

Wizualizacja sieci w badaniach cyfrowej humanistyki

RADOSŁAW BOMBA

The lower half of the cover features a complex abstract graphic design. It consists of several overlapping geometric shapes: a large, light gray trapezoidal shape on the right, a dark gray horizontal bar on the left, and a solid black horizontal bar below it. The background is filled with a fine, light gray halftone dot pattern. The overall aesthetic is modern and technical, reflecting the theme of digital humanities.

Nauka sieci staje się obecnie popularną perspektywą na gruncie cyfrowej humanistyki, głównie z tego powodu, że pozwala relatywnie łatwo radzić sobie z dużymi, złożonymi zbiorami danych. Dodatkowym atutem jest uniwersalność tej metody. Wizualizacja sieci może równie dobrze służyć badaniom przepływu informacji w internecie, jak i analizom historycznym¹, literaturoznawczym² czy antropologicznym³. Obecnie zastosowanie odpowiedniego oprogramowania pozwala znacznie poszerzyć możliwości analiz opartych na wizualizacji sieci.

Pomimo obserwowanego rozwoju nauki sieci opartego na badaniach prowadzonych przez różne nurty cyfrowej humanistyki należy zaznaczyć, że dyscyplina ta ma stosunkowo długą historię i interdyscyplinarne źródła. Chciałbym w pierwszej części mojego tekstu odnieść się do historii tego nurtu badawczego i naszkicować kluczowe momenty jego rozwoju. —→

¹ C. Winterer, **Visualizing Benjamin Franklin's Correspondence Network**, Mapping The Republic of Letters, <http://republicofletters.stanford.edu/casestudies/franklin.html> (19.02.2015).

² F. Moretti, **Graphs, Maps, Trees. Abstract Models for Literary History**, London – New York 2005.

³ R.V. Kozinets, **Netnografia: badania etnograficzne online**, przekł. M. Brzozowska-Brywczyńska, Warszawa 2012, s. 78–83.

Zarys historii nauki sieci

Początki dyscypliny wywodzą się z matematyki i badań prowadzonych na gruncie teorii grafów. Ojcem tej dyscypliny był Leonard Euler, matematyk szwajcarskiego pochodzenia, żyjący w XVIII wieku. Teoria grafów narodziła się w momencie, kiedy Euler zajął się „problemem mostów Królewieckich”. W Królewcu (obecnie Kaliningrad), gdzie żył matematyk, część miasta położona była na dwóch wyspach na rzece Pregole. Wyspy między sobą i lądem połączone były siedmioma mostami. Problem matematyczny, który zainteresował Eulera, dotyczył kwestii, czy można przejść przez wszystkie mosty w taki sposób, aby każdy z nich przekroczyć tylko raz. Badacz udowodnił, że nie jest to możliwe, gdyż liczba mostów jest nieparzysta. Sformułował również warunki opisujące sytuację, która jest niezbędna, aby przejście mostów było możliwe. W ten sposób matematyk stworzył graf nazywany od jego nazwiska grafem eulerowskim. Graf można opisać linią ciągłą w taki sposób, aby każda jego krawędź była obwiedziona tylko raz wyłącznie w sytuacji, gdy liczba wierzchołków tego grafu, w których spotyka się ze sobą liczba nieparzystych krawędzi, wynosi zero lub dwa⁴. Rozważania Eulera zapoczątkowały matematyczny okres badania nad właściwościami sieci, który w zasadniczej części wiązał się z teorią grafów.

Matematyczne badania nad właściwościami sieci zostały w istotny sposób rozwinięte przez dwóch węgierskich matematyków Paula Erdősa i Alfréda Rényia. Uwaga badaczy skupiła się na analizie powstawania przypadkowych sieci. Jako przykład matematycy przywołali metaforę przyjęcia, na które gospodarz zaprasza 100 osób wcześniej się nieznających. Jednemu z gości gospodarz zdradza informację, że w zielonych butelkach znajduje się bardzo drogie wino. Gospodarz przekonany jest, że informacja dotrze zaledwie do kilku osób. Swoje przekonanie opiera na kalkulacji, że poinformowany gość przekaze wiadomość zaledwie kilku osobom podczas przyjęcia. Według wycień Erdősa i Rényia, gdyby poinformowany gość chciał porozmawiać jedynie przez 10 minut z pozostały-

mi 99 gośćmi, zajęłoby to ponad 16 godzin. Pomimo to, jak pokazali matematycy, w przeciągu 30 minut wszyscy zgromadzeni goście będą wiedzieć o tajemnicy gospodarza⁵. Tworzenie się przypadkowych połączeń prowadzi do sytuacji, w której każdy z gości ma przynajmniej jedno połączenie z dowolnym innym gościem zgromadzonym na sali. W tym właśnie momencie wśród plotkujących gości powstaje sieć relacji. W ten sposób, zaczynając od określonego pojedynczego gościa, możemy dotrzeć do wszystkich innych zgromadzonych osób za pomocą łączących ich powiązań. Tym samym informacja o dobrym winie może szybko dotrzeć do każdego, kto znajduje się w obrębie sieci⁶.

Nowy rozdział badań nad siecią rozpoczął się wraz z narodzinami współczesnej psychologii społecznej. Badaczem, który zainteresował się analizą sieci międzyludzkich, był Stanley Milgram, psycholog znany ze swoich licznych eksperymentów. Milgrama zainteresował problem relacji społecznych. Dla badacza istotną kwestią było ustalenie społecznego dystansu pomiędzy grupą przypadkowych, nieznających się ludzi. W tym celu psycholog sformułował w 1967 roku zasady swojego eksperymentu. Wybrał dwie osoby mieszkające w zupełnie innych miejscach i nieznające się ze sobą. Jedną z nich poprosił, aby skontaktowała się z drugą osobą za pomocą kartki pocztowej. Osoba, która miała podjąć się zadania nawiązania kontaktu z nieznanym, nie mogła jednak wysłać kartki bezpośrednio do nieznanego, ale musiała wykorzystać krąg swoich znajomych – osób, które znała bezpośrednio i które w jej opinii mogły znać adresata. W ten sposób Milgram mógł ustalić liczbę pośredników społecznych pomiędzy dwoma przypadkowymi osobami w obrębie danego społeczeństwa. Początkowo badacz zakładał, że będzie to około 100 pośredników. Wyniki powtarzane kilkakrotnie były jednak bardziej zaskakujące. Każdorazowo liczba pośredników pomiędzy dwójką nieznajomych wynosiła około sześciu osób. Odkrycie to jest nazywane fenomenem małego świata lub zasadą sześciu stopni oddalenia⁷.

⁵ A.L. Barabasi, **Linked. The New Science of Networks**, Cambridge – Massachusetts 2001, s. 14–16.

⁶ Ibidem, s. 17–18.

⁷ D. Easley, J. Kleinberg, **Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World**, Cambridge 2010, s. 35–37.

⁴ Zob. hasło **Graf eulerowski**, Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Graf_eulerowski (19.02.2015).

Eksperyment Milgrama pokazał zaskakującą właściwość sieci. W wielkich sieciach, w których istnieje wiele milionów węzłów, jeden węzeł dzieli od drugiego niewielką liczbę pośredników. W sieciach społecznych, które badał psycholog, każda jednostka funkcjonuje w nieco innej grupie społecznej. Przyjmując, że przeciętnie każda osoba ma 300 znajomych i każdy z tych znajomych ma również 300 znajomych, którzy również mają 300 znajomych, to już w trzecim stopniu oddalenia mamy dostęp do 27 milionów osób ($300 \times 300 \times 300$)⁸.

Badania nad sieciami społecznymi zapoczątkowane przez Stanleya Milgrama zostały rozwinięte przez socjologa Marka Granovettera. Skupił się on na zjawisku silnych i słabych więzi. Badacz poddał analizie zjawisko rozprzestrzeniania się nowych informacji w społeczeństwie. Zaobserwował, że najczęściej nowe informacje dostarczane są za pomocą tak zwanych słabych więzi. Jest to typ relacji, jaki powstaje pomiędzy osobami, które znają się słabo i mają ze sobą rzadki kontakt⁹. Badacz zaobserwował, że wśród grup osób, które połączone są silnymi więziami (często wchodzą ze sobą w interakcje), cyrkulują te same informacje, wszyscy dysponują tą samą wiedzą. Nowe informacje docierają do tych grupy dzięki słabym więziom. Społeczeństwo w tym ujęciu jawi się jako grupy osób, klastry, które wewnętrznie połączone są silnymi więziami, natomiast połączenia pomiędzy klastrami tworzone są przez słabe więzi¹⁰. Obecnie badania społeczne nad siecią są rozwijane między innymi przez Nicholasa A. Christakisa i Jamesa H. Fowlera. W swojej najnowszej książce *W sieci* badacze analizują zjawisko tworzenia się określonych klastrów sieci, badają wpływ społeczny, rozprzestrzenianie się informacji i różnych zjawisk społecznych¹¹.

Nowy etap w historii nauki sieci zapoczątkowało odkrycie sieci bezskalowych i analiza ich cech prowadzona przez węgierskiego fizyka Alberta-László

-Barabásiego. W przeciwieństwie do przypadkowych sieci, gdzie każdy węzeł ma zbliżoną liczbę połączeń z innymi węzłami, w sieciach bezskalowych znajdują się węzły, które mogą mieć o wiele większą liczbę połączeń w stosunku do innych węzłów. W odniesieniu do społeczeństwa jako przykład takich węzłów mogą posłużyć osoby znane, na przykład aktorzy lub politycy, którzy kojarzeni są praktycznie przez wszystkich członków społeczeństwa¹². Podobnie kwestia dystrybucji połączeń pomiędzy węzłami wygląda w największej sztucznie wykreowanej sieci – internecie. Badania pozwoliły zaobserwować, że tu również mamy do czynienia z dominacją kilku dużych węzłów, które w istotny sposób kształtują charakter samej sieci¹³.

Zanim przejdę do tytułowego zagadnienia, jakim jest wykorzystanie wizualizacji sieci w badaniach cyfrowej humanistyki, chciałbym przywołać i scharakteryzować najważniejsze kategorie wykorzystywane w badaniu sieci.

Nauka sieci. Podstawowe kategorie badawcze

Analiza sieci wymaga zapoznania się z podstawowymi kategoriami analitycznymi wykorzystywanymi na gruncie tej dyscypliny. Podstawowym budulcem każdej sieci są węzły. Węzły są określonymi obiektami, pomiędzy którymi występują połączenia tworzące sieć. Jeżeli dane badania dotyczą relacji społecznych, to węzłami będą pojedynczy ludzie, w przypadku nauk przyrodniczych mogą to być na przykład neurony w mózgu, w fizyce i chemii określone cząstki, w informatyce serwery. Połączenia pomiędzy węzłami określa się mianem krawędzi. Podobnie jak w przypadku węzłów, zależą one od przedmiotu badań. Dlatego też mogą to być na przykład interakcje albo relacje pokrewieństwa, połączenia danego serwera z innymi serwerami albo połączenia pomiędzy określonymi neuronami¹⁴.

⁸ Ibidem, s. 612–614.

⁹ M.S. Granovetter, *The Strength of Weak Ties*, „American Journal of Sociology” 6(78)/1973, s. 1366.

¹⁰ Ibidem, s. 1376.

¹¹ N.A. Christakis, J.H. Fowler, *W sieci. Jak sieci społeczne kształtują nasze życie*, przekł. I. Szybilska-Fiedorowicz, Sopot 2011.

¹² V. Karyotis, E. Stai, S. Papavassiliou, *Evolutionary Dynamics of Complex Communication Networks*, London, New York 2014, s.159.

¹³ Ibidem, s. 162–163.

¹⁴ S. Weingart, *Demystifying Networks*, „Journal of Digital Humanities” 1(1)/2011, <http://journalofdigitalhumanities.org/1-1/demystifying-networks-by-scott-weingart/> (19.02.2015).

Krawędzie, mogą łączyć ze sobą kilka kolejnych węzłów. W przypadku gdy kilka węzłów połączonych jest krawędzią w taki sposób, że węzeł A połączony jest z węzłem B, a węzeł B z węzłem C i tak dalej, wówczas mamy do czynienia ze ścieżką. Ścieżka składa się co najmniej z dwóch krawędzi łączących przynajmniej trzy węzły¹⁵. W przypadku badań społecznych mogą to być kolejne stopnie pokrewieństwa łączące na przykład syna z ojcem, ojca z dziadkiem, dziadka z pradziadkiem i tak dalej.

Parametrem, za pomocą którego możemy określić każdy węzeł, jest także stopień węzła. Jest to liczba krawędzi, które łączą dany węzeł z innymi węzłami. Im większa jest liczba węzłów, z którymi połączony jest dany węzeł, tym wyższy jest jego stopień. W populacji ludzkiej są to osoby, które mają wielu znajomych i przyjaciół. Węzły, które mają najwyższy stopień, określa się mianem habów. W wizualizacjach sieci te odznaczają się tym, że są największe ze wszystkich węzłów tworzących sieć. Zazwyczaj to węzły tego typu nadają kształt całej sieci i wpływają na jej dynamikę i rozwój¹⁶.

Połączone krawędziami węzły danej sieci tworzą komponent sieci. W szerokim sensie możemy powiedzieć, że cała sieć jest jednym wielkim komponentem. Niemniej jednak w obrębie danej sieci możemy często wyodrębnić kilka pomniejszych komponentów. Istotną kategorią, która decyduje o tym, czy mamy do czynienia z jednym, czy z wieloma komponentami, jest łączliwość węzłów¹⁷. Sieci o małej łączliwości składają się z kilku niepołączonych ze sobą komponentów. W przypadku badań społecznych wielkim komponentem nazwiemy na przykład wszystkich uczniów danej szkoły. Mniejszymi komponentami w takiej sieci mogą być z kolei poszczególne klasy. Małe komponenty w obrębie danej sieci tworzą grupy węzłów, które mają relatywnie więcej połączeń pomiędzy sobą niż z innymi węzłami sieci. W przypadku sieci społecznych małe komponenty są po prostu pomniejszymi społecznościami w obrębie większej wspólnoty.

W badaniu sieci często wykorzystuje się również kategorię średnicy sieci. Średnicą nazywamy najdłuższą w sieci ścieżkę pomiędzy dwoma węzłami. Z kategorią tą łączy się również kategoria promienia węzła (ang. *radius*). Promień odnosi się do danego węzła sieci i określa najdłuższą ścieżkę łączącą go z innym, najdalej położonym od niego węzłem sieci. W połączonym komponencie węzły z małą wartością promienia stanowią centrum grafu, natomiast węzły z największą jego wartością są węzłami peryferyjnymi¹⁸.

Badając określoną sieć, można również analizować kategorie pośredniości (ang. *betweenness*) i bliskości (ang. *closeness*). Pośredniość jest to liczba wszystkich ścieżek ze wszystkich węzłów sieci, które przechodzą przez dany węzeł. Natomiast bliskość określa liczbę bezpośrednich ścieżek ze wszystkich węzłów prowadzącą do wszystkich innych węzłów, które muszą przechodzić przez wybrany węzeł¹⁹. Parametry te pozwalają określić siłę danego węzła i jego rolę w sieci.

Sieci możemy podzielić na kilka typów ze względu na zróżnicowane kryteria. Jednym z podstawowych podziałów jest podział na sieci ukierunkowane i nieukierunkowane. W przypadku sieci ukierunkowanych istotne są kierunki połączeń między węzłami. W wizualizacjach najczęściej ten typ sieci określają wektory umieszczone na końcu krawędzi łączących węzły. W przypadku relacji społecznych umożliwia to określenie, czy zachodzące między jednostkami relacje są wzajemne, czy jednostronne. Analogicznie z sieciami nieukierunkowanymi mamy do czynienia, gdy nie interesują nas wektory relacji pomiędzy węzłami, a jedynie sam fakt połączenia danych węzłów²⁰.

Innym podziałem sieci jest podział na sieci unimodalne i bimodalne. Podział ten odnosi się do typów węzłów, jakie występują w danej sieci. Jeżeli węzły, z których zbudowana jest dana sieć, stanowią jedną kategorię ontologiczną, wówczas mówimy o sieci unimodalnej. Przykładem mogą być relacje międzyludzkie. Jeżeli w sieci występują dwa typy węzłów –

¹⁵ V. Karyotis, E. Stai, S. Papavassiliou, *Evolutionary Dynamics...*, op. cit., s. 46–48.

¹⁶ A.L. Barabasi, *Linked...*, op. cit., s. 55–64.

¹⁷ D. Easley, J. Kleinberg, *Networks, Crowds...*, op. cit., s. 28–32.

¹⁸ T.G. Lewis, *Network science. Theory and Practice*, New Jersey 2009, s. 30–31.

¹⁹ Ibidem, s. 31–32.

²⁰ S. Weingart, *Demystifying Networks*, op. cit.

ludzie i zamieszkiwane przez nich miasta – wówczas mamy do czynienia z siecią bimodalną²¹.

Sieci możemy również podzielić ze względu na topografię, jaką przybierają połączone ze sobą węzły. W tym sensie możemy mówić o sieciach o strukturze drzewiastej, liniowej i tym podobne²². W badaniach sieci społecznych przydatne mogą być również takie parametry jak: homofilia²³ (wiązaną się osób z jednostkami podobnymi do nich samych) i tranzytywność (wysoki poziom tranzytywności charakteryzuje osoby/węzły połączone licznymi relacjami wewnątrz jednego klastra – niska charakteryzuje osoby, które mają płytsze relacje, ale z większą liczbą węzłów w różnych klastrach)²⁴.

Nauka sieci w projektach cyfrowej humanistyki

Wraz z rozwojem cyfrowej humanistyki i szerokim zastosowaniem nowych mediów nauka sieci coraz częściej staje się metodą badawczą, po którą sięgają humaniści. Należy jednak zaznaczyć, że w projektach tych nie zawsze w pełni świadomie wykorzystywana jest metodologia nauki sieci. Często prowadzi to do spłylenia analiz i skupienia się jedynie na warstwie wizualnej, bez szerszych uogólnień teoretycznych.

Jedną z dyscyplin, która często sięga po wizualizację sieci, jest współcześnie historia. Wiąże się to z wzrastającą popularnością wykorzystania wizualizacji we współczesnych narracjach historycznych. Przy czym, jak zauważa Marcin Wilkowski, wizualizacja nie jest obecnie jedynie dodatkiem do tekstu, ale stanowi odrębną, samoistną formę przekazu²⁵.

Doskonałym przykładem są różnego rodzaju projekty badań historycznych, które często wykorzystują elementy nauki sieci. Widać to już w pierwszym, klasycznym projekcie cyfrowej humanistyki *Mapping The Republic of Letters*, stworzonym przez histo-

ryków z Uniwersytetu Stanforda. W projekcie tym badacze posłużyli się metodami wizualizacji sieci, połączonymi z wizualizacją geograficzną i animacją komputerową, w celu zobrazowania sieci korespondencji filozofów i intelektualistów epoki oświecenia²⁶.

Mariaż danych geograficznych i elementów sieci w badaniach historycznych zaprezentował ostatnio również Maximilian Schich z University of Texas. Historyk sięgnął po dane zgromadzone w bazie Google Freebase. Baza ta przechowuje zasadnicze informacje o ważnych postaciach historycznych. Wśród tych danych znajdują się informacje takie jak lata życia oraz miejsce urodzin i śmierci danej postaci. Schich wykorzystał dane 120 tysięcy osób, które żyły pomiędzy rokiem 600 przed naszą erą i rokiem 2012. Dane te posłużyły zostały do stworzenia rozbudowanej, animowanej wizualizacji sieci połączonej z elementami wizualizacji geograficznej. Projekt łączył miejsca urodzin i śmierci poszczególnych osób. Miejsca urodzenia oznaczone zostały kolorem niebieskim, a śmierci – czerwonym, i łączyła je dwukolorowa, zakrzywiona linia naniesiona na mapę. Dzięki temu badacz pokazał trendy migracyjne oraz rozwój i upadek wielkich ośrodków kulturowych²⁷. Dodatkowym elementem tego projektu były analizy, które określały, w jaki sposób ważne wydarzenia historyczne (tj. wojny, zarazy i tym podobne) mogły działać jako czynnik przyciągający ludzi do danego ośrodka geograficznego lub od niego odpychający. Kiluminutowa animacja stworzona przez badacza pokazywała dynamicznie sieć, która pozwalała precyzyjnie i sugestywnie zilustrować zjawiska historyczne w długim okresie w skali całego globu²⁸.

Wizualizacja sieci wykorzystana została także w projekcie *Kindred Britain*²⁹ stworzonym na Uniwersytecie Stanforda. Zasadniczym celem tego przedsięwzięcia było przebadanie relacji pokrewieństwa wśród

²¹ Ibidem.

²² N.A. Christakis, J.H. Fowler, *W sieci...*, op. cit., s. 21.

²³ D. Easley, J. Kleinberg, *Networks, Crowds...*, op. cit., s. 86–90.

²⁴ N.A. Christakis, J.H. Fowler, *W sieci...*, op. cit., s. 27.

²⁵ M. Wilkowski, *Wprowadzenie do historii cyfrowej*, Gdańsk 2013, s. 88–90.

²⁶ Projekt *Mapping The Republic of Letters*, <http://republicofletters.stanford.edu/> (19.02.2015).

²⁷ M. Martino, A.L. Barabási, Dirk Helbing, *A network framework of cultural history*, „Science” 345/2014, s. 558–562.

²⁸ A. Abbott, *Humanity's cultural history captured in 5-minute film*, „Nature”, 31.07.2014, <http://www.nature.com/news/humanity-s-cultural-history-captured-in-5-minute-film-1.15650> (19.02.2015).

²⁹ Projekt *Kindred Britain*, <http://kindred.stanford.edu/> (19.02.2015).

ważnych postaci z historii Wielkiej Brytanii. Badania objęły 30 tysięcy osób żyjących w przeciągu ostatnich 1500 lat. Aplikacja stworzona w ramach projektu pokazuje połączenia i relacje rodzinne takie jak: więzy krwi, małżeństwa lub przynależności. Wizualizacja sieci jest w tym kontekście rozumiana jako wizualizacja drzewa rodzinnego. Według twórców projektu pomiędzy 30 tysiącami osób, które opisuje projekt, istnieje 897 milionów różnych połączeń, co pozwala odkrywać nieznanie wcześniej relacje i ścieżki pokrewieństwa pomiędzy postaciami historycznymi.

Badania historyczne obejmują nie tylko relacje pomiędzy konkretnymi postaciami historycznymi. Zdarza się, że analizowane są wzorce przemieszczania się konkretnych obiektów. Zagadnienie to podejmuje projekt stworzony przez Mitcha Fraasa, który wykorzystał wizualizację sieci do analizy wzorów przemieszczania się manuskryptów pomiędzy średniowiecznymi brytyjskimi bibliotekami³⁰. Badacz skorzystał z bazy danych, która zawierała informacje o 6 tysiącach rekordów książek wypożyczonych przez różne biblioteki. W podstawie tych informacji i odpowiedniego oprogramowania do wizualizacji powstała sieć relacji naniesiona na obszar Wielkiej Brytanii.

Interesujące badanie i projekty wykorzystujące wizualizację sieci pojawiają się również na gruncie współczesnych badań nad sztuką. Przedsięwzięciem, które doskonale to obrazuje, jest projekt *Inventing Abstraction* stworzony przez nowojorski MoMA³¹. Przedsięwzięcie to powstało w ramach wystawy poświęconej sztuce abstrakcyjnej. Twórców projektu zainteresował gwałtowny i szybki rozwój nurtu abstrakcyjnego w sztuce. Zjawisko, które narodziło się około 1911 roku, po pięciu latach stało się tak popularne, że dzieła tego typu liczyć można było już w tysiącach sztuk. Dodatkowo na uwagę zasługują różnorodność i transmedialność projektów, które zaklasyfikować można jako abstrakcyjne. Malarstwu towarzyszyła bowiem eksperymentalna poezja, li-

teratura, taniec, muzyka, fotografia i film³². Artyści reprezentujący różne dyscypliny wpływali na siebie i inspirowali swoje działania. W celu zobrazowania tego złożonego konglomeratu artystycznego twórcy wystawy stworzyli interaktywną wizualizację sieci. Unaoczniała ona relacje i kontakty pomiędzy poszczególnymi artystami. Wizualizacja sieci pozwoliła pokazać, jak krążyły idee i koncepcje w środowisku artystycznym. Autorzy projektu podkreślają, że „abstrakcja nie była inspiracją pojedynczego geniuszu, ale produktem myślenia sieciowego – idee przepływały przez węzły artystów i intelektualistów”³³. Wizualizacja łączy poszczególnych artystów w jeden wielki komponent. Artyści połączeni zostali pomiędzy sobą na podstawie udokumentowanych relacji koleżeńskich, jakie zostały między nimi zaobserwowane. Interaktywność wizualizacji *Inventing Abstraction* pozwala nie tylko obserwować relacje społeczne, jakie tworzyły podstawy zjawiska abstrakcji w sztuce. Przy kliknięciu na pojedyncze węzły aplikacja wyświetla w formie sieci relacje społeczne określonego artysty, ale można się również zaznajomić z biogramem i opisem najważniejszych dzieł.

Coraz częściej po analizie sieci sięgają także literaturoznawcy. Analizy takie wpisują się w propagowaną przez Franco Morettiego koncepcję *distant reading*³⁴, w której sprawdzanie sieci relacji bohaterów powieści staje się jedną z kluczowych metod badawczych. Wizualizację sieci wykorzystał badacz już w swojej pierwszej głośnej pracy, w której metoda ta posłużyła do badania powieści XIX-wiecznych³⁵. Na gruncie badań literackich coraz częściej wizualizacja sieci wykorzystywana jest także w analizach stylometrycznych³⁶.

Wizualizacja sieci stosowana jest również w projektach poświęconych analizie filmów. Ilustracją tego zjawiska jest portal Movie Galaxies³⁷. Jest to przedsięwzięcie, które zbiera i udostępnia interak-

³² Ibidem.

³³ Ibidem.

³⁴ F. Moretti, *Distant Reading*, London – New York 2013.

³⁵ F. Moretti, *Graphs, Maps, Trees...*, op. cit.

³⁶ J. Rybicki, *Pierwszy rzut oka na stylometryczną mapę literatury polskiej*, „Teksty Drugie” 2/2014, s. 106–128.

³⁷ Portal Movie Galaxies, <http://moviegalaxies.com/about/> (19.02.2015).

³⁰ M. Fraas, *The Dispersal of the Medieval Libraries of Great Britain*, Mapping Books, <http://mappingbooks.blogspot.com/2013/11/the-dispersal-of-medieval-libraries-of.html> (19.02.2015)

³¹ Projekt *Inventing Abstraction*, <http://www.moma.org/interactives/exhibitions/2012/inventingabstraction/> (19.02.2015).

tywne wizualizacje sieci, przedstawiające społeczne relacje pomiędzy bohaterami filmów. W ten sposób, według twórców Movie Galaxies, możemy w nowy sposób doświadczyć filmu. Koncepcja ta wydaje się pod wieloma względami ciekawa. Wynika to z faktu, że takie ujęcie pozwala nie tylko na analizę pojedynczych filmów w optyce nauki sieci. Portal pozwala bowiem zestawiać ze sobą różne wizualizacje. W ten sposób przykładowo możemy analizować relacje występujące we wszystkich filmach danego reżysera. Obecnie na stronie znaleźć możemy wizualizacje sieci ponad 700 różnych filmów, między innymi *Pulp Fiction*, *Władcy pierścieni*, *Annie Hall* i wielu innych.

Wykorzystanie wizualizacji sieci jest również użyteczne w badaniach nad różnego rodzaju remiksami. W ten sposób określić można, jakie fragmenty, sample innych utworów są najczęściej ze sobą łączone w kompozycjach danego artysty³⁸.

Projekty, które w najszerszym stopniu wykorzystują naukę sieci w tworzonych wizualizacjach, to zazwyczaj przedsięwzięcia podejmujące problematykę badań nad relacjami, które zaobserwować można w internecie. Przykładem tego typu badań jest stworzony na MIT projekt *Immersion*³⁹. Projekt ten pozwala zwizualizować w formie interaktywnej sieci dane pochodzące z poczty e-mail danego użytkownika. W ten sposób historia wysyłanych wiadomości wyświetla się jako sieć relacji. Użytkownik może sam zaobserwować, z kim najczęściej wymienia wiadomości w danym czasie. Wizualizacja taka staje się narzędziem autorefleksji, ale – jak przekonują twórcy projektu – może również posłużyć do planowania i analizowania indywidualnych strategii komunikacyjnych⁴⁰.

Podobnie analizowane są dzisiaj portale społecznościowe. Projekty takie badają na przykład aktywność osób edytujących hasła na Wikipedii. Ilustruje to projekt Bernie'ego Hogana z Oxford In-

ternet Institute⁴¹. Podobnie naukę sieci wykorzystano w projekcie *The Global Language Network* zrealizowanym przez badaczy z MIT Media Lab Macro Connections, Aix-Marseille Université, Northeastern MoBS i Harvard. Przedsięwzięcie dotyczyło badań nad zachowaniami językowymi i wizualizacji sieci przedstawiającej relacje pomiędzy użytkownikami edytującymi Wikipedię w różnych językach⁴².

Warto również zaznaczyć, że nauka sieci wykorzystywana jest w badaniu internetu per se. Wydaje się, że taka forma przedstawiania i wizualizowania sieci jest jednym z najbardziej efektywnych sposobów badania tego fenomenu. Jednocześnie ciężko wytyczyć tutaj granicę określającą, czy badania takie są badaniami nad technologią, czy nad społeczeństwem. W projekcie *The Internet Map*⁴³ cały internet i wszystkie funkcjonujące w nim strony zostały przedstawione w postaci interaktywnej wizualizacji sieci. Wielkość węzłów w sieci zależna jest od liczby odwiedzin. Dodatkowo poszczególne klastry reprezentujące różne kultury narodowe zostały oznaczone za pomocą różnych kolorów węzłów. W ten sposób wizualizacja sieci pokazuje nie tylko stan techniczny sieci, ale również popularność danych stron i określone trendy kulturowe. Prawdopodobnie jest to jedyna forma wizualizacji, za pomocą której można obejrzeć cały internet.

Omówione projekty to jedynie kilka z najciekawszych inicjatyw. Projektów opartych na wizualizacji sieci w cyfrowej humanistyce jest coraz więcej. Można wysunąć hipotezę, że wizualizacja sieci staje się jedną z najbardziej charakterystycznych form estetycznych cyfrowej humanistyki. Warto jednak zaznaczyć, że wizualizacja sieci w wielu przedsięwzięciach spod znaku *digital humanities* wykorzystywana jest bez odniesień do teorii naukowych rozwijanych od wielu lat na gruncie nauki sieci. Sądzę, że połączenie wizualnych prezentacji z dorobkiem badawczym nauki sieci może zaowocować pogłębionymi analizami i interpretacjami badanych zjawisk.

³⁸ M. Rządkowski, A. Dudzińska, M. Chmielewska, **Analiza utworów muzycznych z wykorzystaniem wizualizacji sieci**, Projekt **Medialab** UMCS, <http://medialab.umcs.lublin.pl/?p=1134> (19.02.2015).

³⁹ Projekt **Immersion**, <https://immersion.media.mit.edu/> (19.02.2015).

⁴⁰ Ibidem.

⁴¹ B. Hogan, **Wikipedia co-editing patterns**, <http://wikiproject.oii.ox.ac.uk/networks/index.php> (19.02.2015).

⁴² Projekt **The Global Language Network**, <http://language.media.mit.edu/visualizations/wikipedia> (19.02.2015).

⁴³ Projekt **The Internet Map**, <http://internet-map.net/> (19.02.2015).