

Opis narzędzia IT:

Algorytm Optymalizacji Szeregu Zadań Advanced Planning and Scheduling

AI4IN4
AI for INDUSTRY 4.0

Dostawca:

pSci Marcin Zientara
ul. Wąwozowa 33/4
02-796 Warszawa
www.psci.eu

Warszawa
1.09.2019

Dodatkowe informacje

Merytorycznych informacji i wyjaśnień dotyczących prezentowanego narzędzia udziela dr Marcin Zientara: marcin.zientara@pSci.eu.

*Koncepcje, idee, pomysły i informacje, a także kontekst, w jakim te informacje zostały przedstawione w tym dokumencie, są poufną informacją handlową firmy **pSci Marcin Zientara** i bez jej pisemnej zgody nie mogą być wykorzystane ani powielane.*

AI4IN4
AI for INDUSTRY4.0

Spis treści

I. Wstęp.....	4
II. O dostawcy.....	4
III. Opis ogólny algorytmu JSSA.....	4
IV. Scenariusze użycia algorytmu JSSA, jakie problemy pomaga on rozwiązać.....	5
V. Kto może wykorzystywać algorytm JSSA.....	7
VI. Dane wejściowe i wynik działania Algorytmu.....	7
VII. Najważniejsze cechy Algorytmu.....	7
VIII. Wdrożenie Algorytmu.....	8
IX. Testy Algorytmu.....	8
X. Podsumowanie.....	8

AI4IN4
AI for INDUSTRY4.0

I. Wstęp

Prospekt ten przedstawia krótką informację o narzędziu informatycznym oferowanym przez firmę pSci Marcin Zientara przeznaczonym do rozwiązywania i optymalizacji zagadnienia Job Shop Scheduling Problem.

Algorytm Optymalizacji Szeregu Zadań (JSSA) jest to narzędzie informatyczne przeznaczone do układania optymalnego szeregu (optymalnej sekwencji) zleceń / zadań na liniach produkcyjnych / technologicznych. Algorytm rozwiązuje problem gniazdowy - [Job Shop Scheduling Problem](#) - względem zadanych kryteriów optymalizacji, bazując na danych pochodzących z systemów klasy MRP/ERP i MES. Algorytm stanowi rdzeń systemu realizującego funkcje systemów klasy **APS (Advanced Planning and Scheduling)**. System może być stosowany zarówno na liniach wytwórczych w fabrykach jak i w procesach biurowych optymalizując wykorzystanie systemów klasy [RPA](#).

II. O dostawcy

pSci Marcin Zientara jest firmą R & D. Nieformalne początki firmy sięgają roku 2010, a formalnie - od stycznia 2015 r. Firmę założył fizyk dr Marcin Zientara, wieloletni pracownik naukowy polskich i niemieckich instytucji naukowych. pSci tworzy zaawansowane algorytmy do analizy i modelowania danych, zjawisk i procesów. W swojej pracy pSci stosuje metody Big Data, Sztucznej Inteligencji i Data Science. Produkty firmy są wynikiem własnych prac badawczo-rozwojowych i współczesnej wiedzy naukowej z dziedziny fizyki, matematyki i pokrewnych nauk przyrodniczych. Więcej szczegółów [tutaj](#).

III. Opis ogólny algorytmu JSSA

Algorytm Optymalizacji Szeregu Zleceń (JSSA) jest to zestaw oryginalnych bibliotek programistycznych wykorzystujący algorytm genetyczny do optymalizacji szeregu zadań produkcyjnych – realizuje funkcje APS. Rozwiązuje on problem układania i optymalizacji kolejki zleceń dla systemu składającego się z: N – stanowisk wykonawczych, K – linii technologicznych komponowanych z w/w N stanowisk, M – grup zasobów obsługujących w/w N stanowisk oraz L – jednostek SKU realizowanych na K liniach. Do uzyskania optymalnych rozwiązań Algorytm wykorzystuje dane technologiczne opisujące procesy produkcyjne m.in. tabele czasów realizacji zadań na stanowiskach, macierze czasów przebrojeń / odtworzenia stanowisk, macierze minimalnych i maksymalnych czasów transferów międzystanowiskowych, macierze zamienności stanowisk, macierze kompetencji oraz tabele charakteryzujące kryteria czasowe terminowych realizacji dostępnych zadań / zleceń. Optymalne działanie Algorytm wymaga dostarczenia także kalendarzy dostępności stanowisk i zasobów. W wyniku działania Algorytm wylicza quasi optymalny, dokładny plan realizacji zleceń, który zawiera szczegółowe rozpisanie czasowe wszystkich zleceń na poszczególne stanowiska wykonawcze z przypisanymi niezbędnymi zasobami do ich realizacji – rozwiązuje zagadnienie Job Shop Scheduling dla zadanego systemu wytwórczego. Algorytm może być wykorzystywany zarówno do bieżącej pracy planistycznej jak i do symulacji planów w celu identyfikacji wąskich gardeł, stopnia wykorzystania linii produkcyjnych, dostarczenia informacji o obecnych zdolnościach wytwórczych itd. Dzięki opracowaniu oryginalnego sposobu zapisu informacji o planach produkcyjnych w chromosomach algorytmu genetycznego analizowana jest równocześnie cała sieć powiązań w

systemie wytwórczym a nie niezależnie poszczególne, kolejne elementy tej struktury. Takie podejście pozwala uzyskać maksimum efektywności przy minimum kosztów. Funkcjonalność **JSSA** znakomicie wpisuje się w koncepcję **Przemysłu 4.0** oraz **Inteligentnej Fabryki**.

Obecna postać algorytmu **JSSA** umożliwia:

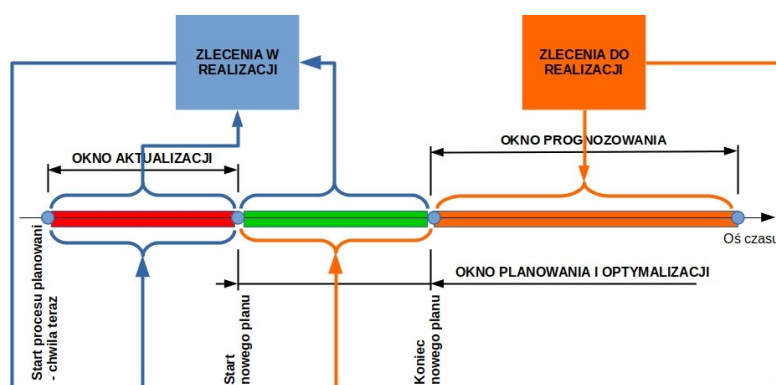
- generację dokładnych planów produkcyjnych / działania dla różnych horyzontów czasowych – rozwiązanie problemu Job Shop Scheduling Problem;
- ocenę bieżących zdolności produkcyjnych poszczególnych jednostek SKU i przekazywanie ich zainteresowanym komórkom operacyjnym fabryki – ocena terminowości realizacji zleceń (Capable to Promise);
- ocenę i szacowanie opóźnień produkcyjnych;
- ocenę wielkości zasobów w czasie, koniecznych do realizacji posiadanego portfela zleceń;
- prognozowanie wskaźnika OEE;
- analizę wąskich gardeł procesu produkcyjnego;
- ocenę efektywności plan vs. wykonanie;
- funkcje optymalizacyjne w systemach RPA.

Inne funkcjonalności Algorytmu są możliwe do wdrożenia poprzez modyfikację algorytmu i funkcji celu.

IV. Scenariusze użycia algorytmu JSSA, jakie problemy pomaga on rozwiązać.

JSSA można wykorzystywać w bieżącej działalności do planowania produkcji i optymalizacji kolejki zadań jak i do analizy swoich zdolności produkcyjnych przy zadanym zbiorze narzędzi i zasobów.

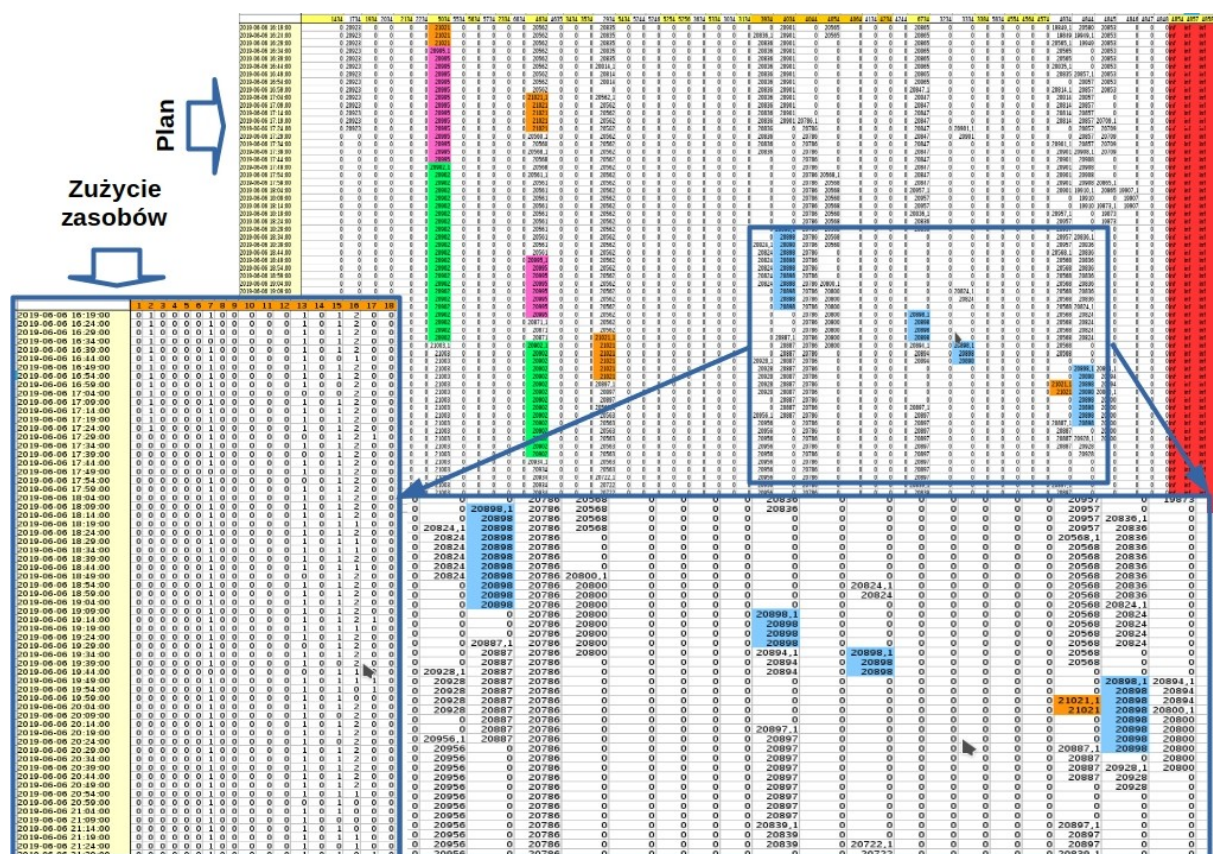
W pierwszym przypadku bazując na algorytmie JSSA można stworzyć system, który będzie tworzył i zarządzał planem produkcji. Na bazie dostarczanych mu danych wejściowych, z zadaną częstotliwością będzie on generował, odświeżał plany reagując za każdym razem na zmieniające się bieżące i przyszłe uwarunkowania produkcyjne – napływające nowe zlecenia, pojawiające się przestoje maszyn, ograniczenia zasobów itd. Przykładowy schemat czasowy działania takiego systemu przedstawia rysunek poniżej. Działanie systemu podzielone jest na okna czasowe, w których analizowane, optymalizowane i symulowane są kolejne



Schemat czasowy działania systemu planowania i optymalizacji.

pojawiające się w odpowiednich oknach czasu sytuacje. W pierwszym oknie, tzw. oknie aktualizacji analizowany jest obecnie realizowany plan produkcyjny, który w razie konieczności jest aktualizowany o pojawiające się opóźnienia na liniach oraz nieplanowane wyłączenia maszyn. W drugim oknie, tzw. oknie planowania i optymalizacji następuje

generacja i optymalizacja nowego planu, który będzie realizowany w tym przedziale czasu dla zadanych uwarunkowań produkcyjnych – zbiór zadań do realizacji w tym przedziale czasu, dostępność stanowisk i zasobów w tym przedziale czasu. W ostatnim oknie czasowym, tzw. oknie prognozowania generowane są wstępne plany dla pozostałych, obecnie posiadanych zleceń produkcyjnych, których pilność wykonania nie wymaga realizacji ich w oknie optymalizacji. Dysponując taki zestawem planów, dla kolejnych przedziałów czasu można efektywnie zarządzać produkcją, reagować z wyprzedzeniem na pojawiające się sytuacje krytyczne oraz efektywnie oceniać swoje zdolności produkcyjne co np. pozwala na zwiększenie poziomu terminowości swoich prac w relacji z klientem. Przedstawiony schemat działania jest tylko przykładowy. Podobny schemat działania można sobie wyobrazić w odniesieniu do zastosowań biurowych i optymalnego wykorzystania RPA. Dzięki uniwersalności JSSA i otwartej architekturze systemu przy każdej implementacji jest on dostosowywany i do potrzeb użytkownika.



Wynik działania systemu planowania i optymalizacji - przykładowe zrzuty ekranów. Oś czasu w pionie, oś stanowisk w poziomie.

W drugim przypadku zastosowania algorytm JSSA i związany z nim system można wykorzystać do symulacji obciążeń swoich linii produkcyjnych przy zadanych uwarunkowaniach produkcyjnych i technologicznych np. w celu optymalizacji zestawu swoich stanowisk wykonawczych i obsługujących je zasobów, identyfikacji wąskich gardeł, prognozowania teoretycznej wartości wskaźnika OEE, oceny terminowości dostaw itp.

Na koniec warto podkreślić, że takie narzędzia jak opisywane tutaj będą nieodzowne w zbliżającej się szybko epoce spersonalizowanych, krótko seryjnych produktów, gdzie portfel posiadanych zamówień będzie się charakteryzował różnorodnością i dużą dyna-

miką zmian. Automatyczne, optymalne planowanie kolejki realizowanych zadań będzie konieczne aby efektywnie wykorzystać współczesne środki produkcji i zrationalizować koszty ich eksploatacji zarówno na linii produkcyjnej jak i w biurze.

Dzięki elastycznemu sposobowi zapisu chromosomu Algorytmu oraz jego konstrukcji logicznej można go w prosty sposób adaptować do realizacji różnych innych zadań optymalizacyjnych rozszerzając jego funkcjonalność oraz kryteria optymalizacji.

V. Kto może wykorzystywać algorytm JSSA

Algorytm JSSA może być stosowany przez firmy produkcyjne jak i usługowe. Firmy produkcyjne mogą wykorzystywać go do realizacji funkcji zaawansowanego planowania i harmonogramowania zadań produkcyjnych ASP natomiast firmy usługowe (telekomunikacyjne, telemarketingowe) mogą stosować go do optymalizacji swoich procesów biurowych lub optymalizacji działania systemów klasy RPA

Narzędzie to jest szczególnie przydatne dla firm realizujących dynamicznie zmieniającą się krótkoseryjną produkcję, wykonywaną na zestawianych liniach produkcyjnych (konieczność częstych przebrojeń) z posiadanego parku stanowisk wykonawczych.

VI. Dane wejściowe i wynik działania Algorytmu

W działaniu JSSA korzysta m.in. z:

- tabela charakteryzująca realizowane zlecenia: technologia, czasy technologiczne, termin dostawy itp;
- tabela terminów realizacji zleceń: zawiera terminy kiedy dane zlecenie powinno znaleźć się na danym stanowisku – jeśli jest to wymagane;
- trójwymiarowa macierz przebrojeń stanowisk;
- trójwymiarowe macierze czasów przejść między stanowiskami dla czasów minimalnych i maksymalnych;
- macierze zamienności stanowisk produkcyjnych;
- kalendarz dostępności stanowisk;
- kalendarz dostępności zasobów;
- trójwymiarowa macierz kompetencji / zasobów.

Podstawowym wynikiem działania JSSA jest dokładny rozpisany w czasie i po stanowiskach plan realizacji poszczególnych zadań produkcyjnych. Plan ten lub rodzina planów stanowi bazę dalszych analiz pozwalających uzyskać użyteczne dane o procesie produkcji (patrz rozdział III i IV).

VII. Najważniejsze cechy Algorytmu

Podstawowe zalety i korzyści płynące z JSSA:

- możliwość pracy w dwóch trybach: 1. bieżące zarządzanie produkcją; 2. symulacja planów produkcyjnych w celu oszacowania parametrów procesu;

- możliwość integracji z lokalnymi systemami ERP i MES;
- proste struktury danych konieczne do pracy Algorytmu;
- możliwość monitorowania relacji: plan vs. jego wykonanie;
- możliwość uruchomienia JSSA jako oddzielnej aplikacji u klienta lub w chmurze (za-
lecane);
- możliwość współpracy z systemami klasy Maintenance Forecasting and Capacity
Planning, MES;
- możliwość współpracy z systemami klasy Statistical Process Control;
- otwarta forma JSSA, w postaci bibliotek obliczeniowych, pozwalająca na dostarcze-
nie interfejsu użytkownika zgodnego z potrzebami zamawiającego – **system dopa-
sowuje się do potrzeb klienta a nie na odwrót.**

VIII. Wdrożenie Algorytmu

Wdrożenie systemu opartego o Algorytm JSSA odbywa się poprzez połączenie go specjalnie tworzony interfejsem wymiany danych z lokalnym ERP. Sam system może działać zarówno lokalnie jak i w chmurze

IX. Testy Algorytmu

Praktyczne testy Algorytmu zostały zrealizowane w jednym ze średnich zakładów produkcyjnych charakteryzującym się dużą dynamiką zmienności portfela zamówień.

Algorytm po integracji z lokalnym systemem ERP umożliwił generację i optymalizację planów produkcyjnych dla różnych horyzontów czasu. Uzyskiwane plany pozwoliły zidentyfikować wąskie gardła procesu produkcji, na poziomie całościowym oraz efektywniej zarządzać zasobami w celu realizacji zadań produkcyjnych i unikaniu / minimalizowaniu opóźnień

X. Podsumowanie

Przedstawiony krótko powyżej Algorytm JSSA pozwala efektywnie planować i optymalizować produkcję. Dzięki elastycznej konstrukcji logicznej i oryginalnemu i nowatorskiemu zapisowi informacji o planach można go łatwo adaptować do różnych zadań optymalizacji związanych z bieżącym zarządzaniem produkcją jak i jej analizą ilościową i jakościową.

system oparty o Algorytm JSSA wraz z systemami klasy Maintenance Forecasting and Capacity Planning oraz Statistical Process Control stanowi bardzo efektywne narzędzi kontroli procesu produkcji zarówno ilościowej jak i jakościowej.

Wdrażając nasze rozwiązanie jesteście Państwo w stanie rozwiązywać obecne problemy optymalizacyjne jak również, co bardzo ważne, będziecie przygotowani do rozwiązywania problemów, które wystąpią w przyszłości, w epoce robotyzacji i współpracy człowieka z maszyną.

Należy pamiętać, że wygenerowana przez JSSA plany realizacji zadań produkcyjnych są konstruktami modelowymi, do których w praktyce codziennej należy jak najbardziej się zbliżyć aby osiągnąć założone i wyliczone cele. Należy więc traktować je jako referencje pozwalającą na racjonalne i bliskie optymalnemu zarządzanie produkcją i kontrolę relacji: plan vs. jego wykonanie.

Przygotował *dr Marcin Zientara*

AI4IN4
AI for INDUSTRY4.0