

Table 18. Precision of The Different Variants For Surprise Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.3332	0.4172	0.1554	0.3892	0.3238
ROS+NB	0.3326	0.4219	0.1700	0.3964	0.3302
SMOTE+NB	0.3187	0.3654	0.1424	0.3897	0.3041
CMA+NB	0.3387	0.4286	0.3761	0.3619	0.3763
RUS+NBM	0.3326	0.4164	0.1632	0.3720	0.3211
ROS+NBM	0.3427	0.4253	0.1844	0.3749	0.3318
SMOTE+NBM	0.3236	0.4299	0.2913	0.3761	0.3552
CMA+NBM	0.3450	0.4220	0.1931	0.3619	0.3305
RUS+SVM	0.3117	0.4059	0.1544	0.3674	0.3099
ROS+SVM	0.3380	0.4086	0.1875	0.3533	0.3219
SMOTE+SVM	0.3106	0.4025	0.1879	0.3669	0.3170
CMA+SVM	0.3525	0.3965	0.1882	0.3455	0.3207
RUS+KNN	0.3184	0.3983	0.1828	0.3734	0.3182
ROS+KNN	0.3196	0.4034	0.1809	0.3804	0.3211
SMOTE+KNN	0.3039	0.4070	0.1696	0.3707	0.3128
CMA+KNN	0.3014	0.4062	0.1596	0.3806	0.3120

Table 19. Recall of The Different Variants For Surprise Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.5921	0.5202	0.5081	0.4207	0.5103
ROS+NB	0.5165	0.4711	0.3279	0.3591	0.4187
SMOTE+NB	0.2812	0.1399	0.2108	0.1579	0.1975
CMA+NB	0.5489	0.5132	0.1810	0.3939	0.4093
RUS+NBM	0.5966	0.6654	0.4937	0.4694	0.5563
ROS+NBM	0.4350	0.5798	0.2027	0.3421	0.3899
SMOTE+NBM	0.3872	0.6680	0.1577	0.3983	0.4028
CMA+NBM	0.4812	0.6053	0.2523	0.3843	0.4308
RUS+SVM	0.5030	0.5272	0.4874	0.5211	0.5097
ROS+SVM	0.3703	0.4154	0.1468	0.3583	0.3227
SMOTE+SVM	0.3556	0.4307	0.1495	0.3930	0.3322
CMA+SVM	0.3910	0.3947	0.1441	0.3512	0.3203
RUS+KNN	0.3643	0.5583	0.4405	0.5409	0.4760
ROS+KNN	0.2774	0.5070	0.1468	0.4504	0.3454
SMOTE+KNN	0.7545	0.9083	0.6189	0.9107	0.7981
CMA+KNN	0.3308	0.5789	0.1351	0.4876	0.3831

Table 20. F1-score of The Different Variants For Surprise Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.4264	0.4629	0.2379	0.4042	0.3829
ROS+NB	0.4046	0.4451	0.2239	0.3768	0.3626
SMOTE+NB	0.2987	0.2022	0.1699	0.2245	0.2238
CMA+NB	0.4189	0.4671	0.3784	0.3760	0.4104
RUS+NBM	0.4270	0.5121	0.2452	0.4150	0.3998
ROS+NBM	0.3833	0.4907	0.1931	0.3575	0.3562
SMOTE+NBM	0.3525	0.5231	0.2045	0.3868	0.3667
CMA+NBM	0.4019	0.4973	0.2188	0.3727	0.3727
RUS+SVM	0.3847	0.4586	0.2344	0.4309	0.3772
ROS+SVM	0.3534	0.4119	0.1645	0.3557	0.3214
SMOTE+SVM	0.3314	0.4161	0.1664	0.3795	0.3234
CMA+SVM	0.3708	0.3956	0.1633	0.3484	0.3195
RUS+KNN	0.3395	0.4648	0.2578	0.4410	0.3758
ROS+KNN	0.2969	0.4493	0.1621	0.4124	0.3302
SMOTE+KNN	0.4332	0.5621	0.2662	0.5269	0.4471
CMA+KNN	0.3154	0.4774	0.1463	0.4275	0.3417

Table 21. Precision of The Different Variants For Breakage Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.0077	0.1324	0.6233	0.1447	0.2270
ROS+NB	0	0.1815	0.6377	0.1880	0.2518
SMOTE+NB	0.0121	0.1049	0.6674	0.1048	0.2223
CMA+NB	0	0.1553	0.6332	0.1961	0.2452
RUS+NBM	0.0100	0.1039	0.5914	0.1275	0.2082
ROS+NBM	0	0.2307	0.6557	0.1556	0.2605
SMOTE+NBM	0	0.2837	0.6637	0.1531	0.2751
CMA+NBM	0	0.2162	0.6410	0.1646	0.2555
RUS+SVM	0.0097	0.1272	0.4922	0.1627	0.1980
ROS+SVM	0	0.2951	0.5976	0.2844	0.2943
SMOTE+SVM	0	0.2523	0.6344	0.3218	0.3201
CMA+SVM	0	0.3333	0.6168	0.2759	0.3065
RUS+KNN	0.0111	0.0847	0.5879	0.1015	0.1963
ROS+KNN	0.0050	0.0631	0.6291	0.0725	0.1924
SMOTE+KNN	0.0103	0.1029	0.3806	0.1274	0.1553
CMA+KNN	0.0500	0.0652	0.6234	0.0714	0.2025

Table 22. Recall of The Different Variants For Breakage Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.2750	0.5957	0.6505	0.6133	0.5336
ROS+NB	0	0.3979	0.6423	0.2683	0.3271
SMOTE+NB	0.2500	0.7255	0.4928	0.7683	0.5592
CMA+NB	0	0.3404	0.6495	0.3333	0.3308
RUS+NBM	0.6875	0.6787	0.6876	0.7783	0.7080
ROS+NBM	0	0.1574	0.6180	0.1300	0.2264
SMOTE+NBM	0	0.1553	0.6186	0.0567	0.2077
CMA+NBM	0	0.1702	0.6430	0.2167	0.2575
RUS+SVM	0.4250	0.5851	0.6918	0.6550	0.5892
ROS+SVM	0	0.1681	0.5108	0.1417	0.2052
SMOTE+SVM	0	0.1149	0.5840	0.1867	0.2214
CMA+SVM	0	0.1915	0.5309	0.1333	0.2139
RUS+KNN	0.7250	0.4404	0.5469	0.1400	0.4631
ROS+KNN	0.0125	0.0660	0.4851	0.0167	0.1451
SMOTE+KNN	0.0250	0.4149	0.7871	0.4867	0.4284
CMA+KNN	0.1250	0.0638	0.4948	0.0167	0.1751

Table 23. F1-score of The Different Variants For Breakage Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.0151	0.2165	0.6366	0.2341	0.2756
ROS+NB	0	0.2493	0.6400	0.2207	0.2775
SMOTE+NB	0.0230	0.1832	0.5668	0.1844	0.2394
CMA+NB	0	0.2133	0.6412	0.2469	0.2754
RUS+NBM	0.0198	0.1802	0.6359	0.2191	0.2638
ROS+NBM	0	0.1864	0.6363	0.1415	0.2411
SMOTE+NBM	0	0.2006	0.6030	0.0824	0.2215
CMA+NBM	0	0.1905	0.6427	0.1871	0.2551
RUS+SVM	0.0190	0.2089	0.5750	0.2605	0.2659
ROS+SVM	0	0.1239	0.5508	0.1887	0.2159
SMOTE+SVM	0	0.1574	0.6081	0.2360	0.2504
CMA+SVM	0	0.2432	0.5706	0.1798	0.2484
RUS+KNN	0.0219	0.1418	0.5665	0.1151	0.2113
ROS+KNN	0.0071	0.0644	0.5477	0.0271	0.1616
SMOTE+KNN	0.0146	0.1647	0.5130	0.2019	0.2236
CMA+KNN	0.0714	0.0645	0.5517	0.0270	0.1787

Table 24. Precision of The Different Variants For Dormant Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0	0.2027	0.2392	0.1249	0.1417
ROS+NB	0	0.2485	0.2608	0.1257	0.1588
SMOTE+NB	0	0.2196	0.2482	0.1226	0.1476
CMA+NB	0	0.2270	0.2508	0.1162	0.1485
RUS+NBM	0	0.2170	0.2353	0.1283	0.1452
ROS+NBM	0	0.2743	0.2670	0.1416	0.1707
SMOTE+NBM	0	0.2585	0.3141	0.1711	0.1859
CMA+NBM	0	0.2500	0.2518	0.1475	0.1623
RUS+SVM	0	0.2174	0.2388	0.1278	0.1463
ROS+SVM	0	0.2649	0.3245	0.1396	0.1823
SMOTE+SVM	0	0.2824	0.3606	0.1672	0.2026
CMA+SVM	0	0.2661	0.3372	0.1690	0.1931
RUS+KNN	0	0.2120	0.2213	0.1338	0.1418
ROS+KNN	0	0.2927	0.2638	0.1504	0.1767
SMOTE+KNN	0	0.2031	0.2194	0.1438	0.1416
CMA+KNN	0	0.3246	0.2377	0.1833	0.1864

Table 25. Recall of The Different Variants For Dormant Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0	0.5209	0.7417	0.5354	0.4495
ROS+NB	0	0.3009	0.6052	0.2232	0.2823
SMOTE+NB	0	0.3245	0.4652	0.5159	0.3264
CMA+NB	0	0.3364	0.6696	0.2805	0.3216
RUS+NBM	0	0.5673	0.8052	0.5512	0.4809
ROS+NBM	0	0.2800	0.5096	0.1329	0.2306
SMOTE+NBM	0	0.1855	0.4965	0.0805	0.1906
CMA+NBM	0	0.3455	0.6174	0.2195	0.2956
RUS+SVM	0	0.5527	0.6235	0.5049	0.4203
ROS+SVM	0	0.2309	0.2296	0.0890	0.1374
SMOTE+SVM	0	0.2818	0.2974	0.1171	0.1741
CMA+SVM	0	0.2636	0.2522	0.1463	0.1655
RUS+KNN	0	0.4464	0.6052	0.4976	0.3873
ROS+KNN	0	0.2736	0.2530	0.1183	0.1612
SMOTE+KNN	0	0.6927	0.7609	0.6805	0.5335
CMA+KNN	0	0.3364	0.2522	0.1341	0.1807

Table 26. F1-score of The Different Variants For Dormant Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0	0.2914	0.3612	0.2024	0.2138
ROS+NB	0	0.2714	0.3644	0.1607	0.1911
SMOTE+NB	0	0.2617	0.3236	0.1981	0.1959
CMA+NB	0	0.2711	0.3649	0.1643	0.2001
RUS+NBM	0	0.3138	0.3639	0.2080	0.2214
ROS+NBM	0	0.2767	0.3502	0.1369	0.1910
SMOTE+NBM	0	0.2158	0.3847	0.1093	0.1775
CMA+NBM	0	0.2901	0.3577	0.1765	0.2061
RUS+SVM	0	0.3119	0.3451	0.2037	0.2152
ROS+SVM	0	0.2464	0.2685	0.1083	0.1558
SMOTE+SVM	0	0.2819	0.3259	0.1375	0.1863
CMA+SVM	0	0.2648	0.2886	0.1569	0.1776
RUS+KNN	0	0.2844	0.3195	0.2077	0.2029
ROS+KNN	0	0.2821	0.2580	0.1320	0.1680
SMOTE+KNN	0	0.3141	0.3405	0.2374	0.2230
CMA+KNN	0	0.3304	0.2447	0.1549	0.1825

Table 27. Precision of The Different Variants For Blocker Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.0089	0.0124	0.0380	0.0043	0.0159
ROS+NB	0.5752	0	0.2154	0	0.1977
SMOTE+NB	0.0691	0.0059	0.0332	0	0.0271
CMA+NB	0.4000	0	0.1628	0	0.1407
RUS+NBM	0.0114	0.0132	0.0521	0.0055	0.0206
ROS+NBM	0.1073	0	0.2804	0	0.0969
SMOTE+NBM	0	0	0.4050	0	0.1013
CMA+NBM	0.0769	0	0.1739	0	0.0627
RUS+SVM	0.0111	0.0140	0.0481	0.0050	0.0196
ROS+SVM	0	0	0.4715	0	0.1179
SMOTE+SVM	0	0	0.4971	0	0.1243
CMA+SVM	0	0	0.5000	0	0.1250
RUS+KNN	0.0176	0.0161	0.0327	0.0072	0.0184
ROS+KNN	0	0	0.1695	0	0.0424
SMOTE+KNN	0	0	0.0506	0	0.0127
CMA+KNN	0	0	0.2286	0	0.0572

Table 28. Recall of The Different Variants For Blocker Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.6500	0.7000	0.7263	0.6333	0.6774
ROS+NB	0.3333	0	0.1947	0	0.1320
SMOTE+NB	0.5833	0.0833	0.3211	0	0.2469
CMA+NB	0.3333	0	0.3684	0	0.1754
RUS+NBM	0.6167	0.5500	0.6105	0.5667	0.5860
ROS+NBM	0.1333	0	0.1684	0.3421	0.1610
SMOTE+NBM	0	0	0.1000	0.3983	0.1246
CMA+NBM	0.1667	0	0.2105	0.3843	0.1904
RUS+SVM	0.4833	0.6833	0.7789	0.6333	0.6447
ROS+SVM	0	0	0.1421	0	0.0355
SMOTE+SVM	0	0	0.1421	0	0.0355
CMA+SVM	0	0	0.1579	0	0.0395
RUS+KNN	0.4500	0.6167	0.7368	0.6667	0.6176
ROS+KNN	0	0	0.2895	0.	0.0724
SMOTE+KNN	0	0	0.4000	0	0.1000
CMA+KNN	0	0	0.4211	0	0.1053

Table 29. F1-score of The Different Variants For Blocker Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.0176	0.0244	0.0722	0.0085	0.0307
ROS+NB	0.4113	0	0.2038	0	0.1538
SMOTE+NB	0.1235	0.0111	0.0602	0	0.0487
CMA+NB	0.3636	0	0.2258	0	0.1474
RUS+NBM	0.0224	0.0256	0.0958	0.0108	0.0387
ROS+NBM	0.1078	0	0.2087	0.3575	0.1685
SMOTE+NBM	0	0	0.1601	0.3868	0.1367
CMA+NBM	0.1053	0	0.1905	0.3727	0.1671
RUS+SVM	0.0212	0.0275	0.0904	0.0098	0.0372
ROS+SVM	0	0	0.2160	0	0.0540
SMOTE+SVM	0	0	0.2191	0	0.0548
CMA+SVM	0	0	0.2400	0	0.0600
RUS+KNN	0.0311	0.0307	0.0623	0.0139	0.0345
ROS+KNN	0	0	0.2132	0	0.0533
SMOTE+KNN	0	0	0.0898	0	0.0225
CMA+KNN	0	0	0.2963	0	0.0741

Table 30. Precision of The Different Variants For Security Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.0353	0.0265	0.1902	0.0186	0.0677
ROS+NB	0.0338	0	0.3426	0	0.0941
SMOTE+NB	0.0459	0.0364	0.1784	0.0134	0.0685
CMA+NB	0.0606	0	0.2975	0	0.0895
RUS+NBM	0.0394	0.0294	0.1802	0.0154	0.0661
ROS+NBM	0.0669	0.0616	0.4292	0	0.1394
SMOTE+NBM	0.0860	0	0.5245	0	0.1526
CMA+NBM	0.1163	0.0769	0.2646	0	0.1145
RUS+SVM	0.0508	0.0300	0.1985	0.0145	0.0735
ROS+SVM	0.1292	0.4667	0.6398	0	0.3089
SMOTE+SVM	0.1615	0.2700	0.5902	0	0.2554
CMA+SVM	0.1875	0.3333	0.5870	0	0.2770
RUS+KNN	0.0371	0.0318	0.1204	0.0139	0.0508
ROS+KNN	0.0728	0	0.2088	0	0.0704
SMOTE+KNN	0.0449	0.0446	0.1267	0.0035	0.0549
CMA+KNN	0.0909	0	0.2113	0	0.0756

Table 31. Recall of The Different Variants For Security Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.4730	0.4706	0.6567	0.6000	0.5501
ROS+NB	0.0808	0	0.4672	0	0.1370
SMOTE+NB	0.4808	0.4176	0.9328	0.2444	0.5189
CMA+NB	0.2308	0	0.5373	0	0.1920
RUS+NBM	0.6385	0.5176	0.7582	0.6333	0.6369
ROS+NBM	0.0654	0.0765	0.4806	0	0.1556
SMOTE+NBM	0.0731	0	0.4507	0	0.1310
CMA+NBM	0.1923	0.1176	0.5224	0	0.2081
RUS+SVM	0.6154	0.5000	0.6896	0.5444	0.5874
ROS+SVM	0.0808	0.0824	0.3463	0	0.1274
SMOTE+SVM	0.1038	0.0529	0.3448	0	0.1254
CMA+SVM	0.1154	0.1176	0.4030	0	0.1590
RUS+KNN	0.4846	0.5059	0.5445	0.6111	0.5365
ROS+KNN	0.1385	0	0.2284	0	0.0917
SMOTE+KNN	0.2346	0.1941	0.5940	0.0222	0.2612
CMA+KNN	0.1923	0	0.2239	0	0.1041

Table 32. F1-score of The Different Variants For Security Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.0655	0.0501	0.2946	0.0360	0.1116
ROS+NB	0.0475	0	0.3950	0	0.1106
SMOTE+NB	0.0838	0.0669	0.2995	0.0255	0.1189
CMA+NB	0.0960	0	0.3830	0	0.1198
RUS+NBM	0.0741	0.0555	0.2907	0.0300	0.1126
ROS+NBM	0.0658	0.0680	0.4528	0	0.1467
SMOTE+NBM	0.0789	0	0.4845	0	0.1409
CMA+NBM	0.1449	0.0930	0.4294	0	0.1668
RUS+SVM	0.0937	0.0565	0.3079	0.0281	0.1216
ROS+SVM	0.0984	0.1355	0.4480	0	0.1705
SMOTE+SVM	0.1260	0.0874	0.4350	0	0.1621
CMA+SVM	0.1429	0.1739	0.4779	0	0.1987
RUS+KNN	0.0674	0.0588	0.1952	0.0272	0.0872
ROS+KNN	0.0953	0	0.2169	0	0.0781
SMOTE+KNN	0.0753	0.0723	0.2089	0.0060	0.0906
CMA+KNN	0.1235	0	0.2174	0	0.0852

Table 33. Precision of The Different Variants For Performance Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.0669	0.1740	0.1551	0.1872	0.1458
ROS+NB	0.1198	0.2801	0.2908	0.3170	0.2519
SMOTE+NB	0.0678	0.1449	0.1398	0.1205	0.1183
CMA+NB	0.1032	0.2429	0.2416	0.2846	0.2181
RUS+NBM	0.0482	0.1682	0.1533	0.1073	0.1193
ROS+NBM	0.1564	0.3219	0.3974	0.3135	0.2973
SMOTE+NBM	0.2882	0.4192	0.4321	0.4959	0.4074
CMA+NBM	0.1944	0.2927	0.3495	0.3200	0.2892
RUS+SVM	0.0676	0.1668	0.1797	0.1804	0.1486
ROS+SVM	0.3773	0.3762	0.6305	0.6795	0.5159
SMOTE+SVM	0.3040	0.4128	0.4981	0.5502	0.4413
CMA+SVM	0.1875	0.4000	0.6061	0.6250	0.4547
RUS+KNN	0.0465	0.1110	0.1382	0.1425	0.1096
ROS+KNN	0.0332	0.1311	0.3542	0.3786	0.2168
SMOTE+KNN	0.0804	0.1432	0.1581	0.1904	0.1430
CMA+KNN	0.0380	0.1538	0.3929	0.6667	0.3129

Table 34. Recall of The Different Variants For Performance Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.5706	0.6593	0.7328	0.7057	0.6671
ROS+NB	0.3500	0.4356	0.5738	0.5679	0.4818
SMOTE+NB	0.7912	0.8322	0.9180	0.8623	0.8534
CMA+NB	0.3824	0.5763	0.7049	0.6981	0.5904
RUS+NBM	0.7147	0.7644	0.7705	0.8566	0.7766
ROS+NBM	0.1265	0.3136	0.4344	0.2906	0.2913
SMOTE+NBM	0.2118	0.2390	0.2902	0.3189	0.2650
CMA+NBM	0.2059	0.4068	0.5902	0.4528	0.4139
RUS+SVM	0.4971	0.6508	0.6508	0.5245	0.5808
ROS+SVM	0.1029	0.2085	0.2623	0.1830	0.1892
SMOTE+SVM	0.1118	0.2712	0.2820	0.2132	0.2196
CMA+SVM	0.0882	0.3051	0.3279	0.1887	0.2275
RUS+KNN	0.3176	0.5203	0.4082	0.1660	0.3530
ROS+KNN	0.0676	0.1644	0.1705	0.0358	0.1096
SMOTE+KNN	0.2147	0.6390	0.5492	0.3283	0.4328
CMA+KNN	0.0882	0.1695	0.1803	0.0377	0.1189

Table 35. F1-score of The Different Variants For Performance Bug Identification

Variant	Ambari	Camel	Derby	Wicket	Average
RUS+NB	0.1196	0.2750	0.2554	0.2952	0.2363
ROS+NB	0.1783	0.3406	0.3855	0.4066	0.3278
SMOTE+NB	0.1248	0.2468	0.2427	0.2114	0.2064
CMA+NB	0.1625	0.3417	0.3598	0.4044	0.3171
RUS+NBM	0.0903	0.2753	0.2550	0.1905	0.2028
ROS+NBM	0.1396	0.3170	0.4148	0.3009	0.2931
SMOTE+NBM	0.2432	0.3038	0.3469	0.3878	0.3204
CMA+NBM	0.2000	0.3404	0.4390	0.3750	0.3411
RUS+SVM	0.1186	0.2653	0.2810	0.2681	0.2333
ROS+SVM	0.1585	0.2679	0.3689	0.2863	0.2704
SMOTE+SVM	0.1616	0.3265	0.3596	0.3066	0.2886
CMA+SVM	0.1200	0.3462	0.4255	0.2899	0.2954
RUS+KNN	0.0783	0.1805	0.2036	0.1443	0.1517
ROS+KNN	0.0445	0.1450	0.2294	0.0649	0.1210
SMOTE+KNN	0.1164	0.2340	0.2454	0.2407	0.2091
CMA+KNN	0.0531	0.1613	0.2472	0.0714	0.1333