

Comparison tables: BBOB 2012 testbed in 40-D

The BBOBies

August 16, 2012

Abstract

This document provides tabular results of the workshop for Black-Box Optimization Benchmarking at GECCO 2012, see <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php?id=bbob-2012>. More than 27 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 [4, 2]. The experimental set-up is described in [3].

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 [3] 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 2012.

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

testbed algorithm name	short	paper	reference
ACOR		An ACO Algorithm Benchmarked on the BBOB Noiseless Function Testbed (Page 159)	[5]
BIPOPacCMA		Black-Box Optimization Benchmarking of IPOP-SaACM-ES and BIPOP-SaACM-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed (Page 175)	[12]
BIPOPsaACM		Black-box Optimization Benchmarking of IPOP-SaACM-ES and BIPOP-SaACM-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed (Page 175)	[12]
CMA		Comparing Mirrored Mutations and Active Covariance Matrix Adaptation in the IPOP-CMA-ES on the Noiseless BBOB Testbed (Page 297)	[14]
CMAES		Benchmarking the Differential Evolution with Adaptive Encoding on Noiseless Functions (Page 189)	[9]
CMAa		Comparing Mirrored Mutations and Active Covariance Matrix Adaptation in the IPOP-CMA-ES on the Noiseless BBOB Testbed (Page 297)	[14]
CMAm		Comparing Mirrored Mutations and Active Covariance Matrix Adaptation in the IPOP-CMA-ES on the Noiseless BBOB Testbed (Page 297)	[14]
CMama		On the Impact of a Small Initial Population Size in the IPOP Active CMA-ES with Mirrored Mutations on the Noiseless BBOB Testbed (Page 285)	[19]
CMamah		On the Impact of a Small Initial Population Size in the IPOP Active CMA-ES with Mirrored Mutations on the Noiseless BBOB Testbed (Page 285)	[19]
CMAmh		On the Impact of Active Covariance Matrix Adaptation in the CMA-ES With Mirrored Mutations and Small Initial Population Size on the Noiseless BBOB Testbed (Page 291)	[20]
DBRCGA		Black-Box Optimization Benchmarking for Noiseless Function Testbed Using A Direction-Based RCGA (Page 167)	[11]
DE		Benchmarking the Differential Evolution with Adaptive Encoding on Noiseless Functions (Page 189)	[9]
DE-AUTO		MEMPSODE: An Empirical Assessment of Local Search Algorithm Impact on a Memetic Algorithm Using Noiseless Testbed (Page 245)	[17]
DE-BFGS		MEMPSODE: Comparing Particle Swarm Optimization and Differential Evolution Within a Hybrid Memetic Global Optimization Framework (Page 253)	[18]
DE-ROLL		MEMPSODE: An Empirical Assessment of Local Search Algorithm Impact on a Memetic Algorithm Using Noiseless Testbed (Page 245)	[17]
DE-SIMPLEX		MEMPSODE: An Empirical Assessment of Local Search Algorithm Impact on a Memetic Algorithm Using Noiseless Testbed (Page 245)	[17]
DEctpb		JADE, an Adaptive Differential Evolution Algorithm, Benchmarked on the BBOB Noiseless Testbed (Page 197)	[16]
IPOPsaACM		Black-box Optimization Benchmarking of NIPOP-aCMA-ES and NBIPOP-aCMA-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed (Page 269)	[14]
JADEctpb		JADE, an Adaptive Differential Evolution Algorithm, Benchmarked on the BBOB Noiseless Testbed (Page 197)	[16]
MVDE		Benchmarking the Multi-View Differential Evolution on the Noiseless BBOB-2012 Function Testbed (Page 183)	[10]
NBIPOPacCMA		Black-box Optimization Benchmarking of NIPOP-aCMA-ES and NBIPOP-aCMA-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed (Page 269)	[13]
NIPOPacCMA		Black-box Optimization Benchmarking of NIPOP-aCMA-ES and NBIPOP-aCMA-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed (Page 269)	[13]
PSO-BFGS		MEMPSODE: Comparing Particle Swarm Optimization and Differential Evolution Within a Hybrid Memetic Global Optimization Framework (Page 253)	[18]
SNES		Benchmarking Separable Natural Evolution Strategies on the Noiseless and Noisy Black-box Optimization Testbeds (Page 205)	[8]
xNES		Benchmarking Exponential Natural Evolution Strategies on the Noiseless and Noisy Black-Box Optimization Testbeds (Page 213)	[6]
xNESas		Benchmarking Natural Evolution Strategies with Adaptation Sampling on the Noiseless and Noisy Black-Box Optimization Testbeds (Page 229)	[7]
xNESas		Investigating the Impact of Adaptation Sampling in Natural Evolution Strategies on Black-Box Optimization Testbeds (Page 221)	[15]

Table 2: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
fl	83	83	83	83	83	83	15/15
ACOR	53(11)	83(13)	114(14)	177(23)	235(18)	296(21)	15/15
BIPOPacCMA	9.4(1)	15(2)	21(2)	33(2)	45(3)	58(2)	15/15
CMA	10(0.8)	15(2)	21(1)	33(1)	45(1)	57(2)	15/15
CMAES	9.4(1)	15(0.8)	21(1)	33(2)	45(1)	57(1)	15/15
CMAa	9.3(0.8)	15(1)	21(1)	34(1)	46(1)	58(2)	15/15
CMAm	7.1(0.8)	11(0.8)	16(1)	24(0.8)	32(1)	41(2)	15/15
CMAma	7.3(0.8)	11(0.7)	16(0.9)	24(1)	33(1)	41(1)	15/15
CMAmah	4.6(0.5)	7.3(0.3)	10(0.8)	16(0.9)	21(1.0)	27(1)	15/15
CMAmh	4.5(0.5)	7.4(0.8)	10(0.6)	16(0.6)	21(1)	27(1)	15/15
DBRCGA	229(41)	420(42)	625(72)	1006(66)	1386(60)	1798(130)	15/15
DE	253(23)	425(39)	600(52)	946(69)	1282(63)	1623(87)	15/15
DE-AUTO	2.6(0.1)	2.6(0.1)	2.6(0.1)	2.6(0.1)	2.6(0.1)	2.6(0.1)	15/15
DE-BFGS	1.5(0.2)	1.6(0)	1.6(0)	1.6(0)	1.6(0)	1.6(0)	15/15
DE-ROLL	18(17)	53(60)	54(61)	54(61)	54(61)	54(61)	15/15
DE-SIMPLEX	152(73)	242(81)	319(106)	431(107)	547(104)	1381(772)	15/15
DEctpb	259(27)	448(25)	632(29)	1013(46)	1401(86)	1777(101)	15/15
JADEb	72(5)	127(6)	182(7)	295(11)	410(17)	524(13)	15/15
JADEctpb	94(4)	152(7)	211(7)	326(7)	439(8)	553(10)	15/15
MVDE	329(23)	568(20)	815(18)	1301(18)	1792(19)	2277(32)	15/15
NBIPOPacCMA	9.5(1)	15(1)	22(1)	34(0.9)	46(2)	58(1)	15/15
NIPOPacCMA	10(0.8)	15(1)	21(1.0)	34(1)	46(2)	58(1)	15/15
PSO-BFGS	1.4(0.2)	1.6(0)	1.6(0)	1.6(0)	1.6(0)	1.6(0)	15/15
SNES	8.9(0.9)	20(1)	32(2)	55(2)	78(2)	101(2)	15/15
xNES	63(7)	215(8)	370(13)	672(11)	979(8)	1282(18)	15/15
xNESas	43(18)	83(60)	106(69)	140(62)	161(78)	182(78)	30/30

Table 3: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f2</i>	796	797	799	800	802	804	15/15
ACOR	17 (2)	20 (3)	23 (3)	30 (4)	36 (4)	43 (4)	15/15
BIPOPaCMA	38(3)	45(3)	49(3)	55(3)	57(2)	59(2)	15/15
CMA	59(7)	69(7)	76(6)	85(4)	89(3)	90(3)	15/15
CMAES	59(3)	69(5)	77(6)	86(3)	89(1)	90(1)	15/15
CMAa	38(5)	44(5)	49(5)	55(3)	57(2)	59(2)	15/15
CMAm	59(5)	69(4)	75(4)	83(4)	86(4)	88(2)	15/15
CMAma	36(4)	41(5)	46(3)	51(3)	54(1)	55(2)	15/15
CMAmah	35(4)	42(5)	47(5)	52(3)	55(2)	56(2)	15/15
CMAmh	49(6)	58(6)	65(5)	71(3)	73(2)	74(2)	15/15
DBRCGA	95(13)	113(9)	138(17)	179(12)	216(10)	264(8)	15/15
DE	92(10)	110(10)	129(12)	166(10)	201(10)	237(11)	15/15
DE-AUTO	1.9 (0.8) ^{*3}	2.1 (0.9) ^{*3}	2.3 (0.9) ^{*2}	2.5 (0.9) ^{*2}	3.3 (0.5) ^{*2}	3.8 (0.7) ^{*3}	15/15
DE-BFGS	35(10)	46(12)	55(17)	71(16)	90(18)	1295(2535)	3/15
DE-ROLL	20 (18)	21 (18)	21 (18)	21 (18)	22 (17)	26 (17)	15/15
DE-SIMPLEX	91(12)	102(17)	109(19)	122(16)	134(14)	7.4e4(8e4)	0/15
DEctpb	104(8)	124(8)	143(6)	182(8)	221(8)	259(9)	15/15
JADEb	32(2)	38(2)	44(2)	56(3)	68(3)	80(3)	15/15
JADEctpb	37(1)	43(2)	49(2)	61(2)	73(3)	84(4)	15/15
MVDE	124(2)	149(3)	174(3)	225(4)	275(3)	325(4)	15/15
NBIPOPaCMA	37(3)	43(4)	47(5)	53(4)	57(2)	59(2)	15/15
NIPOPaCMA	37(4)	43(4)	48(4)	53(3)	57(2)	58(1)	15/15
PSO-BFGS	86(13)	101(15)	115(19)	156(25)	188(13)	2188(2500)	3/15
SNES	5.3 (0.2)	6.4 (0.2)	7.6 (0.2)	10 (0.3)	12 (0.3)	15 (0.3)	15/15
xNES	64(1)	80(0.9)	96(0.7)	127(1)	160(0.9)	191(1)	15/15
xNESas	60(2)	71(7)	79(13)	90(25)	97(35)	100(36)	30/30

Table 4: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f_3	15526	15602	15612	15646	15651	15656	15/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	2395(2759)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
CMA	5301(6290)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e6</i>	0/15
CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	5158(6324)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e6</i>	0/15
CMAm	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e6</i>	0/15
CMAma	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e6</i>	0/15
CMAmah	4723(5032)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
CMAmh	2268(2590)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	886(903)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	486(394)	3823 (3720)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	110 (106)	1847 (2012)	3774 (4359)	3765 (4158)	3764 (4093)	3763 (4091)	1/15
DE-SIMPLEX	282 (172)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	13 (14)	44 (52)	114 (116)	116 (128)	119 (140)	121 (128)	10/15
JADEctpb	10 (0.4)	13 (0.2)	15 (0.2)	17 (0.2)	20 (0.2)	22 (0.2)	15/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	8177(9296)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
NIPOPacMA	4615(5542)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
SNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
xNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
xNESas	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/20

Table 5: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f</i>₄	15536	15601	15659	15703	15733	2.8e5	6/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPaCMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
CMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e6</i>	0/15
CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
CMAm	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e6</i>	0/15
CMAma	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>6e6</i>	0/15
CMAmah	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
CMAmh	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>5e6</i>	0/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	464 ₍₃₉₉₎	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	605 ₍₆₅₈₎	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	12 _(0.3) ^{*4}	16 _(0.3) ^{*4}	18 _(0.3) ^{*4}	21 _(0.2) ^{*4}	24 _(0.2) ^{*4}	1.5 _(0.0) ^{*4}	15/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPaCMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
NIPOPaCMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
SNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
xNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
xNESas	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15

Table 6: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f_5	98	116	120	121	121	121	15/15
ACOR	11(2)	12(2)	12(2)	12(2)	12(2)	12(2)	15/15
BIPOPacCMA	4.6(0.7)	4.5(0.8)	4.4(0.7)	4.4(0.7)	4.4(0.7)	4.4(0.7)	15/15
CMA	4.5(0.5)	4.3(0.6)	4.3(0.5)	4.2(0.5)	4.2(0.5)	4.2(0.5)	15/15
CMAES	4.5(0.4)	4.5(0.5)	4.5(0.4)	4.5(0.4)	4.5(0.4)	4.5(0.4)	15/15
CMAa	4.7(1.0)	4.6(0.7)	4.5(0.7)	4.5(0.7)	4.5(0.7)	4.5(0.7)	15/15
CMAm	4.3(0.4)	4.2(0.3)	4.0(0.3)	4.0(0.3)	4.0(0.3)	4.0(0.3)	15/15
CMAma	4.0 (0.7)	4.1 (0.6)	4.0 (0.5)	4.0 (0.5)	4.0 (0.5)	4.0 (0.5)	15/15
CMAmah	2.7 (0.4)	2.7 (0.4)	2.7 (0.6)	2.7 (0.6)	2.7 (0.6)	2.7 (0.6)	15/15
CMAmh	2.8 (0.5)	2.8 (0.7)	2.7 (0.7)	2.7 (0.7)	2.7 (0.7)	2.7 (0.7)	15/15
DBRCGA	184(49)	208(66)	244(93)	300(167)	344(231)	379(310)	15/15
DE	43(7)	46(10)	45(9)	45(9)	45(9)	45(9)	15/15
DE-AUTO	2.1 (0.1)	1.8 (0.1)	1.7 (0.1)	1.7 (0.1)	1.7 (0.1)	1.7 (0.1)	15/15
DE-BFGS	49(36)	52(37)	53(40)	53(40)	56(40)	56(40)	15/15
DE-ROLL	8.3(8)	7.1(7)	7.0(7)	7.5(8)	8.1(9)	8.8(10)	15/15
DE-SIMPLEX	840(189)	1334(262)	4382(1515)	5476(1747)	6166(2147)	1.1e5(1e5)	2/15
DEctpb	59(7)	57(7)	56(8)	56(8)	56(8)	56(8)	15/15
JADEb	39(4)	39(4)	40(6)	40(5)	40(5)	40(5)	15/15
JADEctpb	62(7)	62(7)	62(7)	63(4)	63(4)	63(4)	15/15
MVDE	335(17)	417(18)	524(27)	753(38)	980(53)	1206(40)	15/15
NBIPOPacCMA	4.5(0.9)	4.5(0.8)	4.4(0.7)	4.4(0.7)	4.4(0.7)	4.4(0.7)	15/15
NIPOPacCMA	4.8(0.7)	4.6(0.8)	4.5(0.8)	4.5(0.8)	4.5(0.8)	4.5(0.8)	15/15
PSO-BFGS	77(74)	94(78)	93(75)	103(82)	103(82)	107(82)	15/15
SNES	8.0(1)	7.7(1)	7.6(1)	7.7(1.0)	7.7(1.0)	7.7(1.0)	15/15
xNES	7.5(0.9)	7.2(0.9)	7.1(0.8)	7.1(0.7)	7.1(0.7)	7.1(0.7)	15/15
xNESas	7.3(1.0)	7.0(0.8)	6.9(0.8)	6.9(0.8)	6.9(0.8)	6.9(0.8)	15/15

Table 7: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f6	3507	5523	7168	11538	15007	19222	15/15
ACOR	14(3)	13(2)	13(1)	12(1)	12(1)	12(1)	15/15
BIPOPacMA	1.6 (0.2)	1.5 (0.3)	1.4 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	15/15
CMA	1.6 (0.2)	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.3 (0.1)	1.4 (0.1)	1.3 (0.1)	15/15
CMAES	1.6 (0.3)	1.5 (0.2)	1.5 (0.2)	1.3 (0.1)	1.4 (0.1)	1.4 (0.1)	15/15
CMAa	1.6 (0.2)	1.4 (0.2)	1.4 (0.1)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	15/15
CMAm	1.5 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	15/15
CMAma	1.5 (0.2)	1.3 (0.2)	1.3 (0.2)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	15/15
CMAmah	1.2 (0.2)	1.2 (0.3)	1.3 (0.3)	1.3 (0.3)	1.5 (0.3)	1.6 (0.2)	15/15
CMAmh	1.4 (0.3)	1.4 (0.3)	1.5 (0.3)	1.6 (0.3)	1.9 (0.4)	2.2 (0.5)	15/15
DBRCGA	44(16)	55(25)	63(24)	72(18)	79(21)	79(16)	15/15
DE	264(58)	258(41)	433(288)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	6.5(5)	8.9(3)	13(5)	22(5)	37(15)	479(556)	0/15
DE-BFGS	62(65)	84(101)	316(424)	341(519)	278(400)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	17(12)	25(14)	51(30)	348(293)	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	36(11)	43(10)	52(27)	424(434)	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	80(6)	70(4)	68(3)	61(2)	61(2)	178(158)	5/15
JADEb	456(413)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	13(0.7)	13(0.8)	13(0.7)	12(0.8)	12(1)	12(0.8)	15/15
MVDE	70(7)	67(10)	70(7)	69(7)	498(532)	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	1.5 (0.2)	1.4 (0.2)	1.3 (0.1)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	15/15
NIPOPacMA	1.6 (0.3)	1.4 (0.2)	1.4 (0.1)	1.3 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.1)	15/15
PSO-BFGS	406(574)	297(375)	234(294)	330(523)	274(400)	∞ <i>4e6</i>	0/15
SNES	1.4 (0.2)	1.4 (0.2)	1.7 (0.4)	94(198)	218(309)	890(952)	6/15
xNES	12(0.4)	12(0.2)	12(0.1)	12(0.2)	13(0.1)	12(0.1)	15/15
xNESas	12(0.4)	12(0.2)	13(0.2)	12(0.2)	12(0.1)	12(0.1)	15/15

∞

Table 8: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f7</i>	10698	17839	41037	66294	66294	68145	15/15
ACOR	1204(1552)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	1.2 (0.9)	4.5(2)	2.4 (0.9)	1.5 (0.6)	1.5 (0.6)	1.5 (0.6)	15/15
CMA	1.6 (0.8)	4.7(2)	2.6 (2)	1.7 (1)	1.7 (1)	1.6 (1.0)	15/15
CMAES	8.5(8)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	1.2 (0.6)	3.2 (1)	1.6 (0.5)	1.0 (0.3)	1.0 (0.3)	1.0 (0.3)	15/15
CMAm	1.5 (0.7)	4.8(1)	2.4 (0.2)	1.6 (0.1)	1.6 (0.1)	1.5 (0.1)	15/15
CMAMA	1.1 (0.5)	2.8 (1)	1.5 (0.5)	0.95 (0.3)	0.95 (0.3)	0.93 (0.3)	15/15
CMAmah	1.7 (0.6)	3.3(1)	1.7 (0.5)	1.1 (0.3)	1.1 (0.3)	1.1 (0.3)	15/15
CMAmh	2.0 (0.6)	5.2(0.4)	2.5 (0.2)	1.6 (0.1)	1.6 (0.1)	1.6 (0.1)	15/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	37(15)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	211(188)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	287(291)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	30(6)	198(190)	341(386)	215(254)	215(254)	210(232)	2/15
JADEb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	219(288)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	29(10)	825(898)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	1.2 (0.9)	3.2(0.7)	1.8 (0.6)	1.2 (0.4)	1.2 (0.4)	1.1 (0.4)	15/15
NIPOPacMA	0.89 (0.8)	3.2(1.0)	1.9 (0.5)	1.2 (0.3)	1.2 (0.3)	1.2 (0.3)	15/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
SNES	43(44)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
xNES	1.7 (0.1)	2.0 (0.1)	1.3 (0.1)	1.1 (0.0)	1.1 (0.0)	1.1 (0.0)	15/15
xNESas	1.7 (0.1)	2.0 (0.1)	1.3 (0.1)	1.2 (0.0)	1.2 (0.0)	1.1 (0.0)	15/15

Table 9: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f8	7080	10655	11012	11430	11701	11969	15/15
ACOR	48(34)	382(488)	375(474)	379(462)	389(447)	399(440)	11/15
BIPOPacMA	5.5(0.6)	6.1(4)	6.3(4)	6.3(4)	6.2(3)	6.2(3)	15/15
CMA	7.0(0.4)	6.4(0.3)	6.6(0.3)	6.6(0.2)	6.6(0.2)	6.6(0.2)	15/15
CMAES	7.3(0.9)	6.6(0.6)	6.8(0.6)	6.8(0.6)	6.8(0.6)	6.8(0.5)	15/15
CMAa	5.4(0.5)	4.6(0.3)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	4.8(0.3)	15/15
CMAm	7.1(1)	7.5(5)	7.6(5)	7.6(4)	7.6(4)	7.6(4)	15/15
CMAma	5.1(0.3)	4.9(0.4)	5.0(0.4)	5.0(0.4)	5.0(0.3)	5.0(0.3)	15/15
CMAmah	4.2(0.8)*	4.3(3)	4.4(3)	4.4(3)	4.4(3)	4.4(3)	15/15
CMAmh	5.2(1)	5.2(2)	5.3(2)	5.4(2)	5.4(2)	5.4(2)	15/15
DBRCGA	73(55)	175(191)	181(194)	199(186)	219(175)	280(194)	10/15
DE	172(7)	174(7)	200(91)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	11(3)	11(2)	11(3)	12(3)	12(3)	37(47)	14/15
DE-BFGS	10(3)	31(49)	30(47)	30(46)	30(44)	31(43)	14/15
DE-ROLL	31(19)	40(35)	43(33)	45(34)	46(29)	159(116)	11/15
DE-SIMPLEX	23(21)	65(100)	66(96)	67(93)	69(90)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	148(5)	136(5)	144(5)	160(7)	1277(1282)	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	22(8)	31(22)	31(21)	32(20)	33(20)	35(19)	15/15
JADEctpb	32(1)	27(0.8)	28(0.7)	28(0.8)	29(0.9)	30(1)	15/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	5.5(0.7)	6.5(4)	6.6(4)	6.6(3)	6.6(3)	6.6(3)	15/15
NIPOPacMA	5.5(0.4)	7.8(8)	7.9(8)	7.8(8)	7.8(8)	7.8(8)	15/15
PSO-BFGS	13(4)	42(7)	41(7)	41(6)	41(9)	41(15)	14/15
SNES	152(100)	202(102)	228(103)	546(407)	3009(3434)	2.8e4(3e4)	0/15
xNES	14(0.9)	12(0.7)	12(0.7)	13(0.7)	14(0.6)	16(0.6)	15/15
xNESas	14(0.9)	13(2)	13(2)	14(2)	14(2)	15(2)	15/15

Table 10: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f_9	6122	12982	13300	13651	13909	14142	15/15
ACOR	187(13)	254(385)	295(376)	433(366)	589(360)	798(374)	5/15
BIPOPacCMA	6.0 (0.8)	4.5 (3)	4.6 (3)	4.7 (3)	4.7 (3)	4.7 (3)	15/15
CMA	8.2(1)	6.2(4)	6.4(4)	6.5(4)	6.5(4)	6.5(4)	15/15
CMAES	8.5(0.9)	5.8(0.5)	6.0(0.4)	6.1(0.4)	6.1(0.4)	6.1(0.4)	15/15
CMAa	6.3(0.6)	4.8(0.3)	5.0(0.3)	5.0(0.3)	5.0(0.3)	5.0(0.2)	15/15
CMAm	8.2(1)	6.3(4)	6.4(4)	6.5(4)	6.5(4)	6.5(4)	15/15
CMAma	5.8 (0.5)	4.3 (3)	4.4 (3)	4.5 (3)	4.5 (3)	4.5 (3)	15/15
CMAmah	4.7 (0.7)	4.0 (2)	4.2 (2)	4.2 (2)	4.2 (2)	4.2 (2)	15/15
CMAmh	6.1 (2)	5.4(4)	5.5(4)	5.6(4)	5.6(3)	5.6(3)	15/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	14(5)	11(3)	11(4)	12(4)	13(4)	37(46)	11/15
DE-BFGS	16(5)	19(11)	19(10)	20(10)	20(9)	41(48)	13/15
DE-ROLL	58(10)	43(7)	48(7)	51(8)	68(26)	1255(1394)	0/15
DE-SIMPLEX	78(18)	164(171)	166(173)	170(169)	177(165)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	123(16)	146(85)	163(87)	291(226)	525(503)	2114(2263)	0/15
JADEctpb	100(6)	60(3)	62(3)	63(3)	64(3)	64(3)	15/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacCMA	6.3(0.7)	4.6 (3)	4.8 (3)	4.8 (3)	4.8 (3)	4.9 (3)	15/15
NIPOPacCMA	6.3(0.8)	5.0(3)	5.1(3)	5.2(3)	5.2(3)	5.2(3)	15/15
PSO-BFGS	19(15)	20(18)	21(16)	22(16)	22(15)	43(31)	14/15
SNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
xNES	16(0.5)	10(0.4)	10(0.5)	10(0.5)	12(0.4)	13(0.4)	15/15
xNESas	16(2)	11(2)	11(2)	11(3)	12(2)	13(3)	15/15

Table 11: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f10	25890	30368	36796	56007	65128	70824	15/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	1.2 (0.1)	1.1 (0.1)	1.0 (0.1)	0.77 (0.0) \downarrow_4	0.70 (0.0) \downarrow_4	0.66 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMA	1.9 (0.2)	1.8 (0.2)	1.6 (0.2)	1.2 (0.1)	1.1 (0.0)	1.0 (0.0)	15/15
CMAES	1.9 (0.2)	1.8 (0.2)	1.7 (0.1)	1.2 (0.1)	1.1 (0.0)	1.0 (0.0)	15/15
CMAa	1.2 (0.1)	1.2 (0.1)	1.1 (0.1)	0.79 (0.0) \downarrow_4	0.71 (0.0) \downarrow_4	0.67 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAm	1.8 (0.2)	1.8 (0.2)	1.6 (0.2)	1.2 (0.1)	1.1 (0.0)	0.99 (0.0)	15/15
CMAma	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.00 (0.0)	0.73 (0.0) \downarrow_4	0.66 (0.0) \downarrow_4	0.62 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAmah	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.0 (0.1)	0.76 (0.0) \downarrow_4	0.67 (0.0) \downarrow_4	0.63 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAmh	1.5 (0.2)	1.5 (0.1)	1.4 (0.1)	1.0 (0.0)	0.91 (0.0)	0.84 (0.0) \downarrow_4	15/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	135(109)	1962(2175)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	32(46)	39(38)	62(74)	65(73)	57(63)	187(214)	0/15
DE-ROLL	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	64(43)	156(133)	813(842)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	46(9)	97(73)	267(272)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.0 (0.1)	0.77 (0.0) \downarrow_4	0.71 (0.0) \downarrow_4	0.67 (0.0) \downarrow_4	15/15
NIPOPacMA	1.1 (0.1)	1.1 (0.1)	1.0 (0.1)	0.77 (0.0) \downarrow_4	0.70 (0.0) \downarrow_4	0.67 (0.0) \downarrow_4	15/15
PSO-BFGS	113(138)	188(231)	155(180)	103(117)	89(108)	837(876)	0/15
SNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/15
xNES	2.0 (0.0)	2.1 (0.0)	2.1 (0.0)	1.8 (0.0)	2.0 (0.0)	2.2 (0.0)	15/15
xNESas	1.9 (0.0)	1.9 (0.1)	1.7 (0.2)	1.3 (0.3)	1.2 (0.4)	1.1 (0.5)	15/15

Table 12: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f11	2368	4855	11681	29749	38949	48211	15/15
ACOR	7811(8479)	2.9e4(3e4)	1.2e4(1e4)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	5.0(0.3)	2.6 (0.1)	1.2 (0.0)	0.51 (0.0) \downarrow_4	0.42 (0.0) \downarrow_4	0.37 (1e-2) \downarrow_4	15/15
CMA	15(2)	7.8(1)	3.4(0.4)	1.5 (0.2)	1.2 (0.1)	1.00 (0.1)	15/15
CMAES	16(3)	8.2(2)	3.6(0.8)	1.5 (0.3)	1.2 (0.2)	1.0 (0.2)	15/15
CMAa	5.0(0.2)	2.7 (0.1)	1.2 (0.0)	0.51 (0.0) \downarrow_4	0.42 (9e-3) \downarrow_4	0.37 (6e-3) \downarrow_4	15/15
CMAm	16(5)	8.6(2)	3.7(0.9)	1.6 (0.4)	1.3 (0.3)	1.1 (0.3)	15/15
CMAma	4.6 (0.3)	2.4 (0.1)	1.1 (0.0)	0.46 (0.0) \downarrow_4	0.38 (0.0) \downarrow_4	0.33 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAmah	5.4(0.3)	2.8 (0.1)	1.2 (0.1)	0.52 (0.0) \downarrow_4	0.43 (0.0) \downarrow_4	0.36 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAmh	17(2)	8.9(0.9)	3.9(0.4)	1.7 (0.1)	1.3 (0.1)	1.1 (0.1)	15/15
DBRCGA	597(135)	443(22)	228(9)	112(2)	96(1)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	0.17 (0.0) \downarrow_4	0.10 (1e-2) \downarrow_4	0.05 (6e-3) \downarrow_4	0.04 (0.0) \downarrow_4	0.04 (6e-3) \downarrow_4	0.07 (0.1) \downarrow_4	15/15
DE-BFGS	0.19 (0.2) \downarrow_4	0.11 (0.1) \downarrow_4	0.05 (0.0) \downarrow_4	0.03 (0.0) \downarrow_4	0.03 (0.0) \downarrow_4	0.03 (9e-3) \downarrow_4	13/15
DE-ROLL	8089(8312)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	914(506)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	470(844)	243(411)	107(172)	47(67)	40(29)	35(41)	10/15
JADEctpb	247(430)	130(210)	59(88)	27(35)	24(27)	22(22)	12/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	5.0(0.2)	2.7 (0.1)	1.2 (0.0)	0.51 (0.0) \downarrow_4	0.43 (8e-3) \downarrow_4	0.37 (7e-3) \downarrow_4	15/15
NIPOPacMA	5.0(0.2)	2.7 (0.1)	1.2 (0.0)	0.51 (9e-3) \downarrow_4	0.42 (9e-3) \downarrow_4	0.37 (9e-3) \downarrow_4	15/15
PSO-BFGS	0.35 (0.5) \downarrow_2	0.19 (0.2) \downarrow_4	0.09 (0.1) \downarrow_4	0.04 (0.0) \downarrow_4	0.04 (0.0) \downarrow_4	0.04 (0.0) \downarrow_4	12/15
SNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/11
xNES	7.6(0.3)	6.3(0.1)	3.7(0.1)	2.3 (0.0)	2.4 (0.0)	2.5 (0.0)	15/15
xNESas	7.5(0.3)	5.8(0.3)	3.1(0.5)	1.6 (0.5)	1.4 (0.6)	1.2 (0.5)	15/15

Table 13: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f12	4169	7452	9174	13146	22758	25192	15/15
ACOR	2104(3598)	8726(1e4)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	1.9 (1)	1.9 (1)	2.2 (1)	2.1 (0.7)	1.5 (0.4)	1.5 (0.4)	15/15
CMA	1.4 (1)	1.7 (2)	2.4 (1)	2.4 (1)	1.8 (0.6)	1.9 (0.6)	15/15
CMAES	2.0 (2)	2.3 (2)	2.6 (2)	2.6 (1)	1.9 (0.7)	2.0 (0.6)	15/15
CMAa	2.3 (1)	2.0 (1)	2.2 (1)	2.1 (0.9)	1.5 (0.5)	1.5 (0.5)	15/15
CMAm	1.8 (1)	2.2 (2)	2.5 (2)	2.5 (2)	1.9 (1.0)	2.0 (0.9)	15/15
CMAma	1.3 (1)	1.9 (0.6)	2.1 (0.6)	1.9 (0.5)	1.4 (0.3)	1.4 (0.3)	15/15
CMAmah	0.94 (1)	1.2 (0.9)	1.4 (0.5)	1.4 (0.3)	1.0 (0.2)*	1.1 (0.2)*	15/15
CMAmh	1.4 (2)	1.8 (2)	2.3 (2)	2.4 (2)	1.9 (1)	2.0 (1)	15/15
DBRCGA	271(482)	1093(1341)	890(1090)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	227(276)	233(286)	250(238)	715(688)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	1.3 (2)	1.2 (1)	1.3 (1)	4.3(4)	7.1(6)	54(80)	7/15
DE-BFGS	3.6(2)	2.6 (1)	2.8 (2)	8.4(8)	107(124)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	21(46)	13(26)	13(23)	12(15)	22(19)	132(127)	6/15
DE-SIMPLEX	26(22)	41(44)	51(41)	114(113)	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	209(241)	238(270)	508(545)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	49(98)	101(150)	102(111)	93(81)	62(50)	61(47)	12/15
JADEctpb	29(46)	44(38)	56(18)	51(12)	35(6)	35(5)	15/15
MVDE	100(121)	395(470)	733(928)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	2.3 (1)	2.2 (1)	2.4 (1.0)	2.2 (0.7)	1.5 (0.4)	1.5 (0.4)	15/15
NIPOPacMA	1.9 (2)	2.0 (1)	2.2 (1)	2.1 (0.7)	1.5 (0.4)	1.5 (0.4)	15/15
PSO-BFGS	12(8)	11(10)	14(11)	30(23)	406(520)	∞ <i>4e6</i>	0/15
xNES	19(0.3)	13(0.2)	12(0.4)	11(0.3)	7.5(0.3)	7.7(0.2)	15/15
xNESas	7.4(5)	4.5(3)	7.8(4)	17(11)	14(12)	15(22)	15/15

Table 14: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f13	2029	6916	8734	71936	98467	1.2e5	15/15
ACOR	1801(2465)	2896(3976)	7446(9159)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacCMA	2.0 (0.2)	3.8(3)	5.3(4)	1.3 (0.9)	1.6 (1)	2.0 (1)	15/15
CMA	2.1 (0.1)	3.6(5)	8.6(11)	2.5 (2)	3.0 (2)	3.8(1)	15/15
CMAES	2.7 (4)	3.8(3)	7.2(8)	5.9(4)	66(73)	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	2.1 (0.3)	2.8 (2)	4.0 (4)	1.2 (1)	1.6 (0.7)	1.8 (0.7)	15/15
CMAm	1.7 (0.1)	3.3(4)	7.2(9)	3.3(2)	4.3(1)	4.1(0.8)	15/15
CMAma	2.0 (3)	2.2 (2)	3.6 (2)	0.93 (0.5)	1.8 (1)	1.9 (0.6)	15/15
CMamah	1.1 (0.2)	2.7 (3)	5.9(3)	1.4 (1)	1.5 (0.9)	1.9 (0.8)	15/15
CMAmh	1.1 (0.1)	1.9 (3)	5.6(6)	3.3(2)	3.0 (1)	2.8 (1)	15/15
DBRCGA	459(990)	408(516)	841(976)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	54(7)	77(101)	386(420)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	1.1 (0.2)	1.3 (1)	2.2 (2)	1.3 (1.0)	12(14)	153(167)	1/15
DE-BFGS	9.4(4)	4.3(0.6)	6.5(0.7)	12(28)	120(123)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	15(20)	6.0(6)	7.1(5)	2.3 (2)	31(41)	470(553)	0/15
DE-SIMPLEX	30(21)	21(20)	28(20)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	60(4)	27(3)	145(155)	201(215)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	29(47)	80(82)	258(271)	406(417)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	74(64)	77(145)	283(317)	73(76)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	67(4)	156(148)	487(573)	96(111)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacCMA	2.5 (3)	3.2(2)	5.0(4)	1.2 (0.9)	2.0 (2)	2.8 (2)	15/15
NIPOPacCMA	2.4 (3)	2.4 (3)	4.1 (4)	1.4 (1)	1.6 (0.8)	1.7 (0.8)	15/15
PSO-BFGS	26(2)	8.0(0.4)	9.1(3)	95(111)	574(630)	∞ <i>4e6</i>	0/15
xNES	24(0.4)	11(0.1)	11(0.1)	2.1 (0.0)	2.0 (0.0)	2.1 (6e-3)	15/15
xNESas	13(6)	4.2(2)	9.0(3)	23(25)	64(69)	84(102)	0/15

Table 15: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f14</i>	304	616	777	2207	4825	57711	15/15
ACOR	21(6)	16(3)	18(2)	107(28)	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacCMA	2.5 (0.2)	2.3 (0.3)	2.9 (0.2)	3.5(0.2)	3.9(0.2)	0.59 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMA	2.5 (0.4)	2.4 (0.3)	3.0(0.3)	4.4(0.3)	6.8(0.4)	1.1 (0.1)	15/15
CMAES	2.4 (0.4)	2.4 (0.2)	2.9 (0.2)	4.3(0.3)	6.7(0.5)	1.1 (0.1)	15/15
CMAa	2.5 (0.4)	2.4 (0.3)	3.0(0.3)	3.4(0.3)	3.9(0.2)	0.58 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAm	2.0 (0.4)	1.9 (0.3)	2.3 (0.2)	3.9(0.3)	6.6(0.4)	1.1 (0.1)	15/15
CMAma	1.9 (0.4)	1.9 (0.2)	2.3 (0.2)	3.0(0.2)	3.6 (0.2)	0.56 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAmah	1.5 (0.5)	1.4 (0.3)	1.6 (0.1)	2.3 (0.2)	3.5 (0.2)	0.61 (0.0) \downarrow_4	15/15
CMAmh	1.5 (0.3)	1.3 (0.2)	1.6 (0.2)	2.8 (0.2)	5.9(0.6)	1.1 (0.1)	15/15
DBRCGA	34(11)	57(11)	81(14)	154(35)	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	123(18)	100(10)	115(14)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	0.92 (0.1)	0.70 (0.1) \downarrow_4	0.77 (0.1)	1.1 (0.2)	13(3)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	0.91 (0.2)	0.70 (0.1) \downarrow_4	0.83 (0.2)	0.64 (0.1) \downarrow_4	2.0 (2) *2	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	4.1(4)	11(11)	12(13)	24(6)	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	26(14)	31(9)	34(9)	31(11)	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	114(18)	100(10)	121(7)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	20(2)	20(2)	25(2)	30(2)	153(27)	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	23(2)	23(1)	27(1)	30(2)	166(50)	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	78(10)	89(4)	114(7)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacCMA	2.5 (0.5)	2.4 (0.2)	3.0 (0.2)	3.5(0.3)	3.9(0.2)	0.59 (0.0) \downarrow_4	15/15
NIPOPacCMA	2.5 (0.4)	2.3 (0.3)	3.0 (0.3)	3.4(0.1)	3.8 (0.2)	0.60 (0.0) \downarrow_4	15/15
PSO-BFGS	0.93 (0.2)	0.72 (0.1) \downarrow_4	0.85 (0.2)	0.66 (0.1) \downarrow_4	6.4(4)	∞ <i>4e6</i>	0/15
xNES	1.8 (0.7)	21(1)	37(1)	27(0.3)	19(0.2)	2.1 (0.0)	15/15
xNESas	1.8 (0.3)	20(1)	35(1)	26(0.7)	18(0.2)	2.0 (0.0)	15/15

Table 16: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f15	1.9e5	7.9e5	1.0e6	1.1e6	1.1e6	1.1e6	15/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPaCMA	1.2 (0.5)	1.1 (0.5)	1.1 (0.4)	1.1 (0.4)	1.1 (0.4)	1.1 (0.4)	15/15
CMA	0.97 (0.3)	0.78 (0.3)	0.71 (0.2)	0.72 (0.2)	0.74 (0.2)	0.75 (0.2)	15/15
CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	0.75 (0.3)	0.67 (0.2)	0.66 (0.2)	0.67 (0.2)	0.68 (0.2)	0.69 (0.2)	15/15
CMAm	0.71 (0.3)	0.64 (0.3)	0.68 (0.5)	0.69 (0.5)	0.70 (0.5)	0.71 (0.5)	15/15
CMAMA	0.72 (0.3)	0.58 (0.2) _{↓2}	0.60 (0.2)	0.61 (0.2)	0.62 (0.2)	0.63 (0.2)	15/15
CMamah	0.79 (0.2)	0.68 (0.2)	0.69 (0.4)	0.70 (0.4)	0.72 (0.4)	0.72 (0.4)	15/15
CMAmh	0.86 (0.3)	0.66 (0.3) _↓	0.71 (0.3)	0.72 (0.3)	0.74 (0.3)	0.75 (0.3)	15/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPaCMA	1.0 (0.4)	0.71 (0.3) _{↓2}	0.75 (0.3)	0.76 (0.3)	0.77 (0.3)	0.77 (0.3)	15/15
NIPOPaCMA	0.92 (0.3)	0.61 (0.2) _↓	0.55 (0.2)	0.56 (0.2)	0.57 (0.2)	0.58 (0.2)	15/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
xNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/2
xNESas	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e7</i>	0/9

Table 17: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f16	5244	72122	3.2e5	1.4e6	2.0e6	2.0e6	15/15
ACOR	8740(9535)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	1.3 (0.4)	0.96 (0.3)	0.80 (0.4)	0.54 (0.3)	0.50 (0.3)	0.51 (0.3)	15/15
CMA	1.8 (3)	1.2 (0.7)	0.92 (0.6)	0.64 (0.5)	0.57 (0.5)	0.58 (0.5)	15/15
CMAES	1.1 (0.5)	47(47)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	0.88 (0.3)	0.94 (0.4)	0.65 (0.5)	0.59 (0.6)	0.44 (0.4) \downarrow	0.45 (0.4)	15/15
CMAm	0.72 (0.3)	1.2 (0.9)	1.2 (1.0)	0.62 (0.6)	0.61 (0.4)	0.63 (0.4)	15/15
CMAma	0.65 (0.3) \downarrow	0.72 (0.3)	0.55 (0.2)	0.52 (0.4)	0.52 (0.5)	0.56 (0.5)	15/15
CMAmah	2.4 (2)	1.00 (0.6)	0.75 (0.6)	0.55 (0.6)	0.47 (0.4)	0.48 (0.4)	15/15
CMAmh	2.8 (2)	1.9 (0.9)	0.79 (0.4)	0.73 (0.6)	0.58 (0.4)	0.60 (0.4)	15/15
DBRCGA	657(848)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	329(274)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	2351(2446)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	415(460)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	1082(1292)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	1211(1425)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	219(245)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	0.97 (0.3)	0.78 (0.4)	0.34 (0.1) \downarrow_3	0.38 (0.3) \downarrow_2	0.46 (0.4)	0.74 (1)	15/15
NIPOPacMA	1.2 (0.4)	0.65 (0.2)	0.23 (0.1) \downarrow_4	0.21 (0.2) \downarrow_3	0.16 (0.1) \downarrow_3	0.18 (0.1) \downarrow_3	15/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15

Table 18: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f17	399	4220	14158	51958	1.3e5	2.7e5	14/15
ACOR	37(22)	9.3(5)	1064(1413)	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacCMA	1.1 (0.3)	0.64 (0.2)	1.6 (1)	1.1 (0.4)	1.4 (1)	0.87 (0.4)	15/15
CMA	0.98 (0.2)	1.2 (0.3)	1.1 (1)	0.94 (0.4)	0.98 (0.3)	0.73 (0.3) \downarrow	15/15
CMAES	1.0 (0.3)	1.0 (0.1)	1.1 (1)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	0.88 (0.5)	0.53 (0.1)	1.0 (1)	1.0 (0.3)	1.00 (0.7)	0.69 (0.2) \downarrow	15/15
CMAm	0.79 (0.3)	0.42 (0.1)	1.1 (0.9)	0.96 (0.3)	0.93 (0.6)	0.80 (0.3)	15/15
CMAma	0.89 (0.4)	0.46 (0.2)	0.96 (0.8)	0.77 (0.3)	0.77 (0.2)	0.60 (0.2) \downarrow ₂	15/15
CMAmah	0.82 (0.2)	11(7)	4.3(3)	1.9 (0.8)	1.1 (0.4)	0.82 (0.3)	15/15
CMAmh	1.0 (0.6)	7.6(6)	3.9(3)	1.5 (0.7)	1.2 (0.6)	0.90 (0.3)	15/15
DBRCGA	5.6(2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	35(10)	24(6)	17(3)	26(21)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	15(20)	636(565)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	13(13)	422(493)	4118(4594)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	19(17)	1039(1402)	1986(2261)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	25(24)	1894(2041)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	28(8)	21(2)	15(1.0)	10(0.5)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	6.7(3)	115(239)	924(1059)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	7.0(2)	5.4(0.9)	3.2(0.6)	13(19)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	17(4)	27(5)	21(4)	29(20)	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacCMA	1.0 (0.4)	0.57 (0.2)	1.2 (1)	1.2 (0.5)	1.0 (0.3)	0.81 (0.3)	15/15
NIPOPacCMA	0.97 (0.3)	0.52 (0.1)	0.97 (1)	1.00 (0.4)	1.1 (0.6)	0.70 (0.2) \downarrow	15/15
PSO-BFGS	24(22)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15

Table 19: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
<i>f18</i>	1442	16998	47068	1.9e5	6.7e5	9.5e5	15/15
ACOR	16(6)	397(589)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacCMA	0.94 (0.2)	0.51 (0.8)	1.0 (0.4)	0.98 (0.4)	0.88 (0.7)	0.67 (0.5)	15/15
CMA	0.94 (0.2)	0.58 (0.9)	1.1 (0.5)	0.77 (0.2) \downarrow	0.53 (0.2)	0.58 (0.2)	15/15
CMAES	0.97 (0.2)	1.2 (2)	68(74)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	0.95 (0.2)	0.50 (0.8)	1.2 (0.5)	0.83 (0.3)	0.54 (0.4)	0.43 (0.2)	15/15
CMAm	0.78 (0.2)	0.62 (0.7)	0.90 (0.4)	0.68 (0.5) \downarrow	0.85 (0.8)	0.67 (0.6)	15/15
CMAma	0.77 (0.1) \downarrow	0.72 (0.7)	0.93 (0.4)	0.61 (0.2) $\downarrow 2$	0.46 (0.3)	0.47 (0.2)	15/15
CMamah	9.3(24)	3.5(2)	1.7 (0.9)	0.96 (0.3)	0.58 (0.2)	0.47 (0.2)	15/15
CMAmh	24(37)	3.4(4)	2.0 (1)	1.1 (0.4)	0.68 (0.3)	0.58 (0.2)	15/15
DBRCGA	1183(1733)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	46(9)	24(13)	38(31)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	291(158)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	229(206)	3493(3768)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	442(268)	3530(4004)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	638(406)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	40(7)	14(3)	12(2)	10(6)	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	16(6)	794(938)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	10(1)	2.8 (0.8)	16(21)	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	49(8)	29(12)	316(362)	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacCMA	1.0 (0.2)	0.97 (1)	1.1 (0.6)	0.93 (0.4)	0.57 (0.4)	0.53 (0.3)	15/15
NIPOPacCMA	0.95 (0.2)	0.58 (0.8)	0.75 (0.1)	0.71 (0.2) \downarrow	0.50 (0.3)	0.42 (0.2)	15/15
PSO-BFGS	1465(1605)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
xNES	2.1 (0)	2.2 (0)	1.6 (0)	0.80 (0)	0.39 (0)	∞ <i>1e7</i>	0/1
xNESas	4.3(0)	2.2 (0)	1.6 (0)	0.80 (0)	0.36 (0)	0.37 (0)	0/1

Table 20: 40-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-3	1e-5	1e-7	##succ
f19	1	1	1.4e6	2.6e7	4.5e7	4.5e7	8/15
ACOR	4435(1033)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	396(82)	6.7e4 (5e4)	0.87 (0.7)	1.2 (1)	1.0 (0.9)	1.0 (0.9)	9/15
CMA	421(92)	6.9e5(8e5)	1.5 (3)	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAES	407(116)	2.5e5(3e5)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	443(121)	4.8e4 (3e4)	1.8 (3)	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAM	293 (90)	5.5e4 (4e4)	2.5 (3)	4.5 (5)	2.5 (3)	2.5 (3)	1/15
CMAMA	323 (38)	3.9e4 (3e4)	2.3 (3)	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAMah	338 (204)	1.6e6(4e6)	7.1(8)	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAMh	305 (114)	1.2e6(2e6)	2.3 (3)	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
DBRCGA	1270(156)	2.5e6(2e6)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	1.4e4(4500)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	2.1e4(2e4)	2.1e6(2e6)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	1.6e4(7636)	1.9e6(2e6)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	2.1e4(1e4)	2.8e7(3e7)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	2.7e4(9260)	5.8e7(6e7)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	1.2e4(3772)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	3765(784)	8.9e6(9e6)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	3064(499)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	1.4e4(1661)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	424(90)	8.3e4(6e4)	0.97 (0.6)	0.81 (0.5)	1.1 (1)	1.1 (1)	9/15
NIPOPacMA	436(102)	8.2e4(4e4)	1.9 (6)	0.48 (0.3) \downarrow	0.32 (0.2) \downarrow	0.32 (0.2) \downarrow	15/15
PSO-BFGS	2.8e4(2e4)	1.2e5(6e4)	41(45)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15

Table 21: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f_{20}	222	1.3e5	1.6e8	∞	∞	∞	0
ACOR	26(4)	34(41)	∞	.	.	.	0/15
BIPOPacMA	4.0(0.4)	9.0(4)	0.34 (0.4)	.	.	.	0/15
CMA	3.9(0.7)	14(4)	∞	.	.	.	0/15
CMAES	4.0(0.5)	∞	∞	.	.	.	0/15
CMAa	4.1(0.5)	5.6(3)	0.73 (0.8)	.	.	.	0/15
CMAm	3.1(0.4)	13(4)	∞	.	.	.	0/15
CMAma	3.0 (0.5)	5.5(2)	0.21 (0.2)	.	.	.	0/15
CMAmah	2.1 (0.4)	5.1(2)	0.35 (0.4)	.	.	.	0/15
CMAmh	2.1 (0.4)	12(5)	∞	.	.	.	0/15
DBRCGA	28(6)	∞	∞	.	.	.	0/15
DE	106(23)	7.2(4)	∞	.	.	.	0/15
DE-AUTO	1.5 (0.3) ^{*2}	3.9 (3)	∞	.	.	.	0/15
DE-BFGS	10(8)	2.2 (1)	∞	.	.	.	0/15
DE-ROLL	30(30)	0.94 (0.8)	∞	.	.	.	0/15
DE-SIMPLEX	36(18)	5.5(3)	∞	.	.	.	0/15
DEctpb	102(22)	∞	∞	.	.	.	0/15
JADEb	27(4)	11(12)	∞	.	.	.	0/15
JADEctpb	29(2)	2.7 (0.4)	∞	.	.	.	0/15
MVDE	121(9)	∞	∞	.	.	.	0/15
NBIPOPacMA	4.0(0.8)	8.5(3)	0.39 (0.4)	.	.	.	0/15
NIPOPacMA	4.0(0.6)	6.5(2)	0.32 (0.3)	.	.	.	0/15
PSO-BFGS	8.0(1)	209(229)	∞	.	.	.	0/15

Table 22: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f21	1044	21144	1.0e5	1.0e5	1.0e5	1.0e5	26/30
ACOR	2675(4796)	3199(3547)	1410(1663)	1402(1629)	1393(1619)	1387(1514)	1/15
BIPOPacMA	7.5(11)	60(19)	37(56)	37(56)	37(56)	37(55)	15/15
CMA	3.5(5)	63(124)	39(52)	39(52)	39(51)	39(52)	6/15
CMAES	5.6(9)	2.2 (3)	2.2 (1.0)	2.2 (1.0)	2.1 (1.0)	2.1 (1.0)	14/15
CMAa	2.0 (5)	63(120)	38(50)	38(50)	38(50)	37(50)	6/15
CMAm	7.0(10)	110(187)	30(39)	30(39)	30(40)	30(39)	7/15
CMAMA	1.6 (3)	61(121)	38(51)	38(51)	38(50)	38(50)	6/15
CMAmah	1.3 (2)	30(58)	17(24)	16(24)	16(24)	16(24)	9/15
CMAmh	2.3 (3)	44(61)	22(26)	22(26)	22(26)	22(25)	8/15
DBRCGA	15(9)	56(95)	26(33)	26(33)	27(35)	27(35)	11/15
DE	66(127)	30(47)	9.4(11)	11(11)	11(11)	11 (13)	11/15
DE-AUTO	1.4 (2)	162(210)	47(60)	47(59)	47(59)	46(58)	8/15
DE-BFGS	16(18)	60(95)	22(25)	22(25)	21(30)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	176(103)	99(134)	33(42)	33(40)	33(40)	66(80)	4/15
DE-SIMPLEX	606(1920)	522(663)	258(318)	257(277)	256(295)	548(625)	0/15
DEctpb	39(12)	112(143)	80(99)	80(89)	80(98)	80(88)	3/15
JADEb	16(3)	12(28)	3.3 (6)	3.4 (6)	3.4 (6)	3.5 (6)	15/15
JADEctpb	30(3)	25(35)	13(20)	13(17)	13(20)	13(20)	9/15
MVDE	40(15)	58(72)	21(25)	21(25)	22(25)	22(25)	5/15
NBIPOPacMA	4.9(6)	10 (20)	5.1 (8)	5.1 (8)	5.1 (8)	5.1 (8)	15/15
NIPOPacMA	14(22)	440(890)	173(242)	172(227)	171(225)	171(225)	12/15
PSO-BFGS	0.61 (0.9)	1.7 (3)	0.98 (1)	0.97 (1)	1.1 (1)	161(214)	1/15
xNES	10(7)	72(37)	15(8)	15(8)	15(8)	15(8)	2/3
xNESas	40(39)	7.1 (7)	50(75)	50(74)	50(74)	49(73)	1/2

Table 23: 40-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-3	1e-5	1e-7	##succ
f_{22}	3090	35442	6.5e5	6.5e5	6.5e5	6.5e5	8/30
ACOR	1184(1621)	1129(1552)	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacMA	12(20)	343(565)	201(254)	200(215)	200(191)	199 (202)	4/15
CMA	82(117)	149(186)	∞	∞	∞	∞ <i>3e6</i>	0/15
CMAES	8.1 (16)	35 (56)	46 (46)	46 (49)	45 (48)	45 (54)	1/15
CMAa	65(8)	197(232)	∞	∞	∞	∞ <i>3e6</i>	0/15
CMAm	71(59)	147(219)	∞	∞	∞	∞ <i>3e6</i>	0/15
CMAma	62(6)	144(180)	∞	∞	∞	∞ <i>3e6</i>	0/15
CMAmah	1.2 (2)	102(135)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAmh	8.6 (2)	141(177)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DBRCGA	167(345)	196(236)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	68(49)	98(116)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	218(489)	315(396)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	101(92)	136(177)	87 (99)	87 (102)	87 (94)	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	538(650)	254(309)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	869(1298)	1582(1807)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	128(324)	368(423)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	13(28)	74 (100)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	109(324)	119(144)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	95(164)	83 (103)	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacMA	12(6)	112(120)	32 (39)	32 (40)	32 (40)	32 (40)	12/15
NIPOPacMA	179(468)	583(648)	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
PSO-BFGS	0.79 (0.9)	22 (57)	6.6 (6)	6.6 (6)	9.4 (10)	∞ <i>4e6</i>	0/15

Table 24: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f23	7.1	11925	75453	1.3e6	3.2e6	3.4e6	15/15
ACOR	1.3 (2)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPacCMA	8.4(9)	<i>7.8</i> (7)	1.3 (1)	1.9 (1)	1.00 (0.4)	0.99 (0.4)	15/15
CMA	4.1(3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
CMAES	4.9(4)	2478(2600)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	4.8(4)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
CMAm	5.8(6)	4976(5633)	787(907)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
CMAma	3.3(3)	2196(2764)	760(798)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
CMAmah	7.4(10)	859(1004)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
CMAmh	7.4(7)	4340(5028)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DBRCGA	1.0 (0.8)	350(259)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	2.0 (3)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	1.4(2)	6.7 (4)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	0.97 (1)	7.0 (5)	748(849)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	0.73 (0.7)	47(45)	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	1.3 (1)	0.43 (0.8)* ³	354(424)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	1.1 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	1.4 (1.0)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	2.2 (2)	95(38)	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	1.1 (1)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPacCMA	8.6(11)	10(12)	1.6 (2)	1.3 (0.4)	0.58 (0.2)	0.59 (0.2)	15/15
NIPOPacCMA	5.9(7)	61(18)	11 (3)	0.72 (0.2)	0.36 (0.2)	0.38 (0.2)	15/15
PSO-BFGS	1.4(1)	4.3 (2)	84 (108)	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15

Table 25: 40-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-3	1e-5	1e-7	#succ
f_{24}	5.8e6	9.8e7	3.0e8	3.0e8	3.0e8	3.0e8	1/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e7</i>	0/15
BIPOPaCMA	3.6 (3)	1.4 (1)	∞	∞	∞	∞ <i>4e7</i>	0/15
CMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
CMAa	19(21)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAm	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAma	9.0 (10)	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAmah	10(10)	1.2 (1)	∞	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
CMAmh	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>8e6</i>	0/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
DE-AUTO	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-ROLL	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</i>	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
JADEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>2e6</i>	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>1e6</i>	0/15
NBIPOPaCMA	2.1 (3)	0.19 (0.2)	0.97 (1)	0.97 (1.0)	0.97 (1.0)	0.97 (1)	2/15
NIPOPaCMA	1.2 (1)	0.15 (0.2)	0.44 (0.5)	0.44 (0.4)	0.44 (0.5)	0.44 (0.5)	4/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ <i>4e6</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] 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.
- [3] N. Hansen, A. Auger, S. Finck, and R. Ros. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2012: Experimental setup. Technical report, INRIA, 2012.
- [4] 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.
- [5] Terence Soule, editor. *An ACO Algorithm Benchmarked on the BBOB Noiseless Function Testbed*. ACM, 2012.
- [6] Terence Soule, editor. *Benchmarking Exponential Natural Evolution Strategies on the Noiseless and Noisy Black-Box Optimization Testbeds*. ACM, 2012.
- [7] Terence Soule, editor. *Benchmarking Natural Evolution Strategies with Adaptation Sampling on the Noiseless and Noisy Black-Box Optimization Testbeds*. ACM, 2012.
- [8] Terence Soule, editor. *Benchmarking Separable Natural Evolution Strategies on the Noiseless and Noisy Black-box Optimization Testbeds*. ACM, 2012.
- [9] Terence Soule, editor. *Benchmarking the Differential Evolution with Adaptive Encoding on Noiseless Functions*. ACM, 2012.
- [10] Terence Soule, editor. *Benchmarking the Multi-View Differential Evolution on the Noiseless BBOB-2012 Function Testbed*. ACM, 2012.
- [11] Terence Soule, editor. *Black-Box Optimization Benchmarking for Noiseless Function Testbed Using A Direction-Based RCGA*. ACM, 2012.
- [12] Terence Soule, editor. *Black-Box Optimization Benchmarking of IPOP-SaACM-ES and Bipop-SaACM-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed*. ACM, 2012.
- [13] Terence Soule, editor. *Black-Box Optimization Benchmarking of NIPOP-aCMA-ES and NBIPOP-aCMA-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed*. ACM, 2012.
- [14] Terence Soule, editor. *Comparing Mirrored Mutations and Active Covariance Matrix Adaptation in the IPOP-CMA-ES on the Noiseless BBOB Testbed*. ACM, 2012.

- [15] Terence Soule, editor. *Investigating the Impact of Adaptation Sampling in Natural Evolution Strategies on Black-Box Optimization Testbeds*. ACM, 2012.
- [16] Terence Soule, editor. *JADE, an Adaptive Differential Evolution Algorithm, Benchmarked on the BBOB Noiseless Testbed*. ACM, 2012.
- [17] Terence Soule, editor. *MEMPSODE: An Empirical Assessment of Local Search Algorithm Impact on a Memetic Algorithm Using Noiseless Testbed*. ACM, 2012.
- [18] Terence Soule, editor. *MEMPSODE: Comparing Particle Swarm Optimization and Differential Evolution Within a Hybrid Memetic Global Optimization Framework*. ACM, 2012.
- [19] Terence Soule, editor. *On the Impact of a Small Initial Population Size in the IPOP Active CMA-ES with Mirrored Mutations on the Noiseless BBOB Testbed*. ACM, 2012.
- [20] Terence Soule, editor. *On the Impact of Active Covariance Matrix Adaptation in the CMA-ES With Mirrored Mutations and Small Initial Population Size on the Noiseless BBOB Testbed*. ACM, 2012.