



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101897173 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 05

(21) 申请号 200980101304. 4

(22) 申请日 2009. 01. 16

(30) 优先权数据

61/021, 831 2008. 01. 17 US

12/169, 439 2008. 07. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 06. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/031304 2009. 01. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02009/092018 EN 2009. 07. 23

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 齐英勇

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
责任公司 11287

代理人 刘国伟

(51) Int. Cl.

H04N 1/407 (2006. 01)

G06T 5/40 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 0810551 A1, 1997. 03. 12, 全文.

EP 1223745 A2, 2002. 07. 17, 全文.

JAIN. Histogram Modeling. 《FUNDAMENTALS OF DIGITAL IMAGE PROCESSING, PRENTICE — HALL INTERNATIONAL, INC, US》. 1989, 241-244.

审查员 张璇

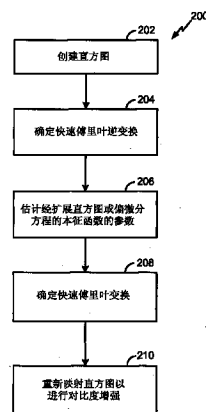
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于对比度增强的基于直方图建模的算法

(57) 摘要

一种用于图像对比度增强的基于直方图建模的技术。在一些实施方案中,创建并接着变换图像的直方图。使用声音或热传播的物理学,所述技术可开发出可变换的经扩展直方图模型。可创建非线性映射以为了对比度增强而重新映射图像。所述技术可在无阈值调谐的情况下执行,且可实施于多种显示器硬件上。



1. 一种对图像进行对比度增强的方法,其包括:
确定所述图像的直方图;
将变换应用于所述直方图以创建经变换的直方图;
确定与所述经变换的直方图相关联的经扩展直方图模型的估计参数;
将逆变换应用于所述经扩展直方图模型以创建经扩展直方图;以及
使用所述经扩展直方图重新映射所述图像。
2. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括确定与偏微分方程相关联的本征函数的估计参数。
3. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括根据所述变换确定所述经扩展直方图模型的所述估计参数。
4. 根据权利要求3所述的方法,其进一步包括在具有预定长度的数学系列上递归地确定第一参数和第二参数。
5. 根据权利要求4所述的方法,其进一步包括通过在具有第二预定长度的第二数学系列上对所述经扩展直方图求和来确定所述经变换的经扩展直方图。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述直方图和所述经扩展直方图具有大体类似的全局特性。
7. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括根据所述经扩展直方图模型确定映射函数。
8. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括重新映射所述图像以利用显示器装置的大体整个动态范围。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述经扩展直方图估计导体内的热或声音传播的特性。
10. 一种用于对图像进行对比度增强的设备,其包括:
直方图引擎,其确定所述图像的直方图;
变换引擎,其确定经变换的直方图;以及
参数估计引擎,其确定与所述经变换的直方图相关联的经扩展直方图模型的估计参数,
其中将逆变换应用于所述经扩展直方图模型以创建经扩展直方图,且其中使用所述经扩展直方图重新映射所述图像。
11. 根据权利要求10所述的设备,其中所述参数估计引擎在具有预定长度的数学系列上递归地确定第一参数和第二参数,且其中在所述数学系列上对所述第一参数求和以确定所述经扩展直方图模型。
12. 根据权利要求11所述的设备,其中经变换的经扩展直方图是通过在具有第二预定长度的第二数学系列上对所述经扩展直方图求和来确定。
13. 根据权利要求11所述的设备,其中映射函数是根据所述经扩展直方图模型来确定。
14. 根据权利要求11所述的设备,其中所述图像经重新映射以利用显示器装置的大体整个动态范围。
15. 根据权利要求11所述的设备,其中所述经扩展直方图估计导体内的物理传播的特

性。

用于对比度增强的基于直方图建模的算法

[0001] 依据 35U. S. C. § 119 主张优先权

[0002] 本专利申请案主张 2008 年 1 月 17 日申请的题为“用于对比度增强的基于直方图建模的算法 (A Histogram-Modeling Based Algorithm for Contrast Enhancement)”的第 61/021, 831 号临时申请案的优先权, 且所述临时申请案转让给本受让人并以引用的方式明确地并入本文中。

背景技术

[0003] 对比度增强的过程通常涉及重新映射图像的灰度级或强度级, 使得图像占据可用动态范围的所有等级。直到最近, 已通过直方图均衡化来实现对比度增强, 其中显示器的所有可用灰度级具有将被图像的像素占据的相等可能性。然而, 直方图均衡化经常过度拉伸像素的分布, 使得所得图像具有假的质量。

[0004] 另一解决方案是对比度限制直方图均衡化 (CLHE), 其中剪辑直方图的例外峰值以避免其在均衡化直方图中占优势。CLHE 具有考虑低级、中级和高级的视觉感知的不同敏感性的若干变化。举例来说, 如果作出适当调节以确保不同区的边界处的光滑过渡, 那么 CLHE 可在不同强度区处单独地进行。设定剪辑阈值使得所得图像具有所需增强在 CLHE 中较困难, 因为存在多个阈值。人为因素和偏见在过程中起一定作用, 这使得过程非常主观。尽管已提议用以自动估计阈值的算法, 但其未完全解决。因此, CLHE 不是针对对比度增强的问题的完整解决方案。

发明内容

[0005] 参考若干实施方案描述用于图像对比度增强的基于直方图建模的技术。在一些实施方案中, 创建并接着变换图像的直方图。使用声音或热传播的物理学, 所述技术可开发出经扩展直方图模型。使用所述模型, 可创建非线性映射以为了对比度增强而重新映射图像。所述技术可在无阈值调谐的情况下执行且可实施于多种显示器硬件上。

[0006] 在一些实施方案中, 一种对图像进行对比度增强的方法可包含: 确定图像的直方图; 将变换应用于直方图以创建经变换的直方图; 确定与经变换的直方图相关联的经扩展直方图模型的估计参数; 将逆变换应用于经扩展直方图模型以创建经扩展直方图; 以及使用经扩展直方图重新映射图像。

[0007] 在一些实施方案中, 一种用于对图像进行对比度增强的设备可包含: 直方图引擎, 其确定图像的直方图; 变换引擎, 其确定直方图的变换以创建经变换的直方图; 以及参数估计引擎, 其确定与经变换的直方图相关联的经扩展直方图模型。可将逆变换应用于经扩展直方图模型以创建经扩展直方图。可使用经扩展直方图重新映射图像。

[0008] 以上是概述且因此含有 (必要地) 细节的简化、一般化和省略。所属领域的技术人员将了解, 所述概述仅为说明性的且不希望以任何方式具有限定性。

附图说明

[0009] 结合附图阅读时,将更好地理解以上概述以及以下对优选实施例的详细描述。出于说明的目的,在图式中展示示范性实施例;然而,本发明不限于所揭示的特定方法和手段。图式中:

[0010] 图 1 是用于处理图像的示范性通用计算装置的框图;

[0011] 图 2 是用于图像的对比度增强的计算模型的示范性流程图;

[0012] 图 3A 和 3B 说明示范性原始图像和示范性经对比度增强的图像;

[0013] 图 4A 说明用以增强图 3A 的图像以产生图 3b 的图像的示范性非线性映射函数;

[0014] 图 4B 说明图 3A 中的图像的直方图;以及

[0015] 图 4C 说明图 3B 的对比度增强图像的直方图。

具体实施方式

[0016] 根据本发明的实施方案,可使用基于直方图建模和扩展的算法来实现对比度增强。“扩展”基于声音或热传播的物理学,且可用于确定不需要阈值调谐的参数以执行增强。图 1 描绘可用于实践本发明的各方面的实例操作环境。图 1 是用于处理图像的示范性通用计算装置 100 的框图。装置 100 可包含变换组件 115、直方图计算组件 120、估计组件 130、处理器组件 135,和通信组件 140。处理器 135 提供计算平台以执行其它组件的过程。

[0017] 变换组件 115 将直方图从一个域变换到另一域(例如,在空间数据的 DCT(离散余弦变换)或 FFT(快速傅里叶变换)的情况下为频域)。变换组件 115 还可执行逆变换,例如 IDCT(离散余弦逆变换)或 IFFT(快速傅里叶逆变换)。所述变换可以浮点或整数基础来计算。

[0018] 直方图计算组件 120 确定图像的直方图。图像的直方图是展示图像中找到的每一不同强度值处所述图像中的像素的数目的图表。对于 8 位灰度级图像,存在 256 个不同的可能强度;因此其直方图将以图形显示展示那些灰度级值间的像素分布的 256 个数字。直方图还可取自彩色图像,作为其它 3-D 彩色空间的红、绿和蓝通道或者亮度和色度通道的个别直方图,其中每一直方图表示每一通道的像素计数分布。

[0019] 估计组件 130 可确定经扩展直方图模型的估计参数。扩展代表物理过程的特性且用于在直方图中在大体可用动态范围上重新映射强度级。估计组件 130 还可估计作为用于对物理过程建模的指数衰变正弦曲线的偏微分方程的本征函数的参数。

[0020] 通信组件 140 含有用于从外部源 145 接收待编码的数据的逻辑。外部源 145 可以是(例如)外部存储器、因特网、实况视频和/或音频馈送,且接收数据可包含有线和/或无线通信。通信组件 140 还含有用以在网络 150 上发射(Tx)经编码数据的逻辑。网络 150 可以是例如电话、线缆和光纤等有线系统或无线系统的一部分。在无线通信系统的情况下,网络 140 可包括(例如)码分多址(CDMA 或 CDMA2000)通信系统的一部分,或替代地,所述系统可以是频分多址(FDMA)系统、时分多址(TDMA)系统(例如,针对服务业的 GSM/GPRS(通用分组无线电服务)/EDGE(增强型数据 GSM 环境)或 TETRA(地面集群无线电)移动电话技术)、宽带码分多址(WCDMA)、高数据速率(1xEV-DO 或 1xEV-DO 黄金多播)系统,或一般来说采用技术的组合的任何无线通信系统。

[0021] 装置 100 可具有连接到其处的(或整体地包含)音频装置 112(例如,耳机、头戴式耳机)和输入装置 116(例如,小键盘、键盘、触笔)。外部存储装置 145 可以是(例如)

外部 RAM 或 ROM, 或远程服务器。图像数据可呈现于显示器组件 160 上、存储在外部存储装置 145 中, 或存储在处理器组件 135 的内部存储器中。显示器组件 160 可以是含有例如视频显示器硬件和逻辑 (包含显示屏) 等部件的装置的集成部分, 或者其可以是外部外围装置。通信组件 140 还可含有用于将图像数据传送到外部存储装置 145 或显示器组件 160 的逻辑。

[0022] 在例如显示器组件 190 上的所显示的图像的上下文中, 对比度增强是克服不良曝光 (例如, 过分曝光或曝光不足) 的图像的补救法。不良曝光的图像往往具有集中于可用动态范围的几个有限区上的像素。因此, 图像看上去过暗或过亮, 具有极少的可见细节。此类图像的直方图由其间具有稀疏占据的区的几个尖锐峰表征。

[0023] 根据实施方案, 所述算法可遵循声音或热传播的物理学的原理以提供自动的且需要极少阈值调谐或人为交互的对比度增强技术。所述算法可以可实时地实施, 且所得经增强图像具有依据全局特性类似于原始直方图的直方图。经增强图像可具有占据显示器的大体所有整个动态范围的直方图。

[0024] 根据上文, 假定不良曝光的直方图是导体的初始热分布图或分布, 此热分布将以有序且物理上受约束的方式扩展。热一达到满标值 (full scale), 所述扩展就可停止。此扩展过程具有其为物理过程的特性, 其中不需要阈值调谐或人为干涉, 且经扩展热分布图紧密地类似于原始分布图的特性, 因为所述扩展是物理上受约束的过程。热将自然且逐渐地达到其可用的满标值。

[0025] 以上是根据本发明的对比度增强算法的代表性特性。然而, 对于确定热传播特性的偏微分方程 (PDE) 求解可能计算量较大。然而, 热传播 PDE 的本征函数为可使用一过程计算的指数衰变正弦曲线, 如图 2 中所描述。

[0026] 图 2 是用于图像的对比度增强的计算模型 200 的示范性流程图。在 202 处, 确定图像的直方图。对于 8 位灰度级图像, 可确定以图形显示展示那些灰度级值间的像素分布的 256 个数字的直方图。直方图还可取自彩色图像, 作为其它 3-D 彩色空间的红、绿和蓝通道或者亮度和色度通道的个别直方图, 其中每一直方图表示每一通道的像素计数分布。

[0027] 在 204 处, 确定直方图的 IFFT (快速傅里叶逆变换)。变换的输出在空间域等效物中表示所述直方图。IFFT 可由变换组件 115 确定, 且在其中 16 区间离散直方图 $ht(i)$ $i = 0, 1, \dots, 15$ 可用的一些实施方案中, IFFT 可计算为:

$$[0028] \quad H(k) = \left| \sum_{i=0}^{15} ht(i) e^{j \frac{ik\pi}{8}} \right|$$

[0029] 在 206 处, 确定经扩展直方图模型或 (PDE) 的本征函数的参数。这可由估计组件 130 执行。值 $H(k)$ 可用于使用以下递归算法估计模型参数:

[0030] (1) 初始化

$$[0031] \quad a_0(0) = 1$$

$$[0032] \quad \varepsilon_0 = H(0)$$

[0033] (2) 递归, 针对 $j = 0, 1, \dots, 6$

$$[0034] \quad \gamma_j = H(j+1) + \sum_{i=1}^j a_j(i) H(j-i+1)$$

$$[0035] \quad \Gamma_{j+1} = -\gamma_j / \varepsilon_j$$

[0036] 针对 $i = 1, 2, \dots, j$, $a_{j+1}(i) = a_j(i) + \Gamma_{j+1}a(j-i+1)$

[0037] $a_{j+1}(j+1) = \Gamma_{j+1}$

[0038] $\varepsilon_{j+1} = \varepsilon_j [1 - \Gamma_{j+1}^2]$

[0039] (3) 最后, 针对 $k = 0, 1, \dots, 63$

[0040] $Hs(k) = 1 - \sum_{j=1}^6 a_j Hs(k-j)$

[0041] 在 208 处, 确定直方图模型的 FFT (快速傅里叶变换)。FFT 可用于确定经扩展直方图如下:

[0042] $hs(i) = \left| \sum_{k=0}^{63} Hs(k) e^{-j \frac{ik\pi}{32}} \right|$

[0043] 在 210 处, 构建用于对比度增强的非线性映射。

[0044] $hm(i) = \left| \sum_{j=0}^i hs(j) / \sum_{j=0}^{63} hs(j) \right| \quad i = 0, 1, \dots, 64。$

[0045] 在上文中, $hm(i)$ 可线性内插到 8 位、256 点映射函数中, 因为其为光滑函数。

[0046] 这可通过在装置 100 中的处理器 135 上执行的指令来执行。在一些实施方案中, 可使用非线性映射函数, 其中经处理图像的动态范围超过显示器装置的能力。在此类情况下, 仅图像的最亮部分在显示屏上可见。非线性映射可用于使用例如对数强度映射 (变换) 函数来压缩像素值的动态范围, 使得完整的图像将在显示器上可见。

[0047] 图 3A 和 3B 说明示范性原始图像和示范性经对比度增强的图像。在图 3A 的图像中, 展示狗和棚, 但其由于较差的对比度而难以辨别。可使用本文描述的对对比度增强实施方案来产生图 3B 的经对比度增强的图像。如图所示, 图 3B 的图像内的细节在经增强图像中较可见和可辨别。

[0048] 图 4A 说明示范性非线性映射函数。图 4B 说明图 3A 中的图像的直方图, 且图 4C 说明图 4B 的直方图的对对比度增强型式。根据本发明的实施方案, 可在图 2 的 210 处将图 4A 中的非线性映射函数应用于图 4B 的原始直方图以产生图 4C 所示的经对比度增强的直方图和图 3B 所示的经对比度增强的图像。图 4B 和 4C 的直方图共享大体相同的全局特性, 且图 4C 的直方图占据大体所有可用动态范围。

[0049] 因此, 原始与经处理直方图之间的比较指示本发明的实施方案在保护原始直方图的总体全局特性的同时扩展原始直方图。经处理或增强的图像还展示比原始图像多的细节。

[0050] 参看图 1 中的装置 100, 可使用许多其它通用或专用计算系统环境或配置。可适合于使用的众所周知的计算系统、环境和 / 或配置的实例包含 (但不限于) PC、服务器计算机、手持式或膝上型装置、多处理器系统、基于微处理器的系统、网络 PC、小型计算机、大型计算机、内嵌式系统、包含以上系统或装置中的任一者的分布式计算环境等。

[0051] 可使用由计算机执行的计算机可执行指令 (例如, 程序模块)。一般来说, 程序模块包含执行特定任务或实施特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。可使用分布式计算环境, 其中任务由通过通信网络或其它数据发射媒体链接的远程处理装置执行。在分布式计算环境中, 程序模块和其它数据可位于包含存储器存储装置的本地和远程

计算机存储媒体两者中。

[0052] 应了解,本文描述的各种技术可结合硬件或软件来实施,或在适当时结合两者的组合来实施。因此,当前揭示的标的物的方法和设备或其某些方面或部分可采取内嵌在例如软盘、CD-ROM、硬盘驱动器或任何其它机器可读存储媒体等有形媒体中的程序代码(即,指令)的形式,其中当程序代码被加载到机器(例如,计算机)中且由机器执行时,所述机器变为用于实践当前揭示的标的物的设备。在可编程计算机上执行程序代码的情况下,计算装置通常包含处理器、可由处理器读取的存储媒体(包含易失性和非易失性存储器,和/或存储元件)、至少一个输入装置,和至少一个输出装置。

[0053] 一个或一个以上程序可例如使用应用编程接口(API)、可再用的控制等来实施或利用结合当前揭示的标的物描述的过程。此类程序可以高级程序性或面向对象的编程语言来实施以与计算机系统通信。然而,所述程序可在需要时以汇编或机器语言来实施。在任何情况下,语言可为经编译或解译语言,且其可与硬件实施方案组合。

[0054] 尽管示范性实施方案可提到在一个或一个以上独立计算机系统的上下文中利用当前揭示的标的物的各方面,但所述标的物不限于此,而是可结合任何计算环境(例如,网络或分布式计算环境)实施。此外,当前揭示的标的物的各方面可在多个处理芯片或装置中或上实施,且存储装置可类似地在多个装置上实行。此类装置可能包含例如个人计算机、网络服务器和手持式装置。

[0055] 尽管已以特定针对结构特征和/或方法动作的语言描述标的物,但应了解,所附权利要求书中界定的标的物不必限于上文描述的特定特征或动作。事实上,上文描述的特定特征和动作经揭示作为实施权利要求书的实例形式。

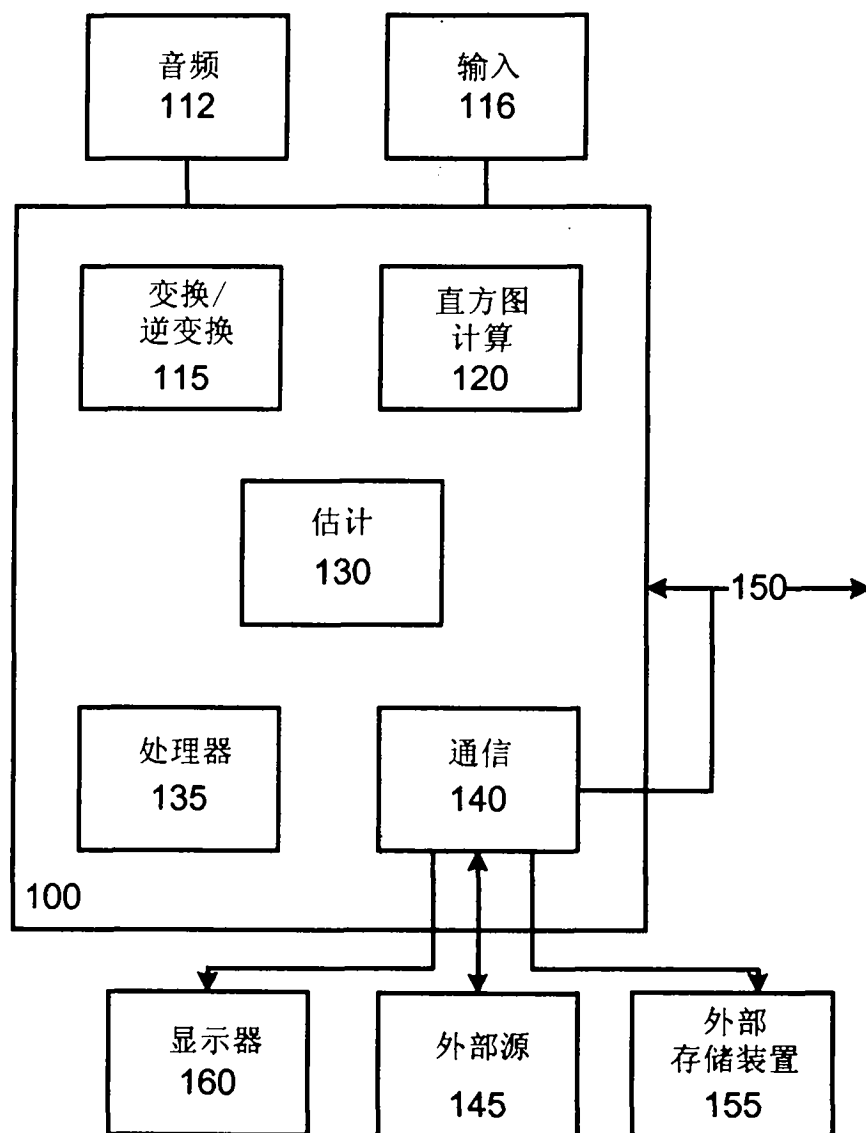


图 1

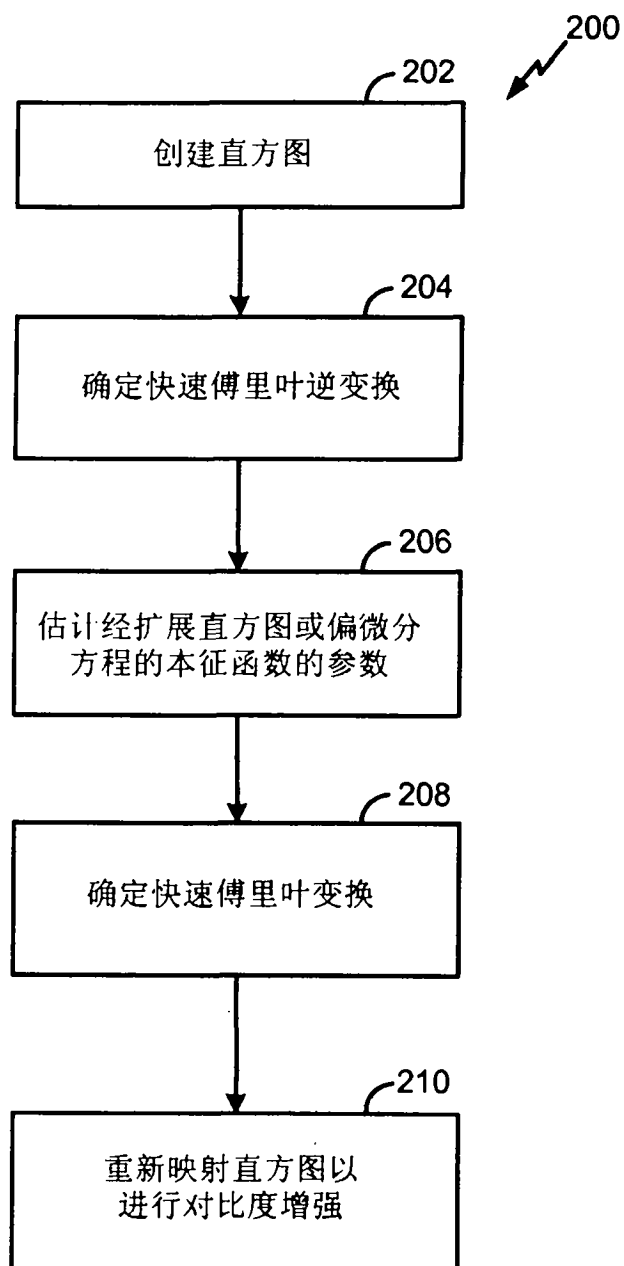


图 2



图 3A

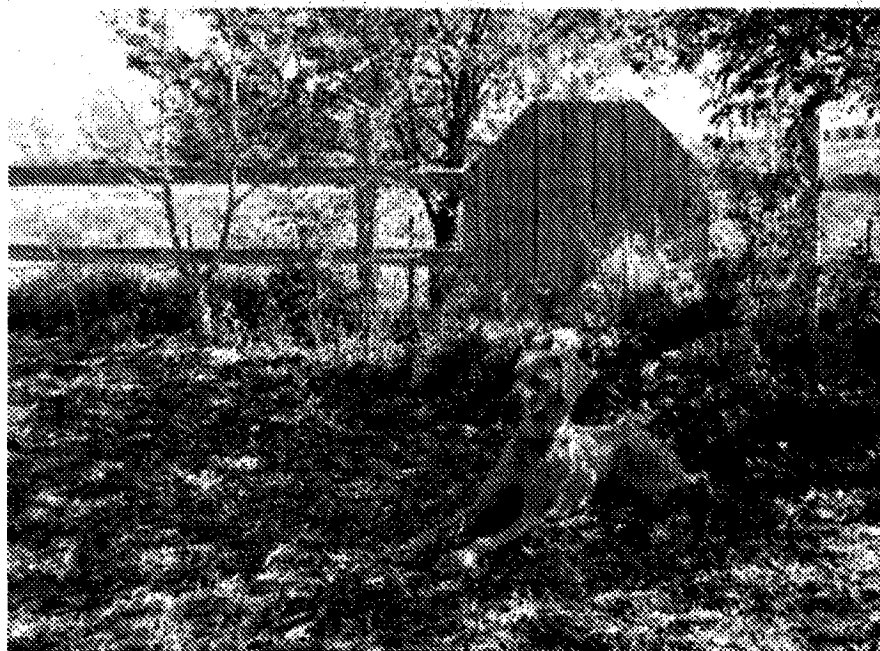


图 3B

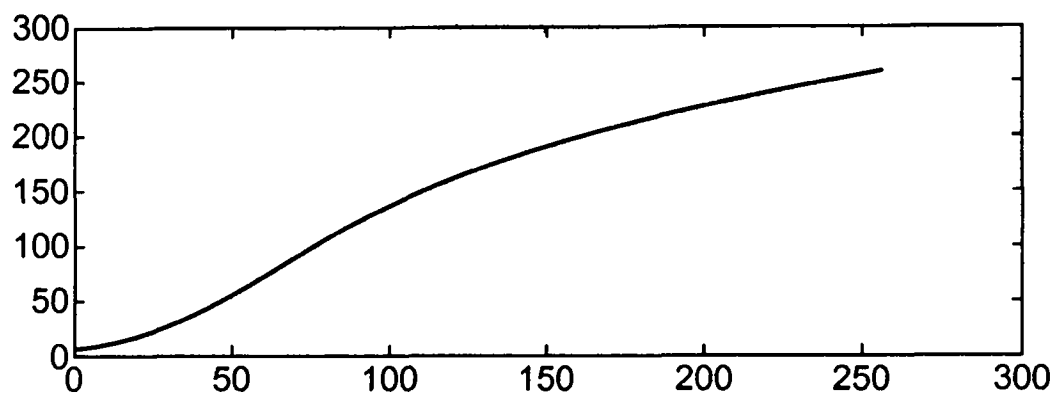


图 4A

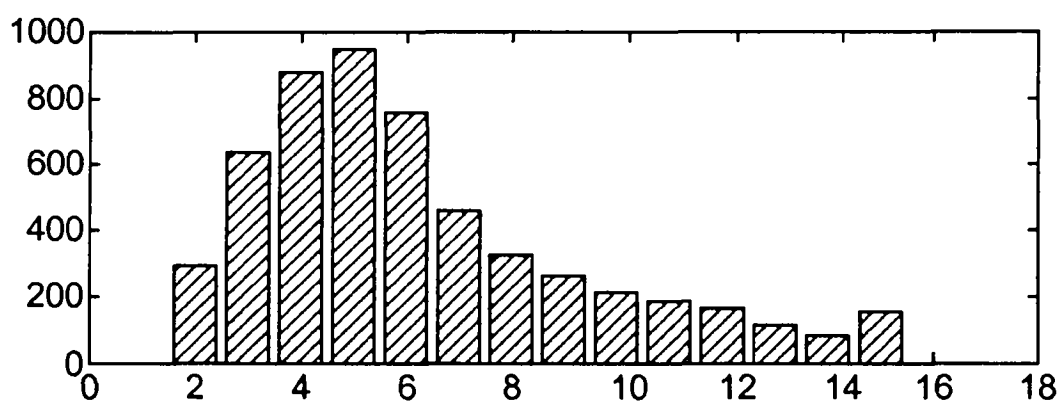


图 4B

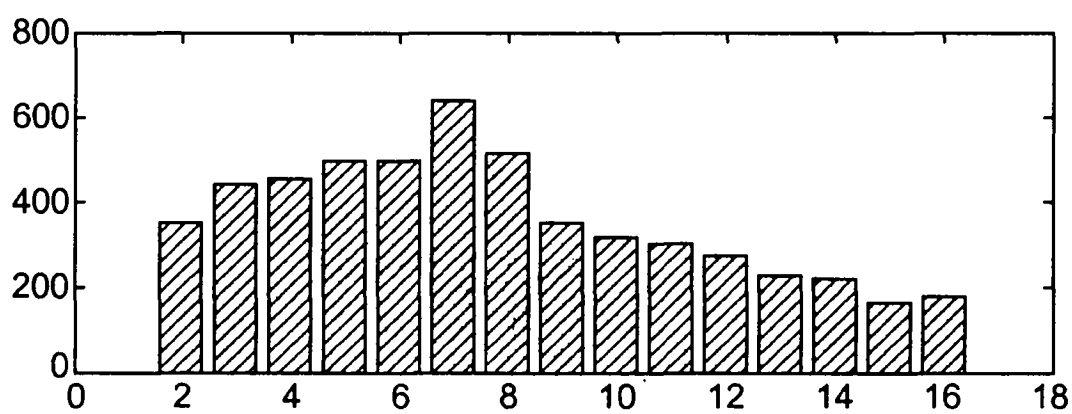


图 4C