

## ZASTOSOWANIE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W DIAGNOSTYCE MASZYN

Marzena BARTOL-SMARDZEWSKA

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy  
Wydział Mechaniczny, Katedra Maszyn Roboczych i Pojazdów

### Streszczenie

W ciągu ostatnich lat wzrasta zapotrzebowanie na diagnostykę techniczną, zmieniły się bowiem radykalnie kryteria oceny obiektów. Pojawiają się nowe zastosowania osiągnięć mikroelektroniki, techniki komputerowej, sieci neuronowych i sztucznej inteligencji, skutecznie wspomagają one możliwości diagnostyki technicznej. To wszystko diametralnie zmienia poglądy i dokonania w obszarze wykrywania i nadzorowania zmian stanu obiektów metodami diagnostyki technicznej. Daje to możliwość nadzorowania zmian stanu, lokalizacji uszkodzeń i minimalizacji skutków uszkodzeń.

Słowa kluczowe: diagnostyka techniczna, system informatyczny, sieci neuronowe, sztuczna inteligencja

### APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELIGENCE IN MACHINE DIAGNOSTICS

#### Summary

In last few years request of technical diagnostics increase, cause of radically change of object's rate standard. New adoption of achievement of microelectronics, computer technology, neural nets and artificial intelligence succor power of technical diagnostics efficiently. All of that, change diametrically ideas and performance of detection and inspection by technical diagnostics methods of object's state changes. It gives the possibility to inspect changes of state, location of damage and reducing of damage results.

Keywords: technical diagnostics, computer systems, neural nets, artificial intelligence

## 1. WPROWADZENIE

W każdym zakładzie jednym z najważniejszych problemów jest zapewnienie bezawaryjnej pracy maszyn, urządzeń i pojazdów. Konieczne staje się posiadanie informacji na temat aktualnego stanu poszczególnych elementów. Zdobycie tych informacji umożliwia wykrycie przyczyn nieprawidłowego stanu badanego obiektu, umożliwia też poprawne zaplanowanie remontu (często obniżenie kosztów remontu). W rezultacie monitoring i jego fachowa interpretacja zapewnia dużą niezawodność nadzorowanych obiektów. Dlatego dla zapewnienia ciągłości produkcji i zminimalizowania kosztów ewentualnych napraw należy monitorować stan maszyn, urządzeń i pojazdów, aby przed czasem wykryć zmiany grożące awarią.

## 2. DIAGNOSTYKA TECHNICZNA

Ogólnie rozumiana diagnostyka techniczna obejmuje swym zakresem całość działań takich jak: obserwacja diagnostyczna obiektów, gromadzenie i przetwarzanie danych zebranych w trakcie obserwacji diagnostycznej, przeprowadzanie różnych eksperymentów, wnioskowanie dające w wyniku: diagnozy, plany

działań przywracających stan eksploatacyjny, działania o charakterze naprawczym, modernizującym, szkoleniowym oraz udostępnianie wyników wnioskowania.

Diagnostyka techniczna prowadzi do obiektywnego określenia przyczyn złego stanu technicznego i dynamicznego maszyn, urządzeń i pojazdów. Ekspertyzy oparte o diagnostykę wspomagają podjęcie decyzji o naprawach i ich zakresie tylko w przypadkach umotywowanych złym stanem technicznym urządzeń. Diagnostyka prowadzi do zmniejszenia liczby awarii, skrócenia czasu przestojów awaryjnych oraz wydłużenia efektywnego czasu pracy. Ogromne znaczenie ma możliwość pozyskiwania, gromadzenia przetwarzania danych, a zatem budowa systemu informacyjnego i banku informacji, wspomaganego odpowiednimi technikami wirtualnymi.

Jak z tego wynika, powstaje zatem potrzeba stosowania nowoczesnych technologii informatycznych, wspierających badania diagnostyczne. Informatyczny system diagnostyczny powinien umożliwiać systematyczne gromadzenie danych, ich przeglądanie oraz udostępnianie.

### 3. SYSTEMY INFORMATYCZNE

Systemy informatyczne to takie systemy, w których realizuje się procesy przetwarzania danych oraz procesy komunikacyjne za pomocą technik komputerowych. Systemy informatyczne to złożone technologie składające się z sieci, komputerów, specjalizowanego oprogramowania, różnego typu czujników i sterowników. Systemy takie nadzorują i kontrolują stany obiektów w sposób zdalny. Systemy te nadzorują także wartości dopuszczalne i generują alarmy. Dane przekazywane z czujników przechowywane są w bazach danych. Dane otrzymywane z czujników można podzielić na dwie grupy: niezależne od czasu oraz zależne od czasu.

Systemy informatyczne wyposażone są ponadto w moduły wizualizacji wyników pomiarów oraz moduły służące do przeprowadzania różnorodnych analiz. Wyniki pomiarów mogą być przetwarzane i analizowane za pomocą wielu metod. Zastosowanie odpowiedniej metody zależy od celu analizy. Analizę danych można podzielić na kilka etapów:

- Próbkowanie,
- Selekcja,
- Ograniczanie zbioru wartości,
- Grupowanie,
- Identyfikacja modelu.

Aby system informatyczny funkcjonował efektywnie i skutecznie wymaga on danych o odpowiedniej wartości. Wartość danych to suma jakości danych, ich pełności oraz niezawodności. Aktualność danych jest zależna od metod ich zbierania, konfiguracji systemu ich przesyłania, parametrów kanałów informacyjnych, niezawodności sieci komputerowych oraz intensywności przepływu informacji. Innym aspektem jest użyteczność danych określana jako ich przydatność dla procesu wnioskowania.

### 4. SYSTEMY MONITORUJĄCE

Zadaniem systemów monitorujących jest ocena stanu na podstawie obserwacji zmian np. mocy silnika, temperatury, hałasu etc. Koszty poniesione na zakup i montaż systemów monitorujących szybko zwracają się dzięki ograniczeniu liczby remontów, przestojów, awarii oraz powodują zwiększenie bezpieczeństwa ludzi i środowiska. Systemy te umożliwiają rejestrowanie danych, ich analizę, prezentację wyników i ocenę stanu.

### 5. EKSPERYMENTOWANIE

Po zidentyfikowaniu modelu matematycznego danego obiektu czy procesu, któremu obiekt podlega przeprowadza się eksperyment numeryczny za pomocą programu komputerowego reprezentującego ten model obiektu.

Najbardziej znanym programem do przeprowadzania tego typu eksperymentów jest SIMULINK rozpowszechniany z programem MATLAB. Służy on do modelowania, symulacji i analizy układów dynamicznych, układów liniowych i nieliniowych, ciągłych i dyskretnych. Posiada on także interfejs graficzny. Zaprojektowany model można więc przedstawić w postaci diagramów. Po opracowaniu modelu przeprowadza się jego symulację. W programie tym można obserwować wyniki działania w trakcie trwania symulacji, można w trakcie zmieniać parametry modelu i obserwować wpływ tych zmian na badany obiekt.

### 6. PROJEKTOWANIE KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW DIAGNOSTYCZNYCH

Przed komputerowymi systemami diagnostycznymi postawione są ogromne wymagania niezawodnościowe. Podyktowane to jest dużymi kosztami przestojów oraz koniecznością zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i ekologicznego.

Nowoczesne automatyczne komputerowe systemy diagnostyczne oparte są na teorii sterowania i informatyce. Metody współczesnej informatyki to metody sztucznej inteligencji (sieci neuronowe, logika rozmyta, systemy neuronowo-rozmyte oraz systemy ekspertowe i doradcze).

Budowa układów diagnostycznych z wykorzystaniem metod informatycznych odbywa się na podstawie dostępnych danych pomiarowych, zasad i reguł funkcjonowania obiektu oraz wiedzy jakościowej i ilościowej. Obecnie buduje się systemy doradcze z bazą wiedzy zawierającą wiedzę ilościową (model matematyczny) oraz jakościową (zestawy reguł, model rozmyty, neuronowy, neuronowo-rozmyty) oraz modele analityczne z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji. Takie podejście umożliwia budowanie komputerowych systemów diagnostycznych z mniejszą ilością fałszywych alarmów oraz lepszą wykrywalnością uszkodzeń.

Istotnym zagadnieniem w diagnostyce jest budowa modeli obiektów. W przypadku rzeczywistych obiektów trudno jest uzyskać ich idealny model, dlatego należy liczyć się z pewnymi błędami modelowania spowodowanymi zakłóceniami zmiennych pomiarowych, nieodpowiednią strukturą modelu lub niedokładnymi wartościami parametrów modelu. Pominięcie tych faktów w przypadku układów diagnostycznych skutkuje fałszywymi diagnozami generowanymi przez układ diagnostyczny. Konieczne jest zatem opracowanie efektywnego algorytmu projektowania rozmytych sieci neuronowych dla układów diagnostyki technicznej. Pojawia się tu problem identyfikacji nieliniowych systemów dynamicznych za pomocą rozmytych sieci neuronowych oraz problem określania niepewności modeli neuronowo-rozmytych oraz zagadnienie doboru struktury

modelu neuronowo-rozmytego. Rozwiązaniami dla tych problemów mogą być następujące metody:

- 1) algorytm do wyznaczania niepewności rozmytych sieci neuronowych typu Takagi-Sugeno za pomocą metod statystycznych oraz metody estymacji przy ograniczonych wartościach błędów,
- 2) metoda odpornej na niepewność modelu neuronowo-rozmytego detekcji uszkodzeń przy użyciu techniki adaptacyjnych progów decyzyjnych dla generowanych residuów,
- 3) algorytm doboru struktury modelu neuronowo-rozmytego oraz szacowania jego parametrów poprzez detekcję lokalnych liniowych zależności w charakterystyce modelowanego obiektu przy użyciu zmodyfikowanej metody estymacji przy ograniczonych wartościach błędów.

## 7. ALGORYTMY EWOLUCYJNE

Algorytmy ewolucyjne są techniką przeszukiwania i optymalizacji, opartą na zasadach przejętych z teorii ewolucji. Naturalność oraz prostota działania sprawiły, że są one chętnie wykorzystywane w naukach zarządzania do rozwiązywania problemów optymalizacji. Podczas rozwiązywania problemu nie gwarantują one znalezienia optimum globalnego, jednak generalnie zapewniają znalezienie rozwiązania wystarczająco dobrego w akceptowalnym przedziale czasu. Ta cecha determinuje zastosowanie tych algorytmów dla problemów, których nie można rozwiązać przy pomocy technik specjalizowanych.

Istnieją różne warianty algorytmów ewolucyjnych:

- algorytmy genetyczne (Genetic Algorithms - GA),
- strategie ewolucyjne (Evolution Strategies - ES),
- programowanie ewolucyjne (Evolutionary Programming - EP),
- programowanie genetyczne (Genetic Programming - GP).

Powyższe algorytmy wykorzystują operatory ewolucyjne, które działają na sprecyzowanych reprezentacjach rozwiązań, przetwarzają całą populację rozwiązań, badając przy tym przestrzeń przeszukiwania równocześnie z wielu punktów, do prawidłowego działania nie potrzebują żadnej szczegółowej wiedzy o charakterze problemu a jedynie informacji o jakości rozwiązań. Mają one różnorodne zastosowania. Przystosowane są do przeszukiwania wielowymiarowej, złożonej przestrzeni rozwiązań a szczegółowa wiedza o problemie nie jest potrzebna.

### 7.1. System ekspertowy

Pierwszą definicję systemu ekspertowego podał Edward Feigenbaum z Uniwersytetu Stanford w 1977 roku. Jest to inteligentny program komputerowy używający wiedzy oraz procedur

wnioskowania do rozwiązywania problemów o wysokim stopniu złożoności, wskazującym na niezbędność eksperta danej dziedziny do jego rozwiązania. Obecnie można tę definicję uszczegółowić ze względu na znaczny rozwój form komunikacji, przechowywania danych oraz tworzenia procedur. System ekspertowy jest zatem systemem komputerowym symulującym procesy uczenia się, zapamiętywania, komunikacji, przyczynowości i realizacji działań ludzkiego eksperta w danej dziedzinie wiedzy, dzięki czemu człowiek może być zastąpiony przez komputer z gwarancją sukcesu w rozwiązywaniu problemu.

Rozwój tej dziedziny jest niezwykle dynamiczny. System ekspertowy pozwala na: podnoszenie jakości i kwalifikacji przez ludzkich ekspertów, przetrwanie wiedzy i procesów wnioskowania w przypadku odejścia ludzkiego eksperta, zwiększenie liczby ekspertów na świecie, co stwarza większy dostęp do wiedzy i podniesie jakość ludzkiego życia, oraz obniży koszty wiedzy, osoby nie będące ekspertami mogą rozwiązywać bardzo złożone problemy za pomocą systemów ekspertowych, czas rozwiązywania problemów jest krótszy, można otrzymać dużo możliwych rozwiązań, niski koszt rozwiązania problemu przy braku ludzkiego eksperta, eliminacja monotonicznych i żmudnych operacji, szeroki dostęp do wiedzy.

Najważniejszą grupę inteligentnych systemów informatycznych stanowią systemy doradcze zwane także ekspertowymi. Zawiera on zazwyczaj kilka podstawowych elementów:

- Układ wnioskujący,
- Bazę wiedzy,
- Bazę danych,
- Układ objaśniający,
- Interfejs użytkownika.

Głównym problemem podczas budowania systemu doradczego jest pozyskanie wiedzy. Jest to proces, dzięki któremu wydobywa się wiedzę i doświadczenie z danej dziedziny w określonym wcześniej zakresie oraz zapisanie jej w określony sposób w bazie wiedzy. Podstawowym źródłem wiedzy są specjaliści, jednak z powodu małej efektywności pozyskiwania wiedzy od specjalistów, stosuje się automatyczne metody pozyskiwania wiedzy ze zbioru przykładów.

### 7.2. Sieci neuronowe

Nazwą tą określa się symulatory (programowe lub sprzętowe) modeli matematycznych realizujące pseudorównoległe przetwarzanie informacji, składające się z wielu wzajemnie połączonych neuronów i naśladujący działanie biologicznych struktur mózgowych. Symulatory takie nazywane są również *Neural nets (networks)* lub *AI (Artificial Intelligence - sztuczna inteligencja* - choć nie do końca słusznie gdyż sieci neuronowe są podzbiorem AI).

Podstawową cechą różniącą **Sztuczne Sieci Neuronowe** (powstały z interdyscyplinarnej syntezy nauk tradycyjnych obejmujących biologię, fizykę i matematykę) od programów realizujących algorytmiczne przetwarzanie informacji jest zdolność generalizacji, czyli uogólniania wiedzy dla nowych danych nieznanymi wcześniej, czyli nie prezentowanych w trakcie nauki. Określa się to także jako zdolność Sztucznych Sieci Neuronowych do aproksymacji wartości funkcji wielu zmiennych w przeciwieństwie do interpolacji możliwej do otrzymania przy przetwarzaniu algorytmicznym. Można to ująć jeszcze inaczej np. systemy ekspertowe z reguły wymagają zgromadzenia i bieżącego dostępu do całej wiedzy na temat zagadnień, o których będą rozstrzygały, Sztuczne Sieci Neuronowe wymagają natomiast jednorazowego nauczania, przy czym wykazują one tolerancję na nieciągłości, przypadkowe zaburzenia lub wręcz braki w zbiorze uczącym. Pozwala to na zastosowanie ich tam, gdzie nie da się rozwiązać danego problemu w żaden inny, efektywny sposób.

Sztuczne Sieci Neuronowe oferują idealne rozwiązania dla dużego zakresu klasyfikowanych problemów (jak np.: diagnostyka techniczna maszyn, urządzeń i pojazdów) równie dobrze jak predykcja i modelowanie systemów, gdzie procesy są niezrozumiałe bądź bardzo skomplikowane. Sztuczne Sieci Neuronowe mogą być stosowane do nadzoru nad procesami przebiegającymi w czasie rzeczywistym, gdzie zmienne wejściowe są odczytami pomiarów używanymi do sterowania *on-line*, a sieć uczy się funkcji kontroli. Sztuczne Sieci Neuronowe sprawdzają się także w rozwiązywaniu problemów, które są zbyt skomplikowane dla konwencjonalnych technologii (np. problemy, które nie mają rozwiązania algorytmicznego, bądź takowe jest zbyt skomplikowane do znalezienia), sprawdzają się też dobrze tam, gdzie ludzie nie są w stanie zastosować tradycyjnych metod.

Sieci neuronowe swój dynamiczny rozwój zawdzięczają dwóm czynnikom:

- wewnętrznemu - umiejętności generalizacji problemów i predykcji informacji;
- zewnętrznemu - nieograniczonej dostępności komputerów osobistych o ogromnej mocy obliczeniowej.

Bardzo istotnym elementem jest, w przypadku Sztucznych Sieci Neuronowych, dopasowanie modelu neuronowego do obiektu poprzez prawidłowe wyznaczenie wartości wagowych sieci. Dane uczące się pobierane są bezpośrednio z badanego systemu lub pośrednio z symulatora. Często weryfikację modelu neuronowego przeprowadza się przy użyciu danych pobranych właśnie z symulatora. Eksploatacja modelu najczęściej odbywa się *on-line*, co jest niezwykle ważne w przypadku dopasowywania modelu neuronowego do ciągle zmieniającego się otoczenia oraz z przypadku niestacjonarności systemu.

W przypadku rozwiązywania problemów diagnostycznych za pomocą modelu sieci neuronowych przyjmujemy, że każdy stan pracy systemu jest reprezentowany przez oddzielny model neuronowy. Model reprezentujący pracę w warunkach normalnych nazywa się nominalnym, a każdy następny model reprezentuje wystąpienie określonego uszkodzenia  $f_n$ , gdzie  $n=1, \dots, n$ . Można zatem wyznaczyć wektor sygnałów residuum porównując wyjście systemu i wyjścia modeli neuronowych. Każdy element wektora residuum opisuje odpowiedni stan zachowania systemu, co daje możliwość zlokalizowania uszkodzenia oraz czas jego wystąpienia.

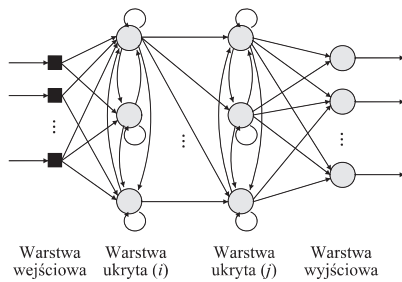
Sztuczne sieci neuronowe stanowią zwykle część sterującą procesem, bądź część decyzyjną, przekazującą sygnał wykonawcy innym elementom urządzenia, które nie są związane bezpośrednio z sieciami neuronowymi. Funkcje pełnione przez sieć można sklasyfikować w kilku podstawowych grupach: aproksymacji, klasyfikacji i rozpoznawania wzorców, predykcji, sterowania oraz asocjacji.

### 7.3. Rekurencyjne sieci neuronowe

Rekurencyjne sieci neuronowe (rys. 1) mają ogromne zastosowanie w przypadku diagnostyki. Dzięki wprowadzeniu sprzężeń zwrotnych do architektury sieci neuronowych możliwe stało się gromadzenie informacji oraz późniejsze jej wykorzystanie. Sieci rekurencyjne można podzielić w następujący sposób:

- sieci lokalnie rekurencyjne – sprzężenia zwrotne występują wewnątrz pojedynczych modeli neuronowych. Cała sieć neuronowa jest strukturą wielowarstwową, jednokierunkową;
- sieci globalnie rekurencyjne – sprzężenia zwrotne występują pomiędzy neuronami różnych warstw lub pomiędzy neuronami tej samej warstwy. Ogólna struktura sieci tego typu posiada wszystkie możliwe sprzężenia zwrotne pomiędzy neuronami. Sieć ta jest rozszerzeniem wielowarstwowej sieci jednokierunkowej o połączenia skrośne pomiędzy neuronami w zasięgu tej samej warstwy oraz połączenia rekurencyjne obejmujące pojedyncze neurony. Połączenia pomiędzy dwoma sąsiednimi warstwami są jednokierunkowe, zaś kaskadowe połączenie warstw daje odpowiednie zdolności aproksymacyjne a połączenia skrośne i rekurencyjne dają właściwości dynamiczne. Problematyczna jest tu jednak duża złożoność struktury oraz długi czas adaptacji parametrów.

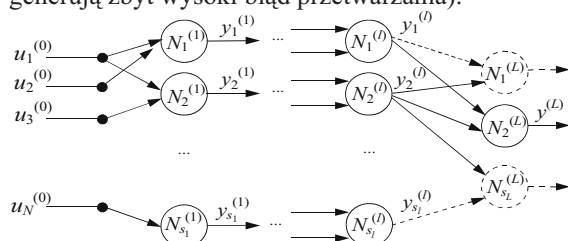
Rekurencyjne sieci neuronowe, jak i większość sieci neuronowych, mają poważną wadę – na etapie ich projektowania definiuje się ich strukturę. Alternatywnym podejściem jest połączenie problemu uczenia sieci z wyznaczeniem jej optymalnej architektury. Takie rozwiązanie uzyskujemy dzięki zastosowaniu metody grupowej obróbki danych (GMDH).



Rys. 1. Rekurencyjna sieć neuronowa

#### 7.4. Sieci neuronowe typu GMDH

Idea metody grupowej obróbki danych (GMDH) polega na zastąpieniu jednego całościowego modelu systemu strukturą hierarchiczną składającą się z modeli cząstkowych (neuronów) i wiążących je zasad selekcji zmiennych (rys. 2). Modele cząstkowe posiadają najczęściej niewielką liczbę sygnałów wejściowych i są realizowane przez pojedynczy model neuronu typu GMDH. Parametry modeli cząstkowych są dobierane tak, by ich zmienne wyjściowe były jak najbardziej zbliżone do zmiennej wyjściowej identyfikowanego systemu. Charakterystyczne jest tu uczenie każdego neuronu oddzielnie przed jego włączeniem do struktury sieci neuronowej, przy czym każdy neuron ma w jak najlepszy sposób modelować diagnozowany obiekt. O tym, które modele cząstkowe powinny zostać włączone do tworzonej warstwy oraz generować sygnał wejściowy dla następnej warstwy decyduje błąd przetwarzania (odrzuca się te modele, które generują zbyt wysoki błąd przetwarzania).

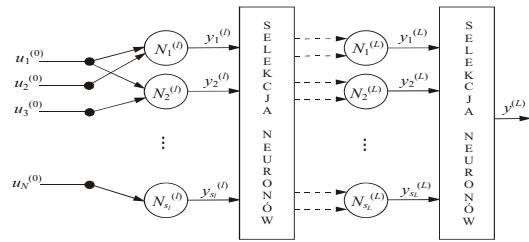


Rys. 2. Sieć neuronowa typu GMDH

Proces syntezy sieci neuronowej typu GMDH przeprowadza się do momentu, aż nie zostanie spełnione kryterium optymalności (rys. 3). Idea tego kryterium polega na wyznaczeniu najmniejszego błędu przetwarzania  $E_{\min}^{(l)}$ :

$$E_{\min}^{(l)} = \min_{i=1, \dots, N} E(y_i^{(l)}),$$

dla  $N$  neuronów włączanych do warstwy  $l$ , gdzie  $E(y_n^{(l)})$  to błąd dla danej warstwy.



Rys. 3. Synteza sieci neuronowej typu GMDH

#### 7.5. Model neuronowo-rozmyty – system syntezy wiedzy

Metody sztucznej inteligencji służą próbie opisywania rzeczywistości w sposób naśladowujący rozumowanie człowieka. Ich celem jest przezwyciężenie wad tradycyjnych algorytmów komputerowych, które zawodzą zwłaszcza w sytuacjach, w których człowiek jest w stanie rozwiązać postawiony problem bez większych trudności. W diagnostyce technicznej wiele zjawisk jest bardzo nieprecyzyjnych. Są to takie stwierdzenia jak znacznie, dużo, większość itd., w zdaniach takich jak: Koszt naprawy znacznie przekracza 50 zł. Te określenia jest bardzo trudno zdefiniować. Ludzie są jednak w stanie interpretować takie stwierdzenia i wykorzystywać tak sformułowaną wiedzę do rozwiązywania stawianych przed nimi problemów. Nieprecyzyjność polega na trudności dokładnego określenia wartości wszystkich występujących w nim zmiennych. Problem polega na ustaleniu, co to właściwie znaczy tu prawie czy znacznie. Taki rodzaj braku precyzji nazywany jest zwykle rozmyciem.

Jako teoretyczne narzędzie do budowy systemów syntezy wiedzy używane jest rozwiązanie z dziedziny inteligencji obliczeniowej (ang. computational intelligence) - neuronowo-rozmyty system syntezy wiedzy z danych, wspomagany w procesie uczenia algorytmem genetycznym. Model neuronowo-rozmyty ma ogromne zastosowanie przy "inteligentnym" modelowaniu i sterowaniu, w tym do syntezy wiedzy z chaotycznego szeregu czasowego, do syntezy bazy reguł rozmytych modelujących dynamiczny. Można stosować także metodologie alternatywne - neuronowo-rozmyte, oparte na teorii drzew regresyjnych oraz regresji liniowej. Bardzo istotna przy wyborze metody jest zależność pomiędzy dokładnością a przejrzystością poszczególnych podejść.

#### 8. SZTUCZNA INTELIGENCJA

Inteligencja jest zdolnością jednostki do celowego działania, racjonalnego myślenia oraz radzenia sobie z trudnościami. Wydaje się, że nigdy maszyna nie będzie mogła w pełni naśladować człowieka. Człowiek jest istotą bardzo złożoną specyficzne dla niego funkcje psychiczne to: intelekt, wola i emocje. Łatwo sobie wyobrazić urządzenie, które myśli na nasz wzór, które rozwiązuje jakiś problem, ale "coś" sztucznego nie

może odczuwać emocji, nie mówiąc już o uczuciach wyższych.

Wykorzystując informacje na temat umysłu człowieka naukowcy próbują stworzyć umysł sztuczny. Sztuczna inteligencja może być pomocna w wielu dziedzinach życia.

Sztuczna inteligencja pomaga ludziom w podejmowaniu decyzji. Człowiek podejmując decyzje, poddaje się emocjom, komputer zaś postępuje według określonego algorytmu. Sztuczna inteligencja, czyli maszyny z umiejętnością wnioskowania i uczenia się, daje perspektywę uwolnienia ludzi od prostych, uciążliwych prac, ale także od takich, które wymagają dużej wiedzy.

Zastępując programowanie systemów sztucznej inteligencji uczeniem, możemy jednak stracić stuprocentowa pewność poprawności wykonanego zadania, bowiem taki system przestanie działać według algorytmów. Komputery działają zupełnie inaczej niż ludzie zajmujący się rozwiązywaniem jakiegoś problemu. Wielu naukowców twierdzi, że program budowy robotów kierowanych elektronicznymi komputerami nie doprowadzi do skonstruowania sztucznej, naprawdę inteligentnej maszyny - to znaczy takiej, która rozumie, co robi i może wykorzystać to w działaniu. Takie urządzenie mogłoby działać, gdyby w jego konstrukcji został wykorzystany ten sam proces fizyczny, który stanowi podstawę istnienia ludzkiej świadomości. Na obecnym etapie rozwoju techniki przemysł nie jest w stanie skonstruować maszyny zaprogramowanej w sposób niealgorytmiczny.

## 9. PODSUMOWANIE

Z uwagi na istotne ograniczenia związane z projektowaniem układów diagnostyki opartych na wykorzystywaniu modelu diagnozowanego obiektu metodami klasycznymi, przedstawiłam możliwości zastosowania metod współczesnej informatyki – metod sztucznej inteligencji i ich połączenia z metodami analitycznymi. Pokazałam przede wszystkim możliwości neuronowej realizacji zarówno układów detekcji, jak i lokalizacji uszkodzeń z wykorzystaniem różnych struktur sieci.

Algorytmy ewolucyjne proponowane do poszukiwania optymalnych rozwiązań globalnych często wydają się jeszcze zbyt czasochłonne, jednak rozwój mocy obliczeniowych współczesnych komputerów oraz rozwój sztucznej inteligencji stwarza możliwości szerszego i powszechniejszego stosowania tych technik.

Każda dziedzina techniki, mająca wiele zastosowań, przysparza korzyści, ale także stwarza liczne zagrożenia. Komputery są bardzo użyteczne, ale szybki rozwój techniki komputerowej jest źródłem pewnych niebezpieczeństw. Jednym z głównych problemów wydaje się ogromna złożoność systemów. Nie ma żadnych szans, aby ktokolwiek w pełni zrozumiał sposób ich działania. Jest bardzo prawdopodobne, że inne niestabilności i zagrożenia powstaną wskutek samej złożoności

systemu. Należy uświadomić społeczeństwu konieczność stałego nadzoru ludzi, mających prawo podejmowania decyzji sprzecznych z autorytetem komputerów.

## LITERATURA

- [1] Cholewa W., Pedrycz W.: Systemy doradcze. Skrypt nr 1447, Politechnika Śląska, Gliwice 1987.
- [2] Gorzałczany M.B., Głuszek A., Computational Intelligence in Control - a Comparison of several Neuro-fuzzy Systems, Proc. of IEEE ISIE 2000, Puebla, Meksyk, 2000.
- [3] Gorzałczany M.B., Głuszek A., Neuro-fuzzy Networks in Time Series Modelling, Proc. of KES2000, vol. 1, Brighton, Wlk. Brytania, 2000.
- [4] Korbacz J., Kościelny J.M., Kowalczyk Z., Cholewa W. (red.): Diagnostyka procesów. Modele, metody sztucznej inteligencji, zastosowania. WNT, Warszawa 2002.
- [5] Kowal M., Korbacz J., Detekcja uszkodzeń z wykorzystaniem rozmytych sieci neuronowych, Materiały Krajowej Konferencji Automatyki, Wydawnictwo UZ, 6, Zielona Góra, 2002.
- [6] Kowal M., Korbacz J., Samoorganizujący się rozmyty model Takagi-Sugeno w układzie detekcji uszkodzeń, Materiały KKN-T "Diagnostyka procesów przemysłowych", 6, Władysławowo, 2003.
- [7] Master T., Sieci neuronowe w praktyce, WNT, Warszawa 1996.
- [8] Moczulski W.: Metody pozyskiwania wiedzy dla potrzeb diagnostyki maszyn, Mechanika z. 130, Politechnika Śląska, Gliwice 1997.
- [9] Moczulski W.: Diagnostyka techniczna. Metody pozyskiwania wiedzy. Monografie. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
- [10] Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L., Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- [11] Żurada J., Barski M., Jędruch W., Sztuczne sieci neuronowe, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 1996.



Mgr inż. Marzena Bartol-Smardzewska w działalności naukowej zajmuje się problemami diagnostyki technicznej, optymalizacją i informatyzacją procesów eksploatacji maszyn, urządzeń i pojazdów. Czas wolny spędza uprawiając sport (żeglarstwo, narty wodne, jazda konna, rower, siatkówka, pływanie), czytając literaturę piękną oraz uprawiając rośliny.