180度模糊问题

针对极坐标下的海面风向图像， GLCM采用的以固定参考点为中心的逆时针半圆形搜索方式会将角度限制在180度范围内，这就为超过180度的海面风向反演造成了较大的困难。而其他传统方法也存在此类问题，即如何在小角度与其对应的夹角为180度的大角度间的取舍问题。本文将此问题总结为180模糊问题，并针对性地提出一种改进的GLCM搜索方式。

改进的GLCM搜索方式简述如下：

Step1: 360度增广搜索域

本文首先对GLCM的180度搜索域增广到360度的范围，即将逆时针半圆形搜索方式增广到正圆形搜索方式。在此种搜索范围下，360度的搜索范围将GLCM的角度搜索范围扩大，但由于180度下的各角度与180度到360度的各角度间存在以180度为基准的镜像关系，会相对地降低GLCM方法的计算精度。而不稳定的计算精度也会对GLCM的风向反演结果造成影响，无法有效解决180度模糊问题。

Step2: 耦合角度判定机制

Step1中360度增广搜索域方法虽然解决了GLCM方法无法反演大于180度风向的问题，但却使得算法的计算精度降低。本部分针对上述问题，采用了一种耦合角度判定机制，以提高算法的计算精度，以进一步解决180度模糊的问题。

相对于180度下的小角度，其对应的介于180度到360度间的大角度具有风向的来源方向与小角度互为镜像的特征。通过该特征，可设立如下的判定机制：

①来源判定。大角度风向和小角度风向的来源是镜像的，利用此特征，可通过数据分布对风向来源进行判定。本文对风向来源的定义如下：当前风向数据中最大优势趋势范围内，具有局部最大值的点为风向来源。而风向来源与数据极坐标原点的距离越近，其为小角度风向的可能性越高，距离越远，为大角度风向的可能性越高。

②走势判定。基于来源判定的结果，以风向来源为起点，在极坐标原点、风向来源和数据下边界3个点构成的直线中，对风向的走势进行判定。小角度风向的一般特征为，风向从风向来源出发，向下边界延伸，且风向来源距离原点较近，而大角度风向的走势则与之恰为镜像，即风向自从风向来源出发，向极坐标原点延伸，且风向来源距数据下边界较近。

通过上述判定机制，本文提出的改进GLCM方法可对小角度（风向介于0度到180度之间）和大角度（风向介于180度到360度之间）风向进行分辨，并进行准确反演。具体结果如图1和图2所示。