



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113096205 A

(43) 申请公布日 2021.07.09

(21) 申请号 202110254737.6

(22) 申请日 2021.03.09

(71) 申请人 中国科学院空天信息创新研究院
地址 100190 北京市海淀区北四环西路19号

(72) 发明人 常慧 樊仲维 葛文琦 韩哲
袁洪

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心
11120
代理人 刘西云 李微微

(51) Int. Cl.
G06T 11/00 (2006.01)
G06T 5/00 (2006.01)
G02B 27/09 (2006.01)

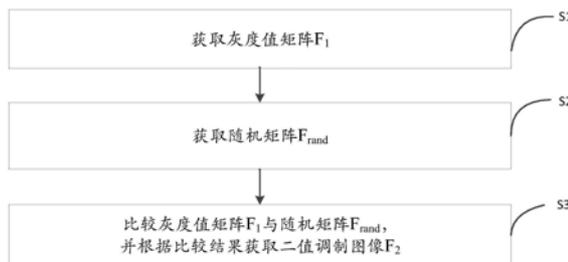
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法

(57) 摘要

本发明提供一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,生成的二值调制图像亮暗像素点随机分布且满足调制要求的空间分布比例,不带有过多细节,没有周期性明暗分布,不能对输入光斑产生明显的衍射作用,整形后输出光斑中没有明显衍射场强度分布,提升整形质量;同时,亮暗像素的随机分布对输入光斑具有局部匀光作用,可使输出光斑的光强分布更加均匀;最后,本发明所提供的技术同样适用于传统的利用液晶阵列、照相胶片、干版等可呈现灰度图的显示设备及材料作为显像介质对光斑进行振幅调制整形的系统。



1. 一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 假设调制图像包含 $M \times N$ 个像素,按照设定整形要求确定调制图像上各像素点的灰度值,得到大小为 $M \times N$ 的灰度值矩阵 F_1 ;

S2: 随机生成一个大小为 $M \times N$ 的随机矩阵 F_{rand} ,其中,随机矩阵 F_{rand} 的每一个元素均为 $0 \sim 255$ 之间的常数;

S3: 分别比较灰度值矩阵 F_1 与随机矩阵 F_{rand} 相同位置上的元素值大小,并根据比较结果获取二值调制图像 F_2 ,其中,若 $F_1(i, j) \geq F_{rand}(i, j)$,则 $F_2(i, j) = 255$;若 $F_1(i, j) < F_{rand}(i, j)$,则 $F_2(i, j) = 0$,其中, $F_1(i, j)$ 为灰度值矩阵 F_1 第 i 行第 j 列的灰度值, $F_{rand}(i, j)$ 为随机矩阵 F_{rand} 第 i 行第 j 列的元素值, $F_2(i, j)$ 为二值调制图像 F_2 第 i 行第 j 列的灰度值,且 $i = 1, 2, \dots, M, j = 1, 2, \dots, N$ 。

2. 如权利要求1所述的一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,其特征在于,所述 $M = 400, N = 400$ 。

3. 如权利要求1所述的一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,其特征在于,所述灰度值矩阵 F_1 通过MATLAB按照设定整形要求计算得到。

4. 如权利要求1所述的一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,其特征在于,待整形的光斑为高斯光斑,且所述整形要求为将高斯光斑的光强自中心向边缘从强到弱进行衰减。

5. 如权利要求4所述的一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,其特征在于,所述灰度值矩阵 F_1 的灰度值分布 $F_1 = 0.5/A$,其中, A 表示高斯分布。

一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法

技术领域

[0001] 本发明属于光斑整形领域,尤其涉及一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法。

背景技术

[0002] 光斑整形是一种光学领域常用的技术,用于将光斑的原始振幅分布转换为需要的振幅分布。目前,实现光斑整形的技术有很多种,例如利用数字微镜阵列(DMD)对光斑进行振幅调制从而实现整形,然而利用数字微镜阵列、液晶阵列等显示设备及照相胶片、干版等显像材料呈现灰度图来调制原始光斑空间振幅分布的方式具有很强的自主性,理论上可以实现任意振幅分布光斑的整形。而数字微镜阵列、液晶阵列等显示设备可以动态显示调制图像,所以利用数字微镜阵列、液晶阵列并添加反馈还可实现光斑的实时动态整形。

[0003] 上述调制技术的典型系统如下图所示,上图为透射式系统,主要应用于透射式显示器件(例如透射式液晶空间光调制器)或者显像材料(例如照相胶片)作为调制图像显示介质的情况。下图为反射式系统,主要应用于反射式空间光振幅调制器件(例如硅上液晶器件LCoS、数字微镜阵列DMD)作为调制图像显示介质的情况,输入光斑经过准直系统、扩束系统后变为尺寸与调制图像尺寸相匹配的准平行光,之后投射到显示介质呈现的调制图像上,调制图像对光斑进行空间振幅调制,最终实现对输入光斑的整形。

[0004] 上述调制图像分为两种:灰度图像和二值图像,以灰度级0-255为例,灰度图像每个像素点可呈现0-255共256个灰度级,而二值图像只有0和255两个灰度级,当利用图像对输入光斑进行调制时,不同的灰度级对光的衰减不同,灰度值越高说明此像素点对投射其上的光衰减越小,则经此像素点调制后输出的光强则越强,灰度值越低说明此像素点对投射其上的光衰减越大,则经此像素点调制后输出的光强则越弱,而DMD是通过时序脉冲式地转动微镜,使投射到显像方向地光通量形成时间积分上的差异从而呈现出灰度的效果,即当灰度值为0时,微镜的方向处于完全关闭状态,光无法投射到显像方向,当灰度值为255时,微镜的方向处于完全开启状态,光全部投射到显像方向,而当灰度介于0和255之间时,微镜的方向则不断地在关闭和开启之间转换,并通过控制开启时间占比来控制投射到显像方向的光通量从而呈现出需要的灰度。如上所述,灰度图像在应用于使用液晶阵列、照相底片等无机械振动的设备及材料作为显像介质进行光斑整形时更具优势,而对于使用DMD设备作为显像介质时,因为其呈现灰度值需要时序转动微镜方向,而这一过程存在机械转动,会使整形过程产生杂散光,同时会影响输入光斑的光束质量,而二值图像只有0和255两个灰度级,分别对应于DMD微镜的完全关闭和完全开启状态,所以用DMD呈现二值图像时不存在微镜的机械转动,不会引入杂散光,不影响光斑的光束质量,整形质量更好。

[0005] 如上所述,原始光斑经准直扩束后投射到调制图像显示介质,调制图像显示介质上呈现的调制图像对光斑进行调制,从而改变光斑的光强空间分布进而实现对输入光斑的整形。显示介质呈现的调制图像为所述技术的核心部分,直接影响光斑整形的质量。因为二值图像只有0和255两个灰度级,只能通过0和255两个灰度值的空间分布比例来调制入射光

斑的空间强度分布,常见的二值调制图像通常为使用Floyd-Stenberg方法、Hauck方法、Barnard方法等误差扩散算法将灰度图像转化而成的二值图像,因为上述误差算法最初是应用于图像处理的,所以转化而成的二值图像保留了很多原灰度图像的细节,同时会使生成的二值图像带有周期性明暗分布,当这类二值图像用于光斑调制时这些细节和明暗分布往往会对光形成衍射,使调制后的输出光斑带有衍射场分布,降低整形质量。

[0006] 图3所示为使用Floyd-Stenberg方法将图2所示灰度图像转化而成的二值图像,明显可见其保留了原始灰度图像的太多细节且明暗分布周期性太强,这会使输出光斑带有明显的衍射场强度分布。

发明内容

[0007] 为解决上述问题,本发明提供一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,生成的二值图像不包含过多细节,不会使整形后光斑带有衍射斑,同时可使整形后的光斑强度分布更加均匀,提升整形质量。

[0008] 一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,包括以下步骤:

[0009] S1:假设调制图像包含 $M \times N$ 个像素,按照设定整形要求确定调制图像上各像素点的灰度值,得到大小为 $M \times N$ 的灰度值矩阵 F_1 ;

[0010] S2:随机生成一个大小为 $M \times N$ 的随机矩阵 F_{rand} ,其中,随机矩阵 F_{rand} 的每一个元素均为 $0 \sim 255$ 之间的常数;

[0011] S3:分别比较灰度值矩阵 F_1 与随机矩阵 F_{rand} 相同位置上的元素值大小,并根据比较结果获取二值调制图像 F_2 ,其中,若 $F_1(i, j) \geq F_{rand}(i, j)$,则 $F_2(i, j) = 255$;若 $F_1(i, j) < F_{rand}(i, j)$,则 $F_2(i, j) = 0$,其中, $F_1(i, j)$ 为灰度值矩阵 F_1 第 i 行第 j 列的灰度值, $F_{rand}(i, j)$ 为随机矩阵 F_{rand} 第 i 行第 j 列的元素值, $F_2(i, j)$ 为二值调制图像 F_2 第 i 行第 j 列的灰度值,且 $i = 1, 2, \dots, M, j = 1, 2, \dots, N$ 。

[0012] 进一步地,所述 $M = 400, N = 400$ 。

[0013] 进一步地,所述灰度值矩阵 F_1 通过MATLAB按照设定整形要求计算得到。

[0014] 进一步地,待整形的光斑为高斯光斑,且所述整形要求为将高斯光斑的光强自中心向边缘从强到弱进行衰减。

[0015] 进一步地,所述灰度值矩阵 F_1 的灰度值分布 $F_1 = 0.5/A$,其中, A 表示高斯分布。

[0016] 有益效果:

[0017] 本发明提供一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法,生成的二值调制图像亮暗像素点随机分布且满足调制要求的空间分布比例,不带有过多细节,没有周期性明暗分布,不能对输入光斑产生明显的衍射作用,整形后输出光斑中没有明显衍射场强度分布,提升整形质量;同时,亮暗像素的随机分布对输入光斑具有局部匀光作用,可使输出光斑的光强分布更加均匀;最后,本发明所提供的技术同样适用于传统的利用液晶阵列、照相胶片、干版等可呈现灰度图的显示设备及材料作为显像介质对光斑进行振幅调制整形的系统。

附图说明

[0018] 图1为光斑振幅调制整形系统的结构示意图;

[0019] 图2为灰度调制图像;

- [0020] 图3为使用Floyd-Stenberg方法将图2所示的灰度图像转化而成的二值图像的示意图；
- [0021] 图4为本发明提供的一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法的流程图；
- [0022] 图5为采用本发明方法将图2所示的灰度图像转化而成的二值图像的示意图；
- [0023] 图6为高斯光斑光强分布；
- [0024] 图7为灰度值矩阵 $F_1=0.5/A$ 时对应的灰度图像示意图；
- [0025] 图8为本发明随机矩阵对应的随机分布灰度图像的示意图。

具体实施方式

[0026] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0027] 实施例一

[0028] 如图4所示，一种应用于光斑整形的二值图像的生成方法，包括以下步骤：

[0029] S1：假设调制图像包含 $M \times N$ 个像素，按照设定整形要求确定调制图像上各像素点的灰度值，得到大小为 $M \times N$ 的灰度值矩阵 F_1 ；

[0030] S2：随机生成一个大小为 $M \times N$ 的随机矩阵 F_{rand} ，其中，随机矩阵 F_{rand} 的每一个元素均为 $0 \sim 255$ 之间的常数；

[0031] S3：分别比较灰度值矩阵 F_1 与随机矩阵 F_{rand} 相同位置上的元素值大小，并根据比较结果获取二值调制图像 F_2 ，其中，若 $F_1(i, j) \geq F_{\text{rand}}(i, j)$ ，则 $F_2(i, j) = 255$ ；若 $F_1(i, j) < F_{\text{rand}}(i, j)$ ，则 $F_2(i, j) = 0$ ，其中， $F_1(i, j)$ 为灰度值矩阵 F_1 第 i 行第 j 列的灰度值， $F_{\text{rand}}(i, j)$ 为随机矩阵 F_{rand} 第 i 行第 j 列的元素值， $F_2(i, j)$ 为二值调制图像 F_2 第 i 行第 j 列的灰度值，且 $i = 1, 2, \dots, M, j = 1, 2, \dots, N$ 。

[0032] 也就是说，本发明提出的二值调制图像生成方法是在保证亮暗像素点空间分布比例符合调制要求的前提下实现亮暗像素的随机分布，其整体生成步骤为：第一步按照整形要求确定每个像素点的灰度值生成一幅灰度图像，假设调制图像包含 $M \times N$ 个像素，此处以一个 $M \times N$ 矩阵 F_1 表示此步骤生成图像所有像素点的灰度值分布，同时生成一幅 $M \times N$ 大小且每个像素点灰度在 $0 \sim 255$ 之间随机取值的图像。第二步对第一步生成的两幅图像的像素点灰度值逐个进行比较，同时生成一幅新的图像 $M \times N$ 大小的图像 F_2 ，此处分别用 i 和 j 表示像素点在整幅图像中的所在行位置和所在列位置，如果 $F_1(i, j) \geq F_{\text{rand}}(i, j)$ 则令 $F_2(i, j) = 255$ ，否则令 $F_2(i, j) = 0$ ， F_2 即为最终生成的二值调制图像，利用本发明提出的方法将图2所示灰度图像转化而成的二值图像如图5所示，可见其不包过多细节且没有周期性明暗分布。

[0033] 由此可见，本发明生成的二值图像亮暗像素点随机分布且满足调制要求的空间分布比例，不带有过多细节，没有周期性明暗分布，不能对输入光斑产生明显的衍射作用，整形后输出光斑中没有明显衍射场强度分布，提升整形质量。除此之外，亮暗像素的随机分布对输入光斑具有局部匀光作用，可使输出光斑的光强分布更加均匀。

[0034] 实施例二

[0035] 下面以削减高斯光斑中心强度使其光斑更为平整的光斑整形实例来说明本发明提供的算法：

[0036] 高斯光斑的强度分布如图6所示自中心向边缘逐渐减弱，为使其中心光强更为平

整,需调制其振幅空间分布将其光强进行自中心向边缘从强到弱的衰减,从而实现整形的目的。

[0037] 假设调制图像像素点个数为 400×400 ,则用一个 400×400 的矩阵 F_1 表示输入高斯光斑光强空间分布,第一步取调制图像的灰度值分布为 $F_1 = 0.5/A$,其中A表示高斯分布,则得到的图像如图7所示,同时生成一幅 400×400 大小且每个像素灰度值在0-255之间随机取值的灰度图像 F_{rand} ,如图8所示。

[0038] 第二步,对第一步生成的两幅图像的像素点灰度值逐个进行比较,同时生成一幅新的图像 400×400 大小的图像 F_2 ,如果 $F_1(i, j) \geq F_{rand}(i, j)$ 则令 $F_2(i, j) = 255$,否则令 $F_2(i, j) = 0$, F_2 即为最终生成的二值调制图像,如图5所示,至此利用本发明提出的算法生成调制图像完成。

[0039] 最后利用图1所示系统由最终调制图像对输入高斯光斑进行调制即可得到整形后中心光强平整的光斑。

[0040] 由此可见,本发明所提算法生成的二值图像不包含过多细节,不会使整形后光斑带有衍射斑,同时可使整形后的光斑强度分布更加均匀,提升整形质量。

[0041] 当然,本发明还可有其他多种实施例,在不背离本发明精神及其实质的情况下,熟悉本领域的技术人员当然可根据本发明作出各种相应的改变和变形,但这些相应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

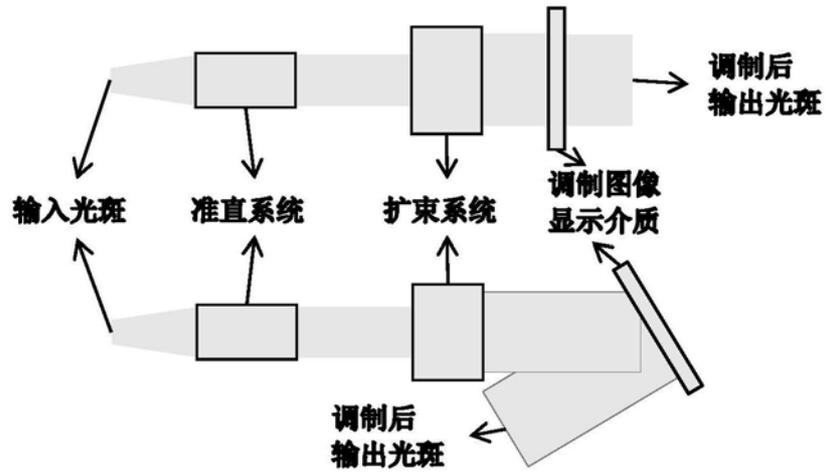


图1

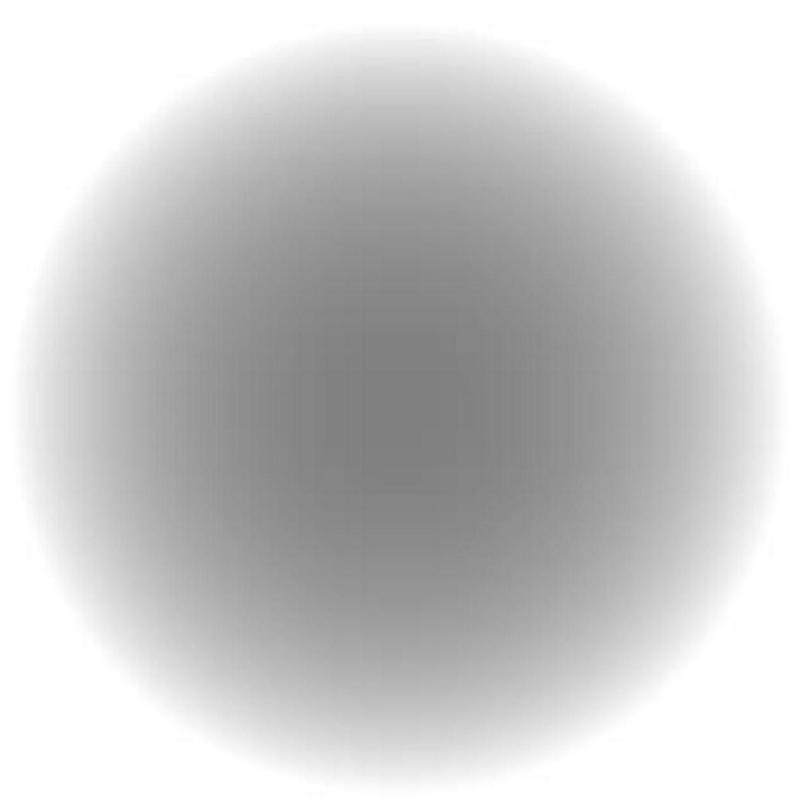


图2

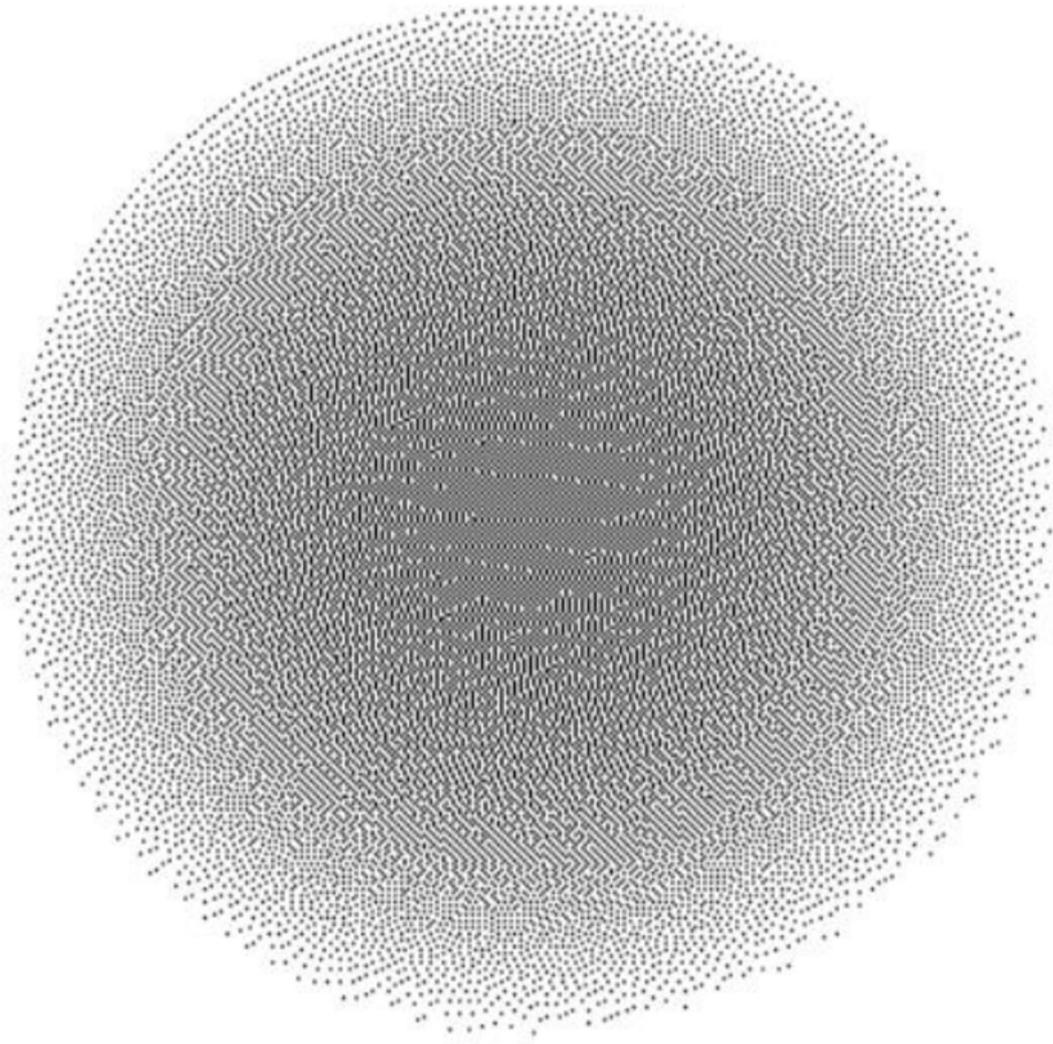


图3

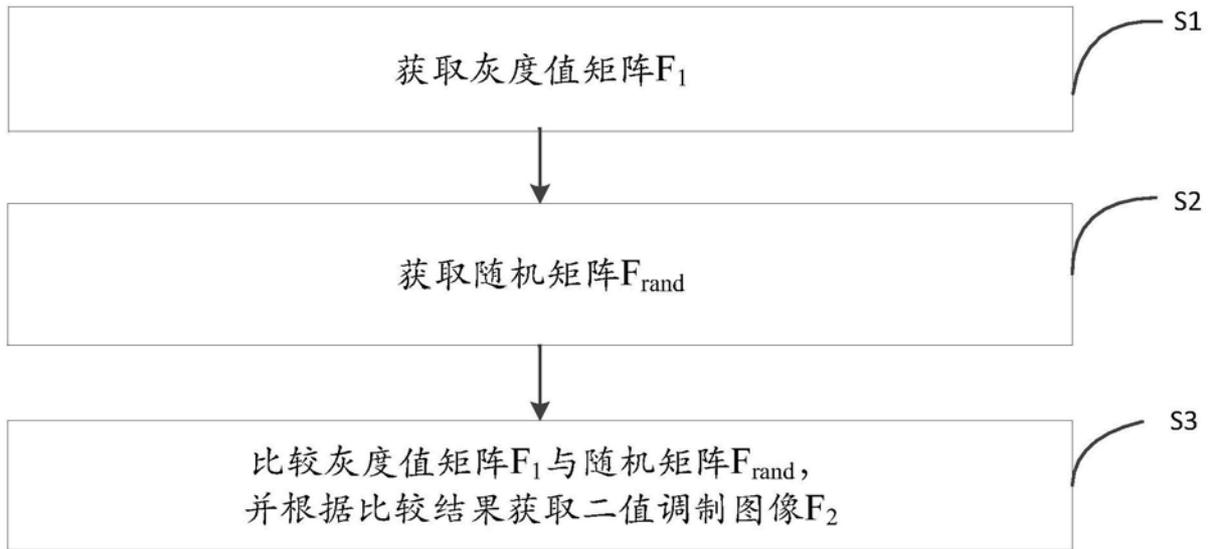


图4

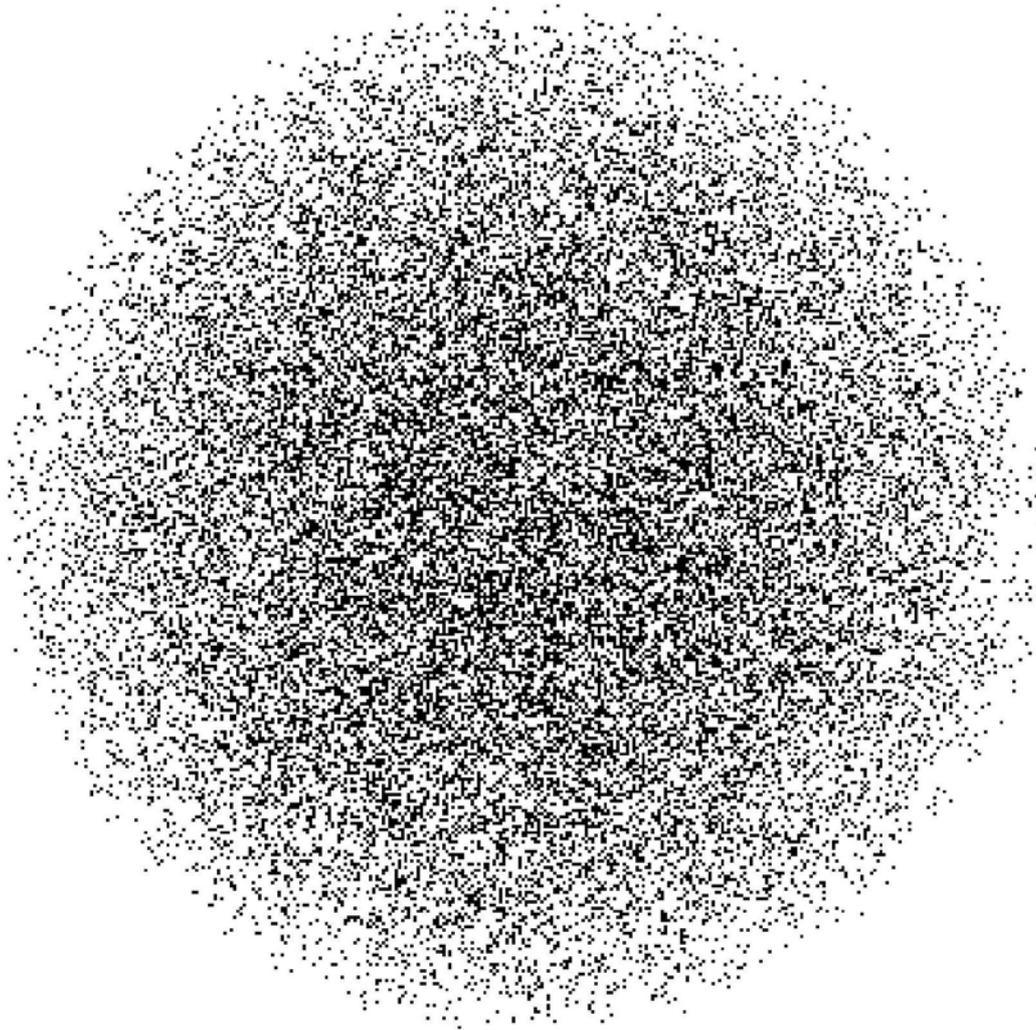


图5

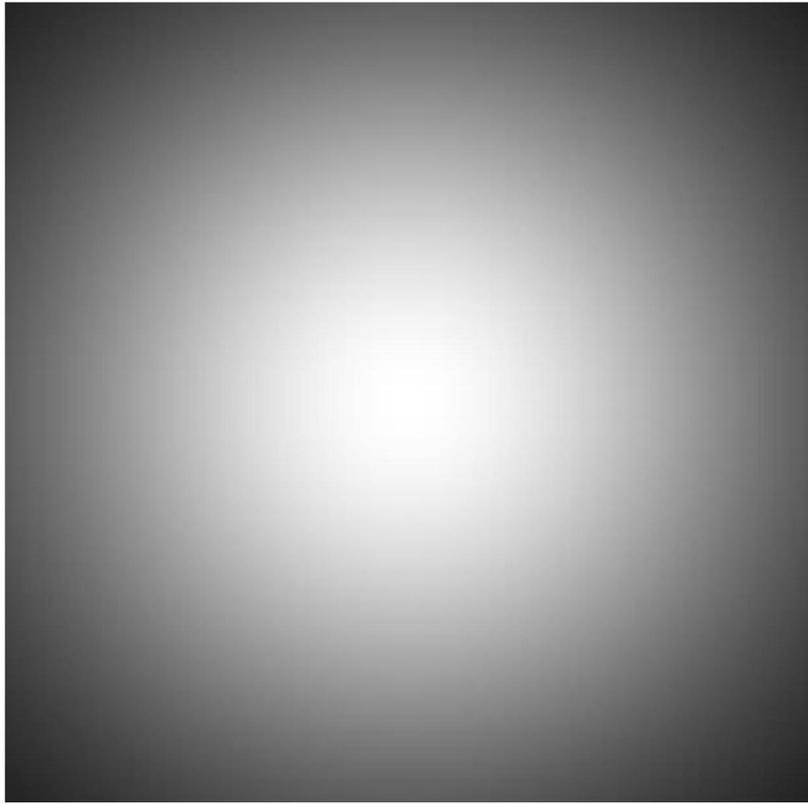


图6

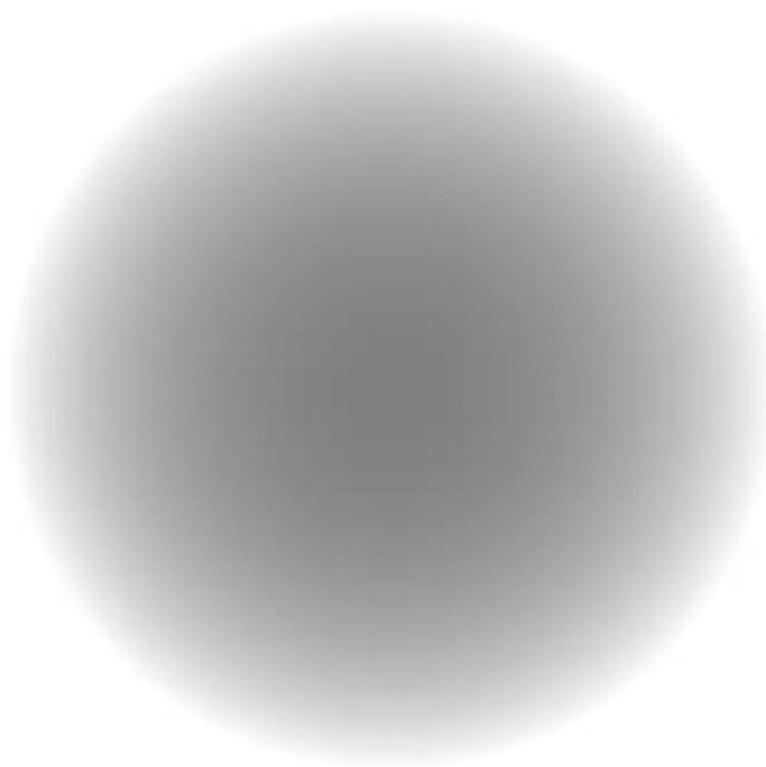


图7

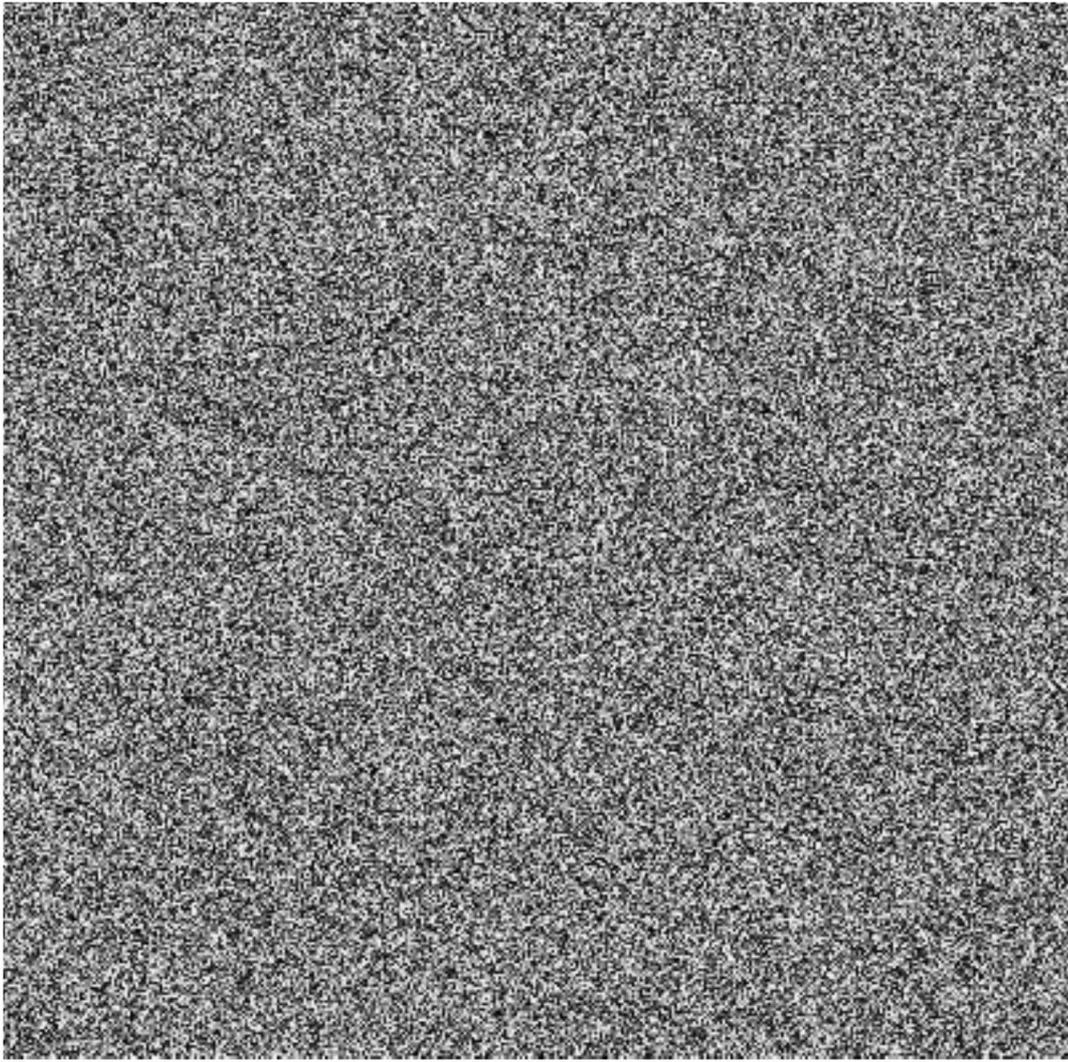


图8