

目 录

第 1 章 虚拟现实技术概述	1
1.1 虚拟现实技术的概念	1
1.2 虚拟现实技术的组成与类型	4
1.3 虚拟现实技术的发展及趋势	9
1.4 虚拟现实技术的主要应用	16
第 2 章 虚拟现实系统的人机交互设备	40
2.1 立体显示设备	41
2.2 跟踪定位传感器	49
2.3 VR 声音系统与设备	56
2.4 人机交互设备	58
第 3 章 虚拟现实的关键技术	73
3.1 动态环境建模技术	73
3.2 立体显示技术	78
3.3 三维虚拟声音技术	83
3.4 人机自然交互技术	91
3.5 虚实场景融合	98
第 4 章 三维全景技术	100
4.1 全景图的概述	100
4.2 三维全景制作的常见硬件	106
4.3 常见的全景技术软件	107
4.4 全景视频制作	111

第 5 章 增强现实与混合现实技术	115
5.1 概述	115
5.2 增强现实的相关技术及应用	118
5.3 混合现实技术	139
第 6 章 职业教育发展概述	145
6.1 职业教育的发展历程	145
6.2 中国职业教育的特点、影响与问题分析	148
6.3 职业教育的教学方法	160
6.4 职业教育的发展展望	163
第 7 章 虚拟现实技术在职业教育中的应用	166
7.1 概述	166
7.2 虚拟现实技术在测绘地理信息专业中的应用	184
7.3 虚拟现实技术在英语专业中的应用	185
7.4 虚拟现实技术在轨道交通专业中的应用	186
7.5 虚拟现实技术在其他专业中的应用	188
7.6 虚拟现实技术在职业教育中未来发展趋势	201
参考文献	206

第 1 章 虚拟现实技术概述

虚拟现实（Virtual Reality，VR）这一名词是由美国 VPL 公司创建人拉尼尔（Jaron Lanier）在 20 世纪 80 年代初提出的。

提起虚拟现实，大多数人的直观感受是，重度玩家们有福了！像几年前的 3D 电影一样，它将给大娱乐应用带来更好的临场感受和交互。我们可以用 VR 技术模拟战场，玩 CS 的效果将远远超出电脑屏幕带给我们的体验；我们可以看临场感更好、更真实的风景和故事片；我们可以 360 度无死角观看 NBA 比赛，看到球员投篮的每一个细节。

除了娱乐应用之外，VR 还将带给我们更多不可思议的新应用。想时时刻刻体验老师面对面讲课的感觉吗？我们可以用 VR 来进行教育培训；我们可以把 VR 用于航空航天，模拟飞行或者登上火星；我们可以用 VR 进行房地产的样板间展示，也可以进行装修之前的原始实景展示；我们还可以将它用于医疗，模拟手术等。

本章首先对虚拟现实技术的定义、特征、组成、分类、发展历程、未来发展趋势等基础作简单介绍，然后在此基础上重点介绍虚拟现实技术在各领域的应用。

1.1 虚拟现实技术的概念

1.1.1 虚拟现实技术的定义

虚拟现实的英文名称为 Virtual Reality, Virtual 是虚假的意思,其含义是这个环境或世界是虚拟的,是存在于计算机内部的。虚拟现实是利用计算机和一系列传感设施来实现的,使人能有置身于真正现实世界中的感觉的环境,是一个看似真实的模拟环境。通过传感设备,用户根据自身的感觉,使用人的自然技能考察和操作虚拟世界中的物体,获得相应看似真实的体验。具体含义为:

(1) 虚拟现实是一种基于计算机图形学的多视点、实时动态的三维环境,这个环境可以是现实世界的真实再现,也可以是超越现实的虚拟世界。

(2) 操作者可以通过人的视觉、听觉、触觉、嗅觉等多种感官,直接以人的自然技能和思维方式与所投入的环境交互。

(3) 在操作过程中,人是以一种实时数据源的形式沉浸在虚拟环境中的行为主体,而不仅仅是窗口外部的观察者。由此可见,虚拟现实的出现为人们提供了一种全新的人机交互方式。虚拟现实也可以理解为一种创造和体验虚拟世界(Virtual World)的计算机

系统，是一种逼真的模拟人在自然环境中视觉、听觉、运动等感知行为，并可以和这种虚拟环境之间自然交互的高级人机界面技术，是允许用户通过自己的手和头部的运动与环境中的物体进行交互作用的一种独特的人机界面。这种人机界面具有以下特点：①逼真的感觉，包括视觉、听觉、触觉、嗅觉等等；②自然的交互，包括运动、姿势、语言、身体跟踪；③个人的视点，用户用自己的眼、耳、身体感觉信息；④迅速响应，感觉的信息根据用户视点变化和用户输入及时更新。

虚拟现实的作用对象是“人”而非“物”。虚拟现实以人的直观感受体验为基本评判依据，是人类认识世界、改造世界的一种新的方式和手段。与其他直接作用于“物”的技术不同，虚拟现实本身并不是生产工具，它通过影响人的认知体验，间接作用于“物”，进而提升效率。^①

虚拟现实是对客观世界的易用、易知化改造，是互联网未来的入口与交互环境。一是抽象事物的具象化，包括一维、二维、多维向三维的转化，信息数据的可视化建模；二是观察视角的自主，能够突破空间物理尺寸局限开展增强式观察、全景式观察、自然运动观察，且观察视野不受屏幕物理尺寸局限；三是交互方式的自然化，传统键盘、鼠标的输入输出方式向手眼协调的自然人机交互方式转变。

1.1.2 虚拟现实的基本特征

1994 年，美国科学家 G. Burdea 和 P. Coiffet 提出了虚拟现实的三个基本特征，即交互性、沉浸性和构想性（Interaction, Immersion, Imagination，简称“3I”）。由于虚拟现实技术的硬件、软件和应用领域不同，“3I”的侧重点也各有不同。

1.1.2.1 交互性

“交互性”（Interactivity）被运用于计算机及多媒体领域，并且多为 2D 交互。例如人使用计算机进行文字输入，所打出来的字就会输出在计算机屏幕上，通过人的眼睛进入大脑，这便形成了一个简单的交互行为。而虚拟现实的交互性，事实上与计算机的交互性大同小异，都是人与物之间的互动关系，只是交互模式从 2D 跨越到了 3D。

在虚拟现实的世界里，你可以直接用手去触摸你所感兴趣的物体，而不是被动地去感受模拟场景中的一切，包括场景中物体的触感、重量等，你甚至可以让它随着你的手移动、摆放它的位置。这种可以置身于场景中，与场景内的物体进行交互和操作，并得到及时反馈的性质就叫作“交互性”。

^①张玉梅.浅谈虚拟现实技术在数字图书馆中的应用[J].才智, 2014（19）：349.

1.1.2.2 沉浸性

沉浸性（Immersion）是出现在虚拟现实介绍中最多的一个词，的确，不论是电视还是电影，我们基本都是一个旁观者，即便剧情再精彩、游戏氛围再棒，从某种程度上来说我们都无法真正沉浸其中。虚拟现实则解决了这个问题，通过接近人类视角的头戴屏幕设备、头部及动作追踪技术，让你真正感受到虚拟环境的氛围。这种体验不仅仅可以用于游戏，还包括互动电影、商业活动或是一些平常无法实现的事情。

“沉浸感”的原理来自用户的高度注意力，因此其他的一些需要高度专注的行为，如看书、玩游戏等也会产生沉浸效果。当人们将注意力集中于书籍、电影或游戏当中时，过于集中的注意力会过滤掉所有不相关的知觉，从而进入一种旁若无人的状态。

美国伊利诺伊大学的感知学学者丹·西蒙斯曾经做过一个名为“看不见的大猩猩”的实验，该实验可以很好地用来说明沉浸效果。实验中，受试者被要求观看一段两组篮球队员在组内彼此之间相互传球的视频，并且要数出每组球员传球的次数，那么如果有一只大猩猩从球员之间走过，受试者是否会注意到呢？也许读者会想当然地认为肯定会，因为黑猩猩毕竟是一个很大的目标，出现在狭小的球场上肯定会引起注意。但是，实验的结果却让人吃惊，几乎有超过一半的受试者没有注意到他们的眼皮底下曾大摇大摆地走过一只黑猩猩。

在一个虚拟现实环境中，用户体验到沉浸感，也就是所谓的感觉到成为虚拟现实环境的一部分，同时用户也可以和他所处的虚拟环境进行有意义的交互，沉浸感和交互感的结合统称为临场感（Telepresence）。计算机科学家乔纳森·斯特尔（Jonathan Steuer）将之定义为“与直接的物理环境相比，个体处在这种间接的虚拟环境中，感觉到真实的程度”。

换言之，理想的模拟环境可以做到让用户在体验的过程中不自觉地全身心投入到计算机创建的三维虚拟环境中，甚至感觉不到虚拟环境与现实世界的差距，不管是视觉、听觉还是触觉，甚至是嗅觉、味觉等一系列的感官都能让用户觉得周围的一切都是真的，于是沉迷在虚拟的环境中。

1.1.2.3 构想性

构想性（Imagination）也称想象性，是指用户在虚拟空间中，可以与周围物体进行互动，从而拓宽认知范围，创造客观世界不存在的场景或不可能发生的环境的能力程度。过去，人们只能靠一次次的实务来得出问题的结果，被动地进行探索。而现在，人们可以在虚拟现实的世界里尽情研究，结合想象主动地去探索和接收信息，不必担心可能出现的试验资源匮乏和经费等问题。

此外，虚拟现实技术不仅能够创造出人类已知的模拟场景，还能够创造出你从未见

过的、客观上根本不存在的甚至不可能发生的场景，从而拓宽你的认知范围。

借助于虚拟现实技术，让每一位参与者从处于一个具有身临其境的、具有完善交互作用能力的、能帮助和启发构思的信息环境，使人不仅仅靠听读文字或数字材料获取信息，而是通过与所处环境的交互作用，利用人本身对接触事物的感知和认知能力，以全方位的方式获取各式各样表现形式的信息。因此，虚拟现实技术为众多应用问题提供了崭新的解决方案，有效地突破了时间、空间、成本、安全性等诸多条件的限制，人们可以去体验已经发生过或尚未发生的事件，可以进入实际不可达或不存在的空间。

虚拟现实的构想性可以充分体现在它在医疗、军事、工程等方面。例如，在医疗行业，医学 家们经常先使用小白鼠做实验，再一步一步推导出该操作对人体有什么影响；而在手术方面，要么用小动物给初学者练手，要么在征得病人家属的同意下让新手进入手术室帮忙，条件的限制导致医学的学习和研究进步缓慢。而如果有了虚拟现实，就大不相同了。与传统开放式手术不同，医生手术不是看着人体器官做，而是通过内窥镜看着屏幕来做手术。

过去，人们只能靠一次次的实务来得出问题的结果，被动地进行探索。而现在，人们可以在虚拟现实的世界里尽情研究，结合想象主动地去探索和接收信息，不必担心可能出现的试验资源匮乏和经费等问题。

此外，虚拟现实技术不仅能够创造出人类已知的模拟场景，还能够创造出你从未见过的、客观上根本不存在的甚至不可能发生的场景，从而拓宽你的认知范围。

1.2 虚拟现实技术的组成与类型

1.2.1 虚拟现实系统的组成

1.2.1.1 虚拟现实系统的功能模块

虚拟现实的构建目标就是利用高性能、高度集成的计算机软、硬件及各类先进的传感器，去创造一个使参与者具有高度沉浸感、具有完善的交互能力的虚拟环境。一般来说，一个完整的虚拟现实系统包括虚拟世界数据库及其相应工具与管理软件，以高性能计算机为核心的虚拟环境生成器，以头盔显示器为核心的视觉系统，以语音识别、声音合成与声音定位为核心的听觉系统，以方位跟踪器、数据手套和数据衣为主体的身体方位姿态跟踪设备，以及味觉、嗅觉、触觉与力反馈等功能子系统（图 1-1）。

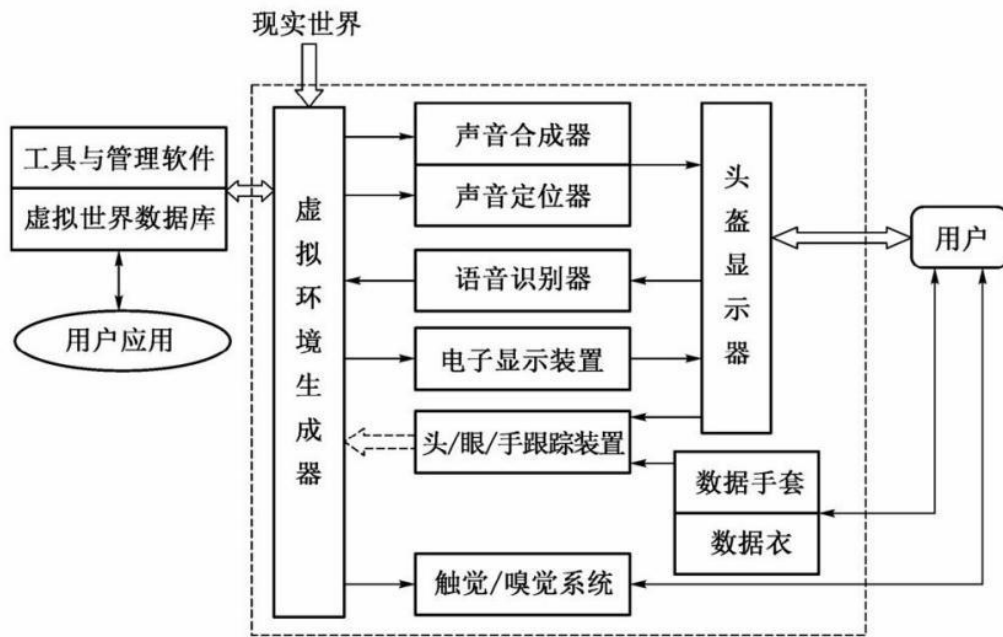


图 1-1 虚拟现实系统的功能构成

虚拟现实系统包括检测、反馈、传感器、控制与建模等功能模块（图 1-2）。

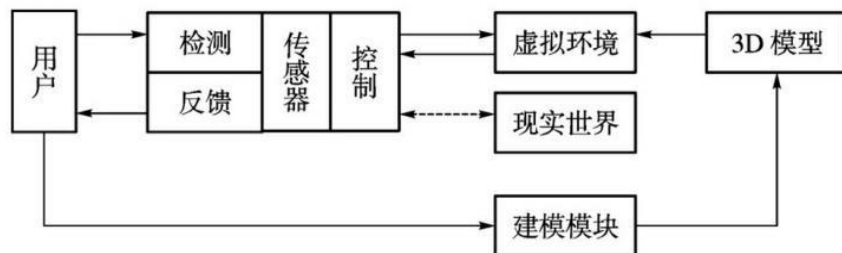


图 1-2 虚拟现实系统的功能模块

- （1）检测模块。检测用户的操作命令，并通过传感器模块作用于虚拟环境。
- （2）反馈模块。接受来自传感器模块信息，为用户提供实时反馈。
- （3）传感器模块。一方面接受来自用户的操作命令，并将其作用于虚拟环境。另一方面将操作后产生的结果以各种反馈的形式提供给用户。
- （4）控制模块。对各种传感器进行控制，使其对用户、虚拟环境和现实世界产生作用。
- （5）建模模块。获取现实世界组成要素的三维表示，并构建对应的虚拟环境。

1.2.1.2 虚拟现实系统的软硬件设备

典型的虚拟现实系统主要由软件系统（包括虚拟环境数据库、虚拟现实软件和实时操作系统、语音识别与三维声音处理系统）和虚拟现实输入设备、输出设备、图形处理器和跟踪定位器等硬件系统组成（图 1-3）。

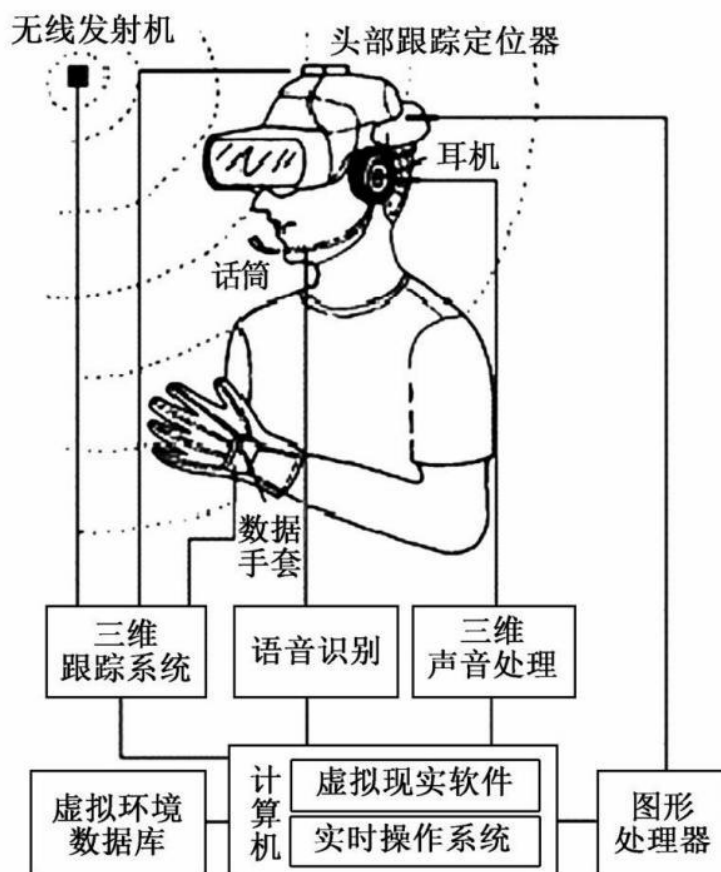


图 1-3 虚拟现实的软硬件系统

(1) 虚拟现实硬件系统。虚拟现实输入设备包括：三维位置跟踪器、数据手套、数据衣、三维鼠标、跟踪定位器、三维探针及三维操作杆等。虚拟现实输出设备包括：立体显示设备、三维声音生成器、触觉和力反馈的装置等。构造一个虚拟环境，在硬件方面需要有高性能计算机处理系统、跟踪系统、交互系统、音频系统、图像生成和显示系统等系统设备的支持。

(2) 虚拟现实软件系统。虚拟现实软件系统功能主要是构建虚拟环境数据库、生成并管理虚拟环境；进行复杂的逻辑控制、模拟实时的相互作用、模拟用户所有的智能行为；模拟复杂的时空关系，主要涉及时间与空间的同步等问题；计算模拟感觉的表达，包括用户的听觉、视觉、触觉、味觉和嗅觉的计算机表达；实时数据采集、压缩、分析、解压缩；支持与虚拟环境交互的定位、操纵、导航与控制等。

在虚拟现实场景开发中，首要任务就是三维模型的构建，包括地形、建筑物、街道、树木等静态模型以及运动的汽车、飞鸟、行人等三维模型。虚拟现实要求三维建模软件系统具备实时应用特性，并支持大多数的硬件平台。三维模型建立后，要应用 Vega Prime 视景仿真引擎进行特殊效果处理，以增强沉浸感。系统采用专用的传感器控制软件或自行开发的虚拟环境交互控制软件来接受各种高性能传感器的信息（如头盔、数据手套及

数据服务等信息），并生成立体显示图形。除了以上软件以外，系统还需要动画软件、地理信息系统软件、图形图像处理软件、文本编辑软件以及数据库等软件的支持(图 1-4)。

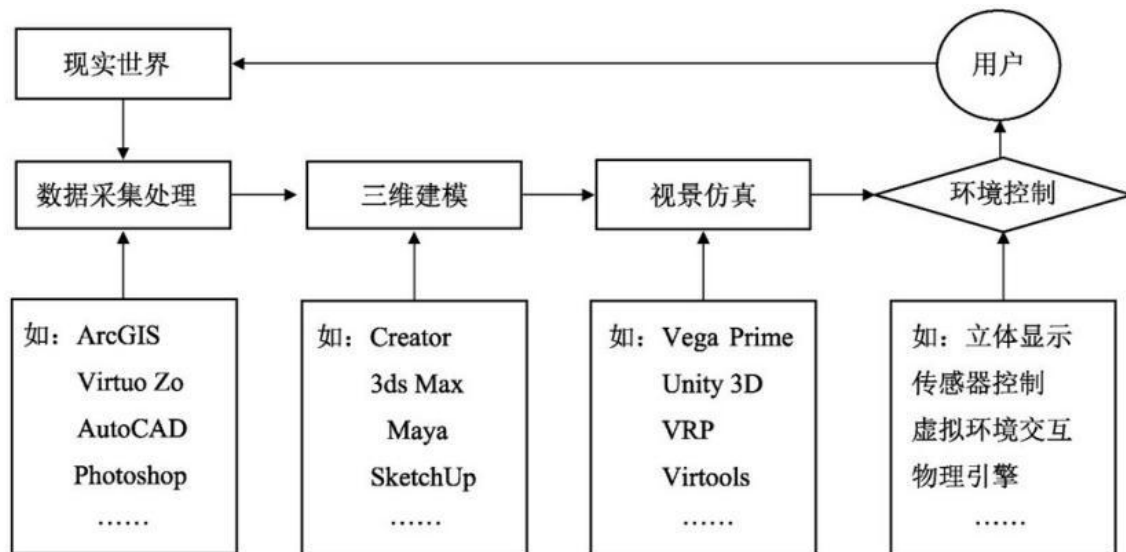


图 1-4 虚拟现实软件功能

1.2.2 虚拟现实系统的分类

虚拟现实系统根据交互性和沉浸感以及用户参与形式的不同一般分为桌面式、沉浸式、增强式和分布式四种类型。

1.2.2.1 桌面式虚拟现实系统

桌面式虚拟现实系统（Desktop VR）利用个人计算机或初级图形工作站，以计算机屏幕作为用户观察虚拟世界的一个窗口，采用立体图形、自然交互技术产生三维立体空间的交互场景，用户通过包括键盘、鼠标和三维空间交互球等在内的各种输入设备操纵虚拟世界，实现与虚拟世界的交互。

桌面式虚拟现实系统也称窗口 VR，是非完全投入式虚拟现实系统，是一套基于普通 PC 平台的小型桌面虚拟现实系统。在非完全投入式系统中，利用中低端图形工作站及立体显示器，产生虚拟场景。参与者使用位置跟踪器、数据手套、力反馈器、三维鼠标或其他手控输入设备，可从视觉上感觉到真实世界，并通过某种显示装置，如图形工作站，可对虚拟世界进行观察。用户可对视点做六自由度平移及旋转，可在虚拟环境中漫游。桌面式虚拟现实系统主要用于 CAD/CAM、民用设计等领域。

桌面式虚拟现实系统的特点是结构简单、价格低廉、经济实用、易于普及推广，但沉浸感不高。

1.2.2.2 沉浸式虚拟现实系统

沉浸式虚拟现实系统（Immersive VR）是一种高级的、较理想的虚拟现实系统，它提供一个完全沉浸的体验，使用户有一种仿佛置身于真实世界之中的感觉。它通常采用洞穴式立体显示装置（CAVE 系统）或头盔式显示器（HMD）等设备，首先把用户的时间、听觉和其他感觉封闭起来，并提供一个新的、虚拟的感觉空间，利用三维鼠标、数据手套、空间位置跟踪器等输入设备和视觉、听觉等输出设备，采用语音识别器让用户对系统主机下达操作命令。与此同时，头、手、眼均有相应的头部跟踪器、手部跟踪器、眼睛视向跟踪器的追踪，使系统尽可能地

达到实时性，从而使用户产生一种身临其境、完全投入和沉浸于其中的感觉。常见的沉浸式系统有基于头盔式显示器的系统和立体投影式虚拟现实系统两种类型。

沉浸式系统把用户的个人视点完全沉浸到虚拟世界中，又称投入式虚拟现实系统。在投入式系统中，以对用户头部位置、方向做出反应的计算机生成的图像代替真实世界的景观。用户可做能在工作站上完成的任何事，其明显长处是完成投入。当具备结合模拟软件的额外处理能力后，使用者就可交互地探索新景观，体验到实时的视觉回应。和桌面式虚拟现实系统相比，沉浸式虚拟现实系统硬件成本相对较高，封闭的虚拟空间能提供高沉浸感的用户体验，适用于模拟训练、教育培训与游戏娱乐等领域。

1.2.2.3 增强式虚拟现实系统

增强式虚拟现实系统（Augmented VR）即增强现实（Augmented Reality，简称 AR），是一个较新的研究领域，是一种利用计算机对用户所看到的真实世界产生的附加信息进行景象增强或扩张的技术。增强现实系统是利用附加的图形或文字信息，对周围真实世界的场景动态地进行增强，把真实环境和虚拟环境组合在一起，使用户既可以看到真实世界，又可以看到叠加在真实世界的虚拟对象。^①

增强式虚拟现实系统又称叠加式虚拟现实系统或补充现实系统，允许用户对现实世界进行观察的同时，将虚拟图像叠加在现实世界之上。

例如，战斗机驾驶员使用的头盔显示器可让驾驶员同时看到外面世界及叠置的合成图形。额外的图形可在驾驶员对机外地形视图上叠加地形数据，或许是高亮度的目标、边界或战略陆标（Landmark）。增强现实系统的效果显然在很大程度上依赖于对使用者及其视线方向的精确的三维跟踪。

1.2.2.4 分布式虚拟现实系统

分布式虚拟现实系统（Distributed Virtual Reality，简称 DVR），又称为网络虚拟现

^① 李丹.基于增强现实技术的虚拟雕塑实景显示系统[D].沈阳: 沈阳工业大学, 2007.

实系统（Networked Virtual Reality，简称 NVR），是虚拟现实技术和网络技术结合的产物。其目标是建立一个可供异地多用户同时参与的分布式虚拟环境（Distributed Virtual Environment，简称 DVE），在这个环境中，位于不同物理环境位置的多个用户或多个虚拟环境通过网络相连接，或者多个用户同时进入一个虚拟现实环境，通过计算机与其他用户进行交互，进行观察和操作，并共享信息，以达到协同工作的目的。

分布式虚拟现实系统建立在沉浸式虚拟现实系统的基础上，位于不同物理位置的多台计算机及其用户，可以不受其各自的时空限制，在一个共享虚拟环境中实时交互、协同工作，共同完成复杂产品的设计、制造、销售全过程的模拟或某一艰难任务的演练。它特别适合用于实现对造价高、危险、不可重复、宏观或微观事件的仿真。例如用于部队联合训练的作战仿真互联网，或者异地的医科学生通过网络对虚拟手术室中的病人进行外科手术。

DVR 系统有四个基本组成部件：图形显示器、通信和控制设备、处理系统和数据网络。DVR 系统的主要特征有：共享的虚拟工作空间；伪实体的行为真实感；支持实时交互，共享时钟；多个用户以多种方式相互通信；资源信息共享以及允许用户自然操作环境中的对象。分布式虚拟现实系统在远程教育、科学计算可视化、工程技术、建筑、电子商务、交互式娱乐、艺术等领域都有着极其广泛的应用前景。

1.3 虚拟现实技术的发展及趋势

1.3.1 虚拟现实技术的发展历程

2016 年被产业界称为“虚拟现实元年”，可能有人会误认为虚拟现实技术是近年来才发展起来的新技术，其实不然，虚拟现实技术最早起源于美国。虚拟现实技术演变发展史大体上可以分为四个阶段：

（1）萌芽与诞生阶段（20 世纪 30 年代至 70 年代末），有声形动态的模拟是蕴涵虚拟现实思想的第一阶段，为 VR 技术的探索时期。

（2）初步发展阶段（20 世纪 80 年代），军事与航天领域的应用推动，虚拟现实概念产生和理论初步形成，VR 技术从研发开始进入系统化应用时期。

（3）高速发展阶段（20 世纪 90 年代至 21 世纪初），虚拟现实理论进一步完善，游戏、娱乐、模拟应用为代表的民用应用高速发展，VR 在 Internet 上应用的兴起。

（4）大众化与多元化应用阶段（21 世纪以来），VR 技术与文化创意产业、3D 电影、人机交互、增强现实等集成应用，虚拟现实产业化发展。

要追溯虚拟现实和增强现实的历史，会一直追溯到非常遥远的过去。美国雪城大学

通信项目团队就曾绘制过一系列信息图，对虚拟现实技术和增强现实技术的进化史进行了概述。让我们来看看虚拟现实和增强现实技术的发展简史。

●20 世纪 30 年代：飞机状训练舱

1931 年，一种由电子机械提供动力的商业飞行模拟器获得专利，而且美国军方用 3500 美元买下了 6 台这种设备，约合今天的 5 万美元。

●20 世纪 40 年代：Sawyer 公司的立体查看器

双目式图像卷轴查看器首次出现在 1931—1940 年的纽约世界博览会上，最初的计划是充当成年人的教育设备，但最后却成为了儿童玩具。估计其总销量超过 1 亿部，卷轴销量达 15 亿美元。这种设备安装在酚醛塑料（第一种人造塑料）盒子中可以查看有立体感的 3D 图片。

●20 世纪 50 年代：仿真模拟器 Sensorama

1957 年，摩登·海里戈（Morton Heilig）发明了仿真模拟器 Sensorama，并在 1962 年获得专利。Sensorama 可通过模拟各种感官提供完全沉浸式体验。它主要由立体声扬声器、立体 3D 显示器、风扇、气味发生器以及震动椅组成。看上去像坐在游戏机厅的游戏机前，把脑袋伸进一台老式电视机里一样。看着虽然滑稽，但传递出了准确的 VR 概念。鉴于当时的技术，生产出来的 Sensorama 很不成熟，无法带给用户满意的体验。就算是现在的 VR 眼镜也有很多不足。摩登·海里戈的理念确实非常超前，但他都没能看到虚拟现实技术开花结果。

Sensorama 是首款最接近现在技术的设备，在虚拟现实和增强现实技术的发展史上有着非常重要的地位。只可惜在那个年代，人们还未能认识到它的价值。

●20 世纪 60 年代：Telesphere Mask

Telesphere Mask 设备属于虚拟现实头盔，1960 年获得专利。它是第一款头戴式显示器，包括立体 3D 显示器、广角视觉和立体声，但缺少运动追踪功能。

●20 世纪 90 年代：任天堂的虚拟现实主机 Virtual Boy

任天堂的 Virtual Boy 是首款家用虚拟现实游戏设备。这款游戏机没有头部跟踪或运动跟踪，利用双屏设计视差来创建 3D 效果。虽然任天堂把它定义为便携式游戏主机，但因为太重，要放到桌面才方便操作。图像显示问题很大，因为图像只是单色，用户玩起来容易头晕，而且电池续航也差。由于产品过于超前，营销仓促，就连任天堂自己在 Virtual Boy 上也没开发出什么好的游戏。最后 Virtual Boy 的销量约为 77 万台，非常失败。

●2010 年：搭配微软游戏机使用的 Kinect

Kinect 属于体感游戏系统，有着“三只眼”——彩色摄像头、红外投影机和红外摄像头，能够跟踪玩家的身体动作变化，使玩家跟屏幕上的虚拟世界互动。Kinect 的设计是相当先进的，在 2010 年 11 月 4 日上市后的头 60 天内，微软总计卖出了 800 万台 Kinect

设备，同时成功地拿下了“吉尼斯世界纪录中销售速度最快消费者设备”的头衔。但是后续乏力，终于全面溃败。Kinect 全面溃败的原因在于，不能提供足够有趣、足够数量的专属游戏。

●2011 年：iPhone 虚拟现实查看器

iPhone 虚拟现实查看器实际上就是 3D iPhone 眼镜，可以提供沉浸式的三维视觉，支持 360° 移动，可以在现有的移动设备上使用。这是当前 VR 技术的萌芽产品，VR 从此开始慢慢热起来。

●2012 年：VR 头戴显示器 Oculus Rif

VR 头戴显示器 Oculus Rif，其众筹项目在众筹网站 Kickstarter 上一经上线，仅用了 3 天时间就筹到 100 万美元。2014 年，Oculus 公司被 Facebook 斥资 20 亿美元收购。当然，Oculus Rif 从项目上线、开发者版再到消费者版，经历了比较长的一段时间。

2014 年谷歌推出纸板眼镜 Cardboard，售价仅 15 美元，开售 19 个月就卖出 500 万部。当然用户也可以下载谷歌提供的图纸自己 DIY 一副 Cardboard。谷歌的 Cardboard 为 VR 的普及打下了广泛的群众基础。

●2015 年：三星 Gear VR

三星的 Gear VR 是手机 VR 盒子的典范。三星 Gear VR 运用加速度计和陀螺仪进行头部跟踪，给用户带来的沉浸式感觉不错，但是仅支持三星手机。不过，众多科技公司迅速跟进，推出了数量相当多的手机 VR 盒子，虽然良莠不齐，但推动了 VR 的进一步普及。

●2016 年：HTC Vive

适用于 PC 的 VR 眼镜 HTC Vive 在 2015 年发布，并在 2016 年推出了消费者版。HTC 公司在手机市场失利之后，将市场转到了 VR 上。HTC Vive 相当得优秀，只是售价跟 Oculus Rif 一样高。

●2016 年：微软 HoloLens

微软的 HoloLens 属于混合现实头显设备，开发者版的价格是 3000 美元。

●2016 年：索尼 PlayStation VR

索尼的 PlayStation VR（PS VR）是用于索尼游戏主机 PS4 的 VR 眼镜。因为基于成熟的游戏主机平台产生，虽然性能比不过 Oculus Rif 和 HTC Vive，但由于有相当数量的 VR 游戏阵容支持，销量相当不错。PS4 毕竟是在 VR 概念显露之前开发的，属于上一代的游戏主机，对 VR 的支持不够，还有很多提升的空间。于是索尼将推出 PS4 Pro 进行升级补救。

随着 HTC、微软、Facebook、SONY、AMD、三星等国际知名品牌相继布局 VR 领域，VR 产业生态逐渐完善，消费者对于产品的认知也逐渐深化、成熟。业内普遍认为，“虚

拟现实元年”已经到来。

虚拟现实是一项发展中的、具有深远的潜在应用方向的新技术，使用网络计算机及其相关的输入、输出硬件设备，我们的工作、生活、娱乐将更加有情趣，只要发挥自己丰富的想象力，在电脑前就可以实现与大西洋底的鲨鱼嬉戏、参观非洲大陆的天然动物园、感受古战场的硝烟与刀光剑影。

虚拟现实发展前景十分诱人，而与 5G 网络通信的结合，更是人们所梦寐以求的。在某种意义上说，它将改变人们的思维方式，甚至会改变人们对世界、自己、空间和时间的看法。

1.3.2 虚拟现实技术的发展趋势

1.3.2.1 增强现实的应用增加

由于跟踪和其他输入技术的改进，增强现实应用的可行性增加了。但事实证明，移动设备的性能将会提高几个数量级，其中包括支持由内而外（视频）跟踪的独立摄像头。基于手机的虚拟现实只是增强现实的一个范例，但这已经足够将其推向主流。（当然，基于手机的增强现实的典型应用并不涉及头部跟踪，以获得完全正确的透视效果。为此，通常仍需要基于头部的显示器，这些显示器已经以 Dqi 公司的智能头盔/智能眼镜、微软的 HoloLens 和 Magic Leap ML-1 的形式出现在了现场。）

在实现许多期望的应用程序的潜在效用方面，仍需取得进展。但在识别和克服许多技术障碍方面已经取得了许多成果。这些类型的设备中出现了许多技术创新，例如由内而外的跟踪（例如，SLAM 跟踪）、小型计算机（例如，智能手机技术）以及用于提供明亮的虚拟物体以抵抗现实照明的光学器件。

增强现实作为虚拟“X 射线视觉”的预期用途的另一个要求是关于墙/皮肤/外壳内部的数据。这方面的一个经典的开创性例子是，将基于头部的显示器与医用超声波结合起来以观察孕妇体内的婴儿。在建筑方面，由于现在大多数新的大型建筑都使用了“建筑信息建模”（Building Information Modeling, BIM）数据，因此可以知道管道和管道的位置，并提供给增强现实应用。此外，激光雷达扫描仪等扫描技术可以在装配的不同阶段对建筑项目进行详细扫描。所有这些收集到的关于现实世界的数据正在增加增强现实可以成功应用的领域。关于遮挡问题，特别是在现实世界中计算机图形的遮挡问题，仍有大量工作要做。

1.3.2.2 更少的累赘

一个持续的趋势是减少虚拟现实系统的障碍。重量和活动受限阻碍了穿着笨重的、

被拴在一起的电子设备的用户，从而降低了参与者的体验质量。头戴式显示器的重量和体积已大大减少。今天的头戴式显示器甚至包含了一些全 6-DOF 位置跟踪技术。

另一个正在消失的累赘是连接设备和用户的电线。任天堂 Wii 遥控器(又名 Wiimote)利用蓝牙与机顶盒进行短距离通信，揭示了这一趋势，让游戏玩家可以更自由地移动，从而更多地参与到游戏中。Wii 遥控器是第一个使用 IMU 跟踪来添加 3-DOF 运动(方向)作为输入的游戏控制器，并且使用了红外摄像机，另外还提供了报告其位置的机制。

实际上，大多数跟踪技术都减少了将参与者连接到虚拟现实系统的电线数量。这是使用计算机视觉和相关技术进行跟踪的主要好处之一。但是，即使声波和电磁系统也开发了射频连接，以消除用户与计算机之间的电线——尽管用户使用了有源接收器，仍然需要在身上佩戴电池组来提供电力。HTC Vive 的 Lighthouse 系统使接收器不必直接连接到发射器，但是它们必须经过本地处理，然后再传递回计算机。

最终，SLAM 跟踪技术将推动不久的将来。SLAM 跟踪功能已经在消费级(或接近消费级)产品中得到了证明，比如谷歌 Tango、微软 HoloLens、HTC Vive Focus 和联想 Mirage。

Mirage 和 HTC Vive Focus 都使用了谷歌的 WorldSense 中的 SLAM 系统。三星、惠普和华硕的头戴式显示器使用微软的“Windows 混合现实”技术。同样，SLAM 跟踪也可以通过苹果的 ARKit SDK 和谷歌的 ARCore SDK 在智能手机上实现。SLAM 是一个由内向外的跟踪系统，所有的工作都是从用户的角度完成的，因此不需要对环境进行任何更改。但这需要大量的专门处理以及内存，以便将当前输入与过去的位置相匹配。虽然同样的 SLAM 技术可以从用户的头部观察到用户的身体，并通过 Leap Motion 等产品确定用户的肢体位置，但这并不能解决跟踪用户身体其他部分的问题。目前 SLAM 跟踪在环境快速变化的情况下并不是一个可行的解决方案。

最后，完全集成的系统减少了累赘，因为整个设备是独立的，因此不需要与其他系统连接。“显示”将包括跟踪、计算和将其连接到远程计算和数据设施的网络(很可能是通过云)。

曾经有人预测，将来希望用户能拿起一个比一副太阳眼镜还小的并且没有连接线的显示器，从而在视觉上和听觉上沉浸在媒介中。现在，微软的 HoloLens 几乎做到了这一点，尽管它的视场不够理想，输入也有限，甚至它比一副眼镜大得多，重量也更重，视场也非常有限。但是，头戴式显示器已经努力在改进设备的视场。

然而，并不是所有的进步都能减少累赘。随着触觉显示技术的推进，在开发的早期阶段，将涉及更多阻碍界面的小装置。因此，对于给定的体验而言，设计师必须权衡哪一端更重要。