

高地·慧眼-ATRNet 数据集

2025 年第 1 期 ATRNet-STAR-1.0 使用说明

ATRNet-STAR-1.0 数据集包括了 ATRBench 中的 7 个实验设置，包括 8 位地距幅度图像（见 Ground\_Range\Amplitude\_8bit）、32 位复数图像（不配对，见 Slant\_Range\Complex\_Float）和 32 位复数图像（全极化配对，见 Slant\_Range\Complex\_Float\_Quad）。具体采集条件见下表，ATRBench 相关代码见 GitHub 项目主页 <https://github.com/waterdisappear/ATRNet-STAR>。

表 1 ATRNet-STAR 的开源数据采集参数。采用固定大小的切片和随机偏移对目标进行分割，以研究目标特征，并力求在不同的采集条件下实现鲁棒的识别。采集过程中改变了城市和工厂场景中的目标位置，并多次在工厂场景中采集数据。然而，有些目标由于严重遮挡而无法标记。

场景	目标类别	平台	体制	波段	分辨率 (m)	极化	擦地角	方位角间隔	切片大小	图像数量
城市	40	机载	条带	X	0.12~0.15	全极化	15, 30, 45, 60	5	128	83,465
工厂	40	机载	条带	X/Ku	0.12~0.15	全极化	15, 30, 45, 60	30	128	63,597
沙地	40	机载	条带	X/Ku	0.12~0.15	全极化	15, 30, 45, 60	30	128	30,720
林地	11	机载	条带	X/Ku	0.12~0.15	全极化	15, 30, 45, 60	30	128	8,094
裸土	11	机载	条带	X/Ku	0.12~0.15	全极化	15, 30, 45, 60	30	128	8,448

表 2 基于 ATRNet-STAR 的 ATRBench 的 SOC 和 EOC 设置。SOC 中的成像条件是相似的，而 EOC 则考虑单一成像条件的变化。简单场景为沙地和裸土，复杂场景为城市、工厂和林地。地距图像和斜距图像的单独标注导致它们的标注数量并不完全对应。

设置	划分	类别数量	场景	擦地角	方位角	波段	极化	地距图数量	斜距图 (不配对) 数量	斜距图 (配对) 数量
SOC-40	训练	40	所有	15, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	全极化	68,091	67,780	17,003
	测试	40	所有	15, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	全极化	29,284	29,169	7,243
SOC-50	训练	50	所有	15, 17, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	全极化	18,071	18,071	-
	测试	50	所有	15, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	全极化	17,603	17,613	-

EOC-Scene	训练	40	简单	15, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	全极化	19,584	19,584	4,896
	测试	40	复杂	15, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	全极化	77,791	77,365	19,350
EOC-Depression	训练	40	所有	15	0~360	X/Ku	全极化	24,361	22,206	5,557
	测试	40	所有	30, 45, 60	0~360	X/Ku	全极化	73,014	74,743	18,689
EOC-Azimuth	训练	40	所有	15, 30, 45, 60	0~60	X/Ku	全极化	18,636	18,592	4,650
	测试	40	所有	15, 30, 45, 60	60~360	X/Ku	全极化	78,739	78,357	19,596
EOC-Band	训练	40	除城市外	15, 30, 45, 60	0~360	X	全极化	27,711	27,653	6,918
	测试	40	除城市外	15, 30, 45, 60	0~360	Ku	全极化	27,763	27,732	6,935
EOC-Polarization	训练	40	所有	15, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	HH	24,361	24,246	-
	测试	40	所有	15, 30, 45, 60	0~360	X/Ku	其他	73,014	72,703	-

### 开源状态

本次开源数据集主要包括两种数据集样式地距幅度 8 位数据和复数斜距 float 数据。每个压缩包里面包括了 7 种实验设置划分好的训练集和测试集，例如，实验设置（SOC-40）→训练集和测试集（train）→目标类型（Buick\_Excelle\_GT）→图像文件和标注 xml（以波段\_极化\_擦地角\_目标方位角\_编号命名），其中 SOC-40 的训练集和测试集合并即为 ATRNet-STAR 本次开源的数据。同时，为了便于检测任务使用，额外提供了 COCO 格式的转换代码和结果。

表 3 xml 记录信息。

字段			实例
filename	文件名		KU_HH_15_0_253993.tif
image	height	图像高度	128
	width	图像宽度	128

字段			实例
	depth	位深	1
	format	格式	ground_range_uint8
	range_dimension	距离维对应	1_height
	cross_range_dimension	方位维对应	2_width
object	target_id	目标编号	13
	class	大类	Car
	subclass	子类	Medium_SUV
	type	型号	Changfeng_Cheetah_CFA6473C
	length	目标尺寸	4.8m
	width		1.79m
	height		1.88m
	xmin	目标位置	25
	xmax		65
	ymin		26
	ymax		69
scene	scene_name	场景名字	sandstone
sensor	platform	平台	airborne
	airborne	成像模式	条带
	band	波段	KU
	polarization	极化	HH
	range_resolution	距离维分辨率	0.15m
	cross_range_resolution	方位维分辨率	0.15m
	depression_angle	擦地角	15°

字段			实例
	target_azimuth_angle	目标方位角	0°

采集流程

从成像、标注和产品三个方面介绍该数据集数据采集流程。

**成像**—基于利用无人机（UAV）平台携带传感器设备并收集数据。两个天线获取 X 波段和 Ku 波段的全极化雷达回波。此外，定位和定向系统（POS）设备提供全球定位系统（GPS）和惯性测量单元（IMU）信息，用于运动补偿。经过成像处理后，得到了斜距复图像。根据斜距幅度图像和 POS 信息，经过地面投影获得地距数据。

**标注**—根据光学参考图像和部署记录，使用矩形框标签标注目标类别和坐标。由于重点放在单个目标特征上，所有目标在放置过程中都保持了指定距离。除采集车辆外，场景中的其他车辆标记为“其他”。标记完成后，分割获取目标切片并添加随机偏移。

**产品**—提供两种坐标系下的的数据产品。斜测数据的距离维为视线方向，提供原始浮点复数数据。地测图像为投影到地面真实距离，并经过非线性量化处理的图像。相应的注释文件包括基本图像信息以及目标、场景和传感器参数。

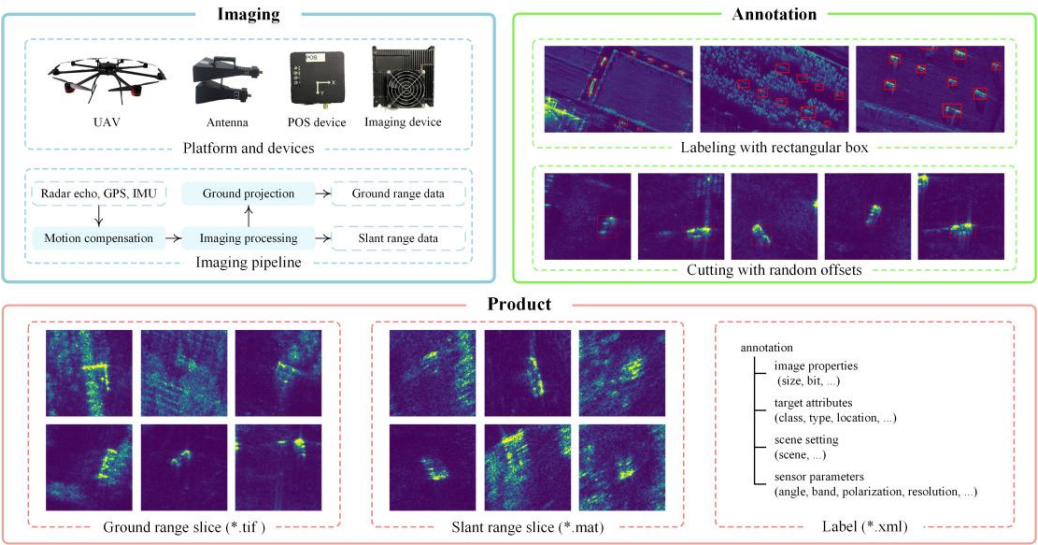
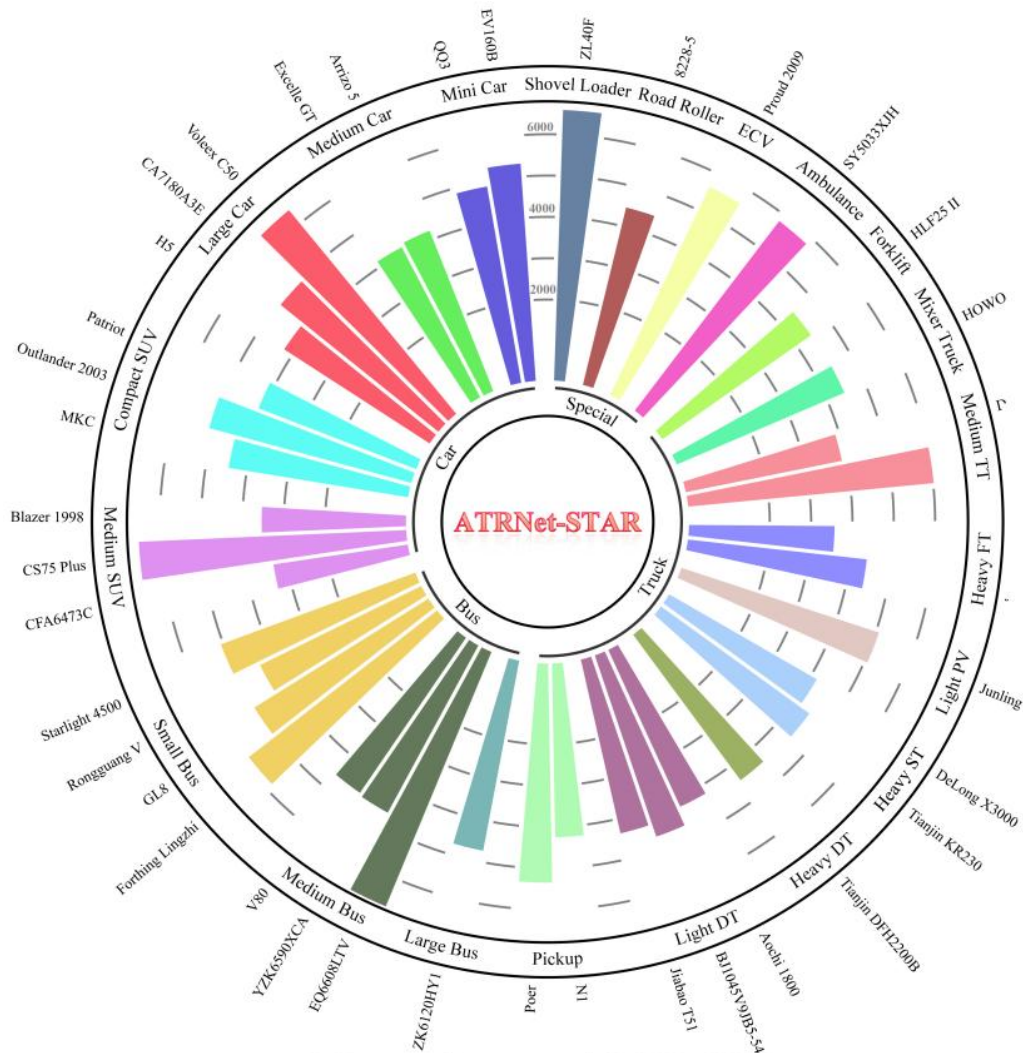


图 1 数据采集流程。通过标注和分割来建立带有相应元数据信息的目标切片。斜距的复数数据的距离维在视线方向上，这会导致目标形状在该维度上发生投影变形。因此，还提供地面投影后的地距图像。

目标类型

在创建大规模细粒度数据集时，分类系统至关重要。受 MSTAR 军事分类系统和 FUSAR-Ship 船舶分类系统的启发，该数据集分级分类系统（class 类别→subclass→子类 type）参照中国和欧洲车辆分类标准，根据车辆的用途、结构、尺寸和质量确定。首先根据车辆的不同用途确定 4 类别，如载客（轿车和公共汽车）、载货（卡车）和特殊用途（特种车），将两用皮卡归入卡车。然后，该系统根据结构、尺寸和质量规格进一步扩展为 21 个子类，例如，轿车基于尺寸和载客量，

卡车取决于长度、质量和特殊结构。最后，收集了带有尺寸信息的 40 种车辆型号（如微型车中不同生产商和品牌的 EV160B 和 QQ3），对具体车辆型号尺寸、采集位置和角度进行了测量和记录。这种分层架构提高了数据采集流程的标准化程度，并支持模块化扩展数据集。



(a) Taxonomic system of ATRNet-STAR

图 2 ATRNet-STAR 的分类分级系统

如图 2 所示，对于民用车辆，分类标准以中国和欧洲的车辆分类标准为基础，根据车辆的用途、结构、尺寸和质量。涵盖 4 个类别、21 个子类别和 40 种类型。对这 40 种车辆类型的样本直方图分布进行了展示，该数据集样本充足且均衡，可满足各种研究需要。

而图 3 所示可以看到，SAR 图像中车辆之间的明显区别在于尺寸和结构造成的散射特征变化。因此，根据车辆的尺寸和结构对其进行分类。它们的尺寸（长\*宽\*高 length \* width \* height）测量值以米（m）为单位。



SAR Imagery	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Original Object										
	Mini Car Hawtai EV160B	Mini Car Chery QQ3	Medium Car Chery Arrizo 5	Medium Car Buick Excelle GT	Large Car Great Wall Voleex C50	Large Car Hongqi CA7180A3E	Large Car Hongqi H5	Compact SUV Jeep Patriot	Compact SUV Mitsubishi Outlander 2003	Compact SUV Lincoln MKC
Size (m)	3.52*1.57*1.49	3.56*1.49*1.53	4.57*1.82*1.48	4.58*1.79*1.46	4.67*1.77*1.45	4.79*1.81*1.42	4.98*1.87*1.47	4.42*1.76*1.64	4.55*1.75*1.62	4.55*1.86*1.65
SAR imagery	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Original Object										
	Medium SUV Chevrolet Blazer 1998	Medium SUV Chang'an CS75 Plus	Medium SUV Changfeng Cheetah CFA6473C	Small Bus Chang'an Starlight 4500	Small Bus Wuling Rongguang V	Small Bus Buick GL8	Small Bus Dongfeng Forthing Lingzhi	Medium Bus MAXUS V80	Medium Bus Yangzi YZK6590XCA	Medium Bus Dongfeng EQ6608LTV
Size (m)	4.65*1.72*1.63	4.67*1.85*1.70	4.80*1.79*1.88	4.39*1.65*1.93	4.41*1.66*1.85	5.10*1.84*1.72	5.13*1.72*1.96	5.70*2.38*2.55	5.95*2.02*2.70	5.99*2.25*2.83
SAR imagery	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Original Object										
	Large Bus Yutong ZK6120HY1	Pickup Great Wall Poer	Pickup Huanghai N1	Light DT FAW Jiabao T51	Light DT Foton BJ1045V9JB5-54	Light DT WAW Aochi 1800	Heavy DT Dongfeng Tianjin DFH2200B	Heavy ST Dongfeng Tianjin KR230	Heavy ST SHACMAN DeLong X3000	Light PV JAC Junling
Size (m)	11.67*2.50*3.69	5.60*1.88*1.88	5.35*1.79*1.73	3.99*1.51*1.85	5.44*1.92*2.18	5.99*2.20*2.44	7.47*2.35*2.73	9.00*2.55*3.77	16.85*2.49*3.98	5.45*1.91*2.83
SAR imagery	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Original Object										
	Heavy FT FAW J6P	Heavy FT SHACMAN DeLong M3000	Medium TT WAW Aochi Hongnui	Medium TT Dongfeng Duolika	Mixer Truck CNHTC HOWO	Forklift Hyundai HLF25 II	Ambulance JINBEI SY5033XJH	ECV Lveco Proud 2009	Road Roller Changlin 8228-5	Shovel Loader SDLG ZL40F
Size (m)	9.00*2.50*2.85	15.20*3.00*3.65	6.50*1.88*2.30	7.10*2.10*2.40	9.75*2.49*3.95	2.25*1.06*2.13	5.07*1.69*1.93	4.90*2.00*2.50	6.46*2.41*3.33	6.84*2.7*3.24

图 3 ATRNet-STAR 中 40 车的示例图像、类别、类型和尺寸

## 场景信息

以前的目标数据集大多是在草地等开放场景中采集的，侧重于目标特征，缺乏明显的背景干扰。因此，我们讨论了困难场景和简单场景。图中城市和工厂有不同的遮挡程度和其他强散射目标，如建筑物和路边树木。林地中茂密的树木会削弱目标散射或增加非目标散射的强度。裸土和沙地是干净的背景，但沙地偶尔也会有强散射背景点。这些干扰对目标特征的影响更大，更符合现实世界中具有挑战的识别任务。

如图 4 目前大多数 SAR 目标分类数据集都是在简单场景中收集的。(a) MSTAR 是在背景干净的平坦草地场景中采集的，目标与背景之间存在伪相关性。而 (b) ATRNet-STAR 在不同场景的不同位置下采集的样本。从图 (b) 中可以明显看出，同一目标在同一成像角度下会因场景不同而产生明显的特征变化。例如，目标前后较高的其他物体会造成遮挡和分层，降低反射能量，增加非目标散射。此外，复杂场景中的目标阴影也不像 MSTAR 数据那样明显。(c) 遮挡和停留 Occlusion and layover。与没有干扰物体的裸土场景相比，工厂和林地场景显示出遮挡和停留现象。遮挡和停留是目标、干扰和成像几何的综合结果，前者中干扰物体的阴影可能会遮挡目标，而后者中的树木可能会增加非目标散射。我

我们以各场景中同一角度的单一目标 demo 来说明这一问题，这些统计数据来自一辆长安 CSCS75 Plus SUV( 车辆 12)在 3 个场景的地距图像中的不同图像角度。

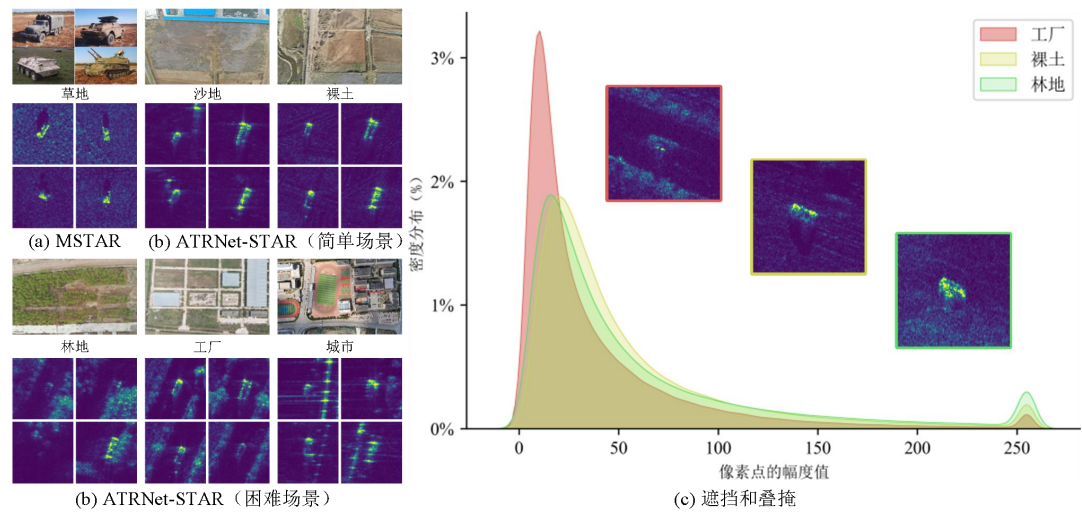


图 4 不同场景对 SAR 图像中目标特征的影响

### 传感器信息

常见的传感器条件是擦地角和方位角的变化，该数据集采集了不同角度的目标样本。与 MSTAR 相比，该数据集提供了不同擦地角下的均衡样本，包括所有目标类型。然而，由于条带成像的限制，方位角在大多数场景中的密度不如 MSTAR。此外，还提供了不同极化和波段的数据，以研究它们对 SAR 目标特征的影响。在采集过程中同时从卫星上收集一些数据，以研究平台和分辨率。

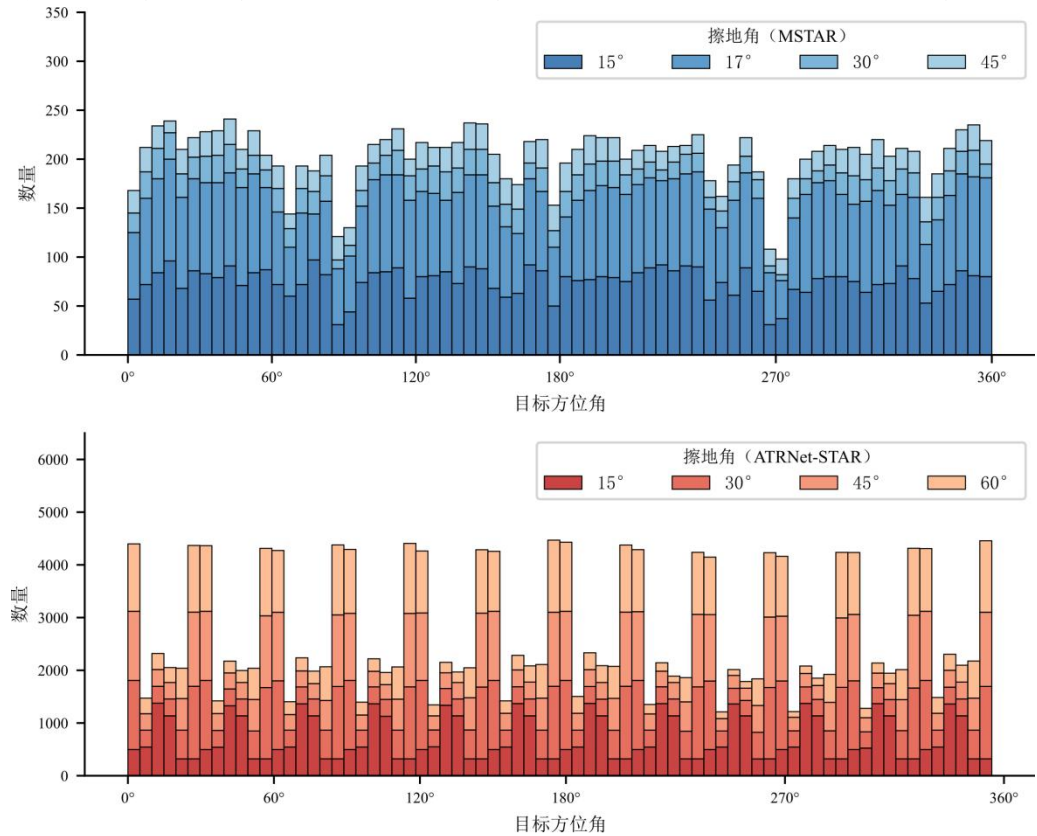


图 5 (a) MSTAR 和 (b) ATRNet-STAR 的采集角度分布情况。MSTAR 数据集主要公开

了  $17^\circ$  和  $15^\circ$  下的目标样本，大多数目标类别的角度不完整，而 ATRNet-STAR 数据集为所有目标提供了平衡而全面的角度。不过，由于条带成像的原因，目标方位角的采样间隔较为稀疏。

其他具体详情可见 GitHub 主页 <https://github.com/waterdisappear/ATRNet-STAR> 的论文原文以及翻译中文稿链接。