

Comparison Tables: BBOB 2013 Testbed in 20-D

The BBOBies

May 15, 2014

Abstract

This document provides tabular results of the workshop for Black-Box Optimization Benchmarking at GECCO 2013, see <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php?id=bbob-2013>. About 30 algorithms have been tested on 24 benchmark functions in dimensions between 2 and 40. A description of the used objective functions can be found in [6, 4]. The experimental set-up is described in [5].

The performance measure provided in the following tables is the expected number of objective function evaluations to reach a given target function value (ERT, expected running time), divided by the respective value for the best algorithm in BBOB-2009 (see [2]) if an algorithm from BBOB-2009 reached the given target function value. The ERT value is given otherwise (ERT_{best} is noted as infinite). See [5] for details on how ERT is obtained. Bold entries in the table correspond to values below 3 or the top-three best values. Table 1 gives an overview on all algorithms submitted to the noise-free testbed in 2013.

Table 1: Names and references of all algorithms submitted for the noise-free testbed

algorithm name	short	paper	reference
BIPOP-aCMA-STEP los		BI-Population CMA-ES Algorithms with Surrogate Models and Line Searches (Page 1177)	[11]
BIPOP-saACM-k los		BI-Population CMA-ES Algorithms with Surrogate Models and Line Searches (Page 1177)	[11]
CMAES hut		An Evaluation of Sequential Model-Based Optimization for Expensive Blackbox Functions (Page 1209)	[8]
DE pal		Benchmarking a Hybrid Multi Level Single Linkage Algorithm on the BBOB Noiseless Testbed	[12]
HCMA los		BI-Population CMA-ES Algorithms with Surrogate Models and Line Searches (Page 1177)	[11]
HMSL pal		Benchmarking a Hybrid Multi Level Single Linkage Algorithm on the BBOB Noiseless Testbed	[12]
IPOP-10DDr lia		Bounding the Population Size of IPOP-CMA-ES on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1161)	[9]
IPOP-500 lia		Bounding the Population Size of IPOP-CMA-ES on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1161)	[9]
IPOP-tany lia		Testing the Impact of Parameter Tuning on a Variant of IPOP-CMA-ES with a Bounded Maximum Population Size on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1169)	[10]
IPOP-texp lia		Testing the Impact of Parameter Tuning on a Variant of IPOP-CMA-ES with a Bounded Maximum Population Size on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1169)	[10]
IPOP lia		Bounding the Population Size of IPOP-CMA-ES on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1161)	[9]
		Testing the Impact of Parameter Tuning on a Variant of IPOP-CMA-ES with a Bounded Maximum Population Size on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1169)	[10]
MLSL pal		Benchmarking a Hybrid Multi Level Single Linkage Algorithm on the BBOB Noiseless Testbed	[12]
OQNLP pal		Comparison of Multistart Global Optimization Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1153)	[13]
P-DCN tra		Multiobjectivization with NSGA-II on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1217)	[15]
P-zero tra		Multiobjectivization with NSGA-II on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1217)	[15]
SMAC hut		An Evaluation of Sequential Model-Based Optimization for Expensive Blackbox Functions (Page 1209)	[8]
U-DCN tra		Multiobjectivization with NSGA-II on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1217)	[15]
U-zero tra		Multiobjectivization with NSGA-II on the Noiseless BBOB Testbed (Page 1217)	[15]
fmincon pal		Comparison of Multistart Global Optimization Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1153)	[13]
fminunc pal		Comparison of Multistart Global Optimization Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1153)	[13]
ga100 hol		Benchmarking Cellular Genetic Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1201)	[7]
grid100 hol		Benchmarking Cellular Genetic Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1201)	[7]
grid16 hol		Benchmarking Cellular Genetic Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1201)	[7]
hill hol		Benchmarking Cellular Genetic Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1201)	[7]
ImmCMA aug		Benchmarking the Local Metamodel CMA-ES on the Noiseless BBOB'2013 Test Bed (Page 1225)	[1]
memPSODE vog		Adapt-MEMPSODE: A Memetic Algorithm with Adaptive Selection of Local Searches (Page 1137)	[16]
prcga saw		Benchmarking Projection-Based Real Coded Genetic Algorithm on BBOB-2013 Noiseless Function Testbed (Page 1193)	[14]
ring100 hol		Benchmarking Cellular Genetic Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1201)	[7]
ring16 hol		Benchmarking Cellular Genetic Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1201)	[7]
simplex pal		Comparison of Multistart Global Optimization Algorithms on the BBOB Noiseless Testbed (Page 1153)	[13]

Table 2: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_1 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f1	43	43	43	43	43	43	43	15/15
BIPOP-aCMA	4.2(0.5)	5.2(0)	7.3(0)	8.3(0.5)	10(0)	13(0.5)	16(0)	15/15
BIPOP-saAC	3.7(0.1)	4.9(0.8)	6.2(0.5)	7.6(0.6)	8.9(0.5)	12(0.7)	15(1)	15/15
CMAES hut	7.8(1)	14(2)	20(2)	26(2)	33(2)	48(1)	∞ 2006	0/15
DE pal	62(11)	140(15)	220(15)	298(23)	377(19)	530(20)	687(22)	15/15
HCMA los	1.00 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	15/15
HMLSL pal	0.77 (0.2)	1.7 (0.5)	1.9 (0.2)	2.2 (0.5)	2.8 (0.2)	3.7 (0.5)	4.7 (0.5)	15/15
IPOP-10DDr	7.5(0.6)	14(0.7)	20(2)	26(1)	32(3)	45(2)	57(3)	15/15
IPOP-500 l	7.5(0.6)	14(0.7)	20(2)	26(1)	32(3)	45(2)	57(3)	15/15
IPOP-tany	7.7(0.9)	15(0.9)	22(1)	29(2)	36(1)	49(3)	61(4)	15/15
IPOP-texp	6.6(1)	13(1)	20(2)	26(2)	33(2)	47(2)	59(4)	15/15
IPOP lia	7.5(0.6)	14(0.7)	20(2)	26(1)	32(3)	45(2)	57(3)	15/15
MLSL pal	0.77 (0.2)	1.7 (0.5)	1.9 (0.2)	2.2 (0.5)	2.8 (0.2)	3.7 (0.5)	4.7 (0.5)	15/15
OQNLP pal	1.2 (0)	1.3 (0.2)	1.7 (0.0)	1.7 (0)	1.8 (0.0)	1.8 (0)	1.8 (0)	15/15
P-DCN tra	44(14)	63(16)	74(17)	89(12)	147(38)	702(169)	2421(596)	15/15
P-zero tra	45(15)	63(15)	71(12)	78(10)	100(22)	337(79)	2140(550)	15/15
SMAC hut	0.97 (0.1)	1.7 (0.3)	3.3(0.5)	14(11)	112(121)	∞	∞ 2000	0/15
U-DCN tra	21(5)	111(30)	378(97)	838(179)	1589(413)	4632(1517)	1.0e4(2945)	15/15
U-zero tra	8.6(2)	37(10)	119(26)	364(70)	1029(335)	1.0e4(3953)	1.1e5(3e4)	15/15
fminunc pa	0.77 (0.2)	1.7 (0.5)	1.9 (0.2)	2.2 (0.5)	2.8 (0.2)	3.7 (0.5)	4.7 (0.5)	15/15
fminunc pa	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	15/15
ga100 hol	56(13)	152(19)	359(47)	723(106)	1518(285)	9101(1908)	∞ 1e6	0/15
grid100 ho	223(85)	574(100)	1496(267)	4236(550)	1.2e4(3766)	∞	∞ 1e6	0/15
grid16 hol	39(11)	105(13)	279(67)	704(138)	2128(425)	2.0e4(4402)	∞ 1e6	0/15
hill hol	7.2(2)	21(6)	62(14)	188(90)	612(183)	5461(1401)	∞ 1e6	0/15
lmmCMA aug	5.6(0.2)	6.3(0.1)	6.8(0.1)	7.3(0.1)	7.8(0.1)	8.9(0.2)	10(0.2)	15/15
memPSODE v	10(7)	16(14)	23(23)	25(25)	25(25)	25(25)	25(25)	15/15
prcga saw	36(6)	72(7)	120(27)	182(45)	287(152)	1166(1000)	6963(6562)	15/15
ring100 ho	129(20)	333(67)	698(61)	1301(139)	2271(203)	8144(2008)	∞ 1e6	0/15
ring16 hol	25(4)	67(8)	145(19)	329(73)	743(185)	6011(1402)	∞ 1e6	0/15
simplex pa	185(157)	6.4e4(7e4)	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15

Table 3: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_2 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f_2	385	386	387	388	390	391	393	15/15
BIPOP-aCMA	1.3 (0.1)	1.5 (0.1)	1.7 (0.1)	1.8 (0.1)	2.1 (0.2)	2.4 (0.3)	2.8 (0.2)	15/15
BIPOP-saAC	4.3 (0.9)	4.6 (0.8)	4.9 (0.8)	5.1 (0.8)	5.4 (0.7)	5.7 (0.7)	6.1 (0.6)	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	34(2)	43(2)	51(3)	60(2)	68(2)	85(2)	102(3)	15/15
HCMA los	1.3 (0.1)	1.5 (0.1)	1.7 (0.0)	1.8 (0.1)	2.1 (0.2)	2.4 (0.3)	2.8 (0.2)	15/15
HMLSL pal	5.1 (2)	5.7 (2)	6.1 (2)	6.4 (2)	7.2 (3)	10 (3)	15(15)	15/15
IPOP-10DDr	35(4)	42(4)	48(4)	50(3)	51(2)	52(2)	53(2)	15/15
IPOP-500 l	35(4)	42(4)	48(4)	50(3)	51(2)	52(2)	53(2)	15/15
IPOP-tany	35(4)	42(5)	46(4)	48(2)	50(3)	52(2)	53(2)	15/15
IPOP-texp	34(5)	41(5)	45(5)	47(3)	49(2)	50(2)	51(2)	15/15
IPOP lia	35(4)	42(4)	48(4)	50(3)	51(2)	52(2)	53(2)	15/15
MLSL pal	5.1 (2)	5.7 (2)	6.1 (2)	6.4 (2)	7.2 (3)	10 (3)	13 (9)	15/15
OQNLP pal	4.2 (2)	5.3 (3)	6.5(3)	12(14)	12(14)	13(14)	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	25(6)	32(6)	52(14)	111(45)	257(164)	1017(1191)	5815(4266)	15/15
P-zero tra	22(3)	28(10)	69(64)	221(175)	637(212)	4598(2229)	1.6e5(2e5)	4/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	130(48)	374(352)	563(333)	679(276)	1535(1733)	2.1e4(3e4)	9.5e4(1e5)	6/15
U-zero tra	305(203)	1104(917)	4015(1999)	1.1e4(8568)	2.8e4(1e4)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	5.6(3)	6.0(3)	6.4(2)	6.8(2)	7.4(3)	10(3)	14 (8)	15/15
fminunc pa	19(4)	24(3)	37(28)	46(29)	68(54)	80(78)	106(116)	15/15
ga100 hol	219(124)	643(533)	2437(1812)	1.9e4(2e4)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	1764(663)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	312(163)	1174(531)	3.8e4(4e4)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	174(114)	487(255)	1996(1916)	1.9e4(2e4)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	8.4(1)	11(2)	12(2)	13(2)	13(2)	14(2)	15(1)	15/15
memPSODE v	15(11)	18(10)	18(10)	19(11)	21(11)	25(8)	45(27)	15/15
prcga saw	101(96)	200(92)	332(267)	699(791)	1402(1249)	5402(5092)	1.7e4(2e4)	4/15
ring100 ho	205(44)	510(179)	1622(780)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	173(72)	571(460)	2014(1801)	1.9e4(2e4)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 4: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_3 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f_3	5066	7626	7635	7637	7643	7646	7651	15/15
BIPOP-aCMA	0.26 (0.0) \downarrow_4	0.37 (0.1) \downarrow_4	0.46 (0.1) \downarrow_4	0.47 (0.1) \downarrow_4	0.49 (0.1) \downarrow_4	0.51 (0.1) \downarrow_4	0.53 (0.1)	15/15
BIPOP-saAC	20(23)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	0.26 (0.0) \downarrow_4	0.37 (0.1) \downarrow_4	0.46 (0.1) \downarrow_4	0.47 (0.1) \downarrow_4	0.49 (0.1) \downarrow_4	0.51 (0.1) \downarrow_4	0.53 (0.1)	15/15
HMLSL pal	219(206)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	15(16)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP-500 l	15(16)	1.9e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP-tany	10(7)	3.8e4(4e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP-texp	8.5(8)	3.9e4(4e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP lia	15(16)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	145(75)	541(590)	753(690)	752(689)	752(689)	752(689)	751(688)	15/15
P-zero tra	216(157)	283(156)	378(171)	378(171)	378(171)	381(169)	508 (147)	15/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	2.7 (1)	9.5(5)	13(4)	21 (6)	43 (26)	138 (117)	2113(2614)	10/15
U-zero tra	1.4 (0.3)	4.8 (2)	15(6)	55(21)	170(81)	1900(536)	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	3.5(0.5)	6.2(2)	18(3)	46(12)	203(135)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	19(3)	54(12)	637(705)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	3.4(1.0)	9.1(2)	31(6)	109(26)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	0.83 (0.4)	3.1 (2)	10 (2)	28 (11)	87 (25)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8804</i>	0/15
memPSODE v	16(11)	68(31)	110(49)	110(48)	110(49)	110 (48)	116 (48)	15/15
prcga saw	3.1(0.7)	8.8(4)	11 (4)	18 (19)	19 (19)	68 (70)	275 (283)	7/15
ring100 ho	7.2(0.8)	10(0.9)	18(2)	40(12)	131(86)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	1.5 (0.3)	3.4 (0.9)	10 (3)	33(9)	111(77)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 5: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_4 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f_4	4722	7628	7666	7686	7700	7758	1.4e5	9/15
BIPOP-aCMA	0.42 (0.1) _{↓4}	0.67 (0.1)	0.90 (0.1)	1.1 (0.1)	1.5 (0.2)	1.8 (0.2)	0.11 (1e-2)	15/15
BIPOP-saAC	1.9e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2006	0/15
DE pal	620(678)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
HCMA los	0.42 (0.1) _{↓4}	0.67 (0.1)	0.90 (0.1)	1.1 (0.1)	1.5 (0.2)	1.8 (0.2)	0.11 (1e-2)	15/15
HMLSL pal	622(678)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
IPOP-10DDr	2.9e4(3e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP-500 l	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP-tany	6.1e4(7e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP-texp	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP lia	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
OQNLP pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 3e5	0/15
P-DCN tra	214(249)	337(323)	447(313)	446(312)	445(312)	444(309)	25 (17)	15/15
P-zero tra	271(152)	263(100)	375(134)	374(134)	373(134)	374(130)	28 (7)	15/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2000	0/15
U-DCN tra	3.9(2)	12(8)	16 (6)	28 (15)	42 (15)	219 (173)	120(140)	10/15
U-zero tra	2.1 (0.6)	6.9 (2)	25(6)	78(23)	255(69)	3201(2753)	∞ 2e7	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
ga100 hol	4.7(0.8)	8.7(2)	23(7)	60(17)	641(649)	∞	∞ 1e6	0/15
grid100 ho	29(6)	74(12)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid16 hol	4.9(1)	13(4)	37(10)	216(184)	∞	∞	∞ 1e6	0/15
hill hol	1.3 (0.3)	3.6 (1)	13 (6)	44 (18)	191(148)	∞	∞ 1e6	0/15
lmmCMA aug	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 8813	0/15
memPSODE v	22(12)	127(96)	183(101)	183(100)	182 (100)	181 (99)	10 (5)	15/15
prcga saw	5.6(2)	15(7)	20(12)	21 (12)	29 (26)	193 (173)	50(48)	3/15
ring100 ho	9.2(0.6)	12(2)	23(4)	52(12)	302(260)	∞	∞ 1e6	0/15
ring16 hol	2.3 (0.6)	4.8 (2)	16 (6)	45(17)	373(358)	∞	∞ 1e6	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15

Table 7: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_6 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f6	1296	2343	3413	4255	5220	6728	8409	15/15
BIPOP-aCMA	1.6 (0.2)	1.3 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	15/15
BIPOP-saAC	1.6 (0.5)	1.3 (0.4)	1.2 (0.3)	1.3 (0.3)	1.4 (0.3)	1.5 (0.3)	1.7 (0.4)	15/15
CMAES hut	4.4(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	49(27)	63(18)	65(18)	72(16)	114(82)	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	1.7 (0.3)	1.4 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	1.4 (0.2)	1.6 (0.3)	1.7 (0.4)	15/15
HMLSL pal	1.8 (1)	1.5 (0.9)	1.5 (0.9)	1.7 (0.8)	1.8 (0.7)	2.1 (0.6)	2.5 (0.6)	15/15
IPOP-10DDr	1.3 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	15/15
IPOP-500 l	1.3 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	15/15
IPOP-tany	1.4 (0.4)	1.2 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.2)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	15/15
IPOP-texp	1.4 (0.2)	1.2 (0.2)	1.2 (0.2)	1.2 (0.2)	1.2 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	15/15
IPOP lia	1.3 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	15/15
MLSL pal	1.8 (1)	1.5 (0.9)	1.5 (0.9)	1.7 (0.8)	1.8 (0.7)	2.1 (0.6)	2.7 (0.6)	15/15
OQNLP pal	1.0 (0.7)	1.4 (0.6)	1.5 (0.7)	8.8(13)	51(57)	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	16(3)	17(35)	471(100)	1185(2350)	2005(2644)	4356(4033)	1.1e4(1e4)	3/15
P-zero tra	9.2(4)	826(2658)	3139(5441)	8192(9421)	1.6e4(2e4)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	358(384)	2573(3520)	3426(3787)	4164(5086)	6585(6580)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	3013(7723)	7233(8968)	8.2e4(9e4)	6.6e4(8e4)	5.5e4(6e4)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	1.6 (0.5)	1.4 (0.5)	1.4 (0.4)	1.6 (0.4)	1.7 (0.4)	2.0 (0.4)	2.4 (0.4)	15/15
fminunc pa	2.4 (1)	2.7 (0.7)	2.8 (0.6)	2.9 (0.6)	3.1(0.6)	6.1(5)	724(778)	1/15
ga100 hol	21(9)	78(62)	331(347)	3395(3643)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	1211(1369)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	443(639)	1259(1489)	4177(4395)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	271(407)	1852(2067)	4258(4542)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	18(17)	56(64)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8804</i>	0/15
memPSODE v	7.6(3)	7.6(3)	7.8(4)	13(8)	19(8)	28(16)	63(58)	15/15
prcga saw	461(775)	2044(2332)	4301(4103)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	53(13)	98(36)	257(192)	3517(3995)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	29(21)	367(433)	1278(1571)	3424(3760)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

∞

Table 8: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ on f_7 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f_7	1351	4274	9503	16523	16524	16524	16969	15/15
BIPOP-aCMA	1.5 (1)	3.2 (2)	2.5 (1)	1.5 (0.7)	1.5 (0.7)	1.5 (0.7)	1.5 (0.7)	15/15
BIPOP-saAC	0.52 (0.2) _{↓2}	1.2 (0.9)	0.65 (0.3)	0.55 (0.2)	0.56 (0.2)	0.56 (0.2)	0.55 (0.2)	15/15
CMAES hut	1.3 (0.9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	21(5)	77(60)	67(50)	118(109)	118(116)	118(121)	115(108)	3/15
HCMA los	0.98 (0.9)	1.1 (0.2)	0.84 (0.4)	0.57 (0.2)	0.57 (0.2)	0.57 (0.2)	0.57 (0.2)	15/15
HMLSL pal	21(5)	72(54)	65(63)	116(121)	175(188)	175(188)	343(348)	1/15
IPOP-10DDr	1.7 (2)	6.2 (3)	3.9(2)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	15/15
IPOP-500 l	1.7 (2)	6.2 (3)	3.9(2)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	15/15
IPOP-tany	1.0 (0.3)	4.6 (2)	3.2 (0.8)	2.0 (0.5)	2.0 (0.5)	2.0 (0.5)	1.9 (0.5)	15/15
IPOP-texp	1.6 (2)	6.5(4)	3.7 (3)	2.3 (2)	2.3 (2)	2.3 (2)	2.2 (2)	15/15
IPOP lia	1.7 (2)	6.2 (3)	3.9(2)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	2.4 (1.0)	15/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e4</i>	0/15
P-DCN tra	1.7e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	2528(2942)	1.7e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	0.57 (0.3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	1.8e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	2.1e4(3e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	175(224)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	5054(5132)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	2371(2732)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	2235(2591)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	0.48 (0.1) _{↓4}	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8819</i>	0/15
memPSODE v	26(21)	340(370)	369(537)	247(316)	266(317)	266(316)	417(446)	11/15
prcga saw	513(778)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	93(121)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	842(1173)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15

Table 9: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ on f_8 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f_8	2039	3871	4040	4148	4219	4371	4484	15/15
BIPOP-aCMA	3.7(1.0)	4.1(3)	4.4(3)	4.4(3)	4.5(3)	4.5(3)	4.5(3)	15/15
BIPOP-saAC	1.0 (0.1)	0.97 (0.1)	1.0 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0/15
DE pal	13(1)	27(52)	27(50)	28(48)	29(47)	30(46)	32(45)	13/15
HCMA los	1.3 (0.2)	1.1 (0.1)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	15/15
HMLSL pal	0.84 (0.2)	1.0 (1)	1.0 (1)	1.0 (1)	1.0 (1)	1.0 (1)	0.99 (1)	15/15
IPOP-10DDr	4.1(0.8)	4.3(0.3)	4.6(0.4)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.9(0.3)	15/15
IPOP-500 l	4.1(0.8)	4.3(0.3)	4.6(0.4)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.9(0.3)	15/15
IPOP-tany	4.6(1)	5.1(0.6)	5.5(0.6)	5.6(0.6)	5.6(0.6)	5.6(0.6)	5.7(0.5)	15/15
IPOP-texp	4.4(0.9)	5.0(0.5)	5.4(0.4)	5.5(0.4)	5.5(0.4)	5.5(0.4)	5.6(0.4)	15/15
IPOP lia	4.1(0.8)	4.3(0.3)	4.6(0.4)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.9(0.3)	15/15
MLSL pal	0.84 (0.2)	0.78 (0.5)	0.79 (0.5)	0.79 (0.5)	0.79 (0.5)	0.79 (0.5)	0.78 (0.5)	15/15
OQNLP pal	0.67 (0.1) _{↓3}	0.68 (0.4)	0.70 (0.4)	0.71 (0.3)	0.71 (0.3)	0.70 (0.3)	∞	0/15
P-DCN tra	563(316)	1531(2658)	1717(2505)	2017(2449)	2408(2418)	3376(2319)	1.3e4(1e4)	5/15
P-zero tra	215(128)	653(65)	959(81)	3021(156)	∞	∞	∞	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0/15
U-DCN tra	551(579)	767(712)	1198(748)	1824(909)	2494(967)	3.3e4(4e4)	∞	0/15
U-zero tra	1382(1246)	2430(3194)	2.0e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	0/15
fmincon pa	0.84 (0.2)	0.84 (0.8)	0.85 (0.7)	0.85 (0.7)	0.85 (0.7)	0.84 (0.7)	0.83 (0.7)	15/15
fminunc pa	1.4 (0.3)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.0 (0.1)	1.0 (0.1)	15/15
ga100 hol	1080(1227)	1830(1938)	∞	∞	∞	∞	∞	0/15
grid100 ho	2245(2321)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0/15
grid16 hol	611(772)	1113(1404)	3657(4084)	∞	∞	∞	∞	0/15
hill hol	260(489)	243(266)	1713(1914)	∞	∞	∞	∞	0/15
lmmCMA aug	1.7 (0.5)	2.1 (1)	2.2 (1)	2.2 (1)	2.2 (1)	2.2 (1)	2.2 (1)	12/15
memPSODE v	6.4(3)	7.8(5)	8.2(5)	8.2(5)	8.6(5)	8.7(6)	8.5(6)	15/15
prcga saw	1117(1469)	1580(1805)	2138(2380)	6823(7474)	6759(7111)	∞	∞	0/15
ring100 ho	3250(3915)	3671(4134)	3702(3837)	∞	∞	∞	∞	0/15
ring16 hol	3367(3679)	3820(4134)	∞	∞	∞	∞	∞	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0/15

Table 10: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_9 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f_9	1716	3102	3277	3379	3455	3594	3727	15/15
BIPOP-aCMA	3.9(0.6)	4.1(0.4)	4.3(0.3)	4.4(0.4)	4.5(0.3)	4.5(0.3)	4.5(0.3)	15/15
BIPOP-saAC	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2006	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
HCMA los	1.6 (0.3)	1.5 (0.3)	1.6 (0.3)	1.6 (0.3)	1.6 (0.3)	1.6 (0.3)	1.6 (0.3)	15/15
HMLSL pal	0.17 (0.0) \downarrow_4	0.34 (0.0) \downarrow_4	0.38 (0.0)	0.39 (0.0)	0.40 (0.0)	0.40 (0.0)	0.40 (0.0)	15/15
IPOP-10DDr	5.0(1)	6.9(5)	7.2(5)	7.3(5)	7.3(4)	7.3(4)	7.2(4)	15/15
IPOP-500 l	5.0(1)	6.9(5)	7.2(5)	7.3(5)	7.3(4)	7.3(4)	7.2(4)	15/15
IPOP-tany	5.0(1)	5.3(0.7)	5.7(0.7)	5.9(0.7)	6.0(0.6)	6.0(0.6)	6.0(0.6)	15/15
IPOP-texp	4.8(1)	6.0(0.6)	6.3(0.6)	6.4(0.6)	6.5(0.6)	6.5(0.5)	6.5(0.5)	15/15
IPOP lia	5.0(1)	6.9(5)	7.2(5)	7.3(5)	7.3(4)	7.3(4)	7.2(4)	15/15
MLSL pal	0.17 (0.0) \downarrow_4	0.34 (0.0) \downarrow_4	0.38 (0.0)	0.39 (0.0)	0.40 (0.0)	0.40 (0.0)	0.40 (0.0)	15/15
OQNLP pal	0.32 (1e-3) \downarrow_4	0.27 (1e-3) \downarrow_4	0.31 (1e-3) \downarrow_4	0.33 (1e-3) \downarrow_4	0.34 (4e-3)	0.34 (4e-3)	5.1(7)	14/15
P-DCN tra	1600(1101)	5404(3387)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
P-zero tra	412(296)	4135(4873)	6472(6199)	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2000	0/15
U-DCN tra	1.7e4(1e4)	9.3e4(1e5)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
U-zero tra	4.0e4(4e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
fmincon pa	0.17 (0.0) \downarrow_4	0.34 (0.0) \downarrow_4	0.38 (0.0)	0.39 (0.0)	0.40 (0.0)	0.40 (0.0)	0.40 (0.0)	15/15
fminunc pa	0.16 (0.0) \downarrow_4	0.26 (0.0) \downarrow_4	0.30 (0.0) \downarrow_4	0.32 (0.0) \downarrow_4	0.33 (0.0) \downarrow_4	0.34 (0.0)	0.34 (0.0)	15/15
ga100 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
hill hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
lmmCMA aug	2.1 (0.5)	2.1 (0.2)	2.2 (0.2)	2.2 (0.2)	2.4 (0.2)	2.4 (0.2)	2.7 (1)	12/15
memPSODE v	8.8(3)	11(5)	15(6)	16(8)	17(8)	19(4)	20(2)	15/15
prcga saw	688(1170)	4338(5369)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e6	0/15
ring100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
ring16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15

Table 11: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{10} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f10	7413	8661	10735	13641	14920	17073	17476	15/15
BIPOP-aCMA	1.2 (0.2)	1.2 (0.1)	1.0 (0.1)	0.85 (0.1)	0.80 (0.1)	0.74 (0.0)	0.76 (0.0)	15/15
BIPOP-saAC	0.21 (0.0) _{↓4}	0.20 (0.0) _{↓4}	0.17 (0.0) _{↓4}	0.14 (0.0) _{↓4}	0.13 (0.0) _{↓4}	0.13 (0.0) _{↓4}	0.13 (0.0) _{↓4}	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	0.25 (0.0) _{↓4}	0.23 (0.0) _{↓4}	0.20 (0.0) _{↓4}	0.16 (0.0) _{↓4}	0.15 (0.0) _{↓4}	0.14 (0.0) _{↓4}	0.15 (0.0) _{↓4}	15/15
HMLSL pal	0.13 (0.0) _{↓4}	0.12 (0.0) _{↓4}	0.11 (0.0) _{↓4}	0.09 (0.0) _{↓4}	0.12 (0.0) _{↓4}	41(50)	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	1.8 (0.2)	1.9 (0.2)	1.7 (0.1)	1.4 (0.1)	1.3 (0.0)	1.2 (0.0)	1.2 (0.0)	15/15
IPOP-500 l	1.8 (0.2)	1.9 (0.2)	1.7 (0.1)	1.4 (0.1)	1.3 (0.0)	1.2 (0.0)	1.2 (0.0)	15/15
IPOP-tany	1.8 (0.3)	1.8 (0.2)	1.6 (0.1)	1.4 (0.1)	1.3 (0.0)	1.2 (0.0)	1.2 (0.0)	15/15
IPOP-texp	1.7 (0.2)	1.7 (0.2)	1.6 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.1)	1.1 (0.1)	1.1 (0.0)	15/15
IPOP lia	1.8 (0.2)	1.9 (0.2)	1.7 (0.1)	1.4 (0.1)	1.3 (0.0)	1.2 (0.0)	1.2 (0.0)	15/15
MLSL pal	0.13 (0.0) _{↓4}	0.12 (0.0) _{↓4}	0.11 (0.0) _{↓4}	0.09 (0.0) _{↓4}	0.12 (0.0) _{↓4}	41(50)	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	0.54 (0.5)	0.98 (0.9)	3.6(6)	8.4(11)	61(68)	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	0.15 (0.0) _{↓4}	0.14 (0.0) _{↓4}	0.12 (0.0) _{↓4}	0.10 (0.0) _{↓4}	0.10 (0.0) _{↓4}	34(46)	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	0.91 (0.2)	1.1 (0.7)	1.4 (0.6)	1.7 (0.8)	2.4 (2)	10(14)	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ImmCMA aug	0.46 (0.1) _{↓4}	0.47 (0.1) _{↓4}	0.41 (0.1) _{↓4}	0.34 (0.0) _{↓4}	0.33 (0.0) _{↓4}	0.31 (0.0) _{↓4}	0.32 (0.0) _{↓4}	15/15
memPSODE v	6.2(4)	6.8(3)	6.8(5)	6.0(4)	9.2(7)	59(61)	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 12: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{11} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f11	1002	2228	6278	8586	9762	12285	14831	15/15
BIPOP-aCMA	4.8(0.4)	2.4 (0.2)	0.91 (0.1)	0.71 (0.0)	0.66 (0.0)	0.57 (0.0)	0.52 (0.0)	15/15
BIPOP-saAC	1.6 (0.4)	0.77 (0.2)	0.29 (0.1)	0.22 (0.1)	0.20 (0.0)	0.17 (0.0)	0.15 (0.0)	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2006	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
HCMA los	1.7 (0.2)	0.81 (0.1)	0.30 (0.0)	0.23 (0.0)	0.21 (0.0)	0.18 (0.0)	0.16 (0.0)	15/15
HMLSL pal	0.17 (0.0) \downarrow_4	0.10 (0.0) \downarrow_4	0.04 (9e-3) \downarrow	0.04 (0.0) \downarrow_4	1.2 (1)	∞	∞ 4e5	0/15
IPOP-10DDr	10(0.6)	5.1(0.2)	2.0 (0.1)	1.5 (0.1)	1.4 (0.0)	1.2 (0.0)	1.1 (0.0)	15/15
IPOP-500 l	10(0.6)	5.1(0.2)	2.0 (0.1)	1.5 (0.1)	1.4 (0.0)	1.2 (0.0)	1.1 (0.0)	15/15
IPOP-tany	9.4(0.4)	4.8(0.2)	1.9 (0.1)	1.4 (0.1)	1.3 (0.0)	1.1 (0.0)	0.99 (0.0)	15/15
IPOP-texp	8.4(0.6)	4.3(0.3)	1.7 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.1)	1.0 (0.1)	0.90 (0.0)	15/15
IPOP lia	10(0.6)	5.1(0.2)	2.0 (0.1)	1.5 (0.1)	1.4 (0.0)	1.2 (0.0)	1.1 (0.0)	15/15
MLSL pal	0.17 (0.0) \downarrow_4	0.10 (0.0) \downarrow_4	0.04 (9e-3) \downarrow	0.04 (0.0) \downarrow_4	0.86 (1)	∞	∞ 4e5	0/15
OQNLP pal	0.16 (0.0) \downarrow_4	0.18 (0.2) \downarrow_4	0.25 (0.2)	0.62 (0.7)	6.2(7)	∞	∞ 1e5	0/15
P-DCN tra	457(265)	417(172)	211(78)	312(218)	850(385)	∞	∞ 2e7	0/15
P-zero tra	676(222)	617(254)	349(109)	457(145)	1233(468)	∞	∞ 2e7	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2000	0/15
U-DCN tra	786(641)	3035(2507)	6177(5055)	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
U-zero tra	1213(560)	7556(5181)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
fmincon pa	0.16 (0.0) \downarrow_4	0.10 (0.0) \downarrow_4	0.04 (1e-2) \downarrow	0.04 (0.0) \downarrow_4	1.1 (2)	228(268)	∞ 4e5	0/15
fminunc pa	0.51 (0.1) \downarrow_3	1.1 (0.7)	0.97 (0.7)	2.2 (2)	81(93)	∞	∞ 4e5	0/15
ga100 hol	333(121)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid16 hol	2753(2555)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
hill hol	577(255)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
lmmCMA aug	2.1 (0.2)	1.1 (0.1)	0.43 (0.0)	0.33 (0.0)	0.31 (0.0)	0.28 (0.0)	0.25 (0.0)	15/15
memPSODE v	4.5(1.0)	2.2 (0.2)	0.81 (0.1)	0.64 (0.1)	0.81 (0.2)	20(16)	9880(1e4)	1/15
prcga saw	1.3e4(1e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e6	0/15
ring100 ho	808(199)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
ring16 hol	470(240)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15

Table 13: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_{12} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f12	1042	1938	2740	3156	4140	12407	13827	15/15
BIPOP-aCMA	3.1(3)	3.6(3)	3.8(3)	4.0(2)	3.5(2)	1.5 (0.6)	1.5 (0.6)	15/15
BIPOP-saAC	0.83 (0.1)	0.93 (0.9)	1.2 (0.9)	1.2 (0.8)	1.1 (0.6)	0.51 (0.2)	0.53 (0.2)	15/15
CMAES hut	4.8(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	102(112)	235(238)	1028(1114)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	1.7 (1)	1.7 (1)	1.6 (1)	1.6 (0.9)	1.4 (0.7)	0.60 (0.2)	0.61 (0.2)	15/15
HMSL pal	0.81 (0.6)	0.89 (0.6)	0.83 (0.5)	0.83 (0.4)	0.72 (0.4)	8.8(16)	37(47)	7/15
IPOP-10DDr	2.6 (2)	3.6(3)	4.1(3)	4.5(3)	4.1(2)	1.8 (0.6)	1.9 (0.5)	15/15
IPOP-500 l	2.6 (2)	3.6(3)	4.1(3)	4.5(3)	4.1(2)	1.8 (0.6)	1.9 (0.5)	15/15
IPOP-tany	2.4 (0.2)	2.7 (2)	3.7(2)	4.0(3)	3.9(1)	1.7 (0.5)	1.8 (0.4)	15/15
IPOP-texp	2.3 (0.2)	3.0 (3)	3.4(3)	4.0(2)	3.8(1)	1.7 (0.5)	1.8 (0.5)	15/15
IPOP lia	2.6 (2)	3.6(3)	4.1(3)	4.5(3)	4.1(2)	1.8 (0.6)	1.9 (0.5)	15/15
MSL pal	0.81 (0.6)	0.89 (0.6)	0.83 (0.5)	0.83 (0.4)	0.72 (0.4)	0.58 (0.5)	11(15)	13/15
OQNLP pal	1.1 (0.5)	2.5 (0.7)	5.9(16)	10(20)	24(35)	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	7018(9612)	4.1e4(5e4)	1.0e5(1e5)	8.9e4(1e5)	6.8e4(8e4)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	6998(9606)	1.6e4(2e4)	4.7e4(6e4)	8.9e4(1e5)	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	3164(9621)	1.2e4(2e4)	4.8e4(6e4)	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	7490(9687)	1.1e4(1e4)	1.0e5(1e5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	0.81 (0.5)	0.91 (0.5)	0.84 (0.5)	0.84 (0.4)	0.85 (0.3)	0.75 (0.8)	14(17)	12/15
fminunc pa	0.61 (0.2)	0.75 (0.5)	0.80 (0.5)	0.85 (0.4)	0.94 (0.4)	4.4(4)	61(75)	5/15
gal100 hol	721(628)	7713(8258)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	2612(2511)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	685(630)	2451(2581)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	1.1 (0.1)	1.1 (0.7)	1.3 (0.9)	1.4 (1.0)	1.7 (1)	0.92 (0.7)	2.2 (2)	4/15
memPSODE v	5.7(4)	4.6(3)	5.8(3)	6.5(5)	8.0(5)	6.6(7)	124(224)	15/15
prcga saw	214(226)	1202(1609)	2842(3167)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	605(147)	2564(2332)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	571(548)	7559(9032)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 14: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{13} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f13	652	2021	2751	3507	18749	24455	30201	15/15
BIPOP-aCMA	5.0(5)	2.7 (2)	4.4(2)	3.7(2)	0.89 (0.3)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	15/15
BIPOP-saAC	1.1 (0.7)	0.74 (0.5)	0.85 (0.4)	0.84 (0.6)	0.17 (0.1)	0.21 (0.1)	0.22 (0.1)	15/15
CMAES hut	2.9 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	50(9)	103(106)	2144(2181)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	1.3 (0.1)	0.90 (0.5)	0.99 (0.7)	1.1 (0.4)	0.25 (0.1)	0.27 (0.1)	0.24 (0.1)	15/15
HMLSL pal	1.1 (0.2)	0.82 (0.2)	13(4)	61(114)	43(53)	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	2.4 (0.3)	4.3(5)	6.4(4)	7.8(4)	1.7 (1)	2.2 (0.9)	2.3 (0.9)	15/15
IPOP-500 l	2.4 (0.3)	4.3(5)	6.4(4)	7.8(4)	1.7 (1)	2.2 (0.9)	2.3 (0.9)	15/15
IPOP-tany	4.4(6)	4.8(3)	6.7(6)	7.7(6)	1.7 (1)	2.0 (1)	2.5 (1)	15/15
IPOP-texp	3.8(4)	4.3(4)	6.9(6)	7.3(5)	1.7 (0.7)	2.0 (0.8)	2.2 (0.3)	15/15
IPOP lia	2.4 (0.3)	4.3(5)	6.4(4)	7.8(4)	1.7 (1)	2.2 (0.9)	2.3 (0.9)	15/15
MLSL pal	1.1 (0.2)	0.68 (0.2)	0.97 (1.0)	1.6 (1)	0.59 (0.7)	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	1.1 (0.0)	0.50 (0.0)	0.48 (0.0)	6.8(5)	22(24)	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
P-DCN tra	1.5e4(3e4)	1.5e4(2e4)	1.0e5(1e5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	2.7e4(3e4)	4.0e4(5e4)	4.7e4(6e4)	8.0e4(9e4)	1.6e4(2e4)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	21(24)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	2.7e4(4e4)	4.0e4(5e4)	1.0e5(1e5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	5052(2e4)	1.6e4(2e4)	1.0e5(1e5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	1.1 (0.2)	0.58 (0.2)	0.79 (0.6)	1.3 (1)	0.55 (0.7)	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	1.4 (0.2)	0.96 (0.1)	0.97 (0.0)	0.98 (0.1)	20(22)	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	519(780)	1266(1237)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	5140(5336)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	1143(1534)	7247(8411)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	1221(1543)	7252(6927)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	2.0 (0.2)	1.0 (0.2)	0.99 (0.2)	0.94 (0.1)	0.22 (0.0)	0.21 (0.0)	0.21 (0.0)	15/15
memPSODE v	8.2(2)	4.7(2)	4.2(2)	4.3(0.4)	2.2 (1)	23(21)	367(400)	9/15
prcga saw	848(1554)	2814(3944)	4952(6138)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	275(67)	662(575)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	960(1535)	1613(1732)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 15: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{14} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f14	75	239	304	451	932	1648	15661	15/15
BIPOP-aCMA	5.4(1)	3.3(0.8)	3.9(0.7)	4.2(0.4)	3.3(0.4)	3.9(0.4)	0.68 (0.0)	15/15
BIPOP-saAC	3.1(0.7)	1.8 (0.3)	2.1 (0.5)	2.1 (0.3)	1.4 (0.2)	1.3 (0.1)	0.19 (0.0)	15/15
CMAES hut	3.8(1)	2.8 (0.5)	3.6(0.5)	3.9(0.4)	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	22(7)	29(2)	42(4)	85(18)	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	1.3 (0.3)	2.7 (1)	2.9 (0.3)	2.8 (0.2)	1.7 (0.1)	1.5 (0.1)	0.21 (0.0)	15/15
HMLSL pal	0.74 (0.3)	0.49 (0.1)	0.65 (0.1)	0.88 (0.1)	0.65 (0.1)	0.67 (0.1)	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	3.8(0.7)	2.7 (0.5)	3.4(0.4)	4.2(0.3)	4.2(0.4)	6.3(0.4)	1.2 (0.1)	15/15
IPOP-500 l	3.8(0.7)	2.7 (0.5)	3.4(0.4)	4.2(0.3)	4.2(0.4)	6.3(0.4)	1.2 (0.1)	15/15
IPOP-tany	3.6(1)	3.0 (0.5)	3.8(0.3)	4.6(0.5)	4.5(0.5)	6.4(0.5)	1.2 (0.1)	15/15
IPOP-texp	1.6 (0.8)	2.3 (0.3)	3.2(0.4)	4.1(0.3)	4.1(0.4)	5.8(0.4)	1.1 (0.1)	15/15
IPOP lia	3.8(0.7)	2.7 (0.5)	3.4(0.4)	4.2(0.3)	4.2(0.4)	6.3(0.4)	1.2 (0.1)	15/15
MLSL pal	0.74 (0.3)	0.49 (0.1)	0.65 (0.1)	0.88 (0.1)	0.65 (0.1)	0.67 (0.1)	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	1.1 (0.0)	0.62 (0.1)	0.71 (0.1)	0.76 (0.1)*	0.52 (0.1)*	∞	∞ <i>7e4</i>	0/15
P-DCN tra	22(8)	15(3)	14(2)	37(20)	1149(358)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	25(9)	15(4)	14(3)	21(5)	3203(2945)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	19(21)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	6.6(3)	15(3)	54(15)	471(191)	2814(1041)	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	4.0(2)	6.2(2)	22(7)	728(536)	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	0.74 (0.3)	0.49 (0.1)	0.65 (0.1)	0.88 (0.1)	0.65 (0.1)	0.68 (0.1)	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	1.0 (0.3)	0.98 (0.4)	1.2 (0.4)	1.2 (0.3)	0.86 (0.1)	0.87 (0.1)	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	19(8)	24(6)	47(11)	528(350)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	100(46)	112(21)	257(72)	3.2e4(3e4)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	22(10)	20(4)	43(8)	959(917)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	3.5(1)	3.6(0.9)	10(3)	322(253)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	3.0(1)	2.2 (0.4)	2.8 (0.4)	3.0 (0.3)	2.1 (0.1)	2.2 (0.1)	0.35 (0.0)	15/15
memPSODE v	10(14)	11(6)	11(6)	10(3)	5.9(1)	4.3(0.7)	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	12(5)	16(4)	23(6)	126(102)	2131(2146)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	50(11)	61(6)	121(16)	527(230)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	11(5)	12(2)	23(5)	250(209)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	37(6)	8107(8377)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 16: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ on f_{15} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f15	30378	1.5e5	3.1e5	3.2e5	3.2e5	4.5e5	4.6e5	15/15
BIPOP-aCMA	0.90 (0.8)	1.5 (0.6)	1.0 (0.6)	1.0 (0.6)	1.0 (0.6)	0.76 (0.4)	0.76 (0.4)	15/15
BIPOP-saAC	0.62 (0.4)	1.8 (0.4)	0.96 (0.5)	0.96 (0.5)	0.97 (0.5)	0.71 (0.3)	0.73 (0.3)	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	1.0 (2)	1.5 (0.8)	0.90 (0.7)	0.90 (0.7)	0.90 (0.7)	0.66 (0.5)	0.66 (0.5)	15/15
HMLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	1.1 (0.7)	0.99 (0.5)	0.70 (0.2)	0.71 (0.2)	0.71 (0.2)	0.53 (0.2)	0.54 (0.2)	15/15
IPOP-500 l	1.1 (0.7)	0.99 (0.5)	0.71 (0.2)	0.71 (0.2)	0.72 (0.2)	0.53 (0.1)	0.54 (0.1)	15/15
IPOP-tany	0.88 (0.5)	1.0 (0.3)	0.77 (0.2)	0.78 (0.2)	0.78 (0.2)	0.58 (0.1)	0.59 (0.1)	15/15
IPOP-texp	0.69 (0.4)	0.75 (0.4)	0.52 (0.2)	0.53 (0.2)	0.54 (0.2)	0.41 (0.2)	0.42 (0.2)	15/15
IPOP lia	1.1 (0.7)	0.99 (0.5)	0.70 (0.2)	0.71 (0.2)	0.71 (0.2)	0.53 (0.2)	0.54 (0.2)	15/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	4.3(5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8807</i>	0/15
memPSODE v	38(23)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	925(1053)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 17: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ on f_{16} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f16</i>	1384	27265	77015	1.4e5	1.9e5	2.0e5	2.2e5	15/15
BIPOP-aCMA	2.3 (0.9)	0.67 (0.6)	1.0 (1.0)	1.1 (0.7)	1.1 (1)	1.3 (1)	1.2 (0.9)	15/15
BIPOP-saAC	1.3 (0.3)	0.58 (0.3)	0.46 (0.2)	0.44 (0.3)	0.41 (0.2)	0.61 (0.5)	1.0 (0.6)	15/15
CMAES hut	2.1 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	1.8 (0.8)	0.66 (0.5)	0.52 (0.2)	0.53 (0.4)	0.49 (0.3)	0.69 (0.5)	1.1 (1)	15/15
HMLSL pal	478(469)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	1.2 (0.3)	0.27 (0.3)	0.42 (0.3)	0.57 (0.4)	0.78 (0.6)	0.85 (0.6)	0.79 (0.5)	15/15
IPOP-500 l	1.2 (0.3)	0.27 (0.3)	0.42 (0.3)	0.57 (0.4)	0.78 (0.6)	0.83 (0.6)	0.77 (0.5)	15/15
IPOP-tany	1.3 (0.4)	0.29 (0.3)	0.46 (0.1)	0.49 (0.3)	0.69 (0.5)	0.73 (0.5)	0.70 (0.4)	15/15
IPOP-texp	0.86 (0.3)	0.16 (0.2)	0.37 (0.2)	0.38 (0.2)	0.34 (0.2)	0.47 (0.5)	0.45 (0.4)	15/15
IPOP lia	1.2 (0.3)	0.27 (0.3)	0.42 (0.3)	0.57 (0.4)	0.78 (0.6)	0.85 (0.6)	0.79 (0.5)	15/15
MLSL pal	1274(1276)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	642(698)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
P-DCN tra	2687(7227)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	2.3e4(3e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	0.76 (0.5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	2759(7239)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	7416(8801)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	675(766)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	59(2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	294(438)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	276(362)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	322(623)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	1.2 (0.4)	0.75 (0.8)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8809</i>	0/15
memPSODE v	8.5(9)	869(1023)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	4.8(2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	16(6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	106(298)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	130(121)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 18: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ on f_{17} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f17	63	1030	4005	12242	30677	56288	80472	15/15
BIPOP-aCMA	4.2(2)	2.0 (0.3)	1.00 (2)	1.1 (0.6)	0.94 (0.3)	1.0 (0.5)	1.1 (0.4)	15/15
BIPOP-saAC	2.8 (1)	3.3(4)	3.8(3)	2.2 (0.8)	1.5 (0.6)	1.7 (0.5)	1.6 (0.5)	15/15
CMAES hut	1.8 (1)	1.0 (0.5)	0.91 (0.7)	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	8.2(4)	17(3)	14(2)	10(5)	10(7)	105(123)	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	2.7 (4)	2.8 (1)	3.1(3)	2.1 (0.9)	1.6 (0.9)	1.8 (0.7)	1.8 (0.8)	15/15
HMLSL pal	24(41)	21(7)	18(4)	16(9)	15(13)	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	1.9 (0.8)	0.78 (0.1)	0.67 (0.1)	1.1 (0.6)	0.93 (0.4)	1.1 (0.4)	1.1 (0.5)	15/15
IPOP-500 l	1.9 (0.8)	0.78 (0.1)	0.67 (0.1)	1.1 (0.6)	0.93 (0.4)	1.1 (0.4)	1.1 (0.5)	15/15
IPOP-tany	1.7 (0.8)	0.96 (0.2)	0.75 (0.2)	0.86 (0.6)	0.64 (0.5)	0.67 (0.2)	0.68 (0.2)	15/15
IPOP-texp	1.2 (0.9)	0.96 (0.2)	0.99 (2)	0.99 (0.6)	0.82 (0.5)	0.82 (0.3)	0.73 (0.2)	15/15
IPOP lia	1.9 (0.8)	0.78 (0.1)	0.67 (0.1)	1.1 (0.6)	0.93 (0.4)	1.1 (0.4)	1.1 (0.5)	15/15
MLSL pal	22(30)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	100(33)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	2.6 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	2.3e4(7)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	0.92 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	1.9 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	1.7 (0.7)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	21(28)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	19(38)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	7.4(3)	8.9(3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	25(28)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	21(21)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	6895(7988)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	1 (1)	1.4 (0.6)	0.80 (1)	1.7 (2)	4.1(5)	∞	∞ <i>8805</i>	0/15
memPSODE v	39(22)	194(137)	2971(3814)	3341(4087)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	2.6 (2)	490(971)	1170(1446)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	12(10)	1587(2015)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	4.6(2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	25(15)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 19: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{18} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f18	621	3972	19561	28555	67569	1.3e5	1.5e5	15/15
BIPOP-aCMA	1.2 (0.2)	1.0 (2)	1.2 (0.7)	1.4 (0.8)	1.2 (0.6)	1.2 (0.6)	1.3 (0.6)	15/15
BIPOP-saAC	1.1 (0.5)	3.2(3)	1.9 (0.6)	2.3 (0.6)	1.4 (0.8)	1.4 (0.7)	1.6 (0.8)	15/15
CMAES hut	0.94 (0.3)	0.75 (0.5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	13(5)	19(5)	19(12)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	1.4 (0.4)	2.7 (3)	1.3 (0.5)	1.6 (0.8)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	1.2 (0.6)	15/15
HMLSL pal	18(4)	22(6)	20(12)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	0.87 (0.2)	0.46 (0.2)	0.66 (0.4)	1.4 (0.9)	1.2 (0.8)	0.96 (0.4)	1.0 (0.4)	15/15
IPOP-500 l	0.87 (0.2)	0.46 (0.2)	0.66 (0.4)	1.4 (0.9)	1.2 (0.8)	0.96 (0.4)	1.0 (0.4)	15/15
IPOP-tany	0.85 (0.2)	0.45 (0.1)	0.48 (0.4)	1.2 (0.8)	0.92 (0.3)	0.87 (0.2)	0.86 (0.2)	15/15
IPOP-texp	0.97 (0.2)	1.3 (2)	0.85 (0.9)	1.3 (0.5)	0.84 (0.0)	0.80 (0.4)	0.80 (0.4)	15/15
IPOP lia	0.87 (0.2)	0.46 (0.2)	0.66 (0.4)	1.4 (0.9)	1.2 (0.8)	0.96 (0.4)	1.0 (0.4)	15/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	1715(1672)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	22(26)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	1.7e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	7.5e4(1e5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	80(2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	1.1e4(1e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	2.4e4(3e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	0.76 (0.3)	1.5 (2)	6.4(7)	∞	∞	∞	∞ <i>8804</i>	0/15
memPSODE v	81(61)	659(1255)	2243(2531)	4974(5782)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	3.9(1)	515(603)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	54(49)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	815(810)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 20: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{19} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f19	1	1	3.4e5	4.7e6	6.2e6	6.7e6	6.7e6	15/15
BIPOP-aCMA	259(90)	2.7e4(2e4)	1.2 (1)	0.94 (0.7)	0.86 (0.3)	0.94 (0.3)	0.94 (0.3)	15/15
BIPOP-saAC	148(44)	3.3e4(3e4)	0.72 (0.8)	0.82 (0.5)	0.76 (0.2)	0.77 (0.3)	0.77 (0.3)	15/15
CMAES hut	180(58)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2006	0/15
DE pal	1337(554)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
HCMA los	49(6)	3.5e4(3e4)	0.72 (0.7)	1.0 (0.6)	0.95 (0.4)	0.96 (0.3)	0.96 (0.3)	15/15
HMLSL pal	1 (0)	1 (0)	7.3e-4 (0)	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
IPOP-10DDr	178(144)	5.2e5(2e5)	4.0(3)	0.97 (0.9)	0.84 (0.6)	1.0 (0.9)	1.0 (0.9)	15/15
IPOP-500 l	178(144)	5.2e5(2e5)	4.0(3)	11(11)	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP-tany	130(116)	3.6e4(3e4)	3.7(4)	0.79 (0.4)	0.69 (0.4)	0.70 (0.4)	0.70 (0.4)	15/15
IPOP-texp	3.3(2)	4.5e4(5e4)	2.0 (2)	0.63 (0.5)	0.67 (0.6)	0.80 (0.8)	0.80 (0.8)	15/15
IPOP lia	178(144)	5.2e5(2e5)	4.0(3)	0.84 (0.4)	0.67 (0.3)	0.66 (0.3)	0.66 (0.3)	15/15
MLSL pal	1 (0)	1 (0)	7.3e-4 (0)	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
OQNLP pal	1 (0)	1 (0)	5.4e-4 (1e-6)*4	∞	∞	∞	∞ 1e5	0/15
P-DCN tra	4.3e6(1e7)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
P-zero tra	3.2e7(4e7)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
SMAC hut	1 (0)	1 (0)	∞	∞	∞	∞	∞ 2000	0/15
U-DCN tra	397(212)	2.9e8(3e8)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
U-zero tra	317(200)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
fmincon pa	1 (0)	1 (0)	7.3e-4 (0)	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
fminunc pa	1 (0)	1 (0)	6.5e-4 (3e-5)	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
ga100 hol	1023(368)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid100 ho	4258(2178)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid16 hol	1200(899)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
hill hol	1100(837)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
lmmCMA aug	1 (0)	1 (0)	∞	∞	∞	∞	∞ 8805	0/15
memPSODE v	4084(4842)	1.8e5(1e5)	134(150)	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
prcga saw	199(20)	931(428)	0.35 (0.2)	∞	∞	∞	∞ 2e6	0/15
ring100 ho	2654(824)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
ring16 hol	596(184)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
simplex pa	1 (0)	1 (0)	0.18 (0.6)	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15

Table 21: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{20} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f20</i>	82	46150	3.1e6	5.5e6	5.5e6	5.6e6	5.6e6	14/15
BIPOP-aCMA	6.3(1)	4.7(2)	1.0 (0.5)	0.95 (0.3)	0.95 (0.3)	0.95 (0.3)	0.95 (0.3)	15/15
BIPOP-saAC	2.8 (0.5)	2.4 (2)	1.1 (0.6)	0.93 (0.3)	0.93 (0.3)	0.93 (0.3)	0.94 (0.3)	15/15
CMAES hut	4.7(2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	36(4)	2.8 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	0.77 (0.4)	1.9 (1)	1.2 (0.6)	0.88 (0.3)	0.88 (0.3)	0.88 (0.3)	0.88 (0.3)	15/15
HMLSL pal	1.4 (0)	1.6 (0.6)	1.9 (2)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	5.4(1)	5.6(3)	0.91 (0.6)	1.5 (1)	1.5 (1)	1.5 (1)	1.5 (1)	15/15
IPOP-500 l	5.4(1)	5.8(3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP-tany	5.5(0.9)	8.3(4)	0.81 (0.4)	1.3 (2)	1.3 (2)	1.3 (2)	1.3 (2)	14/15
IPOP-texp	2.6 (0.9)	13(7)	48(48)	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP lia	5.4(1)	5.6(3)	0.86 (0.4)	0.66 (0.2)	0.66 (0.2)	0.66 (0.2)	0.67 (0.2)	15/15
MLSL pal	1.4 (0)	11(13)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	0.89 (0)	23(25)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
P-DCN tra	22(5)	11(14)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	22(5)	77(145)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	1.0 (0.3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	16(6)	1.4 (0.6)	93(100)	52(56)	52(58)	51(61)	51(59)	1/15
U-zero tra	9.4(4)	0.32 (0.3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	1.4 (0)	10(9)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	0.78 (0)	2.0 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	35(7)	0.39 (0.1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	153(61)	3.2(2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	27(7)	0.50 (0.2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	5.6(2)	0.13 (0.1)	4.6(5)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	3.6(0.6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8820</i>	0/15
memPSODE v	26(15)	1.1 (0.8)	6.7(6)	27(30)	27(30)	27(28)	27(28)	1/15
prcga saw	11(5)	10(16)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	75(14)	0.65 (0.1)	0.68 (0.8)	0.53 (0.6)	0.54 (0.6)	1.3 (2)	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	17(3)	0.17 (0.1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	88(62)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 22: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{21} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f_{21}	561	6541	14103	14318	14643	15567	17589	15/15
BIPOP-aCMA	4.8(5)	80(95)	53(109)	52(108)	51(105)	48(99)	43(88)	15/15
BIPOP-saAC	2.1 (2)	3.7(5)	20(6)	20(6)	19(6)	19(6)	17(5)	15/15
CMAES hut	2.5 (4)	2.1 (2)	0.98 (1)	0.98 (1)	0.97 (1)	0.94 (1)	0.85 (0.9)	2/15
DE pal	62(7)	94(122)	58(71)	57(70)	56(68)	54(65)	48(57)	5/15
HCMA los	0.76 (2)	3.5(5)	49(50)	48(49)	47(48)	44(45)	39(40)	15/15
HMLSL pal	4.2(9)	11(31)	11(15)	11(15)	11(14)	10(14)	9.3 (12)	11/15
IPOP-10DDr	6.3(11)	147(189)	430(665)	424(655)	414(641)	390(603)	345(533)	14/15
IPOP-500 l	6.3(11)	856(1530)	2850(3545)	2807(3522)	2745(3415)	2582(3212)	2285(2843)	5/15
IPOP-tany	2.5 (5)	51(70)	479(745)	471(748)	461(718)	434(675)	384(609)	12/15
IPOP-texp	2.8 (4)	47(68)	70(94)	69(93)	67(91)	64(85)	56(76)	15/15
IPOP lia	6.3(11)	924(1531)	2859(3545)	2817(3492)	2755(3415)	2592(3212)	2295(2843)	5/15
MLSL pal	1.3 (2)	1.0 (0.9)	1.00 (2)	0.99 (2)	0.98 (2)	0.94 (2)	0.91 (1)	15/15
OQNLP pal	0.55 (0.8)	1.8 (4)	2.0 (2)	1.9 (2)	1.9 (3)	2.0 (2)	∞ <i>5e4</i>	0/15
P-DCN tra	2.4e4(4e4)	4.3e4(5e4)	2.0e4(2e4)	2.0e4(2e4)	1.9e4(2e4)	1.8e4(2e4)	1.6e4(2e4)	1/15
P-zero tra	5484(2e4)	2.0e4(2e4)	9218(1e4)	9080(1e4)	8878(1e4)	8351(9636)	7392(8528)	2/15
SMAC hut	3.5(4)	4.3(5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	8910(2e4)	2.0e4(2e4)	9219(1e4)	9082(9778)	8882(1e4)	8362(1e4)	7414(8528)	2/15
U-zero tra	1.8e4(4e4)	2.0e4(2e4)	9218(1e4)	9081(1e4)	8880(1e4)	8356(1e4)	7407(9096)	2/15
fmincon pa	1.00 (2)	0.62 (0.8)	0.46 (0.6)	0.46 (0.6)	0.46 (0.6)	0.46 (0.5)	0.48 (0.5)	15/15
fminunc pa	1.3 (2)	0.82 (1)	1.0 (0.6)	1.0 (0.6)	1.0 (0.6)	1.0 (0.6)	10(12)	11/15
gal00 hol	7.1(2)	612(688)	285(355)	281(384)	276(341)	265(322)	248(313)	3/15
grid100 ho	1275(1792)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	654(896)	612(764)	284(354)	281(349)	277(308)	271(353)	263(284)	3/15
hill hol	2036(2672)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	1.7 (2)	1.8 (2)	1.4 (2)	1.4 (2)	1.4 (2)	1.3 (1)	1.2 (1)	5/15
memPSODE v	4.9(7)	20(33)	22(25)	21(24)	21(24)	20(22)	19(20)	15/15
prcga saw	1215(1782)	3803(3947)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	14(3)	30(77)	29(36)	31(36)	34(37)	42(37)	54(36)	11/15
ring16 hol	279(891)	230(306)	284(355)	280(349)	275(341)	262(290)	239(312)	3/15
simplex pa	11(8)	90(88)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 23: 20-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{22} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f22</i>	467	5580	23491	24163	24948	26847	1.3e5	12/15
BIPOP-aCMA	63(74)	220(507)	288(396)	280(385)	271(373)	252(347)	50 (69)	14/15
BIPOP-saAC	7.6(10)	221(549)	311(450)	303(415)	293(413)	273(405)	54(74)	13/15
CMAES hut	3.1 (4)	2.5 (3)	∞	∞	∞	∞	∞ 2006	0/15
DE pal	584(861)	200(270)	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15
HCMA los	11(16)	135(194)	486(638)	473(620)	458(479)	425(445)	85(111)	11/15
HMLSL pal	140(429)	64(72)	111 (136)	108 (132)	105 (128)	97 (115)	42 (45)	1/15
IPOP-10DDr	96(168)	1871(3584)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP-500 l	525(247)	2405(3584)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP-tany	83(23)	1944(3585)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
IPOP-texp	62(42)	532(830)	502(544)	488(529)	473(510)	440(476)	88(95)	12/15
IPOP lia	96(168)	2411(3584)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
MLSL pal	3.2 (4)	3.4 (4)	4.3 (5)	4.2 (5)	4.1 (4)	3.8 (4)	0.82 (0.8)	15/15
OQNLP pal	3.1 (4)	5.4(8)	8.3 (11)	8.1 (10)	8.2 (9)	27 (31)	∞ 5e4	0/15
P-DCN tra	3.7e4(6e4)	2.3e4(3e4)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
P-zero tra	2.9e4(4e4)	2.3e4(3e4)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
SMAC hut	3.3 (4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2000	0/15
U-DCN tra	2.9e4(4e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
U-zero tra	2.1e4(4e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e7	0/15
fmincon pa	4.2(3)	3.1 (3)	4.8 (6)	4.7 (6)	4.5 (6)	4.3 (5)	1.3 (1)	14/15
fminunc pa	2.4 (3)	3.2 (4)	7.0 (9)	6.8 (9)	6.6 (8)	6.2 (8)	9.4 (10)	4/15
ga100 hol	787(1072)	1166(1344)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid100 ho	3247(4295)	1170(1433)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
grid16 hol	2457(3216)	1171(1341)	622(660)	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
hill hol	780(1071)	1165(1434)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
lmmCMA aug	6.7(10)	4.7 (6)	∞	∞	∞	∞	∞ 8811	0/15
memPSODE v	29(47)	47(93)	279(374)	272(358)	263(352)	245(327)	75(76)	9/15
prcga saw	867(1786)	1121(1335)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e6	0/15
ring100 ho	17(6)	125(179)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
ring16 hol	333(1071)	494(627)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
simplex pa	64(91)	1073(1077)	∞	∞	∞	∞	∞ 4e5	0/15

Table 24: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{23} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f₂₃</i>	3.2	1614	67457	3.7e5	4.9e5	8.1e5	8.4e5	15/15
BIPOP-aCMA	2.3 (4)	23(26)	0.69 (0.6)	1.5 (2)	2.3 (2)	1.4 (1)	1.5 (1)	15/15
BIPOP-saAC	3.2(4)	29(36)	0.74 (0.8)	0.83 (1)	2.7 (5)	1.8 (3)	1.9 (3)	15/15
CMAES hut	3.6(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	1.9 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	12(10)	23(15)	0.96 (0.7)	1.0 (0.8)	1.8 (2)	1.1 (1)	1.1 (1)	15/15
HMLSL pal	11(14)	6.4 (5)	86(96)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	1.7 (2)	35(39)	5.3 (5)	30 (31)	71 (66)	43 (45)	41 (38)	7/15
IPOP-500 l	1.7 (2)	35(39)	5.3 (5)	29 (29)	72 (71)	44 (43)	42 (41)	7/15
IPOP-tany	1.7 (1)	20(23)	3.0 (6)	53(55)	55 (56)	51(55)	49(55)	6/15
IPOP-texp	1.3 (1)	28(36)	28(45)	93(94)	182(205)	110(125)	106(111)	3/15
IPOP lia	1.7 (2)	35(39)	5.3 (5)	40(42)	100(107)	60(64)	58(60)	5/15
MLSL pal	11(14)	3.4 (3)	25(30)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	54(92)	3.5 (4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
P-DCN tra	2.1 (2)	1083(876)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	2.1 (2)	2304(5644)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	1.7 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	2.1 (2)	4711(6304)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	2.4 (3)	3936(6378)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	10(13)	4.4 (5)	90(102)	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	17(20)	248(248)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	1.6 (2)	1486(1638)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	2.2 (2)	2274(2188)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	2.5 (3)	459(631)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	2.1 (1)	1120(1251)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	1.6 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8823</i>	0/15
memPSODE v	3.1(3)	25(20)	75(60)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	2.0 (1)	2615(2591)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	2.1 (3)	274(327)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	1.4 (2)	264(345)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	175(227)	1.9 (0.2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

Table 25: 20-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_{24} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f24</i>	1.3e6	7.5e6	5.2e7	5.2e7	5.2e7	5.2e7	5.2e7	3/15
BIPOP-aCMA	1.7 (2)	0.90 (0.9)	2.7 (3)	2.7 (3)	2.7 (3)	2.7 (3)	2.7 (3)	2/15
BIPOP-saAC	1.3 (1)	0.93 (1)	1.2 (1)	1.2 (1)	1.2 (2)	1.2 (1)	1.2 (1)	4/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2006</i>	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
HCMA los	0.88 (1)	1.2 (1)	5.7 (6)	5.7 (6)	5.7 (6)	5.7 (6)	5.7 (6)	1/15
HMLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP-500 l	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP-tany	28(33)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
IPOP-texp	1.2 (1)	0.68 (0.7)	5.5 (6)	5.5 (6)	5.5 (6)	5.5 (6)	5.5 (6)	1/15
IPOP lia	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
OQNLP pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e5</i>	0/15
P-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
P-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2000</i>	0/15
U-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
U-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15
ga100 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
grid16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
hill hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
lmmCMA aug	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8817</i>	0/15
memPSODE v	31(34)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
prcga saw	21 (25)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
ring100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e5</i>	0/15

References

- [1] Anne Auger, Dimo Brockhoff, and Nikolaus Hansen. Benchmarking the local metamodel CMA-ES on the noiseless BBOB'2013 test bed. In Blum and Alba [3], pages 1225–1232.
- [2] Anne Auger, Steffen Finck, Nikolaus Hansen, and Raymond Ros. BBOB 2009: Comparison tables of all algorithms on all noiseless functions. Technical Report RT-0383, INRIA, April 2010.
- [3] Christian Blum and Enrique Alba, editors. *Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO '13, Amsterdam, The Netherlands, July 6-10, 2013, Companion Material Proceedings*. ACM, 2013.
- [4] S. Finck, N. Hansen, R. Ros, and A. Auger. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2009: Presentation of the noiseless functions. Technical Report 2009/20, Research Center PPE, 2009. Updated February 2010.
- [5] N. Hansen, A. Auger, S. Finck, and R. Ros. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2012: Experimental setup. Technical report, INRIA, 2012.
- [6] N. Hansen, S. Finck, R. Ros, and A. Auger. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2009: Noiseless functions definitions. Technical Report RR-6829, INRIA, 2009. Updated February 2010.
- [7] Neal J. Holtschulte and Melanie Moses. Benchmarking cellular genetic algorithms on the BBOB noiseless testbed. In Blum and Alba [3], pages 1201–1208.
- [8] Frank Hutter, Holger Hoos, and Kevin Leyton-Brown. An evaluation of sequential model-based optimization for expensive blackbox functions. In Blum and Alba [3], pages 1209–1216.
- [9] Tianjun Liao and Thomas Stützle. Bounding the population size of IPOP-CMA-ES on the noiseless BBOB testbed. In Blum and Alba [3], pages 1161–1168.
- [10] Tianjun Liao and Thomas Stützle. Testing the impact of parameter tuning on a variant of IPOP-CMA-ES with a bounded maximum population size on the noiseless BBOB testbed. In Blum and Alba [3], pages 1169–1176.
- [11] Ilya Loshchilov, Marc Schoenauer, and Michèle Sebag. Bi-population CMA-ES algorithms with surrogate models and line searches. In Blum and Alba [3], pages 1177–1184.
- [12] László Pál. Benchmarking a hybrid multi level single linkage algorithm on the BBOB noiseless testbed. In Blum and Alba [3], pages 1145–1152.
- [13] László Pál. Comparison of multistart global optimization algorithms on the BBOB noiseless testbed. In Blum and Alba [3], pages 1153–1160.

- [14] Babatunde A. Sawyerr, Aderemi Oluyinka Adewumi, and Montaz M. Ali. Benchmarking projection-based real coded genetic algorithm on BBOB-2013 noiseless function testbed. In Blum and Alba [3], pages 1193–1200.
- [15] Thanh-Do Tran, Dimo Brockhoff, and Bilel Derbel. Multiobjectivization with NSGA-II on the noiseless BBOB testbed. In Blum and Alba [3], pages 1217–1224.
- [16] Costas Voglis. Adapt-MEMPSODE: a memetic algorithm with adaptive selection of local searches. In Blum and Alba [3], pages 1137–1144.