第八章总结与复习

2024.1.3

课程考核成绩指标(期末综合40+平时作业30+出勤率30)

- 1. 期末综合40: 开卷考试,请遵照学校规定携带必要材料入场。试卷答题需确保:论证充分、计算正确、语句通顺、书写规范。
- 2. 平时作业30: 文档齐备(word文件+matlab程序)
- 3. 出勤率30: 线下缺席和线上未签到一次扣10分, 最多扣30分

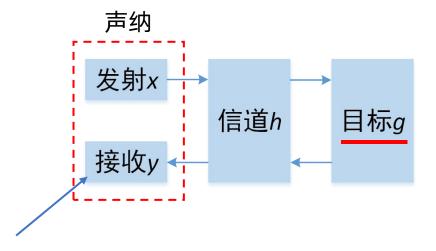
2024.1.10 0:00前在课程群中提交期末考核和平时作业才有效!

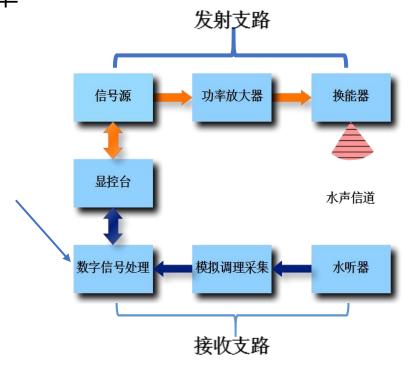
一、课程回顾

全局总体 >> 局部细节物理信息 >> 工程应用

- □物理: 声学工具箱
 - 简正波
 - 射线
- □波形: 时频分布、模糊度图、匹配滤波器
 - 时间带宽积(简单&复杂信号)
 - 距离分辨率
 - 速度分辨率
 - 多普勒容限
- □检测: 贝叶斯公式和最小平均代价判决、最大后验、最大似然、恒虚警率
 - 主动CFAR检测器: 匹配滤波器
 - 被动CFAR检测器: 能量检测器
 - ROC接收机工作特性曲线
 - 检测阈DT
- 口估计: 贝叶斯估计和代价函数、最大后验估计、最大似然估计
 - 无偏估计方差下界CRB
 - 距离估计器: 匹配滤波
 - 方位估计器:波束形成
- □应用: 声纳方程、系统分析与综合
 - 被动、主动、通信
 - 优质因数FOM
 - 作用距离R

计算海洋声学 水声系统分析 水声学原理







作业一: 利用AT工具箱完成理想波导和Pekeris波导声场计算

- 1. 利用Kraken计算简正模态,并绘制前几阶模态函数
- 2. 分别使用射线Bellhop和简正波Kraken计算声场,并分析两者差异
- 3. 声速剖面可选取深海和浅海的典型声速剖面 作业要求提交自己撰写报告和自己编写的程序,报告和软件都要有。

\rightarrow	~	\uparrow	📘 » 此电脑 » Data (D:) » at » tests »
			20 202 (- 1)

Published Police (D.) Pat Pitests P						
名称	修改日期	类型	大小			
3DAtlantic	2021/12/2 16:30	文件夹				
arctic	2021/12/2 16:30	文件夹				
BeamPattern	2021/12/2 16:30	文件夹				
Bellhop3DTests	2021/12/2 16:30	文件夹				
block	2021/12/2 16:30	文件夹				
BroadBand	2021/12/2 16:30	文件夹				
calib	2021/12/2 16:30	文件夹				
Dickins	2021/12/2 16:30	文件夹				
Ellipse	2021/12/2 16:30	文件夹				
free	2021/12/2 16:30	文件夹				
Gulf	2021/12/2 16:30	文件夹				
halfspace	2021/12/2 16:30	文件夹				
head	2021/12/2 16:30	文件夹				
Munk	2021/12/2 16:30	文件夹				
MunkLeaky	2021/12/2 16:30	文件夹				
MunkRot	2021/12/2 16:30	文件夹				
MunkTS	2021/12/2 16:30	文件夹				
Noise	2021/12/2 16:30	文件夹				
ParaBot	2021/12/2 16:30	文件夹				
pekeris	2021/12/2 16:30	文件夹				
PekerisRD	2021/12/2 16:30	文件夹				
PointLine	2021/12/2 16:30	文件夹				
SBCX	2021/12/2 16:30	文件夹				
sduct	2021/12/2 16:30	文件夹				
SedAtten	2021/12/2 16:30	文件夹				
step	2021/12/2 16:30	文件夹				
TabRefCoef	2021/12/2 16:30	文件夹				
terrain	2021/12/2 16:30	文件夹				
TLslices	2021/12/2 16:30	文件夹				
■ VolAtt	2021/12/2 16:30	文件夹				
wedge	2021/12/2 16:30	文件夹				
.DS_Store	2019/3/10 6:26	DS_STORE 文件	61 KB			
cleanall.m	2018/7/3 6:09	MATLAB Code	2 KB			
dataRead.m	2020/9/7 11:22	MATLAB Code	1 KB			
□ field.prt 43 个项目 □ 选中 1 个项目	2020/9/4 16:26	PRT 文件	1 KB			

- 仔细阅读AT的说明文档
 - Bellhop射线模型
 - Kraken 简正模型
- 运行tests目录下的示例
- 编写环境配置文件.env
- 编写场配置文件field.flp

作业二: 典型波形的模糊以及信道输出和信道响应

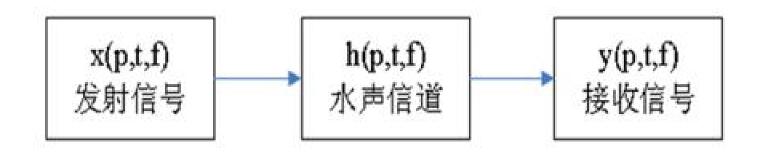
- 1. 使用Matlab生成典型波形,如CW、LFM、HFM、巴克码、M码、Gold码等,任选至少三种以上波形;
- 2. 计算并绘制典型波形的模糊度图,含上调频和下调频,至少对比两种不同时间带宽积情况下模糊度图;
- 3. 任选二种波形作为Bellhop声场软件的信号输入,计算并绘制输出波形,分析其与输入信号之间的差异;
- 4. 在3的基础上,利用输入和输出信号计算水声信道脉冲响应和频率响应, 分析其与信道真实响应之间的差异。

作业要求提交自己撰写报告和自己编写的程序,报告和软件都要有。



名称	修改日期	类型	大小
bpsk.m	2010/6/29 10:39	MATLAB Code	1 KB
cans.m	2010/5/27 7:42	MATLAB Code	4 KB
Contents.m	2010/6/14 7:39	MATLAB Code	1 KB
🖺 gaussian.m	2009/4/15 5:17	MATLAB Code	1 KB
f hfm.m	2010/6/14 7:37	MATLAB Code	1 KB
HFMsigDefine.doc	2011/5/4 0:51	Microsoft Word 97	40 KB
1fm.m	2010/5/27 7:46	MATLAB Code	1 KB
makechirps.m	2008/6/15 3:13	MATLAB Code	1 KB
makemseq.m	2010/6/29 10:39	MATLAB Code	1 KB
makenoise.m	2010/6/14 7:39	MATLAB Code	1 KB
mseq.m	2010/6/14 7:37	MATLAB Code	2 KB
Nwave.m	2006/1/17 10:45	MATLAB Code	1 KB
Ricker.m	1998/3/26 9:38	MATLAB Code	1 KB

发射信号x(p,t,f)相当于水声信道的输入信号,若视水声信道为线性时不变系统,其冲激响应函数为h(p,t,f),则接收信号y(p,t,f)相当于信道的输出信号。符号p代表空间位置,t代表时间,f代表频率。



接收声场仿真的原理框图

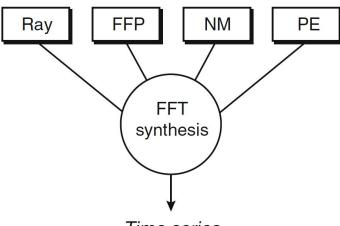
$$y(\mathbf{r},t,f) = \int_{-\infty}^{\tau} h(\mathbf{r},t-\tau,f) \, x(\mathbf{r},\tau,f) d\tau$$

Broad	dband Me	odeling	611
8.1	Introdu	ction	611
8.2	Fourier	Synthesis of Frequency-Domain Solutions	612
	8.2.1	Evaluation by FFT	613
		Complex Frequency Integration	

Work on direct simulation of broadband signal dispersion in ocean waveguides has been under way for some time [1–6]. Within the framework of *linear* acoustics there are fundamentally two approaches to this modeling problem, see Fig. 8.1. The first is to solve the pulse propagation problem via the *frequency domain* by Fourier synthesis of CW (continuous wave) results. This approach is attractive since it requires little programming effort. In fact, any of the time-harmonic acoustic models described earlier in this book can be linked up with a pulse post-processor which numerically performs the Fourier synthesis based on a number of CW calculations within the frequency band of interest. Alternatively, one can solve the problem directly in the *time domain*, which, however, requires the development of an entirely new set of propagation codes.

参考《计算海洋声学》第二版的第八章宽带建模

Frequency domain



Time series

$$p(r, z, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} p(r, z, \omega) e^{-i\omega t} d\omega$$
$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) g(r, z, \omega) e^{-i\omega t} d\omega$$

 $S(\omega)$ is the source spectrum

 $g(r, z, \omega)$ is the spatial transfer function

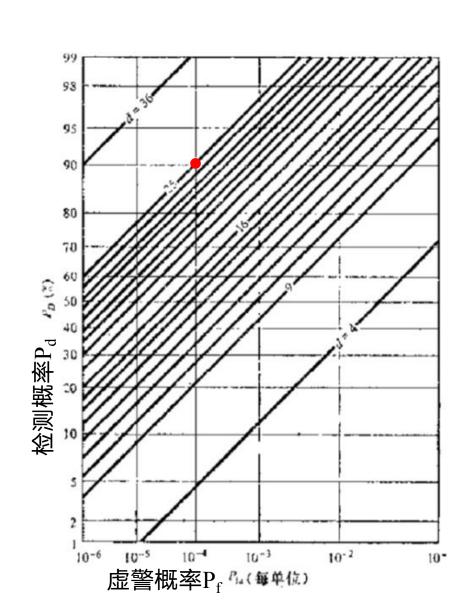
	a (D:) » at » Matlab		
名称	修改日期	类型	大小
Bellhop	2021/12/2 16:30	文件夹	
Krakel	2021/12/2 16:30	文件夹	
Kraken	2021/12/2 16:30	文件夹	
Misc	2021/12/2 16:30	文件夹	
Noise	2021/12/2 16:30	文件夹	
Pekeris	2021/12/2 16:30	文件夹	
Plot	2021/12/2 16:30	文件夹	
ReadWrite	2021/12/2 16:30	文件夹	
Scooter	2021/12/2 16:30	文件夹	
Slicer	2021/12/2 16:30	文件夹	
Sparc	2021/12/2 16:30	文件夹	
waveforms	2021/12/2 16:30	文件夹	
.DS_Store	2019/3/10 6:24	DS_STORE 文件	31 KB
add_noise.m	2009/5/5 6:54	MATLAB Code	3 KB
aggregator.m	2009/5/28 7:23	MATLAB Code	1 KB
angles.m	2009/4/15 7:42	MATLAB Code	1 KB
bbrun.m	2005/1/3 4:18	MATLAB Code	1 KB
beamform.m	2017/11/17 6:25	MATLAB Code	1 KB
bellhop.m	2020/4/14 20:52	MATLAB Code	1 KB
bellhop3d.m	2011/7/30 1:57	MATLAB Code	1 KB
bounce.m	2011/7/30 8:28	MATLAB Code	1 KB
clean.m	2018/1/4 6:25	MATLAB Code	1 KB
Contents.m	2010/6/14 7:44	MATLAB Code	2 KB
delayandsum.m	2018/4/4 4:57	MATLAB Code	8 KB
FGatten.m	2014/2/25 9:18	MATLAB Code	2 KB
field3d.m	2011/7/30 8:29	MATLAB Code	1 KB
fields_p.m	2020/11/12 9:46	MATLAB Code	1 KB
firePE_Old.m	2014/8/27 7:34	MATLAB Code	12 KB
🕯 krakel.m	2011/7/30 8:29	MATLAB Code	1 KB
kraken.m	2018/1/4 9:43	MATLAB Code	1 KB
🖺 kraken_nofield.m	2017/11/17 9:41	MATLAB Code	1 KB
🖺 kraken_rd.m	2015/6/23 9:00	MATLAB Code	3 KB
krakenall.m	2015/9/22 2:40	MATLAB Code	1 KB
🖺 krakenc.m	2012/3/7 7:31	MATLAB Code	1 KB
🕯 krakenc nofield.m	2017/11/17 9:41	MATLAB Code	1 KB
58 个项目 选中 1 个项目 7.77 KB			

作业三: 基于恒虚警准则的声纳检测阈计算

声纳与雷达一般采用恒虚警率检测(CFAR),请回答下列问题:

- 1. 简述恒虚警率检测(CFAR)、<mark>最大似然检测(ML)</mark>与贝叶斯检测的关系(提供必要公式和框图)
- 2. 简述贝叶斯公式中后验概率与似然度和先验概率之间关系在声纳与雷达检测中的作用(提供必要公式和框图)
- 3. 计算当虚警概率 $P_f=10^{-4}$,检测概率 $P_d=90\%$ 时,时间带宽积 BT=1000时某型被动声纳能量检测器的检测阈DT(提供必要公式和计算过程)
- 4. 计算当虚警概率 $P_f=10^{-4}$,检测概率 $P_d=80\%$ 时,时间带宽积 BT=100时某型主动声纳匹配滤波器的检测阈DT(提供公式和计算过程)

作业要求提交自己撰写报告和自己编写的程序,报告和软件都要有。



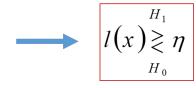
□定义:

- **■**Bayes
- ■MAP
- **■**CFAR

Bayes判决准则

$$\frac{p(x|H_1)}{p(x|H_0)} \underset{H_0}{\overset{H_1}{\geq}} \frac{P(H_0)(c_{10} - c_{00})}{P(H_1)(c_{01} - c_{11})}$$

$$l(x) = \frac{p(x|H_1)}{p(x|H_0)}$$
 似然比函数



$$\eta = \frac{P(H_0)(c_{10} - c_{00})}{P(H_1)(c_{01} - c_{11})}$$
 判决门限

MAP最大后验概率准则

$$P(H_1|x) \underset{H_0}{\gtrless} P(H_0|x)$$

ML最大似然准则

$$p(x|H_1) \underset{H_0}{\gtrless} p(x|H_0)$$

CFAR恒虚警率准则

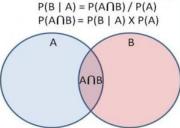
$$\frac{p(x|H_1)}{p(x|H_0)} \underset{H_0}{\overset{H_1}{\geq}} \mu$$

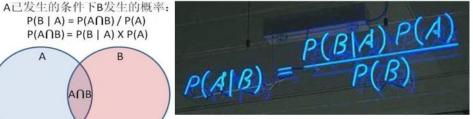
贝叶斯Bayes公式→贝叶斯学派

- □后验概率 P(A|B) = 先验概率×似然度
- □先验概率 P(A)
- □似然度 P(B|A)/P(B)

条件概率、全概率

P(AB)=P(A|B) P(B)=P(B|A) P(A)





主动、被动、通信三类声纳的相干与非相干检测器的检测阈DT

- □主动声纳(宽带)
 - ■DT = 5lgd 10lgBT 匹配滤波器 (相干检测器)
- □主动声纳(窄带, 仅限CW脉冲)
 - ■DT = 5lgd 5lgT + 5lgB 窄带能量检测器(非相干检测器)
- □被动声纳(宽带)
 - ■DT = 5lgd 5lgBT 宽带能量检测器(非相干检测器)
- □被动声纳(窄带)
 - ■DT = 5lgd 5lgT + 5lgB 窄带能量检测器(非相干检测器)
- □通信被动声纳(宽带)
 - ■DT = 5lgd 10lgBT 匹配检测器 (相干检测器)

作业四: 推导最大似然估计的最小方差界CRB

- 1. 距离估计的CRB推导及仿真计算
- 2. 速度估计的CRB推导及仿真计算
- 3. 方位估计的CRB推导及仿真计算
- 4. 简述最大后验估计和最大似然估计的联系与区别以及对CRB的影响 作业要求提交自己撰写报告和自己编写的程序,报告和软件都要有。

$$\frac{\partial \ln p(\theta | \mathbf{x})}{\partial \theta} \Big|_{\theta = \hat{\theta}_{\text{map}}} = 0$$

$$\left[\frac{\partial \ln p(\mathbf{x} | \theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial \ln p(\theta)}{\partial \theta} \right] \Big|_{\theta = \hat{\theta}_{\text{map}}} = 0$$

最大似然估计

$$\left. \frac{\partial \ln p(\mathbf{x} \mid \theta)}{\partial \theta} \right|_{\theta = \hat{\theta}_{\text{ml}}} = 0$$

$$E\left[\frac{\partial^{2} \ln p(\mathbf{x}, \theta)}{\partial \theta^{2}}\right] = -E\left[\left(\frac{\partial \ln p(\mathbf{x}, \theta)}{\partial \theta}\right)^{2}\right]$$

$$p(\mathbf{x}, \theta) = p(\mathbf{x} | \theta) p(\theta)$$

$$\frac{\partial \ln p(\mathbf{x}, \theta)}{\partial \theta} = \frac{\partial \ln p(\mathbf{x} | \theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial \ln p(\theta)}{\partial \theta}$$

$$E\left[\left(\theta - \hat{\theta}\right)^{2}\right] \geqslant \frac{1}{E\left[\left(\frac{\partial \ln p(\mathbf{x} | \theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial \ln p(\theta)}{\partial \theta}\right)^{2}\right]}$$

$$E\left[\left(\theta - \hat{\theta}\right)^{2}\right] \geqslant \frac{1}{E\left[\left(\frac{\partial \ln p(\mathbf{x} | \theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial \ln p(\theta)}{\partial \theta}\right)^{2}\right]}$$

$$\frac{\partial \ln p(\mathbf{x} | \theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial \ln p(\theta)}{\partial \theta} = (\theta - \hat{\theta}) k$$

作业五: 基于声纳方程的典型声纳系统的作用距离计算

- 1. 主动声纳作用距离计算
- 2. 被动声纳作用距离计算
- 3. 通信声纳作用距离计算
- 4. 上述三类声纳检测阈之间的联系和区别。
- 5. 优质因数与作用距离之间的关系。

作业要求提交自己撰写报告和自己编写的程序,报告和软件都要有。

作业六: 阵列波束形成

- 1. 均匀直线阵的常规波束形成、最小无失真响应MVDR、多信号分类MUSIC、 旋转不变子空间ESPRIT四种波束形成方法对比分析及其MATLAB仿真。
- 2. 根据1的结论归纳总结阵列协方差矩阵的意义及其在波束形成中的作用,请分析阵列协方差矩阵的本征值分解、奇异值分解、LU分解等常用矩阵分解方法之间的联系和区别。

作业要求提交自己撰写报告和自己编写的程序,报告和软件都要有。

作业的共性问题

- 缺程序或程序不全(缺ENV等必要的输入文件)
- 作业格式建议采用浙大实验报告格式
- 须提交word(.doc或.docx)文档和matlab程序(.m或.mlx)

三、大作业:水下小目标高分辨、低虚警检测

- □要求:考试前将报告word和可运行的MATLAB软件源代码压缩后提交到学在浙大课程群中。可自由组合研究小组,每组不超过3人。组间和组内可自由讨论、相互借鉴,但杜绝抄袭。充分表达自己的技术观点,全面深入提出自己的解决方案,有必要的仿真计算和理论分析。报告正文A4纸页数>20页,逻辑严密,内容丰富,语句通顺,用词准确,公式图表规范、附参考文献目录及其原文。
- □目的:熟练使用课程知识点,结合专业文献调研,针对蛙人、水下无人航行器等水下小目标开展距离-速度-方位域高分辨、低虚警检测,解决连续主动声纳(FMCW)的指标论证、方案设计、发射波形、波束形成、匹配滤波、检测跟踪等关键技术,达成全方位、远距离、高精度目标检测。

□指标:

- ■覆盖水平360度方位,测向均方根误差≤1度
- ■最大斜距500米,测距均方根误差≤1m,
- ■覆盖±5节径向速度,测速均方根误差≤0.5m/s
- ■虚警概率≤10-4

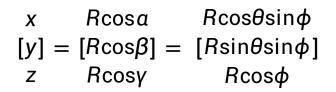
1、指标论证

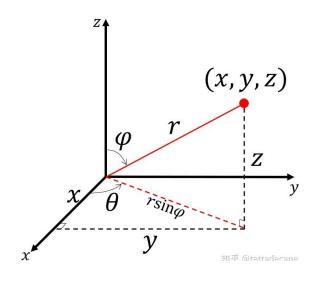
- □混响控制的主动声纳方程: SL-2TL-RL+TS>DT
- □声源级SL
- □传播损失TL
- □混响级RL
- □目标强度TS
- □检测阈

2、方案设计

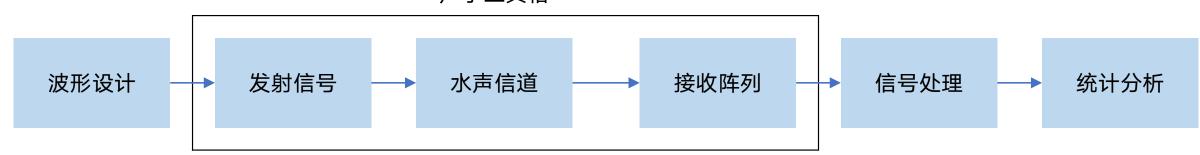
- □波形设计
- □波束形成
- □匹配滤波
- □目标检测
- □目标跟踪
- □目标分类

- □波形:
 - ■调频连续波FMCW
- □定位:
 - ■距离R
 - ■水平方位角θ
 - **■**俯角φ
- □测距:
 - ■匹配滤波
- □测向:
 - ■波束形成

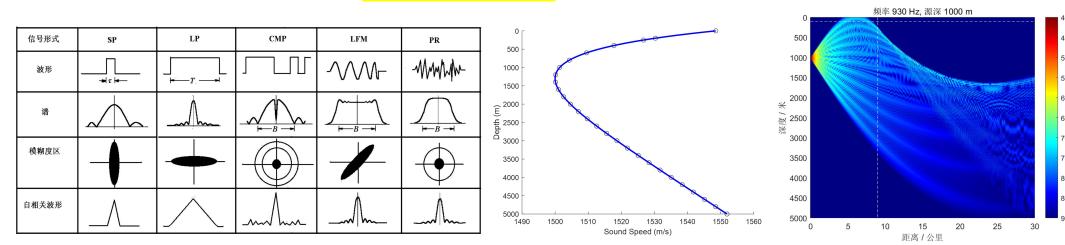




声学工具箱



- 发射信号: 距离误差 + 速度误差 >> 类型、带宽、脉宽 >> 时域波形 >> 模糊度图
- 水声信道: 声速剖面(深海Munk剖面) + ENV文件 >> AT工具箱 >> 信道脉冲响应 + TL
- 接收波形 = 发射信号 * 信道脉冲响应, *表示卷积运算
- 接收阵列: 测向误差 >> 线阵、圆阵、面阵、体积阵
- •信号处理:测向 >> 波束形成,测距 >> 匹配滤波
- 统计分析: 测向 + 测距 蒙特卡洛模拟的均值和方差,并与CRB对比



信号形式	SP	LP	СМР	LFM	PR
波形				- √\\	-WWWW
谱	4				<u>→</u> B →
模糊度区					
自相关波形					
距离分辩率 ×c/2	0.6 τ	0.6 T	0.6 T/N	0.88/B	1/ B
测距精度 xc/2	± 0.3 τ	± 0.3 T	± 0.3 T/N	± 0.3 T	± 0.5/B
速度分辨率×c/2f。	0.88/τ	0.88 / T	0.88 / T	0.88/T	0.88 / T
测速精度×c/2f。	± 0.44/ _T	± 0.44/T	± 0.44/T	± 0.3B	± 0.44/T
宽带多普勒容限	± 0.3	± 0.3	± 1.2/N	± 1.71/TB	± 1.6 /TB
窄带多普勒容限/ƒ。	± 0.44/τ	± 0.44/T	± 0.44/T	± 0.3B	± 0.44/T

作用距离R大于3km $\alpha' \simeq 3.3 \times 10^{-3} + \frac{0.11f^2}{1+f^2} + \frac{44f^2}{4100+f^2} + 3.0 \times 10^{-4}f^2$ (dB/km) (1.47)

声纳方程 >> FOM >> 20lgR >> R

- $SL TL (NL-DI) \ge DT$
- $TL = 20 \lg R \alpha R$, α 声吸收系数dB/km
- $FOM \le SL (NL-DI) DT$
- $SL = 180 \sim 200 \text{ dB}$
- NL = 43 dB ? (3级海况海洋环境噪声)
- DI = 0 dB
- DT = 5lgd 10lg BT
- F = 20 kHz
- B = 8 kHz

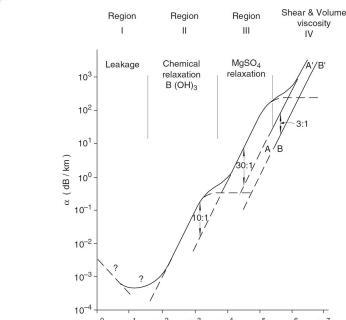
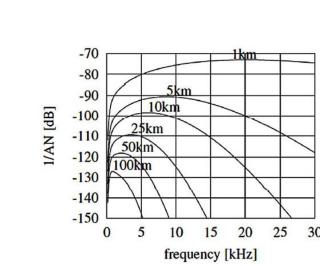
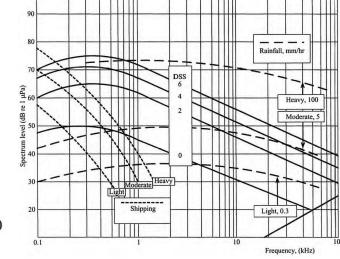


Fig. 1.20 Regions of the different dominant processes of attenuation of sound in seawater (from Urick [25])



(f in kHz)



水声测距误差小于1%

时延估计标准差

$$\sigma_{\tau} = \frac{1}{B_{rms} \sqrt{2E_{x}/\eta_{0}}}$$

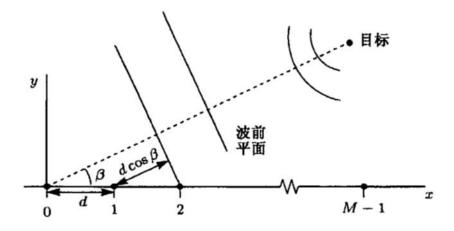
け延估计标准差
$$\sigma_{\tau} = \frac{1}{B_{rms}\sqrt{2E_{x}/\eta_{0}}}$$

$$B_{rms}^{2} = \frac{(2\pi)^{2} \int_{-\infty}^{f^{2}} |X(f)|^{2} df}{\int_{-\infty}^{|X(f)|^{2}} df}$$

水声测向误差小于0.5°

$$\text{var}(\hat{\beta}) \geqslant \frac{12}{(2\pi)^2 \eta M(M^2 - 1)} \frac{c^2}{F_0^2 d^2 \sin^2 \beta}$$

$$\operatorname{var}(\hat{\beta}) \geqslant \frac{12}{(2\pi)^2 M \eta \frac{M+1}{M-1} \left(\frac{L}{\lambda}\right)^2 \sin^2 \beta}$$



波束形成

• CBF

$$\mathbf{D}_{\mathrm{CBF}}(\boldsymbol{\theta}) = \mathbf{e}^{\mathrm{H}} \mathbf{R} \mathbf{e}$$

• MVDR

$$\mathbf{D}_{\mathrm{MVDR}}\left(\boldsymbol{\theta}\right) = \left(\mathbf{e}^{\mathrm{H}}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{e}\right)^{-1}$$

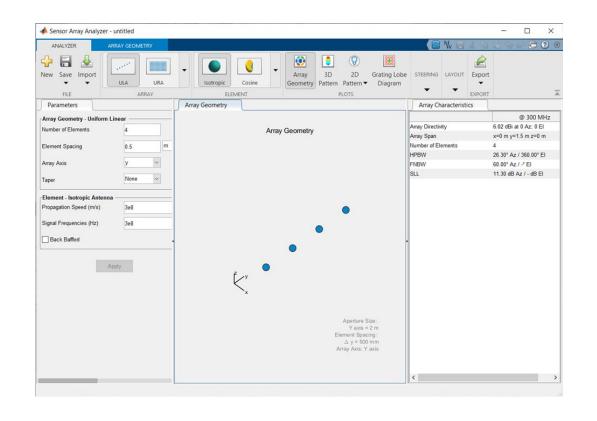
• MUSIC

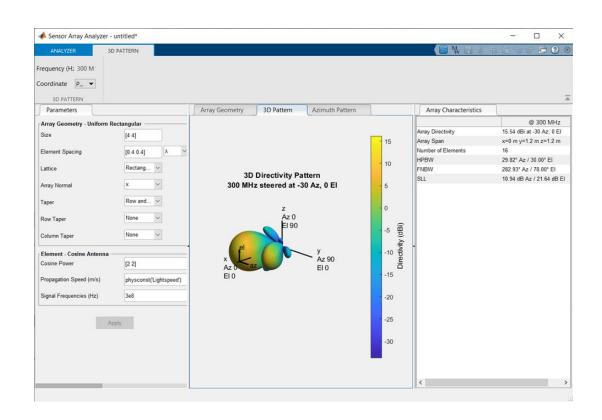
$$P_{MU}(\theta) = \frac{1}{\mathbf{a}^*(\theta)\mathbf{E}_N\mathbf{E}_N^*\mathbf{a}(\theta)}$$

← → · ↑	at > Matlab >		
名称	修改日期	类型	大小
Bellhop	2021/12/2 16:30	文件夹	
Krakel	2021/12/2 16:30	文件夹	
Kraken	2021/12/2 16:30	文件夹	
Misc Misc	2021/12/2 16:30	文件夹	
Noise	2021/12/2 16:30	文件夹	
Pekeris	2021/12/2 16:30	文件夹	
Plot	2021/12/2 16:30	文件夹	
ReadWrite	2021/12/2 16:30	文件夹	
Scooter	2021/12/2 16:30	文件夹	
Slicer	2021/12/2 16:30	文件夹	
Sparc	2021/12/2 16:30	文件夹	
waveforms	2021/12/2 16:30	文件夹	
.DS_Store	2019/3/10 6:24	DS_STORE 文件	31 KB
add_noise.m	2009/5/5 6:54	MATLAB Code	3 KB
🖺 aggregator.m	2009/5/28 7:23	MATLAB Code	1 KB
angles.m	2009/4/15 7:42	MATLAB Code	1 KB
🖆 bbrun.m	2005/1/3 4:18	MATLAB Code	1 KB
feet beamform.m	2017/11/17 6:25	MATLAB Code	1 KB
怕 bellhop.m	2020/4/14 20:52	MATLAB Code	1 KB
慉 bellhop3d.m	2011/7/30 1:57	MATLAB Code	1 KB
bounce.m	2011/7/30 8:28	MATLAB Code	1 KB
🖆 clean.m	2018/1/4 6:25	MATLAB Code	1 KB
Contents.m	2010/6/14 7:44	MATLAB Code	2 KB
慉 delayandsum.m	2018/4/4 4:57	MATLAB Code	8 KB
🖆 FGatten.m	2014/2/25 9:18	MATLAB Code	2 KB
field3d.m	2011/7/30 8:29	MATLAB Code	1 KB
fields_p.m	2020/11/12 9:46	MATLAB Code	1 KB
firePE_Old.m	2014/8/27 7:34	MATLAB Code	12 KB
🕍 krakel.m	2011/7/30 8:29	MATLAB Code	1 KB
kraken.m	2018/1/4 9:43	MATLAB Code	1 KB
kraken_nofield.m	2017/11/17 9:41	MATLAB Code	1 KB
kraken_rd.m	2015/6/23 9:00	MATLAB Code	3 KB
krakenall.m	2015/9/22 2:40	MATLAB Code	1 KB
krakenc.m	2012/3/7 7:31	MATLAB Code	1 KB
krakenc nofield.m	2017/11/17 9:41	MATLAB Code	1 KB
58 个项目 选中 1 个项目 833 字节			

使用传感器阵列分析仪App绘制阵列方向性

• 命令行输入sensorArrayAnalyzer





MATLAB2023之相控阵系统工具箱Phased Array System Toolbox重点参考内容

- 1、天线和麦克风阵元Antenna and Microphone Elements
 - 页1-2: 各向同性天线阵元Isotropic Antenna Element
- 2、阵列几何和分析Array Geometries and Analysis
 - 页2-2: 均匀线阵Uniform Linear Array
 - 页2-12: 均匀的矩形阵列Uniform Rectangular Array
 - 页2-15: 共形阵列Conformal Array
 - 页2-15: 由共形阵列创建的均匀圆形阵列Uniform Circular Array Created from Conformal Array
- 3、信号辐射与采集Signal Radiation and Collection
 - 页3-2: 信号辐射Signal Radiation
- 4、波形、发射器和接收器Waveforms, Transmitter, and Receiver
 - 页4-2: 矩形脉冲波形Rectangular Pulse Waveforms
 - 页4-15: FMCW波形FMCW Waveforms
- 5、波束形成Beamforming
 - 页5-2: 常规波束形成Conventional Beamforming
 - 页5-3: 最优和自适应波束形成Optimal and adaptive beamforming
- 8、检测Detection
 - 页8-5: 接收机工作特性Receiver Operation Characteristics
 - 页8-18: 匹配滤波Matched Filter
- 13、<mark>声纳系统模型</mark>
 - 页13-2: 声纳方程
- 18、特色例子
 - 页18-155:波形分析使用模糊度函数
 - · 页18-201: 常规和自适应波束形成器
 - 页18-292: 恒虚警率(CFAR)检测
 - 页18-301: 基于ROC曲线的检测器性能分析
 - 页18-456: 使用主动声纳系统进行水下目标探测
 - 页18-467: 使用被动声纳系统定位声信标
 - 页18-551: 使用脉冲压缩估计距离和多普勒