

Systemy eksperckie w diagnostyce środków transportu

system ekspercki,
diagnostyka,
układ hamulcowy

Streszczenie

Istotnym problemem w diagnostyce środków transportu jest wiedza eksperta. Zdarza się często, że wynajęcie eksperta jest bardzo drogie. Z tego też powodu, na przykładzie układu hamulcowego, w pracy przedstawiono zastosowanie systemu eksperckiego w diagnostyce środków transportu. System ten może mieć również zastosowanie w innych, nie omawianych tutaj układach.

EXPERT SYSTEMS IN THE DIAGNOSIS OF MEANS OF TRANSPORT

Abstract

A major problem in the diagnosis of means of transport is the expert's knowledge. It often happens that hiring an expert is very expensive. The application of expert system in diagnosis of means of transport using is considered in the paper. The braking system is used as an example. This system can also be applied to other systems not discussed here.

1. WPROWADZENIE

W diagnostyce środków transportu występuje bardzo wiele problemów. Ze względu na brak wiedzy naukowej osób dokonujących diagnostyki pojazdów, problemy te są rozwiązywane w oparciu o ich doświadczenia, nabyte przez lata praktyki. W większości przypadków okazuje się, że ten sposób rozwiązywania problemów jest mało skuteczny i czasochłonny. W tym przypadku z pomocą przychodzi ekspert w danej dziedzinie. Zdarza się często, że wynajęcie eksperta jest bardzo drogie. Z tego też powodu istotne jest wprowadzenie systemów eksperckich w diagnostyce środków transportu. W opracowaniu, na przykładzie układu hamulcowego, przedstawiono system ekspercki do diagnostyki układów środków transportu, który może, po wprowadzeniu wiedzy przez inżyniera eksperta, mieć również zastosowanie w innych, nie omawianych układach.

2. SYSTEM EKSPERCKI

Punktem wyjścia w rozważaniach jest definicja systemu eksperckiego, która przez różnych autorów jest inaczej postrzegana. Nie ma on zwięzłej formy i jednakowego określenia. Na przykład E. Turban definiuje system ekspercki jako program komputerowy symulujący czynności intelektualne specjalisty z danej dziedziny problemowej. Jan J. Mulawa mówi o systemach eksperckich następująco: System ekspercki jest programem komputerowym, który wykonuje złożone zadania o dużych wymaganiach intelektualnych i robi to tak dobrze jak człowiek, będący ekspertem w tej dziedzinie. Paweł Klonecki i Jerzy Surma definiują system ekspercki jako system komputerowy, który jest w stanie dla ściśle określonego problemu wygenerować rozwiązanie i uzasadnić je tak jak ekspert. Jest to realizowane poprzez użycie jawnie reprezentowanej wiedzy oraz metod wnioskowania. Kolejny autor, Witold Bielecki, określa systemy eksperckie jako: Systemy, które starają się naśladować decyzje eksperta - człowieka w konkretnej wybranej dziedzinie i potrafią to robić w wielokrotnie powtarzalny i przyjazny dla użytkownika sposób. Systemy eksperckie, zwane na polskim rynku również systemami ekspertowymi lub systemami doradczymi, podpowiadają więc decyzje lub rozwiązują jakiś problem na poziomie porównywalnym z ekspertem ludzkim, w jakiejś wyspecjalizowanej dziedzinie. M. Biało przedstawia system ekspercki jako złożony program komputerowy (system programowy) tak zaprojektowany i skonstruowany, aby mógł naśladować (symulować) zachowanie się człowieka – eksperta w stosunkowo wąskiej dziedzinie wiedzy, przy rozwiązywaniu problemów z danej tematyki. Kolejnymi autorkami poruszającymi to zagadnienie są Joanna Chromiec i Edyta Strzemieczna. Twierdzą one, że system ekspercki to komercyjny program komputerowy, składający się z trzech niezależnych fizycznie, współpracujących ze sobą części takich, jak: baza wiedzy, kontroler wyводу i interfejs, mający na celu zastąpienie pracy eksperta w danej dziedzinie. Porównując wyżej opisane definicje systemu eksperckiego można dojść do wniosku, że najczęściej jest on określany jako komputerowy program konsultacyjny, który jest pomocny przy podejmowaniu decyzji przez eksperta w danej dziedzinie, w której jest wykorzystywany. Systemy eksperckie

¹ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Pile, Instytut Politechniczny, 64-920 Piła, ul. Podchorążych 10.
Tel: +48 67 352-26-78, E-mail: piotr.gorzelanczyk@pwsz.pila.pl

są programami za pomocą których podejmowane są decyzje wykorzystujące wprowadzoną wcześniej wiedzę człowieka - eksperta, działając w sposób przybliżony do procesu rozumowania człowieka.

Systemy eksperckie są programami znacznie odróżniającymi się od innych programów. System ekspercki:

- dotyczy zagadnień rzeczywistych, konkretnych, ale o dużym stopniu złożoności, wymagających na ogół dużej wiedzy ludzkiej,
- musi zapewniać wysoką jakość i skuteczność działania wyrażającą się szybkością i niezawodnością,
- musi być zdolny do zrozumienia, wyjaśnienia i rozwiązania zadania tak, aby przekonać użytkownika o poprawności lub racji.

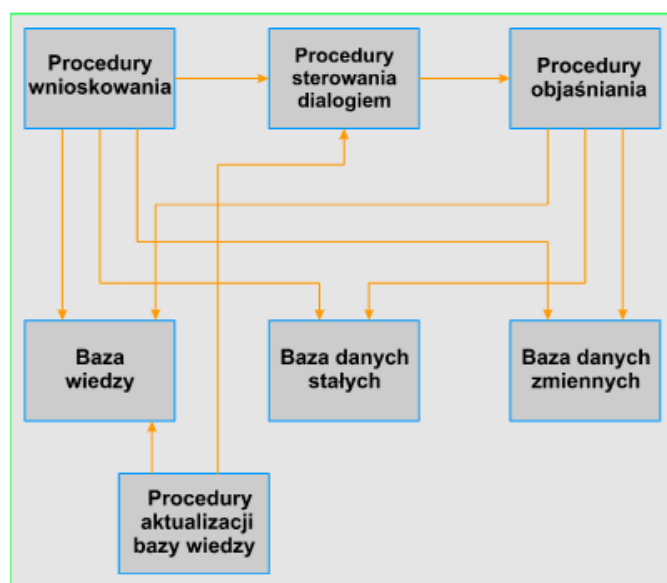
Systemy doradcze prezentują rozwiązania dla użytkownika, który jest w stanie ocenić ich jakość. Użytkownik może odrzucić rozwiązanie oferowane przez system i zażądać innego rozwiązania. Systemy podejmujące decyzje bez kontroli człowieka są same dla siebie końcowym autorytetem. Są one używane na przykład do sterowania różnymi obiektami, gdzie udział człowieka jest utrudniony lub wręcz niemożliwy. Z kolei dla systemów krytykujących przedstawiany jest problem oraz jego rozwiązanie. System dokonuje w tym przypadku analizy i komentuje uzyskane rozwiązanie.

2.1. Struktura systemów eksperckich

Badając strukturę systemu eksperckiego możemy wyróżnić następujące elementy:

- baza wiedzy (np. zbiór reguł),
- baza danych (np. dane o obiekcie, wyniki pomiarów, hipotezy),
- procedury wnioskowania – maszyna wnioskująca,
- procedury objaśniania – objaśniają strategię wnioskowania,
- procedury sterowania dialogiem – procedury wejścia/wyjścia umożliwiają formułowanie zadań przez program,
- procedury umożliwiające rozszerzenie oraz modyfikację wiedzy – pozyskiwanie wiedzy.

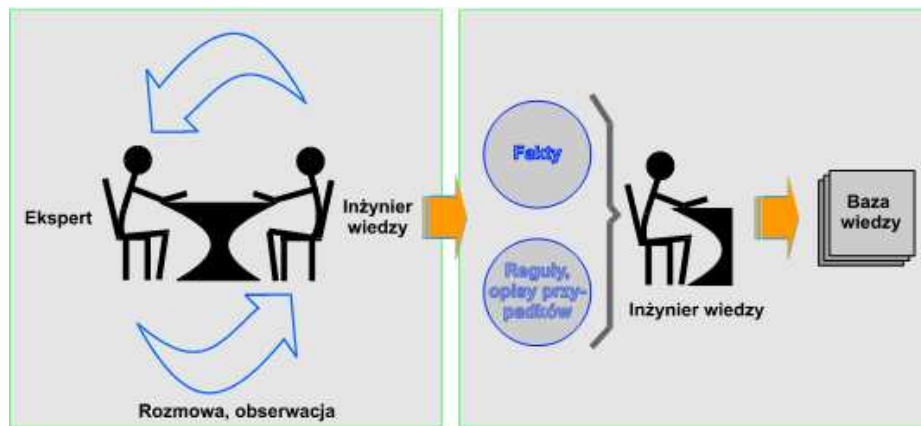
Biorąc pod uwagę wyżej wymienione elementy, strukturę systemu eksperckiego można przedstawić w postaci poniższego schematu.



Rys. 1. Główne elementy systemu eksperckiego

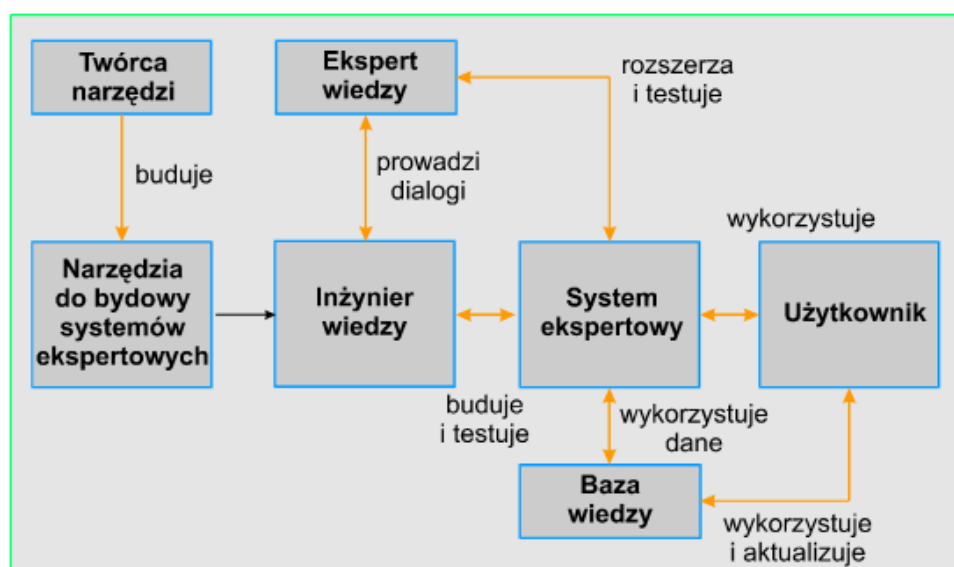
Systemy z bazami wiedzy, które są oddzielone z pozostałych modułów programu nazywamy systemami opartymi na bazie wiedzy. Często są one wykorzystywane jako systemy wspomagające podejmowanie decyzji. System ekspercki podczas swojego działania wykorzystuje bazę wiedzy. Trzeba jednak pamiętać, że nie zawsze system mający odseparowaną bazę jest systemem eksperckim. Przykładem tego mogą być niektóre gry.

Wiedza z danej dziedziny w postaci strukturalizowanej i sformalizowanej może być wprowadzona do bazy wiedzy systemu ekspertowego różnymi sposobami, na przykład przez inżyniera wiedzy. Jedną z metod pozyskiwania wiedzy jest prowadzenie dialogu z ekspertem, co można zaobserwować na poniższym rysunku.



Rys. 2. Typowy proces pozyskiwania wiedzy

Systemy eksperckie mogą być budowane z różnych narzędzi. Prowadzi to do specjalizacji twórców systemu eksperckiego zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 3.



Rys. 3. Role twórców systemu eksperckiego

2.2. Właściwości systemów eksperckich

Najważniejszą właściwością systemu eksperckiego jest poprawność systemu. Możemy o niej mówić, jeżeli system daje dobre rezultaty, zadania rozwiązuje w dopuszczalnym czasie, a także korzysta ze strategii, które umożliwiają limitowanie wiedzy i intuicji eksperta, którą ten uzyskuje w wyniku wieloletniego doświadczenia. Porównując wyniki działania systemu z rezultatami uzyskiwanymi przez człowieka – eksperta, możemy ocenić jakość pracy. Badania takie dowodzą, iż system wykonujący dane zadanie okazuje się lepszy od ludzi, wykonując mniej pomyłek, którzy wcześniej wykonywali tę pracę.

Kolejną z omawianych właściwości jest uniwersalność. Polega ona na możliwości rozwiązania zadań z różnych dziedzin wiedzy na podstawie strukturalnego podobieństwa reguł wnioskowania. Jednak tak rozumiana uniwersalność jest jeszcze nieosiągalna. Jest natomiast osiągalna zdolność do rozwiązywania obszernej ilości zadań z danej dziedziny. Dlatego system powinien zawierać dużą ilość reguł z danej dziedziny problemowej, a nie sztywne, wcześniej przygotowane rozwiązania, aby był elastyczny i gotowy do udzielenia w każdej chwili odpowiedzi.

Złożoność to kolejna właściwość systemów eksperckich. Jest to stopień komplikacji systemu eksperckiego w naturalny sposób określony przez dziedzinę, dla której jest budowany. W tym zakresie występuje następujący paradoks: nie opłaca się budować systemu eksperckiego dla problemu niezbyt skomplikowanego, gdyż taki problem łatwiej rozwiązuje się za pomocą programów konwencjonalnych. Podobnie postępuje się także wtedy, gdy istnieją ściśle algorytmy rozwiązania. Czasami zdarza się jednak inna sytuacja. Otóż istnieją skomplikowane systemy eksperckie w dziedzinach bardzo trudno poddających się opisowi, ale człowiek radzi sobie z nimi doskonale. Taka sytuacja istnieje np. podczas sterowania procesem technologicznym o modelu matematycznym, którego nie znamy. Wówczas system ekspercki służy jako pomoc dla osób, które nie orientują się w danej dziedzinie, ale pod warunkiem dobrego doboru uzasadniania podejmowanych decyzji.

Spośród znanych właściwości systemów eksperckich można wyróżnić także autoanalizę. System ekspercki powinien uzasadnić użytkownikowi przyjęte rozwiązanie nie tylko globalnie, ale i na każdym etapie, to znaczy również każde rozwiązanie częściowe. Dokonuje się tego poprzez przeglądanie drzewa analizy w kierunku wstecznym, co może być traktowane jako rozumienie przez system zadania, które zostało przed nim postawione.

Zdolność udoskonalania bazy wiedzy to ostatnia z omawianych właściwości polegająca na tym, że system ekspercki powinien przejawiać cechę, która jest właściwa dla człowieka – eksperta. Cechą tą jest ciągle poszerzanie wiedzy o nowe, fakty, prawa i reguły.

2.3. Zalety systemów eksperckich

W systemie eksperckim możemy wyróżnić następujące zalety:

- odporność psychiczna – polega na tym, że systemy eksperckie pracują bez zakłóceń w okolicznościach, które mogą być stresujące dla eksperta,
- zwiększenie dostępności – może być dostępna jednocześnie na wielu komputerach 24 godziny na dobę,
- wszechstronność ekspertyz – jest to możliwość uzyskania jednocześnie kilku alternatywnych rozwiązań,
- objaśnianie odpowiedzi – polega na wyjaśnieniu przez system ekspercki odpowiedzi w sposób zrozumiały dla użytkownika,
- redukcja kosztów – dotyczy kosztu udzielenia porady przez systemy eksperckie; jest on zwykle niższy od kosztu porady eksperta,
- skrócenie czasu konsultacji – system powinien szybciej udzielać odpowiedzi w porównaniu z ekspertem,
- zmniejszenie zagrożeń – polega na tym, że systemy eksperckie mogą być używane w miejscach niebezpiecznych dla człowieka,
- możliwość posługiwania się wiedzą dziedzinową w postaci jawnej, co ułatwia zrozumienie i odczytanie wiedzy dziedzinowej zastosowanej w programie,
- możliwość prostej modyfikacji bazy wiedzy przez użytkownika bez potrzeby naruszania integralności właściwego programu, tzn. systemu wnioskującego,
- możliwość inkrementalnego rozwijania baz wiedzy; na każdym etapie jej tworzenia dodaje się nowe elementy bazy wiedzy do tych, które już istnieją,
- możliwość tworzenia systemów eksperckich - skorupkowych tzn. uniwersalnych systemów eksperckich pozbawionych wiedzy dziedzicznej,
- możliwość umieszczenia w jednej bazie wiedzy dziedzinowej pochodzącej od wielu ekspertów,
- uogólnienie ekspertyzy,
- zmniejszenie ryzyka błędu,
- możliwość przeanalizowania większej ilości danych,
- proste tworzenie i archiwizowanie raportów z wnioskowania.

2.4. Funkcje systemów eksperckich

Do podstawowych funkcji systemów eksperckich możemy zaliczyć:

- rozwiązywanie problemów rozmytych, nieustrukturalizowanych i nienumerycznych,
- przygotowywanie i wykorzystywanie wiedzy na różnych poziomach abstrakcji,
- realizacja interakcji „pytanie-odpowiedź” w języku quasi-naturalnym (docelowo w języku naturalnym),
- konsultacje i wyjaśnienia umożliwiające użytkownikowi zrozumienie podstaw teoretycznych i/lub założeń procesów zachodzących w danej dziedzinie,
- podpowiedzi odnośnie sposobów rozwiązywania specyficznych problemów:
 - jak rozwiązywać problemy sprawnie/efektywnie,
 - jak planować etapy rozwiązywania kompleksowego problemu.

Dla zrealizowania tych funkcji systemy eksperckie muszą posiadać dość specjalistyczną budowę, znacznie różniącą je od systemów konwencjonalnych. To, co wyróżnia systemy eksperckie, to:

- sposoby reprezentacji wiedzy,
- zastosowanie odmiennych metod rozwiązywania problemów - głównie metod heurystycznych,
- oddzielenie w systemie, podsystemów wiedzy od wnioskowania i kontroli.

2.5. Zakres stosowania systemów eksperckich

Systemy eksperckie, mimo wyraźnego wzrostu ich popularnością w ostatnich latach nie są jeszcze konkurencyjne w stosunku do programów algorytmicznych, ale je uzupełniają. Zastosowanie systemów eksperckich w dowolnej dziedzinie może służyć celom analizy, bądź syntezy, a także innym zagadnieniom.

W obrębie analizy możemy wyróżnić następujące kategorie:

- interpretacja - są to opisy aktualnych sytuacji wnioskowanych na podstawie obserwacji lub danych mierzonych przez czujniki oraz przyrządy pomiarowe,

- predykcja, polegająca na opisie prawdopodobnych przewidywanych konsekwencji wywnioskowanych,
- diagnoza - to wywnioskowanie niedomagań badanego systemu na podstawie obserwacji, pomiarów i informacji o historii działania,
- klasyfikacja - to przypisanie obiektów do danych grup ze względu na ich właściwości, posiadanie pewnych cech lub relacji z innymi obiektami,
- monitorowanie - to obserwacja aktualnego działania systemu i porównanie z przewidzianym, poprawnym funkcjonowaniem,
- terapia (reparacja) - to wykonanie planu czynności zmierzających do usunięcia niedomagań systemu określonego przez diagnozę.

Natomiast w obrębie syntezy możemy wyróżnić następujące kategorie:

- konstruowanie - to tworzenie nowych obiektów,
- konfigurowanie, polegające na składaniu urządzenia z mniejszych części funkcjonalnych, dla spełnienia założonych wymagań,
- planowanie - to projektowanie i przygotowanie sekwencji działań prowadzących do zadanego celu,
- projektowanie, które ma podobne znaczenie do konfigurowania, lecz sięgające głębiej do elementów i spełniające funkcje ogólne.

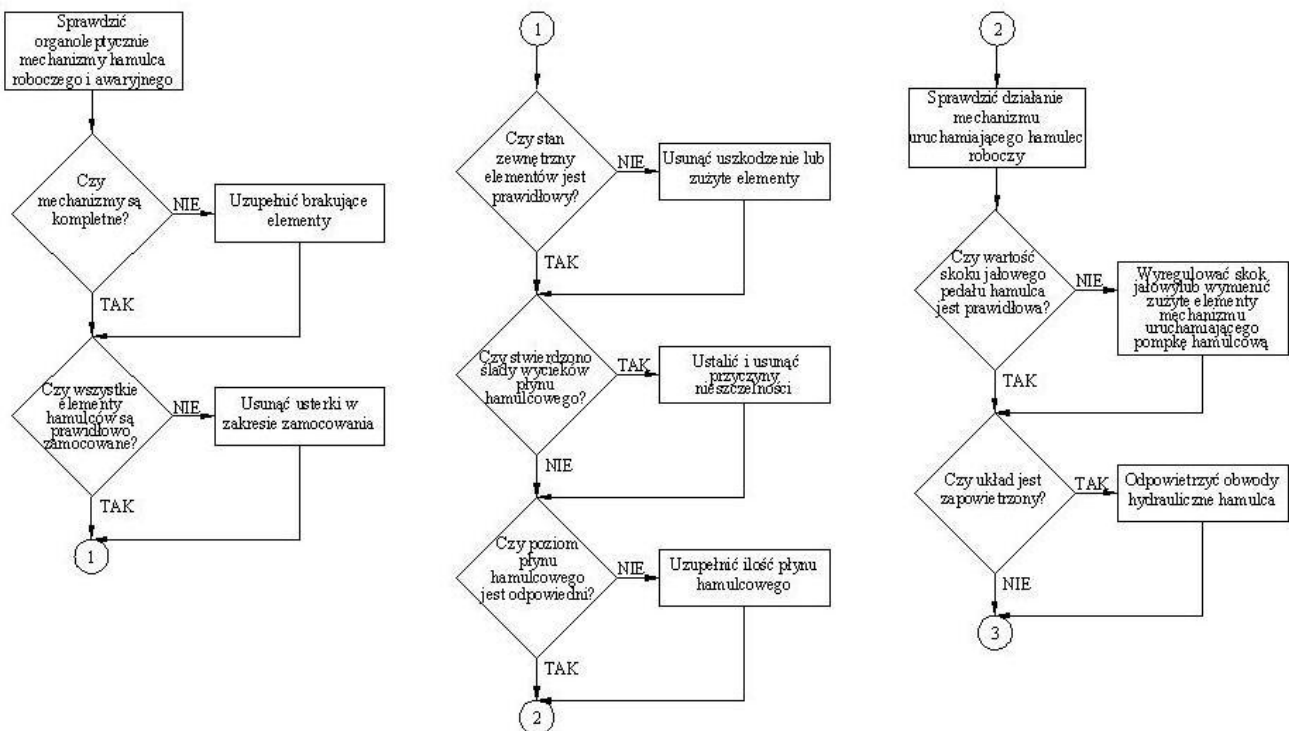
Systemy eksperckie mogą być użyte jako sposoby udostępniania i przekazywania wiedzy i rozumowania z danej dziedziny od niewielu ekspertów dla wielu użytkowników.

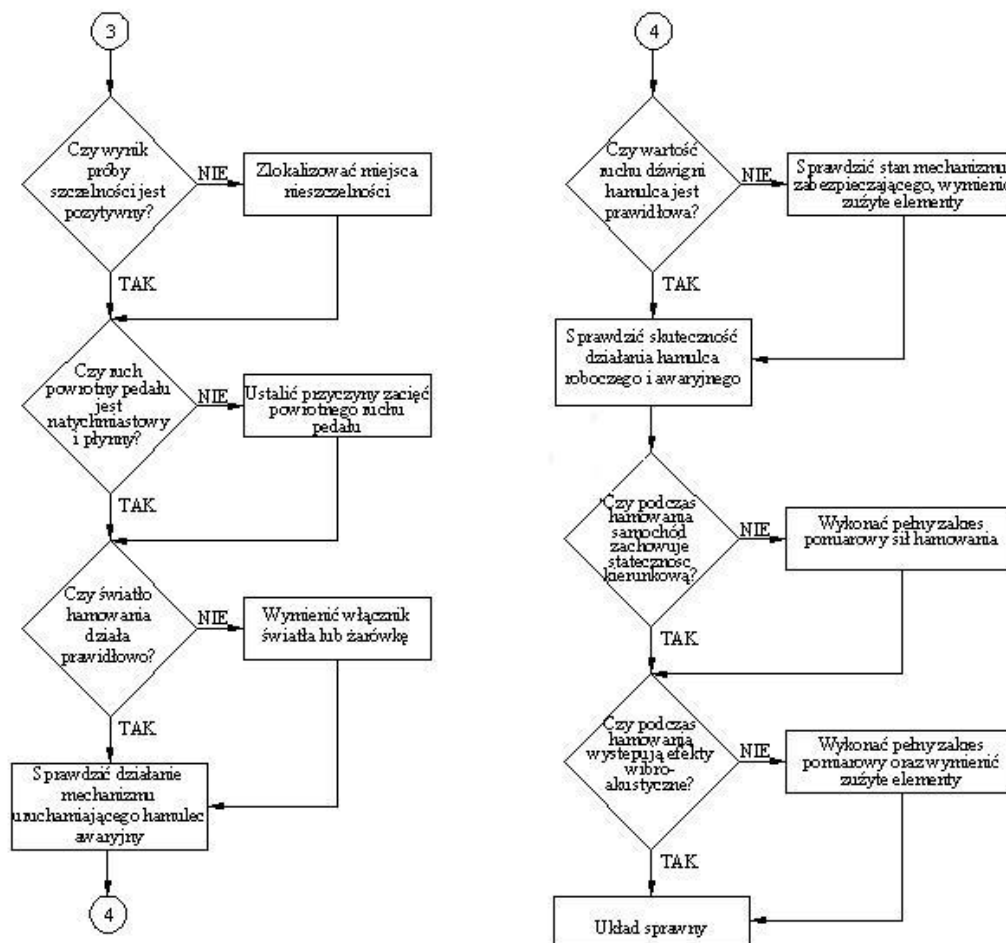
Jakkolwiek możliwości zastosowania systemów eksperckich są nieograniczone w zakresie działalności ludzkiej, to obecnie istniejące systemy spotyka się najczęściej przy rozwiązywaniu problemów z zakresu: chemii, medycyny, prawa i geologii. Możemy je także stosować w procesach wspomagania decyzji przy doradzaniu, analizowaniu, klasyfikowaniu czy udzielaniu informacji. Wysoki poziom wiedzy zawarty w bazie wiedzy połączony z tego typu systemem może z powodzeniem zastąpić eksperta bądź ekspertów przynosząc oszczędności finansowe oraz umożliwi wielokrotne wykorzystanie informacji przez dużą liczbę użytkowników.

Celowość stosowania systemów eksperckich ma rację bytu wówczas, gdy koszt utrzymania komputera i zakupu programu jest mniejszy niż wynagrodzenie eksperta, co ma miejsce w krajach wysoko uprzemysłowionych.

3. PROBLEM TESTOWY

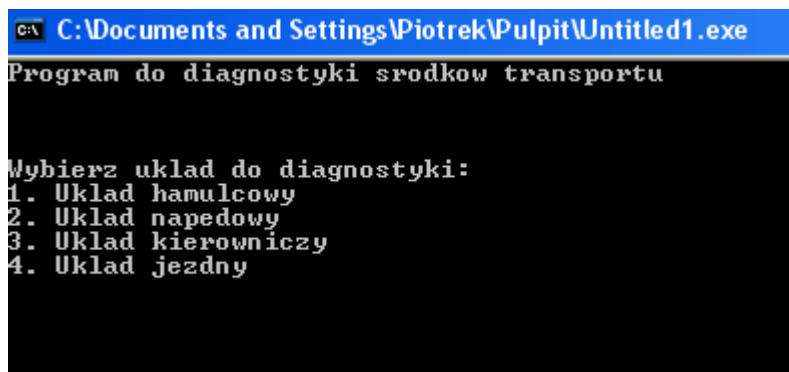
Układ hamulcowy jest jednym z najważniejszych układów środków transportu wpływających na bezpieczeństwo kierowcy i pasażerów. Z tego też powodu, na jego podstawie, przedstawiono zastosowanie systemów eksperckich w diagnostyce środków transportu. Wykorzystując wiedzę eksperta w tej dziedzinie, utworzono poniższy algorytm diagnozy układu hamulcowego nie wyposażonego w ABS.





Rys. 4. Algorytm diagnostyczny układu hamulcowego

Powyższy algorytm zaimplementowano w języku C++, w bezpłatnym środowisku Dev. C++. Utworzony program za pomocą kilku kliknięć pomaga użytkownikowi nie posiadającemu odpowiedniej wiedzy w tej dziedzinie, w bardzo szybki sposób zdiagnozować usterkę układu hamulcowego. Po uruchomieniu programu, pojawia się menu wyboru diagnozowanego układu. W tym przypadku wybieramy układ hamulcowy (rys. 5).



Rys. 5. Menu wyboru układu diagnostycznego

Diagnostyka układu hamulcowego została podzielona na cztery podpunkty:

- kontrolę organoleptyczną mechanizmu hamulca roboczego,
- kontrolę działania mechanizmu uruchamiającego hamulec roboczy,
- kontrolę działania mechanizmu uruchamiającego hamulec awaryjny,
- kontrolę skuteczności działania hamulca roboczego i awaryjnego.

Po wyborze układu hamulcowego, program przechodzi do pierwszego podpunktu, tj. kontroli organoleptycznej mechanizmu hamulca roboczego. W ramach tego podpunktu należy odpowiedzieć na kilka pytań zadawanych przez

program – TAK lub NIE (zgodnie z powyższym algorytmem). W przypadku negatywnej odpowiedzi na zadane pytanie, program podpowiada co należy uczynić, aby wyeliminować niesprawność (rys. 6).

```

C:\ I:Konferencje\2012 - Szczyrk\Program.exe
Zostal wybrany uklad hamulcowy

Sprawdz organoleptycznie mechanizmy hamulca roboczego i awaryjnego

Czy mechanizmy sa kompletne?
Wybierz 1 - NIE
Wybierz 2 - TAK
2

Czy wszystkie elementy hamulcow sa prawidlowo zamocowane?
Wybierz 1 - NIE
Wybierz 2 - TAK
1
Usun usterki w zakresie zamocowania
    
```

Rys. 6. Pytania diagnostyczne

Po udzieleniu odpowiedzi z pierwszego podpunktu, program przechodzi do kolejnych podpunktów, na które należy udzielić odpowiedzi analogicznie do 1 podpunktu. Po udzieleniu odpowiedzi z czterech podpunktów, na końcu programu otrzymujemy informację, że system jest sprawny (rys. 7).

```

C:\ I:Konferencje\2012 - Szczyrk\Program.exe

Czy podczas hamowania wystepuja efekty wibroakustyczne?
Wybierz 1 - NIE
Wybierz 2 - TAK
2

Uklad sprawny
    
```

Rys. 7. Układ sprawny

4. WNIOSKI

Powyższy program może mieć zastosowanie w każdym zakładzie naprawy pojazdów, w którym znajduje się komputer. Jego obsługa jest bardzo prosta, więc może być on powszechnie stosowany. Wystarczy odpowiedzieć na wyświetlone pytania. Po wprowadzeniu nowej bazy wiedzy przez inżyniera wiedzy, program można zastosować do diagnostyki innych układów środków transportu.

5. LITERATURA

- [1] Białko M.: *Metody i zastosowanie sztucznej inteligencji*, Koszalin, Wydawnictwo uczelniane Politechniki Koszalińskiej 1996.
- [2] Białko M.: *Podstawowe właściwości sieci neuronowych i hybrydowych systemów ekspertowych*, Koszalin, Wydawnictwo uczelniane Politechniki Koszalińskiej 2000.
- [3] Cichosz P.: *Systemy uczące się*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 2000.
- [4] Chromie J., Strzemieczna E.: *Sztuczna inteligencja: metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*, Warszawa, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ 1995.
- [5] Duch Wł.: *Sieci neuronowe*, Warszawa, EXIT 2000.
- [6] Hertz J., Krogh A., Palmer R.: *Wstęp do teorii obliczeń neuronowych*, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1995.
- [7] Kielecki Witold T.: *Współczesne systemy komputerowe wspomagające zarządzanie*, Warszawa, Uniwersytet Warszawski 1995.
- [8] Korbicz J., Obuchowicz A., Uciński D.: *Sztuczne sieci neuronowe*, Warszawa, Akademicka oficyna wydawnicza PIJ 1994.
- [9] Mulawa J.: *Systemy ekspertowe*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 1996.
- [10] Niederliński A.: *Regułowe systemy ekspertowe*, Gliwice, Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego 2000.
- [11] Osowski St.: *Sieci neuronowe*, Warszawa, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1994.

- [12] Osowski St.: *Sieci neuronowe do przetwarzania informacji*, Warszawa, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2000.
- [13] Osowski St.: *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 1996.
- [14] Rutkowska D.: *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*, Łódź, Wydawnictwo Naukowe PWN 1997.
- [15] Sitek K., Syta St.: *Badania stanowiskowe i diagnostyka*, Warszawa, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności 2011.
- [16] Sitek K.: *Diagnozowanie samochodów w zakresie bezpieczeństwa jazdy*, Piła, Spółka Wydawnicza AS.
- [17] Tadeusiewicz R.: *Sieci neuronowe*, Warszawa, Akademicka oficyna wydawnicza RM 1993.
- [18] Żurada J., Barski M., Jędruch W.: *Sztuczne sieci neuronowe*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 1996.