

站在技术的前沿，紧跟视觉技术发展趋势

计算机视觉增强现实 美术内容设计

深圳中科呼图信息技术有限公司 ©编著





计算机视觉增强现实 美术内容设计

深圳中科呼图信息技术有限公司 ©编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机视觉增强现实美术内容设计 / 深圳中科呼图信息技术有限公司编著. —北京: 机械工业出版社, 2017.7

ISBN 978-7-111-57691-4

I. 计… II. 深… III. 计算机视觉—美术—设计—研究 IV. TP302.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 186002 号

计算机视觉增强现实美术内容设计

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 吴晋瑜

责任校对: 李秋荣

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

版 次: 2017 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 185mm×260mm 1/16

印 张: 13.75

书 号: ISBN 978-7-111-57691-4

定 价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

华章IT
HZBOOKS | Information Technology



人文主义与人工智能

欧洲文艺复兴不管是在文学还是艺术方面，都留下了灿烂的文化遗产。时至今日，我们依然能站在梵蒂冈博物馆的楼顶欣赏米开朗基罗设计的宏伟广场，在卢浮宫看到达·芬奇的蒙娜丽莎面露神秘的微笑。但丁的《神曲》唱响了文艺复兴的赞歌，伽利略通过多次实验发现了自由落体、抛物体和振摆的运动规律，使人对宇宙有了新的认识。经济和科技的发展带动资本主义的萌芽，为这场思想运动的兴起提供了可能。城市经济的繁荣，使事业成功、财富巨大的富商、作坊主和银行家更加相信个人的价值和力量，更加充满创新进取、冒险求胜的精神。

1978年出版的《小灵通漫游未来》，应该是影响60后和70后的儿童科普读物。今天看来其中有些内容实现了，有些还停留在实验室，但人类对科学的探索始终没有停止，好奇心促使我们一直向前。当代科技的发展更新速度似乎越来越快，特别是以数字为核心的计算机技术已经全面进入日常生活。1995年，凯文·凯利在《失控》一书中提到：大众智慧、云计算、物联网、虚拟现实、网络社区、网络经济、协作双赢、电子货币……如今，这些颇具科幻色彩的词汇都已不再神秘。

2017年，以色列作家尤瓦尔·赫拉利在《未来简史》中提出，以碳基为基础建立的人类文明也许很快会被以硅基为基础的更高级算法所替代，人工智能终有一天会升级并超越人类文明。这在很多人看来是匪夷所思的，但面对今天数字技术的飞速发展，我们的确需要认真思考这一问题。科技给人类生活各方面带来的变化是历史的大势所趋，同时，这种变化也在不断促进各个领域的飞跃。对科技引入艺术也是目前各专业美术院校布局中的重中之重，尤其是在相关课程和教学方法方面，可谓求贤如渴。

本书的书名“计算机视觉增强现实美术内容设计”看起来属于理工类范畴，但其实直接关系到人们生活中的设计与创造，关系到人们的审美与运用。增强现实（Augmented Reality, AR），是一种实时的、基于摄像影像的位置和角度并加上自定义图像的技术，这种技术的目标是在屏幕上把虚拟世界叠加在现实世界上并能与用户进行互动。这种技术最早于1990年提出，率先应用于军事领域。随着随身电子产品运算能力的提升，增强现实的用途越来越广，如展览展示、市场营销、车载系统、游戏娱乐、医疗助手、教育、工业产业、军事领域等。在各类应用中，AR已悄然嵌入以前的多种领域。而对AR的教学与创作也是国内各专业美术院校逐渐展开的必修课程之一，从甲骨文、龟壳、竹简到鼠标、键盘，再到虚拟影像，人类在不断寻找更

加便捷的书写与绘画的材料。

本书从 AR 在生活中的应用开始讲起，结合 UI 设计、3D 建模、动画、影像制作以及美术训练中的造型与色彩基础、灯光与特效等，由浅入深、详实地讲解 AR 的制作过程。通过学习本书，读者可以了解和掌握一个 AR 项目从前期策划到美术内容制作及最后的程序输出等一系列完整的制作流程和技术指导。对于美术学院的 AR 教学，本书不仅具备技术性，同时也可以很好地结合各艺术专业基础，实用性强，可实施程度高，是非常不错的教科书。

谁也无法准确地预测未来，但未来总是建立在我们现在所做的工作之上的，也许若干年之后回望今天，我们会庆幸与本书的相遇。

李川 副教授

重庆美术家协会副秘书长

四川美术学院新媒体艺术系主任

2017 年 6 月

增强现实（Augmented Reality, AR）是一个新兴的行业，近年来取得了非常大的发展和非常高的社会关注度。底层软硬件技术的发展和迭代非常迅速，随着在各个传统纵深领域中的应用落地以及软硬件平台的逐步趋于成熟，催生了对优质的内容的大量需求，形成了巨大的内容开发者人才缺口。新的软硬件平台和视觉表现方式，对美术内容的制作提出了新的需求和标准。而目前很多 AR 内容开发者中的美术从业者是从游戏、影视等传统美术行业转型而来，在工业化的生产线上更注重细分领域技能的成熟和高效。AR 行业虽为新兴行业，但在寻找更好的落地方向时，需要大量的应用内容进行“试水”，所以 AR 内容开发团队趋于适合互联网时代的小型化团队，在生产上讲求短平快的高效开发，美术人员可能会面对比传统美术行业掌握更多、更全面技术的要求。

基于以上考量，本书并没有针对某个技术点或者软件进行深入讲解，而是从 AR 项目前期策划到各种不同类型的内容制作都有所涉及，涵盖的工具较多，技术面较广，对前期策划、UI 设计以及不同类型的模型、贴图 and 动画制作都有所阐述，本书整体上比较注重流程的讲解，另外，在案例的选择上主要是从真实的行业应用简化而来。

在学习过程中，读者应注意书中涉及的部分知识点和软件（本书对此并没有进行深入和系统的讲解），如果有需求，请参考其他资料。

鉴于此，本书比较适合学习 AR 应用美术内容创建的初学者，以及了解美术开发的流程和工艺的 AR 应用程序开发者，同时也适合有意接触 AR 领域的传统美术行业从业者拓展技术面和了解 AR 内容开发。此外，如果结合本系列丛书的其他书籍进行学习或教学，则有助于成为或培养对 AR 行业具有全局认知并且能够独当一面的应用型人才。

这是我们编写的 AR 应用美术开发领域的第一本书，要讲的内容实在太多，难免存在不足之处。我们希望能够成为长伴各位读者的朋友，伴随着行业的逐渐发展和我们在技术和认知上的逐渐成熟，不断将最新的经验分享给大家，与大家共同进步。

目 录 Contents

推荐序

前言

第 1 章 AR 应用发展概述	1
1.1 AR 应用案例分析	1
1.2 AR 的软件技术	3
1.2.1 SDK 开发工具	3
1.2.2 内容开发工具	5
1.3 AR 的硬件设备	5
1.3.1 移动手持式显示设备	5
1.3.2 智能可穿戴显示设备	5
1.3.3 空间增强现实设备	6
1.4 AR 的应用领域	6
1.4.1 展览展示	7
1.4.2 市场营销	7
1.4.3 车载系统	8
1.4.4 游戏娱乐	8
1.4.5 医疗助手	9
1.4.6 教育	10
1.4.7 工业产业	10
1.4.8 军事领域	11

1.5 AR 应用的未来发展趋势..... 11

1.5.1 AR 市场高速发展..... 11

1.5.2 AR 技术以移动 AR 为主要方式..... 11

1.5.3 改变消费者习惯..... 12

1.5.4 内容呈现类型多样..... 12

第 2 章 AR 应用的策划和设计..... 13

2.1 什么是项目策划..... 13

2.2 项目策划的职位与特质..... 13

2.3 资料搜集和市场调查..... 14

2.4 客户需求的分类与不同设计思路..... 15

2.5 项目策划的结果输出..... 16

2.6 本章小结..... 16

第 3 章 AR 应用的 UI 设计..... 17

3.1 UI 的相关概念..... 17

3.2 UI 的设计原则..... 17

3.3 AR 应用中 UI 界面的显示方式..... 17

3.4 AR 中与 UI 交互的方式..... 19

3.5 用户界面设计流程..... 22

3.6 AR 中 UI 的制作概述..... 22

3.6.1 UI 界面设计..... 22

3.6.2 图标设计..... 23

3.7 本章小结..... 24

第 4 章 内容生产工具和一般流程..... 25

4.1 通过三维扫描创建模型..... 25

4.1.1 3D 扫描设备发展状况以及应用范围..... 25

4.1.2 3D 扫描数据采集的流程及其优化..... 27

4.1.3 使用影像自动化生成 3D 模型..... 27

4.2	使用软件创建项目 / 产品	35
4.2.1	常用软件工具介绍	35
4.2.2	一般工作流程	36
第 5 章 AR 内容开发案例：场景		37
5.1	场景模型的搭建	37
5.1.1	场景模型制作前的准备工作	38
5.1.2	物件类模型	39
5.1.3	制作和导出 UV	48
5.1.4	制作贴图	56
5.2	Unity 3D 中的美术资源	65
5.2.1	Unity 3D 中的灯光基础	65
5.2.2	Unity 3D 中的 Standard Shader	73
5.3	本章小结	75
第 6 章 AR 内容开发案例：角色		76
6.1	AR 角色制作基础知识	77
6.1.1	美术造型基础	78
6.1.2	色彩理论	82
6.2	角色模型的制作	84
6.2.1	基础模型的创建	84
6.2.2	为角色增添细节	88
6.2.3	角色 UV 拆分导出	99
6.2.4	角色的制作贴图	100
6.3	本章小结	106
第 7 章 AR 内容开发案例：动画和特效		107
7.1	动画和绑定	107
7.1.1	动画概述与 AR 动画制作流程	107
7.1.2	AR 角色绑定技术	115

7.1.3 AR 角色绑定与动画制作案例..... 126

7.2 Unity 3D 中动画与特效的制作 157

7.2.1 Unity 动画系统..... 157

7.2.2 Unity 粒子特效系统 160

7.2.3 Unity 粒子特效案例 170

7.3 本章小结 192

第 8 章 AR 视频内容制作..... 193

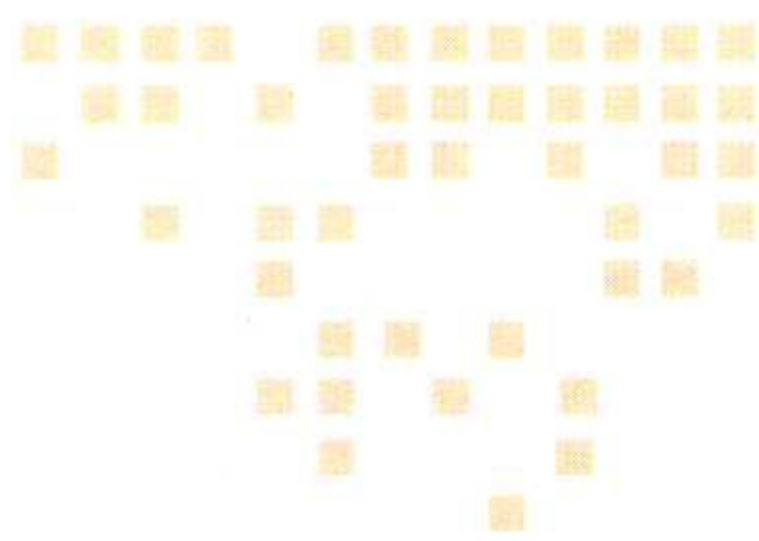
8.1 AR 通道视频的制作..... 193

8.1.1 三维软件渲染通道视频素材 193

8.1.2 拍摄抠像素材 201

8.1.3 制作透明视频 202

8.2 本章小结 207



AR 应用发展概述

增强现实（Augmented Reality，简称 AR）技术，是将真实世界与虚拟图像、视频、音频、3D 模型以及人类感知等进行结合，并与其产生交互的技术。1968 年，作为美国计算机图形领域的专家，伊万·萨瑟兰在哈佛大学展示了第一台头盔式显示器的目镜。在这项研究的基础上，此后头戴显示器在飞机、地面车辆以及舰只训练方面都取得了不俗的成绩。随后，医疗领域也使用了这种技术，如导入人体内的探针或者内窥镜末端传出可视化图像，这种图像再传递到头戴显示器上，这样医生就可以直接把获取的信息和人体内部结构对应起来。

1997 年，增强现实领域的先驱罗纳德·东给增强现实技术做出第一次科学定义，并指出增强现实应该具有三个特点：将虚拟物与现实结合（combines real and virtual）；即时交互（interactive in real time）；三维注册（registered in 3-D）。

增强现实的发展历史虽然短暂，但是异彩纷呈，在其发展道路上充满了精彩和创新。下一节将介绍增强现实技术目前的应用情况。

1.1 AR 应用案例分析

1. 宜家 AR 体验（如图 1-1 所示，来自 App 应用网络截图）

宜家 2014 年的产品手册中配置了 AR 增强现实 App，用户可将其安装到 iOS 或者安卓系统的智能手机或平板电脑中，可以将宜家内置在 App 中的产品，如桌子、椅子或是沙发等，按照自己的意愿选择摆放到房间内来预览现实效果。这款产品从某种意义上说改变了人们的消费模式。线上体验让人们足不出户就能“逛”宜家，选择心仪的商品并购买。

2. 日本 iButterfly：增强现实捉蝴蝶游戏（如图 1-2 所示，来自 App 应用网络截图）

iButterfly 是一个有趣的捉蝴蝶应用，使用 AR（增强现实），运用运动传感器和 GPS 功能，用手机捕捉虚拟蝴蝶。玩家可以在不同的地域抓到不同品种的虚拟蝴蝶，并可以通过蓝

牙与他人进行交换，捕捉蝴蝶的同时还能获得折扣优惠券，也可以得到大量的商业信息和内容。这是一种新的商业营销模式。

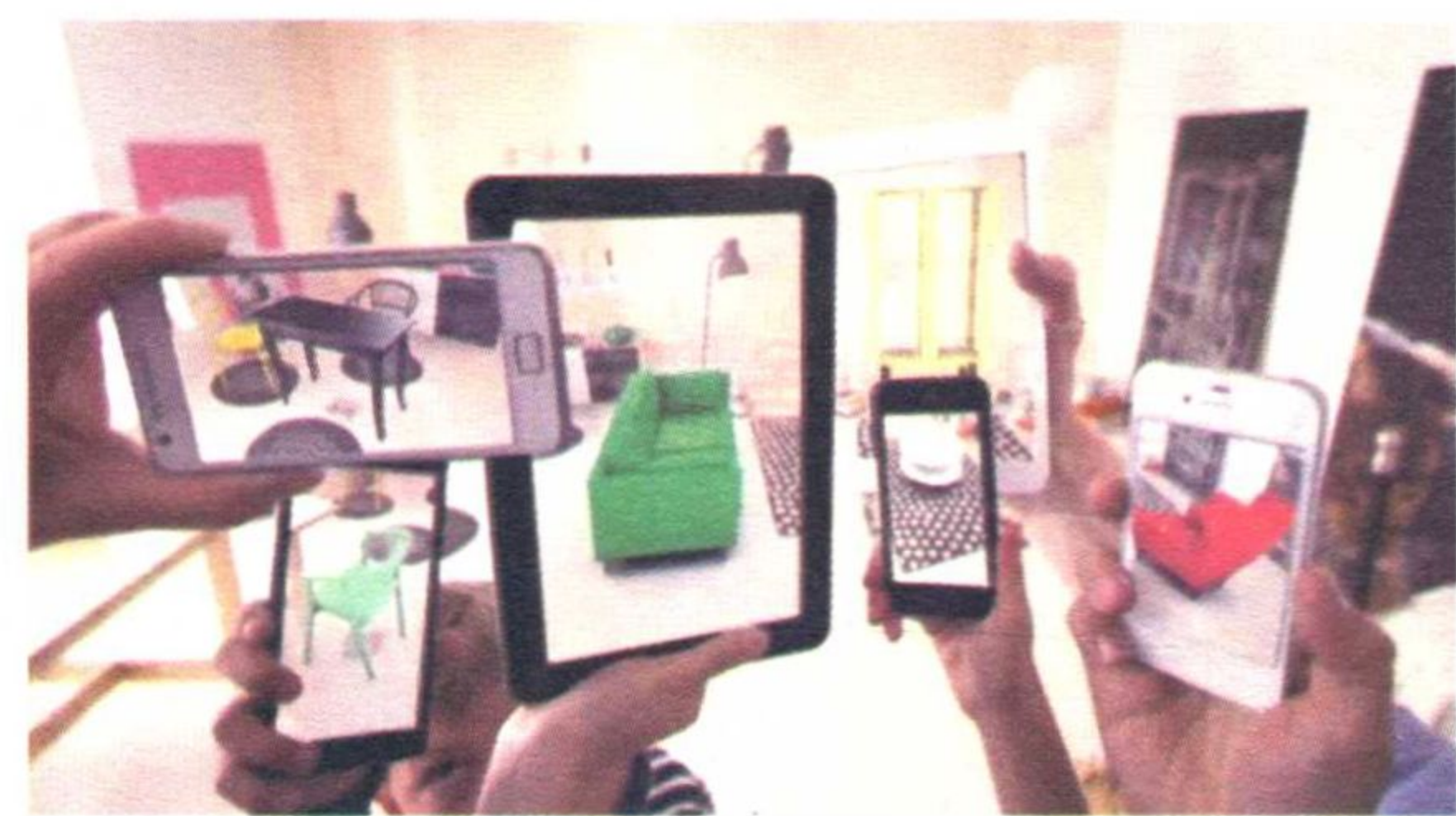


图 1-1

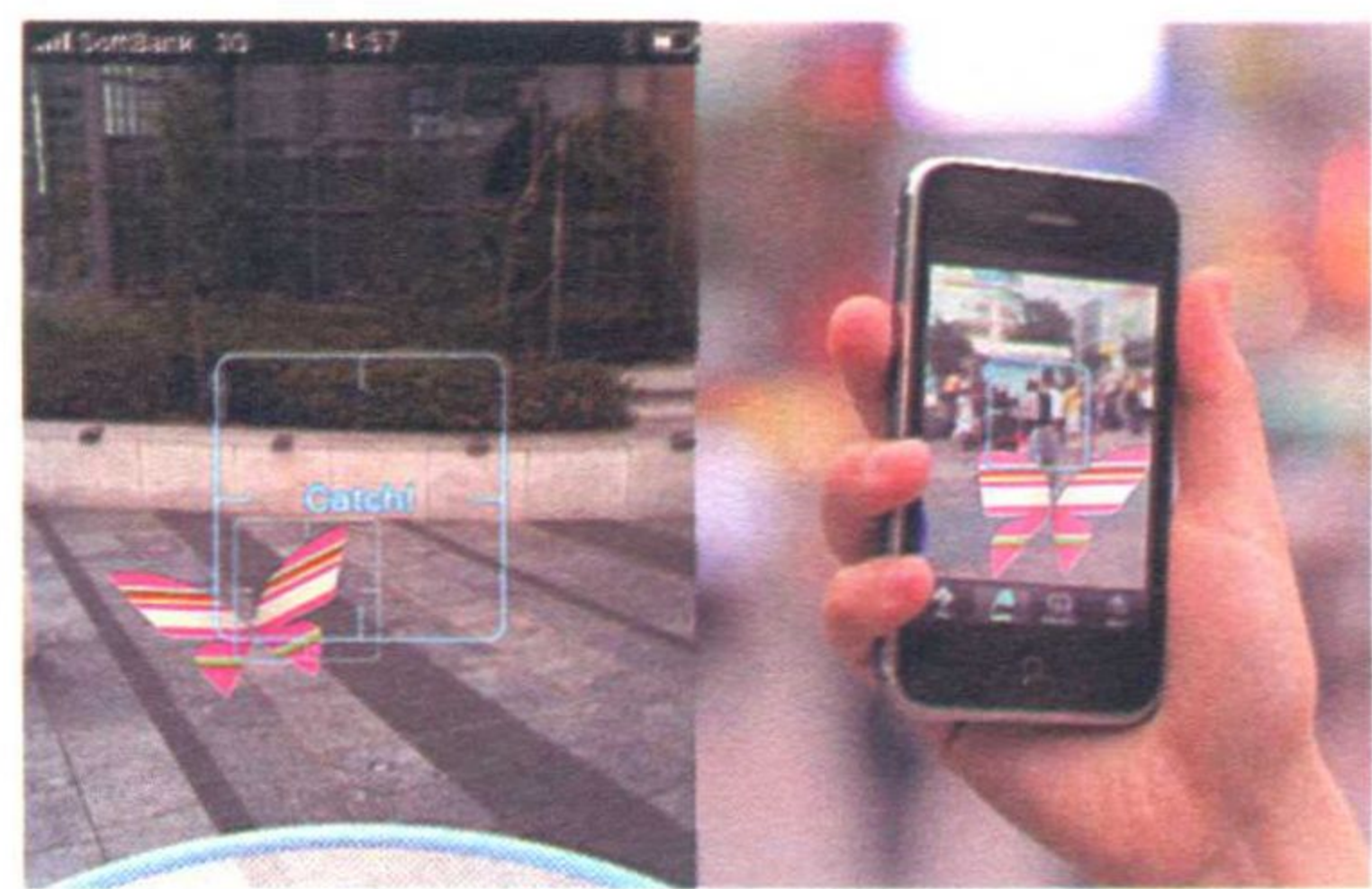


图 1-2

3. Word Lens (如图 1-3 所示，来自 App 应用)

Word Lens 是一款 AR 同步翻译应用。能够让用户通过智能手机屏幕翻译基于文本的图像。当你需要翻译不认识的外文路标、广告牌、指示语时，只需打开手机摄像头，对准这些东西，Word Lens 会利用光学字符识别技术来识别这些文字，进行翻译后，再利用增强现实技术将翻译过的文字完全覆盖在原有文字上，除语言变了之外，摄像头对着的场景不会发生任何变化。这样一来，用户可以在手机屏幕中看到由翻译结果生成的真实场景，该应用具备相当广泛的实用性。

4. 手术场景 AR——Mobile Liver Explorer (如图 1-4 所示，截图来自应用网络)



图 1-3

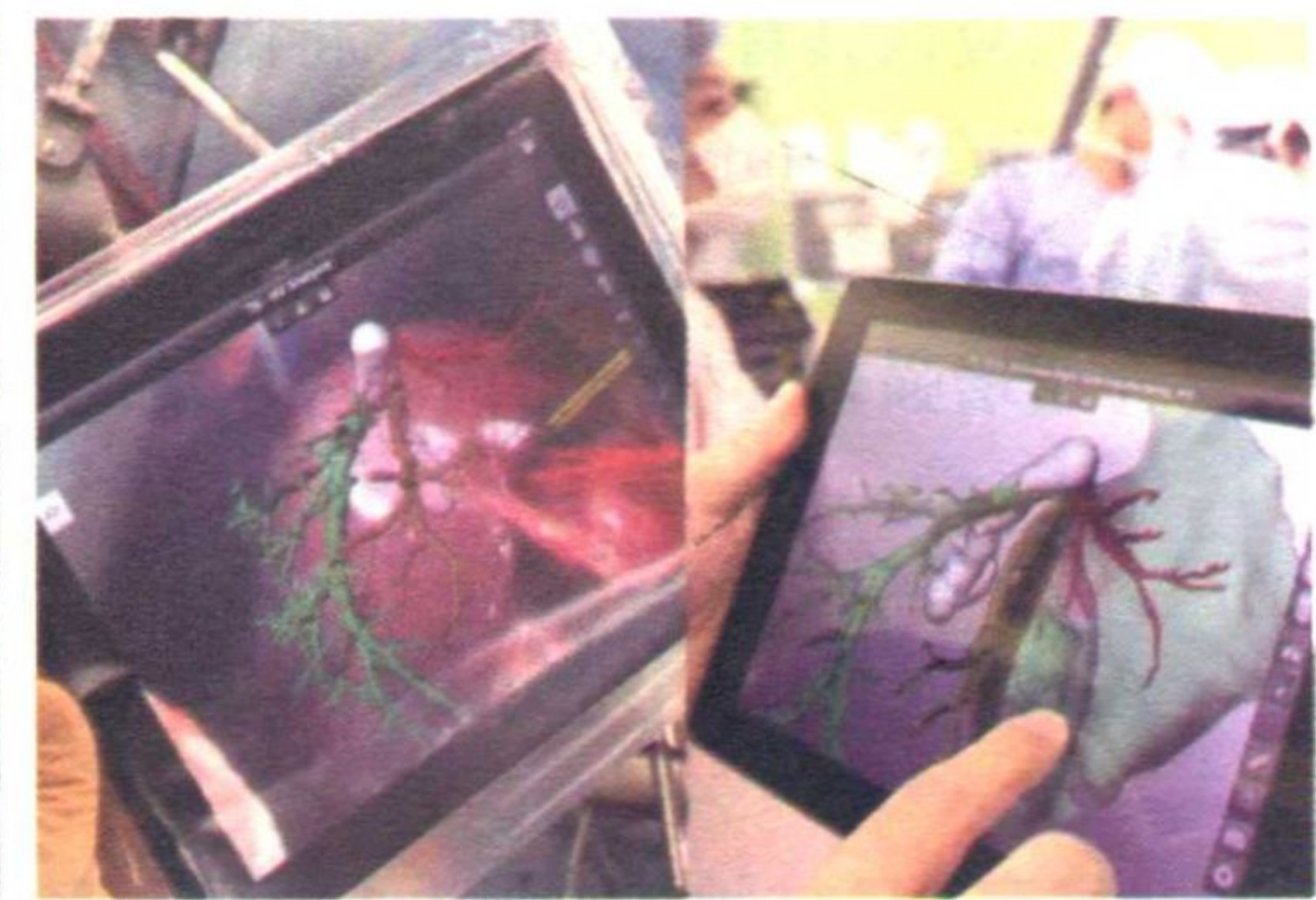


图 1-4

Fraunhofer MEVIS 是一家德国的医学图像计算技术公司，开发用于临床工作的互动辅助系统。Mobile Liver Explorer 是该公司推出的一项软件类技术解决方案，其核心作用是降低手术失血量，Mobile Liver Explorer 是 AR 技术在外科手术场景下的典型应用，利用智能设备的摄像头捕捉器官的影像，同时将手术计划数据进行二维和三维成像，再叠加到器官上，从而在手术过程中为医生提供实时的引导和辅助。Mobile Liver Explorer 还可以对手术中的新情况做出响应，比如通过监测枝节的长度及时更新手术计划。

5. 导航软件——TapNav (如图 1-5 所示, 截图来自应用网络)

TapNav 系统是一款城市导航软件, 具有增强现实功能, 可以实时为用户提供他们所找地方的视觉导向, 帮助用户顺利找到他们想去的地点。通过把虚拟的用户行动路线叠加显示在实景道路上, 经过简单的视觉提示, 用户能够快速知道他们应该如何行驶, 这是比语音导航更具有优势的导航方式。

在实验室里, 增强现实导航系统已经被整合到了汽车挡风玻璃上, 驾驶员可以在汽车挡风玻璃上看到前方道路的增强信息及导航信息, 还具有速度控制、追尾规避、监测点报警、替换路线介绍、碰撞规避等功能, 比手机导航更具有安全优势。



图 1-5

6. ARMAR 增强现实维护修理应用 (如图 1-6 所示, 截图来自应用网络)

ARMAR 应用是由哥伦比亚大学的 Steve Henderson 和 Steven Feiner 创建的增强现实维护修理程序, ARMAR 可以把计算机图形叠加显示在需要维护的真实设备上, 从而提高机修工的工作效率、准确性和安全性, 通过头盔显示器, 机器工能够看到他们正在维修的机器的增强视图, 这些增强视图包含机器组件标签和维护引导步骤。使用增强现实技术辅助维修, 机修工能够更快地确定故障位置并开始维修工作, 工作耗时在某些情况下几乎是未使用增强现实辅助所需时间的 1/2。跟踪调查显示, 机修工认为增强现实能够影响直觉, 并且令人满意。增强现实越来越适用于各种维护和维修任务。增强现实已经在机械维修领域中起到了示范作用。



图 1-6

1.2 AR 的软件技术

1.2.1 SDK 开发工具

1. Metaio SDK

Metaio SDK 支持二维图像、三维对象、SLAM 和位置跟踪、条形码和二维码扫描、连

续性视觉搜索（通过 Metaio CVS 实现，无论是离线还是在线状态）以及手势检测。Metaio 还设计了自己的 AR 脚本语言，AREL（增强现实体验语言）让你可以使用常见的 Web 技术（HTML 5、XML、Javascript）去开发自己的 AR 应用，并将它们部署到任何地方，且支持 Android、iOS、Windows PC、Google Glass、Epson Moverio BT-200 和 Vuzix M-100，或是在 Unity 中使用。

2. Vuforia SDK

多目标检测、目标跟踪、虚拟按钮、Smart Terrain™（新型 3D 重构功能）和扩展追踪都是 Vuforia SDK 的主要特性，支持各种各样的目标检测（如对象、图像和英文文本），特别是 Vuforia 的图像识别允许应用去使用设备本地和云端的数据库。Vuforia 支持 Android、iOS 和 Unity，不过还有一个版本的 SDK 是用于智能眼镜的（即 Epson Moverio BT-200、Samsung GearVR、ODG R-6 和 ODG R-7），目前正在测试阶段，面向部分开发者开放。

3. Wikitude AR SDK

Wikitude AR SDK 支持图像识别和跟踪，3D 模型的渲染和动画（只支持 Wikitude 3D 格式）、视频叠加、定位跟踪和图像、文本、按钮、视频等。Wikitude AR SDK 可用于 Android、iOS、Google Glass、Epson Moverio、Vuzix M-100 和 Optinvent ORA1。此外，它还可以作为 PhoneGap 的一个插件、Titanium 的模块以及 Xamarin 的组件。

4. ARPA SDK

图像的检测与跟踪、3D 对象实时渲染，以及用户和 3D 对象的交互（比如选择、旋转、缩放）都是 ARPA SDK 能为 iOS、Android 构建 AR 应用时所能提供的功能。其中的 ARPA GPS SDK 为 ARPA SDK 补充了基于地理定位的 AR 功能：它让用户可以定义自己的 POI（信息点），在检测时，用户可以对它们进行选择并获取更多关于它们的信息，甚至是对它们执行操作（比如“带我去那”的行为，会显示一个带有已选 POI 的指示图）。而 ARPA GLASS SDK 和 ARPA Unity 插件分别为 Google Glass 和 Unity 游戏引擎提供的功能与 ARPA SDK 相似。值得一提的是，开发这些 SDK 的公司 Arpa Solutions 在过去的几年中一直在构建自己的 AR 平台，其中涉及的一些功能（脸部识别和虚拟按钮）也将可能会转移到这些 SDK 中。

5. ARLab SDK

使用 AR Browser SDK，用户可以实时地从场景中添加和移除 POI，还可以与它们互动（触摸或将相机指向它们），或对它们执行操作（如发送短信或分享到 Facebook 上）。Image Matching SDK 允许用户使用成千上万的图像去创建自己本地的匹配池（加载本地资源和远程 URL），即使在没有连接网络的情况下，也可以通过它来匹配任何图像，当然它也支持二维码和条形码识别。除了这两个 SDK，ARLab 即将推出 Object Tracking、Image Tracking 和 Virtual Button SDK，而以上所提到的所有 SDK 都可用于 Android 和 iOS 平台。

1.2.2 内容开发工具

增强现实应用的虚拟物体包括图像、UI、声音、视频、模型以及带有动画的 FBX 文件。用户可以使用 Autodesk Maya、Autodesk 3dx Max、Adobe After Effects 等软件以及 Unity 等引擎制作所需要的内容，并与所需的 SDK 进行连接，生成所需要的 AR 应用。

1.3 AR 的硬件设备

1.3.1 移动手持式显示设备

各种智能手机及 iPad 等移动手持式设备，可以通过增强现实应用程序的实时取景器观看叠加显示的数字图像，并可以通过点击屏幕与虚拟数字图像进行交互，这就是移动手持式显示器的工作模式。

Pokemon Go 为大众所熟知（见图 1-7），这是一款基于 AR 简单的识别和定位的宠物小精灵游戏。目前大多数 AR 硬件平台都是在智能手机或者 iPad 上开发，属于初级应用。



图 1-7

1.3.2 智能可穿戴显示设备

头戴式 AR 眼镜或者头盔有微软 Hololens（见图 1-8）、Google Glass（见图 1-9）等。



图 1-8



图 1-9

HoloLens 就是将一台全息电脑装入头盔中，用户可以在客厅、办公室等地方看见、听见全息图，并与之互动。微软开发的头盔也可用无线方式连接到 PC，它还用高清镜头、空间声音技术来创造沉浸式、互动全息体验。

Google Glass 的主要结构为：在眼镜前方悬置的一台摄像头和一个位于镜框右侧的宽条状的电脑处理器装置，配备的摄像头像素为 500 万，可拍摄 720p 视频。镜片上配备了一个头戴式微型显示屏，它可以将数据投射到用户右眼上方的小屏幕上。显示效果如同 2.4m 外的 25 英寸（1in $\approx$ 2.54cm）高清屏幕。它就是微型投影仪 + 摄像头 + 传感器 + 存储传输 + 操控设备的结合体。右眼的小镜片上包括一个微型投影仪和一个摄像头，投影仪用于显示数据，摄像头用于拍摄视频与图像，存储传输模块用于存储与输出数据，而操控设备可通过语音、触控和自动三种模式控制。

1.3.3 空间增强现实设备

空间增强现实设备是利用视频投影仪、全息摄影技术和其他技术，直接把数字信息显示在真实物体上，用户可以裸眼观看，不需要再准备显示器。实时交互通过控制器终端操作，结果也会实时投影在真实物体上。这套增强现实系统可以为一大群人提供裸眼的增强现实信息。能根据应用场景的实际情况，设计出创意十足、效果酷炫的视觉效果，如图 1-10 所示。



图 1-10

1.4 AR 的应用领域

增强现实发展至今，已经以其独有的方式成功运用在了现实生活中的各行各业中，比如家装、市场营销、翻译、医疗、导航、工业维修等领域，且这一技术还在不断进步。可以预想，增强现实技术将来会越来越地进入人们的生活中，帮助我们更好地获取现实世界的认知信息。

AR 将会成为日常化移动设备应用的一部分，在市场营销、教育、游戏娱乐、车载系统、医疗、旅游、工业产业等领域有着巨大的发展趋势。