





# 高级医学图像分析技术

## Advanced Medical Image Analysis

王宽全

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine



高级医学图像分析技...  
群号: 434369727

扫一扫二维码, 加入群聊。

QQ

哈尔滨工业... 医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 本课程的授课目标:

- 掌握医学图像分析**技术核心**知识和技术, 能够表达、分析该领域的学术前沿和复杂工程问题。
- 能够根据课题需要在本领域的某一方向进行学术研究或工程研发。
- 能够阐述医学图像分析的**前沿技术和热门研究话题**, 并对**这些技术进行比较和评价**。
- 训练多学科交叉问题的思维模式, 自觉培养探索多学科交叉问题的**意识和能力**。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

投票 最多可选2项

设置

你们选此课程的目的

A

只是为了完成学分

B

研究生期间从事医学图像分析方面的课题

C

只是感兴趣

D

其他原因

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算...  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

提交

投票 最多可选4项

设置

已具备的相关课程基础

A

学习过数字图像处理

B

学习过数据结构、算法设计与分析等课程

C

熟练掌握C语言、Python等至少1门编程语言

D

学习过神经网络或深度学习课程

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算...  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

提交

主观题 2分

设置

什么是图像? 如何表达一幅图像?

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算...  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

作答

## 课程内容概况

- 医学成像原理（4学时）
- 医学图像分割技术（8学时）
- 医学图像配准技术（8学时）
- 医学图像可视化技术（6学时）
- 医学图像前沿技术（6学时）

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 考核方式

- 考勤（10%）
- 课堂作业（30%）
- 期末考试（60%）

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 第一章 医学图像分析的起源和发展

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 目录

- 概述--起源和意义
- 医学成像模式
- 医学图像数据结构
- 核心技术介绍与案例展示

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 目录

- 概述--起源和意义
- 医学成像模式
- 医学图像数据结构
- 核心技术介绍与案例展示

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 医学图像分析是一门多学科交叉课程

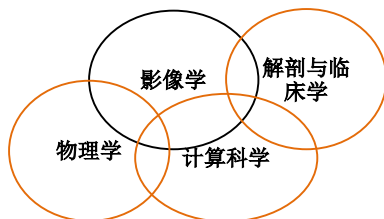
医学影像分析是一门集计算机科学、影像学、解剖学、物理学等为一体的多科学交叉课程。它是医学科学和计算机科学的一个重要方向。



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分析的起源和定位

从影像学的角度，医学图像分析技术起源于影像学家对于**大规模**影像数据**精准**分析的诉求。

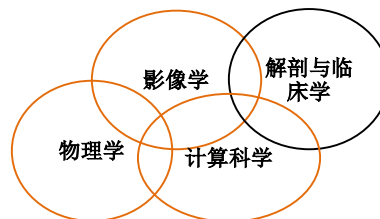


哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分析的起源和定位

从解剖和临床医学的角度，医学图像分析技术起源于临床医生**精准诊疗和手术**的诉求。

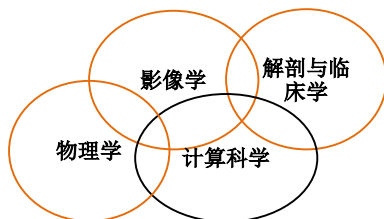


哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分析的起源和定位

从计算机科学的视角，医学图像分析是**计算机视觉技术**和**计算机图形学技术**的拓展和延伸。

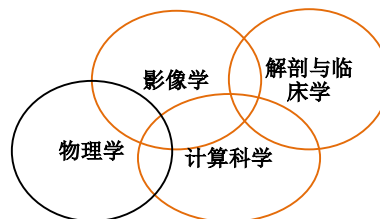


哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分析的起源和定位

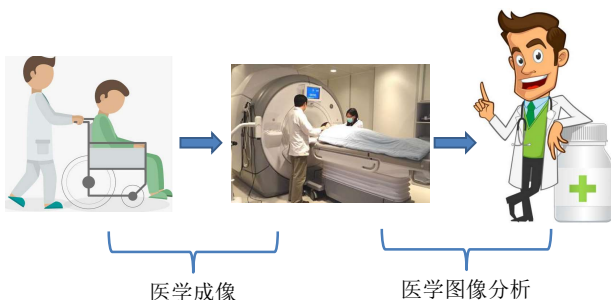
从物理学的角度，医学图像分析是起源于MRI\CT\X光等成像手段的**影像后处理**需求。



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分析的意义



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学成像和图像分析

#### Medical Imaging and Image Analysis

- 成像设备的进步激励了新的计算机图像重建、处理与分析方法的发展，便于更好地对医学图像理解和解释。
- 图像处理与分析方法一直被用来帮助医生通过医生-计算机的交互完成重要的医学决策。
- 近年来，人们致力寻求智能的或基于模型的定量分析方法进行计算机辅助诊断，提高医学图像相关的放射学测试的敏感性和特异性。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 医学图像分析的意义

- 大规模数据的高效分析。辅助临床医生进行更加精准的诊断和分析
- 用于人体解剖结构、功能或代谢信息的可视化。提供更加直观的数据展示手段---增强现实。
- 解放医生的劳动力，避免由于诊断水平带来的个体差异，缓解医疗资源分布不均衡问题。
- 终极目标：取代人力，精准分析

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT •Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 目录

- 概述--起源和意义
- 医学成像模式
- 医学图像数据结构
- 核心技术介绍与案例展示

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT •Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 医学成像技术

医学成像通常是指研究影像构成、拮取与存储的技术，以及仪器设备的研究开发等。各种各样成像设备，如X光、计算机辅助断层摄影(computer aided tomographic, CT)、超声波等广泛地用于生物医学成像技术领域。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT •Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 医学成像模式

### Medical Imaging Modalities

根据成像的源划分

- 外源型
  - X-ray Radiography
  - X-ray CT
  - Ultrasound
  - Optical: Reflection, Transillumination
- 内源型
  - SPET
  - PET
- 混合型
  - MRI, fMRI
  - Optical Fluorescence

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT •Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 医学成像信息 Medical Imaging Information

- 解剖信息 Anatomical
  - X-Ray Radiography
  - X-Ray CT
  - MRI
  - Ultrasound
  - Optical
- 功能/代谢信息 Functional/Metabolic
  - SPET
  - PET
  - fMRI
  - Ultrasound
  - Optical Fluorescence

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT •Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## X射线



德国物理学家伦琴



伦琴夫人手的X光片

1895年德国物理学家伦琴（Wilhelm Conrad Röntgen, ）发现一种未知的射线，称做“X”射线，并用“X”射线给他夫人的手拍照。这就是人类史上第一次医学成像。为了纪念他，人们将“X”射线又叫做伦琴射线。伦琴本人也因为这一重大贡献获得第一个**诺贝尔物理学奖**。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT •Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 胸片 (Chest Radiograph)



此后，X光片应用日益广泛，今天，已经成为几乎所有医院不可或缺的常规医学检验手段。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## CT (1979年诺贝尔生理学及医学奖)



科马克



亨斯菲尔德

70年代初，科马克设计发展了一种计算机化轴向层析x射线摄影法。

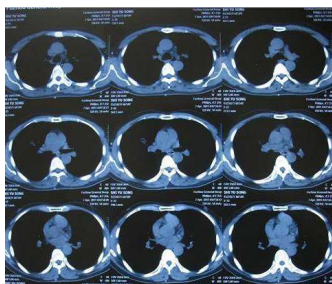
亨斯菲尔德勾画出了计算机断层图像的概念，这就是CT扫描仪的诞生。

科马克和亨斯菲尔德相互并不知道对方的工作，他们两人把电子计算机应用到医疗影像，成为20世纪医学诊断领域的第一次革命。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 多层扫描CT图像实例



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 2003年诺贝尔生理学或医学奖MRI



劳特布尔



曼斯菲尔德

1973年，劳特布尔发现，把物体放置在一个稳定的磁场中，然后再加上一个不均匀的磁场，再用适当的电磁波照射这一物体，这样根据物体释放出的电磁波就可以绘制成物体某个截面的内部图像。

曼斯菲尔德又进一步验证和改进了这种方法，并发现不均匀磁场的快速变化可以使上述方法能更快地绘制成物体内部结构图像。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

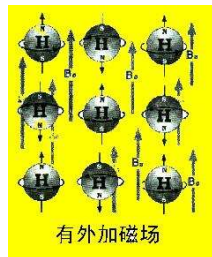
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 磁共振成像 Magnetic Resonance Imaging

- 原子核有自旋并产生磁矩。详细原理将在后面课程进行介绍。



无外磁场



有外加磁场

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 核磁共振的多种成像模式

面向不同的应用，有多种脉冲扫描序列

- 多种MRI成像模式
- T1, T2 和Pd 加权像
- 不同脉冲序列采集信号
- MR 波谱仪 MR spectroscopy
- MR 血流成像 Blood flow imaging
- MR 灌注成像 Perfusion imaging
- MR 功能成像 Functional imaging

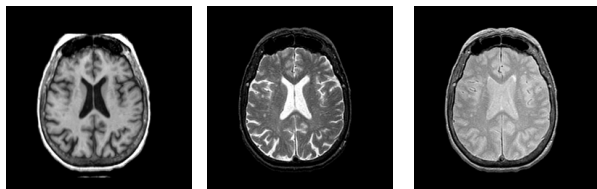


哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine



### 三种加权MRI图像



T1 Weighted

T2 Weighted

Spin Density Image

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 正电子发射断层成像术

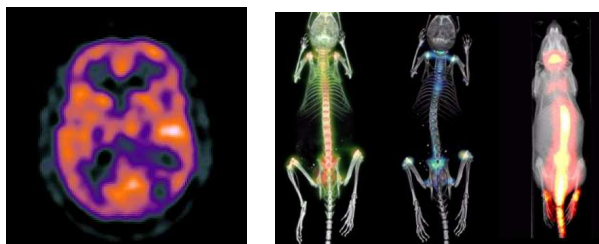
#### Positron Emission Tomography (PET)

- 将某种物质，一般是生物生命代谢中必须的物质，如：葡萄糖、蛋白质、核酸、脂肪酸，标记上短寿命的放射性核素（如 $^{18}\text{F}$ ， $^{11}\text{C}$ 等），注入人体后，通过对于该物质在代谢中的聚集，来反映生命代谢活动的情况，从而达到诊断的目的。
- 癌症区域是代谢比较旺盛的区域，所以容易通过PET发现。
- 正电子发射断层影像属于发射型核素显像，科学起源可以追溯到贝可勒尔、居里、居里夫人等早期对放射性元素的发现！

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### PET图像的实例



亮区代谢比较旺盛的区域

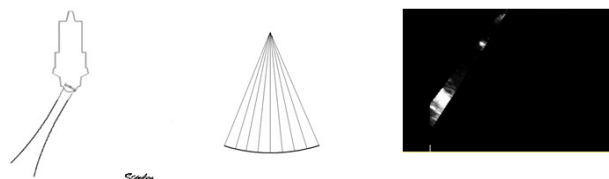
哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 多普勒超声成像

#### Doppler ultrasonography

- 超声成像是利用超声声束扫描人体，通过对反射信号的接收、处理，以获得体内器官的图像。
- 发明者Ian Donald 两次获得诺奖提名！
- 特点：高效、实时、便携、通用！

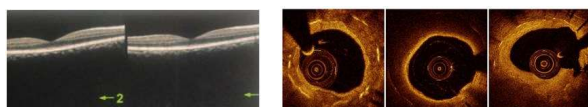


哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 光学相干断层扫描技术 OCT

光学相干断层扫描技术(光学相干层析技术，Optical Coherence tomography, OCT)是近十年迅速发展起来的一种成像技术，它利用弱相干光干涉仪的基本原理，检测生物组织不同深度层面对入射弱相干光的背向反射或几次散射信号，通过扫描，可得到生物组织二维或三维结构图像。



眼底

血管内腔

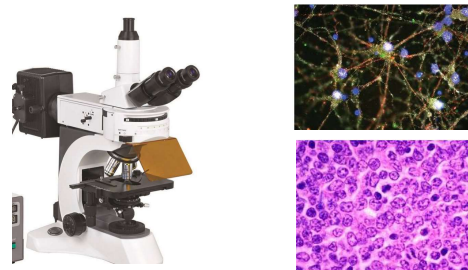
哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 光学荧光显微成像

#### Optical Fluorescence

光学显微镜已经成为生物医学研究领域最重要的工具之一，是体外活检的主要工具。



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

这些成像设备的发明对人类社会的贡献是巨大的，他们大部分分别获得**诺贝尔奖或者诺贝尔奖提名奖**！

这些诺贝尔奖获得者往往具有物理学、电子电器科学等多**学科交叉**背景！

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 目录

- 概述--起源和意义
- 医学成像模式
- 医学图像数据结构
- 核心技术介绍与案例展示

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

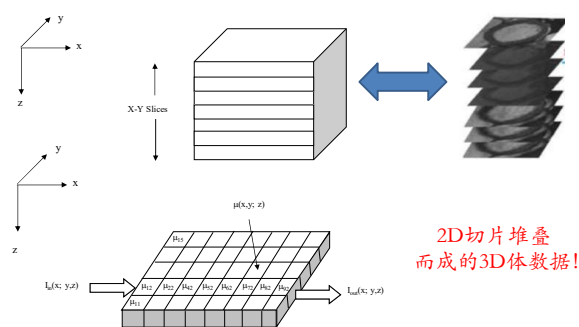
## 数据结构

2D图片（断层，切片，slicer等）

3D体数据（Volume）

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 3D数据结构

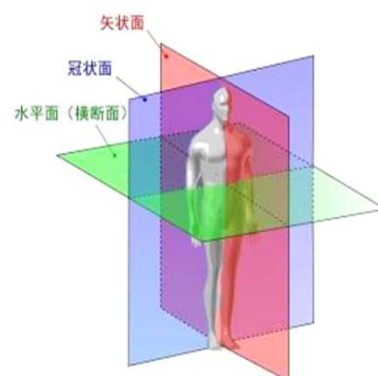


哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 关于医学影像中的轴位面（横断面）、冠状面、矢状面的解释

1. 冠状面，又称额状面。即从左右方向，沿人体的长轴将人体纵切为前、后两部分的切面。这种提法只是为了在临床中将器官位置描述的更具体，英文名称是：Coronal section；
2. 矢状面就是把人体分成左右两面的解剖面，于这个面平行的也是矢状面。出于这个位置的叫矢状位。矢状位的英文名称是：Median sagittal section；
3. 水平位又称横断位，即左右、前后构成的面为水平位，英文名称是：Transverse section。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 单选题 1分



此处添加题目描述

- ☐ A 冠状面
- ☒ B 矢状面
- ☐ C 横断面



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 图像插值技术

### 插值的概念

插值 (Interpolation) 是实验数据处理中常用的方法。变量  $x$  的变化规律可能遵循某一函数关系  $f(x)$ ，但是通常只测得有限个离散的数据点  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ 。从已有数据点产生新的数据点的技术称作插值技术。例如，已知

$$y_1 = f(x_1) \quad y_2 = f(x_2) \quad x_1 \leq x_0 \leq x_2$$

$$\text{从 } y_1, y_2 \text{ 计算 } y_0 = f(x_0)$$

从两个端点数据计算内部的数据点称作**内插**。

若待产生数据点  $x_3$  在两个端点数据之外，则需用**外延法** (Extrapolation)。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 图像灰度插值

### 为什么要做图像灰度插值?

(1) 断层扫描图像，例如CT, MR和 PET等，扫描数据是各层片位置上的强度（灰度）数值，层的间隙处没有数据。有时我们要从一些扫描的层片数据重建物体的表面或三维结构，由于片数不足，缺乏第三维的信息。重建的图像往往是很薄的一段，产生严重畸变，失去三维的意义。这时就要在这些层片中内插一些层片。但这些新插入层片的数据不是直接来源于实际测试，而是通过算法从已有层片计算出来的。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 为什么要做图像灰度插值?

(2) 对一幅图像有时想从某一特定角度或断面进行观察，观察平面可能并不通过原来数据格点，这时，也要对显示断面进行灰度插值。

(3) 插值技术还是医学图像配准的重要准备工作之一。例如，待配准的3D CT (512×512)，像素尺寸0.9mm × 0.9mm × 1mm, 而MR体数据集 (256×256)，像素尺寸1.2mm × 1.2mm × 3mm。要配准这两幅图像，往往要使他们具有相同的数据点数，这也要用到插值技术。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 再采样 (Resampling)

- 为满足某些特定的要求,有时须对已有的图像数据进行重组,构成一个新的数据集。这种技术又称作再采样 (Resampling), 或重新采样。
- 对再采样的要求是, 图像的分度变, 数据点数变, 但物体的形状、性质不变。
- 对于一个特定的图像数据集, 有时要做多分辨 (多尺度) 处理。这时如果只是在原来格点数据重选择一部分使用就无须使用插值技术, 将不用的数据简单抛弃即可。这个过程称做子数据集采样 (Sub-sampling)。
- 反之, 若使原来格点数据增加即提高分辨, 就需要插值, 称做超数据集采样 (Super-sampling)。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

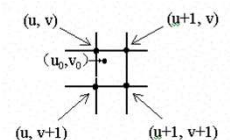
## 二维图像灰度插值方法

### 最近邻插值

(Zero-order or Nearest-neighbour Interpolation)

最近邻插值(简称NN插值)就是用四个相邻格点中与  $(u_0, v_0)$  点最近的点的灰度值作为该点灰度值。假设, 图中整数坐标  $(u, v)$  点与  $(u_0, v_0)$  点距离最近, 则有

$$f(u_0, v_0) = f(u, v)$$



这种插值方法的特点是只用到距离及一个点的灰度值, 简单、快速。但当像素间灰度差值大时, 此法的误差也较大。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine



## 双线性插值法 (Bilinear Interpolation)

用[S]表示不超过S最大整数, 则  $u = [u_0]$   $v = [v_0]$

$$\alpha = u_0 - [u_0] \quad \beta = v_0 - [v_0]$$

根据  $(u_0, v_0)$  4个邻点灰值, 插值计算  $f(u_0, v_0)$ ,

首先做水平方向插值,

第1步: 从  $f(u, v)$  及  $f(u+1, v)$  求  $f(u_0, v)$

$$f(u_0, v) = f(u, v) + \alpha[f(u+1, v) - f(u, v)]$$

第2步: 从  $f(u, v+1)$  及  $f(u+1, v+1)$  求  $f(u_0, v+1)$

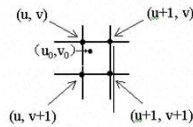
$$f(u_0, v+1) = f(u, v+1) + \alpha[f(u+1, v+1) - f(u, v+1)]$$

最后, 做垂直方向插值,

$$f(u_0, v_0) = f(u_0, v) + \beta[f(u_0, v+1) - f(u_0, v)]$$

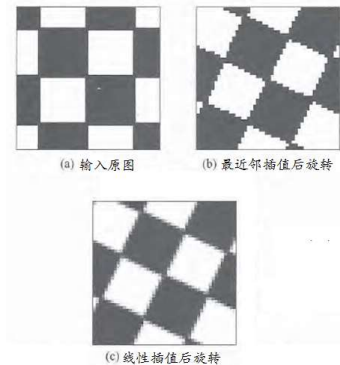
$$= f(u, v)(1-\alpha)(1-\beta) + f(u+1, v)\alpha(1-\beta)$$

$$+ f(u, v+1)(1-\alpha)\beta + f(u+1, v+1)\alpha\beta$$



本质: 根据4个邻点灰值, 做两方向, 共3次线性插值。

特点: 一般能够得到满意结果, 但此法有低通滤波性质, 使图像的高频分量受损失。



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 三次多项式插值 Cubic polynomial interpolation

如果图像灰度变化规律较复杂, 就不能简单地用两个邻点对其间的数据点线性插值。这时, 可用在同一直线方向上的更多采样点灰度对该数据点做非线性插值。典型的有多项式插值。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 多项式插值原理

已知数据表列:  $y_i \equiv y(x_i)$

试构造一多项式, 使之在所有  $x_i$  处, 满足  $y_i \equiv y(x_i)$

插值多项式:

$$y = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots + c_nx^n$$

n阶多项式, 须用 n+1 个数据点来求出  $c_0, c_1, \dots, c_n$

通过线性方程组对系数求解:

$$\begin{bmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

n阶多项式插值须用 n+1 个数据点  $(x_0, y_0), \dots, (x_n, y_n)$ 。显然, 线性插值是多项式插值的一个特例。即用 2 个数据点做直线内插。

考虑到图像数据量较大, 一般取三次多项式, 精度基本可以保证。对每一维, 三次多项式插值需要用同一直线方向上的 4 个数据点做内插。

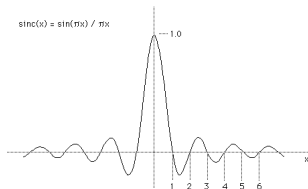
哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## SinC函数及SinC插值(1)

SinC函数定义为

$$c(x) = \frac{\sin(\pi x)}{\pi x}$$



由连续信号采样定理可知, 若对采样值  $x_i$  用 SinC 函数  $c(x)$  做插值函数, 可准确恢复原函数, 即可准确得到采样点间任意点的值。

$$y = f(x) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} C(|\alpha - i|) \cdot y_i \quad i = \text{整数} \quad \alpha = x - [x]$$

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## SinC函数及SinC插值(2)

$x$  为已知样本点,  $x_i$  为与待插值点距离。理论上对全部数据点 (包括无穷远处点) 对插值点的影响累加求和。考虑到计算量, 仅取有限区间做近似计算

$$f(x) = \sum_{i=-1}^2 C(|\alpha - i|) \cdot f(x_i) = \sum_{i=-1}^2 C(|\alpha - i|) \cdot f(x + i - \alpha)$$

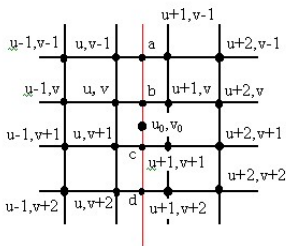
进一步减少计算量, 用  $\frac{\sin(\pi x)}{\pi x}$  的三次近似多项式

$$c'(x) = \begin{cases} 1 - 2|x|^2 + |x|^3 & 0 \leq |x| < 1 \\ 4 - 8|x| + 5|x|^2 - |x|^3 & 1 \leq |x| < 2 \\ 0 & 2 \leq |x| \end{cases}$$

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 二维图像的三次多项式插值



以上介绍的是在一个方向上的三次多项式插值计算方法。对于二维医学图像插值须考虑16个邻点灰值影响。

根据  $(u_0, v_0)$  16个邻点灰值, 插值计算

$$f(u_0, v_0),$$

$$\alpha = u_0 - [u_0]$$

$$\beta = v_0 - [v_0]$$

首先, 在四条水平直线上分别用三次多项式插值计算出点a, b, c, d处的灰度值。  
我们采用SinC函数  $c(x)$  的3次多项式近似。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

$$\text{点a, } f(a): \quad f(u_0, v-1) = c(1+\alpha)f(u-1, v-1) + c(\alpha)f(u, v-1) \\ + c(1-\alpha)f(u+1, v-1) + c(2-\alpha)f(u+2, v-1)$$

点b,  $f(b)$ :

$$f(u_0, v) = c(1+\alpha)f(u-1, v) + c(\alpha)f(u, v) + c(1-\alpha)f(u+1, v) + c(2-\alpha)f(u+2, v)$$

$$\text{点c, } f(c): \quad f(u_0, v+1) = c(1+\alpha)f(u-1, v+1) + c(\alpha)f(u, v+1) \\ + c(1-\alpha)f(u+1, v+1) + c(2-\alpha)f(u+2, v+1)$$

$$\text{点d, } f(d): \quad f(u_0, v+2) = c(1+\alpha)f(u-1, v+2) + c(\alpha)f(u, v+2) \\ + c(1-\alpha)f(u+1, v+2) + c(2-\alpha)f(u+2, v+2)$$

由a,b,c,d 四点在垂直方向上再做3次多项式内插:

$$f(u_0, v_0) = c(1+\beta)f(u_0, v-1) + c(\beta)f(u_0, v) \\ + c(1-\beta)f(u_0, v+1) + c(2-\beta)f(u_0, v+2)$$

可见, 共做五次SinC内插, 从16个邻点计算得到  $f(u_0, v_0)$   
特点是插值精度高, 但计算量大。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 插值方法的矩阵表示

$$f(u_0, v_0) = A * B * C$$

$$A = [c(1+\alpha), c(\alpha), c(1-\alpha), c(2-\alpha)]$$

$$C = [c(1+\beta), c(\beta), c(1-\beta), c(2-\beta)]^T$$

$$B = \begin{bmatrix} f(u-1, v-1) & f(u-1, v) & f(u-1, v+1) & f(u-1, v+2) \\ f(u, v-1) & f(u, v) & f(u, v+1) & f(u, v+2) \\ f(u+1, v-1) & f(u+1, v) & f(u+1, v+1) & f(u+1, v+2) \\ f(u+2, v-1) & f(u+2, v) & f(u+2, v+1) & f(u+2, v+2) \end{bmatrix}$$

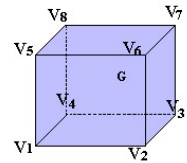
哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 三维图像灰度插值方法

NN法:

与2D图像一样, 3D最近邻插值是用八个相邻格点中与  $G(u_0, v_0, w_0)$  点最近的点的灰度值作为该点灰度值。



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 三线性插值(Tri-linear Interpolation)

利用8个邻点灰值, 做3个方向 (x, y, z方向) 线性插值。

$x = u_0$  4次线性插值, 求A, B, C, D点灰度值;

$y = v_0$

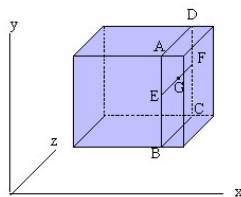
$$\begin{cases} A, B \rightarrow E \\ C, D \rightarrow F \end{cases}$$

$z = w_0$

$$E, F \rightarrow G(u_0, v_0, w_0)$$

三个方向共计7次插值。三线性插值计算简单, 对体数据用的较多。

特点: 在满足一定精度前提下, 计算量不是太大。



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 三维三次多项式插值 Tri-Cubic Polynomial Interpolation

与二维三次多项式内插相似, 三维三次多项式内插是用64个邻点, 做21次三次多项式内插。由于计算量过大, 一般较少使用。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

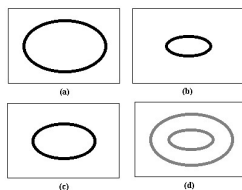
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 断层层片图像间插值

在断层层片图像间插值，要求插值层片距离较近，层间灰度连续，最好导数连续。

若相邻两层距离较大，解剖结构变化较大时，应采用形态插值。

右图中，(a) 与 (b) 是一个物体相邻的两个断层层片图像。虽然都是椭圆，但尺寸差异较大。假设整个物体表面是一个从粗到细均匀过度的椭圆剖面，因此期望得到如 (c) 的插值图像。然而线性插值的结果却是如图 (d) 的两个嵌套的灰度介于黑白之间的椭圆。要想得到如图 (c) 的结果，应当采用层片间的形态插值。



实际应用中，如果MR扫描图像层片较少，层间距又较大，要想重构内部组织的三维图像用线性插值是不行的。即使使用形态插值也会有很大的失真。这一点必须清楚地了解。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

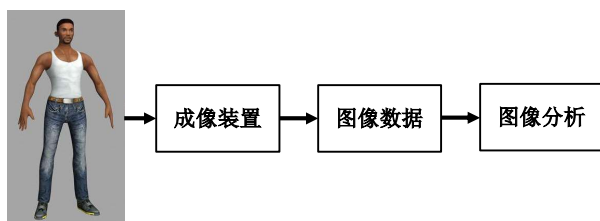
## 目录

- 概述--起源和意义
- 医学成像模式
- 医学图像数据结构
- 核心技术介绍与案例展示

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 医学图像分析核心技术



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

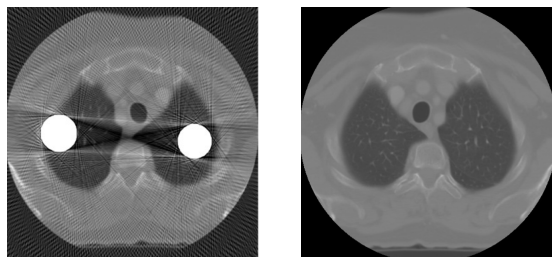
## 医学图像分析核心技术

- 医学图像增强技术
- 医学图像分割技术
- 医学图像配准技术
- 医学图像检测技术
- 医学图像分类技术
- 虚拟现实与可视化技术

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

## 医学图像增强技术与案例分析



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

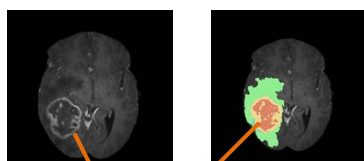
## 医学图像增强技术与案例分析

- 图像增强技术：改善图像质量、移除伪影或者噪声的影响，让医生具有更好阅片体验，从而实现更准确的疾病诊断！

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分割技术与案例分析



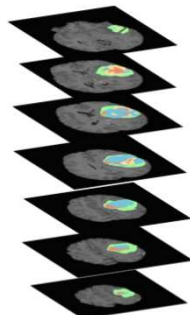
大脑肿瘤区域的分割

- 自动化
- 精准定量
- 辅助医生进行分析和诊断

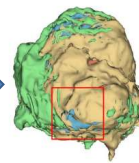
哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分割技术与案例分析



- 辅助三维重建与可视化分析

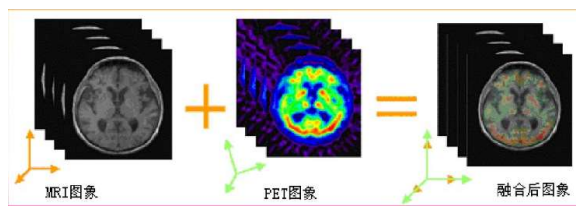


哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像配准技术与案例分析

- 实现信息融合



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

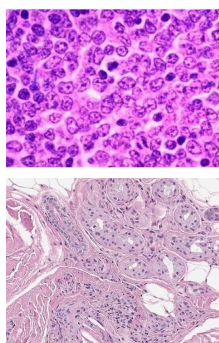
### 图像检测技术与案例分析



哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 医学图像分类技术与案例分析



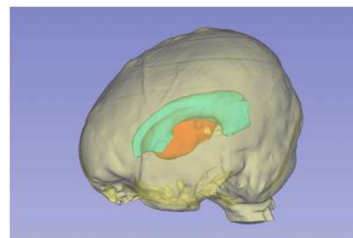
分类器

阴/阳

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 可视化技术与案例分析

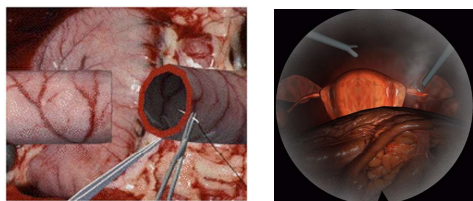


- 增强现实
- 立体直观

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组

HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

### 虚拟现实技术与案例分析



- 手术训练

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

主观题 5分

设置

医学图像与自然图像有哪些异同？请从多个角度解释。

哈尔滨工业大学·感知计算研究中心·计算医学课题组  
HIT • Computational Perception Center • Research Group of Computing Medicine

作答