

# 点云数据滤波方法研究

鞠海建<sup>1</sup> 李大章<sup>2</sup>

1. 南通市江海测绘院有限公司; 2. 浙江省省直建筑设计院有限公司

**摘要:** 水下声纳图像采用单一的处理方法进行点云数据滤波, 但存在严重的数据遗失和细节受损, 为此提出一种将去除质心切片降噪与统计滤波降噪相结合的方法。上述算法首先将所得数据通过NumNeighbors函数、Threshold函数进行去质心降噪并设置切片厚度、相邻切片距离的点云切片处理, 再通过设定相应的阈值, 计算均值和标准差采用统计滤波方法对声纳图像进行处理。通过所得数据对比分析, 本文所提出的算法能够有效提高水下声纳数据的去噪效果, 更好的保留原始数据且具有较好的可视化效果。

**关键词:** 水下声纳; 点云数据滤波; 统计滤波

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2023.06.241

## 一、引言

声纳图像总体来说是一种低频图像, 图像的细节(高频分量)不是很多, 图像中含有大量的噪声而且边缘残缺不全, 声纳图像的目标部分灰度级数一般相对较少, 不够丰富, 基于声纳图像的以上特点, 给去噪环节带来很大困难<sup>[1-5]</sup>。本文提出一种将统计滤波方法与pcdenoise函数相结合, 通过计算点云质心和点云切片简化点云数据集, 设置合理的阈值进行去噪处理, 进而将离散程度较高的点云去除, 通过点云数据个数和离散

程度的去噪精度对比, 本文所提出的去噪方法能够有效的提高水下声纳数据的去噪效果, 且具有较好的可视化效果。

## 二、本文算法实现过程和结果

### (一) 试验数据

本文采用的数据为水下声纳对桥墩测量所得的点云数据, 本文的算法是通过matlab软件实现的, 原始图像如图2所示。从图像中可以看出, 在水闸的上部及周围存在较多的离散点, 因此可以判断其为水下声纳扫描所

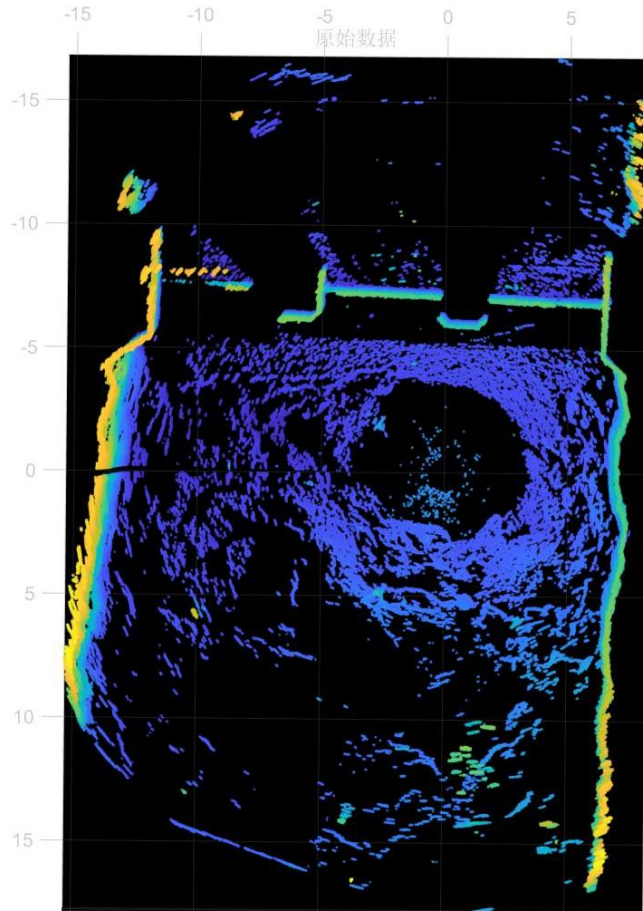


图2-1 原始图像

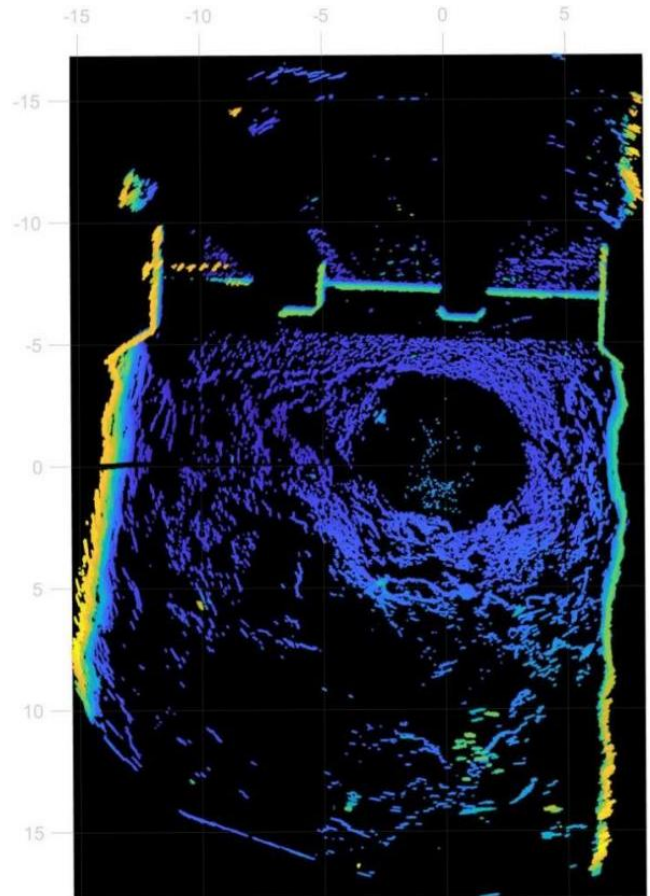


图2-2 点云切片

产生的噪声。

(二) 结果分析

1. 点云切片

通过delta设置切片厚度、dplatform设置相邻切片距离。沿着坐标轴的方向对点云进行等间距切片，代码中以沿着Z轴方向每隔0.5m提取一个厚度为0.01m切片。通过将点云数据进行切片处理，简化所得点云数据，便于后期的处理及观察。如图3所示。

2. 点云去质心与Pcdnoise函数结合

本文将点云去质心方法与pcdenoise函数相结合，通过matlab运用centroid函数计算点云数据的质心，通

过bsxfun函数去除点云质心。使水下声纳扫描所得离散点云数据，使离散位置更加紧凑，便于明显看出此图像中存在的噪声，对其进行噪声的去除。

通过点云密度来判断是否为噪声，对于那些稀疏且离散值高的点认定为噪声。NumNeighbors: 最近邻点数，用于估计所有点到邻域的平均距离的平均值，减少使滤波器更加敏感，本文取值为400。Threshold: 离群点的阈值，阈值是与所有点的平均距离的平均值的标准差，如果一个点到它最近邻点的平均距离超过指定的阈值，则认为是一个离群点本文取值为1。对噪声进行处理如图4所示。

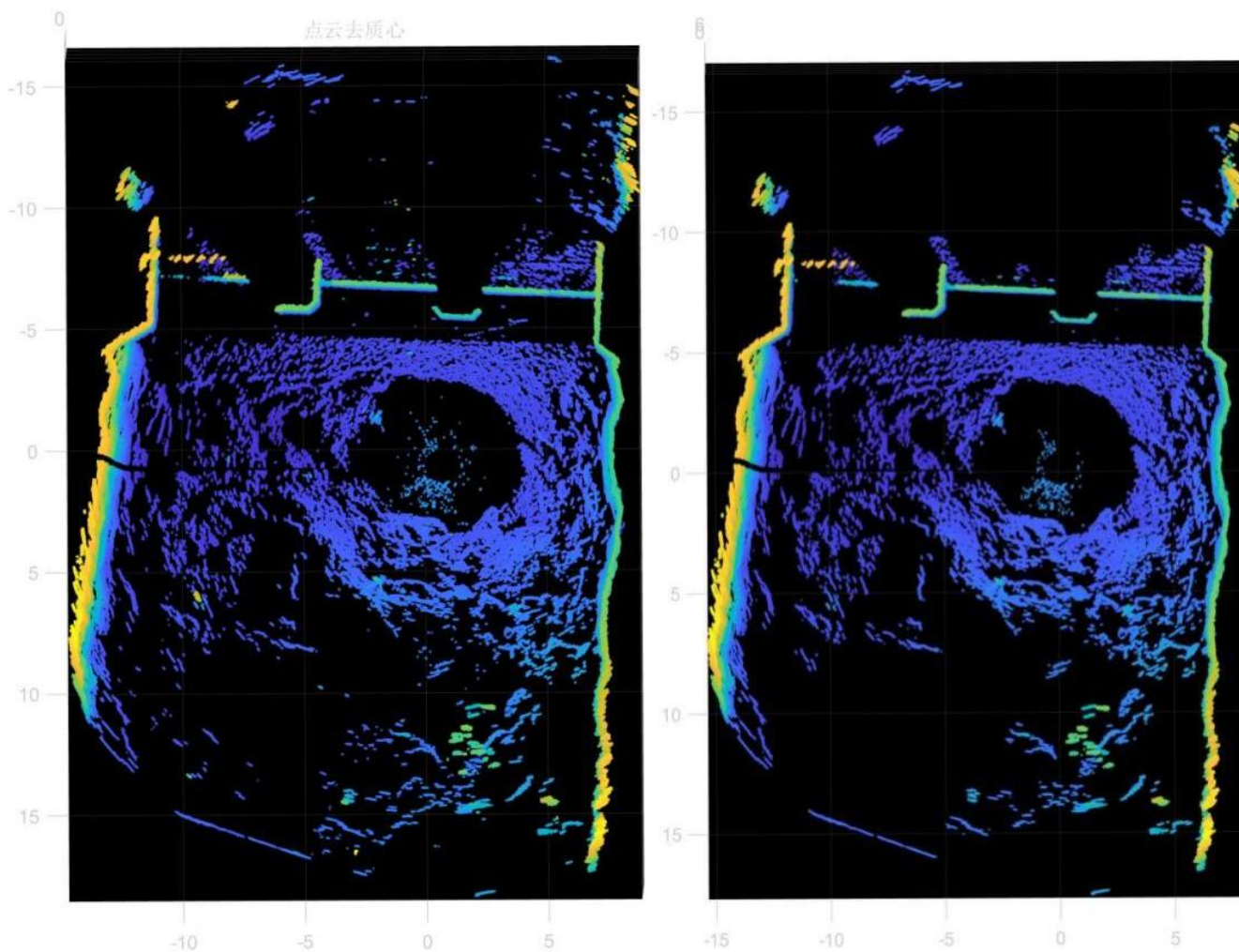


图2-3 去质心与Pcdnoise函数

三、精度评估

综合以上几种方法，对水下声纳扫描所得的水闸数据进行滤波处理所得图像与原始点云图像的对比，如图2-4所示。

从图2-4上可以看出，最终距离主体较远的大尺度噪声和点云数据表面的小尺度噪声被良好滤除可以明显的看出，经过以上方式处理后的点云数据消除了大量的

噪声，为后期的研究精度提供保障。

表1 滤波算法去噪统计

步骤	总点数	去噪后	去除噪声点数
点云切片	1545585	332159	1213426
去除质心	332159	235354	96805
pcdenoise函数去噪	235354	228435	6919
统计滤波	235354	142470	85965

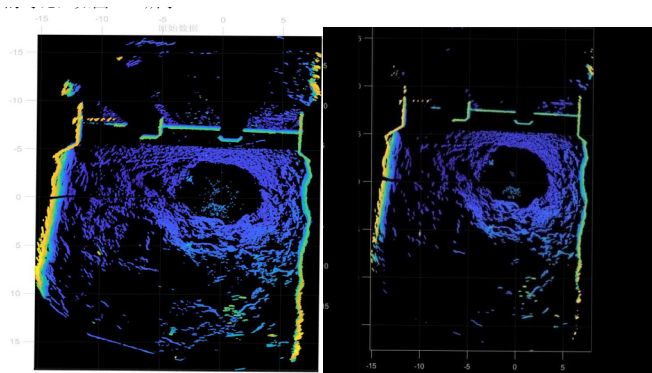


图2-4 原始图与滤波后图对比

为验证本论文所采用的组合滤波算法的效果，将原始点云和经中值滤波去噪处理后的数据同本文滤波法处理数据进行对比，可明显看出经过该方法共去除噪声点数1213426个。分别计算了原始点云数据、中值滤波处理后数据和本文滤波法处理数据各自X、Y、Z方向的方差，得出结果如表2所示。

表2 离散程度对比

点云数据	X方差	Y方差	Z方差
原始点云	9.891945	37.23111	0.447846
中值滤波	5.419187	26.44499	0.331093
本文滤波	2.954415	16.50797	0.115978

从表2中可以看出，本文所使用的滤波方法在X，Y，Z坐标方向上的方差均低于原始点云数据和中值滤波算法，说明其点云离散程度低，去噪效果较好，同时有效地保留了原始点云的特征。

### 结语

本文提出了一种将去除质心切片降噪与统计滤波降噪相结合的算法，该算法首先将所得数据进行去质心降噪和点云切片处理，再对声纳图像进行滤波时采用统计滤波方法对声纳图像进行处理，该算法能够有效提高水下声纳测量数据的去噪效果，更好的保留原始数据且具有较好的可视化效果。

### 参考文献

[1]王静,徐志京.基于中值滤波和形态学的声纳图像去噪研究[C]//.全国第21届计算机技术与应用学术会议(CACIS·2010)暨全国第2届安全关键技术与应用学术会议论文集.,2010:240-243.

[2]张杭琦.海底声纳数据的可视化去噪算法仿真[J].计算机仿真,2017,34(11):176-179.

[3]杨志,王建中,范红霞,朱立俊,洪思远.三维全景成像声纳系统在水下细部结构检测中的应用[J].水电能源科学,2015,33(06):59-62+47.

[4]程芳.基于改进中值滤波方法对图像去噪的应用研究[J].电脑与信息技术,2022,30(06):18-

20.

[5]李刘轶,朱煜峰.基于混合滤波的点云数据降噪算法研究[J].江西科学,2021,39(03):525-529+533.

[6]董义俊.水下噪声对声纳的影响及相应措施[C]//.第十四届船舶水下噪声学术讨论会论文集.[出版者不详],2013:468-472.

[7]雷毅,谢静.几种滤波算法在声纳图像处理中的比较分析[J].四川兵工学报,2012,33(06):95-97.

[8]李鹏飞,吴海娥,景军锋,李仁忠.点云模型的噪声分类去噪算法[J].计算机工程与应用,2016,52(20):188-192.

[9]张开源,郑德华,张崇军.基于点云切片技术的曲面拟合方法研究[J].地理空间信息,2018,16(12):35-37+48+9.

[10]韩延明,陈成,张琨,冯兴龙.基于高斯拟合的统计滤波算法及其应用[C]//.2016中国汽车工程学会年会论文集.,2016:1770-1773.

[11]李鹏飞,吴海娥,景军锋,李仁忠.点云模型的噪声分类去噪算法[J].计算机工程与应用,2016,52(20):188-192.

[12]Chen Shuaijun, Wang Jinxi, Pan Wei, Gao Shang, Wang Meili, Lu Xuequan. Towards uniform point distribution in feature-preserving point cloud filtering[J]. Computational Visual Media, 2023, 9(2).

[13]T. Yotsumata, M. Sakamoto, T. Satoh. QUALITY IMPROVEMENT FOR AIRBORNE LIDAR DATA FILTERING BASED ON DEEP LEARNING METHOD[J]. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2020, XLIII-B2-2020.

[14]Chavali Vaibhav, Wage Kathleen E, Buck John R. Multiplicative and min processing of experimental passive sonar data from thinned arrays. [J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 2018, 144(6).

[15]Maryam Samami, Ebrahim Akbari, Moloud Abdar, Pawel Plawiak, Hossein Nematzadeh, Mohammad Ehsan Basiri, Vladimir Makarenkov. A mixed solution-based high agreement filtering method for class noise detection in binary classification[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2020, 553 (prepublish).