

Tadeusz PRZYBYSZ, Zdzisław JURCZYK
Stanisław PAWLIK, Franciszek MARECKI

Instytut Automatyki
Politechniki Śląskiej

SYSTEM STEROWANIA MONTAŻEM PODWOZI CIĄGNIKA LICENCYJNEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono zagadnienie sterowania montażem podwozi ciągnika licencyjnego. Omówiono dwa podstawowe zadania sterowania, tj. balansowanie linii oraz szeregowanie zadań na linii przy montażu wielowersyjnym oraz system sterowania linią.

1. WPROWADZENIE

Sterowanie montażem podwozi jest podsystemem systemu PLISTEM (planowanie i sterowanie montażami), opracowywanego w ZM URSUS dla produkcji ciągnika licencyjnego MF [1]. Sterowanie montażem podwozi obejmuje dwa podstawowe problemy:

- balansowanie wielowersyjnej linii montażowej z równoległymi stanowiskami pracy;
- szeregowanie obiektów na linii montażowej (tj. ustalanie kolejności ich realizacji).

Celem systemu BIS (balansowanie i szeregowanie) jest zrównoważenie obciążeń czasowych stanowisk pracy na linii montażu podwozi. Balansowanie i szeregowanie przeprowadza się w okresach tygodniowych, w oparciu o tygodniowy plan montażu podwozi. Plan ten określa liczbę podwozi każdej wersji, które należy zmontować na linii w rozpatrywanym tygodniu. Wersja podwozia jest określona jednoznacznie przez wersje: silnika, skrzyni biegów i tylnego mostu. Podwozia tej samej wersji mogą być przeznaczone do ciągników kabinowych lub pomostowych.

Montaż podwozi ma charakter mieszany, tzn. podwozia różnych wersji nie tworzą "partii" lecz "mieszankę".

Montaż mieszany jest uzasadniony dużą różnicą pracochłonności (suma czasów wszystkich operacji) różnych wersji. Balans linii, wielowersyjnej musi zapewniać wykonywanie określonych operacji na tym samym stanowisku pracy, niezależnie od wersji montowanego obiektu. Czas pracy montera w trakcie cyklu na pewnym stanowisku jest różny dla różnych wersji (może być nawet większy od czasu cyklu).

1) tygodniowy plan produkcji (liczby sztuk podwozi poszczególnych wersji i ich kody),

2) dane normatywne o:

a) linii montażowej (wykaz stacji i stanowisk);

b) wykonywanych operacjach;

- kody operacji wymaganych do zrealizowania poszczególnych wersji,
- macierz ograniczeń kolejnościowych,
- macierz ograniczeń strefowych,
- wektor przynależności do strony linii,
- czas wykonania operacji.

Wynikiem działania procedur jest wydruk rezultatów balansowania w postaci tabel zawierających dla każdego ze stanowisk wykaz przydzielonych do niego operacji z wyszczególnieniem czasów ich wykonania oraz wydruk czasów łącznych i efektywności stanowiska. Czasy łączne są iloczynem czasu operacji i wielokrotności wykonania operacji.

Efektywność stanowiska pracy jest liczona jako stosunek rzeczywistego czasu pracy do tygodniowego efektywnego czasu pracy.

Druga z metod balansowania wykorzystuje ideę gałęzi i ograniczeń. Występujące w problemie warunki dzieli się na dwie grupy. Pierwsza grupa warunków podaje zasady tworzenia pojedynczego rozwiązania dopuszczalnego, zaś druga podaje możliwość tworzenia zbioru rozwiązań dopuszczalnych.

W pierwszej kolejności wymaga się więc, by suma czasów operacji nie przekraczała czasu cyklu linii, a operacje równoczesne były wykonywane w tym samym przedziale czasowym, zaś operacje nierównoczesne były wykonywane w różnych, niezachodzących na siebie przedziałach czasowych. Ponadto nie wolno przekroczyć maksymalnej dopuszczalnej liczby stacji (stacja - odcinek linii - zawiera dwa stanowiska: prawe i lewe).

W oparciu o drugą grupę warunków bada się dopuszczalne rozwiązania dla:

- dozwolonych technologicznie kolejności wykonywania operacji,
- usytuowań poprzecznych operacji, tzn. po różnych dozwolonych stronach linii,
- usytuowań operacji wzdłuż linii, tj. dozwolonego (dla danej operacji) zbioru stacji linii.

Dokonyje się przeglądu rozwiązań dopuszczalnych, badając w sposób uporządkowany możliwości przydziału operacji na stanowiska linii. Zapamiętane zostaje pierwsze rozwiązanie dopuszczalne. Dalsze rozwiązania są porównywane z poprzednio zapamiętanym w oparciu o kryterium minimalizacji liczby stanowisk pracy. To kryterium jest wykorzystywane również w pośrednich etapach tworzenia kolejnego rozwiązania dopuszczalnego przy porównywaniu z analogicznym etapem poprzedniego rozwiązania, tzn. dla tego samego podzbioru operacji już przydzielonych oraz dla tej samej kolejności operacji aktualnie rozpatrywanego stanowiska. Zarzuca się dalsze tworzenie tego rozwiązania, jeśli wynik poprzedniego rozwiązania na badanym etapie był niegorszy od aktualnego rozwiązania.

W zależności od charakteru danych oraz możliwości obliczeniowych używanej maszyny cyfrowej można wybrać jeden z wariantów pracy algorytmu balansowania:

- przebadanie wszystkich rozwiązań dopuszczalnych (rozwiązanie dokładne),
- znalezienie przynajmniej jednego rozwiązania dopuszczalnego i nieprzekroczenie zadanego czasu obliczeń (rozwiązanie przybliżone).

Ta ostatnia możliwość pozwala na zastosowanie metody w przypadku znacznego wymiaru problemu.

Drugim powodem rozważania zastosowania opisanego podejścia są względnie małe wymagania dotyczące pojemności pamięci operacyjnej, co może pozwolić na łatwiejszy dobór sprzętu informatycznego dla potrzeb systemu BIS.

3. SZEREGOWANIE ZADAŃ NA LINII MONTAŻOWEJ

Wielowersyjna produkcja wyborów na linii montażowej polega na "przepuszczeniu" przez linię montowanych obiektów poszczególnych weraży partiami bądź też w sposób przemieszany.

Przemieszanie weraży wyrobów jest korzystne ze względu na możliwości wyrównania w ten sposób obciążeń (tzn. czasów efektywnej pracy w cyklu) poszczególnych monterów.

Każde stanowisko pracy ma określone podstawowe rozmiary wynikające z podstawowego zasięgu pracy zainstalowanych narzędzi oraz tzw. rozszerzone rozmiary, jeśli zasięg narzędzi pozwala na pracę poza granicami podstawowymi. Dozwolone jest zatem nakładanie się rzeczywistych rozmiarów stanowisk, po których poruszają się monterzy w trakcie montażu. Rozłączność stanowisk występuje w każdym pojedynczym cyklu między stanowiskami po jednej stronie oraz między stanowiskami leżącymi po przeciwnych stronach, jeśli wymagają tego ograniczenia kolejnościowe wykonywanych operacji. Zadaniem nazywać będziemy realizację na linii montażowej podwozia danego typu.

Z procedury balansu znany jest rozdział operacji, jakie trzeba wykonać na stanowisku oraz czasy ich wykonania.

Wskaznikami jakości uszeregowania, które należy minimalizować, są:

- maksymalne zakresy stanowisk na linii,
- suma rzeczywistych zakresów stanowisk,
- suma przekroczeń podstawowych zakresów stanowisk.

Dla rozwiązania zadania szeregowania opracowano algorytm symulacyjny oparty na następujących założeniach:

- znany jest tygodniowy plan produkcji,
- procedura balansu wyznacza stały w ciągu tygodnia rozdział podzbiorów operacji na stanowiska,

- znane są długości kolejnych odcinków czasu efektywnej pracy linii w ciągu tygodnia,
- w momencie rozpoczęcia pracy po przerwie każdy z monterów zaczyna pracę na początku swego stanowiska podstawowego,
- monter może odejść ze stanowiska w momencie zakończenia wszystkich operacji przydzielonych do wykonania na obiekcie,
- monterzy mogą się poruszać wzdłuż linii w ramach rozszerzonych zakresów stanowisk,
- ze względu na konieczność zachowania ciągłości pracy współpracujących z linią montażu podwozi linii montażu końcowego, w każdej kolejnej n-tce podwozi winny być zachowane proporcje między wersjami traktorów pomostowych i kabinowych,
- procedura szeregowania nie uwzględnia stanów początkowych linii wynikających z kontynuacji wykonywania operacji na obiektach, które weszły na linię w poprzednim tygodniu.

Algorytm symulacyjny bazuje na jednokrokowej optymalizacji w kolejnych etapach decyzyjnych jednego z podanych kryteriów.

Wyniki obliczeń drukowane są w postaci tabulogramu uszeregowania podwozi, tabulogramów maksymalnej rozpiętości stanowisk na poszczególnych zmianach oraz wartości wskaźników jakości uszeregowania.

4. UWAGI KOŃCOWE

Opracowany system BIS pozwala na optymalizację procesu montażu podwozia ciągnika licencyjnego MF. Szczegółowy opis systemu zamieszczony jest w [1]. System został przetestowany na danych modelowych zbliżonych do rzeczywistych. Nie można jeszcze stwierdzić, który z programów balansowania okaże się bardziej efektywny dla danych rzeczywistych. Trwają prace nad wielokrokowym algorytmem optymalizacji szeregowania zadań. Autorzy mają nadzieję, że dalsza współpraca Instytutu Automatyki z ZM URSUS pozwoli na praktyczne wykorzystanie systemu BIS do sterowania produkcją podwozi ciągnika.

LITERATURA

- [1] KOWALOWSKI H. i inni: Opracowanie algorytmów i programów systemu programowania i sterowania montażami PLISTEM, Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice 1981.
- [2] THOMOPOULOS N.T.: A Sequencing Procedure for Multi Model Assembly Lines. Doctoral Thesis, Industrial Engineering Department, Illinois Institute of Technology, January 1966.

- [3] WESTER L., KILBRIDGE M.: The Assembly Line Model-Max Sequencing Problem. The Proceedings of the Third International Conference on Operation Research 1963, Dunod, Paris 1964.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zdzisław TRYBALSKI

Wpłynęło do Redakcji 15.05.1982 r.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СБОРКОЙ ШАССИ ЛИЦЕНЦИОННОГО ТРАКТОРА

Р е з ю м е

Статья посвящена проблеме управления сборкой шасси лицензионного трактора. Показаны основные задачи управления, т.е. балансирование линии и отбор заданий на линии в случае многоверсионной сборки а также дана система управления сборочной линией.

THE CONTROL SYSTEM OF THE LICENCE TRACTOR UNDERCARRIAGE ASSEMBLY

S u m m a r y

We present the problem of the control of the assembly of the licence tractor undercariage. We discuss two basic control problems, i.e. assembly line balancing and task sequencing under multiversion assembly as well as the control system of the assembly line.