(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101675457 B
(45)授权公告日 2012.05.30

(21)申请号 200880014847.8
(22)申请日 2008.05.13
(30)优先权数据
0709183.8 2007.05.14 GB
(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.11.05
(86)PCT申请的申请数据
PCT/IB2008/001190 2008.05.13
(87)PCT申请的公布数据
WO2008/139316 EN 2008.11.20
(73)专利权人 伊利诺斯工具制品有限公司
地址 美国伊利诺伊州
(72)发明人 克里斯托弗·詹姆斯·凯恩
阿兰·斯蒂芬·德克尔
(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259
代理人 脱颖 杨宇宙
(51)Int.Cl.
G06T 7/00(2006.01)
(56)对比文件
US 2004161143 A1,2004.08.19, 全文.
CN 1343881 A,2002.04.10, 全文.
US 6023497 A,2000.02.08, 全文.
CN 1749740 A,2006.03.22, 全文.
JP 特开平 8-145904 A,1996.06.07, 全文.
韩东海 等. 软X射线农畜产品质量无损检测数字图像处理技术的应用研究. 《中国食品学报》. 2003, 全文.
审查员 马晋涛

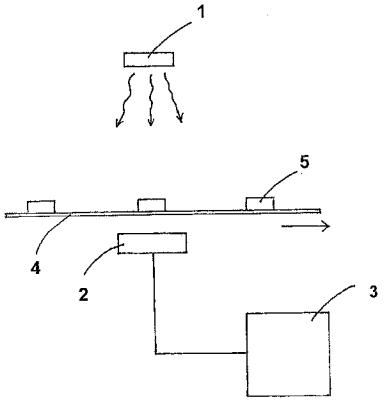
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54)发明名称

X射线成像

(57)摘要

一种X射线扫描装置,用于定位产品中的杂质,所述装置包括:用于生成产品的X射线图像的设备;用于对多个像素指派灰度值的设备;用于识别多个可疑像素的设备;一设备,对于每个可疑像素执行如下操作:选择在位于可疑像素的相对侧上的第一方向上的两个相邻像素并且确定哪个第一方向像素具有最低的灰度值;选择在位于可疑像素的相对侧上的第二方向上的两个相邻像素并且确定哪个第二方向像素具有最低的灰度值;通过考虑最低灰度值第一方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差值,确定第一方向差;通过考虑最低灰度值第二方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差,确定第二方向差值;从第一方向差值确定第一方向分数;从第二方向差值确定第二方向分数;将所述分数和阈值相比较;并且如果超过了所述阈值,则将可疑像素识别为代表杂质。



CN 101675457 B

1. 一种 X 射线扫描装置，用于定位产品中的杂质，所述装置包括 ：

用于生成产品的 X 射线图像的设备 ；

用于对多个像素指派灰度值的设备 ；

用于识别多个可疑像素的设备 ；

一设备，对于每个可疑像素执行如下操作 ：

选择在位于可疑像素的相对侧上的第一方向上的两个相邻像素并且确定哪个第一方向像素具有最低的灰度值 ；

选择在位于可疑像素的相对侧上的第二方向上的两个相邻像素并且确定哪个第二方向像素具有最低的灰度值 ；

通过考虑最低灰度值第一方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第一方向差值 ；

通过考虑最低灰度值第二方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第二方向差值 ；

根据最低灰度值第一方向像素的灰度值对第一方向差值进行加权并且根据最低灰度值第二方向像素的灰度值对第二方向差值进行加权，以确定第一和第二方向分数 ；

将所述分数和阈值相比较 ；以及

如果超过了所述阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，根据如下等式执行所述加权 ：

分数 = 差值 x(1+(((可能的最大灰度值 +1)- 最低灰度值)/(最低灰度值 +1)))。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置，其中，将分数单独地和所述阈值相比较。

4. 根据权利要求 3 所述的装置，其中，如果一个分数超过了阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

5. 根据权利要求 3 所述的装置，其中，如果各个分数都超过了阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置，其中，如果分数的平均值超过了阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

7. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，如果像素具有低于预定值的灰度值，则将该像素识别为可疑像素。

8. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，第一方向与第二方向正交。

9. 根据权利要求 1 所述的装置，包括 ：

一设备，用于根据用户定义的最大杂质尺寸，设定相邻像素中的每一个与可疑像素之间的距离。

10. 根据权利要求 9 所述的装置，其中，各相邻像素与可疑像素之间相隔一距离，使得具有最大尺寸的杂质不会横跨可疑像素和一个相邻像素。

11. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，图像是 8 位图像并且可能的最大灰度值是 255。

12. 一种 X 射线扫描方法，用于定位产品中的杂质，所述方法包括下列步骤 ：

生成产品的 X 射线图像 ；

对多个像素指派灰度值 ；

识别多个可疑像素 ；

选择在位于可疑像素的相对侧上的第一方向上的两个相邻像素并且确定哪个第一方向像素具有最低的灰度值；

选择在位于已选择的可疑像素的相对侧上的第二方向上的两个相邻像素并且确定哪个第二方向像素具有最低的灰度值；

通过考虑最低灰度值第一方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第一方向差值；

通过考虑最低灰度值第二方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第二方向差值；

根据最低灰度值第一方向像素的灰度值，对第一方向差值进行加权；

根据最低灰度值第二方向像素的灰度值，对第二方向差值进行加权；

确定第一和第二方向分数

将所述分数和阈值相比较；以及

如果超过了所述阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，根据如下等式执行所述加权：

分数 = 差值 x(1+(((可能的最大灰度值 +1)- 最低灰度值)/(最低灰度值 +1)))。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其中，将分数单独地和所述阈值相比较。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，如果一个分数超过了阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

16. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，如果各个分数都超过了阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

17. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其中，如果分数的平均值超过了阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

18. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，如果像素具有低于预定值的灰度值，则将该像素识别为可疑像素。

19. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，第一方向与第二方向正交。

20. 根据权利要求 12 所述的方法，包括下列步骤：

根据用户定义的最大杂质尺寸，设定相邻像素中的每一个与可疑像素之间的距离。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，其中，各相邻像素与可疑像素之间相隔一距离，使得具有最大尺寸的杂质不会横跨可疑像素和一个相邻像素。

22. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，图像是 8 位图像并且可能的最大灰度值是 255。

X 射线成像

技术领域

[0001] 本发明涉及 X 射线成像，尤其涉及用于识别产品中杂质的 X 射线装置，其中杂质例如是例如金属颗粒的异物，而产品特别是指食物。

背景技术

[0002] 通常，X 射线成像通过简单地比较产品图像中的所有像素与一些数值（或“阈值”）来识别产品中的杂质。例如，对图像中的每个像素都指派了灰度值并且这些灰度值与灰度阈值进行比较，其中具有低于阈值的灰度值的像素（暗色像素）被认为代表杂质。这种技术对于产品是同类的情形是非常有效的，然而，如果产品是非同类的并且包含亮色和暗色区域，诸如一袋随机摆放的糖果，则不能设定合适的阈值级别。如果阈值级别被设定得太高，则没有包含杂质的袋就会错误地触发报警并且不得不被丢弃掉。对于每个袋都要仔细检查以确定是正确的报警还是错误的报警，因此成本是非常高的，因为如果报警是正确的报警则需要建立异物颗粒的源头。如果在正确的报警信号的情况下需要进一步的动作，则经常还需要立即执行这种检查。

[0003] 已知有更先进的成像技术，这涉及查看图像中更局部化的变化。同样，这种技术也涉及对图像中的每个像素都指派灰度值。然而，每个像素的灰度值是与考虑了环绕该像素的像素的平均灰度值进行比较。设定阈值并且如果该像素的灰度值与环绕该像素的平均灰度值的差值处在阈值之上，则该像素被认为代表杂质。这种技术比上面讨论的简单比较技术更有效，但是会遭受相似的缺点，这是由于跨接在产品边缘之上的邻近像素之间的灰度值存在很大差异，从而导致了错误的杂质识别。这对于不能预测产品的边缘的、具有不均匀形状的产品尤其是个问题，例如糖果袋。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于，提供一种改进装置，其用于识别产品中的杂质，特别是食物中的杂质，该装置对于非同类和 / 或不均匀形状的产品更有效。

[0005] 根据本发明的第一方面，提供了一种 X 射线扫描装置，用于定位产品中的杂质，所述装置包括 ：用于生成产品的 X 射线图像的设备 ；用于对多个像素指派灰度值的设备 ；用于识别多个可疑像素的设备 ；一设备，对于每个可疑像素执行如下操作 ：选择在位于可疑像素的相对侧上的第一方向上的两个相邻像素并且确定哪个第一方向像素具有最低的灰度值 ；选择在位于可疑像素的相对侧上的第二方向上的两个相邻像素并且确定哪个第二方向像素具有最低的灰度值 ；通过考虑最低灰度值第一方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第一方向差值 ；通过考虑最低灰度值第二方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第二方向差值 ；从第一方向差值确定第一方向分数 ；从第二方向差值确定第二方向分数 ；将所述分数和阈值相比较 ；并且如果超过了所述阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

[0006] 值得注意的是，图像不一定以被显示而存在，而是还可在计算机等当中生成并且

保持从无需显示即可处理。然而，装置还可具有用于显示图像的屏幕。进而，还值得注意的是，相邻像素不必是指直接地邻近可疑像素的像素，而是他们还可与可疑像素相隔一个或多个居间像素。然而，相邻像素也可以是直接地邻近可疑像素的像素。像素间隔可以基于将要被检测的杂质颗粒的尺寸。

[0007] 在根据本发明的设置中，通过基于具有最低灰度值的相邻像素确定第一和第二方向分数，并且忽略在两个方向上具有最高灰度值的像素（最亮的像素）。这极大地降低了作为检测到产品的边缘或是同类产品中的自由空间（空白）的结果的错误触发的机率，这是由于离开产品的边缘的图像中的像素或是同类产品当中的空间中的像素都通常是那些具有最高灰度值的像素。离开产品边缘的图像中的像素（即在产品外部的图像部分的像素）被认为具有在 8 位位图（灰度值处在从 0 到 255 的范围内）情形下的灰度值 255 或在 16 位位图（灰度值处在从 0 到 65535 的范围内）情形下的灰度 值 65535。

[0008] 优选地，提供了一设备，用于根据最低灰度值第一方向像素的灰度值对第一方向差值进行加权并且根据最低灰度值第二方向像素的灰度值对第二方向差值进行加权，以确定第一和第二方向分数。最优选地，根据如下等式执行所述加权：分数 = 差值 x(1+(((可能的最大灰度值 +1)- 最低灰度值)/(最低灰度值 +1)))。在这个等式中，可能的最大灰度值是图像中的可能的最高灰度值（即，图像中可能的最亮像素的灰度值 - 白色像素）。例如，在 8 位图像中，该值是 255，并且在 16 位图像中，该值是 65535。

[0009] 通过加权最低差值，可以突出同类产品的暗色区域（低灰度值）内的小变化，这实现了对于相关图像的暗色区域内的杂质的检测并且降低了对于图像的较亮区域内的错误触发。因此，这种加权操作突出了较暗的对象，这在大多数杂质趋于引起图像中的暗色点的图像中是十分有利的。

[0010] 优选地，将分数单独地和所述阈值相比较。如果一个分数超过了阈值，或是如果各个分数都超过了阈值，或是如果分数的平均值超过了阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

[0011] 通过对分数取平均，将可疑像素与其在两个方向的相邻像素进行比较，这降低了错误触发。然而，对于平均分数而言并不总是适当的，例如，如果杂质是会在图像中垂直地或水平地对齐的非常薄的金属片（诸如针）。一个方向上的测量将会比另一方向上的测量大很多，因此平均分数会导致对于这样的杂质的灵敏度降低。

[0012] 优选地，如果像素具有低于预定值的灰度值，则将该像素识别为可疑像素。

[0013] 通过基于预定值识别可疑像素，减少了不必与他们相邻像素比较的像素的个数，这提高了装置核对产品是否包含杂质的速度。在公知具有大于预定值的灰度值的像素不会是杂质的情形下，可根据将要被核对的产品或是将要被检测的杂质设定预定值。优选地，选择高的预定值，因为可以提高发现图像的较亮部分中的杂质的机率。对于非常大的图像而言，计算图像中所有的像素会占用 100ms 以上，为了加快计算速度，在实际上可使用 较低的阈值。

[0014] 优选地，第一方向与第二方向正交。

[0015] 优选地，提供了一设备，用于根据用户定义的最大杂质尺寸，设定相邻像素中的每一个与可疑像素之间的距离。更优选地，各相邻像素与可疑像素之间相隔一距离，使得具有最大尺寸的杂质不会横跨可疑像素和一个相邻像素。

[0016] 通过设定可疑像素和各个相邻像素之间的距离以使具有最大尺寸的杂质不会横

跨可疑像素和一个相邻像素，这确保了可以检测出到达用户定义的最大杂质尺寸的杂质，由于杂质会使得可疑像素（代表杂质）相对于相邻像素具有低的灰度值，因此提供了高的差值和高的分数。如果杂质横跨可疑像素和相邻像素，则这两个像素将会具有低的灰度值，但是如果给出低分数，差值将会很低并且会阻碍检测到杂质。

[0017] 为了使装置既能够检测到产品中的大的杂质又能够检测到同一产品中的小的杂质，可以存在多个用户定义的最大杂质尺寸输入，如此对于各个可疑杂质，该装置可选择各个方向上的多对相邻像素，根据多个杂质尺寸将所选的每对间隔不同的距离。对于较小的杂质，相邻像素更靠近可疑像素；对于较大的杂质，相邻像素更远离可疑像素。

[0018] 根据本发明的另一方面，提供了一种 X 射线扫描方法，用于定位产品中的杂质，所述方法包括下列步骤：生成产品的 X 射线图像；对多个像素指派灰度值；识别多个可疑像素；选择在位于可疑像素的相对侧上的第一方向上的两个相邻像素并且确定哪个第一方向像素具有最低的灰度值；选择在位于可疑像素的相对侧上的第二方向上的两个相邻像素并且确定哪个第二方向像素具有最低的灰度值；通过考虑最低灰度值第一方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第一方向差值；通过考虑最低灰度值第二方向像素和可疑像素的灰度值之间的灰度值差，确定第二方向差值；从第一方向差值确定第一方向分数；从第二方向差值确定第二方向分数；将所述分数和阈值相比较；以及如果超过了所述阈值，则将可疑像素识别为代表杂质。

附图说明

[0019] 下面仅通过示例，参考所附的附图来说明本发明的实施方式，其中：

[0020] 图 1 示意性地说明了本发明的 X 射线成像装置；以及

[0021] 图 2 说明了当产品的边缘在检测器阵列之上经过时，可以从本发明的 X 射线检测器阵列获得的灰度值。

具体实施方式

[0022] 参考图 1，示出了根据本发明的 X 射线成像装置。该装置包括：X 射线管 1、用于检测杂质的传感器阵列 2、以及用于处理传感器数据的计算机 3。提供了传送带 4，沿着传送带 4 传送将要被扫描的产品 5。在使用中，对 X 射线管施加高电压，以使其发射 X 射线流，该 X 射线流被聚焦并且被缩减到扇形波束，以便在进入传感器阵列 2 之前经过在传送带上的产品，这在本领域当中是公知的。传感器将 X 射线信号转换为 8 位像素化图像。各像素都具有 0 至 255 范围内的灰度值，其中 0 代表黑色而 255 代表白色。将图像发送到计算机中进行处理。还可具有用于显示图像的屏幕，也可以将其省略。计算机利用如下的算法来处理 8 位图像：

[0023] X = 1to Width(BITMAP)

[0024] Y = 1 to Height(BITMAP)

[0025] Suspect = value(X,Y)

[0026] UpDownMin = Minimum(Up,Down)

[0027] LeftRightMin = Minimum(Left,Right)

[0028] UpDownVal = UpDownMin-Suspect

[0029] LeftRightVal = LeftRightMin-Suspect

[0030] UpDownScore = UpDownVal*(1+(256-UpDownMin)/(UpDownMin+1))

[0031] LeftRightScore=LeftRightVal*(1+(256-LeftRightMin)/(LeftRightMin+1))

[0032] IfUpDownScore > Slope Change then contaminant

[0033] IfLeftRightScore > Slope Change then contaminant

[0034] 下面将会详细说明上述算法的功能：

[0035] 首先，上述算法定义了图像的像素范围（像素的个数）并且对每个像素都指派了灰度值：

[0036] X = 1to Width(BITMAP)

[0037] Y = 1to Height(BITMAP)

[0038] 接下来，该算法识别并且选择图像中可疑的像素，其中可疑的像素具有低于预定灰度值的灰度值：

[0039] Suspect=value(X,Y)

[0040] 虽然在上述实施例中指定了预定的灰度值而限制了与相邻像素比较的图像中像素的个数，从而提高了用于核对产品是否包含杂质的装置的速度，但是在可选实施例中还可省略预定的灰度值，或是将其设定为值 255，从而该算法比较图像中的每个像素与他们相邻的像素。

[0041] 接下来，该算法在垂直（第一）方向上选择一对相邻的像素，其位于可疑像素的相对侧，并且该算法确定哪一个垂直像素具有最低的灰度值，并且在水平（第二）方向上选择一对相邻像素，其位于可疑像素的相对侧，并且该算法确定哪一个水平像素具有最低的灰度值。

[0042] UpDownMin=Minimum(Up,Down)

[0043] LeftRightMin=Minimum(Left,Rjght)

[0044] 根据用户定义的最大杂质的大小，根据将被扫描的对象和可被检测出的可能杂质来定义最大杂质的大小，该算法选择垂直 (UpDown) 方向上的一对相邻像素和水平 (LeftRight) 方向上的一对相邻像素。根据用户定义的最大颗粒的大小，在垂直和水平方向中的每个方向上的相对的相邻像素被彼此隔开，以便最大尺寸的杂质不会横跨 (span) 可疑像素与一个相邻像素。相邻像素通常不是直接邻近可疑像素，尽管当将被检测的杂质非常小时他们也可以是直接邻近可疑像素。

[0045] 虽然在所述的实施例中将第一和第二方向选定为水平和垂直方向，但是还可是其他任意方向并且第一和第二方向不必彼此之间相互正交。例如，他们还可被成对角线地设置。

[0046] 接下来，该算法通过考虑最低灰度值垂直方向像素与可疑的灰度值之间的灰度值差值来确定垂直（第一）方向差值，并且通过考虑最低灰度值水平方向像素与可疑的灰度值之间的灰度值差值来确定水平（第二）方向差值：

[0047] UpDownVal=UpDownMin-Suspect

[0048] LeftRightVal=LeftRightMin-Suspect

[0049] 该算法通过从最低灰度值垂直方向像素中减去可疑的灰度值来确定垂直方向差值，并且通过从最低灰度值水平方向像素中减去可疑的灰度值来确定水平方向差值。

[0050] 接下来，该算法通过基于最低灰度值垂直方向像素的灰度值来加权垂直方向差值以确定垂直（第一）方向的分数（score）。并且通过基于最低灰度值水平方向像素的灰度值来加权水平方向差值以确定水平（第二）方向的分数：

[0051] UpDownScore=UpDownVal*(1+(256-UpDownMin)/(UpDownMin+1))

[0052] LeftRightScore = LeftRightVal*(1+(256-LeftRightMin)/(LeftRightMin+1))

[0053] 该算法通过考虑垂直方向差值并且将其乘以总数（sum）以确定垂直（第一）方向分数。在总数中是从可能的最大灰度值（本实施例中的 255）中减去垂直方向最低灰度值（即最低灰度值垂直方向像素的灰度值）来得到第一数值；使垂直方向最低灰度值加到最小灰度值（0）来得到第二数值；使第一数值除以第二数值来得到第三数值；并且将任意值 1 加到第三数值上。还将任意值 1 加到最大灰度值和最小灰度值（分别是给定值 256 和 1）。增加任意值 1 以避免 0 的积，这将会引入无效值。使用相关水平数值，该算法以相同的方式来确定水平（第二）方向分数。值得注意的是，在图像不是 8 位图像的可选实施例中，总数中的可能的最大灰度值可被合适的数值所替代。例如，在 16 位灰度图像中，可能的最大灰度值是 65535。

[0054] 虽然在本实施例中对第一和第二方向分数进行了加权，但是不必一定这样做，还可通过第一方向差值来确定第一方向分数并且通过第二方向差值来确定第二方向分数，然而，通过加权分数，同类产品的暗色区域中的小变化可以被强调，这实现了相关图像的暗色区域中杂质的检测并且减低了图像的较亮区域中的错误触发。

[0055] 最后，该算法比较垂直（第一）方向分数和阈值，并且比较水平（第二）方向分数和阈值，如果超过了阈值则将可疑像素识别为杂质：

[0056] If UpDownScore ＞ Slope Change then contaminant

[0057] If LeftRightScore ＞ Slope Change then contaminant

[0058] 根据被核对的产品和可能的杂质来设定阈值（斜率变化）。通过使优质（无杂质的）产品经过装置并且分析图像以确定图像中的相邻像素之间的最大差值来设定斜率变化。基于产品处理的一致性使得阈值输入参数偏离该最大差值一个量（即，对于更加严密控制的处理而言偏离一个较小量，而对于变化更大的处理而言偏离一个较大量）。典型的偏移量是在 15 左右。例如，如果产品是像黄油块那样的同类产品，则最大差值可以是值 30，在这种情况下阈值可以被设定为 45。

[0059] 该算法将垂直和水平分数与阈值相比较并且如果垂直分数或是水平分数超过了阈值，即可疑像素从为其选择的相邻像素变化超过了该值，则该算法确定可疑像素代表产品中的杂质。

[0060] 虽然在本实施例中如果垂直或水平分数超过了阈值则将可疑像素识别为代表杂质，但是在可选实施例中算法还可要求上面两个分数都超过阈值。在另一可选实施例中，还可对垂直和水平分数取平均，并使平均分数与阈值相比较，如果平均分数超过了阈值则将可疑像素识别为代表杂质。

[0061] 计算机持续运行上述算法直至已经处理完具有超过预定值的灰度级别的图像中的每个像素（或是在没有设定预定值的情形下，图像中的每个像素）。

[0062] 下面将会参考图 2 说明根据本实施例的一个工作示例，图 2 示出了包含小的杂质（0.9mm 不锈钢片）的黄油块的一部分的原始 13×9 像素图像。已经在图像的左侧（列 1）

上增加了纯的白 (255) 线，以便说明本发明的装置如何避免边缘检测。杂质（图像中的像素 (10,5) 和 (10,6)）已经被突出。

[0063] 关于上述示例中的算法的设定如下：

[0064] 预定灰度值 =255，即将每个像素与它的相邻像素比较，如表 2 所示；

[0065] 斜率变化（阈值）= 35；

[0066] 滤波开始 =2，滤波结束 =2，即用户定义的最大颗粒大小是两个像素，以便相邻像素与可疑像素相隔 2 个像素（在可疑像素和它的各相邻像素之间存在居间像素）；并且

[0067] 开启取平均，即将垂直和水平方向分数的平均值与阈值比较。

[0068] 表 1：

[0069]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	255	86	78	72	73	74	72	72	77	73	76	75	74
2	255	86	78	77	73	74	77	74	73	74	72	74	76
3	255	85	83	78	71	74	71	72	75	72	70	71	71
4	255	87	80	78	72	69	72	71	74	70	73	74	73
5	255	91	80	75	70	74	75	70	66	51	69	74	69
6	255	87	79	76	71	68	68	71	67	57	72	72	71
7	255	84	83	74	68	68	71	66	70	65	70	73	77
8	255	90	88	78	66	66	65	64	71	70	69	71	69
9	255	91	84	81	64	70	67	68	69	69	68	72	72

[0070] 表 1 引入了图 2 中的像素的灰度值。表 1 的行和列代表图 2 中的像素的行和列。可以看出，图 2 中的第一列像素是白色，这代表离开黄油的部分（黄油的边缘），并且相应地，这些像素中的每一个的灰度值是 255，如表 1 所示。图 2 当中的像素 (10,5) 和 (10,6) 代表杂质并且这些杂质具有对应的低灰度值 51 和 57，这也在表 1 中示出。

[0071] 表 2：

[0072]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-287	-25	0	13	-4	-3	0	2	-11	-3	-13	-10	-1
2	-287	-12	-5	-3	5	-8	-15	-4	0	-6	3	0	-11
3	-262	-9	-29	-16	-1	-3	2	-3	-25	-53	0	7	-4
4	-277	-15	-16	-19	-1	2	-6	-3	-16	-26	-1	-10	-3
5	-277	-37	-13	-2	5	-17	-23	-54	13	62	-3	-61	4
6	-282	-17	-12	-11	-14	2	-7	-44	9	49	-14	-34	-1
7	-262	-6	-32	-8	-2	0	-12	2	-7	-32	-3	-16	-26
8	-240	-23	-56	-25	7	0	8	16	-18	-40	5	0	4
9	-258	-25	-40	-31	13	-6	1	-1	-1	-9	5	-3	1

[0073] *[0073]* 利用包括阈值 35 的上述设定，表 2 引入了通过利用算法处理图 2 中的各像素获得的分数。正如从表 2 的分数中可以看出，代表边缘的第一列中的像素不会引起错误触发，这是由于邻近第一列的像素的分数都处在阈值 35 之下，而已经检测到杂质，这是由于代表杂质的像素 (10,5) 和 (10,6) 的分数都是超过阈值 35 的仅有的分数。

[0074] 为了更清楚地说明相对于代表杂质的图 2 中的像素 (10,5)（如表 1 所示）如何获得这些分数，下面示出了算法：

[0075] UpDownMin = Minimum(72,65) = 65

[0076] LeftRightMin = Minimum(70,74) = 70

[0077] UpDownVal = UpDownMin-Suspect = 65-51 = 14

[0078] LeftRightVal=LeftRightMin-Suspect = 70-51=19

[0079] UpDownScore = 14*(1+(256-65)/(65+1)) = 55

[0080] LeftRightScore=19*(1+(256-70)/(70+1)) = 69

[0081] Ave = (55+69)/2 = 62

[0082] 62 > 35 因此是杂质

[0083] 在这个示例中，如图 2 所示，杂质在垂直方向上具有两个像素高并且横跨像素 (10,5) 和 (10,6)。当考虑像素 (10,5) 时，由于将最大颗粒大小设定为两个像素，因此不会将直接邻近它的像素，即像素 (10,4) 和 (10,6) 选为相邻像素。如果可以选择他们，则将会比较具有最低灰度值（由于杂质横跨这个像素）的像素 (10,6) 和像素 (10,5)，这将会引起低差值和由此得到的分数并且会妨碍对垂直方向上杂质的检测。然而，由于将像素 (10,3) 和 (10,7) 选为相邻像素，凭借用户定义的最大颗粒设定，杂质不会横跨这些颗粒，存在大差值并且在垂直方向检测出杂质。

[0084] 如上述示例所说明的，本发明提供了一种 X 射线成像装置，其可以有效地定位物品中的杂质，同时避免作为边缘检测结果或类似情况的错误触发。

[0085] 虽然实施例和示例考虑了具有从 0 到 255 的灰度值的 8 位灰度图像，上述算法还可应用到任意其他的可选灰度图像，例如具有从 0 到 65535 的灰度值的 16 位灰度图像。进而，通过将红色、绿色和蓝色分量都视为独立的 8 位位图，可将上述算法扩展到 24 位彩色图像。

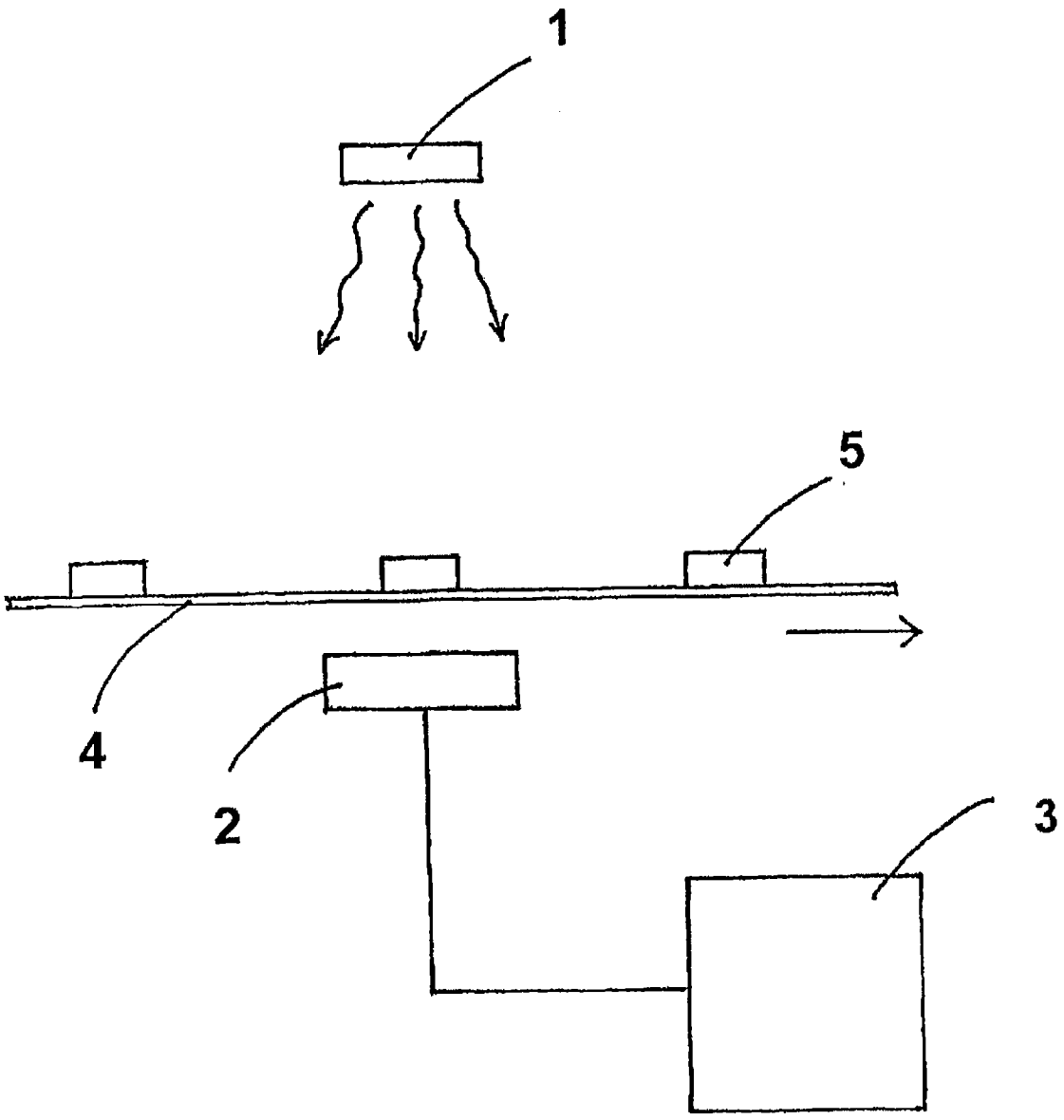


图 1

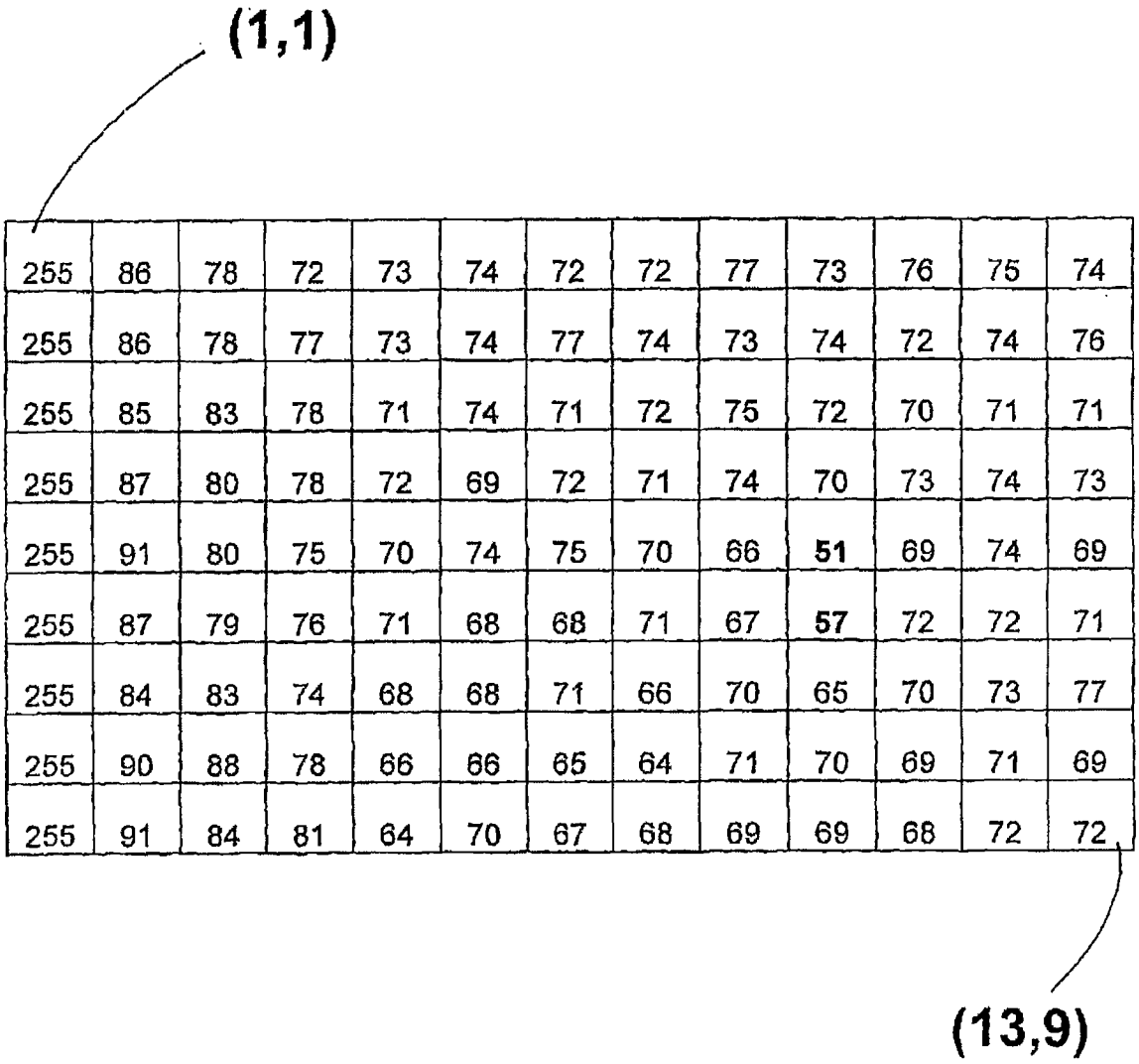

(1,1)
255 86 78 72 73 74 72 72 77 73 76 75 74
255 86 78 77 73 74 77 74 73 74 72 74 76
255 85 83 78 71 74 71 72 75 72 70 71 71
255 87 80 78 72 69 72 71 74 70 73 74 73
255 91 80 75 70 74 75 70 66 51 69 74 69
255 87 79 76 71 68 68 71 67 57 72 72 71
255 84 83 74 68 68 71 66 70 65 70 73 77
255 90 88 78 66 66 65 64 71 70 69 71 69
255 91 84 81 64 70 67 68 69 69 68 72 72
(13,9)

图 2