

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101246219 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 09

(21) 申请号 200810006157. X

(22) 申请日 2008. 02. 15

(30) 优先权数据

11/675, 799 2007. 02. 16 US

(73) 专利权人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道
330 号 800 室

(72) 发明人 塞缪尔·埃本斯坦

格里高利·史密斯

夸库·普拉卡-阿桑塔

叶莲娜·罗丹 尼古拉斯·卓尔卡

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有
限公司 11278

代理人 王光辉

(51) Int. Cl.

G01V 8/10(2006. 01)

G01C 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1564080 A1, 2005. 08. 17, 全文.

US 2003137593 A, 2003. 07. 24, 全文.

JP 2001051067 A, 2001. 02. 23, 全文.

DE 102005034201 A1, 2006. 03. 02, 全文.

CN 1619584 A, 2005. 05. 25, 全文.

CN 1781033 A, 2006. 05. 31, 全文.

审查员 宋丽敏

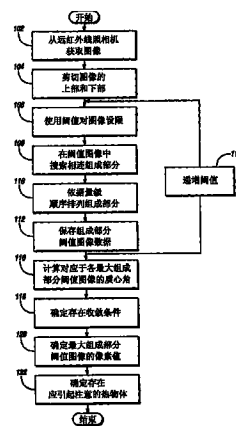
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 11 页

(54) 发明名称

利用远红外线图像探测物体的方法和系统

(57) 摘要

在至少一个实施例中披露了一种物体探测系统。该系统包括远红外线传感器,其可操作地感测视野内物体和周围环境的热辐射并对其进行响应生成远红外线图像,以及图像处理装置,其可操作地接收和处理远红外线图像以探测视野内一个或多个物体的存在。该图像处理装置可以被设置为通过下述方式来处理远红外线图像,即在远红外线图像和初始阈值的基础上生成初始阈值图像,在远红外线图像和若干连续递增阈值的基础上重复获取若干连续的阈值图像,并在阈值图像和阈值的基础上确定视野内一个或多个物体的存在。



1. 一种物体探测系统,该系统包含:

远红外线传感器,其可操作地感测视野内物体和周围环境的热辐射并对其响应生成远红外线图像;

图像处理装置,其可操作地接收和处理远红外线图像以探测视野内一个或多个物体的存在,所述图像处理装置设置为通过下述方式来处理远红外线图像,即在远红外图像和初始阈值的基础上生成初始阈值图像,在远红外线图像和若干连续递增的阈值的基础上重复获取若干连续的阈值图像,并在初始阈值图像,若干连续的阈值图像,初始阈值和连续阈值的基础上确定视野内一个或多个物体的存在。

2. 如权利要求 1 所述的探测系统,其特征在于图像处理装置进一步设置为,对各初始阈值图像和若干连续的阈值图像进行相连组成部分分析,以获取若干最大组成部分的阈值图像。

3. 如权利要求 2 所述的探测系统,其特征在于图像处理装置进一步设置为,对各所述最大组成部分阈值图像在视野内的质心角进行计算,以获取若干质心角值。

4. 如权利要求 3 所述的探测系统,其特征在于图像处理装置进一步设置为,通过对若干由初始阈值和连续递增阈值决定的质心角值进行分析来确定存在质心收敛条件。

5. 如权利要求 4 所述的探测系统,其特征在于图像处理装置进一步设置为,确定各最大组成部分阈值图像的最大组成部分像素值。

6. 如权利要求 5 所述的探测系统,其特征在于图像处理装置进一步设置为,通过分析由初始阈值和连续递增阈值决定的各最大组成部分阈值的最大组成部分像素值,来确定存在相容条件。

7. 如权利要求 6 所述的探测系统,其特征在于图像处理装置进一步设置为,在满足质心收敛条件和相容条件的基础上确定存在一个或多个物体。

8. 如权利要求 1 所述的探测系统,其特征在于远红外线传感器是 80x60 远红外线照相机。

9. 如权利要求 1 所述的探测系统,其特征在于远红外线图像的像素维数是 60x20。

10. 如权利要求 1 所述的探测系统,其特征在于所述一个或多个被探测的物体是应引起注意的热物体。

11. 如权利要求 1 所述的探测系统,其特征在于所述一个或多个被探测的物体是行人或动物。

12. 如权利要求 1 所述的探测系统,其特征在于所述远红外线传感器设置为生成灰度图像。

13. 一种探测物体的方法,该方法包含:

接收由可操作地感测视野内物体和周围环境热辐射的远红外线传感器生成的远红外线图像;

通过在远红外线图像和初始阈值的基础上生成初始阈值图像以及在远红外线图像和若干连续递增阈值的基础上重复获取若干连续阈值图像来处理远红外线图像;以及

在初始阈值图像,若干连续阈值图像,初始阈值和连续阈值的基础上确定视野内存在一个或多个物体。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于进一步包含对各初始阈值图像和若干连续

阈值图像进行相连组成部分分析,以获取若干最大组成部分阈值图像。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于进一步包含对各最大组成部分阈值图像在视野内的质心角进行计算,以获取若干质心角值。

16. 如权利要求 15 所述的方法,其特征在于进一步包含通过对若干由初始阈值和连续递增阈值图像决定的质心角值进行分析来确定存在质心收敛条件。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于进一步包含确定各最大组成部分阈值的最大组成部分像素值。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于进一步包含通过分析由初始阈值和连续递增阈值决定的各最大组成部分阈值的最大组成部分像素值,来确定存在相容条件。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其特征在于进一步包含在满足质心收敛条件和相容条件的基础上确定存在一个或多个物体。

20. 一种物体探测系统,该系统包含:

远红外线传感器,其可操作地感测视野内物体和周围环境的热辐射以对其响应生成远红外线图像;

第二传感器,其选自由可操作地感测视野内物体和周围环境并对其响应生成视频传感器图像的视频传感器和可操作地感测视野内物体和周围环境并对其响应生成雷达传感器图像的雷达传感器所组成的组;以及

处理装置,其可操作地接收和处理远红外线图像和视频传感器图像或雷达传感器图像以探测视野内一个或多个物体的存在,所述处理装置被设置为通过下述方式来处理远红外线图像,即在远红外线图像和初始阈值的基础上生成初始阈值图像,在远红外线图像和若干连续递增阈值的基础上重复获取若干连续阈值图像,并在初始阈值图像,若干连续阈值图像,初始阈值和连续阈值的基础上确定视野内存在一个或多个物体。

利用远红外线图像探测物体的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明的一个方面主要涉及利用远红外线图像探测诸如行人和动物等物体的方法和系统。

背景技术

[0002] 为了减少车辆运行对行人造成的伤害,曾经提出过许多行人探测系统。典型的行人探测系统包括一个或多个安装在车辆前部的传感器,用于感测车辆前方空间的状况以获得数据,将该数据传送到车载的图像处理单元。该图像处理单元对收集到的数据进行处理,以检测是否有行人处于车辆前方的空间。如果探测到有行人,那么处理单元就会向车辆报警系统发送信号,警告驾驶者,以便采取措施避免车辆和行人之间的碰触。而且,该信号会传送到自动制动系统以触发车辆的自动制动。

发明内容

[0003] 本发明的一个方面主要涉及利用远红外照相机生成的远红外线(IR)图像来探测诸如行人或动物等目标的方法和系统。在某些实施例中,远红外照相机收集与感测到的物体和周围环境的温度相关的热能数据,这些数据能被转换成远红外线图像。行人和其它目标在远红外线图像中具有可识别的痕迹。行人通常比他们周围的环境更热一些,因此提供了高度可识别的痕迹。相反,如果行人比他们周围环境的温度更低,这可能会发生在沙漠地区,也能产生高度可识别的痕迹。

[0004] 在至少一个实施例中,采用的是分辨率相对较低的远红外线照相机。本发明某些实施例的方法中对低分辨率远红外线照相机的采用为探测目标提供了一种相对低成本的解决方案。按照一种应用方式,可以把低分辨率的远红外线照相机安置在车辆的前端,这样就能利用与探测系统结合的红红外线照相机来探测处于车辆前方并在远红外线照相机视野范围内的空间的行人。

[0005] 在至少一个实施例中披露了一种物体探测系统。该系统包括远红外线传感器,其可操作地感测视野内物体和周围环境的热辐射并对其响应生成远红外线图像,以及图像处理装置,其可操作地接收和处理远红外线图像以探测视野内一个或多个物体的存在。该图像处理装置可以设置为通过下述方式来处理远红外线图像,即在远红外图像和初始阈值的基础上生成初始阈值图像,在远红外线图像和若干连续递增的阈值的基础上重复获取若干连续的阈值图像,并在初始阈值图像和若干连续的阈值图像的基础上确定视野内一个或多个物体的存在。

附图说明

[0006] 本发明的相信是具有新颖性的一个或多个实施例的特征由权利要求中的特征加以阐述。本发明的一个或多个实施例,包括其构成和实施方式两方面,以及其更多的目的和优点,可以参考下面结合附图的说明得到最好的理解,其中:

- [0007] 图 1 是按照本发明一实施例的探测系统的框图；
- [0008] 图 2 是按照本发明一实施例的车辆的示意性俯视图；
- [0009] 图 3 是按照本发明一实施例的实施探测系统的方法的流程图；
- [0010] 图 4 表示的是按照本发明一实施例的远红外线图像；
- [0011] 图 5 表示的是按照本发明一实施例的阈值图像；
- [0012] 图 6 表示的是处于图 5 所示阈值图像中的组成部分的三维视图；
- [0013] 图 7 表示的是按照本发明一实施例的最大组成部分的阈值图像；
- [0014] 图 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f 和 8g 表示的是按照本发明一实施例的系列连续阈值图像；
- [0015] 图 9 表示的是按照本发明一实施例的标示质心角对阈值的曲线图；
- [0016] 图 10 表示的是按照本发明一实施例的标示最大组成部分阈值图像像素值对阈值的曲线图；
- [0017] 图 11 表示的是按照本发明一实施例的远红外线图像；
- [0018] 图 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 12g 和 12h 表示的是按照本发明一实施例的系列连续的阈值图像；
- [0019] 图 13 表示的是按照本发明一实施例的标示质心角对阈值的曲线图；
- [0020] 图 14 表示的是按照本发明一实施例的标示最大组成部分阈值图像像素值对阈值的曲线图；
- [0021] 图 15 表示的是按照本发明一实施例的远红外线图像；
- [0022] 图 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f, 16g 和 16h 表示的是按照本发明一实施例的系列连续的阈值图像；
- [0023] 图 17 表示的是按照本发明一实施例的标示质心角对阈值的曲线图；以及
- [0024] 图 18 表示的是按照本发明一实施例的标示最大组成部分阈值图像像素值对阈值的曲线图。

具体实施方式

[0025] 参照附图,对图 1 和图 2 同时进行说明。图 1 是探测系统 10 的框图,图 2 是置于道路 52 上的车辆 50 的示意性俯视图,该俯视图描述的道路具有一个车道,然而本发明的一个或多个实施例也适用于多车道。探测系统 10 包括远红外线 (IR) 照相机 12,该照相机可以安置在车辆 50 的前端 54 以探测处于远红外线照相机 12 前方空间的诸如目标之类的物体和周围环境。目标可以定义为处于车辆前方空间并能被探测系统探测到的物体。非限制性的目标对象实例包括行人和动物。

[0026] 应该明白,远红外线照相机 12 可以根据本发明的不同实施情况安置在车辆的其它位置,诸如车辆的侧面或车辆后端。

[0027] 远红外线照相机 12 感测到探测面 58 内视野 56 中的物体和 / 或周围环境的热辐射并生成与感测到的物体和 / 或周围环境的温度相关的图像。如图 2 中所示,远红外线照相机 12 可探测到探测面 58 内视野 56 中的物体 60 和 62。如图 2 中所示,远红外线照相机 12 的视野 56 是 50 度,范围从 -25 度到 25 度。如果场地足够宽大可根据本发明的实施情况对该视野做出改变,从而可以利用得自远红外线照相机的图像来探测物体。在至少一个实

施例中,视野范围在 30 度到 90 度之间。

[0028] 在至少一个实施例中,远红外线照相机能感测到 5-12 微米波段内的热辐射,并能生成与感测到的物体和 / 或周围环境的温度相关的图像。适用于本发明一个或多个实施例的远红外线照相机可采用加利福尼亚州圣塔芭芭拉市的 Indigo 公司的菲力尔系统公司 (FLIR System, Indigo Operations) 的产品。应该明白,按照本发明的一个或多个实施例,也可采用其它的远红外线照相机。

[0029] 远红外线照相机与探测面 58 上的单元内视野 56 中的区域放射的热能相关联。各单元都可以用一个横坐标 (x) 和一个纵坐标 (y) 来表示。在探测面 60 中的任意点上感测到的辐射都能用 P_x, y 来表示。因此,远红外线照相机 12 收集到的数据包括像素的二维阵列,该阵列由与远红外线照相机 12 感测到的图像对应的空间坐标 (P_x, y) 来确定。

[0030] 在至少一个实施例中,远红外线照相机 12 生成的图像是由二维的灰度像素阵列组成的灰度图像。热辐射的最低水平,也就是相对最低温度,可以由 0 (黑) 灰度值来表示,而热辐射的最高水平,也就是最高温度,可以由 255 (白) 灰度值来表示。灰度值和温度的关系可根据应用场合而变化,但是通常采用线性或对数比例关系。

[0031] 图像维度可以根据本发明的实施情况而变化。远红外线照相机可具有 $320x$ 像素数乘以 $240y$ 像素数,也就是 320×240 分辨率照相机。在某些实施例中,可以采用 80×60 分辨率照相机结合图像处理装置 14 来探测物体。在某些应用场合,首选 80×60 分辨率照相机,或更低分辨率照相机,因为这种照相机成本相对较低,加上本发明一个或多个实施例的方法性能,采用低分辨率照相机来探测物体。在另一些实施例中,图像的维度可以在 60, 80, 160, 240 和 320 的 x 维数和 20, 60, 80, 120 和 240 的 y 维数中选取。

[0032] 探测系统 10 还包括被设置为接收从远红外线照相机 12 传送来的图像信号的图像处理装置 14。该图像处理装置 14 还被设置为探测图像中一个或多个如目标之类的物体。

[0033] 图像处理装置 14 能产生物体探测输出,包括,但不局限于一个或多个应引起注意的热物体的识别和 / 或位置,和 / 或一个或多个目标对象的识别和位置。在至少一个实施例中,该探测输出被传送给车辆计算机系统内的其他模块以触发视频和 / 或音频报警,警告驾驶者车辆前方空间存在一个或多个目标。

[0034] 在至少一个实施例中,探测系统 10 还包括视频传感器 18 和 / 或雷达传感器 20。视频传感器 18 可以被设置为利用可用于探测一个或多个物体存在的视频技术来获取数据。由视频传感器 18 输出的数据可被传送到图像处理装置 14 中以利用单或多模式匹配技术来识别一个或多个物体。雷达传感器 20 可以被设置为能传送从物体反馈回来的信号。雷达传感器 20 可以收集反馈信号。与传送并反馈回来的信号相关的数据被传送到威胁探测装置 16, 该威胁探测装置用于探测物体的存在并确定雷达传感器和物体之间的距离。威胁探测装置 16 可以产生物体探测输出,如图 1 所示。

[0035] 图 3 表示的是按照本发明实施例实施探测系统 10 的方法的流程图 100。在方框 102 中,使用远红外线照相机获取远红外线图像。远红外线图像可以是灰度图像 150 的形式,如图 4 所示。灰度图像 150 包括位于距远红外线照相机大约 20 米处的行人 152。使用 320×240 远红外线照相机来生成具有 320×240 像素数的灰度图像 150。

[0036] 在流程图 100 的方框 104 中,将图像 150 的上部和下部剪切掉。可以剪切掉图像 150 的上部区域,以除去图像 150 中表示天空 154 的那一部分。可以剪切掉图像 150 的下

部区域 156,以除去图像 150 中会被车辆引擎盖遮挡的那部分。在至少一个实施例中,像素 320 行的上 79 行和像素 320 行的下 51 行都会被剪切。根据本发明的实施情况,上部被剪切的行的范围可以是 60 到 100,下部被剪切的行的范围可以是 40 到 60。

[0037] 在方框 106 中,采用阈值对图像 150 设限。将各图像像素的灰度值与阈值相比而获得各图像像素的阈值像素。如果图像像素的灰度值大于或者等于阈值,则将阈值像素的灰度值设为最大值 1。如果图像像素的灰度值小于阈值,则将阈值像素的灰度值被设为最小值 0。

[0038] 图 5 表示的是在图像 150 基础上利用 160 的阈值的阈值图像 200。因此,图像 150 中灰度值等于或大于 160 的各像素都设为 1(白色),图像 150 中灰度值小于 160 的各像素都设为 0(黑色)。

[0039] 在方框 108 中,在阈值图像 200 中搜索一个或多个相连的组成部分。按照相连组成部分处理技术,如果白像素的相邻像素是白的,那么这两个像素相连。运用该技术,可以将所有彼此相连的像素都连接起来从而获得相连的组成部分。尽管图像 150 是二维的,但是为了有益目的,图像 150 可以被植入三维空间。相同组成部分内的像素给予相同的 z 值。黑色被指定为值 0,同时相连组成部分被指定为从被定位的第一组成部分值 1 开始递增的整数 z。在至少一个实施例中,相连的组成部分通过搜索图像左上角到图像右下角来定位。

[0040] 图 6 表示的是位于阈值图像 200 内的组成部分的三维示图 250。三维示图 250 包括六个值,也就是 0 到 5,其中值 0 表示背景值,值 1-5 表示五个组成部分。

[0041] 在方框 110 中,将相连的组成部分依量级、即各相连组成部分中点的数量顺序排列。表 1 包括三维示图 250 中各值的量级。

[0042]

值	量级
0	8014
1	3229
2	9
3	1
4	1
5	10

[0043] 表 1

[0044] 值为 1 的组成部分的量级最大,即 3229。在至少一个实施例中,最大量级的组成部分表示的是应引起注意的热区域,即其温度和周围背景的温度差别相对较大的区域。图 7 表示的是最大量级的组成部分的组成部分阈值图像 300。

[0045] 在方框 112 中,对组成部分阈值图像 300 的数据进行保存以备随后确定物体存在时使用。该数据可以保存在探测系统 10 的数据库(图中未示出)中。

[0046] 使用连续递增阈值将方框 106, 108, 110 和 112 中所表示的步骤重复一次或者多次, 如方框 114 所示。这些步骤另外还指的是重复递增阈值的步骤。

[0047] 图 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f 和 8g 分别表示的是分别采用阈值 170, 180, 190, 200, 210, 220 和 240 的系列最大组成部分阈值图像 350, 352, 354, 356, 358, 360 和 362 的例子。尽管在大多数重复递增阈值的步骤中将阈值重复累加到 10, 但应该明白阈值递增量可根据本发明的实施情况而变化。在某些实施例中, 阈值的递增值可以在 1 到 20 的范围之内, 而在其他的实施例中, 阈值的递增值可以在 1 到 10 的范围之内。

[0048] 在方框 116 中, 为各阈值计算出各最大组成部分阈值图像的质心角。质心值可以采用本领域技术人员熟知的方法作为二维像素值 $C_{x,y}$ 来计算。 $C_{x,y}$ 的 x 值可以转换成视野内的角度值。如果视野 10 是 50 度, 而图像的 x 维数 (横向) 是 320, 那么 $x = 0$ 的像素对应的是 -25 度, $x = 319$ 的像素对应的是 25 度。利用这些视野和 x 维数值, 视野度数就可用 $-25 + (x/319) * 50$ 来计算。在更一般的条件下, 质心角可以使用下面的方程式来计算:

$$[0049] \quad A = B + (x/C) * D \quad (1)$$

[0050] 其中

[0051] $A =$ 质心角

[0052] $B =$ 视野的负边界

[0053] $x =$ 质心的 x 像素

[0054] $C =$ 图像的像素宽度

[0055] $D =$ 视野的总角度

[0056] 在方框 118 中, 通过由阈值决定的各最大组成部分阈值图像的质心角来确定是否达到收敛条件。图 9 表示的是标示各最大组成部分阈值图像的质心角对阈值的曲线图 400。如图 9 所示, 质心角收敛于阈值为 180、角度为 6.5 的位置。

[0057] 在至少一个实施例中, 运用下面的运算法则来确定收敛。各连续质心是基于上述所定义的不同连续阈值。 (x_1, y_1) 表示第一质心的 x 和 y 坐标, (x_2, y_2) 表示的是连续的第二质心的 x 和 y 坐标。 p_1 表示的是第一质心内的点数, p_2 表示的是连续的质心内的点数。第一质心和第二连续质心之间的距离定义为:

$$[0058] \quad d = \text{SQRT}((144 * (x_1 - x_2) * (x_1 - x_2)) + 25 * (y_1 - y_2) * (y_1 - y_2) / (5 * p_2)) \quad (2)$$

[0059] 在至少一个实施例中, 如果第一质心和第二连续质心 (另外指的是相邻质心) 之间的距离小于 1.2, 那么可认为相邻质心很接近。在其他的实施例中, 如果距离小于 1.0, 那么可认为相邻质心很接近。在另外其他的实施例中, 如果距离小于 1.0, 那么可认为相邻质心很接近。

[0060] 在至少一个实施例中, 如果识别至少三个相邻且接近的质心则达到收敛条件。

[0061] 在方框 120 中, 将各最大组成部分阈值图像中像素数与阈值相比较。图 10 表示的是标示各最大组成部分阈值图像中像素数对阈值的曲线图 450。得到的曲线 452 包括相对较陡的下坡部分 454, 其后是相对无坡度的部分 456, 即部分 456 保持相对不变。部分 454 位于阈值 160 和 190 之间, 而不变部分 456 位于阈值 190 和 240 之间。在至少一个实施例中, 不变部分可以被定义为坡度在 ± 0.2 之间的曲线部分, 而在其他实施例中, 曲线的不变部分的坡度可以在 ± 0.1 之间。

[0062] 在方框 122 中, 在步骤 118 和 120 的结果基础上确定应引起注意的热物体的存在。

在至少一个实施例中,如果质心角收敛是通过步骤 118 由第一和第二阈值界定的阈值之间识别的,而且曲线 452 包括位于阈值边界相当部分中的不变部分 456,举例来说,至少 80% (在其他实施例中至少 70%),那么就存在应引起注意的热物体。参照图 9 和 10,达到所有这些条件,而且收敛角如图 9 所示是 6.5 度,阈值边界是 180-240。

[0063] 图 3 中公开的方法 100 可以适用于单图像或多图像。在至少一个实施例中,为了确定应引起注意的热物体是否是诸如动物或行人等目标,会用多帧图像重复方法 100。在至少一个实施例中,远红外线照相机被设置为每秒捕捉 30 帧图像。在至少一个实施例中,至少 2-3 个连续帧服从方法 100。如果在所有考虑连续帧中识别出一个或多个应引起注意的热物体,那么就可以认定该一个或多个应引起注意的热物体是一个或多个目标。在某些实施例中,方法 100 的结果和由视频传感器获取的信息可以结合使用以探测一个或多个目标的存在。

[0064] 图 11-14 表示的是将方法 100 应用于不含一个或多个目标的图像 500 的例子。图 11 表示的是不含一个或多个目标对象的灰度图像 500。采用 320×240 远红外线照相机生成具有 320×240 像素维度的灰度图像 500 (方框 102)。将灰度图像 500 的上部 (79 行) 和下部 (51 行) 剪切掉 (方框 104)。对灰度图像 500 设限以获取若干基于阈值 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220 和 240 的阈值图像,如上方框 160 所述。各阈值图像都经受图 3 的步骤 108, 110 和 112, 以获取若干最大组成部分的阈值图像。分别对应阈值 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220 和 240 的最大组成部分的阈值图像 550, 552, 554, 556, 558, 560, 562 和 564, 分别如图 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 12g 和 12h 所示。

[0065] 利用上述方框 116 所述内容计算出各最大组成部分阈值图像的质心角。图 13 表示的是标示各最大组成部分阈值图像的质心角对基于图 500 的阈值的曲线图 600。如图 13 所示,质心角未收敛成一个单一值,即质心角曲线在阈值更高端的坡度急剧增加。

[0066] 利用上述方框 118 所示内容将各最大组成部分阈值图像内的像素数与阈值相比。图 14 表示的是标示各最大组成部分的阈值图像对基于图 500 的阈值的曲线图 650。

[0067] 表 2 将图像 150 (有行人) 与图像 500 (无行人) 的数据进行了对比。列标题 160, 180 和 200 表示的是对应阈值 160, 180 和 200 的最大构成阈值图像的像素数。

[0068]

图像	160	180	200	减少百分比	减少百分比
				160 到 180	160 到 200
500	31000	26000	5000	16	84
150	3200	300	35	90	99

[0069] 表 2

[0070] 图 15-18 表示的是将方法 100 应用于 80×60 维度的图像 700 的例子。图像 700 通过处理来自 320×240 远红外线照相机的图像生成,以模拟 80×60 远红外线照相机捕获的图像。应该明白,该图像也可以直接从 80×60 远红外线照相机获取。图像 700 包括位于距远红外线照相机大约 20 米的行人 702。

[0071] 将灰度图像 700 的上部 (20 行) 和下部 (16 行) 剪切掉 (方框 104)。对灰度图像 700 设限, 以获取若干基于阈值 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220 和 240 的阈值图像, 如上述方框 106 所示。各阈值图像经受图 3 中的步骤 108, 110 和 112, 以获取若干最大组成部分的阈值图像。分别对应阈值 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220 和 240 的最大组成部分阈值图像 750, 752, 754, 756, 758, 760, 762 和 764, 分别在图 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 16f, 16g 和 16h 中表示。

[0072] 利用方框 116 所述内容计算出各最大组成部分阈值图像的质心角。图 17 表示的是标示各最大构成阈值图像的质心角对基于图像 700 的阈值的曲线图 800。

[0073] 如图 17 所示, 质心角收敛在阈值为 210、6.5 度的位置。

[0074] 利用方框 118 所示内容将各最大组成部分阈值图像的像素数与阈值进行比较。图 18 表示的是标示各最大组成部分阈值图像中像素数对比基于图像 700 的阈值的曲线图 850。曲线图 850 的曲线 852 包括 210 到 240 的阈值边界相当部分内的不变部分 456。

[0075] 返回图 1, 探测系统 10 除远红外线照相机 12 之外还可包括视频传感器 18 和 / 或雷达传感器 20。通过将远红外线照相机与视频传感器和 / 或雷达传感器中之一进行组合, 探测系统 10 的总误报率 (FAR) 相对于仅含有远红外线照相机的探测系统可以得以降低, 因为远红外线照相机的误报故障模式实质上独立于视频或雷达传感的故障模式。例如, 如果视频传感器的误报率 (FAR) 为 1%, 而远红外线系统的误报率 (FAR) 为 1%, 合并后的系统的误报率 (FAR) 为 0.01×0.01 , 或 0.001, 或 10,000 分之一。

[0076] 按照规定, 这里披露了本发明的具体实施方式。然而, 应该理解的是, 所披露的实施方式仅仅是本发明的示例, 该示例可以以不同和可替换的形式来具体实施。因此, 这里所公开的具体功能细节不应解释为限制, 而仅仅是作为权利要求的代表性基本原理和 / 或用于指导所属技术领域的技术人员对本发明进行各种应用的代表性基本原理。

[0077] 尽管已经对本发明最优的实施方式进行了详细说明, 但是那些对本发明所属技术领域的技术人员将会认识到实施下述权利要求所限定的本发明的各种替换方案和实施方式。

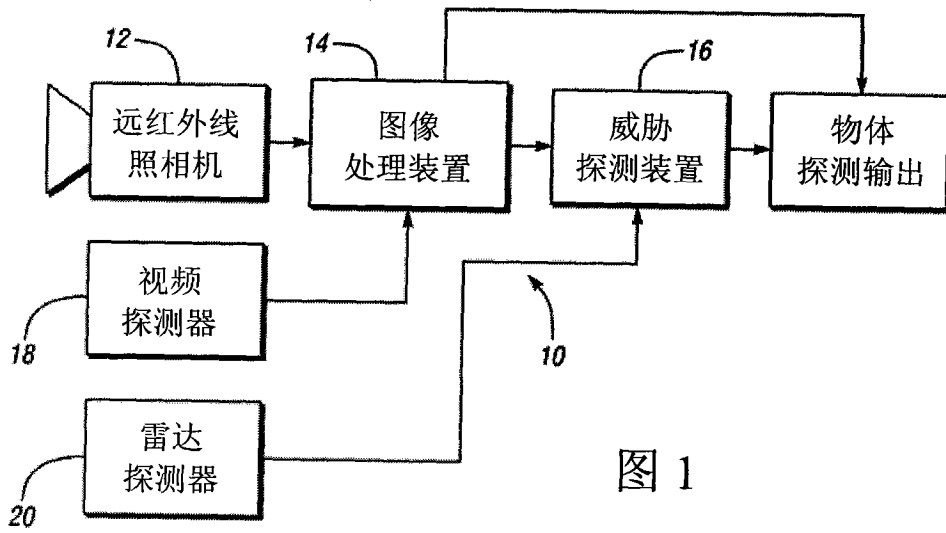


图 1

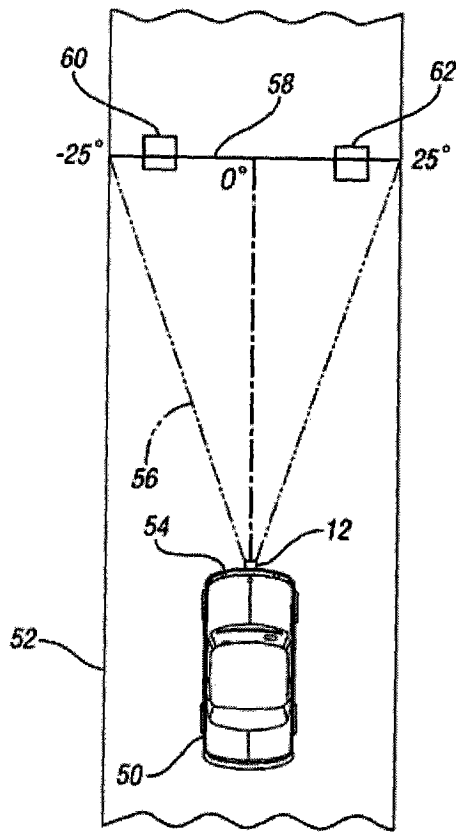


图 2

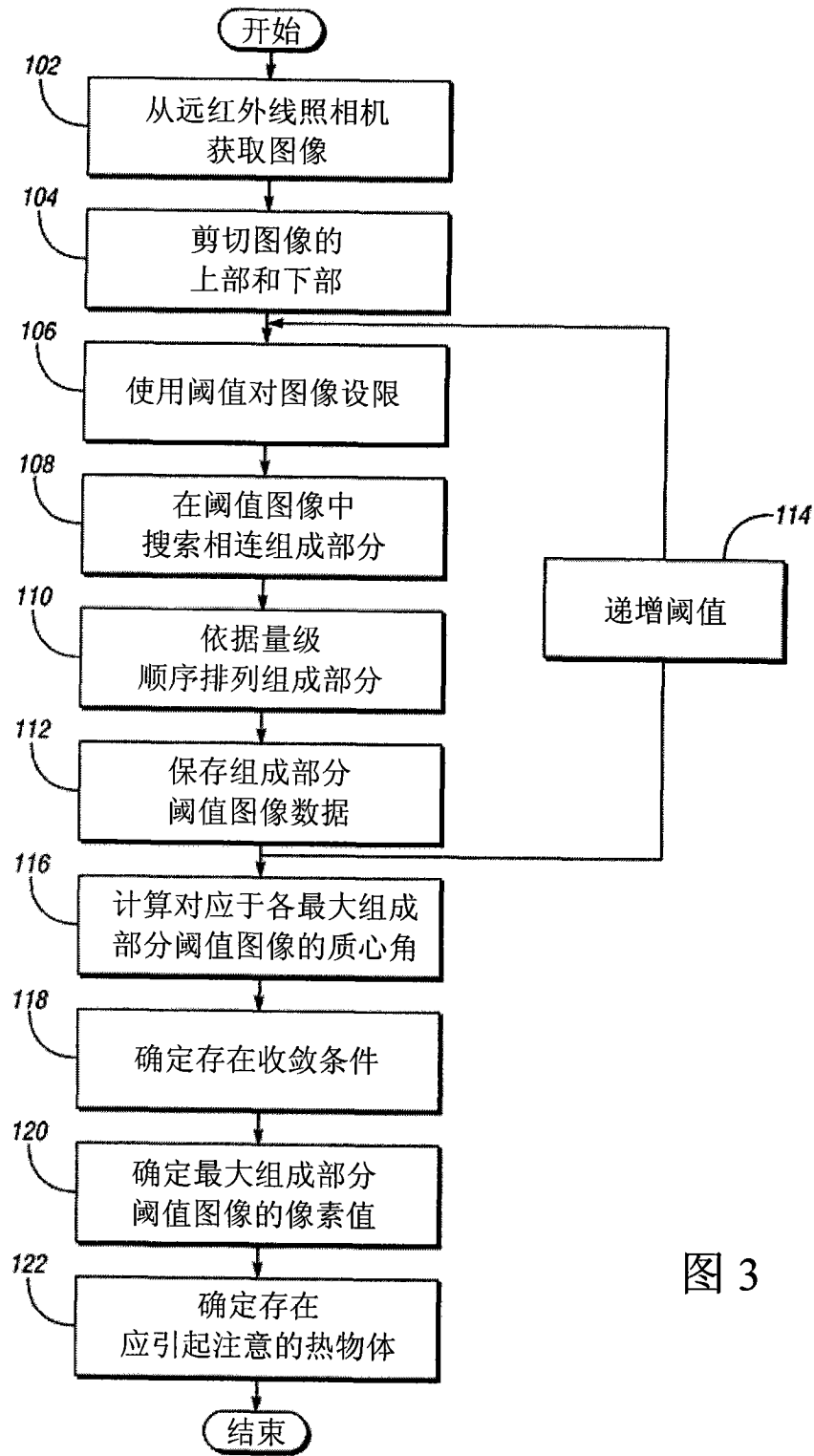


图 3

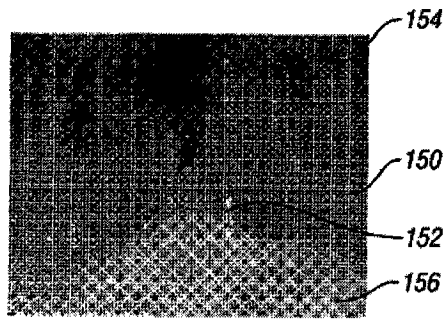


图 4

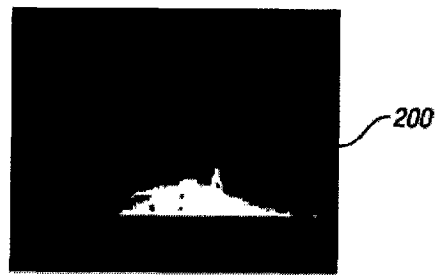


图 5

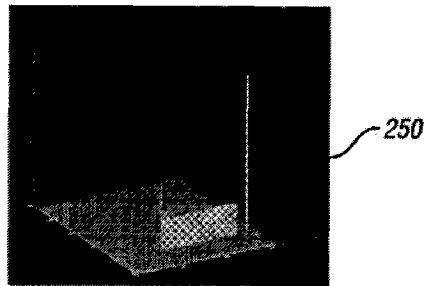


图 6

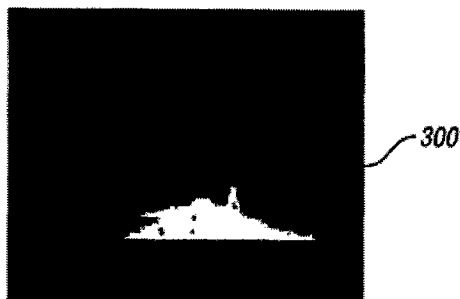


图 7

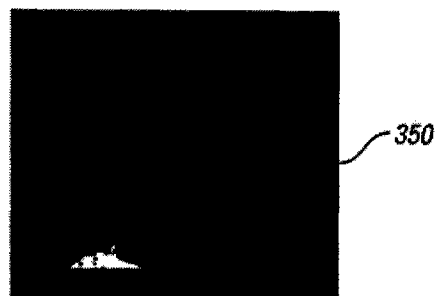


图 8a

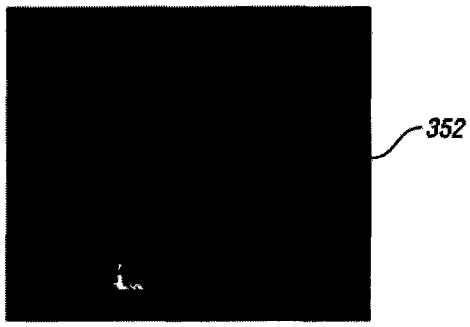


图 8b

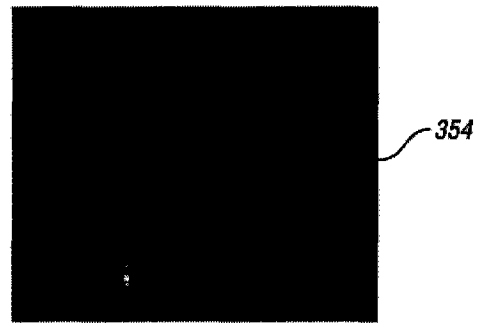


图 8c

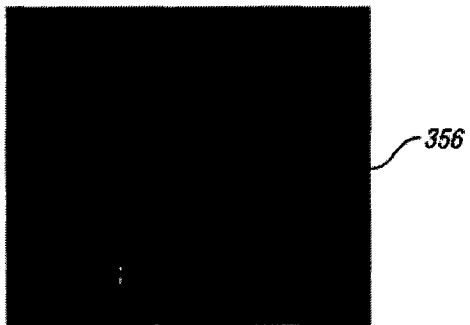


图 8d

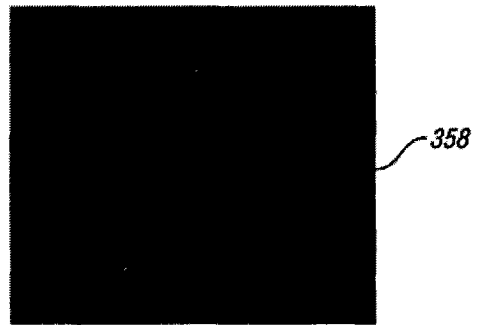


图 8e

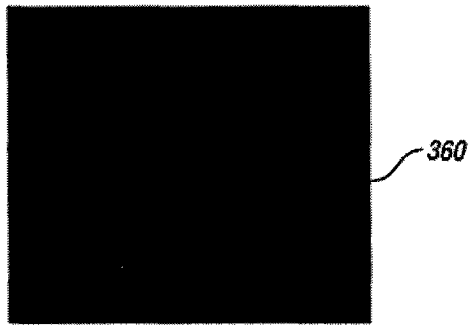


图 8f

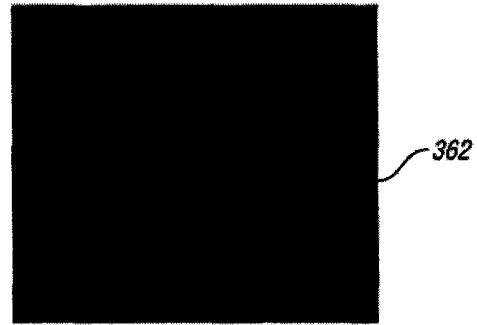


图 8g

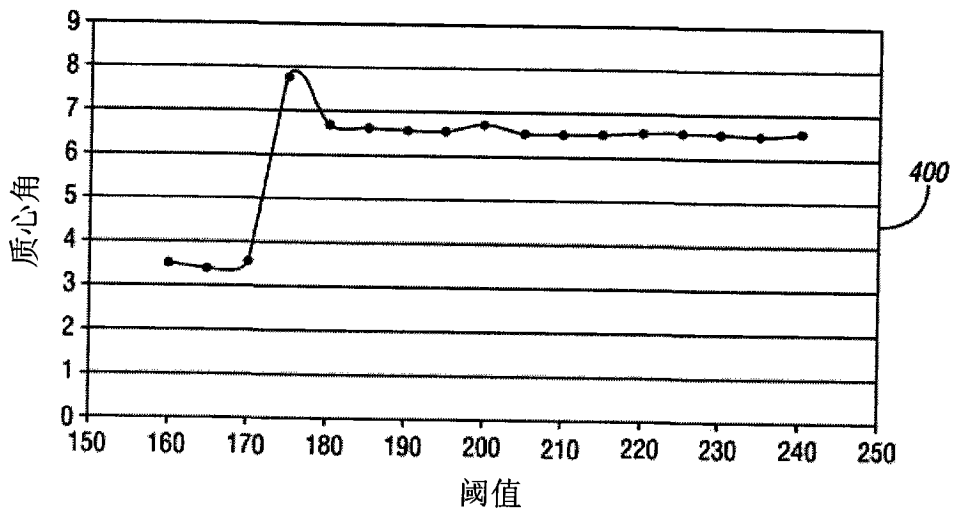


图 9

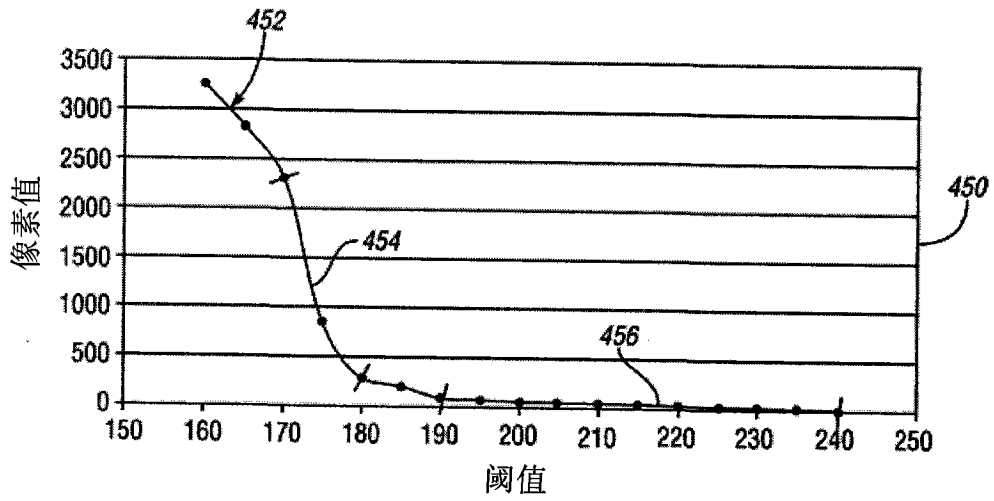


图 10

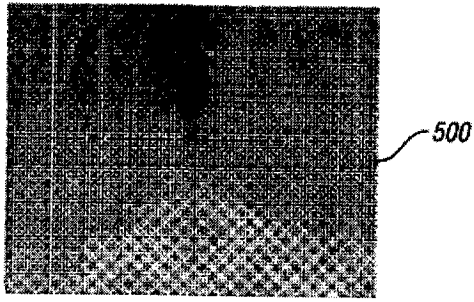


图 11



图 12a

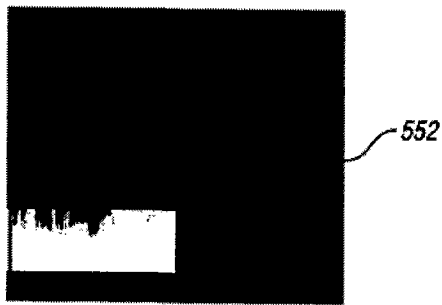


图 12b

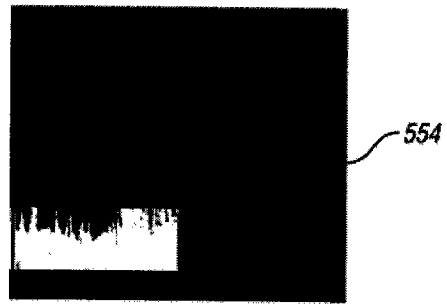
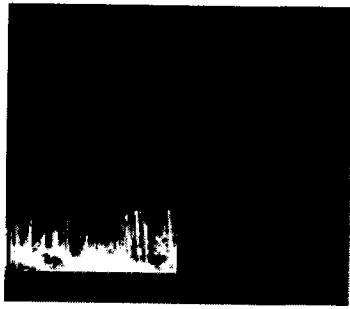
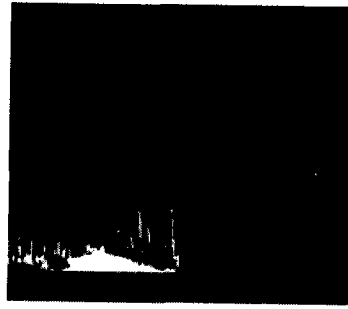


图 12c



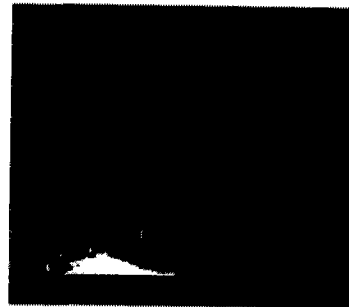
556

图 12d



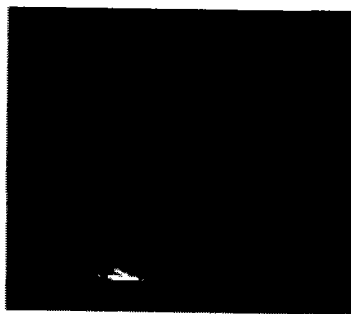
558

图 12e



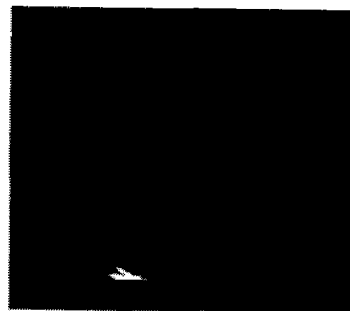
560

图 12f



562

图 12g



564

图 12h

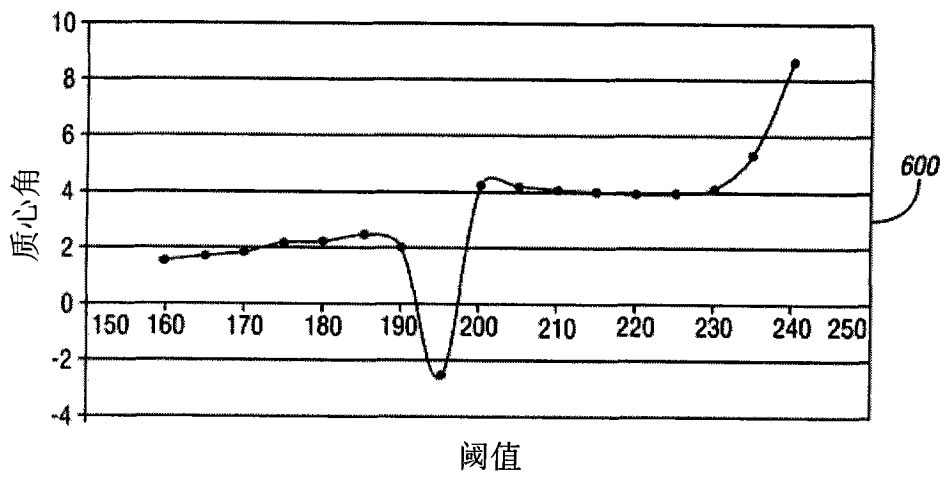


图 13

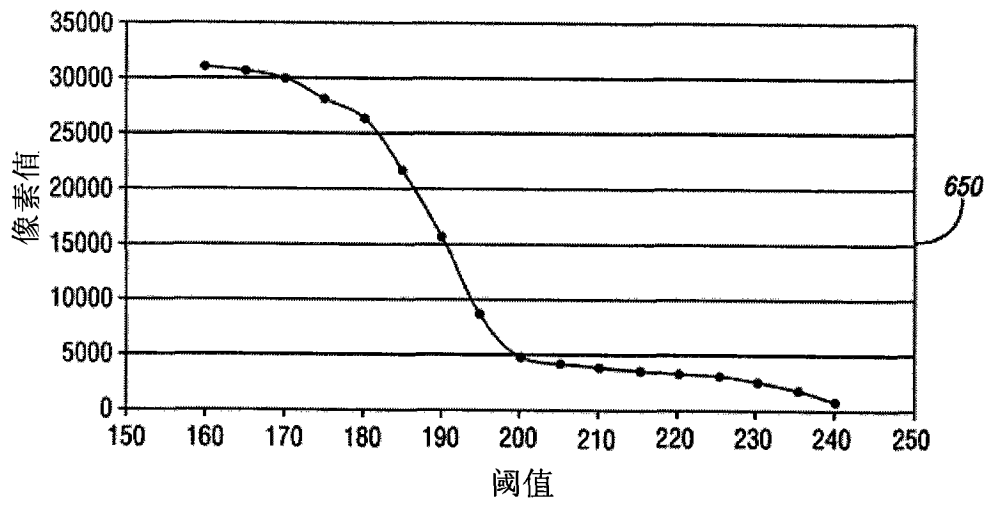


图 14

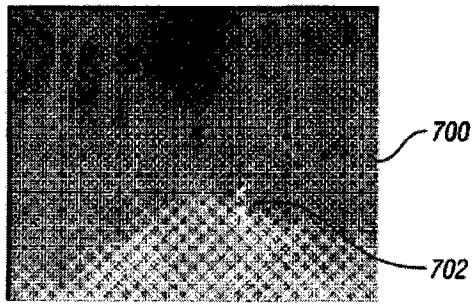


图 15

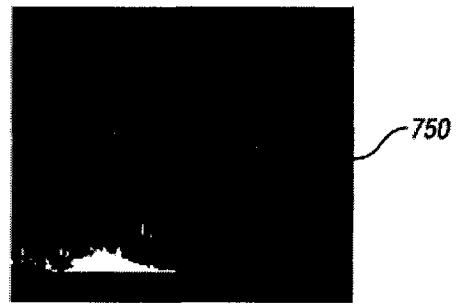


图 16a



图 16b

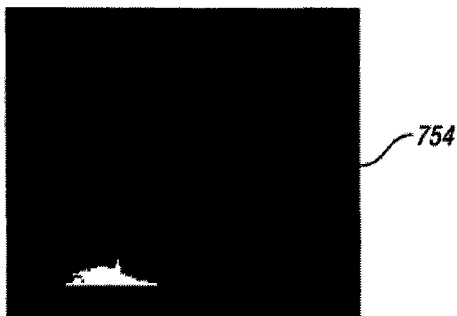


图 16c

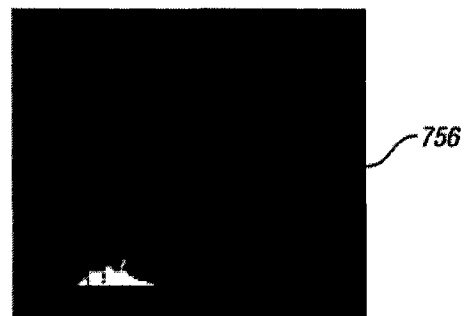


图 16d

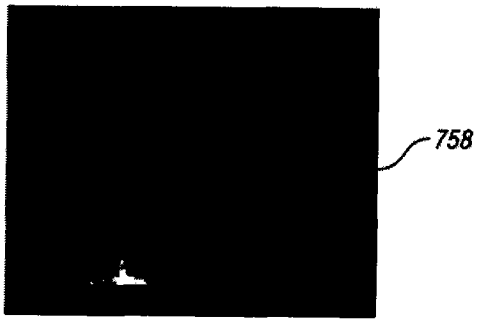


图 16e

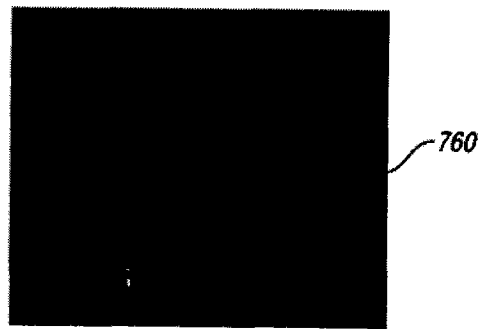


图 16f

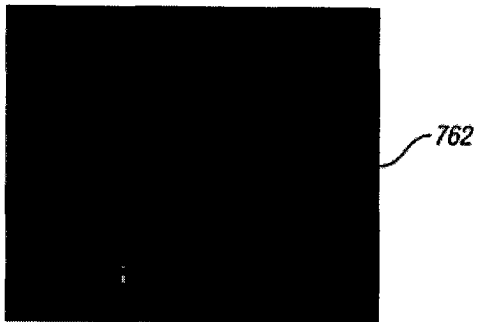


图 16g

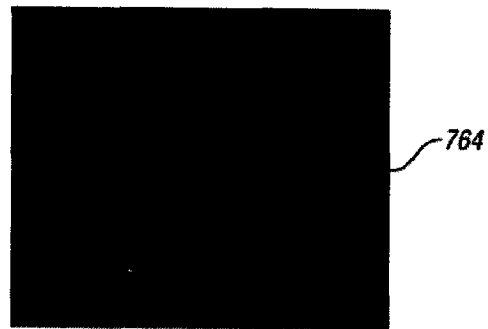


图 16h

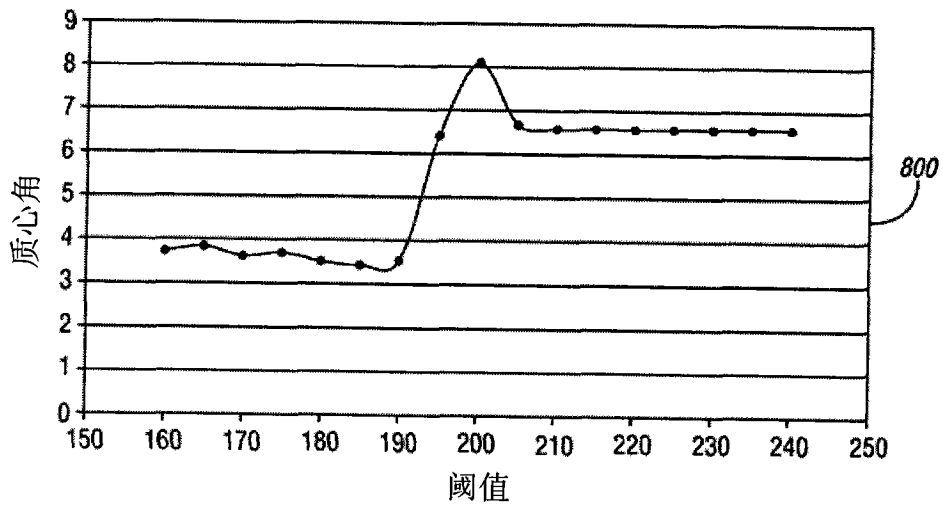


图 17

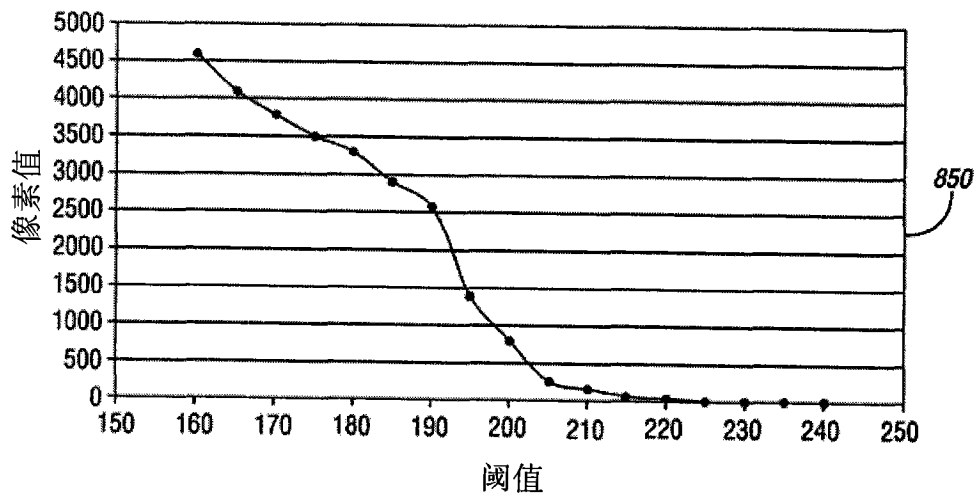


图 18