

Einführung in die Spieltheorie mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen



Gliederung

- Spieltheorie
- Extensive Form und Normalform
- Dominante Strategien, Nash-Gleichgewicht
- Evolutionäre Algorithmen (EA) am Beispiel des Traveling-Salesman-Problems (TSP) mit Demo
- Vor- und Nachteile von EA
- Das wiederholte Gefangenendilemma
- Resümee
- Quellen

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen*
Präsentation von Robert Nitsch

2

Spieltheorie

- Teilgebiet der Mathematik
- Analyse von Systemen mit Akteuren
- Akteur = Spieler
- System = Spiel
- Spielregeln: Wissen, Interaktionen der Akteure

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen*
Präsentation von Robert Nitsch

3

Formale Beschreibung eines Spiels

- Spieler
- Aktionen
- Reihenfolge der Entscheidungen
- Auszahlungen (Gewinn, Verlust)
- Wissen der Spieler

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen*
Präsentation von Robert Nitsch

4

Extensive Form

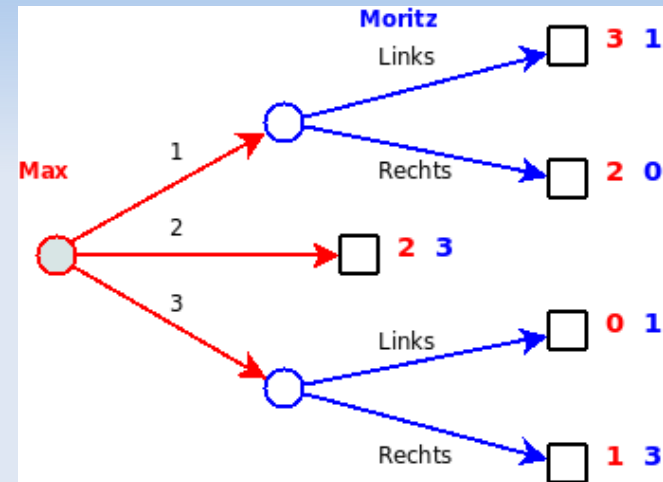
- v.a. für sequentielle, mehrstufige Spiele
- Veranschaulichung durch gerichtete Graphen
 - intuitiv, aber aufwendig bei komplexeren Spielen
- Graph: Spielbaum
- Knoten: Entscheidungssituation
- Pfeile: Aktionen für die jeweilige Entsch.
- Endknoten: Spielende mit Auszahlungen
- perfekte/imperfekte Information (Informationsräume)

17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

5

Beispiel für extensive Form

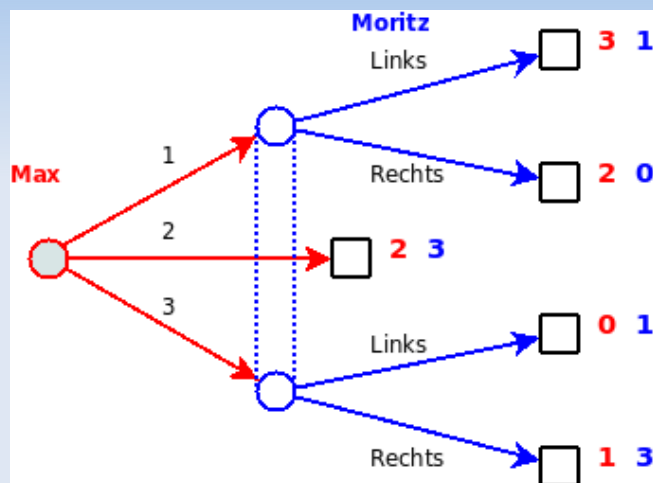


17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

6

Informationsräume



17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

7

Definition von Strategie

- “Eine *Strategie* für einen Spieler ist in der extensiven Form definiert als Plan, der für den Spieler in jedem Zug für jede Entscheidungssituation eine Aktion festlegt.”

17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

8

Normalform

- Vernachlässigung der zeitlichen Dimension
- Strategiewahl zu Beginn des Spiels
 - => Entscheidungen gleichzeitig!
- Jeder Spieler kann best. Strategien wählen (Strategieraum)
- Nutzenfunktion: Auszahlung anhand Strategiewahl
- Auszahlungsmatrix bei 2 Spielern

17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

9

Das Gefangenendilemma

- 2 gefasste Verbrecher (Gefangene)
- voneinander isoliert
- Angebot: Schweigen oder reden
- Normalform:

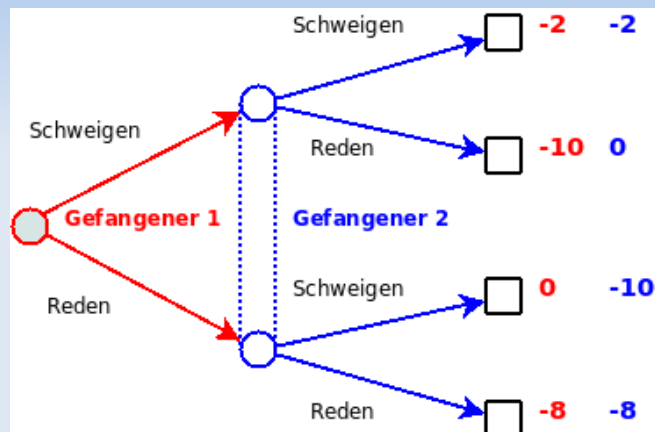
Gefangener 1 / 2	Schweigen	Reden
Schweigen	-2,-2	-10,0
Reden	0,-10	-8,-8

17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

10

Extensive Form des Gefangenendilemmas



17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

11

Dominante Strategien

- „Eine Strategie ist dominant für einen Spieler, wenn sie für jede Strategiewahl seiner Mitspieler eine strikt größere Auszahlung als alle seine anderen Strategien liefert.“

Gefangener 1 / 2	Schweigen	Reden
Schweigen	-2,-2	-10,0
Reden	0,-10	-8,-8

17.04.2008

Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch

12

Nash-Gleichgewicht

- keine Auszahlungserhöhung durch einseitigen Strategiewechsel
- Gefangenendilemma: beide Spieler "reden"
 - Nur beidseitiger Wechsel von Vorteil
- Beispiel: nuklearer Rüstungswettkampf
- Beispiel: Preise in der Wirtschaft

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

13

Das Traveling-Salesman-Problem

- Gegeben sind:
 - n Orte
 - die Reisekosten für die Strecke zwischen jedem Paar dieser Orte
- Gesucht wird:
 - die günstigste Rundreise durch alle Orte, die zum Ausgangsort zurück führt

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

14

Evolutionäre Algorithmen

- Optimierungsverfahren
- Es gibt eine Population von Lösungen
- Die Lösungen der Population werden in einer festgelegten Anzahl von Wiederholungen (Generationen):
 1. Bewertet und selektiert (Selektion)
 2. Rekombiniert (Rekombination)
 3. Mutiert
- auf viele Probleme anwendbar

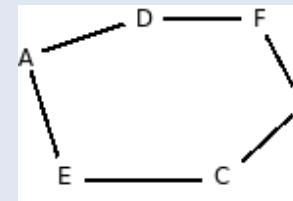
17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

15

Kodierung von Rundreisen

- Bedingung: Rekombination und Mutation mögl.
- Rundreisen als Listen der gegebenen Orte in bestimmten Reihenfolgen
- Beispiel: A – D – F – B – C – E [– A]

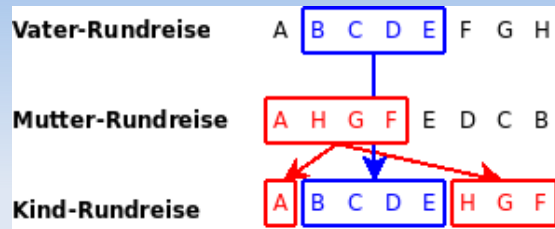


17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

16

Rekombination von Rundreisen



- Abschnitt der Vater-Rundreise wird zufällig ausgewählt
- Einfügen des Abschnitts in die Kind-Rundreise
- Auffüllen der "leeren" Plätze der Kind-Rundreise mit den verbleibenden Orten der Mutter-Rundreise

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

17

Mutation von Rundreisen

- Vor Mutation: A – E – F – B – C – D [– A]



- Nach Mutation: A – E – C – B – F – D [– A]

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

18

Demonstration



17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

19

Evolutionäre Spieltheorie

- John Maynard Smith (1920-2004)
- George R. Price (1922-1975)
- Evolutionär stabile Strategien (ESS)
- Szenario:
 - Wiederholtes Spiel
 - Eine Population von Spielern tritt gegeneinander an
- Invasion: Eindringen einer neuen Strategie

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

20

Evolutionäre Spieltheorie 2

- ähnlich den evolutionären Algorithmen
- gute Strategien als Resultat fortwährender Evolution statt rationalen Denkens
- schlechte Strategien scheiden einfach aus
- Lernprozess auf Ebene der Population

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

21

Das wiederholte Gefangenendilemma

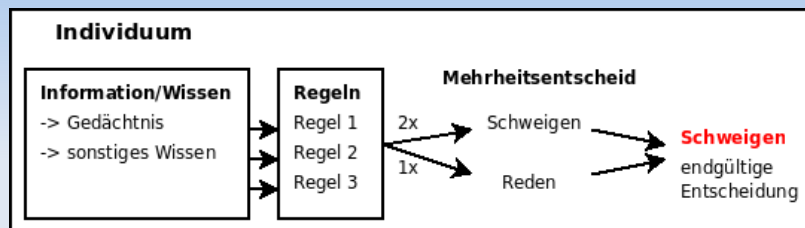
1. Startpopulation erzeugen
2. n Wiederholungen (Generationen) von:
 1. lasse k-Mal alle Individuen gegen sich selbst und alle anderen Individuen das Gef. spielen
 - Bewertungskriterium: Summe der Auszahlungen
 2. Selektion des schlechtesten und Rekombination der besten
 3. Mutation

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

22

Kodierung der Individuen



- Rekombination:
Vereinigung der Regeln von Vater und Mutter
- Mutation:
Zufällig 2 Regeln entfernen oder hinzufügen

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

23

Regeln

- Tit-for-tat ("wie du mir, so ich dir")
- Tat-for-tit
- AlwaysCooperate
- AlwaysDefect
- Intelligent-Tit-for-tat

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen
Präsentation von Robert Nitsch*

24

Demonstration

■ ■ ■

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen*
Präsentation von Robert Nitsch

25

Resümee

- Kooperative Strategien unterstützen sich gegenseitig
- Unkooperative Strategien kommen nur durch Ausbeutung anderer weiter
- Natur: Symbiose, Parasitismus
- Weitere Beispiele für erfolgreiche Kooperation:
 - Arbeitsteilung (Produktion, Schule, ...)
 - BitTorrent-Protokoll

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen*
Präsentation von Robert Nitsch

26

Resümee 2

- Unkooperatives / feindseliges Verhalten muss verhältnismäßig vergolten werden
- *"Leben für Leben, Auge für Auge, Zahn für Zahn, ..."*
- Besonderheiten: Gruppenbildung
 - master-and-servant-Strategie

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen*
Präsentation von Robert Nitsch

27

Quellen

- <http://www.koalog.com/resources/images/gr120.gif> (12.04.08)
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/3/3e/Charles_Darwin_1854.jpg (12.04.08)
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/78/Rotbuntes_Rind.jpg/280px-Rotbuntes_Rind.jpg (12.04.08)
- http://de.wikipedia.org/wiki/Problem_des_Handlungsreisenden (12.04.08)
- Universität von Stanford Lexikon der Philosophie: Evolutionary Game Theory: <http://plato.stanford.edu/entries/gameevolutionary/> (Datum: 27.05.2003)
- Thomas Pederson: GATSS Information: http://www.acc.umu.se/~top/travel_information.html (Datum: 01.05.1995)
- **Python 2.5**: www.python.org
- **eclipse 3.2**: www.eclipse.org
- **PyDev**: pydev.sourceforge.net

17.04.2008

*Einführung in die Spieltheorie
mit Schwerpunkt auf evolutionären Algorithmen*
Präsentation von Robert Nitsch

28

Quellen 2

- Spieltheorie: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Spieltheorie&oldid=42322746> (Datum: 10.02.2008)
- Normalform (Spieltheorie): [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Normalform_\(Spieltheorie\)&oldid=29109353](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Normalform_(Spieltheorie)&oldid=29109353) (Datum: 13.03.2007)
- Extensivform (Spieltheorie): [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Extensivform_\(Spieltheorie\)&oldid=32524421](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Extensivform_(Spieltheorie)&oldid=32524421) (Datum: 30.05.2007)
- John Maynard Smith: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=John_Maynard_Smith&oldid=42373395 (Datum: 11.02.2008)
- George R. Price: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=George_R._Price&oldid=37348237 (Datum: 01.10.2007)