

GAD Radosław, GAD Stanisław PAWLAK Agnieszka

SYSTEM MONITOROWANIA DECYZYJNEGO OBIEKTÓW TECHNICZNYCH

Streszczenie

Praca poświęcona przedstawieniu informatycznego systemu monitorowania decyzyjnego obiektów. Opisano problem monitorowania diagnostycznego pojazdów samochodowych. Opracowana metoda relacyjnego monitorowania diagnostycznego oparta jest na pewnych modelach map kognitywnych. Przedstawiono i opisano komputerowy system monitorowania decyzyjnego. Pokazano realizację działania Systemu Monitorowania Decyzyjnego Stanu Obiektów Technicznych (SMDSOT) na przykładzie diagnozowania układu zapłonowego pojazdów samochodowych

WSTĘP

Artykuł poświęcono opisowi działania realizacji komputerowego monitorowania decyzyjnego stanów technicznych, opartych na dynamicznych modelach pewnych map kognitywnych z uwzględnieniem wiedzy ekspertowej [2-5]. Przedstawiono opis działania map kognitywnych z podziałem czynników (konceptów) na wejściowe oraz wyjściowe. Opisano deterministyczne dynamiczne modele map kognitywnych. Działanie systemu informatycznego MSDSOT przedstawiono na próbie rozwiązania problemu monitorowania diagnostycznego pojazdów samochodowych, którego ogólny schemat przedstawiono na rys. 1.

Z literatury [2-5] wiadomo, że Mapami Kognitywnymi (MK) są nazywane pewne modele matematyczno – informatyczne, przeznaczone do formalizacji badania problemu złożonych systemów, w postaci zbioru czynników odwzorowujących zmienne (cechy) systemowe oraz relacje przyczynowo – skutkowe między nimi z uwzględnieniem oddziaływań wzajemnych oraz zmian charakteru relacji. Zgodnie z powyższą definicją, mapy kognitywne dla monitorowania diagnostycznego można przedstawić w postaci następującego wzoru z podziałem na czynniki wejściowe oraz wyjściowe:

$$\langle \mathbf{X}_{we}, \mathbf{X}_{wy}, \mathbf{W} \rangle \quad (1)$$

gdzie: $\mathbf{X}_{we} = [X_{we,1}, \dots, X_{we,N}]$ – zbiór czynników wejściowych mapy, $\mathbf{X}_{wy} = [X_{wy,1}, \dots, X_{wy,M}]$ – zbiór czynników wyjściowych mapy, $\mathbf{W} = \{W_{i,j}\}$ – macierz relacji pomiędzy czynnikami $X_{we,i}$ i $X_{wy,j}$ ($i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$), N – liczba czynników wejściowych mapy, M – liczba czynników wyjściowych mapy.

1. METODY DIAGNOZOWANIA OBIEKTÓW TECHNICZNYCH

Diagnostyka techniczna to metoda pozyskania informacji o obiekcie. Diagnostyka składa się z następujących elementów: detekcji, lokalizacji i identyfikacji uszkodzenia. Diagnostyka w złożonych układach technicznych jest trudna do rozwiązania z uwagi na nieliniowe i często nieznane zależności pomiędzy dowolnymi uszkodzeniami, a wybranymi sygnałami

symptomowymi. W związku z tym problem ten musi być potraktowany jako aproksymacja nieznannej funkcji uszkodzeń w zależności od symptomów. Przy rozpatrywaniu tego typu zagadnień stosuje się różne metody diagnozowania, wybór, których zależy zarówno od wyboru modelu obiektu diagnozowania jak i metody rozwiązywania problemu diagnostyki.

Metody i techniki detekcji i lokalizacji uszkodzeń w obiektach technicznych można podzielić na cztery zasadnicze grupy:

- a) metody klasyczne;
- b) metody analityczne;
- c) metody sztucznej inteligencji, a w tym systemów ekspertowych;
- d) metody oparte na modelach kognitywnych.

Metody klasyczne realizowane są w pracowniach i laboratoriach, w których diagnoza jest opracowana na podstawie porównania wartości mierzonej na obiekcie rzeczywistym z wartością nominalną lub poprzez wizualną ocenę jego stanu. Na przykład diagnostyka samochodów osobowych wykonywana jest w warsztatach i stacjach serwisowych.

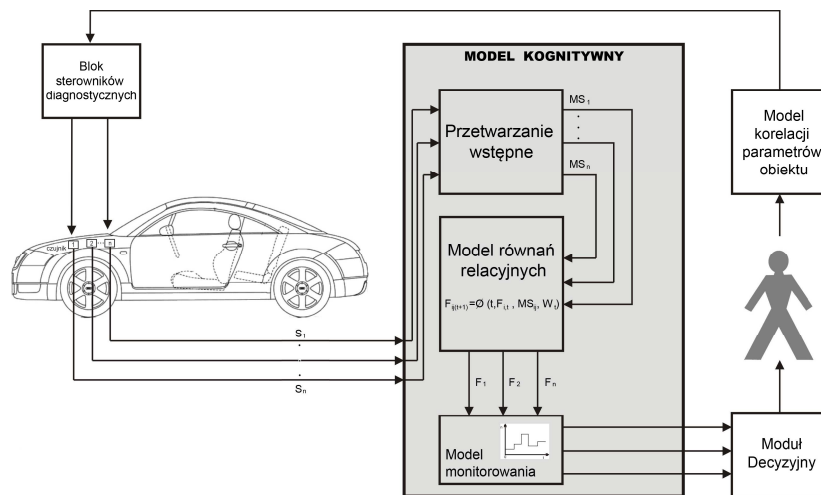
Do drugiej grupy (analityczne) zaliczamy metody oparte na modelach matematycznych procesów i metody statystyczne polegające na statystycznej obróbce sygnałów pomiarowych. Mają one ograniczoną stosowalność ze względu na trudności uzyskania dokładnych modeli, ponieważ elementy układów często są nieliniowe.

Alternatywnym rozwiązaniem może być zastosowanie modeli jakościowych opartych na technikach obliczeń inteligentnych. Do tego typu metod zaliczamy: systemy ekspertowe, sztuczne sieci neuronowe i sieci rozmyto-neuronowe.

Metody sztucznej inteligencji znajdują coraz większe zastosowanie w rozwiązywaniu problemów diagnostyki technicznej obiektów. Ich przewaga nad metodami analitycznymi zbudowana została na ich licznych zaletach, do których należy zaliczyć: elastyczność, uniwersalność i łatwość przy tworzeniu aplikacji. Istotny element stanowi fakt, że metody te nie wymagają znajomości dokładnych modeli matematycznych diagnozowanych obiektów, co często stanowi poważną trudność i ograniczenie przy stosowaniu metod analitycznych. Znajomość modelu matematycznego obiektu nie sprowadza się do stosowania wyłącznie metod analitycznych, lecz odwrotnie - może stanowić istotną część bazy wiedzy systemu inteligentnego.

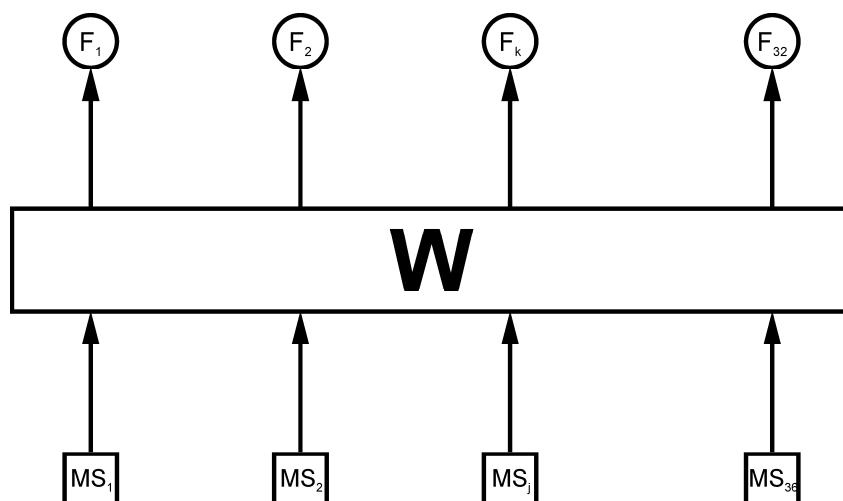
Mapami kognitywnymi (MK) są nazywane pewne modele matematyczno – informatyczne, przeznaczone do formalizacji badania problemu złożonych systemów, w postaci zbioru czynników odwzorowujących zmienne (cechy) systemowe oraz relacje przyczynowo – skutkowe między nimi z uwzględnieniem oddziaływań wzajemnych oraz zmian charakteru relacji.

W pracy, dla rozwiązania problemu, zastosowano diagnostyczne modele dynamiczne podobne do map kognitywnych [2-5]. Celem pracy jest analiza symulacyjna dynamicznych modeli, opisujących system monitorowania diagnostycznego WES. Na rys. 1 przedstawiono schemat działania dynamicznych modeli do diagnozowania obiektów.

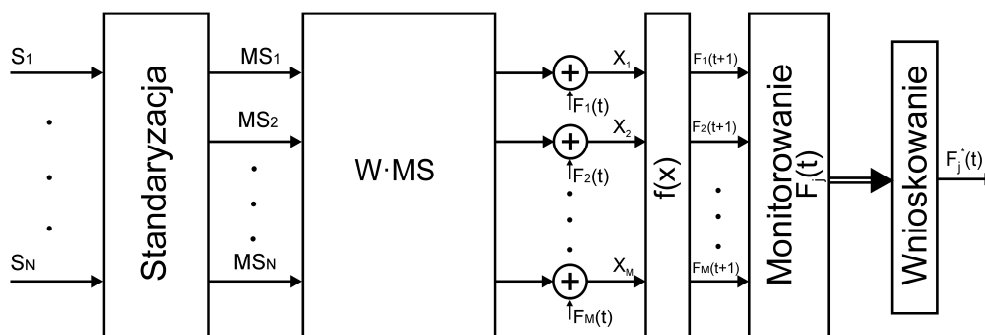


Rys. 1. Schemat monitorowania diagnostycznego pojazdów samochodowych.

Żeby móc diagnozować schemat przedstawiony na rys. 1 została opracowana metoda opisująca modele relacji symptom – uszkodzenie, która posłużyła do budowy aplikacji komputerowej. Na rys. 2. przedstawiono schemat blokowy informatycznego systemu diagnozowania, a na rys. 3. – schemat działania układu.



Rys. 2. Ogólny schemat blokowy funkcji informatycznego systemu diagnozowania: F_{ij} – uszkodzenia ($j=1, \dots, 32$); MS_i – macierz symptomów ($i=1, \dots, 33$); W – macierz współczynników powiązań uszkodzeń symptomów.



Rys. 3. Schemat blokowy działania diagnostycznego monitorowania układu: S_i – sygnały diagnostyczne; MS_i – przebiegi sygnałów po standaryzacji symptomów; $W \cdot MS_i$ – macierz współczynników powiązań uszkodzeń i symptomów; X_i – i -te wyjście z bloku mnożenia ($i=1, \dots, M$); $F_j^*(t)$ – uszkodzenie zdiagnozowane.

Powiązania dynamiczne w czasie między symptomami a uszkodzeniami (rys. 3.) można zapisać w postaci równań różnicowych [5]:

$$F(t+1) = \Theta(t, F(t), MS(t), W) \quad (2)$$

gdzie: Θ – funkcja, t – czas dyskretny od $0, 1, \dots, T$, $F(t+1)$ – uszkodzenie (czas występowania danego uszkodzenia), $MS(t)$ – przebiegi sygnałów po standaryzacji symptomów, W – macierz diagnostyczna w czasie.

Następnie przedstawiono strukturę systemu informatycznego MSDSOT opartego na równaniach (1)–(2) oraz rys. 1–3.

2. IMPLEMENTACJA SYSTEMU MONITOROWANIA DECYZYJNEGO STANU OBIEKTÓW TECHNICZNYCH (SMDSOT)

System powstaje na oprogramowaniu, które tworzone jest za pomocą środowiska MS Visual Studio oraz języka programowego C++ i składa się z dwóch podstawowych modułów:

- biblioteki (kontrolka Active X) obsługującej komunikację z węzłami pomiarowymi oraz udostępniającej API dla programu głównego do obsługi sieci pomiarowej oraz akwizycji pomiarów. Komunikacja odbywa się za pomocą wirtualnego portu szeregowego COM kreowanego dla zewnętrznego konwertera USB-RS485;
- programu głównego, który dostarcza graficzny interfejs użytkownika dla projektowania mapy oraz wizualizacji procesów adaptacji oraz detekcji.

Do gromadzenia danych pomiarowych oraz innych wyników w bazie danych wykorzystywany jest mechanizm ADO.NET. Oprogramowanie współpracuje z bazami danych Microsoft SQL Server Compact 3.5 (4.0) (dla małej ilości danych) oraz MSSQL Server.

Wstępnie przeprowadzono próbę dla dwóch metod adaptacji mapy:

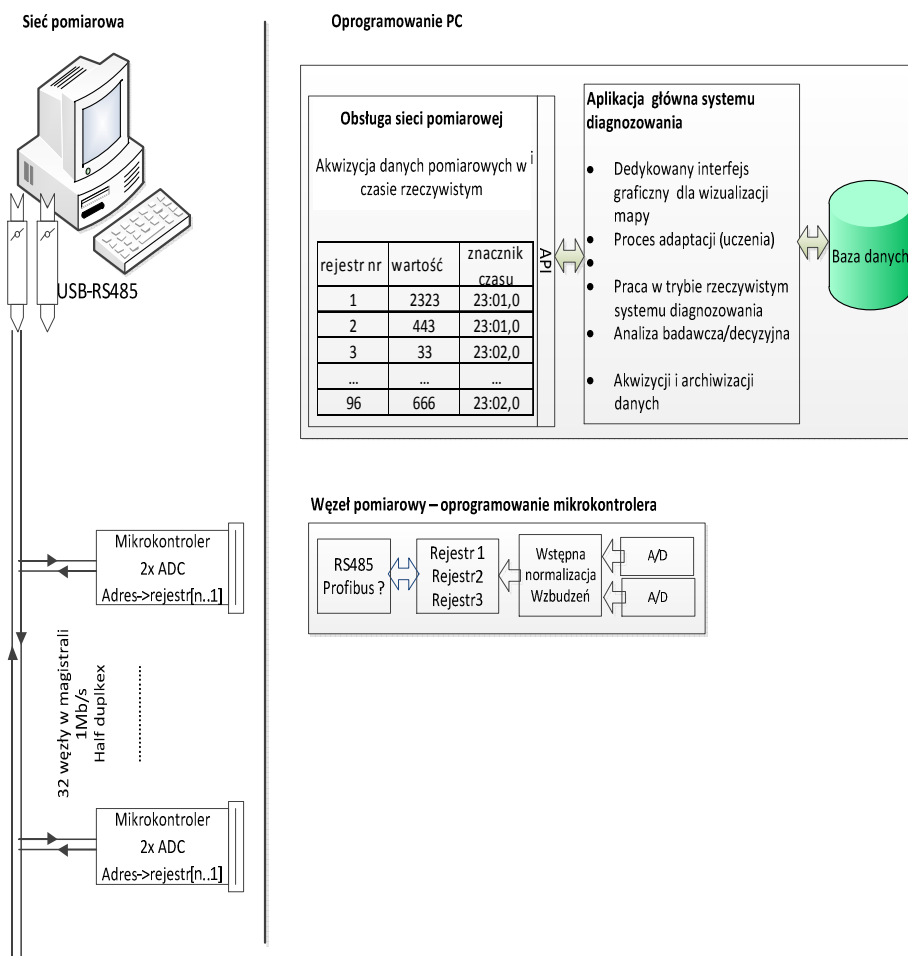
- za pomocą nauczyciela (wiedza eksperta o monitorowanym obiekcie);
- bez nauczyciela – wzorcowanej na regule Hebba.

System pozwalający diagnozować rzeczywisty obiekt został nazwany (SMDSOT) i został zbudowany z dwóch podsystemów:

- sieci węzłów pomiarowych połączonych wspólną magistralą z komputerem PC;
- komputera typu PC wraz z dedykowanym oprogramowaniem.

Na rys. nr 4 przedstawiono schemat Systemu Monitorowania Decyzyjnego Stanu Obiektów Technicznych (SMDSOT).

System Monitorowania Decyzyjnego Stanu Obiektów Technicznych. SMDSOT



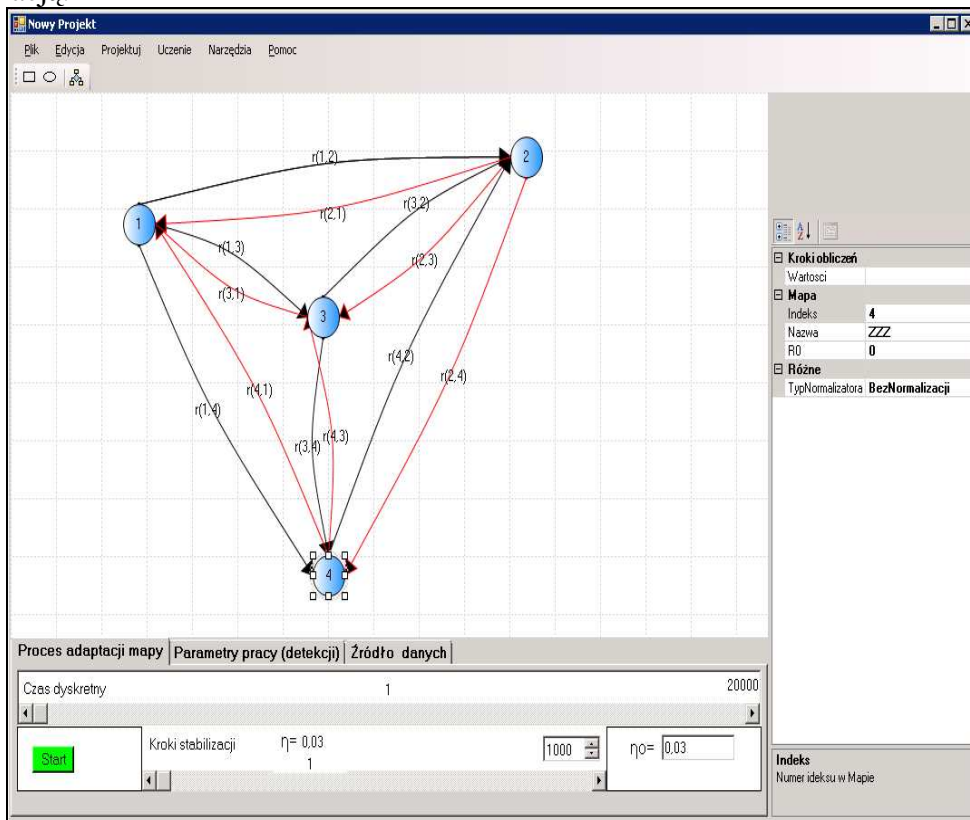
Rys. 4. Schemat funkcjonalny Systemu Monitorowania SMDSOT.

Podstawowymi elementami sieci pomiarowej są niezależne węzły pomiarowe zbudowane na bazie mikrokontrolerów ATMEGA8L [1]. Każdy węzeł umożliwia pomiar oraz adaptację dwóch sygnałów napięciowych z dedykowanych czujników. Wspólna magistrala komunikacyjna oparta na standardzie RS485 zapewnia komunikację z komputerem PC z szybkością 1Mb/s. W zależności od wymagań sieć pomiarowa może w ramach jednej magistrali obsłużyć do 32 węzłów (64 sygnały). Dzięki takiemu rozwiązaniu węzły pomiarowe mogą znajdować się w znacznej odległości od komputera PC (do 1 km).

Oprogramowanie dla komputera PC pracuje w środowisku MS Windows (platforma .Net) i umożliwia:

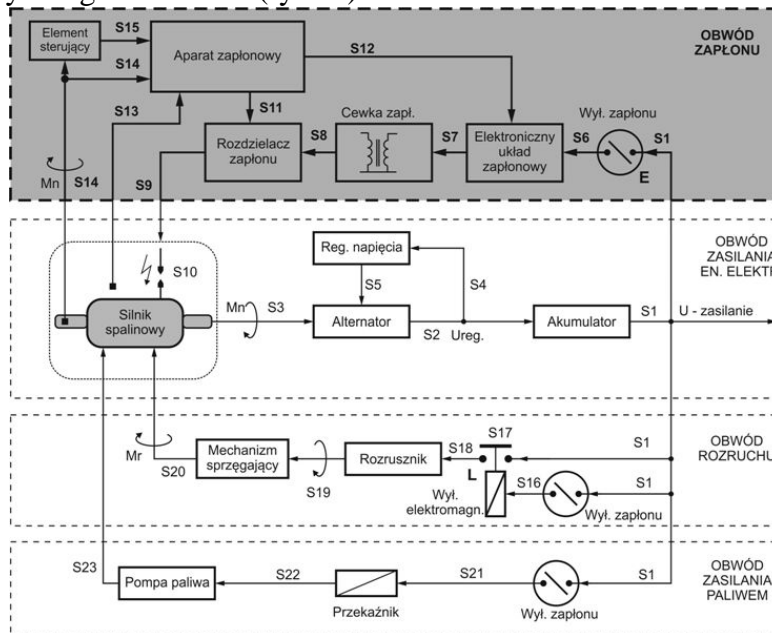
- akwizycję danych z punktów:
 - zapis pomiarów do bazy danych z sieci pomiarowej;
 - dostarczanie pomiarów dla aplikacji realizującej algorytm decyzyjny.
- zapis pomiarów do bazy danych z sieci pomiarowej;
- dostarczanie pomiarów dla aplikacji realizującej algorytm decyzyjny;
- projektowanie mapy;
- wspomaga proces uczenia – adaptacji;
- realizację algorytmu detekcji stanu obiektu na podstawie pomiarów zaprojektowanej mapy;
- wizualizację procesu uczenia;
- wizualizację detekcji stanu.

Na rys. 5 przedstawiono przykładowy schemat działania oprogramowania SMDSOT wraz z wizualizacją.

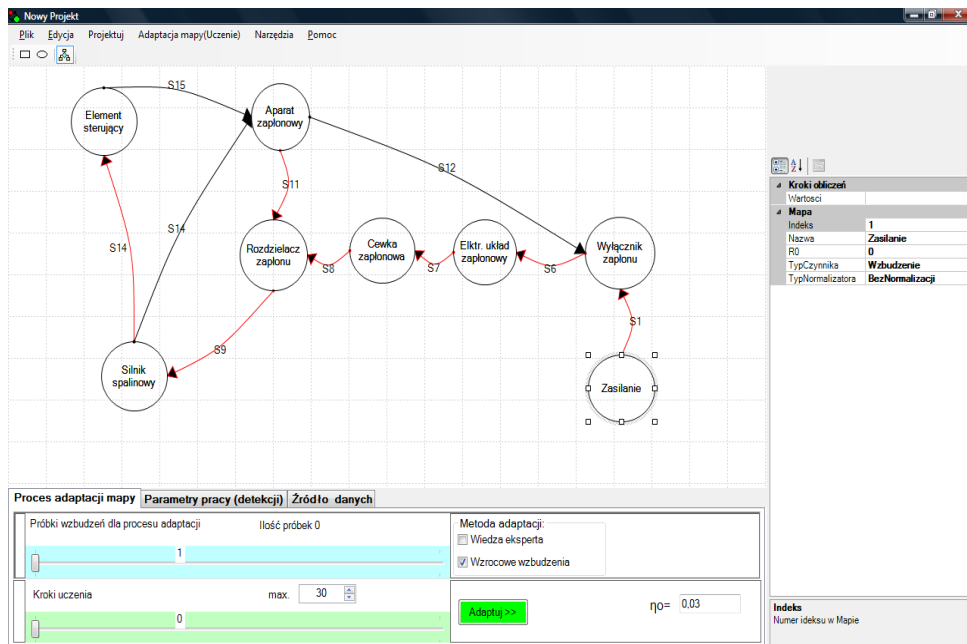


Rys. 5. Przykładowy rysunek działania programu SMDSOT.

Na rys. 6. przedstawiono schemat układu zapłonowego współczesnego pojazdu samochodowego, który posłużył jako przykład testowy do wizualizacji wstępnej działania systemu informatycznego MSDSOT (rys. 7.).



Rys. 6. Ogólny schemat blokowy wyposażenia elektrycznego pojazdu samochodowego z zaznaczonymi symptomami pomiarowymi.



Rys. 7. Schemat monitorowania obwodu zapłonu w programie SMDSOT.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono strukturę systemu informatycznego do decyzyjnego monitorowania obiektów. Opisano modele map kognitywnych, które są podstawą do działania SMDSOT. Przedstawiono wybrane działania monitorowania diagnostycznego pojazdu. Opisano działanie programu oraz przykładowe wyniki badań. Przeprowadzono wizualizację za pomocą specjalnego programu SMDSOT do wizualizacji oraz przedstawiono przykładowy schemat wizualizacji wybranego układu.

BIBLIOGRAFIA

1. Gad R. *Synteza i analiza pomiarowych sygnałów symptomowych dla diagnostyki wyposażenia elektrycznego pojazdów*. Praca magisterska, Kielce PŚk 2005.
2. Jastriebow A., Słoń G., *Inteligentne systemy decyzyjne oparte na rozmytych mapach kognitywnych*. W: Jastriebow A. (red.) *Informatyka w dobie XXI wieku. Nowoczesne systemy informatyczne i ich zastosowania*. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2008, str. 50-55.
3. Jastriebow A., Gad S., Słoń G., *Rozmyte mapy kognitywne w monitorowaniu decyzyjnym obiektów technicznych*. Mat. VII Krajowej Konferencji Diagnostyka Techniczna Urządzeń i Systemów DIAG 2009, Ustroń 2009, str. 102 – 107.
4. Jastriebow A., Gad S., Słoń G., *Inteligentna metoda monitorowania diagnostycznego obiektów technicznych w warunkach niepewności*. W: Żółtowski B. (red.) *Elementy diagnostyki maszyn roboczych i pojazdów*. Wyd. Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - PIB, Radom 2009, str. 48-55.
5. Jastriebow A., Gad R., *Analiza symulacyjna dynamicznych modeli monitorowania diagnostycznego wyposażenia elektrycznego samochodu*. Transcomp, Zakopane 2009, str. 155-162.

SYSTEM FOR DECISION MONITORING TECHNICAL OBJECTS

Abstract

The paper is devoted to the presentation of the information system for decision monitoring of objects. There is described the problem of diagnostic monitoring automotive vehicles. Developed method of relational diagnostic monitoring is based on certain models of cognitive maps. Computer system of decision monitoring is presented. There is also presented realization of the work of System for Decision Monitoring Technical Objects State (SMDSOT) on the example of diagnosing ignition system in automotive vehicles.

Autorzy:

mgr inż. **Radosław Gad** – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, e-mail: sgad@tu.kielce.pl

dr hab. inż. **Stanisław Gad** prof. PŚk – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, e-mail: sgad@tu.kielce.pl

mgr inż. **Agnieszka Pawlak** – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, e-mail: a.pawlak85@gmail.com