Od Redaktorów

Ciągły wzrost złożoności nowoczesnych systemów i obiektów przemysłowych, a także rosnące wymagania niezawodnościowe ich działania i jakości sterowania są poważnym wyzwaniem dla rozwoju teorii i praktyki automatyki i diagnostyki technicznej. Stąd współczesne systemy automatyki są kompleksowe w sensie realizacji bardzo wielu funkcji, jak przykładowo przetwarzanie zmiennych procesowych, regulacja cyfrowa, kontrola procesu i sygnalizacja alarmów, wizualizacja graficzna przebiegu procesu czy wymiana danych z innymi systemami oraz bazami danych. Ponadto współczesne systemy automatyki są integrowane z systemami zarządzania, które najczęściej obejmują problemy zarządzania produkcją i przedsiębiorstwem. Struktury sprzętowo-programowe systemów sterowania złożonymi procesami są zdecentralizowane oraz przestrzennie rozproszone. Decentralizacja polega na rozłożeniu pracy systemu na wiele równoległe pracujących jednostek funkcyjnych. W systemach zintegrowanych oprogramowanie do sterowania i wizualizacji tworzy jeden system informatyczny ze wspólną bazą danych. Głównym elementem kształtującym rozwój współczesnych systemów automatyki jest gwałtowny rozwój technik komputerowych, które wymusiły standaryzację sieci polowych oraz języków programowania układów automatyki. Duże możliwości realizacji technicznej i programowej systemów automatyki pozwalają na znaczne rozszerzenie ich funkcji i zadań, jak przykładowo wprowadzenie zaawansowanych algorytmów modelowania, sterowania i diagnostyki procesów.

Niniejsza monografia zawiera opis opracowanego systemu *DiaSter* oraz charakterystykę zastosowanych w systemie zaawansowanych oryginalnych metod modelowania, odkrywania wiedzy, budowy symulatorów, metod diagnostyki oraz regulacji i nadrzędnego sterowania. System *DiaSter* daje możliwość wczesnego rozpoznawania nieprawidłowych stanów procesu przemysłowego i uszkodzeń urządzeń technologicznych, wykonawczych i pomiarowych. Uniwersalność przyjętych rozwiązań w systemie daje możliwość jego szerokiego zastosowania między innymi w przemyśle energetycznym, chemicznym, farmaceutycznym, hutniczym i spożywczym. System jest rozwiązaniem unikatowym w skali światowej a ze względu na otwartą architekturę umożliwia połączenie z praktycznie dowolnymi innymi systemami automatyki.

W zasadniczej części monografii omówiono metody analityczne i sztucznej inteligencji zaimplementowane w systemie *DiaSter*. Jeden z pierwszych rozdziałów poświęcono zagadnieniu modelowania procesów fizycznych, które jest podstawowe w problemach zaawansowanego sterowania, diagnostyki lub projektowa-

nia i poszukiwania alternatywnych rozwiązań. Analizuje się znane modele analityczne, jak również modele neuronowe, rozmyte i neuronowo-rozmyte. Szczególnie te ostatnie, czyli modele sztucznej inteligencji są atrakcyjne w systemach automatyki z uwagi na możliwość stosunkowo łatwego opisu procesów nieliniowych. Z kolei mając na uwadze fakt, że współczesne systemy DCS (ang. *Distributed Control Systems*) oraz SCADA (ang. *Supervisory Control and Data Acquisition*) umożliwiają gromadzenie wielkiej ilości danych procesowych, pochodzących z różnych źródeł, w kolejnym rozdziale opisywane są metody i algorytmy odkrywania wiedzy w bazach danych. W systemie *DiaSter* dane procesowe mogą być źródłem wiedzy diagnostycznej, która uzyskana dzięki technikom odkrywania wiedzy może być wykorzystana do automatycznej detekcji i lokalizacji uszkodzeń procesów i systemów.

Obszerny rozdział poświęcono omówieniu metod diagnostyki procesów i systemów, które mogą być przydatne w przemyśle i zostały zaimplementowane w systemie *DiaSter*. Przede wszystkim przedstawiono odporne algorytmy detekcji uszkodzeń poprzez projektowanie adaptacyjnych progów decyzyjnych. Takie adaptacyjne progi decyzyjne zostały wyznaczone dla układów detekcji uszkodzeń z dynamicznymi modelami neuronowymi typu perceptron wielowarstwowy oraz GMDH (ang. *Group Method of Data Handling*). Podano metodę lokalizacji uszkodzeń z zastosowaniem logiki rozmytej. Metoda ta bazuje na regułach wnioskowania automatycznego odpornych na zmiany struktury obiektu diagnozowanego. Obejmuje ona zaimplementowane w systemie *DiaSter* algorytmy wnioskowania dla uszkodzeń pojedynczych i wielokrotnych, sposoby uwzględnienia opóźnień powstawania symptomów oraz algorytm wnioskowania w strukturze hierarchicznej. Ponadto mając na uwadze zalety i wady metod diagnostyki symptomowej i z wykorzystaniem modeli w monografii rozpatruje się również model BNBM (ang. *bielief network BN-based model*). Jest to model heurystyczny dający możliwość szeregowego stosowania metod charakterystycznych dla obydwóch klas badań diagnostycznych.

W kolejnym rozdziale omówiono metody sterowania nadrzędnego zaimplementowane w systemie *DiaSter*. Przedstawiono podstawowe struktury i algorytmy regulacji predykcyjnej tzw. MPC (ang. *Model-based Predictive Control*), w tym dla modeli liniowych algorytm DMC (ang. *Dynamic Matrix Control*) oraz algorytm GPC (ang. *Generalized Predictive Control*). Omówiono również podstawowe metody automatycznego strojenia pętli regulacyjnych PID wraz z późniejszym dostrajaniem precyzyjnym i adaptacją. Opisując układ SPC (ang. *Set Piont Control*) przedstawiono sposób przekazywania wielkości zadanych wytworzonych w warstwie optymalizacji punktu pracy procesu do pętli regulacyjnych warstwy sterowania bezpośredniego.

Ostatni rozdział dotyczy ilustracji działania wybranych funkcji systemu *DiaSter* na przykładzie prostego układu trzech zbiorników. Wybrany prosty przykład ma duże zalety edukacyjne oraz pozwala na dokładne poznanie podstawowych własności i możliwości systemu *DiaSter*. Przy pomocy narzędzi dostępnych w systemie zrealizowano symulator obiektu trzech zbiorników, dynamiczne modele neuronowe typu GMDH i perceptronu wielowarstwowego oraz model TSK

(Takagi-Sugeno-Kang). Pokazano realizację zadań diagnostycznych, zarówno w zakresie bieżącej diagnostyki uszkodzeń nagłych, jak i wykrywania i śledzenia rozwoju uszkodzeń powoli narastających. Przedstawiono również układy regulacji wykorzystywane w obiekcie, czyli tradycyjne regulatory PID z automatycznym doborem nastaw oraz regulatory predykcyjne.

Monografia stanowi w pewnym sensie część drugą książki pt. *Diagnostyka procesów, Modele, Metody sztucznej inteligencji, Zastosowania* (WNT, 2002), która w poprawionej i rozszerzonej wersji została wydana pt. *Fault Diagnosis. Models, Artificial Intelligence, Applications* (Springer, 2004). Przedstawione w monografii wyniki teoretyczne oraz praktyczne są rezultatem wieloletniej współpracy zespołów badawczych z Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Zielonogórskiego, Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz Politechniki Rzeszowskiej, w tym realizowanego w latach 2007-2009 projektu rozwojowego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. *Inteligentny system diagnostyki i wspomagania sterowania procesów przemysłowych DiaSter*.

Redaktorzy pragną podziękować recenzentom – profesorom Ryszardowi Tadeusiewiczowi i Stanisławowi Bańce za ich uwagi i komentarze, które pozwoliły ukształtować końcową wersję zawartości monografii. Pragniemy wyrazić szczególne podziękowania dla wszystkich Autorów za przygotowanie poszczególnych rozdziałów oraz konstruktywną współpracę w czasie procesu redakcyjnego. Szczególną wdzięczność wyrażamy dla Pana mgr inż. Gracjana Głowackiego za owocną współpracę, który podjął się trudu technicznego scalenia rozdziałów i przygotowania końcowego składu i łamania książki do druku.

Publikacja jest przeznaczona przede wszystkim dla zespołów badawczych zajmujących się kompleksową automatyzacją złożonych procesów przemysłowych ale również dla studentów i doktorantów uczelni technicznych. Ze względu na interdyscyplinarny charakter tematyki może być interesująca i inspirująca zarówno dla automatyków i informatyków, ale także dla projektantów technologii przemysłowych i specjalistów w zakresie inżynierii produkcji.

Warszawa – Zielona Góra *Jan M. KOŚCIELNY*
lipiec, 2009 *Józef KORBICZ*