



Table 2    The construction time consumed by DPTS for 2-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	1.57	1.21	0.85	3.89	0.92	1.81	1.50	2.21	1.03	0.37
Syn_2	0.31	0.26	0.38	0.27	0.31	0.26	0.31	0.28	0.29	0.28
Syn_3	0.20	0.21	0.22	0.19	0.22	0.18	0.21	0.19	0.20	0.20
Syn_4	0.24	0.23	0.24	0.23	0.26	0.22	0.22	0.22	0.24	0.26
Syn_5	8.37	6.62	1.38	1.12	3.00	2.63	812.09	3.12	5.35	2.91
Syn_6	0.27	0.29	0.29	0.27	0.29	0.29	0.30	0.27	0.29	0.28
Syn_7	0.19	0.19	0.20	0.21	0.20	0.21	0.19	0.18	0.19	0.20
Syn_8	81.37	43.31	13.90	27.80	19.95	39.87	4.88	50.70	31.20	8.52
Syn_9	0.26	0.26	0.27	0.25	0.25	0.27	0.25	0.25	0.27	0.28
Syn_10	5.07	928.24	734.55	95.48	565.61	394.51	119.04	1.19	0.77	506.55
Syn_11	34.68	435.81	128.53	706.85	9.81	808.49	97.48	23.00	41.56	119.48
Syn_12	0.76	2.51	0.66	0.62	1.13	0.98	0.60	0.98	0.76	1.10
Syn_13	0.32	0.33	0.34	0.33	0.34	0.36	0.34	0.32	0.34	0.37
Syn_14	0.29	0.29	0.29	0.27	0.28	0.27	0.25	0.26	0.32	0.29
Syn_15	0.25	0.23	0.24	0.25	0.25	0.26	0.25	0.24	0.26	0.24
Syn_16	0.28	0.24	0.30	0.26	0.28	0.27	0.26	0.25	0.26	0.26
Syn_17	0.54	0.45	0.71	0.67	0.99	0.53	0.56	0.39	0.51	0.76
Syn_18	101.61	38.42	174.24	947.91	11.45	9.93	9.32	8.12	47.83	32.45
Syn_19	17.93	1.07	1.74	7.20	55.82	188.18	15.44	79.10	7.81	2.84
Syn_20	76.79	295.18	0.78	26.15	5.59	3.90	10.82	3.76	2.08	11.34
Syn_21	0.28	0.31	0.28	0.30	0.28	0.33	0.29	0.29	0.29	0.34
Syn_22	0.26	0.26	0.25	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.26	0.27
Syn_23	0.19	0.19	0.19	0.21	0.20	0.22	0.18	0.19	0.20	0.20
Syn_24	5.94	3.41	5.11	1.89	1.78	1.64	4.96	1.43	44.92	6.70
Syn_25	0.45	56.22	25.17	10.96	458.59	38.96	4.12	12.33	6.27	378.72
Syn_26	1.16	0.79	1.14	80.77	0.53	0.62	9.05	0.82	3.95	1.79
Syn_27	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.28	0.25	0.25	0.25	0.27
Syn_28	509.31	12.56	180.57	24.39	47.82	586.15	13.75	51.22	34.46	647.85
Syn_29	0.54	1.10	0.59	0.59	0.44	0.55	0.92	0.38	0.52	0.74
Syn_30	0.96	1.44	2.20	0.93	1.48	1.10	1.38	1.73	2.85	1.82
SPIN-S	0.57	0.58	0.19	1.67	0.77	0.20	0.22	2.15	0.19	0.29
SPIN-V	0.30	0.29	0.73	0.00	0.27	0.69	0.48	0.56	0.27	1.28
GCC	0.45	0.43	0.42	0.43	0.41	0.44	0.45	0.48	0.00	0.49
Apache	0.85	0.34	0.36	0.38	0.49	0.36	0.40	0.37	0.33	0.36
Bugzilla	0.22	0.22	0.21	0.21	0.22	0.20	0.21	0.22	0.21	0.22
banking1_yue	0.24	0.24	0.25	0.24	0.26	0.24	0.24	0.26	0.24	0.27
banking2_yue	0.18	0.17	0.17	0.19	0.18	0.18	0.19	0.17	0.16	0.19
commprotocol	0.32	0.32	0.30	0.29	0.31	0.47	0.36	0.45	0.46	0.42
concurrency	0.33	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15
healthcare1	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17
healthcare2	0.23	0.21	0.23	0.24	0.26	0.22	0.21	0.21	0.27	0.20
healthcare3	0.28	0.36	0.24	0.84	0.23	0.38	0.47	0.21	0.47	0.43
healthcare4	0.21	0.21	0.47	0.23	0.23	0.84	0.35	0.22	0.22	0.23
Insurance	0.19	0.18	0.19	0.20	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18
networkMgmt	0.20	0.20	0.19	0.22	0.21	0.22	0.20	0.19	0.20	0.22
processorcomm1	21.63	192.34	0.81	159.79	59.98	47.71	96.26	59.51	177.08	198.57
processorcomm2	0.32	0.34	0.38	0.73	0.30	0.95	0.96	0.32	0.43	0.77
service	0.42	0.41	0.39	5.65	0.00	1.11	0.91	1.02	0.00	9.34
storage1	0.19	0.18	0.20	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18
storage2	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.13	0.14
storage3	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21
storage4	0.24	0.21	0.22	0.23	0.23	0.24	0.23	0.21	0.25	0.24
storage5	0.41	0.59	0.48	0.44	0.46	0.47	0.48	0.45	0.42	0.48
systemmgmt	0.20	0.34	0.00	1.61	0.68	0.39	0.59	0.17	0.00	0.35
telecom	0.37	0.46	0.19	0.47	0.47	0.19	0.18	0.18	0.47	0.98

Table 3 The array sizes produced by SPTS for 2-way CCAG

[illegible]

Table 4 The construction time consumed by SPTS for 2-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	1.15	0.54	2.42	1.36	1.69	0.74	1.73	1.23	1.81	0.89
Syn_2	0.30	0.32	0.25	0.25	0.31	0.26	0.35	0.28	0.27	0.26
Syn_3	0.21	0.20	0.18	0.18	0.19	0.21	0.20	0.18	0.21	0.19
Syn_4	0.24	0.22	0.20	0.20	0.23	0.24	0.24	0.25	0.23	0.23
Syn_5	125.43	23.58	12.76	276.72	89.54	4.23	3.17	5.00	72.26	60.85
Syn_6	0.28	0.25	0.23	0.26	0.35	0.27	0.29	0.26	0.27	0.27
Syn_7	0.22	0.19	0.18	0.19	0.19	0.20	0.22	0.20	0.20	0.19
Syn_8	1.89	2.71	6.74	37.56	12.73	17.20	15.39	9.75	4.53	13.93
Syn_9	0.28	0.30	0.22	0.21	0.25	0.26	0.24	0.37	0.25	0.26
Syn_10	20.18	41.72	41.83	371.08	255.95	329.80	41.22	10.19	84.22	143.62
Syn_11	10.01	16.22	886.74	8.04	4.23	259.67	3.75	724.12	11.94	28.44
Syn_12	0.48	0.61	0.78	0.72	0.62	0.62	0.59	0.65	0.55	0.61
Syn_13	0.39	0.39	0.30	0.29	0.36	0.31	0.50	0.36	0.39	0.32
Syn_14	0.29	0.36	0.24	0.25	0.32	0.26	0.26	0.31	0.30	0.27
Syn_15	0.25	0.23	0.21	0.21	0.25	0.24	0.23	0.28	0.26	0.24
Syn_16	0.26	0.30	0.27	0.23	0.26	0.26	0.28	0.27	0.27	0.27
Syn_17	0.63	0.77	0.87	0.62	0.49	0.73	0.51	0.64	0.61	0.44
Syn_18	23.98	13.54	14.03	385.92	38.10	5.30	2.42	1.53	4.65	4.77
Syn_19	131.52	76.51	66.16	1.82	74.63	92.08	19.30	2.87	110.48	285.08
Syn_20	83.24	293.50	121.69	233.74	432.39	56.05	549.44	55.85	285.46	5.63
Syn_21	0.29	0.48	0.27	0.24	0.29	0.30	0.30	0.28	0.29	0.32
Syn_22	0.30	0.25	0.22	0.22	0.26	0.27	0.27	0.25	0.25	0.24
Syn_23	0.20	0.19	0.18	0.18	0.21	0.19	0.20	0.20	0.20	0.18
Syn_24	16.33	5.77	182.04	65.31	25.85	354.78	659.91	212.10	941.36	157.79
Syn_25	43.61	181.29	44.31	204.30	10.76	11.35	467.32	10.22	7.97	805.54
Syn_26	93.16	44.56	914.51	894.00	9.88	382.06	56.31	4.18	421.85	228.59
Syn_27	0.23	0.26	0.20	0.21	0.25	0.24	0.26	0.26	0.25	0.25
Syn_28	84.69	221.48	7.06	16.63	7.60	445.57	141.45	510.05	76.76	27.50
Syn_29	0.48	0.43	0.34	0.39	0.75	1.25	0.35	0.49	0.84	1.15
Syn_30	0.59	0.41	1.44	0.37	0.91	0.49	0.87	0.95	0.58	1.54
SPIN-S	0.19	0.19	0.19	0.21	0.19	0.25	0.22	0.21	0.20	0.23
SPIN-V	0.42	0.38	0.32	0.56	0.38	0.44	0.52	0.47	0.39	0.47
GCC	0.76	0.86	2.76	5.40	4.79	2.86	1.39	2.78	0.72	2.22
Apache	0.37	0.45	0.38	1.06	0.34	0.36	0.36	0.40	0.40	0.50
Bugzilla	0.21	0.25	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.22	0.20	0.22
banking1_yue	0.23	0.26	0.21	0.21	0.24	0.24	0.23	0.22	0.23	0.24
banking2_yue	0.17	0.16	0.16	0.16	0.17	0.19	0.18	0.19	0.17	0.17
commprotocol	0.35	0.28	0.26	0.26	0.28	0.32	0.36	0.28	0.27	0.30
concurrency	0.16	0.16	0.15	0.15	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18
healthcare1	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17
healthcare2	0.23	0.20	0.23	0.20	0.24	0.25	0.29	0.21	0.21	0.22
healthcare3	0.25	0.35	5.01	0.18	0.23	0.37	5.08	0.87	0.23	1.14
healthcare4	0.24	0.32	0.36	0.19	0.23	0.80	0.37	0.23	0.51	0.21
Insurance	0.19	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
networkMgmt	0.23	0.21	0.17	0.18	0.21	0.20	0.20	0.19	0.20	0.25
processorcomm1	0.26	0.37	870.29	28.19	387.98	343.78	526.35	144.47	96.64	376.84
processorcomm2	0.37	0.43	0.62	0.34	0.55	0.61	1.12	4.52	0.31	0.34
service	1.42	1.19	23.39	63.03	11.81	64.23	7.01	83.55	84.39	26.37
storage1	0.20	0.19	0.17	0.17	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18
storage2	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13
storage3	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
storage4	0.24	0.25	0.20	0.20	0.43	0.22	0.23	0.23	0.21	0.22
storage5	0.59	0.61	0.51	0.41	0.46	0.42	0.57	0.47	0.49	0.44
systemmgmt	0.19	0.23	0.18	0.17	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.20
telecom	0.20	0.19	0.16	0.27	0.18	0.37	0.20	0.19	0.44	0.18



Table 6 The construction time consumed by APTS for 2-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	1.15	0.54	1.73	0.81	2.39	1.24	1.45	2.38	1.43	1.01
Syn_2	0.30	0.32	0.32	0.31	0.25	0.27	0.32	0.28	0.33	0.29
Syn_3	0.21	0.20	0.21	0.21	0.18	0.18	0.21	0.20	0.22	0.21
Syn_4	0.24	0.22	0.24	0.24	0.20	0.21	0.27	0.24	0.26	0.27
Syn_5	125.43	23.58	110.73	81.34	81.05	135.77	100.17	63.77	63.90	321.45
Syn_6	0.28	0.25	0.27	0.25	0.23	0.22	0.29	0.26	1.50	0.31
Syn_7	0.22	0.19	0.21	0.19	0.18	0.19	0.21	0.21	0.24	0.21
Syn_8	1.89	2.71	2.34	4.61	7.35	8.82	3.71	1.61	1.86	1.38
Syn_9	0.28	0.30	0.23	0.26	0.22	0.21	0.25	0.25	0.27	0.28
Syn_10	20.18	41.72	44.46	232.26	15.79	29.02	6.44	16.70	696.86	72.15
Syn_11	10.01	16.22	541.05	3.12	4.69	2.94	372.51	6.62	13.63	7.72
Syn_12	0.48	0.61	1.26	0.73	0.67	0.66	0.54	0.64	0.76	0.51
Syn_13	0.39	0.39	0.43	0.36	0.30	0.30	0.36	0.34	0.38	0.37
Syn_14	0.29	0.36	0.33	0.33	0.23	0.22	0.30	0.33	0.31	0.39
Syn_15	0.25	0.23	0.23	0.24	0.22	0.22	0.25	0.26	0.28	0.27
Syn_16	0.26	0.30	0.26	0.28	0.23	0.23	0.28	0.28	0.31	0.29
Syn_17	0.63	0.77	0.53	0.43	0.95	0.38	0.51	0.76	0.80	0.59
Syn_18	23.98	13.54	25.01	28.10	6.87	41.68	32.16	19.93	27.08	64.46
Syn_19	131.52	76.51	225.24	181.53	116.53	708.66	720.62	111.28	81.67	181.81
Syn_20	83.24	293.50	392.18	607.35	419.43	285.45	788.86	267.31	111.76	131.34
Syn_21	0.29	0.48	0.30	0.36	0.25	0.25	0.30	0.30	0.31	0.32
Syn_22	0.30	0.25	0.27	0.28	0.23	0.22	0.27	0.28	0.28	0.27
Syn_23	0.20	0.19	0.18	0.21	0.19	0.18	0.21	0.20	0.21	0.22
Syn_24	16.33	5.77	12.48	6.36	13.38	21.95	16.82	23.12	17.31	7.62
Syn_25	43.61	181.29	672.92	109.00	26.80	74.93	17.68	8.37	250.08	350.04
Syn_26	93.16	44.56	95.95	41.27	45.64	30.11	39.84	100.91	23.48	25.98
Syn_27	0.23	0.26	0.24	0.26	0.22	0.20	0.26	0.27	0.26	0.26
Syn_28	84.69	221.48	352.87	124.73	845.25	72.66	116.61	262.46	229.24	264.56
Syn_29	0.48	0.43	0.42	1.08	0.89	0.45	0.40	0.60	0.54	0.56
Syn_30	0.59	0.41	0.49	0.42	0.82	0.35	0.51	0.36	0.51	0.51
SPIN-S	0.19	0.19	0.22	0.20	0.20	0.19	0.31	0.24	0.29	0.25
SPIN-V	0.42	0.38	0.43	1.05	0.37	0.42	0.58	0.42	0.53	0.45
GCC	0.76	0.86	2.36	0.99	0.65	2.17	0.81	4.09	0.89	12.33
Apache	0.37	0.45	0.71	0.39	0.35	0.31	0.37	0.99	0.36	0.52
Bugzilla	0.21	0.25	0.20	0.23	0.19	0.19	0.22	0.23	0.23	0.29
banking1_yue	0.23	0.26	0.28	0.23	0.22	0.19	0.25	0.26	0.26	0.26
banking2_yue	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.19	0.21	0.21	0.19
commprotocol	0.35	0.28	0.31	0.36	0.25	0.24	0.31	0.29	0.32	0.32
concurrency	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.19	0.19	0.20	0.20
healthcare1	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
healthcare2	0.23	0.20	0.21	0.21	0.19	0.20	0.23	0.25	0.27	0.23
healthcare3	0.25	0.35	0.84	0.85	0.84	0.64	0.28	0.25	0.99	0.24
healthcare4	0.24	0.32	0.22	0.22	0.35	0.20	0.24	0.50	0.26	0.36
Insurance	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
networkMgmt	0.23	0.21	0.22	0.24	0.18	0.18	0.20	0.22	0.21	0.24
processorcomm1	0.26	0.37	640.38	362.99	0.31	45.51	578.87	617.72	0.36	0.31
processorcomm2	0.37	0.43	0.99	0.39	0.48	0.56	1.30	1.80	0.65	0.36
service	1.42	1.19	1.22	1.53	1.66	0.61	1.34	0.68	1.02	1.11
storage1	0.22	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.18	0.17
storage2	0.13	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.14
storage3	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
storage4	0.24	0.25	0.28	0.26	0.20	0.20	0.25	0.26	0.25	0.29
storage5	0.59	0.61	0.69	0.80	0.57	0.71	1.48	0.41	0.48	0.55
systemmgmt	0.19	0.23	0.18	0.22	0.16	0.17	0.21	0.21	0.23	0.22
telecom	0.20	0.19	0.23	0.21	0.19	0.18	0.22	0.23	0.26	0.25

Table 7 The array sizes produced by APPTS for 2-way CCAG

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_2	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Syn_3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Syn_4	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Syn_5	40	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Syn_6	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Syn_7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Syn_8	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Syn_10	37	38	37	38	38	38	37	38	38	38
Syn_11	38	37	38	37	38	38	38	37	38	38
Syn_12	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_13	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_14	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_15	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Syn_16	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Syn_17	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_18	37	37	37	36	37	37	37	37	37	37
Syn_19	40	40	40	39	40	40	40	39	40	40
Syn_20	48	48	47	48	47	48	48	48	48	48
Syn_21	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_22	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_23	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Syn_24	38	38	38	38	38	39	38	38	38	38
Syn_25	42	43	43	43	43	43	42	43	43	42
Syn_26	26	27	26	27	26	27	27	27	27	27
Syn_27	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_28	44	44	44	44	44	44	44	44	43	44
Syn_29	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Syn_30	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
SPIN-S	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
SPIN-V	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
GCC	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Apache	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Bugzilla	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
banking1_yue	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
banking2_yue	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
commprotocol	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
concurrency	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
healthcare1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
healthcare2	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
healthcare3	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
healthcare4	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Insurance	527	527	527	527	527	527	527	527	527	527
networkMgmt	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
processorcomm1	22	22	22	22	22	21	22	21	21	21
processorcomm2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
service	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
storage1	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
storage2	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
storage3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
storage4	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
storage5	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
systemmgmt	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
telecom	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Table 8 The construction time consumed by APPTS for 2-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	2.13	1.14	0.70	1.20	1.24	1.22	0.68	1.46	0.56	1.36
Syn_2	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.24	0.22	0.22	0.22	0.22
Syn_3	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Syn_4	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19
Syn_5	696.76	150.06	76.00	47.23	120.43	439.80	77.10	185.86	93.40	78.46
Syn_6	0.21	0.24	0.21	0.26	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Syn_7	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16
Syn_8	2.60	2.05	4.21	4.66	1.92	2.58	3.48	2.84	3.68	4.06
Syn_9	0.21	0.21	0.20	0.24	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19	0.20
Syn_10	523.31	11.92	135.41	70.74	120.42	30.54	193.55	32.18	51.10	49.23
Syn_11	26.08	34.11	8.76	488.69	16.36	7.12	26.04	542.64	3.95	12.18
Syn_12	0.67	0.52	0.90	0.59	0.65	0.74	0.99	1.08	0.73	0.65
Syn_13	0.26	0.26	0.29	0.25	0.26	0.26	0.25	0.25	0.28	0.25
Syn_14	0.21	0.25	0.23	0.21	0.22	0.22	0.30	0.22	0.23	0.21
Syn_15	0.22	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.22	0.20
Syn_16	0.21	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21
Syn_17	0.79	0.52	0.33	0.72	0.39	0.66	0.54	0.35	0.50	0.82
Syn_18	75.79	18.52	67.98	310.09	44.88	47.49	22.46	88.17	26.22	25.79
Syn_19	250.17	217.17	535.96	283.81	308.83	53.45	70.61	135.74	96.15	268.54
Syn_20	52.65	44.23	597.51	78.61	568.72	53.47	36.40	89.83	27.03	23.22
Syn_21	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.24
Syn_22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22
Syn_23	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Syn_24	25.65	29.51	55.42	51.06	10.66	7.55	16.42	42.14	12.70	31.78
Syn_25	701.29	107.70	194.54	36.33	29.91	93.73	958.68	21.52	287.00	472.75
Syn_26	66.63	0.59	32.53	0.98	56.37	20.39	1.95	2.67	2.90	3.45
Syn_27	0.20	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20
Syn_28	292.91	190.57	53.85	225.21	198.08	185.55	131.89	438.43	717.34	200.50
Syn_29	0.98	0.50	1.35	0.95	1.01	1.21	0.94	0.52	0.42	0.72
Syn_30	0.61	0.84	1.19	0.54	0.51	1.65	0.91	0.82	0.33	6.27
SPIN-S	0.17	0.19	0.36	0.19	0.19	0.40	0.16	0.19	0.19	0.17
SPIN-V	0.56	0.46	0.49	0.88	0.41	0.93	0.76	0.62	0.96	0.70
GCC	15.91	0.50	8.21	1.34	5.98	1.23	5.03	10.06	1.13	1.03
Apache	0.27	0.49	0.27	0.28	0.30	0.29	0.40	0.28	0.26	0.71
Bugzilla	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18
banking1_yue	0.18	0.19	0.18	0.19	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18
banking2_yue	0.16	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
commprotocol	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22
concurrency	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14
healthcare1	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17
healthcare2	0.26	0.22	0.27	0.19	0.23	0.28	0.24	0.19	0.19	0.19
healthcare3	1.49	1.07	0.19	3.64	1.36	1.54	1.41	0.19	0.19	0.19
healthcare4	1.37	0.21	0.55	0.62	0.25	0.60	0.19	0.19	0.18	0.80
Insurance	0.19	0.18	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
networkMgmt	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16
processorcomm1	0.40	0.36	0.36	0.45	0.83	601.83	0.28	754.94	601.26	639.40
processorcomm2	0.33	2.74	0.31	0.25	0.64	0.27	1.43	0.69	0.26	0.24
service	1.45	1.14	1.46	2.09	1.66	2.12	1.63	2.08	2.39	1.48
storage1	0.20	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
storage2	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.13	0.13
storage3	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
storage4	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.20	0.18	0.18	0.96
storage5	0.29	0.30	0.34	0.57	0.53	0.92	0.46	0.35	0.48	0.81
systemmgmt	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.16
telecom	0.32	0.22	0.17	0.26	0.27	0.17	0.17	0.30	0.17	0.24





Table 10 The construction time consumed by FastCA for 2-way CCAG(Seconds)



Table 12 The construction time consumed by WCA for 2-way CCAG(Seconds)

[illegible]



Table 14    The construction time consumed by CASA for 2-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	444.38	274.13	391.36	119.61	271.93	126.38	216.69	133.31	395.73	35.48
Syn_2	85.54	12.11	12.53	84.31	9.13	12.90	16.67	17.82	23.63	8.97
Syn_3	0.66	0.66	0.65	1.24	0.71	0.67	0.69	0.70	6.55	0.68
Syn_4	4.16	4.57	2.93	3.29	4.14	2.63	4.24	6.85	6.56	18.04
Syn_5	408.20	365.29	940.80	55.46	48.06	297.63	981.70	382.48	202.17	298.01
Syn_6	8.92	13.74	9.21	7.13	10.11	10.44	8.91	4.91	5.88	14.21
Syn_7	0.51	0.52	1.04	0.49	0.49	0.48	0.51	0.51	0.53	0.49
Syn_8	540.01	269.67	240.90	579.68	48.17	97.06	120.79	524.40	248.92	339.94
Syn_9	6.93	7.09	6.86	8.00	6.79	7.15	7.82	6.88	6.45	6.71
Syn_10	224.64	245.17	352.50	383.64	91.80	342.91	379.82	312.70	362.13	161.67
Syn_11	59.57	345.51	407.18	110.97	371.97	215.89	105.42	205.83	370.02	715.96
Syn_12	183.31	211.04	64.98	206.21	572.44	97.39	415.11	44.03	98.77	36.56
Syn_13	26.78	28.72	26.75	25.97	143.13	25.14	48.26	46.02	27.88	26.69
Syn_14	16.44	20.79	22.16	373.47	16.97	131.66	16.50	53.64	127.81	26.42
Syn_15	5.99	8.03	6.62	10.13	4.96	5.03	33.25	3.46	10.34	75.81
Syn_16	17.79	10.90	6.86	56.39	8.26	17.29	10.28	10.42	10.83	6.55
Syn_17	106.61	96.63	61.68	127.58	38.45	97.53	168.06	184.82	507.81	138.88
Syn_18	303.47	608.74	204.62	403.41	146.73	42.40	235.77	369.46	106.52	269.24
Syn_19	358.46	422.49	419.80	147.42	465.58	212.69	602.57	248.06	244.81	307.46
Syn_20	859.76	512.51	206.76	353.80	490.98	124.80	369.23	269.29	339.41	415.50
Syn_21	27.89	62.55	99.93	17.73	40.31	17.32	188.67	35.25	17.40	34.97
Syn_22	12.23	6.67	7.41	8.34	8.84	21.45	5.89	5.98	11.43	6.17
Syn_23	2.15	3.57	2.31	13.93	2.44	4.93	2.31	3.55	1.78	1.07
Syn_24	430.34	63.21	521.46	33.53	217.81	37.06	152.77	402.55	164.37	107.99
Syn_25	852.58	854.90	326.17	362.37	425.05	123.61	40.29	646.80	198.98	262.44
Syn_26	213.57	94.70	20.50	18.55	27.67	52.53	29.81	44.85	166.80	16.89
Syn_27	4.34	8.61	10.74	6.63	7.05	6.91	10.05	9.73	7.46	9.76
Syn_28	845.23	179.22	729.66	422.49	779.99	658.40	394.85	347.29	519.95	354.85
Syn_29	26.38	64.16	26.83	75.32	20.69	26.95	32.53	24.14	136.07	30.92
Syn_30	27.90	3.62	4.13	35.70	6.14	10.85	55.51	6.06	8.95	9.07
SPIN-S	8.28	2.64	4.11	3.19	5.03	1.45	0.62	5.57	9.18	2.92
SPIN-V	14.15	25.89	7.35	48.69	15.46	16.87	141.83	186.11	37.00	314.65
GCC	345.25	290.74	41.94	478.41	158.38	361.13	970.07	345.20	234.99	413.49
Apache	48.22	52.59	38.37	30.60	37.66	37.63	43.97	72.79	51.84	84.28
Bugzilla	1.72	7.56	2.81	1.66	4.97	2.99	2.31	1.99	1.66	3.84
banking1_yue	0.14	0.29	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.15	0.63
banking2_yue	0.20	1.05	0.50	0.55	0.22	0.50	0.51	0.56	0.24	0.52
commprotocol	3.36	1.01	1.37	1.03	1.25	1.42	1.59	1.53	1.58	1.65
concurrency	0.11	0.09	0.09	0.09	0.11	0.09	0.10	0.11	0.10	0.10
healthcare1	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.23	0.26	0.25	0.26	0.27
healthcare2	0.54	0.25	0.49	0.25	0.57	0.27	0.54	0.25	0.25	0.24
healthcare3	4.18	1.65	2.43	7.66	2.51	2.74	1.34	2.34	3.34	2.88
healthcare4	6.97	4.14	4.14	6.47	18.62	3.85	5.52	8.05	4.53	19.95
Insurance	12.38	10.46	12.57	18.71	9.95	20.79	88.23	19.24	19.42	203.53
networkMgmt	3.97	3.40	5.45	4.56	3.52	1.56	65.79	2.77	132.57	2.11
processorcomm1	0.66	1.42	2.82	21.91	0.69	2.52	1.28	1.45	1.45	2.87
processorcomm2	6.10	1.89	1.99	6.46	1.98	0.97	170.31	3.84	1.38	3.51
service	2.46	4.89	2.40	25.70	6.52	10.98	14.46	6.48	23.39	6.88
storage1	0.27	0.28	0.27	0.26	0.26	0.26	0.28	0.28	0.26	0.27
storage2	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.15	0.17	0.18	0.17	0.18
storage3	1.26	0.76	1.31	1.31	0.81	1.33	0.77	0.71	0.73	0.83
storage4	9.11	3.00	3.40	8.39	19.82	3.39	3.10	3.82	7.16	36.83
storage5	653.68	372.53	85.80	184.60	63.01	301.14	66.40	56.66	24.21	76.10
systemmgmt	0.33	0.20	0.33	0.24	0.35	0.55	0.34	0.60	0.21	0.33
telecom	0.26	0.29	0.29	0.29	0.29	0.85	0.29	0.29	0.30	0.86

Table 15 The array sizes produced by DPTS for 3-way CCAG

[illegible]

Table 16 The construction time consumed by DPTS for 3-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	448.73	564.95	283.45	272.35	361.71	461.07	406.16	255.07	407.21	486.15
Syn_2	217.34	245.81	275.18	89.44	604.58	319.65	418.92	717.40	1.92	34.76
Syn_3	17.92	122.22	33.36	120.80	36.72	158.22	57.94	30.13	132.52	211.48
Syn_4	6.97	24.22	6.32	3.26	8.20	16.60	2.17	14.70	12.68	38.15
Syn_5	752.06	470.29	872.12	279.85	563.51	559.60	763.10	803.89	908.25	610.98
Syn_6	22.40	28.15	10.71	34.82	7.51	5.68	6.45	24.08	17.40	6.05
Syn_7	7.99	1.03	0.93	9.75	5.28	6.27	0.59	1.19	7.45	0.50
Syn_8	630.29	651.24	555.80	696.95	752.24	893.85	583.97	995.48	557.39	993.04
Syn_9	26.84	0.83	8.23	5.83	9.11	6.41	3.69	3.50	13.09	13.43
Syn_10	332.36	917.01	346.08	434.34	681.13	489.12	511.59	931.70	835.39	827.79
Syn_11	306.04	320.19	246.64	324.74	600.81	551.55	949.06	663.12	136.91	711.84
Syn_12	225.34	484.44	624.57	770.74	734.78	849.82	721.37	530.12	438.22	469.21
Syn_13	65.49	143.72	45.91	91.81	23.44	37.08	32.62	46.52	96.07	81.97
Syn_14	4.00	6.98	7.04	15.34	6.23	4.49	3.92	5.99	15.97	12.29
Syn_15	18.38	4.79	3.65	5.08	15.05	19.62	31.49	14.62	23.33	6.90
Syn_16	42.05	33.44	103.66	44.48	32.21	21.38	2.94	31.54	41.68	17.50
Syn_17	407.54	590.40	348.47	333.80	328.42	764.33	320.57	561.49	712.58	535.49
Syn_18	568.60	589.80	631.88	675.16	679.16	809.45	382.33	681.37	327.72	601.98
Syn_19	904.90	707.72	496.12	713.91	368.56	885.23	647.04	596.25	401.56	948.50
Syn_20	589.40	990.68	844.21	937.10	731.41	924.58	890.95	761.63	429.33	940.82
Syn_21	2.12	2.78	1.93	2.55	3.66	3.68	3.95	5.06	2.30	2.01
Syn_22	3.81	8.75	6.70	6.77	4.23	1.29	3.97	3.27	3.75	3.59
Syn_23	0.88	0.33	4.01	0.29	1.59	0.88	2.77	0.38	3.33	0.30
Syn_24	804.84	245.76	465.79	486.71	354.66	193.99	858.25	660.36	154.19	303.50
Syn_25	314.46	768.80	886.06	624.06	363.42	423.55	522.48	668.37	918.82	999.44
Syn_26	146.67	231.01	969.31	366.35	137.31	532.87	720.33	542.22	574.15	980.54
Syn_27	2.55	5.44	6.58	1.89	7.06	2.34	3.02	12.26	2.46	1.66
Syn_28	511.77	646.06	393.39	415.63	626.01	599.13	316.49	981.56	433.13	468.77
Syn_29	67.82	25.88	58.88	175.10	52.58	138.28	70.16	89.32	47.01	146.18
Syn_30	108.66	234.21	91.07	689.33	278.03	146.76	725.55	244.56	787.91	653.41
SPIN-S	0.99	2.44	1.83	1.92	1.94	6.43	1.37	0.68	0.22	3.39
SPIN-V	0.89	1.61	1.02	0.93	1.05	0.97	3.43	1.18	0.95	4.86
GCC	12.96	18.31	15.59	21.01	13.10	12.67	359.31	17.05	14.81	13.28
Apache	574.26	697.16	619.82	649.77	662.18	551.55	889.88	943.41	996.13	626.81
Bugzilla	10.88	1.91	36.79	7.95	3.85	17.06	5.18	2.41	19.98	15.90
banking1_yue	1.24	1.99	2.54	0.84	1.30	1.17	2.85	1.88	0.57	3.95
banking2_yue	0.19	0.50	0.47	0.77	1.11	0.16	2.03	0.17	0.17	0.17
commprotocol	0.00	0.00	0.38	0.25	0.54	0.43	0.88	0.72	0.82	1.00
concurrency	0.24	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00
healthcare1	0.26	0.44	0.42	0.87	0.20	0.19	0.64	0.44	0.19	0.20
healthcare2	311.44	27.50	106.89	26.36	258.09	24.53	3.21	55.57	128.01	323.60
healthcare3	87.59	218.69	97.63	194.67	108.26	40.04	372.51	137.14	36.37	71.99
healthcare4	872.07	517.58	911.68	899.77	562.11	231.76	806.91	827.62	534.27	740.78
Insurance	6.09	6.68	9.44	10.30	5.95	8.45	6.11	7.99	7.10	4.88
networkMgmt	1.36	1.90	0.79	1.03	0.56	1.09	1.23	0.57	1.18	0.86
processorcomm1	541.17	663.64	598.49	540.95	504.26	582.97	578.68	128.49	500.42	179.34
processorcomm2	707.55	248.39	232.20	117.98	54.51	348.45	104.94	694.63	79.84	94.14
service	931.19	875.27	616.13	0.70	851.53	0.63	581.43	0.72	31.93	967.08
storage1	0.21	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.18	0.17	0.00
storage2	0.17	0.16	0.19	0.15	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.15
storage3	7.43	16.65	14.51	13.67	17.52	5.84	10.21	15.02	17.47	18.50
storage4	209.55	159.14	115.14	128.55	138.72	67.40	135.27	172.06	123.16	97.73
storage5	943.81	773.20	713.08	242.66	591.89	593.31	453.66	862.19	555.57	626.22
systemmgmt	3.60	2.67	1.94	26.48	0.93	2.17	2.40	1.85	0.24	2.77
telecom	0.20	0.18	0.91	0.19	2.63	0.44	0.69	0.21	0.44	0.45





Table 18 The construction time consumed by SPTS for 3-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	109.28	331.33	727.65	356.19	571.10	311.12	423.68	748.30	822.44	280.56
Syn_2	619.89	224.32	134.85	810.41	407.35	451.32	183.63	765.68	263.95	492.46
Syn_3	35.71	221.56	43.45	21.36	245.20	52.97	42.35	690.43	73.85	66.43
Syn_4	1.84	4.37	5.58	9.70	4.57	3.87	22.02	20.24	14.12	56.56
Syn_5	257.90	398.98	654.89	550.86	332.47	344.64	421.45	332.56	370.63	351.60
Syn_6	7.92	69.39	9.63	21.90	14.70	2.44	6.46	23.97	7.03	6.09
Syn_7	3.59	2.10	2.71	1.11	2.70	4.29	7.95	8.97	5.71	4.40
Syn_8	229.43	570.35	497.36	355.70	622.36	802.25	256.31	364.54	575.03	428.98
Syn_9	18.50	9.15	1.63	9.16	7.76	5.70	1.00	5.60	24.31	8.15
Syn_10	710.99	880.36	540.78	586.28	520.43	947.99	429.45	796.67	431.91	603.30
Syn_11	387.60	406.90	386.83	921.34	956.93	437.10	461.58	911.27	837.29	530.82
Syn_12	139.37	323.45	172.99	194.10	153.93	176.68	429.89	108.67	507.32	479.77
Syn_13	7.49	26.24	9.75	9.26	27.10	17.29	63.47	59.44	9.47	16.00
Syn_14	5.44	15.25	10.29	10.00	4.56	6.42	3.33	16.11	9.25	4.36
Syn_15	17.88	10.28	31.27	5.75	35.95	10.36	13.16	12.17	4.68	7.29
Syn_16	155.50	38.48	16.13	44.41	93.21	36.53	31.62	52.55	46.34	88.07
Syn_17	283.77	680.87	110.82	120.70	114.87	237.07	386.39	243.52	162.94	125.81
Syn_18	905.20	257.14	562.53	538.57	579.06	427.50	720.89	814.90	399.84	372.49
Syn_19	442.49	546.09	511.82	294.59	516.13	854.39	419.31	524.08	341.85	662.31
Syn_20	359.93	373.98	621.62	265.36	552.36	872.48	452.35	618.85	904.57	596.42
Syn_21	8.46	4.05	2.93	4.31	7.68	4.21	2.76	3.00	2.75	1.87
Syn_22	3.68	66.78	2.78	7.31	9.81	4.53	12.33	4.17	2.18	3.97
Syn_23	3.50	8.52	11.96	1.74	0.30	11.57	14.82	3.70	0.26	0.70
Syn_24	258.62	350.00	386.24	373.52	735.51	529.76	617.13	393.31	478.40	199.90
Syn_25	531.70	976.02	815.43	675.23	627.23	968.22	991.47	606.87	526.40	807.27
Syn_26	614.31	591.02	534.08	340.31	832.72	436.74	267.95	211.55	918.87	604.44
Syn_27	2.84	3.83	3.64	3.55	5.84	2.82	5.39	2.45	3.21	5.85
Syn_28	884.56	703.39	886.35	429.46	574.63	825.64	767.46	522.61	343.01	865.13
Syn_29	25.64	18.16	10.46	18.61	30.15	26.75	31.03	21.57	25.85	10.99
Syn_30	818.50	847.29	907.05	934.83	351.97	334.81	351.41	683.70	324.63	696.12
SPIN-S	4.10	20.53	2.93	18.62	12.28	16.13	10.45	13.28	1.52	7.15
SPIN-V	292.11	261.61	101.30	160.45	350.58	741.77	326.78	229.26	752.42	107.90
GCC	248.28	386.67	361.87	105.37	339.13	956.39	549.06	684.12	552.43	417.88
Apache	780.75	994.52	960.13	873.32	831.72	395.35	639.63	716.28	787.50	916.41
Bugzilla	25.97	48.47	45.44	12.92	74.53	9.00	28.81	50.36	20.33	21.96
banking1_yue	0.55	0.39	0.47	0.38	0.33	0.33	0.41	0.60	0.35	0.41
banking2_yue	0.16	0.18	0.19	0.18	0.19	0.16	0.18	0.18	0.19	0.17
commprotocol	1.26	0.32	1.85	0.35	0.28	0.45	0.35	0.78	0.41	0.24
concurrency	0.24	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00
healthcare1	0.24	0.20	0.20	0.20	0.19	0.22	0.24	0.18	0.19	0.19
healthcare2	488.09	349.00	9.06	47.63	98.91	21.75	17.98	111.74	887.38	121.25
healthcare3	102.47	141.54	307.61	328.74	156.24	908.05	283.99	275.00	732.82	456.80
healthcare4	780.91	650.77	878.30	912.65	812.12	812.74	743.25	702.40	936.79	700.33
Insurance	7.20	5.90	7.59	4.82	8.28	3.48	4.99	4.63	11.42	5.13
networkMgmt	1.05	1.19	0.93	0.93	1.00	0.77	2.35	0.83	1.46	0.80
processorcomm1	81.14	92.98	141.63	634.98	156.95	46.35	53.03	142.72	269.83	715.06
processorcomm2	54.08	647.48	169.35	11.43	52.90	632.27	854.69	56.30	568.50	584.01
service	935.14	989.54	901.95	998.35	723.83	946.12	763.64	823.06	985.40	886.51
storage1	0.19	0.20	0.19	0.17	0.19	0.17	0.17	0.17	0.18	0.00
storage2	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16
storage3	677.31	980.99	381.13	14.33	53.87	110.33	266.47	173.80	624.68	987.54
storage4	62.05	234.57	257.33	142.88	151.52	503.34	130.74	179.44	184.17	172.63
storage5	661.58	959.41	586.58	763.62	976.78	474.14	790.71	990.48	706.78	275.85
systemmgmt	0.21	0.22	0.20	0.22	0.22	0.23	0.19	0.27	0.20	0.23
telecom	0.25	0.26	0.86	1.18	0.21	0.33	0.21	0.21	0.21	0.26

Table 19 The array sizes produced by APTS for 3-way CCAG

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	245	241	242	244	244	243	242	242	244	242
Syn_2	129	124	128	130	129	128	124	128	127	130
Syn_3	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Syn_4	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Syn_5	329	328	327	331	332	331	329	331	330	331
Syn_6	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_7	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Syn_8	252	253	252	252	254	254	253	253	253	253
Syn_9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Syn_10	281	281	280	279	278	283	279	279	280	284
Syn_11	270	270	268	267	268	269	268	270	269	269
Syn_12	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_13	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_14	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Syn_16	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_17	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_18	276	277	276	276	278	277	277	277	274	278
Syn_19	317	317	319	321	320	320	316	316	317	320
Syn_20	406	411	410	409	412	414	411	412	411	410
Syn_21	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_22	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Syn_23	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_24	280	280	283	280	283	284	281	284	284	283
Syn_25	349	349	348	348	350	347	348	347	348	349
Syn_26	159	159	161	159	160	158	158	160	159	159
Syn_27	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_28	370	369	367	373	369	369	372	367	368	369
Syn_29	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Syn_30	66	65	65	66	66	66	65	66	66	66
SPIN-S	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
SPIN-V	193	193	193	194	193	194	194	193	194	194
GCC	78	78	81	79	80	80	77	79	79	80
Apache	140	138	139	140	141	139	140	138	136	142
Bugzilla	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
banking1_yue	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
banking2_yue	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
commprotocol	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
concurrency	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
healthcare1	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
healthcare2	50	49	50	50	50	49	50	49	50	50
healthcare3	153	151	150	151	153	153	151	151	153	151
healthcare4	243	247	244	249	244	242	247	239	243	240
Insurance	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851
networkMgmt	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
processorcomm1	106	105	104	104	105	105	104	105	104	105
processorcomm2	126	127	127	127	129	127	131	128	128	128
service	819	816	814	819	818	812	817	818	813	817
storage1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
storage2	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
storage3	223	224	228	223	224	225	225	223	224	224
storage4	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910
storage5	1710	1712	1711	1716	1711	1713	1716	1710	1713	1712
systemmgmt	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
telecom	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Table 20    The construction time consumed by APTS for 3-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	487.73	447.89	866.43	661.37	428.53	830.05	913.73	549.23	747.78	792.01
Syn_2	710.08	608.12	614.41	613.99	886.89	681.55	953.66	863.00	658.70	972.06
Syn_3	45.35	347.54	249.57	187.18	49.17	166.86	473.92	99.00	49.27	105.68
Syn_4	18.20	17.96	10.06	9.78	9.89	15.02	8.33	4.30	10.70	19.78
Syn_5	944.34	595.42	961.08	555.23	936.54	551.78	898.50	619.82	905.84	815.45
Syn_6	21.61	32.66	17.79	4.58	8.91	32.86	9.53	31.51	24.80	42.87
Syn_7	298.37	25.07	171.13	1.69	130.08	104.86	87.60	0.49	3.73	19.45
Syn_8	986.54	998.02	823.57	981.45	897.06	652.43	898.45	668.20	871.64	800.11
Syn_9	16.93	4.55	14.84	22.97	31.55	9.57	7.52	10.31	3.97	11.91
Syn_10	960.40	879.32	862.28	978.72	842.13	792.80	976.05	871.11	990.42	878.81
Syn_11	865.87	744.56	974.42	793.22	560.76	567.43	612.05	645.35	967.36	988.47
Syn_12	336.48	83.47	501.28	406.97	301.66	248.20	539.23	356.71	114.39	392.52
Syn_13	16.83	14.77	11.70	20.87	14.28	20.29	24.64	32.63	21.20	44.28
Syn_14	6.45	5.86	7.52	7.69	6.08	4.13	3.21	6.23	4.39	6.32
Syn_15	11.65	4.85	4.50	13.79	4.47	24.63	10.75	12.58	24.86	13.26
Syn_16	64.58	10.79	65.91	81.36	41.37	8.12	14.01	97.50	50.19	62.16
Syn_17	223.25	122.48	318.61	385.30	187.50	452.81	125.29	99.72	138.64	186.33
Syn_18	616.30	900.17	887.43	977.05	973.37	961.06	803.19	899.51	909.40	747.02
Syn_19	661.98	647.08	876.39	487.67	500.71	962.48	822.24	844.64	898.55	888.32
Syn_20	854.58	819.74	575.97	721.29	759.65	480.80	982.58	847.49	872.30	996.53
Syn_21	3.57	2.51	1.93	4.00	2.33	2.26	3.36	2.51	2.23	3.73
Syn_22	8.01	2.46	12.09	7.23	6.09	7.28	1.93	8.17	2.67	8.04
Syn_23	63.21	0.27	0.36	29.77	9.05	19.54	57.56	0.53	2.04	1.01
Syn_24	936.61	960.21	819.65	872.90	796.96	672.81	463.83	418.42	717.28	876.04
Syn_25	465.97	688.10	799.80	942.89	981.42	846.18	828.43	762.07	869.29	973.96
Syn_26	518.50	998.34	527.65	699.61	685.35	519.42	915.20	798.88	789.26	771.16
Syn_27	7.56	4.73	5.66	5.81	2.44	2.43	2.56	11.25	7.22	3.77
Syn_28	856.51	852.24	938.74	503.63	889.44	702.82	730.69	922.25	956.56	989.92
Syn_29	13.70	28.35	21.16	15.31	70.11	49.79	27.12	30.47	17.73	49.68
Syn_30	218.21	742.86	971.70	450.60	427.11	194.86	440.05	191.67	578.26	136.49
SPIN-S	0.79	1.57	2.96	2.34	2.97	1.63	1.45	0.94	3.74	0.61
SPIN-V	105.31	233.30	170.93	65.20	271.80	207.60	100.53	555.28	270.65	134.86
GCC	988.09	184.62	257.13	283.66	253.55	246.31	707.76	254.61	643.29	385.05
Apache	581.29	570.15	953.34	750.03	392.72	860.13	671.99	893.93	762.67	605.72
Bugzilla	8.41	61.14	14.77	105.88	140.56	54.36	23.19	50.99	20.79	7.86
banking1_yue	0.60	0.52	0.32	0.30	0.37	0.45	0.37	0.38	0.32	0.27
banking2_yue	0.21	0.20	0.21	0.29	0.20	0.22	0.18	0.21	0.21	0.20
commprotocol	0.35	0.45	0.75	0.50	0.64	0.52	0.71	0.84	0.45	0.36
concurrency	0.25	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
healthcare1	0.20	0.21	0.19	0.23	0.22	0.22	0.19	0.22	0.22	0.20
healthcare2	148.33	27.09	13.62	10.20	26.78	892.40	89.54	784.65	110.98	34.75
healthcare3	53.45	84.63	326.90	433.69	27.45	62.23	175.96	55.63	77.26	47.89
healthcare4	688.10	681.97	112.62	46.18	175.25	443.75	259.00	542.96	346.67	963.81
Insurance	9.14	6.73	7.27	2.65	8.62	8.11	8.98	5.22	5.34	7.68
networkMgmt	0.73	1.15	1.03	1.16	1.18	1.23	1.37	0.81	1.08	0.93
processorcomm1	12.96	46.07	51.83	21.64	92.12	65.94	67.00	22.56	213.15	106.12
processorcomm2	670.62	904.06	432.47	56.43	5.40	425.20	313.14	753.42	289.04	298.83
service	861.00	943.89	935.69	884.60	804.56	844.41	949.97	898.48	954.94	785.03
storage1	0.21	0.19	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17
storage2	0.18	0.17	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.16	0.17
storage3	291.73	18.44	2.69	30.91	8.78	7.79	11.05	17.52	10.94	7.48
storage4	42.44	159.06	258.55	250.90	168.09	127.13	177.77	132.91	182.88	142.77
storage5	817.67	982.68	629.56	879.85	600.49	740.82	930.07	902.10	991.87	821.14
systemmgmt	0.23	0.22	0.23	0.23	0.21	0.23	0.26	0.30	0.25	0.20
telecom	0.21	0.33	0.26	0.23	0.24	0.21	0.22	0.21	0.25	0.79

Table 21 The array sizes produced by APPTS for 3-way CCAG

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	238	240	240	241	241	241	242	242	237	238
Syn_2	127	128	129	126	127	124	128	129	128	127
Syn_3	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Syn_4	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Syn_5	326	328	328	325	327	325	330	327	326	325
Syn_6	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_7	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Syn_8	251	249	247	248	249	250	248	250	249	250
Syn_9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Syn_10	276	274	274	273	275	275	275	276	275	275
Syn_11	265	266	266	269	268	265	268	268	266	266
Syn_12	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_13	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_14	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Syn_16	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_17	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_18	273	272	273	272	273	273	274	273	274	274
Syn_19	314	316	314	318	318	316	317	312	314	313
Syn_20	406	406	407	407	409	407	407	408	405	404
Syn_21	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_22	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Syn_23	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_24	278	278	280	281	281	279	278	279	280	278
Syn_25	343	345	345	345	346	345	343	342	344	344
Syn_26	156	158	158	157	156	156	158	158	160	158
Syn_27	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_28	366	364	364	366	365	369	364	367	364	367
Syn_29	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Syn_30	66	65	65	66	65	66	65	64	65	65
SPIN-S	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
SPIN-V	193	193	194	193	193	192	193	193	192	193
GCC	80	79	79	77	78	78	78	78	77	78
Apache	136	134	139	137	137	136	136	137	140	137
Bugzilla	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
banking1_yue	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
banking2_yue	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
commprotocol	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
concurrency	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
healthcare1	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
healthcare2	50	49	50	50	50	50	49	50	50	50
healthcare3	151	151	150	152	152	150	152	152	151	152
healthcare4	242	242	247	244	245	239	242	243	242	244
Insurance	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851
networkMgmt	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
processorcomm1	105	104	105	104	104	106	105	105	106	105
processorcomm2	128	128	128	127	127	126	128	128	127	128
service	803	805	805	802	805	803	803	806	806	803
storage1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
storage2	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
storage3	224	224	225	228	224	223	226	229	225	226
storage4	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910
storage5	1708	1709	1706	1710	1708	1708	1712	1711	1706	1710
systemmgmt	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
telecom	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Table 22    The construction time consumed by APPTS for 3-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	868.79	891.33	703.17	386.50	798.41	476.07	871.01	925.15	940.57	940.57
Syn_2	389.38	973.84	774.10	665.43	686.02	890.95	550.13	927.13	398.47	398.47
Syn_3	363.06	77.25	57.20	273.25	61.42	16.79	55.70	48.65	83.68	195.95
Syn_4	6.38	4.77	19.12	3.10	1.92	8.43	1.05	5.36	5.76	5.76
Syn_5	947.32	841.35	867.04	754.77	923.67	798.26	977.18	741.14	997.61	997.61
Syn_6	12.37	2.97	10.37	2.24	37.34	13.01	5.94	2.71	12.15	12.15
Syn_7	0.53	2.68	179.09	83.83	5.56	0.84	24.32	26.35	3.23	17.51
Syn_8	820.17	705.52	915.07	914.26	778.51	863.04	577.85	977.39	954.34	954.34
Syn_9	12.67	7.86	4.52	0.60	5.68	3.39	7.57	9.89	8.42	8.42
Syn_10	926.22	751.77	830.28	858.14	806.53	958.61	823.21	884.64	869.66	869.66
Syn_11	963.77	551.46	841.92	731.72	967.77	444.44	867.57	519.86	689.77	689.77
Syn_12	67.11	106.39	177.36	253.32	80.33	77.02	116.23	98.27	91.37	91.37
Syn_13	6.94	7.16	25.77	7.41	7.56	10.14	8.55	6.69	10.79	10.79
Syn_14	4.62	2.52	2.87	2.79	2.49	2.83	5.92	7.25	3.22	3.22
Syn_15	20.49	8.58	5.66	1.64	6.69	6.96	3.40	2.40	9.13	9.13
Syn_16	86.46	71.51	19.88	62.01	35.03	35.51	36.23	7.80	49.22	49.22
Syn_17	55.97	118.63	96.35	61.64	109.63	56.52	35.47	58.35	52.88	52.88
Syn_18	719.27	912.54	802.84	932.52	659.89	761.63	746.05	959.23	947.14	947.14
Syn_19	487.82	713.15	484.37	344.15	768.61	820.20	908.99	784.53	979.10	979.10
Syn_20	828.78	981.71	624.54	773.77	882.41	799.09	633.35	940.04	961.46	961.46
Syn_21	2.01	3.21	1.88	2.39	2.21	1.55	1.79	2.03	2.94	2.94
Syn_22	5.39	2.02	8.38	3.24	2.40	3.80	1.56	5.26	1.57	1.57
Syn_23	0.64	1.35	25.15	1.06	0.24	0.89	13.39	8.31	45.92	45.92
Syn_24	962.18	924.79	515.56	912.19	595.23	999.51	521.22	896.70	860.23	860.23
Syn_25	815.69	939.13	855.79	486.35	986.24	920.50	881.46	849.34	946.75	946.75
Syn_26	469.67	936.99	919.81	813.71	473.30	812.64	413.22	428.19	961.00	961.00
Syn_27	2.49	1.30	1.32	4.04	1.31	4.76	1.35	1.12	1.32	1.32
Syn_28	509.94	555.64	886.21	762.82	768.59	971.24	851.77	725.54	940.85	940.85
Syn_29	10.24	14.62	10.74	16.64	13.59	7.63	9.72	11.57	8.00	8.00
Syn_30	197.83	516.59	232.62	131.99	70.31	608.49	162.87	298.21	176.47	176.47
SPIN-S	1.51	4.43	2.06	1.50	3.52	4.25	2.91	1.37	2.64	2.64
SPIN-V	163.36	79.99	78.66	123.45	222.89	162.03	259.34	83.79	115.77	115.77
GCC	94.34	671.65	230.71	679.61	456.51	265.45	188.32	302.41	934.45	934.45
Apache	566.62	606.61	152.80	769.43	411.87	572.71	408.48	173.42	536.68	536.68
Bugzilla	42.11	38.44	1.69	37.78	9.44	10.51	24.33	31.27	87.70	87.70
banking1_yue	0.39	0.31	0.25	0.34	0.36	0.53	0.30	0.33	0.26	0.26
banking2_yue	0.18	0.18	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.17	0.18	0.18
commprotocol	0.36	0.62	0.41	0.81	0.49	1.86	1.14	1.24	0.71	0.71
concurrency	0.24	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15
healthcare1	0.19	0.21	0.20	0.19	0.37	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19
healthcare2	15.58	390.15	123.50	6.56	48.64	104.91	20.68	30.41	120.37	120.37
healthcare3	41.86	17.97	973.95	39.60	32.81	311.70	113.32	771.09	84.06	84.06
healthcare4	32.41	334.60	168.72	95.96	333.88	82.55	80.10	206.06	66.78	66.78
Insurance	2.93	1.87	1.15	1.87	1.57	1.98	2.38	2.40	2.04	2.04
networkMgmt	0.60	0.67	0.52	0.53	0.53	0.52	0.63	0.39	0.55	0.55
processorcomm1	35.38	85.87	18.50	13.07	5.97	13.39	14.27	7.44	20.36	20.36
processorcomm2	714.22	221.00	589.30	319.44	296.00	452.92	128.12	684.14	84.27	84.27
service	943.77	938.31	873.05	872.59	813.18	949.01	988.80	842.89	996.64	996.64
storage1	0.19	0.17	0.17	0.19	0.17	0.18	0.18	0.17	0.17	0.18
storage2	0.17	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.16	0.17	0.17
storage3	10.52	6.30	45.07	10.43	3.67	10.87	9.67	6.12	8.75	8.75
storage4	52.62	42.76	42.00	42.90	39.14	33.69	64.41	52.80	28.77	28.77
storage5	290.23	811.45	574.82	540.38	271.15	218.01	465.15	355.90	544.13	544.13
systemmgmt	0.22	0.19	0.19	0.20	0.29	0.27	0.25	0.19	0.21	0.21
telecom	0.23	0.22	0.28	0.39	0.57	0.19	0.20	0.27	0.21	0.21

Table 23 The array sizes produced by FastCA for 3-way CCAG

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
Syn_2	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
Syn_3	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Syn_4	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Syn_5	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
Syn_6	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_7	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Syn_8	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Syn_9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Syn_10	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
Syn_11	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
Syn_12	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_13	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_14	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Syn_16	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_17	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_18	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
Syn_19	315	315	315	315	314	314	314	314	314	314
Syn_20	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413
Syn_21	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_22	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Syn_23	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_24	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
Syn_25	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352
Syn_26	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162
Syn_27	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_28	367	367	367	367	367	367	367	367	367	367
Syn_29	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Syn_30	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
SPIN-S	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
SPIN-V	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196
GCC	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
Apache	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
Bugzilla	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
banking1_yue	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
banking2_yue	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
commprotocol	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
concurrency	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
healthcare1	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
healthcare2	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
healthcare3	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
healthcare4	239	239	239	239	239	239	239	239	239	239
Insurance	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851
networkMgmt	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
processorcomm1	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
processorcomm2	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
service	817	817	817	817	817	817	817	817	817	817
storage1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
storage2	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
storage3	222	222	222	222	222	222	222	222	222	222
storage4	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910
storage5	1707	1707	1707	1707	1707	1707	1707	1707	1707	1707
systemmgmt	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
telecom	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Table 24 The construction time consumed by FastCA for 3-way CCAG(Seconds)



Table 25 The array sizes produced by WCA for 3-way CCAG

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249
Syn_2	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133
Syn_3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Syn_4	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Syn_5	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328
Syn_6	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_7	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Syn_8	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257
Syn_9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Syn_10	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277
Syn_11	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277
Syn_12	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_13	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_14	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Syn_16	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Syn_17	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_18	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Syn_19	306	306	306	306	306	306	306	306	306	306
Syn_20	409	409	409	409	409	409	409	409	409	409
Syn_21	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Syn_22	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Syn_23	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Syn_24	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
Syn_25	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Syn_26	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
Syn_27	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Syn_28	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366
Syn_29	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Syn_30	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
SPIN-S	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
SPIN-V	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
GCC	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Apache	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
Bugzilla	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
banking1_yue	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
banking2_yue	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
commprotocol	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
concurrency	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
healthcare1	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
healthcare2	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
healthcare3	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161
healthcare4	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269
Insurance	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851	6851
networkMgmt	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
processorcomm1	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
processorcomm2	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
service	907	907	907	907	907	907	907	907	907	907
storage1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
storage2	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
storage3	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
storage4	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910
storage5	1705	1705	1705	1705	1705	1705	1705	1705	1705	1705
systemmgmt	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
telecom	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121

Table 26 The construction time consumed by WCA for 3-way CCAG(Seconds)

Table 27    The array sizes produced by CASA for 3-way CCAG

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	580	783	579	458	783	781	781	464	781	785
Syn_2	247	247	246	247	247	247	247	247	247	248
Syn_3	60	61	64	61	59	62	61	60	61	67
Syn_4	99	105	104	103	102	99	98	106	109	98
Syn_5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_6	152	143	151	152	146	151	146	149	147	153
Syn_7	27	26	28	28	27	27	28	27	27	26
Syn_8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_9	75	75	80	85	77	80	80	80	78	83
Syn_10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_11	797	797	797	799	799	797	794	798	801	799
Syn_12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_14	385	342	343	349	349	344	385	336	385	345
Syn_15	180	184	177	182	179	182	175	181	183	178
Syn_16	159	168	173	163	163	163	177	177	164	165
Syn_17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_21	332	328	330	330	330	330	328	328	328	328
Syn_22	212	215	210	214	202	210	208	210	207	225
Syn_23	38	38	42	38	38	38	38	37	38	39
Syn_24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_26	457	466	469	585	413	467	263	571	571	472
Syn_27	228	221	230	231	222	238	225	228	224	226
Syn_28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_29	-	-	-	-	459	-	-	459	459	-
Syn_30	97	97	94	101	99	98	102	92	97	96
SPIN-S	91	95	100	99	97	102	94	96	106	94
SPIN-V	270	277	259	275	275	272	274	281	269	271
GCC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apache	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bugzilla	68	61	66	61	63	63	68	66	62	63
banking1_yue	45	45	52	45	45	46	46	47	47	47
banking2_yue	30	30	30	30	30	30	31	30	31	30
commprotocol	41	42	43	43	41	42	43	42	42	42
concurrency	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
healthcare1	98	96	97	96	96	98	98	96	96	100
healthcare2	57	54	54	54	56	55	55	56	56	54
healthcare3	205	179	177	172	170	182	177	182	178	174
healthcare4	317	319	316	313	325	303	324	319	320	316
Insurance	7669	7609	7757	7714	7744	7749	7684	7687	7769	7692
networkMgmt	1121	1142	1144	1100	1100	1170	1126	1100	1131	1133
processorcomm1	120	123	120	123	123	119	125	131	122	120
processorcomm2	143	155	149	161	145	142	150	150	146	159
service	877	879	882	881	902	892	888	883	909	890
storage1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
storage2	56	54	57	56	57	55	57	55	57	56
storage3	240	248	249	247	247	249	245	245	242	251
storage4	1021	1014	1029	1021	1018	1026	1020	1028	1008	1019
storage5	2355	2382	2361	2360	2375	2390	2387	2379	2397	2336
systemmgmt	48	47	47	50	47	51	48	50	46	45
telecom	120	122	121	120	120	122	121	120	120	120

Table 28    The construction time consumed by CASA for 3-way CCAG(Seconds)

Benchmark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Syn_1	879.53	937.18	992.62	968.49	997.37	900.38	925.40	998.79	939.50	905.22
Syn_2	890.59	889.79	950.73	843.32	944.66	891.74	908.93	968.22	978.28	979.83
Syn_3	38.63	29.19	23.51	15.27	45.84	26.89	38.20	43.67	29.72	38.28
Syn_4	795.30	573.90	914.26	562.97	865.76	799.90	821.43	658.67	439.72	765.68
Syn_5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_6	991.80	994.41	978.86	957.78	997.78	964.24	940.44	938.67	967.63	972.26
Syn_7	167.17	336.12	83.43	47.17	89.74	316.37	47.16	88.45	156.52	265.96
Syn_8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_9	922.15	848.68	746.69	647.79	734.88	918.41	726.32	715.26	724.83	697.74
Syn_10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_11	934.74	947.09	993.90	957.54	987.97	963.10	974.34	907.83	980.21	991.65
Syn_12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_14	750.83	995.02	999.92	960.27	989.34	993.28	715.62	972.89	726.30	998.13
Syn_15	842.37	950.18	816.48	912.88	935.45	812.92	950.90	937.89	951.64	966.02
Syn_16	994.86	932.74	935.05	974.94	961.08	985.59	926.46	931.97	981.82	932.23
Syn_17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_21	956.96	828.56	867.20	883.91	887.80	969.18	842.69	822.69	803.78	819.82
Syn_22	982.03	951.19	986.56	947.86	978.17	962.65	965.03	963.36	982.13	879.49
Syn_23	62.42	69.18	25.77	23.88	60.71	72.56	28.30	41.44	23.82	64.53
Syn_24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_26	911.98	982.04	959.31	919.14	899.34	995.37	956.04	972.53	943.19	983.07
Syn_27	993.39	997.97	991.20	942.41	997.51	938.25	996.70	954.46	997.24	866.57
Syn_28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syn_29	-	-	-	-	996.15	-	-	985.69	961.60	-
Syn_30	862.10	983.23	984.28	971.79	937.17	971.19	846.70	939.62	982.76	981.19
SPIN-S	330.05	90.65	36.55	40.89	93.32	18.19	309.26	88.55	11.37	189.80
SPIN-V	940.01	939.50	921.92	989.57	993.23	966.74	867.88	939.80	923.58	953.63
GCC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apache	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bugzilla	174.76	254.31	259.91	751.65	288.13	460.17	250.28	161.81	165.05	201.88
banking1_yue	1.86	0.99	0.22	13.01	1.79	1.74	0.88	0.98	0.76	0.68
banking2_yue	7.77	7.97	9.26	8.04	32.16	7.69	15.62	7.76	7.65	7.79
commprotocol	15.21	3.90	4.00	6.10	5.22	4.14	5.39	3.83	7.22	2.70
concurrency	0.10	0.10	0.20	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
healthcare1	3.01	2.90	3.27	5.40	7.01	5.31	2.42	4.91	4.46	5.02
healthcare2	15.00	378.29	199.28	191.36	27.41	93.03	23.65	8.75	24.23	146.31
healthcare3	78.32	717.82	419.10	860.63	969.84	504.42	725.44	558.99	672.80	924.64
healthcare4	945.34	840.73	999.24	942.76	998.99	987.76	869.49	868.26	916.09	885.37
Insurance	943.48	948.36	938.15	963.10	864.69	934.32	919.52	936.58	827.00	995.94
networkMgmt	83.12	27.52	31.92	907.77	985.52	22.42	79.48	866.65	56.50	56.69
processorcomm1	594.05	267.83	436.72	296.68	255.71	455.15	107.43	44.68	555.64	184.24
processorcomm2	393.01	227.01	426.77	145.13	651.69	671.93	312.68	248.03	439.86	136.27
service	975.46	944.81	869.08	991.97	851.32	996.94	996.22	980.41	734.62	999.61
storage1	13.99	14.02	14.16	14.08	14.10	13.90	14.04	13.95	14.02	13.86
storage2	0.82	8.15	0.49	0.49	0.46	1.32	0.44	1.39	0.46	0.53
storage3	14.39	14.98	14.04	18.46	15.60	19.00	16.37	31.29	18.53	13.74
storage4	993.16	993.19	998.29	985.21	996.21	981.29	989.67	959.04	946.03	983.86
storage5	1000.00	981.48	996.77	982.70	951.25	964.96	968.63	993.85	966.74	955.47
systemmgmt	4.30	2.49	8.84	3.03	4.09	5.27	2.56	3.02	13.40	29.46
telecom	7.58	3.14	8.33	7.31	3.04	5.24	3.13	3.86	5.23	24.25