

# 信息可视化现状及研究热点



# 目 录

- 一、可视化与信息可视化的概念
- 二、信息可视化的历史与现状
- 三、信息可视化研究的领域与范围
- 四、信息可视化的研究热点

# 一、可视化与信息可视化的相关概念

# 可视化与信息可视化的概念

- 人类80%以上的信息是通过视觉获得的，常言道：“百闻不如一见”、“一图胜过千言”就是这个意思。可视化技术是指将抽象的事物或过程变成图形图像并表示方法。“可视化”一词，来源于英文的“visualization”，原意是“可看得见的、清楚的呈现”，也可译为“图示化”，如计算机编程的可视化界面（VB、VC等）。

# 可视化

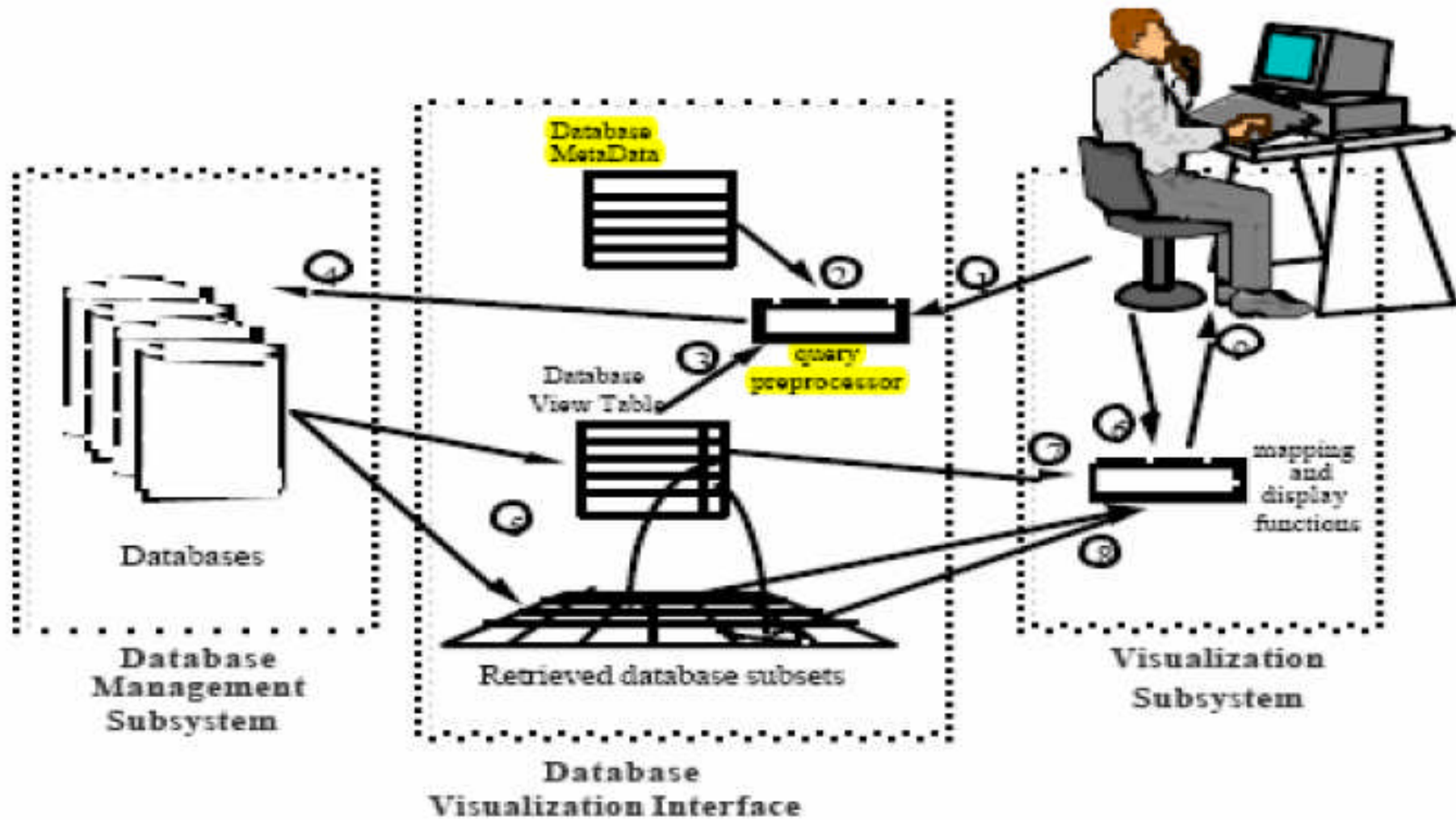
可视化作为专业术语出现始于1987年2月，当时美国国家自然科学基金会（National Science Foundation，简称NSF）召开的一个专题研讨会，给出了科学计算可视化的定义、覆盖的领域以及近期、长期发展的方向。这标志着科学计算可视化作为一个学科在国际范围内已经成熟（潘云鹤，2001）。

**Example:**

**怎样表示“大脑”这个概念？**



# 可视化所处的位置



# 可视化分类

随着社会和计算机技术的发展，到今天，可视化技术的大家庭中不仅仅只有科学计算可视化，它还包括了：

- 数据可视化(Data Visualization)、
- 信息可视化(Information Visualization)、
- 知识可视化(Knowledge Visualization)等一系列的分支



# 科学计算可视化

科学计算可视化是用计算机图形学和图像处理技术，将科学计算过程中产生的数据及计算结果转换为图形或图像在屏幕上显示出来并进行交互处理的理论、方法和技术。

# 科学计算可视化

它涉及计算机图形学、图像处理、计算机视觉、计算机辅助设计及图形用户界面等多个研究领域。科学计算可视化的目的是理解自然的本质。

# 数据可视化(Data Visualization)

现代的数据可视化技术指的是运用计算机图形学和图像处理技术，将数据转换为图形或图像在屏幕上显示出来，并进行交互处理的理论、方法和技术。它是可视化技术在非空间数据领域的应用，使人们不再局限于通过关系数据表来观察和分析数据信息，还能以更直观的方式看到数据及其结构关系。

# 信息可视化 (Information Visualization)

信息可视化(Information Visualization)(以下简称IV)是将抽象数据用可视的形式表示出来。以利于分析数据、发现规律(信息)和决策制定。可视化的目的是洞察数据，发现信息，做出决策或解释数据。IV的关键是将数据用有意义的图形表示出来。

- 信息可视化是一门边缘学科
  - **Computer Science**
  - **Information Science**
  - **Psychology**
  - **Education**
  - **And many other applied fields.**

IV可用于知识发现、决策制定、信息理解、信息检索、信息系统界面设计、数字图书馆、数据库、文献检索等等。由于此领域应用广泛，它的研究在国外是相当活跃的，已出版这方面的著作多种，目前，IV在我国的研究还处在起步阶段。

# 知识可视化(Knowledge Visualization)

知识可视化是在科学计算可视化、数据可视化、信息可视化基础上发展起来的新兴研究领域，应用视觉表征手段，促进群体知识的传播和创新，研究视觉表征在提高群体之间知识传播和创新的作用；目标在于传输见解、经验、态度、价值观、期望、观点、意见、预测等，并帮助他人正确的重构、记忆和应用这些知识”。

# 各种可视化技术比较

各种可视化技术相互之间都是有一定联系的。每一个分支的出现都是在前面的基础上的。但是，它们之间却有着一些非常重要的区别。



# 科学计算可视化与数据可视化

科学计算可视化与数据可视化的区别是被可视化的对象是物理空间数据还是非物理空间数据。常见的股票走势K线图是典型的数据可视化例子。实际上，我们可以认为科学计算可视化的数据只是数据可视化处理的数据的一部分而已。即是说数据可视化不仅包括科学计算数据的可视化，还包括工程数据和测量数据的可视化。

# 数据可视化与信息可视化

- 信息可视化与数据可视化的区别在于数据是否非数值型。目前，对低维、小规模数值型数据的可视化方法与技术比较成熟，有较多的应用系统。当数据可视化面对大规模、高维数据时，以前的数据可视化方法就不实用，其处理方法越来越接近信息可视化。因此，有相当多的研究专题在面对这些情况时不再区分两者的界限。

# 信息可视化与知识可视化

信息可视化与知识可视化有很大的不同，主要表现在研究领域、理论基础和实现方法三方面“。

- 信息可视化研究如何勘探数据和发现信息间的新规律；它有认知心理学和计算机图形学两个主要的理论基础；
- 知识可视化则是研究如何提高知识在两个和两个以上人之间的传播和利用：它的理论基础是1986年由Paivio提出的双重编码理论；它也有3种实现方，即认知地图、概念图和思维导图。

# 科学计算可视化的应用范围

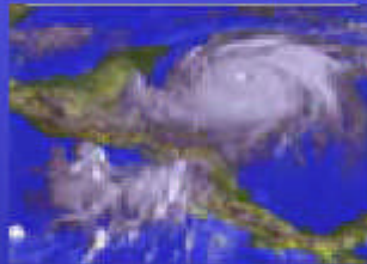
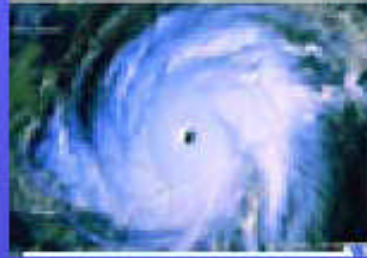
从最初的科研领域走到了生产领域。到今天它几乎涉及到了所有能应用计算机的部门。

- 医学：在医学上由核磁共振、CT扫描等设备
- 地质勘探：利用模拟人工地震的方法，可以获得地质岩层信息。。



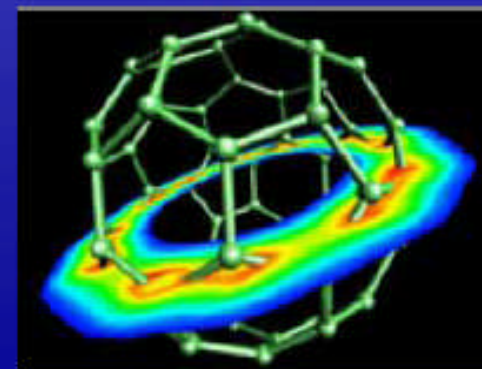
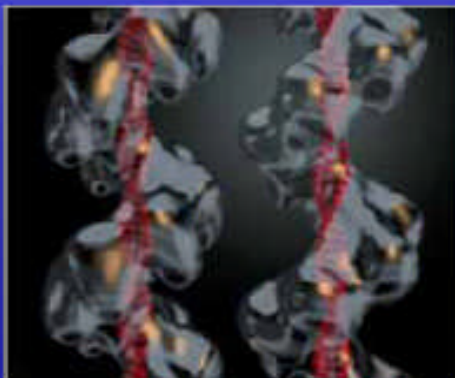
## 早期的可视化应用

- 军事
- 航空航天和汽车
- 环境科学
- 科学计算可视化
- 全球地理信息系统
- **IEEE Visualization Versus ACM SIGGRAPH**



# 现代的可视化应用

- 娱乐
- 医学
- 建筑
- 艺术
- 网络
- 政治、管理
- 金融、经济



# 数据可视化的应用

几乎可以应用于自然科学、工程技术、金融、通信和商业等各种领域。

- ▶ 油气勘探：利用数据可视化技术可以从大量的地质勘探数据或测井数据中，构造出感兴趣的等值面、等值线，并显示其范围及走向，用不同颜色显示出多种参数及其相互关系，从而使专业人员能对原始数据作出正确解释，得到矿藏是否存在、矿藏位置及储量大小等重要信息。

## 数据可视化的应用（续）

- ▶ 气象预报：气象预报的准确性依赖于对大量数据的计算和对计算结果的分析。一方面，可视化可将大量的数据转换为图像，在屏幕上显示出某一时刻的等压面、等温面、旋涡、云层的位置及运动、暴雨区的位置及其强度、风力的大小及方向等，使预报人员能对未来的天气作出准确的分析和预测。另一方面，根据全球的气象监测数据和计算结果，可将不同时期全球的气温分布、气压分布、雨量分布及风力风向等以图像形式表示出来，从而对全球的气象情况及其变化趋势进行研究和预测。



# 信息可视化应用

- 信息可视化技术虽然出现的时间比较短，但是它却有着非常广泛的应用前景。
- 高空飞行：目前，美国海军正在将可视化技术与飞行信息相结合，使用一套基于MapInfo MapX的战术动态地图信息显示系统。该系统将专业的数据处理系统与250多个GPS相连接，通过信息可视化技术实现军事信息的实时显示。该系统的优越性已经越来越明显，同时许多非军事系统中也得以使用，例如跟踪陆地交通工具，或者对灾难救援进行跟踪显示。将来，类似的军事应用系统会越来越多地被应用在非军事系统中。

## 信息可视化应用

▶ 治安管理：长期以来，公安部门都要以地图来显示犯罪发生的地点，然后人工地在地图上进行标注，并据此进行警力部署、制定最佳救护路线，这一系列工作的完成将需要耗费很长的时间。随着犯罪率的不断提高，犯罪手段也日益高明，如果按照以往的方式进行处理，后果将不堪设想。现在有了信息可视化技术，这些需要花费很长时间才能完成的工作在很短时间内就能够完成。一些高水平反犯罪机构目前正在使用信息可视化技术。

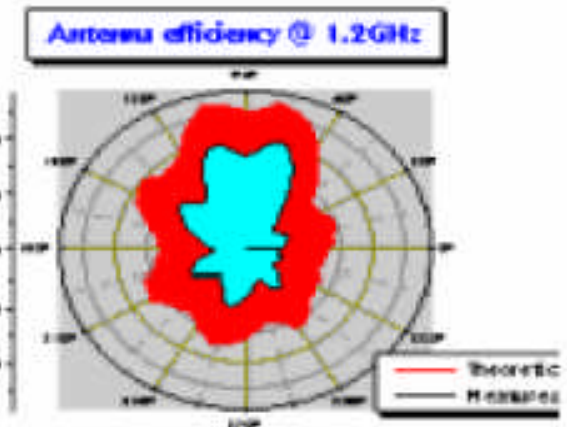
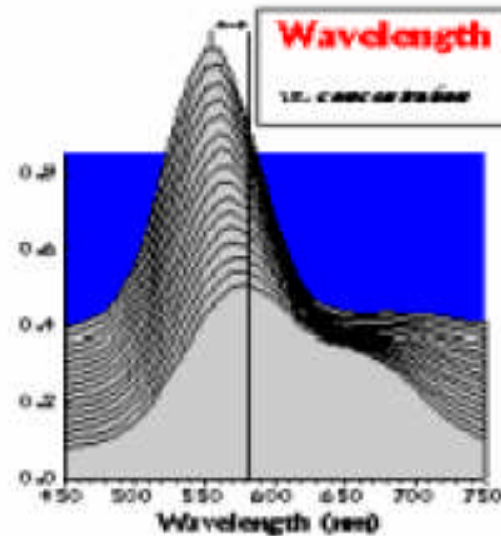
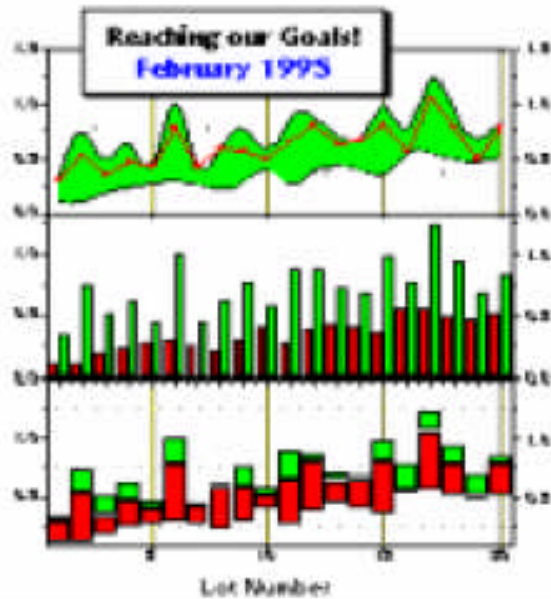
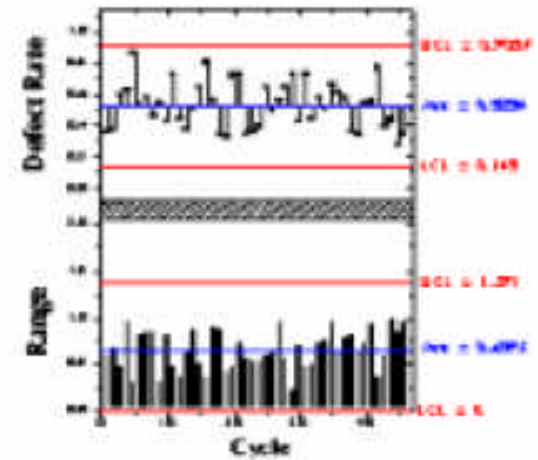
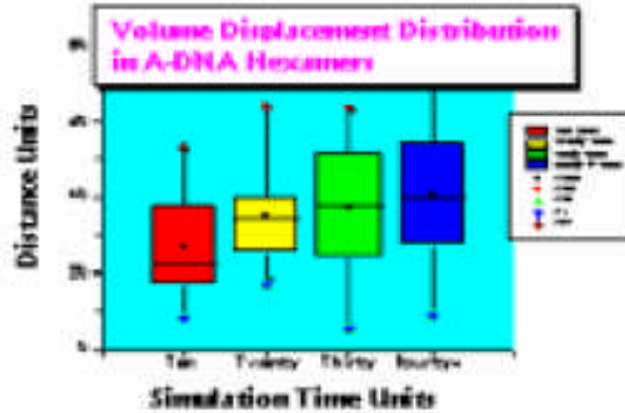
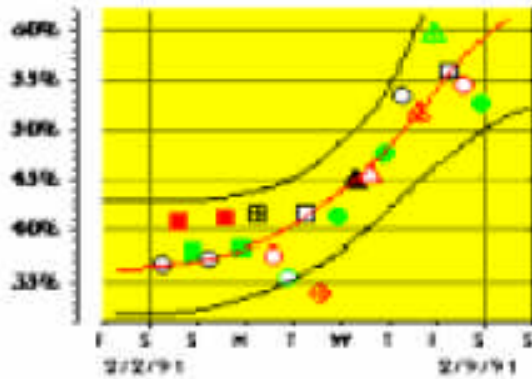
➤ 例 **HFBI** 就在利用该技术实现全美范围内犯罪模式的跟踪；美国安全服务机构可以对国际和国内的重大犯罪事件进行模拟；州立警察机构，例如新南威尔士警察局可以跨州界跟踪犯罪事件；城市警察机构例如伦敦警察局、纽约警察局、芝加哥警察局通过对警力的合理调配，可以将犯罪事件的影响减至最低。

## 二、信息可视化的历史与现状

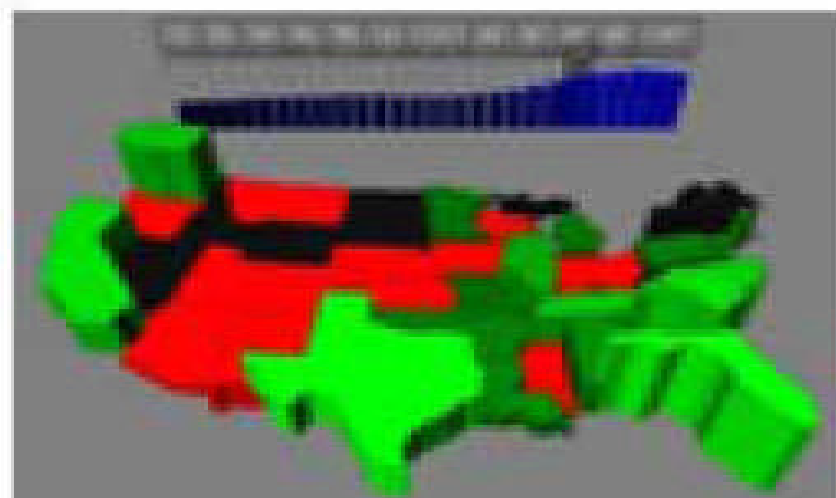
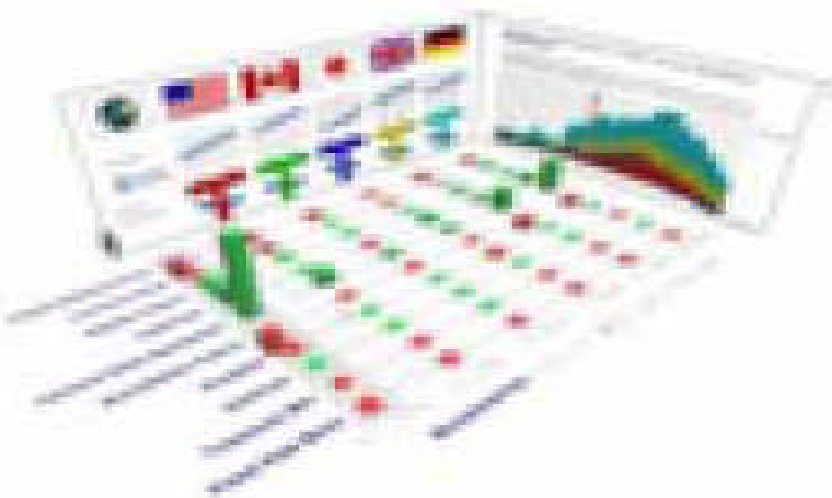
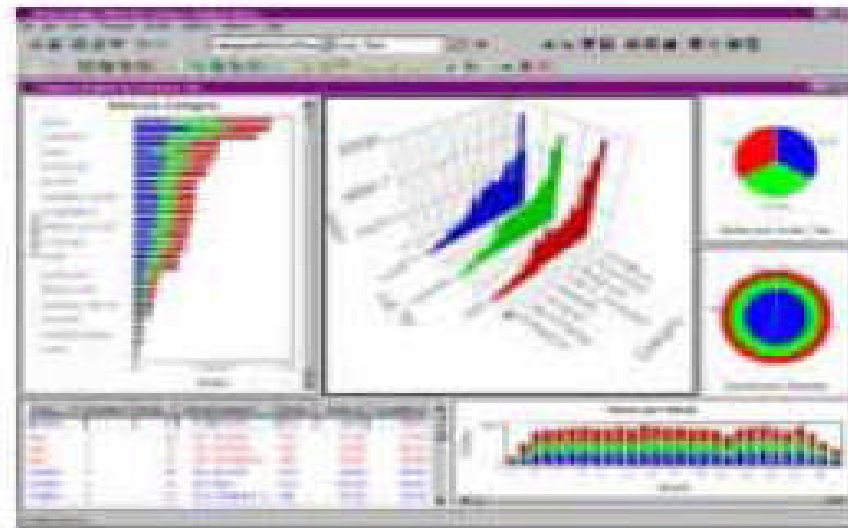
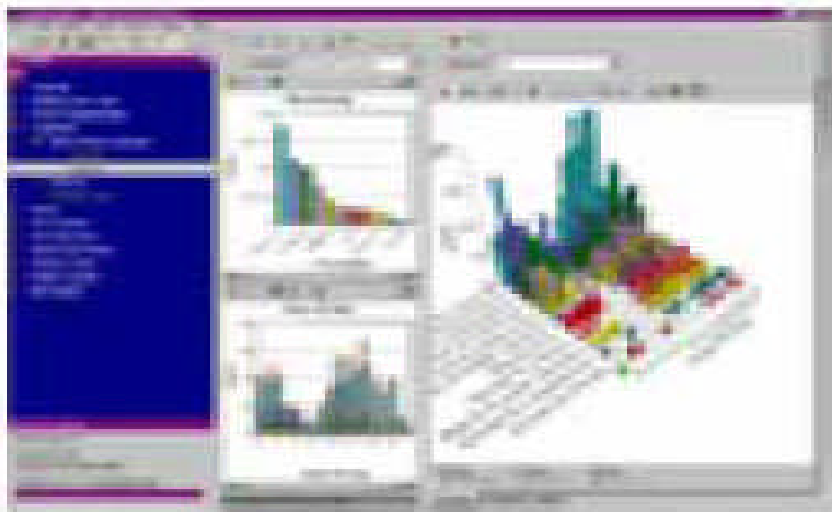
IV研究的进展近几年来，国际上对IV专题进行了广泛而深入的研究，取得了一些重要进展。这些进展和研究成果的展示与交流体现在一些国际研讨会上及其论文中。比较有影响的国际会议是电气与电工工程师学会所组织的两个系列国际研讨会：

- 一个国际研讨会是从1997年开始，在英国伦敦每年7月所举办的“International Conference on Information Visualization”。
- 另一个国际研讨会从1995年开始。每年10月在美国的一些城市举办的“IEEE Symposium on Information Visualization”。这两个系列的国际研讨会集中体现了当代该领域的研究水平

# 例图：早期经典的可视化技术

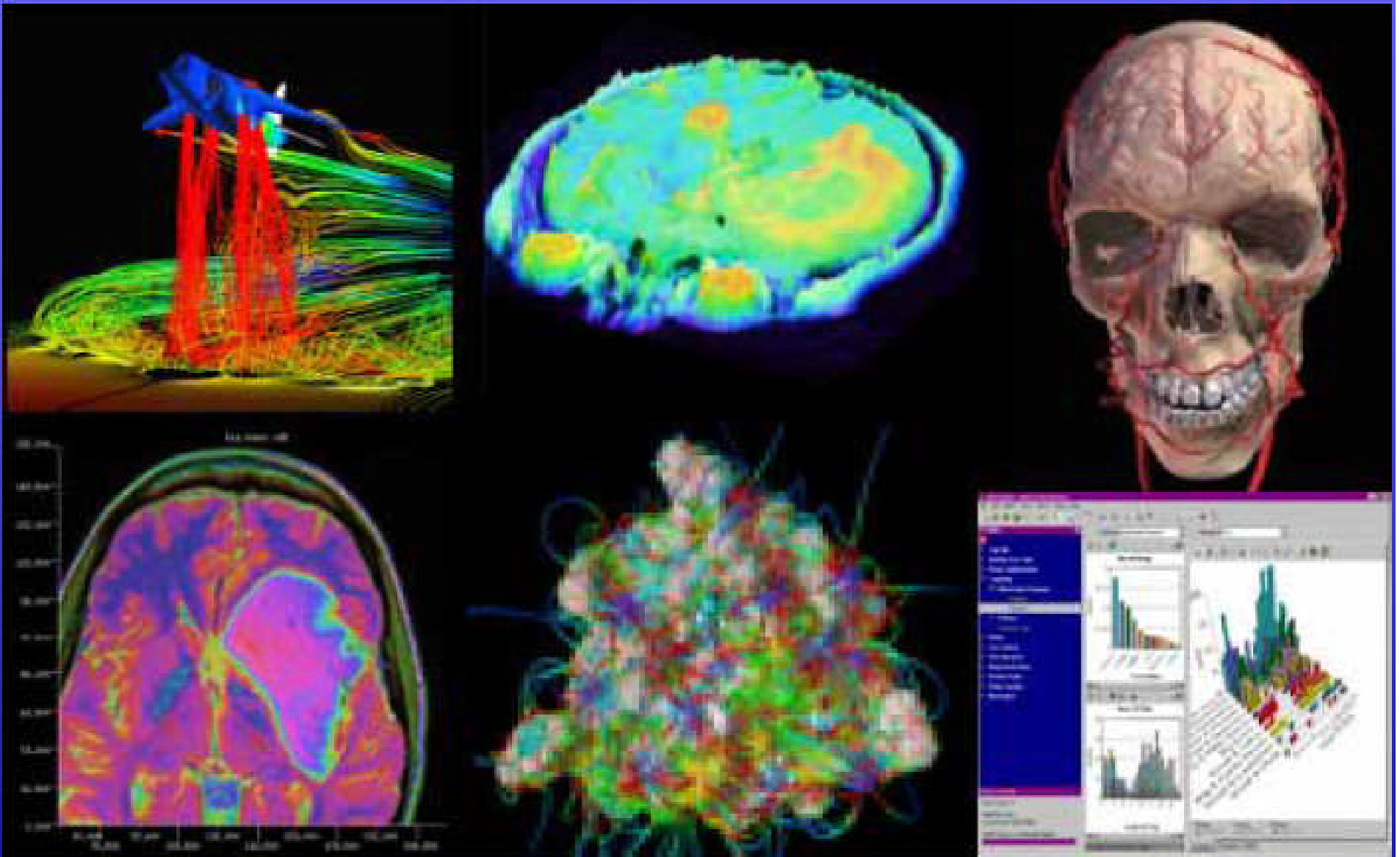


# 例图：标准的二维、三维显示技术

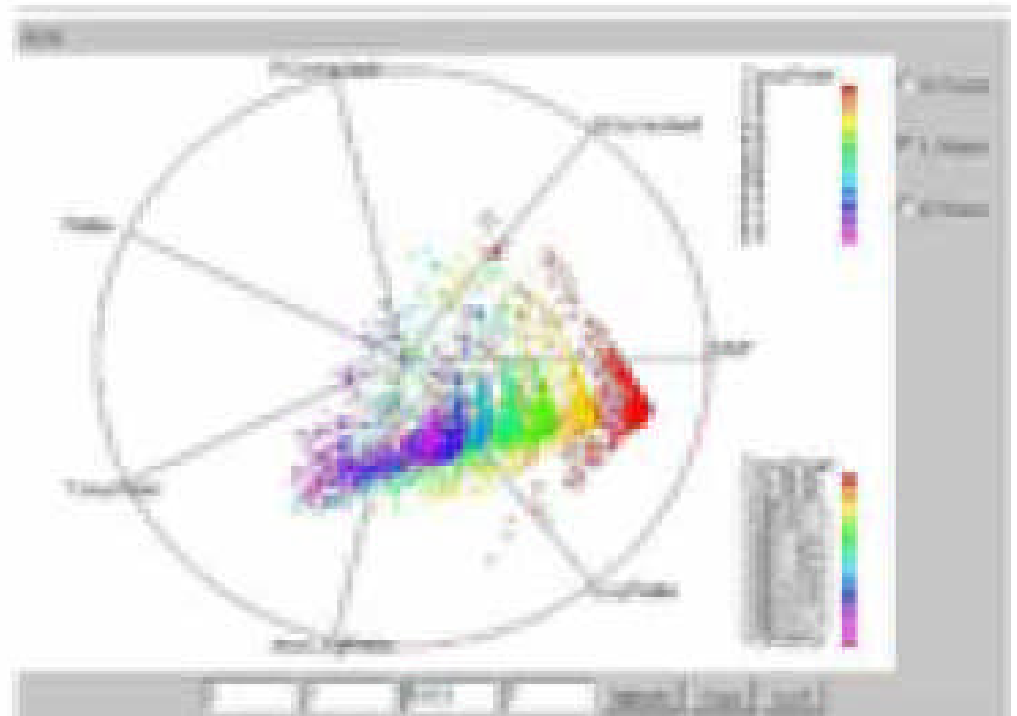
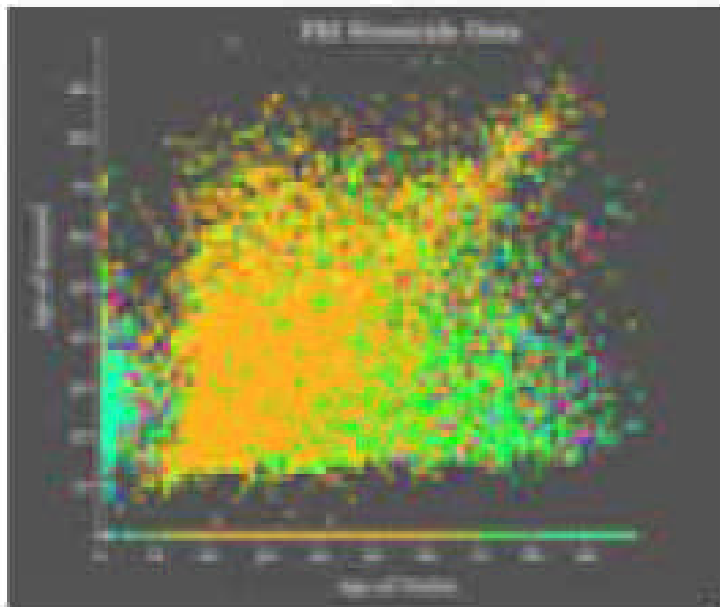
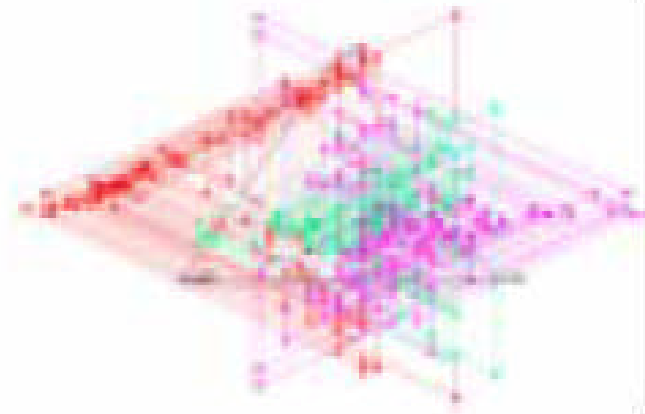
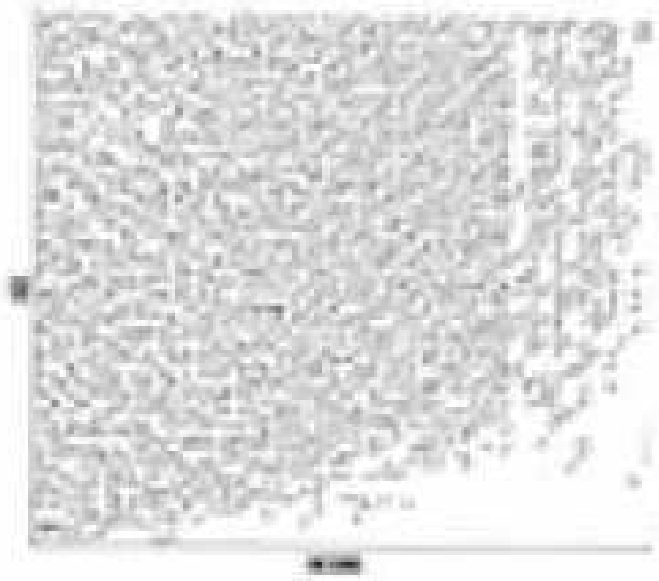




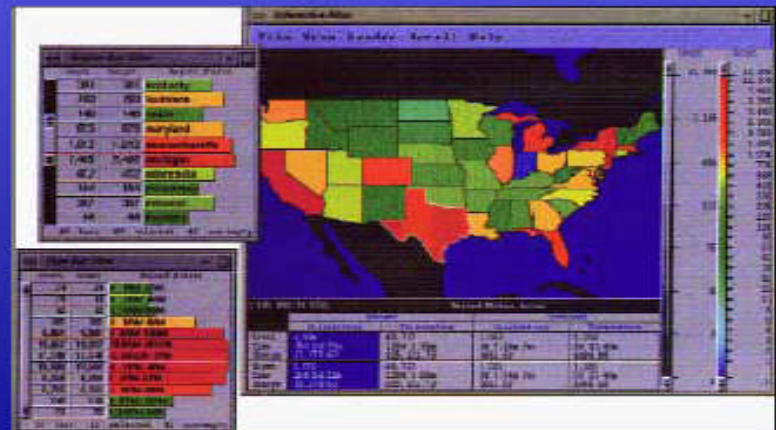
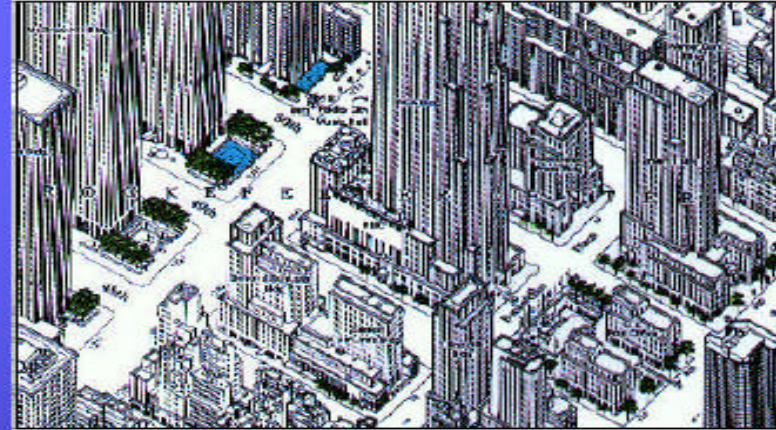
# 例图：现代的可视化技术



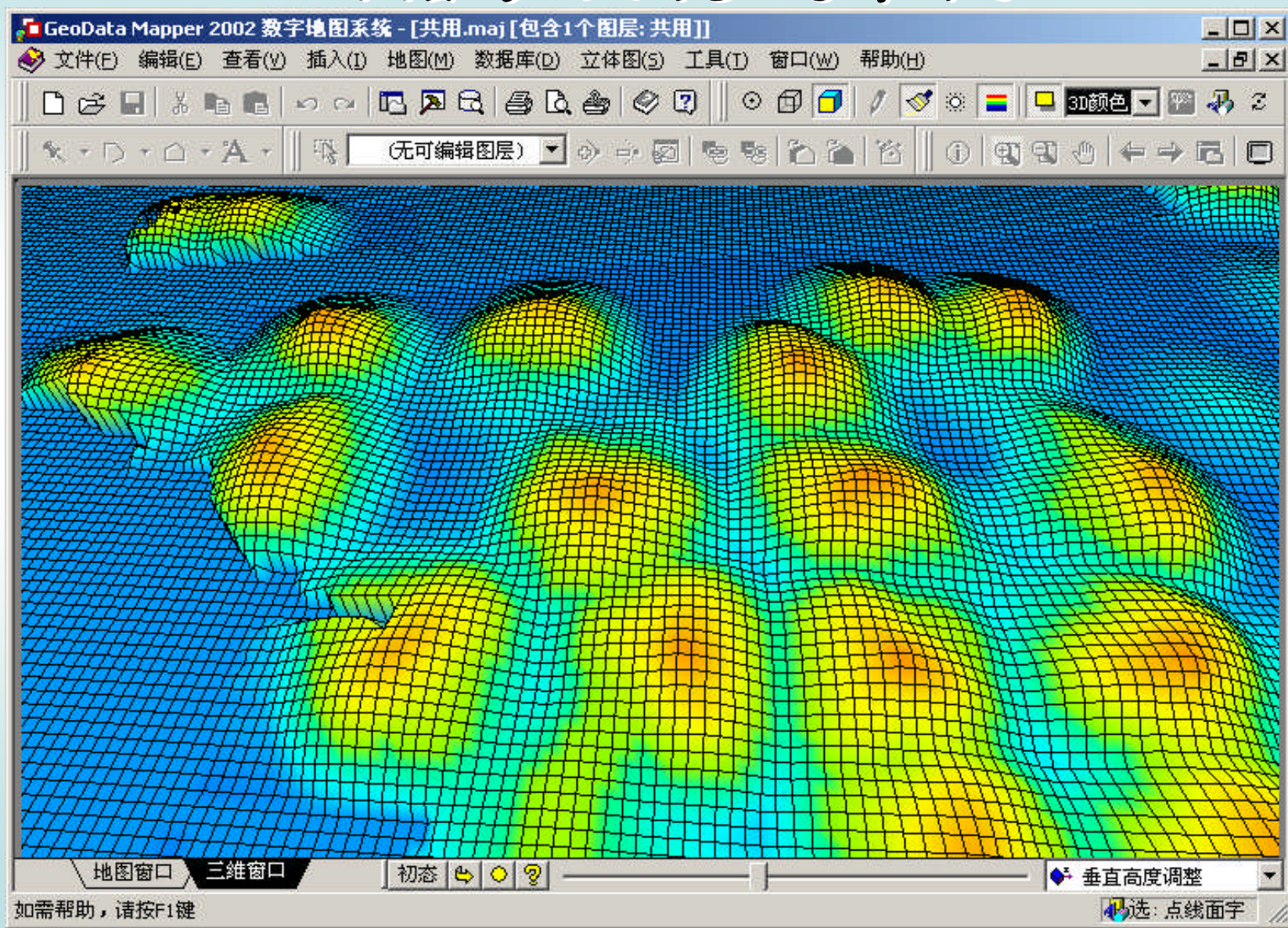
# 例图:现代的可视化技术



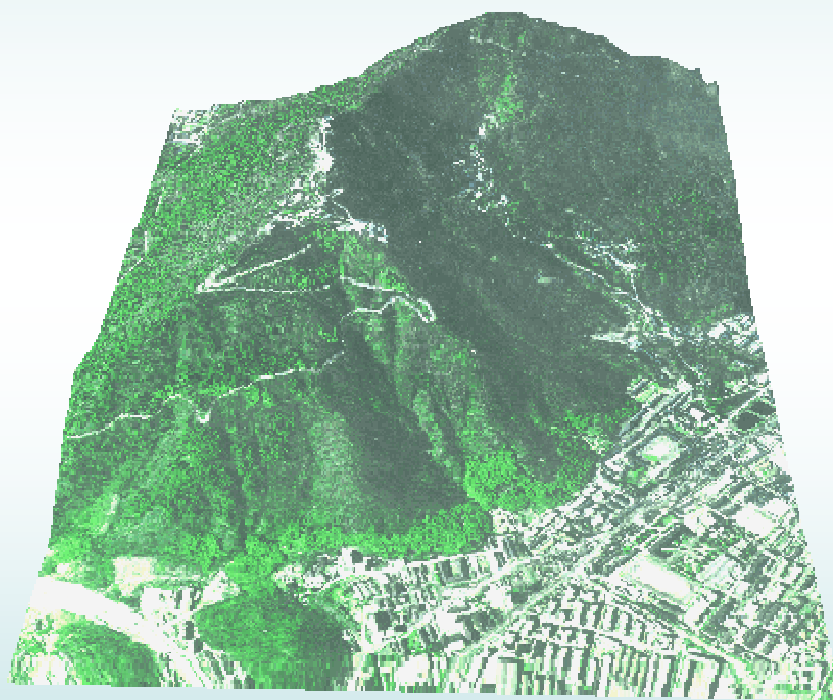
# 信息可视化技术



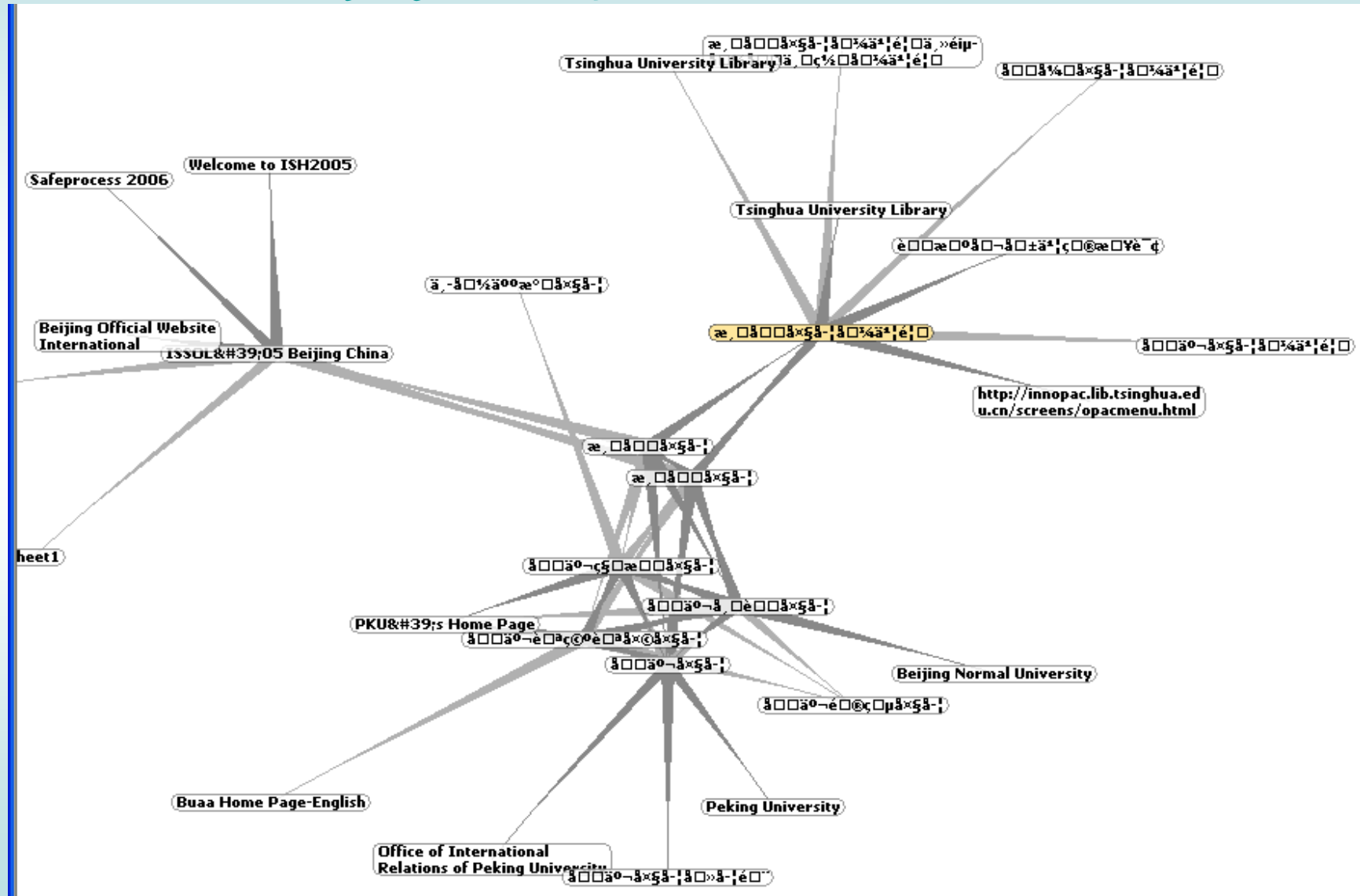
# 网格表面构造举例



# 真实感图形与纹理贴图



# 清华大学网站可视图



➤我国科学信息可视化技术的研究开始于20世纪90年代中期。由于数据可视化所处理的数据量十分庞大，生成图像的算法又比较复杂，常常需要使用巨型计算机和高档图形工作站等。因此，数据可视化开始都在国家级研究中心、高水平的大学，大公司的研究开发中心进行研究和应用。近年来，随着PC功能的提高，各种图形显卡以及可视化软件的发展，IV技术已扩展到科学研究、工程、军事、医学、经济等各个领域。

➤ 随着Internet兴起，IV技术方兴未艾。至今，我国不论在算法方面，还是在油气勘探、气象、计算力学、医学等领域的应用方面，都已取得了一大批可喜的成果。随着“数字中国”“数字长江…数字黄河…“数字城市”等工程的进展，IV技术在我国得到了广泛应用。但从总体上来说，与国外先进水平相比还有相当的差距，特别是在商业软件方面，还是空白。因此，组织力量开发IV商业软件，并通过市场竞争，促使其逐步成熟，已成为当务之急。



➤ IV还处于发展时期，它的方法技术正在日益成熟，其用途也正在逐渐扩展。在信息资源数字化、网络化、知识化的今天，IV与智能化是信息服务的必要手段。随着IV与智能化研究的不断深入，信息服务与信息消费将提高到一个新水平。

# IEEE Visualization 2004

## ➤ 21 个 Sessions

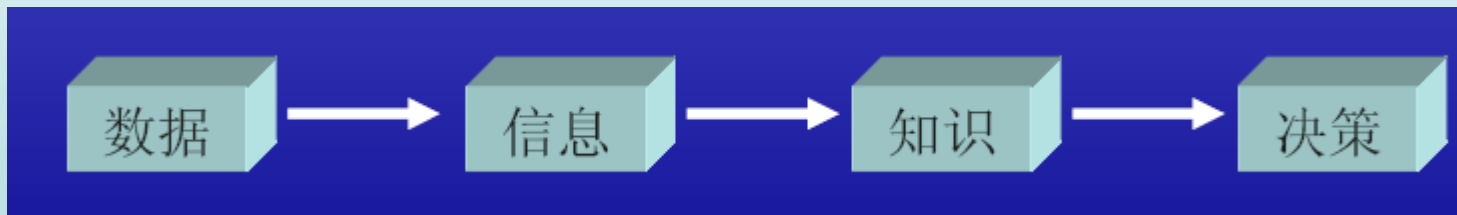
- 传统的可视化技术:9
- 体绘制与光照: 4
- 网格与曲面:2
- 等值面: 2
- 图形应用: 1
- 流程与有限元可视化:5
- 面向应用中提出的动态和非规则数据
- 生物分子: 2
- 医学:2
- 大数据可视化与可视化系统: 2

# IEEE Visualization 2004

- 三个重要的热点:
- 分子可视化
- 面向工程的可视化
- **信息可视化**
- **IEEE Visualization 15年成就奖:**
- **Bill Lorensen ( Marching Cube算法 )**
- **Varshney(蛋白质可视化的先驱, Vis'93-98)**
- **Pacific Visual Analysis Center**
- **Anti-Terrorist**
- **Pat Hanrahan**
- **Detected Expected and Protect Unexpected**

# 信息可视化的目的

- 数据探索(Data Exploration)是信息可视化的核心。
- 数据探索的目的：
  - ◆ 形象化地表达信息
  - ◆ 发现新的认识
  - ◆ 识别其在结构、模式、非规则、趋势、关系等方面的规律



### **三、信息可视化研究的领域与范围**

信息可视化虽然是近年来才发展起来的，但它的研究进展很快，已取得一些研究成果。总的来说，我认为，可视化变量研究、可视化模型研究、符号系统研究、空间认知与信息传输研究、心理学和认知科学研究、虚拟现实研究等，是信息可视化的主要研究领域。

# 1 可视化变量研究

传统上有七种可视化变量：位置、形状、方向、色彩、纹理、灰度等级与尺寸。但为了表示不确定性与时间维信息，一些学者将可视化变量延伸到十种，如把色彩分成色相(hue)、亮度(lightness)和饱和度(saturation)。

这些变量的不同组合还可以构成其他的表现形式，同时可视化变量在表示空间信息的属性方面是不一样的。可视化变量选取是否妥当将直接影响到信息表示的质量，因此十分重要。



近来许多学者把包括嗅觉、触觉和听觉在内的各种感觉变量都作为可视化变量的范畴。这大大拓宽了可视化变量的研究领域，同时也极大地丰富了对各种信息的表达。因为一部分有视觉障碍的人，可以通过触觉、听觉、嗅觉等其它方式获取对客观世界的认识。即使对一个正常人来说，这也可以丰富与加深他们的认识与感知。

## 2 可视化时空模型研究

提出规范化的时空数据模型可以全面描述图形、图像、DEM、属性等不同类型多维、海量信息，实现对多类型、多尺度、多时态海量信息进行统一组织、存储、更新维护、连续快速调度等。

注：DEM：地表规则网格单元数字表示

### 3 符号系统研究

在信息可视化过程中，信息是通过一系列的符号进行表达和传输的。为了更好地揭示信息的本质和规律，便于人类认识并利用可视化信息，空间信息的表达和传输必须借助一些规则、直观、形象、系统的符号或视觉化形式，这些符号或形式不仅易于人类辨别、记忆、分析，并且也能被计算机所识别、存储、转换和输出。因此，符号系统作为认知科学的理论基础，是目前研究方向之一。

## 4 心理学和认知科学研究

据有关研究，人的大脑有一半以上的神经元与视觉有关，而人从外界所获得的信息中，60%以上是通过眼睛得到的。因此，人类对客观环境的认知行为体现在感知、识别、分析、思考等方面。人类具有高效的、大容量的图形和图像信息通道，人的知觉系统对图像信息的感知、把握能力远胜于对简单的文字符号处理，只是由于技术水平的限制，这一潜能远未充分发挥。并且，人类所获得视觉信息以怎样的方式进入人的大脑及人脑对它们做出怎样的反映，其机制如何，尚待进一步研究。

# 5 非空间数据可视化处理研究

在信息系统中，信息可视化更重要的是为人们提供一种空间认知的工具，它在提高空间数据的复杂过程、分析的洞察能力、多维多时相数据和过程的显示等方面，将有效地改善和增强非空间信息的传播能力。目前，在信息可视化中，大量的不同时间、不同类型、不同介质的数据，及时地判读、理解、抽取信息日益显得重要。因此，信息可视化对于借助图形图像来进行的信息表达、存储和传递以及对浏览或检索操作过程进行可视化引导，并对信息流向、元数据、使用频率、访问权限、运行状态进行可视化监控与一致性检查等方面将面临巨大的挑战。

## 6 信息可视化在知识管理领域的应用研究

知识的可视化展现是将其他空间数据分析方法，如数据挖掘和知识发现所获得的知识 and 规律利用可视化的方法表现出来，使得知识便于理解，尤其是具有复杂结构的知识。知识展现的重点在于表现知识的构成和知识之间的逻辑关系。基于可视化方法的知识挖掘是信息可视化中的重要部分，在数据挖掘中，可视化是一个多面手，它能使人在视觉上理解多维数据中的复杂模式。通过观察数据在多重维度和多重图形窗体中的存在形态，可以直观、迅速地揭示数据趋势和外露层。

在数据挖掘过程中，数据挖掘也可以帮助在建模之前考察数据，可以验证其数据挖掘工具的结果。此外，可视化对局部数据模式发现有重要作用。基于可视化方法的知识发现，是在知识发现的过程中利用可视化技术来揭示空间对象及其属性之间的关系，以及空间对象的发展演化有关的知识规律。

知识发现过程中的可视化是在对原始数据分析处理的基础上通过可视化的操作来实现知识的发现，可以是静态的关联、聚类、分类知识，也可以是反映系统演化规律的知识。知识发现过程的可视化使得知识发现过程易于理解并有助于知识的运用。



- 目前，基于可视化的知识发现是指利用可视化的知识发现工具通过可视化的操作过程完成空间数据的知识发现，主要体现在两个方面：
- ① 可视化的知识发现系统界面和可视化的知识发现过程的导航；
- ② 可视化的查询和描述。可视化的知识发现过程的导航就是利用图和图标使得知识发现人员来估计、监视和指导知识的发现过程，包括降维、聚集、方向和层次的设定。。

# 7 仿真技术和虚拟技术在信息可视化 领域的应用研究

- ▶ 通过采用虚拟现实系统，实现了信息可视化符号系统的压缩，导致了一种优化的、更加有效的信息表达方式的产生。
- ▶ 仿真技术和虚拟现实技术都是在可视化技术基础上发展起来的，是由计算机进行科学计算和多维表达显示的。仿真技术是虚拟现实技术的核心。

- ▶ 仿真技术的特点是用户对可视化的对象只有视觉和听觉，而没有触觉；不存在交互作用；用户没有身临其境的感觉；操纵计算机环境的物体，不会产生符合物理的、力学的动作和行为，不能形象逼真地表达地理信息。而虚拟现实技术则是指运用计算机技术生成一个逼真的、具有视觉、听觉、触觉等效果的、可交互的、动态的世界，人们可以对虚拟对象进行操纵和考察。
- ▶ 目前，虚拟现实技术在其他行业和领域得到了广泛的应用，但在信息可视化方面仍处于研究状态

# 信息可视化的研究热点

# 1 层次信息可视化

抽象信息之间的关系最普遍的一种就是层次关系，而层次信息的可视化结构最直观的方式就是树型结构。由于当结构的层次增多或者节点增多时，该结构需要占据大量的可视化空间。因此，如何利用计算机屏幕所能提供的非常有限的可视化空间，来查找某个节点或者获得整个结构的信息，并将更多的可视化空间给予当前层次结构中当前关注的部分，同时又能够把整个层次结构显示出来，就成为层次信息可视化研究的重点。

## 2 多维信息可视化信息可视化

- 需要解决的绝大多数抽象信息是三维以上的多维信息，而我们生活在一个三维物理空间世界中，因此如何可视化三维以上的多维信息，是信息可视化的一个重要目标。

## 3 文本信息可视化

- ▶ 由于需要处理的信息中绝大多数是文本信息，且各种文本信息堆积如山，如何利用可视化快速地从浩如烟海的文本信息中获取所需的内容和知识，也是信息可视化需要关注的目标。文本信息可视化可分为两类：一类是对单个文本本身的可视化；另一类是对大型文本集合的可视化。对于大型文本集合而言，文本之间的主题或内容相关性对于可视化是非常重要的。

## 4 Web可视化

- 目前，网络发展迅速，网上的信息无以数计，且这些信息分布在遍及世界各地的上百万个不同的网站上，网站又通过文本之间的超链彼此交织在一起。并且，不论**Web**的规模有多大，它仍将继续膨胀。所以如何方便地利用**Web**上的信息，成了一个迫切需要解决的问题。信息可视化在帮助人们理解信息空间的结构，快速发现所需信息等方面将能扮演重要的角色。



➤ 总之，信息可视化是一门以信息科学、计算机科学、地图学、认知科学、信息传播学与信息系统为基础，并通过计算机技术、数字技术、多媒体技术动态、直观、形象地表现、解释、传递信息并揭示其规律，是关于信息表达和传播的理论、方法与技术的学科。

# 总结

- ▶ 可视化技术的研究和应用，给信息资源管理科学带来了根本性的变革，尤其是对信息可视化的研究和利用，把计算机技术、数字技术、多媒体技术结合起来，运用认知科学等，将那些通常难以设想和接近的Web环境和信息，以动态直观的方式表现出来，揭示其规律，为科学研究与决策服务。

**谢谢各位！**