Comparison tables: BBOB 2009 noisy testbed in 3-D

The BBOBies

November 20, 2009

Abstract

This document provides tabular results of the workshop for Black-Box Optimization Benchmarking at GECCO 2009, see `http://coco.gforge.inria.fr/doku.php?id=bbob-2009`. More than 30 algorithms have been tested on 24 benchmark functions in dimensions between 2 and 40. A description of the used objective functions can be found in [13, 8]. The experimental set-up is described in [12].

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. Consequently, the best (smallest) value is 1 and the value 1 appears in each column at least once. See [12] for details on how ERT is obtained. All numbers are computed with no more than two digits of precision.

Table 1: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ on f_{101}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

101 Sphere moderate Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D	0.333	0.333	1.2	4.4	6.33	6.73	9.33	10.7	11.1	12.7	$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.1**	3.2	21	59	110	130	160	190	240	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**2.8**	5.3	7.3	9.6	9.9	11	12	15	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**2.1**	3.4	**1.6**	**1.7**	**1.9**	**1.5**	**1.4**	**1.4**	**1.4**	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**2.8**	52	130	230	220	200	200	230	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	160	800	4100	*46e-2/4e3*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	4.9	4	5.3	8.1	7.8	8.6	9.8	12	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	3.1	3.1	3.6	4.8	4.4	5	5.5	6.5	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1.2**	54	25	31	33	32	35	40	42	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1.1**	3.9	11	17	24	25	28	34	40	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	**1.3**	7.3	12	24	41	69	97	150	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	4.1	**1.7**	**1.4**	**1.4**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.1**	**2.9**	17	16	16	12	11	11	10	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**3**	**2.9**	4.4	6.4	6.3	6.8	8.1	9.8	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.1**	**2.5**	8.2	15	23	20	19	20	20	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.4**	**2.3**	**2**	240	1600	*96e-7/2e4*	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.5**	**2.8**	**2**	**2.5**	**2.9**	**2.4**	**2.2**	**2.3**	**2.2**	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.5**	**3**	**3**	3.5	4.7	4.4	4.5	5.2	6.2	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1.7**	7.7	18	39	44	56	71	97	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**1.9**	7.7	30	110	130	180	230	300	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.2**	**1.9**	16	360	1.1e4	2.7e5	1.3e6	*17e-4/1e6*	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1.1**	3.1	**2.8**	4.4	6.5	5.9	6.9	7.7	9.3	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.1**	**1.8**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1.2**	**1.5**	**1.7**	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.6**	8.5	10	12	11	11	12	13	VNS (Garcia) [10]

Table 2: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{102}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

102 Sphere moderate unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	1.2	4.04	7.56	9.33	10.8	11.6	13	16	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	3.2	13	54	83	120	150	170	190	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	**2.5**	5.1	5.7	6.5	7.7	9.3	9.9	11	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1.9**	3.6	**2.8**	**2.9**	**2.6**	**2.8**	**2.7**	**2.5**	**2.2**	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.1**	**2.6**	17	110	100	190	180	210	180	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	6.1	140	1500	7200	*11e-1/4e3*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	3.9	3.2	4.6	5.5	6.5	8	8.3	9.1	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1.5**	**2.5**	**2.6**	**3**	3.4	4	4.6	4.8	5.2	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	6.5	36	29	32	39	38	44	48	52	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**1**	11	15	17	21	27	29	33	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	**2.5**	8.2	11	15	30	63	82	120	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	3.1	**1.7**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**2.9**	14	14	12	10	10	9.3	8.1	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**2.2**	3	3.2	4.2	5.5	6.6	7.1	7.8	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.1**	**2.8**	10	12	16	19	19	19	17	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.4**	38	140	1100	5800	*26e-6/2e4*	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.5**	5.9	5.7	5.4	7.2	6.8	8.1	9.1	10	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.1**	3.8	3.1	**2.7**	3.2	3.6	4.2	4.3	4.7	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**2.5**	6.8	15	26	37	53	64	80	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**2.5**	7.7	19	73	110	160	180	230	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.1**	**1.5**	11	320	5700	3e5	*20e-4/1e6*	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	3.8	3.5	3.9	4.9	5.1	6.2	6.6	7.2	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.1**	**1**	**1.5**	**1**	**1.2**	**1.4**	**1.6**	**2**	**2.2**	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.6**	9.9	9.9	9.4	9.5	10	10	11	VNS (Garcia) [10]

Table 3: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\mathrm{best}}$ on f_{103}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

103 Sphere moderate Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\mathrm{best}}$/D	0.333	0.333	1.2	4.33	6.38	6.38	6.38	6.58	7.73	14.2	ERT$_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	**2.6**	19	71	120	200	280	2e3	2.5e5	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	4.9	6.4	7.6	13	57	91	340	620	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1.9**	3.3	**1.7**	**1.6**	**2**	5.6	9.2	10	9	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**2.2**	17	140	310	320	510	440	330	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1.3**	3.5	3.7	**2.5**	**2.6**	**2.6**	**2.5**	**2.1**	**1.2**	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1.3**	5.1	4	5.3	7.8	12	14	15	12	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	3.4	3.2	4.9	7.8	25	40	66	170	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	5.1	59	33	49	130	440	2800	1.6e4	1e6	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**1.9**	12	17	28	64	110	120	190	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	**1.9**	6.7	11	21	100	730	8e3	*69e-7/1e5*	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	3.5	**1.6**	**1.3**	**1.3**	**2**	**3.2**	**2.8**	**1.8**	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.1**	**1.9**	12	14	17	20	32	35	33	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	**2.6**	3.5	4.4	6.9	9.3	12	220	810	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.1**	3.5	7.8	13	23	34	36	35	25	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.3**	**2**	**2.1**	36	87	86	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	3.4	**2.1**	**2.6**	3.4	4.8	5.9	5.8	9.8	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.1**	3.3	**2.8**	3.7	7.2	14	70	160	880	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**2.5**	7.5	18	58	340	1600	2.3e4	*19e-6/1e5*	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.1**	**2.3**	6.1	31	95	250	4800	2.8e4	*14e-6/1e5*	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	3.4	18	320	1.2e4	5.3e5	*14e-4/1e6*	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	4.5	4.2	5.1	7.6	10	12	13	9.3	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.1**	**2.3**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.6**	9.4	12	14	16	19	20	13	VNS (Garcia) [10]

Table 4: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ on f_{104}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

104 Rosenbrock moderate Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D	1.4	5.96	8.8	65.4	201	212	216	218	219	223	$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	**1.6**	4.8	23	11	9.1	21	29	37	46	62	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**2.6**	**2.8**	3.7	**1.9**	**1.3**	**1.6**	**1.8**	**2**	**2.2**	**2.4**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**2.5**	**1**	**1**	3.2	**2.6**	3.3	3.4	4.1	4.1	4.1	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**2.5**	3.1	8.4	19	140	*76e-2/2e3*	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	160	190	3600	*28e+0/2e3*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	3.5	**2.1**	3.6	3.6	**2.2**	**2.7**	3	3.2	3.4	3.6	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**2.9**	**1.5**	**2.2**	**2.8**	**1.9**	**2.2**	**2.4**	**2.4**	**2.4**	**2.5**	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	44	18	30	23	48	140	320	660	2900	*36e-7/1e6*	DASA [18]
DEPSO	4.8	6.3	9.9	4.3	4.9	9.2	44	140	*28e-4/2e3*	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	3	3.1	8	14	17	33	44	60	78	110	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	4.1	**2.1**	**1.9**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**2**	6.8	11	**1.8**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.1**	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1.8**	**1.6**	**2.6**	14	5	5	5.1	5.2	5.3	5.4	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	3.9	3.7	6.5	**2.8**	3.1	3.4	3.8	4.1	4.4	4.5	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1.2**	**1.1**	7.9	39	560	*30e-3/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**2.8**	**1.1**	**1.1**	**1**	**2.7**	8.2	18	28	34	40	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	3.6	**1.8**	**2.1**	**2.7**	6.6	20	37	180	510	2900	(1+1)-ES [1]
PSO	**2.3**	**2.6**	7.1	5.8	6.5	15	26	42	60	100	PSO [6]
PSO_Bounds	3.2	**2.6**	11	12	45	270	390	780	800	860	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	3.7	7.4	53	180	2700	*43e-3/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	4	**2.3**	**2.9**	**1.8**	5.4	5.3	5.4	5.4	5.5	5.5	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**2.5**	**1.4**	**2.1**	7.8	13	55	110	*12e-2/2e3*	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**2.5**	7.2	7.5	**2.5**	**1.3**	**1.5**	**1.7**	**1.7**	**1.8**	**1.9**	VNS (Garcia) [10]

Table 5: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ on f_{105}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

105 Rosenbrock moderate unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D	1.4	5.64	9.29	113	357	1080	1080	1090	1090	1100	$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	4.2	7.7	28	7.3	4.7	**2.9**	4.5	6.4	8	11	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	3.7	**2.5**	3.2	5.2	**2.8**	**1.4**	**1.4**	**1.5**	**1.5**	**1.6**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**2.7**	**1.8**	**1.8**	**1.1**	**1.6**	3.2	8.2	35	75	*20e-4/6e3*	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	3.5	3.3	26	22	*10e-1/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	160	130	910	*20e+0/2e3*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	4.2	**2.7**	4.1	**1.5**	**2.5**	**1**	**1.2**	**1.2**	**1.3**	**1.3**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**2.7**	**1.6**	**2.1**	**2.1**	3.4	**1.9**	4.9	7.8	9.6	10	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	69	24	22	23	34	32	94	300	710	4400	DASA [18]
DEPSO	4.3	5	7.7	**1.8**	**2.5**	**2.1**	8.6	27	*71e-4/2e3*	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	3.2	3.9	6.9	8.8	9.1	6.1	9	12	16	23	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	4.6	**1.7**	**1.4**	**1.8**	3	4.7	6.7	14	21	45	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**2.5**	3.7	11	**1.6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**2.5**	**1.5**	**2.1**	7.4	3.7	**1.3**	**1.3**	**1.3**	**1.3**	**1.4**	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	3.1	5.3	7.1	**2.3**	11	4.8	5.2	5.4	5.4	5.4	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	6.7	37	100	*57e-3/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	5	**2.2**	**1.5**	**1**	**1.9**	**2**	7.5	21	69	70	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	6.1	3.2	**2.8**	**2.4**	3.9	5	12	38	100	1500	(1+1)-ES [1]
PSO	4.4	**2.7**	10	74	29	13	20	25	31	42	PSO [6]
PSO_Bounds	**1.7**	5.5	14	69	27	51	54	74	79	84	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**2.2**	7.8	50	130	1400	6300	*45e-3/1e6*	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	5.1	**2.7**	**2.8**	5.4	5.2	**1.8**	**2**	**2**	**2**	**2**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	3.8	**2**	**1.8**	**2.5**	10	11	10	*16e-2/2e3*	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**2.5**	8	7.9	18	8.5	3.4	3.7	4.5	5.7	8.1	VNS (Garcia) [10]

Table 6: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ on f_{106}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

106 Rosenbrock moderate Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D	1.4	6.87	9.6	22.8	52	148	253	276	431	482	$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	**2.4**	5.3	21	29	37	25	55	240	1900	*37e-7/2e6*	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**2.9**	**2**	3.7	18	30	34	31	32	27	43	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	3.1	**1.1**	**1.1**	**2.4**	**1.9**	**1**	**2.1**	3.3	5	7.5	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	3.8	3.8	7.5	32	*73e-2/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	18	7	12	18	23	13	8	7.6	7.6	7.6	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	4.6	**1.9**	**3**	7.1	6.9	3.3	**2.1**	**2.2**	**1.5**	**1.5**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1.7**	**1.1**	**1.9**	5.5	6.1	6.2	7.2	11	19	97	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	21	12	14	150	190	270	540	6600	*10e-5/1e6*	.	DASA [18]
DEPSO	4.6	3.2	11	12	34	200	*38e-3/2e3*	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	4.9	3.1	7.6	44	69	52	460	1600	3300	*97e-5/1e5*	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	4.2	**1.3**	**1.2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.4**	**1.6**	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**2.2**	4	9.4	6.8	**3.8**	**2.1**	**1.3**	**2.5**	3.7	16	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	3.5	**1.5**	**2.4**	37	41	24	22	31	25	51	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	3.4	4.4	6.4	8.3	7	3.4	**2.4**	**2.3**	**1.6**	**1.6**	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	23	230	810	980	*40e-3/2e4*	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	3	**1**	**1**	**3.3**	5.6	4.4	7.4	14	13	33	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	3.4	**2.3**	**2.1**	3.5	24	32	100	240	1200	3e4	(1+1)-ES [1]
PSO	**2.4**	3.6	8	14	230	910	1700	5400	*14e-3/1e5*	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**2.2**	3.9	11	33	170	620	480	1500	*17e-4/1e5*	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	4.9	7.9	43	590	9100	*42e-3/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	3.7	**1.8**	**2.9**	7.5	7.1	3	**1.9**	**1.8**	**1.2**	**1.2**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**2.9**	**1.6**	**1.9**	3.6	63	160	*12e-2/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**2.5**	6.7	7.1	8.1	5.6	**2.3**	**1.5**	**1.5**	**1**	**1**	VNS (Garcia) [10]

Table 7: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{107}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

107 Sphere Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	1.96	15.6	51	77.4	108	138	168	228	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.1**	**2.1**	4.3	9	13	14	16	16	18	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.7**	**1.6**	7.8	5.8	4.6	9.5	8	6.3	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	17	20	45	120	360	590	*16e-3/6e3*	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**2.3**	4.2	4	6.2	6.8	6.9	7.1	7.4	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	87	310	*10e-1/3e3*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	4	**1.8**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	17	9.8	13	16	19	32	61	140	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1.5**	280	560	1400	5e3	2.6e4	9.2e4	*24e-4/8e5*	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1.2**	**2.4**	3.2	**2.5**	**3.5**	**3.3**	**3.6**	**3.6**	**3.6**	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	**1.6**	**2.2**	6.1	23	32	36	38	42	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	25	21	40	85	130	350	610	*28e-4/7e3*	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**1.6**	4.8	6.5	11	22	38	31	*66e-4/700*	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	3.4	16	14	23	16	15	12	11	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.2**	**1.6**	3	4	5.8	5.8	5.6	5	4.6	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**2.4**	**1**	13	81	670	*16e-4/2e4*	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.1**	12	29	61	65	150	530	*57e-4/5e3*	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.1**	13	17	14	18	27	64	180	780	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1.1**	**1.2**	**1.5**	**2**	4.3	5.4	5.9	6.2	7.2	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.1**	**1**	**2.9**	5.4	10	14	18	20	22	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.1**	**2**	4.3	58	980	2.2e4	*16e-4/1e6*	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	58	8	5	3.9	**3.2**	4.2	4.2	3.8	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	**2.5**	3.6	5.9	7.8	8.8	12	15	35	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1.6**	**2.3**	**1.8**	**1.6**	4.2	**3.5**	**3.1**	**2.8**	VNS (Garcia) [10]

Table 8: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ on f_{108}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

108 Sphere unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D	0.333	0.333	1.93	32.8	655	1840	3610	5060	5730	10700	$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.1**	**1.4**	**1.7**	**1.8**	**1.5**	**1.7**	**2.1**	**2.7**	**3.1**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.3**	45	11	9.2	13	15	19	32	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1.5**	120	82	130	*39e-2/6e3*	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.1**	**2.4**	25	*64e-2/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	38	32	*92e-2/800*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1.2**	36	7.5	**1.2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	72	21	7.2	25	*42e-3/1e4*	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	11	510	350	230	660	3400	*99e-4/8e5*	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	4.4	6	6	*11e-2/2e3*	.	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	**1.5**	**1.9**	**1**	**2.2**	**2.6**	5.1	7.2	**6.6**	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	15	82	180	50	*31e-2/7e3*	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**2.1**	4.8	**2.6**	10	*92e-3/1e3*	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	92	57	20	17	16	32	44	100	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1**	**1.9**	**2.8**	**1**	**1.4**	**1.5**	**2**	**5**	20	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	3.2	3.9	8.8	130	*37e-3/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	110	56	36	*41e-2/5e3*	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	24	39	13	43	280	*53e-5/1e6*	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1**	**1**	13	12	11	11	23	42	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.1**	**2.2**	**2.6**	**1**	22	35	45	41	64	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	**1.1**	3.1	**2.7**	36	370	*92e-5/1e6*	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	180	44	7	6	3.7	30	*91e-5/1e4*	.	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	**1.5**	4.2	4	13	*11e-2/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1.6**	69	10	8.4	13	22	150	490	VNS (Garcia) [10]

Table 9: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{109}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

109 Sphere Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	1.2	6.84	31.1	48.5	64.3	64.5	83.7	83.7	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.1**	**2.1**	13	15	36	630	1.3e4	1.4e5	*42e-6/2e6*	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	3.3	38	9.3	25	52	92	120	210	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1.5**	3.4	7.6	5.9	8.9	17	58	110	260	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**2.4**	27	36	25	21	25	21	36	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	9.3	39	8.7	**2.1**	**1.3**	**1**	**1**	**1**	**1**	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	**2.9**	**2.3**	**1.2**	**1.5**	**1.6**	**2.4**	**2.4**	**3.5**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1.2**	**2.9**	5.5	**2.6**	47	410	*18e-4/1e4*	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	3.1	200	400	1700	1.1e4	2e5	*63e-4/9e5*	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	3.1	6.4	4.2	7	14	76	350	*15e-5/2e3*	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**2**	3.8	**3**	110	1400	*83e-5/1e5*	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	6.4	**2.1**	**1.4**	**1.6**	**1.7**	**2.2**	**1.7**	**1.7**	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.2**	4.5	10	3.7	4.6	25	*39e-4/500*	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	**2.5**	**2**	8.1	18	47	79	140	490	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.1**	3.3	5.4	3.1	5.8	10	20	26	56	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1**	18	81	110	150	160	190	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.3**	5.3	6.2	6.4	12	34	150	180	*17e-5/5e3*	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	3.8	**1.9**	3.3	27	380	2200	8.2e4	*25e-6/1e6*	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**2.2**	8.4	12	290	2900	7300	1.8e4	*19e-4/1e5*	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.1**	**2.2**	3.7	12	3100	2.2e4	2.3e4	*18e-3/1e5*	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.1**	**1.6**	9.5	100	2500	4.8e4	*19e-4/1e6*	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	3.4	**1.8**	**1**	**1**	**1.7**	**2.4**	**2.5**	3.6	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.1**	**2.6**	**1.1**	**2.5**	17	60	380	*31e-4/2e3*	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.6**	5.9	**2.4**	**2.1**	**2.4**	3.1	**3**	4.2	VNS (Garcia) [10]

Table 10: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ on f_{110}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

110 Rosenbrock Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D	1.44	8.44	18.7	307	2090	6820	11800	20400	20700	21200	$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	**2.3**	3.9	9.5	**2.6**	**1**	**1.2**	**1**	**1.2**	**1.6**	**2.5**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**2.7**	**1.8**	**2.2**	8.4	33	26	16	9.1	9.1	8.9	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	18	18	15	6.6	8.4	*34e-2/6e3*	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**2.3**	**3**	7.8	4.8	14	4.2	*60e-2/2e3*	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	50	59	220	*19e+0/1e3*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	3.2	**1.5**	**2**	3	5.6	**2.9**	**1.7**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	8.1	5.8	6.7	**2.5**	**2.2**	3.7	13	*17e-3/1e4*	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	410	230	270	110	170	180	240	630	*43e-4/9e5*	.	DASA [18]
DEPSO	6.9	4.4	5.1	**1**	**1.9**	**1**	**2.5**	*16e-2/2e3*	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**2.4**	**2.1**	3.9	4.3	43	*98e-3/1e5*	.	.	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	53	20	15	9.8	8.5	7.4	8.8	*20e-2/7e3*	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	4.2	3.5	6.5	**1.6**	**1.7**	*91e-2/400*	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**2.2**	**1.2**	**1.6**	8.4	8.5	11	9.8	5.8	5.8	**5.7**	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	3.2	3.8	4	**1.1**	6.5	16	9.2	11	*76e-3/2e4*	.	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	5.9	8.6	*87e-3/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	23	20	24	9	4.3	11	*22e-2/5e3*	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	6.2	6.3	6.8	**2.7**	**1.6**	**2**	4.1	7.1	63	690	(1+1)-ES [1]
PSO	**2.4**	**2.6**	5.3	25	97	59	55	32	72	*21e-2/1e5*	PSO [6]
PSO_Bounds	**2.4**	**2.1**	5.6	26	73	30	35	*25e-2/1e5*	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**2**	3.2	16	55	200	2100	*32e-3/1e6*	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	3.8	15	7.6	3.9	9.9	6.1	3.5	**3.3**	**3.2**	6.8	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	3.4	**1.6**	**2.9**	4.2	3.4	3.6	*76e-2/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**2.4**	71	34	20	16	8.4	7.6	5.2	6.8	11	VNS (Garcia) [10]

Table 11: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{111}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

111 Rosenbrock unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	3.36	17.2	58	1160	9990	25300	64900	2e5	4.76e5	4.91e5	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1.8**	**2.1**	4.8	**1.3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.2**	**6.1**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1.1**	**1.4**	**1**	4.2	7	16	22	9.1	**9.1**	**30**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	52	66	55	*45e-1/6e3*	.	.	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1.7**	4.6	45	11	*15e+0/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	15	12	150	*25e+0/600*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	3	9.5	4.1	**1.4**	3.1	13	**6.2**	**2.4**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	20	16	17	9.3	15	*89e-2/1e4*	.	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	310	310	350	250	210	*29e-2/8e5*	.	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	**2.1**	**2.1**	4.2	3.4	*12e-1/2e3*	.	.	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	5	**2.9**	19	57	*15e-2/1e5*	.	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	79	73	96	25	*76e-1/7e3*	.	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1.2**	**1.9**	4.3	3	**2**	*25e-1/1e3*	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1.1**	18	32	11	13	13	12	16	15	30	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1.5**	**2**	**2.4**	**1**	**1.7**	8.9	*52e-3/2e4*	.	.	.	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**2.2**	**2.4**	7.4	7.5	5.3	*47e-2/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	32	42	85	32	7.8	*74e-1/5e3*	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	17	12	11	5.3	8.7	36	*64e-4/1e6*	.	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**1.1**	**1**	**1.8**	11	8.4	16	10	**3.4**	*87e-3/1e5*	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**1.3**	**1.4**	**2.9**	**1.6**	4.5	8.9	10	*25e-3/1e5*	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**2.4**	8.9	19	80	*75e-3/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**2.9**	26	24	5.1	4.5	**5.9**	*47e-2/1e4*	.	.	.	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1.8**	**1.9**	8.6	6.4	*37e-1/2e3*	.	.	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	27	46	6	6.4	**8.1**	**9.3**	16	28	*13e-6/9e6*	VNS (Garcia) [10]

Table 12: 03-D, running time excess ERT/ERT_{best} on f_{112}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

112 Rosenbrock Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT_{best}/D	1.4	6.38	9.6	113	523	826	950	993	1040	1180	ERT_{best}/D
ALPS	4.3	9.1	27	7.4	5.3	37	1400	1.2e4	*55e-5/2e6*	.	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**2.5**	**2.5**	4	12	24	63	80	89	140	170	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**2.8**	**1.1**	**2.1**	**2.2**	**1.8**	9.5	85	*20e-3/6e3*	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	3.3	3.5	7.7	22	*10e-1/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	39	53	70	43	*11e-1/3e3*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	3.8	**2**	3	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.1**	**1.1**	**1.2**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	3.9	**2.1**	3.3	**2.6**	6.4	29	*18e-3/1e4*	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	39	59	90	61	87	1200	7e3	1.4e4	*48e-4/1e6*	.	DASA [18]
DEPSO	5.3	3.5	7.8	3.5	16	*42e-2/2e3*	.	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	3.5	3.1	6.1	6.4	61	1800	*39e-3/1e5*	.	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	4.3	**1.4**	**2.2**	**1.7**	5.6	13	49	*13e-3/7e3*	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**2.5**	5.1	11	**2**	**2.4**	*30e-2/400*	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	3	**1.8**	**2.4**	4.9	51	58	74	100	140	200	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	3.3	4.6	6.9	**1.8**	**2.7**	6.2	18	44	95	*60e-5/2e4*	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1.1**	**1**	11	50	*12e-2/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**2**	**1**	**1.3**	**1.7**	**1.4**	8.7	37	73	*44e-4/5e3*	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	4.3	**2.4**	**2.5**	**2.1**	3.2	23	320	3300	*30e-5/1e6*	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**2.6**	3.4	7.7	77	400	340	*20e-2/1e5*	.	.	.	PSO [6]
PSO_Bounds	3.7	**2.9**	12	7.8	170	200	1500	*72e-3/1e5*	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	3.4	10	41	160	960	8300	*60e-3/1e6*	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**2.3**	**1.7**	**2.7**	**2.5**	**1.2**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**2.5**	**1.3**	**2.2**	5.9	6.1	30	*17e-2/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**2.5**	7.4	7.9	3.2	**1.3**	**1.1**	**1**	**1.1**	**1.1**	**1**	VNS (Garcia) [10]

Table 13: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{113}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

113 Step-ellipsoid Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	1.13	8.8	42.2	649	1030	1080	1080	1080	1140	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1.3**	**1.7**	3.1	7.2	**1.5**	**1.8**	**2.1**	**2.1**	**2.1**	**2.2**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1.5**	**2**	**1.1**	**1**	**1.9**	**2.1**	**2**	**2**	**2**	**1.9**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1.6**	5.6	8.2	15	8	25	75	75	75	*57e-3/6e3*	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1.4**	**1**	**1.8**	**2.8**	3.4	8.5	8.2	8.2	8.2	8	BayEDAcG [9]
BFGS	7.1	43	95	710	*19e-1/2e3*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1.2**	15	3.7	**2.4**	**2.4**	**1.9**	**1.9**	**1.9**	**1.9**	**1.8**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1.3**	**1.8**	16	12	**2.5**	6.8	22	22	22	22	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	5.7	170	220	530	120	800	1e3	1e3	1e3	1400	DASA [18]
DEPSO	**1.2**	**2.9**	3.3	**2.9**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1.3**	**2.1**	**2.2**	3.7	**2.4**	3.6	3.7	3.7	3.7	4.4	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1.5**	7.5	9.7	14	7.7	16	95	95	95	*15e-3/7e3*	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1.5**	**2.6**	**1.8**	3.9	**2.3**	4.2	*12e-2/400*	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1.2**	**1.5**	25	17	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1.3**	**1.9**	**1.8**	3.6	**2.4**	**2**	**2.1**	**2.1**	**2.1**	**2.1**	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**2.1**	**2.3**	**2.7**	3.8	50	230	230	230	*15e-3/2e4*	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1.5**	14	7.7	14	5.1	12	70	70	70	*74e-3/5e3*	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1.9**	16	11	7.3	**2.1**	14	23	23	23	28	(1+1)-ES [1]
PSO	**1.3**	**1.7**	**1.4**	3.7	**1.2**	10	12	12	12	11	PSO [6]
PSO_Bounds	**1.3**	**1.3**	**1.6**	**2.9**	**1.6**	**2.3**	**2.6**	**2.6**	**2.6**	**2.8**	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1.3**	**1.4**	**3**	17	28	520	1300	1300	1300	4200	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1.9**	4.2	26	16	3.5	**3**	**2.9**	**2.9**	**2.9**	3.1	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1.2**	**1.1**	**1**	8	4.7	6.9	6.6	6.6	6.6	6.2	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**2.5**	3.1	11	5.8	6.2	6.8	6.8	6.8	6.4	VNS (Garcia) [10]

Table 14: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$ on f_{114}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

114 Step-ellipsoid unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D	0.333	0.978	8.53	338	2090	6290	9440	9440	9440	10900	$\mathrm{ERT}_{\mathrm{best}}$/D
ALPS	**1.2**	**2**	**2.4**	**1.4**	**1.1**	**1.4**	**1.1**	**1.1**	**1.1**	**1.4**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1.3**	**1.8**	**2.9**	8.5	7.1	4.8	3.4	3.4	3.4	3.1	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	140	100	26	*11e-1/6e3*	.	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1.2**	**2**	19	12	*18e-1/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	3.4	34	20	34	*26e-1/800*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1.8**	16	**1.7**	**1.2**	**1.4**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1.1**	18	27	5.3	12	*17e-2/1e4*	.	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	16	160	540	110	520	940	1300	1300	1300	1100	DASA [18]
DEPSO	**1.3**	**1**	3.5	**2.5**	4.5	4.8	3.2	3.2	3.2	*22e-2/2e3*	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1.3**	**1.7**	**2.8**	**1.1**	**2.6**	**2.9**	4.1	4.1	4.1	6.3	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1.5**	65	96	41	50	*13e-1/7e3*	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1.5**	**1.6**	**2.5**	**1.1**	**2.8**	*34e-2/1e3*	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1.4**	**1.6**	120	17	13	8.8	6	6	6	5.5	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1.1**	**1.8**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.3**	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1.9**	4.9	3.6	8.1	*93e-3/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	50	71	31	*11e-1/5e3*	.	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	20	55	25	8.1	14	46	51	51	51	230	(1+1)-ES [1]
PSO	**1.4**	**2.3**	5	45	27	45	30	30	30	61	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**2.1**	**1.8**	22	33	20	17	17	17	20	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1.2**	**2.1**	**1.8**	**2.1**	12	110	130	130	130	1300	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1.2**	110	27	8.5	**2.3**	**2.1**	**2**	**2**	**2**	**2.5**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1.3**	**2.5**	**2.3**	5.7	12	*75e-2/2e3*	.	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**2.9**	53	13	9.8	7.9	13	13	13	15	VNS (Garcia) [10]

Table 15: 03-D, running time excess ERT/ERT_{best} on f_{115}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

115 Step-ellipsoid Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT_{best}/D	0.333	0.933	3.87	39.5	198	280	297	297	297	415	ERT_{best}/D
ALPS	**1.1**	**2.1**	6.9	7.8	4	49	66	66	66	200	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1.3**	**1.6**	3.2	**1**	4.7	6.8	8.2	8.2	8.2	6.9	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1.5**	3.1	**1.1**	**2.6**	4.9	19	45	45	45	59	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1.1**	**2**	4.4	7.9	31	48	96	96	96	69	BayEDAcG [9]
BFGS	11	68	190	*50e-1/2e3*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1.7**	3.5	**2.9**	**1.5**	**2.3**	**3.8**	**4.1**	**4.1**	**4.1**	**3.6**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1.8**	**2.2**	4.8	4.8	4.7	30	49	49	49	78	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	5	110	380	480	870	5300	1.4e4	1.4e4	1.4e4	*11e-3/9e5*	DASA [18]
DEPSO	**1.6**	4.8	7.4	3.4	5	5.2	6.1	6.1	6.1	6.5	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1.1**	**2.4**	3.6	**2.6**	41	100	320	320	320	490	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1.9**	**2.6**	**1.4**	**1.8**	**2.7**	15	26	26	26	28	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1.5**	**1.6**	3.9	4.6	3.8	31	*41e-3/600*	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1.3**	**1.6**	**2.1**	12	7.1	8	10	10	10	8.6	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1.1**	**2**	5.8	**2.6**	**1.9**	4.6	6.2	6.2	6.2	6.6	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	3.2	48	850	*39e-3/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**2.4**	**2.8**	**1**	4	8.3	66	220	220	220	150	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1.1**	**2.1**	3	**2.8**	6.1	24	53	53	53	130	(1+1)-ES [1]
PSO	**1.3**	**1.8**	4.4	4.1	96	280	580	580	580	1e3	PSO [6]
PSO_Bounds	**1.3**	**1.9**	4.4	390	190	430	570	570	570	410	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	3.3	7.2	21	59	1700	5100	5100	5100	*32e-4/1e6*	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1.7**	**3**	**2.9**	**1.3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1.2**	**1.9**	**2**	5.3	11	85	81	81	81	58	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	3	6.9	**2.5**	**2.2**	**1.9**	**2**	**2**	**2**	**1.5**	VNS (Garcia) [10]

Table 16: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{116}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

116 Ellipsoid Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	6.2	25.3	56.2	881	1470	2050	2380	3150	3200	3790	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1.8**	**2.5**	9.4	**1.6**	**2.9**	3.9	5.3	6	9.2	14	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1.6**	**1.2**	**1**	**1.7**	**1.4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	19	24	65	28	*30e-1/6e3*	.	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1.9**	7.8	24	6.9	9.5	*49e-1/2e3*	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	35	36	300	*73e+0/1e3*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1.5**	3.1	8.8	**2.4**	3.4	3	3.1	**2.4**	**2.4**	**2.1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	6.2	6	16	6.7	19	72	*23e-2/1e4*	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	140	190	530	280	2800	*19e-2/9e5*	.	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1.7**	**2.6**	**4.9**	**1.1**	**2.3**	4.5	6.1	*15e-2/2e3*	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1.7**	**2.6**	17	3.5	30	61	170	130	130	110	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	32	17	35	14	68	49	*13e-1/7e3*	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**2.2**	**2.5**	7.2	**2.8**	3.5	5.7	4.9	*21e-1/700*	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**2.1**	**1**	5.3	**1**	**1**	**1.1**	**1.6**	**1.2**	**1.3**	**1.2**	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1.8**	**1.9**	8.3	**2.1**	4.4	8.1	14	11	13	29	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1.8**	**1.5**	**4.2**	5.3	37	*26e-2/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	12	18	45	41	50	*49e-1/5e3*	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	11	10	19	7.8	23	70	410	*92e-5/1e6*	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**1.4**	**1.5**	280	45	120	150	600	460	450	390	PSO [6]
PSO_Bounds	**1.7**	**1.8**	290	100	110	100	280	*31e-2/1e5*	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**2.5**	7	48	87	1300	*13e-2/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	54	22	22	3.6	3	**2.6**	**2.3**	**1.8**	**1.7**	**1.6**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**2**	**3**	14	13	8	5.8	*24e-1/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	4.7	43	10	13	11	15	16	17	15	VNS (Garcia) [10]

Table 17: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{117}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

117 Ellipsoid unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	6.2	76.6	797	4790	13200	18800	20600	23500	24600	26700	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1.5**	**1.8**	**1**	**1**	**1.2**	**3.2**	**4.8**	9.7	30	450	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**2**	16	5.8	**2.6**	**2.4**	4.5	**5.5**	**7.9**	**13**	**23**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	66	48	33	*44e+0/6e3*	.	.	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**2.5**	12	36	*44e+0/2e3*	.	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	12	7.1	11	*52e+0/600*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	18	6.4	**2.9**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	27	6.3	6	5.1	*28e-1/1e4*	.	.	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	310	110	85	160	440	*49e-2/8e5*	.	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	3.3	3.2	4.7	6.1	*12e+0/2e3*	.	.	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1.5**	**1.1**	**2.5**	8.9	17	75	69	61	*64e-2/1e5*	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	62	22	22	*17e+0/7e3*	.	.	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**2.3**	**2.2**	**2.6**	*11e+0/1e3*	.	.	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	20	19	5.8	**2.6**	**3**	**4.5**	6.9	**7.6**	**8.8**	**16**	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1.8**	**2.2**	**1.5**	**1.7**	**2.9**	5.8	11	*28e-2/2e4*	.	.	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**2**	**1.1**	**2**	8.4	18	*19e-1/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	46	27	96	*23e+0/5e3*	.	.	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	24	9	7.2	7.1	40	170	*43e-3/1e6*	.	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**2**	**1**	13	16	*32e-2/1e5*	.	.	.	.	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**2.4**	**1.7**	47	25	22	36	34	61	*17e-1/1e5*	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1.4**	**1.4**	3	10	360	*17e-2/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	57	13	4.2	3.7	11	8	*12e-1/1e4*	.	.	.	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**2.3**	**1.7**	**2.2**	*98e-1/2e3*	.	.	.	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	30	7.4	3.3	8.6	27	140	920	2500	*19e-5/9e6*	VNS (Garcia) [10]

Table 18: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{118}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

118 Ellipsoid Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	4.6	6.8	36.3	68.2	237	284	336	392	428	531	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	3.6	20	14	19	13	280	4100	*83e-5/2e6*	.	.	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1.4**	3.6	**1.3**	**1**	4.8	6.5	8.4	12	20	41	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1.4**	**1**	5	5.4	26	77	*43e-4/6e3*	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**2.8**	30	110	130	*15e+0/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	37	89	60	220	*37e-1/3e3*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**2.8**	7.3	4.6	5.1	**2.3**	**2.3**	**2.2**	**2.1**	**2.1**	**1.9**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1.7**	4.5	3.1	5.1	7.1	100	*14e-3/1e4*	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	36	240	250	1600	4300	1.7e4	*60e-3/1e6*	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	3.5	10	8.1	18	22	*21e-2/2e3*	.	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**2.8**	9.8	25	45	160	490	2e3	*12e-3/1e5*	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	**1**	**2.7**	5.8	18	140	*58e-4/7e3*	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	4.1	12	3.3	**2.8**	**1.8**	13	*27e-3/400*	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1.7**	**2.9**	**1**	7.5	4	5.4	20	30	51	84	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**2.3**	7	4.8	6.9	4.2	5.8	14	22	32	61	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**2.5**	7.4	6.3	76	510	*25e-2/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1.3**	**1.4**	**1.7**	3.7	6.5	43	110	*19e-3/5e3*	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	4.2	7.3	11	20	52	230	3800	1.8e4	*93e-5/1e6*	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**2.1**	6.3	10	760	1200	4900	4200	*42e-2/1e5*	.	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**2.4**	7.8	12	1e3	850	1500	4400	*68e-2/1e5*	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1.9**	18	69	1e3	2e4	*16e-2/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1.9**	7.8	6.5	5.1	**1.7**	**1.6**	**1.7**	**1.6**	**1.6**	**1.4**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1.6**	6.2	9.2	58	99	*15e-1/2e3*	.	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1.3**	6.8	3.1	**2.9**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	VNS (Garcia) [10]

Table 19: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{119}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

119 Sum of different powers Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	0.733	22.1	140	203	668	1890	4010	5240	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.3**	**2.4**	**2.7**	3.9	6.3	3.4	**2.3**	3.3	58	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	**1.7**	19	3.3	**2.6**	4.5	**2.1**	**1**	**1**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	23	8.2	16	51	*13e-3/6e3*	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.1**	**2**	5.8	**2.4**	3.5	**2.3**	5.2	*47e-5/2e3*	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	5	90	93	310	*69e-2/3e3*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1.1**	3.3	**2.5**	**1**	**1**	**1.2**	**1.5**	**2.5**	**2.8**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	12	11	6.9	11	21	18	*24e-4/1e4*	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	44	280	460	410	2700	1.9e4	*58e-4/9e5*	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**2.1**	**2.4**	**1.4**	**2.2**	**1**	**1**	**1.8**	*33e-6/2e3*	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	**1.5**	**1**	**2.6**	14	7.9	4.1	**2.5**	130	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1.9**	3.9	7.6	18	41	150	*87e-4/7e3*	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.3**	**2.1**	**1.8**	**2.8**	7.3	6.4	*56e-3/600*	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	**2.3**	11	4.8	13	5.1	**3**	**1.7**	**2.1**	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.2**	**2.4**	**1.6**	**2.2**	3.4	**1.6**	**1.2**	**1.5**	42	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	6.6	**1.3**	3.8	91	350	130	*94e-4/2e4*	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**2.2**	13	18	27	120	110	*31e-3/5e3*	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**2.4**	12	5.2	5.1	22	30	110	420	*11e-6/1e6*	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1.2**	**1.6**	**1.6**	**1.4**	**2.4**	**2**	6.2	24	280	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.1**	**2.4**	**1.8**	**2.5**	7.1	4.8	7.4	16	130	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.1**	**1.4**	**2.6**	33	990	*35e-4/1e6*	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**2.1**	3.9	17	3.7	3.9	**2.7**	**1.9**	**1.2**	**1.1**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.2**	**2.2**	**2.6**	3.1	5.8	8.5	6.2	6.2	*38e-4/2e3*	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1**	27	4.7	4.7	3.3	3	4.1	110	VNS (Garcia) [10]

Table 20: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{120}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

120 Sum of different powers unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	0.733	26.8	601	2310	10600	25300	40100	88600	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.3**	**2.4**	**2.3**	**2.1**	**3.4**	**2.1**	**3**	**11**	***18e-7/2e6***	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.2**	**2.5**	38	20	17	12	24	76	***28e-6/1e6***	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	24	120	66	40	*36e-2/6e3*	.	.	.	**.**	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.3**	**1.9**	20	47	*43e-2/2e3*	.	.	.	**.**	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	6.1	48	50	*10e-1/900*	.	.	.	.	**.**	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	22	10	**1.5**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**2.3**	47	23	8.9	64	*53e-3/1e4*	.	.	**.**	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**2.6**	260	440	330	5400	*47e-3/8e5*	.	.	**.**	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1.2**	**2.2**	**2.8**	6.4	*11e-2/2e3*	.	.	.	**.**	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**1.9**	**2.5**	**2.4**	6	4.6	12	*19e-5/1e5*	**.**	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	3.1	140	74	85	*25e-2/7e3*	.	.	.	**.**	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.1**	**1.6**	**2.3**	4.9	8.1	*13e-2/1e3*	.	.	**.**	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**2.2**	56	21	15	17	48	110	**160**	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.2**	**2.4**	**1.3**	**1**	**2.1**	**1.5**	*57e-5/2e4*	.	**.**	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	6.6	4.3	6.5	31	*38e-3/2e4*	.	.	**.**	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.7**	120	62	62	*42e-2/5e3*	.	.	.	**.**	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.4**	34	18	13	90	660	*25e-4/1e6*	.	**.**	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1.1**	**1.9**	**1**	21	15	8.4	**12**	37	***58e-5/1e5***	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.3**	**2.3**	270	43	20	13	18	**36**	***12e-4/1e5***	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.1**	**1.7**	**2**	7.1	150	*44e-4/1e6*	.	.	**.**	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	180	32	9.4	4.7	4.5	*61e-4/1e4*	.	**.**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.3**	**1.9**	6.5	4.2	*12e-2/2e3*	.	.	.	**.**	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1**	130	17	16	17	89	770	***16e-6/9e6***	VNS (Garcia) [10]

Table 21: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{121}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

121 Sum of different powers Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	0.733	13.5	38.6	83.4	233	500	766	1110	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.2**	**1.9**	3.4	13	110	1500	2.3e4	*27e-5/2e6*	.	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.3**	**2.2**	**1.3**	8	25	15	36	54	140	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**2.3**	**2.9**	3.5	5.3	27	320	*47e-4/5e3*	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.3**	**2.5**	4.4	25	14	8.7	28	*31e-5/2e3*	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	60	21	30	60	100	95	*12e-3/3e3*	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	3.4	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.5**	**1.9**	**2.5**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1.9**	**1.8**	**1.8**	7.2	47	290	*44e-4/1e4*	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	15	270	220	1900	4.3e4	*25e-3/9e5*	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**2.3**	**2.3**	5	6	23	58	*12e-4/2e3*	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.3**	**2.2**	**1.8**	15	630	*51e-4/1e5*	.	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**2.2**	4.2	**2.3**	3.4	6.8	88	*18e-4/6e3*	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.1**	**1.4**	3.7	5.5	29	*12e-3/800*	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	3.1	19	7.6	20	25	78	79	220	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.1**	**1.7**	**2.1**	3.8	5.7	10	18	67	*43e-6/2e4*	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**2.1**	**1.4**	45	2800	*22e-3/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.2**	3.2	3.6	7.7	43	*62e-4/5e3*	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.1**	5	**1.4**	7.9	46	640	*24e-5/1e6*	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1.1**	**2.8**	**1.6**	14	780	6300	*20e-4/1e5*	.	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.2**	**2.4**	**2.1**	210	2200	*16e-3/1e5*	.	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.2**	**2.4**	3.7	100	2200	6.1e4	*31e-4/1e6*	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1.1**	4.8	**1.1**	**1.2**	**1.2**	**1.5**	**1.3**	**1.1**	**1**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.2**	**2.3**	**1**	8.5	32	49	*10e-3/2e3*	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1**	**2.7**	**2.2**	**1.8**	**1.2**	**1**	**1**	**1.1**	VNS (Garcia) [10]

Table 22: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{122}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

122 Schaffer F7 Gauss

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	1.93	119	601	1440	2530	3460	4080	6340	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.2**	**1**	3	3.6	3.4	3.2	3.5	4.9	12	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.2**	**2**	**2.2**	5.2	3.2	**2.7**	**2.7**	**2.4**	**3.8**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**2.1**	13	22	*37e-2/6e3*	.	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.4**	**1.4**	**2.1**	3.1	*67e-3/2e3*	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	44	43	*21e-1/3e3*	.	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1.1**	28	**2.3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	18	10	35	*11e-2/1e4*	.	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	48	64	390	1e4	*21e-2/8e5*	.	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1.6**	3.7	**2**	**2.4**	6.8	*23e-3/2e3*	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.2**	**1.9**	3.1	5.4	4.6	6.9	8.5	11	11	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**2.1**	14	12	*32e-2/7e3*	.	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.1**	**3**	3.1	25	*52e-2/1e3*	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1.5**	**1.6**	5.1	12	10	6.9	7.4	6.9	6.9	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.5**	**1.5**	**1.6**	**2.6**	**2.8**	**2.7**	**2.6**	3.8	*15e-7/2e4*	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1.7**	84	*16e-2/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.1**	8.5	21	120	*65e-2/5e3*	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.5**	12	8.4	50	1300	5600	*12e-3/1e6*	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1.1**	**1.1**	**1**	27	29	26	29	28	51	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.2**	**2.2**	130	120	67	50	48	45	72	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.3**	**1**	6.6	1e3	*79e-3/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1.4**	57	3.2	3.6	**2.3**	**2.5**	**2.7**	**2.4**	**3.5**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.2**	**2.2**	**3**	5.6	17	9.9	*27e-2/2e3*	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1.8**	8.9	9.4	9	11	28	160	2600	VNS (Garcia) [10]

Table 23: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT_{best}}$ on f_{123}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

123 Schaffer F7 unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT_{best}}$/D	0.333	0.333	1.64	515	7280	16700	31100	43100	63600	1.47e5	$\mathrm{ERT_{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.2**	**1.2**	**1.2**	**4**	220	***12e-3/2e6***	.	.	.	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.2**	**2.7**	32	21	420	***20e-3/1e6***	.	.	.	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	12	120	33	*16e-1/6e3*	.	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.1**	**2.4**	55	*19e-1/2e3*	.	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	5.3	27	23	*22e-1/900*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1.2**	32	**1.4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1.6**	29	8.5	*60e-2/1e4*	.	.	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	6.9	300	88	1700	*24e-2/8e5*	.	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1.3**	**1.3**	5.5	*11e-1/2e3*	.	.	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1.1**	**2.5**	**2.2**	17	*88e-3/1e5*	.	.	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	15	140	47	*14e-1/7e3*	.	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1.1**	**1.1**	**1.2**	**1.2**	*59e-2/1e3*	.	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1.5**	**1**	18	30	**150**	***19e-3/1e6***	.	.	.	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.5**	**1.7**	**1.1**	**7.2**	*12e-2/2e4*	.	.	.	.	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	4.2	3.2	*43e-2/2e4*	.	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	12	130	20	*12e-1/5e3*	.	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	14	36	6.6	110	*72e-3/1e6*	.	.	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1.2**	**2.4**	31	22	**88**	***12e-2/1e5***	.	.	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.3**	**2**	15	20	*11e-2/1e5*	.	.	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1.1**	**1.3**	**1.9**	**1**	94	*79e-3/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1.7**	15	9.1	*37e-2/1e4*	.	.	.	.	.	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1.1**	**1.1**	**1.9**	**1.7**	*77e-2/2e3*	.	.	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.1**	11	31	570	**2100**	***79e-4/9e6***	.	.	VNS (Garcia) [10]

Table 24: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{124}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

124 Schaffer F7 Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	1.2	65.2	309	1140	2360	3100	4300	4960	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1.2**	**2**	4.7	27	2.1e4	*17e-3/2e6*	.	.	.	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1.2**	**2**	**1**	3.9	4.8	**10**	**29**	**54**	**160**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1.5**	11	7.7	59	*18e-2/5e3*	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1.4**	**2.8**	**1.4**	**2.9**	**1.9**	*34e-4/2e3*	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	14	94	81	*10e-1/3e3*	.	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1.1**	**2.5**	**1.5**	**1**	**1.2**	**1.3**	**1.3**	**1.3**	**2.3**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	17	4.1	34	*77e-3/1e4*	.	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	5.7	330	250	4.1e4	*19e-2/9e5*	.	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1.2**	3.8	**2.2**	4	*34e-3/2e3*	.	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1.1**	**1.2**	**2**	**1.4**	230	*47e-3/1e5*	.	.	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	3	11	**2.6**	17	*92e-3/6e3*	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1.4**	**1.9**	3.6	*30e-2/600*	.	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1.1**	**2.2**	3.8	11	11	19	52	110	180	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1.5**	**2.4**	**1.5**	**2.7**	58	89	*36e-3/2e4*	.	.	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	6.6	170	*15e-2/2e4*	.	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1.5**	5.6	13	36	*14e-2/5e3*	.	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1.5**	10	**2.6**	29	1900	*12e-3/1e6*	.	.	.	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1.4**	**2.1**	**1.6**	360	*84e-3/1e5*	.	.	.	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1.1**	**2.3**	3.9	730	*26e-2/1e5*	.	.	.	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1.1**	3.3	11	4500	*96e-3/1e6*	.	.	.	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1.3**	4.3	3.4	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1.1**	**2**	**1.7**	76	*23e-2/2e3*	.	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.9**	**1.1**	4	14	12	52	260	890	VNS (Garcia) [10]

Table 25: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{125}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

125 Griewank-Rosenbrock Gauss

Δftarget ERT$_{\text{best}}$/D	1e+03 0.333	1e+02 0.333	1e+01 0.333	1e+00 0.333	1e-01 0.333	1e-02 1290	1e-03 8230	1e-04 11700	1e-05 12100	1e-07 12700	Δftarget ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	**1.1**	9.5	520	**1.1**	**1.4**	**1.6**	**1.7**	**2.7**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.2**	**6.7**	**100**	4.3	**2.9**	**2.1**	**2**	**1.9**	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	**1.4**	9.3	330	**1.8**	3	6.9	6.7	*40e-4/6e3*	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**1**	9.6	310	**2.3**	*92e-4/2e3*	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	6.3	170	1.2e4	*85e-3/4e3*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	**1.1**	9.3	590	**1.8**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	**1.3**	76	770	3.9	5.2	5.9	12	*48e-4/1e4*	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1**	14	1900	1.4e4	140	330	510	990	*28e-4/9e5*	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**1.6**	11	540	**1.9**	3.6	*67e-4/2e3*	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**1.2**	9.5	280	**2.6**	4	12	20	52	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	**2.1**	11	280	**1.2**	3.7	8.4	*25e-4/7e3*	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**1.2**	8.3	420	**2**	**2.2**	*13e-3/1e3*	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.1**	**7.7**	1500	6.7	6.3	7.2	7	7.4	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1**	**1.1**	7.8	240	**1.5**	**1.2**	**1.7**	**2.8**	5.7	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1.9**	*20e-4/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	**2.8**	10	330	**1**	**2.8**	**2**	**1.9**	*19e-4/5e3*	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	**2.1**	68	730	3.5	7.9	22	30	240	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1.2**	16	440	10	36	57	55	52	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**1.1**	9.1	750	9.8	6.3	7.2	11	34	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	**1**	12	710	17	51	1200	*31e-5/1e6*	.	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	**1**	11	510	3.6	18	13	12	*37e-4/1e4*	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	**1.3**	15	350	**2.4**	*17e-3/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1.4**	23	**230**	5.1	5.9	7.8	11	22	VNS (Garcia) [10]

Table 26: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{126}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

126 Griewank-Rosenbrock unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	4500	37700	1.11e5	2.08e5	3.2e5	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	**1.1**	8	650	**1.3**	**3.4**	3.4	**2.3**	**5.7**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.3**	8	4800	4.2	6.4	40	67	*21e-5/1e6*	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	**1.7**	260	6200	*49e-3/6e3*	.	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**1.3**	12	5700	6.3	*95e-3/2e3*	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	3.9	67	5200	*10e-2/900*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	**1**	16	970	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	**1**	160	1500	4.7	*12e-3/1e4*	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1**	9.3	660	2.6e4	130	*50e-4/8e5*	.	.	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**1.3**	12	1500	3.3	*23e-3/2e3*	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**1.2**	9.7	910	4.4	8.5	6.4	*15e-4/1e5*	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	16	250	1.1e4	*63e-3/7e3*	.	.	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**1.1**	7.9	**520**	*34e-3/1e3*	.	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1**	16	3600	3.2	12	15	33	**45**	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1**	**1.1**	8.9	**270**	**1**	5.9	**2**	*25e-4/2e4*	.	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	5.1	*10e-3/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	13	270	8600	17	*48e-3/5e3*	.	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	**1.3**	68	1400	5	17	28	72	*55e-5/1e6*	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1.3**	**6.5**	760	5.7	38	13	*43e-4/1e5*	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**1.1**	12	4.6e4	13	8.3	13	**7.2**	*27e-4/1e5*	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	**1**	**6.5**	650	4.6	20	29	71	*28e-5/1e6*	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	**1**	8.9	3200	5.7	**4**	**1.4**	*14e-3/1e4*	.	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	**1.1**	13	1100	**1.6**	*29e-3/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1.4**	23	8200	9.6	19	17	23	130	VNS (Garcia) [10]

Table 27: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{127}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

127 Griewank-Rosenbrock Cauchy

Δftarget ERT$_{\text{best}}$/D	1e+03 0.333	1e+02 0.333	1e+01 0.333	1e+00 0.333	1e-01 0.333	1e-02 1170	1e-03 13000	1e-04 15000	1e-05 15100	1e-07 15300	Δftarget ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	**1**	13	490	8.1	19	94	770	*57e-6/2e6*	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.2**	8.9	**140**	10	4.3	7.6	13	26	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	**2.1**	11	290	4.5	*61e-4/5e3*	.	.	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**1.3**	9.9	230	**1**	**2.3**	**2**	*72e-4/2e3*	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	**1**	190	5100	*51e-3/3e3*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	**1**	**8.9**	**120**	**1.3**	**1**	**1.4**	**1.5**	**1.5**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	**1.5**	11	920	20	*16e-3/1e4*	.	.	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1**	20	870	2.3e4	560	920	800	*62e-4/8e5*	.	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**1.5**	11	310	3.5	**2.3**	*11e-3/2e3*	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**1.5**	9	540	29	55	*30e-4/1e5*	.	.	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	**1.7**	13	270	**2.4**	**2**	*44e-4/6e3*	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**1.3**	**7.7**	640	14	*44e-3/1e3*	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.2**	11	2300	9.8	11	16	28	60	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1**	**1.1**	**8.9**	150	3.2	8.3	15	*36e-4/2e4*	.	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	7.3	*47e-4/2e4*	.	.	.	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	**2.1**	18	280	**1.6**	**2.3**	4.3	**4.2**	*61e-4/4e3*	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	**1.1**	48	1e3	12	27	160	460	*19e-5/1e6*	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1.1**	12	1400	36	*46e-4/1e5*	.	.	.	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**1.3**	10	2.2e4	58	35	47	*67e-4/1e5*	.	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	**1.1**	13	590	20	61	450	450	*74e-5/1e6*	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	**1.1**	10	420	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	**1.3**	**8.9**	900	4.7	*29e-3/2e3*	.	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**1.4**	23	290	20	12	20	23	**24**	VNS (Garcia) [10]

Table 28: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{128}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

128 Gallagher Gauss

Δftarget ERT$_{\text{best}}$/D	1e+03 0.333	1e+02 0.333	1e+01 1.84	1e+00 142	1e-01 375	1e-02 449	1e-03 639	1e-04 903	1e-05 905	1e-07 1450	Δftarget ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	**1.3**	**1**	**1.1**	**1.5**	**1.8**	**1.7**	**2.1**	**1.8**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.4**	7.9	21	19	13	9.5	9.7	6.1	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	4.3	10	19	25	18	17	45	*45e-3/6e3*	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**1.5**	**3**	7.1	33	47	*88e-3/2e3*	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	56	36	55	*12e-1/3e3*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	**2.3**	11	14	15	11	7.6	7.7	4.9	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	**1.4**	3	**2.3**	3.1	**2.9**	3.5	4.7	3.9	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1**	80	90	100	140	160	270	340	960	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**1.7**	3.9	4	3.7	**2.7**	**2**	**2.1**	**1.4**	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**1.5**	52	43	37	26	19	20	13	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	9.9	5.9	4.1	6.1	4.5	4.3	6.2	35	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**1.4**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**2.1**	22	23	21	17	12	12	7.6	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1**	**1**	**1.1**	**1.8**	**2.5**	**2.1**	**1.8**	**2**	**1.3**	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	4.8	**1.4**	**1.3**	3.9	5.5	22	59	*77e-6/2e4*	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	**1.7**	7	9.1	14	35	84	*89e-4/5e3*	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	4	5.6	3.7	4.1	3.9	3	3.2	5.3	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1.6**	110	76	67	47	34	34	22	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**1.4**	110	68	58	41	30	30	20	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	**2.1**	**1**	**2.5**	18	49	190	1200	*84e-7/1e6*	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	**2.8**	8.4	13	11	8.1	6.1	6.1	4.8	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	**1.9**	**2**	**1.5**	**2.3**	**2.6**	**2.6**	3.1	8.3	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.2**	29	26	22	15	11	11	7.1	VNS (Garcia) [10]

Table 29: 03-D, running time excess ERT/ERT$_{\text{best}}$ on f_{129}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

129 Gallagher unif

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
ERT$_{\text{best}}$/D	0.333	0.333	1.6	121	1130	2620	3860	8260	9450	12800	ERT$_{\text{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	**1**	**2.4**	**1**	**1.1**	**1.4**	**1**	**1**	**1**	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.4**	38	18	22	24	15	14	10	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	51	34	12	15	21	9.9	*23e-2/6e3*	.	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**1.8**	15	25	*61e-2/2e3*	.	.	.	.	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	26	9.1	5.4	*88e-2/900*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	3.3	5.8	**1.8**	**1.1**	**1**	3.1	3.5	**2.7**	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	**2.9**	16	4.1	7.5	8.5	18	*17e-3/1e4*	.	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1**	93	160	91	86	140	320	640	*20e-5/8e5*	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**2.1**	3.9	3.3	5.4	*11e-2/2e3*	.	.	.	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**1.5**	**1.8**	17	18	18	13	12	9.3	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	150	44	16	18	12	*50e-2/7e3*	.	.	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**1.1**	**1.6**	**1.2**	**2.5**	*50e-3/1e3*	.	.	.	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.7**	56	7.5	5.8	7.8	6.7	6	7.1	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1**	**1.7**	**1**	**1.8**	**1.6**	**1.7**	**1.8**	**1.9**	**2.5**	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	6.3	3.3	**2.1**	4.1	10	29	25	*37e-4/2e4*	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	56	63	21	30	21	*79e-2/5e3*	.	.	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	7.2	6.2	3.1	3.1	5	9.7	31	200	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1.8**	150	61	51	41	26	23	22	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**1.8**	130	60	44	31	19	17	13	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	**1.7**	**1.6**	**1.1**	**1.7**	6.8	20	150	1100	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	**2.8**	25	10	9.4	6.7	5.2	7.1	11	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	3.2	**2.7**	**1.1**	**1**	**1.9**	**1.4**	**1.2**	*22e-3/2e3*	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.6**	40	11	9.5	8.8	5	4.8	4.5	VNS (Garcia) [10]

Table 30: 03-D, running time excess ERT/$\mathrm{ERT_{best}}$ on f_{130}, in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension

130 Gallagher Cauchy

Δftarget	1e+03	1e+02	1e+01	1e+00	1e-01	1e-02	1e-03	1e-04	1e-05	1e-07	Δftarget
$\mathrm{ERT_{best}}$/D	0.333	0.333	1.84	81.7	172	305	501	2260	3980	4780	$\mathrm{ERT_{best}}$/D
ALPS	**1**	**1**	**1.1**	**2.4**	**2.5**	**4.1**	**4.3**	3.3	9	180	ALPS [15]
AMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1.4**	92	130	110	69	17	10	11	AMaLGaM IDEA [4]
avg NEWUOA	**1**	**1**	**2.6**	3.9	12	8.5	11	5.6	5.7	*90e-5/5e3*	avg NEWUOA [23]
BayEDAcG	**1**	**1**	**1.4**	5.7	33	27	17	3.8	7.2	6.2	BayEDAcG [9]
BFGS	**1**	**1**	34	33	63	*53e-2/3e3*	.	.	.	.	BFGS [22]
BIPOP-CMA-ES	**1**	**1**	**1.9**	24	44	44	46	10	5.9	4.9	BIPOP-CMA-ES [14]
(1+1)-CMA-ES	**1**	**1**	**2.2**	6	7	8.8	15	4.4	8.3	30	(1+1)-CMA-ES [2]
DASA	**1**	**1**	41	130	230	740	790	800	1500	*14e-5/9e5*	DASA [18]
DEPSO	**1**	**1**	**1.4**	6.1	5.6	8	6.3	**2.8**	**1.7**	*63e-4/2e3*	DEPSO [11]
EDA-PSO	**1**	**1**	**1.7**	**1.4**	5.6	37	98	85	180	*15e-5/1e5*	EDA-PSO [5]
full NEWUOA	**1**	**1**	**2.2**	4.1	6.4	5.6	7.7	**2.5**	7	*53e-6/6e3*	full NEWUOA [23]
GLOBAL	**1**	**1**	**1.3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2.6**	GLOBAL [20]
iAMaLGaM IDEA	**1**	**1**	**1**	54	74	60	47	11	9	11	iAMaLGaM IDEA [4]
MA-LS-Chain	**1**	**1**	**2.3**	9.3	10	7.1	6.8	**1.7**	**1**	**1.7**	MA-LS-Chain [19]
MCS (Neum)	**1**	**1**	**2.9**	3.9	7.5	9.6	19	54	62	*36e-5/2e4*	MCS (Neum) [16]
NEWUOA	**1**	**1**	**2**	**3**	9.4	18	21	6.6	17	*86e-4/5e3*	NEWUOA [23]
(1+1)-ES	**1**	**1**	**2.8**	3.7	**2.8**	**4.9**	**5.2**	5.6	7	150	(1+1)-ES [1]
PSO	**1**	**1**	**1.6**	5.8	150	130	110	74	100	300	PSO [6]
PSO_Bounds	**1**	**1**	**1.9**	95	390	290	240	69	160	140	PSO_Bounds [7]
Monte Carlo	**1**	**1**	**1.3**	**2.1**	4.4	15	62	86	300	3e3	Monte Carlo [3]
IPOP-SEP-CMA-ES	**1**	**1**	**1.9**	5	23	15	9.2	**2**	**1.2**	**1**	IPOP-SEP-CMA-ES [21]
SNOBFIT	**1**	**1**	**1.4**	4.6	5.8	12	15	*42e-3/2e3*	.	.	SNOBFIT [17]
VNS (Garcia)	**1**	**1**	**2.2**	83	100	61	52	11	9.9	9.5	VNS (Garcia) [10]

References

[1] Anne Auger. Benchmarking the (1+1)-ES with one-fifth success rule on the BBOB-2009 noisy testbed. In Rothlauf [24], pages 2453–2458.

[2] Anne Auger and Nikolaus Hansen. Benchmarking the (1+1)-CMA-ES on the BBOB-2009 noisy testbed. In Rothlauf [24], pages 2467–2472.

[3] Anne Auger and Raymond Ros. Benchmarking the pure random search on the BBOB-2009 noisy testbed. In Rothlauf [24], pages 2485–2490.

[4] Peter A. N. Bosman, Jörn Grahl, and Dirk Thierens. AMaLGaM IDEAs in noisy black-box optimization benchmarking. In Rothlauf [24], pages 2351–2358.

[5] Mohammed El-Abd and Mohamed S. Kamel. Black-box optimization benchmarking for noiseless function testbed using an EDA and PSO hybrid. In Rothlauf [24], pages 2263–2268.

[6] Mohammed El-Abd and Mohamed S. Kamel. Black-box optimization benchmarking for noiseless function testbed using particle swarm optimization. In Rothlauf [24], pages 2269–2274.

[7] Mohammed El-Abd and Mohamed S. Kamel. Black-box optimization benchmarking for noiseless function testbed using PSO_Bounds. In Rothlauf [24], pages 2275–2280.

[8] S. Finck, N. Hansen, R. Ros, and A. Auger. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2009: Presentation of the noisy functions. Technical Report 2009/21, Research Center PPE, 2009.

[9] Marcus R. Gallagher. Black-box optimization benchmarking: results for the BayEDAcG algorithm on the noisy function testbed. In Rothlauf [24], pages 2383–2388.

[10] Carlos García-Martínez and Manuel Lozano. A continuous variable neighbourhood search based on specialised EAs: application to the noisy BBO-benchmark 2009 testbed. In Rothlauf [24], pages 2367–2374.

[11] José García-Nieto, Enrique Alba, and Javier Apolloni. Particle swarm hybridized with differential evolution: black box optimization benchmarking for noisy functions. In Rothlauf [24], pages 2343–2350.

[12] N. Hansen, A. Auger, S. Finck, and R. Ros. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2009: Experimental setup. Technical Report RR-6828, INRIA, 2009.

[13] N. Hansen, S. Finck, R. Ros, and A. Auger. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2009: Noisy functions definitions. Technical Report RR-6869, INRIA, 2009.

[14] Nikolaus Hansen. Benchmarking a bi-population CMA-ES on the BBOB-2009 noisy testbed. In Rothlauf [24], pages 2397–2402.

[15] Gregory S. Hornby. The Age-Layered Population Structure (ALPS) evolutionary algorithm, July 2009. Noisy testbed.

[16] Waltraud Huyer and Arnold Neumaier. Benchmarking of MCS on the noisy function testbed. `http://www.mat.univie.ac.at/~neum/papers.html`, 2009. P. 988.

[17] Waltraud Huyer and Arnold Neumaier. Benchmarking of SNOBFIT on the noisy function testbed. `http://www.mat.univie.ac.at/~neum/papers.html`, 2009. P. 987.

[18] Peter Korosec and Jurij Silc. A stigmergy-based algorithm for black-box optimization: noisy function testbed. In Rothlauf [24], pages 2375–2382.

[19] Daniel Molina, Manuel Lozano, and Francisco Herrera. A memetic algorithm using local search chaining for black-box optimization benchmarking 2009 for noisy functions. In Rothlauf [24], pages 2359–2366.

[20] László Pál, Tibor Csendes, Mihály Csaba Markót, and Arnold Neumaier. BBO-benchmarking of the GLOBAL method for the noisy function testbed. `http://www.mat.univie.ac.at/~neum/papers.html`, 2009. P. 985.

[21] Raymond Ros. Benchmarking sep-CMA-ES on the BBOB-2009 noisy testbed. In Rothlauf [24], pages 2441–2446.

[22] Raymond Ros. Benchmarking the BFGS algorithm on the BBOB-2009 noisy testbed. In Rothlauf [24], pages 2415–2420.

[23] Raymond Ros. Benchmarking the NEWUOA on the BBOB-2009 noisy testbed. In Rothlauf [24], pages 2429–2434.

[24] Franz Rothlauf, editor. *Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2009, Proceedings, Montreal, Québec, Canada, July 8-12, 2009, Companion Material.* ACM, 2009.