Indirekte Reziprozität

Karl Sigmund (2010). *The Calculus of Selfishness*. Princeton: Princeton University Press

Ute Drockur

22.11.2011

Ziel des Vortrags

- Definition indirekter Reziprozität,
- Differenzierung zwischen direkter und indirekter Reziprozität,
- Analyse verschiedener Strategien und beeinflussender Faktoren,
- Erklärung des binären Modells.

Voraussetzungen

- Das gleiche Spiel wird mehrmals hintereinander gespielt; jedoch immer gegen einen anderen Mitspieler.
- Dritte müssen gutes Verhalten belohnen.

$\Rightarrow$ große Unterschiede zu direkter Reziprozität

Direkte vs. indirekte Reziprozität

- Direkte Reziprozität
  - Was in einem Spiel passiert, wird direkt durch den Mitspieler beeinflusst,
  - gleiche Anzahl an Spielrunden.
- Indirekte Reziprozität
  - Unterschiedliche Anzahl an Spielrunden,
  - Spieler hatten in der vorherigen Runde zwei andere Gegenspieler,
  - Spieler stützt seine Entscheidung auf
    - die eigenen Erlebnisse
      "Mir wurde geholfen, also helfe ich jemand anderem."
    - das Verhalten des jetztigen Mitspielers in der vorherigen Runde
      "Mein Mitspieler hat sich sehr gut verhalten, deshalb helfe ich ihm nun."

Die indirekte Reziprozität

- Fehlgeleitete Reziprozität (Downstream / Misguided Reciprocity)
  - A$\rightarrow$ B$\rightarrow$C,
  - Belohnung erfolgt an C anstatt A,
  - Ausdruck der Dankbarkeit,
  - aufgrund vorheriger Gewinne kann man es sich leisten zu helfen.
- Stellvertretende Reziprozität (Upstream / Vicarious Reciprocity)
  - C$\rightarrow$ A$\rightarrow$B,
  - A wird nicht von B, sondern C belohnt,
  - Belohnung eines Wohltäters,
  - Kosten fallen an in der Hoffnung, sie später wettzumachen.

Voraussetzungen

- “Fortlaufende Aufnahme“-Modell, d.h. Spieler treten in die Population nacheinander ein
  - interagieren mit unterschiedlichen Spielern zu einer beliebigen Zeit,
  - ändern gelegentlich ihre Strategie,
  - verlassen die Population schließlich,
- in jeder Runde übernimmt jeder Spieler sowohl die Rolle des Gebers als auch des Empfängers.

Notation

- x = Häufigkeit des Auftretens der Strategie `AllC` (Spieler kooperieren immer - “Kooperator“),
- y = Häufigkeit des Auftretens der Strategie `AllD` (Spieler kooperieren nie - “Ablehner“),
- z = Häufigkeit des Auftretens der Strategie `Reziprokator` (Spieler kooperieren nur dann wenn ihr Mitspieler in der vorherigen Runde kooperiert hat),
- q = Wahrscheinlichkeit, dass ein Spieler weiß, wie sich der zufällig zugeteilte Spieler in der vorherigen Runde verhalten hat (Vorwissen durch eigenes Beobachten oder Klatsch).

Annahme:

Reziprokatoren sind gutgläubig, d.h. wenn sie über kein Vorwissen verfügen, nehmen sie an, dass ihr Mitspieler in der vorherigen Runde geholfen hat

- ϵ = Wahrscheinlichkeit, den Beschluss zu kooperieren, nicht durchzuführen
  - basierend auf einem Fehler,
  - basierend auf äußeren Umständen (z.B. Fehlen von Information),
- $\bar{\epsilon} = (1 - \epsilon)$ = Wahrscheinlichkeit, den Beschluss zu kooperieren, durchzuführen
- h = Häufigkeit der Spieler mit gutem Ruf (d.h. sie haben in der vorherigen Runde geholfen)

Annahme:

Der Beschluss, nicht zu kooperieren, wird immer durchgeführt

Wir erhalten

$$h = \bar{\epsilon}\Big(x + z(1 - q + qh)\Big)$$

da

- `AllC`-Spieler kooperieren,
- `Reziprokatoren` helfen, wenn sie über kein Vorwissen verfügen oder wissen, dass sie gegen einen Spieler mit gutem Ruf spielen,
- vorausgesetzt beide begehen keine Fehler.

Durch Umstellen der Gleichung erhalten wir

$$h = \frac{\bar{\epsilon}\Big(x + (1 - q)z\Big)}{1 - \bar{\epsilon}qz}$$

Fall 1: Die stellvertretende Reziprozität

Das Ergebnis in der n-ten Runde ($n \geq 1$) für einen `AllC`-Spieler beträgt

$$P_x(n) = -c\bar{\epsilon} + b\bar{\epsilon}\Big(x + z(1 - q + \bar{\epsilon}q)\Big)$$

- Spieler kooperiert immer um den Preis $-c$ mit Wahrscheinlichkeit $\bar{\epsilon}$,
- erhält Unterstützung ($b\bar{\epsilon}$) wenn er entweder gegen einen `AllC` (x) oder gegen einen `Reziprokator` (z) spielt, der kein Vorwissen hat ($1 - q$) oder weiß, dass er einen guten Ruf hat ($\bar{\epsilon}q$),
- schlechter Ruf des Kooperators entsteht nur durch einen Fehler in der vorherigen Runde.

Fall 1: Die stellvertretende Reziprozität

Das Ergebnis in der n-ten Runde ($n \geq 1$)für einen `AllD`-Spieler beträgt

$$P_y(n) = b\bar{\epsilon}\Big(x + z(1-q)\Big)$$

- Spieler kooperiert nie, d.h. keine Kosten fallen an,
- erhält Unterstützung ($b\bar{\epsilon}$), wenn er gegen einen `AllC` Spieler spielt (x) oder der `Reziprokator` (z) über kein Vorwissen verfügt ($1-q$).

Fall 1: Die stellvertretende Reziprozität

Das Ergebnis in der n-ten Runde ($n \geq 1$)für einen `Reziprokator` beträgt

$$P_z(n) = -c\bar{\epsilon}(1-q+qh) + b\bar{\epsilon}\left(x + z\left(1-q+\bar{\epsilon}q(1-q+qh)\right)\right)$$

- Spieler kooperiert um den Preis $-c$ mit Wahrscheinlichkeit $\bar{\epsilon}$, vorausgesetzt er hat kein Vorwissen $(1-q)$ oder weiß, dass sein Mitspieler einen guten Ruf hat (qh),
- erhält Unterstützung $(b\bar{\epsilon})$, wenn er gegen einen `AllC`-Spieler spielt (x) oder gegen einen Reziprokator spielt (z),der kein Vorwissen hat $(1-q)$ oder weiß, dass er einen guten Ruf hat $(1-q+qh)$.

Fall 1: Die stellvertretende Reziprozität

Für die erste Runde $n = 0$ gilt

$$
\begin{aligned}
P_x(0) &= -c\bar{\epsilon} + b\bar{\epsilon}(x + z) \\
P_y(0) &= b\bar{\epsilon}(x + z) \\
P_z(0) &= -c\bar{\epsilon}(1 - q + qh) + b\bar{\epsilon}(x + z).
\end{aligned}
$$

Man kann folgenden Zusammenhang festellen

$$\begin{aligned}
P_z - P_y &= -c\bar{\epsilon}(1-q+qh) + b\bar{\epsilon}(x+z) - b\bar{\epsilon}(x+z) \\
&= -c\bar{\epsilon}(1-q+qh) \\
&= (P_x - P_y)(1-q+qh), \\
P_x - P_y &= \bar{\epsilon}(-c + b\bar{\epsilon}qz), \\
P_x(0) - P_y(0) &= -c\bar{\epsilon}.
\end{aligned}$$

Fall 2: Die fehlgeleitete Reziprozität

- Spieler kooperiert, wenn er selbst zuvor Unterstützung erfahren hat,
- h= Wahrscheinlichkeit, dass einem Spieler in der vorherigen Runde geholfen wurde

$$h = \bar{\epsilon}(x + hz)$$

Fall 2: Die fehlgeleitete Reziprozität

Das Ergebnis in der n-ten Runde $n \geq 1$ beträgt für

- `AllC`-Spieler

$$P_x(n) = -c\bar{\epsilon} + hb,$$

- `AllD`-Spieler

$$P_y(n) = hb,$$

- `Reziprokator`

$$P_z(n) = -ch\bar{\epsilon} + hb.$$

Für die erste Spielrunde $n = 0$ gilt ebenso für

- `AllC`-Spieler

$$P_x(0) = -c\bar{\epsilon} + hb,$$

- `AllD`-Spieler

$$P_y(0) = hb,$$

- `Reziprokator`

$$P_z(n) = -ch\bar{\epsilon} + hb$$

- unter der Voraussetzung, dass ein `Reziprokator` in der ersten Runde immer kooperiert,
- Experimente haben gezeigt, dass fehlgeleitete Reziprozität im Alltag nicht selten sind.

Misstrauische Reziprokatoren

- Bisher haben die `Reziprokatoren` immer kooperiert, wenn sie über kein Vorwissen verfügten (gutgläubige `Reziprokatoren` (z)).
- Misstrauische `Reziprokatoren` helfen nicht, wenn sie kein Vorwissen besitzen.
- Häufigkeit für einen Spieler mit gutem Ruf beträgt nun

$$h = \bar{\epsilon}\Big(x + \zeta q h + z(1 - q + qh)\Big).$$

Misstrauische Reziprokatoren

Das Ergebnis in der n-ten Runde ($n \geq 1$) für einen `AllC`-Spieler beträgt

$$P_x(n) = -c\bar{\epsilon} + b\bar{\epsilon}\Big(x + z(1 - q + \bar{\epsilon}q) + \zeta q\bar{\epsilon}\Big)$$

- Spieler kooperiert immer um den Preis $-c$ mit Wahrscheinlichkeit $\bar{\epsilon}$,
- erhält Unterstützung mit Wahrscheinlichkeit ($\bar{\epsilon}$), wenn er gegen einen
  - `AllC`-Spieler spielt (x),
  - einen gutgläubigen`Reziprokatoren` spielt (z), der kein Vorwissen besitzt oder den guten Ruf des `AllC`-Spielers kennt,
  - einen misstrauischen `Reziprokatoren` spielt (ζ), der ebenfalls um seinen guten Ruf weiß

Das Ergebnis in der n-ten Runde ($n \geq 1$) für einen `AllD`-Spieler beträgt

$$P_y(n) = b\bar{\epsilon}\Big(x + z(1-q)\Big)$$

- Erhält Hilfe, wenn er gegen einen `AllC`-Spieler spielt (x) oder einen gutgläubigen `Reziprokatoren` spielt (z), der kein Vorwissen besitzt.

Das Ergebnis in der n-ten Runde ($n \geq 1$)für einen gutgläubigen `Reziprokator` beträgt

$$
\begin{aligned}
P_z(n) \;&=\; -c\bar{\epsilon}(1-q+qh) \\
&\quad +b\bar{\epsilon}\left(x+z\left(1-q+q\bar{\epsilon}(1-q+qh)\right)+\zeta q\bar{\epsilon}(1-q+qh)\right)
\end{aligned}
$$

- Spieler kooperiert immer um den Preis $-c$ mit Wahrscheinlichkeit $\bar{\epsilon}$ unter der Voraussetztung, dass er kein Vorwissen besitzt oder weiß, dass ein Spieler einen guten Ruf besitzt.

Misstrauische Reziprokatoren

- Mit ihm wird kooperiert mit Wahrscheinlichkeit $\bar{\epsilon}$, wenn er gegen
  - `AllC`-Spieler spielt (x),
  - einen gutgläubigen `Reziprokator` spielt (z), der kein Vorwissen hat oder um den guten Ruf des Reziprokators weiß,
  - gegen einen misstrauischen `Reziprokatoren` spielt (ζ), der ebenfalls um seinen guten Ruf weiß.

Das Ergebnis in der n-ten Runde ($n \geq 1$)für einen mistrauischen `Reziprokator` beträgt

$$P_\zeta(n) = -c\bar{\epsilon}qh + b\bar{\epsilon}\left(x + z(1 - q + q\bar{\epsilon}qh) + \zeta q\bar{\epsilon}qh\right)$$

- Spieler kooperiert immer um den Preis $-c$ mit Wahrscheinlichkeit $\bar{\epsilon}$ unter der Voraussetztung, dass er den guten Ruf eines Spielers kennt,
- erhält Unterstützung mit Wahrscheinlichkeit $\bar{\epsilon}$, wenn er gegen
  - `AllC`-Spieler spielt (x),
  - einen gutgläubigen `Reziprokator` spielt (z), der kein Vorwissen hat oder um den guten Ruf des misstrauschen Reziprokators weiß,
  - gegen einen mistrauischen `Reziprokatoren` spielt (ζ), der auch um seinen guten Ruf weiß.

Es lassen sich folgende Zusammenhänge erkennen

$$
\begin{aligned}
P_x(n) - Py(n) &= -c\bar{\epsilon} + b\bar{\epsilon}^2 q(z+\zeta) \\
P_z(n) - P_y(n) &= (1-q+qh)\Big(P_x(n) - P_y(n)\Big) \\
P_\zeta(n) - P_y(n) &= qh\Big(P_x(n) - P_y(n)\Big)
\end{aligned}
$$

- Die Wahrscheinlichkeit den Ruf eines Mitspielers zu kennen, steigt mit wachsender Erfahrung an
- q_n= Vorwissen in Runde n,
- $P_x(n)$ und $P_y(n)$ bleiben unverändert,
- für `Reziprokatoren` gilt

$$\begin{aligned} P_z(n) &= -c\bar{\epsilon}(1-q_n+q_nh) \\ &\quad +b\bar{\epsilon}\left(x+z\left(1-q+q\bar{\epsilon}(1-q_{n-1}+q_{n-1}h)\right)\right). \end{aligned}$$

Die gerechtfertigte Verweigerung

- Warum sollte ein Reziprokator nicht kooperieren?
- Keine Kooperation $\rightarrow$ schlechter Ruf $\rightarrow$ keine Unterstützung
- jedoch: enstehende Kosten/Nachteile einer Kooperation $\rightarrow$ Konzept der gerechtfertigten Verweigerung

Das Ansehen (“Standing“)

- Spieler haben zu Beginn alle ein gutes Ansehen,
- gutes Ansehen wird aufrecht erhalten,
  - solange sie anderen Spielern mit gutem Ansehen helfen,
  - wenn sie mit Spielern mit schlechtem Ansehen nicht kooperieren,
- sehr komplex, da die Population ständig beobachtet werden muss $\rightarrow$ Überforderung der Spieler.

Beispiel

A $\not\rightarrow$ B gerechtfertigt?

- nicht gerechtfertigt, wenn B $\rightarrow$ D
- jedoch B $\not\rightarrow$ C gerechtfertigt? Wie hat sich C zuvor verhalten?

Es ist nicht offensichtlich, wie sie ihre Informationen aktualisieren sollten.

$\Rightarrow$ Wie man moralisch beurteilt, kann sich mit der Zeit ändern

- Spieler besitzen Informationen über den Ruf ihrer Mitspieler ($q = 1$)
- sie treffen ihre Entscheidung, zu helfen, aufgrund
  - des Rufs des Empfängers,
  - ihres eigenen Rufs.

Das binäre Modell: Die Welt in Schwarz-Weiß

- Scoring, Ansehen (“Standing“), und Beurteilung (“Judging“) kennen nur die Werte “gut“ und “schlecht“ annehmen
- Zwei Module
  - Bewertungsmodul (“Assessment Module“)

    Spieler C beobachtet eine Interaktion zwischen A (Geber) und B (Empfänger) $\rightarrow$ Ruf von A wird durch A’s Entscheidung beeinflusst.

  - Aktionsmodul (“Action Module“)

    Beschreibt, ob ein Spieler in der Rolle des Gebers kooperiert oder nicht, basierend auf den Informationen aus seinem Bewertungsmodul.

Annahme:

- Das Scoring von A beruht nur auf der vorherigen Beobachtung von C.
- für jede Interaktion gibt es zwei mögliche Ergebnisse (Kooperation oder keine Kooperation) und für Spieler A und B gibt es ebenfalls je zwei mögliche Scoring Werte,

  $2^3 = 8$ mögliche Interaktionen.

- Beobachter C kann den Entscheidungen zustimmen oder nicht,

  $2^8 = 256$ verschiedene Bewertungsmodule.

Wir betrachten drei Bewertungssysteme

- Scoring

  missbilligt Geber, die nicht kooperieren

- Ansehen

  verurteilt Spieler, die nicht mit Spielern mit gutem Ruf kooperieren; billigt Spieler, die einem Spieler mit schlechtem Ruf nicht helfen.

- Beurteilung

  verurteilt Spieler, die einem Spieler mit schlechtem Ruf helfen; Spieler mit schlechtem Ruf können sich nicht verbessern, indem sie anderen Spielern mit schlechtem Ruf helfen.

Situation/Strategie	*Scoring*	*Ansehen*	*Beurteilung*
gut $\rightarrow$ gut	gut	gut	gut
gut $\rightarrow$ schlecht	gut	gut	schlecht
schlecht $\rightarrow$ gut	gut	gut	gut
schlecht $\rightarrow$ schlecht	gut	gut	schlecht
gut $\not\rightarrow$ gut	schlecht	schlecht	schlecht
gut $\not\rightarrow$ schlecht	schlecht	gut	gut
schlecht $\not\rightarrow$gut	schlecht	schlecht	schlecht
schlecht$\not\rightarrow$ schlecht	schlecht	gut	schlecht

Tabelle: Das Bewertungsmodul

Die Bewertungsmodule können bezüglich ihres Grades unterschieden werden:

- erster Grad
    - hängt nur von der Handlung ab
- zweiter Grad hängt ab von
    - der Handlung
    - dem Ruf des Empfängers
- dritter Grad hängt ab von
    - der Handlung
    - dem Ruf des Empfängers
    - dem Ruf des Gebers

Das Aktionsmodul

- Entscheidung zu kooperieren hängt von dem Ruf der beiden Spieler ab $\rightarrow$ je zwei Möglichkeiten (gut oder schlecht): $2^4 = 16$ mögliche Entscheidungen
- Beispiele
  - “Ko“-Spieler $\rightarrow$ kooperiert nur, wenn der Empfänger einen guten Ruf hat
  - “Ich“-Spieler $\rightarrow$ sorgen sich nur um ihren eigenen Ruf, d.h. helfen nur, wenn sie einen schlechten Ruf haben
  - “Und“-Spieler $\rightarrow$ kooperieren nur, wenn sie selbst einen schlechten Ruf haben und der Empfänger einen guten Ruf hat
  - “Oder“-Spieler $\rightarrow$ helfen nur, wenn der Empfänger einen guten Ruf hat oder sie selbst einen schlechten Ruf haben

Situation/Strategie	*Ich*	*Ko*	*Und*	*Oder*	*AllC*	*AllD*
gut $\rightharpoonup$ gut	nein	ja	nein	ja	ja	nein
gut $\rightharpoonup$ schlecht	nein	nein	nein	nein	ja	nein
schlecht $\rightharpoonup$ gut	ja	ja	ja	ja	ja	nein
schlecht $\rightharpoonup$ schlecht	ja	nein	nein	ja	ja	nein

Tabelle: Das Aktionsmodul

Eine Strategie

- Setzt sich aus einer bestimmten Kombination von Bewertungs- und Aktionsmoduln zusammen:

  $\rightarrow 2^4 2^8 = 2^{12} = 4096$ Strategien,
- Strategien unterscheiden sich nicht immer

  z.B. Strategien mit Aktionsmodul `AllD` sind gleich,
- zur Vereinfachung folgende Annahme:
  - der Ruf jedes Spielers ist bekannt,
    - nur ein Bewertungsmodul,
    - $q = 1$,
    - 8 Strategien.

- In einer Population, in der Spieler nur diese eine Strategie anwenden, kann ein Spieler mit einem anderen Aktionsmodul nicht eindringen, vorausgesetzt $wb > c$,
- Die durchschnittliche Fitness pro Runde in einer homogenen Population entspricht dem theoretischen Maximum $b - c$,
- nur “Ko“ und “Oder“
- Bewertungsmodul
    - Spieler mit gutem Ruf müssen Spielern mit schlechtem Ruf nicht helfen,
    - Spieler erhalten einen guten/schlechten Ruf, wenn sie einem Spieler mit gutem Ruf helfen/nicht helfen,
    - für gut $\rightarrow$ schlecht; schlecht $\rightarrow$ schlecht; schlecht $\not\rightarrow$ schlecht: 2^3 Möglichkeiten.

Die führenden Acht

Situation/Strategy	*L1*	*L2*	*L3*	*L4*	*L5*	*L6*	*L7*	*L8*
g $\to$ g	g	g	g	g	g	g	g	g
g $\to$ s	g	s	g	g	s	s	g	s
s $\to$ g	g	g	g	g	g	g	g	g
s $\to$ s	g	g	g	s	g	s	s	s
g $\not\to$ g	s	s	s	s	s	s	s	s
g $\not\to$ s	g	g	g	g	g	g	g	g
s $\not\to$ g	s	s	s	s	s	s	s	s
s $\not\to$ s	s	s	g	g	g	g	s	s
s $\rightharpoonup$ g	j	j	j	j	j	j	j	j
g $\rightharpoonup$ s	n	n	n	n	n	n	n	n
s $\rightharpoonup$ g	j	j	j	j	j	j	j	j
s $\rightharpoonup$ s	j	j	n	n	n	n	n	n

Tabelle: Die führenden Acht

Eigenschaften

- Aufrechterhaltung der Kooperation: gut $\rightarrow$ gut wird immer als gut angesehen,
- Identifikation von Abweichlern: gut $\not\rightarrow$ gut und schlecht $\not\rightarrow$ gut werden als schlecht angesehen,
- gerechtfertigte Bestrafung: gut $\not\rightarrow$ schlecht ohne negative Auswirkungen auf den eigenen Ruf,
- Wiedergutmachung von Fehlern: schlecht $\rightarrow$ gut.

Bewertungsmodul zweiten Grades

- Hängt von der Handlung und dem Ruf des Empfängers ab
- $2^3 = 16$ Bewertungsmoduln

  z.B. Strategien L3 und L6

- Wahrscheinlichkeit für guten Ruf:
  - `AllC`:
    $$h\bar{\epsilon} + (1-h)\epsilon = h(1-2\epsilon) + \epsilon$$
  - `AllD`:
    $$(1-h)$$
  - `Reziprokator`:
    $$h\bar{\epsilon} + (1-h) = 1 - h\epsilon$$
- nach n Runden ($n \geq 1$) ergibt sich

$$\begin{aligned}
P_x(n) &= -c\bar{\epsilon} + b\bar{\epsilon}\Big(x + z\big(h(1-2\epsilon)+\epsilon\big)\Big) \\
P_y(n) &= b\bar{\epsilon}\big(x + z(1-h)\big) \\
P_z(n) &= -c\bar{\epsilon}h + b\bar{\epsilon}\big(x + z(1-h\bar{\epsilon})\big)
\end{aligned}$$

- Wahrscheinlichkeit für guten Ruf:
  - `AllC`:
    $$h\bar{\epsilon} + (1-h) = (1-h\epsilon)$$
  - `AllD`:
    $$(1-h)$$
  - `Reziprokator`:
    $$1-h\epsilon$$
- nach n Runden ($n \geq 1$) ergibt sich

$$\begin{aligned}
P_x(n) &= -c\bar{\epsilon} + b\bar{\epsilon}\Big(x + z(1-h\epsilon)\Big) \\
P_y(n) &= b\bar{\epsilon}\Big(x + z(1-h)\Big) \\
P_z(n) &= -c\bar{\epsilon}h + b\bar{\epsilon}\Big(x + z(1-h\epsilon)\Big)
\end{aligned}$$

Wir haben

- die indirekte Reziprozität untersucht,
- die indirekte und die direkte Reziprozität verglichen,
- die Erfolgschancen verschiedener Strategien mathematisch untersucht,
- zwischen gutgläubigen und misstrauischen Reziprokatoren unterschieden,
- den Einfluss des Vorwissens untersucht,
- das Konzept der gerechtfertigten Verweigerung analysiert,
- verschiedene Bewertungs- und Aktionsmodule ergründet,
- die führenden acht Strategien auf ihre Eigenschaften untersucht.