



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104778301 B

(45)授权公告日 2017.08.11

(21)申请号 201510073480.9

审查员 吴敏

(22)申请日 2015.02.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104778301 A

(43)申请公布日 2015.07.15

(73)专利权人 福州大学

地址 350108 福建省福州市闽侯县上街镇
大学城学园路2号福州大学新区

(72)发明人 高跃明 杜民 韦孟宇 吴珠梅

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图9页

(54)发明名称

基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法

(57)摘要

本发明提供基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法,首先获取个性化的人体影像数据;将人体分成头部、躯干、四肢等结构体;再将每个结构体划分成多种组织结构,包括皮肤、脂肪、肌肉和骨骼等;在每幅影像图片上对各个组织的轮廓进行提取,将所有组织的所有结构体重组,获得具有多种组织结构且符合人体外观和主要内部结构的个性化人体模型;在人体模型表面适当位置添加信号电极,以电压或电流形式向人体注入信号。在人体其他位置添加接收电极,获取人体表面电信号。对各个组织和电极进行边界设置。本发明解决了现有技术中基于规则人体几何模型得出的信道特性与实际人体实验结果存在误差的问题。



1. 基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤S01:获取人体影像图集,将图集划分为头、躯干、四肢、胸部和中部五种结构体;

步骤S02:依据不同结构体的各自特点,对每幅影像图片中的主要组织进行轮廓划分;

步骤S03:将结构体的组织结构进行重组得到对应的结构体模型;

步骤S04:将构建好的符合人体几何结构的各部分结构体模型拼接重组,使用人体胸部和中部模型进行人体拼接,获得具有多种组织结构且符合人体外观轮廓和主要内部结构的个性化人体模型;

步骤S05:在所述人体模型表面添加发送电极,以电压或电流形式向人体注入电信号,在所述人体模型表面其他位置添加接收电极,获取体表传感器发送的电信号;

步骤S06:根据人体组织的不同特性,对人体模型中各组织和电极设置相应的电磁参数;

步骤S07:对各个组织和电极进行边界设置,包括:(1)发送电极在体表以电流或电压形式向人体内部组织输入电信号:当输入电流时, $\gamma \frac{\partial V}{\partial r} = J_0$, $\gamma = \sigma + \omega \varepsilon$,其中, J_0 为发送电极输入人体的电流密度, $\gamma = \sigma + \omega \varepsilon$, σ 为电导率, ω 为角频率, ε 为介电常数, γ 为复电导率;当输入电压时, $V = V_0$, V_0 表示发送电极输入人体的电压信号, V 为发送电极电压值;(2)内部组织边界间的电流和电压连续条件: $J_s = J_{s-1}$, $V_s = V_{s-1}$ 其中 J_s 和 J_{s-1} 表示相邻组织接触面的电流密度, V_s 和 V_{s-1} 表示相邻组织接触面的电压, s 表示组织层数, $s = 5, 4, 3, 2$;(3)接收电极与模型表面接触面的电流和电压连续条件: $J_1 = J_r$, $V_1 = V_r$,其中 V_r 表示接收电极的电压, J_r 表示接收电极的电流密度;(4)模型表面与外界的电绝缘条件: $\gamma \frac{\partial V}{\partial r} = 0$;步骤S08:以拉普拉斯方程为人体信道的控制方程,结合S07的边界条件,采用电磁场的解析法、半解析法或数值求解方法,获得电信号由发送端传输至接收端的传输方程,计算出路径损耗、相位偏移,估计信道容量、传输速率、误码率,获得人体信道模型;

所述步骤S02包括以下具体步骤:四肢和胸部及中部的组织结构划分为皮肤、脂肪、肌肉及骨骼;躯体的组织结构划分为皮肤、脂肪、肌肉、骨骼及内脏;头部的组织结构划分为皮肤、脂肪、肌肉、骨骼及大脑;

步骤S03还包括以下步骤:步骤S031:对所述组织结构进行重构;

步骤S032:对所述组织结构进行填充;

步骤S033:对所述组织结构进行布尔运算,得到组织结构的重组模型。

2. 根据权利要求1所述的基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法,其特征在于:所述电磁参数包括电导率和相对介电常数。

3. 根据权利要求1所述的基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法,其特征在于:步骤S06中,根据肌肉纤维的排列特性,肌肉层具有各向异性电导率。

基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种人体信道的建模方法,特别是一种基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法。

背景技术

[0002] 体表人体通信是体域网在医疗检测、运动监护、消费电子、士兵监测等短距离无线通信领域应用核心技术之一。体表人体信道模型的建立为后续研究信道容量、设计编码方式、优化调制方式等应用开发提供基础。由于人体通信技术将人体组织作为电信号传输媒质。通信质量的好坏在一定程度上受到人体组织成分和外形轮廓的影响。

[0003] 现有的体表人体信道模型大多将人体抽象成规则的几何体,对几何体内部进行均匀的结构划分。然而人体是一个复杂的非规则几何体,基于规则人体几何模型得出的信道特性与实际人体实验结果存在一定误差。专利(申请号200910081416.X)提出了一种面向人体通信的有限元人体建模方法,将人体各部位根据外形特性进行几何抽象,定义人体各部位的内部几何结构,设置人体各部位介质层的电磁特性参数,连接人体各部位形成完整的有限元人体模型;专利(申请号201410281066.2)提出一种基于非均匀介质的人体通信信道建模方法和系统,将人体按结构分成多个结构模型并将模型抽象成规则几何体,对模型内部进行介质层划分,设置各介质层的厚度,并计算模型的等效电学参数。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术人体模型的不足,本发明设计了一种基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法。通过在本发明提供的个性化人体模型导入相应软件中进行数值计算或有限元仿真的研究,为人体通信信道特性的研究提供了可视化平台,为穿戴式人体通信设备的研制提供可靠基础。

[0005] 本发明采用以下技术方案实现:基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法,其特征在于:包括以下步骤:步骤S01:获取人体影像图集,将图集划分成人体划分为头、躯干、四肢、胸部和中部五种结构体;步骤S02:依据不同结构体的特点,对每幅影像图片中的主要组织进行轮廓划分;步骤S03:将结构体的组织结构进行重组得到对应的结构体模型;步骤S04:将构建好的符合人体几何结构的各部分结构体模型拼接重组,使用人体胸部和中部模型进行人体拼接,获得具有多种组织结构且符合人体外观轮廓和主要内部结构的个性化人体模型;步骤S05:在所述人体模型表面添加信号电极,以电压或电流形式向人体注入电信号,在所述人体模型表面其他位置添加接收电极,获取体表传感器发送的电信号;步骤S06:根据人体组织的不同特性,对人体模型中各组织和电极设置相应的电磁参数;步骤S07:对各个组织和电极进行边界设置,包括:(1)发送电极在体表以电流或电压形式向人体内部组织输入电信号:当输入电流时, $\gamma \frac{\partial V}{\partial r} = J_0$, $\gamma = \sigma + \omega \epsilon$,其中, J_0 为发送电极输入人体的电流密度, σ 为电导率, ω 为角频率, ϵ 为介电常数;当输入电压时, $V = V_0$, V_0 表示发送

电极输入人体的电压信号；(2) 内部组织边界间的电流和电压连续条件： $J_s = J_{s-1}$, $V_s = V_{s-1}$ 其中 J_s 和 J_{s-1} 表示相邻组织接触面的电流密度， V_s 和 V_{s-1} 表示相邻组织接触面的电压， s 表示组织层数， $s=5, 4, 3, 2$ ；(3) 接收电极与模型表面接触面的电流和电压连续条件： $J_1 = J_r$, $V_1 = V_r$ ，其中 V_r 表示接收电极的电压， J_r 表示接收电极的电流密度；(4) 模型表面与外界的电绝缘条件： $\gamma \frac{\partial V}{\partial r} = 0$ ；步骤S08：以拉普拉斯方程为人体信道的控制方程，结合S07的边界条件，

采用电磁场的解析法、半解析法或数值求解方法，获得电信号由发送端传输至接收端的传输方程，计算出路径损耗、相位偏移，估计信道容量、传输速率、误码率，获得人体信道模型。

[0006] 在本发明一实施例中，所述步骤S02包括以下具体步骤：四肢和胸部及中部的组织结构划分为皮肤、脂肪、肌肉及骨骼；躯体的组织结构划分为皮肤、脂肪、肌肉、骨骼及内脏；头部的组织结构划分为皮肤、脂肪、肌肉、骨骼及大脑。

[0007] 在本发明一实施例中，步骤S03还包括以下步骤：步骤S031：对所述组织结构进行重构；步骤S032：对所述组织结构进行填充；步骤S033：对所述组织结构进行布尔运算，得到组织结构的重组模型。

[0008] 在本发明一实施例中，所述电磁参数包括电导率和相对介电常数。

[0009] 在本发明一实施例中，步骤S06中，根据肌肉纤维的排列特性，肌肉层具有各向异性电导率，即 σ 为一个 3×3 的矩阵。

[0010] 本方法根据人体的几何结构重建出符合人体几何结构的个性化人体模型。该模型相对于抽象成规则几何体的人体模型，准确性高；该建模方法使用人体胸部和中部模型进行人体拼接，衔接性好；该建模方法将人体各部位划分为四层或五层组织体，忽略了细小组织的影响，简化了计算并保证了准确性。

附图说明

[0011] 图1为本发明的步骤流程图。

[0012] 图2为三维重构骨骼层示意图。

[0013] 图3为三维重构肌肉层示意图。

[0014] 图4为三维重构脂肪层示意图。

[0015] 图5为腿部模型重构示意图。

[0016] 图6为腿部模型重构步骤流程图。

[0017] 图7为其他人体结构重构示意图。

[0018] 图8为起连接作用的胸部和中部模型结构示意图。

[0019] 图9为重构好的人体模型示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步说明。

[0021] 本发明提供一种基于个性化人体影像数据的体表人体通信建模方法，具体流程图参见图1。该方法包括以下步骤：步骤S01：获取人体影像图集，将图集划分成人体划分为头、躯干、四肢、胸部和中部五种结构体；步骤S02：依据不同结构体的特点，对每幅影像图片中的主要组织进行轮廓划分；步骤S03：将结构体的组织结构进行重组得到对应的结构体模

型;步骤S04:将构建好的符合人体几何结构的各部分结构体模型拼接重组,获得具有多种组织结构且符合人体外观轮廓和主要内部结构的个性化人体模型,使用人体胸部和中部模型进行人体拼接,衔接性好;步骤S05:在所述人体模型表面添加信号电极,以电压或电流形式向人体注入电信号,在所述人体模型表面其他位置添加接收电极,获取体表传感器发送的电信号;步骤S06:根据人体组织的不同特性,对人体模型中各组织和电极设置相应的电磁参数;步骤S07:对各个组织和电极进行边界设置,包括:(1)发送电极在体表以电流或电压形式向人体内部组织输入电信号:当输入电流时, $\gamma \frac{\partial V}{\partial r} = J_0$,其中, J_0 为发送电极输入人体的电流密度, $\gamma = \sigma + \omega \varepsilon$, σ 为电导率, ω 为角频率, ε 为介电常数;当输入电压时, $V = V_0$, V_0 表示发送电极输入人体的电压信号;(2)内部组织边界间的电流和电压连续条件: $J_s = J_{s-1}$, $V_s = V_{s-1}$ 其中 J_s 和 J_{s-1} 表示相邻组织接触面的电流密度, V_s 和 V_{s-1} 表示相邻组织接触面的电压, s 表示组织层数, $s=5,4,3,2$;(3)接收电极与模型表面接触面的电流和电压连续条件: $J_1 = J_r$, $V_1 = V_r$,其中 V_r 表示接收电极的电压, J_r 表示接收电极的电流密度;(4)模型表面与外界的电绝缘条件: $\gamma \frac{\partial V}{\partial r} = 0$;步骤S08:以拉普拉斯方程为人体信道的控制方程,结合S07的边界条件,采用电磁场的解析法、半解析法或数值求解方法,获得电信号由发送端传输至接收端的传输方程,计算出路径损耗、相位偏移,估计信道容量、传输速率、误码率,获得人体信道模型。

[0022] 由于在体表人体通信过程中,对信号传输效果影响最大的是组织的电导率,而在常见的人体组织中仅有骨骼、肌肉、脂肪在人体通信的准静态场范围内才算得上良导体。又考虑组织本身的尺寸对信号的传输存在不可忽略的影响。综上考虑,本模型将人体四肢、胸部及中部组织结构分为皮肤、脂肪、肌肉和骨骼四层,将躯体组织结构分为皮肤、脂肪、肌肉、骨骼和内脏五层,而将头分为皮肤、脂肪、肌肉、骨骼和大脑五层。

[0023] 步骤S03组织重构还包括以下步骤:步骤S031:对所述组织结构进行重构;步骤S032:对所述组织结构进行填充;步骤S033:对所述组织结构进行布尔运算,得到组织结构的重组模型。

[0024] 其中所述电磁参数包括电导率、相对介电常数及磁导率。

[0025] 步骤S06中,根据肌肉纤维的排列特性,肌肉层具有各向异性电导率,即 σ 为一个 3×3 的矩阵。

[0026] 在本发明具体实施例中,以人体腿部模型为例。首先获取个性化的人体影像数据,根据人体影像图对人体结构由内向外提取结构体第一层组织的轮廓,并进行重构。首先提取骨骼轮廓,将骨骼轮廓进行三维重构,并将重构好的模型填充形成实体即为骨骼层,具体参见图2。再提取肌肉层轮廓,并将其重构填充得到肌肉层实体,参见图3,而后将肌肉层实体与骨骼层进行布尔运算得到脂肪层,参见图4。并以此类推得到,直到得到最外层轮廓,即皮肤层。腿部的模型重构好参见图5。详细流程图参见图6。最后,以相似的方法重构人体其他部位的结构体,如图7。同时,重构起连接作用的胸部和中部模型,如图8。将构建好的符合人体几何结构的人体头部、躯体、四肢、胸部和中部模型拼接重组,获得具有多种组织结构且符合人体外观轮廓和主要内部结构的个性化人体模型,如图9。在人体模型表面一小腿添加信号电极,以电压或电流形式向人体注入信号。在人体另一小腿添加接收电极,获取人体

表面电信号。对人体模型中各组织和电极设置相应的电磁参数,包括电导率、相对介电常数、磁导率。由于人体模型内部总电荷密度为零,同时,较低频率下人体组织满足准静态场近似条件,Maxwell方程可以等效为拉普拉斯方程,并以此作为人体信道模型的控制方程。进而对各个组织和电极进行边界设置,包括:(1)发送电极在体表以电流或电压形式向人体内部组织输入电信号;(2)内部组织边界间的电流连续条件;(3)接收电极与模型表面接触部分的电流连续条件;(4)模型表面与外界的电绝缘条件。最终,采用电磁场的解析法、半解析法或数值求解方法,获得电信号由发送端传输至接收端的传输方程,计算出路径损耗、相位偏移,估计信道容量、传输速率、误码率,获得人体信道模型。

[0027] 将本发明提供的个性化人体模型导入相应软件中进行数值计算或有限元仿真的研究,为人体通信信道特性的研究提供了可视化平台,对穿戴式人体通信设备的研制具有重要的意义。

[0028] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。



图1

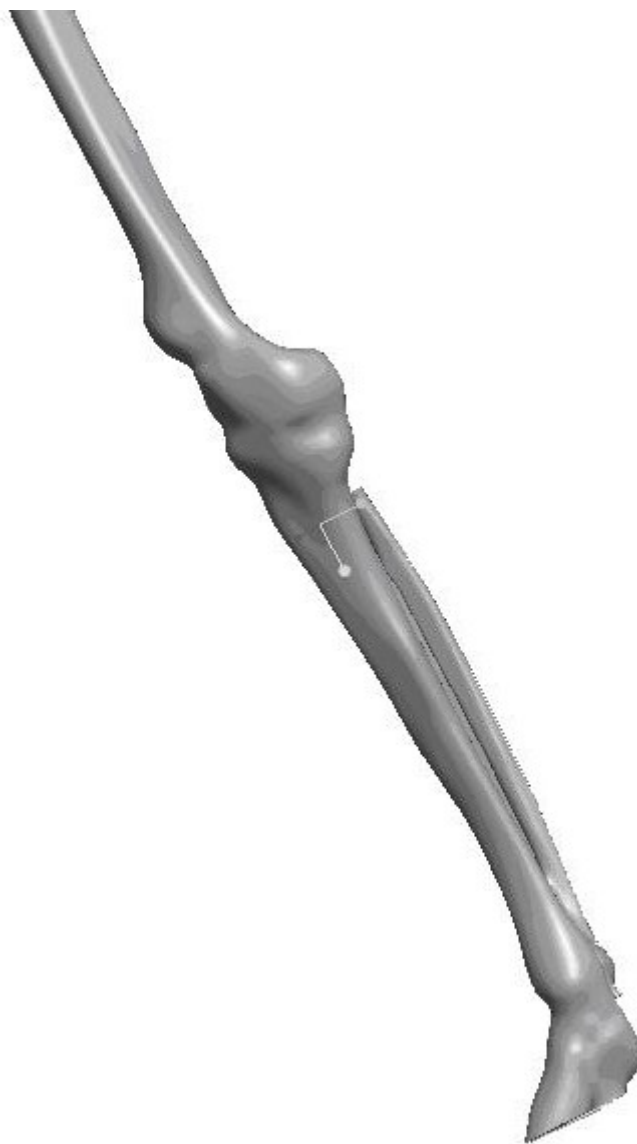


图2

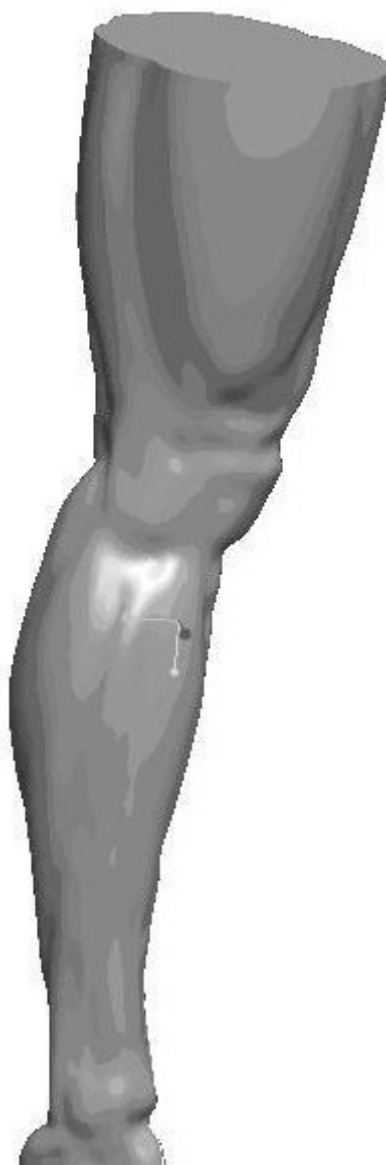


图3

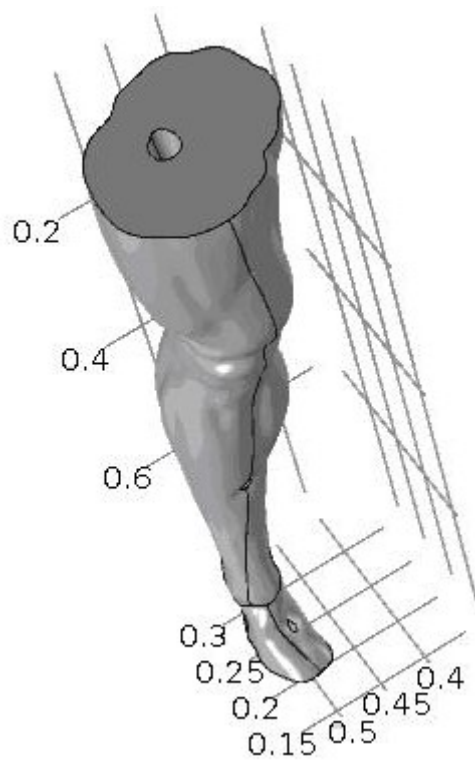


图4

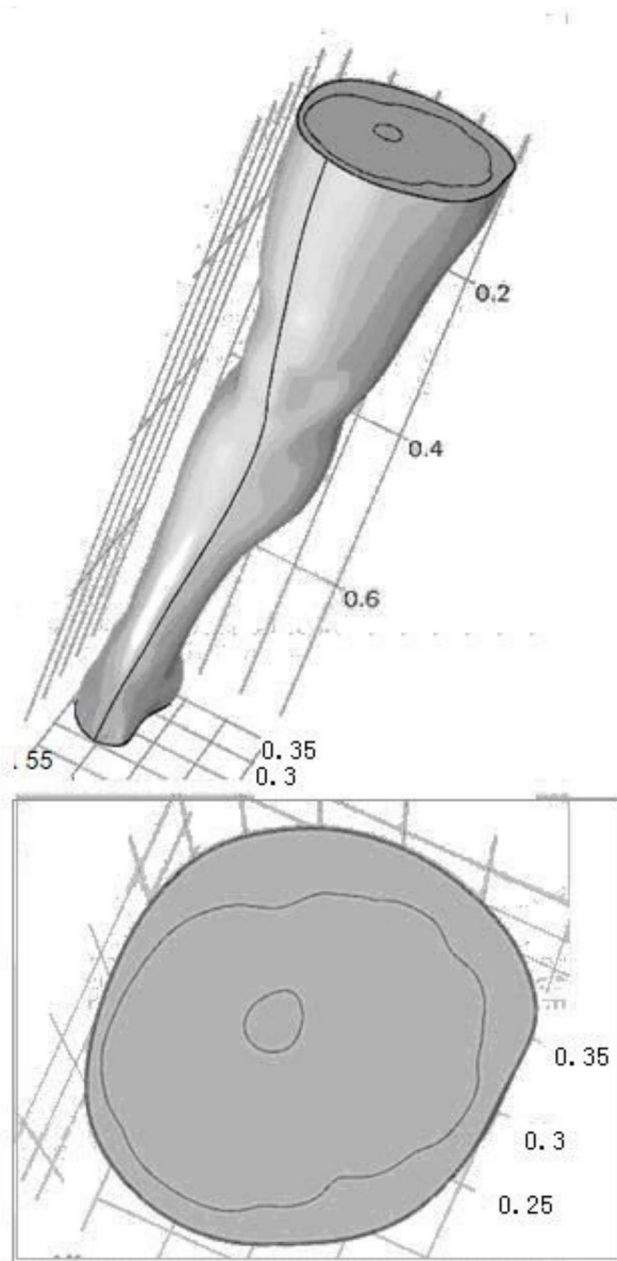


图5

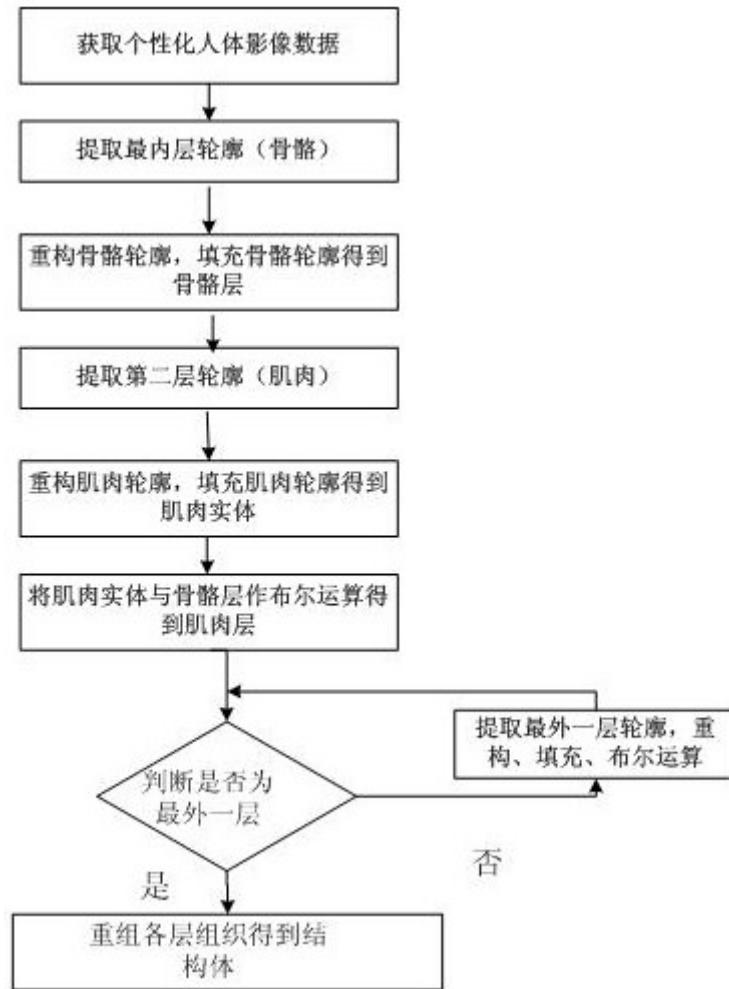


图6

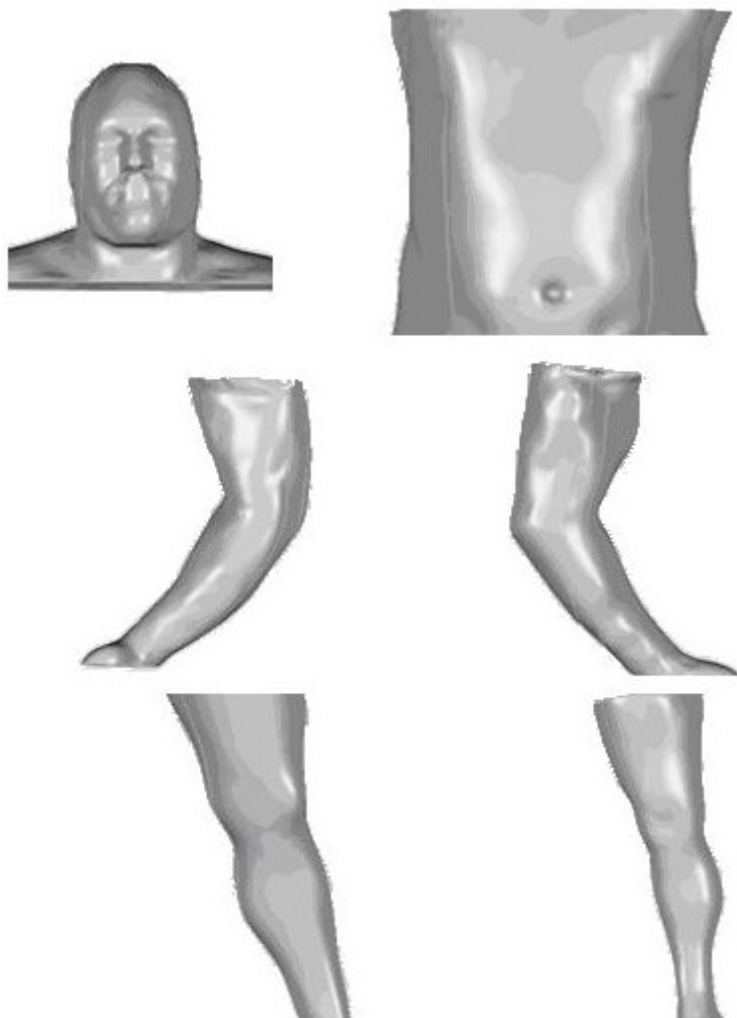


图7

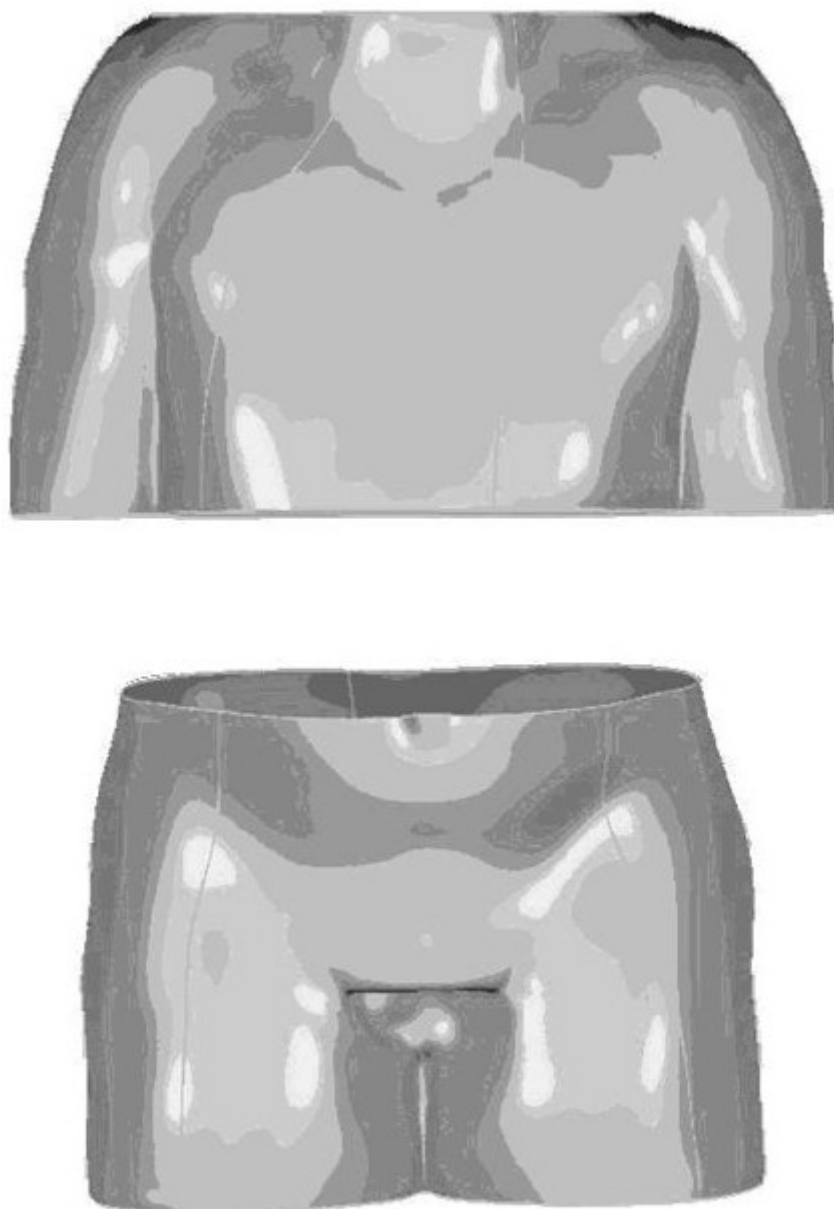


图8

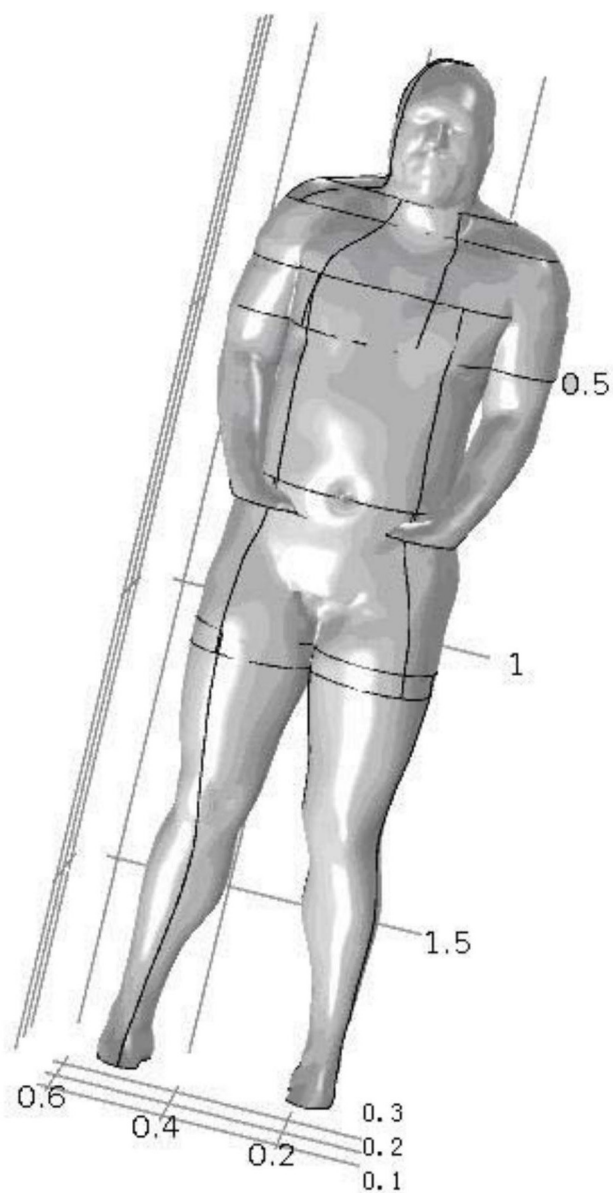


图9