

一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统

|  |  |
| --- | --- |
| 申请号： | CN201710175282.2 |
| 申请日： | 20170322 |
| 申请（专利权）人： | [青岛一小步科技有限公司] |
| 地址： | 山东省青岛市李沧区巨峰路177号万达中央公馆1号楼1单元902户 |
| 发明人： | [樊晓东, 林曙光] |
| 主分类号： | A43D1/02 |
| 公开（公告）号： | CN106942837A |
| 公开（公告）日： | 20170714 |
| 代理机构： |  |
| 代理人： |  |

www.patexplorer.com

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（19）中华人民共和国国家知识产权局** | | |
|  |  |  |
| **（12）发明专利申请** | |
| **（10）申请公布号** CN106942837A  **（45）申请公布日** 20170714 | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **（21）申请号** CN201710175282.2  **（22）申请日** 20170322  **（71）申请人** [青岛一小步科技有限公司]  **地址** 山东省青岛市李沧区巨峰路177号万达中央公馆1号楼1单元902户  **（72）发明人** [樊晓东, 林曙光]  **（74）专利代理机构**  **代理人** |  |
| **（54）发明名称**  一种基于图像识别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图像识别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：采集足部图像和其他健康数据；利用网络收集源数据；图像识别；三维建模；三维模型修正；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、图像识别装置、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。 |

|  |
| --- |
| **权 利 要 求 书** |

1.一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作方法，包括：采集足部图像和其他 健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；图像识别，即利用计算机对图像按先后顺序 进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次数据；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，形成与真实足部形状一致或者接近 一致的足部三维模型；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；根据修正三维模型制作鞋子，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。

2.一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1)采集数据：采集患者的健康数据，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)图像识别：利用计算机对源数据中的足部图像按先后顺序进行复原、增强、分割，转 化成可供三维建模的二次数据；

(4)三维建模：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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；

(5)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)；

(6)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。

3.如权利要求1或2所述的制作方法，其特征在于：

所述患者足部畸变情况，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；

所述其他健康数据，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；

所述采集足部图像，包括以下方式中的一种或者多种方式的任意组合：利用摄影装置 拍摄每个足部形成3张以上的足部静态图片；利用摄影装置拍摄足部形成包括足部整体影 像的视频；利用三维扫描仪采集完整的足部三维图像；利用电磁波脉冲测距法采集完整的 足部三维图像；利用电磁波相位测距法采集完整的足部三维图像；利用机械波脉冲测距法 采集完整的足部三维图像；利用机械波相位测距法采集完整的足部三维图像；

所述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；

所述源数据，包括利用图像采集设备直接获取的足部图像，和将足底压力分布数据转 化成的足底图像数据。

4.如权利要求2所述的制作方法，其特征在于：

所述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， 再用数字建模法确认退化函数h(x，y)的计算方法；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；

所述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；

所述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；

所述“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；

所述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。

5.如权利要求4所述的制作方法，其特征在于：

所述图像变换步骤完成后，按照JPEG标准对图像进行压缩；

所述数字建模法确认退化函数h(x，y)的计算方法，包括如下步骤：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；

所述利用计算机对图像进行增强的过程中，对色彩是否失真不做特别要求；

所述直方图均衡法，是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；或将图像分成若干区域，每次直方图均衡化运算至少覆盖2个区域；

所述不连续性特征，是通过利用灰度的Sobel算子、或Roberts算子、或拉布拉斯算子、 或Preveit算子、或Kirsch算子等一阶或二阶微分算子进行检测。

6.如权利要求1所述的制作方法，其特征在于：

所述采集足部图像，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；

所述三维特征提取标记，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；

所述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；

所述模型全局优化，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；

所述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上述高度差的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；

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：足部三 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；足部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；足部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。

7.如权利要求6所述的制作方法，其特征在于：

所述曲率为高斯曲率或平均曲率；

所述三维特征点提取或标记，需要剔除坏点匹配；

所述对待拼接的两片点云或其中一片点云进行采样，包括均匀采样法、随机采样法、法 向量采样法；

所述icp算法，在迭代计算完毕后，采用约束方式去除不可靠或不兼容的对应点对或点 面，其约束方式是一种基于曲面特征的约束方式，即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。

8.如权利要求1或2所述的制作方法，其特征在于，包括下列附加技术特征至少其中之 一：

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；

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；

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；

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；

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)；

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)；

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；

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；

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；

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；

鞋跟高度不超过4cm，优选为1cm；

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；

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；

三维建模采用CCD光学建模技术；

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；

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；

鞋子内底的拉伸强度不低于8.5kgf/mm2，优选的，鞋子内底的拉伸强度不低于10kgf/ mm2；

鞋子内底的弯曲模量不低于140kgf/mm2，优选的，鞋子内底的弯曲模量不低于180kgf/ mm2。

9.一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作系统，其特征在于：该系统依次包 括：

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

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；

图像识别装置，其具有从数据收集汇总装置接收数据的端口、图像复原装置、图像增强 装置、图像分割装置；还具有向三维建模装置传输数据的端口；

三维建模装置，其具有从图像识别装置接收数据的端口、三维特征提取装置、坐标转换 装置、点云拼接装置、模型全局优化装置，还具有向制鞋装置传输数据的端口；

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。

10.如权利要求9所述的制作系统，其特征在于，包括下列附加技术特征至少其中之一：

所述采集足部图像的设备，可以是可穿戴设备、和/或摄影装置、和/或三维扫描装置；

所述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；

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；

所述数据收集汇总装置，包括信息预处理设备，用于筛选有效信息并排除无效信息；

所述数据收集汇总装置，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；

所述数据收集汇总装置，包括足部图像即时显示装置，可即时看到采集到的足部成像 数据，当发现数据缺陷时可随时补充采集数据；

所述三维建模装置，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；

所述图像识别装置和三维建模装置可以集成在一起；

所述三维建模装置包括数据存储设备；

所述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；

所述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；

所述制鞋装置包括制作鞋楦的设备；

所述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；

所述制鞋装置包括制作鞋跟的设备以及鞋底-鞋跟拼接装置；

所述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；

所述制鞋装置包括视觉识别设备，其用于识别鞋内底的缺陷；

所述制鞋装置包括鞋内腔修正设备，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；

所述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。

|  |
| --- |
| **说 明 书** |

**一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统**

**技术领域**

一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作方法及系统，属于制鞋领域。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

**背景技术**

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。

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。

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**

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 明的全部关键或重要元素、也不特意对权利要求的保护范围进行限定。

本发明的目的在于提供一种满足用户健康需求的矫形鞋制作方法和系统。

为此，根据本发明的一个方面，提供了一种基于图像识别及三维建模技术的矫形 鞋制作方法，包括：采集足部图像和其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；图像 识别，即利用计算机对图像按先后顺序进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次 数据；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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；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；根据修正三维模型制作鞋子，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。

根据本发明的另一个方面，提供了一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制 作方法，包括以下步骤：

(1)采集数据：采集患者的健康数据，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)图像识别：利用计算机对源数据中的足部图像按先后顺序进行复原、增强、分 割，转化成可供三维建模的二次数据；

(4)三维建模：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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；

(5)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)；

(6)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。

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；

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；

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：利用摄 影装置拍摄每个足部形成3张以上的足部静态图片；利用摄影装置拍摄足部形成包括足部 整体影像的视频；利用三维扫描仪采集完整的足部三维图像；利用电磁波脉冲测距法采集 完整的足部三维图像；利用电磁波相位测距法采集完整的足部三维图像；利用机械波脉冲 测距法采集完整的足部三维图像；利用机械波相位测距法采集完整的足部三维图像；

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；

优选的，源数据，包括利用图像采集设备直接获取的足部图像，和将足底压力分布 数据转化成的足底图像数据；

优选的，足部三维模型，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。

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，再用数字建模法确认退化函数h(x，y)的计算方法；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；

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；

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；

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。

优选的，图像变换步骤完成后，按照JPEG标准对图像进行压缩；

优选的，数字建模法确认退化函数h(x，y)的计算方法，包括如下步骤：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；

优选的，利用计算机对图像进行增强的过程中，对色彩是否失真不做特别要求；

优选的，直方图均衡法，是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；或将图像分成若干区域，每次直方图均衡化运算至少覆盖2 个区域；

优选的，不连续性特征，是通过利用灰度的Sobel算子、或Roberts算子、或拉布拉 斯算子、或Preveit算子、或Kirsch算子等一阶或二阶微分算子进行检测；

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；

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；

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；

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；

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；

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： 足部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；足部三维模型符合弓形 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；足部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。

优选的，曲率为高斯曲率或平均曲率；

优选的，三维特征点提取或标记，需要剔除坏点匹配；

优选的，对待拼接的两片点云或其中一片点云进行采样，包括均匀采样法、随机采 样法、法向量采样法；

优选的，icp算法，在迭代计算完毕后，采用约束方式去除不可靠或不兼容的对应 点对或点面，其约束方式是一种基于曲面特征的约束方式，即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；

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；

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；

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；

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；

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)；

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)；

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；

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；

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；

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；

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；

优选的，鞋跟高度不超过4cm，优选为1cm；

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；

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；

优选的，三维建模采用CCD光学建模技术；

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；

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；

优选的，鞋子内底的拉伸强度不低于8.5kgf/mm2，优选的，鞋子内底的拉伸强度不 低于10kgf/mm2；

优选的，鞋子内底的弯曲模量不低于140kgf/mm2，优选的，鞋子内底的弯曲模量不 低于180kgf/mm2。

根据本发明的另一个方面，提供了一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制 作系统，包括：

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

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；

图像识别装置，其具有从数据收集汇总装置接收数据的端口、图像复原装置、图像 增强装置、图像分割装置；还具有向三维建模装置传输数据的端口；

三维建模装置，其具有从图像识别装置接收数据的端口、三维特征提取装置、坐标 转换装置、点云拼接装置、模型全局优化装置，还具有向制鞋装置传输数据的端口；

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。

优选的，采集足部图像的设备，可以是可穿戴设备、和/或摄影装置、和/或三维扫 描装置；

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；

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；

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；

优选的，数据收集汇总装置，包括足部图像即时显示装置，可即时看到采集到的足 部成像数据，当发现数据缺陷时可随时补充采集数据；

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；

优选的，图像识别装置和三维建模装置可以集成在一起；

优选的，三维建模装置包括数据存储设备；

优选的，三维建模装置修正设备；

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；

优选的，制鞋装置包括制作鞋楦的设备；

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；

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；

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；

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；

优选的，制鞋装置包括鞋内腔修正设备，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；

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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)。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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，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**

图1为根据本发明的一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作方法流程 图。

图2为根据本发明的一种基于图像识别及三维建模技术的矫形鞋制作系统的结构 原理示意图。

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。

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。

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。

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**

下面结合附图1-2对本发明的实施例作进一步说明。

如图1所示，本发明的基于图像识别及三维建模技术的制作矫形鞋的方法包括以 下步骤：

(1)采集源数据100：采集患者健康数据101，同时采集患者足部图像数据102。其 中，采集患者足部图像数据的方式包括但不限于以下几种：其一是采用非接触方式采集足 部图像数据，其二是采用接触方式采集足部图像数据，其三是采用可穿戴装置采集足部形 状数据。

(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。

(3)图像识别300：利用计算机对图像按先后顺序进行复原、增强、分割，转化成可 供三维建模的二次数据,具体来说，即：

利用计算机对图像进行复原301，将源数据中的足部图像转换为数字化图像，去除 图像噪音，建立图像退化系统的数字化模型，然后逆向推导得到复原图像；

利用计算机对图像进行增强302，利用直方图均衡法或者图像模型空间映射法削 弱图像中的干扰数据，增强图像中的足部图像及局部细节；

利用计算机对图像进行分割303，通过判断图像中的不连续特征等方式从拍摄背 景中提取足部图像，同时，依据图像中的灰度、纹理等特征将图像分割形成多个子区域，这 些子区域构成了足踝、足跟、足弓、足趾等易于显著区分的足部特征形状区域；

(4)三维建模400：利用二次数据进行轮廓提取、模型计算、纹理计算、模型绘制及 渲染，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型，具体来说，即：

三维特征提取标记401,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,形成后续坐标转换及点云拼接的数据基础；

坐标转换及点云拼接402，将图片数据的二维坐标值转换为三维坐标值，同时将多 张足部图像进行点云拼接，形成初级(可能带有缺陷的)足部三维模型；

模型全局优化403，将初级足部三围模型进行去噪、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，形成足部三维模型。

(5)三维模型修正500：既可以根据足部畸变情况修正足部三维模型501，也可以根 据其他健康数据修正足部三维模型502

(6)制作鞋子600：根据修正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601；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 602；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603；分别制作鞋子和鞋垫，将 鞋垫放入鞋子制成最终产品604。

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：完成三 维建模工序后，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。

如图2所示，本发明的基于图像识别及三维建模技术的制作矫形鞋的系统依次包 括：

数据采集装置Ⅰ，其具有采集图像的设备20和患者健康数据采集设备21，还具有向 数据收集汇总装置Ⅱ传输数据的端口22；

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，还具有向图像识别装置Ⅲ传输数据的端口32；

图像识别装置Ⅲ，其具有从数据收集汇总装置Ⅱ接收数据的端口40、图像复原装 置41、图像增强装置42、图像分割装置43；还具有向三维建模装置Ⅳ传输数据的端口44；

三维建模装置Ⅳ，其具有从图像识别装置Ⅲ接收数据的端口50、三维特征提取装 置51、坐标转换装置52、点云拼接装置53、模型全局优化装置54、足部三维模型修正设备55， 还具有向制鞋装置Ⅴ或Ⅴ’传输数据的端口56；

制鞋装置Ⅴ和Ⅴ’，Ⅴ和Ⅴ’代表本发明所述制鞋装置的两种典型代表，其中：Ⅴ’ 具有从数据三维建模装置Ⅳ接收数据的端口60、3D打印设备61、鞋内腔修正设备62；Ⅴ具有 从数据三维建模装置Ⅳ接收数据的端口70、高精度鞋面制作设备71、高精度鞋底制作设备 72、鞋内腔修正设备73。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。Ⅴ和Ⅴ’装置制作出的成品鞋子交由用户70穿用。

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；

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；

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：利用摄 影装置拍摄每个足部形成3张以上的足部静态图片；利用摄影装置拍摄足部形成包括足部 整体影像的视频；利用三维扫描仪采集完整的足部三维图像；利用电磁波脉冲测距法采集 完整的足部三维图像；利用电磁波相位测距法采集完整的足部三维图像；利用机械波脉冲 测距法采集完整的足部三维图像；利用机械波相位测距法采集完整的足部三维图像；

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；

优选的，源数据包括利用图像采集设备直接获取的足部图像，和将足底压力分布 数据转化成的足底图像数据。

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，再用数字建模法确认退化函数h(x，y)的计算方法；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；

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；

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；

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；

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。

优选的，图像变换步骤完成后，按照JPEG标准对图像进行压缩；

优选的，数字建模法确认退化函数h(x，y)的计算方法，包括如下步骤：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；

优选的，利用计算机对图像进行增强的过程中，对色彩是否失真不做特别要求；

优选的，直方图均衡法，是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；或将图像分成若干区域，每次直方图均衡化运算至少覆盖2 个区域；

优选的，不连续性特征，是通过利用灰度的Sobel算子、或Roberts算子、或拉布拉 斯算子、或Preveit算子、或Kirsch算子等一阶或二阶微分算子进行检测；

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；

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；

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；

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；

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；

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： 足部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；足部三维模型符合弓形 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；足部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。

优选的，曲率为高斯曲率或平均曲率；

优选的，三维特征点提取或标记，需要剔除坏点匹配；

优选的，对待拼接的两片点云或其中一片点云进行采样，包括均匀采样法、随机采 样法、法向量采样法；

优选的，icp算法在迭代计算完毕后，采用约束方式去除不可靠或不兼容的对应点 对或点面，其约束方式是一种基于曲面特征的约束方式，即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；

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；

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；

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；

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；

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)；

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)；

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；

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；

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；

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；

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；

优选的，鞋跟高度不超过4cm，优选为1cm；

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；

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；

优选的，三维建模采用CCD光学建模技术；

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；

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；

优选的，鞋子内底的拉伸强度不低于8.5kgf/mm2，优选的，鞋子内底的拉伸强度不 低于10kgf/mm2；

优选的，鞋子内底的弯曲模量不低于140kgf/mm2，优选的，鞋子内底的弯曲模量不 低于180kgf/mm2。

优选的，采集足部图像的设备，可以是可穿戴设备、和/或摄影装置、和/或三维扫 描装置；

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；

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；

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；

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；

优选的，数据收集汇总装置，包括足部图像即时显示装置，可即时看到采集到的足 部成像数据，当发现数据缺陷时可随时补充采集数据；

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；

优选的，图像识别装置和三维建模装置可以集成在一起；

优选的，三维建模装置包括数据存储设备；

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；

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；

优选的，制鞋装置包括制作鞋楦的设备；

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；

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；

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；

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；

优选的，制鞋装置包括鞋内腔修正设备，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；

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。

实施例1：

采用如下方法制作矫形鞋：采集足部图像和其他健康数据，获得源数据；利用网络 收集源数据；图像识别，即利用计算机对图像按先后顺序进行复原、增强、分割，转化成可供 三维建模的二次数据；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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；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；根据修正三维模型制作鞋子，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。

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：

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。

实施例2：

采用如下方法制作矫形鞋：患者利用手机拍照功能拍得4张足部图像，测量获得足 长信息，同时采集其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；利用计算机对4张图像 进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次数据；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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部 三维模型；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；根据修正三维模型制作鞋子鞋子的内底与还原 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。

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％。

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。

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。

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。

实施例3：

采用如下方法制作矫形鞋：患者利用手机拍照功能拍得2张足部图像，测量获得足 长信息，同时采集其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；利用计算机对2张图像 进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次数据；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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部 三维模型；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；根据修正三维模型制作鞋子鞋子的内底与还原 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。

本实施例中，未经过训练的用户其拍得的2张足部图片记载的足部信息一般不完 整，因此三维建模的过程中有必要对缺陷图像进行补充、修复。为了利用两张照片获得尽可 能完整的足部信息，一般对用户构图方式有以下要求：(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。

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。

实施例4：

采用如下方法制作矫形鞋：患者利用手机拍照功能拍得3张足部图像，测量获得足 长信息，同时采集其他健康数据，获得源数据；利用网络收集源数据；利用计算机对3张图像 进行复原、增强、分割，转化成可供三维建模的二次数据；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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部 三维模型；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；根据修正三维模型制作鞋子,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。

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。

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。

实施例5：

采用如下方法制作矫形鞋：采集足部图像和其他健康数据，获得源数据；利用网络 收集源数据；图像识别，即利用计算机对图像按先后顺序进行复原、增强、分割，转化成可供 三维建模的二次数据；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，形成与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；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；根据修正三维模型制作鞋垫，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(即鞋垫的形状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，将鞋垫放入鞋子制 成最终产品。

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。

实施例6：

采用如下方法制作矫形鞋：用户利用手机拍照功能拍得6张足部图片，图片中包括 置于足部旁边的长度可知的参照物；用户将采集到的足部数据通过专用手机APP传输到数 据处理平台；利用UG建模软件将图像数据转换成初级足部三维模型，对初级足部三维模型 进行图像补偿、修复，获得足部三维模型，足部三维模型与真实足部形状一致；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；根据修正三维模型制作鞋楦，再根据鞋楦制作鞋子，鞋子成品鞋子的 内底与真实足底完全贴合，鞋面内侧任一点与足上部的最小直线距离为0.3cm；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/mm2。

实施例7：

采用如下方法制作矫形鞋：采集扁平足患者的足部图像和其他健康数据，获得源 数据；利用网络收集源数据；图像识别，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)×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Sobel算子、或Roberts算子、或拉布拉斯算子、或Preveit算子、或Kirsch算子等一 阶或二阶微分算子进行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，得到与真实足 部形状一致或者接近一致的足部三维模型；将扁平足患者的足部三维模型足弓形状与同比 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；根据足部三维模型制作鞋 子，鞋内底其与足弓相对应的位置采用TPR材料制作；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。

实施例8：

采用如下方法制作矫形鞋：利用电磁波脉冲测距法采集完整的足部三维图像；用 户将采集到的足部数据通过有线网络传输到数据处理平台；利用Adobe Fuse CC建模软件 将图像数据转换成初级足部三维模型，对初级足部三维模型进行图像补偿、修复，获得最终 的足部三维模型，足部三维模型与真实足部形状一致；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；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的最小直线距离为0.2cm；根据患者足部畸变情况和其他健康数 据，采用切割、注塑、粘接相结合的方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋材料的软硬 度；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/mm2，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。

实施例9：

采用如下方法制作矫形鞋：利用电磁波相位测距法采集完整的足部三维图像；用 户将采集到的足部数据通过无线网络传输到数据处理平台；利用3Ds Max建模软件将图像 数据转换成初级足部三维模型，对初级足部三维模型进行图像补偿、修复，获得最终的足部 三维模型，足部三维模型与真实足部形状一致；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；鞋子的内底与真实足底完全贴合，鞋面 内侧任与足上部完全贴合；根据患者足部畸变情况和其他健康数据，采用切割、注塑、焊接 相结合的方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋材料的软硬度；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；

实施例10：

采用如下方法制作矫形鞋：利用机械波脉冲测距法采集完整的足部三维图像；用 户将采集到的足部数据通过无线网络传输到数据处理平台；利用计算机算法将足底压力分 布数据转化成图像数据，利用SketchUp建模软件将图像数据转换成初级足部三维模型，对 初级足部三维模型进行图像补偿、修复，再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0.1mm为止；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；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的最小直线距离为0.1cm；根据患 者足部畸变情况和其他健康数据，采用3D打印方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋 材料的软硬度；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。

实施例11：

采用如下方法制作矫形鞋：用户足部穿上置有传感器的袜子，袜子上的传感器将 足部不同位置的形变数据传输到数据处理平台；利用计算机算法将形变数据转化成图像数 据，采用CCD光学建模技术构建足部三维模型，足部三维模型与真实足部形状一致；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，鞋子的内 底与真实足底完全贴合。根据患者足部畸变情况和其他健康数据，采用切割、注塑、粘接相 结合的方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋材料的软硬度。

实施例12：

采用如下方法制作矫形鞋：用户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；利用计算机算法将形变数据转化成图像数据，采用CCD光学建模技术构建足部三维模 型，足部三维模型与真实足部形状一致；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，鞋子的内底与真实足底完全贴合。根据患者足部畸变 情况和其他健康数据，采用切割、注塑相结合的方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋 材料的软硬度。

实施例13：

采用如下方法制作矫形鞋：用户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；利用计算机算法将形变数据转化成图像数据，采用CCD光学建模技术构建足部三维模 型，足部三维模型与真实足部形状一致；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，鞋底与真实足底完全贴合；根据患者足部畸变情况和 其他健康数据，采用切割方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋材料的软硬度；鞋垫下 方设预留空间，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。

实施例14：

采用如下方法制作矫形鞋：用户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形状数据；利用计算机算法 将形变数据转化成图像数据，采用CCD光学建模技术构建足部三维模型，足部三维模型与真 实足部形状一致；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，鞋底与真实足底完全贴合；根据患者足部畸变情况和其他健康数据，采用注 塑、粘接相结合的方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋材料的软硬度；鞋垫与足部的 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。

实施例15：

采用如下方法制作矫形鞋：用户将足部放进液体中，液体内置大量能够标记位置 的可游移传感器，传感器在液体中均匀分布，通过读取传感器位置和位移计算出足部形状 数据；利用计算机算法将形变数据转化成图像数据，采用CCD光学建模技术构建足部三维模 型，足部三维模型与真实足部形状一致；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，鞋子的内底与真实足底完全贴合；根据患者足部畸变 情况和其他健康数据，采用切割、注塑、粘接相结合的方式调整鞋内腔的局部容量，同时调 整制鞋材料的软硬度；鞋垫与其接触的鞋下部采用不同刚度的材料制成。

实施例16：

采用如下方法制作矫形鞋：用户足部穿上置有传感器的袜子，袜子上的传感器将 足部不同位置的形变数据传输到数据处理平台；利用计算机算法将形变数据转化成图像数 据，采用CCD光学建模技术构建足部三维模型，足部三维模型与真实足部形状一致；不制作 鞋楦，而采用机器视觉判断结合自动雕刻装置制作鞋底，鞋子的内底与真实足底完全贴合； 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0.1cm。根据患者 足部畸变情况和其他健康数据，采用切割、注塑、粘接相结合的方式调整鞋内腔的局部容 量，同时调整制鞋材料的软硬度；

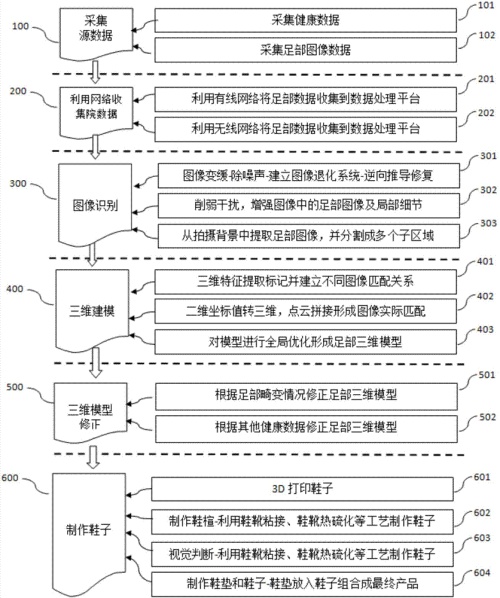
实施例17：

一种采用接触方式获取足部图像，进而制作矫形鞋的方式：用户足部踩到平面透 明玻璃之上，透明玻璃下端设有可移动的足底特征扫描设备(下部扫描仪)，透明玻璃上端 围绕足背及足踝设有2-4个可移动的扫描设备(上部扫描仪)，上部扫描仪与下部扫描仪结 合获得完整的足部图像；利用网络收集源数据；利用收集到的足部数据进行三维建模，形成 与真实足部形状一致或者接近一致的足部三维模型；根据足部三维模型制作鞋子，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)，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。根据患者足部畸变情况和其他 健康数据，采用切割、注塑、粘接相结合的方式调整鞋内腔的局部容量，同时调整制鞋材料 的软硬度；

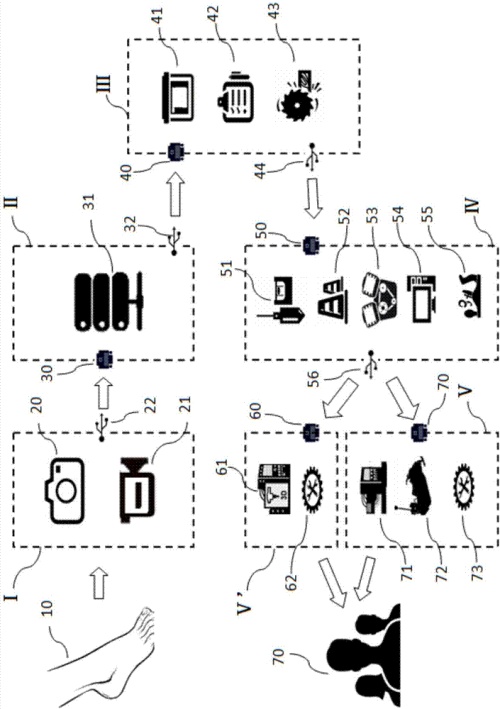
实施例18：

采用如下方法制作矫形鞋：用户设置一段包含足部全部图像信息的影片，利用手 机APP传输到数据处理平台；利用计算机算法从影片中选多帧能够包含足部全部图像信息 的图片，采用CCD光学建模技术构建足部三维模型，足部三维模型与真实足部形状一致；不 制作鞋楦，而采用机器视觉判断结合自动雕刻装置制作鞋底，鞋子的内底与真实足底完全 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0.2cm。根 据患者足部畸变情况和其他健康数据，采用切割、注塑、粘接相结合的方式调整鞋内腔的局 部容量，同时调整制鞋材料的软硬度。

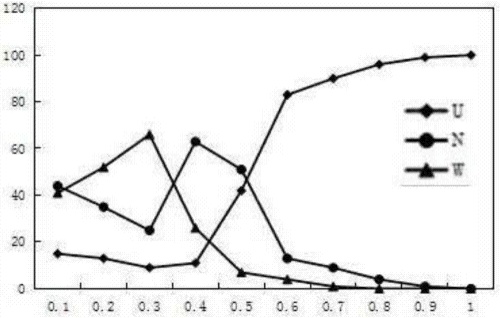
|  |
| --- |
| **说 明 书 附 图** |



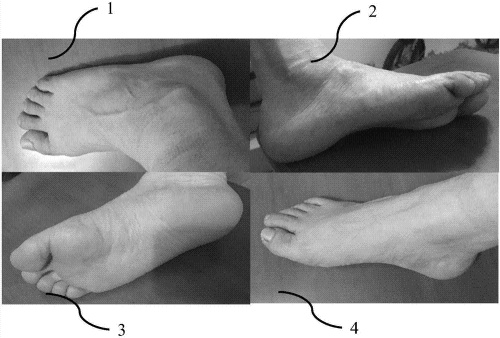
**图1**



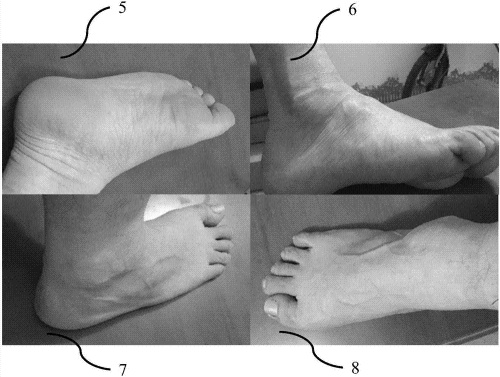
**图2**



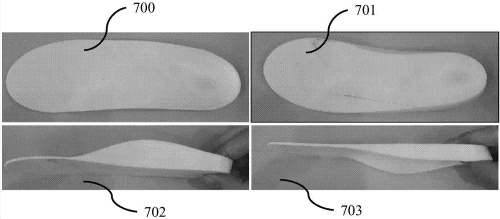
**图3**



**图4**



**图5**



**图6**