学校编码：10384

学　　号：23320170155540

厦门大学

博　士　学　位　论　文

水下目标识别研究与应用

Research and Application of Underwater Target Recognition

苗永春

指导教师姓名：

专 业 名 称： 通信与信息系统

论文提交日期： 2021 年 6 月

论文答辩日期： 2021 年 6 月

学位授予日期： 2021 年 9 月

2021 年 6 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（　　　　　　　　　　　　　　　）课题（组）的研究成果，获得（　　　　　　　　　）课题（组）经费或实验室的资助，在（　　　　　　　　　）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）。

本人声明该学位论文不存在剽窃、抄袭等学术不端行为，并愿意承担因学术不端行为所带来的一切后果和法律责任。

声明人 （签名）：

指导教师（签名）：

年　　月　　日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（　　　）1. 经厦门大学保密委员会审查核定的涉密学位论文，于　　年　　月　　日解密，解密后适用上述授权。

（　　　）2. 不涉密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。涉密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年　　月　　日

摘 要

目前水下目标识别的应用中, 主要分为两个方向, 一个方向是基于被动探测, 对水下声音 (噪声) 进行特征提取, 再进行水下目标噪声的识别; 另一个方向是利用成像声纳, 采集到水下目标的水声图像后, 对其进行图像处理以及特征提取, 再使用分类器实现水下目标的识别。

关键词：水声；多目标识别；应用。

Abstract

In order to exploit …….

Key Words: Acoustic; multi-target recognition; Application

目　录

Contents

第 1 章　绪论

1.1　本论文研究的目的和意义

海洋占地球表面积的 71%，发生在海洋之中、海洋表面以及海面之上的事件在很大程度上影响着我们的生活。因此，海事遥感和监视具有重要的意义。雷达自 19 世纪 30 年代发明以来，一直在这些领域扮演着重要的角色。

……[? ? ? ? ?]

1.2　国内外研究现状及发展趋势

1.2.1　*** 研究现状

舰船和潜艇等在航行的过程中会产生较大的辐射噪声，这种噪声会以声波的形式向四周传播。由于在海水这一介质中声波有着较好的抗衰减特性，声波在水下可以较远距离地传播，这就为舰船噪声提取和目标分类识别等操作提供[?]。

*** 结果如图1.1所示

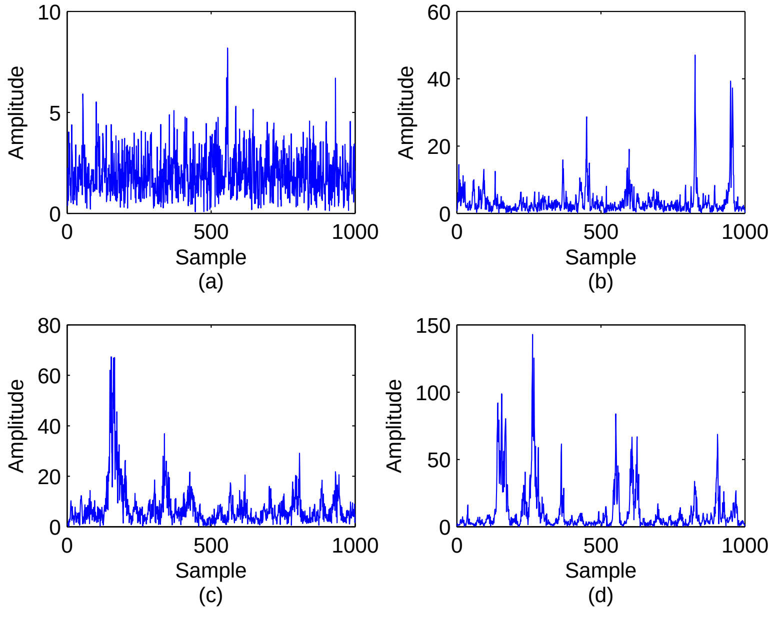

图 1.1　** 结果

表 1.1　***

1	2	3	5
甲	乙	丙	丁
子	丑	寅	某

1.2.2　*** 研究进展

首例 *** 是 ** 公司开发成功的……。

1.2.3　****

*****************[?]，如表 1.1所示。

********。……

第 2 章　结论与展望

注释主要用于对文章篇名、作者及文内某一特定内容作必要的解释或说明。篇名、作者注置于当页地脚；对文内有关特定内容的注释可夹在文内（加圆括号），也可排在当页地脚。序号用带圆圈的阿拉伯数字表示。

参考文献

附录 A　***

附录相关内容…

附录 B　复 ARMA(2,2)-GARCH(1,1) 平稳条件推导

$\varphi(z)=0$ 和 $\psi(z)=0$ 的所有根必须落在单位圆之外。将 $\{\varphi_i\}_{i=1}^{2}$ 和 $\{\psi_i\}_{i=1}^{2}$ 写为

$$\varphi_i = a_i + jb_i \tag{B–1}$$

$$\psi_i = c_i + jd_i \tag{B–2}$$

考虑 $\varphi(x)=0$，我们有

$$\begin{aligned}
\mathrm{Re}(x_1) = &-\frac{b_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2} \\
&\times \sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right) \\
&-\frac{a_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2} \\
&\times \cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right) \\
&-\frac{a_1a_2+b_1b_2}{2\left(a_2^2+b_2^2\right)}
\end{aligned} \tag{B–3}$$

$$\begin{aligned}
\mathrm{Im}(x_1) = &-\frac{a_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2} \\
&\times \sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right) \\
&+\frac{b_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2} \\
&\times \cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right) \\
&+\frac{a_1b_2-a_2b_1}{2\left(a_2^2+b_2^2\right)}
\end{aligned} \tag{B–4}$$

$$\begin{aligned}\mathrm{Re}(x_2) =&\frac{b_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2}\\&\times\sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right)\\&+\frac{a_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2}\\&\times\cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right)\\&-\frac{a_1a_2+b_1b_2}{2\left(a_2^2+b_2^2\right)}\end{aligned} \tag{B–5}$$

$$\begin{aligned}\mathrm{Im}(x_2) =&\frac{a_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2}\\&\times\sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right)\\&-\frac{b_2}{2(a_2^2+b_2^2)}\sqrt[4]{\left(a_1^2-b_1^2+4a_2\right)^2+\left(2a_1b_1+4b_2\right)^2}\\&\times\cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(a_1^2-b_1^2+4a_2+j(2a_1b_1+4b_2)\right)\right)\\&+\frac{a_1b_2-a_2b_1}{2\left(a_2^2+b_2^2\right)}\end{aligned} \tag{B–6}$$

类似地，考虑 $\psi(z)=0$，我们有

$$\begin{aligned}\mathrm{Re}(z_1) =&-\frac{d_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\&\times\sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\&-\frac{c_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\&\times\cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\&-\frac{c_1c_2+d_1d_2}{2\left(c_2^2+d_2^2\right)}\end{aligned} \tag{B–7}$$

$$\begin{aligned}\mathrm{Im}(z_1) =& -\frac{c_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\
&\times \sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\
&+\frac{d_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\
&\times \cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\
&+\frac{c_1d_2-c_2d_1}{2\left(c_2^2+d_2^2\right)}\end{aligned} \tag{B–8}$$

$$\begin{aligned}\mathrm{Re}(z_2) =& \frac{d_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\
&\times \sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\
&+\frac{c_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\
&\times \cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\
&-\frac{c_1c_2+d_1d_2}{2\left(c_2^2+d_2^2\right)}\end{aligned} \tag{B–9}$$

$$\begin{aligned}\mathrm{Im}(z_2) =& \frac{c_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\
&\times \sin\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\
&-\frac{d_2}{2(c_2^2+d_2^2)}\sqrt[4]{\left(c_1^2-d_1^2-4c_2\right)^2+\left(2c_1d_1-4d_2\right)^2}\\
&\times \cos\left(\frac{1}{2}\arg\left(c_1^2-d_1^2-4c_2+j(2c_1d_1-4d_2)\right)\right)\\
&+\frac{c_1d_2-c_2d_1}{2\left(c_2^2+d_2^2\right)}\end{aligned} \tag{B–10}$$

其中,$\mathrm{Re}(\cdot)$ 和 $\mathrm{Im}(\cdot)$ 分别表示对复数取实部和虚部,$\arg(\cdot)$ 表示角度。因此,复 ARMA(2,2)-GARCH(1,1) 的平稳条件可以写为

$$\mathrm{Re}(x_1)^2 + \mathrm{Im}(x_1)^2 > 1 \tag{B–11}$$

$$\mathrm{Re}(x_2)^2 + \mathrm{Im}(x_2)^2 > 1 \tag{B–12}$$

$$\mathrm{Re}(z_1)^2 + \mathrm{Im}(z_1)^2 > 1 \tag{B–13}$$

$$\mathrm{Re}(z_2)^2 + \mathrm{Im}(z_2)^2 > 1 \tag{B–14}$$

攻读博士学位期间取得的学术成果

[1] Yongchun Miao, Haixin Sun and Jie Qi. Synchro-Compensating Chirplet Transform[J]. IEEE Signal Processing Letters 25(9), 2018, 1413-1417.（SCI）

致　谢

本论文的工作是在导师……。