

Multiscale Feature-Enhanced Water Body Detector of
Truncated Gaussian Clutter in SAR Imagery

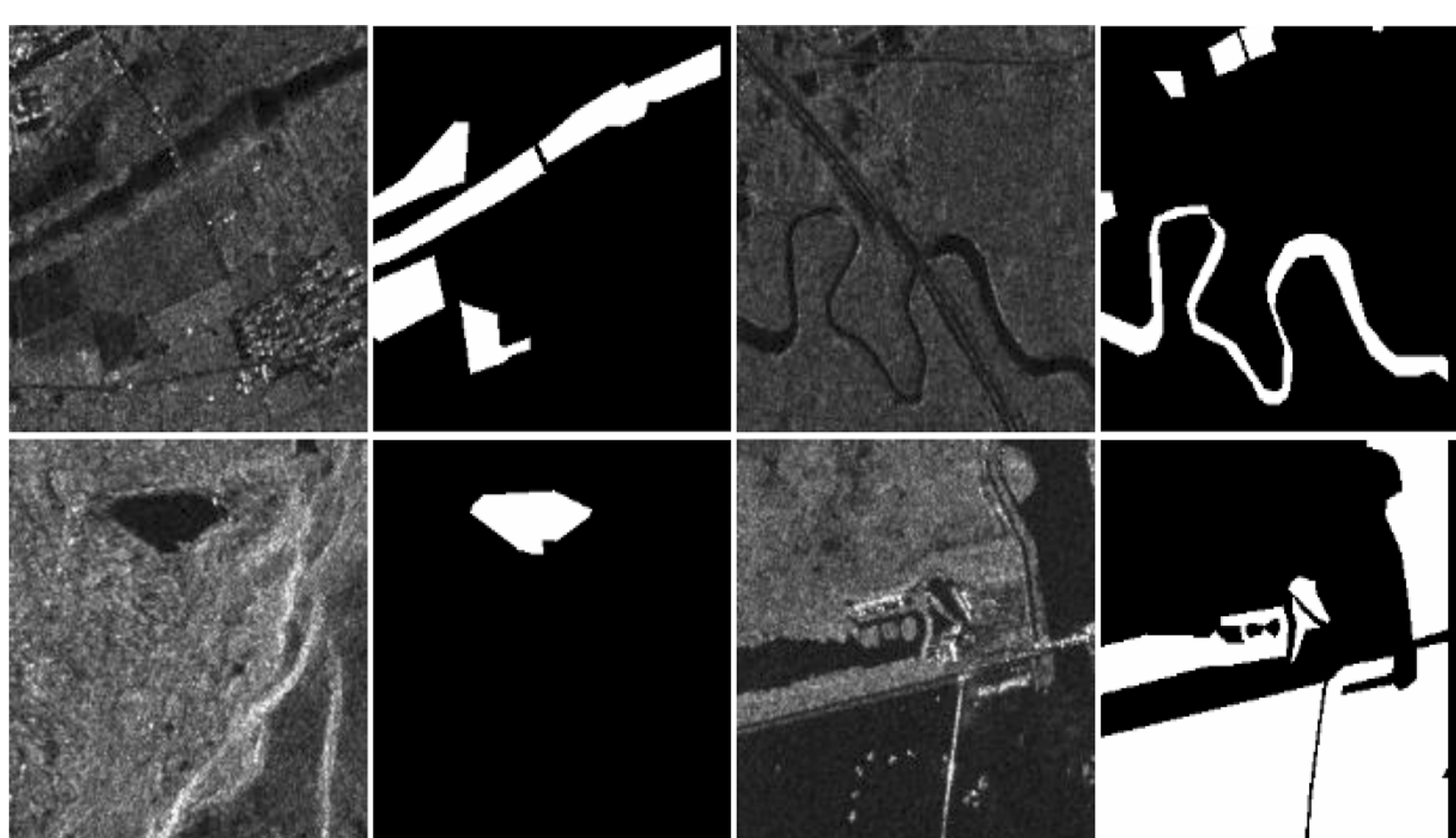
基于高斯杂波截断的多尺度特征增强SAR水体检测

朱博，夏玉立，周永胜，吕晓宁*，刘民钦

JSTAR, 18/3253-3266, 2024

联系人：朱博，zhubo@iscas.ac.cn / 吕晓宁，xiaoning@iscas.ac.cn

研究背景

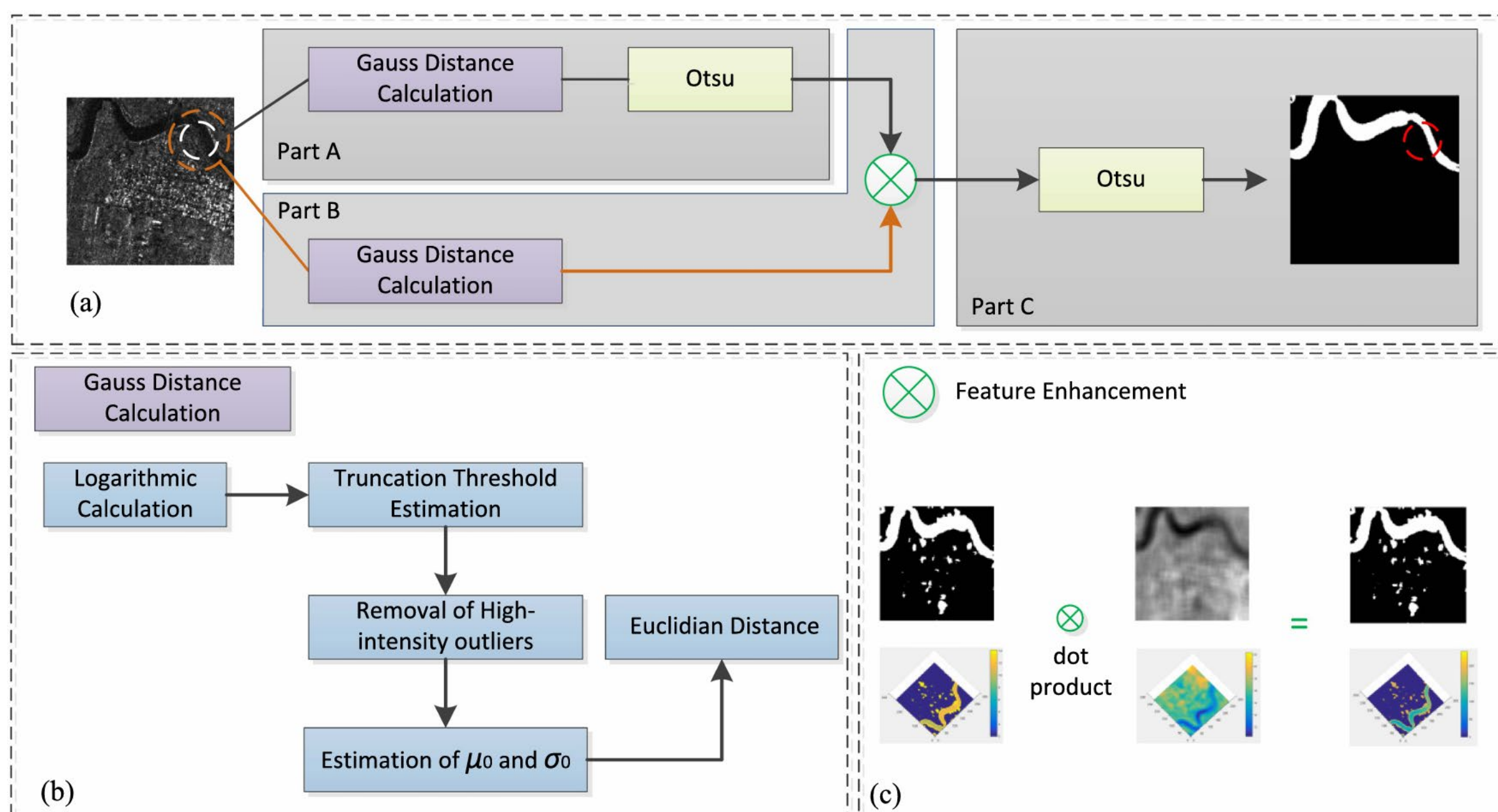


在SAR图像中，水体和非水体区域在图像强度直方图上呈现明显的双峰分布，因此通常采用基于阈值的方法区分二者。随着技术的发展，基于超像素的方法、基于分水岭的方法、基于智能的分类算法和轮廓模型等被一一提出并应用。

存在问题

SAR图像水体提取的主要干扰因素是高强度离群值和阴影。高强度离群值会使得统计建模中的参数高估，导致非水区域被错误地归类为水；阴影区域与水体具有相似的统计规律，二者较难区分。

研究方法



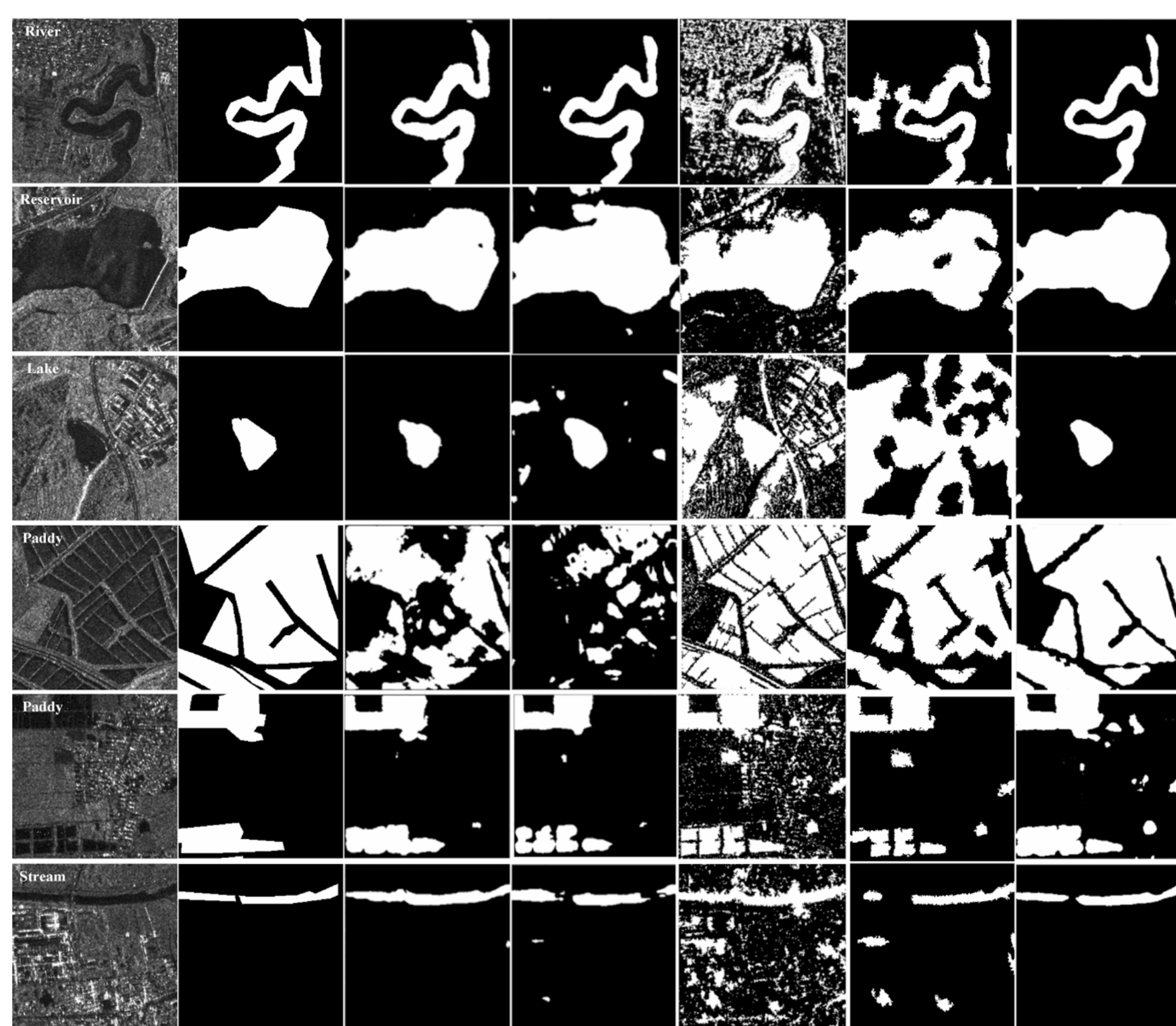
◆ 高斯杂波截断

为了减少斑点噪声、岸和建筑物等高强度离群值的影响，设计了一种自适应截断阈值。根据截断的水杂波，高斯建模的水参数（平均值 μ 和标准偏差 σ ）更准确。像素间的欧式距离是基于 μ 和 σ 计算的。获得“距离”图像后，利用Otsu进行粗粒度分割以去除高强度离群值。

◆ 多尺度特征增强

为了消除阴影，设计了一种多尺度特征增强处理。特征增强扩大了阴影和水之间的“距离”差异。此时，利用Otsu可以较容易地分辨水和阴影。

实验结果

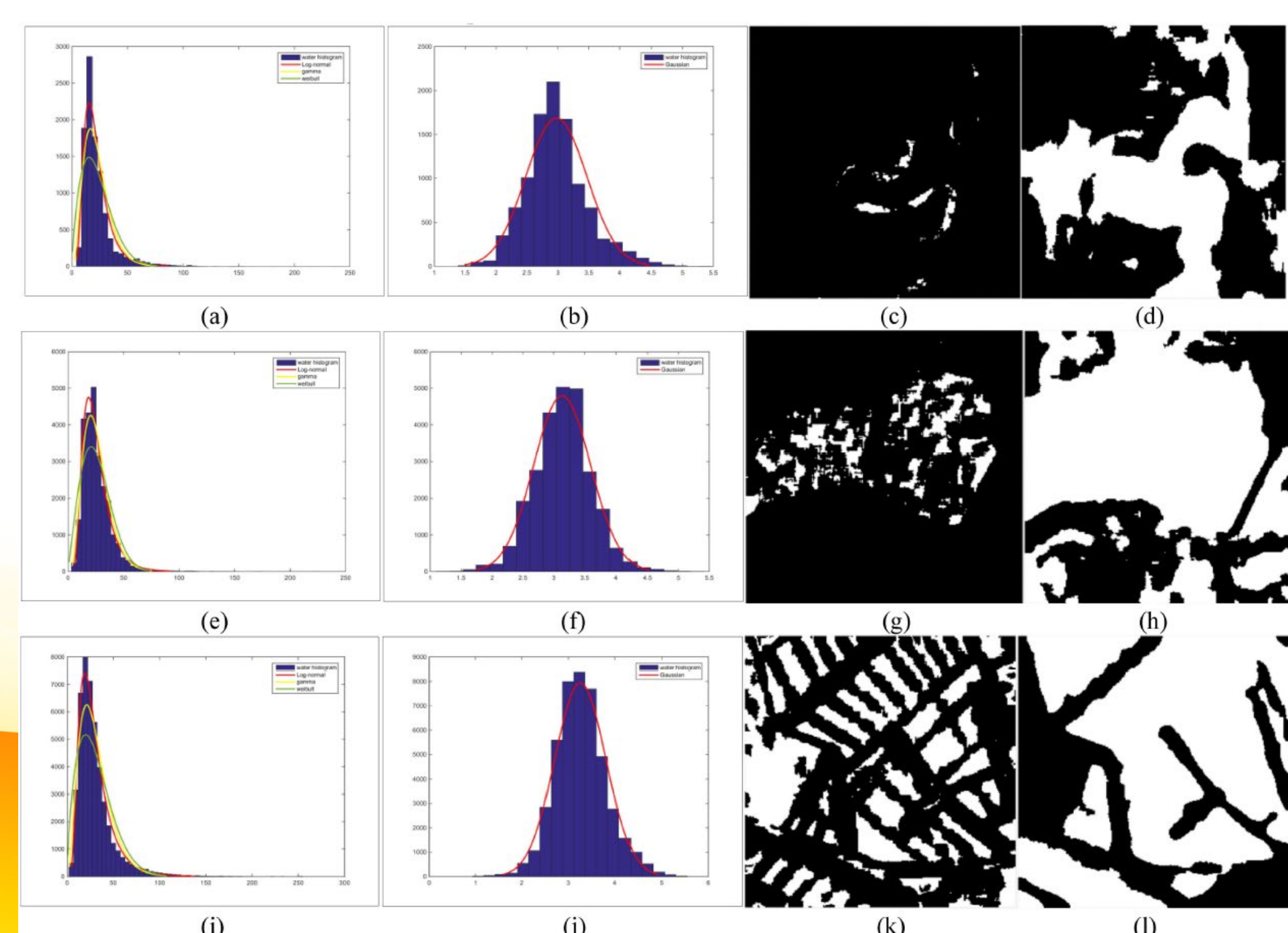


(a)SAR图像 (b)水体标签 (c)U-net (d)DeepLabv3+ (e)Otsu (f)MISP-GGD (g)TGCFeWD (ours)

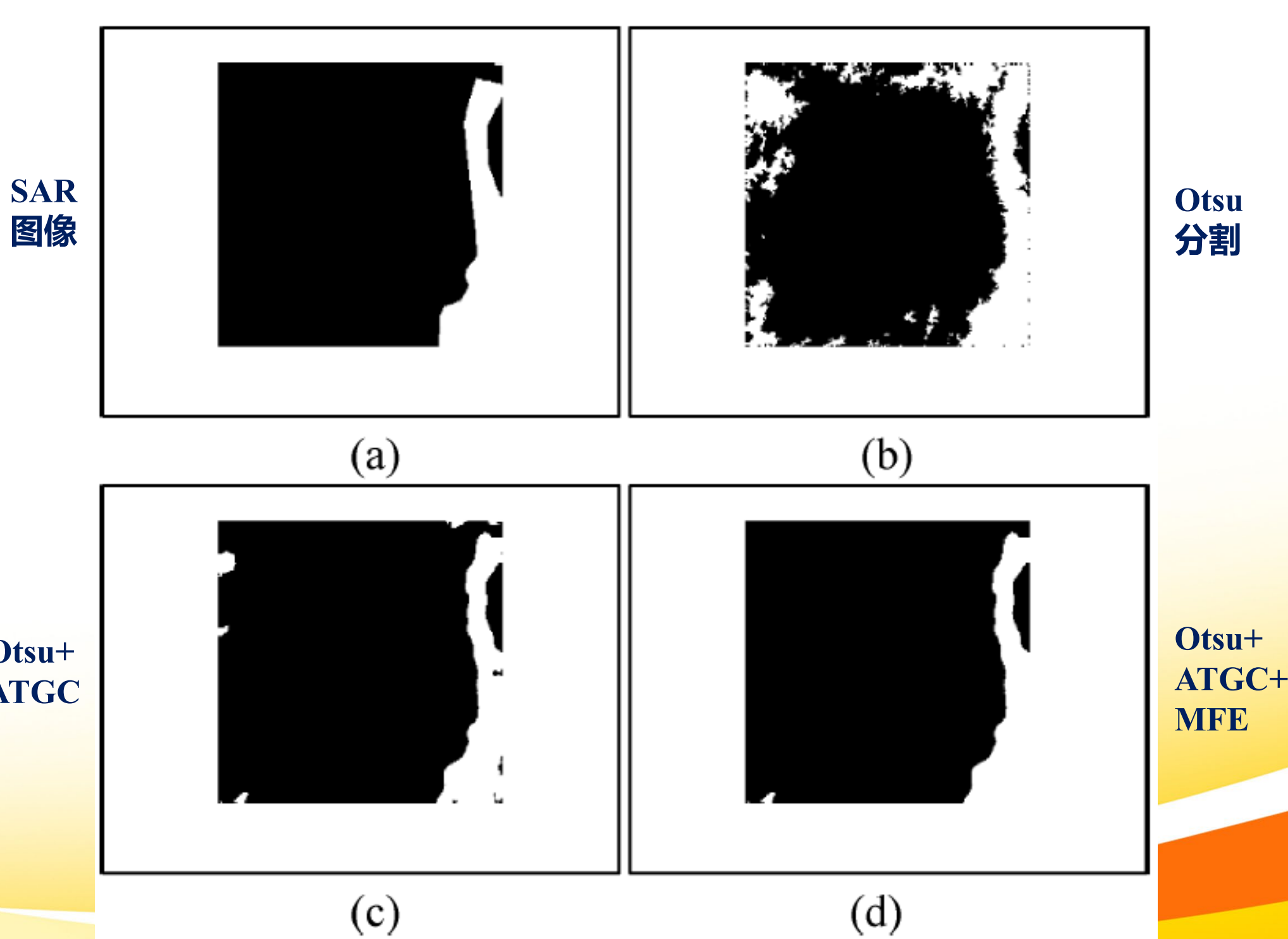
Method	Ac	F1	mIoU	Type
U-net	0.951	0.854	0.829	River
DeepLabv3+	0.934	0.816	0.798	
Otsu	0.854	0.117	0.062	
MISP-GGD	0.907	0.746	0.594	
TGCFeWD	0.941	0.847	0.813	
U-net	0.958	0.906	0.889	Reservoir
DeepLabv3+	0.945	0.862	0.846	
Otsu	0.864	0.823	0.785	
MISP-GGD	0.938	0.846	0.837	
TGCFeWD	0.963	0.876	0.852	
U-net	0.986	0.92	0.893	Lake
DeepLabv3+	0.955	0.892	0.91	
Otsu	0.828	0.36	0.22	
MISP-GGD	0.491	0.166	0.091	
TGCFeWD	0.92	0.833	0.816	
U-net	0.859	0.762	0.725	Paddy
DeepLabv3+	0.83	0.736	0.693	
Otsu	0.641	0.461	0.443	
MISP-GGD	0.824	0.702	0.626	
TGCFeWD	0.864	0.743	0.705	
U-net	0.966	0.872	0.845	Stream
DeepLabv3+	0.938	0.85	0.826	
Otsu	0.884	0.433	0.277	
MISP-GGD	0.916	0.631	0.461	
TGCFeWD	0.941	0.863	0.829	
U-net	0.946	0.859	0.839	All data
DeepLabv3+	0.935	0.842	0.821	
Otsu	0.796	0.558	0.415	
MISP-GGD	0.835	0.788	0.736	
TGCFeWD	0.924	0.824	0.801	

TGCFeWD的检测结果优于传统方法，部分场景优于U-net和DeepLabv3+。基于朴素高斯杂波截断和特征增强，该方法适用于多种类型水体检测。

建模对比



TGCFeWD主要假设是水像素服从（近似）对数正态（或对数运算后的高斯）分布。对于河流、水库和水稻等一些典型水体的直方图统计，对数正态分布比Gamma和Weibull分布更适合。



TGCFeWD主要是由自适应截断高斯杂波（ATGC）和特征增强（MFE）两阶段构成，上图显示了二者结合的有效性。