

DOKUMENTY W MODELOWANIU PROCESÓW ORGANIZACJI

Adam Kołopieńczyk

**Instytut Informatyki i Elektroniki, Uniwersytet Zielonogórski
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 50**

e-mail: a.kolopienczyk@iie.uz.zgora.pl

STRESZCZENIE

Problematyka tworzenia kooperacyjnych systemów komputerowych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem jest jednym z istotnych zagadnień informatyki. W artykule proponuje się wykorzystanie dokumentów elektronicznych, które stanowiąc aktywną warstwę środowiska informacyjnego organizacji, wspierają modelowanie i kontrolę procesów wykonywanych w organizacji.

1. WPROWADZENIE

Nowoczesne, zaawansowane technologie informatyczne pozwalają na ciągły rozwój środowiska informacyjnego, umożliwiając osiągnięcie coraz wyższego poziomu kooperacji i integracji [3, 2, 12, 17, 9]. Wymusza to ewolucję organizacji strukturalnej przedsiębiorstwa i sposobu wykonywania prac w przedsiębiorstwie. Obserwujemy koncentrację na procesach biznesowych przedsiębiorstwa i metodach wspomagania ich wykonywania przy wykorzystaniu systemów komputerowych [6, 3, 1, 8]. Pojawiające się rozwiązania związane z rozproszonym gromadzeniem i przetwarzaniem informacji oraz z komunikacją w sieciach komputerowych i idący za nimi wzrost dostępności tych technologii, są przyczynkiem powstawania nowych bytów – wirtualnych przedsiębiorstw, wirtualnych uczelni – wirtualnych organizacji [10, 11, 14, 5], w których rozwiązania informatyczne stanowią kluczowy czynnik warunkujący ich istnienie i organizujący w sposób wirtualny ich działania [4, 9, 2].

Wirtualna organizacja, jak i ogólniej pojęta wirtualna organizacja działań [9], są pojęciami nowymi, bardzo aktualnymi i interesującymi z naukowego punktu widzenia. Okazuje się jednak, że systemy informacyjne budowane według standardowych rozwiązań, nie są zdolne podolać wymaganiom stawianym przed nimi przez przedsiębiorstwa [6, 9, 13, 17]. Mimo istoty sprawy, brak jest obecnie spójnych koncepcji budowy nowoczesnych systemów informacyjnych dla wirtualnych organizacji, zwłaszcza wspomagających wykonywanie procesów biznesowych – zarówno jeśli chodzi o model jak i praktyczną realizację takiego systemu. Dostępne są co prawda pewne rozwiązania bazujące przede wszystkim na

reengineeringu, technologii workflow czy „sieci obiektowej”, jednak nie potrafią one sprostać wszystkim wymaganiom.

Konieczne staje się więc opracowanie nowych metod budowania środowiska informacyjnego. Pojawia się potrzeba stworzenia nowego modelu kooperacyjnych systemów informacyjnych, wydajnych w warunkach nowej rzeczywistości, umożliwiających procesowo zorientowaną pracę w rozproszonym środowisku informacyjnym.

2. DOKUMENTY DYNAMICZNE

W wyniku prowadzonych prac badawczych podjęto próby opracowania nowego modelu architektury systemu informacyjnego umożliwiającego wirtualną organizację działań oraz sprawną pracę wirtualnej organizacji zorientowaną na wspomaganie wykonywania procesów. Wynikiem poszukiwań wydają się być tzw. dokumenty dynamiczne (wirtualne) [6, 15], rozszerzające obecne rozumienie dokumentu elektronicznego.

Budując strukturę dokumentu dynamicznego wychodzimy z założenia, że przetwarzanie w środowisku informacyjnym oparte jest na wykonywaniu pewnych (dynamicznych dla środowiska wirtualnej organizacji działań) procesów. W modelu dekomponujemy proces na jego składowe – pojedyncze czynności (ang. *activity*) reprezentowane poprzez usługi aplikacji. Każda z aplikacji dostępnych w środowisku informatycznym wirtualnej organizacji posiada pewien zakres funkcjonalności – zestaw usług możliwych do wykonania za jej pomocą. Formalnie usługę aplikacji możemy opisać jako czwórkę $AS = (a, C, I, f_I)$, gdzie a – unikalny identyfikator usługi, C – zbiór warunków koniecznych do wykonania usługi, I – zbiór danych wejściowych, f_I – funkcja operująca na zbiorze I . Sekwencyjne zestawienie usług stanowi proces $PS = (T, S, S_I, F, g)$, gdzie F to relacja przepływu w procesie, S to zbiór usług aplikacji, S_I to zbiór usług rozpoczynających proces, T to zbiór tranzycji przejścia pomiędzy usługami procesu, a g to funkcja celu procesu. Struktura procesu spełniać musi wiele warunków, które wyprowadzone zostaną obszerniej w dysertacji.

Dokument dynamiczny może być postrzegany jako pewna kombinacja struktur danych i mechanizmów do zarządzania wykonywaniem dynamicznego procesu. Ogólnie dokument dynamiczny można zdefiniować jako trójkę $DD = (C, P, A)$, gdzie: C – bieżąca struktura procesu, P – struktura wzorca procesu, A – zbiór usług wykonywanych w danym momencie. Dokument gromadzi informacje niezbędne do przetwarzania w kolejnych krokach procesu oraz informacje o strukturze i warunkach przetwarzania wewnątrz procesu. Zaimplementowane w dokumencie mechanizmy pozwalają na efektywne zarządzanie wykonywaniem procesu.

Mając na uwadze turbulentne otoczenie organizacji wirtualnej, system musi dawać możliwość dynamicznych zmian struktury procesu w celu adaptacji do bieżących potrzeb i możliwości. Dynamiczne kształtowanie procesu polega na modyfikacji jego wewnętrznej struktury w

trakcie wykonywania procedur, wynika z powodu zmian w środowisku zewnętrznym lub wprowadzone w celu optymalizacji procesu. Zmiany w środowisku zewnętrznym polegać mogą na braku dostępności niektórych wykorzystywanych wcześniej procedur lub pojawianiu się nowych oraz na zmianie wartości niektórych zmiennych opisujących środowisko. Optymalizacja ma na celu zmianę struktury procesu przy wykorzystaniu tych samych procedur w celu zwiększenia jego wybranych parametrów jakościowych.

Wprowadzanie zmian struktury odbywa się na zasadach kooperacji pomiędzy systemem informacyjnym, a użytkownikami. Kooperacja obejmuje dwa podstawowe aspekty: (1) system proponuje użytkownikowi ścieżkę lub alternatywne ścieżki procesu, (2) użytkownik zatwierdza propozycję lub ją neguje podając bardziej prawidłową konfigurację procesu.

Kooperacja polega więc na wspólnym ustalaniu struktury procesu, użytkownik może tu grać rolę „nauczyciela”, który przekazuje informację do systemu swoją wiedzę o procesach; z drugiej strony system stanowi rolę „doradcy”, przekazując pewne propozycje dalszego przebiegu procesu. W miarę zdobywania informacji o zależnościach w środowisku, system będzie coraz bardziej wiarygodnym „doradcą”. Proponowanie przez system ścieżki procesu wymaga zamodelowania w systemie pewnych zależności pozwalających identyfikować wykorzystywane sekwencje procedur oraz wskazywać te, które są z punktu widzenia pewnych kryteriów korzystniejsze.

3. WZORCE PROCESÓW

To co odróżnia proponowane rozwiązanie od obecnie istniejących, to zastosowanie dynamicznego opisu procesu pozwalającego na rekonfigurację struktury procesu już w trakcie jego wykonywania. Dzięki temu, możliwe jest dostosowywanie się do wciąż zmieniających się warunków, w jakich funkcjonują wirtualne organizacje.

Formalny opis procesu korzysta z sieci workflow. Sieć workflow to markowana sieć Petriego $WFN = (P, T, F)$ w której:

- 1) (P, T, F) jest siecią wolnego wyboru, prostą i czystą,
- 2) pojemność wszystkich miejsc i waga wszystkich łuków wynosi 1,
- 3) markowanie początkowe $M_0 = \{i \in P: \bullet i = \emptyset\}$,
- 4) $|\{i \in P: \bullet i = \emptyset\}| = 1$,
- 5) $|\{o \in P: o \bullet = \emptyset\}| = 1$,
- 6) $M_k = \{o \in P: o \bullet = \emptyset\}$ jest osiągalne dla każdej sekwencji realizowania sieci.

Sieć workflow modeluje wzorzec procesu, na podstawie którego tworzone są egzemplarze procesów rzeczywiście wykonywanych w organizacji. Traktując wzorzec procesu jako obiektową klasę możemy powiedzieć, że egzemplarze procesu są instancjami takiej klasy. Egzemplarz procesu odzwierciedla sekwencję wywołanych procedur zgodnie z kolejnością częściową narzuconą przez sieć workflow.

Zastosowanie wzorca procesu i aktualnej struktury procesu w dokumencie pozwala na wprowadzenie mechanizmów uczenia się przez dokument, a raczej przez populację dokumentów, pewnych zależności w systemie. Wykorzystanie systemu uczącego się, w stosunku do tradycyjnych systemów doradczych, opartych wyłącznie na wiedzy pozyskanej od ekspertów ludzi, jest bardzo istotnym osiągnięciem. Wprowadzenie dokumentu dynamicznego pozwala na wykorzystanie metod sztucznej inteligencji – m.in. algorytmów uczenia z nadzorem lub uczenia ze wzmocnieniem do optymalizacji ścieżki procesu. Wówczas rozpatrywana jest rodzina dokumentów, w których dąży się do maksymalizacji wartości oczekiwanej całkowitej sumy wzmocnienia $E\left\{\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t r_t\right\}$, gdzie r_t jest wartością wzmocnienia przy wykonaniu procesu w kroku t , $\gamma \in [0,1]$ jest tzw. współczynnikiem dyskontowania determinującym względną wagę wartości wzmocnienia bliskich i odległych w czasie (dla $0 < \gamma < 1$).

Do praktycznych zastosowań możliwe jest użycie np. algorytmu Q-learning, wykorzystywanego w metodzie programowania dynamicznego. Algorytm ten dokonuje oszacowania pewnych par stan-akcja zgodnie z pewną funkcją szacującą Q . Wartość $Q(x, a)$ jest miarą użyteczności wykonania akcji a w stanie x . Wybór akcji do wykonania następuje na podstawie wartości Q , według schematu faworyzującego akcje z największymi wartościami Q . W każdym kroku t po wykonaniu pewnej akcji a_t w stanie x_t i otrzymaniu wartości wzmocnienia r_t następuje modyfikacja wartości Q zgodnie z regułą:

$$Q_{t+1}(x, a) = \begin{cases} (1 - \eta)Q_t(x, a) + \eta(r_t + \gamma \max_{a'} Q_t(x_{t+1}, a')) & \text{dla } x = x_t, a = a_t \\ Q_t(x, a) & \text{dla } x \neq x_t, a \neq a_t \end{cases}$$

gdzie η – współczynnik określający szybkość uczenia. Wartość $Q(x, a)$ dla każdego stanu x i akcji a dąży do zdyskontowanej sumy wzmocnienia uzyskanego po wykonaniu w stanie x akcji a i następnie wybieraniu akcji o największych wartościach Q . W przypadku uczenia się optymalnych ścieżek procesu w dokumencie dynamicznym wyróżnić możemy wyróżnić dwie funkcje wartościowania. Pierwszą – lokalną, dla której stan x jest zbiorem aktywnych usług A , a a jest zbiorem usług A' następujących po wykonaniu kroku A , dla których spełnione są warunki C . Drugą – globalną, gdzie oceniany jest cała struktura P dokumentu $DD = (C, P, A)$ po wykonaniu procesu w stosunku do wzorca C . Dopuszczalne, a nawet wskazane, jest stosowanie hybrydowego algorytmu wykorzystującego zarówno metodę uczenia się z nadzorem, jak i ze wzmocnieniem. W takim rozwiązaniu rolę źródła informacji – nauczyciela mogą pełnić ludzie: pracownicy bezpośrednio związani z wykonywaniem czynności procesu na zasadzie lokalnego uczenia z nadzorem, a kierownictwo – na zasadzie globalnego uczenia ze wzmocnieniem.

Dynamiczne modelowanie procesów wymaga kontroli poprawności syntaktycznej i semantycznej budowanych struktur – istnieją obecnie techniki pozwalające na weryfikację

poprawności syntaktycznej procesu. Dostępne są także algorytmy pozwalające na identyfikację z dużym prawdopodobieństwem poprawności semantycznej procesu.

4. KIERUNKI PRAC

Celem prowadzonych prac jest wykazanie, że system bazujący na modelu dokumentów dynamicznych, obejmującym jednocześnie modele procesów, wzorce dokumentów (wywodzących się bezpośrednio z modelu procesu) oraz katalogi usług dostępnych w systemie pozwala na koordynowanie wykonywaniem prac procesowych w organizacji wirtualnej. Pokazane zostanie, że model pozwala na realizację wszystkich wymagań, stawianych wobec takiego systemu.

Istotnym aspektem dowodzącym poprawności koncepcyjnej modelu dokumentów dynamicznych jest formalna specyfikacja modelu [15]. Trwają prace na formalnym opisie algorytmów i struktur dokumentu w oparciu o język sieci. Język sieci powstał pod wpływem prób stworzenia bazy pojęciowej i teoretycznej dla opisu w sposób jednolity i adekwatny możliwe największej liczby zjawisk związanych z przesyłaniem i przekształcaniem informacji. Sieci są dobrym modelem dla procedur, organizacji i mechanizmów, w których odgrywają rolę przepływy regulowane, zwłaszcza przepływy informacji. Z takimi właśnie przepływami mamy do czynienia w przypadku modelowania w systemie informacyjnym procesów organizacji wirtualnych.

Oprócz formalnego dowodu, przedstawione zostaną modele użytkowe, pokazujące, że system oparty o koncepcję dokumentów dynamicznych jest praktycznie realizowalny. Utworzenie kompletnego systemu jest zadaniem trudnym i pracochłonnym. Wymaga ono dużych nakładów finansowych i zaangażowania sporych zasobów ludzkich. Z tych powodów w prowadzonych pracach ograniczono się do analizy, czy korzystając z dostępnych obecnie technologii informatycznych można stworzyć taki system, a jeśli tak, to z jakich technologii należy skorzystać. Opracowywany jest także model użytkowy, który pozwoli na wstępną symulację zachowania systemu oraz na prowadzenie badań eksperymentalnych.

Postawione tezy dowiedzione zostaną więc w trzech krokach: 1) poprzez koncepcyjne wykazanie, że model dokumentów dynamicznych jest odpowiedni do modelowania dynamicznych procesów organizacji wirtualnej, 2) poprzez wykazanie formalnej poprawności modelu dokumentów dynamicznych, 3) poprzez pokazanie praktycznej realizowalności koncepcji i przedstawienie wyników badań na modelach implementacyjnych.

LITERATURA

- [1] E. Nawarecki: *Dynamicznie kształtujące się organizacje w systemach informacyjnych*, PTIN, 1999

- [2] Z. Kierzkowski: *Integracja informacyjna i biznesowo-etyczna współzależność wzajemna ludzi w wirtualnej organizacji*. Prakseologia 1/2000
- [3] M. P. Papazoglo. G. Schlageter: *Cooperative Information Systems – Trends and Directions*, Academic Press 1998
- [4] Z. Kierzkowski: *Computer Information Exchange and Virtual Activities Organization In Decentralized Intelligent Multi Agent Systems*, Proc. of the First International Workshop, 1995
- [5] B. Kubiak, A. Korowicki: *Model organizacji wirtualnej i jej kooperacyjne systemy informacyjne – Idea przyszłości czy praktyka na dziś*, Computerworld nr 40, 1997
- [6] Z. Kierzkowski, A. Kołopieńczyk: *Virtual Documents Modelling in the Process Oriented Decentralized Management System*, WNT, Zakopane 1999
- [7] G. Dobrowolski, E. Nawarecki: *Model zdecentralizowanego zarządzania w firmie wielozakładowej*, Wydawnictwo Akapit, 1998
- [8] Z. Kierzkowski: *The Main Factors for the Synthesis of Virtual Activities Organisation and New Information Systems*, 15th International CODATA Conference, 1996
- [9] C. Scholz: *Virtuelle Unternehmen – organisatorische Revolution mit strategischer Implikation*, M.&C Management & Computer, 1996
- [10] J. A. Byrne, R. Brandt: *The Virtual Corporation*, Business Week, 02/1993
- [11] Z. Kierzkowski Z., S. Kluska-Nawarecka, A. Sielicki: *WOD – Wymiana informacji i interaktywne komunikowanie medialne*, PTIN Sorus, 2000
- [12] G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg: *Systemy rozproszone – podstawy i projektowanie*, WNT, 1998
- [13] C. Scholz: *Controlling in virtuellen Unternehmen*, M.&C Management & Computer, 1995
- [14] A. Kołopieńczyk: *Formal specification of dynamic documents*, Proc. of Advanced Computer Systems, 2000
- [15] J. Woodcock, J. Davies: *Using Z*. University of Oxford 1995
- [16] A. G. Nilsson, C. Tollis, C. Nellborn: *Perspective on Business Modelling*, Springer-Vrelag, New York 1999