

Comparison Tables: BBOB 2015 Testbed in 5-D

The BBOBies

July 16, 2015

Abstract

This document provides tabular results of the workshop on Black-Box Optimization Benchmarking held at GECCO 2015, see <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php?id=bbob-2015>. Overall, 18 algorithms have been tested on 24 benchmark functions in dimensions between 2 and 20. Only three of them have been tested on the optional instances in dimension 40. A description of the used objective functions can be found in [7, 5]. The experimental set-up is described in [6].

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 [2]) if an algorithm from BBOB-2009 reached the given target function value. The ERT value is given otherwise (ERT_{best} is noted as infinite). See [6] for details on how ERT is obtained. Bold entries in the table correspond to values below 3 or the top-three best values. Table 1 gives an overview on all algorithms submitted to the noise-free testbed at GECCO 2015.

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

| algorithm name | short | paper | reference |
|--------------------------|-------|---|-----------|
| BSifeg | | Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions | [9] |
| BSif | | Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions | [9] |
| BSqi | | Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions | [9] |
| BSrr | | Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions | [9] |
| CMA-CSA | | Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB Noiseless Testbed | [1] |
| CMA-MSR | | Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB Noiseless Testbed | [1] |
| CMA-TPA | | Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB Noiseless Testbed | [1] |
| GP1-CMAES | | SBenchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed | [3] |
| GP5-CMAES | | Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed | [3] |
| IPOPCMAv3p61 | | Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed | [3] |
| LHD-10xDefault-MATSuMoT | | The Impact of Initial Designs on the Performance of MATSuMoTo on the Noiseless BBOB-2015 Testbed: A Preliminary Study | [4] |
| LHD-2xDefault-MATSuMoTo | | The Impact of Initial Designs on the Performance of MATSuMoTo on the Noiseless BBOB-2015 Testbed: A Preliminary Study | [4] |
| RAND-2xDefault-MATSuMoTo | | The Impact of Initial Designs on the Performance of MATSuMoTo on the Noiseless BBOB-2015 Testbed: A Preliminary Study | [4] |
| RF1-CMAES | | Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed | [3] |
| RF5-CMAES | | Benchmarking Gaussian Processes and Random Forests Surrogate Models on the BBOB Noiseless Testbed | [3] |
| Sifeg | | Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions | [9] |
| Sif | | Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions | [9] |
| Srr | | Dimension Selection in Axis-Parallel Brent-STEP Method for Black-Box Optimization of Separable Continuous Functions | [9] |

Table 2: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_1 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|-------|
| f1 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 15/15 |
| BSifeg | 1.6 (0.4) | 1.9 (0.2) | 2.1 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.2) | 15/15 |
| BSif | 1.6 (0.2) | 1.9 (0.2) | 2.1 (0.1) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.0) | 15/15 |
| BSqi | 1.6 (0.3) | 1.9 (0.2) | 2.1 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.1) | 2.2 (0.2) | 15/15 |
| BSrr | 1.6 (0.2) | 1.9 (0.2) | 2.1 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.2 (0.1) | 2.2 (0.1) | 15/15 |
| CMA-CSA | 3.8(2) | 10(3) | 16(2) | 22(4) | 28(2) | 40(4) | 52(5) | 15/15 |
| CMA-MSR | 3.6(3) | 12(3) | 21(6) | 31(4) | 41(5) | 62(6) | 82(8) | 15/15 |
| CMA-TPA | 3.2(3) | 9.2(3) | 14(5) | 20(4) | 24(4) | 36(9) | 47(6) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 2.3 (0.8) | 6.0(1) | 9.1(1.0) | 12(2) | 15(3) | 21(4) | 30(4) | 15/15 |
| GP5-CMAES | 1.7 (0.9) | 2.9 (0.7) | 3.9(0.7) | 5.1(0.4) | 6.2(0.6) | 8.3(1) | 44(19) | 14/15 |
| IPOPCMAv3p | 2.5 (3) | 10(2) | 15(4) | 21(3) | 26(6) | 38(6) | 51(5) | 15/15 |
| LHD-10xDef | 5.6(4) | 10(0.2) | 12(0.7) | 13(0.7) | 15(1) | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 2.1 (0.2) | 3.4(0.6) | 4.9(0.9) | 8.8(7) | 28(31) | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 2.0 (1.0) | 3.0(0.7) | 4.6(0.5) | 8.1(3) | 64(72) | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 2.8 (1.0) | 7.5(1) | 13(2) | 28(6) | 51(69) | 225(359) | 1483(1882) | 1/15 |
| RF5-CMAES | 2.4 (1) | 42(39) | 91(73) | 1515(1363) | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| Sifeg | 1.6 (0.4) | 2.1 (0.2) | 2.8 (0.1) | 4.0(1.0) | 5.0(0.9) | 6.7(0.8) | 7.8(0.4) | 15/15 |
| Sif | 1.6 (0.3) | 2.1 (0.2) | 2.8 (0.2) | 4.4(0.9) | 5.3(0.8) | 6.8(1) | 7.7(0.3) | 15/15 |
| Srr | 1.6 (0.4) | 2.1 (0.2) | 2.8 (0.2) | 3.5(0.1) | 4.2(0.2) | 5.6(0.2) | 6.8(0.3) | 15/15 |

Table 3: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best}} 2009$ on f_2 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|--|-------|
| f2 | 83 | 87 | 88 | 89 | 90 | 92 | 94 | 15/15 |
| BSifeg | 0.64 (0.3) _{↓3} | 0.66 (0.1) _{↓4} | 0.72 (0.2) _{↓3} | 0.77 (0.2) _{↓3} | 0.84 (0.1) | 0.96 (0.1) | 1.0 (0.2) | 15/15 |
| BSif | 0.63 (0.2) _{↓3} | 0.66 (0.1) _{↓4} | 0.72 (0.1) _{↓3} | 0.76 (0.1) _{↓3} | 0.84 (0.1) _{↓2} | 0.95 (0.2) | 1.0 (0.1) | 15/15 |
| BSqi | 0.45 (0.0) _{↓4} | 0.46 (0.0) _{↓4} | 0.49 (0.1) _{↓4} ⁺² | 0.54 (0.1) _{↓4} ⁺² | 0.59 (0.1) _{↓4} ⁺³ | 0.70 (0.1) _{↓4} ⁺² | 0.83 (0.1) _{↓4} [*] | 15/15 |
| BSrr | 0.56 (0.2) _{↓4} | 0.59 (0.1) _{↓4} | 0.63 (0.1) _{↓4} | 0.72 (0.2) _{↓3} | 0.79 (0.1) _{↓2} | 0.90 (0.2) | 1.0 (0.2) | 15/15 |
| CMA-CSA | 11(2) | 13(2) | 14(1) | 14(1) | 15(1) | 16(2) | 17(2) | 15/15 |
| CMA-MSR | 12(2) | 13(2) | 14(2) | 15(2) | 16(2) | 18(3) | 20(2) | 15/15 |
| CMA-TPA | 10(2) | 12(3) | 14(1) | 15(3) | 15(2) | 17(3) | 18(2) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 9.2(4) | 15(8) | 27(21) | 28(33) | 33(29) | 67(49) | 200(130) | 1/15 |
| GP5-CMAES | 3.8(1) | 4.4(1) | 5.0(2) | 5.3(2) | 5.6(1) | 6.5(2) | 12(8) | 11/15 |
| IPOPCMAv3p | 26(12) | 214(313) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 0.75 (0.1) _{↓2} | 0.90 (0.2) | 0.96 (0.2) | 1.1 (0.2) | 1.1 (0.2) | 1.3 (0.1) | 1.3 (0.1) | 15/15 |
| Sif | 0.74 (0.2) _{↓2} | 0.96 (0.3) | 0.99 (0.3) | 1.1 (0.2) | 1.1 (0.2) | 1.3 (0.1) | 1.3 (0.1) | 15/15 |
| Srr | 0.72 (0.1) _{↓4} | 0.81 (0.0) _{↓3} | 0.88 (0.1) | 0.97 (0.1) | 1.1 (0.1) | 1.2 (0.1) | 1.4 (0.1) | 15/15 |

Table 4: 05-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-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| f_3 | 716 | 1622 | 1637 | 1642 | 1646 | 1650 | 1654 | 15/15 |
| BSifeg | 0.11 _(0.1) | 0.13 _(0.0) | 0.18 _(0.1) | 0.19 _(0.1) | 0.19 _(0.1) | 0.19 _(0.1) | 0.19 _(0.1) | 15/15 |
| BSif | 0.11 _(0.1) | 0.14 _(0.0) | 0.19 _(0.1) | 0.19 _(0.1) | 0.19 _(0.1) | 0.19 _(0.1) | 0.19 _(0.0) | 15/15 |
| BSqi | 0.10 _(0.1) | 0.13 _(0.0) | 0.18 _(0.1) | 0.18 _(0.1) | 0.18 _(0.1) | 0.18 _(0.1) | 0.18 _(0.1) | 15/15 |
| BSrr | 0.09 _(0.0) ↓ | 0.13 _(0.0) | 0.16 _(0.0) | 0.17 _(0.0) | 0.17 _(0.1) | 0.18 _(0.0) | 0.18 _(0.1) | 15/15 |
| CMA-CSA | 1.4 _(0.9) | 32 ₍₁₉₎ | 623 ₍₂₂₂₃₎ | 622 ₍₅₃₅₎ | 621 ₍₃₈₁₎ | 619 ₍₁₀₆₆₎ | 618 ₍₆₀₇₎ | 5/15 |
| CMA-MSR | 1.7 ₍₂₎ | 5.7 ₍₃₎ | 36 ₍₁₄₎ | 36 ₍₈₈₎ | 36 ₍₁₅₆₎ | 37 ₍₈₅₎ | 38 ₍₈₃₎ | 14/15 |
| CMA-TPA | 0.81 ₍₁₎ | 9.3 ₍₅₎ | 632 ₍₉₉₃₎ | 630 ₍₉₁₂₎ | 629 ₍₉₁₈₎ | 628 ₍₁₁₄₃₎ | 627 ₍₁₁₄₁₎ | 5/15 |
| GP1-CMAES | 1.6 ₍₁₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 2.6 ₍₃₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1262</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 1.1 _(1.0) | 5.5 ₍₆₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 1.0 _(1.0) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 2.5 ₍₂₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 0.58 _(0.4) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 3.0 ₍₆₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 6.1 ₍₇₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| Sifeg | 0.13 _(0.1) | 0.14 _(0.0) | 0.16 _(0.0) | 0.18 _(0.0) | 0.19 _(0.0) | 0.20 _(0.0) | 0.21 _(0.0) | 15/15 |
| Sif | 0.13 _(0.1) | 0.15 _(0.0) | 0.17 _(0.0) | 0.19 _(0.0) | 0.20 _(0.0) | 0.20 _(0.0) | 0.21 _(0.0) | 15/15 |
| Srr | 0.12 _(0.1) | 0.12 _(0.0) | 0.14 _(0.0) | 0.15 _(0.0) | 0.16 _(0.0) | 0.17 _(0.0) | 0.20 _(0.0) | 15/15 |

Table 5: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_4 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| f4 | 809 | 1633 | 1688 | 1758 | 1817 | 1886 | 1903 | 15/15 |
| BSifeg | 0.15 _{(0.0)↓4} | 0.22 _{(0.1)↓4} | 0.38 _(0.2) | 0.37 _(0.1) | 0.36 _(0.1) | 0.36 _(0.1) | 0.38 _(0.1) | 15/15 |
| BSif | 0.15 _{(0.1)↓4} | 0.23 _{(0.1)↓4} | 0.37 _(0.2) | 0.36 _(0.1) | 0.35 _(0.1) | 0.35 _(0.1) | 0.37 _(0.1) | 15/15 |
| BSqi | 0.17 _{(0.1)↓4} | 0.21 _{(0.1)↓4} | 0.33 _(0.1) | 0.32 _(0.1) | 0.31 _(0.1) | 0.31 _(0.0) | 0.37 _(0.1) | 15/15 |
| BSrr | 0.15 _{(0.1)↓4} | 0.21 _{(0.1)↓4} | 0.29 _(0.1) | 0.29 _(0.1) | 0.30 _(0.1) | 0.32 _(0.1) | 0.40 _(0.1) | 15/15 |
| CMA-CSA | 2.2 ₍₂₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| CMA-MSR | 2.2 ₍₃₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| CMA-TPA | 2.7 ₍₁₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| GP1-CMAES | 4.4 ₍₃₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1254</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 2.5 ₍₂₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 11 ₍₉₎ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| Sifeg | 0.15 _{(0.1)↓4} | 0.26 _(0.1) | 0.44 _(0.1) | 0.60 _(0.2) | 0.69 _(0.2) | 0.91 _(0.1) | 0.94 _(0.2) | 15/15 |
| Sif | 0.15 _{(0.1)↓4} | 0.27 _(0.2) | 0.46 _(0.1) | 0.63 _(0.2) | 0.71 _(0.2) | 0.92 _(0.1) | 0.94 _(0.1) | 15/15 |
| Srr | 0.14 _{(0.0)↓4} | 0.24 _{(0.1)↓4} | 0.40 _(0.1) | 0.53 _(0.2) | 0.61 _(0.2) | 0.88 _(0.1) | 0.94 _(0.1) | 15/15 |

Table 7: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ on f_6 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|-------|
| f6 | 114 | 214 | 281 | 404 | 580 | 1038 | 1332 | 15/15 |
| BSifeg | 77(271) | 122(184) | 346(215) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 159(142) | 485(648) | 2383(1877) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 68(7) | 108(59) | 346(593) | 821(966) | 1219(2062) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 59(154) | 107(99) | 270(337) | 1697(5077) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 2.0 (0.8) | 1.9 (0.4) | 2.0 (0.3) | 1.8 (0.2) | 1.5 (0.2) | 1.2 (0.2) | 1.1 (0.2) | 15/15 |
| CMA-MSR | 2.5 (0.7) | 2.0 (0.6) | 2.1 (0.3) | 1.9 (0.3) | 1.6 (0.2) | 1.2 (0.2) | 1.2 (0.2) | 15/15 |
| CMA-TPA | 2.2 (0.8) | 1.9 (0.4) | 1.9 (0.3) | 1.7 (0.5) | 1.4 (0.3) | 1.0 (0.1) | 1.0 (0.1) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 2.5 (0.6) | 10(11) | 67(88) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 6.4(11) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 2.1 (1) | 2.2 (0.7) | 2.2 (0.6) | 1.9 (0.4) | 1.9 (1) | 2.9 (5) | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 16(27) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 9.4(10) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 32(62) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 16(19) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 37(103) | 91(109) | 176(271) | 858(1186) | 1217(1128) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 76(118) | 219(129) | 716(875) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 43(174) | 55(53) | 130(246) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |

∞

Table 8: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best}} 2009$ on f_7 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f_7 | 24 | 324 | 1171 | 1451 | 1572 | 1572 | 1597 | 15/15 |
| BSifeg | 735(603) | 754(436) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 565(980) | 1037(973) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 376(1139) | 726(616) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 263(541) | 1050(1401) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 4.8(2) | 1.3 (1) | 0.87 (0.9) | 0.80 (0.7) | 0.80 (0.8) | 0.80 (0.7) | 0.86 (0.7) | 15/15 |
| CMA-MSR | 5.3(4) | 1.1 (1) | 0.94 (0.6) | 0.90 (0.2) | 0.90 (0.4) | 0.90 (0.6) | 0.92 (0.2) | 15/15 |
| CMA-TPA | 4.1(2) | 0.98 (0.7) | 0.93 (0.5) | 0.86 (0.2) | 0.82 (0.4) | 0.82 (0.4) | 0.83 (0.4) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 3.9 (4) | 1.4 (1) | 0.80 (0.5) | 2.2 (3) | 3.7(4) | 3.7(3) | 5.6(7) | 2/15 |
| GP5-CMAES | 2.2 (0.9) | 0.82 (1.0) | 0.61 (0.8) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 5.1(3) | 1.5 (0.9) | 1.6 (3) | 1.8 (1) | 2.6 (3) | 2.6 (5) | 3.5(2) | 3/15 |
| LHD-10xDef | 6.2(4) | 5.5(5) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 5.0(4) | 11(9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 4.1 (3) | 11(13) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 11(22) | 10(19) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 20(42) | 17(19) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1270</i> | 0/15 |
| Sifeg | 183(177) | 276(191) | 620(355) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 128(248) | 204(329) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 60(23) | 306 (220) | 621(850) | 502(591) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 9: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ on f_8 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------------|-------|
| f_8 | 73 | 273 | 336 | 372 | 391 | 410 | 422 | 15/15 |
| BSifeg | 24(29) | 94(180) | 594(491) | 541(942) | 1721(2049) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 77(114) | 74(47) | 364(279) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 12(17) | 57(90) | 951(715) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 19(11) | 52(65) | 403(407) | 815(822) | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 3.0 (0.8) | 5.1 (4) | 5.3 (5) | 5.4 (4) | 5.5 (4) | 5.7 (2) | 6.0 (3) | 15/15 |
| CMA-MSR | 4.6(3) | 3.6 (2) | 4.1 (1) | 4.3 (0.7) | 4.3 (2) | 4.7 (2) | 5.1 (0.5) | 15/15 |
| CMA-TPA | 4.0(3) | 6.0(4) | 6.1 (4) | 6.2 (3) | 6.3 (3) | 6.5 (3) | 6.7 (2) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 3.2(0.5) | 10(12) | 56(81) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 10(10) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 4.0(1) | 5.6 (5) | 18(19) | 50(60) | 48(39) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 16(10) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 8.7(7) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 10(5) | 68(64) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 254(364) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| Sifeg | 3.0 (3) | 61(69) | 163(290) | 570(597) | 1698(2451) | 1621(1344) | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| Sif | 4.5(2) | 93(164) | 172(180) | 854(1759) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 2.1 (0.7) | 54(68) | 178(126) | 1660(1249) | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |

Table 10: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_9 , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------------|-------|
| f9 | 35 | 127 | 214 | 263 | 300 | 335 | 369 | 15/15 |
| BSifeg | 14(7) | 663(486) | 3062(3652) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 36(208) | 1130(2007) | 3088(1712) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 11(39) | 453(373) | 1405(1833) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 15(30) | 811(766) | 2783(2627) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 5.7 (1) | 10(0.7) | 7.7 (7) | 7.1 (5) | 6.7 (3) | 6.5 (4) | 6.4 (4) | 15/15 |
| CMA-MSR | 7.2(1) | 9.4 (3) | 7.5 (8) | 6.8 (6) | 6.3 (5) | 6.3 (0.5) | 6.4 (0.7) | 15/15 |
| CMA-TPA | 5.4 (2) | 5.8 (3) | 5.2 (2) | 5.0 (2) | 4.8 (1) | 4.9 (1) | 4.8 (1) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 8.2(8) | 47(37) | 88(100) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 13(9) | 67(79) | 83(157) | 68(48) | 60(64) | 53(35) | 49(45) | 1/15 |
| IPOPCMAv3p | 7.5(2) | 7.3 (2) | 14(29) | 35(18) | 63(41) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 25(22) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 20(27) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 30(31) | 145(136) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 257(370) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| Sifeg | 5.8(10) | 500(356) | 3141(2802) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 24(3) | 1540(1281) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 4.5 (3) | 327(342) | 2886(3593) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |

Table 11: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best } 2009}$ on f_{10} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f10 | 349 | 500 | 574 | 607 | 626 | 829 | 880 | 15/15 |
| BSifeg | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>3e4</i> | 0/15 |
| BSif | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>3e4</i> | 0/15 |
| BSqi | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>3e4</i> | 0/15 |
| BSrr | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>2e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 2.5 (0.4) | 2.1 (0.2) | 2.0 (0.2) | 2.0 (0.1) | 2.1 (0.1) | 1.8 (0.1) | 1.8 (0.1) | 15/15 |
| CMA-MSR | 2.6 (0.6) | 2.1 (0.4) | 2.1 (0.3) | 2.2 (0.3) | 2.3 (0.2) | 2.0 (0.2) | 2.2 (0.2) | 15/15 |
| CMA-TPA | 2.5 (0.2) | 2.2 (0.2) | 2.1 (0.2) | 2.1 (0.2) | 2.2 (0.1) | 1.8 (0.1) | 1.8 (0.1) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 2.7 (2) | 2.8 (2) | 3.7(2) | 4.1(4) | 4.1(3) | 11(13) | 21(21) | 1/15 |
| GP5-CMAES | 0.95 (0.4) | 0.86 (0.1) | 0.83 (0.1) | 0.84 (0.2) | 0.86 (0.3) | 0.70 (0.2) | 1.5 (0.5) | 10/15 |
| IPOPCMAv3p | 6.7(7) | 7.0(6) | 16(55) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1e4</i> | 0/15 |
| Sif | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1e4</i> | 0/15 |
| Srr | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1e4</i> | 0/15 |

Table 12: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{11} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| f11 | 143 | 202 | 763 | 977 | 1177 | 1467 | 1673 | 15/15 |
| BSifeg | 919(654) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 3e4 | 0/15 |
| BSif | 499(670) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 3e4 | 0/15 |
| BSqi | 891(776) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 4e4 | 0/15 |
| BSrr | 633(791) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 3e4 | 0/15 |
| CMA-CSA | 4.9 (2) | 4.3 (1) | 1.3 (0.2) | 1.1 (0.1) | 1.00 (0.1) | 0.91 (0.1) | 0.88 (0.1) | 15/15 |
| CMA-MSR | 5.9(1) | 5.0(1) | 1.5 (0.2) | 1.3 (0.2) | 1.2 (0.1) | 1.1 (0.1) | 1.1 (0.1) | 15/15 |
| CMA-TPA | 5.1 (0.9) | 4.6 (0.4) | 1.3 (0.1) | 1.1 (0.1) | 1.0 (0.1) | 0.91 (0.1) | 0.89 (0.1) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 5.4(1) | 6.6(3) | 4.7(4) | 6.3(5) | 8.0(6) | ∞ | ∞ 1258 | 0/15 |
| GP5-CMAES | 3.2 (3) | 3.3 (2) | 1.2 (1) | 1.3 (1.0) | 1.1 (1) | 0.92 (1) | 1.4 (2) | 7/15 |
| IPOPCMAv3p | 12(16) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 1258 | 0/15 |
| LHD-10xDef | 25(17) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 250 | 0/15 |
| LHD-2xDefa | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 250 | 0/15 |
| RAND-2xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 250 | 0/15 |
| RF1-CMAES | 62(50) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 1258 | 0/15 |
| RF5-CMAES | 130(143) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 1260 | 0/15 |
| Sifeg | 313(255) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 2e4 | 0/15 |
| Sif | 1013(412) | 1493(2875) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 2e4 | 0/15 |
| Srr | 379(683) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ 2e4 | 0/15 |

Table 13: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{12} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------------|-------|
| f12 | 108 | 268 | 371 | 413 | 461 | 1303 | 1494 | 15/15 |
| BSifeg | 75(62) | 144(291) | 390(435) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>2e4</i> | 0/15 |
| BSif | 91(125) | 157(137) | 791(984) | 710(202) | ∞ | ∞ | ∞ <i>2e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 66(14) | 42(18) | 120(91) | 392(620) | 721(917) | ∞ | ∞ <i>2e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 50(68) | 51(77) | 210(123) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>2e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 10(9) | 7.1(6) | 6.9 (5) | 7.2 (4) | 7.4 (8) | 3.5 (0.7) | 3.5 (5) | 15/15 |
| CMA-MSR | 7.7 (6) | 5.4 (2) | 5.5 (5) | 5.8 (5) | 6.0 (3) | 2.7 (2) | 2.8 (2) | 15/15 |
| CMA-TPA | 8.3(5) | 6.1 (4) | 6.0 (8) | 6.2 (6) | 6.2 (5) | 2.7 (2) | 2.9 (4) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 4.8 (3) | 6.2 (7) | 16(19) | 46(58) | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 16(13) | 8.5(9) | 15(14) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 7.6 (9) | 10(17) | 15(15) | 22(31) | 40(33) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 34(57) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 13(5) | 22(9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 25(23) | 50(40) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>6082</i> | 0/15 |
| Sif | 34(63) | 56(67) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>6044</i> | 0/15 |
| Srr | 7.7(4) | 21(29) | 33(29) | 100(30) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5870</i> | 0/15 |

Table 14: 05-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-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|-------|
| f13 | 132 | 195 | 250 | 319 | 1310 | 1752 | 2255 | 15/15 |
| BSifeg | 325(264) | 1566(1460) | 2522(2627) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| BSif | 463(310) | 3275(2682) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 380(533) | 979(1259) | 2439(4439) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 370(382) | 1465(810) | 1179(995) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 3.3(1) | 3.4 (2) | 4.1 (2) | 3.9 (0.9) | 1.1 (0.2) | 1.1 (0.2) | 1.1 (0.2) | 15/15 |
| CMA-MSR | 3.2(0.8) | 3.6 (0.7) | 3.8 (0.6) | 4.0 (0.5) | 1.2 (0.1) | 1.2 (0.1) | 1.1 (0.1) | 15/15 |
| CMA-TPA | 2.9 (1) | 3.8(1) | 4.2 (1) | 4.0 (1) | 1.2 (0.3) | 1.3 (0.2) | 1.2 (0.5) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 3.2(5) | 20(15) | 74(96) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 1.4 (1) | 3.5 (5) | 10(15) | 27(12) | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 4.2(2) | 8.1(7) | 10(15) | 59(67) | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 2.2 (1) | 6.4(7) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 3.0 (3) | 5.9(4) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 3.6(2) | 5.9(5) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 16(22) | 44(21) | 73(55) | 58(72) | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| Sifeg | 170(363) | 660(378) | 2385(1486) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| Sif | 237(165) | 492(375) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| Srr | 181(123) | 513(401) | 1160(1596) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |

Table 15: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best } 2009}$ on f_{14} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------------|-------|
| f14 | 10 | 41 | 58 | 90 | 139 | 251 | 476 | 15/15 |
| BSifeg | 1.5 (1) | 6.5(7) | 11(8) | 30(15) | 2532(2043) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 1.5 (0.9) | 6.5(6) | 12(12) | 416(354) | 5293(5506) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 1.5 (1) | 4.6(5) | 6.7(4) | 24(24) | 5089(7040) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 1.5 (0.8) | 5.7(6) | 10(6) | 29(27) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 1.7 (2) | 2.7 (1.0) | 3.6(0.9) | 3.7 (1) | 3.8 (0.9) | 3.9 (0.3) | 3.0 (0.3) | 15/15 |
| CMA-MSR | 2.5 (3) | 3.4(2) | 4.7(0.6) | 5.0(1) | 4.4 (0.7) | 4.1 (0.5) | 3.1 (0.3) | 15/15 |
| CMA-TPA | 2.1 (4) | 3.3(2) | 3.7(2) | 3.9(1) | 3.9 (1) | 4.0 (0.7) | 3.1 (0.2) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 1.6 (2) | 1.9 (0.7) | 2.8 (0.4) | 3.4 (2) | 6.4(4) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 1.8 (1) | 1.5 (0.5) | 1.7 (0.8) | 2.2 (1) | 8.9(9) | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 2.4 (2) | 3.5(0.9) | 4.1(1) | 4.2(0.8) | 4.6(2) | 24(31) | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 1.2 (2) | 3.3(0.3) | 3.4(0.4) | 42(22) | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 1.5 (1) | 1.6 (0.5) | 3.6(1) | 41(41) | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 1.4 (1) | 2.2 (3) | 4.9(9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 2.1 (2) | 3.6(5) | 5.7(13) | 12(10) | 30(25) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 1.2 (1.0) | 40(37) | 152(124) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 1.5 (1.0) | 1.8 (0.6) | 3.0(3) | 34(18) | 5138(8484) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 1.5 (1) | 1.9 (0.8) | 2.9 (1) | 92(90) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 1.5 (1) | 1.5 (0.6) | 2.0 (0.8) | 12(10) | 2358(2262) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 16: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ on f_{15} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f15 | 511 | 9310 | 19369 | 19743 | 20073 | 20769 | 21359 | 14/15 |
| BSifeg | 176(319) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 226(298) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 213(332) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 372(312) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 1.1 (0.6) | 1.1 (0.7) | 0.91 (0.3) | 0.92 (0.4) | 0.92 (0.5) | 0.92 (0.5) | 0.92 (0.3) | 15/15 |
| CMA-MSR | 1.9 (2) | 0.95 (0.8) | 0.89 (0.6) | 0.89 (0.5) | 0.91 (0.8) | 0.93 (0.8) | 0.95 (0.5) | 15/15 |
| CMA-TPA | 1.9 (2) | 0.90 (0.8) | 0.87 (0.4) | 0.88 (0.6) | 0.88 (0.7) | 0.88 (0.6) | 0.89 (0.4) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 2.9 (7) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 4.6(6) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1262</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 1.2 (0.9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 1.7 (3) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 1.2 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 1.7 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 1.0 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 11(8) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 51(41) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 98(131) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| Srr | 72(73) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 17: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{16} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f16 | 120 | 612 | 2662 | 10163 | 10449 | 11644 | 12095 | 15/15 |
| BSifeg | 1.3 (1) | 158(253) | 271(187) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 10(1) | 63(72) | 247(102) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 2.5 (6) | 93(140) | 264(242) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 1.4 (1) | 67(58) | 262(237) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 2.2 (3) | 1.9 (2) | 1.4 (1) | 0.49 (0.5) | 0.54 (0.4) | 0.55 (0.2) | 0.56 (0.2) | 15/15 |
| CMA-MSR | 5.9(2) | 5.8(5) | 4.7(2) | 1.6 (1.0) | 1.6 (2) | 1.5 (1) | 1.5 (1) | 15/15 |
| CMA-TPA | 1.7 (2) | 3.1 (3) | 1.8 (0.4) | 0.56 (0.8) | 0.62 (0.8) | 0.62 (0.6) | 0.65 (0.6) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 1.2 (0.7) | 3.8(4) | 6.8(11) | 1.8 (2) | 1.8 (4) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 1.3 (3) | 4.7(9) | 1.5 (2) | 1.8 (3) | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 2.4 (2) | 6.8(4) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 1.5 (0.7) | 6.1(10) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 2.2 (3) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 1.7 (2) | 6.0(7) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 1.8 (1) | 3.6 (2) | 3.2(2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 1.7 (4) | 9.0(5) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 0.62 (0.4) | 46(61) | 47(77) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 0.69 (0.4) | 52(58) | 268(296) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 0.68 (0.6) | 28(52) | 132(162) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 18: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{17} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| <i>f17</i> | 5.2 | 215 | 899 | 2861 | 3669 | 6351 | 7934 | 15/15 |
| BSifeg | 6.3(12) | 174(143) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 7.0(3) | 174(235) | 793(1110) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 4.1(4) | 142(407) | 779(486) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 4.3(3) | 314(641) | 408(849) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 4.2(5) | 0.98 (0.2) | 0.53 (0.3) | 1.0 (0.7) | 1.2 (0.5) | 1.1 (0.4) | 1.3 (0.5) | 15/15 |
| CMA-MSR | 4.2(5) | 0.93 (0.2) | 0.97 (1) | 0.83 (0.3) | 0.82 (0.5) | 0.96 (0.8) | 1.1 (0.1) | 15/15 |
| CMA-TPA | 24(78) | 2.6 (0.5) | 1.6 (0.9) | 0.97 (0.4) | 0.94 (0.3) | 0.88 (0.8) | 1.0 (0.7) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 4.5(5) | 0.67 (0.2) | 0.80 (0.9) | 0.89 (1) | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 3.6(4) | 1.8 (4) | 10(11) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 4.1(3) | 1.1 (0.4) | 0.66 (0.6) | 0.46 (0.4) | 0.95 (0.9) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 2.1 (2) | 2.6 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 2.4 (1) | 2.5 (3) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 2.3 (3) | 5.3(7) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 3.0(2) | 4.0(3) | 10(9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 4.8(1) | 13(16) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| Sifeg | 3.9(3) | 128(344) | 172(184) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 3.9(3) | 136(256) | 360(550) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 3.9(3) | 239(208) | 226(330) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 19: 05-D, running time excess $ERT/ERT_{\text{best 2009}}$ on f_{18} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f18 | 103 | 378 | 3968 | 8451 | 9280 | 10905 | 12469 | 15/15 |
| BSifeg | 103(145) | 159(169) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 94(165) | 229(359) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 129(257) | 553(417) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 168(301) | 213(308) | 166(121) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 1.3 (2) | 2.4 (0.2) | 0.61 (0.6) | 0.54 (0.5) | 0.74 (0.5) | 0.77 (0.4) | 0.90 (0.7) | 15/15 |
| CMA-MSR | 1.1 (0.5) | 5.0(7) | 1.0 (0.8) | 0.70 (0.7) | 1.0 (0.5) | 1.2 (0.6) | 1.3 (0.9) | 15/15 |
| CMA-TPA | 0.92 (0.5) | 1.8 (4) | 0.67 (0.4) | 0.59 (0.3) | 0.69 (0.3) | 0.70 (0.1) | 0.85 (0.4) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 1.0 (0.4) | 1.8 (3) | 1.4 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 2.0 (3) | 14(22) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 1.2 (0.3) | 1.3 (0.9) | 0.47 (0.4) | 1.1 (1) | 2.0 (2) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 1.4 (0.2) | 10(11) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 1.5 (2) | 9.4(10) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 1.6 (0.5) | 10(5) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 0.74 (0.5) | 5.6(6) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 5.2(11) | 24(34) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 22(12) | 189(364) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 27(13) | 194(281) | 169(129) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 80(353) | 85(125) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 20: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{19} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|----------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f19 | 1 | 1 | 242 | 1.0e5 | 1.2e5 | 1.2e5 | 1.2e5 | 15/15 |
| BSifeg | 17(13) | 2964(3040) | 909(899) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 16(10) | 3125(2054) | 694(847) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 22(10) | 3284(2630) | 1440(2280) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 17(26) | 4781(1994) | 925(408) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 19(11) | 2971(2324) | 153 (229) | 0.86 (0.6) | 0.83 (0.6) | 0.83 (0.4) | 0.84 (0.4) | 15/15 |
| CMA-MSR | 31(96) | 2573(1170) | 306 (581) | 67 (86) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| CMA-TPA | 25(18) | 959 (846) | 84 (57) | 0.68 (0.6) | 0.78 (0.4) | 0.80 (0.5) | 0.80 (0.8) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 25(18) | 2568(1779) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 15(10) | 1496 (2424) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1262</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 23(25) | 3070(5658) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 39(56) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 23(14) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 20(10) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 24(20) | 1868(3073) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 18(15) | 1379 (1685) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1262</i> | 0/15 |
| Sifeg | 14 (12) | 5045(2270) | 477(576) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 14 (13) | 3090(583) | 1385(1390) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 14 (12) | 3069(523) | 671(1401) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 21: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{20} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f_{20} | 16 | 851 | 38111 | 51362 | 54470 | 54861 | 55313 | 14/15 |
| BSifeg | 2.2 (3) | 9.3(5) | 18(23) | 13(24) | 13(9) | 13(10) | 13(22) | 1/15 |
| BSif | 2.1 (2) | 23(19) | 5.8(5) | 4.3(3) | 6.5(6) | 6.5(13) | 6.5(4) | 2/15 |
| BSqi | 1.8 (1) | 8.7(0.5) | 8.8(7) | 6.6(7) | 6.2(8) | 6.2(9) | 13(20) | 1/15 |
| BSrr | 1.9 (0.7) | 11(15) | 9.3(17) | 7.0(8) | 6.6(9) | 13(20) | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 3.7(2) | 9.2(4) | 1.1 (0.2) | 0.83 (0.6) | 0.80 (0.3) | 0.82 (0.2) | 0.84 (0.6) | 15/15 |
| CMA-MSR | 4.8(2) | 1666(1484) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| CMA-TPA | 3.9(2) | 17(19) | 2.0 (1.0) | 1.5 (0.8) | 1.5 (0.6) | 1.5 (0.8) | 1.5 (0.6) | 15/15 |
| GP1-CMAES | 3.1(1) | 11(9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 2.2 (0.7) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 4.2(2) | 21(14) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 6.4(2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 2.5 (0.8) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 2.5 (0.9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 4.0(2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 31(24) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 1.9 (1) | 3.1 (0.6) | 3.9(5) | 2.9 (2) | 2.7 (2) | 2.8 (4) | 2.9 (7) | 4/15 |
| Sif | 1.9 (1) | 6.6 (8) | 3.7(5) | 2.9 (1) | 2.7 (2) | 3.7(3) | 3.8(9) | 3/15 |
| Srr | 1.8 (1) | 2.8 (6) | 3.1 (3) | 2.3 (3) | 2.2 (3) | 2.8 (5) | 4.0(2) | 3/15 |

Table 22: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{21} , in *italics* is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|-------|
| <i>f21</i> | 41 | 1157 | 1674 | 1692 | 1705 | 1729 | 1757 | 14/15 |
| BSifeg | 9.3(6) | 90(66) | 63(156) | 62(83) | 63(60) | 67 (89) | 92 (123) | 4/15 |
| BSif | 77(561) | 174(184) | 125(217) | 196(110) | 197(112) | 202(355) | 208(249) | 2/15 |
| BSqi | 14(47) | 121(176) | 84(97) | 84(127) | 84(139) | 121(109) | 210(364) | 2/15 |
| BSrr | 11(6) | 67(54) | 56(92) | 67(52) | 67(108) | 72(87) | 203(240) | 2/15 |
| CMA-CSA | 1.9 (1) | 55(221) | 119(181) | 148(117) | 147(120) | 145(106) | 143(256) | 9/15 |
| CMA-MSR | 5.3(0.7) | 206(104) | 388(710) | 384(517) | 382(496) | 377(803) | 371(674) | 6/15 |
| CMA-TPA | 2.2 (2) | 88(108) | 116(126) | 115(112) | 114(116) | 113(109) | 112(144) | 10/15 |
| GP1-CMAES | 1.3 (0.7) | 1.9 (1) | 1.7 (3) | 1.7 (1) | 2.2 (3) | 2.3 (3) | 2.4 (1) | 4/15 |
| GP5-CMAES | 1.4 (4) | 1.4 (2) | 1.5 (0.8) | 1.9 (1) | 1.9 (3) | 10 (15) | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 4.3(2) | 15(18) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 2.0 (1) | 1.0 (1) | 2.2 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 1.3 (0.9) | 0.94 (0.7) | 2.1 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 1.4 (0.8) | 1.5 (2) | 2.1 (3) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 3.5(8) | 4.5(3) | 3.2(5) | 5.1 (4) | 11 (8) | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 3.7(9) | 7.8(11) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 1.1 (1) | 80(115) | 56(37) | 55(100) | 55(101) | 71(61) | 94 (85) | 4/15 |
| Sif | 1.2 (1) | 96(54) | 84(127) | 84(37) | 84(51) | 129(61) | 206(266) | 2/15 |
| Srr | 1.1 (1) | 93(54) | 85(97) | 84(121) | 84(88) | 88(80) | 129(319) | 3/15 |

Table 23: 05-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-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|----------------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------------|-------|
| f_{22} | 71 | 386 | 938 | 980 | 1008 | 1040 | 1068 | 14/15 |
| BSifeg | 34(109) | 80(68) | 129(228) | 341(574) | 710(881) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 102(7) | 236(315) | 236(320) | 739(1032) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 31(7) | 55(155) | 85(107) | 335(307) | 333(255) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 37(178) | 110(184) | 129(55) | 350(255) | 709(633) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 4.1(11) | 135(99) | 345(112) | 426(457) | 535(719) | 519(721) | 507(749) | 6/15 |
| CMA-MSR | 14(30) | 457(826) | 531(923) | 508(335) | 494(626) | 479(531) | 467(720) | 7/15 |
| CMA-TPA | 2.5 (5) | 223(480) | 323(743) | 310(258) | 301(336) | 292 (243) | 285 (532) | 8/15 |
| GP1-CMAES | 3.6(5) | 9.3(12) | 19 (13) | 18 (17) | 18 (22) | 17 (13) | 17 (22) | 1/15 |
| GP5-CMAES | 4.3(6) | 10(13) | 9.2 (12) | 8.8 (11) | 8.6 (6) | ∞ | ∞ <i>1254</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 5.8(9) | 5.6(4) | 20 (25) | 19 (7) | 18 (21) | 18 (32) | 18 (33) | 1/15 |
| LHD-10xDef | 1.9 (0.5) | 2.3 (4) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 1.4 (0.5) | 3.0 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 0.79 (0.5) | 4.5(3) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 5.5(0.4) | 3.0 (4) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 7.3(12) | 21(22) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 123(174) | 103(130) | 129(49) | 724(804) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 117(348) | 131(118) | 350(574) | 754(868) | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 62(208) | 67(74) | 67(82) | 237(281) | 738(769) | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 24: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best } 2009}$ on f_{23} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------|
| f_{23} | 3.0 | 518 | 14249 | 27890 | 31654 | 33030 | 34256 | 15/15 |
| BSifeg | 2.6 (2) | 4.3(6) | 50(54) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 2.6 (2) | 3.3(4) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 2.6 (3) | 6.6(5) | 50(91) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 2.6 (3) | 3.7(6) | 50(53) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 2.3 (2) | 13(14) | 4.7 (8) | 2.5 (2) | 2.2 (2) | 2.2 (4) | 2.1 (2) | 15/15 |
| CMA-MSR | 2.5 (2) | 3.2(3) | 0.91 (1) | 0.52 (0.4) | 0.48 (0.2) | 0.51 (0.7) | 0.53 (0.3) | 15/15 |
| CMA-TPA | 3.2(3) | 16(12) | 8.1 (37) | 4.2 (6) | 3.8 (2) | 3.8 (5) | 3.7 (8) | 13/15 |
| GP1-CMAES | 1.9 (1) | 4.9(3) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 2.4 (2) | 2.2 (1) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1252</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 2.3 (2) | 12(6) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | 3.9(5) | 6.8(5) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | 3.1(2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | 2.5 (1) | 7.1(8) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 1.8 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 2.4 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1288</i> | 0/15 |
| Sifeg | 3.4(5) | 2.7 (2) | 50(45) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 3.4(2) | 2.8 (1) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Srr | 3.4(5) | 2.5 (1) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

Table 25: 05-D, running time excess $\text{ERT}/\text{ERT}_{\text{best 2009}}$ on f_{24} , in italics is given the median final function value and the median number of function evaluations to reach this value divided by dimension.

| Δf_{opt} | 1e1 | 1e0 | 1e-1 | 1e-2 | 1e-3 | 1e-5 | 1e-7 | #succ |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------------------|-------|
| f_{24} | 1622 | 2.2e5 | 6.4e6 | 9.6e6 | 9.6e6 | 1.3e7 | 1.3e7 | 3/15 |
| BSifeg | 21(24) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSif | 41(28) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| BSqi | 38(103) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| BSrr | 29(31) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| CMA-CSA | 2.0 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| CMA-MSR | 1.3 (2) | 33 (27) | 1.1 (2) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| CMA-TPA | 1.3 (2) | 10 (9) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e5</i> | 0/15 |
| GP1-CMAES | 2.1 (3) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| GP5-CMAES | 1.1 (1) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| IPOPCMAv3p | 2.0 (1) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| LHD-10xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| LHD-2xDefa | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RAND-2xDef | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>250</i> | 0/15 |
| RF1-CMAES | 5.5(7) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1258</i> | 0/15 |
| RF5-CMAES | 5.2(8) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>1260</i> | 0/15 |
| Sifeg | 15(21) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |
| Sif | 15(19) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>4e4</i> | 0/15 |
| Srr | 21(33) | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ | ∞ <i>5e4</i> | 0/15 |

References

- [1] Asma Atamna. Benchmarking IPOP-CMA-ES-TPA and IPOP-CMA-ES-MSR on the BBOB noiseless testbed. In Laredo et al. [8], pages 1135–1142.
- [2] 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.
- [3] Lukás Bajer, Zbynek Pitra, and Martin Holena. Benchmarking gaussian processes and random forests surrogate models on the BBOB noiseless testbed. In Laredo et al. [8], pages 1143–1150.
- [4] Dimo Brockhoff, Bernd Bischl, and Tobias Wagner. The impact of initial designs on the performance of matsumoto on the noiseless BBOB-2015 testbed: A preliminary study. In Laredo et al. [8], pages 1159–1166.
- [5] 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.
- [6] N. Hansen, A. Auger, S. Finck, and R. Ros. Real-parameter black-box optimization benchmarking 2012: Experimental setup. Technical report, INRIA, 2012.
- [7] 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.
- [8] Juan Luis Jiménez Laredo, Sara Silva, and Anna Isabel Esparcia-Alcázar, editors. *Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO 2015, Madrid, Spain, July 11-15, 2015, Companion Material Proceedings*. ACM, 2015.
- [9] Petr Posík and Petr Baudis. Dimension selection in axis-parallel brent-step method for black-box optimization of separable continuous functions. In Laredo et al. [8], pages 1151–1158.