



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104036498 B

(45)授权公告日 2017.01.11

(21)申请号 201410232552.5

(22)申请日 2014.05.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104036498 A

(43)申请公布日 2014.09.10

(73)专利权人 杭州电子科技大学
地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区2
号大街

(72)发明人 范影乐 陆晓娟 武薇

(74)专利代理机构 杭州君度专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33240
代理人 杜军

(51)Int.Cl.
G06T 7/00(2006.01)

(56)对比文件

US 5889885 A,1999.03.30,
CN 101345891 A,2009.01.14,
CN 101452574 A,2009.06.10,
CN 101930607 A,2010.12.29,
CN 101562675 A,2009.10.21,
CN 102129685 A,2011.07.20,

审查员 牛力敏

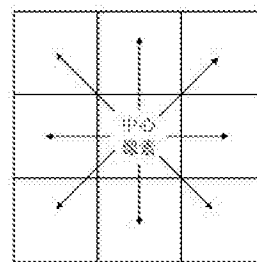
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种基于逐层分级的OCT图像质量快速评价方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于逐层分级的OCT图像质量快速评价方法。本发明从高层分解开始,逐层对OCT图像进行高斯金字塔分解,获得不同分辨率的分解子图像。较低质量的OCT图像在低分辨率下即可完成评价,而较高质量的OCT图像可逐层进入高分辨率完成评价,从而实现在不同分辨率下对OCT图像的质量进行快速评价。该发明能够实现对OCT图像质量的客观无参考型自动评级,提高评价效率,对后续OCT图像的参数自动检测和分析有一定的参考意义。



1. 一种基于逐层分级的OCT图像质量快速评价方法,其特征在于该方法包括如下步骤:

步骤(1)利用双线性插值法,将OCT图像尺寸扩展至长和宽相等,新尺寸为 $M \times M$, M 为2的整数幂次值;

步骤(2)利用高斯金字塔方法,对扩展后的OCT图像进行不同尺度的分解,分解层数 k 分别记为 $n, n-1, \dots, 0$,分解后的图像分别标记为 I_n, I_{n-1}, \dots, I_0 ,对应图像分辨率依次从低到高,其中当分解层数等于0时,分解图像 I_0 即为扩展后的OCT图像本身;分解图像 I_n, I_{n-1}, \dots, I_0 的尺寸分别记为 $N_n \times N_n, N_{n-1} \times N_{n-1}, \dots, N_0 \times N_0$;

步骤(3)根据OCT图像训练样本的质量评价结果,对各个分解层数 k ,分别设定评价分级的阈值 T_k ;将当前分解层数记为 L ,OCT图像质量等级记为 E 级,令初值 $L=n, E=1$;

步骤(4)对分解后的OCT图像 I_L 进行二值化,计算8邻域方向信息熵,得到的8邻域方向信息熵与对应层数阈值 T_L 比较,若小于等于 T_L ,则将此OCT图像的质量评估为 E 级,退出评估过程;

步骤(5)若信息熵值大于 T_L ,则将分解层数调整为 $L=L-1, E=E+1$,如果分解层数不等于0,则重复步骤(4)进行OCT图像的质量评估,直至满足步骤(4)的阈值条件,退出评估过程;如果分解层数等于0,则OCT图像质量等级评估为 $n+1$,退出评估过程。

一种基于逐层分级的OCT图像质量快速评价方法

技术领域

[0001] 本发明属于医学图像处理领域,涉及一种基于逐层分级的OCT图像质量快速评价方法。

背景技术

[0002] 光学相干断层扫描(Optical Coherence Tomography, OCT)成像具有成像速度快、分辨率高、非接触性,以及对操作者专业技能要求较低等优点,使其在临床研究中得到广泛的应用。对OCT图像质量的评价通常采取人工主观评价的传统方式,即依靠人工观察的方法对图像进行质量评价,不但费时费力,而且评价的结果容易受到评价环境和评价人员工作背景等因素的影响,评价结果不够客观。目前出现的一些OCT图像质量评价方法,虽然简单,易于实现,但是忽略图像本身的特点,很难与人的主观评价相符,而其它一些基于视觉感知的评价方法,由于对人眼视觉系统认识有限且构造复杂,其算法往往比较复杂,运行效率低下,不适用于实际应用。因此如何进一步提高图像质量评价效率及其准确性,已成为OCT医学图像质量评价的关键所在。当观察分辨尺度从低到高变化时,对于同一幅OCT图像的视觉感受将逐渐变差,而对于不同OCT图像的视觉感受将有不同的变化趋势,因而本发明提出一种基于逐层分级的OCT图像质量快速评价方法。

发明内容

[0003] 本发明考虑到:(1)8邻域方向信息熵从图像局部结构模式所蕴含的信息量出发去评价OCT图像的质量,与人们的主观感受具有较好的一致性;(2)当观察分辨尺度从低到高变化时,对于同一幅OCT图像的视觉感受将逐渐变差,而对于不同OCT图像的视觉感受将有不同的变化趋势。因此OCT图像质量的评价可在不同分辨尺度下快速进行,较低质量的OCT图像在低分辨率下即可完成评价,而较高质量的OCT图像可逐层进入高分辨率完成评价。

[0004] 本发明是一种新的OCT图像质量无参考评价方法。包括以下步骤:

[0005] 步骤(1)利用双线性插值法,将OCT图像尺寸扩展至长和宽相等,新尺寸为 $M \times M$, M 为2的整数幂次值。

[0006] 步骤(2)利用高斯金字塔方法,对扩展后的OCT图像进行不同尺度的分解,分解层数 k 分别记为 $n, n-1, \dots, 0$,分解后的图像分别标记为 I_n, I_{n-1}, \dots, I_0 ,对应图像分辨率依次从低到高,其中当分解层数等于0时,分解图像 I_0 即为扩展后的OCT图像本身。分解图像 I_n, I_{n-1}, \dots, I_0 的尺寸分别记为 $N_n \times N_n, N_{n-1} \times N_{n-1}, \dots, N_0 \times N_0$ 。例如对于常规的OCT图像,当 M 为1024,最小分解图像的长和宽为64,此时最高分解层数 n 为4。

[0007] 步骤(3)根据OCT图像训练样本的质量评价结果,对各个分解层数 k ($k = n, n-1, \dots, 0$),分别设定评价分级的阈值 T_k 。将当前分解层数记为 L ,OCT图像质量等级记为 E 级,令初值 $L = n, E = 1$ 。

[0008] 步骤(4)对分解后的OCT图像 I_L 进行二值化,计算8邻域方向信息熵,结果与对应层数阈值 T_L 比较,若小于等于 T_L ,则将此OCT图像的质量评估为 E 级,退出评估过程。

[0009] 步骤(5)若信息熵值大于 T_L ,则将分解层数调整为 $L=L-1$, $E=E+1$,如果分解层数不等于0,则重复步骤(4)进行OCT图像的质量评估,直至满足步骤(4)的阈值条件,退出评估过程;如果分解层数等于0,则OCT图像质量等级评估为 $n+1$,退出评估过程。

[0010] 本发明具有的有益效果:

[0011] 考虑到对同一幅OCT图像的视觉感受,与观察分辨尺度密切相关,因此提出在不同分辨率状态下,利用信息熵对OCT图像的细节清晰度进行评价。改变了传统方法在同一观察分辨尺度下,对OCT图像进行质量评估的思路。

[0012] 本发明在不同分辨尺度下对OCT图像质量进行快速准确评价,较低质量的OCT图像在低分辨率下即可完成评价,而较高质量的OCT图像可逐层进入高分辨率完成评价。

附图说明

[0013] 图1为8邻域方向图。

具体实施方式

[0014] 以下结合附图对本发明作进一步说明。

[0015] 本发明方法包括以下步骤:

[0016] 步骤(1)设OCT原图像的尺寸为 $A \times B$,利用双线性插值法对其进行尺寸扩展,获得目标图像。目标图像的长和宽相等,新尺寸为 $M \times M$,并且 M 为2的整数幂次值。

[0017] 步骤(2)利用高斯金字塔方法,对扩展后的OCT图像进行不同尺度的分解,分解层数 k 分别记为 $n, n-1, \dots, 0$,分解后的图像分别标记为 I_n, I_{n-1}, \dots, I_0 ,对应图像分辨率依次从低到高。分解图像 I_n, I_{n-1}, \dots, I_0 的尺寸分别记为 $N_n \times N_n, N_{n-1} \times N_{n-1}, \dots, N_0 \times N_0$ 。例如对于常规的OCT图像,当 M 为1024,最小分解图像的长和宽为64,此时最高分解层数 n 为4。分解后的每一层子图像灰度值根据式(1)计算所得,其中矩阵系数 H 如式(2)所示。

$$[0018] \quad G_k(i, j) = \sum_{l=0}^4 \sum_{m=0}^4 H(l, m) G_{k-1}(2i+l-2, 2j+m-2) \quad (1)$$

$$[0019] \quad H = \frac{1}{256} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0020] 其中 $1 \leq k \leq n, 0 < i, j < C_k, G_k(i, j)$ 表示子图像 I_k 中坐标为 (i, j) 处的灰度值, n 为最高分解层数, C_k 表示第 k 层子图像的行数;其中当分解层数 k 等于0时,分解图像 I_0 即为扩展后的OCT图像本身。

[0021] 步骤(3)从OCT图片库中选取适量的训练样本进行主观图像质量评级,每个质量评价等级 s ($s=1, 2, \dots, n+1$)选取5张图片作为测试样本,将这些图片进行 t 层高斯金字塔分解,其中 $t=n+1-s$;分别计算5张分解后子图像的8邻域方向信息熵均值,即为评价分级的阈值 T_t 。将当前分解层数记为 L ,OCT图像质量等级记为 E 级,令初值 $L=n, E=1$ 。以子图像 I_d 为例,8邻域方向信息熵的计算步骤如下:

[0022] ①采用Sobel梯度算子获得图像 I_d 的梯度图 g_d ;

$$[0023] \quad g_d(u, v) = \sqrt{g_x(u, v)^2 + g_y(u, v)^2} \quad (3)$$

[0024] 其中 $g_x(u, v)$, $g_y(u, v)$ 分别表示图像 I_d 中坐标为 (u, v) 处的水平和垂直方向梯度, $g_d(u, v)$ 表示图像 I_d 中坐标为 (u, v) 处的梯度值。

[0025] ②采用Otsu自动分割法将梯度图 g_d 进行二值化,得到二值图 BW_d 。

[0026] ③选择二值图 BW_d 的任一像素作为中心像素,考虑其在8邻域方向上的颜色变化情况,如图1所示。从左上角开始,顺时针依次扫描8邻域上的像素,并分别与中心像素进行颜色比较,相等用“0”表示,不相等用“1”表示,从而构成一个“0”或“1”所组成的8位序列。根据排列规则可知,8位序列共有64种不同模式。遍历二值图 BW_d ,直到所有的像素均已被选为中心像素为止。统计二值图 BW_d 中所有8邻域方向扫描所获得的8位序列,记各种模式的序列个数分别为 y_j ($j=1, 2, \dots, 64$),根据式(4)计算每种模式在序列总数中所占的比例;

$$[0027] \quad p_j = \frac{y_j}{N_d \times N_d} \quad (4)$$

[0028] ④根据式(5)计算图像 I_d 的8邻域方向信息熵 Z_d ;

$$[0029] \quad Z_d = -\sum_{j=1}^{64} p_j \log_2 p_j \quad (5)$$

[0030] 步骤(4)对OCT分解子图像 I_L 进行二值化,计算8邻域方向信息熵 Z_L 的过程见步骤(3),结果与对应层数阈值 T_L 比较,若小于等于 T_L ,则将此OCT图像的质量评估为E级,退出评估过程。

[0031] 步骤(5)若 Z_L 大于 T_L ,则将分解层数调整为 $L=L-1$, $E=E+1$,如果分解层数不等于0,则重复步骤(4)进行OCT图像的质量评估,直至满足步骤(4)的阈值条件,退出评估过程;如果分解层数等于0,则OCT图像质量等级评估为 $n+1$,退出评估过程。

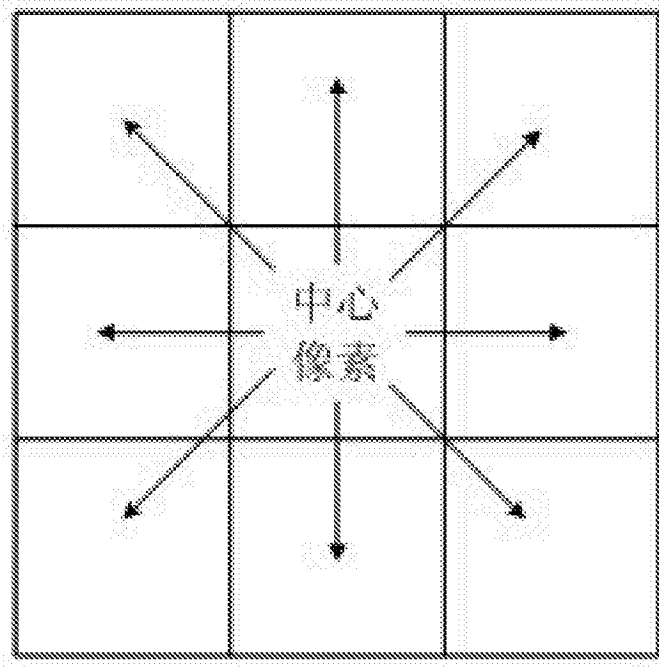


图1