

Comparison Tables: BBOB 2015 Testbed in 10-D

The BBOBies

July 16, 2015

Abstract

This document provides tabular results of the workshop on Black-Box Optimization Benchmarking held at GECCO 2015, see <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php?id=bbob-2015>. Overall, 18 algorithms have been tested on 24 benchmark functions in dimensions between 2 and 20. Only three of them have been tested on the optional instances in dimension 40. A description of the used objective functions can be found in [7, 5]. The experimental set-up is described in [6].

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 [6] 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 at GECCO 2015.

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

algorithm name	short	paper	reference
BSifeg		Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions	[9]
BSif		Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions	[9]
BSqi		Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions	[9]
BSrr		Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions	[9]
CMA-CSA		Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB Noiseless Testbed	[1]
CMA-MSR		Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB Noiseless Testbed	[1]
CMA-TPA		Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB Noiseless Testbed	[1]
GP1-CMAES		SBenchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed	[3]
GP5-CMAES		Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed	[3]
IPOPCMAv3p61		Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed	[3]
LHD-10xDefault-MATSuMoT		The Impact of Initial Designs on the Performance of MATSuMoTo on the Noiseless BBOB-2015 Testbed: A Preliminary Study	[4]
LHD-2xDefault-MATSuMoTo		The Impact of Initial Designs on the Performance of MATSuMoTo on the Noiseless BBOB-2015 Testbed: A Preliminary Study	[4]
RAND-2xDefault-MATSuMoTo		The Impact of Initial Designs on the Performance of MATSuMoTo on the Noiseless BBOB-2015 Testbed: A Preliminary Study	[4]
RF1-CMAES		Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed	[3]
RF5-CMAES		Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed	[3]
Sifeg		Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions	[9]
Sif		Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions	[9]
Srr		Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions	[9]

Table 2: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ 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
BSifeg	1.8 (0.1)	2.2 (0.1)	2.3 (0.2)	2.3 (0.1)	2.3 (0.3)	2.3 (0.2)	2.4 (0.2)	15/15
BSif	1.8 (0.1)	2.2 (0.1)	2.3 (0.2)	2.3 (0.2)	2.3 (0.3)	2.3 (0.2)	2.4 (0.2)	15/15
BSqi	1.8 (0.1)	2.2 (0.1)	2.3 (0.1)	2.3 (0.2)	2.3 (0.2)	2.3 (0.2)	2.4 (0.2)	15/15
BSrr	1.8 (0.1)	2.2 (0.1)	2.3 (0.1)	2.3 (0.3)	2.3 (0.3)	2.3 (0.3)	2.4 (0.3)	15/15
CMA-CSA	6.4(2)	12(3)	18(4)	25(4)	31(4)	44(4)	56(4)	15/15
CMA-MSR	7.0(2)	15(2)	24(3)	34(2)	42(3)	60(5)	78(6)	15/15
CMA-TPA	6.2(2)	11(2)	16(2)	21(3)	26(4)	36(4)	46(2)	15/15
GP1-CMAES	3.7(1)	7.0(2)	10(1)	13(2)	16(1)	24(3)	34(2)	15/15
GP5-CMAES	2.3 (0.3)	3.3(0.2)	4.4(0.3)	5.6(0.4)	6.7(0.6)	9.0(0.7)	39(21)	14/15
IPOPCMAv3p	6.5(1)	13(4)	19(4)	26(4)	32(4)	45(5)	59(4)	15/15
LHD-10xDef	10(0.1)	11(0.3)	12(0.7)	14(0.8)	15(0.8)	∞	∞ 500	0/15
LHD-2xDefa	2.9 (0.5)	6.5(0.9)	9.0(5)	27(46)	101(134)	∞	∞ 500	0/15
RAND-2xDef	3.1(0.3)	5.4(0.9)	7.7(5)	22(17)	74(106)	∞	∞ 500	0/15
RF1-CMAES	5.1(1)	11(2)	18(4)	28(18)	41(12)	81(75)	246(232)	6/15
RF5-CMAES	3.8(1)	29(26)	221(379)	∞	∞	∞	∞ 2514	0/15
Sifeg	1.9 (0.2)	2.5 (0.1)	3.3(0.1)	4.5(0.7)	5.5(0.5)	7.3(0.8)	8.8(0.4)	15/15
Sif	1.9 (0.1)	2.5 (0.1)	3.3(0.2)	5.1(0.8)	6.2(0.6)	7.6(0.6)	8.7(0.3)	15/15
Srr	1.9 (0.1)	2.5 (0.2)	3.2(0.2)	3.9(0.1)	4.7(0.1)	6.1(0.1)	7.5(0.2)	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
BSifeg	0.63 (0.2) \downarrow_4	0.70 (0.2) \downarrow_3	0.74 (0.1) \downarrow_3	0.82 (0.1) \downarrow_2	0.86 (0.1) \downarrow_2	0.96 (0.1)	1.0 (0.1)	15/15
BSif	0.64 (0.1) \downarrow_4	0.73 (0.1) \downarrow_4	0.77 (0.1) \downarrow_3	0.82 (0.1) \downarrow_3	0.86 (0.1) \downarrow_2	0.95 (0.1)	1.0 (0.1)	15/15
BSqi	0.42 (0.0) \downarrow_4 *	0.43 (0.0) \downarrow_4 * ³	0.45 (0.0) \downarrow_4 * ⁴	0.49 (0.0) \downarrow_4 * ⁴	0.54 (0.0) \downarrow_4 * ⁴	0.69 (0.1) \downarrow_4 * ³	0.86 (0.2)*	15/15
BSrr	0.55 (0.0) \downarrow_4	0.62 (0.1) \downarrow_4	0.67 (0.2) \downarrow_4	0.71 (0.1) \downarrow_4	0.77 (0.1) \downarrow_3	0.94 (0.2)	1.0 (0.2)	15/15
CMA-CSA	14(3)	16(2)	17(1)	18(1)	19(2)	21(2)	22(2)	15/15
CMA-MSR	16(3)	18(1)	20(2)	21(2)	22(1)	24(1)	25(2)	15/15
CMA-TPA	15(3)	17(4)	19(2)	20(2)	21(1)	22(0.7)	23(2)	15/15
GP1-CMAES	33(17)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	6.1(2)	8.5(4)	12(7)	13(7)	13(13)	14(7)	95(100)	2/15
IPOPCMAv3p	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	0.78 (0.2)	0.83 (0.2)	1.00 (0.3)	1.1 (0.2)	1.2 (0.2)	1.3 (0.2)	1.4 (0.1)	15/15
Sif	0.83 (0.3)	0.89 (0.2)	1.1 (0.2)	1.1 (0.3)	1.2 (0.3)	1.3 (0.1)	1.4 (0.1)	15/15
Srr	0.69 (0.1) \downarrow_4	0.76 (0.1) \downarrow_4	0.87 (0.1) \downarrow_2	0.94 (0.1)	1.0 (0.1)	1.2 (0.1)	1.4 (0.1)	15/15

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
f3	1739	3600	3609	3636	3642	3646	3651	15/15
BSifeg	0.16 (0.0) \downarrow ₄	0.16 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.1) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.1) \downarrow ₄	15/15
BSif	0.15 (0.0) \downarrow ₄	0.16 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	15/15
BSqi	0.16 (0.0) \downarrow ₄	0.14 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	15/15
BSrr	0.15 (0.0) \downarrow ₄	0.14 (0.0) \downarrow ₄	0.17 (0.0) \downarrow ₄	0.17 (0.0) \downarrow ₄	0.17 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	15/15
CMA-CSA	3.9(3)	1132(3000)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
CMA-MSR	4.1(2)	20(9)	35(7)	36(41)	37(7)	39(49)	41(50)	15/15
CMA-TPA	2.7 (1)	278(355)	3905(6326)	3876(2897)	3870(3030)	3866(3990)	3861(3778)	1/15
GP1-CMAES	4.9(8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2526</i>	0/15
IPOPCMAv3p	4.7(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	21(18)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	0.15 (0.0) \downarrow ₄	0.15 (0.0) \downarrow ₄	0.16 (0.0) \downarrow ₄	0.17 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	15/15
Sif	0.16 (0.1) \downarrow ₄	0.17 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (5e-3) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.19 (0.0) \downarrow ₄	0.20 (0.0) \downarrow ₄	0.20 (0.0) \downarrow ₄	15/15
Srr	0.13 (0.0) \downarrow ₄	0.14 (0.0) \downarrow ₄	0.15 (0.0) \downarrow ₄	0.16 (0.0) \downarrow ₄	0.17 (0.0) \downarrow ₄	0.18 (0.0) \downarrow ₄	0.20 (0.0) \downarrow ₄	15/15

Table 5: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ 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
BSifeg	0.14 (0.1) \downarrow ₄	0.27 (0.1) \downarrow ₄	0.35 (0.1) \downarrow ₄	0.35 (0.1) \downarrow ₄	0.35 (0.1) \downarrow ₄	0.35 (0.1) \downarrow ₄	0.05 (5e-3)	15/15
BSif	0.14 (0.0) \downarrow ₄	0.28 (0.1) \downarrow ₄	0.37 (0.1) \downarrow ₄	0.36 (0.1) \downarrow ₄	0.36 (0.1) \downarrow ₄	0.36 (0.1) \downarrow ₄	0.05 (0.0)	15/15
BSqi	0.16 (0.1) \downarrow ₄	0.24 (0.1) \downarrow ₄	0.32 (0.1) \downarrow ₄	0.32 (0.1) \downarrow ₄	0.32 (0.1) \downarrow ₄	0.32 (0.1) \downarrow ₄	0.05 (0.0) \downarrow ₄	15/15
BSrr	0.13 (0.0) \downarrow ₄	0.22 (0.1) \downarrow ₄	0.28 (0.1) \downarrow ₄	0.29 (0.1) \downarrow ₄	0.30 (0.1) \downarrow ₄	0.34 (0.1) \downarrow ₄	0.06 (0.0)	15/15
CMA-CSA	7.7(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
CMA-MSR	10(12)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
CMA-TPA	4.9(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
GP1-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
IPOPCMAv3p	8.0(9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	0.14 (0.1) \downarrow ₄	0.34 (0.2) \downarrow ₄	0.46 (0.1)	0.59 (0.1)	0.73 (0.1)	0.84 (0.1)	0.11 (0.0)	15/15
Sif	0.14 (0.0) \downarrow ₄	0.35 (0.1) \downarrow ₄	0.47 (0.1)	0.61 (0.2)	0.77 (0.1)	0.87 (0.0)	0.12 (0.0)	15/15
Srr	0.12 (0.0) \downarrow ₄	0.29 (0.1) \downarrow ₄	0.42 (0.1)	0.54 (0.1)	0.68 (0.1)	0.82 (0.1)	0.12 (1e-2)	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
f_6	412	623	826	1039	1292	1841	2370	15/15
BSifeg	291(398)	2076(2205)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSif	705(464)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSqi	225(150)	467(413)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSrr	372(372)	890(913)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
CMA-CSA	1.9 (0.5)	1.9 (0.3)	1.9 (0.3)	1.9 (0.3)	1.8 (0.3)	1.7 (0.2)	1.6 (0.1)	15/15
CMA-MSR	1.5 (0.3)	1.7 (0.4)	1.7 (0.2)	1.8 (0.4)	1.7 (0.3)	1.6 (0.4)	1.6 (0.2)	15/15
CMA-TPA	1.8 (0.5)	1.7 (0.4)	1.7 (0.4)	1.7 (0.5)	1.6 (0.3)	1.5 (0.4)	1.5 (0.2)	15/15
GP1-CMAES	3.0(4)	9.0(12)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
IPOPCMAv3p	1.7 (0.5)	1.8 (0.5)	1.8 (0.4)	2.0 (0.9)	2.4 (1)	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	43(39)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2518</i>	0/15
Sifeg	85(115)	477(370)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Sif	199(323)	486(349)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	81(33)	170(119)	692(475)	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15

∞

Table 8: 10-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	172	1611	4195	5099	5141	5141	5389	15/15
BSifeg	1100(1595)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	882(934)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	931(858)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	894(1324)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	2.3 (0.7)	1.2 (0.7)	0.68 (0.5)	0.78 (0.4)	0.78 (0.5)	0.78 (0.4)	0.76 (0.3)	15/15
CMA-MSR	1.9 (0.8)	1.6 (0.7)	0.88 (0.5)	0.86 (0.2)	0.86 (0.2)	0.86 (0.3)	0.83 (0.2)	15/15
CMA-TPA	1.7 (0.5)	1.2 (1)	0.85 (0.4)	0.77 (0.3)	0.78 (0.3)	0.78 (0.4)	0.88 (0.3)	15/15
GP1-CMAES	1.6 (0.3)	0.99 (0.8)	4.4(7)	7.4(6)	7.3(10)	7.3(9)	∞ <i>2514</i>	0/15
GP5-CMAES	1.0 (0.2)*	1.1 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.6 (3)	1.6 (1)	4.1(3)	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
LHD-10xDef	10(21)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	43(42)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	13(26)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	13(10)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
RF5-CMAES	31(18)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2526</i>	0/15
Sifeg	281(100)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	166(85)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	217(169)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</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
BSifeg	22(13)	73(116)	355(460)	527(659)	1077(1394)	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSif	75(60)	729(822)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	15(12)	75(84)	239(287)	1084(890)	1046(984)	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSrr	21(26)	68(31)	97(120)	1057(678)	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
CMA-CSA	3.1(3)	5.1 (5)	5.0 (4)	4.9 (3)	4.9 (0.6)	5.0 (3)	5.1 (3)	15/15
CMA-MSR	2.7 (1)	5.4 (5)	5.2 (8)	5.1 (8)	5.1 (4)	5.2 (0.4)	5.4 (7)	15/15
CMA-TPA	3.4(3)	5.4 (1)	5.2 (3)	5.1 (3)	5.1 (2)	5.2 (3)	5.3 (3)	15/15
GP1-CMAES	3.1(1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.1 (0.4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	23(29)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	5.8(10)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	3.6(4)	110(162)	273(233)	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Sif	7.4(5)	71(66)	199(170)	1085(398)	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Srr	2.8 (3)	110(196)	354(360)	503(296)	1019(1098)	∞	∞ <i>9e4</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
BSifeg	47(101)	956(1336)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSif	247(351)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSqi	37(24)	904(1809)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSrr	37(136)	874(690)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
CMA-CSA	3.3 (2)	5.0 (1.0)	4.7 (0.8)	4.4 (0.8)	4.4 (0.5)	4.4 (0.6)	4.5 (0.5)	15/15
CMA-MSR	4.0(1)	5.3 (3)	4.9 (2)	4.6 (1)	4.5 (0.7)	4.6 (0.7)	4.8 (3)	15/15
CMA-TPA	3.7 (5)	4.7 (2)	4.7 (2)	4.5 (2)	4.4 (0.8)	4.4 (1)	4.4 (1.0)	15/15
GP1-CMAES	4.3(1)	57(87)	44(70)	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	84(142)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2526</i>	0/15
IPOPCMAv3p	3.5 (0.9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	16(12)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	46(223)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Sif	37(40)	2158(1993)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Srr	22(80)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15

Table 11: 10-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
f_{10}	1835	2172	2455	2728	2802	4543	4739	15/15
BSifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>7e4</i>	0/15
BSif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>7e4</i>	0/15
BSqi	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15
BSrr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e4</i>	0/15
CMA-CSA	1.5 (0.1)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	0.88 (0.1)	0.90 (0.1)	15/15
CMA-MSR	1.5 (0.4)	1.6 (0.2)	1.5 (0.1)	1.4 (0.1)	1.5 (0.0)	1.00 (0.1)	1.0 (0.0)	15/15
CMA-TPA	1.5 (0.3)	1.5 (0.2)	1.5 (0.2)	1.4 (0.1)	1.4 (0.1)	0.93 (0.0)	0.94 (0.1)	15/15
GP1-CMAES	4.0(5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	0.82 (0.7)	0.97 (0.7)	1.0 (0.9)	0.96 (1)	0.96 (0.9)	0.62 (0.2)	2.6 (2)	3/15
IPOPCMAv3p	20(27)	17(36)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e4</i>	0/15
Sif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e4</i>	0/15
Srr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e4</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
BSifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>7e4</i>	0/15
BSif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15
BSqi	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15
BSrr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e4</i>	0/15
CMA-CSA	6.8 ^(0.5)	2.0 ^(0.2)	0.87 ^(0.0)	0.82 ^(0.1)	0.78 ^(0.1)	0.71 ^(0.0)	0.67 ^(0.1)	15/15
CMA-MSR	7.3 ^(0.9)	2.3 ^(0.3)	1.0 ^(0.1)	0.97 ^(0.1)	0.92 ^(0.1)	0.84 ^(0.1)	0.80 ^(0.1)	15/15
CMA-TPA	6.6 ^(0.8)	2.1 ^(0.2)	0.93 ^(0.1)	0.89 ^(0.1)	0.84 ^(0.1)	0.75 ^(0.0)	0.69 ^(0.0)	15/15
GP1-CMAES	27 ⁽⁴⁸⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	7.9 ⁽³⁾	6.7 ⁽⁷⁾	4.6 ⁽¹¹⁾	4.1 ⁽⁴⁾	3.7 ⁽²⁾	3.0 ⁽⁴⁾	7.7 ⁽⁵⁾	1/15
IPOPCMAv3p	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e4</i>	0/15
Sif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e4</i>	0/15
Srr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>3e4</i>	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
f12	515	896	1240	1390	1569	3660	5154	15/15
BSifeg	262(247)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e4</i>	0/15
BSif	353(528)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e4</i>	0/15
BSqi	42(34)	83(153)	148(147)	634(780)	∞	∞	∞ <i>6e4</i>	0/15
BSrr	62(73)	346(263)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e4</i>	0/15
CMA-CSA	4.2(2)	4.6 (5)	4.9 (2)	5.1 (2)	5.1 (2)	2.7 (1.0)	2.2 (1)	15/15
CMA-MSR	4.9(4)	5.4(4)	5.3(2)	5.4 (3)	5.3 (2)	2.7 (1)	2.2 (0.7)	15/15
CMA-TPA	3.6 (2)	4.2 (4)	4.6 (3)	4.7 (1)	4.6 (2)	2.4 (0.9)	1.9 (0.6)	15/15
GP1-CMAES	2.9 (1)	3.8 (4)	6.6(7)	26(32)	23(30)	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	21(38)	19(20)	29(41)	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.8 (3)	5.5(11)	5.1 (5)	13(14)	23(40)	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	4.2(0.7)	5.9(5)	10(5)	13(11)	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	74(97)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e4</i>	0/15
Sif	99(124)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e4</i>	0/15
Srr	20(39)	53(71)	84(76)	∞	∞	∞	∞ <i>2e4</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
BSifeg	59(82)	216(254)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSif	453(420)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSqi	42(75)	270(411)	1573(1211)	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSrr	49(60)	358(474)	1569(2249)	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
CMA-CSA	3.2(2)	3.3 (1)	3.6 (1)	3.7 (2)	1.0 (0.6)	1.1 (0.5)	1.2 (0.4)	15/15
CMA-MSR	2.2 (0.4)	2.8 (1)	4.3 (2)	4.1 (1)	1.00 (0.2)	0.98 (0.1)	1.1 (0.2)	15/15
CMA-TPA	2.5 (2)	3.7 (2)	4.4 (1)	4.3 (1)	1.1 (0.3)	1.2 (0.5)	1.3 (0.5)	15/15
GP1-CMAES	2.5 (0.8)	8.1(7)	8.1(9)	12(15)	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	1.9 (1)	8.0(9)	10(17)	17(13)	∞	∞	∞ <i>2506</i>	0/15
IPOPCMAv3p	3.1(5)	7.0(4)	46(49)	36(24)	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	2.3 (0.7)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	2.0 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	2.0 (4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	7.8(8)	29(43)	46(30)	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	23(22)	218(227)	1592(696)	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15
Sif	21(32)	170(116)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15
Srr	27(30)	120(135)	216(241)	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15

Table 15: 10-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	37	98	133	205	392	687	4305	15/15
BSifeg	1.4 (2)	10(6)	14(11)	39(26)	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	1.4 (1)	21(55)	90(573)	767(1921)	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	1.3 (0.2)	5.4(5)	7.9(7)	27(21)	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	1.3 (0.8)	8.5(10)	12(12)	30(17)	3805(3828)	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	2.7 (1)	3.2(0.7)	4.0(0.4)	4.0(0.5)	3.3 (0.2)	3.5 (0.2)	0.85 (0.1)	15/15
CMA-MSR	3.1(0.9)	3.4(0.6)	4.3(0.8)	4.2(0.4)	3.4 (0.3)	3.5 (0.2)	0.90 (0.1)	15/15
CMA-TPA	3.0(1)	3.0(0.4)	3.5(0.7)	3.5 (0.4)	3.0 (0.6)	3.5 (0.3)	0.92 (0.1)	15/15
GP1-CMAES	2.0 (1)	2.2 (0.8)	3.1 (0.6)	3.6 (1)	4.4(1)	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	1.6 (0.4)	1.6 (0.4)	3.3(0.8)	4.0 (4)	27(40)	∞	∞ <i>2526</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.4 (2)	3.2(0.7)	3.9(0.7)	4.2(0.8)	3.8(0.6)	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	5.8(1)	4.1(0.5)	9.0(7)	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	2.1 (1)	4.2(7)	55(60)	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	1.8 (0.3)	4.3(6)	17(13)	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	2.2 (1)	3.4(2)	5.2(3)	8.8(3)	94(117)	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	5.8(4)	33(36)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	1.3 (0.3)	1.6 (0.7)	2.7 (0.5)	19(19)	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	1.3 (0.3)	1.9 (1.0)	3.7(3)	63(64)	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	1.2 (0.1)	1.4 (0.4)	2.2 (0.9)	9.3(8)	3734(2680)	∞	∞ <i>1e5</i>	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
BSifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSqi	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSrr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
CMA-CSA	0.95 (0.5)	1.0 (0.3)	1.00 (0.6)	1.0 (0.7)	1.0 (0.5)	1.0 (0.5)	1.0 (0.6)	15/15
CMA-MSR	1.2 (0.8)	0.98 (0.4)	0.92 (0.6)	0.94 (0.5)	0.96 (0.5)	0.99 (0.9)	1.0 (0.6)	15/15
CMA-TPA	0.82 (1)	1.1 (0.4)	1.0 (0.5)	1.0 (0.4)	1.0 (0.6)	1.0 (0.5)	1.0 (0.5)	15/15
GP1-CMAES	3.7(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.4 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	7.5(7)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Sif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Srr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</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
BSifeg	36(39)	201(172)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	38(48)	96(71)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSqi	60(95)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	18(27)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	1.8 (0.5)	0.82 (0.8)	1.0 (0.3)	0.61 (0.2)	0.59 (0.4)	0.50 (0.2)	0.48 (0.4)	15/15
CMA-MSR	1.5 (0.5)	1.0 (0.7)	1.2 (0.8)	1.1 (1)	2.6 (5)	2.2 (4)	2.1 (0.8)	15/15
CMA-TPA	3.1(2)	1.0 (0.7)	1.0 (0.8)	0.54 (0.2)	0.70 (1)	0.58 (0.8)	0.56 (0.2)	15/15
GP1-CMAES	1.1 (0.6)	2.4 (4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	0.39 (0.2) _{↓4}	1.6 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.4 (0.8)	0.63 (0.4)	2.4 (2)	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	1.6 (0.6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	5.4(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	1.8 (4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	1.3 (0.8)	2.4 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	3.6(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2528</i>	0/15
Sifeg	5.9(12)	206(293)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	4.2(6)	205(275)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	4.5(7)	212(207)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	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
BSifeg	1.4 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	1.4 (0.9)	<i>3323</i> (2792)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	1.4 (0.8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	1.4 (0.9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	3.4(1)	2.1 (4)	1.0 (0.1)	0.72 (0.6)	0.81 (0.7)	0.86 (0.2)	1.1 (0.4)	15/15
CMA-MSR	2.0 (1)	3.1(0.3)	1.3 (1)	1.4 (1)	1.2 (0.6)	1.0 (0.6)	1.4 (0.5)	15/15
CMA-TPA	2.4 (2)	0.93 (0.4)	1.3 (3)	1.2 (2)	1.1 (0.3)	0.99 (0.8)	1.3 (0.6)	15/15
GP1-CMAES	1.7 (0.7)	0.84 (0.8)	2.6 (4)	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	1.7 (1)	6.7(7)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2526</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.4 (2)	1.2 (0.5)	0.64 (0.4)	0.60 (0.6)	1.8 (2)	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	3.5(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	1.6 (0.8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	1.8 (0.9)	17(19)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	1.7 (0.8)	13(3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	1.6 (0.8)	21(22)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	1.3 (1)	1669(1320)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	1.3 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	1.3 (0.7)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15

Table 19: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ 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
BSifeg	644(1716)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	1179(1873)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	808(1058)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSrr	607(1204)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
CMA-CSA	1.3 (0.4)	1.0 (0.3)	0.64 (0.5)	0.79 (0.5)	0.70 (0.2)	0.78 (0.3)	0.90 (0.4)	15/15
CMA-MSR	1.1 (0.3)	2.1 (2)	1.2 (0.6)	0.77 (0.4)	0.74 (0.3)	0.76 (0.2)	0.81 (0.6)	15/15
CMA-TPA	1.1 (0.3)	1.9 (3)	0.73 (0.4)	0.82 (0.2)	0.66 (0.5)	0.66 (0.3)	0.71 (0.3)	15/15
GP1-CMAES	0.97 (0.4)	2.3 (2)	5.2(7)	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	1.2 (0.3)	13(15)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
IPOPCMAv3p	1.3 (0.8)	1.7 (2)	1.2 (1)	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	3.4(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	5.6(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	15(15)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	1.1 (0.4)	20(13)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	7.5(10)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
Sifeg	299(410)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	399(898)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	324(179)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</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
BSifeg	35 (13)	1.4e6(1e6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	35 (21)	6.6e5(5e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	35 (7)	4.5e5(5e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	35 (4)	3.3e5(2e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	85(57)	1.1e4 (3695)	12 (7)	0.42 (0.2)	0.33 (0.2)	0.33 (0.2)	0.33 (0.2)	15/15
CMA-MSR	87(32)	5820 (2971)	21 (51)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
CMA-TPA	73(50)	1.2e4(6908)	12 (7)	0.49 (0.2)	0.51 (0.2)	0.51 (0.4)	0.51 (0.1)	13/15
GP1-CMAES	59(14)	1.8e4(6903)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
GP5-CMAES	42(11)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2528</i>	0/15
IPOPCMAv3p	92(32)	3.8e4(9e4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
LHD-10xDef	182(106)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	61(25)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	67(8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	69(20)	6979 (6888)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	64(45)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
Sifeg	45(14)	1.2e5(1e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	44(22)	1.1e5(1e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	45(30)	1.1e5(1e5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15

Table 21: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ 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
BSifeg	1.9 (2)	3.2(5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	2.0 (1)	3.5(4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	1.8 (0.4)	3.4(7)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	1.9 (0.2)	2.8 (4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	5.3(0.9)	1.8 (1.0)	0.39 (0.2)	0.39 (0.2)	0.39 (0.2)	0.40 (0.2)	0.40 (0.2)	15/15
CMA-MSR	6.0(2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
CMA-TPA	5.1(2)	18(33)	27 (30)	26 (10)	26 (36)	26 (31)	25 (13)	1/15
GP1-CMAES	4.0(0.6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	2.3 (0.4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2526</i>	0/15
IPOPCMAv3p	6.5(2)	2.3 (1.0)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	7.7(0.5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	2.9 (0.8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	3.4(1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	5.5(2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	21(31)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	2.0 (1)	1.4 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	2.0 (1.0)	0.87 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	1.9 (0.5)	1.9 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15

Table 22: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best } 2009}$ 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
<i>f21</i>	130	2236	4392	4487	4618	5074	11329	8/15
BSifeg	171(613)	308(369)	337(382)	330(401)	320(363)	293(311)	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	331(579)	301(145)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	151(394)	188(269)	331(199)	325(619)	316(330)	292(207)	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	159(477)	196(237)	161(174)	158(192)	154(179)	282(251)	127(183)	1/15
CMA-CSA	7.7(2)	166(362)	184(567)	181(239)	176(254)	161(182)	73(64)	7/15
CMA-MSR	10(6)	331(371)	219(138)	215(651)	209(271)	190(209)	85(93)	7/15
CMA-TPA	4.8(9)	132(334)	118(199)	116(132)	113(217)	103(201)	46 (104)	8/15
GP1-CMAES	2.4 (5)	2.4 (4)	8.1 (10)	7.9 (12)	7.7 (7)	7.1 (6)	3.2 (3)	1/15
GP5-CMAES	3.7(5)	4.8(5)	3.9 (4)	3.8 (6)	3.9 (7)	∞	∞ <i>2506</i>	0/15
IPOPCMAv3p	10(6)	4.7(11)	8.1(16)	8.0 (15)	7.8 (18)	7.1 (9)	3.2 (5)	1/15
LHD-10xDef	2.7 (0.1)	3.3(3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	1.3 (3)	3.2 (5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	1.2 (2)	1.00 (1)	1.7 (2)	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	9.1(20)	5.0(5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	13(11)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	79(82)	187(157)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	110(0.9)	304(284)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	78(193)	141(149)	104(83)	101(104)	99(120)	91 (63)	63(51)	2/15

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
BSifeg	646(1278)	77(97)	49 (38)	105 (105)	210(357)	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	959(2045)	151(134)	222(398)	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	525(811)	76(156)	107(197)	213(219)	209 (265)	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	644(1171)	66(59)	105(96)	213(230)	209 (114)	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	19(32)	327(267)	1309(706)	1257(2141)	1224(830)	1003 (960)	804 (968)	1/15
CMA-MSR	45(113)	583(873)	1826(3089)	1753(2271)	1707(2007)	1399 (1122)	1121 (811)	1/15
CMA-TPA	454(13)	307(714)	1269(1436)	1218(1049)	1186(1270)	972 (953)	779 (948)	1/15
GP1-CMAES	3.7 (2)	1.9 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	12(13)	1.6 (3)	2.9 (7)	5.7 (4)	5.5 (5)	∞	∞ <i>2516</i>	0/15
IPOPCMAv3p	16(26)	13(6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
LHD-10xDef	4.2(4)	1.3 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	3.0 (4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	3.4 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	13(39)	5.9(6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	18(29)	5.9(4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	309(292)	38(56)	50(38)	215(336)	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	633(933)	98(99)	104(107)	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	553(695)	60(87)	38 (45)	212 (249)	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15

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
BSifeg	2.5 (3)	13(12)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSif	2.5 (2)	12(25)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSqi	2.5 (3)	13(13)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
BSrr	2.5 (2)	11(19)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
CMA-CSA	3.0(3)	23(24)	7.0 (3)	7.5 (9)	8.7 (9)	8.5 (10)	8.3 (11)	6/15
CMA-MSR	4.7(5)	2.9 (4)	1.4 (1)	0.43 (0.7)	0.41 (0.5)	0.44 (0.7)	0.47 (0.1)	15/15
CMA-TPA	2.5 (2)	12(28)	4.9 (7)	3.8 (9)	3.5 (5)	3.4 (2)	3.4 (9)	10/15
GP1-CMAES	2.2 (5)	2.7 (3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
GP5-CMAES	1.8 (1)	0.92 (0.1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
IPOPCMAv3p	2.2 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
LHD-10xDef	1.6 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	2.0 (2)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	1.3 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	2.5 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2506</i>	0/15
RF5-CMAES	2.0 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2548</i>	0/15
Sifeg	2.5 (5)	4.6(5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Sif	2.5 (3)	6.4(11)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</i>	0/15
Srr	2.5 (2)	5.7(5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e5</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	<i>7.5e7</i>	<i>7.5e7</i>	<i>7.5e7</i>	<i>7.5e7</i>	<i>7.5e7</i>	1/15
BSifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSqi	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
BSrr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e4</i>	0/15
CMA-CSA	20 ⁽¹³⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
CMA-MSR	42 ⁽²³⁾	6.4 ⁽⁷⁾	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
CMA-TPA	72 ⁽⁷⁹⁾	6.8 ⁽¹⁰⁾	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
GP1-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
GP5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2528</i>	0/15
IPOPCMAv3p	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2504</i>	0/15
LHD-10xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
LHD-2xDefa	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RAND-2xDef	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
RF1-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2502</i>	0/15
RF5-CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2514</i>	0/15
Sifeg	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Sif	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15
Srr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>9e4</i>	0/15

References

- [1] Asma Atamna. Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB noiseless testbed. In Laredo et al. [8], pages 1135–1142.
- [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] Lukás Bajer, Zbynek Pitra, and Martin Holena. Benchmarking gaussian processes and random forests surrogate models on the BBOB noiseless testbed. In Laredo et al. [8], pages 1143–1150.
- [4] Dimo Brockhoff, Bernd Bischl, and Tobias Wagner. The impact of initial designs on the performance of matsumoto on the noiseless BBOB-2015 testbed: A preliminary study. In Laredo et al. [8], pages 1159–1166.
- [5] 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.
- [6] N. Hansen, A. Auger, S. Finck, and R. Ros. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2012: Experimental setup. Technical report, INRIA, 2012.
- [7] 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.
- [8] Juan Luis Jiménez Laredo, Sara Silva, and Anna Isabel Esparcia-Alcázar, editors. *Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2015, Madrid, Spain, July 11-15, 2015, Companion Material Proceedings*. ACM, 2015.
- [9] Petr Posík and Petr Baudis. Dimension selection in axis-parallel brent-step method for black-box optimization of separable continuous functions. In Laredo et al. [8], pages 1151–1158.