

Study on Similarity Theory Application to PCVR

Qi, Man¹ Zhang, Heng¹ Zhang, Guangjian² Qi, Yonghe³

1: Institute of Mechanics, CAS, Beijing 100080, P.R.China

2: Chinese Intellection Science Association, Beijing 100052, P.R.China

3: Chinese Technology Market Association, Beijing 100052, P.R.China

Abstract: In the paper, similarity is applied to capture its radiant effect on virtual reality technology. It solves the contradiction of high quality real-time graphics and low cost PC. PCVR technology can be realized at high performance/price rate.

Keywords: similarity, Virtual Reality(VR), PC

微机虚拟现实(PCVR)应用相似论研究探讨

齐曼 张珩

(中国科学院力学研究所 中国·北京100080)

张光鉴 齐永和

(中国思维科学研究会筹备组 中国·北京100052) (中国技术市场协会 中国·北京100052)

摘要: 本文利用相似论的观点和方法, 努力捕捉微机虚拟现实技术中相似性的技术辐射效应。从而解决高质量实时图形与低成本微机之间的矛盾, 以高性能价格比实现微机虚拟现实(PCVR)技术。

关键词: 相似论, 虚拟现实, 微机

一、问题提出

微型计算机由于成本低, 便于安装操作, 已成为广泛使用的主流电脑。而虚拟现实技术目前不仅应用在军事演习模拟, 各类驾驶员训练, 外科手术遥控和建筑设计模型等领域, 而且正向立体电视, 虚拟演播, 虚拟会议, 虚拟公司和商店等方面迅速发展。因此, 应用低成本微机实现虚拟现实技术是社会发展的迫切需求^[1]。此外, 虚拟现实的整个过程就是一个相似过程。依据相似原理, 利用相似技术处理大量的现实相似问题, 不仅是社会需要, 而且也有可能实现。

目前, 虚拟现实技术的基础主要是实时三维图、三维图形, 而实时三维图形显示的运算需要高速计算能力和较强的三维图形显示功能的图形工作站硬件。我们研究的目的就是利用相似论的观点和方法进行技术创新, 从而达到相似的效果。这样, 一般用户在个人电脑上就可以拥有高档的图形工作站功能的虚拟现实技术。

二、研究思路

在科学技术发展的过程中, 大量的相似现象反映着极其重要的本质和规律^[2]。我们必须自觉利用相似论的观点^[3], 使实践上升到高一级认识, 从而实现技术创新, 促进科技进一步发展。

虚拟现实技术的理论基础就是相似论。所以, 实现虚拟现实技术创新, 必须以相似论为理论指导, 应用客观世界和主观世界中相似运动, 相似联系和相似创造这三大规律, 实现虚拟现实技术的相似创新。

一般微机与高性能图形工作站相比, 它的运算

速度低, 存储容量小。所以目前微机用虚拟现实实时图形处理软件, 就会出现图形绘制速度达不到要求, 产生延迟现象; 从而造成虚拟现实存在感和用户执行效率都不能满足一般使用要求^[4]。为此, 应对虚拟现实的实时图形算法和软件创新, 使微机与图形工作站有相似性能和相似效果。此外, 相似于人类脑活动, 比如: 优秀足球运动员临门一脚, 这是学习知识积累和相似块调用, 才能在一瞬间完成对方防守判断对策和踢足球部位以及用力大小, 方向等一系列高难动作。这种相似创造, 可在微机软件中采用预处理技术和相似块调用来实现虚拟现实技术。

三、应用举例

1. 相似于人类视觉观察的连续性, 实时图形生成的连续帧具有极大的相似性。利用这种相似性将画面相关信息在连续帧传递, 可从根本上减少一帧图形生成的计算量, 加速绘制过程。下一节给出帧相似性应用的具体实现。

2. 相似于人眼睛对周围环境观察存在着可见与不可见的客观事实。微机采用视锥取舍技术是实现微机虚拟现实技术的有效方法。这种方法采取可见性判断规则, 将视域之外物体不绘制, 不仅可节省大量存储空间, 而且也提高了实时显示速度。

3. 远程外科手术的环境和手术者的静态图形要素, 也可以应用相似原理事先在两端的微机上存储, 然后随着手术进行局部可视性处理, 这样, 可在低速度微机和网络上实现外科手术的虚拟现实技术。

4. 相似于人观察周围环境的图形总是由近及

远,从清晰到模糊的规律,可以研制多层次多精度图形模型,不同的场景情况采用不同的精度模型。这样,可以用微机提高图形生成速度,满足虚拟现实技术要求。当然,为了避免突跳现象,还要设计好切换时显示的细节模型。

5. 相似于摄影机在固定视点对静态全景进行漫游拍摄,用相似结构在微机中存放全景图,然后利用相似块调用办法完成图象镶嵌技术,从而实现虚拟现实的三维图形实时显示。

6. 相似于复杂的动态环境,比如风浪中的船舶和风雨中的花草等,利用固定视点漫游就难以实现。可采用相似块的场景库组合和插值技术生成相似的虚拟现实动态图形。

四、帧相似性应用实现

连续帧的帧相似性一方面表现在前一帧的大部分物体在当前帧仍然可见(虽然某些物体从视野中消失,某些新的物体出现);另一方面表现在连续帧均可见部分所呈现的相似性。

实时视觉仿真的帧频要求限制了连续帧的帧间隔时间是很短的,如设帧频为20帧/秒,则帧间隔时间为0.05秒,在此如此短的时间内视点移动的范围是有限的,这正是前一帧的大部分物体在当前帧为什么仍然可见,虽然与视点移动的速度及场景的分布也有关,但这个结论不失一般性。

连续帧均可见的场景部分所呈现的相似性从帧画面生成角度说明在连续帧图元深度关系的相似性。

计算机三维图形实时生成的核心是隐藏面消除算法^[5],而面元深度排序算法是最普遍使用的隐藏面消除算法之一^[6]。它相似于人类视觉观察近处物体遮挡远处物体的现象,算法的主要思想是:组成一帧图象的面元按距离视点的远近进行排序,建立优先级,按照与视点的距离由远及近地依次显示各个多边形面,这样,如果某些面之间有重叠,离视点较近的面遮住较远的面,从而就自然而然地解决了隐藏面消除问题。这种算法主要计算量在面元排序,一般每帧对画面的所有面元排序。如何应用帧相似性减少每帧的排序计算量是优化算法,加速计算的关键。

事实上,相似于人类观察得出:当视点做X,Y方向的平移运动时,连续帧均可见面元的深度值不变;当视点做沿Z轴平移运动时,连续帧均可见面元的深度值变化同样的量;当视点做绕Z轴的旋转运动时,连续帧均可见面元的深度值不变。对这几种情况连续帧均可见面元的深度排序顺序不变。当视点沿X,Y轴做缓慢的旋转运动时,连续帧均可见面元的深度值近似不变,面元的深度排序顺序也近似不变。

由上面连续帧深度关系相似性分析得出,可充分利用前一帧面元深度排序结果,减少排序计算量。具体做法为对当前帧中存在的前一帧面元

(旧面元)直接利用前一帧排序结果,即无需对它们重新排序,只需将当前帧中新增加的面元插入,形成当前帧面元的排序队列。

一般排序算法的计算复杂度是 $O(N^2)$,其中,N是当前帧的面元数。采用上述帧相似性的排序计算复杂度则为 $O(N_{new}^2)$,其中, N_{new} 为当前帧新增加的面元数。根据帧相似性特性之一,前一帧的大部分物体在当前帧仍然可见,当前帧新增加面元数一般远远少于旧面元数,即 $N_{new} \ll N$ 。由此可知,利用帧相似性可极大地减少排序计算量,从而加速一帧图象的绘制过程,提高实时显示的帧频。

根据上述改进的面元深度排序算法,用C语言编制了一个基于PC的城市漫游仿真实例用于测试改进算法的性能及实时仿真效果,场景包括房屋建筑,街道,汽车(静止状态)等25个物体由23,400个三角形组成的方圆2500平方米范围。测试环境:pentium II350; 128M内存; 普通显示卡; windows98;MSC/C++; 屏幕分辨率1024×768,没有图形加速硬件。

视点运动选择四种情况:1.水平缓慢运动,2.绕Z轴缓慢旋转运动,3.绕Y轴缓慢旋转运动,4.水平快速运动。平均测试结果见下表1所示,表中旧排序算法指不采用帧相似性的排序方法。

表1 视点不同运动的帧频比较(平均值)

	帧平均面元数	帧平均旧面元比率	旧排序算法平均帧频	改进的排序法平均帧频
1	2498	91.76%	5f/s	21f/s
2	2353	100%	6f/s	23f/s
3	2465	81.83%	5f/s	17f/s
4	2369	11.91%	6f/s	7f/s

由上面表中可得,对1,2,3的情况,利用帧相似性改进的排序使帧频得到了大幅度的提高,主要是旧面元数在每帧画面占多数,而且旧面元比率越大,改进的排序算法效率越高,帧频越高。对于第4种情况,利用帧相似性的计算时间没有明显优势,因为新画面大部分为新的面元。测试结果验证了它对变化小的连续帧较适合,对视点的快速变化,可利用的帧相似性少,改进算法的加速效果不明显。但对一般的视点运动,连续帧具有一定的相似性,改进算法对加速排序,提高实时显示帧频是有意义的。

利用帧相似性改进的深度排序算法在低端平台的实时视觉仿真中获得了较好的实时效果。

五、结论探讨

相似理论是在钱学森先生提倡下,由张光鉴为

主编著出版了“相似论”，至今只有十多年的历史。在实际工作中虽然已有应用，但自觉地运用相似论指导工作还只是少数人。如果大多数人能主动地应用相似论于实际工作，必然会产生巨大的效益，特别是对社会急需的虚拟现实技术的发展，如能应用相似论作指导，必然会有新进展，例如，当前已实际应用的“立体头盔”，如果应用相似理论创新，不久将来盲人通过相似于视神经信息传递过程，就能够较容易地实现重见光明的理想。

虚拟现实技术是目前自动化技术中极富挑战性的工作，对国家经济发展和军事战略等方面都有重要影响。因此，发达国家都在激烈抢占这一技术制高点。我国在这方面起步较晚，目前一些关键技术没有自己的知识产权。面对这一现实，如果没有创新就没有出路，所以，应用相似论走出中国虚拟现实技术发展的道路，越过目前技术水平变落后为超前。

虚拟现实技术有着广阔应用前景，但要广泛应用它必须采用低成本微机来实现，我们虽然提出了几点相似论在虚拟现实中的应用实例，也实现了其中的一点并进行了分析，但对相似论和虚拟现实技术还有待更深入研究。本文的主要目的是起到抛砖引玉作用，使大家对相似论应用引起重视。

参考文献

1. Sam Uselton, et al., *Graphics PCs will Put Workstation Graphics in the Smithsonian*, Proc. of SIGGRAPH'96, 1996, p506
2. 张光鉴, 相似论, 江苏科学技术出版社, 1989
3. 李元, 利用相似理论来指导建模, 计算机仿真 1999.1, Vol.16(1), p49-51
4. Cardullo F. M., *Virtual System Lags: the Problem, the Cause, the Cure*, Proc. of the 1990 Image V Conference, 1990, p31-42
5. Foley J., Van Dam A., Feiner S. K., Hughes J. F., *Computer Graphics: Principles and Practice*, Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1996
6. Freeman H., ed., *Tutorial and Selected Readings in Interactive Computer Graphics*, IEEE Comp. Soc. Press, Silver Spring, MD, 1980