

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G09B 9/00

G06F 17/00

//G06F159:00,16

1:00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97198214.7

[43]公开日 1999年10月13日

[11]公开号 CN 1231753A

[22]申请日 97.8.7 [21]申请号 97198214.7

[30]优先权

[32]96.8.14 [33]RU [31]96116414

[32]96.8.14 [33]RU [31]96116415

[86]国际申请 PCT/RU97/00251 97.8.7

[87]国际公布 WO98/07129 俄 98.2.19

[85]进入国家阶段日期 99.3.24

[71]申请人 挪拉赫梅特·挪利斯拉莫维奇·拉都色夫

地址 俄罗斯联邦莫斯科

共同申请人 努鲁拉·挪利斯拉莫维奇·拉都色夫

[72]发明人 挪拉赫梅特·挪利斯拉莫维奇·拉都色夫

努鲁拉·挪利斯拉莫维奇·拉都色夫

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

代理人 马 浩

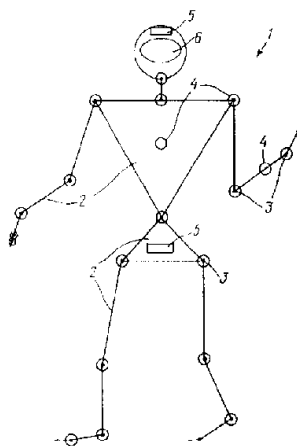
权利要求书 7 页 说明书 17 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 追踪并显示使用者在空间的位置与取向的方法,向使用者展示虚拟环境的方法以及实现这些方法的系统

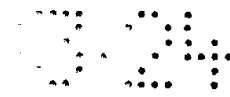
间的位置与取向。利用所取得的数据,实时地显示使用者的运动或者响应于实际环境中的运动根据他或她视野的改变向使用者给出虚拟环境。

[57]摘要

本发明涉及用于确定使用者在空间的位置与取向并显示虚拟环境的方法及系统,并且可应用于交互式计算机游戏,具有体育、增进健康或军事目的的训练系统中。本发明可提高追踪使用者在空间的位置与取向的精度与速度,用于使用者方便自然的运动,并给出响应于使用者在实际环境中运动的虚拟环境。用于追踪使用者运动系统的环节 2 角位置的传感器 4 紧靠环节 2 之间连接点 3 设置,并且也设置在某些环节 2 上。主参考方向确定装置 5 设置在至少一个环节 2 上以确定该环节相对于参考方向的取向。对从传感器 4、参考方向确定装置 5 以及,如果适当的话,从用于使用者与虚拟环境目标交互作用的装置 8 所获得的信息进行处理,用以根据各环节之间的角度值以及其上设有参考方向确定装置的主环节相对于参考方向的取向,一般地确定使用者在空



ISSN 1 0 0 8 - 4 2 7 4



权 利 要 求 书

1.一种追踪并显示使用者在空间的位置与取向的方法，包括有：确定使用者身体各部分位移的参数，将获得的测试数据变换成所需的表现形式以及处理一组变换数据以产生用于确定使用者在空间的位置与取向的数据，所述方法的特征在于包括以下的步骤：

a)靠近使用者运动系统各环节的每个基本连接点附着上用于确定至少一个与相应连接点相邻的各环节之间角度的装置；

b)在至少一个使用者运动系统环节之上设置参考方向确定装置；

10 c)确定至少一个环节相对于所述参考方向的取向，在该环节之上设置有所述参考方向确定装置；

d)确定与所述基本连接点相邻的各环节之间的角度；

e)根据所确定的角度值与至少一个在其上设置有参考方向确定装置的环节取向，一般地确定使用者在空间的位置与取向。

15 2.如权利要求1所述的方法，其中以预定间隔重复所述步骤(c)至步骤(e)，以取得用于确定响应于使用者实际运动的使用者在空间的位置与取向的瞬时变化的相关序列数据。

3.如权利要求2所述的方法，其中对所取得的使用者在空间的位置与取向的数据加以记录以便随后使用。

20 4.如权利要求1所述的方法，其中所述步骤(e)利用使用者运动系统各环节的线性尺寸值来完成，并进一步包括以下步骤：

f)确定使用者运动系统的支承环节；

g)相对于被显示的环境中的支承点将所述支承环节定位。

25 5.如权利要求4所述的方法，其中以预定的间隔重复所述步骤(d)至步骤(g)以取得并记录在被显示的环境中使用者的位置与取向的数据序列，以及根据所取得的数据显示使用者的运动。

6.如权利要求5所述的方法，其中使用者的运动以实时方式进行显示。

7.如权利要求5所述的方法，其中使用者的运动按需要在稍后根据



记录的数据进行显示。

8.如权利要求6或7所述的方法，其中使用者的运动根据所需观察角度进行显示。

5 9.如权利要求6或7所述的方法，进一步包括编辑使用者运动的生成图象并显示使用者运动的该编辑图象。

10.如前述任一权利要求所述的方法，其中所述参考方向为地磁场传感器的南—北方向和本地垂直传感器的方向。

11.如权利要求1至9中任一权利要求所述的方法，其中所述参考方向为地磁场传感器的南—北或东—西方向。

10 12.如权利要求1至9中任一权利要求所述的方法，其中所述参考方向为由陀螺稳定参考方向传感器确定的方向。

13.如权利要求1至9中任一权利要求所述的方法，其中所述参考方向为由外部参考方向源确定的方向。

15 14.如权利要求1至9中任一权利要求所述的方法，其中所述参考方向确定装置为至少一对相隔开的绝对座标传感器，所述的传感器对设置在至少一个使用者运动系统的环节之上。

15.如权利要求4至14中任一权利要求所述的方法，其中所述使用者运动系统各环节的线性尺寸在人体公知比例的基础上利用使用者身高数据加以确定。

20 16.如权利要求4至15中任一权利要求所述的方法，其中改变所述使用者运动系统环节线性尺寸的比例以便适当修改使用者相对于被显示环境的尺寸。

25 17.如权利要求4至16中任一权利要求所述的方法，其中在利用操作器以便提供使用者与虚拟环境目标交互作用的情况下，该操作器的位置根据持有该操作器的使用者手的位置加以确定，而操作器的精确取向通过利用设置在该操作器上的辅助参考方向确定装置进行确定。

18.如前述任一权利要求所述的方法，其中所述使用者运动系统各环节之间的基本连接点最好从髋关节、膝关节、踝关节、肩关节、肘关节、腕关节以及脊柱连接点中选择。

30 19.如权利要求18所述的方法，其中所述基本连接点还有足关节与



指关节。

20.一种追踪使用者在空间的位置与取向的系统，包括有：配置在使用者身体各部分上的许多运动参数传感器，将传感器信号变换成所需表现形式的变换装置，具有与变换装置的输出端相连接的输入端的测试数据
5 数据处理单元，以及与测试数据处理单元相连接的使用者空间位置与取向显示单元，其特征在于所述系统进一步包括：

配置在至少一个使用者运动系统的环节之上的参考方向确定装置；

具有与运动参数传感器及参考方向确定装置相连接的询检通道的询
10 检单元，该询检单元的输出端与变换装置的输入端相连接，该运动参数传感器为配置在使用者运动系统各环节之间基本连接点的最邻近处或在各环节本身之上的相对旋转角度传感器。

21.如权利要求 20 所述的系统，进一步包括至少一个用于使用者与
虚拟环境目标交互作用的装置，通过询检通道与询检单元相连接的辅助
参考方向确定装置配置在该装置之上。

15 22.如权利要求 20 或 21 所述的系统，其中所述相对旋转角度传感器为应变仪。

23.如权利要求 20 或 21 所述的系统，其中所述相对旋转角度传感器
为纤维光学传感器。

20 24.如权利要求 20 至 23 中任一权利要求所述的系统，其中所述参考方向确定装置包括地磁场传感器。

25.如权利要求 24 所述的系统，其中所述参考方向确定装置进一步
包括本地垂直传感器。

26.如权利要求 25 所述的系统，其中所述本地垂直传感器为重力传
感器。

25 27.如权利要求 20 至 23 中任一权利要求所述的系统，其中所述参考方向确定装置包括人工外部参考方向信号源传感器。

28.如权利要求 20 至 27 中任一权利要求所述的系统，进一步包括用
于存储用作随后显示使用者在空间的位置与取向的经变换的测试数据存
储装置，所述存储装置通过数据通信总线与测试数据处理单元相连接。

30 29.如权利要求 20 至 28 中任一权利要求所述的系统，进一步包括构



建三维环境数学模拟及显示于其中的使用者数学模拟的附加数据输入装置，所述附加数据输入装置与测试数据处理单元相连接。

30.如权利要求 20 至 29 中任一权利要求所述的系统，进一步包括用于产生所需视角的图象并编辑该图象的图象产生单元，其输入端与测试数据处理单元的输出端相连接，并且其输出端与使用者空间位置与取向显示单元的输入端相连接。

31.一种响应于使用者在实际环境中的运动向使用者给出虚拟环境的方法，包括确定使用者身体各部分的位移参数，将取得的数据变换成所需表现形式，并且处理一组该变换数据以确定响应于使用者的位置与取向，并考虑到使用者与虚拟环境目标的交互作用，而向使用者显示的虚拟环境范围，所述方法的特征在于包括以下的步骤：

a)将用于确定与各自连接点相邻的各环节之间至少一个角度的装置最接近地附着在使用者运动系统环节的第一个基本连接点上；

b)确定使用者运动系统各环节的线性尺寸；

15 c)在至少一个使用者运动系统的环节上设置参考方向确定装置；

d)确定至少一个环节相对于所述参考方向的取向，在该环节上设有所述参考方向确定装置；

e)确定与所述基本连接点相邻的各环节之间的角度；

20 f)根据所得角度值与至少一个环节的取向，一般地确定使用者在空间的位置与取向，所述参考方向确定装置即配置在该环节上；

g)确定使用者运动系统的支承环节；

h)相对于被显示的虚拟环境中的支承点将所述支承环节定位；

i)确定使用者头部在虚拟环境中的位置与取向，以确定使用者在虚拟环境中的视野；

25 j)产生并向使用者给出与使用者视野相对应的虚拟环境区域。

32.如权利要求 31 所述的方法，其中重复所述步骤 d)至步骤 j)以便响应于使用者的运动及与虚拟环境目标的交互作用实时显示虚拟环境的变化。

33.如权利要求 31 所述的方法，其中对使用者位置与取向数据序列加以记录以便随后使用。



34.如权利要求 31 至 33 中任一权利要求所述的方法,其中所述参考方向为地磁场传感器的南—北方向与本地垂直传感器的方向。

35.如权利要求 31 至 33 中任一权利要求所述的方法,其中所述参考方向为地磁场传感器的南—北或东—西方向。

5 36.如权利要求 31 至 33 中任一权利要求所述的方法,其中所述参考方向为由陀螺稳定参考方向传感器确定的方向。

37.如权利要求 31 至 33 中任一权利要求所述的方法,其中所述参考方向为由外部参考方向源确定的方向。

10 38.如权利要求 31 至 33 中任一权利要求所述的方法,其中所述参考方向确定装置为至少一对间隔开的绝对座标传感器,所述的传感器对配置在至少一个使用者运动系统的环节之上。

39.如权利要求 31 至 38 中任一权利要求所述的方法,其中所述使用者运动系统各环节的线性尺寸在公知的人体比例的基础上利用使用者身高数据加以确定。

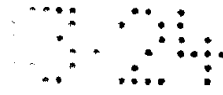
15 40.如权利要求 31 至 39 中任一权利要求所述的方法,其中改变所述使用者运动系统各环节线性尺寸的比例,以便适当地变更使用者相对于被显示环境的尺寸。

20 41.如权利要求 31 至 40 中任一权利要求所述的方法,其中在使用操作器以提供使用者与虚拟环境目标交互作用的情况下,操作器的位置根据使用者持有该操作器的手的位置加以确定,而操作器的精确取向通过利用配置在该操作器上的辅助参考方向确定装置加以确定。

25 42.如权利要求 31 至 41 中任一权利要求所述的方法,其中所述使用者运动系统各环节之间的基本连接点从髋关节、膝关节、踝关节、肩关节、肘关节、腕关节、及头与肩之间的连接点、以及胸椎与腰椎之间的连接点中选择。

43.如权利要求 42 所述的方法,其中所述基本连接点还有足关节与指关节。

30 44.一种向在实际环境中运动的使用者给出虚拟环境的系统,包括有:虚拟环境图象显示装置,产生指示使用者视野方向信号的装置,产生符合于使用者视野的虚拟环境图象信号的装置,它具有与所述产生指



示使用者视野方向信号装置的输出端相连接的输入端，以及与虚拟环境图象显示装置的输入端相连接的输出端，所述系统的特征在于所述使用者视野方向指示信号产生装置进一步包括：

5 用于确定与所述各环节的适当连接点相邻的使用者运动系统各环节之间至少一个角度的装置；

配置在至少一个使用者运动系统环节之上的参考方向确定装置；

具有与所述使用者运动系统环节之间角度确定装置及所述参考方向确定装置的输出端相连接的输入端的模—数变换装置；

10 用于构建三维环境及其中使用者模拟的单元，它具有与所述模—数变换装置的输出端相连接的输入端，以及

使用者视野确定单元，具有与所述三维环境及使用者数学模拟构建单元的输出端相连接的输入端，以及与所述虚拟环境图象信号产生单元的输入端相连接的输出端。

15 45.如权利要求 44 所述的系统，其中所述相对旋转角度传感器为应变仪。

46.如权利要求 44 所述的系统，其中所述相对旋转角度传感器为纤维光学传感器。

47.如权利要求 44 至 46 中任一权利要求所述的系统，其中所述参考方向确定装置为地磁场传感器与本地垂直传感器。

20 48.如权利要求 47 所述的系统，其中所述本地垂直传感器为重力传感器。

49.如权利要求 44 至 46 中任一权利要求所述的系统，其中所述参考方向确定装置为陀螺稳定参考方向传感器。

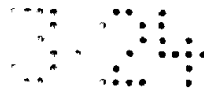
25 50.如权利要求 44 至 46 中任一权利要求所述的系统，其中所述参考方向确定装置包括外部参考方向信号源传感器。

51.如权利要求 44 至 50 中任一权利要求所述的系统，其中在使用操作器用于使用者与被显示的实际或虚拟环境目标交互作用的情况下，采用配置在该操作器上的辅助参考方向确定装置，所述辅助参考方向确定装置的输出端与所述模—数变换装置的相应输入端相连接。

30 52.如权利要求 44 至 51 中任一权利要求所述的系统，进一步包括具



有与所述模—数变换装置的输出端相连接之输入端的长期记忆单元。



说明书

追踪并显示使用者在空间的位置
与取向的方法，向使用者展示虚拟
环境的方法以及实现这些方法的系统

5

发明领域

本发明涉及确定使用者在空间的位置与取向的系统并可适用于交互式计算机游戏和运动或军事目的的训练系统。本发明可应用于教导和锻炼儿童和成人正确地完成运动游戏与舞蹈的练习和方法中以增进健康。

10

用于追踪和显示运动过程中人体位置的传统系统，采用称作测角器的机械装置对头部和身体部位的位置进行跟踪，用以测量关节的旋转角度并确定最终位置，例如手相对于身体或手指尖相对于手掌的位置。

15

传统系统存在的问题在于，由于测角器旋转中心与关节旋转中心不重合，使测角器相对于关节，尤其是相对于那些具有多个自由度的关节，如像手关节，难于进行定位。人体关节并非是理想的枢纽关节：关节的旋转角度改变时旋转轴产生位移。为提高精确度，必须进行精确的对准。

20

参照 *Virtual Reality Technology*, 1994, John Wiley & Sons, Inc., pp. 17-25, 由 Burdea G., Coiffer P. 描述了追踪并显示使用者空间位置与取向的磁系统。该系统包括 Polhemus 公司的 motion Capture Server 和 Ascention Technology 公司的 Flock of Birds，它们包括：多个用于处理被测运动参数的电路板、控制器、外部定时电路板、通信电路板、键盘与监视器、包含有三个电磁线圈的发送器以及接收器，每个接收器还具有有一小型三合一电磁线圈，用以检测由发送器发射的磁场。

25

这种系统的作用范围小，且其精度随发送器与接收器之间的距离而改变。在具有交流磁场的系统中，外来金属物体的存在由于感应涡流而损害精度。具有直流磁场的系统对外来金属物体的存在不太敏感，然而，磁阻效应会干扰由发送器产生的磁场。

这种系统的缺点还有由建立模拟信号中的延时引起的不够高的速率



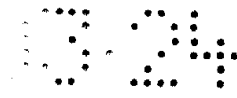
以及会增大图象在屏幕上摇摆的高噪声电平。

另一种传统的系统为一追踪使用者在空间的位置与取向的超声系统，包括有：包含固定于支承框架上的三件一套电声发送换能器的发送器；包含有固定于支承框架上的三件一套的数套传声器的接收器，而该
5 支承框架是设置于使用者身上，例如设置于带有显示装置的头盔上的；
处理所测信息的系统以及显示使用者合成图象的系统（上文的 pp 25-
28）。利用三角测量原理使用者得以定位，需要 9 个距离的测量值以确定使用者的位置与取向。该系统要求发送器与接收器之间能直接看得见。当需要追踪许多个接收器时，询检频率下降，即，为提供运动物体
10 或其部分的实时再现所需要的测量速率下降。

上面讨论的传统的系统与包含有绝对运动参量传感器的系统有关，这些传感器对可运动物体相对于与发送器相连接的固定座标系统的绝对位置与取向进行测量。

还存在有包括相对运动参量传感器的系统。这些系统的优点在于它们的简单与紧凑。作为这种系统描述的举例可由“手套”构成，它们被
15 使用在包含有用于测量手指关节的某些或全部旋转角度的传感器的虚拟现实浸没系统中。这种系统可进一步包括一用于追踪使用者腕关节运动的绝对三维运动与方向传感器（3D 传感器）。例如，带有 VPL 公司的光学传感器的 Data Glove 装置（上文的 pp. 33-37）具有设在重量轻的
20 弹性手套上的光学纤维和一 3D 传感器。标准的构造包括一对附加于每个手指外部的传感器用以探测基本关节的弯曲。光纤与光电接口相联接。该传感器应如此设计，使得关节在零度弯曲情况下通过纤维传导的光不产生衰减，反之，弯曲能改变其衰减量，这就使得能够对关节的旋转角
25 进行间接测量。使用修正系数与适当的近似公式，将测量数据转化成角
度值。这种系统存在的缺点在于在运动链开放状态下累积的误差所引起的较低精度，以及高成本。

在 1996 年 2 月 13 日公布的 No5490784 美国专利（US Cl. 434-55, Int. Cl. G09B 9/00）中描述了一种向使用者提供虚拟现实的系统，它包括：一个具有六个自由度的球壳状的可移动平台组件，使用者即位于该
30 平台组件的内部；球形平台位置的感测装置和配置在所述壳体内部中的



计算机。发送器将平台位置信息发送给接收器，接收器又将接收的球形平台角位置数据提供给位于该平台外部的计算机。提供给主计算机的是旋转平台线位移的信息。安装在头盔上的显示器根据接收的平台位移信息对虚拟现实图象进行调整。

5 然而，该传统系统不仅结构复杂，同时也不能提供充分的虚拟环境模拟。

于1992年10月14日公布的No 5349517美国专利（Cl. 395-129, Int. Cl. G06F 15/20）描述了一种向使用者提供真实与虚拟环境的复合图象的系统，该系统包括：向使用者提供复合图象的虚拟显示装置；产生指示使用者视野方向的方向信号的方向探测装置；产生序列视频信号的视频摄像装置，这些视频信号综合起来表示其视野；安装所述视频摄像装置的摄像机安装装置，足以使该视频摄像装置的视野基本上与使用者视野相重合并追随使用者视野的移动；响应于所述方向信号的图像产生装置，用于产生该复合图像的相对应的适当计算机生成部分；对每个视频信号进行分析并选择视频信号或计算机生成信号的图象选择与合成装置，用以产生复合图象信号并将所述复合图象信号提供给所述可视显示装置。

然而，该系统不能根据使用者在空间真实位置与取向的变化向使用者提供虚拟环境图象。

20 发明概述

本发明的目的在于提供一种追踪并显示使用者在空间的位置与取向的方法和系统，它保证能降低制造与操作的成本，并且同时提高精度与速率以满足使用者运动的充分实时显示的需要。

本发明的另一目的在于为使用者提供在空间自然地无限制地运动以及在追踪使用者运动的过程中与虚拟环境目标交互作用的可能性。

本发明的另一目的在于提高精度并在他或她在实际环境中的运动过程中完全依照使用者位置与取向的改变向使用者提供满意的虚拟环境。

前述的目的在追踪并显示使用者在空间的位置与取向的方法中得以实现，所述方法包括如下步骤：

30 a) 将确定与各自连接点相邻的各环节之间的至少一个角度的装置



最接近地附着在使用者运动系统环节的第一个基本连接点上；

b) 在至少一个使用者运动系统环节上设置参考方向确定装置；

c) 确定至少一个环节的取向，所述参考方向确定装置相对于所述参考方向设置在该环节上；

5 d) 确定与所述基本连接点相邻的环节之间的角度；

e) 根据所确定的角度值与至少一个环节的取向，一般地确定使用者在空间的位置与取向，所述参考方向确定装置即设置在该环节上。为了获得响应于他或她的实际运动确定使用者空间位置与取向在时间上变化的相关序列数据，以预定的时间间隔重复步骤(c)至步骤(e)，记录所获得的
10 的使用者在空间的位置与取向的数据以便随后使用。

此外，应用使用者运动系统环节的线性尺寸值完成步骤(e)，以及进一步包括的步骤有：

(f) 确定使用者运动系统的支承环节；

(g) 相对于被显示环境中的支承点对所述支承环节进行定位。

15 为了获得并记录使用者在被显示环境中位置与取向的数据序列并根据获得的数据显示使用者的运动，在预定的时间间隔内重复从步骤(d)至步骤(g)。

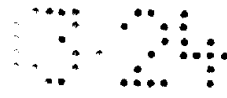
根据所记录的数据按照需要实时地或稍后显示出使用者的运动。

20 使用者的运动最好根据需要的观测方位或者在对获得的使用者运动的图象进行附加编辑之后予以显示。参考方向为地磁场传感器的南-北方向及本地垂直传感器的方向，或者是由陀螺稳定参考方向传感器确定的方向，或者是南-北方向与东-西方向，或者是由外部参考方向源确定的方向。

25 另外，所述参考方向确定装置最好是至少一对间隔开的绝对座标传感器，所述的一对传感器配置在至少一个使用者的运动系统环节上。

最好还要应用使用者的身高数据在人体的公知比例的基础上确定使用者运动系统环节的线性尺寸，为了适当改变使用者相对于被显示环境的尺寸，使用者运动系统环节的线性尺寸可按比例进行调节。

30 另外，在使用操作器以提供使用者与虚拟环境的目标互相作用的情况下，操作器的位置最好根据持有该操作器的使用者手的位置予以确



定，同时使用位于其上的辅助参考方向确定装置确定操作器的精确取向。

5 使用者运动系统诸环节之间的基本连接点最好从髋关节、膝关节、踝关节、肩关节、肘关节、胸部与腰部脊柱之间的连接点以及，足关节和指关节中进行选择。

前述目的还可通过这样一种追踪使用者在空间的位置与取向的系统中达到，它包括有：多个配置在使用者身体各部分上的运动参数传感器，将传感器信号变换成所需表现形式的变换装置，具有与变换装置的输出端相连接的输入端的测量数据处理单元，与测量数据处理单元相连接的
10 使用者位置与空间取向显示装置，根据本发明所述系统进一步包括：配置在至少一个使用者运动系统环节上的参考方向确定装置，具有与运动参数传感器及参考方向确定装置相连接的询检通道的询检单元，询检单元的输出端与变换装置的输入端相连，运动参数传感器为配置在紧靠使用者运动系统环节之间的基本连接点或在各环节本身之上的相对旋转角度
15 传感器。

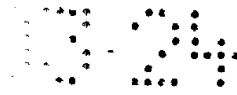
位置与取向追踪系统包括至少一个用于使用者与虚拟环境目标互相作用的装置，通过询检通道与询检单元相连接的辅助参考方向确定装置即配置在该装置上面。

相对旋转角度传感器最好是纤维光学传感器或应变仪。

20 另外，参考方向确定装置建立在地磁场传感器及本地垂直传感器，例如，重力传感器或陀螺稳定参考方向传感器，或人工外部参考方向信号源传感器的基础上。

最后，位置与取向的追踪系统最好包括存储经变换的测试数据的存储装置，用于随后显示使用者在空间的位置与取向，所述存储装置通过
25 数据通信总线与测试数据处理单元相连接；用于构建三维环境的数学模拟以及位于其中的使用者的数学模拟的附加数据输入装置，它与测试数据处理单元相连接；以所需要的视角产生图象并编辑图象的图象产生单元，它连接在测试数据处理单元的输出端与使用者空间位置与取向显示单元的输入端之间。

30 本发明的前述目的还可通过响应于他或她在实际环境中的运动向使



用者给出虚拟环境的方法来达到，所述方法包括如下步骤：

a) 将确定与各自连接点相邻的各环节之间至少一个角度的装置最接近地附着在使用者运动系统环节的每个基本连接点上；

b) 确定使用者运动系统环节的线性尺寸；

5 c) 将参考方向确定装置设置在至少一个使用者运动系统环节上；

d) 相对于所述参考方向确定至少一个环节的取向，所述参考方向确定装置即设置在该环节上；

e) 确定与所述基本连接点相邻的各环节之间的角度；

10 f) 根据获取的角度值及至少一个环节取向，一般地确定使用者在空间的位置与取向，所述参考方向确定装置即设置在该环节上；

g) 确定使用者运动系统的支承环节；

h) 相对于被显示的虚拟环境中的支承点将所述支承环节定位；

i) 确定使用者头部在虚拟环境中的位置与取向，用以确定使用者在虚拟环境中的视野；

15 j) 产生并向使用者提供与使用者视野相对应的虚拟环境区域。

响应于使用者的运动以及与虚拟环境目标的交互作用，重复步骤 d) 至 j)，以便实时显示虚拟环境的变化。

可以记录使用者的位置与取向数据序列以便随后使用。

20 参考方向最好取地磁场传感器的南-北方向与垂直传感器的方向，或南-北与东-西方向，或由陀螺稳定参考方向传感器确定的方向，或由外部参考方向源确定的方向，或由至少一对间隔开的绝对座标传感器产生的方向，所述的一对传感器配置在至少一个使用者的运动系统环节上。

25 最好在人体公知的比例基础上应用使用者的身高数据确定使用者运动系统环节的线性尺寸，使用者运动系统环节的线性尺寸可按比例进行调节，用以适当地改变使用者相对于被显示环境的尺寸。

30 另外，在利用操作器以提供使用者与被显示的虚拟环境目标的互相作用的情况下，操作器的位置最好根据持有该操作器的使用者手的位置加以确定，同时该操作器的精确取向利用配置于其上的辅助参考方向确定装置来确定。



使用者运动系统环节之间的基本连接点最好由髋关节、膝关节、踝关节、肩关节、肘关节、腕关节、头部与肩部之间以及胸椎与腰椎之间的连接点以及，足关节与指关节中进行选择。

5 本发明的前述目的还可通过对运动于实际环境中的使用者给出虚拟环境的系统加以实现，该系统包括：虚拟环境图象显示装置；产生指示使用者视野方向信号的装置；产生与使用者的视野相符合的虚拟环境图象信号的装置，它具有与产生指示使用者视野方向信号装置的输出端相连接的输入端，以及与虚拟环境图象显示装置的输入端相连接的输出端；其中根据本发明，所述产生指示使用者视野方向信号的装置进一步
10 包括：确定与所述环节适当连接点相邻的使用者运动系统各环节之间的至少一个角度的装置；配置在至少一个使用者运动系统环节上的参考方向确定装置；模数变换装置，其输入端与所述确定使用者运动系统各环节之间角度的装置及所述参考方向确定装置的输出端相连接；用于建立模拟的三维环境及其中使用者的单元，其输入端与所述模数变换装置的
15 输出端相连；以及使用者视野确定单元，其输入端与所述建立三维环境及使用者数学模拟的单元的输出端相连接，其输出端与产生符合于使用者视野的虚拟环境图象信号的所述装置的输入端相连接；产生符合于使用者视野的虚拟环境图象信号的所述装置的第二输入端与建立三维环境及其中使用者数学模拟的单元的输出端相连接。

20 相对旋转角度传感器最好采用应变仪或纤维光学传感器。

更进一步地，参考方向确定装置最好用地磁场传感器与本地垂直传感器，或陀螺稳定参考方向传感器，或外部参考方向信号源传感器。

在为使用者与被显示的实际或虚拟环境的目标交互作用而使用操作器的情况下，最好采用配置在该操作器上的辅助参考方向确定装置，所述
25 辅助参考方向确定装置的输出端与所述模-数变换装置的输入端相连。

最后，最好采用与所述模-数变换装置的输出端相耦合的长期记忆单元。

附图简述

30 下面结合附图对实施例的描述将使本发明更加清楚。附图中：

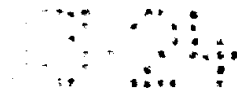


图 1 表示在根据本发明的系统中用于确定使用者运动系统各环节之间角度的装置与参考方向确定装置的配置的使用者通常视图;

图 2 为根据本发明的追踪并显示使用者位置与取向的系统的总体框图;

5 图 3 为根据本发明的为在实际环境中运动的使用者提供虚拟环境的系统的总体框图。

对实施例的详述

在图 1 中示意地描绘了一个具有一运动系统的使用者, 该运动系统包括带有连接点 3 的环节 2。环节 2 的连接点 3 类似于骨骼与关节的连接。如同人或动物的关节, 连接点具有不同的自由度。例如, 前臂与肩部、小腿与大腿的连接可作为具有一个自由度的简单枢纽关节进行模拟, 而肩关节中肩部与肩胛骨的连接、以及髋关节的模拟则需要具有大量自由度的枢纽关节。

15 确定各环节 2 之间角度的装置为传感器 4, 它们追踪各环节及其彼此相对部分的位置, 传感器设置在环节 2 的连接点 3 上及环节 2 本身之上。传感器 4 用作精确地追踪使用者的运动, 包括对某些环节相对于其轴线的旋转角度的测量, 例如, 肘环节的一端相对于其另一端旋转角度的测量。肘环节包括两个彼此相对运动的半径, 它能使一个环节的端部相对于另一端在其轴线内旋转。有若干个环节能够围绕其轴线旋转而不改变该环节与相邻环节之间的角度。它们是: 头与颈一起相对于肩部的旋转; 身体的胸部相对于骨盆部位的旋转。传感器 4 可以采用纤维光学传感器或应变仪。在本发明的一个实施例中, 传感器 4 可以是角位移和线位移测量传感器, 由发送部件与接收部件组成, 响应于接收电路中感生电动势的变化, 而该电动势随着各环节之间角度的变化而改变。

25 参考方向确定装置 5 设置在一个环节 2 上用以确定相对于参考方向的环节取向。装置 5 可方便地设置在那些当使用者进行规范的运动, 如步行与跑步时保持最为稳定的部位上。该装置最好设置在骨盆部位。当使用者处于虚拟现实时, 采用紧固在头上的辅助参考方向确定装置能更快和更准确地追踪头部的取向。在一个实施例中, 该参考方向确定装置可设置在相邻的各环节上, 并且根据它们相对于参考方向的取向来确



定其角位置。

向使用者显示虚拟环境的装置，设置在使用者头上眼睛的前面。

如图 2 所示，追踪并显示使用者位置与取向的系统的实施例包括询
5 检单元 7，该询检单元包括一主时钟，确定传感器 4 的询检频率 n 、参
考方向确定装置 5 的询检频率 m 、用作与虚拟环境目标（操作器、操纵
杆、武器模拟器等）交互作用的附加装置 8 的询检频率 k 。询检单元 7
的输出端与模-数变换装置（ADC）9 相连接，该模-数变换装置用于
10 将从传感器 4、附加装置 8 以及参考方向确定装置 5 接收的模拟数据变
换成例如具有 8 比特值的数字数据。ADC 9 的输出端与具有存储元件数
量不少于（ $n+m+k$ ）的存储单元 10 的输入端相连接。存储单元 10 通过
询检单元 11 与长期记忆单元 12 及数据准备单元 13 相连接。该长期记忆
单元 12 存储响应于使用者动作的随时间变化的使用者位置与取向数据，
用于不同目的的进一步用途。在这种情况下长期记忆单元 12 的输出端可
15 与数据准备单元 13 的输入端相连接，该数据准备单元修平所获得的数
据，排除偶然的误差并通过构建使用者数学模拟所需的形式表示这些数
据。在一个实施例中，如果相应地采用了 ADC，则长期记忆单元的输入
端可与 ADC 的输入端相连接。考虑两个实施例，元件 7、9、10 和 11
一起可称为模-数变换装置。

数据准备单元 13 的输出端与单元 14 的输入端相连接，单元 14 用以
20 构建使用者显示于其中（或向使用者显示）的三维环境数学模拟以及其
中使用者的数学模拟。单元 13 与 14 一起可称为测试与变换数字数据处
理装置。与单元 14 相连接的是附加数据输入单元 15，它确定使用者的
附加信息、被显示的环境、使用者的运动与被显示环境中动力学变化之
间的时间关系。该信息可包括使用者如下的附加信息，如他或她的身高、
25 体重、性别、年龄等。当附加信息缺少或不需要时，使用者的数学模拟
按照具有标准比例的标准人计算。单元 14 包括用于确定在其上相对于参
考方向设有参考方向确定装置 5 的基本环节的取向的单元 16、一般地构
建使用者模拟的单元 17、确定使用者支承环节的单元 18、用于在由计
算机产生的模拟环境中相对于支点对使用者定位的单元 19。单元 14
30 的输出端与以所需要的视角产生图象的单元 20 的输入端相连接。单元 20



的输出端与用于显示相对于支点定位的被模拟使用者在被显示环境中的位置与取向的单元 21 的输入端相连接。

参照图 3，向实际环境中运动的使用者给出虚拟环境的系统包括图 2 中相同的那些元件 4、5、7 至 19，而与图 2 中描绘的系统相比的区别在于：单元 14 的输出端与使用者视野确定单元 22 的输入端和产生与使用者视野相符合的虚拟环境图象信号的单元 23 的输入端相连接。单元 22 的输出端还与虚拟环境图象信号产生单元 23 的输入端相连接。单元 23 的输出端与根据使用者在其中的位置与取向为使用者提供他或她处于其中的虚拟环境的单元 24 的输入端相连接。

在图 2 中说明的追踪并显示使用者位置与取向的系统以如下方式进行操作。

在优选的实施例中，传感器 4 及参考方向确定装置 5 附加在如同工装裤那样的特殊人体服上，或直接地附加在使用者的各环节 2 之间的连接点 3 的位置上以及各环节 2 本身之上。带有一套传感器 4 与装置 5 的人体服应该重量轻、易戴上与取下以及不妨碍使用者运动。传感器 4 附加在人体服上，因此当使用者运动时，即各环节 2 之间的角度发生变化或环节的一端相对于另一端沿该环节轴线产生旋转时，传感器中的一些物理参数发生变化。这些物理参数应在预定的范围之内响应于相邻环节 2 之间角度从一个极端位置到另一个极端位置的变化而发生改变。

该系统可以具有主要及辅助参考方向确定装置 5，以确定适当装置 5 设在其上的环节与参考方向之间的角度。主要参考方向确定装置 5 设置在被作为基本环节的环节上。最好选择比较接近使用者几何中心的及在人的典型运动、如步行与跑步中最稳定的环节为基本环节。骨盆环节能最好地满足这些要求。当使用者处于虚拟现实时，可采用附加在头部的辅助参考方向确定装置 5 以更精确与更快地追踪头部的倾斜与转动。

来自传感器 4、参考方向确定装置 5 及用于与虚拟环境目标交互作用的附加装置 8 的信息，被加至 ADC 并根据由询检单元 7 的时钟发生器产生的询检信号进行修正。从 ADC9 获得的信息被加至存储单元 10 中的相应记忆元件上。

询检单元 11 对存储单元 10 中的记忆元件进行询检并产生用以确定



使用者位置与取向的数据序列，包括有相对于特定（当前）时刻从附加装置 8 获得的数据，以及向长期记忆单元 12 提供用于长期存储的数据。这些数据可在任何时刻被利用，为此只需将该数据提供给数据准备单元 13 以便随后处理。当用于实时状态时，从询检单元 11 获取的数据直接提
5 供给数据准备单元 13。单元 13 修正获取的数据，消除偶然误差，产生所需的数据序列并向单元 14 给出所需形式的数据，用以构建使用者的数学模拟。

单元 14 构建使用者在其中被显示的三维环境的数学模拟以及其中使用者的数学模拟。通过附加数据输入单元 15，使用者的附加数据、被
10 显示的环境、使用者的运动与被显示环境中的动力学变化之间的时间关系被送入单元 14。该信息可包含使用者如下的附加信息，如他或她的身高、体重、性别、年龄等。当附加信息缺少或不需要时，该数学模拟以具有标准比例的标准人进行计算。如果希望在被显示的环境中用人造的大或小的目标产生“Gulliver”效应，则需要对环境及其中目标的线性
15 尺寸与使用者线性尺寸之间比例的输入数据进行修正。以同样方式，当从长期记忆单元 12 送入数据时，通过改变使用者运动的动态特性可使快或慢时间标度引入至被显示环境中。如果使用者的运动数据实时地提供给单元 13，在被显示环境中的程序流的动态特性可被加速或减慢。

根据所接收的数据，主要环节构成与取向单元 16 计算并构建在其上
20 面相对于参考方向设有主要参考方向确定装置的基本环节的位置与取向。该参考方向最好是与地球的地磁场相关的方向，南—北、东—西方向或在地球重力场与南—北方向的基础上确定的本地垂直方向。这些场一般到处存在且与使用者无关。使用专门的装置如电磁罗盘及水平或垂直重力传感器，使用者的取向可被确定，尤其是在其上面紧固这些装置
25 的那些使用者运动系统的环节的取向可被确定。在对地球磁场具有强烈干扰或屏蔽的地方可用专门的装置产生参考方向的人造场。需要指出，在这种情况下只需确定使用者在该场当中的取向而不需要使用要求繁重计算的三角测量算法用于确定至该装置的绝对距离。

一般地构建使用者模拟的单元 17 利用其间角度的修正数据，向已经
30 建立的基本环节添加其相邻环节，并且进一步向已经建立的相邻环节添



加其后的相邻环节，依此类推直至最后环节。

单元 18 确定使用者的支承环节。作为举例，如果使用者沿着水平的平面运动，支承环节相对于本地垂直方向来说将是最低的一个，而支承点将是该环节的最低部分。

5 单元 19 相对于计算机生成环境中的支承点将使用者定位。为此，在最简单的情况下，定位之后的使用者的模拟与模拟环境中使用者的支承点相对准，以便记录使用者支承环节的支承部分及模拟环境的一部分，这一部分是当前时刻使用者的支承点。在使用者运动，例如跳跃，即一度“飞行”的情况下，利用使用者动态特性的最近信息使他或她相对于
10 支承点定位。应该指出，具有了动态特性的各环节之间角度变化的完整信息，甚至使用者心率及在他或她被从该支点推开时的受力也可进行计算。这就允许对被显示环境中使用者的运动进行几乎逼真的模拟。在这种情况下，根据使用者环节变化的位置与取向，可以基本上跟踪使用者在空间的位置（座标）与取向的动态变化。这即是说，从被显示的使用者运动的图象中可以看出，例如，使用者朝北方走了十步，转过来朝东南跑，等等。

从单元 14 的输出端，在模拟环境中所构建的使用者模拟的信息被加至按所需视角产生图象的单元 20 的输入端，在其中观察者视角受到选择，所需视角产生的使用者图象被解算，以及如果需要，该图象被编辑
20 用于随后的显示。从单元 20 的输出端将该信息提供给单元 21 的输入端，单元 21 对相对于被显示环境中的支承点定位的被模拟使用者的位置与取向进行显示。利用单元 20，使用者自身或旁观者可以确定用于观察使用者运动动力学的形态。如果愿意，使用者的运动可自上、自下、自侧面或自变化的视点进行观察。在显示已事先写入长期记忆单元的使用者运
25 动时，该运动在显示前可根据某项任务进行编辑。举例来说，可同期显示同一使用者在不同时间写入记忆单元的运动，或者为了比较而显示不同使用者的运动。取决于任务设定，使用者的运动可用简化的仿效模拟或更接近于带有“反映”衣服、皮肤、周围环境复杂结构的逼真图象的任何其它形式进行显示。在前一种情况下，基本上任何计算机都能完成
30 任务，而在后一种情况下则需要具有优良图解能力的功能强大的计算



机。

当向使用者给出虚拟环境时，根据本发明的系统的运行大体上与参考图 2 描述的相同。区别性特征在于单元 14 构建被显示给使用者的环境的三维模拟，以及其中使用者的数学模拟。从单元 14 的输出端，模拟环
5 境中所构建的使用者模拟的信息被加至确定使用者视野的单元 22 的输入端及产生虚拟环境图象的单元 23 的输入端。利用从单元 14 接收的信息，单元 22 确定虚拟环境中使用者的视野，即使用者在当前时刻能看见的虚拟环境的那部分。从单元 22 的输出端，使用者的视角信息被加至产生虚拟环境图象的单元 23。根据使用者的视野和虚拟环境模拟，单元 23 产
10 生使用者根据实际环境中的运动而计算出的虚拟环境中他或她的位置与取向能看见的那部分虚拟环境的图象。响应于他或她在虚拟环境中的位置与取向，从单元 23 的输出端，该信号被加至向使用者给出他或她处于其中的虚拟环境的单元 24 的输入端。单元 24 可以是任何虚拟环境显示装置：监视器，虚拟头盔或护目镜，包括装置 6（见图 1）。

15 正如前面在现有技术状态的描述中所提到的，大多数传统系统使用
由设置在使用者身上的传感器确定的绝对座标来产生使用者的模拟。因此，使用者在空间的位置通常被自动检测。在动态时，该绝对座标将给出使用者运动的路线。然而，该环境通常受到设置于使用者动作活动范围周边之上的外在传感器或发送器限制的约束。比较起来，本发明对使
20 用者运动的活动范围基本上不产生约束，因为对于确定使用者的位置与取向所需的一切都设置在使用者自身之上。重要之处仅在于提供参考方向确定装置的操作范围，且同时根据各环节之间角度变化的信息与使用者相对于参考方向的取向的信息用计算机计算使用者在空间的运动。环境的变化可以根据使用者步伐的数目、尺寸及方向进行计算。为了确定
25 步伐的尺寸，在完成该步的瞬间使用者各支承环节之间的角度及各支承环节的线性尺寸应为已知数。更详细地说，为确定人的步伐需要知道左、右腿大腿骨之间的角度，每条腿的大腿骨与小腿之间的角度，以及小腿与大腿的线性尺寸。在某些情况下测量脚与小腿之间的角度以及脚与脚趾之间的角度也是有用的。

30 为了简化通过环节相对平面的取向确定支承环节的判据，可以使用



5 安装在使用者底部的传感器。例如，在某时刻如果一条腿为支承腿，则传感器中的触点闭合；相反，如果该腿抬起并悬垂，该触点则断开。该传感器还能提供每条腿携带的载荷信息。根据动态时由腿携带的载荷及使用者的重量，即使在跳跃时也可计算使用者的冲力以及使用者的运动路线。对于计算使用者运动的运动路线及体格特性所需要的数据也可根据各环节之间角度变化的动态特性加以计算。

工业应用性

10 根据本发明的方法与系统提供各种迄今不能实现的全新的可能性，尤其是，进行包括各种运动比如体育与舞蹈的测试与竞赛，用于评价对于设定情况的反应充分程度以及用于搏击。这些竞赛能够在时间上进行区分，例如，通过从同一使用者在不同时间取得数据。然后，为了进行对比，在观察到这些运动之后既可由计算机也可由人对这些数据进行评估和比较。竞赛可在许多使用者中同时地进行。为此，可以从数个使用者实时地取得数据，并将其用于比较运动的执行及环境响应的正确性，
15 响应速度以及运动的初始情况。这样的竞赛可在与国际互联网络或专用网络相联结的本发明系统的使用者之间进行，而这些使用者可以相距很远的距离。

20 写入记忆单元的使用者位置与取向数据可进一步存档。可以建立人类或任何脊椎动物的典型运动与由著名运动员及舞蹈家写入的独特运动的数据库。

25 本发明的一个基本优点在于全部传感器设在使用者身上。不需要确定到由现有技术的系统中外部传感器位置限定的参考点的绝对距离。本发明确保使用者在基本上无边界的环境中确定其位置与取向，该无边界环境只具有使用者可与之相对地被定向的参考方向场。参考方向的确定，如上所述，要提前确定一个环节的取向，在该环节上参考方向确定装置相对于该参考方向进行设置。最合适的参考方向为与我们无关而基本上到处存在的地球天然场的矢量方向。建议的两个参考方向（第三个方向与前两个方向正交而构成）为地球磁场的南—北与东—西方向，或者例如南—北方向与由地球重力场确定的本地垂直方向。如果使用者处
30 在与外部场屏蔽的房间内，可以使用人工参考方向场发生器。在此情况

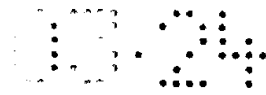


下，同前面一样，需要确定使用者在参考方向场中的取向，而不是至外部发生器的绝对距离。在此情况下需要确定的是在其上设置参考方向确定装置的环节矢量与该参考方向之间的角度。

5 根据本发明通过追踪使用者的位置与取向以及向使用者给出虚拟环境，当处于虚拟现实时，在被记录的使用者活动的历史范围之内“时间机器”的几乎所有的特征都可以实现。使用者可在他或她的被记录行为或其它英雄行为的任意瞬间返回至他或她的历史中的任意时刻。这可以被用于计算机游戏，以便游戏者为了更大的效益能够恢复与改变他或她的状态。考虑到可写入数条平行的状态线，使用者可选择他或她认为最
10 有效的任意一条状态线以继续他或她的行为。通过使用被记录的使用者位置与取向的动态变化，可以实现由三个空间维度与时间维度所限定的四维环境。与现实生活中运动仅沿时间向未来单一方向完成不同，通过采用存储的数据，本发明可使连续的或不连续的运动能够在写入存储单元的数据范围之内朝着时间的不同方面完成，如同在空间中一样容易。

15 由于本发明对使用者的运动进行追踪并提供虚拟环境而不用借助于复杂的外部装置，现有计算机系统的能力可得到扩展并可找到新的应用领域。可产生所跟踪的使用者运动的标准描述以便不同系统中采用。这样的使用者运动的标准描述在动画制作中及用于产生专用程序库时可被用作，例如 VRML（虚拟现实模拟语言）部分。考虑到利用由根据本发明
20 的方法追踪的使用者的自然运动对程序进行控制的可能性，大多数未来计算机应用程序能够利用这些标准模型。为了提供利用其中使用者运动由键盘、鼠标或操作杆及根据本发明的系统实现的当前计算机应用程序的全部材料库的可能性，必须提供接口装置，即能识别使用者的运动并将其变换成游戏控制信号与类似运动模拟信号的程序。

25 本发明的一个最重要的应用涉及训练使用者如何完成某些典型运动，比如跳舞、体育或职业运动或用于增进健康的运动。为此，将典型运动向使用者显示。为达到最好的结果，应向受训者提供重试、选择任意状态、动态完成，以及逐步完成的可能性。然后使用者应尽可能正确地尽力重复这些运动。为了随后的控制，他或她的运动应进行存储、记录，以便将其与典型运动进行比较。可通过不同的方法来完成典型运动
30

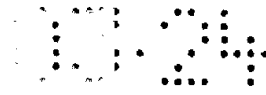


与使用者运动的比较。使用者自己可观察同期显示的典型运动与事先存储的使用者运动。更有意义与更有前途的可能性在于利用计算机或熟练的专业人员评价使用者运动的正确性。根据装入的程序，对通过使用者的位置与取向跟踪的使用者运动进行比较之后，计算机能提供评价与建议。使用者将修正他或她的运动直至达到所需的熟练与准确程度。这个过程类似于由教练进行训练，然而它不包括相应的开支以及教练对进程的认可。由最好的教练建立的反馈程序可以复制成上百万件复制品，每个人在任何方便的时间都能使用它。

本发明还可用于监测使用者的被测身体紧张程度。举例来说，根据医生或教练员的建议确定特定人员的紧张程度。在没有这样的单个建议或一般的相反指示时，计算机可计算出并建议一定时期的紧张度体系。为限定紧张度，可以利用过去慢性疾病、体重、身高、性别、年龄、训练目的、训练等级与一天中的精神压力等数据。可进行包括对身体反应，例如一定压力下心率的变化程度，进行监视的专门初步测试。

紧张度确定之后，计算机可产生对于限定时间的最佳建议。使用最完全追踪使用者运动的传感器系统，使用者开始他或她的训练，因而身体各单独部分上的紧张度数据在运动信息的基础上可容易地计算出。在这种训练中，利用从使用者心率传感器取得的数据以及，如果适宜的话，其它生理特征参数是有益的。

如果使用者处于虚拟环境中并使用允许无约束地完成运动的训练系统，使用者的锻炼与精神压力可以通过改变故事、动态特性及围绕使用者的环境由下载程序得到控制。在游戏当中可通过投入许多表面的敌人、情节的紧张程度、以足够的速度追击敌人或从危险地区逃脱的必要性等完成控制。这种控制使得，例如，心率在规定的周期内能够保持在预定的范围内，对于使用者这是不引人注意的。在希望的强度达到以后，使用者应处于执行任务与完成情节的状态。这将允许他或她在因取得的结果而情绪激动的精神状态中结束训练。很遗憾，通常现有的游戏不能满足这些原则。选手通常是静止的，即高度精神压力下的零位锻炼强度，这可导致情绪紧张与低落。以可控的锻炼强度与情绪压力完成的游戏与锻炼可成为防止体能减弱和神经过度紧张的好方法，并促进个



人全面谐调的发展。

具有预定身体紧张度的，并伴随提供知识的或内容丰富的信息的锻炼可通过处于特殊的、使用者选择的虚拟环境中来实现。例如，计算机程序可模拟具有导游的在著名地区的跑步旅游，该导游可说出有趣场所并设置以预定的速度或需要时以可变的速度步行或跑步旅游的进度。在预定的紧张度达到之后这个旅游即可结束。因为锻炼是独立的，以前的锻炼与紧张度数据可写入计算机记忆单元用于以后使紧张度从初级水平向稳定的推荐水平的改进。标准恒定的或逐日改变的强度可以加入感情色彩并伴随以新的有用信息。为了添加更好的感情色彩，可以提供选择导游的性别或年龄，或模拟著名的演员或政治家图像的可能性。

如果采用该传感器系统的使用者达到一定紧张度而不处在虚拟现实中，其紧张度可用处理器控制，通过经由听觉通道的耳机提供反馈。该处理器可通报改变身体各单独部位紧张度的一般进度的必要性。此判断可以根据紧张度计算程序，在追踪使用者位置与取向的系统所接收信息的基础上做出。

说明书附图

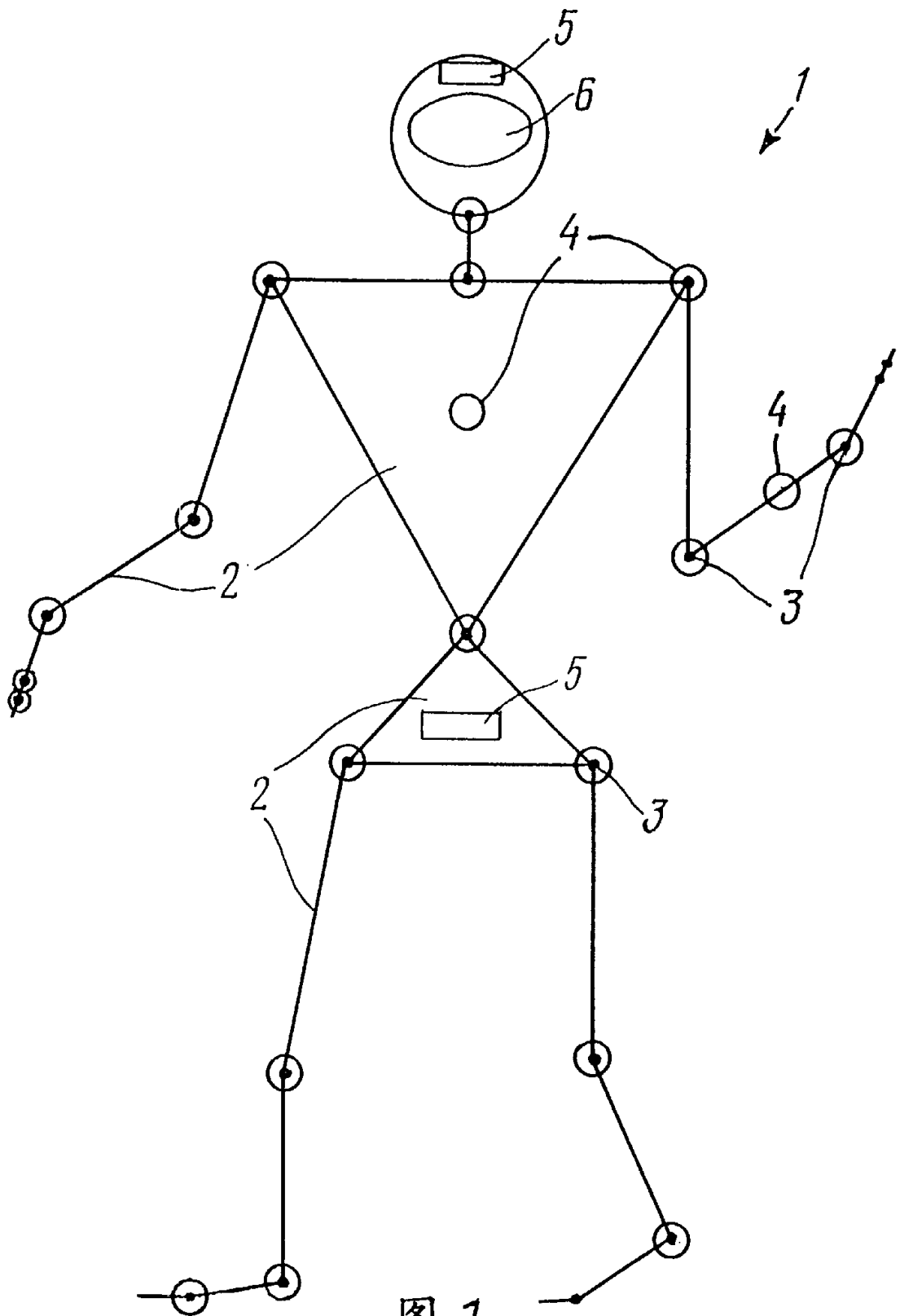


图 1

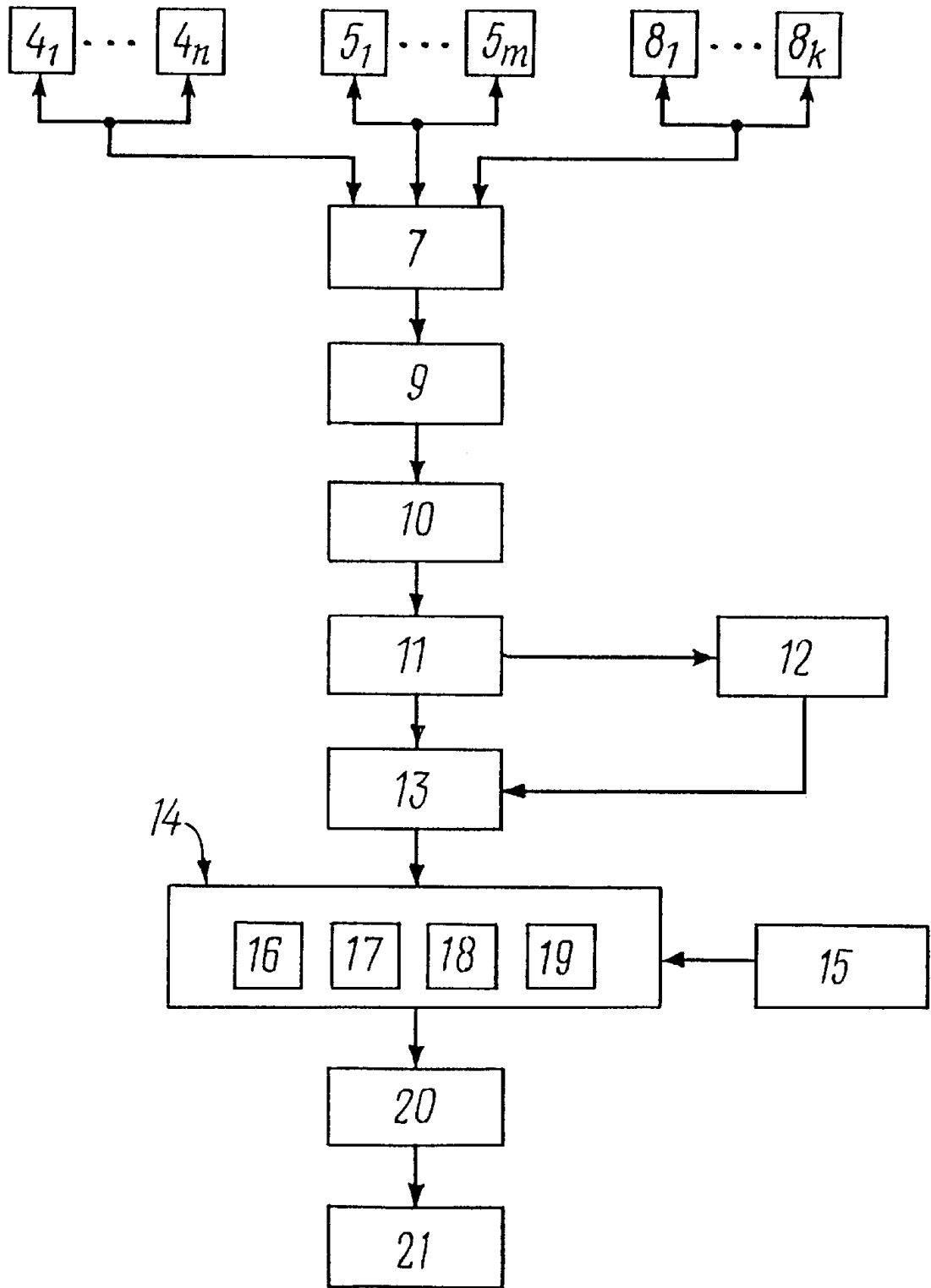


图 2

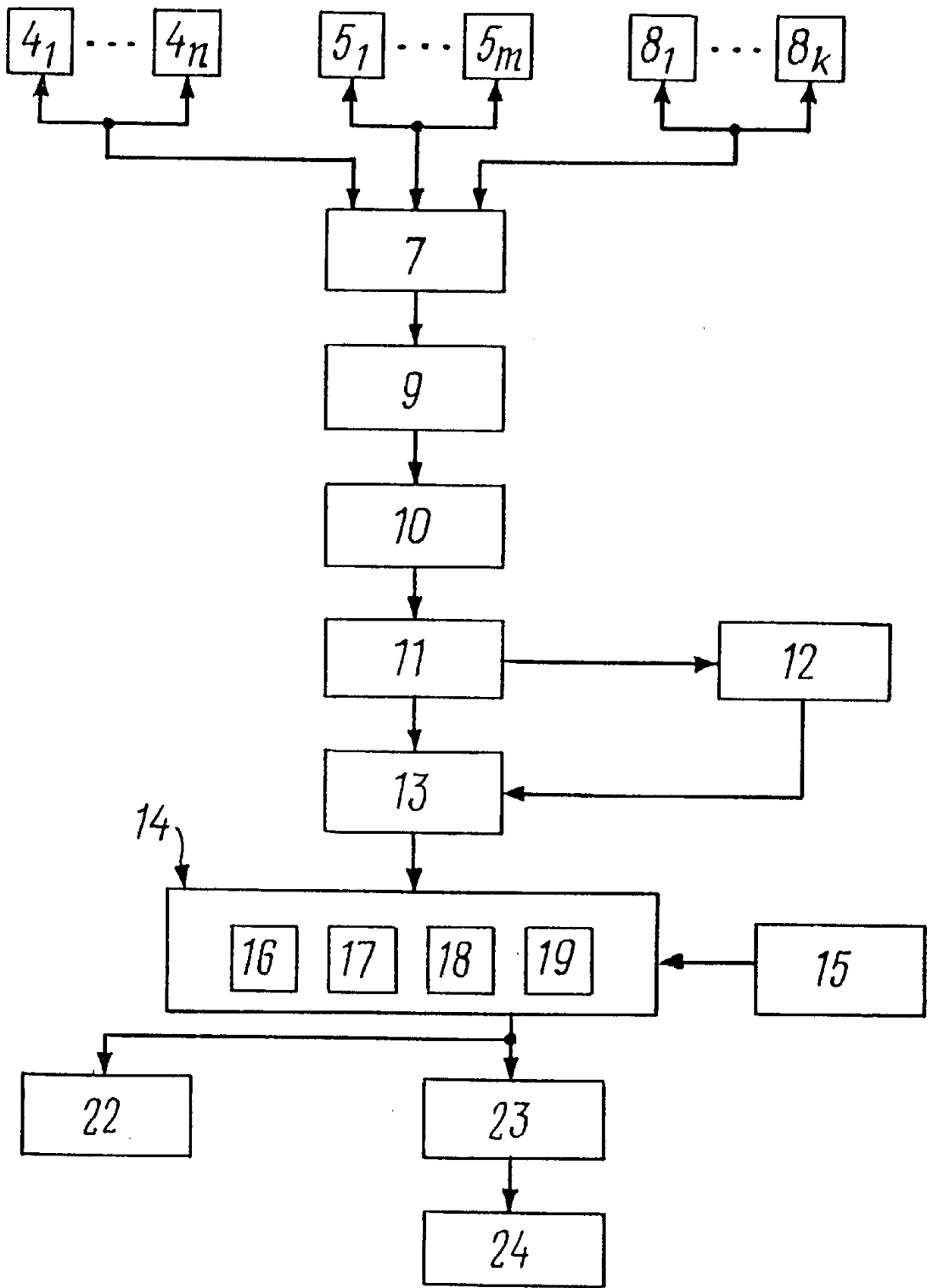


图 3