

1 Forschungsfrage

Basierend auf dem Modell von (Köhler-Bußmeier 2018) sollen Aspekte der Stabilität von Clustern untersucht werden.

Es wird vermutet, dass das Modell zu Clusterbildung führt, weil Knoten mit ähnlichen Interessen ihre Verbindung stärken und Knoten mit gegensätzlichen Interessen diese ändern sowie ihre Verbindung schwächen.

Wir wollen untersuchen, ob existente Cluster stabil sind und ein konvergierter Zustand des Systems erreicht sein kann, oder ob Cluster durch innere Dynamiken zerfallen, sich vereinigen oder neu bilden. Möglicherweise hängt die Stabilität von der Interessensstruktur innerhalb der Cluster ab, die von sehr ähnlichen Interessen geprägt sein kann, aber auch eine Art „Sammelbecken“ mit geringerem inneren Zusammenhalt. Außerdem wollen wir gezielt zwischen Clustern Verbindungen einführen und herausfinden, inwiefern dies die Struktur des Systems beeinflusst.

In der vorsichtigen Anwendung des Modells auf menschliche Sozialstrukturen steckt dahinter die Frage, ob disjunkte Interessensgemeinschaften, die nicht/wenig in Kontakt stehen („Meinungsblasen“) dauerhafte oder doch eher kurzzeitige, sich permanent entwickelnde Phänomene sind. Wenn Menschen aus verschiedenen Meinungsblasen zusammen kommen und sich vernetzen (mögliche Beispiele dafür wären gemeinsame Teilinteressen wie Hobbys, Messen/Konferenzen etc. oder auch rein zufällig gemeinsam erlebte Ereignisse wie ein liegengebliebener Zug), besteht die Möglichkeit, dass die neuen Kontakte zur zumindest kurzzeitigen Auflösung oder Auflockerung der Meinungsblasen führt.

Es gilt also zu betrachten, wie nachhaltig ein Perspektivwechsel eines Mitglieds einer Interessengruppe sein kann. Wird es die nun abweichende Meinung zwangsläufig verworfen, oder kann es gar die Bildung eines Clusters bewirken? Wie realistisch ist die Annahme, dass sich dieses Cluster sogar isoliert?

Fallen Cluster spontan wieder auseinander? In wie viele Teile? Welchen Einfluss hat die Clustergröße, die Art des Clusters („Sekte“, „Sammelbecken“)?

1.1 Erweiterung

Vor dem Hintergrund der Annahme, die Aktivität von Trollen und/oder das Teilen von nicht belegten falschen Nachrichten beeinflussten in erheblicher Weise die öffentliche Meinung dahin gehend, dass sich neue Gruppen von extremer Ausrichtung herausbilden, wollen wir versuchen, ihre Wirksamkeit zu simulieren.

Hierbei handelt es sich um Urheber, die als reguläres Mitglied einer Gemeinschaft wahrgenommen werden, jedoch nicht implizit angenommenen Regeln gehorchen. Sie sind insbesondere dadurch charakterisiert, dass ihr Standpunkt zu einem Thema unveränderlich ist, ohne das tatsächlich ein Konsens innerhalb der Gruppe ursächlich ist. Zur Modellierung sollen als Sonderfall irregulär agierende Knoten eingeführt werden, die gleichermaßen die betreffende Regel ignorieren. Das Modell kann dafür um Knoten erweitert werden, die ein niedriges Spektrum aufweisen, da ihre Vermögenswerte überwiegend neutral sind. Sie ändern nicht ihre Bewertungen nach Regeln 2.1.1 und 2.1.2.

Es kann untersucht werden, ob solche irregulären Knoten zu Isolationen von Clustern

führen oder eigene Cluster ausbilden. Wie groß ist ihr Einfluss auf das Meinungsbild der Cluster, abhängig von der Art des Clusters („Sekte“, „Sammelbecken“)?

2 Aufbau des Experiments

2.1 Ausgangssituation

Die initiale Konfiguration des Graphen muss Cluster beinhalten, deren Anzahl und Größenverteilung festgelegt werden muss. Weitere Parameter sind die Anzahl der Cluster, die Anzahl und Verteilung von Verbindungen zwischen Clustern.

Eine wichtige Rolle spielt die Verteilung der Interessen und Verbindungen in einem Cluster. Knoten eines Clusters können sich in allen Interessen ähneln, oder nur in einer Teilmenge der Interessen, während die Interessen der Restmenge anders (z.B. zufällig) verteilt sind. Cluster mit stark hierarchischer Ausprägung mit einem sehr vermögenden Kern und schwächerer Peripherie können sich von gleichmäßig aufgebauten Clustern unterscheiden. Cluster mit starkem inneren Zusammenhalt, möglicherweise hierarchischem Aufbau und großen Interessensüberschneidungen bilden „Sekten“, schwach vernetzte Cluster mit geringeren Interessensüberschneidungen „Sammelbecken“.

Zur Erzeugung der Graphen können Funktionen der Graphenbibliothek (*NetworkX* o.D.) herangezogen werden. Allgemein sind zufällige Graphen anzustreben, um durch Wiederholungen der Experimente den Einfluss der einzelnen Instanziierungen gegenüber dem Einfluss definierter Metriken zu minimieren. Unterstützte Graphen, die untersucht werden könnten, sind (Holme und Kim 2002) (`random_graphs.powerlaw_cluster_graph`¹), (Barabási und Albert 1999) (`random_graphs.barabasi_albert_graph`²), (Ispolatov, Krapivsky und Yuryev 2005) (`duplication.duplication_divergence_graph`³) und Watts-Strogatz-Graphen (J. und Strogatz 1998), (Newman und Watts 1999) (`networkx.generators.random_graphs.watts_strogatz_graph`⁴).

2.2 Durchführung

Ausgehend von einer initialen Graphenkonfiguration werden so lange Simulationsschritte durchgeführt, bis Konvergenzen beobachtet oder Divergenzen ausreichend sicher erkannt werden können.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, werden Simulationsläufe wiederholt durchgeführt. Wiederholte Durchläufe auf dem selben Anfangsgraphen senken den Einfluss einzelner Entscheidungen während der Regelanwendung. Wiederholte Durchläufe mit neuen Anfangsgraphen senken den Einfluss des konkreten Graphen auf das Ergebnis.

¹https://networkx.github.io/documentation/stable/reference/generated/networkx.generators.random_graphs.powerlaw_cluster_graph.html

²https://networkx.github.io/documentation/stable/reference/generated/networkx.generators.random_graphs.barabasi_albert_graph.html

³https://networkx.github.io/documentation/stable/reference/generated/networkx.generators.duplication.duplication_divergence_graph.html

⁴https://networkx.github.io/documentation/latest/reference/generated/networkx.generators.random_graphs.watts_strogatz_graph.html

Drei Arten von Simulationsläufen können unterschieden werden:

1. Keine äußere Einflussnahme auf den Graphen nach der Initialisierung
2. Zufällige Erzeugung neuer Verbindungen zwischen Clustern
3. [Optional] Zufällige Erzeugung von irregulären Knoten bei der Initialisierung und/oder während der Simulation

2.3 Messungen am Graph

Am Graphen sollen mindestens folgende Messungen vorgenommen werden:

- Anzahl der Cluster
- Verteilung der Clustergrößen
- Rate der Zu- und Abgänge von Knoten aus Clustern (Drei Fälle: (I) Wechsel von Cluster in ungeclusterte Menge (II) Wechsel aus ungeclusterter Menge in Cluster (III) direkter Wechsel zwischen zwei Clustern)
- Verteilung der Anzahl der Verbindungen zwischen Clustern
- Anzahl von Interessen, bei denen mehrere Cluster überwiegend den gleichen Wert aufweisen

Innerhalb der Cluster soll gemessen werden:

- Dichte
- Vorhandensein/Größe eines Kerns
- Anzahl der Meinungen, zu denen im Cluster Konsens herrscht
- Verteilung Grad der Übereinstimmung der Interessen

Im Falle des erweiterten Experiments mit irregulären Knoten soll betrachtet werden:

- Gradzentralität
- Zwischenzentralität
- Nähezentralität

2.4 Hypothese

Für den Fall eines Graphen mit starken, einigen Clustern und wenigen Verbindungen zwischen Clustern erwarten wir eine Auflösung dieser Verbindungen zwischen Clustern unterschiedlicher Vermögenswerte und eine Verstärkung der Verbindungen bis hin zur Verschmelzung der Cluster bei ähnlichen Vermögenswerten. Ein beide entwickelt sich ein konvergierter Endzustand. Für das Einfügen von Verbindungen während der Simulation erwarten wir eher geringe Auswirkungen auf diesen Endzustand.

Sind die Cluster recht stark untereinander vernetzt und im Inneren nur in wenigen Vermögenswerten einig, erwarten wir eine große Empfindlichkeit bezogen auf die Vermögenswerte im Anfangszustand und ein größere Veränderungen. Während einige Cluster in Untercluster zerfallen, erodieren andere langsam und wieder andere verstärken ihre Einigkeit und wachsen. Hier können eingefügte Verbindungen großen Einfluss nehmen und eine Umordnung der Clusterstruktur bewirken.

Im erweiterten Experiment erwarten wir aufzeigen zu können, dass ein irregulärer Knoten überdurchschnittlich viele Nachbarn 1. Ordnung gewinnt. Außerdem nehmen wir an, dass er nach endlichen Schritten eine zentrale Position im Cluster einnimmt, d.h. er wird im Mittel kurze Wege zu allen Knoten im haben. Des Weiteren erwarten wir zu finden, dass besonders viele kürzeste Wege zwischen beliebigen Paaren von Knoten in seinem Cluster durch ihn hindurch verlaufen.

Literatur

- Barabási, Albert-László und Réka Albert (1999). "Emergence of Scaling in Random Networks". In: *Science* 286.5439, S. 509–512. ISSN: 0036-8075. DOI: 10.1126/science.286.5439.509. eprint: <http://science.sciencemag.org/content/286/5439/509.full.pdf>. URL: <http://science.sciencemag.org/content/286/5439/509>.
- Holme, Petter und Beom Jun Kim (Jan. 2002). "Growing scale-free networks with tunable clustering". In: *Phys. Rev. E* 65 (2), S. 026107. DOI: 10.1103/PhysRevE.65.026107. URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.65.026107>.
- Ispolatov, I., P. L. Krapivsky und A. Yuryev (Juni 2005). "Duplication-divergence model of protein interaction network". In: *Phys. Rev. E* 71 (6), S. 061911. DOI: 10.1103/PhysRevE.71.061911. URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.71.061911>.
- J., Watts Duncan und Steven H. Strogatz (1998). "Collective Dynamics of 'small-world' networks". In: *Nature* 393. DOI: <https://doi.org/10.1038/30918>.
- Köhler-Bußmeier, Michael (30. Aug. 2018). *Ein einfaches Modell sozialer Selbstorganisation*. Aufgabenbeschreibung zum Praktikum Complex Adaptive Systems im WS18/19. *NetworkX* (o.D.). Version 2.2. URL: <https://networkx.github.io/>.
- Newman, M.E.J. und D.J. Watts (1999). "Renormalization group analysis of the small-world network model". In: *Physics Letters A* 263.4, S. 341–346. ISSN: 0375-9601. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0375-9601\(99\)00757-4](https://doi.org/10.1016/S0375-9601(99)00757-4). URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375960199007574>.