ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1990

Seria: AUTOMATYKA z.101 Nr kol.1083

Henryk Kowalowski
Politechnika Śląska

PODSTAWY METODOLOGICZNE KONSTRUKCJI BAZ WIEDZY SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH PROJEKTOWANIA ELASTYCZNIE AUTOMATYZOWANEJ PRODUKCJI (EAP) W ZINTEGROWANYCH SYSTEMACH PRODUKCJI (ZSP)*

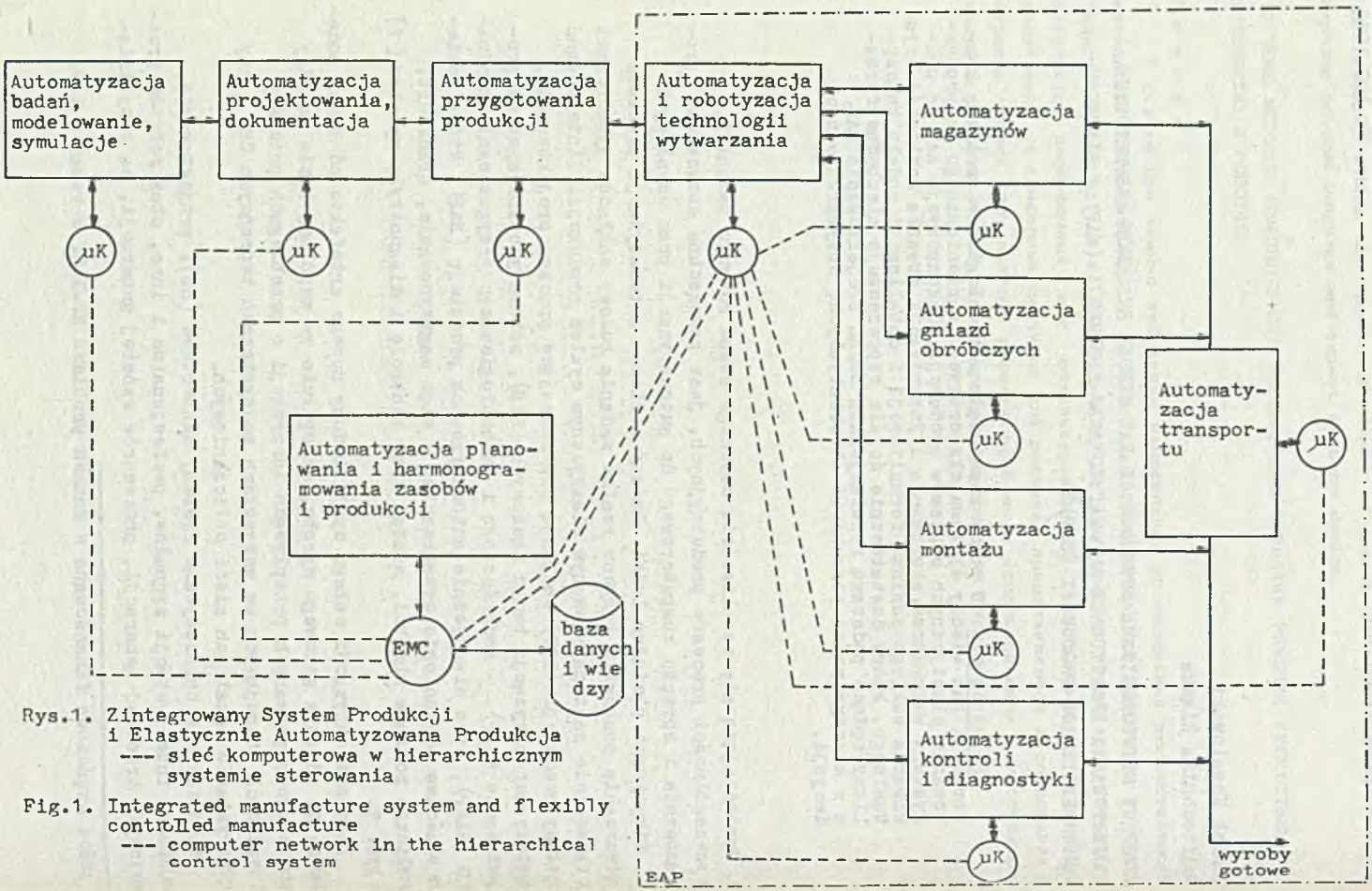
Streszczenie. W pracy rozwinięto metodologiczne problemy konstrukcji baz wiedzy systemu ekspertowego zorientowanego na projektowanie elastycznych systemów produkcji. Dekompozycja EAP na podsystemy wykonawcze, sterowania i komunikacji stwarza możliwość uzyskiwania takiego poziomu formalizacji i detalizacji modelu konceptualnego, który dostatecznie ściśle reprezentuje niezbędne formalizmy będące podstawą rozwiązywania badań projektowania EAP, a w szczególności poszukiwań alternatywnych, optymalizowanych decyzji.

1. Wyróżniającą się osobliwością obecnego stanu rozwoju techniki, w szczególności procesów produkcyjnych, jest powszechne stosowanie oprogramowania i sprzętu komputerowego do automatyzacji prac umysłowych i fizycznych obciążeń ludzi. Zmiany poziomów automatyzacji procesów wytwarzania postawiły twórcom realne zadania budowy zakładów wytwórczych z całkowicie zautomatyzowanym elastycznym cyklem produkcji. Zintegrowane systemy produkcji (ZSP) obejmują poprzedzające procesy projektowania, systemy automatyzacji badań naukowych (SAB), automatyzowane systemy projektowania (SAP), - technicznego i technologicznego przygotowania produkcji (SAPP), oraz elastycznie automatyzowaną produkcję (EAP), która zawiera właściwe technologie wytwarzania, a więc magazynowanie, transport, rozliczne rodzaje obróbki, montaż oraz kontrolę i diagnostykę wyrobów [1] - rys. 1.

Idea automatyzacji całego cyklu budowy nowego artefaktu, od badań modelowych do oddania gotowego wyrobu, ma oparcie we wspólnej bazie wiedzy oraz w skoordynowanych przepływach informacji o przebiegach procesów i sygnałach sterujących we wszystkich podsystemach tworzących ZSP przy wykorzystaniu lokalnych sieci obliczeniowych.

Współcześnie opracowywane systemy ekspertowe (SE): projektowania, wojskowe, interpretacji sygnałów, profesjonalne i inne, obok robotów przemysłowych trzeciej generacji, procesorów szóstej generacji, są przykłada-

* praca częściowo finansowana w ramach problemu RP.I.02 w temacie 4.1.



Rys.1. Zintegrowany System Produkcji i Elastycznie Automatyzowana Produkcja
--- sieć komputerowa w hierarchicznym systemie sterowania

Fig.1. Integrated manufacture system and flexibly controlled manufacture
--- computer network in the hierarchical control system

mi praktycznych aplikacji metod sztucznej inteligencji komputerowego wspomagania decyzji w technice. Jądro systemu ekspertowego (SE) projektowania i sterowania ZSP stanowi problemowo zorientowana baza wiedzy (BW), reprezentująca i interpretująca wiedzę o dziedzinie ZSP, niezbędną do rozwiązywania zadań wynikających ze stawianych celów.

2. Wiedza o ZSP obejmuje opisy obiektów i procesów, a także występujące między nimi powiązania. Wiedzę odróżnia od danych głębsza strukturalizacja i mniejsza abstrakcyjność (większa interpretatywność) informacji. W bazach danych (BD) podstawowe znaczenie ma informacja opisująca obiekt, przechowywana w jednym miejscu. Powiązania pomiędzy opisywanymi obiektami zajmują mniejszą część objętości BD, tymczasem w BW związki określające zależności pomiędzy obiektami, przebiegami i faktami stanowią ich treść podstawową. Jeśli w BD wzajemne powiązania mają charakter abstrakcyjny, a ich interpretacja zależy od współpracującego z danymi oprogramowania, to w BW te związki są "zabarwione" sensem zadawanym przez przedmiotową dziedzinę wiedzy. Można więc rozpatrywać przykładowo zależności: "być częścią", "jest pewien", "przyczyna - skutek", "miejsce - działanie", "miejsce - obiekt", "czas - działanie" itd.

Mamy dwa podstawowe sposoby reprezentacji wiedzy w BW: proceduralny i deklaratywny. Pierwszy polega na określeniu zbioru procedur, których działanie reprezentuje wiedzę o dziedzinie. Drugi polega na określeniu zbioru faktów i reguł specyficznych dla określonej dziedziny [2].

Reprezentację deklaratywną cechuje niejawna postać opisu procedur, które mamy wykorzystać. Wiedza deklaratywna obejmuje informacje o obiektach i zachodzących między nimi związkach; można je przedstawiać za pomocą zbiorów i twierdzeń o przedmiotowej dziedzinie. Jej zamodelowanie w takiej postaci wymaga pełnego opisu stanów i parametrów stanów, który ma mieć syntaktyczny (strukturalny) charakter. Poszukiwania informacji z dziedziny deklaratywnej dokonuje się z uwzględnieniem specyfiki dziedziny przedmiotowej - jej semantyki, a więc część interpretacji danych (wiedzy) prowadzi się oprogramowaniem. W deklaratywnej reprezentacji wiedza semantyczna i syntaktyczna są więc od siebie oddzielone, co daje takiej prezentacji większą uniwersalność i ogólność.

Wiedza proceduralna zawiera jawną postać opisu procedur; jest więc postacią samointerpretującą się. W procedurach można zaprogramować działania łączące się ze zmianami dziedziny przedmiotowej i jej modelu w BW. Stany bieżące prezentuje się w postaci zestawu wyspecjalizowanych procedur przetwarzających określony rejon BW. Mamy tu możność rezygnacji z chronienia opisów wszystkich możliwych stanów dziedziny przedmiotowej, koniecznych podczas użytkowania SE oraz ograniczenia się do przechowywania

stanu wejściowego i procedur gwarantujących przetwarzanie modeli danej dziedziny przedmiotowej. Możemy więc generować wszystkie pozostałe stany wychodząc ze stanu wejściowego. Zwykle proceduralnej reprezentacji dokonuje się za pomocą wyspecjalizowanego języka programowania.

Włączenie semantyki do BW podwyższa wprawdzie efektywność poszukiwania rozwiązań, ale osiąga się to kosztem specjalizacji BW, gdyż orientuje się ją do osobliwych rozwiązań.

Wiedza proceduralna ustępuje deklaratywnej, gdy chodzi o możności gromadzenia i korygowania wiedzy. Podział metod reprezentacji wiedzy na proceduralne i deklaratywne jest jednak w pewnym stopniu umowny. Konkretne realizacje BW zawierają bowiem elementy obu tych sposobów.

Najbardziej rozpowszechnione warianty reprezentacji deklaratywnej, to sieci semantyczne i ramy (framy). Rama (ang.fram) jest strukturą posiadającą nazwę, złożoną z klatek, nazywanych również szczelinami (ang.: slots), które z kolei są zbiorami elementów klatek (ang.: facet). Ramy oraz klatki identyfikowane są za pomocą przypisywanych im nazw [2].

Wśród metod reprezentacji proceduralnej wyróżnia się prace nad strukturami ewidencjonowania i zapisu stwierdzeń, zapisu reguł, scenariuszy i obliczeń w technice, bazującej na bezpośrednim zastosowaniu logiki (np. rachunku predykatów).

Główną trudnością, z którą borykają się twórcy systemów doradczych, jest trudność uwzględniania wiedzy i schematów rozumowania o charakterze "zdroworozsądkowym" w bazie wiedzy problemowo zorientowanej dziedziny.

3. Reprezentację wiedzy w problemowo zorientowanej BW o ZSP mogą oddać te same algorytmy projektowania i funkcjonowania, które określają organizację przepływu strumieni informacyjnych w ZSP, odzwierciedlając strukturę ZSP i jej informacyjną i funkcjonalną organizację.

Rozwiązywanie zadań opisu semantycznego języka systemu powinno więc poprzedzić właściwe określenie systemu i wszystkich podsystemów ZSP. Opis ma przedstawiać ZSP zgodnie z dowolnym programem zadanym w tym języku na dowolnych poziomach hierarchii. Przedstawiony dalej konceptualny (pojęciowy) opis ZSP umożliwia potencjalne wykorzystywanie tego samego oprogramowania i sprzętu do organizacji podsystemów tworzących, na wszystkich poziomach hierarchii. Pojawia się tak możliwość uformowania BW otwartej na stawianie i rozwiązywanie rozlicznych problemów projektowania i sterowania ZSP, które rodzą się w jego podsystemach.

4. Wdrażanie idei automatyki i robotyki do określonych dziedzin produkcji łączy się więc nie tylko z wprowadzaniem sprzętu komputerowego, lecz też,

co jest nie mniej istotne, z koniecznością przeprowadzenia analiz podstaw rozwiązań technicznych środków wytwarzania oraz najogólniejszych zasad twórczego procesu budowy artefaktów. Współczesne systemy wytwarzania charakteryzuje bowiem złożona morfologicznie struktura systemów technologicznych, brak ścisłych zależności analitycznych opisu, przepływy ogromnych strumieni informacji, złożone konfiguracje dynamicznych powiązań między podsystemami i inne.

Duża złożoność funkcjonalna maszyn, gniazd, linii i kompleksów produkcyjnych, gałęzi przemysłu i technosfery jako całości wymaga uwzględniania działań bardzo wielu wzajemnie powiązanych czynników.

Konwencjonalne metody projektowania, planowania, harmonogramowania i generowania sterowań opierają się na historycznie konstruowanej dekompozycji zadania wyznaczania wymuszeń sterujących w procesach produkcji. Dekompozycja taka jest oparta o środki zbierania, przetwarzania i przechowywania informacji oraz o narzędzia rozwiązywania zadań sterowania, które już istniały w momencie tworzenia i organizowania tych narzędzi.

Nowe środki technologii informatycznych oraz nowe narzędzia rozwiązywania zadań sterowania wymuszają zmianę uprzednio ustanowionych metod dekompozycji, a także konieczność dostosowania się struktury organizacyjnej do tych nowych narzędzi.

Gdy cykl produkcyjny dzieli się na trzy etapy: projektowania wyrobów (SAP), projektowania technologii wytwarzania i przygotowania produkcji (SAPP) oraz właściwą produkcję wyrobu (EAP), to wyróżniając drugi etap rodzą się zrazu dwa pilne zadania dotyczące: projektowania systemów i procesów technologicznych oraz projektowania wyposażenia, narzędzi i osprzętu. Produkcja w ZSP, kompleksowo zautomatyzowanym i zrobotyzowanym w obrębie SAPP, ujawnia konieczność opracowania zupełnie nowej metodologii konstrukcji procesów wytwarzania, nowych systemów technologicznych, nowych sposobów rozwiązywania zadań technologicznych, nowej organizacji struktur informacyjnych i programowych.

Zapewnienie elastyczności produkcji, a więc szybkich przezbrojeń wyposażenia technologicznego w razie podejmowania nowych wersji wyrobów, łączy się z opanowaniem umiejętności analitycznego ujmowania decyzji technologicznych w oparciu o precyzyjnie sformułowane zasady technologii wytwórczych, a więc - o właściwe określenie kompleksów elementarnych reguł - operacji technologicznych.

Najogólniej pojęty proces tworzenia modelu matematycznego reprezentacji rzeczywistości - to po sformułowaniu celu modelowania przede wszystkim określenie struktury operatora opisującego rzeczywistość. Takie zadanie jest najczęściej bardzo trudne do ujęcia analitycznego. W przypadku procesów zachodzących w ZSP, model stanowić musi całokształt dokładnie i jednoznacznie określonych zależności pomiędzy parametrami i charakterystykami tych procesów.

5. Problem sporządzenia modelu ZSP przemysłu maszynowego (elektrotechnicznego) polega więc na trafnym sformułowaniu konceptualnego opisu procesów zachodzących w ZSP. W kolejności dokonujemy wyboru opisu prezentacji elementów ZSP oraz sposobów wykorzystania korelujących z tym opisem wymaganych kompleksów operacji technologicznych w organizacyjnej strukturze ZSP, uwzględniając posiadane programowe i urządzeniowe środki sterowania.

Obiekty ZSP i zachodzące tam procesy produkcji badamy ze względu na ich strukturę, spełniane funkcje oraz przepływy informacji, w korelacji z celami produkcji.

Opisy morfologiczne ZSP nie mogą być wyczerpujące, a poziom detalizacji oraz wybór pomijanych elementów określa przeznaczenie opisu. Konkretyzacji morfologii dokonuje się więc na tych poziomach, które są niezbędne do przedstawienia wymaganych własności ZSP.

Opis funkcjonalny rozważa ZSP jako zbiór elementów, które łączą rozliczne powiązania w jedną scaloną strukturę, mającą na celu wykonywanie określonych funkcji we współdziałaniu z otoczeniem S. Funkcjonowanie ZSP ma odpowiadać przeznaczeniu i złożonym kryteriom, a jakość funkcjonowania - spełniać wymagane charakterystyki i wskaźniki.

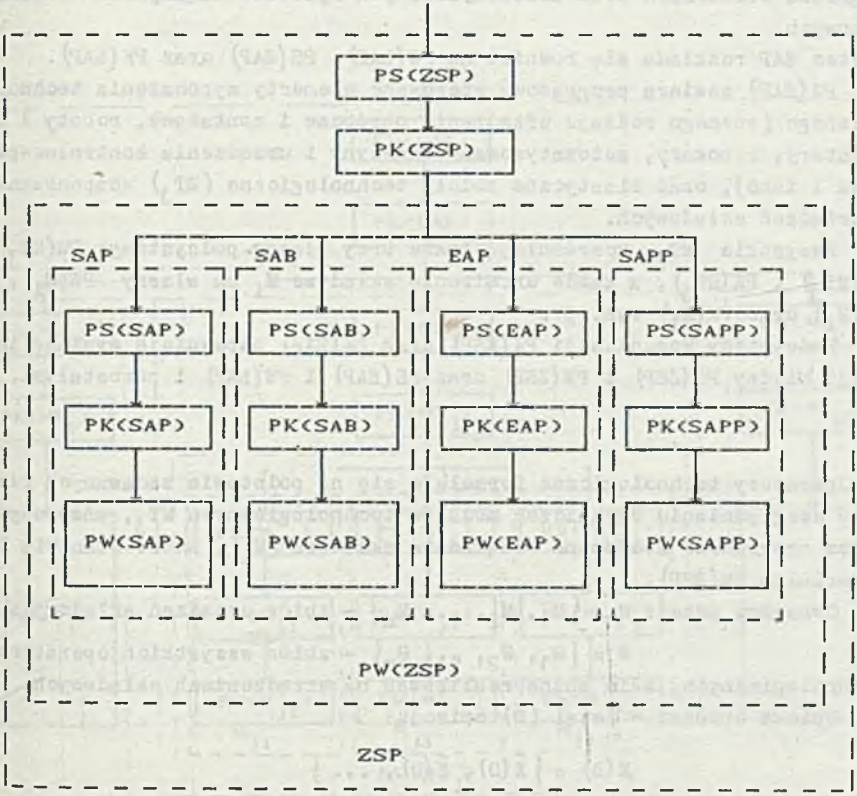
Opis informacyjny ZSP ma odzwierciedlać strukturę organizacyjną systemu, określać związki cech morfologicznych i funkcjonalnych systemu w zależności od ilości i jakości informacji wewnętrznych i zewnętrznych oraz - odpowiedniość pomiędzy funkcjami systemu ZSP i własnościami otoczenia S.

Podatność ZSP do rozczłonkowania na powiązane wzajemnie podsystemy środków technologii informacyjnej, środków opisu rozwoju systemu oraz racjonalnej struktury organizacyjnej sterowania oddaje ich ścisłe związki i wzajemne uwarunkowania. Taka dekompozycja modelu ZSP i zachodzących procesów umożliwia w następstwie dekompozycję wyznaczania wymuszeń sterujących.

6. ZSP obejmuje więc trzy podsystemy: PW(ZSP), PS(ZSP) i PK(ZSP) - wykonawczy, sterowania i komunikacji. Podsystemy: SAB, SAP, SAPP i EAP, które tworzy się w oparciu o rozbudowane środki wyposażenia technologicznego, oprogramowanie i sprzęt automatyki i informatyki przedstawiają PW ZSP. Niezależnie wydziela się w każdym z tych podsystemów trzy dalsze PW, PS i PK (rys. 2).

Elastycznie Automatyzowana Produkcja (EAP) prezentuje system, w którym przebiegają właściwe procesy wytwarzania zgodnie z programem technologicznym, którego rezultat końcowy stanowi wyrób o zadanych charakterystykach.

Doświadczenia ostatnich dziesięciu lat budowy i użytkowania EAP uformowały głównie dwa typy różniące się strukturą PW:



Rys.2. Dekompozycja struktury zintegrowanego systemu produkcji (ZSP) na podsystemy: wykonawczy PW(ZSP), sterowania PS(ZSP) i komunikacji PK(ZSP)

Fig.2. Decomposition of the integrated manufacture system ZSP in the subsystems: actuar PW(ZSP), control PS(ZSP) and communication PK(ZSP).

- EAP ze strukturą utworzoną przez programowane, sterowane numerycznie obrabiarki oraz automatyzowane systemy magazynowo-transportowe,
- EAP ze strukturą złożoną z kilku automatyzowanych i zrobotyzowanych gniazd obróbczych oraz automatyzowanych systemów magazynowo - transportowych.

System EAP rozkłada się również na PW(EAP), PS(EAP) oraz PK(EAP).

PW(EAP) zawiera programowo sterowane elementy wyposażenia technologicznego (różnego rodzaju urządzenia obróbcze i montażowe, roboty i manipulatory, robokary, automatyzowane magazyny i urządzenia kontrolno-pomiarowe i inne), oraz elastyczne moduły technologiczne (MT_j) komponowane z urządzeń składowych.

Wszystkie MT_j rozróżniają także trzy własne podsystemy: $PW(MT_j)$, $PS(MT_j)$ i $PK(MT_j)$, a każde urządzenie składowe M_i ma własny $PW(M_i)$, $PS(M_i)$ oraz $PK(M_i)$ - rys. 3.

Podsystemy komunikacji PK(ZSP) oraz PK(EAP) zapewniają wymianę informacji między PS(ZSP) i PW(ZSP) oraz PS(EAP) i PW(EAP) i pozostałymi.

7. Operatory technologiczne formułuje się na podstawie zadawanych funkcji, przy uwzględnianiu ograniczeń modułów technologicznych MT_j, wnoszonych przez programowo sterowane urządzenia składowe (M_i), które stanowią bazę materialną PW(ESP).

Oznaczmy przez: $M = \{M_1, M_2, \dots M_n\}$ - zbiór urządzeń składowych,

$\Theta = \{\Theta_1, \Theta_2, \dots \Theta_m\}$ - zbiór wszystkich operatorów technologicznych, jakie można realizować na urządzeniach składowych.

Obiekt obróbki - detal (D) opisują:

$$X(D) = \{\hat{X}(D), \bar{X}(D), \dots\}$$

gdzie: $\hat{X}(D)$ - przymioty własne D (wymiary, materiały, wzajemne usytuowanie płaszczyzn, osiągane własności po realizacji technologicznych operatorów i inne),

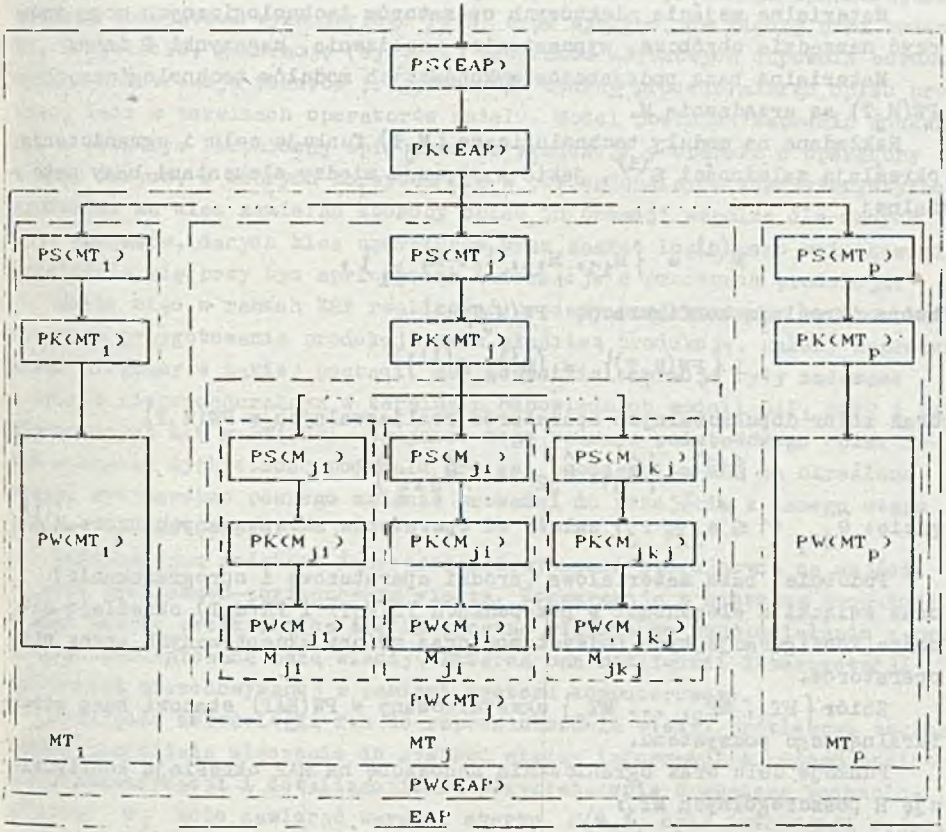
$\bar{X}(D)$ - parametry przestrzenne D (pozycjonowania, orientowania, właściwości osiągane po realizacji operatorów przemieszczania i inne).

Mamy dwa lub więcej poziomów pozycjonowania D:

$$\bar{X}(D) = \{\bar{X}_1(D), \bar{X}_2(D), \dots\}$$

gdzie: $\bar{X}_1(D)$ - położenie operacyjne D na pozycji bazowej,

$\bar{X}_2(D)$ - położenie zewnętrzne D (na pozycjach stołów obrotowych, gniazd; palet magazynów i inne).



Rys.3. Dekompozycja struktury EAP na podsystemy: wykonawcze PW(EAP), sterowania PS(EAP) i komunikacji PK(EAP)

Fig.3. Decomposition of the structure EAP in the subsystems: actuar PW(EAP), control PS(EAP) and communication PK(EAP)

Operator technologiczny $\theta_j \in \theta$ przedstawia ogół finalnych własności $\Delta_j X(D)$ nadawanych obiektowi obróbki D. Operator kształtu oddaje przy tym ogół finalnych przymiotów własnych D, operator przestrzenny zawiera ogół nadawanych D cech położeniowych, operator pomiarowo-kontrolny nie wzbogacając D nowymi własnościami może nadawać mu jakościowe oceny wybranych przymiotów itd.

Materialne wejścia niektórych operatorów technologicznych mogą tworzyć narzędzia obróbcze, wyposażenie, urządzenia, magazynki i inne.

Materialną bazą podsystemów wykonawczych modułów technologicznych $PW(M_jT)$ są urządzenia M.

Nakładane na moduły technologiczne (M_jT) funkcje celu i ograniczenia określają zależności $S^{(i)}$, jakie występują między elementami bazy materialnej

$$M^{(i)} = \{M_{i1}, M_{i2}, \dots M_{i\,k_i}\},$$

które określają konfigurację $PW(M_jT)$:

$$L\{PW(M_jT)\} = (M^{(i)}\ S^{(i)})$$

oraz zbiór dopuszczalnych operatorów realizowalnych w $PW(M_jT)$

$$\hat{\theta}^{(j)} = \{\hat{\theta}_{j1}, \hat{\theta}_{j2}, \dots \hat{\theta}_{jr_j}\},$$

gdzie: $\hat{\theta}_{js_j}$ $(1 \leq s_j \leq r_j)$ zależy od operatorów akceptowanych przez $M^{(i)}$.

Podobnie baza materiałowa (środki aparaturowe i oprogramowanie) oraz związki z elementami w przypadkach $PS(M_jT)$ i $PK(M_jT)$ określają odnośne konfiguracje tych podsystemów oraz zbiory akceptowanych przez nie operatorów.

Zbiór $\{MT_1, MT_2, \dots MT_p\}$ ukształtowany w $PW(EAP)$ stanowi bazę strukturalną tego podsystemu.

Funkcje celu oraz ograniczenia nanoszone na EAP określają konfigurację R poszczególnych MT_j:

$$L\{PW(EAP)\} = \{\{MT_1, MT_2, \dots MT_p\}, R\},$$

i odpowiednio zbiór operatorów technologicznych $\hat{\theta}^{(EAP)}$, dopuszczalnych w $PW(EAP)$. Realizacja $\hat{\theta}_{EAP,t} \in \theta^{(EAP)}$ oznacza wykonawstwo wszystkich operatorów zależnych od $\hat{\theta}_{EAP,t}$.

Analogiczne obliczenia przeprowadza się dla $PS(EAP)$ i $PK(EAP)$, a także odnośnie PW, PS i PK systemów SAP, SAB i SAPP.

8. Opis funkcjonalny i informacyjny ZSP łączy się ściśle z generacją wymuszeń sterujących na wejście PS(B) systemu B, które mogą mieć różne poziomy abstrakcji i ogólności.

Proces podejmowania decyzji sprowadza się do rozwiązywania zadania poszukiwania przekształcenia opisu sytuacji wejściowej do stanu, przy którym spełnione zostaną warunki założonych celów produkcji wyznaczające obiekty podsystemu wykonawczego PW(B) oraz występujące między nimi związki. Oczywiście, generację (syntezę) programów użytkowych zapewnia automatyczna konstrukcja tekstów programów nie według proceduralnego opisu procesu, lecz w terminach operatorów modelu. Model powinien zapewnić adekwatny, a przy tym lakoniczny opis procesu produkcji w oparciu o operatory i typy danych, z których korzysta się w profesjonalnych charakterystykach procesów. Ma więc zawierać sposoby opisu informacji wspólne dla danych klas procesów, danych klas operatorów, oraz aparat logicznego wnioskowania. Uwzględnia się przy tym aprioryczne informacje o procesach produkcji.

Chcąc więc w ramach ZSP realizować procesy projektowania wyrobu, technicznego przygotowania produkcji oraz właściwą produkcję, należy zaprezentować programy w takiej postaci, aby wszystkie operacje były zadawane w opisie nieproceduralnym w terminach odpowiednich modeli SAP, SAPP i EAP, mieszczących się w PW(ZSP). Spójność tego rodzaju podstawowego opisu zadań wyznacza dyskretność podziału procesu produkcji w ZSP na określone etapy. Wykonawstwo pewnego zadania prowadzi do przejścia z danego etapu procesu do następnego.

Informacyjną podstawą interpretacji wymuszeń sterujących na wejściu PS jest problemowo zorientowana wiedza. Konwersacja z systemem produkcji w jego języku przekształca się na program właśnie we współdziałaniu z problemowo-zorientowaną bazą wiedzy. Stwarza ona możliwości interpretacji informacji przechowywanej w pamięci systemu komputerowego.

Przyjęcie metodologii ram do reprezentowania wiedzy problemowo zorientowanej umożliwia włączenie do systemu wiedzy informacji o różnym poziomie strukturyzacji i detalizacji. Na przykład, opis operatora technologicznego θ_j może zawierać warunki startu $S(\theta_j)$, opis informacji wejściowych i wyjściowych $in(\theta_j)$ i $out(\theta_j)$ oraz inne charakterystyki ilościowe i jakościowe. Ramy umożliwiają przy tym zapisywanie zarówno wiedzy o charakterze deklaratywnym (wiedzy o faktach), jak i wiedzy o charakterze proceduralnym (wiedzy o regułach). Można je stosować do zapisywania sieci semantycznych, co stanowi łącznie z możliwością dołączania ram do procedur główną zaletę tego sposobu zapisu. Zasady zapełniania szczelin ram są o wiele bardziej złożone niż zasady przedstawiania faktycznych parametrów [7].

9. Niech B jest podsystemem PW(A). Na wejściu PS(B) wprowadza się zadanie:

$$in\,(B) = \{P_B,\ x_B,\ y_B\}$$

gdzie: P_B - warunki zadania, x_B - informacja wejściowa, y_B - informacja wyjściowa.

Zadanie wchodzące do PS(B) po zinterpretowaniu reguł działania (w zależności od liczby reguł, wymagane jest zaprojektowanie odpowiedniego interpretatora albo gdy liczba ta jest mała (< 1000) użycie odpowiedniego języka programowania np. PROLOGU zwalnia konstruktora systemu doradczego od obowiązku projektowania interpretatora) na podstawie BW przekształca się w program Π/B w terminach modelu B. Program Π/B może być programem bazowym, który można wyprowadzić z BW. Nawet gdy wśród programów bazowych nie znajdujemy niezbędnego do wykonania zadania, to w przypadku niesprzeczności zadań in(B) można przeprowadzać ponowną syntezą Π/B za pomocą aparatu wnioskowania w oparciu o wiedzę, którą BW reprezentuje. Gdy w zadaniu występują sprzeczności lub gdy brak jest niezbędnej wiedzy, wówczas albo zdobywa się informację umożliwiającą modyfikację zadania, albo domaga się rozszerzenia funkcjonalnych możliwości PW(B) przez zmianę konfiguracji B i obszarów dopuszczalnych operatorów oraz niezbędne uzupełnienie reprezentacji wiedzy w BW.

10. Strukturę strumieni sterowania ZSP w oparciu o BW przedstawia rys. 4. Gdy ZSP jest podsystemem system E, podsystem sterowania PS(E) przekazuje za pośrednictwem PK(ZSP) na wejście PS(ZSP) zadanie:

$$in(ZSP) = \{P_{ZSP},\ x_{ZSP},\ y_{ZSP}\}.$$

Gdy sformułowanie zadania nie zawiera sprzeczności - interpretator, operator harmonogramów i procesor PS ZSP wygenerują na wyjściu PS(ZSP):

$$out\,(ZSP) = \{(\ldots,\ T_{ZSP,EAP},\ \ldots),\ \tau_{ZSP}\}$$

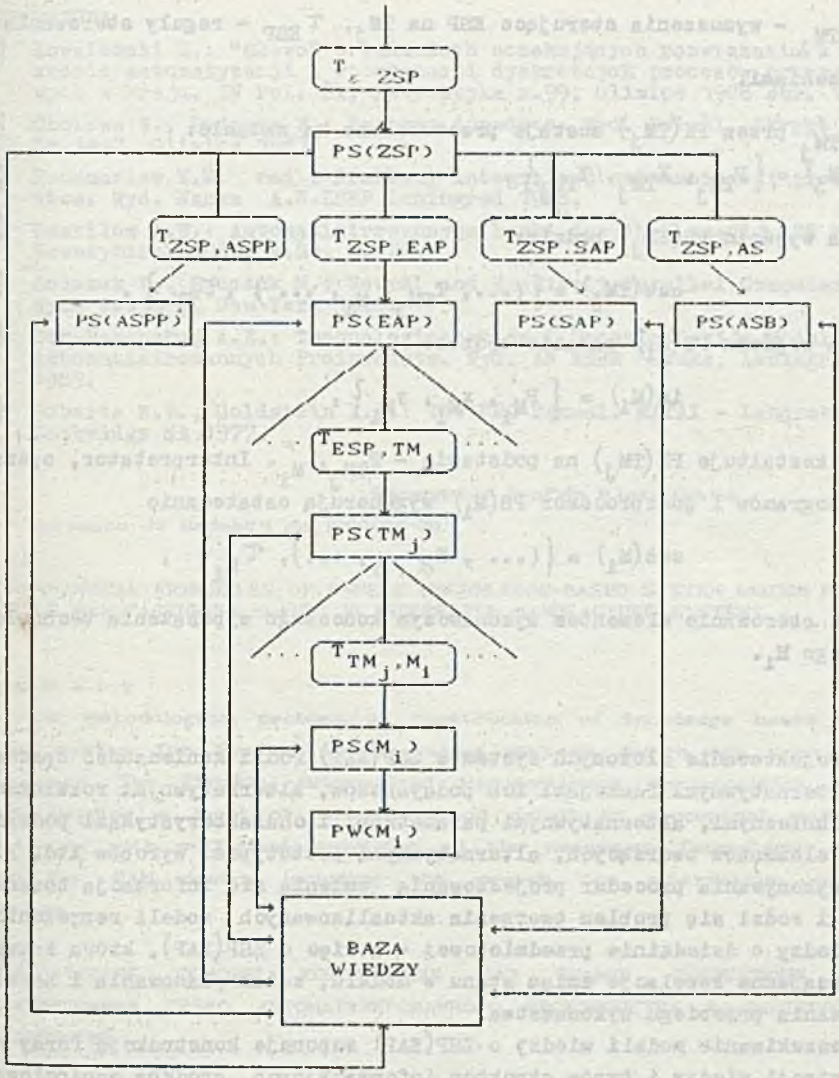
niezbędne wymuszenia sterujące oraz reguły sterowania τ_{ZSP}.

Wymuszenie sterujące $T_{ZSP,EAP}$ - ZSP względem EAP - przez PK(ZSP) przetwarza się na zadanie:

$$in(EAP) = \{P_{EAP},\ x_{EAP},\ y_{EAP}\}.$$

Interpretator, operator harmonogramów oraz postprocesor PS(EAP) wypełnią te funkcje, co w PS(ZSP) i na wyjściu PS(EAP) będzie:

$$out(EAP) = \{(\ldots,\ T_{ESP,TM_j},\ \ldots),\ \tau_{TM_j}\}$$



Rys.4. Struktura strumieni sterowania w ZSP (EAP)

Fig.4. A structure of control streams in ZSP(EAP)

T_{ESP,TM_j} - wymuszenia sterujące ESP na TM_j, τ_{ESP} - reguły sterowania wymuszeniami.

T_{ESP,TM_j} przez $PK(TM_j)$ zostaje przetworzone na zadanie:
$in(TM_j) = \{P_{TM_j}, X_{TM_j}, Y_{TM_j}\}$.

Na wyjściu $PS(TM_j)$ będzie:

$$out(TM_j) = \{(\ldots, T_{TM_j}, M_i, \ldots), \tau_{TM_j}\}.$$

Na wejściu $PS(M_i)$ zadanie będzie:

$$in(M_i) = \{P_{M_i}, x_{M_i}, y_{M_i}\},$$

które kształtuje $PK(TM_j)$ na podstawie - T_{TM_j}, M_i. Interpretator, operator harmonogramów i postprocesor $PS(M_i)$ wygenerują ostatecznie

$$out(M_i) = \{(\ldots, T_{\alpha,\beta}, \ldots), \tau_{M_i}\},$$

a więc sterowanie elementem wykonawczym końcowego wyposażenia technologicznego M_i.

11. Projektowanie złożonych systemów ZSP(EAP) rodzi konieczność operowania alternatywnymi funkcjami ich podsystemów, alternatywnymi rozwiązaniami technicznymi, alternatywnymi parametrami i charakterystykami podsystemów i elementów tworzących, alternatywnymi prototypami wyrobów itd. Podczas wykonywania procedur projektowania zmienia się informacja towarzysząca i rodzi się problem tworzenia aktualizowanych modeli reprezentowania wiedzy o dziedzinie przedmiotowej - a więc o ZSP(EAP), która zagwarantuje wzajemne korelacje zmian stanu w modelu, zmian planowania i harmonogramowania przebiegu wykonawstwa.

Poszukiwanie modeli wiedzy o ZSP(EAP) suponuje konstrukcję formy reprezentacji wiedzy i typów struktur informacyjnych, środków manipulowania wiedzą. Baza wiedzy i mechanizmy rozumowania wpływają zasadniczo na jakość systemu ekspertowego.

Przedstawiona propozycja reprezentacji wiedzy o ZSP(EAP) - centralnego problemu projektowania i sterowania w ZSP - zakłada, że wszystkie PS, na wszystkich poziomach hierarchii ZSP(EAP) mają jednakową strukturę informacyjną i organizację funkcjonalną. Decyzje sterujące są więc podejmowane w oparciu o problemowo zorientowaną BW określoną przez te same algorytmy projektowania i funkcjonowania ZSP(EAP), o takiej samej organizacji strumieni informacji w systemach.

LITERATURA

[1] Kowalowski H.: "Słowo" o zadaniach oczekujących rozwiązania w zakresie automatyzacji i robotyzacji dyskretnych procesów przemysłowych w kraju. ZN Pol. Śl. Automatyka z.99, Gliwice 1988 str. 10-19.

[2] Cholewa W., Pedrycz W.: Systemy doradcze. Wyd. Pol.Śl. Skrypt Ucz. Nr 1447, Gliwice 1987.

[3] Ponomariew W.M. red : Problemy integralnoj awtomatizacji proizwodstwa. Wyd. Nauka A.N.ZSRR Leningrad 1988.

[4] Gawriłow A.W.: Awtomatizirowannyje banki danych i znanij. ZN NETI, Nowosybirsk 1988, z.81, g.128.

[5] Souczek B., Souczek M.: Neural and Massively Parallel Computers. Wyd. J.Wiley, New York 1988.

[6] Bor-Ramenstuj A.E.: Technologiczeskije i Techniczeskije Moduli Awtomatizirowannych Proizwodstw. Wyd. AN ZSRR Nauka, Leningrad 1989.

[7] Roberts R.B., Goldstein I.P.: The FRL Manual. MITAI - Laboratory, Cambridge MA 1977.

Recenzent: Prof.dr h.inż.J.Cyklis

Wpłynęło do Redakcji do 1990-04-30.

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF EXPERT KNOWNLEDGE-BASED SYSTEM DESIGN FOR FLEXIBLE MANUFACTURING PLANTS IN INTEGRATED MANUFACTURE SYSTEMS

S u m m a r y

The metodological problem of construction of knowledge bases for an expert system for flexible manufacturing systems design are presented in the paper. The Flexible Automatized Manufacturing decomposition systems allows reading a level of formalism and detail of conceptual model that represents with sufficient precision all the necessary formalisms, being a basis for FAM design including the search for alternative, optimized decisions.

МЕТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ БАЗ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБКО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЗИНТЕГРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Р е з ю м е

В работе розвиваются методические вопросы конструрирования баз знаний экспертной системы, ориентированной на проектирование гибких производственных систем. Производственная система декомпонируется на подсистемы: исполнительную, управления и информатическую, что позваляет на такой уробень формализации и деталиоации концептуальной модели базы знании, которая может быть использована для проектирования.