

Data set	WHERE		CART		Random Forest	
	default	Tuned	default	Tuned	default	Tuned
antV0	30	89	27	89	28	89
antV1	32	74	36	74	41	100
antV2	78	52	52	50	64	100
camelV0	83	0	26	37	50	83
camelV1	22	81	24	26	25	26
ivyV0	16	89	17	25	16	18
jeditV0	35	75	49	49	44	51
jeditV1	24	87	28	42	28	40
jeditV2	2	98	3	18	5	5
log4jV0	94	97	97	100	99	100
luceneV0	61	71	67	83	67	71
poiV0	74	36	79	72	77	77
poiV1	53	50	73	94	82	100
synapseV0	66	66	71	100	65	100
velocityV0	34	37	34	39	34	42
xercesV0	13	85	14	14	15	14
xercesV1	56	26	49	100	49	100

Figure 1: Exp A: Precision results (best results shown in bold).

Data set	WHERE		CART		Random Forest	
	default	Tuned	default	Tuned	default	Tuned
antV0	30	89	27	89	28	89
antV1	32	74	36	74	41	74
antV2	78	78	52	52	64	75
camelV0	83	83	26	33	50	83
camelV1	22	31	24	27	25	28
ivyV0	16	19	17	28	16	19
jeditV0	35	75	49	81	44	46
jeditV1	24	87	28	64	28	37
jeditV2	2	4	3	18	5	5
log4jV0	94	100	97	100	99	100
luceneV0	61	73	67	68	67	78
poiV0	74	75	79	71	77	76
poiV1	53	64	73	89	82	100
synapseV0	66	66	71	100	65	100
velocityV0	34	36	34	38	34	42
xercesV0	13	14	14	16	15	16
xercesV1	56	26	49	100	49	100

Figure 8: Exp C: Precision results (best results shown in bold).

Data set	WHERE		CART		Random Forest	
	default	Tuned	default	Tuned	default	Tuned
antV0	39	32	32	30	41	23
antV1	11	2	38	42	37	43
antV2	0	4	44	47	47	56
camelV0	0	1	9	28	4	0
camelV1	34	34	31	33	37	33
ivyV0	27	30	28	38	27	33
jeditV0	50	56	56	57	56	57
jeditV1	37	41	36	41	43	47
jeditV2	4	14	5	8	9	10
log4jV0	62	52	47	46	57	53
luceneV0	70	75	56	75	70	74
poiV0	82	76	79	68	83	72
poiV1	5	78	21	78	19	78
synapseV0	0	60	40	56	41	52
velocityV0	51	51	49	51	51	51
xercesV0	22	24	21	18	24	21
xercesV1	23	2	18	64	18	40

Figure 2: Exp A: F-value results (best results shown in bold).

Data set	WHERE		CART		Random Forest	
	default	Tuned	default	Tuned	default	Tuned
antV0	39	20	32	40	41	22
antV1	11	39	38	49	37	33
antV2	0	43	44	46	47	52
camelV0	0	34	9	28	4	28
camelV1	34	32	31	36	37	36
ivyV0	27	25	28	41	27	32
jeditV0	50	50	56	59	56	57
jeditV1	37	34	36	49	43	45
jeditV2	4	6	5	11	9	8
log4jV0	62	52	47	37	57	53
luceneV0	70	73	56	75	70	74
poiV0	82	78	79	67	83	76
poiV1	5	40	21	78	19	78
synapseV0	0	2	40	56	41	54
velocityV0	51	51	49	51	51	55
xercesV0	22	23	21	23	24	23
xercesV1	23	72	18	53	18	74

Figure 9: Exp C: F-value results (best results shown in bold).

Features	Precision		F		SUM	
	default	tuned	default	tuned	default	tuned
noc						
ca						
max_cc				2		2
ce		2		2		4
moa		3		2		5
cbo		3		3		6
avg_cc		4		4		8
lcom	1	4	1		2	4
npm	1	2	1	5	2	7
amc	4	1	4	3	8	4
cbm	5	2	5	3	10	5
rfc	3	6	3	9	6	15
wmc	5	5	5	9	10	14
dit	8	5	8	6	16	11
ic	7	6	8	6	15	12
cam	9	7	9	8	18	15
loc	9	7	9	10	18	17
lcom3	9	7	9	11	18	18
dam	13	9	13	12	26	22
mfa	16	10	16	12	32	24

Figure 3: Exp A: Counts of features selected by different goals. Given that we are processing 17 data sets, the maximum counts for any one cell in the “precision” or “F” column is 17.

Features	Precision		F		SUM	
	default	tuned	default	tuned	default	tuned
noc						
ca						
moa		1		2		3
max_cc		2		3		5
cbo		2		3		5
ce		3		3		6
avg_cc		4		3		7
npm	1	2	1	2	2	4
lcom	1	2	1	2	2	4
amc	4	3	4	3	8	6
cbm	6	3	4	3	10	6
rfc	3	6	3	8	6	14
ic	7	1	8	6	15	7
dit	7	3	8	6	15	9
wmc	5	7	5	8	10	15
cam	9	8	9	10	18	18
loc	9	7	9	12	18	19
lcom3	9	8	9	12	18	20
dam	13	7	13	13	26	20
mfa	16	9	16	15	32	24

Figure 10: Exp C: Counts of features selected by different goals. Given that we are processing 17 data sets, the maximum counts for any one cell in the “precision” or “F” column is 17.

Datasets	Tuned_Where	Naive_Where	Tuned_CART	Naive_CART	Tuned_RanFst	Naive_RanFst
ant	50/ 109.55	1.68	60/ 4.50	0.08	50/ 8.95	0.20
antV1	50/ 134.22	2.24	50/ 4.19	0.07	60/ 9.07	0.33
antV2	60/ 421.45	9.12	60/ 9.89	0.21	50/ 15.27	0.30
camel	60/ 561.65	9.61	60/ 13.10	0.19	50/ 17.72	0.36
camelV1	60/ 1628.81	33.74	50/ 19.58	0.34	60/ 35.65	0.93
ivy	50/ 68.59	0.98	60/ 3.46	0.06	50/ 6.54	0.16
jedit	60/ 335.93	5.28	70/ 6.51	0.08	80/ 14.35	0.29
jeditV1	50/ 384.25	6.56	50/ 5.20	0.09	90/ 17.24	0.30
jeditV2	50/ 419.78	7.51	80/ 8.79	0.11	60/ 12.70	0.33
log4j	50/ 76.61	1.36	70/ 2.68	0.04	70/ 6.65	0.14
lucene	70/ 179.97	2.71	80/ 5.57	0.07	50/ 8.95	0.23
poi	60/ 240.08	4.03	50/ 4.71	0.09	60/ 11.94	0.26
poiV1	50/ 382.80	7.04	50/ 6.13	0.10	50/ 12.94	0.28
synapse	50/ 116.49	1.85	70/ 4.19	0.05	60/ 8.35	0.14
velocity	60/ 179.62	2.71	50/ 3.55	0.06	80/ 10.48	0.19
xerces	60/ 125.85	2.12	60/ 5.89	0.08	50/ 8.79	0.20
xercesV1	50/ 675.25	13.22	70/ 12.17	0.15	60/ 16.24	0.37

Figure 4: Exp A: Time (in seconds) spent on different models over the objective of prec

Datasets	Tuned_Where	Naive_Where	Tuned_CART	Naive_CART	Tuned_RanFst	Naive_RanFst
ant	60/ 114.51	1.61	60/ 4.47	0.08	60/ 9.23	0.20
antV1	60/ 190.45	2.85	50/ 5.15	0.08	60/ 10.41	0.20
antV2	50/ 388.33	5.88	60/ 6.91	0.14	80/ 15.02	0.30
camel	50/ 442.40	7.97	80/ 13.42	0.17	50/ 12.69	0.29
camelV1	50/ 1282.78	25.24	60/ 17.38	0.26	50/ 25.00	0.76
ivy	50/ 56.86	1.05	50/ 3.31	0.07	70/ 10.65	0.18
jedit	50/ 248.05	5.66	50/ 5.64	0.08	50/ 11.14	0.32
jeditV1	60/ 409.56	7.59	60/ 6.63	0.11	50/ 13.16	0.32
jeditV2	70/ 520.21	9.70	50/ 9.02	0.16	80/ 25.79	0.47
log4j	60/ 112.35	1.88	60/ 3.59	0.08	50/ 8.12	0.20
lucene	50/ 209.72	3.04	50/ 4.19	0.07	70/ 11.60	0.27
poi	50/ 266.20	4.24	60/ 6.20	0.09	80/ 14.44	0.30
poiV1	60/ 453.42	10.14	60/ 11.18	0.16	70/ 21.12	0.38
synapse	60/ 130.06	2.64	80/ 7.41	0.08	60/ 11.23	0.21
velocity	50/ 215.39	3.91	50/ 5.20	0.09	50/ 10.75	0.29
xerces	60/ 200.12	2.89	50/ 7.68	0.14	100/ 24.51	0.30
xercesV1	50/ 946.08	15.98	60/ 13.71	0.20	60/ 22.50	0.52

Figure 5: Exp A: Time (in seconds) spent on different models over the objective of F

Learner Name	Parameters	Default	antV0	antV1	antV2	camelV0	camelV1	ivyV0	jeditV0	jeditV1	jeditV2	log4jV0	luceneV0	poiV0	poiV1	synapseV0	velocityV0	xercesV0	xercesV1
Where based Learner	threshold	0.5	0.53	0.95	0.37	0.3	0.13	0.57	0.74	0.55	0.85	0.39	0.99	0.57	0.8	0.83	0.86	0.92	0.94
	infoPrune	0.33	0.68	0.6	0.86	0.45	0.78	0.82	0.3	0.35	0.57	0.4	0.48	0.69	0.98	0.74	0.77	1	0.97
	min_sample_size	4	3		9	2	2	7	9	6	8	2	2	5	1	5	4	8	
	min_Size	0.5	0.07	0.81	0.56	0.87	0.09	0.49	0.05	0.11	0.72	0.31	1	0.06	0.76	0.71	0.89	0.29	0.84
	wriggle	0.2	0.91	0.45	0.22	0.13	0.01	0.04	0.32	0.46	0.43	0.5	0.34	0.01	0.12	0.53	0.36	0.28	0.81
	depthMin	2	4	4	4	4	3	1	3	4	6	4	5	1	3	2	1	1	2
	depthMax	10	10	9	5	15	12	13	14	13	18	2	6	19	1	3	16	6	19
	wherePrune	False	True	True	True	False	True	True	True	True	True	False	False	True	False	True	True	True	False
	treePrune	True	True	False	True	True	False	True	False	False	False	True	False	True	True	True	False	True	False
	threshold	0.5	0.83	0.78	0.33	0.97	0.92	0.01	0.78	1	1	1	0.84	0.58	0.41	0.77	0.63	1	
CART	max_feature	None	0.01	0.63	0.98	0.01	0.89	0.28	0.01	0.87	0.01	0.01	0.29	1.0	0.56	0.15	0.64	0.73	0.01
	min_samples_split	2	18	13	8	13	9	18	2	4	12	6	10	18	8	2	17	19	14
	min_samples_leaf	1	3	19	8	6	17	17	1	15	4	7	19	19	13	4	3	20	4
Random Forests	threshold	0.5	0.86	0.99	0.87	0.82	0.69	0.78	1	1	1	1	0.72	0.83	0.74	0.71	1	0.99	0.92
	max_feature	None	0.05	0.18	0.31	0.37	0.93	0.95	0.23	1	0.97	0.01	0.61	0.86	0.73	0.01	0.18	0.85	0.01
	max_leaf_nodes	None	16	24	18	23	20	18	40	47	10	50	31	38	17	34	22	40	15
	min_samples_split	2	3	1	14	13	10	13	1	7	1	4	11	1	17	7	14	16	19
	min_samples_leaf	1	7	3	2	5	5	12	2	3	5	15	16	2	5	3	6	2	3
	n_estimators	100	85	55	56	83	110	57	70	96	54	84	136	75	135	80	99	68	116

Figure 6: Exp A: Parameters tuned on different models over the objective of prec

Learner Name	Parameters	Default	antV0	antV1	antV2	camelV0	camelV1	ivyV0	jeditV0	jeditV1	jeditV2	log4jV0	luceneV0	poiV0	poiV1	synapseV0	velocityV0	xercesV0	xercesV1
Where based Learner	threshold	0.5	0.16	0.89	0.59	0.52	0.62	0.85	0.99	0.8	0.88	0.83	0.34	0.92	0.12	0.05	0.79	0.65	0.43
	infoPrune	0.33	0.32	0.4	0.51	0.76	0.68	0.66	0.32	0.35	0.73	0.14	0.13	0.19	0.97	0.02	0.34	0.89	0.51
	min_sample_size	4	8	1	4	1	9	9	4	4	1	8	8	5	6	3	7	4	7
	min_Size	0.5	0.76	0.89	0.57	0.7	0.63	0.62	0.9	0.48	1	0.39	0.95	0.21	0.05	0.59	0.44	0.47	0.53
	wriggle	0.2	0.57	0.85	0.81	0.4	0.51	0.88	0.78	0.7	0.96	0.69	0.81	0.79	0.89	0.5	0.41	1	0.27
	depthMin	2	4	3	2	4	3	5	3	2	5	4	1	1	1	3	3	5	4
	depthMax	10	8	10	18	19	6	12	16	5	10	1	7	4	9	17	12	7	8
	wherePrune	False	False	False	False	True	False	True	False	False	False	False	True	True	False	False	False	True	True
	treePrune	True	True	False	True	True	False	False	False	True	False	False	False	False	False	False	False	True	True
	threshold	0.5	0.01	0.4	0.01	0.01	1	0.99	0.61	0.77	0.58	0.74	0.07	1	0.01	0.01	0.01	0.86	0.01
CART	max_feature	None	0.32	0.1	0.49	0.01	0.96	0.45	0.77	0.15	0.44	0.73	0.27	0.32	0.96	0.04	0.07	0.64	0.29
	min_samples_split	2	3	11	16	9	19	14	16	4	13	4	14	12	20	12	3	15	18
	min_samples_leaf	1	8	10	14	15	1	18	13	4	8	20	13	5	12	11	9	5	7
Random Forests	max_depth	None	26	48	12	1	27	35	11	44	11	27	32	9	1	46	15	11	7
	threshold	0.5	0.01	0.49	0.14	0.49	0.91	0.96	0.65	1.0	1	0.52	0.7	0.95	0.01	0.29	0.52	0.99	0.94
	max_feature	None	0.68	0.49	1	0.44	0.9	0.83	0.24	0.96	0.01	0.47	0.01	0.48	0.01	0.29	0.08	0.81	0.96
	max_leaf_nodes	None	36	30	43	22	29	40	24	41	41	31	14	19	47	32	29	50	16
	min_samples_split	2	16	13	17	1	17	3	10	19	1	16	17	3	6	9	13	7	12
	min_samples_leaf	1	7	15	7	4	9	13	3	19	2	3	20	2	15	14	5	4	11
	n_estimators	100	64	54	84	106	110	75	111	75	149	132	126	87	124	150	142	97	57

Figure 7: Exp A: Parameters tuned on different models over the objective of F

Datasets	Tuned_Where	Naive_Where	Tuned_CART	Naive_CART	Tuned_RanFst	Naive_RanFst
ant	50/ 77.26	1.31	50/ 2.82	0.06	50/ 6.54	0.16
antV1	50/ 158.88	2.56	50/ 5.12	0.08	50/ 10.54	0.22
antV2	50/ 439.00	7.29	60/ 9.07	0.18	70/ 17.32	0.39
camel	50/ 580.97	10.15	50/ 13.46	0.22	50/ 19.39	0.38
camelV1	60/ 1072.95	27.32	60/ 18.63	0.27	50/ 24.28	0.70
ivy	50/ 43.81	1.16	50/ 3.69	0.06	50/ 7.44	0.18
jedit	50/ 282.81	5.26	60/ 6.08	0.08	50/ 9.73	0.31
jeditV1	50/ 245.29	6.70	90/ 9.17	0.11	90/ 17.92	0.31
jeditV2	50/ 372.74	6.85	60/ 7.27	0.11	70/ 15.72	0.35
log4j	90/ 127.17	1.37	60/ 2.58	0.05	50/ 5.60	0.14
lucene	50/ 151.70	2.64	50/ 3.97	0.07	50/ 8.54	0.24
poi	50/ 272.72	3.97	60/ 5.88	0.08	50/ 9.50	0.30
poiV1	50/ 395.93	7.06	60/ 7.75	0.10	50/ 12.40	0.28
synapse	50/ 110.16	1.87	60/ 3.87	0.07	50/ 7.76	0.14
velocity	50/ 140.36	3.13	50/ 3.69	0.05	90/ 12.16	0.18
xerces	60/ 132.51	2.07	50/ 5.53	0.08	60/ 10.64	0.20
xercesV1	50/ 753.81	13.02	70/ 10.68	0.15	60/ 14.77	0.42

Figure 11: Exp C: Time (in seconds) spent on different models over the objective of prec

Datasets	Tuned_Where	Naive_Where	Tuned_CART	Naive_CART	Tuned_RanFst	Naive_RanFst
ant	50/ 81.04	1.41	70/ 5.43	0.07	70/ 10.94	0.18
antV1	50/ 130.95	2.34	60/ 5.77	0.10	70/ 12.95	0.24
antV2	60/ 435.06	6.96	50/ 7.02	0.18	60/ 14.29	0.37
camel	60/ 564.68	8.08	70/ 13.69	0.18	70/ 19.76	0.33
camelV1	50/ 1692.04	25.56	50/ 15.39	0.28	70/ 31.16	0.73
ivy	50/ 62.22	1.00	50/ 3.29	0.08	50/ 6.75	0.19
jedit	50/ 327.53	6.34	60/ 7.18	0.10	50/ 11.07	0.34
jeditV1	50/ 291.91	9.42	70/ 10.26	0.15	50/ 13.74	0.42
jeditV2	50/ 494.66	9.00	70/ 10.98	0.14	60/ 17.97	0.41
log4j	60/ 125.59	1.45	50/ 2.42	0.06	50/ 5.58	0.16
lucene	50/ 192.01	3.03	50/ 4.67	0.09	50/ 10.79	0.29
poi	50/ 330.37	4.44	70/ 8.16	0.09	60/ 13.31	0.37
poiV1	50/ 456.49	8.93	70/ 14.28	0.14	60/ 15.73	0.33
synapse	50/ 111.69	2.30	60/ 5.04	0.07	60/ 12.11	0.22
velocity	50/ 172.33	3.21	50/ 4.85	0.07	60/ 11.73	0.22
xerces	60/ 147.45	2.43	50/ 6.22	0.11	60/ 12.33	0.23
xercesV1	60/ 1085.30	16.38	60/ 12.32	0.21	60/ 18.57	0.47

Figure 12: Exp C: Time (in seconds) spent on different models over the objective of F

Learner Name	Parameters	Default	antV0	antV1	antV2	camelV0	camelV1	ivyV0	jeditV0	jeditV1	jeditV2	log4jV0	luceneV0	poiV0	poiV1	synapseV0	velocityV0	xercesV0	xercesV1
Where based Learner	threshold	0.5	0.53	0.66	0.65	0.41	0.81	0.68	1.0	0.94	0.92	0.93	0.78	0.87	0.31	0.43	0.95	0.65	0.83
	infoPrune	0.33	0.68	0.45	0.76	0.37	0.01	0.06	0.99	0.29	0.62	0.65	0.54	0.37	0.95	0.62	0.86	0.8	0.11
	min_sample_size	4	3	3	8	6	2	7	6	5	2	1	3	8	9	4	7	2	8
	min_Size	0.5	0.07	0.16	0.06	0.98	1	0.64	0.28	0.05	0.72	0.9	0.98	0.38	0.44	0.43	0.77	0.42	0.72
	wriggle	0.2	0.91	0.33	0.8	0.12	0.05	0.16	0.94	0.46	0.57	0.56	0.35	0.24	0.09	0.71	0.28	0.14	0.21
	depthMin	2	4	3	5	2	4	2	1	1	1	1	5	4	5	1	1	4	2
	depthMax	10	10	12	15	18	10	10	9	19	3	8	9	1	15	15	16	3	8
	wherePrune	False	True	True	True	True	True	False	True	True	False	True	True	False	True	False	False	False	False
	treePrune	True	True	False	True	False	False	True	False	True	False	False	False	False	True	True	True	False	True
	max_depth	0.5	0.94	0.74	0.74	1.0	0.67	0.99	1	1	0.56	0.83	0.15	1	0.68	0.89	0.88	0.79	0.78
CART	max_feature	None	0.13	0.02	0.93	0.73	0.51	0.84	0.01	0.01	0.84	0.01	0.61	0.01	1	0.01	0.63	0.28	0.36
	min_samples_split	2	14	16	4	12	18	13	8	5	17	18	2	16	12	16	7	19	9
	min_samples_leaf	1	14	17	11	1	1	12	8	4	9	7	7	7	7	7	19	1	2
Random Forests	threshold	0.5	0.86	0.97	0.52	0.23	0.99	0.86	0.91	1	0.98	0.84	0.99	0.66	0.92	0.59	1	0.71	1
	max_feature	None	0.69	0.81	0.01	0.36	0.36	0.77	0.15	0.8	0.01	0.05	0.58	0.31	0.8	0.11	0.75	0.94	0.01
	max_leaf_nodes	None	17	18	13	47	11	15	18	34	40	11	23	43	27	41	27	15	12
	min_samples_split	2	7	4	12	6	2	7	13	14	4	16	4	5	2	7	2	3	18
	min_samples_leaf	1	18	6	9	9	4	3	5	5	3	18	14	2	2	8	4	2	2
	n_estimators	100	60	68	144	89	125	64	138	132	135	56	117	120	143	145	116	103	83

Figure 13: Exp C: Parameters tuned on different models over the objective of prec

Learner Name	Parameters	Default	antV0	antV1	antV2	camelV0	camelV1	ivyV0	jeditV0	jeditV1	jeditV2	log4jV0	luceneV0	poiV0	poiV1	synapseV0	velocityV0	xercesV0	xercesV1
Where based Learner	threshold	0.5	0.17	0.2	0.27	0.06	0.66	0.93	0.84	0.44	0.44	0.43	0.37	0.87	0.25	0.66	0.41	0.24	0.09
	infoPrune	0.33	0.13	0.54	0.82	0.76	0.23	0.97	0.43	0.92	0.86	0.42	0.74	0.37	0.95	0.16	0.34	0.92	0.85
	min_sample_size	4	5	7	4	6	7	7	6	6	9	7	3	8	9	1	4	1	7
	min_Size	0.5	0.49	0.6	0.7	0.97	0.58	0.7	0.33	0.45	0.97	0.57	0.35	0.38	0.99	0.66	0.94	0.57	0.35
	wriggle	0.2	0.65	0.47	0.41	0.09	0.53	0.38	0.71	0.39	0.8	0.38	0.71	0.24	0.95	0.36	0.35	0.49	0.05
	depthMin	2	4	5	3	2	4	4	1	2	3	3	4	4	1	3	3	4	2
	depthMax	10	16	7	19	10	11	19	9	9	5	10	1	6	10	14	9	10	10
	wherePrune	False	True	True	True	False	False	False	True	False	True	True	False	False	True	True	True	True	False
	treePrune	True	True	True	False	False	True	True	True	True	False	True	True	False	False	True	True	False	True
	max_depth	0.5	0.3	0.24	0.13	0.01	0.67	0.99	1	0.59	1	0.9	0.18	1	0.01	0.01	0.72	0.79	0.01
Random Forests	max_feature	None	1	0.01	0.19	0.63	0.51	0.84	0.58	0.01	0.01	0.45	0.35	0.01	0.24	0.01	0.82	0.28	0.01
	min_samples_split	2	10	19	14	5	18	13	10	2	15	6	4	15	8	19	2	19	7
	min_samples_leaf	1	4	18	15	18	2	4	6	4	2	18	11	7	17	13	3	1	4
	max_depth	None	1	2	25	1	18	28	43	8	38	36	4	49	1	35	2	27	37
	threshold	0.5	0.01	0.47	0.24	0.01	0.95	0.86	0.82	0.78	0.93	0.57	0.38	1	0.01	0.14	0.91	0.71	0.01
	max_feature	None	0.67	0.01	0.01	0.01	0.01	0.77	0.32	0.35	0.71	0.18	0.04	0.01	0.13	0.01	1	0.94	0.64
	max_leaf_nodes	None	15	30	49	44	50	15	25	49	15	34	30	49	23	39	40	15	50
	min_samples_split	2	17	7	8	1	2	7	8	17	6	16	8	5	19	1	8	3	9
	min_samples_leaf	1	7	2	13	17	2	3	6	3	10	6	6	12	16	8	7	2	10
	n_estimators	100	124	139	50	136	127	64	99	63	133	73	142	56	98	124	65	103	113

Figure 14: Exp C: Parameters tuned on different models over the objective of F