Modyfikacje/hybrydyzacje algorytmu PSO w zadaniu optymalizacji globalnej wielowymiarowej funkcji ciaglej

PSO-DE Hybrid

Jakub Ruszkowski, Mateusz Kaczmarski

ABSTRACT

Dokumentacja uzyskanych wynikow hybrydy PSO-DE

Categories and Subject Descriptors

G.1.6 [**Numerical Analysis**]: Optimization—*global optimization, unconstrained optimization*; F.2.1 [**Analysis of Algorithms and Problem Complexity**]: Numerical Algorithms and Problems

General Terms

Algorithms

Keywords

Benchmarking, PSODE, Optymalizacja wielowymiarowej funkcji ciaglej

1. CPU TIMING

In order to evaluate the CPU timing of the algorithm, we have run the PSO-DE Hybrid on the function f_8 with restarts for at least 30 seconds and until a maximum budget equal to $400(D+2)$ is reached. The code was run on a Mac Intel(R) Core(TM) i5-2400S CPU @ 2.50GHz with 1 processor and 4 cores. The time per function evaluation for dimensions 2, 3, 5, 10, 20, 40 equals $x.x$, $x.x$, $x.x$, xx, xxx, and xxx milliseconds respectively.

repeat the above for the second algorithm

2. RESULTS

Results from experiments according to [**?**] on the benchmark functions given in [**?**, **?**] are presented in Figures 1, 2 and 3 and in Table 1. The **expected running time (ERT)**, used in the figures and table, depends on a given target function value, $f_t = f_{opt} + \Delta f$, and is computed over all relevant trials as the number of function evaluations executed during each trial while the best function value did not reach f_t, summed over all trials and divided by the number of trials that actually reached f_t [**?**, **?**]. **Statistical significance** is tested with the rank-sum test for a given target Δf_t (10^{-8} as in Figure 1) using, for each trial, either the number of needed function evaluations to reach Δf_t (inverted and multiplied by -1), or, if the target was not reached, the best Δf-value achieved, measured only up to the smallest number of overall function evaluations for any unsuccessful trial under consideration.

GECCO'13, July 6-10, 2013, Amsterdam, The Netherlands.

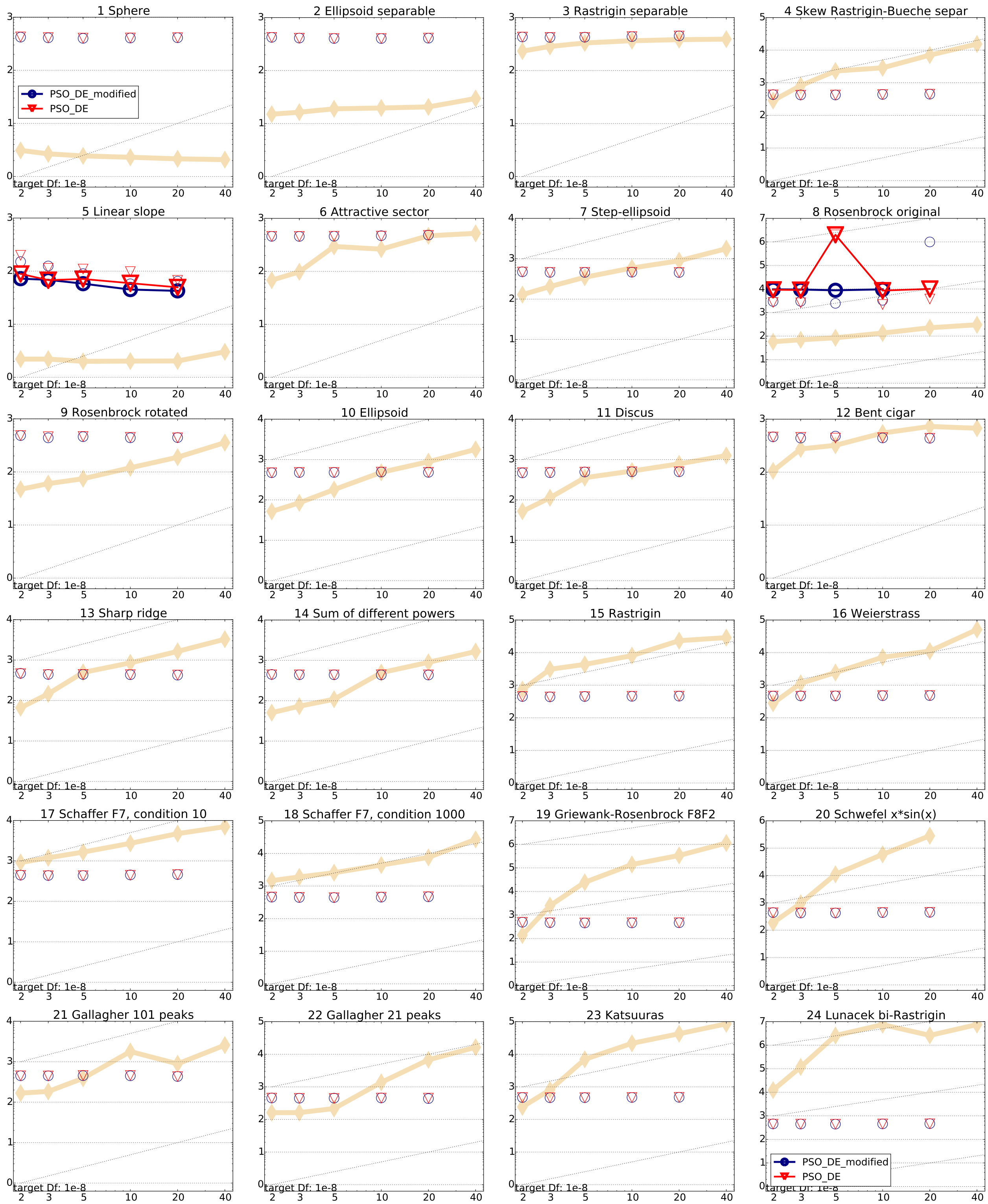

Figure 1: Expected running time (ERT in number of f-evaluations as $\log_{10}$ value), divided by dimension for target function value 10^{-8} versus dimension. Slanted grid lines indicate quadratic scaling with the dimension. Different symbols correspond to different algorithms given in the legend of f_1 and f_{24}. Light symbols give the maximum number of function evaluations from the longest trial divided by dimension. Black stars indicate a statistically better result compared to all other algorithms with $p < 0.01$ and Bonferroni correction number of dimensions (six). Legend: ∘:PSO DE modified, ▽:PSO DE.

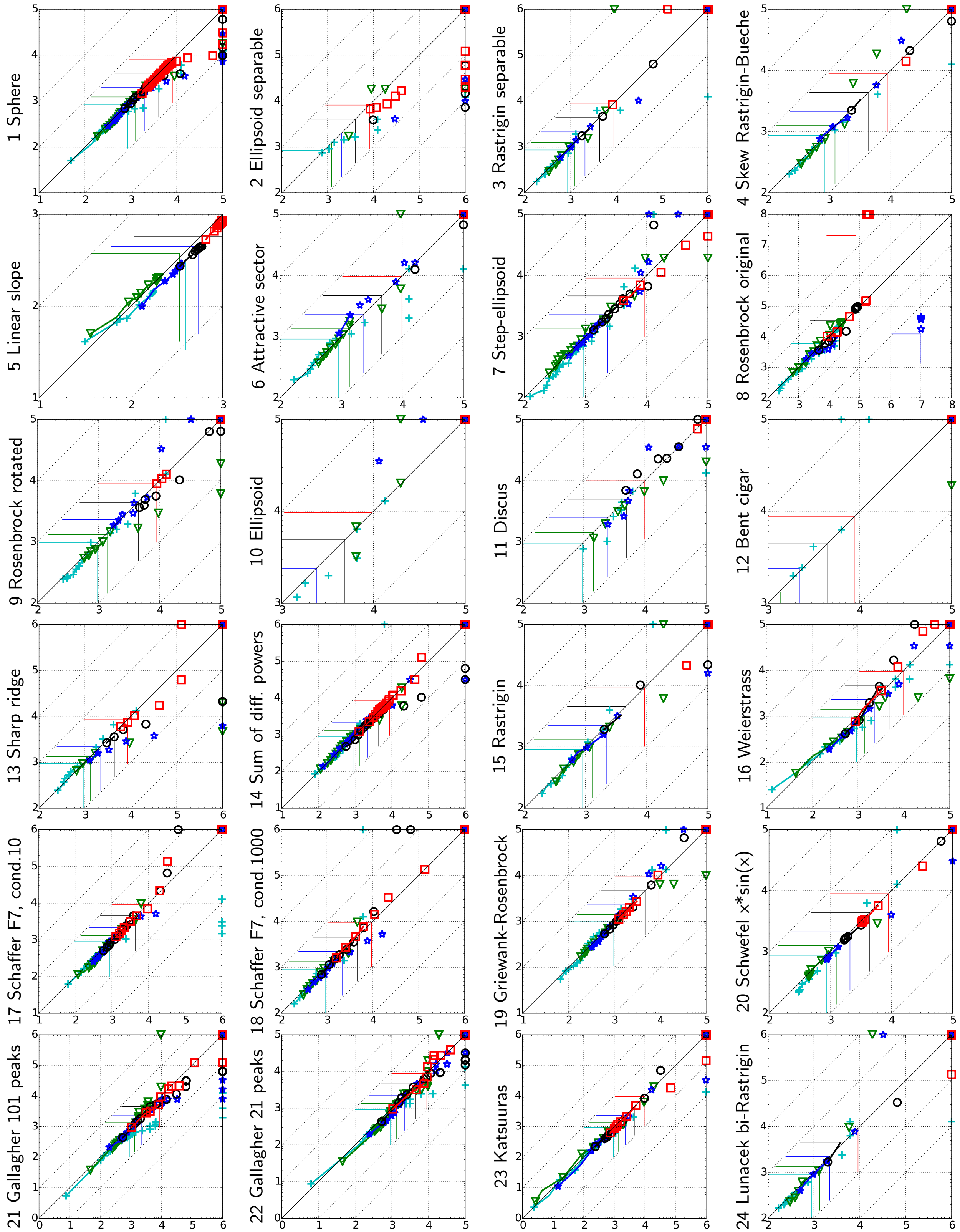

Figure 2: Expected running time (ERT in $\log_{10}$ of number of function evaluations) of PSO DE (x-axis) versus PSO DE modified (y-axis) for 46 target values $\Delta f \in [100, 10^{-8}]$ in each dimension on functions f_1–f_{24}. Markers on the upper or right edge indicate that the respective target value was never reached. Markers represent dimension: 2:+, 3:▽, 5:⋆, 10:○, 20:□, 40:◇.

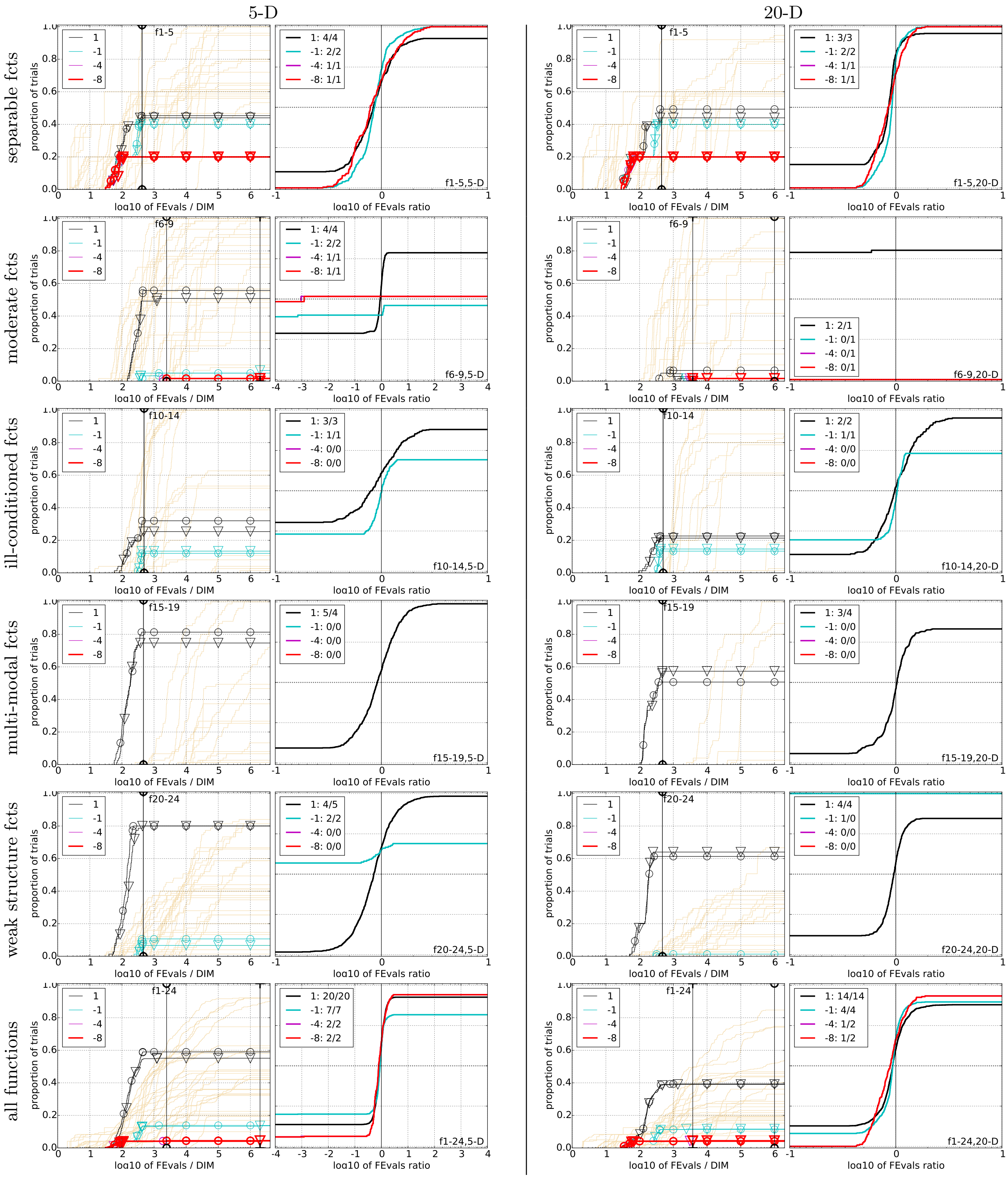

Figure 3: Empirical cumulative distributions (ECDF) of run lengths and speed-up ratios in 5-D (left) and 20-D (right). Left sub-columns: ECDF of the number of function evaluations divided by dimension D (FEvals/D) to reach a target value $f_{\mathrm{opt}} + \Delta f$ with $\Delta f = 10^k$, where $k \in \{1, -1, -4, -8\}$ is given by the first value in the legend, for PSO DE modified ($\circ$) and PSO DE ($\triangledown$). Light beige lines show the ECDF of FEvals for target value $\Delta f = 10^{-8}$ of all algorithms benchmarked during BBOB-2009. Right sub-columns: ECDF of FEval ratios of PSO DE modified divided by PSO DEfor target function values 10^k with k given in the legend; all trial pairs for each function. Pairs where both trials failed are disregarded, pairs where one trial failed are visible in the limits being > 0 or < 1. The legend also indicates, after the colon, the number of functions that were solved in at least one trial (PSO DE modified first).

5-D

Δf_{opt}	10	0.1	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f1	11	12	12	12	12	15/15
1: Exp	47(7)	118(7)	∞	∞	∞ *2000*	0/15
2: Exp	53(13)	135(16)	∞	∞	∞ *2000*	0/15
f2	83	88	90	92	94	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2000*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2000*	0/15
f3	716	1637	1646	1650	1654	15/15
1: Exp	14(10)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
2: Exp	43(43)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
f4	809	1688	1817	1886	1903	15/15
1: Exp	38(38)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
2: Exp	19(12)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
f5	10	10	10	10	10	15/15
1: Exp	27(9)	29(12)	29(10)	29(10)	29(12)	15/15
2: Exp	34(15)	36(17)	36(16)	36(12)	36(13)	15/15
f6	114	281	580	1038	1332	15/15
1: Exp	69(29)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	68(39)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f7	24	1171	1572	1572	1597	15/15
1: Exp	42(13)	14(8)	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	45(11)	9.2(10)	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f8	73	336	391	410	422	15/15
1: Exp	53(73)	116(85)	104(62)	103(86)	102(143)	1/16
2: Exp	127(103)	29847(121)	25679(123)	24488(82)	23796(54)	1/16
f9	35	214	300	335	369	15/15
1: Exp	125(113)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	110(53)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
f10	349	574	626	829	880	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2300*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2300*	0/15
f11	143	763	1177	1467	1673	15/15
1: Exp	245(201)	∞	∞	∞	∞ *2400*	0/15
2: Exp	81(100)	∞	∞	∞	∞ *2400*	0/15
f12	108	371	461	1303	1494	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
f13	132	250	1310	1752	2255	15/15
1: Exp	**29**(32)$^{\star 2}$	∞$^{\star 2}$	∞$^{\star 2}$	∞$^{\star 2}$	∞ ***2100***$^{\star 2}$	0/15
2: Exp	243(248)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f14	10	58	139	251	476	15/15
1: Exp	68(35)	56(19)	∞	∞	∞ *2100*	0/15
2: Exp	67(19)	50(46)	∞	∞	∞ *2100*	0/15
f15	511	19369	20073	20769	21359	14/15
1: Exp	32(44)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f16	120	2662	10449	11644	12095	15/15
1: Exp	12(4)	∞	∞	∞	∞ *2300*	0/15
2: Exp	15(10)	∞	∞	∞	∞ *2300*	0/15
f17	5.2	899	3669	6351	7934	15/15
1: Exp	86(29)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
2: Exp	105(24)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
f18	103	3968	9280	10905	12469	15/15
1: Exp	9.4(3)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	10(4)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f19	1	242	1.2e5	1.2e5	1.2e5	15/15
1: Exp	569(204)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	604(176)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f20	16	38111	54470	54861	55313	14/15
1: Exp	50(6)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
2: Exp	56(17)	∞	∞	∞	∞ *2100*	0/15
f21	41	1674	1705	1729	1757	14/15
1: Exp	16(5)	3.6(4)	10(10)	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	19(8)	6.3(9)	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f22	71	938	1008	1040	1068	14/15
1: Exp	10(4)	11(8)	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	17(7)	17(9)	∞	∞	∞ *2200*	0/15
f23	3.0	14249	31654	33030	34256	15/15
1: Exp	122(21)	∞	∞	∞	∞ *2300*	0/15
2: Exp	139(46)	∞	∞	∞	∞ *2300*	0/15
f24	1622	6.4e6	9.6e6	1.3e7	1.3e7	3/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15
2: Exp	20(8)	∞	∞	∞	∞ *2200*	0/15

20-D

Δf_{opt}	10	0.1	1e-3	1e-5	1e-7	#succ
f1	43	43	43	43	43	15/15
1: Exp	**63**(3)$^{\star 2}$	**127**(5)*	**398**(428)*	∞$^{\star 2}$	∞ ***8100***$^{\star 2}$	0/15
2: Exp	71(7)	137(14)	∞	∞	∞ *8200*	0/15
f2	385	387	390	391	393	15/15
1: Exp	44(59)	∞	∞	∞	∞ *8100*	0/15
2: Exp	105(63)	∞	∞	∞	∞ *8100*	0/15
f3	5066	7635	7643	7646	7651	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8900*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8900*	0/15
f4	4722	7666	7700	7758	1.4e5	9/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8800*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8800*	0/15
f5	41	41	41	41	41	15/15
1: Exp	19(5)	21(7)	21(5)	21(7)	21(9)	15/15
2: Exp	23(4)	24(5)	24(4)	24(4)	24(5)	15/15
f6	1296	3413	5220	6728	8409	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9400*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9300*	0/15
f7	1351	9503	16524	16524	16969	15/15
1: Exp	32(20)	∞	∞	∞	∞ *9000*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9000*	0/15
f8	2039	4040	4219	4371	4484	15/15
1: Exp	70(81)	∞	∞	∞	∞ *8500*	0/16
2: Exp	76(53)	43(30)	44(60)	44(27)	44(22)	1/16
f9	1716	3277	3455	3594	3727	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8400*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8500*	0/15
f10	7413	10735	14920	17073	17476	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9600*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9600*	0/15
f11	1002	6278	9762	12285	14831	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9900*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9900*	0/15
f12	1042	2740	4140	12407	13827	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8400*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *8500*	0/15
f13	652	2751	18749	24455	30201	15/15
1: Exp	96(177)	∞	∞	∞	∞ *8400*	0/15
2: Exp	193(159)	∞	∞	∞	∞ *8400*	0/15
f14	75	304	932	1648	15661	15/15
1: Exp	58(25)	38(29)	∞	∞	∞ *8600*	0/15
2: Exp	56(19)	34(16)	∞	∞	∞ *8600*	0/15
f15	30378	3.1e5	3.2e5	4.5e5	4.6e5	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9100*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9100*	0/15
f16	1384	77015	1.9e5	2.0e5	2.2e5	15/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9600*	0/15
2: Exp	34(33)	∞	∞	∞	∞ *9500*	0/15
f17	63	4005	30677	56288	80472	15/15
1: Exp	51(12)	∞	∞	∞	∞ *9100*	0/15
2: Exp	50(18)	∞	∞	∞	∞ *9100*	0/15
f18	621	19561	67569	1.3e5	1.5e5	15/15
1: Exp	23(16)	∞	∞	∞	∞ *9200*	0/15
2: Exp	18(13)	∞	∞	∞	∞ *9100*	0/15
f19	1	3.4e5	6.2e6	6.7e6	6.7e6	15/15
1: Exp	2726(382)	∞	∞	∞	∞ *9300*	0/15
2: Exp	3078(1611)	∞	∞	∞	∞ *9300*	0/15
f20	82	3.1e6	5.5e6	5.6e6	5.6e6	14/15
1: Exp	40(4)	∞	∞	∞	∞ *8800*	0/15
2: Exp	41(5)	∞	∞	∞	∞ *8800*	0/15
f21	561	14103	14643	15567	17589	15/15
1: Exp	17(19)	8.7(7)	8.5(16)	∞	∞ *8300*	0/15
2: Exp	17(1)	∞	∞	∞	∞ *8300*	0/15
f22	467	23491	24948	26847	1.3e5	12/15
1: Exp	29(45)	∞	∞	∞	∞ *8300*	0/15
2: Exp	20(18)	∞	∞	∞	∞ *8400*	0/15
f23	3.2	67457	4.9e5	8.1e5	8.4e5	15/15
1: Exp	449(129)	∞	∞	∞	∞ *9500*	0/15
2: Exp	504(107)	∞	∞	∞	∞ *9500*	0/15
f24	1.3e6	5.2e7	5.2e7	5.2e7	5.2e7	3/15
1: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9200*	0/15
2: Exp	∞	∞	∞	∞	∞ *9100*	0/15

Table 1: Expected running time (ERT in number of function evaluations) divided by the respective best ERT measured during BBOB-2009 in dimensions 5 (left) and 20 (right). The ERT and in braces, as dispersion measure, the half difference between 90 and 10%-tile of bootstrapped run lengths appear for each algorithm and target, the corresponding best ERT in the first row. The different target Δf-values are shown in the top row. #succ is the number of trials that reached the (final) target $f_{\mathrm{opt}} + 10^{-8}$. The median number of conducted function evaluations is additionally given in *italics*, if the target in the last column was never reached. 1:Exp is PSO DE modified and 2:Exp is PSO DE. Bold entries are statistically significantly better compared to the other algorithm, with $p = 0.05$ or $p = 10^{-k}$ where $k \in \{2, 3, 4, \dots\}$ is the number following the $\star$ symbol, with Bonferroni correction of 48. A ↓ indicates the same tested against the best algorithm of BBOB-2009.