

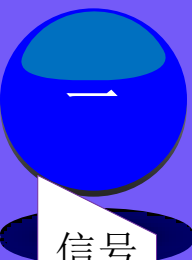
# 声学信号与成像处理

云南大学 信息学院 张榆锋

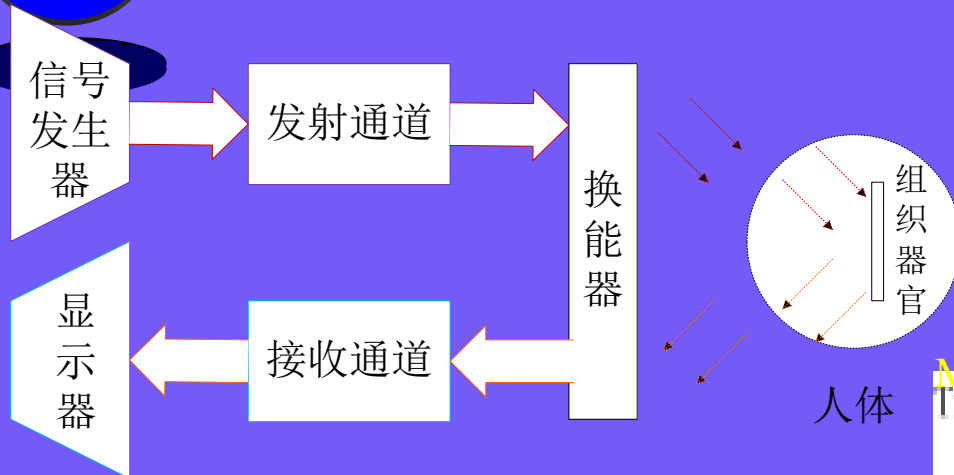
2016年9月 ~ 2017年1月

# 第四章

## B超成像的仿真



# Transducers and Phantom

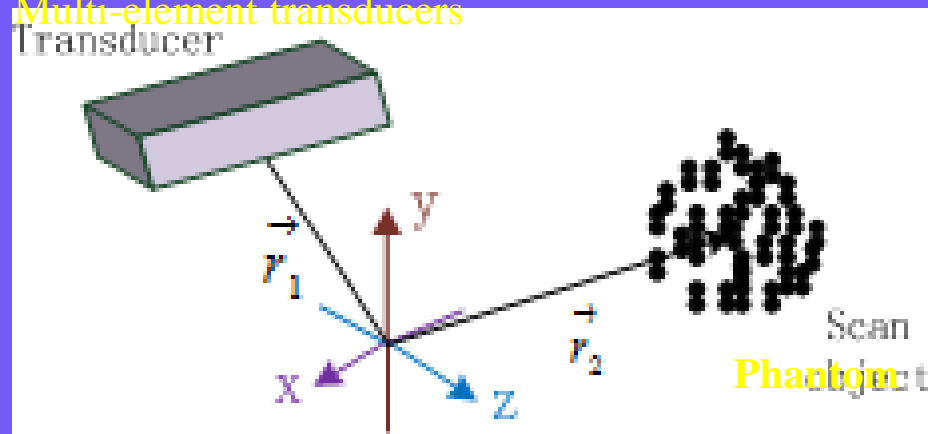


The physical structure of ultrasound equipment

◆ Any transducer can be simulated by splitting the aperture into rectangular or triangular sub-apertures

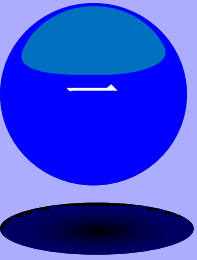
◆ A large collection of randomly placed point scatterers with Gaussian amplitude

Multi-element transducers



Set-up for simulation of ultrasound imaging

The imaging of artificial phantoms are done by simulating and summing the field from a collection of point scatterers.



## T-S

T-S method: The spatial impulse response

$$p_r(\vec{r}, t) = v_{pe}(t) \underset{t}{*} f_m(\vec{r}) \underset{r}{*} h_{pe}(\vec{r}, t)$$

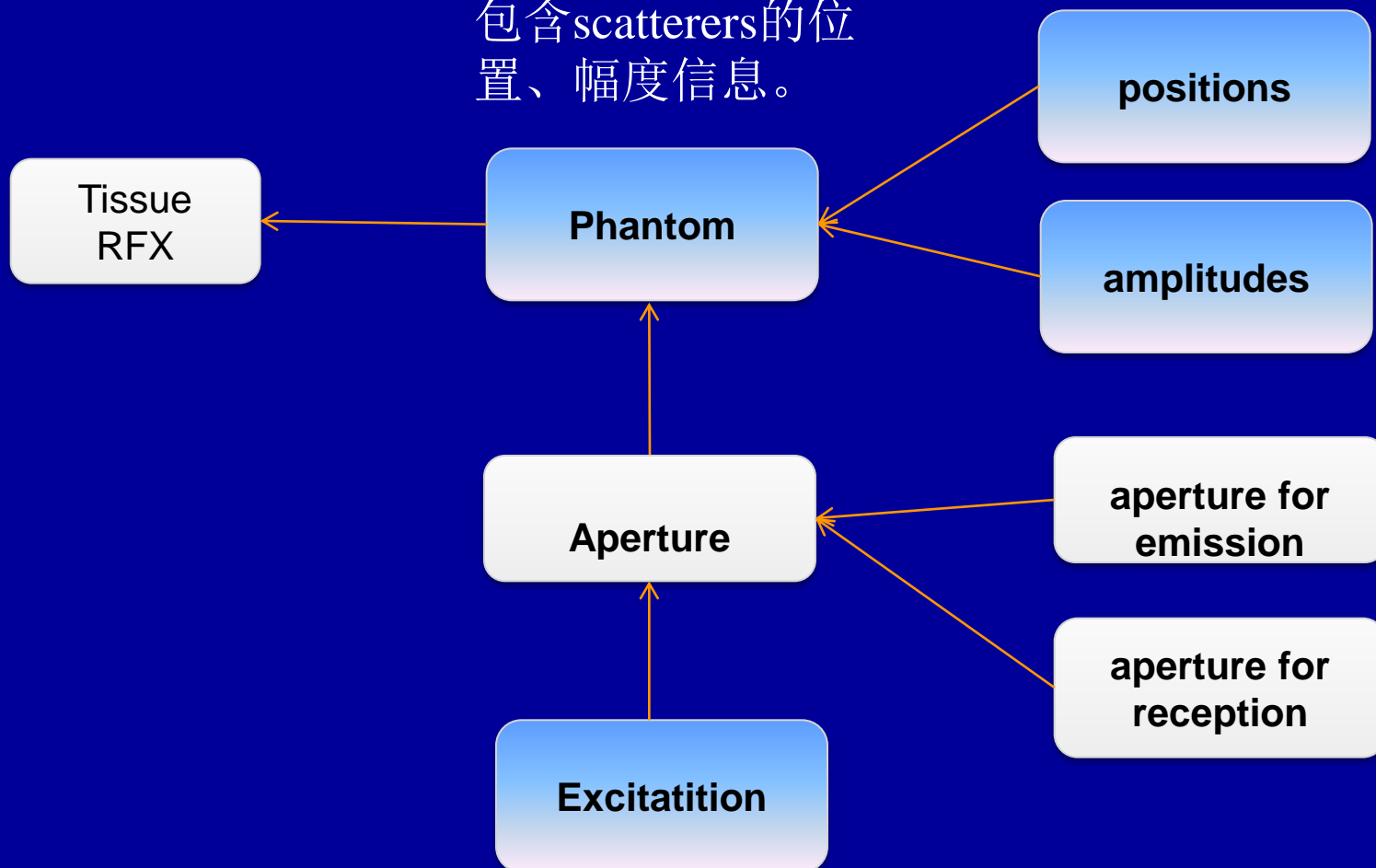
$\underset{r}{*}$  Spatial convolution

$v_{pe}$  The pulse-echo impulse

$f_m$  The inhomogeneities in the tissue

$h_{pe}$  The pulse-echo spatial impulse response

得到pht\_data.mat,  
包含scatterers的位  
置、幅度信息。



# Matlab声场仿真软件工具Field II

- **Field II**是一个基于线性声学，能仿真超声探头所发出的声场以及探头接收声场转化电信号成为图像的过程的一款工具包。开发者为丹麦理工大学（**Technical University of Denmark**）的J.A.延森（**Jorgen Arendt Jensen**）。
- 该程序能够模拟各种不同超声换能器在以脉冲或者连续波工作方式下的脉冲发射和回波的情况。
- 同时可以模拟人体组织结构

# 使用方法

- 将软件包解压到相应文件夹中，打开**Matlab**,设置工作路径（**path**）为**Field II**的根目录，
- 使用之前要对软件初始化，在**matlab**中输入**field\_init**命令，稍等片刻，待系统提示已完成初始化，即可调用**Field II**库中的函数。
- 所有函数命令可以分为四类：**通用命令**、**换能器命令**、**阵元控制命令**、**声场计算命令**。换能器命令都是以**xdc\_**开头，阵元控制命令都是以**ele\_**开头，声场计算命令都是以**calc\_**开头，很好区分。

# MATLAB过程描述

## 通用命令（General commands）

函数名	作用
field_debug	调试初始化
field_end	终止Field II软件系统并释放内存
field_guide	显示Field II用户手册（pdf文档）
field_info	显示Field II软件系统信息
field_init	初始化Field II软件系统
set_sampling	设置系统采样频率
set_field	设置程序不同仿真参数



# 换能器命令 ( Transducer commands )

函数名	作用
xdc_apodization	创建一个换能器孔径的变迹时间线
xdc_baffle	设置孔径的背衬条件
xdc_center_focus	设置动态聚焦线的原点
xdc_concave	定义凹型孔径
xdc_convert	将矩形描述转换为三角形描述
xdc_convex_array	创建凸型阵列换能器
xdc_convex_focused_array	创建垂直聚焦凸型阵列换能器
xdc_convex_focused_multirow	创建垂直聚焦的凸型多行换能器
xdc_dynamic_focus	采用动态孔径聚焦
xdc_excitation	设置孔径的激励脉冲

函数名	作用
xdc_focus	创建孔径的聚焦时间线
xdc_focused_array	创建垂直方向聚焦的线阵换能器
xdc_focused_multirow	创建一个垂直方向聚焦的多行线阵换能器
xdc_focused_times	创建用户定义延迟时间的孔径聚焦时间线
xdc_free	释放孔径占用内存
xdc_get	获得孔径信息
xdc_impulse	设置孔径的脉冲响应
xdc_linear_array	创建一个线阵换能器
xdc_linear_multirow	创建一个多行线阵换能器
xdc_lines	创建一个由线定义的孔径
xdc_piston	定义一个圆形扁平孔径
xdc_quantization	量化相位延迟
xdc_rectangles	创建由矩形组成的孔径
xdc_show	显示孔径信息
xdc_times_focus	创建一个由用户定义延时值的孔径聚焦时间线
xdc_triangles	设置一个包含三角形阵元的多元孔径
xdc_2d_array	创建2D阵列换能器

# 阵元控制命令

## ( Element manipulation commands )

函数名	作用
ele_apodization	设置单个模型阵元的变迹
ele_delay	设置单个模型阵元的延迟
ele_waveform	设置单个物理阵元的波形

# 声场计算命令

## ( Field calculation commands )

函数名	作用
calc_h	计算空间脉冲响应
calc_hhp	计算脉冲回声场
calc_hp	计算发射声场
calc_scat	计算散射粒子集的接收信号
calc_scat_all	计算孔径中所有发射、接收阵元的散射粒子集的接收信号
calc_scat_multi	计算孔径中所有阵元的散射粒子集的接收信号

# 声场初始化过程

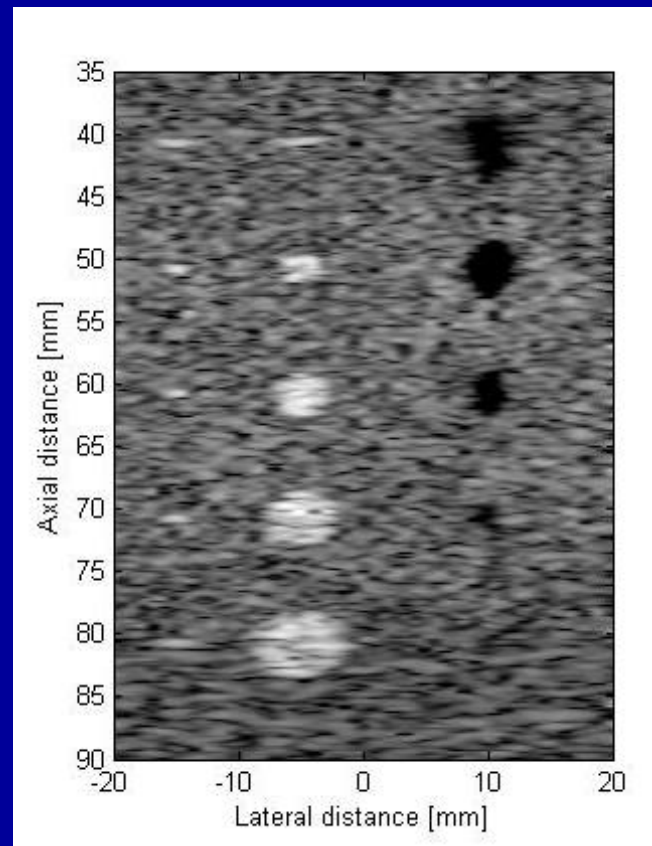
- **field\_init**
- 作用：对**Field II**软件系统进行初始化设置，是调用该系统的必须的第一步。
- 调用方法：**field\_init**（缩写值）
- 输入：缩写值，输入**0**可以抑制初始声场屏幕的显示。如果输入**-1**，没有**ASCII**码输出，如果设置了**field\_debug**过程，则将会显示调试信息和错误信息。
- 输出：无

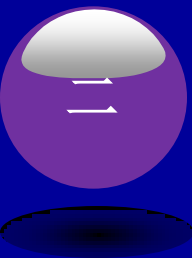
- 程序初始化时默认采用矩形描述孔径，所有的参数值可以通过**set\_field**过程改变。
- **field\_end**
- 作用：终止**Field II**软件系统并释放内存
- 调用方法：**field\_end**
- 输入：无
- 输出：无
- 如果调用了**field\_init**过程，则程序会采用下表列出的初始值：

# DEMO-1 囊肿模型

- 构建一个计算机囊肿仿真模型。

在一个 $(x,y,z)=(50,10,60)$  mm 的矩形框内，分别放置5个点目标，直径为6, 5, 4, 3, 2 mm 的液性囊肿，以及直径为6, 5, 4, 3, 2 mm 的高回声实性囊肿。探头表面从30 mm起始。





# The simulation program

cyst phantom

M files:

• field\_m

• mk\_pht.m

• cyst\_pht.m

• sim\_img.m

• male\_image.m

mk\_pht.m (cyst\_pht.m)

positions

Phantom

amplitudes

Cyst RF

aperture for  
emission

Linear array;  
Impulse response of the emit aperture;  
Excitation of the emit aperture;  
**Focus;**  
**Apodization.**

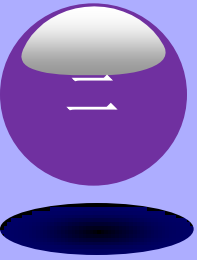
aperture for  
reception

Linear array;  
Impulse response of the receive aperture;  
**Focus;**  
**Apodization.**

Sim\_img.m

set\_field、  
xdc\_linear\_array、  
xdc\_impulse、  
xdc\_excitation、  
xdc\_center\_focus、  
xdc\_focus、  
xdc\_apodization





cyst phantom

# *The simulation program*

M files:

• field\_m


 • mk\_pht.m  
 • cyst\_pht.m


• sim\_img.m



• male\_image.m

Initialization

 pht\_data.mat:  
 position,  
 amplitude

$x = (-0.02, 0.02)$ , no\_lines=50,  
 because of different position of  
 every line, there are different  
 focus and apodization (emit,  
 receive aperture' apo are set to  
 be same, from  $t=0$ , constant)

For 50 lines, find the envelope,  
 do logarithmic compression,  
 do interpolation, get  
 1409\*1000 matrix; make a  
 image.

(calc\_scatt) rf\_in(1\_50).mat ,  
 including rf\_data , tstart

## 作业四：

1. 安装并运行cyst 超声成像仿真程序。
2. 给出cyst 超声成像仿真的详细注释。
3. 绘制cyst 超声成像仿真的详细流程图。