

Wojciech ZOLEŃSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

MODELOWANIE PROCESÓW BIZNESOWYCH W OBIEKTACH O STRUKTURZE SIECIOWEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono wstępną koncepcję modelowania procesów biznesowych w obiektach o strukturze sieciowej. W szczególności zostały opisane istotne cechy struktur sieciowych, cele modelowania oraz czynniki determinujące zachowanie się obiektów sieciowych.

MODELING BUSINESS PROCESSES IN NETWORK OBJECTS

Summary. In the article a preliminary draft of modeling business processes in network objects was presented. In particular substantial features of network structures and factors determining network objects behavior was described.

1. Wprowadzenie

W literaturze przedmiotu są opisywane różnorodne obiekty o strukturze sieciowej: sieci społeczne, sieci współpracy, sieci kooperacyjne, logistyczne, handlowe, organizacje sieciowe. Autorzy przedstawiają różne definicje struktur sieciowych i budują różne ich modele, w ogromnej większości modele deskryptywne.

Można wskazać kilka charakterystycznych cech struktur sieciowych, które w istotny sposób utrudniają jej poznanie¹:

- sieć jest otwarta, elastyczna i pozbawiona wyraźnych granic,
- sieć jest zdecentralizowana i zderegulowana,

¹ Sułkowski Ł.: Epistemologia w naukach o zarządzaniu. PWE, Warszawa 2005.

- sieć funkcjonuje w warunkach nierównowagi przepływu zasobów,
- w sieci dokonuje się transfer wiedzy, władzy i wzorów kulturowych,
- sieć znajduje się w permanentnym procesie zmian.

Struktura sieciowa kwestionuje podstawowe zasady, na których zbudowano struktury tradycyjne: hierarchie, koordynację pionową, ścisłe granice pomiędzy organizacją i otoczeniem, podział na pracowników koncepcyjnych i wykonawczych, trwałość i niezmiennosc struktury, jednolitość rozkazodawstwa.

Ze względu na trudności badawcze licznym koncepcjom teoretycznym nie towarzyszą badania empiryczne. Trudno oczekiwać, aby w najbliższej przyszłości sytuacja uległa zmianie. Pewnym rozwiązaniem umożliwiającym przynajmniej częściową weryfikację modeli teoretycznych byłoby przeprowadzenie badań na modelach symulujących obiekty sieciowe. Utworzenie takich modeli nie jest jednak proste. W pracy podjęto próbę przedstawienia najważniejszych zagadnień związanych z modelowaniem obiektów o strukturze sieciowej.

2. Podstawowe pojęcia

Model jest to obiekt odwzorowujący cechy innego obiektu. Występujące w modelu odwzorowanie cech obiektu rzeczywistego jest na ogół uproszczone, powinno jednak wystarczyć do scharakteryzowania obiektu z określonego punktu widzenia. Zawsze istnieje sprzeczność pomiędzy pożądaną prostotą modelu a wiernością reprezentacji modelowanych zjawisk. Podstawowe znaczenie mają te modele, za których pomocą można zbadać zachowanie się obiektów jeszcze nieistniejących lub obiektów mających działać w znacznie zmienionych, przyszłych warunkach.

Pojęcie modelu jest nierozdzielnie związane z pojęciem systemu. Systemy rzeczywiste poznajemy tylko poprzez ich modele. Pojęcie systemu tworzone jest zwykle na podstawie następujących idei:

- Wyodrębnienia systemu od otoczenia. System to pewna całość powiązana z otoczeniem relacjami. Ograniczenie tych relacji zapewnia systemowi pewną autonomię.
- Tworzenia systemu z podsystemów, na ogół wielopoziomowe.
- Ograniczona zmienność systemu w czasie. System podlega większym lub mniejszym zmianom w czasie, zachowuje jednak przy tym swoje podstawowe właściwości, swoją istotę (strukturę) ².

² Findeisen W. (red.): Analiza systemowa – podstawy i metodologia. PWN, Warszawa 1985.

W związku z powyższym można przyjąć następujące definicje:

System – to kolektywny zbiór obiektów oraz relacji między obiektami, a także relacji z otoczeniem. Zbiór relacji nazywany jest strukturą systemu. System względnie odosobniony to taki, w którym istotne relacje wewnętrzne są znacznie liczniejsze niż istotne relacje z otoczeniem.

Relacja – to dowolny związek lub zależność zachodząca pomiędzy dwoma lub większą liczbą obiektów³. Dla celów modelowania podstawowe znaczenie mają dwuczłonowe (dwuargumentowe) relacje przyczynowo-skutkowe, a w szczególności względnie stałe relacje pomiędzy cechami zmiennymi.

Zbiór dwuczłonowych relacji przyczynowo-skutkowych można przedstawić w postaci grafu skierowanego. Graf skierowany jest opisany przez zbiór wierzchołków i zbiór krawędzi. Krawędź grafu skierowanego jest uporządkowana parą wierzchołków⁴. Jeżeli u, v są wierzchołkami grafu, to dla wierzchołka u krawędź (u, v) jest krawędzią wychodzącą, a krawędź (v, u) krawędzią wchodzącą. Stopień wyjściowy wierzchołka jest liczbą krawędzi wychodzących z niego, a stopień wejściowy jest liczbą krawędzi do niego wchodzących.

Sieć jest grafem cyklicznym spójnym. Dla relacji przyczynowo-skutkowych przyjmuje się ponadto, że jest to graf skierowany.

W rzeczywistych zależnościach przyczynowo-skutkowych prawie zawsze skutek pojawia się później niż przyczyna, dlatego modele odwzorowujące obiekty sieciowe muszą być modelami dynamicznymi. Dla opisu dynamiki szerokiej klasy systemów dynamicznych wystarczą równania różniczkowe zwyczajne z jedną zmienną niezależną (czasem).

W niewielkich przedziałach zmienności zmiennych dla opisu zależności statycznych wystarczają modele liniowe. Obiekty sieciowe charakteryzują się jednak dużą zmiennością, jedne relacje mogą się pojawiać, a inne zanikać. Z tego powodu w modelu trzeba uwzględnić występowanie zależności silnie nieliniowych (nieliniaryzowalnych) i nieciągłych.

3. Obiekty o strukturze sieciowej

Struktura sieciowa (w szerokim rozumieniu) jest charakterystyczna dla każdego obiektu złożonego (systemu), gdyż w każdym takim obiekcie występują sprzężenia zwrotne, którym odpowiadają cykle grafu. Uzasadnione jest jednak, aby dla obiektu o strukturze sieciowej (w węższym rozumieniu) sformułować dodatkowe warunki:

³ Marciszewski W. (red): Mała encyklopedia logiki. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, Warszawa 1988.

⁴ Cormen T., Leiserson C., Rivest R.: Wprowadzenie do algorytmów. WNT, Warszawa 1998.

- Obiekty składowe obiektu sieciowego wykazują podmiotowość, mają swoje własne cele, które starają się zrealizować niezależnie od celów wynikających z utrzymywania relacji z innymi obiektami (podmiotami) wchodzącymi w skład obiektu sieciowego. Najbardziej elementarnym podmiotem jest osoba fizyczna.
- Obiekty są względnie odosobnione, czyli liczba relacji z innymi obiektami jest stosunkowo niewielka.
- Relacje pomiędzy obiektami są względnie trwałe, czyli z jednej strony nie ograniczają się do jednorazowych, okazjonalnych transakcji, ale z drugiej strony, jest możliwe zerwanie relacji lub nawiązanie innych relacji.
- Parametry relacji mogą się zmieniać.
- Podmioty połączone relacją mają możliwość kształtowania wzajemnych relacji (dotyczy parametrów relacji oraz możliwości jej utrzymywania lub zerwania) i istnieje pewna współmierność w kształtowaniu tych relacji. Warunki utrzymywania wzajemnych relacji nie są ustalane jednostronnie, ale może istnieć pewna asymetria.
- Sprzężenia zwrotne (pętle) występujące w obiekcie sieciowym są „względnie autonomiczne”, to znaczy nie przenikają się wzajemnie lub jest możliwa dekompozycja przenikających się pętli (np. ze względu na słabe oddziaływania i na zasadniczo różne właściwości dynamiczne bądź zasadniczo różne przedziały zmienności zmian).
- W strukturze sieciowej jest możliwe wyróżnienie stosunkowo niewielkiej liczby relacji, które przesadzają o jej istocie. Gdyby o istocie struktury sieciowej decydowało bardzo wiele relacji mniej więcej jednakowo ważnych, utworzenie modelu byłoby bardzo trudne.

4. Cele modelowania

Całokształt czynności związanych z budową modelu łącznie z badaniami prowadzonymi na modelu nazywa się modelowaniem⁵. Dla złożonych obiektów o strukturze sieciowej nie jest możliwe utworzenie na tyle dokładnych modeli, aby wyniki symulacji mogły z dużą dokładnością odpowiadać zachowaniu rzeczywistych obiektów. Możliwe jest jednak utworzenie modeli pozwalających przeprowadzić symulacje badawcze i krytyczne eksperymenty symulacyjne, będące swego rodzaju rozwinięciem koncepcji eksperymentów

⁵ Skowronek M.: Modelowanie cyfrowe. Opis, algorytmy, środki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.

myślowych o charakterze krytycznym⁶. Celem krytycznego eksperymentu symulacyjnego jest sprawdzenie, czy przyjęte założenia są możliwe do spełnienia. Przykładowo, jeżeli w badaniach symulacyjnych uproszczony model zachowuje się stabilnie, nie można na tej podstawie zakładać, że obiekt rzeczywisty również okaże się stabilny. Jeżeli jednak w eksperymencie symulacyjnym nie udaje się dobrać parametrów zapewniających stabilne zachowanie modelu, można z dużym prawdopodobieństwem przewidywać, że obiekt rzeczywisty również okaże się niestabilny.

W symulacjach badawczych do ważnych celów należy m. in.:

- Zbadanie warunków stabilności obiektu sieciowego i obiektów składowych.
- Zbadanie wrażliwości obiektów na zakłócenia losowe i na nierzetelne (niezgodne z ustaleniami) zachowania obiektów składowych.
- Ustalenie wpływu asymetrii relacji na ich trwałość.
- Badanie ewolucji obiektów, cyklu życia, tendencji do centralizacji/decentralizacji struktury, kształtowania się rozmiarów obiektu sieciowego.
- Badanie wpływu różnych parametrów modelu (w szczególności dywersyfikacji relacji) na efekty uzyskiwane przez obiekty składowe i całą strukturę sieciową.

5. Elementy modelu obiektów o strukturze sieciowej

W modelu można wyróżnić trzy elementy składowe: modele obiektów elementarnych, modele relacji i model otoczenia. Modelowanie obiektów wykazujących podmiotowość musi zakładać daleko idące uproszczenia. W najprostszym przypadku można założyć, że obiekty elementarne zachowują się zgodnie ustalonymi zasadami, a niewielkie odchylenia mają charakter zakłóceń losowych. W bardziej złożonym modelu można założyć, że każdy obiekt składowy (podmiot) optymalizuje pewne kryteria jakości. Zmiennymi charakteryzującymi obiekty składowe są typowe wskaźniki ekonomiczno-finansowe: potencjał finansowy, zadłużenie, płynność finansowa, rentowność.

W modelach obiektów należy też uwzględnić nieliniowości⁷, m. in.:

- Bariery wejścia i wyjścia. Podjęcie działalności gospodarczej wymaga zainwestowania w zdolności wykonawcze, a nie wszystkie procesy są skalowalne.
- Progi rentowności wiążą się z występowaniem kosztów stałych, niezależnych od skali prowadzonej działalności.

⁶ Popper K.R.: Logika odkrycia naukowego. Aletheia, Warszawa 2002.

⁷ Zoleński W.: Metoda budowy informatycznego systemu wczesnego ostrzegania w zarządzaniu w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, Gliwice 2007.

- Efekt synergii (nieliniowość wielowymiarowa). Synergia polega na tym, że wartość całości jest większa od sumy wartości elementów składowych. Tworzenie relacji sieciowych bardzo często jest związane z efektem synergii.
- Efekt skali jest na ogół słabą nieliniowością, jednak łącznie z innymi efektami może decydować o opłacalności prowadzenia działalności.
- „Wygrywający bierze wszystko” – jest to silna nieliniowość, występująca np. przy przejściu pakietu kontrolnego akcji.

W modelowaniu relacji najważniejsze jest uwzględnienie kosztów ustanowienia relacji („barier wejścia”) i kosztów zerwania relacji („barier wyjścia”). Ponadto, oprócz kosztów należy uwzględnić aspekty dynamiczne – czas potrzebny do ustanowienia i zerwania relacji. Parametry relacji nie są stałe. Przykładowo, w relacji dostawca – nabywca ustalenie ceny zależy od uwarunkowań otoczenia (sytuacji rynkowej) i od siły przetargowej obu podmiotów. Parametry te na ogół nie są takie same dla obydwu stron.

Relacje charakteryzują też inne czynniki⁸, np.:

- Maksymalna wielkość przepływu zasobów (jednorazowa lub w pewnym przedziale czasowym).
- Możliwość kumulowania się lub kompensowania oddziaływań związanych z różnymi relacjami. Niemożność skompensowania któregoś oddziaływania jest kryterium wyróżnienia relacji kluczowych i krytycznych.
- Wymienialność i płynność zasobów wymienianych w rozpatrywanej relacji. Dla bezpieczeństwa przedsiębiorstwa korzystna jest struktura z dużym udziałem zasobów o dobrej wymienialności i płynności, tzn. dających się łatwo i szybko wymienić na inne zasoby.
- Konieczność bilansowania zasobów wymienianych w rozpatrywanej relacji z innymi zasobami. Zasoby tego typu muszą kształtować się w odpowiedniej relacji z innymi zasobami, dlatego nawet niewielkie odchylenie może decydować o dodatniej lub ujemnej wartości bilansu (np. przychody i rozchody przy niewielkiej rentowności sprzedaży).
- Siła oddziaływania podmiotu na inne podmioty – wiąże się ze stopniem wyjściowym wierzchołka grafu odpowiadającego obiektowi.
- Zależność podmiotu od innych podmiotów – wiąże się ze stopniem wejściowym wierzchołka grafu odpowiadającego obiektowi.
- Dynamika oddziaływania (inercja, opóźnienie), relacje pomiędzy siłą oddziaływania doraźnego i długoterminowego. W szczególności należy uwzględnić oddziaływania

⁸ Ibidem, s. 115.

o charakterze nieminimalnie fazowym (np. krótkotrwała poprawa przed długotrwałym pogorszeniem).

- Dynamika kształtowania się parametrów relacji (niektóre parametry, zwłaszcza związane z oddziaływaniami niematerialnymi, mogą ulec gwałtownej zmianie), asymetria dynamiki (dla niektórych parametrów pogorszenie może nastąpić szybko, a poprawa jest długotrwała).
- Kumulatywność oddziaływań. Efekty niektórych oddziaływań kumulują się w czasie (i z tego powodu są zwykle ważniejsze), a innych ulegają rozproszeniu.
- Możliwość buforowania zasobu. W relacjach wymiany w korzystniejszej sytuacji znajduje się posiadacz zasobu, który można buforować.
- Inne uwarunkowania.

Modelem otoczenia (dalekiego) może być generator przebiegów losowych o określonych rozkładach prawdopodobieństwa i określonym widmie częstotliwościowym. Przebiegi czasowe mogą się zmieniać w sposób ciągły lub dyskretny, przy czym niewielkie odchylenia od wartości średnich na ogół zdarzają się częściej niż duże odchylenia.

Bliskie otoczenie należy traktować jako część obiektu sieciowego.

Procesy biznesowe można w uproszczeniu przedstawić jako procesy wymiany szeroko rozumianych zasobów – o charakterze materialnym (w przepływach obowiązuje wtedy zasada bilansu) i o charakterze niematerialnym, informacyjnym. W przepływach informacyjnych nie obowiązuje zasada bilansu, ale w wielu przypadkach o wartości rynkowej informacji (wiedzy) decyduje jej unikalność, dlatego z rozpowszechnianiem informacji może wiązać się pewna strata.

6. Czynniki determinujące zachowanie się obiektów sieciowych

Zachowanie się obiektów o strukturze sieciowej zależy od wielu czynników. W szczególności można wymienić:

- Występowanie podmiotów inicjujących.
- Rozmiary i złożoność obiektu sieciowego (liczebność).
- Zróżnicowanie wielkości obiektów składowych.
- Rodzaj relacji (np. zdominowane przez jedną stronę lub partnerskie).
- Siła powiązań (np. umowy stałe, długoterminowe, krótkoterminowe, doraźne).
- Łatwość nawiązywania relacji i trwałość relacji (co zwykle wiąże się z barierami utworzenia i rozwiązania relacji).

- Rodzaj relacji zachodzących pomiędzy obiektami (np. wymiana informacji lub czynników materialnych, doraźne rozliczenia lub kredytowanie dostaw – co wiąże się z ewentualnymi konsekwencjami przy nierzetelności partnerów).
- Stopień uzależnienia jednych podmiotów od innych, dywersyfikacja uzależnienia.
- Okoliczności przemawiające za kooperacją i za rywalizacją podmiotów (np. możliwość integracji pionowej lub poziomej).
- Możliwość wyboru konkurujących ze sobą podmiotów.
- Domena działalności (np. sfera materialna lub informacyjna).
- Pewność (niezawodność) działania podmiotów składowych (np. potencjał finansowy).
- Rzetelność podmiotów składowych, wywiązywanie się z umów.
- Aspiracje podmiotów składowych (np. dążenie do usamodzielnienia, wzrostu, zdominowania innych podmiotów, przechwycenia kluczowych kompetencji innych podmiotów).
- Zdolność podmiotów składowych do zmiany poziomu aktywności (np. działalności sezonowej, zawieszenia działalności – w dużej mierze zależy od kosztów stałych, możliwości buforowania zasobów oraz dywersyfikacji działalności).
- Potrzeby inwestycyjne związane ze zdolnościami wykonawczymi.
- Faza cyklu życia prowadzonej działalności.
- Zależność od wspólnych uwarunkowań (np. bliskość terytorialna).
- Inne uwarunkowania.

Należy podkreślić, że w strukturach sieciowych szczególnie ważne są: zdolność relacji do stabilnego podtrzymywania swojego istnienia oraz zależności o charakterze histerezy. Histereza (dodatnia) pojawia się wtedy, gdy obiekt, którego charakterystyka statyczna jest nasyceniem, zostaje objęty dodatnim sprzężeniem zwrotnym. Tego typu zależności można postrzegać jako swego rodzaju pamięć organizacji utrwalającą stan z poprzednich okresów.

7. Podsumowanie

W artykule przedstawiono koncepcję modelowania procesów wymiany zasobów w obiektach o strukturze sieciowej. Model obiektu sieciowego, w którym uwzględnia się nawiązywanie i zrywanie relacji pomiędzy obiektami składowymi, charakteryzuje się szczególną złożonością – jest to model o zmiennej strukturze. W typowych modelach dynamiki systemowej relacje są traktowane jako stałe zależności pomiędzy cechami zmiennymi. W modelu obiektu sieciowego parametry relacji trzeba traktować jako zmienne. Ponadto, w modelu jest konieczne uwzględnienie zależności silnie nieliniowych i nieciągłych.

W artykule sformułowano też hipotezy dotyczące szczególnie istotnych właściwości struktur sieciowych oraz przedstawiono różnorodne czynniki, jakie mogą wpływać na zachowanie się obiektów sieciowych.

Przedstawiona koncepcja może być podstawą do opracowania modeli symulacyjnych, przydatnych w interpretacji złożonych zależności występujących w obiektach o strukturze sieciowej. Symulacje i eksperymenty symulacyjne prowadzone z użyciem takich modeli miałyby charakter badawczy. W symulacjach badawczych nie można oczekiwać wyników o charakterze ilościowym, jest jednak możliwe zbadanie zależności mających najbardziej istotny wpływ na zachowanie się systemu oraz wyjaśnienie trudnych do przewidzenia zjawisk i procesów zachodzących w tych systemach.

Bibliografia

1. Cormen T., Leiserson C., Rivest R.: Wprowadzenie do algorytmów. WNT, Warszawa 1998.
2. Findeisen W. (red.): Analiza systemowa – podstawy i metodologia. PWN, Warszawa 1985.
3. Marciszewski W. (red): Mała encyklopedia logiki. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, Warszawa 1988.
4. Popper K. R.: Logika odkrycia naukowego. Aletheia, Warszawa 2002.
5. Skowronek M.: Modelowanie cyfrowe. Opis, algorytmy, środki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
6. Sułkowski Ł.: Epistemologia w naukach o zarządzaniu. PWE, Warszawa 2005.
7. Zoleński W.: Metoda budowy informatycznego systemu wczesnego ostrzegania w zarządzaniu w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, Gliwice 2007.

Abstract

Models of network objects are particularly compound – there are variable-structure models. Moreover considering strongly non-linear and discontinuous relations is necessary. For that in network models testing simulation methods should be applying. Research simulations using models of the system dynamics are explaining compound cause and effect relations. The conception presented in the article can be a base for creating of simulation network object models.