**2015.11 胡晓--三层膜管壁结构的颈动脉超声仿真**

**不足**：模型在仿真真实颈动脉管壁时存在局限性 ～ 没有细分血管壁的分层结构， 也没考虑各层组织回声图像的统计特性差异。

**方法**：为了更准确精细的建立颈动脉管壁超声仿真模型，本文提出基于位置伽马随机分布组织散射点模型的三层膜管壁结构颈动脉超声仿真方法。研究了组织散射点分布的形状和密度参数与超声回声斑点分布的变化规律，为产生与临床超声特征一致的回波信号，对临床采集的颈动脉血管各组织回声斑点进行**统计分析**，确定对应组织散射点随机分布参数、密度及强度等**特征参数**，使用三维希尔伯特曲线映射散射点到血管空间，进而利用FIELDII产生超声射频回波信号并得到B超图像

**目的**：方法仿真的 B超图像能够准确刻画颈动脉血管壁三层膜及血流组织的斑点回声统计特征及几何尺寸，获得与临床超声回声分布相致的三层膜管壁颈动脉超声图像，为相关超声异常病变组织测量，信号处理和特征提取及可视化研究提供仿真试验手段。

**展望**：首先，没有考虑随心脏脉动周期颈动脉三层膜结构厚度及管腔直径的变化；其次，没有考虑在血液流动及心脏脉动时三层膜结构间的运动差异。

**观点：**

**#2008.11张 麒--血管内超声图像的仿真**

**2018.7武柯言--组织超声谐波特性的 NaKagami分布统计特征研究**

**不足**：传统医学超声技术主要研究与应用超声回波信号中的线性成分， 然而超声回波信号中还含有组织非线性特性引入的非线性成分． 非线性声学参量 Ｂ／Ａ(非线性系数B)能度量媒质产生的非线性声学效应的大小，它与声阻抗等线性参量一起更能完整反映生物组织的组份、结构及病变状态变化的特性主要针对超声回波信号中的基波成分,采用统计模型对回波信号幅度进行统计分析， 获取量化的模型参数刻画组织散射点密度和结构等信息。

**方法**：对超声回波包络信号进行统计分析的概率模型主要有：Rayleigh分布，Ｋ分布，莱斯分布,零差Ｋ分布、NaKagami分布等．其中，NaKagami统计模型因其较好的拟合普适性和计算高效性， 在超声回波包络信号量化统计分析及临床定征中广泛应用。

研究超声回波信号中的基波成分包络信号和二次谐波成分包络信号的NaKagami分布参数与非线性系数之间的对应关系，首先使用ＣＲＥＡＮＵＩＳ 超声成像模拟器开展基于不同非线性系数条件下的仿真实验，计算并比较了两种成分包络信号的NaKagami分布参数． 然后对健康成年猪的非线性系数具有显著差异的脂肪、肝和脑三种组织开展离体实验， 进一步验证了仿真实验的结果。

**目的**：验证不同非线性组织超声回波信号中，二次谐波包络信号的NaKagami分布参数具有显著差异，可据此定量分析生物组织的非线性特征。据此能够较好地对组织的非线性特性进行量化定征，为囊肿、组织纤维化等疾病的超声量化诊断提供更好的依据和手段。

**展望**：除了组织自身非线性（系数）会引起超声谐波的非线性效应外，实际中其它因素如声源的频率和强度对超声在传播过程中产生的非线性效应也具有不  
同程度的影响，并进一步影响到本文的研究结果．对此展开深入研究是我们未来的工作方向。

**观点：**能够为囊肿、组织纤维化等疾病的超声量化诊断提供什么依据？如何提供的依据？

**#2017 王颖--彩色多普勒超声在创伤骨科急性下肢深静脉血栓诊断的应用价值**

**2017.2邓丽--超声传输时间法颈动脉脉搏波速估计精度及影响因素研究**

**不足:**基于超声射频信号的T T 法需要综合设定超声扫描帧频与每帧扫描声束数(声束密度),信号的处理涉及脉动位移曲线估计、延迟时间估计及 P W V 拟合3个步骤。 检测参数及处理环节相互影响,造成这些研究中获得的人体正常颈动脉局部PWV值的范围存在较大差异。而直接针对临床采集信号进行分析处理的试验方法无法对检测的准确性及其估计过程中相关因素的影响进行系统研究。

**方法**：本文基于临床提取的脉动位移 曲线提出P w V 为 4．5 m ／s 的颈动脉脉搏波传播超声仿真模型，定量比较分析了射频超声 T T 法 P W V 检测过程中不同扫描帧频与声束数下，脉动位移曲线估计、延迟时间估计及 P W V 拟合产生的误差，系统研究了扫描帧频、声束数对颈动脉 P W V 检测精度影响的显著性。

**目的**：基于传播模型定量分析了超声传输时间法检测局部脉搏波速(P W V 1过程中扫描帧频与声束数对脉动位移曲线估计、延迟时间估计及 P w v 拟合的估计精度，采用方差分析确定了误差显著性和影响因素的主次关系。在保证合理声束数条件下，提高帧频可改善 P w V 的估计精度。结果有助于为后续 P w V 检测精度的改进研究提供依据。

**展望**：研究结果不仅有助于把握超声射频信号 T T 法局域 P W V 检测精度及其误差产生的原因，而且能够为后续提高 P W V 检测精度的改进方法研究提供可靠依据。

**观点：**

**2011.2余锦华--超声成像的模拟研究**

**不足:** 超声谐波成像作为对超声波非线性传播特性应用的代表，被认为是超声诊断技术发展过程中的又一次飞跃。但目前对谐波成像相关的波束聚焦、衰减补偿，波信号分离、信号后处理的研究还较少，谐波成像应用的技术还有待提高 。

归根结底都是为了在理解脉冲，波成像过程的基础上 ，到超声图像特征与生物组织特性之间的对应关系。特定超声回波与其扫查组织之间的关系，需要知道发射超声波性质、组织结构及其声学特性，而这些信息在实际临床操作中是不可能完全获知的。

**方法目的**：在模拟环境下 的形状 、声学参数以及发射声信号的参数均是 已知并可控的，样就有可能找到超声图像和对应组织间的关系。另外， 模拟系统可在任意时刻，意位置计算和跟踪多个声参数的变化，观察各声参数变化对超声回波的影响，进而有可能得到各声参数的信息成因及其与组织特征间的匹配关系 。

**展望**：

**观点：**

**2017.12颈动脉B超估计血管壁搏动位移的干扰抑制**

**不足目的**：超声检测时，由于测量者把握探头的不稳定、受试者的呼吸运动等造成的干扰，对通过B超图像进行斑点跟踪提取到的动脉壁位移的精度造成影响 .

**方法**：提 出 基 于 B 超 序 列 相 位 图 像 的 全 局 刚 性 特 征 进 行 配 准消 除 干 扰 . 相 位 特 征 通 过 对 B 超 图 像 进 行 R e z 变 换 ，再 采 用 高 斯 差 分 法 提 取 得 到 . 为 了 更 快 地 完 成 寻 优 ，减 少 配 准 误差 ，采 用 了 基 于 位 置 加 权 的 主 轴 质 心 法 与 互 信 息 相 结 合 的 分 阶 段 的 配 准 方 法 . 结 果 表 明 ，与 直 接 对 B 超 或 相 位 图 采 用斑 点 跟 踪 的 方 法 相 比 ，该 方 法 有 效 去 除 了 干 扰 ，管 壁 位 移 提 取 的 精 度 有 显 著 提 高 .本 文 方 法 还 可 用 于 心 脑 等 医 学 图 像的 配 准 .

**展望**：

**观点：**

**2017 高莲—基于解析速度仿真动脉瘤超声多普勒血流信号**

**不足目的:** 许多研究致力于建立计算机腹主动脉瘤超声多普勒血流信号仿真模型。这些研究多半借助计算流体动力学(C FD )方法来数值合成腹主动脉瘤血流信号，这些模型理论上可 以合成不同结构动脉瘤超声多普勒血流信号，但若其结构特性(大小、形状等)发生变化，已确定的 CFD 数值合成过程不再适用；模型建立、网格划分及数值仿真等过程需从新进行，耗时耗力，无法灵活仿真动脉瘤形成、发展不同时期超声多普勒血流信号。

**方法**：建立了一种基于解析速度分布的动脉瘤超声多普勒血流信号仿真模型。 模型首先通过解析求解血流动量及质量守恒线性化 N avier-Stokes 方程，得到  
不同病变程 度动脉瘤 血管 内血流速度 剖面 ；此后，使用总体分布的非参数估计获得病变血管内血流功率谱密度；最后，通过累加余弦信号仿真超声多普  
勒血流信号。

**展望**：人体动脉瘤几何形状较复杂多变，未来应建立几何形状较为复杂的动脉瘤超声多普勒血流信号仿真模型 ，进一步完善动脉瘤超声多普勒血流信号仿真方法。

**观点：**

**2005.2 张榆锋--基于小波变换与基于短时傅立叶变换的超声多普勒血流信号时频分布比较研究**

**不足:** 短时傅立叶变换 (sⅡTI1)是最常见的用来估计超声多普勒血流信号时频分布的方法。但是该方法要求信号在一个短的时间间隔内是平稳的。 因为要同时兼顾频率分辨率和时间分辨率。但频率分辨率的提高会导致时间分辨率的降低。

为了更精确地定量分析超声多普勒血 流信号用 以诊断心血管疾病，其它研究者用各种小波分析了多普勒血流信号的特性，但是这 些都不全面。

**方法**：在本研究中使用了一种改进的 M orlet(M M O RL )小波变换，并讨论它在分析超声多普勒血流信号时的性能的改进。使用模拟颈动脉超声多普勒血流信号并且使用最优 的计算参数研究 了用小波变换和短时傅立叶变换计算得出的时频分布及相关参数并与理论的时频分布进行了比较。

**目的**：

**展望**：

**观点：**

**2007.10 张榆锋--超声多普勒管壁搏动和血流信号的分离研究**

**不足:** 为了消除血管壁搏动带来的影响，传统的超声多普勒仪器多采用高通滤波器的方法来获取多普勒血流信号。但是这种方法在滤除低频管壁信号的同时，也滤除了与之具有相同频带的低频血流信号，特别是靠近管壁的低速血流信号。

对超声多普勒管壁搏动和血流信号分离方法的研究大致分为两类：基于频域的或基于时域的一。前者根据管壁搏动信号具有大幅值的特点，将信号变换到频域，在频域上去除管壁搏动成分。但对于两种信号成分具有相同频率时，该类方法无效。后者根据两种成分的时域特征差异直接在时域上进行分离。虽然这类方法能有效改进对低流速血流信号的提取，但在分离过程中，没有考虑到管壁搏动信号同时具有大幅值低频率的时频特性。此外这类算法的复杂性使得实时计算难以实现。

**方法**：提出利用经验模式分解(empiricalmodedecomposition，EMD)算法分解混叠有管壁成分的超声多普勒血流信号来实现管壁搏动和血流信号的分离。EMD的分解是自适应的，在每一步中提取的内模函数总是信号中频率最高的成分。因此内模函数根据提取出来的先后顺序其频率是递减的，最后余下的是单调变化的残差。EMD分解的这一特性被用来分解含有管壁搏动的超声多普勒血流信号时，先被提出的内模函数具有低幅值和高频率，可被认为是血流信号；而后被提出的内模函数具有高幅值和低频率，可被认为是管壁搏动信号。

**目的**：颈动脉粥样硬化斑块是缺血性脑血管病的危险因素。斑块使得血管局部窄，造成血流紊乱。准确检测血管内血流特性。特别是靠近管腔内壁的微小紊流状态， 可以有效提高对疾病的早期诊断及对治疗结果的客观评价。因此有必要研 一种 有效的方法，在分离管壁搏动和血流信号的同时，尽可能完整地保存低速(也包 含高速 ) 血流信号成分，从而提高临床诊断的敏感性 。

**展望**：

**观点：**

**#2012.10 舒虹--颅内压仿真模型研究进展**

**#2013.10 张榆锋--超声血流信号 的计算机仿真模型研究综述**

**2014.7 林文晶--总体经验模态细分法提取血流超声多普勒信号 的研究**

**不足:** 经验模态分解l\_2J(EmpiricalModeDe—composition，EMD)根据信号自身的尺度特性，把信号逐级分解为几个包含不同时间尺度信号的数据序列——本征模态函数(IntrinsicalModeFunction，IMF)，能够反映信号局部的物理特性，已经在许多领域取得了很好的应用\_3J．在管壁血流信号分离研究中，可以根据管壁／血流功率比(wajlBloodSignalRatio，WBSR)变化曲线自动识别出血流和管壁的分界点J．随后，一种改进的EMD血流信号细分方法\_5J进一步细分了分界点附近的IMF．但该过程中血流信号阈值的计算依赖于IMF的层数．而EMD方法本身存在的模态混叠和层数不定的缺点会使IMF失去其物理意义，也会影响血流细分阈值估计的准确性，进而使分离出的血流信号存在误差．

**方法**：在试验中发现，原EEMD法提出的白噪声幅度标准不适用管壁血流混合信号的分离．因此，本文在原EEMD基础上，提出依据血流成分的能量估计应添加的白噪声幅度的方法，既解决了模态混叠和层数不定的问题，又消除了白噪声对血流信号的污染，从而得到具有物理意义的IMF和较准确的细分阈值，使提取的血流信号更精确．

**目的**：要得到更精确的血流信号，必须解决EMD存在的模态混叠的缺点．基于噪声辅助分析的总体经验模态分解方法(EEMD)能够消除模态混叠.

**展望**：

**观点：**

**2014.1 高莲--病变血管内血流分布模型的研究进展**

**不足:** 针对动脉狭窄或动脉瘤等病变血管中的血流动力学数值计算研究有助于了解血管内的血流状况、内部压力以及壁面剪切力分布的特点，在血管疾病诊断方法及特征提取研究中具有广泛应用。考虑到病变血管特性、病灶几何形状、尺寸大小及血流分布的计算方法.

近年来，研究者们从不同角度提出了多种血流分布模型。对其中的主要研究成果作一含归纳总结，阐述各方去的基本原理和处理过程，讨论各自的优点、存在的局限性及未来可能的发展方向。

**方法**：

**目的**：

**展望**：

**观点：**

**2014 张应云--基于极大似然法的二房室模型系统辨识**

**不足:**

**方法**：提出一种基于极大似然法的二房室模型参数辨识方法。为验证本方法的有效性，我们比较了基于极大似然法和递推增广最小二乘法估计得到的常用二房室模型的参数值及其绝对误差。结果表明，基于极大似然法的非线性二房室模型参数辨识准确性和可行性明显优于递推增广最小二乘法。通过极大似然法获得的较小误差的非线性二房室模型参数估计值可用于相关临床试验，有助于提高建立非线性二房室模型的实用性。

**目的**：本文方法是对于二房室模型的参数辨识，同样也可应用于一阶或者多阶模型。极大似然法辨识二房室模型对房室模型的使用以及临床试验应有参考价值和指导意义。

**展望**：

**观点：**

**2016.12 姚瑞晗--颈动脉斑块的超声仿真及系统实现**

**不足:**

**方法**：根据对颈动脉斑块几何形状、组织特征及声学特性的分析，提出基于FIELDII颈动脉斑块血管的超声仿真方法，并利用MATLAB中的图形用户界面设计开发超声仿真系统。

**目的**：

**展望**：但本文方法仍有需要改进的地方．首先，斑块组织模型只考虑了回声分布特征。而没有考虑组织的纹理特性；其次，没有考虑脉动血压的动力学因素对斑块及血管壁的影响。针对以上问题进行研究是下一步工作的重点。

**观点：**

**2016.12 吴 俊--基于自动化三维超声冠状面图像的腹壁手术切口检测 算法**

**不足:** 切口庙是发生于原手术切口区域的腹壁缺损，手术切口的准确定位对于切口疝的诊断具有重要临床意义。

**方法**：提出一种基于腹壁三维超声冠状面图像的手术切口检测算法，并结合实际 病例对所提算法有效性进行了验证。本文采用当前应用最为广泛的斑点降噪各 向异性扩散滤波器对冠状面超声图象进行斑点降噪处理。

**目的**：实际操作中，医生虽然可以通过各类医学成像模态直接获得手术切口区域的原始图像数据，并通过人工检阅图像数据来定位手术切口，但这样的人工处理方式是极其耗时费力的，更重要的是极易出现对微弱异常区域的漏诊。

**展望**：

**观点：**

**2016.1 陈含--孤立性囊肿肾脏的混合分布超声仿真研究**

**目的**：3种斑点分布(瑞利分布、莱斯分布和K分布)混合下的孤立性囊肿肾脏的超声仿真研究及性能评价。近年来应用这些方法从超声图像中提取病变组织的边缘信息和灰度分布的特征．能一定程度上获得更客观的诊断依据这类研究中都需要为信息处理和特征提取方法的性能评价提供客观有效的数据源。其中，建立逼真的高性能超声计算机仿真模型是产生评价数据源的有效途径之

**方法：**依据肾脏组织结构，分析组织散射点三维特点、超声斑点与组织散射点分布，得到瑞利、莱斯、K分布参数模型，建立组织散点模型用FIELDU软件对其进行超声仿真。

**展望**：首先，组织的分割可以更为精细．以适应更复杂的异常组织如肾脏肿瘤的特征描述；其次，采用泛化的斑点描述统计模型如零差K分布可以获得具物理意义的组织参数．有可能比笔者的三段混合斑点模型更具普适性通过拓展该方法建立复杂病变。肾脏模型以刻画异常组织特征是下一步研究的重点。

**观点：**