

Agnieszka KOWALSKA-STYCZEŃ
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
agnieszka.kowalska-styczen@polsl.pl

MODELOWANIE PRZYWÓDZTWA W ORGANIZACJACH – ZAŁOŻENIA MODELU KOMPUTEROWEGO¹

Streszczenie. Celem artykułu jest opracowanie założeń modelu opartego na automacie komórkowym, przeznaczonego do badania procesów przywództwa w organizacjach w ujęciu złożonych systemów adaptacyjnych. Model komputerowy ma objaśniać zachowania systemu, jakim jest organizacja, przez dynamiczną analizę zachowań lokalnych, tzn. interakcji pomiędzy elementarnymi składnikami systemu. W związku z powyższym program komputerowy powinien pozwalać na elastyczne definiowanie i symulowanie procesów przywództwa przez określenie lokalnych reguł, ustalenie kluczowych parametrów modelu, a następnie analizę pojawiających się emergentnych zjawisk na poziomie makro.

Słowa kluczowe: organizacja, przywództwo, system złożony adaptacyjny, symulacja, automaty komórkowe.

LEADERSHIP MODELLING IN ORGANISATIONS – COMPUTER MODEL ASSUMPTIONS

Summary. This article aims to develop a model assumptions based on cellular automata. This model is designed to study the leadership processes in organizations in terms of complex adaptive systems (CAS). The task of computer model is to explain the behavior of the system which is the organization through a dynamic analysis of the behavior of local, i.e. the interaction between the elementary components of the system. Accordingly, the computer program should allow the flexibility to define and simulate the processes of leadership by specifying local rules to determine key parameters of the model and the analysis of emergent phenomena that appear at the macro-level.

Keywords: organization, leadership, complex adaptive systems, simulation, cellular automata.

¹ Artykuł powstał w ramach projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (NCN, grant nr. UMO-2014/15/B/HS4/04433).

1. Wprowadzenie

Przywództwo to ważny obszar, w którym teoria złożoności może zaoferować nowe spojrzenie i podejście [9]. Świadczy o tym rozwój w ostatnich latach złożonej teorii przywództwa (Complexity Leadership Theory), co potwierdzają między innymi prace: Hazy [8], Lichtenstein i inni [17], Uhl-Bien i inni [22]. Należy podkreślić, że złożoność nie oznacza w tym ujęciu wiele kawałków lub części oraz ich skomplikowania (tak jak w tradycyjnym ujęciu), ale wzajemne powiązania między składowymi organizacjami i ich dynamiczną interakcją [22]. Ponadto współczesne organizacje to bardzo złożone systemy o nieliniowych zachowaniach, gdzie nawet niewielka zmiana jednego czy dwóch parametrów może skutkować olbrzymimi zmianami w całym systemie. Można traktować je zatem jako złożone systemy adaptacyjne (complex adaptive systems CAS) [19].

Podstawowy paradygmat takiego podejścia polega na próbie analiz typu indukcyjnego. Zakłada się, że zachowanie systemu może być wyjaśniane przez dynamiczną analizę zachowań lokalnych, tzn. interakcji pomiędzy elementarnymi składnikami systemu. CAS pozwalają zatem na bazie lokalnych zachowań generować globalne zmiany, które z kolei zmieniają lokalne zachowania [2]. Takie zjawisko, w którym w wyniku interakcji elementów na poziomie lokalnym pojawia się zaskakujący wynik (coś nowego) na poziomie globalnym nosi nazwę emergencji i dotyczy szczególnie takich procesów zachodzących w organizacjach jak przywództwo, kultura organizacji czy podatność organizacji na zmiany.

Proponowane badania symulacyjne skupiają się na procesach przywództwa w kontekście systemów złożonych. Przywództwo jest więc rozumiane, podobnie jak w pracy Bogdanor [1], jako zdolność jednej lub kilku osób do wpływania na grupę i wdrażania własnej polityki. Przykładem analizy przywództwa i roli liderów w takiej perspektywie są prace: Lichtenstein i inni [17], DeRue [5]. W perspektywie złożonych systemów adaptowalnych rola liderów nie jest rozpatrywana z punktu widzenia zależności hierarchicznych, ale raczej jako zespół interakcji agentów w sieciach agentów. Jak podkreślają Uhl-Bien, Marion i McKelvey [22], koncepcja przywództwa jako złożonego procesu adaptowalnego zwraca uwagę na społeczną złożoność i jej emergentne właściwości. Interakcje między członkami organizacji mają głównie charakter nieformalny, a takim relacjom przypisuje się coraz większą rolę, ponieważ, jak wynika z pracy Ibarra [10], są one głównym źródłem wpływu w organizacjach i tłumaczą wiele procesów organizacyjnych takich jak uczenie się organizacji, innowacje czy procesy adaptacyjne.

Jak pokazują prace: Johannessen and Stacey [11], Mario and Uhl-Bien [19], McKelvey [20], ta złożoność i dynamiczny charakter przywództwa wymagają rozwoju modeli, które w bardziej dokładny sposób odzwierciedlą będą jego złożony charakter. Takim narzędziem jest symulacja, a jej popularność jako podejścia metodologicznego jest coraz większa w badaniu organizacji [4]. Ponadto, co podkreślają Miller i Page [21], symulacja jest

naturalnie przystosowana do rozwiązywania problemów, które charakteryzują się dynamiką, heterogenicznością i występowaniem składników oddziałujących na siebie. Poza tym, co podkreślają Harrison i inni [7], symulacja może być szczególnie przydatnym narzędziem badawczym dla teoretyków zarządzania, ponieważ procesy zachodzące w organizacjach są złożone i dynamiczne w czasie. Należy także zwrócić uwagę na pojawiające się w ostatniej dekadzie prace, pokazujące szczególnie przydatność w kontekście symulacji modeli agentowych (agent based models – ABM), które są nowym instrumentem pozwalającym na wyjaśnianie takich zjawisk. Macy i Willer [18] podkreślają, że stanowią one niejako pomost pomiędzy poziomami mikro i makro oraz wykorzystują symulacje do szukania mechanizmów wyjaśniających zachowania społeczne. Ponadto, co zauważa Fioretti [6], ABM mogą być skutecznie stosowane w badaniu organizacji przez konstruowanie sztucznych środowisk, w których agenci podejmujący decyzje, kontaktując się ze sobą według określonych reguł, tworzą rodzaj zbiorowego procesu decyzyjnego. Należy również dodać, że emergencja i możliwość modelowania środowisk, w których agenci są heterogeniczni, to główne cechy odróżniające symulacje za pomocą modeli agentowych od pozostałych metod symulacyjnych.

Przykładem prostych modeli agentowych, które można wykorzystać w badaniu procesów zachodzących w organizacjach, są automaty komórkowe (AK), czyli agenci umieszczeni na siatce agentów, których zachowanie zależy od otoczenia zdefiniowanego w automacie. Mogą one tworzyć proste, ale jednocześnie efektywne modele wpływu i dyfuzji [6].

2. Założenia modelu komputerowego opartego na AK

Jak wspomniano powyżej do modelowania przywództwa proponuje się wykorzystać model komputerowy oparty na automacie komórkowym (AK). Praktyczne zastosowanie tego narzędzia związane jest z rozwojem komputerów w latach 80. XX w. oraz z jego popularyzacją przez Stephena Wolframa².

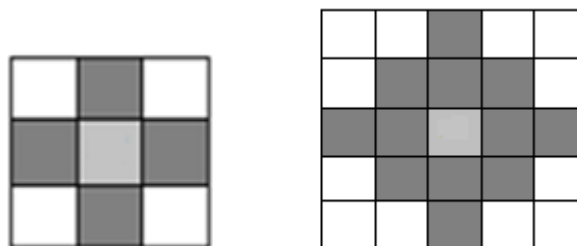
Automat komórkowy to matematyczny obiekt, który składa się z sieci komórek w przestrzeni D-wymiarowej, ze skończonego zbioru stanów pojedynczej komórki oraz z reguły, która określa stan komórki w chwili $t + 1$ w zależności od stanu w chwili t tej komórki i komórek ją otaczających [15]. Te otaczające komórki (agenci) to sąsiedztwo i -tej komórki, które dla wszystkich agentów jest takie samo.

Przydatność automatów komórkowych w analizowaniu procesów zachodzących w organizacji w ujęciu systemów złożonych potwierdzają wstępne badania przedstawione w pracach [12, 13, 14, 16]. W prezentowanym podejściu proponuje się skonstruowanie

² Stephen Wolfram – twórca pakietu Mathematica, profesor Uniwersytetu w Princeton, autor przełomowego dzieła: *A New Kind of Science*, Wolfram Media, Inc. 2002.

elastycznego środowiska komputerowego, w którym oprócz zwykłych agentów (członków organizacji) występować będą liderzy nieformalni, którzy w silny sposób będą wpływać na członków organizacji, nie mając jednocześnie nadzorującego stanowiska, a jedynie autorytet wśród kolegów/pracowników, oraz liderzy formalni. Takie podejście będzie dawało szerszą perspektywę do badań, ponieważ, jak podkreśla DeRue [5], hierarchiczne podejście do badania przywództwa nie w pełni uwzględnia interakcje społeczne, które zmieniają się w czasie, a także pomija fakt istnienia liderów, którzy są nimi mimo braku kierowniczego (nadzorującego) stanowiska.

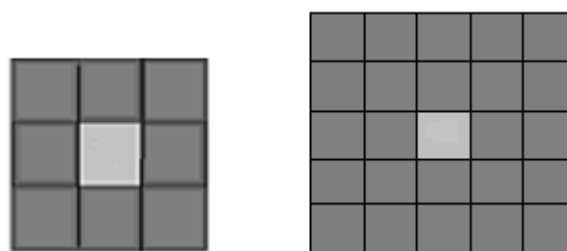
W związku z możliwościami, jakie oferują automaty komórkowe, organizacja w modelu przedstawiona zostanie jako dyskretna przestrzeń dwuwymiarowa, którą tworzyć będzie skończona, kwadratowa sieć komórek. Wykorzystane zostaną różne rodzaje sąsiedztwa, m.in. sąsiedztwo Von Neumanna (4- i 12-elementowe) – rys. 1, sąsiedztwo Moore’a (8- i 24-elementowe) – rys. 2 oraz sąsiedztwo losowe – rys. 3.



Rys. 1. Otoczenie Von Neumanna dla $r = 1$ – rysunek po lewej (otoczenie 4-elementowe), otoczenie Von Neumanna dla $r = 2$ – rysunek po prawej (otoczenie 12-elementowe). Sąsiedzi to ciemnoszare komórki

Fig. 1. Von Neumann's neighbourhood for $r = 1$ – left panel (4-element neighbourhood), Von Neumann's neighbourhood for $r = 2$ – right panel (12-element neighbourhood). Dark gray cells are neighbours

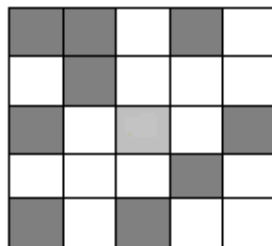
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Otoczenie Moore'a dla $r = 1$ – rysunek po lewej (otoczenie 8-elementowe), otoczenie Moore'a dla $r = 2$ – rysunek po prawej (otoczenie 24-elementowe). Sąsiedzi to ciemnoszare komórki

Fig. 2. Moore's neighbourhood for $r = 1$ – left panel (8-element neighbourhood), Moore's neighbourhood for $r = 2$ – right panel (24-element neighbourhood). Dark gray cells are neighbours

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Otoczenie losowe. Sąsiedzi to ciemnoszare komórki

Fig. 3. Random neighbourhood. Dark gray cells are neighbours

Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ proponowane środowisko ma charakteryzować się dużą elastycznością, więc proponuje się możliwość definiowania i zmiany wielu parametrów opisujących organizację.

Elastyczność oprogramowania przejawiać się będzie w szczególności w:

1. Możliwości definiowania istotnych parametrów sieci społecznej takich jak: wielkość sieci odzwierciedlającej organizację; struktura powiązań między członkami organizacji, opisana jako różny typ sąsiedztwa; różna gęstość zapelnienia sieci przez agentów (członków organizacji); różny typ agentów (pracownicy, liderzy, naśladowcy itp.).
2. Określaniu frakcji i rozmieszczenia liderów w sieci oraz ich cech, np. różny styl i siła przywództwa, możliwość przemieszczania się agentów w sieci.
3. Modelowaniu reguł interakcji między agentami, czyli reguły wpływu liderów na członków społeczności o różnych cechach, wpływu członków organizacji na pozostałych kolegów/pracowników.
4. Możliwości definiowania reguł wpływu otoczenia na agentów, np. reguły wpływu polityki zarządu na zachowania agentów i/lub liderów, wpływ otoczenia zewnętrznego organizacji na członków wirtualnej społeczności.

Założona w koncepcji systemu informatycznego (środowiska budowy modeli agentowych) elastyczność kształtowania istotnych parametrów modeli budowanych w projektowanych implementacjach wymaga przeprowadzenia badań walidacyjnych. Będą one miały charakter eksperymentów symulacyjnych skoncentrowanych na analizie wrażliwości (odpowiednio skonstruowanych) modeli testowych na te parametry. Szczegółowy obszar tych analiz obejmie identyfikację wpływu zmian rozmiaru sieci, gęstości zapelnienia sieci oraz liczby wirtualnych członków organizacji o określonej charakterystyce na przebieg badanych procesów testowych. Obszarem precyzyjnych analiz walidacyjnych będą także charakterystyka lidera oraz sposób definiowania interakcji między agentami wraz ze strukturą powiązań (wielkość i kształt otoczenia w sieci komórkowej, możliwość przemieszczania się agentów itp.). Efekty tych badań, poddane analizie statystycznej, pozwolą zweryfikować proponowane koncepcje (zgodnie z [3]) i wybrać odpowiednie parametry oraz ich zakresy do budowy i analizy symulacyjnej wybranych procesów przywództwa w organizacji.

Zasadnicze badania będą polegać na projektowaniu, realizacji i analizie eksperymentów symulacyjnych. Jest to metoda eksperymentu czynnego, w którym obserwuje się zachowanie zmiennej (zmiennych zależnych) przy zadanych poziomach parametrów zmiennych niezależnych. W związku z założoną elastycznością proponowanego systemu budowy modeli szczególną rolę w badaniach odgrywać będzie teoria projektowania eksperymentu. Metody projektowania eksperymentu będą używane zarówno w etapie walidacji modelu, jak i prowadzenia zasadniczych badań symulacyjnych (weryfikacyjnych). W szczególności wykorzystane będą metody projektowania eksperymentów czynnikowych. Wiąże się to z faktem, że elastyczność modelu będzie skutkować wielością parametrów i wieloma możliwymi wartościami ich poziomów. Zaimplementowane metody realizacji badań symulacyjnych ogólnie będą oparte na technice Monte Carlo (symulacje komputerowe polegające na estymacji średnich pewnych wielkości, np. udziałów liderów/przywódców w organizacji przez generowanie dużej i odpowiednio dobranej próby losowej).

Istotnym elementem badań i weryfikacji przyjętej koncepcji będzie także analiza jakościowa. Ponieważ proponowane koncepcje są często określane mianem symulacji jakościowej, uznaną metodą weryfikacji jest właśnie porównywanie jakościowe (opisowe) uzyskiwanych rezultatów. Wspomniane narzędzia prezentacji graficznej wyników, które będą elementem implementacji, staną się tutaj istotnym elementem metodycznym analiz.

Planowane za pomocą tak zdefiniowanego modelu badania obejmą modelowanie i analizę:

- a) procesów przywództwa w zarządzaniu zmianą w organizacji (np. wpływ wybranych parametrów modelu na skuteczność procesów zmian),
- b) roli liderów w kształtowaniu postaw wobec pracy (np. wpływ wybranych strategii polityki personalnej na skuteczność realizacji zadań organizacji),
- c) przywództwa w adaptacji wiedzy i innowacji w organizacji (np. wpływ gęstości i struktury sieci społecznej na skuteczność wprowadzania rozwiązań innowacyjnych),
- d) skuteczności przywództwa w różnych kontekstach kultury organizacyjnej (np. wpływ stopnia klasteryzacji (klikowości) grup nieformalnych na skuteczność działań przywódczych).

3. Podsumowanie

Celem artykułu było przedstawienie koncepcji badania procesów przywództwa w organizacjach w ujęciu złożonych systemów adaptacyjnych (complex adaptive systems – CAS), za pomocą symulacji komputerowej techniką automatów komórkowych. Badanie takie jest nakierowane na wykazanie, że modele budowane zgodnie z paradygmatem CAS pozwalają wyjaśniać istotę wielu procesów przywództwa na podstawie prostych reguł

interakcji pomiędzy agentami w sztucznych sieciach społecznych. Aby budować i badać takie modele, w niniejszym artykule sformułowano koncepcję systemu komputerowego, pozwalającego elastycznie definiować i symulować procesy przywództwa przez określenie lokalnych reguł, ustalenie kluczowych parametrów modelu, a następnie analizę pojawiających się emergentnych zjawisk na poziomie makro. Przeprowadzone w przyszłości symulacje pozwolą odpowiedzieć na zasadnicze pytania o zakres i granice stosowalności modeli agentowych w badaniu procesów przywództwa.

Należy dodać, że proponowane podejście będzie również realizacją paradygmatu sieciowego w naukach o zarządzaniu w kontekście sieci społecznych. Podstawowym elementem w tej perspektywie jest sieć zdefiniowana jako zestaw aktorów (wierzchołków) oraz więzi ich łączących. Pozycja aktora/agenta w sieci ma wpływ na innych aktorów/agentów, a sieć może być postrzegana jako środowisko aktora lub jego miejsce.

Za proponowanym podejściem przemawiają m.in. wstępne wyniki otrzymane w pracach [12, 13, 14, 16]. Potwierdzają one przydatność automatów komórkowych w analizowaniu procesów zachodzących w organizacji w ujęciu systemów złożonych, a także pokazują możliwość eksperymentowania w przypadku niekompletnej wiedzy teoretycznej dotyczącej mechanizmu oddziaływania liderów.

Ponadto, jak pokazano w wyżej wymienionych pracach, pomimo w dużej mierze jakościowego charakteru tego typu badań, można uzyskać wiele cennych wskazówek dla zarządzających organizacjami, a otrzymane dzięki badaniom symulacyjnym rezultaty (np. zjawiska emergentne) mogą wskazywać nowe kierunki badań empirycznych w sferze zarządzania.

Bibliografia

1. Bogdanor V. (red.): *The Blackwell Encyclopedia of Political Science*. Blackwell Publishers, Oxford, Cambridge 1993.
2. Burkhart R.: *The SWARM simulator: Applications in science and business. Embracing Complexity: Exploring the Application of Complex Adaptive Systems to Business*. Ernst & Young Center for Business Innovation, Cambridge MA 1996.
3. David N.: *Validating Simulation*, [in:] Edmonds B., Meyer R. (eds.): *Simulating Social Complexity*. Springer, 2013.
4. Davis J.P., Eisenhardt K. M., Bingham C.B.: *Developing theory through simulation methods*. "Academy of Management Review", Vol. 32 (2), 2007.
5. DeRue D.S.: *Adaptive leadership theory: Leading and following as a complex adaptive process*. "Research in Organizational Behavior", No. 31, 2011.
6. Fioretti G.: *Agent-Based Simulation Models in Organization Science*. "Organizational Research Methods", Vol. 16(2), 2012.

7. Harrison J.R., Lin Z., Carroll G.R., Carley K.M.: Simulation modeling in organizational and management research. *Academy of Management Review*, Vol. 32(4), 2007.
8. Hazy J.: Computer models of leadership: Foundations for a new discipline or meaningless diversion? *"The Leadership Quarterly"*, Vol. 18(4), 2007.
9. Hazy J.K., Silberstang J.: Leadership within emergent events in complex systems: micro-enactments and the mechanisms of organisational learning and change. *"International Journal of Learning and Change"*, Vol. 3(3), 2009.
10. Ibarra H.: Network centrality, power, and innovation involvement: Determinants of technical and administrative roles. *"Academy of Management Journal"*, No. 36, 1996.
11. Johannessen S., Stacey R.D.: Technology as social object: A complex responsive processes perspective, [in:] R.D. Stacey (red.): *Experiencing emergence in organisations: Local interaction and the emergence of global pattern*. Routledge, London, UK 2005.
12. Kowalska-Styczeń A.: A cellular based model as a tool of the organizational culture change analysis, [in:] Rebelo F., Soares M. (eds): *Advances in Usability Evaluation: Part II*. CRC Press / Taylor & Francis, 2012.
13. Kowalska-Styczeń A.: Automaty komórkowe w modelowaniu procesów przywództwa w organizacjach. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 64, 2013.
14. Kowalska-Styczeń A.: Modele agentowe w sieciowym podejściu do organizacji. *Kwartalnik Naukowy Organizacja i Zarządzanie*, nr 4(24), 2013.
15. Kowalska-Styczeń A.: Symulowanie złożonych procesów ekonomicznych za pomocą automatów komórkowych. *Wydawnictwo Politechniki Śląskiej*, Gliwice 2007.
16. Kowalska-Styczeń A.: The Impact of a Word of Mouth Mechanism on an Adoption of Changes in the Industrial Organization. *"Athens Journal of Technology Engineering"* No. 1(March), 2014.
17. Lichtenstein B., Uhl-Bien M., Marion R., Seers A., Orton D., Schreiber C.: Leadership in emergent events: Exploring the interactive process of leading in complex situations. *"Emergence: Complexity and Organization"*, Vol. 8(4), 2006.
18. Macy M.W., Willer R.: From factors to actors: Computational sociology and agent based modeling. *"Annual Review of Sociology"*, No. 28, 2002.
19. Mario R., Uhl-Bien M.: Leadership in complex organizations. *"Leadership Quarterly"*, Vol. 12(4), 2001.
20. McKelvey B.: Emergent strategy via complexity leadership: Using complexity science and adaptive tension to build distributed intelligence, [in:] Uhl-Bien M., Marion R. (eds.): *Complexity leadership, Part 1: Conceptual foundations*. Charlotte, Information Age Publishing, NC 2008.
21. Miller J.H., Page S.E.: *Complex Adaptive Systems*. Princeton University Press, 2007.

22. Uhl-Bien M., Marion R., McKelvey B.: Complexity leadership theory: Shifting leadership from the industrial age to the knowledge era, "The Leadership Quarterly", Vol. 18(4), 2007.

Abstract

In this article, the conception of using cellular automaton for modeling leadership processes in organizations is presented. As emphasized in his work, DeRue (2011), hierarchical approach to the study of leadership does not fully take into account the social interactions that vary in time, but also ignores leaders being them despite the lack of their managerial position. The proposed research is therefore a response to such an approach to the leadership process, and its implementation will affect the development of one of the latest paradigm in managing sciences. This paradigm treats today's organizations as complex systems with nonlinear behavior, where even a small change of one or two parameters may lead to changes in the whole system. In order to build and test such models, the computer system conception was proposed. This system will allow to simulate the processes of leadership by defining local rules and model parameters, and by observing appearing emergent phenomena at macro level. The simulations will help to answer fundamental questions about the scope and limits of applicability of agent models for modeling the leadership processes.