

Redaktor Naczelny Uczelnianych Wydawnictw Naukowo-Dydaktycznych AGH  
*Jan Sas*

Z-ca Redaktora Naczelnego  
*Beata Barszczewska-Wojda*

Komitet Redakcyjny Półrocznika:

Redaktor  
*Wojciech Mitkowski*

Sekretarz  
*Adam Piłat*

Członkowie:  
*Henryk Górecki, Adam Korytowski, Maciej Ogorzałek, Stanisław Piróg,  
Ryszard Tadeusiewicz, Mariusz Ziółko*

Redaktor zeszytu: *Ewa Kochan*

Zamieszczone w Półroczniku Automatyka artykuły zostały pozytywnie zaopiniowane  
przez recenzentów wyznaczonych przez Komitet Redakcyjny czasopisma

Redakcja: *Małgorzata Koch*

Projekt okładki, strony tytułowej i redakcja techniczna: *Beata Barszczewska-Wojda*

Skład komputerowy: „Andre”, tel. 423-10-10

© Wydawnictwa AGH, Kraków 2005  
ISSN 1429-3447

Redakcja Uczelnianych Wydawnictw Naukowo-Dydaktycznych AGH  
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
tel. 617-32-28, tel./fax 636-40-38  
e-mail: [redakcja@wydawnictwoagh.pl](mailto:redakcja@wydawnictwoagh.pl)  
[www. WydawnictwoAGH.pl](http://www.WydawnictwoAGH.pl)

---

## Spis treści

---

Streszczenia .....	9
Summaries .....	17
Wojciech Bożejko, Józef Grabowski, Mieczysław Wodecki	
Zastosowanie bloków w algorytmie lokalnych poszukiwań dla jednomaszynowego problemu szeregowania z minimalizacją sumy kosztów opóźnień .....	25
Zbigniew Buchalski	
Heurystyczny algorytm szeregowania zadań w systemie maszyn równoległych z równoczesnym rozdziałem zasobów .....	37
Wojciech Chmiel, Piotr Kadłuczka	
Warunkowa wartość oczekiwana funkcji celu w konstrukcji algorytmów przybliżonych dla zagadnień permutacyjnych .....	47
Grzegorz Dobrowolski, Edward Nawarecki	
Sytuacje kryzysowe w systemach agentowych .....	57
Lidia Dutkiewicz, Edyta Kucharska	
Model dla problemu szeregowania zadań z zasobami zależnymi od stanu systemu .....	67
Bogusław Filipowicz, Joanna Kwiecień	
Zastosowanie sztucznych systemów immunologicznych do rozwiązania problemu <i>flow shop</i> .....	79
Krzysztof Giaro, Marek Kubale	
Szeregowanie rozrzedzonych systemów zadań jednostkowych 1- i 2-procesowych w oknach czasowych .....	85
Józef Grabowski, Jarosław Pempera	
Zagadnienie przepływowe z ograniczeniami „bez magazynowania”. Algorytm tabu search z multiruchami .....	95
Piotr Kadłuczka, Wojciech Chmiel	
Efektywność algorytmu ewolucyjnego wykorzystującego warunkową wartość oczekiwaną funkcji celu .....	105

---

Andrzej Kononowicz, Małgorzata Żabińska	
Dystrybucja obiektów dydaktycznych bazująca na technologii agentowej .....	115
Mariusz Makuchowski	
Algorytm genetyczny dla problemu gniazdowego z ograniczeniem bez czekania .....	127
Wojciech Mitkowski, Krzysztof Oprzędkiewicz	
Problemy sterowania pewnej klasy systemów liniowych o niepewnych parametrach .....	139
Marcin Molga, Czesław Smutnicki	
Modelowanie, analiza i optymalizacja pracy systemów kompletowania .....	155
Iwona Oprzędkiewicz	
Spełnienie wymagań czasu rzeczywistego w obrębie rodziny sterowników PLC .....	169
Krzysztof Oprzędkiewicz	
Regulator PID dla pewnej klasy systemów dynamicznych liniowych o niepewnych parametrach .....	177
Jarosław Pempera, Czesław Smutnicki	
Minimalizacja czasu cyklu wytwarzania na linii. Podejście genetyczne z ekspresją genów .....	189
Adam Piórkowski	
Heurystyczne algorytmy szeregowania wiadomości z terminami dostarczeń .....	201
Tadeusz Sawik	
Wielokryterialny przydział zleceń do okresów planowania przy produkcji zamawianej .....	211
Czesław Smutnicki, Adam Tyński	
Modelowanie przepływu zadań w elastycznym systemie produkcyjnym z wózkami AGV .....	223

Czesław Smutnicki, Adam Tyński

Problem gniazdowy z transportem i ograniczoną liczbą niededykowanych wózków AGV .....	233
--	-----

Marcin Tusiewicz

Rozproszony przegląd zupełny z obcięciami w drzewie poszukiwań dla problemów <i>NP</i> -trudnych.....	245
--	-----

Informacje dla autorów artykułów .....	255
--	-----

## Contents

---

Streszczenia .....	9
Summaries .....	17
Wojciech Bożejko, Józef Grabowski, Mieczysław Wodecki Block Approach-Local Search Algorithm for Single Machine Total Weighted Tardiness Problem .....	25
Zbigniew Buchalski An Heuristic Algorithm for the Tasks Scheduling on Parallel Machines System with Simultaneous Resources Allocation .....	37
Wojciech Chmiel, Piotr Kadłuczka Conditional Expected Value of Objective Function in Approximate Algorithms for Permutational Problems .....	47
Grzegorz Dobrowolski, Edward Nawarecki Critical Situations in Multi-Agent Systems .....	57
Lidia Dutkiewicz, Edyta Kucharska Model for Scheduling Problem with State Dependent Resources .....	67
Bogusław Filipowicz, Joanna Kwiecień The Application of Artificial Immune System for Flow Shop Problem .....	79
Krzysztof Giaro, Marek Kubale Scheduling in Sparse Systems of 1- and 2-processor UET Tasks within Time Windows .....	85
Józef Grabowski, Jarosław Pempera Flow Shop with No Store Constraints. Algorithm TS with Multimoves .....	95
Piotr Kadłuczka, Wojciech Chmiel Efficiency of Evolution Algorithm with Conditional Expected Value of Objective Function .....	105
Andrzej Kononowicz, Małgorzata Żabińska Distribution of Learning Objects Based on Agents' Technology .....	115

Mariusz Makuchowski	
Genetic Algorithm for No-Wait Job Shop Problem .....	127
Wojciech Mitkowski, Krzysztof Oprzędkiewicz	
The Control Problems for a Class of Linear Uncertain Parameter Dynamic Systems .....	139
Marcin Molga, Czesław Smutnicki	
Modelling, Analysis and Optimization of Orderpicking Systems .....	155
Iwona Oprzędkiewicz	
A Meeting of Real-Time Requirements Inside a PLC's Family .....	169
Krzysztof Oprzędkiewicz	
A PID Controller for a Class of Uncertain-Parameter Linear Dynamic Systems .....	177
Jarosław Pempera, Czesław Smutnicki	
Minimizing Cycle Time on a Flow Line. Genetic Approach with Gene Expression .....	189
Adam Piórkowski	
Heuristic Algorithms of Message Scheduling for Messages with Deadlines .....	201
Tadeusz Sawik	
A Multi-Objective Assignment of Customer Orders to Planning Periods in Make-to-Order Manufacturing .....	211
Czesław Smutnicki, Adam Tyński	
Job Scheduling in the Flexible Manufacturing System with AGV Vehicles .....	223
Czesław Smutnicki, Adam Tyński	
The Job-Shop Problem with Transportation and Limited Number of Undedicated AGV Vehicles .....	233

Marcin Tusiewicz

Distributed Complete Search with Branch-and-Bound for <i>NP</i> -Hard Problems .....	245
Style Sheet .....	256

## Streszczenia

---

Wojciech Bożejko, Józef Grabowski, Mieczysław Wodecki: **Zastosowanie bloków w algorytmie lokalnych poszukiwań dla jednomaszynowego problemu szeregowania z minimalizacją sumy kosztów opóźnień** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy rozpatrujemy problem szeregowania zadań na jednej maszynie z minimalizacją sumy kosztów opóźnień. Przedstawiamy szereg nowych własności pozwalających na rozbięcie permutacji (rozwiązania dopuszczalnego) na podciągi, zwane blokami. Dzięki temu, z otoczeń generowanych przez ruchy typu zamień lub wstaw, eliminujemy wiele rozwiązań nie gwarantujących poprawy wartości funkcji celu. Algorytm oparty na metodzie poszukiwania z zabronieniami (tabu search), w którym stosuje się te otoczenia, działa bardzo szybko, a otrzymane wyniki są lepsze niż inne wyniki opisane w literaturze algorytmów.

**Słowa kluczowe:** szeregowanie zadań, koszty opóźnień, heurystyki, metoda poszukiwania z zabronieniami

Zbigniew Buchalski: **Heurystyczny algorytm szeregowania zadań w systemie maszyn równoległych z równoczesnym rozdziałem zasobów** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Praca dotyczy zagadnienia czasowo-optymalnego przydziału  $n$  zadań niezależnych i zasobu nieodnawialnego do  $m$  maszyn równoległych. Dla zadanej funkcji czasu realizacji zadań sformułowano model matematyczny zagadnienia oraz zaprezentowano algorytm heurystyczny dla rozwiązania postawionego problemu. Przedstawiono wyniki eksperymentów obliczeniowych wykonanych na bazie zaproponowanego algorytmu heurystycznego.

**Słowa kluczowe:** dyskretny system produkcyjny, szeregowanie zadań, algorytmy heurystyczne

Wojciech Chmiel, Piotr Kadłuczka: **Warunkowa wartość oczekiwana funkcji celu w konstrukcji algorytmów przybliżonych dla zagadnień permutacyjnych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W artykule zaprezentowano rezultaty prac nad zaawansowanymi algorytmami ewolucyjnymi stosowanymi w optymalizacji zagadnień permutacyjnych. Wprowadzenie dodatkowego parametru – warunkowej wartości oczekiwanej funkcji celu pozwala na ocenę jakości rozwiązań częściowo ustalonych. Może być on stosowany jako pomocnicze kryterium wyboru i konstrukcji nowych rozwiązań, w celu poprawy efektywności projektowanych algorytmów.

**Słowa kluczowe:** kwadratowe zagadnienie przydziału, QAP, algorytmy przybliżone, algorytmy ewolucyjne, warunkowa wartość oczekiwana funkcji celu

Grzegorz Dobrowolski, Edward Nawarecki: **Sytuacje kryzysowe w systemach agentowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Przedstawiono formalizację opisu agenta i systemu agentowego, która może posłużyć do analizy działania systemu w warunkach sytuacji kryzysowych. Proponowane podejście umożliwia m.in. sprecyzowanie zadań systemu monitorującego działania systemu podmiotowego, a następnie stworzenie modelu symulującego jego działania w określonych sytuacjach kryzysowych. To z kolei pozwala na poszukiwanie strategii przeciwdziałania kryzysom lub przynajmniej – ograniczających ich skutki.

*Słowa kluczowe:* systemy agentowe, sytuacje kryzysowe, symulacja

Lidia Dutkiewicz, Edyta Kucharska: **Model dla problemu szeregowania zadań z zasobami zależnymi od stanu systemu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Celem artykułu jest przedstawienie modelu algebraiczno-logicznego dla specyficznego problemu szeregowania zadań, w którym występuje konieczność transportu maszyn. Charakterystyczną cechą tego problemu jest fakt, że zasoby, niezbędne do realizacji zadań, są zmienne i ich dostępność zależy od aktualnego stanu systemu. Rozpatrywany model uwzględnia możliwość oczekiwania maszyn na udostępnienie zasobu. Jest to problem należący do klasy problemów *NP*-trudnych. Model algebraiczno-logiczny wykorzystywany jest do symulacji procesu połączonej z jego optymalizacją.

*Słowa kluczowe:* model algebraiczno-logiczny, szeregowanie zadań, zasoby

Bogusław Filipowicz, Joanna Kwiecień: **Zastosowanie sztucznych systemów immunologicznych do rozwiązania problemu *flow shop*** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W ostatnich latach wśród metod sztucznej inteligencji coraz większą popularnością cieszą się sztuczne systemy immunologiczne (AIS). Niniejsza praca przedstawia zastosowanie sztucznych systemów immunologicznych do zagadnienia optymalizacji kombinatorycznej, jakim jest problem szeregowania zadań *flow shop*. Dzięki ewolucji przeciwciał opartej na selekcji klonalnej i dojrzewaniu swoistości sztucznych systemów immunologicznych można znaleźć rozwiązanie, które pozwala zminimalizować długość uszeregowania. Przykładowe eksperymenty dla różnej liczby zadań i maszyn pokazują, że AIS są skuteczną metodą rozwiązującą problem *flow shop*.

*Słowa kluczowe:* sztuczne systemy immunologiczne, szeregowanie *flow shop*

Krzysztof Giaro, Marek Kubale: **Szeregowanie rozrzedzonych systemów zadań jednostkowych 1- i 2-procesowych w oknach czasowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W artykule rozważono rozrzedzone systemy niepodzielnych zadań 1- i 2-procesorowych o jednostkowych czasach wykonywania. Przedstawiono wielomianowe algorytmy wykorzystujące programowanie dynamiczne, pozwalające na znalezienie optymalnego uszeregowania względem szerokiej rodziny funkcji kryterialnych. Stopień rozrzedzenia systemu zdefiniowano, posługując się jego modelem grafowym – w zakresie naszego zainteresowania leżą jedynie takie instancje problemów szeregowania, których modelami są grafy o ograniczonej liczbie cykloematycznej. Istotnym elementem opracowanych procedur są algorytmy rozwiązujące pewne zagadnienia związane z wyszukiwaniem skojarzeń w grafach.

*Słowa kluczowe:* algorytm wielomianowy, kolorowanie grafów, NP-zupełność, okna czasowe, szeregowanie zadań, zadania wieloprocessorowe

Józef Grabowski, Jarosław Pempera: **Zagadnienie przepływowe z ograniczeniami „bez magazynowania”. Algorytm tabu search z multiruchami** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Dla zagadnienia przepływowego z ograniczeniami „bez magazynowania” przedstawiono w pracy model grafowy, własności problemu oraz algorytm oparty na technice tabu search. W proponowanym algorytmie wykorzystano idee bloków zadań oraz zastosowano całkowicie nowe pojęcie nazywane multiruchem. Wysoką skuteczność algorytmu potwierdzają wyniki badań eksperymentalnych dokonane na literaturowych danych testowych, w których aż dla 96 instancji spośród 120 uzyskano nowe rozwiązania referencyjne.

*Słowa kluczowe:* problem przepływowy, ograniczenie bez magazynowania, algorytm tabu search

Piotr Kadłuczka, Wojciech Chmiel: **Efektywność algorytmu ewolucyjnego wykorzystującego warunkową wartość oczekiwaną funkcji celu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Artykuł prezentuje wyniki prac związanych z implementacją i badaniem efektywności algorytmów ewolucyjnych, wykorzystujących warunkową wartość oczekiwaną funkcji celu dla częściowo ustalonych rozwiązań w optymalizacji zagadnień permutacyjnych. Jako przykład tego problemu rozważamy kwadratowe zagadnienie przydziału – *QAP*.

*Słowa kluczowe:* kwadratowe zagadnienie przydziału, *QAP*, algorytmy przybliżone, algorytmy ewolucyjne, operatory genetyczne, warunkowa wartość oczekiwana funkcji celu

Andrzej Kononowicz, Małgorzata Żabińska: **Dystrybucja obiektów dydaktycznych bazująca na technologii agentowej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Możliwość wielokrotnego wykorzystywania materiałów dydaktycznych pozwala na szybki rozwój systemów e-learning. Technologia agentowa w e-learning może być wykorzystana jako warstwa pośrednicząca w komunikacji między kształcącymi się a magazynami obiektów dydaktycznych, dostępnych w sieci Internet.

W niniejszej pracy przedstawiono koncepcję platformy agentowej służącej do publikacji i wyszukiwania materiałów dydaktycznych, analizę zadań stawianych agentom programowym działającym w ramach platformy oraz opisano zrealizowany prototyp systemu wieloagentowego przeznaczonego dla uczących się.

*Słowa kluczowe:* agenci programowi, e-learning, obiekty dydaktyczne, systemy agentowe

Mariusz Makuchowski: **Algorytm genetyczny dla problemu gniazdowego z ograniczeniem bez czekania** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy analizuje się problem gniazdowy z ograniczeniem bez czekania z kryterium optymalizacji będącym terminem zakończenia wykonywania wszystkich zadań. Przedstawia się klasę rozwiązań superaktywnych oraz jej rozszerzenie – klasę rozwiązań pseudoaktywnych. Na bazie omówionych klas rozwiązań proponuje się dwa algorytmy genetyczne. Jakość proponowanych algorytmów ocenia się na podstawie przeprowadzonych badań numerycznych, wykorzystując literaturowe przykłady testowe.

*Słowa kluczowe:* problem gniazdowy, ograniczenie bez czekania, rozwiązania superaktywne, rozwiązania pseudoaktywne, algorytm genetyczny

Wojciech Mitkowski, Krzysztof Oprzędkiewicz: **Problemy sterowania pewnej klasy systemów liniowych o niepewnych parametrach** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy przedstawiono problemy sterowania dla pewnej klasy systemów dynamicznych liniowych o niepewnych parametrach. Rozważono systemy skończenie wymiarowe o niepewności parametrycznej, z dwuwymiarową przestrzenią niepewnych parametrów i liniową zależnością elementów macierzy stanu od niepewnych parametrów. Niepewne parametry systemu są opisane liczbami przedziałowymi. Wartości elementów macierzy sterowa-

nia i wyjścia systemu są dokładnie znane i opisane liczbami rzeczywistymi. Dla rozważanego systemu sformułowano warunki istnienia wyłącznie jednokrotnych wartości własnych oraz warunki sterowalności i obserwowalności systemu w obszarze niepewnych parametrów systemu. Wyniki zostały zilustrowane przykładami numerycznymi.

**Słowa kluczowe:** *systemy o niepewnych parametrach, sterowalność, obserwowalność*

Marcin Molga, Czesław Smutnicki: **Modelowanie, analiza i optymalizacja pracy systemów kompletowania** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy przedstawiono grafowy model systemu kompletowania części z mobilnym realizatorem. Zaproponowano kilka algorytmów przybliżonych optymalizujących marszrutę realizatora ze względu na kryterium czasu zakończenia obsługi wszystkich zadań. Algorytmy przebadano na zbiorze instancji testowych, które wygenerowano w sposób losowy.

**Słowa kluczowe:** *systemy kompletowania, optymalizacja*

Iwona Oprządkiewicz: **Spełnienie wymagań czasu rzeczywistego w obrębie rodziny sterowników PLC** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy przedstawiono zagadnienia związane ze spełnieniem wymagań czasu rzeczywistego w obrębie grupy sterowników PLC należących do tej samej rodziny. Temat jest istotny z punktu widzenia zastosowań praktycznych sterowników PLC, gdyż zaprezentowane wyniki oszacowań teoretycznych i praktycznych mogą ułatwić poprawny dobór konfiguracji sterownika do określonych zadań pod kątem spełnienia wymagań czasu rzeczywistego.

**Słowa kluczowe:** *sterowniki PLC, systemy czasu rzeczywistego*

Krzysztof Oprządkiewicz: **Regulator PID dla pewnej klasy systemów dynamicznych liniowych o niepewnych parametrach** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy przedstawiono zagadnienie stabilizacji liniowego systemu skończenie wymiarowego o niepewnych parametrach z wykorzystaniem regulatora PID. Rozważono system liniowy III rzędu o niepewności parametrycznej, z dwuwymiarową przestrzenią niepewnych parametrów i liniową zależnością współczynników transmitancji operatorowej obiektu regulacji od niepewnych para-

metrów. Niepewne parametry systemu są opisane liczbami przedziałowymi. Do stabilizacji systemu zastosowano regulator PID dostrójony według reguł Zieglera i Nicholasa. Na nastawy regulatora są nałożone ograniczenia wynikające z jego technicznej realizacji. Dla rozważanego systemu sformułowano warunki stabilności. Wyniki zostały zilustrowane przykładem.

**Słowa kluczowe:** regulacja PID, systemy o niepewnych parametrach

Jarosław Pempera, Czesław Smutnicki: **Minimalizacja czasu cyklu wytwarzania na linii. Podejście genetyczne z ekspresją genów** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Praca poświęcona jest deterministycznemu wariantowi problemu optymalizacji przebiegu cyklu wytwórczego w przepływowym systemie wytwarzania powtarzalnego z ograniczeniami składowania. Celem optymalizacji jest wyznaczenie harmonogramu cyklu, na który składają się kolejność wykonywania zadań oraz terminy czasowe rozpoczęcia zadań dla tej kolejności. W pracy przedstawiono modele problemu i pewne jego własności oraz zaproponowano nową klasę algorytmów genetycznych z tzw. ekspresją genów, wykorzystujących nadmiarową informację genetyczną pochodzącą nie tylko od rodziców, ale też od przodków. Przedstawiono wyniki obliczeniowe dla przykładów testowych Taillarda.

**Słowa kluczowe:** system przepływowy, czas cyklu, algorytm genetyczny

Adam Piórkowski: **Heurystyczne algorytmy szeregowania wiadomości z terminami dostarczeń** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Artykuł przedstawia problem optymalizacji komunikacji asynchronicznej w kontekście szeregowania wiadomości w systemach wiadomości kolejkowanych (MQ). Sporządzono model systemu i przedstawiono problem optymalnej komunikacji. Szczególną uwagę objęto zagadnienie podziału na pakiety sieciowe strumienia przesyłanych danych. Wyznaczono czas oczekiwania na wiadomość uwzględniający wymienione zjawisko. Określono wymagania czasu rzeczywistego adekwatne dla komunikacji asynchronicznej. Wskazano szkic dowodu na nieistnienie dokładnego algorytmu optymalizacji kosztu całkowitego  $\sum w_j C_j$  dla omawianego zagadnienia. Zaproponowano algorytmy heurystyczne, opierające się na sortowaniu bąbelkowym, przesuwaniu małych wiadomości do przodu kolejki oraz zamianie z szacowaniem potencjalnego zysku czy też drogi. Wykonano aplikację symulującą

losowe zestawy danych i dokonującą optymalizacji proponowanymi algorytmami. Dla porównania przedstawiono wyniki algorytmu RT STD oraz przeglądu zupełnego. Otrzymane wyniki zinterpretowano.

**Słowa kluczowe:** szeregowanie wiadomości, systemy czasu rzeczywistego, systemy rozproszone

Tadeusz Sawik: **Wielokryterialny przydział zleceń do okresów planowania przy produkcji zamawianej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy przedstawiono modele programowania całkowitoliczbowego do wielokryterialnej optymalizacji długoterminowych harmonogramów produkcji wytwarzanej na zamówienie w elastycznym systemie montażowym. System składa się z szeregowo połączonych gniazd montażowych, zaś każde gniazdo obejmuje jedną lub kilka maszyn, pracujących równolegle. Podstawowym celem harmonogramowania jest przydział zleceń do okresów planowania tak, aby zminimalizować liczbę zleceń wykonanych po terminie dostawy do odbiorcy. Ponadto należy ograniczyć liczbę zleceń wykonanych przed terminem dostawy oraz zrównoważyć wykorzystanie zasobów w kolejnych okresach planowania. Zastosowano i porównano dwa podejścia: monolityczne i leksykograficzne. Przykłady liczbowe zaczerpnięte z przemysłu elektronicznego oraz wyniki eksperymentów obliczeniowych ilustrują zastosowanie proponowanych podejść.

**Słowa kluczowe:** harmonogramowanie produkcji, wielokryterialne programowanie całkowitoliczbowe, optymalizacja łańcuchów dostaw

Czesław Smutnicki, Adam Tyński: **Modelowanie przepływu zadań w elastycznym systemie produkcyjnym z wózkami AGV** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy rozważa się system produkcyjny o strukturze przepływowej (szeregowej), w którym maszyny zorganizowane są w układ typu pętla, zaś do transportu zadań pomiędzy maszynami wykorzystuje się pojedynczy, jednokierunkowy wózek AGV. Jako kryterium optymalizacji przyjmuje się moment zakończenia wykonywania zadań procesu technologicznego. Dla problemu przedstawia się model matematyczny oraz wprowadza się model permutacyjno-grafowy, oba poparte wyczerpującym przykładem obliczeniowym.

**Słowa kluczowe:** szeregowanie zadań, problem przepływowy, transport AGV

Czesław Smutnicki, Adam Tyński: **Problem gniazdowy z transportem i ograniczoną liczbą niededykowanych wózków AGV** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

W pracy rozważa się problem gniazdowy z transportem. Do transportu zadań stosuje się identyczne, dwukierunkowe wózki AGV, których liczba jest ograniczona, zaś przydział do realizacji czynności transportowych nie jest zadany *a priori*. Jako kryterium optymalizacji przyjmuje się moment zakończenia wykonywania wszystkich zadań. Dla problemu proponuje się algorytm bazujący na technice poszukiwań z zabronieniami. W celu określenia jakości dostarczanych rozwiązań, algorytm poddaje się badaniom numerycznym przy użyciu instancji testowych.

*Słowa kluczowe:* problem gniazdowy, AGV, tabu search

Marcin Tusiewicz: **Rozproszony przegląd zupełny z obcięciami w drzewie poszukiwań dla problemów NP-trudnych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Artykuł przedstawia zagadnienie znajdowania optimum problemów NP-trudnych w środowiskach rozproszonych złożonych z dużej liczby maszyn, połączonych w luźno powiązane podsieci. Całość omawiana jest na podstawie optymalizacyjnego, dyskretnego problemu plecakowego rozwiązywanego za pomocą przeglądu zupełnego zmodyfikowanego o dokonywanie obcięć w drzewie poszukiwań. Do scharakteryzowania problemu oraz przedstawienia algorytmu użyto modelu środowiska rozproszonego zaproponowanego przez autora.

*Słowa kluczowe:* przegląd zupełny, problemy NP-trudne, obliczenia rozproszone, obciążenia w drzewie poszukiwań

## Summaries

---

Wojciech Bożejko, Józef Grabowski, Mieczysław Wodecki: **Block Approach-Local Search Algorithm for Single Machine Total Weighted Tardiness Problem** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

This paper deals with the single-machine scheduling problem to minimize total weighted tardiness of jobs. Some new properties of the problem have been presented and discussed. These properties allow us to propose a new fast tabu search approach with a specific neighborhood which employs blocks of jobs and a compound moves technique. The proposed algorithm is empirically evaluated and found to be relatively more effective in finding good solutions in a shorter time than existing algorithms.

**Keywords:** sequencing, weighted tardiness problem, heuristics, tabu search

Zbigniew Buchalski: **An Heuristic Algorithm for the Tasks Scheduling on Parallel Machines System with Simultaneous Resources Allocation** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

In the paper problem of time-optimal allocation of  $n$  independent tasks and nonrenewable resources to  $m$  parallel machines is considered. For some tasks execution time function the mathematical model of this problem is formulated and an heuristic algorithm for solution this problem is presented. Some results of executed numerical experiment for basis of proposed heuristic algorithm are presented.

**Keywords:** discrete productive system, tasks scheduling, heuristic algorithms

Wojciech Chmiel, Piotr Kałużka: **Conditional Expected Value of Objective Function in Approximate Algorithms for Permutational Problems** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

This paper investigates an application of advanced evolutionary algorithms in optimization of permutation problems. The introduction of additional parameter in algorithms – the expected value of objective function – allows effective evaluation of quality of partially fixed solutions. The parameter can be used as auxiliary criterion for selection and construction of new solutions, increasing the effectiveness of designed algorithms.

**Keywords:** quadratic assignment problem, QAP, approximate algorithms, evolutionary algorithms, conditional expected value of objective function

Grzegorz Dobrowolski, Edward Nawarecki: **Critical Situations in Multi-Agent Systems** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Based on the original definitions of: agent, system, activity, resource, a model of critical situations in multi-agent systems is proposed. The proposed approach allows, among others, to define functions of a monitoring sub-system, which observes a system under consideration. Next, a simulation model can be created, which is oriented to searching for anti-crisis strategies or, at least, activities, which can delimit effects of a crisis.

**Keywords:** *multi-agent system, critical situation, simulation*

Lidia Dutkiewicz, Edyta Kucharska: **Model for Scheduling Problem with State Dependent Resources** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

The aim of the paper is to present algebraic-logical model for specific task scheduling problem. In this problem machines need transport. Characteristic thing is that resources, which are required to accomplishing the tasks, are changeable and depend on the current state of the system. Proposed model includes the possibility that machine waits for resources to be accessible. This problem belongs to NP-hard class. The algebraic-logical model is used for simulation and optimization of this decision.

**Keywords:** *algebraic-logical model, task scheduling, resources*

Bogusław Filipowicz, Joanna Kwiecień: **The Application of Artificial Immune System for Flow Shop Problem** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Artificial immune systems (AIS) have been more and more popular with artificial intelligence methods in the past several years. This article presents an application of artificial immune system for combinatorial optimization problems such as flow shop scheduling problem. Thanks to antibodies evolution based on clonal selection and affinity maturation of artificial immune systems, we can find the solution that minimizes the makespan. Some experiments with different number of jobs and machines show that AIS are an effective method for solving flow shop problem.

**Keywords:** *artificial immune systems, flow shop scheduling*

---

Krzysztof Giaro, Marek Kubale: **Scheduling in Sparse Systems of 1- and 2-processor UET Tasks within Time Windows** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

In the paper sparse systems of dedicated 1- and 2-processor tasks with unit execution times are considered. Polynomial-time algorithms based on dynamic programming are given. These algorithms allow finding optimal solutions with respect to broad range of criterion functions. The sparsity of a system is measured in terms of the number of edges in the corresponding scheduling graph. More precisely, we are focused on graphs whose cyclomatic number is bounded by a constant. Our algorithms invoke procedures for finding maximal matching in graphs.

**Keywords:** *polynomial algorithm, graph coloring, time windows, task scheduling, multiprocessor tasks, NP-completeness*

Józef Grabowski, Jarosław Pempera: **Flow Shop with No Store Constraints. Algorithm TS with Multimoves** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

The paper deal with flow-shop scheduling problem with no store constraints and the makespan criterion. Some properties, models of the problem and algorithm based on the taboo search method have been presented and discussed. In the proposed algorithm, the blocks of jobs ideas and new mechanism called multimove are used. The high efficiency of proposed mechanism confirm the results of the computation experiment, where for 96 over 120 instances are obtained new references solution.

**Keywords:** *flow shop problem, no store constraints, tabu search algorithm*

Piotr Kadłuczka, Wojciech Chmiel: **Efficiency of Evolution Algorithm with Conditional Expected Value of Objective Function** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

The papers presents the results of our work on implementation and testing of new evolutionary algorithms for optimization of permutation problems. The algorithm flow is controlled by an additional parameter that is used for evaluation of quality of partially fixed solutions: the expected value of objective function. As an example, the quadratic assignment problem *QAP* is examined.

**Keywords:** *quadratic assignment problem, QAP, approximate algorithms, evolutionary algorithms, genetic operators, conditional expected value of objective function*

Andrzej Kononowicz, Małgorzata Żabińska: **Distribution of Learning Objects Based on Agents' Technology** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Possibility of multiple use of the learning material adjusted to the new media, enables quick development of E-Learning systems. For this purpose the contents of a teaching/learning subject is divided into smaller, consistent parts, named “learning objects”. They can be, similarly as objects in programming, appropriately chosen and merged into bigger units. Such composition of the learning/teaching material creates new possibilities of individual adjustment of education process to learners' needs. Agent's technology in E-Learning may be applied as an intermediate layer between learners as well as stores of learning objects, available in the Internet or local academic networks. Software agents, owing to own observations of their principals' behaviour, and also storing preferences of the latter ones, can make the process of learning/teaching materials search much more efficient. A concept of agents' platform for publishing and search of learning/teaching materials, analysis of tasks of software agents acting within the platform, and a prototype performing selected functions of such a platform have been presented in the paper.

**Keywords:** *software agents, E-Learning, learning objects, multiagent systems*

Mariusz Makuchowski: **Genetic Algorithm for No-Wait Job Shop Problem** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

The paper deals with the no-wait job shop scheduling problem with the makespan criterion. The new class of so called “super-active” solution is introduced. Two genetic algorithms SGA and PGA, based on aforementioned class, and the class of “pseudo-active” schedules, are proposed. These algorithms are tested on “easy” and “hard” benchmarks well-known in literature. Results of computational experiments are given and they are compared with results yielded by the best genetic algorithm discusses in literature.

**Keywords:** *no-wait job shop problem, super active solutions, pseudo active solutions, genetic algorithm*

Wojciech Mitkowski, Krzysztof Oprzędkiewicz: **The Control Problems for a Class of Linear Uncertain Parameter Dynamic Systems** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

In paper problems of control for a class of finite-dimensional uncertain parameter linear dynamic systems were presented. The

system under consideration is described by a linear state-space equation with an uncertain-parameter state matrix and real control and output matrices. The elements of the state matrix are linear functions of uncertain parameters. The problem of transformation the state-space equation to the Jordan's canonical form were considered. The controllability and observability conditions based onto the geometrical interpretation of the system's spectrum were also formulated. The results were illustrated with numerical examples.

**Keywords:** *uncertain-parameter systems, controllability, observability*

Marcin Molga, Czesław Smutnicki: **Modelling, Analysis and Optimization of Orderpicking Systems** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

This paper deals with conveyor flow-shop problem with one mobile processor and some time criterion. Graph model have been presented. The authors proposed some fast algorithms solving problem mentioned above. The efficiency of discussed algorithms has been proved on random population of test instances.

**Keywords:** *orderpicking systems, optimization*

Iwona Oprędkiewicz: **A Meeting of Real-Time Requirements Inside a PLC's Family** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

In the paper problems of real-time requirements for the PLC-based control systems were discussed. Experiments were done for the PLC-s belonging to the same "family". The presented problems are important from the point of view the practice, because theoretical and experimental results make possible the correct configuration the PLC-based control system.

**Keywords:** *PLC, Real-Time Control Systems*

Krzysztof Oprędkiewicz: **A PID Controller for a Class of Uncertain-Parameter Linear Dynamic Systems** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

In the paper the problems of PID control for a class of uncertain-parameter linear dynamic systems are presented. The focused system is described by the transfer function. The coefficients of the

transfer function are linear functions of uncertain parameters. For this system the robust stability problem and the tuning the PID controller with the Ziegler–Nichols rules are discussed. The results are by a numerical example depicted.

**Keywords:** *PID control, uncertain-parameter systems*

Jarosław Pempera, Czesław Smutnicki: **Minimizing Cycle Time on a Flow Line. Genetic Approach with Gene Expression** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

This paper deals with the flow shop scheduling problem with no store policy to minimize cycle time criterion. Some properties and models of the problem are presented. We propose new genetic algorithms, with auxiliary gene expression method, which creates offspring using genetic information from both parents as well as from ancestors (grandfather, grandgrandfather). The proposed algorithm has been tested on the Taillard's benchmarks. The presented computational results provide superiority of proposed approach over classical GA.

**Keywords:** *flow shop scheduling, cycle time, genetic algorithm*

Adam Piórkowski: **Heuristic Algorithms of Message Scheduling for Messages with Deadlines** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

The article presents the problem of optimizing the asynchronous communication in message queuing systems. A system model is created and as well as the question of optimal communication discussed. A special importance is attached to the problem of dividing the stream of transmitted data into web packets. The time of awaiting for the message taking the occurrence mentioned above into consideration is stated. Lack of precise algorithm for optimizing the total cost  $\sum w_j C_j$  for discussed problem by its transformation into the knapsack problem is proved. Heuristic algorithms based on bubble sorting, moving the small message into the front of the queue and changing with assessment of the potential gain or distance are proposed. An application simulating the random data sets and optimizing using methods previously described, is created. RT STD and permutations results are presented to compare. Achieved results are discussed.

**Keywords:** *message scheduling, real-time systems, distributed systems*

---

Tadeusz Sawik: **A Multi-Objective Assignment of Customer Orders to Planning Periods in Make-to-Order Manufacturing** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

This paper presents mixed integer programming formulations and compares two approaches – weighting and lexicographic – to a multi-objective, long-term production scheduling in make-to-order manufacturing. The problem objective is to assign customer orders for various product types and with various due dates to planning periods and to select machines for assignment in every period to complete all the orders with minimum numbers of tardy and early orders and levelled machine assignments over a planning horizon. The two approaches are applied to optimize long-term production schedules in a flexible flowshop with parallel machines. Numerical examples modeled after a real-world flexible assembly line in the electronics industry are provided and some computational results are reported.

**Keywords:** *production scheduling, multi-objective integer programming, supply chain optimization*

Czesław Smutnicki, Adam Tyński: **Job Scheduling in the Flexible Manufacturing System with AGV Vehicles** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

In this paper the flow shop manufacturing system is considered in which machines are organized into single loop layout and all jobs have to be transported between the machines by a single unidirectional AGV. As a goal function we take the time of completion of all jobs. For the problem the mathematical model and the permutation-graph representation is introduced which are supported by a comprehensive computational example.

**Keywords:** *scheduling, flow shop, transport AGV*

Czesław Smutnicki, Adam Tyński: **The Job-Shop Problem with Transportation and Limited Number of Undedicated AGV Vehicles** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

In this paper the job-shop scheduling problem with transportation is considered. All jobs have to be transported by the finite number of bi-directional automated guided vehicles which are identical and are not assigned to jobs *a priori*. As goal function we take the

completion time of all jobs. For the problem, we propose the algorithm based on tabu search technique. To examine the quality of provided results, computational tests on test instances are performed.

**Keywords:** *job-shop, AGV, tabu search*

Marcin Tusiewicz: **Distributed Complete Search with Branch-and-Bound for NP-Hard Problems** • Automatyka 2005, t. 9, z. 1–2

Optimum finding of NP-hard problems in wide distributed environments algorithm is presented. As an main example 0–1 Knapsack Problem is solved using distributed complete search with branch-and-bound technique. Distributed environment model proposed by the author is used to describe the algorithm and efficiency estimations.

**Keywords:** *complete search, NP-hard problems, distributed branch-and-bound*