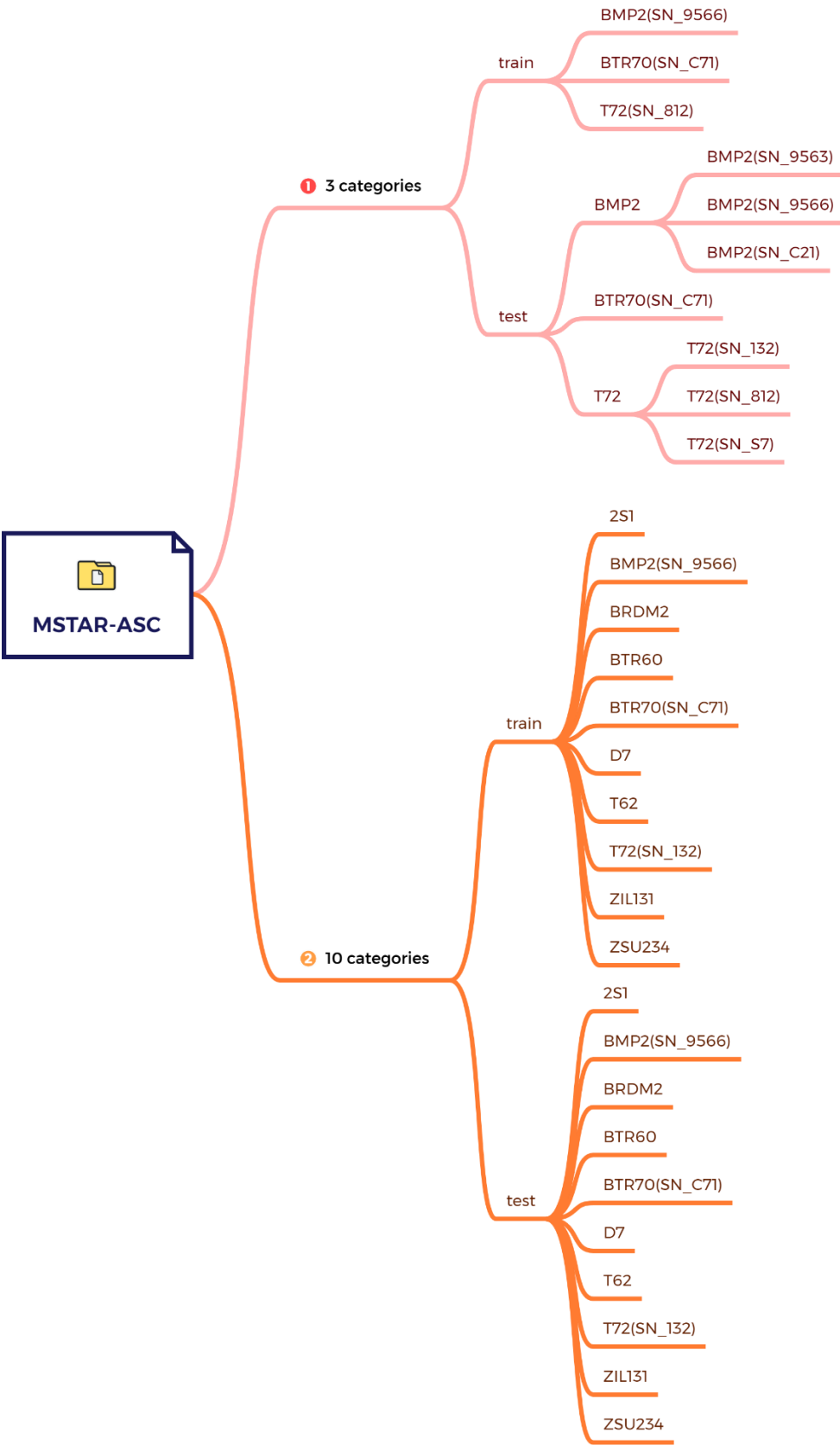


File path



Description of the files

Each target contains 4 folders: () (Each folder contains N files with the same filename as the original SAR chip [1], representing N SAR images of the same target with different azimuths.)

1. ASCM_FEATURE

File type: .mat file

Contents: ASCM_feature matrix, the size is $8 \times N_{ASC}$, N_{ASC} is the number of the extracted attributed scattering centers. 8 rows are eight parameters of a extracted ASC.

	1	2	3	4	5
1	475.1661	511.8209	415.1195	398.4049	284.9318
2	0.6171	-0.7658	-3.0671	-3.0935	1.3283
3	-2.5900	-0.5500	-1.4500	-2.1100	1.2500
4	1.3100	-0.4300	3.3500	0.7100	-2.7100
5	1	0	0	0	1
6	1.0000e-11	1.0000e-11	1.0000e-11	1.0000e-11	1.0000e-11
7	0.1500	0.1300	0.2300	0.1300	0.2300
8	0.0056	-0.0020	0.0066	-0.0020	0.0086

Figure 1. Example of an ASCM_feature matrix contained in a single file in the folder named ASCM_FEATURE

8 rows are: $abs(A)$, $angle(A)$, x , y , α , γ , L , $\bar{\varphi}$, respectively.

2. original_img

File type: .jpeg file

Contents: Raw SAR images that have been de-zero and de-widow in the original MSTAR dataset, See Table 1 and Table 2 for the detailed image size.

3. reconstruct_img

File type: .jpeg file







Contents: Reconstructed SAR image based on extracted ASCM_feature parameters, with de-zero and de-window, See Table 1 and Table 2 for the detailed image size.

4. scattering field

File type: .mat file

Contents: phdata_org, complex double matrix, frequency domain data converted from original SAR data after de-zero and de-window. The size is $m \times n$, row m is the frequency dimension, column n is the azimuth dimension. The phdata_org can be used as the input of the sparse representation method in frequency domain.

Table 1. Six type of scattering center

Type	Icon	Distributed/Local	L	α
Plate		Distributed	l	0
Dihedral		Distributed	l	1
Trihedral		Local	0	1
Cylinder		Distributed	l	1/2
Tophat		Local	0	1/2
Sphere		Local	0	0

* In practice, when the parameter L in the extracted ASCM_feature is less than a threshold, it is determined as Local

Data set details

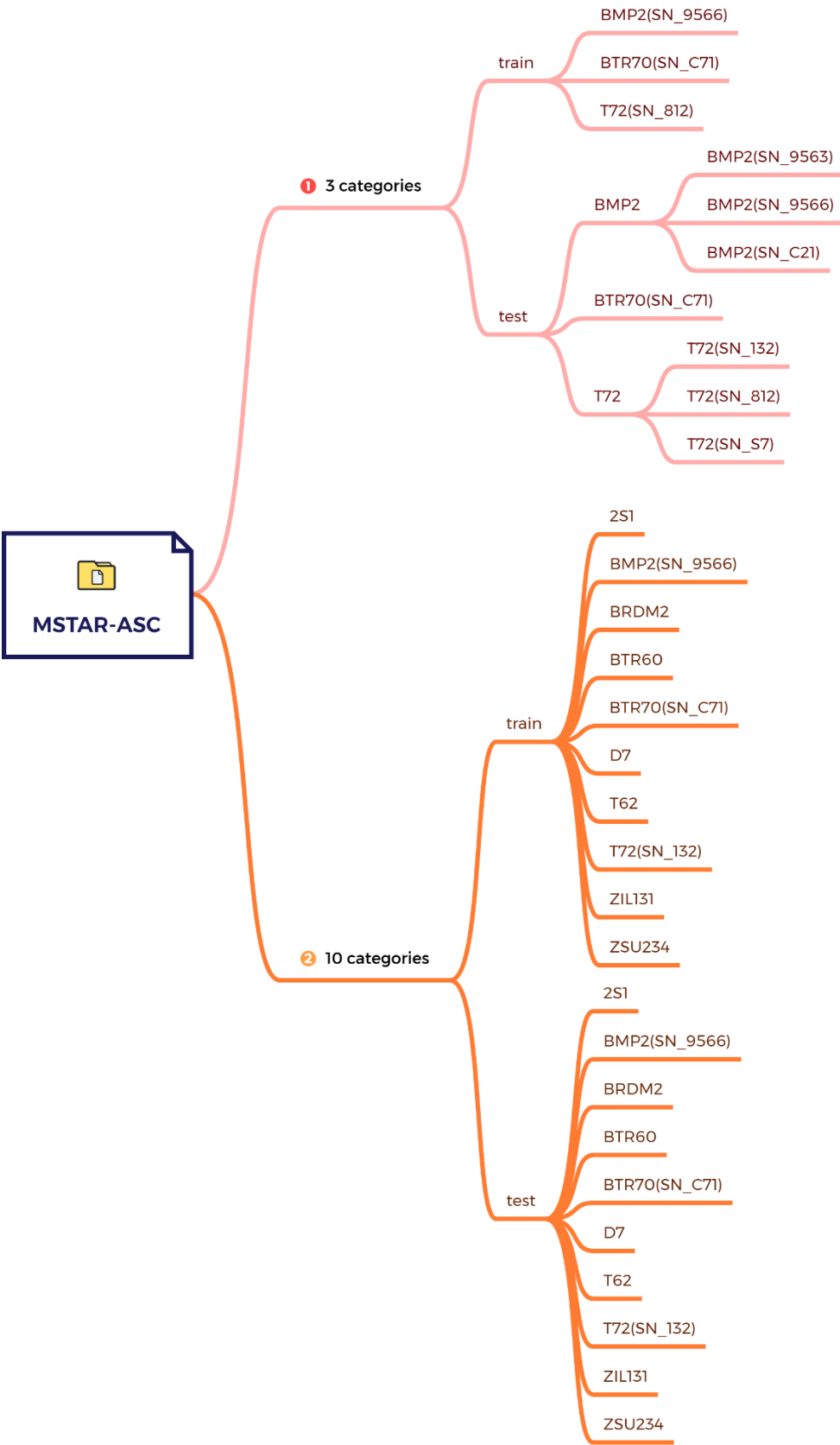
Table 2. data set details of 10 categories classification

Train (17°)		Test (15°)		Image size		
Target	Num	Target	Num	Origin	De-zero -window	Zeros
2S1	299	2S1	274	158*158	105*105	53, 53
BMP2(SN_9566)	232	BMP2(SN_9566)	196	128*128	85*85	43, 43
BRDM2	298	BRDM2	274	129*128	85*86	43, 43
BTR60	256	BTR60	195	128*128	85*85	43, 43
BTR70(SN_C71)	233	BTR70(SN_C71)	196	128*128	85*85	43, 43
D7	299	D7	274	178*177	118*118	60, 59
T62	299	T62	273	173*172	115*115	58, 58
T72(SN_132)	232	T72(SN_132)	196	128*128	85*85	43, 43
ZIL131	299	ZIL131	274	193*192	128*128	65, 64
ZSU23/4	299	ZSU23/4	274	158*158	105*105	53, 53
-	2746	-	2426	128*128	-	

Table 3. data set details of 3 categories classification

Train (17°)		Test (15°)		Image size		
Target	Num	Target	Num	Origin	De-zero -window	Zeros
T72(SN_812)	231	T72(SN_132)	196	128*128	85*85	43, 43
BTR70(SN_C71)	233	T72(SN_812)	195	128*128	85*85	43, 43
BMP2(SN_9566)	232	T72(SN_S7)	191	128*128	85*85	43, 43
		BTR70(SN_C71)	196	128*128	85*85	43, 43
		BMP2(SN_9563)	195	128*128	85*85	43, 43
		BMP2(SN_9566)	196	128*128	85*85	43, 43
		BMP2(SN_C21)	196	128*128	85*85	43, 43
-	696	-	1365			

文件路径



文件说明

每个目标下包含 4 个文件夹：（每个文件夹下均有 N 个文件，文件名与原始 SAR chip 的文件名一致，代表同一目标不同方位角的 SAR 图像）

1. ASCM_FEATURE

文件类型：mat 文件

文件内容：ASCM_feature 矩阵，尺寸为 $8 \times N_{ASC}$ ， N_{ASC} 列是该 SAR 图像中目标提取出的散射中心个数，8 行是提取出的 8 个参数

	1	2	3	4	5
1	475.1661	511.8209	415.1195	398.4049	284.9318
2	0.6171	-0.7658	-3.0671	-3.0935	1.3283
3	-2.5900	-0.5500	-1.4500	-2.1100	1.2500
4	1.3100	-0.4300	3.3500	0.7100	-2.7100
5	1	0	0	0	1
6	1.0000e-11	1.0000e-11	1.0000e-11	1.0000e-11	1.0000e-11
7	0.1500	0.1300	0.2300	0.1300	0.2300
8	0.0056	-0.0020	0.0066	-0.0020	0.0086

图 1. ASCM_FEATURE 文件夹下单个文件中包含的 ASCM_feature 矩阵示例

8 列依次代表： $abs(A)$ ， $angle(A)$ ， x ， y ， α ， γ ， L ， $\bar{\varphi}$

2. original_img

文件类型：jpeg 文件

文件内容：已经进行过去零去窗的原始 MSTAR 数据集中的 SAR 图像，图像尺寸比原始尺寸小，具体尺寸见表

3. reconstruct_img

文件类型：jpeg 文件

文件内容：基于提取的 ASCM_feature 参数，重构的 SAR 图像，已经去零去窗，图像尺寸比原始尺寸小，具体尺寸见表







4. scattering field

文件类型：mat 文件

文件内容：phdata_org 矩阵，复数矩阵，经过过去零去窗的 SAR 图像数据转换到频率域的数据，尺寸为 $m \times n$ ，行 m 是频率维，列 n 是方位维。可以直接用作频率域稀疏表示的 ASC 参数提取方法的输入

2. 散射体类型判别：

表 1. 六种散射体类型

散射体类型	图形	分布/局部	L	α
Plate		Distributed	l	0
Dihedral		Distributed	l	1
Trihedral		Local	0	1
Cylinder		Distributed	l	1/2
Tophat		Local	0	1/2
Sphere		Local	0	0

*实际应用中，当提取的 ASCM_feature 中 L 参数小于一个阈值，则判定为 Local

数据集构成

表 2.10 分类数据集的数据集构成

训练集 (17°)		测试集 (15°)		图片尺寸		
类型	数量	类型	数量	原始	去零去窗	补零
2S1	299	2S1	274	158*158	105*105	53, 53
BMP2(SN_9566)	232	BMP2(SN_9566)	196	128*128	85*85	43, 43
BRDM2	298	BRDM2	274	129*128	85*86	43, 43
BTR60	256	BTR60	195	128*128	85*85	43, 43
BTR70(SN_C71)	233	BTR70(SN_C71)	196	128*128	85*85	43, 43
D7	299	D7	274	178*177	118*118	60, 59
T62	299	T62	273	173*172	115*115	58, 58
T72(SN_132)	232	T72(SN_132)	196	128*128	85*85	43, 43
ZIL131	299	ZIL131	274	193*192	128*128	65, 64
ZSU23/4	299	ZSU23/4	274	158*158	105*105	53, 53
-	2746	-	2426	128*128	-	

表 3.3 分类数据集的数据集构成

训练集 (17°)		测试集 (15°)		图片尺寸		
类型	数量	类型	数量	原始	去零去窗	补零
T72(SN_812)	231	T72(SN_132)	196	128*128	85*85	43, 43
BTR70(SN_C71)	233	T72(SN_812)	195	128*128	85*85	43, 43
BMP2(SN_9566)	232	T72(SN_S7)	191	128*128	85*85	43, 43
		BTR70(SN_C71)	196	128*128	85*85	43, 43
		BMP2(SN_9563)	195	128*128	85*85	43, 43
		BMP2(SN_9566)	196	128*128	85*85	43, 43
		BMP2(SN_C21)	196	128*128	85*85	43, 43
-	696	-	1365			

初步应用验证

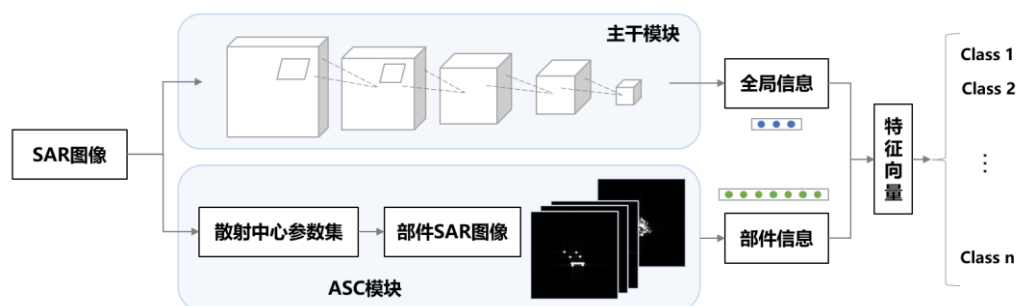


图 2. 融合 ASC 提取特征的 SAR 图像分类（基于 MSTAR-ASC 数据集）

针对同类目标不同型号变体这一扩展操作条件进行测试。训练集为 17°俯仰角下三类目标 T72、BTR70、BMP2 单种型号的图像，而测试集则另外包含了 15°俯仰角下采集的两种 T72 变体型号和两种 BMP2 变体型号。

表 4. EOC 条件下的三类七型数据集

训练集 (17°)		测试集 (15°)	
类型	数量	类型	数量
T72(SN_812)	231	T72(SN_132)	196
BTR70(SN_C71)	233	T72(SN_812)	195
BMP2(SN_9566)	232	T72(SN_S7)	191
		BTR70(SN_C71)	196
		BMP2(SN_9563)	195
		BMP2(SN_9566)	196
		BMP2(SN_C21)	196
-	696	-	1365

在本方法构建的数据集中，每个样本应当包括一张原始 SAR 图像和一张组合部件 SAR 图像和六张不同类别（见表 1）部件 SAR 图像。

考察融入散射特性对网络的性能是否有提升效果、全局信息与部件信息的结合能否带来正向反馈，进行消融实验，给出了分类正确概率（PCC）的结果。

表 5. 消融实验结果

主干模块	ASC 模块	PCC
√	×	0.8270
×	√	0.1436
√	√	0.9179

实验未对网络超参数和训练策略进行大量尝试，因此表中所列 PCC 不代表对应模型所能达到的最佳性能。

当仅使用主干模块即 AconvNet 结构进行目标分类时，验证集准确率可以收敛至 0.9855，但在含有目标变体型号的测试集上表现不佳。按照模型的设计，如

果仅使用 ASC 模块，模型只有全连接和 Softmax 两层线性网络，其完全没有提取到有用的特征。图 5 中，左列子图显示了 AConvNet 在 696 张“三类三型”图片上训练的迭代过程、对 1365 张“三类七型”图片预测的混淆矩阵，以及对其特征向量在三维空间的可视化，右列则为融合网络的结果。

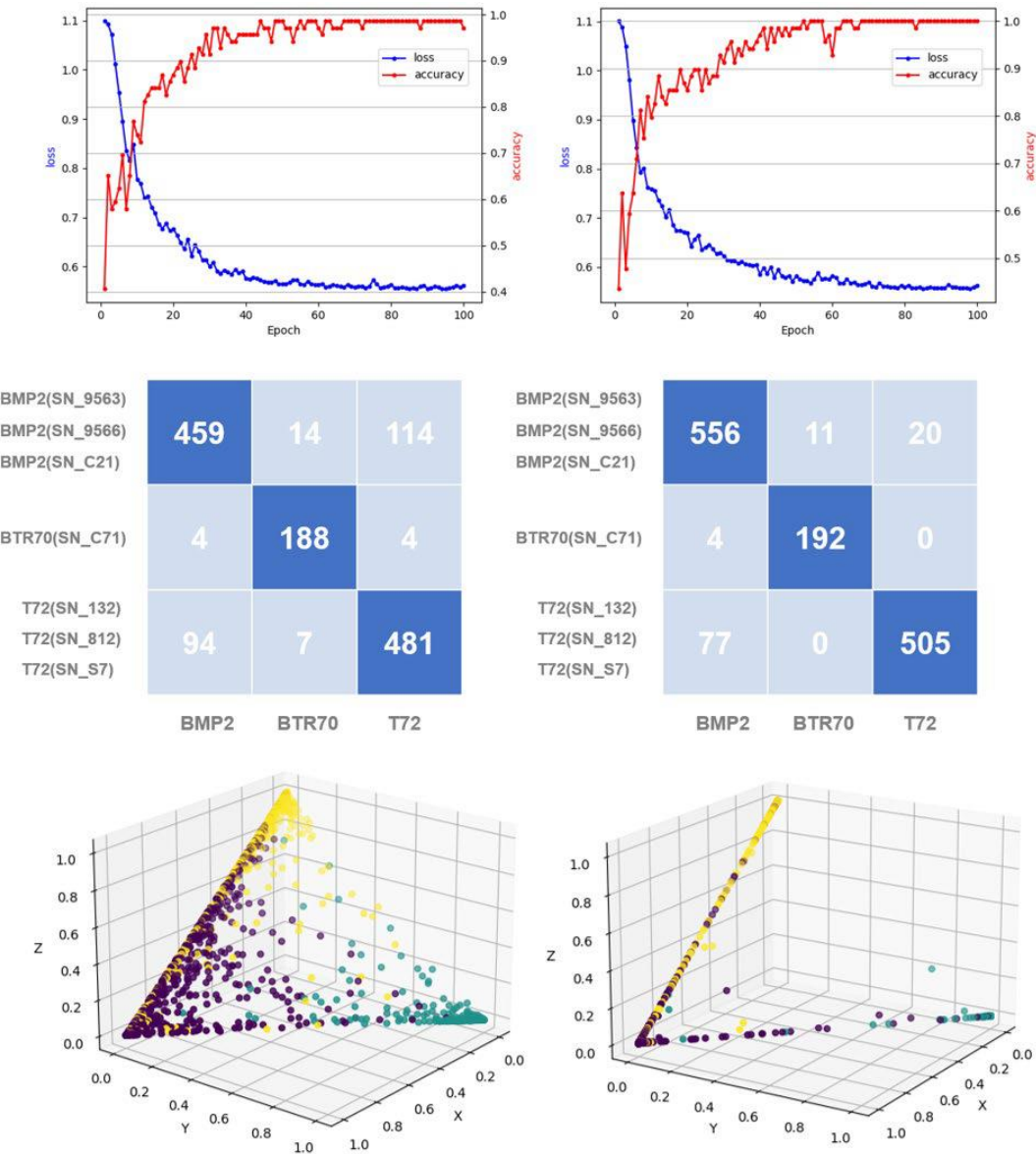


图 3. 模型的迭代曲线(上)、混淆矩阵(中)、特征向量可视化(下)
(左：AConvNet，右：融合网络)

Reference:

[1] MSTAR 原始数据集下载 url, <https://www.sdms.afrl.af.mil/index.php?collection=mstar>