Auf dem Weg zum industrietauglichen Evolutionären Algorithmus

Wilfried Jakob
Institut für Angewandte Informatik, Forschungszentrum Karlsruhe
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
Email: wilfried.jakob@iai.fzk.de

Zu den wichtigsten Eigenschaften eines industrietauglichen Lösungsverfahrens für Optimierungs- und Planungsaufgaben zählen neben einer hohen Verlässlichkeit eine einfache Handhabung. Oder anders ausgedrückt, je weniger man über ein solches Verfahren lernen muss, um es erfolgreich anwenden zu können, und je weniger Möglichkeiten zur (falschen) Einstellung von Verfahrensparametern vorhanden sind, desto besser.

Evolutionäre Algorithmen (EA) zeichnen sich durch ihre allgemeine Anwendbarkeit aus und sind daher dazu geeignet, Lösungen oder zumindest Näherungslösungen für Aufgaben zu finden, für die es keine mathematischen Lösungsverfahren gibt. Zu diesen Aufgaben gehören unter anderem die NP-vollständigen Probleme. Diesem Vorteil steht der Nachteil der EA gegenüber, dass ihre Leistungsfähigkeit stark von einer geeigneten Wahl zum Teil verfahrensspezifischer Strategieparameter wie z.B. der Populationsgröße oder Mutationsraten abhängt. Dazu kommt das Problem, dass EA in der Nähe eines Optimums schlecht konvergieren.

Letzteres wird bei praktischen Anwendungen meist durch Hybridisierung gelöst, d.h. man unterstützt die evolutionäre Suche durch ein in der Regel problemspezifisches (lokales) Suchverfahren. Dem Vorteil einer erheblichen Steigerung der Konvergenzgeschwindigkeit stehen zwei Nachteile gegenüber: Zum einen wird aus dem allgemein anwendbaren EA ein problemspezifisches Werkzeug und zum anderen kommen weitere Strategieparameter, nämlich die des lokalen Verfahrens hinzu. Zumindest muss die Intensität der lokalen Suche und damit die Aufteilung der Rechenleistung zwischen den beiden Algorithmen festgelegt werden.

Zur Lösung dieser Hindernisse für einen breiten Einsatz der EA in der industriellen Praxis wird eine neue Methode zur Hybridisierung vorgeschlagen. Dabei werden für den Bereich der Parameteroptimierung allgemein anwendbare lokale Suchverfahren benutzt, wodurch die Allgemeinheit des resultierenden Verfahrens gewahrt bleibt. Außerdem werden alle Strategieparameter mit Hilfe eines neuen Verfahrens zur Kosten-Nutzen basierten Adaption während des Optimierungslaufes eingeregelt. Lediglich eine geeignete Populationsgröße muss noch „per Augenmaß“ eingestellt werden. Es sei betont, dass das neue Adaptionsverfahren für alle EA geeignet ist.

Erste Untersuchungen an fünf Benchmarkaufgaben (Schwefels Kugel, verallgemeinerte Rastrigin-Funktion, Shekel’s Foxholes, Funktion nach Fletcher und Powell, fraktale Funktion) und zwei realen Anwendungsproblemen (Scheduling mit Ressourcenoptimierung und Designoptimierung) zeigen viel versprechende Ergebnisse: Gegenüber dem benutzten EA wurden bis zu 40 mal weniger Evaluationen benötigt (Funktion nach Fletcher und Powell), im ungünstigsten Fall 4 mal weniger (Designoptimierung). Vergleicht man die Ergebnisse der adaptiv eingestellten Parameter mit per Hand und pro Aufgabe kalibrierten, so konnte die Adaption im Durchschnitt 82 % der Konvergenzgeschwindigkeit der besten per Hand eingestellten Läufe erreichen. Damit ist der vorgestellte hybride adaptive EA ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zum allgemein anwendbaren industrietauglichen Evolutionären Optimierungsverfahren.