
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

NUMER 2

INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

Damian KRENCZYK*

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów
Wytwarzania, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, Gliwice

* damian.krenczyk@polsl.pl

INTEGRACJA SYSTEMÓW PLANOWANIA PRODUKCJI Z SYSTEMAMI SYMULACYJNYMI Z WYKORZYSTANIEM JĘZYKA XSLT

Streszczenie: W artykule przedstawiono metodę integracji systemów planowania produkcji z systemami symulacyjnymi. W procesie integracji wykorzystano język XML, XML Schema oraz XSLT Transformation. Opracowano definicję struktury dokumentu XML, zawierającego dane na temat modelowanego systemu produkcyjnego oraz zlecenia produkcyjnego. Pokazano proces generowania pliku wejściowego do systemu symulacyjnego, realizowany poprzez transformację dokumentu XML z wykorzystaniem rozszerzalnego języka arkusza stylów XSLT. Wynikiem transformacji jest plik wejściowy dla systemów symulacyjnych, zawierający informacje o modelu systemu produkcyjnego wraz z procedurami sterującymi - dane o zasobach produkcyjnych i procesach wykonywanych na tych zasobach oraz o sposobie sterowania przepływem produkcji w systemie, zapisany w postaci skryptów w języku 4DScript.

1. Wprowadzenie

Obecnie firmy produkcyjne działają w bardzo dynamicznym otoczeniu. Globalny rynek, ostra konkurencja oraz ciągle zmieniające się wymagania klientów powodują skracanie się cyklu życia produktu jednocześnie ze wzrostem stopnia złożoności wyrobów. Czynniki te wymuszają na producentach dostosowanie się jak najszybciej do nowych okoliczności oraz inwestowanie w coraz bardziej złożone i innowacyjne technologie. Wraz z tymi zmianami pojawia się potrzeba opracowywania i wdrażania nowych metod wspomaganie podejmowania decyzji na poziomie operacyjnym i zarządzanie zleceniami w przedsiębiorstwach [1, 2, 3]. Jednym z obszarów wspomaganie komputerowego, pozwalającego na zwiększenie efektywności procesu planowania i harmonogramowania produkcji, jest komputerowe modelowanie, symulacja i wizualizacja przepływu procesów w systemie produkcyjnym. Stosowanie narzędzi symulacyjnych umożliwia szybką weryfikację możliwości realizacji produkcji dla opracowanych planów dotyczących kolejności realizacji zleceń oraz informacji dotyczących specyfikacji zlecenia produkcyjnego oraz charakterystyk dostępnego systemu wytwarzania. Wyniki symulacji i wizualizacji mogą także być przydatne w analizie wpływu rozkładu jazdy i pojemności środków transportu, umiejscowienia i pojemności magazynów

międzyoperacyjnych oraz sposobu obsługi zasobów produkcyjnych na możliwości dotrzymania normatywów produkcyjnych, którymi są m.in.: termin realizacji zleceń produkcyjnych, stopień wykorzystania zasobów oraz zapewnienia jakościowo dopuszczalnego funkcjonowania systemu produkcyjnego (praca bez blokad i zagłódzeń). Dają także możliwość wykrycia ewentualnych zagrożeń kolizjami czy przeprowadzenia eksperymentów uwzględniających awarie urządzeń, weryfikacji otrzymanych wyników itp.

Pomimo wielorakich możliwości, jakie daje stosowanie systemów symulacyjnych, istnieje wiele problemów powodujących, że narzędzia symulacyjne nie są powszechnie stosowane w przedsiębiorstwach. Do głównych czynników można zaliczyć dużą pracochłonność oraz czasochłonność związaną z gromadzeniem i analizą danych oraz budową modelu symulacyjnego systemu produkcyjnego, a także znaczne koszty, które za tym idą. Szacuje się [4, 5], że około 30-40% czasu związanego z przeprowadzeniem projektu symulacyjnego zajmują czynności związane z gromadzeniem niezbędnych danych, a 25-35% czasu poświęca się na przygotowanie samego modelu, który ma zostać poddany badaniom symulacyjnym. Przeprowadzenie eksperymentu oraz analiza danych wyjściowych to tylko 20% z całego czasu realizacji projektu symulacyjnego.

Kolejnym problemem jest duża wrażliwość wyników badań symulacyjnych na błędy popełniane podczas budowy modelu symulacyjnego. Ponadto, aby można było wybrać rozwiązanie dopuszczalne na podstawie eksperymentów symulacyjnych, wymagane jest wykonanie wielu eksperymentów dla różnych scenariuszy przepływu produkcji w systemie.

W celu wyeliminowania przedstawionych problemów zaproponowano, przedstawioną w tym artykule, metodę automatycznego generowania modeli dla systemów symulacyjnych. Proponowana metoda wykorzystuje Rozszerzalny Język Znaczników XML (Extensible Markup Language)[6] oraz techniki mapowania i transformacji danych (data mapping, data transformation) pozyskiwanych i przetwarzanych w systemach informatycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem [6, 7], na różnych szczeblach i obszarach funkcjonalnych (ERP, SCM, MRP, PPC, MES itd.), na potrzeby automatycznego generowania skryptów dla systemów symulacyjnych.

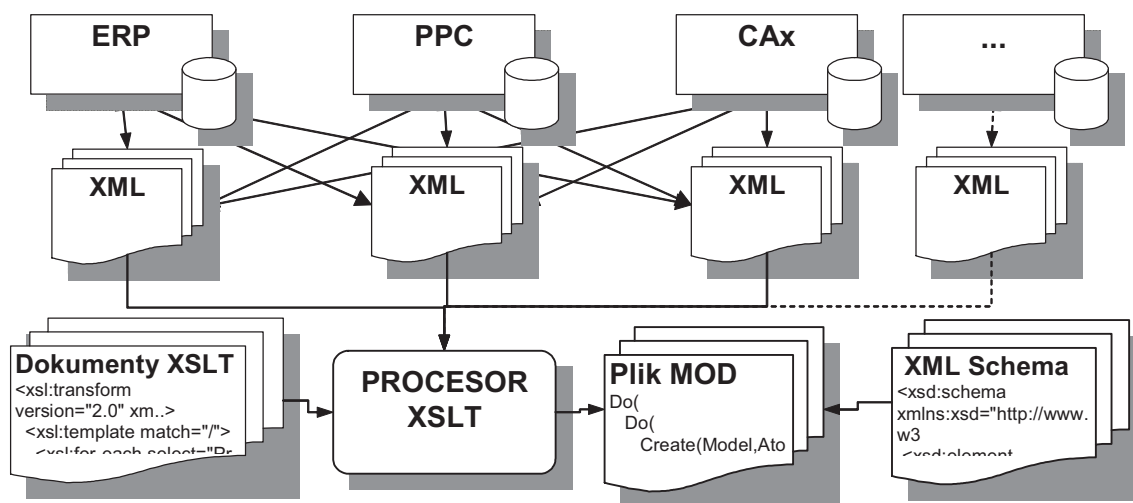
2. Automatyzacja procesu tworzenia modeli symulacyjnych

Realizacja metody automatyzacji procesu tworzenia modeli systemów produkcyjnych na potrzeby symulacji i wizualizacji wykorzystuje technikę mapowania danych z wykorzystywanych w przedsiębiorstwach systemów wspomagających proces planowania i sterowania produkcją. Obecnie większość tych systemów umożliwia import danych w formacie XML oraz zdefiniowanie zakresu i zawartości importowanych danych. Opracowano zatem definicje struktury dokumentu XML, zawierającego dane dotyczące modelowanego systemu produkcyjnego. Zdecydowano, że definiowanie struktury dokumentu zostanie przeprowadzone z wykorzystaniem standardu XML Schema, który pozwala na definiowanie ograniczeń dotyczących mapowanych danych oraz tworzenie nowych definicji struktury, czy łączenie informacji z różnych schematów (źródeł). Daje to możliwość mapowania i transformacji danych pozyskiwanych z różnych systemów informatycznych, zawierających informacje wymagane do przygotowania modelu symulacyjnego.

Opracowany na potrzeby metody automatyzacji procesu tworzenia modeli schemat XML zawiera definicję struktury dokumentu XML dla danych opisujących zasoby składające się na system wytwórczy, tj.: maszyny, magazyny międzyoperacyjne, magazyny wejściowe

i wyjściowe dla produktów, które mają być realizowane w systemie oraz dane dotyczące procesów produkcyjnych, tj. marszruty technologiczne, dane o czasach przygotowawczo-zakończeniowych, czasach jednostkowych oraz dane o sekwencjach realizacji operacji produkcyjnych dla wszystkich procesów produkcyjnych [2, 9, 10].

Na potrzeby automatyzacji procesu transformacji danych na plik wejściowy do systemu symulacyjnego wykorzystano rozszerzalny język arkusza stylów XSLT (ang. XSLT Transformations, Extensible Stylesheet Language Transformations) [11], pozwalający na przekształcenie dokumentu XML na inny dokument XML, stronę WWW, dokument tekstowy czy inny typ pliku. W tym etapie zostają automatycznie wygenerowane (na podstawie danych zapisanych w dokumencie XML) pliki zawierające zapis modelu systemu produkcyjnego, który może być automatycznie odczytany przez komercyjne systemy symulacyjne, takie jak FlexSim czy Enterprise Dynamics (rys. 1)[2, 10]. Proces transformacji „zamienia” dane zapisane w dokumentach XML na wewnętrzne języki skryptowe systemów symulacyjnych (poprzez odpowiednio zaadresowane odwołania do znaczników (węzłów) wykorzystując język XPath). Praktyczna weryfikacja opracowanej metody realizowana jest z wykorzystaniem języka *4DScript*, który jest wewnętrznym językiem systemu Enterprise Dynamics. *4DScript* pozwala między innymi na: projektowanie i implementację podstawowych obiektów składających się na model symulacyjny, definiowanie funkcji i parametrów obiektów modelu oraz implementację interfejsów użytkownika.



Rys.1. Transformacja dokumentów XML

Fig.1. XML document transformation

Na podstawie danych zapisanych w dokumencie XSLT, procesor XSLT transformuje automatycznie dane zapisane w pliku wejściowym XML na dokument wejściowy do systemu symulacyjnego zawierający linie kodu, tworzące zasoby składające się na system wytwórczy, tj.: maszyny, magazyny międzyoperacyjne, wejściowe i wyjściowe, elementy generujące produkty, które mają być realizowane w systemie oraz zasoby informacyjne, tj. tabele zawierające dane o czasach realizacji operacji na zasobach, tabele zawierające harmonogram pracy zasobów, dane o marszrutach procesów w postaci funkcji wykonujących połączenia pomiędzy odpowiednimi atomami w model, parametry dotyczące sceny oraz skrypty

umożliwiającej realizację procesu symulacji i wizualizacji według danych zawartych w zasobach informacyjnych.

Realizacja procesu transformacji danych w opracowywanym module składa się z następujących kroków:

- wczytanie dokumentu/dokumentów XML zawierających dane dotyczące systemu produkcyjnego oraz planowanych do realizacji zleceń produkcyjnych z systemów wspomagania planowania i harmonogramowania produkcji,
- walidacja wczytanego dokumentu XML na podstawie opracowanych dokumentów XML Schema,
- transformacja dokumentu/dokumentów XML w procesorze XSLT na podstawie opracowanego dokumentu XSLT (mapowanie danych oraz obliczenia z wykorzystaniem języka XPatch).
- wygenerowanie dokumentu (MOD) zawierającego skrypty 4DScript dla systemu Enterprise Dynamisc
- walidacja wygenerowanego dokumentu,
- utworzenie gotowego modelu symulacyjnego w systemie Enterprise Dynamics poprzez wczytanie wygenerowanego dokumenty (MOD).

<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?> - <Production_System Name="System Pusty 2.swi xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema - <Processes> - <Process> <Id>1</Id> <Name>P1</Name> <Batch>10</Batch> <Nr_of_Operatoins>3</Nr_of_Operatoins> - <Route> - <Operation No="1"> <Resource_Id>1</Resource_Id> <Cycle_Time>1</Cycle_Time> <Setup_Time>0</Setup_Time> </Operation> - <Operation No="2"> <Resource_Id>4</Resource_Id> <Cycle_Time>2</Cycle_Time> <Setup_Time>0</Setup_Time> </Operation> - <Operation No="3"> <Resource_Id>2</Resource_Id> <Cycle_Time>5</Cycle_Time> <Setup_Time>0</Setup_Time> </Operation> </Route> </Process> </pre>	<pre> 1 Do(2 Do(3 4 Sets(CreateAtomCopy(AtomByName([Product] 5 set(Color,ColorBlue), 6 set(icon,20), 7 setloc(0,3,0), 8 Sets(CreateAtom(AtomByName([Source], Libre 9 set(Color,ColorBlue), 10 SetAtt(2, 0, s), 11 SetAtt(5, 0, s), 12 SetAtt(6,10, s), 13 setloc(3,3,0), 14 Connect(0, Prev(s), 1, s), 15 16 Sets(CreateAtomCopy(AtomByName([Product] 17 set(Color,ColorBrown), 18 set(icon,21), 19 setloc(0,6,0), 20 Sets(CreateAtom(AtomByName([Source], Libre 21 set(Color,ColorBrown), 22 SetAtt(2, 0, s), 23 SetAtt(5, 0, s), </pre>
--	--

Rys. 2. Transformacja dokumentu XML na dokument 4DScript
Fig. 2. XML File transformation into 4DScript file

Fragment dokumentu XML oraz wygenerowanego na jego podstawie skryptu w języku 4DScript przedstawiono na rys. 2.

3. Podsumowanie

W artykule przedstawiono sposób automatycznego tworzenia modeli systemów produkcyjnych dla potrzeb symulacji i wizualizacji komputerowej na podstawie danych zapisanych w rozszerzalnym języku znaczników XML, pozyskiwanych z systemów informatycznych klasy ERP/MRP/PPC/MES wykorzystywanych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Przykładowe moduły systemów ERP, pozwalające na pozyskiwanie wymaganych informacji w postaci dokumentów XML, to: NetWeaver systemu SAP czy IFS Connect systemu IFS Application, który pozwala na integrację z innymi systemami lub programami obsługi elektronicznej wymiany danych (EDI). Innym przykładem może być QXtend Data Import/Export firmy QAD - producenta systemów klasy ERP/MRP/Lean. Przedstawiona metoda może posłużyć do wyeliminowania problemów związanych z pracochłonnością przygotowywania modeli oraz pozyskiwania danych w procesie realizacji projektów symulacyjnych.

Pokazana metoda z powodzeniem może być wykorzystywana z większością komputerowych systemów symulacyjnych, które cechują się otwartością, tzn. posiadają możliwość wymiany danych lub tworzenia nowych funkcji poprzez wewnętrzne skryptowe języki programowania (4DScript dla Enterprise Dynamisc, Arena Scripting Language, Flexscript dla FlexSim, TLI dla Taylor II).

Literatura

1. Kalinowski K., Skołod B., Grabowik C., Krenczyk D.: Computer aided technological and organizational processes planning. In: Proceedings of the Contributions of 15th International Scientific Conference, CO-MAT-TECH 2007, Quality Assurance Of Products, Safety Of Production And Environment, Trnava, Slovakia, 2007, p.173-176.
2. Krenczyk D., Skołod B.: Production preparation and order verification systems integration using method based on data transformation and data mapping. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6697 2011, part II, p. 297-404.
3. Saniuk S. Saniuk A.: Production orders planning in a network of small and medium-sized enterprises. Contemporary problems in managing production and services supporting manufacturing processes, Ed. J. Lewandowski, I. Jałmużna. Łódź: Wyd. Pol. Łódź., 2009, p. 31-38.
4. Robinson S. : Simulation: The practice of model development and use. Adobe E-Book John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
5. Nordgren W. B. : Steps for Proper Simulation Project Management. In: Winter Simulation Conference (1995) , p. 68-73.
6. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition) W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/>
7. Wang, C.G., Xu, L.D.: Parameter mapping and data transformation for engineering application integration. Information Systems Frontiers 10, p. 589-600 (2008)
8. Erasala N., Yen D.C., Rajkumar, T.M.: Enterprise application integration in the electronic commerce world. "Computer Standards and Interfaces", Vol. 25, Issue 2, p. 69-82.
9. Krenczyk D.: Automatyczne generowanie modeli systemów produkcyjnych dla potrzeb symulacji komputerowej, W: IX Konferencja „Komputerowo zintegrowane zarządzanie”.

Zbiór prac. T. 2, pod red. Ryszarda Knosali. Opole: Ofic. Wyd. Pol. Tow. Zarządz. Prod., 2006, s. 26-35

10. Krenczyk D., Metoda wspomagania planowania produkcji z wykorzystaniem systemów SWZ i Enterprise Dynamics, Informacyjne aspekty zarządzania i sterowania produkcją. Red. A. Świć. Lublin : Wydaw. Uczelniane Politechniki Lubelskiej, 2005, s. 19-25
11. XSL Transformations (XSLT) Version 2.0, W3C Recommendation, 2007, <http://www.w3.org/TR/xslt20/>.

INTEGRATION OF PRODUCTION PLANNING AND SIMULATION SYSTEMS USING XSLT TRANSFORMATION

Summary: In the paper the method of integration of production planning and simulation systems was presented. In the integration process XML, XML schema and XSLT transformation languages were used. The definition of the structure of the XML document containing data on the production system and the production order was elaborated. The process of generating the input file into a simulation system implemented by transforming an XML document using extensible stylesheet language XSLT was shown. The result of transformation is the input file for simulation systems, containing information about the production system model, together with control procedures - information about resources and production processes performed on these resources and their control written in the 4DScript scripting language.