

DHBW Mosbach  
Lohrtalweg 10  
74821 Mosbach  
Deutschland



# Elephant Herding Optimization

**Studienarbeit EMIT an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mosbach**

Studiengang/-richtung:	B.Sc. - Angewandte Informatik
Kurs:	INF20B
Name, Vorname:	Robin Wollenschläger
Name, Vorname des wiss. Prüfenden/Betreuenden:	Prof. Dr. Carsten Müller

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Optimierungsalgorithmen aus dem Bereich der Schwarmintelligenz . . . . .	1
1.2	Elefanten . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Optimierung</b>	<b>2</b>
2.1	Initialisierung . . . . .	2
2.2	Clan-Update-Operator . . . . .	2
2.3	Separierungs-Operator . . . . .	3
2.4	Algorithmus . . . . .	3

# 1 Einleitung

## 1.1 Optimierungsalgorithmen aus dem Bereich der Schwarmintelligenz

Algorithmen aus dem Bereich der Schwarmintelligenz werden zur Optimierung von Problemen verwendet, in dem Verhaltensstrukturen aus der Natur mathematisch abgebildet und nutzbar gemacht werden.

Dabei wird versucht im Verhalten von Lebewesen Muster zu finden, mit denen ein Ziel erreicht werden kann, um somit die Zielfindung mathematischer Probleme zu optimieren. Gesucht wird dabei ein Optimum, also ein globales Minimum oder Maximum einer mehrdimensionalen mathematischen Funktion.

Der Algorithmus 'Elephant Herding Optimization' arbeitet rundenbasiert in Iterationen, wobei eine Obergrenze definiert werden kann.

## 1.2 Elefanten

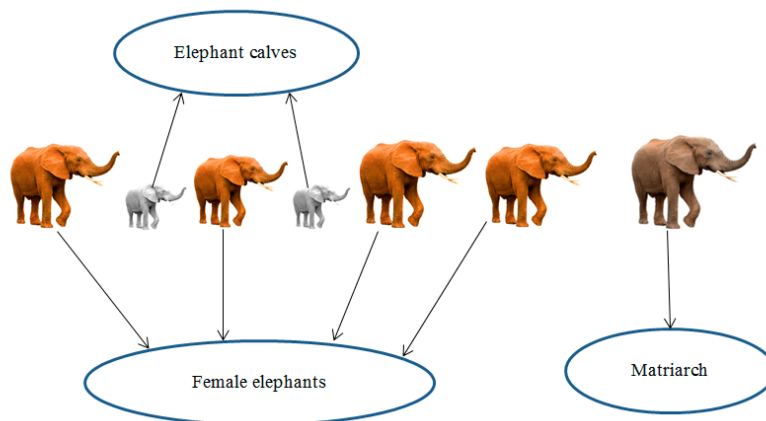


Abbildung 1.2.1: [1, Li et al, S.3]

Elefanten sind soziale Tiere mit komplexen Sozialstrukturen. Eine Elefantenherde unterteilt sich in mehrere Clans, die aus weiblichen Tieren und ihren Jungtieren bestehen. Jeder Clan wird von einem Matriarch angeführt, der oft durch die älteste zugehörige Elefantenkuh repräsentiert

wird, (siehe Abbildung 1.2.1). Männliche Elefanten leben in Isolation und scheiden mit im Laufe ihres Heranwachsens aus dem Clan aus, [2, vgl. Wang et al. 2015, S.1].

Für den Algorithmus wird die Fortbewegung der Elefanten in Abhängigkeit von ihrem Clan und dem zugehörigen Matriarchen abgebildet und das Ausscheiden der männlichen Tiere aus einem Clan, [2, vgl. Wang et al, S.1].

## 2 Optimierung

### 2.1 Initialisierung

Zu Beginn muss die Herde aller Elefanten in Clans aufgeteilt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass jeder Clan eine feste Nummer an Tieren beinhaltet, genau einen Matriarchen hat und, dass mit jeder Generation eine feste Anzahl an männlichen Elefanten ihren Clan verlässt, [2, vgl. Wang et al, S.2].

### 2.2 Clan-Update-Operator

Jeder Clan hat einen Matriarchen, dem die Tiere folgen. Daher ist die neue Position  $x_{new,ci,j}$  eines Elefanten  $j$  in Abhängigkeit von seinem Clan  $ci$  und der Position des zugehörigen Matriarchen  $x_{best,ci}$  bestimmt (siehe Gleichung 2.1).

$$x_{new,ci,j} = x_{ci,j} + \alpha \cdot (x_{best,ci} - x_{ci,j}) \cdot r \quad (2.1)$$

$x_{ci,j}$  stellt dabei die alte Position des Elefanten und  $\alpha \in [0, 1]$  einen Skalierungsfaktor, der den Einfluss des Matriarchen ausdrückt. Für  $r$  gilt  $r \in [0, 1]$ .

Die Position des Matriarchen kann mit Gleichung 2.1 nicht berechnet werden und es muss Gleichung 2.2 genutzt werden.

$$x_{new,ci} = \beta \cdot x_{center,ci} \quad (2.2)$$

Die Position des Matriarchen wird mittels der Position des zentralen Tieres  $x_{center,ci}$  innerhalb des Clans  $ci$  und  $\beta \in [0, 1]$  repräsentiert einen Skalierungsfaktor.  $x_{center,ci}$  kann mittels Gleichung 2.3 berechnet werden.

$$x_{center,ci,d} = \frac{1}{n_{ci}} \cdot \sum_{j=1}^{n_{ci}} x_{ci,j,d} \quad (2.3)$$

Die Position des Tieres  $x_{center,ci}$  ist zusätzlich abhängig von der Dimension  $d$  mit  $1 \leq d \leq D$  und der Anzahl der Tiere in einem Clan  $n_{ci}$ , [2, vgl. Wang et al, S.2].

## 2.3 Separierungs-Operator

Der Separierungsprozess beschreibt das Verlassen der männlichen Elefanten des Clans beim Heranwachsen. Die Zahl der Mitglieder bleibt dabei jedoch gleich, die Elefanten werden lediglich ersetzt. Zur Optimierung der Annäherung an das Ziel wird dabei angenommen, dass der Elefant mit der schlechtesten Position ( $x_{worst,ci}$ ) zum Ziel den Clan verlässt (siehe Gleichung 2.4).

$$x_{worst,ci} = x_{min} + (x_{max} - x_{min} + 1) \cdot rand \quad (2.4)$$

$x_{max}$  und  $x_{min}$  stellen die oberen bzw. unteren Grenzen der jeweiligen Dimension dar und  $rand \in [0, 1]$  eine Zufallszahl, [2, vgl. Wang et al, S.2].

## 2.4 Algorithmus

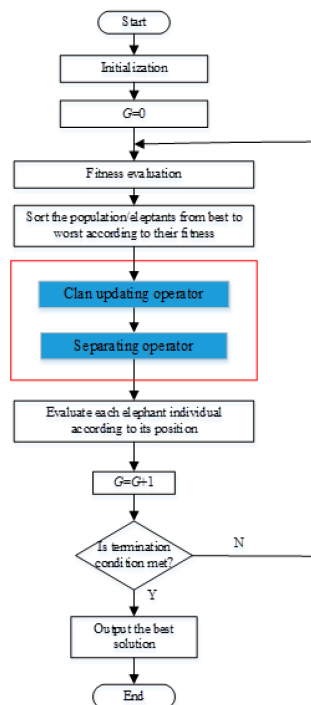


Abbildung 2.4.1: [1, Li et al, S.4]

Aus Abschnitt 2.2 und Abschnitt 2.3 ergibt sich der Ablauf Abbildung 2.4.1, der aufzeigt, dass über die Generationen die einzelnen Elefanten immer näher hin zum gesuchten Optimum konvergieren, bis das Endkriterium erreicht ist. Dieses wird durch die maximale Anzahl an Generationen definiert.

In Abbildung 2.4.2 ist der zugehörige Pseudocode aufgeführt.

## 2 Optimierung

Die Elephant Herding Optimization setzt auf eine weitere Unterteilung der Sucher, durch die

---

Algorithm 1. Elephant herding optimization

---

```
(1) Begin
(2) Initialization. Set the initialize iterations  $G = 1$ ; initialize the population  $P$  randomly; set maximum
generation  $MaxGen$ .
(3) While stopping criterion is not met do
(4)   Sort the population according to fitness of individuals.
(5)   For all clans  $ci$  do
(6)     For elephant  $j$  in the clan  $ci$  do
(7)       Generate  $x_{new, ci, j}$  and update  $x_{ci, j}$  by Equation (1).
(8)       If  $x_{ci, j} = x_{best, ci}$  then
(9)         Generate  $x_{new, ci, j}$  and update  $x_{ci, j}$  by Equation (2).
(10)      End if
(11)    End for
(12)  End for
(13)  For all clans  $ci$  do
(14)    Replace the worst individual  $ci$  by Equation (4).
(15)  End for
(16)  Evaluate each elephant individual according to its position.
(17)   $T = T + 1$ .
(18) End while
(19) End.
```

---

Abbildung 2.4.2: [1, Li et al, S.5]

Aufteilung der Herde in Clans, die als Subgruppen agieren. Dadurch ergibt sich eine höhere Diversität bei der Suche, was zu einer geringeren benötigten Anzahl an Generationen führen kann.

Durch die Separierung kann die Konvergenz zum Optimum gezielt erhöht werden, allerdings sollte die Anzahl separierter Tiere nicht höher, als  $\frac{n_{ci}}{2}$  liegen, da sonst auch Tiere separiert werden, die zur Zielstrebigkeit des Clans positiv beitragen.

# Literatur

- [1] Juan Li u. a. „Elephant herding optimization: Variants, hybrids, and applications“. In: *Mathematics* 8.9 (2020), S. 1415. DOI: 10.3390/math8091415.
- [2] Gai-Ge Wang, Suash Deb und Leandro dos Coelho. „Elephant herding optimization“. In: *2015 3rd International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI)* (2015). DOI: 10.1109/iscbi.2015.8.