

Übungen zur Vorlesung

Praktische Optimierung, SoSe 2022

Prof. Dr. Günter Rudolph, Dr. Roman Kalkreuth

<https://ls11-www.cs.tu-dortmund.de/people/rudolph/teaching/lectures/POKS/SS2022/lecture.jsp>**Blatt 6, Block B**

17.05.2022

Abgabe: 24.05.2022**Aufgabe 6.1: Maximum Entropie Verteilung (6 Punkte)**

Bestimmen Sie die Maximum-Entropie-Verteilung mit dem Träger $T = \{-1, 0, 2\}$, welche $E(|X|) = \nu$ für beliebige $\nu \in (0, 2)$ erfüllt. Erzeugen Sie eine Grafik, welche die bestimmten Wahrscheinlichkeiten p_{-1} , p_0 und p_2 jeweils in Abhängigkeit von ν darstellt. Geben Sie für $\nu \in \{0.5, 1, 1.5\}$ jeweils die konkrete Maximum-Entropie-Verteilung an.

Hinweis: Beachten Sie, dass für alle Wahrscheinlichkeiten gelten muss $0 \leq p_{-1}, p_0, p_2 \leq 1$. Es reicht hier aus, grafisch zu überprüfen, ob diese Bedingung erfüllt ist.

Hinweis: Sie können p_{-1} , p_0 und p_2 über das gegebene Intervall für ν plotten. Betrachten Sie beide Fälle von p_0 , welche sich nach Lösung des Gleichungssystems ergeben.

Aufgabe 6.2: CMA-ES (4 Punkte)

Nutzen Sie den aus der Vorlesung bekannten CMA-ES, um die Funktion

$$f(x, y) = x^3 - y^3 + y^2 + 1000 \cos(x) \sin(y), \quad x, y \in [-10, 10]$$

zu minimieren. Sie haben ein Budget von maximal 500 Zielfunktionsauswertungen pro Optimierung zur Verfügung.

Verwenden Sie die Funktion `cma.es` aus dem Paket `cmaes`. Suchen Sie die besten Parameterkombinationen für `mu` und `lambda`. Dazu sollen in `control` nur die Parameter `maxit`, `mu` und `lambda` variiert werden. `maxit` muss jeweils passend für das Budget und die Werte von `mu` und `lambda` gewählt werden. Die übrigen Parameter `par` und `fn` müssen passend zur Aufgabenstellung gewählt werden. Wie Sie die beste Parameterkombination bestimmen, bleibt Ihnen überlassen. Sie sollten jedoch verschiedene Kombinationen betrachten und Ihr Vorgehen beschreiben.

Der Wert von `counts` gibt an, wie viele Zielfunktionsauswertungen verwendet wurden. Dieser Wert kann Ihnen dabei helfen das vorgegebene Budget an Zielfunktionsauswertungen einzuhalten. Eine Überschreitung ist nicht erlaubt, es kann aber nötig sein etwas unter dem erlaubten Budget zu bleiben.

Beachten Sie, dass der CMA-ES eine zufällige Komponente hat und die Optimierungen deshalb wiederholt werden sollen. Verwenden Sie sowohl 50 zufällig gleichverteilte Startwerte als auch mindestens 20 Wiederholungen pro Parameterkombination und berechnen sie sowohl den Median der jeweils $50 \cdot 20 = 1000$ Zielfunktionswerte aus den Optimierungen als auch den Median der 20 Zielfunktionswerte von Multi-Starts, wobei die 50 zufälligen Startwerte als Startwerte eines Multi-Startverfahrens angesehen werden sollen. Die Zielfunktionswerte sollen also nur unterschiedlich aggregiert werden. Für alle Parameterkombinationen sollen die gleichen 50 Startwerte verwendet werden, um einen möglichst fairen Vergleich der Parameterkombinationen zu gewährleisten. Interpretieren Sie Ihre Ergebnisse.

Hinweis: Für Python gibt es die Implementierung `pycma`¹. Sekundärliteratur zur CMA-ES sind unter den folgenden Links zu finden^{2,3}.

¹<https://github.com/CMA-ES/pycma>

²<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3449726.3462748>

³<https://arxiv.org/abs/1604.00772>