

Comparison Tables: BBOB 2013 Testbed in 10-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: 10-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	22	23	23	23	23	23	23	15/15
BIPOP-aCMA	3.3(0)	4.9(0.5)	6.2(0.5)	7.8(0)	9.4(0.5)	12(0)	15(0)	15/15
BIPOP-saAC	4.8(1.0)	5.8(0.4)	7.1(0.7)	8.7(0.8)	10(1)	13(1)	16(1)	15/15
CMAES hut	5.0(2)	11(2)	18(3)	24(3)	30(3)	53(24)	∞ 1002	0/15
DE pal	17(6)	53(6)	88(12)	126(7)	161(9)	232(13)	304(12)	15/15
HCMA los	1(0)	0.99 (0.0)	0.98 (0.0)	0.99 (0.0)	0.99 (0.0)	0.99 (0.0)	0.99 (0.0)	15/15
HMLSL pal	0.65 (0.2)	1.4 (0.5)	1.9 (0.2)	2.0 (0.5)	2.6 (0.2)	3.5 (0.2)	4.1 (0.7)	15/15
IPOP-10DDr	5.0(2)	11(0.9)	18(2)	24(2)	29(2)	43(3)	56(3)	15/15
IPOP-500 l	5.0(2)	11(0.9)	18(2)	24(2)	29(2)	43(3)	56(3)	15/15
IPOP-tany	5.5(2)	13(1)	19(2)	26(2)	33(3)	48(3)	63(5)	15/15
IPOP-texp	3.8(1)	11(0.9)	18(3)	25(3)	31(2)	45(3)	60(4)	15/15
IPOP lia	5.0(2)	11(0.9)	18(2)	24(2)	29(2)	43(3)	56(3)	15/15
MLSL pal	0.65 (0.2)	1.4 (0.5)	1.9 (0.2)	2.0 (0.5)	2.6 (0.2)	3.5 (0.2)	4.1 (0.7)	15/15
OQNLP pal	1.4 (0)	1.5 (0.3)	1.8 (0.3)	1.9 (0.0)	2.0 (0.0)	2.0 (0.0)	2.0 (0.0)	15/15
P-DCN tra	25(12)	46(10)	57(12)	72(13)	107(22)	378(97)	1282(508)	15/15
P-zero tra	26(13)	45(13)	53(12)	60(12)	73(16)	208(65)	1552(640)	15/15
SMAC hut	0.93 (0.2)	1.6 (0.3)	2.8 (0.5)	5.9(2)	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	10(4)	65(30)	193(63)	395(132)	897(559)	2493(1447)	5557(3430)	15/15
U-zero tra	6.2(3)	29(13)	86(30)	247(56)	702(269)	7433(2373)	7.8e4(4e4)	15/15
fmincon pa	0.65 (0.2)	1.4 (0.5)	1.9 (0.2)	2.0 (0.5)	2.6 (0.2)	3.5 (0.2)	4.1 (0.7)	15/15
fminunc pa	1.0 (0)	1.0 (0)	1.0 (0)	1(0)	1(0)	1(0)	1(0)	15/15
gal00 hol	33(9)	98(25)	242(50)	536(128)	1235(333)	6645(1771)	∞ 5e5	0/15
grid100 ho	93(62)	299(67)	785(193)	2322(868)	6459(2176)	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	23(8)	60(20)	156(65)	406(160)	1114(451)	9433(3827)	∞ 5e5	0/15
hill hol	5.5(2)	13(5)	42(22)	137(61)	442(249)	3990(1564)	3.2e5(3e5)	1/15
lmmCMA aug	3.2(0.5)	4.0(0.1)	4.6(0.2)	5.2(0.3)	5.7(0.3)	7.1(0.3)	8.4(0.5)	15/15
memPSODE v	4.4(0.5)	4.6(0.2)	4.5(0.2)	4.5(0.2)	4.5(0.2)	4.5(0.2)	4.5(0.2)	15/15
prcga saw	23(11)	61(15)	97(16)	139(25)	187(33)	544(124)	1145(131)	15/15
ring100 ho	63(28)	220(38)	493(91)	1019(145)	1886(200)	5854(1284)	∞ 5e5	0/15
ring16 hol	16(5)	43(9)	107(21)	223(41)	516(224)	3834(1321)	3.2e5(4e5)	1/15
simplex pa	73(28)	118(27)	151(76)	257(217)	317(250)	801(578)	1873(2211)	15/15

Table 3: 10-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
f2	187	190	191	191	193	194	195	15/15
BIPOP-aCMA	1.3 (0.1)	1.5 (0.2)	1.7 (0.2)	1.9 (0.3)	2.1 (0.2)	2.4 (0.3)	2.7 (0.2)	15/15
BIPOP-saAC	2.9 (0.2)	3.1 (0.2)	3.3 (0.2)	3.5 (0.2)	3.7 (0.3)	4.1 (0.3)	4.4 (0.3)	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	17(0.8)	21(1)	25(1)	30(1)	34(1)	42(2)	51(2)	15/15
HCMA los	1.3 (0.1)	1.5 (0.2)	1.7 (0.2)	1.9 (0.3)	2.1 (0.2)	2.4 (0.3)	2.7 (0.2)	15/15
HMLSL pal	3.0(0.9)	3.3 (0.9)	3.5 (1)	3.7 (1)	4.1 (1)	5.4(2)	10(12)	15/15
IPOP-10DDr	22(5)	25(4)	28(4)	30(2)	30(2)	32(2)	33(2)	15/15
IPOP-500 l	22(5)	25(4)	28(4)	30(2)	30(2)	32(2)	33(2)	15/15
IPOP-tany	22(5)	26(3)	27(3)	29(2)	30(2)	32(2)	33(2)	15/15
IPOP-texp	19(3)	23(4)	25(4)	27(2)	28(2)	30(2)	31(2)	15/15
IPOP lia	22(5)	25(4)	28(4)	30(2)	30(2)	32(2)	33(2)	15/15
MLSL pal	3.0(0.9)	3.3 (0.9)	3.5 (1)	3.7 (1)	4.1 (1)	5.4(2)	7.9(7)	15/15
OQNLP pal	3.0 (1)	3.6(1)	3.9(1)	4.0(2)	4.1(2)	4.3 (2)	520(639)	7/15
P-DCN tra	19(6)	24(9)	41(19)	109(80)	148(78)	395(259)	2286(2481)	15/15
P-zero tra	17(5)	23(7)	49(22)	127(82)	288(257)	5795(4510)	7.2e4(6e4)	9/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	94(79)	182(167)	321(233)	420(235)	1309(715)	1.2e4(2e4)	4.7e4(5e4)	9/15
U-zero tra	183(120)	577(382)	2655(3045)	7104(3488)	2.1e4(2e4)	2.5e5(3e5)	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	3.1(2)	3.3(2)	3.5(2)	3.8(2)	4.2(2)	5.6(3)	12(20)	15/15
fminunc pa	10(3)	12(3)	13(2)	14(2)	14(2)	14(2)	15(2)	15/15
ga100 hol	128(64)	492(344)	1665(1332)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	817(666)	2412(1634)	1.9e4(2e4)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	189(143)	586(405)	2672(2032)	1.9e4(2e4)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	120(115)	517(369)	2215(2122)	1.2e4(1e4)	3.8e4(4e4)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	4.9(1)	5.5(1)	6.0(0.9)	6.3(0.9)	6.5(0.9)	7.0(0.9)	7.5 (0.9)	15/15
memPSODE v	1.6 (0.2)	1.7 (0.3)	1.7 (0.3)	1.9 (0.3)	2.0 (0.2)	2.1 (0.2)* ²	2.3 (0.3)* ²	15/15
prcga saw	18(3)	29(5)	95(74)	477(393)	725(1337)	2064(2065)	4244(4594)	11/15
ring100 ho	208(68)	366(129)	1182(765)	7025(7026)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	164(116)	394(355)	1405(1531)	4477(4215)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	2935(2694)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 4: 10-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	1739	3600	3609	3636	3642	3646	3651	15/15
BIPOP-aCMA	0.28 (0.0) \downarrow_4	0.29 (0.0) \downarrow_4	0.33 (0.0) \downarrow_4	0.34 (0.0) \downarrow_4	0.36 (0.0) \downarrow_4	0.38 (0.1) \downarrow_4	0.41 (0.0)	15/15
BIPOP-saAC	2.9 (2)	429(531)	3693(3311)	3665(3800)	3660(3288)	3656(4403)	3651(3784)	8/15
CMAES hut	8.6(9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1002	0/15
DE pal	10(3)	8.2(0.8)	29(28)	29(28)	29(28)	29 (28)	30 (28)	11/15
HCMA los	0.28 (0.0) \downarrow_4	0.29 (0.0) \downarrow_4	0.33 (0.0) \downarrow_4	0.34 (0.0) \downarrow_4	0.36 (0.0) \downarrow_4	0.38 (0.1) \downarrow_4	0.41 (0.0)	15/15
HMLSL pal	4.5(3)	10(3)	39(56)	39(30)	39(54)	39 (55)	39 (56)	10/15
IPOP-10DDr	3.7(3)	161(200)	1049(1532)	1041(1375)	1040(1469)	1040(1384)	1039(1465)	13/15
IPOP-500 l	3.7(3)	92(89)	567(763)	563(757)	563(756)	563(755)	563(754)	15/15
IPOP-tany	2.5 (3)	151(195)	1042(1152)	1034(1143)	1033(1142)	1033(1140)	1032(1138)	14/15
IPOP-texp	3.2(2)	230(266)	1441(1272)	1430(1262)	1429(1260)	1428(1259)	1426(1257)	14/15
IPOP lia	3.7(3)	4187(5560)	3.9e4(4e4)	3.9e4(4e4)	3.8e4(4e4)	3.8e4(4e4)	3.8e4(5e4)	1/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
OQNLP pal	273(304)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 7e4	0/15
P-DCN tra	83(108)	273(391)	389(438)	386(435)	385(434)	386(434)	396(419)	15/15
P-zero tra	178(368)	433(478)	977(685)	970(679)	969(678)	973(668)	1021(607)	15/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	1.6 (1.0)	6.1(3)	8.9 (5)	16 (8)	20 (11)	68(87)	672(1172)	15/15
U-zero tra	1.1 (0.7)	3.3 (1.0)	11(4)	40(21)	144(97)	1100(584)	∞ 1e7	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
ga100 hol	3.2(0.7)	5.2(2)	13(4)	30(11)	112(31)	∞	∞ 5e5	0/15
grid100 ho	15(4)	32(6)	87(34)	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	2.4 (0.7)	6.5(2)	17(6)	52(16)	494(488)	∞	∞ 5e5	0/15
hill hol	0.70 (0.3)	1.8 (0.7)	5.6 (2)	18 (5)	69(33)	∞	∞ 5e5	0/15
lmmCMA aug	2.0 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 4808	0/15
memPSODE v	6.8(3)	16(5)	28(14)	28(12)	28 (12)	29 (14)	32 (18)	15/15
prcga saw	2.6 (1)	9.4(10)	13(12)	16 (13)	18 (13)	55(103)	94(121)	13/15
ring100 ho	7.1(0.8)	8.8(2)	16(2)	31(10)	78(27)	∞	∞ 5e5	0/15
ring16 hol	1.3 (0.3)	2.2 (0.5)	6.1 (2)	22(6)	78(36)	∞	∞ 5e5	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15

Table 5: 10-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
f4	2234	3626	3660	3695	3707	3744	28767	12/15
BIPOP-aCMA	0.24 _{(0.0)↓4}	0.63 _(0.1)	0.88 _(0.1)	1.1 _(0.2)	1.4 _(0.2)	1.7 _(0.2)	0.25 _(0.0)	15/15
BIPOP-saAC	4.2(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	8.0(2)	46(56)	774(861)	767(839)	765(836)	758(855)	99(111)	1/15
HCMA los	0.24 _{(0.0)↓4}	0.63 _(0.1)	0.88 _(0.1)	1.1 _(0.2)	1.4 _(0.2)	1.7 _(0.2)	0.25 _(0.0)	15/15
HMLSL pal	4.6(3)	234(276)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	5.6(5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP-500 l	5.6(5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP-tany	6.3(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP-texp	5.5(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP lia	5.6(5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>7e4</i>	0/15
P-DCN tra	101(131)	147(110)	218(195)	216(194)	216(193)	215(190)	29 ₍₂₄₎	15/15
P-zero tra	123(263)	275(181)	632(466)	626(462)	624(460)	625(457)	95(48)	15/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	1.8 _(0.5)	9.4(5)	12 ₍₈₎	16 ₍₁₀₎	39 ₍₂₄₎	76 ₍₈₁₎	74(175)	13/15
U-zero tra	1.1 _(0.6)	5.0 ₍₂₎	17(13)	63(27)	191(80)	1620(857)	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	3.2(0.6)	7.0(2)	16(6)	40(15)	253(220)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	15(5)	42(15)	264(216)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	2.5 _(0.7)	8.5(3)	25(9)	83(36)	994(1064)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	0.64 _(0.2)	2.7 ₍₂₎	8.6 ₍₃₎	40(20)	132(87)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	10(10)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4813</i>	0/15
memPSODE v	8.1(3)	28(16)	81(127)	80(126)	80 ₍₁₂₆₎	80 ₍₁₂₄₎	13 ₍₁₆₎	15/15
prcga saw	3.7(1)	12(5)	20(14)	21 ₍₁₃₎	24 ₍₁₂₎	57 ₍₄₁₎	12 ₍₁₆₎	13/15
ring100 ho	6.5(1)	11(2)	18(4)	37(11)	81(35)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	1.4 _(0.1)	3.3 _(1.0)	8.9 ₍₃₎	31 ₍₂₁₎	91(42)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 6: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_5 , 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
f5	20	20	20	20	20	20	20	15/15
BIPOP-aCMA	1.1 (0)	1.1 (0)	1.1 (0)	1.1 (0)	1.1 (0)	1.1 (0)	1.1 (0)	15/15
BIPOP-saAC	4.7(0.8)	5.9(1.0)	6.0(1)	6.0(1)	6.0(1)	6.0(1)	6.0(1)	15/15
CMAES hut	4.4(1.0)	5.5(1.0)	5.8(1)	5.8(1)	5.8(1)	5.8(1)	5.8(1)	15/15
DE pal	118(20)	324(26)	551(37)	777(36)	1014(45)	1473(49)	1945(62)	15/15
HCMA los	1.2 (0.1)	1.5 (0.4)	1.6 (0.4)	1.6 (0.5)	1.6 (0.5)	1.6 (0.5)	1.6 (0.5)	15/15
HMLSL pal	2.8 (0)	5.0(0)	6.0(0)	6.0(0)	6.6(0)	7.1(0)	1794(1181)	15/15
IPOP-10DDr	13(5)	62(31)	86(44)	104(50)	123(57)	159(71)	184(74)	15/15
IPOP-500 l	13(5)	62(31)	86(44)	104(50)	123(57)	159(71)	184(74)	15/15
IPOP-tany	16(11)	45(28)	71(38)	85(39)	101(45)	132(57)	156(66)	15/15
IPOP-texp	28(20)	73(48)	98(76)	122(76)	146(88)	191(119)	224(139)	15/15
IPOP lia	13(5)	62(31)	86(44)	104(50)	123(57)	159(71)	184(74)	15/15
MLSL pal	2.8 (0)	5.0(0)	6.0(0)	6.0(0)	6.6(0)	7.1(0)	88(59)	15/15
OQNLP pal	1.6 (0)	1.7 (0)	1.7 (0)	1.7 (0)	1.7 (0)	1.7 (0)	1.7 (0)	15/15
P-DCN tra	83(24)	144(69)	160(68)	176(64)	203(61)	276(65)	354(71)	15/15
P-zero tra	75(29)	120(71)	130(66)	137(67)	143(69)	160(69)	178(66)	15/15
SMAC hut	0.59 (0.2) ^{†4}	0.63 (0.2) ^{†4}	0.63 (0.2) ^{†4}	0.63 (0.2) ^{†4}	0.63 (0.2) ^{†4}	0.63 (0.2) ^{†4}	0.63 (0.2) ^{†4}	15/15
U-DCN tra	68(23)	515(268)	1542(698)	5033(3946)	2.0e4(1e4)	5.0e5(6e5)	∞ 1e7	0/15
U-zero tra	42(13)	471(231)	6601(4138)	6.7e4(2e4)	7.3e6(8e6)	∞	∞ 1e7	0/15
fmincon pa	2.8 (0)	5.0(0)	6.0(0)	6.0(0)	6.6(0)	7.1(0)	76(60)	15/15
fminunc pa	1.7 (0)	2.8 (0)	2.8 (0)	2.8 (0)	2.8 (0)	2.8 (0)	2.8 (0)	15/15
ga100 hol	80(10)	117(14)	129(15)	132(17)	132(17)	132(17)	132(17)	15/15
grid100 ho	220(92)	345(130)	382(112)	385(112)	385(106)	385(106)	385(106)	15/15
grid16 hol	41(11)	64(12)	69(15)	69(15)	70(13)	70(13)	70(13)	15/15
hill hol	7.9(2)	11(3)	12(5)	12(5)	12(5)	12(5)	12(5)	15/15
lmmCMA aug	5.1(2)	6.1(2)	6.4(2)	6.4(2)	6.4(2)	6.4(2)	6.4(2)	15/15
memPSODE v	6.3(2)	6.5(2)	6.5(2)	6.5(2)	6.5(2)	6.5(2)	6.5(2)	15/15
prcga saw	1601(1233)	3199(2141)	5371(3645)	3.6e4(5e4)	2.1e5(2e5)	∞	∞ 5e5	0/15
ring100 ho	150(30)	212(27)	243(31)	246(26)	246(26)	246(26)	246(26)	15/15
ring16 hol	27(9)	41(7)	45(10)	45(10)	45(10)	45(10)	45(10)	15/15
simplex pa	107(64)	142(113)	142(113)	142(112)	142(112)	142(112)	142(112)	15/15

Table 7: 10-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	412	623	826	1039	1292	1841	2370	15/15
BIPOP-aCMA	1.9 (0.4)	1.9 (0.3)	1.8 (0.2)	1.8 (0.3)	1.7 (0.3)	1.7 (0.2)	1.6 (0.2)	15/15
BIPOP-saAC	2.0 (0.4)	2.1 (0.4)	2.1 (0.4)	2.2 (0.5)	2.0 (0.5)	2.0 (0.4)	2.0 (0.4)	15/15
CMAES hut	1.7 (0.5)	5.8(6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	10(3)	16(3)	22(7)	25(6)	27(9)	28(7)	30(7)	15/15
HCMA los	2.3 (0.7)	2.4 (0.7)	2.6 (1)	2.7 (1)	2.5 (0.9)	2.4 (1)	2.4 (0.8)	15/15
HMLSL pal	1.4 (0.6)	1.3 (0.5)	1.4 (0.6)	1.6 (0.7)	1.7 (0.6)	1.9 (0.7)	2.1 (0.7)	15/15
IPOP-10DDr	1.4 (0.2)	1.6 (0.2)	1.7 (0.2)	1.8 (0.2)	1.7 (0.2)	1.7 (0.1)	1.6 (0.1)	15/15
IPOP-500 l	1.4 (0.2)	1.6 (0.2)	1.7 (0.2)	1.8 (0.2)	1.7 (0.2)	1.7 (0.1)	1.6 (0.1)	15/15
IPOP-tany	1.5 (0.3)	1.7 (0.4)	1.8 (0.2)	1.9 (0.3)	1.8 (0.2)	1.8 (0.2)	1.7 (0.2)	15/15
IPOP-texp	1.6 (0.4)	1.9 (0.2)	2.1 (0.2)	2.1 (0.2)	2.1 (0.2)	2.0 (0.2)	1.9 (0.2)	15/15
IPOP lia	1.4 (0.2)	1.6 (0.2)	1.7 (0.2)	1.8 (0.2)	1.7 (0.2)	1.7 (0.1)	1.6 (0.1)	15/15
MLSL pal	1.4 (0.6)	1.3 (0.5)	1.4 (0.6)	1.6 (0.7)	1.7 (0.6)	1.9 (0.7)	2.1 (0.7)	15/15
OQNLP pal	1.00 (0.5)	1.2 (0.5)	1.7 (0.8)	3.6(3)	13(24)	1051(1084)	∞ <i>1e5</i>	0/15
P-DCN tra	8.7(6)	9.0(5)	10(5)	408(317)	1079(3211)	1252(2709)	1986(2490)	12/15
P-zero tra	69(11)	82(36)	438(581)	1573(4817)	2177(3943)	5930(8146)	2.9e4(3e4)	2/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	35(35)	205(228)	1113(1853)	1682(2358)	2527(4032)	6428(8126)	1.9e4(2e4)	3/15
U-zero tra	1463(4381)	4445(8069)	8342(1e4)	2.9e4(3e4)	3.3e4(4e4)	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	1.3 (0.6)	1.3 (0.6)	1.4 (0.5)	1.5 (0.4)	1.6 (0.4)	1.9 (0.4)	2.2 (0.6)	15/15
fminunc pa	2.4 (1)	3.2(1)	3.9(1)	3.9(1)	3.8(1)	4.1(2)	65(91)	10/15
ga100 hol	17(5)	45(20)	217(207)	957(963)	5686(6770)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	107(69)	694(672)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	32(13)	208(412)	1341(1557)	1646(1646)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	11(18)	152(163)	1364(1663)	3321(3851)	5681(6190)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	5.5(4)	17(16)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4804</i>	0/15
memPSODE v	1.9 (1)	2.8 (1)	3.6(4)	7.7(5)	7.9(5)	8.7(8)	25(23)	15/15
prga saw	15(5)	331(806)	885(1211)	2929(3280)	1.1e4(1e4)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	35(10)	92(32)	233(139)	1044(981)	5766(6190)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	7.5(2)	25(20)	380(505)	1144(1226)	5719(5996)	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	273(200)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

∞

Table 9: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ 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	326	921	1114	1217	1267	1315	1343	15/15
BIPOP-aCMA	2.1 (0.4)	3.6(0.6)	3.8(0.5)	3.7(0.4)	3.8(0.4)	3.9(0.4)	4.0(0.4)	15/15
BIPOP-saAC	1.3 (0.6)	1.4 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	1.4 (0.2)	15/15
CMAES hut	2.0 (0.5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	10(1)	31(1)	31(1)	32(1)	33(1)	36(2)	40(3)	14/15
HCMA los	1.7 (0.3)	1.7 (0.3)	1.6 (0.2)	1.6 (0.2)	1.6 (0.2)	1.6 (0.2)	1.6 (0.2)	15/15
HMLSL pal	0.83 (0.2)	1.4 (2)	1.3 (2)	1.2 (1)	1.2 (1)	1.2 (1)	1.2 (1)	15/15
IPOP-10DDr	2.4 (0.8)	5.1(2)	5.1(1)	5.0(1)	5.1(1)	5.2(1)	5.3(1)	15/15
IPOP-500 l	2.4 (0.8)	5.1(2)	5.1(1)	5.0(1)	5.1(1)	5.2(1)	5.3(1)	15/15
IPOP-tany	2.1 (0.4)	4.7(1)	4.8(1.0)	4.8(0.9)	4.8(0.9)	5.0(0.8)	5.1(0.8)	15/15
IPOP-texp	2.0 (0.6)	4.6(0.8)	4.7(0.6)	4.7(0.6)	4.8(0.6)	4.9(0.6)	5.1(0.6)	15/15
IPOP lia	2.4 (0.8)	5.1(2)	5.1(1)	5.0(1)	5.1(1)	5.2(1)	5.3(1)	15/15
MLSL pal	0.83 (0.2)	0.91 (0.7)	0.84 (0.6)	0.81 (0.6)	0.80 (0.5)	0.80 (0.5)	0.80 (0.5)	15/15
OQNLP pal	0.73 (0.1)	0.80 (0.6)	0.76 (0.5)	0.74 (0.4)	0.73 (0.4)	0.73 (0.4)	431(503)	2/15
P-DCN tra	37(30)	5844(1e4)	5380(8975)	5727(8215)	6678(7894)	9243(7574)	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	5.7(2)	1865(5486)	2130(4549)	5268(4233)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	10(11)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	51(33)	733(722)	1719(1449)	3365(1333)	5317(1428)	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	35(44)	6898(1e4)	5.8e4(7e4)	1.2e5(1e5)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	0.82 (0.2)	0.91 (0.8)	0.84 (0.7)	0.81 (0.6)	0.80 (0.6)	0.81 (0.6)	0.81 (0.6)	15/15
fminunc pa	1.3 (0.8)	1.2 (0.2)	1.1 (0.2)	1.0 (0.2)	1.0 (0.2)	1.00 (0.2)	0.99 (0.1)	15/15
ga100 hol	43(29)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	258(204)	2540(2760)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	79(79)	899(1144)	1954(2466)	6047(6161)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	16(18)	383(549)	1847(2256)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	1.2 (0.2)	1.5 (0.3)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.5 (0.2)	1.5 (0.2)	15/15
memPSODE v	0.96 (0.2)	2.0 (3)	1.9 (3)	1.9 (2)	1.9 (2)	1.9 (2)	1.9 (2)	15/15
prcga saw	33(37)	2289(2723)	5984(7180)	1.2e4(1e4)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	64(17)	734(824)	1396(1572)	5937(6572)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	20(11)	3567(4056)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	26(22)	222(250)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 10: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ 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	200	648	857	993	1065	1138	1185	15/15
BIPOP-aCMA	3.5(1)	5.8(2)	5.3(1)	5.0(1)	4.9(1)	4.9(1)	5.0(0.9)	15/15
BIPOP-saAC	2.1 (0.7)	2.1 (0.3)	1.9 (0.2)	1.7 (0.2)	1.7 (0.2)	1.6 (0.2)	1.6 (0.2)	15/15
CMAES hut	2.7 (0.5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	21(9)	206(94)	457(373)	3002(3323)	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	2.4 (0.7)	2.2 (0.4)	1.9 (0.3)	1.8 (0.3)	1.7 (0.2)	1.7 (0.2)	1.7 (0.2)	15/15
HMLSL pal	0.49 (0.1) \downarrow_4	0.48 (0.0)	0.48 (0.0)	0.46 (0.0)	0.46 (0.0)	0.46 (0.0)	0.46 (0.0)	15/15
IPOP-10DDr	3.4(0.8)	6.6(2)	6.2(1)	5.9(1)	5.7(1.0)	5.7(0.9)	5.8(0.9)	15/15
IPOP-500 l	3.4(0.8)	6.6(2)	6.2(1)	5.9(1)	5.7(1.0)	5.7(0.9)	5.8(0.9)	15/15
IPOP-tany	3.1(0.7)	6.3(0.9)	6.1(0.6)	5.8(0.6)	5.7(0.6)	5.7(0.5)	5.7(0.5)	15/15
IPOP-texp	2.5 (0.6)	6.5(1)	6.3(1.0)	5.9(0.9)	5.8(0.8)	5.8(0.8)	5.9(0.7)	15/15
IPOP lia	3.4(0.8)	6.6(2)	6.2(1)	5.9(1)	5.7(1.0)	5.7(0.9)	5.8(0.9)	15/15
MLSL pal	0.49 (0.1) \downarrow_4	0.48 (0.0)	0.48 (0.0)	0.46 (0.0)	0.46 (0.0)	0.46 (0.0)	0.46 (0.0)	15/15
OQNLP pal	0.86 (2e-3)	0.39 (0.0)	0.42 (1e-2)	0.42 (8e-3)	0.42 (8e-3)	0.42 (8e-3)	4.5(5)	14/15
P-DCN tra	413(72)	3566(7823)	5579(6504)	1.9e4(2e4)	1.4e5(2e5)	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	1102(9)	8632(2e4)	9051(1e4)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	4836(2817)	9097(9277)	1.4e4(8307)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	4129(3619)	3.7e4(3e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	0.49 (0.1) \downarrow_4	0.48 (0.0)	0.48 (0.0)	0.46 (0.0)	0.46 (0.0)	0.45 (0.0)	0.46 (0.0)	15/15
fminunc pa	0.40 (0.0) \downarrow_4	0.39 (0.0)	0.41 (0.0)	0.41 (0.0)	0.41 (0.0)	0.41 (0.0)	0.40 (0.0)*	15/15
ga100 hol	72(28)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	539(206)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	788(1260)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	215(95)	1.1e4(1e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	1.6 (0.3)	2.1 (0.6)	1.9 (0.5)	1.9 (0.4)	1.8 (0.4)	1.8 (0.4)	1.8 (0.4)	14/15
memPSODE v	1.8 (0.4)	4.1(5)	3.7(4)	3.4(3)	3.2(3)	3.3(3)	3.3(3)	15/15
prcga saw	20(8)	5074(5398)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	133(25)	5205(6100)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	210(17)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	79(102)	624(684)	3455(3631)	2982(3235)	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 11: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ 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	1835	2172	2455	2728	2802	4543	4739	15/15
BIPOP-aCMA	1.5 (0.4)	1.5 (0.2)	1.4 (0.1)	1.4 (0.1)	1.4 (0.1)	0.91 (0.1)	0.94 (0.1)	15/15
BIPOP-saAC	0.29 (0.0) _{↓4}	0.27 (0.0) _{↓4}	0.25 (0.0) _{↓4}	0.24 (0.0) _{↓4}	0.25 (0.0) _{↓4}	0.17 (0.0)*	0.18 (0.0)* ³	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	0.38 (0.0) _{↓3}	0.34 (0.0) _{↓4}	0.32 (0.0) _{↓4}	0.31 (0.0)	0.31 (0.0)	0.21 (0.0)	0.22 (0.0)	15/15
HMLSL pal	0.23 (0.1) _{↓4}	0.22 (0.1) _{↓4}	0.21 (0.1) _{↓4}	0.20 (0.1) _{↓4}	0.21 (0.1) _{↓4}	9.2(22)	600(707)	1/15
IPOP-10DDr	2.2 (0.4)	2.2 (0.4)	2.2 (0.3)	2.1 (0.2)	2.1 (0.2)	1.3 (0.1)	1.4 (0.1)	15/15
IPOP-500 l	2.2 (0.4)	2.2 (0.4)	2.2 (0.3)	2.1 (0.2)	2.1 (0.2)	1.3 (0.1)	1.4 (0.1)	15/15
IPOP-tany	1.9 (0.6)	2.1 (0.3)	2.1 (0.2)	2.0 (0.2)	2.0 (0.1)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	15/15
IPOP-texp	2.1 (0.4)	2.1 (0.4)	2.1 (0.2)	2.0 (0.1)	2.0 (0.2)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	15/15
IPOP lia	2.2 (0.4)	2.2 (0.4)	2.2 (0.3)	2.1 (0.2)	2.1 (0.2)	1.3 (0.1)	1.4 (0.1)	15/15
MLSL pal	0.23 (0.1) _{↓4}	0.22 (0.1) _{↓4}	0.21 (0.1) _{↓4}	0.20 (0.1) _{↓4}	0.21 (0.1) _{↓4}	10(24)	638(677)	1/15
OQNLP pal	0.62 (0.5)	0.81 (0.9)	0.98 (0.9)	1.6 (2)	9.2(12)	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
P-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	0.23 (0.1) _{↓4}	0.22 (0.1) _{↓4}	0.21 (0.1) _{↓4}	0.21 (0.1) _{↓4}	0.22 (0.1) _{↓4}	8.2(22)	626(708)	1/15
fminunc pa	0.76 (0.2)	0.97 (0.2)	1.1 (0.6)	1.2 (0.6)	1.3 (0.6)	2.1 (2)	189(211)	3/15
ga100 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	0.49 (0.1) _{↓3}	0.50 (0.1)	0.48 (0.1)	0.46 (0.0)	0.47 (0.0)	0.31 (0.0)	0.32 (0.0)	15/15
memPSODE v	5.2(5)	5.4(4)	4.8(4)	4.3(3)	4.2(3)	10(10)	435(620)	12/15
prcga saw	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	513(518)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 12: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ 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	266	1041	2602	2954	3338	4092	4843	15/15
BIPOP-aCMA	7.2(0.7)	2.1 (0.2)	0.95 (0.1)	0.89 (0.1)	0.84 (0.1)	0.76 (0.0)	0.71 (0.0)	15/15
BIPOP-saAC	2.3 (0.3)	0.63 (0.1)	0.27 (0.0)	0.25 (0.0)	0.23 (0.0)	0.21 (0.0) ^{*3}	0.19 (0.0)	15/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1002	0/15
DE pal	251(67)	702(679)	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
HCMA los	2.8 (0.3)	0.76 (0.1)	0.32 (0.0)	0.29 (0.0)	0.27 (0.0)	0.24 (0.0)	0.22 (0.0)	15/15
HMLSL pal	0.27 (0.0) _{↓4}	0.09 (0.0) _{↓4}	0.05 (9e-3) _{↓4}	0.05 (0.0) _{↓4}	2.5 (5)	216(254)	∞ 2e5	0/15
IPOP-10DDr	13(2)	4.0(0.3)	1.7 (0.1)	1.6 (0.1)	1.5 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.0)	15/15
IPOP-500 l	13(2)	4.0(0.3)	1.7 (0.1)	1.6 (0.1)	1.5 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.0)	15/15
IPOP-tany	13(2)	4.0(0.3)	1.7 (0.1)	1.6 (0.1)	1.5 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.1)	15/15
IPOP-texp	11(2)	3.3(0.3)	1.5 (0.1)	1.4 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.1)	1.0 (0.1)	15/15
IPOP lia	13(2)	4.0(0.3)	1.7 (0.1)	1.6 (0.1)	1.5 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.0)	15/15
MLSL pal	0.27 (0.0) _{↓4}	0.09 (0.0) _{↓4}	0.05 (9e-3) _{↓4}	0.05 (0.0) _{↓4}	2.3 (3)	219(253)	∞ 2e5	0/15
OQNLP pal	0.61 (0.5)	0.50 (0.8)	0.85 (0.7)	1.6 (2)	12(13)	∞	∞ 7e4	0/15
P-DCN tra	1033(1072)	597(426)	332(231)	430(248)	831(441)	∞	∞ 1e7	0/15
P-zero tra	1438(1133)	849(606)	518(388)	679(310)	1336(749)	∞	∞ 1e7	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	878(670)	2253(1478)	1.4e4(1e4)	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
U-zero tra	815(808)	4288(3556)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
fmincon pa	0.27 (0.0) _{↓4}	0.09 (0.0) _{↓4}	0.05 (1e-2) _{↓4}	0.05 (0.0) _{↓4}	4.4(10)	132(140)	∞ 2e5	0/15
fminunc pa	1.0 (0.2)	1.3 (1)	1.6 (0.9)	4.6(3)	60(76)	∞	∞ 2e5	0/15
ga100 hol	365(238)	1324(1273)	2829(3074)	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	3451(3064)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
hill hol	553(245)	2318(2167)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
lmmCMA aug	2.9 (0.4)	0.85 (0.1)	0.38 (0.0)	0.36 (0.0)	0.33 (0.0)	0.30 (0.0)	0.27 (0.0)	15/15
memPSODE v	0.48 (0.0) _{↓4}	0.15 (0.0) _{↓4}	0.07 (0.0) _{↓4}	0.08 (0.0)	0.88 (3)	17(10)	926(1216)	9/15
prcga saw	4.6e4(5e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 9e5	0/15
ring100 ho	887(264)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
ring16 hol	660(777)	7173(7926)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
simplex pa	331(376)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15

Table 13: 10-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
<i>f12</i>	515	896	1240	1390	1569	3660	5154	15/15
BIPOP-aCMA	3.5(2)	3.5(3)	4.1(2)	4.3(2)	4.4(2)	2.4 (0.9)	2.0 (0.6)	15/15
BIPOP-saAC	1.0 (0.4)	0.85 (0.5)	0.96 (0.6)	1.1 (0.5)	1.2 (0.5)	0.74 (0.2)	0.63 (0.2)	15/15
CMAES hut	5.7(5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	116(67)	374(391)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	1.3 (0.3)	1.1 (0.5)	1.1 (0.8)	1.2 (0.8)	1.3 (0.7)	0.76 (0.4)	0.64 (0.3)	15/15
HMLSL pal	0.71 (0.3)	0.75 (0.5)	0.80 (0.4)	0.80 (0.3)	0.80 (0.3)	20(28)	45(59)	7/15
IPOP-10DDr	4.6(4)	5.6(5)	6.2(5)	6.5(5)	6.6(4)	3.5(2)	2.8 (1)	15/15
IPOP-500 l	4.6(4)	5.6(5)	6.2(5)	6.5(5)	6.6(4)	3.5(2)	2.8 (1)	15/15
IPOP-tany	3.1(2)	3.9(3)	4.4(2)	4.9(2)	5.1(2)	2.8 (0.7)	2.3 (0.5)	15/15
IPOP-texp	2.5 (0.2)	3.4(2)	4.7(2)	5.1(2)	5.4(2)	3.0(1)	2.5 (0.9)	15/15
IPOP lia	4.6(4)	5.6(5)	6.2(5)	6.5(5)	6.6(4)	3.5(2)	2.8 (1)	15/15
MLSL pal	0.71 (0.3)	0.75 (0.5)	0.80 (0.4)	0.80 (0.3)	0.80 (0.3)	0.80 (0.8)	9.2(20)	13/15
OQNLP pal	0.82 (0.6)	1.5 (0.8)	6.0(3)	8.4(18)	20(25)	60(69)	∞ <i>1e5</i>	0/15
P-DCN tra	7077(9712)	3.1e4(4e4)	1.1e5(1e5)	1.0e5(1e5)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	4862(9709)	3.1e4(4e4)	3.2e4(4e4)	1.0e5(1e5)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	7172(9744)	3.1e4(4e4)	1.1e5(1e5)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	1.7e4(2e4)	4.5e4(6e4)	5.4e4(6e4)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	0.72 (0.3)	0.72 (0.5)	0.80 (0.4)	0.79 (0.3)	0.79 (0.3)	0.97 (0.7)	3.3(5)	15/15
fminunc pa	0.40 (0.2) _{↓4}	0.39 (0.3) _{↓2}	0.62 (0.3)	0.68 (0.2)	0.71 (0.2)	1.8 (1)	17(21)	12/15
ga100 hol	463(500)	1213(1206)	6019(6651)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	1078(1107)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	477(525)	1756(1922)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	0.86 (0.2)	1.0 (0.9)	1.3 (1)	1.5 (1)	1.7 (1)	1.1 (0.9)	1.1 (0.9)	10/15
memPSODE v	2.6 (2)	3.3(4)	3.6(3)	4.6(2)	7.4(8)	8.9(9)	68(111)	15/15
prcg saw	249(512)	789(1117)	1178(1508)	4426(4642)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	507(142)	2048(2239)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	331(491)	972(983)	5848(6450)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	16(11)	33(35)	53(51)	156(164)	422(439)	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 14: 10-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	387	596	797	1014	4587	6208	7779	15/15
BIPOP-aCMA	2.7 (2)	3.9(2)	4.3(2)	4.1(2)	1.1 (0.5)	1.1 (0.3)	1.3 (0.5)	15/15
BIPOP-saAC	0.80 (0.3)	0.73 (0.2)	0.79 (0.2)	0.72 (0.1)	0.18 (0.0)	0.17 (0.0)	0.17 (0.0)	15/15
CMAES hut	2.2 (0.4)	12(13)	∞	∞	∞	∞	∞ 1002	0/15
DE pal	22(6)	77(33)	422(279)	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
HCMA los	1.1 (0.1)	0.89 (0.1)	0.84 (0.2)	0.76 (0.1)	0.21 (0.0)	0.20 (0.1)	0.19 (0.0)	15/15
HMSL pal	0.75 (0.1) \downarrow_3	0.73 (0.1)	0.72 (0.1)	0.70 (0.0)	8.4(18)	482(532)	∞ 2e5	0/15
IPOP-10DDr	2.8 (3)	4.4(3)	7.4(5)	7.0(4)	1.9 (0.8)	1.9 (0.5)	1.9 (0.5)	15/15
IPOP-500 l	2.8 (3)	4.4(3)	7.4(5)	7.0(4)	1.9 (0.8)	1.9 (0.5)	1.9 (0.5)	15/15
IPOP-tany	3.0 (3)	6.9(3)	6.3(4)	5.8(3)	1.4 (0.6)	1.8 (0.7)	2.0 (1.0)	15/15
IPOP-texp	3.3(2)	5.2(4)	6.9(4)	5.9(3)	1.5 (0.8)	1.6 (0.5)	1.7 (0.6)	15/15
IPOP lia	2.8 (3)	4.4(3)	7.4(5)	7.0(4)	1.9 (0.8)	1.9 (0.5)	1.9 (0.5)	15/15
MLSL pal	0.75 (0.1) \downarrow_3	0.73 (0.1)	0.72 (0.1)	0.70 (0.0)	0.68 (0.7)	49(54)	∞ 2e5	0/15
OQNLP pal	0.74 (0.2) \downarrow_3	0.68 (0.1)	0.62 (0.1)*	2.0 (1)	10(14)	∞	∞ 9e4	0/15
P-DCN tra	1.3e4(3e4)	4.6e4(6e4)	5.0e4(6e4)	1.4e5(2e5)	3.1e4(3e4)	∞	∞ 1e7	0/15
P-zero tra	5.2e4(6e4)	2.3e5(3e5)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
SMAC hut	2.2 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	3.0e4(4e4)	6.7e4(8e4)	1.8e5(2e5)	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
U-zero tra	3.0e4(4e4)	1.1e5(1e5)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
fmincon pa	0.76 (0.1) \downarrow_3	0.73 (0.1)	0.73 (0.1)	0.71 (0.0)	0.60 (0.6)	58(68)	∞ 2e5	0/15
fminunc pa	0.91 (0.3)	0.99 (0.1)	1.00 (0.1)	0.98 (0.1)	44(66)	485(552)	∞ 2e5	0/15
ga100 hol	192(87)	2587(2972)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid100 ho	3111(3309)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	1595(1959)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
hill hol	941(1297)	2570(2760)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
lmmCMA aug	1.1 (0.2)	1.3 (0.4)	1.4 (0.3)	1.2 (0.3)	0.32 (0.0)	0.32 (0.1)	0.32 (0.0)	15/15
memPSODE v	1.1 (0.1)	1.5 (0.1)	1.3 (0.2)	1.3 (0.1)	1.4 (2)	7.2(5)	50(64)	15/15
prga saw	587(1295)	4323(5438)	7844(8441)	1.3e4(1e4)	2846(3053)	∞	∞ 1e6	0/15
ring100 ho	181(57)	1025(838)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
ring16 hol	1244(1583)	3660(4191)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
simplex pa	25(22)	62(68)	108(119)	693(697)	∞	∞	∞ 2e5	0/15

Table 15: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ 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
<i>f14</i>	37	98	133	205	392	687	4305	15/15
BIPOP-aCMA	3.8(2)	3.5(0.8)	4.1(0.9)	4.3(0.7)	3.5(0.5)	3.7(0.3)	0.89 (0.1)	15/15
BIPOP-saAC	2.0 (2)	2.3 (0.3)	2.8 (0.6)	2.6 (0.5)	1.8 (0.4)	1.6 (0.3)	0.33 (0.1)	15/15
CMAES hut	2.2 (2)	2.7 (0.6)	3.3(0.6)	3.5(0.6)	19(20)	∞	∞ 1002	0/15
DE pal	4.7(3)	13(3)	19(2)	24(6)	49(19)	∞	∞ 2e5	0/15
HCMA los	1.1 (0.5)	2.4 (2)	3.1(2)	3.5(0.9)	2.3 (0.5)	1.8 (0.3)	0.38 (0.1)	15/15
HMLSL pal	0.60 (0.3) ₁₂	0.52 (0.1)	0.65 (0.2)	0.72 (0.2)	0.59 (0.1)	0.62 (0.1)	∞ 2e5	0/15
IPOP-10DDr	2.5 (2)	3.0(0.6)	3.9(0.5)	3.9(0.7)	3.9(0.6)	5.5(0.5)	1.4 (0.1)	15/15
IPOP-500 l	2.5 (2)	3.0(0.6)	3.9(0.5)	3.9(0.7)	3.9(0.6)	5.5(0.5)	1.4 (0.1)	15/15
IPOP-tany	1.7 (0.9)	2.8 (0.8)	3.8(0.8)	4.1(0.7)	3.9(0.7)	5.4(0.4)	1.4 (0.1)	15/15
IPOP-texp	1.3 (1)	2.7 (0.7)	3.7(0.6)	3.9(0.6)	3.8(0.6)	4.8(0.4)	1.3 (0.1)	15/15
IPOP lia	2.5 (2)	3.0(0.6)	3.9(0.5)	3.9(0.7)	3.9(0.6)	5.5(0.5)	1.4 (0.1)	15/15
MLSL pal	0.60 (0.3) ₁₂	0.52 (0.1)	0.65 (0.2)	0.72 (0.2)	0.59 (0.1)	0.62 (0.1)	644(713)	1/15
OQNLP pal	1.00 (0.3)	0.81 (0.2)	0.88 (0.2)	0.82 (0.1)	0.57 (0.1)	90(89)	∞ 3e4	0/15
P-DCN tra	6.9(7)	15(6)	14(4)	19(10)	470(241)	∞	∞ 1e7	0/15
P-zero tra	7.5(6)	13(6)	12(4)	14(5)	1086(1381)	∞	∞ 1e7	0/15
SMAC hut	1.4 (2)	29(27)	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	2.9 (1)	12(5)	30(15)	146(85)	1089(555)	∞	∞ 1e7	0/15
U-zero tra	2.5 (2)	6.6(2)	18(11)	452(289)	∞	∞	∞ 1e7	0/15
fmincon pa	0.60 (0.3) ₁₂	0.52 (0.1)	0.65 (0.2)	0.72 (0.2)	0.59 (0.1)	0.61 (0.1)	650(727)	1/15
fminunc pa	0.68 (0.4)	1.1 (0.6)	1.3 (0.5)	1.2 (0.4)	0.86 (0.2)	0.82 (0.2)	∞ 2e5	0/15
ga100 hol	9.5(6)	23(5)	41(9)	245(222)	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid100 ho	23(28)	90(46)	167(55)	2649(2497)	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	5.6(4)	14(6)	33(17)	951(832)	∞	∞	∞ 5e5	0/15
hill hol	2.7 (1)	3.5(1)	8.8(4)	201(184)	∞	∞	∞ 5e5	0/15
lmmCMA aug	0.93 (0.9)	1.9 (0.5)	2.1 (0.6)	2.1 (0.3)	1.7 (0.3)	1.7 (0.2)	0.40 (0.0)	15/15
memPSODE v	2.6 (0.7)	1.5 (0.2)	1.3 (0.2)	1.1 (0.2)	0.72 (0.1)	0.57 (0.1)	71(75)	15/15
prcga saw	4.4(4)	14(5)	20(6)	31(18)	2190(2606)	∞	∞ 1e6	0/15
ring100 ho	13(15)	55(16)	105(15)	306(126)	∞	∞	∞ 5e5	0/15
ring16 hol	5.3(4)	11(2)	21(2)	263(289)	∞	∞	∞ 5e5	0/15
simplex pa	20(24)	32(8)	49(47)	228(302)	545(603)	∞	∞ 2e5	0/15

Table 16: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ 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	4774	39246	73643	74669	75790	77814	79834	12/15
BIPOP-aCMA	1.0 (0.6)	1.4 (1)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	15/15
BIPOP-saAC	1.1 (0.9)	1.0 (0.3)	0.81 (0.4)	0.80 (0.4)	0.79 (0.4)	0.77 (0.4)	0.78 (0.4)	15/15
CMAES hut	3.1(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	618(712)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	0.73 (0.4)	1.3 (0.4)	0.96 (0.3)	0.95 (0.3)	0.93 (0.3)	0.94 (0.3)	0.92 (0.3)	15/15
HMLSL pal	12(18)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	1.1 (0.7)	1.2 (0.7)	0.90 (0.3)	0.91 (0.3)	0.91 (0.3)	0.92 (0.3)	0.93 (0.3)	15/15
IPOP-500 l	1.1 (0.7)	1.2 (0.7)	0.90 (0.3)	0.90 (0.3)	0.90 (0.3)	0.91 (0.3)	0.92 (0.3)	15/15
IPOP-tany	0.80 (0.6)	0.98 (0.5)	0.88 (0.5)	0.88 (0.5)	0.89 (0.6)	0.90 (0.5)	0.90 (0.6)	15/15
IPOP-texp	0.90 (0.6)	1.0 (1.0)	0.87 (0.5)	0.88 (0.5)	0.90 (0.5)	0.92 (0.5)	0.95 (0.5)	15/15
IPOP lia	1.1 (0.7)	1.2 (0.7)	0.90 (0.3)	0.91 (0.3)	0.91 (0.3)	0.92 (0.3)	0.93 (0.3)	15/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	95(103)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>7e4</i>	0/15
P-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	558(641)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	177(216)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	1534(1623)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	1482(1780)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	0.47 (0.3) _{↓2}	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4817</i>	0/15
memPSODE v	13(8)	25(20)	54(60)	53(53)	52(55)	51(53)	50(50)	11/15
prcga saw	50(105)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	97(108)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	1468(1623)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 17: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ 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
f16	425	7029	15779	45669	51151	65798	71570	15/15
BIPOP-aCMA	2.8 (1)	1.0 (1)	1.1 (0.7)	0.66 (0.3)	0.75 (0.4)	0.61 (0.3)	0.57 (0.3)	15/15
BIPOP-saAC	2.6 (2)	0.81 (0.7)	0.74 (0.6)	0.50 (0.4)	0.58 (0.5)	0.51 (0.4)	0.56 (0.4)	15/15
CMAES hut	3.7(4)	1.0 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ 1002	0/15
DE pal	33(32)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
HCMA los	2.6 (1)	0.94 (0.7)	0.84 (0.4)	0.39 (0.2)	0.39 (0.3)	0.39 (0.2)	0.44 (0.3)	15/15
HMLSL pal	16(9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
IPOP-10DDr	1.8 (0.7)	0.33 (0.4)	0.69 (0.6)	0.75 (0.7)	0.85 (0.6)	0.74 (0.5)	0.73 (0.4)	15/15
IPOP-500 l	1.8 (0.7)	0.33 (0.4)	0.69 (0.6)	0.75 (0.7)	0.85 (0.6)	0.74 (0.5)	0.73 (0.4)	15/15
IPOP-tany	2.1 (0.7)	0.46 (0.4)	0.71 (0.4)	0.48 (0.3)	0.61 (0.5)	0.59 (0.3)	0.57 (0.3)	15/15
IPOP-texp	1.4 (1)	0.40 (0.5)	0.46 (0.3)	0.54 (0.9)	0.56 (0.8)	0.49 (0.7)	0.48 (0.6)	15/15
IPOP lia	1.8 (0.7)	0.33 (0.4)	0.69 (0.6)	0.75 (0.7)	0.85 (0.6)	0.74 (0.5)	0.73 (0.4)	15/15
MLSL pal	32(33)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
OQNLP pal	58(43)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 8e4	0/15
P-DCN tra	1.0 (0.8)	2.0e4(2e4)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
P-zero tra	5896(1e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
SMAC hut	1.2 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	4.7(3)	3376(4076)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
U-zero tra	4.9(7)	3135(3609)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
fmincon pa	17(15)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
fminunc pa	294(198)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15
ga100 hol	14(9)	95(114)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid100 ho	13(10)	1055(1085)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	13(11)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
hill hol	52(168)	1033(1103)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
lmmCMA aug	1.3 (0.8)	0.53 (0.7)	0.80 (0.9)	1.6 (2)	∞	∞	∞ 4805	0/15
memPSODE v	7.6(12)	44(46)	139(178)	77(83)	146(151)	175(202)	483(559)	2/15
prcga saw	10(7)	173(247)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
ring100 ho	8.5(4)	66(73)	463(539)	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
ring16 hol	4.0(3)	998(1138)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
simplex pa	9.0(5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 2e5	0/15

Table 18: 10-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	26	429	2203	6329	9851	20190	26503	15/15
BIPOP-aCMA	2.4 (3)	1.2 (0.4)	1.1 (2)	0.74 (0.8)	1.2 (0.6)	1.2 (1.0)	1.4 (0.7)	15/15
BIPOP-saAC	2.8 (2)	1.2 (0.4)	0.58 (0.2)	1.2 (0.6)	1.2 (0.7)	1.7 (0.9)	2.8 (2)	15/15
CMAES hut	2.2 (2)	1.2 (0.4)	0.55 (0.3)	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	2.9 (3)	6.9(1)	5.4(1)	4.0(1)	4.8(4)	5.1(3)	8.0(8)	10/15
HCMA los	2.2 (2)	1.5 (0.5)	1.2 (2)	1.0 (0.7)	1.3 (0.6)	1.4 (0.7)	2.8 (2)	15/15
HMLSL pal	18(17)	10(4)	7.5(2)	5.7(2)	6.0(2)	6.5(3)	8.7(5)	11/15
IPOP-10DDr	1.5 (1.0)	1.1 (0.4)	0.71 (0.2)	1.3 (1)	1.1 (0.8)	1.1 (0.8)	1.2 (0.6)	15/15
IPOP-500 l	1.5 (1.0)	1.1 (0.4)	0.71 (0.2)	1.3 (1)	1.1 (0.8)	1.1 (0.8)	1.2 (0.6)	15/15
IPOP-tany	1.6 (1)	1.1 (0.3)	0.85 (2)	0.52 (0.6)	0.75 (0.8)	0.77 (0.3)	0.84 (0.5)	15/15
IPOP-texp	1.8 (1)	1.2 (0.4)	1.1 (0.2)	1.1 (1.0)	0.99 (1)	0.73 (0.4)	0.90 (0.4)	15/15
IPOP lia	1.5 (1.0)	1.1 (0.4)	0.71 (0.2)	1.3 (1)	1.1 (0.8)	1.1 (0.8)	1.2 (0.6)	15/15
MLSL pal	17(19)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	10(14)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
P-DCN tra	1.6 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	1.7 (0.9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	0.79 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	1.9 (1)	9356(1e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	1.5 (0.8)	1.8e4(2e4)	6.6e4(8e4)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	19(21)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	14(21)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	4.4(4)	8.3(3)	651(812)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	4.0(5)	4934(5832)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	3.2(3)	976(1259)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	31(21)	2533(3261)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	0.63 (0.7)	0.75 (0.3)	0.55 (0.9)	0.83 (0.8)	6.9(8)	∞	∞ <i>4810</i>	0/15
memPSODE v	24(50)	99(44)	488(1141)	579(794)	503(760)	566(743)	∞ <i>5e6</i>	0/15
prcga saw	2.2 (2)	5.0(3)	125(227)	114(144)	201(224)	∞	∞ <i>6e5</i>	0/15
ring100 ho	6.2(7)	39(18)	3297(3405)	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	3.1(3)	307(589)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	33(29)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 19: 10-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	238	836	7012	15928	27536	37234	42708	15/15
BIPOP-aCMA	1.4 (0.3)	2.5 (4)	1.1 (1)	0.96 (0.5)	0.97 (0.8)	0.98 (0.4)	1.1 (0.4)	15/15
BIPOP-saAC	1.2 (0.4)	2.9 (4)	0.97 (0.8)	0.84 (0.3)	0.74 (0.5)	1.0 (0.6)	1.6 (0.5)	15/15
CMAES hut	1.2 (0.7)	1.7 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	4.8(2)	13(8)	7.8(7)	15(14)	34(37)	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	1.7 (0.4)	3.9(6)	1.1 (0.7)	0.74 (0.4)	0.52 (0.2)	1.1 (0.8)	1.4 (1)	15/15
HMLSL pal	12(6)	21(11)	11(5)	33(33)	107(116)	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	0.96 (0.3)	0.87 (0.2)	0.51 (0.6)	0.87 (0.7)	0.94 (0.5)	0.99 (0.3)	1.00 (0.2)	15/15
IPOP-500 l	0.96 (0.3)	0.87 (0.2)	0.51 (0.6)	0.87 (0.7)	0.94 (0.5)	0.99 (0.3)	1.00 (0.2)	15/15
IPOP-tany	1.1 (0.3)	1.4 (0.3)	0.40 (0.4)	0.64 (0.5)	0.64 (0.4)	0.93 (0.2)	0.94 (0.0)	15/15
IPOP-texp	1.2 (0.3)	3.7(6)	0.98 (0.8)	1.1 (0.4)	0.86 (0.4)	0.77 (0.3)	0.79 (0.1)	15/15
IPOP lia	0.96 (0.3)	0.87 (0.2)	0.51 (0.6)	0.87 (0.7)	0.94 (0.5)	0.99 (0.3)	1.00 (0.2)	15/15
MLSL pal	307(399)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	186(233)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
P-DCN tra	5.1e4(7e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	1.7e5(2e5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	5.4(6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	7.6(11)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	3779(5054)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	270(302)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	242(173)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	6.8(2)	179(303)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	59(50)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	724(1073)	8411(8976)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	439(1062)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	0.70 (0.2) \downarrow *	0.63 (0.2) \downarrow *	0.86 (1.0)	4.3(5)	∞	∞	∞ <i>4808</i>	0/15
memPSODE v	74(43)	521(958)	652(833)	771(799)	824(837)	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
prcga saw	4.2(2)	56(103)	100(116)	582(654)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring100 ho	16(4)	531(624)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	4.3(2)	2408(2995)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	726(733)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 20: 10-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	10609	9.8e5	1.4e6	1.4e6	1.4e6	15/15
BIPOP-aCMA	104(47)	8407(8070)	7.5(7)	1.0 (0.5)	0.98 (0.5)	0.98 (0.5)	0.98 (0.5)	15/15
BIPOP-saAC	53(30)	8766(4838)	8.2(7)	0.59 (0.4)	0.61 (0.3)	0.61 (0.3)	0.61 (0.3)	15/15
CMAES hut	59(50)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	202(114)	2.9e6(3e6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	24(2)	1.0e4(9489)	7.9(6)	0.69 (0.5)	0.63 (0.3)	0.63 (0.3)	0.63 (0.3)	15/15
HMLSL pal	1 (0)	1 (0)	7.7e-3 (5e-5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	47(49)	7.8e4(2e5)	67(86)	2.7 (3)	4.5(4)	4.4(4)	4.4(4)	13/15
IPOP-500 l	47(49)	7.8e4(2e5)	67(86)	2.8 (1)	3.1(2)	3.0(2)	3.0(2)	14/15
IPOP-tany	32(32)	8111(4429)	34(39)	1.7 (2)	2.6 (3)	2.6 (3)	2.6 (3)	15/15
IPOP-texp	4.0(3)	9109(7070)	19(19)	1.5 (1)	1.8 (2)	1.8 (2)	1.8 (2)	15/15
IPOP lia	47(49)	7.8e4(2e5)	67(86)	1.3 (0.8)	1.0 (0.6)	1.0 (0.5)	1.0 (0.5)	15/15
MLSL pal	1 (0)	1 (0)	7.7e-3 (5e-5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	1 (0)	1 (0)	4.8e-3 (5e-5) ^{*4}	∞	∞	∞	∞ <i>6e4</i>	0/15
P-DCN tra	208(402)	1.5e8(2e8)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	7.7e5(4e5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	1 (0)	1 (0)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	113(95)	1.2e7(2e7)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	105(62)	8.0e6(1e7)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	1 (0)	1 (0)	7.7e-3 (5e-5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	1 (0)	1 (0)	8.0e-3 (1e-3)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	338(246)	6.3e5(6e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	683(482)	3.5e6(4e6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	194(188)	2.3e6(3e6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	111(98)	1.2e6(1e6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	1 (0)	1 (0)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4805</i>	0/15
memPSODE v	964(1326)	2.5e4(2e4)	36(24)	73(79)	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
prcga saw	93(80)	759(310)	0.61 (0.2)	∞	∞	∞	∞ <i>6e5</i>	0/15
ring100 ho	599(316)	4.3e5(3e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	174(132)	9.6e5(1e6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	1 (0)	1 (0)	0.02 (6e-3)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 21: 10-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
f_{20}	32	15426	5.5e5	5.7e5	5.7e5	5.8e5	5.9e5	15/15
BIPOP-aCMA	7.9(2)	3.0 (2)	1.2 (0.8)	1.2 (0.8)	1.2 (0.8)	1.2 (0.8)	1.2 (0.8)	15/15
BIPOP-saAC	4.3(0.3)	1.0 (0.9)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	1.1 (0.6)	15/15
CMAES hut	5.1(2)	0.97 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	18(7)	0.75 (0.4)	2.4 (3)	2.3 (3)	2.3 (3)	2.3 (3)	2.2 (3)	2/15
HCMA los	0.90 (0.2)	0.87 (0.4)	1.1 (0.5)	1.1 (0.5)	1.1 (0.5)	1.1 (0.5)	1.1 (0.5)	15/15
HMLSL pal	1.6 (0)	0.57 (0.4)	0.80 (0.9)	0.77 (0.9)	0.77 (0.9)	0.76 (0.9)	0.75 (0.9)	5/15
IPOP-10DDr	6.2(2)	3.0(2)	8.1(10)	7.9(10)	7.8(11)	7.7(9)	7.6(9)	13/15
IPOP-500 l	6.2(2)	3.0(2)	6.8(8)	6.6(8)	6.6(8)	6.5(7)	6.4(7)	14/15
IPOP-tany	5.7(1)	3.6(2)	2.7 (2)	2.6 (2)	2.6 (2)	2.6 (2)	2.5 (2)	15/15
IPOP-texp	2.1 (1)	4.9(4)	7.4(7)	7.3(7)	7.2(7)	7.1(6)	7.0(6)	14/15
IPOP lia	6.2(2)	3.0(2)	0.85 (0.4)	0.86 (0.4)	0.87 (0.4)	0.88 (0.4)	0.88 (0.4)	15/15
MLSL pal	1.6 (0)	1.3 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	0.91 (0)	8.7(9)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e4</i>	0/15
P-DCN tra	20(12)	15(21)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	22(9)	25(43)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	1.2 (0.6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	14(13)	1.4 (3)	122(140)	118(149)	117(156)	115(136)	114(134)	2/15
U-zero tra	12(9)	1.1 (2)	74(92)	72(81)	72(88)	72(86)	77(85)	3/15
fmincon pa	1.6 (0)	1.1 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	1.1 (0)	0.87 (0.9)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	37(9)	0.55 (0.2)	6.0(7)	5.8(7)	5.9(7)	13(14)	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	126(69)	3.9(4)	13(15)	13(14)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	24(11)	0.50 (0.5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	5.3(3)	0.22 (0.1)	14(15)	13(14)	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	3.3(0.8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4817</i>	0/15
memPSODE v	3.8(0.3)	1.1 (0.8)	3.2(2)	3.6(4)	3.5(4)	3.5(4)	3.4(4)	14/15
prcga saw	11(3)	14(27)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e5</i>	0/15
ring100 ho	61(17)	0.92 (0.3)	0.44 (0.5)	0.47 (0.5)	0.56 (0.5)	13(14)	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	16(4)	0.25 (0.1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	18(5)	4.1(5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 22: 10-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}	130	2236	4392	4487	4618	5074	11329	8/15
BIPOP-aCMA	11(12)	55(63)	62(135)	60(132)	59(128)	54(117)	24(52)	15/15
BIPOP-saAC	2.6 (4)	2.9 (3)	1.9 (2)	1.9 (2)	1.8 (2)	1.7 (1)	0.75 (0.6)	15/15
CMAES hut	3.7(4)	1.4 (2)	1.6 (2)	1.6 (2)	1.6 (2)	1.4 (2)	0.66 (0.7)	2/15
DE pal	16(10)	136(180)	70(91)	69(90)	67(87)	62(79)	28(35)	6/15
HCMA los	1.8 (1)	8.7(13)	24(40)	23(39)	22(38)	21(35)	9.3(16)	15/15
HMLSL pal	6.8(11)	3.1(3)	2.2 (3)	2.1 (3)	2.1 (3)	1.9 (2)	0.91 (1)	15/15
IPOP-10DDr	3.5(0.9)	22(41)	37(72)	36(71)	35(69)	32(63)	15(28)	15/15
IPOP-500 l	3.5(0.9)	23(33)	108(141)	105(138)	103(134)	94(123)	42(55)	15/15
IPOP-tany	7.5(11)	19(35)	56(114)	55(112)	54(108)	49(99)	22(44)	15/15
IPOP-texp	4.0(11)	29(48)	19(34)	19(33)	19(32)	17(30)	7.9(13)	15/15
IPOP lia	3.5(0.9)	379(326)	867(1164)	851(1141)	828(1109)	755(991)	339(453)	11/15
MLSL pal	2.7 (4)	1.2 (1)	0.89 (1)	0.88 (1)	0.87 (1)	0.82 (1)	0.40 (0.5)	15/15
OQNLP pal	3.3(6)	2.2 (4)	2.4 (4)	2.3 (3)	2.3 (4)	2.1 (3)	10(12)	3/15
P-DCN tra	2.8e4(4e4)	6.3e4(7e4)	3.2e4(3e4)	3.1e4(4e4)	3.0e4(3e4)	2.8e4(3e4)	1.2e4(1e4)	1/15
P-zero tra	5.1e4(8e4)	6.3e4(6e4)	3.2e4(4e4)	3.1e4(4e4)	3.0e4(4e4)	2.8e4(3e4)	1.2e4(1e4)	1/15
SMAC hut	2.8 (4)	1.3 (2)	1.6 (2)	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	10(3)	1.8e4(2e4)	1.5e4(2e4)	1.4e4(2e4)	1.4e4(2e4)	1.3e4(2e4)	5745(7280)	2/15
U-zero tra	5612(843)	6.3e4(7e4)	3.2e4(3e4)	3.1e4(3e4)	3.0e4(4e4)	2.8e4(3e4)	1.2e4(1e4)	1/15
fmincon pa	2.4 (3)	0.98 (1.0)	1.0 (2)	0.99 (2)	0.97 (1)	0.92 (1)	0.44 (0.6)	15/15
fminunc pa	3.7(4)	0.79 (0.9)	1.2 (2)	1.2 (2)	1.2 (2)	1.2 (2)	1.3 (2)	15/15
ga100 hol	17(5)	337(447)	229(341)	225(279)	220(271)	209(248)	104(113)	5/15
grid100 ho	333(108)	399(450)	491(539)	771(947)	1558(1787)	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	301(72)	1465(1565)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
hill hol	1762(2911)	630(782)	740(1025)	725(836)	705(758)	644(788)	295(331)	2/15
lmmCMA aug	3.2(3)	2.1 (2)	1.4 (2)	1.4 (2)	1.4 (1)	1.3 (1)	0.66 (0.8)	7/15
memPSODE v	27(26)	24(33)	48(108)	47(105)	46(102)	42(93)	19(42)	15/15
prcga saw	635(545)	536(703)	274(354)	268(355)	262(332)	241(350)	112(146)	6/15
ring100 ho	20(5)	39(112)	32(58)	35(58)	38(56)	49(56)	35(29)	12/15
ring16 hol	5.4(2)	454(564)	1595(1765)	1561(1894)	1518(1787)	1388(1577)	628(706)	1/15
simplex pa	14(7)	4.6(4)	8.8(10)	11(10)	11(10)	15(6)	8.2(6)	14/15

Table 23: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ 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
f_{22}	98	2839	6353	6620	6798	8296	10351	6/15
BIPOP-aCMA	44(65)	6.6(7)	155(174)	149(167)	145(163)	119(133)	95(107)	14/15
BIPOP-saAC	8.2(16)	6.7(8)	44(34)	42(32)	41(31)	34(26)	27(21)	15/15
CMAES hut	6.0(6)	0.85 (0.9)	∞	∞	∞	∞	∞ 1002	0/15
DE pal	172(55)	108(142)	448(543)	432(529)	422(456)	349(374)	282(328)	1/15
HCMA los	6.7(7)	28(27)	53(75)	51(72)	50(70)	41(58)	41(56)	15/15
HMLSL pal	15(15)	6.4(2)	3.0 (0.9)	2.9 (0.9)	2.9 (0.9)	2.4 (0.7)	2.0 (0.6)	14/15
IPOP-10DDr	24(35)	411(664)	1.1e4(1e4)	1.0e4(1e4)	1.0e4(1e4)	8270(9332)	6629(7714)	2/15
IPOP-500 l	24(35)	1239(1806)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
IPOP-tany	36(66)	378(380)	2997(3378)	2876(3201)	2801(3077)	2295(2487)	1840(1887)	6/15
IPOP-texp	113(365)	22(37)	99(93)	95(89)	93(87)	76(71)	61(57)	15/15
IPOP lia	24(35)	2490(3524)	∞	∞	∞	∞	∞ 1e7	0/15
MLSL pal	5.0 (5)	0.51 (0.5)	1.0 (1)	1.0 (1)	0.99 (1)	0.85 (1)	0.75 (0.9)	15/15
OQNLP pal	3.3 (3)	2.6 (4)	2.8 (4)	2.7 (4)	2.8 (4)	2.3 (3)	∞ 3e4	0/15
P-DCN tra	8.9e4(2e5)	2.3e4(3e4)	2.2e4(2e4)	2.1e4(2e4)	2.1e4(2e4)	1.7e4(2e4)	1.4e4(2e4)	1/15
P-zero tra	3.7e4(5e4)	1.4e4(2e4)	1.0e4(1e4)	9821(1e4)	9567(1e4)	7858(9338)	6361(7729)	2/15
SMAC hut	6.0(10)	5.0(6)	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
U-DCN tra	24(14)	2406(3526)	3202(4023)	3099(3777)	3049(3767)	2593(3094)	2167(2495)	5/15
U-zero tra	6189(1e4)	4203(5269)	2386(2844)	2730(3432)	2786(2967)	4162(4288)	∞ 1e7	0/15
fmincon pa	5.6 (6)	0.63 (0.6)	0.69 (0.9)	0.66 (0.8)	0.66 (0.8)	0.58 (0.7)	0.54 (0.6)	15/15
fminunc pa	5.0 (5)	0.49 (0.5)	0.86 (0.9)	0.86 (0.9)	0.87 (0.9)	0.79 (0.7)	0.80 (1)	15/15
ga100 hol	381(4)	491(616)	∞	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid100 ho	675(1183)	238(333)	1114(1299)	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
grid16 hol	2318(2635)	534(658)	1108(1259)	∞	∞	∞	∞ 5e5	0/15
hill hol	1292(2558)	356(442)	331(394)	345(359)	1079(1177)	∞	∞ 5e5	0/15
lmmCMA aug	2.5 (4)	1.6 (2)	11(14)	10(12)	10(11)	8.3(10)	6.7 (7)	1/15
memPSODE v	142(170)	21(22)	24(34)	23(32)	22(32)	18(26)	33(23)	15/15
prcga saw	1477(4423)	260(352)	591(640)	574(646)	577(654)	1578(1770)	∞ 1e6	0/15
ring100 ho	24(11)	4.8(5)	82(117)	154(151)	1080(1324)	∞	∞ 5e5	0/15
ring16 hol	6.5(3)	89(176)	233(277)	320(376)	493(552)	858(874)	∞ 5e5	0/15
simplex pa	23(6)	3.8(4)	12(10)	15(14)	16(11)	27(24)	138(155)	2/15

Table 24: 10-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>	2.8	915	16425	1.8e5	2.0e5	2.1e5	2.1e5	15/15
BIPOP-aCMA	1.5 (2)	20(12)	2.9 (1)	1.2 (2)	1.3 (1)	1.3 (1)	1.3 (1)	15/15
BIPOP-saAC	2.9 (3)	16(14)	1.6 (1)	0.31 (0.3)	0.35 (0.3)	0.45 (0.4)	0.63 (0.4)	15/15
CMAES hut	2.3 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	1.8 (2)	256(248)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	6.7(7)	14(12)	1.5 (1)	0.31 (0.2)	0.44 (0.6)	0.57 (0.5)	0.65 (0.6)	15/15
HMLSL pal	6.2(6)	4.0 (4)	32(34)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	2.2 (2)	16(24)	7.1 (9)	10 (12)	9.3 (11)	9.1 (10)	8.9 (10)	15/15
IPOP-500 l	2.2 (2)	16(24)	7.1 (9)	13 (18)	12 (16)	11 (16)	11 (15)	15/15
IPOP-tany	1.7 (1)	24(29)	7.6(7)	14(15)	15(15)	15(14)	15(14)	14/15
IPOP-texp	1.8 (2)	18(29)	18(27)	16(15)	15(13)	14(13)	14(13)	15/15
IPOP lia	2.2 (2)	16(24)	7.1 (9)	28(33)	26(30)	25(29)	25(28)	12/15
MLSL pal	6.2(6)	2.0 (2)	30(31)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	11(10)	3.4 (4)	33(35)	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15
P-DCN tra	1.7 (1)	11(15)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	2.1 (2)	427(12)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	1.8 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	2.3 (3)	116(18)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	2.0 (2)	28(19)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	7.5(7)	2.6 (3)	30(37)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	8.7(10)	31(36)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	1.7 (2)	161(193)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	1.5 (1)	207(311)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	2.3 (1)	113(162)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	2.3 (2)	86(109)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	1.8 (2)	38(41)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4809</i>	0/15
memPSODE v	2.5 (2)	11(8)	25(24)	403(436)	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
prcga saw	2.2 (2)	438(430)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring100 ho	1.4 (1)	56(23)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	2.2 (2)	73(102)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	193(276)	2.9 (0.9)	39(42)	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15

Table 25: 10-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>	98761	1.0e6	7.5e7	7.5e7	7.5e7	7.5e7	7.5e7	1/15
BIPOP-aCMA	0.95 (2)	1.1 (1.0)	0.95 (1)	0.98 (1)	0.98 (1)	0.98 (1)	0.98 (1.0)	2/15
BIPOP-saAC	0.64 (0.9)	1.6 (2)	0.28 (0.3)	0.47 (0.5)	0.62 (0.6)	0.62 (0.6)	0.62 (0.6)	3/15
CMAES hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1002</i>	0/15
DE pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
HCMA los	1.1 (2)	1.3 (1)	0.19 (0.2)	0.27 (0.3)	0.27 (0.3)	0.34 (0.4)	0.34 (0.4)	5/15
HMLSL pal	14(16)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
IPOP-10DDr	179(207)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP-500 l	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP-tany	32(44)	43(49)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP-texp	1.9 (3)	1.4 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
IPOP lia	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
MLSL pal	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
OQNLP pal	0.76 (0.9)	0.96 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>7e4</i>	0/15
P-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
P-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
SMAC hut	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
U-DCN tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
U-zero tra	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
fmincon pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
fminunc pa	25(29)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</i>	0/15
ga100 hol	72(81)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid100 ho	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
grid16 hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
hill hol	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
lmmCMA aug	0.70 (0.8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4805</i>	0/15
memPSODE v	77(102)	12(13)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
prcga saw	19(23)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
ring100 ho	74(81)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
ring16 hol	71(78)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e5</i>	0/15
simplex pa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e5</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.