

可记录运动者状态的衣服方案(下)

—采用 MEMS、DSP 及虚拟现实技术

MEMS, DSPs and Virtual Reality

Max Baron

摘要: 剖析了Moven和ADI展示的一件集惯性传感器、处理器以及无线通信模块于一身的衣服,这件衣服可记录穿着者的运动状态,并在电脑屏幕上实时显示出三维的运动图像。MEMS传感器、DSP乃至SoC、软件在运动捕捉类应用上具有特殊的结构。

关键词: MEMS; DSP; 虚拟现实; 惯性传感器; 陀螺仪

第三个例子为拳击比赛中的应用。拳击手Hutton(曼彻斯特,英国)击拳平均记录数据为0.1秒内达到40km/h。假设从0速度开始进行均匀线性加速至40km/h或11.1m/s,斜率为1.13g/s,加速度计可以轻松应对。

这些数据的采样及数字处理频率更多取决于数值积分的准确性,而不是奈奎斯特采样定理中所需的MEMS最大输出频率的两倍($2 \times 1600 = 3200\text{Hz}$ 或 $2 \times 550\text{Hz} = 1100\text{Hz}$)。也就是说,是否需要传感器所提供的最佳频率响应。Moven认为奈奎斯特定理应用于测量随意人类运动所需的最大频率,通常不高于10Hz(对于冲击可能会稍微高些),而约

100Hz的奈奎斯特频率应当足以应付冲击和较慢的随意运动。

我们仅能估计很小部分的工作量。首先我们进行角速率长方形积分所需的三次乘累加,将其分量加到前一角度。假设三角函数分开计算或由查表得出,我们仅考虑上述本源矩阵运算。经过轴旋转和简单长方形积分,我们发现,通过15次累乘和3次乘加,加速度被积分为速度在基准坐标系的三个分量——x, y, z,并将其累加到积分常数,也就是先前的速度。3次附加的乘加将提供坐标系中新的x, y, z位置—这将使计算总数提至24次。注意采用不同的取向表示,如四元数可节约工作量处理性能。四元数采用4个参数。一个描述将要用于单位向量的标尺,另外3个虚系数标注单位向量的旋转。

继续先前的算法,假设采样频率可能超过要求,是电视(60fps)的两倍, $120 \times 3200\text{Hz} = 384000\text{Hz}$ 。上述简单矩阵计算需要每秒9216000次运算。处理附于运动捕捉服的16个基于MEMS的惯性单元(2个为任选)的读数需要大约147.5Mops(百万次运算每秒),如果只是这一项,DSP器件(如ADI的Blackfin)是可以轻松应对的。

运动捕捉服和PC间的通讯采用基于蓝牙标准的无线连接(Moven采用了经优化/调谐的蓝牙2.0(aka1.2)Class 1。蓝牙1.0和1.2拥有721kbit/s收发速率。更新的蓝牙2.0规格为3Mbit/s,但实际只支持2.1Mbit/s。我们现在需要考虑由蓝牙连接至PC所造成

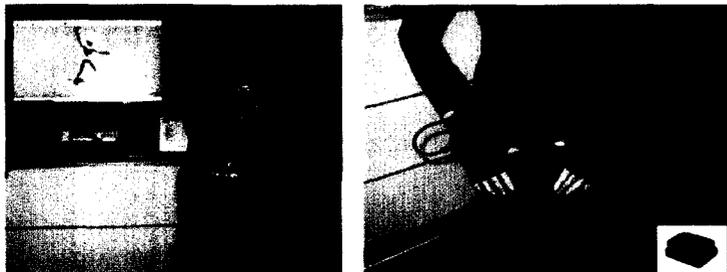


图2 左照片: Moven展示运动捕捉服的灵活性,及实时在PC和笔记本屏幕显示的运动。一个有关节的,具有23部分的生物机械体软件模型限制动作,消除滑步和积分漂移。右照片:展示附于手、臂、肘和膝的传感器。电源、RF和控制附于运动捕捉服的后面。右下角的照片展示了Xsens提供的MTx6自由度惯性单元

的限制。由于没有其它选择,我们只能在运动捕捉服上进行数据转换。每个传感器产生3个加速增量的读数,3个角速率增量和3个温度(可在本地采用参考电压,以帮助提高准确性)。假设数据以每个惯性传感器16bit和32bit初始字段表示,如只使用一个蓝牙信道,我们需要每个传感器发送 $9 \times 16 + 32 = 176$ bit,一共16个传感器共需 $179 \times 16 = 2864$ bit。如前面所讲的,采样率为384000Hz,这样,每秒传送的总比特为每秒 2864×384000 bit,即约1.1Gbits。蓝牙2.0只能支持2.1Mbit/s的传输速率,那么 $2.1\text{Mbit/s} / 2864$ 约为746采样/秒。该采样率可支持每周期单个样品下的MEMS的频率带宽约为373Hz。蓝牙1.0、1.1和1.2标准更糟,对应MEMS频率约为128Hz,只允许每秒256次采样。在所有传感器中建立的此均一速率下,不可能正确检测足球和拳击等剧烈运动的高速碰撞,但至少可以定义可支持运动和移动的速度。根据Moven的经验,可做到在采样速度很低的情况下依然能可靠地捕捉人类动作。Moven支持无线通信高达120Hz。Moven也提供有线通信,有线通信的带宽可达512Hz,采样率更高,足以满足某些运动的苛求。

在该运动捕捉服上的DSP、高性能微控制器或移动微处理器可以减少需传递至PC的数据量,甚至可以在该服装上集成大容量闪存以记录本地信息。其它减少数据通信的方法为:由于MEMS斜率较低,可传递增量读数,减少表示数据所需的大小或通过定义头文件发送可变大小的数据。

上述最后一种办法以及本地存储数据,似乎是减少数据通信的最有希望的办法。人体知识为增加准确性提供了选择:一种有关节的、具有23部分的生物机械体软件模型用于限制动作,消除由于现实世界改变参数及积分不准确导致的滑步和积分漂移。

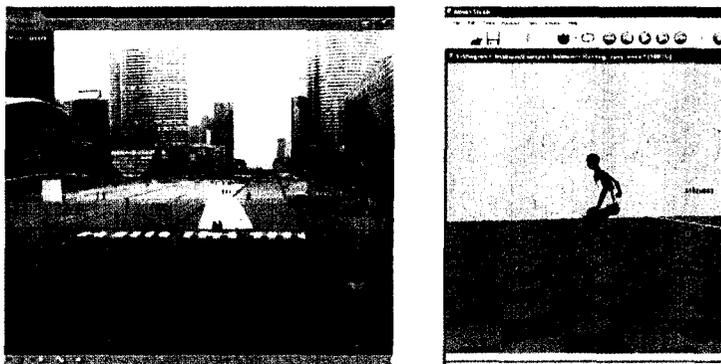


图3 这两幅图介绍的是将从BVH文件收取的动作数据插入一数字背景中。左图显示了Poster7中在右方的聚焦女上。她将收取Moven生成的“跳跃”样品BVH文件。右图显示了在“跳跃”这一系列动作的顶点帧(MPR网站有视频)。穿红T恤伸展胳膊的男士也是一个插件,其将用Moven网站的“meeting”样品编程

使其物有所值的软件

假定大部分数据处理工作在安装Moven Studio2.0应用程序的PC或笔记本进行,该软件旨在为所采集的动作数据和高级应用程序架起一座“桥梁”,因此软件隐藏了系统控制和必须处理的数学算法,用户界面也非常简单。

Moven公司网站上可供下载的演示版程序,但在没有运动捕捉服的情况下,该演示版程序几乎毫无用处。但是Moven在该软件中,以XML文件格式(文件后缀名为mvnx)保存了几个短肢体层次结构代码和动作样本。用户可以播放并由不同的虚拟照相机观看这些文件。有些控制在演示版中是可用的。复制和粘贴仅支持二进制源格式MVN。你可以将一个MVN文件粘贴到一个新的MVNX文件。所捕捉的动作可以divx或mov视频格式输出。

当运动捕捉服连接后, Moven Studio2.0的控制菜单被激活。控制菜单包括“捕捉服状态”、“预览和记录窗口”、“开始新记录”、“记录‘mvn’文件”、“重新定位传感器”及“校准动作捕捉服”。“校准动作捕捉服”是指当用户穿上该服装并做出预定的初始化动作或姿势时,系统会得到加速度、旋转率、温度和电压等几个参数初始读数,

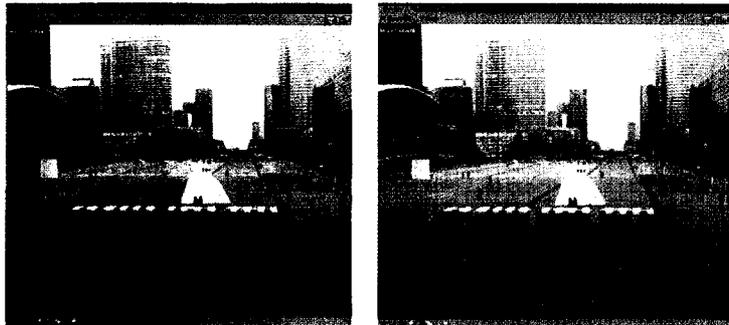


图4 右图照片为Poser7生成的视频,显示某女士跑向障碍物,并准备跳跃该障碍物。左图照片显示其刚好在跳跃顶峰之前。其可与图4中Moven2.0所摄相片的右照片相比。Poser7生成的显示该女士跳跃及转身男人的视频片段可从In-Stat网站观看。

从而校准系统。此外,几个附加的校准动作用于得到穿该服装用户的特定身体参数。帮助菜单仅有“关于”一项。幸运的是,动作采本文件可作为*.bvh标准文件导出。Moven2.0输出BVH格式文件以兼容Poser、Motion Builder以及3D Studio Max等软件。Moven Studio2.0也可输出FBX格式文件,此种格式文件更为灵活并得到Autodesk软件的支持。FBX可以提供身体任一部分的数据,而不仅是旋转。BVH文件格式在写本文最初由Biovision开发。用于Biovision等级数据的BVH标准。该文件由两部分组成:首字段描述目标的层级结构并提供描述目标骨骼的初始姿势。这些将为第一积分常数。数据字段含有动作数据。University of Wisconsin提供的一个例子给出了这种文件资源(见源代码边注或<http://www.cs.wisc.edu/graphics/Courses/cs-838-1999/Jeff/Example1.bvh>)。

使用动作捕捉数据

描述过BVH格式文件的组成结构之后,现在我们来了解一下这类文件如何被高级程序使用,如人物动画、游戏、虚拟显示、训练、广告、驾驶以及体育等。作者将描述Moven数据在程序中的使用,作者用这些程序积累了一下经验,Poser 7和Anime Studio Pro

5.6,可使用Poser 7创造的3D图像。两个程序都可通过e-frontier(现已被Smith Micro Software Inc.收购)得到。

第一个令人愉快的事情是(a)Poser7可导入BVH文件。(b)Moven可提供与Poser7定义的“骨骼”架构所兼容的文件。这解释了Moven2.0中“重新定位传感器”命令的需要。下一个经验就不那么美妙了。当Poser7读取BVH文件时,Poser7提示有些关节或四肢缺少数据或数据太多。尽管如此,但令人高兴的是,Poser7确实可以处理这些数据,并将其分配给程序员。Moven可同时记录源自多个人的动作数据,但没有定义人数的上限以及所收集数据的类型。作者认为有可能使用几个不同的Moven系统,将时间和三维距离积分留给PC或程序(如Poser 7)做后期处理。在Poser7中,可以获得展示几个人的情景,具体方法为:首先让某人位于程序前台,之后通过输入控制此人的BVH文件,这样,即便之后此人位于后台程序也可控制其图像。

Poser7允许程序员定义并塑造3D面庞,并使其可随着动作、相机角度以及距离的变化而变化。甚至可以使人彼此同步其不同时间轴的关系。尽管效果可以很好,许多改变可由手工完成且并不困难,但是制作和测试很耗时。为了在虚拟现实行业中实现创作的多样,这个行业需要创作更多的工具,加入Moven的动作捕捉可使编辑和测试变得更加容易。

将一个动作文件指定给一个图像中的人物的过程相当简单:首先,由某人经历一系列的运动,此人的身体测量参数和服装尺寸也将所需记录动作的数据的一部分。后续步骤由一机械体展示,该机械体可以展示实际动作(见图3)。当其从不同相机角度(更多3D数学变换)和距离观看时,结果可以在PC或Mac按每一帧观看,或作为视频播放。

通过将动作数据文件指定给人物,我们准备好设计某女士穿越视野,并跳跃由作者

插入的障碍物的一系列动作(见图4)。

作者没有更正穿红T恤的男士的动作,因为他的动作不好配合。此外,也没有为女士提供头发,不过女士的头发可以从Poser7中的本地素材库选取,也可以从网上找到由专业人员和业余人员创作或出售相关素材。Moven 探究导致两程序通讯不同的特定原因:一种可能性是方向节死锁——指两旋转陀螺仪进入某位置禁止第三陀螺仪矫正平台。

近乎完整的系统

现在,我们可以容易的看到设计这种系统所需涉及的阶段,从惯性传感器和芯片,到RF,到PC,到软件程序和界面以及其它如游戏设计等。尽管这些步骤的顺序和步骤清楚,也定义了最终规格,但是最难解决的问题是处理资源的分配,如可能,一种产品应满足多种应用的需求。对于野外训练而言,是否采用DSP进行本地数据处理,从而使运

动捕捉服装独立于PC更好?两个RF蓝牙2.0信道是否能帮助更好地分配功效?是否需要一个像Moven2.0的前端附于Poser7以提供网上实时游戏,而这种做法对性能及网络接入时间会有何影响?是否Moven或其它公司应当创造一个“编辑”服装以直接连接游戏开发环境来更快的调试修改游戏?

我们需要调整系统的每个组件以保证性能但并不一定是最佳性能,因为在这个情况下,系统中的其它一些因素,例如通讯,可能是真正的瓶颈。例如,在微分中,人们试图在系数等分中发现最适条件。比如,正方形优于长方形。

似乎只是最近,动作捕捉可以通过处理取自12个照相机的数据得以实现,但这些照相机无法克服外界物体所造成的遮挡。在Moven的惯性动作捕捉技术的出现之前,动作捕捉不可能在任意地点和完全漆黑的情况下进行,因为动作捕捉一

直受到相机的限制——即只有在相机能正常工作的地方,才能进行动作捕捉。

业界做了很多工作以加速虚拟世界的创造,如文字和声频/视频等,但我们用来创造虚拟世界的工具还只是开始。

随着SoC渐渐成为系统名副其实的一部分,对系统范围的理解将日益重要。(本文选自《微处理器报告》,莫怡欣译)

参考文献:

- [1] iMEMS accelerometers and gyroscopes, Blackfin DSP[R/OL]. <http://www.analog.com/>
- [2] Suit and downloads of software[R/OL]. <http://www.moven.com/>
- [3] BVH code[R/OL]. <http://www.cs.wisc.edu/graphics/Courses/cs-838-1999/Jeff/Example1.bvh>
- [4] Tools used for article video playback and framefreeze by InterVideo, Paint Shop Pro X[R/OL]. <http://www.corel.com/>
- [5] Tools used for article image selection and processing[R/OL]. <http://www.photodex.com/>

高集成度、小尺寸的电阻式触摸屏控制器

触摸屏广泛应用在消费类电子、工业/金融、医疗/保健、汽车等领域。在众多终端应用中,成熟的电阻式触摸屏技术以其

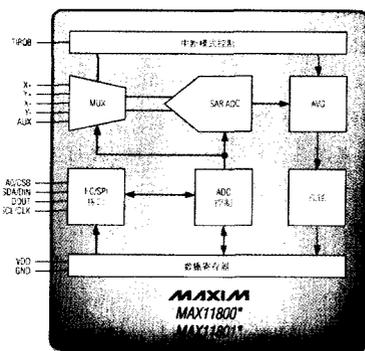
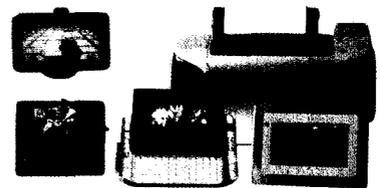


图1 MAX11800/801 功能框图

较高的分辨率和精度而受到普遍推崇。与其它触摸屏技术(如感应电容式触摸屏)不同的是,电阻式触摸屏技术可以用笔或手指输入。同时,该技术的性能不受显示器尺寸限制,因此可灵活变化。

Maxim提供性能领先的电阻式触摸屏控制器方案。高集成度、小尺寸电阻式触摸屏控制器MAX11800/801(图1)是在2.1mm×1.6mm封装内集成完整的电阻式触摸屏控制器,其功能特点如下:

- 数字后处理降低总线负荷并减少占用主机处理器资源;
- 先进的工作模式减少处理器的维护和管理;
- 先进的编程功能支持压力和坐标测量;



- 自动关断节省功耗,适合于低功耗应用;
- 可编程扫描速率平衡功耗和精度性能;
- 先进的滤波技术提高了触摸监测精度;
- 可编程孔径避免产生不必要的中断;
- 节省空间的WLP和TQFN封装,有助于实现终端产品的小型化;
- I²C(400kHz)和SPI(25MHz)版本,可与任何主机μP连接;
- 高速、25MHz SPI接口提供高速数据吞吐率。(冰)