

Comparison Tables: CEC BBOB 2015 Testbed in 10-D

The BBOBies

May 27, 2015

Abstract

This document provides tabular results of the special session on Black-Box Optimization Benchmarking at CEC 2015, see <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php?id=cec-bbob-2015>. Overall, eight algorithms have been tested on 24 benchmark functions in dimensions between 2 and 20. 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 [1]) 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 at CEC 2015.

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

algorithm name	short	paper	reference
MATSuMoTo		Comparison of the MATSuMoTo Library for Expensive Optimization on the Noiseless Black-Box Optimization Benchmarking Testbed	[2]
R-DE-10e2		Parameter Tuning for Differential Evolution for Cheap, Medium, and Expensive Computational Budgets	[7]
R-DE-10e5		Parameter Tuning for Differential Evolution for Cheap, Medium, and Expensive Computational Budgets	[7]
R-SHADE-10e2		Parameter Tuning for Differential Evolution for Cheap, Medium, and Expensive Computational Budgets	[7]
R-SHADE-10e5		Parameter Tuning for Differential Evolution for Cheap, Medium, and Expensive Computational Budgets	[7]
RL-SHADE-10e2		Parameter Tuning for Differential Evolution for Cheap, Medium, and Expensive Computational Budgets	[7]
RL-SHADE-10e5		Parameter Tuning for Differential Evolution for Cheap, Medium, and Expensive Computational Budgets	[7]
SOO		Simultaneous Optimistic Optimization on the Noiseless BBOB Testbed	[3]

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
MATSUMOTO-	2.5 _(0.9)	11 ₍₉₎	13 ₍₅₎	30 ₍₃₂₎	318 ₍₄₈₄₎	∞	∞ 500	0/15
R-DE-10e2-	4.3 _(0.5)	11 ₍₂₎	18 ₍₆₎	25 ₍₇₎	32 ₍₆₎	126 ₍₄₅₎	∞ 1000	0/15
R-DE-10e5-	8.6 ₍₂₎	18 ₍₁₎	30 ₍₃₎	43 ₍₆₎	53 ₍₆₎	76 ₍₆₎	100 ₍₅₎	15/15
RL-SHADE-1	7.2 _(0.8)	14 ₍₆₎	43 ₍₄₇₎	115 ₍₄₉₎	208 ₍₁₄₃₎	∞	∞ 1000	0/15
RL-SHADE-1	44 ₍₂₁₎	146 ₍₃₂₎	257 ₍₂₂₎	360 ₍₂₉₎	460 ₍₁₂₎	642 ₍₂₀₎	803 ₍₂₆₎	15/15
R-SHADE-10	6.1 ₍₁₎	14 ₍₂₎	22 ₍₈₎	32 ₍₁₆₎	46 ₍₁₇₎	652 ₍₃₄₈₎	∞ 1000	0/15
R-SHADE-10	12 ₍₆₎	29 ₍₇₎	47 ₍₅₎	69 ₍₅₎	88 ₍₁₁₎	126 ₍₅₎	169 ₍₁₀₎	15/15
SOO-Derbel	3.9 ₍₁₎	16 ₍₅₎	39 ₍₇₎	67 ₍₁₁₎	111 ₍₁₇₎	226 ₍₁₂₎	370 ₍₁₀₎	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
f_2	187	190	191	191	193	194	195	15/15
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	15/15
R-DE-10e2-	4.5 _(0.6)	8.6 _(0.8)	15 ₍₁₅₎	78 ₍₃₃₎	∞	∞	∞	0/15
R-DE-10e5-	5.9 _(0.2)	7.1 _(0.8)	8.3 _(0.7)	10 _(0.9)	11 _(0.7)	14 _(1.0)	16 ₍₁₎	15/15
RL-SHADE-1	19 ₍₁₇₎	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0/15
RL-SHADE-1	56 ₍₅₎	67 ₍₃₎	78 ₍₅₎	88 ₍₂₎	97 ₍₁₎	115 ₍₂₎	132 ₍₅₎	15/15
R-SHADE-10	4.4 ₍₁₎	9.0 ₍₁₁₎	26 ₍₇₎	78 ₍₇₆₎	∞	∞	∞	0/15
R-SHADE-10	11 ₍₂₎	14 ₍₂₎	16 ₍₁₎	19 ₍₃₎	21 ₍₂₎	26 ₍₃₎	30 ₍₂₎	15/15
SOO-Derbel	2702 ₍₆₇₀₃₎	3535 ₍₅₂₆₀₎	4625 ₍₅₂₄₄₎	4618 ₍₇₈₃₈₎	4600 ₍₇₈₀₂₎	5984 _(1e4)	6143 ₍₆₄₁₀₎	7/15

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
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	0.90 _(0.7)	35 ₍₄₁₎	264 ₍₂₅₂₎	261 ₍₄₃₇₎	261 ₍₂₂₆₎	258 ₍₂₀₅₎	34 ₍₂₂₎	10/15
RL-SHADE-1	3.2 ₍₃₎	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	12 ₍₂₎	13 _(0.8)	15 _(0.9)	16 _(0.7)	16 _(0.5)	17 _(0.4)	2.3 _(0.1)	15/15
R-SHADE-10	0.69 _(0.8)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	3.6 _(0.4)	5.5 ₍₂₎	7.6 ₍₃₎	7.8 ₍₃₎	8.0 ₍₄₎	8.3 ₍₄₎	1.1 _(0.7)	15/15
SOO-Derbel	677 ₍₃₃₇₎	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</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
MATSUMOTO-	1.7 (0.2)*4	1.9 (0.1)*4	2.0 (0.1)*4	2.0 (0.2)*4	2.0 (0.2)*4	2.0 (0.2)*4	2.0 (0.1)*4	15/15
R-DE-10e2-	17(4)	29(6)	47(4)	70(66)	742(780)	∞	∞ 1000	0/15
R-DE-10e5-	24(2)	44(7)	65(5)	84(8)	103(10)	144(8)	183(8)	15/15
RL-SHADE-1	14(2)	20(5)	27(6)	34(11)	42(17)	77(51)	368(333)	2/15
RL-SHADE-1	130(6)	238(15)	333(13)	416(15)	497(12)	649(16)	791(19)	15/15
R-SHADE-10	12 (3)	19 (4)	25 (5)	31 (5)	37 (4)	56 (14)	181 (203)	4/15
R-SHADE-10	46(10)	90(17)	132(17)	176(26)	221(23)	311(24)	399(34)	15/15
SOO-Derbel	36(0.0)	106(0.0)	216(0.0)	391(0.0)	616(0.0)	1163(0.0)	1866(0.0)	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
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	3.0 ₍₁₎	12 ₍₇₎	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	3.8 ₍₁₎	6.5 ₍₁₎	10 ₍₄₎	19 ₍₅₎	48 ₍₁₀₁₎	269 ₍₃₇₁₎	1232 ₍₁₉₂₉₎	4/15
RL-SHADE-1	11 ₍₁₅₎	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	16 ₍₂₎	18 ₍₁₎	17 ₍₁₎	16 _(0.4)	15 _(0.4)	14 _(0.5)	13 _(0.3)	15/15
R-SHADE-10	3.1 ₍₆₎	12 ₍₇₎	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	2.9 _(0.6)	3.5 _(0.2)	4.1 _(0.4)	4.3 _(0.3)	4.2 _(0.4)	4.1 _(0.3)	4.1 _(0.3)	15/15
SOO-Derbel	2254 ₍₁₄₈₃₎	2.3e4 ₍₈₀₃₁₎	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15

∞

Table 8: 10-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ 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
<i>f7</i>	172	1611	4195	5099	5141	5141	5389	15/15
MATSUMOTO	45(20)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	4.6(4)	9.2(17)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	7.2(6)	7.5(8)	17(22)	242(461)	354(389)	354(945)	338(219)	6/15
RL-SHADE-1	3.7 (0.3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	19(7)	5.0(0.6)	2.8 (0.3)	3.0 (0.2)	3.0 (0.2)	3.0 (0.2)	3.0 (0.1)	15/15
R-SHADE-10	3.9(3)	4.5 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	3.9 (1)	1.9 (2)	1.6 (1)	1.7 (1)	1.7 (0.9)	1.7 (1)	1.7 (1)	15/15
SOO-Derbel	6.6(2)	14(4)	66(120)	496(444)	1376(1620)	1376(1717)	2676(3573)	1/15

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
f8	326	921	1114	1217	1267	1315	1343	15/15
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	<i>6.5</i> (4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	<i>6.9</i> (5)	<i>749</i> (1209)	<i>3953</i> (8331)	<i>1.2e4</i> (8625)	<i>1.2e4</i> (1e4)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	<i>22</i> (27)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	<i>27</i> (2)	21 (2)	21 (1)	21 (1.0)	21 (0.6)	24 (0.9)	26 (0.4)	15/15
R-SHADE-10	2.7 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	4.5 (0.9)	7.9 (2)	8.4 (7)	8.5 (5)	8.7 (1)	9.3 (2)	10 (2)	15/15
SOO-Derbel	<i>33</i> (52)	<i>1853</i> (1418)	<i>1.3e4</i> (2e4)	<i>1.2e4</i> (1e4)	<i>1.1e4</i> (1e4)	<i>1.1e4</i> (1e4)	<i>1.1e4</i> (1e4)	1/15

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
f9	200	648	857	993	1065	1138	1185	15/15
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	7.3 (11)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	10(7)	5122(8533)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	74(112)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	44(5)	51 (0.8)	42 (2)	39 (2)	38 (95)	39 (1)	41 (1)	15/15
R-SHADE-10	8.3(10)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	7.1 (0.6)	15 (6)	14 (7)	13 (9)	13 (0.8)	13 (4)	14 (7)	15/15
SOO-Derbel	9.2(6)	1657(1503)	1.7e4(2e4)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</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
MATSUMOTO	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	8.0 _(0.6)	7.9 _(0.3)	8.0 _(0.5)	7.9 _(0.6)	8.6 _(0.5)	6.3 _(0.3)	7.0 _(0.3)	15/15
R-SHADE-10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	2.9 ₍₂₎	4.0 ₍₂₎	4.7 ₍₃₎	5.0 ₍₃₎	5.5 ₍₃₎	4.1 ₍₂₎	4.7 ₍₂₎	15/15
SOO-Derbel	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</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
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	3890(3569)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	55(79)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	40 (24)	13 (1.0)	6.2 (0.9)	6.3 (3)	6.3 (0.3)	6.2 (1)	6.2 (1)	15/15
R-SHADE-10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	5.7 (3)	3.2 (0.6)	2.2 (1)	2.7 (3)	3.3 (3)	4.1 (2)	4.9 (2)	15/15
SOO-Derbel	1.2e4(1e4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</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
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	7.0 ⁽⁵⁾	8.3 ⁽⁸⁾	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	25 ⁽³⁴⁾	172 ⁽²⁰²⁾	251 ⁽³²¹⁾	1378 ⁽²⁵²³⁾	9233 ⁽⁸¹²⁷⁾	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	32 ⁽²⁾	22 ⁽²⁾	21 ⁽⁵⁾	22 ⁽⁵⁾	23 ⁽⁶⁾	12 ⁽²⁾	10 ⁽²⁾	15/15
R-SHADE-10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	10 ^(0.5)	14 ⁽¹⁰⁾	18 ⁽¹⁷⁾	20 ⁽⁷⁾	21 ⁽¹¹⁾	12 ⁽⁸⁾	10 ⁽⁶⁾	15/15
SOO-Derbel	12 ⁽⁴⁾	26 ⁽⁴⁰⁾	101 ⁽²⁵¹⁾	210 ⁽⁵⁰⁸⁾	662 ⁽⁷²²⁾	4066 ⁽⁷⁶⁵¹⁾	∞ <i>1e6</i>	0/15

Table 14: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ 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
MATSUMOTO-	3.4 ₍₅₎ ⁺²	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 500	0/15
R-DE-10e2-	9.0 ₍₁₁₎	25 ₍₂₁₎	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
R-DE-10e5-	17 ₍₃₈₎	80 ₍₁₁₅₎	2398 ₍₂₈₈₁₎	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
RL-SHADE-1	39 ₍₄₀₎	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
RL-SHADE-1	27 ₍₂₎	25 ₍₁₎	24 ₍₁₎	23 ₍₁₎	6.0 _(0.2)	5.7 _(0.2)	5.6 _(0.1)	15/15
R-SHADE-10	9.2 ₍₈₎	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
R-SHADE-10	5.2 ₍₁₎	6.2 ₍₂₎	7.0 ₍₁₎	7.5 ₍₂₎	2.4 _(0.9)	3.1 ₍₁₎	5.8 ₍₃₎	15/15
SOO-Derbel	17 ₍₁₆₎	195 ₍₄₅₎	609 ₍₉₃₅₎	1475 ₍₃₁₂₉₎	1004 ₍₈₁₈₎	∞	∞ 1e6	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
MATSUMOTO-	1.8 (2)	4.3(3)	13(22)	∞	∞	∞	∞ 500	0/15
R-DE-10e2-	1.8 (1)	3.6 (2)	5.1 (2)	17(11)	∞	∞	∞ 1000	0/15
R-DE-10e5-	3.2(2)	4.9(1.0)	6.5(0.7)	10(1)	36(21)	∞	∞ 1e6	0/15
RL-SHADE-1	3.5(2)	4.5(2)	11(11)	35(34)	38(43)	∞	∞ 1000	0/15
RL-SHADE-1	10(8)	31(5)	50(3)	48(2)	33(2)	27 (0.7)	5.8 (0.2)	15/15
R-SHADE-10	2.8 (2)	3.7 (0.7)	4.3 (0.6)	7.3 (6)	19 (15)	∞	∞ 1000	0/15
R-SHADE-10	2.9 (2)	6.2(2)	8.2(1)	8.3 (2)	6.4 (0.7)	8.7 (3)	3.8 (3)	15/15
SOO-Derbel	1.3 (0.7)	5.3(2)	77(167)	119(25)	510(142)	∞	∞ 1e6	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
MATSUMOTO-	1.6 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 500	0/15
R-DE-10e2-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
R-DE-10e5-	48(55)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
RL-SHADE-1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
RL-SHADE-1	9.1(2)	33 (50)	200 (129)	198 (208)	195 (244)	∞	∞ 1e6	0/15
R-SHADE-10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
R-SHADE-10	4.1(2)	175 (153)	192 (248)	∞	∞	∞	∞ 1e6	0/15
SOO-Derbel	2.8 (3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1e6	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
MATSUMOTO-	4.3(4)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	11(6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	7.9(4)	199(360)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	1.9 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	26(12)	28(31)	205(165)	321(334)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
R-SHADE-10	2.5 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	7.5(5)	8.7 (9)	12 (14)	19 (19)	39 (18)	32 (13)	64 (53)	3/15
SOO-Derbel	1.1 (0.4)	0.44 (0.2)	0.94 (0.7)	4.6 (3)	15 (26)	71 (34)	204 (224)	1/15

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
MATSUMOTO-	1.5 ^(1.0)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	1.5 ^(0.9)	11 ⁽⁸⁾	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	2.4 ⁽²⁾	5.0 ⁽²⁾	13 ⁽²¹⁾	35 ⁽³¹⁾	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	2.5 ⁽²⁾	11 ⁽¹¹⁾	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	3.3 ⁽⁴⁾	16 ⁽⁴⁾	6.9 ^(0.6)	3.5 ^(0.2)	2.9 ^(0.2)	2.9 ^(0.0)	3.1 ^(0.0)	15/15
R-SHADE-10	2.9 ⁽²⁾	35 ⁽²⁰⁾	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	2.0 ⁽¹⁾	2.3 ^(0.6)	1.2 ^(0.3)	1.2 ^(0.3)	2.8 ⁽²⁾	7.9 ⁽³⁾	19 ⁽²¹⁾	12/15
SOO-Derbel	0.69 ⁽¹⁾	3.4 ⁽²⁾	5.3 ⁽³⁾	9.2 ⁽⁵⁾	63 ⁽⁵⁰⁾	356 ⁽³⁵⁹⁾	∞ <i>1e6</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
MATSUMOTO-	3.8 ⁽⁴⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	2.9 ⁽²⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	2.8 ⁽²⁾	24 ⁽¹⁰⁾	1016 ⁽⁶⁸⁰⁾	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	3.5 ⁽⁴⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	11 ⁽²⁾	14 ⁽²⁾	2.7 ^(0.2)	1.7 ^(0.1)	1.3 ^(0.0)	1.7 ⁽¹⁾	2.4 ⁽²⁾	15/15
R-SHADE-10	3.5 ⁽²⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	1.9 ^(0.7)	2.2 ^(0.3)	0.68 ^(0.2)	3.6 ⁽⁶⁾	13 ⁽¹⁶⁾	401 ⁽⁵¹⁰⁾	∞ <i>1e6</i>	0/15
SOO-Derbel	1.8 ^(0.8)	4.5 ⁽¹⁾	4.6 ⁽⁴⁾	22 ⁽¹²⁾	114 ⁽¹⁴¹⁾	∞	∞ <i>1e6</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
MATSUMOTO-	53 ⁽²¹⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	81 ⁽¹⁸⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	123 ⁽⁶⁴⁾	4.8e6 ^(6e6)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	139 ⁽⁵⁸⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	404 ⁽²⁸⁶⁾	7.3e4 ^(2e4)	188 ⁽¹⁵⁶⁾	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
R-SHADE-10	133 ⁽¹⁶³⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	108 ⁽²⁴⁾	3.8e4 ^(6e4)	115 ⁽¹¹²⁾	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
SOO-Derbel	1 ⁽⁰⁾ *4	1 ⁽⁰⁾ *4	0.30 ^(0.1)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</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
f20	32	15426	5.5e5	5.7e5	5.7e5	5.8e5	5.9e5	15/15
MATSUMOTO-	3.8 (1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	5.0 (4)	0.96 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	8.8(3)	0.21 (0.0)	0.46 (0.5)	0.45 (0.5)	0.44 (0.4)	0.44 (0.5)	0.43 (0.4)	15/15
RL-SHADE-1	7.3(2)	0.22 (0.2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	44(16)	2.0 (0.4)	0.37 (0.4)	0.38 (0.2)	0.38 (0.2)	0.38 (0.2)	0.38 (0.5)	15/15
R-SHADE-10	6.3(2)	0.96 (0.5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	8.0(2)	0.71 (0.3)	3.4(4)	3.3(4)	3.3(2)	4.0(8)	4.0(5)	5/15
SOO-Derbel	76(0.0)	2.3 (3e-5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</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
f21	130	2236	4392	4487	4618	5074	11329	8/15
MATSUMOTO-	2.5 (4)	3.3(5)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	3.6(6)	1.2 (1)	3.3 (5)	3.3 (2)	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	5.1(4)	61(147)	34(24)	35(127)	38(16)	56(23)	28 (44)	13/15
RL-SHADE-1	2.8 (1)	1.2 (0.1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	22(8)	57(89)	72(103)	71(189)	69(141)	64(227)	29(40)	13/15
R-SHADE-10	3.3(2)	6.5(7)	3.3 (4)	3.3 (4)	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	4.6(3)	10(25)	10(12)	10(16)	10 (4)	9.1 (1)	4.1 (4)	15/15
SOO-Derbel	1.9 (2)	6.7(7)	8.5(25)	22(50)	24 (22)	47 (23)	52(103)	11/15

Table 23: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ on f_{22} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-2	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f22	98	2839	6353	6620	6798	8296	10351	6/15
MATSUMOTO-	2.4 (2)	1.3 (0.3)	∞	∞	∞	∞	∞ 500	0/15
R-DE-10e2-	5.3(3)	1.6 (3)	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
R-DE-10e5-	19(6)	19(17)	40(25)	79 (98)	83 (171)	239(212)	421(413)	3/15
RL-SHADE-1	5.8(6)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
RL-SHADE-1	28(25)	85(37)	205(220)	197(310)	192(427)	158 (319)	127 (169)	7/15
R-SHADE-10	4.4(3)	0.95 (0.8)	∞	∞	∞	∞	∞ 1000	0/15
R-SHADE-10	5.7(2)	10(18)	36 (54)	35 (51)	34 (26)	28 (43)	22 (33)	14/15
SOO-Derbel	3.2 (3)	11(17)	33 (19)	85(117)	150(119)	508(362)	650(708)	2/15

Table 24: 10-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best } 2009}$ 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
f23	2.8	915	16425	1.8e5	2.0e5	2.1e5	2.1e5	15/15
MATSUMOTO	1.6 ^(0.9)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	1.7 ⁽³⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	2.2 ⁽³⁾	204 ⁽¹⁸⁹⁾	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	1.4 ⁽²⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	1.6 ⁽²⁾	68 ⁽³⁰⁾	27 ⁽³⁷⁾	24 ⁽²⁰⁾	22 ⁽²¹⁾	21 ⁽²⁹⁾	21 ⁽¹⁹⁾	3/15
R-SHADE-10	1.5 ^(0.5)	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	3.0 ⁽²⁾	21 ⁽⁷⁾	8.8 ⁽⁸⁾	18 ⁽³⁶⁾	34 ⁽³³⁾	33 ⁽⁵⁸⁾	33 ⁽⁸⁾	2/15
SOO-Derbel	1.8 ^(0.9)	2.3 ⁽²⁾	2.0 ⁽²⁾	14 ⁽⁶⁾	72 ⁽⁸¹⁾	∞	∞ <i>1e6</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
f24	98761	1.0e6	7.5e7	7.5e7	7.5e7	7.5e7	7.5e7	1/15
MATSUMOTO-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>500</i>	0/15
R-DE-10e2-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-DE-10e5-	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
RL-SHADE-1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
RL-SHADE-1	24 ₍₂₁₎	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
R-SHADE-10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1000</i>	0/15
R-SHADE-10	4.6 ⁽⁴⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
SOO-Derbel	3.1 ⁽⁴⁾	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15

References

- [1] 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.
- [2] Dimo Brockhoff. Comparison of the matsumoto library for expensive optimization on the noiseless black-box optimization benchmarking testbed. In *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2015, 25-28 May, Sendai, Japan, 2015*.
- [3] Bilel Derbel and Philippe Preux. Simultaneous optimistic optimization on the noiseless bbob testbed. In *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2015, 25-28 May, Sendai, Japan, 2015*.
- [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] Ryoji Tanabe and Alex Fukunaga. Parameter tuning for differential evolution for cheap, medium, and expensive computational budgets. In *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2015, 25-28 May, Sendai, Japan, 2015*.