

Evolutionäre Algorithmen

Software

Prof. Dr. Rudolf Kruse **Pascal Held**

`{kruse,pheld}@iws.cs.uni-magdeburg.de`

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fakultät für Informatik

Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung

Übersicht

- 1. Evolving Objects: Evolutionary Computation Framework**
2. JGAP: Java Genetic Algorithms Package
3. ECJ - Evolutionary Computation Java
4. EASEA
5. EvA2

Überblick

[Keijzer et al., 2002]

- Template-basierte C++ - Klassenbibliothek
- Sehr großer Baukasten an Bausteinen für EAs
- Freie Kombination der Bausteine
- Einfach erweiterbar

Überblick

[Keijzer et al., 2002]



Darstellung der Individuen

Viele vorhandene Darstellungsformen für Individuen:

- binary-Strings
- Permutationen
- Vektoren
- Listen
- ...

Außerdem sehr einfach auf eigene Datentypen erweiterbar

Entwicklungsparadigmen

Verschiedene Paradigmen aus der Vorlesung umgesetzt:

- Evolutionsstrategien
- Genetische Algorithmen
- Particle Swarm Optimization
- ...

Selektionsverfahren

Implementierte Selektionsverfahren:

- Rank basierte
- Deterministische oder stochastische Tuniere
- Roulette
- Elitismus
- ...

Genetische Operatoren

Ready-to-use Operatoren:

- Uniform Initializer ($0 \rightarrow n$)
- Gaussmutation ($1 \rightarrow 1$)
- Teilbaum-Crossover ($2 \rightarrow 2$)
- ...
- Beliebige $n \rightarrow m$ Operatoren umsetzbar

Zusammenfassung

- Sehr schnelle und flexible Bibliothek
- Kann einfach an eigene Bedürfnisse angepasst werden
- 2001 erste Veröffentlichung, seit dem ständig weiterentwickelt
- Plattformunabhängig

- `http://eodev.sourceforge.net`

Übersicht

1. Evolving Objects: Evolutionary Computation Framework
- 2. JGAP: Java Genetic Algorithms Package**
3. ECJ - Evolutionary Computation Java
4. EASEA
5. EvA2

JGAp

Java Genetic Algorithms Package [Meffert,]

- Java-Bibliothek für Genetische Algorithmen und Genetische Programmierung
- Einige vorgegebene Operatoren
- Viele Beispiele
- Tutorials und JavaDoc

Wissenschaftliches Umfeld

- JGap wird viel im universitären/wissenschaftlichen Bereich eingesetzt
- Dissertationen
- Diplomarbeiten
- Konferenz Paper
- ...

Genetische Programmierung

- Spezialisierung auf Genetische Programmierung
- Erzeugt Java-Klasse
- Basiert auf JUnit-Tests auf die hin optimiert wird
- **RobocodeJGAP**: GP-Projekt bei dem es um die Programmierung eines Roboters geht

Zusammenfassung

- Java-Bibliothek mit wissenschaftlichem Hintergrund
- Viele Beispiele
- **Demo:** Monalisa-Painting-App (Versucht die Mona Lisa nur mit Dreiecken zu zeichnen)
- <http://jgap.sourceforge.net>

Übersicht

1. Evolving Objects: Evolutionary Computation Framework
2. JGAP: Java Genetic Algorithms Package
- 3. ECJ - Evolutionary Computation Java**
4. EASEA
5. EvA2

A Java-based Evolutionary Computation Research System

- Java-basiertes Framework für Evolutionäre Algorithmen und Genetische Programmierung
- Viele vorgegebene Funktionen und Operatoren
- Spezialisierung auf Genetische Programmierung
- Durch Java plattformunabhängig

Features

- Eingebaute GUI (leider nicht sehr benutzerfreundlich)
- Hierarchische Parameter Dateien in denen wichtigste Konfigurationen des EA vorgenommen werden können
- Multithreading
- Verteilung der Berechnung über mehrere Rechner (mit Austausch von Individuen über Inselmodelle)

Paradigmen

- Genetische Algorithmen
- Genetisches Programmieren
- Evolutionsstrategien (μ, λ) und $(\mu + \lambda)$
- Differentielle Evolution
- Particle Swarm Optimization

Operatoren

Große Auswahl an:

- Initialisierungsfunktionen
- Selektionsverfahren (mit und ohne Elitismus)
- vorgefertigte Mutations- und Crossoveroperatoren

Genetische Programmierung

- Stärke liegt auf Genetischer Programmierung
- primär Baumdarstellung, aber auch Verwendung einer vorgegebenen Grammatik
- Eher Funktionale Programme (Komposition von mathematischen Funktionen) als lineare Programme (Scripte, Schleifen, Verzweigungen)
- Kann mit stark typisierten Funktionen umgehen, aber auch mit automatisch definierten Funktionen und Makros

Zusammenfassung

- Sehr starkes, mächtiges und beliebtes Framework
- Java-Basis
- Große Community

- <http://www.cs.gmu.edu/~eclab/projects/ecj/>

- Weitere Links zu anderen Frameworks auf der Website.

Übersicht

1. Evolving Objects: Evolutionary Computation Framework
2. JGAP: Java Genetic Algorithms Package
3. ECJ - Evolutionary Computation Java
- 4. EASEA**
5. EvA2

EASEA - EAsy Specification of Evolutionary Algorithms

- Plattform für Evolutionäre Algorithmen
- Evolutionärer Algorithmus kann in einer speziellen Sprache definiert werden
- Eigener Kompilierer kompiliert den EA in ein Set von C++ Dateien
- Spezielle Optimierungen für Multicore-, Multi-Rechner- und Grafikkartenberechnung

EASEA



EASEA

- Viele Elemente des EA sind bereits vordefiniert
- Eigene Anpassungen bzw. Operatoren können einfach umgesetzt werden
- Kompillierte C++ Dateien können in eigenes größeres Projekt eingebunden werden
- Viele Parameter des EA können leicht über Konfigurationsdateien eingestellt werden

- `http://easea.unistra.fr/easea`

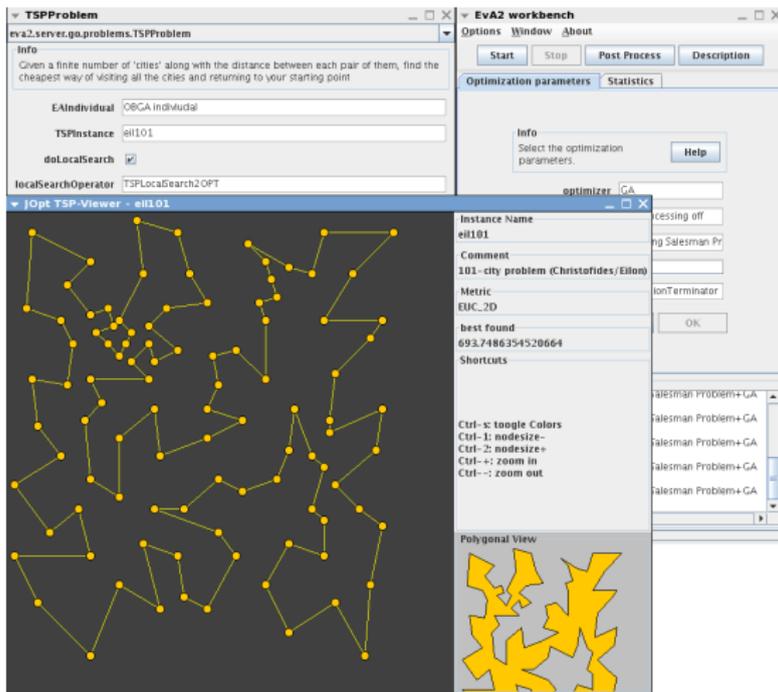
Übersicht

1. Evolving Objects: Evolutionary Computation Framework
2. JGAP: Java Genetic Algorithms Package
3. ECJ - Evolutionary Computation Java
4. EASEA
- 5. EvA2**

EvA2

- Java-basiertes Framework für Evolutionäre Algorithmen
- GUI um alle Parameter des EAs zu konfigurieren
- Eigene Klassen können in GUI geladen werden (Entwicklung über entsprechende API)
- Viele Auswertungs- und Vergleichsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Algorithmen
- Im universitären Umfeld (Uni Tübingen) entwickelt, viel Einsatz im wissenschaftlichen Bereich (mind. in ca 40 Veröffentlichungen genutzt)

EASEA



The screenshot displays the EASEA software interface, which is used for solving Traveling Salesman Problems (TSP). It consists of several windows:

- TSPProblem**: A configuration window for the TSP problem. It includes fields for:
 - EAIndividual**: set to `OBGAIndividual`
 - TSPInstance**: set to `eil101`
 - doLocalSearch**: checked
 - localSearchOperator**: set to `TSPLocalSearch2OPT`
- EvA2 workbench**: The main control window, showing:
 - Options**: Start, Stop, Post Process, Description
 - Optimization parameters**: A tab for configuring the optimization process.
 - Info**: A section for selecting optimization parameters, with a **Help** button.
 - optimizer**: A sub-window showing:
 - Instance Name**: `eil101`
 - Comment**: `101-city problem (Christofides/Eilon)`
 - Metric**: `EUC_2D`
 - best found**: `693.7486354520664`
 - Shortcuts**:
 - `Ctrl-s`: toggle Colors
 - `Ctrl-I`: nodesize-
 - `Ctrl-Z`: nodesize+
 - `Ctrl+=`: zoom in
 - `Ctrl-=`: zoom out
 - Polygonal View**: A small window showing a yellow polygonal representation of the city layout.
- JOpt TSP-Viewer - eil101**: A large window displaying a visualization of the TSP instance. It shows a dark background with yellow nodes and edges, representing a tour through the cities.

Paradigmen

- (Multi Start) Hill Climbing, Simulated Annealing
- Evolutionsstrategien
- Genetische Algorithmen
- Differentialevolution
- Particle Swarm Optimization
- Nischenbasierte Ansätze
- ...

Anwendung - Beispiele

- Universitärer Bereich, Lehre
- **Daimler AG**: Automatische Übertragungsoptimierung
- **The Bosch Group**: Optimierung von Job-Shop-Scheduling Problemen
- Weitere Firmen

- Systems Biology Toolbox for MATLAB
- JCell (Intra-zelluläre Prozesssimulation)

Zusammenfassung

- Java Framework mit eigener GUI
- Viel im universitären Bereich eingesetzt
- Unterstützt Analysen und Experimente verschiedener Algorithmen

- <http://www.ra.cs.uni-tuebingen.de/software/JavaEvA>

Literatur zur Lehrveranstaltung I

 Keijzer, M., Merelo, J. J., Romero, G., and Schoenauer, M. (2002).

Evolving objects: A general purpose evolutionary computation library.

Artificial Evolution, 2310:829–888.

 Meffert, K.

Jgap - java genetic algorithms and genetic programming package.
<http://jgap.sf.net>.