

**Franciszek GRABOWSKI, Andrzej PASZKIEWICZ,  
Marek BOLANOWSKI**  
Politechnika Rzeszowska, Polska

## **Wykorzystanie teorii małych światów w e-learningu**

### **Wstęp**

Współczesna edukacja znajduje się w stanie ciągłego poszukiwania optymalnych mechanizmów, które pozwoliłyby na zwiększenie efektywności przekazywania, przyswajania oraz utrwalania wiedzy. Jednym z rozwiązań, które staje się nieodzownym elementem obecnej oraz przyszłej edukacji, jest e-learning. Systemy tego typu charakteryzują się dużą elastycznością, skalowalnością oraz uniwersalnością. W dobie powszechnego dostępu do sieci Internet oraz gwałtownego rozwoju infrastruktury teleinformatycznej (m.in. poprzez zwiększanie przepustowości łączy) ograniczenia techniczne przestają mieć decydujący wpływ na rozwój tych systemów. Dlatego też systemy informatyczne dzięki swoim ciągle rozwijającym możliwościom pozwalają na tworzenie szerokiej oferty edukacyjnej. Dostępne narzędzia pozwalają wyjść poza utarte schematy związane z tą formą edukacji. Już dziś można tworzyć platformy e-learningowe pozwalające na dostęp zarówno do rzeczywistych, jak i wirtualnych stanowisk laboratoryjnych. Doskonale można to zaobserwować w odniesieniu do informatyki, gdzie oprócz standardowych informacji prezentowanych w formie tekstu, animacji, filmów instruktażowych, interaktywnych testów i powtórek możliwe jest udostępnienie środowiska programistycznego, czy też symulatorów sieciowych. Co ważne, możliwy jest również dostęp do rzeczywistego środowiska laboratoryjnego za pośrednictwem serwerów terminali, przełączników KVM itp. [DeKerf, Davis 2012].

System edukacyjny nie funkcjonuje w próżni i nie powinien istnieć sam dla siebie. Efekty jego działania powinny oddziaływać na otaczającą go rzeczywistość, a sama rzeczywistość powinna stanowić inspirację do tworzenia skutecznych programów nauczania, innowacyjnych narzędzi wspierających edukację oraz efektywnych metod edukacyjnych. Co więcej, nigdy dotąd mechanizmy społeczne, ekonomiczne oraz polityczne nie podlegały tak szybkim zmianom, a ich wzajemne relacje mają istotny wpływ również na systemy edukacyjne. W związku z tym coraz częściej zauważalny jest problem nadmiaru informacji, który może prowadzić do chaosu. Należy założyć, iż nigdy nie uda się znaleźć „złotego środka”, który rozwiązałby wszelkie problemy związane z szeroko rozumianą edukacją, w tym również ww. problem nadmiaru informacji. Jednak-

że należy poszukiwać inspiracji w różnych, często zupełnie nieprzystających do siebie obszarach nauki, która umożliwi nam stworzenie bardziej efektywnego, zindywidualizowanego mechanizmu selektywnego doboru źródeł, kursów oraz metod i narzędzi przekazywania wiedzy.

Systemy edukacyjne, w tym również systemy e-learningowe mogą, a nawet powinny być traktowane jako systemy złożone. Do opisu tego typu systemów wykorzystuje się m.in. teorię małych światów [Easley, Kleinberg 2010]. Należy jednak pamiętać, iż wszelkim działaniom związanym z prowadzonym procesem dydaktycznym powinna towarzyszyć świadomość jego celowości oraz troska o jak najwyższe standardy i jakość. Artykuł ten skupia się w głównej mierze na wykorzystaniu teorii małych światów do tworzenia mechanizmów wspierających indywidualny, bardziej dopasowany system kierowania oferty e-learningowej do potencjalnych uczniów/studentów.

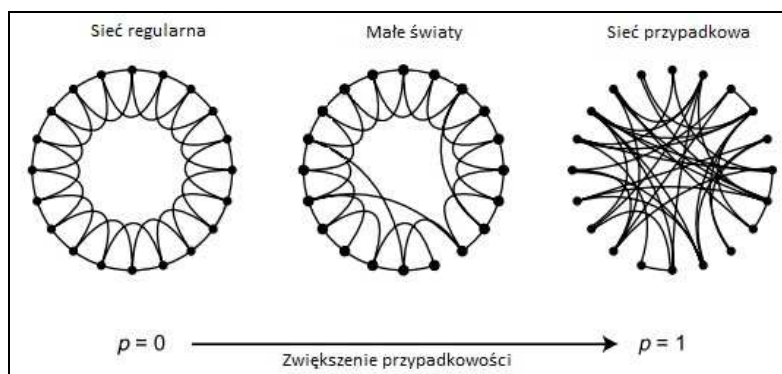
### **1. Teoria małych światów**

Teoria małych światów wywodzi się z ogólnie znanej teorii grafów, która służyła i nadal służy do opisu relacji pomiędzy wieloma obiektami. Węgierski matematyk Paul Erdos odkrył, że bez względu na to, ile węzłów może istnieć w sieci, niewielki procent losowo umieszczonych połączeń jest zawsze wystarczający, aby połączyć sieć w mniej lub bardziej związaną całość. Podczas gdy teoria grafów zajmuje się wyłącznie studiowaniem losowych sieci, teoria małych światów bada sieci dowolnie skalowalne znajdujące się w realnym świecie, a więc zajmuje się powiazaniami tworzącymi nasz świat.

Cechą charakterystyczną teorii małych światów jest to, że liczba pośredników pomiędzy dowolną parą węzłów w sieci jest stosunkowo mała. Zazwyczaj jest ona mniejsza lub równa sześciu stopniom oddalenia. Pomimo tego, że wartość charakteryzująca odległość pomiędzy dowolnymi dwoma wierzchołkami jest mała, to sieci te charakteryzują się dużym stopniem klasteryzacji. J.D. Watts i S.H. Strogatz zaproponowali minimalny model powstawania małych światów w sieciach [Watts, Strogatz 1998: 440–442]. Model zaproponowany przez nich może mieć zastosowanie w projektowaniu sieci komputerowych, jak również sieci w społecznościach. Umieszczenie małych światów w kontekście losowości relacji pomiędzy węzłami został przedstawiony na rys.1, gdzie  $p$  oznacza prawdopodobieństwo losowości połączeń. W rzeczywistości sieci regularne są niespotykane, a tym samym ich znaczenie dla modelowania sieci komputerowych jest niewielkie, a wręcz pomijalne. Z drugiej strony sieć w pełni losowa wykazuje brak strukturalnego uporządkowania, co również nie odpowiada rzeczywistym relacjom pomiędzy poszczególnymi węzłami. Dlatego też pośredni stan odpowiadający małym światom odpowiada rzeczywistym strukturom sieciowym.

Teoria małych światów pozwoliła na poszerzenie wiedzy z zakresu wszelkich sieci występujących w rzeczywistym świecie. Zrozumienie zjawisk zacho-

dzących w sieciach złożonych przyczynia się do lepszego poznania innych obszarów nauki, m.in. zachowań społecznych wśród ludzi.



Rys. 1. Zwiększenie stopnia przypadkowości w sieci

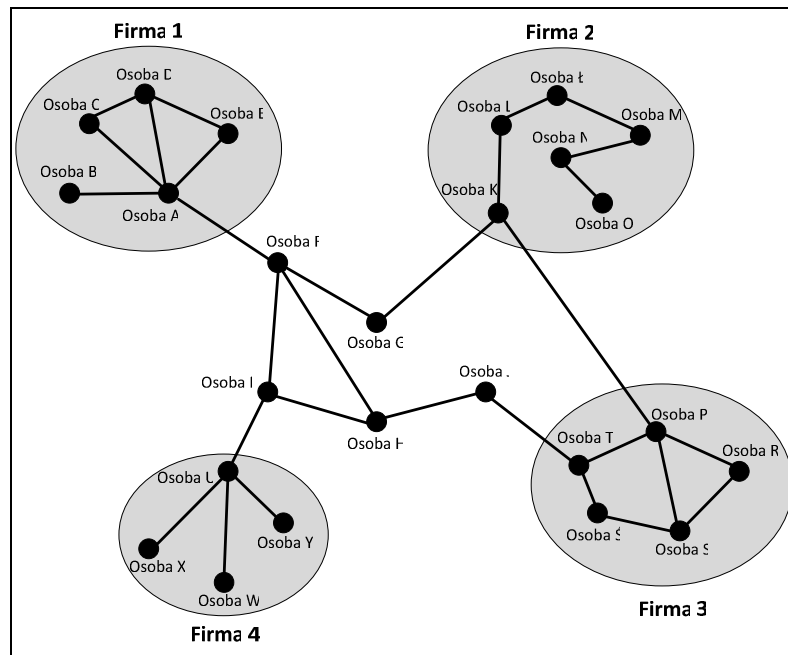
## 2. Określenie grupy docelowej dla kursów e-learningowych

Systemy e-learningowe bazują na powszechnym dostępie do sieci komputerowych, a przede wszystkim sieci Internet. Ostatnie 10 lat przyniosły w tym zakresie szczególne osiągnięcia. Taka forma edukacji znalazła uznanie zarówno w obszarze edukacji akademickiej [<http://www.okno.pw.edu.pl/>], jak i w ramach specjalistycznych szkoleń realizowanych przez korporacje światowe [<https://www.netacad.com/>]. Wydaje się, iż cała ludzka wiedza dostępna jest obecnie w Internecie. Jednakże z upowszechnieniem e-learningu wiążą się również liczne problemy, m.in. związane z niewłaściwym określeniem grupy docelowej. Dlatego też prawidłowe ukierunkowanie określonych kursów i materiałów dydaktycznych stanowi jedno z wielu wyzwań współczesnej e-edukacji.

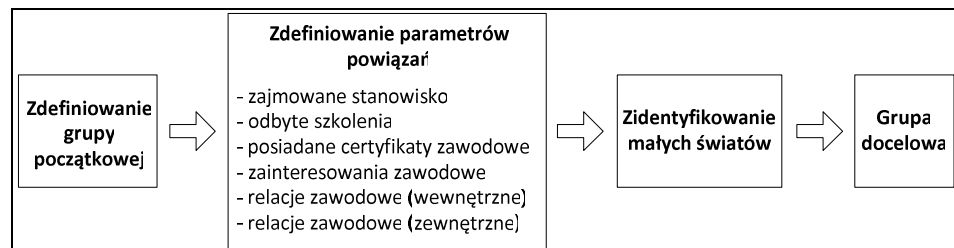
W celu rozwiązania ww. problemu określenia grupy docelowej, zwłaszcza w przypadku specjalistycznych szkoleń technicznych, z pomocą może przyjść nam teoria małych światów. W artykule rozważymy środowisko powiązanych ze sobą relacjami zawodowymi osób z dowolnej branży. Przykładowa sieć takich połączeń została przedstawiona na rys. 2. Oczywiście źródło takich informacji może stanowić dowolny portal społecznościowy, a w szczególności portale koncentrujące się na odwzorowaniu relacji zawodowych.

Sieć powiązań towarzyskich oraz zawodowych tworzy rozproszoną strukturę, której analiza może uwidocznić możliwości m.in. w zakresie definiowania oraz kreowania potrzeb w obszarze edukacji. Jednakże tak zdefiniowane dane źródłowe stanowią wypadkową wzajemnie nachodzących na siebie licznych małych światów, a tym samym uniemożliwiają bezpośrednie wyodrębnienie grupy osób potencjalnie najbardziej zainteresowanych wspólną ofertą edukacyj-

ną. W celu rozwiązania tego problemu zaproponowano przedstawiony na rys. 3 mechanizm bazujący na teorii małych światów.



**Rys. 2. Przykład sieci reprezentującej powiązania zawodowe**



**Rys. 3. Mechanizm selekcji grupy docelowej**

Pierwszym jego etapem jest zdefiniowanie grupy początkowej. Realizacja tego zadania może bazować na informacjach uzyskanych np. z biur karier działających przy uczelniach wyższych. W kolejnym kroku należy zdefiniować parametry, które stanowią podstawę wyodrębnienia interesujących nas powiązań. Parametry te w głównej mierze powinny odnosić się do kwestii zainteresowań zawodowych i edukacyjnych, ale również powinny uwzględniać relacje towarzyskie z osobami o podobnym profilu zawodowym. Uwzględnienie relacji wewnątrz tej samej firmy czy organizacji może wzmocnić potrzebę współpracy,

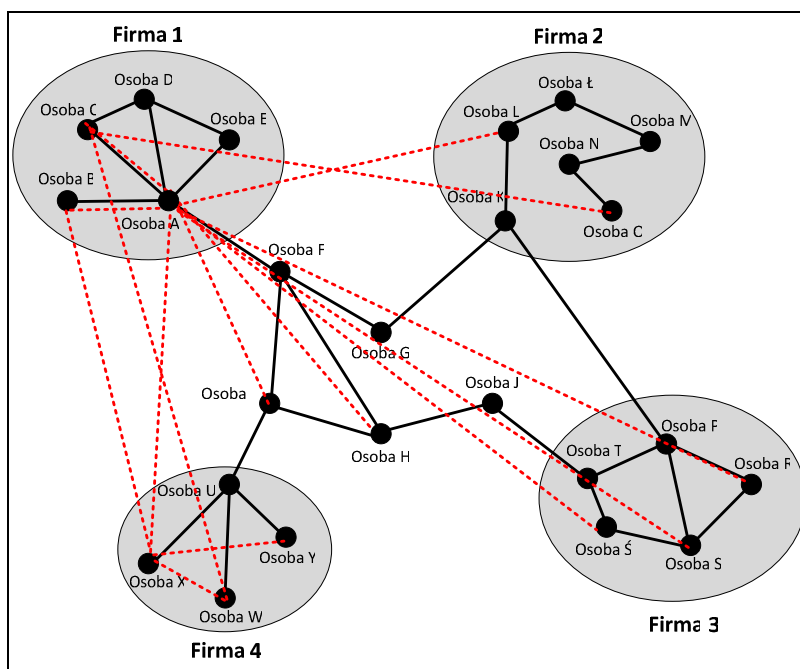
a czasami również utrwalić pozytywną rywalizację pomiędzy poszczególnymi osobami.

Bazując na tak zdobytej wiedzy, można uruchomić znane algorytmy typu Link Prediction stosowane w serwisach społecznościowych w celu poszukiwania „znajomych”, np. algorytm FriendLink [Papadimitriou, Symeonidis, Manolopoulos, 2011]. Oczywiście algorytmy te modyfikujemy do swoich potrzeb poprzez zdefiniowanie takich parametrów, jak:  $d$  – głębokość poszukiwań ( $d \leq 6$  – odpowiada sześciu stopniom oddalenia),  $sim_z(x,y)$  – podobieństwo zawodowe pomiędzy węzłami  $x$  oraz  $y$ , a także  $p$  – akceptowalny poziom uzyskanego podobieństwa zawodowego, który wpływa na wielkość ostatecznie otrzymanej grupy docelowej. W celu wyznaczenia podobieństwa zawodowego można zastosować wyrażenie:

$$sim_z(x,y) = \sum_i (C_i(x,y) = 1; C_i(x) = C_i(y)),$$

gdzie:  $C_i(x,y)$  oznacza porównanie  $i$ -tej cechy pomiędzy dwiema osobami.

W wyniku działania algorytmu typu Link Prediction otrzymujemy nowe powiązanie pomiędzy grupą osób. Przykładowe wyniki zostały zaprezentowane na rys. 4. W ten sposób otrzymujemy grupę docelową reprezentującą osoby potencjalnie zainteresowane danym kursem e-learningowym.



Rys. 4. Przykład sieci powiązań reprezentujących potencjalną grupę docelową

Ze względu na to, iż rozważana struktura może, ale nie musi brać pod uwagę położenia (np. geograficznego) wspólnie powiązanych zawodowo osób najlepszą formą dostarczenia im usług szkoleniowych jest e-learning.

### **Zakończenie**

Zaprezentowane przez autorów podejście bazujące na teorii małych światów może znaleźć zastosowanie m.in. w rozwijanych obecnie biurach karier funkcjonujących przy uczelniach wyższych. Celem działania tych biur jest gromadzenie oraz przetwarzanie danych o absolwentach tych uczelni. Dzięki tym informacjom oraz wiedzy uzyskanej z innych portali społecznościowych możliwe jest tworzenie dokładnie określonych grup docelowych, dla których kierowana byłaby oferta specjalistycznych szkoleń, studiów podyplomowych, studiów typu MBA itp.

W celu zwiększenia efektywności zaproponowanego mechanizmu, zwłaszcza w przypadku dużych struktur powiązań, można w przyszłości wykorzystać teorię sieci dowolnej skali [Barabási 2009: 412–413]. Bazując na niej, dobór ścieżek przeszukiwań może zostać osiągnięty w oparciu o oszacowanie prawdopodobieństwa trafnego powiązania. Zakładając, iż z węzłem (w naszym przypadku osoba) o dużym stopniu powiązań zawodowych związane jest większe prawdopodobieństwo trafnego doboru współuczestnika kursu e-learningowego niż z węzłem (osobą) posiadającą niewielki zbiór relacji zawodowych. Takie podejście eliminowałoby konieczność przeszukiwania obszarów, w których prawdopodobieństwo odzworowania pożądaney relacji byłoby bardzo małe.

### **Literatura**

- Barabási A.L. (2009), *Scale-Free Networks: A Decade and Beyond*, "Science Magazine", vol. 325, p. 412–413.
- DeKerf T., Davis G.D. (2012), *A Close Look at Modern Keyboard/Video Switching*, Tron International Inc., San Mateo.
- Easley D., Kleinberg J. (2010), *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World*, Cambridge University Press.
- <http://www.okno.pw.edu.pl/>
- <https://www.netacad.com/>
- Watts J.D., Strogatz S.H. (1998), *Collective dynamics of 'small world' networks*, Nature 393.
- Papadimitriou A., Symeonidis P., Manolopoulos Y. (2011), *Friendlink: Link prediction in social networks via bounded local path traversal*, International Conference on Computational Aspects of Social Networks (CASoN), Salamanca.

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z wykorzystaniem teorii małych światów w celu określenia grupy osób potencjalnie zainteresowanych

ofertą edukacyjną w formie e-learningu. Zaproponowano mechanizm, który umożliwia wyselekcjonowanie takiej grupy na podstawie informacji udostępnianych w portalach społecznościowych.

**Słowa kluczowe:** małe światy, e-learning.

## **The small world theory in e-learning**

### **Abstract**

The article presents the issues related to the use of the small worlds theory in order to determine a group of people potentially interested in the educational offer in the form of e-learning. Proposed mechanism which allows selection of the group on the basis of information collected available in social networks.

**Key words:** small world, e-learning.