

Table 1: Automated Static Block Analysis

Firmware		angr_cnnctd		angr_fast		angr_emu		ghidra_cnnctd		ghidra_simple	
blinky	-O0	0/ 44	0.00	37/ 82	45.12	5/ 49	10.20	14/ 59	23.73	14/ 59	23.73
	-O1	1/ 1	100.00	12/ 13	92.31	10/ 11	90.91	14/ 15	93.33	14/ 15	93.33
	-O2	0/ 0	- - -	11/ 11	100.00	5/ 6	83.33	14/ 15	93.33	14/ 15	93.33
	-O3	0/ 0	- - -	8/9	88.89	5/ 6	83.33	14/ 15	93.33	14/ 15	93.33
gpiote	-O0	0/ 45	0.00	49/ 95	51.58	8/ 53	15.09	15/ 60	25.00	15/ 61	24.59
	-O1	0/ 1	0.00	18/ 20	90.00	5/ 6	83.33	13/ 14	92.86	13/ 15	86.67
	-O2	0/ 1	0.00	21/ 23	91.30	3/ 5	60.00	13/ 14	92.86	13/ 15	86.67
	-O3	0/ 1	0.00	20/ 22	90.91	5/ 7	71.43	13/ 14	92.86	13/ 15	86.67
i2s	-O0	1/304	0.33	75/402	18.66	18/162	11.11	14/ 59	23.73	15/342	4.39
	-O1	0/ 0	- - -	38/119	31.93	4/ 4	100.00	14/ 15	93.33	14/ 96	14.58
	-O2	0/ 4	0.00	57/135	42.22	5/ 7	71.43	15/ 15	100.00	16/ 94	17.02
	-O3	0/ 4	0.00	52/131	39.69	5/ 7	71.43	15/ 15	100.00	15/ 93	16.13
saadc	-O0	0/162	0.00	66/229	28.82	19/69	27.54	18/ 66	27.27	19/183	10.38
	-O1	0/ 0	- - -	29/ 30	96.67	7/ 7	100.00	13/ 13	100.00	14/ 15	93.33
	-O2	0/ 1	0.00	47/ 50	94.00	5/ 7	71.43	13/ 14	92.86	14/ 17	82.35
	-O3	0/ 0	- - -	40/ 41	97.56	5/ 6	83.33	13/ 13	100.00	14/ 15	93.33
simple_timer	-O0	0/ 44	0.00	49/ 94	52.13	12/ 56	21.43	14/ 59	23.73	14/ 59	23.73
	-O1	0/ 0	- - -	20/ 20	100.00	20/ 21	95.24	14/ 15	93.33	14/ 15	93.33
	-O2	0/ 0	- - -	22/ 22	100.00	0/ 0	- - -	14/ 15	93.33	14/ 15	93.33
	-O3	0/ 0	- - -	20/ 20	100.00	0/ 0	- - -	14/ 15	93.33	14/ 15	93.33
spi	-O0	0/211	0.00	71/291	24.40	22/69	31.88	19/ 67	28.36	19/239	7.95
	-O1	0/ 0	- - -	37/ 77	48.05	0/ 0	- - -	15/ 15	100.00	15/ 55	27.27
	-O2	0/ 0	- - -	54/ 87	62.07	6/ 9	66.67	15/ 15	100.00	15/ 48	31.25
	-O3	0/ 0	- - -	48/ 82	58.54	7/ 10	70.00	15/ 15	100.00	15/ 48	31.25
timer	-O0	0/ 45	0.00	42/ 88	47.73	5/ 50	10.00	15/ 60	25.00	15/ 61	24.59
	-O1	0/ 1	0.00	15/ 17	88.24	4/ 5	80.00	13/ 14	92.86	13/ 15	86.67
	-O2	0/ 1	0.00	16/ 18	88.89	6/ 7	85.71	13/ 14	92.86	13/ 15	86.67
	-O3	0/ 1	0.00	14/ 16	87.50	6/ 7	85.71	13/ 14	92.86	13/ 15	86.67
twi_sensor	-O0	2/258	0.78	81/346	23.41	23/115	20.00	21/110	19.09	21/286	7.34
	-O1	0/ 0	- - -	37/ 77	48.05	0/ 0	- - -	15/ 15	100.00	15/ 55	27.27
	-O2	0/ 0	- - -	49/ 82	59.76	6/ 9	66.67	15/ 15	100.00	15/ 48	31.25
	-O3	0/ 0	- - -	46/ 81	56.79	6/ 9	66.67	15/ 15	100.00	15/ 48	31.25
uart	-O0	0/149	0.00	67/261	25.67	26/135	19.26	15/100	15.00	15/209	7.18
	-O1	0/ 77	0.00	37/168	22.02	4/ 5	80.00	13/ 50	26.00	16/147	10.88
	-O2	0/ 57	0.00	46/174	26.44	10/ 47	21.28	13/ 50	26.00	13/139	9.35
	-O3	0/ 57	0.00	44/173	25.43	10/ 47	21.28	13/ 50	26.00	13/139	9.35
Average of Error		4.60%		62.36%		58.62%		72.01%		48.33%	
Formatted as <num invalid>/<num sampled>  <% invalid>											

Table 2: Automated Static Edge Analysis

Firmware		angr_cnnctd		angr_fast		angr_emu		ghidra_cnnctd		ghidra_simple	
blinky	-O0	0/ 89	0.00	17/108	15.74	6/103	5.83	16/126	12.70	16/126	12.70
	-O1	0/ 1	0.00	17/ 20	85.00	11/ 18	61.11	16/ 17	94.12	16/ 17	94.12
	-O2	0/ 1	0.00	14/ 18	77.78	5/ 11	45.45	16/ 17	94.12	16/ 17	94.12
	-O3	0/ 1	0.00	14/ 17	82.35	5/ 11	45.45	16/ 17	94.12	16/ 17	94.12
gpiote	-O0	1/ 98	1.02	23/128	17.97	9/115	7.83	18/130	13.85	18/130	13.85
	-O1	0/ 3	0.00	21/ 26	80.77	7/ 27	25.93	16/ 18	88.89	16/ 18	88.89
	-O2	0/ 5	0.00	21/ 31	67.74	6/ 26	23.08	16/ 20	80.00	16/ 20	80.00
	-O3	0/ 5	0.00	19/ 29	65.52	7/ 31	22.58	16/ 20	80.00	16/ 20	80.00
i2s	-O0	0/587	0.00	36/769	4.68	14/317	4.42	16/128	12.50	16/578	2.77
	-O1	0/ 95	0.00	32/263	12.17	5/ 31	16.13	16/ 21	76.19	16/142	11.27
	-O2	0/114	0.00	39/300	13.00	6/ 40	15.00	16/ 19	84.21	16/134	11.94
	-O3	0/114	0.00	39/299	13.04	6/ 40	15.00	16/ 19	84.21	16/134	11.94
saadc	-O0	0/371	0.00	29/446	6.50	17/161	10.56	22/139	15.83	22/345	6.38
	-O1	0/ 99	0.00	27/131	20.61	7/ 82	8.54	16/ 22	72.73	16/ 25	64.00
	-O2	0/130	0.00	28/196	14.29	7/117	5.98	16/ 20	80.00	16/ 22	72.73
	-O3	0/132	0.00	28/196	14.29	7/108	6.48	16/ 20	80.00	16/ 22	72.73
simple_timer	-O0	0/107	0.00	20/131	15.27	7/115	6.09	16/126	12.70	16/126	12.70
	-O1	0/ 2	0.00	24/ 35	68.57	19/ 38	50.00	16/ 19	84.21	16/ 19	84.21
	-O2	0/ 8	0.00	25/ 57	43.86	0/ 0	- - -	16/ 20	80.00	16/ 20	80.00
	-O3	0/ 8	0.00	27/ 58	46.55	0/ 0	- - -	16/ 21	76.19	16/ 21	76.19
spi	-O0	0/478	0.00	36/594	6.06	19/173	10.98	22/138	15.94	22/435	5.06
	-O1	0/ 98	0.00	33/204	16.18	0/ 0	- - -	16/ 22	72.73	16/ 84	19.05
	-O2	0/120	0.00	42/243	17.28	7/ 94	7.45	16/ 18	88.89	16/ 68	23.53
	-O3	0/115	0.00	44/240	18.33	8/ 98	8.16	16/ 19	84.21	16/ 69	23.19
timer	-O0	0/ 92	0.00	19/114	16.67	5/106	4.72	18/130	13.85	18/130	13.85
	-O1	0/ 2	0.00	17/ 22	77.27	5/ 15	33.33	16/ 19	84.21	16/ 19	84.21
	-O2	0/ 3	0.00	17/ 25	68.00	9/ 20	45.00	16/ 20	80.00	16/ 20	80.00
	-O3	0/ 3	0.00	17/ 24	70.83	9/ 20	45.00	16/ 20	80.00	16/ 20	80.00
twi_sensor	-O0	0/556	0.00	36/695	5.18	18/267	6.74	22/220	10.00	22/525	4.19
	-O1	0/ 94	0.00	33/198	16.67	0/ 0	- - -	16/ 25	64.00	16/ 88	18.18
	-O2	0/109	0.00	42/231	18.18	7/ 89	7.87	16/ 20	80.00	16/ 71	22.54
	-O3	0/108	0.00	42/230	18.26	7/ 91	7.69	16/ 19	84.21	16/ 70	22.86
uart	-O0	0/318	0.00	41/463	8.86	23/314	7.32	18/202	8.91	18/359	5.01
	-O1	0/165	0.00	35/294	11.90	5/ 30	16.67	16/ 83	19.28	19/216	8.80
	-O2	0/139	0.00	41/302	13.58	11/139	7.91	16/ 82	19.51	16/205	7.80
	-O3	0/139	0.00	41/301	13.62	11/138	7.97	16/ 82	19.51	16/205	7.80
Average of Error		0.03%		32.29%		18.51%		59.50%		41.41%	
Formatted as <num invalid>/<num sampled>  <% invalid>											

Table 3: Manual Static Block Analysis

Firmware		angr_fast				ghidra_simple			
		Branch Table	Dead Code	Sampled	Total	Branch Table	Dead Code	Sampled	Total
blinky	-O0	19	0	20	45	19	0	20	45
	-O1	-	-	1	1	-	-	1	1
	-O2	0	0	0	0	-	-	1	1
	-O3	-	-	1	1	-	-	1	1
gpiote	-O0	19	0	20	46	19	0	20	46
	-O1	-	-	2	2	-	-	2	2
	-O2	-	-	2	2	-	-	2	2
	-O3	-	-	2	2	-	-	2	2
i2s	-O0	16	17	33	327	18	15	33	327
	-O1	0	20	20	81	0	19	20	82
	-O2	0	20	20	78	0	20	20	78
	-O3	0	19	20	79	0	20	20	78
saadc	-O0	19	0	20	163	19	0	20	164
	-O1	-	-	1	1	-	-	1	1
	-O2	-	-	3	3	-	-	3	3
	-O3	-	-	1	1	-	-	1	1
simple_timer	-O0	19	0	20	45	19	0	20	45
	-O1	0	0	0	0	-	-	1	1
	-O2	0	0	0	0	-	-	1	1
	-O3	0	0	0	0	-	-	1	1
spi	-O0	17	5	22	220	17	4	22	220
	-O1	0	20	20	40	0	20	20	40
	-O2	0	20	20	33	0	20	20	33
	-O3	0	20	20	34	0	20	20	33
timer	-O0	20	0	20	46	19	0	20	46
	-O1	-	-	2	2	-	-	2	2
	-O2	-	-	2	2	-	-	2	2
	-O3	-	-	2	2	-	-	2	2
twi_sensor	-O0	19	6	26	265	10	5	26	265
	-O1	0	20	20	40	0	20	20	40
	-O2	0	20	20	33	0	20	20	33
	-O3	0	19	20	35	0	20	20	33
uart	-O0	5	13	20	194	5	12	20	194
	-O1	0	15	20	131	0	15	20	131
	-O2	3	14	20	128	0	15	20	126
	-O3	0	18	20	129	0	16	20	126
Total Averages		35.37%	60.32%			32.88%	59.18%		

Note *Total* refers to the total not automatically marked invalid.

Table 4: Manual Static Edge Analysis

Firmware		Branch Table	Dead Code	angr_fast				Branch Table	Dead Code	ghidra_simple			
				Return	Bad <i>nop</i>	Sampled	Total			Return	Bad <i>nop</i>	Sampled	Total
blinky	-O0	20	0	0	0	20	91	20	0	0	0	20	110
	-O1	0	0	0	2	3	3	-	-	-	-	1	1
	-O2	0	0	0	3	4	4	-	-	-	-	1	1
	-O3	0	0	0	2	3	3	-	-	-	-	1	1
gpiote	-O0	17	0	3	0	20	105	16	0	0	0	20	112
	-O1	0	0	2	2	5	5	-	-	-	-	2	2
	-O2	0	0	2	5	10	10	-	-	-	-	4	4
	-O3	0	0	2	5	10	10	-	-	-	-	4	4
i2s	-O0	25	22	23	0	73	733	28	26	0	0	56	562
	-O1	0	10	13	0	23	231	0	17	0	0	20	126
	-O2	0	11	12	3	26	261	0	19	0	0	20	118
	-O3	0	11	14	1	26	260	0	18	0	0	20	118
saadc	-O0	24	0	18	0	42	417	31	0	0	0	32	323
	-O1	0	0	16	1	20	104	2	0	0	0	9	9
	-O2	0	0	13	5	20	168	-	-	-	-	6	6
	-O3	0	0	19	1	20	168	-	-	-	-	6	6
simple_timer	-O0	17	0	3	0	20	111	18	0	0	0	10	110
	-O1	0	0	7	2	11	11	-	-	-	-	3	3
	-O2	0	0	14	3	20	32	-	-	-	-	4	4
	-O3	0	0	14	3	20	31	-	-	-	-	5	5
spi	-O0	29	8	17	0	56	558	34	7	0	0	41	413
	-O1	0	9	10	0	20	171	0	15	0	0	20	68
	-O2	0	3	16	1	20	201	0	15	0	0	20	52
	-O3	0	4	15	1	20	196	0	19	0	0	20	53
timer	-O0	19	0	1	0	20	95	19	0	0	0	20	112
	-O1	0	0	1	2	5	5	-	-	-	-	3	3
	-O2	0	0	0	5	8	8	-	-	-	-	4	4
	-O3	0	0	0	4	7	7	-	-	-	-	4	4
twi_sensor	-O0	42	6	18	0	66	659	40	10	0	0	50	503
	-O1	0	7	10	1	20	165	0	14	0	0	20	72
	-O2	0	6	14	0	20	189	0	17	0	0	20	55
	-O3	0	7	13	0	20	188	0	19	0	0	20	54
uart	-O0	15	10	10	0	42	422	13	18	0	0	34	341
	-O1	4	21	1	0	26	259	4	16	0	0	20	197
	-O2	6	15	4	1	26	261	4	15	0	0	20	189
	-O3	4	16	4	1	26	260	3	17	0	0	20	189
Total Averages		27.82%	20.80%	38.72%	6.77%	798		43.61%	49.25%	0.00%	0.00%	532	

Note *Total* refers to the total not automatically marked invalid.