



# 虚拟现实技术

## Virtual Reality Technology

金枝

中山大学智能工程学院 2019秋季课程



# 本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术——三维全景技术
  - 1 三维全景概述
  - 2 三维全景分类
  - 3 全景照片的拍摄硬件
  - 4 全景照片的制作



# 1 三维全景概述

- 全景（Panorama）是一种使用相机环绕四周进行360°拍摄，将拍摄到的照片**拼接成**一个全方位、全角度的图像。这些图像可以在计算机或互联网上进行浏览或展示。



五台山全景



国外小镇全景



城市鱼眼镜头效果全景



# 1 三维全景概述

- 全景可分为两种，即**虚拟全景**和**现实全景**。
- 虚拟全景是利用3ds Max、Maya等软件，制作出来的模拟现实的场景；
- 现实全景是利用单反数码相机拍摄实景照片，由软件进行特殊的拼合处理而生成的真实场景。本章介绍的主要是现实全景。



3ds Max软件制作的虚拟全景





# 1 三维全景概述

- 三维全景（Three-dimensional Panorama）是基于全景图像的真实场景虚拟现实技术，也称虚拟现实全景。
- 把相机环360°拍摄的一组或多组照片拼接成一个全景图像，通过计算机技术实现全方位、互动式观看的真实场景还原展示，并具有较强的互动性，能用鼠标控制环视的方向，可左可右，可上可下，可近可远，可大可小，使人有身临其境的感觉。



Maya软件制作的虚拟全景



# 1 三维全景概述







# 1 三维全景概述





# 1 三维全景概述

- 三维全景和以往的建模、图片等表现形式相比，其优势主要体现在以下几方面。
  - 真实感强，基于对真实图片的制作生成，相比其他建模生成对象更真实可信。
  - 比平面图片能表达更多的图像信息，并可以任意控制，交互性能好。
  - 经过对图像的透视处理模拟真实三维实景，沉浸感强烈给观赏者带来身临其境的感觉。
  - 生成方便，制作周期短，制作成本低。
  - 比建模文件小，传输方便，适合网络使用，发布格式多样，适合各种形式的应用。





# 本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术——三维全景技术
  - 1 三维全景概述
  - 2 全景图的分类
  - 3 全景照片的拍摄硬件
  - 4 全景照片的制作



## 2 全景图的分类

- 根据全景图外在的表现形式，通常可以分为柱形全景、球形全景、立方体全景和物体全景。
  - (1) 柱形全景。
  - (2) 球形全景。
  - (3) 立方体全景。
  - (4) 物体全景。



## 2.1 柱形全景

- **柱形全景**（或柱面全景），就是人们常说的“**环视**”。柱面全景的拍摄原理：把拍摄的照片投影到以相机视点为中心的圆柱体内表面，可以以水平 $360^\circ$ 方式观看四周的景物。



柱面全景拍摄示意图





## 2.1 柱形全景

- 柱面全景的优缺点比较

优点	缺点
柱面全景图展开后就成为一个矩形图像，然后利用其在计算机内的图像格式进行存取。	用鼠标向上或向下拖动时，仰视和俯视的视野受到限制，既看不到天，也看不到地，即垂直视角小于 <b>180度</b> 。
图像的采集快捷方便。仅通过简单的硬件，如数码相机、三脚架、全景云台就可以实现采集，且不受周围环境的限制。	



## 2.1 柱形全景

- 柱面全景的优缺点比较



柱面全景投影





## 2.2 球形全景

- **球形全景**（或球面全景），球面全景图是将原始图像拼接成一个球体的形状，以相机视点为球心，将图像投影到球体的内表面。球面全景图可以实现水平方向 $360^\circ$  旋转、垂直方向 $180^\circ$  俯视和仰视的视线观察。



球面全景示意图





## 2.2 球形全景

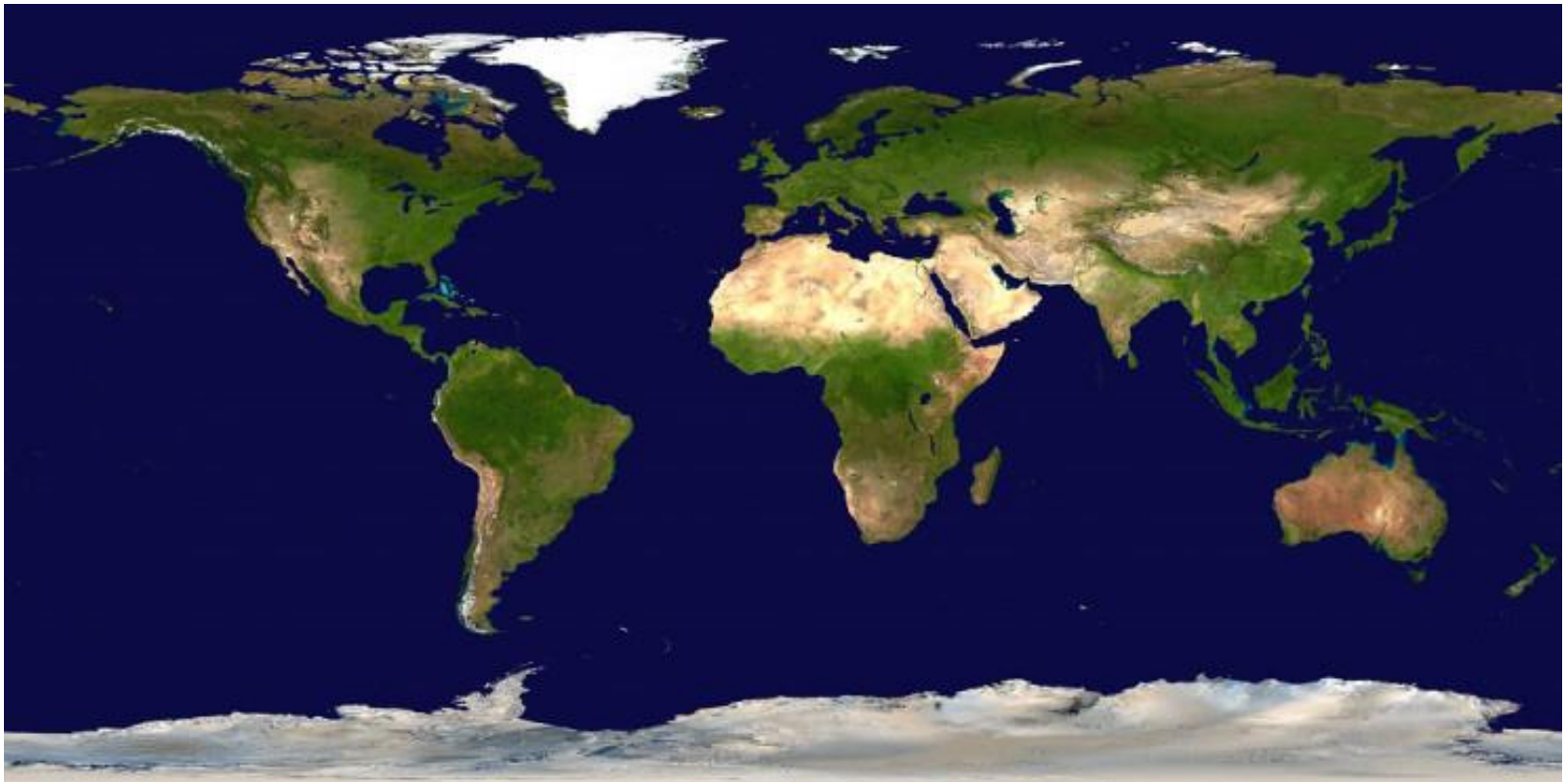
- 球面全景的优缺点比较

优点	缺点
球面全景图可以实现水平方向 $360^{\circ}$ 旋转、垂直方向 $180^{\circ}$ 俯视和仰视的视线观察。	球面全景的存储方式及拼接过程比柱面全景复杂。生成球面全景的过程中要将平面图像投影成球面图像，而球面为不可展曲面，实现一个平面图像的水平和垂直方向的非线性投影过程非常复杂，同时也很难找到与球面对应且易于存取的数据结构来存储球面图像。



## 2.2 球形全景

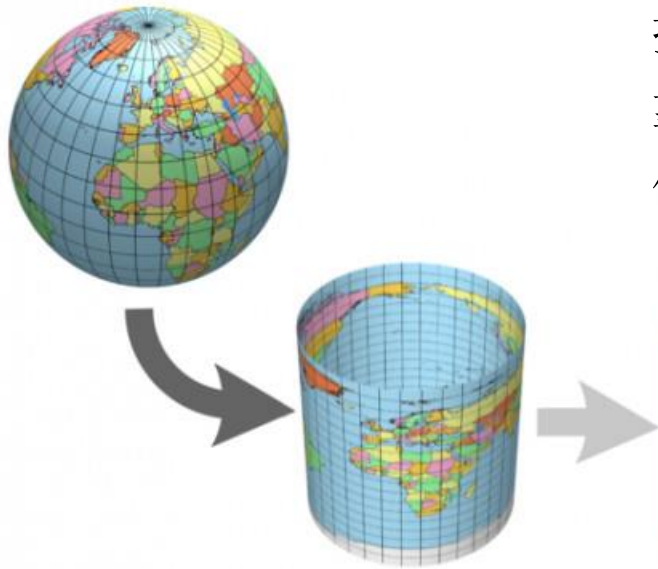
- 常见球面投影方式: Equirectangular



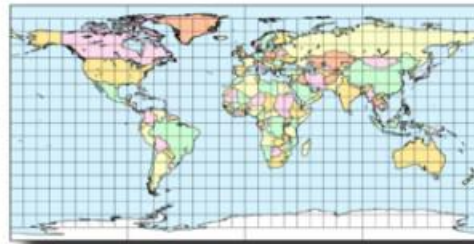


## 2.2 球形全景

- 常见球面投影方式: Equirectangular



把经度和纬度看作普通的坐标参数，不考虑距离，靠近两极的地区东西方向被拉长，长宽比例不对。优点是便于计算图上每一点的经纬度。NASA卫星图像、卫星地图常用这种投影。

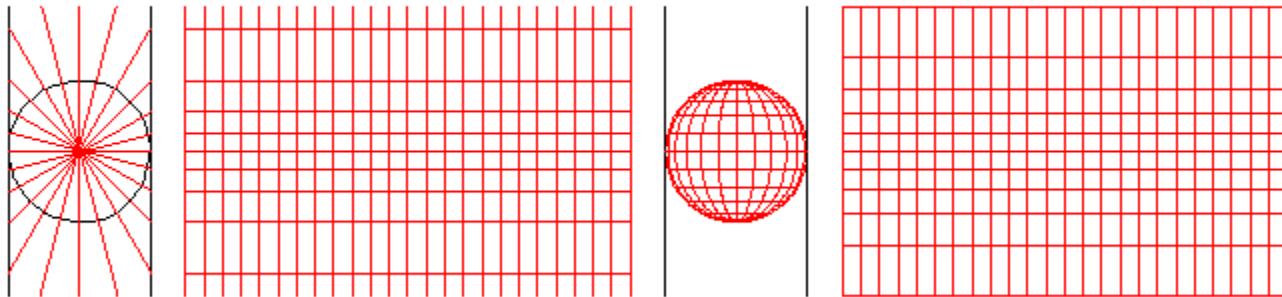






## 2.2 球形全景

- 常见球面投影方式：[墨卡托投影 \(Mercator\)](#)



墨卡托投影，又称正轴等角圆柱投影，由荷兰地图学家墨卡托 (G.Mercator) 于1569年创拟。假设地球被套在一个圆柱中，赤道与圆柱相切，然后在地球中心放一盏灯，把球面上的图形投影到圆柱体上，再把圆柱体展开，就形成以一幅墨卡托投影的世界地图（如上图）。因其等角特性，广泛应用与航空、航海中。



## 2.2 球形全景

- 常见球面投影方式：Equisolid投影

也称之为“720°”全景，它甚至可以把垂直方向的360°视域都展现出来，但是前提是使用者并不在乎巨大的扭曲变形可能带来的品质损失。



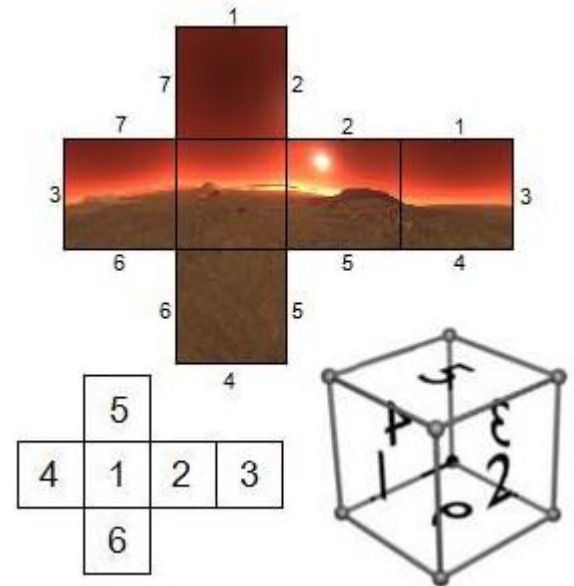


## 2.3 立方体全景

- **立方体全景**由前、后、左、右、上、下，6个平面投影图像组合而成，即相机位于立方体的中心拍摄，将全景图投影到一个立方体的内表面上。立方体全景可以实现水平方向 $360^\circ$  旋转、垂直方向 $180^\circ$  俯视和仰视的视线观察。



立方体全景示意图





## 2.4 对象全景

- **对象全景**是以一件物体（即对象）为中心，通过立体 $360^{\circ}$ 球面上的众多视角来看物体，从而生成对这个对象的全方位的图像信息。
- 对象全景的拍摄特点是：拍摄时瞄准物体，当物体每转动一个角度就拍摄一张，顺序完成拍摄一组照片。这与球面全景的拍摄正好相反。
- 主要用于电子商务领域的商品展示。



对象全景静态示意图





## 2.5 三维全景的应用领域

- 旅游景点；宾馆、酒店；房地产；电子商务；军事、航天；医学虚拟仿真；历史文化；公司企业；娱乐休闲场所；虚拟校园；政府开发区环境.....

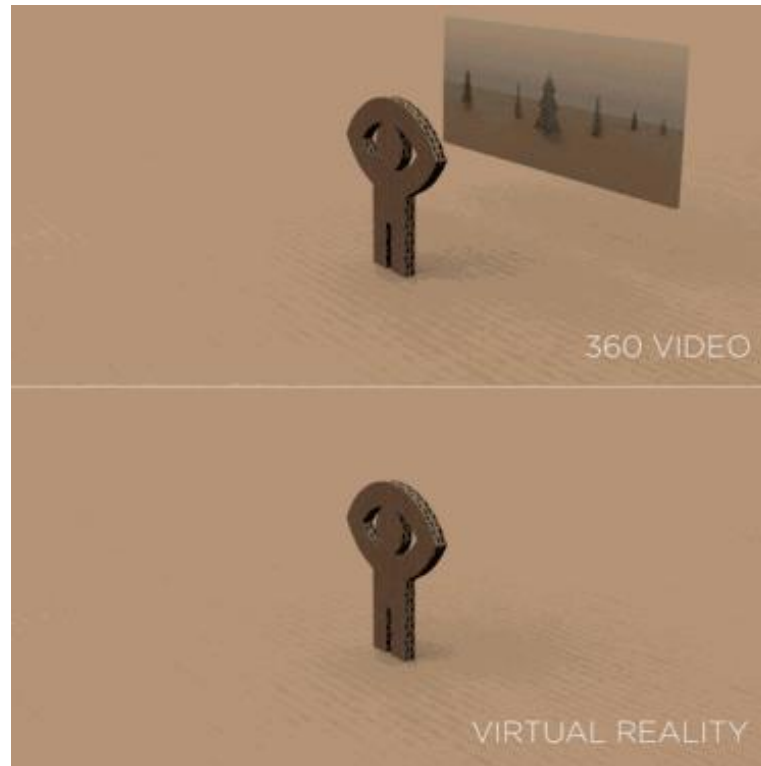


三维全景的应用领域示例



## 2.6 全景视频与VR视频

- 先用一张图来说明360度全景视频和VR视频的不同。





## 2.6 全景视频与VR视频

- 全景视频

全景视频是有别于传统视频单一的观看视角，让人们可以360°自由观看。

全景视频可以是3D的也可以不是，可以通过屏幕观看，也可以带上眼镜观看。

全景视频是线性播放的，也就是按照时间轴来进行回放的。

- VR视频

VR视频允许人们在视频里自由移动观看（提供场景中任意位置的360°自由视角）。

VR视大都带上头显观看，且必须是3D的。

VR视频可以允许用户在同一时间，站在不同的位置观看。



## 2.6 全景视频与VR视频

- 全景视频和VR视频有什么相似之处？
  - 都可以是3D的（全景视频也有2D版）；
  - 都能360度上下、左右旋转观看；
  - 具有视觉沉浸感。





# 本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术——三维全景技术
  - 1 三维全景概述
  - 2 三维全景分类
  - 3 全景照片的拍摄硬件
  - 4 全景照片的制作



## 3.1 全景制作常见硬件

- 全景摄影使用的相机、三脚架与一般摄影没有太大的区别。从实现全景摄影的功能来说，所有相机、家用DC，甚至手机都能进行全景摄影。但是最为方便且效果又好的就是鱼眼镜头或广角镜头加单反相机拍摄，用全景拼合软件拼合。因此，全景摄影采用的设备通常有数码相机、鱼眼镜头或广角镜头、全景云台和三角架。如图所示。



Canon EOS 5D单反数码相机



Canon 8-15鱼眼镜头



曼比利 KF-0 云台



劲捷AC-289+QE-1T三脚架



## 3.1 全景制作常见硬件

- 鱼眼镜头

鱼眼镜头是一种短焦距超广角摄影镜头，焦距大约6mm—16 mm。

相比于传统的标准镜头，鱼眼镜头有以下优点：

1. 视角范围大，一般可达180度以上；
2. 焦距短，因此会产生特殊的变形效果；
3. 景深长，有利于表现照片的大景深效果。





## 3.1 全景制作常见硬件

- 广角镜头

特别是焦距小于20mm的超广角镜头，也是全景摄影中常用的镜头。

相对于鱼眼镜头，广角镜头没有那么严重的透视变形，水平视角也小于鱼眼镜头，但成像质量好，拼接出的全景图片分辨率较高，更适合于对影像质量要求较高的全景摄影。







## 3.1 全景制作常见硬件



鱼眼镜头拍摄的效果

广角镜头拍摄的效果





## 3.1 全景制作常见硬件

- 云台

作为相机的稳定器，起到平衡与稳定作用。

云台的作用是什么呢？要找到这个问题的答案，首先必须了解一个概念：相机的**节点**（Nodal Point）。“节点”是指照相机的光学中心，穿过此点的光线不会发生折射。在拍摄鱼眼照片时，相机必须绕着节点转动，才能保证全景拼合的成功。云台的作用正是如此。云台安装于三脚架上。它保证了相机转动时，镜头的“节点”正好位于转动轴上。



## 3.1 全景制作常见硬件

不采用云台而直接使用数码相机和鱼镜头拍摄鱼眼图像将会产生偏移。



拍摄时没有采用云台



拍摄时采用云台



## 3.2 全景制作硬件配置方案

全景图的拍摄或制作一般采用以下2种硬件配置方案：

### 1. 数码相机+鱼眼镜头+三脚架+全景云台

这种方法成本低，可一次性拍摄大量的素材，另一方面其制作速度较快，是目前主流的硬件配置方案。

### 2. 三维建模软件营造虚拟场景

这种方法主要应用于那些不能拍摄或难于拍摄的场所，或是对于一些在现实世界中还不存在的物体或场景。如，还没有建成的小区、虚拟公园、虚拟游戏环境、虚拟产品展示等。





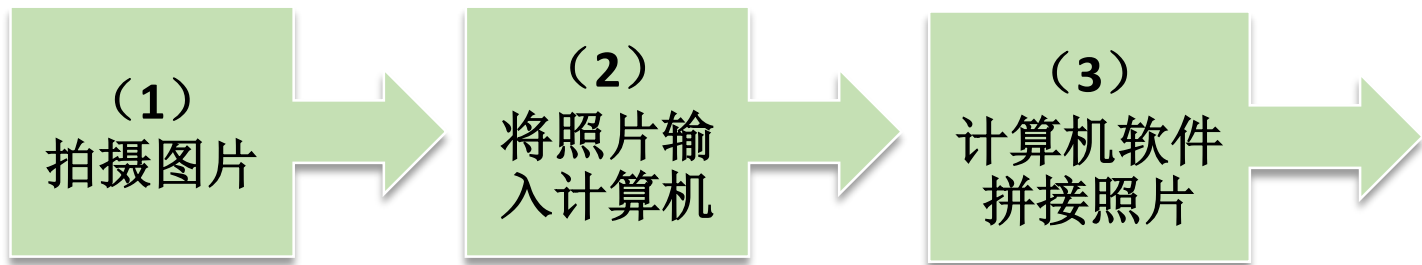
# 本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术——三维全景技术
  - 1 三维全景概述
  - 2 三维全景分类
  - 3 全景照片的拍摄硬件
  - 4 全景照片的制作



## 4 全景照片的制作

- 制作流程主要有三大步骤





## 4 全景照片的制作

- 拍摄图像注意事项

尽量把相机端平，对准需要拍摄的场景进行多幅照片的拍摄。每张照片应该和前面的一张重叠大约33%~60%，要旋转满360°，同时最后一张照片也要和第一张重叠。

(1) 手持拍摄时尽量避免身体转动引起的相机抖动；在拍摄期间不要移动（仅围绕中心点旋转）；

(2) 使用三脚架拍摄时，尽可能保证三脚架处于水平平衡状态，利用云台来转动相机进行拍摄。

(3) 照片的重合度根据相机镜头进行调整，一般不大于66%。



## 4 全景照片的制作

- 拍摄图像注意事项（cont'）

（4）要注意镜头畸变和透视形变；

（5）在照片拍摄时，尽量固定相机的曝光、对焦点以及白平衡等参数，保证后期拼接时画面效果一致。

（6）后期拼接图片，边缘经常会出现空白，需要剪裁或变形填充。因此前期可以有意地拍入多于场景方便后期填补。



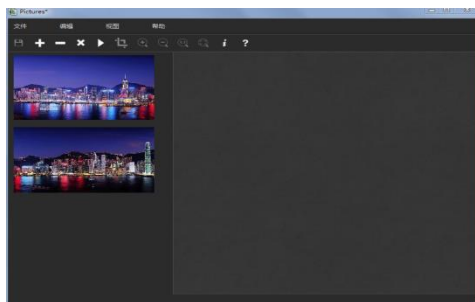


# 4 全景照片的制作

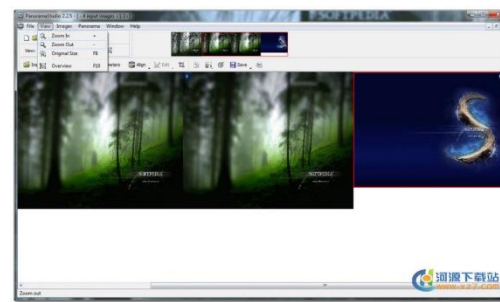
## • 常见的全景拼接软件



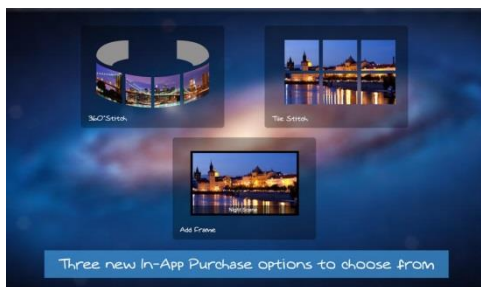
1. WPanorama



2. Pixtra OmniStitcher



3. PanoramaStudio



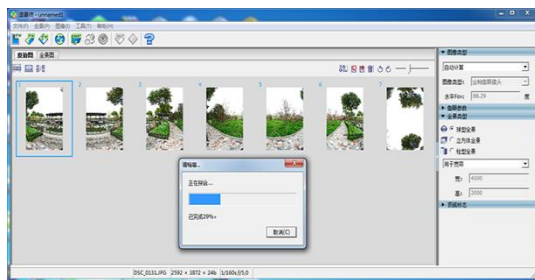
4. ADG Panorama Tools



5. Stitcher



6. Ulead COOL 360



7. 造景师



8. 漫游大师





## 4 全景照片的制作

- 这其中比较有代表性的全景技术软件有：

### (1) QuickTime VR

QTVR是QuickTime Virtual Reality 的简称，它是美国苹果公司开发的新一代虚拟现实技术。是属于桌面型虚拟现实中的一种，它是一种基于静态图像处理的、在电脑平台上能够实现的初级虚拟现实技术。尽管如此，但它有其自身的特色与优势。它的出现使得专业实验室中的成本昂贵的虚拟现实技术的应用与普及有了广阔的前景。

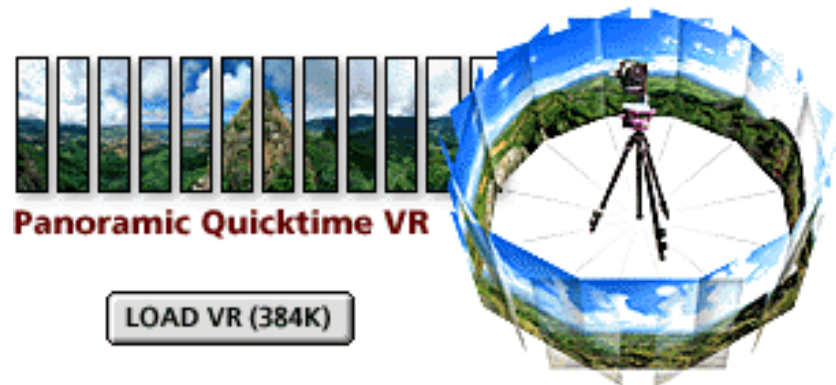


## 4 全景照片的制作

- 这其中比较有代表性的全景技术软件有：

### (1) QuickTime VR

QTVR技术有三个基本特征：从三维造型的原理上看，它是一种基于图像的三维建模与动态显示技术；从功能特点上看，它有视线切换、推拉镜头、超媒体链接三个基本功能；从性能上看，它不需要昂贵的硬件设备就可以产生相当程度的VR体验。





## 4 全景照片的制作





## 4 全景照片的制作

### (2) IPIX全景

IPIX 全景图片技术是美国联维科技公司(IPIX)在中国推广包括其全景合成软件IPIX World和尼康镜头等设备在内的“整体解决方案”。2000年5月进入中国市场，它的宗旨是要让人人能够自己拍摄和制作全景照片。



## 4 全景照片的制作

### (2) IPIX全景

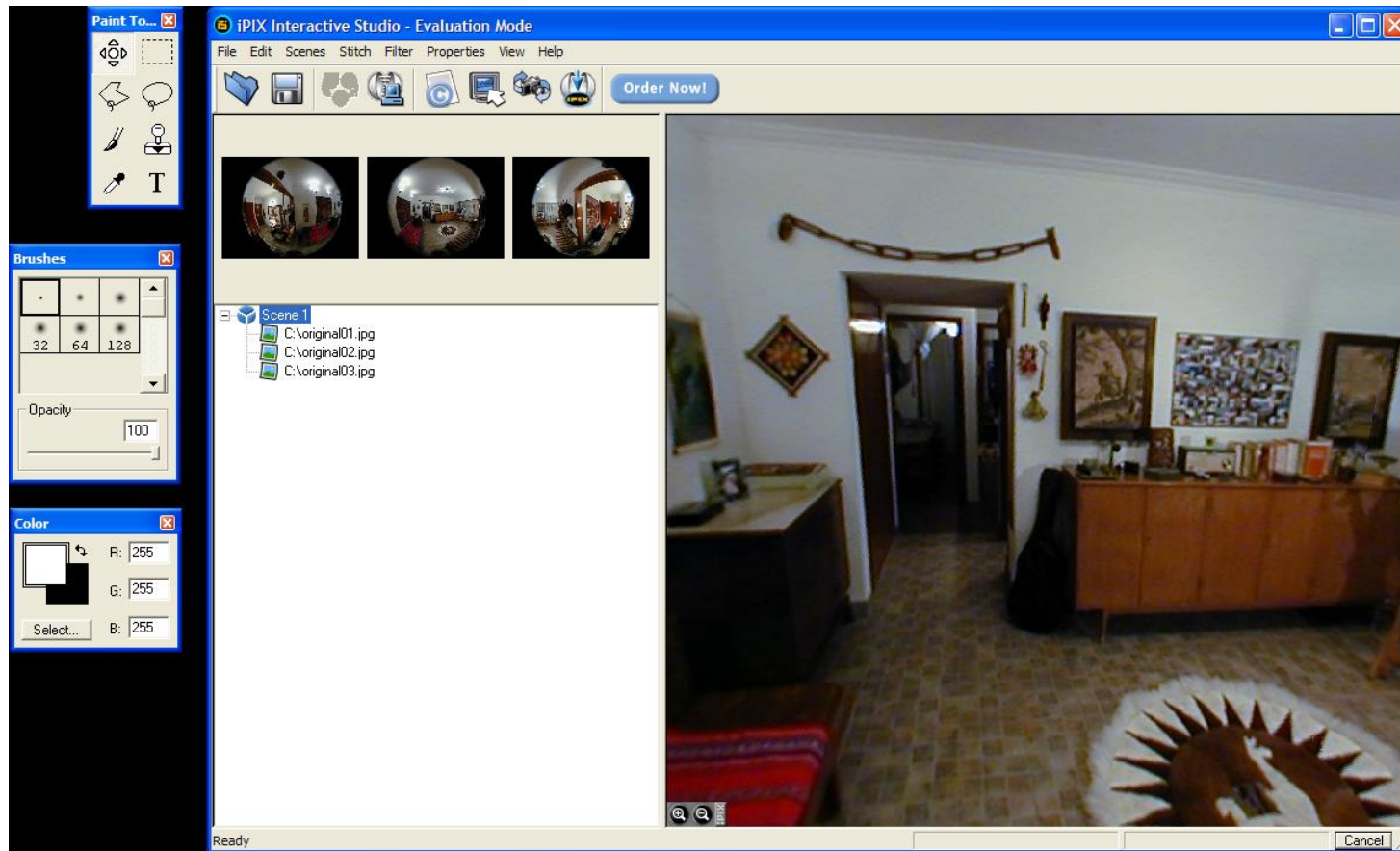
它是利用基于IPIX 专利技术的鱼眼镜头拍摄两张 $180^\circ$  的球形图片，再通过IPIX World软件把两幅图像拼合起来，制作成一个IPIX  $360^\circ$  全景图片的实用技术。IPIX World 是一款“傻瓜型”全景合成软件，用户无须了解其核心原理，也无须对图象进行前、后期处理，一分钟内搞定。IPIX生成一种逼真的可运行于Internet网上的三维立体图片，观众可以通过鼠标上下、左右的移动任意选择自己的视角，或者任意放大和缩小视角，也可以对环境进行环视、俯瞰和仰视，从而产生较高的沉浸度。





# 4 全景照片的制作

## (2) IPIX全景





## 4 全景照片的制作

### (3) PixMaker全景

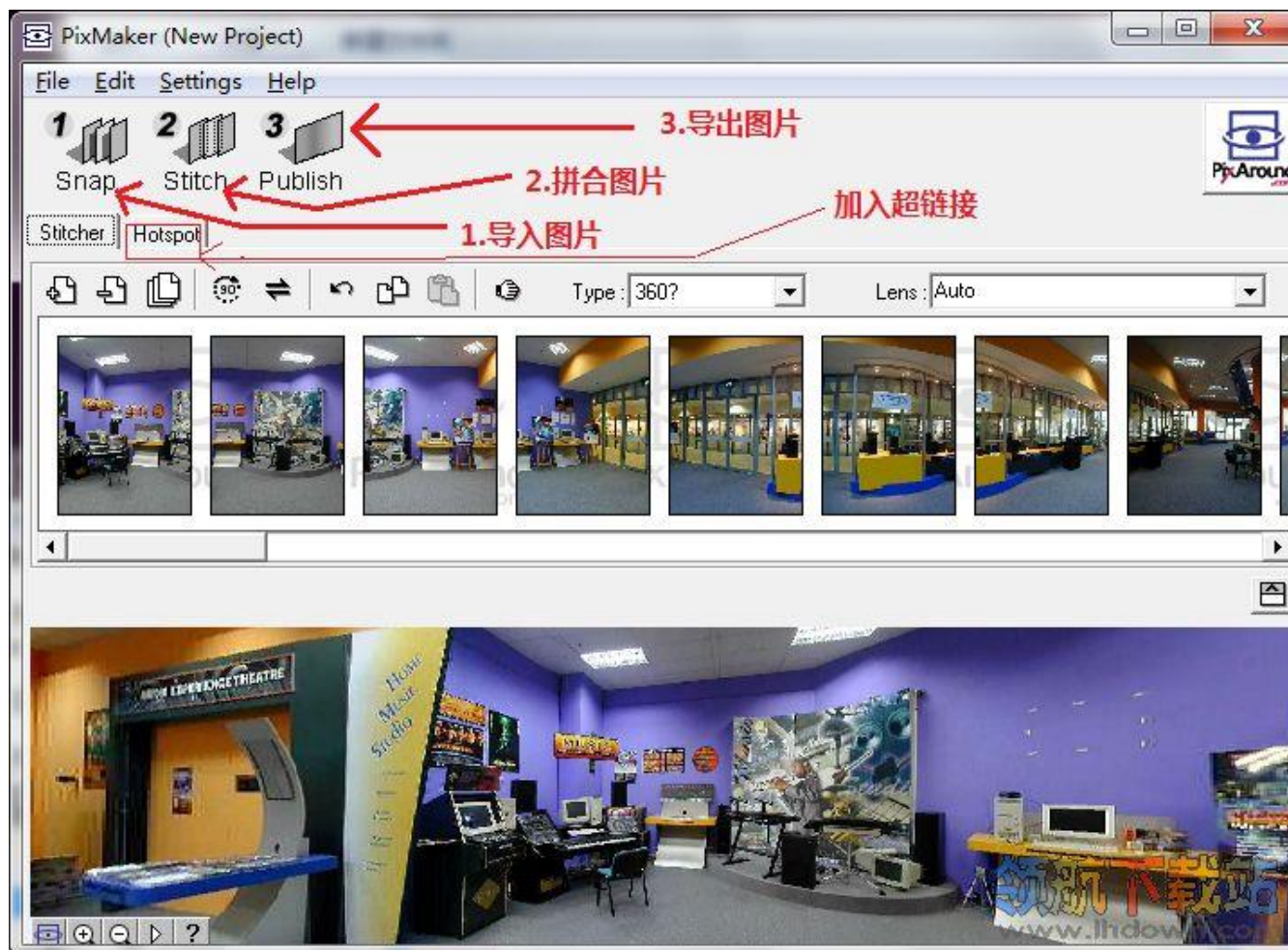
为拍摄全景图片提供了完整而简易的解决方案。在无需昂贵专业器材或额外浏览器插件软件的情况下，即可在Internet和PDA(个人数码助理)上浏览互动的网上虚拟环境。

PixMaker对相机型号没有特别要求，制作者只需用相机拍下照片，就可用PixMaker的专门软件PixAround Webpage制作并上传。PixMaker全景360° 图片的**最大优点是操作的简易性**。制作者只须将一组相片通过**拍摄、拼接、发布**3个步骤，即可制作出360° 环绕的画面。另外，其发布形式也多样化，根据用户的需要可以制作成Web、PDA、EXE、JPG等格式。



## 4 全景照片的制作

### (3) PixMaker全景



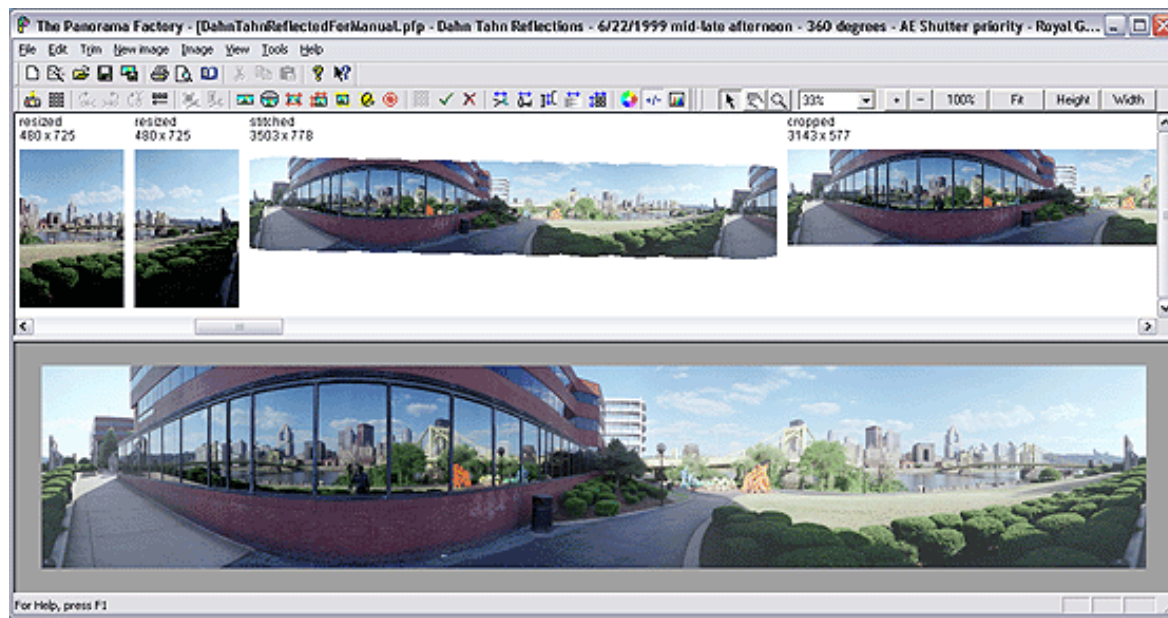




## 4 全景照片的制作

### (4) [The Panorama Factory](#)

The Panorama Factory是专门制作具有360度环场效果的影像式虚拟工具，当然也可以使用它来制作出超广角的照片，而且只要轻轻松松几个步骤就可以完成，再也不需要使用 Photoshop等影像编辑软件来进行调整。





## 4 全景照片的制作

### (5) Jietusoft全景

Jietusoft(杰图软件)是国内全景技术的典型代表技术之一，是国内较成熟的全景软件，也是国内能提供exe全屏全景和全景播放器的提供商，该公司全景融合了神经网络算法、智能寻边等技术，使全景生成过程极快完成。

Jietusoft全景软件套装由造景师、造型师、漫游大师等组处组成。

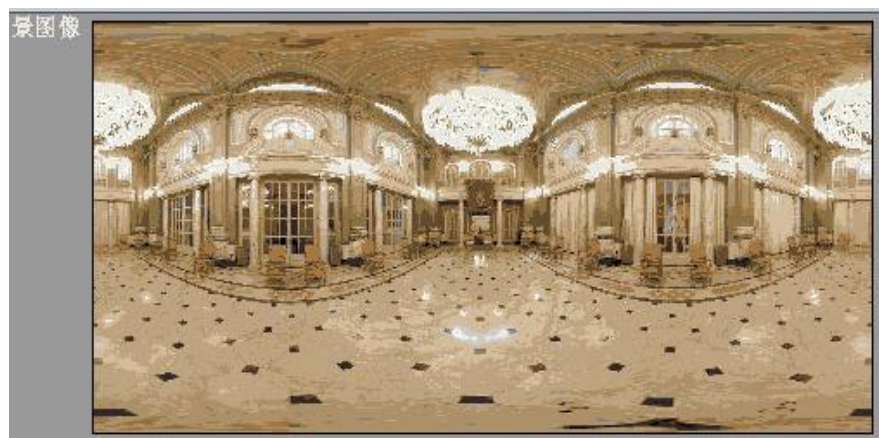
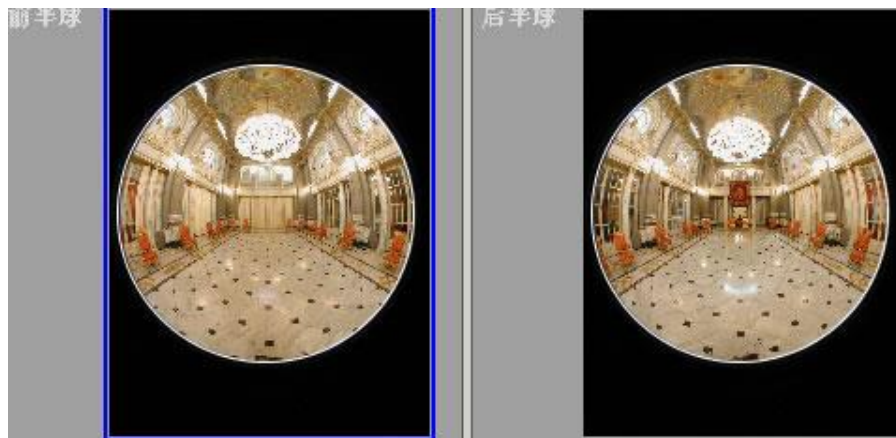





## 4 全景照片的制作

### (5) Jietusoft全景

#### 制作范例



**Step 1** 导入拍摄好的前后两个半球的鱼眼照片      **Step 3** 造景师自动生成全景图的预览

↓      ↑  
**Step 2** 点击软件工具条中的拼合按钮 ,  
将前后半球拼合成一张完成的全景图。



## 4 全景照片的制作

(5) Jietusoft全景

发布制作好的全景图





## 4 全景照片的制作

### (6) PTGUI

PTGui的名字由Panorama Tools缩写PT和GUI(图形化界面)组合而成。它是一款为windows和苹果操作系统设计的全景拼合软件，目前使用很广泛。

它的强大优势表现在可以拼合多行图片；可以创建 $360^\circ$ 的立方体全景、全景展开平面图、 $360 \times 180$ 的球形全景；即使拍摄时相机不水平，PTGui可以先对倾斜的图片进行旋转，再进行拼合；不限制输出结果的尺寸，支持创建千兆的全景图片。



# 全景图像/视频的相关研究方向

## 1 基于视频内容的 VR 片源识别算法研究

**项目摘要：** 由于VR视频和普通视频格式一样，在用户上传VR视频时，网站后台数据库服务器要鉴定审核其是否为VR视频，提高效率，可以基于视频本身的画面内容识别。

通过VR基础知识我们知道，与普通视频的差别在于，VR视频画面是Equirectangular投影方式保存的球体模型数据。我们算法核心思想就是将一帧视频画面反投影到球体上，变换得到局部特定角度（对应全景视频的边界，如图红框所示）的正常画面，对画面内容进行相似度计算，得到一个表征相似度的二维向量，最后用SVM模型进行分类。





# 全景图像/视频的相关研究方向

## 1 基于视频内容的 VR 片源识别算法研究

(1) 原始VR视频的一帧全景画面





# 全景图像/视频的相关研究方向

## 1 基于视频内容的 VR 片源识别算法研究

(2) 全景画面投射到球面上，变换得到固定的9个视角画面，分别如下：



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 0  
 垂直方向 : 0



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 0  
 垂直方向 : 45



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 0  
 垂直方向 : -45



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 0  
 垂直方向 : -90



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 45  
 垂直方向 : -90



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 90  
 垂直方向 : -90



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 0  
 垂直方向 : 90



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 45  
 垂直方向 : 90



正常视角Fov: 90  
 水平方向 : 90  
 垂直方向 : 90



# 全景图像/视频的相关研究方向

## 1 基于视频内容的 VR 片源识别算法研究

(3) 对每个视角画面进行相似度计算，得到表征相似度的二维向量：



对红框区域和蓝框区域进行相似度计算，输出两个维度的相似度（表征相似度的二维向量）：

1. 模版匹配相似度
2. 直方图匹配相似度



# 全景图像/视频的相关研究方向

## 1 基于视频内容的 VR 片源识别算法研究

### (4) 构建SVM分类器

得到9个普通视角的相似度二维向量取均值，构成最终的表征VR特性的二维向量。为了构建SVM分类器，我们取5000张VR视频画面，5000张普通视频画面，分别求取对应的VR特性的二维向量作为训练数据进行SVM模型分类训练，得到最终的分类模型。

### (5) 加载SVM分类模型进行VR片源识别

对于一帧视频画面，求取其对应的VR特性的二维向量，然后送入SVM分类器进行分类，判断其是否是VR视频对应的画面。为了更准确的判断一个视频是否是VR片源，我们这里采用等间隔选取视频中的 $2n+1$ 个关键帧画面，进行上述分类操作，若其中有 $n+1$ 画面类别判断为VR视频画面，则判定该视频为VR片源。





# 全景图像/视频的相关研究方向

## 2 基于多摄像头全景图像拼接的实时视频监控技术研究

**项目摘要：**在视频监控应用中，如何有效实现宽视场范围视频的完整获取，是视频监控系统的关键功能之一。本文针对多摄像头硬件平台，重点研究360度全景视频拼接的实现技术。在保证高质量的拼接图像的前提下，满足实际应用场景的实时性要求是本文算法设计的主要目标。针对全景拼接在视频监控领域这一应用背景，本文对多摄像头系统全景拼接存在的一些优势和约束进行详细分析，并在此基础上，采用多个广角镜头进行视频图像采集，实现摄像头个数和单个镜头视角之间的合理折中。在控制成本的前提下，有效实现水平方向360度无盲区监控。





# 全景图像/视频的相关研究方向

## 3 [Predicting Head Movement in Panoramic Video: A Deep Reinforcement Learning Approach, 2018, IEEE TPAMI](#)

**项目摘要：**在观看全景视频的时候,人们通过对头部运动（HM）的控制使自己能够自由地控制视野（FoV），从而产生身临其境的交互式体验。因此，HM 在人类对全景视频的注意力建模中起着关键作用。本文首次建立了一个收集全景视频注意力的数据库（图 1），采集了被试者在全景视频序列上的 HM 位置。从该数据库中，论文发现 HM 数据在不同被试者中高度一致。论文首次提出了一种基于强化学习的全景视频头部运动预测方法，实现了在离线和在线两种设定下对人类观看全景视频时视野（即：头部运动）预测。论文相关数据库及代码均已开源。



# 全景图像/视频的相关研究方向

## 4 全景视频拼接关键技术

摄像机标定

图像坐标变换

图像畸变校正

图像投影变换

匹配点选取与标定

图像拼接融合

亮度与颜色的均衡处理

图像拼接的第二春的精彩梳理

<https://www.zhihu.com/question/34535199/answer/135169187>



## 本章小结

- 本章介绍了VR系统中三维全景技术技术。
- 三维全景又可以分为：柱形全景、球形全景、立方体全景和物体全景。
- 三维全景的制作主要依靠相机、镜头、云台和三脚架等硬件设备。
- 目前有大量的软件可以用于制作合成全景照片。



# Thanks !

