

2018

计算机图形学研究报告

清华-中国工程院知识智能联合研究中心



扫码关注 下载报告

目录

- 1 计算机图形学概述篇
- 2 计算机图形学技术篇
- 3 计算机图形学人才篇
- 4 计算机图形学会议篇
- 5 计算机图形学应用篇
- 6 计算机图形学趋势篇

计算机图形学是计算机科学领域的重要研究方向之一，图形学技术也在社会生活和生产的各个领域得到应用。

本研究报告对计算机图形学进行了简单梳理，包括以下内容：

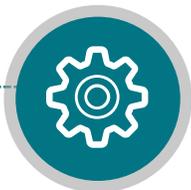
计算机图形学概念。首先介绍计算机图形学的定义，接着对计算机图形学的发展历程进行梳理，对我国计算机图形学现状进行介绍。

计算机图形学研究情况。对计算机图形学的主要研究内容，包括建模、动画、渲染和图形交互以及计算机图形学的相关技术算法进行介绍。

计算机图形学领域专家介绍。利用AMiner大数据对计算机图形学领域专家进行深入挖掘，对国内外计算机图形学的学者进行介绍。

计算机图形学的应用及趋势预测。计算机图形学在现实生活中应用广泛，目前的应用集中在影视制作、游戏制作、虚拟现实、仿真技术、科学计算可视化和计算机辅助设计与制造等领域，在介绍相关应用的基础上，对计算机图形学未来的发展趋势做出了相应的预测。

计算机图形学概述篇



著名公司

在计算机图形学的发展过程中，许多公司使用计算机图形学制作特效，例如欧特克公司、工业光魔、Oculus、Base FX和皮克斯等。



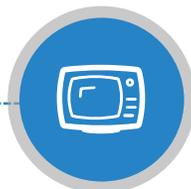
中国图形学发展

中国的计算机图形学发展最早可以追溯到20世纪80年代末期。清华大学、浙江大学等率先开始了对计算机图形学技术的研究，计算机图形学此时在中国处于萌芽阶段。



全球发展历史

1950年，美国MIT的旋风一号计算机配备了阴极射线管（CRT）来显示一些简单的图形，从此计算机具有了图像显示功能。



概念

国际标准化组织ISO对其定义：

计算机图形学是一门研究通过计算机将数据转换成图形，并在专门显示设备上显示的原理方法和技术的学科

总而言之，计算机图形学是研究怎样利用计算机来显示、生成和处理图形的原理、方法和技术的—门学科，这里的图形是指三维图形的处理。

	图形 (graphic)	图像 (image)
数据来源	虚拟世界	客观世界
处理方法	几何变换、裁剪、隐藏线和隐藏面消除、明暗处理、纹理生成等	图像变换、图像增强、图像分割、图像理解、图像识别等
理论基础	仿射与透视变换、样条几何、计算几何、分形等	数字信号处理、概率与统计、模糊数学等
用途	计算机艺术、计算机模拟、计算机动画等	遥感、医学、工业、航天航空、军事等



计算机图形学

基本含义是使用计算机通过算法和程序在显示设备上构造图形。这里的图形可以是现实中存在的图形，也可以是完全虚拟构造的。

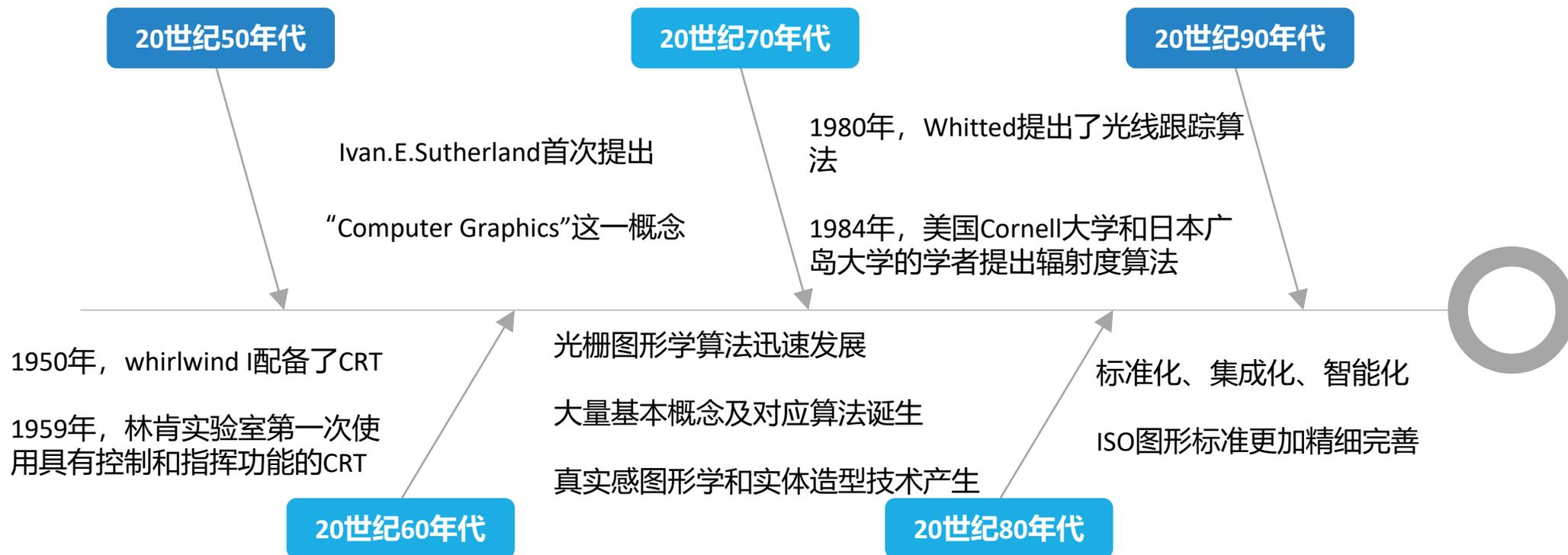
计算机视觉

包括获取、处理、分析和理解图像或者更一般意义的真实世界的高维数据方法，它的目的是产生决策形式的数字或者符号信息。

图像处理

是研究图像的分析处理过程，图像处理研究的是图像增加、模式识别、景物分析等，研究对象一般为二维图像。

计算机图形学发展历史



中国计算机图形学发展历史

20世纪80年代末期

清华大学、浙江大学等率先开始了对计算机图形学技术的研究
计算机图形学此时在中国处于萌芽阶段

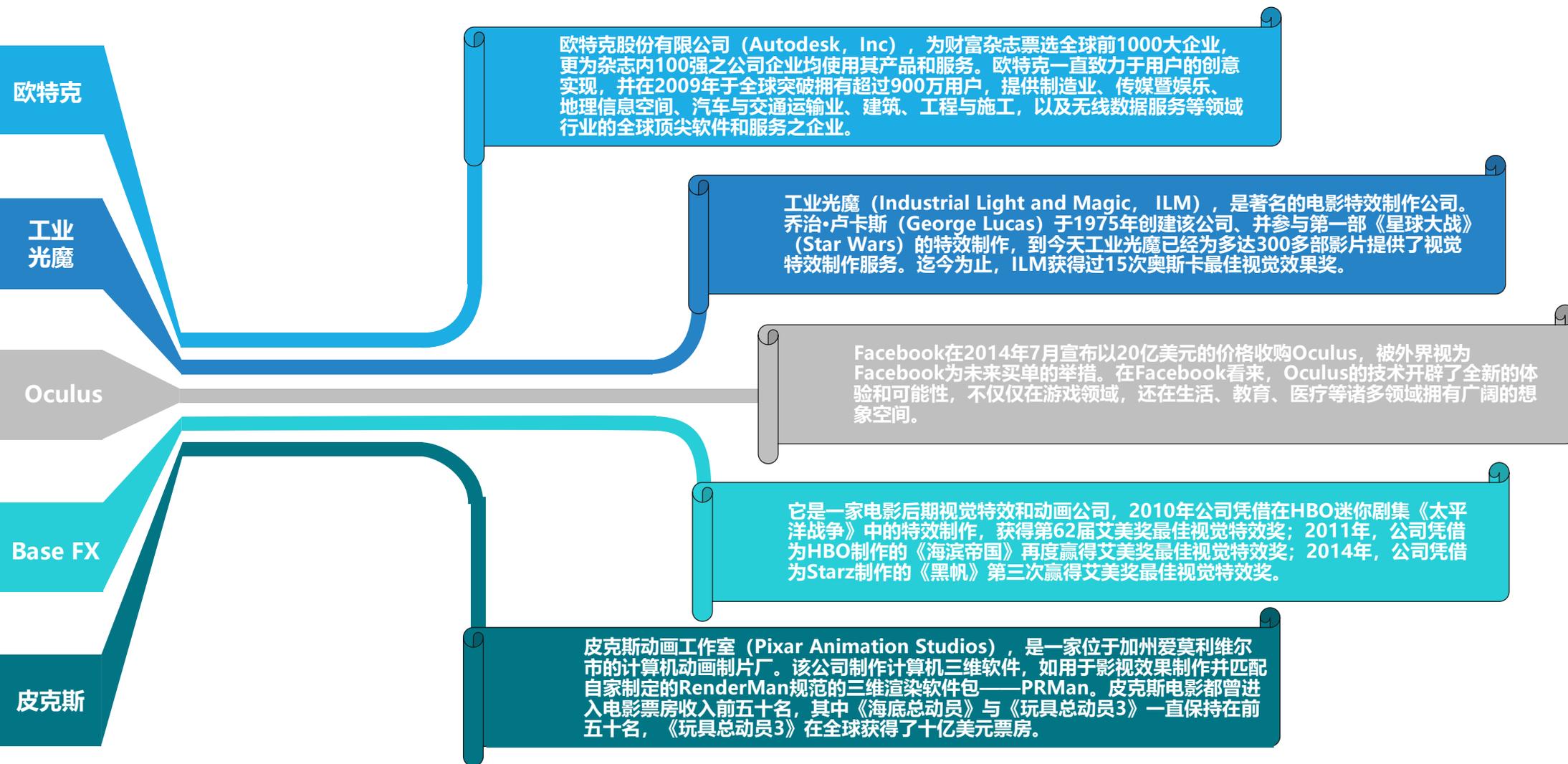
1990年-1998年间

图形学在中国迎来了发展，中国图形学专家在贝塞尔曲线、非均匀有理B样条曲线以及计算机真实感图形渲染算法方面都取得了一定的成绩。

1998年至今

中国计算机图形学逐渐走入了正轨，中国计算机图形学行业的分工以及产业结构日益专业化、标准化、商业化和智能化。

计算机图形学著名公司



计算机图形学技术篇

1. 总体框架

- 数学基础
- 建模
- 渲染
- 交互技术

主要涵盖四方面

2. 研究内容

- 建模
- 动画
- 渲染
- 图形交互

内容正不断扩大

3. 相关技术算法

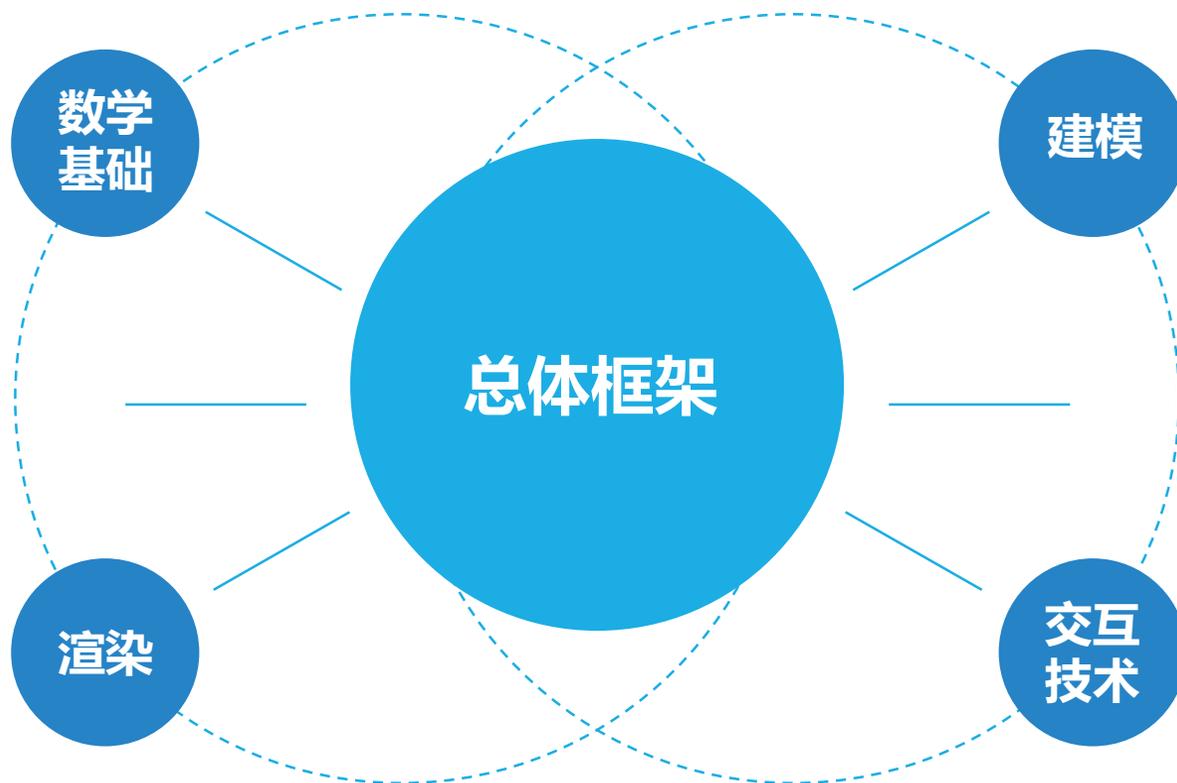
- OpenGL
- 二维图像变换
- 三维图像变换

算法是基础

计算机图形学总体框架

主要包括一些基本的算法，例如向量与几何的变换，如几何建模时的三维空间变换、绘制时的三维到二维的投影变换和二维空间的窗口和视图变换等。

或者叫做绘制，指的是模型的视觉实现过程，计算机图形学的光照、纹理等理论和算法都需要对模型进行处理，其中也要用到大量的几何计算。



三维和二维空间的各种几何模型，有解析式表达的简单形体，也有隐函数表达的复杂曲线等。建模的主要工作是几何计算。

如今的交互式图形学已经可以提供图形通讯手段，成为图形交互的主要工具。

几何计算贯穿于以上各个过程之中，是计算机图形学的基础。在图形学中那些看上去是“绘制”的内容，本质上仍是几何计算的问题。

隐藏线、隐藏面的消除以及具有光照效果的真实感图形显示虽是提升图形显示效果的手段，但其主要的工作恰是几何计算。

Gourand插值模型(通过对多边形顶点颜色进行线性插值来绘制其内部各点)和Phong插值模型(对多边形顶点的法线方向进行插值以产生中间各点的法线方向)实质均是几何插值问题；

光线跟踪的工作和时间花费主要是几何计算—光线与景物的求交计算及交点处景物表面的法向、反射光线与折射光线的方向计算等。

下表对几何计算在图形学中的作用做了总结：

计算机图形学的主要内容	几何计算	其他理论和技术
基本几何的相交、相切计算	几何求交	几何
二、三维模型	几何求交、线面方程	拓扑、数据结构
图形变换	仿射几何	代数、投影
曲线、曲面	计算几何理论	微分几何等
光栅化	几何插值	显示
图形裁剪	几何求交	编码技术
隐藏线消除	几何求交、线面方程	变换、显示
光照模型	几何求交、几何插值	颜色、光学等
透明效果	几何求交、几何插值	颜色、光学等
阴影显示	几何求交	颜色、显示等
纹理映射	几何求交、几何插值	颜色、显示等
交互设计	几何求交、参数方程	人机界面、交互技术
动画	运动轨迹、几何插值	变换、物理（运动轨迹）

建模

1

基于面元模型



边界表示法



线框表示法



小平面表示法



扫描表示法

2

基于规则体元模型



实体几何构造法



八叉树表示法



空间位置枚举法



规则块体构模法

3

基于不规则体元模型



四面体表示法



三棱柱构模法

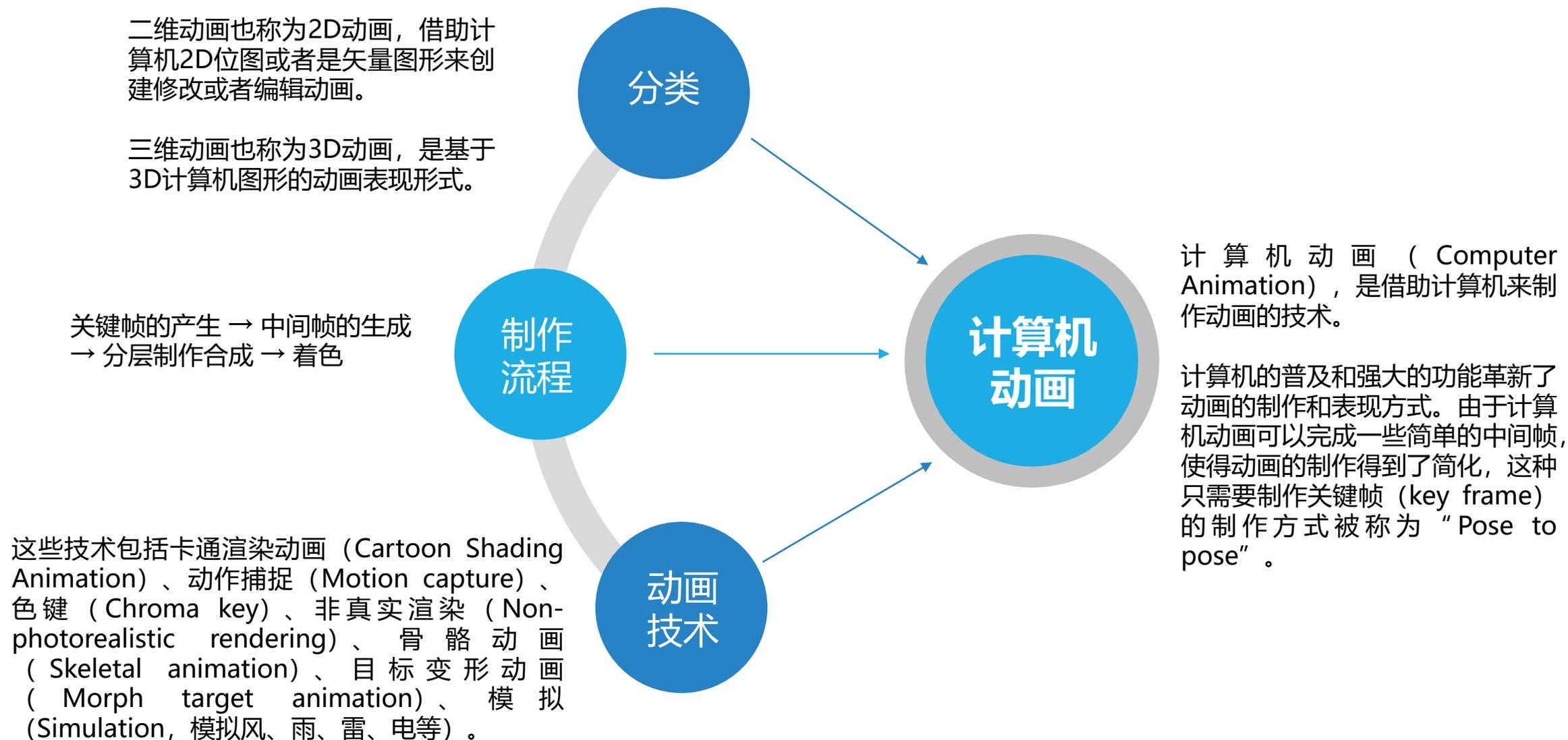


广义三棱柱构模法



不规则块体构模法

动画

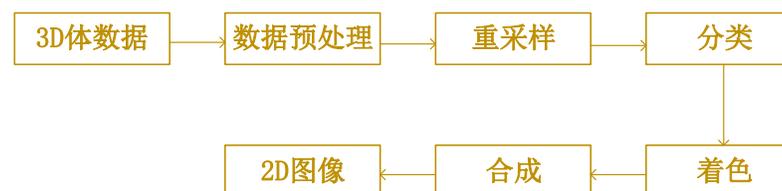
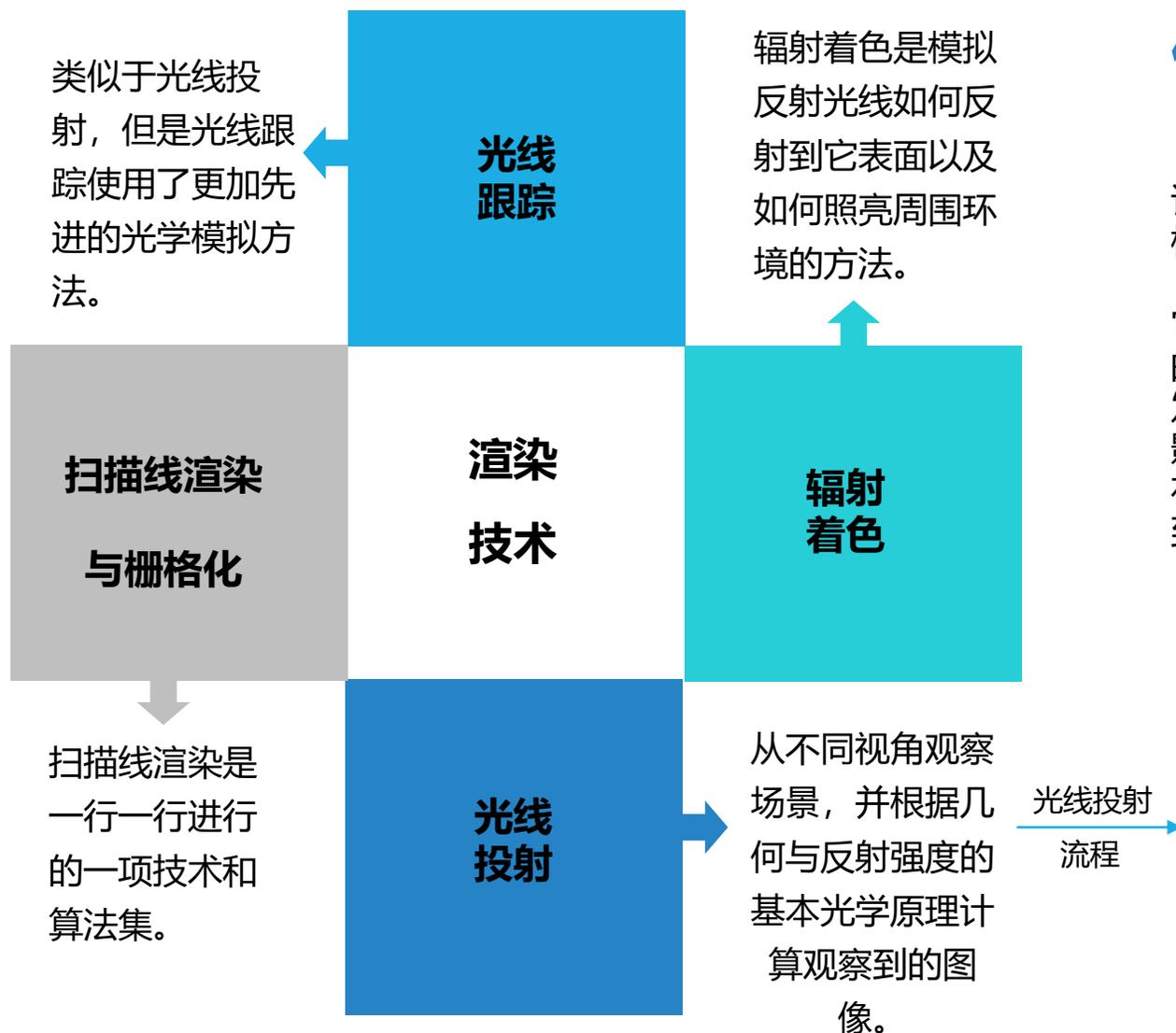


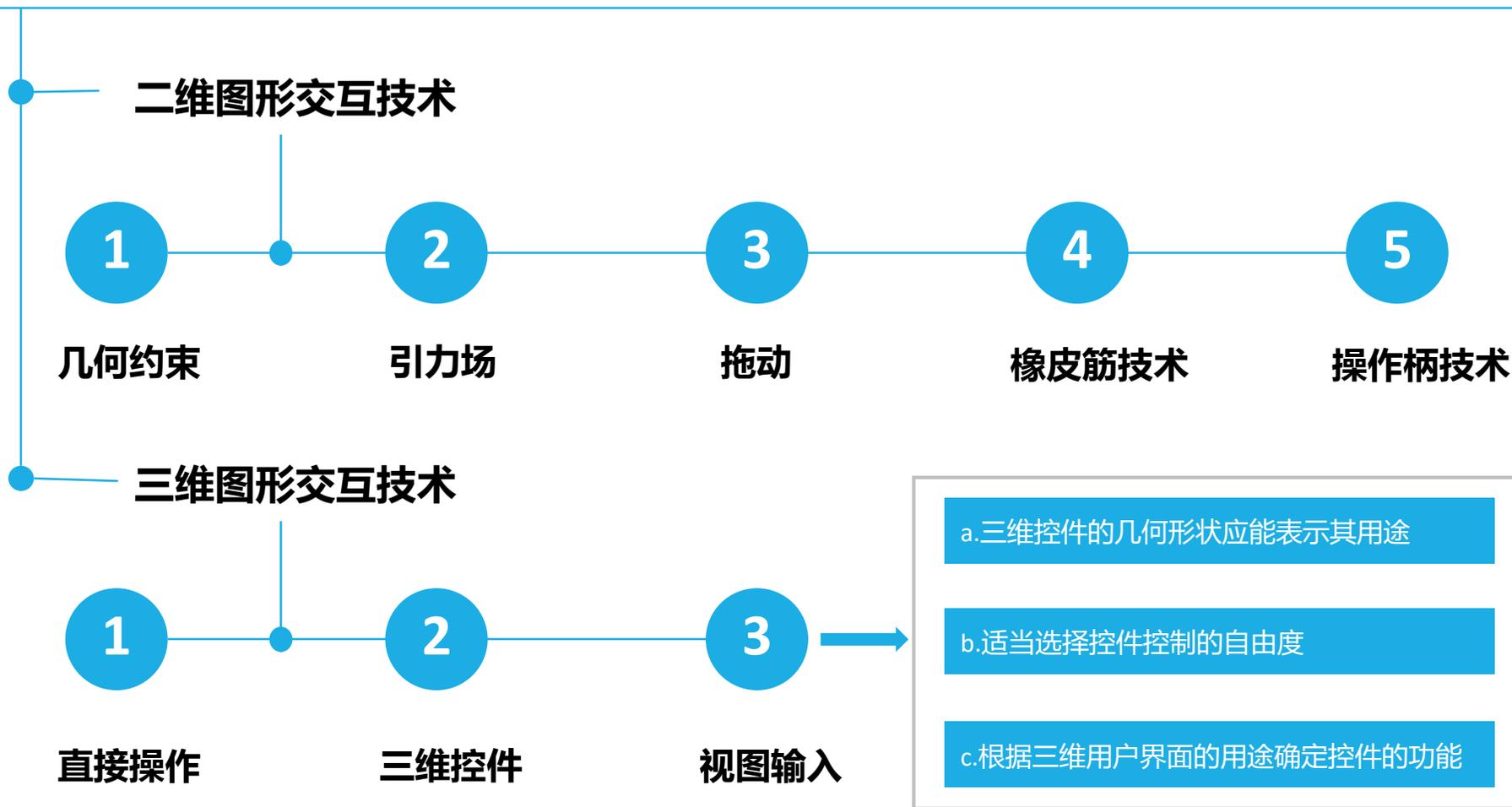
渲染

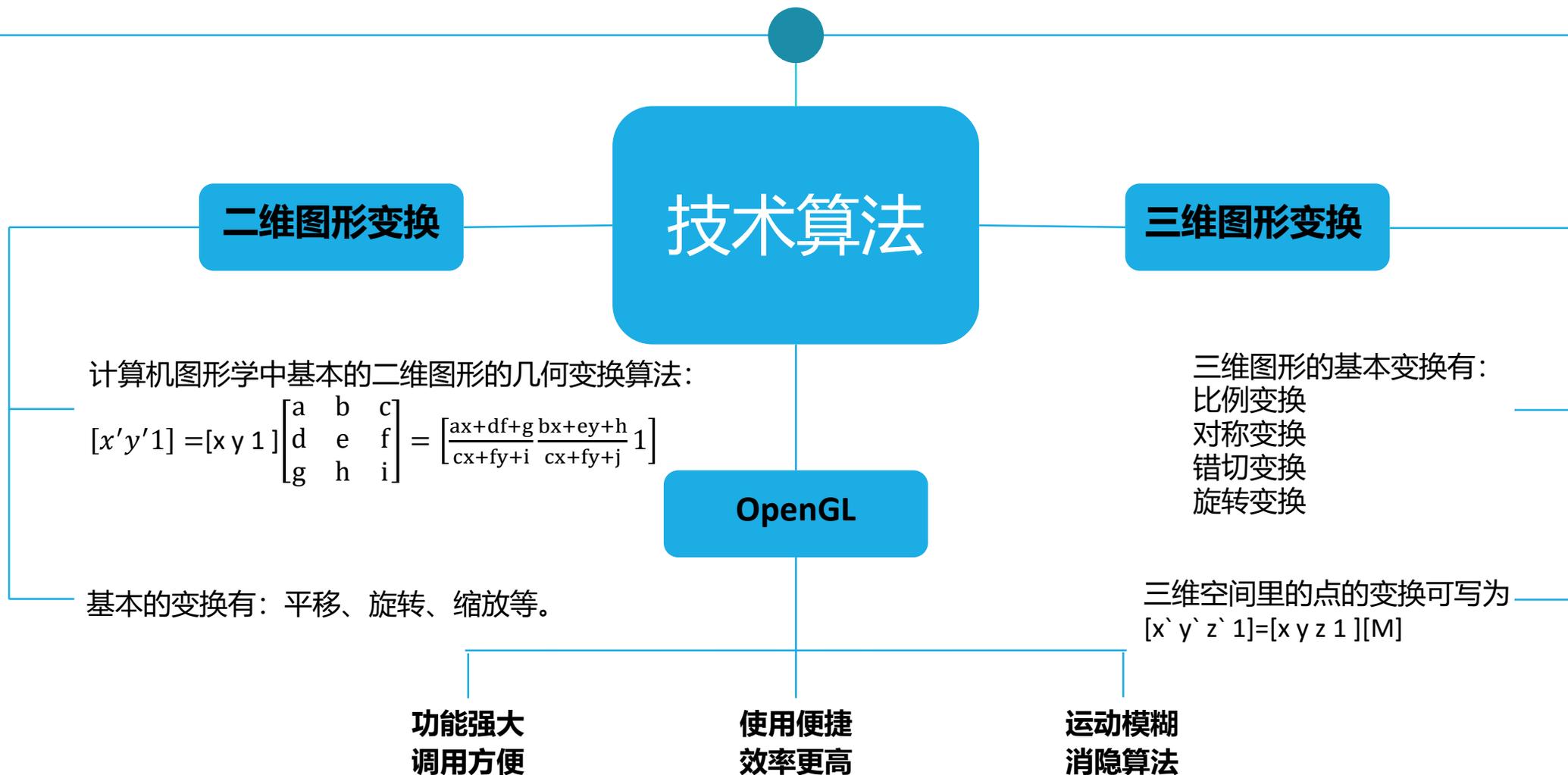
什么是渲染？

计算机图形学的一项主要工作是将计算机中抽象的模型转换为人们直观可见、可以形象理解的图形。

它综合利用数学、物理学、计算机等知识，将模型的形状、物理特性(如材料的折射率、反射率、物体发光温度等，机械强度、材料密度等对运动模拟的影响等)，以及物体间的相对位置、遮挡关系等性质在计算机屏幕上模拟出来，是一个将“几何”演绎到画面上的再创造过程，这就是渲染，也叫绘制。







计算机图形学人才篇

1. 领军人物

- 沈向洋
- Pat Hanrahan
- Michael F.Cohen
- Donald Greenberg
- David Salesin
- Marc Levoy

领域前沿

2. 中坚力量

- 胡事民
- 周昆
- 鲍虎军
- 陈宝权

中流砥柱

3. 青年学者

- 刘世霞
- 陈为
- 刘利刚
- 黄惠
- 黄劲
- 王锐
- 徐凯
- 刘永进
- 许威威

后起之秀

本章节所用概念说明

全球学者概况使用数据

此数据是由Aminer基于发表于国际期刊会议的学术论文，对计算机图形学领域全球h-index排名TOP1000的学者进行计算分析所得。

华人库学者概况使用数据

此数据是由Aminer基于发表于国际期刊会议的学术论文，对计算机图形学领域中国h-index排名TOP1000的学者进行计算分析所得。

h-index指数

国际公认的能够比较准确地反映学者学术成就的指数，计算方法是该学者至多有h篇论文分别被引用了至少h次。

Aminer近期报告

AMiner基于2016年发表于ACM SIGGRAPH会议中的学术论文引文数量并对学者进行排名，计算出计算机图形学领域全球top100的学者。近期我们将会推出2017最具影响力学者以及近十年最具影响力学者，欢迎关注。

全球学者分布图



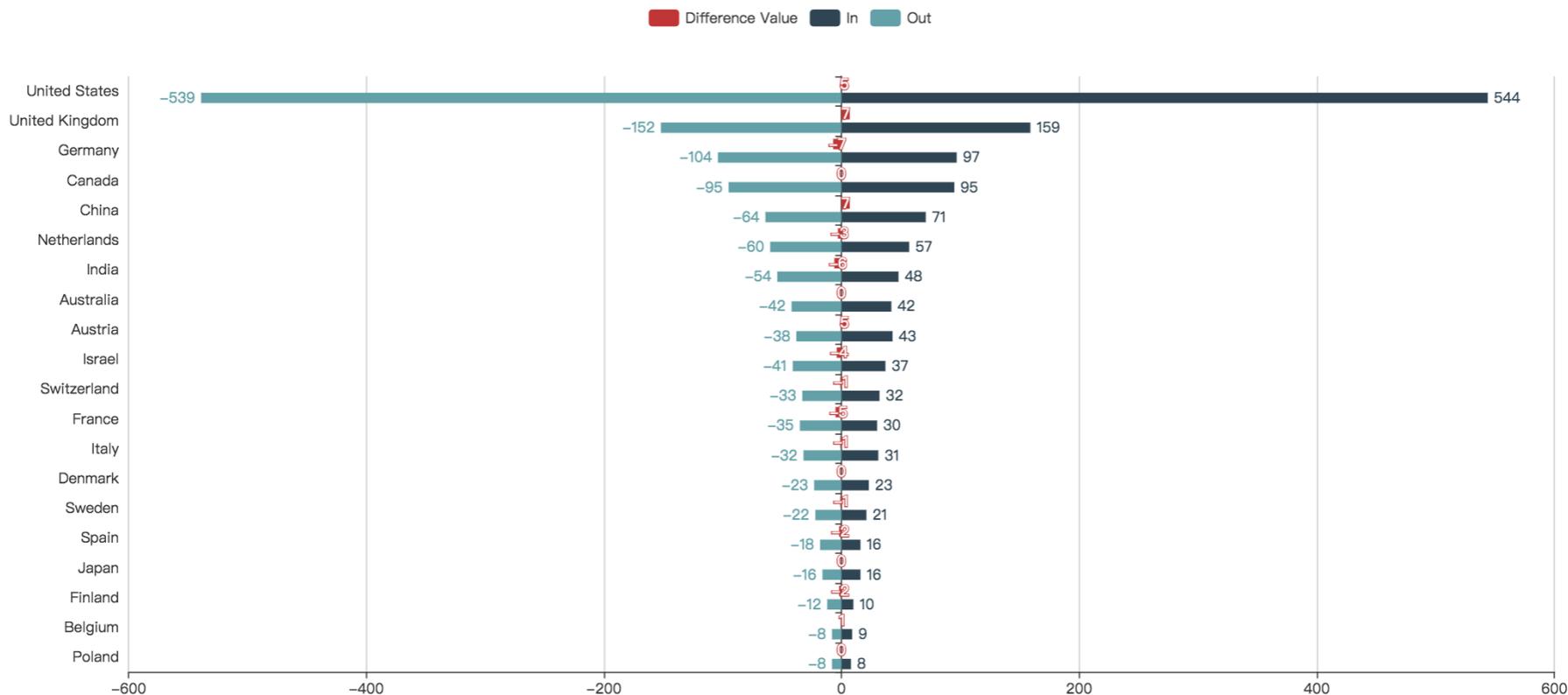
AMiner基于发表于国际期刊会议的学术论文，对计算机图形学领域全球top1000的学者进行计算分析，绘制了该领域学者的全球分布地图。

根据上图，我们可以得出以下结论：

从国家来看，美国是计算机图形学研究学者聚集最多的国家，英国、德国、加拿大和中国紧随其后。

从地区来看，北美是计算机图形学人才的集中地，而欧洲等其他先进地区也吸引了大量计算机图形学的研究学者。

各国人才迁徙图



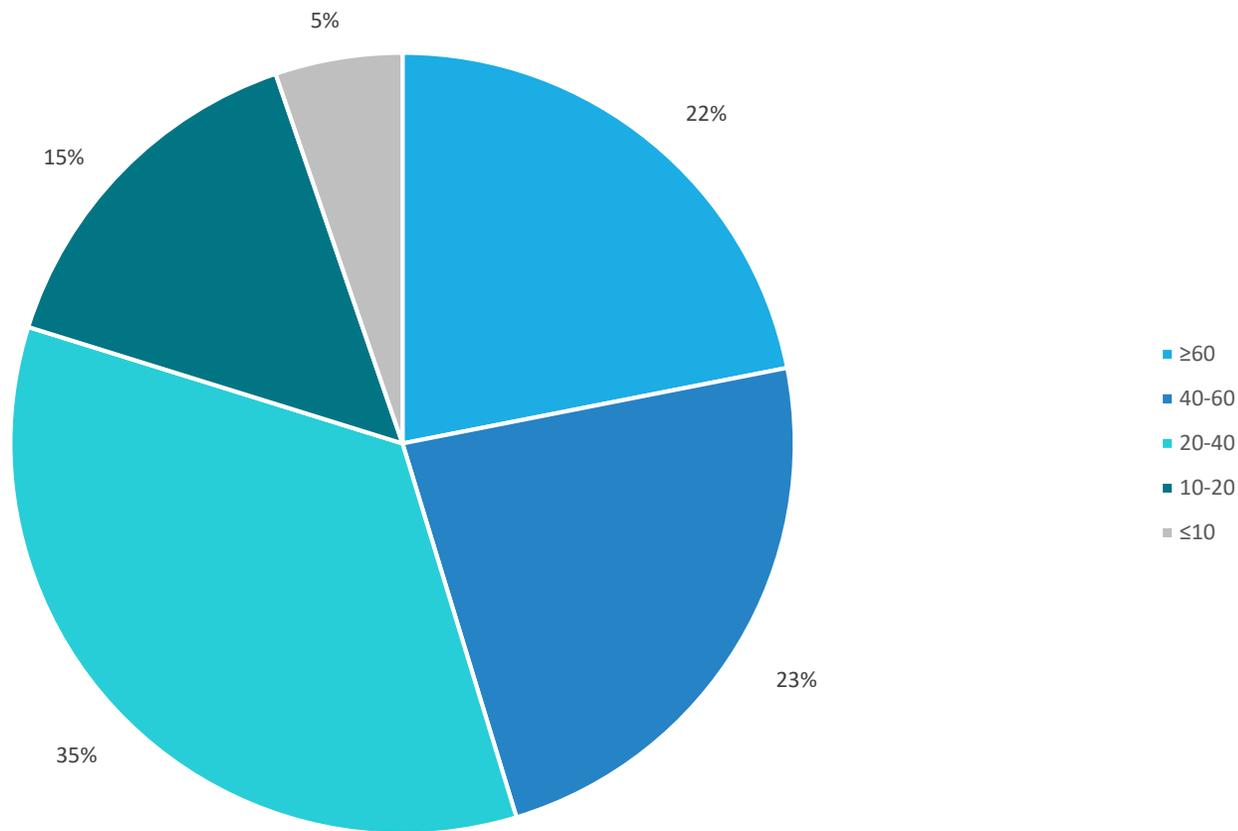
AMiner选取计算机图形学领域影响力排名前1000的专家学者，对其迁徙路径做了分析。

由上图可以看出，各国计算机图形学领域人才的流失和引进是相对比较均衡的。

其中美国是计算机图形学领域人才流动大国，人才输入和输出都大幅领先，且从数据来看，人才流入略大于流出。

英国、加拿大、德国和中国等国人才流动量落后于美国，中国人才流入量大于流出量。

全球TOP1000学者h-index统计



我们以 “computer graphics”为关键词，
在AMiner数据库中对全球计算机图形学人才进行挖掘。
得到了该领域TOP1000学者的h-index比例图。

全球计算机图形学学者h-index指数

在20到40之间的学者最多，占35%。

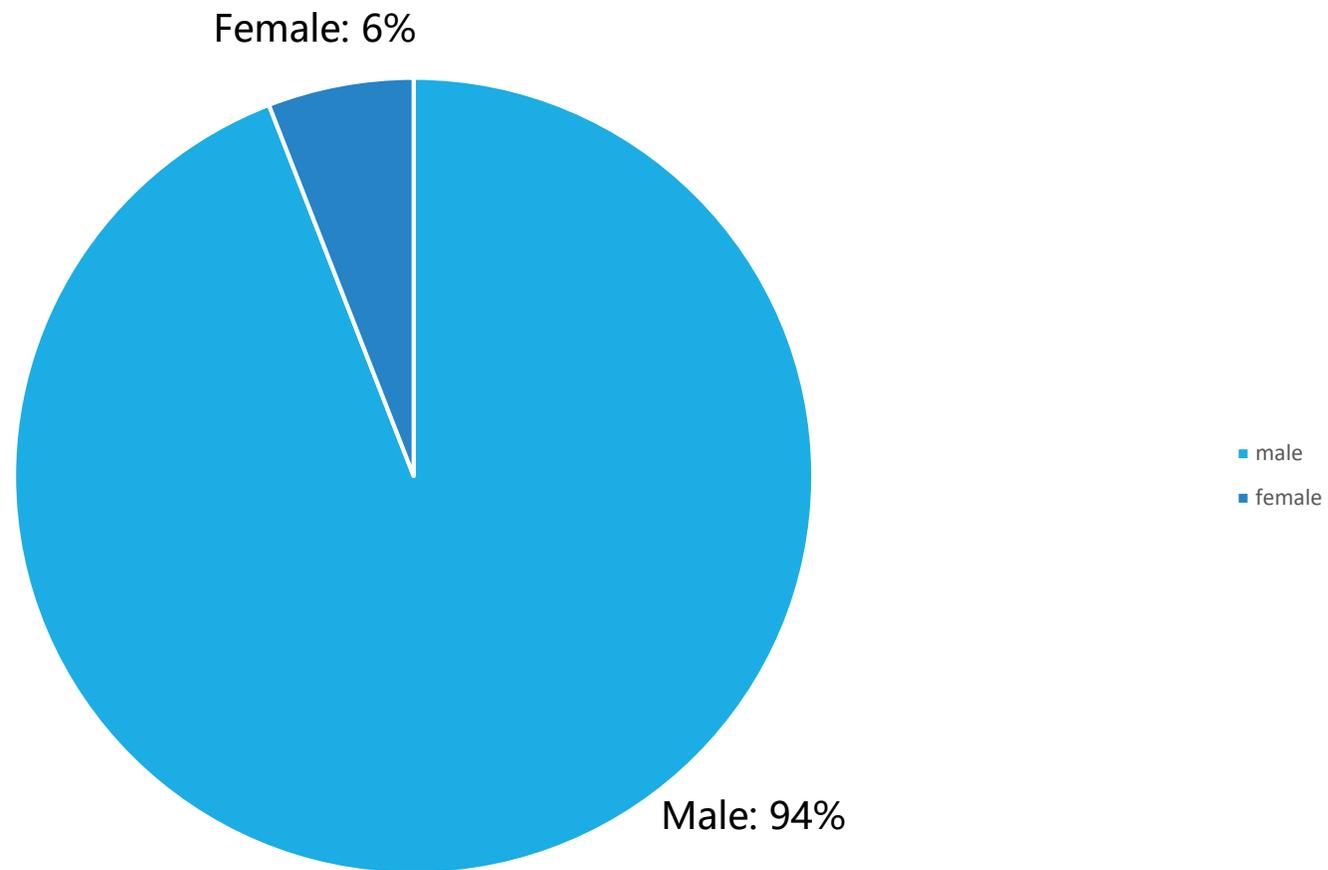
h-index指数在10到20之间的学者次之，占比23%。

h-index指数小于等于10的学者最少，占比5%。

h-index:国际公认的能够比较准确地反映学者学术成就的指数

计算方法是该学者至多有h篇论文分别被引用了至少h次

全球学者性别比例



全球计算机图形学学者男性占94%，女性占6%，男女比例差距较大。

TOP1000学者中国分布图

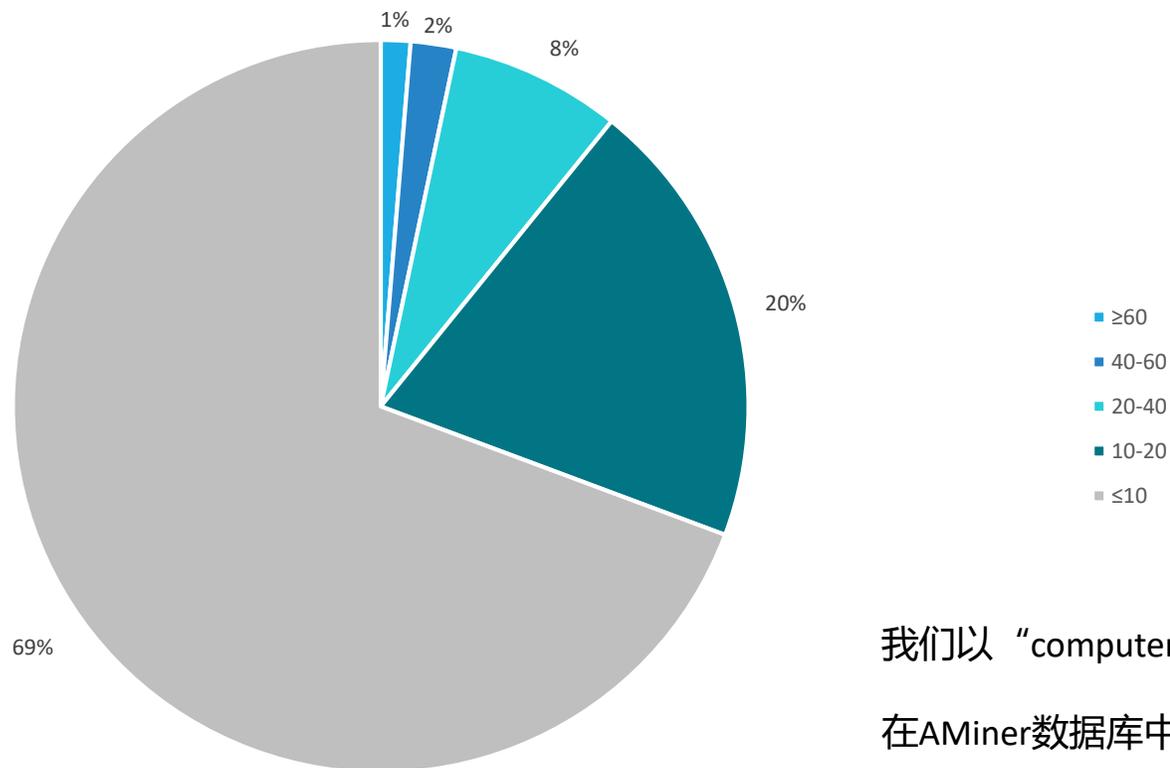


我们以“computer graphics”为关键词，在AMiner数据库中对计算机图形学领域h-index排名在前1000的中国人才进行挖掘。

得到了TOP1000学者在国内计算机图形学领域人才分布图。

计算机图形学学者在中国主要集中于北京及上海等有计算机基础的地方，其次是长沙和成都。

中国TOP1000学者h-index统计



h-index:国际公认的能够比较准确地反映学者学术成就的指数
计算方法是该学者至多有h篇论文分别被引用了至少h次

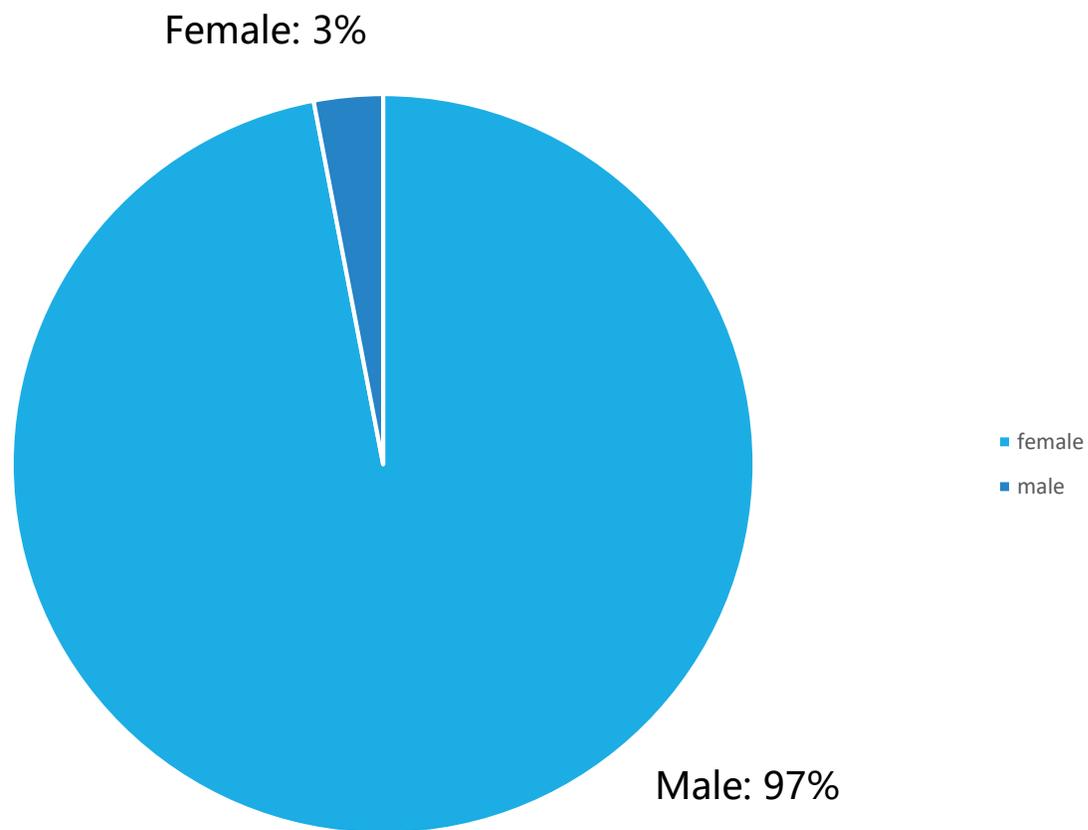
我们以“computer graphics”为关键词，
在AMiner数据库中对中国计算机图形学人才进行挖掘，
得到了该领域中国TOP1000学者的h-index比例图。

中国计算机图形学学者h-index指数小于等于10的学者最多，占69%。

h-index指数在10到20之间的学者次之，占比20%。

h-index指数大于等于60的学者最少，占比仅为1%。

中国学者性别比例



全球计算机图形学学者男性占97%，女性占3%，男女比例差距较大。

计算机图形学会议篇



SIGGRAPH是由ACM SIGGRAPH（美国计算机协会计算机图形专业组）组织的计算机图形学顶级年度会议。

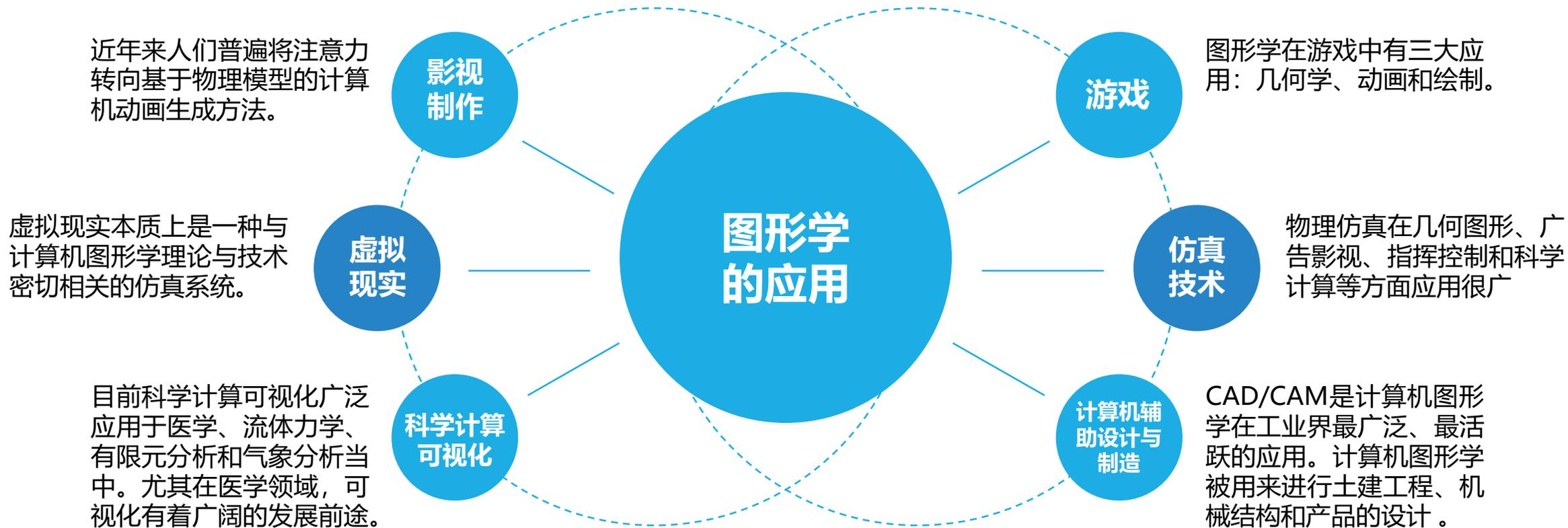
第一届SIGGRAPH会议于1974年召开。该会议有上万名计算机从业者参加，最近一次在洛杉矶举行。

过去的SIGGRAPH曾经在达拉斯，波士顿，西雅图，新奥尔良，圣地亚哥和美国的其他地点举办。SIGGRAPH 2011于2011年在温哥华举行，这是SIGGRAPH首次在美国以外的城市举行。

2018年SIGGRAPH将于8月在温哥华举行。

具体内容见报告，文末附下载链接。

计算机图形学应用篇





2010年的《阿凡达》被称为电影技术革命的电影。这部电影将计算机动画技术运用到了炉火纯青的地步。

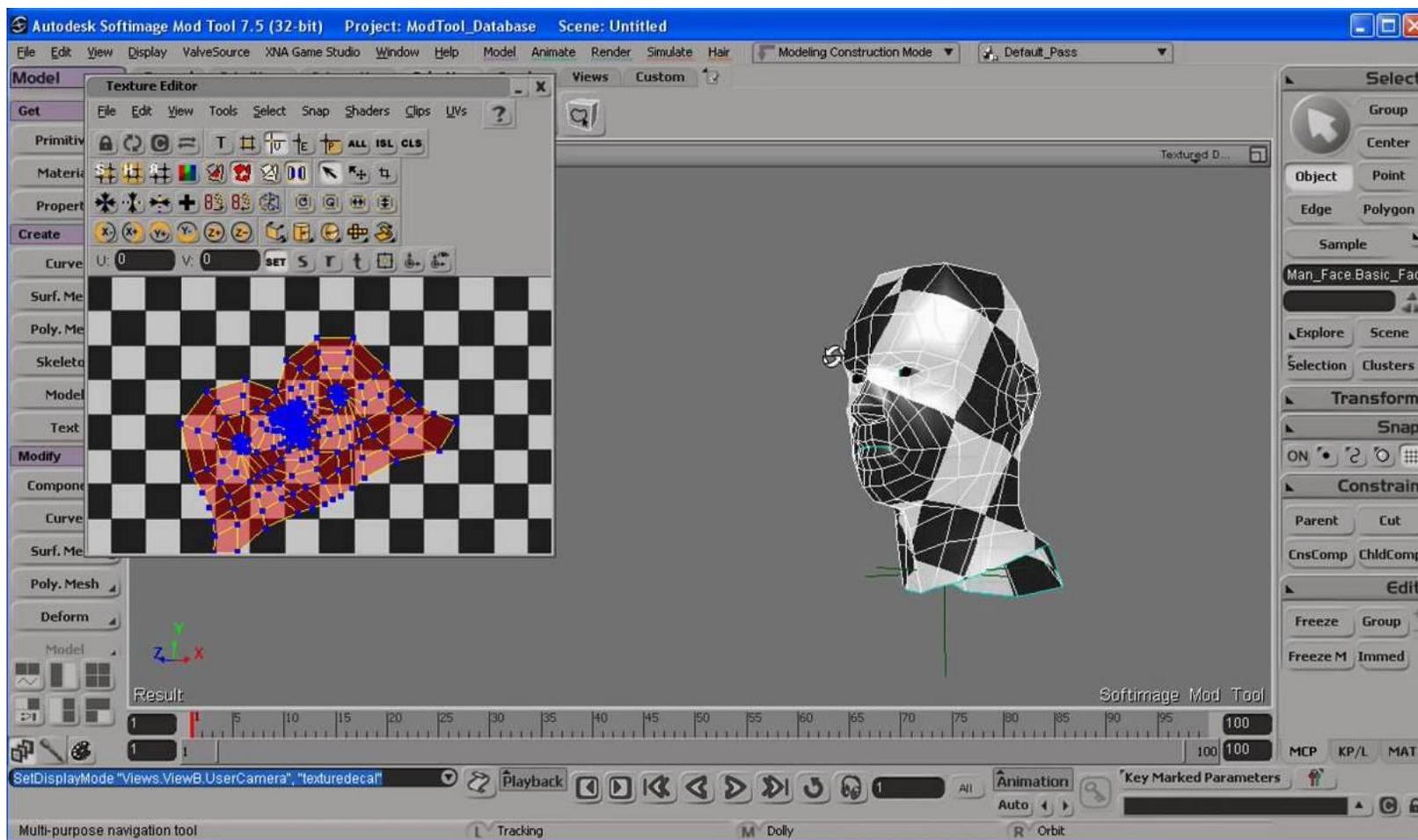
据报道，《阿凡达》中60%的画面是由图形学的相关技术来完成的，这其中包括：场景渲染技术、动作和表情捕捉技术以及基于虚拟现实的拍摄技术等。

为了将潘多拉星球的景象展现在屏幕前，首先需要建模师对出现在场景中的所有物体进行建模，然后借助于计算机，就可以得到在某一时刻、某一位置下的场景效果。

由于人的动作和表情更为细腻，当场景中不仅只有景物，还有人物时，为了让虚构的纳威族人具有和人一样敏捷的动作和饱含感情的表情，就需要用到动作和表情捕捉技术。动作和表情捕捉是通过对人体和人脸进行采样，然后将采样点映射到模型上来实现模型和演员做同样的动作、表达同样的情感。

游戏

计算机图形学应用篇



游戏一直都是计算机图形学的一个重要应用方向，计算机图形学为游戏开发提供了技术支持，如三维引擎的创建等。

图形学在游戏中有三大应用：几何学、动画和绘制。

几何学中边界表示法、CSG、多边形网状表示法对于游戏中物体之间的互动有着重要的意义；动画捕捉通过记录运动物体的位置、角度、速度等得到精确的数据，然后把得到的数据用于模型，现如今流行的游戏中都可以找到动作捕捉的运用。

绘制是游戏制作中最复杂的部分，在游戏中有两种绘制方法：基于预处理的绘制和实时绘制。基于预处理的绘制一般用于游戏场景中不会改变的模型上，实时绘制用的较为普遍，大多数游戏都采用这种方法。

Softimage是一个知名的三维绘图软件，主要运行于Windows上，也有Linux的版本。主要用于电脑动画、电影、广告、电视游戏和电脑游戏的图形制作。

计算机图形学趋势篇

技术本身

图形学中很重要的一个内容——绘制，包括物理仿真，其本质是在计算机中再现三维世界，使得模拟更为逼真，但是逼真效果和速度之间有很大的鸿沟。

VR (虚拟现实) /AR (增强现实)

虚拟现实/增强现实的技术和产品目前发展势头正强，但是大多数产品是雷声大雨点小。例如Google Glass和微软的HoloLens仍然有许多要改进的地方，更大程度上使用意义并不高。

采集趋势

目前，图像视频等二维数据的采集很方便，使用照相机、摄像机即可以进行采集，但是采集三维数据却没有一个便携的采集设备，随着采集设备的不断进步，预测图形学在三维数据采集方面会有一个集中的爆发。

AI 结合

AI热潮席卷而来，计算机图形学与传统的AI技术相结合。近年来，随着机器学习和数据的增多，如何利用数据驱动的方法，快速方便地生成高质量的图形内容也将成为图形学研究的热点。

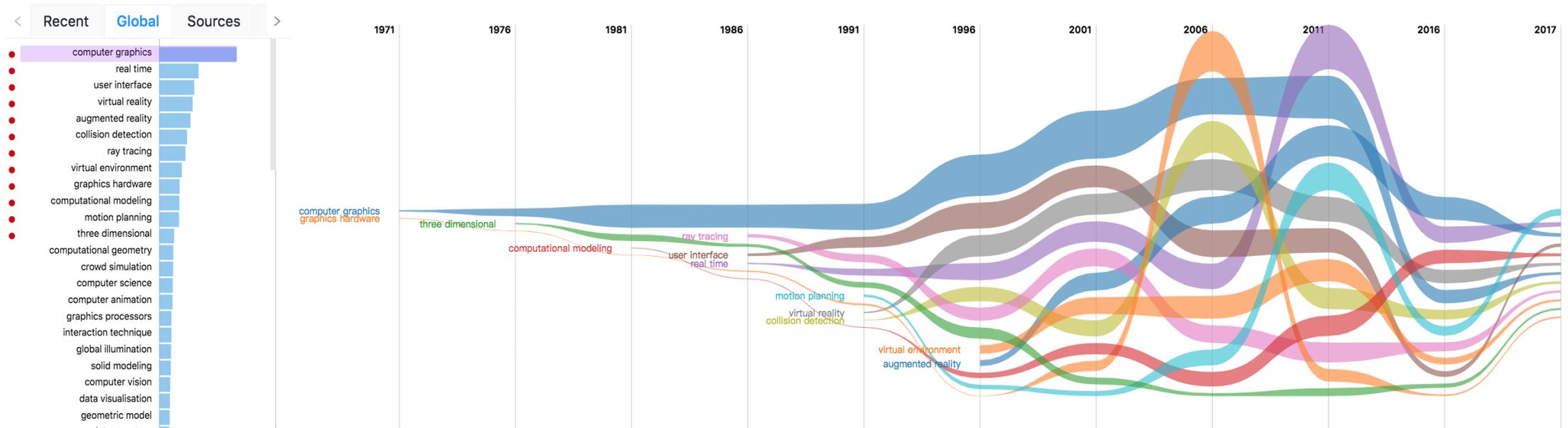
城市级别

大场景的获取和展现将会成为计算机图形学的一个发展趋势。例如Google地图、腾讯街景等目前只是利用上传或捕捉的图片进行展示。随着各种硬件及算法的不断发展，城市级别大场景的获取和展现有着更好实现的可能。



计算机图形学全局热点

计算机图形学趋势篇



通过AMiner对1971 – 2017年间图形学领域论文的挖掘，我们总结出20多年来，图形学的领域关键词主要集中在graphical models(图形模型)、virtual reality (虚拟现实)、graphics hardware (图形硬件)、computational modeling (计算模型)等领域。

图中，每个彩色分支表示一个关键词领域，其宽度表示该关键词的研究热度。

各关键词在每一年份（纵轴）的位置是按照这一时间点上的热度高低进行排序的。

2018
THANK YOU



扫码关注 下载报告