ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1992
Seria: *Mechanika* z. 112 Nr kol. 1182

Jerzy POKOJSKI
Instytut Podstaw Budowy Maszyn
Politechnika Warszawska

SZTUCZNA INTELIGENCJA W SYSTEMACH CAD

Streszczenie. W pracy zajęto się problemem wprowadzania elementów sztucznej inteligencji do systemów CAD. Rozpatrzono możliwość wykorzystania tego typu modułów na różnych etapach procesu projektowania. W pracy przedstawiono przykład zastosowania proponowanej metodyki.

Summary. An integration of artificial intelligence modules with CAD systems on different stages of the design process are considered. An examplary system is presented in the paper.

Zusammenfassung. Der folgende Artikel zeigt Möglichkeiten, wie Expertensysteme in bestimmten Entwicklungsstadien bei der Erstellung eines Röhrensystems eingesetzt werden können. Es handelt sich dabei um ein spezielles System, das aus zwei miteinander verbundenen Programmen beststht. Das erste modelliert die Geometrie eines Röhrensystems, das zweite analysiert die Dynamik der Flüssigkeit in Röhrensystems.

1. WSTĘP

W ciągu ostatnich lat można zaobserwować duże zainteresowanie systemami doradczymi w praktyce projektowej [3,4,5,7,10,12,14,16]. Powstaje wiele systemów doradczych mających charakter eksperymentalny, w pełni zintegrowanych z określonymi systemami CAD.

Prowadzi się badania na bardzo wielu płaszczyznach. Na czoło wysuwają się następujące zagadnienia [4,7,10,14]:

- na jakich etapach procesu projektowania istnieje możliwość zastosowania systemów doradczych,
- jaka powinna być architektura takich systemów i jak mają one współpracować z istniejącym oprogramowaniem,
- jak powinny być budowane bazy wiedzy i bazy danych dla wspomagania procesów projektowych.

W niniejszej pracy przedstawiono analizę możliwości wprowadzenia systemów doradczych na różnych etapach procesu projektowego. Zaprezentowano także wstępną wersję systemu wykorzystującego na pewnych etapach pracy technikę systemów doradczych.

2. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW CAD WSPÓŁPRACUJĄCYCH Z SYSTEMAMI DORADCZYMI

W rozdziale zostanie przedstawiona krótka charakterystyka systemów CAD, które działają w powiązaniu z systemami doradczymi.

Najczęściej systemy doradcze stosowane przy wspomaganiu prac projektowych używane są w następujących celach [3, 4, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16]:
- wspomaganie etapu modelowania oraz etapu analizy uzyskanych wyników,
- "tłumaczenie" modelu, np.: generowanie jednego modelu na podstawie innego,
- prowadzenie interpretacji uzyskanych wyników,
- zapewnienie inteligentnego dostępu do już istniejących projektów,
- zapewnienie inteligentnego dostępu do inżynierskiej wiedzy szczegółowej.

Głównym celem stosowania systemów doradczych jest dążenie do poprawienia jakości analiz, skrócenia czasu projektowania, zapewnienie lepszej jakościowo konstrukcji.

Projektowanie w przemyśle maszynowym ma to do siebie, że przeprowadza się wiele różnych analiz i iteracji projektowych [4,5,10]. Następuje wymiana dużych ilości informacji. Pojawia się wiele problemów interdyscyplinarnych, gdzie podejmowane decyzje mogą mieć znacznie szersze, niż dla jednej dyscypliny, konsekwencje. Typowe jest projektowanie odbywające się na wielu poziomach, od analiz konceptualnych do bardzo szczegółowych analiz obliczeniowych. Często analizuje się bardzo wiele parametrów szczegółowo. Używanych jest wiele baz danych.

Na każdym z powyższych etapów możliwe jest stosowanie odpowiedniego oprogramowania.

To, co przedstawiono powyżej, stanowi pewne stopnie swobody określające kierunki poruszania się przy tworzeniu nowego systemu [4,5,10]. W sumie należy wnosić, że systemy tego typu powinny być zorientowane na określoną dziedzinę działalności projektowej.

Systemy doradcze służące do wspomagania procesu tworzenia nowej konstrukcji wspomagają projektanta przy doborze elementów składowych, ustosunkowują się odnośnie do poprawności doboru używanych elementów, ich połączeń, dostępności technologii, pozwalają na zgrubną ocenę wstępnych parametrów badanych modeli [4, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 16].

Systemy doradcze kontrolują także zgodność z pewnymi standardami, zasadami projektowymi, umożliwiają łatwy dostęp do baz danych elementów i materiałów. Mogą również służyć do analizy bazy danych wcześniejszych projektów.

3. PRZYKŁADOWY SYSTEM CAD Z ELEMENTAMI SYSTEMU DORADCZEGO

W rozdziale przedstawiono system specjalizowany [11], który składa się z systemu do modelowania geometrii układów rurociągowych połączonego z systemem do badania modeli dynamicznych płynów zawartych w rurociągach. Do modelowania geometrii układów rurociągowych wykorzystano istniejący system EASYPLOT [6]. System EASYPLOT pozwala na modelowanie geometrii rurociągów w sposób interaktywny. Jest on wyposażony w wiele funkcji typowych dla tej klasy zastosowań. Modele geometryczne

tworzone za pomocą tego systemu są klasy 3D i mogą się składać z następujących prymitywów: odcinki proste rur, łuki, zawory, redukcje, trójniki, czwórniki. System wyposażony jest w odpowiednie bazy danych. Informacje, jakie zawierają modele uzyskane za pomocą tego systemu, dotyczą geometrii i topologii układu.

Drugim systemem, który został wykorzystany w nowo powstałej całości, jest system, który służy do badania modeli dynamicznych układów hydraulicznych. Jest to system INES [1]. System ten wykorzystuje popularny w tego typu zagadnieniach formalizm komórkowy. Zakłada się, że każdy układ hydrauliczny można zamodelować jako sieć złożoną z węzłów. Występują dwa typy węzłów: cele i połączenia (ang. cells, links). Cela jest modelem płynu. Modeluje skończoną jego objętość, kumulację energii. Połączenie modeluje opory przepływu. Używając tych dwóch modeli można zamodelować całe sieci hydrauliczne. Poza wymienionymi typami węzłów system umożliwia modelowanie pomp, zbiorników otwartych, zamkniętych, wymienników ciepła. Modelując określony układ hydrauliczny za pomocą systemu INES należy określić, z jakich węzłów składa się system, jak są one ze sobą połączone, jakie parametry posiadają poszczególne węzły, jakie są warunki brzegowe układu.

Modelowanie układu hydraulicznego zbudowanego z kilkuset węzłów jest bardzo pracochłonne w przypadku ręcznego przygotowania danych. Dlatego też podjęto próbę automatycznego generowania modelu hydraulicznego na podstawie modelu zdefiniowanego za pomocą systemu EASYPLOT (modelu geometrycznego). Opracowano zbiór reguł, które pozwalają na podstawie opisu geometrii rurociągu automatycznie zbudować sieć węzłów odpowiednio połączonych ze sobą. Zbiór ten składa się z 56 reguł. Część z nich są to reguły proste - przetwarzające bezpośrednio elementy modelu CAD na model dynamiczny płynu. Sporą grupę stanowią reguły związane z sytuacjami konfliktowymi. Szereg parametrów, które wynikają bezpośrednio z geometrii lub topologii rurociągu jest liczonych automatycznie również według określonych reguł. Generalnie przyjęto założenie, że użytkownik zupełnie nie widzi modelu układu hydraulicznego. Użytkownik określa parametry układu hydraulicznego odnosząc je nie do systemu węzłów, ale do modelu geometrycznego rurociągu. Użytkownik może określić początkowe wartości ciśnień, temperatur, ewentualnie przepływów masowych w poszczególnych elementach układu. Może zdefiniować również współczynniki oporu przepływu w zaworach. Użytkownik może rozbudować model dodając na "wolnych" końcach rurociągu zbiorniki otwarte, zamknięte lub połączenia brzegowe. W dowolnym miejscu układu istnieje możliwość zainstalowania pomp o zadanej przez użytkownika charakterystyce, wymienników ciepła, zwężek. System automatycznie generuje parametry sterujące obliczeniami symulacyjnymi. System posiada moduł, który dokonuje ostatecznej kontroli modelu wejściowego. Moduł ten w dialogu z użytkownikiem pozwala na skorygowanie pewnych wielkości wejściowych. Osobny moduł diagnostyczny umożliwia prowadzenie diagnostyki w trakcie obliczeń symulacyjnych. Wszystkie informacje diagnostyczne przedstawiane użytkownikowi, wraz z dialogiem, odnoszone są nie do modelu układu hydraulicznego, a do układu rurociągowego. Również wyniki końcowe można uzyskać wskazując na modelu rurociągu interesujące miejsca. Istnieje możliwość prezentacji wyników w funkcji czasu i położenia. Wyniki są przedstawiane na wykresach bądź za pomocą animacji komputerowej. Funkcjonowanie modułów: korekcji modelu, doboru parametrów symulacji, diagnostycznego, postprocesora oparte jest również na przetwarzaniu regułowym.

4. ZAKOŃCZENIE

Aktualna wersja systemu była testowana na wielu problemach rzeczywistych. Uzyskane wyniki potwierdziły praktyczną przydatność i łatwość posługiwania się nowo powstałą całością.

Poza tym udowodniona została konieczność bardzo wąskiej specjalizacji merytorycznej dla systemów tej klasy.

LITERATURA

[1] Babala D.: A Brief Description of The Compter Program INES. AB ASEA-ATOM, Vasteras,1989.

[2] Cholewa C., Pedrycz W.: Systemy doradcze. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1987.

[3] Hayes-Roth B.: A Blackboard Architecture for Control. Artificial Intelligence 26, (1985), ss.251-321.

[4] Hasan Kamil, Ashok K., Laszlo Berke: An Expert System for Integrated Design of Aerospace Structures. In "AI in Design", Springer-Verlag 1990.

[5] Kirijama T., Yamamoto F., Tomiyama T., Yoshikawa H.: Metamodel: An Integrated Modeling Framework for Intelligent CAD. In "AI in Design", Springer-Verlag,1990.

[6] Maetz J.: Programm ISOM. Ein Programm zur Erstellung von Isometrien und Stücklisten. Manual KED, Rodenbach,1990.

[7] Mayer A.K., Lu S. CY.: An AI-Based Approach of Multiple Sources of Knowledge to Aid Engineering Design. Trans. of ASME , Jour. of Mech. Trans. and Automation in Design. Vol. 110, Sept 1988, ss.316-323.

[8] Naylor C.: Build your own Expert System. Sigma Press,1985.

[9] Nilsson N.: Principles of Artificial Intelligence. Springer-Verlag, Berlin, 1982.

[10] Pertu Heino, Jouko Suokas, Iris Karvonen: Knowledge Based Support for the Design of Safe and Reliable Process Systems. In "AI in Design", Springer-Verlag, 1990.

[11] Pokojski J.: System "Pressure Drops". Manual, KED, Rodenbach, 1990.

[12] Pokojski J.: "Inteligentne" systemy CAD. Przegląd Mechaniczny, nr 11 1991, (przyjęty do druku).

[13] Tomiyama T.: Object Oriented Programming Paradigm for Intelligent CAD Systems. In "Intelligent CAD Systems II", Springer-Verlag,1990.

[14] Waterman D. A.: A Guide to Expert Systems. Addison-Wesley Publishing Company, 1986.

[15] Weiss S. M., Kulikowski C. A.: A practical Guide to Designing Expert Systems. Rowman - Allanheld Publishers, 1984.

[16] Westerberg A.,... : Applications of AI in Design Research at Carnegie Mellon University's EDRC. In "AI in Design", Springer-Verlag,1990.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CAD SYSTEMS

Abstract

The following papper shows possibilities of implementation of expert systems in some stages of the design process of a piping systems. It presents a first version of a system exploiting expert system technology.

The paper shows specialized sytem [11, 12], which consists of 2 systems: one for modeling the geometry of the piping systems connected witha second system for analysing the fliud dynamics problems of fluid piping system. For modeling the geometry of piping system the EASYPLOT system is used [6]. The second system that is used in newly created complex system is the system for hydraulic networks dynamics analysis [1]. This system exploits cell formalism. For the modeling of the specyfic hydraulic system it is necessary to describe a system of nodes, their connections, their parameters and their boundary conditions. The modeling of the hydraulic system made with several hundrets of nodes costs a lot of designers effort. And this is why as a first step a module was made which automatically generates a hydraulic model on the basis of geometrical model. A set of rules was created which allows to build a fluid dynamics model [11–12]. The expert system is used for testing input data given by user and for generating controll data for simulation. Some structure features of model proposed by user are tested too. The system was tested on many real examples.

Recenzent: Dr hab. Ryszard Knosala, profesor Politechniki Śląskiej

Wpłynęło do redakcji w styczniu 1992