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 ($\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ 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 short name	paper	reference
ACOR	An ACO Algorithm Benchmarked on the BBOB Noiseless Function Testbed (Page 159)	[5]
BIPOPaCMA	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]
NBIPOPaCMA	Black-box Optimization Benchmarking of NIPOP-aCMA-ES and NBIPOP-aCMA-ES on the BBOB-2012 Noiseless Testbed (Page 269)	[13]
NIPOPaCMA	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
f1	83	83	83	83	83	83	15/15
ACOR	53(11)	83(13)	114(14)	177(23)	235(18)	296(21)	15/15
BIPOPaCMA	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
NBIPOPaCMA	9.5(1)	15(1)	22(1)	34(0.9)	46(2)	58(1)	15/15
NIPOPaCMA	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
f2	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)$^{\star 3}$	**2.1**(0.9)$^{\star 3}$	**2.3**(0.9)$^{\star 2}$	**2.5**(0.9)$^{\star 2}$	**3.3**(0.5)$^{\star 2}$	**3.8**(0.7)$^{\star 3}$	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
f3	15526	15602	15612	15646	15651	15656	15/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	2395(2759)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
CMA	5301(6290)	∞	∞	∞	∞	∞ *6e6*	0/15
CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
CMAa	5158(6324)	∞	∞	∞	∞	∞ *6e6*	0/15
CMAm	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *6e6*	0/15
CMAma	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *6e6*	0/15
CMAmah	4723(5032)	∞	∞	∞	∞	∞ *5e6*	0/15
CMAmh	2268(2590)	∞	∞	∞	∞	∞ *5e6*	0/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	886(903)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	486(394)	**3823**(3720)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	**110**(106)	**1847**(2012)	**3774**(4359)	**3765**(4158)	**3764**(4093)	**3763**(4091)	1/15
DE-SIMPLEX	**282**(172)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	8177(9296)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
NIPOPaCMA	4615(5542)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
SNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	0/15
xNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	0/15
xNESas	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	0/20

Table 5: 40-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best 2009}}$ on f_4, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f4	15536	15601	15659	15703	15733	2.8e5	6/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
CMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *6e6*	0/15
CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
CMAa	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *5e6*	0/15
CMAm	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *6e6*	0/15
CMAma	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *6e6*	0/15
CMAmah	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *5e6*	0/15
CMAmh	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *5e6*	0/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	**464**(399)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	**605**(658)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	**12**(0.3)$^{\star 4}$	**16**(0.3)$^{\star 4}$	**18**(0.3)$^{\star 4}$	**21**(0.2)$^{\star 4}$	**24**(0.2)$^{\star 4}$	**1.5**(0.0)$^{\star 4}$	15/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
NIPOPaCMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
SNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	0/15
xNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	0/15
xNESas	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	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
f5	98	116	120	121	121	121	15/15
ACOR	11(2)	12(2)	12(2)	12(2)	12(2)	12(2)	15/15
BIPOPaCMA	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
NBIPOPaCMA	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
NIPOPaCMA	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/$\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ 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)	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	17(12)	25(14)	51(30)	348(293)	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	36(11)	43(10)	52(27)	424(434)	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	80(6)	70(4)	68(3)	61(2)	61(2)	178(158)	5/15
JADEb	456(413)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞ *1e6*	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)	∞ *4e6*	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
f7	10698	17839	41037	66294	66294	68145	15/15
ACOR	1204(1552)	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	37(15)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	211(188)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	287(291)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	30(6)	198(190)	341(386)	215(254)	215(254)	210(232)	2/15
JADEb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	219(288)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	29(10)	825(898)	∞	∞	∞	∞ *1e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
SNES	43(44)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	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/$\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_8, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

Δf_{opt}	1e1	1e0	1e-1	1e-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)	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	148(5)	136(5)	144(5)	160(7)	1277(1282)	∞ *2e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	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
f9	6122	12982	13300	13651	13909	14142	15/15
ACOR	187(13)	254(385)	295(376)	433(366)	589(360)	798(374)	5/15
BIPOPaCMA	**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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	6.3(0.7)	**4.6**(3)	**4.8**(3)	**4.8**(3)	**4.8**(3)	**4.9**(3)	15/15
NIPOPaCMA	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	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 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-3	1e-5	1e-7	#succ
f10	25890	30368	36796	56007	65128	70824	15/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	135(109)	1962(2175)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	32(46)	39(38)	62(74)	65(73)	57(63)	187(214)	0/15
DE-ROLL	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	64(43)	156(133)	813(842)	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	46(9)	97(73)	267(272)	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	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)	∞	∞	∞ *1e7*	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)	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	914(506)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	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)	∞	∞	∞	∞ *1e7*	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)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	227(276)	233(286)	250(238)	715(688)	∞	∞ *2e6*	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)	∞ *4e6*	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)	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	209(241)	238(270)	508(545)	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞	∞	∞ *1e6*	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)	∞ *4e6*	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)	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	**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)	∞ *2e6*	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)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	54(7)	77(101)	386(420)	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞ *4e6*	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)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	60(4)	27(3)	145(155)	201(215)	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	29(47)	80(82)	258(271)	406(417)	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	74(64)	77(145)	283(317)	73(76)	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	67(4)	156(148)	487(573)	96(111)	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	**2.5**(3)	3.2(2)	5.0(4)	**1.2**(0.9)	**2.0**(2)	**2.8**(2)	15/15
NIPOPaCMA	**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)	∞ *4e6*	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 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-3	1e-5	1e-7	#succ
f14	304	616	777	2207	4825	57711	15/15
ACOR	21(6)	16(3)	18(2)	107(28)	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	**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)	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	123(18)	100(10)	115(14)	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	**0.92**(0.1)	**0.70**(0.1)$\downarrow_4$	**0.77**(0.1)	**1.1**(0.2)	13(3)	∞ *4e6*	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)$^{\star 2}$	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	4.1(4)	11(11)	12(13)	24(6)	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	26(14)	31(9)	34(9)	31(11)	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	114(18)	100(10)	121(7)	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	20(2)	20(2)	25(2)	30(2)	153(27)	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	23(2)	23(1)	27(1)	30(2)	166(50)	∞ *2e6*	0/15
MVDE	78(10)	89(4)	114(7)	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	**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
NIPOPaCMA	**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)	∞ *4e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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)$_{\downarrow 2}$	**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)$_{\downarrow}$	**0.71**(0.3)	**0.72**(0.3)	**0.74**(0.3)	**0.75**(0.3)	15/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	**1.0**(0.4)	**0.71**(0.3)$_{\downarrow 2}$	**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)$_{\downarrow}$	**0.55**(0.2)	**0.56**(0.2)	**0.57**(0.2)	**0.58**(0.2)	15/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
xNES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	0/2
xNESas	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e7*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	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)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	329(274)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	2351(2446)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	415(460)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	1082(1292)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	1211(1425)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	219(245)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	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)$^{\star}_{\downarrow 4}$	**0.21**(0.2)$_{\downarrow 3}$	**0.16**(0.1)$^{\star}_{\downarrow 3}$	**0.18**(0.1)$_{\downarrow 3}$	15/15
PSO-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	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)	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	**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)	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	35(10)	24(6)	17(3)	26(21)	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	15(20)	636(565)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	13(13)	422(493)	4118(4594)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	19(17)	1039(1402)	1986(2261)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	25(24)	1894(2041)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	28(8)	21(2)	15(1.0)	10(0.5)	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	6.7(3)	115(239)	924(1059)	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	7.0(2)	5.4(0.9)	3.2(0.6)	13(19)	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	17(4)	27(5)	21(4)	29(20)	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	**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
NIPOPaCMA	**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)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	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
f18	1442	16998	47068	1.9e5	6.7e5	9.5e5	15/15
ACOR	16(6)	397(589)	∞	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	**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)	∞	∞	∞ *2e6*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	46(9)	24(13)	38(31)	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	291(158)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	229(206)	3493(3768)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	442(268)	3530(4004)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	638(406)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	40(7)	14(3)	12(2)	10(6)	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	16(6)	794(938)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	10(1)	**2.8**(0.8)	16(21)	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	49(8)	29(12)	316(362)	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	**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
NIPOPaCMA	**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)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
xNES	**2.1**(0)	**2.2**(0)	**1.6**(0)	**0.80**(0)	**0.39**(0)	∞ *1e7*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	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)	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAES	407(116)	2.5e5(3e5)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
CMAa	443(121)	**4.8e4**(3e4)	**1.8**(3)	∞	∞	∞ *8e6*	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)	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAmah	**338**(204)	1.6e6(4e6)	7.1(8)	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAmh	**305**(114)	1.2e6(2e6)	**2.3**(3)	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
DBRCGA	1270(156)	2.5e6(2e6)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	1.4e4(4500)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	2.1e4(2e4)	2.1e6(2e6)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	1.6e4(7636)	1.9e6(2e6)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	2.1e4(1e4)	2.8e7(3e7)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	2.7e4(9260)	5.8e7(6e7)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	1.2e4(3772)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	3765(784)	8.9e6(9e6)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	3064(499)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	1.4e4(1661)	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	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)	∞	∞	∞ *4e6*	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
f20	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)$^{\star 2}$	**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/$\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ 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-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)	∞ *4e6*	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(226)	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
f22	3090	35442	6.5e5	6.5e5	6.5e5	6.5e5	8/30
ACOR	1184(1621)	1129(1552)	∞	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	12(20)	343(565)	201(254)	200(215)	200(191)	**199**(202)	4/15
CMA	82(117)	149(186)	∞	∞	∞	∞ *3e6*	0/15
CMAES	**8.1**(16)	**35**(56)	**46**(46)	**46**(49)	**45**(48)	**45**(54)	1/15
CMAa	65(8)	197(232)	∞	∞	∞	∞ *3e6*	0/15
CMAm	71(59)	147(219)	∞	∞	∞	∞ *3e6*	0/15
CMAma	62(6)	144(180)	∞	∞	∞	∞ *3e6*	0/15
CMAmah	**1.2**(2)	102(135)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
CMAmh	**8.6**(2)	141(177)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DBRCGA	167(345)	196(236)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	68(49)	98(116)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	218(489)	315(396)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	101(92)	136(177)	**87**(99)	**87**(102)	**87**(94)	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	538(650)	254(309)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	869(1298)	1582(1807)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	128(324)	368(423)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	13(28)	**74**(100)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	109(324)	119(144)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	95(164)	**83**(103)	∞	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	12(6)	112(120)	**32**(39)	**32**(40)	**32**(40)	**32**(40)	12/15
NIPOPaCMA	179(468)	583(648)	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
PSO-BFGS	**0.79**(0.9)	**22**(57)	**6.6**(6)	**6.6**(6)	**9.4**(10)	∞ *4e6*	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)	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	8.4(9)	7.8(7)	**1.3**(1)	**1.9**(1)	**1.00**(0.4)	**0.99**(0.4)	15/15
CMA	4.1(3)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
CMAES	4.9(4)	2478(2600)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
CMAa	4.8(4)	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
CMAm	5.8(6)	4976(5633)	787(907)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
CMAma	3.3(3)	2196(2764)	760(798)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
CMAmah	7.4(10)	859(1004)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
CMAmh	7.4(7)	4340(5028)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DBRCGA	**1.0**(0.8)	350(259)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	**2.0**(3)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	**1.4**(2)	**6.7**(4)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	**0.97**(1)	**7.0**(5)	748(849)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	**0.73**(0.7)	47(45)	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	**1.3**(1)	**0.43**(0.8)$^{\star 3}$	354(424)	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	**1.1**(1)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	**1.4**(1.0)	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	**2.2**(2)	95(38)	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	**1.1**(1)	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	0/15
NBIPOPaCMA	8.6(11)	10(12)	**1.6**(2)	**1.3**(0.4)	**0.58**(0.2)	**0.59**(0.2)	15/15
NIPOPaCMA	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)	∞	∞	∞ *4e6*	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
f24	5.8e6	9.8e7	3.0e8	3.0e8	3.0e8	3.0e8	1/15
ACOR	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e7*	0/15
BIPOPaCMA	**3.6**(3)	**1.4**(1)	∞	∞	∞	∞ *4e7*	0/15
CMA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAES	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
CMAa	19(21)	∞	∞	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAm	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAma	**9.0**(10)	∞	∞	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAmah	10(10)	**1.2**(1)	∞	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
CMAmh	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *8e6*	0/15
DBRCGA	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
DE-AUTO	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-BFGS	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-ROLL	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DE-SIMPLEX	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	0/15
DEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
JADEctpb	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *2e6*	0/15
MVDE	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *1e6*	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	∞	∞	∞	∞	∞	∞ *4e6*	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.