

Naukowcy na facebook-u. Wizualizacja sieci społecznych w nauce

Veslava Osińska, Tomasz Komendziński

Abstrakt

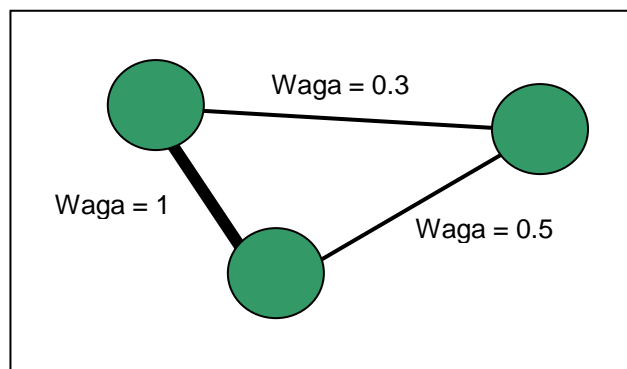
Analiza sieci społecznych – jest nowoczesną strategią w badaniu grup społecznych, a w szczególności ich struktury organizacyjnej. Analogicznie, analiza struktury dziedzinowej społeczności akademickiej opiera się o liczbowe zestawienia współcytowań prac naukowych. Jednym z ważniejszych etapów obu analiz jest wizualizacja wyników, której zadaniem jest czytelne, intuicyjne przedstawienie podobieństwa i korelacji grup badanych obiektów (graczy lub naukowców) w ograniczonej przestrzeni reprezentacji. Metodologia wizualizacji bardzo się rozwinęła w ostatnich dwóch dziesięcioleciach, na co wpłynęły wzrost mocy obliczeniowej komputerów, włączając najnowsze rozwiązania wydajnych kart graficznych oraz nieliniowy i znaczący przyrost zasobów sieciowych wolnego dostępu. W artykule przedstawione zostały badania porównawcze metod wizualizacji, stosowanych w naukometrii oraz socjometrii. W obu dziedzinach wspomniane metody pozwalają na odtworzenie i wielowymiarową analizę dynamicznej sieci powiązań, które mają kluczowe znaczenie dla badań procesów przepływu informacji i wiedzy. Autorka na konkretnych przykładach pokazuje, jak zastosowanie technik wizualizacji informacji może poszerzyć perspektywy analizy i interpretacji funkcjonowania zawodowych grup społecznych.

Słowa kluczowe: analiza sieci społecznych, analiza cytowań, sieci złożone, wizualizacja informacji.

Tradycyjną formą komunikacji w świecie akademickim niezmiennie jest piśmiennictwo. Roczna ilość publikowanych tekstów w czasopismach i materiałach konferencyjnych zbliża się do liczby sześciocyfrowej. Taka skala wymaga zaawansowanych narzędzi i technik do ich ilościowej oceny. Od przeszło czterdziestu lat w analizie statystycznej zasobów piśmienniczych stosuje się metody bibliometryczne, oparte o metadane badanych dokumentów i cytowania. Te zestawienia ilościowe, umożliwiające obliczenie współczynników wpływu, reprezentuje się klasycznie, czyli w postaci wielokolumnowej tabeli. W ostatnim dziesięcioleciu można zaobserwować wyraźną tendencję przedstawiania wyników analiz bibliometrycznych w bardziej złożonej formie, niż tabelaryczna – za pomocą grafiki. Za najważniejsze elementy metryczne takich wizualizacji służą pary jednostek badanych. W reprezentacji graficznej obowiązuje zasada: podobne do siebie pod względem wybranej cechy obiekty są zlokalizowane bliżej siebie, w odróżnienie od tych, mocno różniących się. Takiego rozrzutu przestrzennego dokonuje odpowiedni algorytm mapowania lub wizualizacji danych.

Współwystępujące jednostki w środowisku metadanych takie jak np.: autorzy, czasopisma, słowa kluczowe, kategorie i deskryptory tematyczne lub w bibliografii (autorzy, prace cytowane, czasopisma) są zliczane i sortowane zazwyczaj malejąco. Im większa liczba,

tym większe podobieństwo danej pary obiektów; zatem dane o najbardziej zgodnych właściwościach znajdują się u góry tabeli. Odległości pomiędzy obiektami dla każdej występującej pary w przestrzeni płaszczyzny lub 3D są obliczane za pomocą algorytmów mapowania. Informacja o ilości obiektów, ich wzajemnych połączeniach i odległościach jest niezbędna do powstania wizualizacji, czyli grafu (Rys.1). Graf jest konstrukcją matematyczną, składającą się z węzłów (obiektów) i krawędzi. Krawędzie odwzorowują powiązania pomiędzy obiektami, mogą być opisane za pomocą wagi. Waga, czyli siła tego wiązania jest liczbą, określającą np. odległość między wierzchołkami. Końcowa wizualizacja będzie zależała od wzajemnej korelacji trzech sił: przyciągania i odpychania pomiędzy wierzchołkami oraz grawitacji do środka całego układu.



Rys. 1. Graf o trzech wierzchołkach i trzech krawędziach. Źródło: opracowanie własne.

Jeśli za jednostki badane wybiera się autorów, to na mapie wizualizacyjnej zobaczymy sieć współpracujących autorów. W przypadku cytowań otrzymujemy rozkład wspólnie cytowanych autorów w kolekcji dokumentów (współcytowania) albo w zakresie tego samego opisu bibliograficznego (bibliografie łączone). Charakterystyka topologiczna sieci wymusza centralne rozmieszczenie najważniejszych autorów, czyli zazwyczaj najczęściej cytowanych w układzie wizualizacyjnym. Jeśli analizuje się występowanie tych samych słów kluczowych albo kategorii przedmiotowych lub klas, to wynikowa mapa przedstawi tematyczny rozkład obszarów badawczych. Nierzadko pod uwagę bierze się miejsce zamieszkania lub afiliację autorów – w ten sposób otrzymuje się geograficzny obraz współpracy naukowców.

Network Science

Jak wynika z powyższej zasady, do procesu wizualizacji wymagane są dwie podstawowe składowe: węzły - jednostki analizy i krawędzie - relacje pomiędzy węzłami. Znamienne jest, że koncepcja wykorzystania powiązań między jednostkami badanymi nie jest nowa, lecz wywodzi się z zastosowań nauki o sieci (*Network Science*). Jest to interdyscyplinarny obszar

badan, analizujacy układy złożone z wykorzystaniem teorii grafów, matematyki, statystyki, data mining oraz metod wizualizacji informacji. Słynny badacz tej dyscypliny - „*network scientist*” A.-L. Barabási stwierdza zdecydowanie, iż zasięg zastosowań wskazuje, że będzie to nauka 21 wieku¹. Autor książki przedstawia genezę rozwoju nauki o sieciach, zaznaczając, że pierwszy graf stworzony był na potrzeby wizualizacji wieloskalowych, tabelarycznych baz danych. Podkreśla, iż od 2000 r. obserwuje się gwałtowny rozwój badań w zakresie *Network Science*. Jako główne przyczyny wymienia po pierwsze: masowość danych i ich ogólny dostęp, po drugie – wyraźny wzrost zainteresowania sieciami społecznymi. Co więcej, nauka przestała być ostatnio przedsięwzięciem indywidualnym, o efektywności którego decydują zespołowa organizacja pracy i sieć kontaktów społecznych.

Uniwersalizm struktur sieciowych przejawia się zarówno w przyrodzie, jak i w społeczeństwie. Na przykład, węzłami sieci metabolicznych w biologii są mikroskopijne molekuly, które łączą się ze sobą przy pomocy reakcji chemicznych. W analizie ruchu przepływowego Internetu posługuje się mapowaniem przestrzeni sieciowej, gdzie węzły reprezentują strony WWW, a krawędzie - odnośniki URL. W sieciach społecznych bada się osoby (reprezentowane jako wierzchołki) i ich wzajemne relacje (krawędzie). Dane bibliograficzne mogą być zobrazowane w postaci grafu, jak zostało opisane wyżej. Analiza cytowań w formie graficznej jest jednym z przykładów zastosowań sieciowych według reguły: “kto kogo cytuje”. Można zatem stwierdzić, że w naukach humanistycznych pierwszeństwo w wykorzystywaniu metodologii sieciowych należy do bibliologów i naukoznawców.

Analiza sieci społecznych

Nowe możliwości zarządzania dużymi zbiorami danych i nowe metody obliczeniowe doprowadziły do ekspansji przestrzeni praktycznych zastosowań *Network Science* na nauki społeczne. Na tym tle rozwinęła się bardzo popularna obecnie metoda pod nazwą analiza sieci społecznych (*Social Network Analysis - SNA*), pozwalająca badać struktury tworzone przez ludzi wewnątrz rozmaitych grup społecznych lub organizacji. Jednostki postrzega się jako wzajemnie powiązane elementy składowe całego układu – sieci społecznej, której struktura i zachowanie są brane pod uwagę zamiast cech indywidualnych². SNA może być użyta do

¹ A.-L. Barabási, *Network Science, Ch 1. Introduction*. [on-line]. 2012. (PDF version). [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://barabasilab.neu.edu/networksciencebook/>

² M. Morzy, A. Ławrynowicz. *Wprowadzenie do analizy sieci społecznych*. [on-line]. Prezentacja dydaktyczna, Instytut Informatyki Politechniki Poznańskiej, platforma TSiSS, Poznań 2011. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: http://www.cs.put.poznan.pl/mmorzy/tsiss/9_Wprowadzenie_do_SNA.pdf

analizy charakterystyk osób badanych, ich zachowań społecznych, do odkrywania niewidocznych, wcześniej ukrytych wzorców w powiązaniach pomiędzy nimi. W kontekście informacyjnym takie narzędzie przydatne jest w badaniu struktury komunikacji w organizacji, w pomiarach przepływu informacji, jak również skuteczności propagowania informacji w całej sieci.

Z perspektywy technologicznej taki układ jest zbiorem węzłów i krawędzi o dużym stopniu zagęszczenia. Węzły reprezentują osoby (gracze, aktorzy), a krawędzie – ich wzajemne relacje. Może to być zarówno graf nieskierowany (*undirected*), jak i skierowany (*directed*). W pierwszym przypadku gracze są równoważni, co do swej roli społecznej lub funkcji, zachowania. Typowa sieć społeczna, nieukierunkowana skonstruowana jest wg reguły: „kto kogo zna”. W drugim - informacja przepływa w określonym kierunku, przykładowo sprawdza się tu zasada „kto do kogo mówi”³. Waga krawędzi może być zróżnicowana w zależności od własności komunikacyjnych takich jak: częstotliwość interakcji pomiędzy aktorami, subiektywna ocena bliskości emocjonalnej z powiązanymi osobami, związki rodzinne, koszty komunikacji z daną osobą. Niektórzy badacze w metodzie SNA proponują wprowadzić trzy wymiary: społeczny społecznopoziomy i intelektualny. Takie innowacyjne, interdyscyplinarne badania były przeprowadzone na sieciowych danych bibliograficznych wybranej społeczności akademickiej przez japońskich naukowców⁴.

Powstałe skomplikowane wzorce graficzne, nie są jednolite, lecz zazwyczaj składają się ze skupisk węzłów (aktorów) w różnym stopniu odizolowanych od sąsiedztwa. Znalezienie przyczyny „separacji”, nazwanie „specjalizacji” tych klastrów należą do zadań analizy jakościowej sieci społecznych. Analiza ilościowa pozwala na określenie roli, pełnioną przez aktorów, która jest wynikiem ich pozycji w układzie graficznym. Na przykład lider – jest osobą o dużej liczbie wzajemnych relacji w otoczeniu. Zwolennik lidera ma podobny do niego profil, lecz przejawia mniejszą aktywność⁵. *Outsider* – osoba, znajdująca się bardzo daleko od lidera, na peryferiach układu wizualizacyjnego.

Jeśli bibliometry i naukometry mają duże doświadczenie w analizie struktur społecznych, to można pokusić się o porównanie dzisiejszych interpretacji

³ Tamże.

⁴ T. Miki, S. Nomura, T. Ishida. *Semantic web link analysis to discover social relationship in academic communities*. Proceeding of the The Symposium on Applications and the Internet. IEEE Computer Society Washington, DC, USA 2005, pp. 38-45.

⁵ 8.C. Głowiński, K. Konikiewicz. *Analiza sieci społecznych. Dlaczego za kilka lat wszyscy będą jej używać?* [on-line]. Prezentacja dydaktyczna. SAS Institute, Warszawa 2010. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: http://www.cs.put.poznan.pl/mmorzy/tsiss/9_Wprowadzenie_do_SNA.pdf

makrosocjologicznych ze schematem wnioskowania w naukach metrycznych, które zostało zademonstrowane w Tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie wzorców interpretacyjnych SNA w naukach społecznych i bibliologii

	W perspektywie nauk społecznych	W perspektywie bibliologii
1.	Lider – osoba o silnej zazwyczaj osobowości, skupiająca społeczność dookoła siebie.	Autor najczęściej cytowany, mający dużo naśladowców, założyciel nowej szkoły (wykrywany po upływie co najmniej 5 lat)
2.	Liderzy lokalni – osoby, przyciągające innych z najbliższego sąsiedztwa	Potencjalni naśladowcy szkoły głównego nurtu.
3.	Grupy osób charakteryzujących się jakąś wspólną cechą (nazwisko, zainteresowania, język, kraj zamieszkania) w różnym stopniu izolowane od reszty	Naukowcy pogrupowane według tematyki badań, prowadzonych grantów; dziedziny naukowe służą do identyfikacji klastrow grupujących .
4.	Współpraca osób na tle zawodowym lub prywatnym	Współautorstwo, współcytowania, bibliografie łączone, wspólna afiliacja.
6.	Ogólna struktura powiązań jest istotna pod względem zagęszczenia (intensywna komunikacja), rozpiętości sieci (wskaźnik propagacji informacji w sieci), jednorodnego rozkładu i ilości skupisk lokalnych (kliki) i powiązań pomiędzy nimi (czyli osób pośredniczących w komunikacji- infobrokerów).	Zagęszczenie oznacza szybszy rozwój danej dziedziny badawczej; duża średnica (rozpiętość) sieci świadczy o różnorodności działalności naukowej; jednorodny rozkład może oznaczać dużą autonomię badaczy; węzeł - pośrednik jest osobą lub publikacją łączącą różne podejścia i szkoły naukowe.

Zródło: opracowanie własne.

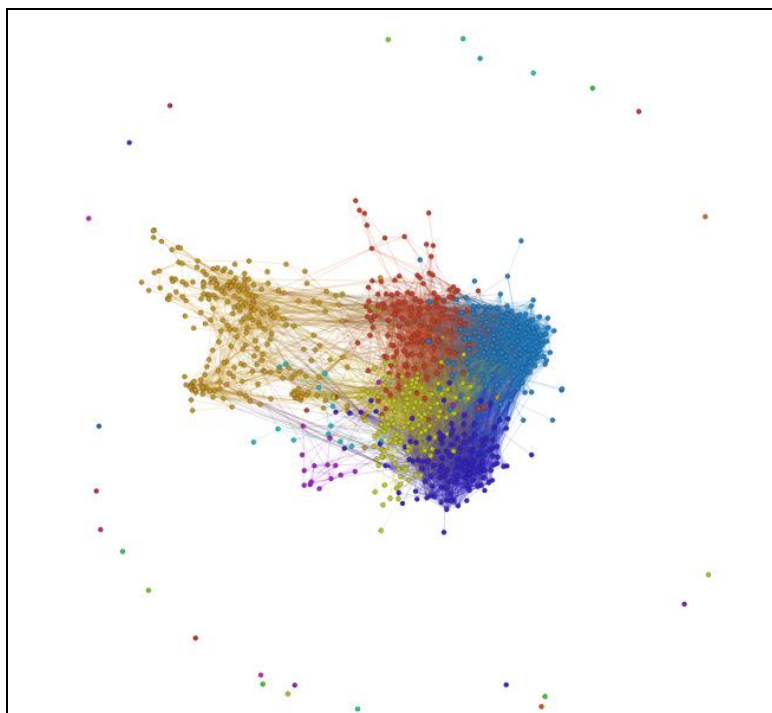
Naukowiec na Facebook’u

W dobie uspołecznienia sieci praktycznie każdy użytkownik może stworzyć własną sieć społeczną. Dla generacji internautów 2.0 charakterystyczne jest prowadzenie aktywnego życia społecznego wyłącznie za pośrednictwem portali sieciowych. A zatem każdy użytkownik Facebook’a swoją aktywnością generuje informacje o grupach swoich znajomych, relacjach z nimi, wymianie wiadomościami, plikami multimedialnymi i ideami. Dane te są gromadzone i indeksowane za pomocą globalnych serwerów rozproszonych. Za pomocą specjalnych programów – robotów dane te można ściągnąć na dysk lokalny w postaci pliku tekstowego w odpowiednim formacie opisu struktury sieci (np.: GDF, GraphML, CSV). W takim pliku zawarte są informacje o ilości węzłów i krawędzi oraz następujące metadane: ilości powiązań dla każdego węzła tak wchodzących, tak i wychodzących (a ich suma jest najważniejszą charakterystyką węzła, zwana stopniem), ilość postów, komentarzy, „lajków”, płeć, wiek, miejsce zamieszkania oraz nazwy węzłów (imię, nazwisko, nick osoby).

Pytanie, które często stawiają socjologowie brzmi: „*Twoi przyjaciele mają więcej przyjaciół, niż Ty. Ile zaś przyjaciół można mieć?*”. Odpowiadają, iż przeciętnie liczba ta

wynosi 150. Facebook jest idealnym środowiskiem na sprawdzenie tej reguły. Dzięki wizualizacji sieci znajomych Facebooka można zobaczyć znajomych, znajomych znajomych, znajomych znajomych znajomych itp. Zaskoczyć nas mogą informacje o znajomości, przyjaźni (tej sieciowej), wzajemnym komunikowaniu się znanych nam osób, przynależność ich do organizacji lub klubów na „fejsie”.

Naukowiec, traktujący Facebook jako wirtualne środowisko robocze, w którym komunikuje się z kolegami, zarządza i wymienia się poglądami, ale jednocześnie nie stroniący od rozrywkowych aplikacji, powinien stworzyć i przeanalizować swój graf społeczny. Pozwoli to mu na zrozumienie ogólnej struktury intelektualnej społeczności naukowej, z którą współpracuje i lepszą organizację przestrzeni współpracy naukowej. Nazwijmy umownie takiego naukowca modelowym. Rysunek poniżej reprezentuje taką sieć społeczną naszego pracownika nauki.



Rys. 2. Wygenerowany graf znajomości na Fb w układzie *ForceAtlas2*. Źródło: opracowanie własne⁶.

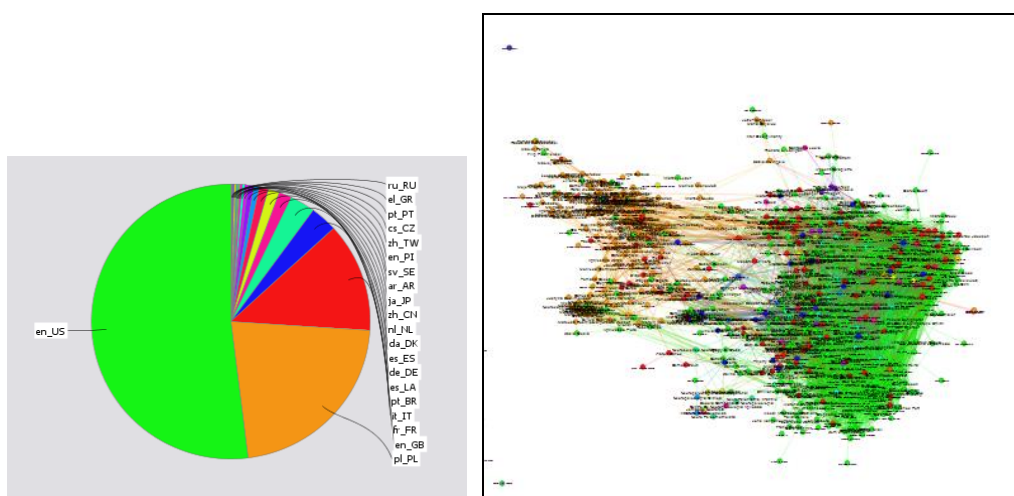
Można tu wyodrębnić siedem głównych skupisk, oznaczonych różnymi kolorami. Topologię rozkładu wygodnie jest opisać za pomocą trzech wymiarów: XY plus kolor. Kierunek górnego dołu oznacza przejście od tematów ogólnonaukowych do nauk humanistycznych. Prawo-lewo - to relacja ukazująca przynależność geograficzną: po prawej stronie zlokalizowana jest

⁶ Kolorowe wersje zamieszczonych wizualizacji można obejrzeć pod adresem: www.umk.pl/~wieo/SNA

społeczność amerykańska, po lewej – polskie grupy, definiowane przez polskie więzi. Spójność tych grup jest wynikiem nie tylko relacji naukowych, lecz także znajomości prywatnej. Kolory identyfikują specjalizacje takie jak: nauki eksperymentalne (kliniczne) i nauki teoretyczne oraz neuronauki, psychologię i nauki społeczne. Główny aktor intuicyjnie wskazuje swoje miejsce w gęstej sieci relacji na podstawie zainteresowań naukowych, przekonań i kontaktów osobistych.

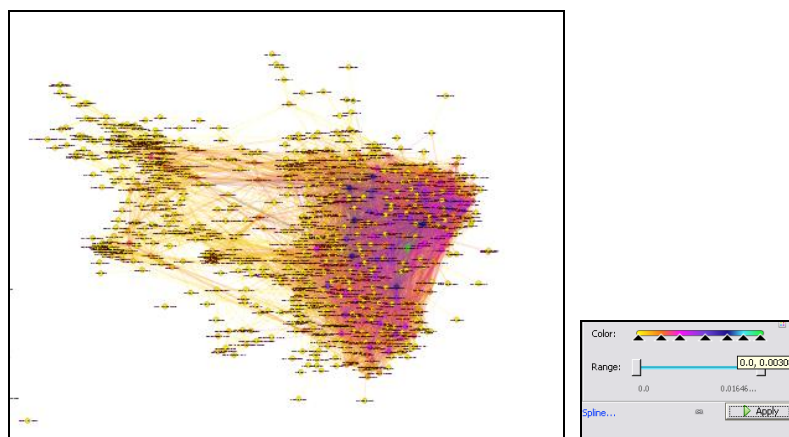
Dookoła zgranych podgrup figurują „satelity”. Są to pojedynczy aktorzy o najmniejszej mocy kontaktu z przedstawicielami tej społeczności organizowanej przez lidera.

Następnie pogrupowano dane według kraju domeny (Rys. 3). Wynikowy rozkład graficzny przypomina poprzedni, co oznacza pokrywanie się kategorii geograficznych i kierunków naukowo-badawczych. Wytlumaczyć to można tym, iż przestrzeń geograficznych zależności definiowana jest przez więzi społeczne. Widzimy nieproporcjonalnie wysokie zagęszczenie połączeń w środowisku amerykańskim (zielony kolor) w porównaniu z grupą polskich naukowców. Niektórzy Amerykanie otwierają wątki dyskusyjne i skupiają wokół siebie Polaków – to widać po zielonych odseparowanych punktach na pomarańczowym tle. Jeśli stopniowo będziemy zwiększać ilość połączeń pomiędzy węzłami, to zobaczymy, że polscy naukowcy dopiero włączają się w rozmowę, gdy amerykańscy koledzy już stworzyli potężną sieć kontaktów. Przyczyn takiej sytuacji należy szukać w utrzymywanej tendencji oderwania nauki od środowiska elektronicznego (w Polsce), w różnicy kryteriów finansowania nauki, wpływających na charakter współpracy naukowców.



Rys. 3. Ten sam graf pokolorowany według domeny kraju. Źródło: opracowanie własne.

Algorytm PageRank stosuje się, aby oszacować tak zwaną jakość połączeń aktorów występujących w roli liderów i liderów lokalnych (nazywanych *HUB* w programach do wizualizacji). W następnej wersji kolorystycznej naszego grafu (Rys.4) widzimy wyraźne wyróżniony kolorem zielonym (o najwyższej jakości połączeń wg skali) najważniejszy węzeł w środkowej części amerykańskiej grupy użytkowników Fb. Jest to lider integracji badań interdyscyplinarnych i transdyscyplinarnych, tzn. takich, które nie mają motywacji tylko czystonaukowych, lecz także społecznych, edukacyjnych. W pobliżu aktora-lidera widać wyraźnie mieszające się kolorystycznie krawędzie i węzły, co jest indykatoem mocno interdyscyplinarnych powiązań.



Rys. 4. Ten sam graf pokolorowany według jakości połączeń HUB. Źródło: opracowanie własne.

W podobny sposób, za pomocą identyfikacji kolorystycznej można analizować rozkład użytkowników według płci, zakresów wiekowych i innych dostępnych metadanych.

Charakteryzując strumienie połączeń wchodzących i wychodzących, można zauważyć, że są one zbliżonej wartości. A zatem użytkownicy w równym stopniu czytają posty, jak i je piszą.

Podsumowanie

Struktury społeczne środowisk akademickich są od dawna badane w zakresie bibliologii. W ostatnim dziesięcioleciu możliwości SNA odkryli socjologowie i zaczęli stosować na dużą skalę. Znaczenie tu mają rozwój Internetu i masowy dostęp do danych wieloskalowych, jak również nowoczesne metodologie *Network Science*, umożliwiające reprezentacje takich struktur w formie graficznej, łatwej w percepcji i wielowymiarowej analizie.

Modelowym środowiskiem do badań własnej sieci społecznej jest Facebook. Za pomocą takiej wizualizacji naukowiec jest w stanie scharakteryzować swoje grupy znajomych pod względem wspólnych kierunków zainteresowań, aktywności dyskusyjnej, równowagi

w czytaniu-pisaniu postów. Drugim aspektem takiej analizy jest zapoznanie się z indywidualnymi cechami wybranych użytkowników, takich jak np.: silna, charyzmatyczna osobowość, niezależność, odwaga, autokracja albo odosobnienie, słabość, wygodnictwo. Podobnie jak narzędzie *altmetrics*⁷, które jest miernikiem popularności w mediach społecznościowych, Facebook umożliwia badanie naukowych statystyk i ilościowo-jakościową analizę współpracy on-line.

Główny aktor sieci społecznej zalety takiej wizualnej analizy podsumował następująco: „*Po pierwsze, pozwoliło to mi na rozpoznanie własnego miejsca w strukturze pewnej budowanej przeze mnie wspólnoty, społeczności, a także miejsce moje i tej wspólnoty w szerszym kontekście sieci więzi naukowych. Po drugie, umożliwiło planowanie poszerzania swoich więzi w celach teoretycznych, projektowych, ale również ze względu na poczucie tożsamości i przynależności do określonej społeczności.*”

Suplement. Altmetrics

Szybko rosnąca liczba tekstów naukowych stwarza problem ich przeczytania. Jest praktycznie niemożliwe zapoznanie się z wszystkimi źródłami badanego tematu. Naukowcy potrzebują filtrujących narzędzi do literatury przedmiotu. Tradycyjne narzędzia takie jak recenzja, cytowania mają takie słabości, jak: większy lub mniejszy czas opóźnienia (2 lata!) i ograniczony zasięg. Wskaźniki JIF, brane dzisiaj pod uwagę, mierzące średnią poczytność czasopisma, nie mogą być obiektywną oceną jakości konkretnego artykułu⁸.

Naukowcy na wzór postępowych użytkowników sieci 2.0 otwierają się na nowe technologie i nie odstają w wykorzystywaniu nowoczesnych narzędzi sieciowych i mediów społecznościowych. Bibliometryczne metody pomiaru komunikacji naukowej naturalnie ewoluowały do formy alternatywnej - *altmetrics*. Pojęcie to zostało zdefiniowane niedawno - w 2010 roku⁹. Jest to wykorzystywanie nietradycyjnych, naukowych środków komunikacji, opartych na aktywności w środowiskach sieciowych¹⁰. Narzędzie to bada częstotliwość przeglądu publikacji, ściągłości plików, komentarze i aktywność dyskutujących. Altmetrics stało się nie tylko uzupełniającą do tradycyjnych oceną wpływu tekstów naukowych, ale również środkiem promocji, tak i przewidywania liczby cytowań. W warunkach coraz to

⁷ p. Suplement.

⁸ J. Priem, D. Taraborelli, P. Groth, C. Neylon, *Altmetrics: A manifesto*. [on-line] Altmetrics.org 2010 wer.1.0. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://altmetrics.org/manifesto/>.

⁹ Tamże.

¹⁰ J. Priem, H.A. Piwowar, B.M. Hemminger. *Altmetrics in the Wild: Using Social Media to Explore Scholarly Impact*. ACM Web Science Conference 2012 Workshop, 2012. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://altmetrics.org/altmetrics12/priem/>

intensywniejszej integracji mediów społecznościowych, takich jak: blogi, Facebook, Twitter naukowcy przenoszą współczesne obyczaje komunikacyjne na profesjonalne platformy dedykowane współpracy sieciowej, np.: Mendeley, VIVO¹¹. Altmetrics charakteryzuje się urozmaicheniem narzędzi, otwartą technologią, szybkością i dostosowaniem do semantycznych treści¹².

Bibliografia

1. *Altmetrics: a manifesto*. [on-line]. Altmetrics.org. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: <http://altmetrics.org/manifesto>.
2. Kim H., Barnett G.A. *Social Network Analysis Using Author Co-Citation Data*. AMCIS 2008. Proceedings AIS Electronic Library (AISeL).
3. Priem J., Piwowar H.A., Hemminger B.M. *Altmetrics in the Wild: Using Social Media to Explore Scholarly Impact*. ACM Web Science Conference 2012 Workshop, 2012. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: <http://altmetrics.org/altmetrics12/priem/>
4. Roemer R.C., and Rachel Borchardt. *From bibliometrics to altmetrics. A changing scholarly landscape*. College & Research Libraries News. 2012. vol. 73 no. 10.
5. Barabási A.-L, *Network Science, Ch 1. Introduction*. [on-line]. 2012. (PDF version). [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w World Wide Web: <http://barabasilab.neu.edu/networksciencebook/>
6. Morzy M., Ławrynowicz A. *Wprowadzenie do analizy sieci społecznych*. [on-line]. Prezentacja dydaktyczna, Instytut Informatyki Politechniki Poznańskiej, platforma TSiSS, Poznań 2011. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: http://www.cs.put.poznan.pl/mmorzy/tsiss/9_Wprowadzenie_do_SNA.pdf
7. Miki T., Nomura S., Ishida T. *Semantic web link analysis to discover social relationship in academic communities*. Proceeding of the The Symposium on Applications and the Internet. IEEE Computer Society Washington, DC, USA 2005.
8. Głowiński C., Konikiewicz K. *Analiza sieci społecznych. Dlaczego za kilka lat wszyscy będą jej używać?* [on-line]. Prezentacja dydaktyczna. SAS Institute, Warszawa 2010. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: http://www.cs.put.poznan.pl/mmorzy/tsiss/9_Wprowadzenie_do_SNA.pdf
9. Wallace M.L., Larivie V., Gingras Y.. *A Small World of Citations? The Influence of Collaboration Networks on Citation Practices*. [on-line]. PLOS ONE, 2012. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0033339>
10. Chen, Ch., *Information Visualization. Beyond the Horizon*. 2nd ed. London: Springer, 2006.
11. Hjørland, B., Domain analysis in information science: eleven approaches – traditional as innovative, *Journal of documentation*. 2002, nr 58.
12. Otte1 E., Rousseau R. Social Network Analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28, 2002.
13. Osińska, V., *Wizualizacja i wyszukiwanie dokumentów*. Warszawa: SBP, 2010.
14. Coulon F., *The use of social network analysis in innovation research: a literature review*. [on-line]. 2005. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: <http://www.druid.dk/conferences/winter2005/papers/dw2005-305.pdf>
15. *Gephi. Features*. [on-line]. Gephi makes graphs handy. 2005. [dostęp 26 czerwca 2013]. Dostępny w Word Wide Web: <https://gephi.org/features/>.
16. Wasserman S., Faust K., *Social network analysis. Methods and applications*. Cambridge University Press, 1994.

¹¹ R.C. Roemer, R. Borchardt. From bibliometrics to altmetrics. A changing scholarly landscape November 2012, *College & Research Libraries News*. vol. 73 no. 10, pp. 596-600.

¹² Tamże.