



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109635779 A
(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201811597842.4

(22)申请日 2018.12.26

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街
114号

(72)发明人 刘金国 赵梓淇 沈昕慧

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 李巨智

(51) Int. Cl.
G06K 9/00(2006.01)
G06T 17/00(2006.01)
G09B 23/36(2006.01)

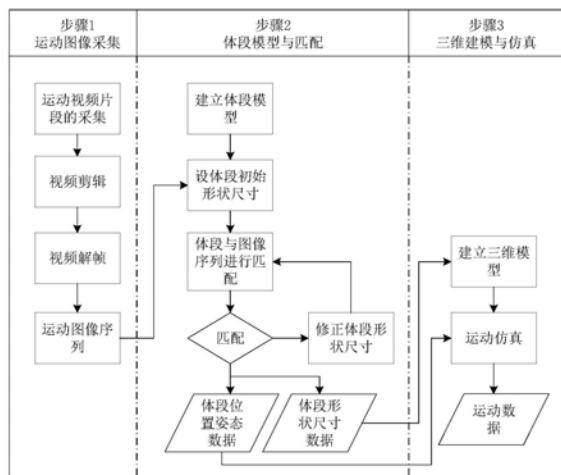
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,利用摄像机拍摄鸟类单次啄击运动视频,对视频进行剪辑和解帧,得到连续的若干张啄击运动图像序列;根据该种鸟类啄击运动中的运动环节,建立鸟类体段模型;提取啄击运动图像序列中鸟类躯体外轮廓以及特征点,将鸟类体段模型与图像序列中鸟类所占区域进行匹配,得到形状和尺寸数据,建立体段模型的三维模型,进行装配,得到整鸟的三维模型,仿真得到喙尖的运动轨迹。本发明解决了直接捕捉鸟类羽毛上特征点运动误差大的问题,得到精确全面的啄击运动数据,通过三维建模和仿真得到啄击运动数据,实现在无标记情况下和不接触的情况下对鸟类啄击运动进行量化研究,提供了运动研究的新的思路。



1. 一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,其特征在于,包括以下过程:

步骤1:利用摄像机拍摄鸟类单次啄击运动视频,对视频进行剪辑,并对剪辑后的视频进行解帧,得到连续的若干张啄击运动图像,形成啄击运动图像序列;

步骤2:根据该种鸟类啄击运动中的运动环节,建立鸟类体段模型;

步骤3:提取啄击运动图像序列中鸟类躯体外轮廓以及特征点;

步骤4:设定体段模型中各个体段的初始形状及所述初始形状的尺寸,并根据鸟类躯体外轮廓以及特征点将鸟类体段模型与图像序列中鸟类所占区域进行匹配,如果匹配,则将该鸟类体段模型中相邻体段中心线夹角以及鸟类尾部体段中心线与水平面夹角作为体段模型的姿态数据,将体段模型中各个体段的初始形状及所述初始形状的尺寸作为体段模型的形状和尺寸数据,并执行步骤5;否则修改体段模型中各个体段的形状及所述形状的尺寸,重新进行匹配;

步骤5:根据得到的体段模型的形状和尺寸数据建立体段模型中各个体段的三维模型,并将相邻体段相互连接的两个面处理为同直径的球面,利用该球面将相邻体段的三维模型进行装配,得到整鸟的三维模型;

步骤6:根据整鸟的三维模型和体段模型的姿态数据,对鸟类啄击运动进行仿真,得到啄击运动过程中喙尖的运动轨迹。

2. 根据权利要求1所述的基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,其特征在于:所述鸟类体段模型为:包括一个头部体段、一个或多个颈部体段、一个或多个躯干体段、一个或多个尾部体段、一个或多个腿部体段;每个体段上有与鸟类躯体特征点相对应的体段特征点,相邻体段间相邻面的中心点铰接。

3. 根据权利要求2所述的基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,其特征在于:

所述头部体段为由一个圆锥和一个圆柱组成的组合体;

所述颈部体段、躯干体段、尾部体段、腿部体段为回转几何体,所述回转几何体包括圆锥、圆柱或圆台的一种或几种。

4. 根据权利要求2所述的基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,其特征在于:所述特征点为鸟类身上反应骨骼运动的部分对应的点。

5. 根据权利要求4所述的基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,其特征在于:所述鸟类身上反应骨骼运动的部分包括鸟未被毛皮覆盖的组织结构、鸟类身上反映骨骼运动的羽毛。

6. 根据权利要求1所述的基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,其特征在于:所述将鸟类体段模型与图像序列中鸟类所占区域进行匹配,包括:

同时满足下述两个条件,则为匹配;否则不匹配;

条件一:每个体段上的体段特征点与鸟类躯体特征点位置重合;

条件二:鸟类体段模型中的颈部体段或躯干体段沿图像序列中鸟类的对应颈部或躯干所占区域,且不能超出对应区域边缘,覆盖率高于阈值。

7. 根据权利要求1所述的基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,其特征在于:体段形状的尺寸包括:

除头部体段外的体段中的上底面半径、下底面半径、体段高;以及

头部体段中的圆锥部分的高、圆柱部分的高。

一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法

技术领域

[0001] 本发明涉及涉及仿生学领域,具体地说是一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法。

背景技术

[0002] 鸟类因为有独特的喙结构,所以通常通过喙的啄击来进行取食、破坏和攻击,例如啄木鸟、鸡、鹤等。其中最典型的为啄木鸟,啄木鸟通过啄击树木来取食或筑巢,啄木鸟对树木的啄击具有高频率,并且冲击加速度达到约1000g,并且啄木鸟能够避免脑部在冲击中受到损伤。所以啄木鸟啄木行为的独特性在结构、材料和力学方面具有重要的工程意义,研究啄木鸟啄击运动更是探究啄木鸟啄木行为的重要一环。

[0003] 现有对啄木鸟啄击运动的研究较少,主要分为两类,第一类是利用高速相机对啄木鸟头部特征点(例如喙、眼睛)进行运动捕捉,得到啄木鸟啄击运动参数;第二类是利用建模的方法对啄木鸟啄击运动中全身的运动状态进行研究,包括运动学模型、弹簧阻尼模型、有限元仿真模型等模型,但是这些模型均在很大程度上简化了啄木鸟的运动或形态,不能很好的解释啄木鸟产生啄击运动的机理。主要存在两个问题,一是在生物实验层面,没有可以测量啄木鸟运动姿态和形态的方法,二是在仿真研究层面没有较为准确的模型。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,解决因鸟类通体被羽毛覆盖,直接捕捉鸟类羽毛上特征点,导致啄击运动数据误差较大的问题。

[0005] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,包括以下过程:

[0007] 步骤1:利用摄像机拍摄鸟类单次啄击运动视频,对视频进行剪辑,并对剪辑后的视频进行解帧,得到连续的若干张啄击运动图像,形成啄击运动图像序列;

[0008] 步骤2:根据该种鸟类啄击运动中的运动环节,建立鸟类体段模型;

[0009] 步骤3:提取啄击运动图像序列中鸟类躯体外轮廓以及特征点;

[0010] 步骤4:设定体段模型中各个体段的初始形状及所述初始形状的尺寸,并根据鸟类躯体外轮廓以及特征点将鸟类体段模型与图像序列中鸟类所占区域进行匹配,如果匹配,则将该鸟类体段模型中相邻体段中心线夹角以及鸟类尾部体段中心线与水平面夹角作为体段模型的姿态数据,将体段模型中各个体段的初始形状及所述初始形状的尺寸作为体段模型的形状和尺寸数据,并执行步骤5;否则修改体段模型中各个体段的形状及所述形状的尺寸,重新进行匹配;

[0011] 步骤5:根据得到的体段模型的形状和尺寸数据建立体段模型中各个体段的三维模型,并将相邻体段相互连接的两个面处理为同直径的球面,利用该球面将相邻体段的三维模型进行装配,得到整鸟的三维模型;

[0012] 步骤6:根据整鸟的三维模型和体段模型的姿态数据,对鸟类啄击运动进行仿真,得到啄击运动过程中喙尖的运动轨迹。

[0013] 所述鸟类体段模型为:包括一个头部体段、一个或多个颈部体段、一个或多个躯干体段、一个或多个尾部体段、一个或多个腿部体段;每个体段上有与鸟类躯体特征点相对应的体段特征点,相邻体段间相邻面的中心点铰接。与大地接触的部位可在体段模型中对应部位根据实际情况设置简单运动副,例如铰接、球接、固定副、滑动副。

[0014] 所述头部体段为由一个圆锥和一个圆柱组成的组合体;

[0015] 所述颈部体段为回转几何体,所述回转几何体包括圆锥、圆柱或圆台。

[0016] 所述特征点包括:鸟未被毛皮覆盖的能较准确反映骨骼运动的组织结构,例如鸟喙和眼睛等部位的特征点;鸟类身上能较准确反映骨骼运动的羽毛,例如能反映尾综骨运动的尾羽、能反映翅膀运动的翼羽;及其他鸟类身上能较准确反映骨骼运动的部分。啄木鸟中:啄木鸟的喙尖点及喙的中轴线、啄木鸟的眼睛中心点、啄木鸟尾羽内边线、啄木鸟翼羽内边线。

[0017] 所述将鸟类体段模型与图像序列中鸟类所占区域进行匹配,包括:每个体段上的体段特征点应与鸟类躯体特征点位置重合,颈部体段和躯干体段应尽可能覆盖图像序列中鸟类的颈部和躯干所占区域但不能超出该区域边缘,覆盖率可根据实际情况设置阈值,达到即视为满足覆盖面积。满足上述条件即为匹配。

[0018] 体段形状的尺寸包括:圆台形体段的上底面半径和下底面半径,其中上底面为距喙尖较近的底面,另一个底面为下底面。圆锥形体段和圆柱形体段的底面半径,每个体段的高度,头部体段中圆锥形部分的高度,圆柱形部分的高度。

[0019] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0020] 1.本发明通过体段模型与图像序列相匹配获得鸟类在啄击过程中身体形态和姿态的数据,并通过三维建模和仿真得到啄击运动数据,实现在无标记情况下和不接触的情况下对鸟类啄击运动进行量化研究;

[0021] 2.本发明建立鸟类体段模型,并通过体段模型与图像序列匹配的方法将其应用在鸟类啄击运动研究中,提供了运动研究的新的思路;

[0022] 3.本发明利用三维建模和运动仿真的方法研究啄击运动,解决了直接捕捉鸟类羽毛上特征点运动误差大的问题,得到更精确且更全面的啄击运动数据。

附图说明

[0023] 图1为本发明方法流程图;

[0024] 图2为啄木鸟啄击运动图像序列图;

[0025] 图3为啄木鸟体段模型示意图;

[0026] 图4为啄木鸟体段模型与图像的匹配示意图;

[0027] 图5为啄木鸟三维建模及仿真示意图;

[0028] 图6为啄木鸟喙尖运动轨迹仿真结果图;

[0029] 其中,1为头、2为上颈、3为下颈、4为上躯干、5为下躯干、6为尾、7为右股、8为右胫、9为右爪、10为左股、11为左胫、12为左爪。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0031] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但本发明能够以很多不同于在此描述的方式来实施,本领域技术人员可以在不违背发明内涵的情况下做类似改进,因此本发明不受下面公开的具体实施的限制。

[0032] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。

[0033] 如图1所示为本发明方法流程图;

[0034] 一种基于体段模型的鸟类啄击运动研究方法,包括以下过程:

[0035] 步骤1:利用摄像机拍摄鸟类单次啄击运动视频,对视频进行剪辑,并对剪辑后的视频进行解帧,得到连续的若干张啄击运动图像,形成啄击运动图像序列;

[0036] 步骤2:根据该种鸟类啄击运动中的运动环节,建立鸟类体段模型;

[0037] 步骤3:提取啄击运动图像序列中鸟类躯体外轮廓以及特征点;特征点包括:鸟未被毛皮覆盖的能较准确反映骨骼运动的组织结构,例如鸟喙和眼睛等部位的特征点;鸟类身上能较准确反映骨骼运动的羽毛,例如能反映尾综骨运动的尾羽、能反映翅膀运动的翼羽;及其他鸟类身上能较准确反映骨骼运动的部分。啄木鸟中:啄木鸟的喙尖点及喙的中轴线、啄木鸟的眼睛中心点、啄木鸟尾羽内边线、啄木鸟翼羽内边线。

[0038] 步骤4:设定体段模型中各个体段的初始形状及所述初始形状的尺寸,并根据鸟类躯体外轮廓以及特征点将鸟类体段模型与图像序列中鸟类所占区域进行匹配,如果匹配,则将该鸟类体段模型中相邻体段中心线夹角以及鸟类尾部体段中心线与水平面夹角作为体段模型的姿态数据,将体段模型中各个体段的初始形状及所述初始形状的尺寸作为体段模型的形状和尺寸数据,并执行步骤5;否则修改体段模型中各个体段的形状及所述形状的尺寸,重新进行匹配;体段形状的尺寸包括:圆台形体段的上底面半径和下底面半径,其中上底面为距喙尖较近的底面,另一个底面为下底面。圆锥形体段和圆柱形体段的底面半径,每个体段的高度,头部体段中圆锥形部分的高度,圆柱形部分的高度。头部体段为由一个圆锥和一个圆柱组成的组合体;颈部体段为回转几何体,所述回转几何体包括圆锥、圆柱或圆台。

[0039] 步骤5:根据得到的体段模型的形状和尺寸数据建立体段模型中各个体段的三维模型,并将相邻体段相互连接的两个面处理为同直径的球面,利用该球面将相邻体段的三维模型进行装配,得到整鸟的三维模型;

[0040] 步骤6:根据整鸟的三维模型和体段模型的姿态数据,对鸟类啄击运动进行仿真,得到啄击运动过程中喙尖的运动轨迹。

[0041] 如图2所示为啄木鸟啄击运动图像序列图;

[0042] 通过高速摄像机拍摄啄木鸟啄击运动视频,对其单次啄击进行剪辑,并通过MATLAB对视频片段进行了解帧,最终得到了单次啄击的图像序列,包含12帧连续且轮廓清晰的图片。

[0043] 如图3所示为啄木鸟体段模型示意图;

[0044] 鸟类体段模型为:包括一个头部体段、一个或多个颈部体段、一个或多个躯干体段、一个或多个尾部体段、一个或多个腿部体段;每个体段上有与鸟类躯体特征点相对应的体段特征点,相邻体段间相邻面的中心点铰接。与大地接触的部位可在体段模型中对应部位根据实际情况设置简单运动副,例如铰接、球接、固定副、滑动副。

[0045] 如图4所示为啄木鸟体段模型与图像的匹配示意图;

[0046] 将鸟类体段模型与图像序列中鸟类所占区域进行匹配,包括:每个体段上的体段特征点应与鸟类躯体特征点位置重合,颈部体段和躯干体段应尽可能覆盖图像序列中鸟类的颈部和躯干所占区域但不能超出该区域边缘,覆盖率可根据实际情况设置阈值,达到即视为满足覆盖面积。满足上述条件即为匹配。通过修正各体段的位姿和形状尺寸使体段在不超出图像中鸟类的轮廓线范围的情况下,最大程度填充轮廓线内部。最终得到了啄木鸟啄击过程中,各个体段的修正后的形状尺寸数据及位姿数据。

[0047] 如图5所示为啄木鸟三维建模及仿真示意图;

[0048] 根据修正后的体段的形状尺寸利用SolidWorks对体段进行三维建模,并将相互连接的两个面处理为同直径的球面,并将体段三维模型装配,得到整鸟三维模型。

[0049] 如图6所示为啄木鸟喙尖运动轨迹仿真结果图;

[0050] 在ADAMS中将整鸟三维模型结合修正后的体段位姿数据,对鸟类啄击运动进行仿真,并通过仿真得到啄木鸟啄击运动过程中喙尖的运动轨迹。

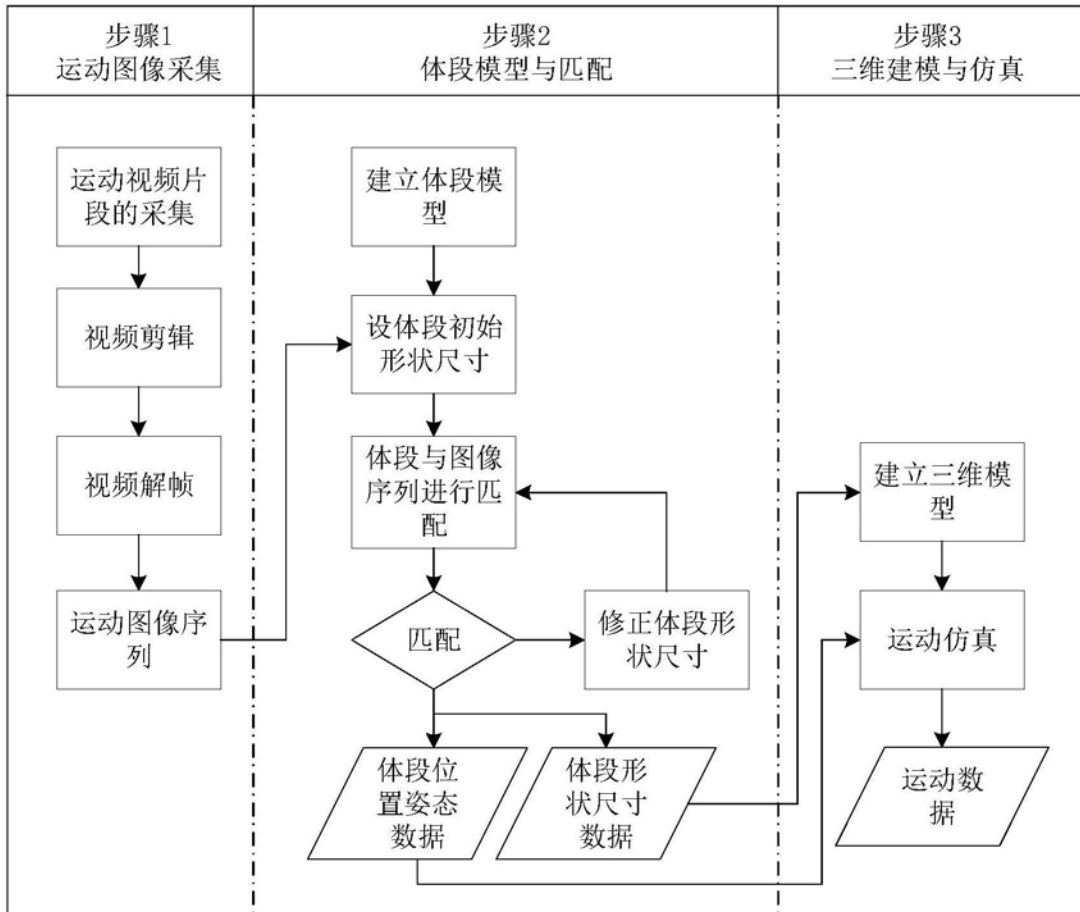


图1

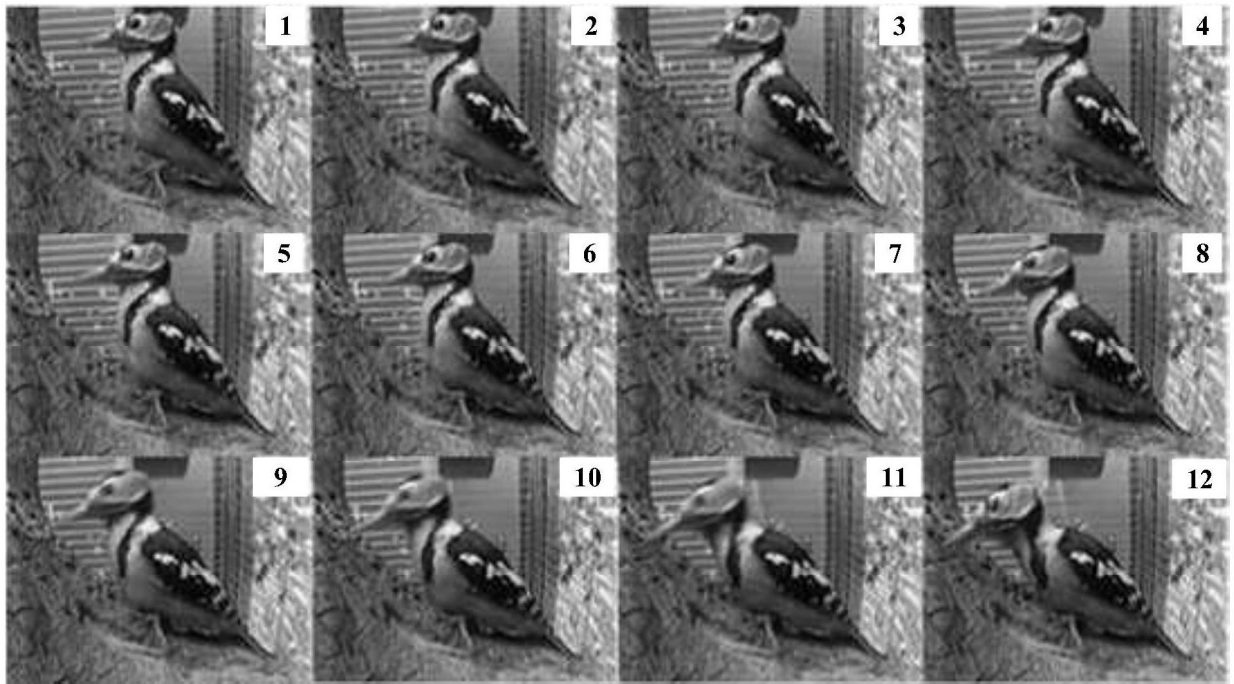


图2

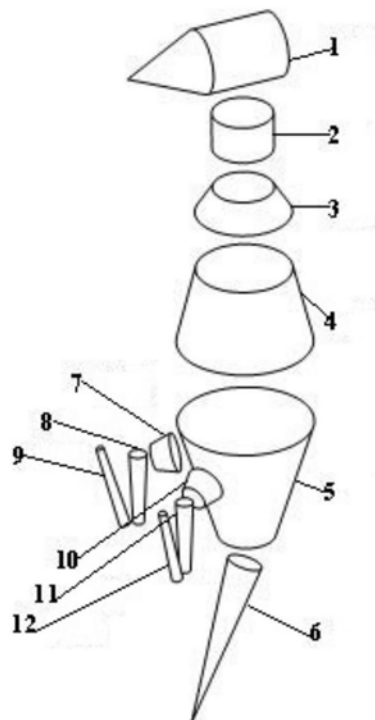


图3



图4

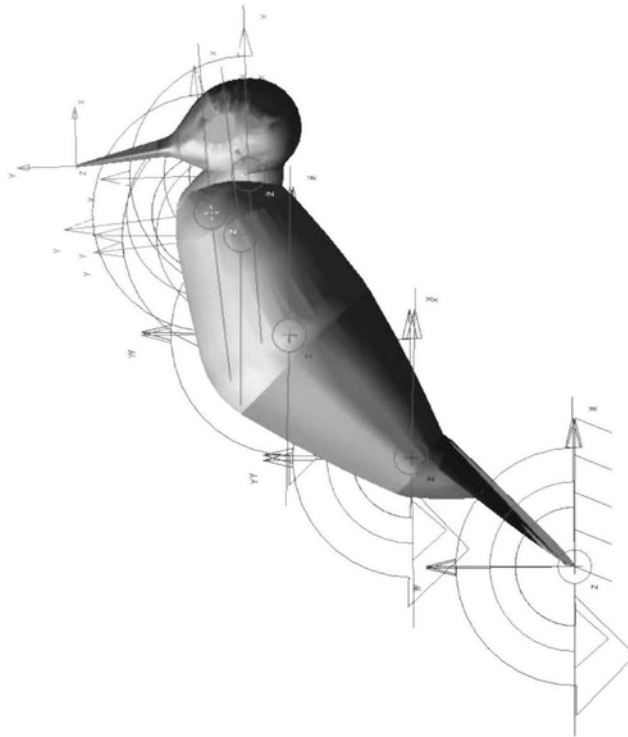


图5

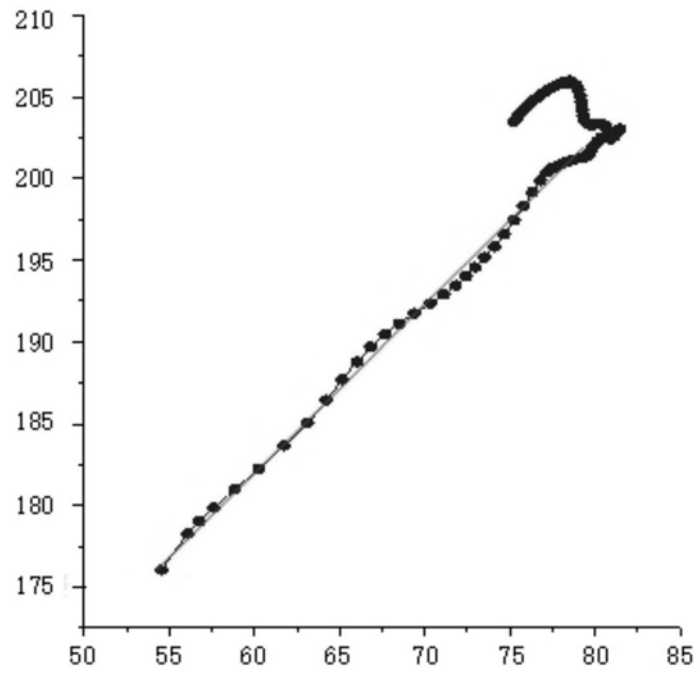


图6