Koordination ohne Kooperation

Complex Adaptive Systems

Prof. Dr. Michael Köhler-Bußmeier

HAW Hamburg, Department Informatik

Version vom 14. September 2016

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

1. Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
   - Spiele
   - Optimalitätskriterien
   - Nash-Gleichgewichte

2. Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
   - Auswahlen
   - Versteigerungen
   - Faires Aufteilen, Task Allocation

3. Mechanismen-Design

Kooperation

Wie können Agenten zusammenarbeiten

- Im folgenden: Keine Koordination, aber Spielregeln:
- Spieltheorie

Zur Vertiefung: *Einführung in Computational Social Choice* [RBLR12]

Später noch:

- Aufgabenverteilung: Contract-Net Protokoll [Smi77]
- Verteiltes Planen (**Collaborative Decision-Making (CDM)**): Partial Global Planning (PGP) Protokoll [DL91]

Gliederung

1 Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
- Spiele
- Optimalitätskriterien
- Nash-Gleichgewichte

2 Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
- Auswahlen
- Versteigerungen
- Faires Aufteilen, Task Allocation

3 Mechanismen-Design

Gliederung

1. Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
   - Spiele
   - Optimalitätskriterien
   - Nash-Gleichgewichte
2. Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
   - Auswahlen
   - Versteigerungen
   - Faires Aufteilen, Task Allocation
3. Mechanismen-Design

Spieltheorie

- Die Spieltheorie hat diese Form der Entscheidungsfindung zum Forschungsgegenstand.
- Die Grundannahme ist, dass n Agenten eigennützig ihre Ziele verfolgen
- und dass mit dem Erreichen eines Ziels ein Gewinn verbunden ist.
- Das gesamte Szenario wird als Spiel aufgefasst.
- Borel (1921) und von Neumann (1928) verfassten die ersten mathematischen Abhandlungen zur Spieltheorie.
- Die Fundamente legten von Neumann und Morgenstern (1944) etwa zwanzig Jahre später mit ihrem wegweisenden Werk.
- Grundlegend unterscheidet man in dieser Theorie kooperative und nichtkooperative Spiele.
- kooperative Spieltheorie: Bildung von Koalitionen. Spielern arbeiten zusammen, um gemeinsame Ziele zu erreichen und um den individuellen Gewinn zu erhöhen.
- nichtkooperative Spieltheorie: Spieler treten als Einzelkämpfer gegeneinander an, um ihren eigenen Gewinn zu maximieren.

Price of Anarchie

- Zentrale Annahme bei Spielen: Die Agenten können/wollen keine Absprachen treffen.
- Sie orientieren sich nur an den Spielregeln.
- Natürlich wird auch untersucht, ob/wie man die anderen übers Ohr hauen kann, wenn man doch Absprachen trifft.
- Als **Price of Anarchie** bezeichnet man, um wieviel schlechter eine stabule Lösung ist – verglichen mit der Lösung, die durch Absprachen möglich wäre.

Spiel: Strategien

- Die Entscheidungsfindung jedes Agenten A_i wird durch seine Spielstrategie S_i bestimmt.
- Die Strategie eines Agenten orientiert sich dabei an denen der anderen.
- Ein Spiel der Agenten ist mit den Strategien $(S_1, \ldots, S_n)$ der Agenten gleichzusetzen.

- Wir betrachten im folgenden Spiele mit $n = 2$ Akteuren.
- Die Strategien der Spieler sind dann Koordinaten einer Tabelle.
- Die Tabelleneinträge sind die Gewinne der beiden Spieler (g_1, g_2).
- Bsp: Schere-Stein-Papier hat folgende Gewinn-Matrix:

i / j	Schere	Stein	Papier
Schere	(0,0)	(0,1)	(1,0)
Stein	(1,0)	(0,0)	(0,1)
Papier	(0,1)	(1,0)	(0,0)

- Für Schach wäre die Tabelle „unwesentlich“' größer...
- Spezialfall Nullsummenspiel: $g_1 + g_2 = 0$.

Gliederung

1 Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
- Spiele
- Optimalitätskriterien
- Nash-Gleichgewichte

2 Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
- Auswahlen
- Versteigerungen
- Faires Aufteilen, Task Allocation

3 Mechanismen-Design

Optimalitätskriterien

1. Wellfare: Entscheidung ist optimal, wenn sie den kumulierten Gewinn aller Akteure maximiert.
   Hier wird also das Allgemeinwohl (well fare) maximiert.
2. Pareto: Entscheidung ist optimal, wenn sich kein Akteur verbessern kann, ohne dass sich mindestens ein anderer Agent verschlechtert (**Pareto-Optimalität**).
   Anders formuliert: Ein Agent kann sich nur auf Kosten anderer verbessern.
3. Dominante Strategie: Eine Strategie ist **dominant**, wenn sie für den Akteur optimal ist, unabhängig davon, was die anderen Akteure tun.
   Die wenigsten Spiele besitzen jedoch eine solche Strategie.
4. Nash-Gleichgewicht: Die Strategien $(S_1, \ldots, S_n)$ sind im **Nash-Gleichgewicht**, wenn für alle A_i die Strategie S_i optimal ist, wenn die anderen Agenten nach den Strategien $(S_1, \ldots, S_{i-1}, S_{i+1}, \ldots, S_n)$ spielen.
   Problem: manche Spiele besitzen kein Nash-Gleichgewicht, andere dagegen mehrere.

Problem: Selbst im Nash-Gleichgewicht können sich Agenten konspirativ zusammenschließen, um auf Kosten der anderen ihren Gruppengewinn zu verbessern.

Beispiel: Das Gefangenendilemma

- Beim Gefangenendilemma stehen zwei Gefangene A und B vor der Wahl, entweder zuzugeben, eine Straftat begangen zu haben oder dies abzustreiten.
- Streiten beide ab, so werden beide wegen geringfügiger Vergehen bestraft.
- Gestehen beide, so wird die Strafe aufgeteilt.
- Gesteht dagegen nur einer, so wird nur der leugnende Gefangene bestraft.
- Formulieren wir den Nutzen als die vermiedene Strafe, so ergibt sich die folgende Nutzenmatrix:

	gestehen	abstreiten
gestehen	1,1	5,0
abstreiten	0,5	3,3

Zum Verhältnis der Optimalitätskonzepte

Die verschiedenen Optimalitätskriterien kommen zu entgegengesetzten Strategiewahlen:

- Der allgemeine Nutzen wird maximiert, wenn beide abstreiten. Der gemeinsame Nutzen ist dann $3 + 3 = 6$.
- Diese Wahl ist auch Pareto-optimal, denn bei der Verbesserung zu $(5, 0)$ (bzw. zu $(0, 5)$) verschlechtert sich der Partner jeweils.
- Die dominante Strategie dieses Spiels ist es aber zu gestehen, denn wenn B gesteht, dann ist es für A besser, auch zu gestehen, da für ihn $(1, 1)$ besser als $(0, 5)$ ist.
  Streitet B dagegen ab, so ist es für A wiederum zu gestehen, da für ihn $(5, 0)$ besser als $(3, 3)$ ist.
  Damit ist Abstreiten für A besser, unabhängig von der Wahl von B.
  Wählen beide Spieler die dominante Strategie, so ergibt sich das schlechteste Ergebnis $(1, 1)$.
- Diese Strategiewahl ist auch das Nash-Gleichgewicht.

Gliederung

1 Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
- Spiele
- Optimalitätskriterien
- Nash-Gleichgewichte

2 Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
- Auswahlen
- Versteigerungen
- Faires Aufteilen, Task Allocation

3 Mechanismen-Design

Price of Anarchie

Als **Price of Anarchie** bezeichnet man, um wieviel schlechter eine stabule Lösung ist – verglichen mit der Lösung, die durch Absprachen möglich wäre.

Gefangenendilema hat $(\text{gestehen}, \text{gestehen})$ als Nash-Gleichgewicht:

	gestehen	abstreiten
gestehen	1,1	5,0
abstreiten	0,5	3,3

Notiz: Dieses ist hier der schlechteste Ausgang.

Der **Price of Anarchie** beträgt damit:

$$\frac{3+3}{1+1} = 3$$

Beispiel: Chicken Run

- Zwei Autos fahren auf einen Abgrund zu.
- Der Feugling, der zuerst bremst, hat verloren.
- Aber: Wenn keiner bremst, dann stürzen beide in den Abgrund.

	nicht bremsen	bremsen
nicht bremsen	0,0	3,1
bremsen	1,3	2,2

- Das Spiel hat zwei Nash-Gleichgewichte: (nicht bremsen, bremsen) und (bremsen, nicht bremsen)
- Selbst bei perfekt rationalen Akteuren ist das Verhalten nicht festgelegt.

Beispiel: Elfmeter-Schießen

- Schütze schießt nach links oder rechts.
- Torwart springt nach links oder rechts.
- Der Torwart hält sicher, wenn die er in die richtige Richtung springt.

	TW links	TW rechts
S links	-1,1	1,-1
S rechts	1,-1	-1,1

- Das Spiel hat **kein** Nash-Gleichgewicht.
- Jeder Akteur kann sich durch Abweichen immer verbessern.
- Selbst bei perfekt rationalen Akteuren ist das Verhalte nicht festgelegt.
- Im Prinzip bleibt den Spielern nur der Münzwurf....

Gemischte Strategegien

- Bislang haben die Spieler sogenannte **reine Strategien** gespielt.
- Etwas ausgefeilter sind **gemischte Strategegien**.
- Hier gewichtet jeder Spieler alle Strategien $(S_1, \ldots, S_n)$ mit $(g_1, \ldots, g_n)$, wobei $0 \leqslant g_i \leqslant 1$ und $\sum_{i=1}^{n} g_i = 1$.
- Der Spieler wählt nun die Strategie S_i mit der Wkt. g_i aus.

Satz (Satz von Nash (1950))

Für jedes Spiel existiert ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien.

Komplexität

- Es bleibt die Frage, wie aufwändig es für Agenten ist, ein Nash-Gleichgewicht zu finden.
- Erinnere: Das NP-vollständige SAT ist ein Ja/Nein-Problem.
- Für das Nash-Gleichgewicht ist die Situation anders:
- Es existiert immer ein Nash-Gleichgewicht. Die Antwort ist stets Ja.
- Anders als bei NP gilt es also nicht, die Ja- und die Nein-Antworten zu trennen.
- Es gibt eine Komplexitätstheorie der Suchprobleme, bei denen man schon weiß, dass ein Kandidat vorhanden ist – nur nicht wo.
- Ein Kumpel von SAT ist **PPAD** (Polynomial Parity Argument for Directed graphs):
  Hat ein gerichteter Graph einen unbalancierten Knoten (d.h. Eingangs- ist ungleich Ausgangsgrad), dann hat er noch mindestens einen weiteren solchen Knoten. Frage: wo?

Komplexität

- Folgendes besagt, dass die Berechnung von Nash-Ggw. „recht“ schwer ist:

Satz (Daskalakis et al. (2006))

Nash Equilibrium ist PPAD-vollständig.

- einfacher Speziallfall (basierend auf der Ellipsoidenmethode von Hacijan (1979)):

Satz (von Neumann (1928))

Für Nullsummenspiele mit zwei Spielern können Nash-Gleichgewichte in gemischten Strategien in Polynomialzeit (mit Hilfe von linearer Programmierung) berechnet werden.

Iterierte Spiele, Axelrod's Tournament

Gefangenendilemma (gestehen/abstreiten):

- Verändert sich die Situation, wenn man sich wieder sieht?
- Formal: Wie sehen Gleichgewichte aus, wenn wir das Spiel in einer Dauerschleife wiederholen?
- Robert Axelrod's wollte dies experimentell klären: Axelrod's Tournament
- Er ließ diverse Spielstrategien gegeneinander antreten:
  - ALL-D: ist immer unkooperativ (d.h. man gesteht immer), um Gewinn zu machen.
  - TIT-FOR-TAT: kooperiert, wenn der Partner in der letzten Runde kooperiert hat.
  - RANDOM: rein zufällig
  - JOSS: wie TIT-FOR-TAT, allerdings wird in 10% der Fälle nicht kooperiert (d.h. man gesteht)
  - usw.
- Gewinner war die Strategie, die gegen alle anderen **im Durchschnitt** besser abschneidet.
- Vorsicht bei der Interpretation: Der Gewinner hängt also von der Menge an Strategien ab.
- And the winner is..... TIT-FOR-TAT

Gliederung

1. Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
   - Spiele
   - Optimalitätskriterien
   - Nash-Gleichgewichte
2. Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
   - Auswahlen
   - Versteigerungen
   - Faires Aufteilen, Task Allocation
3. Mechanismen-Design

Konkurrenz: Verhandlungen

- Konkurrenz liegt vor, wenn zwischen den Agenten kein Einvernehmen über das angestrebte Ziel besteht.
- Ohne Einvernehmen stehen die Ziele in Konkurrenz zueinander.
- Situationstyp: **Wettbewerb**
- Da Agenten in einer Konkurrenzsituation ihre Ziele so nicht realisieren können, ist im Interesse aller durch **Verhandlungsprozesse** ein Kompromiss zu finden.
- Verhandlungsprozesse werden durch Protokolle geregelt.
- Parameter: Einigungskriterien und Kompromissmöglichkeiten
- Annahme: Akteure handeln eigennützig und lassen sich nur dann auf Verhandlungen ein, wenn ein Kompromiss Vorteile bietet,
- wenn auch vielleicht nur einen geringeren, als wenn sie sich auf Kosten der anderen hätten durchsetzen könnten.
- Ein eigennütziger Akteur akzeptiert nur dann einen Kompromiss, wenn es bei der aktuellen Interessenlage keine bessere Entscheidung gibt.

Gliederung

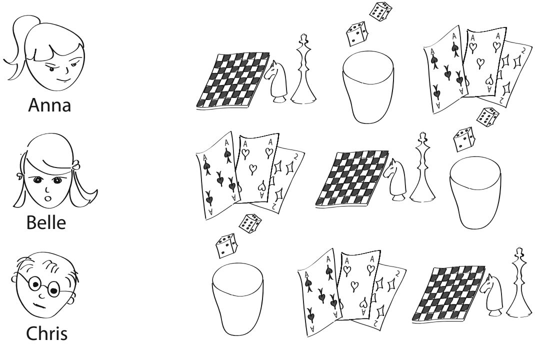
1. Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
   - Spiele
   - Optimalitätskriterien
   - Nash-Gleichgewichte
2. Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
   - Auswahlen
   - Versteigerungen
   - Faires Aufteilen, Task Allocation
3. Mechanismen-Design

Präferenzordnung

Anna, Belle und Chris treffen sich zu einem gemeinsamen Spielabend.

Doch zunächst ist zu klären, welches Spiel sie überhaupt spielen wollen. Schach, Poker oder Kniffel?

Präferenzordnung der 3 Akteure (absteigend geordnet von links nach rechts):



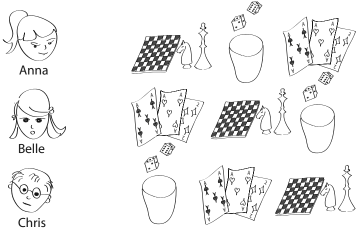
Auswahlregel

Doch nach welcher Regel sollten Anna, Belle und Chris wählen?

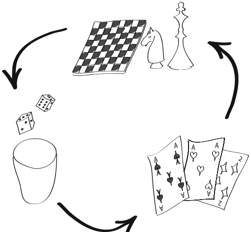
- Vorschlag: „Lasst uns so abstimmen: Je zwei Spiele treten gegeneinander zum Vergleich an.“
- „’Welches Spiel in jedem Vergleich besser abschneidet als das andere, also in mehr Rangfolgen den Vorzug über das andere erhält, hat die Wahl gewonnen“
- Begründung: „Es muss dann für uns alle besser sein als jedes andere Spiel. Schließlich zieht eine Mehrheit von uns es jeder Alternative vor.“
- Diese Regel schlug ursprünglich der Marquis de Condorcet (1743-1794) vor.
- Ein Condorcet-Gewinner ist ein Kandidat, der jeden anderen Kandidaten im paarweisen Vergleich schlägt.
- Vorteil: Ein Condorcet-Gewinner muss notwendigerweise eindeutig sein.
- Nachteil: Ein Condorcet-Gewinner muss nicht immer existieren.

Das Condorcet-Paradoxon

Die individuellen Präferenzen:



Die globale Sicht:



Wahlen

- Im Prinzip geht es hier um das Aggregieren von Präferenzen.
- Zentraler Ansatz: Wahlen
- Eine Wahl aggregiert individuelle Präferenzen (oder Rangfolgen der zur Wahl stehenden Alternativen) zu einem Sieger der Wahl (oder einer Rangfolge).
- Wer die Wahl gewinnt, hängt also offensichtlich von den Stimmen bzw. Präferenzen der Wähler ab.
- Es hängt aber auch davon ab, nach welcher Vorschrift die Gewinner bestimmt werden.
- Scoring-Protokolle: die Kandidaten erhalten hier unmittelbar von den Wählern Punkte.
- Wettkampf: Kandidaten werden paarweise miteinander verglichen. (Ligatabelle)
- usw.

Fundamentale Aussagen dazu, was Wahlsysteme nicht leisten können:

Satz (Unmöglichkeitstheorem, Arrow (1963))

Falls mindestens drei Kandidaten zur Wahl stehen, gibt es kein präferenzbasiertes Wahlsystem, das gleichzeitig die folgenden drei Eigenschaften erfüllt:

- *Nicht-Diktatur,*
- *Pareto-Konsistenz und*
- *Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen.*

- Nicht-Diktatur: Es gibt keinen Wähler v (den Diktator), sodass das Wahlergebnis (unabhängig von den Stimmen der anderen Wähler) mit der Präferenz von v übereinstimmt.
- Pareto-Konsistenz : Wenn alle Wähler einen Kandidaten c gegenüber einem Kandidaten d bevorzugen, dann wird c auch im Wahlergebnis gegenüber d bevorzugt.
- Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen: Angenommen, die Wähler haben über die drei Kandidaten A, B und C abgestimmt und A liegt vor C.

  Dann aber kündigt D überraschend an, ebenfalls zu kandidieren. Die Wahl wird wiederholt, d. h. jeder Wähler fügt D in seine Stimme ein.

  Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen garantiert nun, dass A im neuen aggregierten Ranking immer noch vor C steht.

Gliederung

1. Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
   - Spiele
   - Optimalitätskriterien
   - Nash-Gleichgewichte
2. Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
   - Auswahlen
   - Versteigerungen
   - Faires Aufteilen, Task Allocation
3. Mechanismen-Design

Versteigerungen

- Versteigerungen sind ein Mechanismus, um individuelle Präferenzen bei Aufteilungen zu berücksichtigen.
- Beipsiel: Versteigerung von Funkfrequenzen

Drei Dimensionen sind zu berücksichtigen:

1. Who gets the good that the bidders are bidding for?
2. Are the bids made by the agents are known to each other?
3. Protocol: one-shot, low-to-high-price, descending etc.

Beispiel für Auktionstypen:

- English auction are first-price, open cry, ascending auctions.
- Dutch auctions are examples of open-cry descending auctions.
- First-price sealed-bid auctions are examples of one-shot auctions.
- Vickrey auctions are **second-price**(!) sealed-bid auctions.
- etc.

Vickrey Auction

- Why would one even consider using Vickrey auctions?
- The answer is that Vickrey auctions make truth telling the dominant strategy:
- a bidder's dominant strategy is to bid his true valuation.

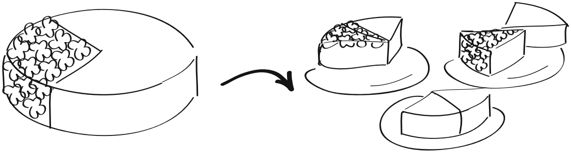
- Suppose that you bid **more** than your true valuation.
  You may be awarded the good, but you run the risk of being awarded the good but at more than the amount of your private valuation. You make a loss.
- Suppose you bid **less** than your true valuation.
  In this case, note that you stand **less chance of winning** than if you had bid your true valuation.

  But, even if you do win, the amount you pay will not have been affected by the fact that you bid less than your true valuation, because you will pay the price of the second highest bid.

Gliederung

1. Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
   - Spiele
   - Optimalitätskriterien
   - Nash-Gleichgewichte
2. Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
   - Auswahlen
   - Versteigerungen
   - Faires Aufteilen, Task Allocation
3. Mechanismen-Design

Cake-Cutting



- Bei 2 Kinder gibt es ein sehr einfaches Protokoll:
- Das eine Kind teil auf;
- das andere Kind sucht aus.

Faires Aufteilen

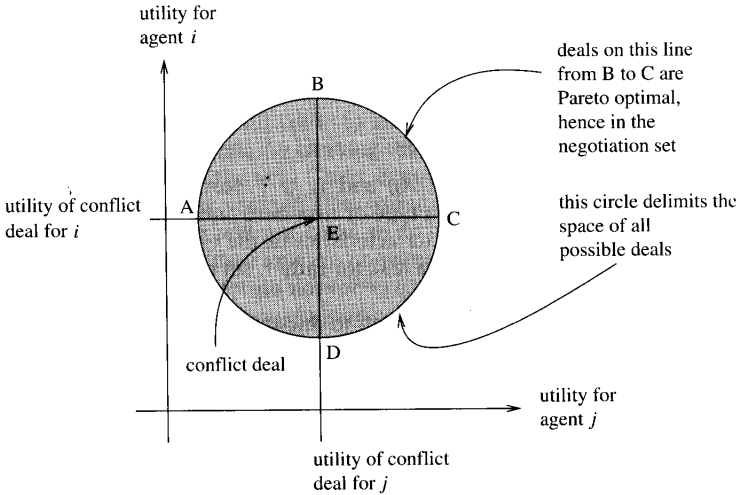
- Cake-cutting-Protokolle haben den Zweck, eine gerechte Aufteilung des Kuchens und damit Zufriedenheit unter den beteiligten Spielern zu erzeugen.
- „Gerecht“ kann dabei verschieden interpretiert werden.
- Es kann z.B. bedeuten, dass kein Spieler einen geringeren Anteil vom Kuchen erhält, als was ihm seiner Bewertung nach zusteht (sein „proportionaler“ Anteil am Kuchen).
- Oder es kann sogar bedeuten, dass kein Neid unter den Spielern entsteht.
- Die Proportionalität bzw. die Neidfreiheit der Aufteilung soll unabhängig davon gelten, welche individuellen Bewertungen die Spieler haben.

Task Allocation

[Rosenschein and Zlotkin, Rules of Encounter, 1994, p. 29]:

- Imagine that you have three children, each of whom needs to be delivered to a different school each morning.
- Your neighbour has four children, and also needs to take them to school.
- Delivery of each child can be modelled as an indivisible task.
- You and your neighbour can come to an agreement that it is better for both of you.
- For example, by carrying the other's child to a shared destination, saving him the trip.
- Assume, though, that one of my children and one of my neighbours' children both go to the same school.
- It obviously makes sense for both children to be taken together, and only my neighbour or I will need to make the trip to carry out both tasks.
- What kinds of agreement might we reach?

Ersetze Kinder durch Nachrichtenpakete und man erhält genau das Problem, dass große Internet-Provider haben.



conflict deal: wird eingenommen, falls es keine Einigung gibt

The monotonic concession protocol

The **monotonic concession protocol** (by Rosenschein and Zlotkin):

- On the first round, both agents simultaneously propose a deal from the negotiation set.
- An agreement is reached if the two agents propose deals, such that one of the agents finds that the deal proposed by the other is at least as good or better than the proposal it made.
- If agreement is reached, then the rule for determining the agreement deal is as follows.
  If both agents' offers match or exceed those of the other agent, then one of the proposals is selected at random.
  If only one proposal exceeds or matches the other's proposal, then this is the agreement deal.
- If no agreement is reached, then negotiation proceeds to round $n + 1$ of simultaneous proposals.
- In round $n + 1$, no agent is allowed to make a proposal that is less preferred by the other agent than the deal it proposed at time n.

Gliederung

1 Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
- Spiele
- Optimalitätskriterien
- Nash-Gleichgewichte

2 Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
- Auswahlen
- Versteigerungen
- Faires Aufteilen, Task Allocation

3 Mechanismen-Design

Mechanismen-Design

- Mechanismen-Design ist Spieltheorie rückwärts:
- Es wird nicht mehr gefragt: „Was ist in diesem Spiel die rationale Strategie?“, sondern: „Wie muss das Spiel sein, damit die Spieler sich brav verhalten?“
- Also: Wie müssen Verhandlungsprotokolle – der Markt – gestaltet werden, damit eine lokal gewinnoptimierende Handlungswahl auch auf globaler Ebene ein optimales Ergebnis darstellt?
- Aufwand des Verhandlungsprotokolls – die Spielregeln – vs. Güte des Ergebnis
- Siehe dazu: *Algorithmic Mechanism Design* [Ste08].

1. Interaktion ohne Koordination: Spiele, Wählen
   - Spiele
   - Optimalitätskriterien
   - Nash-Gleichgewichte

2. Konfliktauflösung: Wahlen, Versteigerungen, Aufteilungen
   - Auswahlen
   - Versteigerungen
   - Faires Aufteilen, Task Allocation

3. Mechanismen-Design

Literatur I

Edmund H. Durfee and Victor R. Lesser.
Partial global planning: A coordination framework for distributed hypothesis formation.
IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 21(5):1167–1183, September 1991.

Jörg Rothe, Dorothea Baumeister, Claudia Lindner, and Irene Rothe.
Einführung in Computational Social Choice.
Spektrum Akademischer Verlag, 2012.

Reid G. Smith.
The contract net: A formalism for the control of distributed problem solving.
In *Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-77)*, 1977.

Jürgen Steimle.
Algorithmic Mechanism Design.
Springer, 2008.