



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104616259 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201510057999. 8

(22) 申请日 2015. 02. 04

(71) 申请人 西安理工大学

地址 710048 陕西省西安市金花南路 5 号

(72) 发明人 张二虎 李敬 朱仁兵 张卓敏

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 李娜

(51) Int. Cl.

G06T 5/00(2006. 01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法

(57) 摘要

本发明公开了一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法,首先采集灰阶条图像,采用非局部均值方法对其使用不同的去噪强度参数去噪,得到不同亮度下的最佳的去噪强度参数;再使用线性插值的方法,计算其它亮度所对应的最佳去噪强度参数;最后采用不同亮度下对应的最佳去噪强度参数在对数域对图像去噪,将对数域去噪后的图像进行指数变换得到最终去噪后的图像。本发明克服了现有方法中去噪强度参数固定的缺点,提高了图像的去噪效果;同时在对数域处理有助于增大暗区域像素亮度的差异,减小亮区域的差异,更有利于提高图像的去噪效果。



1. 一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法,其特征在于,具体包括以下步骤:

步骤 1:采集灰阶条图像,将其输入计算机,将灰阶条图像记为  $z(i)$ ,其中  $i$  表示像素点,  $z$  表示该像素点的亮度值,将灰阶条不同的亮度区域记为  $X_m$ ;

步骤 2:获取不同亮度下的最佳去噪强度参数;

2.1,使用非局部均值方法在不同去噪强度参数下对灰阶条图像  $z(i)$  进行去噪,以获取不同亮度  $Y_m$ 对应的最佳去噪强度参数  $g_m$ ,记为  $(g_m, Y_m)$ ,  $Y_m$ 为亮度区域  $X_m$ 的亮度平均值;

2.2,采用线性差值法获取不同于亮度  $Y_m$ 的亮度  $P_n$ 对应的最佳去噪强度参数  $q_n$ ;

步骤 3:根据步骤 2 得到的不同亮度对应的最佳去噪参数对待去噪图像进行不同亮度下的噪声强度自适应去噪。

2. 根据权利要求 1 所述的一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法,其特征在于,所述步骤 2.1 的具体过程为:

2.1.1,采用去噪公式对灰阶条图像  $z(i)$  去噪:

将去噪强度参数  $h$  从 1 开始,从小到大依次改变取值,对灰阶条图像  $z(i)$  的进行去噪,得到一系列去噪后的图像,其中,去噪强度参数  $h$  的取值为: $h_1 = 1, h_i = 10(i-1), 2 \leq i \leq 101, i$  为整数,  $h_i$ 代表第  $i$  个去噪强度参数的值,去噪公式如下:

$$NLM(i) = \sum \omega(i, j)z(j)$$

$$\omega(i, j) = \frac{1}{C(i)} \exp\left(-\frac{\|z(N_i) - z(N_j)\|_2^2}{h^2}\right)$$

$$C(i) = \sum_j \exp\left(-\frac{\|z(N_i) - z(N_j)\|_2^2}{h^2}\right) ;$$

其中,  $NLM(i)$  为将灰阶图像  $z(i)$  使用非局部均值方法去噪后的图像,  $\omega(i, j)$  表示像素  $i$  与  $j$  之间的权重,并满足  $0 \leq \omega(i, j) \leq 1$  且  $\sum_j \omega(i, j) = 1$ ,  $j$  为以  $i$  为中心的  $21 \times 21$  区域的像素; $C(i)$  为归一化因子,  $N_i$ 表示以像素  $i$  为中心的  $7 \times 7$  的图像块,  $N_j$ 表示以像素  $j$  为中心的  $7 \times 7$  的图像块;

2.1.2,计算灰阶条图像  $z(i)$  每个亮度区域  $X_m$ 采用不同的去噪强度参数  $h_i$ 去噪后得到的一系列图像的峰值信噪比 PSNR,选取每个亮度区域  $X_m$ 去噪后得到的一系列图像中峰值信噪比 PSNR 最大的图像所对应的去噪强度参数  $h_i$ 作为相应亮度区域  $X_m$ 的最佳去噪强度参数,记为  $g_m$ ,并计算每个亮度区域  $X_m$ 的亮度平均值  $Y_m$ ,将各亮度区域  $X_m$ 下的最佳去噪强度参数和亮度平均值表示为  $(g_m, Y_m)$ ;

峰值信噪比 PSNR 的计算公式为:

$$PSNR = 10 \log \left( \frac{255^2}{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (NLM(i) - z(i))^2} \right) ;$$

其中,  $M$  表示亮度区域  $X_m$ 的像素总数;

各亮度区域的亮度平均值  $Y_m$  计算公式为：

$$Y_m = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M z(i)。$$

3. 根据权利要求 1 所述的一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法,其特征在在于,所述步骤 2.2 的具体过程为：

如果亮度  $P_n$  不在  $(g_m, Y_m)$  之中,则从  $(g_m, Y_m)$  之中寻找与其数值最相近的相邻两个亮度平均值,分别记为  $Y_j$  和  $Y_{j+1}$ ,其中  $Y_j$  小于  $P_n$ ,  $Y_{j+1}$  大于  $P_n$ ,  $Y_j$  和  $Y_{j+1}$  在  $(g_m, Y_m)$  中对应的去噪强度参数分别为  $g_j$  和  $g_{j+1}$ ,则亮度  $P_n$  对应的最佳去噪强度参数  $q_n$  通过线性插值公式计算求得,线性插值公式为：

$$q_n = \frac{|P_n - Y_j|}{|Y_{j+1} - Y_j|} \times g_j + \frac{|Y_{j+1} - P_n|}{|Y_{j+1} - Y_j|} \times g_{j+1}。$$

4. 根据权利要求 1 所述的一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法,其特征在在于,所述步骤 3 的具体过程为：

3.1, 将待去噪的图像表示为  $g(x, y)$ , 对其进行自然对数变换, 变换结果为  $g_1(x, y) = \ln g(x, y)$ ；

3.2, 在对数域对  $g_1(x, y)$  采用非局部均值方法进行去噪, 具体为：

对  $g_1(x, y)$  的每一像素点  $(x, y)$ , 采用其原始图像  $g(x, y)$  亮度值对应的最佳的去噪强度参数  $h$ , 根据去噪公式对  $g_1(x, y)$  去噪, 得到去噪后的图像, 记为  $g_2(x, y)$ ；

3.3, 对  $g_2(x, y)$  进行指数变换, 得到最终去噪后的图像  $h(x, y)$ , 结果为  $h(x, y) = \exp(g_2(x, y))$ 。

## 一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于数字图像处理技术领域,涉及一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法。

### 背景技术

[0002] 数字图像在获取的过程中,不可避免的会受到各种噪声信号的干扰,使得图像质量退化,从而影响后期的图像特征提取、目标分割以及目标识别,因此图像去噪具有重要的实际应用价值。

[0003] 图像去噪方法可以分为基于空域的方法和基于变换域的方法两大类。基于空域的方法有基于单个像素灰度相似性的双边滤波、高斯滤波等方法,基于变换域的方法如各种基于小波变换的图像去噪方法等。传统的空域去噪方法是基于单个像素信息进行处理,不能很好地保留弱边缘和纹理细节,而由 Buades 提出的非局部均值去噪方法则是利用局部图像块的信息,能够较好表达图像的结构信息,故其性能优于其它经典的去噪算法,如双边滤波、PDE、基于小波的方法等。

[0004] 由于非局部均值方法具有算法简洁、性能优越、易于改进与扩展的特点,是目前实际应用中的一种主流方法。但该方法在实际应用时,对整幅图像采用相同的去噪强度参数,造成图像中不同亮度区域的去噪效果不够理想。本发明旨在根据图像不同亮度区域噪声强度分布不一致的特征,通过测试灰度条上不同亮度下的去噪效果,选择不同强度的去噪参数,能够更好的适应噪声分布不均匀的情况,因而可以获得更好的图像去噪效果。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法,以解决现有的非局部均值去噪方法采用相同的去噪强度参数造成的图像去噪效果不理想的技术问题。

[0006] 本发明采用的技术方案为,一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法,具体包括以下方法步骤:

[0007] 步骤1:采集灰阶条图像,将其输入计算机,将灰阶条图像记为  $z(i)$ ,其中  $i$  表示像素点,  $z$  表示该像素点的亮度值,将灰阶条不同的亮度区域记为  $X_m$ ;

[0008] 步骤2:获取不同亮度下的最佳去噪强度参数;

[0009] 2.1,使用非局部均值方法在不同去噪强度参数下对灰阶条图像  $z(i)$  进行去噪,以获取不同亮度  $Y_m$  对应的最佳去噪强度参数  $g_m$ ,记为  $(g_m, Y_m)$ ,  $Y_m$  为亮度区域  $X_m$  的亮度平均值;

[0010] 2.2,采用线性差值法获取不同于亮度  $Y_m$  的亮度  $P_n$  对应的最佳去噪强度参数  $q_n$ ;

[0011] 步骤3:根据步骤2得到的不同亮度对应的最佳去噪参数对待去噪图像进行不同亮度下的噪声强度自适应去噪。

[0012] 本发明的特点还在于,

[0013] 步骤 2.1 的具体过程为：

[0014] 2.1.1, 采用去噪公式对灰阶条图像  $z(i)$  去噪：

[0015] 将去噪强度参数  $h$  从 1 开始, 从小到大依次改变取值, 对灰阶条图像  $z(i)$  的进行去噪, 得到一系列去噪后的图像, 其中, 去噪强度参数  $h$  的取值为:  $h_1 = 1, h_i = 10(i-1), 2 \leq i \leq 101, i$  为整数,  $h_i$  代表第  $i$  个去噪强度参数, 去噪公式如下：

[0016]  $NLM(i) = \sum \omega(i, j)z(j)$

$$[0017] \quad \omega(i, j) = \frac{1}{C(i)} \exp\left(-\frac{\|z(N_i) - z(N_j)\|_2^2}{h^2}\right)$$

$$[0018] \quad C(i) = \sum_j \exp\left(-\frac{\|z(N_i) - z(N_j)\|_2^2}{h^2}\right) ;$$

[0019] 其中,  $NLM(i)$  为将灰阶图像  $z(i)$  使用非局部均值方法去噪后的图像,  $\omega(i, j)$  表示像素  $i$  与  $j$  之间的权重, 并满足  $0 \leq \omega(i, j) \leq 1$  且  $\sum_j \omega(i, j) = 1$ ,  $j$  为以  $i$  为中心的  $21 \times 21$  区域的像素;  $C(i)$  为归一化因子,  $N_i$  表示以像素  $i$  为中心的  $7 \times 7$  的图像块,  $N_j$  表示以像素  $j$  为中心的  $7 \times 7$  的图像块；

[0020] 步骤 2.1.2, 计算灰阶条图像  $z(i)$  每个亮度区域  $X_m$  采用不同的去噪强度参数  $h_i$  去噪后得到的一系列图像的峰值信噪比 PSNR, 选取每个亮度区域  $X_m$  去噪后得到的一系列图像中峰值信噪比 PSNR 最大的图像所对应的去噪强度参数  $h_i$  作为相应亮度区域  $X_m$  的最佳去噪强度参数, 记为  $g_m$ , 并计算每个亮度区域  $X_m$  的亮度平均值  $Y_m$ , 将各亮度区域  $X_m$  下的最佳去噪强度参数和亮度平均值表示为  $(g_m, Y_m)$ ；

[0021] 峰值信噪比 PSNR 的计算公式为：

$$[0022] \quad PSNR = 10 \log \left( \frac{255^2}{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (NLM(i) - z(i))^2} \right) ;$$

[0023] 其中,  $M$  表示亮度区域  $X_m$  的像素总数；

[0024] 各亮度区域的亮度平均值  $Y_m$  计算公式为：

$$[0025] \quad Y_m = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M z(i)。$$

[0026] 步骤 2.2 的具体过程为：

[0027] 如果亮度  $P_n$  不在  $(g_m, Y_m)$  之中, 则从  $(g_m, Y_m)$  之中寻找与其数值最相近的相邻两个亮度平均值, 分别记为  $Y_j$  和  $Y_{j+1}$ , 其中  $Y_j$  小于  $P_n$ ,  $Y_{j+1}$  大于  $P_n$ ,  $Y_j$  和  $Y_{j+1}$  在  $(g_m, Y_m)$  中对应的去噪强度参数分别为  $g_j$  和  $g_{j+1}$ , 则亮度  $P_n$  对应的最佳去噪强度参数  $q_n$  通过线性插值公式计算求得, 线性插值公式为：

$$[0028] \quad q_n = \frac{|P_n - Y_j|}{|Y_{j+1} - Y_j|} \times g_j + \frac{|Y_{j+1} - P_n|}{|Y_{j+1} - Y_j|} \times g_{j+1}。$$

[0029] 步骤 3 的具体过程为：

[0030] 3.1, 将待去噪的图像表示为  $g(x, y)$ , 对其进行自然对数变换, 变换结果为  $g_1(x, y) = \ln g(x, y)$ ;

[0031] 3.2, 在对数域对  $g_1(x, y)$  采用非局部均值方法进行去噪, 具体为：

[0032] 对  $g_1(x, y)$  的每一像素点  $(x, y)$ , 采用其原始图像  $g(x, y)$  亮度值对应的最佳的去噪强度参数  $h$ , 根据去噪公式对  $g_1(x, y)$  去噪, 得到去噪后的图像, 记为  $g_2(x, y)$ ;

[0033] 3.3, 对  $g_2(x, y)$  进行指数变换, 得到最终去噪后的图像  $h(x, y)$ , 结果为  $h(x, y) = \exp(g_2(x, y))$ 。

[0034] 本发明的有益效果是, 本发明通过对灰阶条图像采用不同的去噪强度参数进行非局部均值去噪, 寻求不同亮度下的最佳去噪强度参数, 然后对图像采用不同的去噪强度参数去噪, 克服了现有非局部均值去噪方法中去噪强度参数固定的缺陷, 提高了图像不同亮度区域的去噪效果。同时, 在对数域处理有助于增大暗区域像素亮度的差异, 减小亮区域的差异, 进一步改善图像的去噪效果。

### 附图说明

[0035] 图 1 是本发明一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法的流程图；

[0036] 图 2 是待去噪的图像；

[0037] 图 3 是采用本发明方法去噪以后的图像。

### 具体实施方式

[0038] 下面通过附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0039] 本发明提供了一种噪声强度自适应的非局部均值图像去噪方法, 具体按照以下步骤实施：

[0040] 步骤 1: 采集 KODAK Gray Scale 灰阶卡上的灰阶条图像, 将其输入计算机, 该灰阶条图像包含从黑到白共 20 个不同亮度的区域, 将灰阶条图像记为  $z(i)$ , 其中  $i$  表示像素点,  $z$  表示该像素点的亮度值, 将亮度区域记为  $X_m, 1 \leq m \leq 20$ ;

[0041] 步骤 2: 获取不同亮度下的最佳去噪强度参数, 具体过程如下：

[0042] 步骤 2.1, 使用非局部均值算法, 对灰阶图像  $z(i)$  使用不同的去噪强度参数进行去噪, 以获取不同亮度  $Y_m$  对应的最佳去噪强度参数  $g_m$ , 记为  $(g_m, Y_m | m = 1, 2, \dots, 20)$ ,  $Y_m$  为亮度区域  $X_m$  的亮度平均值；

[0043] 步骤 2.1.1, 采用去噪公式对灰阶条图像  $z(i)$  去噪：

[0044] 将去噪强度参数  $h$  从 1 开始, 从小到大依次改变取值, 对灰阶条图像  $z(i)$  的进行去噪, 得到一系列去噪后的图像, 其中, 去噪强度参数  $h$  的取值为:  $h_1 = 1, h_i = 10(i-1), 2 \leq i \leq 101, i$  为整数,  $h_i$  代表第  $i$  个去噪强度参数的值, 去噪公式如下：

[0045] 
$$NLM(i) = \sum \omega(i, j) z(j) \quad (1)$$

[0046] 
$$\omega(i, j) = \frac{1}{C(i)} \exp\left(-\frac{\|z(N_i) - z(N_j)\|_2^2}{h^2}\right) \quad (2)$$

$$[0047] \quad C(i) = \sum_j \exp\left(-\frac{\|z(N_i) - z(N_j)\|_2^2}{h^2}\right) ; \quad (3)$$

[0048] 其中, NLM(i) 为将灰阶图像  $z(i)$  使用非局部均值方法去噪后的图像,  $\omega(i, j)$  表示像素  $i$  与  $j$  之间的权重, 并满足  $0 \leq \omega(i, j) \leq 1$  且  $\sum_j \omega(i, j) = 1$ ,  $j$  为以  $i$  为中心的  $21 \times 21$  区域的像素;  $C(i)$  为归一化因子,  $N_i$  表示以像素  $i$  为中心的  $7 \times 7$  的图像块,  $N_j$  表示以像素  $j$  为中心的  $7 \times 7$  的图像块;

[0049] 步骤 2.1.2, 计算灰阶条图像  $z(i)$  每个亮度区域  $X_m$  采用不同的去噪强度参数  $h_i$  去噪后得到的一系列图像的峰值信噪比 PSNR, 选取每个亮度区域  $X_m$  去噪后得到的一系列图像中峰值信噪比 PSNR 最大的图像所对应的去噪强度参数  $h_i$  作为相应亮度区域  $X_m$  的最佳去噪强度参数, 表示为  $g_m$ , 并计算每个亮度区域  $X_m$  的亮度平均值  $Y_m$ , 将各亮度区域  $X_m$  下的最佳去噪强度参数和亮度平均值表示为  $(g_m, Y_m | m = 1, 2, \dots, 20)$ ;

[0050] 峰值信噪比 PSNR 的计算公式为:

$$[0051] \quad PSNR = 10 \log \left( \frac{255^2}{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (NLM(i) - z(i))^2} \right) \quad (4)$$

[0052] 其中,  $M$  表示亮度区域  $X_m$  的像素总数;

[0053] 各亮度区域的亮度平均值计算公式为:

$$[0054] \quad Y_m = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M z(i) \quad (5)$$

[0055] 其中,  $M$  表示亮度区域  $X_m$  的像素总数;

[0056] 步骤 2.2, 采用线性差值法获取不同于亮度  $Y_m$  的亮度  $P_n$  对应的最佳去噪强度参数  $q_n$ , 具体为:

[0057] 如果亮度  $P_n$  不在  $(g_m, Y_m | m = 1, 2, \dots, 20)$  之中, 则从  $(g_m, Y_m | m = 1, 2, \dots, 20)$  之中寻找与其数值最相近的相邻两个亮度平均值, 分别记为  $Y_j$  和  $Y_{j+1}$ , 其中  $Y_j$  小于  $P_n$ ,  $Y_{j+1}$  大于  $P_n$ ,  $Y_j$  和  $Y_{j+1}$  在  $(g_m, Y_m | m = 1, 2, \dots, 20)$  中对应的去噪强度参数分别为  $g_j$  和  $g_{j+1}$ , 则亮度  $P_n$  对应的最佳去噪强度参数  $q_n$  通过线性插值公式计算求得, 线性插值公式为:

$$[0058] \quad q_n = \frac{|P_n - Y_j|}{|Y_{j+1} - Y_j|} \times g_j + \frac{|Y_{j+1} - P_n|}{|Y_{j+1} - Y_j|} \times g_{j+1} \quad (6)$$

[0059] 步骤 3, 根据步骤 2 得到的不同亮度对应的最佳去噪参数对待去噪图像进行不同亮度下的噪声强度自适应去噪, 具体过程为:

[0060] 步骤 3.1, 将待去噪的图像表示为  $g(x, y)$ , 对其进行自然对数变换, 变换结果为  $g_1(x, y) = \ln g(x, y)$ ;

[0061] 步骤 3.2, 在对数域对  $g_1(x, y)$  采用非局部均值方法进行去噪, 具体为:

[0062] 对  $g_1(x, y)$  的每一像素点  $(x, y)$ , 采用其原始图像  $g(x, y)$  亮度值对应的最佳的去噪强度参数  $h$ , 根据步骤 2 中的去噪公式对  $g_1(x, y)$  去噪, 得到去噪后的图像, 记为  $g_2(x, y)$ ;

[0063] 步骤 3.3), 对  $g_2(x, y)$  进行指数变换, 得到最终去噪后的图像  $h(x, y)$ , 结果为  $h(x, y) = \exp(g_2(x, y))$ 。

[0064] 本发明中采用灰阶条图像可以很好的表征自然图像中从黑到白的不同亮度情况, 通过使用不同的去噪强度参数对该灰阶条图像去噪, 可以找到各亮度下的最佳强度去噪参数, 并通过插值的方法获得所有亮度下的最佳去噪强度参数, 从而将其应用于实际图像去噪, 可以对实际图像中的每一个不同亮度的像素采用不同强度的去噪参数, 获得更好的去噪效果。

[0065] 图 3 是对图 2 含噪声的图像采用本发明方法最终去噪后的效果图, 从图 3 可以看出采用本发明方法得到去噪后的图像去噪效果好, 图像的边缘细节等得到了较好的保留。



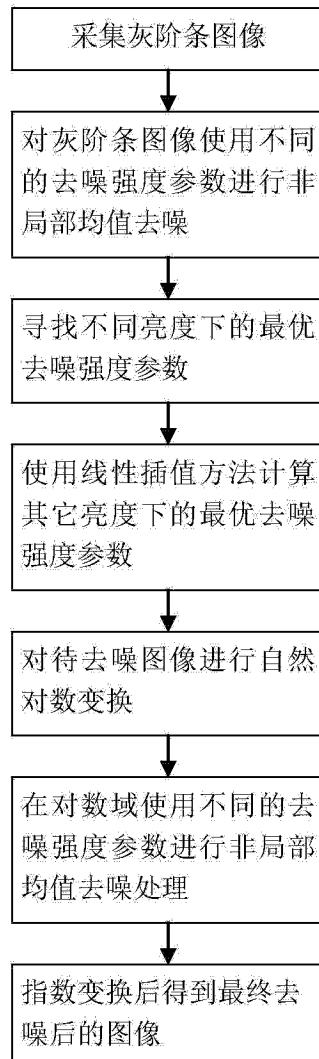


图 1

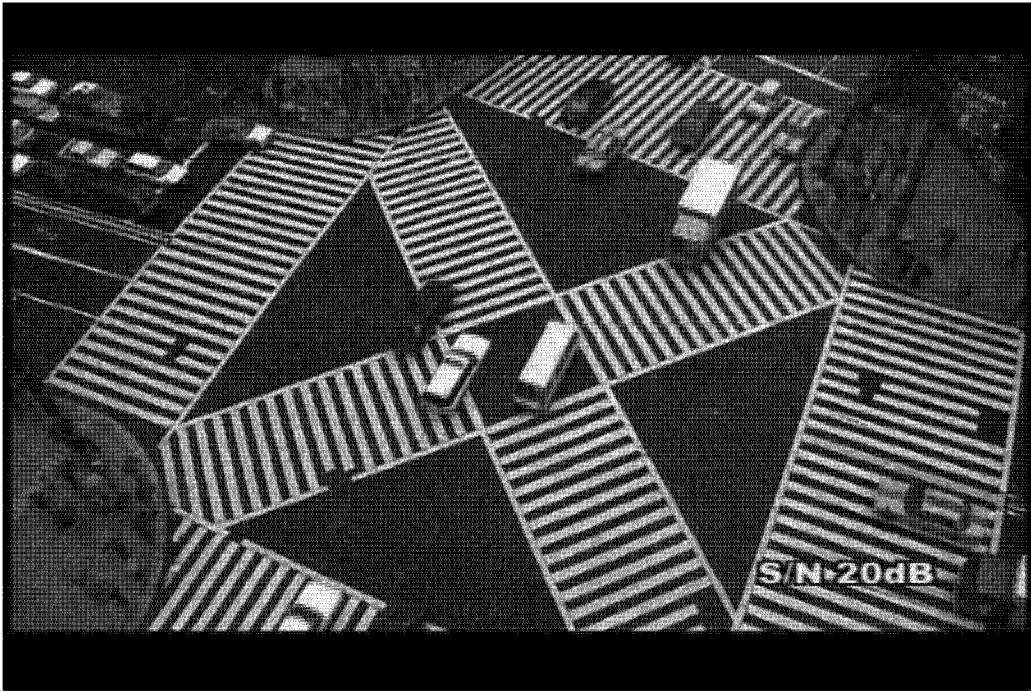


图 2

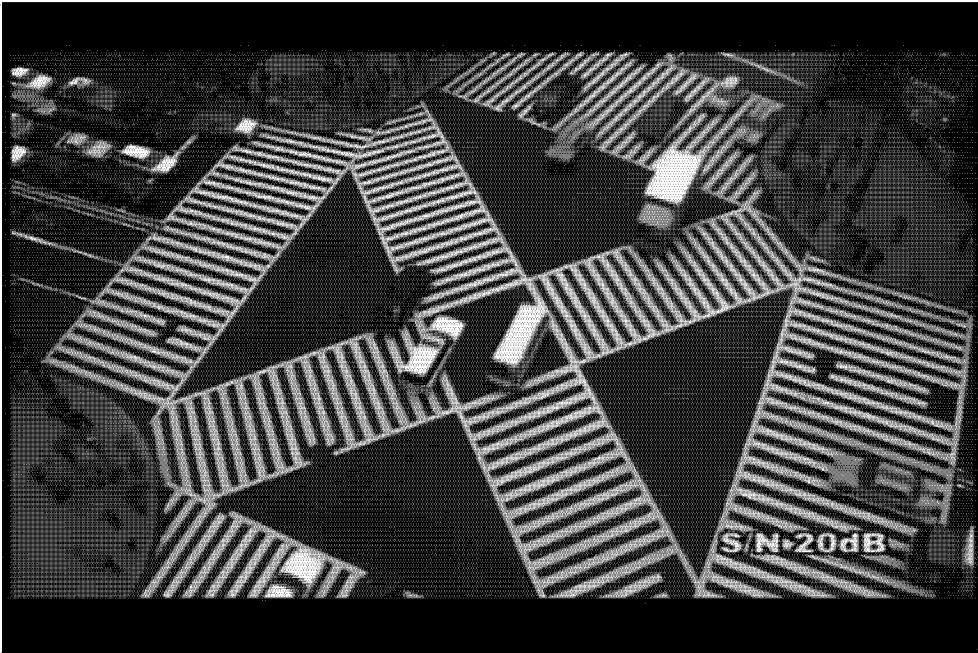


图 3