

# 德国工业中 VR/AR 技术 应用现状和趋势

■ 德国 Heinz Nixdorf 研究所、帕德博恩大学 Jürgen Gausemeier 教授, Michael Grafe 沈庆

全球制造业领先的国家之一,德国在全球范围内的工业领先性可以认为是在短时间内设计和制造出高质量的产品。然而德国也是一个高消费的国家,这使得德国的人工和物资变得相对昂贵。为了使德国制造业在全球制造业内保持强有力的竞争力,人们在不断寻求能更有效降低生产设计成本的方法。

针对这样的挑战,一个有效的解决方案是利用虚拟工程(Virtual Engineering)技术来辅助工业生产流程中的人机功效的优化,促进系统集成的高效开发,以及提供多模式人机交互接口。作为虚拟工程中的关键技术,虚拟现实(Virtual Reality)和增强现实(Augmented Reality)技术使得抽象的计算数据得以沉浸地和交互地再现,譬如虚拟样机(Virtual Prototype)的机理形态(Shape)和行为(Behavior)。尽管虚拟现实和增强现实技术在其实际应用的道路上还存在一些障碍,它们已经开始在德国工业应用的尝试中初露锋芒。

## 从试验研究到推广

就目前情况来看,虽然虚拟现实和增强现实技术在德国工业中应用中还处在从试验研究到实际推广的阶段,但他们已经在学术界和工业界引起了极大的反响。在学术界,德国帕德博恩大学、Heinz Nixdorf 研究所(由 Heinz Nixdorf 于 1987 年出资建立,隶属于德国帕德波恩大学)、亚琛工大、Fraunhofer 和慕尼黑工大研究所等德国各大高校及研究院所都设立了专门的研究部门和机构来对此项技术在各方面的应用进行研究。在工业界,德国的很多大型机械和汽车公司,如德国博世、戴姆勒·克莱斯勒、空中客车(Airbus)、宝马、大众等也都投资筹建了研发中心来开发此项技术在工业生产制造中的应用。不仅如此,德国高校和公司在虚拟现实和增强现实技术的应用研究上也一直保持着紧密合作的关系:高校和研究机构为企业带来基础技术的最新研究成果以保持企业的竞争力,企业则为研究机构提供经费支持和更为实际的研究课题。

每年在德国都有各种规模的专题研讨会来促进研究机构间在虚拟现实和增强现实技术上的交流,而很多来自企业的人士也会展示他们的应用成果并发掘此项技术未来潜在的应用前景和机会。随着德国在这一领域的不断发展,很多研讨会的规模也在不断扩大和国际化,并且和亚洲的合作也越来越紧密,例如即将在上海举办的首届中德“虚拟现实和增强现实技术及其工业应用”研讨会。

虚拟现实和增强现实技术的不断深入研究开发也为德国软硬件业市场带来了商机。一方面很多传统大型企业开始投产专为其应用所需的硬件设备,例如高速实时渲染服务器、立体投影仪等;另一方面很多中小型企业也如雨后的春笋建立起来,为研究机构和企业提供一些特殊的软硬件设备的支持,例如三维空间坐标跟踪系统和三维建模及渲染软件等。除此以外,随着市场的不断扩大,一些技术领先的咨询公司,如 UNITY 和 ICIDO 等也开始为企业提供相应的整体

解决方案。

如上所诉, 科研院所的基础研究, 企业界的参与和支持, 新市场的开拓三方面紧紧结合, 互相支撑, 无形中形成了虚拟现实和增强现实技术在德国快速发展和推广的良性循环发

展环境。为了促进德中制造业技术的交流, 本文将结合笔者在德国帕德博恩 (Paderborn) 大学及其 Heinz Nixdorf 研究所中所承担的有关研究项目来对这两种技术展开详细的讨论和介绍。

## VR 及 AR 技术

虚拟现实 (Virtual Reality) 技术使得产品设计过程中的数据模型得以“沉浸地”再现。此外, 通过这项技术, 人们可以实时地、直观地操控复杂的三维计算机实体模型。从技术上实现一个虚拟现实系统的角度来看, 有两方面显得尤为重要: 复杂和大规模三维实体模型的实时再现和虚拟环境中动态交互的软硬件支持。

增强现实 (Augmented Reality) 可以被认为是一种将计算机生成的图像和现实世界融合而使得现世更加丰富的技术。因此, 增强现实研究的核心任务是将计算机实时渲染的图形和即时显示影像通过数字方式的合并在通过特殊的显示设备再现出来。在实现增强现实环境的过程中, 往往牵涉到目标的动态跟踪, 基标的辨识与定位和扩展环境的构成与控制。

## 更具挑战的工业应用

**虚拟现实技术的工业应用** 现代产品的设计中往往存在复杂模块的设计, 随着产品的不断改进和更新, 模块的复杂程度也越来越高, 这在各个工程设计领域中均有体现。不仅如此, 更恶劣的情况是一个产品的设计牵涉到多个工程领域, 例如机电产品的开发, 这使得本已经困难的设计任务更具挑战。

在这样的前提下, 工程人员急需一种比现有的数字化设计工具更有效的信息化平台来进行更高效的产品原型的设计, 更直观的思维表达, 以及更有效的交流, 因此虚拟现实技术在工业中的很多应用在实际需求的驱使下被挖掘了出来。

虚拟现实技术最直观的应用就是在已有的 CAD/CAM 的设计概念上进行扩展: 提供更逼真的沉浸式设计环境, 进行更为直观的系统分析和交互设计。图 1-1 所示的项目实现了虚拟现实技术在这方面的工程应用。此项目由德国科研基金委 (DFG) 发起并资助, 目的在于建立一个更直观、集成的机电产品虚拟原型的开发环境。与传统机电产品设计方式不同, 在此环境中, 工程人员可以自由的从模组库中选取零件进行新产品的组装和新设计的尝试。整个设计的过程是高度集成的, 机电产品中涉及的各个工程领域, 如机械部件的装配、控制模

块的设计, 和电子部件的集成等都可以在这个环境中同时协同进行。从人机功效的角度来看, 工程人员得以在此设计环境中使用更为自然的交流方式, 例如肢体语言, 和系统进行交互。另外, 虚拟环境允许我们真实再现各种非实体信息和在现实产品测试中难以观测的部件, 譬如控制信号的传输和流体运动等。因此, 人们从繁琐的人机交互界面和复杂的设计细节中解放出来, 从而加快了产品原型开发的步伐, 减少了实体原型开发的投资。

除去上述提到的有关人机交互方面的优点以外, 虚拟现实技术在产品设计中还具有模拟仿真上的优势。这一点已经在我们承担的一些企业项目中完全体现了出来。图 1-2 展示



图 1-1: 在沉浸式虚拟环境中组装机电产品的虚拟原型并进行动力学模拟的实时分析 (资料: Heinz Nixdorf 研究所, 德国科研基金委)



了我们为德国L-LAB所开发的一套夜间车灯照明仿真系统。通过这套系统，工程人员可以在沉浸式虚拟环境中对各种系列的车灯的照明进行测试，并且随意而快速的在不同类型的车灯系统间进行切换，大大提高了原型产品比较和评估的效率，加快了产品开发的进程。在实际应用中，我们还采用了实际车辆来进一步逼真地模拟原型车灯对驾驶员视觉上的影响（见图1-2-D）。

**增强现实技术的工业应用** 虽然相比虚拟现实技术，增强现实技术出现得相对晚一点，但它很快就受到了科研和工业界的注目。它在工业应用中的定位

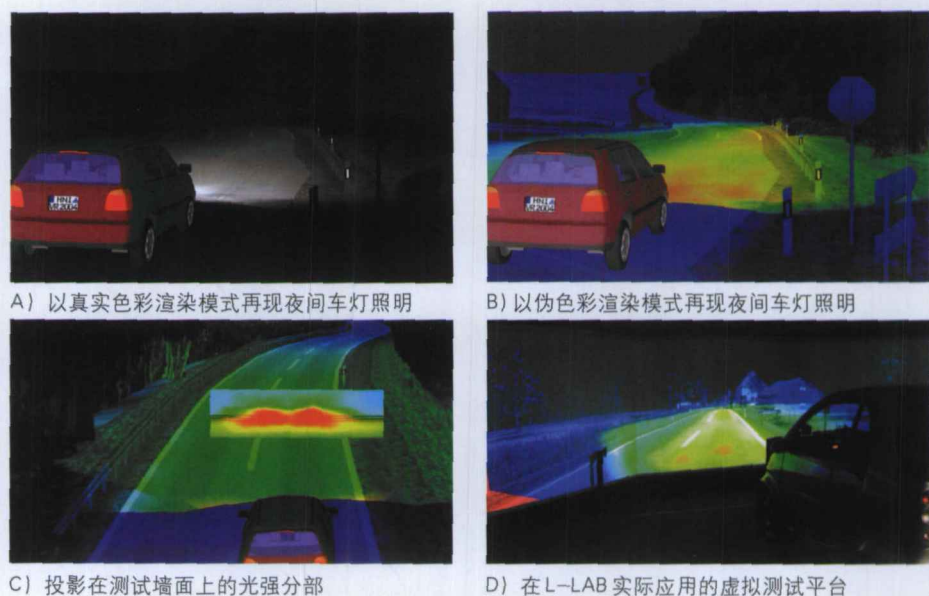


图1-2：基于虚拟现实技术开发的车灯仿真系统（资料：Heinz Nixdorf 研究所，德国L-LAB）



A) 测试平台外观



B) 通过增强现实而再现的视景

图2-1：基于增强现实技术的汽车人机工效测试平台（资料：Heinz Nixdorf 研究所，德国大众汽车有限公司）

主要为：设计，生产，维护，以及辅助产品展示。然而，想要有效的将此技术应用在产品开发上，我们仍面临一些挑战，那就是解决相应的显示设备和跟踪设备不足的问题。

针对增强现实技术和工业应用结合所带来的机遇与挑战，德国大众汽车有限公司和Heinz Nixdorf 研究所于2005年联手在这一领域进行了进一步的尝试。经过半年的合作，我们开发了一套基于增强现实技术的汽车人机工效测试平台。该测试平台安装在一辆被削去车棚的大众T5上（见图2-1-A），被去掉的部分，包括后排椅座，车顶棚，控制面板以及车内照明将由计算机动态生成并将其与测试人员的真实视景进行重叠与再现（见图2-1-B）。

通过增强现实技术，现实世界中的景像被部分地保留了，

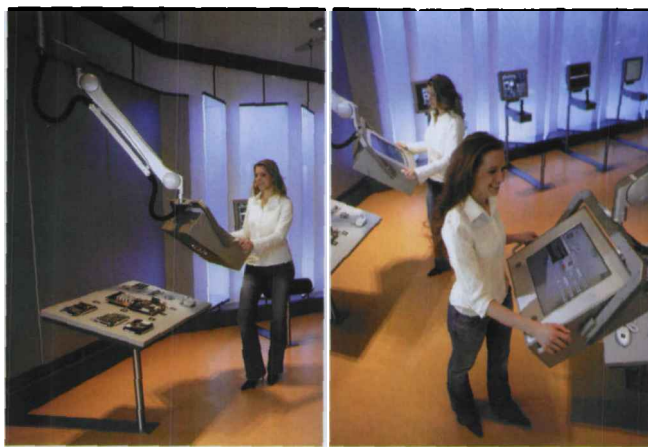


图2-2：通过增强现实技术和VARI来再现计算机部件的装配（资料：Heinz Nixdorf 研究所，Heinz Nixdorf 计算机博物馆，摄影师Jan Braun）

这使得工程人员在体验虚拟事物的同时又不失与现世的联系。因此,测试人员不仅可以静态的观测不同设计的虚拟原型,而且可以在真实的驾驶过程中对虚拟的内部设计进行更为真实的测试,而这样得到的测试结果往往被认为更为可信和有价值。

**增强现实技术相对虚拟现实技术**,最大的特点就在于可以产生虚构与现实事物相混合的环境。这给我们在工业应用上带来了各种各样的好处,例如在工业培训和设备维修中我们可以让员工在现有的设备和工具旁边,通过AR技术使培训的指导信息实时地可视化,这样员工们可以在实际操作的时候及时地得到纠正和帮助。图2-2展现的是我们与Heinz Nixdorf计算机博物馆(目前全球最大的计算机博物馆)合作的一个寓教于乐的项目。此项目意在指导人们,特别是对计算机一无所知的人群,如何将计算机软件组装成一台计算机成品。操作者手持VARI(一种装配有摄像头,触摸显示屏和

音频设备并有6个自由度的控制台)对准想要装配的计算机散件,系统将自动识别其型号并同时在屏幕上显示配有语音和文字解说的动画给与指导,人们不需要进行专门培训,只要跟着指示逐步执行就可以了。这个项目提供了通常在员工培训和设备维修中所具备的基本功能,因此,在这个项目中实现的设计理念完全可以拓展到更广泛的工业领域中。

**德国工业应用现状** 根据Fraunhofer IPT的研究,大约2/3的工业用户一星期中三天以上使用到他们的虚拟现实设备;而大约39%的用户几乎天天在使用。作为衡量使用的一项重要指标,这一数据也同时证明了虚拟现实技术在德国工业中已经得到了一定范围的应用。这一趋势可使资金和时间的投入减少20%,质量提高10%到20%,错误减少20%。由此可以说明,如果我们能对前面提到的障碍逐步攻克,他们的工业应用将会更加广泛。

## 未来发展趋势

就虚拟现实和增强现实技术的发展来看,它们的工业应用范围远不局限于我们以上讨论的几个项目。为了对它们的发展有更准确的认识,我们通过Delphi问卷调查的方式在德国各大高校以及公司中的专家们中征集了意见。调查的结果将虚拟现实和增强现实技术在未来的发展归纳为以下几个方面:

**设备小型化和便携化:**工业中的很多设计任务都是分散在各个不同的部门,不同的地区来进行的,售后服务更是如此。如果我们仍然希望利用VR和AR技术来提高我们的工作效率的话,我们必须拥有更小型和便携的设备来方便本地作业。

**更真实的图形再现:**为了更准确地反映信息,我们需要为人们提供更高质量的图像。例如在虚拟环境中,以假乱真的渲染效果能使人们有更加融入虚拟世界的感觉,而且在AR应用中,高质量的视频(如HDTV更能接近人类视觉对真实世界的感受)。

**创新的设备:**就目前VR/AR在工业上的应用来看,很多情况下都受到现有设备的限制。如果要想在应用上取得较大的进展,创新的设备必不可缺,例如更加精确的跟踪定位系统,或者能将VR/AR带入桌面操作系统的新型立体显示器等。

**扩展现有的相关应用领域:**从应用的角度来看,VR/AR技术在本质上提高了人机交互的效率和改变了人机交互的方式,因此很多相关的传统领域可以在VR/AR基础上作相应的扩展:例如有CAD/CAM大量介入的虚拟原型的开发,数字样机的制造以及圆形设备的仿真与分析。

**新市场的开发:**根据CyberEdge在2004年的研究,全球在2003年有关信息可视化和仿真产品的销售额为4300万美

金,这比2002年增长了9.8%。并且根据进一步的分析,在接下来的几年中,这个市场也将保持相似的增长速度,这样的话,到了2008年则将预计达到7800万美金。与此同时,虚拟现实和增强现实技术作为信息可视化和仿真中的潜在关键技术,将在随后的时间内迅速发展。我们希望在不久的将来,虚拟现实和增强现实技术能够更广泛而完全的结合到工业产品的设计和制造中去。

Jürgen Gausemeier 教授:Paderborn大学Heinz Nixdorf研究所计算机集成制造方向的教授。他于1977年毕业于柏林工大机床及制造工程专业,受教于Spur教授。在Gausemeier教授的工业职业生涯中他有着10年领导CAD/CAM研发的经验。除身任教授之职外他还兼任机械系系主任,并是大学董事会成员,科技学会“柏林区产品设计学术论坛”的常务理事。此外,Gausemeier教授还是咨询公司UNITY AG管理委员会的创始人和主席。Gausemeier教授在各种学术期刊,国家和国际会议发表了多达250篇以上的文章。目前他的主要研究领域是虚拟增强现实技术的工业应用,以及机电产品设计的技术策划和方法学。

Michael Grafe,现任Paderborn大学,Heinz Nixdorf研究所计算机集成制造中心的高级工程师。自1995年起他开始深入“虚拟及增强现实”该研究领域,目前已是Heinz Nixdorf研究所VR/AR业务扩展的权威人士。

沈庆:2002年在东南大学机械系获硕士学位。2003年至2006年间在德国帕德波恩大学,Heinz Nixdorf研究所攻读博士学位。目前在Heinz Nixdorf研究所计算机集成制造中心继续研究VR/AR技术在工业中的应用和实现。