

Berufsakademie Sachsen
Staatliche Studienakademie Leipzig
Studiengang Informatik
Evolutionäre Algorithmen

Binäre und reelle Kodierung im Vergleich bei der näherungsweise Berechnung des globalen Minimums der Griewank-Funktion

Eingereicht von: Georg Andrassy
Martin Braun

Matrikelno: 5000593
Matrikelno: 5000562

Leipzig, 27. 11. 2016

1. Einführung

Zur näherungsweisen Berechnung des globalen Minimums der Griewank-Funktion:

$$f(x) = 1 + \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{400n} - \prod_{i=1}^n \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right)$$

wird ein evolutionärer Algorithmus eingesetzt. Dieser Algorithmus wird vor allem im Hinblick auf den Einfluss unterschiedlicher Kodierungsarten sowie stabiler und wachsender Populationsgrößen auf den Fitnesswert der Individuen untersucht. Zusätzlich wird die Differenz zwischen dem besten und dem schlechtesten Individuum in der Population als Maß der Streuung betrachtet. Die Minimierung der Griewank-Funktion wird für drei verschiedene n (n=5, 20, 50) im Wertebereich von -512 bis 511 getestet:

2. Umsetzung

Für die Umsetzung wird folgender Algorithmus verwendet:

1. Erzeugung der Startpopulation
 - fixe Ausgangspopulation mit X Anfangsindividuen
2. Elternselektion
 - Anzahl Elternpaar = e mit zufälliger Selektion
 - e wachsend bzw. stabil
3. Rekombination
 - Reelle Kodierung: intermediäre Rekombination
 - Binärkodierung: Ein-Punkt- und Zwei-Punkt-Rekombination (Zwei-Punkt: Mittelteil austauschen)
4. Mutation
 - Mutationswahrscheinlichkeit M [0,1]
 - von jedem Individuum soll zufällig ein Gen ausgewählt werden
 - für Mutation eines Gens Zufallszahl z [0,1] ermitteln
 - Reelle Kodierung: wenn $z < M$, dann mutiere: addiere zum gewählten Allel einen festen Wert W
 - Binärkodierung: zufällig von dem gewählten Binär-Allel ein Bit auswählen, wenn $z < M$, dann switche Bit von 0 zu 1 bzw. 1 zu 0

5. Umweltselektion

- aus Eltern + Kindern soll neue Population gewählt werden
- zuerst die besten A Individuen nehmen (deterministische Selektion) Gesamtpopulation soll wachsen (A wächst linear von Generation zu Generation um +1 an)
- dann aus Rest zufällig B Individuen auswählen

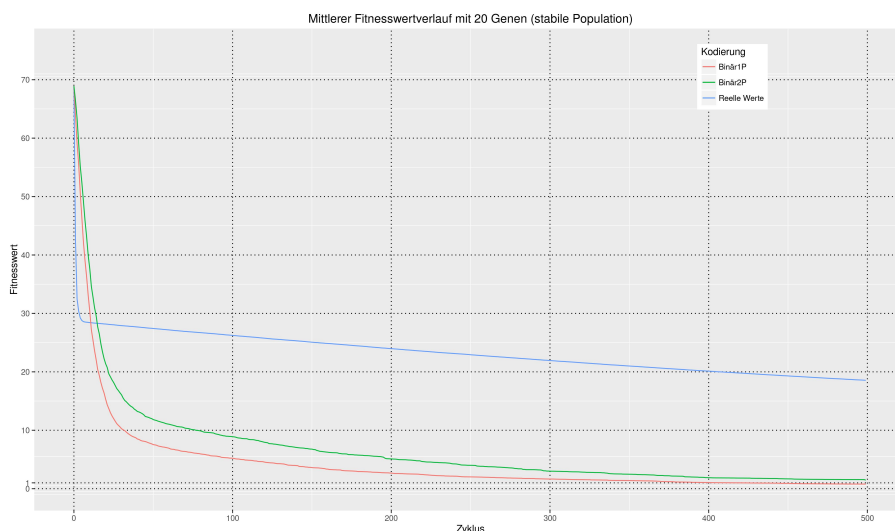
6. gehe zu Punkt 2 bis Abbruchkriterium K erreicht

Verwendete Parameter

<i>Parameter</i>	<i>Wert</i>
Größe der Startpopulation X Individuen	10
Anzahl der Elternpaare e	10 (+1 pro Zyklus)
Rekombinationswahrscheinlichkeit	0.9
Mutationswahrscheinlichkeit M	0.1
reeller Mutationswert W	+5.0
Auswahl bester Individuen a	10 (+1 pro Zyklus)
Auswahl zufällige Umweltselektion B	3
Abbruchkriterium K Zyklen	1500

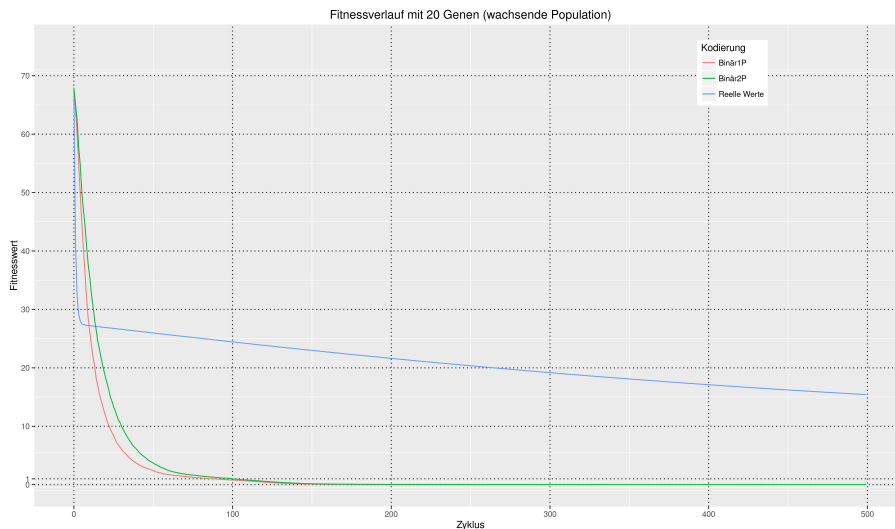
3. Ergebnisse und Interpretation

Beim Vergleich der Kodierungsarten fällt auf, dass die beiden binären Kodierungen sich schneller zum globalen Minimum orientieren und bessere Fitnesswerte bringen. Die reele Kodierung liefert für alle n schlechtere Ergebnisse (s. nachfolgende Grafik für n=20).



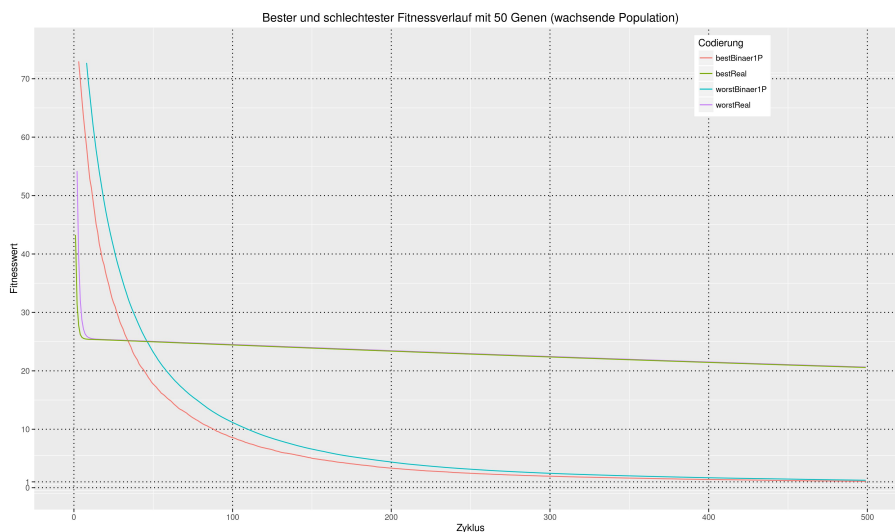
Kodierung im Vergleich bei n=20 (stabile Population)

Ähnliche Ergebnisse werden auch bei einer wachsenden Population erreicht. Im Unterschied zur stabilen Population liefert der Algorithmus aber bessere Ergebnisse für jede Kodierungsart. D.h. es werden in weniger Zyklen bessere Fitnesswerte erreicht, so dass etwa die binären Kodierungsarten bei $n=20$ das globale Minimum von 0 mit weniger als 200 Zyklen finden (s. nachfolgende Grafik mit $n=20$).



Kodierungen im Vergleich bei $n=20$ (wachsende Population)

Bei Betrachtung der Streuung der Individuen ist auffällig, dass sich bei der reellen Kodierung das schlechteste und das beste Individuum sehr schnell annähern. Bei der binären Kodierung sind die Unterschiede etwas ausgeprägter. Es wird vermutet dass die Streuung maßgeblich für das Ergebnis verantwortlich ist, so dass die besseren Ergebnisse bei den binären Kodierungen aufgrund der größeren Streuung zwischen den Individuen zustande kommen.



Streuung der Individuen