

Konzepte II

Netzwerkanalyse für Politikwissenschaftler

Wiederholung

Einführung

Rollen, Positionen, Cluster

Strukturelle Äquivalenz

Cluster

Blockmodels

Dimensionen und Visualisierung

Räumliche Distanzen und MDS

Hauptkomponenten

Neuere Entwicklungen

Zusammenfassung

Worum geht es?

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

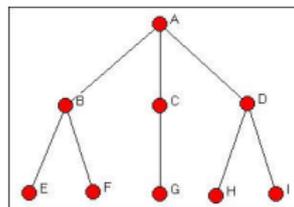
Was ist Äquivalenz?

- ▶ 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 (im Text erklärt)
 2. Automorphe Äquivalenz
 3. Reguläre Äquivalenz (in der Mitte von Kapitel 7 angesprochen)

Was ist Strukturelle Äquivalenz?

Strukturelle Äquivalenz

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



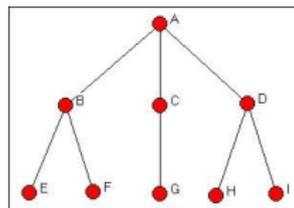
Quelle: Wasserman & Faust

- ▶ 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 innerhalb ihrer Äquivalenzklassen ausgetauscht werden
- ▶ „Strukturelle Replikation“



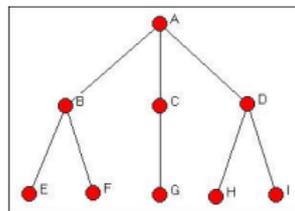
Quelle: Wasserman & Faust

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

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}

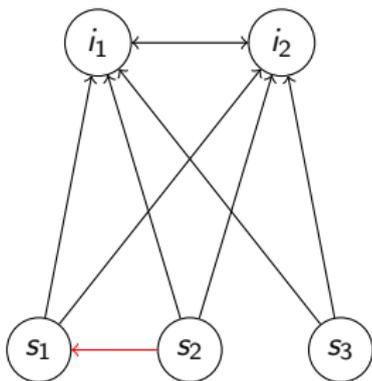
Exakte vs. approximative Äquivalenz

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

Wie mißt man Äquivalenz?

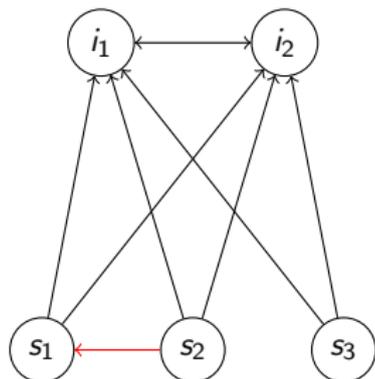
- ▶ Beispiel gerichtetes Netzwerk aus
- ▶ Zwei instructors (i_1, i_2)
- ▶ Drei students (s_1, s_2, s_3)

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?



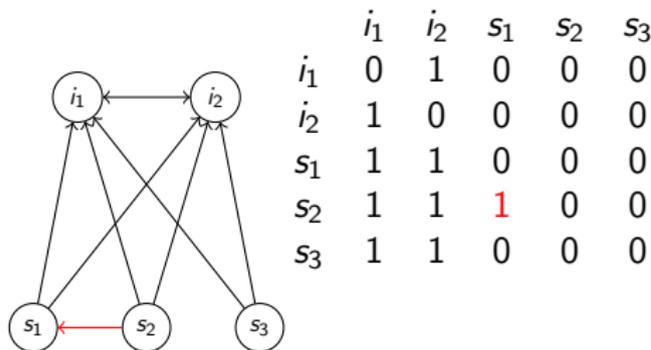
	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0	1	0	0	0
i_2	1	0	0	0	0
s_1	1	1	0	0	0
s_2	1	1	1	0	0
s_3	1	1	0	0	0

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

Wie mißt man Äquivalenz?

- ▶ 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?



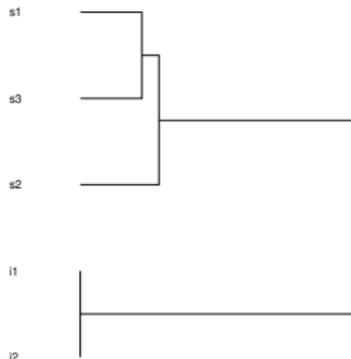
	i_1	i_2	s_1	s_2	s_3
i_1	0	0	2	2.4	2.2
i_2	0	0	2	2.4	2.2
s_1	2	2	0	1.4	1
s_2	2.4	2.4	1.4	0	1
s_3	2.2	2.2	1	1	0

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?

- ▶ (Bessere Erklärung als Scott: De Nooy et al. Kap. 12.4.1)
- ▶ „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

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
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

Blockmodels in der Praxis

- ▶ Struktur vorab nicht bekannt

- 1. Zahl der Äquivalenzklassen festlegen
- 2. Typen von Blöcken (komplett/leer für strukturelle Äquivalenz) und ggf. Ort in der Imagematrix festlegen
- 3. Iterative Zuordnung von Knoten/Permutation → empirischer fit

Beispiel in Pajek

Model2 description: Structural Equivalence

Image matrix definition:

	1	2
1:	[- com]	[- com]
2:	[- com]	[- com]

Image matrix penalties:

	1	2
1:	1	1
2:	1	1

Beispiel in Pajek

Final Image Matrix:

	1	2
1	-	com
2	-	com

Final Error Matrix:

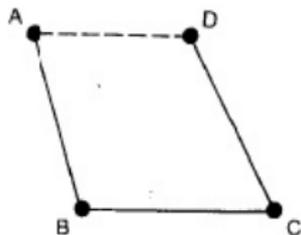
	1	2
1	1	0
2	0	0

Final error = 1.000

Grundsätzliches

- ▶ Graphentheoretische Betrachtung von Netzwerken
- ▶ Distanz zwischen zwei Knoten: Länge des Pfades
- ▶ Darstellung am Bildschirm arbiträr
- ▶ Konvention: Darstellung auf einem Kreis

Euklidische Distanzen



----- Euclidean distance

Figure 8.2 *Euclidean distance*

- ▶ Euklidische = „normale“ Distanzen
- ▶ (Meistens) zweidimensional
- ▶ Lassen sich Eigenschaften von/Beziehungen zwischen Knoten in euklidische Distanzen umwandeln → „Karten“

Was ist MDS?

- ▶ Multi-dimensionale Skalierung
- ▶ Distanzen (Ähnlichkeiten/Unähnlichkeiten) zwischen Punkten (z. B. auf Basis von Zentralitäten)
- ▶ Umwandlung in Metrik (z. B. Korrelationen)
- ▶ MDS: Zweidimensionale Rekonstruktion dieser „Abständen“ (möglichst guter Fit)

Was ist Hauptkomponentenanalyse?

- ▶ (PCA)
- ▶ Dimensionsreduzierendes Verfahren
- ▶ Z. B. Korrelationen zwischen zehn Variablen
- ▶ Konstruktion von zehn künstlichen Variablen
- ▶ Erste künstliche Variable (Komponente) korreliert möglichst hoch mit Ausgangsvariablen
- ▶ Zweite Komponente ist unkorreliert mit erster und bindet möglichst viel Residualvarianz . . .
- ▶ Graphische Darstellung für zwei bis drei Dimensionen
- ▶ Anwendung auf die Matrizen im Netzwerk
- ▶ Ähnliche Objekte dicht beieinander
- ▶ Nonmetrische MDS

Probleme mit MDS/Hauptkomponenten

- ▶ Ergebnisse stark von subjektiven Entscheidungen abhängig
- ▶ Und nicht immer plausibel
- ▶ Moderne Algorithmen (Fruchtermann-Reingold, Kamada-Kawai)
 - ▶ „Spring-embedders“
 - ▶ *Ästhetische Lösungen*
 - ▶ Lokale Minima

Zusammenfassung

