



Thomas Weise, Kurt Geihs
{weise|geihs}@vs.uni-kassel.de
Universität Kassel
Wilhelmshöher Allee 73
34121 Kassel

Genetische Programmierung von Sensornetzwerken

DGPF

<http://dgpf.sourceforge.net/>

5. GI/ITG KuVS Fachgespräch „Drahtlose Sensornetze“
Programmierabstraktionen-Track
„Genetic Programming Techniques for Sensor Networks“
Universität Stuttgart, 17. Juli 2006, 13:45

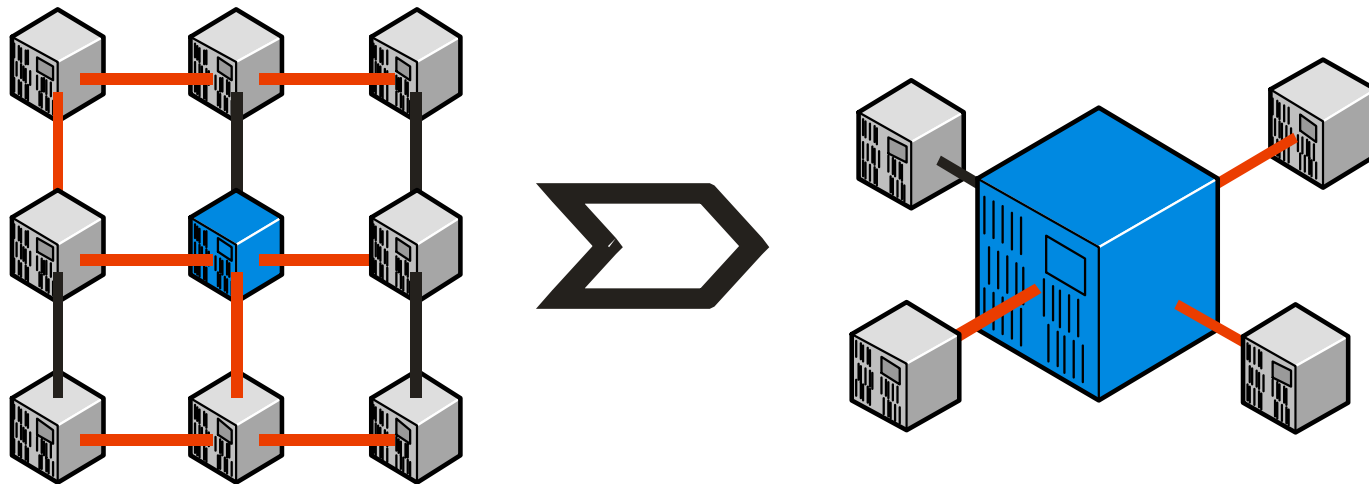


Inhalt

- Motivation
- Genetische Algorithmen
- Genetische Programmierung
- für Sensornetzwerke?
- Beispiel
- Future Work
- Referenzen

Motivation

- Sensornetz: kabelloses Netz aus vielen kleinen Geräten
- Forderung nach Selbst*-Eigenschaften wie Selbstorganisation und Selbstheilung
- automatisches (Er-)Finden von geeigneten Algorithmen?



In der Natur gibt es Selbstorganisation und Selbstheilung.

Motivation / Genetische Algorithmen

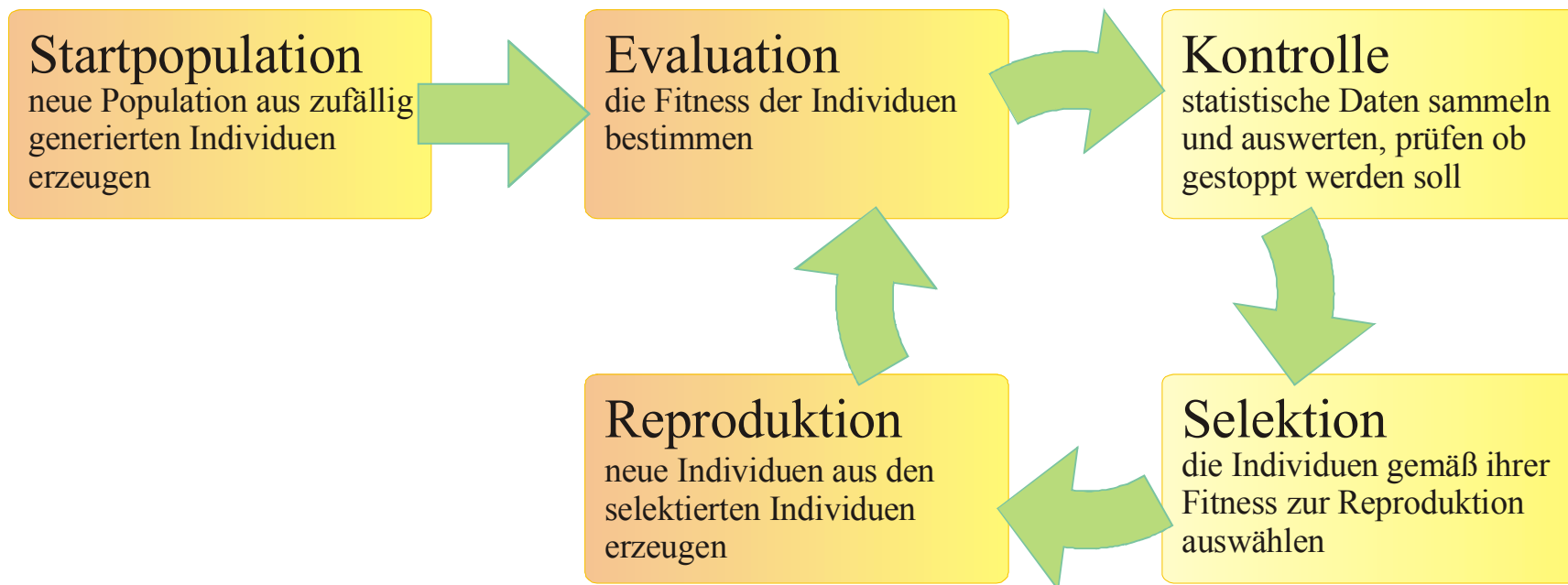


- Geometrie eines Fischschwarms:
 - Fische im Inneren des Schwarms sind sicher vor Räubern
- haben daher eine höhere Überlebenschance
- können sich mit höherer Wahrscheinlichkeit vermehren
- Fische, die gerne in der Nähe anderer Fische schwimmen, haben also einen Vorteil



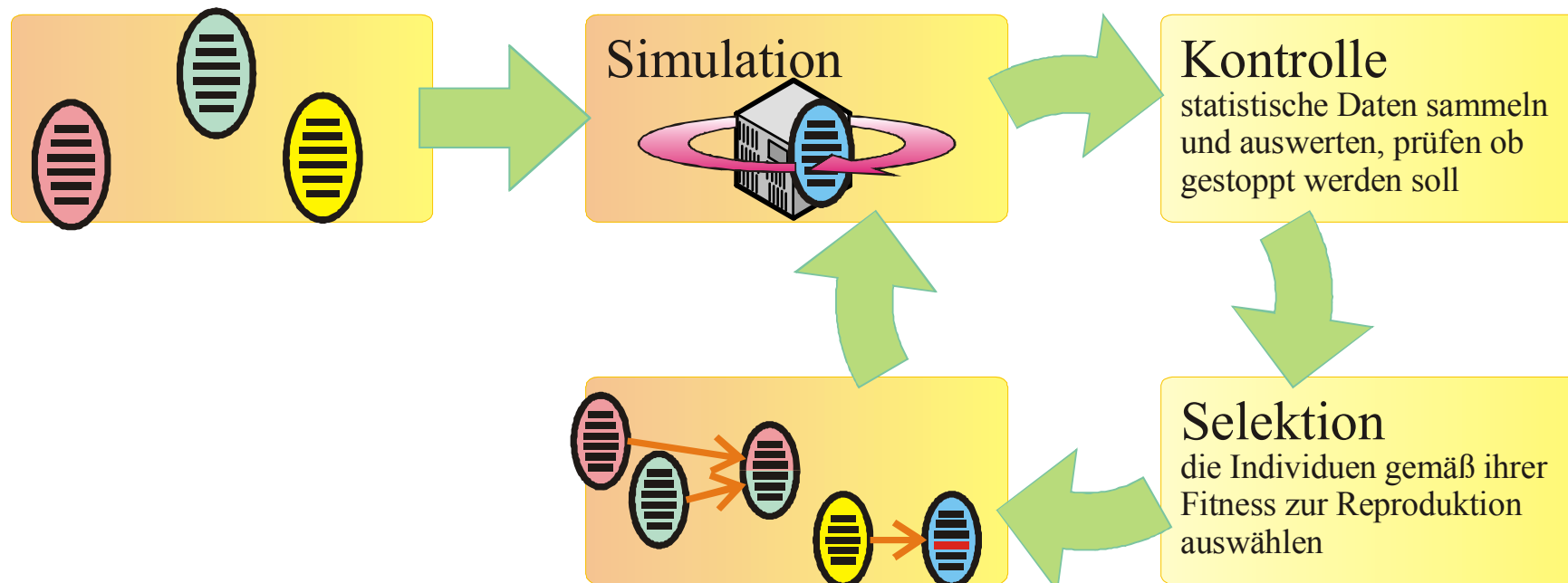
Genetische Algorithmen

- ein der Natur nachempfundenenes heuristisches, randomisiertes Such- und Optimierungsverfahren
- Fitnessbestimmung im Allgemeinen durch Simulation
- mehrere Fitnessfunktionen \equiv multiobjektive GA



Genetische Programmierung

- Programme mit Hilfe Genetischer Algorithmen finden
- Individuum \equiv Programm
- Fitness \equiv simuliertes Verhalten = erwartetes Verhalten?



für Sensornetzwerke?

- Sensorknoten werden durch erweiterbare virtuelle Maschinen modelliert.
- virtuelles Netzwerk verbindet VMs
 - alle VMs laufen *etwa* gleich schnell
 - Geschwindigkeiten der VMs sind nicht konstant
 - Netzwerk ist partitionsfrei aber nicht vollständig verbunden
- VMs werden durch einfache, assemblerähnliche, Turing-vollständige Sprache angesteuert
- multiojektive Optimierung für Funktionalität und Ressourcenverbrauch (oder sogar für mehrere Funktionen)

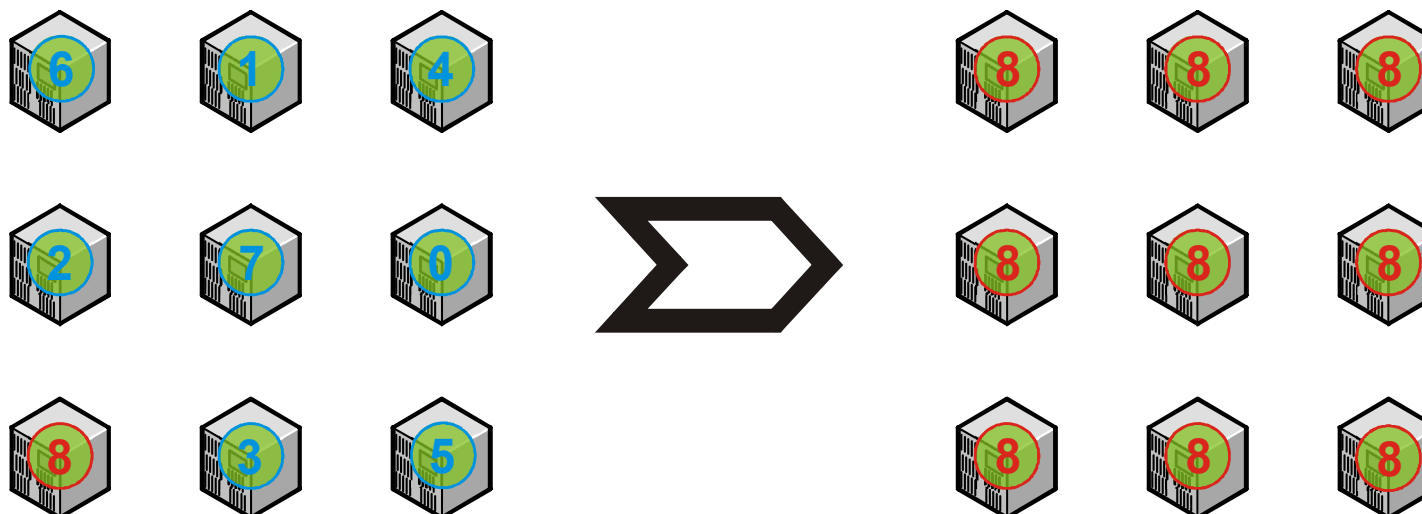


für Sensornetzwerke?

- DGPF (Distributed Genetic Programming Framework)
- verteilte Suchverfahren wie Genetische Algorithmen, Simulated Annealing und Hill Climbing
- mit Spezialisierungsschicht für GP mit Simulatoren für
 - Mischung aus Hardware/BS eines Sensorknoten
 - drahtloses Netzwerk
- Java, Open-Source (LGPL)
- verschiedene Beispiele
- <http://dgpf.sourceforge.net/>

Beispiel

- verteiltes Election-Problem
 - jeder Knoten hat eine ID
 - Alle Knoten sollen die maximalen ID im Netz ermitteln
- Algorithmus ist zwar trivial, aber kann man ihn automatisch finden?





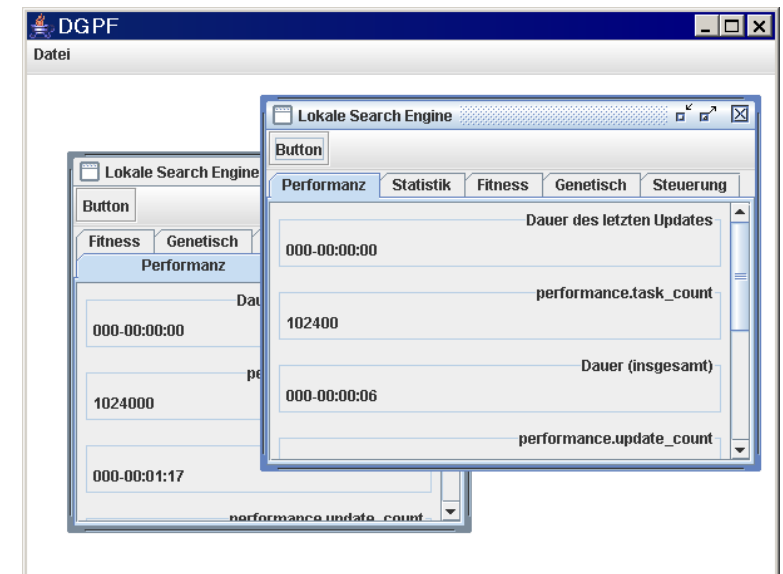
Beispiel

```
@0: SendWord mem[0]           // 0: Puffere Variable a mit ID
    SendMessage              // versende Puffer
@1: mem[1] = ReceiveWord     // 1: warte, bis eine Nachricht ankommt
                               // nimm sie aus dem Puffer und
                               // speichere sie in einer Variable b
    IfJump mem[1]<=mem[0], @1 // wenn  $b \leq a$  gehe zu 1
@2: mem[0] = mem[1]         // setze  $a = b$ 
    GoTo @0                 // gehe wieder zum Anfang (0) zurück
```

- Fitness eines Programms: Anzahl der VMs, die nach seiner Ausführung eine größere ID kennen als vorher

Future Work

- Parameter/Suchverfahren, die Verlauf und Performanz der GP stark beeinflussen weiter erforschen
- neue, verbesserte VM Architektur
- GUI, erlaubt einfaches Einspielen auf Clustern
- komplexere Probleme und Beispiele





Referenzen

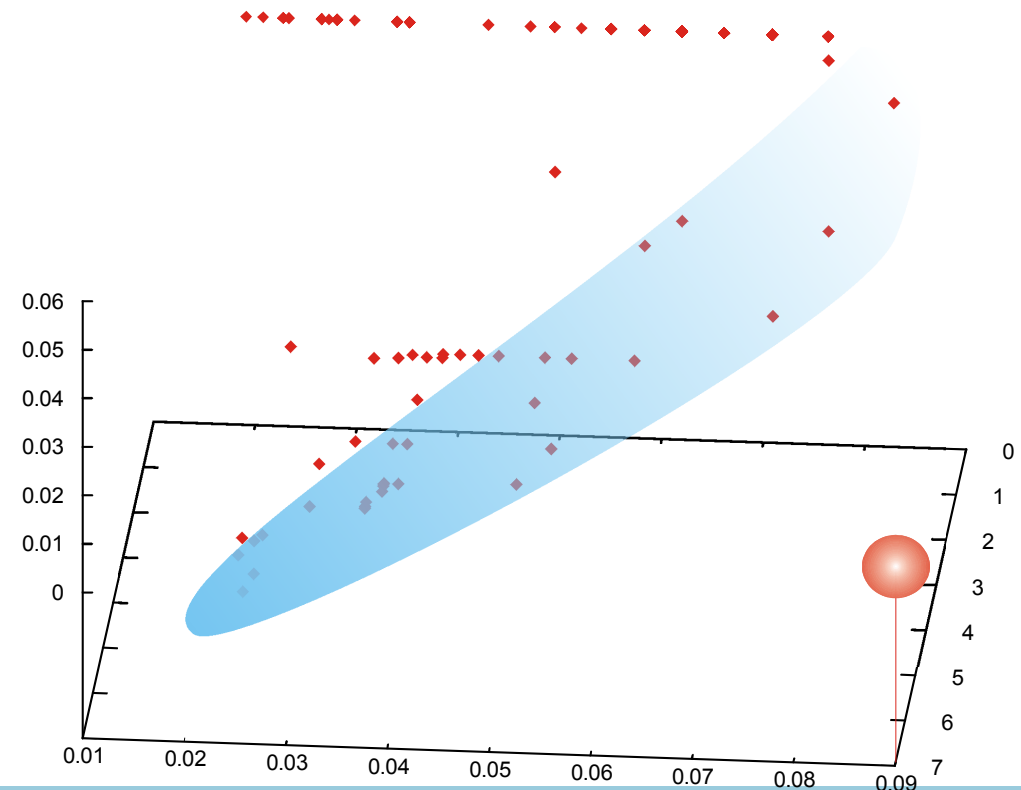
- Genetische Programmierung allgemein: <http://www.genetic-programming.org/>
- Anderes gutes GP Framework: ECJ (<http://cs.gmu.edu/~eclab/projects/ecj/>)
- Khaled El-Fakihi, Hirozumi Yamaguchiz, Gregor v. Bochmann: "A Method and a Genetic Algorithm for Deriving Protocols for Distributed Applications with Minimum Communication Cost", Proceedings of Eleventh IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems, November 3-6, 1999, Boston, USA
- Lidia Yamamoto, Christian Tschudin, "Genetic Evolution of Protocol Implementations and Configurations", IFIP/IEEE International workshop on Self-Managed Systems and Services (SelfMan 2005), Nice, France
- F. Comellas, G. Gimenez: "Genetic Programming to Design Communication Algorithms for Parallel Architectures", in Parallel Processing Letters, 1998
- John R. Koza: "Non-Linear Genetic Algorithms for Solving Problems". United States Patent 4,935,877. Filed May 20, 1988. Issued June 19, 1990.
- J. David Schaffner: "Multiple objective optimization with vector evaluated genetic algorithms", in Genetic Algorithms and their Applications: Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms, pp.31-100, Lawrence Erlbaum, 1985



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Haben Sie fragen?

tweise@gmx.de
<http://dgpf.sourceforge.net/>



```

@inproceedings{WG2006DGPFb,
author      = {Thomas Weise and Kurt Geihs},
title       = {Genetic Programming Techniques for Sensor Networks},
booktitle   = {Proceedings of 5. GI/ITG KuVS Fachgespr{\`{a}}ch ` Drahtlose
                Sensornetze' },
pages       = {21--25},
year        = {2006},
month       = jul,
type        = {Research Talk Paper},
affiliation = {University of Kassel},
location    = {University of Stuttgart},
note        = {DGPF Home: http://dgpforge.sourceforge.net/, Talk Website:
                http://www.ipvs.uni-stuttgart.de/abteilungen/vs/aktuelles/veranstaltungen/FachgespraechSensornetze2006\\
                The work is online available at
                http://www.it-weise.de/documents/index.html\#WG2006DGPFb. \\
                The publication can be downloaded at
                http://www.it-weise.de/documents/files/WG2006DGPFb.pdf. \\
                The presentation can be downloaded at
                http://www.it-weise.de/documents/files/WG2006DGPFb\\_slides.pdf. \\
                Contact Thomas Weise at tweise@gmx.de or http://www.it-weise.de/.},
copyright   = {unrestricted},
abstract     = {In this paper we present an approach to automated program code
                generation for sensor nodes and other small devices. Using Genetic
                Programming, we are able to discover algorithms that solve certain
                problems. Furthermore, non-functional properties like code size, memory
                usage, and communication frequency can be optimized using multiobjective
                search techniques. The evolution of algorithms requires program testing,
                which we perform using a customized simulation environment for sensor
                networks. The simulation model takes into account characteristic
                features of sensor nodes, such as unreliable communication and resource
                constraints. An application example is presented that demonstrates the
                feasibility of our approach and its potential to create robust and
                adaptive code for sensor network applications.},
contents     = {* Introduction\\
                * Genetic Programming and Sensor Nodes\\
                * Example Algorithm\\
                * Related Work\\
                * Future Work and Conclusion},
keywords     = {Genetic Programming, Genetic Algorithms, DGPF, Sensor Network, Sensor
                Node},
language     = {en},
url          = {http://www.it-weise.de/documents/index.html\#WG2006DGPFb}
}

```