

一种实时虚拟人反应式动画生成算法

潘志庚 程 熙 唐 冰
(浙江大学 CAD & CG 国家重点实验室 杭州 310058)
(zgpan@cad.zju.edu.cn)

A Real-Time Algorithm for Character Reactive Animation Generation

Pan Zhigeng, Cheng Xi, and Tang Bing
(State Key Laboratory of CAD & CG, Zhejiang University, Hangzhou 310058)

Abstract By combining motion capture data and dynamic simulation, realistic character animations can be obtained, which can interactively respond to contact forces in the environment. However, the previous character animation generation methods cost so much searching time to find out the appropriate motion capture sequences in the database so that the motion generation process can not run online. Moreover, animators need much manual adjustments to achieve the final realistic character animation. The authors present a parallel algorithm of two processes, and employ an artificial neural network to predict and pre-classify the recovery motion database in order to reduce the size of the search region. The artificial neural network is trained offline by a set of recovery motion capture data sequences and the database is classified according to the recovery motion strategy of the characters. The artificial neural network accepts several key DOFs of the character body segments as input, and outputs the subset label of the recovery motion sequence database as a result. In addition, the matching algorithm is improved for searching for motion capture sequences. The experiment demonstrates that the characters can be controlled and switched between motion capture data and dynamic simulation control modes naturally, and the system can generate reactive virtual character animation in real-time.

Key words reactive motion; character animation; artificial neural network; dynamic simulation; motion generation

摘 要 使用运动捕获数据驱动与动力学模拟相结合的控制方法,可以产生既真实又能对外界施加的作用力作出反应的人体运动.为减少以前方法中反应式运动数据搜索的时间开销并去除动画师需要的手工调节工作,采用并行计算,并引入人工神经网络的方法,根据虚拟人主要关节的位姿对反应运动类型进行预测,得到需搜索的反应运动子类型库.另外,对搜索匹配的算法进行改善以提高搜索效率.实验结果表明:系统中的虚拟人的运动能在两种控制方式之间灵活切换,并能实时响应外界的交互作用.

关键词 反应式运动;虚拟人动画;人工神经网络;动力学模拟;运动生成

中图法分类号 TP391.41

生成动作逼真、自然并且能实时地对外界的作用作出反应的人体动画是研究人员以及游戏制作人员的追求目标.人体动画中的运动捕获技术直接从现实人体运动中采集而来,因而在视觉上非常真实.

但是通过对运动捕获数据进行编辑来建立与环境高度交互的人体运动是很困难的,一旦处理不当,观察者很容易就会看出其中的问题^[1],因此运动编辑对于动画师的要求很高.另外,运动捕获数据的获取较为困难,往往需要专门的工作室,且由于电缆附在人体上会造成演员一定程度的动作失真^[2],因此单纯采用运动捕获数据驱动的方法不适合虚拟人运动的生成工作.基于动力学的物理模拟可以生成响应环境作用的人体动作,但是设计具有人类特性的控制器比较困难,单纯用动力学驱动的虚拟人,其运动类似于“布娃娃”(rag-doll)^[3].如何将运动捕获技术和动力学模拟这两种方法进行融合,生成既具有真实感同时又能对外界的输入实时地进行反应,即具有理想交互能力的人体动画是目前的研究方向之一.

本文针对文献[1]中提出的方法,设计了虚拟人反应式运动的实时生成算法,该算法能在运动捕获数据驱动和动力学模拟控制之间进行切换.虚拟人在一般情况下由运动捕获数据驱动,在受到外界的作用干扰后用动力学方法进行短时间的模拟计算,当动力学的模拟效果变得不太理想时,能从运动捕获数据库中搜索出作为跳转的目标运动序列以及精确的跳转帧位置,同时采用高效的插值方法形成光滑的中间过渡运动来衔接运动数据,从而完成控制切换的工作.

为了使运动的生成连贯且实时,算法采用了前后台线程并行计算的方法.同时文献[1,4]中均提到了他们的方法在运动捕获数据库中进行搜索以找到合适的跳转序列以及精确的跳转位置是相当耗时的,因而会影响到人体动画生成的实时性.对此本文引入了人工神经网络的方法对反应运动类型进行预测,从而能在搜索质量基本不变的前提下大幅度地缩短搜索的时间.

1 相关工作

文献[5]对虚拟人运动生成方面的主要应用、研究内容、虚拟人的几何表示与相关标准、虚拟人的行为建模以及实现方法等都进行了较为完整、系统的介绍.在此领域,研究者的工作主要集中在两个方面:其一,通过运动学的方法对运动数据进行修改,从而产生新的运动数据^[6-7];其二,采用动力学的方法对虚拟人进行物理建模,产生反应式的运动.许多研究者尝试通过对已有的运动进行加工处理,生成新的运动.

文献[8]通过对运动数据进行修改来实现虚拟人在与外界进行交互动作的同时保持平衡.该方法能较好地应用于二足虚拟人的行走动作,但由于在平衡过程中,需要采用逆向运动学方法求解出各个关节的坐标,其计算代价较高因此不能实时对虚拟人的反应进行计算.文献[9]提出了一种方法来生成虚拟人被外力“推”动作的动画,当“推”的外力到来时,一个通过用户进行训练的预言者从运动数据库中搜索出具有较好视觉真实性的反应运动.然而该方法的成功率高低取决于预言者的训练程度,而且预言者对运动真实感的判断与用户也有一定的偏差.文献[10]引入了一种方法来生成虚拟人的交互式平衡行为.他们将交互式的外力作用进行建模,并且将它作为动量运动的索引,从运动数据库中选择最为合适的反应运动序列.该方法对于外界输入的扰动有一定的限制,并且目前还只能处理人体静止状态下的反应运动.文献[11]借助于支持向量机,根据虚拟人的当前运动状态来自动选择合适的动作控制器,利用运动图的思路,生成了较长时间范围内的人体运动.

由于动力学模拟和运动捕获技术具有较大的互补性,因此在近几年的人体动画生成研究中,常常考虑将这两种技术结合起来使用.文献[1]提出了一种方法能将外界不可预料的作用加入到运动捕获驱动的动画系统中.他们在系统中结合了动力学控制器以及一个能从运动数据库中找到良好跳转运动序列的搜索引擎.但是受制于倒带机制以及搜索很费时等缺点,他们的系统难以多次且实时地响应外界的作用.文献[12]提出了一个混合式的方法,允许虚拟人在动力学模拟和运动学驱动之间进行切换.该方法在切换时,采用线性插值进行过渡,并且通过相似度来控制是否可以切换.但是由于事先没有对虚拟人的轨迹进行预测,因此该方法只能处理动力学模拟后虚拟人的位姿落在运动学关键帧附近的情形,所以具有一定的局限性.

2 虚拟人反应式运动生成方法

本文采用运动捕获数据驱动与动力学模拟相结合的方法来生成虚拟人的反应式运动,同时也用了多种方法使整体计算效率得到较大幅度的提高,基本可以满足虚拟人与外界环境实时交互性的应用要求.虚拟人运动的生成算法过程如图1所示,该图示意了虚拟人关节的角度数值的计算过程,系统最终

以 A—B—C—F—Sequence-2 的顺序驱动虚拟人进行运动。

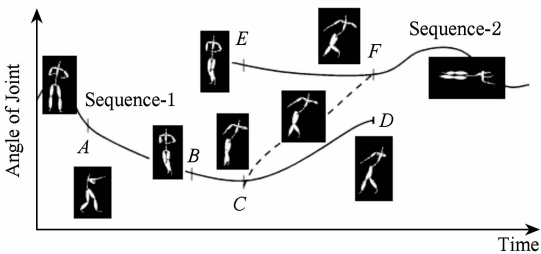


Fig. 1 Overview of character motion generation process.

图 1 虚拟人运动的生成过程

具体算法步骤描述如下：

Step1. 系统开始时由运动捕获数据驱动，直到虚拟人收到外界的交互式输入信号(图 1 中点 A，比如通过键盘键入另一人推的作用)；

Step2. 虚拟人在 B 处受到了该作用，立即进行动力学模拟，获得一定时间长度的虚拟人关节的运动轨迹数据(图 1 中 BC 段，该段的时间长度基本与人体的反应时间相等)；

Step3. 用事先经过训练的人工神经网络模型，以 BC 段中人体关键部位特征点的数值作为输入，输出则是需要搜索的反应运动数据库的某子集编号，子集按照人体采取的反应策略进行分类；

Step4. 在搜索到的子集内通过优化的匹配算法获得过渡自然的运动序列(Sequence-2)以及平滑的跳转点(图 1 中点 F)；

Step5. 以运动序列 2 为目标位姿状态，用动力学控制器模拟出运动轨迹(图 1 中 CD 段)；

Step6. 将 CD 段动力学运动轨迹和 Sequence-

2 中相应的(图 1 中 EF 段)运动序列进行插值，获得最终的中间过渡运动(图 1 中用虚线表示的 CF 段)。

Step7. 如果系统接收到停止指令，则退出，否则跳转到 Step1.

2.1 并行计算过程

为了能够连贯地绘制出虚拟人的运动轨迹，本文设计了两个并行的线程，称为前台线程和后台线程。前台线程负责根据运动数据来驱动虚拟人运动，完成绘制和显示的功能。而后台线程则负责运动数据的计算，并且适时地将计算结果返回给前台线程。

在系统的实现中，虚拟人开始的运动完全由运动捕获数据驱动。当有交互式的输入以后，系统启动后台线程，后台线程具有很小的时间步长，能快速计算出 BC 段的动力学模拟数据，进而搜索到跳转的 Sequence-2 并且得到过渡的运动轨迹 CF。后台线程根据给定的显示帧率，将虚拟人的各关节的轨迹数据传送给前台线程。前台线程以较大的时间间隔，对虚拟人的运动进行显示。通过并行计算的采用，虚拟人的运动在物理模拟之后可以连贯地与搜索到的运动捕获数据进行连接，而不需要等待。

2.2 动力学模拟预测运动轨迹

虚拟人遇到外界作用后进行动力学模拟，本文建立了从运动捕获数据到动力学模拟的映射关系，并用 Novodex 的 API^[13]建立了混合式的虚拟人骨架，形成了运动捕获数据与动力学控制器之间一一对应的关系。虚拟人身体各部分的质量(kg)以及各个关节的活动约束(°)如表 1 所示。

Table 1 Mass of Each Body and the Joint Type/Constraint in the Simulation Model

表 1 虚拟人身体各部分的质量以及各关节的类型及活动约束

Body Name	Mass/kg	Joint Name	Joint Type	Constraint	
				Rotate/(°)	Distort/(°)
Head	8.4	Neck	Ball	30.0	-8.0~8.0
Upper Body	11.7	Back	Ball	5.0	-5.0~5.0
Lower Body	11.4	Waist	Ball	45.0	-15.0~15.0
Root	10.3	Hip	Ball	25.0	-15.0~15.0
Thigh	10.2	Femur	Rotate	-85.0~0.0	*
Calf	6.0	Knee	Rotate	-25.0~25.0	*
Foot	0.9	Ankle	Ball	85.0	-10.0~10.0
Upper Arm	8.1	Shoulder	Rotate	-80.0~85.0	*
Lower Arm	2.1	Elbow	Rotate	-15.0~45.0	*
Hand	0.6	Wrist	Rotate	-60.0~60.0	*

* If the joint type is “Rotate”, there’s no distort constraint.

根据人体生物力学的研究结果,人体关节中有一些弹性的组织,它们在运动中能产生弹性阻尼的效果,对能量消耗的降低以及提高人体运动的稳定性都具有很大的作用,因此在动力学模型中也加入了这些弹性阻尼器.在实现中,虚拟人与环境之间以及虚拟人与虚拟人之间的相互作用,系统采用了Novodex 的物理引擎来处理.系统采用的人体骨架模型以及膝关节的模拟阻尼器结构如图 2 所示:

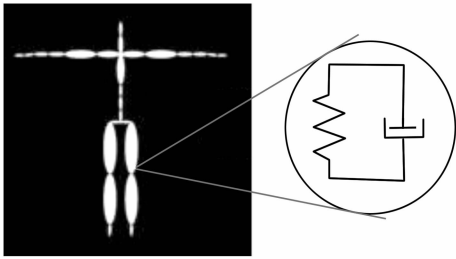


Fig. 2 Character skeleton model and the knee joint damper.

图 2 虚拟人的骨架模型及膝关节的模拟阻尼器结果图

当系统检测到环境输入的作用以后启动后台线程进行轨迹的预测.动力学模拟在虚拟人受到外力作用以后的很短一段时间内是有效的.在这段时间内,虚拟人的各种状态都会发生很大的变化,而且虚拟人还来不及作出自主意识的反应(比如采取保护动作以减少伤害等).随着时间的推移,由于缺乏符合人体真实反应特性的动力学控制器,动力学模拟的真实感就会变差.因此本文采用正向动力学的方法,在虚拟人遇到外力作用以后预测模拟一定的时间(图 1 中 BC 段),这个时间基本上与人体的反应时间相当.而之后虚拟人的动作则来源于运动捕获数据库.

2.3 神经网络预测

要使后台线程能适时地将计算结果返回给前台线程,用普通的计算方法是难以完成的.因为计算过程比较耗时,特别是 Sequence-2 的搜索过程就要占总运算时间的 70%^[1].而搜索所需要的时间与搜索的数据库容量直接相关^[4],因此采用一个较小的运动捕获数据库可以有效地减少搜索的时间,但却不能保证得到运动匹配程度较高的数据序列,从而可能造成视觉上的跳变.为了解决这个问题,本文在搜索前先采用了人工神经网络进行反应运动的预测,即根据人体对环境的作用采取的不同策略,在系统建立时通过训练获得分类的神经网络计算模型,而在以后每一次进行交互时,根据物理模拟中得到的

人体关键部位的位姿数据,计算以后得到需要搜索的反应数据库类型,从而可以有针对性地搜索某个较小范围的运动捕获数据库以大大减少搜索时间,使并行算法得以实现.

图 1 中 BC 段的运动数据可以作为运动搜索分类的依据.参考文献[14],首先对人体运动中作为输入端的状态向量进行筛选.本文选定了虚拟人在碰撞以后时刻 C 沿着脊椎方向上的头部、胸部、骨盆在 X 和 Y 两方向的位移以及质量中心的三维位移坐标的数值作为神经网络的输入.分类的依据来源于虚拟人的反应策略,在实现中分为向前迈一步平衡、向前迈多步平衡、向后迈一步平衡、向后迈多步平衡、摇晃身体与踝关节保持平衡、摔倒向前翻滚、摔倒向前用手支撑、摔倒向后蹲坐、摔倒向后用手支撑、侧面摔倒跪地 10 种行为.

系统采用监督式的 3 层前向神经网络,输入层为上述选定的 9 个特征值,代表前述的 9 个关键部位的位移量,输出为 4 个单元,代表分类的 10 种类型,隐含层节点选择 9 个.因此该神经网络为 9 个输入端、9 个隐层节点、4 个输出端的结构,各神经元的激励采用 Sigmoid 函数.在训练过程中,系统先将所有的输入数值进行[0,1]范围内的归一化,输出按照 0000,0001,...,1001,1010 进行编码来代表 10 种反应策略.

2.4 运动序列搜索

利用人工神经网络计算得到需要搜索的捕获数据库分类号后,系统进行动力学模拟的轨迹与运动捕获数据序列之间的相似度匹配计算.动力学模拟的序列与数据库中运动捕获序列两帧之间的差异,可以表示成对应关节的位置差以及角度差的权值之和.为了在视觉上获得较为连贯的效果,要求搜索出来的跳转帧之间不能有太大的差距,对相似度的计算也可以扩大到一个窗口大小范围内^[15].窗口的大小选择为一个典型的跳转所需要的时间.式(1)表示 f_s 和 f_m 两帧所在的两个窗口之间的距离:

$$D(f_s, f_m) = \sum_{i=0}^{\omega_s} \sum_{j=0}^J (\omega_{pj} \| p_j(f_{si}) - p_j(f_{mi}) \| + \omega_{\theta j} \| \theta_j(f_{si}) - \theta_j(f_{mi}) \|), \tag{1}$$

式(1)中 ω_s 为跳转窗口的大小, J 为虚拟人的关节数量. $p_j(f_{si})$ 表示 f_{si} 帧第 j 个关节的位置, $\theta_j(f_{si})$ 表示 f_{si} 帧第 j 个关节的旋转角. ω_{pj} 和 $\omega_{\theta j}$ 分别表示对第 j 个关节的差异进行线性和旋转角距离计算的权值因子,具体数值见表 2,表 2 中的所有数值权值均关于人体左右对称.当 $D(f_s, f_m)$ 在一定的范围

内,则确定为可以跳转的运动序列,即图 1 中的 Sequence-2.

Table 2 Weight of the Linear and Angle Distances in Character Motion Sequence Comparison

表 2 虚拟人运动序列比较中采用的各关节的线距离与角距离的权重

Joint Name	w_{pj}	$w_{\theta j}$
Neck	0.4	0.3
Back	0.4	0.4
Waist	0.6	0.6
Hip	0.8	1.0
Knee	0.6	0.8
Shoulder	0.6	0.4
Elbow	0.6	0.4
Wrist	0.2	0.2
Ankle	0.1	0.1

2.5 过渡运动生成

搜索到要跳转的反应运动序列以后,就必须生成两段运动序列之间的过渡运动.该序列的开始连接着原始的捕获运动序列,要求过渡自然,同时要符合外力作用的物理规律从而获得视觉上的真实感.而过渡运动的后面连接着跳转运动序列,也要求能光滑连接.图 1 中过渡运动 BF 可以分成 BC 和 CF 两段,此时只需要计算 CF 段的运动序列即可.图 1 中 CF 段的运动序列要求在结束的位置上,其人体位姿要与搜索到的运动跳转点处的位姿重合.系统采用了类似文献[1]提出的方法,但实现方法更为可靠.对于每一个关节,动力学控制器采用式(2)中所示的比例微分伺服器来计算作用在其上的扭矩以驱动虚拟人每个关节的运动.

$$\tau = k_s(\theta_{blend}(t) - \theta_{cur}) - k_d(-\dot{\theta}_{cur}), \quad (2)$$

式(2)中 k_s, k_d 是相应关节的刚性和阻尼增益, $\theta_{cur}, \dot{\theta}_{cur}$ 分别表示当前的关节姿态角度和角速度. $\theta_{blend}(t)$ 表示期望的关节角度函数的轨迹,它是由前后两段运动捕获序列进行混合得到的.根据式(2),可以得到完全基于动力学的反应运动(图 1 中 CD 段),但是 D 处和 Sequence-2 中 F 处的位姿往往是不重合的.为此系统采用了将 CD 段和 EF 段进行“淡入-淡出”式插值的方法来获得最终的 CF 段的运动.插值过程中,对于人体骨架中的根节点,采用线性插值,对于关节的角度旋转,则采用球形四元组插值的方法进行.

3 实验结果

系统的实现采用图 2 中所示的虚拟人模型,其中反应式运动捕获数据库中保存了不同种类、针对不同强度和方向外力的反应运动序列,可以大致分为向前迈一步、向前迈多步、向前倒地翻滚等 10 种基本行为.系统在开始时将符合一定条件的反应式运动分在一个子类型中,比如某类中都是向前跨单步的反应运动,然后通过对步行中的虚拟人,分别施加不同大小、不同方向的作用力,根据实际的动力学模拟结果确定虚拟人会采取的反应类型,从而完成对神经网络的训练.

为了显示算法的速度和稳定性,采用了一些不同的实验.经检验,采用前述结构的神经网络,其分类训练工作用 1000 个训练样本,其分类的准确度可以达到 95% 以上,而落在非预料反应运动集合中的情形也处于可以接受的范围内,比如大多数情况是在向前迈一步与向前迈多步之间有所偏差,在视觉上没有明显的物理非真实感出现,作为跳转的运动序列是可行的.

实验运行于 P4-2.4 GHz CPU 的机器上,用上述算法搜索出运动捕获数据库中的跳转运动序列的时间从完全搜索方法的 1.52~1.94 s 缩短为 0.09~0.15 s,具体结果如表 3 所示.这主要是因为采用了神经网络的预测分类大大缩小了搜索的范围,同时系统的匹配算法本身也有较大程度的优化.由于搜索的时间占用了整个后台线程大部分的计算时间,基于此改进,后台线程的计算效率得到很大提高,使虚拟人可以基本做到对环境的输入的交互作用作出实时的反应动作.

Table 3 Comparison of the Search Time Between Ordinary Method and Our Method

表 3 几种典型反应行为的传统搜索和神经网络预测分类搜索方法的时间对比

Reactive Motions	Ordinary	Our ANN Prediction
	Search Method	Search Method
Take one step, balanced	1.79	0.12
Take multiple steps, balanced	1.85	0.13
Ankle swing, balanced	1.68	0.09
Rolls forward, fall	1.77	0.12
Squat backward, fall	1.65	0.12
Catch falls using arms, fall	1.52	0.11
Knee on the ground sideward, fall	1.94	0.15

图 3 模拟了虚拟人受到意外打击后的反应运动合成效果. 该场景中有两个人, 右侧的虚拟人(2 号)先向左侧的虚拟人(1 号)跑去, 在接近的时候 2 号意外受到 1 号的一记冲拳, 系统立即转入并行计算模式. 后台线程首先用动力学方法计算 15 帧左右长度的 2 号运动数据(第 1 排第 3 幅图), 然后用训练好的神经网络计算出搜索子集分类号, 接着后台线程从向后迈一步的反应运动数据库中搜索到 2 号向

后迈一大步后转身倒地这段运动, 其后由该段运动来驱动虚拟人摔倒并俯卧在地上. 该实验作了一定的扩展, 2 号虚拟人倒地之后系统又用另外一段倒地后站立起来的运动捕获序列作为后续的连接运动, 驱动其完成了站起来的动作. 整个动画生成过程连贯, 两个并行线程配合协调. 虚拟人对外界的响应具有实时性, 具有较好的交互性, 同时在视觉上动画也显得比较真实.

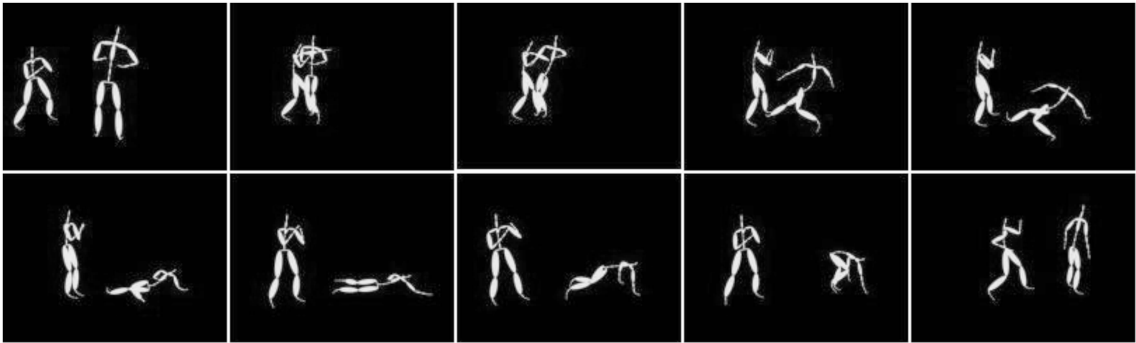


Fig. 3 Animation filmstrips of stepping backward and falling on the ground.
图 3 虚拟人受打击向后迈步、摔倒在地又重新站立的动画序列

图 4 模拟了虚拟人在运动过程中多次受到外力作用后的反应动作序列. 在每一次外力作用以后, 系统都进行并行计算, 继而通过神经网络进行反应运动的类别预测, 分别在摔倒向后用手支撑与向前摔

倒用手支撑的反应动作数据库中找到合适的连接运动, 最后通过过渡运动实时地合成一段视觉良好且能接受外界作用的虚拟人运动序列的动画.

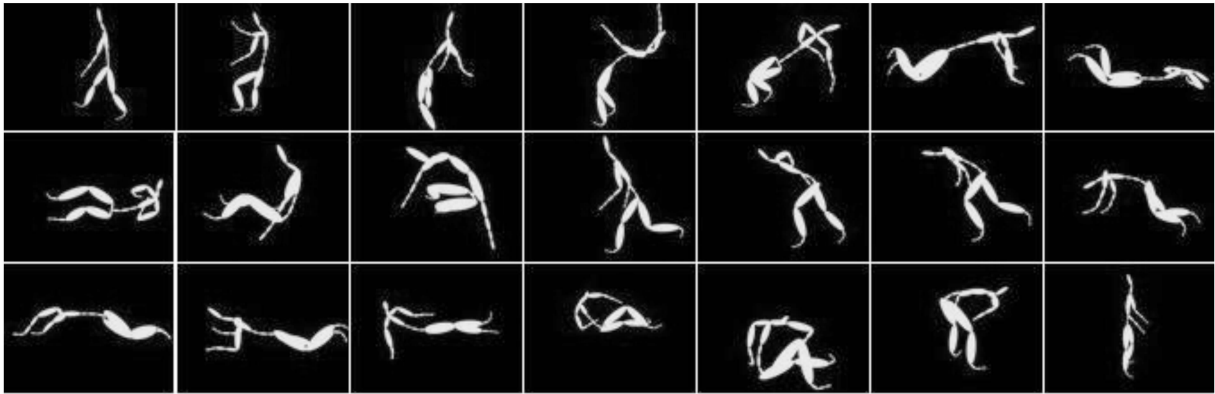


Fig. 4 Animation filmstrips of responding to multiple contact forces.
图 4 虚拟人运动中多次受到外力作用后的反应动作序列

4 结论与展望

本文提出了虚拟人与外界具有实时交互能力的动画生成方法, 其创新性主要在于人工神经网络方法应用于运动数据库的分类、前后台并行线程的采用、优化的高效运动搜索算法以及改良的动力学模拟计算方法等. 系统通过计算机程序自动合成交互

式的人体动画, 无需人工参与, 使动画制作的效率大幅度提高. 动画生成算法结合了运动数据捕获技术以及动力学模拟的方法, 使生成的运动具有较高的真实感以及良好的环境交互性. 本文的实验结果针对虚拟人倒地、站立等动作进行了模拟, 通过将运动捕获数据库按照不同的反应策略进行分类, 本文的算法可以应用于三维人体游戏制作以及虚拟环境中的各种交互式人体动画生成等应用领域.

本文算法中的动力学模拟采用的是基本的比例微分伺服控制器,缺少真实人体的反应行为特点,下一步可以在控制器中加入一些人体生物力学的特性,比如虚拟人的自我保护行为等,以进一步增加生成动画的真实性。

参 考 文 献

- [1] Zordan V B, Majkowska A, Chiu B, *et al.* Dynamic response for motion capture animation [C] //Proc of the 2005 ACM SIGGRAPH. New York: ACM, 2005: 697-701
- [2] Zhuang Yueting, Liu Xiaoming, Pan Yunhe. A video based human skeleton extraction technique for animation [J]. Journal of Computer Research & Development, 2000, 37 (4): 498-506 (in Chinese)
(庄越挺, 刘小明, 潘云鹤. 一种基于视频的人体动画骨架提取技术[J]. 计算机研究与发展, 2000, 37(4): 498-506)
- [3] Zordan V B, Hodgins J K. Motion capture driven simulations that hit and react [C] //Eurographics Symp on Computer Animation; Proc of the 2002 ACM SIGGRAPH. New York: ACM, 2002: 89-96
- [4] M Mandel. Versatile and interactive virtual humans: Hybrid use of data-driven and dynamics-based motion synthesis [D]. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 2004
- [5] Wang Zhaoqi. Study on synthesis of virtual human [J]. Journal of the Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, 2000, 17(2): 89-98 (in Chinese)
(王兆其. 虚拟人合成研究综述[J]. 中国科学院研究生院学报, 2000, 17(2): 89-98)
- [6] Luo Zhongxiang, Zhuang Yueting, Liu Feng, *et al.* Space-time constraints based motion editing and motion retargeting [J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2002, 14(12): 1146-1151 (in Chinese)
(罗忠祥, 庄越挺, 刘丰, 等. 基于时空约束的运动编辑和运动重定向[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2002, 14(12): 1146-1151)
- [7] He Huaqing, Hong Bingrong. A motion fitting algorithm for virtual humans [J]. Acta Electronics Sinica, 2001, 29(8): 1107-1109 (in Chinese)
(贺怀清, 洪炳榕. 一种虚拟人运动拟合算法[J]. 电子学报, 2001, 29(8): 1107-1109)
- [8] Komura T, Leung H, Kuffner J. Animating reactive motions for biped locomotion [C] //Proc of the 2004 ACM Symp on Virtual Reality Software and Technology. New York: ACM, 2004: 32-40
- [9] Arikan O, Forsyth D A, O'Brien J F. Pushing people around [C] //Eurographics Symposium on Computer Animation; Proc of the 2005 ACM SIGGRAPH. New York: ACM, 2005: 59-66
- [10] Yin K, Pa D K, Panne M V D. Data-driven interactive balancing behaviors [C] //Proc of the 2005 Pacific Graphics. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2005: 118-120
- [11] Faloutsos P, Panne M V D, Terzopoulos D. Composable controllers for physics based character animation [C] //Proc of ACM SIGGRAPH'01. New York: ACM, 2001: 251-260
- [12] Shapiro A, Pighin F. Hybrid control for interactive character animation [C] //Proc of the 11th Pacific Conf on Computer Graphics and Applications. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2003: 455-461
- [13] Moravanszky A. NovodeX Physics SDK [OL]. [2007-02-27]. <http://www.ageia.com/physx/index.html>
- [14] Ji Xishang, Gong Ningsheng, Zhu Wujia. Neural network pattern recognition method based on optimal classification face [J]. Computer Engineering, 2006, 32(22): 206-209 (in Chinese)
(纪习尚, 宫宁生, 朱梧楦. 基于最优分类面的神经网络模式分类方法[J]. 计算机工程, 2006, 32(22): 206-209)
- [15] Tang Bing. Reactive human motion simulation [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006 (in Chinese)
(唐冰. 反应跟随性人体动画生成研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006)



Pan Zhigeng, born in 1965. Professor, Ph. D. and Ph. D. supervisor. Senior member of China Computer Federation. His main research interests include virtual reality, augmented reality, virtual character animation, digital entertainment, digital watermarking, etc.

潘志庚, 1965年生, 博士, 研究员, 博士生导师, 中国计算机学会高级会员, 主要研究方向为虚拟现实、增强现实、虚拟人动画、数字娱乐、数字水印等。



Cheng Xi, born in 1984. Ph. D. candidate. Student member of China Computer Federation. His main research interests include virtual character animation, character behaviour modelling, physics based simulation, etc.

程 熙, 1984年生, 博士研究生, 中国计算机学会学生会会员, 主要研究方向为虚拟人动画、虚拟人为建模、基于物理的仿真等(chengxi@cad.zju.edu.cn)。



Tang Bing, born in 1977. Ph. D. His main research interests include virtual character animation, dynamic simulation, mobile graphics, multi-projector based immersive virtual environment, etc.

唐 冰, 1977年生, 博士, 主要研究方向为虚拟人动画、动力学模拟、移动图形、基于多投影的沉浸式虚拟环境等。

Research Background

Generating realistic character animation which can respond to contact forces is an active research area in character animation, and it is important to applications like computer games and character movies. Motion graph based approaches focus on the use of motion capture sequences by connecting similar frames with transitions. Combined with motion capture and dynamic simulation techniques, virtual characters can not only show rich motion details and styles, but also respond to unexpected contact forces from environment. In most situations, character animations need return to a mocap sequence after simulation. However, the motion sequence searching phase in most previous motion generation methods cost much time. Moreover, the final animation needs manual adjustment by animators. In this paper, a real-time character animation generation algorithm is presented by employing parallel simulation method and artificial neural network learning routine which is trained offline by a set of recovery motion sequences in the database and predicts online to reduce the motion search region. In addition, this paper optimizes the motion sequence matching computation method. The experiment results show that this work improves the reactive character animation generation algorithm and can be used in many real-time applications. This research is supported by the National High-Tech Research and Development Plan of China under grant No. 2006AA01Z303 and the National Natural Science Foundation of China under grant No. 60533080.

第 9 届中国 Rough 集与软计算、第 3 届中国 Web 智能和第 3 届中国粒计算
联合会议征稿通知

由中国人工智能学会粗糙集与软计算专业委员会和中国计算机学会人工智能与模式识别专业委员会主办、河北师范大学承办的“第 9 届中国 Rough 集与软计算学术会议(CRSSC2009)”、“第 3 届中国 Web 智能学术研讨会(CWI2009)”和“第 3 届中国粒计算学术研讨会(CGrC2009)”拟定于 2009 年 8 月 22 日至 8 月 23 日在河北省石家庄市河北师范大学召开. 现将有关征文事宜通知如下, 请相关研究人员踊跃投稿和参会.

征文内容(主要包括,但不局限于以下方面)

Rough 集与软计算:

Rough 集理论及应用

Fuzzy 集理论及应用

多准则决策分析

情感计算

智能信息处理

Web 智能:

智慧网络

认知 W1 模型

网络支持系统

Web 信息抽取

粒计算:

粒计算基础

信息粒化

邻域系统

数据仓库的多粒度聚合

计算智能

软计算的逻辑基础

近似推理与不确定性推理

模式识别与图像处理

知识科学

Web Farming 与 Web 挖掘

基于 Web 的智能信息系统

语义 Web

Web 服务

词计算

信息粒的表示

认知信息学

基于粒计算的模式分析与处理

机器学习

软计算及其应用

知识发现与数据挖掘

生物信息与生物计算

知识技术

数据和知识网络

Web 信息安全

网络推理机

其他有关领域

商空间理论及应用

区间分析

双(异质)聚类

基于粒计算的 Web 智能

神经网络

概念格

数据仓库

演化计算

其他有关领域

集成智能系统

智能 Agent

Web 信息过滤

粒逻辑与推理

聚类分析

多层次数据挖掘

其他相关领域

投稿要求

1) 投往会议的稿件必须是原始的未发表的研究成果、研究经验或工作突破性进展报告,一般不超过 6000 字.

2) 论文包括中英文题目、作者姓名、单位、籍贯、职称、地址、邮编、E-mail 地址、联系电话、中英文摘要(一般不超过 300 字)、关键词、中图分类号、正文和参考文献;请将基金资助项目及批准号标注于首页页脚;参考文献的著录请包含:作者、论文名、期刊名(书名、出版社、出版地)、出版年、卷、期、页码等项目.

3) 录用论文在《计算机科学》为会议出版的论文集上发表. 根据论文评审和报告情况,确定优秀论文并推荐给各期刊正刊发表. 在各期刊正刊发表前,作者须根据审稿意见和会议交流情况,扩充并修改论文,然后提交稿件给各期刊. 推荐的期刊正刊包括《Web Intelligence and Agent Systems》(WIAS, EI 收录)、《The Journal of Chinese Universities of Posts and Telecommunications》(JCUP, EI 收录)、《International Journal of Computer Science and Knowledge Engineering》(IJCSKE)、《模式识别与人工智能》(中文核心, EI 收录)、《计算机科学》(中文核心)、《计算机科学与探索》、《广西师范大学学报》(中文核心)、《河北师范大学学报》(中文核心)等国际国内期刊.

4) 论文请用 Word 排版(具体排版格式请参考《计算机科学》),欢迎通过会议网站在线投稿.

5) 投稿请登录会议网站: (<http://web.hebtu.edu.cn/aacrssc/crssc2009>).

注意:1) 请申明拟投稿的具体会议(如 CRSSC2009、CWI2009 或 CGrC2009). WIAS、JCUP 和 IJCSKE 的投稿需要英文稿. 希望被推荐到这些期刊的论文作者,必须投英文稿件.

2) 投稿时请务必留下详细通信地址、邮政编码、电话及 Email,以便联系.

3) 请注明第一作者是否为学生,以便于优秀学生论文评选.

重要日期

截稿日期(收到): 2009 年 3 月 20 日;

录用日期(发出): 2009 年 4 月 30 日;

论文修改稿接收和论文注册截止日期(收到): 2009 年 5 月 31 日.

联系方式

联系人(联系电话): 米据生 (0311-86268451, 13931160941); 张子龙 (0311-86269405)

电子信箱: crssc2009@mail.hebtu.edu.cn(秘书组); mijsh@263.net (米据生).