

Andrzej Dubina

Instytut Organizacji Przemysłu Maszynowego

ZASTOSOWANIE ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH W PROCESIE MONTAŻU

Streszczenie. W referacie przedstawiono zarys procedury projektowania procesu montażu, sformułowanej w oparciu o próbę matematycznej formalizacji tego procesu. Zastosowanie robota przemysłowego umożliwi, wg tezy referatu, utożsamienie projektu realizacji procesu z programem działania robota na stanowisku montażowym.

Wstęp

W polskim przemyśle maszynowym udział montażu w ogólnej pracochłonności wytwarzania wynosi ok. 11%. W przemyśle precyzyjnym i elektronicznym ten wskaźnik wynosi ponad 40% [2].

Montaż jest współcześnie także w krajach wysokorozwiniętych jedną z najmniej zautomatyzowanych technik wytwarzania.

Środki automatyzacji stosowane w montażu są na ogół kosztowne. Automatyzacja poszczególnych czynności wymaga konstruowania specjalizowanych automatów. Efektywność ekonomiczna nie jest zadowolająca, głównie z powodu dużych kosztów substytucji pracy ludzkiej.

Ze względu na zróżnicowane technologie dotychczas nie dysponowano środkami automatyzacji przydatnymi do montażu w sposób uniwersalny.

Pojawienie się udoskonalonych i względnie niezawodnych automatycznych maszyn manipulacyjnych wraz z systematycznym spadkiem ich ceny spowodowało, że obecnie występują dość powszechnie możliwości automatyzowania procesu montażu za pomocą środków uniwersalnych (można przypuszczać, że w roku 1985 w Polsce będzie funkcjonowało ok. 1500 takich urządzeń).

Środkiem automatyzacji przydatnym w realizacji procesu montażu w sposób uniwersalny, niezależnie od innych cech procesu, są roboty przemysłowe nazywane dalej robotami.

Opis procesu montażu - założenia

Przedmiotem rozważań jest pojedyncze stanowisko montażowe. Projektowanie montażu w warunkach zautomatyzowanego procesu omawiają m.in. artykuły [1] i [3].

Przyjęto, że dana jest struktura procesu montażu, a tym samym można ustalić dla stanowiska, zgodnie z podanym w [2] algorytmem:

- dostarczane elementy wyrobu,

- ilość poszczególnych elementów i ich fizyczne parametry,
- realizowane przez stanowisko funkcje montażowe,
- obrabiane elementy,
- sposób i środki transportu w otoczeniu stanowiska,
- przestrzeń roboczą.

Wielkości ekonomiczne i parametry eksploatacyjne pominięto.

Przyjęto następujące oznaczenia:

X_i - element "i" montowanego wyrobu,

X_j^i - parametr "j" elementu "i" /ilość dla $j=1/$,

F_m^i - kolejna /wg opisu technologii z uwzględnieniem operacji transportowych/ funkcja montażu wykonywana na stanowisku, gdzie "i" - indeks elementu, "m" - indeks funkcji,

c_m^n - ograniczenie "n" na funkcji "m".

Analiza zastosowania robota na pojedynczym stanowisku najdokładniej ocenia specyfikę maszyn manipulacyjnych tego rodzaju.

Cel referatu

Celem opracowania jest próba określenia sposobu projektowania procesu montażu z wykorzystaniem robota oraz wyodrębnienie specyfiki takiej realizacji procesu dla potrzeb organizacji stanowiska roboczego.

Podjęcie tematu wydaje się uzasadnione, ponieważ w pierwszej połowie 1979 r. firma "Unimation" (USA) zaprezentowała prototyp specjalistycznego robota montażowego.

W krajach wysokorozwiniętych rysuje się wyraźna konieczność wyeliminowania ludzi z monotonych prac wymagających jedynie minimalnej sprawności manualnej.

Referat pokazuje próbę opisu substytucji pracy ludzkiej na pojedynczym stanowisku montażowym przez automatyczny cykl działania robota.

Przesłanki projektowania i opisu montażu

W referacie wykorzystano podstawy opisu procesu montażu przedstawione w pracy [1].

Formalizacja procesu przedstawiona w referacie i artykule [1] w przypadku analizy zastosowania robota jest bardziej przejrzysta od analogicznego opisu stanowiska nieautomatyzowanego.

System montażu można przedstawić jako uporządkowaną czwórkę:

$$SM = \langle W, N, D, L \rangle$$

/1/

gdzie:

- \bar{W} - montowany wyrób,
- W - narzędzia, środki pracy i oprzyrządowanie,
- D - dokumentacja, instrukcje itp.,
- L - ludzie realizujący proces.

Dla potrzeb referatu, dekomponując ogólną funkcję montażu [2], można zapisać;

zadanie zaprojektowania systemu montażu ZP:

$$ZP = \langle F, J, K, O \rangle \quad /2/$$

gdzie:

- F - zbiór funkcji montażu realizowanych na stanowisku,
- J - zbiór identyfikatorów zadania,
- K - zbiór rozwiązań projektowych,
- O - zbiór dopuszczalnych funkcji oceny.

Wyrób /element w postaci opuszczającej stanowisko/ określamy:

$$W = \langle X, P \rangle \quad /3/$$

gdzie:

- X - zbiór części składowych /elementów/ wyrobu,
- P - zbiór dwuczłonowych relacji pomiędzy elementami.

To samo można zapisać w postaci:

$$\bar{W} = \langle X, F \rangle \quad /4/$$

gdzie:

- X - jak w /3/,
- F - jak w /2/, wg przedstawionego uprzednio zapisu,

Praca [1] podaje również definicję systemu wartości w procesie montażu:

$$S_w = \langle V, T \rangle \quad /5/$$

gdzie:

- V - zbiór miar ocen cząstkowych,
- T - algorytm formułowania łącznej oceny.

Wg oceny opartej na praktyce wdrożeń środków automatyzacji w procesie montażu zbiór F funkcji F_m^1 obejmuje szereg funkcji montażowych. Są to funkcje, które mogą być realizowane przez robota z wyposażeniem specjalistycznym lub bez /w tej kategorii można umieścić tylko najprostsze funkcje manipulacyjne/.

Indeksy "m" nie zostały przyporządkowane funkcjom ze względu na ogólny charakter referatu. Do funkcji typu F_m^i zaliczamy, wg [1] m.in.:

- | | |
|------------------|----------------------|
| 1. Łączenie | 2. Kontrolowanie |
| - składanie | - sprawdzanie |
| - napełnianie | |
| 3. Manipulowanie | 4. Funkcje specjalne |
| - podawanie | - znakowanie |
| - magazynowanie | |
| - pozycjonowanie | |

Szacunkowa ocena prowadzi do stwierdzenia, że na 5 rodzajów funkcji montażu w 15 realizacjach robot z wyposażeniem specjalistycznym może wykonywać 4 rodzaje w 7 realizacjach.

Możliwości współczesnych robotów są jak widać znacznie ograniczone. Dopiero wprowadzenie znajdujących się w fazie prób i badań robotów tzw. drugiej generacji, wyposażonych w realizację techniczną zmysłów i zaczątki sztucznej [inteligencji]: [4] i [5], pozwoli użytkować roboty w spełnianiu realizacji pozostałych funkcji.

Ustalone zasady badania montażu [2] znajdują swoje odpowiedniki w technice sterowania robotem, co pozwala przyjąć założenia, że: poziom bloków działań odpowiada cykлом pracy robota /ogólnie automatu technologicznego/, czyli programowi pracy na stanowisku,

poziom elementarnych działań montażowych odpowiada poszczególnym podprogramom realizującym funkcje montażu typu F_m^i ,

poziom elementów podstawowych pracy i ruchów elementarnych odpowiada poszczególnym rozkazom, a fizycznie ich realizacji w systemie montażu SM programującym pracę robota.

Dla uproszczenia można założyć, że /3/ jest zastąpione przez /4/

$$W = \langle X, R \rangle = \langle X, F \rangle \quad /6/$$

gdzie:

X jest zbiorem elementów "i" jak w /2/, pozostałe oznaczenia wg /4/

Zarys procedury projektowania procesu montażu

/kolejne kroki oznaczono jako n^0 /

Ze względu na brak praktycznych doświadczeń w zakresie wdrożeń złożonych zadań w procesie montażu podany zostanie zarys procedury /produkowane w CBR PTiK od 1976 r. manipulatory montażowe nie zostały upowszechnione/.

- 1^o Porównanie zbioru O ograniczeń podanych w założeniach do opisu ze zbiorem J identyfikatorów zadania.
- 2^o Określenie zbioru relacji R , a tym samym zbioru F funkcji montażu dla stanowiska.
- 3^o Porównanie zbioru F z listą rozkazów robota.
- 4^o Ustalenie na podstawie zbioru F niezbędnego wyposażenia specjalistycznego dla realizacji funkcji montażu na stanowisku.
- 5^o Analiza procesu montażu wg poziomów poprzez kolejne czynności niezbędne do napisania programu dla robota.
- 6^o Ustalenie programu równoważnego z projektem procesu montażu na stanowisku zautomatyzowanym.

Uwaga

Możliwość pozytywnej realizacji kroku poprzedzającego w procedurze oznacza przejście do następnego.

Wnioski

Referat stawia tezę, że dla pojedynczego stanowiska montażowego zautomatyzowanego za pomocą robota, projekt procesu montażu sprowadza się do ustalenia programu pracy robota.

Jest to trywialne jedynie pozornie. Uproszczenie takie, bardzo przydatne praktycznie, będzie możliwe dopiero po określeniu:

- zbioru ograniczeń O w postaci typowej wg parametrów techniczno-eksploatacyjnych robota,
- zbioru identyfikatorów zadania J wg parametrów procesu montażu,
- zakresu i sposobu technicznego przygotowania stanowiska do instalacji robota,
- uwzględnieniu w językach wyższego rzędu zorientowanych na programowanie robotów specyfiki procesu montażu, a zwłaszcza kontroli wykonania poszczególnych elementów pracy.

Weryfikacja poruszonej problematyki dokona się przede wszystkim w praktycznym działaniu. Metody matematycznej formalizacji będą przydatne w rozwiązywaniu szczegółowych zadań.

Istotne jest ustalenie szczegółowych zależności w postaci funkcji.

LITERATURA

- [1] Banasikowski M.: Przesłanki projektowania systemu montażu z zastosowaniami maszyn manipulacyjnych. Wyd. P.W. I.A.P. Wydz. M.P. zeszyt 33. Warszawa 1978.
- [2] Banasikowski M., Gromadka B.: Technika wielokryterialnego projektowania procesu montażu. Przegląd Organizacji 2/1978.
- [3] Jońca A.: Kompleksowo-systemowe projektowanie rozwiązań organizacyjnych montażu. Przegląd Organizacji 3/1979.
- [4] Granicki J.: Klasyfikacja robotów przemysłowych. Przegląd Mechaniczny 23/1978.
- [5] Hort J.F.: Second generation robots have eye for industry. Data Management 6/79.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В ПРОЦЕССЕ СБОРКИ

Резюме

В статье представлено процедуру проектирования процесса монтажа сформулированную на основе попытки математически формализовать процесс. Применение промышленного робота, по мнению автора, даёт возможность отождествить проект реализации процесса с программой действия робота на месте сборки.

INDUSTRIAL ROBOTS' APPLICATION IN ASSEMBLING PROCESS

Summary

The report presents a sketch of the designing procedure in assembling process which is made up with a help of the mathematical formalization. In accordance to the thesis of this report the industry robots application can be identified with the robots routine at the montage post.