

Netzwerkanalyse II

Kai Arzheimer | Vorlesung Forschungsmethoden

Übersicht

Rollen, Positionen, Cluster
Strukturelle Äquivalenz
Cluster
Blockmodels

Beispiele

Fazit

Worum geht es?

- ▶ Bisher: Eigenschaften einzelner Punkte bzw. des Netzwerkes
- ▶ Definiert über Muster der Kontakte
- ▶ Was fehlt: „Typen“ von Positionen/Rollen → strukturelle Äquivalenz

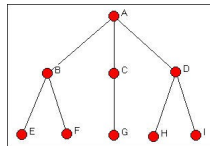
Was ist Äquivalenz?

- ▶ Zwei Akteure (Knoten im Netzwerk) sind äquivalent
- ▶ Wenn sie im Netzwerk vergleichbare Positionen einnehmen, d. h. gegeneinander austauschbar sind
- ▶ Verschieden strikte Definitionen von Äquivalenz:
 1. Strukturelle Äquivalenz
 2. Automorphe Äquivalenz
 3. Reguläre Äquivalenz

Was ist struktureller Äquivalenz?

Strukturelle Äquivalenz

- ▶ Zwei Knoten mit *identischen* Beziehungen zu allen anderen Knoten
- ▶ Strukturelle Äquivalenzklassen



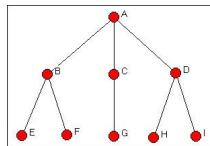
Quelle: Wasserman & Faust

- ▶ Äquivalenzklassen:
- ▶ {A}, {B}, {C}, {D}, {G}
- ▶ {E,F}, {H,I}

Was ist automorphe Äquivalenz?

Automorphe Äquivalenz

- ▶ Akteure in äquivalente lokale Strukturen eingebettet
- ▶ (Distanzen bleiben gleich, wenn alle Akteure (samt ihrer Nachbarn) innerhalb ihrer jeweiligen Äquivalenzklassen ausgetauscht werden)
- ▶ Klarer: Indegree, outdegree, Zentralität (alle Maße), alle Maßzahlen gleich
- ▶ „Strukturelle Replikation“



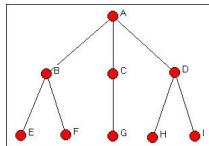
- ▶ Äquivalenzklassen:
- ▶ $\{A\}$, $\{C\}$, $\{G\}$
- ▶ $\{B,D\}$, $\{E,F,H,I\}$

Quelle: Wasserman & Faust

Was ist reguläre Äquivalenz?

Reguläre Äquivalenz

- ▶ Selbes Profil von ties mit Mitgliedern anderer regulärer Äquivalenzklassen
- ▶ Nicht notwendigerweise selbe Personen/selbe Zahl
- ▶ Entspricht intuitiv am ehesten Rolle/Position



Quelle: Wasserman & Faust

- ▶ Äquivalenzklassen:
- ▶ $\{A\}$,
- ▶ $\{B,C,D\}$
- ▶ $\{E,F,G,H,I\}$

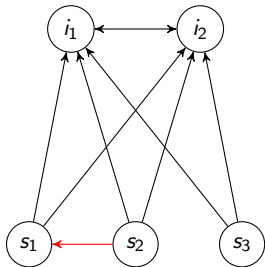
Exakte vs. approximative Äquivalenz

- ▶ Reale Netzwerke sind „messy“
 - ▶ Zwei Akteure sind nicht notwendigerweise strukturell, automorph oder regulär äquivalent
 - ▶ Aber trotzdem ähnlich
- ▶ Kontinuierliche Maßzahlen für Grad der Äquivalenz
- ▶ Z. B. Prozentsatz der ties, die übereinstimmen

Wie mißt man Äquivalenz?

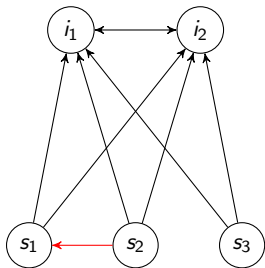
- ▶ Beispiel gerichtetes Netzwerk aus
- ▶ Zwei instructors (i_1, i_2)
- ▶ Drei students (s_1, s_2, s_3)

Wie mißt man Äquivalenz?



	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0	1	0	0	0
i_2	1	0	0	0	0
s_1	1	1	0	0	0
s_2	1	1	1	0	0
s_3	1	1	0	0	0

Wie mißt man Äquivalenz?



	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0	1	0	0	0
i_2	1	0	0	0	0
s_1	1	1	0	0	0
s_2	1	1	1	0	0
s_3	1	1	0	0	0

- ▶ Perfekte Ähnlichkeit – Spalten und Zeilen identisch
- ▶ Abstufungen
- ▶ Vielzahl von Maßen

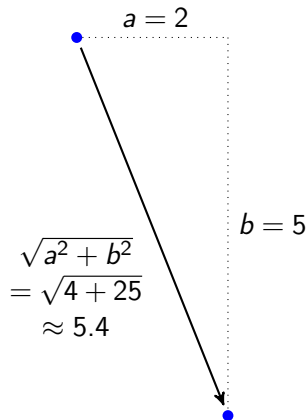
Wie mißt man Äquivalenz?

- ▶ Maße für Ähnlichkeiten vs. Unähnlichkeiten (Distanzen)
 - ▶ Pearsonsche Korrelation
 - ▶ Prozentsatz gemeinsame Nachbarn
 - ▶ Euklidische Distanzen (Wurzel aus der Summe der quadrierten Differenzen)
 - ▶ etc.
- ▶ Neue Matrix mit Distanzen (Unähnlichkeiten) zwischen den Knoten

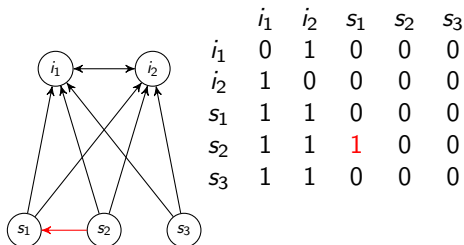
Wie mißt man Äquivalenz?

Euklidische Distanzen

- ▶ Benannt nach Euklid
- ▶ Entfernungen im normalen Raum
- ▶ Distanz = Quadratwurzel aus Summe der quadrierten Entfernungen in jeder *Dimension*
- ▶ Im Beispiel: acht Dimensionen
- ▶ 3 andere Knoten + reflexive/wechselseitige Beziehungen (besonders berechnet)



Wie mißt man Äquivalenz?



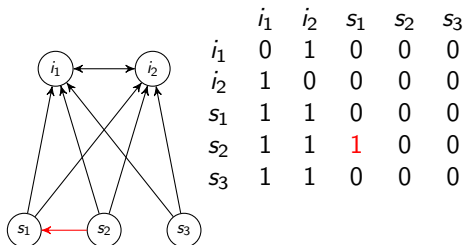
	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0	1	0	0	0
i_2	1	0	0	0	0
s_1	1	1	0	0	0
s_2	1	1	1	0	0
s_3	1	1	0	0	0

	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0.0	0.0	1.7	2.2	2.0
i_2	0.0	0.0	1.7	2.2	2.0
s_1	1.7	1.7	0.0	1.0	1.0
s_2	2.2	2.2	1.0	0.0	1.0
s_3	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0

Distanz $i_1 \leftrightarrow s_1$ in Bezug auf alle andere Akteure (i_2, s_2, s_3)

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2 + (1-0)^2[\text{Zeilen}] + (1-1)^2 + (0-0)^2 + (0-0)^2[\text{Spalten}] \\
 &+ (0-0)^2[\text{reflexiv}] + (0-1)^2[\text{reziprok}]} \\
 &= \sqrt{3} \approx 1.73
 \end{aligned}$$

Wie mißt man Äquivalenz?



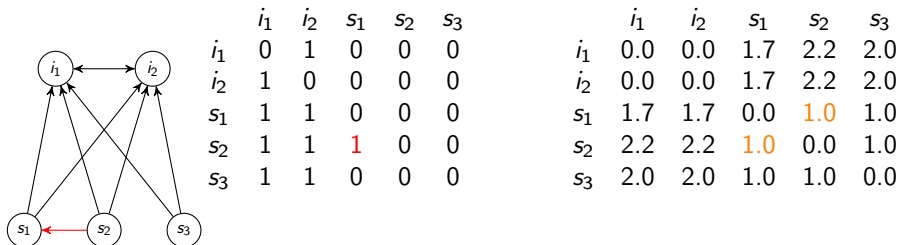
	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0	1	0	0	0
i_2	1	0	0	0	0
s_1	1	1	0	0	0
s_2	1	1	1	0	0
s_3	1	1	0	0	0

	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0.0	0.0	1.7	2.2	2.0
i_2	0.0	0.0	1.7	2.2	2.0
s_1	1.7	1.7	0.0	1.0	1.0
s_2	2.2	2.2	1.0	0.0	1.0
s_3	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0

Distanz $i_1 \leftrightarrow i_2$ in Bezug auf alle andere Akteure (s_1, s_2, s_3)

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(1-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2[\text{Zeilen}] + (0-0)^2 + (0-0)^2 + (0-0)^2[\text{Spalten}] \\
 &+ (0-0)^2[\text{reflexiv}] + (1-1)^2[\text{reziprok}]} \\
 &= \sqrt{0} = 0
 \end{aligned}$$

Wie mißt man Äquivalenz?



Distanz $s_1 \leftrightarrow s_2$ in Bezug auf alle andere Akteure (i_1, i_2, s_3)

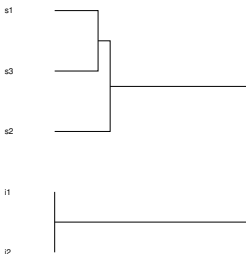
$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{(0-0)^2 + (0-0)^2 + (0-0)^2[\text{Zeilen}] + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (0-0)^2[\text{Spalten}]}{+(0-0)^2[\text{reflexiv}] + (0-1)^2[\text{reziprok}]}} \\
 &= \sqrt{1} = 1
 \end{aligned}$$

Was macht hierarchisches Clustering?

- ▶ Allgemeine Methode, um Gruppen von ähnlichen Fällen zu identifizieren
- ▶ Auf der Basis von Ähnlichkeits-/Unähnlichkeitsmaßen
- ▶ „Hierarchisch“ – es werden immer größere Gruppen von Fällen gebildet
- ▶ Verschiedene Algorithmen

Wie sieht ein Dendrogramm aus?

Pajek - Ward [0.00,4.44]



- ▶ Clustering „findet“ die (uns bekannte) Unterscheidung zwischen Dozenten und Studierenden

Worum geht es hier?

- ▶ „Block“: Kontingente Gruppe von Zellen in der Adjacency Matrix
- ▶ Hauptdiagonale ignorieren
- ▶ Wenn strukturelle Äquivalenz vorliegt
- ▶ Und Fälle in Klassen geordnet sind
- ▶ Sind Blöcke komplett oder leer
- ▶ (Zeilen und Spalten können umsortiert werden)

Worum geht es hier?

	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1		1	0	0	0
i_2	1		0	0	0
s_1	1	1		0	0
s_2	1	1	1		0
s_3	1	1	0	0	

Worum geht es hier?

	i_1	i_2		s_1	s_2	s_3
i_1		1		0	0	0
i_2	1			0	0	0
<hr/>						
s_1	1	1			0	0
s_2	1	1		1		0
s_3	1	1		0	0	

- ▶ Fälle innerhalb eines Blocks können durch eine einzige Zelle ersetzt werden
- ▶ Image-Matrix erfaßt Struktur des Netzwerkes

1 0
1 0

Co-Sponsorship im Kongreß

- ▶ Fowler 2006
- ▶ Co-Sponsorship
 - ▶ Theoretische Bedeutung
 - ▶ Operationalisierung
 - ▶ Maß für Relevanz einzelner Abgeordneter
- ▶ Ergebnisse:
 - ▶ Hohe Korrelation mit „which members will pass more amendments on the floor, a measure that is commonly used as a proxy for legislative influence“
 - ▶ Validität

Politische Kommunikation

- ▶ Huckfeldt 2007
- ▶ Meinungsvielfalt im persönlichen Umfeld
- ▶ Wie bilden sich Bürger eine Meinung, und *wie schätzen sie Meinung anderer ein?*
 - ▶ In homogenen Umfeldern: „minimising“ (environmental priors)
 - ▶ In heterogenen Umfeldern: dyadische Kommunikation

Policy/Kollektivgutprobleme

- ▶ Kollektivgutprobleme nicht nur Gefangenendilemma, sondern auch Kommunikations- und Koordinationsproblem
- ▶ (Sub)Netzwerke als Lösung?
 - ▶ Kleine, dichte Netzwerke: Vertrauen
 - ▶ Große, weniger dichte Netzwerke: Kommunikation und Partnersuche
- ▶ Letztere sind wichtiger
- ▶ „Strength of weak ties“ (Granovetter 1973: 30132)

Zusammenfassung

- ▶ **SNA: Perspektive**
 - ▶ Beziehungen zwischen Akteuren manchmal wichtiger als deren Eigenschaften
 - ▶ Beziehungsnetzwerk = strukturelle Eigenschaft des sozialen Systems
 - ▶ Klassische Sozialwissenschaftliche Betrachtungsweise
- ▶ **SNA: Verfahren**
 - ▶ Besondere Daten → besondere Verfahren
 - ▶ Ähnlich wie Regression (weitgehend) agnostisch gegenüber theoretischen Annahmen
 - ▶ Grundlagen seit acht Jahrzehnten bekannt
 - ▶ In jüngerer Zeit (ca. 25 Jahre extrem dynamische Entwicklung)

Nächste Woche

- ▶ Missing Data
- ▶ Was tun, wenn Informationen zu einzelnen Fällen *teilweise* fehlen