



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101782964 B

(45) 授权公告日 2012.07.18

(21) 申请号 201019050021.3

号得特征提取.《系统仿真学报》.2008, 第 20 卷

(22) 申请日 2010.02.02

(第 3 期), 全文.

(73) 专利权人 华南理工大学

审查员 孟佳

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 金连文 梁凌宇 刘志斌 何振宇

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

G01P 15/00(2006.01)

(56) 对比文件

JP 2005092722 A, 2005.04.07, 全文.

CN 101620237 A, 2010.01.06, 全文.

JP 2003029915 A, 2003.01.31, 全文.

JP 2009001096 A, 2009.01.08, 全文.

蒋克荣等. 基于小波变换得汽车轮加速度信

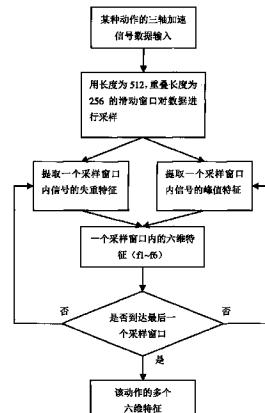
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种基于加速度传感器的失重特征提取方法

(57) 摘要

本发明提供了一种基于加速度传感器的失重特征提取方法,包括如下步骤:(1)接收加速度传感器的测量数据;(2)根据测量数据对加速度进行竖直方向的校准,得到在竖直方向上除去重力后的净合加速度;(3)根据步骤(2)中获得的净合加速度,进行失重状态检测,提取失重特征数据。



1. 一种基于加速度传感器的失重特征提取方法, 其特征在于包括如下步骤 :

(1) 输入一个采样窗口内的加速度数据 ;

(2) 利用加速度竖直方向的校准算法对加速度进行竖直方向的校准, 得到在竖直方向上的净合加速度 ;

(3) 利用失重状态的检测算法对动作的失重状态进行检测 ;

(4) 得到动作处于失重状态的时间长度和时间间隔数据 ;

(5) 通过计算得到失重特征 (f1) ~ (f3), 即 :

(f1) 失重时间长度的均值,

(f2) 失重时间间隔的均值,

(f3) 失重时间长度与窗口长度的比值。

2. 根据权利要求 1 所述的失重特征提取方法, 其特征在于所述步骤 (2) 获得竖直方向上的净合加速度的具体步骤如下 :

(2-1) 根据加速度传感器测量的数据, 计算某一时刻 i 除去零点偏置常量后的净加速度向量 $(a'_{x(i)}, a'_{y(i)}, a'_{z(i)})$:

$$(a'_{x(i)}, a'_{y(i)}, a'_{z(i)}) = (a_x(i), a_y(i), a_z(i)) - (a_{x0}, a_{y0}, a_{z0})$$

其中 :i 为某一采样时间间隔 N 内的某一时刻, 其范围为 1 到 N, $(a_x(i), a_y(i), a_z(i))$ 为在时刻 i 时测量得到的加速度向量, $a_x(i), a_y(i), a_z(i)$ 为加速度传感器 x, y, z 轴上的加速度分量, a_{x0}, a_{y0}, a_{z0} 为处于静止状态时加速度传感器 x, y, z 轴上的零点偏置常量 ;

(2-2) 根据步骤 (2-1) 中得到的数据, 得到在采样时间间隔 N 内,

在传感器 x, y, z 轴上净加速度分量的最大值 $a'_{x\max}, a'_{y\max}, a'_{z\max}$, 最小值 $a'_{x\min}, a'_{y\min}, a'_{z\min}$ 与平均值 $a'_{x\text{mean}}, a'_{y\text{mean}}, a'_{z\text{mean}}$:

$$a'_{k\max} = \text{Max}(a'_{k(i)}),$$

$$a'_{k\min} = \text{Min}(a'_{k(i)}),$$

$$a'_{k\text{mean}} = \frac{1}{2}(a'_{k\max} + a'_{k\min}),$$

其中 :k = x, y, z, i 的范围从 1 到 N ;

(2-3) 根据步骤 (2-2) 的数据, 判断传感器是否处于静止状态, 若得到合力在一定范围内等于重力, 各个轴上数据变化也在一定范围内, 则处于静止状态, 即满足 :

$$|a'_{k\max} - a'_{k\min}| \leq \varepsilon_1,$$

$$\text{且 } |(a'_{x\text{mean}}^2 + a'_{y\text{mean}}^2 + a'_{z\text{mean}}^2) - g^2| \leq \varepsilon_2,$$

其中 :k = x, y, z, i 的范围从 1 到 N, $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ 为阀值参数, 以限定处于静止状态时数据的变化范围, g 为重力加速度大小 ;

(2-4) 当传感器处于静止状态时, 计算竖直方向的法向量 D_{\perp} :

$$D_{\perp} = \frac{(a'_{x\text{mean}}, a'_{y\text{mean}}, a'_{z\text{mean}})}{\sqrt{a'_{x\text{mean}}^2 + a'_{y\text{mean}}^2 + a'_{z\text{mean}}^2}};$$

(2-5) 把净加速度向量 $(a'_{x(i)}, a'_{y(i)}, a'_{z(i)})$ 向法向量 D_{\perp} 方向作投影, 得到校准后竖直的净合加速度 a'_{\perp} :

$$a'_{\perp} = (a'_{x(i)}, a'_{y(i)}, a'_{z(i)}) \cdot D_{\perp}.$$

3. 根据权利要求 1 所述的失重特征提取方法, 其特征在于所述步骤 (3) 的失重状态检测具体步骤如下 :

(3-1) 输入经过竖直方向校正后的净合加速度 a'_{\perp} ;

(3-2) 判断前一时刻是否处于失重状态, 若为“是”, 转到步骤 (3-3'), 若为“否”, 则转到步骤 (3-3) ;

(3-3) 判断当前的净合加速度是否小于阀值, 若为“是”, 转到步骤 (3-4), 若为“否”, 则转到步骤 (3-5) ;

(3-4) 可知动作由非失重状态进入失重状态, 即当前动作处于失重状态, 设置失重时间长度为 1 ;

(3-5) 可知当前仍处于非失重状态 ;

(3-3') 判断当前的净合加速度是否小于阀值, 若为“是”, 转到步骤 (3-4'), 若为“否”, 转到步骤 (3-5') ;

(3-4') 可知当前仍处于失重状态, 把失重时间长度增加 1 ;

(3-5') 可知动作由失重状态进入非失重状态, 即当前动作处于非失重状态。

4. 根据权利要求 1 所述的失重特征提取方法, 其特征在于所述步骤 (1) 输入测量数据后, 用长度为 512, 重叠长度为 256 的滑动窗口对数据进行采样, 得到一系列截短了的数据段, 用于后续步骤的处理。

一种基于加速度传感器的失重特征提取方法

技术领域

[0001] 本发明属于模式识别技术领域,特别是涉及一种基于加速度传感器的动作识别中的失重特征提取方法。

背景技术

[0002] 动作识别是智能系统的中心任务之一,其技术目标是:在一定的环境条件下,通过对行为者一连串动作的监控感测,实现对其动作类型、动作意图或其他运动属性的感知和识别。

[0003] 基于传感器(尤其是加速度传感器)的动作识别技术对使用环境和系统硬件的要求都相对较低,因此在人体的动作识别领域得到了广泛的应用。而为了提高系统的分类效率,一般的动作识别方法都会包含特征提取这个步骤。其中,应用得较多的时域特征有信号均值、标准差、方差、相关系数,能量等,频域特征基本上都是基于FFT变换的特征。

[0004] 常用的信号特征虽然在某些环境和条件下能较好地表征动作信号,但也存在着一定程度的不足。对于信号的时域特征,其计算方法一般都需要直接利用原始信号的大小,因而对原始信号变化的敏感度较大。如果传感器发生晃动或传感器穿戴在人体不同位置而导致原始信号发生变化,那么这些时域特征的值一般也会发生较大的变化,从而影响了识别系统对动作的分类。对于信号的频域特征,虽然其具有一定的抗干扰能力,但由于其计算涉及到FFT变换,运算量较大,不利于实时动作识别系统的实现。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于加速度传感器的失重特征提取方法,以应用于动作识别中,是的动作识别方法不但能够提取出各类动作中某类具有较高区分度的信号特征,提高动作识别系统的识别率与保证其工作效率,而且能在一定程度上降低传感器的不同穿戴位置与运动中产生的晃动带来的对识别率的影响,从而提高动作识别系统的实用性和健壮性。

[0006] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 一种基于加速度传感器的失重特征提取方法,包括如下步骤:

[0008] (1)接收加速度传感器的测量数据;

[0009] (2)根据测量数据对加速度进行竖直方向的校准,得到在竖直方向上的净合加速度;

[0010] (3)根据步骤(2)中获得的净合加速度,进行失重状态检测,提取失重特征数据。

[0011] 上述技术方案中,所述步骤(2)获得净合加速度的具体步骤如下:

[0012] (2-1)根据加速度传感器测量的数据,计算某一时刻*i*除去零点偏置常量后的净加速度向量($a_x'(i), a_y'(i), a_z'(i)$):

[0013] $(a_x'(i), a_y'(i), a_z'(i)) = (a_x(i), a_y(i), a_z(i)) - (a_{x0}, a_{y0}, a_{z0})$

[0014] 其中:*i*为某一采样时间间隔N内的某一时刻,其范围为1到N, ($a_x(i), a_y(i)$,

$a_z(i)$) 为在时刻 i 时测量得到的加速度向量, $a_x(i), a_y(i), a_z(i)$ 为加速度传感器 x, y, z 轴上的加速度分量, a_{x0}, a_{y0}, a_{z0} 为处于静止状态时加速度传感器 x, y, z 轴上的零点偏置常量;

[0015] (2-2) 根据步骤 (2-1) 中得到的数据, 得到在采样时间间隔 N 内, 在传感器 x, y, z 轴上净加速度分量的最大值 a_{x-max}' , a_{y-max}' , a_{z-max}' , 最小值 a_{x-min}' , a_{y-min}' , a_{z-min}' 与平均值 a_{x-mean}' , a_{y-mean}' , a_{z-mean}' :

$$[0016] a_{k-max}' = \text{Max}(a_k'(i)),$$

$$[0017] a_{k-min}' = \text{Min}(a_k'(i)),$$

$$[0018] a'_{k-mean} = \frac{1}{2}(a'_{k-max} + a'_{k-min}),$$

[0019] 其中 : $k = x, y, z, i$ 的范围从 1 到 N ;

[0020] (2-3) 根据步骤 (2-2) 的数据, 判断传感器是否处于静止状态, 若得到合力在一定范围内等于重力, 各个轴上数据变化也在一定范围内, 则处于静止状态, 即满足 :

$$[0021] |a_{k-max}' - a_{k-min}'| \leq \varepsilon_1,$$

$$[0022] \text{且 } |(a'_{x-mean}^2 + a'_{y-mean}^2 + a'_{z-mean}^2) - g^2| \leq \varepsilon_2,$$

[0023] 其中 : $k = x, y, z, i$ 的范围从 1 到 N , $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ 为阀值参数, 以限定处于静止状态时数据的变化范围, g 为重力加速度大小;

[0024] (2-4) 当传感器处于静止状态时, 计算竖直方向的法向量 D_\perp :

$$[0025] D_\perp = \frac{(a'_{x-mean}, a'_{y-mean}, a'_{z-mean})}{\sqrt{a'_{x-mean}^2 + a'_{y-mean}^2 + a'_{z-mean}^2}};$$

[0026] (2-5) 把净加速度向量 $(a_x'(i), a_y'(i), a_z'(i))$ 向法向量 D_\perp 方向作投影, 得到校准后竖直的净合加速度 a_\perp' :

$$[0027] a_\perp' = (a_x'(i), a_y'(i), a_z'(i)) \cdot D_\perp;$$

[0028] 所述步骤 (3) 的失重状态检测具体步骤如下:

[0029] (3-1) 输入经过竖直方向校正后的净合加速度 a_\perp' ;

[0030] (3-2) 判断前一时刻是否处于失重状态, 若为“是”, 转到步骤 (3-3'), 若为“否”, 则转到步骤 (3-3) ;

[0031] (3-3) 判断当前的净合加速度是否小于阀值, 若为“是”, 转到步骤 (3-4), 若为“否”, 则转到步骤 (3-5) ;

[0032] (3-4) 可知动作由非失重状态进入失重状态, 即当前动作处于失重状态, 设置失重时间长度为 1;

[0033] (3-5) 可知当前仍处于非失重状态;

[0034] (3-3') 判断当前的净合加速度是否小于阀值, 若为“是”, 转到步骤 (3-4'), 若为“否”, 转到步骤 (3-5') ;

[0035] (3-4') 可知当前仍处于失重状态, 把失重时间长度增加 1;

[0036] (3-5') 可知动作由失重状态进入非失重状态, 即当前动作处于非失重状态。

[0037] 所述步骤 (3) 提取失重特征数据还包括计算出失重特征, 包括:

[0038] (f1) 失重时间长度的均值,

[0039] (f2) 失重时间间隔的均值,

[0040] (f3) 失重时间长度与窗口长度的比值。

[0041] 所述步骤(3)提取失重特征数据包括同时提取失重特征与峰值特征,然后利用这两类特征组合而成的特征进行动作识别,其中峰值特征通过以下的步骤进行提取:

[0042] (4-1) 由三个方向的加速度分量计算出合加速度的大小,即利用下式计算x, y, z轴总的加速度大小:

$$[0043] A(i) = \sqrt{a_x^2(i) + a_y^2(i) + a_z^2(i)};$$

[0044] 其中: $a_x(i)$, $a_y(i)$, $a_z(i)$ 为经过x,y,z轴相应的加速度信号分量,i为某一采样时刻,其范围为1到n;

[0045] (4-2)用合加速度减去重力加速度得到净合加速度;

[0046] (4-3)对净合加速度进行均值滤波和高斯滤波;

[0047] (4-4)根据步骤(4-3)得到的数据,取一个动态阀值T;

[0048] (4-5)若当前时刻的数据值大于动态阀值T,并且比其前后相邻时间的数据值都要大,则该时间点的数据值为峰值;

[0049] (4-6)利用步骤(4-5)检测到的峰值状态得到峰值数据,并计算出相应的得到峰值特征(f4)~(f6),即:

[0050] (f4)峰值高度的均值,

[0051] (f5)峰值间隔的均值,

[0052] (f6)峰值状态数目与失重状态数目的比值。

[0053] 本发明的有益效果如下:

[0054] 1、由于不同动作的失重信号数据一般具有不同的特点,本发明通过提取动作的失重特征达到提高系统识别率的效果;

[0055] 2、由于失重特征对动作的表征不直接涉及传感器所测的具体信号的大小,因此使用这种特征能够降低传感器穿戴位置对系统识别率的影响,从而在保证识别率的前提下提高系统穿戴的舒适度与便利性,最终达到提高系统实用性的效果;

[0056] 3、由于在检测动作失重状态前使用了校准算法对竖直方向的加速度信号进行了校准,因此一方面能保证失重特征的准确提取,另一方面能降低运动中传感器的晃动对信号数据的影响,从而提高系统了系统的识别率与健壮性;

[0057] 4、本发明使用的失重特征属于信号的时域特征,所需的运算量较少,因此运用在实际系统中,能够在提高识别率的同时保证系统运行的效率。

附图说明

[0058] 图1是本发明的系统结构框图;

[0059] 图2是本发明失重特征提取方法(L)的流程框图;

[0060] 图3是本发明的加速度竖直方向的校准算法(C)的流程框图;

[0061] 图4是本发明的失重状态的检测算法(D)的流程框图;

[0062] 图5是本发明峰值特征提取方法(P)的流程框图;

具体实施方式

[0063] 下面结合附图对本发明做进一步的说明。

[0064] 实施本发明的硬件设备包括一个配备蓝牙传输功能和三轴加速度传感器的可穿戴设备,以及一部具有蓝牙接收功能的 PDC 或计算机。本发明的识别方法通过软件编程的手段以应用软件的形式运行在 PDC 或计算机上。实施过程中,利用穿戴在人体的传感设备,可把各种动作的加速度信号通过蓝牙实时传给计算设备,然后通过识别软件对信号数据进行相应的处理,进而实现动作识别。

[0065] 本发明的系统结构框图如附图 1 所示,其具体步骤如下:

[0066] (1) 当接收到三轴加速度传感器的信号数据输入后,用长度为 512,重叠长度为 256 的滑动窗口对数据进行采样,得到一系列截短了的数据段;

[0067] (2) 提取一个采样窗口内信号的失重特征和峰值特征;

[0068] (3) 结合失重特征和峰值特征得到一个采样窗口内的六维动作特征 (f1) ~ (f6),各维的特征分别为:

[0069] (f1) 失重时间间隔的均值,

[0070] (f2) 失重时间长度的均值,

[0071] (f3) 失重时间长度与窗口长度的比值。

[0072] (f4) 峰值高度的均值,

[0073] (f5) 峰值间隔的均值,

[0074] (f6) 峰值状态数目与失重状态数目的比值;

[0075] (4) 重复步骤 (2)(3),直到对所有的采样窗口完成六维特征的提取;

[0076] (5) 得到了该动作的多个六维特征;

[0077] 本发明的失重特征提取方法的流程框图如附图 2 所示,其具体步骤如下:

[0078] (L1) 输入一个采样窗口内的加速度数据;

[0079] (L2) 利用加速度竖直方向的校准算法 (C) 对加速度进行竖直方向的校准;

[0080] (L3) 利用失重状态的检测算法 (D) 对动作的失重状态进行检测;

[0081] (L4) 得到动作处于失重状态的时间长度和时间间隔数据;

[0082] (L5) 通过计算得到失重特征 (f1) ~ (f3),即:

[0083] (f1) 失重时间长度的均值,

[0084] (f2) 失重时间间隔的均值,

[0085] (f3) 失重时间长度与窗口长度的比值。

[0086] 本发明的加速度竖直方向的校准算法 (C) 的流程框图如附图 3 所示,其具体步骤如下:

[0087] (C1) 根据加速度传感器测量的数据,计算某一时刻 i 除去零点偏置常量后的净加速度向量 ($a_x'(i)$, $a_y'(i)$, $a_z'(i)$):

$$[0088] (a_x'(i), a_y'(i), a_z'(i)) = (a_x(i), a_y(i), a_z(i)) - (a_{x0}, a_{y0}, a_{z0})$$

[0089] 其中:i 为某一采样时间间隔 N 内的某一时刻,其范围为 1 到 N, ($a_x(i)$, $a_y(i)$, $a_z(i)$) 为在时刻 i 时测量得到的加速度向量, $a_x(i)$, $a_y(i)$, $a_z(i)$ 为加速度传感器 x, y, z 轴上的加速度分量, a_{x0} , a_{y0} , a_{z0} 为处于静止状态时加速度传感器 x, y, z 轴上的零点偏置常量;

[0090] (C2) 根据步骤 (C1) 中得到的数据,得到在采样时间间隔 N 内,在传感器 x, y, z 轴上净加速度分量的最大值 a_{x-max}' , a_{y-max}' , a_{z-max}' , 最小值 a_{x-min}' , a_{y-min}' , a_{z-min}' 与平均值 a_{x-mean}' , a_{y-mean}' , a_{z-mean}' :

[0091] $a_{k-\max}' = \text{Max}(a_k'(i))$,

[0092] $a_{k-\min}' = \text{Min}(a_k'(i))$,

$$[0093] a'_{k-mean} = \frac{1}{2}(a'_{k-max} + a'_{k-min}),$$

[0094] 其中 :k = x, y, z, i 的范围从 1 到 N;

[0095] (C3) 根据步骤 (C2) 的数据, 判断传感器是否处于静止状态, 若得到合力在一定范围内等于重力, 各个轴数据变化也在一定范围内, 则处于静止状态, 即满足 :

$$[0096] |a_{k-\max}' - a_{k-\min}'| \leq \varepsilon_1,$$

$$[0097] \text{且 } |(a'^2_{x-mean} + a'^2_{y-mean} + a'^2_{z-mean}) - g^2| \leq \varepsilon_2,$$

[0098] 其中 :k = x, y, z, i 的范围从 1 到 N, ε_1 , ε_2 为阀值参数, 以限定处于静止状态时数据的变化范围, g 为重力加速度大小;

[0099] (C4) 当传感器处于静止状态时, 计算竖直方向的法向量 D_\perp :

$$[0100] D_\perp = \frac{(a'_{x-mean}, a'_{y-mean}, a'_{z-mean})}{\sqrt{a'^2_{x-mean} + a'^2_{y-mean} + a'^2_{z-mean}}};$$

[0101] (C5) 把净加速度向量 $(a_x'(i), a_y'(i), a_z'(i))$ 向法向量 D_\perp 方向作投影, 得到校准后竖直的净合加速度 a_\perp' :

$$[0102] a_\perp' = (a_x'(i), a_y'(i), a_z'(i)) \cdot D_\perp.$$

[0103] 本发明的失重状态的检测算法 (D) 的流程框图如附图 4 所示, 其具体步骤如下:

[0104] (D1) 输入经过了校准算法 (C) 后得到的竖直方向除去重力后的净合加速度;

[0105] (D2) 判断前一时刻是否处于失重状态, 若为“是”, 转到步骤 (D3'), 若为“否”, 则转到步骤 (D3);

[0106] (D3) 判断当前的净合加速度是否小于阀值, 若为“是”, 转到步骤 (D4), 若为“否”, 则转到步骤 (D5);

[0107] (D4) 可知动作由非失重状态进入失重状态, 即当前动作处于失重状态, 设置失重时间长度为 1;

[0108] (D5) 可知当前仍处于非失重状态;

[0109] (D3') 判断当前的净合加速度是否小于阀值, 若为“是”, 转到步骤 (D4'), 若为“否”, 转到步骤 (D5');

[0110] (D4') 可知当前仍处于失重状态, 把失重时间长度增加 1;

[0111] (D5') 可知动作由失重状态进入非失重状态, 即当前动作处于非失重状态。

[0112] 本发明的峰值特征提取方法 (P) 的流程框图如附图 5 所示, 其具体步骤如下:

[0113] (P1) 由三个方向的加速度分量计算出合加速度的大小, 即利用下式计算 x, y, z 轴总的加速度大小:

$$[0114] A(i) = \sqrt{a_x^2(i) + a_y^2(i) + a_z^2(i)};$$

[0115] 其中 : $a_x(i)$, $a_y(i)$, $a_z(i)$ 为经过 x, y, z 轴相应的加速度信号分量, i 为某一采样时刻, 其范围为 1 到 n;

[0116] (P2) 用合加速度减去重力加速度得到净合加速度;

[0117] (P3) 对净合加速度进行均值滤波和高斯滤波;

- [0118] (P4) 根据步骤 (P3) 得到的数据, 取一个动态阀值 T ;
- [0119] (P5) 若当前时刻的数据值大于动态阀值 T , 并且比其前后相邻时间的数据值都要大, 则该时间点的数据值为峰值 ;
- [0120] (P6) 利用步骤 (P5) 检测到的峰值状态得到峰值数据, 并计算出相应的得到峰值特征 (f4) ~ (f6), 即 :
- [0121] (f4) 峰值高度的均值,
- [0122] (f5) 峰值间隔的均值,
- [0123] (f6) 峰值状态数目与失重状态数目的比值。

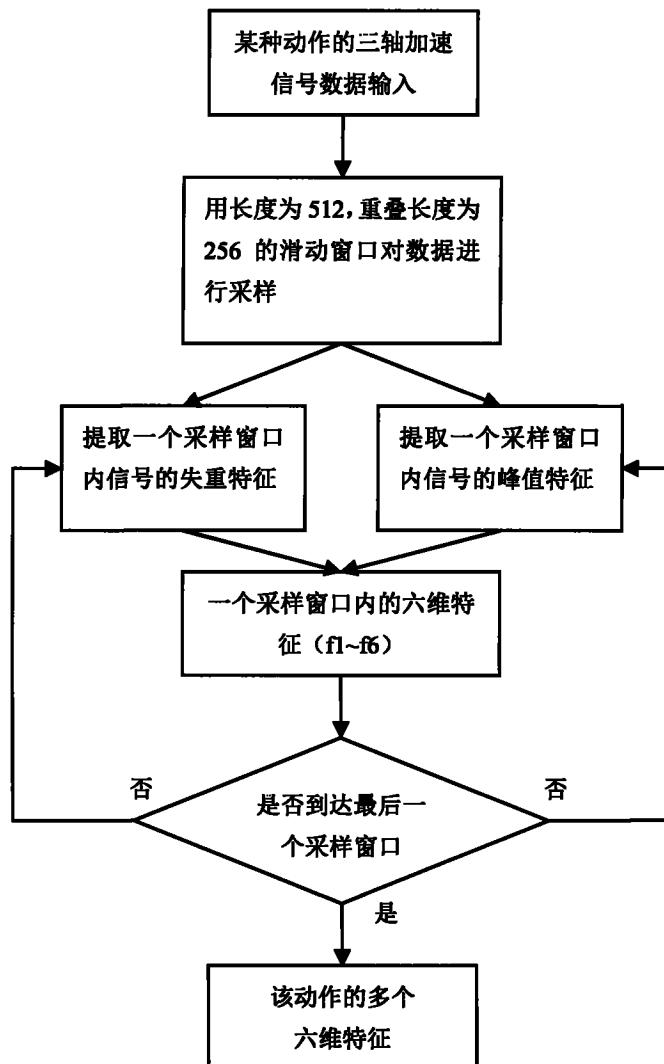


图 1

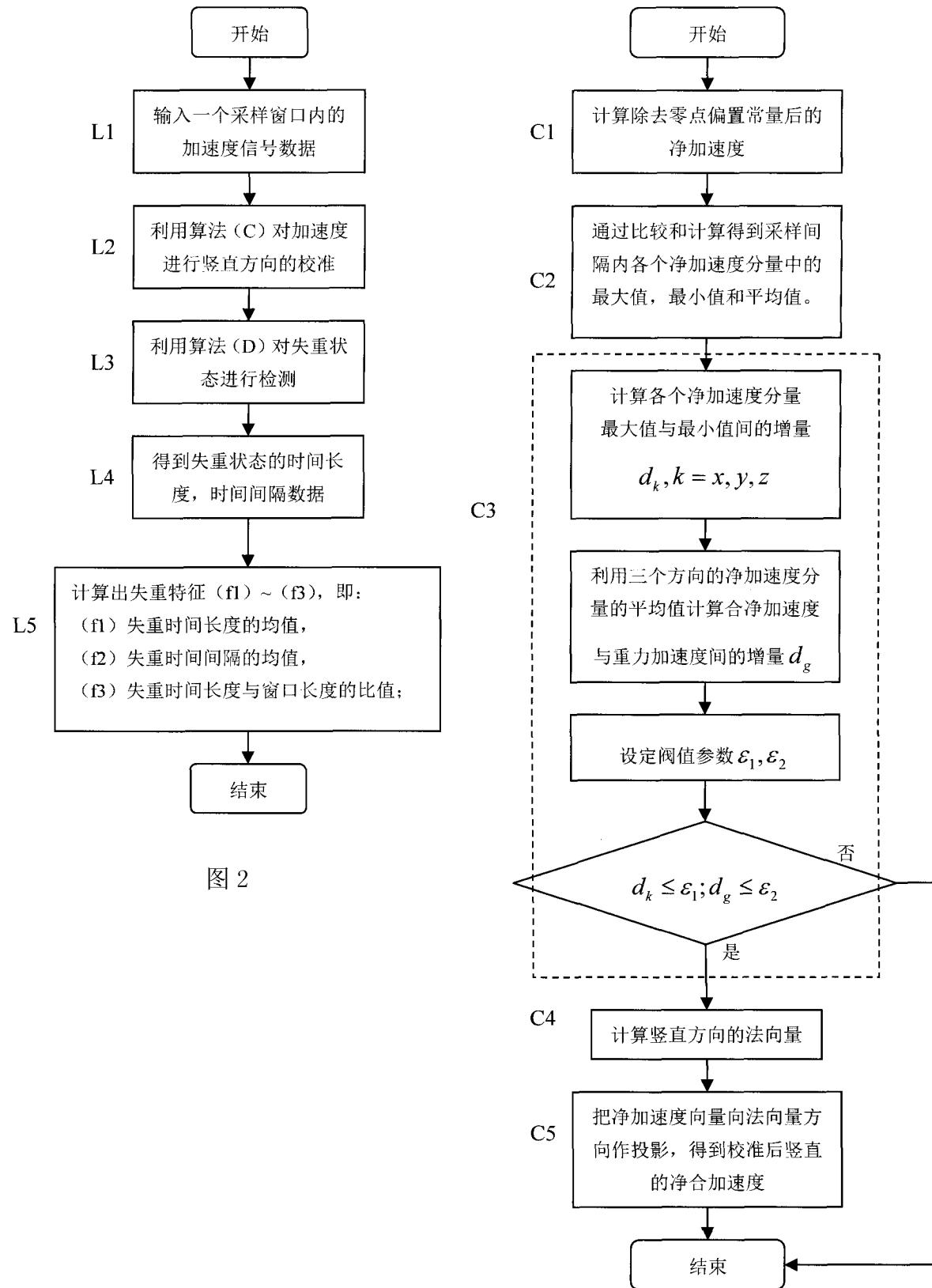


图 2

图 3

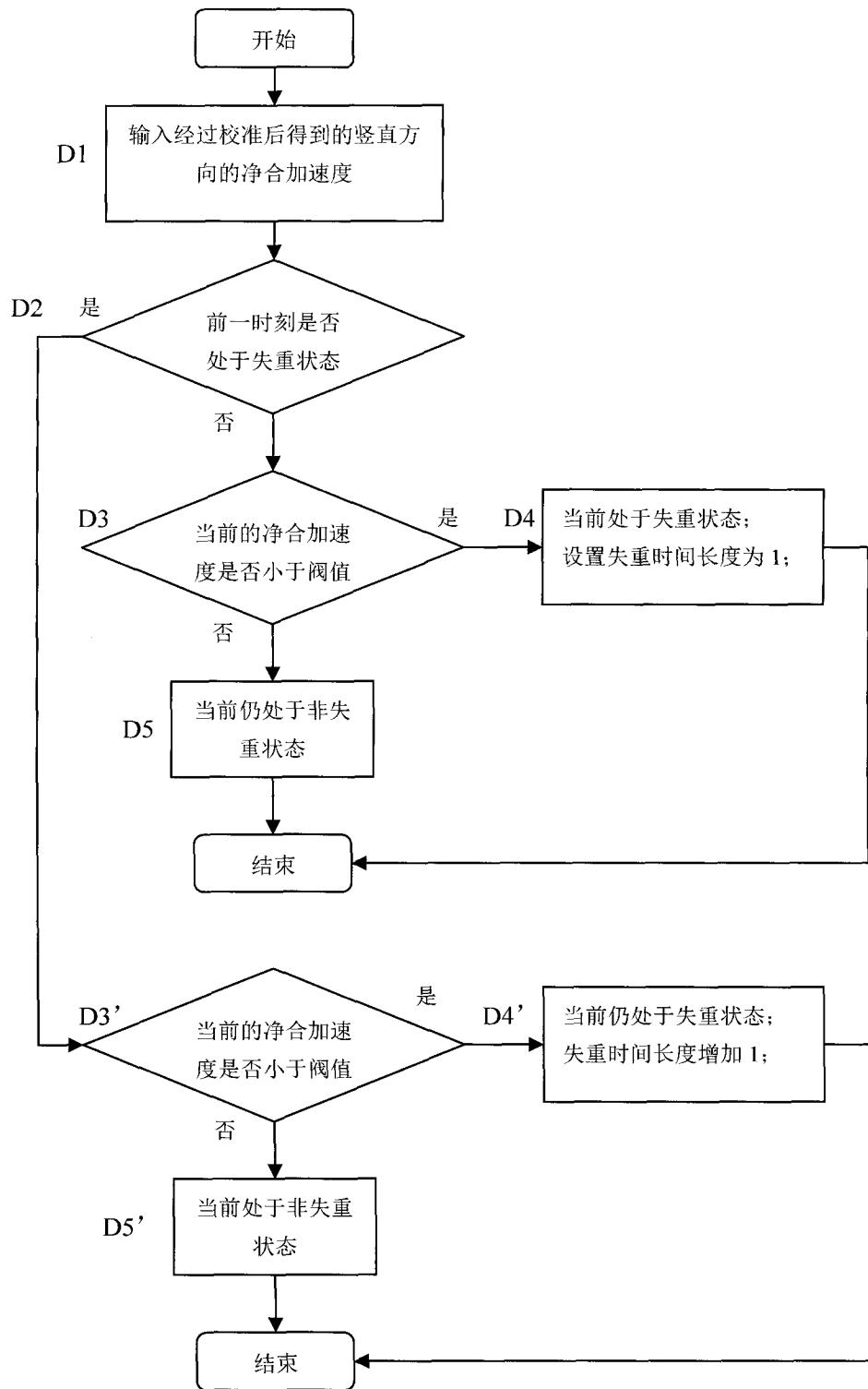


图 4

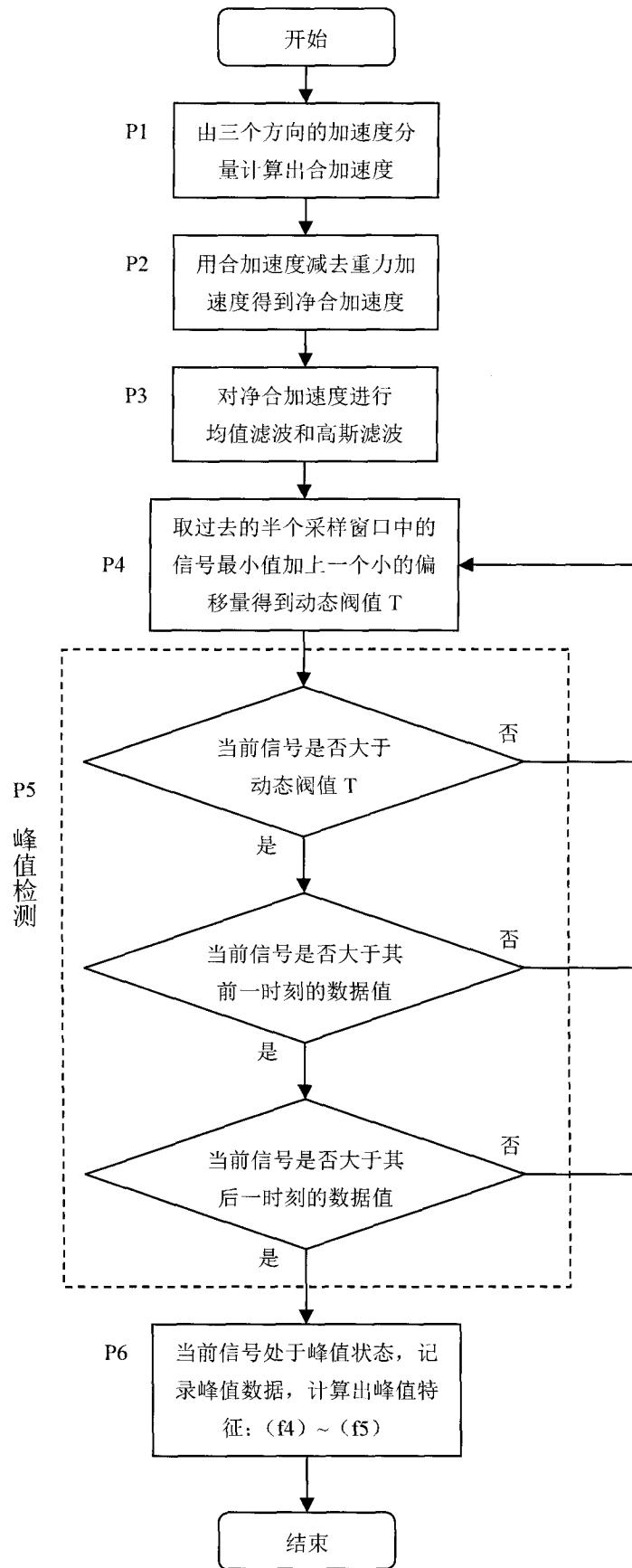


图 5