

## 三维变形技术在汽车造型设计中的应用

郭健宏, 戴立玲

(江苏大学, 镇江 212013)

**摘要:** 通过对三维变形技术应用于汽车造型设计中的实例分析, 探讨了三维变形技术在汽车造型设计中的研究现状。论证了由计算机自动生成不同于现有汽车形态的三维变形技术, 不仅缩短设计周期, 而且还能为造型设计师提供大量的车型设计和车厢内设计素材, 弥补了现有汽车造型软件的不足, 为汽车造型设计创新和未来汽车设计提供新思路和新方法。

**关键词:** 三维变形; 汽车造型设计; 创新

**中图分类号:** TB472   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1001-3563(2011)14-0050-04

### Application of 3D Morphing Technology in Car Styling Design

GUO Jian-hong, DAI Li-ling

(Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

**Abstract:** Through the case analysis of 3D morphing technology applied to the car styling design, it discussed the research status of 3D morphing technology in the car styling design. It demonstrated that the 3D morphing could automatically generate new shapes different from the existing car by computer. The 3D morphing can not only shorten the design cycle, but also provide a lot of stylist designs and car styling design, which is a good supplement of recent car styling design technologies. Besides, it also provides new thought and method for the car styling innovation and future car styling design.

**Key words:** 3D morphing; car styling design; innovation

现代社会, 汽车除了其本身固有的使用功能外, 还承载了许多符号功能, 成为现代人标榜不同个性、喜好、身份和地位的象征。所以在汽车销售中, 除了汽车的内在品质之外, 汽车造型设计总是被格外关注。汽车造型设计能否吸引和打动消费者, 将直接关系到新款汽车产品能否成功上市, 甚至关系到整个汽车企业发展的命运。目前中国汽车也已经进入了稳定高速发展的阶段, 但也应该看到中国汽车在走向世界的时候, 中国汽车品牌在国际市场上还没有立足。如何将“中国制造”变为“中国创造”, 使之走向汽车强国的关键是自主创新。汽车造型设计的创新是汽车创新的核心之一。现有的CAD软件并不具有造型创新能力的模块。

三维变形技术能够自动生成大量不同于现有产品的新形态, 这些新形态不仅不同于给定的初始物

体, 而且三维变形过程中得到的一系列中间物体也互不相同。因此, 将三维变形技术应用于汽车造型设计, 可以激发设计师的设计灵感, 有助于汽车造型的改进和创新。而且, 随着三维变形技术不断发展和完善, 该技术将弥补现有CAD软件不足, 成为汽车造型创新和改进设计的有效手段。

### 1 三维变形技术基本原理

三维变形技术是在三维空间中给定2个物体, 源物体 $S$ 和目标物体 $T$ , 在由 $S$ 到 $T$ 的变形中产生一系列中间物体 $\{M_t | t \in [0, 1]\}$ , 其中,  $M_0=S, M_1=T^{[1]}$ 。三维变形过程中得到的一系列中间物体同时具有2个初始物体上的某些特征, 但彼此之间又各不相同。三维变形技术示意图1<sup>[2]</sup>, 展示了不同的2款LCD显示屏之间的

收稿日期: 2011-03-25

作者简介: 郭健宏(1985-), 女, 吉林延吉人, 江苏大学硕士生, 主攻计算机辅助设计。



图1 三维变形技术示意

Fig.1 The schematic diagram of 3D morphing

变形过程。图1中0%和100%分别为给定的第一款LCD显示屏(源物体)和另一款LCD显示屏(目标物体),两者之间为得到一系列新的LCD显示屏模型。一系列新的LCD显示屏是由第一款随着 $t$ 单调变换到另一款的过程中产生,并且新的LCD显示屏同时体现源物体和目标物体的产品特征。

## 2 三维变形应用于汽车造型的算法研究现状

汽车造型是一个复杂的自由曲面问题,但其基本造型元素仍然是点、线、面。从描述造型的角度看,点虽然具有重要的造型意义,但对造型描述不充分;线源于点而展成面,是“承下启上”的造型元素;面最能表达形态的全部内容<sup>[3]</sup>。根据汽车模型在计算机表达方式的不同,主要介绍以下几种三维变形技术。

### 2.1 基于2D轮廓的三维变形算法

汽车侧面轮廓线是表达和控制整车造型信息量最大的特征线,又叫汽车造型对称线。因此基于2D轮廓的三维变形技术就成为汽车造型技术中不可或缺的一种方法。基于2D轮廓线的变形算法一般包括以下几个步骤:(1)用一系列平行于汽车造型对称线的平面切割汽车曲面,这些平面与汽车曲面求交,得到一系列互相平行的2D轮廓线;(2)用相同的方式表达目标模型,2D轮廓线越多,特征丢失就越少,但是计算复杂度越难;(3)寻找对应的2D轮廓线组之间顶点的对应关系;(4)利用建立的对应关系进行2D轮廓线之间的插值变换从而获得汽车车身的中间模型。基于2D轮廓的汽车变形算法见图2<sup>[4]</sup>,由汽车变形到一



图2 基于2D轮廓的汽车变形算法

Fig.2 Car morphing algorithm based on 2D contours

粒水滴的过程。

### 2.2 基于投影的三维变形算法

三角网格是最常见的模型表示形式,对于具有复杂拓扑结构的汽车模型具有较强的描述能力,而且能够表达汽车形态的全部内容。为了保持这种拓扑结构,学者们提出了基于投影的三维变形算法,该算法主要步骤见图3。

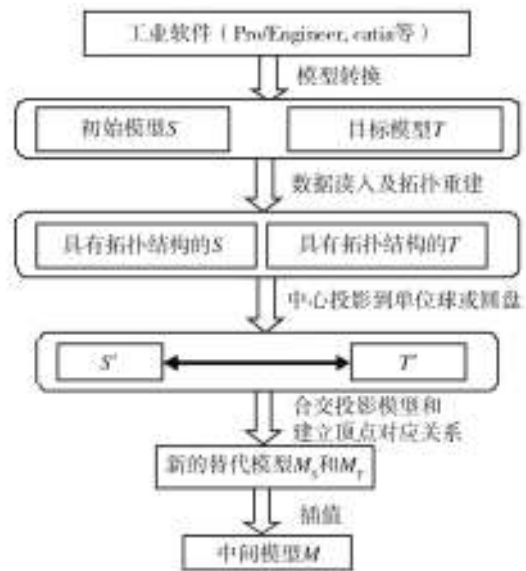


图3 基于投影的算法流程

Fig.3 Algorithm process based on projection

1) 将 $S$ 和 $T$ 投影到单位球或单位圆盘上,分别得到投影拓扑模型 $S'$ 和 $T'$ 。要求投影过程能够保持原模型上的拓扑关系不发生改变,并且无自相交情况发生。

2) 根据投影模型 $T'$ 上顶点和投影模型 $S'$ 上顶点的几何位置关系,计算出模型 $T$ 上顶点在模型 $S$ 上的对应位置坐标值,将这些坐标值根据 $T$ 的拓扑关系建立与之一致的初步拓扑模型 $M_s$ ,然后将 $S$ 上的顶点依次插入初步模型 $M_s$ 得到新的模型 $M'$ 。

3) 同上,计算出模型 $S$ 上顶点在模型 $T$ 上各顶点的对应坐标值。同时根据 $S'$ 和 $T'$ 间的位置关系,将 $S$ 上顶点插入 $T$ 上与之对应的三角形面片中,得到新的拓扑模型 $M_r$ 。

4)  $M_s$ 是 $M_r$ 拓扑一致的新模型 $M$ ,根据确定的插值关系得到中间一系列模型,三维变形过程结束。

大众和保时捷投影到单位圆盘上的变形过程和水滴与车身投影到单位球上的变形过程,见图4<sup>[5]</sup>和5。

### 2.3 其他三维变形算法

根据模型的不同表达方式(如NURBS曲面、点云、隐式曲面等),有很多三维变形算法,如基于 $T$ 样条的



图4 基于投影的(单位圆盘)汽车变形过程

Fig.4 Car morphing process based on projection (unit disk)



图5 基于投影的(单位球)汽车变形过程

Fig.5 Car morphing process based on projection (unit sphere)

三维变形算法<sup>[6]</sup>、基于距离场的三维变形算法<sup>[7]</sup>、基于形态学的三维变形算法<sup>[8]</sup>等,这些算法各有优缺点,文献[9]中进行了较为详细的描述,这些算法对汽车造型设计有着重要的意义。

### 3 三维变形技术在汽车造型设计的应用价值

三维变形技术目前已经广泛应用于影视娱乐、医疗系统、计算机动画以及计算机辅助设计中。特别是在动画人物创建和影视特技等方面已经十分成熟。对于汽车造型设计,该技术有着十分重要的应用价值。

1) 为汽车造型设计提供创新手段。现有的CAD技术以及汽车造型软件是以工具的角色出现在汽车造型设计中,它仅仅协助设计师表达其设计构思,而不能帮助设计师创新。而三维变形技术可以将汽车模型变形到设计师要求的目标模型。在这个过程中,计算机自动地得到一系列的不同中间模型。这些形态具有目标模型的特征又不丢失汽车模型的特征,由于无法预估中间模型的形态,所以会产生一些并非是设计师的设计构思。这种特性可以应用到汽车仿生设计中的形态仿生设计,汽车仿生设计包括形态仿生设计、功能仿生设计、结构和材料仿生设计<sup>[10]</sup>。三维变形技术可以将模型具有仿生特性的同

时具有创新的特性。因此,该技术为汽车造型设计提供了创新手段。

2) 为汽车造型设计师提供大量汽车车型参考素材。在汽车造型设计之初,设计师需要通过大量相关的产品信息和产品知识刺激他的想象力。三维变形技术仅仅通过2个模型产生大量的中间模型,而且随着时间的不断细分,中间的新模型就会多,从而产生大量的设计素材。大量的设计素材可以作为设计师的参考资料,缩短设计周期。

3) 帮助设计符合空气动力学的汽车造型。空气动力学和车身造型有着密不可分的关系。流线设计运用到汽车车身上不仅更有利于降低风阻,更重要的是增加了车身外形的美观度<sup>[11]</sup>。如图2和5,水滴是优良的流线型模型,汽车模型变形到水滴的过程中会产生一系列流线型模型完全符合汽车动力学,设计师将这些模型导入汽车分析软件中得到最优化的汽车车身。同样,汽车模型可以与符合汽车造型功能要求的模型混合,得到设计师要求的模型。三维变形可以把技术与美学杂糅在一起,使汽车造型设计科学、先进、具有前瞻性。

4) 三维变形技术具有直观性和即时性。中间汽车模型是以三维形式表达的,与二维草图相比,中间汽车模型具有更多的造型信息,因此方便设计师可以从多角度观察汽车的每个细节。而且三维变形结果能在各种CAD软件中使用,可直接用于快速成型及模具开发等方面,因此不仅可以得到创新而且可以降低设计师后期处理的工作难度和缩短设计周期。

5) 帮助设计师开展概念车(未来车)设计。将设计师创作初期制作概念模型和现有的汽车模型混合,或者混合任意的箱体模型,得到意想不到的新汽车形态,从而帮助设计师设计概念车模型。

### 4 三维变形技术应用于汽车造型设计的前景

随着三维变形技术的不断发展完善,其应用于汽车造型设计的价值和可行性不断地增强。

1) 三维变形技术在多个模型之间的变形能力不断增强,不仅可以使中间汽车模型的素材更加丰富,而且与满足造型功能要求的多个模型混合会得到意想不到的功能。形态特征多样化,能给设计师提供更

多独特的产品造型信息。

2) 三维变形技术在色彩混合的能力不断增强。汽车造型与汽车色彩是相辅相成的,汽车颜色仅次于造型的一种设计要素,直接影响消费者的购买倾向。随着三维变形技术在色彩之间变形的能力不断完善,使得中间汽车车型不仅能够在形态上丰富,而且色彩信息同时也更加丰富,从而增强汽车的美感和提高市场竞争能力。

3) 汽车造型与民族特性具有相当的关系。如法国车浪漫奔放,德国车稳重简洁,日本车灵巧精干,美国车大气张扬。三维变形技术可以将具有中国个性的造型结构与汽车模型混合或者与具有其他民族特性的汽车模型混合,力求得到“中国汽车的设计风格”。

4) 人机交互对汽车造型有着重要的影响。随着人机交互的手段在三维变形技术的完善,设计师可以对变形过程中的细节进行控制,如指定特征的对应。这样的人机交互可以对汽车的细节进行改善并符合设计师的设计意图。同时对汽车产品的调研也有一定的作用。

## 5 结语

汽车造型设计对国民经济的发展有重要意义。三维变形技术为汽车造型设计提供了一种全新的辅助设计手段。虽然该技术在汽车造型设计中的应用还不成熟,但是随着该技术的发展完善,对汽车造型

创新设计、具有中国特色的汽车造型设计、概念车的设计等有着重要的应用价值。

### 参考文献:

- [1] ALEXA M.Recent Advances in Mesh Morphing[J].Comput Graph Forum,2002,21(2):173-197.
- [2] HSIAO S W,LIU M C.A Morphing Method for Shape Generation and Image Prediction in Product Design[J]. Design Studies,2002,23(5):523-556.
- [3] 赵丹华.汽车造型特征与特征线[J].包装工程,2007,28(3):115-117.
- [4] CHEN S E,PARENT R E.Shape Averaging and Its Applications to Industrial Design[J].IEEE Computer Graphics & Applications,1989(9):47-54.
- [5] KANAI T,SUZUKI H,KIMURA F.Metamorphosis of Arbitrary Triangular Meshes[J].IEE Computer Graphics & Applications,2000,20(2):62-75.
- [6] YANG H, JUTTLE B.3D Shape Metamorphosis Based on T-spline Level Sets[J].Visual Comput,2007,23:1015-1025.
- [7] LEVIN D.Multidimensional Reconstruction by Set-valued Approximation[J].IMA J Numer Anal,1986(6):173-184.
- [8] KAUL A,SSIGNAC J Ro.Solid Interpolating Deformations: Construction and Animation of PIPs[J].Computer & Graphics,1992,16(1):107-115.
- [9] 李华.Metamorphosis 技术综述[J].计算机研究与发展,2002,39(5):524-532.
- [10] 张希可.汽车仿生设计[J].包装工程,2008,29(12):227-229.
- [11] 詹伟杰.流线设计对汽车外观设计的影响[J].包装工程,2009,30(3):139-142.

(上接第45页)

### 参考文献:

- [1] 洪麦恩,唐颖.现代商业艺术空间艺术设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [2] 切沃·弗朗西斯科·阿森西奥.餐饮空间细部[M].杭州:浙江科学技术出版社,2000.
- [3] 郭立群.商业空间设计[M].武汉:华中科技大学出版社,2008.
- [4] 吴宗敏,吴宗建.餐饮空间VI设计特征分析[J].装饰,2010

(8):99.

- [5] 涂欢,熊兴福.论标志的“以人为本”设计[J].包装工程,2005,26(4):126-128.
- [6] 汪建松.穿越“食空”——当代餐饮环境设计中的“非物质文化”[J].装饰,2008(2):21-25.
- [7] 刘铮.餐饮厅光环境设计探讨[J].室内设计与装修,1999(2):69.
- [8] 胡书灵.视觉识别系统与公共环境的结合设计[J].美苑,2006(3):65.