

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Kowalski
Dr inż. Ryszard Arendt
Mgr Maria Meler-Kapcia
Dr inż. Stefan Zieliński
Politechnika Gdańska

PROTOTYPOWY SYSTEM EKSPERCKI DLA WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA UKŁADÓW AUTOMATYKI STATKÓW

W referacie przedstawiono wyniki drugiego etapu prac związanych z opracowaniem systemu z bazą wiedzy dla wspomaganie projektowania układów automatyki statków. W oparciu o przeprowadzoną analizę procesu projektowania układów automatyki w powiązaniu z całym systemem projektowania statku i po wyborze skorupowego systemu eksperckiego do realizacji docelowego systemu, opracowano system prototypowy realizujący wspomaganie tworzenia opisu technicznego automatyki statku w zakresie projektu kontraktowego.

Przedstawiono ogólną charakterystykę wybranego systemu eksperckiego ReSolver oraz omówiono strukturę i funkcje systemu prototypowego. System ekspercki współpracuje z bazą danych zrealizowaną w oparciu o pakiet MS Access.

PROTOTYPE EXPERT SYSTEM FOR SHIP AUTOMATION AIDED DESIGN

Results of the second phase of the works concerning the development of the knowledge-based system for ship automation aided design are described in this paper. On the base of ship automation design process as a part of the whole ship design system and after choosing of a shell expert system the prototype system for supporting technical description of ship automation in a contract design is realised.

Distinctive features of the ReSolver (selected shell expert system) are presented. The structure and functions of the prototype system are discussed. The expert system is connected with a database implemented on MS Access package.

1. WPROWADZENIE

W pierwszym etapie prac nad systemem z bazą wiedzy dla wspomaganie projektowania układów automatyki statków przeprowadzono analizę procesu projektowania układów automatyki statku w powiązaniu z projektowaniem całego statku. Dokonana ocena zakresu

prac w poszczególnych etapach projektowania (projekt ofertowy, kontraktowy i techniczny) oraz stosowanych rozwiązań układów automatyki na zbudowanych jednostkach pozwoliła na opracowanie struktury baz danych i częściową ich realizację. Prace te umożliwiły także opracowanie założeń i koncepcji dla systemu z bazą wiedzy wspomagającego projektowanie automatyki okrętowej oraz wybór odpowiedniego szkieletowego systemu eksperckiego [1-3]. Przy dużej złożoności systemów eksperckich, metodologia ich tworzenia zaleca aby prace rozpoczynać od realizacji systemu dla wybranego zadania wycinkowego, który nosi nazwę systemu prototypowego [3]. Celem opracowania takiego systemu jest sprawdzenie metodyki tworzenia systemu eksperckiego, właściwości wybranego systemu skorupowego i przynajmniej częściowa weryfikacja przydatności użytkowej systemu. Wyniki z opracowania i testowania systemu prototypowego stanowią podstawę do rozpoczęcia realizacji systemu docelowego.

W naszym przypadku, jako zadanie dla systemu prototypowego wybrano opracowanie projektu ofertowego i kontraktowego. Zadanie to obejmuje duży zakres zagadnień związanych z automatyką statku traktowanych w sposób opisowy. System prototypowy opracowany został przy zastosowaniu skorupowego systemu ekspertowego ReSolver oraz systemu zarządzania bazą danych Access 7.0. Głównym zadaniem projektanta wykorzystującego system jest uzyskanie opisu technicznego automatyki statku. System umożliwia również wykorzystanie informacji o statkach już zbudowanych.

2. SKORUPOWY SYSTEM EKSPERCKI RESOLVER

System ReSolver pojawił się na rynku w końcu roku 1997. Stanowi on unowocześnioną wersję systemów EXSYS Professional i EXSYS RuleBook Plus, które były opracowane i rozwijane w amerykańskiej firmie EXSYS Inc. Unowocześnienie polegało w głównej mierze na połączeniu obydwu tych systemów i lepszym przystosowaniu do pracy w środowisku Windows oraz w sieci [4].

Do najważniejszych cech systemu ReSolver można zaliczyć:

- Łatwość opanowania zasad jego użytkowania w odniesieniu do prostych zastosowań, a jednocześnie możliwość tworzenia złożonych systemów eksperckich.
- Klasyczna reprezentacja wiedzy w postaci struktur drzewiastych oraz reguł produkcji postaci:

IF przesłanka THEN konkluzja1 ELSE konkluzja2.

W przesłankach i konkluzjach mogą wystąpić trzy rodzaje podstawowych elementów:

- ◆ *zmienne* – typu liczbowego, tekstowego, lub z przeznaczeniem dla komunikatów,
- ◆ *pytania* – dowolne wyrażenia językowe skojarzone z listą wartości (odpowiedzi),
- ◆ *cele* (goals) – służące do oznaczenia wyników wniosku (choć mogą także występować w przesłankach, za słowem IF).

Elementy te mogą tworzyć rozbudowane wyrażenia poprzez wykorzystanie operatorów i funkcji.

- Realizacja podstawowych metod wniosku: wstecz (metoda domyślna), w przód i mieszana.
- Szeroki zakres, możliwych do zastosowania, typów współczynników pewności przypisywanych celom, w tym bazujący na logice rozmytej oraz definiowany przez użytkownika (taki typ umożliwia nadawanie współczynników pewności również wartościom zmiennych i pytań).

- Możliwość korzystania z danych zewnętrznych zapisanych w plikach tekstowych, w tym w postaci szablonów (ram) oraz z baz danych (poprzez interfejs ODBC).
- Duży zakres różnych funkcji służących do uruchamiania programów zewnętrznych, prezentowania wyników, tworzenia interfejsu użytkownika, itp.
- Istnienie języka poleceń, umożliwiającego w szczególności dowolną organizację przebiegu procesu wnioskowania.
- Możliwość graficznej edycji struktur drzewiastych oraz weryfikacji tworzonego systemu i graficznej prezentacji wyników takiej weryfikacji.

System ekspercki opracowany w oparciu o ReSolver może być eksploatowany samodzielnie lub można go zainstalować w środowisku sieciowym. Z tego względu posiada możliwości wykorzystania edytorów języka HTML dla przygotowania odpowiednich stron dla kontaktu z użytkownikiem. Praca systemu eksperckiego w środowisku sieciowym realizowana jest za pomocą specjalnego pakietu o nazwie NetRunner. Pakiet ten musi być zainstalowany na serwerze z sieciowym systemem operacyjnym takim jak: Microsoft Windows NT, SUN Solaris i HP-UX 10. W takim przypadku z systemu eksperckiego może korzystać jednocześnie wielu użytkowników.

W przedstawionym w dalszej części referatu systemie prototypowym oprócz bazy reguł wykorzystano tzw. generator raportów, stanowiący integralną część ReSolvera. Umożliwia on wyprowadzanie wybranych informacji na tekstowy plik dyskowy w czasie działania systemu.

3. REALIZACJA PROTOTYPOWEGO SYSTEMU EKSPERCKIEGO

Prototypowy system ekspercki służy do wspomagania prac związanych z projektem kontraktowym statku w zakresie automatyki. Zrealizowano go w oparciu o system ekspercki ReSolver i pakiet bazy danych MS Access [4,7].

Zasadniczą częścią dokumentacji projektu kontraktowego jest opis techniczny automatyki statku. Zawiera on następujące główne rozdziały:

- zakres automatyzacji i sterowań,
- stanowiska sterowania,
- system zdalnego sterowania napędem głównym,
- automatyka elektrowni statku,
- system alarmowy i nadzoru nad pracą systemów i urządzeń statku,
- sterowanie systemami i urządzeniami siłowni,
- sterowanie systemami specjalnymi.

W biurach projektowych (stoczniach) stosowane opisy różnią się pewnymi szczegółami. W związku z tym, po dokładnej analizie wielu wariantów projektów, opracowano tzw. wzorcową postać opisu technicznego układów automatyki siłowni statku, która przyjęta została za podstawę do utworzenia systemu prototypowego. W opisie technicznym wyróżniono pewne wymienne fragmenty, których treść zależna jest od przyjętych rozwiązań dotyczących układów automatyki statku.

Algorytm tworzenia opisu technicznego obejmuje dwa warianty:

- Na podstawie odpowiedzi użytkownika dołączanych do szablonu opisu - realizowany w całości przez system ReSolver, skąd odpowiednie dane zostają przekazane do tabeli bazy danych opisów statków zbudowanych.

- Poprzez wykorzystanie informacji o statkach podobnych - realizowany jako aplikacja systemu bazy danych Access, skąd dane tworzące opis techniczny zostają przekazane do systemu ReSolver w celu sporządzenia raportu opisu.

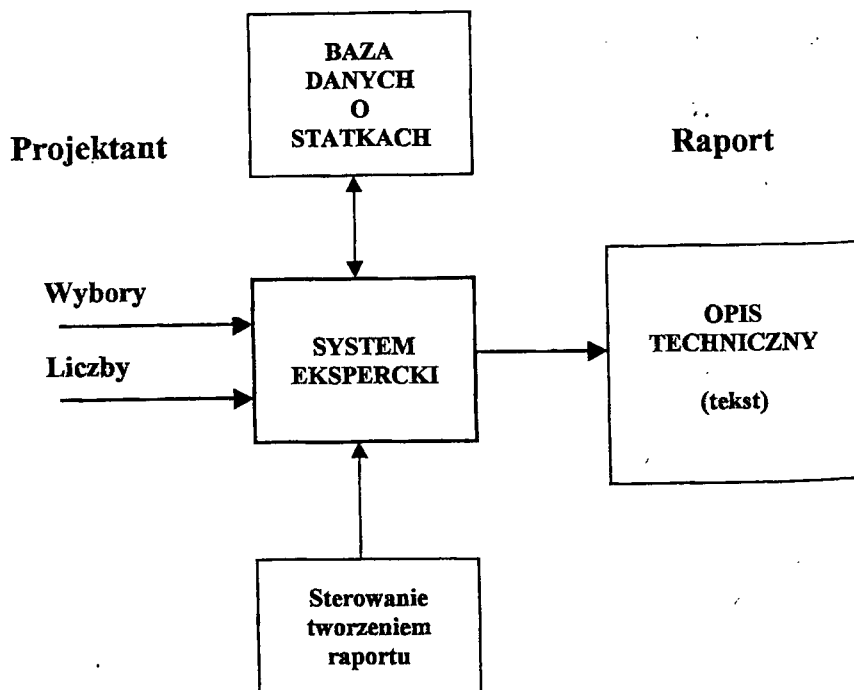
3.1. Realizacja opisu technicznego automatyki statku w oparciu o system ReSolver

System ReSolver umożliwia tworzenie opisu w postaci raportu generowanego po zakończeniu wnioskowania. Proces wnioskowania realizowany jest zgodnie z regułami zapisanymi w bazie reguł. Reguły określają jakie elementy wymienne mają być umieszczone w raporcie (opisie technicznym) w zależności od informacji uzyskanych od użytkownika projektanta.

Ogólny schemat działania systemu przedstawiony został na rysunku 1. Projektant dokonuje wyborów z wyświetlanych przez system zbiorów wartości (np. wybiera jedno towarzystwo klasyfikacyjne ze zbioru wszystkich towarzystw klasyfikacyjnych) lub podaje pewne wartości liczbowe (np. liczbę regulatorów lepkości paliwa).

Po wygenerowaniu opisu technicznego, system ReSolver przekazuje do bazy danych wszystkie informacje wykorzystane do utworzenia opisu technicznego celem zapisania ich w tabeli statków zbudowanych.

Uzyskany, w wyniku działania systemu, raport - opis techniczny może posiadać pewne usterki edycyjne, które mogą być usunięte za pomocą dowolnego edytora tekstu.



Rys. 1. Ogólny schemat działania systemu.

3.2. Tworzenie opisu technicznego z wykorzystaniem podobieństwa statków

Podstawą projektowania kontraktowego jest szukanie podobieństwa statków w zakresie układów i elementów automatyki wśród dotychczasowych rozwiązań. Ustalanie podobieństwa może odbywać się na różnych poziomach projektowania i dotyczyć bardziej lub mniej szczegółowych elementów projektowania automatyki. Może ono dotyczyć całego statku, klas obiektów lub samych obiektów, którym może być nadana nowa wartość.

Algorytm ustalania podobieństwa przewiduje następujące warianty, w których badanie podobieństwa może odbywać się na poziomie:

- całego statku,
- klasy obiektu,
- obiektu.

Na każdym poziomie możliwa jest korekta dokonywana przez projektanta. W celu badania podobieństwa automatyki statku wyróżnione zostały klasy obiektów i przyporządkowane im obiekty, których wykaz znajduje się w tabeli 1.

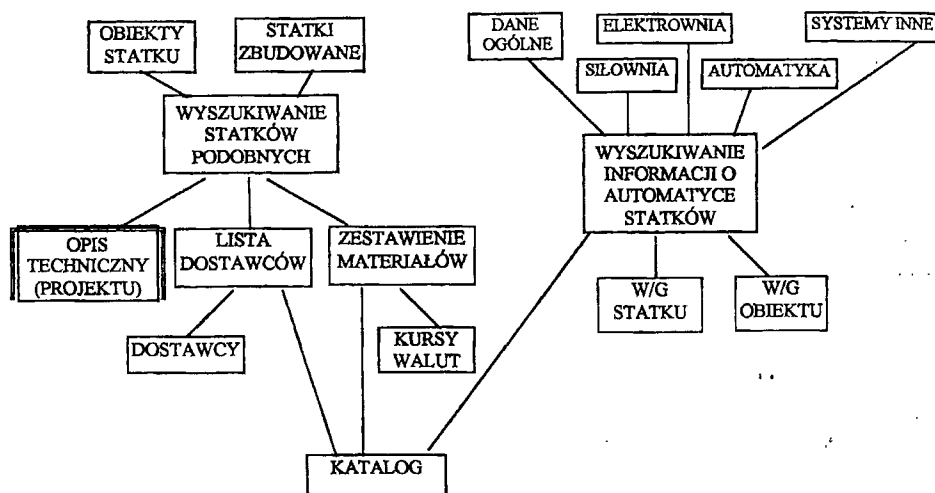
Tab.1. Obiekty i klasy obiektów automatyki statku

Klasy obiektów	Obiekty
Towarzystwo i klasa automatyki	towarzystwo klasyfikacyjne, klasa automatyki, tryb pracy siłowni, klasa sterowni.
Napęd Główny (NG)	liczba silników głównych (SG), liczba śrub, rodzaj śrub, typ i producent SG, sterowanie NG, kontrola pracy NG.
Systemy siłowni	system wody chłodzącej, system oleju smarego, system powietrza rozruchowego, system paliwowy, system automatyki kotłów
Systemy poza siłownią	system żęzowy, system balastowy, system transportowy paliwa, system wentylacji i klimatyzacji, kontenery chłodzone, system utrzymania parametrów ładowni, system wyrównywania przechyłów, system przeciwpożarowy.
Elektrownia	liczba zespołów prądotwórczych, liczba prądnic wałowych, napięcie sieci.
Automatyka	stopień integracji automatyki, sterowanie urządzeniami siłowni, sterowanie urządzeniami poza siłownią, liczba we/wy systemu automatyki, zakres automatyzacji elektrowni.
Monitoring	liczba we/wy monitoringu, liczba paneli sygnalizacyjnych, konfiguracja.

4. BAZA DANYCH DLA WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA AUTOMATYKI STATKU

Baza danych automatyki okrętowej obejmuje informacje o statkach zbudowanych w zakresie obiektów systemu siłowni, elektrowni, systemów poza siłownią, automatyki oraz o systemach, urządzeniach i elementach automatyki na tych statkach dla potrzeb projektu ofertowego.

Struktura bazy danych w postaci tabel i powiązań między nimi oraz modułów funkcjonalnych systemu przedstawiona została na rysunku 2.



Rys. 2. Struktura systemu bazy danych automatyki statku

Informacje szczegółowe do bazy danych wprowadzane są przez poszczególne pracownice projektowe, a dane ogólne przez projektanta generalnego, dając im wyłączne prawo aktualizacji bazy danych. Dostęp do pozostałych informacji ograniczony został do wyszukiwania danych i korzystania z zestawień wynikowych wyłącznie poprzez możliwość ich odczytu bez prawa dokonywania zmian.

Dane o statkach zawarte w tabeli STATKI OG, obejmują m.in. typ statku, jego ładowność, towarzystwo klasyfikacyjne, banderę, stocznię, w której został zbudowany, itp. Poza danymi o charakterze ogólnym w bazie danych zawarte są informacje dotyczące:

- siłowni statku takie jak: liczba silników głównych (SG), typ, producent, moc oraz liczba obrotów SG, jak również dane dotyczące prądnic wałowych i kotłów (tabela SIŁOWNIA)
- elektrowni jak np. typ i częstotliwość sieci, zakres automatyki, liczba, typ i moc prądnic (tabela ELEKTROWNIA)
- automatyki obejmujące: klasę automatyki, liczbę stanowisk operatorskich i alarmowych,

dane o systemie komputerowym (tabela AUTOMATYKA)

- systemów innych np. ładownie i balasty (tabela SYST INNE)

W bazie danych automatyki okrętowej przechowywane są również dane dotyczące opisów technicznych statków zgromadzone w następujących tabelach:

- STATKI ZBUDOWANE
- OPIS TECHNICZNY
- OBIEKTY

W tabeli OPIS TECHNICZNY dokonywane są wszelkie zmiany w zakresie automatyki dotyczące projektowanego statku. Zmiany te mogą dotyczyć całej automatyki statku podobnego lub pewnej klasy obiektów np. automatyki napędu głównego albo tylko wybranego obiektu np. sterowania silnikiem napędu głównego. Po ostatecznym ustaleniu treści opisu technicznego zawartość tabeli OPIS TECHNICZNY przenoszona jest do tabeli STATKI ZBUDOWANE, gdzie przechowywane są wszystkie opisy techniczne statków zbudowanych. Poszczególne elementy opisu technicznego powiązane z obiektami i klasami obiektów przechowywane są w tabeli OBIEKTY.

W utworzonej bazie danych, poza opisami technicznymi oraz danymi na temat statków, zgromadzone są informacje katalogowe dotyczące elementów i urządzeń automatyki takich jak: presostaty, termostaty, czujniki ciśnienia, temperatury, regulatory itd. oraz informacje pomocnicze do ich rozliczeń i zestawień, które zawarte są w tabeli KATALOG. Obejmuje ona dane ogólne takie jak: nazwa i typ urządzenia (elementu), producent, dostawca, kraj dostawcy, waluta, cena oraz data jej aktualizacji. Dane z tej tabeli wykorzystywane są do sporządzenia listy dostawców, a wraz z tabelą KURSY WALUT stanowią podstawę zestawienia materiałów. Tabela KURSY WALUT została utworzona z uwagi na potrzebę przeliczania ceny ofertowej podawanej w walucie kraju dostawcy na cenę w dolarach, jak również w walucie PLN. Dodatkowo wyliczane jest pole wartość urządzenia na podstawie jego ceny jednostkowej oraz ilości na statek (podawana zarówno w złotychkach, jak i dolarach). W celu ewidencji dostawców urządzeń automatyki, nie tylko dla statków zbudowanych, utworzona została tabela DOSTAWCY.

5. UWAGI KOŃCOWE

Opracowany system jest aplikacją wspomagającą w znacznym stopniu proces projektowania automatyki statku w fazie projektowania ofertowego i kontraktowego. Główną częścią projektu jest opis techniczny, który stanowi podstawowy dokument, zawierający wstępnie określony system automatyki siłowni. Prototypowy system umożliwia generowanie opisu technicznego w postaci raportu, po zakończeniu wnioskowania, które realizowane jest zgodnie z regułami zapisanymi w bazie reguł. Reguły określają, jakie elementy wymienne mają być umieszczone w raporcie, w zależności od informacji uzyskanych od projektanta, tworząc wraz z pytaniami oraz zmiennymi bazę wiedzy. Raport sporządzany jest w oparciu o specyfikację sterującą umieszczoną w pliku. Funkcjonowanie opracowanego systemu wspomagania projektowania automatyki statku wykorzystuje bazy danych utworzonych przy pomocy programu Access 7.0. Bazy danych obejmują zarówno informacje o automatyzowanych obiektach statku, jak również informacje o elementach i urządzeniach automatyki, które służą do automatyzacji tych obiektów.

Realizacja przedstawionego w referacie prototypowego systemu eksperckiego potwierdziła celowość stosowania systemów eksperckich dla wspomagania projektowania układów

automatyki statków. System był opracowywany i testowany przy ścisłej współpracy z projektantami takich układów. Pozytywnie oceniona została praktyczna przydatność systemu. Doświadczenia zdobyta przy realizacji systemu prototypowego w zakresie projektu ofertowego wykorzystane zostaną przy opracowywaniu systemu eksperckiego dla wspomagania prac związanych z projektem technicznym.

Z dotychczasowych naszych prac wynika, że najtrudniejszym zadaniem w procesie tworzenia systemów eksperckich jest akwizycja i formalizowanie wiedzy ekspertów- projektantów.

Omawiane prace realizowane są w ramach projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych nr 8T.11A00813.

LITERATURA

- [1] Kowalski Z., Arendt R., Zieliński S., Koleśnikow A.: *Koncepcja systemu z bazą wiedzy wspomagania projektowania układów automatyki okrętowej*. Materiały III Krajowej Konferencji Naukowej „Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe”. Wrocław, 10-12 czerwca 1997. Oficyna Wydawnicza PW, Wrocław 1997, s. 256-262.
- [2] Kowalski Z., Arendt R., Zieliński S., Koleśnikow A.: *System z bazą wiedzy dla wspomagania projektowania układów automatyki statków*. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej, Automatyzacja - Nowości i Perspektywy, AUTOMATION'98. Warszawa, 11-12 marca 1998, s. 61-68.
- [3] Kowalski Z., Zieliński S. Piotrowski J.: *Zastosowanie oprogramowania ReSolver w systemie eksperckim wspomagania projektowania układów automatyki okrętowej*. Zeszyty Naukowe Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej Nr 23. Materiały XVI Ogólnopolskiej Konferencji. Polioptymalizacja i Komputerowe Wspomaganie Projektowania. MIELNO'98. s.181-188.
- [4] ReSolver. User Manual. MultiLogic 1997-1998.
- [5] Kowalski z., Zieliński S.: *Prototypowy system ekspercki do wspomagania projektowania układów automatyki siłowni statku w zakresie projektu ofertowego*. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki. Gdańsk, czerwiec 1998, ss. 89.
- [6] Mulawka J.: *Systemy ekspertowe*. WNT, Warszawa 1996.
- [7] Simpson A., Olsen E.: *ACCESS dla Windows 95*, HELION, Gliwice 1997.
- [8] Da Raun (ed): *Intelligent Hybrid Systems: Fuzzy Logic, Nneurual Networks, and Genetic Algorithms*. Kluwer Academic Publisher, Boston/London/Dordrecht 1997.