

计算机辅助手术讲座（14）
Image Guided Surgery (14)

手术导航系统及技术展望

IGST System and Prospect

顾 力栩 (*Lixu Gu*)

上海交通大学 Med-X研究院

2009.12

新世纪科学技术发展特征

- 多学科的相互交叉与渗透对科学发展起到了重要推动作用
- 以微电子和光电子为基础的信息技术成为各学科发展的先导
 - 信息技术向医学领域的渗透产生 数字医学

6 研究与开发

➤ 虚拟现实模型 虚拟人 生理模型

5 治疗和控制

➤ 手术导航系统 TPS 医用机器人

4 诊断与决策

➤ ECG自动识别 专家系统

3 处理与自动化

➤ CT MRI PET

2 存储与检索

➤ PACS RIS HIS

1 数据交换和远程通讯

➤ 心电监控 远程会诊

手术导航系统

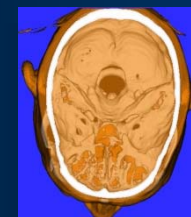
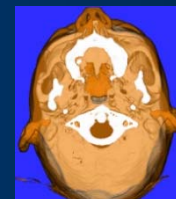
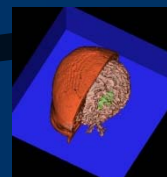
— 高端而极具应用价值的研究领域

- 手术导航系统

- 计算机辅助微创手术中不可缺少的组成部分和一项重要的应用成果
- 临床医生直接参与系统的研究与开发
- 集计算机科学技术、临床医学、机械工程等多学科为一体的新兴交叉学科研究领域，属国际前沿课题

国内外现状

研究现状



- 国际

哈佛大学医学院手术计划实验室



三维可视化 术中内窥镜 B 超 手术机器人 骨科导航系统

斯坦福大学医学院图像引导实验室



激光扫描面-面配准 多模图像融合 内窥镜导航

耶鲁大学放射诊断学系



神经外科组织变形 CT-Free 骨科导航系统

德国汉堡大学
Eppendorf

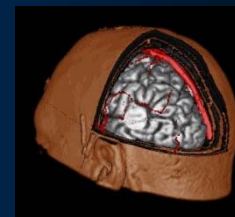


高精度重建 虚拟手术 组织变形

产品： Medtronic公司； Brainlab公司

研究现状

-国内



单位 上海交通大学 东南大学

北京航空航天大学 清华大学等单位

方向 三维医学模型重建 计算机虚拟手术

组织变形分析 空间位置配准等

产品 深圳安科公司的神经外科导航系统

存在的问题

- 导航精度尚不能满足临床要求
- 导航功能尚不能满足临床上新的应用需求
- 导航中为医生提供的信息量尚不够丰富
- 若干关键技术问题尚未完全解决

国外市场情况

❖ 美国

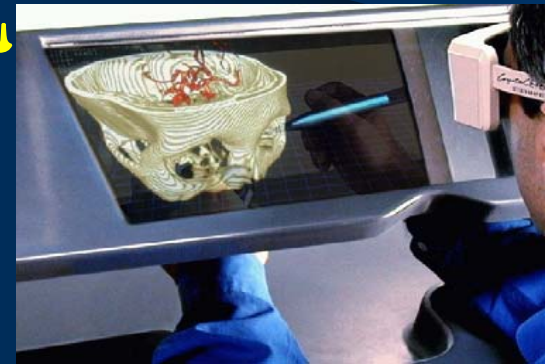
2001 \$118.5M

2002 \$143.0M ↑ 20.7%

❖ 欧洲

2001 \$57.1M

2002 \$78.4M ↑ 37.3%



From: Millennium Research Group

Lixu Gu @ 2009 copyright reserved

手术导航系统的关键技术

手术导航系统的技术路线

技术研究

医学图像的三维建模和可视化技术

图像分割与识别技术

图像配准技术

图像融合技术

术中超声、显微镜、
内窥镜实时监控技术

脑组织变形

神经外科

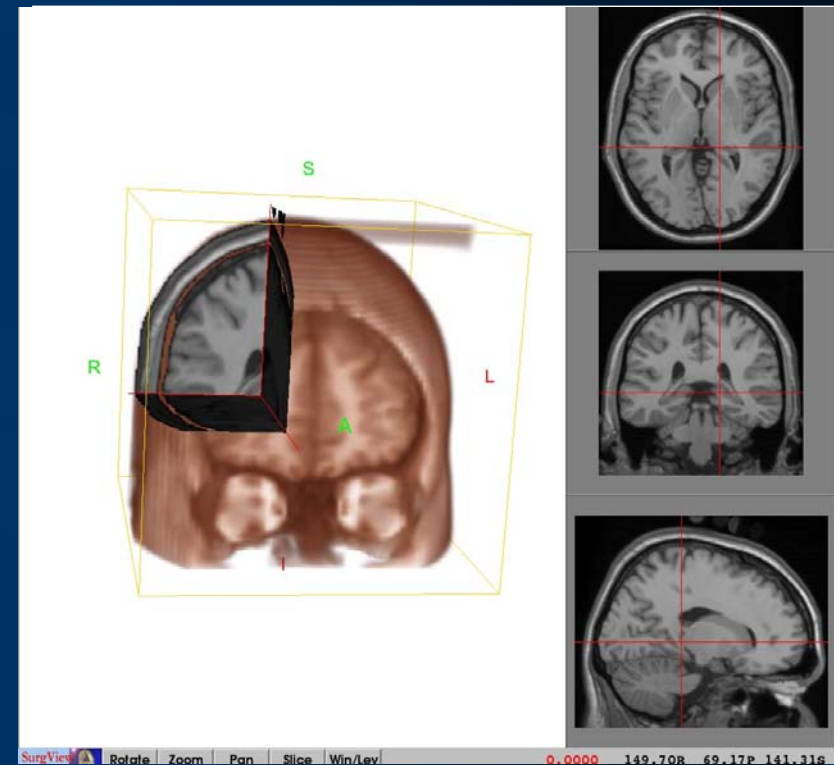
CT-Free 骨科导航技术

骨科

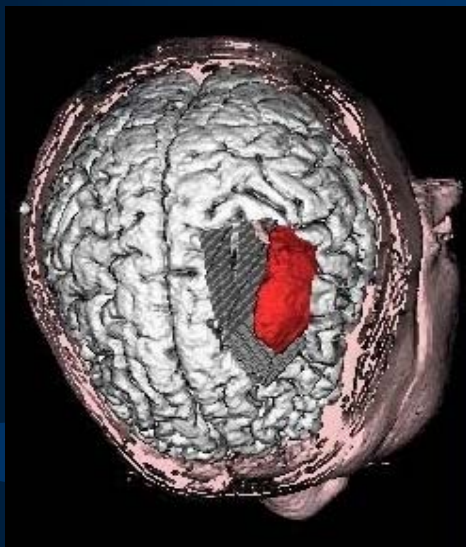
研究内容

1. 快速、高精度医学图像的三维建模技术

- 速度与精度的矛盾
 - 表面绘制
 - 体绘制
- 解决方案：
 - 表面绘制与体绘制的结合

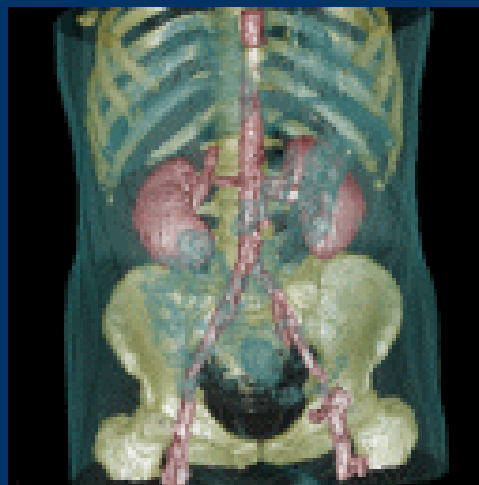
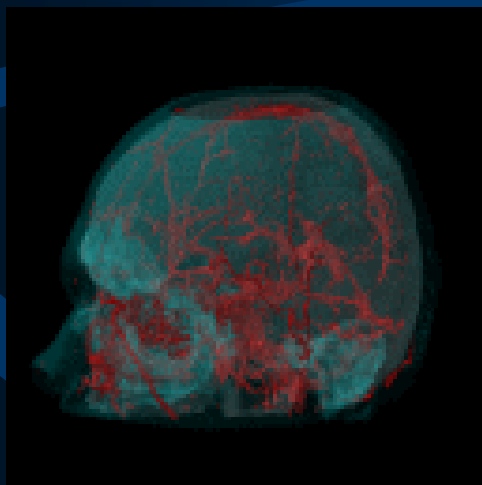


2. 快速、高精度医学三维图像可视化技术



- 快速、逼真

- 基于分割的多层次、多色绘制
- 可变精度网格表示技术
- 三维曲面重建



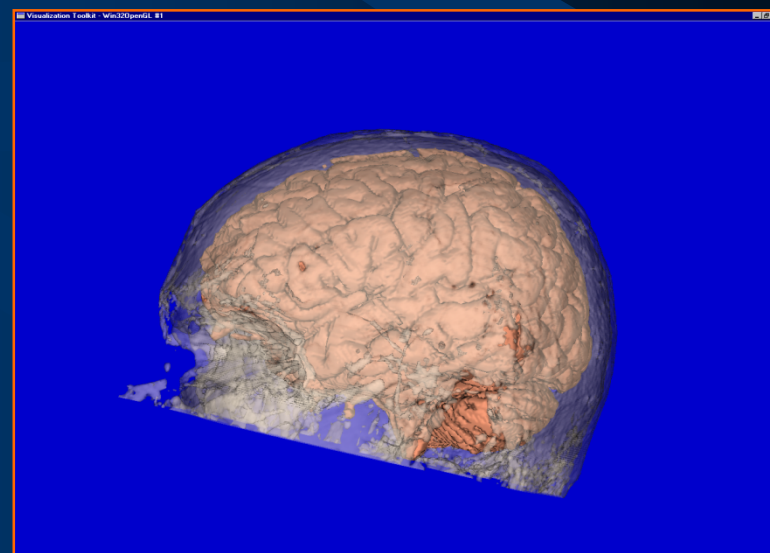
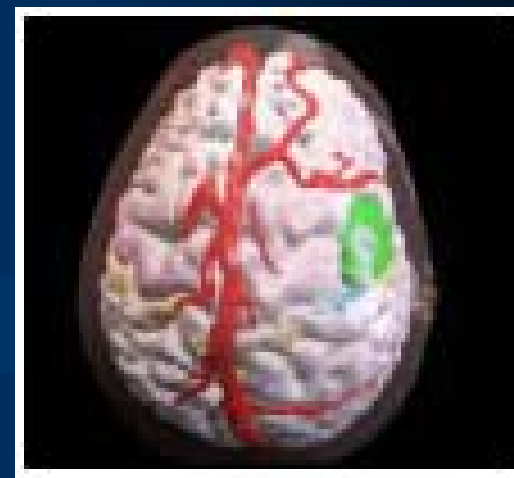
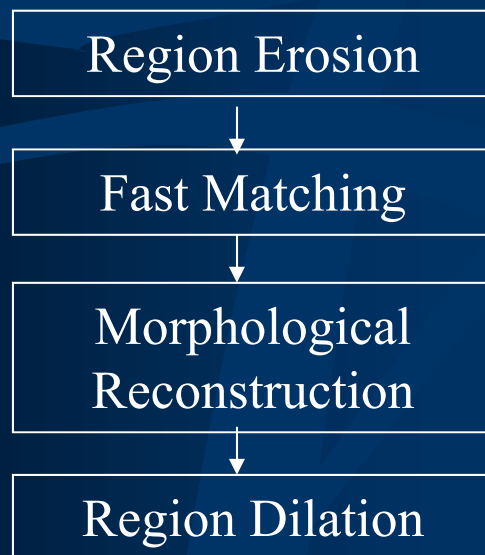
组织器官的曲面模型



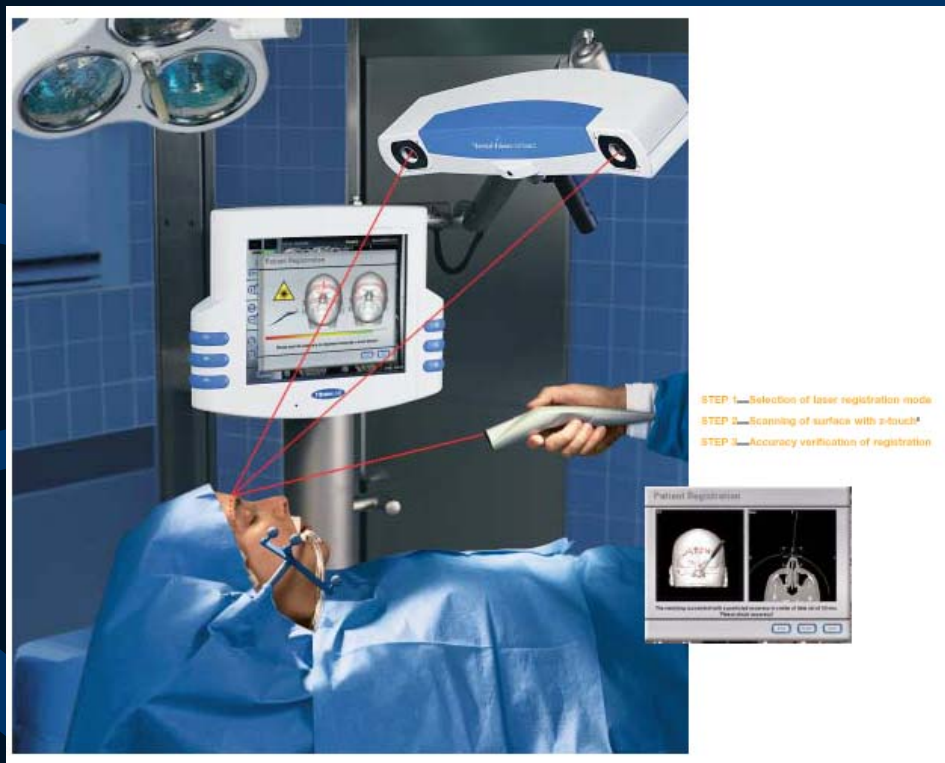
扫描层间的优化拼接

3. 图像分割与识别技术

- 三维图像分割
 - 基于模型的分割
 - 基于领域的分割
- 混合型三维分割法

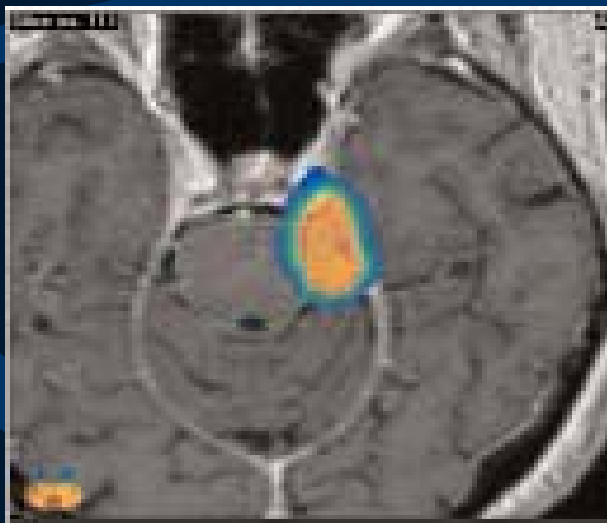
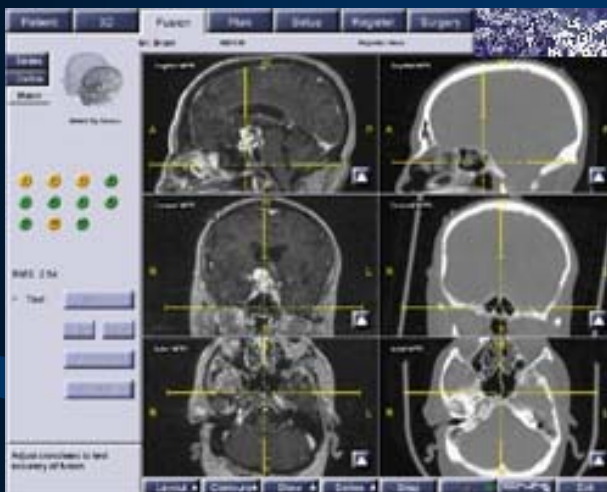


4. 高精度实时配准技术



- 点到点的配准
 - 标志点
 - 对应关系
 - 操作繁杂
- 面到面的配准
 - 激光扫描
 - 局域性

5. 术前图像融合技术



- 增大信息量
 - 骨骼和软组织
 - 形态与功能信息
- 横向信息融合
 - 多模医学图像融合
- 纵向信息融合
 - 单模相邻医学断层图像间的信息融合

6. 术中实时监控技术

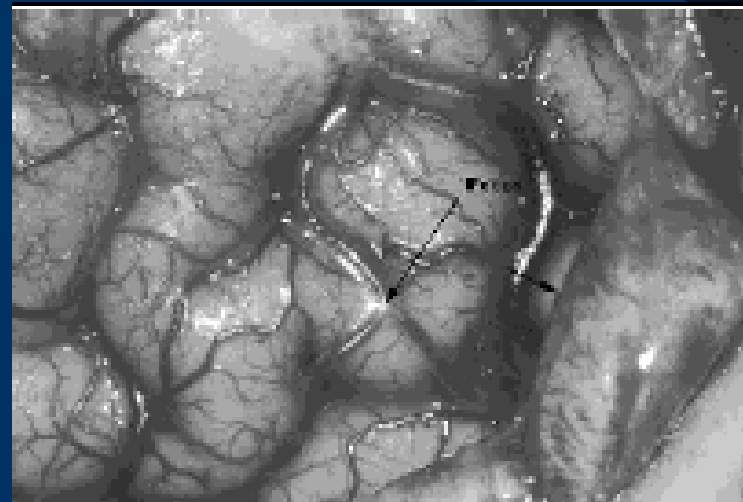
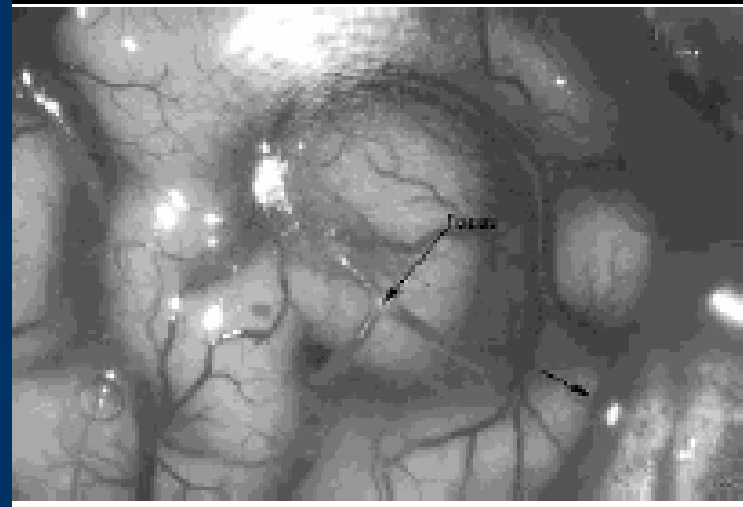
- 术前图像的弊病
 - 器官变形
 - 位置漂移
- 术中图像校正：
 - 超声波
 - 显微镜
 - 内窥镜



7. 脑组织变形

重力影响 5.7mm
脑肿瘤切除 7.9mm

- 术中MRI, CT
- 术中超声
- 建立组织模型
 - 脑组织生物力学属性
 - 线弹性模型
 - 术中数据校正



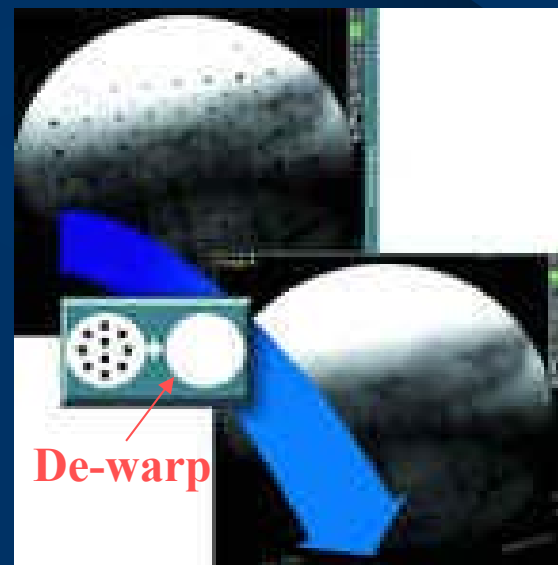
8. CT-Free 骨科导航技术



校准靶安装到C型臂影像增强器



安装定位
参考架



图像
拉平
技术



验证手术器
械，导航

系统的设计与集成

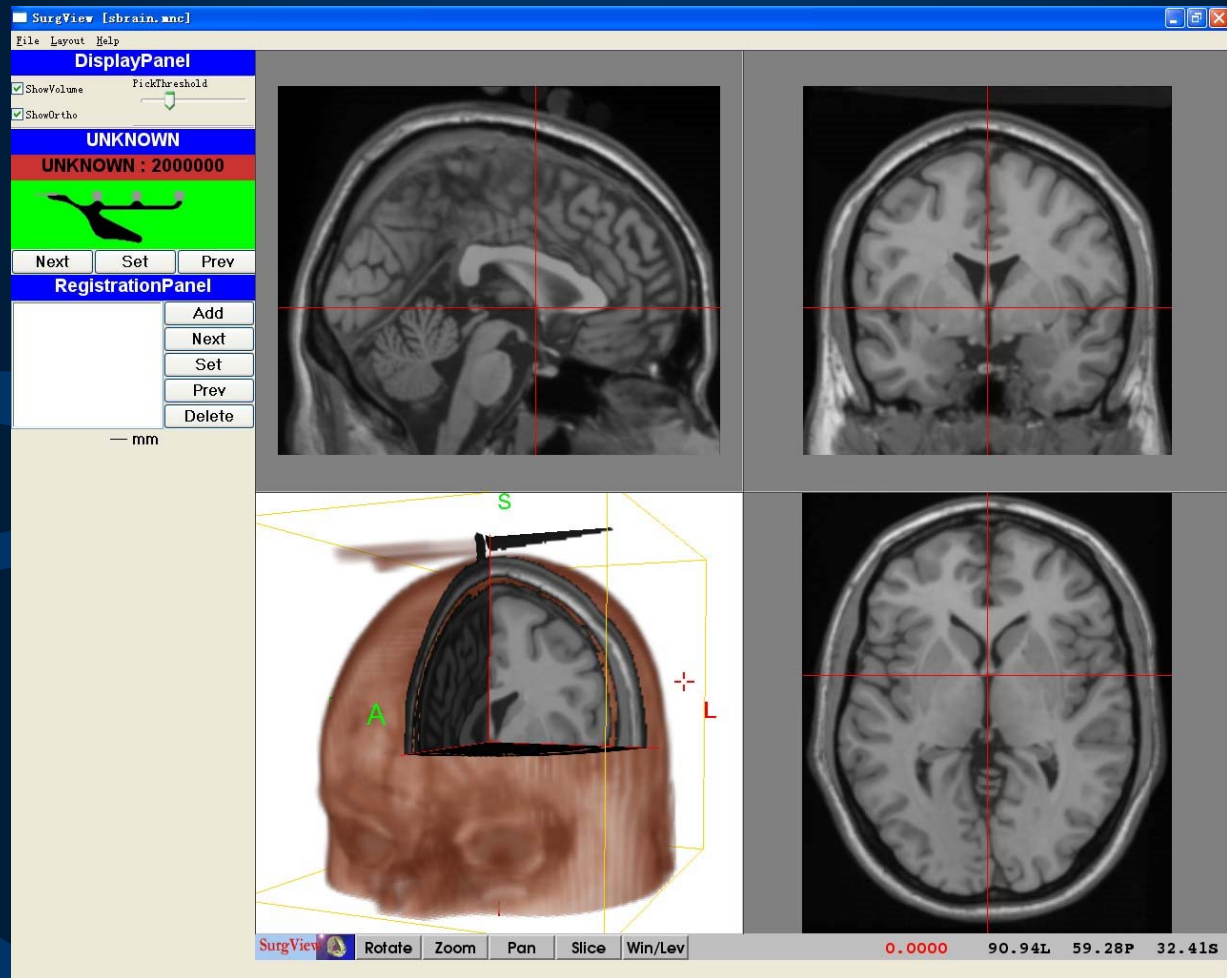


样机设计效果图

- 硬件的设计与集成
 - 安全性
 - 合理性
 - 可移动性
- 软件的设计与集成
 - 功能的完备性
 - 可靠性
 - 可扩展性
 - 信息安全

现有成果及演示

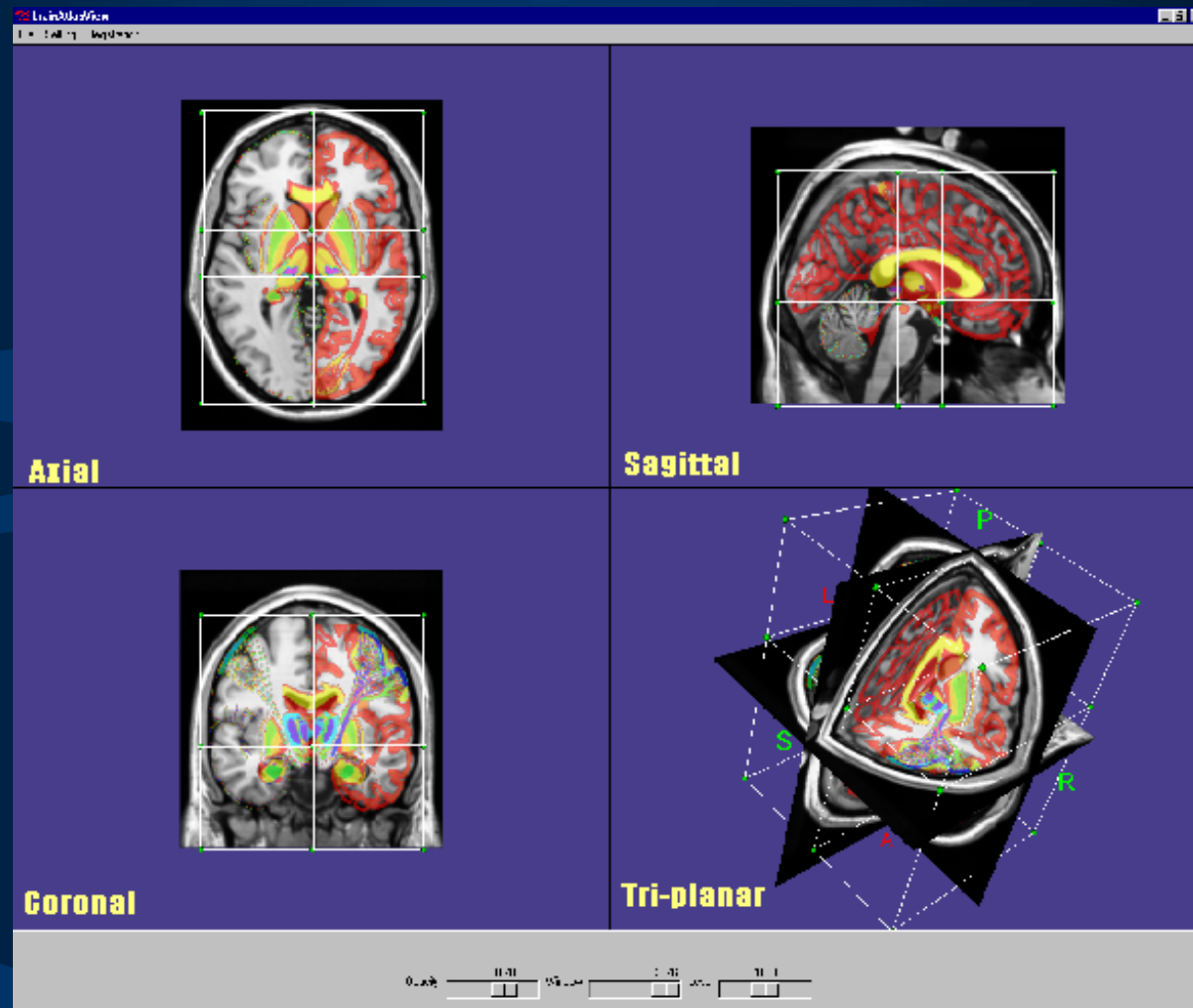
• 神经外科手术导航系统



手术导航系统界面

Lixu Gu @ 2009 copyright reserved

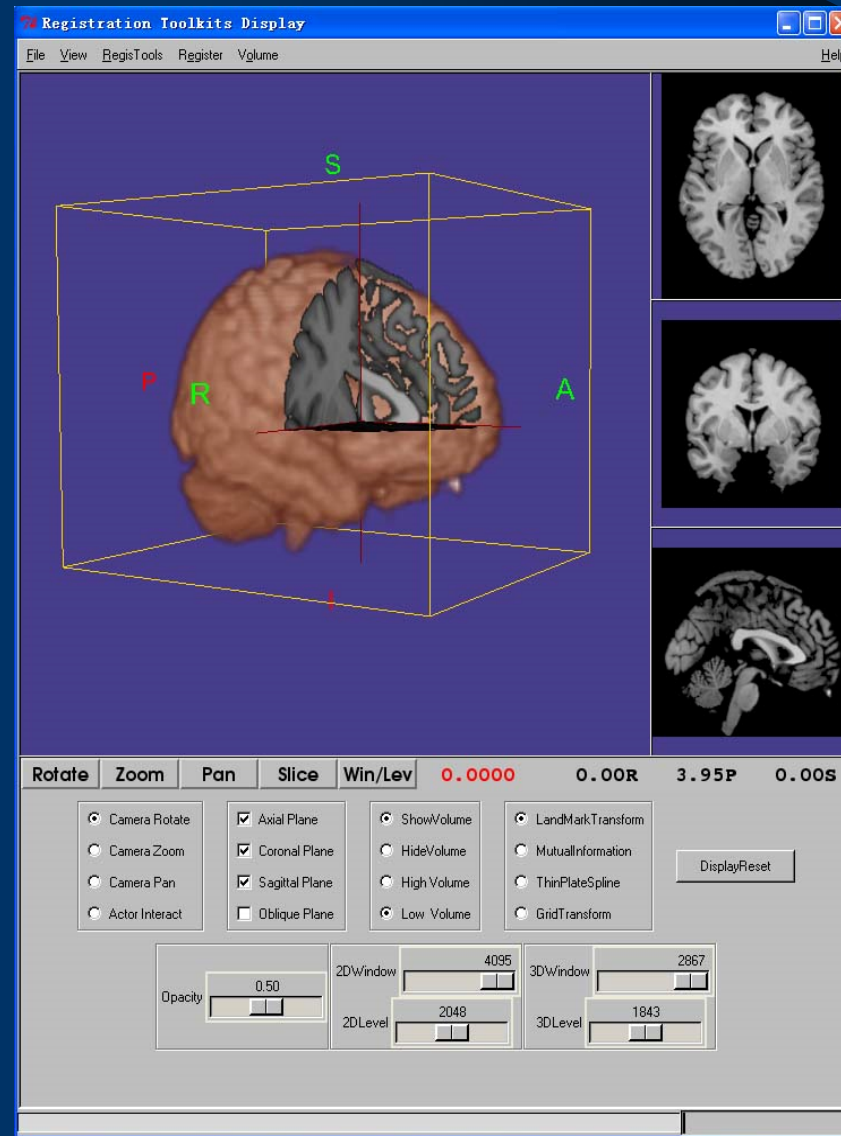
- 神经外科解剖图谱的三维可视化



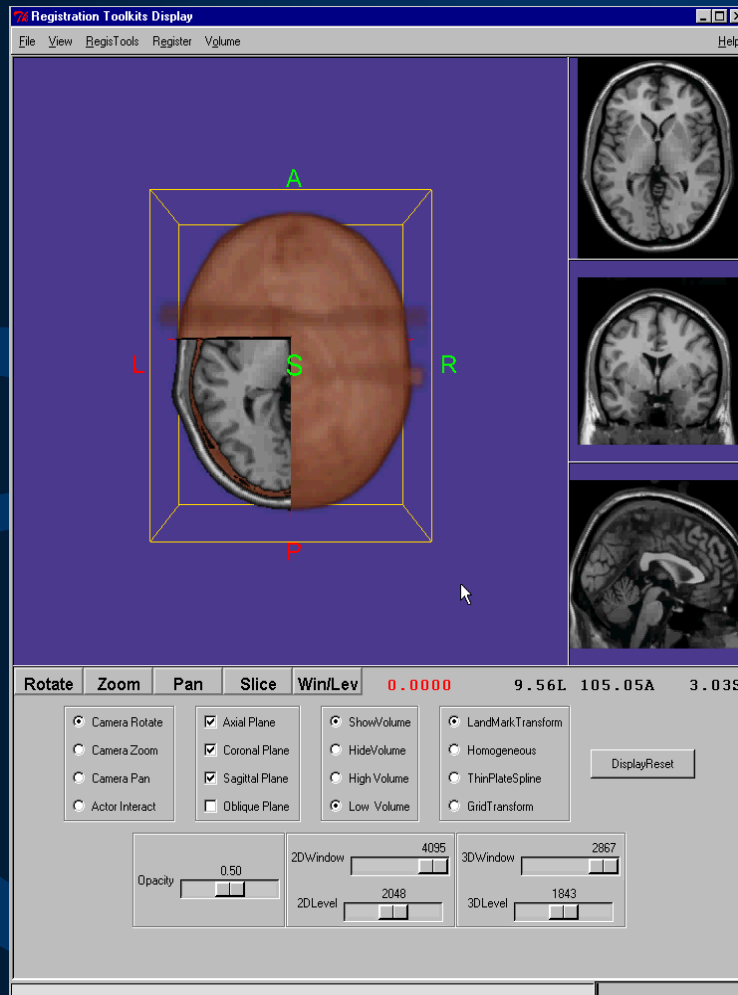
• 快速分割

Features:

1. Cut plane in 3D
2. Work in 2 data sets
3. 2D and 3D view
4. Segmentation methods:
 - Balloon
 - Level Set
 - Morphology
 - Watershed



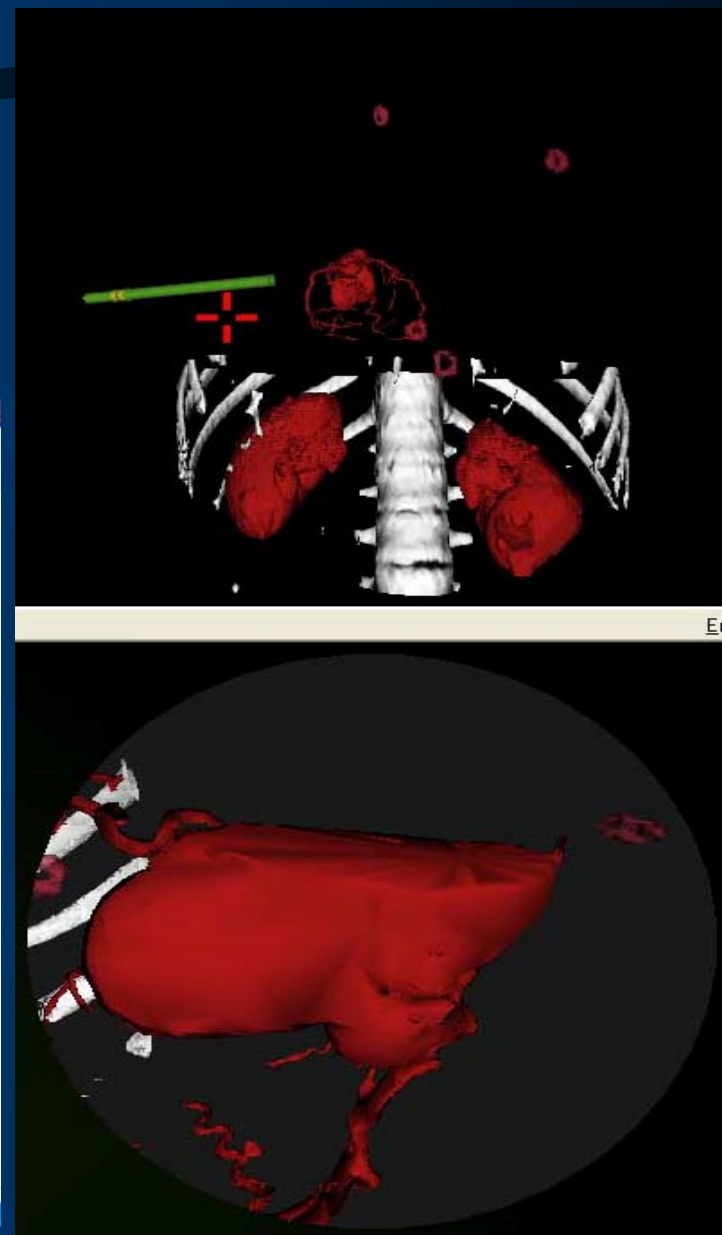
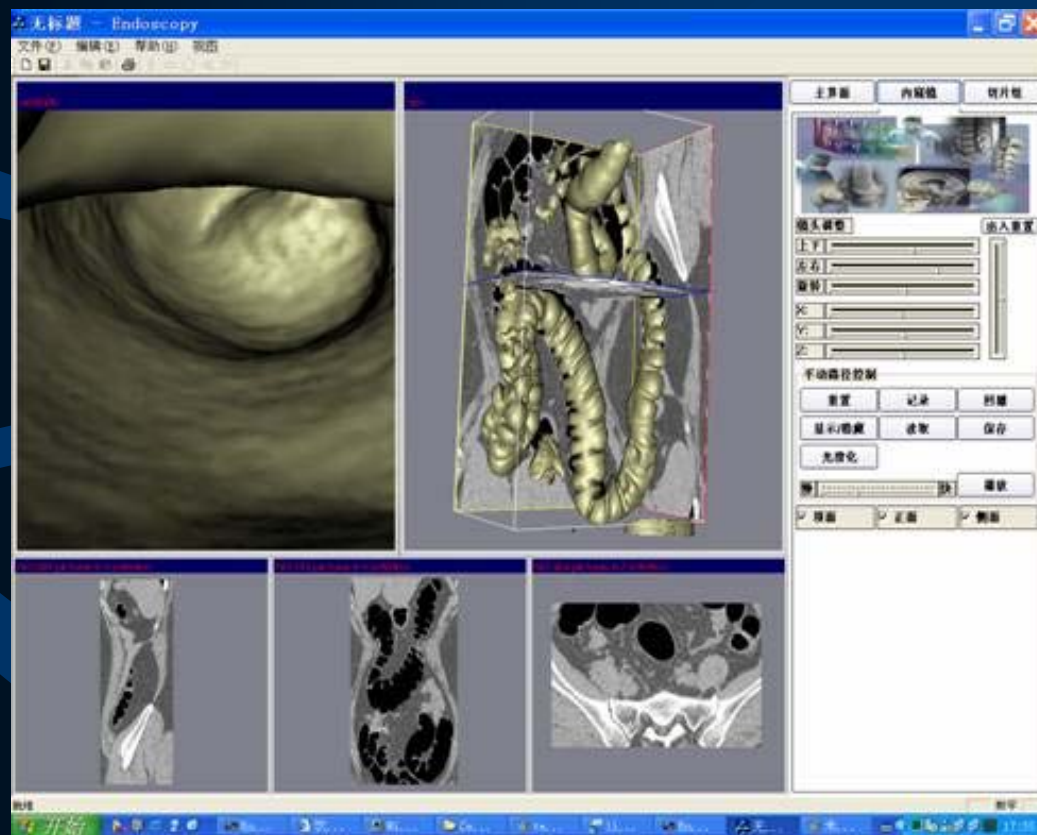
• 三维配准



Features:

1. Cut plane in 3D
2. Work in 2 data sets
3. 2D and 3D view
4. Registration methods:
 - LandMark
 - ThinPlateSpline
 - GridTransform
 - MutualInformation

• 虚拟内窥镜



发展趋势

医学成像 / 图像处理

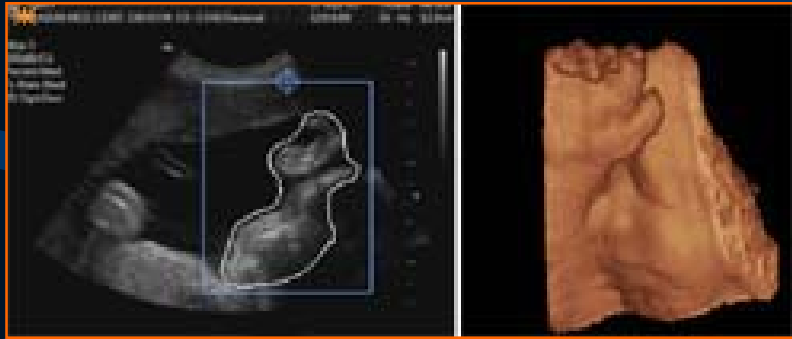
- 四维CT方面的研究(dynamic CT)
- 高速精准的医学图像分割方法
- 增强的人工现实感技术(augmented virtual reality)
 - 手术路径的虚拟现实 (TRAXTAL公司)

“XarTrax”
系统

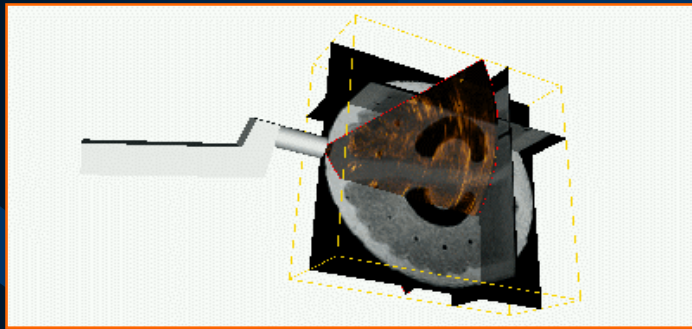


医学成像 / 图像处理

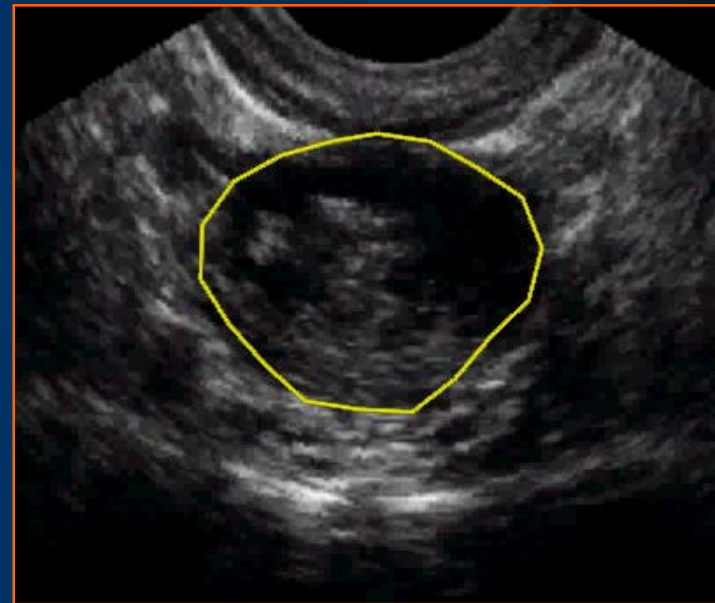
- 二维和三维的超声波图像



Segmented baby face from US



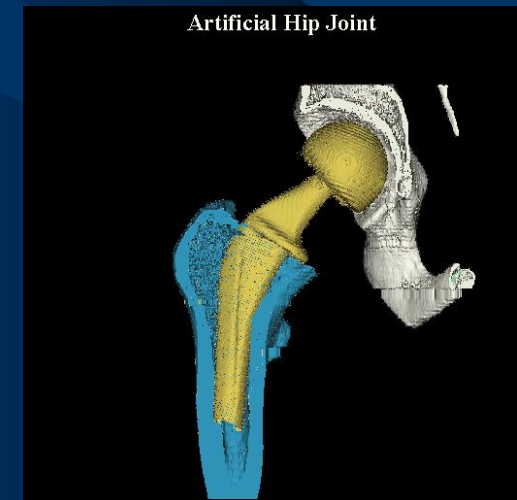
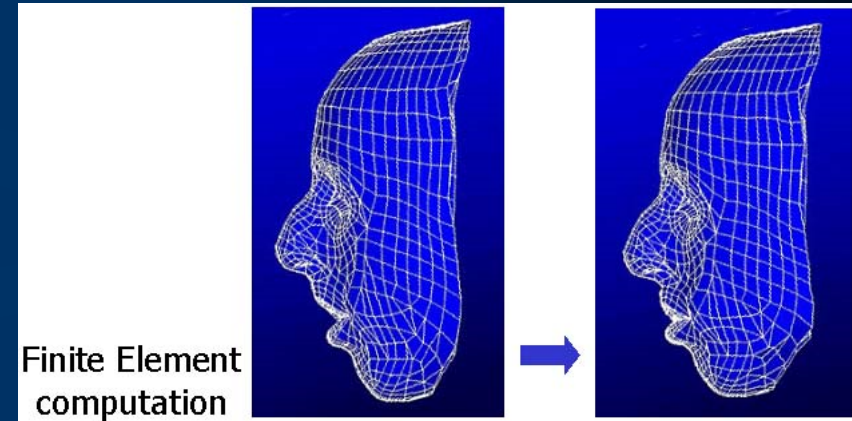
Real time US, MR integration for IGS



2D Segmentation using GDM

手术仿真

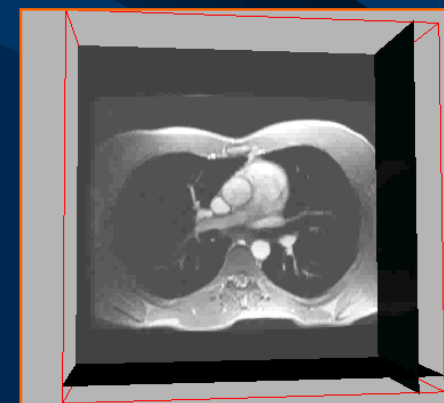
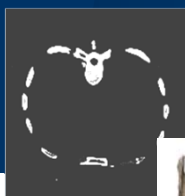
- 软组织的建模算法
 - FEM, Mesh Marching,
 - Mass spring ...
- 骨科仿真系统
 - 骨骼模型的体描绘技法
 - 骨科手术在虚拟环境下逼真再现
 - 假体置换手术模拟仿真
 - 假体和患骨的三维模型
 - 标准假体数据库
 - 手术方案模拟
 - 手术器械模型库



多科室手术导航

- 神经外科、骨科、牙科、整形外科和心脏外科的手术导航

1. Patient data acquisition
2. Image Visualization
3. Surgical Plan
4. Surgical Navigation



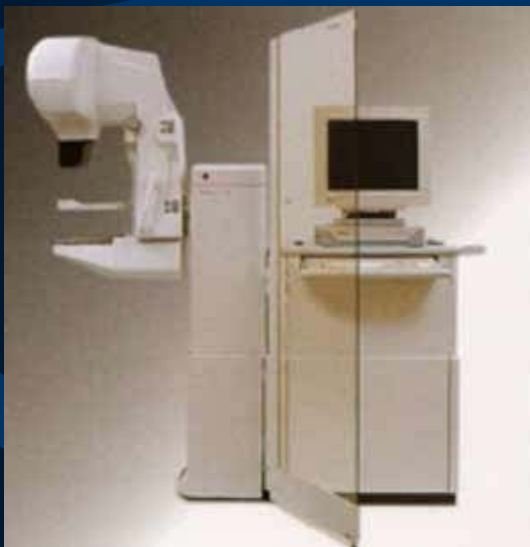
手术导航

- 手术导航技术的发展趋势
 - 高速三维体描述技法（网格算法和并行计算）
 - 基于磁场的导航技术
 - ❖ NDI AURORA
 - 虚拟内窥镜在导航中的应用
 - 面到面的匹配方法



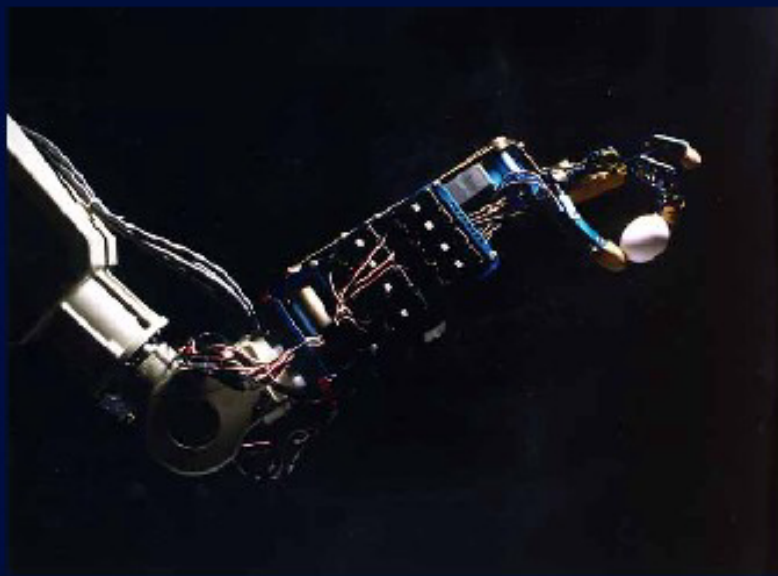
计算机辅助诊断

- SARS的计算辅助诊断系统
- 癌症的自动检测
 - 前列腺癌的自动检测和治疗 (**Brachytherapy**)
 - 乳腺癌的自动监测系统



手术机器人

- Robotic Surgery Navigation:
 - Work on human interface



- Precise movements according to a plan
- Minified movements and tremor filtering

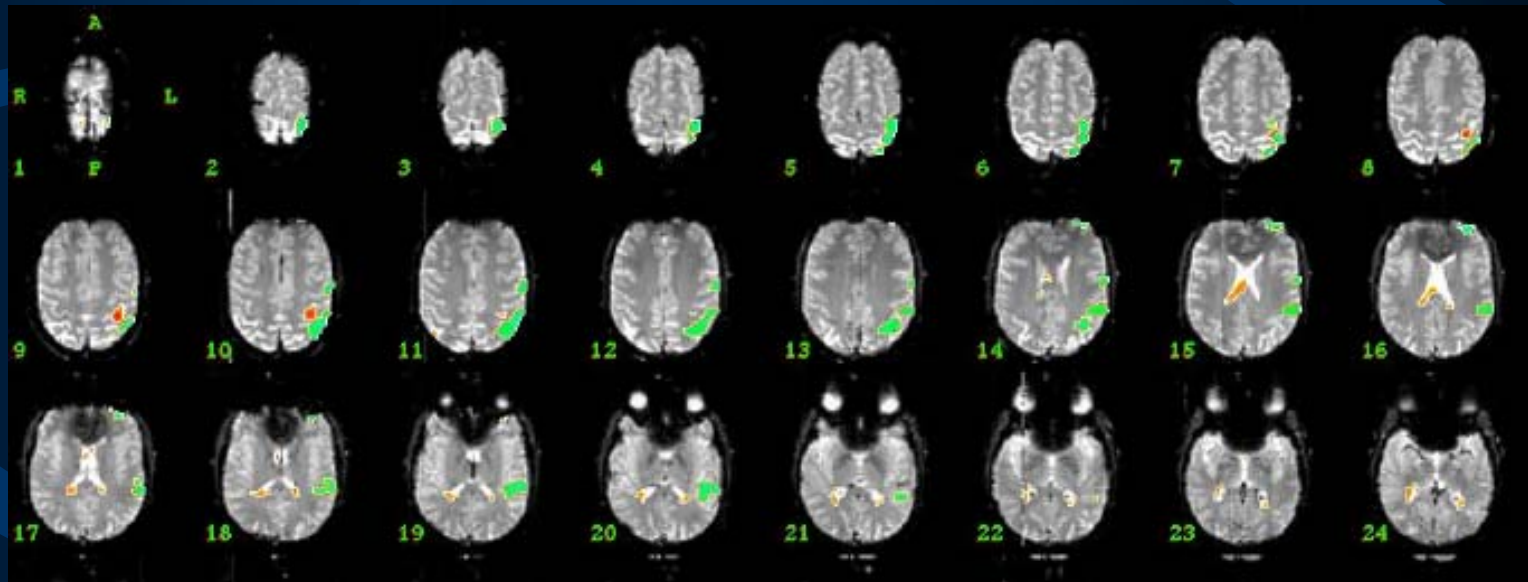


NeuroMate



增强现实感和思维研究

- Augmented Reality
- Mind study
 - Using fMRI/PET images

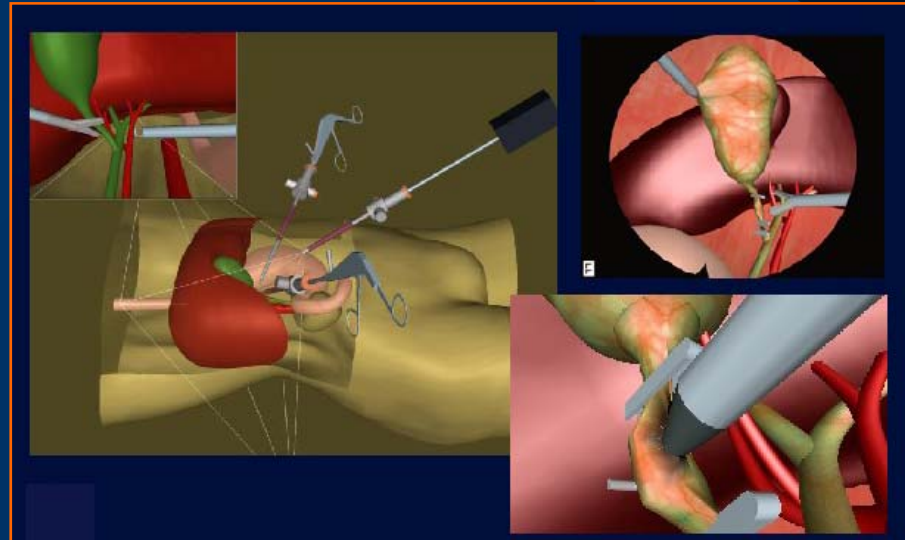
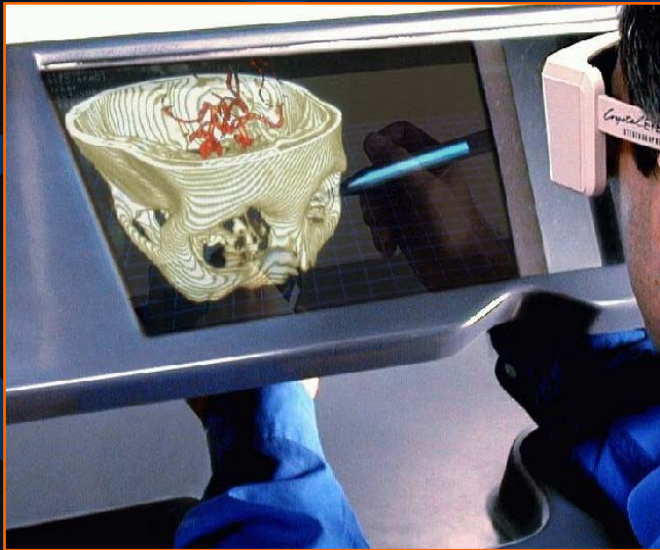


其他

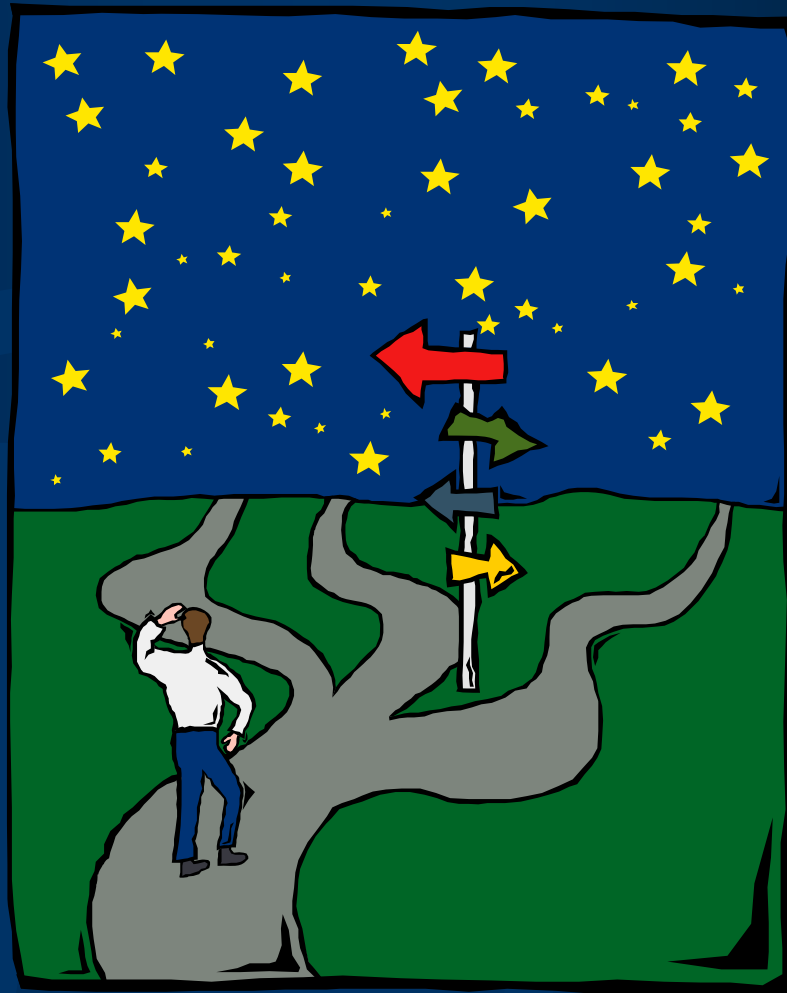
- 虚拟人的相关研究

- Set up a virtual reality human model for surgery plan and navigation in the future.

- 虚拟教育和手术模拟



Discussion



Lixu Gu @ 2009 copyright reserved