



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109528176 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811293588.9

(22)申请日 2018.11.01

(71)申请人 贵州医科大学附属医院

地址 550004 贵州省贵阳市云岩区贵医街
28号

(72)发明人 张谦 吴霜

(74)专利代理机构 重庆市信立达专利代理事务
所(普通合伙) 50230

代理人 包晓静

(51) Int. Cl.

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/026(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

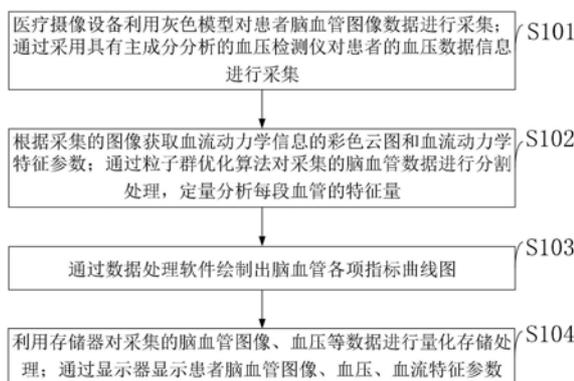
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种脑血管特征信息分析系统及方法

(57)摘要

本发明属于脑血管特征信息分析技术领域，公开了一种脑血管特征信息分析系统及方法，包括：图像采集模块、血压检测模块、主控模块、血流测量模块、定量分析模块、指标参数绘制模块、数据存储模块、显示模块。本发明通过血流测量模块采取个性化流速和流量数据作为脑血管计算流体力学仿真的边界条件，避免了使用经验值或者模型预估的边界条件造成的仿真结果的偏差；同时，通过定量分析模块在原始数据中对脑血管进行分割，识别出Willis环部分，能够得到更加精确的结果；采用B样条曲线方法拟合原始离散骨架，使血管骨架形态连续化，从而可以获取血管上任意一点的特征量，得到更为精确的特征量计算结果；为医生对于疾病的诊断提供一个精确的数据参考标准。



1. 一种脑血管特征信息分析方法,其特征在于,所述脑血管特征信息分析方法包括以下步骤:

步骤一,医疗摄像设备利用灰色模型对患者脑血管图像数据进行采集;通过采用具有主成分分析的血压检测仪对患者的血压数据信息进行采集;

步骤二,根据采集的图像获取血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数;通过粒子群优化算法对采集的脑血管数据进行分割处理,定量分析每段血管的特征量;

步骤三,通过数据处理软件绘制出脑血管各项指标曲线图;

步骤四,利用存储器对采集的脑血管图像、血压数据进行量化存储处理;通过显示器显示患者脑血管图像、血压、血流特征参数。

2. 如权利要求1所述的脑血管特征信息分析方法,其特征在于,所述步骤一中的医疗摄像设备利用灰色模型对患者脑血管图像数据进行采集,灰色模型为:GM(1,1)模型,设有变量 $X^{(0)}$ 的原始数据序列:

$$X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$$

n 为原始脑血管图像数据个数;与之对应的时间为 t_i ($n=1, 2, \dots, n$)。

3. 如权利要求1所述的脑血管特征信息分析方法,其特征在于,所述步骤四中利用存储器对采集的脑血管图像、血压数据进行量化存储处理,采用以下模型:

$$x(t) = p(t) e^{j\omega t} = p(t) \exp[j2\pi f_0 t];$$

式中, $f_0 = f_s + f_d$, f_d 为多普勒频率。

4. 一种实现权利要求1所述脑血管特征信息分析方法的脑血管特征信息分析系统,其特征在于,所述脑血管特征信息分析系统包括:

图像采集模块,与主控模块连接,用于通过医疗摄像设备采集患者脑血管图像数据;

血压检测模块,与主控模块连接,用于通过血压检测仪采集患者血压数据信息;

主控模块,与图像采集模块、血压检测模块、血流测量模块、定量分析模块、指标参数绘制模块、数据存储模块、显示模块连接,用于通过单片机控制各个模块正常工作;

血流测量模块,与主控模块连接,用于根据采集的图像获取血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数;

定量分析模块,与主控模块连接,用于通过粒子群优化算法对采集的脑血管数据进行分割处理,定量分析每段血管的特征量;

指标参数绘制模块,与主控模块连接,用于通过数据处理软件绘制出脑血管各项指标曲线图;

数据存储模块,与主控模块连接,用于通过存储器存储采集的脑血管图像、血压等数据;

显示模块,与主控模块连接,用于通过显示器显示患者脑血管图像、血压、血流特征参数。

5. 一种应用权利要求1~3任意一项所述脑血管特征信息分析方法的计算机。

一种脑血管特征信息分析系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于脑血管特征信息分析技术领域,尤其涉及一种脑血管特征信息分析系统及方法。

背景技术

[0002] 脑血管,全称脑血管病。通常分为出血性脑血管病(脑出血、蛛网膜下腔出血)和缺血性脑血管病(脑栓塞、短暂性脑缺血发作、脑血栓形成)两大类。脑栓塞,可有多种疾病所产生的栓子进入血液,阻塞脑部血管而诱发。临床上以心脏疾病为最常见的原因;其次是骨折、或外伤后脂肪入血;虫卵或细菌感染;气胸等空气入血,静脉炎形成的栓子等因素,栓塞了脑血管所致。短暂性脑缺血发作,(简称TIA,又叫小中风或一过性脑缺血发作),其病因与动脉硬化有关,是脑组织短暂性、缺血性、局灶性损害所致的功能障碍。脑血栓形成,多由动脉粥样硬化、各种动脉炎、外伤及其他物理因素、血液病引起脑血管局部病变形成的血凝块堵塞而发病。然而,现有脑血管特征信息分析系统不能准确地测量局部脑血管的血流动力学数据;同时,目前医生对于脑血管疾病的诊断都还只是通过看片主观判断,并没有一个精确的数据参考标准。

[0003] 综上所述,现有技术存在的问题是:

[0004] 现有脑血管特征信息分析系统不能准确地测量局部脑血管的血流动力学数据;同时,目前医生对于脑血管疾病的诊断都还只是通过看片主观判断,并没有一个精确的数据参考标准。

[0005] 现有技术中,医疗摄像设备不能有效避免医疗摄像设备受到外界或自身因素的干扰,易造成脑血管图像数据采集的不准确的情况发生,不能准确的获得脑血管图像数据;现有技术中不能有效提供准确性高的血压检测结果,使得血压的检测数据不准确、可靠性低,不能为患者提供生命保障,影响医护人员工作效率;现有技术中不能对采集的脑血管图像、血压等数据进行量化存储处理,存储效率低,工作效率低,不能做到对患者脑血管情况进行及时的分析,延误治疗。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种脑血管特征信息分析系统及方法。

[0007] 本发明是这样实现的,一种脑血管特征信息分析方法,所述脑血管特征信息分析方法包括以下步骤:

[0008] 步骤一,医疗摄像设备利用灰色模型对患者脑血管图像数据进行采集;通过采用具有主成分分析的血压检测仪对患者的血压数据信息进行采集;

[0009] 步骤二,根据采集的图像获取血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数;通过粒子群优化算法对采集的脑血管数据进行分割处理,定量分析每段血管的特征量;

[0010] 步骤三,通过数据处理软件绘制出脑血管各项指标曲线图;

[0011] 步骤四,利用存储器对采集的脑血管图像、血压数据进行量化存储处理;通过显示

器显示患者脑血管图像、血压、血流特征参数。

[0012] 进一步,所述步骤一中的医疗摄像设备利用灰色模型对患者脑血管图像数据进行采集,灰色模型为:GM(1,1)模型,设有变量 $X^{(0)}$ 的原始数据序列:

[0013] $X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$

[0014] n 为原始脑血管图像数据个数;与之对应的时间为 $t_i (i=1, 2, \dots, n)$ 。

[0015] 进一步,所述步骤四中利用存储器对采集的脑血管图像、血压数据进行量化存储处理,采用以下模型:

[0016] $x(t) = p(t) e^{j\omega t} = p(t) \exp[j2\pi f_0 t]$;

[0017] 式中, $f_0 = f_s + f_d$, f_d 为多普勒频率。

[0018] 本发明的另一目的在于提供一种实现所述脑血管特征信息分析方法的脑血管特征信息分析系统,所述脑血管特征信息分析系统包括:

[0019] 图像采集模块,与主控模块连接,用于通过医疗摄像设备采集患者脑血管图像数据;

[0020] 血压检测模块,与主控模块连接,用于通过血压检测仪采集患者血压数据信息;

[0021] 主控模块,与图像采集模块、血压检测模块、血流测量模块、定量分析模块、指标参数绘制模块、数据存储模块、显示模块连接,用于通过单片机控制各个模块正常工作;

[0022] 血流测量模块,与主控模块连接,用于根据采集的图像获取血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数;

[0023] 定量分析模块,与主控模块连接,用于通过粒子群优化算法对采集的脑血管数据进行分割处理,定量分析每段血管的特征量;

[0024] 指标参数绘制模块,与主控模块连接,用于通过数据处理软件绘制出脑血管各项指标曲线图;

[0025] 数据存储模块,与主控模块连接,用于通过存储器存储采集的脑血管图像、血压等数据;

[0026] 显示模块,与主控模块连接,用于通过显示器显示患者脑血管图像、血压、血流特征参数。

[0027] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述脑血管特征信息分析方法的计算机。

[0028] 本发明的优点及积极效果为:

[0029] 本发明通过血流测量模块采取个性化流速和流量数据作为脑血管计算流体力学仿真的边界条件,避免了使用经验值或者模型预估的边界条件造成的仿真结果的偏差;本发明完全基于影像学手段,可以不需要注射造影剂,方便、无创;同时,通过定量分析模块在原始数据中对脑血管进行分割,识别出Willis环部分,采用骨架线提取算法进行Willis环骨架线提取,得到Willis环骨架线及其采样点半径几何模型。对骨架线上的每段血管进行语义标识和规律采样,并计算采样点处的特征量;能够得到更加精确的结果;采用B样条曲线方法拟合原始离散骨架,使血管骨架形态连续化,从而可以获取血管上任意一点的特征量,得到更为精确的特征量计算结果;为医生对于疾病的诊断提供一个精确的数据参考标准。

[0030] 本发明的医疗摄像设备利用灰色模型对患者脑血管图像数据进行采集,有效避免医疗摄像设备受到外界或自身因素的影响造成脑血管图像数据采集的不准确的情况,有效提高脑血管图像数据采集的准确度;本发明采用具有主成分分析算法的血压检测仪对患者

的血压数据信息进行采集,可以有效提供血压检测的准确性,使得血压的检测数据准确、可靠,为患者提供生命保障,为医护人员提高工作上的便利;本发明利用具有量化处理模型的存储器对采集的脑血管图像、血压等数据进行量化存储处理,有效提高存储效率,保证工作质量,提供工作效率。

附图说明

[0031] 图1是本发明实施例提供的脑血管特征信息分析方法流程图。

[0032] 图2是本发明实施例提供的脑血管特征信息分析系统结构示意图;

[0033] 图中:1、图像采集模块;2、血压检测模块;3、主控模块;4、血流测量模块;5、定量分析模块;6、指标参数绘制模块;7、数据存储模块;8、显示模块。

具体实施方式

[0034] 为能进一步了解本发明的发明内容、特点及功效,兹例举以下实施例,并配合附图详细说明如下。

[0035] 下面结合附图对本发明的结构作详细的描述。

[0036] 如图1所示,本发明实施例提供的脑血管特征信息分析方法具体包括以下步骤:

[0037] S101:医疗摄像设备利用灰色模型对患者脑血管图像数据进行采集;通过采用具有主成分分析的血压检测仪对患者的血压数据信息进行采集;

[0038] S102:根据采集的图像获取血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数;通过粒子群优化算法对采集的脑血管数据进行分割处理,定量分析每段血管的特征量;

[0039] S103:通过数据处理软件绘制出脑血管各项指标曲线图;

[0040] S104:利用存储器对采集的脑血管图像、血压等数据进行量化存储处理;通过显示器显示患者脑血管图像、血压、血流特征参数。

[0041] 步骤S101中,本发明实施例提供的医疗摄像设备利用灰色模型对患者脑血管图像数据进行采集,有效避免医疗摄像设备受到外界或自身因素的影响造成脑血管图像数据采集的不准确的情况,有效提高脑血管图像数据采集的准确度;具体采用的灰色模型为:

[0042] G M(1,1)模型,设有变量 $X^{(0)}$ 的原始数据序列:

[0043] $X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$

[0044] n为原始脑血管图像数据个数;与之对应的时间为 t_i ($n=1, 2, \dots, n$);

[0045] 用A G O (Accumulated Generating Operation)生成一阶累加模块 $X^{(1)}$

[0046] $X^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\}$

[0047] 由一阶灰色模块 $X^{(1)}$ 构成的微分方程为:

[0048]
$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$$

[0049] 根据导数离散化形式,微分方程以矩阵形式可写成:

[0050] $Y=AU$

[0051] 其中,

$$[0052] \quad Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(N) \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(N-1) + x^{(1)}(N)] & 1 \end{bmatrix}, U = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

[0053] 利用最小二乘原理,可求得参数估计值为:

$$[0054] \quad \hat{U} = (A^T A)^{-1} (A^T Y) = \begin{bmatrix} \hat{a} \\ \hat{b} \end{bmatrix}$$

[0055] 回到原来的微分方程有:

$$[0056] \quad \frac{dx^{(1)}}{dt} + \hat{a}x^{(1)} = \hat{b}$$

[0057] 得解为:

$$[0058] \quad \hat{x}^{(1)}(t) = \left[x^{(1)}(0) - \frac{b}{a} \right] e^{-at} + \frac{b}{a}$$

[0059] 离散形式为:

$$[0060] \quad \hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a}$$

[0061] 其中,k为参与检测的脑血管图像数据个数;

[0062] 一般形式为:

$$[0063] \quad \hat{x}^{(1)}(k+p) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-a \cdot (k+p-1)} + \frac{b}{a}$$

[0064] 其中,P>1为检测点;则检测后的原始脑血管图像数据序列为:

$$[0065] \quad \hat{x}^{(0)}(k+p) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-a \cdot (k+p-1)} \cdot (1 - e^a)$$

[0066] 或者,可以简化地表达为:

$$[0067] \quad \hat{x}^{(0)}(k) = \hat{x}^{(1)}(k) - \hat{x}^{(1)}(k-1)$$

[0068] 整个灰色模型检测过程可以表达为:

$$[0069] \quad \hat{x}^{(0)}(k+p) = IAGO \cdot GM(1,1) \cdot AGO \cdot x^{(0)}$$

[0070] 其中,IAGO,AGO分别为累减生成序列和累加生成序列。

[0071] 步骤S101中,本发明实施例提供的采用具有主成分分析算法的血压检测仪对患者的血压数据信息进行采集,可以有效提供血压检测的准确性,使得血压的检测数据准确、可靠,为患者提供生命保障,为医护人员提高工作上的便利;采用主成分分析法获得特征目标的主成分,同时,利用X²检验法对主成分进行正太分布检验;

[0072] 正能太分布N(μ, σ^2), μ, σ^2 未知,采用最大似然估计对其进行点估计,得出:

$$[0073] \quad \mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2;$$

[0074] 得分布概率密度,采用 χ^2 检验法检验样本的正态分布,公式如下:

$$[0075] \quad \chi^2 = \sum_{i=1}^l \frac{(r_i - Nt_i)^2}{Nt_i};$$

[0076] 其中N为样本数,l为分组数, r_i 为实际频数, t_i 为理论频数。

[0077] 步骤S104中,本发明实施例提供的利用存储器对采集的脑血管图像、血压等数据进行量化存储处理,有效提高存储效率,保证工作质量,提供工作效率;

[0078] 存储器对采集的脑血管图像、血压等数据进行量化存储处理,具体采用以下模型:

$$[0079] \quad x_{(t)} = p_{(t)} e^{j\varphi(t)} = p_{(t)} \exp[j2\pi f_0 t];$$

[0080] 式中, $f_0 = f_s + f_d$, f_d 为多普勒频率;

[0081] 存储的脑血管图像、血压等数据信号 $x_{(t)}$ 施加相位量化处理,在第k个通道,增加相位延迟 $k \frac{2\pi}{N}$,其后经过一个理想限幅器,利用如下数学式进行描述,

$$[0082] \quad y(z_k) \begin{cases} 1, z_k > \cos \frac{\pi}{N} \\ 0, \text{其他} \end{cases};$$

[0083] 式中: $\varphi(t)$ 为脑血管图像、血压等数据量化相位, $N = 2^M$ 为脑血管图像、血压等数据量化等级,M为脑血管图像、血压等数据的量化位数;

[0084] 量化系统由N个独立通道组成,编号为k, $k = 0 \sim N - 1$ 。

[0085] 限幅器的输出与一个复数序列 $\exp\left[jk \frac{2\pi}{N}\right]$ 相乘,然后,所有通道相加即得到量化脑血管图像、血压等数据的信号。

[0086] 如图2所示,本发明提供的脑血管特征信息分析系统包括:

[0087] 图像采集模块1、血压检测模块2、主控模块3、血流测量模块4、定量分析模块5、指标参数绘制模块6、数据存储模块7、显示模块8。

[0088] 图像采集模块1,与主控模块3连接,用于通过医疗摄像设备采集患者脑血管图像数据;

[0089] 血压检测模块2,与主控模块3连接,用于通过血压检测仪采集患者血压数据信息;

[0090] 主控模块3,与图像采集模块1、血压检测模块2、血流测量模块4、定量分析模块5、指标参数绘制模块6、数据存储模块7、显示模块8连接,用于通过单片机控制各个模块正常工作;

[0091] 血流测量模块4,与主控模块3连接,用于根据采集的图像获取血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数;

[0092] 定量分析模块5,与主控模块3连接,用于通过粒子群优化算法对采集的脑血管数据进行分割处理,定量分析每段血管的特征量;

[0093] 指标参数绘制模块6,与主控模块3连接,用于通过数据处理软件绘制出脑血管各项指标曲线图;

[0094] 数据存储模块7,与主控模块3连接,用于通过存储器存储采集的脑血管图像、血压等数据;

[0095] 显示模块8,与主控模块3连接,用于通过显示器显示患者脑血管图像、血压、血流特征参数。

[0096] 本发明提供的血流测量模块4测量方法如下:

[0097] 1) 采集人体脑血管的计算机断层扫描图像和用于计算边界条件的图像;

[0098] 2) 对所述扫描图像进行重建处理,通过重建得到脑血管三维几何结构,并处理相位增强数据,提取仿真所需边界信息;

[0099] 3) 对所述脑血管三维几何结构进行前处理,包括平滑处理、网格划分和边界条件设置;

[0100] 4) 构建模型设置流体仿真求解方法,求解所述脑血管三维几何结构各处血流动力学信息;

[0101] 5) 将仿真结果与测量结果对比,调整仿真数学模型和求解参数,输出血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数。

[0102] 本发明提供的步骤4)中具体如下:所述模型包括入口模型、出口模型、血管壁模型和血液模型;其中,入口模型用于设置流体力学仿真的入口边界条件,出口模型用于设置流体力学仿真的出口边界条件,血管壁模型用于设置血管壁的边界条件,血液模型用于设置符合血液流动特点的血流动力学模型;在对入口、出口、血管壁和血流模型的各项参数进行设置后,再对求解方法和收敛条件进行设置,通过求解偏微分方程,对每一个网格内的血流动力学信息进行求解,从而来获得各处的血流动力学信息。

[0103] 本发明提供的定量分析模块5分析方法如下:

[0104] 步骤1,根据采集到的脑血管DICOM数据,得到所述数据的最大密度投影图,采用粒子群优化算法对原始数据进行分割处理,得到分割体数据和Mesh数据;

[0105] 步骤2,从分割处理后的数据中人工识别出Willis环部分,并采用骨架线提取算法进行Willis环骨架线提取,得到Willis环骨架线及其采样点血管半径几何模型;

[0106] 步骤3,参照最大密度投影图对Willis环骨架线上的血管分支进行语义标识,并设定采样规则;

[0107] 步骤4,对Willis环骨架线上的每段血管进行曲线拟合,利用得到的连续的Willis环骨架线曲线计算每段血管的特征量;

[0108] 步骤5,对计算结果进行数据统计分析。

[0109] 本发明提供的步骤3中设定的采样规则为:在单段血管上按长度进行均匀采样。

[0110] 本发明提供的步骤4采用B样条拟合法对Willis环骨架线上的每段血管进行拟合。

[0111] 本发明提供的步骤4计算血管的特征量的方法如下:

[0112] 步骤4.1,计算采样点处的局部特征量;

[0113] 步骤4.1.1,计算半径,方法如下:

[0114] 采用球B样条拟合原始离散点骨架;

[0115] 对所要计算的一段血管按照设定的采样规则进行采样;

- [0116] 将血管区域的边界看作是单参数球体的包络面,根据解析几何知识求解血管的半径;
- [0117] 步骤4.1.2,计算长度、曲率、挠率、采样点与首尾点连线的夹角值,方法如下:
- [0118] 采用B样条曲线拟合法进行曲线拟合;
- [0119] 对所要计算的一段血管按照设定的采样规则进行采样;
- [0120] 根据解析几何知识求解长度、曲率、挠率、采样点与首尾点连线的夹角值。
- [0121] 步骤4.2,计算全局特征量;
- [0122] 分别计算曲率和挠率对弧长的积分,根据步骤1分割出的体数据计算每段血管的体积,根据步骤1分割出的Mesh数据计算每段血管的表面积。
- [0123] 本发明工作时,首先,通过图像采集模块1利用医疗摄像设备采集患者脑血管图像数据;通过血压检测模块2利用血压检测仪采集患者血压数据信息;其次,主控模块3通过血流测量模块4根据采集的图像获取血流动力学信息的彩色云图和血流动力学特征参数;通过定量分析模块5利用粒子群优化算法对采集的脑血管数据进行分割处理,定量分析每段血管的特征量;通过指标参数绘制模块6利用数据处理软件绘制出脑血管各项指标曲线图;然后,通过数据存储模块7利用存储器存储采集的脑血管图像、血压等数据;最后,通过显示模块8利用显示器显示患者脑血管图像、血压、血流特征参数。
- [0124] 以上所述仅是对本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改,等同变化与修饰,均属于本发明技术方案的范围。

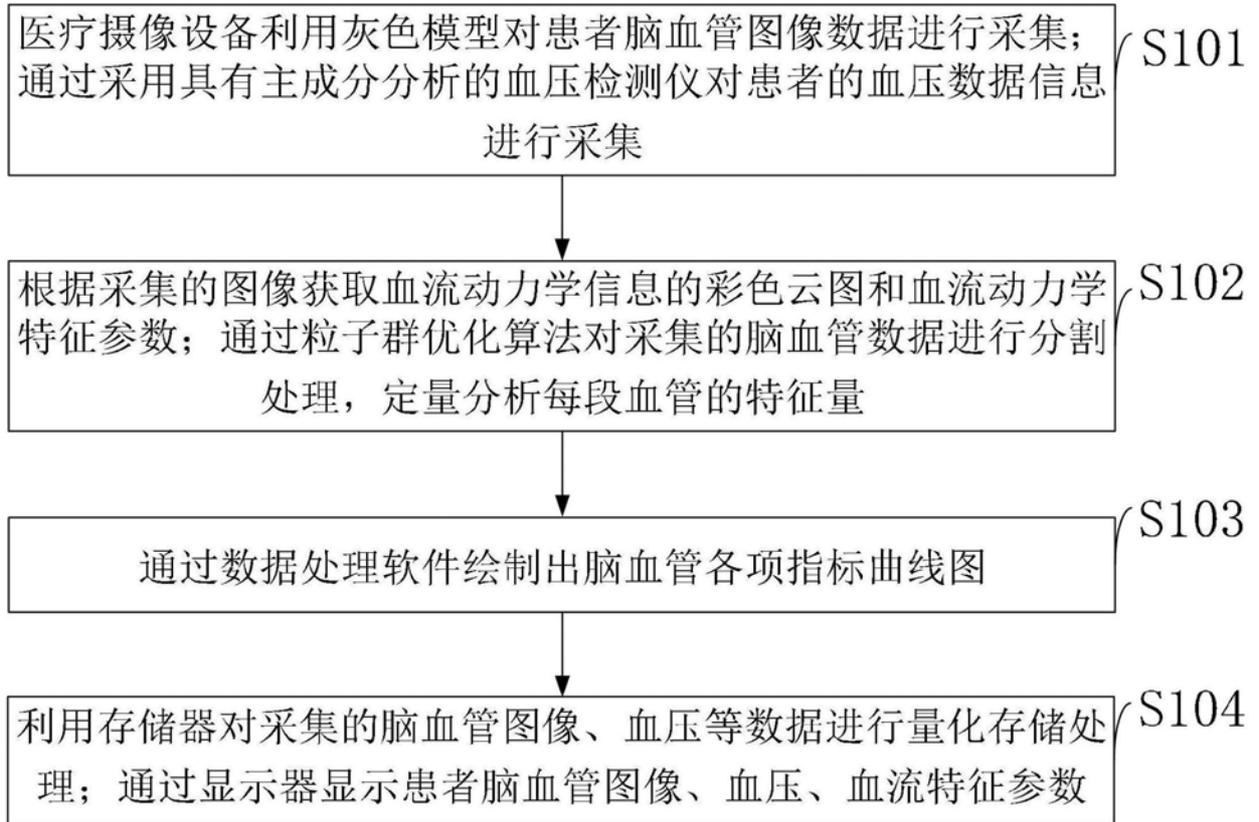


图1

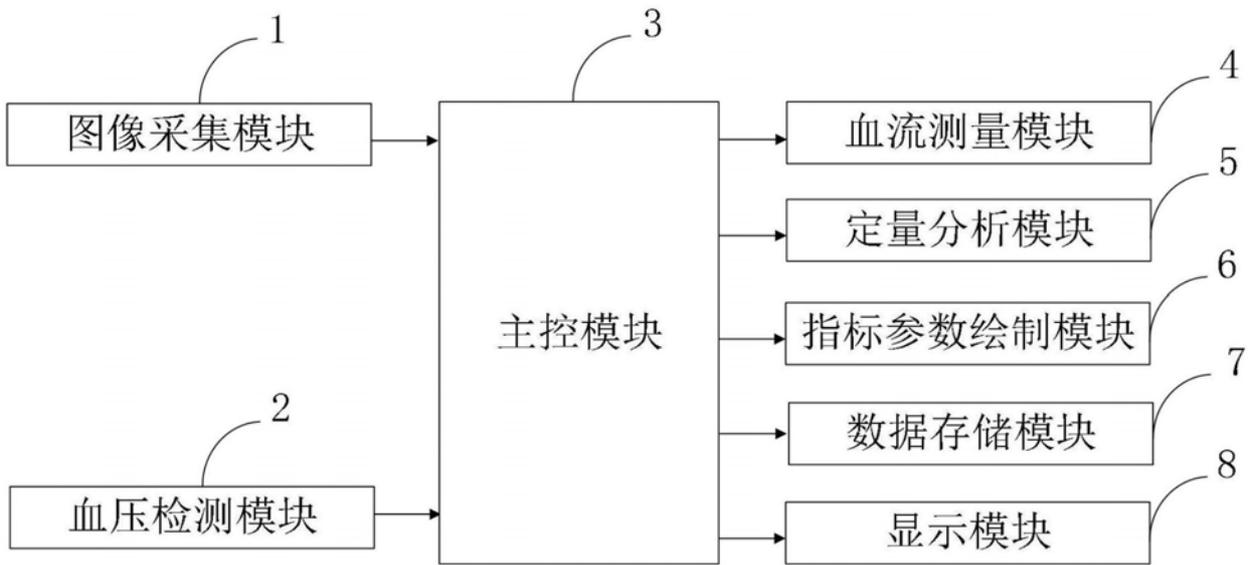


图2

专利名称(译)	一种脑血管特征信息分析系统及方法		
公开(公告)号	CN109528176A	公开(公告)日	2019-03-29
申请号	CN201811293588.9	申请日	2018-11-01
[标]申请(专利权)人(译)	贵州医科大学附属医院		
申请(专利权)人(译)	贵州医科大学附属医院		
当前申请(专利权)人(译)	贵州医科大学附属医院		
[标]发明人	张谦 吴霜		
发明人	张谦 吴霜		
IPC分类号	A61B5/02 A61B5/026 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/026 A61B5/02 A61B5/489		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)
 本发明属于脑血管特征信息分析技术领域，公开了一种脑血管特征信息分析系统及方法，包括：图像采集模块、血压检测模块、主控模块、血流测量模块、定量分析模块、指标参数绘制模块、数据存储模块、显示模块。本发明通过血流测量模块采取个性化流速和流量数据作为脑血管计算流体力学仿真的边界条件，避免了使用经验值或者模型预估的边界条件造成的仿真结果的偏差；同时，通过定量分析模块在原始数据中对脑血管进行分割，识别出Wills环部分，能够得到更加精确的结果；采用B样条曲线方法拟合原始离散骨架，使血管骨架形态连续化，从而可以获得血管上任意一点的特征量，得到更为精确的特征量计算结果；为医生对于疾病的诊断提供一个精确的数据参考标准。

