

KONCEPCJA SYSTEMU DORADCZEGO DLA BADAŃ DIAGNOSTYCZNYCH OBIEKTÓW TECHNICZNYCH

Wiktor KUPRASZEWICZ

Instytut Politechniczny, Zakład Budowy i Eksploatacji Maszyn,
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Staszica w Pile
64-920 Piła ul. Podchorążych 10, tel. (067) 352-26-12 wkupraszewicz@pwsz.pila.pl

Streszczenie

Zagadnienie oceny stanu obiektów technicznych nabiera szczególnego znaczenia głównie w fazie eksploatacji, ze względu na uwarunkowania ekonomiczne i ekologiczne. Stosowane obecnie urządzenia diagnozujące stan obiektów, takich jak pojazdy samochodowe, ograniczają się jedynie do pomiarów. Sprawy znacznie się komplikują, jeżeli chodzi o stan, w jakim był obiekt przed np. wypadkiem lub, jaka jest prognoza, co do dalszej jego eksploatacji. W artykule omówiono problematykę tworzenia systemu doradczego dla badań diagnostycznych obiektów technicznych.

Słowa kluczowe: systemy doradcze, badania diagnostyczne.

CONCEPTION OF ADVISORY SYSTEM FOR TECHNICAL OBJECTS DIAGNOSTIC INVESTIGATIONS

Summary

The problem of technical objects state gathers special meanings mainly in exploitation phase, with regard on economic and ecological conditions. Currently practical diagnostic mechanisms of objects state, such as car vehicles, restrain only to measurements. Matters become complicated considerably, about state, in which object was found before accident for instance, or how is prognosis, regarding its further exploitation. In this article the matter of problems of advisory system creation for diagnostic investigations of technical objects was under discussion.

Keywords: advisory systems, investigation diagnostics.

1. SZTUCZNA INTELIGENCJA – DEFINICJA, REPREZENTACJA WIEDZY I POSZUKIWANIE ROZWIĄZAŃ

Przez wiele dziesiątków lat próbowano zastosować komputery do rozwiązania problemów, które do tej pory uważano wyłącznie za rozwiązywalne przez ludzki umysł. Tak narodziła się sztuczna inteligencja. Pojęcie to pojawiło się już w latach pięćdziesiątych, a obecnie definicja sztucznej inteligencji przedstawia się następująco: **Sztuczna inteligencja** (angielskie *artificial intelligence, AI*), dział informatyki zajmujący się konstruowaniem maszyn i algorytmów, których działanie posiada znamiona inteligencji. Rozumie się przez to zdolność do samorzutnego przystosowywania się do zmiennych warunków, podejmowania skomplikowanych decyzji, uczenia się, rozumowania abstrakcyjnego itp.

W badaniach nad sztuczną inteligencją wyróżniamy wiele nurtów. Maksymalny program, jaki stawia przed sobą ta dziedzina to stworzenie maszyn o inteligencji dorównującej, a nawet przewyższającej ludzką. Program minimalny to

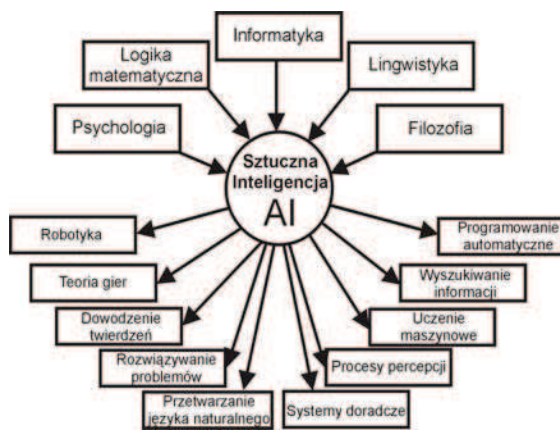
stworzenie algorytmów lub maszyn przejawiających tylko jakiś wąski aspekt inteligencji, np. grających w szachy lub rozpoznających obrazy czy automatycznie tworzących raporty lub ekspertyzy w wybranej dziedzinie wiedzy.

Sztuczna inteligencja jest dziedziną bardzo kontrowersyjną, jednak chętnie badaną przez wiele firm. Badacze tej dziedziny natrafili na szereg problemów. Najpoważniejszym jest to, że komputer jest jedynie maszyną, nie potrafi niczego sam wymyślić, ponieważ „nie myśli” w ludzkim znaczeniu tego słowa. Nie posiada intuicji, podświadomości, stanów emocjonalnych (to akurat można uznać za jedną z poważniejszych zalet komputerów). Komputer jednak ma szereg bardzo poważnych zalet dających mu przewagę nad człowiekiem. Jego podstawową zaletą jest szybkość dokonywanych obliczeń. W tym względzie człowiek nigdy nie doścignie maszyny. Jednak obliczenia te nie są twórcze, a jedynie przetwarzane z kodu programu, który został wprowadzony przez człowieka. Komputer musi, więc się jakoś komunikować z człowiekiem. Dzieje się to za pomocą programu. Człowiek wprowadza dane,

komputer analizuje je, wykonuje operacje i odpowiada. Można powiedzieć, że działa to na zasadzie dialogu, a więc powstaje wrażenie jakby obie strony przekazywały swoje myśli. Widzimy więc, że komputer sprawia wrażenie jakby myślał, miał inteligencję. To jest właśnie sztuczna inteligencja.

Do sprawdzenia, czy dany system (program) posiada inteligencję (oczywiście sztuczną) wykorzystuje się test Turinga, zwany inaczej testem nie rozróżnialności (indistinguishability test). Polega on na tym, że maszynę uważa się za inteligentną, jeśli bezstronny obserwator zadając pytania systemowi nie będzie w stanie stwierdzić, czy odpowiedzi pochodzą od człowieka czy od maszyny. Realizacją tego testu może być np. gra w szachy. Systemy sztucznej inteligencji określa się jako systemy oparte na wiedzy (knowledge based system), bowiem w metodach SI następuje przejście od przetwarzania danych do przetwarzania wiedzy.

Poniższy model (rys.1.) ukazuje powiązania różnych dziedzin, które korzystają lub tworzą sztuczną inteligencję.



Rys.1. Model wejściowo-wyjściowy sztucznej inteligencji

Cały zarys historyczny można podzielić ogólnie na cztery etapy.

Pierwszy etap obejmuje lata 1945 – 1955. W okresie tym powstały komputery oraz bardzo gwałtownie rozwinęła się dziedzina cybernetyki. Prekursorem tej dziedziny był N. Wiener, który napisał dzieło „Cybernetics”. Powstawały również pierwsze prace z dziedziny sztucznej inteligencji, między innymi stworzony został wspomniany wcześniej test Turinga.

Drugi etap rozwoju sztucznej inteligencji obejmuje lata 1955 – 1970. W tym czasie rozwija się koncepcja sztucznej inteligencji, określa się jej przeznaczenie, rozwija się pojęcie robotyki i heurystyki, następuje gwałtowny rozwój komputerów. Na początku lat sześćdziesiątych powstaje program „rozwiązywania problemów ogólnych” (GPS – General Problem Solver). Pozwoliło to na zajmowanie się rozwiązywaniem prostych, nieskomplikowanych problemów, ale za to z niemal każdej dziedziny (ogólnikowo). Dzięki

temu przedsięwzięciu rozwinęły się różnego rodzaju programy dla różnych gier, ale także programy do automatycznego dowodzenia twierdzeń – przykładem może być opracowanie programu gry w szachy, który wykorzystywał doświadczenie z przebytych już partii, aby działać jeszcze skuteczniej.

Drugi etap był również przełomowy ze względu na stworzenie w tym okresie podstawowych narzędzi programowych, między innymi znanego na całym świecie języka Lisp (List Processing Language). Jego twórcą jest J. McCarthy, a sam język oparty jest na przetwarzaniu struktur listowych. Głównym powodem stworzenia tego języka było odejście od przekształcania typu numerycznego, ogólnie przyjętego w informatyce na przekształcanie symboli. Z tego powodu język ten bardzo szybko znalazł zastosowanie przy tworzeniu programów równania symbolicznego, uproszczenia wyrażeń algebraicznych oraz do tworzenia programów dowodzenia twierdzeń i wnioskowania.

Kolejny trzeci etap w rozwoju sztucznej inteligencji przypada na lata 1970 – 1980. Był to bardzo ciężki okres w rozwoju tej dziedziny, zwłaszcza jej początkowe lata. Ludzie wiązali z tą dziedziną zbyt wielkie nadzieje i chcieli szybkich efektów, a przecież nie wszystko da się osiągnąć od razu, w bardzo szybkim czasie, zwłaszcza w tak trudnej dziedzinie. Zaczęła pojawiać się krytyka badań nad SI, między innymi raport Lighthill (1971 rok). Ludzie w porę jednak zrozumieli, że błędem było ograniczenie badań wyłącznie do metod wnioskowania. Dlatego też większą uwagę zwracano teraz na metody reprezentacji wiedzy i powiązania jej z systemem, który zajmował się daną dziedziną. Zaczęły powstawać pierwsze systemy doradcze rozwiązujące problemy ze ściśle określonej dziedziny życia. Do programów (systemów doradczych), które powstały w tym okresie możemy zaliczyć: MYCIN, MACSYMA, EMYCIN. Ponadto w okresie tym stworzony został język programowania PROLOG (Programming In Logic), a wkład w jego powstanie mają również polscy naukowcy.

Po 1970 roku powstał nowy kierunek w dziedzinie sztucznej inteligencji - inżynieria wiedzy (knowledge engineering). Jej podstawowymi założeniami jest tworzenie metod programowania opisujących pozyskiwanie wiedzy pochodzącej od ekspertów, strukturalizowanie jej, dopasowywanie odpowiednich technik wnioskowania oraz tworzenie interfejsów, czyli komunikacji użytkownika z komputerem.

Ostatnim, czwartym etapem jest okres po 1980 roku. Jest to okres badań ukierunkowanych na bezpośrednie zastosowania sztucznej inteligencji. Obecnie w użytku jest bardzo dużo rozmaitych systemów doradczych. Sztuczna inteligencja jako dziedzina znalazła zastosowanie między innymi w robotyce, przy tworzeniu robotów reagujących na otoczenie (za pomocą mowy, analizy scen). Prym

w tej dziedzinie wiedzy Japonia. Interfejs użytkownika z systemem doradczym (komputerem) jest coraz bardziej naturalny i przyjazny.

Po 1980 roku wprowadzone zostały następujące projekty badawcze:

- projekt komputerów piątej generacji (Japonia),
- projekt zaawansowanej technologii informacji (Anglia),
- projekt ESPRIT (European Strategic Program for Research and Development In Information Technology),
- projekt MCC (Microelectronics Computer Technology Corporation - USA).

2. ARCHITEKTURA SYSTEMU

System ekspertowy (doradczy - SE) – program komputerowy, przeznaczony do rozwiązywania specjalistycznych problemów, które wymagają profesjonalnej ekspertyzy na poziomie trudności pokonywanych przez ludzkiego eksperta.

Dowolny program komputerowy może być systemem ekspertowym o ile na podstawie szczegółowej wiedzy „potrafi” wyciągać wnioski i używać ich podejmując decyzję, tak jak człowiek. Bardzo często zdarza się jednak, iż taki system, pracujący w czasie rzeczywistym, pełni swoją rolę lepiej niż człowiek (ekspert). Główną przewagą systemu ekspertowego nad człowiekiem jest szybkość oraz brak zmęczenia.

Systemy ekspertowe, ze względu na zastosowanie, możemy podzielić na trzy ogólne kategorie:

- systemy doradcze (advisory systems),
- systemy krytykujące (criticizing systems),
- systemy podejmujące decyzje bez kontroli człowieka.

Pierwszy rodzaj - systemy doradcze, zajmują się doradzaniem, tj. wynikiem ich działania jest metoda rozwiązania jakiegoś problemu. Jeżeli rozwiązanie to nie odpowiada użytkownikowi, może on zażądać przedstawienia przez system innego rozwiązania, aż do wyczerpania się możliwych rozwiązań.

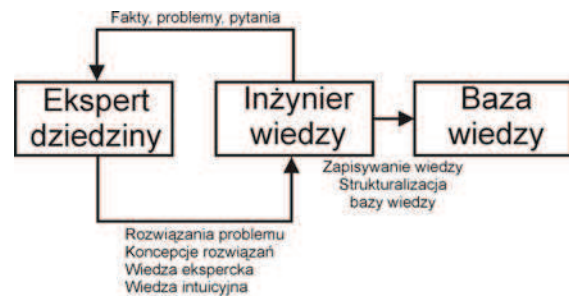
Odwrotnym działaniem do systemów doradczych charakteryzują się systemy krytykujące. Ich zadaniem jest ocena rozwiązania (danego problemu) podanego przez użytkownika systemowi. System dokonuje analizy tego rozwiązania i przedstawia wyniki w postaci opinii.

Ostatnim rodzajem systemów ekspertowych są systemy podejmujące decyzje bez kontroli człowieka. Działają one niezależnie. Pracują najczęściej tam gdzie udział człowieka byłby niemożliwy, same dla siebie są autorytetem.

Najszerze i najliczniej stosowane wśród systemów ekspertowych mają systemy doradcze. Budowane dziś systemy doradcze wykorzystują różne metody reprezentacji wiedzy: reguły, ramy, sieci semantyczne, rachunek predykatów, scenariusze. Najbardziej powszechną metodą jest reprezentacja wiedzy w formie reguł i przeważnie

wielkość systemu określa liczba wpisanych reguł. Przyjęto, że system, który posiada poniżej 300 reguł nazywany jest zazwyczaj małym, średnim systemem ekspertowym, kiedy zawiera od 300 do 2000 reguł, zaś powyżej - systemem dużym [3].

Aby zbudować inteligentny program będący systemem ekspertowym należy go wyposażyć w dużą ilość prawdziwej i dokładnej wiedzy z dziedziny, jaką będzie zajmował się dany system. Ogólnie mówiąc wiedza jest informacją, która umożliwia ekspertowi podjęcie decyzji. Zasadniczym celem przy realizacji systemu ekspertowego jest pozyskanie wiedzy od ekspertów, jej strukturalizacja i przetwarzanie. Proces pozyskiwania wiedzy przedstawia rys.2.



Rys.2. Proces pozyskiwania wiedzy [4]

Wiedza jest pobierana przez inżyniera wiedzy od eksperta z danej dziedziny, w razie niejasności inżynier zwraca się z pomocą do eksperta. Następnie jest strukturalizowana do bazy wiedzy, skąd może być przetwarzana. Strukturalizacja bazy wiedzy polega na jej zapisywaniu w formie przyjętej do jej zapisywania tzw. reprezentacja wiedzy. Wiedza w systemach ekspertowych (doradczych) może być reprezentowana w postaci reguł, sieci semantycznych, ram, wykorzystujących elementy logiki rozmytej, rachunku prawdopodobieństwa, teorii zbiorów itp.

Problematyka reprezentacji wiedzy jest jednym z najważniejszych nurtów badań w dziedzinie sztucznej inteligencji. Systemy ekspertowe wykorzystują do rozwiązywania problemów jawnie wyrażoną wiedzę z określonej dziedziny. Wiedza ta musi być wcześniej opisana (sformalizowana) za pomocą tzw. języka reprezentacji wiedzy i wprowadzona do systemu. Kluczowym pojęciem jest tu wiedza, czyli w uproszczeniu zbiór wiadomości z określonej dziedziny.

W kontekście systemów ekspertowych wiedzę można określić jako informacje o świecie, umożliwiające ekspertom rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji. Przez reprezentację wiedzy będziemy tu rozumieć sposób odwzorowania tej wiedzy w określony formalizm, który jest „rozumiały” dla systemu ekspertowego. Oznacza to zdolność SE nie tylko do statycznego przechowywania fragmentu wiedzy (systemy statyczne) o świecie, ale również jej efektywne przetwarzanie w celu znalezienia rozwiązania

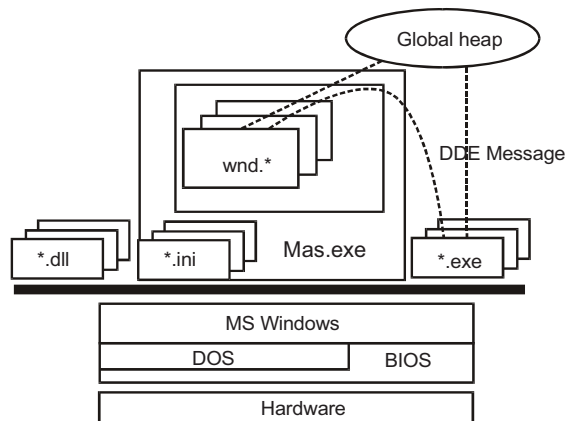
postawionego przed nim problemu. Efektywność systemu jest bardzo ważnym kryterium z punktu widzenia praktycznej realizacji systemów ekspertowych (doradczych).

Narzędzia programowe (expert system tool), które służą do tworzenia systemów ekspertowych, można podzielić na dwie grupy:

- języki programowania: języki systemów ekspertowych, języki sztucznej inteligencji, inne języki programowania,
- szkieletowe systemy ekspertowe (ang. *expert system shells* lub *skeletal systems*).

Opracowanie systemu ekspertowego, przy zastosowaniu pierwszego podejścia jest zadaniem bardzo pracochłonnym i wymaga zatrudnienia programistów o wysokich kwalifikacjach. Alternatywą jest zastosowanie systemu szkieletowego, zawierającego gotowy podsystem przetwarzania wiedzy. W takim przypadku zadanie twórcy systemu polega głównie na pozyskiwaniu i sformalizowaniu wiedzy ekspertów, co również jest zadaniem niełatwym. Do narzędzi umożliwiających realizację systemu ekspertowego (doradczego), w ramach drugiego podejścia należą systemy szkieletowe.

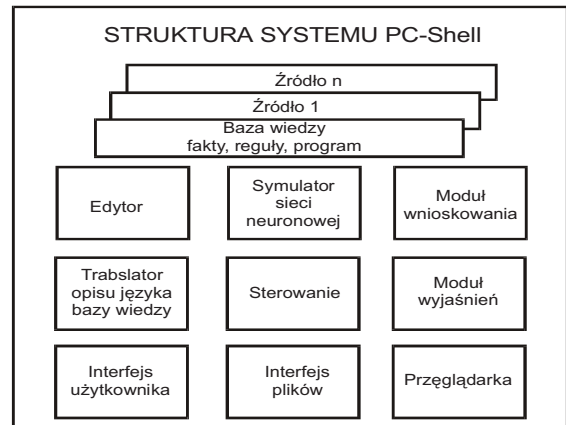
Znane są rozwiązania takich zastosowań. Do nich można zaliczyć system szkieletowy MAS (rys.3.)



Rys.3. Struktura systemu szkieletowego MAS [2,3]

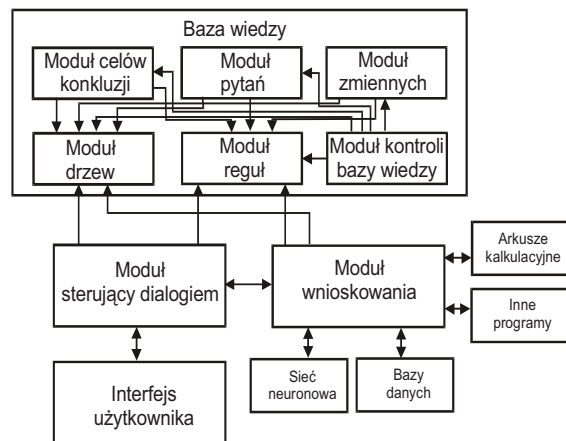
Program główny MAS (rys.3.) pozwala na uruchomienie innych programów, z którymi komunikuje się zgodnie z protokołem DDE (*Dynamic Data Exchange*). W procesie dynamicznej wymiany danych program główny może występować w roli nadrzędnej (DDE klient) System MAS jest systemem otwartym, współdziała z innymi aplikacjami systemu Windows i bazami danych zgodnymi z formatem stosowanym przez program dBase IV.

Innym rozwiązaniem jest system szkieletowy PC Shell. System szkieletowy PC-Shell (rys.4.) jest narzędziem do tworzenia systemów ekspertowych z takich dziedzin wiedzy jak: ekonomia, diagnostyka, geologia, pracujących w systemie operacyjnym Windows 9x/NT.



Rys.4. Struktura systemu szkieletowego PC Shell [2]

System szkieletowy „Exsys” przeznaczony jest do budowy systemów doradczych, w których wiedza reprezentowana jest za pomocą reguł [1,2,3]. Edytor systemu „Exsys” składa się z kilku zasadniczych modułów: moduł zapisu konkluzji, moduł zapisu pytań (faktów), moduł zapisu zmiennych, moduł tworzenia drzew decyzyjnych, moduł tworzenia reguł i moduł kontroli poprawności bazy wiedzy (rys.5.).



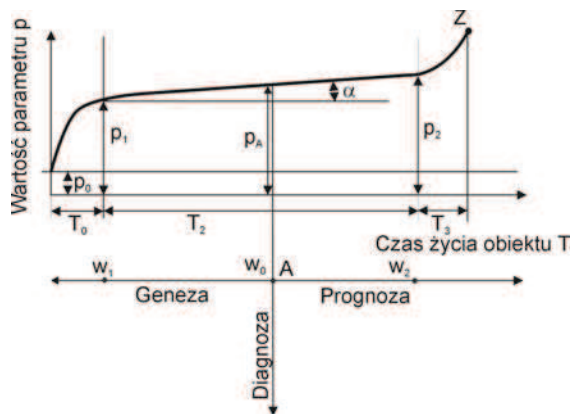
Rys.5. Struktura systemu szkieletowego Exsys [3]

Tworzenie systemu doradczego rozpoczyna się od wprowadzenia danych początkowych mających zasadniczy wpływ na budowę bazy wiedzy, a tym samym systemu doradczego. Dane początkowe systemu to: wybór pewności przedziału konkluzji, wybór metody przeszukiwania bazy wiedzy, wprowadzenie danych tekstowych o systemie, wybranie sposobu wyświetlania reguł, wybór komunikowania się z innymi aplikacjami (system otwarty). Rozpoczęcie tworzenia bazy wiedzy (zapisu reguł, symptomów, faktów) może być realizowane dwoma sposobami: przez tworzenie drzewa decyzyjnego lub zapisu reguł. Inżynier wiedzy podczas jej formalizowania ma możliwość zapisywania reguł prostych i złożonych. W przypadku wyboru graficznego zapisu drzew decyzyjnych reguły proste i złożone tworzone są

w sposób półautomatyczny (bloki reguł wybierane są w specjalnym oknie dialogowym [3].

3. KONCEPCJA SYSTEMU DORADCZEGO

Zaproponowana koncepcja systemu doradczego w swoim zakresie wnioskowania będzie obejmowała wszystkie rodzaje badań diagnostycznych [5,6,7]. Wraz z rozwojem sztucznej inteligencji i rozwojem informatyki, pojawiły się możliwości i potrzeba, ustalania historii eksploatacji obiektu technicznego, czyli ustalenia pewnych faktów, które doprowadziły obiekt do stanu w_0 (rys.6.).



Rys.6. Rodzaje badań diagnostycznych w powiązaniu z charakterystyką zużycia i parametrem stanu obiektu

Jeżeli posłużymy się przy określaniu stanu w_1 , w_0 i w_2 , wartością parametru diagnostycznego p i przedstawimy to na rysunku określającym zmiany parametru diagnostycznego w zależności od czasu momentu życia obiektu, to otrzymamy ogólną charakterystykę, dającą się zastosować jako pewna zmienna dla systemu ekspertowego, którego zadaniem na podstawie diagnozy, będzie wyznaczenie genezy eksploatowanego obiektu lub prognozy, co do jego dalszej eksploatacji. Zależności te przedstawiono na rys.6.

W okresie T_0 , który nazywamy okresem docierania następuje szybki wzrost zużycia się współpracujących części, a tym samym stabilizacja parametru diagnostycznego p_0 do wartości p_1 , przy założeniu, że wartość początkowa parametru diagnostycznego była p_0 .

Okres T_2 , to okres właściwej eksploatacji obiektu technicznego i stały wzrost parametru diagnostycznego do wartości p_2 w czasie życia obiektu T_2 . Okres trzeci T_3 , to okres przyspieszonych zmian w strukturze obiektu, a tym samym intensywny wzrost parametru diagnostycznego, do wartości w punkcie Z, w którym następuje zniszczenie struktury i dalsza praca obiektu jest niemożliwa. Punkt Z jest punktem krytycznym, określanym jako awaria obiektu technicznego.

Istota budowy systemu doradczego opartego na charakterystykach przedstawionych na

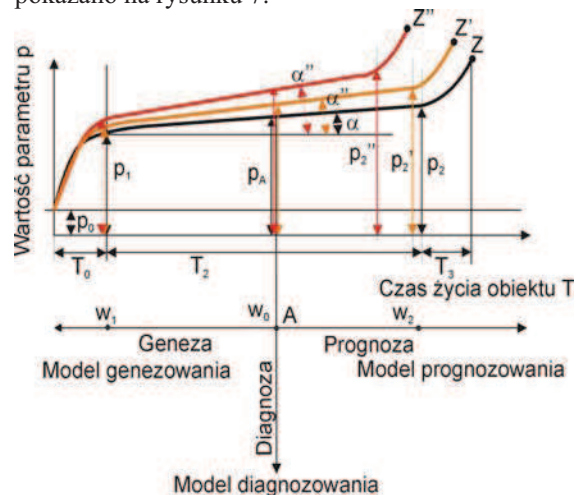
rysunku 6, polegać będzie na wyznaczeniu genezy i prognozy dla obiektu, dla którego postawiono diagnozę w punkcie A. Bardzo istotnym elementem tak przedstawionej charakterystyki jest przyrost parametru diagnostycznego p w czasie, wyrażony przy pomocy kąta α .

Wartość kąta α , wyznaczamy z równania 1:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{p_2 - p_1}{T_2} \quad (1)$$

Wartość kąta α zasadniczo wpływa na przebieg charakterystyki życia obiektu, a zasadniczo na punkt krytyczny Z. Przebieg charakterystyki jest więc zależny przede wszystkim od warunków antropotechnicznych (układu człowiek, obiekt techniczny, środowisko), jak i warunków zewnętrznych (warunków eksploatacji).

Dla identycznych obiektów technicznych różnych, co do czynników wymienionych wyżej, otrzymamy różne charakterystyki życia obiektu, różne diagnozy, różne genezy jak i prognozy, co pokazano na rysunku 7.

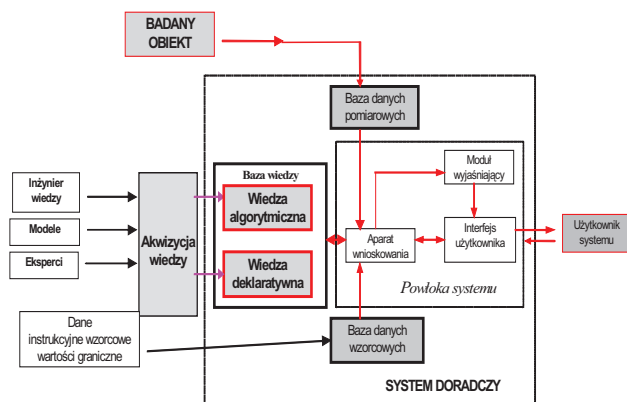


Rys.7. Charakterystyki życia obiektu w zależności od warunków antropotechnicznych i eksploatacyjnych

Pomimo, że w punkcie A otrzymamy zbliżone wartości parametrów diagnostycznych, które będą kwalifikować obiekt do stanu zdatności, to zarówno w genezie jak i prognozie, będą się one zasadniczo różnić. Jak pokazano na rysunku 3, wartości parametrów diagnostycznych, charakterystycznych dla krzywych życia obiektu przesuwają się w kierunku osi rzędnych wpływając na zasadniczo na punkt Z, przesuwając go do punktu Z' i Z''.

W ostatnich latach intensywny rozwój sztucznej inteligencji, a w tym systemów ekspertowych (doradczych), stworzył możliwości zastosowania systemu doradczego do rozwiązania tego problemu, jakim jest ustalenie genezy np. sposobu eksploatacji obiektu technicznego, co nie jest bez znaczenia na

prognozę, a tym samym wyznaczenie czasu, T dla punktu Z . Strukturę takiego systemu w którym zostaną zastosowane charakterystyki życia obiektu (zespołów, podzespołów rysunek części) pokazuje rysunek 8.



Rys.8. Koncepcja systemu doradczego

Na podstawie tak przyjętych charakterystyk, jest możliwe opisanie stanu technicznego obiektu i wyznaczanie wszystkich trzech elementów badania diagnostycznego tj na podstawie wartości parametrów diagnostycznych w punkcie A , określanie genezy i prognozy, co do stanu obiektu w_1 i w_2 , w określonych czasach wg rys.7.

Proces konstruowania systemu doradczego należy do zagadnień inżynierii wiedzy. Zasadniczym celem inżynierii wiedzy jest pozyskiwanie wiedzy (powinien to być proces ciągły), jej strukturalizacja, przetwarzanie zwane aktywizacją wiedzy. Obiekt techniczny, który w przyszłości będzie podlegał takiemu badaniu powinien być już na etapie konstruowania „wyposażony” w tego typu, lub podobne charakterystyki oraz wartości parametrów stanów granicznych, co jest niezbędnym do prawidłowego działania systemu. Odrębnym problemem jest wybór zespołu ekspertów o tak zwanej zgodnej opinii oraz cała metodologia związana z pozyskiwaniem i zapisywaniem wiedzy do systemu.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawiona tu koncepcja systemu doradczego dla potrzeb badań diagnostycznych obiektów technicznych pokazuje, że zrealizowanie tego zadania jest zadaniem trudnym i wymaga zgromadzenia bardzo obszernej wiedzy o obiekcie technicznym, w zależności od wartości parametrów diagnostycznych, określonych na podstawie życia obiektu, czy zastosowanych modeli.

Jedynie zapisanie tej wiedzy w systemie doradczym (ekspertowym) opartym na wiedzy algorytmicznej bądź deklaratywnej, pozwoli w przyszłości na rozwiązywanie problemów w zakresie badań diagnostycznych dotyczących szczególnie genezowania i prognozowania.

LITERATURA

- [1] Cholewa W., Pedrycz W.: „Systemy doradcze”; Skrypt uczelniany Politechniki Śląskiej nr 1447. Gliwice 1987.
- [2] Cholewa W., Korbacz J., Kościelny J., Kowalczyk Z.: Diagnostyka procesów, WNT, Warszawa 2002 r.
- [3] Kupraszewicz W.: Rozprawa doktorska „Budowa i egzemplifikacja systemu doradczego wybranego silnika wysokoprężnego”; ATR Bydgoszcz 2002 r.
- [4] Mulawka J. J.: „Systemy ekspertowe” WNT Warszawa 1996 r.
- [5] Niziński S.: „Elementy diagnostyki obiektów technicznych”; Uniwersytet Warmińsko-Mazurski. Olsztyn 2001 r.
- [6] Żółtowski B. Tylicki H.: „Wybrane problemy eksploatacji maszyn”; Wyd. PWSZ, Piła 2004 r.
- [7] Żółtowski B.; Cempel Cz.: „Inżynieria diagnostyki maszyn”; Wyd. BPE, PTT i ITE-PIB, Radom 2004 r.



Dr inż. Wiktor KUPRASZEWICZ jest pracownikiem dydaktycznym Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Pile. Od roku 1996 współpracuje z Katedrą Maszyn Roboczych i Pojazdów, ATR w Bydgoszczy, gdzie bierze udział w różnych pracach naukowych, w zespole prof. dr hab. inż. Bogdana Żółtowskiego. Interesuje się metodami i środkami diagnozowania silników spalinowych z zastosowaniem techniki komputerowej, w tym sztucznej inteligencji w diagnostyce technicznej. W czasie wolnym interesuje się sportem, uprawia żeglarstwo i narciarstwo.