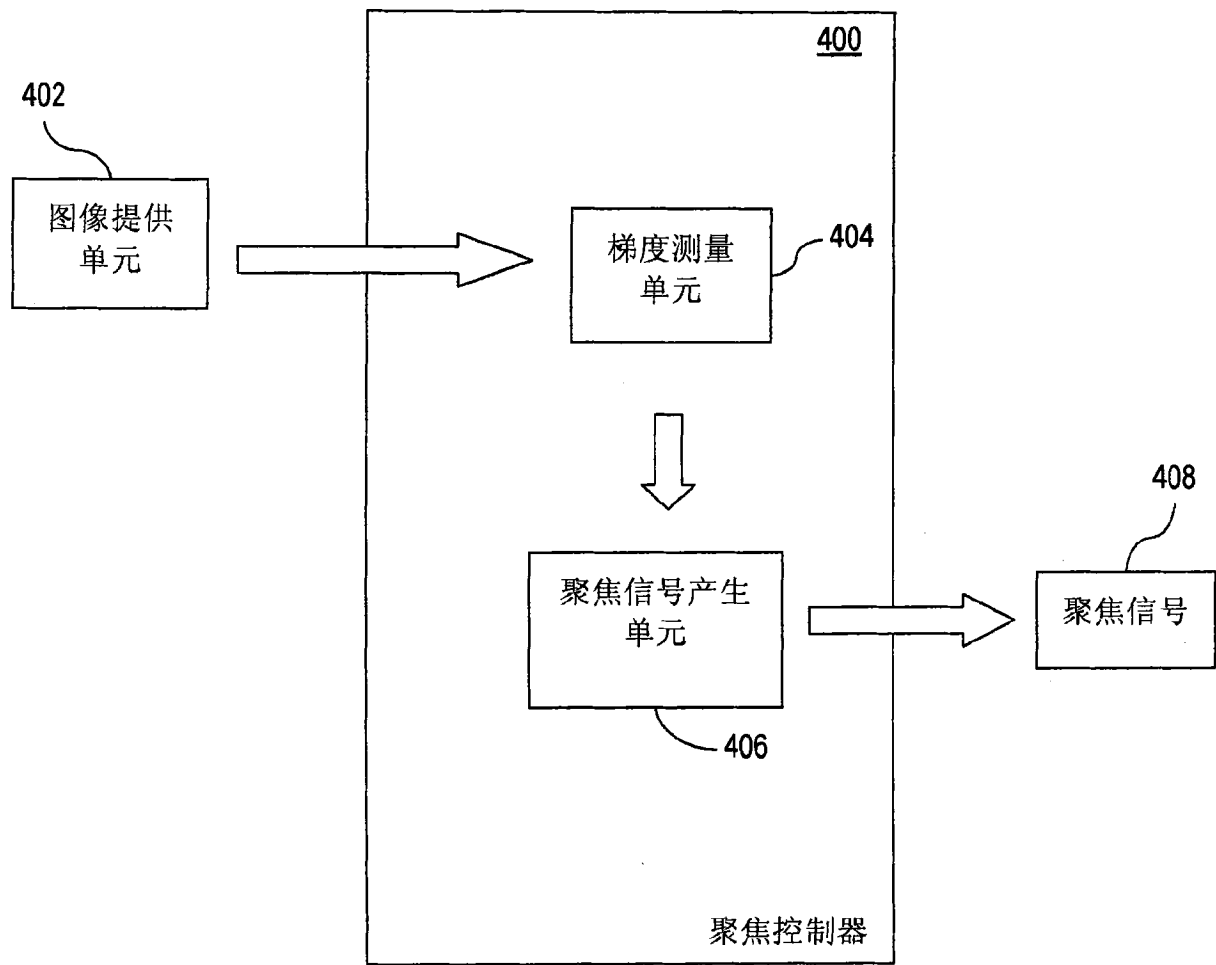


图 4

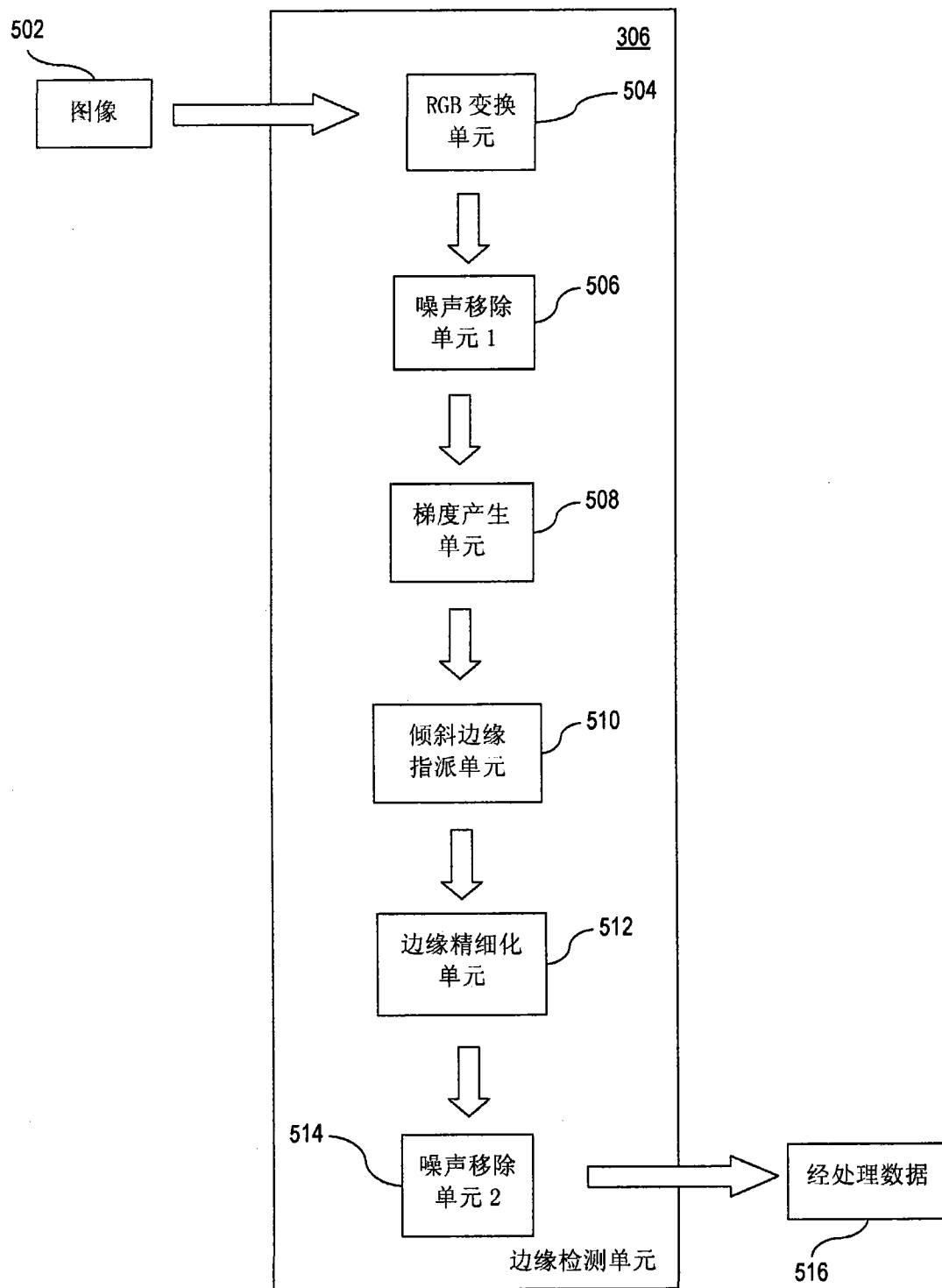


图 5

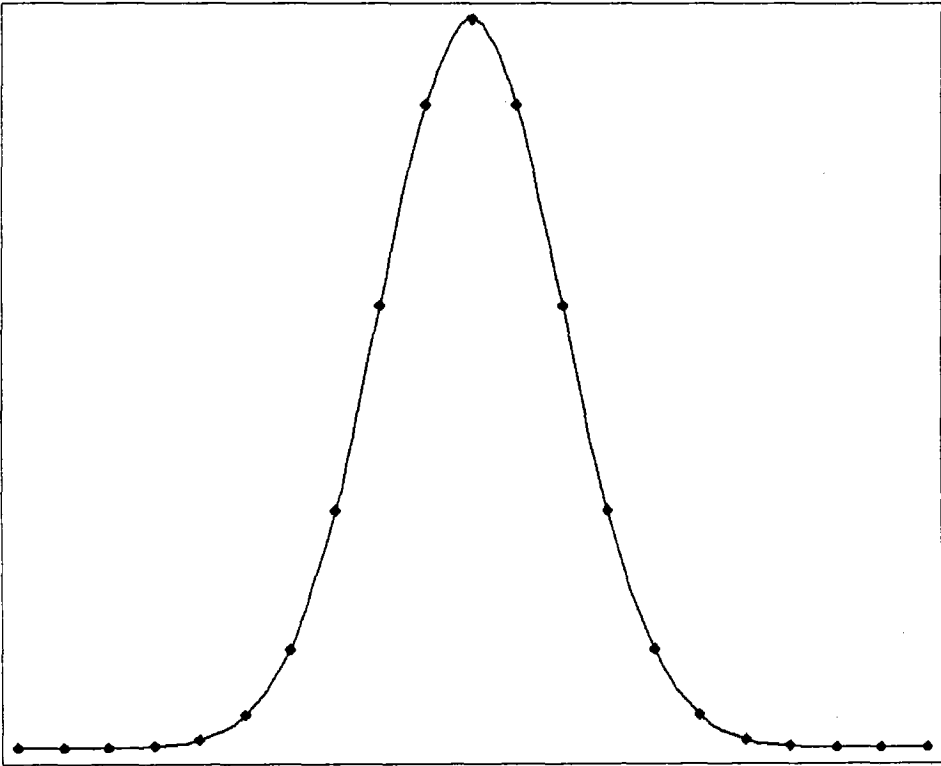


图 6

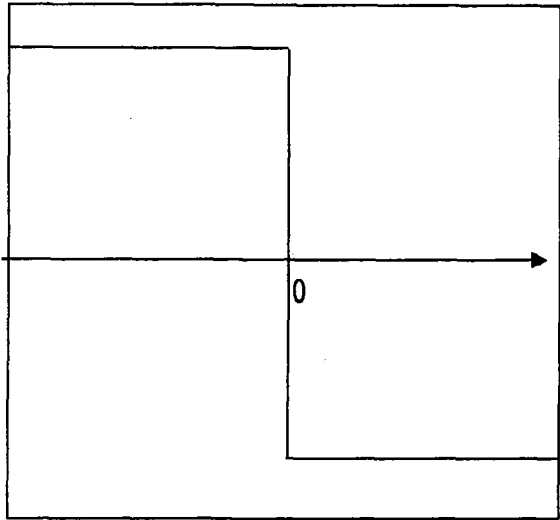


图 7a

10	0	10	0	10	0	2	0
10	0	10	0	10	0	2	0
10	0	10	0	10	0	2	0
10	15	10	15	10	12	2	12
10	20	10	20	10	15	4	15
10	5	10	5	10	5	4	2

图 7b

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
15 H	15 H	12 H	12 H
20 H	20 H	15 H	15 H
0	0	0	0

图 7c

10 V	10 V	10 V	2 V
10 V	10 V	10 V	2 V
10 V	10 V	10 V	2 V
0	0	0	0
0	0	0	0
10 V	10 V	10 V	4 V

图 7d

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1	10 9 V	10 10 V	10 9 V	2 0 V	0 0 V	0 0 V
R2	3 0 V	10 8 V	10 11 H	9 10 H	1 0 V	0 0 V
R3	1 0 V	3 1 V	8 8 V	9 11 H	7 8 V	1 0 V
R4	0 0 V	1 0 V	3 2 V	7 8 H	8 10 H	7 8 V
R5	0 2 V	0 0 V	1 1 V	3 3 V	7 12 H	6 12 H
R6	0 1 V	0 1 V	0 0 V	1 2 V	3 0 V	1 8 H

图 8a

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1	10 9 V	10 10 V	10 9 V	2 0 V	0 0 V	0 0 V
R2	3 0 V	10 8 V	10 11 V	9 10 V	1 0 V	0 0 V
R3	1 0 V	3 1 V	8 8 V	9 11 V	7 8 V	1 0 V
R4	0 0 V	1 0 V	3 2 V	7 8 V	8 10 V	7 8 V
R5	0 2 V	0 0 V	1 1 V	3 3 V	7 12 H	6 12 H
R6	0 1 V	0 1 V	0 0 V	1 2 V	3 0 V	1 8 H

图 8b

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1	10 V	10 V	10 V	2 V	0 V	0 V
R2	3 V	10 V			1 V	0 V
R3	1 V	3 V	8 V		7 V	1 V
R4	0 V	1 V	3 V			7 V
R5	0 V	0 V	1 V	3 V		
R6	0 V	0 V	0 V	1 V	3 V	

图 8c

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1						
R2			11 H	10 H		
R3				11 H		
R4				8 H	10 H	
R5					12 H	12 H
R6						8 H

图 8d

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1	10	10	10	2	0	0
	V	V	V	V	V	V
R2	3	10	10	9	1	0
	V	V	V	V	V	V
R3	1	3	8	9	7	1
	V	V	V	V	V	V
R4	0	1	3	7	8	7
	V	V	V	V	V	V
R5	0	0	1	3		
	V	V	V	V		
R6	0	0	0	1	3	
	V	V	V	V	V	

图 8e

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1						
R2						
R3						
R4						
R5					12 H	12 H
R6						8 H

图 8f

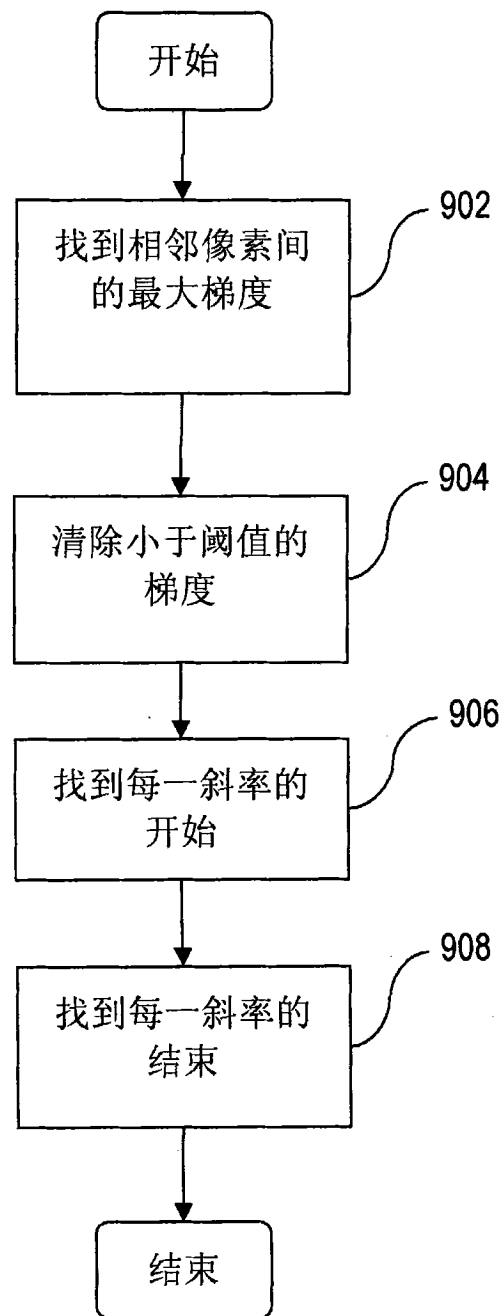


图 9

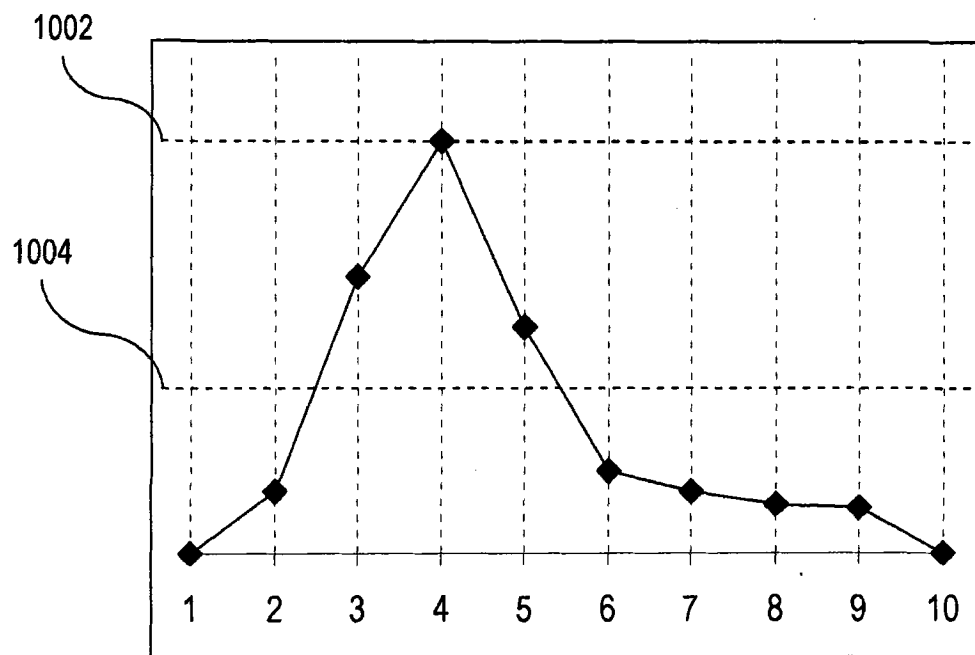


图 10a

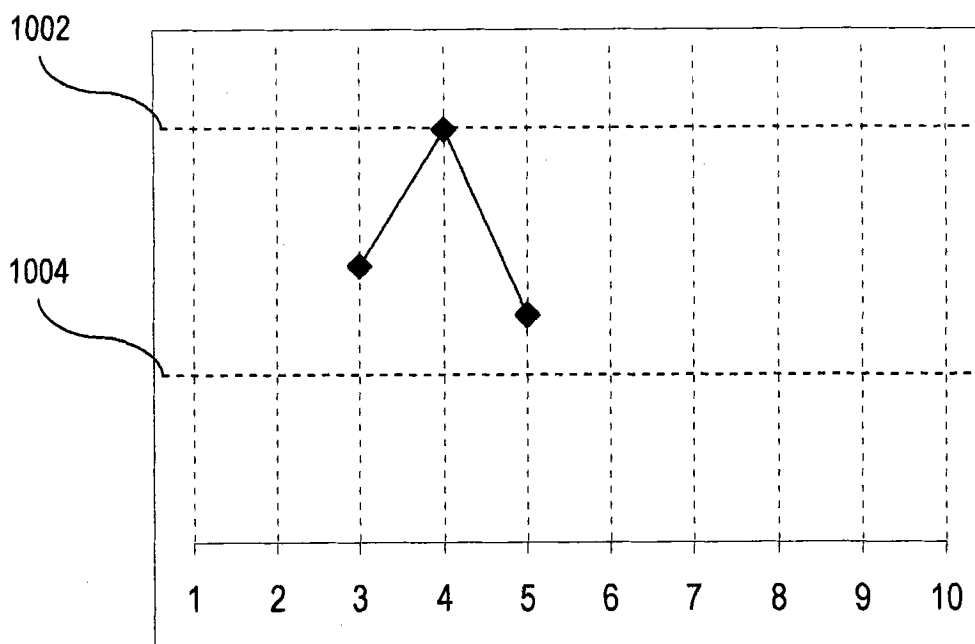


图 10b

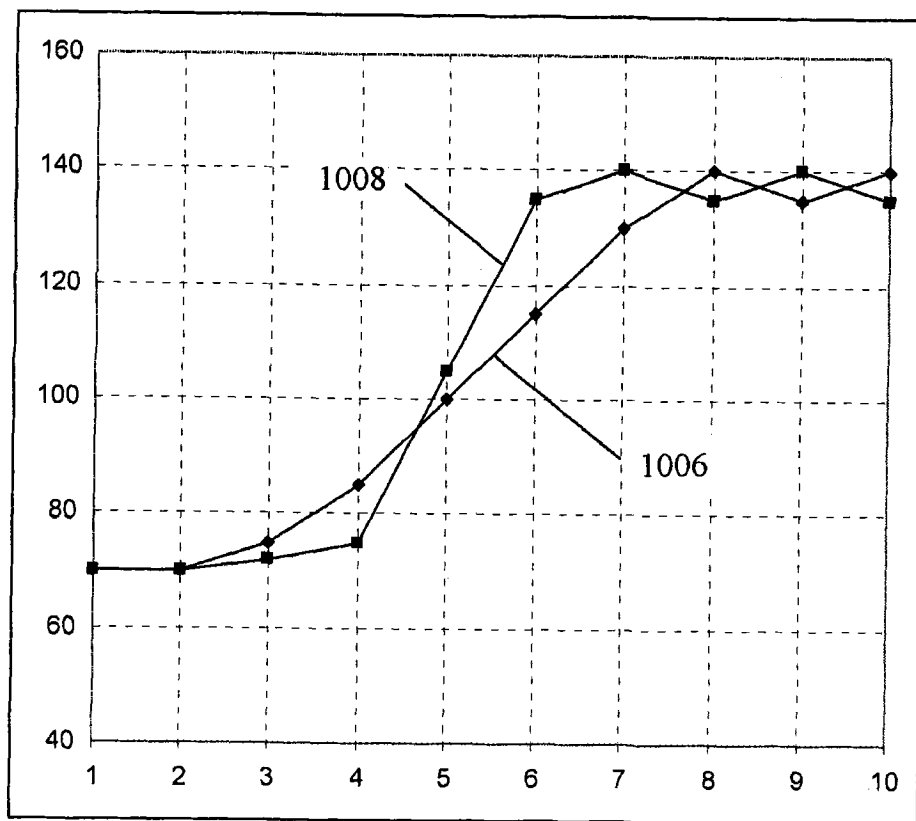


图 10c

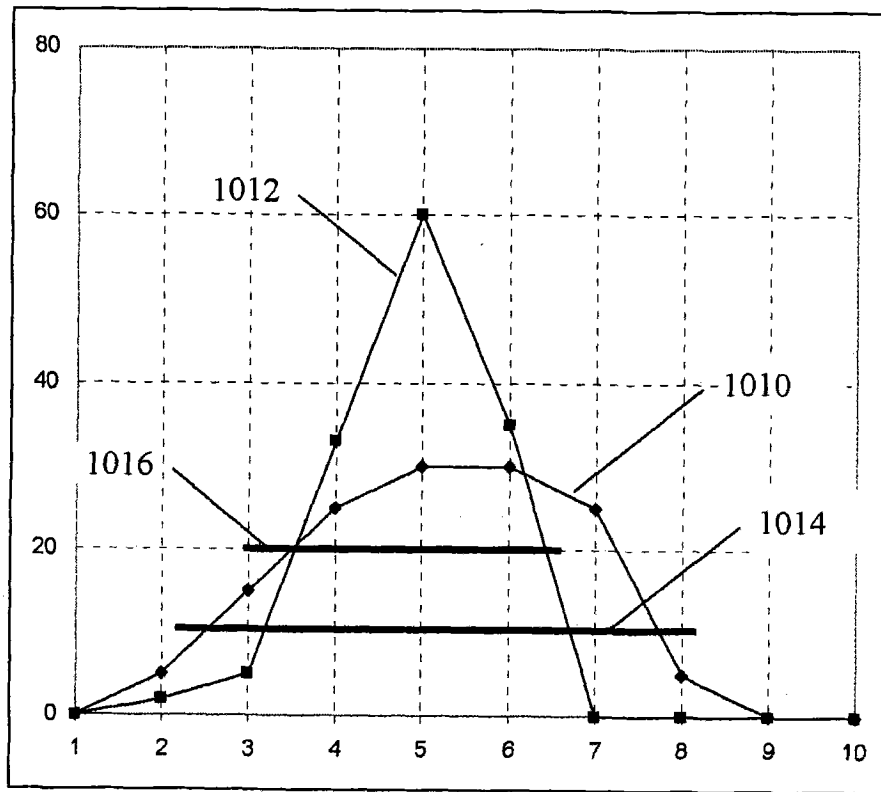


图 10d

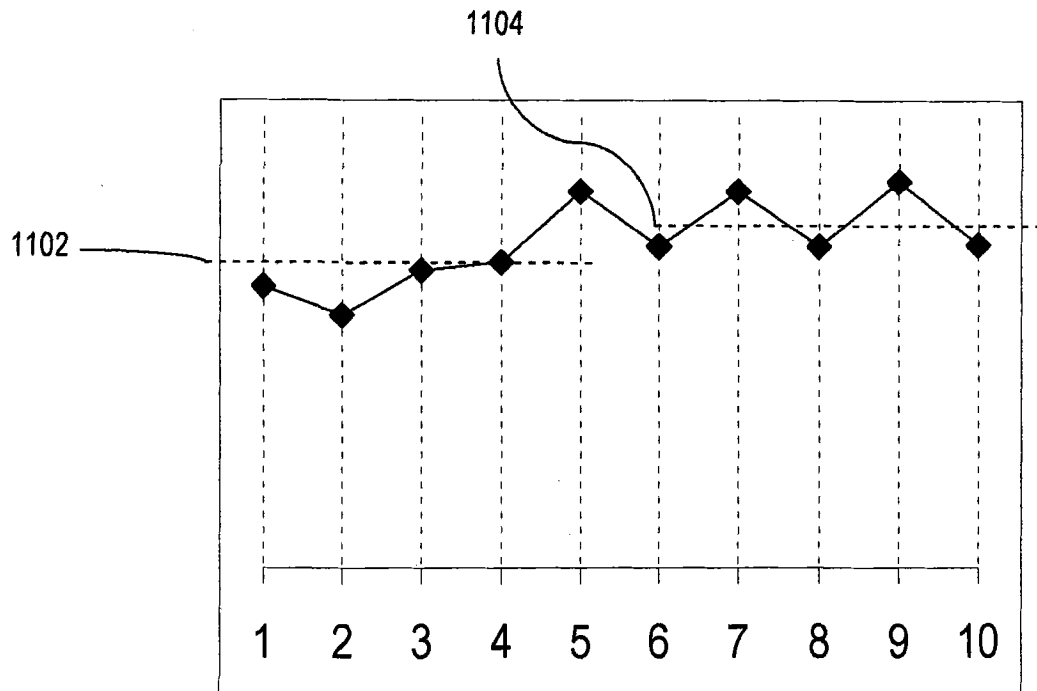


图 11a

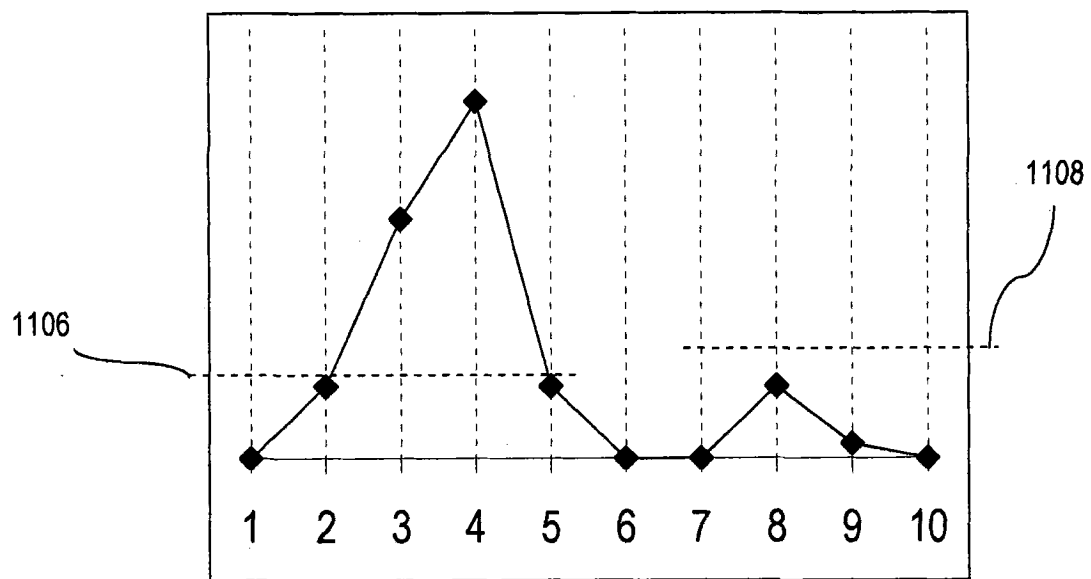


图 11b

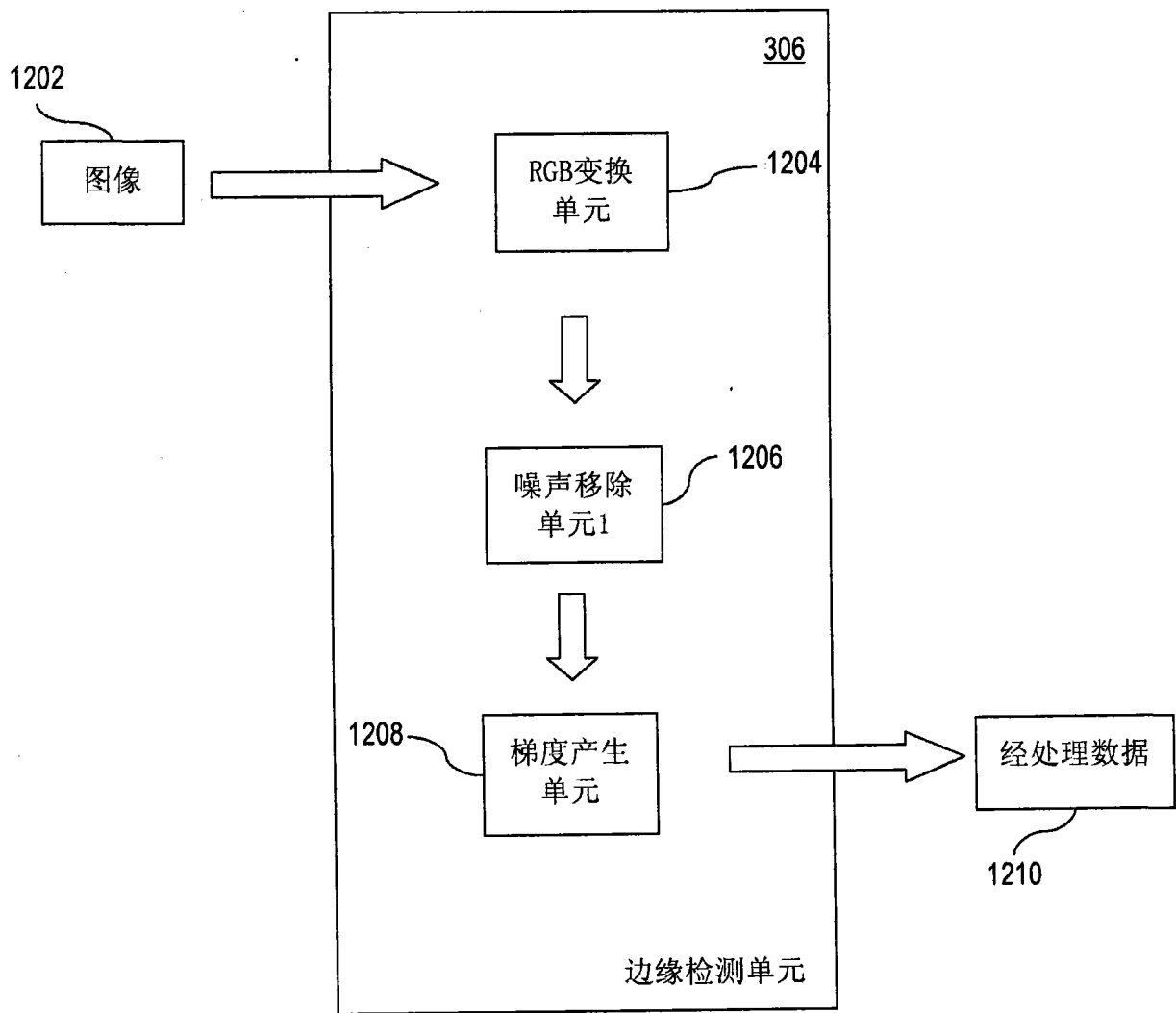


图 12

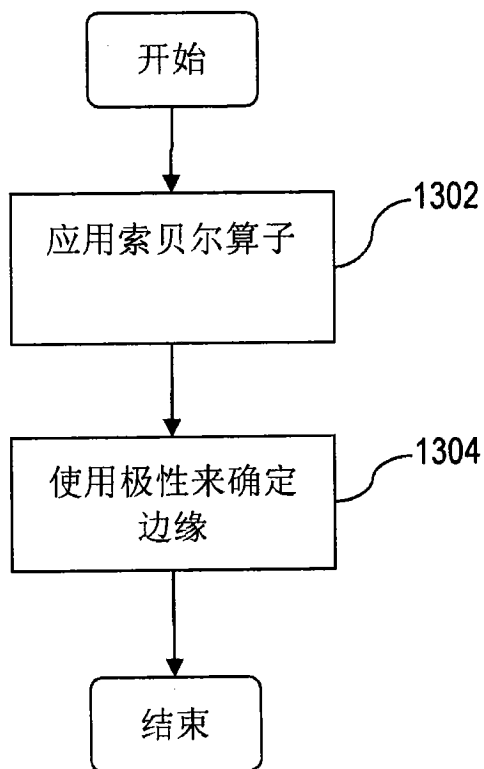


图 13

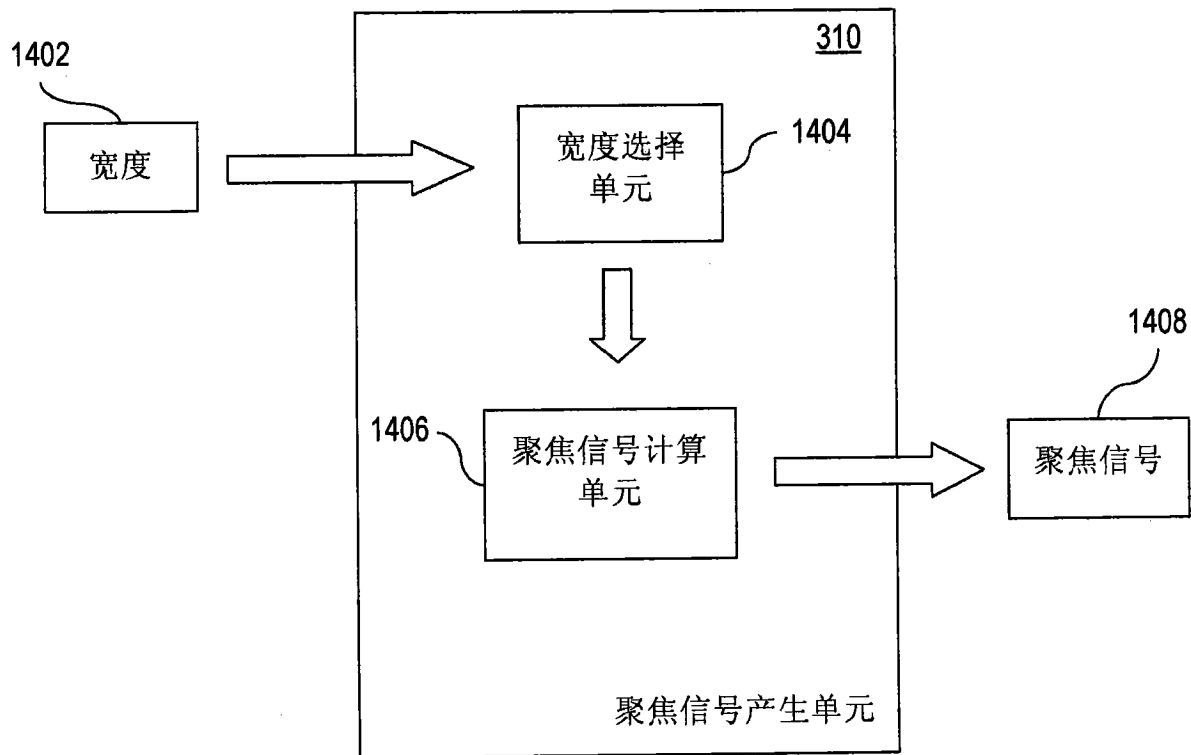


图 14

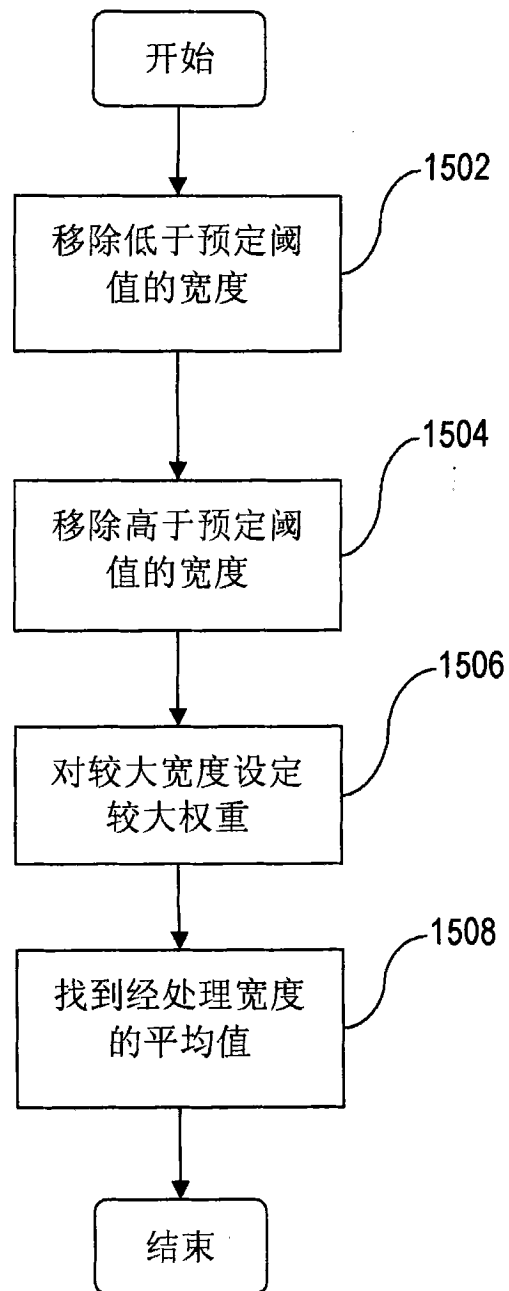


图 15

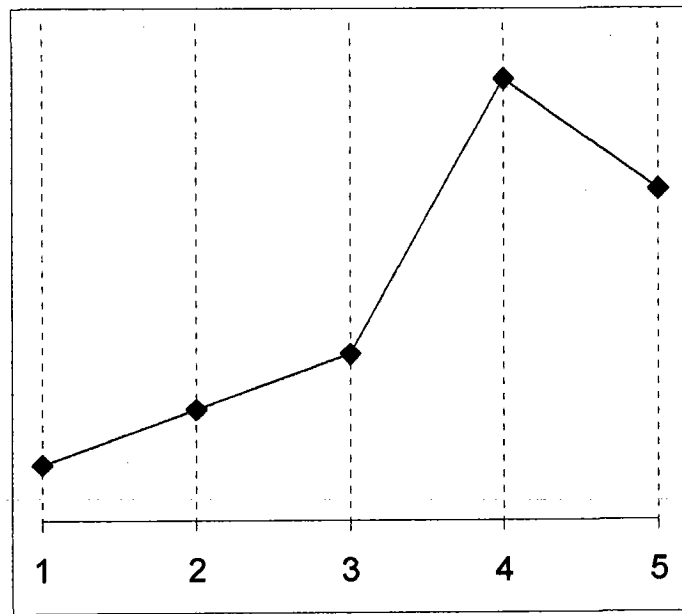


图 16a

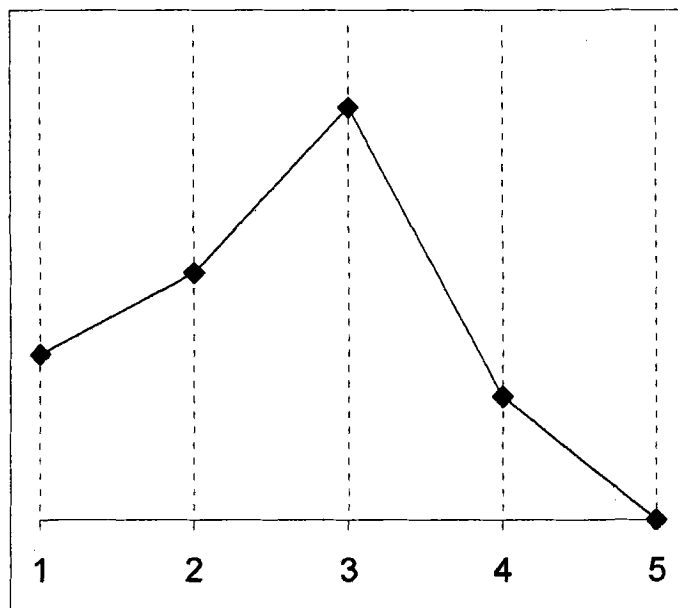


图 16b

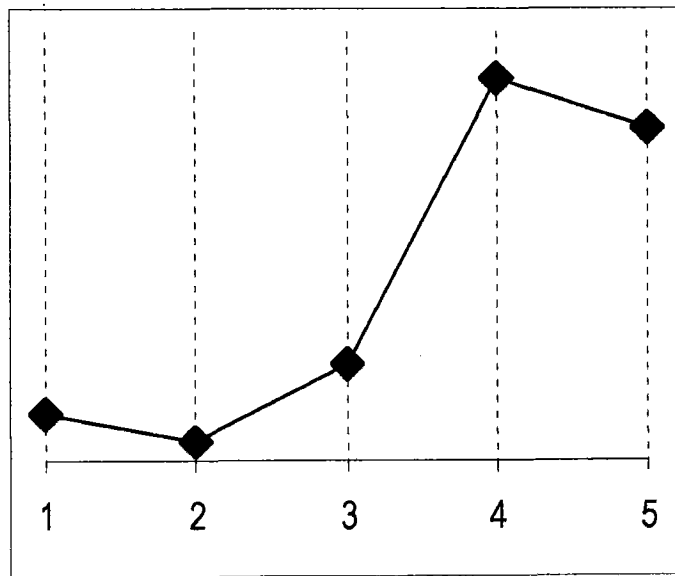


图 17a

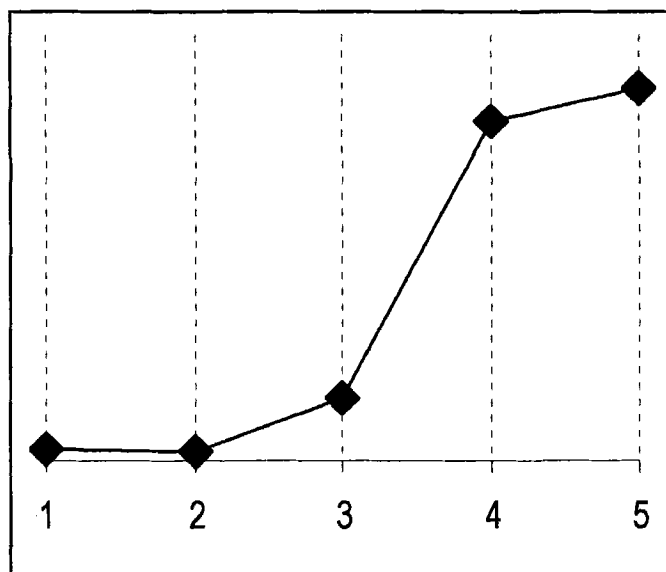


图 17b