(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106901445 B
(45)授权公告日 2022.09.20

(21)申请号 201710175283.7
(22)申请日 2017.03.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106901445 A
(43)申请公布日 2017.06.30
(73)专利权人 青岛一小步科技有限公司
地址 266000 山东省青岛市崂山区海尔路178-2号裕龙国际中心3号楼9层907户
(72)发明人 林曙光 樊晓东
(51)Int.Cl.
A43D 1/02(2006.01)
A43D 39/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 1871963 A,2006.12.06

审查员 康柳

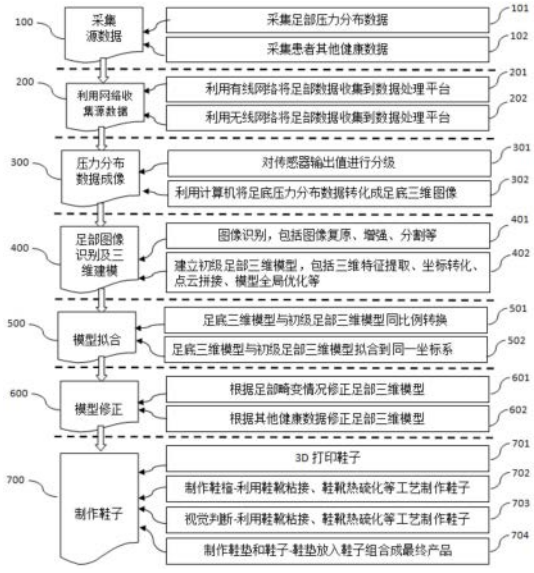
权利要求书2页 说明书24页 附图4页

(54)发明名称

一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统

(57)摘要

本发明涉及一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统，其中：矫形鞋的制作方法包括：采集足部压力数据和患者其他健康数据；利用网络收集源数据；三维建模；模型修正；根据修正三维模型制作鞋子。矫形鞋的制作系统包括数据采集装置、数据收集汇总装置三维建模装置、制鞋装置。本发明能够满足用户的足部健康需求，用户操作省时、便捷，制鞋效率高，可以实现足部矫形。



CN 106901445 B

1.一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法，包括：采集足底压力分布数据，获得源数据；利用网络收集源数据；三维建模，即利用源数据建立与真实足底形状一致的足底三维模型；根据患者足部畸变情况，对足底三维模型进行修正，形成能够包含至少一种疾病治疗方案的修正足底三维模型；制作鞋子，即根据修正足底三维模型制作鞋底，再将鞋底与鞋面、鞋跟结合形成完整的鞋子，其中鞋子的内底与还原到真实足部比例的修正足底三维模型足底完全贴合，鞋面内侧任一点与足上部的最小直线距离＜0.48cm；

所述采集足底压力分布数据，是用带有压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，同时可获得足底面积数据，其包括以下方式中的任一种：采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个5/cm^2，采样频率为160Hz；采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个3个/cm^2，采样频率为320Hz；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量不低于512个；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密度为9个/cm^2；采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，FSR压力传感器的数量不低于128个，采样频率为80-280Hz；

三维建模，包括两个步骤：其一，利用可塑性材料对大样本足底压力数据进行测试，记录可塑性材料在不同压力下的下陷程度，以足底面积为限制条件，建立压力-可塑性材料形变的对应数据库；其二，将采集到的足底压力分布数据与数据库进行计算机比对，以足底面积为限制条件，然后将足底压力分布数据映射形成可塑性材料形变数据，依据可塑性材料形变数据建立与真实足底形状对应一致的足底三维模型；

对足底三维模型进行修正，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合方式：足底三维模型符合扁平足标准的，将足底三维模型的足弓形状与同比例标准健康足弓进行对比并计算两者足弓高的高度差，然后在足底三维模型足弓位置设置具有一定弧形的凹陷部，该凹陷部的弧形的高是高度差的1/4-1/2；足底三维模型符合弓形足标准的，将足底三维模型的足弓形状与同比例标准健康足弓进行对比并计算两者足弓高的高度差，然后在足底三维模型足弓位置设置具有一定弧形的凸出部，该凸出部的弧形的高是高度差的1/5-1/2；足底三维模型符合马蹄足标准的，以靠近足跟的足弓最低点为基点，基点保持三维坐标不变，将包含基点、足后跟骨的三维模型足跟以基点为旋转点向腿部方向旋转，旋转角度不超过5度，然后将旋转压缩的足底三维模型进行图像平滑处理；足底三维模型符合足内翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限，将内侧足底整体下移2-5mm，同时将外侧足底整体上移同等的距离，然后将调整后的足底三维模型进行图像平滑处理；足底三维模型符合足外翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限，将内侧足底整体上移2-5mm，同时将外侧足底整体下移同等的距离，然后将调整后的足底三维模型进行图像平滑处理；

所述鞋子，其制作方式按照以下方式中的一种或者多种方式的任意组合方式：足底三维模型符合扁平足标准的，鞋内底其与足弓相对应的位置采用MD、TPR、聚碳酸酯树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物中的一种材料制作；足底三维模型符合弓形足标准的，鞋内底其与足弓相对应的位置采用乙酸乙烯共聚物、硅橡胶、热塑性聚氨酯弹性体、TR、BPU、热塑弹性橡胶底中的一种材料制作；足底三维模型符合弓形足标准的，在鞋底部外侧、跖骨后方位

置设置两个平行横条，横条采用橡胶制作粘贴于鞋底外侧、且平行于足弓的弧顶，横条宽度为0.8-1.5cm；足底三维模型符合足内翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限将鞋底分为鞋底内侧和鞋底外侧，鞋底内侧采用易变形的弹性材料制作，鞋底外侧采用不易变形的刚性材料制作；足底三维模型符合足外翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限将鞋底分为鞋底内侧和鞋底外侧，鞋底外侧采用易变形的弹性材料制作，鞋底内侧采用不易变形的刚性材料制作。

一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统

技术领域

[0001] 一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统，属于制鞋领域。

[0002] 术语“鞋子的内底”，是指足底踩着的部位，即足部穿进去之后脚底接触的位置；鞋子的内底既包括与足底接触的平面(或曲面)，也包括该平面(或曲面)之下一定厚度的部位；特别的，鞋子的内底可以包括鞋垫。

[0003] 术语“鞋面内侧”，俗称鞋“内里”，即足上部(包括足趾、足背、足腕等)接触的位置。

[0004] 术语“鞋靴胶粘工艺”包括流程如下：面料、里料裁断—制帮(包括片边、折边、缝帮等)—制底(包括各种底料整型、处理，绷帮等)—合底(帮底结合)—烘干定型—出楦—检验等。

[0005] 术语“鞋靴热硫化工艺”包括热硫化粘贴工艺和热硫化模压工艺，工艺主要流程是：鞋帮制造—胶部件制造—成型—硫化—脱楦。

[0006] 术语“注塑(射)工艺”包括整鞋注塑成型工艺(鞋帮另制)和鞋底注塑工艺，鞋底注塑工艺又可分为单色注塑工艺和多色注塑工艺。注塑工艺主要流程是在注塑成型装置中先将物料压缩，接着塑化(固体塑料转变成流体)、均化，然后通过模具的注射通道将流体塑料注入到鞋的模腔中，经冷却后得到成型的产品。

[0007] 术语“模压工艺”包括流程如下：绷好帮的鞋帮，经过起毛、拨出原楦，涂上胶粘剂等处理后，套在模压机同型号铝楦上，然后在底模中放入胶料，再经过模压机加温热熔和向下施压，最后胶料热熔、压制同时与鞋帮紧密合成。

[0008] 术语“缝制工艺”基本特点是帮底结合是用特制麻线缝制起来，缝制工艺较为复杂，技术要求比较高，充分体现人的一种工艺能力和技巧。

[0009] 术语“相邻传感器比较法”，是比较目标传感器附近4-6个传感器的位置，将与目标传感器最近的传感器的输出值赋予目标传感器。

[0010] 术语“相邻传感器平均法”，是在目标传感器周围寻找6个传感器，将这6个传感器两两随机分为三组，然后计算每组的输出值均值，再对这三个输出值均值再求均值，即得到目标传感器的赋值。

背景技术

[0011] 目前制鞋业的普遍现状，是对人的脚型进行粗略近似处理后，依据鞋码批量生产鞋型一致的鞋子，即，同款的鞋子一般只存在鞋码的差异。这种制鞋方式忽视了人的脚型差异，无法满足个体的个性化需求，也无法满足特殊人群(如足底筋膜炎、姆囊肿、跖骨处痛、神经痛、糖尿病足、内八足、外八足、后足外翻、扁平足、高弓足、后足内翻患者)的特种需求。

[0012] 对此，一种较为理想的解决方案是根据每个人足型的不同，提供相应的矫形鞋。现有的矫形鞋制作方案缺点是费时耗力且价格昂贵，难以被一般消费者接受。随着近代制鞋技术的发展，出现了一系列思路类似的新的制鞋工艺，其中美国SOLS公司开发了一种全新的制鞋方法和系统，可以集成矫形信息，采用图像识别-3D打印技术制作鞋子，优点是人们可以足不出户的自行采集足部图像信息。US14341632、US14677894、US14961769、

US14877361、US14877171等均采用该技术。其不足在于：(1)图像数据转化成三维模型时，部分数据缺陷只能依靠固定公式(计算依据为脚长、体重等)的计算结果进行弥补，而其所述计算公式即使具有统计学意义，归根结底仍然属于一种粗略近似的处理，显然会与个体的实际足型有所差异；(2)获取数据的方式仅为图像识别，整个制鞋过程中没有精确的足底压力测试过程，无法针对精确的压力数据提出应对方案；(3)制鞋方法重点考虑鞋底制作技术，对鞋面的考虑较少；(4)限于目前的3D打印效率，鞋子制作周期较长；(5)限于目前的3D打印材料，鞋子成本较高。

[0013] 总而言之，目前的制鞋技术中，暂未发现一种能够同时兼顾以下要素的方案：(1)鞋子与足型完全或者近似匹配；(2)符合足部健康需求；(3)制作周期短；(4)用户操作省时、便捷；(5)制作成本低；(6)鞋子舒适性高；(7)鞋子可以矫形；(8)综合考虑足部图像、压力分布数据，获取完整的足部数据；(9)满足用户个性化(例如美观)需求。

发明内容

[0014] 以下所述的技术内容是对本发明的简化概要描述，即提供了有助于理解本发明某些方面的描述。这些描述并未完全细致的说明本发明所有的技术内容、也不旨在标识本发明的所有关键或重要元素、也不特意对权利要求的保护范围进行限定。

[0015] 本发明的目的在于提供一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统。

[0016] 为此，根据本发明的一个方面，提供了一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法，包括采集足底压力分布数据和其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；三维建模，即利用源数据建立与真实足底形状一致的足底三维模型；根据患者足部畸变情况或其他健康数据，对足底三维模型进行修正，形成能够包含至少一种疾病治疗方案的修正足底三维模型；制作鞋子，即根据修正足底三维模型制作鞋底，再将鞋底与鞋面、鞋跟等其他部件结合形成完整的鞋子，其中鞋子的内底与还原到真实足部比例的修正三维模型足底完全贴合(即鞋子的内底与还原后的修正三维模型足底形状对应一致)，鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足腕等)的最小直线距离＜0.48cm。

[0017] 根据本发明的另一个方面，提供了一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法，包括以下步骤：

[0018] (1)采集数据：采集患者的健康数据、采集足底压力分布数据、同时采集足部图像即采用拍摄装置拍摄不少于2张足部图像，获得源数据；

[0019] (2)利用网络收集源数据：利用有线网络或者无线网络将源数据收集到数据处理平台；

[0020] (3)压力分布数据成像：利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像数据；

[0021] (4)足部图像识别及三维建模：利用计算机对源数据中的足部图像进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次数据，再利用二次数据进行三维特征提取标记、坐标转换及点云拼接、模型全局优化，形成初级足部三维模型；

[0022] (5)模型拟合：将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型进行拟合，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；

[0023] (6)制作鞋子:根据足部三维模型制作鞋子,其中:真实足部穿上鞋子后,鞋子的内底与真实足底完全贴合(即鞋子的内底与真实足底的形状对应一致);

[0024] (7)鞋子修正:根据患者足部畸变情况或其他健康数据,调整鞋内腔的局部容量,或调整制鞋材料的软硬度。

[0025] 优选的,患者足部畸变情况,包括内八足、外八足、足外翻、扁平足、高弓足、足内翻、姆囊肿、足底筋膜炎、跖骨痛、麻风病足、神经痛、糖尿病足、足溃疡、趾间疣、足静脉瘤、小趾囊肿、足部关节炎、鸡眼、足外伤等;

[0026] 优选的,其他健康数据,包括身高、体重、年龄、血压、血脂、血糖、内脏(心、肺、脾、胃、肾、肝脏、胆囊、大肠、小肠等)健康信息等;

[0027] 优选的,采集足底压力分布数据,包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合:采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据;采用带有压电式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据;采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据;采用PVDF、钛酸钡、锆钛酸铅、天然水晶等压电材料制成的平面测试装置采集足底压力分布数据;采用带有压力传感器的可穿戴装置采集足底压力分布数据;足底涂上涂料后踩在光滑踏板上形成足印,根据足印不同深浅度的纵横线判断并采集足底压力分布数据;将能够产生变形的弹性材料放在足底,通过测试弹性材料的形变情况采集足底压力分布数据;将一系列能够产生平行纵向位移的柱状材料构成矩阵放在足底,足底各个部位对应的柱状材料因足底压力的不同而产生不同程度的纵向位移,通过检测位移程度采集足底压力分布数据;

[0028] 优选的,采集足底压力分布数据,可以采集一组人体站立时的静态足底压力分布数据,也可以采集多组人体行走、奔跑、跳跃时的动态足底压力分布数据;

[0029] 优选的,利用网络收集源数据,是将采集到的足部图像通过专用手机APP传输到数据处理平台;或将足部图像的采集设备与终端数据处理平台之间用网络互联,每次采集数据后,采集设备自动或者在人工指令下将足部数据传输到网络终端;

[0030] 优选的,根据足部三维模型制作鞋子,是采用以下方式中的一种或者多种方式的任意组合制作鞋子:利用3D打印技术直接打印鞋子;制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦,然后利用鞋靴胶粘工艺制作鞋子;制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦,然后利用鞋靴热硫化工艺制作鞋子;制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦,然后利用注塑(射)工艺制作鞋子;制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦,然后利用模压工艺制作鞋子;制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦,然后利用缝制工艺制作鞋子;制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋垫,将鞋垫放入鞋内制成鞋子;根据足部三维模型,无需制作鞋楦,利用视觉判断(包括肉眼判断和计算机视觉判断)制作鞋子。

[0031] 优选的,采集足底压力分布数据,是用带有压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,同时可获得足底面积数据,其包括以下方式中的任一种:采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,电阻式压力传感器的分布密度为个5/cm^2,采样频率为160Hz;采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,电阻式压力传感器的分布密度为个3个/cm^2,采样频率为320Hz;采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,电容式压力传感器数量不低于512个;采用带

有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密度为9个/cm^2；采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，FSR压力传感器的数量不低于128个，采样频率为80-280Hz；

[0032] 优选的，三维模型，包括两个步骤：其一，利用可塑性材料对大样本足底压力数据进行测试，记录可塑性材料在不同压力下的下陷程度，以足底面积为限制条件，建立压力-可塑性材料形变的对应数据库；其二，将采集到的足底压力分布数据与数据库进行计算机比对，以足底面积为限制条件，然后将足底压力分布数据映射形成可塑性材料形变数据，依据可塑性材料形变数据建立与真实足底形状对应一致的鞋底三维模型；

[0033] 优选的，对足部三维模型进行修正，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合方式：足部三维模型符合扁平足标准的，将三维模型的足弓形状与同比例标准健康足弓进行对比并计算两者足弓高的高度差，然后在足部三围模型足弓位置设置具有一定弧形的凹陷部，该凹陷部的弧形的高是高度差的1/4-1/2；足部三维模型符合弓形足标准的，将三维模型的足弓形状与同比例标准健康足弓进行对比并计算两者足弓高的高度差，然后在足部三围模型足弓位置设置具有一定弧形的凸出部，该凸出部的弧形的高是高度差的1/5-1/2；足部三维模型符合马蹄足标准的，以靠近足跟的足弓最低点为基点，基点保持三维坐标不变，将包含基点、足后跟骨的三维模型足跟以基点为旋转点向腿部方向旋转，旋转角度不超过5度，然后将旋转压缩的足部三维模型进行图像平滑处理；足部三维模型符合足内翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限，将内侧足底整体下移2-5mm，同时将外侧足底整体上移同等的距离，然后将调整后的足部三维模型进行图像平滑处理；足部三维模型符合足外翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限，将内侧足底整体上移2-5mm，同时将外侧足底整体下移同等的距离，然后将调整后的足部三维模型进行图像平滑处理；

[0034] 优选的，鞋子，其制作方式按照以下方式中的一种或者多种方式的任意组合方式：足底三维模型符合扁平足标准的，鞋内底其与足弓相对应的位置采用MD、TPR、聚碳酸酯(PC)树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)中的一种材料制作；足底三维模型符合弓形足标准的，鞋内底其与足弓相对应的位置采用乙酸乙烯共聚物(EVA)、硅橡胶、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)、TR、BPU、热塑弹性橡胶底中的一种材料制作；足底三维模型符合弓形足标准的，在鞋底部外侧、跖骨后方位置设置两个平行横条，横条采用橡胶制作粘贴于鞋底外侧、且平行于足弓的弧顶，横条宽度为0.8-1.5cm；足底三维模型符合足内翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限将鞋底分为鞋底内侧和鞋底外侧，鞋底内侧采用易变形的弹性材料制作，鞋底外侧采用不易变形的刚性材料制作；足底三维模型符合足外翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限将鞋底分为鞋底内侧和鞋底外侧，鞋底外侧采用易变形的弹性材料制作，鞋底内侧采用不易变形的刚性材料制作。

[0035] 优选的，采集足部图像，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：足部穿上置有传感器的可穿戴装置(如袜子)，通过读取足部不同位置的形变数据计算出足部图像数据；足部穿上印有图案的可穿戴装置(如袜子)后，可穿戴装置上的图案发生形变，通过拍摄不少于2张的可穿戴装置形变图案获得足部形状数据；用可变形的材料包裹足部，可变形材料中内置能够标记位置的传感器，通过读取传感器位置和位移计算出足部图像数据；将

足部放进液体或气体中，液体、气体内置能够标记位置的传感器，通过读取传感器位置和位移计算出足部图像数据；

[0036] 优选的，利用计算机对图像进行复原，包括如下步骤：首先，进行图像变换，将源数据中的每张足部图像均变换成空间坐标和灰度均离散化的数字化图像；其次，去除图像噪声，即利用概率密度函数统计高斯噪声、瑞利噪声、伽马噪声、指数分布噪声、均匀分布噪声和脉冲噪声后，对噪声图像进行预滤波获得噪声方差，再根据噪声的高频特性利用均值滤波法或中值滤波法实现低通滤波；再次，建立图像退化系统，即以数学函数关系g(x,y)＝h(x,y)×f(x,y)+n(x,y)表达退化模型，其中x、y代表数字化图像的二维坐标点，g(x,y)代表退化图像，h(x,y)代表退化函数，f(x,y)代表数字化的静止二维图像，n(x,y)代表外来噪声作用；然后，用数字建模法确认退化函数h(x,y)的计算方法，即对h(x,y)进行傅立叶变换后得到H(x,y)，利用表达式H(x,y)＝2.72ˆ(-ρβ(x2+y2)$^{5/6}$)对H(x,y)赋值，再对赋值后的H(x,y)进行逆向傅立叶变换后获得h(x,y)的最终解，其中ρ代表数字化图像局部单位面积内的灰度级数，β代表数字化图像局部的像素密度；最后，根据h(x,y)的计算结果、噪声方差和噪声的去除情况，对图像退化模型进行逆向推导，最终完全消除或部分消减图像的空间退化(模糊)和点退化(噪声)，得到复原图像；

[0037] 优选的，利用计算机对图像进行增强，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：对足部图像进行灰度分级，利用直方图均衡法对像素个数多的灰度级进行宽展、对像素个数少的灰度进行压缩，形成图像局部高对比度；对足部图像进行灰度分级，再将各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色，使数字化足部图像的细节更加明显；将数字化图像进行傅立叶变换，然后按频率的映射函数变换成不同的色彩，使数字化足部图像的细节更加明显；以色调(H)、饱和度(S)、明度(V)为参数建立足部HSV空间模型，将数字化足部图像的RGB空间映射到HSV空间模型上，使数字化足部图像的细节更加明显；以青色(C)，洋红色(M)，黄色(Y)、黑色(K)为参数建立足部CMYK空间模型，将数字化足部图像的RGB空间映射到CMYK空间模型上，使数字化足部图像的细节更加明显；以照度(L)，红色至绿色的亮度范围(a)，蓝色至黄色的亮度范围(b)为参数建立足部Lab空间模型，将数字化足部图像的RGB空间映射到Lab空间模型上，使数字化足部图像的细节更加明显；

[0038] 优选的，利用计算机对图像进行分割，既包括根据灰度突变、颜色突变和纹理突变判断图像中的不连续性特征，进而提取图像中足部与拍摄背景的边界，然后把足部图像从拍摄背景中分离出来，又包括以下工序中的一种或者多种工序的任意组合：按照图像的灰度将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型；按照图像的形状将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型；按照图像的纹理将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型；按照图像的色彩将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型。

[0039] 优选的，三维特征提取标记，是寻找图像点云中的明显特征点或轮廓，然后在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系，其提取或标记方式包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：提取或标记足部图像中的足边缘、足趾、足跟、足踝、足弓等具有显著灰度、色彩特性的图像点，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系；提取足部曲面中的曲率、法向量、两点间的法向量夹角等不变特征，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系；标记足部图像中至少三个点的两两距离关系，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系；对待拼

接的两片点云或其中一片点云进行采样，然后利用icp算法通过迭代计算使两片点云上对应点对、或对应点面距离的均方误差最小，进而确定匹配关系；以曲面的曲率为特征点，以角度、距离为约束条件，在点云间利用三点旋转法建立点云匹配关系；

[0040] 优选的，坐标转换及点云拼接，是将图片数据的二维坐标值转换为三维坐标值，并将多张图像以特征点或轮廓为结合点进行点云拼接形成实际匹配关系，形成初级三维模型，其坐标转换的步骤按先后顺序包括：比例变换，即调整各图像的比例关系使所有图像的比例尺保持一致；二维坐标转换成三维坐标；

[0041] 优选的，模型全局优化，包括以下优化方式中的一种或多种方式的任意组合：去噪、修补模型缺陷(补洞)、分割局部图像、图像结构化、立体图像表面平滑；

[0042] 优选的，模型拟合，包括比例转换工序，即：将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型转化成同等比例，然后拟合到同一三维坐标系中；

[0043] 优选的，“调整鞋内腔的局部容量”，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：向任意方向外延鞋内底；鞋内底局部补高；鞋外底局部补高；鞋内底局部位置降低高度、鞋外底局部位置降低高度；雕刻鞋底纹理。

[0044] 优选的，采集足底压力分布数据，包括以下方式中的任一种：采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个6/cm^2，采样频率为180Hz；采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个4个/cm^2，采样频率为350Hz；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量不低于512个；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密度为10个/cm^2；采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，FSR压力传感器的数量不低于128个，采样频率为120-320Hz；

[0045] 优选的，压力分布数据成像，包括两个步骤：其一，将平面测试装置其每个压力传感器的输出值约束为0-3840，将压力数据按照输出值划分为640个等级，其中每个等级包括6个幅度的压力单位；同时，按照RGB模型将黑-绿-红的全部色彩过渡划分为640个等级，每个等级对应一种色彩；将上述的压力数据等级与色彩等级一一对应，再将足底压力数据转化成色彩，然后将色彩与压力采集点(即压力传感器的所在位置)相匹配，形成与足底压力数据相对应的足底虚拟色彩图像；其二，利用足部图像计算足弓的最大高度，与此最大高度相对应的是足底虚拟色彩图像中所有色彩中的最大等级差，据此建立虚拟图像色彩等级与足部形状之间的映射关系，进而将足底虚拟色彩图像转换成转化成足底三维图像。

[0046] 优选的，采集足底压力分布数据，包括以下方式中的任一种：采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个5个/cm^2，采样频率为180Hz；采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个3个/cm^2，采样频率为350Hz；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量不低于256个；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密度为10个/cm^2；采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，FSR压力传感器的数量不低于128个，采样频率为120-320Hz；

[0047] 优选的，压力分布数据成像，包括四个步骤：其一，将平面测试装置其每个压力传感器的输出值约束为0-4096，将压力数据按照输出值划分为512个等级，其中每个等级包括8个幅度的压力单位；其二，将获得压力信号的传感器按照原始位置还原到平面上，获得记载足底压力面积的平面系，该平面系的每个压力传感器获得相对应的x、y坐标；其三，在垂直于平面系的方向上建立z坐标轴，将每个传感器的输出值作为其z坐标，获得包含x轴、y轴、z轴的立体坐标系，此时已将足底压力分布数据建立形成初级足底三维图像；其四，采用相邻传感器比较法或者相邻传感器平均法对z轴坐标进行插值处理，进而消除三维图像的不连续性。

[0048] 优选的，源数据包括立姿根骨休息位(RCSP)信息、和/或立姿根骨中立位(NCSP)信息、和/或髋骨活动范围、和/或双腿高度差、和/或双足对比高度差、和/或踝关节位置、和/或胫骨扭转信息、足部自然状态下的翻转(内翻或外翻)角度信息；

[0049] 优选的，利用Solidworks、Pro/E、UG、CAD、Adobe Fuse CC、3Ds Max,SketchUp、Revit或任意其他三维建模软件实现三维建模；

[0050] 优选的，鞋子的内底中置入压力传感器、和/或加速度传感器、和/或定位装置、和/或警示装置、和/或无线通讯装置、和/或电源及充电装置、和/或控温装置；

[0051] 优选的，鞋子的内底为可拆卸装置，优选地，鞋子的内底为鞋垫，优选地，鞋垫下方设预留空间，可根据人体双下肢的高度差在预留空间中置入垫片，使人体穿上鞋子后能够保证平衡，也可以用于人体增高；

[0052] 优选的，鞋面内侧与真实足上部(包括足趾、足背、足后跟、足腕等)完全贴合(即鞋子的内侧与真实足上部的形状对应一致)；

[0053] 优选的，鞋子的内底上方增设固定的附加材料，使鞋子的内底与真实足底不完全贴合，用于矫正问题足(如内八足、外八足、后足外翻、扁平足、高弓足、后足内翻等)或用于治疗缓解足部病痛(如足底筋膜炎、姆囊肿、跖骨处痛、神经痛、糖尿病足等)；

[0054] 优选的，鞋子的内底上方设有多个高度不超过0.5cm的凸起，可以起到按摩作用，优选地，附加材料与足底部分或者全部的穴位对应；

[0055] 优选的，用户使用鞋子后，将用户体验反馈给数据处理平台，然后根据用户需求对鞋子结构进行调整；

[0056] 优选的，鞋子的内底中设有多个密闭独立空腔，可以减轻鞋子质量，也可以在人体剧烈运动时增加缓冲作用；

[0057] 优选的，鞋子的内底采用耐磨、防水、具有延展性和回弹性的材料制作，优选为真皮、橡胶、聚氨基甲酸酯(PU)、乙酸乙烯共聚物(EVA)、MD、TPR、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)、聚氯乙烯(PVC)、TR、仿皮底、BPU、热塑弹性橡胶底、聚碳酸酯(PC)树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、丁苯橡胶(SBR)，以及它们的任意组合物；

[0058] 优选的，鞋子的内底可以是多层结构，优选地，鞋子的内底各层采用不同的材料制成；

[0059] 优选的，鞋跟高度不超过4cm，优选为1cm；

[0060] 优选的，对足部三维模型进行校正，直到足部三维模型放大至真实足部大小时与真实足部相比任一处的图像缺陷最大直径不超过0.5mm为止，优选为0.1mm；

[0061] 优选的，采用机器视觉对鞋内底进行缺陷识别，当鞋内缺陷直径超过1mm时，采用

切割、和/或注塑、和/或粘接、和/或3D打印方式修正鞋底缺陷；

[0062] 优选的，三维建模采用CCD光学建模技术；

[0063] 优选的，采用拍摄装置获取足部图像时，利用网络收集的足部数据还包括足部局部或者全部的长度信息；

[0064] 优选的，鞋子与足部的接触面设有多个可检测形变或压力变化的传感器，可检测出步态变化或足部组织增生；

[0065] 优选的，鞋子内底的拉伸强度不低于8.5kgf/mm^2，优选的，鞋子内底的拉伸强度不低于10kgf/mm^2；

[0066] 优选的，鞋子内底的弯曲模量不低于140kgf/mm^2，优选的，鞋子内底的弯曲模量不低于180kgf/mm^2。

[0067] 根据本发明的另一个方面，提供了一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作系统，包括：

[0068] 数据采集装置，其具有采集足部压力数据的设备、采集足部图像的设备、患者健康数据采集设备，还具有向数据收集汇总装置传输数据的端口；

[0069] 数据收集汇总装置，其具有从数据采集装置接收数据的端口、数据存储设备，还具有向图像识别装置传输数据的端口；

[0070] 三维建模装置，其具有从数据收集汇总装置接收数据的端口、三维建模设备，还具有向制鞋装置传输数据的端口；

[0071] 制鞋装置，其具有从三维建模装置接收数据的端口、高精度鞋面制作设备、高精度鞋底制作设备，所述制鞋装置制作出的鞋子内底与真实足底完全贴合(即鞋子的内底与真实足底的形状对应一致)，鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足后跟、足腕等)的最小直线距离＜0.48cm。

[0072] 优选的，采集足部压力数据的设备，可以是如下设备中的一种或者多种设备的任意组合：带有压电式压力传感器的平面测试设备、带有电容式压力传感器的平面测试设备、压电材料制成的平面测试设备、带有压力传感器的可穿戴设备、能够产生变形的弹性设备、能够产生平行纵向位移的柱状矩阵设备；

[0073] 优选的，采集足部图像的设备，可以是如下设备中的一种或者多种设备的任意组合：摄影设备、摄像设备、可穿戴设备、三维扫描设备；

[0074] 优选的，患者健康数据采集设备，其采集的数据包括身高、体重、年龄、血压、血脂、血糖、内脏(心、肺、脾、胃、肾、肝脏、胆囊、大肠、小肠等)健康信息等；

[0075] 优选的，向数据收集汇总装置传输数据的端口，可以是手机APP之类的无线端口，也可以是有线端口；

[0076] 优选的，数据收集汇总装置，包括信息预处理设备，用于筛选有效信息并排除无效信息；

[0077] 优选的，数据收集汇总装置，包括数据分析设备，用于将有效信息归类，并对缺陷数据进行补偿；

[0078] 优选的，三维建模装置，包括至少一级数据转化设备，数据转化装置可以将压力、图像数据转化成可供编辑的计算机数据；

[0079] 优选的，三维建模装置，包括压力分布数据成像设备、图像识别设备、模型拟合设

备；

[0080] 优选的，三维建模装置包括数据存储设备；

[0081] 优选的，三维建模装置还包括修正设备，其根据患者足部畸变情况或其他健康数据，对足部三维模型进行修正，形成能够包含至少一种疾病治疗方案的修正三维模型；

[0082] 优选的，三维建模装置包括三维模型展示设备，优选的，三维模型展示设备具有可随意调整视角的功能和相应结构，并且包括至少一个显示屏，可以从任意角度观察足部三维模型；

[0083] 优选的，制鞋装置包括制作鞋楦的设备；

[0084] 优选的，制鞋装置包括鞋体组合设备，其采用粘接、缝接、焊接、铆接、或者上述方式的任意组合方式实现鞋面与鞋底的拼接；

[0085] 优选的，制鞋装置包括制作鞋跟的设备以及鞋底-鞋跟拼接装置；

[0086] 优选的，高精度鞋面制作设备和高精度鞋底制作设备可以集成于同一设备中，优选的，高精度鞋面制作设备和高精度鞋底制作设备采用3D打印设备；

[0087] 优选的，制鞋装置包括视觉识别设备，其用于识别鞋内底的缺陷；

[0088] 优选的，制鞋装置包括鞋内底修正设备，其根据患者足部畸变情况或其他健康数据，调整鞋内腔的局部容量，或调整制鞋材料的软硬度。调整鞋内腔的局部容量的方式包括采用切割、和/或注塑、和/或粘接、和/或焊接、和/或3D打印方式；

[0089] 优选的，制鞋装置包括鞋内底打磨设备，其用于将鞋内底打磨光滑平整。

[0090] 本发明相对于现行制鞋方法和系统的工业生产方法，其优点在于，本发明根据用户的需求或者足部特征，可至少同时实现以下9种要素(包括用户需求、产品优点、技术优势)其中之6种：(1)鞋子与足型完全或者近似匹配；(2)符合足部健康需求；(3)制作周期短；(4)用户操作省时、便捷；(5)制作成本低；(6)鞋子舒适性高；(7)鞋子可以矫形；(8)综合考虑足部图像、压力分布数据，获取完整的足部数据；(9)满足用户个性化(例如美观)需求。

[0091] 根据本发明，非接触方式采集足部图像数据、接触方式采集人体站立或行走时的足底压力分布数据、可穿戴装置采集足部形状数据这三种方式可任意组合以获取足部数据，获得的足部数据足以用于确定足部健康、舒适、或者矫形需求，当三种方式相结合同时使用时，满足用户上述足部需求的可能性大大增加。

[0092] 根据本发明，利用摄影装置拍摄的足部图片可最少至2张，用户足不出户即可用手持摄影装置(如手机、相机)实现，整个过程仅需几秒钟，大大简化了用户的操作时间和操作难度，尤其适用于不方便直接接触用户足部的情形。

[0093] 根据本发明，可利用摄影装置拍摄足部整体视频，该方案操作简单，尤其适用于不方便直接接触用户足部、以及采集多人群体的足部数据。

[0094] 根据本发明，可利用电磁波、机械波测距法(包括相位测距法或脉冲测距法)，通过远程获取足面上各个点与采集设备不同距离，再将距离数据转化成图像数据，当光亮不足(即不足以拍摄清晰影像)且不方便接触足部时，该方案具有突出的实用性。目前现有制鞋工艺技术尚无此类应用。

[0095] 根据本发明，用户可足部可附有可穿戴装置(包括袜子、可变形包裹材料、液体或气体包裹等形式)，通过判断可穿戴装置上的图案变化、或其上的传感器位移以获得精确的足部数据，该方案的特点是可实现精度较高的足部数据，据此建立的三维模型与真实足部

的任一局部误差不超过0.1mm。

[0096] 根据本发明，用户可利用手机APP将足部数据传输到数据处理平台，一台手机可同时实现数据采集和数据采集功能，具备显著的便利性。

[0097] 根据本发明，将不完整的图像数据拟合成初级足部三维模型，利用计算机算法对初级足部三维模型的缺陷进行图像补偿修复，该方案可利用计算机将图像缺陷瞬时用平滑图案进行补偿，相关算法集成在计算机系统中，极大的提高了建模效率。

[0098] 根据本发明，制作出与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦后，可与传统制鞋工艺(如鞋靴胶粘工艺、鞋靴热硫化工艺、注塑(射)工艺、模压工艺、缝制工艺)结合完成鞋子的制作工序，与现有制鞋装备、技术的对接性强，有利于快速实现产业化。

[0099] 根据本发明，鞋子内底中可置入各类传感器、通讯装置、充电装置、控温装置，此类装置可与智能控制设备(例如可通过手机APP)实现无线连接，可在鞋子中集成各种功能(例如采集运动数据、步态数据、足底压力数据，或调节足部温度，或实现个体定位等)。

[0100] 根据本发明，可以采用不同硬度的材料制作鞋内底，也可以采用多层结构，也可以内底上方设有多个凸起部位，据此不仅可以起到按摩作用以提升用户舒适体验，也可以根据运动力学等相关医学知识实现足部局部减压或增压、防止运动损伤、减少运动伤害等技术效果。

[0101] 根据本发明，用户使用鞋子后，可将用户体验反馈给数据处理平台，然后根据用户需求对鞋子结构进行调整。该技术方案可实现用户的个性化舒适度要求，并且，据此可建立符合用户舒适要求的舒适度评价数据库，对部分用户而言，反馈一次数据即可实现长期有效的舒适度体验。

[0102] 根据本发明，足部三维模型的图像缺陷要求最大直径不超过0.05mm、鞋内底任一缺陷的最大直径不超过0.5mm，目前尚无制鞋技术提出此类精度要求。

[0103] 根据本发明，包括对足部三维模型进行校正、采用机器视觉对鞋内底进行缺陷识别同时对缺陷进行修补等技术方案，目前尚无制鞋技术包括此类精度控制工序。

[0104] 根据本发明，鞋子的内底与真实足底完全贴合，鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足后跟、足腕等)的最小直线距离＜0.48cm，足部舒适性大大提供。同时，根据用户需求，鞋面与足上部的最小直线距离可适当放大(如可调节成0.5-1.5cm)，也可缩小至完全与足部贴合，鞋子如同“长在脚上”一样。

[0105] 根据本发明，利用计算机对图像进行复原、增强、分割，这三种处理方式的组合能够有效弥补源数据中图像的色差、亮度、漏洞、对比度、清晰度等足部图像缺陷，得到能够用于三维建模的优秀图像数据。

[0106] 根据本发明，给出了矫形方案的具体数据(如足弓弧高设置)，同时给出了较为严格的材料选型建议(如对扁平足用MD、TPR、聚碳酸酯(PC)树脂作鞋底)，并且矫形方案并非粗暴的进行强制矫形、而是循序渐进的分步矫形(例如调整三维模型的弧形的高是同比例标准健康足弓高的1/4-1/2，就是为此考虑)，而且将足部矫形与患者舒适度综合考虑，在现有技术中暂无此类方案。

附图说明

[0107] 图1为根据本发明的一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作方法流程

图。

[0108] 图2为根据本发明的一种基于压力成像及三维建模技术的矫形鞋制作系统的结构原理示意图。

[0109] 图3为根据本发明的对“鞋面内侧-足上部”最小直线距离进行舒适性评价的评价结果图。

[0110] 图4为根据本发明的利用拍摄装置获取图像数据的一种构图方式。

[0111] 图5为根据本发明的利用拍摄装置获取图像数据的一种构图方式。

[0112] 图6为根据本发明其中的3D打印方式制作出的一种鞋垫。

具体实施方式

[0113] 下面结合附图1-2对本发明的实施例作进一步说明。

[0114] 如图1所示，本发明的基于压力成像及三维建模技术的制作矫形鞋的方法包括以下步骤：

[0115] (1)采集源数据100：既包括采集足部压力分布数据101，也包括采集患者其他健康数据102。

[0116] (2)利用网络收集源数据200：包括三种方式，其一是利用有线网络将足部数据收集到数据处理平台201；其二是利用无线网络将足部数据收集到数据处理平台202；其三是利用201和202的组合方式收集足部数据。

[0117] (3)压力分布数据成像300，包括两个主要步骤：其一是对传感器输出值进行分级301，其二是利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像数据302；

[0118] (4)足部图像识别及三维建模：包括两个主要步骤：其一是图像识别，即利用计算机对源数据中的足部图像进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次数据401；其二是三维建模，即利用二次数据进行三维特征提取标记、坐标转换及点云拼接、模型全局优化，形成初级足部三维模型402；

[0119] (5)模型拟合500：包括两个主要步骤，其一是将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型转化成同等比例501；其二是将足底三维图像数据与初级足底三维模型拟合到同一三维坐标系中502；

[0120] (6)模型修正600：既可以根据足部畸变情况修正足部三维模型601，也可以根据患者其他健康数据修正足部三维模型602；

[0121] (7)制作鞋子700，根据修正后的足部三维模型制作鞋子，其中：鞋子的内底与还原到真实足部比例的修正三维模型足底完全贴合(即鞋子的内底与还原后的修正三维模型足底形状对应一致)。该工序至少包括如下几种方式：利用3D打印技术直接打印鞋子701；制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦，然后利用鞋靴胶粘工艺、和/或鞋靴热硫化工艺、和/或注塑(射)工艺制作鞋子、和/或模压工艺制作鞋子、和/或缝制工艺制作鞋子702；根据足部三维模型，无需制作鞋楦，以视觉判断(包括肉眼判断和计算机视觉判断)确定鞋子各部位的形状，然后利用鞋靴胶粘工艺、和/或鞋靴热硫化工艺、和/或注塑(射)工艺制作鞋子、和/或模压工艺制作鞋子、和/或缝制工艺制作鞋子703；分别制作鞋子和鞋垫，将鞋垫放入鞋子制成最终产品704。

[0122] 图1所示的制作方法，对其部分工序进行调整仍可以实现制作矫形鞋，如：完成模

型拟合工序后，无需对足部三维模型进行修正，而是直接根据足部三维模型制作鞋子，鞋子的鞋子的内底与真实足底完全贴合。然后根据患者足部畸变情况或其他健康数据调整鞋内腔的局部容量，或调整制鞋材料的软硬度。调整鞋内腔的局部容量的方式包括采用切割、和/或注塑、和/或粘接、和/或焊接、和/或3D打印方式。

[0123] 图1所示的制作方法，其采集源数据工序中，还可以采集患者足部不少于两张的照片信息。

[0124] 如图2所示，本发明的基于压力成像及三维建模技术的制作矫形鞋的系统依次包括：

[0125] 数据采集装置Ⅰ，其具有图像采集设备20、足部压力分布参数采集设备21、患者健康数据采集设备22，能够获取人足部10的相关参数(压力、图像等)，还具有向数据收集汇总装置Ⅱ传输数据的端口23；

[0126] 数据收集汇总装置Ⅱ，其具有从数据采集装置Ⅰ接收数据的端口30、数据存储设备31，还具有向三维建模装置Ⅲ传输数据的端口32；

[0127] 三维建模装置Ⅲ，其具有从数据收集汇总装置Ⅱ接收数据的端口40、压力分布数据成像设备41、图像识别设备42、三维建模设备43、模型拟合设备44、足部三维模型修正设备45，还具有向制鞋装置Ⅳ或Ⅳ’传输数据的端口46；

[0128] 制鞋装置Ⅳ和Ⅳ’，Ⅳ和Ⅳ’代表本发明所述制鞋装置的两种典型代表，其中：Ⅳ’具有从三维建模装置Ⅲ接收数据的端口50、3D打印设备51、鞋内腔修正设备52；；Ⅳ具有从数据三维建模装置Ⅲ接收数据的端口60、高精度鞋面制作设备61、高精度鞋底制作设备62、鞋内腔修正设备63。所述制鞋装置制作出的鞋子其鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足后跟、足腕等)的最小直线距离＜0.48cm。Ⅳ或Ⅳ’装置制作出的成品鞋子交由用户70穿用。

[0129] 优选的，采集的患者足部畸变信息包括内八足、外八足、足外翻、扁平足、高弓足、足内翻、姆囊肿、足底筋膜炎、跖骨痛、麻风病足、神经痛、糖尿病足、足溃疡、趾间疣、足静脉瘤、小趾囊肿、足部关节炎、鸡眼、足外伤等；

[0130] 优选的，采集的患者其他健康数据包括身高、体重、年龄、血压、血脂、血糖、内脏(心、肺、脾、胃、肾、肝脏、胆囊、大肠、小肠等)健康信息等；

[0131] 优选的，采集足底压力分布数据，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据；采用带有压电式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据；采用PVDF、钛酸钡、锆钛酸铅、天然水晶等压电材料制成的平面测试装置采集足底压力分布数据；采用带有压力传感器的可穿戴装置采集足底压力分布数据；足底涂上涂料后踩在光滑踏板上形成足印，根据足印不同深浅度的纵横线判断并采集足底压力分布数据；将能够产生变形的弹性材料放在足底，通过测试弹性材料的形变情况采集足底压力分布数据；将一系列能够产生平行纵向位移的柱状材料构成矩阵放在足底，足底各个部位对应的柱状材料因足底压力的不同而产生不同程度的纵向位移，通过检测位移程度采集足底压力分布数据；

[0132] 优选的，采集足底压力分布数据，可以采集一组人体站立时的静态足底压力分布数据，也可以采集多组人体行走、奔跑、跳跃时的动态足底压力分布数据；

[0133] 优选的，利用网络收集源数据，是将采集到的足部图像通过专用手机APP传输到数据处理平台；或将足部图像的采集设备与终端数据处理平台之间用网络互联，每次采集数据后，采集设备自动或者在人工指令下将足部数据传输到网络终端；

[0134] 优选的，根据足部三维模型制作鞋子，是采用以下方式中的一种或者多种方式的任意组合制作鞋子：利用3D打印技术直接打印鞋子；制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦，然后利用鞋靴胶粘工艺制作鞋子；制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦，然后利用鞋靴热硫化工艺制作鞋子；制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦，然后利用注塑(射)工艺制作鞋子；制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦，然后利用模压工艺制作鞋子；制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋楦，然后利用缝制工艺制作鞋子；制作与真实足部大小和形状完全一致或接近一致的鞋垫，将鞋垫放入鞋内制成鞋子；根据足部三维模型，无需制作鞋楦，利用视觉判断(包括肉眼判断和计算机视觉判断)制作鞋子。

[0135] 优选的，采集足底压力分布数据，是用带有压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，同时可获得足底面积数据，其包括以下方式中的任一种：采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个5/cm^2，采样频率为160Hz；采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个3个/cm^2，采样频率为320Hz；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量不低于512个；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密度为9个/cm^2；采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，FSR压力传感器的数量不低于128个，采样频率为80-280Hz；

[0136] 优选的，三维建模包括两个步骤：其一，利用可塑性材料对大样本足底压力数据进行测试，记录可塑性材料在不同压力下的下陷程度，以足底面积为限制条件，建立压力-可塑性材料形变的对应数据库；其二，将采集到的足底压力分布数据与数据库进行计算机比对，以足底面积为限制条件，然后将足底压力分布数据映射形成可塑性材料形变数据，依据可塑性材料形变数据建立与真实足底形状对应一致的鞋底三维模型；

[0137] 优选的，对足部三维模型进行修正，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合方式：足部三维模型符合扁平足标准的，将三维模型的足弓形状与同比例标准健康足弓进行对比并计算两者足弓高的高度差，然后在足部三围模型足弓位置设置具有一定弧形的凹陷部，该凹陷部的弧形的高是高度差的1/4-1/2；足部三维模型符合弓形足标准的，将三维模型的足弓形状与同比例标准健康足弓进行对比并计算两者足弓高的高度差，然后在足部三围模型足弓位置设置具有一定弧形的凸出部，该凸出部的弧形的高是高度差的1/5-1/2；足部三维模型符合马蹄足标准的，以靠近足跟的足弓最低点为基点，基点保持三维坐标不变，将包含基点、足后跟骨的三维模型足跟以基点为旋转点向腿部方向旋转，旋转角度不超过5度，然后将旋转压缩的足部三维模型进行图像平滑处理；足部三维模型符合足内翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限，将内侧足底整体下移2-5mm，同时将外侧足底整体上移同等的距离，然后将调整后的足部三维模型进行图像平滑处理；足部三维模型符合足外翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限，将内侧足底整体上移2-5mm，同时将外侧足底整体下移同等的距离，然后将调整后的足

部三维模型进行图像平滑处理；

[0138] 优选的，鞋子其制作方式按照以下方式中的一种或者多种方式的任意组合方式：足底三维模型符合扁平足标准的，鞋内底其与足弓相对应的位置采用MD、TPR、聚碳酸酯(PC)树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)中的一种材料制作；足底三维模型符合弓形足标准的，鞋内底其与足弓相对应的位置采用乙酸乙烯共聚物(EVA)、硅橡胶、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)、TR、BPU、热塑弹性橡胶底中的一种材料制作；足底三维模型符合弓形足标准的，在鞋底部外侧、跖骨后方位置设置两个平行横条，横条采用橡胶制作粘贴于鞋底外侧、且平行于足弓的弧顶，横条宽度为0.8-1.5cm；足底三维模型符合足内翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限将鞋底分为鞋底内侧和鞋底外侧，鞋底内侧采用易变形的弹性材料制作，鞋底外侧采用不易变形的刚性材料制作；足底三维模型符合足外翻标准的，以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限将鞋底分为鞋底内侧和鞋底外侧，鞋底外侧采用易变形的弹性材料制作，鞋底内侧采用不易变形的刚性材料制作。

[0139] 优选的，采集足部图像，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：足部穿上置有传感器的可穿戴装置(如袜子)，通过读取足部不同位置的形变数据计算出足部图像数据；足部穿上印有图案的可穿戴装置(如袜子)后，可穿戴装置上的图案发生形变，通过拍摄不少于2张的可穿戴装置形变图案获得足部形状数据；用可变形的材料包裹足部，可变形材料中内置能够标记位置的传感器，通过读取传感器位置和位移计算出足部图像数据；将足部放进液体或气体中，液体、气体内置能够标记位置的传感器，通过读取传感器位置和位移计算出足部图像数据；

[0140] 优选的，利用计算机对图像进行复原，包括如下步骤：首先，进行图像变换，将源数据中的每张足部图像均变换成空间坐标和灰度均离散化的数字化图像；其次，去除图像噪声，即利用概率密度函数统计高斯噪声、瑞利噪声、伽马噪声、指数分布噪声、均匀分布噪声和脉冲噪声后，对噪声图像进行预滤波获得噪声方差，再根据噪声的高频特性利用均值滤波法或中值滤波法实现低通滤波；再次，建立图像退化系统，即以数学函数关系$g(x,y)=h(x,y)\times f(x,y)+n(x,y)$表达退化模型，其中x、y代表数字化图像的二维坐标点，g(x,y)代表退化图像，h(x,y)代表退化函数，f(x,y)代表数字化的静止二维图像，n(x,y)代表外来噪声作用；然后，用数字建模法确认退化函数h(x,y)的计算方法，即对h(x,y)进行傅立叶变换后得到H(x,y)，利用表达式$H(x,y)=2.72^{(-\rho\beta(x2+y2)^{5/6})}$对H(x,y)赋值，再对赋值后的H(x,y)进行逆向傅立叶变换后获得h(x,y)的最终解，其中ρ代表数字化图像局部单位面积内的灰度级数，β代表数字化图像局部的像素密度；最后，根据h(x,y)的计算结果、噪声方差和噪声的去除情况，对图像退化模型进行逆向推导，最终完全消除或部分消减图像的空间退化(模糊)和点退化(噪声)，得到复原图像；

[0141] 优选的，利用计算机对图像进行增强，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：对足部图像进行灰度分级，利用直方图均衡法对像素个数多的灰度级进行宽展、对像素个数少的灰度进行压缩，形成图像局部高对比度；对足部图像进行灰度分级，再将各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色，使数字化足部图像的细节更加明显；将数字化图像进行傅立叶变换，然后按频率的映射函数变换成不同的色彩，使数字化足部图像的细节更加明显；以色调(H)、饱和度(S)、明度(V)为参数建立足部HSV空间模

型，将数字化足部图像的RGB空间映射到HSV空间模型上，使数字化足部图像的细节更加明显；以青色(C)，洋红色(M)，黄色(Y)、黑色(K)为参数建立足部CMYK空间模型，将数字化足部图像的RGB空间映射到CMYK空间模型上，使数字化足部图像的细节更加明显；以照度(L)，红色至绿色的亮度范围(a)，蓝色至黄色的亮度范围(b)为参数建立足部Lab空间模型，将数字化足部图像的RGB空间映射到Lab空间模型上，使数字化足部图像的细节更加明显；

[0142] 优选的，利用计算机对图像进行分割，既包括根据灰度突变、颜色突变和纹理突变判断图像中的不连续性特征，进而提取图像中足部与拍摄背景的边界，然后把足部图像从拍摄背景中分离出来，又包括以下工序中的一种或者多种工序的任意组合：按照图像的灰度将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型；按照图像的形状将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型；按照图像的纹理将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型；按照图像的色彩将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型。

[0143] 优选的，三维特征提取标记，是寻找图像点云中的明显特征点或轮廓，然后在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系，其提取或标记方式包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：提取或标记足部图像中的足边缘、足趾、足跟、足踝、足弓等具有显著灰度、色彩特性的图像点，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系；提取足部曲面中的曲率、法向量、两点间的法向量夹角等不变特征，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系；标记足部图像中至少三个点的两两距离关系，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系；对待拼接的两片点云或其中一片点云进行采样，然后利用icp算法通过迭代计算使两片点云上对应点对、或对应点面距离的均方误差最小，进而确定匹配关系；以曲面的曲率为特征点，以角度、距离为约束条件，在点云间利用三点旋转法建立点云匹配关系；

[0144] 优选的，坐标转换及点云拼接，是将图片数据的二维坐标值转换为三维坐标值，并将多张图像以特征点或轮廓为结合点进行点云拼接形成实际匹配关系，形成初级三维模型，其坐标转换的步骤按先后顺序包括：比例变换，即调整各图像的比例关系使所有图像的比例尺保持一致；二维坐标转换成三维坐标；

[0145] 优选的，模型全局优化包括以下优化方式中的一种或多种方式的任意组合：去噪、修补模型缺陷(补洞)、分割局部图像、图像结构化、立体图像表面平滑；

[0146] 优选的，模型拟合包括比例转换工序，即：将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型转化成同等比例，然后拟合到同一三维坐标系中；

[0147] 优选的，“调整鞋内腔的局部容量”包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：向任意方向外延鞋内底；鞋内底局部补高；鞋外底局部补高；鞋内底局部位置降低高度、鞋外底局部位置降低高度；雕刻鞋底纹理。

[0148] 优选的，采集足底压力分布数据，包括以下方式中的任一种：采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个6/cm^2，采样频率为180Hz；采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电阻式压力传感器的分布密度为个4个/cm^2，采样频率为350Hz；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量不低于512个；采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密

度为10个/cm^2;采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,FSR压力传感器的数量不低于128个,采样频率为120-320Hz;

[0149] 优选的,压力分布数据成像,包括两个步骤:其一,将平面测试装置其每个压力传感器的输出值约束为0-3840,将压力数据按照输出值划分为640个等级,其中每个等级包括6个幅度的压力单位;同时,按照RGB模型将黑-绿-红的全部色彩过渡划分为640个等级,每个等级对应一种色彩;将上述的压力数据等级与色彩等级一一对应,再将足底压力数据转化成色彩,然后将色彩与压力采集点(即压力传感器的所在位置)相匹配,形成与足底压力数据相对应的足底虚拟色彩图像;其二,利用足部图像计算足弓的最大高度,与此最大高度相对应的是足底虚拟色彩图像中所有色彩中的最大等级差,据此建立虚拟图像色彩等级与足部形状之间的映射关系,进而将足底虚拟色彩图像转换成转化成足底三维图像。

[0150] 优选的,采集足底压力分布数据,包括以下方式中的任一种:采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,电阻式压力传感器的分布密度为个5个/cm^2,采样频率为180Hz;采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,电阻式压力传感器的分布密度为个3个/cm^2,采样频率为350Hz;采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,电容式压力传感器数量不低于256个;采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,电容式压力传感器数量的分布密度为10个/cm^2;采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据,FSR压力传感器的数量不低于128个,采样频率为120-320Hz;

[0151] 优选的,压力分布数据成像,包括四个步骤:其一,将平面测试装置其每个压力传感器的输出值约束为0-4096,将压力数据按照输出值划分为512个等级,其中每个等级包括8个幅度的压力单位;其二,将获得压力信号的传感器按照原始位置还原到平面上,获得记载足底压力面积的平面系,该平面系的每个压力传感器获得相对应的x、y坐标;其三,在垂直于平面系的方向上建立z坐标轴,将每个传感器的输出值作为其z坐标,获得包含x轴、y轴、z轴的立体坐标系,此时已将足底压力分布数据建立形成初级足底三维图像;其四,采用相邻传感器比较法或者相邻传感器平均法对z轴坐标进行插值处理,进而消除三维图像的不连续性。

[0152] 优选的,源数据包括立姿根骨休息位(RCSP)信息、和/或立姿根骨中立位(NCSP)信息、和/或髋骨活动范围、和/或双腿高度差、和/或双足对比高度差、和/或踝关节位置、和/或胫骨扭转信息、足部自然状态下的翻转(内翻或外翻)角度信息;

[0153] 优选的,利用Solidworks、Pro/E、UG、CAD、Adobe Fuse CC、3Ds Max,SketchUp、Revit或任意其他三维建模软件实现三维建模;

[0154] 优选的,鞋子的内底中置入压力传感器、和/或加速度传感器、和/或定位装置、和/或警示装置、和/或无线通讯装置、和/或电源及充电装置、和/或控温装置;

[0155] 优选的,鞋子的内底为可拆卸装置,优选地,鞋子的内底为鞋垫,优选地,鞋垫下方设预留空间,可根据人体双下肢的高度差在预留空间中置入垫片,使人体穿上鞋子后能够保证平衡,也可以用于人体增高;

[0156] 优选的,鞋面内侧与真实足上部(包括足趾、足背、足后跟、足腕等)完全贴合(即鞋子的内侧与真实足上部的形状对应一致);

[0157] 优选的,鞋子的内底上方增设固定的附加材料,使鞋子的内底与真实足底不完全

贴合，用于矫正问题足(如内八足、外八足、后足外翻、扁平足、高弓足、后足内翻等)或用于治疗缓解足部病痛(如足底筋膜炎、姆囊肿、跖骨处痛、神经痛、糖尿病足等)；

[0158] 优选的，鞋子的内底上方设有多个高度不超过0.5cm的凸起，可以起到按摩作用，优选地，附加材料与足底部分或者全部的穴位对应；

[0159] 优选的，用户使用鞋子后，将用户体验反馈给数据处理平台，然后根据用户需求对鞋子结构进行调整；

[0160] 优选的，鞋子的内底中设有多个密闭独立空腔，可以减轻鞋子质量，也可以在人体剧烈运动时增加缓冲作用；

[0161] 优选的，鞋子的内底采用耐磨、防水、具有延展性和回弹性的材料制作，优选为真皮、橡胶、聚氨基甲酸酯(PU)、乙酸乙烯共聚物(EVA)、MD、TPR、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)、聚氯乙烯(PVC)、TR、仿皮底、BPU、热塑弹性橡胶底、聚碳酸酯(PC)树脂、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、丁苯橡胶(SBR)，以及它们的任意组合物；

[0162] 优选的，鞋子的内底可以是多层结构，优选地，鞋子的内底各层采用不同的材料制成；

[0163] 优选的，鞋跟高度不超过4cm，优选为1cm；

[0164] 优选的，对足部三维模型进行校正，直到足部三维模型放大至真实足部大小时与真实足部相比任一处的图像缺陷最大直径不超过0.5mm为止，优选为0.1mm；

[0165] 优选的，采用机器视觉对鞋内底进行缺陷识别，当鞋内缺陷直径超过1mm时，采用切割、和/或注塑、和/或粘接、和/或3D打印方式修正鞋底缺陷；

[0166] 优选的，三维建模采用CCD光学建模技术；

[0167] 优选的，采用拍摄装置获取足部图像时，利用网络收集的足部数据还包括足部局部或者全部的长度信息；

[0168] 优选的，鞋子与足部的接触面设有多个可检测形变或压力变化的传感器，可检测出步态变化或足部组织增生；

[0169] 优选的，鞋子内底的拉伸强度不低于8.5kgf/mm^2，优选的，鞋子内底的拉伸强度不低于10kgf/mm^2；

[0170] 优选的，鞋子内底的弯曲模量不低于140kgf/mm^2，优选的，鞋子内底的弯曲模量不低于180kgf/mm^2。

[0171] 优选的，采集足部压力数据的设备可以是如下设备中的一种或者多种设备的任意组合：带有压电式压力传感器的平面测试设备、带有电容式压力传感器的平面测试设备、压电材料制成的平面测试设备、带有压力传感器的可穿戴设备、能够产生变形的弹性设备、能够产生平行纵向位移的柱状矩阵设备；

[0172] 优选的，采集足部图像的设备可以是如下设备中的一种或者多种设备的任意组合：摄影设备、摄像设备、可穿戴设备、三维扫描设备；

[0173] 优选的，患者健康数据采集设备其采集的数据包括身高、体重、年龄、血压、血脂、血糖、内脏(心、肺、脾、胃、肾、肝脏、胆囊、大肠、小肠等)健康信息等；

[0174] 优选的，向数据收集汇总装置传输数据的端口，可以是手机APP之类的无线端口，也可以是有线端口；

[0175] 优选的，数据收集汇总装置包括信息预处理设备，用于筛选有效信息并排除无效

信息；

[0176] 优选的，数据收集汇总装置包括数据分析设备，用于将有效信息归类，并对缺陷数据进行补偿；

[0177] 优选的，三维建模装置包括至少一级数据转化设备，数据转化装置可以将压力、图像数据转化成可供编辑的计算机数据；

[0178] 优选的，三维建模装置包括压力分布数据成像设备、图像识别设备、模型拟合设备；

[0179] 优选的，三维建模装置包括数据存储设备；

[0180] 优选的，三维建模装置还包括修正设备，其根据患者足部畸变情况或其他健康数据，对足部三维模型进行修正，形成能够包含至少一种疾病治疗方案的修正三维模型；

[0181] 优选的，三维建模装置包括三维模型展示设备，三维模型展示设备具有可随意调整视角的功能和相应结构，并且包括至少一个显示屏，可以从任意角度观察足部三维模型；

[0182] 优选的，制鞋装置包括制作鞋楦的设备；

[0183] 优选的，制鞋装置包括鞋体组合设备，其采用粘接、缝接、焊接、铆接、或者上述方式的任意组合方式实现鞋面与鞋底的拼接；

[0184] 优选的，制鞋装置包括制作鞋跟的设备以及鞋底-鞋跟拼接装置；

[0185] 优选的，高精度鞋面制作设备和高精度鞋底制作设备可以集成于同一设备中，优选的，高精度鞋面制作设备和高精度鞋底制作设备采用3D打印设备；

[0186] 优选的，制鞋装置包括视觉识别设备，其用于识别鞋内底的缺陷；

[0187] 优选的，制鞋装置包括鞋内底修正设备，其根据患者足部畸变情况或其他健康数据，调整鞋内腔的局部容量，或调整制鞋材料的软硬度。调整鞋内腔的局部容量的方式包括采用切割、和/或注塑、和/或粘接、和/或焊接、和/或3D打印方式；

[0188] 优选的，制鞋装置包括鞋内底打磨设备，其用于将鞋内底打磨光滑平整。

[0189] 实施例1：

[0190] 采用如下方法制作矫形鞋：(1)采集源数据：采集患者的健康数据、采集足底压力分布数据、同时采集足部图像即采用拍摄装置拍摄不少于2张足部图像，获得源数据；(2)利用网络收集源数据：利用有线网络或者无线网络将源数据收集到数据处理平台；(3)压力分布数据成像：利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像数据；(4)足部图像识别及三维建模：利用计算机对源数据中的足部图像进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次数据，再利用二次数据进行三维特征提取标记、坐标转换及点云拼接、模型全局优化，形成初级足部三维模型；(5)模型拟合：将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型进行拟合，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；(6)制作鞋子：根据足部三维模型制作鞋子，其中：真实足部穿上鞋子后，鞋子的内底与真实足底完全贴合(即鞋子的内底与真实足底的形状对应一致)；(7)鞋子修正：根据患者足部畸变情况或其他健康数据，调整鞋内腔的局部容量，或调整制鞋材料的软硬度，使鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足腕等)的最小直线距离＜0.48cm。

[0191] 特别的，本发明通过对100个用户体验数据的调查，利用统计数据，确定了鞋面内侧与足上部的最小直线距离提高至“0.48cm”(平均数据)时，用户舒适度显著下降，有关调查过程及数据如下：

[0192] 调查方式:随机(年龄、性别、身高、体重等因素均随机)选取100个人,对每个人均对应制作10双鞋子。鞋子特征包括:(1)每只鞋子的鞋底与对应足底形状完全匹配;(2)每双鞋子的“鞋面内侧-足上部”最小直线距离(L)保持一致;(3)10双鞋子的L从0.1cm-1.0cm构成公差为0.1cm的等差数列,即:第1双、第2双……第10双鞋的L分别为0.1cm、0.2cm、0.3cm……1.0cm。每个人对应的10双鞋均打乱顺序使每个人无法知晓各双鞋子的L,然后每个人分别试穿与自己对应的10双鞋,每次试穿步行距离不低于1000米,并对每双鞋子用“不舒服”(U)、“不确定是否舒服”(N)、“舒服”(W)的鞋子进行标记。评价结果如图3所示,其中:横坐标表示L,纵坐标表示不同的L获得的评价数量。根据图3,W至U的显著交接点在0.39cm左右,U至N的显著交接点在0.48cm左右。据此,并且综合考虑随机个体感受的不确定性,判断如下:L=0.48cm时,鞋子用户的个体感受倾向于脱离“舒服”状态,该技术方案的可行性具有统计学证据。从另一个角度看,当L在0.48cm数据附近波动时,鞋子用户的个体感受发生出乎意料的转变,即L=0.48cm的制鞋方案可取得出乎意料的技术效果。

[0193] 实施例2:

[0194] 采用如下方法制作矫形鞋:(1)采集源数据:采集患者的健康数据、采集足底压力分布数据、同时采集足部图像即采用拍摄装置拍摄4张足部图像,获得源数据;(2)利用网络收集源数据:利用有线网络或者无线网络将源数据收集到数据处理平台;(3)压力分布数据成像:利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像数据;(4)足部图像识别及三维建模:利用计算机对源数据中的足部图像进行复原、增强、分割,转化成可供三维建模的二次数据,再利用二次数据进行三维特征提取标记、坐标转换及点云拼接、模型全局优化,形成初级足部三维模型;(5)模型拟合:将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型进行拟合,形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型;(6)制作鞋子:根据足部三维模型制作鞋子,其中:真实足部穿上鞋子后,鞋子的内底与真实足底完全贴合(即鞋子的内底与真实足底的形状对应一致);(7)鞋子修正:根据患者足部畸变情况或其他健康数据,调整鞋内腔的局部容量,或调整制鞋材料的软硬度,使鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足腕等)的最小直线距离<0.48cm。

[0195] 本实施例中,用户拍得4张足部图片的构图方式有多种,为获得完整的足部图像数据。最好满足如下基本要求:(1)能包含全部足底面(脚掌);(2)足背最凸线两侧的足背面,各需至少一张照片;(3)所有照片的组合,至少可以包含全部足面其可视面积的95%。

[0196] 图4展示了拍摄4张足部图片的一种实现方式,其中照片1和照片4分别包含了足背最凸线两侧的足背面,照片2和照片3结合能够包含全部足底面,四张照片结合可以包含全部足面其可视面积的95%以上。

[0197] 图5展示了拍摄4张足部图片的另一种实现方式,其中照片6、照片7和照片8结合能够包含足背最凸线两侧的足背面,照片5和照片6结合能够包含全部足底面,四张照片结合可以包含全部足面其可视面积的95%以上。

[0198] 本实施例所描述的拍照方式,对无法远程获取的足面图像(例如相邻脚趾的接触面)信息不做特别要求。

[0199] 实施例3:

[0200] 采用如下方法制作矫形鞋:(1)采集源数据:采集患者的健康数据、采集足底压力分布数据、同时采集足部图像即采用拍摄装置拍摄2张足部图像,获得源数据;(2)利用网络

收集源数据:利用有线网络或者无线网络将源数据收集到数据处理平台;(3)压力分布数据成像:利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像数据;(4)足部图像识别及三维建模:利用计算机对源数据中的足部图像进行复原、增强、分割,转化成可供三维建模的二次数据,再利用二次数据进行三维特征提取标记、坐标转换及点云拼接、模型全局优化,形成初级足部三维模型;(5)模型拟合:将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型进行拟合,形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型;(6)制作鞋子:根据足部三维模型制作鞋子,其中:真实足部穿上鞋子后,鞋子的内底与真实足底完全贴合(即鞋子的内底与真实足底的形状对应一致);(7)鞋子修正:根据患者足部畸变情况或其他健康数据,调整鞋内腔的局部容量,或调整制鞋材料的软硬度,使鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足腕等)的最小直线距离<0.48cm。

[0201] 本实施例中,用户拍得2张足部图片的构图方式有多种,为获得完整的足部图像数据。最好满足如下基本要求:(1)从足背最凸线两侧分别拍取一张照片;(2)其中一张照片既包括全部足底面(脚掌)的图像、又包括足背最凸线一侧的图像;(3)其中另一张照片包括足背最凸线另一侧的全部图像。

[0202] 图4中的照片1和照片3结合,可满足上述拍摄要求;另外,图5中的照片5和照片7相结合,也可以满足上述拍摄要求。

[0203] 实施例4:

[0204] 采用如下方法制作矫形鞋:(1)采集源数据:采集患者的健康数据、采集足底压力分布数据、同时采集足部图像即采用拍摄装置拍摄3张足部图像,获得源数据;(2)利用网络收集源数据:利用有线网络或者无线网络将源数据收集到数据处理平台;(3)压力分布数据成像:利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像数据;(4)足部图像识别及三维建模:利用计算机对源数据中的足部图像进行复原、增强、分割,转化成可供三维建模的二次数据,再利用二次数据进行三维特征提取标记、坐标转换及点云拼接、模型全局优化,形成初级足部三维模型;(5)模型拟合:将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型进行拟合,形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型;(6)制作鞋子:根据足部三维模型制作鞋子,其中:真实足部穿上鞋子后,鞋子的内底与真实足底完全贴合(即鞋子的内底与真实足底的形状对应一致);(7)鞋子修正:根据患者足部畸变情况或其他健康数据,调整鞋内腔的局部容量,或调整制鞋材料的软硬度。

[0205] 本实施例中,用户拍得3张足部图片的构图方式有多种,为获得完整的足部图像数据。最好满足如下基本要求:(1)能包含全部足底面(脚掌);(2)足背最凸线两侧的足背面,各需至少一张照片。

[0206] 图4中的照片1、照片3和照片4结合,可满足上述拍摄要求。

[0207] 实施例5:

[0208] 采用如下方法制作矫形鞋:采集足底压力分布数据和其他健康数据,获得源数据;利用网络收集源数据;三维建模,即利用源数据建立与真实足底形状一致的足底三维模型;根据患者足部畸变情况或其他健康数据,对足底三维模型进行修正,形成能够包含至少一种疾病治疗方案的修正足底三维模型;制作鞋子,即根据修正足底三维模型制作鞋垫,再将鞋垫与鞋面、鞋跟等其他部件结合形成完整的鞋子,其中鞋垫与还原到真实足部比例的修正三维模型足底完全贴合(即鞋子的内底与还原后的修正三维模型足底形状对应一致),鞋

面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足腕等)的最小直线距离＜0.48cm。

[0209] 图6展示了一种利用本发明生产的鞋垫，照片700是鞋垫与足底的接触面视图，该接触面与真实足底完全贴合，照片701是鞋垫底部视图，照片702和照片703是鞋垫的两侧视图。该鞋垫在足侧面外侧设有较高的护栏、在足侧面内侧设有较低的护栏，起到的作用包括防止运动外伤(如扭脚)的同时不影响行动。

[0210] 实施例6：

[0211] 采用如下方法制作矫形鞋：采用带有电阻式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，其中电阻式压力传感器的分布密度为个5/cm^2，采样频率为160Hz，并采集患者的其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；三维建模，利用可塑性材料对大样本足底压力数据进行测试，记录可塑性材料在不同压力下的下陷程度，以足底面积为限制条件，建立压力-可塑性材料形变的对应数据库，将采集到的足底压力分布数据与数据库进行计算机比对，以足底面积为限制条件，然后将足底压力分布数据映射形成可塑性材料形变数据，依据可塑性材料形变数据建立与真实足底形状对应一致的鞋底三维模型。制作鞋子，即根据鞋底三维模型制作鞋底，再将鞋底与鞋面、鞋跟等其他部件结合形成完整的鞋子，再根据患者足部畸变情况或其他健康数据，调整鞋内腔的局部容量，或调整制鞋材料的软硬度，使鞋面内侧任一点与足上部(包括足趾、足背、足腕等)的最小直线距离＜0.2cm。鞋子的内底上方设有多个高度不超过0.2cm的凸起，每个凸起与足底的穴位对应；鞋子的内底中置入压力传感器；鞋跟高度为2cm；鞋子的内底中设有多个密闭独立腔室，腔室中装有液体，可以增加舒适度，也可以在人体剧烈运动时增加缓冲作用，鞋子内底的拉伸强度为12kgf/mm^2。

[0212] 实施例7：

[0213] 采用如下方法制作矫形鞋：采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量不低于512个，并采集患者的其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；三维建模，利用可塑性材料对大样本足底压力数据进行测试，记录可塑性材料在不同压力下的下陷程度，以足底面积为限制条件，建立压力-可塑性材料形变的对应数据库，将采集到的足底压力分布数据与数据库进行计算机比对，以足底面积为限制条件，然后将足底压力分布数据映射形成可塑性材料形变数据，依据可塑性材料形变数据建立与真实足底形状对应一致的鞋底三维模型。制作鞋子，利用3D打印技术直接打印鞋底，再将鞋底与鞋面、鞋跟等其他部件结合形成完整的鞋子，再根据患者足部畸变情况或其他健康数据，采用切割、粘接和注塑相结合的方式调整鞋内腔的局部容量，或调整制鞋材料的软硬度，使鞋面内侧任一点与足上部的最小直线距离为0.1cm；内底中置入定位装置，鞋跟高度为3cm。鞋子的内底中设有多个密闭独立空腔，可以减轻鞋子质量，也可以在人体剧烈运动时增加缓冲作用；鞋子内底的弯曲模量为190kgf/mm^2，用户使用鞋子后，将用户体验反馈给数据处理平台，然后根据用户需求对鞋子结构进行调整。

[0214] 实施例8：

[0215] 采用如下方法制作矫形鞋：采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密度为9个/cm^2，并采集患者的其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；三维建模，利用可塑性材料对大样本足底压力数据进行测试，记录可塑性材料在不同压力下的下陷程度，以足底面积为限制条件，建立压力-

可塑性材料形变的对应数据库，将采集到的足底压力分布数据与数据库进行计算机比对，以足底面积为限制条件，然后将足底压力分布数据映射形成可塑性材料形变数据，依据可塑性材料形变数据建立与真实足底形状对应一致的鞋底三维模型。对鞋底三维模型进行修正，形成能够包含至少一种疾病治疗方案的修正鞋底三维模型；制作鞋子，根据修正鞋底三维模型利用3D打印技术直接打印鞋底，再将鞋底与鞋面、鞋跟等其他部件结合形成完整的鞋子。内底中置入警示装置；鞋子的内底可以是三层结构，其中上层采用聚氨基甲酸酯(PU)制作、下层采用乙酸乙烯共聚物(EVA)制作。

[0216] 实施例9：

[0217] 采用如下方法制作矫形鞋：(1)采集扁平足患者的足部数据：采用带有电容式压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，电容式压力传感器数量的分布密度为10个/cm^2；采用拍摄装置拍摄不少于6张足部图像；并采集患者的其他健康数据，获得源数据；(2)利用网络收集足部数据：利用无线网络将源数据收集到数据处理平台；(3)压力分布数据成像：将平面测试装置其每个压力传感器的输出值约束为0-3840，将压力数据按照输出值划分为640个等级，其中每个等级包括6个幅度的压力单位；同时，按照RGB模型将黑-绿-红的全部色彩过渡划分为640个等级，每个等级对应一种色彩；将上述的压力数据等级与色彩等级一一对应，再将足底压力数据转化成色彩，然后将色彩与压力采集点(即压力传感器的所在位置)相匹配，形成与足底压力数据相对应的足底虚拟色彩图像；利用足部图像计算足弓的最大高度，与此最大高度相对应的是足底虚拟色彩图像中所有色彩中的最大等级差，据此建立虚拟图像色彩等级与足部形状之间的映射关系，进而将足底虚拟色彩图像转换成转化成足底三维图像。(4)足部图像识别及三维建模：对收集到的足部图像进行转换，将源数据中的每张足部图像均变换成空间坐标和灰度均离散化的数字化图像；图像变换步骤完成后，按照JPEG标准对图像进行压缩；去除图像噪声，即利用概率密度函数统计高斯噪声、瑞利噪声、伽马噪声、指数分布噪声、均匀分布噪声和脉冲噪声后，对噪声图像进行预滤波获得噪声方差，再根据噪声的高频特性利用均值滤波法或中值滤波法实现低通滤波；再次，建立图像退化系统，即以数学函数关系g(x,y)＝h(x,y)×f(x,y)+n(x,y)表达退化模型，其中x、y代表数字化图像的二维坐标点，g(x,y)代表退化图像，h(x,y)代表退化函数，f(x,y)代表数字化的静止二维图像，n(x,y)代表外来噪声作用。对h(x,y)进行傅立叶变换后得到H(x,y)，利用表达式H(x,y)＝2.72^(-ρβ(x2+y2)$^{5/6}$)对H(x,y)赋值，再对赋值后的H(x,y)进行逆向傅立叶变换后获得h(x,y)的最终解，其中ρ代表数字化图像局部单位面积内的灰度级数，β代表数字化图像局部的像素密度；然后，根据h(x,y)的计算结果、噪声方差和噪声的去除情况，对图像退化模型进行逆向推导，最终完全消除或部分消减图像的空间退化(模糊)和点退化(噪声)，得到复原图像。再利用计算机对图像进行增强，对足部图像进行灰度分级，利用直方图均衡法将图像分成若干区域，运用直方图均衡化按区域对图像进行运算、并且遍历所有区域，对像素个数多的灰度级进行宽展、对像素个数少的灰度进行压缩，形成图像局部高对比度，将各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色，使数字化足部图像的细节更加明显；然后，将数字化图像进行傅立叶变换，然后按频率的映射函数变换成不同的色彩，使数字化足部图像的细节更加明显；以青色(C)，洋红色(M)，黄色(Y)、黑色(K)为参数建立足部CMYK空间模型，将数字化足部图像的RGB空间映射到CMYK空间模型上，使数字化足部图像的细节更加明显。再利用计算机对图像进行分割，利用

灰度的Roberts算子检测图像中的不连续性特征，进而提取图像中足部与拍摄背景的边界，然后把足部图像从拍摄背景中分离出来，并按照图像的灰度、形状、纹理、色彩将图像分割成互不重叠的子区域，使各子区域能够用于构建三维模型。再提取足部曲面中的曲率、法向量、两点间的法向量夹角等不变特征，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系；同时标记足部图像中至少三个点的两两距离关系，在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系。剔除坏点匹配后，调整各图像的比例关系使所有图像的比例尺保持一致，然后将图像数据二维坐标转换成三维坐标。然后对图像进行去噪、修补模型缺陷(补洞)、分割局部图像、图像结构化、立体图像表面平滑等全局优化处理，初级足部三维模型；(5)模型拟合：将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型转化成同等比例，然后拟合到同一三维坐标系中，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型。(6)将三维模型的足弓形状与同比例标准健康足弓进行对比并计算两者足弓高的高度差，然后在足部三围模型足弓位置设置具有一定弧形的凹陷部，该凹陷部的弧形的高是高度差的1/3，形成修正三维模型；(7)制作鞋子：根据修正三围模型制作鞋子，其中：制作鞋子的工艺为注塑(射)工艺，鞋内底其与足弓相对应的位置采用丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)制作，采用激光切割方式控制鞋内底的制作精度，使鞋内底任一缺陷的最大直径不超过1mm；使鞋子的内底与还原到真实足部比例的修正三维模型足底完全贴合，鞋面内侧任一点与足上部的最小直线距离为0.1cm；内底中置入无线通讯装置和电源及充电装置；对鞋内底进行打磨，使鞋内底光滑。

[0218] 实施例10：

[0219] 采用如下方法制作矫形鞋：(1)采集足内翻患者的足部数据：采用FSR压力传感器的平面测试装置采集足底压力分布数据，FSR压力传感器的数量不低于128个，采样频率为120-320Hz；采用拍摄装置拍摄10张足部图像，并采集患者的其他健康数据，获得源数据；(2)利用网络收集足部数据：利用有线网络源数据收集到数据处理平台；(3)压力分布数据成像：利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像数据；将平面测试装置其每个压力传感器的输出值约束为0-4096，将压力数据按照输出值划分为512个等级，其中每个等级包括8个幅度的压力单位；将获得压力信号的传感器按照原始位置还原到平面上，获得记载足底压力面积的平面系，该平面系的每个压力传感器获得相对应的x、y坐标；其三，在垂直于平面系的方向上建立z坐标轴，将每个传感器的输出值作为其z坐标，获得包含x轴、y轴、z轴的立体坐标系，此时已将足底压力分布数据建立形成初级足底三维图像；其四，采用相邻传感器比较法或者相邻传感器平均法对z轴坐标进行插值处理，进而消除三维图像的不连续性；(4)足部图像识别及三维建模：对收集到的图像进行转换，将源数据中的每张足部图像均变换成空间坐标和灰度均离散化的数字化图像；图像变换步骤完成后，按照JPEG标准对图像进行压缩；去除图像噪声，即利用概率密度函数统计高斯噪声、瑞利噪声、伽马噪声、指数分布噪声、均匀分布噪声和脉冲噪声后，对噪声图像进行预滤波获得噪声方差，再根据噪声的高频特性利用均值滤波法或中值滤波法实现低通滤波；再次，建立图像退化系统，即以数学函数关系$g(x,y)=h(x,y)\times f(x,y)+n(x,y)$表达退化模型，其中x、y代表数字化图像的二维坐标点，$g(x,y)$代表退化图像，$h(x,y)$代表退化函数，$f(x,y)$代表数字化的静止二维图像，$n(x,y)$代表外来噪声作用。对$h(x,y)$进行傅立叶变换后得到$H(x,y)$，利用表达式$H(x,y)=2.72^{(-\rho\beta(x2+y2)^{5/6})}$对$H(x,y)$赋值，再对赋值后的$H(x,y)$进行逆向傅立叶

变换后获得h(x,y)的最终解,其中ρ代表数字化图像局部单位面积内的灰度级数,β代表数字化图像局部的像素密度;然后,根据h(x,y)的计算结果、噪声方差和噪声的去除情况,对图像退化模型进行逆向推导,最终完全消除或部分消减图像的空间退化(模糊)和点退化(噪声),得到复原图像。再利用计算机对图像进行增强,对足部图像进行灰度分级,利用直方图均衡法将图像分成若干区域,运用直方图均衡化按区域对图像进行运算、并且遍历所有区域,对像素个数多的灰度级进行宽展、对像素个数少的灰度进行压缩,形成图像局部高对比度,将各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色,使数字化足部图像的细节更加明显;然后,将数字化图像进行傅立叶变换,然后按频率的映射函数变换成不同的色彩,使数字化足部图像的细节更加明显;以照度(L),红色至绿色的亮度范围(a),蓝色至黄色的亮度范围(b)为参数建立足部Lab空间模型,将数字化足部图像的RGB空间映射到Lab空间模型上,使数字化足部图像的细节更加明显。再利用计算机对图像进行分割,利用灰度的Preveit算子检测图像中的不连续性特征,进而提取图像中足部与拍摄背景的边界,然后把足部图像从拍摄背景中分离出来,并按照图像的灰度、形状、纹理、色彩将图像分割成互不重叠的子区域,使各子区域能够用于构建三维模型。再对待拼接的两片点云或其中一片点云进行采样,然后利用icp算法通过迭代计算使两片点云上对应点对、或对应点面距离的均方误差最小,迭代计算完毕后,约束足部曲面中的曲率、法向量、两点间的法向量夹角等不变特征,用以去除不可靠或不兼容的对应点对或点面,进而确定匹配关系;同时以曲面的曲率为特征点,以角度、距离为约束条件,在点云间利用三点旋转法建立点云匹配关系;提取足部曲面中的曲率、法向量、两点间的法向量夹角等不变特征,在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系;同时标记足部图像中至少三个点的两两距离关系,在其他点云中搜索对应点并建立匹配关系。剔除坏点匹配后,调整各图像的比例关系使所有图像的比例尺保持一致,然后将图像数据二维坐标转换成三维坐标。然后对图像进行去噪、修补模型缺陷(补洞)、分割局部图像、图像结构化、立体图像表面平滑等全局优化处理,形成初级足部三维模型;(5)模型拟合:将利用足底压力获得的足底三维图像数据与利用足部图像获得的初级足部三维模型进行拟合,形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型;(6)模型修正:以足趾中心点-足部重心或跟中心点-足部重心为界限,将内侧足底整体下移4mm,同时将外侧足底整体上移4mm,然后将调整后的足部三维模型进行图像平滑处理,形成修正三维模型。(7)制作鞋子:根据修正三维模型利用3D打印技术直接打印鞋垫,鞋垫与还原到真实足部比例的修正三维模型足底完全贴合;利用数控编织工艺编织鞋面,鞋面内侧任一点与足上部的最小直线距离为0.05cm;内底中置入温控装置,鞋子内底的拉伸强度为11kgf/mm^2。采用机器视觉对鞋内底进行缺陷识别,当鞋内缺陷直径超过1mm时,采用3D打印方式修正鞋内底缺陷,使鞋子的内底与真实足底完全贴合,鞋面内侧与足上部完全贴合。

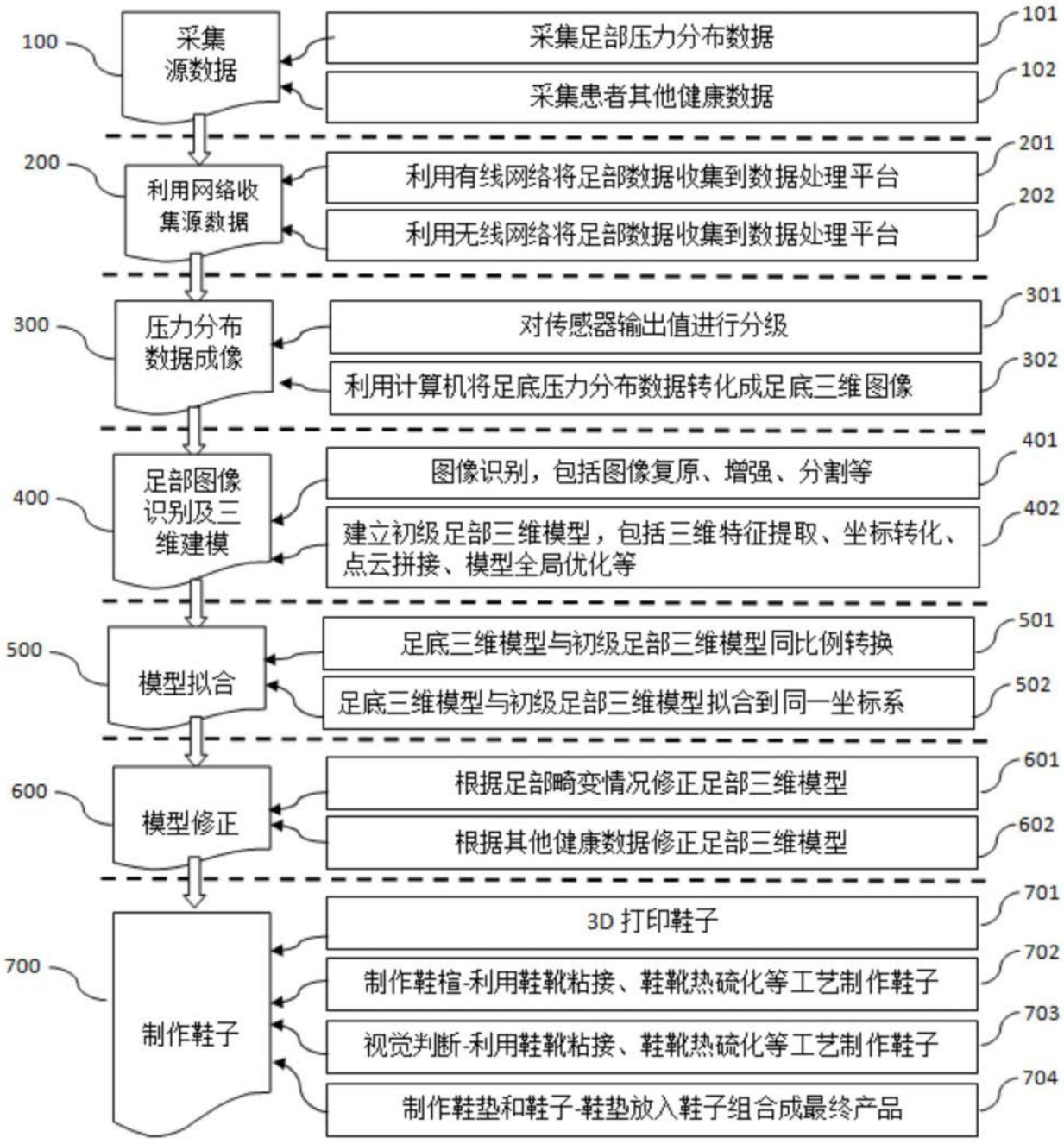

100
采集源数据
101
采集足部压力分布数据
102
采集患者其他健康数据
200
利用网络收集源数据
201
利用有线网络将足部数据收集到数据处理平台
202
利用无线网络将足部数据收集到数据处理平台
300
压力分布数据成像
301
对传感器输出值进行分级
302
利用计算机将足底压力分布数据转化成足底三维图像
400
足部图像识别及三维建模
401
图像识别，包括图像复原、增强、分割等
402
建立初级足部三维模型，包括三维特征提取、坐标转化、点云拼接、模型全局优化等
500
模型拟合
501
足底三维模型与初级足部三维模型同比例转换
502
足底三维模型与初级足部三维模型拟合到同一坐标系
600
模型修正
601
根据足部畸变情况修正足部三维模型
602
根据其他健康数据修正足部三维模型
700
制作鞋子
701
3D 打印鞋子
702
制作鞋楦-利用鞋靴粘接、鞋靴热硫化等工艺制作鞋子
703
视觉判断-利用鞋靴粘接、鞋靴热硫化等工艺制作鞋子
704
制作鞋垫和鞋子-鞋垫放入鞋子组合成最终产品

图1

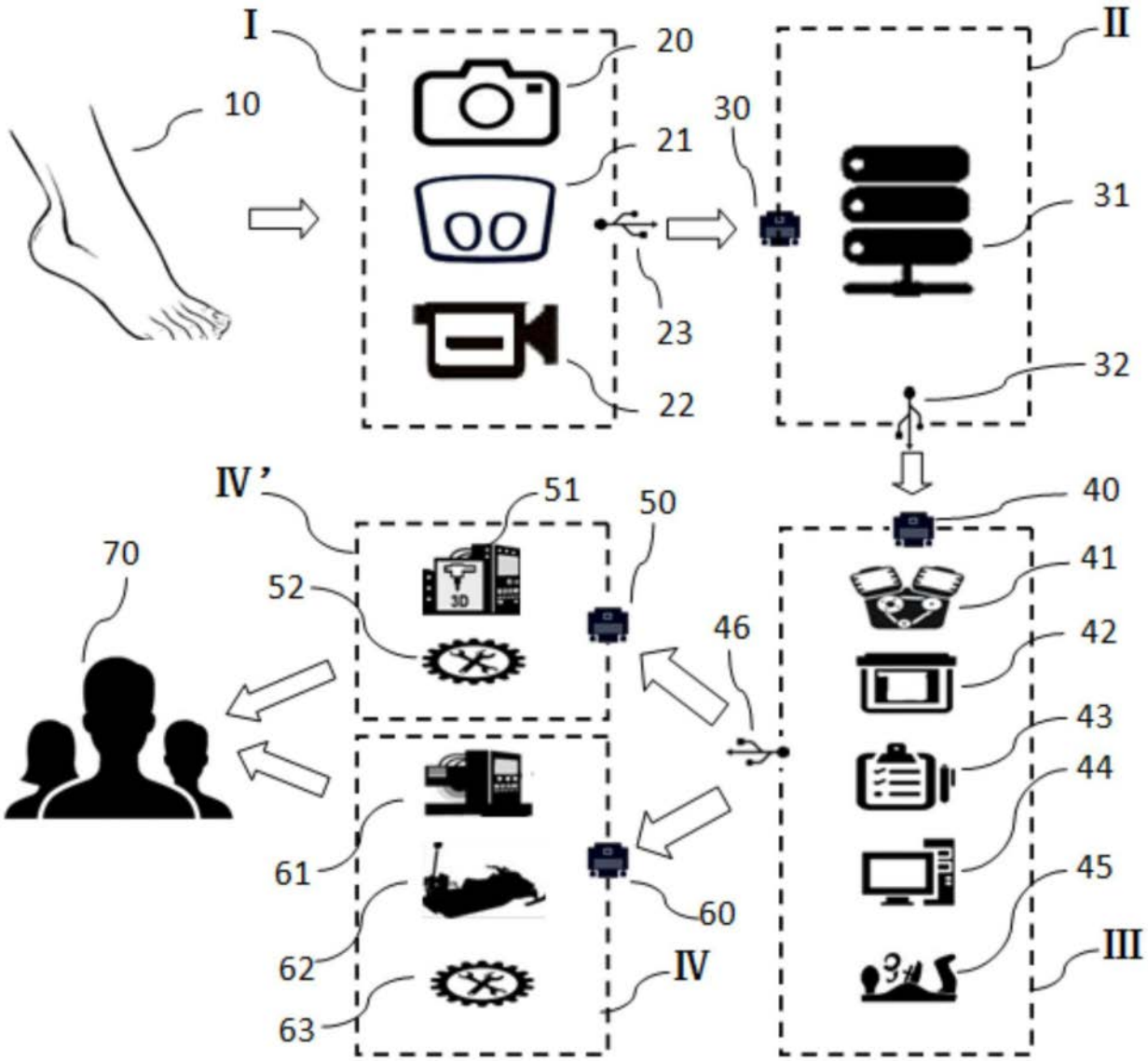

I
II
10
20
21
22
23
30
31
32
IV'
40
41
42
43
44
45
46
50
51
52
60
61
62
63
70
III
IV

图2

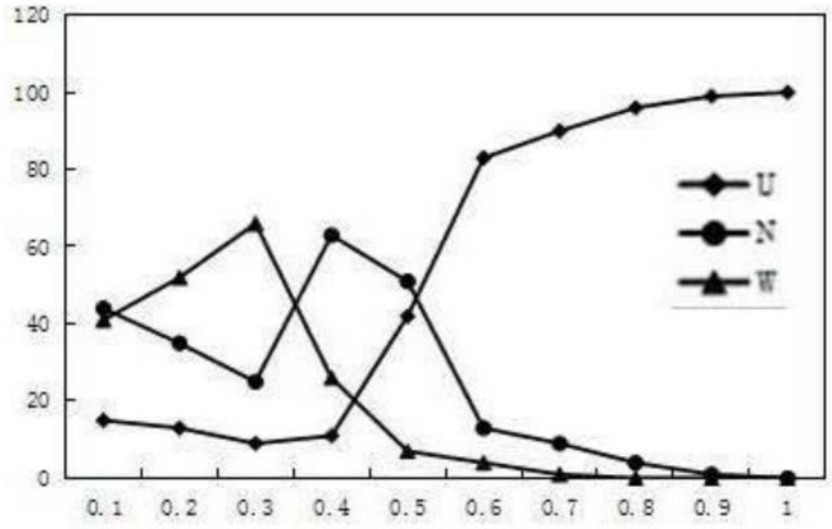


图3



图4



图5

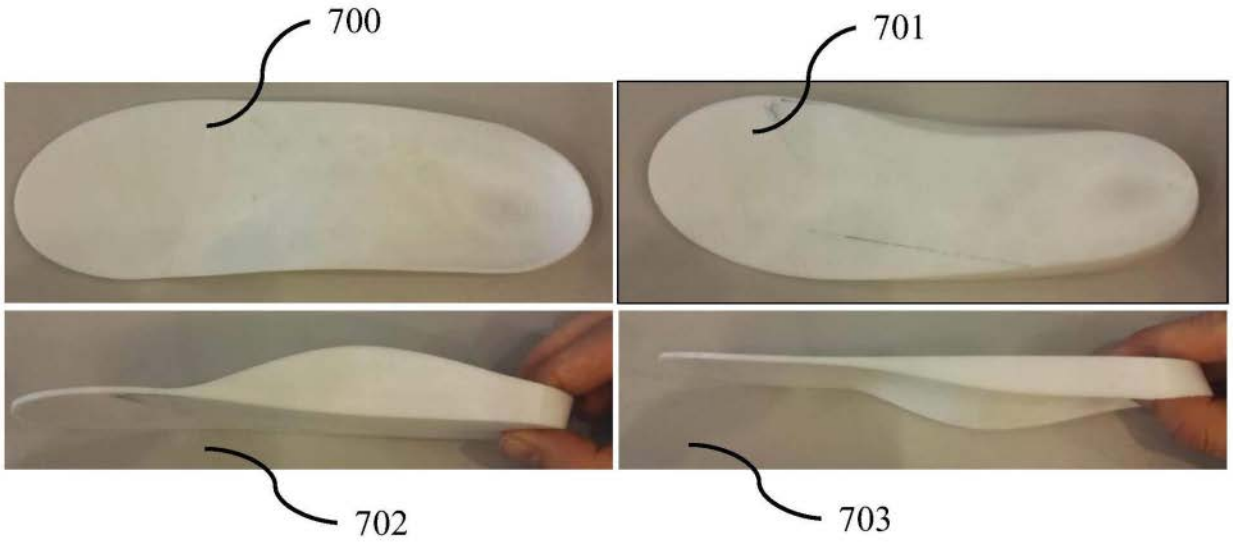


图6