Supplemental Material for

AutoGAN: An Automated Human-Out-Of-The-Loop Approach for Training Generative Adversarial Networks

Ehsan Nazari*, Paula Branco, and Guy-Vincent Jourdan

*Corresponding author. Email: enaza030@uottawa.ca

1 Additional Figures with Results

This section includes all the figures with results from datasets that were not shown in the main manuscript.

1.1 tor-based datasets

Figure S1 shows the distribution of the F1 scores of the majority class. The main paper includes a similar figure focusing on the minority class scores distribution.

1.2 cic_syscallsbinders_adware-based datasets

Observing Figure S2 and Figure S3, we see that the F1 scores of the majority class have experiences a degree of deterioration, while minority class F1 score are improved by a greater extent.

1.3 cic_syscallsbinders_smsmalware-based datasets

We draw the following conclusions from Figure S4 and Figure S5: (1) The F1-scores of the majority class are affected minimally or not at all by CGAN as an over-sampling strategy, whereas the F1-scores of the minority class improve significantly; (2) For the most cases, he outcomes of the AutoGAN algorithm are near to (or even superior to) the 'Fixed' setting.

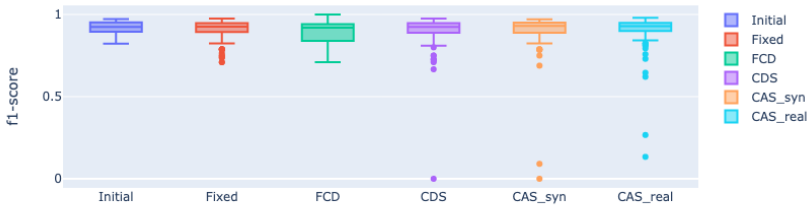

Figure S1: The box-plot of the F1-scores of the majority class by different oracles for tor-based datasets.

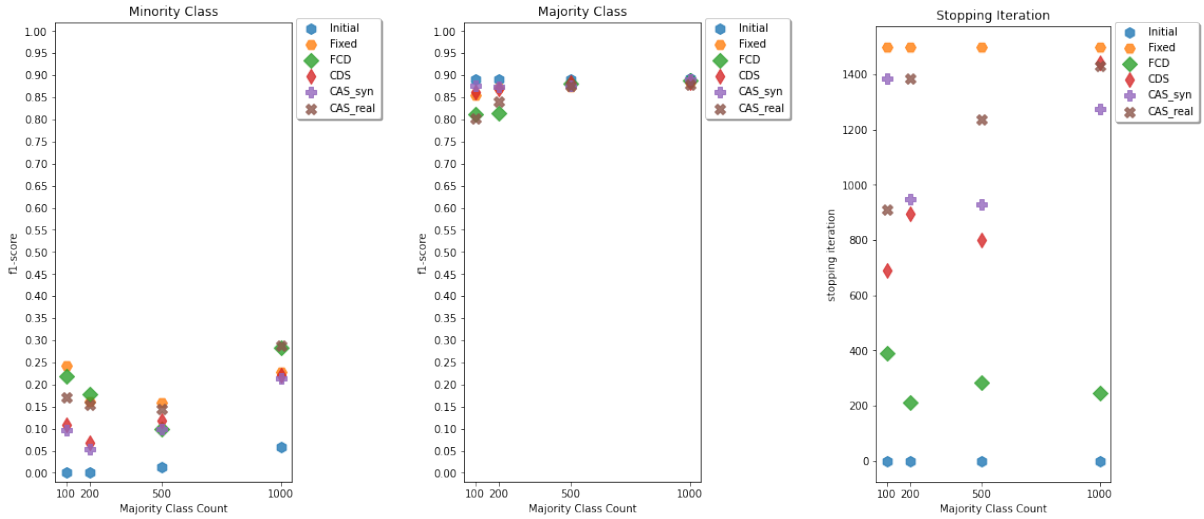

Figure S2: The average of the results for cic_syscallsbinders_adware-based datasets by majority class count.

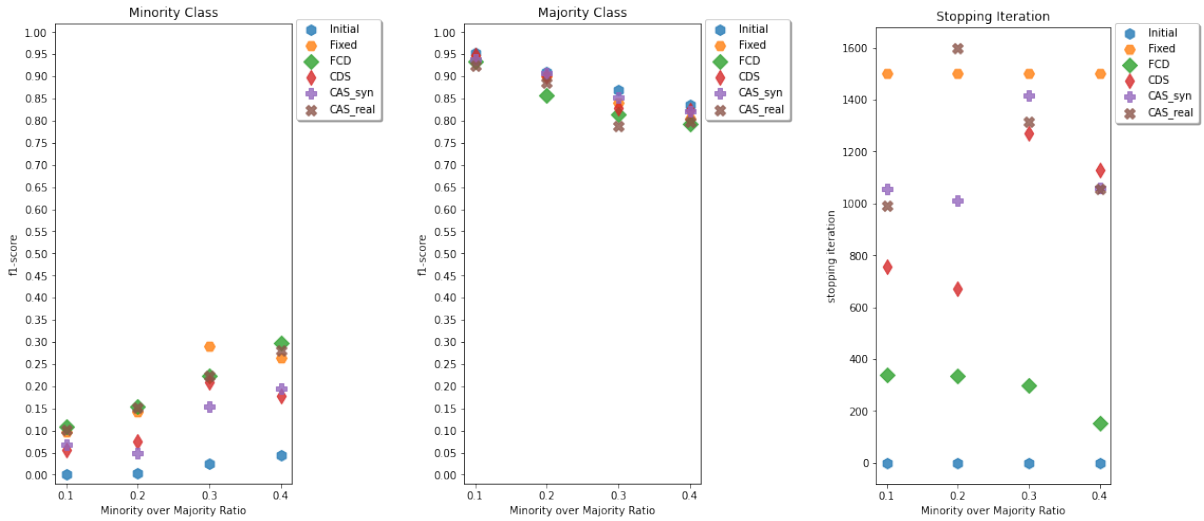

Figure S3: The average of the results for cic_syscallsbinders_adware-based datasets by imbalance ratio.

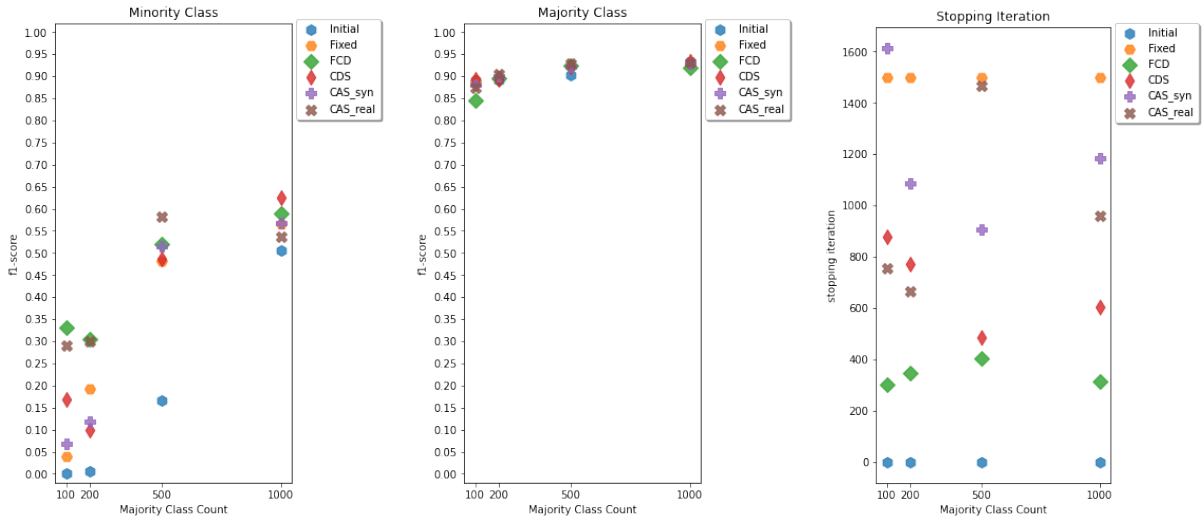

Figure S4: The average of the results for cic_syscallsbinders_smsmalware-based datasets by majority class count.

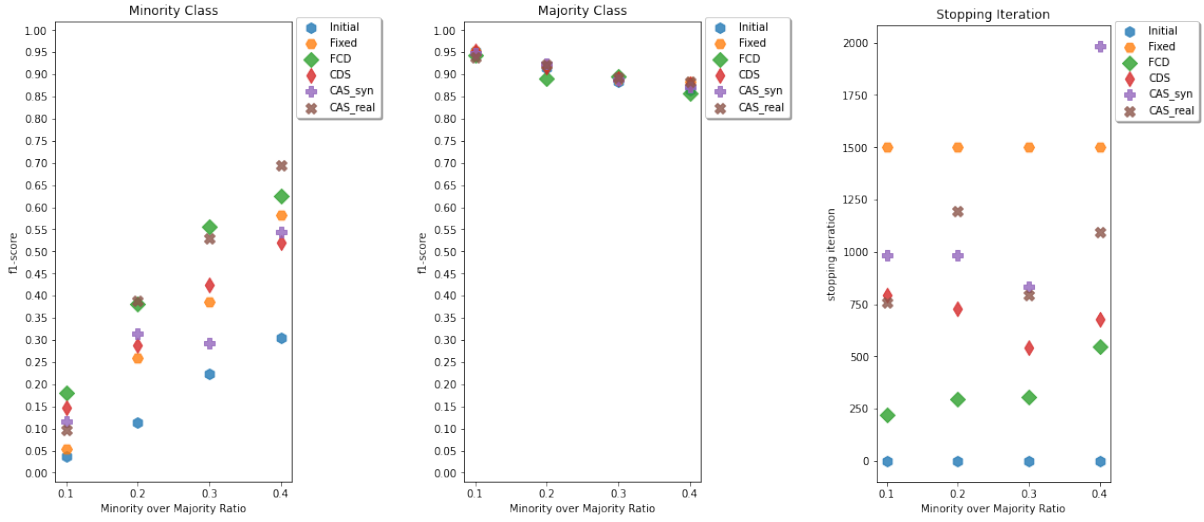

Figure S5: The average of the results for cic_syscallsbinders_smsmalware-based datasets by imbalance ratio.

1.4 cic_syscalls_adware-based datasets

The results of the experiments for cic_syscalls_adware dataset are brought in Figure S6 and Figure S7. The results for 'Initial' case show that the classifier performs very poorly in discerning the minority classes for all imbalance ratios and majority class sample sizes. When CGAN is used as an over-sampling technique, we also see that the F1-scores of the majority class decrease more than those of the other datasets. Secondly, the AutoGAN algorithm results are near to those of the 'Fixed' setting.

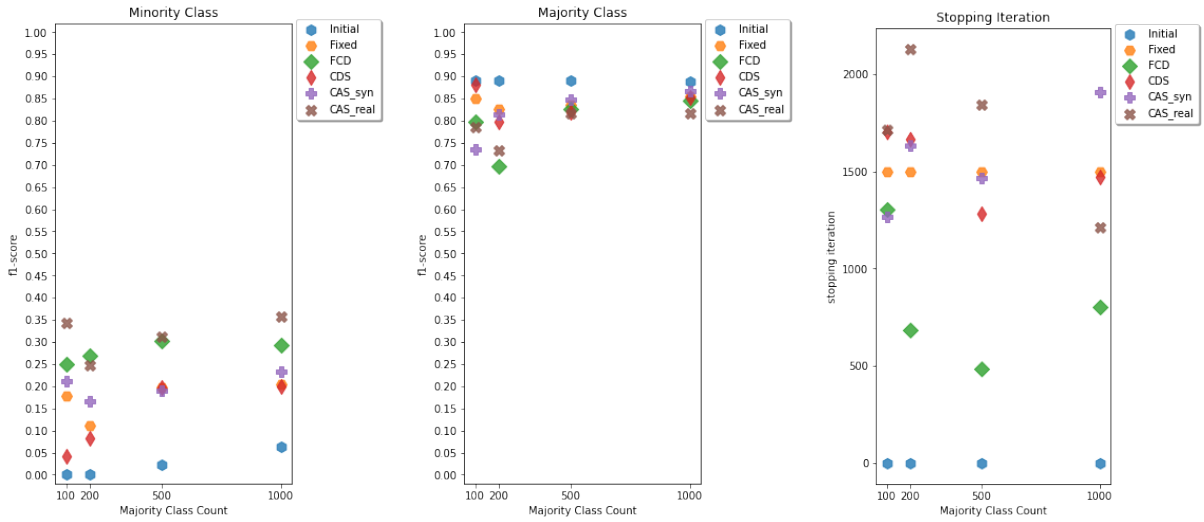

Figure S6: The average results of cic_syscalls_adware-based dataset by majority class count.

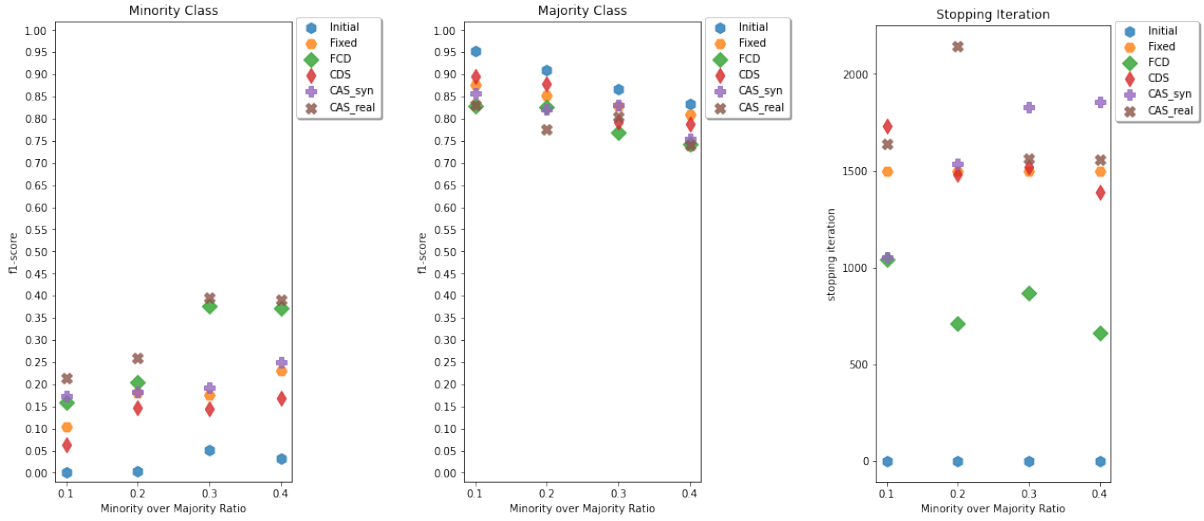

Figure S7: The average results of cic_syscalls_adware-based datasets by imbalance ratio.

1.5 iscx_spam-based datasets

In Figure S8 and Figure S9 the results of the experiments for iscx_spam dataset are brought. Compared to the previous cases, the results show that for the majority class count of 100 and 200 samples, the F1-scores of 'Initial' and over-sampling methods suggest a similar behaviour, but for the cases of

500 and 1000 samples, the classifier reaches a F1-score of more 85% before over-sampling; and after over-sampling the results do not improve at all. We can argue as the F1-score increases, the room for improvement shrinks and from a point on, very little improvement can be achieved. It is worth mentioning that in all cases the F1-score of the majority class did not deteriorate and even experiences minor improvements.

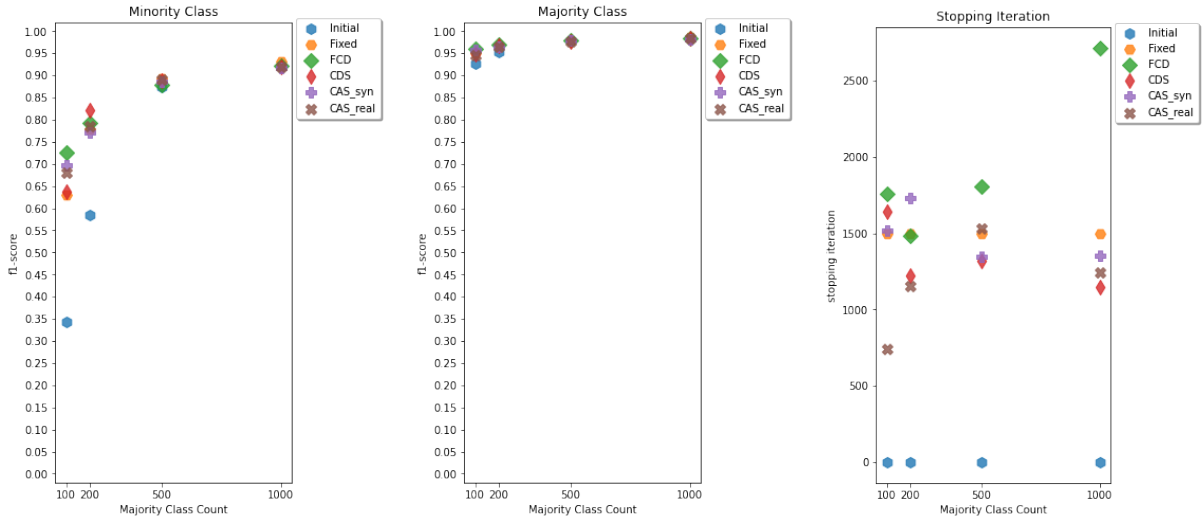

Figure S8: The average results of iscx_spam-based datasets by majority class count.

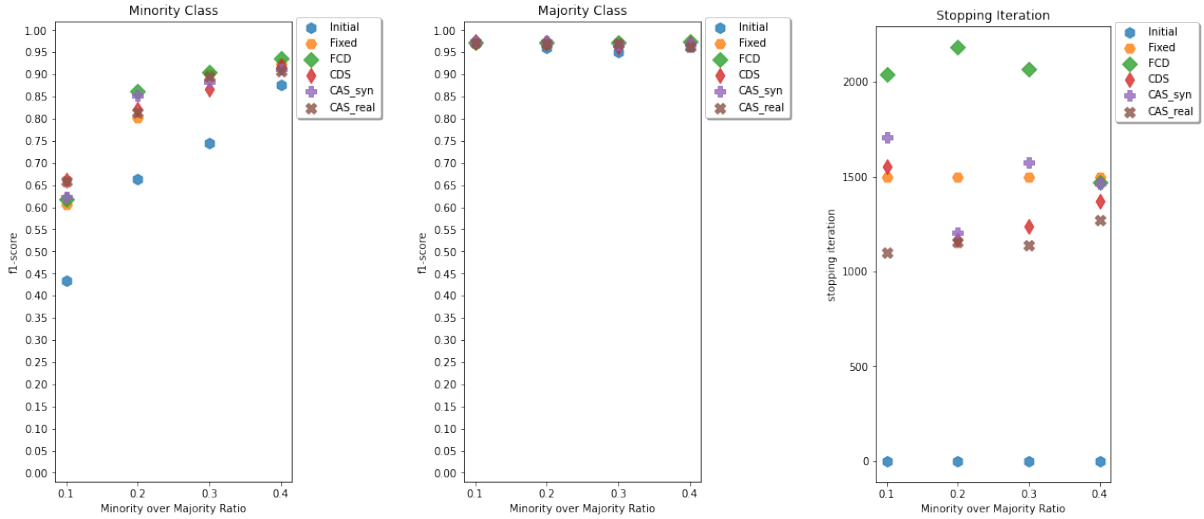

Figure S9: The average results of iscx_spam-based dataset by imbalance ratio.

1.6 Kuzushiji-MNIST-based datasets

Figure S10 and Figure S11 show the results of kmnist16, and kmnist35 respectively. Similar to the trials based on MNIST-derived datasets, the AutoGAN approach achieved near performance increases in the minority class compared to the fixed number of iterations while consuming less iterations on average. Note that the results from kmnist12 are included in the main manuscript.

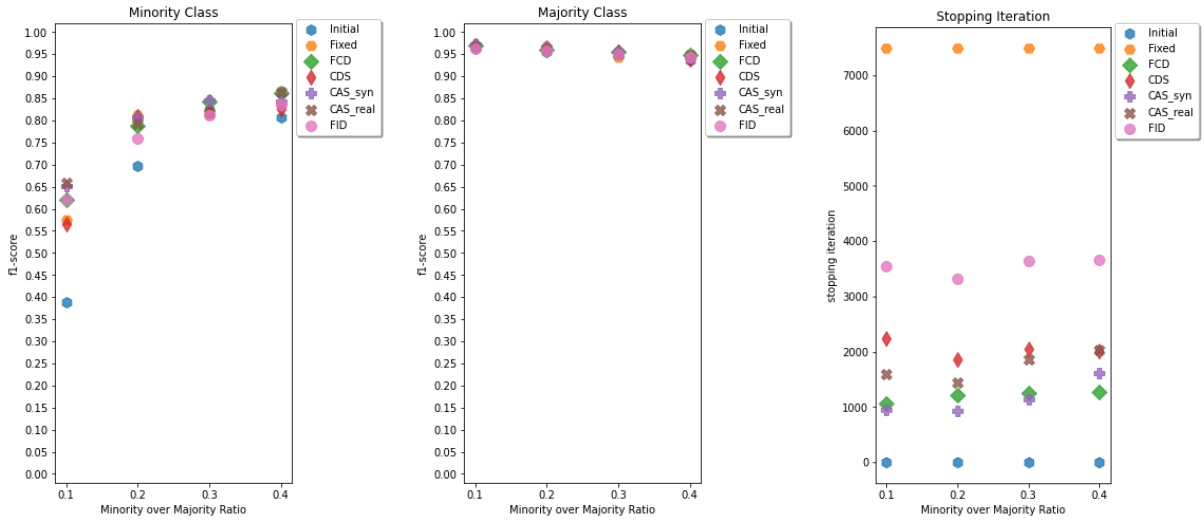

Figure S10: The average results of kmnist16 by the imbalance ratio for the minority class, majority class, and the number of iterations from left to right.

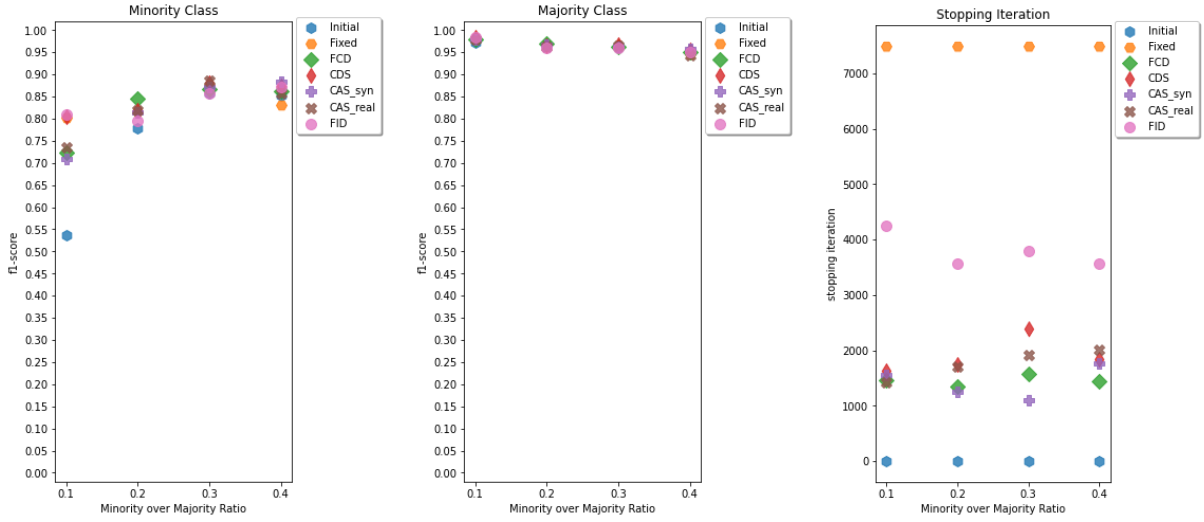

Figure S11: The average results of kmnist35 by the imbalance ratio for the minority class, majority class, and the number of iterations from left to right.

1.7 MNIST-based datasets

The results of mnist01, mnist23, and mnist38 are found in Figure S12, Figure S13, and Figure S14 respectively. On average, we can see that AutoGAN algorithm has obtained similar performance improvements in the minority class compared to the fixed number of iterations while using a lower number of iterations.

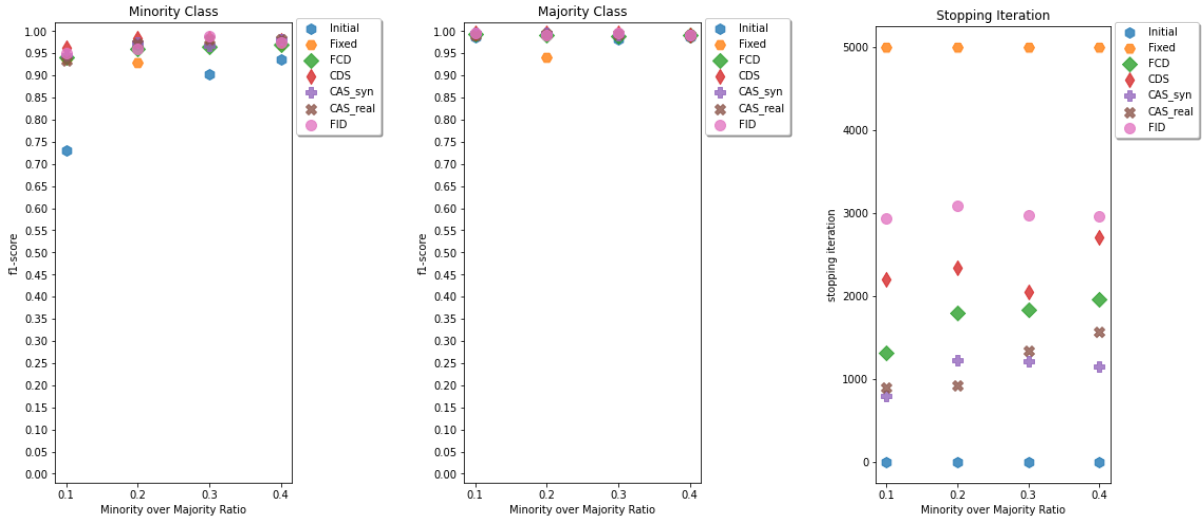

Figure S12: The average results of mnist01 by the imbalance ratio for the minority class, majority class, and the number of iterations from left to right.

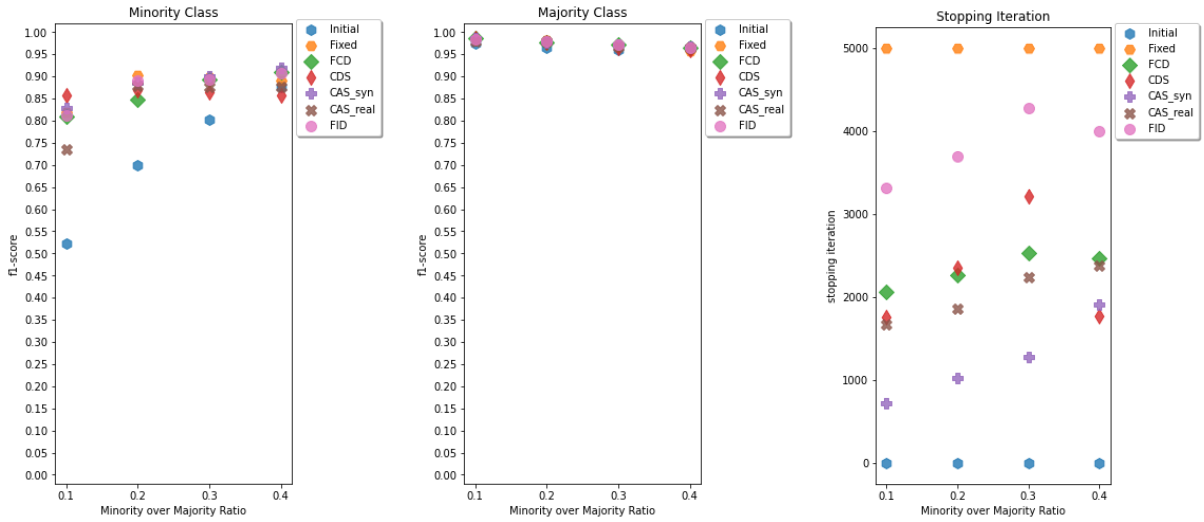

Figure S13: The average results of mnist23 by the imbalance ratio for the minority class, majority class, and the number of iterations from left to right.

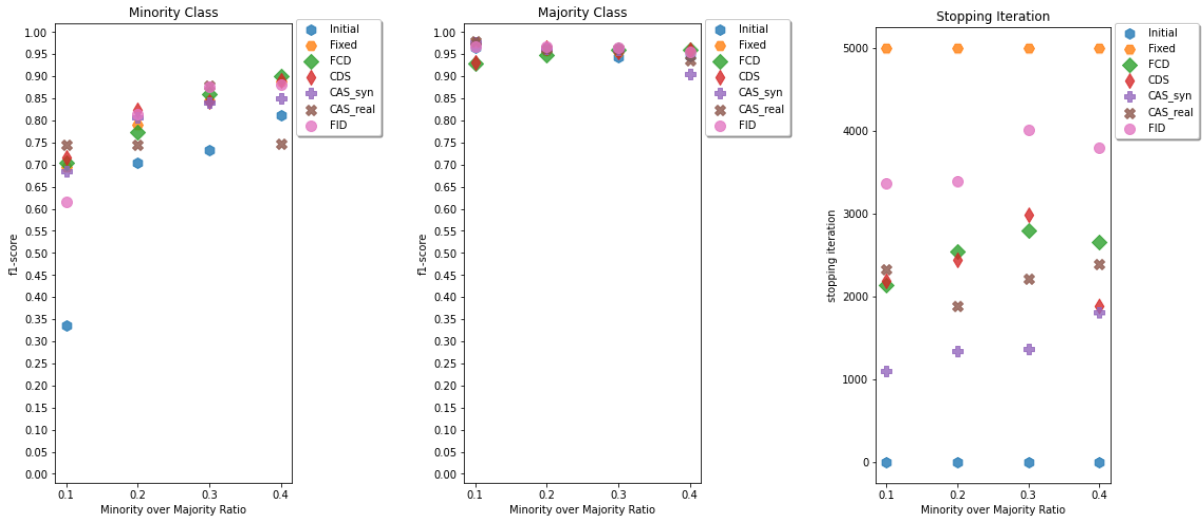

Figure S14: The average results of mnist38 by the imbalance ratio for the minority class, majority class, and the number of iterations from left to right.

2 Tables of Results

All the detailed results of our experiments are shown in this section. The average number of iterations and F1 score results of the created variants, per base dataset, aggregated according to either the imbalance ratios or the majority class count are shown below.

Table S1: The results of all cira-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	93.89(±13.18)	64.06(±12.11)	1845(±1811)
	0.2	95.58(±0.87)	68.69(±10.53)	1305(±885)
	0.3	93.32(±0.90)	69.12(±9.13)	1455(±1610)
	0.4	91.46(±2.16)	77.56(±14.56)	1070(±681)
CAS_syn	0.1	92.16(±0.58)	56.50(±10.91)	1415(±1705)
	0.2	95.45(±1.11)	66.98(±8.42)	1885(±1883)
	0.3	94.32(±1.94)	76.53(±12.31)	2540(±2212)
	0.4	93.30(±2.99)	79.97(±7.07)	2670(±1953)
CDS	0.1	95.86(±2.90)	54.78(±8.17)	1140(±849)
	0.2	94.37(±4.13)	68.96(±12.52)	1165(±735)
	0.3	92.44(±1.18)	70.77(±2.84)	860(±952)
	0.4	95.21(±1.38)	85.86(±4.86)	935(±676)
FCD	0.1	94.31(±1.20)	51.47(±13.98)	775(±866)
	0.2	91.61(±1.56)	66.23(±11.63)	605(±557)
	0.3	94.84(±3.35)	84.80(±13.50)	510(±510)
	0.4	93.67(±1.75)	83.12(±7.74)	535(±592)
Fixed	0.1	95.73(±10.93)	40.66(±10.06)	1500(±0)
	0.2	93.95(±2.32)	62.79(±17.32)	1500(±0)
	0.3	93.64(±1.77)	71.09(±11.37)	1500(±0)
	0.4	92.14(±2.78)	73.59(±7.98)	1500(±0)
Initial	0.1	91.23(±7.32)	19.62(±7.13)	-1(±0)
	0.2	93.47(±1.49)	34.72(±12.80)	-1(±0)
	0.3	92.62(±1.95)	51.06(±16.30)	-1(±0)
	0.4	92.80(±4.76)	68.96(±10.38)	-1(±0)

Table S2: The results of all cira-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	86.84(±12.42)	38.81(±9.70)	1275(±1266)
	200	92.08(±1.80)	64.05(±16.90)	980(±697)
	500	97.27(±0.65)	85.79(±6.57)	1845(±1809)
	1000	98.06(±0.35)	90.78(±9.13)	1575(±1285)
CAS_syn	100	85.15(±2.75)	36.10(±10.77)	1580(±1354)
	200	94.60(±2.79)	67.51(±15.67)	2835(±2093)
	500	97.05(±1.14)	84.05(±10.21)	1640(±1857)
	1000	98.42(±0.67)	92.33(±2.76)	2455(±2319)
CDS	100	89.26(±5.61)	38.64(±8.43)	735(±625)
	200	93.56(±3.07)	69.28(±14.68)	890(±795)
	500	97.00(±1.06)	82.39(±11.57)	1150(±828)
	1000	98.07(±0.81)	90.07(±7.80)	1325(±877)
FCD	100	87.31(±1.96)	56.97(±22.66)	680(±898)
	200	93.14(±2.37)	60.28(±20.38)	600(±634)
	500	96.44(±0.98)	80.97(±8.21)	555(±529)
	1000	97.54(±0.51)	87.41(±1.78)	590(±467)
Fixed	100	87.13(±11.04)	27.16(±28.33)	1500(±0)
	200	93.53(±1.43)	51.93(±13.00)	1500(±0)
	500	96.76(±0.68)	77.85(±2.82)	1500(±0)
	1000	98.04(±0.24)	91.18(±1.98)	1500(±0)
Initial	100	85.08(±7.02)	8.39(±10.69)	-1(±0)
	200	91.41(±3.92)	23.33(±13.81)	-1(±0)
	500	95.42(±1.46)	54.85(±10.90)	-1(±0)
	1000	98.20(±0.91)	87.78(±4.88)	-1(±0)

Table S3: The results of all cic_syscallsbinders_smsmalware-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	93.87(±0.24)	9.78(±10.26)	760(±639)
	0.2	92.15(±0.65)	38.79(±12.92)	1195(±1015)
	0.3	89.20(±1.21)	52.93(±18.57)	795(±1188)
	0.4	88.39(±1.01)	69.35(±11.58)	1095(±1189)
CAS_syn	0.1	94.84(±0.44)	11.62(±9.25)	985(±794)
	0.2	92.34(±0.50)	31.43(±11.72)	985(±710)
	0.3	88.76(±1.48)	29.37(±12.73)	835(±607)
	0.4	87.23(±1.57)	54.44(±16.14)	1985(±1526)
CDS	0.1	95.38(±2.87)	14.64(±15.46)	795(±757)
	0.2	91.75(±3.19)	28.81(±12.21)	730(±543)
	0.3	89.05(±2.46)	42.54(±15.36)	540(±487)
	0.4	87.89(±5.11)	51.97(±10.90)	675(±588)
FCD	0.1	94.34(±0.62)	18.03(±11.06)	220(±105)
	0.2	88.99(±1.25)	38.14(±9.76)	295(±435)
	0.3	89.54(±1.57)	55.69(±17.78)	305(±567)
	0.4	85.70(±2.26)	62.46(±18.91)	545(±755)
Fixed	0.1	95.17(±0.76)	5.30(±16.70)	1500(±0)
	0.2	91.97(±0.69)	25.96(±10.27)	1500(±0)
	0.3	88.82(±1.03)	38.52(±10.58)	1500(±0)
	0.4	88.31(±4.94)	58.12(±14.04)	1500(±0)
Initial	0.1	95.32(±2.65)	3.70(±8.19)	-1(±0)
	0.2	91.49(±1.83)	11.39(±14.87)	-1(±0)
	0.3	88.27(±2.50)	22.23(±18.48)	-1(±0)
	0.4	86.56(±4.72)	30.49(±9.14)	-1(±0)

Table S4: The results of all cic_syscallsbinders_smsmalware-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	87.29(±0.00)	28.94(±0.00)	755(±573)
	200	90.38(±0.12)	29.94(±1.63)	665(±754)
	500	92.89(±0.77)	58.33(±4.10)	1465(±1514)
	1000	93.05(±1.41)	53.65(±26.87)	960(±905)
CAS_syn	100	88.03(±1.24)	6.89(±10.80)	1615(±1067)
	200	90.13(±1.61)	11.72(±16.23)	1085(±1109)
	500	92.22(±1.30)	51.55(±10.18)	905(±740)
	1000	92.79(±1.20)	56.69(±15.55)	1185(±1230)
CDS	100	89.26(±7.49)	16.76(±26.27)	880(±731)
	200	89.23(±3.17)	9.91(±14.01)	770(±716)
	500	92.12(±0.75)	48.67(±8.51)	485(±308)
	1000	93.46(±2.67)	62.63(±18.24)	605(±499)
FCD	100	84.59(±2.42)	33.01(±7.62)	300(±389)
	200	89.54(±0.85)	30.49(±11.48)	345(±468)
	500	92.50(±0.90)	51.89(±11.21)	405(±770)
	1000	91.93(±0.85)	58.92(±10.33)	315(±431)
Fixed	100	89.16(±3.10)	3.89(±8.54)	1500(±0)
	200	89.86(±1.66)	19.18(±18.12)	1500(±0)
	500	92.06(±1.66)	48.22(±22.54)	1500(±0)
	1000	93.18(±1.71)	56.61(±14.75)	1500(±0)
Initial	100	89.11(±5.00)	0.00(±12.47)	-1(±0)
	200	89.15(±1.80)	0.59(±16.67)	-1(±0)
	500	90.34(±0.88)	16.57(±9.00)	-1(±0)
	1000	93.04(±1.17)	50.65(±14.29)	-1(±0)

Table S5: The results of all cic_syscallsbinders_adware-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	92.46(±0.00)	10.22(±0.00)	990(±821)
	0.2	88.47(±0.03)	15.23(±0.68)	1600(±1076)
	0.3	78.79(±0.07)	22.36(±6.09)	1315(±683)
	0.4	79.78(±0.19)	28.09(±4.47)	1055(±1065)
CAS_syn	0.1	93.75(±0.56)	6.68(±15.52)	1055(±944)
	0.2	90.62(±1.30)	4.91(±6.45)	1010(±723)
	0.3	85.22(±2.69)	15.38(±11.90)	1415(±987)
	0.4	82.03(±2.65)	19.48(±12.41)	1060(±866)
CDS	0.1	94.88(±4.79)	5.53(±14.07)	755(±775)
	0.2	89.97(±5.66)	7.43(±9.09)	670(±517)
	0.3	82.76(±7.80)	20.80(±20.96)	1270(±1371)
	0.4	82.46(±7.40)	17.89(±16.47)	1130(±1307)
FCD	0.1	93.44(±0.31)	10.88(±11.09)	340(±308)
	0.2	85.68(±1.61)	15.30(±9.45)	335(±364)
	0.3	81.32(±6.20)	22.23(±10.75)	300(±312)
	0.4	79.18(±1.91)	29.75(±12.17)	155(±51)
Fixed	0.1	94.11(±1.62)	9.71(±1.32)	1500(±0)
	0.2	89.96(±1.09)	14.24(±7.10)	1500(±0)
	0.3	83.98(±0.93)	28.93(±12.35)	1500(±0)
	0.4	80.42(±3.75)	26.30(±11.52)	1500(±0)
Initial	0.1	95.24(±3.04)	0.00(±10.35)	-1(±0)
	0.2	90.92(±2.27)	0.24(±6.01)	-1(±0)
	0.3	87.00(±10.35)	2.60(±14.70)	-1(±0)
	0.4	83.53(±3.20)	4.37(±13.99)	-1(±0)

Table S6: The results of all cic_syscallsbinders_adware-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	80.18(±0.00)	17.18(±0.00)	910(±509)
	200	84.01(±0.00)	15.42(±0.00)	1385(±1093)
	500	87.52(±0.05)	14.55(±2.80)	1235(±1092)
	1000	87.79(±0.25)	28.75(±8.23)	1430(±925)
CAS_syn	100	87.68(±3.39)	9.73(±10.84)	1385(±951)
	200	87.29(±1.62)	5.30(±12.10)	950(±784)
	500	87.56(±1.29)	10.01(±6.90)	930(±840)
	1000	89.09(±1.17)	21.41(±9.94)	1275(±927)
CDS	100	86.26(±10.11)	10.89(±8.36)	690(±541)
	200	86.98(±5.32)	6.70(±8.60)	895(±719)
	500	88.43(±1.47)	11.90(±6.60)	800(±796)
	1000	88.40(±0.78)	22.15(±13.57)	1440(±1711)
FCD	100	81.24(±4.56)	21.88(±15.14)	390(±395)
	200	81.46(±2.88)	17.91(±6.28)	210(±151)
	500	88.01(±1.17)	10.01(±8.09)	285(±297)
	1000	88.91(±3.14)	28.35(±13.28)	245(±254)
Fixed	100	85.57(±1.64)	24.24(±9.58)	1500(±0)
	200	87.17(±1.65)	16.21(±6.86)	1500(±0)
	500	87.41(±3.35)	16.00(±9.62)	1500(±0)
	1000	88.32(±1.47)	22.74(±12.97)	1500(±0)
Initial	100	89.11(±12.76)	0.00(±9.90)	-1(±0)
	200	89.11(±1.58)	0.00(±10.35)	-1(±0)
	500	89.14(±1.29)	1.29(±4.32)	-1(±0)
	1000	89.33(±0.99)	5.92(±2.61)	-1(±0)

Table S7: The results of all cic_syscalls_adware-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	83.04(±0.00)	21.38(±0.00)	1640(±919)
	0.2	77.59(±0.03)	25.95(±0.68)	2145(±1350)
	0.3	80.37(±0.72)	39.67(±4.96)	1560(±948)
	0.4	74.12(±0.41)	39.05(±3.01)	1555(±1612)
CAS_syn	0.1	85.72(±11.38)	17.29(±11.42)	1050(±1020)
	0.2	82.03(±4.52)	18.22(±8.54)	1535(±1025)
	0.3	83.04(±5.61)	19.27(±13.58)	1830(±947)
	0.4	75.47(±2.68)	25.09(±11.14)	1855(±867)
CDS	0.1	89.48(±10.14)	6.26(±12.99)	1730(±1383)
	0.2	87.77(±9.68)	14.58(±20.79)	1480(±1025)
	0.3	79.22(±10.38)	14.48(±13.49)	1520(±845)
	0.4	78.68(±7.94)	16.90(±18.95)	1390(±957)
FCD	0.1	82.93(±10.30)	15.87(±6.30)	1040(±1007)
	0.2	82.62(±3.08)	20.48(±11.16)	710(±676)
	0.3	76.77(±10.51)	37.68(±16.19)	870(±684)
	0.4	74.30(±7.41)	37.19(±8.94)	660(±648)
Fixed	0.1	87.62(±9.27)	10.40(±10.10)	1500(±0)
	0.2	85.32(±15.76)	17.96(±11.85)	1500(±0)
	0.3	82.80(±5.10)	17.47(±16.14)	1500(±0)
	0.4	80.99(±6.39)	22.98(±9.84)	1500(±0)
Initial	0.1	95.24(±5.15)	0.00(±7.66)	-1(±0)
	0.2	90.92(±14.28)	0.24(±12.65)	-1(±0)
	0.3	86.74(±5.36)	5.16(±9.27)	-1(±0)
	0.4	83.24(±3.61)	3.28(±16.09)	-1(±0)

Table S8: The results of all cic_syscalls_adware-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	78.59(±0.00)	34.36(±0.00)	1715(±1057)
	200	73.20(±0.00)	24.82(±0.00)	2130(±1258)
	500	81.74(±0.47)	31.18(±2.99)	1845(±1635)
	1000	81.59(±0.72)	35.69(±4.80)	1210(±760)
CAS_syn	100	73.58(±7.24)	21.09(±13.72)	1265(±942)
	200	81.45(±5.62)	16.51(±12.38)	1635(±1008)
	500	84.68(±3.27)	19.04(±6.92)	1465(±1013)
	1000	86.56(±5.01)	23.23(±8.01)	1905(±1010)
CDS	100	88.19(±16.41)	4.25(±17.06)	1705(±1240)
	200	79.63(±13.57)	8.23(±10.48)	1665(±1022)
	500	81.99(±2.07)	19.83(±12.75)	1280(±993)
	1000	85.35(±3.01)	19.91(±10.72)	1470(±985)
FCD	100	79.78(±2.14)	24.95(±8.50)	1305(±576)
	200	69.65(±14.43)	26.84(±10.66)	685(±586)
	500	82.72(±6.06)	30.18(±14.74)	485(±470)
	1000	84.47(±3.83)	29.25(±4.51)	805(±1082)
Fixed	100	85.03(±22.92)	17.70(±17.88)	1500(±0)
	200	82.57(±6.88)	11.12(±11.70)	1500(±0)
	500	83.64(±4.66)	19.66(±11.12)	1500(±0)
	1000	85.48(±3.73)	20.33(±6.17)	1500(±0)
Initial	100	89.11(±8.15)	0.00(±5.55)	-1(±0)
	200	89.11(±13.23)	0.00(±14.39)	-1(±0)
	500	89.06(±9.96)	2.29(±17.52)	-1(±0)
	1000	88.87(±2.09)	6.40(±9.55)	-1(±0)

Table S9: The results of all iscx_spam-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	97.27(±0.49)	65.88(±10.44)	1100(±803)
	0.2	96.90(±1.27)	81.37(±16.26)	1155(±1079)
	0.3	97.06(±0.99)	89.49(±11.16)	1140(±816)
	0.4	96.18(±2.53)	90.67(±11.20)	1270(±1236)
CAS_syn	0.1	97.50(±0.34)	62.27(±14.81)	1705(±609)
	0.2	97.41(±0.63)	85.27(±7.12)	1205(±491)
	0.3	96.70(±1.66)	88.29(±6.17)	1575(±744)
	0.4	96.84(±2.08)	91.26(±5.07)	1465(±757)
CDS	0.1	97.55(±0.31)	65.99(±13.64)	1555(±966)
	0.2	97.17(±0.94)	82.01(±4.47)	1165(±870)
	0.3	96.20(±1.14)	86.69(±3.11)	1240(±783)
	0.4	96.96(±1.70)	91.85(±4.52)	1370(±847)
FCD	0.1	97.28(±1.02)	61.71(±15.78)	2040(±1966)
	0.2	97.21(±1.05)	86.27(±11.55)	2185(±1601)
	0.3	97.13(±1.97)	90.44(±7.28)	2065(±1393)
	0.4	97.52(±1.64)	93.60(±5.17)	1470(±1122)
Fixed	0.1	97.25(±1.08)	60.56(±20.91)	1500(±0)
	0.2	96.84(±1.16)	80.34(±7.43)	1500(±0)
	0.3	97.29(±1.72)	90.03(±7.19)	1500(±0)
	0.4	96.89(±1.78)	92.45(±5.77)	1500(±0)
Initial	0.1	96.86(±0.94)	43.47(±16.66)	-1(±0)
	0.2	95.90(±1.14)	66.36(±9.79)	-1(±0)
	0.3	95.13(±1.81)	74.37(±6.59)	-1(±0)
	0.4	96.33(±2.81)	87.62(±6.53)	-1(±0)

Table S10: The results of all iscx_spam-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	94.67(±2.73)	67.95(±24.42)	740(±690)
	200	96.55(±1.64)	78.55(±11.18)	1150(±918)
	500	97.76(±0.32)	88.95(±3.70)	1530(±1149)
	1000	98.43(±0.25)	91.96(±0.54)	1245(±1021)
CAS_syn	100	95.76(±1.83)	69.61(±9.85)	1520(±595)
	200	96.59(±0.96)	77.02(±11.30)	1730(±666)
	500	97.88(±0.70)	88.67(±4.05)	1345(±752)
	1000	98.22(±0.23)	91.80(±1.09)	1355(±646)
CDS	100	94.81(±1.77)	63.70(±10.11)	1640(±754)
	200	96.83(±1.48)	82.22(±14.01)	1225(±794)
	500	97.79(±0.33)	88.75(±3.08)	1320(±907)
	1000	98.45(±0.18)	91.87(±1.40)	1145(±971)
FCD	100	96.02(±1.63)	72.59(±13.19)	1760(±1441)
	200	96.92(±1.40)	79.27(±8.59)	1480(±1122)
	500	97.80(±0.66)	87.91(±3.10)	1805(±1725)
	1000	98.40(±0.23)	92.24(±1.57)	2715(±1651)
Fixed	100	94.98(±2.56)	63.06(±21.41)	1500(±0)
	200	96.78(±1.49)	77.87(±13.47)	1500(±0)
	500	97.95(±0.54)	89.36(±4.32)	1500(±0)
	1000	98.56(±0.39)	93.09(±1.64)	1500(±0)
Initial	100	92.63(±2.95)	34.28(±13.12)	-1(±0)
	200	95.39(±1.30)	58.38(±3.59)	-1(±0)
	500	97.82(±0.51)	87.30(±4.50)	-1(±0)
	1000	98.37(±0.22)	91.86(±2.08)	-1(±0)

Table S11: The results of all iscx_defacement-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	97.96(±0.66)	74.28(±8.76)	1040(±843)
	0.2	95.70(±0.55)	77.46(±3.64)	2140(±1641)
	0.3	94.71(±1.71)	81.31(±5.17)	1945(±1903)
	0.4	94.63(±1.48)	85.82(±4.41)	2025(±1611)
CAS_syn	0.1	98.28(±0.84)	78.36(±13.74)	1495(±692)
	0.2	95.99(±1.31)	77.83(±5.28)	1265(±635)
	0.3	94.31(±1.93)	80.99(±7.30)	2365(±1320)
	0.4	94.36(±2.22)	84.74(±6.96)	1585(±758)
CDS	0.1	98.19(±1.22)	76.52(±15.87)	1275(±727)
	0.2	96.28(±0.64)	78.71(±1.32)	1295(±674)
	0.3	95.03(±2.09)	81.57(±7.14)	990(±619)
	0.4	94.44(±1.44)	84.45(±4.51)	900(±639)
FCD	0.1	97.69(±1.04)	75.42(±15.77)	2430(±2289)
	0.2	96.25(±1.14)	78.74(±6.49)	1825(±1959)
	0.3	94.68(±1.47)	81.05(±5.12)	1375(±1316)
	0.4	94.69(±1.31)	85.79(±5.33)	1665(±1431)
Fixed	0.1	97.97(±0.98)	74.62(±13.68)	1500(±0)
	0.2	96.14(±1.23)	78.68(±5.76)	1500(±0)
	0.3	94.54(±1.32)	80.36(±3.94)	1500(±0)
	0.4	94.27(±0.90)	84.47(±3.48)	1500(±0)
Initial	0.1	97.95(±1.34)	73.05(±17.99)	-1(±0)
	0.2	96.34(±1.24)	77.53(±3.06)	-1(±0)
	0.3	95.10(±1.90)	81.44(±5.94)	-1(±0)
	0.4	94.08(±2.32)	83.08(±7.38)	-1(±0)

Table S12: The results of all iscx_defacement-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	93.57(±2.39)	68.27(±11.90)	2040(±1798)
	200	94.79(±1.68)	76.46(±6.17)	1520(±1138)
	500	96.79(±0.47)	83.99(±3.52)	1955(±1699)
	1000	97.86(±0.45)	90.14(±1.26)	1635(±1676)
CAS_syn	100	93.45(±2.72)	70.26(±17.69)	1620(±1071)
	200	94.80(±1.58)	77.35(±9.92)	1475(±580)
	500	96.82(±0.75)	84.05(±2.61)	1825(±1167)
	1000	97.87(±0.25)	90.26(±0.91)	1790(±995)
CDS	100	94.22(±1.82)	71.30(±14.93)	1085(±691)
	200	95.12(±1.66)	76.74(±7.62)	1300(±685)
	500	96.91(±0.52)	84.47(±1.69)	1190(±750)
	1000	97.71(±0.80)	88.74(±4.31)	885(±542)
FCD	100	94.29(±1.58)	71.63(±14.92)	1865(±1962)
	200	94.48(±1.79)	75.38(±8.81)	1890(±1674)
	500	96.91(±0.16)	84.84(±2.98)	1880(±2039)
	1000	97.64(±0.66)	89.15(±4.86)	1660(±1623)
Fixed	100	93.93(±2.03)	70.88(±16.99)	1500(±0)
	200	94.28(±1.53)	72.74(±8.08)	1500(±0)
	500	96.95(±0.75)	85.07(±3.60)	1500(±0)
	1000	97.75(±0.28)	89.44(±1.16)	1500(±0)
Initial	100	94.27(±3.91)	68.79(±25.09)	-1(±0)
	200	94.85(±1.07)	74.27(±5.66)	-1(±0)
	500	96.62(±0.84)	82.55(±2.82)	-1(±0)
	1000	97.72(±0.45)	89.48(±2.40)	-1(±0)

Table S13: The results of all fmnist17-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	99.96(±0.39)	99.63(±5.13)	330(±371)
	0.2	99.95(±0.64)	99.75(±4.51)	210(±165)
	0.3	99.92(±0.07)	99.75(±0.23)	220(±190)
	0.4	99.92(±0.25)	99.81(±0.57)	370(±449)
CAS_syn	0.1	99.95(±0.52)	99.51(±4.60)	510(±485)
	0.2	99.81(±0.60)	99.13(±2.41)	590(±610)
	0.3	99.59(±1.06)	98.63(±2.63)	945(±577)
	0.4	99.94(±0.40)	99.84(±0.96)	1105(±662)
CDS	0.1	99.90(±0.10)	98.92(±1.02)	2345(±1183)
	0.2	99.96(±0.08)	99.81(±0.39)	2720(±1357)
	0.3	99.87(±0.71)	99.59(±1.91)	2370(±1152)
	0.4	99.79(±1.07)	99.48(±2.10)	2215(±1269)
FCD	0.1	99.51(±0.68)	96.25(±4.54)	2020(±835)
	0.2	99.77(±0.41)	98.97(±1.82)	1870(±774)
	0.3	99.37(±0.87)	98.25(±2.35)	1810(±930)
	0.4	99.65(±0.59)	99.13(±1.50)	1960(±991)
FID	0.1	99.87(±0.28)	98.81(±3.00)	3465(±1247)
	0.2	99.82(±0.07)	99.20(±0.34)	3490(±1041)
	0.3	99.94(±0.22)	99.80(±0.71)	3660(±1201)
	0.4	99.80(±0.33)	99.52(±0.77)	3680(±2015)
Fixed	0.1	99.54(±0.10)	95.84(±0.99)	9000(±0)
	0.2	99.43(±0.32)	97.38(±1.36)	9000(±0)
	0.3	99.44(±0.35)	98.42(±1.20)	9000(±0)
	0.4	99.77(±0.08)	99.45(±0.19)	9000(±0)
Initial	0.1	99.82(±0.10)	97.68(±1.02)	-1(±0)
	0.2	99.72(±0.09)	98.14(±0.43)	-1(±0)
	0.3	99.96(±0.14)	99.88(±0.46)	-1(±0)
	0.4	99.82(±0.06)	99.57(±0.16)	-1(±0)
Manual	0.1	99.96(±0.17)	99.63(±1.49)	7110(±1634)
	0.2	99.94(±0.37)	99.69(±1.62)	6265(±1843)
	0.3	99.70(±0.14)	99.16(±0.43)	6190(±1376)
	0.4	99.34(±0.34)	98.60(±0.79)	6030(±1127)

Table S14: The results of all fmnist17-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	100.00(±0.66)	100.00(±5.67)	185(±163)
	200	100.00(±0.00)	100.00(±0.00)	240(±243)
	500	99.82(±0.39)	99.22(±1.52)	310(±316)
	1000	99.94(±0.09)	99.73(±0.52)	395(±460)
CAS_syn	100	99.62(±2.27)	98.61(±10.76)	585(±402)
	200	99.94(±0.86)	99.80(±4.91)	745(±482)
	500	99.82(±0.13)	99.22(±0.45)	900(±668)
	1000	99.90(±0.06)	99.49(±0.44)	920(±845)
CDS	100	99.87(±1.80)	99.71(±4.05)	2940(±939)
	200	99.81(±0.17)	98.92(±0.45)	2995(±992)
	500	99.90(±0.13)	99.47(±0.84)	2360(±1284)
	1000	99.94(±0.06)	99.70(±0.44)	1355(±991)
FCD	100	98.70(±1.29)	94.72(±5.53)	1060(±234)
	200	99.75(±0.33)	98.64(±2.62)	1715(±381)
	500	99.90(±0.17)	99.50(±0.98)	2515(±817)
	1000	99.95(±0.06)	99.74(±0.44)	2370(±947)
FID	100	99.74(±0.36)	99.15(±0.82)	2625(±1247)
	200	99.87(±0.35)	99.29(±2.46)	2975(±565)
	500	99.87(±0.17)	99.22(±0.99)	4185(±989)
	1000	99.94(±0.09)	99.67(±0.52)	4510(±1639)
Fixed	100	98.71(±0.43)	93.87(±1.63)	9000(±0)
	200	99.62(±0.18)	97.89(±0.56)	9000(±0)
	500	99.90(±0.18)	99.60(±0.88)	9000(±0)
	1000	99.95(±0.09)	99.74(±0.51)	9000(±0)
Initial	100	99.64(±0.00)	96.67(±0.00)	-1(±0)
	200	100.00(±0.00)	100.00(±0.00)	-1(±0)
	500	99.75(±0.18)	98.90(±0.88)	-1(±0)
	1000	99.94(±0.13)	99.70(±0.66)	-1(±0)
Manual	100	99.20(±0.44)	98.20(±1.55)	5205(±1123)
	200	99.94(±0.22)	99.84(±1.49)	6980(±1105)
	500	99.85(±0.16)	99.30(±0.99)	7410(±1261)
	1000	99.95(±0.08)	99.74(±0.44)	6000(±1673)

Table S15: The results of all fmnist79-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	97.98(±1.13)	80.03(±16.30)	1390(±1000)
	0.2	97.11(±1.38)	85.84(±14.02)	2160(±1458)
	0.3	96.71(±0.76)	89.82(±2.83)	2815(±1554)
	0.4	96.91(±1.34)	92.57(±3.55)	2475(±1714)
CAS_syn	0.1	98.17(±1.47)	80.25(±8.84)	930(±623)
	0.2	97.64(±0.37)	88.31(±2.76)	1210(±1042)
	0.3	96.90(±0.81)	90.02(±2.05)	1000(±687)
	0.4	96.88(±0.90)	92.47(±2.11)	1440(±792)
CDS	0.1	98.14(±0.86)	80.52(±7.10)	1760(±1296)
	0.2	97.73(±0.72)	88.37(±5.11)	2155(±853)
	0.3	96.70(±0.39)	89.24(±0.75)	1860(±770)
	0.4	96.69(±0.77)	92.03(±1.81)	2240(±1169)
FCD	0.1	98.10(±0.71)	81.74(±6.90)	2510(±1039)
	0.2	97.27(±0.99)	85.93(±6.51)	2305(±775)
	0.3	97.00(±0.59)	90.61(±1.58)	2150(±739)
	0.4	97.14(±1.03)	93.29(±2.39)	2135(±992)
FID	0.1	98.20(±0.68)	82.14(±7.41)	2285(±1057)
	0.2	97.64(±0.98)	88.74(±5.99)	2395(±855)
	0.3	97.19(±0.75)	90.88(±2.29)	2865(±984)
	0.4	97.24(±0.89)	93.48(±2.39)	3245(±1113)
Fixed	0.1	97.13(±1.06)	75.64(±10.38)	9000(±0)
	0.2	97.53(±1.43)	88.33(±7.95)	9000(±0)
	0.3	96.81(±1.10)	89.97(±3.62)	9000(±0)
	0.4	97.19(±1.01)	93.35(±2.84)	9000(±0)
Initial	0.1	97.76(±0.98)	72.15(±9.40)	-1(±0)
	0.2	97.48(±1.20)	84.25(±6.70)	-1(±0)
	0.3	96.74(±1.16)	89.21(±3.43)	-1(±0)
	0.4	97.18(±0.88)	93.02(±2.26)	-1(±0)
Manual	0.1	98.13(±0.93)	80.60(±8.89)	6005(±2493)
	0.2	97.43(±1.12)	87.07(±5.31)	5005(±2113)
	0.3	96.99(±0.88)	90.43(±3.42)	4860(±1942)
	0.4	96.97(±0.80)	92.84(±2.00)	4050(±1353)

Table S16: The results of all fmnist24-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	94.43(±0.16)	23.73(±4.66)	2590(±1217)
	0.2	90.66(±0.52)	38.99(±12.47)	2630(±1320)
	0.3	89.19(±0.70)	58.20(±4.75)	2390(±1404)
	0.4	87.33(±1.93)	64.62(±20.56)	2645(±1174)
CAS_syn	0.1	94.57(±0.87)	15.90(±4.57)	1370(±1090)
	0.2	90.10(±1.50)	46.14(±6.81)	1575(±1104)
	0.3	89.09(±0.85)	56.25(±6.02)	1645(±816)
	0.4	87.00(±0.47)	65.52(±8.09)	1780(±902)
CDS	0.1	93.93(±0.67)	24.65(±8.66)	2280(±1378)
	0.2	90.41(±2.09)	39.69(±11.77)	1725(±951)
	0.3	87.73(±0.75)	57.42(±9.18)	2235(±1950)
	0.4	86.79(±1.72)	64.79(±5.59)	1820(±1614)
FCD	0.1	94.14(±0.78)	23.96(±2.88)	2420(±1376)
	0.2	90.84(±1.77)	39.88(±2.92)	2790(±1284)
	0.3	88.96(±1.57)	54.77(±9.03)	2885(±1638)
	0.4	87.55(±1.33)	66.11(±6.69)	2890(±1431)
FID	0.1	94.56(±1.46)	22.77(±8.61)	3100(±1237)
	0.2	90.55(±2.38)	42.79(±10.20)	3725(±1389)
	0.3	88.72(±1.30)	55.73(±5.87)	3200(±1719)
	0.4	87.25(±2.63)	62.80(±8.13)	3675(±1632)
Fixed	0.1	94.16(±0.62)	22.14(±4.80)	9000(±0)
	0.2	91.05(±4.94)	40.77(±15.95)	9000(±0)
	0.3	88.02(±1.90)	54.39(±11.05)	9000(±0)
	0.4	86.45(±2.28)	61.41(±5.78)	9000(±0)
Initial	0.1	95.27(±0.93)	8.95(±11.59)	-1(±0)
	0.2	91.76(±2.14)	25.15(±9.49)	-1(±0)
	0.3	89.13(±2.27)	45.26(±11.69)	-1(±0)
	0.4	86.34(±2.19)	50.79(±9.76)	-1(±0)
Manual	0.1	94.49(±0.97)	23.57(±8.20)	3870(±2223)
	0.2	91.28(±1.33)	43.32(±9.64)	4565(±1865)
	0.3	88.83(±1.10)	57.58(±5.06)	3735(±2021)
	0.4	86.76(±2.14)	62.87(±9.56)	3580(±1883)

Table S17: The results of all fmnist24-based datasets categorized by majority class counts.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	87.76(±1.48)	29.22(±6.25)	1770(±759)
	200	90.16(±0.79)	42.15(±2.70)	2615(±946)
	500	91.22(±1.85)	54.07(±6.26)	3305(±1435)
	1000	92.47(±0.39)	60.10(±6.42)	2565(±1356)
CAS_syn	100	86.12(±1.89)	28.87(±13.32)	1895(±1129)
	200	90.16(±0.49)	40.03(±7.53)	1790(±1302)
	500	91.69(±1.17)	52.69(±3.95)	1380(±683)
	1000	92.78(±0.86)	62.22(±4.96)	1305(±522)
CDS	100	86.36(±3.72)	28.84(±19.69)	3060(±1920)
	200	88.61(±1.92)	40.16(±11.84)	1925(±1461)
	500	91.39(±1.20)	54.90(±6.52)	1340(±983)
	1000	92.50(±0.92)	62.66(±7.12)	1735(±979)
FCD	100	87.83(±2.58)	26.77(±11.15)	1335(±399)
	200	89.81(±1.83)	39.03(±12.88)	2370(±562)
	500	91.35(±1.71)	57.79(±6.61)	3415(±1420)
	1000	92.49(±0.45)	61.13(±8.68)	3865(±1380)
FID	100	87.14(±3.55)	25.86(±15.07)	3190(±1259)
	200	90.16(±1.49)	40.72(±5.73)	3550(±1217)
	500	91.35(±1.44)	54.44(±7.15)	3420(±1799)
	1000	92.43(±0.56)	63.07(±3.78)	3540(±1736)
Fixed	100	86.14(±5.06)	23.64(±19.07)	9000(±0)
	200	89.58(±1.07)	39.09(±7.69)	9000(±0)
	500	91.64(±1.51)	56.99(±7.18)	9000(±0)
	1000	92.31(±0.51)	59.00(±2.97)	9000(±0)
Initial	100	89.13(±3.38)	11.00(±20.04)	-1(±0)
	200	90.03(±1.16)	26.82(±8.36)	-1(±0)
	500	90.55(±1.26)	35.00(±5.90)	-1(±0)
	1000	92.78(±0.53)	57.32(±6.84)	-1(±0)
Manual	100	86.82(±3.74)	24.64(±22.95)	2460(±795)
	200	90.45(±1.32)	43.70(±9.21)	4550(±1958)
	500	91.61(±1.44)	56.25(±6.63)	4250(±1565)
	1000	92.49(±0.29)	62.75(±2.68)	4490(±2571)

Table S18: The results of all fmnist79-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	96.44(±1.62)	82.91(±15.94)	1375(±545)
	200	97.04(±1.77)	85.96(±14.05)	1665(±740)
	500	97.39(±0.89)	89.12(±6.08)	2690(±1544)
	1000	97.84(±0.56)	90.28(±2.84)	3110(±2069)
CAS_syn	100	96.74(±2.30)	83.60(±9.51)	1050(±540)
	200	97.29(±1.24)	88.13(±6.08)	1230(±797)
	500	97.58(±1.01)	88.85(±5.64)	1255(±802)
	1000	97.98(±0.22)	90.47(±1.78)	1045(±1063)
CDS	100	96.35(±1.33)	83.33(±7.74)	2095(±772)
	200	97.23(±0.99)	86.59(±5.03)	2325(±865)
	500	97.79(±0.87)	89.94(±5.04)	2240(±1337)
	1000	97.90(±0.49)	90.31(±2.75)	1355(±884)
FCD	100	96.83(±1.23)	84.24(±9.61)	1610(±496)
	200	97.02(±1.22)	87.59(±5.04)	2145(±487)
	500	97.72(±1.21)	89.48(±6.63)	2850(±928)
	1000	97.96(±0.29)	90.27(±2.24)	2495(±1040)
FID	100	96.95(±1.50)	85.22(±7.91)	2915(±1236)
	200	97.60(±1.36)	89.86(±7.82)	2505(±848)
	500	97.72(±1.15)	89.44(±5.41)	2795(±1185)
	1000	98.00(±0.30)	90.72(±1.97)	2575(±954)
Fixed	100	96.27(±1.39)	83.32(±8.27)	9000(±0)
	200	96.83(±1.20)	84.90(±5.36)	9000(±0)
	500	97.55(±1.24)	88.74(±7.50)	9000(±0)
	1000	98.02(±0.28)	90.33(±2.12)	9000(±0)
Initial	100	96.54(±1.46)	76.13(±7.68)	-1(±0)
	200	97.21(±1.24)	84.08(±3.92)	-1(±0)
	500	97.50(±1.25)	88.19(±6.51)	-1(±0)
	1000	97.91(±0.25)	90.23(±1.82)	-1(±0)
Manual	100	96.81(±1.48)	84.27(±10.10)	2505(±766)
	200	97.28(±1.29)	87.96(±5.13)	4355(±816)
	500	97.54(±0.93)	88.57(±5.84)	6260(±1531)
	1000	97.88(±0.56)	90.13(±3.25)	6800(±1629)

Table S19: The results of all cifar17-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	93.08(±1.86)	43.17(±9.61)	13950(±7796)
	0.2	89.75(±1.31)	56.29(±6.92)	14400(±3662)
	0.3	90.36(±0.92)	67.19(±3.17)	15700(±6333)
	0.4	86.52(±4.28)	68.89(±5.07)	17650(±8773)
CAS_syn	0.1	94.18(±2.09)	42.04(±9.03)	10750(±7468)
	0.2	90.15(±1.31)	54.72(±7.38)	10700(±8873)
	0.3	88.50(±2.40)	66.79(±4.02)	18950(±11623)
	0.4	87.81(±2.35)	68.42(±5.76)	18050(±10308)
CDS	0.1	93.96(±2.87)	46.11(±4.29)	14350(±10534)
	0.2	90.96(±1.37)	58.18(±4.39)	17950(±12546)
	0.3	88.91(±2.22)	65.68(±1.87)	21400(±14039)
	0.4	86.80(±3.00)	68.51(±6.91)	20700(±12545)
FCD	0.1	92.00(±1.17)	41.90(±5.45)	8000(±4154)
	0.2	91.05(±1.09)	57.00(±3.34)	8900(±3596)
	0.3	88.53(±2.77)	63.98(±6.82)	8150(±2906)
	0.4	87.91(±1.31)	69.79(±2.85)	8450(±4006)
FID	0.1	94.07(±0.90)	41.97(±6.94)	12150(±10132)
	0.2	90.88(±1.37)	55.24(±4.11)	7300(±3357)
	0.3	89.75(±2.95)	66.86(±5.62)	6100(±2633)
	0.4	87.18(±1.92)	67.40(±7.10)	7650(±3990)
Fixed	0.1	92.90(±2.31)	38.57(±5.86)	20000(±0)
	0.2	89.82(±4.69)	54.81(±3.75)	20000(±0)
	0.3	88.96(±2.37)	65.61(±5.95)	20000(±0)
	0.4	86.60(±1.95)	69.11(±5.57)	20000(±0)
IS	0.1	92.69(±1.07)	40.37(±7.24)	18650(±16030)
	0.2	90.81(±0.83)	58.04(±5.30)	14150(±13235)
	0.3	89.45(±0.54)	67.04(±2.11)	17850(±15725)
	0.4	85.79(±1.93)	67.39(±5.28)	15200(±16080)
Initial	0.1	93.21(±3.12)	37.60(±6.10)	-1(±0)
	0.2	91.70(±3.24)	55.27(±8.48)	-1(±0)
	0.3	89.27(±2.69)	63.96(±4.56)	-1(±0)
	0.4	85.16(±2.25)	66.60(±5.42)	-1(±0)

Table S20: The results of all cifar17-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	86.31(±4.68)	52.61(±9.76)	11600(±7680)
	200	90.75(±1.77)	57.97(±5.60)	14850(±5922)
	500	91.35(±0.95)	61.97(±4.52)	14450(±4477)
	1000	91.30(±0.98)	63.01(±4.57)	20800(±6220)
CAS_syn	100	88.16(±3.33)	49.93(±4.00)	13150(±9609)
	200	89.48(±1.87)	57.37(±5.66)	19500(±9052)
	500	91.17(±1.10)	61.45(±5.01)	15300(±12376)
	1000	91.83(±0.59)	63.22(±2.31)	10500(±8172)
CDS	100	87.01(±2.93)	49.54(±9.16)	21400(±9593)
	200	90.10(±2.09)	60.59(±9.66)	27950(±12538)
	500	91.16(±1.37)	61.41(±3.40)	15600(±12832)
	1000	92.35(±1.04)	66.94(±5.56)	9450(±6589)
FCD	100	85.31(±3.21)	43.85(±9.34)	5100(±3354)
	200	90.15(±1.11)	59.47(±8.45)	6550(±1394)
	500	91.69(±1.66)	64.03(±3.95)	9050(±1356)
	1000	92.34(±0.81)	65.32(±4.38)	12800(±2067)
FID	100	89.12(±2.88)	49.13(±8.32)	7100(±8220)
	200	89.69(±2.87)	55.74(±6.77)	9000(±8620)
	500	91.35(±0.89)	62.26(±6.12)	7300(±1719)
	1000	91.71(±1.46)	64.34(±5.82)	9800(±2948)
Fixed	100	85.50(±4.73)	49.04(±5.47)	20000(±0)
	200	90.49(±1.08)	58.94(±5.94)	20000(±0)
	500	91.04(±0.59)	58.12(±3.33)	20000(±0)
	1000	91.26(±0.75)	62.00(±2.64)	20000(±0)
IS	100	86.76(±2.56)	51.15(±11.83)	33650(±7435)
	200	88.96(±1.74)	57.21(±6.38)	19100(±16923)
	500	90.79(±1.44)	60.32(±4.70)	5150(±4475)
	1000	92.21(±0.46)	64.16(±3.68)	7950(±7836)
Initial	100	86.20(±4.72)	41.62(±5.94)	-1(±0)
	200	89.84(±3.27)	57.75(±7.26)	-1(±0)
	500	91.54(±1.73)	60.83(±4.31)	-1(±0)
	1000	91.76(±0.89)	63.23(±4.87)	-1(±0)

Table S21: The results of all mnist01-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	99.20(±1.08)	93.39(±24.34)	900(±825)
	0.2	99.41(±0.50)	97.20(±2.71)	920(±725)
	0.3	99.41(±1.75)	98.09(±12.71)	1340(±995)
	0.4	99.22(±2.57)	98.11(±14.63)	1565(±1188)
CAS_syn	0.1	99.49(±0.97)	94.66(±6.65)	800(±773)
	0.2	99.48(±13.64)	97.33(±9.76)	1225(±741)
	0.3	99.01(±0.83)	96.73(±3.25)	1220(±780)
	0.4	99.23(±1.01)	98.13(±3.30)	1145(±505)
CDS	0.1	99.60(±0.55)	96.21(±4.41)	2205(±1444)
	0.2	99.67(±1.37)	98.39(±3.85)	2345(±1487)
	0.3	99.50(±1.50)	98.36(±4.19)	2050(±978)
	0.4	99.17(±1.28)	97.98(±4.57)	2705(±1587)
FCD	0.1	99.31(±0.55)	94.11(±4.73)	1320(±572)
	0.2	99.00(±0.24)	96.02(±1.16)	1790(±973)
	0.3	98.79(±0.47)	96.36(±1.51)	1830(±932)
	0.4	99.03(±0.49)	97.08(±0.96)	1955(±1160)
FID	0.1	99.58(±0.42)	94.97(±4.55)	2930(±1269)
	0.2	99.20(±0.52)	96.03(±2.73)	3090(±615)
	0.3	99.62(±0.61)	98.77(±1.86)	2975(±1130)
	0.4	99.01(±0.55)	97.51(±1.31)	2955(±783)
Fixed	0.1	99.16(±0.92)	93.61(±6.86)	5000(±0)
	0.2	94.14(±0.58)	92.87(±2.58)	5000(±0)
	0.3	99.16(±0.44)	97.04(±1.34)	5000(±0)
	0.4	98.88(±0.47)	96.99(±1.11)	5000(±0)
Initial	0.1	98.52(±0.40)	72.95(±5.41)	-1(±0)
	0.2	99.41(±0.66)	96.99(±3.25)	-1(±0)
	0.3	98.19(±0.21)	90.38(±0.69)	-1(±0)
	0.4	98.60(±0.60)	93.59(±1.72)	-1(±0)

Table S22: The results of all mnist01-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	98.97(±2.43)	95.10(±26.67)	375(±352)
	200	98.93(±0.91)	94.68(±14.41)	920(±605)
	500	99.55(±0.33)	98.02(±2.27)	1735(±1071)
	1000	99.79(±2.24)	98.99(±13.54)	1695(±974)
CAS_syn	100	98.88(±2.03)	94.40(±8.10)	1070(±803)
	200	98.93(±0.73)	95.53(±3.24)	865(±639)
	500	99.60(±0.23)	97.86(±1.11)	1375(±711)
	1000	99.80(±13.92)	99.05(±10.26)	1080(±664)
CDS	100	99.11(±2.28)	97.10(±7.96)	2815(±1851)
	200	99.44(±0.59)	97.03(±3.19)	2485(±1301)
	500	99.60(±0.57)	97.90(±3.09)	1945(±1131)
	1000	99.79(±0.09)	98.91(±0.45)	2060(±1057)
FCD	100	97.95(±0.93)	92.54(±3.70)	790(±386)
	200	98.94(±0.18)	95.25(±1.78)	1590(±569)
	500	99.42(±0.34)	96.71(±1.08)	1995(±608)
	1000	99.82(±0.12)	99.07(±0.58)	2520(±1101)
FID	100	99.13(±1.02)	95.76(±7.12)	2720(±968)
	200	98.81(±0.77)	94.24(±3.01)	3510(±1129)
	500	99.65(±0.35)	98.16(±1.89)	2660(±876)
	1000	99.82(±0.07)	99.12(±0.26)	3060(±657)
Fixed	100	98.22(±1.47)	92.56(±7.51)	5000(±0)
	200	98.74(±0.45)	94.62(±4.59)	5000(±0)
	500	99.57(±0.24)	97.91(±1.32)	5000(±0)
	1000	94.80(±0.09)	95.41(±0.18)	5000(±0)
Initial	100	98.16(±0.69)	81.83(±4.38)	-1(±0)
	200	98.23(±0.33)	81.69(±4.56)	-1(±0)
	500	99.48(±0.43)	97.19(±2.07)	-1(±0)
	1000	98.87(±0.07)	93.20(±0.27)	-1(±0)

Table S23: The results of all mnist23-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	97.85(±1.03)	73.43(±24.90)	1675(±1101)
	0.2	98.00(±2.76)	87.89(±35.31)	1855(±1778)
	0.3	96.66(±2.54)	87.61(±23.63)	2240(±1561)
	0.4	96.40(±2.36)	87.62(±13.82)	2375(±1831)
CAS_syn	0.1	98.59(±1.06)	82.92(±16.16)	725(±716)
	0.2	97.67(±0.48)	88.54(±2.40)	1020(±620)
	0.3	97.25(±0.80)	90.13(±3.53)	1280(±946)
	0.4	96.82(±2.25)	91.91(±6.97)	1905(±1506)
CDS	0.1	98.74(±0.77)	85.65(±13.55)	1760(±1112)
	0.2	97.56(±1.23)	86.82(±13.12)	2355(±1160)
	0.3	96.57(±0.35)	86.39(±1.87)	3215(±1231)
	0.4	95.96(±1.06)	85.78(±3.25)	1765(±1079)
FCD	0.1	98.56(±0.61)	81.02(±7.42)	2055(±1144)
	0.2	97.56(±1.66)	84.66(±8.87)	2265(±1370)
	0.3	97.16(±0.81)	89.42(±4.88)	2535(±2104)
	0.4	96.40(±1.52)	90.99(±10.61)	2465(±1600)
FID	0.1	98.51(±0.68)	81.18(±9.62)	3315(±1422)
	0.2	97.87(±1.08)	89.04(±3.96)	3690(±1539)
	0.3	97.12(±0.42)	89.20(±1.29)	4280(±1735)
	0.4	96.54(±1.01)	90.80(±2.70)	3995(±1509)
Fixed	0.1	98.48(±1.02)	81.79(±13.05)	5000(±0)
	0.2	98.20(±0.54)	90.23(±5.45)	5000(±0)
	0.3	97.18(±0.41)	89.87(±3.87)	5000(±0)
	0.4	95.67(±2.07)	89.11(±12.47)	5000(±0)
Initial	0.1	97.37(±1.09)	52.21(±18.32)	-1(±0)
	0.2	96.38(±0.84)	69.94(±3.89)	-1(±0)
	0.3	96.08(±1.08)	80.33(±5.35)	-1(±0)
	0.4	96.34(±1.15)	87.70(±3.65)	-1(±0)

Table S24: The results of all mnist23-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	95.64(±1.77)	70.05(±20.61)	845(±357)
	200	96.99(±1.14)	83.79(±11.83)	1495(±778)
	500	98.08(±1.68)	90.65(±15.05)	3080(±1295)
	1000	98.20(±1.74)	92.04(±17.40)	2725(±2155)
CAS_syn	100	96.64(±2.31)	84.39(±12.97)	1010(±532)
	200	97.40(±0.90)	86.16(±3.06)	1005(±549)
	500	98.21(±1.09)	91.60(±4.48)	1425(±1075)
	1000	98.10(±0.19)	91.35(±1.41)	1490(±1704)
CDS	100	96.10(±1.29)	79.21(±15.06)	2590(±1477)
	200	96.49(±0.75)	82.65(±11.57)	2235(±1164)
	500	98.13(±1.51)	90.98(±7.51)	2305(±1371)
	1000	98.12(±0.31)	91.79(±1.83)	1965(±1062)
FCD	100	96.32(±1.07)	78.45(±7.83)	875(±273)
	200	97.50(±2.16)	86.49(±13.58)	1375(±387)
	500	97.62(±1.23)	88.98(±7.54)	2930(±589)
	1000	98.25(±0.12)	92.17(±1.43)	4140(±1654)
FID	100	96.10(±1.27)	78.49(±7.15)	3705(±1048)
	200	97.84(±0.72)	89.76(±6.06)	5365(±1401)
	500	97.95(±1.02)	90.39(±5.70)	2285(±868)
	1000	98.15(±0.26)	91.57(±1.54)	3925(±1179)
Fixed	100	95.70(±1.09)	78.45(±13.06)	5000(±0)
	200	97.49(±1.81)	89.17(±13.24)	5000(±0)
	500	98.08(±1.35)	91.29(±7.28)	5000(±0)
	1000	98.26(±0.36)	92.09(±2.16)	5000(±0)
Initial	100	95.46(±1.33)	61.27(±14.74)	-1(±0)
	200	95.83(±0.85)	66.24(±4.83)	-1(±0)
	500	97.66(±1.24)	84.97(±5.90)	-1(±0)
	1000	97.20(±0.29)	77.70(±2.33)	-1(±0)

Table S25: The results of all mnist38-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	97.96(±0.50)	74.45(±14.54)	2330(±1605)
	0.2	96.16(±1.41)	74.45(±14.90)	1885(±1093)
	0.3	96.33(±2.74)	87.99(±20.11)	2215(±1394)
	0.4	93.50(±1.82)	74.70(±10.82)	2395(±1148)
CAS_syn	0.1	97.73(±1.00)	68.46(±13.26)	1100(±1062)
	0.2	96.22(±1.30)	80.61(±3.88)	1345(±1008)
	0.3	95.95(±2.04)	84.13(±8.27)	1370(±1380)
	0.4	90.44(±1.42)	84.97(±4.14)	1810(±1176)
CDS	0.1	93.04(±13.13)	71.70(±12.89)	2190(±1489)
	0.2	96.58(±4.68)	82.31(±6.48)	2440(±1699)
	0.3	95.63(±0.85)	84.24(±3.28)	2990(±1856)
	0.4	96.09(±1.18)	89.09(±2.85)	1880(±1046)
FCD	0.1	92.91(±13.76)	70.33(±16.22)	2135(±1252)
	0.2	94.69(±0.94)	77.30(±5.44)	2540(±1764)
	0.3	96.02(±1.53)	86.06(±7.18)	2790(±2141)
	0.4	95.94(±0.72)	89.93(±3.88)	2655(±1840)
FID	0.1	96.71(±0.51)	61.65(±10.32)	3360(±1160)
	0.2	96.65(±1.39)	81.42(±5.50)	3395(±1126)
	0.3	96.52(±1.09)	87.64(±5.66)	4015(±1709)
	0.4	95.51(±12.79)	88.02(±7.07)	3795(±1178)
Fixed	0.1	97.63(±0.38)	69.37(±7.74)	5000(±0)
	0.2	95.74(±1.10)	79.04(±14.22)	5000(±0)
	0.3	95.60(±1.05)	84.42(±3.00)	5000(±0)
	0.4	95.79(±4.15)	88.85(±24.87)	5000(±0)
Initial	0.1	96.40(±1.30)	33.47(±20.40)	-1(±0)
	0.2	95.90(±0.98)	70.48(±7.84)	-1(±0)
	0.3	94.34(±0.87)	73.34(±3.56)	-1(±0)
	0.4	94.45(±1.48)	81.25(±2.78)	-1(±0)

Table S26: The results of all mnist38-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	94.68(±1.44)	73.54(±17.63)	950(±539)
	200	96.55(±2.02)	77.84(±14.75)	2035(±987)
	500	95.81(±0.81)	76.57(±10.97)	2830(±1292)
	1000	96.91(±1.54)	83.62(±21.89)	3010(±1216)
CAS_syn	100	95.09(±2.86)	71.44(±12.98)	1025(±627)
	200	91.04(±0.79)	74.25(±8.79)	1320(±881)
	500	97.00(±1.20)	85.62(±5.09)	1580(±1374)
	1000	97.22(±0.21)	86.86(±2.80)	1700(±1539)
CDS	100	96.10(±4.79)	79.17(±19.03)	3270(±2103)
	200	96.07(±12.91)	77.84(±9.42)	2595(±1540)
	500	91.88(±0.90)	82.69(±4.72)	1740(±631)
	1000	97.30(±0.74)	87.66(±3.27)	1895(±1260)
FCD	100	94.30(±1.67)	74.84(±5.76)	930(±277)
	200	91.36(±1.41)	76.30(±10.30)	1510(±261)
	500	96.78(±13.35)	85.25(±7.83)	2990(±876)
	1000	97.13(±0.29)	87.23(±1.47)	4690(±1751)
FID	100	95.09(±1.83)	72.01(±11.74)	3810(±868)
	200	96.32(±12.94)	78.21(±12.72)	4840(±1581)
	500	96.89(±0.67)	85.83(±1.79)	2690(±785)
	1000	97.10(±0.39)	82.68(±2.35)	3225(±835)
Fixed	100	95.34(±2.15)	75.26(±12.99)	5000(±0)
	200	95.60(±0.76)	75.12(±10.87)	5000(±0)
	500	96.56(±1.56)	84.63(±14.18)	5000(±0)
	1000	97.26(±1.97)	86.68(±12.98)	5000(±0)
Initial	100	93.88(±1.66)	49.05(±6.93)	-1(±0)
	200	94.35(±1.56)	55.35(±10.61)	-1(±0)
	500	96.24(±0.44)	76.57(±1.37)	-1(±0)
	1000	96.62(±0.41)	77.57(±9.76)	-1(±0)

Table S27: The results of all kmnist12-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	95.62(±0.25)	49.62(±3.79)	1980(±1111)
	0.2	93.22(±1.36)	64.19(±14.60)	2045(±1294)
	0.3	93.35(±1.52)	72.93(±10.61)	1900(±1049)
	0.4	93.29(±1.98)	79.87(±15.33)	2195(±1025)
CAS_syn	0.1	95.52(±1.62)	48.07(±11.85)	1800(±1324)
	0.2	94.93(±0.75)	69.15(±11.07)	1610(±1410)
	0.3	93.91(±1.60)	78.05(±5.39)	1835(±808)
	0.4	94.07(±1.01)	83.34(±2.40)	1730(±1554)
CDS	0.1	96.49(±2.08)	54.48(±12.20)	1445(±1183)
	0.2	94.59(±1.17)	69.90(±9.36)	2740(±1495)
	0.3	93.30(±1.66)	77.65(±6.47)	2375(±1557)
	0.4	93.59(±1.21)	84.00(±6.59)	2160(±1500)
FCD	0.1	95.61(±1.71)	50.57(±21.29)	1135(±718)
	0.2	94.78(±1.66)	66.17(±11.14)	1490(±1060)
	0.3	94.18(±3.27)	79.19(±8.85)	1265(±657)
	0.4	93.49(±1.44)	82.15(±2.71)	1645(±1090)
FID	0.1	96.32(±1.80)	55.50(±14.57)	3845(±1538)
	0.2	94.11(±0.43)	60.03(±7.91)	4200(±1798)
	0.3	93.13(±1.05)	74.96(±4.36)	3795(±1632)
	0.4	92.91(±0.72)	78.60(±3.18)	4240(±1635)
Fixed	0.1	96.36(±2.01)	55.27(±12.93)	7500(±0)
	0.2	94.47(±2.45)	65.62(±9.19)	7500(±0)
	0.3	93.14(±1.38)	75.92(±10.66)	7500(±0)
	0.4	93.55(±2.13)	83.26(±12.56)	7500(±0)
Initial	0.1	95.91(±1.74)	28.02(±15.75)	-1(±0)
	0.2	93.85(±0.85)	51.78(±12.21)	-1(±0)
	0.3	93.50(±1.41)	70.73(±4.48)	-1(±0)
	0.4	92.16(±0.82)	73.32(±4.23)	-1(±0)

Table S28: The results of all kmnist12-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	90.74(±1.24)	45.12(±9.60)	895(±337)
	200	93.85(±1.30)	65.29(±12.33)	1625(±497)
	500	94.93(±1.16)	75.98(±12.36)	2585(±812)
	1000	95.95(±1.03)	80.21(±5.74)	3015(±1103)
CAS_syn	100	92.97(±2.29)	59.06(±24.72)	1250(±862)
	200	94.14(±2.09)	64.58(±10.36)	1415(±696)
	500	94.96(±0.32)	74.31(±2.83)	2120(±1658)
	1000	96.34(±0.91)	80.65(±3.87)	2190(±1461)
CDS	100	93.75(±4.07)	64.16(±18.67)	2960(±1597)
	200	93.00(±1.18)	66.08(±9.35)	2480(±1804)
	500	94.88(±0.99)	74.75(±6.05)	1770(±1086)
	1000	96.34(±0.31)	81.04(±2.34)	1510(±936)
FCD	100	92.83(±2.26)	52.77(±25.42)	625(±144)
	200	94.45(±2.58)	70.29(±12.73)	855(±216)
	500	94.83(±0.44)	74.67(±2.55)	1730(±545)
	1000	95.94(±0.56)	80.35(±4.52)	2325(±1049)
FID	100	92.29(±1.89)	55.93(±18.15)	3075(±1167)
	200	93.32(±0.76)	60.99(±9.98)	4675(±1392)
	500	94.76(±0.72)	71.41(±7.54)	4630(±1886)
	1000	96.10(±1.06)	80.75(±8.52)	3700(±1537)
Fixed	100	92.99(±5.71)	55.75(±8.07)	7500(±0)
	200	94.15(±1.49)	70.38(±12.50)	7500(±0)
	500	94.70(±0.82)	74.41(±4.01)	7500(±0)
	1000	95.69(±0.46)	79.54(±2.96)	7500(±0)
Initial	100	92.14(±1.09)	29.63(±11.54)	-1(±0)
	200	93.29(±1.22)	51.55(±11.83)	-1(±0)
	500	94.46(±0.84)	67.30(±11.17)	-1(±0)
	1000	95.53(±0.35)	75.35(±3.37)	-1(±0)

Table S29: The results of all kmnist16-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	96.68(±0.44)	65.79(±8.61)	1600(±1106)
	0.2	96.34(±1.52)	79.18(±16.52)	1450(±698)
	0.3	95.08(±0.70)	81.58(±4.17)	1855(±987)
	0.4	94.72(±2.35)	86.49(±8.71)	2025(±1115)
CAS_syn	0.1	97.30(±0.65)	65.07(±19.33)	945(±1036)
	0.2	96.53(±1.88)	80.64(±11.65)	930(±1371)
	0.3	95.50(±2.93)	84.50(±5.53)	1135(±1062)
	0.4	94.31(±1.64)	84.24(±5.91)	1610(±1219)
CDS	0.1	96.94(±1.02)	56.47(±15.57)	2245(±1335)
	0.2	96.47(±1.96)	80.94(±11.03)	1850(±1325)
	0.3	95.50(±1.02)	82.15(±4.86)	2040(±1020)
	0.4	93.91(±1.24)	82.69(±3.65)	2015(±1476)
FCD	0.1	97.00(±0.40)	62.15(±9.50)	1070(±460)
	0.2	95.94(±1.01)	78.69(±5.61)	1205(±776)
	0.3	95.54(±1.09)	84.30(±7.82)	1250(±791)
	0.4	94.72(±2.03)	86.17(±7.59)	1280(±738)
FID	0.1	96.29(±0.59)	61.99(±12.98)	3555(±1427)
	0.2	95.67(±1.34)	76.01(±7.93)	3325(±1623)
	0.3	95.04(±1.45)	81.07(±4.81)	3645(±1527)
	0.4	94.34(±1.68)	83.47(±6.02)	3655(±1504)
Fixed	0.1	96.93(±2.12)	57.53(±15.64)	7500(±0)
	0.2	96.64(±1.25)	81.22(±6.76)	7500(±0)
	0.3	94.28(±1.69)	81.56(±8.51)	7500(±0)
	0.4	94.08(±0.79)	83.51(±2.82)	7500(±0)
Initial	0.1	96.40(±1.71)	38.79(±10.39)	-1(±0)
	0.2	95.53(±1.83)	69.77(±9.78)	-1(±0)
	0.3	95.42(±1.44)	82.34(±6.18)	-1(±0)
	0.4	93.50(±2.59)	80.78(±9.38)	-1(±0)

Table S30: The results of all kmnist16-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	94.84(±1.84)	73.60(±12.68)	715(±316)
	200	95.25(±2.14)	74.34(±12.58)	1425(±637)
	500	95.92(±0.71)	80.21(±6.15)	2240(±650)
	1000	96.81(±0.42)	84.89(±3.24)	2550(±1023)
CAS_syn	100	95.38(±1.75)	75.25(±20.09)	580(±342)
	200	95.51(±0.79)	75.80(±10.48)	1230(±1003)
	500	95.97(±0.94)	78.89(±6.05)	1755(±1854)
	1000	96.79(±0.71)	84.51(±4.24)	1055(±763)
CDS	100	94.94(±2.00)	64.00(±18.90)	2725(±1501)
	200	95.26(±1.26)	74.31(±7.88)	2050(±1180)
	500	95.88(±1.21)	79.85(±5.67)	1570(±828)
	1000	96.74(±0.62)	84.09(±3.68)	1805(±1313)
FCD	100	96.11(±2.55)	76.54(±16.39)	615(±118)
	200	94.45(±1.35)	71.09(±7.72)	880(±196)
	500	95.87(±0.88)	79.12(±4.57)	1410(±494)
	1000	96.77(±0.65)	84.57(±4.72)	1900(±829)
FID	100	93.62(±2.16)	63.89(±16.35)	3305(±1520)
	200	94.91(±1.45)	73.84(±9.07)	4775(±1575)
	500	96.08(±1.03)	80.69(±7.59)	2965(±1193)
	1000	96.73(±0.49)	84.13(±3.60)	3135(±972)
Fixed	100	94.53(±2.03)	69.22(±10.02)	7500(±0)
	200	94.85(±1.55)	70.33(±11.08)	7500(±0)
	500	95.81(±0.79)	79.53(±3.54)	7500(±0)
	1000	96.75(±0.64)	84.73(±3.62)	7500(±0)
Initial	100	94.28(±1.70)	51.90(±9.11)	-1(±0)
	200	94.06(±1.64)	61.41(±9.87)	-1(±0)
	500	95.74(±1.05)	74.33(±6.55)	-1(±0)
	1000	96.77(±0.24)	84.02(±0.78)	-1(±0)

Table S31: The results of all kmnist35-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	0.1	97.84(±0.63)	73.45(±14.48)	1415(±835)
	0.2	96.25(±0.34)	81.98(±7.18)	1705(±861)
	0.3	96.57(±1.58)	88.57(±10.72)	1920(±1665)
	0.4	94.45(±1.39)	85.63(±4.91)	2005(±1338)
CAS_syn	0.1	97.87(±0.66)	70.83(±7.74)	1555(±1698)
	0.2	96.65(±1.41)	81.49(±9.10)	1250(±786)
	0.3	96.33(±1.02)	87.05(±3.29)	1095(±846)
	0.4	95.70(±1.95)	88.29(±9.17)	1770(±1547)
CDS	0.1	98.43(±0.95)	80.39(±18.29)	1640(±1211)
	0.2	96.58(±2.22)	81.85(±10.63)	1745(±983)
	0.3	96.62(±1.13)	88.19(±2.98)	2395(±1536)
	0.4	95.48(±2.04)	87.37(±6.95)	1845(±1221)
FCD	0.1	97.93(±0.72)	72.33(±13.24)	1455(±899)
	0.2	96.91(±2.76)	84.61(±11.18)	1340(±910)
	0.3	96.15(±0.82)	86.64(±3.21)	1575(±1033)
	0.4	95.03(±1.91)	86.26(±7.42)	1450(±1020)
FID	0.1	98.29(±0.15)	80.84(±7.63)	4255(±2008)
	0.2	96.02(±1.95)	79.39(±10.80)	3575(±1472)
	0.3	95.99(±0.80)	85.83(±2.98)	3790(±1521)
	0.4	95.07(±1.70)	87.25(±5.26)	3565(±1324)
Fixed	0.1	98.21(±0.95)	80.19(±17.71)	7500(±0)
	0.2	96.82(±2.24)	81.63(±9.33)	7500(±0)
	0.3	96.47(±0.75)	87.70(±2.45)	7500(±0)
	0.4	94.52(±3.40)	83.12(±7.95)	7500(±0)
Initial	0.1	97.23(±0.42)	53.71(±4.60)	-1(±0)
	0.2	96.57(±1.16)	77.75(±3.33)	-1(±0)
	0.3	96.48(±1.35)	85.76(±3.47)	-1(±0)
	0.4	95.15(±0.96)	85.19(±3.15)	-1(±0)

Table S32: The results of all kmnist35-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
CAS_real	100	95.23(±1.16)	74.98(±13.98)	735(±258)
	200	95.37(±1.24)	80.85(±12.50)	1335(±425)
	500	97.09(±1.06)	85.80(±12.75)	2035(±622)
	1000	97.41(±0.59)	88.00(±3.42)	2940(±1657)
CAS_syn	100	95.39(±1.59)	70.00(±11.28)	730(±419)
	200	96.54(±1.53)	83.67(±3.50)	975(±513)
	500	96.97(±0.75)	85.49(±3.83)	1815(±1100)
	1000	97.64(±0.58)	88.49(±3.21)	2150(±1954)
CDS	100	95.30(±1.82)	74.88(±17.35)	2300(±1298)
	200	96.66(±1.55)	86.23(±8.57)	2340(±1525)
	500	97.62(±0.57)	88.66(±3.63)	1405(±994)
	1000	97.53(±0.47)	88.03(±3.37)	1580(±952)
FCD	100	95.35(±2.15)	73.08(±15.65)	530(±162)
	200	96.18(±1.62)	82.54(±7.47)	880(±260)
	500	97.09(±0.88)	86.50(±5.05)	1740(±451)
	1000	97.40(±0.73)	87.74(±3.05)	2670(±767)
FID	100	95.66(±1.26)	80.36(±12.95)	3565(±1065)
	200	95.81(±1.52)	80.82(±6.13)	4575(±1837)
	500	96.58(±0.75)	84.69(±2.99)	3600(±1991)
	1000	97.31(±0.63)	87.45(±2.81)	3445(±1122)
Fixed	100	95.15(±2.06)	74.90(±13.84)	7500(±0)
	200	96.00(±3.98)	82.60(±11.31)	7500(±0)
	500	97.33(±0.97)	86.79(±5.27)	7500(±0)
	1000	97.54(±0.51)	88.36(±1.62)	7500(±0)
Initial	100	94.98(±1.06)	60.06(±6.24)	-1(±0)
	200	95.83(±1.78)	73.08(±6.32)	-1(±0)
	500	96.82(±0.79)	80.86(±3.63)	-1(±0)
	1000	97.80(±0.60)	88.40(±3.07)	-1(±0)

Table S33: The results of all tor-based datasets categorized by imbalance ratios.

Method	min_maj_rate	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
cas	0.1	0.9159(±0.0122)	0.5379(±0.3547)	840(±653)
	0.2	0.9174(±0.0114)	0.7189(±0.1690)	925(±488)
	0.3	0.8712(±0.0178)	0.7442(±0.0909)	1015(±495)
	0.4	0.8695(±0.0653)	0.7699(±0.4563)	1180(±731)
fcn	0.1	0.9161(± 0.0654)	0.5694(±0.1415)	2535(±1499)
	0.2	0.8558(±0.0613)	0.6274(±0.1454)	2595(±1727)
	0.3	0.8799(±0.0830)	0.7581(±0.1570)	2245(±1556)
	0.4	0.9125(±0.0801)	0.8102(±0.0834)	2490(±1253)
fixed	0.1	0.9051(±0.0391)	0.5526(±0.0724)	1500(±0)
	0.2	0.9177(±0.0752)	0.7166(±0.1749)	1500(±0)
	0.3	0.9121(±0.0737)	0.7673(±0.1971)	1500(±0)
	0.4	0.8684(±0.0926)	0.7746(±0.1285)	1500(±0)
mfid	0.1	0.8527(±0.0898)	0.4214(±0.1412)	995(±858)
	0.2	0.9204(±0.0941)	0.7211(±0.1999)	990(±576)
	0.3	0.8922(±0.2823)	0.7208(±0.1732)	1070(±392)
	0.4	0.8995(±0.0953)	0.7972(±0.1338)	895(±321)
mis	0.1	0.8953(±0.0621)	0.5153(±0.1257)	2165(±1355)
	0.2	0.9042(±0.2495)	0.6978(±0.1738)	1550(±1338)
	0.3	0.8568(±0.2532)	0.7318(±0.1643)	1090(±544)
	0.4	0.9093(±0.0533)	0.8114(±0.0678)	1355(±472)
Initial	0.1	0.9533(±0.1138)	0.0968(±0.1452)	-1(±0)
	0.2	0.9141(±0.0897)	0.1751(±0.1857)	-1(±0)
	0.3	0.8986(±0.1992)	0.4137(±0.1123)	-1(±0)
	0.4	0.8906(±0.1843)	0.5352(±0.2120)	-1(±0)

Table S34: The results of all tor-based datasets categorized by majority class counts.

Method	maj_class_count	maj_F1(±CI)%	min_F1(±CI)%	Stopping Iteration(±STD)
cas	100	0.8447(±0.0312)	0.6192(±0.2372)	920(±545)
	200	0.8588(±0.0292)	0.6373(±0.2681)	870(±516)
	500	0.9324(±0.0302)	0.7643(±0.1807)	1000(±538)
	1000	0.9380(±0.0162)	0.7499(±0.2158)	1170(±778)
fcn	100	0.7864(±0.1332)	0.5862(±0.2461)	1925(±1283)
	200	0.8959(±0.0750)	0.6525(±0.0960)	2435(±1447)
	500	0.9426(±0.0673)	0.7658(±0.0985)	2760(±1551)
	1000	0.9394(±0.0141)	0.7606(±0.0377)	2745(±1633)
fixed	100	0.8498(±0.1257)	0.6288(±0.3360)	1500(±0)
	200	0.9049(±0.0659)	0.6950(±0.0852)	1500(±0)
	500	0.9130(±0.0975)	0.7307(±0.1639)	1500(±0)
	1000	0.9357(±0.0169)	0.7567(±0.0392)	1500(±0)
mfid	100	0.8590(±0.2846)	0.5872(±0.2733)	855(±374)
	200	0.8950(±0.0656)	0.6738(±0.0878)	1060(±789)
	500	0.9135(±0.0262)	0.7186(±0.0717)	975(±546)
	1000	0.8973(±0.0234)	0.6809(±0.0721)	1060(±501)
mis	100	0.8180(±0.3394)	0.5900(±0.2133)	1440(±1083)
	200	0.8763(±0.0589)	0.6609(±0.1626)	1510(±718)
	500	0.9358(±0.0279)	0.7541(±0.0787)	1845(±1516)
	1000	0.9355(±0.0101)	0.7511(±0.0391)	1365(±822)
Initial	100	0.8986(±0.1852)	0.0996(±0.3561)	-1(±0)
	200	0.8946(±0.2321)	0.1106(±0.3240)	-1(±0)
	500	0.9263(±0.0651)	0.4033(±0.1360)	-1(±0)
	1000	0.9371(±0.0083)	0.6073(±0.0434)	-1(±0)