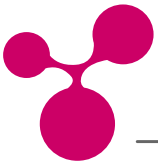
Technische Universität Dresden – Fakultät Informatik
Professur für Multimediatechnik, Privat-Dozentur für Angewandte Informatik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Meißner
PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelien
(Hrsg.)



GeNeMe '10

Gemeinschaften in Neuen Medien

an der
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden

mit Unterstützung der

3m5. Media GmbH, Dresden
ANECON Software Design und Beratung GmbH, Dresden
Communardo Software GmbH, Dresden
GI-Regionalgruppe, Dresden
itsax.de | pludoni GmbH, Dresden
Kontext E GmbH, Dresden
Medienzentrum der TU Dresden
objectFab GmbH, Dresden
SALT Solutions GmbH, Dresden
SAP AG, Resarch Center Dresden
Saxonia Systems AG, Dresden
T-Systems Multimedia Solutions GmbH, Dresden

am 07. und 08. Oktober 2010 in Dresden

www.geneme.de
info@geneme.de

C.2 „Community Detection“ als Ansatz zur Identifikation von Innovatoren in Sozialen Netzwerken

Sam Zeini, Ulrich Hoppe
Universität Duisburg-Essen

1 Einleitung

„Open Innovation“ rückt als Modus der gemeinschaftlichen Innovation zunehmend in den Blick der Forschung. [Ches03][ReiPil09]. Vielfach geht die Entwicklung des „Open Innovation“-Paradigmas auf die Arbeiten zum Thema „Open Source“-Innovation [HipKro03] zurück, das zugleich eine Sonderform von „Open Innovation“ darstellt. „Open Source“-Projekte, wie z.B. GNU Linux, sind Softwareentwicklungsprojekte, die von offenen Gemeinschaften im Internet durchgeführt werden und per Definition eine freie Verteilung und Weitergabe zumindest des Quellcodes vorsehen. Einige Open-Innovation-Ansätze (z.B. Outside-In) sowie Teile der Forschung zu Open-Source-Innovation sind dadurch gekennzeichnet, dass sogenannte „Lead User“ am Entwicklungsprozess teilnehmen und somit zu potentiellen Innovatoren werden. Ziel des folgenden Beitrages ist es ausgehend von verschiedenen Rollenmodellen beispielhaft aufzuzeigen, wie mit der Anwendung eines Ansatzes zu Community Detection mögliche Innovatoren in Sozialen Netzwerken identifiziert werden können.

In dem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt KoPIWA - Kompetenzentwicklung und Prozessunterstützung in „Open Innovation“-Netzwerken der IT-Branche durch Wissensmodellierung und Analyse - (FKZ: 01FM07067) [ZeiEtAl08] werden daher ausgewählte Open-Source-Innovations-Projekte untersucht, um die herausragenden Aspekte auf die eigenen Open-Innovation-Fallstudien anzuwenden, z.B. durch die Entwicklung von Indiktatorenmodellen für die Unterstützungsplattform. Eines der untersuchten Open-Source-Projekte ist das Projekt OpenSimulator, an dem der Verbundpartner pixelpark AG im Rahmen der KoPIWA-Fallstudie mitarbeitet. OpenSimulator ist ein Open-Source-Projekt mit der Zielsetzung der Erstellung einer 3D-Simulationsumgebung ähnlich wie Second Life®. Bereits in früheren Phasen des Forschungsprojektes wurde ein auf Soziale Netzwerkanalyse basierter heuristischer Ansatz zur Identifikation von Innovatoren am Beispiel von OpenSimulator erfolgreich durchgeführt und vorgestellt [ZeiEtAl09].

Der vorgestellte heuristische Ansatz bietet zwar für Forscher einen qualitativ hochwertigen Zugang zu Open-Source-Projekten mit Blick auf Innovatoren und Innovationsprozessen, ist aber für eine vorwiegend maschinelle Weiterverarbeitung, wie z.B. etwa für Recommender-Systeme, ungeeignet. Daher wird im folgenden Beitrag ein alternativer Ansatz vorgestellt, der auf einem Verfahren der sogenannten „Community Detection“ in Sozialen Netzwerken basiert [PortEtAl09]. Nach einer

kurzen Einführung in Clusteringverfahren als Methode der „Community Detection“ wird im Folgenden ein Innovatorenmodell auf der theoretischen Basis von Broker-Modellen sowie überlappenden Cliquen herausgearbeitet, der sich an Lead-Usern orientiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Verteilung der Innovatorenrolle auf mehrere Akteure in überlappenden Cliquen stärker an ein ganzheitlichen Netzwerkansatz zur Erklärung von Innovationen ausgerichtet [PowGro05] ist als die bisherigen Ansätze zur Diffusion, die bei Rollen den Fokus stärker auf Promotoren [Witte73] legen.

2 Community Detection in der Sozialen Netzwerkanalyse

Reale Netzwerke lassen sich häufig in Teilnetze bestehend aus Subgruppen zerlegen. Dies wird bei zunehmender Größe der Netzwerke deutlich und zugleich auch meist erforderlich. Die totalen Netzwerke können hierbei eine große Gemeinschaft betrachten, die aus weiteren Communities besteht. Die Definition der Obergemeinschaft bleibt hierbei fließend. Beispielsweise können sich die Nutzer eines Dienstes wie Facebook als Teil der Facebook-Community begreifen oder aber auch diese nur als eine Plattform verwenden. Es bilden sich dennoch eigene Sub-Communities innerhalb von Facebook, mit denen sich teilnehmende Nutzer identifizieren. Solche Subgemeinschaften stellen die Soziale Netzwerkanalyse [WaFa94] vor ein interessantes Problem. Diese Cliquen formieren sich häufig durch gemeinsame Interessen oder Aktivitäten. Sie lassen sich durch verschiedene Verfahren identifizieren, welche die Gesamtnetzwerke in Partitionen einteilen, die aus diesen Subgruppen bestehen. Es lassen sich also durch Clustering-Verfahren weitere Strukturen in den Gemeinschaften entdecken, die ihren Zusammenhang in sinnhaften Verbindungen suchen. Sie kommen in realen Netzwerken vor. Hierzu existieren unterschiedliche Algorithmen, die unterschiedlichen Prinzipien folgen. Gängige Ansätze sind hier das auf Ähnlichkeiten basierte hierarchische Clustering [DoBaFe04], welches Akteure mit vergleichbaren Beziehungen eingruppiert, oder das konkret auf kohäsive Subgruppen ausgerichtete k-Core-Verfahren [WaFa94], welches Akteure mit einer Anzahl von mindestens K Beziehungen untereinander als Clique identifiziert. Alle Clustering-Verfahren in der Netzwerkanalyse aufzuführen, würde sicher den Rahmen dieses Beitrages sprengen. Daher werden im Folgenden zwei Clustering-Verfahren vorgestellt, die sich gut für die Identifikation von Innovatoren in Netzwerken eignen und im Rahmen der Fallanalyse erprobt wurden.

3 Innovatoren als Mittlerpositionen in Communities

Das Konzept der Broker bzw. „Boundary Spanner“, die durch die Besetzung von strategischen Positionen zwischen unterschiedlichen Gruppen Informationen und Ressourcen kontrollieren, lässt sich für die Identifikation potentieller Innovatoren [FleWa07] in Gemeinschaften verwenden. In der Sozialen Netzwerkanalyse können

diese Brokerage-Rollen als Bindeglieder zwischen bzw. als Überbrücker von strukturellen Löchern [Bu05] in Netzwerken identifiziert werden. Burt [Bu04] selbst sieht den Broker in einer kreativen Position, die es ihm erlaubt, selbst gute Ideen zu generieren und in das Netzwerk einzubringen. Demnach können Broker bzw. Boundary Spanner durch ihre spezielle Position zwischen verschiedenen Gruppen, die sonst durch strukturelle Löcher getrennt sind, auf die unterschiedlichen Ressourcen der jeweiligen Gruppen zugreifen und diese kontrollieren. Argumentativ geht diese Führerschaft [FleWa07] mit der Rolle des Lead Users [HipKro03] einher, der für den Erfolg von (insbesondere offenen) Innovationsprozessen entscheidend ist. Sowohl die Brücken als auch die durch strukturelle Löcher getrennten Gruppen lassen sich hierbei durch Clustering-Verfahren identifizieren. Abbildung 1 zeigt beispielhaft den Akteur 7 als Broker zwischen unterschiedlichen Clustern.

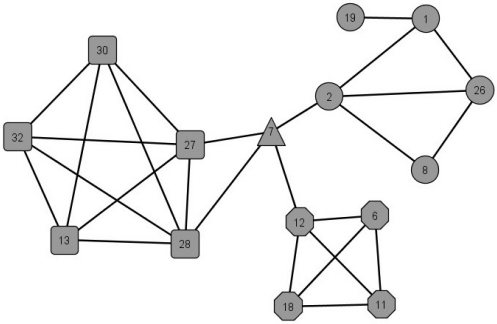


Abb. 1: Broker und strukturelle Löcher

Wenngleich das Modell nachvollziehbar, einleuchtend und erprobt ist, stellt sich die Frage, inwieweit es für als Erklärung von komplexen Innovationsprozessen herangezogen werden kann. Ist ein einzelner Broker wie der in Abbildung 1 skizzierte Akteur 7 in der Lage, komplexe Prozesse in den unterschiedlichen Cliquen genügend zu überschauen, um als Innovator agieren zu können oder verteilt sich die Innovatorenrolle arbeitsteilig auf mehrere Akteure im Netzwerk? Vergleicht man diese Idee mit dem Wissenschaftssystem, so fällt auf, dass in der Wissenschaft auch durchaus ganze Forschergruppen verschiedene Communities verbinden und dadurch innovative Paradigmen hervorrufen können. Dies führt uns zu einem weiteren Modell, welches als Alternative zum beschriebenen Modell der Broker bzw. Boundary Spanner herangezogen werden kann.

Ausgehend vom Konzept der Interkohäsion und der damit verbundenen Möglichkeit von Rekombination von Ressourcen und Wissen in Sozialen Netzwerken gehen Stark und Vedres [StaVe10] von der Annahme aus, dass sich überlappende Cliquen durch ein hohes Potential für Innovationen auszeichnen. Interkohäsion bzw. strukturelle

Faltung (structural folds) bezieht sich auf kohäsive Subgruppen, in denen ein oder mehrere Akteure Mitglied in mehreren Gruppen sind und geht auf das Verfahren der Cliquen Perkolation (Clique Percolation Method / CPM) [Palletal05] zurück. Abbildung 2 zeigt zur Veranschaulichung eine Clique aus zwei sich überlappenden Gruppen der Monate Januar und Februar 2009 aus der Community-Mailingliste von OpenSimulator bei K=5. Die Öffnung für eine verteilte Innovatorenrolle macht das Modell also als Erklärung für komplexe Innovationsprozesse interessant, wobei es durchaus auch überlappende Cliquen geben kann, die ähnlich eines Brokermodells nur einen Akteursknoten teilen. Aber auch in diesen Fällen ist der Unterschied zwischen beiden Modellen interessant, da überlappende Cliquen trotz gleichzeitiger Abgrenzung eine gewisse Nähe zueinander haben können.

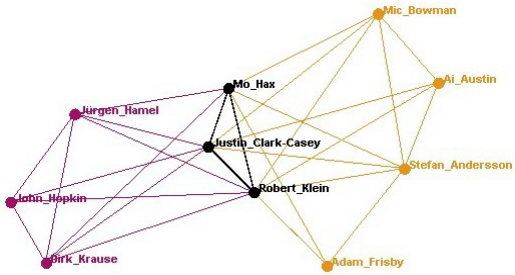


Abb. 2: Überlappende Cliquen

Auch mit Blick auf unsere früheren Studie zu OpenSimulator [ZeiEtAl09], in der sich die Messung der Kohäsion mittels k-Core als robuste Maßzahl zur Identifikation von Akteuren zwischen Kern und Peripherie über die Zeit erwiesen hat, ist somit das auf Interkohäsion basierende Modell eine interessante Perspektive. In der erwähnten Untersuchung zu OpenSimulator wurden zunächst Themen in der Mailingliste mit hohen Degree-Zentralitäten beobachtet. Es hatte sich gezeigt, dass die vieldiskutierten Themen zwar oft technische Detaildiskussionen sind, aber neue Vorschläge und Ideen ebenso frequentiert wurden. Es konnte gezeigt werden, dass ein Akteur mit einer neuen und vieldiskutierten Idee recht schnell sich in der Nähe der kohäsiven Kerngruppen positionieren konnte, diese Position im weiteren Verlauf behielt und einen weiteren innovativen Vorschlag einbrachte. Dies führt uns dazu im Folgenden, nach einer kurzen Skizzierung des Falles und der methodischen Vorgehensweise, die dargestellten Modelle Broker und Interkohäsion am Beispiel von OpenSimulator miteinander zu vergleichen.

4 Fallbeschreibung und Vorgehensweise

OpenSimulator[1] ist ein Open-Source-Projekt, das sich mit der Entwicklung einer Server-seitigen Software befasst, um 3D-Simulationswelten vergleichbar mit dem proprietären System „Second Life“ zu betreiben. Das Projekt ist eines der neun insgesamt im Rahmen des KoPIWA-Projektes erhobenen Open-Source-Projekte, die alle im Längsschnitt meist über einen Zeitraum von 2 Jahren beobachtet wurden. Dabei wurde das von uns entwickelte Datentransformationswerkzeug DMD (Data-Multiplexer-Demultiplexer) benutzt, um die Mailinglisten der Entwickler, die Mailinglisten der Nutzer sowie die Logfiles aus den Versionsmanagementsystemen CVS oder SVN der jeweiligen Projekte in Netzwerkdaten zu überführen. Das Verfahren wurde in [ZeiEtAl09] ausführlich vorgestellt. Das OpenSimulator-Projekt stellt einen besonderen Fall dar, da ein Verbundpartner, die pixelpark AG, im Rahmen einer Open-Innovation-Fallstudie im Projekt an OpenSimulator mitarbeitet. Dadurch sind Einsichten in OpenSimulator vorhanden, die beispielsweise durch Interviews zur Validierung der Ergebnisse der Netzwerkanalyse herangezogen werden können.

Im untersuchten Zeitraum von September 2007 bis Februar 2009 haben insgesamt 198 Personen über 1185 Themen (5505 E-Mails) in der Entwickler-Mailingliste diskutiert. Interessanterweise haben sich in der Community-Mailingliste für den gleichen Zeitraum weniger Personen an weniger Themen beteiligt (175 Personen / 634 Themen / 1582 E-Mails). Beim Sourcecode-Management wird im Falle von OpenSimulater Subversion[2] (SVN) verwendet. Hier haben im untersuchten Zeitraum mit 26 Personen vergleichsweise wenige Entwickler Schreibrechte auf dem System. Diese haben an 6012 Objekten gearbeitet (Insgesamt 32867 Objekte bei Berücksichtigung aller Versionen).

Für den Vergleich der beiden Modelle wurden Broker, Gatekeeper und Hubs mittels des Werkzeugs Pajek[3] durch zwei unterschiedliche Verfahren Bi-Komponenten und strukturelle Löcher berechnet. Die überlappenden Cliquen (CPM) wurden mit dem Werkzeug CFinder[4] berechnet. Schließlich wurde als abhängige Variable die Beteiligung an innovativen Themen mittels einer qualitativen Analyse der Mailinglisten konstruiert. Diese Daten wurden in einem weiteren Schritt mit Blick auf Korrelationen durch statistische Verfahren untersucht.

5 Brokeranalyse vs. überlappende Cliquen bei OpenSimulator

Bei der Zeitreihenanalyse wurden zunächst die drei unterschiedlichen Netzwerke der Entwickler-Mailingliste, der Community-Mailingliste sowie des SVNs auf das Vorkommen von überlappenden Cliquen hin untersucht. Es wurden unterschiedlich

1 www.opensimulator.org

2 www. http://subversion.tigris.org/

3 http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/

4 www.cfinder.org

große Zeitscheiben miteinander verglichen, um die optimale Größe zu ermitteln. Hierbei haben sich Zeitscheiben in der Größe von drei Monaten als günstig für eine grobe Übersicht und Monatsscheiben für die Feinanalyse herausgestellt.

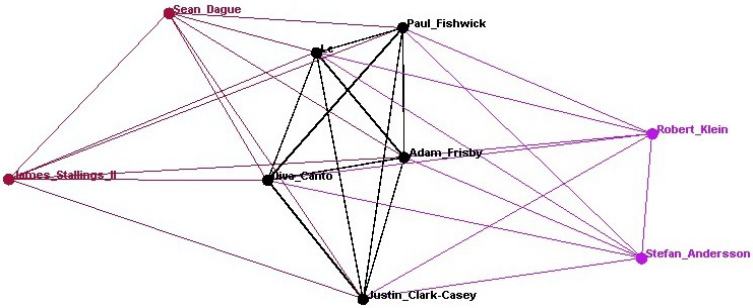


Abb. 3: Überlappende k-7-Cliquen in der Community-Mailingliste

Die Community-Mailingliste der Nutzer weist dabei am deutlichsten sich überlappende Cliquen aus. Hier bilden sich sogar bei der Betrachtung des gesamten Zeitraums als eine Zeitscheibe sich überlappende Cliquen (3 bei K=3, 2 bei K=4, 2 bei K=5 und 2 bei K=7) ab. Abbildung 3 zeigt die sich zwei überlappenden k-7-Cliquen. Interessanterweise sind hier bis auf einen Akteur alle Knoten Teilnehmer an der Entwickler-Mailingliste. Drei der fünf verbindenden Mitglieder haben zudem Zugang zum SVN, wobei zwei von ihnen zu den Gründern des Projekts gehören. Zudem sind zwei der Teilnehmer Wissenschaflter, die allerdings beide auch der Entwicklergemeinschaft angehören.

Leider werden in der Community-Mailingliste keine innovativen Themen diskutiert. Hier erhalten meist Betreiber von 3D-Simulationswelten Unterstützung und in dem frühen Stadium des Projektes ist es, wie wir im weiteren Verlauf sehen werden, nachvollziehbar, dass innovative Themen in der Entwicklerliste diskutiert werden. Hier konnte nur ein innovatives Thema für die Berechnung der anhängigen Variable identifiziert werden, das zudem sich aus einer Diskussion in der Entwicklerliste ergeben hat. Daher wird dieses Netz nicht für den Vergleich der Modelle herangezogen.

Das SVN-Netzwerk lässt auch nur schwer eine Konstruktion einer nach Innovationen kodierten abhängigen Variable zu. Zudem existieren nur in den Anfangsmonaten unterschiedliche Cliquen (Abb. 4 für Oktober bis Dezember 2007). Das Netzwerk scheint interessanterweise sich im Verlauf der Zeit zu einer großen Clique zu entwickeln.

Die Entwickler-Mailingliste stellt sich mit Blick auf die auftauchenden innovativen Themen als geeignet dar, um die unterschiedlichen Modelle zu vergleichen. Es konnten über den gesamten Zeitraum (September 2007 bis Februar 2009) 25 innovative Themen

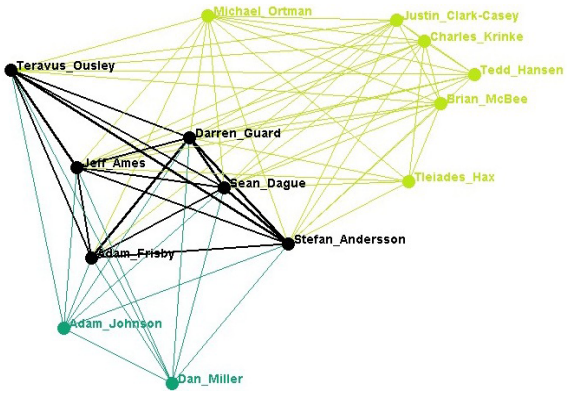


Abb. 4: Überlappende k-8-Cliquen im SVN-Netzwerk

identifiziert werden. Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse fallen erwartungsgemäß differenziert aus. Als überraschend gilt, dass das zum Vergleich herangezogene und auf Eigenvektorzentralität basierende Hubs & Authorities [Klei98] recht gut abschneidet[5]. Von den insgesamt 25 Themen erfüllen nur 17 alle Kriterien, dass also zum Zeitpunkt der Diskussionen sowohl überlappende Cliquen als auch Broker, Gatekeeper, Hubs und Authorities identifiziert werden konnten.

Insgesamt liegt in der Tat die Clique Percolation Method mit signifikanten Korrelationen (Spearmans-Rho) bei 9 Themen als bestes Modell an erster Stelle, stark gefolgt von Hubs & Authorities mit 8 Korrelationen. Die Broker korrelieren je nach Verfahren mit 2 (Bikomponenten) oder mit 3 (strukturelle Löcher) Themen. Bei den Gatekeepern misst hingegen die Einteilung nach Bikomponenten mit einer signifikanten Korrelation mit 6 Themen besser als die Partitionierung nach strukturellen Löchern bei einer Korrelation mit 4 Themen. Es fällt aber auch zudem auf, dass die Korrelationen zwar recht stark signifikant sind, aber sich meist im Bereich mittelschwache bis mittlere Korrelationen bewegen.

Eine der größten Innovationen beim Projekt stellt die Einführung von sogenannten Hypergrids in OpenSimulator dar. Die Idee wurde von einer beteiligten Wissenschaftlerin eingebracht und kann analog mit Hyperlinks beim Internet verglichen werden. Dadurch können einzelne Regionen innerhalb der Simulationsumgebung zusammengeführt werden. Interessanterweise korrelieren 4 von 6 Themen zu Hypergrid mit dem Verfahren der Hubs & Authorities, wohingegen die anderen Verfahren mit einem (Broker und Gatekeeper basierend auf Bikomponenten) oder zwei (CPM, Broker und Gatekeeper nach strukturellen Löchern) Themen konvergieren. Dies mag evtl. auf die starke Führungsfigur der beteiligten Wissenschaftlerin zurückzuführen sein.

5 Googles Page Rank stellt eine Variation der Eigenvektorzentralität dar.

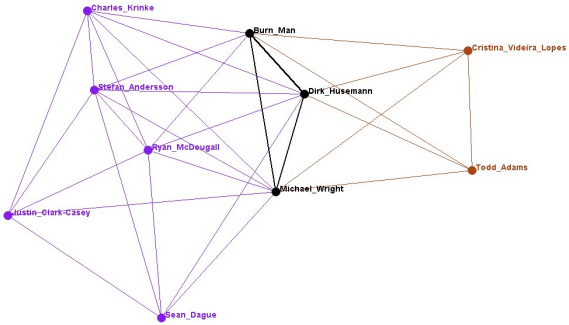


Abb. 5: Überlappende Cliquen bei k=5 zum Zeitpunkt des Themas portable Eigentümer in 3D Welten

Das in der Vorstudie [ZeiEtAl09] ermittelte Thema des portablen Eigentums bzw. Inventars, das durch die Geschichte des Nutzers Terry F. wiedergegeben wurde, korreliert (0,337 bei einer Signifikanz von 0,17) hier nur mit dem Verfahren der Clique Percolation und zwar bei einem K von 5. Abbildung 5 zeigt die überlappenden Cliquen, wobei die Distanz des Initiators Terry F. ihn erwartungsgemäß nicht in die Kerncliquen einteilen lässt. Auch hier haben die meisten in beiden Cliquen identifizierten Akteure Schreibrechte im SVN und gehören damit zum stabilen Kern des Projektes.

Ein weiteres Thema, welches tendenziell stark mit dem Verfahren des Clique-Percolation korreliert (0,587 bei einer Signifikanz von 0,00 bei K=4) ist das Thema Lightweightagents. Hier schlägt ein Mitarbeiter unseres Verbundpartners pixelpark die Idee vor, einfache Beobachteragenten einzuführen, die beispielsweise virtuelle Meetings in der 3D-Welt als Zuschauer beobachten können, ohne dass sie Interaktionsmöglichkeiten besitzen. Das ist insbesondere mit Blick auf die Skalierung der Rechenkraft bei der Simulation solcher Welten wichtig. Abbildung 6 zeigt die überlappenden Cliquen bei K=5, in denen erwartungsgemäß der Mitarbeiter unseres Verbundpartners als einer von drei Mittlern zwischen zwei Cliquen identifiziert wird.

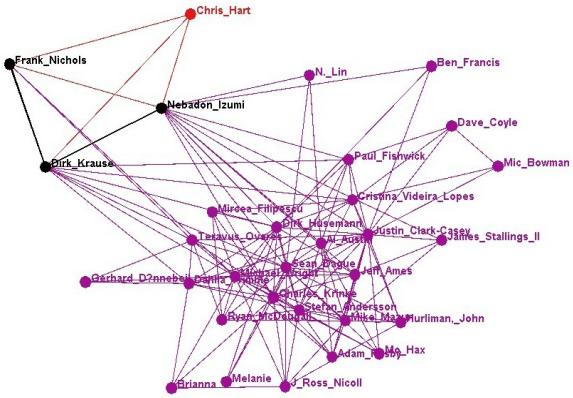


Abb. 6: Überlappende Cliquen bei k=4 während des Themas Lightweight Agents

6 Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt erweist sich bei der Studie zu OpenSimulator das Verfahren der Clique Percolation als recht vielversprechend und kann als Systematisierung des zuvor vorgestellten, heuristischen Ansatzes angenommen werden. Überraschend gut misst auch das auf Eigenvektorzentralität basierte Verfahren der Hubs & Authorities, deren Gewichtung durch ihre Wechselbezüglichkeit erhöht ist (ähnlich wie Page Rank von Google).

Wir können, wenn auch tentativ, bessere Ergebnisse bei höheren Cliquendichten (K) annehmen. Jedoch variiert dies mit der gewählten Größe der Zeitscheiben. Daher wird in künftiger Forschung zusätzlich nach einem Skalierungsmaß zwischen der Größe der Zeitscheiben und der sich bei unterschiedlichen K ergebenden Cliquenüberlappungen gesucht. Darüber hinaus wird das Verfahren auf die weiteren, erhobenen Open-Source-Projekte angewandt, um die hiesigen Ergebnisse zu validieren.

Literatur

[Bu04] Burt, R. S., 2004, Ronald S. Burt. Structural holes and good ideas. American Journal of Sociology, 110(2):349–399, September 2004.

[Bu05] Burt, R. S., 2005, Brokerage and Closure. Oxford: Oxford University Press.

[Ches03] Chesbrough, H., 2003, Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press.

[DoBaFe04] Doreian P. / Batagelj V. / Ferligoj A., 2004, Generalized Blockmodeling, Cambridge University Press.

[FleWa07] Fleming, L. / Waguespack, D. M., 2007, Brokerage, Boundary Spanning, and Leadership in Open Innovation Communities, in: Organization Science, Vol. 18, No. 2, March–April 2007, pp. 165–180.

[HipKro03] von Hippel, E. / von Krogh, G., 2003, Open Source Software and the ‚Private-Collective' Innovation Model: Issues for Organization Science. Organization Science, 14(2), 209-223.

[Klei98] Kleinberg, J. M., 1998, *Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment.* Proceedings of the 9th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, edited by Howard Karloff (SIAM/ACM-SIGACT, 1998).

[Palletal05] Palla, G. /Derényi, I/Farkas, I. /Vicsek, T., 2005, Uncovering the Overlapping Community Structure of Complex Networks in Nature and Society. Nature 435(7043):814-8.

[PortEtAl09] Porter, M. A. / Onnela, J.-P. / Mucha, P. J., 2009, Communities in Networks, Notices of the American Mathematical Society, Vol. 56, No. 9: 1082-1097, 1164-1166.

[PowGro05] Powell, W. W.; Grodal, S., 2005, Networks of Innovators, in: Fagerberg, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. R. (Eds.): The oxford handbook of innovation. Oxford University Press.

[ReiPil09] Reichwald, R. / Piller, F., 2009, Interaktive Wertschöpfung: Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung, 2. Aufl., Wiesbaden: Gabler.

[WaFa94] Wassermann, S. / Faust, K., 1994, Social Network Analysis: Methods and Application. Cambridge: University Press.

[Witte73] Witte, E., 1973, Organisation für Innovationsentscheidungen – Das Promotoren-Modell. Schwartz, Göttingen 1973

[ZeiEtAl08] Zeini, S. / Malzahn, N. / Hoppe, H. U. / Hafkesbrink, J./ Mill, U./ Groh, G. / Westermaier, R. / Pfeiffer, O. / Scholl, H. / Schauf, T., 2008, Ansätze zur softwareunterstützen Kompetenzentwicklung in innovationsgetriebenen Berufen der Digitalen Wirtschaft, in: Meißner, K. / Engelien, M. (Hrsg.), Virtuelle Organisation und Neue Medien 2008. Dresden: TUDpress.

[ZeiEtAl09] Zeini, S. / Malzahn, N. / Hoppe, H. U., 2009, Entstehung von Innovation in Open Source-Netzwerken am Beispiel von Open Simulator, in: Meißner, K. / Engelien, M. (Hrsg.), Virtuelle Organisation und Neue Medien 2009. Dresden: TUDpress.