



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104856686 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201510233931. 0

(22) 申请日 2015. 05. 08

(71) 申请人 南通大学

地址 226019 江苏省南通市啬园路 9 号

(72) 发明人 高瞻 潘海燕 王杰华 赵剑

蒋峥峥 李硕 陆建华

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务

所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51) Int. Cl.

A61B 5/11(2006. 01)

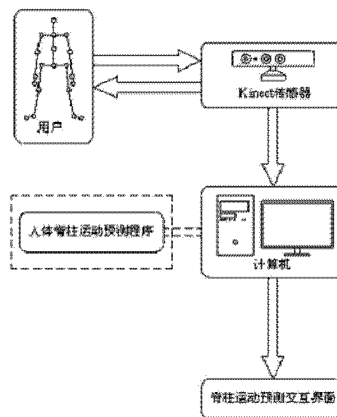
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 Kinect 体感交互技术的胸腰段脊椎的左右侧弯运动的实时在体测量方法,实现脊柱胸腰椎段在侧弯运动过程中姿态测量和推测,并输出各椎体中心节点坐标。测量时,采用体感人机交互方式,通过 Kinect 传感器对人体躯干的姿态和动作的实时捕捉,结合多体系统运动学,对脊柱各椎体的位置和姿态进行计算,实时获得椎体中心点坐标和姿态角度,操作简单便捷,其脊柱姿态与椎体中心节点实时显示在系统交互界面上。



1. 一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤 1:采用 Kinect 传感器测得被测对象的胸腰段脊椎的骨架数据;

步骤 2:根据骨架数据计算各椎体中心节点数据,具体包括:

步骤 2-1:输入骨架数据,包括肩部中心节点 T1 的坐标和骶部中心节点 S 的坐标,定义胸椎段为 T,对腰椎分为五段,分别为:L1、L2、L3、L4、L5,并设定其椎体中心距离的值;

步骤 2-2:计算肩部中心节点 T1 与骶部中心节点 S 之间的 x, y 向距离;

步骤 2-3:当脊柱侧弯时,计算肩部中心节点 T1 与骶部中心节点 S 的连线 T1-S 与 X 轴夹角,记为 α ;

步骤 2-4:侧弯过程中椎间盘产生变形,相邻腰椎节段产生相对转动,定义 L5 相对于 S 的转角为 θ_{L5} ,L4 相对于 L5 的转角为 θ_{L4} ,L3 相对于 L4 的转角为 θ_{L3} ,L2 相对于 L3 的转角为 θ_{L2} ,L1 相对于 L2 的转角为 θ_{L1} ,T1 相对于 L1 的转角为 θ_T ,并计算 θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5} ;

步骤 2-5:计算胸椎段 T、腰椎段 L1、L2、L3、L4、L5 的分量长度 T'、L' _{L1}、L' _{L2}、L' _{L3}、L' _{L4}、L' _{L5}及分量总长 Z;

步骤 2-6:定义 L1'、L2'、L3'、L4'、L5' 分别为 L1、L2、L3、L4、L5 在肩部中心节点 T1 与骶部中心节点 S 连线 T1-S 连线上的投影,并分别计算 L1'、L2'、L3'、L4'、L5' 的 x、y 轴坐标;

步骤 2-7:分别计算 L1、L2、L3、L4、L5 的 x、y 轴坐标;

步骤 3:输出各椎体中心节点数据。

2. 根据权利要求 1 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,步骤 2-1 中,输入的骨架数据包括肩部中心节点 T1 坐标 T1(T_x, T_y) 和骶部中心节点 S 坐标 S(S_x, S_y);根据《中国成年人人体尺寸》标准来对腰椎分段并设定腰椎的 L1-L2 段、L2-L3 段、L3-L4 段、L4-L5 段以及 L4-S 段的椎体中心距离 L_{L1}、L_{L2}、L_{L3}、L_{L4}、L_{L5}的值。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,步骤 2-2 中,计算肩部中心节点 T1 与骶部中心节点 S 的 x、y 向距离 L_x、L_y的具体公式为:

$$L_x = |T_x - S_x|$$

$$L_y = |T_y - S_y|。$$

4. 根据权利要求 1 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,步骤 2-3 中,计算肩部中心节点 T1 与骶部中心节点 S 连线 T1-S 与 X 轴夹角 α 的具体公式为:

$$\alpha = \arctan \left| \frac{L_y}{L_x} \right|。$$

5. 根据权利要求 1 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,步骤 2-4 中,计算 θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5} 的具体公式为:

$$\theta_{L5} = \frac{\frac{\pi}{2} - \alpha}{10}$$

$$\theta_{L4} = 2 \theta_{L5}$$

$$\theta_{L3} = \frac{8}{3} \theta_{L5}$$

$$\theta_{L2} = 2 \theta_{L5}$$

$$\theta_{L1} = 2 \theta_{L5}$$

$$\theta_T = \frac{8}{3} \theta_{L5}$$

6. 根据权利要求 1 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,步骤 2-5 中,计算胸椎段 T、腰椎段 L1、L2、L3、L4、L5 的分量长度 T' 、 L'_{L1} 、 L'_{L2} 、 L'_{L3} 、 L'_{L4} 、 L'_{L5} 及分量总长 Z 的具体公式为:

$$T' = L_T \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} - \theta_{L1} - \theta_T \right) \right|$$

$$L'_{L1} = L_{L1} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} - \theta_{L1} \right) \right|$$

$$L'_{L2} = L_{L2} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} \right) \right|$$

$$L'_{L3} = L_{L3} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} \right) \right|$$

$$L'_{L4} = L_{L4} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} \right) \right|$$

$$L'_{L5} = L_{L5} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} \right) \right|$$

$$Z = T' + L'_{L1} + L'_{L2} + L'_{L3} + L'_{L4} + L'_{L5}$$

7. 根据权利要求 1 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,步骤 2-6 中,计算 $L1'$ 、 $L2'$ 、 $L3'$ 、 $L4'$ 、 $L5'$ 的 x、y 轴坐标的具体公式为:

$$L'_{1x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2} + L'_{L1}}{Z}$$

$$L'_{1y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2} + L'_{L1}}{Z}$$

$$L'_{2x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2}}{Z}$$

$$L'_{2y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2}}{Z}$$

$$L'_{3x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3}}{Z}$$

$$L'_{3y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3}}{Z}$$

$$L'_{4x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4}}{Z}$$

$$L'_{4y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4}}{Z}$$

$$L'_{5x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5}}{Z}$$

$$L'_{5y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5}}{Z}。$$

8. 根据权利要求 1 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,步骤 2-7 中,计算 L1、L2、L3、L4 和 L5 的 x、y 轴坐标的具体公式为:

$$h_{L5} = \sqrt{(L'_{5x} - S_x)^2 + (L'_{5y} - S_y)^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5}\right)$$

$$L_{5x} = L'_{5x} - h_{L5} \times \sin \alpha$$

$$L_{5y} = L'_{5y} - h_{L5} \times \cos \alpha$$

$$h_{L4} = \sqrt{(L'_{4x} - L'_{5x})^2 + (L'_{4y} - L'_{5y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4}\right)$$

$$L_{4x} = L'_{4x} - (h_{L5} + h_{L4}) \times \sin \alpha$$

$$L_{4y} = L'_{4y} - (h_{L5} + h_{L4}) \times \cos \alpha$$

$$h_{L3} = \sqrt{(L'_{3x} - L'_{4x})^2 + (L'_{3y} - L'_{4y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3}\right)$$

$$L_{3x} = L'_{3x} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3}) \times \sin \alpha$$

$$L_{3y} = L'_{3y} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3}) \times \cos \alpha$$

$$h_{L2} = \sqrt{(L'_{2x} - L'_{3x})^2 + (L'_{2y} - L'_{3y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2}\right)$$

$$L_{2x} = L'_{2x} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2}) \times \sin \alpha$$

$$L_{2y} = L'_{2y} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2}) \times \cos \alpha$$

$$h_{L1} = \sqrt{(L'_{1x} - L'_{2x})^2 + (L'_{1y} - L'_{2y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} - \theta_{L1}\right)$$

$$L_{1x} = L'_{1x} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2} + h_{L1}) \times \sin \alpha$$

$$L_{1y} = L'_{1y} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2} + h_{L1}) \times \cos \alpha。$$

9. 根据权利要求 1 所述的一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,其特征在于,所述 Kinect 传感器利用红外线发射器发出的连续光线照射在用户进行编码,并通过红外线 CMOS 摄像头接受并记录用户的人体散斑数据,利用感应器读取人体散斑数据,并由芯片进行解码,生成骨架数据。

一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量方法,尤其是涉及胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法。

背景技术

[0002] 脊柱运动是三维运动,在人体各关节运动中最为复杂。了解病人脊椎的运动范围对于指导医生进行脊柱物理治疗与康复治疗具有重要意义。

[0003] 目前对脊柱运动学的研究存在不少困难,因为脊柱的运动是在三维空间内的耦合运动而非特定的平面运动,需要精确的测量技术和计算方法。脊椎的三维运动有前屈/后伸,左/右侧弯和左/右旋转三个方向的角度自由度。本发明专门用于测量脊柱冠状面内左右方向的侧弯运动。

[0004] 脊柱运动测量方法可分为在体测量和离体测量。所谓离体测量,就是对人类或者动物尸体上取出的脊柱标本进行测量。离体运动范围测量包含接触性测量和非接触性测量(平面测量、立体光学测量、光电测量、激光测量)。目前的测量技术通常只能测量脊椎的运动范围,通常不能实时得到脊柱当前的运动姿态。

[0005] 在体测量就是直接对人体进行测量,通常是无损的。目前的在体测量方法包含 X 线测量、CT 测量、MRI 测量、传感器测量、超声测量以及莫尔云纹法测量等。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于 Kinect 体感交互技术的胸腰段脊椎的侧弯运动的实时在体测量方法,实现脊柱胸腰椎段在侧弯运动过程中姿态测量和推测,并输出各椎体中心节点坐标。测量时,被测量者面向 Kinect 传感器直立并在冠状面内做出左右方向侧弯躯干的动作。通过 Kinect 传感器对人体躯干的姿态和动作的实时捕捉,根据被测者的躯干运动姿态,结合多体系统运动学,对脊柱各椎体的位置和姿态进行计算,实时获得椎体中心点坐标和姿态角度,操作简单便捷,其脊柱姿态与椎体中心节点实时显示在系统交互界面上。

[0007] 本发明为解决上述技术问题,采用的技术方案如下:

[0008] 一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤 1:采用 Kinect 传感器测得被测对象的胸腰段脊椎的骨架数据;

[0010] 步骤 2:根据骨架数据计算各椎体中心节点数据,具体包括:

[0011] 步骤 2-1:输入骨架数据,包括肩部中心节点 T1 的坐标和骶部中心节点 S 的坐标,定义胸椎段为 T,对腰椎分段为 L1、L2、L3、L4、L5,并设定其椎体中心距离的值;

[0012] 步骤 2-2:计算肩部中心节点与骶部中心节点之间的 x, y 向距离;

[0013] 步骤 2-3:当脊柱侧弯时,肩部中心节点 T1 与骶部中心节点 S 连线 T1-S 与 X 轴夹角记为 α ;

[0014] 步骤 2-4:侧弯过程中椎间盘产生变形,相邻腰椎节段产生相对转动,定义 L5 相对

于S的转角为 θ_{L5} , L4相对于L5的转角为 θ_{L4} , L3相对于L4的转角为 θ_{L3} , L2相对于L3的转角为 θ_{L2} , L1相对于L2的转角为 θ_{L1} , T1相对于L1的转角为 θ_T , 并计算 θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5} ;

[0015] 步骤2-5:计算胸椎段T、腰椎段L1、L2、L3、L4、L5的分量长度 T' 、 L'_{L1} 、 L'_{L2} 、 L'_{L3} 、 L'_{L4} 、 L'_{L5} 及分量总长Z;

[0016] 步骤2-6:定义 $L1'$ 、 $L2'$ 、 $L3'$ 、 $L4'$ 、 $L5'$ 分别为L1、L2、L3、L4、L5在肩部中心节点T1与骶部中心节点S连线T1-S连线上的投影,并分别计算 $L1'$ 、 $L2'$ 、 $L3'$ 、 $L4'$ 、 $L5'$ 的x、y轴坐标;

[0017] 步骤2-7:分别计算L1、L2、L3、L4、L5的x、y轴坐标;

[0018] 步骤3:输出各椎体中心节点数据。

[0019] 进一步的,步骤2-1中,输入的骨架数据包括肩部中心节点T1坐标 $T1(T_x, T_y)$ 和骶部中心节点S坐标 $S(S_x, S_y)$;根据《中国成年人人体尺寸》标准来对腰椎分段并设定腰椎的L1-L2段、L2-L3段、L3-L4段、L4-L5段以及L4-S段的椎体中心距离 L_{L1} 、 L_{L2} 、 L_{L3} 、 L_{L4} 、 L_{L5} 的值。

[0020] 进一步的,步骤2-2中,计算肩部中心节点与骶部中心节点的x、y向距离 L_x 、 L_y 的具体公式为:

$$[0021] \quad L_x = |T_x - S_x|$$

$$[0022] \quad L_y = |T_y - S_y|。$$

[0023] 进一步的,步骤2-3中,计算肩部中心节点T1与骶部中心节点S连线T1-S与X轴夹角 α 的具体公式为:

$$[0024] \quad \alpha = \arctan \left| \frac{L_y}{L_x} \right|。$$

[0025] 进一步的,步骤2-4中,计算 θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5} 的具体公式为:

$$[0026] \quad \theta_{L5} = \frac{\frac{\pi}{2} - \alpha}{10}$$

$$[0027] \quad \theta_{L4} = 2 \theta_{L5}$$

$$[0028] \quad \theta_{L3} = \frac{8}{3} \theta_{L5}$$

$$[0029] \quad \theta_{L2} = 2 \theta_{L5}$$

$$[0030] \quad \theta_{L1} = 2 \theta_{L5}$$

$$[0031] \quad \theta_T = \frac{8}{3} \theta_{L5}。$$

[0032] 进一步的,步骤2-5中,计算胸椎段T、腰椎段L1、L2、L3、L4、L5的分量长度 T' 、 L'_{L1} 、 L'_{L2} 、 L'_{L3} 、 L'_{L4} 、 L'_{L5} 及分量总长Z的具体公式为:

$$[0033] \quad T' = L_T \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} - \theta_{L1} - \theta_T \right) \right|$$

$$[0034] \quad L'_{L1} = L_{L1} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} - \theta_{L1} \right) \right|$$

$$[0035] \quad L'_{L2} = L_{L2} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} \right) \right|$$

$$[0036] \quad L'_{L3} = L_{L3} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} \right) \right|$$

$$[0037] \quad L'_{L4} = L_{L4} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} \right) \right|$$

$$[0038] \quad L'_{L5} = L_{L5} \times \left| \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} \right) \right|$$

$$[0039] \quad Z = T' + L'_{L1} + L'_{L2} + L'_{L3} + L'_{L4} + L'_{L5}。$$

[0040] 进一步的,步骤 2-6 中,计算 L1'、L2'、L3'、L4'、L5' 的 x、y 轴坐标的具体公式为:

$$[0041] \quad L'_{1x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2} + L'_{L1}}{Z}$$

$$[0042] \quad L'_{1y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2} + L'_{L1}}{Z}$$

$$[0043] \quad L'_{2x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2}}{Z}$$

$$[0044] \quad L'_{2y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3} + L'_{L2}}{Z}$$

$$[0045] \quad L'_{3x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3}}{Z}$$

$$[0046] \quad L'_{3y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4} + L'_{L3}}{Z}$$

$$[0047] \quad L'_{4x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4}}{Z}$$

$$[0048] \quad L'_{4y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5} + L'_{L4}}{Z}$$

$$[0049] \quad L'_{5x} = S_x + L_x \times \frac{L'_{L5}}{Z}$$

$$[0050] \quad L'_{5y} = S_y - L_y \times \frac{L'_{L5}}{Z}。$$

[0051] 进一步的,步骤 2-7 中,计算 L1、L2、L3、L4 和 L5 的 x、y 轴坐标的具体公式为:

$$[0052] \quad h_{L5} = \sqrt{(L'_{5x} - S_x)^2 + (L'_{5y} - S_y)^2} \times \tan \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} \right)$$

$$[0053] \quad L_{5x} = L'_{5x} - h_{L5} \times \sin \alpha$$

$$[0054] \quad L_{5y} = L'_{5y} - h_{L5} \times \cos \alpha$$

$$[0055] \quad h_{L4} = \sqrt{(L'_{4x} - L'_{5x})^2 + (L'_{4y} - L'_{5y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4}\right)$$

$$[0056] \quad L_{4x} = L'_{4x} - (h_{L5} + h_{L4}) \times \sin \alpha$$

$$[0057] \quad L_{4y} = L'_{4y} - (h_{L5} + h_{L4}) \times \cos \alpha$$

$$[0058] \quad h_{L3} = \sqrt{(L'_{3x} - L'_{4x})^2 + (L'_{3y} - L'_{4y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3}\right)$$

$$[0059] \quad L_{3x} = L'_{3x} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3}) \times \sin \alpha$$

$$[0060] \quad L_{3y} = L'_{3y} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3}) \times \cos \alpha$$

$$[0061] \quad h_{L2} = \sqrt{(L'_{2x} - L'_{3x})^2 + (L'_{2y} - L'_{3y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2}\right)$$

$$[0062] \quad L_{2x} = L'_{2x} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2}) \times \sin \alpha$$

$$[0063] \quad L_{2y} = L'_{2y} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2}) \times \cos \alpha$$

$$[0064] \quad h_{L1} = \sqrt{(L'_{1x} - L'_{2x})^2 + (L'_{1y} - L'_{2y})^2} \times \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} - \theta_{L1}\right)$$

$$[0065] \quad L_{1x} = L'_{1x} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2} + h_{L1}) \times \sin \alpha$$

$$[0066] \quad L_{1y} = L'_{1y} - (h_{L5} + h_{L4} + h_{L3} + h_{L2} + h_{L1}) \times \cos \alpha$$

[0067] 其中,所述 Kinect 传感器利用红外线发射器发出的连续光线照射在用户进行编码,并通过红外线 CMOS 摄像头接受并记录被测量者身体上的散斑数据,并由 Kinect 进行解码,生成被测者的骨架几何信息。

[0068] 本发明采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:

[0069] 1、本发明是一种在体测量技术,和在体测量对应的是离体测量,离体测量技术只能测量标本,本测量技术是在体测量技术,可以用于测量病人的运动。

[0070] 2、本发明为实时测量,脊柱的运动姿态实时获得,无需等待。

[0071] 3、本发明能够同时测量和记录多种信息,测量得到的信息不单是脊柱的位置、姿态信息,还包括运动速度。速度信息可以用于对病患脊柱运动进一步分析。

附图说明

[0072] 图 1 是本发明的工作原理流程图;

[0073] 图 2 是本发明的腰椎椎体中心节点推测;

[0074] 图 3 是本发明的腰椎各椎体中心运动关系;

[0075] 图 4 是本发明的侧转转角和肩部中心节点-骶部中心节点连线与 x 轴夹角之间的关系。

具体实施方式

[0076] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0077] 如图 1 所示,本发明提出一种胸腰段脊椎左右侧弯运动实时在体测量方法,包括以下步骤:

[0078] 步骤 1:采用 Kinect 传感器测得被测对象的胸腰段脊椎的骨架数据;

[0079] 步骤 2:根据骨架数据计算各椎体中心节点数据;

[0080] 步骤 3:输出各椎体中心节点数据。

[0081] 下面结合具体实施例来进一步介绍本发明:

[0082] 实施例 1

[0083] 根据《中国成年人人体尺寸》(GB/T 10000-1988) 相关数据参考与 Kinect 骨架节点设定的原理,头部中心节点可以近似视为颈椎 C1 椎体中心,肩部中心节点近似视为胸椎 T1 椎体中心,骶部中心节点则近似视为骶骨 S 椎体中心。这三个节点将脊柱分为了颈椎段、胸椎段和腰椎段。

[0084] 以腰椎椎体推测为例,利用 Kinect 可以获取肩部中心节点(椎 T1 椎体中心)和骶部中心节点(骶骨 S 椎体中心)。在已知这两点的情况下,可以推导腰椎椎体 L1 至 L5 的中心点。

[0085] 本方法的硬件主要包括 Kinect 传感器和计算机。Kinect 传感器的作用是利用红外线发射器发出的连续光照射在用户进行编码,再通过红外线 CMOS 摄像头接受并记录被测者身体上的散斑数据。Kinect 传感器中的感应器读取散斑数据,交由芯片则进行解码,生成所需的骨架数据。Kinect 传感器把获取的骨架数据通过 USB 接口传递给计算机的应用程序编程接口(Application Program Interface,API)。根据笛卡尔运动学理论以及脊柱生物医学特征,研究相关算法,开发人体脊柱运动推测程序,从而推测各椎体的运动位置和脊柱的运动形态。

[0086] 脊柱侧弯运动过程中腰椎各椎体中心的运动关系如图 2 所示,整个侧弯运动在冠状面内完成。在初始中立位时,T1-S 段椎体中心距离为 L_{T1} ,胸椎段脊柱的长度为 L_T ,而 L1-L2 段、L2-L3 段、L3-L4 段、L4-L5 段以及 L4-S 段的椎体中心距离分别为 L_{L1} 、 L_{L2} 、 L_{L3} 、 L_{L4} 以及 L_{L5} 。人体在无轴向重载的自然状态下,小关节变形以及椎间盘轴向变形对相邻椎体间的中心距离产生的影响可以忽略,即 L_{L1} 、 L_{L2} 、 L_{L3} 、 L_{L4} 以及 L_{L5} 的值不变。由于无法精确获得各椎体中心距离,可以根据《中国成年人人体尺寸》(GB/T10000-1988) 来设定 L_{L1} 、 L_{L2} 、 L_{L3} 、 L_{L4} 以及 L_{L5} 的值。

[0087] 如图 3 结合图 4 所示,当脊柱侧弯时,T1 与 S 椎体中心距离改变,记为 L_{T1}' ,与 X 轴夹角记为 α 。由于侧弯过程中椎间盘变形,相邻节段产生相对转动,其中 L5 相对于 S 的转角为 θ_{L5} ,L4 相对于 L5 的转角为 θ_{L4} ,L3 相对于 L4 的转角为 θ_{L3} ,L2 相对于 L3 的转角为 θ_{L2} ,L1 相对于 L2 的转角为 θ_{L1} ,T1 相对于 L1 的转角为 θ_T 。L1'、L2'、L3'、L4' 以及 L5' 分别为 L1、L2、L3、L4 以及 L5 在 T1 与 S 连线上的投影,这些投影点相邻间的距离分别为

$$[0088] \quad L_{L1}' = L_{L1} \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2} - \theta_{L1}\right) \right| \quad (1)$$

$$[0089] \quad L_{L2}' = L_{L2} \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3} - \theta_{L2}\right) \right| \quad (2)$$

[0090]

$$L_{L3}' = L_{L3} \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4} - \theta_{L3}\right) \right| \quad (3)$$

[0091]

$$L_{L4}' = L_{L4} \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5} - \theta_{L4}\right) \right| \quad (4)$$

[0092]

$$L_{L5}' = L_{L5} \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \theta_{L5}\right) \right| \quad (5)。$$

[0093] 通过获取这些投影点相邻间的距离,就可以由 S 点坐标推导投影点的位置,并可以推导各椎体中心点的位置。

[0094] 由此,如何确定腰椎相邻椎体间的侧弯转角 (θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5}) 以及这些转角与角 α 之间的关系显得尤为重要。除了确定相邻椎间的转角间的关系,还需推导这些转角与 α 角之间的关系。而 θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5} 的之间的相对关系可以由文献获得。如图 3 所示,脊柱在单位时间 dt 内由初始中立位侧弯至图示位置,各椎体间相对转角分别为 $d\theta_T$ 、 $d\theta_{L1}$ 、 $d\theta_{L2}$ 、 $d\theta_{L3}$ 、 $d\theta_{L4}$ 和 $d\theta_{L5}$,其对应的转动半径大小分别为:

$$[0095] \quad r_T = L_{TL} - L_{L5} - L_{L4} - L_{L3} - L_{L2} - L_{L1} \quad (6)$$

$$[0096] \quad r_{L1} = L_{TL} - L_{L5} - L_{L4} - L_{L3} - L_{L2} \quad (7)$$

$$[0097] \quad r_{L2} = L_{TL} - L_{L5} - L_{L4} - L_{L3} \quad (8)$$

$$[0098] \quad r_{L3} = L_{TL} - L_{L5} - L_{L4} \quad (9)$$

$$[0099] \quad r_{L4} = L_{TL} - L_{L5} \quad (10)$$

$$[0100] \quad r_{L5} = L_{TL} \quad (11)。$$

[0101] 由此可以推得 T1 椎体的转动速度为:

[0102]

$$V_{T1} = \frac{\sum_{i=L5}^6 (d\theta_i r_i)}{dt} \quad (i = L5, L4, L3, L2, L1, T) \quad (12)。$$

[0103] 而此时的 T1 椎体与 S 椎体的中心距离为 $r_{T1} = L_{TL}'$ 。由于在单位时间 dt 内, T1 椎体与 S 椎体的中心距离是不断变化的,只有采用近似求解的方法,求解 V_{T1} 与角 α 的关系。

而 V_{T1} 的近似解记为 V_{T1}^S ,

[0104] 则有:

[0105]

$$V_{T1}^S = \frac{d\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \cdot \frac{1}{2} (L_{TL} + L_{TL}')}{dt} \quad (13)。$$

[0106] 由此完成了人体侧弯运动腰部各椎体中心点的运动学推导。

[0107] 脊柱运动学推测算法用伪代码表示如下。该段程序的输入量为 Kinect 的获取肩部中心节点（椎 T1 椎体中心）和骶部中心节点（骶骨 S 椎体中心）的坐标，由此推导出相邻椎体间的侧弯转角（ θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5} ），计算出 L1'、L2'、L3'、L4' 以及 L5' 点的坐标，最终求得 L1、L2、L3、L4 以及 L5 的坐标数据并输出。

[0108] LumbarCurveEstimation()

[0109] {

[0110] Read skeleton.Joints(JointType.HipCenter)// 从 kinect 读取骶部中心点

[0111] Read skeleton.Joints(JointType.ShoulderCenter)// 从 kinect 读取肩部中心点

[0112] jointSAC ← skeleton.Joints(JointType.HipCenter)// 骶部中心点赋值给 jointSAC

[0113] jointT1 ← skeleton.Joints(JointType.ShoulderCenter)// 肩部中心点赋值给 jointT1

[0114] Lx ← Abs(SkeletonPointx(jointT1.Position)-SkeletonPointx(jointSAC.Position))//jointT1 和 jointSAC 之间距离的 X 方向

[0115] Ly ← Abs(SkeletonPointy(jointT1.Position)-SkeletonPointy(jointSAC.Position))//jointT1 和 jointSAC 之间距离的 Y 方向

[0116] Ang α ← Atan(Abs(Ly/Lx))// α 角

[0117] Ang θ_{L5} ← (PI/2-Ang α)/10// 获取 θ_T 、 θ_{L1} 、 θ_{L2} 、 θ_{L3} 、 θ_{L4} 和 θ_{L5}

[0118] Ang θ_{L4} ← Ang θ_{L5} *2

[0119] Ang θ_{L3} ← Ang θ_{L5} *(8/3)

[0120] Ang θ_{L2} ← Ang θ_{L5} *2

[0121] Ang θ_{L1} ← Ang θ_{L5} *2

[0122] Ang θ_T ← Ang θ_{L5} *(8/3)

[0123] // 胸椎段、腰椎 L1, L2, L3, L4, L5 的分量长度

[0124] fenT ← L_1 *Abs(Cos(PI/2-Ang α -Ang θ_{L5} -Ang θ_{L4} -Ang θ_{L3} -Ang θ_{L2} -Ang θ_{L1} -Ang θ_T))

[0125] fenL1 ← L_{L1} *Abs(Cos(PI/2-Ang α -Ang θ_{L5} -Ang θ_{L4} -Ang θ_{L3} -Ang θ_{L2} -Ang θ_{L1}))

[0126] fenL2 ← L_{L2} *Abs(Cos(PI/2-Ang α -Ang θ_{L5} -Ang θ_{L4} -Ang θ_{L3} -Ang θ_{L2}))

[0127] fenL3 ← L_{L3} *Abs(Cos(PI/2-Ang α -Ang θ_{L5} -Ang θ_{L4} -Ang θ_{L3}))

[0128] fenL4 ← L_{L4} *Abs(Cos(PI/2 - Ang α -Ang θ_{L5} -Ang θ_{L4}))

[0129] fenL5 ← L_{L5} *Abs(Cos(PI/2-Ang α -Ang θ_{L5}))

[0130] // 总长度

[0131] Zong ← fenL5+fenL4+fenL3+fenL2+fenL1+fenT

[0132] // 计算 L1'、L2'、L3'、L4' 和 L5' 的 XY 轴坐标

[0133] If SkeletonPointx(jointT1.Position) ≥ SkeletonPointx(jointSAC.Position)And SkeletonPointy(jointT1.Position) < SkeletonPointy(jointSAC.Position)Then

```

[0134] Lx ← Lx
[0135] ElseIf SkeletonPointx(jointT1.Position) < SkeletonPointx(jointSAC.
Position) And SkeletonPointy(jointT1.Position) < SkeletonPointy(jointSAC.
Position) Then
[0136] Lx ← -Lx
[0137] End If
[0138] XL1 ← SkeletonPointx(jointSAC.Position) + Lx * ((fenL5 + fenL4 + fenL3 + fenL2 +
fenL1) / Zong)
[0139] YL1 ← SkeletonPointy(jointSAC.Position) - Ly * ((fenL5 + fenL4 + fenL3 + fenL2 +
fenL1) / Zong)
[0140] XL2 ← SkeletonPointx(jointSAC.Position) + Lx * ((fenL5 + fenL4 + fenL3 + fe
nL2) / Zong)
[0141] YL2 ← SkeletonPointy(jointSAC.Position) - Ly * ((fenL5 + fenL4 + fenL3 + fe
nL2) / Zong)
[0142] XL3 ← SkeletonPointx(jointSAC.Position) + Lx * ((fenL5 + fenL4 + fenL3) / Zong)
[0143] YL3 ← SkeletonPointy(jointSAC.Position) - Ly * ((fenL5 + fenL4 + fenL3) / Zong)
[0144] XL4 ← SkeletonPointx(jointSAC.Position) + Lx * ((fenL5 + fenL4) / Zong)
[0145] YL4 ← SkeletonPointy(jointSAC.Position) - Ly * ((fenL5 + fenL4) / Zong)
[0146] XL5 ← SkeletonPointx(jointSAC.Position) + Lx * (fenL5 / Zong)
[0147] YL5 ← SkeletonPointy(jointSAC.Position) - Ly * (fenL5 / Zong)
[0148] // 获取 L1、L2、L3、L4 和 L5 的坐标
[0149] hL5 ← Sqrt((XL5 - SkeletonPointx(jointSAC.Position))^
[0150] 2 + (YL5 - SkeletonPointy(jointSAC.Position))^2) * Tan(PI/2 - Ang α - Ang θ L5)
[0151] XL5S ← XL5 - hL5 * Sin(Ang α)
[0152] YL5S ← YL5 - hL5 * Cos(Ang α)
[0153] hL4 ← Sqrt((XL4 - XL5)^2 + (YL4 - YL5)^2) * Tan(PI/2 - Ang α -
-Ang θ L5 - Ang θ L4)
[0154] XL4S ← XL4 - (hL5 + hL4) * Sin(Ang α)
[0155] YL4S ← YL4 - (hL5 + hL4) * Cos(Ang α)
[0156] hL3 ← Sqrt((XL3 - XL4)^2 + (YL3 - YL4)^2) * Tan(PI/2 - Ang α -
-Ang θ L5 - Ang θ L4 - Ang θ L3)
[0157] XL3S ← XL3 - (hL5 + hL4 + hL3) * Sin(Ang α)
[0158] YL3S ← YL3 - (hL5 + hL4 + hL3) * Cos(Ang α)
[0159] hL2 ← Sqrt((XL2 - XL3)^2 + (YL2 - YL3)^
[0160] 2) * Tan(PI/2 - Ang α - Ang θ L5 - Ang θ L4 - Ang θ L3 - Ang θ L2)
[0161] XL2S ← XL2 - (hL5 + hL4 + hL3 + hL2) * Sin(Ang α)
[0162] YL2S ← YL2 - (hL5 + hL4 + hL3 + hL2) * Cos(Ang α)
[0163] hL1 ← Sqrt((XL3 - XL4)^2 + (YL3 - YL4)^
[0164] 2) * Tan(PI/2 - Ang α - Ang θ L5 - Ang θ L4 - Ang θ L3 - Ang θ L2 - Ang θ L1)

```

[0165] $XL1S \leftarrow XL1 - (hL5 + hL4 + hL3 + hL2 + hL1) * \sin(\text{Ang } \alpha)$

[0166] $YL1S \leftarrow YL1 - (hL5 + hL4 + hL3 + hL2 + hL1) * \cos(\text{Ang } \alpha)$

[0167] }。

[0168] 以上对本发明实施例应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

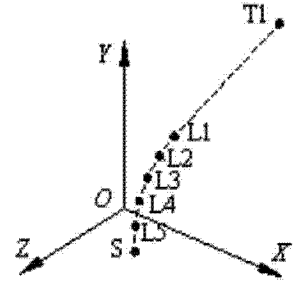
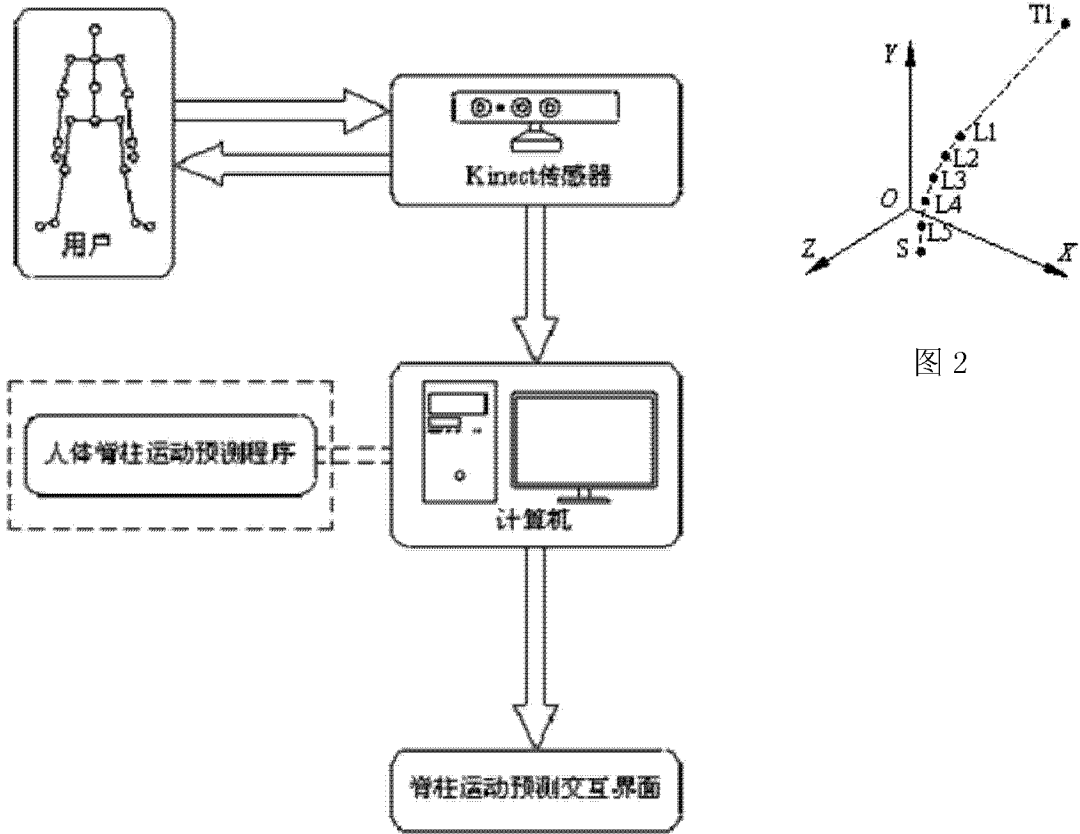


图 2

图 1

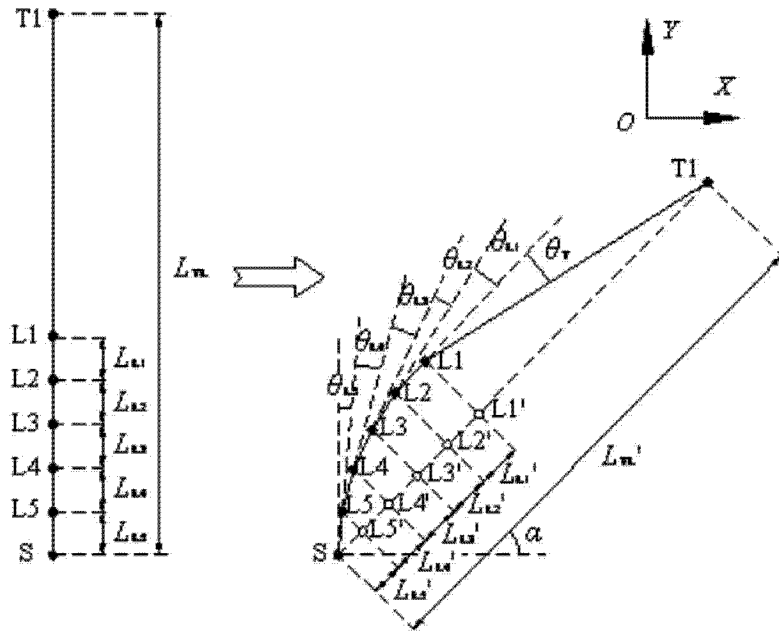


图 3

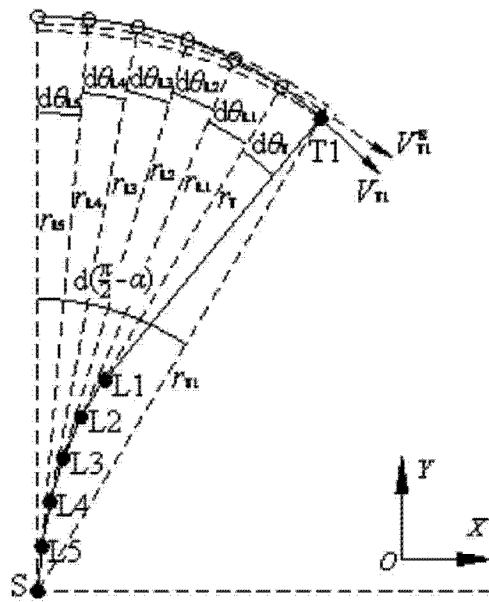


图 4