

## A. 文章原理公式及完整实验结果

### A.1 第 2.2 节的优化过程

变量  $\mathbf{M}$  和  $\mathbf{P}$  可以如下交替进行求解：

步骤 1：优化  $\mathbf{M}$  时，固定  $\mathbf{P}$ ，将第 2.2 节 MDC 目标函数（2）转换为：

$$\min_{\mathbf{M}} \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2 \quad (\text{A.1})$$

引入辅助变量  $h_{ik} = (\left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2)^{-1}$  来表示投影空间中  $\mathbf{X}_{MSPE}^i$  与  $\mathbf{M}_k$  之间的距离，因此上式可以表示为：

$$\min_{\mathbf{M}} \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2 = \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2^2 h_{ik} \quad (\text{A.2})$$

计算公式（A.2）对  $\mathbf{M}_k$  的偏导数，可得：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2^2 h_{ik}}{\partial \mathbf{M}_k} \\ &= \sum_{i=1}^n 2(\mathbf{M}_k \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P}) \mathbf{P}^T h_{ik} \\ &= \sum_{i=1}^n 2(\mathbf{M}_k \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P}) \mathbf{P}^T h_{ik} \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

令公式（A.3）为 0，可得出  $\mathbf{M}_k$ ：

$$\mathbf{M}_k = \frac{\sum_{i=1}^N \mathbf{X}_{MSPE}^i h_{ik}}{\sum_{i=1}^N h_{ik}} \quad (\text{A.4})$$

步骤 2：优化  $\mathbf{P}$  时，固定  $\mathbf{M}$ ，将目标函数（2）转换为：

$$\begin{aligned} & \min_{\mathbf{P}} \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2 \\ & + \sigma \sum_{i,j} \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^j \mathbf{P} \right\| \mathbf{W}_{ij} \\ & + \varsigma \left\| \mathbf{P} \right\|_{2,1} \\ & s.t. \mathbf{P}^T \mathbf{P} = \mathbf{I} \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

公式（A.5）可以看作由三部分组成，所以可以将其先拆分成三部分，并逐一分析每个部分的数学含义进行求解：

①第一部分求解：在此通过引入辅助变量  $\tilde{\mathbf{H}}$  和  $\hat{\mathbf{H}}$ ，可得：

$$\begin{aligned}
& \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2 \\
&= \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P} \right\|_2^2 h_{ik} \\
&= \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n (\mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^i{}^T h_{ik} - 2 \mathbf{M}_k \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^i{}^T h_{ik} + \mathbf{M}_k \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{M}_k{}^T h_{ik}) \\
&= \sum_{i=1}^n \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^i{}^T \left( \sum_{k=1}^c h_{ik} \right) - \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n 2 \mathbf{M}_k \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^i{}^T h_{ik} \\
&\quad + \sum_{k=1}^c \mathbf{M}_k \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{M}_k{}^T \left( \sum_{i=1}^n h_{ik} \right) \\
&\Rightarrow Tr(\mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \tilde{\mathbf{H}}) - Tr(2 \mathbf{M} \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \mathbf{H}) + Tr(\mathbf{M} \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{M}^T \tilde{\mathbf{H}}) \\
&\Rightarrow Tr(\mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \tilde{\mathbf{H}} \mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P}) - Tr(2 \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \mathbf{H} \mathbf{M} \mathbf{P}) + Tr(\mathbf{P}^T \mathbf{M}^T \tilde{\mathbf{H}} \mathbf{M} \mathbf{P}) \tag{A.6}
\end{aligned}$$

② 第二部分求解：在此通过引入辅助变量  $\mathbf{Q} = [q_{ij}]_{n \times n}$ ，其中

$$q_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{2 \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^j \mathbf{P} \right\|_2} & \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^j \mathbf{P} \right\|_2 \neq 0 \\ 0 & \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^j \mathbf{P} \right\|_2 = 0 \end{cases}, \quad q_{ij} \text{ 可以看作是 } \mathbf{W}_{ij} \text{ 增加了一个权重。}$$

$\mathbf{X}_{MSPE}^i$  距离  $\mathbf{X}_{MSPE}^j$  越远则  $\mathbf{W}_{ij}$  越小，进一步降低了它们之间的相似性。如果  $\mathbf{X}_{MSPE}^i$  与  $\mathbf{X}_{MSPE}^j$  重合，则  $\mathbf{W}_{ij}$  是无效的。由此可得：

$$\begin{aligned}
& \mu \sum_{i,j} \left\| \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^j \mathbf{P} \right\|_2^2 \mathbf{W}_{ij} q_{ij} \\
&= \mu \sum_{i,j} (2 \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^i{}^T - 2 \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^j{}^T) \mathbf{W}_{ij} q_{ij} \\
&= 2 \mu \sum_{i,j} (\mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^i{}^T - \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^j{}^T) \mathbf{W}_{ij} q_{ij} \\
&= 2 \mu \sum_i \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^i{}^T \sum_j \mathbf{W}_{ij} q_{ij} - 2 \sum_{i,j} \mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^j{}^T \mathbf{W}_{ij} q_{ij} \\
&= 2 \mu Tr(\mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \mathbf{R}) - 2 \mu Tr(\mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \mathbf{W}) \\
&= 2 \mu Tr(\mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T (\mathbf{R} - \mathbf{W} \otimes \mathbf{Q})) \\
&= 2 \mu Tr(\mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P} \mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \mathbf{L}) \\
&= 2 \mu Tr(\mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}{}^T \mathbf{L} \mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P}) \tag{A.7}
\end{aligned}$$

其中  $\otimes$  代表  $\mathbf{W}$  和  $\mathbf{Q}$  的哈达玛积 (Hadamard)， $\mathbf{L} = \mathbf{R} - \mathbf{W} \otimes \mathbf{Q}$ ， $\mathbf{L}$  是由  $\mathbf{W} \otimes \mathbf{Q}$  求出的拉普拉斯矩阵，由此可得：

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & R_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & R_{NN} \end{bmatrix}, R_{ii} = \sum_j \mathbf{W}_{ij} q_{ij} \tag{A.8}$$

③第三部分求解：

$$\left\| \mathbf{P} \right\|_{2,1} = 2 Tr(\mathbf{P}^T \mathbf{D} \mathbf{P}) \tag{A.9}$$

其中  $\mathbf{D}$  可表示为：

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} D_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & D_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & D_{MM} \end{bmatrix}, D_{ii} = \frac{1}{2\|\mathbf{P}\|_2} \quad (\text{A.10})$$

④最后，整合以上三部分可得：

$$\begin{aligned} & \min_{\mathbf{P}} \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n \|\mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P} - \mathbf{M}_k \mathbf{P}\|_2 + \sigma \sum_{i,j} \|\mathbf{X}_{MSPE}^i \mathbf{P} - \mathbf{X}_{MSPE}^j \mathbf{P}\|_{W_{ij}} + \varsigma \|\mathbf{P}\|_{2,1} \\ & \Leftrightarrow \min_{\mathbf{P}} \text{Tr}(\mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P}) - \text{Tr}(2\mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{M} \mathbf{P}) \\ & \quad + \text{Tr}(\mathbf{P}^T \mathbf{M}^T \mathbf{M} \mathbf{P}) + 2\sigma \text{Tr}(\mathbf{P}^T \mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{L} \mathbf{X}_{MSPE} \mathbf{P}) + 2\varsigma \text{Tr}(\mathbf{P}^T \mathbf{A} \mathbf{P}) \\ & \Leftrightarrow \min_{\mathbf{P}} \text{Tr}(\mathbf{P}^T ((\mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{X}_{MSPE} - 2\mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{M} + \mathbf{M}^T \mathbf{M}) \\ & \quad + 2\sigma \mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{L} \mathbf{X}_{MSPE} + 2\varsigma \mathbf{A})) \mathbf{P}) \\ & \Leftrightarrow \min_{\mathbf{P}} \text{Tr}(\mathbf{P}^T ((\mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{X}_{MSPE} - (\mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{M} + \mathbf{M}^T \mathbf{X}_{MSPE}) + \mathbf{M}^T \mathbf{M}) \\ & \quad + 2\sigma \mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{L} \mathbf{X}_{MSPE} + 2\varsigma \mathbf{A})) \mathbf{P}) \\ & \mathbf{B} = (\mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{X}_{MSPE} - (\mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{M} + \mathbf{M}^T \mathbf{X}_{MSPE}) + \mathbf{M}^T \mathbf{M}) \\ & \quad + 2\sigma \mathbf{X}_{MSPE}^T \mathbf{L} \mathbf{X}_{MSPE} + 2\varsigma \mathbf{A}) \end{aligned} \quad (\text{A.11})$$

显然， $\mathbf{B}$  是一个实对称矩阵。因此，可以根据  $\mathbf{B}$  的特征值分解结果求解  $\mathbf{P}$ ，且所得到的  $\mathbf{P}$  必然是正交的。 $\mathbf{P} \in \mathbb{R}^{2d \times q}$  由特征向量组成，其对应的特征值是  $q$  的非零最小值。 $q$  代表投影空间中变量的个数。当获得最终优化后的变量  $\mathbf{M}$  和  $\mathbf{P}$  后，可根据下式求得第二层样本空间，即由保持降维式聚类模块 MDC 生成的样本空间  $\mathbf{X}_{MDC}$ ：

$$\mathbf{X}_{MDC} = \mathbf{M} \mathbf{P} \quad (\text{A.12})$$

## A.2 第 2.3 节的优化过程

因此，在求解第 2.3 节 DSICM 目标函数 (12) 时，变量  $\Phi$ ， $\mathbf{Q}$  和  $\Theta$  可以如下交替进行求解：

步骤 1：优化  $\Phi$  时，固定  $\mathbf{Q}$  和  $\Theta$ ，将公式 (12) 中的目标函数转换为：

$$\begin{aligned} & \min_{\Phi} \frac{\mathcal{G}}{n^2} \Phi^T (\mathbf{K}_{MDC} \mathbf{Q} \mathbf{1} (\mathbf{K}_{MDC} \mathbf{Q})^T - \mathbf{K}_{MDC} \mathbf{Q} \mathbf{1} (\mathbf{K}_{MDC})^T \\ & \quad - \mathbf{K}_{MSPE} \mathbf{1} \mathbf{Q}^T (\mathbf{K}_{MDC})^T) + \mathbf{K}_{MSPE} \mathbf{1} (\mathbf{K}_{MSPE})^T) \Phi \\ & \quad + \frac{1}{n^2} [\text{Tr}(\Phi^T \mathbf{K}_{MDC} \mathbf{Q} \mathbf{D} (\Phi^T \mathbf{K}_{MDC} \mathbf{Q})^T) \\ & \quad + \text{Tr}(\Phi^T \mathbf{K}_{MSPE} \mathbf{D} (\Phi^T \mathbf{K}_{MSPE})^T) \\ & \quad - 2\text{Tr}(\Phi^T \mathbf{K}_{MDC} \mathbf{Q} \mathbf{W} (\Phi^T \mathbf{K}_{MSPE})^T)] \\ & \text{s.t. } \Phi^T \mathbf{K} \Phi = \mathbf{I} \end{aligned} \quad (\text{A.13})$$

对此可以推导出第  $j$  次迭代列的解  $\Phi_j$ 。通过设置令公式 (A.13) 对  $\Phi_{j(i)}$  的偏导数为零，得到  $\Phi_j$  中的第  $i$  列向量：

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{n^2} Tr(\Phi^T K_{MDC} Q D (\Phi^T K_{MDC} Q)^T) + K_{MSPE} D (K_{MSPE})^T \\
& - K_{MDC} Q W (K_{MSPE})^T - K_{MSPE} W Q^T (K_{MDC})^T \Phi_{j(i)} \\
& + \frac{\partial}{n^2} (K_{MDC} Q 1 Q^T (K_{MDC})^T - K_{MDC} Q 1 (K_{MSPE})^T \\
& - K_{MSPE} 1 Q^T (K_{MDC})^T + K_{MSPE} 1 (K_{MSPE})^T) \Phi_{j(i)} \\
& = -\lambda K \Phi_{j(i)}
\end{aligned} \tag{A.14}$$

步骤 2: 优化  $Q$  时, 固定  $\Phi$  和  $\Theta$ , 将公式 (13) 中的目标函数转换为:

$$\begin{aligned}
\min_Q \quad & \frac{\mathcal{G}}{n^2} \Phi^T (K_{MDC} Q 1 (K_{MDC})^T - K_{MDC} Q 1 (K_{MDC})^T - K_{MSPE} 1 Q^T (K_{MDC})^T) \Phi \\
& + \frac{1}{n^2} (Tr(\Phi^T K_{MDC} Q D (\Phi^T K_{MDC} Q)^T) - 2Tr(\Phi^T K_{MDC} Q W (\Phi^T K_{MSPE})^T)) \\
& + Tr(E^T (Q - \Theta)) + \frac{\rho 1}{2} (\|Q - \Theta\|_F^2)
\end{aligned} \tag{A.15}$$

梯度下降算法 (Gradient-Descent) 是一种优化方法, 通过计算目标函数的梯度并沿着负梯度方向更新参数, 逐步调整参数以最小化目标函数值, 从而找到最优解, 这一过程反复迭代直至满足收敛条件。因此公式 (A.15) 可以使用梯度下降算法求解变量  $Q$  的封闭解, 并经过  $(j+1)$  次迭代后,  $Q_{j+1}$  可以转换为:

$$\begin{aligned}
Q_{j+1} = Q_j - \frac{2}{n^2} & ((K_{MDC})^T \Phi \Phi^T K_{MDC} Q D \\
& - (K_{MDC})^T \Phi \Phi^T (K_{MSPE} W) + E + \rho 1 (Q - L) \\
& + \frac{2\partial}{n^2} [(K_{MDC})^T \Phi \Phi^T K_{MDC} Q 1 - (K_{MDC})^T \Phi \Phi^T K_{MSPE} 1]
\end{aligned} \tag{A.16}$$

步骤 3: 优化  $\Theta$  时, 固定  $\Phi$  和  $Q$ , 将公式 (13) 中的目标函数转换为:

$$\min_{\Theta} \quad \gamma \|\Theta\|_* + Tr(E^T (Q - \Theta)) + \frac{\alpha}{2} (\|Q - \Theta\|_F^2) \tag{A.17}$$

在经过  $(j+1)$  次迭代之后,  $\Theta_{j+1}$  可以优化为:

$$\Theta_{j+1} = \min_{\Theta_j} \lambda_1 Tr(\Theta_j^T \Theta_j)^{\frac{1}{2}} + Tr(E_{1j}^T (Q_j - \Theta_j)) + \frac{\alpha_j}{2} (\|Q_j - \Theta_j\|_F^2) \tag{A.18}$$

奇异值阈值 (Singular Value Thresholding, SVT) 算子是一种矩阵降噪技术, 通过保留矩阵的主要奇异值, 将其余奇异值置零以减少噪声和冗余信息, 从而实现数据压缩和去噪处理。因此公式 (A.18) 可使用 SVT 算子求解得到最终优化变量  $\Theta$ 。

当获得最优变量  $\Phi$  时, 通过  $\mathbf{X}_{MDC}' = [\Phi^T \varphi(\mathbf{X}_{OP})^T \varphi(\mathbf{X}_{MDC})]^T$  可得到与 MSPE 保持样本数据结构信息的局部和全局一致性后的一次聚类包络样本集, 其中  $d'$  表示 DSICM 后的样本维数。DSICM 使算法能够在构造多层样本空间的情况下保持样本数据结构信息的局部和全局一致性, 从而实现有效的样本转换。

### A.3 第 4.2.1 节 MSPE、MDC 和 DSICM 的有效性验证完整实验结果

表 A.1-表 A.4 分别对应本文算法各阶段的样本的质量在 ACC、F1、AUC、AP 的比较。

表 A.1 本文算法各阶段的样本的质量 (ACC)

数据集	OF (%)	MSPE (%)	MDC (%)	DSICM (%)	DSJPE (%)
AD	54.00±9.55	64.67±4.47	66.67±7.84	72.67±10.38	<b>75.58±9.59</b>
LSVT	80.48±6.39	94.29±3.98	95.24±4.45	95.80±3.33	<b>96.54±4.48</b>
PD	62.70±1.86	70.75±1.74	66.84±1.52	71.03±1.40	<b>74.14±4.18</b>
Pendigits	98.13±0.05	98.62±0.07	99.09±0.35	98.78±0.12	<b>99.27±0.26</b>
Statlog	86.13±0.53	<b>88.65±0.75</b>	85.86±0.69	86.02±0.75	88.36±0.45
Vehicle	80.35±1.31	83.90±0.19	83.40±0.77	<b>87.30±0.81</b>	87.16±0.81
heart	80.89±4.26	85.56±2.83	90.91±4.08	91.20±4.25	<b>92.44±3.37</b>
Maxlittle	85.54±4.01	86.77±2.57	88.27±3.86	89.23±5.65	<b>91.25±8.39</b>
Urban	79.91±3.87	90.67±2.65	88.27±2.36	93.51±3.35	<b>94.46±1.47</b>
WDBC	95.66±1.52	97.57±1.38	98.59±0.38	98.99±1.09	<b>99.18±0.72</b>
Wisconsin	96.30±1.72	97.18±1.48	97.89±0.79	98.06±0.50	<b>98.41±0.74</b>
PID	70.39±2.74	74.14±4.27	80.08±2.16	82.95±2.25	<b>83.63±2.99</b>
LR	85.84±0.16	89.65±0.21	87.92±0.30	89.06±0.11	<b>89.79±0.34</b>
GSAD	99.20±0.15	<b>99.45±0.09</b>	96.67±1.04	97.45±0.30	96.05±0.60
HAR	98.25±0.32	98.72±0.07	98.36±0.27	98.35±0.15	<b>99.10±0.26</b>

表 A.2 本文算法各阶段的样本的质量 (F1)

数据集	OF (%)	MSPE (%)	MDC (%)	DSICM (%)	DSJPE (%)
AD	50.24±8.44	64.78±8.32	72.09±7.55	73.85±9.76	<b>74.12±10.90</b>
LSVT	76.57±4.38	93.61±4.60	94.75±4.86	95.24±6.52	<b>95.77±5.62</b>
PD	60.12±1.65	70.62±1.73	66.89±1.52	70.94±2.46	<b>71.54±3.18</b>
Pendigits	97.74±0.13	<b>99.04±0.09</b>	97.95±0.05	98.03±0.09	<b>99.04±0.09</b>
Statlog	80.98±1.85	<b>85.60±1.07</b>	75.24±0.84	77.26±0.91	85.59±1.05
Vehicle	80.57±0.56	84.55±0.96	90.53±0.83	<b>90.83±1.47</b>	87.40±0.70
heart	79.95±4.23	86.14±2.63	90.43±2.92	90.86±3.72	<b>91.09±3.67</b>
Maxlittle	80.30±4.78	79.36±4.24	79.35±3.67	84.54±8.68	<b>87.15±5.87</b>
Urban	76.06±2.12	90.77±2.76	87.32±1.81	<b>94.37±2.37</b>	92.13±3.67
WDBC	95.23±1.33	97.63±1.52	97.31±0.46	98.80±0.69	<b>98.85±1.47</b>
Wisconsin	95.16±1.59	95.95±1.69	97.69±0.84	97.87±0.56	<b>98.11±1.28</b>
PID	71.23±3.96	74.82±2.20	77.43±2.66	74.66±3.16	<b>75.98±1.90</b>
LR	85.83±0.19	89.61±0.23	87.87±0.32	89.01±0.05	<b>90.18±1.26</b>
GSAD	99.16±0.15	<b>99.43±0.10</b>	96.55±0.99	97.37±0.33	96.17±0.47
HAR	98.35±0.29	98.79±0.08	98.46±0.25	98.42±0.14	<b>99.20±0.22</b>

表 A.3 本文算法各阶段的样本的质量 (AUC)

数据集	OF (%)	MSPE (%)	MDC (%)	DSICM (%)	DSJPE (%)
AD	58.04±3.75	73.90±7.25	70.00±9.39	78.73±9.24	<b>81.83±8.51</b>
LSVT	79.02±7.72	94.83±3.15	<b>96.75±1.90</b>	93.30±9.26	96.59±3.92
PD	60.14±3.58	71.79±2.96	68.05±1.38	72.12±3.06	<b>72.16±5.66</b>
Pendigits	99.10±0.18	<b>99.52±0.06</b>	98.96±0.07	98.99±0.10	99.47±0.05
Statlog	90.36±0.75	<b>91.98±0.59</b>	87.61±0.65	88.77±0.71	91.29±0.60
Vehicle	87.29±0.68	89.62±1.24	90.53±2.20	<b>92.52±0.42</b>	92.12±1.19
heart	81.64±5.54	86.92±3.04	91.81±3.49	91.95±4.44	<b>92.08±2.67</b>
Maxlittle	93.34±0.94	92.89±0.89	92.66±1.14	83.34±2.46	<b>93.78±1.32</b>
Urban	89.48±1.00	94.63±1.89	92.94±0.56	95.45±0.85	<b>96.25±2.11</b>
WDBC	96.00±1.80	98.77±1.16	98.08±0.36	98.30±0.83	<b>98.61±1.13</b>
Wisconsin	95.81±1.61	96.08±1.12	97.62±1.05	97.29±1.00	<b>98.01±0.57</b>
PID	73.51±4.11	74.43±3.73	80.00±2.35	81.97±2.58	<b>82.21±2.49</b>
LR	92.59±0.09	94.57±0.11	93.66±0.16	94.25±0.05	<b>95.88±0.57</b>
GSAD	99.48±0.09	<b>99.65±0.07</b>	97.78±0.69	98.40±0.21	97.66±0.33
HAR	98.99±0.18	99.27±0.05	99.06±0.15	99.04±0.09	<b>99.51±0.14</b>

表 A.4 本文算法各阶段的样本的质量 (AP)

数据集	OF (%)	MSPE (%)	MDC (%)	DSICM (%)	DSJPE (%)
AD	71.46±9.75	78.21±8.08	77.78±10.81	82.42±5.54	<b>84.38±8.77</b>
LSVT	78.08±5.49	93.60±5.58	97.56±2.71	96.78±4.42	<b>97.84±3.33</b>
PD	60.18±3.32	71.60±2.62	66.39±1.93	73.00±3.48	<b>73.76±3.35</b>
Pendigits	99.56±0.03	98.89±0.09	99.58±0.02	99.59±0.04	<b>99.80±0.04</b>
Statlog	95.28±0.24	96.26±0.27	93.96±0.35	94.43±0.44	<b>96.47±0.37</b>
Vehicle	89.93±1.01	92.52±1.30	91.42±0.77	<b>94.12±1.17</b>	93.96±0.72
heart	77.70±7.72	83.15±5.18	89.84±5.37	90.28±5.39	<b>92.02±5.51</b>
Maxlittle	77.01±5.23	76.90±4.37	71.45±8.12	80.63±10.35	<b>81.57±4.15</b>
Urban	94.01±0.84	97.80±0.80	96.61±0.31	<b>98.48±1.04</b>	98.02±1.06
WDBC	94.15±2.05	96.54±2.46	95.94±0.66	97.43±0.64	<b>97.81±1.33</b>
Wisconsin	92.41±2.71	92.56±3.35	95.89±1.47	96.72±0.72	<b>98.10±2.49</b>
PID	74.08±5.54	75.31±5.34	78.05±3.05	75.40±3.60	<b>80.85±2.74</b>
LR	98.96±0.02	99.24±0.04	99.10±0.01	99.15±0.01	<b>99.38±0.09</b>
GSAD	99.59±0.05	<b>99.66±0.09</b>	99.03±0.34	99.09±0.07	96.17±0.65
HAR	99.31±0.16	99.53±0.09	99.34±0.19	99.36±0.09	<b>99.54±0.07</b>

#### A.5 第 4.2.2 节 MDC 和 DSICM 的有效性验证完整结果

表 A.5-表 A.8 分别对应 MDC 与 KM 在 ACC、F1、AUC、AP 上的比较。

表 A.5 MDC 与 KM 在 ACC 上的比较结果

数据集	KM (%)	MDC (%)	KM&DSIM (%)	DSICM (%)	DSICM (ESAE) (%)	DSICM (ESAE) (%)
AD	75.33±7.30	66.67±7.84	66.00±5.96	72.67±10.38	67.33±10.11	<b>76.00±4.35</b>
LSVT	92.86±1.67	95.24±4.45	94.76±2.61	95.80±3.33	96.07±9.85	<b>97.41±5.86</b>
PD	66.21±1.70	66.84±1.52	70.75±3.40	71.03±1.40	69.89±2.74	<b>74.60±4.56</b>
Pendigits	98.64±0.28	99.09±0.35	98.83±1.46	98.78±0.12	98.84±0.57	<b>99.50±0.82</b>
Statlog	85.59±0.76	85.86±0.69	85.13±0.30	86.02±0.75	85.92±1.26	<b>88.57±2.39</b>
Vehicle	79.93±2.93	83.40±0.77	85.67±1.98	<b>87.30±0.81</b>	80.61±4.93	87.30±3.79
heart	90.89±0.50	90.91±4.08	88.44±2.30	91.20±4.25	90.96±5.28	<b>92.67±3.20</b>
Maxlittle	87.69±3.61	88.27±3.86	88.31±3.19	89.23±5.65	88.08±5.57	<b>94.07±2.67</b>
Urban	72.62±2.99	88.27±2.36	76.49±1.90	93.51±3.35	82.31±1.78	<b>94.02±0.46</b>
WDBC	97.99±0.24	98.59±0.38	98.73±0.29	98.99±1.09	98.10±3.70	<b>99.15±2.91</b>
Wisconsin	97.53±1.01	97.89±0.79	97.89±0.85	98.06±0.50	97.86±1.37	<b>99.12±0.44</b>
PID	78.52±2.52	80.08±2.16	81.72±3.13	<b>82.95±2.25</b>	78.95±1.72	82.53±3.79
LR	87.73±0.33	87.92±0.30	89.83±0.15	89.06±0.11	88.09±2.62	<b>90.07±4.46</b>
GSAD	96.60±2.34	96.67±1.04	97.58±0.12	<b>97.45±0.30</b>	97.94±1.57	97.72±0.40
HAR	98.35±0.27	98.36±0.27	98.58±0.16	98.35±0.15	98.81±1.24	<b>99.39±0.15</b>

表 A.6 MDC 与 KM 在 F1 上的比较结果

数据集	KM (%)	MDC (%)	KM&DSIM (%)	DSICM (%)	DSICM (ESAE) (%)	DSICM (ESAE) (%)
AD	53.70±8.28	72.09±7.55	70.01±6.01	73.85±9.76	<b>75.00±11.64</b>	74.59±7.40
LSVT	92.50±5.34	94.75±4.86	94.19±2.92	<b>95.24±6.52</b>	92.18±5.96	94.73±4.27
PD	62.62±1.62	66.89±1.52	70.79±3.44	70.94±2.46	70.81±3.64	<b>75.96±3.31</b>
Pendigits	98.62±0.28	97.95±0.05	96.21±0.41	98.03±0.09	98.99±1.47	<b>99.46±0.73</b>
Statlog	81.49±0.99	75.24±0.84	79.46±1.22	77.26±0.91	85.95±5.78	<b>86.81±1.58</b>
Vehicle	81.51±0.73	90.53±0.83	85.88±2.02	90.83±1.47	86.04±4.18	<b>91.54±2.59</b>
heart	79.77±2.99	90.43±2.92	88.54±2.43	90.86±3.72	91.80±2.70	<b>93.29±2.95</b>
Maxlittle	71.98±3.81	79.35±3.67	83.54±4.60	84.54±8.68	87.54±3.67	<b>91.58±2.33</b>
Urban	72.58±5.98	87.32±1.81	77.31±4.93	<b>94.37±2.37</b>	74.98±3.13	75.58±4.98
WDBC	95.94±1.68	97.31±0.46	98.65±0.31	98.80±0.69	<b>99.32±0.47</b>	96.69±1.73

表 A.6 MDC 与 KM 在 F1 上的比较结果（续）

数据集	KM (%)	MDC (%)	KM&DSIM (%)	DSICM (%)	DSICM (ESAE) (%)	DSICM (ESAE) (%)
Wisconsin	93.10±3.17	97.69±0.84	97.72±0.84	97.87±0.56	98.56±0.49	<b>98.57±0.47</b>
PID	72.66±2.95	77.43±2.66	74.54±2.08	74.66±3.16	<b>83.17±3.02</b>	77.03±3.33
LR	87.67±0.35	87.87±0.32	<b>89.91±0.20</b>	89.01±0.05	84.32±6.69	89.77±1.33
GSAD	96.42±2.49	96.55±0.99	97.49±0.10	97.37±0.33	<b>98.42±1.57</b>	95.24±2.58
HAR	98.46±0.25	98.46±0.25	98.65±0.17	98.42±0.14	94.25±1.70	<b>98.98±0.57</b>

表 A.7 MDC 与 KM 在 AUC 上的比较结果

数据集	KM (%)	MDC (%)	KM&DSIM (%)	DSICM (%)	DSICM (ESAE) (%)	DSICM (ESAE) (%)
AD	66.16±7.98	70.00±9.39	69.48±4.42	78.73±9.24	<b>80.50±8.73</b>	80.00±5.86
LSVT	92.14±6.00	<b>96.75±1.90</b>	93.70±4.70	93.30±9.26	91.43±4.96	93.30±5.90
PD	63.78±1.57	68.05±1.38	71.61±4.71	72.12±3.06	69.48±3.77	<b>75.50±3.69</b>
Pendigits	<b>99.70±0.18</b>	98.96±0.07	99.40±2.64	98.99±0.10	99.14±1.49	99.48±0.69
Statlog	<b>90.12±0.67</b>	87.61±0.65	87.20±1.12	88.77±0.71	88.62±7.78	89.72±1.56
Vehicle	88.04±1.32	90.53±2.20	90.98±1.31	92.52±0.42	91.14±3.89	<b>92.99±1.29</b>
heart	80.01±3.36	91.81±3.49	90.92±5.63	91.95±4.44	91.70±2.58	<b>92.94±2.81</b>
Maxlittle	81.09±17.95	92.66±1.14	93.56±0.72	83.34±2.46	<b>93.72±2.11</b>	90.31±4.22
Urban	73.31±2.97	92.94±0.56	84.21±1.77	95.45±0.85	85.14±1.83	<b>98.53±1.37</b>
WDBC	97.67±1.40	98.08±0.36	98.27±0.01	98.30±0.83	<b>99.14±0.60</b>	96.74±1.54
Wisconsin	96.92±1.87	97.62±1.05	97.88±1.37	97.29±1.00	98.57±0.78	<b>98.69±0.72</b>
PID	67.35±10.02	80.00±2.35	81.75±4.77	81.97±2.58	<b>83.23±2.70</b>	76.92±3.33
LR	93.57±0.17	93.66±0.16	<b>94.66±0.08</b>	94.25±0.05	91.72±6.77	94.33±3.07
GSAD	97.48±1.85	97.78±0.69	<b>98.48±0.21</b>	98.40±0.21	93.05±0.92	<b>98.48±0.89</b>
HAR	99.06±0.15	99.06±0.15	99.18±0.10	99.04±0.09	96.48±1.17	<b>99.46±0.24</b>

表 A.8 MDC 与 KM 在 AP 上的比较结果

数据集	KM (%)	MDC (%)	KM&DSIM (%)	DSICM (%)	DSICM (ESAE) (%)	DSICM (ESAE) (%)
AD	70.18±10.17	77.78±10.81	75.52±1.48	<b>82.42±5.54</b>	81.39±11.74	79.75±2.74
LSVT	91.72±7.58	97.56±2.71	96.24±2.65	<b>96.78±4.42</b>	93.14±5.26	96.33±2.47
PD	61.82±2.17	66.39±1.93	71.63±4.95	73.00±3.48	69.27±6.33	<b>76.40±3.14</b>
Pendigits	99.70±0.05	99.58±0.02	92.57±0.98	99.59±0.04	93.23±1.17	<b>99.65±0.17</b>
Statlog	95.55±0.32	93.96±0.35	95.27±0.55	94.43±0.44	<b>95.98±2.56</b>	95.72±0.21
Vehicle	91.25±0.96	91.42±0.77	92.90±0.66	94.12±1.17	94.17±2.06	<b>95.11±1.56</b>
heart	81.00±4.36	89.84±5.37	87.66±4.77	90.28±5.39	93.24±4.14	<b>93.93±1.76</b>
Maxlittle	57.00±14.15	71.45±8.12	78.74±9.12	80.63±9.35	88.46±4.82	<b>91.61±4.61</b>
Urban	90.12±0.96	96.61±0.31	92.09±0.73	<b>98.48±1.04</b>	94.28±0.64	95.17±1.33
WDBC	95.65±2.46	95.94±0.66	96.92±1.31	97.43±0.64	<b>99.20±0.56</b>	96.96±1.81
Wisconsin	90.11±3.65	95.89±1.47	95.99±1.76	96.72±0.72	<b>97.52±0.73</b>	97.38±0.93
PID	70.31±6.04	78.05±3.05	80.11±4.06	75.40±3.60	<b>82.72±4.60</b>	78.18±0.77
LR	99.09±0.03	99.10±0.01	99.22±0.03	99.15±0.01	94.52±2.83	<b>99.41±0.16</b>
GSAD	98.90±0.51	99.03±0.34	99.14±0.05	99.09±0.07	96.14±0.26	<b>96.34±0.46</b>
HAR	99.34±0.19	99.34±0.19	99.47±0.06	99.36±0.09	97.95±0.96	<b>99.47±0.37</b>

## A.6 第 4.3 节算法比较的完整结果

表 A.9-表 A.12 分别对应不同 SAE 算法在 ACC、F1、AUC、AP 上的比较。

表 A.9 不同 SAE 算法的比较 (ACC)

数据集	SDSAE (%)	SPSAE (%)	ESGSAE -FF (%)	GSTAE (%)	WGLAE (%)	DSAE (%)	SGAE (%)	DSJPE-ESAE (%)
AD	55.58 ±4.36	57.78 ±4.27	67.33 ±2.49	71.11 ±8.16	52.67 ±5.48	56.67 ±5.27	56.11 ±1.07	<b>76.67</b> <b>±8.16</b>
LSVT	76.62 ±5.29	84.33 ±5.36	92.76 ±0.62	84.66 ±4.32	75.71 ±5.43	72.38 ±5.48	71.59 ±5.77	<b>97.62</b> <b>±1.68</b>
PD	64.88 ±1.84	64.22 ±2.34	66.72 ±0.87	73.89 ±4.27	64.00 ±6.81	59.63 ±3.14	63.88 ±1.71	<b>75.98</b> <b>±4.29</b>
Pendigits	75.17 ±1.88	91.60 ±0.57	98.00 ±0.12	93.53 ±0.77	98.85 ±1.24	92.53 ±1.22	90.33 ±0.30	<b>99.54</b> <b>±0.11</b>
Statlog	98.60 ±0.34	85.87 ±0.86	87.28 ±0.12	85.42 ±0.38	<b>99.83</b> <b>±0.12</b>	85.31 ±0.50	74.13 ±0.24	89.42 ±0.81
Vehicle	72.00 ±2.25	74.76 ±2.93	81.91 ±0.42	79.71 ±2.93	83.48 ±12.53	55.25 ±2.22	65.86 ±0.23	<b>87.36</b> <b>±1.15</b>
heart	94.58 ±0.53	88.90 ±2.53	84.67 ±1.99	82.56 ±3.55	80.22 ±9.21	82.67 ±1.27	69.67 ±3.60	<b>94.67</b> <b>±2.98</b>
Maxlittle	83.65 ±0.71	91.93 ±4.22	92.00 ±3.34	92.15 ±4.94	89.54 ±6.10	81.23 ±1.29	88.97 ±2.86	<b>98.75</b> <b>±1.71</b>
Urban	93.20 ±1.17	77.81 ±1.17	83.20 ±1.01	76.98 ±0.73	72.53 ±8.63	70.49 ±2.75	82.90 ±0.15	<b>98.75</b> <b>±1.71</b>
WDBC	95.77 ±0.17	93.03 ±2.49	<b>99.81</b> <b>±0.45</b>	99.34 ±1.27	95.05 ±5.99	94.29 ±1.96	90.65 ±0.26	98.08 ±0.89
Wisconsin	97.65 ±0.25	96.62 ±2.40	97.09 ±1.31	96.92 ±1.56	97.19 ±2.49	96.32 ±0.80	88.97 ±0.52	<b>99.82</b> <b>±0.40</b>
PID	76.17 ±1.03	78.76 ±3.62	72.27 ±3.46	77.81 ±2.84	<b>95.19</b> <b>±4.60</b>	69.30 ±1.60	73.29 ±1.83	84.06 ±3.34
LR	93.20 ±1.17	94.88 ±0.12	<b>95.55</b> <b>±0.78</b>	92.10 ±0.99	96.18 ±1.55	89.50 ±2.08	84.30 ±0.05	94.38 ±0.37
GSAD	95.77 ±0.17	98.89 ±0.59	<b>99.07</b> <b>±0.36</b>	97.42 ±0.43	98.78 ±0.17	91.17 ±4.31	87.86 ±1.22	96.71 ±0.33
HAR	97.36 ±0.72	98.13 ±0.45	97.81 ±0.18	98.22 ±1.10	99.0 2±0.11	97.88 ±0.90	97.03 ±4.18	<b>99.51</b> <b>±0.43</b>

表 A.10 不同 SAE 算法的比较 (F1)

数据集	SDSAE (%)	SPSAE (%)	ESGSAE -FF (%)	GSTAE (%)	WGLAE (%)	DSAE (%)	SGAE (%)	DSJPE-ESAE (%)
AD	66.99 ±6.60	67.02 ±2.11	69.32 ±9.47	67.19 ±8.21	42.78 ±8.49	54.21 ±5.94	66.67 ±3.24	<b>71.86</b> <b>±2.14</b>
LSVT	72.60 ±2.22	81.87 ±8.52	88.92 ±5.56	63.25 ±4.89	73.32 ±6.30	66.70 ±9.12	78.53 ±2.20	<b>95.79</b> <b>±3.97</b>
PD	63.47 ±1.69	63.93 ±6.80	68.09 ±2.00	67.10 ±5.91	63.87 ±6.82	58.73 ±3.52	65.21 ±9.46	<b>77.07</b> <b>±2.90</b>
Pendigits	73.20 ±2.30	91.51 ±2.49	99.36 ±0.34	91.68 ±0.82	98.84 ±1.26	92.56 ±1.23	91.51 ±0.40	<b>99.55</b> <b>±0.14</b>
Statlog	72.62 ±6.69	75.75 ±3.28	82.76 ±0.80	81.71 ±1.16	<b>99.80</b> <b>±0.13</b>	81.78 ±0.43	75.55 ±4.69	87.81 ±1.04
Vehicle	74.75 ±5.12	70.19 ±4.23	73.56 ±8.64	70.41 ±3.33	82.58 ±13.96	53.42 ±1.33	68.27 ±6.24	<b>91.61</b> <b>±3.79</b>
heart	79.44 ±1.48	81.24 ±4.61	84.53 ±2.04	82.54 ±4.84	78.95 ±10.43	81.90 ±1.26	57.16 ±4.00	<b>93.61</b> <b>±2.96</b>



表 A.10 不同 SAE 算法的比较 (F1) (续)

数据集	SDSAE (%)	SPSAE (%)	ESGSAE -FF (%)	GSTAE (%)	WGLAE (%)	DSAE (%)	SGAE (%)	DSJPE- ESAE (%)
Maxlittle	85.13 ±1.64	87.02 ±5.10	89.09 ±4.87	95.95 ±5.04	83.06 ±8.45	70.88 ±2.88	84.29 ±2.52	<b>92.43</b> ±3.25
Urban	72.30 ±0.51	78.29 ±2.92	76.09 ±5.72	72.51 ±1.37	61.58 ±9.33	61.28 ±4.77	81.22 ±4.89	<b>81.31</b> ±1.99
WDBC	95.05 ±4.18	94.36 ±3.39	94.44 ±2.65	94.30 ±1.01	94.91 ±6.05	93.84 ±2.09	92.83 ±3.42	<b>97.15</b> ±1.82
Wisconsin	97.46 ±0.21	96.81 ±1.16	96.91 ±1.30	95.51 ±1.98	96.97 ±2.62	95.91 ±0.93	84.29 ±4.81	<b>99.13</b> ±0.80
PID	73.76 ±0.32	82.04 ±4.06	68.22 ±3.97	69.52 ±6.96	94.92 ±4.51	64.08 ±1.31	66.52 ±7.74	<b>79.75</b> ±3.29
LR	95.59 ±3.49	96.28 ±1.76	<b>96.34</b> ±3.05	83.27 ±2.27	92.29 ±2.79	89.74 ±4.32	87.41 ±0.01	90.18 ±1.26
GSAD	97.83 ±1.96	<b>99.39</b> ±0.53	99.37 ±0.16	95.35 ±2.04	93.76 ±0.94	91.36 ±1.65	89.50 ±0.69	96.73 ±0.18
HAR	98.18 ±1.75	98.72 ±0.37	99.08 ±0.69	97.39 ±0.37	93.24 ±1.57	97.31 ±3.37	96.60 ±3.57	<b>99.78</b> ±0.16

表 A.11 不同 SAE 算法的比较 (AUC)

数据集	SDSAE (%)	SPSAE (%)	ESGSAE -FF (%)	GSTAE (%)	WGLAE (%)	DSAE (%)	SGAE (%)	DSJPE- ESAE (%)
AD	52.00 ±4.47	58.19 ±2.27	79.00 ±12.94	75.27 ±4.69	37.67 ±0.96	48.49 ±2.37	62.81 ±3.00	<b>82.11</b> ±3.74
LSVT	66.07 ±3.09	77.50 ±12.28	61.43 ±19.50	75.50 ±5.02	76.00 ±7.83	67.86 ±9.45	66.43 ±4.76	<b>96.62</b> ±2.67
PD	60.73 ±2.72	63.93 ±6.80	67.87 ±2.00	71.72 ±3.83	64.13 ±7.09	60.06 ±2.86	63.35 ±2.61	<b>79.30</b> ±4.94
Pendigits	68.64 ±1.21	93.29 ±1.73	99.09 ±0.19	81.42 ±0.72	89.41 ±0.64	86.08 ±0.68	94.35 ±0.37	<b>99.75</b> ±0.08
Statlog	80.11 ±5.06	87.72 ±3.17	89.62 ±0.46	89.36 ±0.74	83.25 ±0.06	74.19 ±0.27	84.42 ±0.82	<b>92.69</b> ±0.94
Vehicle	67.51 ±3.54	70.96 ±1.24	82.48 ±5.59	74.80 ±2.15	66.68 ±6.48	54.36 ±1.40	60.19 ±3.21	<b>93.11</b> ±0.48
heart	84.90 ±1.62	87.16 ±1.98	84.25 ±1.90	85.25 ±4.24	80.24 ±0.86	81.46 ±1.21	60.19 ±5.32	<b>95.68</b> ±1.99
Maxlittle	84.12 ±6.31	86.52 ±8.29	87.54 ±7.49	77.19 ±10.06	85.24 ±9.85	68.50 ±2.98	80.77 ±3.79	<b>95.68</b> ±1.99
Urban	67.32 ±1.12	75.69 ±6.72	85.17 ±3.89	90.15 ±1.43	72.68 ±5.53	70.05 ±2.35	80.03 ±0.53	<b>90.61</b> ±1.94
WDBC	95.25 ±3.17	96.13 ±1.39	96.94 ±2.85	95.07 ±0.62	95.32 ±5.52	94.23 ±1.79	95.57 ±3.24	<b>98.54</b> ±1.38
Wisconsin	97.71 ±0.27	96.60 ±1.48	97.42 ±1.04	96.74 ±1.34	97.07 ±1.82	95.95 ±0.66	80.77 ±3.79	<b>99.03</b> ±0.94
PID	73.24 ±1.21	78.30 ±4.39	66.41 ±4.47	71.92 ±4.06	<b>95.40</b> ±3.77	63.72 ±1.27	60.78 ±3.80	82.94 ±2.16
LR	96.52 ±0.54	95.57 ±1.75	<b>98.08</b> ±0.83	91.81 ±3.04	91.39 ±1.27	89.93 ±3.79	85.19 ±5.29	97.56 ±0.14
GSAD	98.48 ±0.34	<b>99.26</b> ±0.01	99.10 ±0.28	95.75 ±2.59	87.19 ±3.09	92.82 ±1.11	94.46 ±0.14	98.52 ±0.16
HAR	98.23 ±1.38	98.42 ±0.34	98.97 ±0.94	97.17 ±1.88	87.11 ±4.40	94.63 ±1.24	95.15 ±0.58	<b>99.67</b> ±0.08

表 A.12 不同 SAE 算法的比较 (AP)

数据集	SDSAE (%)	SPSAE (%)	ESGSAE -FF (%)	GSTAE (%)	WGLAE (%)	DSAE (%)	SGAE (%)	DSJPE- ESAE (%)
AD	60.49	67.05	<b>72.07</b>	69.36	39.20	45.81	58.02	71.86
	$\pm 7.78$	$\pm 3.40$	<b><math>\pm 9.23</math></b>	$\pm 11.84$	$\pm 9.96$	$\pm 9.13$	$\pm 2.78$	$\pm 2.14$
LSVT	75.09	84.53	76.71	93.68	82.31	76.45	76.66	<b>97.24</b>
	$\pm 7.65$	$\pm 10.63$	$\pm 16.15$	$\pm 16.47$	$\pm 5.64$	$\pm 5.85$	$\pm 4.45$	<b><math>\pm 2.88</math></b>
PD	60.38	61.50	67.46	74.59	58.39	55.79	64.73	<b>76.91</b>
	$\pm 1.70$	$\pm 5.68$	$\pm 2.03$	$\pm 3.94$	$\pm 4.12$	$\pm 3.60$	$\pm 3.30$	<b><math>\pm 4.06</math></b>
Pendigits	88.53	94.35	99.57	90.31	88.99	82.64	87.31	<b>99.92</b>
	$\pm 0.52$	$\pm 0.16$	$\pm 0.09$	$\pm 0.90$	$\pm 1.10$	$\pm 1.25$	$\pm 0.57$	<b><math>\pm 0.04</math></b>
Statlog	90.93	91.16	95.46	97.94	83.14	69.43	86.75	<b>96.77</b>
	$\pm 2.29$	$\pm 1.95$	$\pm 0.24$	$\pm 0.65$	$\pm 0.17$	$\pm 0.61$	$\pm 6.04$	<b><math>\pm 0.17</math></b>
Vehicle	76.13	79.74	87.11	74.46	64.01	42.22	69.43	<b>94.81</b>
	$\pm 2.76$	$\pm 2.96$	$\pm 4.52$	$\pm 3.68$	$\pm 11.43$	$\pm 1.97$	$\pm 3.49$	<b><math>\pm 2.42</math></b>
heart	82.96	72.83	82.09	88.83	68.34	72.62	60.02	<b>92.46</b>
	$\pm 2.94$	$\pm 2.01$	$\pm 4.75$	$\pm 6.58$	$\pm 15.66$	$\pm 2.09$	$\pm 5.27$	<b><math>\pm 5.83</math></b>
Maxlittle	87.19	88.55	88.11	93.88	93.19	80.61	80.73	<b>91.41</b>
	$\pm 5.49$	$\pm 6.92$	$\pm 6.62$	$\pm 5.05$	$\pm 5.95$	$\pm 2.58$	$\pm 3.60$	<b><math>\pm 3.88</math></b>
Urban	89.13	92.67	94.62	<b>96.18</b>	63.70	60.09	82.57	95.96
	$\pm 0.54$	$\pm 2.85$	$\pm 1.59$	<b><math>\pm 6.65</math></b>	$\pm 9.53$	$\pm 1.98$	$\pm 5.36$	$\pm 0.43$
WDBC	96.51	96.38	97.50	96.75	90.59	87.39	98.04	<b>97.91</b>
	$\pm 0.92$	$\pm 2.18$	$\pm 5.50$	$\pm 2.30$	$\pm 8.59$	$\pm 4.62$	$\pm 1.09$	<b><math>\pm 1.05</math></b>
Wisconsin	96.45	92.35	94.97	94.66	93.98	91.46	80.73	<b>98.62</b>
	$\pm 1.55$	$\pm 2.50$	$\pm 1.44$	$\pm 3.61$	$\pm 6.15$	$\pm 2.67$	$\pm 3.60$	<b><math>\pm 1.63</math></b>
PID	72.31	76.70	71.04	75.64	<b>89.83</b>	66.60	61.21	81.11
	$\pm 3.81$	$\pm 4.61$	$\pm 3.56$	$\pm 4.69$	<b><math>\pm 8.10</math></b>	$\pm 3.78$	$\pm 5.93$	$\pm 4.00$
LR	98.08	98.16	99.33	93.99	93.45	92.72	84.17	<b>99.73</b>
	$\pm 1.54$	$\pm 0.72$	$\pm 0.94$	$\pm 4.61$	$\pm 1.58$	$\pm 3.48$	$\pm 0.46$	<b><math>\pm 0.22</math></b>
GSAD	99.22	<b>99.62</b>	99.30	95.85	90.39	96.68	90.35	97.10
	$\pm 0.32$	<b><math>\pm 0.26</math></b>	$\pm 0.39$	$\pm 2.59$	$\pm 1.65$	$\pm 0.21$	$\pm 0.23$	$\pm 0.31$
HAR	98.70	98.55	99.35	99.34	85.90	96.36	94.22	<b>99.78</b>
	$\pm 0.65$	$\pm 1.09$	$\pm 0.08$	$\pm 1.07$	$\pm 1.26$	$\pm 3.33$	$\pm 3.00$	<b><math>\pm 0.09</math></b>

## A.7 第 4.4 节参数分析的完整结果

表 A.13 对应不同 MSPE 拼接数  $\nu$  对算法性能影响的完整结果。

表 A.14 不同 MSPE 拼接数  $\nu$  对算法性能影响 (分类精度)

数据集	$\nu=0$	$\nu=1$	$\nu=2$	$\nu=3$
AD	54.00 $\pm$ 9.55	64.67 $\pm$ 4.47	<b>73.33<math>\pm</math>6.24</b>	71.33 $\pm$ 3.80
LSVT	82.38 $\pm$ 9.00	<b>96.19<math>\pm</math>3.61</b>	95.71 $\pm$ 5.16	95.71 $\pm$ 3.10
PD	62.70 $\pm$ 1.86	<b>70.75<math>\pm</math>1.74</b>	68.10 $\pm$ 1.08	69.48 $\pm$ 1.93
Pendigits	98.13 $\pm$ 0.05	98.62 $\pm$ 0.07	99.20 $\pm$ 0.24	<b>99.39<math>\pm</math>0.13</b>
Statlog	86.13 $\pm$ 0.53	88.65 $\pm$ 0.75	89.13 $\pm$ 0.62	<b>89.73<math>\pm</math>0.81</b>
Vehicle	80.35 $\pm$ 1.31	83.90 $\pm$ 0.19	87.73 $\pm$ 2.46	<b>87.87<math>\pm</math>3.95</b>
heart	80.89 $\pm$ 4.26	85.56 $\pm$ 2.83	84.67 $\pm$ 3.46	<b>89.11<math>\pm</math>2.53</b>
Maxlittle	85.54 $\pm$ 4.01	<b>86.77<math>\pm</math>2.57</b>	78.77 $\pm$ 3.35	84.00 $\pm$ 4.30
Urban	79.91 $\pm$ 3.87	73.42 $\pm$ 2.48	96.27 $\pm$ 2.00	<b>97.42<math>\pm</math>0.91</b>
WDBC	95.66 $\pm$ 1.52	97.57 $\pm$ 1.38	99.58 $\pm$ 0.24	<b>100.0<math>\pm</math>0.00</b>
Wisconsin	96.30 $\pm$ 1.72	97.18 $\pm$ 1.48	<b>98.15<math>\pm</math>0.85</b>	98.06 $\pm$ 0.39
PID	70.39 $\pm$ 2.74	74.14 $\pm$ 4.27	81.56 $\pm$ 1.60	<b>84.38<math>\pm</math>1.20</b>
LR	85.84 $\pm$ 0.16	89.65 $\pm$ 0.21	90.41 $\pm$ 0.31	<b>92.26<math>\pm</math>0.17</b>
GSAD	99.20 $\pm$ 0.15	99.45 $\pm$ 0.09	99.56 $\pm$ 0.11	<b>99.59<math>\pm</math>0.08</b>
HAR	98.25 $\pm$ 0.32	98.72 $\pm$ 0.07	99.38 $\pm$ 0.15	<b>99.68<math>\pm</math>0.03</b>

