INTEGRATED SUPERVISORY SYSTEM TO AID DECISION-MAKING PROCESS IN M-MS SYSTEM

ZINTEGROWANY SYSTEM NADZOROWANIA WSPOMAGAJĄCY PROCES DECYZYJNY W UKŁADZIE C-OT

Jarosław Smoczek¹, Janusz Szpytko²

(1,2) AGH University of Science and Technology,
Faculty of Mechanical Engineering and Robotics
Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

e-mail: (1) smoczek@agh.edu.pl, (2) szpytko@agh.edu.pl

Abstract: The paper presents integrated supervisory transport system of manufacturing process to aid decision-making process in M-MS (*Man-Machine System*). The software environment type of HMI (*Human - Machine Interface*) was shown which supplies tools to user for creating and modifying base of knowledge about supervisory process used in monitoring the process states and decision-making process. The example of hardware-software application was built and tested for the aim of supervising transportation process realized by the overhead traveling crane.

Keywords: supervisory system, decision-making process, overhead crane

Streszczenie: W artykule zaprezentowany został zintegrowany system nadzorowania procesu transportowego, którego zadaniem jest wspomaganie procesu decyzyjnego w układzie C-OT (*Człowiek - Obiekt Techniczny*). Przedstawione zostało środowisko cyfrowe typu HMI (*Human - Machine Interface*) dostarczające użytkownikowi narzędzi do budowy bazy wiedzy o nadzorowanym procesie dla celów monitorowania stanu procesu i wspomagania decyzji użytkownika. Przykład aplikacji programowo-sprzętowej zbudowany został do celów nadzorowania procesu transportu realizowanego przez suwnice pomostową.

Słowa kluczowe: system nadzorowania, proces decyzyjny, suwnica pomostowa

INTEGRATED SUPERVISORY SYSTEM TO AID DECISION-MAKING PROCESS IN M-MS SYSTEM

1. Introduction

Necessity of ensuring the adequate level of systems and devices safety and exploitation dependability causes to increase requirements for maintenance tasks planning and supervising. Increasing pressure is exerted on operations type of preventive and systems and tools for diagnostics and exploitation data analysis which are used to aid maintenance operations in technical systems. Preventive approach to the processes of maintenance determines developing of technical systems and means which can allow automation of processes [2, 4, 5, 8]:

- monitoring, consists in observing process or device chosen exploitation parameters' changes; recorded exploitation parameters are the subject of transmission, conversion and visualization for user's needs,
- diagnosis which allow to estimate process which is realized by device and/or estimate technical state of a device using recorded dates, exploitation parameters and their comparison with acceptable values,
- supervising realized process and technical state of a device in real time and possibilities for taking or initiating corrected or control operations directed to adaptation to new operation conditions.

From supervisory systems which function as supervisory control systems of process or device the technical solutions to aid decision-making processes in man-machine system (M-MS) are expected [1, 3, 7]. Proper adaptation of supervisory system's tools for correct co-operation M-MS can reduce operator's mistakes made in decision-making process and their influence on device's maintenance. Man decision-making process basis on which user influences on technical object and surrounding proceed basis of information about course of the supervising process as well as knowledge and experience he has possessed about process, device and available technical means [5].

Supervisory process should realize tasks to aid decision-making process delivering tolls which enable to data obtain and acquisition from process as

well as data processing to information usable to aid decision-making process. Tools used in analyzing and estimating information obtained from exploitation data can be aided by heuristic base of knowledge built basis of operator/engineer's knowledge and experience about managed process.

In automated industrial processes the more and more significance In practice play HMI/SCADA systems (*Human Machine Interface/Supervisory Control And Data Acquisition*). The aim of supervisory systems is shorten the time of realized tasks in industrial processes, monitoring and controlling its chosen elements and enabling to quick react on appearing problems which required effective turn-reaction. Contemporary HMI/SCADA interfaces realize more and more compound tasks not only on a range of controlling, visualization and data acquisition but also equipped in tools which allow to realize diagnostics and monitoring functions, alarming and reporting about disadvantageous occurrences appeared in supervised process or other mechanisms and tools to aid man decision-making processes.

In the paper was presented the project of integrated supervisory system of chosen industrial process. The aim of this system is visualization and monitoring chosen changes in exploitation process and aiding user's decision-making process with using heuristic base of knowledge consists of information about supervised process. Presented example of software and hardware application of supervisory system was realized using software environment *Wonderware InTouch* for the aim of managing works transport process which was realized using single device: the overhead traveling crane.

2. Integrated supervisory system of technical object

The aim of presented in the paper integrated supervisory system is supplying the user with tools which enable realizing tasks connected with controlling and managing chosen industrial process. The main tasks realized by system are visualization and monitoring process states and aiding user decision-making process.

Process of monitoring conditions, types and reasons appeared in supervised process states and inputs variables changes in the process can be realized in real-time as well as off-line by analyzing historical data gathered and registered in system. In system of aiding user's decision-making process

was used knowledge base which consists information about supervised process, description of its structure, states and events which can occurred during exploitation as well as conditions, causes and effects of its appearances used in system by alarming mechanism and for monitoring purposes. The structure of supervisory system taking into consideration realized tasks and functions was shown in Figure 1 as an example of supervisory system of works transport process.

Fig. 1. The structure of the integrated supervisory system

The structure of supervisory system can be divided into processes connected with control tasks, visualization of the process realized *on-line*, tools for monitoring changes of chosen exploitation parameters of the process (input variables) as well as events occurred in the process, tools which allow build and modify base of knowledge about supervised process, alarming mechanisms and connected with them mechanisms which aid user's decision-making process and tools for analyze events, their conditions, causes and values' changes of input variables. Base of knowledge in the supervisory system is the set of information presented in form of natural language about the structure of supervised process and information which is used for aiding decision-making process realized by operator (Fig. 2).

Fig. 2. Supervisory system of transportation and crane's exploitation processes

Base of knowledge is created basis of heuristic knowledge of experienced operator or engineer and can be built and modified during process exploitation. The base knowledge has structure of tree with cause-effect relationships. The upper branches allow to made decomposition of the process in form of systems, subsystems and their elements. In the next step within the confines of given subsystem or its component user can define states of the process (events) which can occurred during process exploitation. For each event user can define and modify causes and conditions of their occurrence, connected with them dangerous, methods of prevention or removing effects.

The occurrence's conditions and type of the state defined in the process (alarm or event) and its priority can be depended by user on exceeding or deviation one or more input variables from nominal values. The aim of decision's mechanism included in system's base of knowledge is to aid

operator of the process in identification, preventing and reacting to events disadvantageous for system or device exploitation. By connection with control devices, inference process can automatically generates changes of control process's parameters adequate to dangers connected with arisen problems.

3. The example of application

The experimental tests of built software platform were dedicated to Works transport processes. Created prototype of the supervisory process of works transport was designed, realized and tested for the aim of aiding decision-making process made by operator of transport means type of an crane. Researches were conducted using the two-spars overhead traveling crane with $Q = 150$ [kg] hoisting capacity. In control subsystem was used PLC (*Programmable Logic Controller*) type of FX2N48MR produced by *Mitsubishi Electric* firm. The software application which realize supervisory tasks was created using *Wonderware InTouch* environment program. The software application allows to communicate with the local control device (PLC) basis of OPC client-server architecture (Fig. 3).

Fig. 3. Software-hardware solutions of realized supervisory system

The data's source about supervised process used in monitoring are measurement systems and sensors, e.g. position and velocity of moving mechanisms, swing angle of the load shifted by the crane, power consumed by motors in mechanisms, measurement sensors of crane's bridge beveling as well as position limit switches. Proposed measurement systems for supervising, diagnose and monitoring tasks realization can be extended by farther sensors like for example vibration of construction sensors or noise level sensor.

The base of knowledge included in application was built basis on information about the supervised process: description of considered process and states which can occurred in this process as the functions of input variables (Fig. 4).

Fig. 4. Decomposition example of works transport system realized by overhead crane with $Q = 1,5$ [kN] hosting capacity and view of the software application used for creating and modifying base of knowledge about process

Application is composed of tools which enable user of the system to realize main supervisory system functions:

- defining or modifying states which can occurred in considered process, specifying their priorities and defining and modifying in base of knowledge information about causes, effects and dangerous connected with appeared in process events as well as possibility of taking preventive or correcting operations to aim counteract or eliminate the effects of disadvantageous events,
- tools which enable defining conditions of the event which was formulated in the base of knowledge as a function of input variables changes (exceeding the lower and/or upper limit value, deviation of input variables courses from tolerance zones, exceeding velocity input signals from acceptable value),

- tools which enable to device control and visualization of changes occurred in supervised process, monitoring course of input variables changes, changes of states defined in base of knowledge and their conditions as well as their analyzing which can be realized in real-time or *of-line* (using historical date).

4. Conclusions

Presented in the article supervisory system that was realized as the software-hardware application dedicated to manage works transport exploitation process enable to integrate tools aiding maintenance process and users/supervisor decision-making process. The important element of the system is tools, which allow using heuristic included in software application. The heuristic base of knowledge included in the system is used for monitoring, diagnosing and decision-making mechanism.

Shown in the article supervisory system of exploitation process the works transport's device has open structure which allow user to single-handed built and modify base of knowledge basis of experience and/or historical date obtained from technical object which analyze is enabled using tools included in software application. Built application is the software tool which includes heuristic for the aim of shaping proper device's level exploitation.

The research project is financed from the Polish Science budget for the years 2005 - 2008.

Literature

1. Dąbrowski T.M.: *Diagnozowanie systemów antropotechnicznych w ujęciu potencjałowo-efektowym*. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2001.
2. Jadźwiński J., Ważyńska-Fiok K.: *Bezpieczeństwo systemów*. PWN, Warszawa, 1993.
3. Oziemski S. (red): *Człowiek w maszynie: podstawy antropocentrycznego projektowania stanowisk operatorów maszyn*. Instytut Technologii Eksploatacji, Radom-Warszawa, 2004.

4. Szpytko J.: *Zintegrowany system nadzorowania wybranych parametrów eksploatacyjnych wielkogabarytowych szynowych urządzeń transportowych na przykładzie zautomatyzowanej suwnicy pomostowej*. UWND AGH, nr 46, Kraków, 1996.
5. Szpytko J.: *Integrated decision making supporting the exploitation and control of transport devices*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2004.
6. Szpytko J., Salamonowicz T., Żurek J.: *System wnioskowania decyzyjnego w zakresie obsługiwanego urządzenia*. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, PAN, z.2, Warszawa, 2003.
7. Smalko Z.: *Relations between safety and security in technical systems*. Journal of KONBiN, 1(3), 63-73, 2007.
8. Woropay M., Wdzięczny A.: *Analysis and evaluation of risk in a transport system*. Journal of KONES, p. 449-457, v.13, no 2, 2006.

ZINTEGROWANY SYSTEM NADZOROWANIA WSPOMAGAJĄCY PROCES DECYZYJNY W UKŁADZIE C-OT

1. Wstęp

Dążenie do zwiększenia bezpieczeństwa i niezawodności eksploatacyjnej systemów i urządzeń stawia coraz większe wymagania odnośnie planowania i nadzorowania zadań obsługowych. Coraz większy nacisk kładziony jest na działania typu prewencyjnego oraz systemy i narzędzia diagnostyczne oraz analizy danych eksploatacyjnych wspomagające działania obsługowe systemów technicznych. Podejście typu prewencyjnego w procesach obsługowych determinuje rozwój systemów i środków technicznych umożliwiających w coraz większym stopniu zautomatyzowanie procesów [2, 4, 5, 8]:

- monitorowania, polegającego na śledzeniu zmian wybranych parametrów eksploatacyjnych procesu i urządzenia; zarejestrowane parametry eksploatacyjne są przedmiotem transmisji, przetwarzania i prezentacji dla operatorów,
- diagnozowania umożliwiającego ocenę procesu realizowanego przez urządzenie lub/ i ocenę stanu technicznego urządzenia z wykorzystaniem zarejestrowanych wybranych parametrów eksploatacyjnych i ich porównaniu z wartościami dopuszczalnymi,
- nadzorowania realizowanego procesu oraz stanu technicznego urządzenia w czasie rzeczywistym oraz właściwości podejmowania lub inicjowania działań korygujących lub sterujących ukierunkowanych na przystosowanie do nowych warunków działania.

Od systemów nadzorowania, pełniących funkcję systemów sterowania nadrzędnego procesem/urządzeniem, oczekuje się rozwiązań technicznych wspomagających procesy decyzyjne w układzie człowiek-obiekt techniczny (C-OT) [1, 3, 7]. Odpowiednie dostosowanie narzędzi systemu nadzorowania do potrzeb prawidłowego współdziałania układu C-OT może ograniczyć błędy operatora oraz ich wpływ na proces użytkowania urządzeń. Proces decyzyjny człowieka, na podstawie którego w odpowiedni sposób oddziałuje na urządzenie i otoczenie przebiega w oparciu o informacje o przebiegu nadzorowanego procesu jak i wiedzę oraz doświadczenie jaką posiada na temat urządzenia, dostępnych mu środków technicznych i samego procesu [5]. System nadzorowania powinien więc realizować zadania wspomagające ten proces dostarczając narzędzi umożliwiających pozyskanie i przechowywanie danych o procesie, a także

przetworzenie tych danych na informację użyteczną w procesie wspomagania decyzji. Narzędzia realizujące funkcje analizy i oceny informacji, której źródłem są dane eksploatacyjne mogą być wspomagane heurystyczną bazą wiedzy o nadzorowanym procesie zbudowaną na podstawie wiedzy i doświadczenia operatora/inżyniera procesu.

W zautomatyzowanych systemach produkcyjnych coraz większe praktyczne znaczenie odgrywają systemy typu HMI/SCADA (ang.: *Human Machine Interface/Supervisory Control And Data Acquisition*). Zadaniem systemów nadzorowania jest skrócenie czasu realizowanych zadań w procesie produkcyjnym, monitorowanie i kontrolowanie jego wybranych elementów oraz umożliwienie szybkiej reakcji na pojawiające się problemy, wymagające skutecznej reakcji zwrotnej. Współczesne interfejsy HMI/SCADA realizują coraz bardziej złożone zadania związane nie tylko z samym sterowaniem, wizualizacją oraz akwizycją danych, ale także wyposażane są w narzędzia umożliwiające realizację funkcji diagnostycznych, monitorowania, alarmowania o pojawiających się w nadzorowanym procesie przemysłowym niekorzystnych zdarzeniach czy też mechanizmy wspomagające proces decyzyjny człowieka.

W artykule przedstawiony został projekt zintegrowanego systemu nadzorowania wybranym procesem produkcyjnym, którego zadaniem jest monitorowanie i wizualizacja wybranych zmian procesu eksploatacyjnego oraz wspomaganie procesu decyzyjnego użytkownika realizowane z wykorzystaniem heurystycznej bazy wiedzy o procesie zawartej w systemie nadzorowania. Przedstawiony przykład aplikacji sprzętowo-programowej systemu nadzorowania zrealizowany został z wykorzystaniem środowiska programowego *Wonderware InTouch* dla celów nadzorowania procesem transportu realizowanym przez pojedyncze urządzenie typu suwnica pomostowa.

2. Zintegrowany system nadzorowania systemu technicznego

Celem przedstawionego zintegrowanego systemu nadzorowania jest dostarczenie użytkownikowi narzędzi umożliwiających realizację zadań związanych ze sterowaniem i zarządzaniem procesem produkcyjnym. Głównymi zadaniami realizowanymi przez system nadzorowania jest wizualizacja i monitorowanie stanu procesu oraz wspomaganie procesu decyzyjnego użytkownika. Monitorowanie warunków, typu i przyczyn zaistniałych w nadzorowanym procesie stanów oraz zmian wartości wybranych zmiennych wejściowych procesu może odbywać się w czasie rzeczywistym *on-line* jak i poprzez analizę danych historycznych

zbieranych i rejestrowanych przez system. W systemie wspomagania decyzji użytkownika procesu wykorzystana została baza wiedzy zawierająca informację o procesie, jego strukturze oraz stanach i zdarzeniach, które mogą wystąpić w czasie eksploatacji procesu, a także warunków i przyczyn ich wystąpienia wykorzystywanych przez mechanizm alarmowania systemu do celów monitorowania. Struktura systemu nadzorowania, ujęta pod względem realizowanych funkcji, została przedstawiona na rysunku 1 na przykładzie procesu transportu wewnątrzzakładowego.

Rys. 1. Struktura zintegrowanego systemu nadzorowania

W strukturze systemu nadzorowania można wyróżnić procesy związane ze sterowaniem, wizualizacją procesu *on-line*, narzędzia umożliwiające monitorowanie wybranych parametrów procesu (zmiennych wejściowych) jak również zdarzeń zachodzących w procesie, narzędzia umożliwiające budowę i modyfikacje bazy wiedzy o procesie, mechanizmy alarmowania i powiązane z nimi mechanizmy wspomagające proces decyzyjny operatora procesu oraz narzędzia umożliwiające analizę zdarzeń, związanych z nimi przyczyn i zmian wartości zmiennych wejściowych procesu. Baza wiedzy systemu nadzorowania jest zbiorem informacji przedstawionej w postaci języka naturalnego na temat struktury nadzorowanego procesu oraz informacji wspomagających proces decyzyjny operatora procesu na temat zdarzeń, które mogą wystąpić w procesie (rys. 2).

Rys. 2. Ogólny schemat systemu nadzorowania procesem

Baza wiedzy budowana jest w oparciu o wiedzę heurystyczną doświadczonego operatora lub inżyniera procesu i może być tworzona i modyfikowana w trakcie eksploatacji systemu. Baza wiedzy ma strukturę drzewa przedstawiającego zależności przyczynowo-skutkowe. Górne rozgałęzienia pozwalają użytkownikowi na przeprowadzenie dekompozycji rozpatrywanego systemu lub systemów na podsystemy i ich elementy składowe. Następnie użytkownik w ramach danego podsystemu lub jego elementów definiuje zdarzenia, które mogą zaistnieć w czasie eksploatacji danego systemu, przyczyny i warunki ich wystąpienia, zagrożenia oraz metody zapobiegania czy usuwania skutków zaistniałego zdarzenia.

Wystąpienie w procesie zdefiniowanego w bazie wiedzy stanu, jego typ (alarm lub zdarzenie) oraz priorytet, użytkownik uzależnia od przekroczenia lub odchylenia wartości zadanych wielkości wejściowych systemu. Mechanizm decyzyjny zawarty w bazie wiedzy systemu ma za zadanie

wspomaganie operatora procesu w procesie identyfikacji, prewencji i reagowania na zdarzenia niekorzystne dla eksploatacji urządzenia czy systemu. Proces wnioskowania, poprzez połączenie z urządzeniami kontrolnymi może automatycznie generować zmiany parametrów procesu sterowania adekwatne do zagrożeń związanych z zaistniałymi stanami występującymi w nadzorowanym procesie.

3. Przykład systemu nadzorowania procesu transportu bliskiego

Badania eksperymentalne platformy cyfrowej zostały ukierunkowane na procesy transportu bliskiego. Zbudowany prototyp systemu nadzorowania procesem transportu wewnątrzzakładowego został zaprojektowany, zrealizowany i poddany testom dla celów wspomagania procesu decyzyjnego operatora urządzenia transportowego typu suwnica pomostowa. Badania przedmiotowe wykonane zostały na dwudźwigarowej suwnicy pomostowej o udźwigu $Q = 150$ [kg]. W podsystemie sterowania zastosowany został sterownik PLC (ang. *Programmable Logic Controller*) o swobodnie programowalnej logice typu FX2N48MR firmy *Mitsubishi Electric*. Aplikacja programowa realizująca zadania nadzorowania procesu została wykonana przy zastosowaniu między innymi środowiska *Wonderware InTouch*. Wykonana aplikacja programowa umożliwia komunikację z urządzeniem sterującym lokalnie procesem transportu (PLC) przy zastosowaniu architektury OPC serwer/klient (rys. 3).

Źródłem danych o nadzorowanym procesie wykorzystywanych w monitoringu procesu eksploatacji urządzenia, mechanizmach alarmowania o zdarzeniach zachodzących w procesie, zdefiniowanych przez użytkownika w bazie wiedzy aplikacji, są sygnały z układów pomiarowych wybranych parametrów eksploatacyjnych procesu między innymi pozycji, prędkości mechanizmów ruchu, kątów wychylenia liny, mocy czynnej, układu pomiarowego kąta ukosowania mostu suwnicy, odkształceń konstrukcji mostu suwnicy oraz liny, a także czujników krańcowych pozycji mechanizmów ruchu.

Zaproponowane i zrealizowane do potrzeb sterowania urządzeniem i diagnostyki układy pomiarowe mogą być rozbudowane o dalsze układy pomiarowe, takie jak czujniki drgań elementów konstrukcji urządzenia czy też poziomu hałasu.

Rys. 3. System nadzorowania procesu transportu realizowanego przez suwnice pomostową

Na podstawie wiedzy na temat nadzorowanego procesu zbudowana została w aplikacji baza wiedzy zawierająca opis rozpatrywanego procesu oraz zdarzeń, będących funkcją zmiennych wejściowych systemu, mogących wystąpić w systemie, podsystemach lub ich elementach składowych (rys. 4).

Rys. 4. Przykład dekompozycji procesu transportu realizowanego przez pojedyncze urządzenie, suwnicę pomostową o udźwigu $Q = 1,5$ [kN] oraz okno aplikacji System nadzorowania umożliwiające budowę i/lub modyfikację bazy wiedzy o procesie

Aplikacja zawiera narzędzia umożliwiające użytkownikowi systemu realizację głównych funkcji systemu nadzorowania:

- definiowanie lub modyfikowanie stanów mogących wystąpić w rozpatrywanym procesie, określenie ich priorytetu (wagi ich wystąpienia w procesie) oraz definiowania i modyfikowania w bazie wiedzy aplikacji informacji na temat przyczyn, skutków i zagrożeń wystąpienia sformułowanych w procesie stanów oraz możliwości podjęcia działań prewencyjnych lub korekcyjnych celem przeciwdziałania lub likwidacji skutków wystąpienia zdarzenia,
- narzędzia umożliwiające definiowanie warunków wystąpienia w procesie sformułowanego w bazie wiedzy stanu (zdarzenia) jako funkcji zmian wartości zmiennych wejściowych procesu (przekroczenie dolnej lub górnej wartości progowej dla zmiennej, odchylenie przebiegu zmiennej od wartości dopuszczalnej, przekroczenie dopuszczalnej prędkości zmian zmiennej wejściowej),
- narzędzia umożliwiające sterowanie urządzeniem realizującym proces transportu oraz wizualizację zmian zachodzących w nadzorowanym procesie, monitorowanie przebiegu zmian zmiennych wejściowych procesu oraz zmian i warunków wystąpień zdefiniowanych w bazie wiedzy stanów (zdarzeń), a także ich analizę realizowaną zarówno w czasie rzeczywistym jak i *off-line* (poprzez analizę danych historycznych).

1. Wnioski końcowe

Przedstawiony w artykule system nadzorowania, zrealizowany jako aplikacja sprzętowo-programowa dedykowana do nadzorowania procesu transportu wewnątrzzakładowego umożliwia integrację w jednej platformie cyfrowej wielu narzędzi wspomagających proces obsługi systemu technicznego i proces decyzyjny użytkownika/nadzorcy. Ważnym elementem zbudowanej aplikacji są narzędzia umożliwiające wykorzystanie zawartej w systemie nadzorowania heurystyki w procesie monitoringu, diagnostyki i mechanizmach decyzyjnych.

Przedstawiony w artykule system nadzorowania procesu eksploatacji urządzenia transportu bliskiego ma strukturę otwartą pozwalającą użytkownikowi na samodzielną budowę oraz modyfikację bazy wiedzy o eksploatowanym procesie czy urządzeniu na podstawie doświadczenia lub/i danych historycznych, których analizę umożliwiają dostępne w aplikacji narzędzia. Zbudowana aplikacja jest narzędziem wykorzystującym heurystykę do celów kształtowania poprawnej eksploatacji urządzenia.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2005 - 2008 jako projekt badawczy.

Dr inż. **Jarosław SMOCEK**, AGH University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics. Specialist in designing and exploitation of transport systems and devices, automatics, monitoring and diagnostics. Author or co-author of more then 30 publications, both in Polish and English.

Prof. dr hab. Inż. **Janusz SZPYTKO**, AGH University of Science and Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics. Specialist in designing and exploitation of transport systems and devices, automatics, safety and reliability, monitoring and diagnostics, decision making systems, telematics. Author or co-author of more then 300 publications, both in Polish and English. Member of: STST KT PAN, TC IFAC, SEFI, ISPE, PTD, PTB, PSRA, ISA, SITPH and others. Visiting professor at the universities in: UK, France, Canada, Italy, Greece, Canada, Laos. Coordinator and member of several R&D projects both national and international. Organizer and member of several scientific and programme committees of international and national conferences and symposiums.