

Omówienie analizy sieciowej

Lee Hyunjoung, Sohn Il

Pomimo że tradycyjne badania opierają się na niezależności aktorów, w analizie sieciowej zakłada się, że aktorzy są nawzajem od siebie zależni. Zgodnie z tym założeniem celem analizy sieciowej jest ilościowy pomiar regularnie występujących wzorców. W analizie sieciowej zakłada się, że działania aktorów nie są ani niezależne, ani autonomiczne, ale wzajemnie się determinują, a relacja między aktorami pełni rolę kanału, którym przepływają lub są przesyłane zasoby (materialne lub niematerialne). Ponadto różnica w porównaniu z tradycyjnymi metodami badawczymi polega na tym, że pozycja gracza w grupie może ograniczać jego działania, a z drugiej strony tworzy środowisko, w którym mogą występować zdarzenia zbieżne. Innymi słowy, aktorzy są wzajemnie zależni, zasoby znajdują się w obiegu poprzez relacje i powstaje sieć społeczna, ale działania mogą być różne w zależności od pozycji aktora w grupie. Dlatego też, nawet jeśli punktem wyjścia analizy jest w gruncie rzeczy pojedynczy aktor, w rzeczywistości obejmuje ona nie tylko aktora, ale również grupy i relacje między tymi grupami a aktorem.

1. Definicja analizy sieci społecznej (SNA)

W społeczeństwie znajdują się aktorzy tacy jak narody, korporacje, grupy i jednostki, którzy komunikują się ze sobą w obrębie organizacji, czyli społeczności. Wytworem tych interakcji są relacje zwane sieciami społecznymi. Relacja może rozpocząć się od zwykłego nawiązania znajomości i, w zależności od jej charakteru i kontekstu, może zostać zinterpretowana na wiele sposobów. Na przykład w relacjach między eksporterami i importerami, firmami produkcyjnymi i dostawcami surowców oraz wykładowcami i studentami wyróżnić można pewne role. Istnieją również relacje poznawcze lub emocjonalne, powstające na podstawie czynników takich, jak

uznanie, przyjaźń, szacunek i wyłączność. Relacje można też tworzyć i klasyfikować w kategoriach działań, takich jak sprzedawanie, kupowanie, przekonywanie, wspieranie i zachęcanie.

Aktorzy w relacji społecznej wywierają na siebie wzajemnie wpływ, co może podtrzymywać lub poszerzać tę relację. Osoby wybierające konkretny produkt albo tworzące nową technologię często sięgają po rady innych osób i zamiast działać w pojedynkę, współpracują, aby zrealizować wspólny cel. Dlatego tak ważne jest zrozumienie wpływu uczestników sieci społecznych na siebie nawzajem. Dotychczas jednak nasz punkt widzenia ograniczał się do cech poszczególnych aktorów, a nie do wartości i znaczenia relacji między nimi. W rezultacie zakładano, że aktor jest powściągliwy lub introwertyczny i nie mają na niego wpływu relacje z innymi aktorami w sieci, a zmian w relacji albo sytuacji nie brano pod uwagę. To założenie odgrywa większą rolę w sieciach społecznych z większą liczbą aktorów i bardziej skomplikowanymi oraz zróżnicowanymi relacjami między aktorami. Przyczyną tego stanu rzeczy jest również brak zainteresowania, zakres dostępnych danych oraz złożoność relacji.

Jakiego rodzaju relacje można wyróżnić? W pierwszej dekadzie XXI wieku zainteresowanie sieciami społecznymi i relacjami zostało wzbudzone dzięki popularności różnych usług społecznościowych, takich jak Twitter i Facebook. Postęp w technologii komputerowej i rozpowszechnienie komunikacji personalnej i internetowych infrasystemów umożliwił uzyskiwanie ogromnych zbiorów danych (*Big Data*). Jednocześnie opracowano techniki SNA (*Social Network Analysis* – analiza sieci społecznych) służące do analizowania relacji i dzięki temu dostępne stały się fundamentalne narzędzia potrzebne do zrozumienia sieci społecznych. SNA to intuicyjna i przejrzysta analiza

dynamicznych interakcji w relacjach i ich wpływu na strukturę sieci, która jest zależna od kontekstu.

SNA jest metodą modelowania relacji między aktorami poprzez węzły i łącza, służącą do rozpoznawania typologii i ewolucji sieci. Jej korzenie sięgają badań socjometrycznych prowadzonych w latach 30. ubiegłego wieku przez psychiatrę austriackiego pochodzenia, doktora Moreno¹ [1]. Stosował on socjometrię do pomiaru sympatii i antypatii wśród jednostek i opisu dynamiki wprowadzania i wykluczania aktora z grupy. Te techniki pomiarowe służyły do tworzenia socjomacierzy, z której można było wyczytać informację o statusie danego aktora w grupie; macierz ta pozwalała obliczać wskaźnik spójności grupy. W mniej odległej przeszłości przeprowadzono badania dotyczące dynamicznej ewolucji struktury sieci, które rozszerzono na obszary badawcze spoza nauk społecznych, jak np. inżynieria i nauki przyrodnicze.

Pomimo że tradycyjne badania empiryczne w naukach o społeczeństwie opierają się na cechach jednostek i niezależnych aktorach, analiza SNA zakłada, że aktorzy są od siebie zależni i tworzą relacje. Relacje te przejawiają systematyczne wzorce, które można kwantyfikować (ujmować ilościowo) i mierzyć. W SNA przyjmuje się, że wzorce behawioralne wykazywane przez sieć aktorów nie są ani niezależne, ani autonomiczne, lecz wprost przeciwnie: są wzajemnie zależne, a relacje między aktorami pełnią rolę materialnych lub niematerialnych kanałów lub zasobów. Różnicą między SNA a innymi, tradycyjnymi empirycznymi metodami badawczymi jest również twierdzenie, że pozycja społeczna aktora w grupie może zarówno ograniczać jego działania, jak i dawać mu możliwość podejmowania nowych działań. Innymi słowy, SNA zakłada, że aktorzy należący do grupy są od siebie zależni, dystrybucja zasobów odbywa

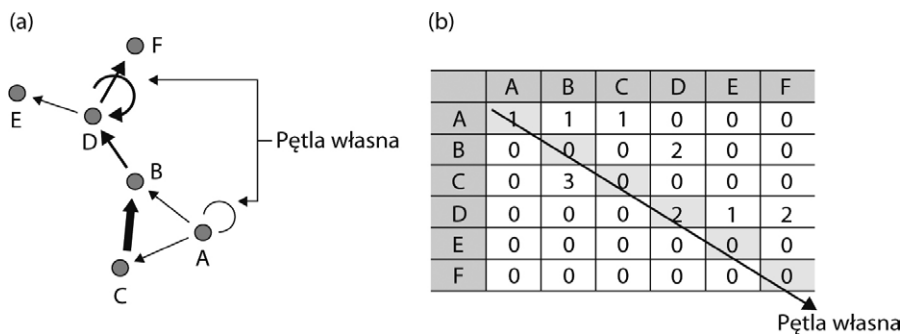
się na zasadzie relacji, a pozycja społeczna zajmowana przez danego aktora w danej grupie hamuje niektóre zachowania aktorów należących do tej grupy, a na inne działa stymulująco. W ten sposób, mimo że punktem wyjścia w SNA są poszczególni aktorzy, analiza ta obejmuje również grupę i relacje między aktorami w tejże grupie.

W ostatnim czasie zastosowanie SNA wkroczyło w obszary takie, jak zarządzanie wiedzą, zasobami ludzkimi i organizacją, śledztwa kryminalne, marketing i zarządzanie relacjami z klientem, usługi internetowe i biologia strukturalna.

2. Podstawowe pojęcia SNA

2.1. Podstawowa terminologia

- Aktor, czyli węzeł:** Aktor to osoba, firma, organizacja społeczna, państwo, produkt, zwierzę lub byt, wyrażony jako węzeł w SNA. To, że używamy słowa „aktor”, nie musi wcale oznaczać, że musi on wypełniać albo chcieć wypełniać jakiegokolwiek obowiązki czy też wykonywać działania w sieci.
- Relacja, czyli łącze:** Aktor ma połączenia (relacje) społeczne, które w analizie SNA są wyrażone przez łącza. Relacje społeczne można podzielić na funkcjonalne, poznawcze lub emocjonalne oraz relacje behawioralne [2].
- Relacja diadyczna:** Ponieważ relacja obejmuje dwóch różnych aktorów, sieć jest zbiorem kilku relacji par lub diad. Dlatego też podstawową jednostką analizy w SNA jest relacja zwana diadą. Diada to połączenie pomiędzy parą aktorów oraz ich potencjalne połączenia. Analizując relację diadyczną, skupiamy się przede wszystkim na jej interaktywności i unikatowości.
- Relacja triadyczna:** Relacja triady obejmuje analizę połączeń między trzema aktorami i potencjalne kategorie podgrupy. Analiza triady koncentruje się na przechodniości i równowadze w relacji aktorów. Przechodniość w relacji triadycznej obejmuje potencjalny transfer istniejącej relacji diadycznej do innej takiej relacji [3]. Na przykład w triadycznej relacji między „i”, „j” i „k”



Rys. 1. Graf i macierz sieci: (a) graf; (b) macierz

- na podstawie tego, że aktor „i” lubi aktora „j”, a aktor „j” lubi aktora „k”, można wywnioskować, że aktor „i” lubi aktora „k”. Równowaga w triadzie to psychologiczna równowaga aktorów relacji triady i status aktorów zachowujących tę równowagę. Tak więc, jeśli aktorzy „i” i „j” żywią do siebie pozytywne uczucia, można oszacować, że z trzecim aktorem „k”, będzie podobnie, ale jeśli „i” i „j” nie przepadają za sobą, wynik szacowania trzeciego aktora „k”, będzie inny.
- Podgrupa:** Grupa to zbiór wszystkich aktorów połączonych w sieć. Podgrupy to podzbiory połączeń aktorów i ich kolejnych połączeń. Tak zdefiniowana podgrupa może składać się z aktorów, których łączą głębokie, bezpośrednie i odwzajemnione relacje z wyboru, w ramach których dzielą się oni informacjami, a także solidarnie i kolektywnie działają. Podgrupa, której aktorów łączą liczne bezpośrednie kontakty, a więzi z outsiderami są nieliczne bądź ich brak, sugeruje jednorodność myśli, tożsamości i zachowania jej członków. Przykładami podgrup są plutony wojskowe, drużyny sportowe, zespoły robocze, komórki terrorystyczne i gangi kryminalne.
 - Sieć:** Sieć składa się ze zbioru aktorów (węzłów) oraz ich relacji (łącza), które można konkretnie zdefiniować pod kątem aktora, grupy i relacji. Sieć można analizować albo całościowo, uwzględniając wszystkie węzły, albo jako sieć ego (egocentryczną), opisując ją z perspektywy centralnego, indywidualnego węzła. W analizie całościowej chodzi o znalezienie

wewnętrznej struktury całej sieci i przepływu dystrybucji. W analizie sieci egocentrycznej rozpoznaje się charakterystyczne lokalne połączenia sieciowe węzła centralnego, czyli ego.

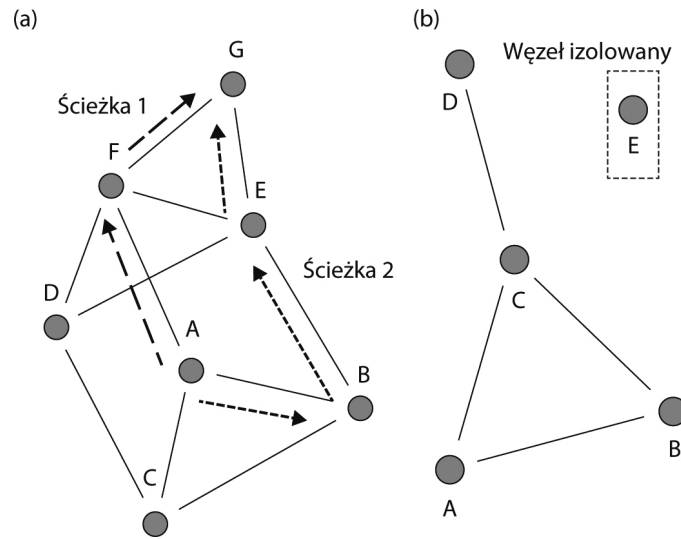
2.2. Reprezentacja sieci

- Graf i macierz:** Graf to intuicyjne, graficzne przedstawienie węzłów i łączy. Graf może również reprezentować macierz, która ułatwia matematyczną i statystyczną analizę złożonej sieci. Gdy węzeł na grafie lub macierzy ma relację łączącą go z nim samym, mówimy wtedy o pętli własnej lub więzi zwrotnej. Na grafie pętlę własną przedstawia się jako krawędź skierowaną lub nieskierowaną, łączącą wierzchołek z nim samym (rys. 1 a). Pętle własne w macierzy to wartości położone na przekątnej (rys. 1 b).
- Ścieżka i odległość (ang. path and distance):** Połączenia między węzłami sieci są określane przez ścieżki i odległość. Ścieżka, przedstawiająca połączenie między dwoma węzłami, to ważny parametr przy pomiarze danych. Węzeł i łącze mogą zostać przekroczone tylko jeden raz na danej ścieżce. Jedno graficzne przedstawienie sieci może zatem zawierać kilka ścieżek łączących dwa węzły, a za najkrótszą ścieżkę między dwoma węzłami uznaje się ścieżkę z najmniejszą liczbą łączy. Odległość w analizie sieciowej nie odnosi się do fizycznej odległości między węzłami, ale do liczby łączy między węzłami na danej ścieżce. Tym samym, gdy dwa węzły są połączone jednym łączem, mówimy o „połączeniu bezpośrednim”, a gdy

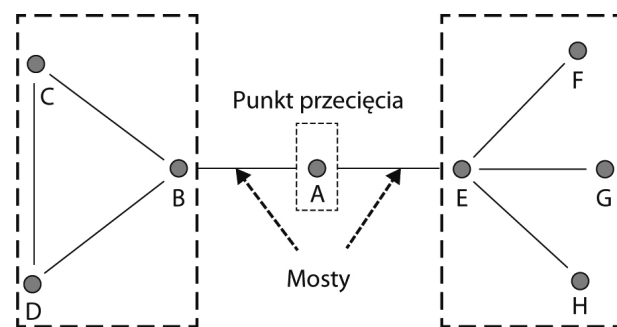
przez kilka łączy – o „połączeniu niebezpośrednim”. Na rysunku 2 a węzeł A jest bezpośrednio połączony z węzłami B, C i F, a niebezpośrednio ze wszystkimi pozostałymi. Wychodzi na to, że między węzłami A i G istnieją dwie ścieżki niebezpośrednie: ścieżka 1 ($A \rightarrow F \rightarrow G$) i ścieżka 2 ($A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow G$); pierwsza z nich jest ścieżką najkrótszą.

3. **Stopień** (ang. *degree*): Dwa węzły połączone ze sobą łączem nazywane są wzajemnie przyległymi, a liczbę węzłów przyległych do danego węzła określa się jako centralność stopnia (ang. *degree centrality*). W ten sposób stopień węzła w sieci odzwierciedla jego aktywność lub wpływ na inne węzły w sieci. Węzeł, który nie jest połączony z innymi węzłami, nazywany jest węzłem izolowanym. W sieci złożonej z g węzłów, minimalna wartość stopnia to 0, a maksymalna $g - 1$. Na grafie przedstawionym na rysunku 2 b węzeł E jest węzłem izolowanym, bo nie ma żadnych połączeń, a węzeł C ma najwyższy stopień (3). W tej sieci z pięcioma węzłami najwyższym możliwym stopniem jest 4. Z kolei na rysunku 1 a widać, że do węzła B prowadzą strzałki od węzłów C i A, a wychodzi strzałka do węzła D, co oznacza dwa połączenia wchodzące i jedno wychodzące. Natomiast do węzła D dochodzi strzałka od węzła B, a wychodzą strzałki do węzłów E i F, co oznacza jedno połączenie wchodzące i dwa połączenia wychodzące.

Pojęcie centralności stopnia jest odzwierciedleniem liczby łączy między poszczególnymi węzłami, przy czym maksymalna liczba łączy jest zdeterminowana liczbą węzłów, a udział łączy istniejących w sieci jest rozumiany jako jej gęstość. Na podstawie gęstości można ustalić liczbę połączeń między wszystkimi węzłami sieci. Gęstość definiuje się jako stosunek między rzeczywistą a największą możliwą liczbą łączy (czego wynikiem jest maksymalna gęstość całości). Obliczając gęstość, zwykle nie bierze się pod uwagę pętli własnych, a maksymalna liczba łączy jest równa liczbie węzłów \times (liczba węzłów $- 1$).



Rys. 2. Ścieżka i stopień: (a) ścieżka; (b) stopień



Rys. 3. Punkt przecięcia i mosty w komponencie sieciowym

4. **Komponent**: Komponentem nazywana jest sieć, która w obrębie grupy nie zawiera węzłów bez połączeń. Węzeł oddzielający jeden komponent od dwóch lub większej liczby innych komponentów nazywany jest punktem przecięcia (ang. *cut-point*), a konkretne łącze między punktem przecięcia a komponentem to most (ang. *bridge*). Na rysunku 3 A to punkt przecięcia, a B-A i A-E to mosty. Jeśli punkt przecięcia i mosty nie będą połączone, będziemy wtedy mogli mówić o dwóch odrębnych komponentach: jednym z węzłami B, C i D oraz drugim z węzłami E, F, G i H.

3. Dane z sieci społecznych

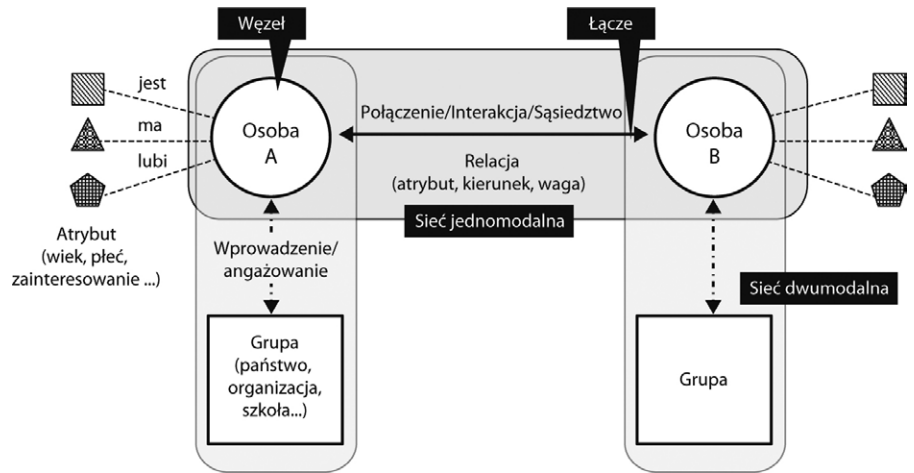
Przedmiotem analizy sieciowej są, w zależności od rodzaju węzłów, dwie kategorie sieci: sieci jednodalne

i dwumodalne. Każdy węzeł i każde łącze mogą mieć konkretne atrybuty, a łącze pozwala określić kierunek relacji i jego wartość ważoną. Na rysunku 4 przedstawiono przykładową strukturę danych sieciowych.

3.1. Sieci jednodalne i sieci dwumodalne

Zależnie od atrybutów węzłów sieć można uznać za jednodalną (wszystkie węzły mają taki sam atrybut) albo sieć dwumodalną (w sieci znajdują się dwa różne atrybuty węzłów) [4]. Na przykład w sieci jednodalnej relacja „osoba z osobą, państwo z państwem”, a w sieci dwumodalnej relację węzeł – atrybut można opisać jako „osoba z państwem”. Obecnie większość analiz sieciowych jest przystosowana do sieci jednodalnych, więc miarodajna analiza sieci

dwumodalnej wymaga jej wcześniejszego przekształcenia w sieć jednomodalną. Polega to na przekształcaniu bezpośrednich relacji między węzłami z różnymi atrybutami w sieci dwumodalnej na niebezpośrednie relacje między węzłami o identycznych atrybutach w sieciach jednomodalnych. Na rysunku 5 przedstawiono bezpośrednie relacje produktów A, B i C z różnymi państwami w sieci dwumodalnej („państwo z produktem”), przekształcone i zróżnicowane na niebezpośrednie relacje w dwóch sieciach jednomodalnych („państwo z państwem” i „produkt z produktem”). Bezpośrednie relacje między państwami zostały zastąpione przez niebezpośrednie relacje między państwami kupującymi identyczne towary i między produktami sprzedawanymi do tego samego państwa.



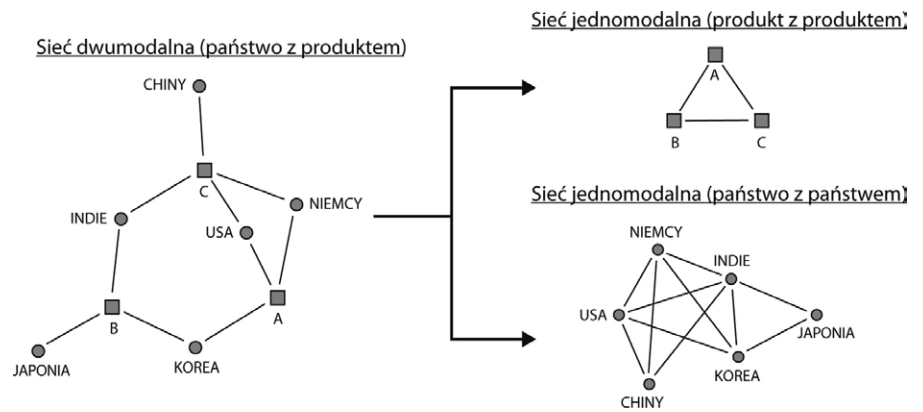
Rys. 4. Struktura danych sieciowych

3.2. Atrybuty i wagi

Węzły i łącza mają atrybuty, przy czym łącza mogą być skierowane i ważone. Na przykład węzły mogą mieć takie atrybuty, jak nazwa, płeć i przynależność, natomiast atrybutem łączący może być przyjaźń, relacja biznesowa i relacja zaufania. Oprócz tego łącza mogą wyrażać relacje kierunkowe, takie jak „A lubi B”, którą można przedstawić jako łącze z A do B ($A \rightarrow B$). Jeśli chcemy wyrazić intensywność relacji, możemy przypisać wagę do łącz. Węzeł z łączem prowadzącym do innego węzła nazywa się węzłem źródłowym, a węzeł, do którego łącze prowadzi – węzłem docelowym. W powyższym przykładzie A jest węzłem źródłowym, natomiast B jest węzłem docelowym w relacji „A lubi B” (patrz tabela 1).

3.3. Format danych sieciowych

Dane sieciowe przyjmują postać macierzy, jednak można je też przedstawić w postaci prostej lub ważonej listy relacji, zawierającej takie same informacje co macierz. Na prostej liście relacji (ang. *linked list*) związki między węzłami zostają uproszczone na zasadzie stwierdzeń „węzeł źródłowy węzła docelowego 1, węzła docelowego 2, ..., węzła docelowego n”, a ich zaletą jest czytelne przedstawienie danych, w których istnieje wiele węzłów. Za pomocą prostej listy nie można jednak przedstawić wagi łącz między węzłami źródłowymi



Rys. 5. Przekształcanie sieci dwumodalnej w sieć jednomodalną

Tabela 1. Waga i kierunek łącz

	Nieważone	Ważone
Skierowane		
Nieskierowane		

i docelowymi. W formacie ważonej listy relacji (ang. *edged list*) dane są przedstawiane jako wzajemnie połączone pary węzłów i można na niej podać informację o wadze relacji. W przypadku danych w postaci macierzy istniejąca relacja w komórce $m \times n$ przyjmuje wartość „1 lub wartość ważona” albo wartość „0”, jeśli relacja nie istnieje. Zwykle

dane sieciowe mają postać macierzy, ale przy większej liczbie węzłów ten format danych staje się mniej czytelny. Pierwsza od lewej kolumna macierzy reprezentuje węzeł źródłowy, a pierwszy wiersz – węzeł docelowy. Wartości na przekątnej to wartości pętli własnej, czyli relacja między każdym węzłem a nim samym (patrz tabela 2).

Tabela 2. Formaty danych sieciowych

	Sieć jednomodalna	Sieć dwumodalna																																																																													
Graf																																																																															
Macierz	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>0</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>D</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <th>E</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>F</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	E	F	A	1	1	1	0	0	0	B	0	0	0	2	0	0	C	0	3	0	0	0	0	D	0	0	0	2	1	2	E	0	0	0	0	0	0	F	0	0	0	0	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Korea</th> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>Japonia</th> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>USA</th> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>Chiny</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>Indie</th> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>Niemcy</th> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	Korea	1	1	0	Japonia	0	1	0	USA	1	0	1	Chiny	0	0	1	Indie	0	1	1	Niemcy	1	0	1
	A	B	C	D	E	F																																																																									
A	1	1	1	0	0	0																																																																									
B	0	0	0	2	0	0																																																																									
C	0	3	0	0	0	0																																																																									
D	0	0	0	2	1	2																																																																									
E	0	0	0	0	0	0																																																																									
F	0	0	0	0	0	0																																																																									
	A	B	C																																																																												
Korea	1	1	0																																																																												
Japonia	0	1	0																																																																												
USA	1	0	1																																																																												
Chiny	0	0	1																																																																												
Indie	0	1	1																																																																												
Niemcy	1	0	1																																																																												
Ważona lista relacji	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Źródło</th> <th>Cel</th> <th>Waga</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>F</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>B</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>C</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>E</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>A</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>D</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Źródło	Cel	Waga	A	B	1	D	F	2	C	B	3	A	C	1	B	D	2	D	E	1	A	A	1	D	D	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Źródło</th> <th>Cel</th> <th>Waga</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Korea</td> <td>A</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>A</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Niemcy</td> <td>A</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Indie</td> <td>B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Japonia</td> <td>B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Korea</td> <td>B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Indie</td> <td>B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Niemcy</td> <td>C</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>C</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Chiny</td> <td>C</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Źródło	Cel	Waga	Korea	A	1	USA	A	1	Niemcy	A	1	Indie	B	1	Japonia	B	1	Korea	B	1	Indie	B	1	Niemcy	C	1	USA	C	1	Chiny	C	1																	
Źródło	Cel	Waga																																																																													
A	B	1																																																																													
D	F	2																																																																													
C	B	3																																																																													
A	C	1																																																																													
B	D	2																																																																													
D	E	1																																																																													
A	A	1																																																																													
D	D	2																																																																													
Źródło	Cel	Waga																																																																													
Korea	A	1																																																																													
USA	A	1																																																																													
Niemcy	A	1																																																																													
Indie	B	1																																																																													
Japonia	B	1																																																																													
Korea	B	1																																																																													
Indie	B	1																																																																													
Niemcy	C	1																																																																													
USA	C	1																																																																													
Chiny	C	1																																																																													
Prosta lista relacji	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Źródło</th> <th>Cel 1</th> <th>Cel 2</th> <th>Cel 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>D</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table>	Źródło	Cel 1	Cel 2	Cel 3	A	A	B	C	B	D			C	B			D	D	E	F	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Źródło</th> <th>Cel 1</th> <th>Cel 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Korea</td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Japonia</td> <td>B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>A</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Chiny</td> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Indie</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Niemcy</td> <td>A</td> <td>C</td> </tr> </tbody> </table>	Źródło	Cel 1	Cel 2	Korea	A	B	Japonia	B		USA	A	C	Chiny	C		Indie	B	C	Niemcy	A	C																																				
Źródło	Cel 1	Cel 2	Cel 3																																																																												
A	A	B	C																																																																												
B	D																																																																														
C	B																																																																														
D	D	E	F																																																																												
Źródło	Cel 1	Cel 2																																																																													
Korea	A	B																																																																													
Japonia	B																																																																														
USA	A	C																																																																													
Chiny	C																																																																														
Indie	B	C																																																																													
Niemcy	A	C																																																																													

Przypisy

1 Jacob Moreno (1889–1974) – austriacko-amerykański lekarz, psychiatra, socjolog, twórca psychodramy – metody psychologicznej pomocy w dostosowaniu się jednostki do nowych sytuacji i wydarzeń [źr. Wikipedia] (przyp. red.).

Literatura

- [1] BARABÁSI A.L.: *Linked: The New Science of Networks*. Cambridge, Perseus Publishing, MA 2002.
- [2] KNOKE D., KUKLINSKI J.H.: *Network Analysis: Quantitative Applications in the Social Sciences*. Sage Publications, Beverly Hills, CA, 1982.
- [3] WASSERMAN S., FAUST K.: *Social Network Analysis: Methods and Application*. Cambridge University Press, New York 1997.
- [4] BORGATTI S.P., EVERETT M.G.: *Network analysis of 2-mode data*. „Social Networks”, 19(3)/1997.

Fragment pochodzi z książki:
Big Data w przemyśle
 Lee Hyunjoung, Sohn Il
 Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019